

第五篇

电气仪表的安装调试

第一章 仪表安装概述

第一节 仪表安装工作特点

自动化仪表及装置要完成检测或控制任务,其各个部件必须组成一个回路或组成一个系统。仪表安装就是把各个独立的部件即仪表、管线、电缆、附属设备等按设计要求组成回路或系统,完成检测或控制任务。仪表安装有其特殊性:如工种多、技术要求严、与工艺联系密切、施工期短、安全技术突出等等。正是这些特点构成了讨论仪表安装工作的基础。

一、工种多

这是显而易见的。例如安装一块仪表盘,除需要有焊工、钳工、管工、电工和仪表工等主要工种外,还得有土木、油漆等辅助工种。由于这个特点,要求仪表安装队需按一定的比例配备这几方面的人才。

二、安装技术要求严

主要是由于仪表品种繁多,形式多样,以及安装对检测的准确性及系统运行质量有可能引起重大影响。例如,一次元件安装不符合技术要求时,有可能造成很大的检测误差。又如在高压设备上的施工,任何马虎或不按规程办事,所引起的生产事故损失可能更是无法估量。从控制系统本身而言,许多工厂由于仪表安装得不合理,从而不能达到设计的预期目的。

由于仪表型号众多,品种繁杂,要一一掌握它就不是一件简单容易之事。为此要求仪表安装人员必须具有仪表工作原理、使用方法、注意事项等等的基本知识,同时还要求

他们对工艺也应有所了解。这对深刻领会仪表安装中的各项技术要求、设计意图会有很大帮助的。

三、与工艺联系密切

仪表是为工艺生产服务的,仪表的安装工作也只是整个安装工作的一个组成部分。在施工中工艺是主体,仪表安装要从属于工艺。每当它们之间发生矛盾时,往往仪表就得让路。例如仪表管线与工艺管线相碰时就得改道。当然,在一些有关检测质量的重大原则上,例如孔板安装的直管段问题,仪表安装仍应坚持有关安装规范,要求工艺作出一定的让步,以满足仪表的技术要求。安装中若出现此类情况时,仪表安装人员应主动与工艺安装人员取得密切联系,使它们能考虑到仪表的特殊要求,事先予以配合。

四、施工期短

由于仪表安装在整个安装工程中处于从属地位,因此它在现场的施工期是不允许延长的。通常在主体安装完成 70% 之前。仪表施工往往还无法进入现场。但当仪表施工开始展开,工艺主体设备安装却又进入尾声。为了不影响工艺设备、管道的试压和试运转,又催迫仪表安装工作加紧进行。如此看来,仪表安装的组织工作是极其重要的,特别是充分做好施工前的物资准备,制订合理的施工计划,有效调度施工期间技术力量,对保证安装质量,加速安装进度有很大的意义。

五、安全技术突出

因为高空作业、露天作业、交叉作业多及其他原因,使得安全技术要求突出。

另外,除与工艺专业外,仪表安装还与其他专业有着密切的联系。例如土建专业,仪表管线的穿孔及支承都要求土建时给以准备,才不致造成返工或影响施工进度。因此,安装工作必须有统一的领导和各方面彼此的协作。

由于仪表安装工作有以上特点,要求仪表安装人员必须具有较广泛的知识,熟练而全面的技能。

第二节 仪表安装术语与图形符号

一、安装术语

(一) 一次(又称检测点)

指检测系统或控制系统中,直接与工艺介质接触的点。如压力检测系统中的取压

点 温度检测系统中的热电偶、热电阻安装点等。一次点可以在工艺管道上,也可以在工艺设备上。

(二)取源部件

通常指安装在一次点的仪表加工件。如压力检测系统中的取压短节,测温系统中的温度计凸台。

(三)一次阀门

又称取压阀。指直接安装在取源部件上的阀门。如与取压短节相连的压力检测系统的阀门,与孔板正、负压室引出管相连的阀门等。

(四)一次仪表

现场仪表的下种。是指安装在现场且直接与工艺介质相接触的仪表。如弹簧管压力表、双金属温度计、差压变送器等。

(五)一次调校

通称单体调校。指仪表安装前的校验。按《工业自动化仪表工程施工及验收规范》CBJ93—86的要求,原则上每台仪表都要经过一次调校。调校的重点是检验仪表的示值误差、变差,校验仪表的比例度、积分时间、微分时间的误差,控制点偏差,平衡度等。只有一次调校符合设计或产品说明书要求的仪表,才能安装,以保证二次调校的质量。

(六)二次仪表

它是指仪表示值信号不直接来自工艺介质的各类仪表的总称。二次仪表的输入信号通常为变送器变换的标准信号。二次仪表接受的标准信号一般有三种(1)气动信号, $0.02 \sim 0.10 \text{ MPa}$ (2)II型电动单元组合仪表信号, $0 \sim 10 \text{ mA DC}$ (3)III型电动单元组合仪表信号, $4 \sim 20 \text{ mA DC}$ 。

(七)成现场仪表

它是安装在现场仪表的总称,它包括所有一次仪表,也包括安装在现场的二次仪表。

(八)二次调校

又称联校、系统调校。指仪表现场安装结束后,控制室配管配线完成而且校验通过后,对整个检测回路或自动控制系统的检验。也是仪表交付正式使用前的一次全面校验。其校验方法通常是在检测环节上加一信号,然后仔细观察组成系统的每台仪表是否工作在误差允许范围内。如果超出允许范围,又找不出准确的原因,要对组成系统的全部仪表重新调试。

二次调校通常是一个回路一个回路地进行,包括对信号报警系统和联锁系统的试验。

(九)仪表加工件

它是全部用于仪表安装的金属、塑料机械加工件的总称,它在仪表安装中占有特殊地位。

(十)带控制点流程图

用过程检测和控制系统设计符号来描述生产过程自动化内容的图纸。它详细地标出仪表的安装位置,是确定一次点的重要图纸,是自控方案和自动化水平的全面体现,也是自控设计的依据,并供施工安装和生产操作时参考。

二、仪表安装常用图纸符号及文字代号

(1)仪表安装常用图形符号见表 5-1-1。

(2)DCS 系统、逻辑控制器、计算机系统图形符号(见表 5-1-2)。

(3)仪表连接线的图形符号见表 5-1-3。

其他部分通用图形符号详见乐嘉谦主编的《仪表工手册》。

表 5-1-1 仪表安装常用图形符号

名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
嵌在管道中的检测仪表 (圈内应标注仪表位号)		带能源转换的阀门定位器的气动薄膜执行机构	
就地安装仪表		带人工复位装置的执行机构	
集中仪表盘面安装仪表		带远程复位装置的执行机构	
就地仪表盘面安装仪表		能源中断时时控制阀保持原位置,允许向开启方向漂移	
集中仪表盘后安装仪表		导压毛细管	
就地仪表盘后安装仪表		液压信号线	
通用执行机构		孔板	
文丘里管及喷嘴		带气动阀门定位器的气动薄膜执行机构	
无孔板取压接头		电磁执行机构	
转子流量计		执行机构与手轮组合	


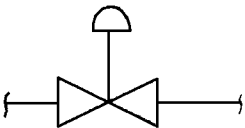

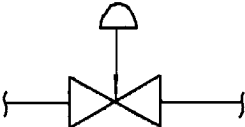

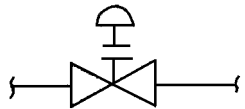

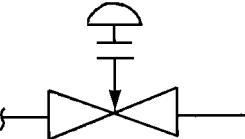



名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
带弹簧的气动薄膜执行机构		能源中断时调节阀开启	
无弹簧的气动薄膜执行机构		能源中断时控制阀关闭	
电动执行机构		能源中断时控制阀保持原位置	
活塞执行机构		能源中断时控制阀保持原位移,允许向关闭方向漂移	

表 5-1-2 集散系统、逻辑控制器、计算机系统图形符号

系 统 名 称	图 形 符 号	说 明
集散系统共享显示或共享控制仪表,操作者通常是可存取的		在监视室内,进行图形显示,包括记录仪、报警点、指示器,具有: a. 共享显示; b. 共享显示和共享控制; c. 对通读线路的存取受限制; d. 在通读线路上的操作员接口,操作员可以存取数据
		操作者辅助接口装置: a. 不装在主操作控制台上,采用安装盘或模拟荧光面板; b. 可以是一个备用控制器或手操台; c. 对通读线路的存取受限制; d. 操作员接口通过通讯线路
		操作者不可存取数据情况: a. 无前面板的控制器,共享盲控制器; b. 共享显示器,在现场安装; c. 共享控制器中的计算、信号处理; d. 可装在通讯线路上; e. 通常无监视手段运行; f. 可以由组态来改变

第五篇 电气仪表的安装调试

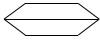








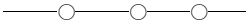
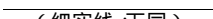
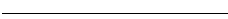
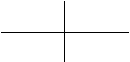
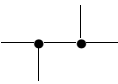
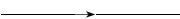
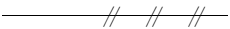
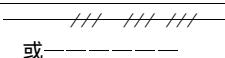
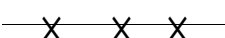
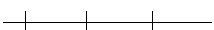
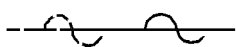

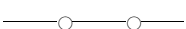
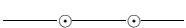
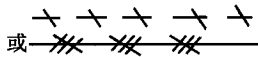
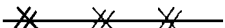
系 统 名 称	图 形 符 号	说 明
计算机系统用符号。计算机元部件驱动集散系统各功能的集成电路微处理机不同组成计算机的各单元装置可以通过数据主连路与系统成一体,也可以是单独设置的计算机		操作者通常是可存取的,用于图像显示指示器/控制器/记录器/报警点等
		操作者通常不能利用输入输出部件进行存取,以下情况用该符号: a. 输入输出接口 b. 在计算机内进行的计算/信号处理 c. 可以看作是没有操作面板的盲控制器或者一个软件计算模块
逻辑控制与顺序控制用符号		通用符号,用于没有定义的复杂的内部互连逻辑控制或顺序控制
		带有二进制或者顺序逻辑控制的集散系统内,控制设备连接的逻辑控制器。用该符号表示: a. 程序标准化的可编程逻辑控制器或集散控制设备的数字逻辑控制整体; b. 操作者通常是不可存取的
		有二进制或者顺序逻辑功能的集散系统内部连接逻辑控制器; a. 插件式可编程逻辑控制器或者集散系统控制设备的数字逻辑控制整体; b. 操作者正常情况下可以存取
通用功能框图符号(SAMA标准)		测量值
		手动信号处理
		自动信号处理
		最后的控制对象
共用符号通讯链		以下情况用通讯链表示: a. 用来指示一个软件链路或由制造厂提供的系统各功能之间的连接; b. 所选择的链如果是隐含的,由相邻接符号替代表示; c. 可以用来指示用户选择的通讯链

表 5-1-3 仪表连线符号表

类 别	图 形 符 号	备 注
仪表与工艺设备、管道上测量点的连接线或机械联动线	 (细实线,下同)	
通用的仪表信号线		
连接线交叉		
连接线相接		
表示信号的方向		
当有必要区分信号线的类别时		
气压信号线		短划线与细实线成 45°角,下同
电信号线		
导压毛细管		
液压信号线		
电磁、辐射、热、光、声波等信号线(有导向)		
电磁、辐射、热、光、声波等信号线(无导向)		
内部系统链(软件或数据链)		
机械链		
二进制电信号		
二进制气信号		

第三节 仪表安装前的准备工作

一个完整安装工作应包括:安装前的准备工作、辅助安装工作、主要安装工作、安装竣工后校验、调整和试运工作、工程验收和移交等方面的工作。

准备工作是进行一系列安装项目的前奏,它进行得充分与否,对安装工作质量和施工进度具有决定性的影响。

通常,准备工作是指完成下列的工作。

①组织安装队;②资料准备;③技术准备;④物质准备;⑤施工机具及标准仪器准备;⑥编制施工计划;⑦进行辅助安装工作等。

一、组织安装队

安装队的组成是根据被安装对象设计预估的工作量来配备管理干部和技术力量,成立各安装工段(或小组),配置必需的施工工具和设备,建立修配、加工间、仓库和办公室等。

二、资料准备

资料准备是指安装资料的准备。安装资料包括施工图、常用的标准图、自控安装图册、《工业自动化仪表安装工程施工验收规范》和质量验评标准以及有关手册、施工技术要领等。

施工图是施工的依据,也是交工验收的依据,还是编制施工预算和工程结算的依据。一套完整的仪表施工图,应该包括下列内容。

①图纸目录;②设计说明书;③仪表设备汇总表;④仪表一览表;⑤安装材料汇总表;⑥仪表加工件汇总表;⑦电气材料汇总表;⑧仪表盘正面布置图;⑨仪表盘背面接线图;⑩供电系统图;⑪电缆敷设图;⑫槽板(桥架)定向图;⑬信号、联锁原理图;⑭供电原理图;⑮电气控制原理图;⑯控制系统原理图;⑰设备平面图;⑱控制阀、节流装置计算书及数据表;⑲仪表系统接地;⑳复用图纸;㉑带控制点工艺流程图;㉒设计单位企业标准和安装图册。

施工单位向建设单位领取图纸,施工队向项目部领取图纸,施工小组向施工队领取图纸,都要按图纸目录进行核对。

上述图纸是对常规仪表而言,集散控制系统没有仪表盘,而多了端子柜、输入输出装置、单元控制装置、报警联锁装置和马达控制中心部分的图册等。

施工验收规范是在施工中必须要达到和遵守的技术要求和施工规范。执行什么规范,一般在开工前,即在施工准备阶段必须同建设单位商定妥当。通常国家标准《工业自动化仪表工程施工及验收规范》(GBJ 93—86)是设计、施工、建设三方面都接受的标准。

对于引进项目,在签订合同时,应该明确执行什么标准以及执行标准的深度。若采用国外标准,还应弄清与国内标准(规范)的差异,便于在施工时掌握。

质量评定工作是施工过程中,特别是施工结束时必须完成的一个工作。一般情况下都执行《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》(GBJ 131—90)。对质量验评标准,各部门、各行业之间会有不同的要求,在施工准备阶段,必须同建设单位商定。

三、技术准备

技术准备在资料准备的基础上进行。具体地说,要做下列技术准备工作。

(一)参与施工组织设计的编制

施工组织设计是施工单位拟建工程项目,全面安排施工准备,规划、部署施工活动的指导性技术经济文件。化工部对编制施工组织设计,就编制内容、编制方法、编制职责、审批程序及权限、组织实施等做了统一规定,参见1993年8月颁布的《化工建设施工组织设计标准》(HG 20235—93)。编制内容主要包括:①编制说明;②建设项目概况简述;③施工部署;④施工方法和施工机械选择;⑤施工总进度控制计划;⑥劳动力需用计划;⑦临时设施规划;⑧施工总平面图布置;⑨施工技术组织措施纲要;⑩各项需要量计划;⑪施工准备工作计划;⑫主要技术经济指标;⑬本工程所采用的主要标准、规程、规范编目;⑭其他项目说明。

自控专业要参与由总工程师牵头的施工组织设计编写,其大部分内容都要有自控专业自己的意见。

(二)施工方案的编制

施工方案分为三类。自控专业最重要的方案是中控室仪表的调校方案(集散系统),属于第三类方案。它由施工队自控专业技术负责人编写,项目部(或工程处)工程部自控专业技术负责人审核,项目部总工程师审批。其他方案,如仪表安装方案,单体调校方案,信号联锁系统调试方案等等均属于一、二类方案,由施工队技术员编写,技术组长审核,项目部(工程处)自控专业技术负责人审批即可。有些更小的方案,如电缆敷设方案等只要施工队审批,工程部备案即可。

一个完整的自控技术方案,应包括如下内容:①编制说明;②编制依据;③工程概况,包括主要的实物量;④工程特点;⑤主要施工方法和施工工序;⑥质量要求及质量保证措施;⑦安全技术措施;⑧进度网络计划或统筹图;⑨劳动力安排;⑩主要施工机具,标准仪器一览表;⑪预计经济效益(几个方案比较中选取)。

主要施工方法和施工工序是方案的核心。质量要求和质量保证措施是方案的基础。这些都是技术方案的重点。

施工方案和施工步骤要具体地写出来,以它为检验方案的标准。

质量保证是方案得以实施的基础。没有质量就没有进度。质量保证措施应尽可能地具体和详细,执行的工程验收规范要写清楚。

安全技术措施也是方案的一个重点。没有安全技术措施的方案是不完善的施工方案,安全第一应贯穿始终。

(三)两个会审

自控专业的技术准备工作,还包括两个重要的图纸会审。一个是由建设单位牵头,

以设计单位为主,施工单位参加的设计图纸会审,主要解决设计存在的问题。特别是设备、材料的缺项和提供的图纸、院标、作业指导书是否齐全。另一个图纸会审是由施工单位自行组织。通常由技术总负责人(总工程师)牵头,主管工程技术的部门具体组织,各专业技术负责人和施工队技术人员参加。自控专业在这个会审中解决的重点是其他专业可能会影响仪表施工的问题。这些问题要尽可能地提出来,在施工以前解决。

(四)施工技术准备的三个交底

这三个交底分别是设计交底、施工技术交底和工号技术员向施工人员的施工交底。

设计技术交底在施工准备初期进行,由建设单位组织,施工单位参加。设计单位向这二个单位作设计交底。一般由设计技术负责人主讲,然后按专业分别对口交底。设计交底的主要目的是介绍设计指导思想、设计意图和设计特点。施工单位参加的目的是更好地了解设计,为以后施工中可能遇到的种种问题的解决,有一个明确的指导思想。

施工技术交底是由施工单位中主管施工、技术的部门组织,总工程师或项目部、工程处技术负责人向在第一线的施工技术人员的交底。重点是对一特定的工程项目,准备采用的主要施工方法,使用的主要施工机具,施工总进度的具体安排,质量指标、安全指标、效益指标的交底。

技术人员向施工人员的技术交底一般在施工中进行。严格地说不是施工准备的内容。这是一个以自控专业工程技术人员主讲,具体实施施工人员参加的一个交底。要针对某一具体工序,向施工人员讲清楚工序衔接、施工要领、达到要求的设想,同时要交待清楚质量要求及执行规范的具体条款,此外还要交待清楚安全要求。这个交底可以是文字的也可以是口头的,但必须要有记录。

(五)划分单位工程

划分单位工程是施工准备的一个重要内容。具体操作是按项目要求,按建设单位的要求,把所施工的项目划分成单项工程、单位工程、分部工程和分项工程。

单位工程的划分对下一步施工,以及交工资料整理都有直接关系。

单位工程划分完后,技术部门与质量管理部门一起要编制“质量控制点明细表”或称“质量控制点一览表”。按分项工程、分部工程和单位工程的顺序,把每一工序质量检查都列出来,按重要性分为A、B、C三类。C类为班组自检;B类为在自检基础上,工程处、项目部质量专职检查员要检查认可;A类是在专职质检员认可基础上,通知建设单位质检处,要有甲方认可。检查前要发质量共检单,作为交工资料的一个内容。

(六)培训和特殊工、机具准备

技术准备还有一个重要内容是特殊工种的培训和特殊需要的工、机具的准备。

四、物资准备

物资准备是施工准备的关键。物资准备包括施工图上提及的所有仪表设备和材料

的领取,包括一次仪表、二次仪表、仪表盘(柜)、操作台、材料表上所列的各种型钢、管材、电缆、电线、补偿导线、加工件、紧固件、垫片,也包括图上未提及的消耗材料,及一些不可预计的材料与设备的准备。

物资准备的重点是施工材料(主材和副材)和加工件。加工件包括仪表接头、法兰和辅助容器等。

为保证施工进度和工程质量,在准备加工件的同时,也应准备好加工件保管仓库及保管人员,特别是数量不多的特种材料加工件,尤其应该建立严格的出入库制度。

五、表格准备

对于施工单位来说,竣工时要向建设单位交付两件东西:一件是一套完整无缺能够按设计要求进行运转的装置,这是硬件;另一件是按合同和规范要求,交出一套完整的竣工资料,这是软件。现在对软件的要求越来越高,完整的资料是靠表格来反映的。因此,施工前表格资料的准备是一件重要的事。

表格资料主要分两类:一类是施工表格,是如实记录施工过程中工程施工情况的表格,一般由工程管理部门负责;另一类表格是质量记录表格,是如实记录施工过程中质量管理 and 质量情况的表格,一般由质量管理部门负责。

施工表格与《工业自动化仪表安装工程施工验收规范》(CBJ 93—86)配套使用。施工表格又可分为施工记录表格,如隐蔽工程记录、节流装置安装记录、导压管吹扫、试压、脱脂、防腐、保温等,和仪表调试记录表格,如仪表单体调校记录和系统调试、信号联锁试验记录等。质量验评表格与国家标准《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》(CBJ 131—90)配套使用。这两类表格是相对独立的。由于行业之间理解深度不一,要求不等,因此与这两个国家标准配套使用的表格也各不相同,但一定要符合建设单位的要求。

六、施工工具、机具和标准仪器、仪表的准备

施工进度的快慢在很大程度上依赖于施工使用的工具和机具。在工期紧张时,尤其更应强调工具和机具的使用。

(一)常用仪表施工机具

主要包括:①台式钻床;②手电钻;③电动套丝机;④手动切割机;⑤砂轮切割机;⑥角相磨光机;⑦砂轮机;⑧电锤;⑨冲击电钻;⑩电动弯管机或液压弯管机;⑪手动弯管机;⑫液压开孔机;⑬自制弯管机;⑭电动开孔机;⑮无油润滑压缩机($2\text{m}^3/\text{min}$)。

(二)常用校验标准仪器仪表

主要包括:①压力校验器;②氧气表校验器;③活塞式压力计;④0.4级标准压力表;⑤0.25级精密台式压力表;⑥0.1级、0.05级数字压力计;⑦数字万用表(5位半);⑧数字电压表(0.02级,0~20mA DC);⑨多功能信号发生器;⑩频率发生器;⑪交直流稳压

电源 ;⑫温度仪表校验仪 (包括水浴、油浴、管状炉);⑬100V 兆欧表 ;⑭接地电阻测定仪 ;⑮气动仪表校验仪。

(三)常用工具

- | | |
|--------------|---|
| (1)钢丝钳 | 6" ~ 8"(150 ~ 200mm) |
| (2)弯嘴钳 | 5"(130mm) |
| (3)尖嘴钳 | 5"(130mm) |
| (4)偏口钳 | 5"(130mm) |
| (5)剥线钳 | 140 ,180mm |
| (6)手虎钳 | 1"(25mm) ; |
| (7)台虎钳 | 4"(100mm) ; |
| (8)管子台虎钳 | 1 号(10 ~ 73mm) ; |
| (9)管钳子 | 6" ~ 12"(20mm × ~ 150mm ~ 40mm × 200mm) ; |
| (10)电工刀 | 88 ,112mm ; |
| (11)剪刀 | 1 号(抛光) ; |
| (12)铁皮剪子 | 2 号 ; |
| (13)玻璃刀 | |
| (14)割管刀 | φ6 ; |
| (15)木把螺丝刀 | 2" ~ 6"(50mm × 5mm ~ 125mm × 6mm) ; |
| (16)胶把螺丝刀 | $\frac{1}{2}$ " ~ 3" ; |
| (17)十字花螺丝刀 | $\frac{1}{2}$ " ~ 4" ; |
| (18)钟表起子 | 1 ~ 6 号 ; |
| (19)钟表拿子 | 双头 ; |
| (20)活扳子 | 4"和 6"(14mm × 100mm 和 19mm × 150mm) ; |
| (21)活扳子 | 8"和 15"(24mm × 200mm 和 46mm × 375mm) ; |
| (22)单头扳子 | 18 件 ; |
| (23)双头扳子 | 6、8、10 件 ; |
| (24)两用扳子 | 6、8、10 件 ; |
| (25)套筒扳子 | 6、9、10、13、17 件 ; |
| (26)梅花扳子 | 6、8 件 ; |
| (27)内六角扳子 | 13 件 ; |
| (28)什锦组锉 | 12 支 ; |
| (29)板锉 | 6"(150mm)中齿 ; |
| (30)扁锉 | 6"(150mm)细齿 ; |
| (31)方锉 | 6"(150mm)中齿 ; |
| (32)三角锉 | 6"(150mm)中齿 ; |
| (33)半圆锉 | 6"(150mm)中齿 ; |

(34) 木锉	12" (300mm) ;
(35) 板牙	M1 ~ 6 , 1M2 ~ 6 ;
(36) 圆锉	6" (150mm) ;
(37) 板牙扳手	2 ~ 6mm ;
(38) 丝锥	M1 ~ 6 , 1M2 ~ 6 ;
(39) 丝锥扳手	2 ~ 6mm ;
(40) 螺纹卡	公制 60° , 英制 55° ;
(41) 钢板尺	150mm、300mm、500mm ;
(42) 钢卷尺	2m ;
(43) 直角尺	
(44) 水平尺	
(45) 游标卡尺	0 ~ (125 ± 0.25)mm ;
(46) 千分尺	0 ~ (25 ± 0.01)mm ;
(47) 卡钳	内、外卡 ;
(48) 钳工划规	中号 ;
(49) 冲子	尖 ;
(50) 凿子	扁形、窄形 ;
(51) 麻花钻头	φ1 ~ φ10 ;
(52) 带丝	
(53) 钟表铁砧台	
(54) 钟表手镊	
(55) 钟表镊子	不锈钢 ;
(56) 钟表汽油刷	
(57) 钟表三角油石	天然 ;
(58) 目放大镜	3 ~ 5 倍 ;
(59) 手电筒	φ6 单相 ;
(60) 冲击电钻	
(61) 射钉枪	φ8 ;
(62) 弓锯	可调整式 ;
(63) 钳工手锤	0.5 ~ 1kg ;
(64) 铜锤	0.5kg ;
(65) 木锤	小号 ;
(66) 弯管器	1/2" ~ 3/4" ;
(67) 电烙铁	20W、75W、100W ;

(68) 试电笔	100V ~ 500V ;
(69) 绕线机	手动 ;
(70) 打孔器	6 件 ;
(71) 喷灯	
(72) 字符冲子	数字、英文 ;
(73) 绘图仪器	10 件 ;
(74) 图形组冲	26 件。

第四节 仪表主要安装工作及施工顺序

仪表安装工程的施工周期很长。在土建施工期间就要主动配合,要明确预埋件、预留孔的位置、数量、标高、坐标、大小尺寸等。在设备安装、管道安装时,要随时关心工艺安装的进度,主要是确定仪表一次点的位置。

仪表施工的高潮一般是在工艺管道施工量完成 70% 时,这时装置已初具规模,几乎全部工种都在现场,会出现深度的交叉作业,要时刻注意安全。

一、施工过程中主要的安装工作

- (1) 配合工艺安装取源部件 ;
- (2) 在线仪表安装 ;
- (3) 仪表盘、柜、箱、操作台安装就位 ;
- (4) 仪表桥架、槽板安装,仪表管、线配制,支架制作安装,仪表管路吹扫、试压、查漏 ;
- (5) 单体调试、系统联校、模拟试验 ;
- (6) 配合工艺进行单体试车 ;
- (7) 配合建设单位进行联动试车。

二、仪表安装工作顺序

(1) 仪表控制室仪表盘的安装与现场一次点的安装。仪表控制室的安装工作有仪表盘基础槽钢的制作、安装和仪表盘、操作台的安装。核对土建预留孔和预埋件的数量和位置。考虑各种管路、槽板进出仪表控制室的位置和方式等。

(2) 进行工艺管道、工艺设备上一次点的配合安装及复核非标准设备制造时仪表一次点的位置、数量、方位、标高,以及开孔大小是否符合安装需要。

(3) 对出库仪表进行一次校验。这项工作进行时间较为灵活,可以早到施工准备期,

也可以迟到系统调校前。

在现场要考虑仪表各种管路的走向和标高,以及固定它的支架形式和支架制作安装,保温箱、保护箱底座制作,接线盒、箱的定位等。

(4)现场仪表配线和安装包括保护箱、保温箱、接线箱的安装,仪表槽板、桥架安装,保护管、导压管、气动管线的敷设,控制室仪表安装和配线、校线。

(5)仪表管路吹扫和试压。现场仪表安装完毕,现场仪表管路施工完毕,配合工艺管道进行吹扫、试压。为此节流装置不能安装,孔板、控制阀在吹扫时必须拆下,用相同长度的短节代替,用临时法兰连接。

仪表控制室盘上仪表安装完毕,盘后接线、校线完毕,并与现场仪表连接并校核完毕,做好系统联校准备。

配合工艺管道试压、吹扫完毕,在工艺管道正式复位时,安装上孔板,取下临时短节,安装好控制阀,并接上线,配好管。

(6)二次联校。安装基本结束,与建设单位和设计单位一起进行装置的三查四定,检查是否完成设计变更的全部内容。

控制室进行二次联校、模拟试验,包括报警和联锁回路。集散系统进行回路调试。

三、试车与交工

工艺设备安装就位,工艺管道试压、吹扫完毕,工程即进入单体试车阶段。

试车由单体试车、联动试车和化工试车三个阶段组成。

单体试车阶段的主要工作是传动设备试运转,电力系统受电、送电,照明系统试照。对于仪表专业来说只是简单地配合。传动设备试运转时,只是应用一些检测仪表,并且大都是就地指示仪表,如泵出口压力指示,轴承温度指示等。大型传动设备试车时,仪表配合复杂些,除就地指示仪表外,信号、报警、联锁系统也要投入,有些还通过就地仪表盘或智能仪表、可编程序控制器进行控制。重要的压缩机还要进行抗喘振、轴位移控制。

单体试车是由施工单位负责,建设单位参加。

联动试车是在单体试车成功的基础上进行的。整个装置的动设备、静设备、管道都连接起来。有时用水作介质,称为水联动,打通流程。这个阶段,原则上所有自控系统都要投入运行。就地指示仪表全部投入,控制室仪表(或DCS)也大部分投入。自控系统先手动,系统平稳后,转入自动。除个别液位系统外,全部流量系统、液位系统、压力系统、温度系统都投入运行。

联动试车以建设单位为主,施工单位为辅。按规范规定,联动试车仪表正常运行72小时后,施工单位将系统和仪表交给建设单位。

化工试车是在联动试车通过的基础上进行的。顺利通过联动试车后,有些容器完成惰性气体置换后即具备了正式投料生产的条件。

投料是试车的关键,仪表工应全力配合。建设单位的仪表工已经接替施工单位的仪表工进入岗位,随着化工试车的进行,自控系统逐个投入,直到全部仪表投入正常运行。

投料以后,施工单位仪表工仅作为保镖参加化工试车,具体操作和排除可能发生的故障,全由建设单位的仪表工来完成。

仪表系统交给建设单位,这是交工的主要内容,也称为硬件。与此同时,也要把交工资料交给建设单位,这是软件。原则上交工资料要与工程同时交给建设单位,但一般是在工程交工后一个月内把资料交接完毕。

一份完整的仪表专业交工资料,应有如下内容(1)交工资料目录(2)工程交接证书(或交工验收证书)(3)中间交接证书(若有中间交接)(4)仪表设备移交清单(5)未完工程(项目)明细表(6)隐蔽工程记录(7)仪表管路试压、脱脂记录(8)节流装置安装记录(9)仪表(单体)调校记录(10)仪表二次联校记录(11)信号联锁系统调试、试验记录(12)仪表电缆、电线、补偿导线敷设记录(13)仪表电缆绝缘测试记录(14)设备、材料汇总表(15)设计变更、联络笺汇总(16)竣工图(17)其他。

对石化系统,仪表工程建设交工技术文件应按 SH 3503 标准。对化工系统,也可参照这一标准。

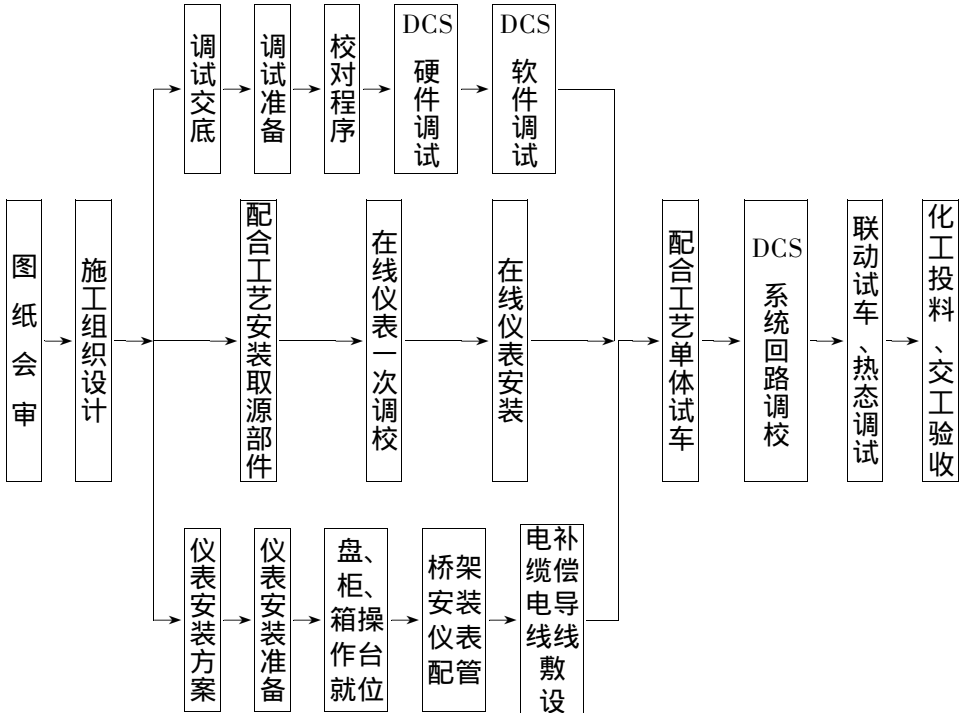


图 5-1-1 仪表施工顺序图

注:本顺序以 DCS 系统为例,把 DCS 调试改为常规仪表调试,即适用于常规仪表系统。

综上所述,以集散系统安装为例,仪表施工顺序可用图 5-1-1 表示。

四、仪表安装技术要求

仪表安装应按照设计提供的施工图、设计变更、仪表安装使用说明书的规定进行。当设计无特殊规定时,应符合 GBJ 93—86《工业自动化仪表工程施工及验收规范》的规定。仪表和安装材料的型号、规格和材质要符合设计规定。修改设计必须要有设计部门签发的设计变更。

仪表安装中电气设备、电气线路、防爆、接地等要求要符合 GBJ 93—86《工业自动化仪表工程施工及验收规范》的规定。当 GBJ 93—86 规定不明确或没有规定时,要符合现行国家标准《电气装置安装工程施工及验收规范》中的有关规定。

仪表安装中导压管的焊接,应与同介质的工艺管道同等要求。要符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》中的有关规定。

仪表安装中供气系统的吹扫,供液系统的清洗,管子的切割方法,采用螺纹法兰连接的高压管的螺纹和密封面的加工,以及管子的连接等,应符合国家标准《工业管道工程施工及验收规范》的规定。

待安装的仪表设备,要按其要求的保管条件分类妥善保管。仪表工程用的主要安装材料,尤其是特殊材料,应按其材质、型号、规格分类保管。管件与加工件应同样对待。

仪表安装总的要求是首先要强调合理,然后是美观,切忌拖泥带水、横不平、竖不直,要整洁、明快、干净、利索。

第二章 仪表安装

第一节 仪表安装材料

仪表安装材料多达上千种,常用的有近百种,可分为两大类。一类是成品或半成品,如仪表管材、仪表阀门、仪表使用的型钢等等;另一类是需经机械加工的,如仪表管件(接头)、仪表安装使用的法兰、垫片、紧固件,统称为加工件。

本节主要介绍仪表常用的管材、电缆、型钢、阀门和保温材料。

一、仪表安装的常用管材

仪表管道(又称管路、管线)很多,可分为四类,即导压管、气动管、电气保护管和伴热管。

(一)导压管

导压管又称脉冲管,是直接和工艺介质相接触的一种管道,是仪表安装使用最多、要求最高、最复杂的一种管道。

由于导压管直接接触工艺介质,所以管子的选择与被测介质的物理性质、化学性质和操作条件有关。总的要求是导压管工作在有压或常压条件下,必须具有一定的强度和密封性。因此这类管道应该选用无缝钢管。在中低压介质中,常用的导压管为 $\phi 14 \times 2$ 无缝钢管,有时也用 $\phi 18 \times 3$ 或 $\phi 18 \times 2$ 。分析用的取样管路通常使用 $\phi 14 \times 2$ 无缝钢管,有时也用 $\phi 10 \times 1.5$ 、 $\phi 10 \times 1$ 或 $\phi 12 \times 1$ 。在超过10MPa的高压操作条件下,多采用 $\phi 14 \times 4$ 或 $\phi 15 \times 4$ 无缝钢管或无缝合金钢管。

导压管的材质取决于被测介质的腐蚀性。微腐蚀或不腐蚀介质,选用20号钢。弱腐蚀介质选用1Cr18Ni9Ti耐酸不锈钢。对于较强腐蚀介质,如尿素生产,则要采用不锈钢316L或其他含钼的不锈钢。如果是测量氯气或氯化氢等强腐蚀的介质,只能采用塑

料管子。

导压管的选用必须满足工艺要求和设计要求,代用必须取得设计同意。

(二)气动管路

气动管路是气源管或气动信号管路的总称。它的介质通常是压缩空气。压缩空气经过处理,是干燥、无油、无机械杂物的干净压缩空气(有时也用氮气),它的工作压力为 $0.7 \sim 0.8 \text{ MPa}$ 。气源总管通常由工艺管道专业作为外管的一种,安装到每一个装置的入口,进装置由仪表专业负责。通常气源工艺外管多为 $\text{DN}100$,个别情况为 $\text{DN}50$ 。一般为无缝钢管。而进装置的仪表专业敷设的气动管路则多为 $\text{DN}25$ 的镀锌焊接钢管。一般主管为 $\text{DN}25$,支管为 $\text{DN}20$ 和 $\text{DN}25$ 镀锌焊接钢管。与每一个气动仪表和气动调节阀相连接的则是紫钢管、被覆钢管(紫钢管外面有一塑料保护层),多采用 $\phi 6 \times 1$,个别情况也有用 $\phi 7 \times 1$ 或 $\phi 8 \times 1$ 的紫钢管和尼龙1010的 $\phi 6 \times 1$ 管。在大量采用气动仪表的场合使用管缆,多是 $\phi 6 \times 1$ 的被覆管缆和尼龙管缆。

气动管路必须保持管内干净、不生锈,因此在引进项目中,常使用材质为不锈钢的无缝钢管,一般不采用碳钢管。

(三)电气保护管

电气保护管在仪表安装中使用较多,它用来保护电缆、电线和补偿导线。为了美观,多采用镀锌的有缝管,即电气管,有时也采用镀锌焊接钢管。专用的电气管管壁较薄,其规格如表5-2-1所示。镀锌焊接钢管的规格如表5-2-2所示。

表 5-2-1 电气管的规格

公称直径 DN/in	1/2	5/8	3/4	1	1¼	1½	2
公称直径 DN/mm	15	18	20	25	32	40	50
外径/mm	12.7	15.87	19.05	25.4	31.75	38.1	50.8
壁厚/mm	1.6	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0
内径/m	9.5	12.67	15.45	21.6	28.15	34.5	46.8
重量/(kg/m)	0.451	0.562	0.765	1.035	1.335	1.611	2.40

表 5-2-2 镀锌焊接钢管规格

公称直径 DN/in	1/2	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3	4
公称直径 DN/mm	15	20	25	32	40	50	70	80	100
外径/mm	21.25	26.75	33.5	42.25	48	60	75.5	88.5	114
壁厚/mm	2.75	2.75	3.25	3.25	3.5	3.5	3.75	4.0	4.0
内径/mm	15.75	21.25	27	35.75	41	53	68	80.5	106
重量/(kg/m)	1.44	2.01	2.91	3.77	4.58	6.16	7.88	9.81	13.44

有时也采用硬聚氯乙烯管作为电气保护管,可用来输送腐蚀性液体和气体,每根长

度为 (4 ± 0.1) m 相对密度为 1.4~1.6。硬聚氯乙烯管规格如表 5-2-3 所示。

电气保护管与仪表连接处采用金属软管,又称蛇皮管,是用条形镀锌皮卷制成螺旋形而成。为了更好地在腐蚀性介质(空气)中使用,现在都在蛇皮管外面包上一层耐腐蚀塑料,金属软管因此易名为金属挠性管,一般长度有 700mm 和 1 000mm 两种规格,需要再长的可在订货上注明所需长度。常用金属挠性管规格如表 5-2-4 所示。

表 5-2-3 硬聚氯乙烯管技术数据

外 径 /mm	外径公差 /mm	轻型(使用压力 $\leq 6\text{kg}/0.6\text{MPa}$)		重型(使用压力 $\leq 1\text{MPa}$)	
		厚及公差/mm	近似重量/(kg/m)	壁厚及公差/mm	近似重量/(kg/m)
10	± 0.2	—	—	1.5+0.4	0.06
12	± 0.2	—	—	1.5+0.4	0.07
16	± 0.2	—	—	2.0+0.4	0.18
20	± 0.3	—	—	2.0+0.4	0.17
25	± 0.3	1.5+0.4	0.17	2.5+0.5	0.27
32	± 0.3	1.5+0.4	0.22	2.5+0.5	0.35
40	± 0.4	2.0+0.4	0.36	3.0+0.6	0.52
50	± 0.4	2.0+0.4	0.45	3.5+0.6	0.77
68	± 0.5	2.5+0.5	0.71	4.0+0.8	1.11
75	± 0.5	2.5+0.5	0.85	4.0+0.8	1.34
90	± 0.7	3.0+0.6	1.23	4.5+0.9	1.81
110	± 0.8	3.5+0.7	1.75	5.5+1.1	2.71
125	± 1.0	4.0+0.8	2.29	6.0+1.1	3.35
140	± 1.0	4.5+0.9	2.88	7.0+1.2	4.38
160	± 1.2	5.0+1.0	3.65	8.0+1.4	5.72
180	± 1.4	5.5+1.1	4.52	9.0+1.6	7.26
200	± 1.5	6.0+1.1	5.48	10.0+1.7	8.95
225	± 1.8	7.0+1.2	7.20		
250	± 1.8	7.5+1.3	8.56		
280	± 2.0	8.5+1.5	10.88		
325	± 2.5	9.5+1.6	13.68		
355	± 3.0	10.5+1.8	17.05		
400	± 3.5	12.0+2.0	21.94		

表 5-2-4 常用挠性金属管规格

公称内径 /mm	外 径 /mm	内外径允许偏差 /mm	节 距 /mm	自然弯曲直径大于 /mm	理论重量 (g/m)
13	16.5	± 0.35	4.7	65	176
15	19	± 0.35	5.7	80	236
20	24.3	± 0.4	6.4	100	342
25	30.3	± 0.45	8.5	115	432
38	45.0	± 0.60	11.4	228	807
51	58.0	± 1.00	11.4	306	1 055

保护管的选用要从材质和管径两个方面考虑。材质取决于环境条件,即周围介质特性,一般腐蚀性可选择金属保护管,强酸性环境只能用硬聚氯乙烯管。而管径则由所保护的电缆、电线的芯数和外径来决定,一般可套用经验公式,见表 5-2-5。

表 5-2-5 保护管直径选用经验公式

导线种类	保护管内导线(电缆)根数		
	2	3	4~10
橡皮绝缘电线	$0.32D^2 \geq d_1^2 + d_2^2$	$0.42D^2 \geq d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$	$0.40D^2 \geq n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots$
乙烯绝缘电线	$0.26D^2 \geq d_1^2 + d_2^2$	$0.34D^2 \geq d_1^2 + d_2^2 + d_3^2$	$0.32D^2 \geq n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots$

注:D—电气保护管内径,mm;

d_1, d_2, d_3 —电线外径,mm;

n_1, n_2, \dots —相同直径对应的电线根数。

配管时,要注意保护管内径和管内穿的电缆数。通常电缆的直径之和不能超过保护管内径的一半。

以常用的 2.5mm^2 控制电缆(或补偿导线)为例,其电气保护管的选择可参照表 5-2-6 的数据。

表 5-2-6 保护管允许穿电缆数

电缆截面/mm	保护管种类	管内电缆数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.5	电管管/in ^①	3/4	1	1¼									
	焊接钢管/in ^①	1/2	3/4	1	1¼	1½	2	2½	3				
	轻型硬聚氯乙烯管	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80				

①lin = 25.4mm。

表 5-2-6 也适用于截面为 1.5mm^2 的控制电缆或补偿导线。

(四)伴热管

伴热管简称伴管。伴热对象是导压管、控制阀、工艺管道或工艺设备上直接安装的仪表及保温箱,它的介质是 $0.2 \sim 0.4\text{MPa}$ 的低压蒸汽。伴管比较单一,其材质是 20 号钢或紫铜,其规格对 20 号钢来说多为 $\phi 14 \times 2$ 无缝钢管或 $\phi 12 \times 1$ 、 $\phi 10 \times 1$ 无缝钢管,对紫铜来说,多为 $\phi 8 \times 1$ 紫铜管,有时也选用 $\phi 10 \times 1$ 的紫铜管。

二、仪表安装常用的电线电缆

仪表电缆通常可分为三类,即控制系统电缆、动力系统电缆和专用电缆。

控制系统包括控制、检测部分,传递控制和检测的电流信号,如常规电动单元组合仪

表,也包括传递热电偶、热电阻的信号。它们共同的特点是输送电信号较弱,都是毫伏级的,因此负荷电流小。为此对整个回路的线路电阻要求较高,线路电阻过大,会降低检测精度。

动力系统是指仪表电源及其控制系统,它不同于电气专业的电力系统。仪表的电源都是市电,并且多用 220V AC,极少场合采用 380V AC。这种系统对电缆要求不高,只要考虑电路电流不超过电流额定值,不超过总负荷值即可,不必考虑线路电阻。

专用电缆也很普遍,如 DCS 专用电缆,放射性检测系统专用电缆,巡回检测系统专用电缆等,它们大多数是屏蔽电缆,有时采用同轴电缆。专用电缆有的是检测设备配件的,有的需现场配备。

此外,在自控安装中,大量使用绝缘电线和补偿导线。

(一) 仪表用绝缘导线

仪表用绝缘导线常用的有橡皮绝缘电线和聚氯乙烯绝缘电线两种。由于合成材料,特别是塑料工业的飞速发展,聚氯乙烯绝缘电线被广泛使用,特别是盘内配线,多采用这种电线。

常用的绝缘电线如表 5-2-7 所示。

表 5-2-7 常用绝缘电线及其主要用途

型 号	名 称	主 要 用 途
BXF	铜芯橡皮电线	供交流 500V,直流 100V 电力用线
BXR	铜芯橡皮软线	同 BXF,但要求柔软电线时采用
BV	铜芯聚氯乙烯绝缘电线	同 BXF,也可作仪表盘配线用
BVR	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	同 BXR
VR	铜芯聚氯乙烯绝缘软线	作交流 250V 以下的移动式家用电器及仪表连线
RVZ	中型聚氯乙烯绝缘及护套软线	作交流 500V 以下电动工具和较大的移动式电器连线
KVV	多芯聚氯乙烯绝缘护套软线	作交流 500V 以下的电器仪表连线
PVN	聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线	作交流 250V,60Hz 以下的低压线路连线

橡皮铜芯软线仅作电动工具连接线用,工程上不使用软线。

聚氯乙烯绝缘电线有很多种。表 5-2-7 中的 BV 是单芯铜线,其标称截面分别为 0.5、0.75 几种。其中 0.75、1.0、1.5mm² 三种多用于仪表盘配线。BVR 也是单芯铜线,但其线性结构为多股铜丝组成,有 7 股、17 股、19 股三种。BVR 比较柔软,多用于专门插头的连线。盘后连线要讲究美观、整齐,不能用软线。AVR 和 BVR 基本相同,主要是标称截面规格较多。除铜芯以外还有镀锡铜芯,特别适用于制成带线或多芯插头线。当需与仪表焊接时更为方便。KVV 是多芯聚氯乙烯绝缘电线,且有外壳护套,有 5 芯、6 芯两种,每芯结构都是多股线,比较柔软,可作为现场仪表箱与仪表室的信号连线,但已逐渐被电缆取代。

(二) 仪表用电缆

仪表用电缆除专用电缆外分控制电缆和动力电缆两种。仪表用电负荷较小,动力电缆比较细。铜芯电缆有(1.0, 1.5, 2.5, 4.0)mm²四种,铝芯电缆有(1.5, 2.5, 4.0和6.0)mm²四种。仪表外部供电(如控制室供电)由电气专业考虑,电缆也由电气专业计算负荷和选用。

控制电缆是仪表专业使用的主要电缆。由于对线路电阻有较高要求,故控制电缆全是铜芯。它主要用在电动单元仪表连接、热电阻连接、DCS外部连接、系统信号、联锁、报警线路。其标准截面大多采用1.5mm²和2.5mm²,偶尔使用0.75mm²和1.0mm²。

控制电缆有2芯、3芯、4芯、5芯、6芯、8芯、10芯、14芯、19芯、24芯、30芯和37芯12种规格。DDZ-Ⅲ型仪表采用2芯电缆,热电阻采用三线制连接,使用3芯和4芯电缆。槽板作为电缆架设的主要形式,中间常采用接线箱,使主槽板中电缆与从现场来的通过保护管的电缆连接,因此主槽板中的电缆可采用30芯和37芯电缆。

仪表常用的控制电缆见表5-2-8和5-2-9。

表5-2-8 控制电缆型号、名称及用途

型号	名称	用途
KYV	铜芯聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管
KVV*	铜芯聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	同KYV
KXV	铜芯橡皮绝缘、聚氯乙烯护套控制电缆	同KYV
KXF	铜芯橡皮绝缘、聚丁护套控制电缆	同KYV
KYVD	铜芯聚乙烯绝缘、耐寒塑料护套控制电缆	同KYV
KKVD	铜芯橡皮绝缘、耐寒塑料护套控制电缆	同KYV
KXHF	铜芯橡皮绝缘、非燃性橡胶护套控制电缆	同KYV
KYV ₂₀	铜芯聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套内钢带铠装控制电缆	敷设在室内、电缆沟中、穿管及地下,能承受较大机械外力
KVV ₂₀ *	铜芯聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套内钢带铠装控制电缆	同KYV ₂₀
KXV ₂₀	铜芯橡皮绝缘、聚氯乙烯护套内钢带铠装控制电缆	同KYV ₂₀

注:带*者为仪表安装常用。

表5-2-9 控制电缆技术数据

型号 外径/mm 芯数	型号										截面积 /mm ²
	KYV	KYVD	KVV	KXV	KXVD	KXF	KXHF	KYV ₂₀	KVV ₂₀	KXV ₂₀	
4	9.11	9.11	9.70	11.20	11.20	10.85	11.20	—	—	—	1.0
	9.70	9.70	11.10	11.70	11.70	11.42	11.70	—	—	—	1.5
	10.60	10.60	12.00	12.70	12.70	12.35	12.70	—	—	—	2.5
	11.80	11.80	13.20	13.80	13.80	14.50	13.80	15.10	16.40	—	4.0

第五篇 电气仪表的安装调试

芯数	型号 外径/mm	KYV	KYVD	KVV	KXV	KXVD	KXF	KXHF	KYV ₂₀	KVV ₂₀	KXV ₂₀	截面积 /mm ²
		5	9.79	9.79	10.20	12.10	12.10	11.75	12.10	—	—	
	10.44	10.44	11.90	12.70	12.70	12.42	12.70	—	—	—	1.5	
	11.50	11.50	13.00	13.80	13.80	14.60	13.80	—	—	—	2.5	
	12.82	12.82	14.30	—	—	15.80	—	16.10	17.50	—	4.0	
7	10.49	10.49	10.90	13.00	13.00	11.20	13.00	—	—	—	1.0	
	11.20	11.20	12.80	13.70	13.70	14.45	13.70	—	—	—	1.5	
	12.40	12.40	14.00	14.90	14.90	15.60	14.90	15.70	17.60	18.10	2.5	
	13.82	13.82	15.40	16.30	16.30	17.00	16.30	17.20	19.40	19.90	4.0	
10	12.82	12.82	13.20	16.10	16.10	16.82	16.10	—	—	—	1.0	
	13.80	13.80	15.80	17.10	17.10	17.80	17.10	17.10	19.50	21.50	1.5	
	15.34	15.34	17.30	19.60	19.60	19.35	19.00	19.00	21.20	23.00	2.5	
	17.30	17.30	19.60	21.60	21.60	21.30	21.60	21.80	24.40	25.40	4.0	
14	13.78	13.78	14.20	17.40	17.40	18.10	17.40	—	—	—	1.0	
	14.85	14.85	17.00	19.50	19.50	19.10	19.50	18.10	21.80	22.90	1.5	
	16.56	16.56	19.10	21.20	21.20	20.90	21.20	20.30	23.50	25.00	2.5	
	19.10	19.10	21.20	—	—	23.00	—	23.20	26.00	27.10	4.0	
19	15.15	15.15	15.50	20.30	20.30	19.95	20.30	18.90	19.50	24.10	1.0	
	16.75	16.75	19.10	21.50	21.50	21.15	21.50	20.10	23.50	25.30	1.5	
	18.70	18.70	21.10	23.40	23.40	23.10	23.40	22.80	25.90	27.20	2.5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	
24	17.84	17.84	17.90	23.40	23.40	23.10	23.40	22.00	22.70	27.20	1.0	
	19.32	19.32	22.10	25.80	25.80	25.50	25.80	23.40	26.90	28.60	1.5	
	21.70	21.70	24.80	28.20	28.20	27.88	28.20	26.50	29.60	31.40	2.5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	
30	18.85	18.85	19.20	25.70	25.70	25.50	25.70	23.10	24.00	28.60	1.0	
	20.40	20.40	23.30	27.20	27.20	27.00	27.20	24.90	28.10	30.50	1.5	
	22.90	22.90	26.20	29.70	29.70	29.40	29.70	27.40	31.00	32.90	2.5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	
37	20.22	20.22	20.60	27.50	27.50	27.28	27.50	24.70	25.40	30.80	1.0	
	21.90	21.90	25.50	29.20	29.20	28.90	29.20	28.40	30.30	32.40	1.5	
	25.00	25.00	28.20	32.90	32.90	32.6	32.90	29.10	33.00	25.90	2.5	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0	

(三) 专用电缆

仪表专用电缆有些由检测设备配备,随设备一起到货,另外一些则是需现场配备的专用电缆(集散系统专用同轴电缆或屏蔽电缆,由集散系统供货单位考虑)。以数字巡回检测装置使用的屏蔽控制电缆为例,其选用可参见表 5-2-10 和表 5-2-11。

表 5-2-10 KJCP 屏蔽控制电缆(0.75mm²)

芯数及截面 /mm ²	对数	导线直径 /mm	护套厚 /mm	参考外径 /mm	单位长度重量 (kg/km)
2×0.75	1	0.97	0.60	7.84	74.90
4×0.75	2	0.97	0.60	8.74	97.79
6×0.75	3	0.97	0.60	11.60	140.55
8×0.75	4	0.97	0.60	12.58	170.15
10×0.75	5	0.97	0.60	13.65	201.30
12×0.75	6	0.97	0.60	14.78	235.32
14×0.75	7	0.97	0.60	14.78	244.27
16×0.75	8	0.97	0.60	15.91	275.47
18×0.75	9	0.97	0.60	18.94	350.50
20×0.75	10	0.97	0.60	18.94	359.51
22×0.75	11	0.97	0.60	19.52	385.18
24×0.75	12	0.97	0.60	19.52	394.20
26×0.75	13	0.97	0.60	20.50	434.70
28×0.75	14	0.97	0.60	20.50	443.76
30×0.75	15	0.97	0.60	21.57	486.33
32×0.75	16	0.97	0.60	21.57	495.33
40×0.75	20	0.97	0.60	23.83	590.77
48×0.75	24	0.97	0.60	26.46	698.91
60×0.75	30	0.97	0.60	28.02	822.10

注 制造长度均为 100m。

表 5-2-11 KJCP 屏蔽控制电缆(1.5mm²)

芯数及截面 /mm ²	对数	导线直径 /mm	护套厚 /mm	参考外径 /mm	单位长度重量 (kg/km)
2×1.5	1	1.37	0.60	8.64	97.10
4×1.5	2	1.37	0.60	9.70	135.81
6×1.5	3	1.37	0.60	13.09	198.01
8×1.5	4	1.37	0.60	14.24	244.25
10×1.5	5	1.37	0.60	15.52	293.69
12×1.5	6	1.37	0.60	16.85	346.32
14×1.5	7	1.37	0.60	16.85	366.22
16×1.5	8	1.37	0.60	18.19	420.22
18×1.5	9	1.37	0.60	21.70	519.07
20×1.5	10	1.37	0.60	21.70	538.68
22×1.5	11	1.37	0.60	22.39	580.89
24×1.5	12	1.37	0.60	22.39	600.51
26×1.5	13	1.37	0.60	23.54	662.70
28×1.5	14	1.37	0.60	23.54	682.32
30×1.5	15	1.37	0.60	24.82	737.84
32×1.5	16	1.37	0.60	24.82	764.45
40×1.5	20	1.37	0.60	27.49	925.61
48×1.5	24	1.37	0.60	31.00	1129.94
60×1.5	30	1.37	0.60	32.84	1344.31

注 制造长度均为 100m。

(四)屏蔽电线和屏蔽电缆

仪表工作在强电、强磁场环境的可能性很大,易受电磁波干扰。为此,要使用屏蔽电线或屏蔽电缆。常用屏蔽电线型号及用途见表 5-2-12。

表 5-2-12 常用屏蔽电线型号及主要用途

型 号	名 称	主 要 用 途
BVP	聚氯乙烯绝缘金属屏蔽铜芯导线	用于防强电干扰的场合,环境温度为 -15 ~ +65℃
BVVP	聚氯乙烯绝缘金属屏蔽护套铜芯导线	同 BVP,但能抗机械外伤
BVP	聚氯乙烯绝缘屏蔽铜芯软线	用于弱电流电器及仪表连接
RVVP	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套屏蔽铜芯软线	同 BVP

屏蔽电线有 1 芯、2 芯、3 芯是屏蔽电缆。屏蔽电缆是仪表供电用的。其每芯由 7 根直径为 0.52mm 的镀锡锌铜线绞合而成,用硅橡胶绝缘,使用环境温度为 -60 ~ 250℃,250V AC 以下动力系统用。

(五)补偿导线

补偿导线是热电偶连接线,是为补偿热电偶冷端因环境温度的变化而产生的电势差。不同型号和分度号的热电偶要使用与分度号一致的补偿导线,否则,不但得不到补偿,反而会产生更大的误差。补偿导线在连接时要注意极性,必须与热电偶极性一致,严禁接反。

补偿导线在 0 ~ 100℃ 范围内(一般考虑 50℃ 或 100℃)的热电特性应与热电偶本身的热电特性相一致,这样才能起到冷端延伸补偿的作用。表 5-2-13 是几种常用热电偶补偿导线的技术特性。

表 5-2-13 常用补偿导线技术特性

热电偶名称	补 偿 导 线								
	型 号	正 极		负 极		冷端为 0℃,热端为 100℃ 时标准电势/mV	电阻值/(Ω/m)		
		材料	颜色	材料	颜色		1mm ²	1.5mm ²	2.5mm ²
铂铑-铂	WRP(S)	铜	红	铜镍	绿	-0.634 ± 0.023	0.05	0.03	0.02
镍硅-镍铬-镍铝	WRN(K)	铜	红	康铜	蓝	-4.10 ± 0.15	0.52	0.35	0.21
镍铬-考铜	WRK(E)	镍铬	红	考铜	黄	+6.95 ± 0.30	1.15	0.77	0.46
铜-考铜	WRT(T)	铜	红	考铜	黄	-4.76 ± 0.15	0.5	0.33	0.20

注:1. 型号中()内表示该热电偶分度号。

2. 表中颜色是指绝缘橡皮颜色,不是补偿导线金属丝的颜色。

在电磁干扰较强的场合,要采用带屏蔽层的补偿导线。其屏蔽层采用 0.15 ~ 0.20mm 的镀锡铜丝或镀锌铜丝编织,屏蔽层接地。

补偿导线有单芯线(硬线)和多芯线(软线)两种。单芯线使用广泛,多芯线适用于较复杂的接线,例如仪表盘后的配线。

补偿导线需穿管敷设或在槽板内敷设。

补偿导线的截面积有(0.5、1.0、1.5、2.5) mm^2 四种,常用的是 1.5mm^2 和 2.5mm^2 。

多芯(多对)补偿导线,例如30芯(15对),适用于测温点比较集中的场合,且要用分线箱或接线箱进行连接。

三、仪表安装常用的型钢

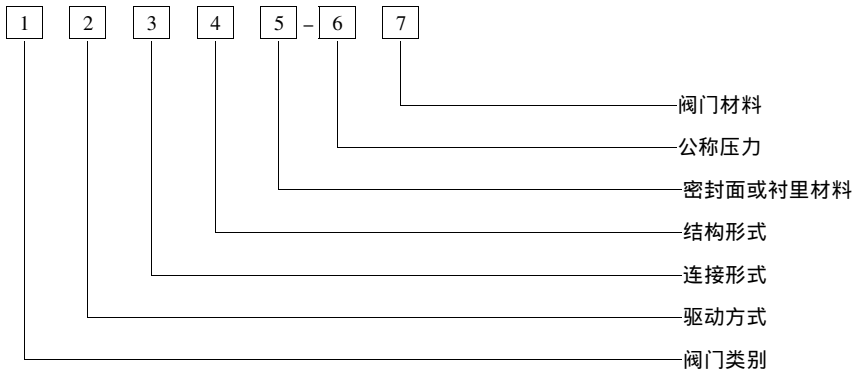
仪表盘安装需要基础槽钢,制作要用薄钢板,保温箱安装需用薄钢板作底座,仪表管道、电缆敷设需用角钢、槽钢、扁钢、工字钢作支架,自制加工件需用圆钢。基本上各种型钢在仪表安装上都有用。常用的型钢规格见附录 I。

四、仪表安装常用的阀门

阀门种类繁多,作用各异。了解各种阀门的基本特点和阀门类别、驱动方式、连接形式、密封面或衬里材料、公称压力、公称直径及阀体材料等基本情况,便于选用合适的阀门。

(一) 阀门型号的标志说明

阀门型号由7个单元组成,如下所示。



第一单元为阀门类别,用汉语拼音表示,如表 5-2-14 所示。

表 5-2-14 阀门类别的代号

阀门类别	代 号	阀门类别	代 号	阀门类别	代 号
闸 阀	Z	蝶 阀	D	安全阀	A
截止阀	J	隔膜阀	G	减压阀	Y
节流阀	L	旋塞阀	X	疏水器	S
球 阀	Q	止回阀	H		

第二单元为驱动形式,用阿拉伯数字表示,如表 5-2-15 所示。

表 5-2-15 阀门驱动方式及其代号

驱动形式	代 号	驱动形式	代 号	驱动形式	代 号
电磁驱动	0	飞齿轮	4	液动	7
电磁-液动	1	伞齿轮	5	气-液动	8
电-液动	2	气动	6	电动	9
蜗轮	3				

注:1. 对于驱动形式为气动和液动的,又分常开(K)和常闭(B)两种。如气动常开用 6K 表示,液动常闭用 7B 表示。

2. 防爆电动用'9B'表示。

第三单元为连接形式,用阿拉伯数字表示,如表 5-2-16 所示。

表 5-2-16 阀门连接形式及其代号

连 接 形 式	代 号	连 接 形 式	代 号
内螺纹	1	焊接	6
外螺纹	2	对夹	7
法兰	3	卡箍	8
	4	卡套	9
	5		

注:焊接连接包括对接焊和承插焊。

第四单元为结构形式,用阿拉伯数字表示。不同的阀门表示方法不同,见表 5-2-17~表 5-2-19。

表 5-2-17 截止阀与节流阀的结构形式及其代号

截止阀和节流阀及其代号结构形式		代 号
直 通 式		1
角 式		4
直 流 式		5
平 衡	直 通 式	6
	角 式	7

表 5-2-18 球阀结构形式及其代号

球阀结构形式		代 号	
浮 动	直 通 式	1	
	L 形	三通式	4
	T 形		5
固 定 直 通 式		7	

表 5-2-19 闸阀结构形式及其代号

闸阀结构形式			代 号	
明 杆	楔 式	弹性闸板		0
		刚 性	单闸板	1
	双闸板		2	
	平行式	刚 性	单闸板	3
双闸板			4	
暗杆楔式		单 闸 板		5
		双 闸 板		6

第五单元为阀座密封面或衬里材料,用汉语拼音表示,见表 5-2-20。

表 5-2-20 阀座密封面或衬里材料及其代号

阀座密封面或衬里材料	代 号	阀座密封面或衬里材料	代 号
铜 合 金	T	渗 碳 钢	D
橡 胶	X	硬 质 合 金	Y
尼 龙 塑 料	N	衬 胶	J
氟 塑 料	F	衬 铅	Q
巴 氏 合 金	B	搪 瓷	C
合 金 钢	H	渗 硼 钢	P

注:由阀体直接加工的阀座密封面材料代号用“W”表示。当阀座和阀瓣(闸板)密封面材料不同时,用低硬度材料代号表示(隔膜阀除外)。

第六单元为公称压力 PN,单位是 0.1MPa。

第七单元为阀体材料,用汉语拼音字母表示,见表 5-2-21。

表 5-2-21 阀体材料及其代号

阀 体 材 料	代 号	阀 体 材 料	代 号
HT25-2(灰铸铁)	Z	Cr5Mn(铬钼钢)	I
KT30-6(可锻铸铁)	K	1Cr18Ni9Ti	P
QT40-15(球墨铸铁)	Q	Cr18Ni12Mo2Ti	R
H62(铜合金)		12Cr1MoV	V
ZG25 II(铸钢)		高硅铸铁	G

注:PN≤16 MPa的灰铸铁阀体和 PN≥2.5MPa的碳素钢阀体,省略本代号。

(二)常用阀门的选用

1. 闸阀

闸阀可按阀杆上螺纹位置分为明杆式和暗杆式两类。从闸板的结构特点又可分为楔式、平行式两类。

楔式闸阀的密封面与垂直中心成一角度,并大多制成单闸板。平行式闸阀的密封面与垂直中心平行,并大多制成双闸板。

闸阀的密封性能较截止阀好,流体阻力小,具有一定调节性能,明杆式尚式根据阀杆升降高低调节启闭程度,缺点是结构较截止阀复杂,密封面易磨损,不易修理。闸阀除适用于蒸汽、油品等介质外,还适用于含有颗粒状固体及粘度较大的介质,并适用于作放空阀和低真空系统的阀门。

弹性闸阀不易在受热后被卡住,适用于蒸汽、高温油品及油气等介质及开关频繁的部位,不宜用于易结焦的介质。

楔式单闸板阀较弹性闸阀结构简单,在较高温度下密封性能不如弹性闸阀或双闸板阀好,适用于易结焦的高温介质。

楔式闸阀中双闸板式密封性好,密封面磨损后易修理,其零部件比其他形式多。适用于蒸汽、油品和对密封面磨损较大的介质,或开关频繁部位,不宜用于易结焦的介质。

2. 截止阀

截止阀与闸阀相比,其调节性能好,密封性能差,结构简单,制造维修方便,流体阻力较大,价格便宜。截止阀适用于蒸汽等介质,不宜用于粘度大、含有颗粒、易沉淀的介质,也不宜作放空阀及低真空系统阀门。

3. 节流阀

节流阀的外形尺寸小,重量轻,控制性能较截止阀和针形阀好,但控制精度不高。由于流速较大,易冲蚀密封面。节流阀适用于温度较低,压力较高的介质,以及需要控制流量和压力的部位,不适用于粘度大和含有固体颗粒的介质,不宜作隔断阀。

4. 止回阀

止回阀按结构可分为升降式和旋启式两种。升降式止回阀较旋启式止回阀的密封性好,流体阻力大。卧式的宜装在水平管线上,立式的应装在垂直管线上。旋启式止回阀不宜制成小口径阀门,可以水平、垂直或倾斜安装。如装在垂直管线上,介质流向应由下至上。

止回阀一般适用于清净介质,不宜用于含固体颗粒和粘度较大的介质。

5. 球阀

球阀结构简单,开关迅速,操作方便。它体积小、重量轻、零部件少,流体阻力小,结构比闸阀、截止阀简单。密封面比旋塞阀易加工且不易擦伤。适用于低温、高压及粘度大的介质,不能作调节流量用。目前因密封材料尚未解决,不能用于温度较高的介质。

6. 旋塞阀

旋塞阀的结构简单,开关迅速,操作方便。它流体阻力小,零部件少,重量轻。适用于温度较低,粘度较大的介质和要求开关迅速的场合。一般不适用于蒸汽和温度较高的介质。

7. 蝶阀

蝶阀与相同公称压力等级的平行式闸板阀比较,其尺寸小,重量轻,开关迅速,具有一定的调节性能,适合于制成较大口径阀门,用于温度小于 80°C 、压力小于 1MPa 的原

油、油品及水等介质。

8. 隔膜阀

阀的启闭件是一块橡胶隔膜,夹于阀体与阀盖之间。隔膜中间突出部分固定在阀杆上,阀体内衬有橡胶,由于介质不进入阀盖内腔,因此无需填料箱。隔膜阀结构简单,密封性能好,便于维修,流体阻力小,适用于温度小于 200℃,压力小于 1 MPa 的油品、水、酸性介质和含浮物的介质,不适用于有机溶剂和强氧化剂的介质。

综上所述,仪表取源部件上使用的根部阀一般采用球阀,气源部分也多使用球阀和闸阀。

有酸性腐蚀介质的切断阀选用隔膜阀。

蒸汽检测系统一般选用闸阀和截止阀。

排污阀、放气阀、放空阀一般选用球阀和旋塞阀。

阀门使用在管路上,按其管路及检测需要可分为三类:一类是气动管路用阀,这类阀以截止阀为主,也使用球阀;一类是检测管路用阀,包括取源、切断、放空、排污和调节,也多使用截止阀和球阀;一类是检测和控制所需的阀组。

(三) 气动管路用阀

气动管路多采用截止阀和球阀。这类阀的特点是密封性能好,外型小巧美观,结构简单,价格便宜,常用的气动管路用阀见表 5-2-22。

表 5-2-22 气动管路截止阀(铜管、尼龙管用)

型 号	公称压力 /MPa	通 径	材 质	连 接 方 式
QJ-1	≤1		H62	两端均配铜管(φ6, φ8, φ10)
QJ-2A				一端配铜管(φ6, φ8, φ10),一端为外螺纹(ZG1/8", ZG1/4")
QJ-2B				一端配铜管(φ6, φ8, φ10),一端为外螺纹(M10×1, M12×1.25)
QJ-3A				一端配铜管(φ6, φ8, φ10),一端为内螺纹 M10×1
QJ-3B				一端配铜管(φ6, φ8, φ10),一端为内螺纹(ZG1/8", ZG1/4")
QJ-4				两端都为内螺纹(M10×1, M12×1, ZG1/8", ZB1/4"中的一种)
QJ-5A				两端都为外螺纹 M10×1 与 M12×1.25 中的一种
QJ-5B				两端都为外螺纹 ZG1/8"与 ZG1/4"中的一种
QJ-6A				角式截止阀,一端接 φ6, φ8 铜管,一端为外螺纹 M10×1, M14×1.5, M16×1.5, G1/4", G1/8", ZG1/4", ZG1/8"
JH(QY ₁)				一端配铜管 φ6 或 φ8,一端接 G1/2"
QZ-1	2.5	4	H62	φ6—φ6, φ8—φ8, φ10—φ10 中的一种铜管
QZ-2	2.5	4	H62	一端为外螺纹 M10×1, M12×1.25, G1/8", ZG1/8"和 ZG1/4"中的一种,另一端为 φ6 或 φ8 铜管
QZ-3	2.5	4	H62	一端为内螺纹 M10×1, M12×1.25, G1/8", ZG1/8", G1/4", ZG1/4"中的一种,另一端为 φ6 或 φ8 铜管
QJ-4	1	3	H62	接管 φ6 铜管
三通截止阀		4		接管 φ8 或 φ10 铜管

注:尼龙 1010 管与铜管一样适用。

这类阀门也可以作为气源的取压阀、排污阀和放空阀。在大多数场合,它作为每个气动仪表(含控制阀)气源的二通阀,安装在从气源总管下来的支管(为 DN15 即 1/2" 镀锌焊接钢管)与铜管($\phi 6 \times 1$)连接处,详见“管道敷设”一节。

(四) 仪表检测管路用阀

这类阀门是仪表安装专业使用量最大的阀门。它包括全部取源用的根部阀和切断阀,配合差压变送器、压力变送器的排污阀、放气阀和放空阀,气源部分的放空阀,分析系统用阀,蒸汽伴热系统用阀等等。为满足不同工艺介质的要求,对阀门的公称压力、适用温度、管路连接方式、耐腐蚀性能等等都有不同的要求。

球阀也广泛应用于仪表检测回路。仪表使用的球阀还有以下特点:①采用了全密封形式,用优质高强度聚四氟乙烯充填内腔与球体整个空间,使阀门经清洗后无滞留物,从而保证了仪表稳定可靠的性能。②密封口处增添了调节机构,保证球阀无论在正压或负压工况下密封均无泄漏。独特的金属卡环,使阀门在真空系统中工作填料不会滑入阀口。③结构紧凑,外型美观和谐,价格低廉。

球阀的结构形式有直通、角式、三通、排气、多位一通、多位二通切换等,除仪表检测回路外,还广泛使用于实验室、液压、气动管道。

(五) 仪表用阀组

1. 二阀组

$\left\{ \begin{array}{l} \text{QE} - 05\text{C} \\ \text{QE} - 05\text{P} \end{array} \right.$

这是同一型号两种规格。QE-05C 的公称压力为 16MPa, 通径为 $\phi 5\text{mm}$, 适用温度 $\leq 450^\circ\text{C}$, 阀体材质为 25 号钢, 是不耐腐蚀的。QE-05P 的公称压力为 32MPa, 通径为 $\phi 5\text{mm}$, 适用温度不超过 200°C , 阀体材料为镍铬钛钢, 有一定的耐腐蚀性。

这两种阀门与差压变送器配套使用。其作用是将差压变送器正、负压室与引压点导通或切断。

$\left\{ \begin{array}{l} \text{EF} - 1\text{H} - 200\text{C} \\ \text{EF} - 1\text{W} - 200\text{P} \\ \text{EF} - 1\text{H} - 400\text{C} \\ \text{EF} - 1\text{W} - 400\text{P} \end{array} \right.$

这是 EF-1 型二阀组的四种规格。其通径为 $\phi 10\text{mm}$ 。前两种公称压力为 20MPa, 后两种公称压力为 40MPa, 适用温度不超过 400°C 。型号中带 P 的阀体材质为 1Cr18Ni9Ti, 有一定的耐蚀性, 不带 P 的阀体材质为优质碳钢, 耐蚀性较差。

这类二阀组, 用两个外螺纹 ZG1/2" 与配管连接, 本身还带一个 ZG1/4" 的排气孔, 因此它能将切断、校准、排气三种装置集于一本, 结构小巧紧凑, 减少了易漏接头。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{EF-2H-200C} \\ \text{EF-2W-200P} \\ \text{EF-2H-400C} \\ \text{EF-2W-400P} \end{array} \right.$$

这是 EF-2 型系列的四种规格。与 EF-1 型一样,型号中带 P 的有一定的耐蚀性,不带 P 的耐蚀性较差。与 EF-1 型相比,它的两个阀不像 EF-1 型平行安装,而是成一定角度,减少了体积。另一个不同是它的通径为 $\phi 5\text{mm}$,其余性能相同。它的接头螺纹可以是 ZG1/2",也可以按用户要求,选用 PT,PF,NDT,G,ZG,M 等标准螺纹。

EF-3 型系列二阀组,其基本性能与 EF-2 型相同。

2. 三阀组

(1)QFF3 三阀组 QFF3 系列三阀组有 6 种规格,如表 5-2-23 所示。连接形式为卡套式。配管范围为 $\phi 6 \sim \phi 18\text{mm}$ 。

表 5-2-23 QFFE 系列三阀组

型 号	公称压力 /MPa	通 径 /mm	适用介质	型 号	公称压力 /MPa	通 径 /mm	适用介质
QFF3-320C	32	5	微腐蚀	QFF3-160P	16	5	有腐蚀
QFF3-320P	32	5	有腐蚀	QFF3-64C	6.4	5	微腐蚀
QFF3-160C	16	5	微腐蚀	QFF3-64P	6.4	5	有腐蚀

QFF3 三阀组是国产差压变送器配套的三阀组,应用范围很广。它由高压阀、低压阀和平衡阀三个阀组成。高压阀接差压变送器正压室,低压阀接差压变送器负压室。公称压力为 32MPa 的三阀组与导压管线接处,必须用焊接。

(2)1151-150 型三阀组 1151-150 三阀组是专为 1151 电容式差压变送器配套的三阀组。它只有两种规格,见表 5-2-24。

表 5-2-24 1151-150 型三阀组

型 号	公称压力/MPa	通径/mm	适用温度/°C	适用介质	阀体材质
1151-150-1	≤ 40	5	≤ 100	非腐蚀	35 号钢
1151-150-2	≤ 25	5	≤ 250	有腐蚀	镍铬钛钢

(3)其他型号三阀组 除上述两种应用较广的三阀组外,还有其他型号的三阀组可使用,其作用原理基本相同,见表 5-2-25。

表 5-2-25 其他型号三阀组

型 号	公称压力 /MPa	公称口径 /mm	适用介质	适用温度/℃	阀体材料
SF-1H-200C	20	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-QW-200P	20	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti
SF-1H-400	40	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-1W-400P	40	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti
SF-2H-200C	20	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-2W-200P	20	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti
SF-2H-400C	40	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-2W-400P	40	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti
SF-3H-200C	20	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-3W-200P	20	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti
SF-3H-400C	40	5	非腐蚀	-20~240	碳钢
SF-3W-400P	40	5	有腐蚀	-70~240	1Cr18Ni9Ti

3. 五阀组

五阀组能与各种差压变送器配套使用。它有与三阀组同样的作用。可随时进行在线仪表的检查、校验、标定或排污、冲洗,减少安装施工的麻烦。

五阀组由高压阀、低压阀、平衡阀和两个校验(排污)阀组成,结构紧凑、设计合理,采用球锥密封,密封性能可靠,使用寿命长。正常工作时,将两组校验阀关闭,平衡阀关闭。若需校验仪表,只要将高、低压阀切断,打开平衡阀与两个校验阀,然后再关闭平衡阀即可对在线仪表进行校验。五阀组型号规格见表 5-2-26。

表 5-2-26 常用五阀组

型 号	公称压力/MPa	口径/mm	适用温度/℃	阀体材料
WF-1	32	5	-20~450	35号钢
WF-2	25	5	-70~200	1Cr18Ni9Ti
WF-3H-200C	20	5	-20~240	碳钢
WF-3W-200P	20	5	-70~240	1Cr18Ni9Ti
WF-3H-400C	40	5	-20~240	碳钢
WF-3W-400P	40	5	-70~240	1Cr18Ni9Ti
WF-4H-200C	20	5	-20~240	碳钢
WF-4W-200P	20	5	-70~240	1Cr18Ni9Ti
WF-4H-400C	40	5	-20~240	碳钢
WF-4W-400P	40	5	-70~240	1Cr18Ni9Ti

五、仪表保温常用的材料

(一)对保温材料的基本要求

保温材料应具有密度小,机械强度大,化学性能稳定,导热系数小,以及能长期在工作温度下运行等特点。国家标准 GB 4277—84 对保温材料及其制品的基本性能作出下列具体规定。

(1)导热系数要低。在平均温度等于或小于 350℃ 时,导热系数不得大于 0.12kcal/(m·h·℃)〔注:1cal=4.18J〕。

(2)密度小,不大于 500kg/m³。

(3)耐振动,具有一定的抗振强度。硬质成型制品的抗压强度应不小于 0.3MPa。

(4)保温材料及其制品允许使用的最高或最低温度要高于或低于流体温度。

(5)化学性能稳定,对被保温金属表面无腐蚀作用。

(6)吸水率要小,特别是保冷材料,吸湿率要严格控制。

(7)耐火性能良好,保温材料中的可燃物质含量要小。采用塑料及其制品为保温材料时,必须选用能自熄的塑料。

(8)具有线胀系数和体积膨胀系数的保温材料,施工时应根据保温材料膨胀系数的大小,预留一定的膨胀缝,如线胀系数不大,则体积膨胀系数约为线胀系数的 3 倍。

(9)施工方便,价格低廉。

(二)常用保温材料的特性

常用保温材料的特性见表 5-2-27。除表中所列的保温材料外,目前新的保温材料还在不断出现。使用时,要尽量顾及对保温材料的基本要求。

表 5-2-27 常用保温材料

类别	名称	容重 (kg/m ³)	导热系数 [kcal ^① /m·h·℃]	使用温度 /℃	气孔率 /%	吸水率	特性	制品
纤维型	玻璃棉	80~120 结构荷重小	0.04~0.08	350	95~99	大	无毒,耐腐蚀,不燃烧,对皮肤有刺痒感觉,密度小,导热系数小,吸水率大,使用时要有防水措施	保温板,保温管,壳,棉毡
	超细玻璃棉	10~20	0.02(常温)	有碱 450℃ 无碱 600~650℃		大	纤维细而软,对皮肤无刺激感,密度小,导热系数小,吸水率大,使用时要有防水措施	有碱超细棉毡,酚醛超细棉板,管无碱超细棉,无碱超细棉毡

第五篇 电气仪表的安装调试

类别	名称	容重 (kg/m^3)	导热系数 [$\text{kcal}^{(1)}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$]	使用温度 / $^\circ\text{C}$	气孔率 /%	吸水率	特性	制品	
纤维 型	矿渣棉	100 ~ 200	0.04(常温)			大	有较好的抗酸碱性能,对人体有刺激感,密度小,导热系数小,吸水率大,使用时注意防水	原棉,沥青棉毡、半硬板,酚醛保温带,管壳及毡,吸音板,绝热板	
	岩石棉			600 ~ 800		大	有较好的耐腐蚀性能,不燃、耐热温度高,密度小,导热系数小,吸水性大		
	石棉类 石棉绒 石棉绳 石棉碳酸镁 硅藻土石棉	300 ~ 400 350 ~ 400	}0.07(常温) 0.24	400 ~ 480 500 900			较高的热稳定性,耐碱性强,耐酸性弱	石棉绒,石棉绳,布,石棉纸板,石棉布等	
发 泡 型	硅藻土			1 280		大	机械强度高,耐火度高,密度大、导热系数大、吸水性大	砖、板、管壳	
	泡沫混凝土	400 ~ 500	0.1		85		气孔率大,密度大,强度低,易破碎		
	微孔硅酸钙	180 ~ 200	0.045 ~ 0.08		91	大	机械强度大,抗压强度大,容重小,导热系数小,吸水率大	板、瓦	
	泡沫塑料	聚氨酯	40 ~ 60	0.02			小	结构强度大,能防水,耐腐蚀,隔音性能好,化学稳定性好,导热系数小,容重小,适宜冷保温	
		聚苯乙烯	15 ~ 50	0.38					
	泡沫玻璃					小	耐水、耐酸、耐碱,轻质不燃,导热系数较大,不耐磨,适宜于冷保温		

类别	名称	容重 (kg/m^3)	导热系数 [$\text{kcal}^{①}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$]	使用温度 / $^\circ\text{C}$	气孔率 /%	吸水率	特性	制品
多孔颗粒	膨胀珍珠岩	70 ~ 350	0.035 ~ 0.07 0 $^\circ\text{C}$	800	90 ~ 98		不腐蚀,不燃烧,隔音,化学稳定性高,导热系数小,容重变化范围大	水玻璃珍珠岩制品,水泥珍珠岩制品,磷酸盐珍珠岩制品等(砖、管壳等)
	膨胀蛭石	200 ~ 800	0.04 ~ 0.06			大	耐火度高,化学稳定性好,不易变质,没有腐蚀性,导热系数小,强度大,吸水率大,加胶结剂后的蛭石制品,保温性能比膨胀蛭石差	水玻璃膨胀蛭石制品(砖、管壳等)水泥膨胀蛭石制品(砖、管壳、板)沥青膨胀蛭石制品(管壳、板)
	碳化软木						抗压强度高,无毒,无刺激,稳定性好,不易腐烂防潮条件好,易被虫蛀、鼠咬	碳化软木板、砖、管壳等

①1cal = 4.18J。

仪表专业保温施工有其特殊性。孔板、电磁流量计、控制阀等安装在工艺管道上的仪表,保温由工艺管道专业统一考虑并由他们施工,但仪表专业要提出具体要求。导压管及保温箱等保温由仪表专业负责。其保温材料可从表 5-2-27 选取。一般,可用石棉绳包扎,然后用玻璃布缠起来,再刷上油漆。保温箱内多用泡沫塑料板。

第二节 仪表安装常识

一、仪表的选用

仪表的选用应根据工艺生产过程对控制参数检测的要求,按经济原则,合理地对比仪表种类、型号、量程、精度等级等方便进行选择。

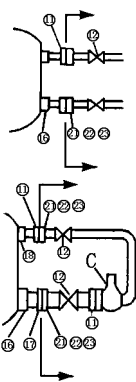
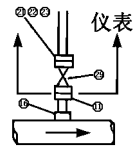
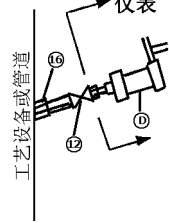
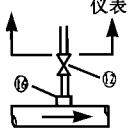
二、仪表安装的常识

仪表巡装按其种类可以分为温度仪表安装、压力仪表安装、流量仪表安装、显示仪表安装、调节仪表安装和分析仪表安装等。按其形式可以分为法兰安装、螺纹安装、支柱安装、支架安装、盘箱安装和管道中安装等等。仪表专业与电气专业划分一般以仪表盘端

子排为界,即仪表用电源由电气专业配线至仪表盘电源输入端子,电气专业用信号由电气专业配线至仪表盘信号输出端子。仪表专业与工艺设备或管道专业界线划分如表 5-2-28 所示。

表 5-2-28 工艺设备或管道与自控仪表管路的划分

取源类别	介线划分示意图	仪表专业负责准备	工艺专业负责准备	备注
流量测理(测量管路为焊接连接)	 	A 环室孔板 B 平孔板 21 法兰(二次侧) 22 法兰垫 23 螺栓及螺母	11 法兰(一次侧) 12 阀门 13 法兰(安装孔板用) 14 法兰垫 15 螺栓及螺母 16 焊接型管座	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其余部分由工艺专业施工
流量测量(测量管路为螺纹连接)	 	A 环室孔板 B 平孔板	12 阀门 13 法兰(安装孔板用) 14 法兰垫 15 螺栓及螺母 16 焊接型管座	阀门(含阀门)以前由工艺专业施工,其余部分由仪表专业施工
压力测量(设备取压)		21 法兰(二次侧) 22 法兰垫 23 螺栓及螺母 24 阀门	11 法兰(一次侧) 16 焊接型管座	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其余部分由工艺专业施工
压力测量(测量管路为焊接连接)		21 法兰(二次侧) 22 法兰垫 23 螺栓及螺母	11 法兰(一次侧) 12 阀门 16 焊接型管座	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其余部分由工艺专业施工
压力测量(测量管路为螺纹连接)			12 阀门 16 焊接型管座	阀门及其以前由工艺专业施工,其余部分由仪表专业施工

取源类别	介线划分示意图	仪表专业负责准备	工艺专业负责准备	备注
液位测理(差压式)		C :仪表 21、25 法兰 22、26 法兰垫 23、27 螺栓及螺母 24、28 阀门	11、18 法兰(一次侧) 16、17 焊接型管座	第一法兰的二次侧以胶由工艺专业施工,其余部分由仪表专业施工
伴热蒸汽		21 法兰 22 法兰垫 23 螺栓及螺母 29 阀门	11 法兰 16 焊接型管座	第一法兰的二次侧以后由仪表专业施工,其余部分由工艺专业施工
分析取样		D :分析取样器	12 阀门 16 焊接型管座	阀门以后由仪表专业施工,其余部分由工艺专业施工
仪表辅助用氮气、冷却水、仪表气源(工艺供给时)			12 阀门 16 焊接型管座	阀门及其以前由工艺专业施工,其余部分由仪表专业施工

对于由其它专业安装的取源部件、流量仪表等,仪表专业应根据本专业的设计施工图纸和有关技术要求逐一核实。例如仪表位号、型号、规格以及仪表的实际安装位置、方向、角度、标高等等。对于取源部件,还应检查仪表接头是否能与所安仪表相匹配,仪表接头表面是否保护完好。仪表安装完毕后是否会妨碍其它设备的正常拆装和检修或者其它设备是否妨碍仪表的操作、检修和拆装等等。

仪表安装位置、接头方法(或安装方法)以及仪表的选型均由设计单位完成。而安装单位必须按设计施工图纸、按工艺要求、按技术标准进行操作,如果设计与实际不符,导致仪表无法安装,或安装后不能满足有关要求,施工单位必须向设计单位提出,经设计单位批准后,按设计单位提供的设计变更通知单及所附图纸施工。

三、仪表安装的有关规定

(一)一般规定

(1)仪表应安装在光线充足、操作维修方便的地方,尽可能避免高温、潮湿、强腐蚀、

强电磁以及温度变化比较剧烈、搬运物品比较频繁的场所。

(2) 安装仪表时,不能使其承受外来机械应力。若条件允许,可以给每个仪表加装固定装置。

(2) 仪表安装材料必须严格按设计图纸使用。管件压力等级、垫片型号、螺纹制式等必须仔细检查、避免出错。

(4) 用于指示的仪表,一般距地面 1.2~1.5m 为宜,其它仪表应符合具体要求。

(5) 带有接线盒的仪表,应使接线盒口朝下。

(6) 需要脱脂的仪表,应先进行脱脂,待脱脂检查合格后,再进行安装。

(二) 温度仪表安装的有关规定

(1) 在多粉尘的工艺管道上安装的测温元件,应采取防止磨损的保护措施。

(2) 热电偶或热电阻安装在易被测介质强烈冲击的地方以及水平安装时,其插入深度大于 1m 或温度大于 700℃ 时,应采取防弯曲措施。

(3) 表面温度计的感温面应与被测表面紧密接触、固定牢固。压力式温度计的温包必须浸入被测介质中,毛细管的敷设应有保护措施,其弯曲半径不应小于 50mm,周围温度变化剧烈时,在采取隔热措施。

(三) 压力仪表安装的有关规定

(1) 测量低压的压力表或变送器的安装高度,宜与取压点的高度一致。

(2) 就地安装的压力表不应固定在振动较大的工艺设备或管道上。

(3) 测量高压的压力表安装在操作岗位附近时,宜距地面 1.8m 以上,或在仪表正面加保护罩,以免发生事故时,击伤操作人员。

(四) 流量仪表安装的有关规定

(1) 孔板或喷嘴安装前应进行外观检查,孔板的入口和喷嘴的出口边缘应无毛刺和圆角。并按现行的国家标准《流量测量装置的设计安装和使用》的规定复验其加工尺寸。另外,在安装前进行清洗时,不应损伤节流件。

(2) 在水平和倾斜的工艺管道上安装的孔板或喷嘴,若有排泄孔时,排泄孔的位置对于液体介质应在工艺管道的正上方。对于气体及蒸汽介质应在工艺管道的正下方。

(3) 转子流量计的安装应呈垂直状态。上游侧直管段的长度不宜小于 5 倍工艺管道内径,其前后的工艺管道应固定牢固。靶式流量计的靶中心应在工艺管道的轴线上。

(4) 电磁流量计的本体及工艺管道、被测介质均应等电位接地。在垂直的工艺管道上安装时,被测介质的流向应自下而上,在水平和倾斜的工艺管道上安装时,两个测量电极不应在工艺管道的正上方和正下方位置。

(五) 物位仪表安装的有关规定

(1) 用差压力或差压变送器测量液位时,仪表安装高度不应高于下部取压口。

(2) 浮筒液位计的安装应使浮筒呈垂直状态,其安装高度宜使仪表量程的 1/2 处为

正常液位。

(3)放射性同位素物位计安装前应制订施工方案,并严格执行,尤其是安装中的安全防护措施必须符合现行的国家标准《放射防护规定》的规定,安装地点应有明显的警戒标志。

(4)负荷传感器的安装应使传感器呈垂直状态,各个传感器的受力应均匀。如有冲击性负荷时,应安装缓冲装置。

(六)分析仪表安装的有关规定

(1)分析仪表的预处理装置应单独安装,并宜靠近传感器。

(2)被分析样品的排放管应直接与排放总管连接,总管应引至室外安全场所,其集液处应有排放液装置。

四、取源部件的安装常识

取源部件是指直接安装在主设备或工艺管道上的,供检测仪表安装用的法兰和插座或为检测仪表提供介质样品的引管。例如,安装测温元件的插座、物位仪表的法兰、取压时与主设备或工艺管道连接用的短管等。

(一)仪表测点的选择

仪表测点的开孔位置应按设计图纸或制造厂的规定选择。如无具体规定时,可根据工艺流程图中的测点和设备、管道、阀门等的相对位置,按下列规定进行:

(1)仪表测点的开孔位置应选择在管道的直线段上。因在直线段内,被测介质的流速呈直线状态,最能代表被测介质的参数。测孔应避开阀门、弯头、三通、大小头、挡板、人孔、手孔等对介质流速有影响或会造成泄漏的地方。压力取源部件还应根据工艺管道中流动的介质不同选择不同的安装角度。如图 5-2-1 所示。

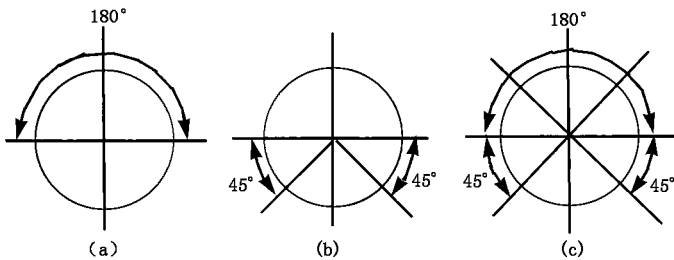


图 5-2-1 压力测点的开孔方式

(a) 流体为气体时 (b) 流体为液体时 (c) 流体为蒸气时

(2)安装取源部件不宜在焊缝及其边缘上开孔及焊接。

(3)压力测孔与温度测孔在同一管段上时,压力测孔应选择在温度测孔的上游侧。

(4)在高压、合金钢、有色金属的工艺管道和设备上开孔时,应采用机械加工的方法。

(5)取源部件应安装在便于维护和检修的地方。若在高空时,应有便于检修的设施。

(二)取源部件的安装

取源部件的安装步骤如下:

(1)测孔开凿 测孔开凿应在工艺设备和管道正式安装前或封闭前进行,禁止在已冲洗完毕的设备和管道上开孔。如必须开孔时,应采取必要的补救措施。根据被测介质和参数的不同,金属壁测孔的开凿一般有机械加工和氧—乙炔焰切割两种方法。

如果取源部件倾斜安装,则需先划好椭圆,其中椭圆长轴 A 和短轴 B 的关系如下:

$$A = KB \quad (\text{当倾斜角度分别为 } 30^\circ、45^\circ、60^\circ \text{ 时, } K \text{ 分别取 } 2、1.414、1.155)$$

椭圆测孔的形式如图 5-2-2 所示。

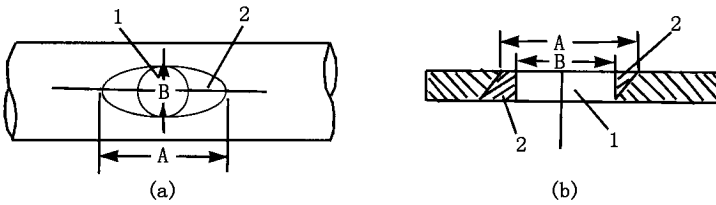


图 5-2-2 椭圆测孔形式
(a)顶视图 (b)剖面图

当采用机械开孔获得圆孔后,即可用圆锉或半圆锉按图 5-2-2 所示的形式扩孔,其倾斜角应符合插座倾斜角的要求。

(2)插座焊接 插座的表式、规格、材质必须符合被测介质的压力、温度及其它特性(如粘度、腐蚀性等)的要求,常用的插座(或短管)如图 5-2-3 所示。

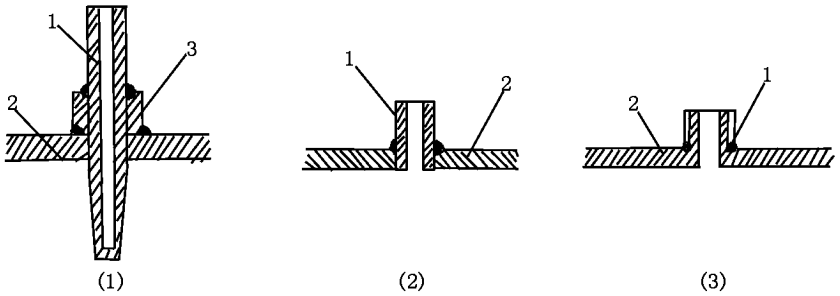


图 5-2-3 常用的插座和短管的焊接

(a)内螺纹测温仪表保护套管 (b)内螺纹插座 (c)外螺纹插座
1—保护套管(或插座) 2—被测介质外壁 3—固定座

插座焊接前应用砂布和锉将插座坡口及测孔的边缘打磨擦亮,露出金属光泽,并清除测孔内壁的毛刺及落入管道或设备内的杂物、铁屑。然后再按找正、点焊、复测、施焊的焊接过程进行焊接。

第三节 常用仪表安装

自控仪表按其测试作用分可分为三大类。第一类为检测仪表类,测量的是热工参数,如压力、温度、物位、流量以及与它们有关的一些热工量,如压差、温差、阻力降等。第二类为控制器类,在自控系统中起主导作用,主要有气动调节器、电动调节器,以及单元组合仪表中的调节单元、执行单元、手操单元,除此还有可编程调节器、可编程控制器和集散控制系统。可编程调节器和可编程控制器的安装完同 DDZ-III 型表,故不再另外余述。第三类是分析仪表。

一、温度仪表安装

(一) 温度一次仪表安装方式

温度一次仪表安装按固定形式可分为四种:法兰固定安装,螺纹连接固定安装,法兰和螺纹连接共同固定安装,简单保护套插入安装。

1. 法兰安装

适用于在设备上以及高温、腐蚀性介质的中低压管道上安装温度一次仪表,具有适应性广,利于防腐蚀,方便维护等优点。

法兰固定安装方式中的法兰一般有五种:

- (1) 平焊钢法兰 HG 5010—58(碳钢),HG 5019—58(不锈钢)
- (2) 对焊钢法兰 HG 5014—58(平面对焊法兰),HG 5016—58(凹凸面对焊法兰)
- (3) 平焊松套钢法兰 HG 5022—58
- (4) 卷边松套钢法兰 HG 5025—58(铜),HG 5026—58(铝)
- (5) 法兰盖 HG 5028—58

2. 螺纹连接固定

一般适用于在无腐蚀性介质的管道上安装温度计,炼油部门按习惯也在设备上采用这种安装形式,具有体积小,安装较为紧凑的优点。高压(PN22MPa,PN32MPa)管道上安装温度计采用焊接式温度计套管,属于螺纹连接安装形式,有固定套管和可换套管两种形式。前者用于一般介质,后者用于易腐蚀、易磨损而需要更换的场合。

螺纹连接固定中的螺纹有五种,英制的有 1"、 $\frac{3}{4}$ " 和 $\frac{1}{2}$ ",公制的有 M33×2 和 M27×2。

热电偶多采用 1" 或 M33×2 螺纹固定,也有采用 $\frac{3}{4}$ " 螺纹的,个别情况也用 $\frac{1}{2}$ " 螺纹固定。

热电阻多用英制管螺纹固定,其中以 $\frac{3}{4}$ "为最常用, $\frac{1}{2}$ "有些也用。

双金属温度计的固定螺纹是 M27 × 2。

压力式温度计的固定螺纹是 $\frac{3}{4}$ "和 M27 × 2 两种。

$G\frac{3}{4}$ "与 M27 × 2 外径很接近,并且都能拧进 1 ~ 2 扣,安装时要小心辨认,否则焊错了温度计接头(凸台)就装不上温度计。

3. 法兰与螺纹连接共同固定

当配带附加保护套时,适用于有腐蚀性介质的管道、设备上安装。

4. 简单保护套插入安装

有固定套管和卡套式可换套管(插入深度可调)两种表式,适用于棒式温度计在低压管道上作临时检测的安装。

测温元件大多数安装在碳钢、不锈钢、有色金属、衬里或涂层的管道和设备上,有时也安装在砖砌体、聚氯乙烯、玻璃钢、陶瓷、搪瓷等管道和设备上。后者的安装方式与安装在碳钢或不锈钢管道和设备上有很大不同,但与衬里或涂层设备和管道上基本相同,取源部件也类似,可以参考。

温度计在管道上插入深度、附加保护套长度见表 5 - 2 - 29。

表 5 - 2 - 29 温度计在管道上插入深度和附加保护套长度

名称	压力式温度计	热 电 偶										热 电 阻										双金属温度计	
		直形接头直插		45°角接头斜插		法兰直插		高压套管 PN $\frac{32}{32}$ MPa		直形接头直插		45°角接头斜插		法兰直插		高压套管 PN $\frac{32}{32}$ MPa		直形内外螺纹接头直插					
		固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	固定套管	可换套管	内 80 外 60	内 140 外 120				
连接件 标称高度 H	60	60	120	90	150	150	41	~ 70		60	120	90	150	150	41	~ 70		内 80 外 60	内 140 外 120				
DN	L ₃	L					L ₁	L	L ₃	L	L ₂	L					L ₁	L	L ₃	L	L ₂	L	
65							100	100	100	70						100	100						
80		100	150	150	200	200	195	100	100	100	70	100	150	150	200	200	195	100	100	150	115	125	200
100		100	150	150	200	200	195	100	100	150	115	150	200	150	200	200	195	100	100	150	115	125	200
125		150	200	150	200	200	195	100	100	150	115	150	200	200	250	250	245	150	150	150	115	150	200
150	210	150	200	200	250	250	245	150	150	150	115	150	200	200	250	250	245	150	150	200	165	150	250
175	235	150	200	200	250	250	245	150	150	150	115	150	200	200	250	250	245	150	150	200	165	200	250
200	260	150	200	200	250	250	245	150	150	200	165	200	250	250	300	250	245	200	200	200	165	200	250
225		200	250	250	300	250	245					200	250	250	300	300	295					200	300
250		200	250	250	300	300	295					200	250	250	300	300	295					200	300
300		200	250	300	300	300	295					250	300	300	400	300	295					250	300
350		250	300	300	400	300	295					250	300	300	400	300	295					300	400

$$A + B = N_1$$

$$A + C = N_2$$

$$B + C = N_3$$

得：

$$A = \frac{N_1 + N_2 - N_3}{2}$$

$$B = \frac{N_1 + N_3 - N_2}{2}$$

$$C = \frac{N_2 + N_3 - N_1}{2}$$

若为四芯电缆，一芯是备用的，把三芯拧在一起，很容易把第四芯找出来（与另二芯电阻为很大的这一芯即是）。

(5) 补偿导线或电缆通过金属挠性管与热电偶或热电阻连接。

(6) 同一条管线上若同时有压力一次点或温度一次点，压力一次点应在温度一次点的上游侧。

(7) 温度二次仪表安装较为简单。把单体调校合格的二次表按安装说明书分别安装在指定的仪表盘上或框架上即可。

温度二次仪表是近年来发展较快的一类显示仪表，大多数指针指示的二次表（即动圈指示仪）逐步被外形尺寸完全一致的数字显示温度表所代替。但在安装上没有多大变化。

(三) 常用温度仪表的安装

常用温度仪表安装方式见图 5-2-4 至图 5-2-10。

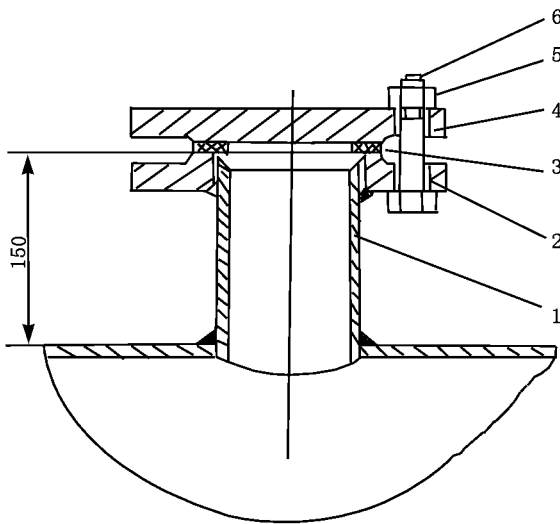


图 5-2-4 温度计用平焊法兰接管在钢管道、设备上焊接
1—接管 2—法兰 3—垫片 4—法兰盖 5—螺母 6—螺栓

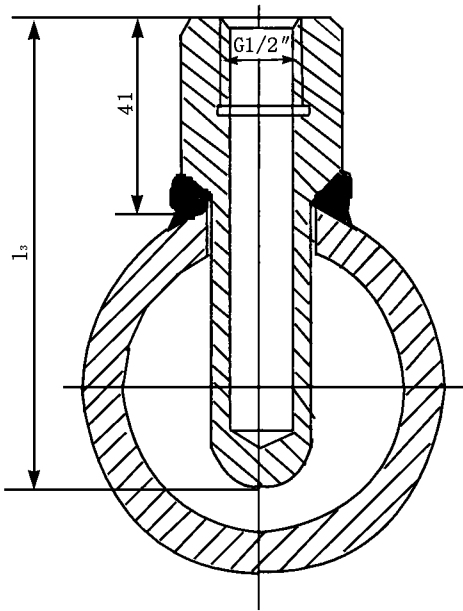


图 5-2-5 温度计高压套管在管道上焊接

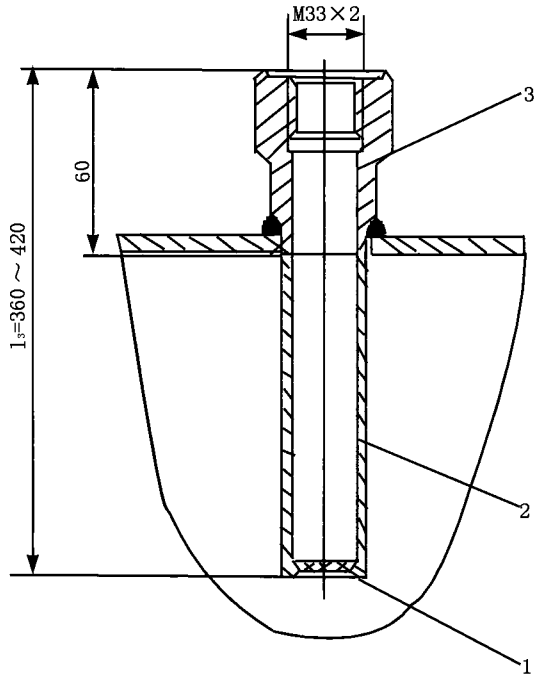
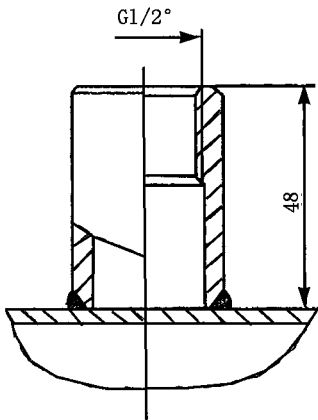
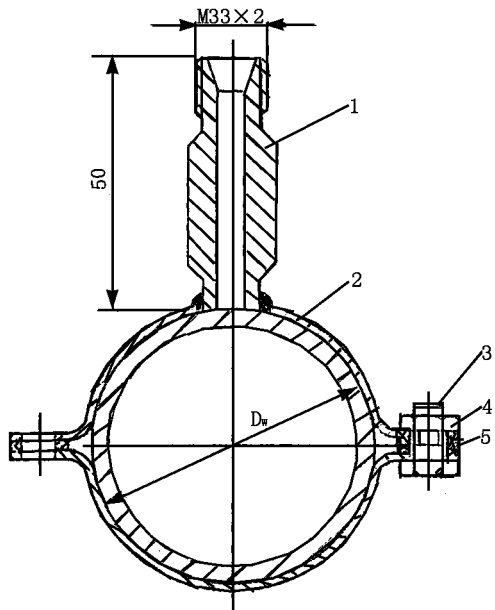


图 5-2-6 温包接头及附加保护套在钢或耐酸钢设备上焊接

1—底 2—套管 3—直形接头



(b) 在设备及中、低压管道上



(a) 在管道上

图 5-2-7 测表面温度的取源部件

1—铠装热电偶接头(卡套式) 2—管卡 3—螺栓 4—螺母 5—垫片

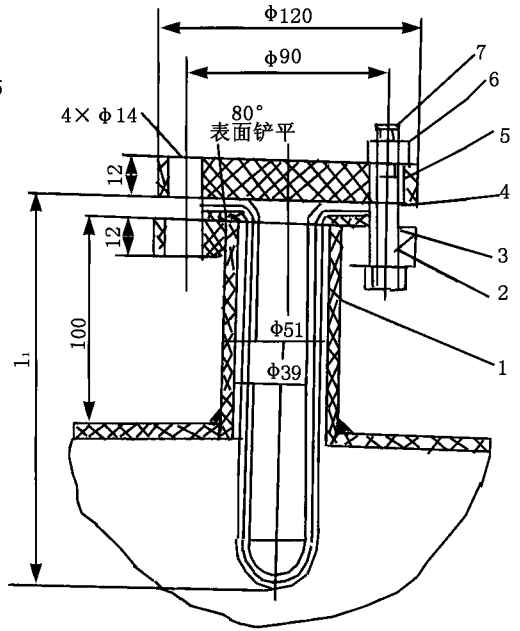
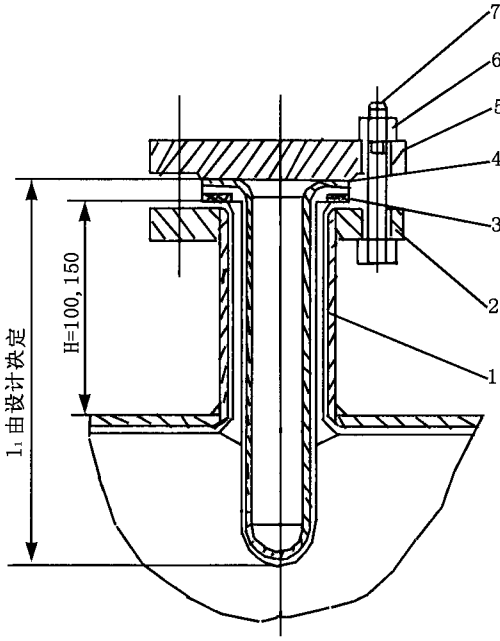


图5-2-8 温度计用光滑面搭焊法兰接管在衬里(涂层)管道、设备上焊接(带附加保护套)

图5-2-9 聚氯乙烯管道、设备上的测温取源部件

1—接管 2—法兰 3—垫片 4—衬(涂)层保护外套;
5—法兰盖 6—螺母 7—螺栓

1—接管 2—法兰 3—垫片 4—衬(涂)层保护外套 5—法兰盖 6—螺母 7—螺栓

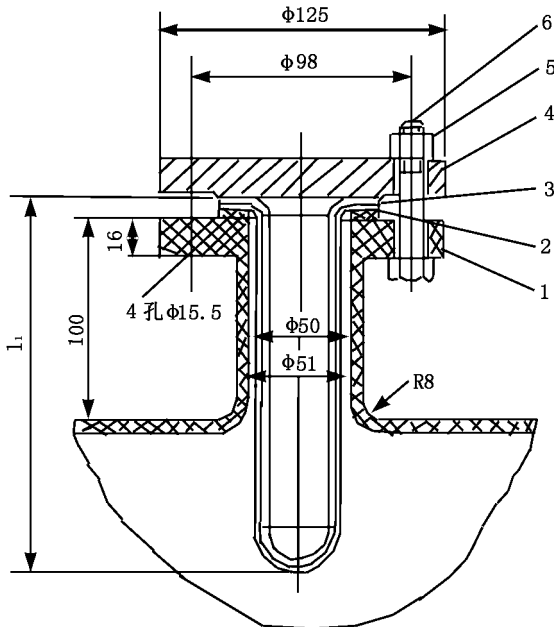


图5-2-10 玻璃钢管道、设备上的测温取源部件

1—法兰 2—光滑面法兰垫片 3—衬(涂)层保护外套 4—法兰盖 5—螺母 6—螺栓

二、压力仪表安装

(一) 压力取源部件安装

1. 安装条件

压力取源部件有两类。一类是取压短节,也就是一段短管。用来焊接管道上的取压点和取压阀门。一类是外螺纹短节,即一端有外螺纹,一般是 $KG\frac{1}{2}$ " ,一端没有螺纹。在管道上确定取压点后,把没有螺纹的一端焊在管道上的压力点(立开孔),有螺纹的一端便直接拧上内螺纹截止阀(一次阀)即可。

不管采用哪一种形式取压,压力取源部件安装必须符合下列条件:

①取压部件的安装位置应选在介质流速稳定的地方。

②压力取源部件与温度取源部件在同一管段上时,压力取源部件应在温度取源部件的上游侧。

③压力取源部件在施焊时要注意端部不能超出工艺设备或工艺管道的内壁。

④测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时,取源部件应倾斜向上安装。在水平工艺管道上应顺流束成锐角安装。

⑤当测量温度高于 60°C 的液体、蒸汽或可凝性气体的压力时,就地安装压力表的取源部件应加装环形弯或 U 形冷凝弯。

2. 就地安装压力表

水平管道上的取压口一般从顶部或侧面引出,以便于安装。安装压力变送器,导压管引远时,水平和倾斜管道上取压的方位要求如下:流体为液体时,在管道的下半部,与管道水平中心成 45° 的夹角范围内,切忌在底部取压;流体为蒸汽或气体时,一般为管道的上半部,与管道水平中心线成 $0\sim 45^{\circ}$ 的夹角范围内。

3. 导压管

安装压力变送器的导压管应尽可能的短,并且弯头尽可能的少。

导压管和径的选择:就地压力表一般选用 $\phi 18 \times 3$ 或 $\phi 14 \times 2$ 的无缝钢管。压力表环表弯或冷凝弯优先选用 $\phi 18 \times 3$ 。引远的导压管通常选用 $\phi 14 \times 2$ 无缝钢管。压力高于 22MPa 的高压管道应采用 $\phi 14 \times 4$ 或 $\phi 14 \times 5$ 优质无缝钢管。在压力低于 16MPa 的管道上,导压管有时也采用 $\phi 18 \times 3$,但它冷煨很难一次成型,一般不常用。对于低压或微压的粉尘气体,常采用 $1''$ 水煤气管作为导压管。

导压管水平敷设时,必须要有一定的坡度。一般情况下,要保持 $1:10\sim 1:2$ 的坡度。在特殊情况下,坡度可达 $1:50$ 。管内介质为气体时,在管路的最低位置要有积液装置(通常安装排污阀)。管内介质为液体时,在管路的最高点设有排气装置(通常情况下安装一

个排气阀,也有的安装气体收集器)。

4. 隔离法测量压力

腐蚀性、粘稠的介质的压力采用隔离法测量,分为吹气法和冲液法两种,吹气法进行隔离,用于测量腐蚀性介质或带有固体颗粒悬浮液的压力。冲液法进行隔离,适用于粘稠液体以及含有固体颗粒的悬浮液。

采用隔离法测量压力的管路中,在管路的最低位置应有排液的装置。灌注隔离液有两种方法。一种是利用压缩空气引至一专用的隔离液罐,从管路最低处的排污阀注入,以利管路内空气的排出,直至灌满顶部放置阀为止。这种方法特别适用于变送器远离取压点安装的情况。另一种方法是变送器就近取压点安装时,隔离液从隔离容器顶部丝堵处进行灌注。为易于排净管路内的气泡,第一种方法为好。

5. 垫片

压力表及压力变送器的垫片通常采用四氟乙烯垫。对于油品,也可采用耐油橡胶石棉板制作的垫片。蒸汽水、空气等不是腐蚀性介质,垫片的材料可选普通的石棉橡胶板。

6. 接头螺纹

压力变送器的接头螺纹与压力表(Y-100及其以上)接头一样,是M20×1.5。

7. 阀门

用于测量工作压力低于50kPa,且介质无毒害及无特殊要求的取压装置,可以不安装切断阀门。

8. 焊接要求

取压短节的焊接、导压管的焊接,其技术要求完全与同一介质的工艺管道焊接要求一样(包括焊接材料、无检测及焊工的资格)。

9. 安装位置

就地压力表的安装位置必须便于观察。泵出口的压力表必须安装在出口阀门前。

(二)压力管路连接方式与相应的阀门

1. 按阀门和管接头分类

(1)管路连接系统主要采用卡套式阀门与卡套或管接头。其特点是耐高温,密封性能好,装卸方便,不需要动火焊接。

(2)管路连接采用外螺纹截止阀和压垫式管接头,是化工常用的连接形式。

(3)管路连接系统采用外螺纹截止阀、内螺纹闸阀和压垫式管接头,是炼油系统常用的连接形式。

上述三种方法可以随意用,但在有条件时,尽可能用卡套式连接形式。

2. 压力测量常用阀门

(1) 卡套式阀门

卡套式连接时,应采用卡套式阀门,如卡套式截止阀、卡套式节流阀和卡套式角式截止阀。这种阀可作为根部阀(一次阀),也可作切断阀,也可作放空阀和排污阀。

常用的卡套式截止阀是 J91 - 64、J91 - 200 和 J91 - 100,每一种型号都有 J91H - 64C、J91W - 64P, 口径大小有 $\phi 5$ 与 $\phi 10$ 两种规格,连接的外管可以是 $\phi 12$ 和 $\phi 14$ (外径)。卡套式节流阀有 J11 - 64、J11 - 200 和 J11 - 400,每种型号都有 J11H - 64C 和 J11W - 64P 两种规格,口径都是 $\phi 5$,但外接螺纹有 $M20 \times 1.5$ 和 $G\frac{1}{2}$ "两种规格。卡套角式截止阀的型号为 J94W - 160P,其口径有 $\phi 3$ 与 $\phi 6$ 两种规格。

(2) 内、外螺纹截止阀

这类截止阀也可作为一次阀、切断阀、放空阀和排污阀。

常用的内螺纹截止阀的型号有 J11 - 40 ~ 400,公称口径为 $\phi 5$ ~ $\phi 10$,螺纹规格为 $Z\frac{1}{2}$ "或 $ZG\frac{1}{2}$ ",内外螺纹截止阀的型号有 $J\frac{1}{2}1 - 200 \sim 400$,公称口径为 $\phi 5$,连接螺纹为 $Z\frac{1}{4}$ "或 $ZG\frac{1}{4}$ "、 $Z\frac{3}{8}$ "或 $ZG\frac{3}{8}$ "和 $Z\frac{1}{2}$ "或 $ZG\frac{1}{2}$ "。外螺纹截止阀的型号有 J21 - 25 ~ 320,公称口径为 $\phi 5$ 、 $\phi 10$ 和 $\phi 15$ 三种,外螺纹的规格有 $G\frac{1}{2}$ "、 $G\frac{3}{4}$ "和 1 "。角式外螺纹截止阀的型号有 J24 - 160 ~ 320,公称口径有 $\phi 3$ 、 $\phi 5$ 和 $\phi 10$ 三种,外螺纹接管为 $\phi 14$ 和 $\phi 18$ 。以上各阀的公称压力最高可达 32MPa 和 40MPa。

(3) 常用压力表截止阀

除上述阀门接上 $M20 \times 1.5$ 接头可互接压力表外,还有带压力表接头的截止阀,其型号为 J11 - 64、J11 - 200 和 J11 - 400,适合于高、中、低压力测量。压力表接头为 $M20 \times 1.5$ 和 $G\frac{1}{2}$ "两种。国产 Y - 100 以上大的圆盘式弹簧管压力表,其接头几乎全是 $M20 \times 1.5$ 。

(4) 其他

还有些阀门可用在压力测量上。

(三) 常用压力表的安装

常用压力表测量管线连接见图 5-2-11 ~ 图 5-2-19。

(四) 压力变送器的安装

压力变送器(气动单元组合仪表或电动单元组合仪表中的 DDZ - II 型和 DDZ - III 型)虽型号不同,输出型式不同,输出信号不同,但安装方式基本相同。分为支架安装、保温箱与保护箱安装和直接安装几种。

1. 支架安装

支架安装分为两种,一种为支架在墙上,一种为支架在地上。这两种标高一般为 +1.20 ~ +1.50m,保持变送器指示表的标高 +1.500m。若这两种安装方式在同一车间或同一厂房,则要求标高一致,墙上与地上支架安装的变送器(包括差压变送器等)都要一致。

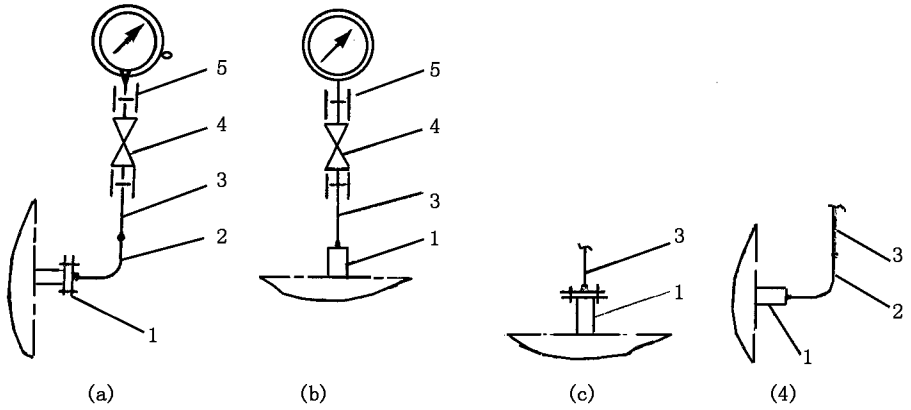


图 5-2-11 压力表安装图

1—管接头或法兰接管 2—无缝钢管 3—接表阀接头；
4—压力表截止阀或阻尼截止阀 5—垫片
附注：当介质压力脉动时，4 选用压力表阻尼截止阀

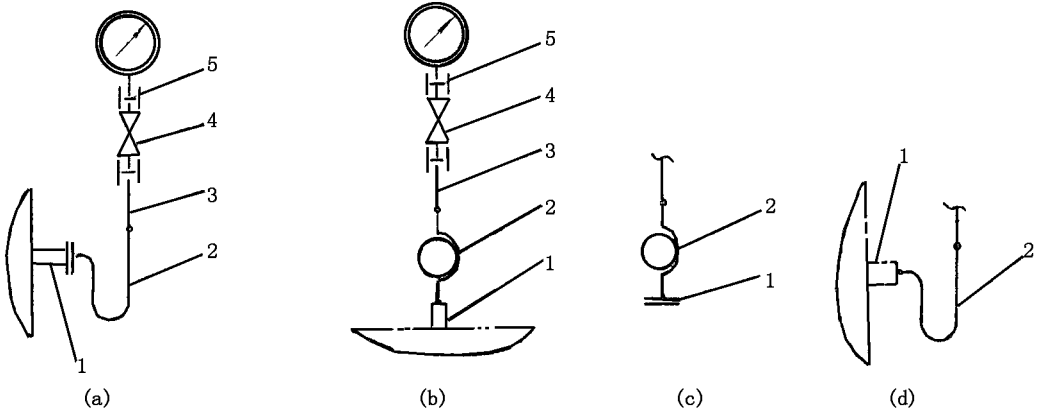


图 5-2-12 带冷凝管的压力表安装图

1—管接头或法兰接管 2—冷凝圈或冷凝弯 3—接表阀接头；
4—压力表截止阀或阻尼截止阀 5—垫片
附注：当介质压力脉动时，4 选用压力表阻尼截止阀

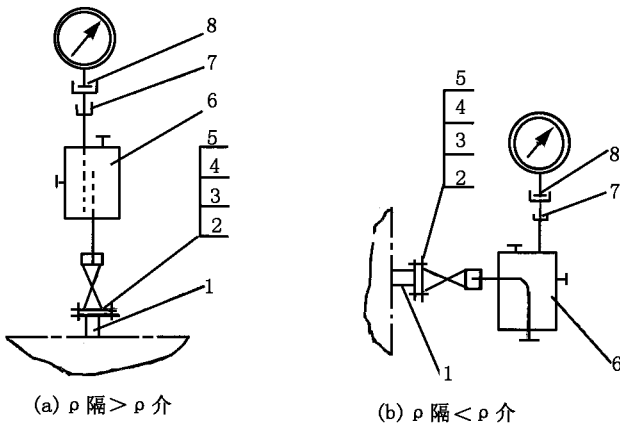


图 5-2-13 带插管式隔离器压力表安装图

1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—取压截止阀；

6—隔离容器 7—压力表直通接头 8—垫片

附注 隔离容器需加固定,以免阀门的卡套密封受影响

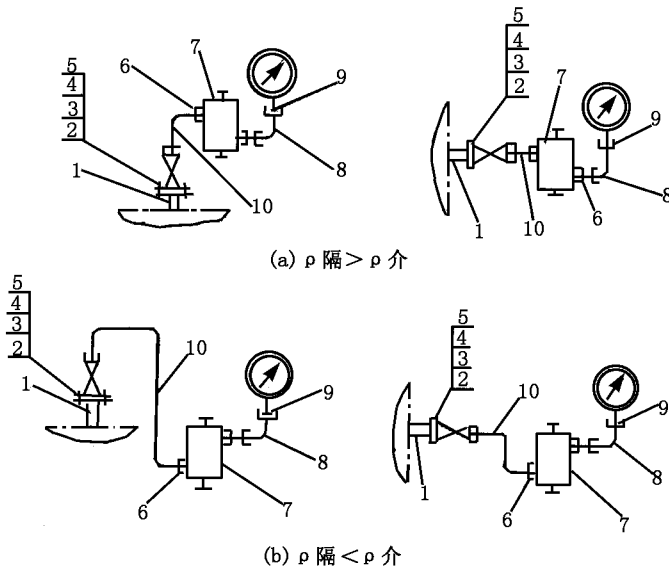


图 5-2-14 带隔离容器压力表安装图

1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母；

5—取压球阀(PN25时)或取压截止阀(PN64时) 6—直通终端接头；

7—隔离容器 8—压力表弯通接头 9—垫片 10—无缝钢管

附注 隔离器需加固定,以免阀门的卡套密封受影响

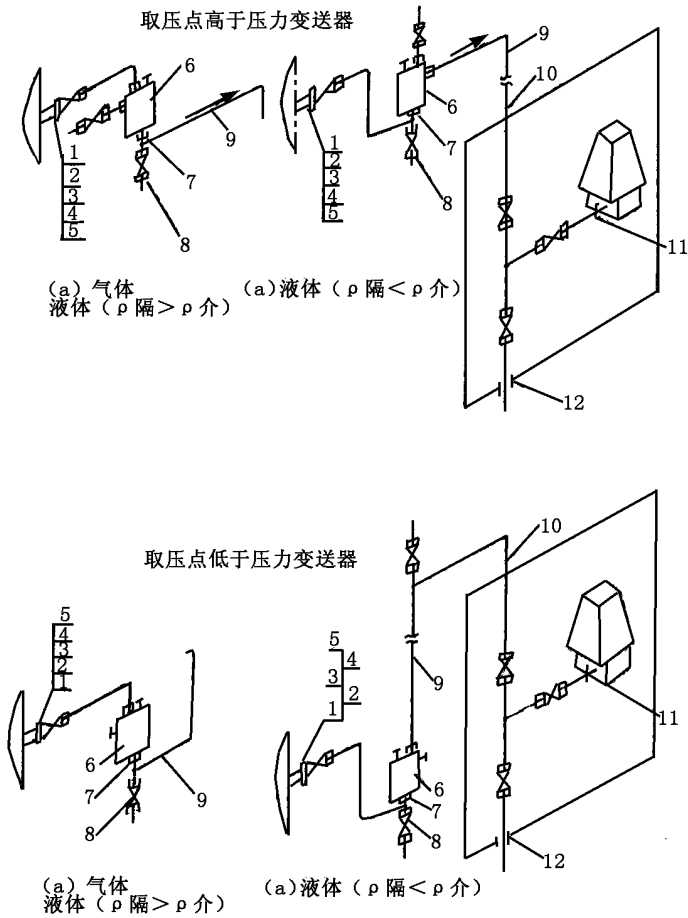


图 5-2-15 隔离器隔离测量压力管路连接图

- 1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—取压球阀(PN25 时)或取压截止阀(PN64 时);
 6—隔离容器 7—直通终端接头 8—卡套式球阀(PN25 时)或卡套式截止阀(PN64 时);
 9—无缝钢管 ;10—直通穿板接头 ;11—压力表直通接头 ;12—填料函

附注 ①当不需要对管线进行吹扫时,靠近变送器的切断阀门应安装在虚线部位上;
 ②当测量腐蚀性介质压力时,为维护方便起见,亦可将隔离器安装在靠近压力变送器的上方;
 ③隔离液更换不频繁时,隔离器侧部或顶部阀门可改用堵头。
 (a)和(b)若隔离器底部产生的沉淀物不多时,可将底部的阀门取消。

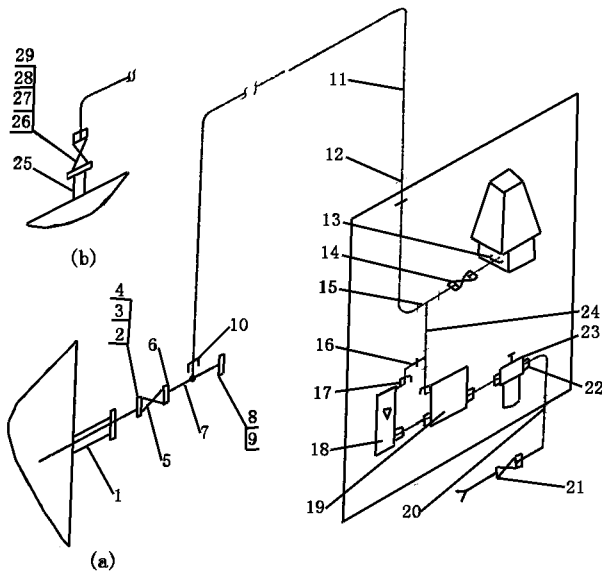


图 5-2-16 吹气法测量压力管路连接

1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—法兰楔式单闸板阀 6—凸面法兰 7—接管 8—凹面法兰 9—凸面法兰盖 10—终端焊接接头 11—无缝钢管 12—直通穿板接头 13—压力表直接接头；
14—卡套式球阀 15—三通异径接头 16—三通中间接头 17—弯通中间接头 18—玻璃转子流量计；
19—恒差继电器 20—直通穿板接头 21—气源球阀 22—直通终端接头 23—空气过滤减压器；
24—尼龙单管或紫铜管 25—法兰接管 26—垫片 27—螺栓 28—螺母 29—取压球阀

附注 ①(a)适用于流化床设备 (b)适用于粘性或腐蚀性介质,仅取源部件形式不同；

②变送器尽可能安装得高于取压点。可以用限流孔板代替恒差继电器和带针阀的转子流量计

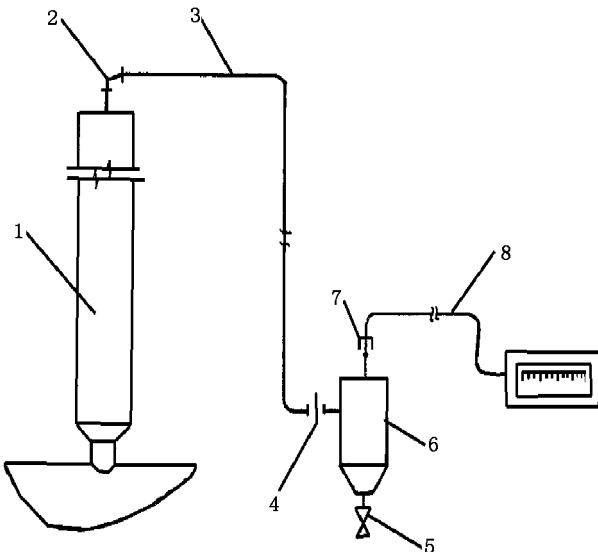


图 5-2-17 带除尘器的压力表安装图

1—沉降除尘器 2—弯头 3—水煤气管 4—外接头 5—内螺纹填料旋塞；
6—旋风除尘器 7—橡胶管接头 8—橡胶管

附注 除尘器安装时必须加以固定

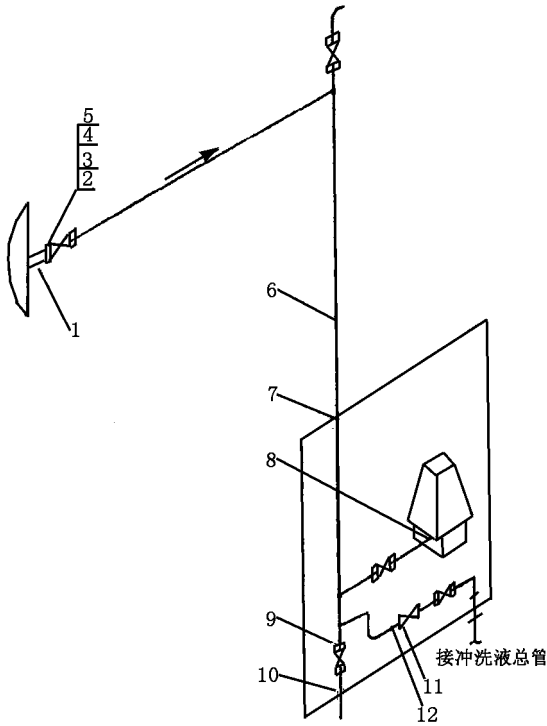


图 5-2-18 冲液法测量压力管路连接图

1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—取压截止阀 6—无缝钢管 7—直通穿板接头；
8—压力表直通接头 9—卡套式截止阀 10—填料函 11—内螺纹止回阀 12—短节

附注 止回阀也可安装在箱外

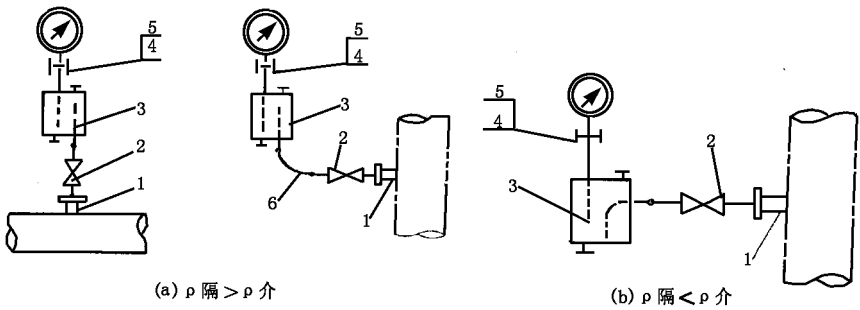


图 5-2-19 带隔离器的压力表在硬聚氯乙烯管道上安装图

1—法兰接管 2—带螺纹 45°角形截止阀 3—压力表用聚氯乙稀隔离器；

4—压力表接头 5—垫片 6—弯管

附注 隔离器需加固定

(1) 墙上安装(如图 5-2-20)安装步骤为：

①在适合导压管走向的墙面或柱上用膨胀螺栓固定铁板 1 标高为 +1.20m；

- ②在铁板的中心焊角钢 3 ,平面朝上 ,角钢平面的标高为 + 1.10m ;
- ③在角铁离铁板 250mm 处 ,焊上长 300mm 的 G2"管 ;
- ④把变送器用专用卡子(仪表带)安装在 2"管上 ,其标高可在 + 1.0 ~ + 1.50 范围调节。

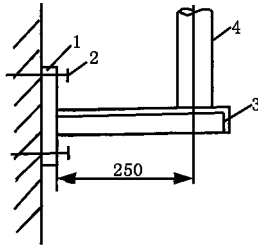


图 5-2-20 变送器在墙上安装图

- 1—厚 8~10mm ,长×宽为 150×150mm 的钢板 1 块 2—M12×100 膨胀螺栓 4 个 ;
3—L45 或 L40 角铁长 300mm 1 根 ,用 □ 100 槽钢更好 4—G2"管子一段 ,长 300mm

(2)地坪上安装 地坪上安装一般在车间已打完水泥地坪后。若尚未打完地坪 ,可用预埋铁的方法安装 ,如图 5-2-21。

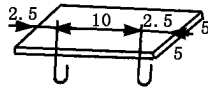


图 5-2-21 预埋铁制作

预埋铁可送 $\delta = 8 \sim 10\text{mm}$ 铁板一块 ,尺寸为 150×150mm ,在铁板的一面焊上 $\phi 10 \sim \phi 12$ 长 100mm 的钢筋两条 ,然后按选定的位置打入地下 ,使铁板低于以后浇注的混凝土地坪 2~3mm。

在已浇注的混凝土地坪上安装 ,就要用膨胀螺栓固定铁板 ,然后焊上一根 1.5m 的 G2"管即可 ,如图 5-2-22 所示。

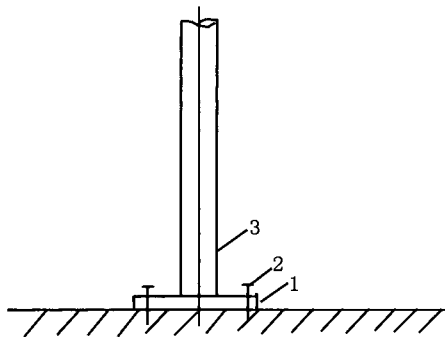


图 5-2-22 地坪上安装变送器支架图

- 1—铁板 ,厚 8~10mm ,长×宽 150×150mm 1 块 2—M12×100 膨胀螺栓 4 个 ;
3—G2"钢管 1 根 ,长 1.50m

变送器习惯于集中安装,不管是气动仪表还是电动仪表,都便于配管、配线。集中安装的支架如图 5-2-23 所示。

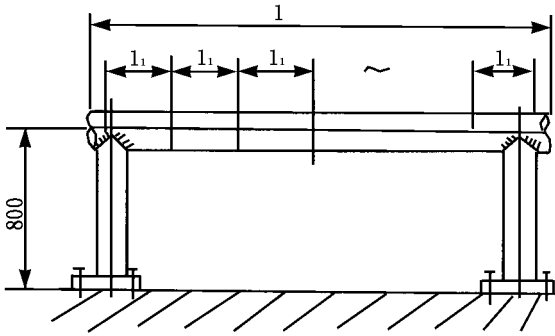


图 5-2-23 变送器集中安装支架图

这是 $\phi 2''$ 管作为主柱(800mm 高), $\phi 2''$ 作为横梁的安装支架,横梁可用 100 槽钢代替。与地坪用两块 $150 \times 150\text{mm}$ $\delta = 8 \sim 10\text{mm}$ 钢板各用四只膨胀螺栓固定。横梁的长度根据集中安装的变送器而定。在横梁的两个头可焊第一个和最后一个变送器安装立柱,都是 $\phi 2''$ 管,长度为 $500 \sim 700\text{mm}$,一般为 500mm 。每个变送器的安装间距,气动变送器与 DDZ-Ⅱ型变送器的间距是 450mm ,DDZ-Ⅲ为 300mm 。

以上几种支架安装方式适合于安装各种类型变送器,也适合于不同型号不同类别的变送器混装,如差压变送器与压力变送器混装,差压变送器、压力变送器不同型号的混装。但不适合于不同种类的变送器混装,如气动变送器与电动变送器混装,DDZ-Ⅱ型变送器与 DDZ-Ⅲ型变送器混装等。

三、常用流量仪表的安装

流量测量包括对液体、气体、蒸汽和固体流量的测量。化工和石油化工生产重点是气体、液体、蒸汽流量的检测与控制。

流量分为瞬时流量和累积流量两种。瞬时流量是指单位时间内流过管道某一截面的流体的量。流量计显示的量一般是瞬时流量。累积流量是指某一定时间内流过管道某一截面流体的总量,其单位为体积或重量,即 m^3 、L、t 和 kg。只有带累积(积算)功能的流量计才能测量累积流量。

流量又可分为体积流量与重量流量,也就是单位时间内流过某一截面流量的计算单位是体积单位还是重量单位,体积单位如 m^3/h 、L/h,重量单位如 t/h、kg/h 等。

流量计种类很多,安装方法也不尽相同,这里介绍几种常见流量计的安装。

(一) 转子流量计安装

转子流量计是由一个上大下小的锥管和置于锥管中可以上下移动的转子组成。从结构特点上看,它要求安装在垂直管道上,垂直度要求较严,否则势必影响测量精度。第

二个要求是流体必须从下向上流动。若流体从上向下流动,转子流量计便会失去功能。

转子流量计分为直标式、气传动与电传动三种形式。对于流量计本身,只要掌握上述两个要点,就会较准确地测定流量。

还须注意的是转子流量计是一种非标准流量计。因为其流量的大小与转子的几何形状、转子的大小、重量、材质、锥管的锥度、被测流体的雷诺数等有关,虽然在锥管上有刻度,但还附有修正曲线,每一台转子流量有其固有的特性,不能互换,特别是气、电远传转子流量计。不能转子流量计损坏,其传动部分完好,拿来就用,还须经过标定。

安装注意事项:

- ①实际的系统工作压力不得超过流量计的工作压力。
- ②应保证测量部分的材料、内部材料和浮子材质与测量介质相容。
- ③环境温度和过程温度不得超过流量计规定的最大使用温度。
- ④转子流量计必须垂直地安装在管道上,并且介质流向必须由下向上。
- ⑤流量计法兰的额定尺寸必须与管道法兰相同。
- ⑥为避免管道引起的变形,配合的法兰必须在自由状态对中,以消除应力。
- ⑦为避免管道振动和最大限度减少流量计的轴向负载,管道应有牢固的支架支撑。
- ⑧截流阀和控制流量都必须在流量计的下游。
- ⑨直管道要求在上游侧 5DN,下游侧 3DN(DN 是管道的通径)。

⑩用于测量气体流量的流量计,应在规定的压力下校准。如果气体在流量计的下游释放到大气中,转子的气体压力就会下降,引起测量误差。当工作压力与流量计规定的校准压力不一致时,可以在流量计的下游安装一个阀门来调节所需的工作压力。

对于电远传转子流量计,在安装时还应注意:

- ①电缆直径为 8~13mm。
- ②电缆要有滴水点(电缆 U 形弯曲),以防雨水顺电缆进入接线盒。
- ③电缆不能承受任何机械负载。
- ④电缆进口处放完电缆后,必须用胶泥封口,同时把多余的电缆进出孔也用胶泥封住。
- ⑤按规定妥善接地。

对危险地点的安装还应注意:

- ①电源必须取自有可靠保证的安全电路的供电单元,或电源隔离变换器。
- ②电源安装在危险场合外面或安装在一个适合的防爆罩子内。
- ③要检查转子流量计是否有防爆等级证明,不符合条件的流量计不能在危险场合安装。

(二)质量流量计安装

科氏流量计与液体的其他任何参数如密度、温度、压力、粘度、导电率和流动轨迹都

无关,并且能对均匀分布的小固体粒子(稀浆)和含有气泡的液体进行测量。

科氏流量计安装要点如下:

(1)传感器的刚性和无应力支撑,如图 5-2-24。

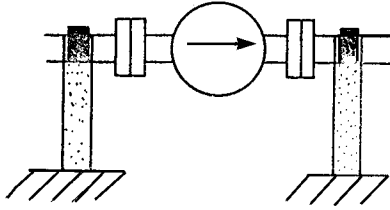


图 5-2-24 传感器的支撑

(2)通常传感器是用两个金属紧固夹进行安装的,紧固夹固定到一个安装板或支柱上,如图 5-2-25 所示。

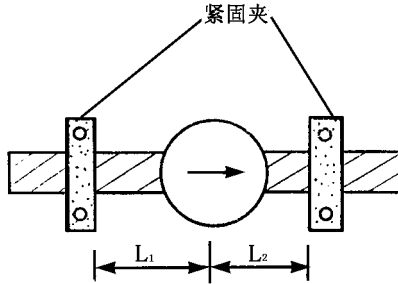


图 5-2-25 传感器的安装

L_1 可以与 L_2 相等,也可以不等。

(3)避免把传感器安装在管道的最高位置,因为气泡会集结和滞留,在测试系统中引起测量误差。

(4)如果不能避免过长的下游管道(一般不大于 3m),应多装一个通流阀。

(5)与输送泵的距离至少要大于传感器本身长度的 4 倍(两法兰之间距离),如果泵引起多余的振动,必须用挠性管或连接管进行隔离,如图 5-2-26。

(6)控制阀,检查观察窗等附加装置都应安装在离传感器至少 $1 \times 'L'$ 远处。

(7)垂直铺设管道,管道的刚度要足够支撑传感器。有时可以不在靠近传感器的地方安装支架,但必须使管道支撑得非常牢固。必要时,也要加支架,支架的距离为 $1 \sim 2L$ 。

(8)支架不能安装在法兰或外壳上,一般离法兰的距离为 $20 \sim 200\text{mm}$ 。

(9)一般不使用挠性软管,只有当振动大的场合才使用。使用软管时,在隔 1 段 $1 \sim 2L$ 的刚性管后连接。

(10)质量流量计可以垂直安装,也可水平安装。

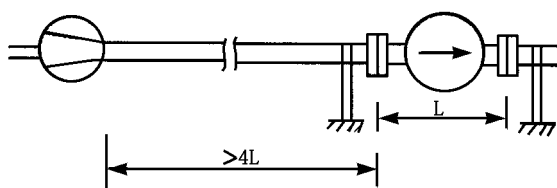


图 5-2-26 传感器与输送泵的距离

(三) 涡轮流量计安装

涡轮流量计是另一类型的流量计,它属速度流量计。它的安装要求较高,安装环境较苛刻。安装时,特别要安装好涡轮,使涡轮与轴承的阻力为最小,涡轮在轴承上运转自如。

涡轮流量计不能在强磁场与强电场环境下安装,否则将会产生很大干扰而影响其测量精度,因此使用受到较大的限制。它的调试也较麻烦,日常维护量也较大。

(四) 靶式流量计安装

这是一种使用较为广泛的流量计,虽然精度不高,一般为 $\pm 1.0\%$,但在要求不高的场合经常采用。

它的安装较为方便,把靶按要求装到管道上即可。由于它的测量原理是把靶的力矩转换成标准气信号或标准电信号,对产生力矩的流束要求较高,因此要求有一定长度的直管段,以保持正常的流束。它的维护工作量较小且方便。

需要注意的是靶式流量计需要二次安装,第一次安装是确定它的位置,在管道吹扫前拆下,以防损坏内件,吹扫合格后,重新装上,再次进行调整。

(五) 电磁流量计安装

电磁流量计是一种很有发展前途的流量计,特别适宜于化工生产使用。它能测各种酸、碱、盐等有腐蚀性介质的流量,也可测脉冲流量,它可测污水及大口径的水流量,也可测含有颗粒、悬浮物等物体的流量。它的密封性好,没有阻挡部件,是一种节能型流量计。它的转换简单方便,使用范围广,并能在易爆易燃的环境中广泛使用,是近年来发展较快的一种流量计。

国产的电磁流量计已经系列化、标准化。管径可以小到40mm,大到1200mm以上。标定简单,不管检测什么介质的流量,都可用水标定。只是它的密封性受压力与温度的影响,受到了限制,使用范围限制在压力低于1.6MPa,温度 $5\sim 60^{\circ}\text{C}$ 范围之内。

电磁流量计安装注意事项如下:

(1) 电磁流量计,特别是对小于DN100mm(4")的小流量计,在搬运时受力部位切不可在信号变送器的任何地方,应在流量计的本体。

(2) 按要求选择安装位置,但不管位置如何变化,电极轴必须保持基本水平。

(3) 电磁流量计的测量管必须在任何时候都是完全注满介质的。

(4) 安装时,要注意流量计的正负方向或箭头方向应与介质流向一致。

(5) 安装时要保证螺栓、螺母与管道法兰之间留有足够的空间,以便于装卸。

(6) 对于严重污染的流体的测量,电磁流量计应安装在旁路上。

(7) $DN > 200(8")$ 的大型电磁流量计要使用转接管,以保证对接法兰的轴向偏移,方便安装。

(8) 最小直管段的要求为上游侧 $5DN$,下游侧 $2DN$ 。

(9) 要避免安装在强电磁场的场所。

(10) 电磁流量计的环境温度要求:

产品温度 $< 60^{\circ}\text{C}$ 时, $< 60^{\circ}\text{C}$

产品温度 $> 60^{\circ}\text{C}$ 时, $< 40^{\circ}\text{C}$

为避免因夹附空气和真空度降低损坏橡胶衬垫引起测量误差,可参照建议位置安装,见图 5-2-27。

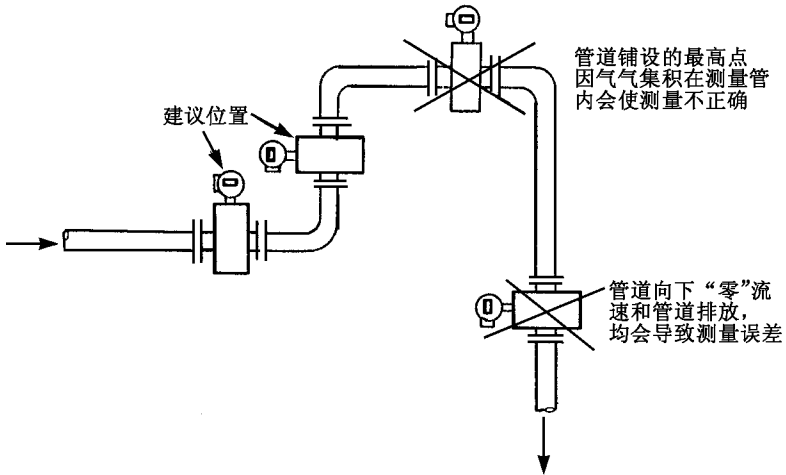


图 5-2-27 电磁流量计的安装(一)

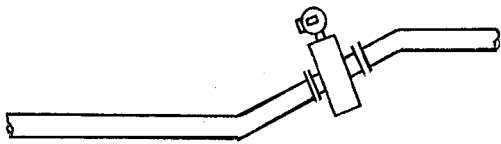


图 5-2-28 电磁流量计的安装(二)

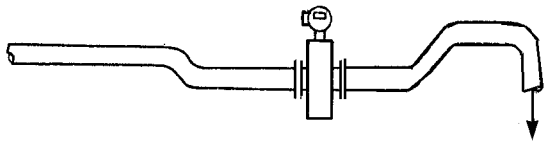


图 5-2-29 电磁流量计的安装(三)

水平管道安装电磁流量计时,应安装在有一些上升的管道部分,如图 5-2-28。如果不可能,应保证足够的流速,防止空气、气体或蒸汽集积在流动管道的上部。

在敞开进料或出料时,流量计安装在低一段管道上,如图 5-2-29 所示。

当管道向下且超过 5m 时,要在下游安装一个空气阀(真空),见图 5-2-30。

在长管道中,控制阀和截流阀始终应该安装在流量计的下游,见图 5-2-31。

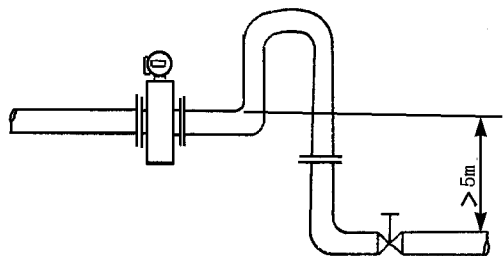


图 5-2-30 电磁流量计的安装(四)

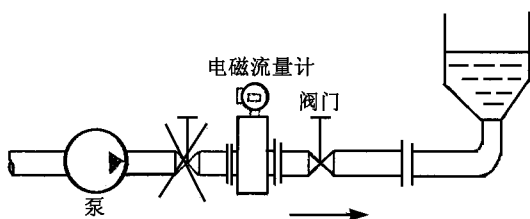


图 5-2-31 电磁流量计的安装(五)

流量计决不可安装在泵的吸口一端,见图 5-2-32。

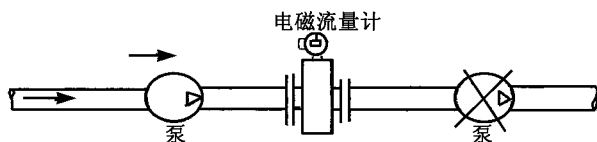


图 5-2-32 电磁流量计的安装(六)

在系统温度超过 100℃的场所,要提供相应装置补偿管道受热的轴向膨胀:

- ①短的管道采用弹性垫圈。
- ②长的管道安装挠性管道部件(如肘形弯管)。

流量计安装应与管道轴成一直线。

流道法兰面必须平行,容许的最小偏差为:

$$L_{\max} - L_{\min} < 0.5 \text{ mm}$$

其中 L_{\max} 、 L_{\min} 是两个法兰最大与最小的距离。

(六)节流元件的安装

1. 节流元件种类及使用场合

节流元件一般指孔板,还有喷嘴与文丘里管。

孔板除标准孔板外还有圆缺孔板、端头孔板、双重孔板等,它们的使用场合是:

(1)标准孔板 是用得最广泛的一种节流元件。它的公称压力由 0.25MPa 到 32MPa,公称直径为 50~1600mm 适用于绝大多数流体,包括气体、蒸汽和液体的流量检测和控制。

(2)标准喷嘴 公称压力由 0.6MPa 到 6.4MPa,公称直径由 50mm 到 400mm。取压形式为环室取压,法兰上钻孔取压和宽边钻孔取压。能与紧密面为平面、榫面、凸面的法兰配套使用。

(3)标准短文丘里喷嘴 公称压力由 0.6MPa 到 6.4MPa,公称直径由 100mm 到

40mm, $\left(\frac{d}{D}\right)^2$ 必须大于 0.1, 且仅能与平面法兰配套使用。

(4) 标准文丘里喷嘴 公称压力 $\leq 0.6\text{MPa}$, 公称直径由 200mm 到 800mm, 仅能与平面法兰配套使用。

(5) 圆缺孔板 公称压力由 0.25MPa 到 6.4MPa, 公称直径由 500mm 到 1600mm。取压形式可为环室取压和宽边钻孔取压。能与紧密面为平面、榫面凸面的法兰配套使用。

(6) 端头孔板 公称直径为 50 至 600mm, 取压形式有环室取压和安装环上钻孔取压两种。能安装在管道的入口或出口上。

(7) 双重孔板 公称压力由 0.25MPa 至 6.4MPa, 公称直径由 100mm 到 400mm。取压形式可为环室和宽边钻孔取压。能与紧密面为平面、榫面、凸面的法兰配套使用。

(8) 1/4 圆喷嘴 公称压力由 0.25MPa 至 6.4MPa, 公称直径由 25mm 至 100mm。取压形式可为环室取压和宽边钻孔取压。能与紧密面为平面、榫面凸面的法兰配套使用。

2. 节流装置安装注意事项

(1) 节流装置安装有严格的直管段要求。一般可按经验数据前 8 后 5 来考虑。即节流装置上游侧要有 8 倍管道内径的距离, 下游侧要有 5 倍管道内径的距离。

(2) 节流装置安装前后 2D 的直管段内, 管道内壁不应有任何凹陷和用肉眼看得出的突出物等不平现象。由于管道的圆锥度、椭圆度或者变形等所产生的最大允许误差: 当 $d/D \geq 0.55$ 时, 不得超过 $\pm 0.5\%$, 当 $d/D < 0.55$ 时, 不得超过 $\pm 2.0\%$ 。

(3) 节流装置的端面应与管道的几何中心相垂直, 其偏差不应超过 1° 。法兰与管道内口焊接处应加工光滑, 不应有毛刺及凹凸不平现象。节流装置的几何中心线与管道中心线相重合, 偏差不得超过 $0.015D\left(\frac{D}{d} - 1\right)$ 。

(4) 节流装置在水平管道上安装时, 取压口方位如图 5-2-33 所示。

(5) 节流装置的安装必须在工艺管道吹扫后进行。

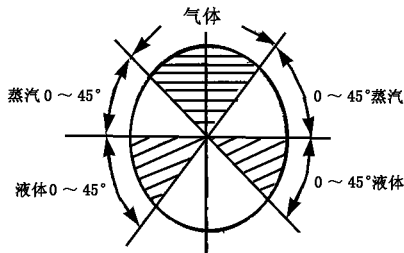


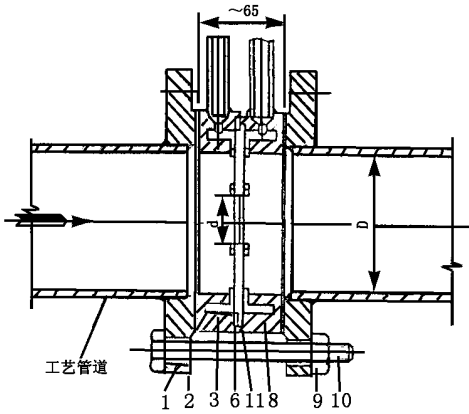
图 5-2-33 节流装置在管道上的取压口方位

(6) 在水平和倾斜的工艺管道上安装孔板或喷嘴, 若有排泄孔时, 排泄孔的位置对液体介质应在工艺管道的正上方, 对气体及蒸汽介质应在工艺管道的正下方(一般钻一个 $\phi 3$ 的小孔作为排泄孔)。

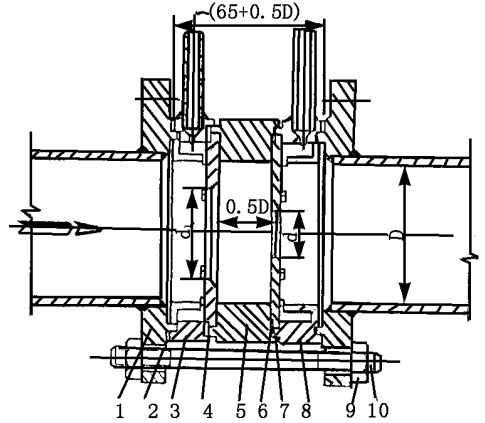
(7) 环室与孔板有“+”号的一侧应在被测介质流向的上游侧。当用箭头标明流向时,箭头的指向应与被测的流向一致。

(8) 节流装置的垫片应与工艺管道同一质地,并且能小于管道内径。

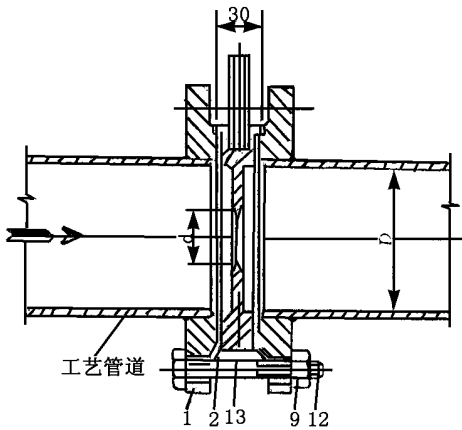
常用节流装置安装方式见图 5-2-34 至图 5-2-40。



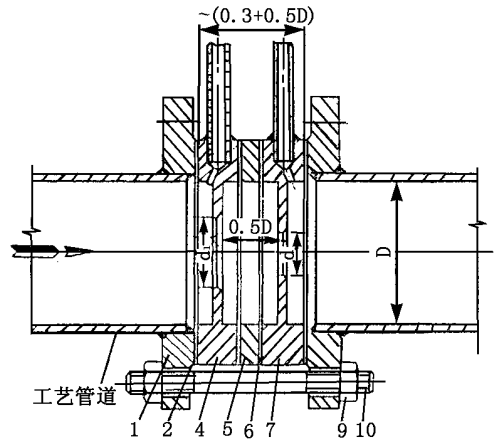
(a) 环室节流装置的安装



(b) 环室双重孔板的安装



(c) 宽边节流装置的安装



(d) 宽边双重孔板的安装

图 5-2-34 带平面(槽面、凹面)密封面的节流装置在钢管上的安装图

1—法兰 2—垫片 3—正环室 4—前孔板 5—中间环 6—垫片 7—后孔板 8—负环室;
9—螺母 10—双头螺栓 11—环室节流装置 12—螺栓 13—宽边节流装置

附注 焊接采用 45°角焊,焊缝应打光无毛刺

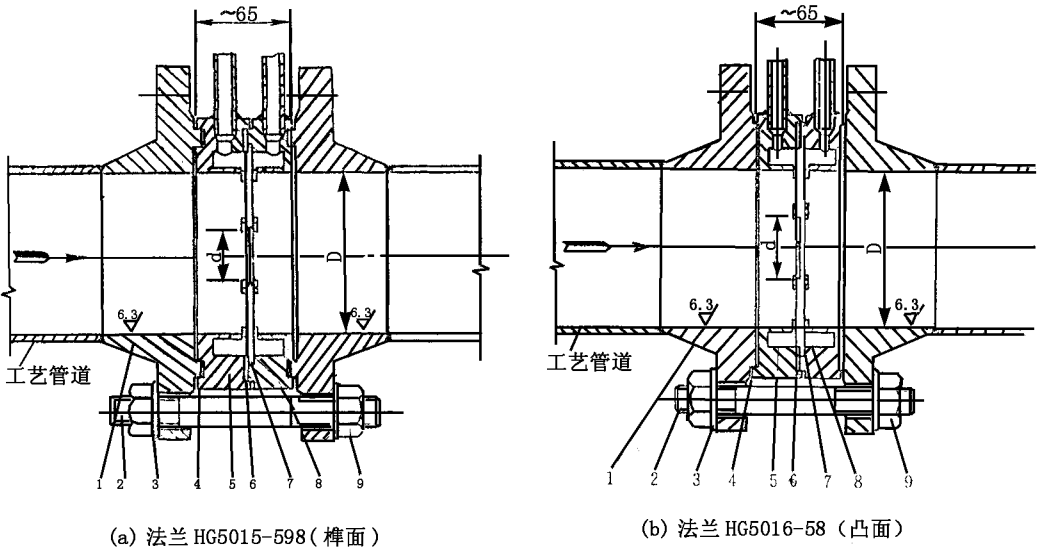


图 5-2-35 带槽面(凹面)环室(或宽边)的孔板、喷嘴、1/4 圆喷嘴在钢管上的安装图

- 1—对焊法兰 2—光双头螺栓 3—光垫圈 4—垫片 5—正环室 6—垫片；
7—节流装置 8—负环室 9—光六角螺母

附注 ①法兰内孔在安装前应扩孔至管道计算直径 D；

②法兰与工艺管道焊接处的内侧应打光磨平

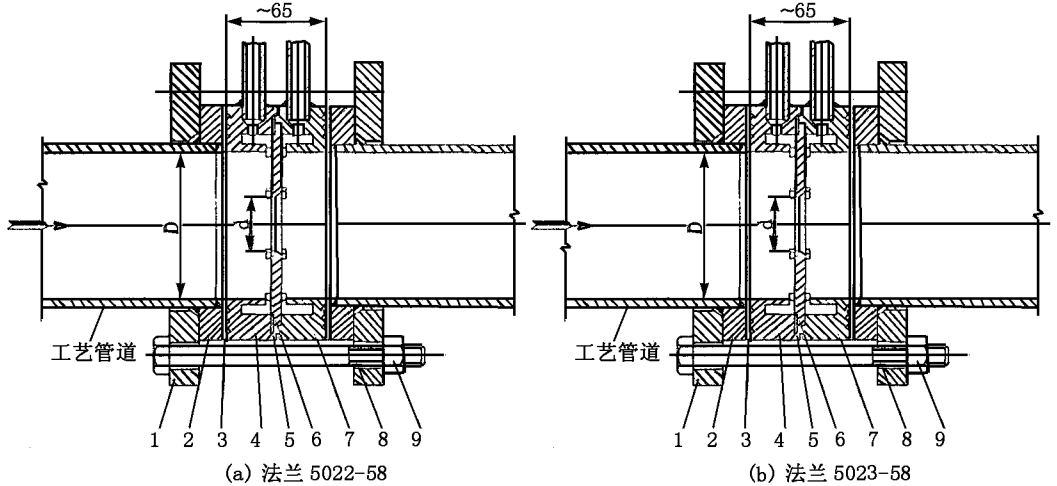


图 5-2-36 带平面(槽面)密封面的节流装置在不锈钢管上的安装图

- 1—法兰 2—焊环 3—垫片 4—正环室 5—垫片；
6—节流装置 7—负环室 8—螺栓 9—螺母

附注 焊接采用 45°角焊,焊缝应打光,无毛刺

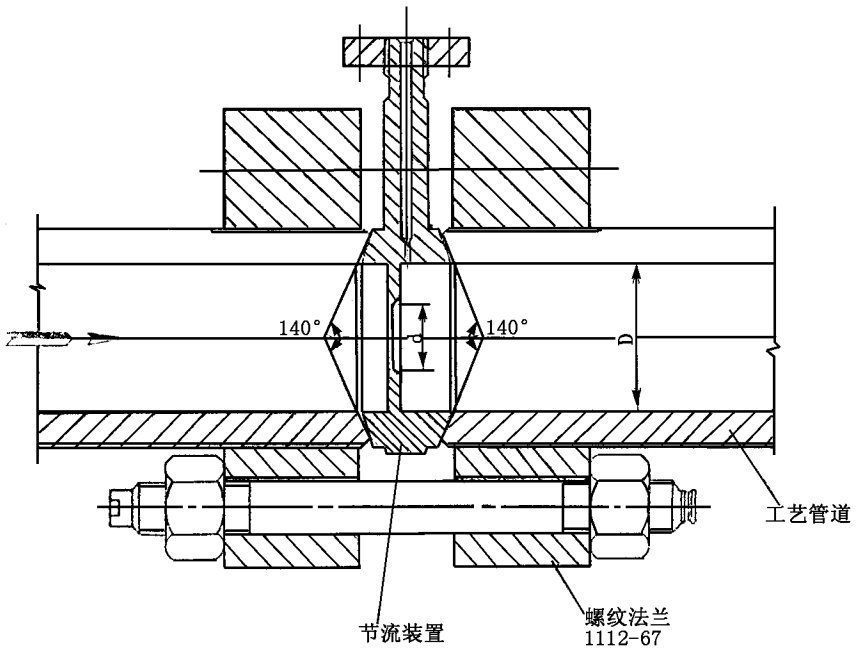


图 5-2-37 孔板、喷嘴在钢管上的安装图

附注：①节流装置包括 标准孔板 $PN = 320$ ， $ND = 15 \sim 150$ 标准喷嘴 $PN = 320$ ， $DN = 15 \sim 150$ ；②节流装置和工艺管道的偏心度不得超过 $0.015(D/d - 1)$ 和 $0.0075D$

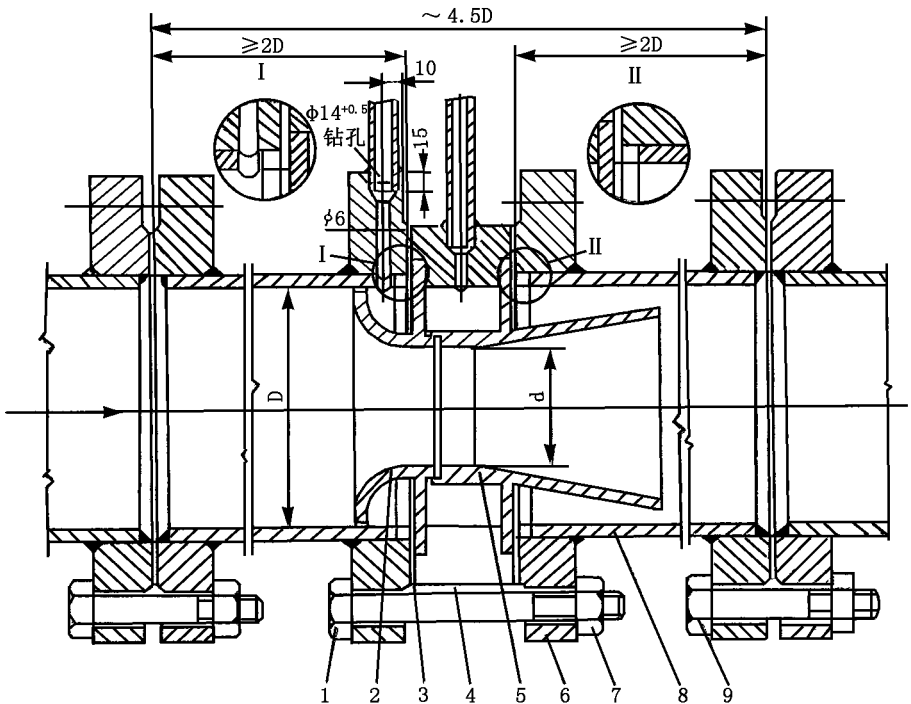


图 5-2-38 短式文丘里喷嘴在钢管上的安装图

1—螺栓 2—喷嘴 3—垫片 4—衬环 5—扩散管 6—平焊法兰 7—螺母 8—接管 9—螺栓
附注：①法兰焊缝应打光，无毛刺；
②在法兰上钻孔时应在法兰与管子焊好后进行，钻孔位置应与螺栓孔错开；
③接管内径 D 只能有正公差

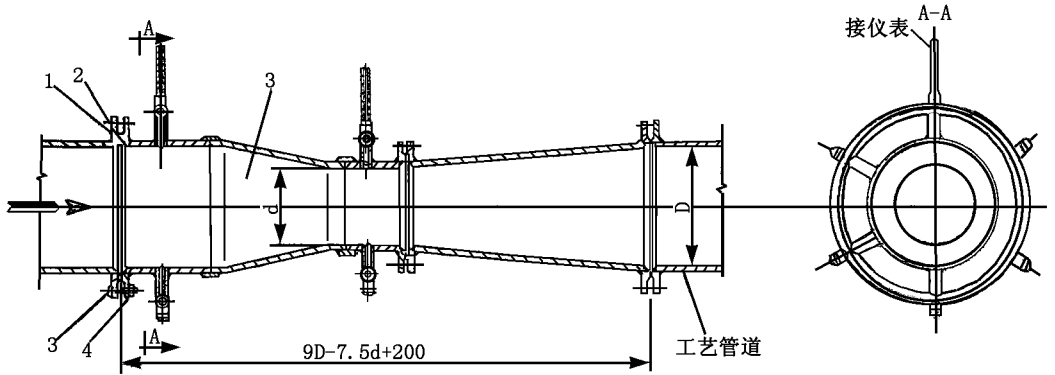


图 5-2-39 长式文丘里管在钢管上的安装图

1—平焊法兰 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—长式文丘里管

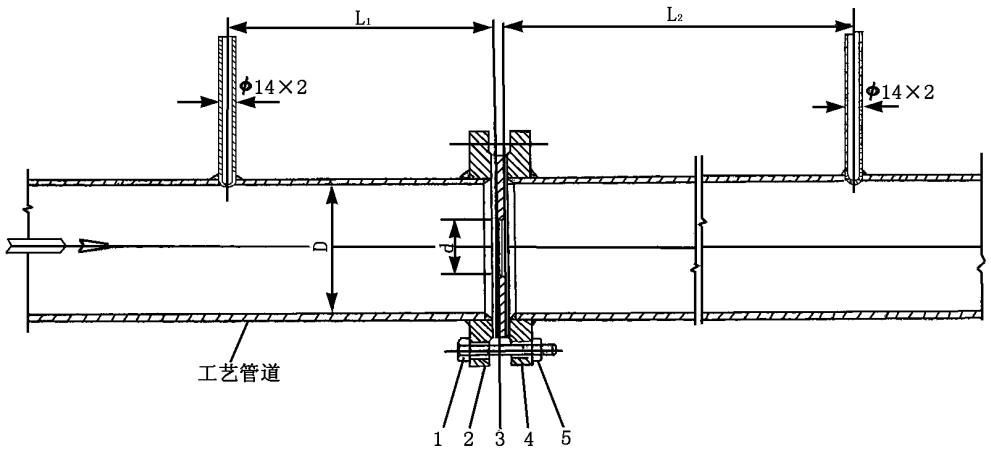


图 5-2-40 管接取压和径距取压的孔板在钢管上的安装图

1—螺栓 2—垫片 3—标准孔板 4—平焊法兰 5—螺母

附注 ①法兰焊接采用 45° 角焊, 焊缝应打光, 无毛刺;

②当采用径距取压时, $L_1 = 2.5D$, $L_2 = 8D$

当采用角距取压时, $L_1 = D$, $L_2 = 0.5D$

3. 节流装置的取压方式

常见的节流装置取压方式有三种, 即环室取压、法兰取压和角接取压。

(1) 环室取压 环室取压是应用较多的一种节流装置取压形式, 适用于公称压力 $0.6 \sim 6.4 \text{ MPa}$, 公称直径 $50 \sim 400 \text{ mm}$ 范围。它能与孔板、喷嘴和文丘里配合, 也能与平面、榫面和凸面法兰相配使用。环室分为平面环室、槽面环室和凹面环室三类。

(2) 法兰取压 就是在法兰边上取压。其取压孔中心线至孔板面的距离为 25.4mm (1")。它较环室取压有加工简单,且金属材料消耗小,容易安装,容易清理脏物,不易堵塞等优点。

根据法兰取压的要求和现行标准法兰的厚度,以及现场备料、加工条件,可采用直式钻孔型和斜式钻孔型两种形式。

① 直式钻孔型:当标准法兰的厚度大于 36mm 时,可利用标准法兰进一步加工即可。如果标准法兰的厚度小于 36mm,则需用大于 36mm 的毛坯加工。取压孔打在法兰盘的边沿上与法兰中心线垂直。

② 斜式钻孔型:当采用对焊钢法兰且法兰厚度小 36mm 时,取压孔以一定斜度打在法兰预的斜面上即可。

不同公称压力与公称直径的孔板钻孔如表 5-2-30 所示。

表 5-2-30 不同压力、直径的孔板钻孔

公称直径 DN mm	公称压力, MPa	直 式		斜 式
		标准法兰	加厚的法兰毛坯	标准法兰
	0.6	1 000	700 ~ 900	
	1.6	400 ~ 600	250 ~ 350	
	4.0	175 ~ 500		50 ~ 150
	6.4	125 ~ 400		50 ~ 100

法兰钻孔取压节流装置安装见图 5-2-41 和图 5-2-42。

法兰钻孔取压的注意事项如下:

① 法兰内径:为了不影响流量测量精度,法兰内径应与所在管道内径相同。当采用标准法兰加工时,会遇到两种情况:一是当标准法兰内径小于锐孔板所在管道的管子内径时,需将标准法兰内径扩孔,使之与管内径相同;二是当标准法兰内径大于锐孔板所在管道的管子内径时,安装时需要更换一段长度为 20 ~ 30D,内径与法兰内径相同的管道。

② 取压孔与法兰面距离 M 值的确定:按规定法兰取压法取压孔中心线至锐孔板面的距离为 25.4mm,其误差不超过 ${}_{-0}^{+1.0}$ mm。此外当锐孔板厚度大于 6mm 时,锐孔板上游面至低压取压孔中心线的距离不应超过 31.5mm,因此:

(a) 当锐孔板厚度 $\delta \leq 6\text{mm}$ 时, M 值主要根据垫片厚度确定。

(b) 当锐孔板厚度 $\delta > 6\text{mm}$ 时,为了满足锐孔板上游面到下游取压孔的距离不大于 31.5mm,应将锐孔板下游面的夹持边缘车去一部分,以符合要求。

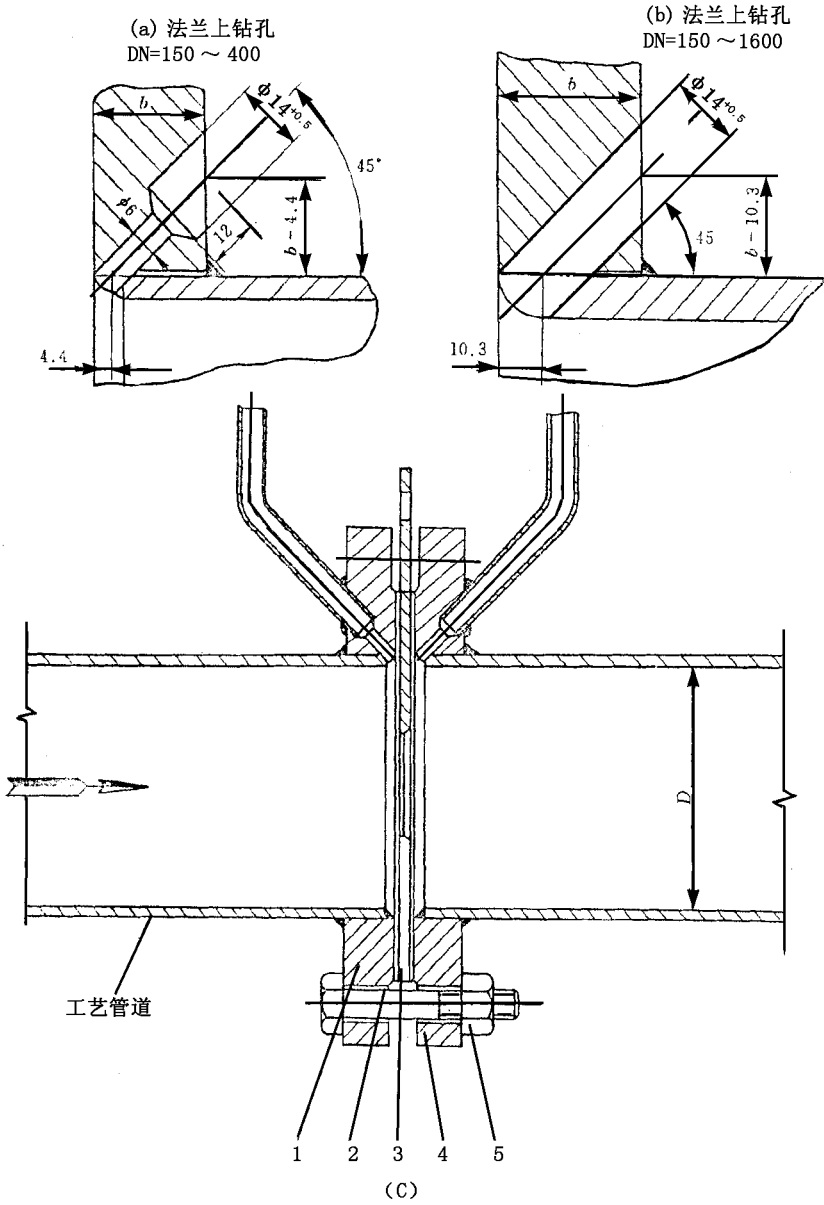


图 5-2-41 法兰上钻孔取压的孔板、喷嘴在钢管上的安装图

1—螺栓 2—垫处 3—节流装置 4—法兰 5—螺母

附注 ①节流装置包括：带柄孔板、银边孔板、带柄喷嘴、整体圆缺孔板和银边圆缺孔板；

②焊接采用 45°角焊，焊缝应打光，无毛刺

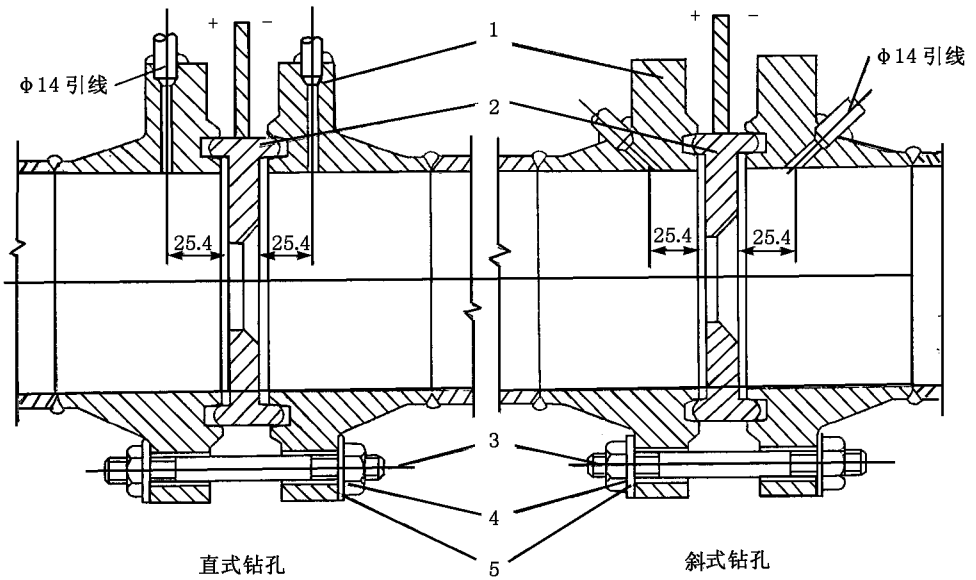


图 5-2-42 锐孔板安装图

1—对焊钢法兰 2—锐孔板 3—双头螺栓 4—螺母 5—垫圈

附注：①安装时应保证法兰端面对管道轴线的不垂直度不得大于 1° ；

②法兰与管道对焊后应进行处理，使内壁焊缝处光滑，无焊疤及焊渣；

③安装时注意锐孔板和法兰的配套。锐孔板的安装正负方向及引压口的方位均应符合设计要求；

④锐孔板的安装应在管线吹扫后进行

③斜式钻孔定点方法：当外钻孔时，斜式钻孔关键在于决定 β 角（倾斜角度）。钻点的确定原则首先是保证 M 值，以满足 $1''$ 取压对取压点距离的要求。在此前提下争取 β 角尽可能大一些，以便利钻孔加工。具体步骤如下：

先用图解法解出合理的 β 角。

定坐标 x 、 y ，见图 5-2-43。

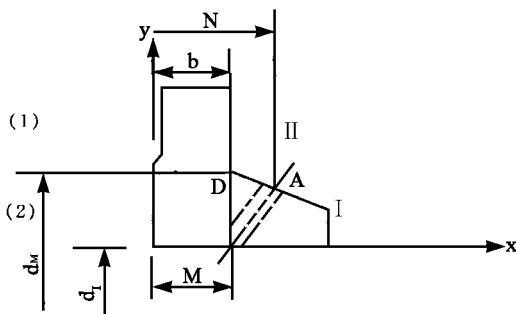


图 5-2-43 求补钻孔点 N

直线 I 的方程：

$$y - \frac{1}{2}(D_m - d_1) = -k(x - b)$$

直线 II 的方程：

$$y = (x - M) \operatorname{tg} \beta$$

式中 K 为直线 I 的斜率,由采用的标准法兰查出。

直线 I、II 的交点 A 的横坐标 N 即为钻孔点。解方程组,即得：

$$x = \frac{\frac{1}{2}(D_m - d_1) + M \operatorname{tg} \beta + Kb}{\operatorname{tg} \beta + K}$$

即：

$$N = \frac{\frac{1}{2}(D_m - d_1) + M \operatorname{tg} \beta + Kb}{\operatorname{tg} \beta + K}$$

找出 N,依据 β 角,向内钻孔即可。

当内钻孔时,按 M 值在法兰内壁定点往外钻孔,然后再从外边扩孔即可。此时 β 角不作严格要求。

有关法兰、螺栓、垫片材料的选用见表 5-2-31 和表 5-2-32。

表 5-2-31 平焊法兰螺栓、螺母垫片材料选用表

介 质	公称压力 MPa	操作温度 ℃	平焊法兰 (钢号)	双头螺栓 (钢号)	螺母 (钢号)	非金属垫片
油 品						耐油橡胶石棉垫
液化液	0.25					
溶 剂	0.6	≤200	A ₃	A ₁₀	A ₃	
氢 气 催化劑	1.6					
蒸汽	1.6	≤250	A ₃	A ₁₀	A ₃	中压橡胶石棉垫
水、盐水 碱 液	1.6	≤60	A ₃	A ₁₀	A ₃	橡胶垫
		≤150				中压橡胶石棉垫
压缩空气 空气 惰性气体	≤1.6	≤200	A ₃	A ₁₀	A ₃	中压橡胶石棉垫
硫酸 (浓度 > 76%)	≤1.6	≤35	A ₃	A ₁₀	A ₃	中压橡胶石棉垫

表 5-2-32 对焊法兰、螺栓、螺母、垫片材料选用表

介 质	公称压力 MPa	操作温度 ℃	对焊法兰 (钢号)	双头螺栓 (钢号)	螺 母 (钢号)	缠绕式垫片
油 品 溶剂、油气 催化剂 液化气 水、盐水	4	≤350	20	35	25	15号钢带-石棉带 0Cr13带-石棉带
		351~450	20	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
		451~550	Cr5Mo	25Cr2MoVA	30CrMoA 或 35CrMoA	
	6.4	≤350	20	35	25	
		351~450	20	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
		451~550	Cr5Mo	25Cr2MoVA	30CrMoA 或 35CrMoA	
氢 气 氢气 + 油 气 爆炸性气 体	4	≤200	20	35	25	15号钢带-石棉带 0Cr13-石棉带
		201~350	Cr5Mo	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
		351~550	Cr5Mo	25Cr2MoVA	30CrMoA 或 35CrMoA	
		451~510	Cr5Mo	25Cr2MoVA	30CrMoA 或 35CrMoA	
	6.4	≤200	20	35	25	
		201~350	Cr5Mo	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
		351~450	Cr5Mo	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
		451~510	Cr5Mo	25Cr2MoVA	30CrMoA 或 35CrMoA	
蒸 汽、氨、 空 气碱液	4	≤350	20	35	25	15号钢带-石棉带
		351~450	20	30CrMoA 或 35CrMoA	35	
硫酸(浓 度>76%)	4	≤35	20	35	25	0Cr13带-石棉带

(七)差压计的安装

差压变送器及其他差压仪表,如常用来作现场指示、记录和累积的双波纹管差压计,其仪表本身的安装不复杂,且与压力变送器的安装相同。但它的导压管敷设比较复杂,为使差压能正确测量,尽可能缩小误差,配管必须正确。

测量气体、液体流量管路连接分差压计在节流装置近旁,差压计低于或高于节流装置三种情况。测量蒸汽流量管路连接分差压计低于和高于节流装置两种情况。还有许多管路连接法,如隔离法、吹气法、测量高压气体的管路连接等。

小流量时,也可采用 U 管指示。差压指示要表示流量的大小时,要注意差压是与对应的流量的平方成正比关系。小流量用差压计来检测,会降低其精度。

常用流量测量管路连接图见图 5-2-44 至图 5-2-49。

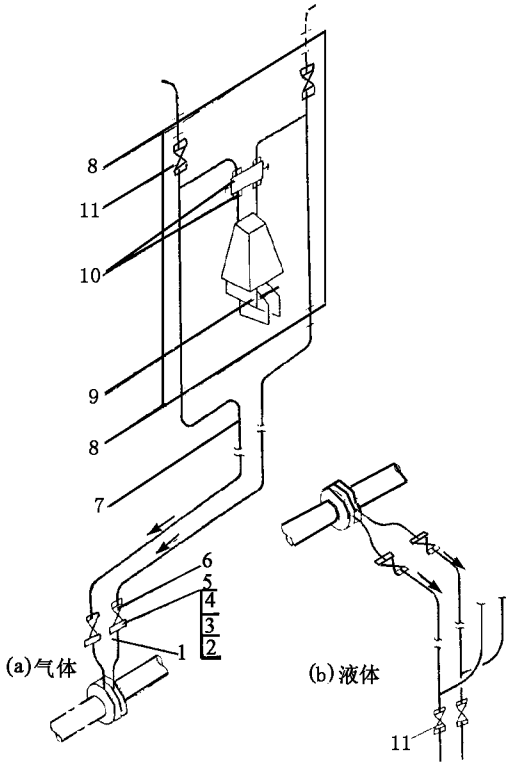


图 5-2-44 测量气体、液体流量管路连接图
(差压计高于节流装置)

- 1—无缝钢管;2—法兰;3—螺栓;4—螺母;
5—垫片;6—取压球阀(PN25 时)或取压截止
阀(PN64 时);7—无缝钢管;8—直通穿板接头;
9—直通终端接头;10—三阀组附接头;11—卡套
式球阀(PN25 时)或卡套式截止阀(PN64 时)

附注 图中虚线部分 8 和 11 均为

(b)所采用 (a)不采用

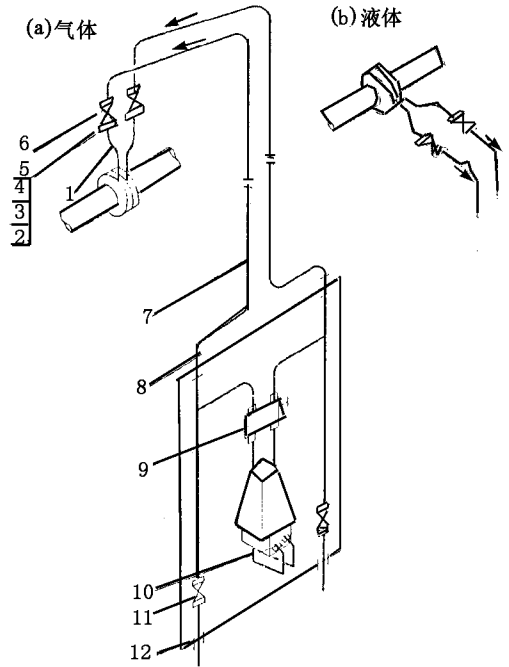


图 5-2-45 测量气体、液体流量管路连接图
(差压计低于节流装置)

- 1—无缝钢管;2—法兰;3—螺栓;4—螺母;
5—垫片;6—取压球阀(PN25 时)或取压
截止阀(PN64 时);7—无缝钢管;
8—直通穿板接头;9—三阀组附接头;
10—直通终端接头;11—卡套式球阀
(PN25 时)或卡套式截止阀(PN64 时)

12—填料函

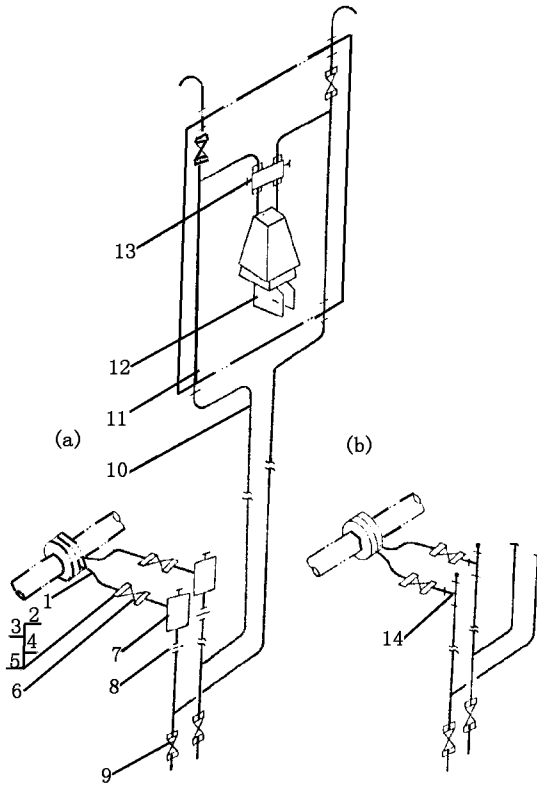


图 5-2-46 测量蒸汽流量管路连接图

(差压计高于节流装置)

- 1—无缝钢管 2—凸面法兰 3—螺栓 4—螺母；
5—垫片 6—截止阀 7—冷凝容器 8—直通中
间接头 9—卡套式截止阀 10—无缝钢管；
11—直通穿板接头 12—直通终端接头；
13—三阀组附接头 14—三通中间接头

附注：①(a)装有冷凝容器，适用于各种差
压计测量蒸汽流量。(b)采用冷凝管，
仅适用于 QDZ、DDZ 型力平衡式、
高、大差压变送器测量蒸汽流量；
②若特殊需要，也可将三阀组安装在
变送器的下方

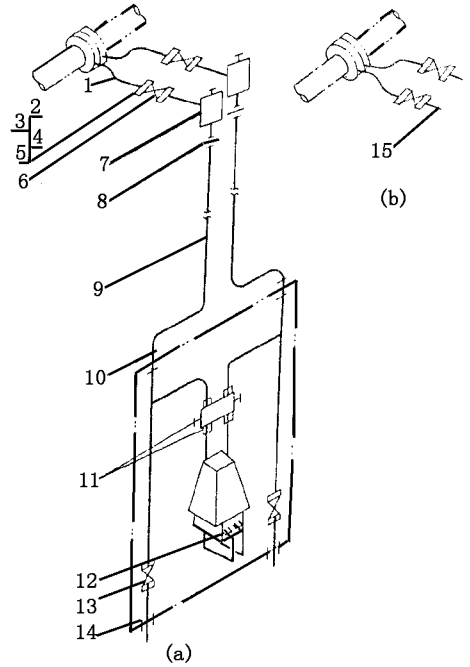


图 5-2-47 测量蒸汽流量管路连接图

(差压计低于节流装置)

- 1—无缝钢管 2—凸面法兰 3—螺栓 4—螺母
5—垫片 6—截止阀 7—冷凝容器 8—直通中
间接头 9—无缝钢管 10—直通穿板接头；
11—三阀组附接头 12—直通中间接头；
13—卡套式截止阀 14—填料函；
15—三通中间接头(带堵头)

附 (a)设有冷凝容器，它适用于各种差
压计测量蒸汽流量。(b)采用冷凝管，
仅适用于 QDZ、DDZ 型力平衡式、
高、大差压变送器测量蒸汽流量

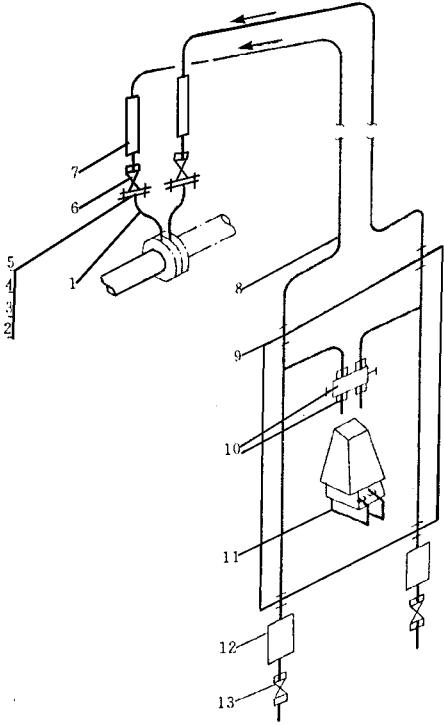


图 5-2-48 测量湿气体流量管路连接图

1—无缝钢管 2—法兰 3—螺栓 4—螺母；
5—垫片 6—取压球阀（PN25 时）或取压截止阀（PN64 时）；7—短管 8—无缝钢管 9—直通穿孔板接头；10—三阀组附接头；11—直通终端接头；
12—分离器；13—卡套式球阀
（PN25 时）或卡套式截止阀（PN64 时）

附注：①本图适用于气体相对湿度较大的场合；

②若差压计高于节流装置，则从节流装置引出的导压管可由保温箱的下方引至三阀组及差压计，并取消 12、13 设备及减少 2 个直通穿孔板接头

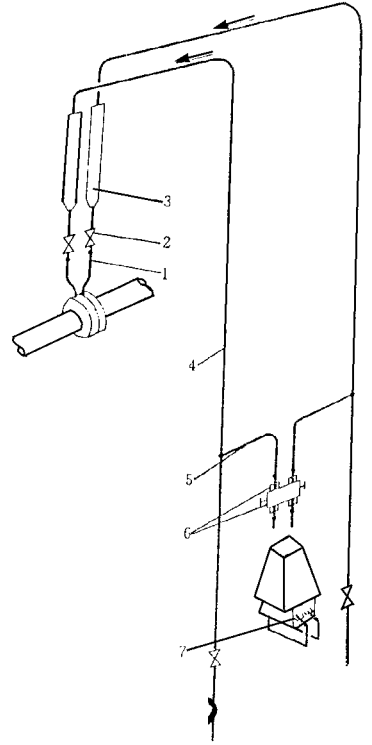


图 5-2-49 测量粉尘气体流量管路连接图

1—无缝钢管 2—内螺纹填料旋塞 3—短管；
4—水煤气管 5—无缝钢管；
6—三阀组附接头；
7—直通终端接头

四、物位仪表安装

常用的液位测量仪表有浮球式液面计、浮筒式液面计、电容式液面计、电阻式液面计、电极式液面计、法兰式差压液面变送器、差压式液面测量、冲液法液面测量、吹气法液面测量、放射性液面计及玻璃板、玻璃管液面计等。

(一) 玻璃板液面计安装

玻璃板液面计安装较为简单,安装法兰都在工艺设备上。安装前要认真检查法兰是否相配合,垫片是否能满足要求,螺栓型号、规格是否相符。要求螺栓露出螺帽各为2~3扣,平螺母或超出太长都不合适,要调换螺栓。

玻璃板液面计的截止阀(切断阀)要求试压与研磨,以便正式启用后免去跑、冒、滴、漏的麻烦。

(二) 浮球式液位计安装

浮球式液位计安装也较简单,在预定位置装上浮球后,注意浮球活动自如。介质对浮球不能有腐蚀,它常用在小于1MPa的容器内的液位测量,安装的要求也不高。

(三) 浮标式液位计安装

在大罐上常用,它适用于精度不高,指示要求直观的场合。

(四) 浮筒液面计安装

浮筒液面计分为内外浮筒,安装重点是垂直度。内装在浮筒内的浮杆必须自由上下,不能有卡涩现象,垂直度保证不了,就要影响测量精度。浮筒气动调节器是基地式仪表,浮筒作为发送部分。需要注意的是发送部分没有可调部件,若发现零位、量程、非线性等问题,只能改变凸轮与凸轮板的接触位置,而这种改变通常要请制造厂到现场服务予以解决,超出了安装的范畴。安装时除保证其垂直度(通常为 $\pm 1\text{mm}$)外,还要注重法兰、螺栓、垫片、切断阀的选择与配合。切断阀还须试压合格。

(五) 放射性液位计安装

放射性液位计是尿素生产中常采用的一种液位计。一般采用的放射源是钴(Co),有时也采用铱(Ir)。

放射性料位计要有专业队伍安装。安装程序如下。

1. 设备开箱、检验

通常专业队伍由施工单位转包,厂方推荐。因此放射性料位计安装直接关系到甲方(建设单位)、乙方(施工单位)和丙方(放射性专业安装单位)。

(1) 开箱检查 开箱检查时,甲、乙、丙三方都要到场,一起开箱,一起检点货物并查清备件数量。要确认仪表及其备品的完整性和齐全性。要登记造册,三方各持一份。

(2) 安装前仪表性能检验 此项工作由丙方为主,在调整间进行。通常检验项目有:

① 仪表成套性。分离出安装件和备用件。检查各部件的机械结构、初步电气性能,组成成套仪表。

② 仪表出厂时设定值检查。

③ 仪表的射线性能检查,主要检查控制和测试性能。正确接线,送电,定性定量观测仪表射线探测性能。

④ 放射源的放射性及防护开关操作性能检查。

⑤重要机件的尺寸检查(核对图纸)。

⑥源井检查。

(3)检查结论 做出仪表可否安装或需退换、索赔等结论和处理意见。

2. 安装

以丙方为主,乙方配合。

有两项主要工作:

①仪表测量装置几何布置图的提出。

②放射源和探头安装点上、下操作空间及安装、维修人员上下梯道、工作的吊装结构等图纸的提出。

以上工作需乙方协助施工,丙方现场指导,提出具体要求和检查、验收。

(1)探测变送器安装

a. 机械安装;b. 电源选择及安装。

(2)通电检验

a. 接线,并检查确信无误;b. 通电;c. 检查工作情况;d. 放射本底测量(现场放射强度测量);e. 封盖。

(3)放射源安装

该项工作要在其他一切工作都就位时才能进行。

①运输源罐及(放射)源罐车的制作;

②必要的核防护用品和射残个人剂量仪的购置;

③为避免设备维修时射线可能造成的损伤和引起的心理恐惧,建议建立一个专门的放射源固定源库;

④乙方配合其他安装工作的进行,如吊装源罐,清除源罐安装运输途中的障碍。

(4)源的开关比测定

(5)现场辐射场测定

3. 仪表设置

①量程设置;②测量单位设置;③小数点位设置;④时间常数设置;⑤报警设置;⑥模拟输出设置和校准。

4. 标定

用清水来标定。按一般液位计的校验方法和步骤进行。

①零点标定;②满刻度标定;③线性曲线测定(做11点);④线性曲线制备;⑤结点设备;⑥校验;⑦投运前运行48小时;⑧投入使用。

5. 验收

甲、乙、丙三方代表共同验收。

①甲、乙、丙三方各派1~2名代表,就仪表投用效果作评价并做出结论;②移交安装、测试图纸记录;③甲方验收、交接。

(六) 光导电子液位计安装

光导电子液位计是近几年才投入使用的一种新型液位计。

光导电子液位计是根据力平衡原理和光导电子新技术研制而成的新型液位仪表。此仪表的特点是电路转换全部采用无触头(点)形式;一次仪表无齿轮传动,因而结构简单、直观、可靠、精度高而且安全,既能现场指示,又能遥测、遥控。安装、操作、使用、维修方便,防爆级别高,可用于一切防爆场所。

光导电子液位计的安装没有特点的地方。

(七) 差压法测量液面

这是目前使用最多的一种液面测量法。用普通差压变送器可以测量容器内的液面,也可用专用的液面差压变送器测量容器液面,如单法兰液面(差压)变送器、双法兰液面(差压)变送器。其测量液面的原理完全一样,就是差压法。

用差压法测量液面又分常压容器(敞口容器)和压力容器两种。

常压容器测液位是差压法测液位的基本情况,如图 5-2-50 所示。

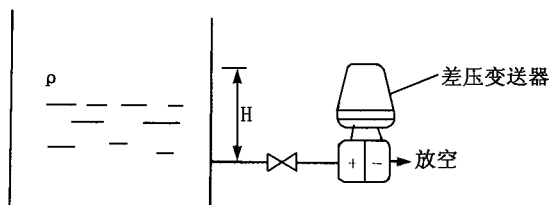


图 5-2-50 常压容器用差压法测量液位

常压容器预留上、下两个孔,是测液位准备的。上孔可以不接任何加工件,也可以配一个法兰盘,中心开个小孔,通大气。下孔接差压变送器的正压室。差压变送器的负压室放空。

安装要求意的问题是下孔(一般是预留法兰)要配一个法兰,法兰管装一个截止阀,阀后配管直接接差压变送器的正压室即可。

若测有压容器,只要把上孔与负压室相连,见图 5-2-51,这种安装也很简单,按照设计要求,配上两对法兰(包括垫片和螺栓),配上满足压力与介质测量要求的两个截止阀及配管。上孔接负压室,下孔接正压室即可。

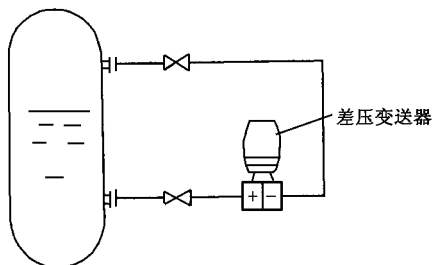


图 5-2-51 有压容器的液面测量(用差压法)

以上两种是差压法测液面的基本形式。测量条件变化,安装略有变化。

由于安装条件的限制,在很多情况下,差压变送器安装在容器的下面,如图 5-2-52。由于没有安装位置,差压变送器只能安装在容器的下面,其正压室要多承受 γh 的压力。若不把 γh 的压力作合适的处理,就会使差压变送器的可变差压范围缩小,这样会使液面测量系统的精度下降。可行的办法是在负压室也加上 $h \cdot \gamma$ 的压力,使它能平衡正压室的 γh 压力,也就是把正压室的 γh 压力迁移掉,这就是正迁移。方法很简单,安装完变送器后,在迁移螺钉上调(在正压室加上 γh 的压力,可用水来标定),使差压变送器的输出为 0。这种办法也适合于要求液面在较小范围内变化,耐预留测量孔距离较大的情况。也可用正迁移迁移掉一部分正压,使液位在较小范围内变化,其输出增大,从而提高整个系统的精度。

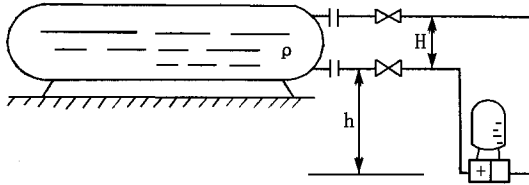


图 5-2-52 差压变送器安装在压力容器下面

生产实际中常常需要测量产生蒸汽的锅炉或废热锅炉的液位。负压是气、液两相混合,为测量正确起,加装冷凝罐,如图 5-2-53。

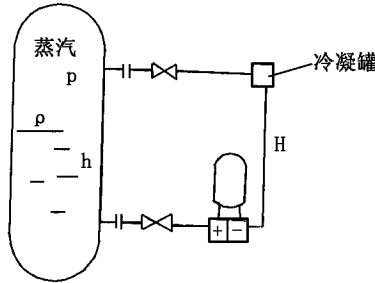


图 5-2-53 用差压法测废热锅炉液位

由图 5-2-52 可知,在正常情况下正压室所受的压力 $\gamma h + p$ 要小于负压室所受的压力 $H\gamma + p_0$ 。随着液面增高 ($H - g$) 减少,正负压室的差也减少,差压计的输出同样也减少,这时,指示表的读数也减少。这与人们的习惯正好相反,但这可以用负迁移来消除。若液位为 0 时,正压室受压为 0,负压室受压为 $H\gamma$ 。如果在负压室减少 $H\gamma$,也即在正压室加上 $H\gamma$,这时正、负压室受压平衡,其输出为 0。差压变送器附带了一组迁移弹簧。调整迁移弹簧,使液面为 0 时,其输出为“0”即可。输出为“0”的概念,对于气动差压变送器是 0.02MPa。对于 DDZ-Ⅱ 变送器是 0mA,对于 DDZ-Ⅲ 变送器是 4mA-DC。

有无迁移,不改变其安装方式和安装难度,只是在安装结束二次联调时,多调一次迁

移弹簧。

典型物位仪表见图 5-2-54 至图 5-2-60。

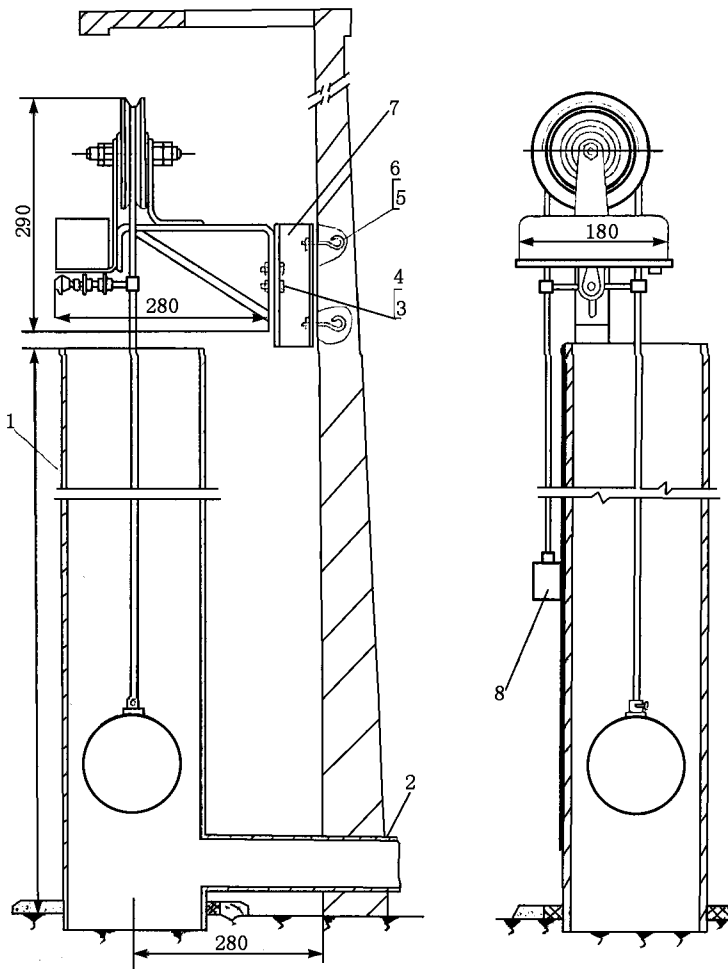


图 5-2-54 FQ-Ⅱ浮标液面计在设备上的安装图

1、2—无缝钢管 3—螺栓 4—螺母 5—地脚螺栓 6—螺母 7—槽钢 8—标尺

附注 ①连通管 1 距墙 280mm,应用时可视现场情况调整;

②连通管 2 不能高于室外池底 200mm

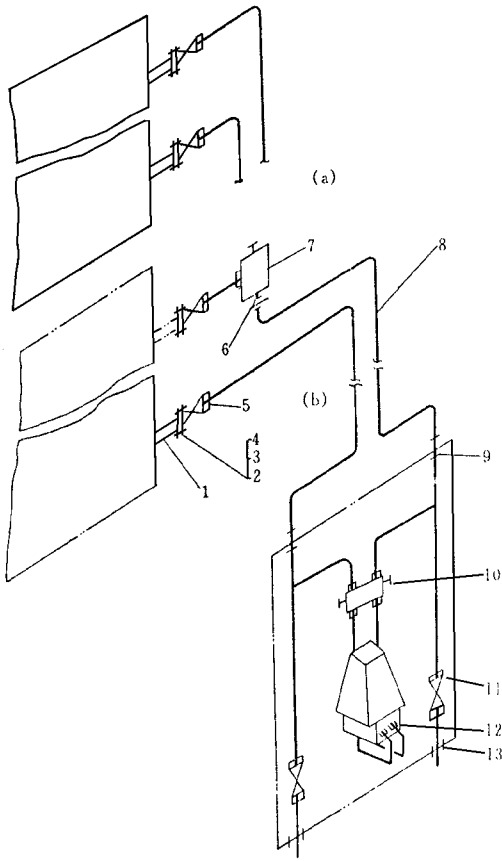


图 5-2-55 差压式测量有压设备液面管路连接图

1—法兰接管 ;2—螺栓 ;3—螺母 ;4—垫片 ;5—取压球阀(PN25 时)或取压截止阀(PN64 时) ;6—直通中间接头 ;7—冷凝容器 ;8—无缝钢管 ;9—直通穿板接头 ;10—三阀组附接头 ;11—卡套式取压球阀(PN25 时)或卡套式取压截止阀(PN64 时) ;12—直通终端接头 ;13—填料函

附注 ①适用于气相不冷凝和不需要隔离的情况 ;
②适用于气相易冷凝的情况 ,件号 7 冷凝容器也是平衡容器

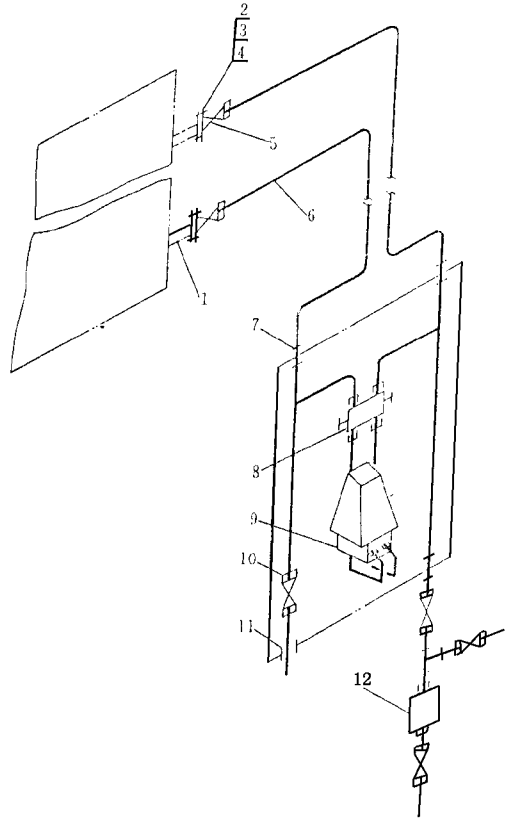


图 5-2-56 差压式测量有压或负压设备液面管路连接图

1—法兰接管 ;2—垫片 ;3—螺栓 ;4—螺母 ;5—取压球阀(PN25 时)或取压截止阀(PN64 时) ;6—无缝钢管 ;7—直通穿板接头 ;8—三阀组附接头 ;9—直通终端接头 ;10—卡套式球阀(PN25 时)或卡套式截止阀(PN64 时) ;11—填料函 ;12—分离器

附注 ①该方案适用于气相凝液不多 ,而又能够及时排除的情况 ;
②当测量负压时 ,需增加以虚线表示的三通和阀门

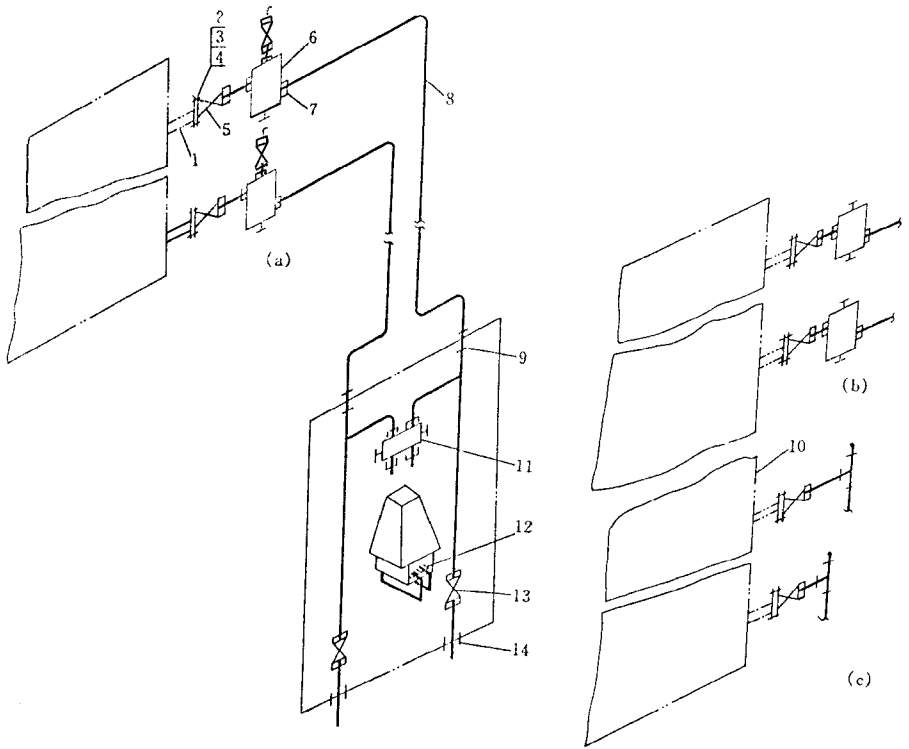


图 5-2-57 带隔离差压式测量有压设备液面管路连接图

- 1—法兰接管 2—垫片 3—螺栓 4—螺母 5—取压球阀(PN25 时)或取压截止阀(PN64 时);
 6—隔离容器 7—直通终端接头 8—无缝钢管 9—直通穿板接头 ;10—三通中间接头 ;
 11—三阀组附接头 ;12—直通终端接头 ;13—卡套式球阀(PN25 时)

或卡套式截止阀(PN64 时);14—填料函附注 ①图中包括隔离器和管

内隔离两种方案,力平衡式差压变送器允许采用管内隔离的方案;

- ②当采用从隔离器顶部灌注隔离液以及不需要对管线进行吹扫时,应选用(b);
 ③图中方案仅适用于隔离液密度较被测介质密度大的场合

五、常用工业分析仪表安装

工业分析仪表在工业生产中检测或控制介质的化学组成、结构及某些物理特性的仪器仪表的总称。这里所说的工业分析仪表是指在线仪表,不包括安装在工业化验室的手工及自动分析仪表。

工业分析仪表多在检测环节,连在系统中参与调节的目前还属少数。

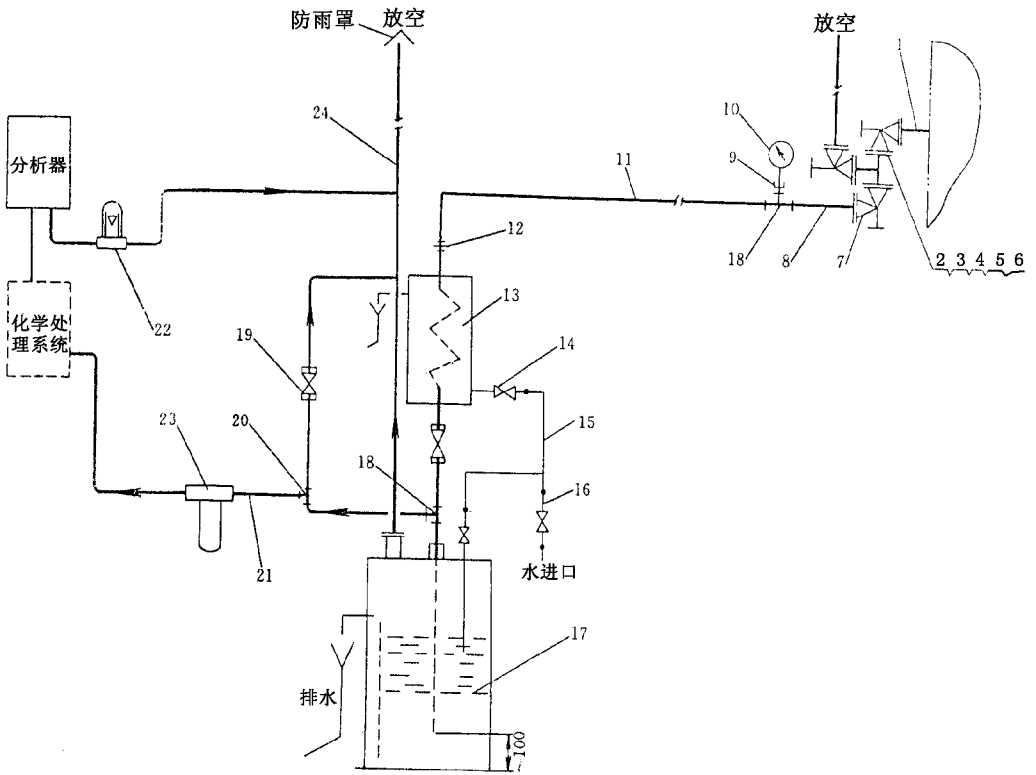


图 5-2-58 热导式红外线气体分析器管路连接系统图

- 1—高压引出口 2—透镜垫密封螺纹法兰 3—透镜垫 4—角式截止阀 5—双头螺栓；
 6—六角螺母 7—角式节流阀 8—钢管 9—压力表直通接头 10—压力表 11—钢管；
 12—直通中间接头 13—冷却罐 14—内螺纹截止阀 15—钢管 16—短节 A；
 17—水封 18—三通中间接头 19—卡套式截止阀 20—三通异径接头；
 21—钢管 22—转子流量计 23—检查过滤器 24—放空管

附注 ①化学处理系统由分析器配带,或现场组配,根据实际情况决定；

②17 水封、24 放空管是按通用形式考虑的,根据分析点数的多少选用相应的尺寸

工业分析仪表品种繁多,功能各异,工作原理也不相同。但它们的基本组成却相同或相似,通常由六大部分组成：

- (1) 取样装置 如果介质是负压,还须有抽吸装置。
 - (2) 预处理系统
 - (3) 检测系统(包括变换系统)
 - (4) 测量及信号处理系统
 - (5) 显示装置
 - (6) 补偿装置及辅助装置
- 安装时以这六大部分为重点。

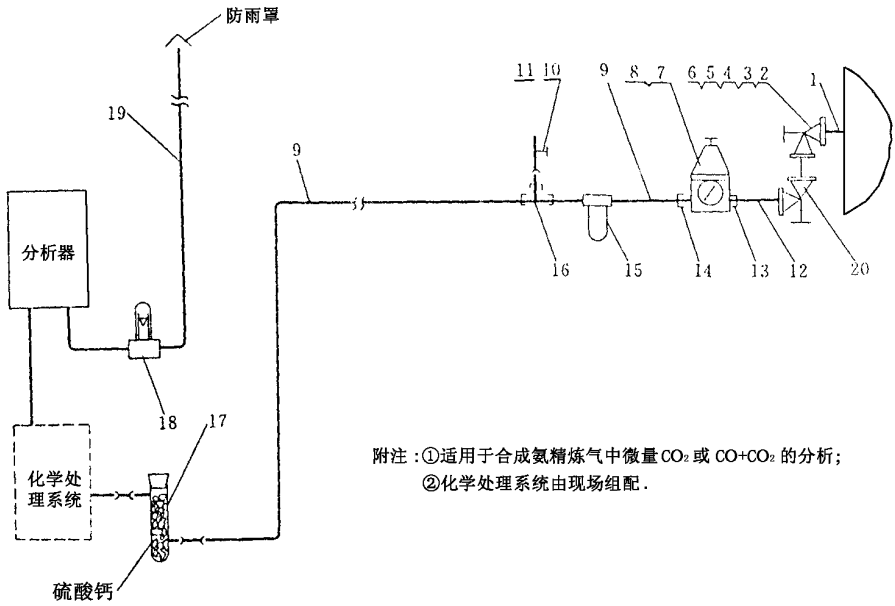


图 5-2-59 CO 、 CO_2 红外线气体分析器管路连接系统图

- 1—高压引出口 2—透视镜垫密封螺纹法兰 3—角式截止阀 4—透视镜垫 5—双头螺栓 6—六角螺母；
7—压力表 8—减压阀 9—钢管 10—橡胶管 11—胶管夹 12—钢管 13、14—直通终端接头；
15—检过滤器 16—等径三通接头 17—干燥瓶 18—转子流量计 19—放空管 20—角式节流阀

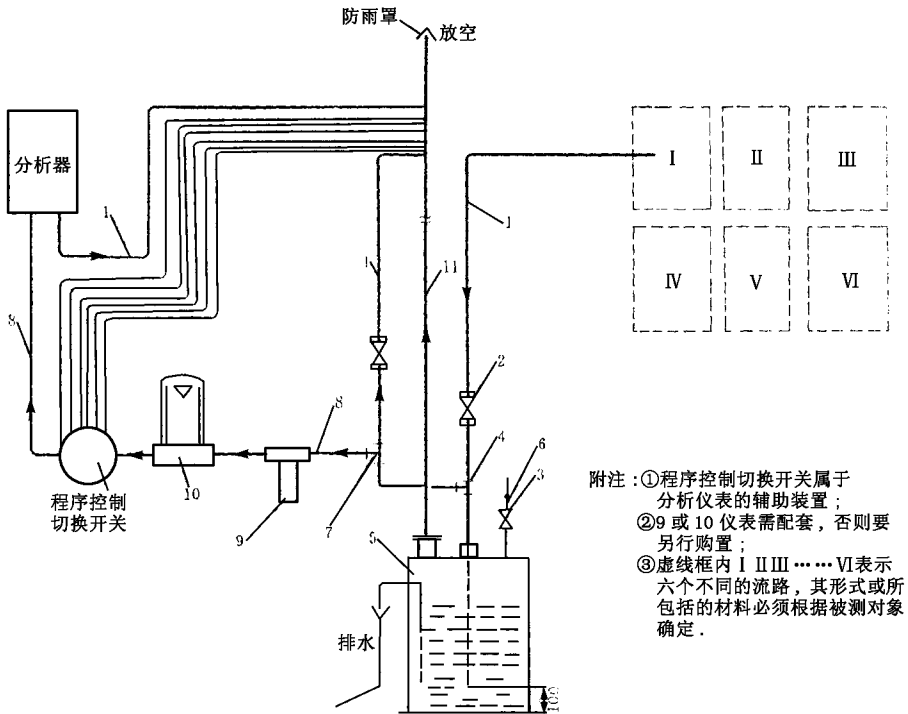


图 5-2-60 合成氨用工业色谱仪管路连接系统图

- 1—无缝钢管 2—卡套式截止阀 3—内螺纹截止阀 4—三通中间接头 5—水封 6—短节 A；
7—三通异径接头 8—不锈钢管 9—检查过滤器 10—转子流量计 11—钢管

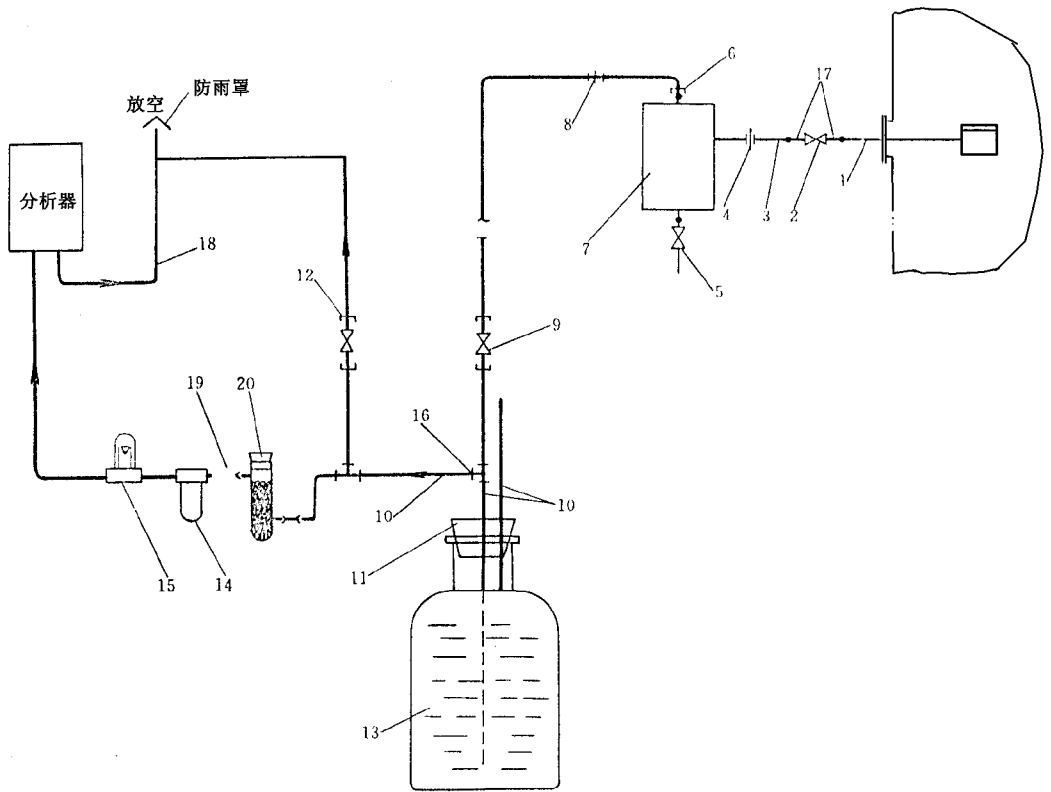


图 5-2-61 二氧化硫分析器管路连接系统图

- 1—碳硅过滤器取源部件 2—内螺纹闸阀 3—碳钢管 4—活接头 5—内螺纹截止阀；
 6—终端焊接接头 7—除尘器 8—直通异径接头 9—球阀 10—塑料管 11—橡皮塞；
 12—直通终端接头 13—油封 14—过滤器 15—转子流量计 16—三通接头；
 17—短节 A 18—无缝钢管 19—橡胶管 20—干燥瓶

附注 ①14 和 15 仪表需配套，否则另行购置；

②图中所示适用焙烧 2 段 $T \leq 300^{\circ}\text{C}$ 的场合，若取样在 SO_2 鼓风机出口， $T \leq 60^{\circ}\text{C}$ 时，则可
 不安装碳化硅过滤器

工业分析仪器的安装主要在于它的取样与配管，图 5-2-58 至图 5-2-63 列出了常用的几种分析仪的配管图。注意，管路图按照分析器种类，并根据操作压力、温度加以划分，虽然分析器种类不同，但管路却是通用的。

分析取样的取源部件基本上可参照压力取源部件要求，但它要求其安装位置应选在压力稳定、灵敏，反映真实成分，具有代表性的被分析介质的地方。

当被分析气体内含有固体或液体杂质时，取源部件的轴线与水平线之间的仰角要大于 15° 。

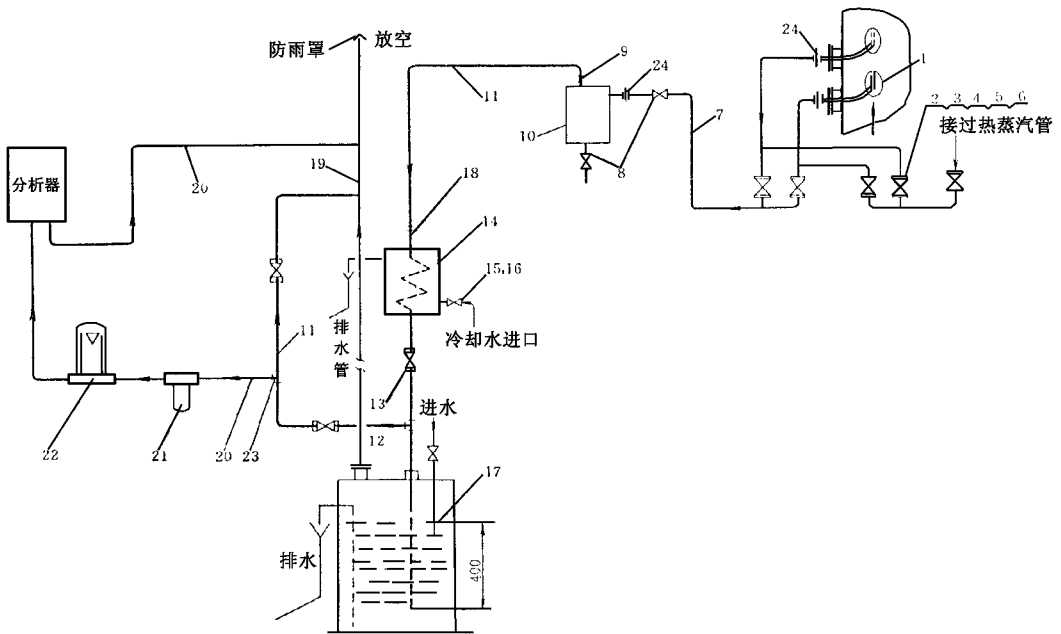


图 5-2-62 石油催化裂化烟道气氧分析器管路连接系统图

1—流线形采样器 2—凸面法兰 3—螺母 4—螺栓 5—垫片 6—闸板阀 7—无缝钢管 8—内螺纹截止阀 9—终端焊接接头 10—除尘器 11—无缝钢管 12—三通中间接头 13—卡套式截止阀；
14—冷却罐 15—内螺纹截止阀 16—短节 A 17—水封（两路） 18—直通中间接头 19—钢管；
20—不锈钢管 21—检查过滤器 22—转子流量计 23—三通异径接头 24—活接头

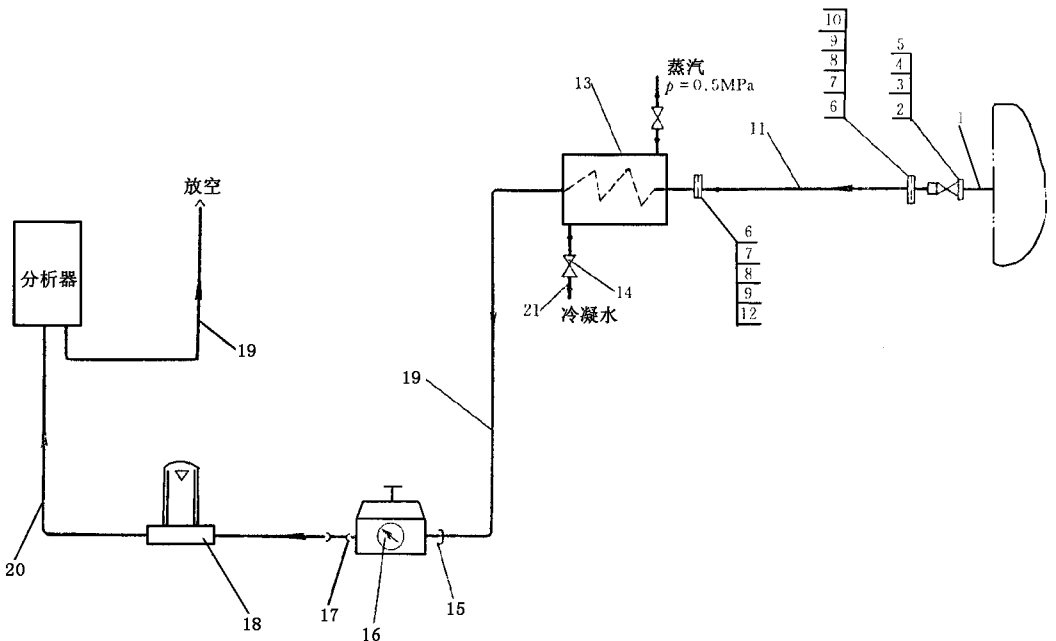


图 5-2-63 液化烯烃全组分分析管路连接系统图

1—法兰接管 2—螺栓 3—螺母 4—垫片 5—取压截止阀 6—凹凸面法兰 7—螺栓；
8—螺母 9—垫片 10—节流孔板 11—无缝钢管 12—节流孔板 13—汽化罐；
14—内螺纹截止阀 15—直通终端接头 16—减压器 17—橡胶管；
18—转子流量计 19—无缝钢管 20—不锈钢管 21—短节 A

第四节 执行器(控制阀)的安装

执行器按能源不同,可分为气动、电动和液动三种。目前在炼油、化工生产过程中几乎全部采用气动薄膜执行器,它具有防爆、抗振、输入推力大和结构简单、坚固等优点。

执行器的安装,应使维修和使用手轮操作时容易接近。它们一般都安装在地平面上,除非因压头或其他条件的限制安装在地平面以上时,则应装一个永久性的平台和足够的空间以便进行操作和维修。

在安装位置可以选择的地方,应把执行器装在就地手动控制时必须观看的那部分设备附近,还应在从执行器处可以看得见的地方装一台指示被控变量的仪表。

在准备就地检修执行器的地方,应该在执行器的上、下和侧面留有足够的空间,以便从阀上拆下阀的内件和执行机构。有散热片或长颈控制阀更应注意,为了维修阀门定位器,在执行器的正面总要留出间距。

执行器通过用法兰或螺线与工艺管道连接。在选择执行器安装地点时,应争取其前后有不小于 10 倍的工艺管道直径的直管段,以免使阀的工作特性偏离设计太大,从而影响控制系统的控制质量。

一般执行器的连接管径总小于管道的直径。因此,两头必须配装大小短接头与工艺管道连接。为了拆修方便,在执行器前后应设置截止阀,同时应设一条旁通。如图 5-2-64 所示。

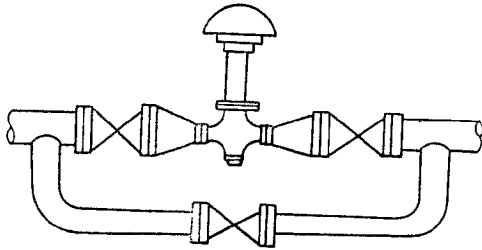


图 5-2-64 控制阀的安装

对于小尺寸执行器,必须采用螺纹连接。为了拆装方便,应装有活接头。

执行器应顺着介质的流动方向安装。检查的办法是看阀体上的箭头是否与介质的流向一致。

在大口径、大压降及介质粘度大、或执行器远离控制器安装时,为了提高它对信号的灵敏性,应使用阀门定位器,被控变量测量滞后大的系统中也使用阀门定位器。

最后,在安装执行器的地方,还应注意周围环境条件。过高的环境温度会使控制阀的鼓膜的弹性变差(应 $< 60^{\circ}$)。过低的环境温度会使阀上的密封填料等冻坏。因此,执行器应距高温源有足够的距离,以防热流的影响;在低温时必须考虑伴热,即有蒸汽伴管保温。此外,执行器应安装在振动小的地方。

在安装之前的运输和保管期间,法兰接口的执行器一般用盖子保护,而丝扣接口的执行器则用丝堵保护。

任何新安装好的阀组启用时,应注意不得使污物、焊条头或其他污物堵住或损伤执行器。有时在清洗期间可把阀门拆下,用短管代替。

执行器配管必须考虑操作条件及其对执行器的切断和旁路要求。在执行器检修时不允许工艺停车,并需安全地进行手动操作的场合,应安装切断阀和旁路阀。各种配管方案示意图见图 5-2-64。

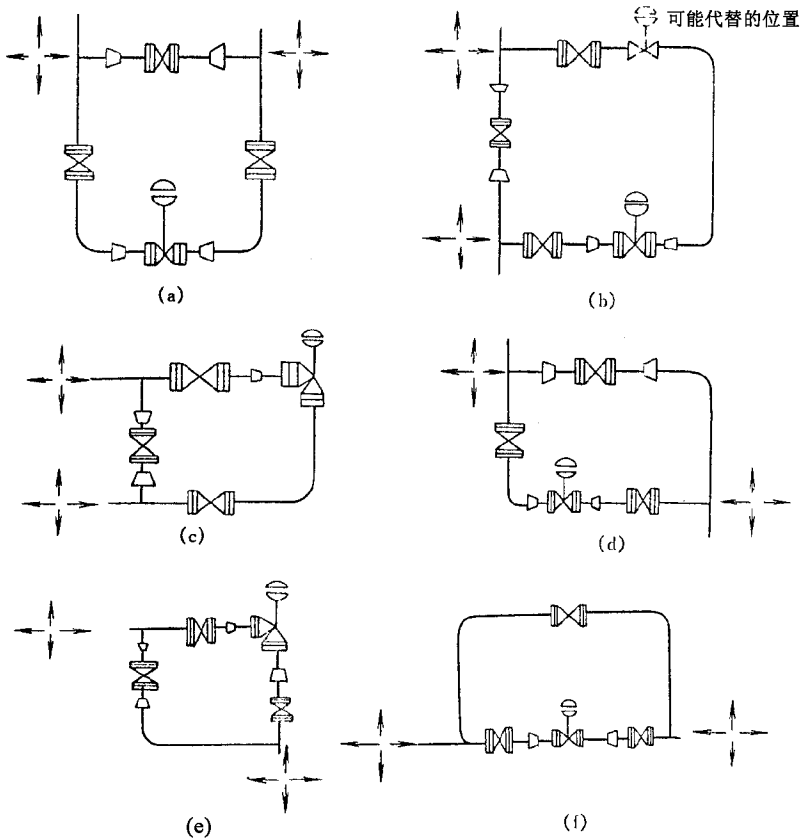


图 5-2-65 控制阀组成形式

附注 控制阀的任一侧的放空和排放管没有表示,控制阀的支撑也没有表示。

图(a) 推荐选用。阀组排列紧凑,控制阀维修方便,系统容易放空;

图(b) 推荐选用。控制阀维修比较方便;

图(c) 经常用于角形控制阀。控制阀可以自动排放。用于高压降时,流向应沿阀芯底进侧出;

图(d) 推荐选用。控制阀比较容易维修,旁路能自动排放;

图(e) 阀组排列紧凑,但控制阀维修不便,用于高压降时,流向应沿阀芯底进侧出;

图(f) 推荐选用。旁路能自动排放,但占地空间大。

应当注意,在确定切断阀和旁路阀的类型和尺寸时,应考虑安装费用。在很多情况下,安装和管道相同口径的阀的费用常常小于安装比管道小一级的阀门所需要的大小头、焊接和劳动力的总费用。还有,应考虑工艺条件改变时,不用改变配管就能更换较大的执行器。

无切断阀和旁通阀的配管。

当工艺允许停车检修执行器,可以不用切断阀和旁路阀。

以下几种情况可以不设旁路阀和切断阀:

- (1)有备用马达驱动泵和蒸汽控制阀;
- (2)需要减少危险介质如氢、苯酚、氢氟酸泄漏的地方;
- (3)在允许切断的装置中。

不用切断阀或旁路阀时,一般要求执行器配带手轮或其他操作设备。

执行器具体安装要求按 CD50A11—84 规定。

一、一般要求

(1)执行器宜垂直、正立安装在水平管道上。公称通径 $D_g \geq 50\text{mm}$ 的执行器,其阀前后管道上应设有永久性支架。

(2)执行器安装位置应方便操作和维修,必要时应设置平台。

(3)执行器阀组配管应组合紧凑,便于操作、维修和排液。

(4)执行器的上、下部分应留有足够的空间,以便在维修时取下执行机构和阀内件以及下法兰和堵头。

(5)执行器用于高粘度、易结晶、易汽化以及低温流体时,应采取保温和防冷措施。

(6)执行器使用环境温度一般不高于 60°C ,不低于 -30°C 。当阀安装在有振动场合时,应考虑防振措施。

(7)凡未安装阀门定位器的执行器,膜头上应安装指示控制信号的小型压力表。

(8)执行器用于含有悬浮物和粘度较高流体时,应配冲洗管线。

(9)执行器应先检查、校验,并在管道吹扫后安装。

二、执行器旁路

(一)下列情况应设置旁路

- (1)腐蚀性流体;
- (2)液体出现闪蒸、空化;
- (3)流体中含有固体颗粒;
- (4)其他重要场合。例如,锅炉给水执行器。

(二)下列情况可不设置旁通

(1)清净流体；

(2)公称通径 $D_g > 80\text{mm}$ 的场合；

(3)需要减少危险介质(如氢、苯酚、氢氟酸等)泄漏的地方；

(4)执行器发生故障或检修时,不致引起工艺事故的场合；

(5)工艺过程不允许或无法利用旁路阀操作的场合。例如,紧急联锁放空阀以及浆状和易结晶的流体等。

三、手轮机构

(1)未设置旁路的执行器,应设置手轮机构。但对工艺安全生产联锁用的紧急放空阀和安装在禁止人进入的危险区内的执行器,则不应设置手轮机构。

(2)需要限制阀开度的场合。

四、执行器的配管和配线

(1)执行器的配管和配线方案应满足控制系统的要求。

(2)执行器配管宜采用 $\phi 6 \times 1$ 紫铜管。大膜头执行器和气动闸阀宜采用 $\phi 8 \times 1$ 紫铜管。

(3)防爆区域内执行器配用的电气部件的配线应符合《爆炸和火灾危险场所电力装置设计规范》(GE 50058—92)的有关规定。

(4)执行器用的压缩空气压力等级应符合产品说明书的要求。压缩空气的质量符合《仪表供气设计规定》(GB4830—84)的要求。

五、执行器(控制阀)的二次安装

控制阀分为气开和气关两种,气开阀即有气便开,无气关闭。在工艺配管时,控制阀安装完毕,因当时尚无供气,对气开阀来说是关闭的。当工艺管线要试压查漏与吹扫时,因没有供气,打不开阀门,此时只能把控制阀拆下,换上等长度的短节,以避免控制阀处结存铁锈、焊渣等污物,损坏阀门。拆下控制阀后,要注意保管拆下来的控制阀及零、部件与配件,如配好的铜管、电气保护管(包括金属挠性管)和阀门定位器或电气转换器、过滤器减压阀、电磁阀等,待试压、吹扫一结束,立即安装复位。

(一)气缸式气动执行器的安装

气缸式气动执行器多用在双位控制中,或作为紧急切断阀,放在需要放空或排放或泄压的关键管道上。

用得最多的气缸式气动执行器是快速启闭阀,多用在易爆易燃的环境,如炼油厂的油罐的进出口阀门。它可以手动开启和关闭(用手轮),电可以到现场按手动按钮快速启

闭。它的气源压力为 $0.5 \sim 0.7\text{MPa}$,这是一般仪表空气总管的压力。因此 ,它的配管采用 $1/2$ "镀锌水煤气管。

安装时要注意的是气罐的垂直度(立式)或水平度(卧式)的控制。气缸上下必须自如 ,不能有卡涩现象。

这种阀门的全行程时间很短 ,一般为 3s 左右 ,这就要求气源必须满足阀动作的需要。为了保证这一点 ,气源管的阻力要尽可能小 ,通常选用较大口径的铜管与快速启闭阀相配 ,接头处与焊接处严防有漏、堵现象 ,否则气压不够、气量不足 ,阀的开关时间就保证不了。快速启闭阀气源管不允许有泄漏 ,稍有泄漏 $0.5 \sim 0.7\text{MPa}$ 的气源就不够使用 ,阀或开、关不灵 ,或满足不了快速的要求。

快速启闭阀在控制室也可以遥控。接上限位开关 ,还可以在中控室实现灯光指示 ,这时的电气保护管、金属挠性管、开关的敷设和安装要符合防爆要求 ,也就是说零、部件必须是防爆的 ,有相应的防爆合格证。安装要符合防爆规程的要求 ,严防出现疏漏、产生火花。

这种气缸式气动阀常用于放空阀、泄压阀、排污阀 ,在这些阀中 ,它作为执行器。这几种阀是作为切断阀使用的 ,严防泄漏。因此 ,对这种阀的本体必须要进行仔细检查与试验 ,如阀体的强度试验、泄漏量试验。必要时 ,阀要进行研磨。

这三种阀都属遥控阀 ,气源管一直配到控制室。管道多用 $1/2$ "的镀锌水煤气管。在小型装置中一般采用螺纹连接。螺纹套完丝后 ,要清洗干净 ,不要把金属碎末留在管子里 ,以防 0.5MPa 的压力把它们吹到气缸里 ,卡在气缸壁与活塞的活动间隙 ,影响阀的运动。

在空分装置中 ,多用气缸或气动执行器作为蓄冷器的自动切换阀的执行器。切换信号通过电/气转换 ,由电信号转换成气信号 ,其转换器是电磁阀。所以自控系统或遥控系统。大多数情况是通过电信号到现场 ,在现场通过电/气转换(例如电磁阀)达到气动控制目的。这种方式也是大中型装置常使用的方法。

(二)电磁阀的安装

电磁阀是自控装置中常用的执行器 ,或者作为直接的执行阀使用。

电磁阀是电/气转换元件之一 ,线圈通电后(励磁)改变了阀芯与出气孔的位置 ,从而达到改变气路的目的。

常用的电磁阀有两通电磁阀、三通电磁阀、四通电磁阀和五通电磁阀 ,各有各的用处。其主要功能就是通过出气孔的闭合与开启 ,改变其气路。

电磁阀有直流与交流两种 ,安装时 ,要注意其电压。电磁阀的线圈都是用很细的铜丝(线)绕制而成 ,电压等级不一致 ,很容易烧断。

电磁阀的安装位置很重要。通常电磁阀是水平安装的 ,这样可以考虑铁芯的重量。若垂直安装 ,线圈的磁吸力不能克服铁芯的重力 ,电磁阀不能正常工作。因此 ,安装前 ,

要仔细阅读说明书,弄清它的安装方式。

有些电磁阀不能频繁工作,否则会使线圈发热,影响正常工作和使用寿命。在这种情况下,一方面可以加强冷却,另一方面可以加些润滑油,以减少其活动的阻力。

电磁阀的安装要用支架固定,有些阀在线圈动作时,振动过大,更要注意牢固地固定。固定的方法通常是用角铁做成支架,用扁钢固定。若电磁阀本身带固定螺丝孔,那么固定就简单多了。

电磁阀的配管、配线也要注意。配线除选择合适的电缆外,保护管一般为 1/2"镀锌水煤气管或电气管。与电磁阀相连接的也要用挠性金属管。若用在防爆、防火的场合,要注意符合防爆防火的条件,电磁阀本身必须是防爆产品,挠性金属管的接头也必须是防爆的。

电磁阀的气源管是采用 1/2"镀锌水煤气管。有时也用 $\phi 18 \times 3$ 或 $\phi 14 \times 2$ 的无缝钢管。1/2"镀锌水煤气管采用螺纹连接, $\phi 18 \times 3$ 和 $\phi 14 \times 2$ 的无缝钢管采用焊接。不管采用什么连接方法,管道配好后要进行试压与吹扫,要保持气源管的干净。

上述电磁阀的作用其实是电/气转换,作为直接控制用的电磁阀多用在操作不方便处的排污或放空。这时,电磁阀直接接在工艺管道上,一般为 DN50 左右。这类电磁阀是通过线圈的励磁或断磁,吸合或排斥铁芯(或直接用铁芯,或通过铁芯带动阀芯)。

这类阀门是与工艺阀一样,需经过试压,包括强度试验与泄漏量试验。泄漏量不合要求的电磁阀不能作为排污阀或放空阀。

这类阀门是与工艺介质直接接触,要注意介质是否有腐蚀性。对腐蚀性介质要选择耐腐蚀性材质制造的阀芯。在含有腐蚀性气体的环境中,电磁阀不宜使用,因为它的线圈是铜制的,耐腐蚀性较差。

电磁阀在安装前,要测量其接线端子间的绝缘电阻,也要测量它们与地的绝缘电阻,并做好记录。

第五节 仪表管路的敷设

一、仪表管路常识

(一) 仪表管路的种类

仪表管路按其作用或按其材质的分类方法如图 5-2-66 所示。

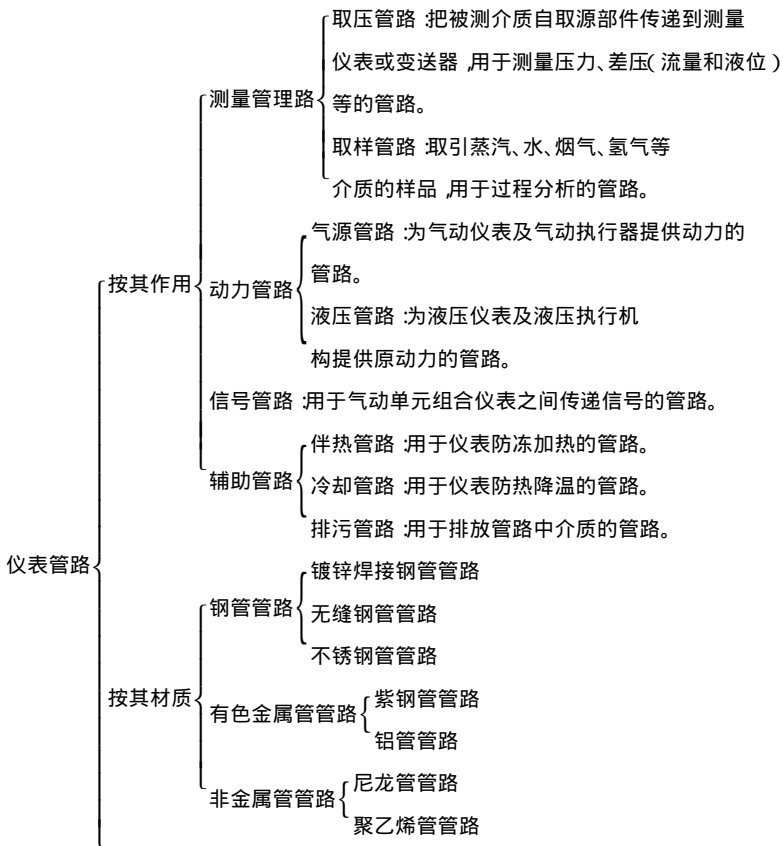


图 5-2-66 仪表管路分类

另外,仪表管路按其工作压力大小又可以分为低压、中压、高压管路等等,每一种分类方法只是分析的侧重点不同而已。例如:仪表管路按其作用分类时,我们可以了解到,信号管路的安装,要求信号传递准确、滞后小;测量管路的安装,则要求根据取源对象不同而采用相应的安装方法,并做到反应及时、测量准确;而动力管路则要求安装可靠、布线合理;辅助管路则要求合理实用。又如:当仪表管路按其材质分类时,有助于我们在具体施工过程中,根据其材质的不同,采用合理的施工方法;当按其工作压力大小分类时,则有助于我们根据其工作压力的不同,采用相应的技术措施,以保证管路系统的安全运行。

(二)管路的常识

(1)公称通径:又叫名义直径、称直径或公称直径。它的目的是为了使得导管与管路附件能够相互连接,其结合处的口径保持一致。用符号 DN 表示。至于制品的实际直径、内径或外径则根据制品的结构特征,由各种制品的技术标准来规定。

(2)管螺纹尺寸:对于采用管螺纹连接的管子,其公称通径在习惯上用英制管螺纹尺寸(英寸)表示的,符号为(in)。

(3)公称压力:在导管和管路附件中流动的介质,都具有一定的压力和温度。用不同材料制造的导管与管路附件,其所能承受的压力受介质工作温度的影响。随温度的升

高,材料强度要降低。同一制品在不同的温度下,具有不同的耐压温度。所以,必须以某一个温度下制品所允许承受的压力做为耐压强度的判别标准,这个温度称基准温度。制品在基准温度下的耐压强度称为“公称压力”,用符号 PN 表示。如公称压力为 1.0MPa,可以记为 PN1.0,用不同材料制造的制品,其基准温度不同,铸铁和铜制品的基准温度采用 120℃,钢制品的基准温度采用 200℃,合金钢制品的基准温度可采用 250℃。制品在基准温度下的耐压强度接近常温时的耐压强度,故公称压力也接近于常温下材料的耐压强度。

(4)强度试验压力:管子与管路附件在出厂前,必须进行压力试验,检查其强度和密封性。对制品进行强度试验的压力,称为强度试验压力,用符号 P_s 表示。为安全起见和密封性考虑,试验压力必须大于公称压力。而制品的密封性常以公称压力进行。

(5)管材:管子的主要构成材料或管子总类通称。

(6)管件:管子的连接件,用于沟通介质的通道,或介质导流、分流、节流、汇合之用。如直通、弯通、三通、阀门等。

(7)管路附件:除管材和管件外,管路系统中的所有部件均称为附件。如过滤器、减压器隔离罐等。

(8)管段:能独立进行加工的一段管子。长径比很小的管段称为短管、管节或短节。

(9)管线:由管段、管件以及阀门等组成,经常以输送相同压力、温度的介质命名,如蒸汽管线、压缩空气管线等。

(10)管路:所有管线的总称,又称管道。如工业管道、卫生管道、仪表管路等。

(11)管网或管道系统:由若干管线组成的网络或系统。

(三)管材的选用

仪表管路材质和规格的选用是否合理,将直接影响测量的准确和调节的质量。因此,管路的材质和规格均应符合设计要求,并有检验合格证。当设计未作出规定时,可参考表 5-2-33、表 5-2-34、表 5-2-35、表 5-2-36、表 5-2-37 的规定。

表 5-2-33 仪表管材质及管径的选择

被测介质名称	被测介质参数	取源阀门前			取源阀门后		备注
		材 质	取压短管(mm) (外径×壁厚)	导管(mm) (外径×壁厚)	材 质	导管(mm) (外径×壁厚)	
汽、水	p=2.7~14.7 MPa t=500~555℃	12Cr1MoV 或 与主管道同材质	φ25×7	φ16×3	20号钢	φ14×2	
	p=16.0~17.0 MPa t=500~555℃	12Cr1MoV 或 与主管道同材质	φ25×7	φ16×3	20号钢	φ16×3	

被测介质名称	被测介质参数	取源阀门前			取源阀门后		备注
		材质	取压短管(mm) (外径×壁厚)	导管(mm) (外径×壁厚)	材质	导管(mm) (外径×壁厚)	
汽、水	p = 12.0 ~ 18.4 MPa t = 200 ~ 235℃	20号钢	φ25 × 7	φ16 × 3	20号钢	φ14 × 2	
	p = 19.0 ~ 28.0 MPa t = 240 ~ 280℃	20号钢	φ25 × 7	φ16 × 3	20号钢	φ16 × 3	
	p = 3.9 MPa t = 450℃	20号钢或 10号钢	φ25 × 7	φ14 × 2	20号钢或 10号钢	φ14 × 2	
	p ≤ 7.6 MPa t ≤ 175℃	20号钢或 10号钢	φ16 × 3	φ14 × 2	20号钢或 10号钢	φ14 × 2	见注 1
	p = 4.0 ~ 12.5 MPa t = 249 ~ 326℃ p = 15.0 ~ 20.0 MPa t = 340 ~ 364℃	20号钢	φ28 × 4		20号钢	φ14 × 2	用于锅炉汽包水位
				20号钢	φ16 × 3		
重油、灰水		10号钢 φ20 × 2 或 φ18 × 2					
油、气体、烟气、气粉混合物		10号钢 φ14 × 2					
汽、水、烟气的成分分析,水冷发电机冷却水		1Cr18Ni9Ti φ14 × 2					

注 1. 表中的导管规格 φ16 × 3 亦可用 φ16 × 2.5。当取源阀门选用焊接式阀门时,取源阀门前的取压短管为 φ25 × 7。

2. 表中 p 为工作压力, t 为工作温度。

3. 本表摘自 SDJ279—90《电力建设施工及验收技术规范》热工仪表及控制装置篇(修订本)。

表 5-2-34 测量管线的管径规格选择
(HG 20512—92《仪表配管、配线设计规定》)

使用场所	管径×壁(mm)	使用场所	管径×壁(mm)
含粉漚、低压系统、PN = 0.25 MPa	22 × 3	PN = 32 MPa	14 × 4
PN = 6.4 MPa	14 × 2, 18 × 3, 22 × 3	分析仪表取样管线	6 × 1.8 × 1, 10 × 1
PN = 16 MPa	14 × 3, 18 × 4, 22 × 4		

表 5-2-35 气动信号管线选择
(HG 20512—92《仪表配管、配线设计规定》)

使用场所	管径×壁厚(mm)	材质及型式	使用场所	管径×壁厚(mm)	材质及型式
一般场所	6×1	紫铜单及管缆 PVC护套紫铜单 管及管缆聚乙烯、 尼龙单管及管缆	腐蚀性场所 (如硫化氢、氨 气、乙炔等)	6×1	不锈钢单管及 管缆聚乙烯、尼龙 管缆

注:聚乙烯、尼龙单管仅用于仪表盘后配管。

表 5-2-36 仪表供气系统配管管径选择
(HG 2050—92《仪表供气设计规定》)

DN(mm/in)	供气点数量(个)	DN(mm/in)	供气点数量(个)	DN(mm/in)	供气点数量(个)
8(1/4)	1(见注)	25(1)	9~20	65(2½)	151~250
15(1/2)	1~3	40(½)	21~60	80(3)	251~500
20(3/4)	4~9	50(2)	61~150		

注:1/4in配管只限于短距离选用,通常用于过滤器减压阀下游侧配管。

表 5-2-37 蒸汽伴热保温系统配管管径选择
(HG 2050—92《仪表及管线伴热和绝热保温设计规定》)

管线规格	蒸汽压力(MPa)			管线规格	蒸汽压力(MPa)		
	1	0.6	0.3		1	0.6	0.3
	最多保温点数				最多保温点数		
φ22×2.5	10	7	4	φ48×3	91	76	52
φ27×2.5	18	14	10	φ60×3	172	147	107
φ34×2.5	35	29	20	φ80×3.5	535	414	255

由于管材的种类繁多、性能各异,所以它们的适用场所也就各不相同。因此,仪表管路的材质必须根据管道输送介质的种类及参数正确选用。对仪表管路管材选用的基本原则是:

- (1)具有足够的机构强度和严密性,可根据输送介质的压力和温度不同进行选用。
- (2)对热应力和外力的作用具有相应的弹性和安定性。可根据输送介质工作状态变化的幅度进行选用。
- (3)具有机械性质的永恒性;
- (4)具有抵抗内外腐蚀的持久性;
- (5)内表面粗糙度要小,并且不应被工作介质侵蚀;
- (6)温度变形系数要低。

另外,管材及管件要便于运输、保存、施工和维护,还应考虑到管子或管件间的连接或接合简单、可靠、严密。同时,管材来源充足、价格低廉等等。

事实上,目前生产的各种管材均不能完全满足上述要求。因此具体选用时,应考虑

其综合指标。例如:金属材料机械强度高、管壁薄、运输方便、施工容易,但防腐性能差、造价高、制作原料紧缺,而非金属管材耐腐蚀、选价低、制作资料广泛,但机械强度较差。

输送低压流体用无缝钢管如表 5-2-38 所示,热轧钢管如表 5-2-39 所示,常用不锈钢无缝钢管如表 5-2-40 所示,化肥设备用高压无缝钢管如表 5-2-41 所示,常用铜及铜合金管制管如表 5-2-42 所示,常用硬聚氯乙烯管如表 5-2-43 所示。

表 5-2-38 冷拔(轧)钢管品种(GB 8163—87)

外 径 (mm)	壁 厚									
	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
	理 论 重 量(kg/m)									
6	0.035 4	0.068	0.123	0.166	0.197					
7	0.041 6	0.080	0.148	0.203	0.247	0.277				
8	0.047 7	0.092	0.173	0.240	0.296	0.339				
10	0.060	0.117	0.222	0.314	0.395	0.462	0.518	0.561		
12	0.072	0.142	0.271	0.388	0.493	0.586	0.666	0.734	0.789	
14	0.085	0.166	0.321	0.462	0.592	0.709	0.814	0.906	0.986	
18	0.109	0.216	0.419	0.610	0.739	0.956	1.11	1.25	1.38	
22		0.265	0.518	0.758	0.986	1.20	1.41	1.60	1.78	
25		0.302	0.592	0.869	1.13	1.39	1.63	1.86	2.07	
32		0.388	0.765	1.13	1.48	1.82	2.15	2.46	2.76	
38		0.462	0.912	1.35	1.78	2.19	2.59	2.98	3.35	
45			1.09	1.61	2.12	2.62	3.11	3.58	4.04	
50			1.21	1.79	2.37	2.93	3.48	4.01	4.54	
57			1.38	2.05	2.71	3.36	4.00	4.62	5.23	
65			1.58	2.35	3.11	3.85	4.59	5.31	6.02	
70			1.70	2.53	3.35	4.16	4.96	5.74	6.51	

表 5-2-39 热轧钢管品种(GB 8163—87)

外 径 (mm)	壁 厚									
	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10
	理 论 重 量(kg/m)									
32	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.85	4.32	4.73		
38	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.74	5.35	5.92		
45	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	5.77	6.56	7.30	7.99	8.63
57	3.99	4.62	5.23	5.83	6.41	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59
76	5.40	6.26	7.10	7.93	8.75	10.36	11.91	13.42	14.87	16.28

注1. 钢管分冷拔(轧)和热轧两种。

2. 长度:冷拔(轧)钢管 3~10m,热轧钢管 3~12m。

3. 钢管材料:10,20,09MnV,16Mn。

表 5-2-40 常用不锈钢无缝钢管(GB 2270—80)

热轧钢管的品种								冷拔(轧)钢管的品种								
外径 (mm)	壁厚(mm)							外径 (mm)	壁厚(mm)							
	4.5	5	6	7	8	9	10		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
理论重量(kg/m)								理论重量(kg/m)								
57	5.87	6.64	7.60	8.69	9.74	10.73	11.67	6	0.0683	0.124	0.168	0.199				
60	6.20	6.83	8.05	9.22	10.33	11.40	12.42	8	0.0932	0.174	0.242	0.298				
65	6.76	7.45	8.79	10.10	11.33	12.52	13.66	10	0.118	0.224	0.317	0.397	0.466			
70		8.07	9.54	10.95	12.32	13.64	14.90	14	0.168	0.323	0.466	0.596	0.714	0.820	0.913	
76		8.82	10.43	12.00	13.51	14.98	16.39	18	0.217	0.422	0.615	0.795	0.963	1.12	1.26	1.39
80		9.32	12.52	12.69	14.31	15.87	17.39	22	0.267	0.522	0.764	0.994	1.21	1.42	1.61	1.79
89		10.43	12.37	14.26	16.10	17.88	19.62	25	0.304	0.596	0.876	1.14	1.40	1.64	1.87	2.09
100		11.80	14.01	16.17	18.28	20.34	22.36	32	0.391	0.770	1.14	1.49	1.83	2.16	2.48	2.78
108		12.79	15.20	17.56	19.87	22.13	23.34	38	0.466	0.919	1.36	1.79	2.20	2.61	3.00	3.38
121		14.41	17.14	19.82	22.46	25.04	27.57	45	0.553	1.09	1.62	2.14	2.64	3.13	3.61	4.07
133		15.90	18.93	21.91	24.84	27.72	30.55	5	0.615	1.22	1.81	2.38	2.95	3.50	4.04	4.57
159		19.13	22.80	26.43	30.01	33.53	37.01	57	0.702	1.39	2.07	2.73	3.38	4.02	4.65	5.27

注:1. 常用材料:0Cr13,1Cr13,2Cr13,3Cr13,1Cr17Ni2,0Cr18Ni9Ti,00Cr18Ni10,1Cr18Ni9,1Cr18Ni9Ti,00Cr17Ni14Mo2,00Cr17Ni14Mo3,0Cr18Ni12Mo25Ti,1Cr18Ni12Mo2Ti,1Cr18Ni12Mo3Ti,1Cr23Ni18,1Cr18Ni11Nb。

2. 钢管长度:热轧钢管 1.5~10m。冷拔(轧)钢管,壁厚 0.5~1mm,长为 1~7mm,壁厚 >1mm,长为 1.5~8mm。

表 5-2-41 化肥设备用高压无缝钢管(GB 6479—86)

外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)	外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)	外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)	外径×壁厚 (mm)	理论重量 (kg/m)
14×4	0.986	25×5	2.47	43×10	8.14	68×13	17.63
15×4	1.09	25×6	2.81	49×8	8.09	70×10	14.80
15×4.5	1.17	25×7	3.11	49×10	9.62	83×9	16.42
19×5	1.73	35×6	4.29	57×9	10.66	83×10	18.00
24×4.65	2.16	35×9	5.77	68×9	13.69	83×11	19.53
24×6	2.66	43×7	6.21	68×10	14.30	83×15	25.15

注:1. 本标准适用于工作温度为-40~400℃,工作压力为 10~32MPa 的状况。

2. 钢管长度 4~12m。

3. 钢管材料:10,20g,16Mn,15MnV,10MoWVNb,12CrMo,15CrMo,1Cr5Mo,12Cr2Mo。

4. 标记:用 10 号钢制造的外径 89mm,壁厚为 6mm 的热轧钢管,直径和壁厚为普通级精度,长度为 4 000mm。其标记:钢管 10-89×6×4000-BG 6479-86。

表 5-2-42 常用铜及铜合金拉制管(BG 1527—79,GB 1529—79 选编)

外径 (mm)	壁厚 (mm)	重量(kg/m)		外径 (mm)	壁厚 (mm)	重量(kg/m)		外径 (mm)	壁厚 (mm)	重量(kg/m)	
		纯铜 GB 1527—79)	黄铜(GB 1529—79)			纯铜(GB 1527—79)	黄铜(GB 1529—79)			纯铜(GB 1527—79)	黄铜(GB 1529—79)
3	0.5	0.035	0.033 4	12	1.0	0.307	0.294	22	3.0	1.593	1.521
4	0.5	0.049	0.046 7		1.5	0.440	0.420		4.0	2.012	1.922
5	0.5	0.063	0.060 1		16	2.0	0.559	0.534	25	2.0	1.286
	1.0	0.112	0.107	1.0		0.419	0.400	2.5		1.572	1.501
6	0.5	0.077	0.073 4	1.5		0.608	0.581	3.0		1.844	1.761
	1.0	0.140	0.134	2.0		0.783	0.747	4.0		2.348	2.243
	1.5	0.189		2.5		0.942	0.891	28	2.0	1.453	1.388
8	0.5	0.105	0.100	18		1.5	0.692		0.661	3.0	2.096
	1.0	0.196	0.187		2.0	0.894	0.854		4.0	2.683	2.562
	2.0	0.335	0.320		3.0	1.258	1.201	5.0	3.214	3.069	
10	0.5	0.133	0.127	20	1.5	0.775	0.741	30	2.0	1.565	1.495
	1.0	0.252	0.240		2.0	1.006	0.961		2.5	1.922	1.836
	1.5	0.356	0.340		3.0	1.425	1.361		3.0	2.264	2.162
	2.0	0.447	0.427		22	2.0	1.118		1.068	4.0	2.906

- 注:1. 常材料:纯铜:T₂,T₃,T₄,TU₁,TU₂,TUP;
 黄铜:H62,H68,H96,HSn62-1,HSn70-1。
 2. 纯铜管长度:外径≤100mm,长度1~7mm;
 黄铜管长度:外径≤50mm,长度1~7mm。
 3. 管材的供应状态:纯铜:Y——硬,M——软;
 黄铜:Y₂——半硬,M——软。

表 5-2-43 常用硬聚氯乙烯管(BG 4219—84)

外 径 (mm)	外径公差 (mm)	压 力 等 级 (MPa)							
		0.5		0.6		1.0		1.6	
		壁厚及公差 (mm)	近似重量 (kg/m)	壁厚及公差 (mm)	近似重量 (kg/m)	壁厚及公差 (mm)	近似重量 (kg/m)	壁厚及公差 (mm)	近似重量 (kg/m)
10	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.05
12	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.10
16	±0.2							2.0 ^{+0.4} ₀	0.14
20	±0.3					2.0 ^{+0.4} ₀	0.17	2.3 ^{+0.5} ₀	0.21
25	±0.3					2.0 ^{+0.4} ₀	0.18	2.8 ^{+0.5} ₀	0.32
32	±0.3					2.4 ^{+0.5} ₀	0.36	3.6 ^{+0.6} ₀	0.52
40	±0.4			2.0 ^{+0.4} ₀	0.36	3.0 ^{+0.6} ₀	0.57	4.5 ^{+0.9} ₀	0.91
50	±0.4			2.4 ^{+0.5} ₀	0.60	3.7 ^{+0.7} ₀	0.88	5.6 ^{+1.1} ₀	1.27
63	±0.5			3.0 ^{+0.6} ₀	0.92	4.7 ^{+0.9} ₀	1.40	7.1 ^{+1.2} ₀	2.01
75	±0.5			3.6 ^{+0.7} ₀	1.43	5.5 ^{+1.1} ₀	2.25	8.4 ^{+1.4} ₀	2.82
90	±0.7	3.5 ^{+0.7} ₀	1.47	4.3 ^{+0.9} ₀	1.80	6.6 ^{+1.1} ₀	2.53	10.1 ^{+1.7} ₀	3.84

二、仪表管路支架的安装

仪表管路支架的作用是支承所载导管,分段限制导管的物理形变和轴向位移,承受从导管中传送来的内压力、外载荷及温度变形的弹性力,并通过支架将这些作用力传递到支承结构物、建筑物或地上,以保证仪表管路系统的安全运行。

(一) 仪表管路支架的选用

仪表管路支架是仪表管路敷设中不可缺少的、且种类繁多的构件之一。为了保证仪表管路系统的安全运行,仪表管路支架的选用应遵守下列原则:

(1) 仪表管路支架的设置与选型,应能正确地支承导管,并能满足管路的强度、刚度、输送介质的温度、工作压力、位移条件等各方面的综合要求。

(2) 仪表管路支架在能承受住管路敷设和系统运行期间,发生的预计或偶然的外荷作用。

(3) 为了加快施工速度,在管路成排成列敷设的地方,尽量选用型号相同的标准管架。而且在管路复杂多变的地方,可以依据实地情况采用现场焊接的支架。

(二) 装配式管道支吊架

装配式管道支吊架是一种新型薄壁组合式通用的构架金具系列产品。可用于公称直径 $DN \leq 300\text{mm}$,公称压力 $PN \leq 1.57\text{MPa}$,工作温度 $t_g \leq 250^\circ\text{C}$ (热水温度 $t_g \leq 200^\circ\text{C}$) 的各种工业与民用建筑的室内外管道工程。

装配式管道支吊架的特点是:

(1) 全套零件均已有专业工厂制造并成套供应,因此比现场制作质量稳定可靠。

(2) 安装灵活、拆卸方便、互换性强。

(3) 管道在支架横梁上的位置可以根据设计和安装需要进行左右移动和调整。

(4) 全部零部件出厂前可以根据需要进行镀锌、塑料喷涂等防腐处理。

(5) 用于支承不保温的热管及保温管道的滑动支架设有聚四氟乙烯材质的上、下滑片,其摩擦系数 ≤ 0.04 ,大大降低了支架承受的水平推力。

(6) 装配灵活、安全可靠,在保证工程质量的基础上可缩短施工周期、降低工程成本、提高施工效率。

(7) 所有支撑系统的节点均是靠一种带弹簧的螺母或“T”型螺栓联接,安全可靠。

(8) 可用膨胀螺栓生根,不需要打洞和预埋构件的工作,施工方便。

定型生产的装配式管道支吊架分为滑动支架、固定支架和吊架三种。每一种又根据管子的直径、根数、温度变化情况分为多种类型。常温单管滑动支架如图 5-2-67 所示,常温单管固定支架选择如表 5-2-44 所示。

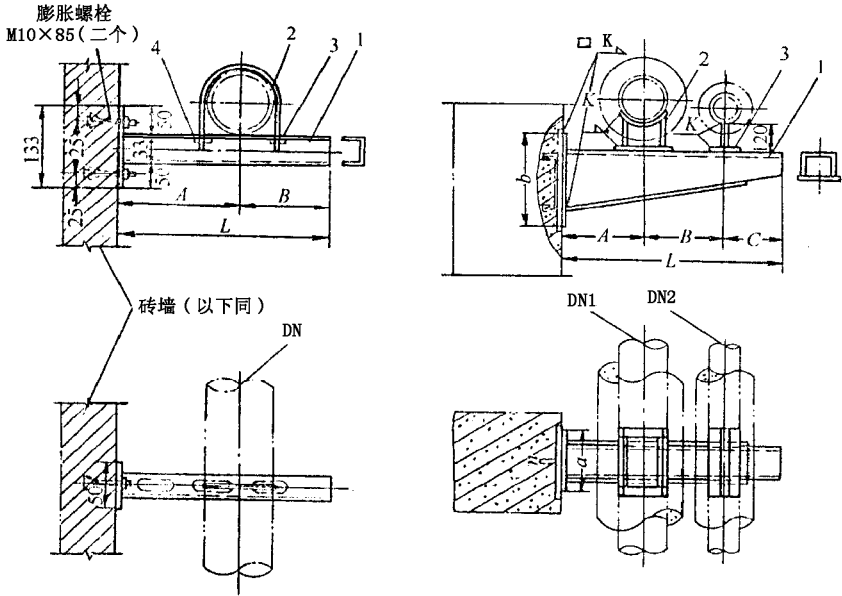


图 5-2-67 不保温(常温)单管滑动支架

1—支架 2—圆钢管卡 3—螺母(GB6170—86) 4—垫圈(GB 95—85)

表 5-2-44 DN15~80 不保温(常温)单管滑动支架选择表

公称直径 DN (mm)	尺寸(mm)			支 架			圆钢管卡		螺母(二个)		垫圈(二个)		总 重 (kg)
	L	A	B	型号	单重 (kg)	允许垂直 荷载 P·N(kg)	型 号	单重 (kg)	规格	共重 (kg)	公称 直径 (mm)	共重 (kg)	
15	175	120	55	CX-1	0.58	1 010 (103)	q-1 ^W _S	0.027 0.027	M6	0.005	6	0.002	0.61 0.61
20	175	120	55	CX-1	0.58	1 010 (103)	q-2 ^W _S	0.030 0.030	M6	0.005	6	0.002	0.62 0.62
25	175	120	55	CX-1	0.58	1 010 (103)	q-3 ^W _S	0.059 0.060	M8	0.011	8	0.004	0.65 0.65
32	175	120	55	CX-1	0.58	1 010 (103)	q-4 ^W _S	0.067 0.070	M8	0.011	8	0.004	0.66 0.66
40	200	130	70	CX-2	0.63	932 (95)	q-5 ^W _S	0.075 0.076	M8	0.011	8	0.004	0.720 0.721
50	200	130	70	CX-2	0.63	932 (95)	q-6 ^W _S	0.097 0.089	M8	0.011	8	0.004	0.732 0.734
69	250	150	100	CX-3	0.67	863 (88)	q-7 ^W _S	0.104 0.106	M8	0.011	8	0.004	0.789 0.791
80	250	150	100	CX-4	0.72	814 (83)	q-8 ^W _S	0.119 0.119	M8	0.011	8	0.004	0.854 0.854

注 本表及以后各表内圆钢管卡或扁钢管卡型号中 W—表示无缝钢管;S—表示低压流体输送钢管(BG 3091~

3092—82)

装配式管道支吊架的很多受力部件是由薄钢板冷弯轧制或模具冲压成型而成,它的力学性能与常用的型钢支架有所不同,故它的支架间距及荷载在选用时,应按照表 5-2-45 所列的间距及允许的载荷进行。

表 5-2-45 常用装配式管道支吊架荷载及间距

公称直径 D_g (mm)		15	20	25	32	40	50	65	80
管子外径 \times 壁厚 (mm)		22 \times 3.0	28 \times 3.0	32 \times 3.5	38 \times 3.5	45 \times 3.5	57 \times 3.5	73 \times 3.5	89 \times 3.5
计算间距 (mm)	保温	1.5	2	3	3	4	4	4	6
	不保温	3	4	4	6	6	6	6	6
单位长度重量 (kg/m)	保温	9.32	10.49	11.59	12.91	14.48	20.13	24.54	33.41
	不保温	1.53	2.16	2.95	3.73	4.71	6.58	9.42	12.66
计算最大 水平推力 N (kg)	保温	863 (88)	1 000 (102)	1 128 (115)	128.5 (131)	1 482 (151)	2 109 (215)	2 688 (274)	3 718 (379)
	不保温	196 (20)	304 (31)	422 (43)	569 (58)	755 (77)	1 158 (118)	1 825 (186)	2 629 (268)
计算最小 水平推力 N (kg)	保温	225 (26)	294 (30)	343 (35)	383 (39)	442 (45)	638 (65)	804 (82)	1 109 (113)
	不保温	59 (6)	98 (10)	128 (13)	177 (18)	226 (23)	353 (36)	549 (56)	795 (81)

(三) 现场自制的仪表管路支架

仪表管路宜用管卡固定在支架上。支架可以根据需要另行自制(具体方法可参阅电缆保护管支架的制作),也可以借助电缆桥架和电缆保护管的支架,或者直接敷设在电缆桥架内和固定在电缆保护管上,如图 5-2-68 所示。

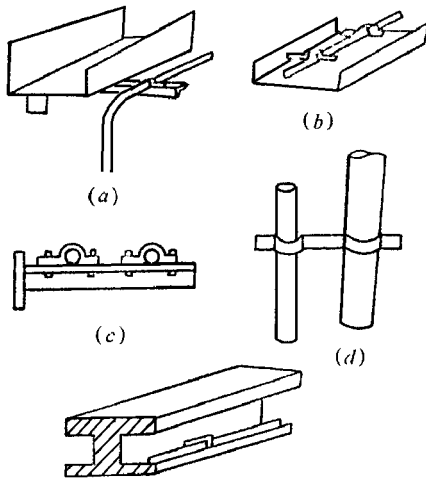


图 5-2-68 仪表管路的支架固定

(a) 固定在电缆桥架支架上 (b) 固定在电缆桥架内 (c) 固定在电缆保护管支架上 (d) 固定在电缆保护管上

(四) 仪表管路支架的安装

仪表管路支架的安装步骤及方法如下：

(1) 根据已选择好的敷设路线和设计坡降, 进行标高和坡降(或垂直度)的测量并放线。

(2) 在同一直线段安装支架时, 应先安装好始末端(即转角处)的支架。然后在两端的支架上拉平线绳, 再逐个地安装中间部分各个支架。

(3) 仪表管路支架间的距离应尽量均匀。根据导管的强度, 所用支架的间距为：

① 无缝钢管: 水平敷设时为 1~1.5m, 垂直敷设时为 1.5~2m；

② 紫铜管、尼龙管和聚乙烯管: 水平敷设为 0.5~0.7m, 垂直甫设时为 0.7~1m。

(4) 在建筑物上安装支架时, 先放好支架, 找平、找正, 并划出安装眼位, 然后移开支架, 用电锤或冲击电钻, 打出眼位, 放入膨胀螺栓。再将支架放回原位, 拧上螺母。经找平找正后, 即可拧紧螺母。安装完毕, 应复验一遍。

(5) 在金属结构上焊接支架时, 同样先进行找平找正, 再点焊一两点, 经复验无误后才能实施焊接。焊接完毕还需复检一次。在金属设备或工艺管道上焊接支架时, 应加一块与母材材质相同的加强板, 再进行焊接, 具体方法见电缆保护管支架部分。

值得注意的是: 在仪表管路中, 经常使用不锈钢管。由于不锈钢管在遇火的情况下会与锌发生渗透现象, 而导致不锈钢脆化。所以在安装或支撑时, 勿使任何带压的不锈钢部件(导管、接头、阀门等)与镀锌材料(镀锌电缆桥架、钢管、格栅、平台等等)直接接触或直接安装在镀锌部件的下面。如果不能避免应留出足够的空间或加装保护垫。

(五) 射钉及射钉枪的应用

射钉及射钉枪是现代建筑安装工程中的一种新式工具。其工作原理是利用射钉枪被击针打击后枪内火药爆发时产生的高压推进力, 将尾部带有螺纹(或其他形状)的射钉射入钢板、混凝土、砖墙或其他施工结构内, 用来安装各种支架, 使用十分方便。

由于射钉枪结构简单、携带方便、不需电源, 因而适合各种施工场所, 用它来代替手工打眼、凿洞、预埋螺钉等作业, 不仅不损坏结构, 而且减轻劳动强度、缩短施工周期、保证工程质量。因此, 它是安装工程中经常胶用的工具之一。

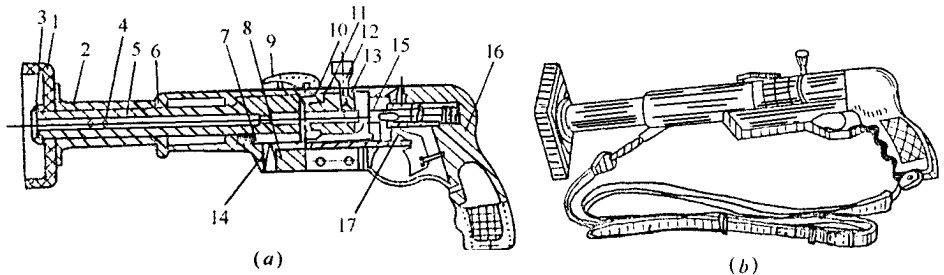


图 5-2-69 SHD 66-3 型射钉枪

(a) 射钉枪外形 (b) 射钉枪结构

1—护套 2—消音外套 3—枪管螺帽 4—枪管 5—消音管 6—前部外套 7—退壳器 8—销轴 9—杠杆 10—后部外套 11—击针体 12—转动栓 13—击针 14—凸轮 15—击杆 16—枪把 17—扳机

目前国内生产的射钉枪种类较多,构造大同小异,工作原理却完全相同,只是所用的钉弹规格不一定相同,因此有的钉弹不能互换。SHD 66—3 型射钉枪的外形及构造如图 5-2-69 所示。

SHD66—3 型射钉枪射钉用的弹壳为普通的 $\phi 7.62\text{mm}$ 口径弹壳(同半自动步枪弹壳),有的弹壳口径为 $\phi 6.35\text{mm}$ 。各种弹壳的头部分别涂以黑、红、黄、绿、白等各种不同的颜色,以示其威力的强弱。

射钉的类型根据共用用途不同,有带圆柱头、带内螺纹和带外螺纹三种。各种支架的安装,一般是采用外螺纹射钉。在外螺纹射钉中又分光杆射钉和压花射钉两种。光杆射钉用于混凝土、砖砌体或岩石上,压花射钉用于金属基体上。

射钉枪所用的子弹里有装药筒,其弹头即是射钉。弹壳内的装药量视基体的强度及射钉的直径而定,选用时可参考表 5-2-46。射钉枪、射钉弹和射钉的相互配用如表 5-2-47 所示。射钉长度选择和施工规范如表 5-2-48 所示。

表 5-2-46 结构件标号与射钉直径及装药量的关系参照表

结构件名称	混凝土标号	射钉规格	打入深度(mm)	装药量(g)
混凝土	C16	M8	50	1.1
混凝土	C16	M10	50	1.1
混凝土	C20	M8	50	1.2
混凝土	C20	M10	50	1.2
混凝土	C20	M12	50	1.3
混凝土	C30	M8	50	1.3
混凝土	C30	M10	50	1.3
混凝土	C30	M12	50	1.4
混凝土	C40	M8	50	1.4
混凝土	C40	M10	50	1.4
混凝土	C40	M12	50	1.5
砖	C6	M10	50	0.8
砖	C8	M10	50	1.0
金属钢板	Q235 δ =8~10	M10	穿孔	1.5
金属钢板	Q235 δ <15	异形射钉	载入	1.6

- 注:1.表中装药量仅供参考,操作时应根据结构标号、射钉直径等预先作装药量试射,药量应按模索试验而定;
2.射钉和弹壳结合一定要稳固,不准随意增加燃烧室,以免影响射入性能;
3.射钉长度一般为 90mm。

表 5-2-47 射钉枪、射钉弹和射钉配用表

射钉弹型号	色标	威力等级	适用射钉枪型号	适用射钉类型	适用射钉枪编号	适用活塞编号
S ₁	红	大	SDQ-603 SDT-A301 SDZ-A201 SDZ-A202	YD、HYD、M4、M3		
	黄	中		ZD ₅₂ J ₃₆		
	绿	小		HYD ₁₃₅₈		
	白	最小				
S ₂		只一种	SDZ101 SDZ102	GD45		
S ₃	黑	最大	SDQ-63	YD、HYD、M4、M8 HY8	NO ₈	NO ₈
				DD、HDD、M10 HM10	NO ₁₀	NO ₁₀
	红	大		M3 HM6	NO ₁₂	NO ₁₂
				M6-8 HM6-8	NO ₁₂	NO ₁₂₋₄
S ₃	黄	中	SDT-A302	M6-11 HM6-11	NO ₁₂	NO ₁₂₋₃
				M6-20 HM6-20	NO ₁₂	NO ₁₂₋₂
	绿	小		M4	NO ₁₂	专用活塞
				DDA87	专用枪管	专用活塞

表 5-2-48 射钉长度选择和施工规范

基体材料	L(最佳)(mm)	射钉长度	(mm)	(mm)	(mm)
混凝土	22~32	L+被固件厚度+ 基体表面厚度	≥2L	≥50~100	≥2L
钢质基体	射钉穿透 1~2	L+被固件厚度(1 ~2)	8~1L(最佳)	≥2.5d	≥6d
砖砌体	30~50	L+被固件+基体 表面厚度	24墙最佳	≥50~100	≤2L
岩石、塑料耐火材料	先进行试验或参照砖砌体		确认坚固可靠,射钉承载量达到使用要求为目的		

注: L—射钉进入基体最佳深度; l—基体厚度; a—射钉距基体边缘尺寸; b—射钉与射钉之间的最短距离; d—射钉杆部直径。

射钉枪使用注意事项:

(1)射钉枪应指派专人进行保管的使用,操作前要对射钉枪进行检查,然后才能按说明书进行操作。

(2)使用首要熟悉射钉枪的结构原理与安全常识,操作时要站稳脚跟,佩带防护镜,高空作业时还要系好安全带。如图 5-2-70 所示。

(3)发射时射钉枪的护罩必须垂直压紧在射击平面上,严禁在凹凸不平的表面上射

钉。如果第一枪未能射入,严禁在原位置补射第二枪,以防射钉窜出发生事故。

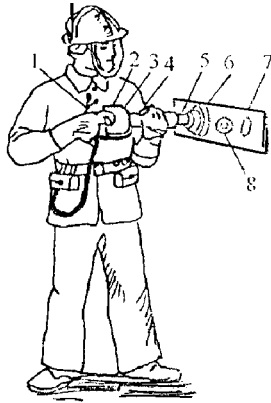


图 5-2-70 射钉枪操作

1—后柄 2—扳机 3—枪膛 4—接头 5—端子 6—压盘 7—固定的部件 8—射钉

(4)被射构件的厚度应大于 2.5 倍射钉长度,对厚度不超过 100mm 的混凝土结构不准射钉。

(5)射钉离开混凝土构件边缘距离不得小于 100mm,以免构件受振碎裂。

(6)不得在空心砖或受孔砖上施射。

(7)作业面背后不得站人,以防发生事故。

(8)根据构件的性能和不同的使用要求选择相应的射钉,并根据射钉直径大小选择枪管。枪管内孔直径根据射钉直径的不同而异。一般有 M8、M10、M12 三种。

三、导管的调直与弯制

(一)导管的检查与调直

1. 导管的检查

由于制造、运输、装卸或堆放不当,管体经常会出现裂纹、夹渣、重波、弯曲、破裂、堵塞、凹陷、锈蚀等缺陷,这些缺陷不仅影响管路的使用和美观,也给管路敷设带来困难,因此管材在安装前必须进行检查。

(1)钢管检查:钢管的质量检查工作主要包括以质量复验管材核对和外观检查:

①质量复验:钢管必须有制造厂的合格证书。如无合格证书,必须依据现行的国家标准和部颁标准进行检验。其中钢管外径及壁厚尺寸偏差应符合国家或部颁标准;有耐腐蚀性要求的不锈钢管,还应复验晶间腐蚀试验结果,如无此证明时,须按有关要求补充试验。

②管材核对:钢管在安装前,必须依着材料说明书提供的数据,按设计使用要求核对其规格、型号、材质。合金钢竹表而则应有材质标记。

③外观检查:钢管在安装前,需对其进行外观检查。检查内容有:

- A. 是否有裂纹、缩孔、火渣、折迭、重皮、斑纹和结疤等缺陷；
- B. 是否有因锈蚀或凹陷造成的超出其壁厚的偏差；
- C. 带有螺纹的钢管、还应检查螺纹密封面是否良好，精度是否达到有关制造标准；

(2)有色金属管的检查：

有色金属管的检查同钢管的检查一样，分为质量复验、管材核对和外观检查。质量复验及管材核对可参考钢管的检查，对有色金属管的外观检查主要有：管子内外表面应光滑、清洁、不应有针孔、裂纹、起皮分层、粗糙划痕、夹渣、气泡或有超出外径及壁厚允许偏差的局部凹陷、划痕、压入物、机械碰伤等等。

2. 管子的调直

由于运输、装卸、堆放不当，管子经常会出现弯曲现象，因此管子在使用前必须进行调直。管子调直前，应仔细检查变形的部位，分析变形的原因。短的导管可以用目测的方法检查是否平直，较直的管子可以放在平台上，轻轻滚动。如滚动快慢不均、来回摆动，则证明管子不直。停止时，在其与平台相对的凸弯面，做上记号，以便调直。

对于弯曲较明显的部位可以手工粗调。即利用管子弯曲部位做支点，将管子一端卡在固定点上，用手扳动管子的另一端，逐渐施加压力，使管子调直。调直时，应逐渐改变支点部位，使弯曲管均匀调直而不变形损坏。操作方法如图 5-2-71 所示。

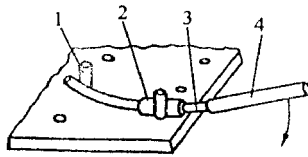


图 5-2-71 手工调直

1—铁桩 2—弧形垫板 3—钢管 4—套管

对于直径较小的长管，调直时可将管子置于平台上，一人站在管子的一端一边转动管子一边找出弯曲部位，另一个人按其指点用木槌击打凸面，经过反复敲打，管子就能调直，操作方法如图 5-2-72 所示。

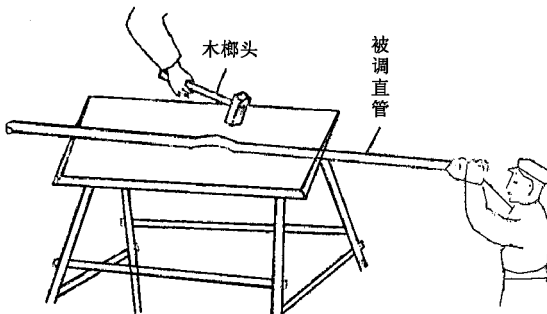


图 5-2-72 敲打调直

当管径较大时,可以采用调直机械调直或加热调直。因仪表工程中极少使用,故不详述。

(二)钢管的弯制

钢管的弯制,一般采用冷弯加工,特别是镀锌钢管和不锈钢管尤为重要。冷弯时,钢材的化学性能不变,且弯头整齐、施工方便。常见的缺陷有:鼓包、压痕、皱折、断裂和线轮廓度不佳等等。这些缺陷将直接影响弯管质量,施工时,应采取有效措施。钢管的冷弯加工方法可参考电缆保护管的弯制方法部分。

钢管冷弯后,一般不需进行热处理。但冷弯碳素钢、合金钢有热处理要求时,则需进行热处理,对有应力腐蚀(如介质为苛性碱)的钢管弯制,则不论壁厚大小,均应做消除应力的热处理。常用钢管冷弯后的热处理条件可按表 5-2-49 的要求进行。

表 5-2-49 常用钢管冷弯后热处理条件

钢号	壁厚 (mm)	弯曲半径 (mm)	热处理条件			
			回火温度 ($^{\circ}\text{C}$)	保温时间(min/ 每毫米壁厚)	升温度 ($^{\circ}\text{C}/\text{h}$)	冷却方式
20	≥ 36	任意	600 ~ 650	3	< 200	炉冷至 300 $^{\circ}\text{C}$ 后空冷
	25 ~ 36	$\leq 3\text{DN}$				
	< 20	任意	不处理			
12CrMo 15CrMo	> 20	任意	680 ~ 700	3	< 150	炉冷至 300 $^{\circ}\text{C}$ 后空冷
	10 ~ 20	$\leq 3.5\text{DN}$				
	> 20	任意	不处理			
12Cr1MoV	> 20	任意	720 ~ 760	5	< 150	炉冷至 300 $^{\circ}\text{C}$ 后空冷
	10 ~ 20	$\leq 3.5\text{DN}$				
	< 10	任意	不处理			
1Cr18Ni9Ti Cr18Ni12Mo2Ti	任意	任意	不处理			

钢管弯制,除采用冷弯方法外,对于碳素钢管(特别是无缝钢管),在施工现场对其弯制,还可以采用氧—乙炔焰加热弯制。它具有设备简单、制造方便、成本低廉等优点,但温度不易控制、生产效率较低。

另外,管径较大或管壁较薄的管子采用热弯时,还需将管子内部装满填料。目的是为了使得导管在加热后,弯曲时能保持正确的形状,防止导管热弯时截面产生椭圆形或弯曲处内侧产生皱折,同时,还能起到储热的作用。填料一般采用石英砂或干净的河砂。但是,砂子要经过热处理,即在 500 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下焙烧,以便除去砂中的水分和可燃物。目的是为了防止砂子潮湿,在加热时产生水蒸气而膨胀,造成木塞飞出伤人。另外,还可以在木塞或盖板上钻一小孔,以便于水蒸气排出。

采用热弯方法弯管时,管子加热得是否适当,将直接影响弯制的质量。当温度不够

时,弯制不但费力,还容易弯瘪;当温度过高时,易使管子变质,并产生裂纹。正常加热温度应在 900~1050 之间。管子加热时的发光颜色及对应温度如表 5-2-50 所示,常用管子加热温度及热处理条件如表 5-2-51 所示。

表 5-2-50 管子加热时的发光颜色及对应温度

温度(℃)	550	650	700	800	900	1000	1100
发光颜色	微红	深红	樱红	浅红	深橙	橙黄	浅黄

表 5-2-51 常用管子热弯温度及热处理条件

材 质	钢 号	热弯温度 区间(℃)	热 处 理 条 件		
			热处理温度(℃)	恒温时间	冷却方式
碳素钢	10、20	1050~750	不 处 理		
	15Mn 16Mn	1050~900			
	10Mo 12CrMo 15CrMo	1050~800	920~900 正火	每毫米壁厚 2min	5℃以上静止空气中冷却
	合金钢	1Cr5Mo	1050~800	875~850 完全退火	恒温 2h
750~725 高温退火				保温 2.5h	以 40~50℃/h 的速度降到 650℃,然后在 5℃以上的静止空气中冷却,处理后的硬度值为 200~225HBS
	12Cr1MoV	1050~800	1020~980 正火 加 760~720 回火	每毫米壁厚 1min,不少于 20min,保温 3h	空 冷
不锈钢	1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni12Mo2Ti 1Cr25Ni20	1200~900	1100~1050 淬火	每毫米壁厚 0.8min	水急冷

注:1Cr5Mo 钢热处理可任选一种。

管子的理论加热长度应为:

$$L_{理} = 0.01745dR$$

式中 d ——导管的弯曲角度;

R ——导管的弯曲半径;

0.01745——每度角弧度。

实际加热长度应比理论加热长度增加 20%左右,即

$$L_{实} = 120\% L_{理} = 1.2dR \times 0.01745 = 0.02094dR。$$

用氧—乙炔焰加热弯制的具体方法是:

(1)按图 5-2-73 所示尺寸在钢管上标出热加工区。热加工区应为弯曲半径 3 倍。

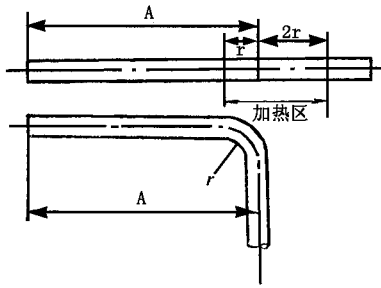


图 5-2-73 氧—乙炔焰加热弯管时的划线

(2)用氧—乙炔焰对钢管热加工区均匀加热,并不断地翻转管子当加热至樱红色时,再用弯管工具(一般为自制)将钢管弯成所需角度。弯制时,应用力均匀,缓慢进行。

(3)弯制完毕,应用样板测量弯曲角度。如弯成角度不合格或尺寸不对,可重新加热至樱红色,将弯头角度重新进行修正或将弯头向前或向后赶一下,直到符合要求为止。

除上述方法以外,也可以采用标准成品弯头。成品弯头有 90° 和 135° 弯头两种,其结构固定,质量好。但是由于成品弯头半径较小且多为 90° 直角形式,另外成本还较高,所以一般仅用于仪表气源管路或钢管尺寸较大、现场弯制较难的一些管路,在测量管路中极少使用。

此外,值得注意的是,高压管应一次弯制成功,而且金属管宜采用冷弯。

(三)有色金属管的弯制

有色金属管(特别是被覆式紫铜管和铝管)必须用冷弯的方法弯制。有色覆层的导管弯制时,还应加以保护,以避免损伤包覆层。另外,有色金属管路除可采用现场弯制外,对于非测量管路且管路尺寸小于 $\phi 14\text{mm}$ 时,还可以采用 90° 或 135° 标准成品弯头。

当弯制外径不大于 14mm 的有色金属管路时,可用手动弯管器弯制。当弯制外径大于 14mm 的有色金属管路时,可采用钢管弯制的方法弯制。常用的便携式手动弯管器如图 5-2-74 所示。

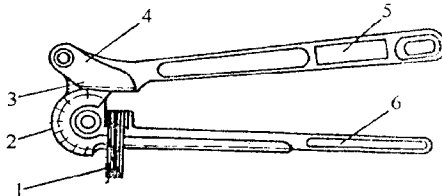


图 5-2-74 便携式手动弯管器

1—活动挡板 2—弯管胎 3—连板 4—偏心弧形槽 5—离心臂 6—手柄

便携式手动弯管器由带弯管胎的手柄和活动挡板等部件组成。操作时,将所弯管子放到弯管胎槽内,一端固定在活动挡板上,扳动手柄便可将管子弯曲到所需要的角度。

这种弯管器轻便灵活,最适宜于弯制 $\phi 10\text{mm}$ 左右的小导管,因此在仪表管路的弯制中使用非常广泛。其弯制方法如图 5-2-75 所示。

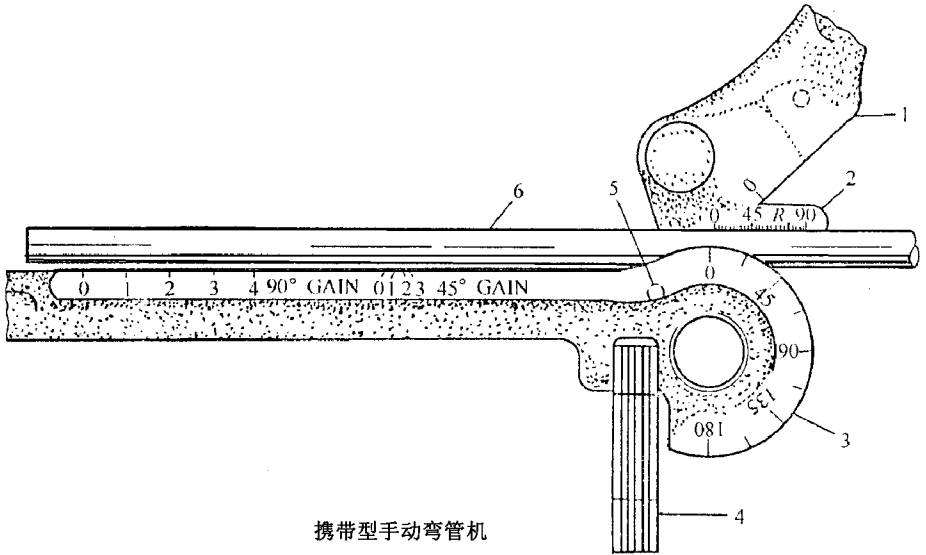


图 5-2-75 便携式手动弯管器弯管

1—偏心弧形槽 2—连板 3—弯管胎 4—活动挡板 5—止钉 6—被弯导管

除携带型手动弯管器外,经常使用的还有固定型手动弯管机,它可以在任何地方设法固定使用,因此也十分灵活方便。其形状如图 5-2-76 所示。

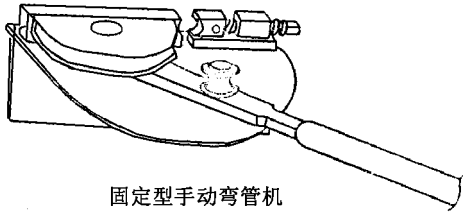


图 5-2-76 固定型手动弯管机

手动弯管机种类繁多,性能各异,但是其工作原理基本相同。在实际工作中,许多工人师傅通常使用自制的特殊导管的实用弯管器,这种弯管器均具有结构简单,使用方便等优点。是非常值得提倡的。

有色金属管材热弯温度如表 5-2-52 所示,具体方法可参阅钢管的弯制部分。

表 5-2-52 有色金属管材热弯温度

钢号	铜	铜合金	铝 11~17	铝合金 LF2、LF3	铝锰合金	铝
热弯温度区间(℃)	600~500	700~600	260~150	310~200	450	130~100

注:有色金属管材不需热处理。

(四)非金属管的弯制

仪表管路中常用的尼龙管,可用管卡弯成 90° ,如图5-2-77所示。

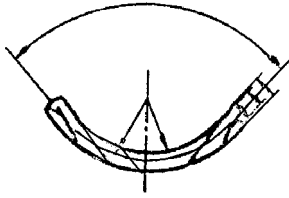


图5-2-77 非金属管路的弯制

聚乙烯、聚氯乙烯等硬质塑料管的弯制难度相对来说要比其它导管大一些。因为它既没有尼龙管那样容易弯制,而其强度又远不如金属管。所以现场弯制时,一般采用以下方法加工:

(1)准备一套可以调解温度的热水装置。

(2)将硬质塑料管内灌入适量的黄沙,并将端头封住。

(3)将管子需弯曲部分放入热水中浸泡加热,水温要适度。聚乙烯和未增塑聚乙烯弯曲参数如表5-2-53所示。

表5-2-53 聚乙烯和未增塑聚氯乙烯弯由参数

管材材料	最小冷弯弯曲半径 (\times 直径 χ mm)	最小热弯弯曲半径 (\times 直径 χ mm)	热弯温度($^\circ\text{C}$)
聚乙烯 低密度	12	5(管径 $<$ ϕ 50) 10(管径 $>$ ϕ 50)	95~105
高密度	20	10(管径 $>$ ϕ 50)	140~160
未增塑聚氯乙烯	—	3~6	120~130

(4)当管子加热到可弯曲时,即可取出,放到弯管器的模具中,弯成所需角度。

(5)倒出黄沙,用清水将导管内部洗净,再用干燥压缩空气吹干,除去杂渣和水分。

四、导管的切断与连接

(一)导管的切断

1. 钢管的切断

钢管的切断可参阅电缆保护管切断部分。

2. 有色金属管的切断

有色金属管的切断一般采用割管器。对被覆式有色金属管切断后,还应根据其连接需用长度,削去管端一部分包履层。管子切断后,应保证切断面与管子轴线垂直,并除去切口毛刺或棱角。鉴于有色金属管的物理性能和特点,切割时,应特别注意防止被夹具损伤和变形。

3. 非金属管路的切断

一般采用割管器切断,其切口的质量较好。但切割时,需缓慢进行,以免管子变形和损伤。切断后,除去切口同外毛刺即可。

不论切断任何材质的导管,管子切断后,切口的质量均应符合下列要求:

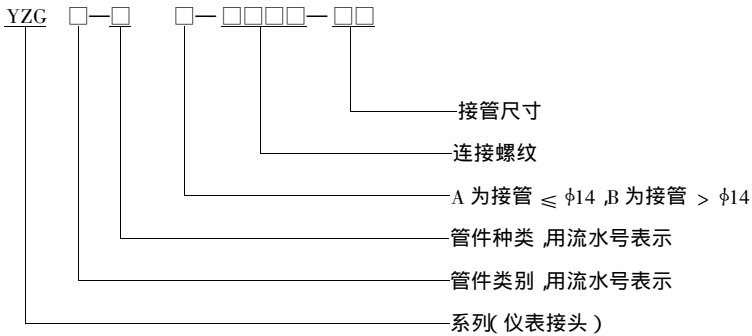
(1)切口表面应平整、不得有裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化铁、铁梢等疵病和杂质存在。

(2)切口平面倾斜偏差应不大于管径 1%,且不大于 3mm。

在施工中,应根据管子的材质、直径及技术要求不同,结合现场的条件,选择合适的切割方法。

(二)仪表接头的选用

仪表接头也称仪表管件,它包括所有仪表的表接头、仪表阀门接头、仪表取源部件接头、仪表电气接头、金属软管接头等等。它品种繁多、规格各异,每种仪表接头都有自己的功能。目前,我国仪表接头生产已经标准化、系列化。其表示方法如下:



YZG 系列仪表接头共有 16 大类,流水号为:

- 1——卡套式管接头
- 2——铜制卡套式气动管路接头(铜管、尼龙管用)
- 3——铜制卡套式气动管路接头(塑料管用)
- 4——扩口式管接头
- 5——焊接式管接头
- 6——承插焊接式管接头
- 7——内螺纹式管接头
- 8——金属软管(挠性管)接头
- 9——橡胶管式接头
- 10——电缆(管缆)接头
- 11——接头(管嘴)
- 12——压力表接头

13——玻璃板液面计接头

14——短节

15——活接头

16——堵头

以上 16 大类仪表接头按其流通介质可以分为三种。第一种仪表接头通过的介质是 0.7~0.8MPa 的压缩空气。如调节阀接头、仪表压缩空气管道使用接头和气动仪表所用接头等。其材质为 Q235 钢或铜,表面镀铬,管道压力等级为 1.0MPa。第二种仪表接头流通的介质是工艺介质。如一次表的表接头、仪表阀门接头、仪表导压管接头和仪表取源部件接头等。这类仪表接头对其材质要求都较高,通常高于主工艺管道的材质。第三种仪表接头电缆保护管接头,如金属软管接头等。它不承受压力,其材质为 3 号钢,表面镀锌。

仪表管路中常用的仪表接头有以下几种:

1. YZG1 系列卡套式管接头

YZG1 系列卡套式管接头适用于仪表各系统的测量管路、液压管路和其它管路。其公称压力分为 16MPa 和 32MPa 两大类,适用介质为油、气、水等,分微腐蚀和有腐蚀两大类。制造材料为 20 号钢,1Cr18Ni9Ti,361 和 361L。该接头共有 29 个品种。接管外径为 $\phi 6 \sim \phi 22$ 共八种。连接螺纹有公制六种与英制五种。以上 29 种管件、接管、连接螺纹可自由组合成 261 种 YZG1 系列卡套式管接头。

2. YZG2 系列铜制卡套式气动管路接头

YZG2 系列铜制卡套式气动管路接头适用于一般压缩空气管路,用于仪表各系统气源、信号管路,自控系统、仪表的气动管路和装置中,是一种应用很广的仪表接头。公称压力为 $PN \leq 1.0\text{MPa}$ (部分 1.6MPa),适用介质为空气或其他微腐蚀气体。其适用温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ (尼龙管常温)。制造材料为黄铜或三号钢,表面镀铬。YZG2 系列共有 20 种接头。配管外径为 $\phi 6 \sim \phi 14$ 紫铜管、被覆铜管和尼龙管。

3. YZG3 系列铜制卡套式气动管路接头

YZG3 系列铜制卡套式气动管路接头是专门为塑料管而设计的,用于各系统的气源、信号管路及气动单元组合仪表装置中。该系列产品根据尼龙管用气动管路截止阀改制而成,同样适用于尼龙管(使用前用 100°C 左右开水,将管端加温后插入产品即可安装)。适用公称压力 $PN \leq 1\text{MPa}$ 的系统,介质为空气,适用温度为常温,制造材料为黄铜。YZG3 系列共有 10 种接头。配管为 $\phi 6 \times 1$ 和 $\phi 8 \times 1$ 塑料管和尼龙管。

4. YZG4 系列扩口式管接头

YZG4 系列扩口式管接头用于自控系统的测量管路、液压管路和其它管路,该系列共有 21 个品种,公称压力为 8MPa 和 16MPa。适用温度根据使用介质与选用垫片而定。一般 $t \leq 450^\circ\text{C}$ 。制造材料为 20 号钢、1Cr18Ni9Ti、316 和 316L。配管为紫铜管、碳钢管和不锈钢管。

5. YZG5 系列焊接式管接头

YZG5 系列焊接式管接头适用于自控各系统的测量管路、液压管路和其它管路。该系列接头共有 33 类,公称压力有 6.4MPa、16MPa 和 32MPa 三档,覆盖全部系列压力。适用介质为油、水、气等(分微腐蚀和腐蚀两类)。适用温度与使用介质和选用垫片有关,一般为 $t \leq 450^{\circ}\text{C}$ 。制造材料为 20 号钢、35 号钢、1Cr18Ni9Ti、316 和 316L。配管为管通级无缝钢管。

(三) 导管与仪表设备的连接

1. 扩口式管接头装配方法

扩口式管接头是将扩口后的管子置于接头体的锥面,利用旋紧螺母使管子喇叭口受压,从而起到密封作用。其连接形式如图 5-2-78 所示。

扩口式管接头的装配方法如下:

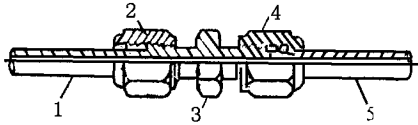


图 5-2-78 扩口式管接头连接形式

(1) 先将螺母与套管按顺序套在导管上,对于紫铜管,还应先对其管端进行退火。

(2) 将导管端头放入图 5-2-79 所示的胀管器内,使管子扩口。

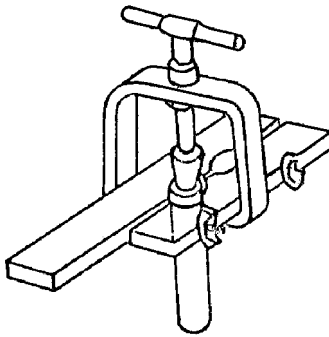


图 5-2-79 扩口器扩口

(3) 将管口对准接头体,用螺母锁紧。

2. 卡套式管接头装配方法

卡套式管接头是利用卡套的刃口切入被连接的管子,从而起到密封作用的。卡套式连接形式如图 5-2-80 所示。

卡套式管接头一般按如下规定进行装配:

(1) 根据施工图要求,按零件及组装的标记选择和度量管子。

(2) 按需要长度切断管子,使其管端与管中心线呈垂直状态。其尺寸偏差不得超过管子外径公差之半。

(3) 清除管端的内、外圆毛刺及金属屑、污垢等。

(4) 在卡套刃口、螺纹及各接触部位涂少量润滑油(禁油管路系统不得涂油),按先后顺序将螺母、卡套套在管子上,再将管子插入接头体锥孔,放正卡套。在旋紧螺母的同时转动管子,直到管子不动为止。此时,做个标记,然后再拧紧螺母 $1 \sim 1\frac{1}{4}$ 圈,使卡套刃口切入管子。注意不可旋得太紧,以免损坏卡套。

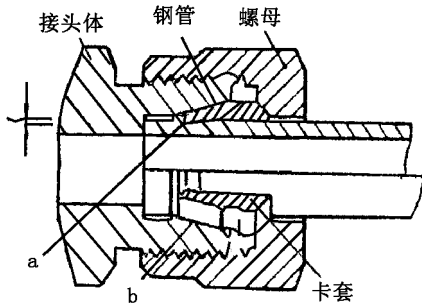


图 5-2-80 卡套式管接头连接形式

(5) 将螺母松开,检查卡套预装情况。以卡套的刃口切入管子,中部稍有拱形凸起,尾部径向收缩抱住管子,卡套在管子上能稍有转动,但不能轴向滑动为合格。如不合格,需要继续拧紧螺母。

(6) 将已预装合格的螺母和卡套的钢管插入接头体,用扳手拧紧螺母,直至拧紧力矩突然上升(即达到力矩激增点),再将螺母拧紧 $1/4$ 圈,不要多拧,装配工作即告完成。

3. 压垫式管接头装配方法

压垫式管接头是利用压紧垫片达到密封作用的。压垫式管接头连接形式如图 5-2-81 所示。

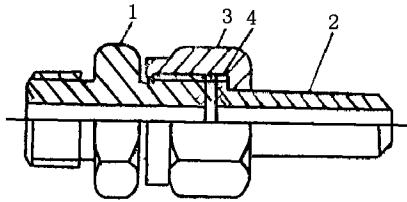


图 5-2-81 压垫式管接头连接

其装配步骤如下:

(1) 将接管嘴穿入锁母孔中,接管嘴在孔中应呈自由状态。

(2) 将带有接管嘴的锁母拧入仪表设备的接头座中。接管嘴与接头座间应留有密封垫的间隙。然后将接管嘴与导管对口、找正、用氧—乙炔焰焊接数点,再次找正。

(3) 卸下接头,进行正式焊接。切忌在不卸下接头的情况下,在仪表设备上直接施焊,造成因焊接高温传导而损坏仪表设备的内部元件。

(4)正式安装管接头前,应在其结合平面内加一厚度为 $2\sim 3\text{mm}$ 、内径比接头内径大 0.5mm 左右、外径则比接头外径小 0.5mm 左右的密封垫圈,且其表面应光滑(齿形垫片除外)。

(5)在接头的螺纹上涂以机油黑铅粉混合物,并把密封垫圈自由地放入锁母中,然后拧入接头,用扳手拧紧。

各种导管接头的装配方式如图 5-2-83 所示。

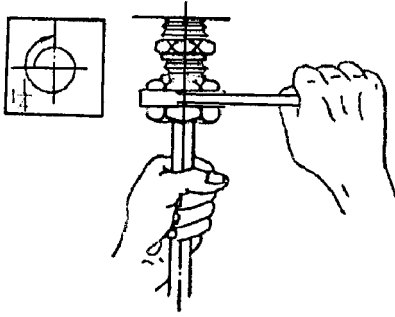


图 5-2-82 管接头装配示意

四、导管与导管的连接

导管与导管的连接除采用各种管接头之外,还可以采用焊接方法连接。焊接连接具有接头强度大、严密性高、接口牢固耐久、不易渗漏等优点,而且不需接头配件、成本低。另外焊接管路工作性能可靠投入运行后,不需经常修理。其缺点是由于接口固定,若需拆卸必须把导管切断。

焊接连接按焊接工艺不同,可分为电焊、氧—乙炔焰焊、氩弧焊三大类。焊接工艺时,应根据材质、管径、壁厚、介质等工作参数进行选择。

焊接前必须查明所焊材料的钢号,以便正确选用相应的焊条和焊丝,确定合适的焊接和热处理工艺。钢材和焊条、焊丝的质量符合国家标准规定的要求。

仪表工程焊接用的焊条应在确保焊接结构安全、可靠的前提下,根据管材的化学成分、机械性能、厚度、接头型式、管子工作条件、对焊缝的质量要求、焊接的工艺性能和技术经济效益等,择优进行选用。

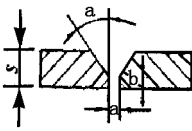
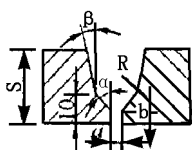
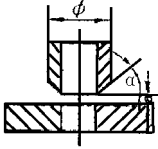
当为同种材质的导管互焊时,仪表工程焊接用焊丝的化学成分和机械性能应与导管的材质相当;异种材质的导管互焊,若两侧均非奥氏体不锈钢,可按合金钢含量低一侧或介于两者之间的管材来选用焊丝;若一侧为奥氏体不锈钢时,可选用含镍量较该不锈钢高的焊丝。焊丝的直径取决于焊件的厚度和坡口型式。如果焊丝过细,则焊接时往往会发生焊件尚未熔化而焊丝却很快熔化下滴,造成熔合不良,焊波高低不平等缺陷;如果焊丝过粗,熔化焊丝所需的加热时间增加,同时加大了对焊件加热的影响范围,造成焊缝区域组织过热,同样会降低焊接质量。常用钢材所适用的焊条和焊丝型号如表 5-2-54 所示。

表 5-2-54 常用钢材所适用的焊条和焊丝型号

钢 材		电 焊 条		焊 丝	
种 类	代 号	型 号	旧 牌 号	牌 号	旧 牌 号
		E4313 ,E34303	J421 J422		
碳 素 钢	(C < 0.3%)	E4320 ,E4316	J424 J426	H08MnA	焊 08 锰高
低合金钢	16Mn16Mng 15MnV15Mng	E5016 E5015	J506 J507	H08nA	焊 08 锰高
合 金 钢	15CrMo	E5515—B2	R307	H08CrMoA	焊 08 铬钼高
	12Cr1Mov	E5515—B2—V E5515—B2—VNB	R317 R337	H08CrMoV	焊 08 铬钼机
	12MoVWBSiRe	E6015—B3—VNB	R417	H08Cr2MoI	焊 08 铬 2 钼 1
	12Cr2MoWVB	36015—B3—VNB E5515—B3—VWB	R417 R437	H08Cr2MoA	焊 08 铬 2 钼高
	12Cr3MoVSiTiB	E6015—B3—VNB	R417	H08Cr2Moa	焊 08 铬 2 钼高
不 锈 钢	1Cr18Ni9Ti	E0—19—10Nb—16 E0—19—10Nb—15	A132 A137	H1Cr19Ni9Ti H1Cr18Ni10Nb	焊 1 铬 19 镍 9 钛 焊 1 铬 18 镍 10 铌

管子、管件在焊接之前应根据管材的材质、壁厚和焊接方式进行坡口处理,选用坡口型式时应考虑易保证焊接的质量填充金属少、便于操作及减少焊接变形等原则。碳素钢及低合金钢管子、管件的坡口型式和尺寸见表 5-2-55。

表 5-2-55 碳素钢及低合金钢管子、管件的坡口型式和尺寸

序号	坡口形式	对口图	焊接种类	管壁厚 (mm)	对口结构尺寸				
					$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	a (mm)	b (mm)	R (mm)
1	V形		气焊	≤ 6	30~35	—	1~3	0.5~2	—
			电弧焊	≤ 16					
2	双V形		电弧焊	16~60	30~40	8~12	2~5	1~2	5
3	管座		电弧焊	管座直径 $\phi \leq 76$	50~60	—	2~3	—	—

对于管径较小的导管可以采用套管焊接。

仪表管路除焊接连接外 还可以采用管件连接。管件分螺纹连接管件和焊接连接管件两类。前者指镀锌管件,它有外接头、异径接头、内接头、活接头、内外螺丝、锁紧螺母、弯头、异径弯头、三通、异径三通、四通、异径四通外方管堵、管帽和管螺纹法兰等等。后者指可以焊接在钢管两端、用来跟其它钢管或阀门、管件进行连接的管法兰、弯头、三通等。

各种管件的形状及结构如图 5-2-83 所示 规格及安装尺寸如表 5-2-56 所示。

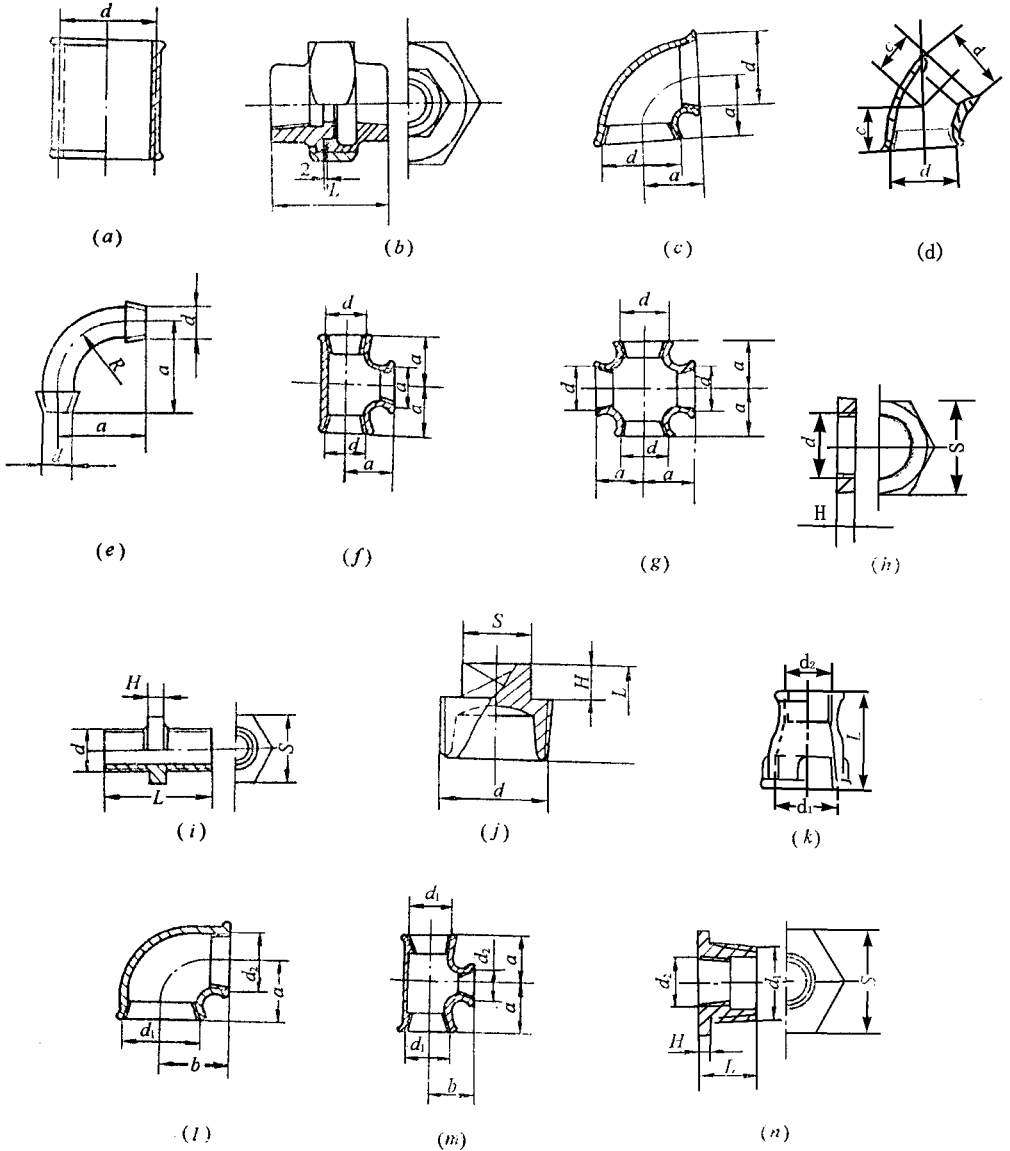


图 5-2-83 管件的结构

(a)外接头 (b)活接头 (c)弯头 (d)45° (e)外月弯 (f)三通 (g)四通;

(h)锁紧螺母 (i)六角内接头 (j)管堵 (k)异径外接头 (l)异径弯头 (m)异径三通 (n)内外螺母

表 5-2-56 各种常用管件的规格尺寸

公称 口径 DN (mm)	管螺纹 尺寸 d (in)	主要结构尺寸(mm)										备 注	
		外 接 头	通 丝 (外 接 头)	活 接 头	内 接 头	锁 紧 螺 母	弯 头	三 通	四 通	45° 弯 头	外 方 管 堵		管 帽
		L	L	L	L	H	a	a	a	a	L		H
6	1/8	22	22	40	29	6	18	18	18	16	15	14	L = 全长 H = 高度 a = 一端中心 轴线至另一端 端面或至 90° 夹角的一端端 面距离
8	1/4	26	26	40	36	8	19	19	19	17	18	15	
10	3/8	29	29	44	38	9	23	23	23	19	20	17	
15	1/2	34	34	48	44	9	27	27	27	21	24	19	
20	3/4	38	38	53	48	10	32	32	32	25	27	22	
25	1	44	44	60	54	11	38	38	38	29	30	25	
32	1 1/4	50	50	65	60	12	46	46	46	34	34	28	
40	2 1/2	54	54	69	62	13	48	48	48	37	37	31	
50	2	60	60	78	68	15	54	54	54	42	40	35	

五、管路附件的选用与安装

(一) 气源分配器的选用与安装

气源分配器是将气源总管里的压缩空气分配到气源支管的装置。常用的气源分配装置如图 5-2-84 所示。

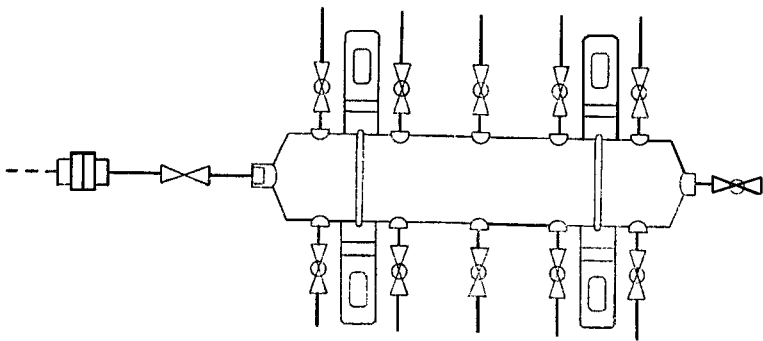


图 5-2-84 气源分配器

气源分配器的入气口与气源总管相连接,出气口与气源支管相接,出入口的有阀门控制气源的流向。气源分配器的安装位置应选择在气动仪表及执行器比较集中,操作维护比较方便的地方。它一般安装在建筑物和金属结构或安装在支架上。

气源分配器的安装应符合以下要求:

(1)气源分配器的安装应平正、美观,便于维修和操作。

(2)如果设备上未配活接头,还应在其与总管连接处加装活接头,以便于检修时拆换。

(3)气源分配器最下端的分配阀应定为放空排污阀,并引接一段导管。导管的出口方向不对地或操作者,以免吹起尘土或刺激操作人员。其安装方法如图 5-2-85 所示。

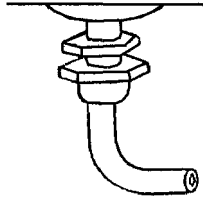


图 5-2-85 排空导管安装

(二)过滤减压器的选用与安装

气动仪表及气动执行器需要有一定压力,而且洁净、干燥、无油的气源。如果气源管网不能满足要求或仪表设备有特殊需要时,可在气源分配器、气动仪表或气动执行器前加装过滤器或减压器。常用的过滤、减压设备如表 5-2-57 所示。

表 5-2-57 常用的空气过滤减压设置

名称	型号	气源压力 (MPa)	最大输出 压力 (MPa)	最大输出 流量 (mol·m ³ /h)	耗气量 (mol·l/h)	接管螺纹 尺寸
空气过滤减压器	QFH-111	0.3~0.7	0.16	3	150	M10×1
	QFH-211	0.3~0.7	0.16	3	150	M10×1
	QFH-213	0.3~0.7	0.16	30	300	G $\frac{3}{4}$ "
	QFH-221	0.4~0.7	0.25	3	250	M10×1
	QFH-223	0.4~0.7	0.25	30	450	G $\frac{3}{4}$ "
	QFH-261	0.7~1.0	0.6	3	500	M10×1
空气减压器	QFY-103	0.4~0.7	0.16	3	350	M10×1
	QFY-203	0.4~0.7	0.25	3	450	M10×1
	QFY-603	0.7~1.0	0.6	3	700	M10×1
空气过滤器	QFG-1005	1		5		M10×1

(三)隔离容器的选用与安装

测量粘性或侵蚀性液体的压力或差压时,取源阀门至仪表阀门之间的管路上应装设隔离容器。在隔离容器至测量仪表的导管内充入隔离液,以防止测量仪表被腐蚀。若介质凝固点高,取压装置至隔离容器应有蒸汽伴热并保温,以防止介质凝固。隔离容器和测量管道装设于室外时,应选用凝固点低于当地最低气温的隔离液。隔离容器应垂直安装,成对隔离容器内的自由液面必须在同一水平面上。其导管连接方式如图 5-2-86

所示。隔离液应不与被测介质、管件及仪表起渗混和化学作用。常用隔离液的性质见表 5-2-58 所示。

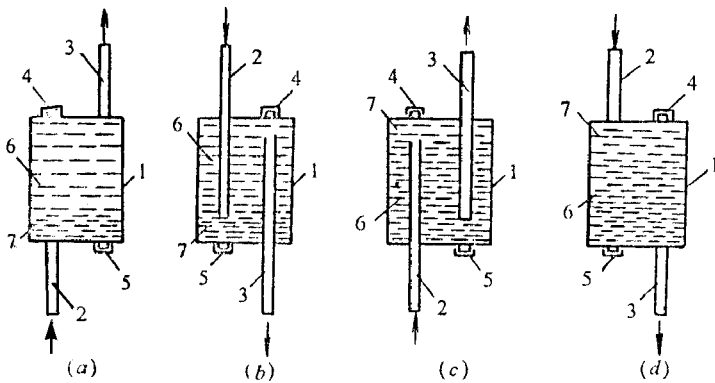


图 5-2-86 隔离容器导管连接方式示意

- (a) 隔离液轻、测量仪表高于取压装置 (b) 隔离液轻、测量仪表低于取压装置；
(c) 隔离液重、测量仪表高于取压装置 (d) 隔离液重、测量仪表低于取压装置

1—隔离容器 2—接取压装置导管 3—接测量仪表导管；

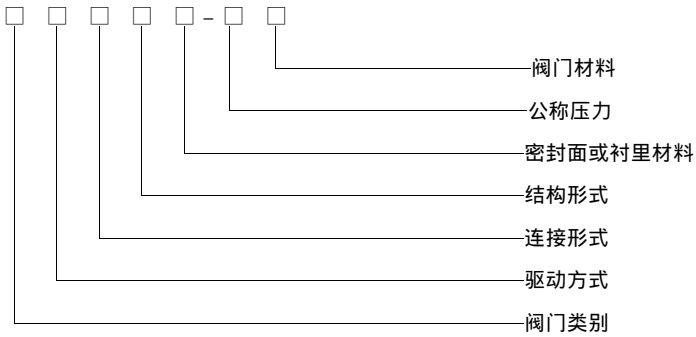
4—灌液堵头 5—放液堵头 6—隔离液 7—被测介质

表 5-2-58 常用隔离液的性质和用途

名称	相对密度	粘度 ($\times 10^{-3}$ pa·s)		沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	凝固点 ($^{\circ}\text{C}$)	性质与用途
		15 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$			
水	1.00	1.125	1.01	100	0	适用于不溶于水的油
质量比 50% 甘油水溶液	1.129 5	7.5	5.99	106	-23.0	溶于水、适用于油类物质及碳氢化合物液体等介质
四氯化碳	1.61	1.0	—	76.7	-23.0	易挥发、不溶于水、醚、苯、油可任意混合，有毒，适用酸类介质
煤油	0.820	2.2	2.0	149.0	-28.9	不溶于水适用于腐蚀性无机液体
25 号变压器油	0.896	—	30.0	—	-25.0	不溶于水、酸、碱
质量比 50% 乙二醇水溶液	1.068	4.36	3.76	107.0	-35.6	溶于水、醇及醚，适用于油类物质和液化气体

(四) 仪表阀门的选用与安装

仪表阀门是指安装在仪表管路中的阀门，常见的阀门有截止阀、球阀等。阀门的各类繁多，作用各异。阀门的型号标志如下：



阀门型号标志的含义如表 5-2-59、表 5-2-60、表 5-2-61、表 5-2-62、表 5-2-63、表 5-2-64、表 5-2-64 所示。

表 5-2-59 阀门类别代号

阀门类别	代 号	阀门类别	代 号	阀门类别	代 号
闸 阀	Z	蝶 阀	D	安全阀	A
截止阀	J	隔膜阀	G	减压阀	Y
节流阀	L	旋塞阀	X	疏水器	S
球 阀	Q	止回阀	H		

表 5-2-60 阀门驱动方式及代号

驱动方式	代 号	驱动方式	代 号
电磁驱动	0	伞齿轮	5
电磁—液动	1	气 动	6
电—液动	2	液 动	7
蜗 轮	3	气—液动	8
飞齿轮	4	电 动	9

注:1. 对于驱动形式为气动和液动的,又分常开(K)和常闭(B)两种,如气动常开用6K表示,液动常闭用7B表示。

2. 防爆电动用9B表示。

表 5-2-61 阀门连接形式及其代号

连接形式	代 号	连接形式	代 号	连接形式	代 号
内螺纹	1		4	对 夹	7
外螺纹	2		5	卡 箍	8
法 兰	3	焊 接	6	卡 套	9

表 5-2-62 截止和节流阀结构形式及代号

截止阀和节流阀结构形式		代 号
直 通 式		1
角 式		4
直 流 式		5
平 衡	直 通 式	6
	角 式	7

表 5-2-63 球阀结构形式及代号

球阀结构形式			代 号
浮 动	直通式		1
	L 形	三通式	4
	T 形		5
固定直通式			7

表 5-2-64 阀座密封面或衬里材料及其代号

材料	代号	材料	代号	材料	代号
铜合金	T	氟塑料	F	衬胶	J
橡胶	X	合金钢	H	衬铅	Q
尼龙塑料	N	渗碳钢	D	搪瓷	C
巴氏合金	B	硬质合金	Y	渗硼钢	P

注:由阀体直接加工的阀座密封面材料代号用“W”表示。当阀座和阀瓣(闸板)密封面材料不同时,用低硬度材料代号表示(隔膜阀除外)。

表 5-2-65 阀体材料及其代号

阀体材料	代 号	阀体材料	代 号
HT25-27(灰铸铁)	Z	Cr5Mn(铬钼钢)	I
HT30-6(可锻铸铁)	K	1Cr18Ni9Ti	P
QT40-15(球墨铸铁)	Q	Cr18Ni12Mo2Ti	R
H62(铜合金)		12Cr1MoV	V
ZG25 II(铸钢)		高硅铸铁	G

注:PN \leq 1.6MPa的灰铸铁阀体和PN \geq 2.5MPa的碳素钢阀体,省略本代号。

通常气源管路多采用截止阀和球阀。这类阀门的作用是切断或导通气动管路通道,特点是密封性能好,外型小巧,结构简单,价格便宜。常用的气动管路用阀门如表 5-2-66 所示。

表 5-2-66 气动管路截止阀(铜管、尼龙管用)

型 号	公称压力 (MPa)	通 径	材 质	连 接 方 式
QJ-1	\leq 1	5	H62	两端均配铜管($\phi 6, \phi 8, \phi 10$)
QJ-2A				一端配铜管($\phi 6, \phi 8, \phi 10$),一端为外螺纹(ZG1/8", ZG1/4")
QJ-2B				一端配铜管($\phi 6, \phi 8, \phi 10$),一端为外螺纹(M10 \times 1, M12 \times 1.25)
QJ-3A				一端配铜管($\phi 6, \phi 8, \phi 10$),一端为内螺纹 M10 \times 1
QJ-3B				一端配铜管($\phi 6, \phi 8, \phi 10$),一端为内螺纹(ZG1/8", ZG1/4")
QJ-4				两端都为内螺纹(M10 \times 1, M12 \times 1, ZG1/8", ZB1/4"的一种)
QJ-5A				两端都为外螺纹 M10 \times 1 与 M12 \times 1.25 的一种
QJ-5B				两端都为外螺纹 ZG1/8"与"ZG1/4"中的一种
QJ-6A				角式截止阀,一端接 $\phi 6, \phi 8$ 铜管,一端为外螺纹 M10 \times 1, M14 \times 1.5, M16 \times 1.5, G1/4", G1/8", ZG $\frac{1}{4}$ ", ZG1/8"
JE(QY ₁)				一端配铜管 $\phi 6$ 或 $\phi 8$,一端接 G1/2"
QZ-1	2.5	4	H62	$\phi 6 - \phi 6, \phi 8 - 8\phi, 10\phi - 10\phi$ 中的一种铜管
QZ-2	2.5	4	H62	一端为外螺纹 M10 \times 1, M12 \times 1.25, G1/8", ZG1/8"和 ZG1/4"中的一种,另一端为 $\phi 6$ 或 $\phi 8$ 铜管

第五篇 电气仪表的安装调试

型 号	公称压力 (MPa)	通 径	材 质	连 接 方 式
QZ-3	2.5	4	H62	一端为内螺纹 M10×1、M12×1.25、G1/8"、ZG1/8"、G1/4"、ZG1/4"中的一种,另一端为 φ6 或 φ8 铜管
QJ-4 三通截止阀	1	3	H62	接管 φ6 铜管
		4		接管 φ8 或 φ10 铜管

注:尼龙 1010 管与铜管一样适用。

通常测量管路多采用截止阀,有时也采用球阀。它包括全部取源用的根部阀门和切断阀门,配合差压变送器、压力变送器的排污阀、放气阀和放空阀;分析系统用阀门;蒸汽伴热系统用阀等等。为满足不同工艺介质的要求,对阀门的公称压力、适用温度、管路连接方式、耐腐蚀性能等等都有不同的要求。表 5-2-67、表 5-2-68、表 5-2-69 中列出了 100 余种阀门。

表 5-2-67 仪表常用测量管路阀门

名 称	型 号	公称压力 (MPa)	通径 (mm)	连 接 方 式
内螺纹截止阀	J11W-16T	1.6	10	两端均为内螺纹 ZG $\frac{1}{4}$ "
内螺纹截止阀	J11W-16T	11.6	15	两端均为内螺纹 ZG $\frac{1}{2}$ "
内螺纹截止阀	J11H-25C	2.5	10	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG $\frac{1}{2}$ "
内螺纹截止阀	J11H-25C	2.5	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11H-25C	2.5	20	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-25P	2.5	10	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-25P	2.5	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-25P	2.5	20	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11H-64C	6.4	10	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11H-64C	6.4	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-64P	6.4	10	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-64P	6.4	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11H-160C	16	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-160P	16	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11H-320C	32	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内螺纹截止阀	J11W-320P	32	15	两端均为内螺纹 G 1/2"或 ZG 1/2"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1H-200C	20	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 1/4"-Z 1/4"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-200P	20	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 1/4"-Z 1/4"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400C	40	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 1/4"-Z 1/4"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 3/8"-Z 3/8"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 1/4"-Z 1/4"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端内螺纹,一端外螺纹 Z 1/2"-Z 1/4"
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端为内螺纹,一端为外螺纹 Z 1/4"-Z 1/4"

名 称	型 号	公称压力 (MPa)	通径 (mm)	连 接 方 式
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端为内螺纹,一端为外螺纹 Z $\frac{3}{8}$ "-Z $\frac{3}{8}$ "
内外螺纹截止阀	J $\frac{1}{2}$ 1W-400P	40	5	一端为内螺纹,一端为外螺纹 Z $\frac{1}{2}$ "-Z $\frac{1}{2}$ "
卡套截止阀	J91H-200C	20	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 12
卡套截止阀	J91H-200C	20	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J91W-200P	20	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 12
卡套截止阀	J91W-200P	20	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J91H-400C	40	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 12
卡套截止阀	J91H-400C	40	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J91W-400P	40	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 12
卡套截止阀	J91W-400P	40	5	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-64C	6.4	3	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-64P	6.4	3	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-160C	16	2	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-160P	16	3	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-64C	6.4	6	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-64P	6.4	6	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-50C	16	6	两端均为卡套,可直接配管声 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-160P	16	6	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-64C	6.4	10	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-64P	6.4	10	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94H-160C	16	10	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
卡套截止阀	J94W-160P	16	10	两端均为卡套,可直接配管 ϕ 14
外螺纹截止阀	J21H-25C	2.5	5	两端均为外螺纹 G 1/2"
外螺纹截止阀	J21W-25P	2.5	5	两端均为外螺纹 G 1/2"
外螺纹截止阀	J21H-25C	2.5	10	两端均为外螺纹 G 3/4"
外螺纹截止阀	J21W-25P	2.5	10	两端均为外螺纹 G 3/4"
外螺纹截止阀	J21H-25C	2.5	15	两端均为外螺纹 G1"
外螺纹截止阀	J21W-25C	2.5	15	两端均为外螺纹 G1"
外螺纹截止阀	J21W-160P	16	10	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹截止阀	J21H-150C	16	10	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹截止阀	J21H-320G	32	10	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹截止阀	J21W-320P	32	10	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹角式截止阀	J24H-160C	16	3	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹角式截止阀	J24W-160P	16	3	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹角式截止阀	J24W-320C	32	3	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹角式截止阀	J24W-320P	32	3	两端均为外螺纹接管 ϕ 14
外螺纹角式截止阀	J24H-160C	16	5	两端均为外螺纹接管 ϕ 14

第五篇 电气仪表的安装调试

名 称	型 号	公称压力 (MPa)	通径 (mm)	连 接 方 式
外螺纹角式截止阀	J24W-160P	16	5	两端均为外螺纹接管 φ14
外螺纹角式截止阀	J24W-320C	32	5	两端均为外螺纹接管 φ14
外螺纹角式截止阀	J24W-320P	32	5	两端均为外螺纹接管 φ14
外螺纹角式截止阀	J24H-150C	16	10	两端均为外螺纹接管 φ14/φ18
外螺纹角式截止阀	J24W-160P	16	10	两端均为外螺纹接管 φ14/φ18
外螺纹角式截止阀	J24W-320C	32	10	两端均为外螺纹接管 φ14/φ18
外螺纹角式截止阀	J24W-320P	32	10	两端均为外螺纹接管 φ14φ18
压力表截止阀	J11H-200C	20	5	一端为 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 M20×1.5
压力表截止阀	J11H-200C	20	5	一端为 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 G $\frac{1}{2}$ "
压力表截止阀	J11H-200P	20	5	一端 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 M20×1.5
压力表截止阀	J11W-200P	20	5	一端为 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 G $\frac{1}{2}$ "
压力表截止阀	J11H-400C	40	5	一端 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 M20×1.5
压力表截止阀	J11H-400C	40	5	一端为 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 G $\frac{1}{2}$ "
压力表截止阀	J11W-400P	40	5	一端 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 M20×1.5
压力表截止阀	J11W-400P	40	5	一端为 M20×1.5(左),另一端为压力表螺纹 G $\frac{1}{2}$ "
压力表用截止阀	J29H-320C	32	3	一端为 M20×1.5,一端为 M14×1.5(角式)
压力表用截止阀	J29W-320P	32	3	一端为 M20×1.5,一端为 M14.5(角式)
压力表用截止阀	J29H-320C	32	3	两端均为 M20×1.5 螺纹(角式)
压力表用截止阀	J29W-320P	32	3	两端均为 M20×1.5 螺纹(角式)
法兰式截止阀	J41H-320C	32	3	法兰厚为 15mm,直径 70mm
法兰式截止阀	J41W-320P	32	3	法兰厚为 15mm,直径 70mm
法兰式截止阀	J41H-320C	32	6	法兰厚为 15mm,直径 70mm
法兰式截止阀	J41W-320P	32	6	法兰厚为 15mm,直径 70mm
法兰式截止阀	J41H-320C	32	10	法兰厚为 20mm,直径 95mm
法兰式截止阀	J41W-320P	32	10	法兰厚为 20mm,直径 95mm
法兰式截止阀	J41H-320C	32	15	法兰厚为 20mm,直径 105mm
法兰式截止阀	J41W-320P	32	15	法兰厚为 20mm,直径 105mm
法兰式角式截止阀	J44H-320C	32	3	法兰厚 15mm 法兰直径 70mm
法兰式角式截止阀	J44W-320P	32	3	法兰厚 15mm 法兰直径 70mm
法兰式角式截止阀	J44H-320C	32	6	法兰厚 15mm 法兰直径 70mm
法兰式角式截止阀	J44W-320P	32	6	法兰厚 15mm 法兰直径 70mm
法兰式角式截止阀	J44H-320C	32	10	法兰厚 20mm 法兰直径 95mm
法兰式角式截止阀	J44W-320P	32	10	法兰厚 20mm 法兰直径 95mm
法兰式角式截止阀	J44H-320C	32	15	法兰厚 20mm 法兰直径 105mm
法兰式角式截止阀	J44W-320P	32	15	法兰厚 20mm 法兰直径 105mm

表 5-2-68 仪表常用球阀(一)

型 号	名 称	公称压力 (MPa)	公称直径 (mm)	配管外径
Q81SA-64T	卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ10
Q81SA-64P	卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ10
Q ₈ ² 1SA-04T	终端卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ10 一端为外螺纹
Q ₈ ² 1SA-64P	终端卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ16 一端为外螺纹
Q ₈ ¹ 1SA-64T	卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ10 一端为内螺纹
Q ₈ ¹ 1SA-64P	卡箍式球阀	6.4	4 6 8	φ6 φ8 φ16 一端为内螺纹
Q11SA-64T	内螺纹球阀	6.4	4 6 8 ,10	两端均为内螺纹
Q11SA-64P	内螺纹球阀	6.4	4 6 8 ,10	两端均为内螺纹
Q11SA-64C	内螺纹球阀	6.4	4 6 8 ,10	两端均为内螺纹
Q11SA-64T	内螺纹球阀	6.4	4 6 8 ,10	两端均为内螺纹
Q11F-64C	内螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25 ,40	两端均为内螺纹
Q11F-64P	内螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25 ,40	两端均为内螺纹
Q11F-64R	内螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25 ,40	两端均为内螺纹
型 号	名 称	公称压力 (MPa)	公称直径 (mm)	配管外径
Q21F-64C	外螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25	两端均为外螺纹
Q21F-64P	外螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25	两端均为外螺纹
Q21F-64R	外螺纹球阀	6.4	10 ,15 ,20 ,25 ,	两端均为外螺纹
Q91SA-64C	卡套球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 (10) ,12 ,14 ,
Q91SA-64P	卡套球阀	6.4	4 6 8 ,10.	6 8 (10) ,12 ,14 ,
Q91SA-64R	卡套球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 (10) ,12 ,14 ,
Q93SA-64C	双卡套角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 (10) ,12 ,14
Q93SA-64T	双卡套角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 (10) ,12 ,14
Q93SA-64P	双卡套角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 (10) ,12 ,14
Q13SA-64C	内螺纹角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	配内螺纹
Q13SA-64T	内螺纹角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	配内螺纹
Q13SA-64P	内螺纹角式球阀	6.4	4 6 8 ,10	配内螺纹
Q94SA-64C	卡套三通球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 ,10 (12) ,14
Q94SA-64T	卡套三通球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 ,10 (12) ,14
Q94SA-64P	卡套三通球阀	6.4	4 6 8 ,10	6 8 ,10 (12) ,14
型 号	名 称	公称压力 (MPa)	公称直径 (mm)	配管外径
Q14SA-64C	内螺纹三通球阀	6.4	4 6 8 ,10	都为外螺纹
Q14SA-64T	内螺纹三通球阀	6.4	4 5 8 ,10	都为外螺纹
Q14SA-64P	内螺纹三通球阀	6.4	4 6 8 ,10	都为外螺纹

型 号	名 称	公称压力 (MPa)	公称直径 (mm)	配管外径
PQ81SA-64T	排气球阀	6.4	4 4.6	6.8, 10
PQ81SA-64P	排气球阀	6.4	4 4.6	6.8, 10
YFP-1A-64C	两位一通双卡球阀	6.4	4.6, 8, 10	6.8, 12, 14
YFP-1A-64P	两位一通双卡球阀	6.4	4.6, 8, 10	6.8, 12, 14
YFP-1A-64T	两位一通双卡球阀	6.4	4.6, 8, 10	6.8, 12, 14
YFP-1B-64C	二位一通内螺纹切换球阀	6.4	4.6, 8, 10	配内螺纹
YFP-1B-64T	二位一通内螺纺切换球阀	6.4	4.6, 8, 10	配内螺纹
YFP-1B-64P	二位一通内螺纺切换球阀	6.4	4.6, 8, 10	配内螺纹
YFP-2	两位两通切换球阀	6.4	2.4	M10×1 ZG1/8", ZG1/4"
YFP-3	四位一通切换球阀	6.4	2.5	M10×1 ZG1/8", ZG1/4"
YFP-5	六位一通切换球阀	1	4	配 φ6×1 钢管或尼龙管
YFP-6	六位两通切换球阀	1	4	配 φ6×1 钢管或尼龙管

表 5-2-69 仪表常用球阀(二)

型 号	名 称	试验压力(MPa)	公称压力(MPa)	温度(℃)
Q61N-160	高压球阀	24	16	-40~50
Q61N-320	高压球阀	48	32	-40~50
Q71N-160	高压球阀	24	16	-40~50
Q71N-320	高压球阀	48	32	-40~50

注 螺纹尺寸(包括内外螺纹)同公称通径的关系为:

公称通径	螺纹尺寸	公称通径	螺纹尺寸
φ4	M10×1 ZG1/8", G1/8"	φ20	M30×2
φ6	ZG1/4", G1/4", M10×1 ZG1/8"	φ25	M42×2
φ8	M16×1.5 ZG3/8", G3/8", M10×1	φ32	M48×2
φ10	M20×1.5 ZG1/2", G1/2"	φ40	M63×3
φ10	M24×1.5	φ50	M80×8
φ15	M33×2		

在仪表管路中,除常用的截止阀和球阀外,还有与差压变送器配套使用的阀组,有二阀组、三阀组、五阀组等。其中二阀组和三阀组仅具有将差压变送器正、负压室与引压点导通或切断或将正、负压室切断或导通的功能。五阀组除具有以上功能之外,还具有可随时进行在线仪表的检查、校验、标定或排污、冲洗的功能。通常各种型号的阀组都随差压变送器配套供货,常见的与 1151 电容式差压变送器配套的 1151-150 三阀组规格如表 5-2-70 所示。截止阀的外形如图 5-2-87 所示。

表 5-2-70 1151-150 型三阀组

型 号	公称压力 (MPa)	通径 (mm)	适用温度 (℃)	适用介质	阀体材质
1151-150-1	≤40	5	≤100	非腐蚀	35 号钢
1151-150-2	≤25	5	≤250	有腐蚀	镍铬钛钢

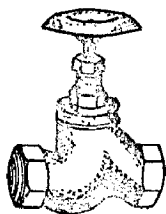


图 5-2-87 截止阀

下面以截止阀的测量的管路中安装为例,介绍一下仪表阀门的安装。

(1)安装阀门时,应使其门杆处于便于操作和维修的方向。如图 5-2-88 所示。

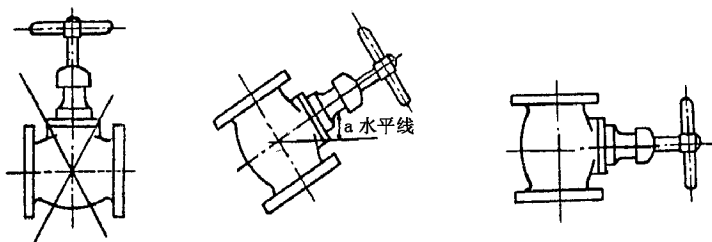


图 5-2-88 门杆安装的最佳位置

(2)安装截止阀时,应使介质流动方向与阀体上箭头所指的方向一致。如果没有指示箭头,可视截止阀底部形状而定。如图 5-2-89 所示。

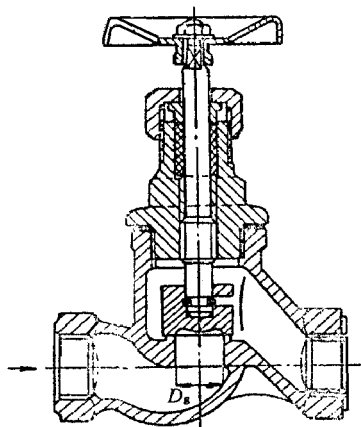


图 5-2-89 截止阀的安装方向

(3)如果在设备或管道取源部件处直接安装阀门,而又不便于操作和检修时,可用导管引至适合位置安装,并依据具体情况予以固定。如图 5-2-90 所示。

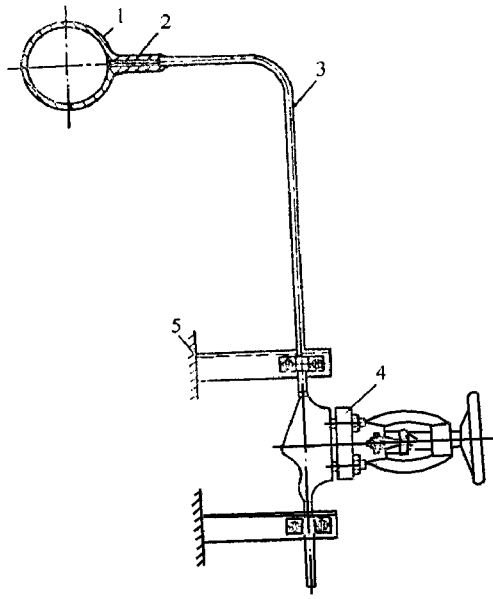


图 5-2-90 取压装置的安装

1—高位管道 2—导压管 3—阀门 4—支架 5—至仪表

当测量汽、水、油等介质压力或差压的指示仪表和变送器前安装阀组(或用三个截止阀配制)时,正、负压阀门的命名应与差压计正、负压管相一致。导管连接时,正、负压阀门应与流量孔板或水位平衡容器的正、负压管相一致,不得接错。导压管接正、负阀门时,接头必须对准,不应使差压计承受机械应力。

六、仪表管路的敷设

(一) 仪表气源管路的敷设

仪表气源管路也就是仪表供气系统的管路。气源来自专用的仪表空气压缩机,通常采用无油润滑压缩机。标准压力为 $0.5 \sim 0.7 \text{ MPa}$,正常仪表供气压力不低于 0.5 MPa 。

它的主管属于工艺外管,由工艺管道专业人员施工,从储气罐一直延伸到每个工号的管廊上。主管道通常是 DN50 或 2"管, DN50 是无缝钢管, 2"管是镀锌焊接管。

支管与主管的连接采用螺纹连接。支管之间的连接不管是否变径,都采用螺纹连接。每一条气源支管的最低点或末端要安装排污阀,用来排除污物和水分。排污阀安装的位置不能影响工艺管道、工艺设备和仪表设备,因此在安装时,排污阀的排出口不能对着仪表或工艺设备。

气源管路的安装一般是由 2"管依次缩小到 $1\frac{1}{2}"$ 、 $1\frac{1}{4}"$ 、1"、 $3/4"$ 、 $1/2"$, $1/2"$ 管是最小的支管。支管安装,不管管径是多少,只要超过 30m 时,就要装活接头;中间的管件或支路多于 3 个,例如有 3 个弯头、3 个三通或 2 个弯头加 1 个三通等,也要装活接头。这样有

利于拆装,也有利于维修。

支管在安装前要对管和管件进行清洗。清洗干净的管子,或用塑料塞子塞住,或用塑料布(或黑胶皮)把两端管头包起来,以免脏物。气源管路用管件也要存放在干净的库房里。

现场气动仪表的气源都来自支管。支管均为 1/2"镀锌焊接管。距仪表气源进口约 1~1.5m 处安装一个二通阀(气动管路截止阀),阀后连接铜管。铜管通常采用 $\phi 6 \times 1$ 紫铜管或 $\phi 6 \times 1$ 被覆铜管。铜管与仪表的连接是标准仪表接头,可用标准密封件— $\phi 6$ 密封圈方便地密封 $\phi 6 \times 1$ 铜管。铜管要用管卡和支架固定。

气源管路的敷设路径一般是随工艺管道、电缆桥架、电缆保护管的敷设至仪表设备。

控制室内配管一律采用镀锌焊接管,供气总管应有不小于 1:500 的坡度,并在集液处安装排污阀。排污阀或泄压阀的管口要尽可能地离开仪表、电气设备和接线端子。安装在过滤器下面的排污阀与地面间要留有便于操作的空间。另外,控制室内气源总管要采用双路供气,以防其中一个过滤器(含减压阀)修理时停气。减压过滤器前、后均要装压力表。为便于维修,每一路供气管至少要装一个活接头。

气源管路安装应横平竖直、整齐美观、不能交叉。管子要用管卡牢固地固定在支架上。在同一直线段的支架距离应当均匀一致,不要有明显差距。安装完毕后,应进行强度试验,具体方法请参阅本章第七节。

(二) 仪表信号管路的敷设

仪表信号管路仅见于气动单元组合仪表的场合里,它一般都选用 $\phi 6 \times$ 紫铜管或 $\phi 6 \times$ 被覆铜管,当信号管路较多时,也可选用其它管缆。仪表信号管路的敷设方法与仪表气源管路中紫铜管的敷设方法相同。因其应用较少,故不详细介绍,如施工中遇到气动单元组合仪表使用的场所,可按施工规范进行施工。

(三) 仪表测量管路的敷设

仪表测量管路是仪表管路中唯一与工艺设备、工艺管道直接连接的管道。管内介质与同它相连的工艺管道和工艺设备中的介质相同。由于介质复杂,仪表测量管路及其管件、阀门、垫片、法兰不象其它仪表管路那样单一,一般工艺采用什么样的材质,它也要采用什么样的材质,有时甚至高于工艺管道材质。

仪表测量管路的起点是自控仪表的一次点或一次仪表,如流量检测系统的起点是孔板引出管的一次阀后。测量管路的终点通常是现场仪表,如流量检测系统中差压变送器或双波纹管差压计便是它的终点。从起点到终点的路径很多,例如中间有可能遇到工艺设备、工艺管道、电缆桥架、电气配管、仪表配管、仪表设备以及建筑物等等。有时还要考虑到仪表测量管路本身的保温层是否会影响到邻近的工艺设备、工艺管道的保温层。因此仪表测量管路的路径选择和配管好坏全凭经验。

通常仪表测量管路的敷设原则为躲、让、靠。

“躲”就是躲若工艺管道,尽量离它远一点。因为在仪表测量管路配管时,既使需要

保温的工艺管道也尚未保温。所以配管时应离工艺管远一点,避免仪表管路与工艺管道保温层相碰。

“让”就是为工艺设备、工艺管道等让路。因为仪表测量管路通常使用 $\phi 14 \times 2$ 的无缝钢管,偶尔采用 $\phi 18 \times 3$ 无缝钢管。与工艺管道相比,工艺管道的最小管道 1"管也要比仪表测量管路大。故无论是服从先主后次的原则,还是考虑变更施工的难易,如果工艺管道与仪表测量管路有矛盾,都要采取让的办法。

“靠”就是靠工艺管道支架、靠建筑物等一切可以利用的结构。如果确信工艺管道已经配完管,也留出了足够的保温距离,也可以利用工艺管道的支架靠着工艺管道配管。另外,靠着建筑物,如墙壁、柱子、楼板等也是有效配管路线。

理论上,当仪表测量管路的起始点确定后,直接把它们连接起来就是最佳方案。实际上,很少遇到这种理想情况,总要拐几个弯、变几个标高才能达到目的。因此,敷设管路前,要了解工艺设备和工艺管道的安装情况。已经确定的管路敷设管径,确信没有未安装的工艺设备和工艺管道,便可付之实践。否则,配好了管,也挡不住工艺对仪表管路敷设的影响。因此,仪表施工人员必须要了解施工区域内其它专业施工情况,特别要注意是否有障碍物会出现。例如,有时为了检修设备,在一定的空间内留出一条上下吊运通道,这条通道仅在楼层顶部设置一组滑轮,以下楼层很难发现,如果在此空间配管,迟早会返工。所以要兼顾上下、左右、前后的多种情况。

在满足测量要求的前提下,仪表测量管路的敷设要按集中敷设、路径最短的原则进行。并且尽量减少直角弯,以减少管路阻力。成排敷设的仪表测量管路转弯时,可采用图 5-2-91 所示方法。

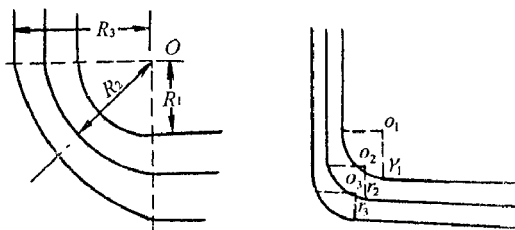


图 5-2-91 成排仪表测量管路的转弯方法
(a)同心圆弯 (b)同半径弯

仪表测量管路沿水平敷设时,应根据不同测量介质和条件,有一定坡度。其坡度为 1:10 ~ 1:100。其倾斜方向应能保证气体或液体顺利排出。

仪表测量管路不宜地下直埋,应架空敷设。在穿墙和过楼板处,应有保护措施。与高温工艺设备或管道连接时,应有热膨胀补偿措施。

仪表测量管路敷设完毕后,应同工艺管道一起试压,具体方法请参阅本章第七节有关内容。

(四) 仪表辅助管路的敷设

仪表辅助管路中,伴热管是一种较常见也较复杂的管路。但是,在仪表安装常见的四种管路中,它又是最简单的一种管路,因为它有以下特点:①功能单一,即伴热;②材质单一,一经选定,整个系统只有一种材质,即普通碳钢或紫铜;③介质单一,无一例外,全是低压蒸汽,一般压力为0.2MPa;④管型单一,一经选定,整个系统只有二种规格;⑤安装要求不高,除保温箱内的伴热管裸露,需要弯制整齐美观,其余部分都被保温层覆盖住,有时成套供应的保温箱伴热管还由厂家预先配置,所以说安装敷设要求不高。

在工艺管道上的仪表设备、调节阀等,一般由工艺管道专业施工。因此仪表伴热管路的敷设实质上就是仪表测量管路的保温,具体方法请参阅第十六章第三节有关内容。

七、仪表管路的系统试验

(一) 仪表管路系统试验的技术要求

仪表管路系统试验的技术要求:

(1) 仪表管路系统安装完毕,应先对其进行检查,检查是否有漏焊和错接等现象。当确认仪表管路安装符合设计要求及有关规范的规定,即可进行系统试验。

(2) 仪表管路系统试验介质宜采用液体介质,当试验压力小于 $16 \times 10^5 \text{ Pa}$,且管路工作介质为气体时,可采用气体介质进行试验。

(3) 当工艺系统规定进行真空度或泻漏量试验时,与之相连的仪表管路系统,应随工艺系统一起进行试验。

(4) 管路系统压力试验前,应分段对管路进行吹洗,吹洗方法应根据管路的使用要求、工作介质、脏污程度确定。吹洗流速不应低于工作流速(当用气体吹扫时,流速一般不小于 20 m/s)吹洗压力不得高于工作压力。吹洗时按先主管、后支管、最后疏排管道的次序分段进行。对不允许吹洗和试验的管路及仪表设备必须隔离或拆除。

(5) 液压试验介质应为洁净的水,当管路中有奥氏体不锈钢管材或仪表设备时,试验用的氯离子含量不得超过0.0025%。试验后,应排净试验液体。在环境温度低于 5°C 进行试验时,需采取防冻措施。

(6) 气体试验介质应为空气或氮气等惰性气体。

(7) 试验用压力表需校验合格,精度不得低于1.5级,量程宜为试验压力的1.5~2倍。

(8) 液压试验时不应低于设计压力的1.25倍,气压试验时不应低于设计压力的1.15倍。达到试验压力值后,停压5min,液压试验无泄漏、气压试验压力下降值不大于试验压力的1%即为合格。

(二) 仪表管路系统试验的准备工作

仪表管路敷设完毕之后,在投入使用之前,必须进行系统试验,系统试验应同工艺管

道或工艺设备的系统试验一起进行。仪表管路系统试验包括系统压力试验和系统气密性试验,试验前必须具备下列条件:

(1)仪表管路系统安装完毕,并符合设计要求及有关规范的规定,所有接头及需检查处均已检查无误。

(2)施工人员已充分熟悉图纸、资料、规范和标准,而且对每台仪表设备及其所在工艺设备或管道的设计压力、最大工作压力、试验压力标准、试验方法、工作介质特性等都有非常详细的了解。

(3)不能参加试验的仪表管路或仪表设备(如孔板、喷嘴、不带保护套管的部分温度测量仪表)用隔离盲板加以隔离或拆除。被拆除的部分,也暂以短管相连或用丝堵密封。加置隔离盲板或拆除的部位必须具有明显标志,同时作好记录,以便试验结束后拆除、复位。

(4)所有试验用的工具机具以及试验用介质(纯净水、压缩空气等)、垫片消耗品和肥皂水均已准备好。

(5)具有完善并已批准的试验方案。

(三)仪表管路系统的试验

仪表管路系统的压力试验和气密性试验应分别随所在工艺设备或管道的压力试验和密性试验一起进行,并符合试验要求如图 5-2-92。

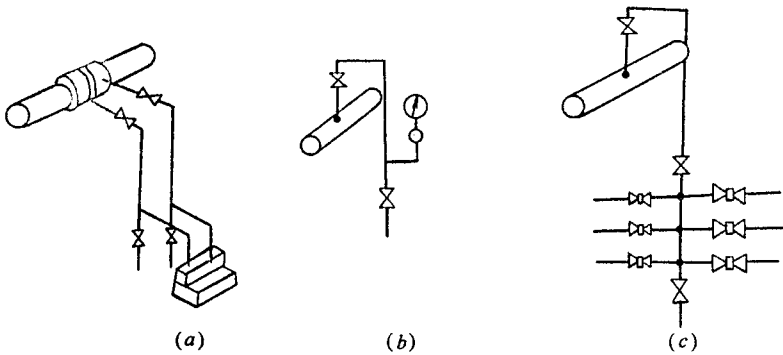


图 5-2-92 仪表管路系统试验

(a)差压测量管路 (b)压力测量管路 (c)气源管路

当与工艺设备或工艺管道同时进行系统试验时,应进行以下工作:

(1)拆开仪表与管路连接处的活接头,关闭取源阀门,打开仪表阀门、排污阀、平衡阀和气源球阀。当工艺设备或管道基本冲洗或吹扫完毕,打开取源阀门,使洁净的试验介质进入仪表管路系统,同时进行管路清洗和导通检查。如果气源管路中装有空气过滤器,还需拆开空气过滤器前的活接头,并在前段管路吹扫合格后,再连接好空气过滤器,继续吹扫其它的管路。

(2)当管路吹扫和导通检查合格后,关闭取源阀门,并排放掉管路内的试验介质。然后在仪表与管路的活接头中垫上盲板,关闭排污阀门,打开其它所有阀门当试验介质为液体时,还应注意排空管路内的空气,然后再关闭排气阀,这样结果才能准确。当试验介质为气体时,需检查包括仪表在内的所有接点,所以管路上不得使用盲板,但试验压力不得超过仪表本身的耐压或测量上限值,否则会损伤仪表设备。

(3)当压力升到试验压力的规定值后(一般均采用逐级升压法),关闭试压泵和进气阀门,观察压力表的示值是否下降。若示值下降,则沿管路检查是否有泄漏点。试验介质为气体时,应用肥皂水(铝管需用中性肥皂水)对管路接点进行泄漏检查,如有肥皂泡形成,即说明该点不严密。如发现漏水或漏气,则泄压修补,修补后,重新试验,直至合格为止。对于用压缩空气作试验介质时,为了消除压缩空气的热量对管路的影响,使测量结果准确,应在管路内的空气稳定一段时间后,才开始测试。稳压时间可由被测管路内空气容量的大小而定。

(4)耐压合格后,将试验介质缓慢排出并恢复管路,拆除盲板,更新所有垫片。试验介质为气体时,还应排净管路内的水分,并用干燥空气或氮气吹干,再将管路排污口进行临时封闭,以免潮气进入,腐蚀管路。

(5)在进行管路耐压和气密性试验同时,应将各种试验参数和试验情况记录在试验报告中,作为安装的原始资料之一。

如果仪表管路施工进度与工艺管道施工进度不同,无法与之同时进行系统试验,则按图5-2-93所示方法进行单独试验。但是取源阀门前的管路必须随主工艺管道一起进行压力试验。

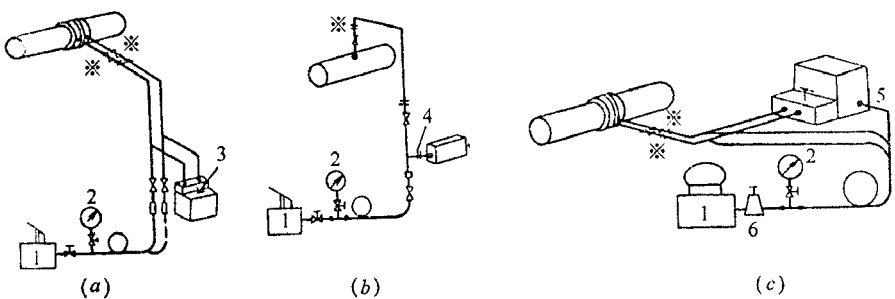


图5-2-93 典型仪表管路单独试验连接方法

(a)差压测量管路 (b)压力测量管路 (c)气源管路

1—空压机 2—压力表 3—均压阀 4—盲板 5—气源分配器 6—定位器

仪表管路试验用介质一般采用洁净的水,但是,当管路介质工作压力较低且为气体时,运行中不易发现问题。如有泄漏,将影响生产的安全运行和测量的准确性,甚至导致重大生产事故。因此,应采用气压对其进行压力试验。无论是液体介质,还是气体介质,用于氧气管路试验用的介质,都应是无油的。

仪表管路单独试验的步骤如下：

第一步 按图所示 连接好试压装置。

第二步 拆开取源阀门与仪表管路的连接处(用※表示)和仪表与管路的活接头,关闭测试用压力表阀门,打开其它阀门。开动试压泵或空压机,对管路进行导通试验和清洗。当试验完毕,且冲洗干净时,停止加压,排放试验用介质。冲洗的目的是把施工时遗留在管路中的焊渣、铁锈、泥砂和污水等杂质清除干净,防止在管路系统运行过程中堵塞阀门,损伤仪表设备或污染被测介质。

第三步 恢复被拆开部分。如果试验介质为液体时,管路与仪表的活接头中还需垫上盲板。并在合适位置设置排气阀门,待管内气体排除后再行关闭。然后关闭取源阀门,打开其它阀门,再次升压。

其它步骤与同工艺管道系统试验方法完全相同。

八、常见质量问题的原因及处理方法

质量问题	原因及处理方法
1. 管路敷设位置不便于检修或易受机械损伤	现场施工条件有限或施工人员不按要求敷设管线。重新敷设或增加检修设施和防护设施
2. 管路易受振动	支架固定位置选择不当,没有避开振动源。改变支架固定位置或修改敷设路径,也可以增加固定支架或加缓冲装置
3. 管路与工艺设备、管道的间距不符合规范要求	施工人员对规范缺乏了解或误操作。重新制作支架。保证仪表管路与工艺设备、管道或建筑物等表面的最小距离为 50mm,且不能平行敷设在热表面的上方。热表面和介质为油、易燃易爆物品管线间的距离应在 150mm 以上
4. 测量管路超过 50m	设计时,只考虑变送器集中安装,以保持现场美观、整齐和敷设管路方便。在满足测量要求的条件下,改动变送器位置、缩短测量管线
5. 测量管路坡度不够或坡度方向不对	安装人员对工艺介质不了解。应根据不同的测量介质及其要求按不同的坡度敷设,坡度方向应便于排出气体和液体
6. 正压管与负压管敷设在不同环境温度的地方	设计时考虑不周、正、负压室选点太远、造成环境温度不同,或者是配管选择位置不佳,只考虑了配管的方便。改动取源点位置、减少正压管或负压管的环境温度差,或改动配管位置
7. 伴热管线偏向正压管或负压管不伴热、不保温	施工人员对施工工艺缺乏了解或由其他专业负责施工。调整伴热管敷设位置、使正、负压管同时伴热
8. 当节流装置垂直安装时,正、负压管的取压高度不一样	施工人员不熟悉动压头和静压头在测量仪表中的工作原理,配管时以取压阀门高度为准,或者因先在地面预制,没有注意节流装置的高度差。根据被测介质的相对密度及高度差进行迁移,以消除静压头对测量的影响
9. 管子弯曲半径不够或有明显凹陷	弯制后设有检查弯曲半径和弯制质量。重新弯制。弯制时要测量好尺寸,金属管的弯曲半径不小于管子外径的 3 倍,非金属管的弯曲半径不小于管子外径的 4.5 倍,弯制后的管子应圆滑,无明显凹陷

质量问题	原因及处理方法
10. 高压管镀锌管分支采用开孔焊接	施工中漏敷设管线故采用焊接。高压管分支时,应采用标准三通连接,且材质与管线要相同,镀锌管应采用三通接头。如能返工的管路要重新敷设
11. 钢管连接错边、不同轴或焊缝有气孔、夹渣、裂缝等现象	焊接前未进行组对,焊后没有清理。对不合格的焊缝进行返修、焊接完毕后;应对焊缝进行打磨、清理,对不锈钢焊缝进行酸洗
12. 镀锌管连接中未采用镀锌管件或管线中未使用活接头	没有镀锌螺纹连接件或设计及施工时没用镀锌管连接中,应采用镀锌管件连接,而且镀锌管件连接时,要用一定数量的活接头作连接件,为维修和修改提供方便。
13. 直径为 6mm 的铜管采用对焊连接	习惯采用对焊的方法或钢管接头丢失。直径小于 10mm 的铜管,应采用卡套中间接头连接
14. 碳钢支架焊接在不锈钢设备上或不锈钢管直接固定在碳钢支架上	施工人员对施工规程不清楚或无其他支托物。碳钢支架允许在不锈钢设备上焊接时可选有衬板或支座处焊接,否则应先焊接一块与设备材质相同的加强板后、再行焊接。不锈钢管与碳钢支架应加石棉或橡胶隔离
15. 支架强度不够或固定不牢	任意采用代用材料或支架根部直接埋进墙内、洞偏大,使支架松动。改用强度较大的角钢,或用膨胀螺栓将支架固定在建筑物上
16. 支架间距不符合规范要求	现场条件不能满足支架的间距,支架无处生根,固定困难。增加管路支架,保证支架间距要求
17. 管路敷设在支架上,未用管卡固定或用铁丝捆扎	施工时临时固定,事后又没清查。支架上没有用管卡的要重新装管卡固定。
18. 管卡上无固定螺栓,管子管卡在管卡内松动	施工时不认真固定管卡,固定螺栓没有拧紧,螺栓脱落。拧紧固定螺栓,脱落的要补上
19. 管路穿越危险场所以及有毒厂房的分隔间壁时,保护管或保护罩不密封	施工人员不熟悉规范或不了解现场环境条件。穿过危险场所的管路保护罩必须加填密封填料

第六节 试车、交工与验收

一、仪表的单体调校

(一) 仪表单体调校的必要性

国家标准《工业自动化仪表工程施工及验收规范(CBJ 93—S6)》第 11.1.1 条规格:“仪表单体调校宜在安装前进行。”在第 12.2.2 条“交工时应交验下列文件”中明确指出包括“仪表调校记录。”这就要求仪表不仅要调校,而且要如实记录。

仪表在出厂前,虽经过制造厂的校验,但通过长途运输、装卸、颠簸、保管等条件的影响,可能会使仪表的零位、量程及精度有所变动。施工单位应掌握第一手资料,保证安装上去的自控仪表符合设计要求。只有通过单体调校,才能达到这一目的。

对于引进装证,仪表的单体调校可以与仪表的品质检验结合起来。仪表有误差,可以作为索赔的依据。

(二)单体调校内容

仪表单体调校内容在 CBJ 93—86 中有明确规定。

(1)被校仪表应外观及封印完好,附件完全,表内零件无脱落和损坏,铭牌清楚完整,型号、规格及材质符合设计规定。

(2)被校仪表在调校前,应按下列规定进行性能试验。

电动仪表在通电前应先检查其电气开关的操作是否灵活可靠。电气线路的绝缘电阻值,应符合国家仪表专业标准或仪表安装使用说明书的规定。

被校仪表的阻尼特性及指针移动速度,应符合国家仪表专业标准或仪表安装使用说明书的规定。

仪表的指示和记录部分应达到下列要求。

- ①仪表的面板和刻度盘整洁清新;
- ②指针移动平稳,无摩擦、跳动和卡针现象;
- ③记录机构的划线或打印点清晰、没有断线、漏打、乱打现象;
- ④记录纸上打印点的号码(或颜色)与切换开关及接线端子上所标的输入信号的编号相一致。

(3)报警器应进行报警动作试验。

(4)电动执行器、气动执行器及气动薄膜控制阀应进行全行程时间试验。

(5)控制阀应进行阀体强度试验。

(6)有小信号切除装置的开方器及开方积算器,应进行小信号切除性能试验。

(7)控制器应进行手动和自动操作的双向切换试验,具有软手动功能的电动控制器还应进行下列试验。

- ①软手动时,快速及慢速两个位置输出指示仪表走完全行程所需时间的试验;
- ②软手动输出为 4.960V (19.8mA)时输出保持特性试验;
- ③软、硬手动操作的双向切换试验。

被校仪表或控制器还应进行下列项目的精确度调校;

(1)被校仪表应进行死区(即灵敏限)正行程和反行程基本误差及回差调校。

(2)被校控制器应按下列要求进行。

- ①手动操作误差试验;
- ②电动控制器的闭环跟踪误差调校;气动控制器的控制点偏差调校;

③比例度、积分时间、微分时间刻度误差试验；

④当有附加机构时，应进行附加机构的动作误差调校。

此外，还要注意，仪表调校点应在全刻度范围内均匀选取不少于5点。

由于现场条件的限制，下列仪表一般不进行单体调校。

①温度仪表中热电偶和热电阻的热电特性，因“规范”没有明确规定，建设单位有明确要求时，要充分协商，但也只是抽检。

②节流装置外的流量仪表（因缺少标准流量槽）。

③部分没有提供样气（品）的分析仪表。

（三）单体调校时间安排与保管

原则上单体校验安排在安装前。但校验过早，超过半年，又得重校。安排过迟，会影响安装进度。一般是积极创造条件，修建简易但合格的现场调整室（或施工单位准备集装箱。可按正规调整室装备），一般在仪表安装前3~4个月进行。

单体调校后仪表的保管很重要。要做好标记，调校合格的与不合格的和没有调校的表要分别妥善保管。保管仪表的库房要满足基本条件：环境温度为5~35℃，相对湿度低于85%。要有货架，不能放在地上。

校验结果要如实填写，特别是调校不合格但经过修理后合格的仪表。

二、自控仪表的系统调校

（一）系统调校的条件

系统调校应在工艺试车前，且具备下列条件后进行。

（1）仪表系统安装完毕，管道清扫完毕，压力试验合格，电缆（线）绝缘检查合格，附加电阻配制符合要求。

（2）电源、气源和液压源已符合仪表运行要求。

（二）系统调校方法

系统调校接回路进行。自控系统的回路有三类，即自动控制回路，信号报警、联锁回路和检测回路。

1. 检测回路的系统调校

检测回路出现场一次点、一次仪表、现场变送器和控制室仪表盘上的指示仪、记录仪组成。系统调校的第一个任务是贯通回路。即在现场变送器处送一信号，观察控制室相应的二次表是否有指示。其目的是检验接线是否正确，配管是否有误。第二个任务是检查系统误差是否满足要求。方法是在现场变送器处送一阶跃信号，记下组成回路所有仪表的指示值。其计算公式为：

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2}$$

式中 δ ——系统误差；

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ ——组成回路各块仪表的误差。

δ 在允许误差范围内为合格。

若配线、配管有误,相应二次表就没有指示,应重新检查管与线,排除差错。

若 $\delta >$ 允许误差,则要对组成检测回路的各个仪表逐一重新进行单体调校。

2. 控制回路的系统调校

控制回路出现场一次点、一次仪表、变送器和控制室里控制器(含指示、记录)和现场执行单位(通常为气动薄膜控制阀)组成。系统调校的第一个任务是贯通回路,其方法是把控制室中控制器手-自动切换开关定在自动上,在现场变送器输入端加一信号,观察控制器指示部分有没有指示,现场控制阀是否动作。其目的是检查其配管接线的正确。然后把手-自动开关定在手动上,由手动输送信号,观察控制阀的动作情况。当信号从最小到最大时,控制阀的开度是否也从最小到最大(或从最大到最小),中间是否有卡的现象,控制阀的动作是否连续、流畅。最后是按最大、中间、最小三个信号输出,控制阀的开度指示应符合精度要求。其目的是检查控制阀的动作是否符合要求。第三个试验是在系统信号发生端(通常选择控制器检测信号输入端),给控制器一模拟信号,检查其基本误差、软手动时输出保持特性和比例、积分、微分动作趋向以及手-自动操作的双向切换性能。

若线路有问题,控制器手动输出动作不了相应的控制阀,就必须重新校线、查管。若控制阀的作用方向或行程有问题,要重新核对控制器的正、反作用开关和控制阀的开、关特性,使控制器的输出与控制阀动作方向符合设计要求。若控制器的输出与控制阀行程不一致,而控制阀又不符合其特性,就要对控制阀单独校验。若控制器的基本误差超过允许范围,手-自动双向切换开关不灵,就要对控制器重新校验。

系统调校过程中,特别是带阀门定位器的控制系统很容易调乱,一旦调乱,再调校就很不方便了。在这种情况下,有一经验调校办法,就是当输入为一半时(如 DDZ-III 型表,输入为 12mA DC,气动仪表为 0.06MPa 时),阀门定位器的传动连杆应该是水平的,也就是说,把阀门定位器的传动连杆放在水平位置,然后把输入信号定在 12mA,再进行校验,就能较快地完成二次调校。

3. 报警、信号、联锁回路的系统调校

报警、联锁回路由仪表、电气的报警接点或报警单元,控制盘上的各种控制器、继电器、按钮、信号灯、电铃(电笛、蜂鸣器)等组成。

报警单元的系统调试,首先是回路贯通。把报警机构的报警调整到设计报警的位置,然后在信号输入端作模拟信号(报警机构的报警接点短接或断开),观察相应的指示灯和声响是否有反应。接着,按消除铃声按钮,正确的结果应该是铃声停止,灯光依旧。第二个试验是拆除模拟信号,按试灯按钮,全部信号灯应亮铃响,再按消除铃声按钮,应该是铃停灯继续亮。其目的是检查接线正确与否。

联锁回路的调试与报警回路相同,只是在短接报警机构输入接点后,除观察声光外,还要观察其所带的继电举动作是否正常,特别是所接控制设备的接点,应用万用表检测,是否由通到断或由断到通,应反复三次,动作无误才算通过。

如果输入模拟信号,相应的声光无反应,要仔细分析原因。首先要检查报警单元是否动作,信号灯是否完好,确信不是上述原因后,再对配线做仔细检查。

如果试验按钮或消除铃声按钮没有作用,要重新检查盘后配线,有必要时,要检查逻辑原理图或信号原理图。

对联锁回路的检查尤为重要,这是这个回路检查的重点,检查的内容还应包括各类继电器的动作情况。若用无接点线路,在动作不正确情况下,要仔细核对原理图和接线图。

三、“三查四定”与“中间交接”

“三查四定”是交工前必须做的一个施工工序,由设计单位、施工单位和建设单位组成的三方人员对每一个系统进行全面仔细的检查,检查重点是施工质量是否符合 GBJ 93—86 规定,施工内容是否符合图纸要求,是否有不安全因素和质量隐患,是否还有未完成项目。对查出的问题必须“定责任、定时间、定措施、定人员。”

“三查四定”工作完成后,建设单位应对施工单位所施工的工程进行接管。从施工阶段进入试车阶段时,装置由施工单位负责转到由建设单位负责。由于工程进入紧张的试车阶段,建设单位人员大量介入,如果工程保管权还在施工单位,会对试车不利,但又不具备正式交工条件,因此有一“中间交接”阶段。这一阶段是一个特殊的阶段,是建设、施工单位人员携手共同进行试车工作的阶段。中间交接双方要签字,要承担责任。

只有经过“中间交接”的装置,建设单位才有权使用。

四、试车(开车)

(一)试车的三个阶段

国家标准 CBJ 93—86 规定:取源部件,仪表管路,仪表供电、供气 and 供液系统,仪表和电气设备及其附件,均已按设计和本规范的规定安装完毕,仪表设备已经过单体调校合格后,即可进行试运行。

试运行是试车的第一阶段,也就是单体试车,主要标志是传动设备的试车,管道的吹扫,设备和管道的置换,仪表的二次调校。

单体试车时,仪表人员的工作量不大,内容不多,只是进行就地指示仪表的投运。对大型的传动设备,如大型压缩机、高压泵等不应开通报警、联锁系统。在这个阶段,仪表工作人员重点还在完成未完成工程项目和进行系统调校。如管道吹扫完后,工艺管道全部复位,仪表人员应把孔板安装好,控制阀卸掉短节,复位放在首位。此外,把吹扫时堵

住口的温度计全部装上,压力表按设计要求安装好。控制阀复位后,抓紧做好配管配线工作。总的说来,这个阶段仪表的工作还局限于安装的扫尾工作。技术人员应抓紧时间做好交工资料的整理和竣工图的绘制工作。

联动试车是试车的第二个阶段。联动试车又称无负荷试车。工艺的任务是打通流程,通常用水来代替工艺介质,故又称水联动。这个阶段原则上仪表要全部投入运行。由于试车阶段工艺参数不稳定,有些仪表因此而不能投入运行,如流量表。控制器只能放在手动位置,用手动可在控制室开启、关闭或控制阀门。报警、联锁系统要全部投入运行,并在有条件的情况下,进行实际试验。

对仪表专业而言,GBJ 93—86 指出:“仪表系统经调试完毕,并符合设计和本规范的规定,即为无负荷试运行合格”。

无负荷试车,系统打通流程并稳定运行 48 小时即为合格,这时对仪表的考验也已通过。GBJ 93—86 指出:“经无负荷试运行合格的仪表系统,已对工艺参数起到检测、控制、报警和联锁作用,并经 48 小时连续正常运行后,即为负荷试运行合格。”

负荷试车是试车的第三阶段,这时已经投料,开始进行正式的试生产了。对仪表而言,在负荷试车前,已提前通过了“负荷试运行”。

(二) 试车三阶段中施工单位仪表专业的任务

1. 单体试车阶段

在此阶段,施工单位仪表专业要全面负责起单体试车工作,并积极帮助建设单位仪表专业人员尽快熟悉观场,熟悉仪表,尽快进入角色。

2. 无负荷试车阶段

在这个阶段,仪表专业应该是正在办理或已经办理完“中间交接”,对装置仪表的使用权和保管权,正从施工单位向建设单位转移,并逐渐由建设单位负责,施工单位协助。

3. 负荷试车阶段

在无负荷试车结束后,仪表专业已完成负荷试车。因此在实际进行负荷试车时,仪表的操作、管理已完全由建设单位全权负责。施工单位仪表人员只是根据建设单位的需要,做“保镖”和进行必要的“维修”工作。

五、交工(交接工作)

整个系统经无负荷试车合格后,施工单位在统一组织下,仪表专业与其他专业一起,向建设单位交工。建设单位应组织验收。

交工验收有硬件与软件:硬件就是完整的、运行正常、作用正确的仪表及其系统,软件就是交工资料。交工资料的清单已在本篇第一章详述,施工单位可按方式项目的情况酌情增减。交工资料总的来说包括两个内容:一是施工过程中实际的工程记录,包括隐蔽工程记录与调试记录;二是质量评定记录,是按施工时已经划定的分项工程为单位进

行质量评定。这两种记录都应全面、完整、真实。

仪表工程建设交工技术文件如下。

- (1)交工技术文件目录；
- (2)交工验收证书；
- (3)工程中间交接记录；
- (4)未完工程项目明细表；
- (5)隐蔽工程记录；
- (6)仪表管路试压、脱脂、清洗记录；
- (7)节流装置安装检查记录；
- (8)调校记录；
- (9)DCS 基本功能检测记录；
- (10)控制器调校记录；
- (11)仪表系统调试记录；
- (12)报警、联锁系统试验记录；
- (13)电缆放设记录；
- (14)电缆(线)绝缘电阻测定记录；
- (15)接地极、接地电阻安装测定记录；
- (16)设计变更一览表。

仪表安装工程质量检验评定表主要如下。

- (1)温度取源部件安装质量检查记录；
- (2)压力取源部件安装质量检查记录；
- (3)流量取源部件安装质量检查记录；
- (4)物位取源部件安装质量检查记录；
- (5)分析取源部件安装质量检查记录；
- (6)成排仪表盘(操作台)安装质量检查记录；
- (7)差压计、差压变送器安装质量检查记录；
- (8)旋涡流量计安装质量检查记录；
- (9)分析仪表安装质量检查记录；
- (10)供电设备安装质量检查记录；
- (11)电线(缆)保护管明敷设质量检查记录；
- (12)电线(缆)保护管暗敷设质量检查记录；
- (13)硬质塑料保护管敷设质量检查记录；
- (14)电缆明敷设安装质量检查记录；
- (15)仪表防爆安装质量检查记录；

- (16) 管路敷设质量检查记录；
- (17) 脱脂质量检查记录；
- (18) 隔离、吹洗、伴热、绝热、涂漆防护工程安装质量检查记录；
- (19) 指示仪表单体调校质量检查记录；
- (20) 记录仪表单体调校质量检查记录；
- (21) 变送器单体调校质量检查记录；
- (22) 分析仪表单体调校质量检查记录；
- (23) 控制仪表单体调校质量检查记录；
- (24) 控制阀、执行机构和电磁阀单体调校质量检查记录；
- (25) 报警装置单体调校质量检查记录；
- (26) 检测系统调试质量检查记录；
- (27) 控制系统调试质量检查记录；
- (28) 报警系统调试质量检查记录。

六、验收规范和质量评定标准

这是两个有关仪表施工的国家标准。

《工业自动化仪表工程施工验收规范》(GBJ 93—86)是仪表施工的验收规范,是施工与验收的最高标准。仪表施工人员要切实按规范要求进行施工,建设单位也应按规范要求验收工业自动化仪表工程。高于规范的要求,可通过协商解决。

《工业自动化仪表工程施工及验收规范》(GBJ 93—86)共 12 章 44 节 4 个附录。主要内容有总则、取源部件、仪表盘(箱、操作台)、仪表设备、仪表供电设备及供气、供液系统的安装,仪表用电气线路的敷设,电气防爆和接地、仪表用管路的敷设、脱脂、防护、仪表调校以及工程验收。

引进项目还要遵照引进国家工业自动化仪表施工的有关规范。

《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》(GBJ131—790)与《工业自动化仪表工程施工及验收规范》(GBJ 93—86)配套使用,即工程项目按“GBJ 93—86”施工、验收,工程质量按“GBJ131—90”评定。

《自动化仪表安装工程质量检验评定标准》(GBJ131—90)是国家建设部于 1990 年以(90)建标字第 242 号发布的国家标准,1991 年 3 月 1 日起执行。该标准共分 11 章和 4 个附录,主要内容有:总则、质量检验评定方法与质量等级划分、取源部件的安装、仪表盘(箱、操作台)的安装、仪表用电气线路的敷设、防爆和接地,仪表用管路的敷设、脱脂和防护,仪表调校以及仪表工程质量检验和方法等。

质量评定在施工过程中极为重要。工程质量优劣的最终结论依靠此检验评定标准下结论。通常评定的程序是由施工单位质量管理部门负责人会同建设单位质量监督部

门负责人和有关人员商定单位工程、分部工程及分项工程的划分,商量质量控制点即 A、B、C 检验点的确定。然后在施工中,对 A 类、B 类项目按施工队的“共检项目通知单”进行三方(施工队、施工单位质量管理部门和建设单位质量监督员)共检,随时进行分项工程的质量评定。按工程进展情况,进行分部工程的质量评定。单位工程的质量评定要在负荷试车合格后进行。

质量评定只有两个等级,即合格与优良。

检验项目分为三部分:保证项目、主要检验项目和一般检验项目。

分项工程质量评定规定:

①合格 保证项目全部合格,主要检验项目全部合格和 80% 以上一般检验项目符合 CBJ 131—90 规定。

②优良 保证项目全部合格,主要检验项目和全部一般检验项目都必须符合 CBJ 131—90 规定。

分部工程质量等级的评定规定:

(1)合格 所包含的分项工程的质量全部达到合格标准,即该分部工程为合格。

(2)优良 所包含的分项工程的质量全部达到合格标准,并有 50% 及其以上分项工程达到优良标准,则此分部工程为优良。

工程质量等级的评定规定:

(1)合格 各项试验记录和施工技术文件齐全,在该工程所含的分部工程全部达到合格标准,为合格的工程。

(2)优良 各项试验记录和施工技术文件齐全,在该工程中全部工程合格,且其中 50% 及其以上为优良(其中主要分部工程必须优良),可评该工程为优良。

分项工程的质量评定是施工班组自评,由施工队施工员和班组长组织有关人员进行检验评定,由施工单位质量管理部门专职质量检查员核定。

分部工程的质量评定由施工队技术负责人和施工队长组织有关人员进行质量检验评定,并经施工单位质量管理部门专职质量检查员核定、施工单位技术管理和质量管理部门认定。

工程质量评定由施工单位技术负责人和行政领导组织有关部门进行检验评定,质量管理部门核定后,可上报上级主管部门认定,也可由建设单位质量主管部门或地方质量监督机构认定。

第三章 系统调试

第一节 自动控制系统的常识

一、自动控制系统的常识

(一) 自动控制系统的种类

控制方式一般分为手动或自动两大类,如果纠正系统的偏差是由人直接操作,这种回路称为手动控制系统,如果系统具有反馈通道组成的闭环回路并能自动纠正偏差,这种系统称为自动控制系统,或叫自动调节系统。如图 5-3-1 所示。

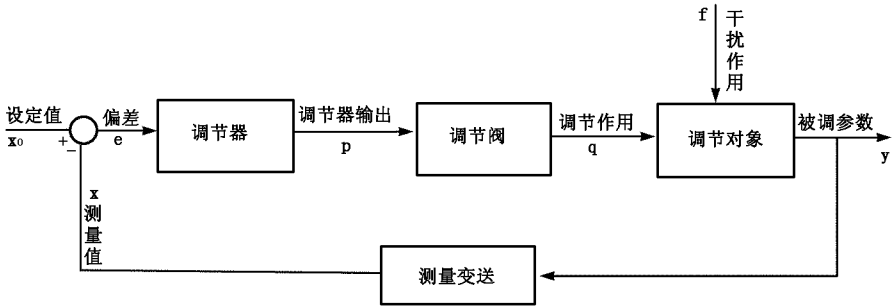


图 5-3-1 自动调节系统框图

自动调节系统一般由变送器、调节器及调节阀组成。其作用是把来自变送器的标准测量值,并与给定值比较,若产生偏差,调节器则按事先选定的调节规律调整偏差,并通过调节阀来执行调节器的调节指令。自动控制系统的种类很多,其分类如图 5-3-2 所示。

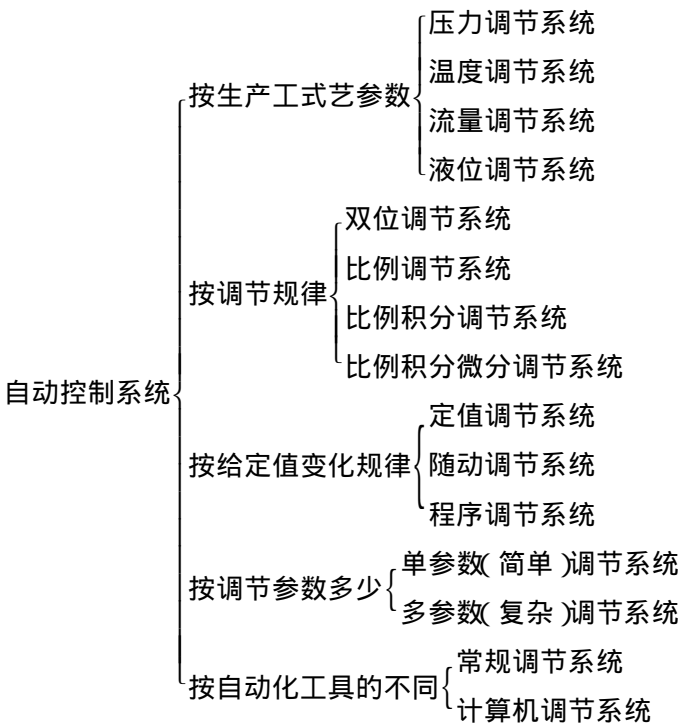


图 5-3-2 自动控制系统的分类

仪表系统有许多种不同的分类方法,每一种分类方法都只反映仪表系统的某一特点。例如:在分析系统调节作用时,将系统分成位式调节系统、比例调节系统、比例积分调节系统、比例积分微分调节系统;在分析仪表系统调节特性时,将仪表系统分成定值调节系统、程序调节系统和随动调节系统;在对仪表系统进行调试时,则将仪表系统分成检测系统、调节系统、报警系统和联锁系统;在对仪表系统的调节参数进行整定时,则将系统分成简单调节系统和复杂调节系统(包括比值调节系统、串级调节系统、多冲量调节系统等等)。

1. 按给定值的不同来分类的调节系统

(1) 定值调节系统

定值是恒给定值的简称。在工艺生产中,要求调节系统的被调参数保持在一个生产技术指标上不变,这个技术指标就是给定值。这种在生产过程中给定值不变的自动调节系统称为定值调节系统。

(2) 程序(或顺序)调节系统

这种类型的调节系统的给定值,在工艺生产中是不断变化的。但是它是一个已知的时间函数,即生产技术指标需按一定的时间程序变化。

(3) 随动调节系统(又称自动跟踪调节系统)

这类调节系统的给定值也是不断变化的,而且要求系统的输出也跟着变化,随动调节系统的输出应严格、时地随着输入的变化而变化。

2. 按自动化工具不同分类的调节系统

(1) 常规调节系统

凡是用模拟控制装置,对生产过程进行调节控制的系统,通常称为常规调节系统,或称为常规过程控制系统。它一般由电动单元组合仪表(DD2)、气动单元组合仪表(QD2)、组件组装仪表或有关系列仪表及其它模拟控制装置与生产过程构成常规调节系统。常规调节系统中的调节器和执行器是关键仪表设备。

(2) 计算机调节系统

凡是用计算机代替常规调节器,对生产过程进行调节控制的系统,通常称为计算机调节系统,或称计算机过程控制系统。计算机调节系统中工业控制计算机是主要设备。

3. 按调节参数多少分类的调节系统

(1) 简单调节系统

简单调节系统是指只有一个测量元件和变送器、一个调节器、一个调节阀,只对一个参数进行调节的系统。它是自动化控制系统中,使用最广泛的一类系统。

(2) 复杂调节系统

在生产过程控制中,各种不同于简单调节系统的调节系统统称为复杂调节系统。复杂调节系统种类繁多,根据系统结构和所担负的任务不同,可分为串级、均匀、比值、分程、前馈、取代等调节系统。

(二) 自动控制系统的常用术语

1. 调节对象

又称被调对象,简称对象,在自动调节系统中,把需要调节的工艺设备的有关部分称为调节对象。

2. 被调参数

指能够在设备运转情况并需要进行调节的工艺参数。

3. 调节参数

用来克服干扰对被调参数的影响,实现调节作用的参数叫调节参数。

4. 给定值 x

工艺上希望被调参数所保持的数值。

5. 偏差 e

被调参数的测量值与给定值之差。

6. 干扰 f

指引起被调参数偏离给定值的一切因素。

7. 反馈

将被调参数的信号反送到调节器的比较元件去的通道称为反馈回路,简称反馈。

(三) 自动控制系统的常识

1. 系统的静态、动态和干扰作用

在自动化领域内,把被调参数不随时间变化的平衡状态称为系统的静态,而把被调参数随时间变化的不平衡状态称为系统的动态。

当一个自动调节系统的输入(给定和干扰)和输出均恒定不变时,整个系统就处于一种相对的平衡状态。系统的各个组成环节,如变送器、调节器、调节阀等都不改变其原先的状态,它们的输出信号都处于相对静止状态,这种状态就是系统的静态。

平衡状态不仅是相对的,而且是暂时的、有条件的。一个原来处于静态的系统,由于干扰的作用,被调参数发生变化,使调节器等自动化装置改变调节系数,以克服干扰作用的影响,并力图使系统恢复平衡。从干扰的发生,经过调节,直到系统重新建立平衡,整个系统的各个环节和参数都处于变动状态之中,所以这种状态就叫做动态。在实际生产过程中,干扰是客观存在且不可避免的。因此,不平衡(动态)是普遍的、无条件的。

2. 自动调节系统的过渡过程

当自动调节系统处于动态阶段时,被调参数是不断变化的,这种被调参数随时间而变化的过程叫做自动调节系统的过渡过程。也可以说是系统由一个平衡状态过渡到另一个平衡状态的过程叫自动调节系统的过渡过程。

在调节过程中,调节器对调节对象施加的影响叫调节作用。因此,自动调节系统的过渡过程又可以理解是调节作用不断克服干扰影响的过程。

当系统受到阶跃干扰时,过渡过程的形式有如图 5-3-3 所示的几种形式。

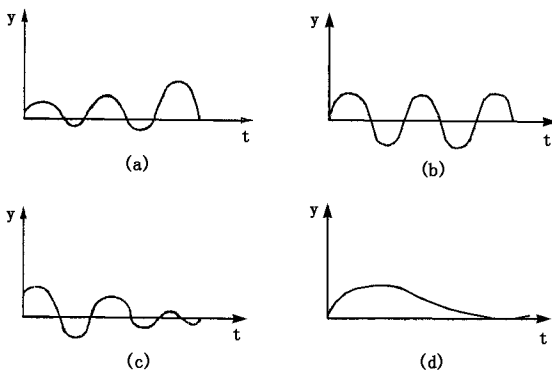


图 5-3-3 过渡过程的几种基本形式

(a) 发散振荡过程 (b) 等幅振荡过程 (c) 衰减振荡过程 (d) 非周期衰减过程

发散振荡过程特点是:被调参数来回波动,且波动幅度逐渐变大,偏离给定值越来越远。这种过程称为发散振荡过程,如图 5-3-3(a)所示。

等幅振荡过程的特点是:被调参数在给定值上下来回波动,而且波动幅度保持不变。这种过程称为等幅振荡过程,如图 5-3-3(b)所示。

衰减振荡过程的特点是:被调参数在给定值上下波动但幅度减小,最后稳定在某一数值上。这种过程称为衰减振荡过程。如图 5-3-3(c)所示。

非周期衰减过程的特点是:被调参数在给定值的某一侧作缓慢的变化,没有来回波动,最后稳定在某一数值上。这种过程称为非周期衰减过程。如图 5-3-3(d)所示。

以上过渡过程中(a)为不稳定过程,其被调参数在调节过程中不但不能回到给定值,而且偏离给定值越采越远,严重时会引起事故。这是生产上所不允许的,必须避免出现这种情况。(b)为介于稳定与不稳定之间的过程,只要条件略有变化,就会转变为衰减振荡或发散振荡,因此只能是一种临界状态,故实际用处不多。(c)(d)为稳定的过渡过程,其被调参数经过一段时间后,逐渐趋向于原来的或新的稳定值(平衡状态),这正是我们所希望的。但是(d)中所示的非周期衰减过程,由于它的过渡过程变化比较慢,在生产中很少采用。

3. 调节系统的品质指标

为了定量地评定过渡过程品质,规定了以下几个质量指标,如图 5-3-4 所示。

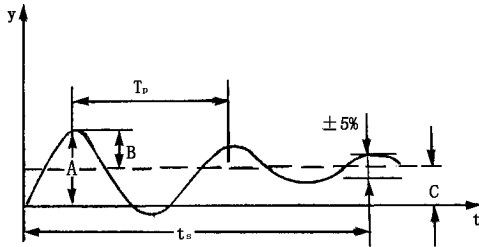


图 5-3-4 过渡过程品质指标示意图

(1)最大偏差是指系统瞬时偏离给定值的最大程度,它是衡量自动调节系统的品质指标之一。对于图 5-3-4 中所示的衰减振荡过渡过程,最大偏差是第一个波的峰值 A。对于一些有约束条件的系统,都规定有具体的允许最大偏差值。

(2)超调量是指被调参数第一个波峰值与新的稳态值之差。在图 5-3-4 中用 B 表示 $B = A - C$ 。如果系统新的稳态值与给定值相等(即 $C = 0$),那么最大偏差就和超调量相等了。通常在对给定值改变的调节系统作分析时,多采用超调量这个品质指标。

(3)衰减比是指过渡曲线中第一个波峰的高度 B 与第二个波峰高度 B'之比,习惯上写成 $n:1$ 的形式。在图 5-3-4 中,衰减比为 $n:1 = B:B'$ 。显然,凡是衰减振荡, n 值必大于 1。n 值越大,表示过程衰减得越快,系统稳定性越好。通常 n 的取值范围在 4~10 之间。

(4)余差。当过渡过程终了时,被调参数所达到的新的稳态值与给定值的偏差叫做余差(又称静差、稳态误差),也就是最后残余的偏差。如图 5-3-4 中的 C。余差的数值可正可负。在生产中,给定值是生产的技术指标,当然希望经过调节以后,被调参数越接近给定值越好,也就是余差越小越好。

(5)过渡时间从干扰作用发生的时刻起,直到系统重新建立新的平衡为止,过渡过程

所经历的时间叫做“过渡时间”或“调节时间”，如图 5-3-4 中 t_s 。严格地讲，对于具有一定衰减比的衰减振荡过程来说，要完全达到新的平衡状态需要无限长的时间。然而，实际上由于仪表灵敏度的限制，当被调参数接近稳态值时，指示值就基本不变了。因此，一般是在新的稳定值的上下规定一个小的范围，当被调参数进入这一范围并且不再超出时，就认为被调参数已经达到新的稳定值，亦即过渡过程至此结束。这个范围一般定为余差的 $\pm 5\%$ 。

4. 调节对象的特性

所谓调节对象的特性，是指当输入发生变化时，输出将作如何的变化，也就是反映调节对象的输入参数与输出参数之间随时间变化关系的动态特性。表示对象特性的主要参数有对象的放大系数、时间常数和纯滞后。此外，还有对象的自衡性质及负荷的变化情况等，也是研究对象特性时应当考虑的。目前，研究调节对象特性就成为自动化学科中最重要也是最复杂的课题，现已发展成为一门新的学科——过程动态学。

(1) 放大系数 K

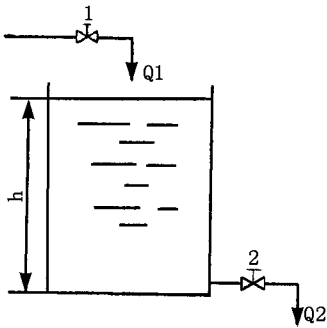


图 5-3-5 液位对象

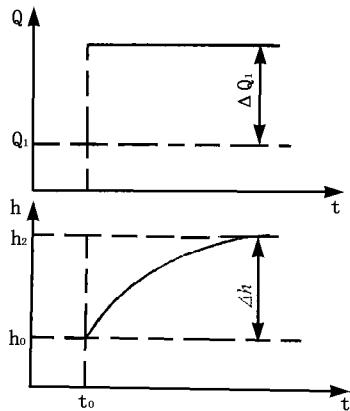


图 5-3-6 液位对象阶跃响应曲线

图 5-3-5 是一个简单的水槽液位对象，原来的液位是 h ，在某一时刻，流入量 Q_1 突然增大了一个数值 ΔQ_1 ，并一直保持下去。也就是说，水槽接受了一个幅度为 ΔQ_1 的阶跃输入信号（可视为干扰作用，亦可视为调节作用）。水槽的液位随即升高，其变化量用 Δh 表示。图 5-3-6 所示的就是表示水槽这个液位对象在阶跃输入作用下，输出量（液位）变化情况的曲线，简称为对象的阶跃响应曲线。

由于水槽的流出量 Q_2 会随水槽液位的升高而自动增大，因此，当水槽液位升高到一定程度时，流出量 Q_2 就会自动增大到和流入量 Q_1 相等。这时，水槽液位就会稳定在一个新的数值上。

假定 Q_1 的变化量用 ΔQ_1 表示， h 的变化量用 Δh 表示，令 K 等于 Δh 与 ΔQ_1 之比，则数学表达式为：

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta Q_1} \quad \text{或} \quad \Delta h = K \cdot \Delta Q_1$$

K 在数值上等于对象处在稳定状态时输出变化量与输入变化量之比。换句话说,如果有一定的输入量变化 ΔQ_1 , 通过对象后就被放大了 K 倍, 变成为输出量的变化 Δh 。所以, K 称为对象的放大倍数。由于 K 反映的是对象处于稳定状态下输入和输出之间的关系, 所以放大倍数是描述对象静态特性的一个参数。对同样大小的一个干扰量, 由于对象的放大系数不同, 最终的变化结果是不一样的。K 大的对象, 输出变化大; K 小的对象, 输出变化小。因此放大系数大的调节作用比较灵敏, 可是稳定性要差一些; 相反, 放大系数小的对象, 调节起来不够灵敏, 但稳定性好。因此在考虑调节方案时, 应当全面权衡利弊, 做出正确选择。

(2) 对象的滞后

对象的被调参数的变化落后于干扰的现象叫滞后现象。滞后一般分为两种, 即传递滞后和过渡滞后。

传递滞后是由物料量或能量的传送过程需要一定时间而造成的。如图 5-3-7 的贮槽中, 如果进口阀门离贮槽较远, 那么, 当开大(或关小)进口阀门时, 则流入的液体需要经过一定的时间才能进入贮槽内, 对其液位发生影响, 我们把从阀门开大(或关小)到影响液位变化的这段时间叫做传递滞后时间。

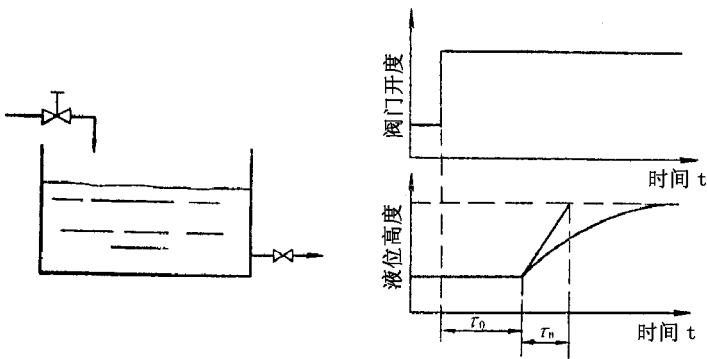


图 5-3-7 具有纯滞后的对象及反应曲线

从图 5-3-7 中可以看出, 由于传递滞后的客观存在, 使被调参数不能立刻跟随负荷的变化而变化, 需要等一段时间以后, 才开始变化。它是单纯地延迟了被调参数开始变化的时间, 因此, 也叫纯滞后, 如图中 τ_0 所示。

过渡滞后是指从被调参数开始变化到达新的稳定值的间隔时间, 用 τ_n 表示。在图 5-3-7 中从被调参数开始变化的起点作曲线的切线与新的稳定值相交这一段时间间隔就是过渡滞后时间。

(3) 时间常数 T

如图 5-3-8 所示,截面很大的水槽与截面很小的水槽相比,当进口流量改变同样一个数值时,截面小的水槽液位变化很快,并迅速稳定在新的数值,如图中(a)所示;而截面很大的水槽惰性大,液面变化慢,要经过很长时间才能稳定,如图中(b)所示。因此在自动化领域中通常用时间常数 T 定量地表示对象的这种特性。

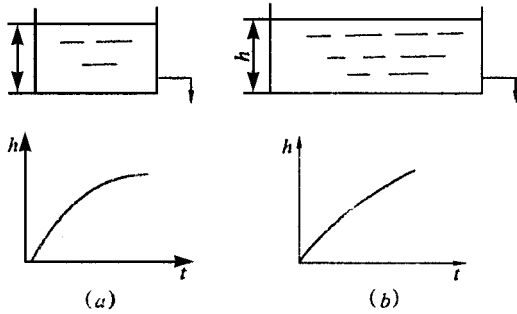


图 5-3-8 不同时间常数的反应曲线

时间常数 T 越大,表示对象受到干扰后,被调参数变化得越慢,达到新的稳定值所需的时间也越长。在生产中,温度对象的常数一般比较大,压力与液面对象的时间常数比较小,流量对象的时间常数最小。

5. 调节对象的负荷与自衡

负荷就是对象的生产能力或运转能力,例如锅炉的出汽量、精馏塔的处理量、液体贮槽的流量等。在自动调节系统中,对象负荷变化的大小和快慢是系统的主要干扰作用,它直接影响调节过程的稳定性。如果负荷变化很大又很频繁,调节系统就很难稳定下来,因此要求负荷应尽量稳定。

当系统的平衡被破坏后,在没有外界的调节作用下,被调参数自行趋向一个新的稳定值的性质就称之为对象的自衡。如图 5-3-8 中,流入量 Q_1 突然增加,致使液面升高,但是容器底部的静压也随之增大,因此流出量 Q_2 也增大,最后流出量 Q_2 等于流入量 Q_1 ,液位又在新位置上稳定下来。在此期间,没有任何的外界调节作用,所以这种现象被称之为对象的自衡。

(四) 自动控制系统的表示方法

在研究自动控制系统时,为了能够清楚地表示出一个自动调节系统各个组成部分之间的相互影响和信号联系,便于对系统分析研究,一般都用方块图来表示自动调节系统的组成。

方块图是用图的形式表示系统中各组成部分的功能和信号(或变量)传递关系,它的每一个方块表示组成部分的一种功能,箭头的方向标明信号(或变量)的传递方向。

在方块图中有四种基本符号:

(1) 信号线:如图 5-3-9(a)所示。即带箭头的直线,箭头方向表示信号传递的方向。

(2)引出点 如图 5-3-9(b)所示。表示信号引出或测量的位置,从同一位置引出的信号线在数据和性质方面是完全相同的。

(3)比较点 如图 5-3-9(c)所示。对两个或两个以上信号进行代数运算的点。

(4)方块 如图 5-3-9(d)所示。箭头进入方块的信号称为输入信号,箭头离开方块的信号称为输出信号。方块图中的每个方块为系统或元件的传递函数,它反映了各个环节间的因果关系。

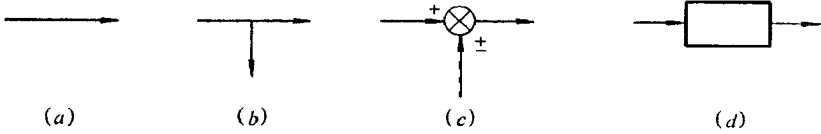


图 5-3-9 方块图的表示符号

在实际工作中,根据系统的不同,可以有各种各样的方块图。但任何一种复杂的方块图都是由串、并联、反馈这三种基本形式组成的。

例如,由图 5-3-10 所示的贮槽液位自动调节系统可以画出如图 5-3-11 所示的方块图。

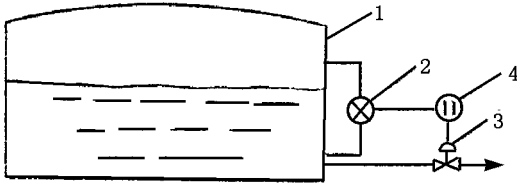


图 5-3-10 自动调节示意图

1—液体贮槽 2—变送器 3—调节阀 4—调节器

方块图中的符号“○”表示一个加法器或减法器,可以进行 $e = x \pm z$ 的运算(具体由箭头上注明的正、负号说明)。它是调节器内部的一个装置,在方块图中把它单独画出来,是为了突出它的比较作用。

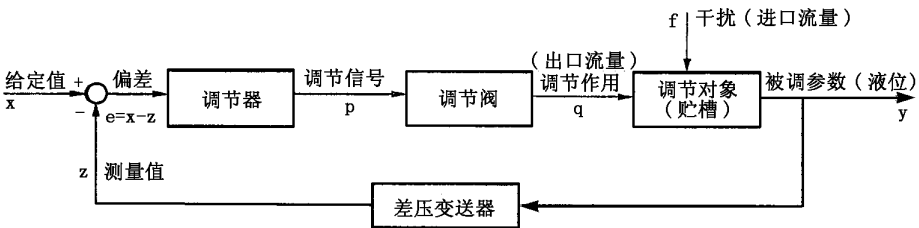


图 5-3-11 贮槽液位调节系统方块图

从图 5-3-11 中可以看出,调节器一方面通过调节阀把调节作用施加到调节对象上,使被调参数回到给定值或其附近,这个调节作用从方块图上来看是沿着由左到右的

箭头方向传送的,称为主回路。另一方面,调节对象又将被调参数的信号通过测量变送装置送回到调节器的输入端,这个信号则是沿着由右到左的箭头方向传送的,这是一条十分重要的通道。它可以使调节器在发出调节作用后了解到调节效果,即偏差是否已消失,是否还需要继续进行调节。这条将被调参数信号反送到调节器比较元件中去的通道称为反馈回路,简称反馈。调节系统的反馈都是负反馈,即给定值和被调参数的信号在进入调节器时,在方向上应该是相反的。这种减法运算具体在调节器中实现时,往往是把被调参数和给定值分别转换成两个方向相反的力、力矩或两个极性相反的电压或电流等。所以,在画方块图时,必须在比较元件上画一个“-”号。

二、基本调节规律

基本调节规律是指调节器的调节环节产生的调节规律。也就是当调节器接受了偏差信号(即输入信号)以后调节信号(即输出信号)的变化规律。各种不同的调节规律是为了适应不同的生产要求而设计的。在自动化领域中最基本的调节规律有四种:位式调节、比例调节、积分调节和微调节。

(一)位式调节

位式调节的最简单型式是双位调节。双位调节的动作规律是当测量值大于给定值时,调节器的输出为最小,而测量值小于给定值时,调节器的输出为最大。反之亦然。因此双位调节有两个输出值,相应的调节机构也只有两个极限位置,不是开就是关,没有中间位置,而且从一个位置变到另一个位置的时间是很快的。调节阀的动作是不连续的,被调参数始终不能真正稳定在给定值上,即总在给定值附近上下波动。实际双位调节如图 5-3-12 所示。

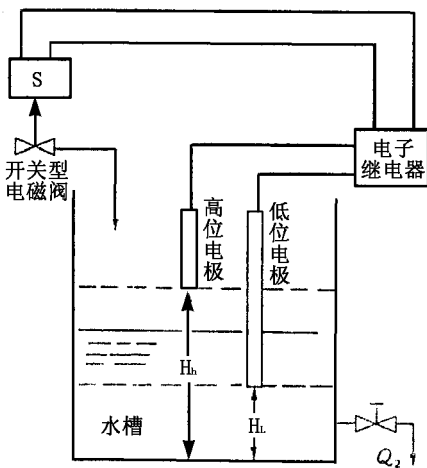


图 5-3-12 实际双位调节示意图

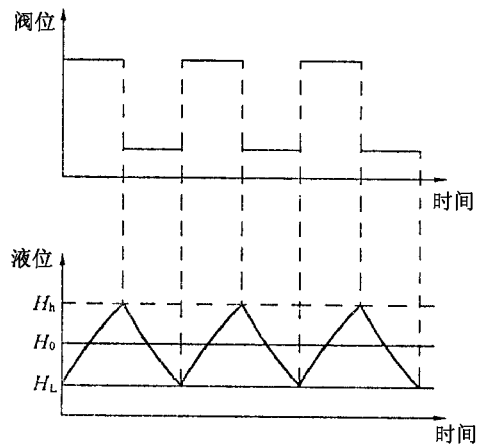


图 5-3-13 双位调节过程

从图中可以看出,当 $H < H_L$ 时,电子继电器使电磁阀全开。水位由 H_L 逐渐上升到 H_h 在水位上升过程中,阀全开的状态不变。当水面接触到高位电极时,即 $H > H_h$,电磁阀关闭。水位由上升变为下降,但在下降过程中中阀全闭的状态不变。因此水位又由 H_h 下降到 H_L ,当水面降到 H_L 以下时,电磁闭打开。水位又由下降变为上升,但上升过程中,阀全开的状态不变。如此循环不已。它的工作状态是这样的:当 $H < H_L$ 时,调节器(电子继电器)使电磁阀全开;当 $H > H_h$ 时,调节器使电磁阀全闭;当 $H_L < H < H_h$ 时,则使电磁阀保持原先的状态。其调节规律如图 5-3-13 所示。

从图中可以看出,被调参数 H 形成了在 H_L 与 H_h 之间持续的等幅振荡。这条等幅振荡曲线的振幅是 $(H_h - H_L)$,而振荡周期 T 就是相邻两个同向波峰的时间间隔。对于一定对象来说,它的时间常数已定,则液位由 H_L 上升到 H_h 及由 H_h 下降到 H_L 的时间都是一定的。

位式调节器适用于调节对象惯性较大,纯滞后很小的场合。采用位式调节应允许被调参数有持续的小幅度波动。这种调节从调节规律角度来看,相当于用纯比例调节器,而且比例度接近临界值时出现等幅振荡的情况。

(二)比例调节

比例调节是指阀门开度与被调参数的偏差成比例的调节规律。它的特点是能实现输出量等于输入量,使被调参数趋于稳定,达到系统的平衡状态。比例调节规律一般用字母 P 表示。图 5-3-14 所示的液位调节就是一个最简单的比例调节系统。

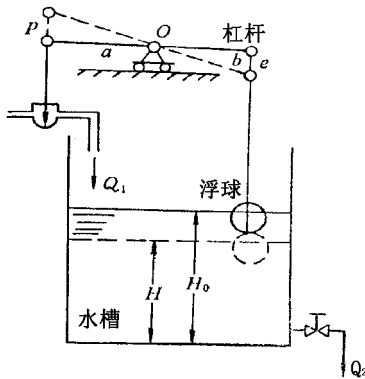


图 5-3-14 简单的比例调节系统示意图

图中的被调参数是贮槽的液位, O 为杠杆的支点, 杠杆的一端固定着浮球, 另一端和调节阀门杆连接。浮球能随液位的升高而升高, 随液位的下降而下降。浮球通过有支点的杠杆带动阀芯移动, 浮球升高调节阀就关小, 输入流量就少; 浮球下降调节阀开大, 则输入流量增加。

假设原来液位稳定在图 5-3-14 的给定值 H_0 上面, 进入贮槽的流量 Q_1 和排出贮

槽的流量 Q_2 相等。当贮槽出口阀门突然开大时, 排出量 Q_2 增大使液位 H 下降, 则浮球也随之下降。而浮球的下降将通过杠杆把进口阀门开大, 进料量 Q_1 增加。当进料量 Q_1 等于排出量 Q_2 时, 液位 H 也就不再变化而重新稳定下来, 系统达到新的稳定状态; 反之, 当排出量 Q_2 突然减小时, 液位 H 将上升, 进口阀由浮球的作用而关小, 以减少进料量, 直至进出口量相等, 液位达到新的稳定状态。

从这个例子, 我们可以看出, 比例调节规律的第一个特点是调节及时。只要液位一变化, 浮球的位置立即跟随一起变化, 而浮球的位置变化, 直接通过杠杆带动进料阀芯同时变化, 使阀门的开度改变。

但是, 我们还可以看出, 比例调节规律的第二个特点是当液位发生变化时, 虽然比例调节能达到稳定, 但回不到原来的给定值。这就表明, 比例调节是有多余差的, 所以比例调节又称有差调节。

在图 5-3-14 所示的比例调节机构中, 由于存在明显的相似形几何关系, 它们的比例关系可写成:

$$\Delta P = \frac{a}{b} \cdot e$$

当杠杆支点 O 确定后, a 和 b 均为常数。令 $a/b = K_p$, 则上式可改写成:

$$\Delta P = K_p \cdot e$$

显然, 这就是一个比例调节作用的表达式。 K_p 的大小是随着支点 O 的变化而改变的, 当杠杆的支点 O 左移时, K_p 就变小; 支点 O 右移时, K_p 就增大。比例调节机构(比例调节器)的输入输出特性如图 5-3-15 所示。

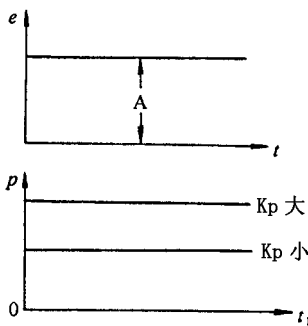


图 5-3-15 比例调节器输入输出特性

在实际生产中, 一般都用比例带(又称比例度)而不用放大倍数 K_p 来讨论问题。比例带是指调节器输入的相对变化与相应的输出相对变化的比值, 以百分数表示。数学形式为:

$$\delta = \frac{\frac{e}{X_{\max} - X_{\min}}}{\frac{\Delta P}{P_{\max} - P_{\min}}} \times 100\%$$

式中 e ——输入变化量；

ΔP ——输出变化量；

$X_{\max} - X_{\min}$ ——测量值的刻度范围(仪表的量程)；

$P_{\max} - P_{\min}$ ——调节器输出的工作范围。

由于 e 和 X_{\max} 、 X_{\min} 具有相同量纲； P 和 P_{\max} 、 P_{\min} 也具有相同量纲，因此 δ 就是一个无量纲的百分数。因此上式可以改写成：

$$\delta = \frac{e}{\Delta P} \cdot \frac{P_{\max} - P_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 100\% = \frac{1}{K_p} K \times 100\%$$

对于某一台调节器来说 K 是一个定值。气动单元组合仪(QDZ)调节器输入、输出都是 0.02~0.1MPa 气压信号；电动单元组合仪表 DD₂-II 型调节器的输入、输出都是 0~10mADC。对于这些调节器来说，都是 $K=1$ 。这种情况下上式可简化为：

$$\delta = \frac{1}{K_p} K \times 100\%$$

此处比例带 δ 与放大倍数 K_p 成反比(用百分数表示)。

比例带 δ 的大小直接影响到调节过程的时间长短、质量好坏。在同样干扰作用下，调节器处于不同的比例带时，得到的调节过程曲线如图 5-3-16 所示。

从图 5-3-16 所示我们看到，随着比例带 δ 的增加(即放大倍数减小)，调节作用是减弱的。

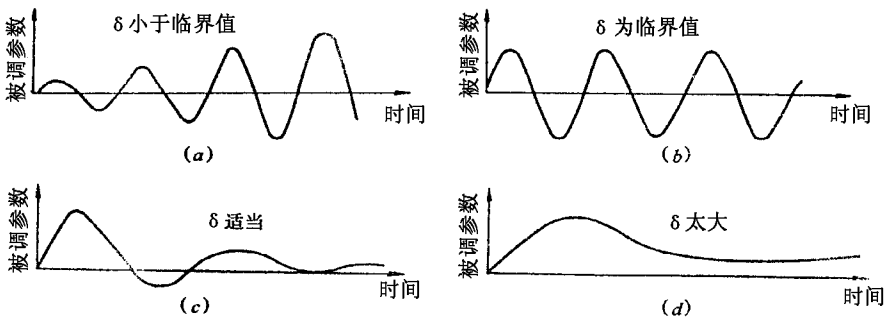


图 5-3-16 比例带对过程的影响

情况一，由于比例带 δ 很小(小于临界值)，也就是调节器的放大倍数 K_p 很大，所以调节作用很强，调节过程波动很大，以至产生发散振荡，使被调参数离给定值越来越远，过程无法稳定，调节质量更无从谈起，因此，无法应用。

情况二，由于比例带 δ 处于临界值(此时的 δ 就叫临界比例带)，曲线成为等幅振荡。在实际生产中，同样是谈不上调节作用。

情况三 此时比例带大于临界值,调节过程的振荡将随之减少,振荡次数也将随之减少,时间随着缩短。这个调节过程的最大偏差和余差都不太大,而且过程也稳定得快。

情况四 此时比例带偏大,不存在调节作用。

因此说,当干扰发生后,被调参数变化曲线产生 2 个波后很快能稳定下来,且余差又不太大时,调节器的 δ 就算选取得合适。

(三) 积分调节

积分调节就是在余差没有消除之前,调节器输出的变化速度不等于零,使调节阀的动作,继续进行而不停止。余差越大,调节阀动作越快,调节器输出的变化也越快,用数式表示为:

$$\frac{dP}{dt} = K_i \cdot e$$

式中 $\frac{dP}{dt}$ ——调节器输出的变化速度;

e ——调节器输入偏差;

K_i ——比例常数,称为积分速度。

由上式可知,积分作用就是调节器输出的变化速度与偏差成正比,当偏差 e 为零时,输出的变化也为零,写成积分形式:

$$\Delta P = K_i \int e \cdot dt$$

式中说明,积分调节就是调节器的输出与偏差对时间的积分成正比。也就是说,积分调节器的输出不仅取决于偏差的大小,而且更主要的是取决于偏差存在的时间。只要偏差存在,即使很小,但只要存在的时间足够长,调节器的输出也是很大的。只有余差消除了(即偏差 $e=0$ 时),调节器的输出才停止变化,调节阀才停止动作,保持在相应的位置上。

当偏差信号 e 为阶跃干扰时的积分作用特性曲线如图 5-3-17 所示。

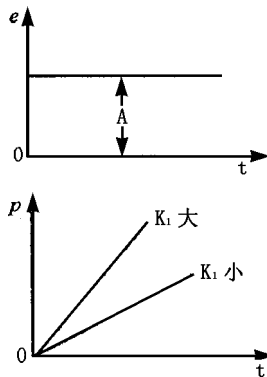


图 5-3-17 阶跃输入时积分调节的动态特性

当 e 为阶跃变化,即在 t_0 时刻以后 e 为常数,则积分作用的输出为:

$$\Delta P = K_i \int e dt = K_i e t |_{t_0}^t = K_i e (t - t_0) = K_i e \Delta t$$

由于 K_i 是一个常数,所以上式为一个线性方程,在偏差消除之前,调节器的输出为一条倾斜的直线段。其斜率就是方程式中的比例系数 K_i ,直线段与横坐标之间的面积为积分作用的大小。显然, K_i 越大,表示积分作用越强,所以 K_i 表示了积分作用的大小。和比例带类似,习惯上都用 K_i 的倒数来表示。

$$T_i = \frac{1}{K_i} (\text{分})$$

T_i 称积分时间, T_i 越小,则表示积分作用越强。

图 5-3-18 所示是积分调节作用的一个典型示例。

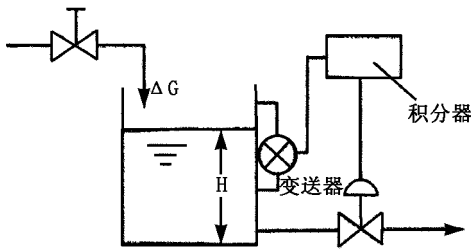


图 5-3-18 液位调节系统

图中所示,对象是一个贮槽,被调参数是液位、调节阀门装在出口管线上,积分调节的动态特性曲线如图 5-3-19 所示。

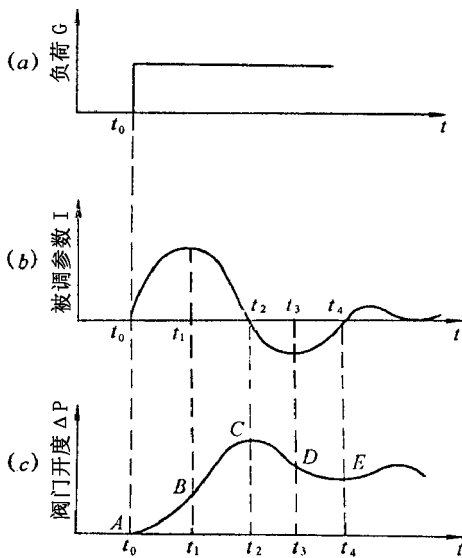


图 5-3-19 积分调节作用的动态特性

在 t_0 时刻,进料量突然有一个阶跃干扰——负荷增加 ΔG ,则被调参数 H 立即上升,

调节阀也开始动作。但积分调节作用使阀门的变化不是与被调参数的变化成正比,而是阀门的变化速度与被调参数变化值的大小成正比。所以,要到被调参数偏离最大时(图中 t_1 时),阀门动作才最快(从数学上知道,图(c)中的曲线上每一点的切线的斜率,就表示阀门变化的速度,即 B 点切线的斜率最大)。 t_1 以后,由于调节阀已开大,出料量大,被调参数已开始回复,但因为未回到给定值,还有偏差存在,阀门仍继续开大。到 t_2 时刻,被调参数已回到给定值,没有偏差了,阀门才不再继续开大。但由于阀门没有提前关小,以至调节过了头。被调参数又反方向偏离给定值(减小),阀门也反方向动作(关小)。在 t_3 时刻,被调参数反方向达到最大,阀门动作达到最快。当被调参数又回到给定值时,阀门也到反方向最大。如此反复调节,被调参数的偏离越来越小,阀门移动也越来越少,最后被调参数回到给定值不变(此时 $e = 0$),阀门停止在相应的位置上。

(四) 微分调节

理想的微分调节规律可用下式表示:

$$P = T_d \frac{de}{dt}$$

式中 P ——微分调节器输出变化量;

T_d ——微分时间;

$\frac{de}{dt}$ ——输入偏差变化速度。

具有理想微分调节规律的调节器称为理想微分调节器。它的输入输出特性如图 5-3-20 所示。

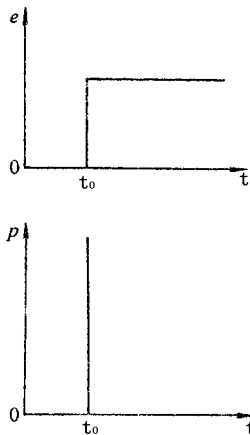


图 5-3-20 理想微分调节器输入输出特性

假设在 t_0 时刻,调节器接受一个阶跃输入信号。在 $t = t_0$ 这一时刻,偏差对时间的变化率 de/dt 为无穷大,则调节器的输出为无穷大。但是在这一瞬间之后,偏差度为常数,即 $de/dt = 0$,于是调节器输出立即消失。因此,它的输出是在 t_0 时刻出现的一个无限高

又无限窄的脉冲。

显然,理想微分调节规律在技术上是无法实现的,同时,我们也不需要这样的调节规律。实际的微分调节规律如图 5-3-21 所示。

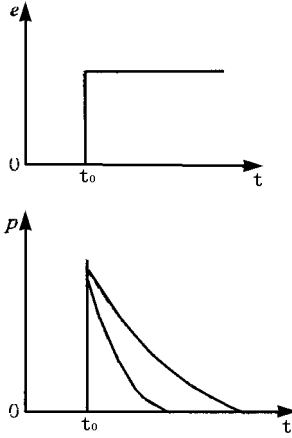


图 5-3-21 实际微分调节器输入输出特性

输出特性曲线由垂直上升的脉冲前沿和按指数规律下降的脉冲后沿组成。当调节器输入一定幅度的阶跃信号时,输出的脉冲幅度取决于调节器的微分放大倍数 K_d 。它是调节器的一个特性参数,不同型号的调节器有不同的 K_d 。实际微分调节器输出特性曲线脉冲前后沿及时间轴所包围那部分面积的大小反映出微分作用的强弱。微分时间 T_d 越长,这部分面积就越大,微分作用就越强。反之, T_d 越小,微分作用就越弱。

(五)比例与积分、微分调节

事实上,无论是积分调节规律,还是微分调节规律,均不能单独使用。它们只能与比例调节规律结合构成比例积分、比例微分或比例积分微分调节规律。

1. 比例积分调节

比例积分调节规律的数学表达式为:

$$P = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int e \, dt \right)$$

式中 P ——比例积分调节器输出;

K_p ——调节器比例放大倍数;

e ——调节器输入偏差;

T_i ——积分时间。

当调节器的输入偏差 e 是幅度为 A 的阶跃信号时,其输出特性如图 5-3-22 所示。

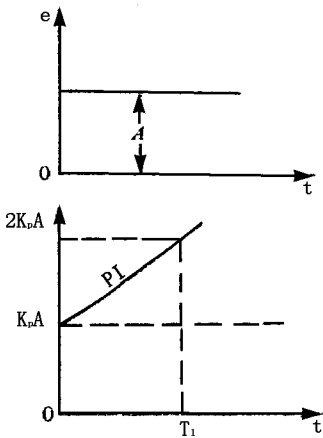


图 5-3-22 比例积分调节器输入输出特性

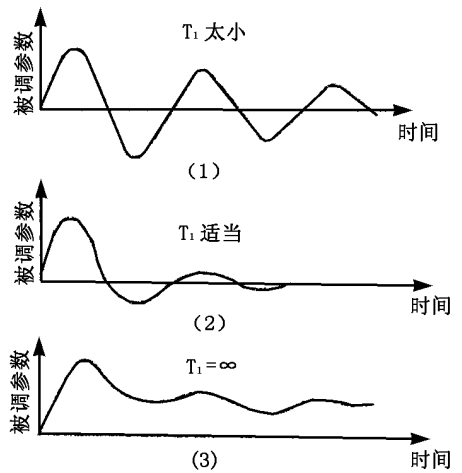


图 5-3-23 积分时间对过渡过程的影响

对于一个具有一定比例度的比例积分调节系统。积分时间 T_i 的不同对过渡过程的影响如图 5-3-23 所示。

2. 比例微分调节

比例微分调节规律的数学表达式为：

$$P = K_p \left(e + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

当调节器输入偏差 e 是幅度为 A 的阶跃信号时，其输入输出特性如图 5-3-24 所示。

微分时间 T_d 对过渡过程的影响如图 5-3-25 所示。

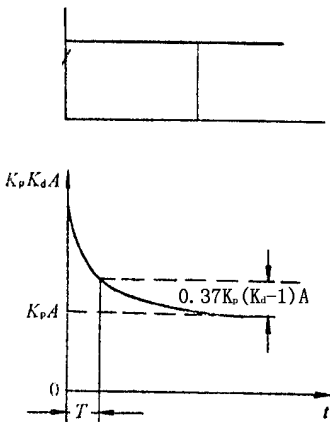


图 5-3-24 比例微分调节器输入输出特性

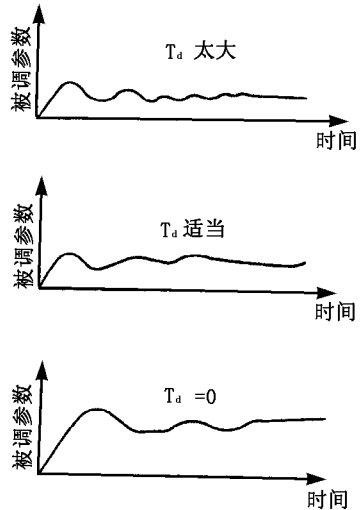


图 5-3-25 微分时间对过渡过程的影响

3. 比例积分微分调节

$$P = K_p \left(e + \frac{1}{T_I} \int e \, dt + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

当调节器输入偏差 e 是幅度为 A 的阶跃信号时, 其输入输出特性如图 5-3-26 所示。

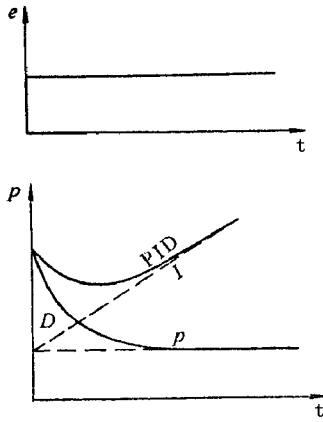


图 5-3-26 PID 调节器的输入输出特性

三、自动控制系统

(一) 简单控制系统

所谓简单控制系统, 通常是指由一个测量元件及变送器、一个调节器、一个调节阀和一个对象所组成的单闭环控制系统, 又称为单回路控制系统。

图 5-3-27 所示的液位控制系统如图 5-3-28 所示的温度控制系统都属于简单控制系统。

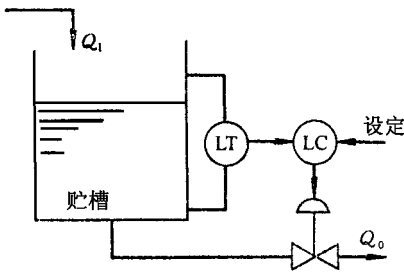


图 5-3-27 液位控制系统

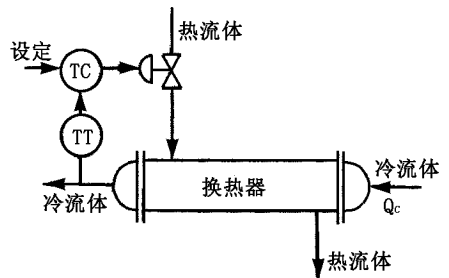


图 5-3-28 温度控制系统

在图 5-3-27 所示的液位控制系统中, 贮槽是调节对象, 液位是被调参数。液位变送器 LT 将反映液位高低的信号送往液位控制器 LC。控制器的输出信号送往调节阀, 并通过调节阀开度的改变使贮槽输出流量发生变化, 克服贮槽输入流量变化产生的干扰以维持液位稳定。

在图 5-3-28 所示的温度控制系统中,换热器是调节对象;冷流体出口温度是被调参数。温度变送器 TT 将反映温度高低的信号送往温度控制器 TC。控制器的输出信号送往调节阀,并通过调节阀开度的改变使热流体的流量发生变化,以克服进入换热器冷流体流量、温度变化等干扰因素的作用,维持冷流体出口温度在工艺要求的范围内。

简单控制系统在轻化工生产中应用广泛,所占的比重很大。即便是在大型现代化工厂中,简单控制系统仍占自动控制系统总数的 80% 左右。另外,简单控制系统设计、投运等方面的许多基本问题,在复杂控制系统中同样存在。因此,我们有必要对这些基本问题进行研究。

(二) 串级控制系统

串级控制系统是应用最早,效果最好,使用最广泛的一种复杂控制系统。它的特点是两个控制器相串接,主控制器的输出作为副控制器的设定,适用于时间常数及纯滞后较大的被控对象,如加热炉的温度控制等等。

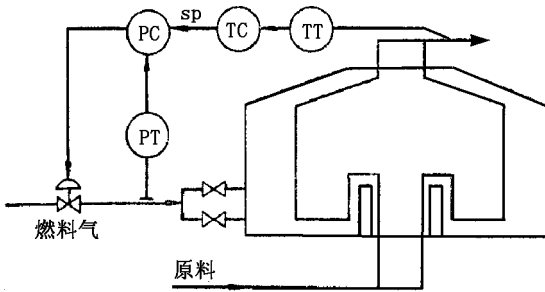


图 5-3-29 加热炉出口温度与燃料气压力串级控制系统

图 5-3-29 所示为加热炉原油出口温度控制系统。若采用简单温度控制,当负荷发生变化时,由温度变送器、控制器和调节阀组成一个单回路控制系统,去克服由于负荷变化而引起的原油出口温度的波动,以保持出口温度在设定值上。但是,当燃料气压力波动大且频繁时,由于加热炉滞后很大,将引起原油出口温度 t 的大幅度波动。为此,先构成一个燃料气压力(或流量)的控制系统(回路 II),首先稳定燃料气压力(或流量),而把原油出口温度控制器 TC 的输出,作为压力控制器 PC 的设定值,形成回路 I,使压力控制器随着原油出口温度控制器的需要而动作,这样就构成了如图中所示的温度-压力串级控制系统。

串级控制系统的方块图见图 5-3-30。

在这个控制系统中,原油出口温度 t 称为主被控变量,简称主变量。调节阀后的燃料气压力称为副被控变量,简称为副变量。温度控制器称为主控制器,压力控制器称为副控制器。从燃料阀(调节阀)阀后到原油出口温度这个温度对象称为主对象。调节阀后压力对象称为副对象。由副控制器、调节阀、副对象、副测量变送器组成的回路称为副回路。而整个串级控制系统包括主对象、主控制器、副回路等效环节和主变量测量变

送器 称为主回路,又称主环或外环。

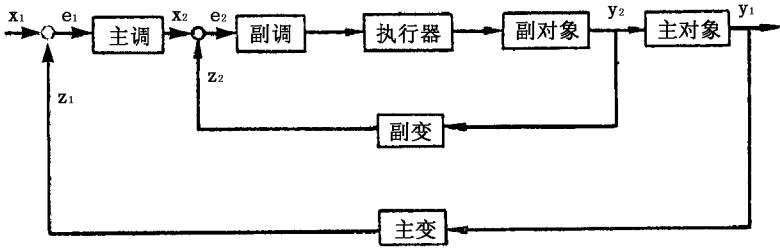


图 5-3-30 串级控制系统方块图

(三)比值控制系统

在炼油、化工等生产过程中,经常要求两种或两种以上的物料,按一定比例混合后进行化学反应,否则会发生事故或浪费原料量等。

工业生产上为保持两种或两种以上物料比值为一定的控制叫比值控制。

在比值控制系统中,首先要明确哪种物料是主物料,另一种物料按主物料来配比。系统中主物料或主流量,用 G_1 表示。一般情况下,总以生产中的主要物料的流量作为主流量,或者以不可控物料的流量作为主流量。另一种物料随主流量的变化而变化,称之为从物料或副流量,用 G_2 表示。

常见的比值控制系统有单闭环比值、双闭环比值和串级比值等三种。

1. 单闭环比值控制系统

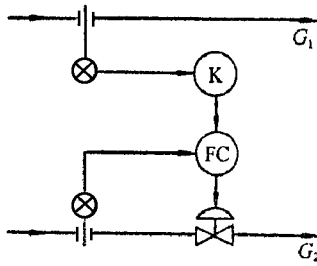


图 5-3-31 单闭环比值控制系统

图 5-3-31 为单闭环控制方案图。从物料流量的控制部分看,是一个随动的闭环控制回路,而主物料流量的控制部分则是开环的,其方块图见图 5-3-32。主流量 G_1 经比值运算后使输出信号与输入信号成一定比例,并作为副流量控制器的给定信号值。

在稳定状态时,主、副流量满足工艺要求的比值,即 $K = G_2/G_1$ 为一常数。当主流量负荷变化时,其流量信号经变送器到比值器,比值器则按预先设置好的比值使输出成比例地变化,即成比例地改变了副流量控制器的给定值,则 G_2 经调节作用自动跟随 G_1 变化,使得在新稳态下 $G'_2/G'_1 = K$ 保持不变。当副流量由于扰动作用而变化时,因主流量

不变,即 FC 控制器的给定值不变,这样,对于副流量的扰动,闭环回路相当于一个定值控制系统加以克服,使工艺要求的流量比值不变。

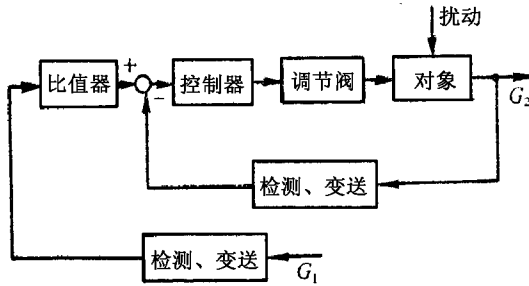


图 5-3-32 单闭环比值系统的方块图

单闭环比值控制系统的优点是:两种物料流量的比值较为精确,实施方便,从而得到了广泛的应用。但是这种控制方案当主流量出现大的扰动或负荷频繁波动时,副流量在调节过程中,相对于控制器的给定值会出现较大的偏差。因此,这种方案对严格要求动态比值的化学反应是不合适的。

2. 双闭环比值控制系统

如果要求主流量也要保持定值,那么对主流量也要有个闭合的控制回路,主、副流量通过比值器来实现比值关系,这样就构成了双闭环比值控制系统,如图 5-3-33 所示,其方块图如图 5-3-34 所示。

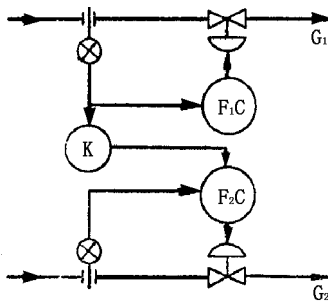


图 5-3-33 双闭环比值控制系统

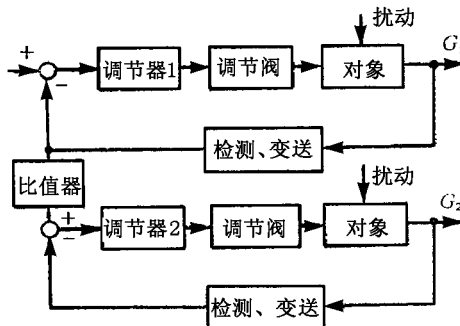


图 5-3-34 双闭环比值控制系统的方框图

双闭环比值控制系统实质上是由一个定值控制系统和一个随动控制系统所组成,它不仅能保持两个流量之间的比值关系,而且能保证总流量不变。与采用两个单回路流量控制系统相比,其优越性在于主流量一旦失调,仍能保持原定的比值。并且当主流量因扰动而发生变化时,在控制过程中仍能保持原定的比值关系。

双闭环比值控制系统除了能克服单闭环比值控制的缺点外,另一个优点是提降负荷比较方便,只要缓慢地改变主流量控制器的设定值,就可提、降主流量,同时副流量也就自动地跟踪主流量,并保持两者比值不变。

它的缺点是采用单元组合仪表时,所用设备多,投资高;而当今采用功能丰富的数字式仪表,它的缺点则可安全消失。

3. 串级比值控制系统

以上介绍的两种比值控制系统,其流量比是固定不变的,故也可称定比值控制系统。然而,在某些生产过程中,却需要两种物料的比值按具体工况而改变,比值的大小由另一个控制器来设定,比值控制作为副回路,从而构成串级比值控制系统,也称变比值控制系统。例如在合成氨变换炉生产过程中,用蒸汽控制一段触媒层温度,蒸汽与半水煤气的比值应随一段触媒层温度而变,这样就构成了串级比值控制系统,如图 5-3-35 所示,其方块图见图 5-3-36。

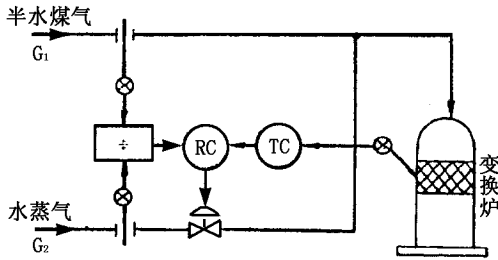


图 5-3-35 串级比值控制系统

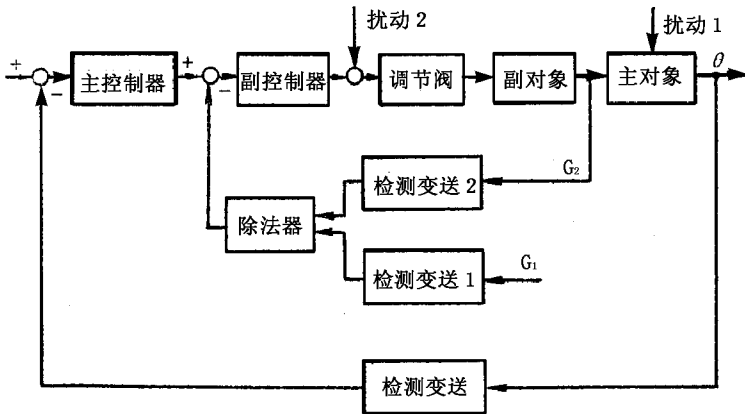


图 5-3-36 串级比值控制系统方块图

若在稳定工况下,假设触媒层温度为 T_{t_1} ,蒸汽与半水煤气的比值为 K_1 。由于扰动的影响,触媒层温度由 t_1 变化到 t_2 ,为了把温度调回到给定值,就需要把蒸汽和半水煤气的比值由 K_1 变化到一个新的比值 K_2 。又因半水煤气为不可控流量,因此通过改变水蒸气流量来达到变比值的目。这种控制系统控制精度高,应用范围广。

(四) 选择性控制系统

一般控制系统都是在正常工况下工作的。当生产不正常时,通常的处理方法有两种。一种是切入手动,进行遥控操作;另一种是联锁保护紧急停车,防止事故发生,即所谓硬限控制。由于硬限控制对生产和操作都不利,近年来采用了安全软限控制。

所谓安全软限控制,是指当一个工艺参数将要达到危险值时,就适当降低生产要求,让它暂时维持生产,并逐渐调整生产,使之朝正常工况发展。能实现软限控制的控制系统称为选择性控制系统,又称为取代控制系统或超驰控制系统。

选择性控制系统种类很多,图 5-3-37 是常见的选择性控制系统示意图。

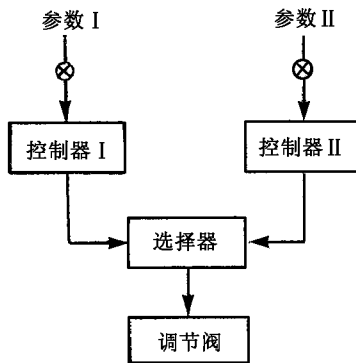


图 5-3-37 选择性控制示意图

在正常工况下,选择器选中正常控制器 I,使之输出送至调节阀,实现对参数 I 的正常控制。这时的控制系统工作情况与一般的控制系统是一样的。但是,一旦参数 II 将要达到危险值,选择器就自动选中控制器 II 的信号,从而取代控制器 I 操纵调节阀。这时对参数 I 来说,可能控制质量不高,但生产仍在继续进行,并通过控制器 II 的调节,使生产逐渐趋于正常,待到恢复正常后,控制器 I 又取代控制器 II 的工作。这样,就保证在参数 II 达到越限前就自动采取新的控制手段,不必硬性停车。

选择性控制系统在结构上的特点是使用了选择器。选择器可以接在两个或两个以上的控制器的输出端,也可接在几个变送器的输出端,对测量信号进行选择,以适应不同工况的需要。

1. 选择器装在控制器与调节阀之间

这类选择性控制系统的特点是几个控制器公用一个调节阀。通常是两个控制器合用一只调节阀,其中一个控制器在正常工况下工作,另一个处于待命备用状态,遇到工艺

生产不正常时,就由它取而代之,直到工况恢复正常,再由原来的控制器进行控制。

图 5-3-38 是辅助锅炉蒸汽压力与燃料压力组成的选择性控制系统。它的工作过程如下:正常情况下,阀后压力低于脱火压力时,燃料压力控制器 P_2C 的输出信号 a 大于控制器 P_1C 的输出信号 b ,由于低值选择器 LS 能自动选择低值输入信号作输出,因此,正常情况时 LS 的输出为 b ,即按蒸汽压力来控制燃料阀门。而当燃料阀门太大,使调节阀阀后的压力接近脱火压力时 $a < b$, a 被 LS 选中,即由 P_2C 取代 P_1C 去控制阀门,使阀关小,避免了因阀后压力过高而造成喷嘴脱火事故。通过 P_2C 的调节,当阀后压力降低,而蒸汽压力回升,达到 $b < a$ 时,控制器 P_1C 再次被选中,恢复正常工况的自动控制。

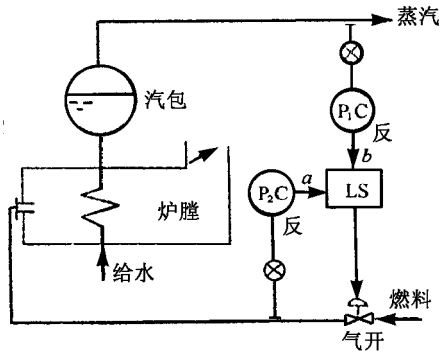


图 5-3-38 辅助锅炉压力选择性控制系统

2. 选择器装在变送器与控制器之间

这种类型的选择性控制系统的特点是,几个变送器合用一只控制器。选择的目的是两种:

(1) 选出最高或最低测量值。以固定床反应器中最高温度的控制为例。最高温度的位置可能会随催化剂的老化变质、流动等原因有所移动。反应器各处的温度都应当加以比较,选择其中高的用于温度控制,如图 5-3-39 所示。

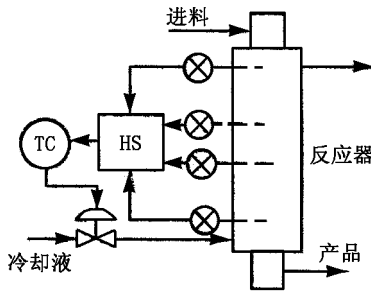


图 5-3-39 高选器用于控制反应器的峰值温度

(2) 选取可靠测量值。对于关键参数的检测点,如果变送器失灵机会较多,为了避免造成不可估计的损失,可在同一检测点安装两个以上的变送器,通过选择器选出可靠的

检测信号值进行自动控制,以提高系统运行的可靠性。

3. 操纵变量选择性控制系统

若一个被控变量有几种操纵变量可供选择,也可用选择性控制系统按不同工况选择不同的操纵变量。

例如,加热炉有几种燃料时,如图 5-3-40 所示,只要燃料 A 的流量不超过上限 G_{AH} ,尽量用 A 燃料;当 A 的流量 $G_A > G_{AH}$ 时,则用燃料 B 来补充。温度控制器 TC 的输出为 m ,正常时, $G_A < G_{AH}$,则低选择器 LS 的作用使燃料 A 的流量控制器 F_{AC} 的设定值 $G_{Ar} = m$,即 $m < G_{AH}$, F_{AC} 和温度控制器 TC 组成串级控制系统。因为此时 $G_{Ar} = m$,故 $G_{Br} = m - G_{Ar} = 0$,故燃料 B 的阀门全关闭。当 $m > G_{AH}$ 时,即 $G_A > G_{AH}$,LS 选中 G_{AH} 作为输出,使 $G_{AH} = G_{Ar}$, F_{AC} 为定值流量控制,使 G_A 稳定在 G_{AH} 值上。这时,由于 $G_{Br} = m - G_{Ar} = m - G_{AH} > 0$,则温度控制器 TC 与燃料 B 的流量控制器 F_{BC} 组成串级控制,打开燃料 B 的阀门,来补充燃料 A 的不足,使加热炉出口温度保持一定。由此可见,运用 LS 可选择不同的操纵变量进行选择控制,保证加热炉出口温度的稳定。

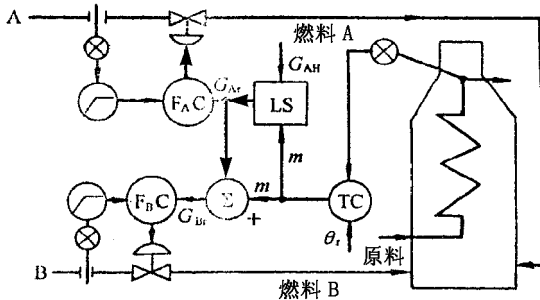


图 5-3-40 有几种燃料的选择性控制系统

(五) 分程控制系统

简单控制系统是一个控制器的输出带动一个调节阀动作,而分程控制系统的特点是一个控制器的输出同时控制几个工作范围不同的调节阀。例如一个调节阀在 20~60kPa 范围内工作,另一个调节阀在 60~100kPa 的范围内工作。其方块图如图 5-3-41 所示。

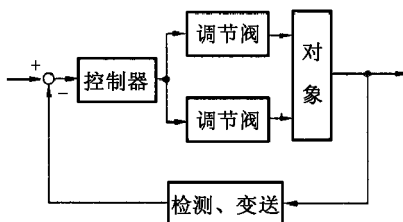


图 5-3-41 分程控制系统方块图

分程是靠阀门定位器或电 - 气阀门定位器来实现的。如某控制器的输出信号范围是 0.02 ~ 0.1MPa 气信号,要控制 A、B 两只调节阀,那么只要在 A、B 调节阀上分别装上气动阀门定位器,A 阀上的定位器调整为:当输入 0.02 ~ 0.06MPa 时,输出为 0.02 ~ 0.1MPa,而 B 阀上的定位器调整为:当输入为 0.06 ~ 0.1MPa 时,输出为 0.02 ~ 0.1MPa。即当控制器输出在 0.02 ~ 0.06MPa 时,A 调节阀动作,而控制器输出在 0.06 ~ 0.1MPa 时,B 调节阀动作,从而达到了分程的目的。

(六)前馈控制系统

简单控制系统属于反馈控制,它的特点是按被控变量的偏差进行控制,因此只有在偏差产生后,控制器才对操纵变量进行控制,以补偿扰动变量对被控变量的影响。若扰动已经产生,而被控变量尚未变化,控制作用是不会产生的,所以,这种控制作用总是落后于扰动作用的,是不及时的控制。对于滞后大的被控对象,或扰动幅度大而频繁时,采用简单控制往往不能满足工艺生产的要求,若引入前馈控制,实现前馈 - 反馈控制就能获得显著的控制效果。

前馈控制是按照干扰作用的大小来进行控制的。当扰动一出现,就能根据扰动的测量信号控制操纵变量,及时补偿扰动对被控变量的影响,控制是及时的,如果补偿作用完善,可以使被控变量不产生偏差。

图 5-3-42 所示为一个浓度配比的简单控制系统和前馈控制系统图及方块图。

从两者的方块图可以看出,信号的传递方式有所不同。对于简单控制系统,浓度信号从系统的输出端返回到输入端,因此是反馈,并且它有一个闭合的回路。而对于前馈控制(见图 5-3-42b)水流量信号却是一直向系统的输出送,因此它是前馈,而且是开环的。

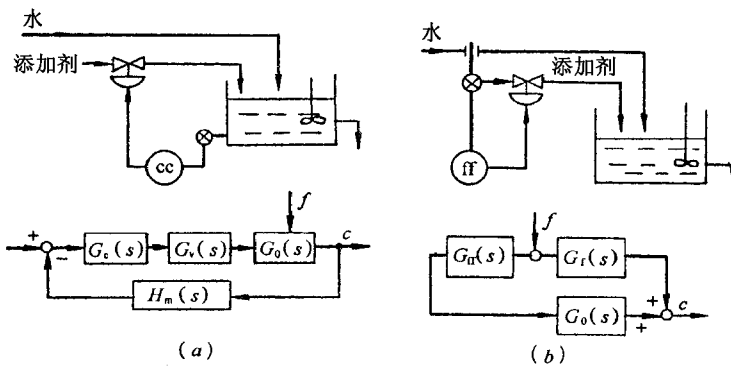


图 5-3-42 前馈控制与反馈控制

(a)反馈 (b)前馈

从方块图中还可看出,前馈控制规律不采用 PID 形式,它的控制规律由前馈通道和扰动通道的传递函数得到,其极性恰好相反,即:

$$G_{ff}(s) = \frac{G_r(s)}{G_0(s)}$$

由此可见,前馈装置的输出是根据具体对象来确定的。如果 $G_{ff}(s)$ 严格地满足上式关系,

就能完全补偿扰动作用。但是,若对象的传递函数略有偏差,或 $G_{ff}(s)$ 达不到上式的功能,那么就不能完全补偿扰动的影响,被控变量也无法再回到原来的数值上。

前馈控制只能克服可测扰动,即扰动可以是不可控的,但必须是可测量的。对于不可测的扰动,前馈控制不能采用。

前馈控制对扰动的补偿是一一对应的,所以,当有几个扰动存在时,要同时测量几个扰动才行。

另外,由于 $G_{ff}(s)$ 不宜太复杂,而且 $G_f(s)$ 和 $G_o(s)$ 也不易测准,因此前馈补偿是不可能得到完全补偿的。同时,扰动也不止一个、两个,因此,在实际使用中往往采用前馈与反馈复合在一起的控制系统,被称为前馈-反馈控制系统,有时简称前馈控制系统,利用前馈控制克服主要干扰,用反馈控制消除其他干扰。

(七)三冲量控制系统

蒸汽锅炉是石油、化工、电力(火电厂)等工业部门的主要能源设备。

锅炉汽包液位是表征其生产过程的主要工艺指标,同时也是保证锅炉安全运行的主要条件之一。液位过高,使蒸汽产生带液现象,不仅降低了蒸汽的产量和质量,而且,还会使过热器结垢,或使汽轮机叶片损坏;当液位过低时,轻则影响水汽平衡,重则烧干锅炉,严重时会导致锅炉爆炸等事故。所以锅炉水位是一个极为重要的被控变量。

所谓“冲量”实际就是变量,多冲量控制中的冲量,是指引入系统的测量信号。在锅炉控制中,主要冲量是水位。辅助冲量是蒸汽负荷和给水流量,它们是为提高控制品质而引入的。现今蒸汽锅炉趋向大、中型化,一般都采用水位、蒸汽流量(或压力)和给水流量进行三冲量控制,如图 5-3-43 所示。

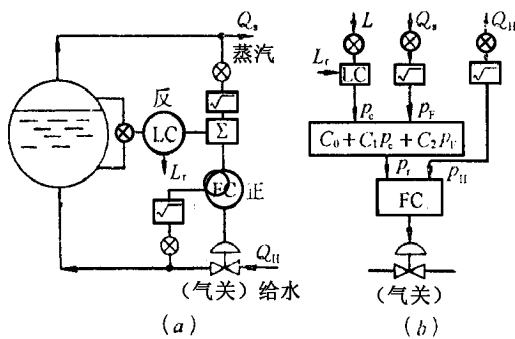


图 5-3-43 三冲量控制系统
(a)原理图 (b)连接原理图

图 5-3-43 实质是一个前馈加串级反馈的三冲量控制系统,给水流量为副回路。根据串线控制系统选择主、副控制器的正、反作用的原则,水位控制器 LC 选反作用,流量控制器 FC 为正作用,调节阀为气关阀。当水位由于扰动而升高时,因 LC 为反作用,它的输出下降,经加法器后,使 FC 的给定值下降而输出增加,调节阀开度减小,给水量减

少 水位下降 ,保持在设定值上。当蒸汽流量增加时 ,FC 的给定值增加而输出减小 ,调节阀开大 ,水量增加 ,保持水、蒸汽平衡 ,使水位不变。副回路克服给水自身扰动 ,更进一步地稳定了水位的自动控制。

另外 ,还有一种较简单的三冲量控制方案 ,只用一个控制器和一个加法器 ,加法器可接在控制器之后或之前。图 5-3-44 所示为加法器接在控制器之后 ,这种接法的特点是可省去一个流量控制器 ,使结构简单 ,流量副回路相当于一个 100% 的比例调节回路。

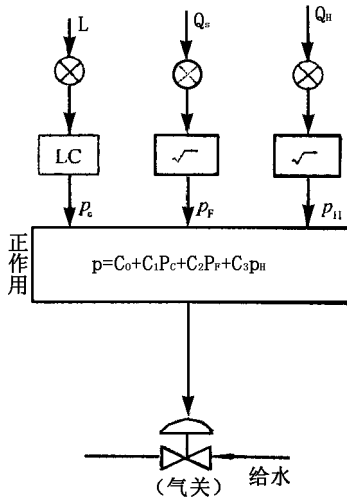


图 5-3-44 加法器在控制器之后

图 5-3-45 为加法器接在液位控制器 LC 之前。它的特点是可采用一个多通道输入的控制器 ,亦可实现三冲量的自动控制。

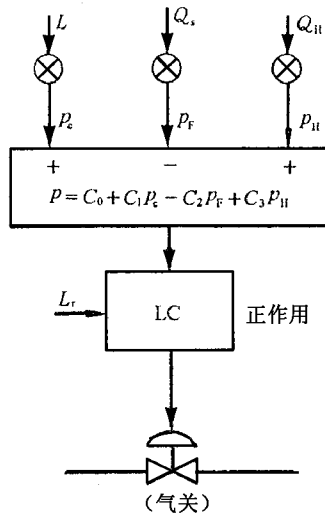


图 5-3-45 加法器在控制器之前

(八) 自适应控制

与通常的反馈理论不同,自适应控制理论建立在系统数学模型参数未知的基础上,而且随着系统状况的变化,自适应控制也会相应地改变控制器的参数,以适应系统特性的这种变化,使整个系统的性能指标达到令人满意的程度。

近十多年来,随着控制理论与计算机技术的迅速发展,自适应控制也有了很大进步,形成了独特的方法与理论,在工业生产中获得了许多成功的应用。

许多生产过程的动态特性是不断变化的,不能确切地描述其变化规律,而且往往存在大量的扰动因素,它们的变化规律更是无法预知的。对于这类生产过程,采用普通的反馈控制很难达到预期的生产指标。为此必须采用自适应控制方法,对过程模型或控制规律进行“自动”的调整与修正,保证预期指标能够实现。

自适应制系统是一个具有自动适应能力的系统,它必须能够察觉过程与环境的变化,并自动地校正控制规律。为此,一个自适应控制系统至少应包含以下三个部分:

- (1) 具有一个检测机构,能对环境和过程本身进行监视,并具有对检测数据进行分类,以及消除数据中噪声的能力;
- (2) 具有衡量本系统控制效果好坏的性能指标的确切定义,并能够测量或计算性能指标,判断系统是否偏离最优控制状态;
- (3) 具有自动调整控制规律的功能。

实质上自适应控制集辨识、优化与控制为一体,它比常规反馈控制系统要复杂得多。图 5-3-46 所示的为自适应控制系统的一般性框图。

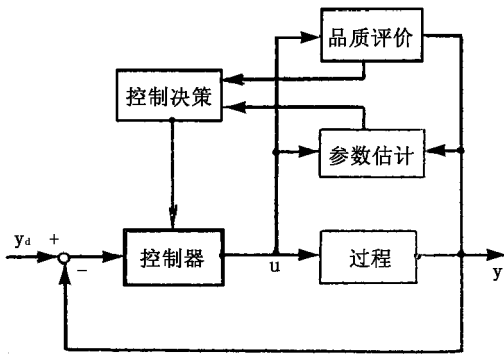


图 5-3-46 自适应控制系统的结构框图

自适应控制系统所要解决的问题是多种多样的,针对不同的问题可有不同的控制方法。到目前为止,根据控制方案的设计原理和结构形式,以下四种基本形式已被人们所接受。

- (1) 自整定控制器,或称简单自适应控制系统。它对生产过程的参数变化和环境条件,用一些简单、实用的方法辨识出来,同时也采用较简单的方法修正控制器的参数或控

制规律。

(2)自校正控制器。在这类自适应控制系统中,先采用辨识手段实时获得过程数学模型的参数,然后按照控制指标自行校正控制算法。通常性能指标可以是最小方差或是线性二次型指标等。

(3)模型参考自适应控制系统。它首先采用一个参考模型来代替系统的理想特性,即具有预期的性能指标要求。然后,依据参考模型与实际过程输出间的偏差,调整控制算法,使实际系统的特性尽量与参考模型靠拢。

(4)自学习系统,也称直接优化目标函数的自适应控制系统。它依据实际过程的输入与输出测量信息,直接优化控制器的参数,使性能指标达到最佳。

(九)双重控制系统

对于一个被控变量采用两个或两个以上操纵变量进行控制的控制系统称为双重或多重控制系统。这类控制系统采用不止一个控制器,其中有一个控制器的输出作为另一个称为阀位控制器的测量信号。

图 5-3-47 是双重控制系统的应用实例。在蒸汽减压系统中,高压蒸汽通过两种控制方法减为低压蒸汽。一种方法是直接通过减压阀 V_1 。这种控制方法动态响应快速,控制效果好,但是能量消耗在减压阀 V_1 上,不经济。另一种方法是通过蒸汽透平回收能量,同时使蒸汽压力降到用户所需压力。这种控制方法可以有效地回收能量,但是调节迟缓。图 5-3-47 中所示的双重控制系统,是从操作优化的观点出发而设计的。图中 VPC 是阀位控制器,PC 是低压测的压力控制器。正常情况下,大量蒸汽通过蒸汽透平机来减压,既回收了能量,又达到了蒸汽减压的作用。调节阀 V_1 的开度处于具有快速响应条件下的尽可能小的开度。一旦蒸汽用量发生变化,在 PC 偏差开始阶段,主要通过调节阀 V_1 的快速调节,来迅速消除偏差。与此同时,通过阀位控制器 VPC 逐渐改变调节阀 V_2 的开度,使 V_1 的开度较平稳地回复到原来的开度。由此可见,双重控制系统既能迅速消除偏差,又能最终回复到较好的静态性能指标上。

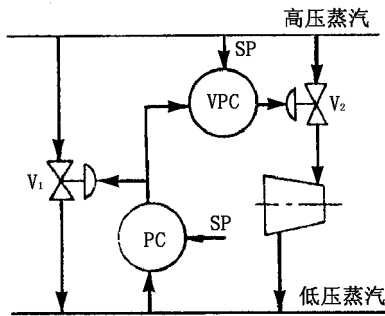


图 5-3-47 蒸汽减压系统

图 5-3-48(a)是双重控制系统方块图,对它稍加变换,可画成图 5-3-48(b)的形

式。图中 $G_{01}(s)$ 、 $G_{02}(s)$ 分别是主、副广义对象的传递函数。通常主对象是具有快速响应的过程。 $G_{c1}(s)$ 是主控制器传递函数, $G_{c2}(s)$ 是副控制器(这里称阀位控制器)的传递函数。可以看到,在稳态时, V_1 的开度回复到 VPC 的给定值 R_2 的开度上,故称 VPC 为阀位控制器。

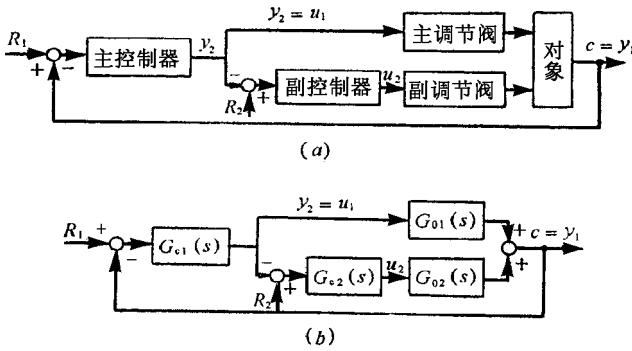


图 5-3-48 双重控制系统框图

从双重控制系统的框图可知,双重控制系统中只用了一个变送器,而使用两个控制器和两个调节阀。与串级控制系统相比,双重控制系统少用一个变送器,多用一只调节阀。它们都具有两个控制回路,但串级控制系统两者是串联的,而双重控制系统中两者却是并联的,它们都具有很好的控制功能。

从整体来看,双重控制系统仍是一个定值控制系统,但由于双回路的存在,使双重控制系统能先用主控制器的调节作用,使 y_1 尽快回复到设定值 R_1 ,保证系统具有良好的动态响应,达到了“急则治标”的功效;同时,在偏差减小的时候,双重控制系统又充分发挥了阀位控制器缓慢的调节作用,从根本上消除偏差,并使 y_2 回复到设定值 R_2 ,这样就使系统具有良好的静态性能。由于双重控制系统较好地解决了动与静的矛盾,从而达到了操作优化的目的。

(十) 预测控制

预测控制是近年来出现的几种不同名称的新型控制系统的总称。它们包括模型预测启发式控制(MPHC)、动态矩阵控制(DMC)和模型算法控制(MAC)等。

预测控制系统的一般性方框图如图 5-3-49 所示。

(1) 内部模型 从图中可以看出,在预测器和控制算法中都引入了过程的内部模型。预测是利用内部模型来进行的,依据当前和过去的控制作用、被控变量的测量值或偏差,来估计今后若干步内的变量值和偏差。

(2) 参考轨迹 设定值通过滤波处理后成为参考轨迹,作用于系统。其目的是使被控变量的变化能比较和缓平稳地进行,或可称之为设定作用的柔化。

(3) 控制算法 预测控制算法的特点是:基于预测的结果,求取能消除偏差,并能使

调节过程品质优化的控制作用。

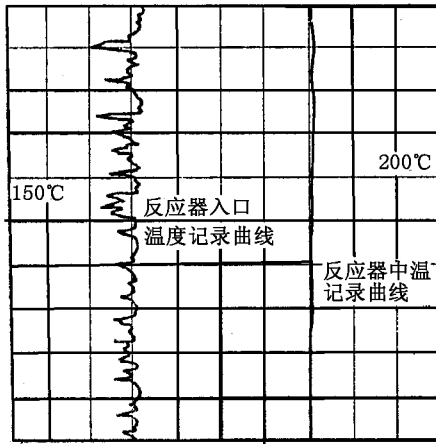


图 5-3-49 反应器中温和入口温度记录曲线

(十一) 模糊控制

模糊控制的理论基础是模糊集合理论。通俗地讲,模糊集合是一种介于严格定量与定性之间的数学表达式。如衣服尺寸分为{特大、大、中、小}等,变量的数值分为{正大(PB)、正中(PM)、正小(PS)、0、负小(NS)、负中(NM)、负大(NB)}等。模糊集合理论的核心是对复杂的系统或过程建立一种语言分析的数学模式,使自然语言能够直接转化为计算机能接受的算法语言。

模糊集合理论的一个基本概念是隶属函数。在普遍的集合理论中,每个元素的隶属关系是明确的,要么属于集合 A,要么不属于集合 A,一个命题不是真就是假。而引入隶属函数可以从非 0 即 1 或非 1 即 0 的二值逻辑中用更符合自然的方式进行有限的扩展,可以取{0, 1}闭区间中的任一值来指示元素从属集合的程度。例如偏差 E 有 13 个等级,而 E 的模糊子集分为{PB、PM、PS、0、NS、NM、NB}。表 5-3-1 为模糊变量 E 的隶属度赋值表。

表 5-3-1 模糊变量 E 的隶属度赋值表

	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.8	1.0
PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.7	1.0	0.7	0.2
PS	0	0	0	0	0	0	0.3	0.9	1.0	0.7	0.1	0	0
0	0	0	0	0	0	0.5	1.0	0.5	0	0	0	0	0
NS	0	0	0.2	0.7	1.0	0.9	0.3	0	0	0	0	0	0
NM	0.2	0.7	1.0	0.7	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
NB	1.0	0.8	0.4	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

举例说明:如数值 6 显然属于 PB,隶属度赋值为 1,由于不精确性的存在,6 也有属于 PM 的可能性,隶属度或可赋值为 0.2;数值 5 介于 PB 与 PM 之间,对 PB 的隶属度赋值为 0.8,而对 PM 的隶属度赋值为 0.7。对其他数值也可作类似解释。

把模糊集合理论应用于控制,英国的马丹尼首先于 1974 年建立了模糊控制器,并用于锅炉和蒸汽机的控制,取得了良好效果。

模糊控制的构思可以说是吸收了人工控制时的经验。人们把搜集各个变量的信息形成概念,如温度过高、稍高、正好、稍低、过低等,然后依据一些推理规则,决定控制决策。模糊控制器的设计基本上包含三个部分:

- (1)把测量信息(通常是精确量)化为模糊量,其间应用了模糊子集和隶属度的概念;
- (2)运用一些模糊推理规则,得出控制决策。通常是依据偏差及其变化率来决定控制使用;
- (3)这样推理得到的控制作用也是一个模糊量,要设法转化为精确量。

整个控制过程是先把精确量模糊化,然后经模糊集合处理后,再转变成精确量。如果概括地从输入和输出看,那就是根据偏差正及变化率 E 的等级,按一定的规则决定控制作用的等级(输出变化量 U)。表 5-3-2 为模糊控制表。在表中,E 和 E 分别为自 -6 ~ +6 的 13 个等级,U 分为自 -7 ~ 7 的 15 个等级。

表 5-3-2 模糊控制表

E	U	E												
		-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
-6		7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-2	0	0	0
-5		-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-2	0	0	0
-4		-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-4	-4	-2	0	0	0
-3		-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-3	-2	0	1	1	1
-2		-4	-4	-4	-5	-4	-4	-4	-1	0	0	1	1	1
-1		-4	-4	-4	-5	-4	-4	-1	0	0	0	3	2	1
0		-4	-4	-4	-5	-1	-1	0	1	1	1	4	4	4
1		-4	-2	-2	-2	0	0	1	4	4	3	4	4	4
2		-2	-2	-1	-2	0	3	4	4	4	3	4	4	4
3		0	0	0	0	3	3	6	6	6	6	6	6	6
4		0	0	0	2	4	4	6	6	6	6	6	6	6
5		0	0	0	2	4	4	6	6	6	6	7	7	7
6		0	0	0	2	4	4	6	6	6	6	7	7	7

为了把偏差 E 和其变化率 $E = \frac{\Delta E}{\Delta t}$ 归入这 13 个等级之内,需要对它们分别乘以比例因子 K_1 和 K_2 ,然后再进行整量化,例如,把 4.5 ~ 5.4 都归为 5,3.5 ~ 4.4 都归作 4 等等。

得出的 U 值要化为实际的控制作用,需要乘以比例因子 K_3 。整个模糊控制器的方框如图 5-3-50 所示。

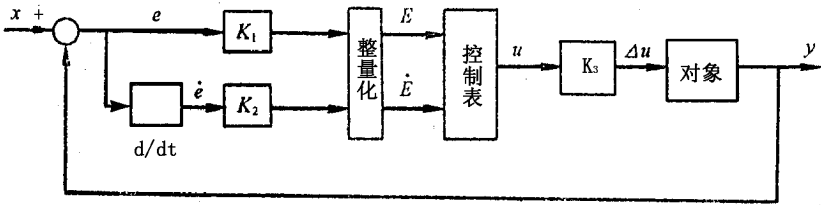


图 5-3-50 模糊控制器的方块图

(十二)故障检测、诊断与容错控制

信号报警系统可以说是故障检测的初级形式。当某些变量达到安全“软”限时,系统发出声光报警信号,而在接近安全“硬”限时,将使联锁装置动作,甚至紧急停车。这些系统要器件为触点、继电器和继电路等。随着电子技术的进步,无触点系统出现,并广泛地采用电子集成元件构成的脉冲数字电路,报警与联锁系统的灵敏性与可靠性得到了大大的提高。对联锁报警系统进一步的发展与扩充,就是故障检测、诊断系统。

信号报警与联锁系统不能满足现代工业需要,有以下几个重要原因。第一,化工生产工艺趋向大型化和单机组化,如年产 30 万吨合成氨的大型装置是一炉、一机和一塔的形式。另一方面精细化工有了很大发展,而许多精细化工生产中的物料价格昂贵并有剧毒。这两个方面都对生产的安全性和可靠性提出了更高的要求。第二,仪表故障会导致错误判断,甚至引起停车事故。例如,某大型合成氨装置曾因吸收塔的仪表失灵,误认为已发生液泛现象,导致紧急停车。又如某厂曾因联锁装置的误动作而停止其使用,但到真的发生故障时却不能紧急停车了,导致严重事故等等。第三,有些事故在初时无明显征兆,难以使人察觉。等到现象显露,则已无法挽回了。例如,一段转化炉产生结焦的过程往往就是如此。因此,需要开发新的技术,在事故的萌芽状态时即可检测出事故,这就是故障检测命题。同时还需要判断故障的性质、内容和位置,这就是故障诊断命题。

近几年来,过程控制中的故障检测与诊断技术主要有以下几个方面。

1. 基于稳态数学模型进行故障检测

例如某合成厂使用计算机对合成工段用的多台往复式压气机进行控制。其中有一台压气机活塞环泄漏,因混在多台压气机之中,难以发现。为此,对每台压气机测量气体流量、进出口压力和原动力功率等,将这些信号在计算机中进行运算,求出每台压气机的效率,如效率低于某一界限值,就表明该机存在故障。类似的应用很多,如吸收塔的液泛、转化炉的结焦等等,都可以通过工艺计算,判断操作是否进入危险区域。

2. 基于动态数学模型进行故障检测

如对被控变量(过程)经常地或周期性地系统进行辨识,估计动态模型参数。当参数超出一定界限时,就表明有故障存在。在70年代,关于地下煤气管道的泄漏检测的研究,就基于此原理。因此,故障检测已被作为系统辨识的一个应用领域。在方法上人们作了多种探索,包括采用卡尔曼滤波技术等。

3. 故障树和网络分析法

故障检测和诊断技术在电子器件和线路中的研究颇有成就,其中所开发的一些技术和方法也适用于过程控制领域。故障树和网络分析方法主要用于故障诊断。

4. 采用专家系统进行故障检测和诊断

在实际的生产过程中,故障的类型、性质、原因等比较复杂。在流程较长、设备较多时更是如此。因此,需要通过综合性的分析,并加强逻辑推理,才能作出正确判断。所以引入专家系统对过程故障进行检测与诊断是非常现实的。

“容错”原是计算机系统设计技术中的一个概念。它是指系统在遭受到内部环节的局部故障或失效时,仍能继续正常运行的一种特性。今将容错的概念移植到控制领域,就是要求在构成系统的某一部分出现故障或失效时,系统仍能维持一定的控制功能,使被控变量的数值和品质指标维持在一定的范围内。显然,容错控制是提高系统安全性和可靠性的一条好的新途径,因此,受到控制学术界的重视。

容错控制的研究尚处于初创阶段,从理论到应用需有一个过程。现有的研究有以下三个类型。

1. 无冗余容错控制

无冗余容错控制是指在常规的控制系统结构下,不引入任何部件的备分及其他环节,而是通过合理设计控制方案,以构成容错控制器,从而实现对某些故障因素的容错控制。由于系统的运行以控制器的正常工作为前提,容许传感器或执行器的硬件失效、被控对象特性在一定程度内的漂移、甚至允许控制器本身参数在一定范围内变化等等故障因素,但控制器本身的硬件不能失效。

2. 结构冗余容错控制

结构冗余已成为工程可靠性技术中,提高系统可靠性的基本方法之一。引用于控制系统,对某些关键装置设置一定备分,同样可成为一种有效的容错控制方式。如在多输入多输出的控制系统中,采用控制器两倍冗余系统,即设计两个控制器A和B,在A和B同时工作,或是单用A或B,系统都能正常工作。

3. 故障检测—常规系统的递阶容错控制

故障检测技术与容错控制技术是相辅相成的,两者都是提高系统可靠性的手段。把故障检测机构与常规结构的控制系统直接结合起来,则可构成递阶容错控制系统。它实时监测控制系统的运行和故障情况,并根据故障信息,及时地改变系统的结构及控制作

用,这也是一种有效的容错控制方法,是系统故障检测与控制相结合的闭环控制策略。

四、自动控制系统的应用

(一) 液位控制

最常用的液位控制系统是锅炉汽包水位自动控制系统,它的任务是使给水量与锅炉蒸发量相平衡,并维持汽包中水位在工艺规定的范围内。因此,汽包水位是锅炉正常运行的主要指标,水位过高会影响汽包的汽水分离,产生蒸汽带液现象;水位过低,则由于汽包的容积较小,而负荷却很大,水的汽化速度加快,因而汽包内的水量变化速度很快,如不及时调节就会使汽包内液体全部汽化,可能导致锅炉烧坏和爆炸事故。影响锅炉水位的干扰因素有:给水量干扰、蒸汽负荷变化、燃料量变化、汽包压力变化等。

汽包压力的变化,不是直接影响水位的,而是通过汽包压力升高时的“自凝结”和压力降低时的“自蒸发”过程引起水位变化的。况且压力变化的原因往往是由于热负荷和蒸汽负荷的变化所引起的。故这一干扰因素,可归并在其它干扰中考虑。

燃料流量的变化,要经过燃烧系统变成热量,才能为水吸收,继而影响汽化量,这个干扰通道的传递滞后和容量滞后都较大,再者燃烧过程另有调节系统,一旦有波动即可克服,故不必在此考虑。

因此只需考虑汽包水位在给水量和蒸汽负荷两种主要扰动作用下,汽包水位的变化状态。常见的几种给水控制系统如图 5-3-51、5-3-52、5-3-53、5-3-54 所示。

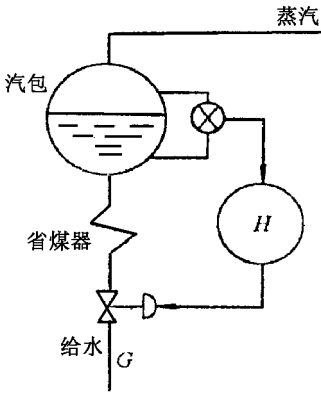


图 5-3-51 单冲量给水控制示意图

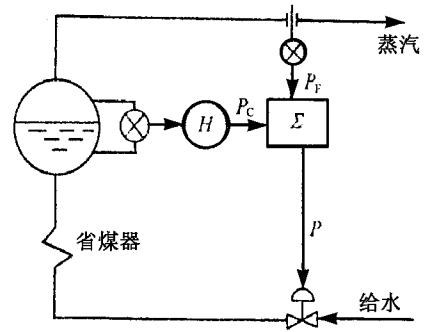


图 5-3-52 双冲量给水控制示意图

图 5-3-51 所示是单冲量给水控制系统,当汽包水位发生变化时,水位变送器便发出信号并输入控制器,控制器将水位信号与给定值相比较得出偏差信号,经过运算放大后输出控制信号,然后通过执行机构带动给水调节阀,完成对给水量进行自动控制的任务。

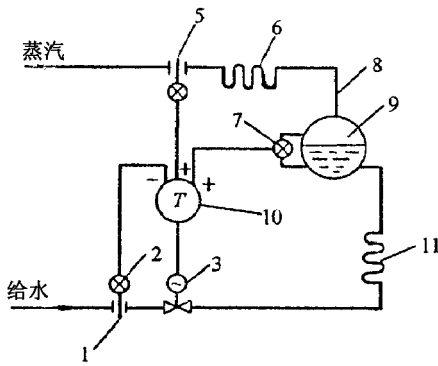


图 5-3-53 三冲量给水控制示意图(一)

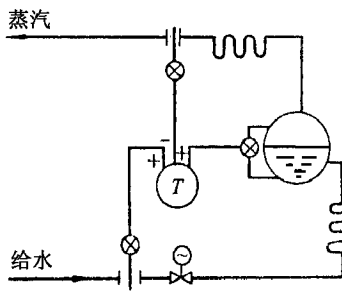


图 5-3-54 三冲量给水控制示意图(二)

以汽包相对于负荷而言,中小型锅炉的容量较大,水位受到扰动后的反应速度比较慢,虚假水位现象不很严重。因此一般采取单冲量控制系统就可以满足生产上的要求,其控制方案如图 5-3-55 所示。

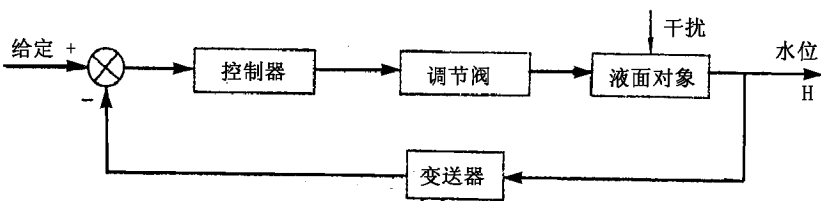


图 5-3-55 单冲量给水控制系统方块图

但是当锅炉负荷变化幅度与速率很大时,由于锅炉虚假水位的影响,势必会使控制性能下降。例如负荷增加时,水位一开始先上升,控制器只根据水位作为调节信号,就去关小调节阀减少给水量。这个动作对锅炉的流量平衡是错误的,它将在调节过程一开始就扩大蒸汽流量与给水量之差值,使水位和给水量的波动幅度增大。又例如,当由于给水总管压力改变等原因所造成的给水量变动时,控制器要等到水位改变后才开始动作。而在控制器动作后,又要经过一段滞后时间才能对水位产生影响。因此,水位不可避免地会发生较大的变化。所以如果能按负荷变化来进行校正,就比只按水位进行校正要及时得多,还可以

克服‘虚假水位’现象。这样就构成了双冲量给水控制系统。其方块图如图 5-3-56 所示。

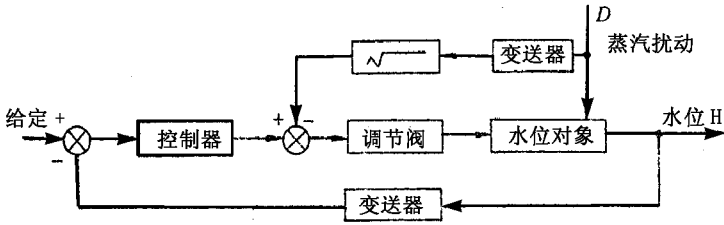


图 5-3-56 双冲量给水控制系统方块图

从图中我们可以看出：被控量水位信号，从系统输出端返回到输入端，构成反馈回路。蒸汽流量的引入是使调节阀按此干扰量进行补偿校正，是前馈作用，而其它方面的干扰由反馈回路克服。

双冲量给水控制系统能在负荷变化频繁的情况下较好地完成水位调节，在给水压比较平稳时，采用双冲量给水控制系统对其进行控制是可以达到调节要求的。但是双冲量给水控制系统不能及时克服给水系统的干扰，当给水量扰动时，调节系统相当于单冲量调节。因此，如果给水总管压力经常有波动，给水调节阀前后压差不易保持正常时，不宜采用双冲量给水控制系统，而是采用三冲量给水控制系统。三冲量给水控制系统采用蒸汽流量信号对给水流量进行前馈调节，克服外扰影响，从而使给水调节的质量得到提高。

在图 5-3-53 和图 5-3-54 所示的三冲量给水控制系统中控制器接受三个输入信号：主信号汽包水位、前馈信号蒸汽流量和反馈信号给水流量。它们的控制系统方块图分别如 5-3-57、5-3-58 所示。

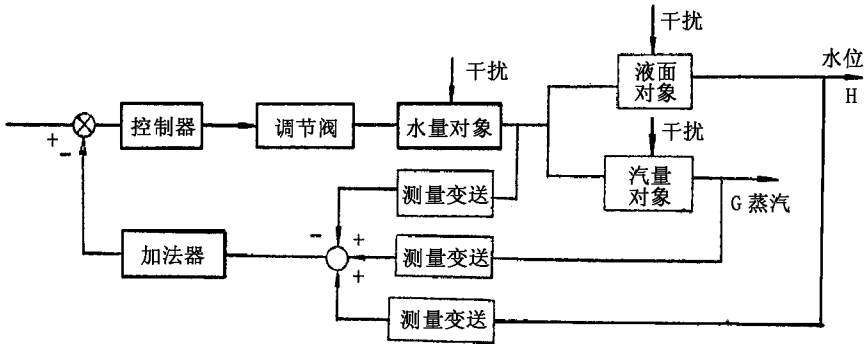


图 5-3-57 三冲量给水控制系统方块图(一)

从图 5-3-57 和图 5-3-58 中我们可以看出，图 5-3-53 所示的三冲量给水控制系统的辅助冲量的引入点位于主冲量控制器的后面，而图 5-3-54 所示的三冲量给水控制系统的辅助冲量的引入点位于主冲量控制器前面。

辅助冲量的引入点在主冲量控制器的后面的特点是：从主冲量角度来看，它是一个

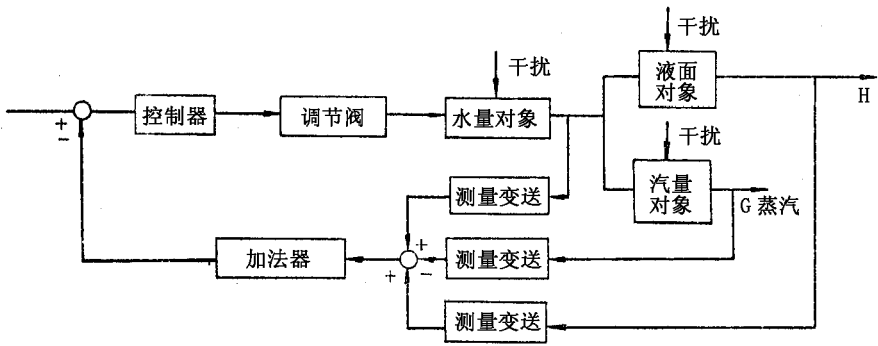


图 5-3-58 三冲量给水控制系统方块图(二)

单回路控制系统,辅助冲量的引入并不会改变控制系统的动态特性,也不会改变主冲量在过渡过程结束后的稳定值。当控制器选用比例积分作用规律时,主冲量在干扰作用下的过渡过程结束后,能重新回到给定值。另外,在此方案中,辅助冲量的超前作用比较突出,因为它们不需要经过控制器,而通过加法器后立即对调节阀起作用。所以滞后比较小,相当于起了一个前馈的作用,因而可以减小主冲量的波动幅度。

辅助冲量的引入点在主冲量控制器的前面的特点是:在稳定状态下,三冲量相加后的输出应等于控制器的给定值,它在数值上可相当于汽包液位的给定值,此时调节阀的开度处于适当位置。当蒸汽负荷突然增大时,蒸汽流量的测量信号增加。由于蒸汽量和进水量不平衡,加法器的输出信号减小,控制器发出信号去开大调节阀。此时,出现的虚假液位现象及其克服原理则与前述方案相同。但是,在整个调节过程中的某一时刻,加法器的输出信号等于控制器的给定值。然而这时的蒸发量却不等于给水量,也正由于它们的不平衡,才促使汽包液面继续变化,控制器继续动作。直到蒸发量和进水量之间建立新的平衡状态,液面重新稳定在给定值时,系统才能达到最后的平衡。

(二)恒温控制

加热炉的恒温控制是最常见的恒温控制系统之一。在炼油生产中常见的加热炉是管式加热炉。在加热炉中,工艺介质受热升温,其温度的高低会直接影响后一工序的操作工况和产品质量。同时当炉子温度过高时会使物料在加热炉内分解,甚至造成结焦而烧坏炉管。加热炉的平稳操作可以延长炉管使用寿命,因此加热炉出口温度的控制显得十分重要。

加热炉最主要的控制指标是工艺介质的出口温度,一般要求允许范围为 $\pm 1 \sim 2^\circ\text{C}$ 。此温度是控制系统的被控量(被调参数),而调节量是燃料油或燃料气的流量。影响加热炉出口温度的因素很多,例如:工艺介质进料的流量和温度,燃料油(或气)的压力、成分和热值,以及燃料油的雾化情况,空气过量情况,燃料嘴的阻力,烟囱抽力等等。几种常见的加热炉恒温控制系统如图 5-3-59、图 5-3-60、图 5-3-61、图 5-3-62 所示。

采用图 5-3-59 所示恒温控制系统时,以炉出口温度为被控量,燃料油(或气)为控制量。另外,为了对干扰因素采取必要的稳定措施,还有其它的辅助控制系统。例如对进入加热炉燃料油(或气)的压力控制,当采用燃料油时,还需要加入雾化蒸汽(或空气),为此设有雾化蒸汽压力控制系统 P_2 。采用雾化蒸汽压力控制系统后,在燃料油阀变动不

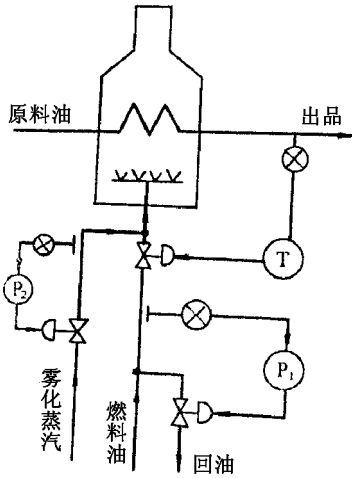


图 5-3-59 简单的加热炉控制系统

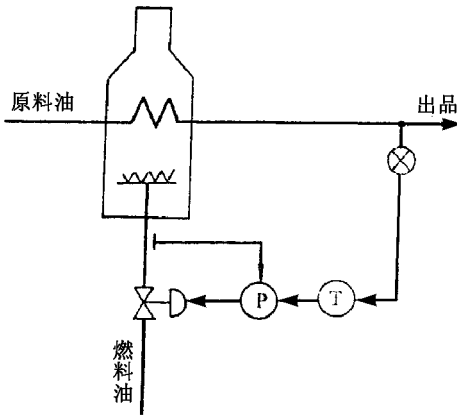


图 5-3-60 温度-压力的串级控制系统

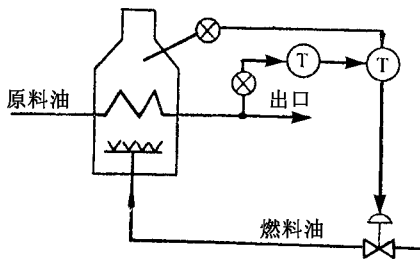


图 5-3-61 温度-温度的串级控制系统

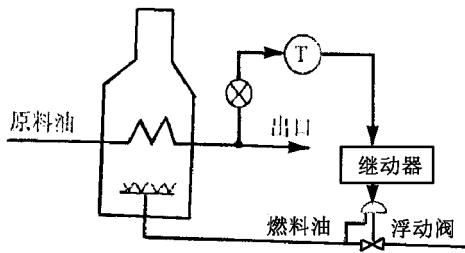


图 5-3-62 采用浮动阀的控制系统

大的情况下是可以满足雾化要求的。假如燃料阀变化较大,单采用雾化蒸汽压力控制尚不能保证良好的雾化效果。可以考虑采用如图 5-3-63、图 5-3-64 所示的方案。

采用上述两种方案时,只能保持近似的流量比。还应当经常保持喷嘴、管道畅通,以免因堵塞而使阻力发生变化。当然用二者流量比值控制,能克服上述缺点,但重油流量测量比较困难。

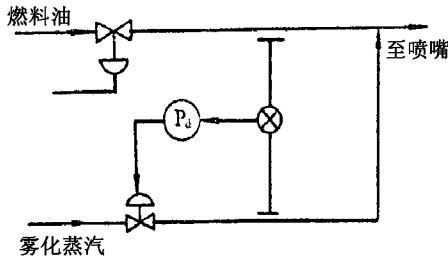


图 5-3-63 燃料油与雾化蒸汽压力差比值控制

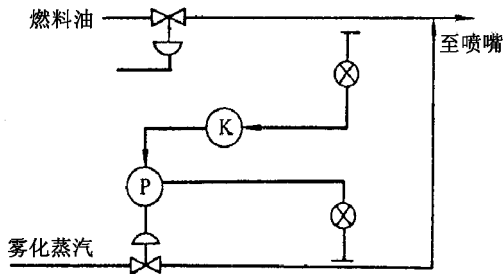


图 5-3-64 燃料油与雾化蒸汽压力比值控制

由于被控对象的时间常数大,信号传递和测量时,会有滞后现象产生,因此很难做到及时调节。很难满足出口温度波动 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 的要求,所以简单系统只适于一些要求不十分严格的场合。

图 5-3-60 所示的温度-压力的串级控制系统,一般用于燃料油的流动状态是影响出口温度的主要干扰时。

图 5-3-61 所示的温度-温度的串级控制系统,一般用于燃料热值及进料原油流量变动成主要干扰时。

图 5-3-62 所示的采用浮动阀的控制系统,一般用于气体燃料的控制系统。

夹套式聚合釜的恒温控制也是常见的恒温控制系统之一。氯乙烯在釜中进行聚合反应,生产聚氯乙烯。反应中放出的热量由夹套中的流动冷却水不断带走。工艺要求反应温度保证在 51°C ,允许偏差为 $\pm 0.2 \sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 。常用的氯乙烯聚合釜反应温度控制系统如图 5-3-65 所示,其方块图如图 5-3-66 所示。

图中所示的氯乙烯聚合釜反应温度控制系统中,当冷却水的流量由于压力的波动而变化时,这个干扰首先反映在夹套温度上,它的变化促使控制器 T_2 进行调节,从而使夹套温度的偏差随之减小。与此同时,夹套温度的偏差信号通过对象 1 逐渐影响反应温度,使控制器 T_1 为消除主参数对给定值的偏差而发出调节信号,不断地调整控制器 T_2 的给定值。这样,控制器 T_1 、 T_2 协同工作,直到聚合釜温度重新稳定在给定值时,过渡过程才结束。

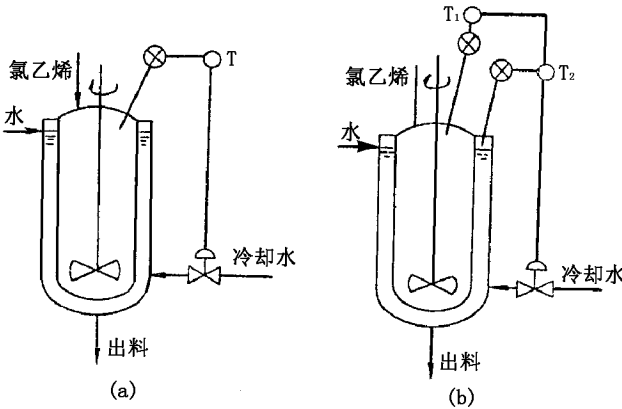


图 5-3-65 氯乙烯聚合釜反应温度控制系统

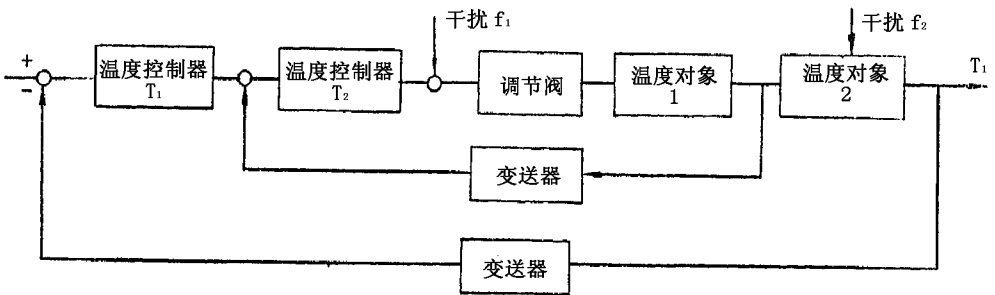


图 5-3-66 氯乙烯聚合釜反应温度控制系统方块图

五、集散控制系统

(一) 集散控制系统概述

集散控制系统(DCS)又名分散控制系统,它们都是集中分散控制系统的简称。它是

集计算机技术、控制技术、通讯技术和 CRT 技术为一体的综合性高科技产品。DCS 通过操作站对整个工艺过程进行集中监视、操作、管理,通过控制站对工艺过程各部分进行分散控制,既不同于常规仪表控制系统,又不同于集中式的计算机控制系统,而是集中了两者的优点,克服了它们各自的不足。DCS 以其可靠性、灵活性、人机界面友好性和通讯的方便性等特点日益被广泛应用。DCS 具有如下特点:

1. 控制功能多样化

DCS 的最低级为现场控制站或现场控制单元,一般都具有几十种运算控制算法或其他数学和逻辑功能,如四则运算、逻辑运算、前馈、超前控制、PID 控制、自适应控制和滞后时间补偿等,还有顺序控制和各种联锁保护、报警功能。根据控制对象的不同要求,把这些功能有机地组合起来,能方便地满足系统的要求。

2. 操作简便

DCS 各级都配备了灵活且功能强的人机接口。操作员通过 CRT 可以对被控对象进行集中监视,通过各种功能键实现各种操作功能。打印机可以打印各种需要的信息及报表。

3. 系统便于扩展

DCS 的设计是根据不同规模的工程对象进行的。部件设计采用积木式的结构,可以模板、模板箱及至控制柜和站等为单元,逐步增加。用户通过通讯链路可以方便地从单台数字控制器或过程控制站扩展成小系统,或将小规模系统扩展成中规模或大规模系统。DCS 设置有工程师站或工程师键盘,系统工程师根据控制对象可生成需要的自动控制系统。

4. 维护方便

DCS 的设计是按照标准化、积木化、系列化进行的。积木式的模板功能单一,便于装配和维修更换,系统配有智能的自动故障检查诊断程序和再启动等功能,维修非常方便。

5. 可靠性高

DOS 是监视集中而控制分散,故障影响面小,并且在设计时已考虑到有联锁保护功能、自诊断功能、冗余措施、系统故障人工手动控制操作措施等,使系统可靠性大大提高。

6. 便于与其计算机联用

DCS 配备有高、中、低不同速率和不同模式的通讯接口,可方便地与个人计算机或其他大型计算机联用,组成工厂自动化综合控制和管理系统。随着 DCS 系统向开放系统发展,在符合开放系统的各制造厂产品间可以相互连接、相互通信和进行数据交换,第三方的应用软件也能在系统中应用,从而使 DCS 进入了更高的阶段。

(二)集散控制系统的选用

集散控制系统的选用如表 5-3-3、表 5-3-4 所示。

表 5-3-3 国内外 DCS 生产厂家一览表

国别	生产厂家	系统型号	国别	生产厂家	系统型号		
中国	北京和利时自动化工程有限公司	HS-2000	日本	横河 (YOKOGAWA)	YEWPACK MARK II CENTUM CENTUM- μ XL CENTUM-XL CENTOM-CS		
	浙大中控自动化公司	JX-200			山武-霍尼威尔	TDCS-3000	
	浙江威盛自动化有限公司	FB-2000				东芝	TOSDIC-200 TOSDIC-SS TOSDIC-210D TOSDIC-AS TOSDIC-AD
	重庆工业自动化仪表研究所	DJK-7500					日立
	航天部深按控公司等	DJKF-1000					
	清华大学	DCS-100					
	无自动化仪表研究所等	DJK-200					
	核工业部二院	PRK-80					
	上海调节器厂	μ -2000					
	化工部自动化研究所	HTCS					
	华东理式大学自动化所	ONSPEC-PC-MS		美国	富士	MICREX NEW MICREX FPEC-10 MICRO F500、600、700、800 MICRO/FFI	
霍尼威尔 (HONEYWELL)	TDC-2000 DTC-3000 TDC-3000/ PM	三菱	MACTUS 620 MACTUS 770 MACTUS 810				
	福克斯波罗(FOXBORO)		SPECTRUM I/A SERIES			北辰	900/TX
	费希尔(FISHER)		PROVOX PROVOX-PLUS				岛津
贝利(BAILEY)	NETWORK 90 INFI-90	BBC-KENT	P4000				
泰勒(TAYLOR)	MOD-III MOD-30 MOD-300		GEC		GEC80		
西屋 (WESTING HOUSE)	WDPF WDPF II WDPF III	FERANT COMPUTER SYSTEM	PMS 100				
	罗斯蒙特 (ROSEMOUNT)				SYSTEM3	德国	西门子 (SIEMENS)
	里诺 (LEEDS-NORTHRUP)	MAX-1 MAX-1000	哈特曼-布朗 (H-B)		CONTRONIC-Z CONTRONIC-P		
	费希尔-波特 (FEEDS-NORTHRUP)	DCI-4000 DCI SYSTEM6	埃卡特 (ECKARDT)		PLS-80		
	贝克曼(BACKMAN)	MV8000	维地傲(VDO)		MICON MDC-200		
摩尔(MOORE)	MYCRO II MYCRO APACS	ABB	ABB MASTER				
瑞典 荷三	SATT CONTROL	SATTCOM 90 SATTLINE	瑞士 芬三	ASEA	ASEA MASTER		
	PHILIPS	PCS 8000		VALMEL	DAMATIC		

表 5-3-4 国内外主要 DCS 产品性能比较表

性能	A. 连续控制	B. 批量过程控制	C. 其他	D. 高速通道
	1. 连续控制功能 2. 系统控制器完全冗余 3. 自动无扰动转换 4. 在线修改控制软件 5. 用于控制器组态的设备 6. 冗余控制器公用相同母板	1. 批过程控制功能 2. 批控制/连续控制使用相同控制器 3. 批控制器如何组态 4. 批控制器全冗余	1. 图形组态采用的办法 2. 高密度 I/O 模块 3. 操作员控制台可访问整个数据库和可有标准的用户图形 4. 电源供电中断,控制信号如何对故障做出反应 5. 机架上的插板可以带电更换 6. 距离远程控制器最大 I/O 距离 7. SPC、SQC 或 CAD 可用否	1. 可有协议 Ethernet、TOP、MAP 2. 通信链路 3. 是否能和智能传感器通信 4. 高速通道的运行 5. 最大长度 6. 光纤高速通道是否可用
厂家与产品				
电子部六所 HS2000	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. 系统工程师站或操作员站 6. 分离 7. PID 等常规算法	1. 有 2. 相同 3. 用梯形图语言编程 4. 是的	1. CAD 式的标准 Windows 界面 2. 是的 3. 是的 4. 双重电源 5. 可以 6. 1000m 7. 都可用	1. 采用 Ethernet/TCP/IP 等网络协议 2. SNEF 3. 能 4. 令牌传送 5. 6.5km 6. 可用
日本横河 YOKOGAWA CENTUM - XL	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. 操作监视站 6. 相同 7. PID 调节等常规算法	1. 有 2. 相同 3. Fill - in - the - Form 式系统组态 4. 是的, 1:1	1. 操作监视站用工程键盘 2. 是 3. 是 4. 双重电源 5. 2km	1. Ethernet MAP 可用 2. HF 通信总线 3. 能和 BRAIN 通信 4. 控制权和控制权的传送 5. 10km(有中继) 6. 可用
美国霍尼威尔 HOMEYWELL TDC3000	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. 通用站 6. 分离的	1. 有 2. 相同 3. 一种控制语言 4. 是的,通过 1:0 实现 1:1 的冗余	1. 在以工程方式工作的通用站上使用图形编辑器 2. 是的 3. 是的 4. 用户可选择 5. 是的,数据采集和控制板 6. 1000ft 7. SPC、SQC、CAD 皆可用	1. 皆可用 2. 数据高速通道 250KBLCN: 5BI(位),VCN: 5MI(位) 3. 是的, Honeywell 4. 通用站访问数据,以便显示报警送往所有的站 5. 3 × 5000ft 6. 可用

第五篇 电气仪表的安装调试

性能	A. 连续控制	B. 批量过程控制	C. 其他	D. 高速通道
厂家与产品 美国费希尔 FISHER CONTROLS PROVOX PLUS	1. 连续控制功能 2. 系统控制器完全冗余 3. 自动无扰动转换 4. 在线修改控制软件 5. 用于控制器组态的设备 6. 冗余控制器公用相同母线	1. 批过程控制功能 2. 批控制/连续控制使用相同控制器 3. 批控制器如何组态 4. 批控制器全冗余	1. 图形组态采用的办法 2. 高密度 I/O 模块 3. 操作员控制台可访问整个数据库和可有标准的用户图形 4. 电源供电中断, 控制信号如何对故障做出反应 5. 机架上的插板可以带电更换码 6. 距离远程控制器最大 I/O 距离 7. SPC、SQC 或 CAD 可用否	1. 可有协议 Ethernet、TOP、MAP 2. 通信链路 3. 是否能和智能传感器通信 4. 高速通道的运行 5. 最大长度 6. 光纤高速通道是否可用
美国福克斯波罗 FOXBORO I/A SERES SYSTEM	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. ENVOX 工作站, 该站由 DECVAX/VMS 计算组成 6. 分离的	1. 有 2. 相同 3. 填充方法及利用批处理步骤和功能序列库的函数 4. 是的, 通过 1:4 实现 1:1 的冗余	1. ENVOX 工作站显示编辑器 2. 是的 3. 是的 4. 用户可选择 5. 是的, 所用 I/O 板 6. 5000ft 7. 是的(所有的)	1. 皆可用 2. PROVOX 数据库报道: 250KbEthernet/Decmet178 KBd 3. 是的, Rosemount 的 4. 控制台可选择时间间隔访问数据, 报警送往事先选定的设备 5. 7500ft 6. 可用
美国西屋 WESTING HOUSE WDPF	1. 有 2. 没有 3. 没有 4. 是的 5. 工程师控制台或 IBM-PC 6. 分开的	1. 有 2. 相同 3. 与 CRT 交互式的高级填充法 4. 是的, 1:1	1. 工程师控制台或 IBM-PC 2. 是的 3. 是的 4. 用户可选择 5. 是的, 所有 I/O 板 6. 1000ft 7. 皆可用	1. MAP 可用, Ethernet、TOP 不可用 2. LAM :10MB(位)现场总线 250NI(位) 3. 是的, FOXBORO 的 4. 异常请求通信 5. 5000ft 6. 不可用

性能	A. 连续控制	B. 批量过程控制	C. 其他	D. 高速通道
厂家与产品 美国贝利 BAILEY INF190	1. 连续控制功能 2. 系统控制器完全冗余 3. 自动无扰动转换 4. 在线修改控制软件 5. 用于控制器组态的设备 6. 冗余控制器公用相同母板	1. 批过程控制功能 2. 批控制/连续控制使用相同控制器 3. 批控制器如何组态 4. 批控制器全冗余	1. 图形组态采用的办法 2. 高密度 I/O 模块 3. 操作员控制台可访问整个数据库和可有标准的用户图形 4. 电源供电中断,控制信号如何对故障做出反应 5. 机架上的插板可以带电更换码 6. 距离远程控制器最大 I/O 距离 7. SPC, SQC 或 CAD 可用否	1. 可有协议 Ethernet、TOP、MAP 2. 通信链路 3. 是否能和智能传感器通信 4. 高速通道的运行 5. 最大长度 6. 光纤高速通道是否可用
美国泰勒 C-ETAYLOR MOD 300	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. 操作员控制台,PC 工作站,手握式终端 6. 相同的	1. 有 2. 相同 3. 用户功能块和/或批过程控制 90 高级语言 4. 是的,1:1	1. 基于 PC 的工作站 2. 是的 3. 是的 4. 用户可选择 5. 是的(所有板) 6. 1000ft 7. 是的(所有的)	1. 皆可用 2. INFI - NET10MB (环式控制通道 1MHz (总线式),从属总线: 500Hz 现场总线 9600 Bd 远程 I/O 1MBd 3. 是的,BAILEY 和 FIP 的 4. 缓冲插入/异常报告 5. 100000ft 6. 可用
美国摩尔 MOORE PRODUCTS COMYROLL	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. IBM - PC 6. 分离的	1. 有 2. 相同 3. 梯形逻辑程序中使用高级序列语言(MYSL) 4. 是的,1:1	1. 采用绘画/编辑功能的类似 PC 的图形终端 2. 是的 3. 是的 4. 检测控制信号采用关状态 5. 是的(所有板) 6. 4000ft 7. 皆可用	1. 皆可用 2. 宽带网(OSI): 10MBd 截波带, (OSI):5MBd 高级链路 LAN500KBd 本地仪表链路 500kBd 3. 不能 4. 将全局数据以广播式传送到每个站,令牌传送到所有的设备 5. 6000ft 6. 可用

性能	A. 连续控制	B. 批量过程控制	C. 其他	D. 高速通道
	1. 连续控制功能 2. 系统控制器完全冗余 3. 自动无扰动转换 4. 在线修改控制软件 5. 用于控制器组态的设备 6. 冗余控制器公用相同母线	1. 批过程控制功能 2. 批控制/连续控制使用相同控制器 3. 批控制器如何组态 4. 批控制器全冗余	1. 图形组态采用的办法 2. 高密度 I/O 模块 3. 操作员控制台可访问整个数据库和可有标准的用户图形 4. 电源供电中断, 控制信号如何对故障做出反应 5. 机架上的插板可以带电更换码 6. 距离远程控制器最大 I/O 距离 7. SPC, SQC 或 CAD 可用否	1. 可有协议 Ethernet, TOP, MAP 2. 通信链路 3. 是否能和智能传感器通信 4. 高速通道的运行 5. 最大长度 6. 光纤高速通道是否可用
厂家与产品	1. 有 2. 是的 3. 是的 4. 是的 5. 任何系统控制台 6. 相同(冗余)	1. 有 2. 相同 3. 高级语言和控制块 4. 是的, 1:1	1. 类似 CAD 的象素组态方式 2. 是的 3. 是的 4. 用户可选择 5. 是的, 所有板 6. 5000ft 7. SPC, SQC 可用, CAD 不可有	1. 皆可用 2. 现场网络 1200Bd, I/O 网络 :9600Bd, 控制网络 :1MBd, 工厂网络, 1MBd 3. 是的, ROSEMOUND、BROODS 和 MICROMOTION 仪表 4. 利用时间片复合, 按需完整传送数据 5. 3300ft 6. 可用
美国罗斯蒙特 ROSEMOUNT SYSTEM 3				

(三) 常见的集散控制系统

(1) SUPCON JX-300 系统是浙江大学工业自动化公司在 JX-100、JX-200 基础上经不断完善、提高, 全新设计的新一代全数字化集散控制系统, 其系统构成如图 5-3-67 所示。

(2) CENTUM-XL 系统是日本横河(YOKOGAWA)公司的 DCS 产品。其系统的构成如图 5-3-68。

(3) TDC-3000 系统是美国霍尼威尔(HONEYWELL)公司的 DCS 产品。其系统构成如图 5-3-69 图中: 上位计算机: HOST COMPUTER

(4) HS2000 系统是电子部六所设计生产的一套分层分布式的大型综合控制系统, 它通过多层数据网络将各种不同的设备挂接在一起, 实现各部分信息共享和协调工作, 从而完成综合控制与管理功能。系统适用于生产设备、生产装置或生产过程以及工厂、企

业的综合生产过程管理和控制。

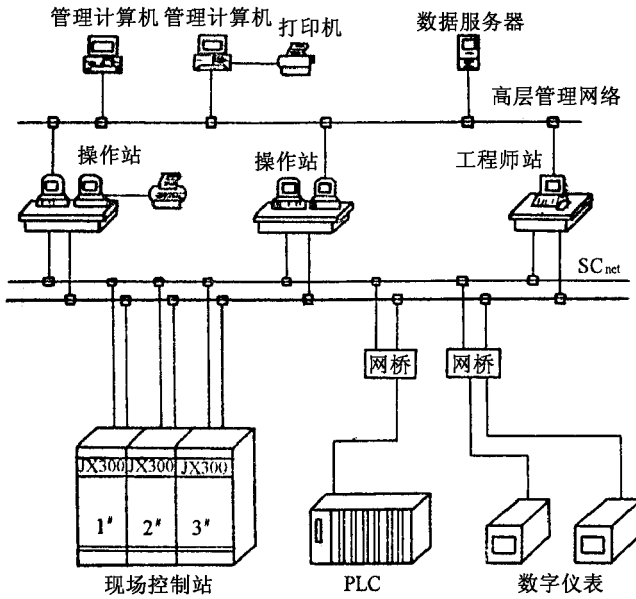


图 5-3-67 JX-300 系统结构图

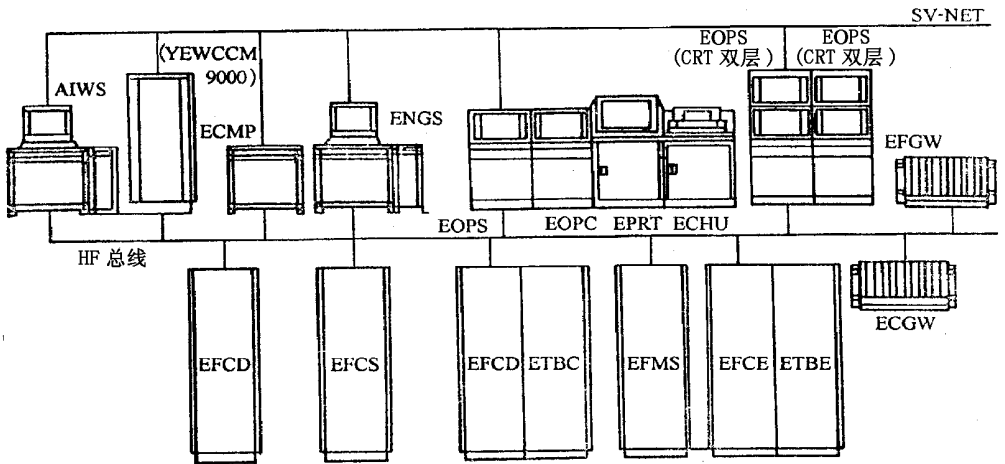


图 5-3-68 CENTUM-XL 系统构成图

HS2000 系统为三层网络结构,不同的网络适应不同层次和规模的控制和管理任务,这种分层结构大大提高了系统的整体可靠性和效率,也使得系统的配置更为灵活,适用于各种规模的控制和管理场合。

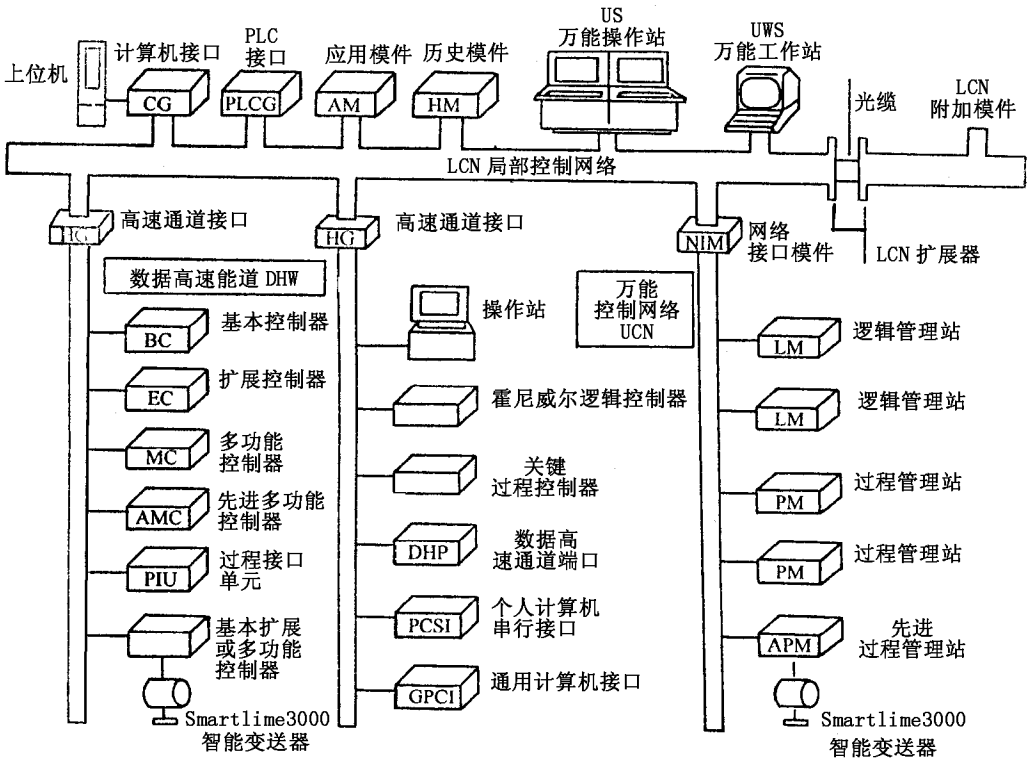


图 5-3-69 TDC-3000 系统构成图

HS2000 系统的基本构成单元主要有现场控制站、操作员站、工程师站。系统的总体结构如图 5-3-70 图 5-3-71、图 5-3-72 所示。

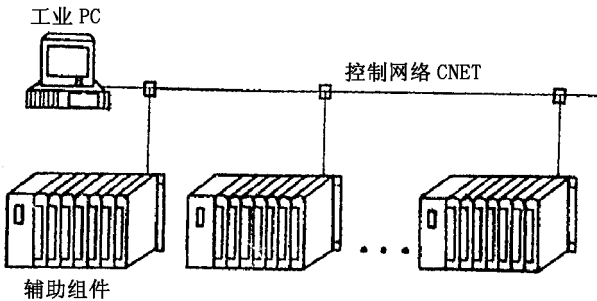


图 5-3-70 HS2000S 小型分布式控制系统

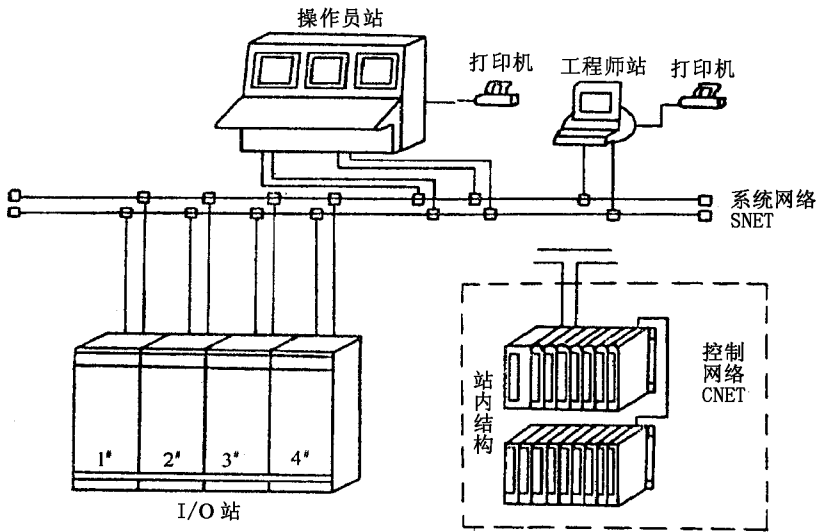


图 5-3-71 HS2000M 中型分布式控制系统

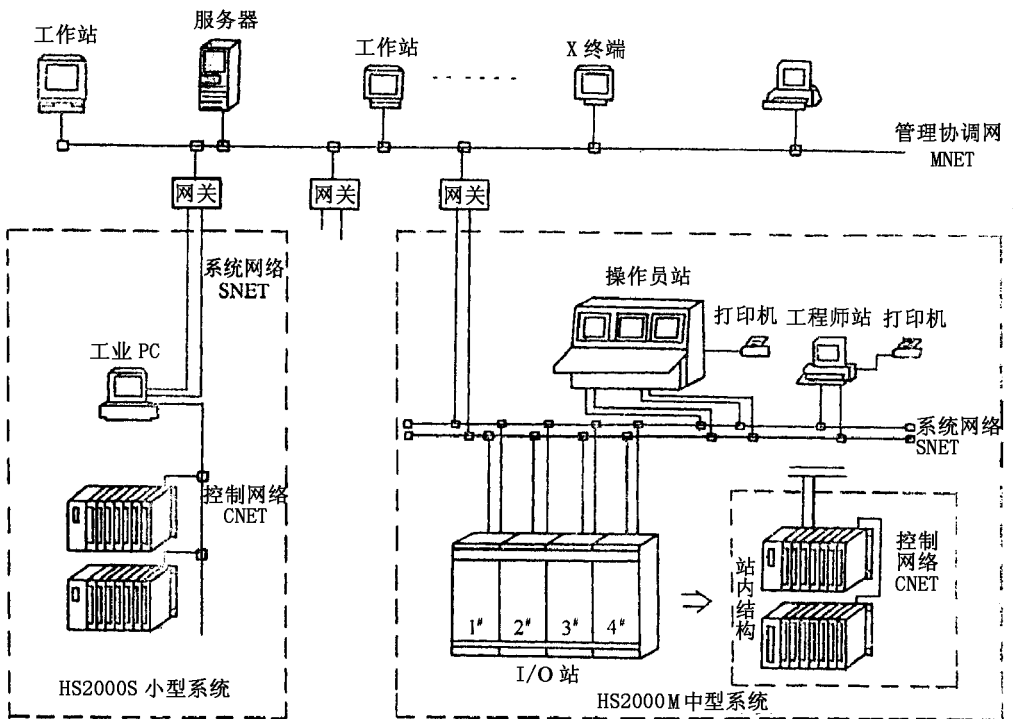


图 5-3-72 HS2000L 大型分布式控制系统结构图

(5) CENTUM-CS 集散型控制系统

CENTUM-CS 集散型控制系统构成图如图 5-3-73 所示。

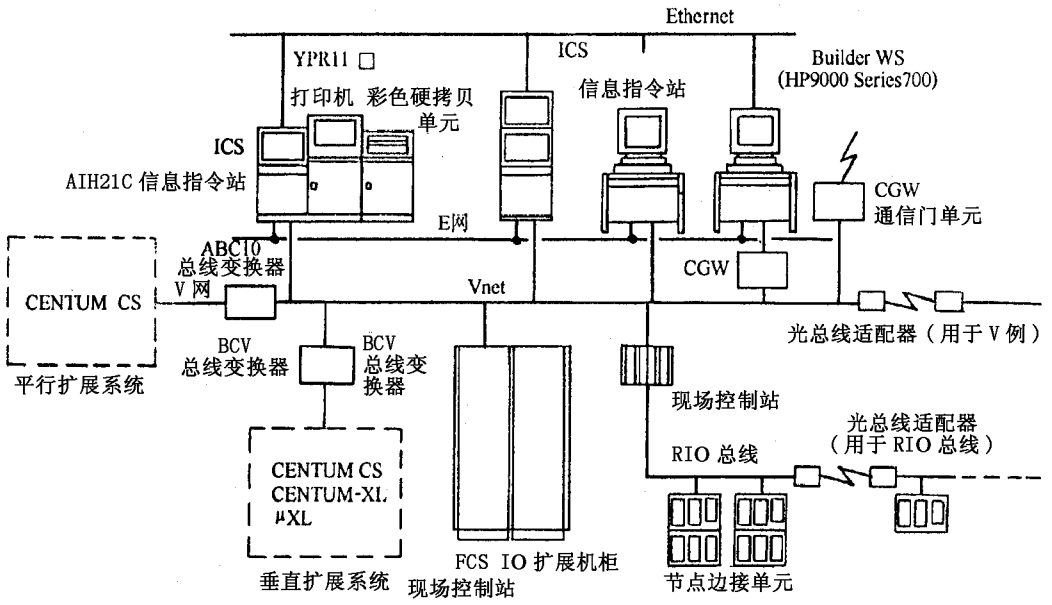


图 5-3-73 CENTUM-CS 系统构成图

(6) TDC 300(TPS)集散型控制系统

TDC 300(TPS)集散型控制系统如图 5-3-74 所示。

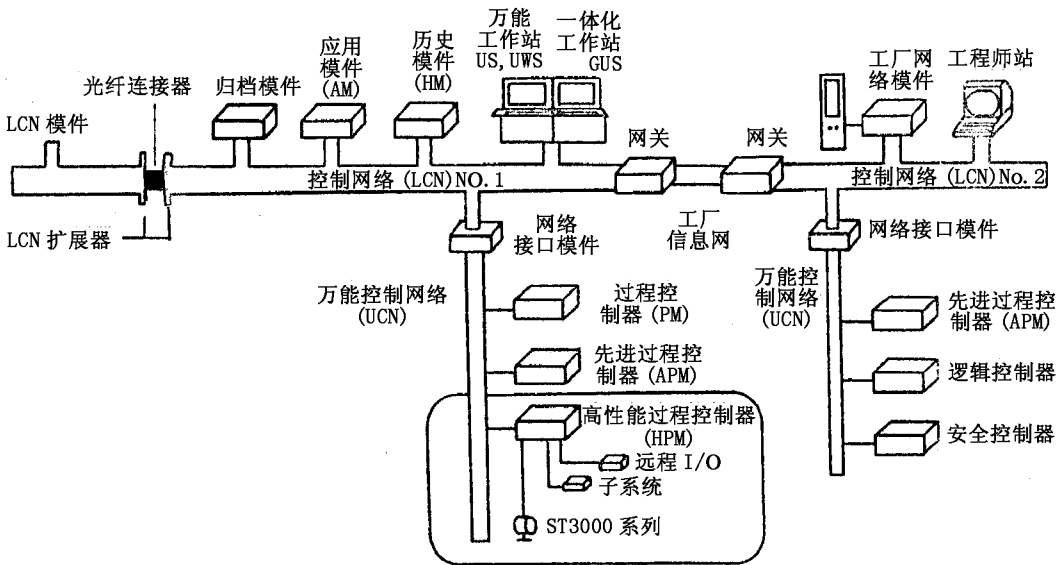


图 5-3-74 TDC 300(TPS)系统构成

(7) SUPCON JX-300 集散控制系统

SUPCON JX-300 集散控制系统构成如图 5-3-75 所示。

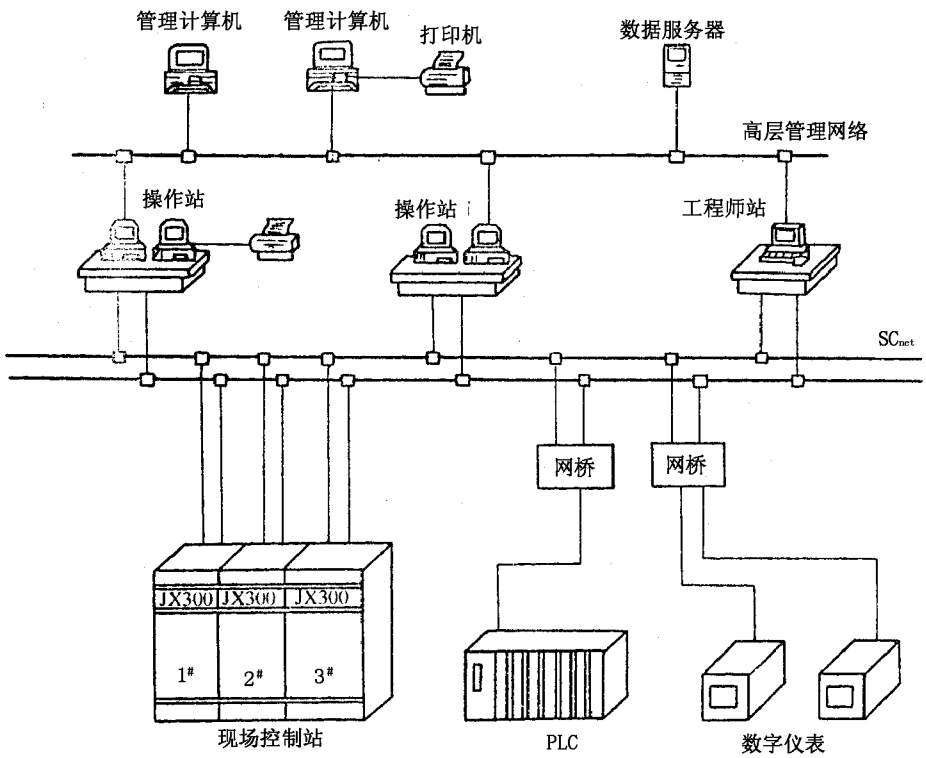


图 5-3-75 SUPCON JX-300 系统构成图

(8) RS3 集散型控制系统

RS3 集散型控制系统构成如图 5-3-76 所示。

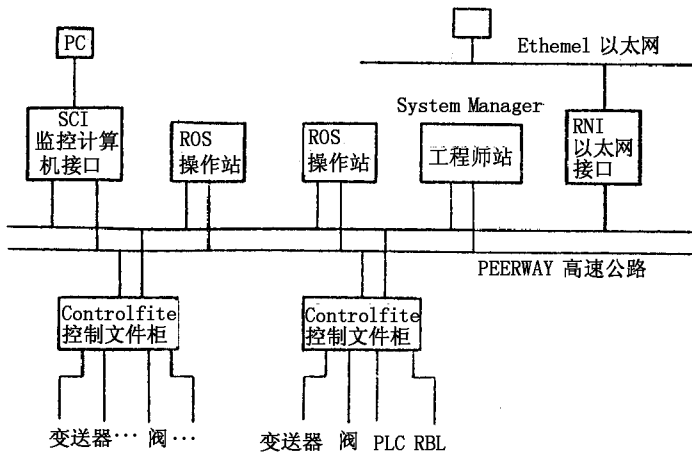


图 5-3-76 RS3 系统构成图

(9) μ XL 集散型控制系统

μ XL 集散型控制系统构成如图 5-3-77 所示。

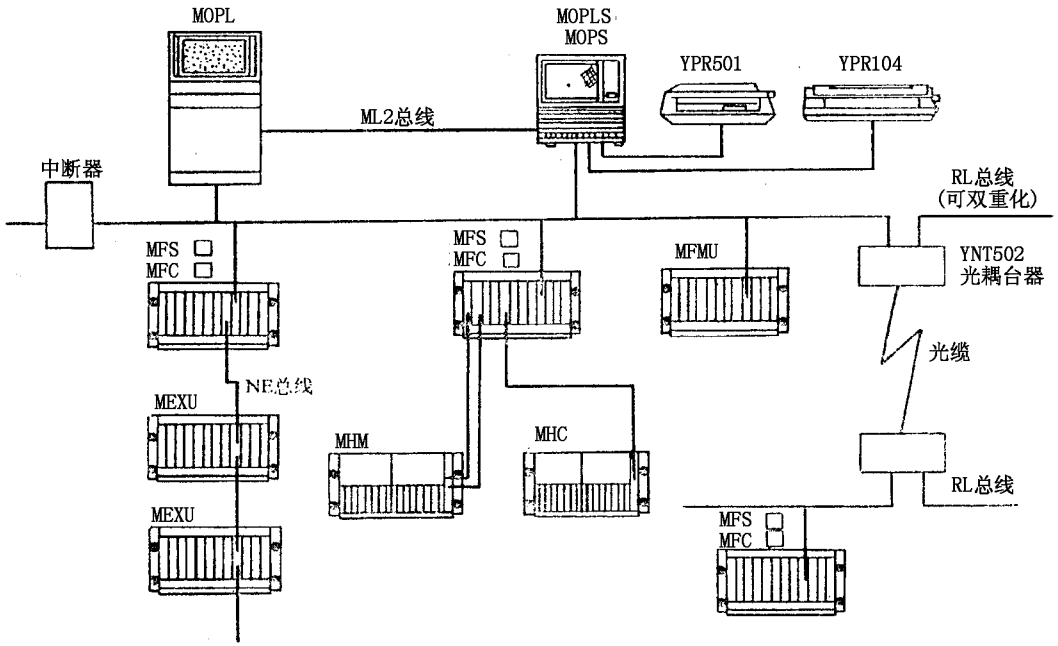


图 5-3-77 μ XL 系统构成图

(10) DeltaV 系统

DeltaV 系统构成如图 5-3-78 所示。

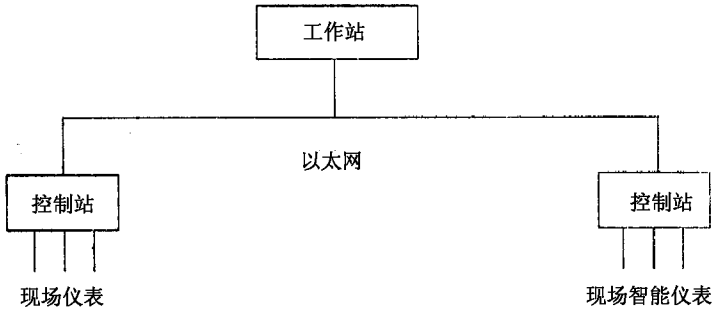


图 5-3-78 DeltaV 系统构成图

(11) I/A Series 集散型控制系统

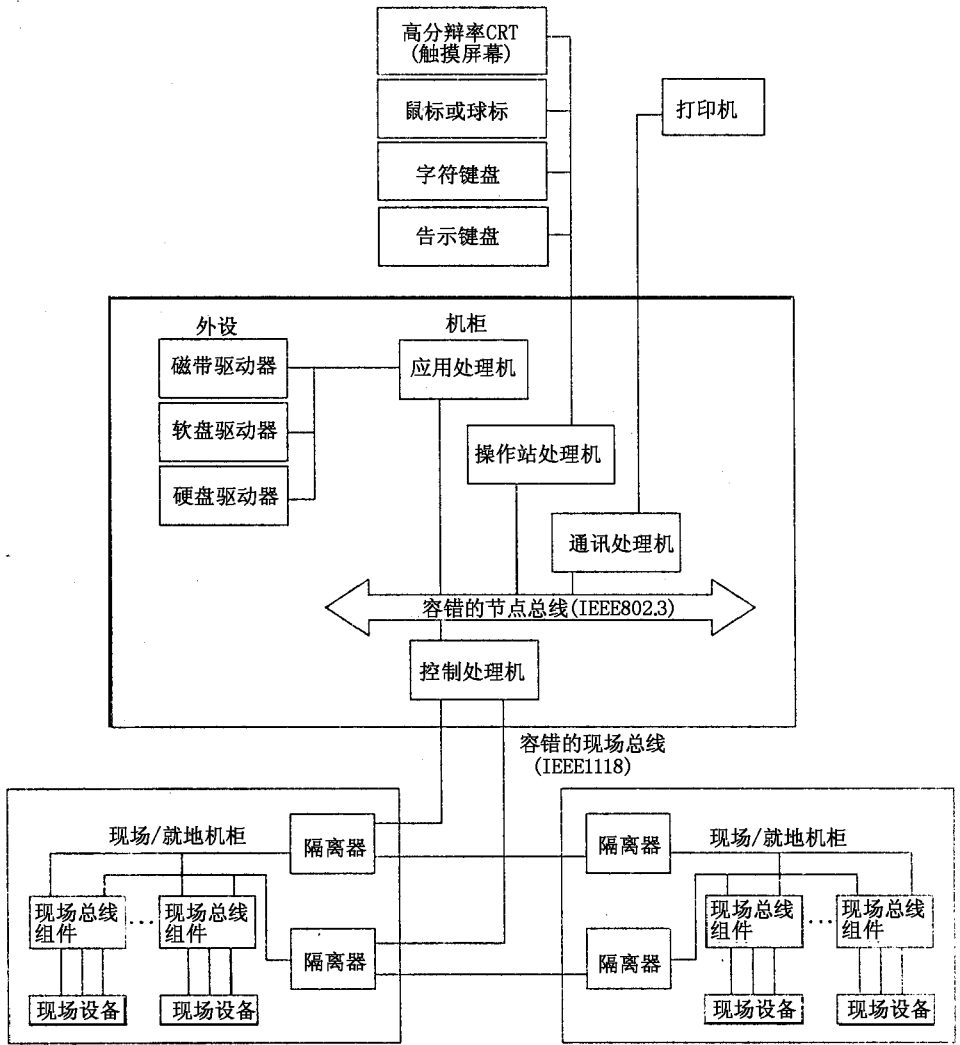


图 5-3-79 典型的 I/A/S 单节点系统

第二节 检测仪表的工作原理与调校

一、仪表的单体调校

仪表的单体调校工作是仪表工程施工过程中的一个重要组成部分。虽然仪表已在出厂时由制造厂进行了校准和检定,但是经过运输、贮存和安装,其计量性能和示值误差必然会受到影响。因此在安装前或使用前,均应根据有关的检定规程和技术文件,对仪

表进行校准和检定。

(一) 仪表的校准与检定

标准是用比被比较计量器具精度高的计量器具(称为标准器具)与被校计量器具进行比较,以确定被校计量器具的示值误差的全部工作。

检定是为评定计量器具的计量性能(如准确度、稳定度、灵敏度等),并确定其是否合格所进行的全部工作。

校准和检定是两个不同的概念,但两者之间又有密切的联系。

校准除确定被校计量器具的示值误差之外,有时也包括部分计量性能的确定。而检定工作中,有时示值误差也是检定内容的一部分,因此校准可以说是检定工作的一部分。

按计量管理要求的规定,计量检定必须执行计量检定规程。检定规程是为评定计量器具的计量性能,作为检定依据的具有国家法定性的技术文件。如《数字温度指示仪检定规程》(JJG 617—89)、《压力变送器检定规程》(JJG 882—94)、《热导式氧分析器检定规程》(JJG 662—90)等等。在检定规程中,对规程适用范围、计量器具的计量性能、检定项目、检定条件、检定方法、检定周期及检定结果处理等内容都作了规定。计量检定必须按这些要求在检定室内逐项进行。

计量器具的校准则是确定被校计量器具的示值误差,并将计量器具的示值误差调整到规定误差范围。在电气专业中,这种工作叫调整;在经典仪表管理中叫校验;在现在计量管理中则叫校准。校准对条件的要求与检定相比则不那么严格,通常只需满足计量器具的使用要求即可。例如调节阀的现场校准就是在施工现场进行的。

但是,无论是校准还是检定,必须由持有效合格证书的专业人员来完成,也只有他们可以出具有效的校准证书、校准报告或检定证书、检定结果通知书。

(二) 仪表的品质指标

1. 一般性能

(1) 计量方面:计量方面的特性,如精度等级、复现性和飘移性等,会直接影响测量结果的准确性和精密性。

(2) 使用方面:使用方面一般是指使用、操作、维护与检修是否方便,对安装条件和自动化水平情况有一定要求。

(3) 抗干扰能力和防护能力。

① 抗干扰能力:抗干扰能力的强弱直接影响到测量的特性;

② 防护能力:防护能力一般指自动化设备的安全性、耐用性和可靠性,应从以下几个方面考虑:

A. 机械特性:如振动、撞击、加速度和挤压等的承受能力;

B. 电气特性:如耐压、绝缘性、抗电气干扰的能力;

C. 防辐射、防电磁场的性能;

D. 防爆性能 :如使用在易燃易爆环境中是否有防护安全措施 ;

E. 气象环保能力 :如灰尘、潮湿、腐蚀、霉柱和温度波动等恶劣环境条件的防护能力。

(4)设备本身能量的消耗及被测对象能量的消耗 ,特别是被测能量消耗大时 ,会直接影响测量的精度。

2. 仪表的精度与稳定性

(1)误差。

①示值绝对误差 :仪表的示值(或测量值)与被测量的真值之间的代数差值称为指示值的绝对误差。

②示值的相对误差 :示值的绝对误差与被测量的真值之比 ,称为示值的相对误差 ,常用百分比数表示。

③示值的引用误差 :示值的绝对误差与该仪表的量程范围之比称为示值的引用误差 ,以百分数表示。

④仪表的基本误差 :为了表征仪表的正确度采用了仪表的基本误差概念 ,仪表测量值中的最大示值绝对误差与仪表量程范围的比值 ,亦取仪表指示值的引用误差中的最大值 ,称为仪表的基本误差。

(2)仪表的精度 :仪表精度等级是衡量仪表测量示值正确度的重要指标。根据设计及制造质量的不同 ,对仪表要求基本误差都不超过某一规定值 ,此规定值即为基本误差。基本误差去掉百分号的数值称为仪表的精度等级。精度等级是由国家规定的 ,其序列为 0.005、0.01、0.02、0.04、0.05、0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0 和 5.0。仪表的精度等级在仪表的标尺上用“ $\odot 0.5$ ”或“ $\triangle 1.0$ ”表示。

3. 仪表的静特性

在稳定状态下 ,仪表的输出(如显示值)与输入量间的关系为代数方程 ,不含时间变量 ,称为仪表的静态性。

(1)灵敏度 :表示测量仪表对被测量变化的灵敏程度。

(2)灵敏限 :指能引起仪表输出量变化(如指针发生动作)的被测量的最小(极限)变化量 ,又称分辨率。

(3)线性度 :说明输出量与输入量的实际关系曲线偏离理想直线性刻度特性的程度。

(4)变差 :在外界条件不变的情况下 ,使用同一仪表对被测量进行正、反行程测量中 ,在通过仪表同一刻度时 ,两次测量值之差称为该仪表的变差 ,又称回差。

(三)仪表的调校方法

1. 仪表调校的工作条件

(1)调校环境。仪表调校试验室(即检定室)应选择清洁、安静、光线充足或有良好工作照明的地方 ,而不应在振动大、灰尘多、噪音大、潮湿和有强磁场干扰的地方设置调

校试验室。室内温度保持在 10 ~ 35℃ 之间,空气相对湿度不大于 85% ,且无腐蚀性气体存在。

(2)工作电源。调校用电源应稳定,当使用 50Hz220V 交流电源和 48V 直流电源,电压波动不应超过额定值的 $\pm 10\%$;24V 直流电源不应超过 $\pm 5\%$ 。

(3)工作气源。调校用气源应清洁、干燥、露点到少比最低环境温度低 10℃ ,气源压力应稳定,波动不应超过额定值的 10%。

(4)使用仪器。调校用仪器必须是标准仪器,而且应具备有效的鉴定合格证书。其基本误差的绝对值,不宜超过被调校仪表的基本误差绝对值的 1/3。调校用仪器如表 5-3-5 所示。

表 5-3-5 常用标准仪器及其调试项目

序号	调试项目	标准仪表名称	精度
1	温度检测仪表： 常规检查 温度元件基本误差 测温仪表基本误差 仪表变差	超级温水浴、超级温油浴 标准温度计 标准电位差计 标准电桥 标准电阻箱 数字电压表 直流电流电压测量发生器	0.01% 0.02% 0.02% 0.1% 0.02% 0.05%
2	压力检测仪表： 常规检查 基本误差测试 变差测试 报警测试	标准压力发生器 压力试验台 数字压力计 补偿微压计 标准压力表	0.1% 0.05% 0.1% 0.05% 0.4%
3	流量检测仪表： 常规检查 变换器精度 积算精度	标准压力发生器 频率信号发生器 综合校验仪 数字压力计 通用计数器 数字电压表	0.1% 0.1% 0.05% 0.1% 0.01% 0.02%
4	物位及差压检测仪表： 常规检查 基本误差调试 变差调试 报警精度	综合校验仪 数字压力计 数字电压表	0.05% 0.1% 0.02%

序号	调试项目	标准仪表名称	精度
5	显示记录仪表： 常规检查 基本误差调试 变差调试 记录误差调试 记录质量调试	直流电流电压测量发生器 标准电阻箱 电动计时钟 数字电压表	0.05% 0.01% 0.02%
6	基地调节器： 常规检查 基本误差调试 变差调试 控制点偏差调试 PID参数调试	直流电流电压测量发生器 标准压力计 数字压力计 数字电压表 电子秒表	0.05% 0.4% 0.1% 0.02% 0.05%
7	电动、气动单元组合仪表： 常规检查 变送单元基本误差、变差 恒流性能调试 计算单元的运算精度调试 调节单元输入输出调试 PID调试及闭环 跟踪特性调试 辅助单元功能调试 执行单元的正反行程及全行程 时间调试	直流电流电压测量发生器 4.5位数字电压表 仪表气源装置 标准压力表 秒表 百分表 综合校验仪 动态特性测试仪 数字压力表、标准压力发生器	0.05% 0.02% 0.25% 0.1% 0.1% 0.05% 0.1% 0.1%
8	仪表能源设备： 常规检查 电气设备调试 运行参数调试	钳形电流表 双电桥 光电转速表	3% 0.1% 2%
9	分析仪表： 常规检查 单元调试 系统模拟调试 标准试样标定	直流电流电压测量发生器 高阻电阻箱 高阻电位差计 4.5位数字电压表 便携式分析仪	0.01% 0.1% 0.02% 0.0%
10	机械量仪表： 常规检查 单元高度 系统模拟调试 射线管理设定 标定	千分表、数字转速表 脉冲信号发生器 直流电流电压发生器 分位数字万用表 射线防护仪表 多笔记录仪	0.1% 0.1% 0.01% 0.1% 0.1%

第五篇 电气仪表的安装调试

序号	调试项目	标准仪表名称	精度
11	电子称量仪表： 常规检查 单元调试 系统模拟调试 静、动态调试 标定	50V 兆欧表 直流电流电压测量发生器 4.5 位数字万用表 砝码、链码 水压试验台(30t)	2% 0.05% 0.02% 0.25%
12	环境气象仪表： 常规检查 系统模拟试验 标定	标准电阻箱 数字万用表 天平	0.1% 0.02%
13	电工量仪表： 常规检查 基本误差调试 变差调试	工频源(虚负荷试验器) 交流电流电压发生器 标准有功、无功功率表 标准功率因数表	0.1% 0.2% 0.2%
14	集散系统： 常规检查 模拟 I/O 卡精度调试 数字 I/O 卡动作确认 操作员应用功能 反馈控制功能 运算功能、顺控功能 报警功能	多功能综合校验仪 标准电阻箱 频率信号发生器 通用计数器 数字电压表 秒表	0.02% 0.1% 0.1% 0.01% 0.01% 0.02% 0.1%

序号	调试项目	标准仪表名称	精度
15	系统调试： 检测系统调试标准电阻箱 控制系统调试 联锁报警系统调试 顺控系统调试	多功能综合校验仪 活塞式手压泵 数字压力器 补偿微压计 4.5位数字万用表 现场校验仪	0.05% 0.05% 0.1% 0.05% 0.02% 0.05%
16	过程控制计算机： 常规检查、硬件检查 主机调试、通道检查 主存储器功能调试 中断检查、时钟调整 系统功能调试 过程 I/O 调试 应用功能调试	数字万用表 脉冲信号发生器 逻辑分析仪(32通道) 硬磁盘智能综合测试仪 集成电路在线测试仪 双线存储示波器 故障诊断器	
17	工厂通讯系统： 载波电话中心频率调整 保护电路、控制电路的调试 无线遥控的调试 工业电视的调试 光纤测试	扫描仪 电视信号发生器 高频数字频率计 低频信号发生器 频偏仪 综合测试仪 金属标准仪器 光纤测试仪	

2. 仪表调校的一般步骤

(1) 检查仪表外观是否完整无损, 铭牌、型号、规格、部件、插件、端子、接头、固定附件等是否齐全。

(2) 检查电气线路绝缘是否符合要求。

(3) 检查仪表受压部件的密封性是否良好。

(4) 根据国家或行业标准及产品说明书、调校规范的要求等对仪表的零点、量程、误差等性能进行全面检查和调校。

3. 仪表调校的主要内容

(1) 调零点: 例如气动差压变送器, 当差压为零时, 变送器输出压力应是 19.61kPa, 否则应调整零点弹簧螺钉, 使其满足要求。

(2) 调量程: 例如气动差压变送器, 当给变送器输入量程的最大差压时, 变送器输出压力应是 98.07kPa, 否则调整量程调节螺钉。值得注意的是此时必须重复调零, 然后再调量程, 直至符合要求为止。

(3)调线性 检查量程范围内中间四点的误差和变差。若线性不合格,应进行调整。一般以量程的0、20%、40%、60%、80%和100%为输入信号。

除此以外,根据仪表的不同还有许多特殊的调校项目。例如调节器需进行给定与测量输入调校、手动调节回路调校、自动调节回路调校、A/M/H开关切换过程试验等。

4. 仪表调校的常见方法

(1)标准状态法。例如:校验热电阻时,由冰点槽和沸点槽分别产生0℃和100℃的温度场,然后分别测量置于槽中的被校热电阻的阻值。

(2)示值比较法。例如:校验双金属温度计时,采用恒温油浴或恒温水浴作为热源,将被校温度计与标准水银温度计或标准热电阻同时置于槽内进行示值比较,确定基本误差。

(3)标准表比较法。例如:检验压力表时,调整压力源使被试仪表示值均匀上升、下降至各校验点,同时读取数据,求取基本误差、变差记录误差值。

(4)砝码比较法。例如:检验压力仪表时,先调整压力源,并加减砝码使之与被试仪表的校验点相对应。再操作加压泵使活塞上升至工作位置,并旋动砝码盘。同时读取数据,求取基本误差、变差,记录误差。

(5)实物标定法。例如:校验浮子式物位计时,先将被校仪表置工作位置,对压力,以调整信号源或改变物位的方法使被校仪表示值均匀上升、下降至各调校点,并读取数据,求取基本误差与变差值。

二、温度检测仪表的工作原理与调校

温度检测仪表常用的测量方法有以下几种:

(1)利用物质热膨胀与温度的关系。如:液体膨胀(玻璃水银温度计)、固体膨胀(双金属温度计)、气体膨胀(压力式温度计)。

(2)利用热电效应。两种不同的金属导体在两个端点上互相接触、当两接点温度不同时,回路内将产生热电势,如热电偶。

(3)利用金属或半导体电阻与温度的关系,当温度变化时其阻值也相应地发生变化,如热电阻。

(4)利用物体热辐射的性质,如辐射式高温计等。

(一)膨胀式温度检测仪表的工作原理

常见的膨胀式温度仪表有玻璃水银温度计、双金属温度计和压力式温度计。

压力式温度计的测温原理是利用封闭容器中的液体、气体或某种液体的饱和蒸汽受热后体积膨胀或压力变化的性质来实现的。常用的压力式温度计如图5-3-80所示。

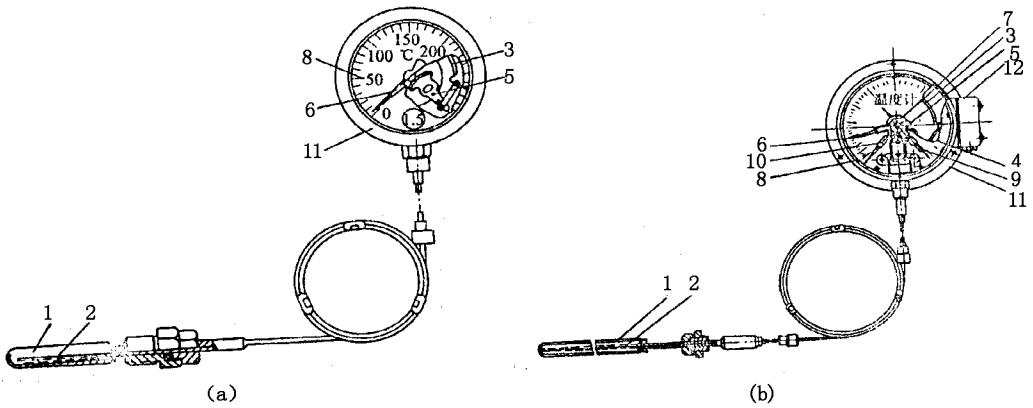


图 5-3-80 常用压力式温度计结构

(a) WT_Q^Z-280 型 (b) WT_Q^Z-288 型

1—温包 2—毛细管 3—单圈弹簧管 4—拉杆 5—齿轮传动机构 6—示值指示针；

7—转轴 8—标度盘 9—上限接点指示针；10—下限接点指示针；11—表壳；12—接线盒

它由感温元件(温包和接头管)毛细管和弹簧管等元件构成一个封闭系统。系统内充填的工作物质可以是气体、液体或低沸点液体的饱和蒸汽等。测量时,温包被置于被测介质中,温包内的工作物质(如气体)因温度升高而压力增大,该压力变化经毛细管传给弹簧管并使其产生一定的形变,然后借助于指示机构指示被测的温度数值。

双金属温度计的测温原理是利用两种膨胀率不同的金属制成双金属片,在温度变化时发生形变,并带动相应的指示机构来实现的。双金属温度计的工作原理如图 5-3-81 所示。

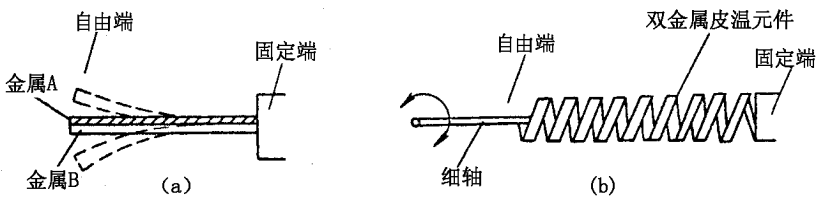


图 5-3-81 双金属温度计工作原理

(a) 双金属片 (b) 双金属温度计的原理

图 5-3-81(a) 中所示为双金属片,由于 A 的膨胀率大于 B 的膨胀率,所以当温度升高时,自由端将向 B 侧弯曲,而温度降低时,自由端将向 A 侧弯曲,从而实现了温度与位移的转换。图 5-3-81(b) 中所示为 W_{SS}-401 型双金属温度计的应用实例。

(二) 热电偶的工作原理

热电偶的侧温原理如图 5-3-82 所示。

两种不同的导体接合成一个闭合回路,如图 5-3-82(a)所示。由于两接合点温度 t_1 、 t_0 不同,在回路中就产生了热电势,这种现象称为热电现象。这两种不同导体的组合就称为热电偶。热电偶是由两种不同材料的导体 A 和 B 焊接而成的,如图 5-3-82(b)所示。焊接的一端称为热电偶的工作端(又称热端),与导体连接的一端称为自由端(又称冷端),导体 A、B 称为热电极。热电偶就是利用热电极的热电现象来测量温度的。

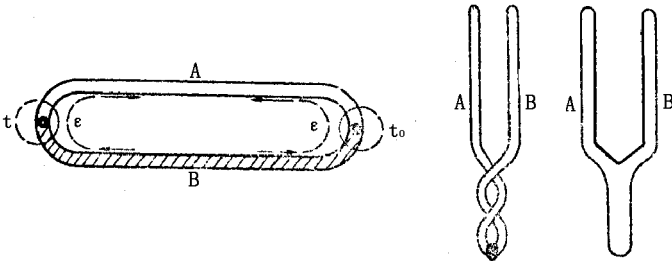


图 5-3-82 热电偶的测温原理

(a)热电偶回路 (b)热电偶的热接点

热电偶有以下几个特点：

- (1)不同材料制成的热电偶,在相同的温度中产生的热电势是不同的。
- (2)如果 A、B 材料相同,则热电势 $E_T = 0$ 。
- (3)当 $t = t_0$ 时,尽管 A、B 材料不同,热电势 $E_T = 0$ 。

(4)在热电偶回路中,接入第三种金属导体后,只要与第三种导体接点的温度相同,则对热电偶无影响。也就是说,如在热电偶的回路中插入多根导体,只要保证引入的同一根导体两端温度各自相同,热电偶的热电势数值不变。

组成热电偶的两根热电极称为热电极。根据热电效应的基本原理,任意两种不同性质的导体都可以作为热电极组成热电偶。但在实际应用中并不如此,对它们还必须进行严格地选择。就是说,热电极的材料要符合一定的要求。目前我国已经标准化的常用热电偶有:铂铑₁₀—铂热电偶(分度号:S)、镍铬—镍硅热电偶(分度号:K)、镍铬—铜镍热电偶(分度号:E)、铂铑₃₀—铂铑₆热电偶、铁—铜镍热电偶(分度号:J)、铜—铜镍热电偶(分度号:T)。常见的热电偶结构如图 5-3-83 所示。

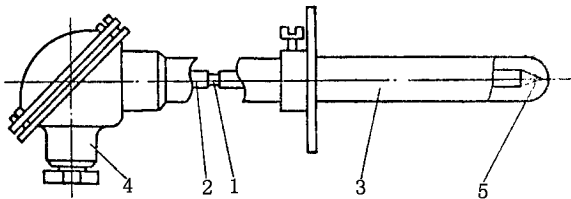


图 5-3-83 热电偶结构

1—热电极 2—绝缘子 3—保护套管 4—接线盒 5—工作端

(三) 热电阻工作原理

热电阻测温仪表是基于导体或半导体的电阻值随温度变化的性质来测量温度的。实验证明,大多数金属,当温度高 1°C 时,电阻值要增加 $0.4\% \sim 0.6\%$,而半导体要减少 $3\% \sim 6\%$ 。这样,只要测出电阻的变化,就可达到测量温度的目的。热电阻测温仪表就是根据这个原理制成的。

常用的热电阻有铂热电阻和铜热电阻两种。

铂热电阻的特点是精度高、稳定性好、性能可靠,但是在高温下易受还原介质影响,导致铂丝变脆,性质发生变化,所以需要加以保护。常用的 WZP 型铂热电阻的感温元件是用直径为 $0.05 \sim 0.07\text{mm}$ 的铁丝绕在云母、石英或陶瓷支架上制成的,如图 5-3-84 所示。

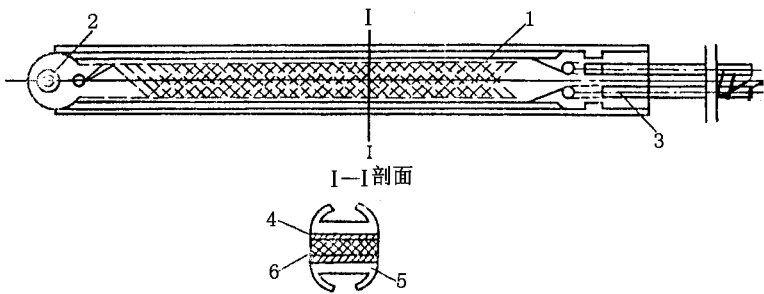


图 5-3-84 WZB 型铂热电阻体

1—铂丝 2—铆钉 3—银导线 4—绝缘片 5—夹持件 6—骨架

使用电桥作测量仪表时,铂电阻的引出线不是两根,而是三根,这样可以减小热电阻与测量仪表之间连接导线电阻因环境温度变化所引起的测量误差。标准或范型铂热电阻的引出线采用四线制,即金属热电阻丝两端各焊上两根引出线,这样不仅可以消除连接导线电阻的影响,而且可以消除测量线路中寄生电动热引起的测量误差。热电阻三线制和四线制如图 5-3-85 所示,热电阻三线制连接原理如图 5-3-86 所示。

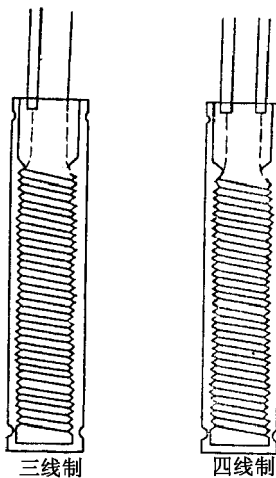


图 5-3-85 热电阻体的三线制和四线制引出线

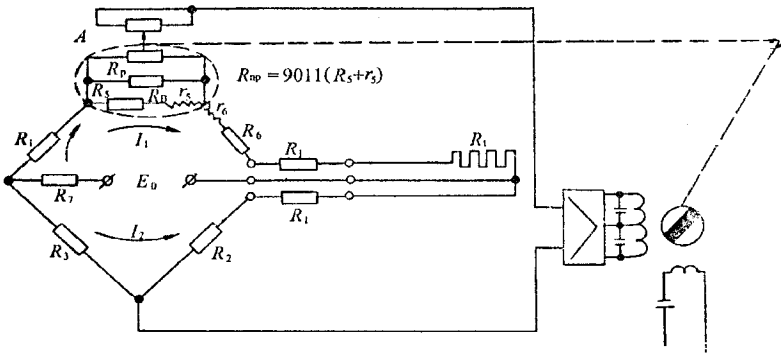


图 5-3-86 三线制热电阻与自动平衡电桥的连接原理

铜热电阻的特点的铜容易加工提纯,电阻温度系数大,而且电阻与温度呈线性关系。在测温范围 $-50 \sim +150^{\circ}\text{C}$ 内,具有很好的稳定性。但是铜在温度超过 150°C 后容易被氧化,氧化后失去良好的线性特性。另外,由于铜的电阻率小,为了有适当的电阻值,铜电阻丝必须较细、较长,这就使铜电阻体积大,机械强度降低。铜电阻体是一个铜丝绕组(包括锰铜补偿部分),它是由直径约为 0.1mm 的高强度漆包铜线用双线无感法绕在圆柱形塑料支架上而成的,如图 5-3-87 所示。

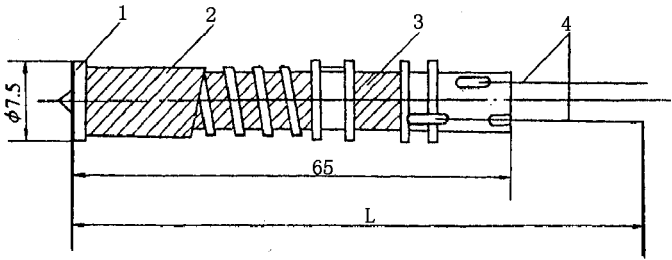


图 5-3-87 铜电阻体

1—线圈骨架 2—铜热电阻丝 3—补偿绕组 4—铜引出线

(四) 辐射式温度检测仪表的工作原理

辐射式测温仪表的工作原理是利用黑体的热辐射强度与其温度有单值函数关系,因此测量黑体的辐射强度就可知其温度值。采用这种测量方法,检测元件不与被测介质接触,而通过热辐射作用实现测温。它不仅可以测量运动中的物体温度,而且还可以通过扫描方法测量物体表面的温度分布。由于辐射法测温只能测得亮度温或辐射温度,为了求得真实温度值,还必须根据被测对象的墨体对测量值进行修正。辐射式以及比色式、光电式高温计都属于这种类型。

(五) 温度检测仪表的调校

1. 膨胀式温度检测仪表的调校

调校用主要仪表设备:冰点槽、超低恒温水浴、超低恒温油浴、标准水银温度计或标

准热电阻。

主要调校项目包括外观常规检查及示值、变差和报警动作点的调校。

(1)调零点 先将水与冰注水槽内,并使水面低于冰面 10mm。再将被试温度计与标准水银温度计同时置入冰水混合槽内,待被试温度计示值稳定后,读取数据,超差时需调零。

(2)调基本误差、变差:根据被试仪表的量程范围选用试验设备与标准仪表。调校时,首先将被校仪表的感温部分与标准温度计同时放入恒温水浴中。均匀升温或降温至各校验点,待温度稳定之后读取数据求取基本误差、变差。

(3)调报警动作点 报警动作点的调试通常在使用点上进行。分别用升高或降低恒温槽内温度,直至发出报警动作信号,记取数据,计算报警动作点误差。

2. 热电偶的校验

校验用主要仪表设备:标准热电偶、标准低阻直流电位差计、热电偶校验装置、冷端恒温器等。

主要校验项目:外观检查、绝缘电阻检查、零点、量程、基本误差等。

校验方法:

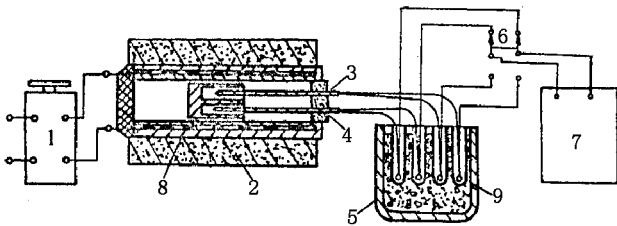


图 5-3-88 热电偶校验装置

1—调压变压器 2—管式电炉 3—标准热电偶 4—被校热电偶 5—冰点槽;
6—切换开关 7—直流电位差计 8—镍块 9—试管

热电偶校验装置如图 5-3-88 所示。

校验热电偶时,需要有一个均匀的温度场使被校热电偶与标准热电偶的工作端处于同一温度。为保证管形炉内有足够的长度的等温区,要求管形炉内腔长度与直径之比至少为 20:1。并将被校热电偶与标准热电偶的工作端置入镍块中。为避免被校热电偶污染标准热电偶,校验镍铬—镍硅热电偶时,需将标准铂铑—铂热电偶装到石英管中,插入镍块的孔中进行校验。检验时,还需将各支热电偶的冷端置于冰点槽中以保持 0℃。

热电偶的校验步骤与膨胀式温度计的检验步骤相同。

3. 热电阻的校验

校验用主要设备:冰点槽、沸点槽、超级恒温水浴或恒温油浴、标准电位差计或标准测温电桥、标准电阻、标准水银温度计或标准电阻温度计。

主要校验项目:外观检查、绝缘电阻校查、零点、范围、基本误差。

校验方法：

(1) 纯度校验：一般采用冰点槽和沸点槽分别产生 0°C 和 100°C 的温度场，然后分别测量置于槽中的被校热电阻的阻值。求出 R_{100}/R_0 ，确定是否符合热电阻的技术要求。

(2) 示值校验：检验时，将被校热电阻从保护管中取出置于内径合适的试管内，并密封试管管口，浸入热源介质不少于 200mm。校验热电阻电路如图 5-3-89 所示。

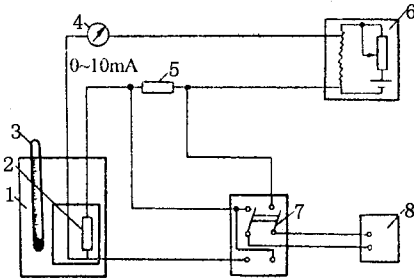


图 5-3-89 校验热电阻的接线

- 1—加热恒温器 2—被校验电阻体 R_t 3—标准温度计 4—毫安表 5—标准电阻 R_N ；
6—分压器 7—双刀双掷开关 8—电位差计

在被校热电阻置于恒温器内，使之达到校验点温度，然后调节分压器使毫安表的示值约 $4 \sim 5\text{mA}$ 为宜，待热电阻阻值稳定（ $3 \sim 5\text{min}$ 变化不超过 0.1°C 时），分别读取标准电阻 R_N 上的电压 U_N 及被校热电阻上的电压 U_t ，按 $R_t = (U_t/U_N)R_N$ 计算 R_t 值。

各支热电阻的校验点，通常以 4 点为宜，在每个校验点上对每支热电阻读取数据不少于 3 次，取其平均值，计算基本误差。

校验热电阻时，可以根据具体情况选择纯度校验或示值校验。

4. 辐射式高温计的调校

调校用主要仪表设备：中温或高温黑炉体，标准热电偶或标准光学温度计，标准电位差计和其它辅助设备。

主要调校项目：外观及常规检查、基本误差、距离影响等。

调校方法：

该类高温计通常采用比较法校验，以给定的热源与标准仪器进行比较，从而确定温度计输出信号与温度的函数关系。

热源的选用可根据温度计的测量范围分别选用中温黑炉体，高温黑炉体或比较校验装置（标准温度灯）。标准仪器的选用也可以根据温度计的测量范围及精度等级分别选用标准热电偶或标准光学高温计。

校验时，首先应根据高温计的名义距离系数 L/D （ D 为黑炉体内靶的有效面积， L 为靶与温度计物镜的距离）进行设置。各种非接触式温度计的校验点通常不少 3 点，一般不校起始点。在每个校验点上读数不少于 3 次，取其平均值，求取基本误差值。

对有距离影响要求的要温计,应进行在名义距离系数小于 30% 和大于 10% 时的校验,其误差通常不应大于允许基本误差绝对值的 1/2。

5. 温度变送器的调校

调校用主要仪表设备:毫伏信号源(或用毫伏信号发生器、调恒流标准电阻)、锰铜绕线电阻、直流电流表(0.5 级或 0.2 级、10mA)。

主要调校项目:外观检查、绝缘测定、调零、调量程、调线性。

调校方法:

(1) 热电偶温度变送器的调校:热电偶温度变送器调校接线图如图 5-3-90 所示。

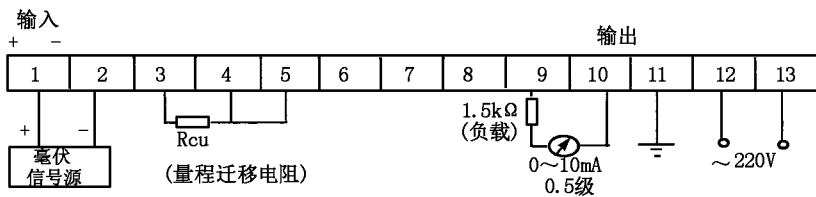


图 5-3-90 热电偶温度变送器调校接线图

调校步骤如下:

① 初步调校: 通上电源后,把“检查—工作”开关拨向“检查”位置,此时仪表的输出电流应在 4~6mA 范转内,预热半小时。然后把“检查—工作”开关拨向“工作”位置,按照热电偶的温度—毫伏对照表,将需要测量的温度量程换算成毫伏值。

② 调零点: 接通直流毫伏信号源,用信号发生器给出量程 10% 的信号电压,调整输入电路中的零点迁移电位器 W_2 ,使仪表的输出电流为 1mA 左右。初调时不用太准。需迁移零点时,则查出相应的迁移温度值对应的毫伏数作为起始点,再加上所需量程的 10% 的毫伏数,调整零点迁移电位器 W_2 ,使变送器输出为 1mA 左右。

③ 调量程: 给出量程 100% 的信号电压,调整反馈电路中的量程电位器 W_1 ,使变送器的输出为 10mA 左右,初调时不要求太准。

如此反复②、③两步,使零点及量程均能满足要求为止,即调整到 1mA 与 10mA 两点都正确为止。

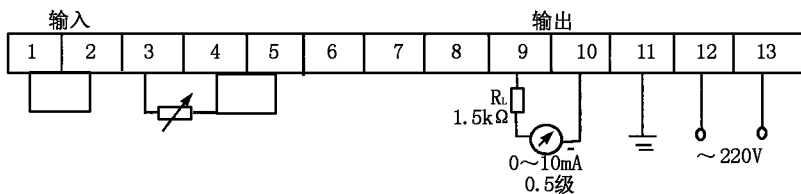


图 5-3-91 热电阻温度变送器调校接线图

④ 调线性: 将满量程五等分,分别检查各点精度均不超差,一般输出在 0.5mA 以下

不计精度。如果超差,通常可以重新调整“零点”及“满度”,使误差均匀分布,以各点均不超差为宜。

(2)热电阻温度变送器的调校:热电阻温度变送器的调校接线如图 5-3-91 所示。

调校步骤如下:

①初步调校:把开关拨向“检查”位置,接通电源,变送器的输出电流应为 4~6mA,预热半小时后将开关拨向“工作”位置。

②调零点:在所用的热电阻的检测温度与电阻对照表上,查出所测温度的上下限所对应的电阻值,分别以 $R_{上}$ 、 $R_{下}$ 表示,计算出热电阻的变化量 $\Delta R = R_{上} - R_{下}$ 。当电阻箱阻值 $R = R_{下} + \Delta R$ 的 10% 时,调节零点迁移电位器 W_3 ,使输出的电流 $I_0 = 1\text{mA}$ 。

③调量程:当电阻箱的阻值 $R = R_{下} + \Delta R$ 时,调节量程电位器 W_1 ,使输出电流 $I_0 = 10\text{mA}$ 。

反复②、③两步,直到零点及满度均能满足要求为止。

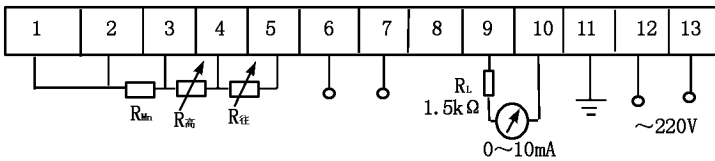


图 5-3-92 热电阻温差变送器调校接线图

④调线性:将满量程五等分,分别检查各点均不超差。一般输出在 0.5mA 以下不计精度。若线性超差,通常的办法是重新调整“零点”用“量程”,使误差均匀分布,以各点均不超差为宜。

(3)热电阻温差变送器的调校:热电阻温差变送器的调校接线如图 5-3-92 所示。热电阻温差变送器的调校与热电阻温度变送器相同,只是其量程为高温检测电阻能达到的最大实测值 $R_{高}$ 与低温点检测电阻能达到的最小实测值 $R_{低}$ 之差。

(六)温度检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

温度检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表 5-3-6 所示。

表 5-3-6 温度检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象		可能原因或处理方法
液柱式温度计	液柱断线	①存放不当,如倒置、受强烈振动等 ②调试时,温度超过量程较大 ③采用离心法、敲击法、直立加热法来修理
	冰点超差	①在校验时,冰水共存条件不充分,未搅拌或搅拌不完全,介质温度并未降至 0℃,使指示值偏高 ②温度计直接接触冰块,使指示偏低
	指示误差超标	①温度计本身缺陷 ②恒温设备或标准器选择不当 ③浸入深度不够
双金属温度计	指示误差超标	①仪表本身缺陷 ②调试时在恒温器中浸入深度不够或放置不当 ③调试时未开搅拌器 ④标准仪表有效期过期
	指示有卡滞现象,指示不准或跳变	①表头内机械传动部分卡滞 ②指针碰玻璃和表盘
	指针松脱或脱落	①指针松脱 ②指针轴尖断裂
所力式温度计	指示误差超差	同双金属温度计
	指示不变化或变化甚小	①毛细管、温包或弹簧管泄漏,内部无工作介质。指示值不变化 ②工作介质未漏完或毛细管急弯折堵时,温度指示值变化甚小 ③当毛细管受伤压扁时,温度计指示变化很缓慢,无法使用 ④调校时,温度过高也会造成因毛细管强度不够而泄漏
热电阻温度计	指示偏低,甚至到下限	①保护管内有水或接线盒内有多屑、灰尘 ②热电阻局部短路,当全部短路时指示将会向下限方向到极限
	指示偏高,甚至到上限	①电阻体变质,使阻值变大 ②引线接触不良,如电阻体断路,指示值将超过上限
	指示值不稳定	①仪表系统接触不良,导线似断非断,似接非接 ②有不完全接地的地方
	指示误差超标	①热电阻本身缺陷 ②调校设备不配套 ③调校用工作介质温度不均匀 ④热电阻插入深度不够或在某一温度稳定时间过短而获取读数 ⑤标准热电阻和被调试热电阻并非处于同一温区内 ⑥接线接触不良,线路电阻配置不准或线路电阻质量不好,温度系数过大

第五篇 电气仪表的安装调试

故障现象	可能原因或处理方法
热电偶 温度 指示 值 偏低 指示 误差 超标 热电 势不 稳定	①热电偶内部受潮或电极漏电 ②热电偶接线盒内接线短路 ③补偿导线短路,或极性接反 ④冷端补偿温度选取过高 ⑤指示仪表与热电偶不配套 ⑥标准热电偶与被调校热电偶不同温,被调校热电偶受热长度不够 ①补偿导线与热电偶不配套 ②恒温炉不能提供符合要求的温度场 ③热电偶所处温区温度高于标准热电偶所处温区温度。 ①接线处接触不良 ②热电偶变质 ③热电偶和补偿导线有断续短路或接地现象
光学 高温 计 指示 值高 于实 际值 指示 值低 于标 准指 示值 指示 部分 在调 校时 跳动 光轴 不成 一直 线,灯 丝出 现虚 像,灯 丝看 不清	①灯泡衰老 ②仪表指示部分正偏差 ③内部线路故障 ④与标准光学高温计并未对准同一标记处 ①电源电池能量不足 ②指示部分负偏差 ③调整用滑动电阻磨损 ④与标准光学高温计并未对准同一标记处 ①滑线电阻接触不良 ②电源或灯座接线松动,接触不好 ①灯泡位置不对,固定不牢而左右倾斜 ②灯泡质量差 ③镜筒松动,筒内有异物,镜头损伤起毛
辐 射 高 温 计 显示 仪表 无指 示或 指示 相反 仪表 指示 值误 差超 标	①连接导线断路或短路 ②显示仪表已坏 ③感温器损坏,无输出 ④接线错误 ①透镜头脏污 ②未正确对准被测物体 ③距被测物体距离过大 ④环境温度过高,致使感温器壳体温度过高 ⑤感温器灵敏度下降 ⑥显示仪表不配套或不准 ⑦被测物体的辐射特性与黑体辐射特性差别大

故障现象	可能原因或处理方法
无输出	① 接插线及外部接线端子有断线现象或接触不良 ② 开关接触点接触不良 ③ 测试插孔触点接触不良 ④ 零点失调,调整零点电位器 ⑤ 线路板故障
输出大于 10mA	① 仪表反馈的深度不够 ② 仪表零点的迁移量不够 ③ 仪表的开环倍数太大
仪表精度超差	① 仪表的开环灵敏度低 ② 线路板故障
仪表恒流性差	① 仪表的开环灵敏度差 ② 线路板故障
仪表输出摆动	① 仪表的开环灵敏度太高 ② 线路板故障
输出 10% 的信号,仪表输出小于 1mA	① 零点失调,调整零点电位器 ② 线路板故障

DDZ-Ⅱ型温度变送器

三、压力检测仪表的工作原理与调校

压力检测仪表常用的测量方法有以下几种：

(1) 根据流体静力学原理,将被测压力转换成液柱高度进行测量。如 U 型管压力计、单管压力计和斜管压力计。

(2) 根据弹性元件受力变形的原理,将被测压力转换成弹性元件弹性变形的位移进行测量。如单圈弹簧管压力计。

(3) 在弹性压力仪表的基础上,将被测压力转换成各种电量,依据电量的大小而实现压力的间接测理。如:电位器式、感式、电容式、应变片式、霍尔片式、压电式、压阻式、振频式等。

(一) 液柱式压力检测仪表的工作原理

液柱式压力仪表的工作原理是以液体静力学原理为基础的。常见的 U 型管压力计、单管压力计等。它们一般采用水银或水为工作液,常用于测量低压、负压或压力差。

U 型管压力计是由一“U”形的带有刻度的玻璃管制作而成的。有的玻璃管本身不带刻度,刻度标尺是另外一块木板,将 U 型玻璃管固定在这块板上,工作时玻璃管的一端接大气,另一端接被测压力,如图 5-3-93 所示。根据静力学原理,由 U 型管两边液柱之差就可以求出被测压力 P(表压)的数值。

工作液一般用水银或水。但是,在 U 型管较细、要求精度较高的场合下,为了避免由于水的毛细管作用引起的误差,工作液常采用酒精或甲苯。

在仪表工程中,U 型管压力计常常用来作调校时的“标准表”,以测量低压或微压。

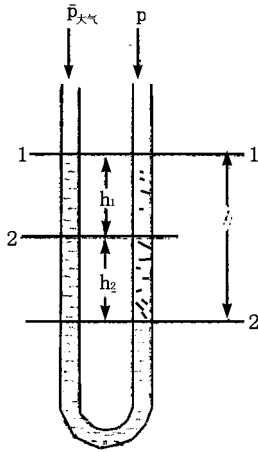


图 5-3-93 U 型液柱压力计

(二) 弹性式压力检测仪表的工作原理

弹性式压力仪表是以弹性元件受压后产生的弹性形变作为测量基础。根据测压范围的不同,所用的弹性元件也不一样。测量微压和低压时,多用波纹管 and 波纹膜片,而单圈弹簧管和多圈弹簧管的测压范围很广,可作高、中、低压以及真空度的测量。

单圈弹簧管压力仪表主要由测量元件和放大机构组成。如图 5-3-94 所示。

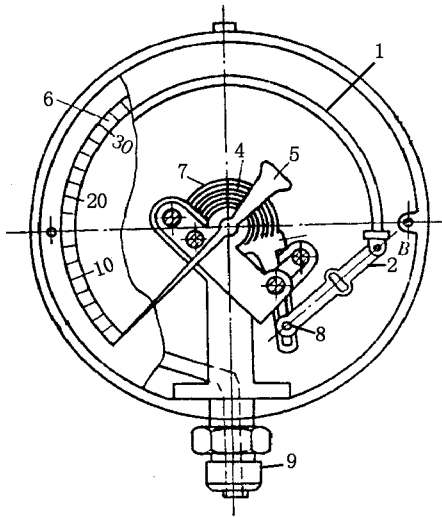


图 5-3-94 弹簧管压力仪表

- 1—弹簧管 2—拉杆 3—扇形齿轮 4—中心齿轮;
5—指针 6—面板 7—游丝 8—调整螺钉 9—接头

测量元件——弹簧管 1, 是一根弯成 270° 圆弧的椭圆形截面的金属管子, 管子的自由端 B 封闭, 管子的另一端固定在接头上。通入被测压力 P 后, 由于椭圆形截面在压力 P 的作用下, 将趋向圆形, 弯成圆弧形的弹簧管随之产生向外挺直的扩张变形, 从而使弹

簧管的自由端 B 产生位移。但这个位移量较小,因此,必须通过放大机构才能指示出来。

具体动作过程:被测压力 P 由接头 9 通入,迫使弹簧管 1 的自由端 B 向右上方扩张,自由端 B 的弹性形变位移,通过拉杆 2 使扇形齿轮 3 作逆时针偏转,在面板 6 的刻度标尺上指示出被测压力 P 的数值。由于自由端的位移与被测压力之间具有比例关系,因此弹簧管压力表的刻度尺是线性的。

游丝 7 用来克服因扇形齿轮和中心齿轮间的间隙而产生的仪表变差,改变调整螺钉 8 的位置,可以实现量程的调整。

在生产过程中,常需要把压力控制在某一范围内。因为当压力超过某一规定范围时,就会破坏正常工艺条件,甚至可以发生爆炸等危险。利用带有电接点的压力表可以很简便地在压力偏离给定值时发出声光信号,以便提醒操作人员注意,并可通过中间继电器构成连锁回路,发出停机信号。

该仪表的测量系统由弹簧管、接杆和齿轮传动机构、示值部件组成。被测介质的压力作用于弹簧管,使其自由端产生位移,由拉杆传至齿轮传动机构予以放大,并转换成指针的转动,在刻度盘上指示出被测值。

该仪表的接点形式为感应接近开关,其关键件——感应开关由德国的“P+f”公司制作。仪表的上、下限设定针上各安装了一只感应开关,当压力上升并达到下限值时,下限信号针进入下限感应开关的缝隙中,使感应开关改变电气状态,发出超下限位式信号。当压力继续上升时,下限信号针留在缝隙中,信号保持。当压力到达下限值时,上限信号针由指针带离上限感应器的缝隙,使上限感应开关改变电气状态,发出超上限信号。当压力继续上升,信号保持。当压力回落到上限值,上限信号针便插入上限感应器的缝隙,上限感应器又回复原来电气状态,撤消超上限位式信号。当压力下降至下限值,指针将下限信号针带离下限感应器的缝隙,使下限感应开关回复原来状态,撤消超下限位式信号。当位式信号与防爆栅及外设备、电路、执行器适当配合,便能在爆炸环境中直接测量、控制压力所需的范围内,或发出报警信号或停机动作,从而实现自动控制。

(三) 霍尔片式压力传感器

霍尔片式压力传感器的工作原理如图 5-3-95 所示。

被测压力由弹簧管 1 的固定端引入,弹簧管的自由端与霍尔片 3 相连接。在霍尔片的上、下方垂直安放两对磁极,使霍尔片处于两对磁极形成的非均匀磁场中。霍尔片的四个端面引出四根导线,其中与磁钢 2 相平行的两根导线和直流稳压电源相连接,另两根导线来输出信号。

当被测压力引入后在被测压力作用下,弹簧管自由端要产生位移,改变了霍尔片在非均匀磁场中的位置,因而信号输出端就产生了霍尔电动势这就完成了将机械位移量转换成电量——霍尔电动势的任务。也就实现了压力信号(以电量形式)的远传和显示。

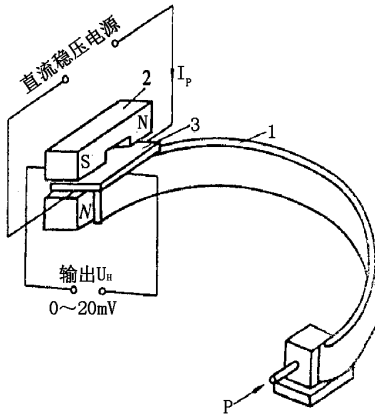


图 5-3-95 霍尔片式压力传感器

1—弹簧管 2—磁钢 3—霍尔片

(四) 压阻式压力传感器

压阻式压力传感器是采用无机械可动部件的扩散硅半导体传感器,其工作原理如图 5-3-96 所示。

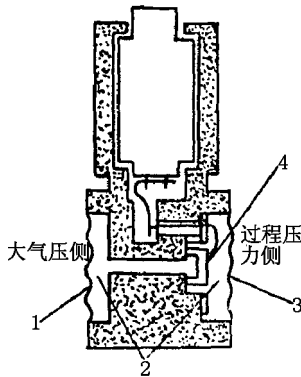


图 5-3-96 压阻式压力传感器

1、3—隔离膜片 2—封入液 4—半导体传感器

当被测压力和大气压压力分别加在两个密封膜片上,通过封入液体(硅油)把压力变化传递给半导体传感器。由于压阻效应,硅半导体扩散应变电阻的值变化,再由电桥把变化的信号取出,通过放大器得到二线制 $4 \sim 20mA$ 的输出。

(五) 压电式压力传感器

压电式压力传感器的原理是基于某些晶体材料的压电效应。目前广泛使用的压电材料有石英和钛酸钡等,当这些晶体受压力作用发生机械变形时,在其相对的两个侧面上产生异性电荷,这种现象称为“压电效应”。压电式传感器的结构如图 5-3-97 所示。

由于受压薄壁筒给出预载力,并将一挠性材料制成非常薄的膜片进行密封。预载筒外的空腔可以连接冷却系统,以保证传感器工作在环境温度一定的条件下,这样就避免

了因温度变化所造成的预载力变化而引起测量误差。

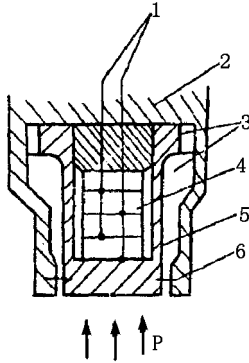


图 5-3-97 压电式压力传感器

- 1—引线 2—外壳 3—冷却腔；
4—晶堆 5—薄壁筒 6—膜片

(六) 应变式压力传感器

应变式压力传感器是把压力的变化转换成电阻值的变化进行的测量。应变片是由金属导体或半导体制成的电阻体，其阻值随压力的变化而变化。国产 BPR-2 型压力传感器的结构示意图如图 5-3-98 所示。

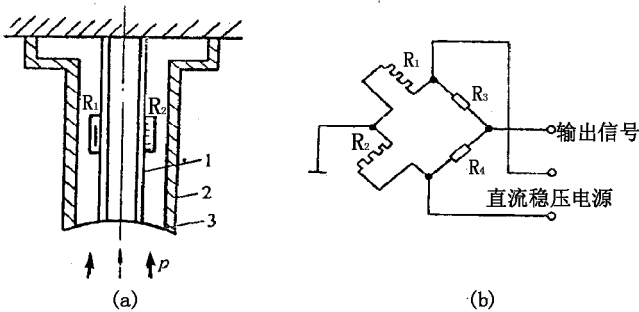


图 5-3-98 应变式压力传感器结构原理图

- 1—应变筒 2—外壳 3—密封膜片 (a) 应变筒 (b) 检测电桥

应变筒的上端与外壳 2 固定在一起，下边与密封膜片 3 紧密接触，两片康铜丝应变片 R_1 和 R_2 用特殊胶合剂粘贴在应变筒的外壁上。 R_1 沿应变筒的轴向粘贴作为测量片， R_2 沿应变筒的径向粘贴作为温度补偿片。变片与筒体之间不应产生相对滑动，并保持电气绝缘。当被测压力 P 作用于膜片而使应变筒作轴向受压变形时，沿轴向贴的应变片 R_1 也将产生轴向压缩应变变量，于是 R_1 的阻值变小，而沿径向贴放的应变片 R_2 ，由于应变筒的径向产生了拉伸变形也将产生拉伸应变变量，于是 R_2 的阻值变大。

应变片 R_1 、 R_2 与另两个固定电阻 R_3 、 R_4 组成一个桥式电路，如图 5-3-98(b)，由

于 R_1 和 R_2 的阻值变化使桥路失去平衡,从而获得不平衡电压作为传感器的输出信号。本传感器桥路的电源为 10V(直流),最大的输出为 5mV 直流信号,再经前置放大成为电动单元组合仪表的输入信号。

(七) 振频式压力传感器

振频式压力传感器的工作原理如图 5-3-99 所示(以 820 系列差压变送器为例)。

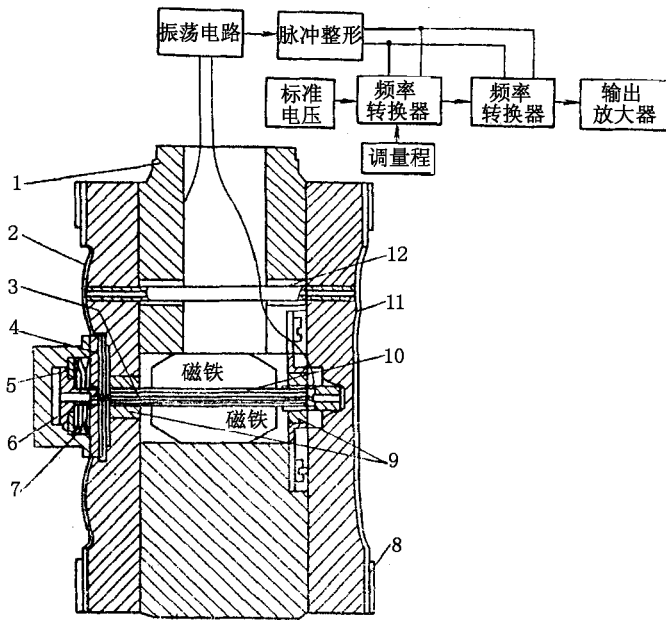


图 5-3-99 820 系列振频式差压变送器工作原理

- 1—基体 2—低压侧膜盒 3—振弦丝 4—预加张力弹簧;
- 5—垫圈 6—振弦丝夹头 7—过量程保护弹簧 8—密封垫;
- 9—绝缘体;10—金属管;11—高压侧膜盒;12—液体传递通道

传感器膜盒感受的压力通过液体传递通道,传递到内部张紧的弦上,改变其张力,从而使张弦的机械谐振频率发生变化。再将其频率量经电子器件转换成两线制的 4~20mA DC 输出。

(八) 电容式压力传感器

电容式压力传感器是采用全密封电容感测元件 δ 室,直接感测压力,其工作原理(以 1151 系列电容式变送器为例)如图 5-3-100 所示。

被测介质压力通过隔离膜片,由灌充液体传送到 δ 室中心的测量膜片。另一侧可以是大气基准压力(用于测量计示压力)、真空(用于测量绝对压力)或其它比较压力(用于测量差压),以同样的方式传递到测量膜片。测量膜片的位移正比于作用在其上的差压,此位移由其两侧的电容器固定极板检测出来。由此产生的电容变化量被电子线路转换成二线制 4~20mA DC 输出信号。

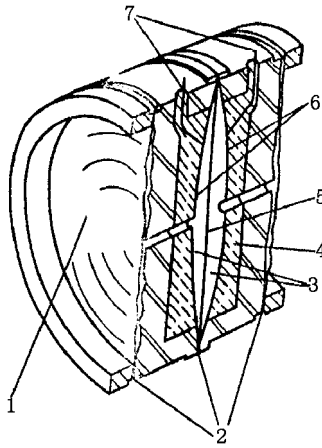


图 5-3-100 1151 系列电容式变送器的 δ 室

- 1—隔离膜片 2—焊接密封 3—灌注油 4—刚性绝缘体；
5—测量膜片 6—电容固定极板 7—引线

(九) 光导纤维传感器

Y 型光导纤维压力传感器结构原理如图 5-3-101 所示。

当被测压力作用于膜片杯时，膜片杯发生位移，从而改变了光导纤维与膜片之间的距离，使光导纤维接收到反射光量变化，这光量由光电元件接收器接收，并转换成电量，经放大器放大后，显示被测压力值。这种传感器能测 0~35 MPa 动态压力，也可测量低压，信号输出较大。

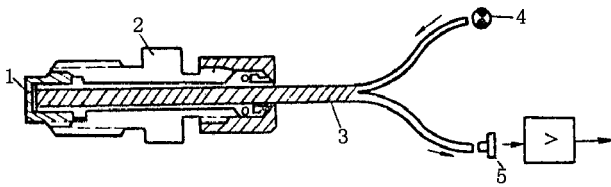


图 5-3-101 光导纤维压力传感器示意图

- 1—灵敏膜片杯 2—支架 3—光导纤维；
4—光源 5—光接收器

光导纤维压力传感器与传统压力传感器相比，有其独特的优点：利用光波传递信息，不受电磁干扰，电气绝缘好，耐腐蚀，无电火花，可以在高压、易燃易爆的环境中测量压力、流量、液位等。它灵敏度高，体积小，可挠性好，可插入狭窄的空间中进行测量，因此而得到重视，并得到迅速发展。

(十) 压力检测仪表的调校

调校用主要仪表设备：压力试验台、浮球压力计、标准压力计、标准真空计、数字式压力计、补偿微压计、数字式万用表等。

主要调试项目：外观及常规检查；基本误差、变差和报警动作点等。

调试方法：

QDZ 型差压变送器的校验装置如图 5-3-102 所示、DDZ-Ⅱ 型差压变送器的校验接线如图 5-3-103 所示、DDZ-Ⅲ 型差压变送器的校验接线如图 5-3-104 所示。

1. QDZ 型差压变送器的调校

(1) 静压误差校验：向变送器正、负压室同时输入相同的压力，变送器输出零位随着静压的变化而改变，这种由静压而产生的误差，称为静压误差。一般规定静压误差的最大值不能大于输出围的 $\pm 1.5\%$ 。

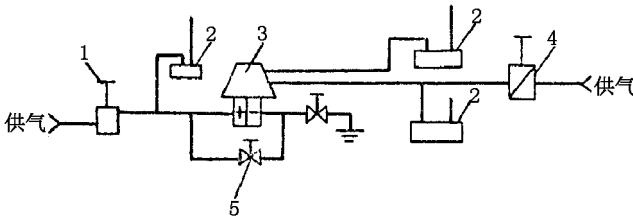


图 5-3-102 QDZ 型差压变送器校验接线

1—气动定值器 2—单管压力计 3—差压变送器；
4—过滤减压器 5—阀

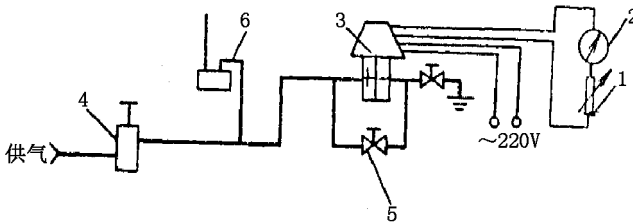


图 5-3-103 DDZ-Ⅱ 型差压变送器校验接线

1—1.5kΩ 电阻箱 2—0~10mA 直流电流表；
3—差压变送器 4—气动定值器 5—阀 6—单管压力计

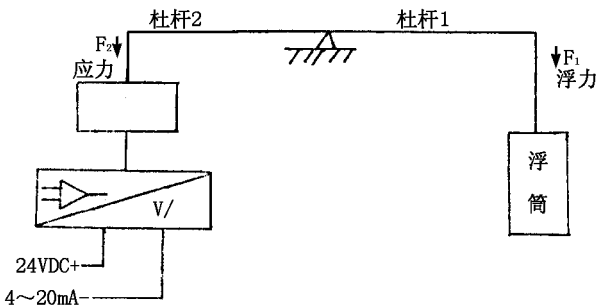


图 5-3-104 UTDZ-Ⅱ 型智能液位变送器校验接线

(2) 精度校验：

①调零点 :当差压为零时 ,变送器输出压力应是 19.61kPa 。否则调整零点弹簧螺钉 ,必要时改变喷嘴挡板的间隙。

②调量程 :当给变送器输入量程的最大差压时 ,变送器输出压力应是 98.07kPa ,否则调整量程调节螺钉。

值得注意的是此时必须重复调零 ,然后再调量程 ,如此反复直至合格为止。

③调线性 :检查量程范围内中间四点的误差和变差。若线性不合格 ,应进行调整。

2. DDZ - II 型差压变送器的调校

(1) 静压误差校检 :

同 DQZ 型差压变送器的静压误差校验。

(2) 精度校检 :

①调零点 :仪表通大气 ,用调零弹簧使仪表输出电流为零。需注意此时限位装置与副杠杆不能接触。

打开阀门 ,用压力发讯器输入压力到满量程 $3/4$ 以上。然后除去压力 ,观察仪表输出是否回零 ,如此反复数次 ,重复调整零位 ,直到仪表输出稳定。

②调量程 :缓慢输入差压信号到满量程 ,若仪表输出电流在 $10 \pm 1.5\text{mA}$ 以外 ,检查放大器量程调节短接片是否接对。若输出电流在 $10 \pm 1.5\text{mA}$ 以内 ,即可通过量程调节装置的偏心件进行细调。如果输出电流在 $10 \pm 0.2\text{mA}$,即可通过磁分路螺钉进行微调。螺钉向里是增加输出电流 ,螺钉向外是减小输出电流。必须注意 ,凡是用支点来调整满度输出电流的 ,必须重新调整零点。即除去差压信号调整后 ,观察满度 ,反复几次直到零点和量程均准确为止。

③调线性 :将输入信号(差压)分成 20% 、 40% 、 60% 、 80% 、 100% ,测试仪表输出电流值应分别为 2mA 、 4mA 、 8mA 、 10mA ,其误差应满足精度等级。

(3) 限位调整 :

加差压到满量程的 125% ,调整限位装置 ,此时电流没有下降现象。

(4) 测量范围调整 :

用放大器上的量程调节、量程调整装置的偏心件及磁钢的磁分路 ,即可调到所需要的测量范围。

3. 智能型液位变送器的调校

UTDZ - II 型智能型液位变送器是采用现代先进的微处理器技术开发研制的一种新型的液面、界面的二线制测量仪表。该仪表的敏感元件采用了高精度的应力传感器。该变送器本身具有模拟输出($4 \sim 20\text{mA DC}$)和数字通讯功能 ,采用 RS - 232C 接口可与主机联机 ,以达到自动检测和自动控制的目的。

变送器内部设有液晶显示器显示 ,通过调整面板设定键可方便的任意设定零点和量程及被测液体的密度 ,能提取所设定物位瞬时值 ,如液位高度、百分比、输出电流值等。

由于该变送器采用了自动调零和零点迁移功能,改变了传统的加装校验液体和拆卸等繁琐的校验程序,只需将被测液体排空,通过调整按键即可完成初次完装的整定校验工作。其工作原理如图 5-3-124 所示。

UTDZ-I 智能型变送器设有三个功能按键。“M”存储键:锁定其整定内容;“↑”调整键:用于数据修改;“↓”符号键用于“-”的消失与显示。该按键安装在变送器铭牌后面,推动该铭牌即可露出,并配有液晶显示器 LCD 用以显示其测量值和整定内容,显示器共能显示四位器字,包括一位符号位和三位有效位,在设定修改功能状态下,第一位代码为主功能状态代码,后二位为副功能代码,在显示功能状态下为输出显示值。

功能的调整:

(1)在设定和修改任意参数时,都需要同时按动面板整定键“M”“↓”进入功能整定状态。按动“M”键可依次进入①特征代码“10”;②量程参数的设定“2L”;③介质密度参数的设定“3”;④电流输出调整“44”;⑤回路检测电流输出“5”;⑥输出显示内容的设定“6×”;⑦零点迁移零点的设定“7”。按“M”键可回到显示状态。

(2)量程参数设定:在进入功能整定状态下,按动 M 键使液晶显示“2L”,按动“M”键,显示“×××”,表示量程下限值,同时按动“↑”“↓”键,方可进行下限设定,按动“↑”或“↓”键进行量程的修定,完毕后按动 M 键将整定的量程值存入存贮器内,同时显示“2H”,进入量程上限整定状态。整完方法同速定下限方法相同。

(3)介质密度:该仪表设有记忆介质密度功能,可将该测量液体的密度存入在存贮器内,以便备查。在功能整定状态下按动“M”键,进入液晶显示“3”,按动“M”键进入介质密度内容修“×××”,用“↑”键进行内容的修定,确定后按“M”键,整定完毕。

(4)电流输出调整

在功能整定状态下,按动“M”键,液晶显示器显示“44”,进入电流输出调整,出厂时已调完毕。

(5)回路检测电流输出,为了调校与该表连接仪表与线路的方便,该表特设了输出 4mA、12mA、20mA,三种输出标准电流的功能。在功能状态键入“M”键进入“5”状态,同时键入“↑”“↓”键进入“54”,此时该表输出标准的 4mA 电流按“↑”键可显示“512”和“520”分别输出 12mA、20mA 电流。

(6)输出显示:在功能状态下键入“M”,进入“6×”,x 为 0~3 数码,数码含义如下:0—液位高度,1—输出电流值百分比,2—输出电流值,3—特征值。

通过“↑”和“↓”来选择要显示的内容。

(7)零点迁移:本变送器的输出曲线特征已存储在微处理器内,只要校验量程的下限值,即零点值,即可纠正在使用中出现的误差值。

将检测中的液体排空,使检测元件处于下限量程状态,此时显示板应显示“000”,如显示的为其它数值,说明已经产生误差,记录显示数据,在功能状态下“M”键,使显示板

上显示“7”,同时按“↑”“↓”键,显示“000”,再用“↑”和“↓”键将显示值调在记录的误差值上,按“M”键回到正常显示状态即可。

(8)自动校零功能:该仪表具有自动检测介质物位是否排空,一旦确认,在20s之内微处理器就对零点自动校验一次,这样保证了仪表的准确,同时也减少了操作人员的繁锁的校验程序。在必要的情况下操作人员在确认介质排空时也可通过设置的校零键校验。具体操作是按动开关20s之后方能达到校零目的。注意不要随意使用此按键,以免造成计量误差。

(9)通讯功能:该仪表具有模拟量输出和通讯功能,通过面板所设定的开关选择,在模拟量输出状态下可显示液体高度,百分比,电流值等参数之一。在通讯能状态下输出符合标准的RS-232C接口协议信号,可传输液位的上、下限值,介质密度、液位高度百分比等参数,可与上位机系统连接以达到控制和调节的目的。

(十一)压力检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

压力仪表检测调校时常见故障的原因及处理方法如表5-3-7所示。

表5-3-7 压力检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象	可能原因或处理方法
压力表无指示	①弹簧管破裂和被堵 ②表头内机械传动机构失灵或卡住 ③压力校验器漏气或漏油、导致无法建立压力
指针走动吊滞	①指针碰玻璃或表盘 ②中心齿轮轴弯曲或与刻度盘孔相碰摩擦
指针跳动	①表头内机械传动部分配合不好,间隙中有异物 ②齿轮和轴变形 ③弹簧管自由端拉杆活动受阻 ④游丝外圈与零件相碰 ⑤连杆与扇形齿轮间的活动螺丝不灵活
指针不回零	①游丝力矩不足 ②指针松动 ③零点未校正 ④调试时超压,使弹簧管永久变形 ⑤机芯固定位置不当
指示超差	①弹簧管渗漏 ②传动机构阻力大 ③游丝力矩不足、位置不对或已乱 ④传动机构间隙过大
轻敲后位移超差	①游丝盘紧不当 ②机械传动部分间隙过大 ③机芯有松动处
指示误差均匀,指示到不了上限	①弹簧管变形失调 ②扇形齿轮与弹簧管自由端连接杆传动比调整不当 ③扇形齿轮初始位置不当 ④刻度盘不等分或与中心轴不同心

第五篇 电气仪表的安装调试

故障现象		可能原因或处理方法
膜盒压力表	无指示	①管路堵塞或膜盒破裂
	指示超差、跳动或转动不灵活	①膜盒变形 ②机械传动部受阻
电接点压力表	指针到整定值时不发信号或离开整定值时,不复位	①接点机构损坏、回弹力过小或卡住 ②接点太脏或烧坏 ③触头位置不准 ④表头内部断线、接线处脱落
电阻式电远传压力表	无指示或固定某一点,误差超标,指针反向	①指示仪表损坏 ②连接导线损坏、未连接好或接线错误 ③线路电阻匹配不对 ④滑线电阻接触不良 ⑤电源或发送器两端接反
DDZ-II型差压变送器	线性不好	①限位装置碰到副杠杆 ②敏感元件损伤 ③簧片弯曲、变形 ④动圈在磁钢中活动受阻 ⑤负载电阻大于 $1.5\text{k}\Omega$ ⑥振荡级灵敏度低
	变差超差	①磁钢中有铁屑或杂物 ②支点与副杠杆脱开 ③机械部分螺钉松动
	无电流输出	①电源未接好 ②反馈动圈开路 ③放大器有故障 ④敏感元件与主杠杆连接不紧
	输出电流大于 10mA	①检测线圈 L_1 、 L_2 有短路或开路现象
	输出电流小于 10mA	①限位装置碰副杠杆 ②副杠杆与支点脱开 ③负载电阻超过 $1.5\text{k}\Omega$ ④功率放大倍数不够 ⑤放大器故障 ⑥电源电压太低
	输出电流振荡不稳定	①放大器校正环节输出电容或其它元件开路或虚焊 ②敏感元件无位移或损坏 ③磁钢中有铁屑或污物 ④转换机构中螺钉松动 ⑤敏感元件与主杠杆连接处松动 ⑥敏感元件泄漏
	通电后输出为零	①连接导线开路 ②电源极性接反

故障现象	可能原因或处理方法
通电后输出最大,用手握平衡锤也降不下来(约30mA)	①差动变压器原边线圈,A、B断线 ②差动变压器的原边与副边任意两点短路 ③E、F短路 ④晶体管放大器故障
输出两位式跳动,调零位也不能使输出固定某一位置	①反馈线圈短路,整机无反馈 ②反馈线圈接反了,从而变成正反馈 ③调零弹簧和衔铁片(检测片)的相对位置没找好 ④动圈与磁钢卡住或调零的空心螺钉摩擦太大
电源接通后输出始终停留在小于2mA的位置,用手推锤也上不去	①感应片位置太高,差动变压器没有进入工作区 ②反馈线圈绝缘有好,电源与外壳短路 ③差动变压器故障 ④晶体管或C ₂ 电容损坏
线性不好	①可动部件有卡碰现象 ②过载保护弹簧片在量程上限时脱开 ③膜盒的线性不好 ④矢量机构的三个搭接片不在一个平面上 ⑤放大器放大倍数低
变差大	①机械部分的螺钉松动 ②反馈线圈的引线通道中引线与副杠杆之间有摩擦 ③磁钢中有铁屑和污物,阻碍动圈运动 ④弹性元件本身的变差大
静压误差大	①测量杠杆与轴封支架不垂直 ②拉条装配不好与主杠杆中心线不重合 ③膜盒的两个膜片有效面积相差太大,应更换
输出无规则	①放大器和导线联接有虚焊 ②反馈动圈与壳体短路
给输入信号,但输入上不去	①膜盒的连接片异常 ②静压螺钉与矢量杠杆接触不好 ③正、负压室密封不好,泄漏比较厉害
输入信号增加,输出信号下降	①反馈动圈与CD同时接反

四、流量检测仪表的工作原理与调校

体积流量检测仪表常用的测量方法有以下几种：

(1)应用流体力学的原理测量流量。即以流体在管道内的流速 v 作为测量依据来计算流量。假设已知流体管道的截面积为 A ,那么流体的体积流量应为 $Q = vA$,质量流量为 $M = \rho vA$ 。例如差压式流量计、转子流量计、靶式流量计、电磁流量计、涡轮流量计、超声波流量计等。

(2)应用容积法测量流量、即以单位时间内所排出流体的固定容积 V 的数目 n 作为测量依据来计算流量。那么流体的体积流量 $Q = nV$,质量流量为 $M = \rho nV$ 。例如椭圆齿

轮流量计、腰轮流量计就属于这类仪表。

质量流量检测仪表常用的测量方法有以下几种：

(1) 直接以被测流体的质量为依据。如热力式质量流量计、科氏力质量流量计、差压式质量流量计。

(2) 以体积流量计为基础, 经过换算求出质量流量。如温度压力补偿式和密度补偿式质量流量计。

(一) 差压流量计的工作原理

差压式流量计是基于流体流动的节流原理, 利用流体流经节流装置时产生的与流量有关的压力差来实现流量测量的。它是目前工业生产中使用最成熟、应用最广泛的一种流量测量手段。常用的节流装置有孔板、喷嘴、文丘里管等。

流体在装有节流装置的管道中流动时, 在节流装置前后的管壁处, 流体的静压力产生差异现象称为节流现象。如图 5-3-105 所示。

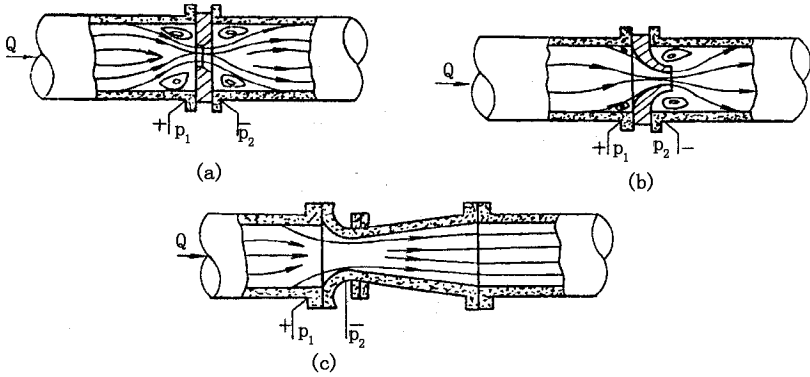


图 5-3-105 标准节流装置以及节流现象
(a) 孔板 (b) 喷嘴 (c) 文丘里管

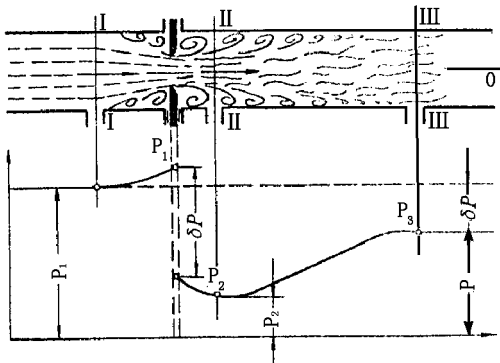


图 5-3-106 孔板附近流束及压力分布情况

连续流动着的液体在遇到安插在管道内的节流装置时,由于节流装置的截面积比管道的截面积小,形成流体流通面积的突然缩小,在压力作用下,流体的流速增大,形成流束的收缩。当挤过节流孔以后,流速又由于流通面积的变化和流束的扩大而降低。与此同时,在节流装置前后的管壁处的流体静压力就产生了差异,形成静压力差 ΔP ($\Delta P = P_1 - P_2$),如图 5-3-106 所示。并且 $P_1 > P_2$,此即节流现象。

从图中可以看出,节流装置的作用在于造成流体束的局部收缩,从而产生压差。并且,流过的流量愈大,在节流装置前后所产生的压差也愈大,因此可以通过测量差压来衡量流体流量的大小,测量差压的方法是采用差压计或差压变送器。

(二) 转子流量计的工作原理

转子流量计是以压降不变,利用节流面积的变化来反映流量大小,从而实现流量测量的仪表。转子流量计的工作原理如图 5-3-107 所示。

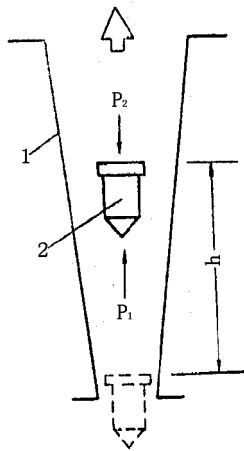


图 5-3-107 转子流量计原理图

1—锥形管 2—转子

当被测流体(气体或液体)由锥形管下部进入,沿着锥形管向上运动,流过转子与锥形管之间的环隙,再从锥形管上部流出。当流体流过锥形管时,位于锥形管中的转子受到一个向上的“冲力”,使转子浮起。根据流体流量大小,转子将沿着它的刻度尺,由零刻度点到相当于最大流量数值的刻度点之间自由运动。

为了使浮子的工作稳定,在它的边缘上开了几条斜槽。在通过槽内的流体流束的作用下,浮子就发生了旋转运动。因此它便于稳定在流束的中心。转子流量计结构示意图如图 5-3-108 所示。

转子流量计除可以现场显示外,还可以将转子的位移信号转换成其他可以远传的信号,例如各种电量信号等等。

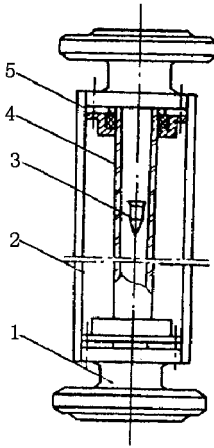


图 5-3-108 转子流量计结构示意图

1—支撑法兰 2—支撑板 3—浮子；
4—测量管 5—密封垫片

（三）靶式流量计的工作原理

靶式流量计的工作原理基本上与差压式流量计及转子流量计相似，都是采用了在管道中插入一定型式的节流元件（孔板、转子、靶等）。以靶为节流元件的靶式流量计的流通面积（靶与管道间的环形间隙）是恒定的。它们是利用流体流量形式的转换，将流量的变化转换为流体作用在靶上的推力来作为流量测量信号，以实现流量测量的，如图 5-3-109 所示。

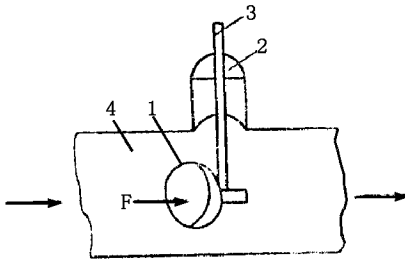


图 5-3-109 节流元件—靶

1—靶 2—输出轴密封片；
3—靶的输出力杠杆（主杠杆）；4—管道

靶式流量计由靶式流量变送器及其相应的显示仪表所组成。而靶式流量变送器本身则由安插在管道中的靶及靶上所受到的流体推力 F 的转换机构所组成。

（四）电磁流量计的工作原理

电磁流量计是利用电磁感应原理制成的流量测量仪表，由变送器和转换器两部分组成。被测介质的流量经变送器转换成感应电势后，再经转换器把电势信号转换成统一的 $0 \sim 10\text{mA}$ 直流电流信号作为输出，以便进行指示、记录或与电动单元组合仪表配套使用。

它的基本检测原理如图 5-3-110 所示。

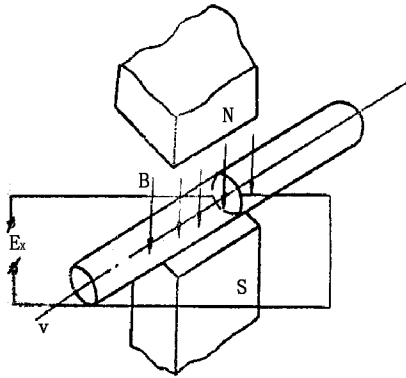


图 5-3-110 电磁流量计原理图

在一段用非导磁材料制成的管道外面,安装有一对磁极,用以产生磁场。当导电液体流过管道时,流体切割磁力线便会产生感应电势,此感应电势由与磁极成垂直方向的两个电极引出。当磁感应强度不变,管道直径一定时,这个感应电势的大小仅与流体的流速有关,而与其他因素无关,且感应电势的大小与体积流量之间具有线性关系。将所得到的感应电势 E_x 经放大并转换为 $0 \sim 10\text{mA}$ 统一标准直流信号后,传送给显示仪表,就能在显示仪表上读出流量。

为了避免磁力线被测量导管的管壁短路,并使测量导管在磁场中尽可能降低涡流损耗,测量导管是由非导磁的高阻材料制成的。

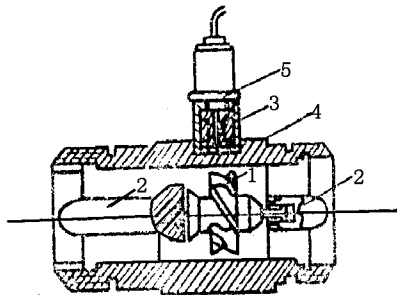


图 5-3-111 涡轮流量计

1—涡轮 2—导流器 3—磁电感应转换器;
4—外壳 5—前置放大器

(五) 涡轮流量计的工作原理

在流体流动的管道内,安装一个可以自由转动的涡轮,当流体通过涡轮叶片时,流体的动能使涡轮旋转。流体的流速越高,动能就越大,涡轮转速就越高。在规定的流量范围和一定的流体粘度下,转速与流速呈线性关系。因此,只要测出涡轮的转速或转数,就可以测定

流过管道的流体流量或总量。常用的涡轮流量计的结构示意图如图 5-3-111 所示。

涡轮 1 由高导磁系数的不锈钢材料制成,叶轮芯上装有螺旋形叶片,流体作用于叶片上,使之转动。

导流器 2 是用以稳定流体的流向和支承叶轮的。磁电感应转换器 3 由线圈和磁钢组成,用以将叶轮的转速换成相应的电信号,再供给前置放大器进行放大。

整个涡轮机构安装在外壳 4 上,外壳 4 由非导磁性的不锈钢制成,两端与流体管道连接。

当流体通过涡轮叶片与管道之间的间隙时,由于叶片前后的压差产生的力推动叶片,使涡轮旋转。在涡轮旋转的同时,高导磁性的涡轮就周期性地扫过磁钢,使磁路的磁阻发生周期性的变化,线圈中的磁通量也跟着发生周期性的变化,线圈中便感应出交变电信号。交变电信号的频率与涡轮的转速成正比,亦即与流量成正比。这个信号经前置放大器放大后,送往电子计数器或电子频率计,以积累或指示流量。

(六)冲量式流量计的工作原理

冲量式流量计是一种专门用于测量固体颗粒状介质流量的仪表,它是基于力平衡原理工作的。其工作原理如图 5-3-112 所示。

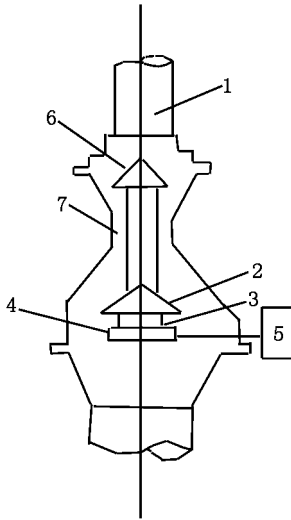


图 5-3-112 冲量式流量计原理示意图

1—被测介质 2—冲量传感器 3—波纹管密封;

4—弹簧箱 5—变送器 6—缓冲器 7—导管

冲量式流量计的测量部分由冲量缓冲器 6,冲量传感器 2 和弹簧箱 4 等几个部分构成。冲量缓冲器 6 主要是为抵消被测介质下降时的加速度而设置的。当颗粒状被测介质沿垂直安装的管段由上而下流动时,介质流动所具的冲力经缓冲器 6 缓冲后,就仅以自身重量沿导管落在冲量传感器 2 上,产生与瞬时重量成比的冲力。所产生的作用力

使弹簧箱中的盘形弹簧在垂直方向上产生与固体颗粒重量相应的微小位移,通过杠杆传动系统,经电动(或气动)变送器转换成电(或气)信号,就可使相应的显示仪表显示出被测固体物料的瞬时流量。亦可通过积算机构显示出累积总量。

(七) 齿轮流量计的工作原理

椭圆齿轮流量计是具有代表性的容积式流量计,它对被测流体的粘度变化不敏感,故特别适合于测量高粘度流体介质,甚至糊状物的流量。

椭圆齿轮流量计的测量部分是由两个相互啮合的椭圆形齿轮 A 和 B、轴及壳体组成。椭圆齿轮与壳体共同构成测量室。如图 5-3-113 所示。

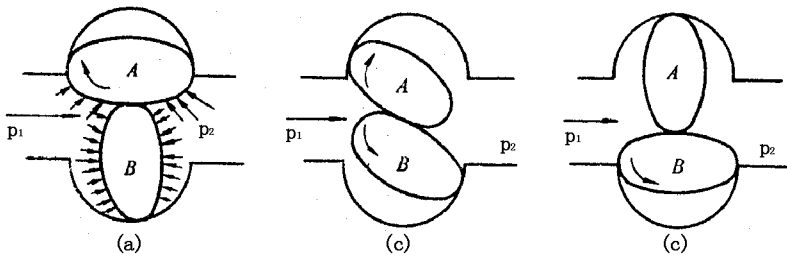


图 5-3-113 LC 型椭圆齿轮流量计

当流体流过椭圆齿轮流量计时,椭圆齿轮在被测介质的压差 $\Delta P = P_1 - P_2$ 的作用下,产生作用力矩而使其转动。

在图 5-3-113(a) 中所示的位置时,由于 $P_1 > P_2$,在 ΔP 的作用下,椭圆齿轮 A 受到了合力矩的作用,按顺时针转动,把齿轮 A 和壳体间的半月形容积内的被测介质排至出口,并带动此时此刻所受合力矩为零的齿轮 B 作逆时针方向转动。这时 A 为主动轮, B 为从动轮。

当转到图 5-3-113(b) 所示中间位置时,根据受力分析可知,此时 A 轮和 B 轮均为主动轮,两轮均按原来的方向转动。

当转到图 5-3-113(c) 中所示位置时, ΔP 作用在 A 轮上的合力矩为零,为 B 轮受合力矩的作用继续作逆时针方向转动,并把已吸入下半月形容积内的被测介质排出出口。这时 B 为主动轮, A 为从动轮。

如此往复循环,受流体推力作用,轮 A 和轮 B 相互交替地由一个带动另一个转动,同时将被测介质以半月形容积为单位一次又一次地由进口排至出口。因为流量与椭圆齿轮的转速有关,故原则上采用一只测转速的仪表就可以用来显示流量。

与椭圆齿轮流量计工作原理相同的还有腰轮流量计,它只是轮子的形状略有不同,两个轮子不是互相啮合、滚动进行接触旋转,轮子表面无牙齿,它是靠套在伸出壳体的两根轴上的齿轮啮合的。

(八) 漩涡流量计的工作原理

漩涡流量计是基于流体的振动原理,利用漩涡频率作为流量测量信号的新型流量

计。它有两种类型：一种是基于流体自然振荡的卡门漩涡列原理制成的，称为卡门漩涡流量计；另一种是基于流体强迫振荡的漩涡旋进原理制成，称为旋进式漩涡流量计。如图 5-3-114 所示。

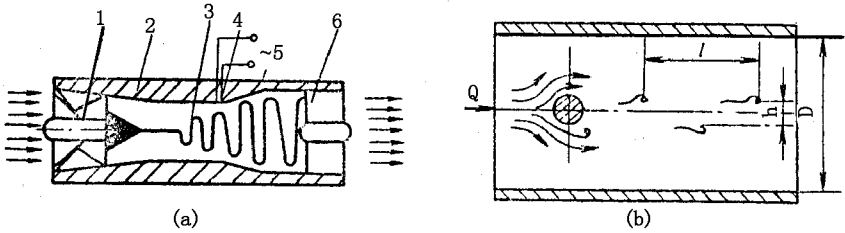


图 5-3-114 漩涡流量计

(a) 旋进式漩涡流量计 (b) 卡门式漩涡流量计

1—螺旋叶片 2—文丘利收缩段 3—漩涡；
4—热敏电阻 5—扩大管 6—导直叶片

旋进式漩涡流量计的测量原理如图 5-3-115(a) 所示。流经旋进式漩涡流量计的流体，流过一组螺旋叶片后被强制旋转，便形成漩涡。漩涡的中心是速度很高的区域，称涡核，它的外围是环流。在文丘利收缩段，涡核与流量计的轴线相一致。当进入扩大段后，涡核就转绕着流量计的轴作螺旋状进动。该进动是由近扩大段的壁面进行的，进行频率和流体的体积流量成比例。涡核的频率通过热敏电阻来检测。热敏电阻由检测放大器供给电流加热，使热敏电阻的温度始终高于流体的温度，每当涡核经过热敏电阻一次，热敏电阻就被冷却一次。这样，热敏电阻的温度随着涡核的进动频率而作周期的变化，该变化又促使热敏电阻的阻值也作周期性变化。这一阻值变化经检测放大器处理后转换成电压信号，即可获得与体积流量成正比例的电脉冲信号传送到显示仪表，以实现瞬时流量的指示和总量的积算。

卡门漩涡流量计的测量原理如图 5-3-114(b) 所示。在流体中垂直于流向放置一个圆柱体（或棱柱体），在它的下游两侧就会交替出现漩涡。两侧漩涡的旋转方向相反，并轮流地从柱体上分离出来，这两排平行的非对称的漩涡列称为卡门涡街。漩涡产生的频率与流速呈线性关系。漩涡频率的检测方法较多，按其检测方式分主要有：热敏式、压电式、电容式等。该信号经放大、转换后，可直接以数字量输出，也可以通过 D/A 转换成 $0 \sim 10\text{mA DC}$ 或 $0 \sim 20\text{mA DC}$ 输出，以便进行测量指示、记录、积算和控制。

(九) 直接式质量流量计的工作原理

直接式质量流量计是一种流量测量装置，其敏感元件的反应比例于真正的质量流量。常用的敏感元件有根据马格纳斯诱导回流效应和科里奥利效应制成的传感器。如图 5-3-115 所示。

马格纳斯诱导回流效应传感器如图 5-3-115(a) 所示。它是在仪表的壳体内安装

一个圆筒,把仪表分割成两个相等的通道。当圆筒静止时,流经通道的质量流量相等,则 P_1 与 P_2 的压力相等。当圆筒以恒定的速度 ω 按顺时针方向旋转时,则旋转圆筒的圆周速度必将叠加到流体上。显然 P_1 处的流速增大, P_2 处的流速减小,两者增减的速度均为旋转圆筒的圆周速度。即:

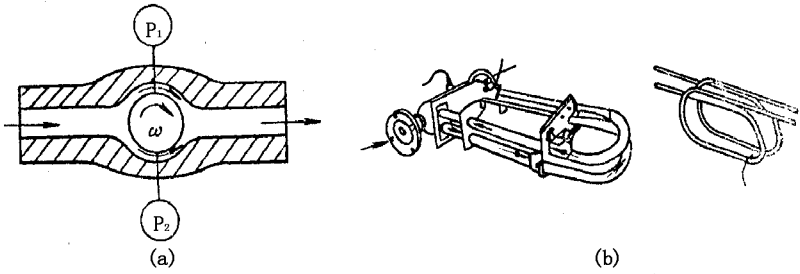


图 5-3-115 直接式质量流量计

(a)马格纳斯诱导回流效应传感器 (b)科里奥利效应传感器

$$u_1 = u_m + u_0$$

$$u_2 = u_m - u_0$$

式中 u_1, u_2 ——分别为 P_1 和 P_2 两点的流速;

u_m ——圆筒静止时各测点通道的流速;

u_0 ——由圆筒旋转时所产生的速度。

根据伯努利方程和流量基本公式可求得:

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} u_0^2$$

式中 A ——一边通道的截面积。

若圆筒由同步电机带动,确保其恒速转动。则 u_0 为常数。当结构及几何尺寸确定后,则 A 也是常数。因此只要测出 P_1 和 P_2 的压力差,就能得到与该压力差成正比的质量流量。

科里奥利效应传感器如图 5-3-115(b)所示。它由传感管、电磁驱动器和电磁检测器组成。传感管的种类很多有的是两根 U 型管,有的是两根 Ω 形管,有的是两根直线管。电磁驱动器使传感管以其固有频率振动,而流量的导入使 U 型传感管在科氏力的作用下产生一种扭曲,在它的左右两侧产生一个相位差,根据科里奥利效应,该相位差与质量流量成正比。电磁流量检测器把该相位差转变为相应的电平信号送入变送器。经过处理后,转换成与质量成正比的 4~20mA DC 模拟信号和一定范围的频率信号两种形式输出。

(十)流量检测仪表的调校

调校用主要仪表设备:标准压力发生器、频率信号发生器、综合校验仪、数字压力计、

通用计数器、数字电压表。

主要调校项目 结构尺寸及外观检查、常规检查、变换器基本误差、变换器积算精度等。

调校方法：

依据被试仪表的属性、量程范围、精度等级等条件合理选用调试用标准仪表及调试方法：

1. 差压式流量计的调校

(1) 结构尺寸及外观检查 :依据有关标准和规范 ,对孔板、喷嘴、文丘里管等一次元件进行结构尺寸复验和外观检。

(2) 差压计的调校 浮子式差压计(无附加装置)的校验连接如图 5-3-116 所示。

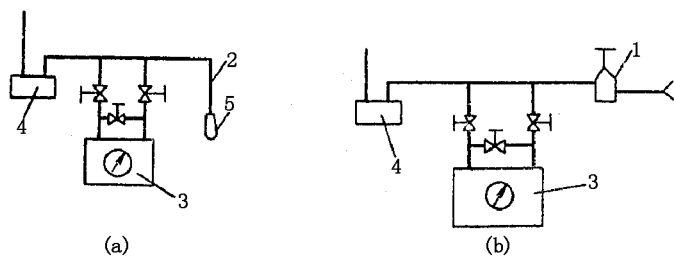


图 5-3-116 浮子差压计校验连接图

(a)用捏手加压 (b)用定值器加压

1—过滤减压阀 2—橡皮管 3—被校差压计；

4—U 型管压力计 5—捏手

①调零点 :当差压等于零时 ,指针应指在零刻度线上 ,其偏差不得大于最基本误差的绝对值的一半。如果零位偏差不大时 ,可松开指示仪表指针座螺钉 ,将指针移到零位上 ,然后旋紧指针座螺钉即可。零位偏差较大时 ,则可松开扇形板上的螺钉 ,移动弯臂来改变它和扇形板的相对位置。零位偏低 ,扇形板向右移 ,零位偏高 ,扇形板向左移。调整好 后旋紧螺钉即可。

②调线性和量程 :用捏手或用定值器向仪表的高压室加压 ,使指针稳定后 ,记录 U 形管差压计的读数 ,此即为校验第一点的实际值。读数后指针不应改变原来的位置。用同样方法 ,慢慢升压 ,依次校验其余各点。当从零刻度到差压上限的校验中发现：

A. 各校验点的指示值均大于或小于标准差压 ,并接近某固定值时 ,说明仪表的零位不准 ,可按调零方法调整。

B. 各校验点的指示值均大于或小于标准差压 ,并且逐渐增大或减少 ,则可松开弯臂上的螺钉 ,调整滑块在弯臂槽内位置 ,前者向上移动 ,后者向下移动。

C. 在 30%、60% 刻度时 ,表的指示均大于标准差压 ,在 80%、100% 刻度时 ,表的指示又均小于标准差压。则松开扇形板上的螺钉 ,移动弯臂来改变它和扇形板的相对位置 ,

前者向左方向移动,后者向右方向移动。移动后零位将发生变化,可按调零方法重新调零。

零位和各校验点误差的调整是相互影响的,因此两者要反复地调整,直到满足要求为止。

③校变差 校验上行程最后一点后,再加少量的压力,使指针超过上限。再减少压力,使指针回到刻度的上限,并读取数据。依上述方法慢慢减压,进行下行程各校验点的校验。最后完全泄压,差压等于零,指针回零。

依据校验所得数据及有关公式,计算出各点的误差和变差。

2. 远传转子式流量计的调校

- (1)对仪表的流量测量发讯器进行常规检查;
- (2)改变转子位移量、并读取输出端的数据。进行零点、量程及线性校验;

3. 涡轮、齿轮、漩涡流量计的调校

- ①对仪表的流量测量发讯器进行常规检查。
- ②选用相适应的频率信号发生器作信号源进行调校。

4. 靶式流量计的调校

- (1)对仪表的流量测量发讯器进行常规检查。
- (2)根据其测量范围计算出靶上各标定点的受力数据,用挂砝码的方法进行调校。

5. 电磁流量计的调校

- (1)对仪表的流量测量发讯器进行常规检查。
- (2)采用制造厂家配套提供的模拟信号装置进行调校。

(十一) 流量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

流量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表 5-3-8 所示。

表 5-3-8 流量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象		可能原因或处理方法
浮子式差压计	无指示 指示相反	①浮子止动杆尚未拆去 ②连接导压管或差压计内未充满液体 ③平衡阀未关死 或有泄漏 ④连接导压管有堵塞或泄漏 ⑤测量范围选择不当
	指示相反	高低压导压管接反
	指示值过大	①低压导压管泄漏 ②水银量不足 ③差压计可调部分松脱而改变了位置
	指示值过小	①高压管有泄漏 ②水银量过多 ③平衡阀未关死或不严密 ④差压计可调部分松动而改变了位置

第五篇 电气仪表的安装调试

故障现象		可能原因或处理方法
浮子式差压计	指示值忽大忽小,不稳定	高低压管路内有泄漏
	指示误差非线性	①导压管堵塞 ②表内传动部分机构摩擦太大 ③主轴密封装置内密封油压得太紧
双波纹管式差压计	无指示	①连杆脱落 ②波纹管泄漏
	指示值方向相反	高低压管连接错误
	指示值偏小	管路密封不严
	量程不对	量程弹簧组与表量程不符或调整不当
	指示误差非线性或超标	主动杆与连杆夹角不对
膜片式差压计	无指示	①连线不正确、接线有脱落 ②差动变压器线圈断路或短 ③膜片损坏 ④电气线路异常
	变差大,有跳动现象	①毫伏计本身有毛病 ②测量室内的隔离套有问题,应清洗 ③测量室内有气体或液滴
	指示相反	将电源火线与地线对换一下或将差动发送器的初线绕组对换一下即可
	差压增加时,差动仪指针向刻度上限方向移动,直到卡住为止	①扇形板右侧弯架与铁芯连杆间的吊丝脱焊 ②差动变压器测量系统连线错误
	当人体接触壳体时,指示有明显变化	仪表接地不好。将仪表壳体及信号线屏蔽层良好接地
应力式旋涡流量计	无指示	①传感器无电源 ②接线有误或引线开路
	零点飘移、输出不稳、误差超标	①环境干扰较大,引线屏蔽和接地不良 ②信号发生器性能不符合仪表调试要求 ③压电晶片性能变坏或损坏 ④探头脏污 ⑤仪表常数计算有误 ⑥负载电阻不符合要求
远传转子流量计	无输出	①电源或气源未接好 ②输出回路断线,输出管路或气动放大器堵塞
	输出振荡,特性非线性,误差超标	①反馈机构失灵或过强 ②仪表未垂直放置 ③传动部分阻力大且不均匀
远传转子流量计	无指示或指示偏低	①内衬磨损或开裂 ②信号线路断路、短路或接反
	零点飘移大,指示不稳定,甚至无法正常工作	①励磁线圈受潮或烧毁 ②电极被污垢覆盖 ③受环境电磁干扰,应可靠接地于独立接地板上

五、物位检测仪表的工作原理与调校

物位检测仪表常用的测量方法：

- (1) 利用连通器的原理。如玻璃液位计。
- (2) 利用液体浮力的原理。如浮标式、浮球式、浮子式液位计或液位控制器。
- (3) 利用液体内部压强的原理。如静压式吹气式、投入式液位计等。
- (4) 利用液体导电的性质。如电阻式、电接点式液位计或液位控制器。
- (5) 利用超声波在气体、液体和固体中的衰减程度、穿透能力和辐射声阻抗等各种不同的性质。如超声波式物位计。
- (6) 利用放射性同位素发射和吸收程度随液位高低而改变的性质。如辐射式物位计。
- (7) 将物位的变化转变成电容量的变化的方法。如电容式液位计、电容式料位计等。
- (8) 利用物料的阻尼特性。如音叉式物位计、旋转翼板式或重锤式料位计等。

(一) 玻璃式液位计的工作原理

玻璃式液位计是使用最早、结构最简单的一种直读式液位计。它根据连通器的原理，由带有刻度的玻璃管或玻璃板通过活门与设备连接而成。玻璃管式和玻璃板式液位计如图 5-3-117 所示。

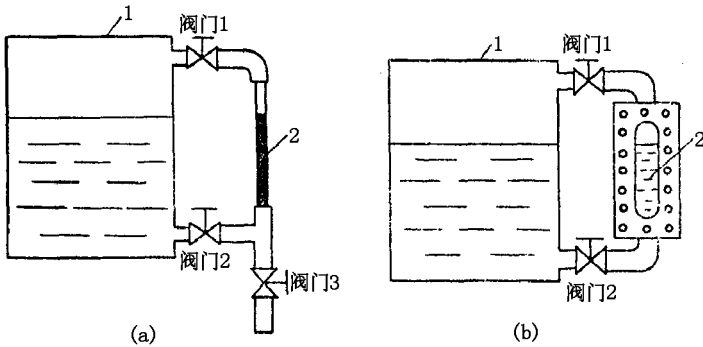


图 5-3-117 玻璃液位计

(a) 玻璃管式液位计 1—液罐 2—玻璃管

(b) 玻璃板式液位计 1—液罐 2—玻璃板

(二) 浮力式液位计的工作原理

浮力式液位计是依据浮标浮于液体中，随液面变化而升降的特点工作的。常见浮标式液位计如图 5-3-118 所示。

(三) 静压式液位计的工作原理

对于理论上不可压缩的液体，液柱的高度与液柱的静压成正比，测出液体的静压便

可知道液位的高度。静压式液位计就是依据这个原理工作的。静压式液位计的工作原理示意图如图 5-3-119 所示。

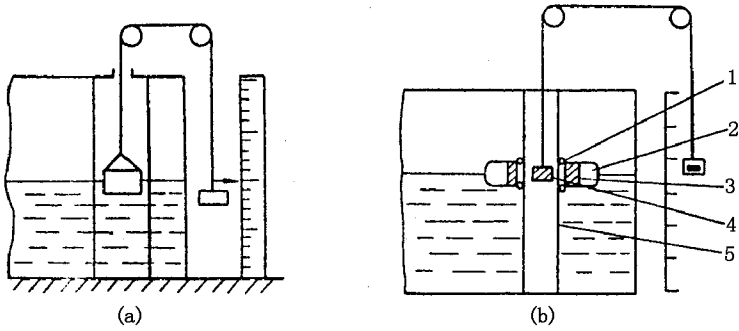


图 5-3-118 浮标式液位计

(a) 开口容器式 (b) 密闭容器式

1—导轮 2—浮标 3—磁铁 4—铁芯 5—非导磁管子

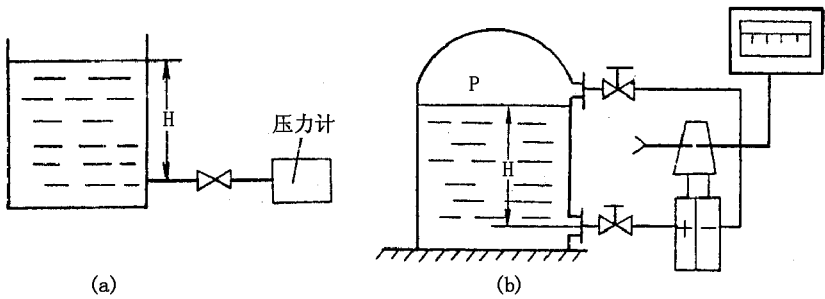


图 5-3-119 静压式液位计的工作原理

(a) 敞口容器的液位测量 (b) 密闭容器的液位测量

在密闭容器中,由于受容器内部压力影响故在容器上部再增加一取压导管,测量气相压力,实际上就把液位测量转换成差压的测量。如图 5-3-119(b)所示。

(四) 电极式液位计的工作原理

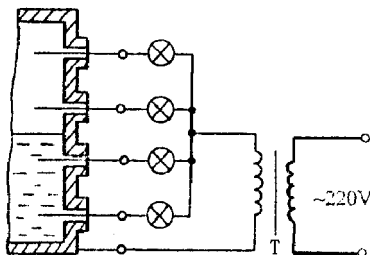


图 5-3-120 电极式液位计工作原理

电极式液位计是把一根与容器壁绝缘的电器插入容器中,经导电液体、器壁构成回路,从而使回路中的声、光信号设备发出声光,以达到测量液位的目的。电极数越多,测量范围就越宽。其原理如图 5-3-120 所示。

(五) 超声波式物位计的工作原理

超声波式物位计是利用声速特性,采用回声测距在流量检测仪表中,是采用超声测速的原理制成超声波流量计的方法对液位进行连续测量。如图 5-3-121 所示。

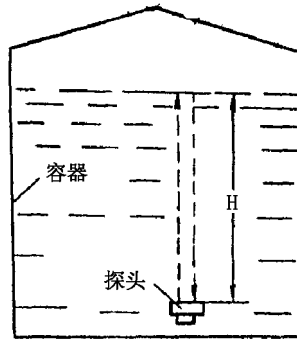


图 5-3-121 回声测距原理

置于容器底部的超声探头既可以发出超声波又可接收超声波。当超声探头发出的超声波到达液体与气体的分界面时,由于两种介质的密度相差悬殊声波几乎全部被反射。如果已知超声探头从发射到超声波所经过的时间和超声波在介质中传播速度,就可得出液面的距离。其中超声波在被测液体中的传播速度是已知的,只要准确测出时间就可以了。超声波式液位计就是依据这个原理工作的。

(六) 核辐射式物位计的工作原理

放射性同位素的原子核在核衰变过程中放出各种带有一定能量的粒子或射线的现象称为核辐射。

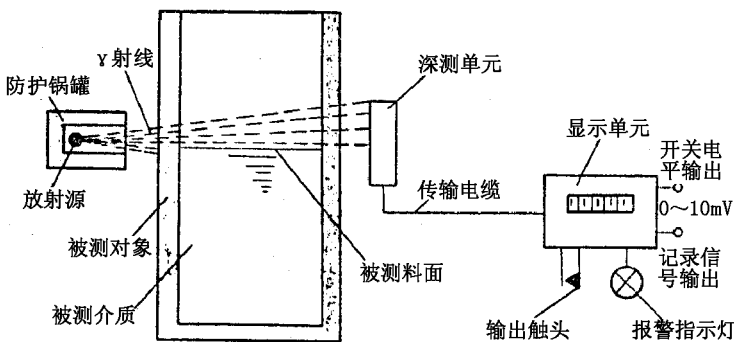


图 5-3-122 核辐射式物位计工作原理

核辐射物位计是以射线和物质的相互作用为基础的,同位素入射源所产生的射线能

够穿透物质层,射线在穿透物质层时,有一部分被吸收掉,其透射强度随物质的厚度而变化。因此只要能测知穿过介质后的射线强度,那么介质的厚度即物位的高度就可求出。其工作原理如图 5-3-122 所示。

(七) 电容式物位计的工作原理

电容式物位计是将物位的变换转换成电容量的变化,通过测量电容量的大小来间接测量物位高低的物位测量仪表。它是由电容物位传感器和检测电容的测量线路组成。由于被测介质的不同,电容式物位传感器也有多种不同的形式。电容式物位计测量液体时的方法如图 5-3-123 所示。

图 5-3-123(a)中,在液体中插入一根带绝缘套管的电极。由于液体是导电的,容器和液体可以看成电容器的一个电极,插入的金属电极作为另一个电极,绝缘套管为中间介质,三者组成如图 5-3-123(b)中所示的圆筒形电容器。

当液位变化时,电容器两极被浸没的长度也随之变化。液位越高,电极被浸没的就越多,相应的电容量就越大。

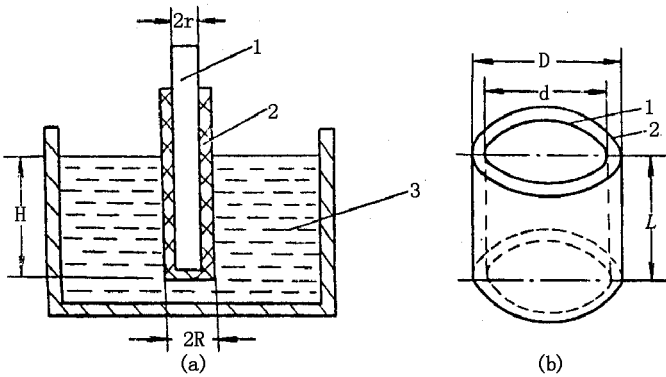


图 5-3-123 电容器液位计的工作原理

(a) 导电液体液位测量; 1—电极 2—绝缘套管 3—导电液体

(b) 圆筒电容器的组成; 1—内电极 2—外电极

(八) 旋转翼板式物位计的工作原理

旋转翼板式物位计适用于敞口容器内的料位极限测量。当料位没有浸没正在旋转的翼板时,物位计无报警信号输出。当料位浸没旋转翼板时,由于物料的阻挡作用,旋转翼板将停止旋转,机械部件驱动触点,输出报警信号。

(九) 音叉式物位计的工作原理

音叉式物位计与旋转翼板式物位计的工作原理基本相同,只是音叉式物位计的发声体是音叉。在音叉端部有两组压电晶体,一组是驱动音叉产生振动,另一组是将音叉振动转换成电压信号,并形成机械—电子振荡电路。当音叉被固体物料所阻尼时,振荡器停止,继电器输出开关信号。

(十) 物位检测仪表的调校

调校用主要仪表设备:数字式压力计、浮力式压力计、标准钢卷尺、剂量计、数字式万用表、电子示波器等。

主要调校项目:外观及常规检查、基本误差、变差、报警点调校。

调校方法:

根据被试仪表的属性、测量对象、量程范围、精度等级等条件选取调校方法。常用的有模拟法和实物标定法。

对于静压式液位计,根据其量程范围选用浮球压力计或数字式压力计用比较法进行调校。调校时,首先应将被校仪表置工作位置,对压力、差压液位计,以调整信号源或改变物位的方法使被试仪表示值无匀上升、下降至各调校点,并读取数据;求取基本误差与变差值,通常以5点为宜。对敞口容器的液位测量,静压式液位计还应根据测量对象的工艺数据进行零点迁移。

对于浮力式、电容式、超声波式、核辐射式等物位计可在安装后,投入运行前进行标定,其标定点通常以3点为宜。

对于报警动作点的调试通常只校使用点。道先设定报警点,然后改变测量信号,直至发生报警动作信号,同时记取数据,并计算报警动作点误差。

(十一) 物位检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

物位检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表5-3-9所示。

表5-3-9 物位检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象		可能原因或处理方法
电动浮筒液位变送器	供电后无电流输出	①仪表连接导线断线开路 ②仪表接线端子极性接反 ③仪表线路板损坏
	有电流不能调零	①插头和接到调零电位器的接线断线或不正确 ②调零电位器损坏或接触不良 ③仪表线路板损坏
	零点可调但量程不可调	①插头和接到调量程电位器的接线断线或不正确 ②调量程电位器损坏或接触不良 ③仪表线路板损坏
	浮筒有位移但输出无变化	①插头和接到量程电位器的接线继续或不正确 ②量程电位器损坏或接触不良 ③线路板损坏 ④差动变压器插头方向不正确,插上时连线接错或断线 ⑤差动变压器转子有机机械象位移,更换差动变压器 ⑥差动变压器上的线圈电阻不正常,更换差动变压器

故障现象		可能原因或处理方法
阻旋式料面讯号器	叶片轴不转	①电动机接线断路 ②电动机发生故障 ③联轴器损坏 ④传动轴弯曲
	不报警	①报警线路开路 ②继电器损坏 ③舌簧管损坏
	假报警	叶片上方保护挡板损坏
音叉料位控制器	料面高于低位时,继电器吸合	①物料中空 ②物料太轻 ③容器壁产生 85Hz 振动
	料面低于低位时,继电器不吸合	①没供电或电压太低 ②音叉上有重的沉积物 ③音叉损坏
	料面低于高位时,继电器不吸合	①没供电或电压太低 ②音叉上有重的沉积物 ③音叉损坏
	料面高于高位时,继电器吸合	①物料中空 ②物料太轻 ③容器壁产生 85Hz 振动
法兰式差压变送器	无指示,无输出	①没有供电或供气 ②毛细管折弯,造成堵塞 ③毛细管和法兰盘内隔离液已漏光
	输出非线性或不稳,零位不对	①膜片变形,需更换 ②法兰盘和法兰盘内隔离液渗漏,内部有空气 ③正负迁移计算错误,按实际液位工况计算 ④单法兰差压变送器调校时,负压室输入信号错误
电容式物位计	无指示、无输出	①线路板中的高频振荡器故障 ②输出端短路或绝缘不好
	误差超标,零点飘移	①电极脏污 ②模拟介质与实际工作介质的介电常数不一致 ③调校时的温度与实际工况温度不一致
γ射线物位计	无指示,指示不稳定	①无高压 ②闪烁计数器接线松脱 ③射源窗口未打开或放置位置不对 ④光电倍增器损坏

六、机械量检测仪表的工作原理与调校

机械量是物体运动的最基本的物理量,它主要是指运动物体的力、位置、位移、速度以及振动频率和几何尺寸等。例如:轧机上轧辊的张力、辊缝以及钢带的厚度、宽度、凸度、带坯头尾形状等量;调节阀上的阀门开度;大型机组的轴位移等。机械量检测仪表通常都随设备配套供货,因此在第一章中未曾提及。但机械量的检测直接关系到产品质量

的好坏和工业生产的安全,因此,本节介绍了几种常见的位置和位移(又称行程)检测仪表的工作原理和调校方法。

机械量检测仪表常用的测量方法有:

(1)利用可动部件顶撞位置仪表触头,接通或断开某些回路。如行程开关。

(2)利用光敏元件的特性,在可动部件遮挡或反射光线时,接通或断开某些回路。如光电开关。

(3)利用霍尔元件的原理。如霍尔接近开关。

(4)利用金属物体接近振荡回路,影响晶体管振荡的频率和幅度的特性,控制回路的通断。如晶体无触点开关。

(5)利用可移动衔铁在密绕空心螺线管中移动时,对电感值的影响,间接测量连续位移。如电感式行程指示器。

(6)利用可动部件带动电位器滑动接点,致使回路电阻相应改变的原理。如电位器式行程指示器。

(一)行程开关的工作原理

行程开关是依靠被测部件运动的行程位置而动作的开关电器。行程很小的开关称为微动开关。其工作原理如图 5-3-124 所示。

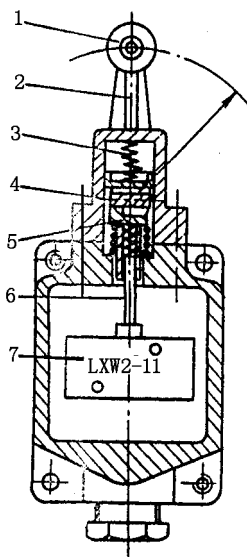


图 5-3-124 行程开关结构

1—滚轮 2—传动杆 3—复位弹簧 4—传动轴;

5—撞块 6—推动杆 7—微动开关

该行程开关是单轮自动复位式行程开关,当被测部件压合后,触点闭合;当被测部件移开后,依靠弹簧自动复位使触点断开。另外,常见的还有一种双轮非自动复位行程开

关,该开关不能自动复位,而是依靠被测部件反向运动碰撞另一滚轮而复原的。

(二)光电开关的工作原理

光电开关的基本元件是发光二极管和光敏二极管,因而造型小巧、灵敏度高。早期的光电开关多为透光型。发光器件和光敏元件面对面安装,距离较远时,通过光学透镜将光平行送出,然后接收。若有物体从其间通过,光路被切断,若无物体通过,光路畅通。因此光电开关有通断两种状态输出。新型的光电开关则为反射型,该开关装在物体一侧,其工作原理如图 5-3-125 所示。

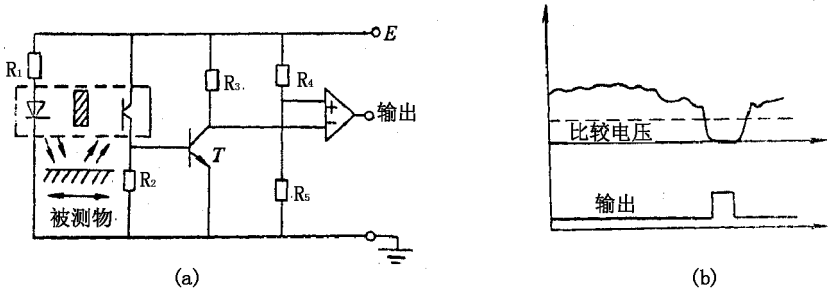


图 5-3-125 反射型光电开关

若反射距离较远、外界干扰较大时,还可以采用同轴反射型光电开关。它是利用角矩阵反射板做为反射面,因此反射率大大超过一般物体的反射。其原理如图 5-3-126 所示。

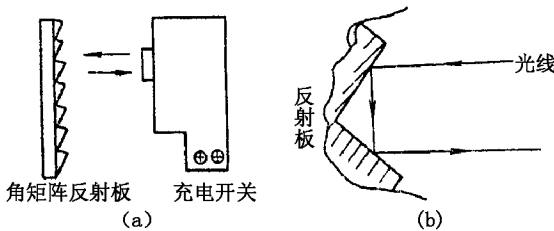


图 5-3-126 同轴型反射开关

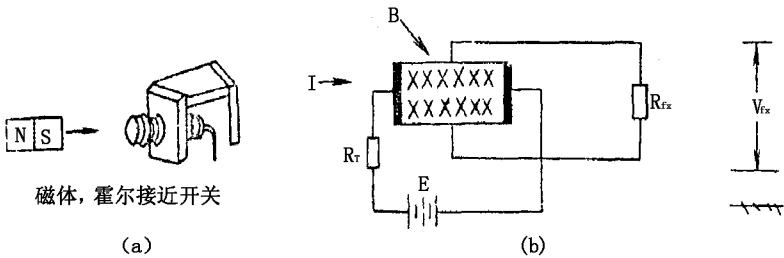


图 5-3-127 霍尔接近开关

(三) 霍尔接近开关的工作原理

当一个半导体薄片的相对两侧面通以控制电流 I ,在薄片的垂直方向加以磁场 B ,则在半导体的另两侧面会产生一个大小与控制电流 I 和磁场 B 的乘积成正比的电动势 V_H 。这就是霍尔元件的原理 ,霍尔接近开关就是依据这个原理制成的 ,其工作原理如图 5 - 3 - 127 所示。

磁体被安装在被测运动部件上 ,一旦磁体移近霍尔接近开关 ,便有信号输出。

(四) 晶体无触点开关的工作原理

晶体无触点开关是利用半导体三极管的导通和截止来代替机械触点的。即利用金属物体接近振荡回路控制晶体管振荡的频率和幅度 ,从而控制晶体管的通断。其电路原理图如图 5 - 3 - 128 所示。

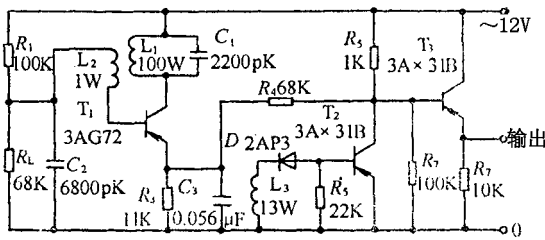


图 5 - 3 - 128 晶体管接近开关工作原理

振荡器是接近开关的主要环节 ,它由一个三极管及电阻、电感、电容等构成 ,其中线圈 L_1 、 L_2 、 L_3 同绕在一个铁氧体磁缸中。 L_1 、 C_1 组成振荡回路 ,通过线圈 L_2 正反馈被充回路中的能量损失 ,使振荡得以维持。在振荡过程中 ,交变磁通经过空气形成回路。当有金属物体进入磁场中 ,在金属物体中会感应出涡流 ,消耗振荡回路中的能量 ,振荡减弱 ,以至最后停止。当金属物体移走 ,振荡又重新恢复。与 L_1 、 L_2 绕在一起的 L_3 ,当回路振荡时 ,有感应电压产生 ,通过二极管 D 使 T_2 导通 , T_3 截止 ,输出端无电压输出 ;当金属物体靠近 ,回路停止振荡时 , L_3 无感应电压输出 , T_2 截止 , T_3 导通 ,有电压输出。

(五) 电感式行程指示器的工作原理

电感式行程指示器是由一个内部插有可移动衔铁的密绕空心螺线管组成 ,通过检测与衔铁插入深度有关的电感值 ,可间接得到连续的位移 ,其工作原理如图 5 - 3 - 129 所示。

固定电感 L_3 、电阻 R_3 、电容 C_3 与可变电感 L_x 组成串联谐振回路 ,在 L_x 两端可得到与衔铁位移成正比的输出电量。由于需要零点迁移 ,且发送头不能在衔铁完全移出时为零输出 ,因此 ,需要有一个可变的直流分量去抵消发送头的部分输出值。 W_1 为调零电位器 , W_2 为调满度电位器。

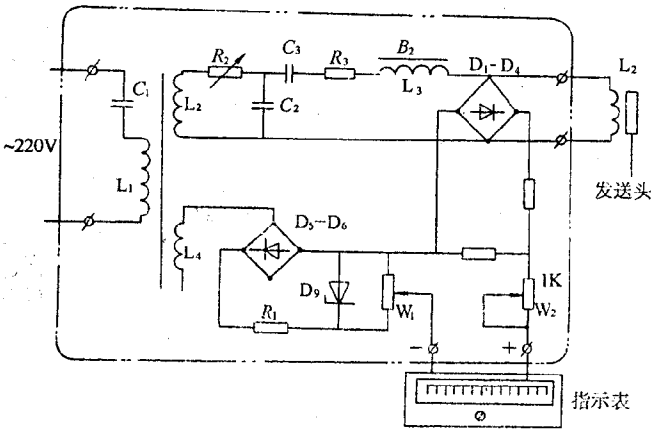


图 5-3-129 电感式行程指示器工作原理

(六) 电位器式行程指示器的工作原理

电位器式行程指示器的工作原理如图 5-3-130 所示。

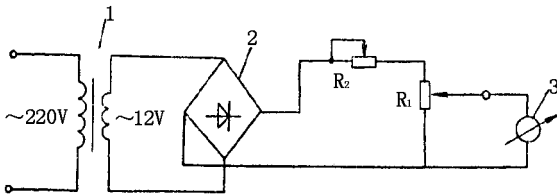


图 5-3-130 电位器式行程指示器工作原理

电位器 R_1 为电阻发送器，其滑动接点转轴与被测部件连接。电源经降压变压器 1，整流器 2 和串联电位器 R_2 供给至电位器 R_1 的两固定端。显示仪表为直流电压表。电位器 R_1 滑动点位于最低时，指示为零；滑动触点位于最高时，指示值最大。其指示值可通过 R_2 来调节。

(七) 机械量检测仪表的调校

调校用主要仪表设备：千分表或千分尺、塞尺、专用校验架。

主要调校项目：常规检查、动作点的试验、输出特性曲线的校验。

调校方法：

机械量仪表的调校通常采用模拟法或实物标定法。行程开关的试验一般在安装前进行，如果条件允许，也可以在投入运行前进行。其它机械量仪表一般都在该回路单独送电后且投入运行前，在现场进行。

1. 开关量位置仪表的试验

对于接触式开关量位置仪表的试验，只需用手拨动其触点，然后检测回路中是否有通断现象即可。

对于非触式开关量位置仪表的试验，通常都随本体设备的调校一起进行，如调节阀

的阀位回讯器。

2. 位移量位置仪表的调校

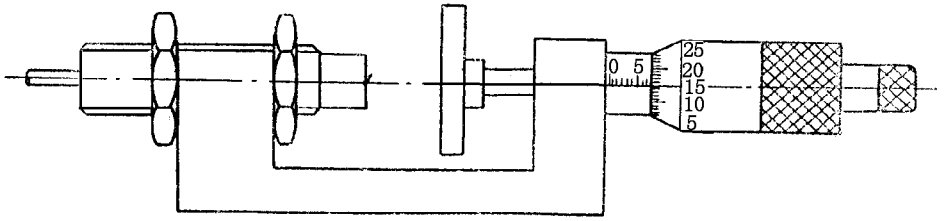


图 5-5-131 输出特性校验架

检验架材质应选用对输出灵敏度影响小的材质

位移量位置仪表探头与被测金属的安装间隙,应根据制造厂标定的探头输出特性曲线所确定的表计零位来确定,并且用塞尺进行测量。如果制造厂未提供输出特性曲线或仪表使用前按有关需要需重新测定输出特性曲线,可以采用图 5-3-131 所示输出特性校验架进行校验。

(八) 机械量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

机械量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表 5-3-10 所示。

表 5-3-10 机械量检测仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象		可能原因及处理方法
轴振动轴位移监视器	无指示	①探头、前置放大器或同轴电缆损坏 ②电源未接上或电源部分故障 ③未掌握好专用调校设备(如 TK3)的使用方法
	指示在幅度波动和飘移	①前置放大器或探头温度过高,同轴电缆接触不良 ②同轴电缆接触不良
	不到报警值、连锁值而报警、连锁	①报警连锁未整定 ②连锁延时未调整

七、过程分析仪表的工作原理与调校

过程分析仪表常用的检测方法：

(1)根据不同的物质有不同的电学性质。如电导式分析仪、离子浓度计、原电池式分析仪、电解式分析仪、极谱仪等。

(2)根据不同的物质有不同的热学性质。如热导工分析仪、热化学式分析仪等。

(3)根据不同的物质有不同的磁学性质。如磁式气体分析仪、核磁共振谱频分析仪、顺磁共振分析仪等。

(4)根据不同的物质有不同的光学性质。如红外、紫外分析仪、光谱分析仪、分光光

度计、光偏振分析仪等。

(5)应用固体电介质氧浓差电池对含氧浓度检测分析,如气化锆氧分析仪等。

(6)根据不同物质中,电子、离子的浓度和状态的不同,对电子、离子的不同状态进行分析。如电子探针、离子探针、电子能谱仪、各种质谱仪等。

(7)利用色谱分离技术。例如气相色谱分析仪。

(8)根据不同物质与X射线、 γ 射线的不同作用。如X射线衍射仪,X射线吸收式分析仪、X射线荧光分析仪及 γ 射线分析仪等。

(一)电化学式分析仪的工作原理

电化学分析是把被分析的试样溶液作为分析仪表一部分,构成化学电池,由此来测定试样的某些组份。对于化学电池来说,其主要参数有三种类型,即电池电极电位、电介质电导、电池电流,因此电化学分析仪表也可分为三大类型,第一类是把在某些特定条件下的溶液所构成的化学电池中的电学量直接进行测定,然后根据其特定的物理化学规律来进行计算,从而得出与之相对应的组份含量;另一类则是在某些特定的条件下,上述这些物理量将产生突变,以此得出与之相应的指示条件终点值;还有一类则是把溶液试样中的某此组份通过电极反应使其析出成为固相,再测定固相物质的重量,从而测知某些组份的含量。

电化学式分析仪的传感器,一般把电极和溶液一起组成电化池,所谓电化池是原电池、电解池、电导池的通称。电极又有测试电极和参比电极之分,根据电极在电化池中的电极反应不同,它们可以分为惰性电极和活性电极。

由导式分析仪的测量原理是基于电化池中被测溶液的电导与其组份的浓度之间有特定的关系,由测得的电导得出组份的浓度。电位式分析仪的测量原理是以涅恩斯特方程为基础,测定电极电位,再根据涅恩斯特方程求解其溶液的浓度。

(二)热学式分析仪的工作原理

热学式分析仪是根据气体混合物中待测组分含量的变化,引起气体混合物导热系数变化这一物理特性来进行测量的。因为导热系数的变化导致热敏元件电阻值的变化,从而可以由测得的电阻值的变化得知待测组分含量的多少。

在热传导过程中,不同的气体由于其导热系数不同,因而热传导的速率也不同,导热系数大的,传热就快;反之传热就慢。但是气体的导热系数是很小的值,直接测得它是比较困难的。因此,在实际测时中,是利用导体的电阻随温度而变化的物理性质,将混合气体中待测组分含量变化引起的导热系数的变化,转变为热敏元件的电阻值的变化。也就是将导热系数的测量,转变为导体电阻的测量,而电阻的变化可以用电桥来测量。热导式气分析器测量线路的原理如图5-3-132所示。

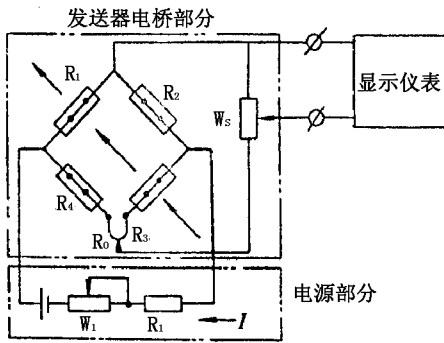


图 5-3-132 热导式气体分析器测量线路原理图

从图 5-3-132 可知:发送器部分由测量气室与参比气室组成电桥的四个臂。它是全相同的铂丝电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 组成的不平衡电桥。图中 R_2 、 R_4 为参比臂,它封在充有标准下限气体的密闭室内。 R_1 和 R_3 为工作臂,它置于有待测气体流过的工作室内。 R_0 为调零电阻。 W_s 为量程调节器,电桥的加热电流由稳压电源供给,通过调整 W_1 ,使加热电流为规定值。如稍有不平衡,可调整 R_0 使电桥输出为零(即零位调节)。当测量气室通入上限标准气时,电桥呈不平衡状态,调节 W_s 使显示仪表指示于刻度上限处(即调量程上限)。当通入测量气室的待测气体,其组成与参比室中标准气体不同时,由于工作气室待测气体组分导热系数不变,引起电桥工作臂电阻值的改变。即可测得待测组分的百分含量。国产 RD-004 型氢分析器就是应用这一原理的典型实便,其电路原理图如图 5-3-133 所示。

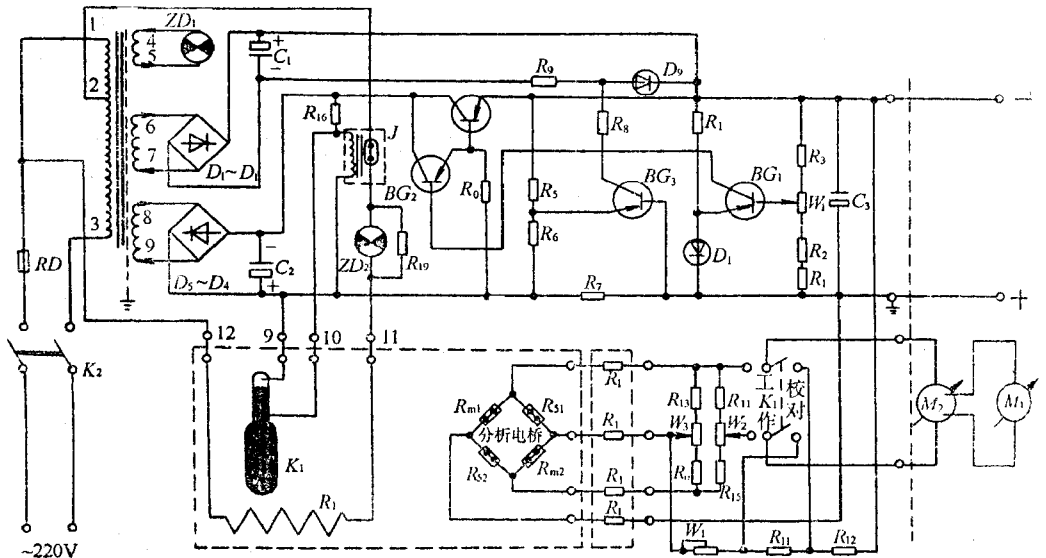


图 5-3-133 RD-004 型氢分析器电气原理图

(三) 磁学式分析仪的工作原理

磁学式分析仪是利用氧的磁性特征为理论依据来制造的。任何物质在外磁场作用下都能被感应磁化,而且各种物质都具有一定的磁化程度,对于不同的气体,它的磁化程度也是不同的。根据气体的磁化程度不同,可以把气体分为两类,一类是顺磁性气体,这类气体在外磁场作用下,能被磁场所吸引;一类是逆磁性气体,这类气体的在外磁场作用下,能被磁场所排斥。另外,顺磁性气体的磁化程度随温度的增加而降低,这种现象称热磁现象。热磁式氧分析仪就利用这个原理制成的。热磁式氧分析仪的工作原理如图 5-3-134 所示。

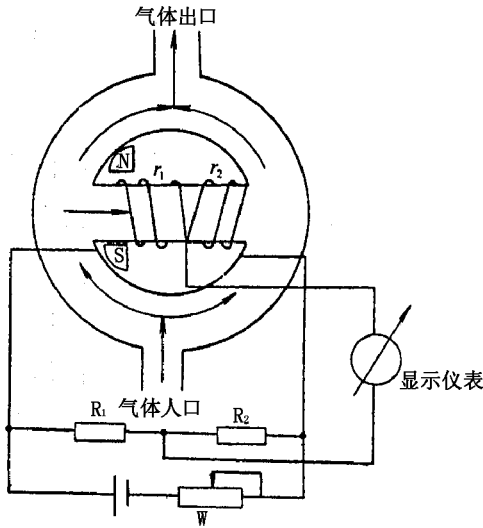


图 5-3-134 热磁工氧分析仪原理图

它是以一个中间有通道的环形气室作为传感器的,待测气体进入环气室后沿两侧往上走,最后由出口排出。当无外磁场作用时,中间通道两侧的气流是对称的,所以中间通道无气体流动。在中间通道外面均匀地绕以金属电阻丝(如铂丝)它通过电流后即起到加热电阻丝的作用,同时又起到检测温度变化的测温元件作用。电阻丝分左右两部分,即 γ_1 和 γ_2 ,它们分别接入测量桥路,作为电桥的两个臂,以测量中间通道两端的温度差别。在中间通道左端加一恒定的磁场,当待测气体中含氧气时,由于磁场的吸引作用,顺磁性的氧气就被吸入磁场,即进入水平通道。由于通道外绕的电阻加热丝通以电流后有较高的温度,这样就使进入水平通道中的气体被加热而温度升高。由于温度升高,其磁化率大为降低,而在环室通道中的冷气体,其磁化率要比水平通道中已预加热的气体的磁化率大得多,即它们受磁场的吸引力也就大得多。因此,磁化率较大的冷气体,就对原来处于磁场内温度较高的热气体产生一个排挤力,把热气体排挤出磁场,这种现象就是所谓热磁对流,或称之为“磁风”。这样在水平通道中就有气流自左端进入,右端排出。再进入右面的环室通道中,与来自进口的气全一起向上由出口排出。磁风的强弱由待测

气体中含氧量的多少而定的。

由于热磁对流结果,电阻丝 γ_1 上被水平通道中的气流带走的热量要比电阻丝 γ_2 上被带走的热量(因为冷气体先经过 γ_1 处),于是 γ_1 的温度低于 γ_2 的温度,这样就使 γ_1 的电阻值小于 γ_2 的电阻值。电桥就有信号输出,输出的信号大小反映了待测气体氧含量的大小。热磁式氧分析仪就是根据这个原理进行工作的。

(四)光学式分析仪的工作原理

红外线是一种电磁波,其波长范围在 $0.76 \sim 420\mu\text{m}$ 之间。红外线气体分析器就是利用 $1 \sim 25\mu\text{m}$ 之间的一段光谱。它利用混合气体中某些气体有选择性地吸收红外辐射能这一特性,来连续分析和测量气体中某一待测组分的百分含量的。直读式红外线气体分析器的工作原理如图 5-3-135 所示。

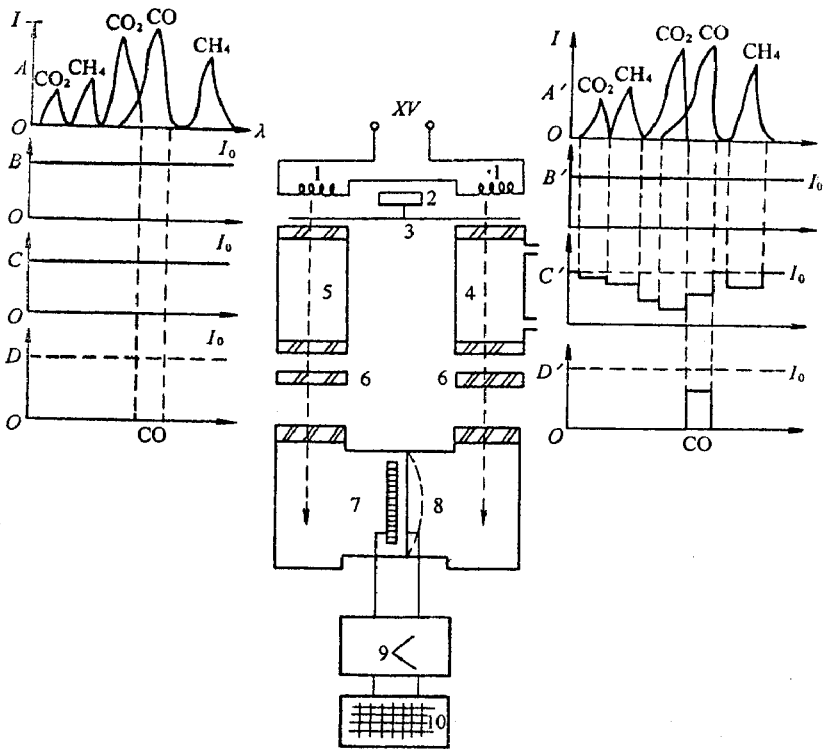


图 5-3-135 直读式红外线气体分析器工作原理图

- 1—灯丝 2—同步电机 3—切光片 4—工作室 5—参比室;
- 6—滤光片 7—检测室 8—薄膜 9—放大器 10—记录仪表

它的工作过程及原理是：

由两个辐射光源的灯丝 1,发射出具有一定波长范围的红外线。这两束红外线,在同步电动机 2 带动的切光片 3 的周期性切割作用下,就变成了两束脉冲式红外线,脉冲频率一般在 $3 \sim 25\text{Hz}$ 。在仪表设计中,使这两束红外线的波长范围基本相同,可发射的能量

基本相等。假设平均光强为 I_0 。(见图 B、B' 曲线)。一束红外线经过参比室 5、滤光片 6、进入检测室 7。另一束红外线经工作室 4、滤光片 6、进入检测室 7。参比室中密封的是不吸收红外线的气体(如 N_2) ,它的作用是保证两束红外线的光学长度相等 ,即几何长度加上通过的窗口数量要相等 ,以免造成系统误差。这样经过参比气室的红外线光强和波长范围基本不变(见图中的曲线 C) ,这束红外线经过滤光片(选用的滤光片只是能通过待测组分特征波长附近的一个光带 ,其它波长全部吸收)后进入检测室 ,仅仅剩下待测组分所对应的那一部分(如图中 D 曲线所示) 。而工作室通入的是待测的工业气体混合物 ,假设我们要分析合成氨气体中的 CO ,其中还有 CO_2 、 CH_4 等。从它们特征吸收光谱(如图中 A、A' 曲线所示)可知 ,这些组分 ,对红外线的能量都有一定程度的吸收 ,所以在进入滤光片之前红外线的能量都有很大的衰减(如图中 C' 曲线所示) 。但是 ,无论是待测组分 CO ,还是非待测组分 CO_2 、 CH_4 ,都不能吸收所对应的光能量 ,经过滤光片后 ,对于非待测组分吸收后所剩下的红外线能量就全部被吸收了。只有待测组分吸收后所剩余的光能量透过 ,即进入检测室(如图中 D' 曲线所示) 。此时可以看出 ,进入检测室 7 两侧的光能量是有差别的 ,这个差值的大小 ,取决于待测组分 CO 的浓度。CO 的浓度越大 ,吸收光能量就越多 ,则差值就大。这个能量差是通过检测室检测出来的。这是因为检测室中也封入了待测组分 CO ,所以射入检测室的红外线 ,就被选择性地吸收 ,即对应于 CO 特征波长的红外线被吸收。但由于两侧射入的光能量不等 ,左边大 ,右边小 ,所以左边 CO 吸收的能量就大 ,右边小。我们知道气体吸收红外线后 ,气体分子的热运动就加强 ,从而产生热膨胀 ,形成压力。两边压力的差值 ,推动薄膜微音器 ,使薄膜 8 产生位移 ,从而改变了薄膜与定片之间的距离 ,也就改变它的电容量。电容量的变化变成电压信号输出 ,经放大、记录 ,于是我们从记录仪上测得 mV 数值的大小 ,即可得出待测组分 CO 的含量。这就是最简单的红外线气体分析仪的工作原理。

(五)氧化锆氧分析仪的工作原理

氧化锆氧分析仪是采用固体电解质氧浓差电池 ,固体氧化锆可以和高温氧气进行氧离子交换 ,若在固体氧化锆两侧装上电极 ,同时两侧允许以两种氧气含量的混合气体 ,在高温状态下 ,两电极间会有电压输出 ,电压输出与氧化锆两侧气体中氧的浓度有关 ,由此测出被测混合气体中的氧含量。也就是当被测气体含氧量在探头内由氧化锆电解池转换为氧浓度差电势 ,经量程板、高阻缓冲放大后转换成为 $0 \sim 5V$ 信号。该信号经线性化电路转换为与氧含量信号成正比的 $0 \sim -5V$ 信号 ,再经电压/电流转换器输出标准直流信号送入显示仪表或控制系统。其系统结构示意图见图 5-3-136 所示。

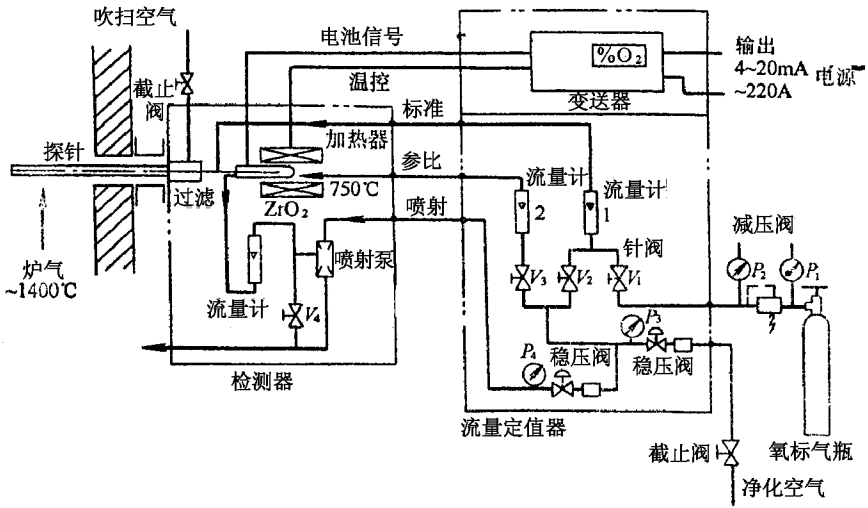


图 5-3-136 氧化锆氧分析器结构示意图

(六) 电子离子式分析仪的工作原理

带电粒子在电场、磁场中运动时,其运动轨迹随带电粒子本身的质量和电荷数不同而不同。从这些粒子轨迹而得出物质的质量谱图。质谱仪就是利用这个原理工作的。其构成框图如图 5-3-137 所示。

取样系统从工业过程取得待分析的样品,并进行各种预处理送离子源发生器,把经过预处理的样品电离,使之形成离子束,质量分析器把离子束电的离子按荷质比的顺序分离出来,离子检测器则检测顺序排列的各种离子的位置和强度,信号处理系统把离子检测器获得的各种信息进行处理输出。

离子源发生器的作用是使样品电离,形成被分析物质的正离子和负离子。例如用电子轰击型离子源发生器时,当样品气体通过高速电子束时,样品粒子被高速电子轰击发生电离,形成正离子或负离子,这些样气的正负离子在电场的作用下进入质量分析器。

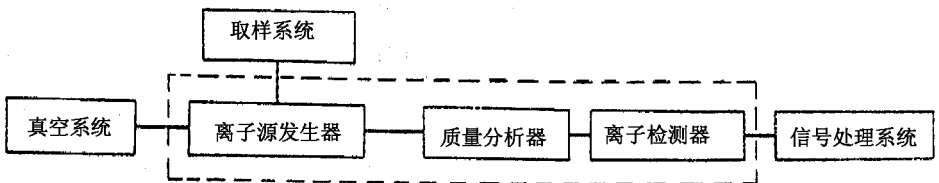


图 5-3-137 质谱仪框图

(七) 色谱分析仪的工作原理

色谱分析仪是利用色谱分析法(又称色层法、层析等)工作的。在气相色谱分析法中,首先是设法把分析样品中的不同组分分离开,这种分析过程是在色谱柱中完成的。色谱分离原理图如图 5-3-138 所示。

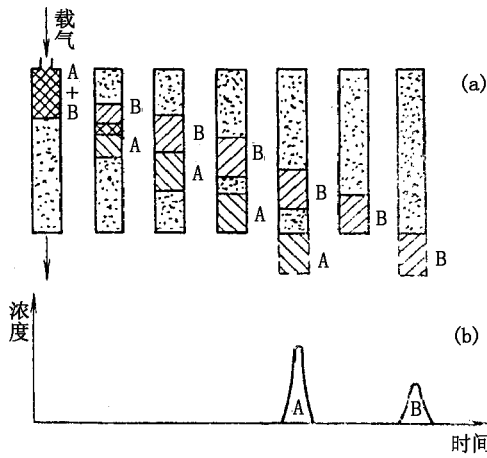


图 5-3-138 色谱分离原理图

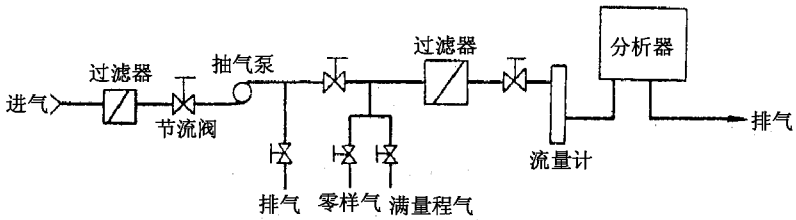
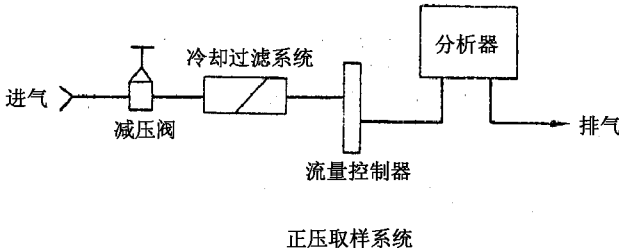


图 5-3-139 成分分析仪表取样系统

如图 5-3-139(a)所示,在一支柱形管中,装入一种惰性固体微粒(称为担体),微粒表面涂上一层低挥发性有机化合物的液膜(称为固定液),我们把这种涂有液膜的惰性颗粒称为固定相,这样就构成了填充式色谱柱。并使流动相——恒定流量的气体(称为载气)连续通过色谱柱。这时将一份待分析的样品,从载气口处注入。这样,样品混合物就被载气带入色谱柱,并且随着载气自上而下移动。由于固定相对于不同组分具有不同的吸附、脱附、溶解、解析能力,各组分不断地被吸附或溶解,又不断地脱附或解析(这一过程叫作物质在两相中的分配过程)。各组分吸收能力不同,随着载气的流动,经过多次分配,逐渐分离成单一成分,按一定顺序从色谱柱末端流出来,经检测器变成电信号,通过测量就可以确定其成分和含量。

假设样品中有 A、B 两个待测组分,其中 B 组分比 A 组分更容易被固定相吸收(或溶解),这样由于固定相对 A、B 两组分吸收(或溶解)的能力大小不同,A、B 两组分随着载气向下移动的过程中,就将逐渐被分开。B 在后,A 在前。最后 A、B 两组分,将随着载气被

先后带出色谱柱。如果用热导池测量出 A、B 组分在不同时间的浓度,相应地就会得到一张有两个峰(称色谱峰)的流出曲线,通常叫做色谱图(如图 5-3-138 中的(b)所示)。根据两个峰出现的时间和面积,即可以进行定性和定量测定。过程分析仪取样系统如图 5-3-139 所示。

(八)过程分析仪的调校

调校用主要仪表设备:直流电流电压测量发生器、高阻电阻箱、高阻电位差计、数字电压表、便携式分析仪。

主要调校项目:常规检查、单元调试、系统模拟试验、标准试样标定。

调试方法:

1. RD-004 型热导式氢分析仪的调校

电路原理如图 5-3-133 所示。

(1)通电检查:在对仪表进行各项调校前,传感器测量室中应先通入规定流量的零气样,同时温控系统要投入,经过规定时间的稳定运行后方可进行调试。

(2)电流调整:将切换开关扳到校对位置,使从稳压电源送来的桥路电流通过电阻 R_{11} ,并使此电阻上的电压反映到显示仪表,如果指示停在刻度的红线位置,说明电流符合要求。如果显示仪表指示偏离刻度上的红线位置,可旋动电位器 W_4 加以调整。

(3)调零点:把开关扳向工作位置,使显示仪表测量电桥的输出电压,由于桥臂测量室中通有零气样,可以通过调零电位器使仪表读数指零。

(4)调量程:将量程气通入测量室后,比较仪表的示值与气样分析值之间的误差。如果误差超过仪表的允许范围,旋动量程调节器 W_2 予以调整。

轮流通入零样气和量程气,反复核对零点与量程 2~3 次,直到仪表示值在允许的误差范围内为止。

2. QCS-04 型直读式红外线气体分析器的调校

QCS-04 型直读式红外线气体分析器外型如图 5-3-140 所示。接收器结构图如图 5-3-141 所示。

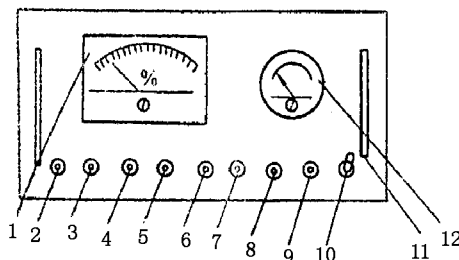


图 5-3-140 QCS-04 型分析器外型图

- 1—一次表头 2—记录器同步 3—灵敏度 4—零点调节 5—状态检查;
6、7—熔断器 8—光路平衡 9—指示灯 10—电源开关 11—拉手 12—电流表

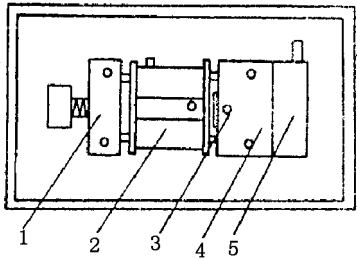


图 5-3-141 QGS-04 型分析器接收器结构图

1—光源 2—气室 3—挡光板 4—检测室 5—前置级

(1) 通电检查：

在接通仪表电源的同时，要注意观察电流表和切光片。在启动的瞬间电流表的电流指示应为 $150\mu\text{A}$ （其量程为 $200\mu\text{A}$ ），如果指示过大，应立即切断电源，以免烧坏灯丝。另一点是在启动瞬间切光片应转动，如果不转应立即用手轻轻拨动，使之转动。由于同步电机在限制器的控制下只能单向旋转，所以在未认定同步电机正确转向前不得随意拨动切光片或电机轴。

(2) 电流调整：

光源电流应为 $135\mu\text{A}$ ，否则应拉出放大器底盘、调节光源电流电位器，将光源电流调到 $135\mu\text{A}$ 。

(3) 调零点：

分析器启动后，经 6 小时左右的预热后，即可进行调整。

向分析器工作室通入零样气 N_2 ，调节节流阀，使流量计指针指 $0.5\text{L}/\text{min}$ 刻度上。

此时分析器指示应在表头刻度范围内，否则应进行下列调整：

将光路平衡电位器放在中间位置，打开接收器箱门，接收器内部构造如图 5-3-142 所示。调滤光片手轮，使指示值减到最低值。此点参比边光能等于分析边光能，即为光路平衡点。然后再旋转滤光片手轮，使其转向分析边光路，即表头指示由光路平衡点上升 20% ~ 30% 满刻度。此时按下状态检查按钮，指示应向满刻度方向移动（否则说明光路调节不正确）。在此基础上，反时针旋转光路平衡电位器，使指示值减到最低值，即平衡点。然后再顺时针旋转电位器，使指示值从平衡点上升 20% ~ 30% 满刻度。

调节零点电位器，使分析器指示为零，此时零位才是真正的零点。但是调零中必须避免出现假零点。当存在假零点时，通入标准气样或按下状态检查按钮时，分析器指示值出现向下移动或先向零下，继而增大的“回程”现象。

(4) 调量程：

向分析器中通入满刻度标准气，并将流量调至 $0.5\text{L}/\text{min}$ 。此时调灵敏度旋钮使分析器指示达到满量程。若量程展开不够或量程范围太大，应进行下列调整：

① 展开不够：调灵敏度旋钮，使指示值超过满刻度 3% ~ 4% 左右。然后调节零点使

指针向下移动 3% ~ 4% 到满量程,再反复通入零点气样和满量程气并反复调整,直到符合要求方止。

②范围太大:调灵敏度旋钮、使指示值低于满刻度 3% ~ 4% 左右,然后调节零点使指针向上移动 3% ~ 4% 到满量程,再反复通入零点气样和满量程气,并反复调整,直到符合要求为止。

(5)调同步:

调记录器旋钮,使记录指示为满刻度,二次记录仪表和一次表头指示同步。

(九)过程分析仪表调校时常见故障的原因及处理方法

过程分析仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表 5-3-11 所示。

表 5-3-11 过程分析仪表调校时常见故障的原因及处理方法

	质量故障	可能原因及处理方法
氧化锆氧分析仪	无输出、无指示,示值误差超标、输出指示不稳	①探头已损坏或被堵 ②电源未接上 ③温度补偿不对 ④调试用标准气氧含量不准 ⑤零位和满量程未调整好 ⑥调校时,标准气流量过小
红外线分析仪	无输出,零位飘移,示值误差超标,非线性,输出不稳定	①电源未接好 ②气路堵塞 ③仪表内部动、静态不平衡 ④标准气和参比气不符合要求 ⑤零位和满量程未调整好 ⑥预热或预处理不符合要求
电导分析仪	无输出,指示超差、零位飘移	①电源接线不牢或错误 ②电导池选择不对 ③温度补偿不对 ④调校用模拟电阻值不对
工业酸度计	无输出、指示超差	①电源未接好 ②标准液配制不对 ③传感器电势传输线未接好、干扰较大 ④电极沾污或机械清理装置失效,工作电极或参比电极失效 ⑤指示仪表故障
工业气相色谱仪	无指示、基线不稳、输出不稳、噪声大、误差超标、工作过程紊乱	①预处理不好 ②热导池损坏 ③色谱柱已坏或性能下降 ④载气和吹扫气不合格或管路不通 ⑤存储器损坏 ⑥原编程序不当或编程步骤失误 ⑦利用微处理器进行自诊断并根据显示信息排除故障

八、显示仪表的工作原理与调校

显示仪表显示信息的方法通常有以下几种：

(1)模拟显示：模拟式显示仪表是指采用指针(或光柱色带)配合刻度盘的方法进行显示的仪表。如动圈式、自动平衡式和光柱式、色带式、显示仪表。

(2)数字显示：数字式显示仪表是指采用数码技术用字符的方式进行显示的仪表。如数字显示器。

(3)声光显示：声光式显示仪表是指采用报警声和闪光信号的方式进行显示的仪表。如闪光信号报警器等。

(4)图表显示：图表式显示仪表是指采用图形、曲线、字符等多种方式进行显示的仪表。如电子液晶记录仪。

(一)模拟式显示仪表的工作原理

在工业自动化仪表中常用的常规模拟式显示仪表有：动圈式显示仪表和电子自动平衡式显示仪表两大类。

其中动圈式显示仪表是一种磁电式直流电流或电压测量仪表。各种控制参数只要通过敏感元件、发讯器、变送器转换为相应的直流信号,就可以用动圈仪表显示。在动圈仪表内增加一些附加调节控制电路,还可实现报警及控制功能。

动圈式仪表测量机构的核心是一个磁电式表头,指针偏转与通过动圈中的电流成正比。其基本电路如图 5-3-142 所示。

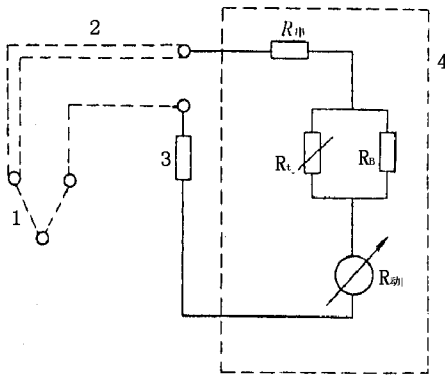


图 5-3-142 动圈仪表测量原理

自动平衡显示仪表一般是由测量系统、放大器、可逆电机、指示或记录机构以及附加装置等构成的。测量系统接受来自检测仪表的信号即可驱动可逆电机。它一方面带动测量系统中的平衡机构,使之重新平衡;另一方面带动指示和记录机构进行显示。有些仪表还带有调节、报警等附加装置。记录纸由同步电动机带动。

按仪表测量电路不同,常用的有电子电位差计和电子平衡电桥两种。电子电位差计

是测量毫伏级电位的显示仪表,可以热电偶配套测量温度,也可以与产生直流电势或电流等的变换器配合使用,测量与之相对应的量(如压力、流量、液位等)。电子平衡电桥是测量电阻变化的显示仪表,可与电阻温度计配套,亦可与有关的电阻变送器配套,测量与之相对应的量。电子电位差计和电子平衡电桥的基本电路如图 5-3-143、图 5-3-144 所示。

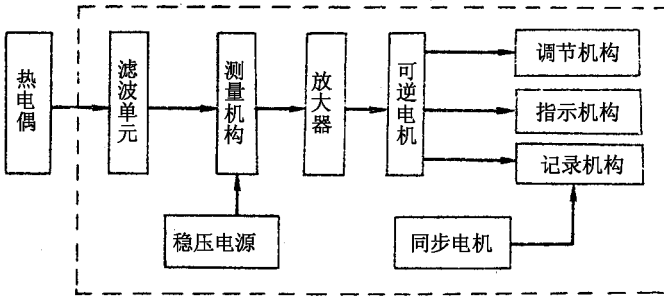


图 5-3-143 电子自动电位差计的工作原理框图

(二) 数字式显示仪表的工作原理

数字式显示仪是一种具有模/数转换器以十进制数码形式显示被测值的仪表。它包括信号变换电路、放大电路、非线性校正及开方运算电路、模/数转换电路、标度变换电路、光柱电平驱动电路、电压/电流转换器等电路和计数电路等组成。数字仪表直接接受热电偶或热电阻信号,以实现温度测量的数字显示;它也可以输入不同变送器的 0~10mA,DC 或 4~20mA,DC 统一信号,以实现相应的压力、流量、液位等测量的数字显示,并可进行巡回检测、超限报警和实现生产过程的自动控制。

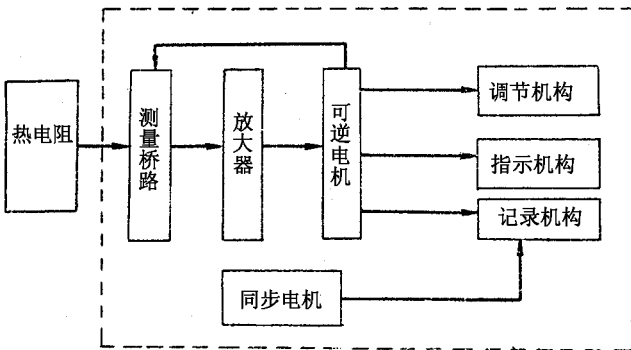


图 5-3-144 自动平衡电桥的工作原理框图

(三) 声光式显示仪表的工作原理

声光式显示仪表一般安装在控制室的仪表盘上。它接受开关量信号。当有信号输入时,报警灯闪光,并发出音响信号,指示生产过程中参数超限,以引起运行人员注意。

当按动消音按钮后 ,音响停止 ,报警转为平光。在排除外来信号后 ,报警灯熄灭。

声光式显示仪表一般均具有“ 试验 ”、“ 确认 ”、“ 消音 ”、“ 复位 ”四个按钮 ,并以电铃或蜂鸣器作为音响装置。

(四)图表示显示仪表的工作原理

图表示显示仪表是可以在同一显示屏上用字符、曲线、图形等多种方式、多个画面上进行显示。这种仪表以液晶显示器品种及显示形式较多 ,其工作原理除点阵数不同外 ,其他内容均相同。液晶显示器原理框图如图 5 - 3 - 145 所示。

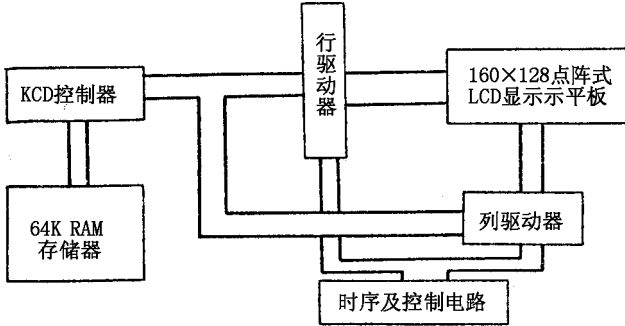


图 5 - 3 - 145 液晶显示器原理框图

这里以 160 × 128 点阵式 LCD 为例简述其工作原理。显示平板由 X(列)驱动器对 160 列进行译码驱动 ,Y(行)驱动器对 128 列进行译码驱动。LCD 控制器由大规模 CMOS 可编程集成电路组成 ,该芯片与显示仪表中的微处理器相连 ,通过编程来实现液晶显示器的各种显示功能。

常用的电子液晶显示仪 ,采用全电子化设计 ,达到了高精度、高可靠性和全微机化操作 ,维护量趋于零。而且可以单独使用 ,能与打印机连接打印报表 ,亦可以与微机进行群体联网通讯 ,实现多达七条高精度记录曲线在 PC 屏上同时进行“ 即时动态显示 ”、“ 单条静态显示 ”、“ 打印报表 ”三大功能的 PC 操作。

(五)显示仪表的调校

调校用主要仪表设备 :标准直流电流电压发生器、标准电位差计、标准电阻箱、数字式万用表等。

主要调校项目 :外观及常规检查 ;指示基本误差、变差 ;记录纸行程时间及记录质量。

调校方法 :

根据被试显示仪表品种、规格、精度选用调校用标准仪表设备。

调校时 ,首先应将被校仪表置工作位置。以调整信号源使被校仪表示值均匀上升、下降至各校验点 ,同时读取数据 ,求取基本误差、变差及记录误差值。其调校点通常以 5 点为宜。

对测温电子自动电位差计应考虑冷端温度补偿值。

在进行记录纸行程时间误差及记录质量的检查时,对划线记录仪应应用正弦发生器打点记录仪运行试应不少于 24h,进行记录质量的检查,其要求是:线条宽度应小于 6mm。圆型印点应小于 1mm,数码清晰。在记录纸上的分散度应小于标尺长度的 0.5%。不应有断线、乱打现象。不应有记录纸脱出、歪斜、折皱或扯破的现象。

(六) 显示仪表调校时常见故障的原因及处理方法

显示仪表调校时常见故障的原因及处理方法如表 5-3-12 所示。

表 5-3-12 显示仪表调校时常见故障的原因及处理方法

故障现象	可能原因及处理方法
无指示或指示不稳定(以动圈式仪表为例)	①引线脱落虚焊 ②量程电阻因动圈张丝断路或过载损坏 ③动圈短路 ④无输入信号或输入回路故障
指针调不回零、有卡滞现象和跳针	①指针碰玻璃或刻度盘 ②表头内转动部分有异物 ③调零机构失效
指示超差	①量程电阻短路 ②磁分流片移位 ③张丝弹性下降或过松 ④轴座松动,位置不对
报警联锁输出失灵	①铝箔变形或位置不对 ②指针小旗变形或错位 ③振荡电路发生故障 ④继电器损坏
指示误差超标,记录精度不够(以 XB 系列记录仪为例)	①滑线电阻磨损 ②桥路不准 ③补偿电阻配置不当 ④记录传动部分不灵活,阻力大 ⑤记录笔未调整好位置
指针抖动或反应吊滞且不稳定,甚至跳变	①放大器灵敏度过高,或灵敏度过低 ②滑动电阻受阻、不灵活
记录只画一条弧线,不论输入任何值指针都达到满刻度	①记录纸不走 ②同步电机损坏 ③滚珠卡死 ④伺服电机损坏 ⑤放大器无输出 ⑥补偿电阻接错或开路

第四章 控制仪表管路的安装

仪表管路(包括导管及管件)按其作用可分为:

- (1)测量管路:把被测介质自取源部件传递到测量仪表或变送器,用于测量压力、差压(流量和水位)等。
- (2)取样管路:取引蒸汽、水、烟气、氢气等介质的样品,用于成分分析。
- (3)信号管路:用于气动单元组合仪表(包括气动执行机构)之间传递信号(一般压力为 $0.02 \sim 0.1 \text{ MPa}$)。
- (4)气源管路:气动设备的气源母管和支管。
- (5)伴热管路:用于仪表管路的防冻加热。
- (6)排污及冷却管路:用于排放冲洗仪表管路介质的称为排污管路;用于冷却测量设备的称为冷却管路。

仪表管路材质和规格的选用、敷设路线的选择、安装方法以及管路的严密性等直接影响测量的准确性,它反映了测量指示和自动调节的质量。同时,在整个机组的热工仪表安装过程中,仪表管路的安装所占比例最大,因此做好这项工作有着重大的意义。

仪表管路(测量风压管路及排污管路除外),应装有取源阀门和仪表阀门。这样,一旦管路泄漏,即可关闭取源阀门进行处理,不至于造成停机、停炉。风压管路压力极低,如管路有问题,用不着关门就可处理;若装有阀门,反而容易造成堵塞,影响测量。取源阀门装于取源部件之后,仪表阀门装于测量仪表之前。本章所述管路安装包括取源阀门和仪表阀门前后全部管路及管件(文中导管的材质未特别标明时,一般指钢管)。

第一节 管路敷设的要求

管路敷设应符合下列各项要求:

(1) 导管在安装前应核对钢号、尺寸, 并进行外观检查和内部清洗。

(2) 管路应按设计规定的位置敷设, 若设计未作规定时, 可按下列原则根据现场具体情况而定。

① 导管应尽量以最短的路径进行敷设, 以减少测量的时滞, 提高灵敏度。但对于蒸汽测量管路, 为了使导管内有足够的凝结水, 管路又不宜太短。

② 导管避免敷设在易受机械损伤、潮湿、腐蚀或有震动的场所, 应敷设在便于维护的地方。

③ 导管应敷设在环境温度为 $5 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 的范围内, 否则应有防冻或隔热措施。

④ 油管路敷设时应离开热表面, 严禁平行布置在热表面的上部。这是为了避免油管路泄漏时, 油落在热表面上引起火灾。油管路与热表面交叉时, 也必须保持一定的安全距离, 一般不小于 150mm , 并应有隔热措施。

⑤ 差压测量管路(特别是水位测量)不应靠近热表面, 其正、负压管的环境温度应一致。因为水位测量差压较小, 如果测量管路靠近热表面, 或两根差压管受环境温度影响不一致, 会引起正、负压管内水柱有温度差, 使密度不一样而产生测量误差。特别是其中有一根管如离介质流动的热管路过近时, 将使正、负测量管内介质密度所引起的差压值大于测量的差压值, 而无法进行测量。

⑥ 管路敷设时, 应考虑主设备的热膨胀, 特别是大容量机组的锅炉, 如超高压参数锅炉向下膨胀最大达 200mm , 超临界压力参数的锅炉, 向下膨胀最大达 380mm 左右, 向左、右膨胀最大达 120mm 左右。如不注意这个问题, 当主设备膨胀后, 将使一些敷设好的仪表管路受到一定的拉力, 甚至使管子断裂。因此, 管路应尽量避免敷设在膨胀体上。如必须在膨胀体上装设取源装置时, 其引出管需加补偿装置, 如“ Ω ”弯头等。

⑦ 管路应尽量集中敷设, 其路线一般应与主体结构相平行。例如, 锅炉和汽机房内管路的水平段可集中敷设在运转层平台下, 锅炉管路的垂直段可沿本体主钢架、步道外侧或厂房混凝土柱子集中敷设, 以便于导管的组合安装, 做到整齐、美观。

⑧ 导管敷设路线应选择在不影响主体设备检修的地点。

⑨ 导管不应直接敷设在地面上。如必须敷设时, 应设有专门沟道, 导管如需穿过地板或砖墙, 应提前在土建施工时配合预留孔洞, 敷设导管时还应穿用保护管或保护罩。

(3) 管路水平敷设时, 应保持一定坡度, 一般应大于 $1:100$, 差压管路应大于 $1:12$ 。其倾斜方向应能保证测量管内不存有影响测量的气体或凝结水, 并在管路的最高或最低点装设排气或排水容器或阀门。

测量蒸汽和液体流量时, 节流装置的位置最好比差压计高。如节流装置位置低于差压计时, 为防止空气侵入测量管路内, 测量管路由节流装置引出时应先下垂, 再向上接至仪表, 其下垂距离一般不应小于 500mm , 使测量管路内的蒸汽或液体得以充分凝结或冷却, 不至于产生对流热交换。

测量凝汽器真空的管路,应全部向下朝凝汽器倾斜,不允许有形成水塞的可能性。

气体测量管路从取压装置引出时,应先向上引 600mm,使受降温影响而析出的水分和尘粒沿这段直管道导回主设备,减少它们窜入仪表测量管路的机会,避免管子堵塞。

(4)管路敷设应整齐、美观、固定牢固,尽量减少弯曲和交叉,不允许有急弯和复杂的弯。成排敷设的管路,其弯头弧度应一致。

(5)测量黏性或侵蚀性液体的压力或差压时(如重油、酸、碱等),取源阀门至仪表阀门之间的管路上应装设隔离容器,在隔离容器和至测量表的导管内充入隔离液,以防表计被腐蚀。若介质凝固点高、黏性大,取压装置至隔离容器应有伴热并保温,以防介质凝固,亦可将取压装置引出的导管及隔离容器等紧贴被测热力管线安装,并共同保温。

(6)供气管管及控制用气支管应采用不锈钢管,至仪表设备的分支管可采用紫铜管、不锈钢管或尼龙管^①。支管应从母管上半部引出,母管最低处应加装排水装置。

(7)管路敷设完毕后,应用水或空气进行冲洗,并应无漏焊、堵塞和错焊等现象。

(8)管路应严密无泄漏。被测介质为液体或蒸汽时,取源阀门及其前面的取源装置应参加主设备的严密性试验;取源阀门后管路视安装进度,最好也能随主设备做严密性试验。若工期跟不上,可参加试运前的工作压力试验。被测介质为气体的管路,需单独进行严密性试验。因为这些管路压力较低,运行中不易发现问题,如有泄漏,将影响到测量准确性。仪表管路及阀门严密性试验标准应符合表 5-4-1 的规定。

表 5-4-1 管路及阀门严密性试验标准

项次	试 验 项 目	试 验 标 准
1	取源阀门及汽、水管路的严密性试验	用 1.25 倍工作压力进行水压试验,5min 内无渗漏现象
2	气动信号管路的严密性试验	用 1.5 倍工作压力进行严密性试验,5min 内压力降低值不应大于 0.5%
3	风压管路及其切换开关的严密性试验	用 0.1~0.15MPa(表压)压缩空气试验无渗漏,然后降至 6 000Pa 压力进行试验,5min 内压力降低值不应大于 50Pa
4	油管路及真空管路严密性试验	用 0.1~0.15MPa(表压)压缩空气进行试验,15min 内压力降低值不应大于试验压力的 3%
5	氢管路系统严密性试验	仪表管路及阀门随同发电机氢系统做严密性试验,标准按 DL501—92《电力建设施工及验收技术规范 汽轮机篇》附录 J 进行

(9)管路严密性试验合格后,表面应涂防锈漆,高温管路用耐高温的防锈漆。露天敷设的汽水导管应保温。

(10)管路敷设完毕后,在所有管路两端应挂上标明编号、名称及用途的标示牌。

^① 摘自 NDCJ16—89《火力发电厂热工自动化设计技术规定》。

第二节 管路安装前的检查

导管与管件安装前应遵照下列程序和方法进行检查。

一、管路材质和规格的检查

(1) 管路材质和规格应符合设计要求,设计未作规定时,可参照表 5-4-2 选用,并有检验合格证。

(2) 管件尺寸应符合制作图的要求,丝扣连接部分合适,没有过松或过紧现象。

二、外观检查

(1) 导管外表应无裂纹、伤痕和严重锈蚀等缺陷。

表 5-4-2 仪表管材质及管么的选择

被测介质名称	被测介质参数	取源门前			取源门后		备注
		材质	取压短管 (mm) (外径×壁厚)	导管 (mm) (外径×壁厚)	材质	导管 (mm) (外径×壁厚)	
汽、水	$p = 2.7 \sim 14.7 \text{ MPa}$ $t = 500 \sim 555^\circ\text{C}$	12Cr1MoV 或与 主管道同材质	$\phi 25 \times 7$	$\phi 16 \times 3$	20 号钢	$\phi 14 \times 2$	
	$p = 16.0 \sim 17.0 \text{ MPa}$ $t = 500 \sim 555^\circ\text{C}$	12Cr1MoV 或与 主管道同材质	$\phi 25 \times 7$	$\phi 16 \times 3$	20 号钢	$\phi 16 \times 3$	
	$p = 12.0 \sim 18.4 \text{ MPa}$ $t = 240 \sim 235^\circ\text{C}$	20 号钢	$\phi 25 \times 7$	$\phi 16 \times 3$	20 号钢	$\phi 14 \times 2$	
	$p = 19.0 \sim 28.0 \text{ MPa}$ $t = 240 \sim 280^\circ\text{C}$	20 号钢	$\phi 25 \times 7$	$\phi 16 \times 3$	20 号钢	$\phi 16 \times 3$	
	$p = 3.9 \text{ MPa}$ $t = 450^\circ\text{C}$	20 号钢或 10 号 钢	$\phi 25 \times 7$	$\phi 14 \times 2$	20 号钢 或 10 号钢	$\phi 14 \times 2$	
	$p \leq 7.6 \text{ MPa}$ $t \leq 175^\circ\text{C}$	20 号钢或 10 号 钢	$\phi 16 \times 3$	$\phi 14 \times 2$	20 号钢 或 10 号钢	$\phi 14 \times 2$	见注 1
	$p = 4.0 \sim 12.5 \text{ MPa}$ $t = 249 \sim 326^\circ\text{C}$	20 号钢	$\phi 28 \times 4$	20 号钢	$\phi 14 \times 2$	用于 锅炉 汽包 水位	
	$p = 15.0 \sim 20.0 \text{ MPa}$ $t = 340 \sim 364^\circ\text{C}$			20 号钢	$\phi 16 \times 3$		
重油、灰水		10 号钢	$\phi 20 \times 2$ 或 $\phi 18 \times 2$				

被测介质名称	被测介质参数	取源门前			取源门后		备注
		材质	取压短管 (mm) (外径×壁厚)	导管 (mm) (外径×壁厚)	材质	导管 (mm) (外径×壁厚)	
油、气体、 烟气、气粉 混合物		10号钢			φ14×2		
汽、水、烟 气的成分 分析,水冷 发电机冷 却水		1Cr18Ni9Ti			φ14×2		

- 注 1. 表中的导管规格 φ16×3 亦可用 φ16×2.5。当取源阀门选用焊接式阀门时,取源阀门前的取压短管为 φ25×7。
 2. 表中 p 为工作压力, t 为工作温度。
 3. 本表摘自 SDJ279—90《电力建设施工及验收技术规范热工仪表及控制装置篇》。

(2) 检查导管的平直度,不直的导管应调直。钢管用电力、液压或气压传动的机械或工具校直。铜管可以用手动工具(图 5-4-1)校直。把弯曲的铜管插入工具(牢固地固定在安装工作台的底座上)内,用手拉动铜管的插入端,使铜管从校直辊之间通过。如果使校直工具沿着铜管移动(如图 5-4-1 中箭头所示),则应将铜管的一端固定。

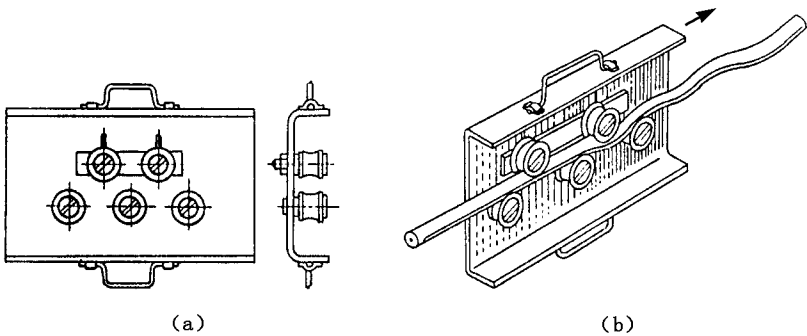


图 5-4-1 铜管校直工具
(a) 总图 (b) 校直铜管

(3) 管件应无机械损伤及铸造缺陷。

三、内部清洗

(1) 一般导管可用蒸汽吹洗,或用干净布浸以煤油(或汽油)用钢丝带着,穿过导管来回拉擦,除净管内积垢。清洗后的导管两端应进行临时封闭,以防止污物进入管内。

(2) 管件内部的油垢应使用煤油(或汽油)浸洗。

第三节 导管的弯制

导管的弯制,一般应用冷弯法,通常使用机械弯管机。冷弯时,钢材的化学性能不变,且弯头整齐。在现场,使用氧-乙炔焰进行热煨,一般用以对个别的弯头进行校正。大直径的低压导管可采用标准的热压弯头成品。常用热压弯头的管径有50、65、80、100、125、150、200mm等,一般用90°弯头。

导管的弯曲半径,对于金属管应不小于其外径的3倍,对于塑料管应不小于其外径的4.5倍。弯制后,管壁上应无裂缝、过火、凹坑、皱褶等现象,管径的椭圆度不应超过10%。

仪表管安装用弯管机分为电动和手动两种。

电动弯管机一般可利用电动执行机构作为动力。此外,还有电动液压弯管机。由于电动弯管机较重,宜用于集中弯制。手动弯管机又分为固定型和携带型两种。固定型弯管机可在任何地方设法固定使用,因此甚为灵活、方便,其示意图见图5-4-2,携带型弯管机使用更为方便,只需两手分别握住两手柄即可弯管,其结构如图5-4-3所示。手动液压弯管机既可固定使用,亦可携带使用。

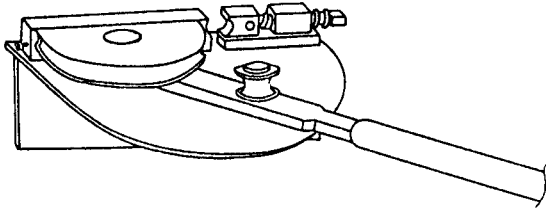


图5-4-2 固定型手动弯管机

使用弯管机弯管的步骤如下:

- (1)将导管放在平台上进行调直。
- (2)选用弯管机的合适胎具。
- (3)根据施工图或实样,在导管上划出起弧点。

(4)将已划线的导管放入弯管机,使导管的起弧点对准弯管机的起弧点(此点可先进行计算,并通过实践取得),然后拧紧夹具(对于携带型手动弯管机,将其锁紧装置翻转180°,夹住被弯导管)。

(5)启动电动机或扳动手柄弯制导管,当弯曲角度大于所需角度 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 时停止(按经验判断)。采用手动弯管机时,应用力均匀,速度缓慢。

(6)将弯管机退回至起点,用样板测量导管弯曲度。合格后松开夹具,取出导管。

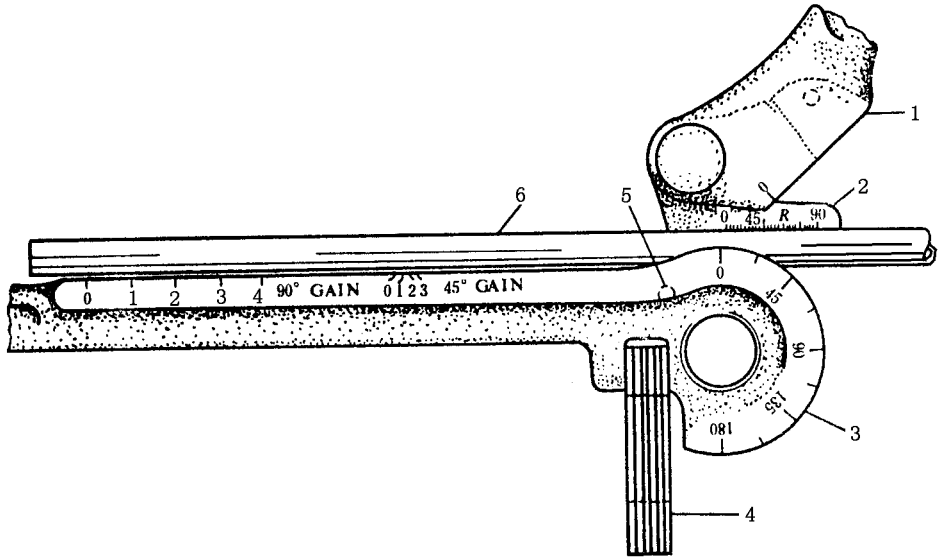


图 5-4-3 携带型手动弯管机

1—靴状手柄 2—导向连接板 3—形状手柄 4—锁紧装置 5—止钉 6—被弯导管

使用氧—乙炔焰加热弯管时,可按下列步骤进行:

(1)按图 5-4-4 所示的方法划出加热区,加热区应为弯曲半径的 3 倍。

(2)用氧—乙炔焰将加热区均匀加热到呈樱红色,再使用图 5-4-5 所示工具将导管弯至所需角度。弯制时用力应均匀。

(3)如煨弯后的尺寸不合适时应加以修正。若图 5-4-4 中尺寸 A 太小,可用氧—乙炔焰加热这一侧的弯曲部分,将 A 部分扳直些,然后再加热弯头的另一端,弯至所需角度,若尺寸 A 太大,可用上述相反的方法修正过来。

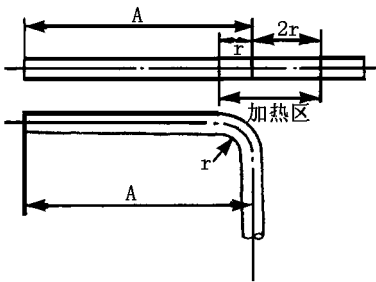


图 5-4-4 氧—乙炔焰加热弯管时的划线

A—弯管时的定位尺寸; r—弯曲半径值

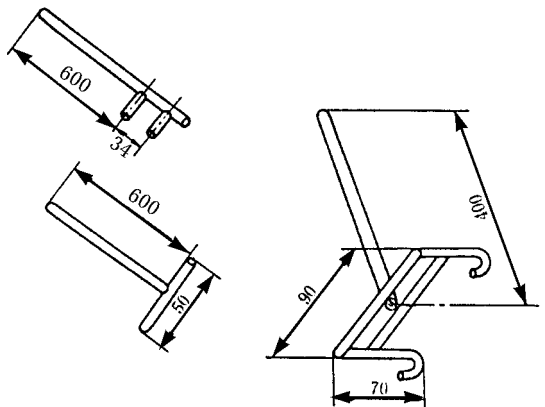


图 5-4-5 氧—乙炔焰弯管工具

第四节 导管的连接

仪表导管多为金属小管,一般采用气焊法或钨极氩弧焊连接,对于检修时常需拆卸的部位可采用下列各种方式进行连接:

(1)压垫式管接头连接 适用于无缝钢管和设备(包括仪表、螺纹连接截止阀等)的连接处,选择不同材质的垫片,以用于各种介质参数场合。

(2)螺纹连接 适用于水煤气管的连接,分连管节和外套螺帽式(俗称油任)两种。一般采用缠绕聚四氟乙烯密封带(生料带),以用于温度在 250°C 以下的液、汽管道的丝扣密封。有时也采用亚麻丝涂白铅油作密封。

(3)卡套式管接头连接 适用于碳钢或不锈钢无缝钢管的连接。它利用卡套的刃口切入被连接的无缝钢管,起到密封作用,可用于公称压力 $25\sim 40\text{MPa}$ 的介质。

(4)胀圈式管接头连接 适用于紫铜管或尼龙管的连接。利用胀圈作密封件,多用于气动管路的连接。

(5)扩口式管接头连接 适用于紫铜管或尼龙管的连接。将扩了口的管子置于接头的锥面,利用旋紧螺母使管子喇叭口受压,从而起到密封作用,多用于气动管路的连接。

(6)法兰连接 适用于大管径的气源管路及带法兰的设备(包括带法兰的截止阀等)的连接,选择不同材质的垫片,以用于各种介质参数的场合。

在导管安装中,不管使用哪种连接方法,都必须保证导管的严密性,不应有泄漏和堵塞现象。各种连接方法可按照下列工艺要求和步骤进行。

(一)气焊、电焊和钨极氩弧焊连接

水煤气管焊接时,其两端螺纹应割掉,因为此处管壁已减薄,机械强度降低,容易产生裂缝。

导管对口气焊连接时可使用如图5-4-6所示的对口工具先点焊,防止导管错口和承受机械力。采用套接头与导管连接,可用钨极氩弧焊或电焊,需用插入式连接附件。

高压导管上需要分支时,应采用与管路相同材质的三通件进行连接。(参见图5-4-7)不得在管路上直接开孔焊接。

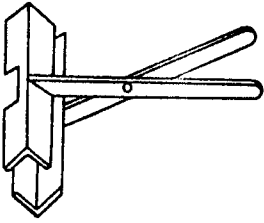


图 5-4-6 导管对口工具

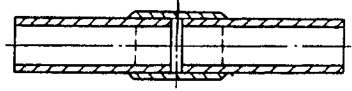


图 5-4-7 导管套管焊接图

不同直径的导管对口焊接时,其直径相差不得超过 2mm,否则应采用异径转换接头。

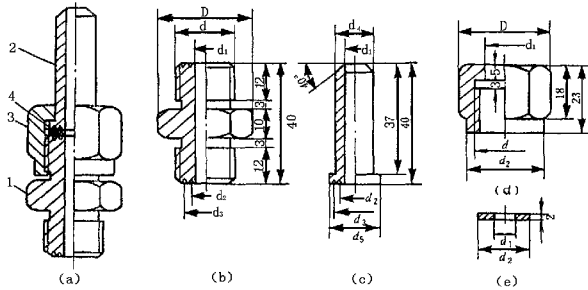
小直径的紫铜管焊接时,为防止焊渣堵塞导管和增加接口处强度,可采用如图 5-4-7所示套管焊接法,将导管和套管焊在一起。套管的长度为 30~50mm,内径比被连接管的外径大 0.2~0.5mm。

小直径的不锈钢管焊接时,采用钨极氩弧焊。

焊接后的导管应校正平直(可用氧-乙炔焰加热后平直)。

(二) 压垫式管接头连接

压垫式管接头连接的形式及零件制作图见图 5-4-8 和表 5-4-3。使用压垫式管接头进行导管与导管或导管与仪表、设备连接时,可按下列步骤进行:



座间应留有密封垫的间隙,然后将接管嘴与导管对口、找正,用火焊对称点焊数点。

(3)再次找正后,卸下接头,进行焊接。切忌在不卸下接头的情况下在仪表设备上直接施焊,以避免因焊接高温传导而损坏仪表设备的内部元件。

(4)正式安装接头时,结合平面内应加厚度为 $2\sim 3\text{mm}$ 的密封垫圈,其表面应光滑(齿形垫除外),内径应比接头内径大 0.5mm 左右,外径则应小于接头外径约 0.5mm 。

(5)在接头的螺纹上涂以机油黑铅粉混合物,并把密封垫圈自由地放入锁母中,然后拧入接头,用扳手拧紧。接至仪表设备时,接头必须对准,不应产生机械应力。

(三) 连管节螺纹连接

导管使用如图5-4-9所示的连管节连接时,两个被连导管管端的螺纹长度不应超过所用连管节长度的 $\frac{1}{2}$,连接方法可按下列步骤进行(以亚麻丝作密封为例):

(1)用圆锉锉一下管端部螺纹的第一道丝扣,除去棱角与毛刺。

(2)在管端螺纹上涂上白铅油后,将劈成细丝的亚麻丝从导管端开始顺螺纹缠在丝扣上(注意缠绕方向不能错),缠时应防止把亚麻丝缠于第一道螺纹上,以防进入管内。

(3)用管钳将连管节拧到一根被连导管管端上,并拧到极点。

(4)用相同方法将另一根导管的管端涂油缠麻,并拧入连管节中。

(四) 外套螺母螺纹连接

导管使用如图5-4-10所示的外套螺帽连接时,其安装步骤如下(以亚麻丝作密封为例):

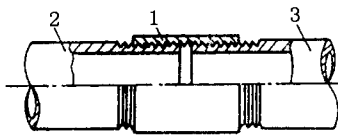


图5-4-9 导管使用连管节连接

1—连管节 2、3—导管

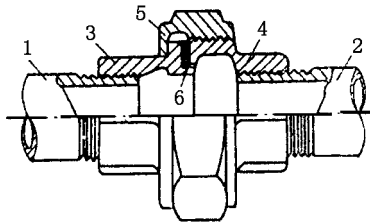


图5-4-10 使用外套螺帽连接导管

1、2—导管 3、4—一对连管节 5—外套螺帽 6—密封垫圈

(1)在两导管的螺纹上涂油缠麻(方法同连管节连接)。

(2)将一对连管节分别用管钳拧入导管上。

(3)用低压石棉垫制成密封垫圈,在密封垫圈与外套螺帽的丝扣上涂以机油黑铅粉或机油红丹混合物。垫入密封垫圈,密封垫圈与导管的中心线必须吻合。拧上外套螺帽,用扳手拧紧。

(五)卡套式管接头连接

卡套式管接头的结构形式有多种(国家标准 GB3733.1~3765—83)。图 5-4-11 所示为适用于管路直通连接的接头连接形式及零件制作图,其加工尺寸见表 5-4-4~表 5-4-6。此外,还有端直通、直角、端直角、三通、端三通、直角三通、四通、压力表管接头等。

卡套式管接头的性能质量除了与零件的材料、制造精确度、热处理等有关外,还与装配的质量有重要关系。其装配方法如下:

(1)按需要长度切断(或锯切)管子。其切面与管子中心线的垂直度误差不得大于管子外径的公差之半。

(2)除去管端的内、外圆毛刺及金属屑、污垢等。

(3)除去管接头各零件上的防锈油及污垢。

(4)在卡套刃口、螺纹及各接触部位涂以少量的润滑油。按顺序将螺母、卡套套在管子上,然后将管子插入接头体内锥孔底部并放正卡套。在旋紧螺母的同时转动管子,直至不动为止,然后再旋紧螺母 $1 \sim 1 \frac{1}{3}$ 圈。

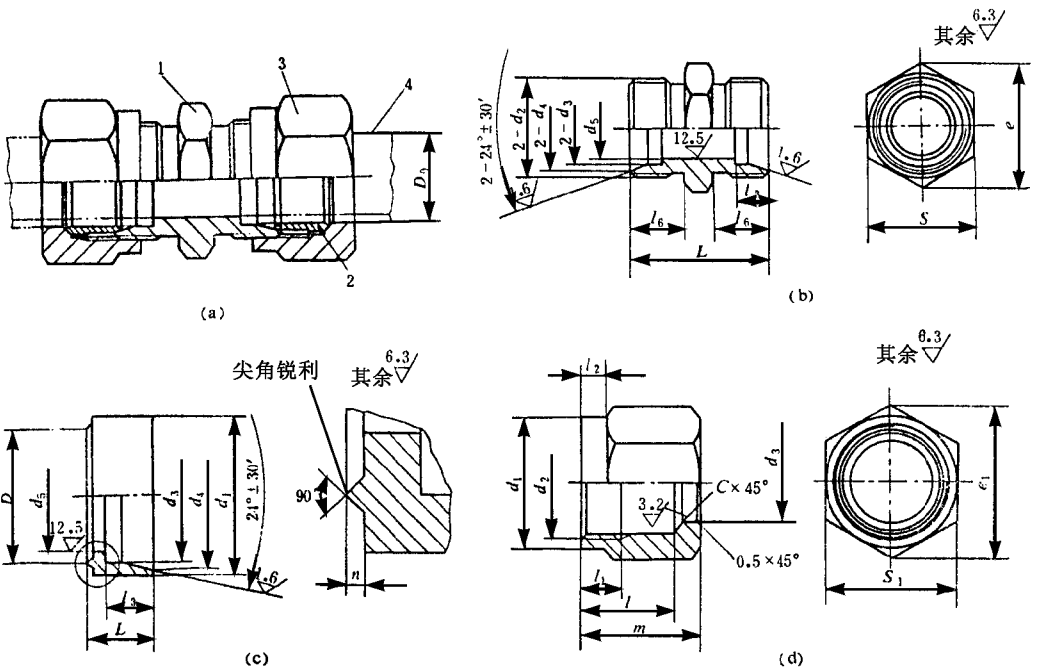


图 5-4-11 卡套式管接头的连接形式及零件制作(管路直通)

(a)连接形式 (b)直通接头体 (c)卡套 (d)螺母

1—直通接头体 2—卡套 3—螺母 4—导管

表 5-4-4 卡套式直通接头体的加工尺寸 (mm)

公称压力 (MPa)	管子 外径 D ₀	d ₂	d ₅		d ₃		d ₄		l ₆	b ₃		L	s	e	质量 (kg/100件)				
			公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差											
G (25) +0.28	4	M10×1	3	4	+0.28 +0.21	6.1	+0.10 0	8.5	6.5	7	22	13	15	0.98					
	5		3.5	5		7.1		10.7											
	6	M12×1.25	4	6		8.1		13	7						26.4	1.67			
	8	M14×1.5	6	8		10.1		+0.40 +0.30	+0.10 0	13.5	7.5	32	15	17.3	2.61				
	10	M16×1.5	8	10		12.3										33	18	20.8	2.95
	12	M18×1.5	10	12		14.3													
	14	M20×1.5	12	14	16.3	4.36													
	16	M22×1.5	14	16	18.3	35	24					27.7	5.17						
	18	M24×1.5	15	18	20.3								27	31.2	6.40				
	20	M27×1.5	17	20	22.7	37	30					34.6	8.75						
	22	M30×2	19	22	24.7								46	31	39.3	11.8			
	25	M33×2	22	25	27.7	18	9.5					48				41	47.3	19.1	
	28	M36×2	24	28	30.7								19	10.5	50			46	53.1
	32	M42×2	27	32	35	11	51					50				57.7	30.2		
	34	M45×2	30	34	37								55	63.5	51		55	63.5	43.2
	40	M48×2	34	40	43	33	15	17.3	33	18	20.8	4.08							
	42	M52×2	36	42	45								13.5	7	35	21	24.2	4.86	
	6	M14×1.5	3	6	8.1	14	8	36	27	31.2	8.40								
8	M16×1.5	5	8	10.1	9							38	30	34.6	11.3				
10	M18×1.5	7	10	12.3		19	10	48	34	39.3	14.3								
12	M20×1.5	8	12	14.3	20							11.5	50	41	47.3	24.5			
14	M22×1.5	10	14	16.3		54	26.5												
16	M24×1.5	12	16	18.3	19			10	53	41	47.3	24.5							
18	M27×1.5	14	18	20.3		20	11.5						54	41	47.3	26.5			
20	M30×2	16	20	22.7	19			10	48	34	39.3	14.3							
22	M33×2	18	22	24.7		20	11.5						50	41	47.3	24.5			
25	M36×2	20	25	27.7	54			26.5											
28	M39×2	22	28	30.7		19	10		48	34	39.3	14.3							

注 1. 接头体材料推荐选用 35 号钢,一般腐蚀性介质的管路系统推荐使用 1Cr18Ni9Ti。
2. 零件表面一般进行氧化处理(发黑或发蓝)。

表 5-4-5 卡套的加工尺寸

(mm)

管子 外径 D ₀	d ₃		d ₄		D ₂		D		a	a ₁	r	R	l ₁	l	L	质量 (kg/100件)
	公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差	d ₁	公称 尺寸								
4	4	+0.28 +0.21	5.4	0	6	0	5	7	+0.20 0	0.6	0.7	0.4	0.6	5	8	0.10
5	5		6.4		7		6	8								
6	6		7.4		8		7	9								
8	8		9.4		10		9	11								
10	10		11.5		12.2		11	13.4								
12	12	+0.40 +0.30	13.5	-0.10	14.2	-0.10	13	15.4	0.8	0.7	0.8	0.5	6	10	0.43	
14	14		15.5		16.2		15	17.4								
16	16		17.5		18.2		17	19.4								
18	18		19.5		20.2		19	21.4								
20	20		21.7		22.5		21.2	24								
22	22		23.7		24.5		23.2	26								
25	25		26.7		27.5		26.2	29								
28	28		29.7		30.5		29.2	32								
32	32		33.9		34.8		33.2	37								
34	34		35.9		36.8		35.2	39								
40	40	0.9	41.9	0.2	42.8	1.0	0.9	7.5	13	0.9	7.5	13	2.10			
34	34		35.9		36.8									35.2	39	
40	40		41.9		42.8									41.2	45	
42	42	43.9	44.8	43.2	47	2.70										

注：1. 卡套材料推荐选用 10 号钢，一般腐蚀性介质的管路系统推荐使用 1Cr18Ni2。

2. 卡套需经表面热处理，其表面硬度范围为 HV550~800，硬深度为 0.03~0.05mm，心部硬度范围为 HV220~300。

表 5-4-6 卡套管接头用螺母的加工尺寸

公称 压力 (MPa)	管子 外径 D_0	d_2	d_1	d_3		c	l	l_1	l_2	m	s_1	e_1	质量 (kg/100 件)								
				公称 尺寸	极限 偏差																
E (16)	4	M10×1	14.8	4	+0.28 +0.21	1.5	10	7	3.5	13	15	17.3	0.71								
	5			5																	
	6	M12×1.25	15.8	6										1.5	11.5	7.5	4	15.5	16	18.5	1.11
	8	M14×1.5	17.8	8											12	8.5		16	18	20.8	1.74
	10	M16×1.5	20.8	10		1.8	14	9.5	5	18.5	21	24.2	2.31								
	12	M18×1.5	23.8	12							24	27.7	3.16								
	14	M20×1.5		14							19	27	31.2	4.91							
	16	M22×1.5	26.8	16							20	30	34.6	6.35							
	20	M27×1.5	33.8	20						2	16.5	11	5.5	23	34	39.3	7.34				
	22	M30×2	35.8	22								36		41.6	9.85						
25	M33×2	40.8	25	17.5	12.5						24.5	41	47.3	14.3							
28	M36×2		28									25	50	57.7	19.3						
G (25)	32	M42×2	49.8	32	+0.40 +0.30	2.5	18	12.5	6	26	55	63.5	25.1								
	34	M45×2		34							60	69.3	27.8								
	40	M48×2	54.8	40						13	14	17.5	6.5	55	63.5	25.1					
	42	M52×2	59.8	42										60	69.3	27.8					
	J (40)	6	M14×1.5	17.8		6	+0.28 +0.21	1.5	13	9.5	5	17.5	18	20.8	1.97						
		8	M16×1.5	20.8		8							21	24.2	2.29						
		10	M18×1.5	23.8		10						1.8	14	19	24	27.7	3.41				
		12	M20×1.5			12											20	27	31.2	5.30	
14		M22×1.5	26.8	14	15	10		21	30	34.6	6.83										
16		M24×1.5	29.8	16							34	39.3	6.97								
18		M27×1.5	33.8	18	2	16.5		12.5	24.5	36	41.6	11.1									
20		M30×2	35.8	20								25	41	47.3	13.6						
22		M33×2	40.8	22		17		13	26.5	41	47.3	15.4									
25		M36×2		25								27	46	53.1	18.4						
28	M39×2	45.8	28	18	14	27	46	53.1	18.4												

注 1. 螺母材料推荐选用 35 号钢,一般腐蚀性介质的管路系统推荐使用 2Cr13。

2. 零件表面一般进行氧化处理(发黑或发蓝)。

(5)螺母旋紧后,可拆下螺母,检查卡套在钢管上的咬合情况(若做剖面检验,其切入情况如图 5-4-12 所示),卡套的刃口必须全部咬进钢管表层,其尾部沿径向收缩,应抱住被连接的管子,允许卡套在管子上稍转动,但不得松脱或径向移动。

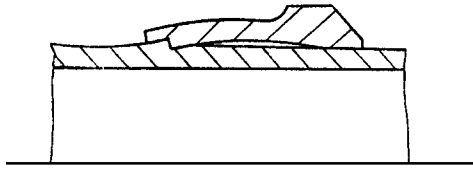


图 5-4-12 卡套刃口切入被连接钢管的情况

(六) 胀圈式管接头连接

连接紫铜管的胀圈式管接头,其连接形式及零件制作要求见图 5-4-13。

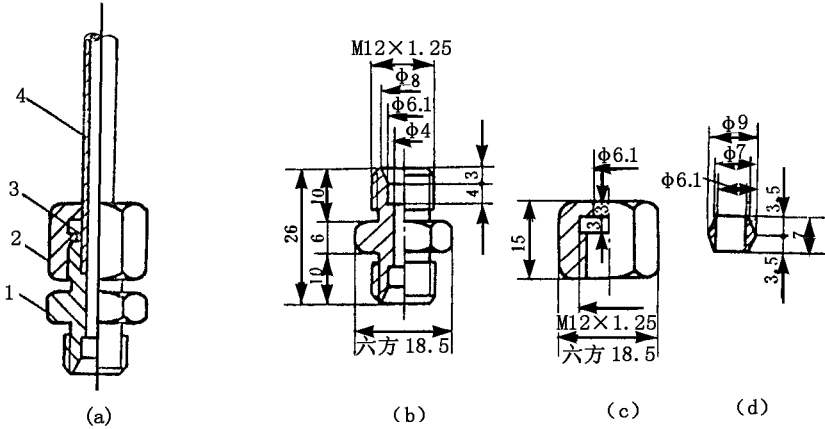


图 5-4-13 胀圈式管接头的连接形式及零件制作要求

(a) 连接形式 (b) 接头体 (c) 螺母 (d) 胀圈 1—接头体 2—螺母 3—胀圈 4—导管

连接尼龙管的管件有多种制品,图 5-4-14 所示为适用于管缆(单管外径为 6mm)分线处的连接,以及单管与单管连接的穿板直通接头的连接形式和管件尺寸。此外,还有直通终端、弯通终端、三通、压力表接头等品种。

胀圈式管接头的装配方法与卡套式管接头相仿。

(七) 扩口式管接头连接

扩口式管接头适用于介质为油、气的紫铜管或碳钢管等管路系统的连接,其结构形式有多种(国家标准 GB5625~5653—85),图 5-4-15 所示为适用于管路直通连接的接头连接形式,零件制作要求如图 5-4-16 所示,加工尺寸见表 5-4-7~表 5-4-10 制作管接头的材质应满足实际使用的压力范围和管路系统中输送的介质要求,可选用铜合金、不锈钢、碳钢等材料。使用碳钢材料时,推荐接头体用 15 号或 20 号钢,管套用 35 号钢,螺母用 Q195F 钢。

扩管式管接头制品还有端直通、直角、端直角、三通、端三通、直角三通、四通、压力表管接头等。

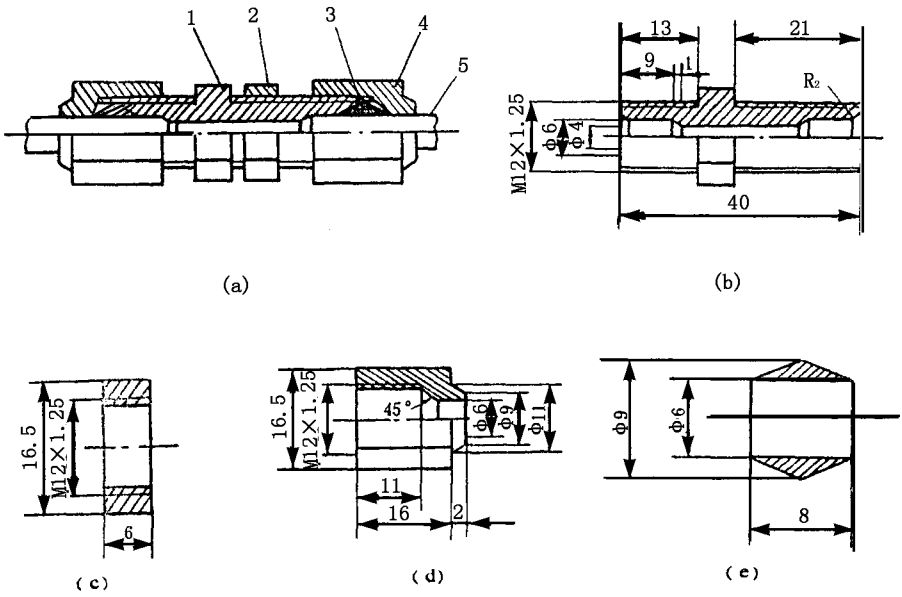


图 5-4-14 尼龙管穿板直通接头连接形式及管件
 (a)连接形式 (b)接头体 (c)螺母 (d)锁母 (e)胀圈
 1—接头体 2—螺母 3—胀圈 4—锁母 5—尼龙管

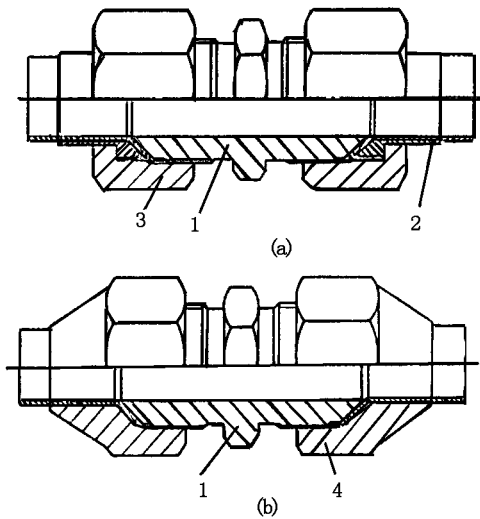


图 5-4-15 扩口式直通管接头连接形式
 (a)A型 (b)B型；

1—直通管接头体 2—管套 3—A型管接头螺母 4—B型管接头螺母

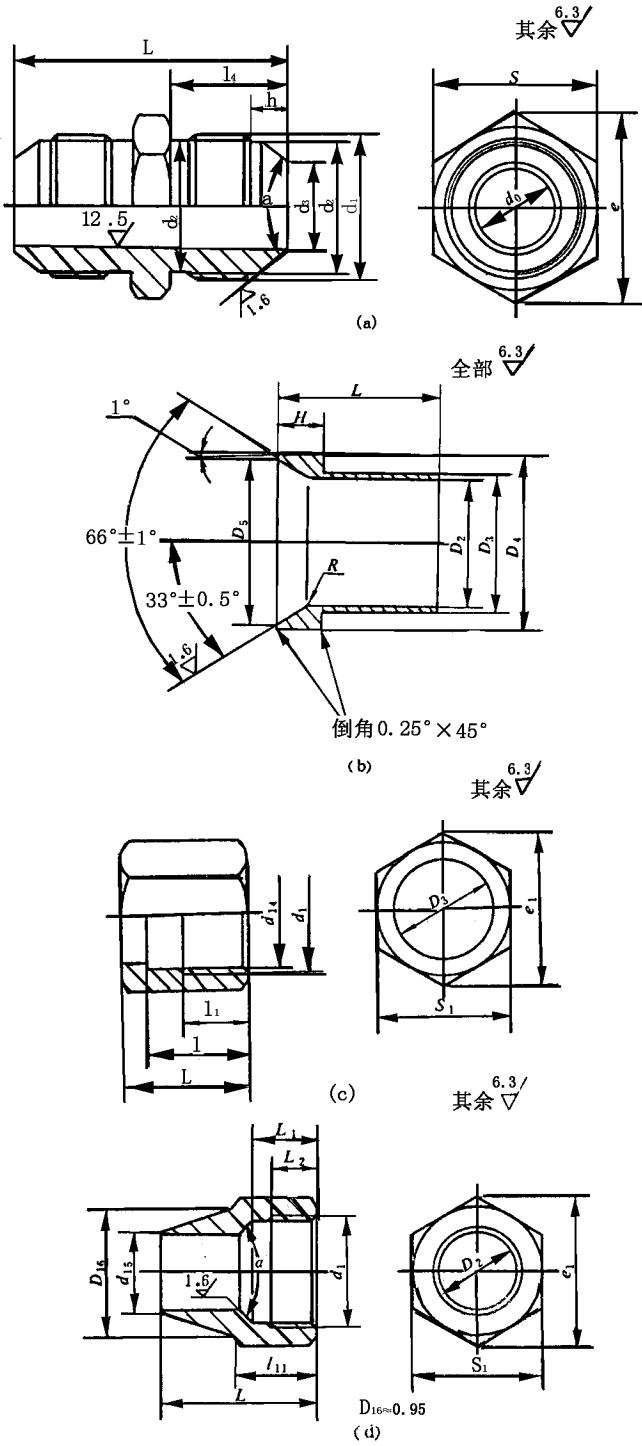


图 5-4-16 扩口式直通管接头零件制作要求

(a) 直通管接头体 (b) 管套；

(c) A 型管接头螺母 (d) B 型管接头螺母

表 5-4-7 扩口式直通管接头体尺寸

管子外径 D ₀	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	l ₄	h	L	e	S	α		质量(钢) (kg/100件) (近似数)
										A型	B型	
(mm)										(°)		
4	3	M10×1	8.4	3.6	12.5	4.5	30	15	13	74±0.5	-	≈1.53
5	3.5			4.3							90±1	≈1.47
6	4	M12×1.5	10	4.8	15.7	5.5	36.4	18.5	16			≈2.27
8	6	M14×1.5	11.7	7	18		42					≈3.49
10	8	M16×1.5	13.7	9	19	44	20.8	18	≈4.75			
12	10	M18×1.5	15.7	11		6	45	24.2	21			≈5.51
14	12	M22×1.5	19.7	13	19.5	46	27.7	24	≈8.19			
16	14	M24×1.5	21.7	15	20	6.5	48	31.2	27			≈9.89
18	15	M27×1.5	24.7	16.5	20.5	7	49					≈12.4
20	17	M30×2	27	18.5	26	8	62	39.3	34			≈21.7
22	19	M33×2	30	20.5				47.3	41			≈23.5
25	22	M36×2	33	23.5	27.5	9.5	67	47.3	41			≈29.6
28	24	M39×2	36	26								67
32	27	M42×2	39	29	28.5	9.5	69	53.1	46			≈38.2
34	30	M45×2	42	32								69

表 5-4-8 扩口式管接头管套尺寸

管子 外径 D ₀	D ₂		D ₃		D ₄		D ₅		H		L		R		质量(钢) (kg/100件) (近似数)	
	公称 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差		
(mm)																
4	4	+0.2 -0.1	5.5	0 -0.1	8.7	0 -0.1	7.2	0 -0.5	3.5	±0.3	9	±3	1	±0.3	≈0.16	
5	5		6.5		10.3		8.7				10				≈0.17	
6	6		7.5		12.1		10.4				11				≈0.24	
8	8		9.5		14.1		12.4				12				≈0.34	
10	10		11.5		16.1		14.4				13				≈0.44	
12	12		13.5		17.4		17.4				14				≈0.54	
14	14		16		19.9		19.9				15				≈0.96	
16	16		18		22.1		22.1				16				≈1.12	
18	18		20		25.1		22.9				17				≈1.43	
20	20		22		28.1		24.9				18				≈1.78	
22	22		24		30.5		27.9				6.5				20	≈2.35
25	25		27		33.5		30.9								7	22
28	28		30		36.5		33.9				7.5					23
32	32		34		39.5		36.9								≈3.74	
34	34		36		42.5		39.9				≈4.34					

表 5-4-9 扩口式 A 型管接头螺母尺寸

管子外径 D ₀	d ₁	d ₁₄	D ₃		l ₁	l	L	e ₁	S ₁	质量(钢) (kg/100件) (近似数)
			基本尺寸	极限偏差						
(mm)										
4	M10×1	8.9	5.5	+0.08 0	6.5	11.5	13.5	15	13	≈0.90
5			6.5							≈0.92
6	M12×1.5	10.6	7.5		7.5	13.5	16.5	17.3	15	≈1.42
8	M14×1.5	12.4	9.5		8.5	15.5	18.5	20.8	18	≈2.35
10	M16×1.5	14.4	11.5		9.5	16.5	19.5	24.2	21	≈3.38
12	M18×1.5	16.4	13.5					27.7	24	≈4.24
14	M22×1.5	20.4	16		31.2	27	≈4.80			
16	M24×1.5	22.4	18		10	17	20	34.6	30	≈6.20
18	M27×1.5	25.4	20							≈5.54
20	M30×2	27.8	22		10.5	20.5	24.5	41.6	36	≈10.0
22	M33×2	30.8	24		11.5	21.5	25.5			≈10.2
25	M36×2	33.8	27	12	22	26	47.3	41	≈12.0	
28	M39×2	36.8	30	13	23	27.5	53.1	46	≈17.3	
32	M42×2	39.8	34	13.5	23.5	28.5	57.7	50	≈17.5	
34	M45×2	42.8	36	14	24	29			≈21.1	

表 5-4-10 扩口式 B 型管接头螺母尺寸

管子外径 D ₀	d ₁	D ₂		d ₁₅	L ₁	L ₂	L	l ₁₁	e ₁	S ₁	α (°)	质量(钢) (kg/100件) (近似数)	
		基本尺寸	极限偏差										
(mm)													
5	M10×1	5	+0.2 +0.1	9	7	5	16	10	15	13	90±1	≈1.02	
6	M12×1.5	6			9.5	7		17.3	15	≈1.23			
8	M14×1.5	8			11	11	8	20	12	20.8		18	≈1.99
10	M16×1.5	10			14	11.5	8.5	26	14	24.2		21	≈3.77
12	M18×1.5	12			16			28	16	27.7		24	≈5.46

扩管式管接头的安装方法如下：

(1) 先将螺母与管套(对于 A 型接头)按顺序套在导管上(如系紫铜管,则其管端应先退火。)

(2) 将导管端头放入如图 5-4-17 所示的胀管器内,使管子扩口,管子扩口形式如图 5-4-18 所示,扩口尺寸见表 5-4-11 所列。

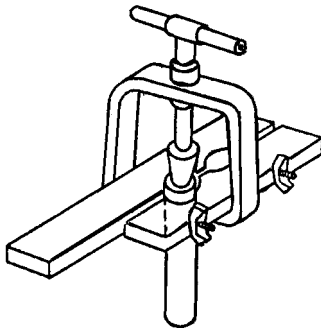
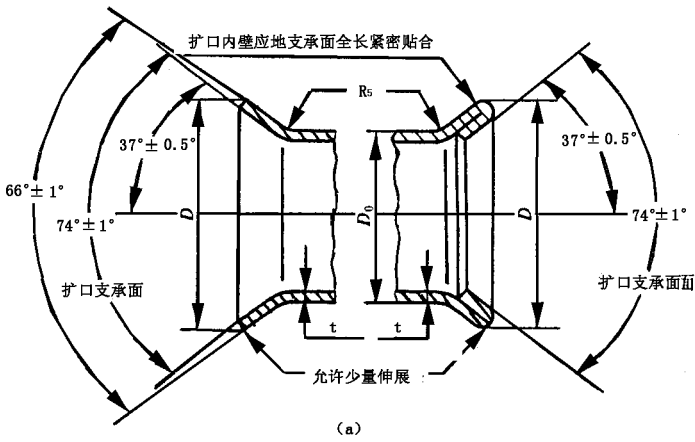


图 5-4-17 管子扩口器上扩口



本间隔层实际厚度 $\pm 0.12 \text{ mm}$
 扩口内壁应在支承面全长紧密贴

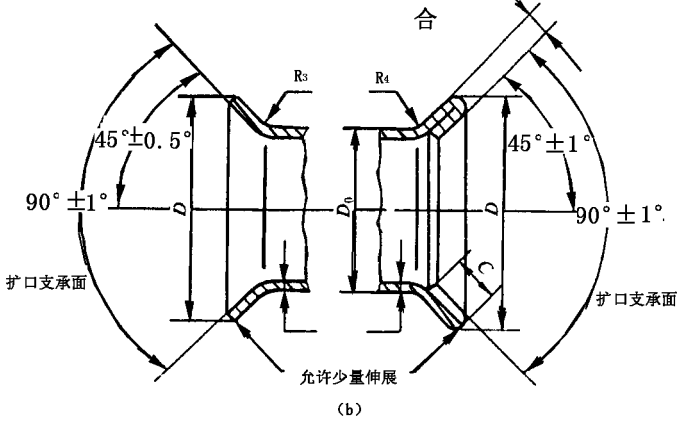


图 5-4-18 管子扩口形式

(a) 74°单层和折叠层扩口 (b) 90°单层和折叠层扩口

表 5-4-11 管子扩口形式、尺寸及允许使用压力

管子 外径	D		R ₅		R ₃		R ₄		紫铜管			碳钢管					
	单、双层 扩口直径		半径		半径		半径		t	c	允许使 用压力	t	c	允许 使用 压力			
	(最大)	(最小)	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	基本 尺寸	极限 偏差	壁厚 (最大)	制造部 位宽度 (最小)		壁厚 (最大)	制造部 位宽度 (最小)				
(mm)											(MPa)	(mm)		(MPa)			
4	6.5	6	0.8	±0.35	0.5	±0.25	1	±0.25	0.5	1.3	16	0.5	1.3	16			
5	7.5	7							0.75								
6	9	8.5							1						1.6	10	1.7
8	11	10.5															
10	13.5	12.8	1.0	±0.35	0.5	±0.25	1	±0.25	1.5	2.1	8	1	1.6	12			
12	15.5	14.8	1.5										3.1		5	3.8	
14	18.5	17.7							2.0	3.2	1.5	3.9					
16	20.5	19.7	2.3										3.5	3.5	5		
18	23.5	22.8							2.8	3.6	3.5	5					
20	26.5	25.8	2.8										3.6	3.5	5		
22	29	28.2							2.8	3.6	3.5	5					
25	32	31.2	2.8										3.6	3.5	5		
28	35	34.2							2.8	3.6	3.5	5					
32	39	38.3	2.8										3.6	3.5	5		
34	41	40.3		2.8	3.6	3.5	5										

(3)将管口对准接头体,用螺母锁紧。

(八)法兰连接

在仪表管路中,法兰连接一般用于低压大管径的场合,常用的结构形式为凸面板式平焊钢制管法兰,其制作要求及尺寸见图 5-4-19 和表 5-4-12。

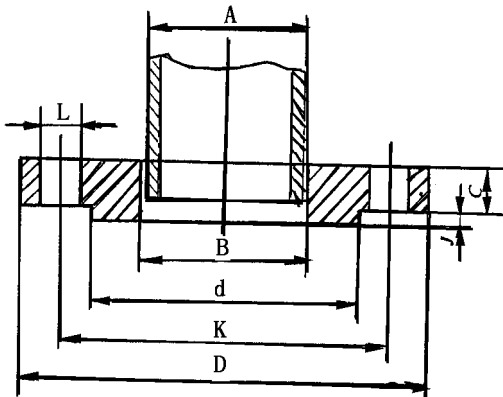


图 5-4-19 凸面板式平焊钢制管法兰

表 5-4-12 常用凸面板式平焊钢制管法兰尺寸

PN (MPa)	公称 直径 DN	管子 外径	连 接 尺 寸					密封面 尺寸		法兰 厚度	法兰 内径	质量 (kg)
			法兰外径 系列 1/系列 2	螺栓孔 中心圆 直径	螺栓孔 直径	螺栓、螺柱						
						数量	螺纹					
			A	D	K			L	d	f	C	
0.25	10	14	75	50	12	4	M10	32	2	10	15	0.25
	15	18	80	55	12	4	M10	40	2	10	19	0.29
	20	25	90	65	12	4	M10	50	2	12	26	0.45
	25	32	100	75	12	4	M10	60	2	12	33	0.55
	32	38	120	90	14	4	M12	70	2	12	39	0.80
	40	45	130	100	14	4	M12	80	3	12	46	0.95
	50	57	140	110	14	4	M12	90	3	12	59	1.04
	65	73	160	130	14	4	M12	110	3	14	75	1.43
	80	89	190/185	150	18	4	M16	125	3	14	91	1.95
	100	108	210/205	170	18	4	M16	145	3	14	110	2.20
	125	133	240/235	200	18	8	M16	175	3	14	135	2.78
	150	159	265/260	225	18	8	M16	200	3	16	161	3.49
	175	194	290	255	18	8	M16	230	3	16	196	3.86
	200	219	320/315	280	18	8	M16	255	3	18	222	4.88
0.6	10	14	75	50	12	4	M10	32	2	12	15	0.31
	15	18	80	55	12	4	M10	40	2	12	19	0.34
	20	25	90	65	12	4	M10	50	2	14	26	0.54
	25	32	100	75	12	4	M10	60	2	14	33	0.64
	32	38	120	90	14	4	M12	70	2	16	39	1.10
	40	45	130	100	14	4	M12	80	3	16	46	1.22
	50	57	140	110	14	4	M12	90	3	16	59	1.35
	65	73	160	130	14	4	M12	100	3	16	75	1.67
	80	89	190/185	150	18	4	M16	125	3	18	91	2.48
	100	108	210/205	170	18	4	M16	145	3	18	110	2.89
	125	133	240/235	200	18	8	M16	175	3	20	135	3.94
	150	159	265/260	225	18	8	M16	200	3	20	161	4.47
	175	194	290	255	18	8	M16	230	3	22	196	5.54
	200	219	320/315	280	18	8	M16	255	3	22	222	6.07
1.0	10	14	90	60	14	4	M12	40	2	12	15	0.46
	15	18	95	65	14	4	M12	45	2	12	19	0.51
	20	25	105	75	14	4	M12	55	2	14	26	0.75
	25	32	115	85	14	4	M12	65	2	14	33	0.89
	32	38	140/135	100	18	4	M16	78	2	16	39	1.40
	40	45	150/145	110	18	4	M16	85	3	18	46	1.71
	50	57	165/160	125	18	4	M16	100	3	18	59	2.09
	65	73	185/180	145	18	4	M16	120	3	20	75	2.84
	80	89	200/195	160	18	4	M16	135	3	20	91	3.24
	100	108	230/215	180	18	8	M16	155	3	22	110	4.01
	125	133	250/245	210	18	8	M16	185	3	24	135	5.40
	150	159	285/280	240	23	8	M20	210	3	24	161	6.67
	175	194	310	270	23	8	M20	240	3	24	196	7.44
	200	219	340/335	295	23	8	M20	265	3	24	222	8.24

第五篇 电气仪表的安装调试

PN (MPa)	公称 直径 DN	管子 外径	连 接 尺 寸					密封面 尺寸		法兰 厚度	法兰 内径	质量 (kg)
			法兰外径 系列 1/系列 2	螺栓孔 中心圆 直径	螺栓孔 直径	螺栓、螺柱						
						数量	螺纹					
			A	D	K	L	d	f	C	B		
1.6	10	14	90	60	14	4	M12	40	2	14	15	0.55
	15	18	95	65	14	4	M12	45	2	14	19	0.71
	20	25	105	75	14	4	M12	55	2	16	26	0.87
	25	32	115	85	14	4	M12	65	2	18	33	1.18
	32	38	140/135	100	18	4	M16	78	2	18	39	1.60
	40	45	150/145	110	18	4	M16	85	3	20	46	2.00
	50	57	165/160	125	18	4	M16	100	3	22	59	2.61
	65	73	185/180	145	18	4	M16	120	3	24	75	3.45
	80	89	200/195	160	18	8	M16	135	3	24	91	3.71
	100	108	220/215	180	18	8	M16	155	3	26	110	4.8
	125	133	250/245	210	18	8	M16	185	3	28	135	6.47
	150	159	285/280	240	23	8	M20	210	3	28	161	7.92
	175	194	310	270	23	8	M20	240	3	28	196	8.81
	200	219	340/335	295	23	12	M20	265	3	30	222	10.10
2.5	10	14	90	60	14	4	M12	40	2	16	15	0.64
	15	18	95	65	14	4	M12	45	2	16	19	0.80
	20	25	105	75	14	4	M12	55	2	18	26	0.99
	25	32	115	85	14	4	M12	65	2	18	33	1.18
	32	38	140/135	100	18	4	M16	78	2	20	39	1.96
	40	45	150/145	110	18	4	M16	85	3	22	46	2.60
	50	57	165/160	125	18	4	M16	100	3	24	59	2.71
	65	73	185/180	145	18	8	M16	120	3	24	75	3.22
	80	89	200/195	160	18	8	M16	135	3	26	91	4.06
	100	108	235/230	190	23	8	M20	160	3	28	110	6.00
	125	133	270	220	25	8	M22	188	3	30	125	8.26
	150	159	300	250	25	8	M22	218	3	30	161	10.40
	175	194	330	280	25	12	M22	248	3	32	196	11.90
	200	219	360	310	25	12	M22	278	3	32	222	14.50

注 1. 优先选用系列 1。

2. 本表摘自 JB/T81—94《凸面板式平焊钢制管法兰》。

法兰连接方法如下：

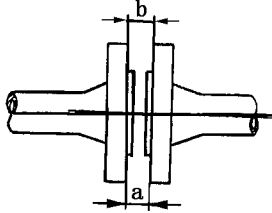
(1) 检查法兰结合平面和水线凹槽是否平整光滑，有无伤痕与裂纹等缺陷。如缺陷不大时，可进行研磨。

(2) 焊接前应先清理法兰和导管的焊接坡口，然后仔细地找正，点焊二三点，待复验无误后进行焊接。

(3) 密封垫圈的内、外边缘与两个平面上均应无毛刺与伤痕，外径应比法兰接合平面的外径或凹槽外径（对凹凸型法兰而言）小 1~2mm，其内径应比法兰内径大 2mm 左右；介质压力大于 4MPa（介质为油时，应是 0.4MPa）时，密封垫圈的厚度不应大于 1.5mm；介质压力小于上述规定时，则不应大于 2mm（凹凸型法兰密封垫圈的厚度则应比法兰凹槽稍薄一些）。

(4) 两法兰平面必须平行, 误差不得超过表 5-4-13 的规定, 管子中心线应在同一轴线上, 法兰螺丝孔应对正, 不得强力对口。

表 5-4-13 两法兰平面的最大允许倾斜值



公称直径 (mm)	(b-a) 倾斜值 (mm)		
	公称压力 < 1MPa	公称压力 = 1.6 ~ 6MPa	公称压力 > 6MPa
≤ 30	0.2	0.1	0.05
> 30	0.3	0.1	0.05

密封垫圈应清理干净并在结合面上均匀地涂一层涂料(一般介质为汽水的可涂机油黑铅混合物, 介质为油的涂酒精漆片, 低温水涂白铅油)后, 方可装入法兰间隙中间。密封垫圈装入后应进行找正, 使其中心与法兰中心相吻合。

法兰螺栓使用前应用煤油清洗, 擦净后抹上一层机油黑铅粉混合物, 然后套入法兰螺丝孔中, 戴上螺母。法兰螺丝应使用扳手拧紧, 并按对称而又有顺序的步骤分成数次进行, 拧紧后的螺栓两端丝扣应露出螺母 3 扣左右。

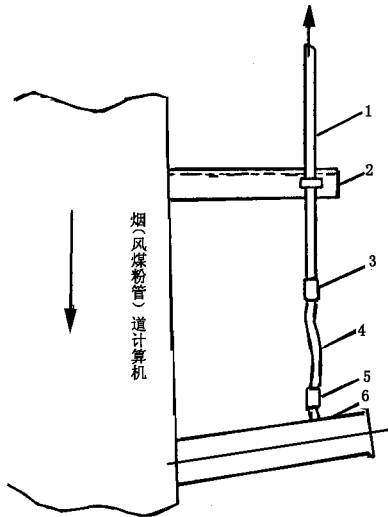


图 5-4-20 风压取源部件与导压管的软连接方式

1—导压管 2—支架 3、5—挠性连接管接头;
4—挠性连接管 6—风压取源部件

(九) 挠性连接管软连接

风压取源部件与导管的连接, 一般采用钢管向上弯膨胀弯的硬连接方式。若在风压

取源部件与钢导压管之间采用挠性连接管软连接的方式(见图 5-4-20),则安装更为简便,运行维修时拆卸亦方便。

(十) 橡皮管连接

导管和风压表间一般采用橡皮管(或乳胶管)连接(如图 5-4-21 所示),导管的管端应装有如图所示的连接嘴(导管为 $\phi 8$ 紫铜管时,橡皮管可直接与导管连接)。

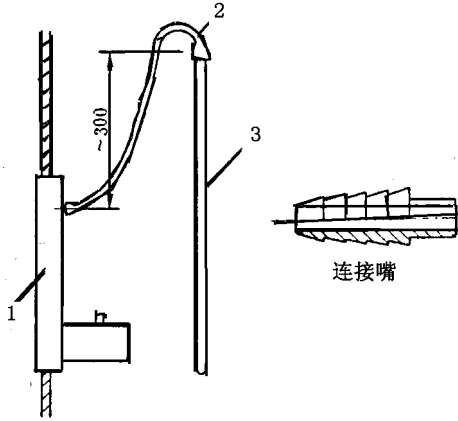


图 5-4-21 导管与风压表的连接

1—玻璃风压表 2—橡皮管 3—导管

导管应比玻璃风压表的接管嘴高出约 150~300mm(引入表盘的导管最好从盘顶向下敷设),以防风压表玻璃管中的液体吸入导管内。橡皮管应敷设垂直,排列整齐,不得绞扭。

第五节 导管的固定

导管的敷设,应用可拆卸的卡子,用螺丝固定在支架上。成排敷设时,两导管间的净距应保持均匀,一般为导管本身的外径。

卡子的形式与尺寸根据导管直径来决定,一般有单孔双管卡、单孔单管卡、双孔单管卡、U形管卡,其制作图见图 5-4-22~图 5-4-25 和表 5-4-14~表 5-4-16。

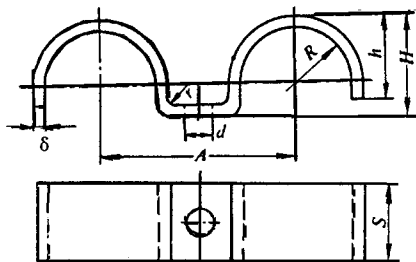


图 5-4-22 单孔双管卡制作图

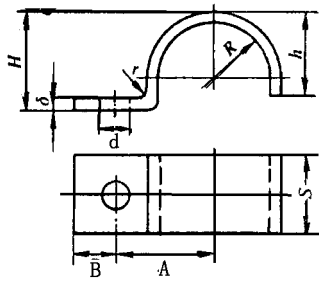


图 5-4-23 单孔单管卡制作图

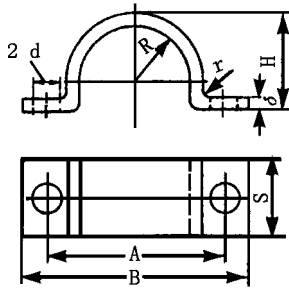


图 5-4-24 双孔单管卡制作图

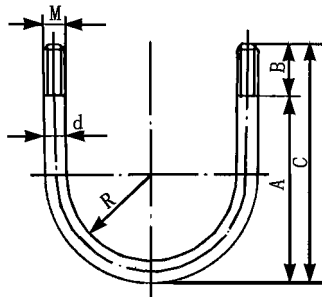


图 5-4-25 U形管卡制作图

表 5-4-14 单孔双管卡、单孔单管卡尺寸

种类	主要尺寸 (mm)																
	单孔双管卡								单孔单管卡								
	H	h	R	r	d	δ	S	A	H	h	R	r	d	δ	S	A	B
卡 φ10 管	9	7	5	1	φ7	1.5	14	30	9	7	5	1	φ7	1.5	14	15	7
卡 φ14 管	13	11	7	1.5	φ7	2	15	35	23	11	7	1.5	φ7	2	15	17.5	8
卡 φ16 管	15	13	8	1.5	φ7	2	15	40	15	13	8	1.5	φ7	2	15	20	9
卡 φ22 管	20	18	11	2	φ7	2.5	18	45	20	18	11	2	φ7	3	8	22.5	10
卡 φ28 管	25	22	14	2	φ7	3	20	50	25	22	14	2	φ7	3	20	25	11

表 5-4-15 双孔单管卡尺寸

种 类	主 要 尺 寸 (mm)							
	R	H	r	A	B	S	d	δ
$\phi 10$ 管卡	5	9	1	24	35	14	$\phi 7$	1.5
$\phi 14$ 管卡	7	12	1.5	28	40	15	$\phi 7$	2
$\phi 16$ 管卡	8	14	1.5	30	42	15	$\phi 7$	2
$\phi 22$ 管卡	11	19	2	38	50	18	$\phi 7$	2
$\phi 28$ 管卡	14	24	2	45	58	20	$\phi 7$	3
$\phi 34$ 管卡	17	31	3	52	65	22	$\phi 7$	3

表 5-4-16 U 形管卡加工尺寸

种 类	主 要 尺 寸 (mm)					
	R	d	M	A	B	C
$\phi 40$	20	$\phi 6$	M6	45	15	63
$\phi 50$	25	$\phi 6$	M6	55	15	69
$\phi 60$	30	$\phi 6$	M6	55	15	88

固定导管的支架可用扁钢、角钢、槽钢制作,其形式和尺寸应根据现场的实际情况来决定,一般有下列几种形式:

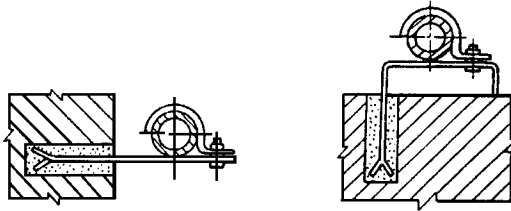


图 5-4-26 固定在混凝土结构上的支架形式

(1) 固定在混凝土结构上的支架(其参考形式见图 5-4-26),埋入混凝土部分的尾部应劈开,埋入长度不应小于 70mm(负荷较大时应适当加长)。若混凝土内有钢筋,则将其尾部焊在钢筋上。

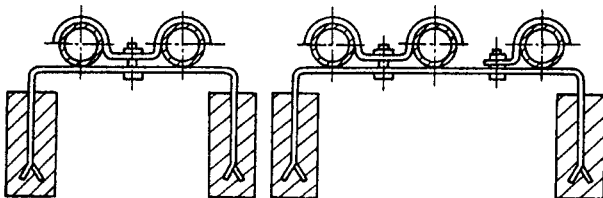


图 5-4-27 固定在砖结构上的支架形式

(2) 固定在砖结构上的支架(其参考形式见图 5-4-27),埋入部分的尾部应劈开,埋入长度不应小于 100mm(负荷较大时可用穿墙螺丝来固定)。

(3) 导管沿金属结构敷设时,支架可直接焊在金属结构上(其参考形式见

图 5-4-28)

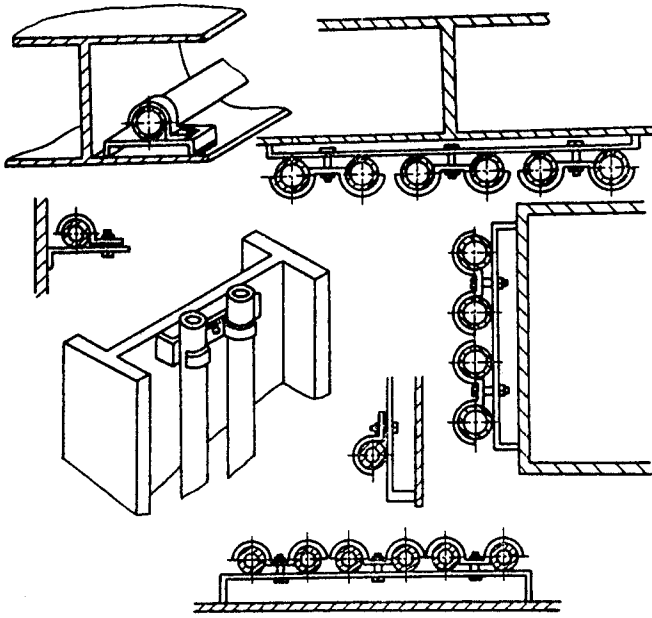


图 5-4-28 固定在金属结构上的支架形式

(4) 导管需要以吊架形式固定时,支吊架应制成简单易拆和便于检修的形式(其参考形式见图 5-4-29)。

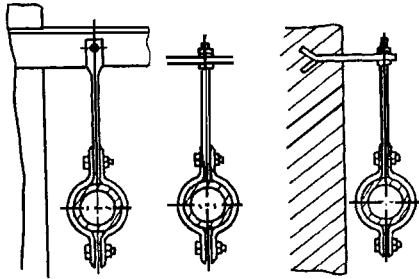


图 5-4-29 安装导管的吊架形式

(5) 当管道敷设路径比较宽敞,导管根数较多时,固定导管的支架可制成桥式或吊桥形(参考形式见图 5-4-30、图 5-4-31)根据需要还可多层敷设。

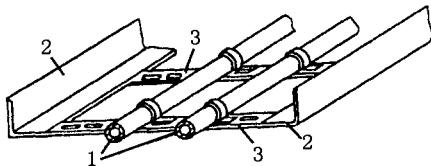


图 5-4-30 安装导管的桥式支架形式

1—导管 2—角钢主梁 3—多孔扁钢(或角钢)横梁

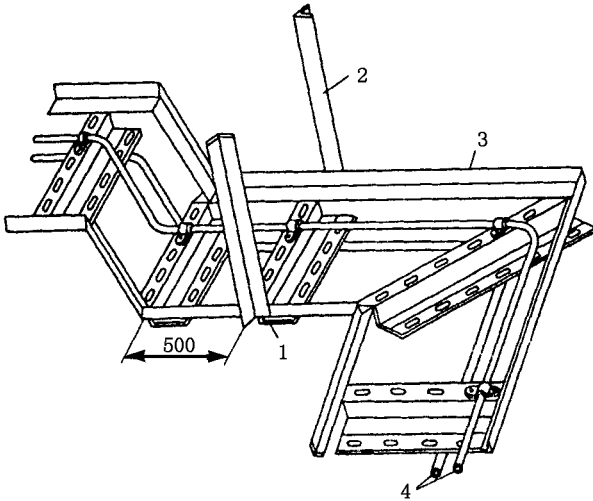


图 5-4-31 安装导管的吊桥形(双层)支架形式

1—多孔扁钢(或角钢)横梁 2—吊架 3—角铁主梁 4—导管

管路支架间的距离应尽量均匀。根据导管强度,所用支架距离为:

(1)无缝钢管:水平敷设时为 $1 \sim 1.5\text{m}$,垂直敷设时为 $1.5 \sim 2\text{m}$ 。

(2)铜管、尼龙管、硬塑料管:水平敷设时为 $0.5 \sim 0.7\text{m}$,垂直敷设时为 $0.7 \sim 1\text{m}$ 。

管路支架一般不要直接焊在承压管道、容器以及需要拆卸的设备结构上,严禁焊在合金钢和高温高压的结构上,以免影响主设备的机械强度。如需在其上敷设导管时,可用抱箍的办法来固定支架。在有保温层的主设备上敷设导管时,其支架高度应使导管能在保温层以外。

导管支架的定位、找正与安装,可按照下列步骤进行:

(1)按照测点及仪表的安装位置、周围环境和导管敷设要求,选择导管的敷设路径和支架形式。

(2)根据敷设导管的根数及管卡形式,计算出支架的宽度。

(3)根据导管的坡度要求与倾斜方向,计算出各支架的高度。

(4)根据计算的尺寸制作支架。当采用埋入式时,应估计到孔眼的深度及混凝土内有无钢筋等情况,以确定支架埋入部分的长度。

(5)安装支架时,应按选择的路径和计算好的支架高度,先安装好始末端与转角处的支架。在两端的支架上拉线,然后逐个地安装中间部分各支架。

(6)金属结构上的支架可使用电焊焊接。

(7)当支架在砖墙或混凝土孔眼内埋设时,应先放入支架,找平、找正(若混凝土孔眼内有钢筋,支架焊接在钢筋上)。然后用卵石填实孔洞,充分灌水润湿,并填入不低于原混凝土标号的水泥砂浆(水泥与砂子的混合比为 $1:2$)。水泥砂浆应填满塞实,抹平表面。

支架埋设后,在填入的水泥砂浆未干时,支架禁止受力。

目前在砖墙或混凝土壁上固定支架,多采用膨胀螺栓锚固。

第六节 隔离容器的安装

隔离容器用于测量黏性和侵蚀性液体的压力或差压时,通过隔离液使介质与仪表隔离。隔离容器有两种结构形式、四种导管连接方式,如图 5-4-32 所示。隔离液应不与被测介质、管件及仪表起渗混和化学作用,常用隔离液的性质及用途见表 5-4-17。

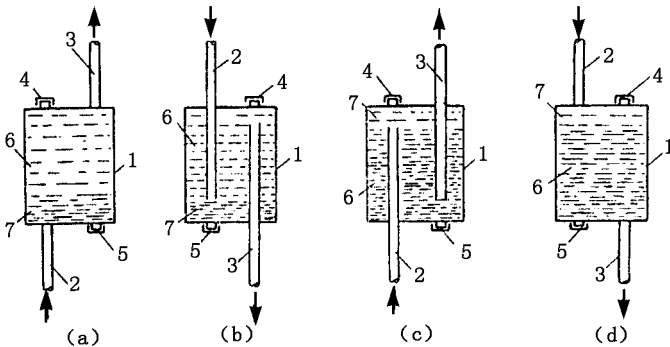


图 5-4-32 隔离容器导管连接方式示意

(a) 隔离液轻,测量仪表高于取压装置 (b) 隔离液轻,测量仪表低于取压装置;
(c) 隔离液重,测量仪表高于取压装置 (d) 隔离液重,测量仪表低于取压装置

1—隔离容器 2—接取压装置导管 3—接测量仪表导管 4—灌液堵头;
5—放液堵头 6—隔离液 7—被测介质

表 5-4-17 常用隔离液的性质及用途

名称	相对密度	黏度($\times 10^{-3} \text{Pa}\cdot\text{s}$)		沸点 ($^{\circ}\text{C}$)	凝固点 ($^{\circ}\text{C}$)	性质与用途
		15 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}\text{C}$			
水	1.00	1.125	1.01	100	0	适用于不溶于水的油
质量比 50% 甘油水溶液	1.1295	7.5	5.99	106	-23	溶于水,适用于油类物抽及碳氢化合物液体等介质
四氯化碳	1.61	1.0	—	76.7	-23	易挥发,不溶于水,与醇、醚、苯、油可任意混合,有毒,适用酸类介质
煤油	0.820	2.2	2.0	149	-28.9	不溶于水,适用于腐蚀性无机液体
25号变压器油	0.896	-	30	-	-25	不溶于水、酸、碱
质量比 50% 乙二醇水溶液	1.068	4.36	3.76	107	-35.6	溶于水、醇及醚,适用于油物质和液化气体

隔离容器的安装位置应尽量靠近测点,以减少测量管路和腐蚀性介质接触。为减少隔离液的耗量,仪表应尽量靠近隔离容器。隔离容器和测量管道装设于室外时,应选用凝固点低于当地气温的隔离液,否则应有伴热措施。隔离容器应垂直安装,成对隔离容器的自由液面必须在同一水平面上。

在火电厂中,隔离容器尽量采用简单的结构形式(见图 5-4-32 a 和 d)。对于压力测量,管路连接形式如图 5-4-33 所示。图 5-4-33(a)适用于隔离液为变压器油、被测介质为酸碱溶液的测量(隔离液轻),此方式尤其适用于测量介质有时为液态、有时为气态的场合(如氨计量泵出口)。若隔离容器的入口管 3 直接向上安装,则会造成当介质为气态时,隔离液注入计量泵。图 5-4-33(b)适用于隔离液为 50% 甘油溶液或水、被测介质为重油的测量(隔离液重)。对于流量测量,管路连接形式如图 5-4-34 所示。其特点是在连接管路中设有带阀门 3 的均衡管路,作用是保持两个隔离容器中的液体均衡(操作时将阀门 3 打开,待两隔离容器隔离液处于同一高度后将阀门关闭)。当差压计高于节流装置或两者间出现最高点时,应在管路的最高处安装气体收集器,以定期排出管道中的空气。

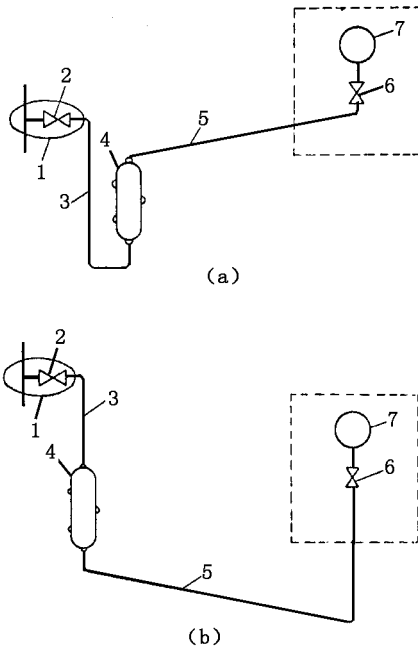


图 5-4-33 测量液体压力时带隔离容器的管路连接

(a) 隔离液轻, 测量仪表高于测点 (b) 隔离液重, 测量仪表低于测点

1—取压装置 2—取压阀门 3—隔离容器入口管 4—隔离容器;

5—隔离容器出口管 6—仪表阀门 7—测量仪表

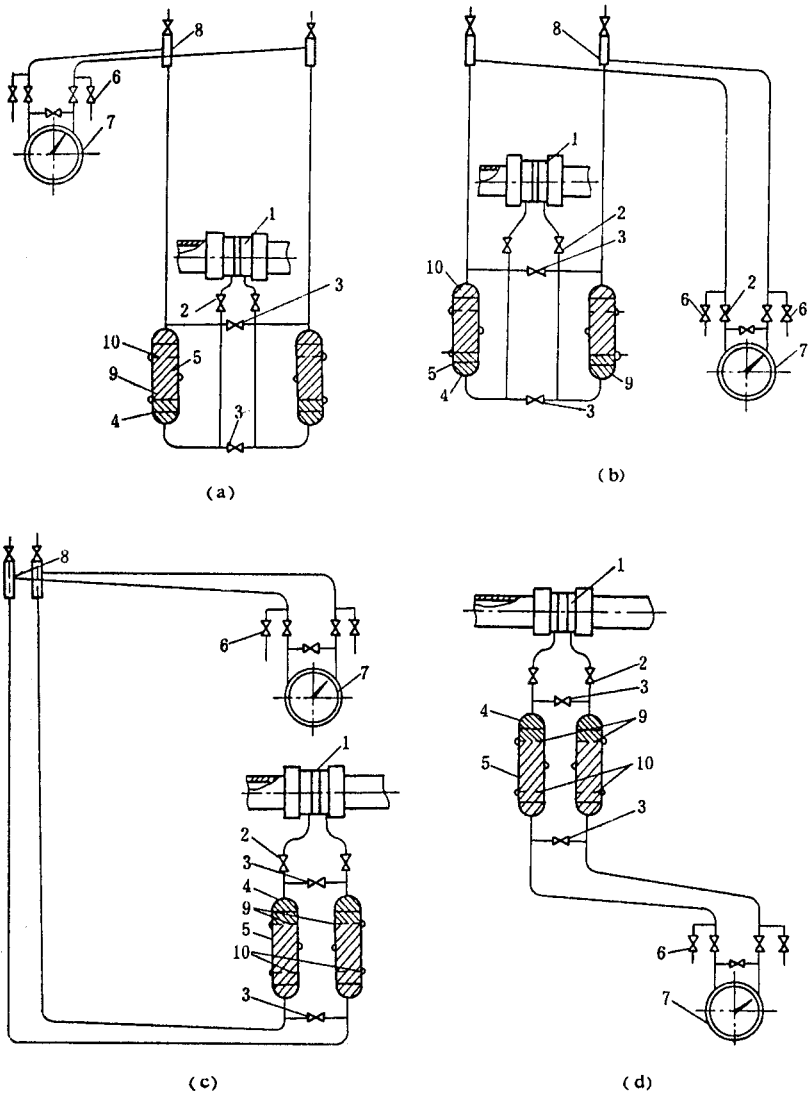


图 5-4-34 测量液体流量时带隔离容器的管路连接

(a) 隔离液轻 测量仪表高于节流装置；

(b) 隔离液轻 测量仪表低于节流装置；

(c) 隔离液重 测量仪表高于节流装置 (d) 隔离液重 测量仪表低于节流装置

1—节流装置 2—截止阀 3—均衡阀 4—被测介质 5—隔离液；

6—排污阀 7—差压计 8—集气器 9—隔离液的起始液面 10—隔离液的终止液面

第七节 仪表阀门的安装

测量汽、水、油等介质压力或差压的指示仪表和变送器的前面(按被测介质流动方向而

言。下同 均应装设仪表阀门 测量管路的末端有时还应装设排污阀门。上述阀门一般采用 $\phi 6$ 以下的外螺纹截止阀 其与导管的连接采用压垫式管接头 如图 7-5-35 所示的镇江中电高压仪表阀门厂生产的 J21W—320P 型截止阀压垫连接形式 或采用卡套式管接头 如图 5-4-36 所示的建湖仪表阀门厂生产的 J93H—320 型截止阀卡套连接形式。

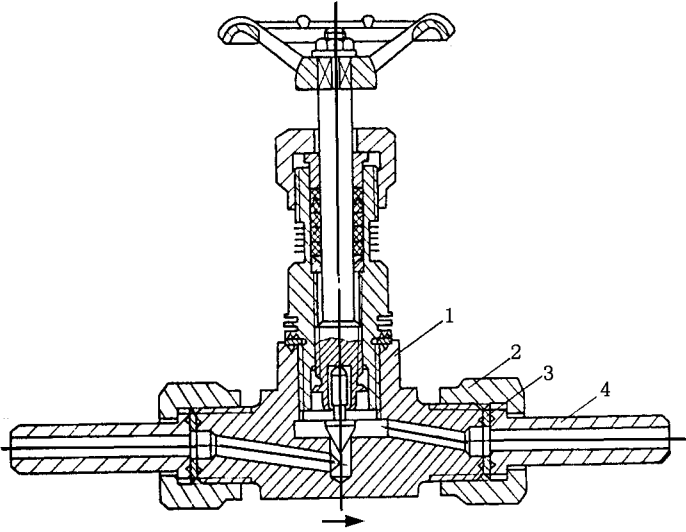


图 5-4-35 压垫式管接头截止阀

1—截止阀 2—接头螺母 3—垫片 4—接管嘴

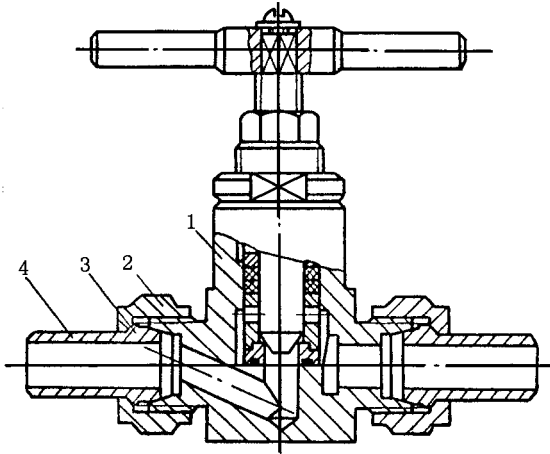


图 5-4-36 卡套式管接头截止阀

1—截止阀 2—接头螺母 3—卡套 4—接管嘴；

测量高压蒸汽或水的压力,有时为了冲洗管路,定期排除管内污物,可装设排污阀门,其管路系统如图 5-4-37 所示。也可以直接安装压力表用三通阀,它除能起到仪表截止阀和排污阀的作用外,还可作为临时接装检查仪表之用。压力表用三通阀的形状见

图 5-4-38 所示,常用的型号及规范见 表 5-4-18 所列。

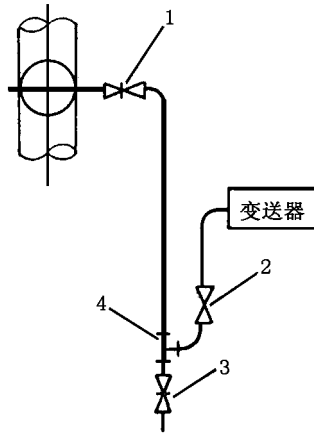


图 5-4-37 装设排污阀门的压力变送器管路系统
1—取源阀门 2—仪表阀门 3—排污阀门 4—焊接三通

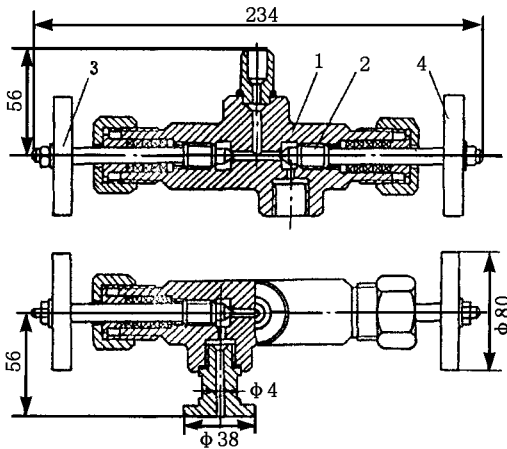


图 5-4-38 压力表用三通阀
1—阀体 2—阀杆 3—排污手轮 4—仪表通断手轮；

表 5-4-18 压力表用三通阀的规范

型 号	公称压力 (MPa)	连接方式	介质	最高使用温度 ($^{\circ}\text{C}$)	阀体材料
J19H-100	10	M20×1.5 内螺纹	水、蒸汽	450	锻 钢
J19H-200P	20	时口 焊接 出口: M20×1.5 内螺纹	水、蒸汽	450	镍铬钛钢

差压测量仪表阀门的连接如图 5-4-39 所示。排污阀门供吹洗导管之用,一般采

用外螺纹截止阀。对于高温高压介质,如设计有特殊要求时,也可使用焊接截止阀门。平衡阀门和正、负压阀门,有的仪表在出厂时已安装好;如未安装,需装三阀组或用三个外螺纹截止阀门配制。正、负压阀门的命名应与差压计正、负压室相一致。导管连接时,正、负压阀门应与流量孔板或水位平衡容器的正、负取压管相一致,不得接错。导管接正、负压阀门时,接头必须对准,不应使差压计承受机械力。

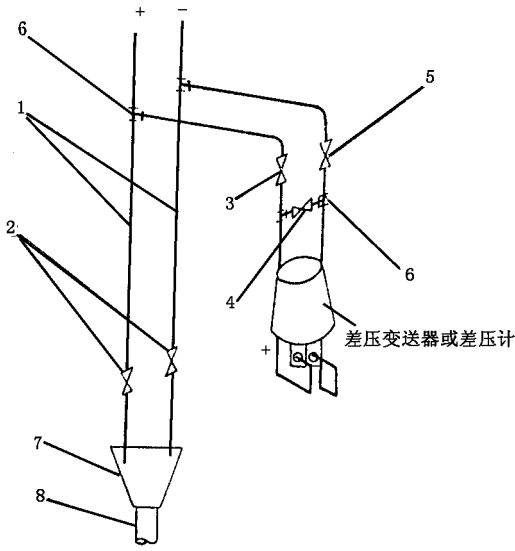


图 5-4-39 差压测量仪表管路连接图

- 1—导管 2—排污阀门 3—正压阀门 4—平衡阀门 5—负压阀门;
6—焊接三通 7—漏斗 8—排污管

差压计用的三阀组,由正、负压阀及平衡阀组成。当正、负压阀接通,平衡阀切断时,差压计处于正常工作状态;如正、负压阀接通,且平衡阀亦接通时,差压计的正、负压室即处于平衡状态。差压计常用的三阀组有 J235A—160C—3 等,形状见图 5-4-40。

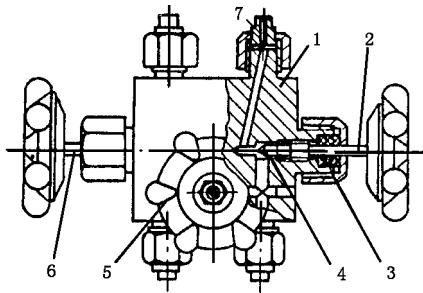


图 5-4-40 差压计用三阀组

- 1—阀体 2—负导压阀 3—密封环 4—阀杆 5—平衡阀 6—正导压阀 7—接头

银河仪表厂研制的 LYAF32 型流量仪表安全阀门(外形及尺寸见图 5-4-41),公称工作压力 32MPa、耐温 $-40 \sim 150^{\circ}\text{C}$,可代替三阀组使用。它只有一个手轮,顺时针旋紧为开表,反时针旋紧为停表。在手轮未旋紧之前仪表处于平衡状态,完全排除了由于操作错误而引起的仪表面过载。由于手轮泄漏点减少,也提高了阀门的可靠性。

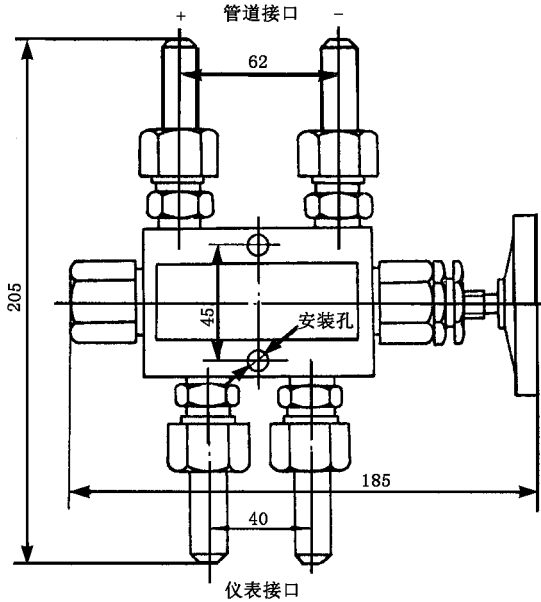


图 5-4-41 LYAF32 型阀门外形及尺寸

为 1151 电容差压变送器配套的 1151—320 $\frac{C}{P}$ 三阀组,如图 5-4-43(a)所示,由高、低压阀和平衡阀组成。根据不同的测量介质选用 C 型(阀体材料为 45 号钢)或 P 型(阀体材料为 1Cr18Ni9Ti)产品。该阀适用于工作压力 $\leq 32\text{MPa}$ 、工作介质温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 和环境温度为 $-30 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 的场所。安装方式如图 5-4-42(b)所示,先将差压变送器上原先的两只接头取下,将三阀组安装在变送器上(三阀组与变送器连接面上四孔中心距是 $54\text{mm} \times 41\text{mm}$ 、孔径为 12.5mm),旋紧四根螺栓,再将原接头牢固地装在三阀组上(与引压点连接面四孔螺纹为 M12)。

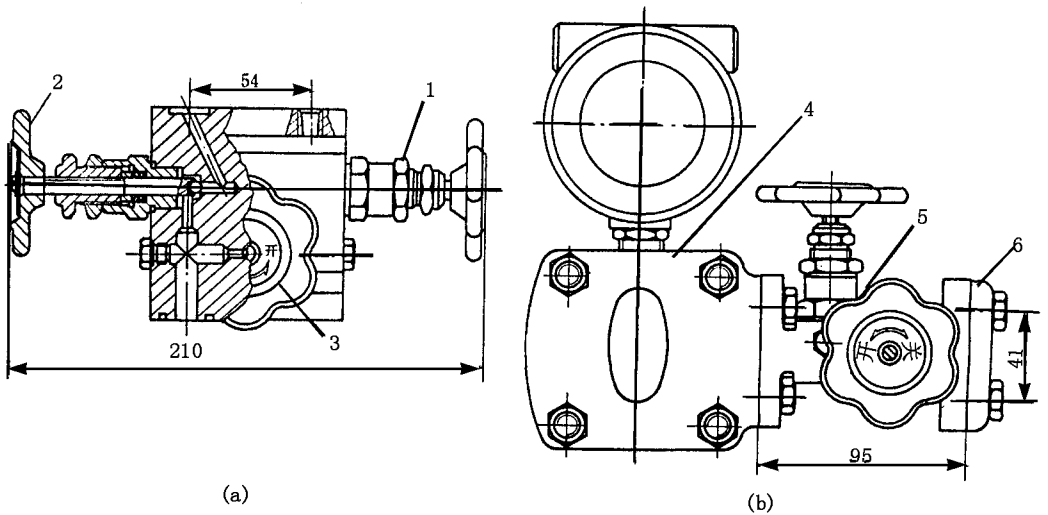


图 5-4-42 1151—320 $\frac{C}{P}$ 三阀组

(a) 结构 (b) 安装方式

1—高压阀 2—低压阀 3—平衡阀 4—变送器 5—三阀组 6—原变送器上的接头

第八节 管路的严密性试验

仪表管路安装后应按表 5-4-1 的标准进行严密性试验。

被测介质为液体或蒸汽的管路严密性试验应尽量随同主设备一起进行,因此须在主设备水压试验前作好一切准备工作。在主设备开始升压前,打开管路的取源阀门和排污阀门冲洗管路,检查管路是否畅通无堵塞,然后关闭排污阀门。待压力升至试验压力时,检查管路各处应无渗漏现象。

被测介质为气体的管路,应单独进行严密性风压试验,其步骤如下:

(1) 卸开测点处取压装置的可卸接头,用 0.1~0.15MPa 压缩空气从仪表侧吹洗管路,检查管路应畅通、无渗漏,管路的始端和终端位号正确。

(2) 在可卸接头 1 处用无孔的胶皮垫或石棉垫堵严。

(3) 在导管的仪表侧,用乳胶管 3 接至三通,如图 5-4-43 所示。三通的另两端分别用乳胶管 5、8 与压缩空气管和 U 形玻璃压力表相连接,压缩空气压力由进汽阀门 7 和通大气的阀门 6 调节。

(4) 调节阀门 6 和 7 的开度,使 U 形玻璃压力表指示在 6 000Pa。

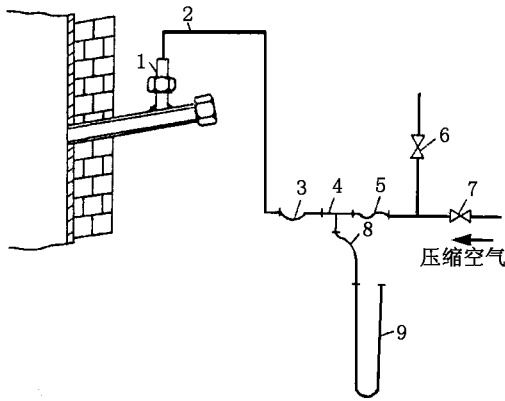


图 5-4-43 气体管路风压试验管路连接图

1—取压装置可卸接头 2—导管 3、5、8—乳胶管 4—三通；
6、7—调节阀门 9—U 形玻璃管压力表

- (5) 用手捏住乳胶管 5, 观看 U 形玻璃压力表的压力下降值应符合表 5-4-1 的要求。
- (6) 若严密性试验不合格, 再用压缩空气吹管, 沿管路寻找泄漏点。一般可在导管连接处和各接头处涂上肥皂水, 如有肥皂泡形成, 即说明不严密, 需要消除。这样, 重复试验, 直到合格为止。
- (7) 风压试验合格后, 取下可卸接头处的胶皮堵, 恢复管路。

第九节 排污管路的安装

为了定期冲洗液体或蒸汽介质仪表管路内部的污物, 一般在仪表侧装有排污阀门。在同一地点所装排污阀门后的导管, 可集中到装有漏斗或水槽的排污管, 引往地沟。

排污漏斗的大小应满足污水排放时不致飞溅的要求(排泄介质工作压力高于 4MPa 时, 排污漏斗应加盖)。漏斗的形式一般有下列三种:

(1) 圆形漏斗 适用于数量不超过 4 根导管的排污, 漏斗使用厚度不小于 1.5~2mm 的钢板制成, 其下端直径应与排污管直径相一致。

制作漏斗的展开图, 如图 5-4-44 所示。根据给定的尺寸(漏斗高度 H 、上端直径 D 和下端直径 d), 画出平面图, 延长 AE 和 BF 得交点 O , 以 O 为圆心、 OA 和 OE 为半径, 分别作弧, 并以 OO' 为轴心对称地截取弧长, 使 $\widehat{A'B'} = \pi D$ 和 $\widehat{E'F'} = \pi d$, 连接 $A'E'$ 和 $B'F'$, 则 $A'B'E'F'$ 为漏斗的展开图。

(2) 方形漏斗 适用于一排或多排导管的排污, 其形式如图 5-4-45 所示。

(3) 由水煤气管制成的排污漏斗: 如图 5-4-46 所示, 它是用割成两半的公称直径

DN25 以上水煤气管,在两侧焊上相同厚度的三角形钢板而制成的,同样适用于一排或两排导管的排污。水槽可由大口径钢管制成,也可用钢板制成矩形断面的槽。

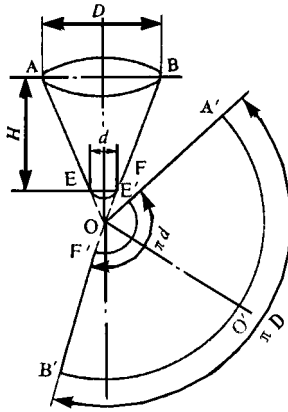


图 5-4-44 圆形排污漏斗展开图

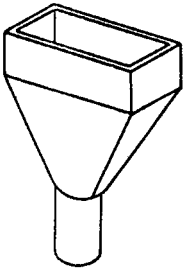


图 5-4-45 方形排污漏斗

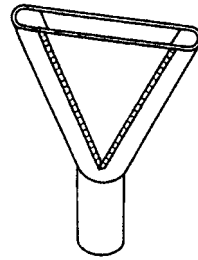


图 5-4-46 由水煤气管制成的排污漏斗

第十节 导管的组合安装

热工仪表设备和导管的安装,一般是在厂房建成,主机设备安装达 50% ~ 80% 后才能进行,从整个工程看,是前松后紧。为了合理安排计划,压缩高峰,加快施工进度,寻找提前开展热工仪表安装的途径,是一个重要的课题。目前采用的是预组合和预加工配制的方法,即在未具备安装条件时,先在厂房外或工作间内进行下列工作:

- (1) 集中敷设的仪表管路的组合;
- (2) 压力表盘的内部配管;
- (3) 将集中安装的变送器和附件(如仪表阀门、排污阀门及其连接管、排污漏斗等;导线、电缆的保护管、接线盒及其连接等)组装在支架上;

- (4) 将执行机构和附件(如接线盒及其连接线等)组装在底座上;
- (5) 仪表安装配件的加工和各种取源部件的组装;
- (6) 电缆桥架的制作。

其中,以仪表管路组合所占的工作量较大,因此推广大面积的导管组合施工方案,是加快建设速度的有效措施之一。

仪表管路组合工作比较复杂,因此在确定组合方案时,必须事先充分熟悉有关的图纸资料(主厂房的结构图、全厂热力系统图、机炉本体施工图、全厂热力管道施工图的有关部分、热工仪表控制装置的施工图和机炉本体安装的施工组织设计等),选择导管的敷设路线,使其在水平面上和垂直面上都不与建筑物和主体设备或管道(包括保温层)发生碰撞,也不影响主体设备的安装和检修。

导管组合件一般采用吊桥型支架(参见图 5-4-31),其尺寸大小、分层数目及导管的排列,都应该符合安装空间的实际情况和现场的运输条件,并力求减少导管的交叉和便于焊口的焊接工作。组合件的长度,根据组合场地、运输起吊条件而定。当分段进行时,导管组合在支架上,与相邻组合件连接的一端,应比支架约短 500mm(如图 5-4-47 所示)。在多层支架上敷设导管时,各层导管的端头应排列成阶梯形,以便于焊接。

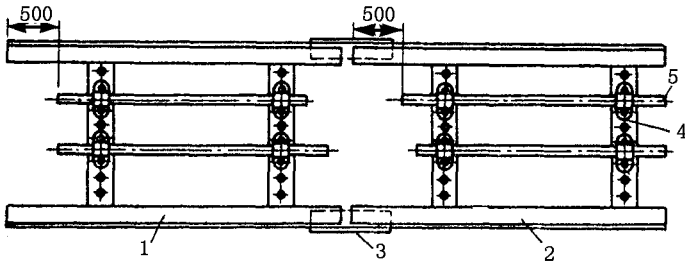


图 5-4-47 导管在支架上的组合

1—Ⅰ段组合件 2—Ⅱ段组合件 3—连接角铁 4—多孔扁铁 5—导管

组合件预制完毕,应先涂刷一层防锈漆(在组合架和导管两端留出 50mm 长度暂不刷漆,以便焊接),放在适当地方妥善保管,其支架应直立存放,以免变形。

组合件的起吊工作,最好在平台钢架安装后还未浇灌地面以及主体设备安装前进行(当主体设备安装后并不影响组合件起吊时,也可在主体设备安装后进行)。由于组合件面积大且重,为避免在运输和起吊过程中产生弯曲、变形,需用杉杆临时加固。起吊时一般采用滑轮和拉绳,可如图 5-4-48(a)所示用人工起吊或如图 5-4-48(b)所示用卷扬机起吊,应采用水平起吊,起吊点不应少于两点。

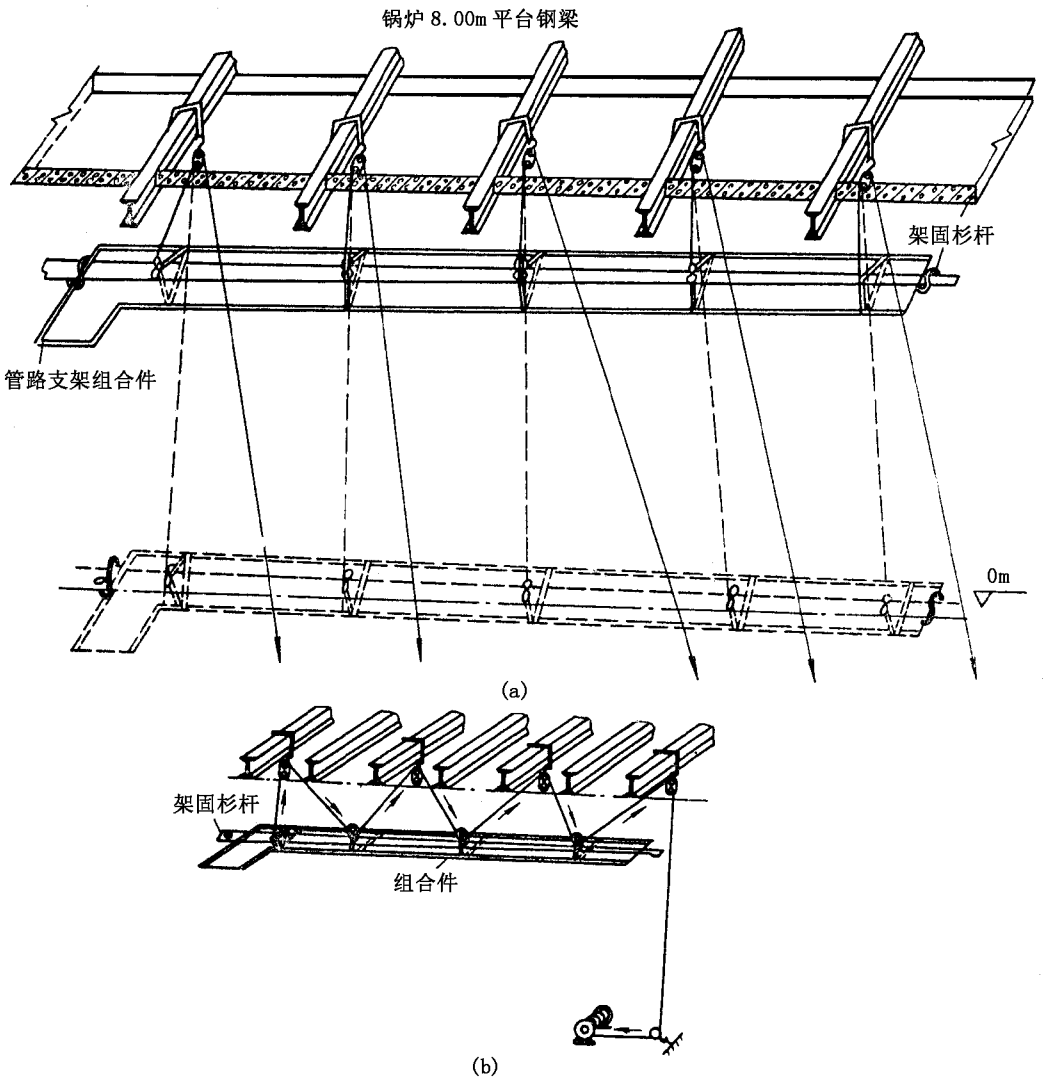


图 5-4-48 导管组合件的起吊

(a)人工起吊 (b)卷扬机起吊

组合件起吊后,应先固定吊架(图 5-4-31)。各段组合件固定后,在相邻组合件之间用长约有 100mm 的角铁(如图 5-3-47)扣在主支架的外侧进行焊接。最后量出组合件之间短缺的管段长度,下料焊接接通。

第五章 仪表辅助设备制作安装

第一节 仪表供电系统安装

一、供电设备安装

安装前要检查设备的外观和技术性能,并符合下列要求:

- (1)继电器、接触器及各类开关的触点,接触应紧密可靠,分断时应坚决断开,动作灵活,触点无锈蚀与损坏。
- (2)固定和接线用的紧固件、接线端子应完好无损,且无污物和锈蚀。
- (3)防爆设备、密封设备的密封垫应完整、密封。
- (4)设备的电气绝缘、输出电压值、熔断器的容量以及备用供电设备的切换时间,应符合设计或安装使用说明书的规定。
- (5)设备的附件齐全,不应缺损。

供电设备的安装应牢固、整齐、美观。设备位号、端子编号、用途标牌、操作标志及其他标记,应完整无缺,书写正确清楚。

检查、清洗或安装供电设备时,要注意保护供电设备的绝缘、内部接线和触点、接点部分。没有特殊原因时,不要将设备上已经密封的可调装置(电阻、电感或电容)及密封罩启封。当必须启封时,启封后,检查通过要重新密封,并做好记录。

仪表盘上安装供电设备时,其裸露带电体相互间或与其他裸露导体之间的距离不能小于4mm。不有保证4mm的间距,相互间就必须要有可靠的绝缘。

供电箱、照明箱安装高度通常为箱体中心距地面1.3~1.5m。成排安装的供电箱、照明箱应排列整齐、美观。

金属供电箱要有明显的接地标记。接地线连接要牢固、可靠,可以与电气接地网连起来。

稳压器在使用前要测试其稳压特性,其输出电压波动值要符合设计要求或安装使用说明书的规定。

不间断电源系统安装完毕,要检查其自动切换装置的可靠性,切换时间及切换电压值应符合设计规定。

供电系统送电前,系统内所有的开关位置均应该置“断”(OFF)的位置,并检查熔断器的容量。

供电设备送电前要做绝缘测试。金属外壳与供电设备的每一带电部分的绝缘电阻 $\geq 5M\Omega$ 。

二、配电盘(板)的制作安装

仪表用配电盘有时需在现场制作。制作的步骤是如下。

(1)按仪表用电的总容量选择符合要求的空气开关或闸刀开关(含熔断丝)。

(2)按仪表供电回路选择好各自的开关(含熔断丝)。

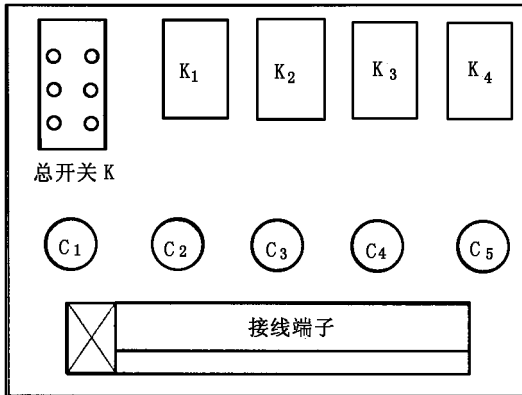


图 5-5-1 仪表供电盘正面布置图

K - 开关 ; C - 插座

(3)设计供电盘(板)的正面布置图和背面接线图(还要考虑进、出供电盘的接线端子)如图 5-5-1 所示。

(4)按照元件的多少,选择大小合适的胶木板或塑料板。胶木板厚为 10~15mm,塑料板一般选聚氯乙烯塑料板,厚为 8~10mm。

(5)用电钻钻孔,固定电气元件于胶木板上。

(6)用 $\angle 40 \sim 45$ 的角钢做成两个“□”型架子。用螺栓把两个“□”型架固定在仪表盘侧面或在后面的盘上。或用膨胀螺栓把两个“□”型架固定在仪表盘侧面或背面的墙上。

- (7)把装有电气元件的胶木板牢固地固定在两个「□」型架上。
- (8)从外面引入的电源线和到各仪表用的供电 统一由配电盘下面部分的端子板出入。继电器盘也可按此方法制作、安装。

第二节 仪表供气 and 供液系统的安装

一、供气系统

供气系统主要是对气动仪表来说的。安装时要注意：

- (1)控制室内配管一律采用镀锌水煤气管。
- (2)控制室内的供气总管应有不小于 1:500 的坡度,并在某集液处安装排污阀。
- (3)控制室内气源总管要双路供气,以防其中一个过滤器(含减压阀)修理时停气。减压过滤器前、后均要装压力表。为便于维修,每一路供气管至少要装一个活接头。
- (4)排污阀或泄压阀的管口要尽可能有地离开仪表、电气设备和接线端子。安装在过滤器下面的排污阀与地面间要留有便于操作的空间。
- (5)供气系统内的安全阀的动作压力要按规定值整定。

二、供液系统

供液系统的安装适用于液动单元组合仪表及液压仪表。

液压泵的安装要考虑自然流动回液管的坡度不少于 1:10,否则要加大回液管的管径。当回液落差较大时,为减少油所产生的泡沫,在集液箱之前要安装一个水平段或 U 形弯管。

储液箱的安装位置应低于回液集管,回液集管与储液箱上回液管接头间的最小高差为 0.3~0.5mm。

油压管路不应平行敷设在高温工艺设备、工艺管道上方。与热表面绝热层间的距离要大于 150mm。

回液管路的各分支管与总管连接时,支管要顺介质流动方向与总管成锐角连接。

储液箱及液压管路的集气处应有放空阀,放空管的小端应向下弯 180°。

供液系统用的过滤器,安装前要检查其滤网是否符合产品规定的标准,并应清洗干净。进口与出口方向不能装错。排污阀与地面间应留有便于操作的距离。

接至液压调节器的液压流体管路不能有环形弯或曲折弯。

液压调节器与供液管和回液管的连接要采用金属耐压软管。

供液系统内逆止阀与闭锁阀在安装前应清洗、检查和试验。

供液系统安装完后,要进行压力试验。按设计压力 1.25 倍进行强度试验。

第三节 仪表安装用支架

仪表管道敷设需用支架。实际施工中,导压管、气动管路、电气保护管的支架可统一考虑。并且同一方向的可以在同一支架上固定。伴管是随导压管敷设的,其支架完全同导压管的支架。

做支架的材料一般是 $\angle 30 \sim \angle 45$ 的角钢和 30~50mm 的扁钢,有时也用 $\square 10$ 的槽钢。

支架安装分有预埋件和没有预埋件两种情况。有预埋件的安装件直接焊上即可,管架安装中在管廊上安装属于这种情况。没有预埋件的,就要用膨胀螺栓固定在墙、柱或地坪上,然后再焊上支架,支架安装稍复杂些,多了一道工序,支架的形式没有本质区别。

支架的种类很多,常用的如下。

一、吊装

吊装是安装在天花板下。通常有预埋件。预埋件分两类。一类是预埋钢板,可把支架直接焊上去。另一类是预埋钢丝,通常是 $\phi 8 \sim \phi 10$ 的钢丝,支架就焊在钢丝上。若预留钢丝位置不正确,要调整支架的位置比较困难。预留钢板调整比较容易些。

吊架又分单杆吊架与双杆吊架两种,单杆吊架又分为单层、二层、三层三种,如图 5-5-2。

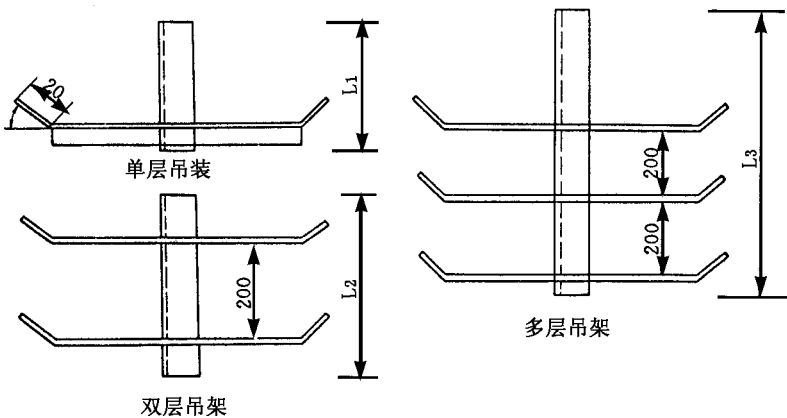


图 5-5-2 仪表用单杆吊架示意图

吊架的宽度从 200~1 000mm,可由实际管子的多少而定,其高度 L_1 、 L_2 、 L_3 由实际安装位置决定,以不影响工艺配管和方便工作为准。

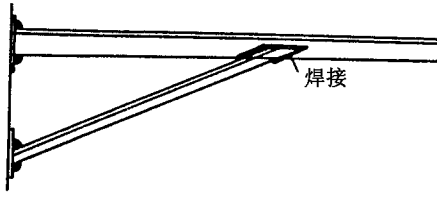


图 5-5-5 带支撑悬臂支架

三、槽形支架

槽形支架又称 \square 型支架,也是仪表最常用的一种支架形式。基本形式如图 5-5-6 所示。

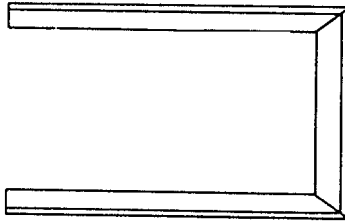


图 5-5-6 槽形支架的基本形式

它的制作方法有两种。第一种方法是分三段焊接。第二种方法是量好尺寸,用锯切开 90° ,然后弯成直角,焊接而成,如图 5-5-7。

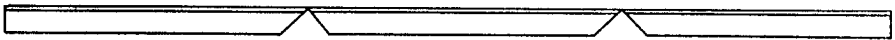


图 5-5-7 槽形支架制作

槽形支架和悬臂支架一样,可以在混凝土墙、柱、砖墙、砖柱和管架上安装。安装形式与悬臂支架一样,可以埋入墙内,也可以利用预埋件,采用焊接方法;也可以用膨胀螺栓先把铁板固定在墙上,然后再把槽形架焊上去。

四、L形支架

L形支架适用于 1~2 根管的敷设,它结构简单,安装、制作都很方便,自控专业安装中使用最广。

它由两根长约 200~300mm(按需要)的角钢焊接而成。L型支架负荷较小,角钢也用小型号的,如 $\angle 30 \times 3$ 、 $\angle 25 \times 3$ 等,基本形式如图 5-5-8。

L_1 的长度由安装位置而定。 L_2 的长度由敷设管道的数目而定。

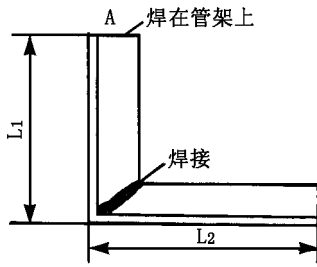


图 5-5-8 L 型支架示意图

角钢端面 A 可以焊在管架或管托上 ;也可焊在拱顶罐的罐壁上 ,在其另一直角边上就可以敷设管道。

五、抱卡

抱卡是在仪表管道需要中间有支架 ,但又没有办法固定支架的情况下 ,把支架抱在工艺管道上的一种支架。

抱卡由扁钢或圆钢做成 ,也可以用废管头割开使用。其基本形式如图 5-5-9 所示。

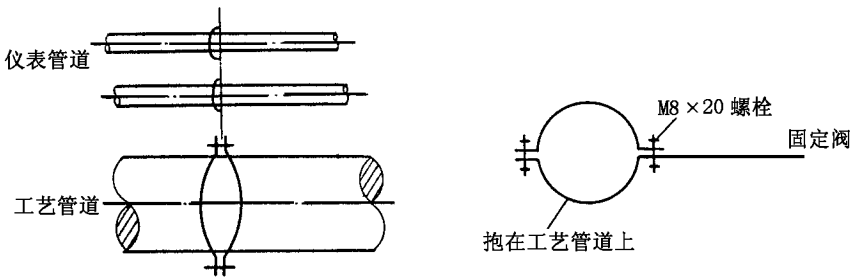


图 5-5-9 抱卡示意图

第四节 管 卡

管卡是仪表安装中使用最为普遍的一种辅助部件 ,因为不管是管子还是电缆固定 ,都需要管卡(电缆卡)。管子中导压管的管卡较为简单 ,基本上是 $\phi 14 \times 2$ 的管卡。而电气保护管规格较多 ,管卡的规格也就多。常用的管卡如下。

一、U 形卡

U 形卡是使用最为普遍的管卡 ,见图 5-5-10。它适用于各种电气管 ,也适用于各种镀锌水煤气管。

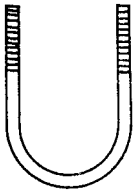


图 5-5-10 U 形卡

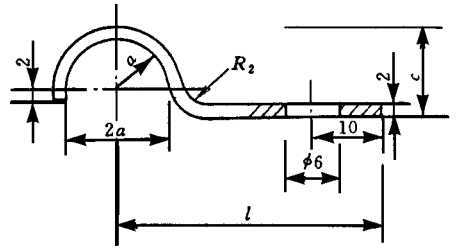


图 5-5-11 单面管卡

它由 $\phi 5$ 圆钢弯制、镀锌而成。两端的螺纹是 M5。它的规格是 $1/2''$ 、 $3/4''$ 、 $1''$ 、 $1\frac{1}{4}''$ 、 $1\frac{1}{2}''$ 、 $2''$ 。超过 $2''$ 的，制作的圆钢要粗一些。

U 形卡适宜于卡单根管，使用灵活、方便。

二、导压管管卡($\phi 8 \sim \phi 22$)

(1) 单面管卡(如图 5-5-11)

单面管卡的技术数据如下：

D	a	l	c	展开长度
$\phi 8$	4	30	9	45
$\phi 10$	5	30	11	48
$\phi 12$	6	30	13	51
$\phi 14$	7	30	15	54
$\phi 16$	8	35	17	62
$\phi 18$	9	36	19	66
$\phi 20$	10	42	21	75
$\phi 22$	11	45	23	82

管卡可用 $1 \sim 2\text{mm}$ 厚的铁皮做成。使用 M5 螺丝固定。

单面管卡可用来固定导压管和电缆。

(2) 双面管卡(如图 5-5-12)

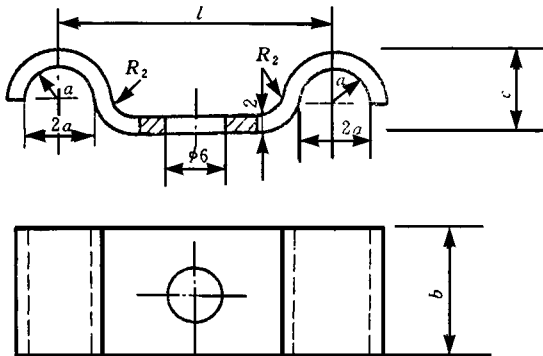


图 5-5-12 双面管卡

双面管卡技术数据如下：

D	a	l	c	b	展开长度	D	a	l	c	b	展开长度
φ8	4	40	9	1.0	62	φ16	8	50	17	2	92
φ10	5	40	11	1.0	67	φ18	9	52	19	2	100
φ12	6	40	13	1.5	71	φ20	10	64	21	2	117
φ14	7	40	15	1.5	77	φ22	11	70	23	2	128

双面管卡特别适合作导压管管卡。对差压变送器配管,两条管子平行出来最合适。配管时要注意两管中心距离,即 l 的大小,以免管子不能卡正。

(3) 电气保护管卡(见图 5-10-13)

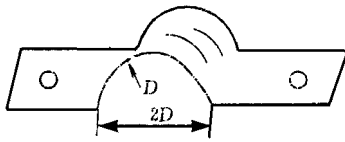


图 5-5-13 保护管卡

这种管卡用厚 1.5~2mm 铁板制成。有的镀锌。

D 的大小由所卡管子而定。一般的规格是:1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3"。超过 3", 很少用这种管卡。

(4) 铜管管卡

当一排铜管紧凑排列安装时,可以采用这种管卡,见图 5-5-14。

这种管卡适宜于 φ6、φ7、φ10 等铜管 2~10 根排列。其管卡的具体尺寸是：

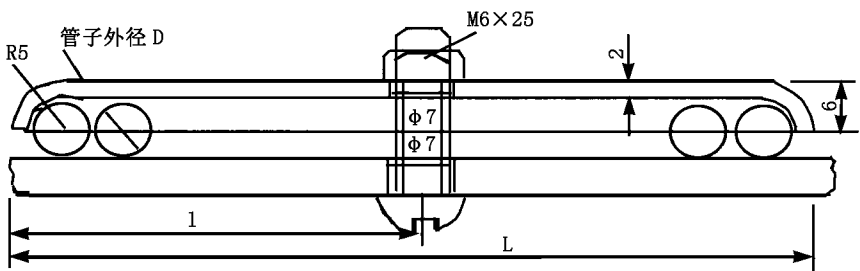


图 5-5-14 铜管管卡

管路根数	φ6		φ8		φ10		管路根数	φ6		φ8		φ10	
	1	L	1	L	1	L		1	L	1	L	1	L
2	12	24	14	28	16	32	7	30	54	38	68	46	82
3	18	30	22	36	26	42	8	30	60	38	76	46	92
4	18	36	22	44	26	52	9	36	66	46	84	56	102
5	24	42	30	52	36	62	10	36	72	46	92	56	112
6	24	48	30	60	36	72							

(5) 电缆卡

电缆卡的形状同单面管卡和双面管卡。现在电缆大多放在槽板(桥架)内,这种卡用得相对要少一些。

随着引进装置的增多,电缆绑扎卡逐渐应用于施工中。它是一种塑料制品。绑扎卡头上带一个小舌头。绑扎卡是一条带有多道小平齿的塑料带。当小平齿通过小舌头时,塑料带只能紧不能松,越拉越紧,除非抬起小舌头。如图 5-5-15 所示。

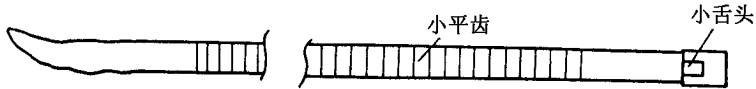


图 5-5-15 电缆绑扎卡

这种绑扎卡实用又经济,很受施工单位欢迎。

第五节 仪表盘安装

仪表盘安装包括控制室的操作台安装。先要制作一个仪表盘底座,其底座的大小刚好与仪表盘底大小一致。

底座由 □ 10 槽钢焊接而成。焊接时,槽钢的槽面向里,使底座的高度正好为 100mm。焊接完后要打磨,不能有毛刺和焊瘤。焊接过程中要注意焊接变形。

焊完的底座要做防腐处理,一般是先刷两遍防锈底漆,然后再刷两遍防锈黑漆。

底座安装在基本已经找平的控制室地坪上。有时,地坪有预埋角钢或钢板。焊接前,要找准预埋件,其水平标高不能 > 1mm。若没有预埋件,就要用膨胀螺栓固定。

制作成的槽钢底槽要用机械方法钻孔,不能用气焊割孔。不管是固定底槽的孔,还是在底槽上用来固定仪表盘的孔,都必须用电钻钻孔。

安装好底槽,要重新复测位置,其水平度差不能 > 1mm。

基础槽钢也可用来制作集散系统盘的底座。做法与要求同仪表盘底座。

底座在控制室地面尚未最后处理完时安装,安装太早,控制室地面标高不准,地面不

平影响仪表盘的安装质量。处理完地面再安装仪表盘也不妥,因为在安装仪表盘底座时,不可避免地要损坏地面。因此,控制室仪表盘底座的安装要抓住安装的最佳时机。

对于有防静电和防潮地板的控制室,仪表盘底座的安装比较灵活,因为底座固定的地面在防静电地板的下面。

仪表盘的安装要求较高。仪表盘是仪表最集中的地方,也是最受人注意的地方。

单独仪表盘的安装:垂直度每米不超过 1.5mm,水平倾斜度每米不超过 1mm。

成排仪表盘的安装:垂直度每米不超过 1.5mm,相邻两盘的高差不超过 2mm。连接处多于两处的盘顶最大高差不超过 5mm,盘之间的间隙不允许超过 2mm。盘正面的平面度相邻两盘不能超过 1mm,多于五处时,盘面连接的平面度不能超过 5mm。

仪表盘的平面度、垂直度,要求拉线用水平尺量,盘之间的间隙用塞尺测量,要求是很高的。

第六节 保温(护)箱安装

保温箱、保护箱在自控安装中使用得极为普遍,其主要作用是保护仪表,免受机械损坏,特别在寒冷地区,仪表正常使用的温度要用保温箱来提供,因此,大多数保温箱还有伴热装置,一般采用蒸汽伴热,也有的采用电伴热。

一、保温箱底座制作

保温箱底座有两种基本形式,即方框式和立柱式。通常要求保温箱安装高度为 600~800mm。

(一)方框式

方框式底座是用 $\angle 40 \times 4$ 的角钢焊制成与保温箱底大小一致的底座,一般是 600×500mm。见图 5-5-16。

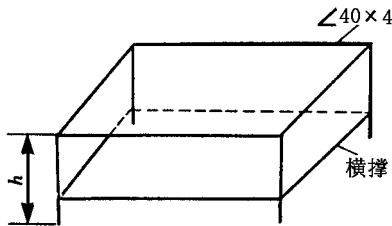


图 5-5-16 方框式保温箱底座

对保温箱的垂直度、水平度都有较高的要求,因此,制作底座的要求也较多。首先不

能用气焊切割角钢,而应当用砂轮切割机切割。尺寸要求准确。焊接完后,要用砂轮打平。在焊接过程中,要注意焊接变形。

高度 $h > 800\text{mm}$ 时要加横撑。横撑也是由 $\angle 40$ 角钢做成。

做成的底座要求平稳,不晃动。稳定度要好。

做好的底座要做防腐处理。刷两遍防锈底漆之后,再按设计要求刷两遍防锈漆。

底座固定在楼板和地面上,可用膨胀螺栓固定,在框架上可用焊接。要求牢固、平稳。

(二) 立柱式底座

立柱式底座由两块铁板(厚为 6mm) ,中间是一条 $3''$ 管构成,见图 5-5-17。

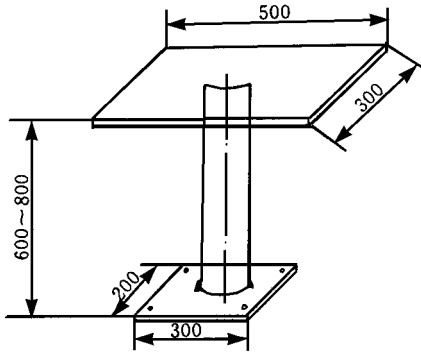


图 5-5-17 立柱式保温箱底座

立柱式底座同样要求平稳、牢固,同样要求做防腐处理。

下底座 $200 \times 300\text{mm}$,用来固定底座。在混凝土地坪用 4 个膨胀螺栓固定。在钢板地坪可用焊接固定。

上底座 $300 \times 500\text{mm}$ 用来固定保温箱。铁板上可用电钻钻孔固定保温箱。

立柱是 $3''$ 镀锌水煤气管(不能用电气保护管),要有足够的强度。

二、保温箱伴热管安装

保温箱内的伴热管通常是蒸汽伴热,用 $\phi 8 \times 1$ 的紫铜管弯成盘管状,见图 5-5-18。

一般要看安装地的气温而言,通常有 4 个弯已足够。

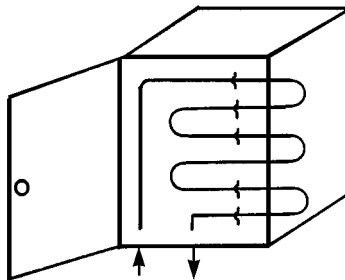


图 5-5-18 保温箱有其盘管

盘管要牢固地固定在保温箱内壁上,保温箱低压蒸汽的进入与冷凝水的排出要有统一安排。低压蒸汽排出,也即保温箱内盘管的出口要通过疏水器统一排入地沟,不允许乱排。

三、保温箱安装

保温箱国内生产厂家很多,施工单位制作很多,只要查阅样本,订货即可。

保温箱的安装,出于配导压管的需要,有时几个保温箱安装在一起,这就提出了较高的要求。如垂直度允许偏差 3mm,倾斜度允许偏差 3mm,5 个以上允许偏差 5mm。这种偏差要求实际上很难达到。对保温箱的质量要求,制造厂有些不太严格,其固有的偏差可能就大于 5mm,这样的箱体安装在一起肯定就有很大问题。因此,在安装前应先挑选一下,把质量符合要求的保温箱安装在一起或安装在显要位置处,把质量较差的保温箱安装在位置不重要的地方。

集中安装保温箱也要选择保温箱的底座。底座在制作过程中不可能完全一致,因此要进行选择。几个基本尺寸相同的保温箱底座安装在一起,能较好地保证保温箱的安装质量。

保温箱内的仪表安装多采用立柱式支架。采用 $\phi 2''$ 的立柱,长 300 ~ 400mm,固定在保温箱合适位置,然后用仪表带来的 U 形卡,把仪表固定在立柱上。需要注意的是不管是变送器还是其他仪表,其指示部分要处于易于观察的地方。

第七节 辅助容器的制作安装

仪表安装辅助容器很多,在很多情况下需现场制作。如冷凝器、隔离器、除尘器、分离器、平衡容器、冷却罐、冷却器、汽化罐、水封容器、洗涤稳压器、重度测定槽等等,种类很多,作用各异,安装也各有特色,这里只介绍使用最多的冷凝器与隔离器。

一、冷凝器制作

冷凝器制作图如图 5-5-19 所示,材料为 20 号钢。

制作材料为 20 号钢或耐酸钢, 垫片为橡胶石棉板或氟塑料。

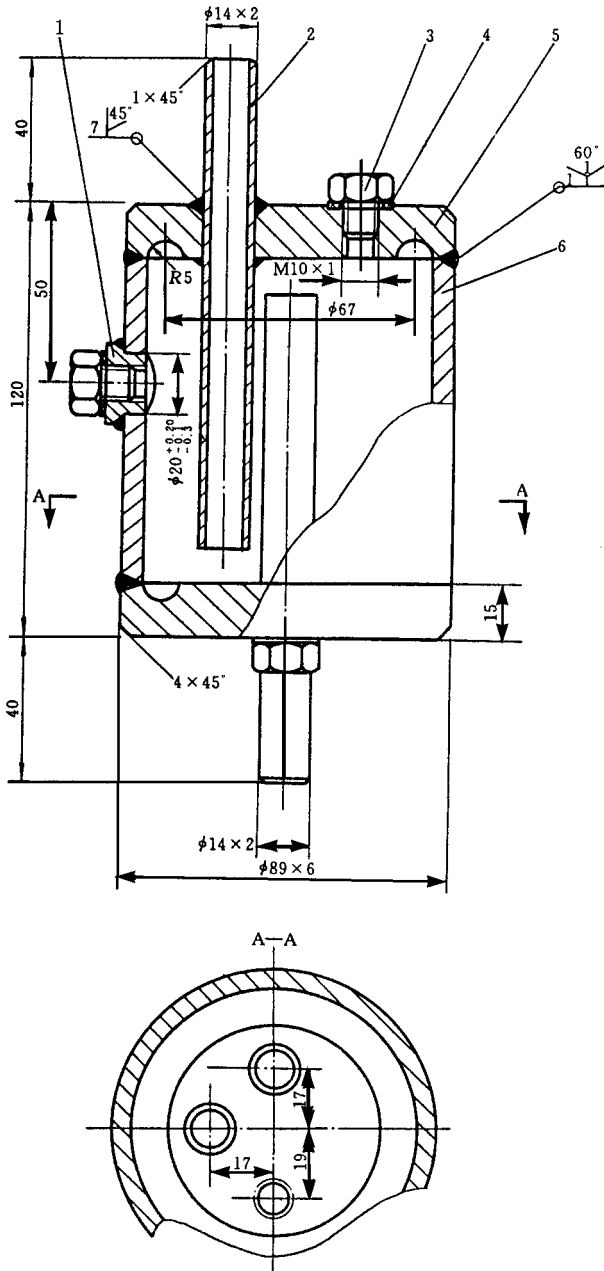


图 5-5-20 隔离容器基本形式之一 ($\rho_{\text{隔}} > \rho_{\text{测}}$)

- 1—连接座; $M10 \times 1$ 2—接管 $\phi 14 \times 2, L = 135$ 3—螺塞; $M10 \times 1$;
4—垫片 $\phi 18/11 \delta = 2$ 5—底板 $\delta = 15$ 6—筒体 $\phi 89 \times 6, L = 100$

技术要求:

- (1)按钢制焊接容器技术条件 JB 741—73 进行制造、试验和验收。
- (2)焊接采用电焊 碳钢容器焊条型号 T422。
- (3)材料选用耐酸钢时 其钢号与焊条型号由工程计确定。
- (4)容器制成后进行水压试验 试验压力 9.6MPa。
- (5)容器表面涂漆 漆的规格由工程设计决定。

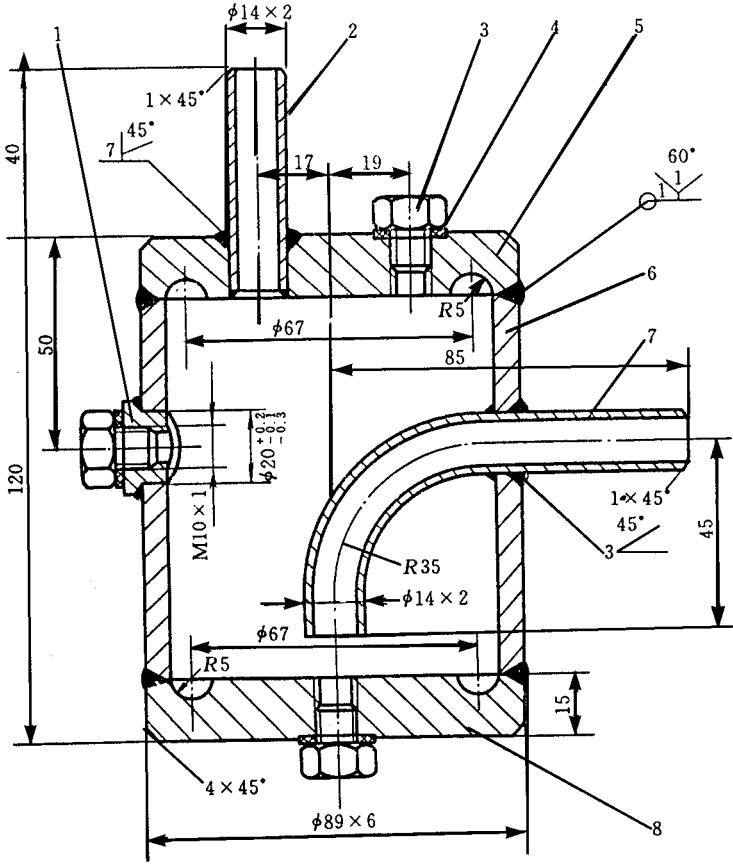


图 5-5-21 隔离容器基本形式之二($\rho_{\text{隔}} < \rho_{\text{测}}$)

- 1—连接座 M10×1 2—接管 $\phi 14 \times 2$,L=50 3—螺塞 ,M10×1 4—垫片 $\phi 18/11$ $\delta = 2$;
- 5—底板 $\delta = 15$ 6—筒体 $\phi 89 \times 6$,L=100 7—接管 $\phi 14 \times 2$,L≈115 8—底板 $\delta = 15$

第八节 测温扩大管的制作

测温用的扩大管是检测小管道温度的必备辅助设施 ,通常在现场制作。制作方法有

两种。一种是找一段长为 200mm 的 $\phi 108 \times 4$ 管, 两头各留 50mm, 用做大小头的方法缩成。另一种方法是按标准图做成, 具体数据见图 5-5-22。材料是 10 号钢、耐酸钢或同工艺管道。焊缝技术要求按 GB 985—67 的规定。

管道通径 DN		10	15	20	25	32	40	50	70
大小头长度 A	$D \times \delta = 57 \times 3.5$	120	100	100	75	75	75		
	$D \times \delta = 89 \times 4.5$	120	120	100	100	100	75	75	75

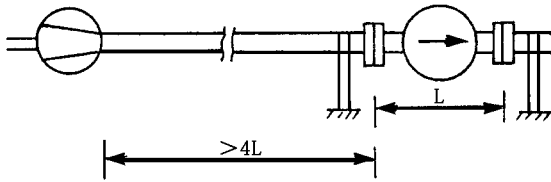


图 5-5-22 测温扩大管

第六章 仪表检定与校准

第一节 概 述

各类仪表都是用以直接或间接地测量被测对象量值的器具。根据计量器具的定义,各类仪表都属于计量器具。

运行中的计量器具由于多种原因,可能会导致计量性能的改变,因而有必要对其进行定期检定或校准。

一、检 定

检定(Verification)的定义

检定是为评定计量器具的计量性能(准确度、稳定度、灵敏度等),并确定其是否合格所进行的全部工作。

检定按性质可分为:

1. 出厂检定

计量器具生产厂生产出计量器具,应对其计量性能进行确认,合格的计量器具才准许出厂。

2. 抽样检定

指批量生产的计量器具按一定比例抽取,对其计量性能进行确认,如合格率未能达到规定比例,则加倍抽样检定,仍达不到规定比例的合格率,则应该批计量器具为不合格。一般抽样检定只用于批量大且较简单的器具,如玻璃量器、简易玻璃液体温度计等。

3. 首次检定

新购计量器具在领用后进行的第一次检定,称为首次检定。亦将作为周期检定的第一次检定。

4. 周期检定

根据计量器具的结构、性能、使用频度等制定出两次检定工作的间隔期,称为检定周期。按照检定周期进行的检定称为周期检定。周期检定工作是计量管理中十分重要的环节,只有制定出合理的检定周期,并严格按周期进行检定,才能保证计量器具的性能达到规定的要求。

5. 临时检定

政府计量行政部门或企业主管部门对企业计量工作实施监督检查时,对随机抽取的计量器具的计量性能进行确认的检定。

6. 仲裁检定

指在发生计量争议或纠纷时,进行以仲裁为目的的检定。

检定按管理形式可分为:

1. 强制检定

对计量法规定部门和企业、事业单位使用的最高一级计量标准器具,以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测等方面列入强制检定目录的工作计量器具,实行定点、定期的检定称为强制检定。

2. 非强制检定

使用单位自行依法对使用的计量器具进行定期检定,称为非强制检定。

检定定义中涉及到的准确度(或称精确度)(Accuracy)是测量结果中系统误差与随机误差的结合,表示测量结果与真值的一致程度;稳定度(Stability)是在规定工作条件内,计量器具某些性能随时间保持不变的能力;灵敏度(Sensitivity)是指计量器具对被测量变化的反应能力。

(二) 检定的基本要求

按计量管理要求的规定,计量检定必须执行计量检定规程。

检定规程(Regulation of verification)是为评定计量器具的计量性能,作为检定依据的具有国家法定性的技术文件。在检定规程中,对规程适用范围、计量器具的计量性能检定项目、检定条件、检定方法、检定周期及检定结果处理等内容都作了规定。

国家计量检定规程由国务院计量行政部门制定。没有国家计量检定规程的,由国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府计量行政部门分别制定部门计量检定规程和地方计量检定规程。

虽然各计量器具检定要求不完全一致,但是开展计量检定工作至少要具备以下最基本的条件。

(1)应具备一个满足检定规程要求,可开展计量检定工作的环境条件(温度、湿度、振动、磁场等对计量器具的影响),应尽可能使计量器具的计量性能达到最佳状态。

(2)要有满足精度要求的计量标准器。按一般规定,作为标准器的误差限至少应是被检计量器具的误差限的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{10}$,并且这些标准器都应按计量管理要求溯源。

(3)要有合格的检定人员。进行计量检定工作的人员必须持有“检定员证”,只有持证人员才有资格出具计量检定合格证及检定结果数据。“检定员证”由政府计量行政部门或企业主管部门主持考核,成绩合格后颁发,一般有效期3~5年。

这三条是开展计量检定应具备的最基一的要求,计量器具检定后应认真填写记录,加盖检定印章,签上检定、复核、主管人员的姓名。经检定合格的计量器具应签发“检定证书”,检定不合格的计量器具应该填写“检定结果通知书”。

二、校准

在经典仪表管理中一直使用“校验”这一名词,现在在计量管理中称为“校准”。

校准(Calibration)是确定计量器具示值误差(必要时也包括确定其他计量性能)的全部工作。

(一)校准与检定的异同

校准和检定是两个不同的概念,但两者之间有密切的联系。校准一般是用比被校计量器具精度高的计量器具(称为标准器具)与被校计量器进行比较,以确定被校计量器具的示值误差,有时也包括部分计量性能,但往往进行校准的计量器具只需确定示值误差。如果校准是检定工作中示值误差的检定内容,那校准可说是检定工作中的一部分,但校准不能视为检定,况且校准对条件的要求亦不如检定那么严格,校准工作可在生产现场进行,而检定则须在检定室内进行。

有人把校准理解为将计量器具调整到规定误差范围的过程,这是不够确切的。虽然校准过程中可以调整,但调整又不等于校准。

(二)校准的基本要求

校准应满足的基本要求如下。

(1)环境条件 校准如在检定(校准)室进行,则环境条件应满足实验室要求的温度、湿度等规定。校准如在现场进行,则环境条件以能满足仪表现场使用的条件为准。

(2)仪器 作为校准用的标准仪器,其误差限应是被校表误差限的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{10}$ 。

(3)人员 校准虽不同于检定,但进行校准的人员也应经有效的考核,并取得相应的合格证书,只有持证人员方可出具校准证书和校准报告,也只有这种证书和报告才认为是有效的。

第二节 就地校准

就地校准也就是安装现场校准。大量的仪表安装在生产现场,对这些仪表进行现场校准是经常进行的。

一、概述

对仪表进行现场校准是仪表日常维修工作的范畴,一般说现场校准仪表只是对示值误差的确认。按校准定义,校准工作虽然可以包括对仪表其他计量性能的确认,但多数情况下只是对示值误差的确认。

二、差压变送器就地校准

差压校准差压变送器一般不需要将变送器拆下。先关闭引压管正、负压阀,打开平衡阀,卸下正、负压排气孔堵气,气压信号可以从变送器正压侧经校表接嘴进入,负压侧通大气。校准用的工具无特殊要求,有常用扳手 150mm、200mm(6、8 英寸)及仪表工配用的工具即可。作校准用的标准器,其误差限应是被校表误差限的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{10}$ 。

校准差压变送器需用的器具如下:

名称	规格及型号	单位	数量	备注
数字压力计	0 ~ 160kPa 或 0 ~ 250kPa	台	2	
精密电流表	0 ~ 30mA	台	1	
气源减压阀		只	1	
气动定值器		只	1	
气源管三通	$\phi 6(\phi 8)$	只	1	
胶管	$\phi 6(\phi 8)$	米		
电线	若干米			

校表接嘴

(二)接线

本章提供的仪表校准接线是仪表从运行状态取下的接线。现场不取下仪表校准时可结合实际情况连接,如气动表可不另接气源,电动表可不另接电源等。

(1)气动差压变送器校准接线原理图(5-6-1)

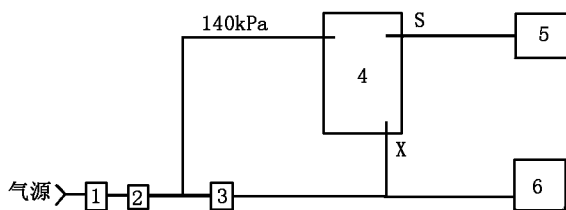


图 5-6-1 气动差压变送器校准接线原理图

1—气源切断阀 2—气源减压阀 3—气动定值器 4—被校表;

5、6—数字压力计 X—输入 S—输出

(2) 电动差压变送器校准接线原理图(5-6-2)

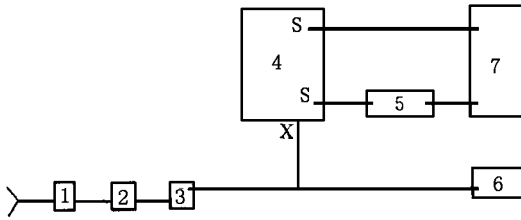


图 5-6-2 电动差压变送器校准接线原理图

1—气动定值器 2—被校表 3—数字压力计 4—精密电流表；
5—数字电压表 6—数字压力计 7—供电电源 X—输入 S—输出

对于高差压的差压变送器 输入信号可由活塞压力计提供。

现场校表时直接用现场的电源。

(三) 操作步骤

(1) 气动差压变送器的校准步骤

① 基本误差校准

- A. 关闭引压管正、负压阀 打开平衡阀。
- B. 按图 5-6-1 接好校准线路。
- C. 卸去正、负侧排气堵头。
- D. 用气源将正、负压室内的残液从排气堵头经放空堵头吹净。
- E. 打开气源阀供气。
- F. 经校表接嘴向正压侧排气孔加输入信号。选差压变送器测量范围的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点为标准值进行校准。
- G. 平稳增加信号压力,读取输出各点相应的实测值。
- H. 使输出信号上升到上限的 105% 处,停留 2 分钟左右,使输出信号平稳地减少到最小,读取各点相应的实测值。
- I. 计算基本误差:

正行程误差
$$\delta_Z = \frac{P_Z - P_0}{80} \times 100\%$$

反行程误差
$$\delta_F = \frac{P_F - P_0}{80} \times 100\%$$

式中 δ_Z ——正行程基本误差, % ;
 P_Z ——正行程输出实测值 kPa ;
 P_0 ——输出信号公称值 kPa ;
 δ_F ——反行程基本误差, % ;
 P_F ——反行程输出实测值 kPa ;

80——输出上限与下限之差, kPa。

气动差压变送器的允许基本误差不得超过变送器规定的精度等级。

②回程误差的校准 在同一点测得正、反行程实测值之差的绝对值,即为气动差压变送器的回程误差。

回程误差的计算:

$$A_H = |P_Z - P_F|$$

式中 A_H ——气动差压变送器的回程误差, kPa;

P_Z ——正行程时输出信号的实测值, kPa;

P_F ——反行程时输出信号的实测值, kPa。

气动差压变送器的回程误差不得超过变送器规定允许误差的绝对值。

例 兰州炼油厂仪表厂 QBC 型气动差压变送器的校准。

1. 准备及接管连接

(1) 关闭三阀组的正、负压阀,并打开平衡阀。

(2) 取下正、负压侧的排气堵头,在正压侧排气堵头上接上校表接嘴。

(3) 打开下方放空堵头,用气源从校表接嘴处向放空堵头吹扫残物、残液,然后堵好放空堵头。

(4) 接上压力信号源及数字压力表(可用手动加压泵,亦可用气源经定值器加压)。

(5) 卸开输出端接头,然后接上数字压力计。

此时,仪表呈图 5-6-3 状态。

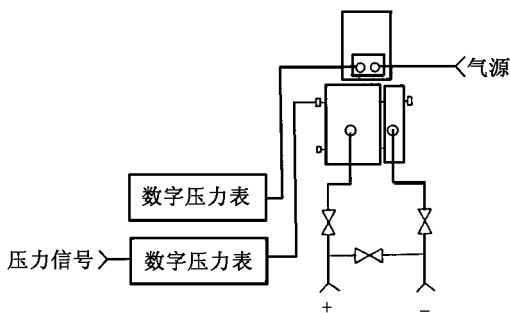


图 5-6-3 QBC 型气动差压变送器校准图

2. 校准

(1) 基本误差及变差的校准

① 将差压测量值分别置于规定测量值的 0%、20%、40%、60%、80%、100% 各点。

② 记录下实际输出压力在各个点的对应值。

③ 计算基本误差。实际输出压力与计算值之间的差对输出压力的范围(80kPa)的百分分离是基本误差。

(2) 变差的校准

①使测量值略超过测量范围(如 105%) ,然后使测量值分别置于 100%、80%、60%、40%、20%、0%。

②记录下实际输出压力在各个点的对应值。

③计算变差。变送器各点正、反行程输出压力的差对输出压力范围(80kPa)的百分率即为变差。

(3) 静压试验。现场校表一般不校静压误差。

(4) 气源波动影响

①使测量置于 0。

②使气源压力变化 $\pm 14\text{kPa}$ 。

③使测量置于最大 100%。

④使气源压力变化 $\pm 14\text{kPa}$ 。

在两个测量点时,当气源压力变化为 $\pm 14\text{kPa}$ 时,输出变化都应小于 30Pa 。

2. 电动差压变送器的校准步骤

(1) 基本误差校准

①关闭引压管正、负压阀,打开平衡阀。

②按图 5-6-2 接好校准线路。

③卸去正、负侧排气堵头。

④用空气将正、负压室内的残液从排气堵头经放空堵头吹净。

⑤检查确认后接通电源。

⑥经校表接嘴向正压侧排气孔加信号。选变送器测量范围或输出信号的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点为标准值进行校准。

⑦平稳地输入差压信号,读取各点相应的实测值。

⑧使输出信号上升到限值的 105% 保持 1 分钟,然后逐渐使输出信号减少到最小,读取各点相应的实测值。

⑨计算基本误差:

$$\text{正行程误差} \quad \delta_Z = \frac{A_Z - A_0}{16} \times 100\%$$

$$\text{反行程误差} \quad \delta_F = \frac{A_F - A_0}{16} \times 100\%$$

式中 δ_Z ——正行程基本误差, % ;

δ_F ——反行程时基本误差, % ;

A_Z ——正行程时输出实测值, mA ;

A_F ——反行程时输出实测值, mA ;

A_0 ——输出信号公称值, mA;

16——输出信号上、下限之差, mA。

(对 II 型电动差压变送器应为 10mA)

电动差压变送器的允许基本误差不得超过变送器规定的精度等级。

(2) 回程误差的校准。在同一测得正、反行程实测值之差的绝对值, 即为电动差压变送器的回程误差。

回程误差的计算:

$$A_H = |A_Z - A_F|$$

式中 A_H ——电动差压变送器的回程误差, mA;

A_Z ——正行程时输出信号的实测值, mA;

A_F ——反行程时输出信号的实测值, mA。

电动差压变送器的回程误差不得超过变送器规定允许差绝对值。

(3) 填写校准记录。气动、电动差压变送器的校准记录格式如下。

气动差压变送器校准记录表格形式如下:

单位 仪表名称
规格型号 精度等级
测量范围 制造厂 出厂编号

输入信号		输出公称值 kPa	输出实测值 kPa		误差 kPa		回程误差 kPa
%	kPa		正	反	正	反	
0							
25							
50							
75							
100							

允许基本误差:

最大基本误差:

允许回程误差:

最大回程误差:

校准人:

审核人:

年 月 日

电动差压变送器表格形式如下：

单位 仪表名称
 规格型号 精度等级
 测量范围 制造厂 出厂编号

输入信号		输出公称值 kPa	输出实测值 kPa		误差 kPa		回程误差 kPa
%	kPa		正	反	正	反	
0							
25							
50							
75							
100							

允许基本误差：

最大基本误差：

允许回程误差：

最大回程误差：

校准人：

审核人：

年 月 日

例 西安仪表厂 1151DP 型差压变送器的校准

1. 准备及接管连接

- (1) 关闭三阀组正、负压阀, 打开平衡阀。
- (2) 取下正压侧排气堵头, 并在堵头位置接上校表接嘴。
- (3) 打开下方排气/排液阀, 鼓气吹扫残物、残液后关死排气、排液阀。
- (4) 接上压力信号源及数字压力计。
- (5) 卸开二次表的输入端子(只卸一端), 串上标准电流表。

此时仪表将呈图 5-6-4 接管状态。

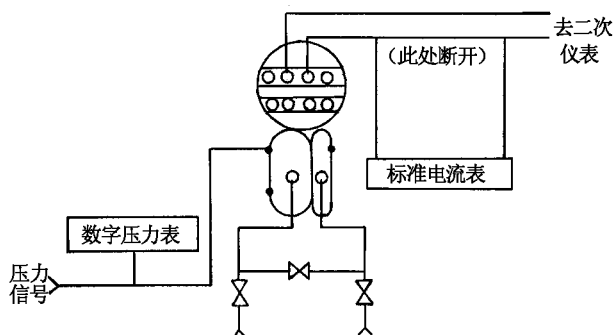


图 5-6-4 1151DP 型差压变送器校准接线图

2. 校准

(1) 基本误差及回程误差的校准

①将差压测量值分别置于规定测量值的 0%、25%、50%、75%、100% 各点。

②记录下输出对应于各点的实际值。

③计算基本误差。实际输出值与公称输出值之差对输出值的范围(16mA)的百分率即为基本误差。

(2) 回程误差的校准

①使测量值略超过测量最高值(如 105%) ,然后依次将测量输入值分别置于 100%、75%、50%、25%、0% 各点。

②记录下输出对应于各点的实际值。

③计算回程误差。变送器各点正、反行程输出实测值之差的绝对值即为回程误差。

(3) 静压误差校准。现场校准一般不校静压误差,只确定是否存在静压误差。

三、压力变送器就地校准

压力变送器是将压力转变成 20 ~ 100kPa 气压信号或转变成 4 ~ 20mA 电流信号的仪表。压力变送器分为气动、电动两大类,压力变送器在炼油、化工、冶金、医药等行业广泛采用,就地对压力变送器的校准也是经常进行的。

(一) 工具与仪器

现场校准压力变送器不需拆下,也不需要特殊的工具,有常用的扳手 200mm、250mm (8、10 英寸)及仪表工配用的工具即可。校准用仪器的误差限为被校表误差限的 1/3 ~ 1/10。

校准压力变送器需要的器具如下:

名 称	规 格 型 号	单 位	数 量	备 注
活塞压力计	YS-60 或 YS-600	台	1	按被校表量程选用
数字压力计	0 ~ 160kPa	台	1	
精度电流表	0 ~ 30mA	台	1	
气源减压阀		只	1	
胶管		米	1	
电线		若干米		

(二) 接线

(1) 气动压力变送器校准接线原理图(图 5-6-5)

(2) 气动压力变送器校准接线原理图(图 5-6-6)

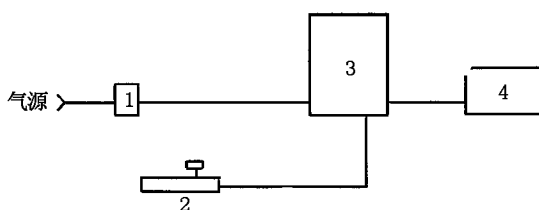


图 5-6-5 气动压力变送器校准接线原理图

1—气源减压阀 2—活塞压力计；
3—被校表 4—数字式压力计

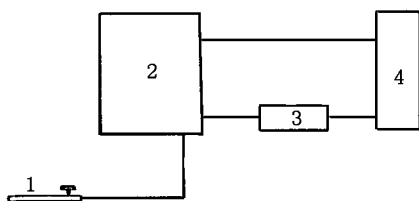


图 5-6-6 电动压力变送器校准接线原理图

1—活塞压力计 2—被校表；
3—精密电流表 4—供电电源

(三) 操作步骤

1. 气压压力变送器的校准步骤

(1) 基本误差的校准

① 关闭引管入变送器的阀，断开原引压管接头，接上活塞压力计，按图 5-6-5 接好校准线路。

② 经检查无误，打开气源供气（现场可不另接气源）。

③ 选压力变送器测量范围的 0%、25%、50%、75%、100% 为五个标准值进行校准。

④ 用活塞压力计平稳加信号压力，读取各点相应实测值。

⑤ 使输出信号上升到上限值 10% 处，停留 2 分钟，再使压力信号平稳下降到最小，读取各点相应实测值。

⑥ 计算基本误差：

$$\text{正行程误差} \quad \delta_Z = \frac{P_Z - P_0}{80} \times 100\%$$

$$\text{反行程误差} \quad \delta_F = \frac{P_F - P_0}{80} \times 100\%$$

式中 δ_Z ——正行程基本误差，%；

δ_F ——反行程基本误差，%；

P_Z ——正行程输出实测值，kPa；

P_F ——反行程输出实测值 kPa ；

P_0 ——输出信号标准值 kPa ；

80——输出值上限与下限之差 kPa ；

气动压力变送器的允许基本误差不得超过变送器规定的精度等级。

(2) 回程误差的校准。在同一点测得的正、反行程实测值之差的绝对值,即为气动压力变送器的回程误差。

回程误差的计算:

$$A_H = |P_Z - P_F|$$

式中 A_H ——气动压力变送器的回程误差 kPa ；

P_Z ——正行程时输出信号的实测值 kPa ；

P_F ——反行程时输出信号的实测值 kPa 。

气动压力变送器的回程误差不得超过变送器规定允许基本误差的绝对值。

压力变送器的校准方法步骤基本上和差压变送器相同,故不再提供压力变送器校准的实例。

2. 电动压力变送器的校准步骤

(1) 基本误差的校准

① 关闭引压管入变送器的阀,工原引压管接头,接上活塞压力计,按图 5-6-6 接好校准线路。

② 经检查确认无误后通电。

③ 选压力变送器测量范围或输出信号的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点为标准值进行校准。

④ 用活塞压力计平稳增加压力信号,读取各点相应实测值。

⑤ 使输出信号上升到上限的 105% 处保持 2 分钟,然后逐渐使输出的信号减少到最小值,读取各点相应的实测值。

⑥ 计算基本误差:

$$\text{正行程误差} \quad \delta_Z = \frac{A_Z - A_0}{16} \times 100\%$$

$$\text{反行程误差} \quad \delta_F = \frac{A_F - A_0}{16} \times 100\%$$

式中 δ_Z ——正行程基本误差, %；

δ_F ——反行程基本误差, %；

A_Z ——正行程输出实测值 mA ；

A_F ——反行程输出实测值 mA ；

A_0 ——输出信号标准值 mA ；

16——输出信号上、下限之差 ,mA。

(对 II 型电动压力变送器应是 10mA)

电动压力变送器的允许基本误差不得超过变送器规定的精度等级。

(2)回程误差的校准。同一点测得正、反行程实测值之差的绝对值 ,即压力变送器的回程。

回程误差的计算 :

$$A_H = |A_Z - A_F|$$

式中 A_H ——电动压力变送器的回程误差 ,mA ;

A_Z ——正行程时输出信号的实测值 mA ;

A_F ——反行程时输出信号的实测值 ,mA。

电动压力变送器的回程误差不得超过变送器规定允许基本误差。

(3)填写校准记录。压力变送器校准记录格式形式如下。

气动压力变送器校准记录表格形式如下 :

单位	仪表名称
规格型号	精度等级
测量范围	制造厂
出厂编号	

基本误差、回程误差

输入信号		输出公称值 kPa	输出实测值 kPa		误差 kPa		回程误差 kPa
%	kPa		正	反	正	反	
0							
25							
50							
75							
100							

允许基本误差

最大基本误差 :

允许回程误差 :

最大回程误差 :

校准人 :

审核人 :

年 月 日

精密电流表		1 台
校准信号发生器	(0 ~ 30mA DC)	1 台
精密线绕电阻	250Ω ± 0.02%	1 个

(二) 接线

(1) 气动显示仪表校准接线原理图(图 5-6-7)

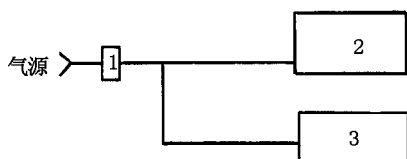


图 5-6-7 气动显示仪表校准接线原理图

1—手动加压泵(或气动定值器) 2—被校表 3—数字压力计

(2) 电动显示仪表校准接线原理图(图 5-6-8)

(三) 操作步骤

1. 气动显示仪表校准步骤

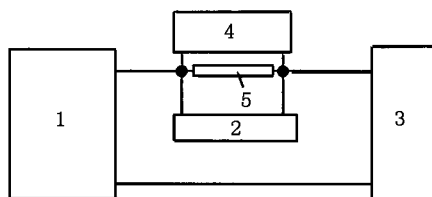


图 5-6-8 电动显示仪表校准接线原理图

1—恒流信号发生器 2—精密电流表 3—被校表 4—数字电压表 5—250Ω 电阻

(1) 按图 5-6-7 接线,将来自变送器的信号管拆下,另接气压信号。

(2) 分别输入被校表的 0%、25%、50%、75%、100% 的信号进行校准。

(3) 逐渐增加输入信号,直到最大值,读取各点相应实测值。

(4) 使输入信号上升到最大值的 105%,停留 2 分钟,再使输入信号逐渐减少至最小值,读取各点相应的实际值。

(5) 基本误差计算:

$$\delta_z = \frac{P_z - P_0}{80} \times 100\%$$

$$\delta_F = \frac{P_F - P_0}{80} \times 100\%$$

式中 δ_z ——正行程时基本误差,%;

δ_F ——反行程时基本误差,%;

P_z ——正行程时各点相应实测值,kPa;

p_F ——反行程时各点的标准值 ,kPa ;

p_0 ——输出信号标准值 ,kPa ;

80——测量范围上、下限之差 ,kPa。

最大基本误差不得超过仪表规定的精度等级。

(6)回程误差的计算。仪表的回程误差不得超过允许基本误差的绝对值。

回程误差按下式计算 :

$$\Delta_H = |p_Z - p_F|$$

式中 Δ_H ——回程误差 ,kPa ;

p_Z ——正行程时各点相应的实测值 ,kPa ;

p_F ——反行程时各点相应的实测值 ,kPa。

对多针指示、记录的仪表将按上述步骤逐个进行校准。

2. 电动显示仪表校准步骤

(1)按图 5-6-8 接线,将从变送器来的信号线拆去。

(2)取仪表指示刻度的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点进行校准。

(3)调整恒流信号源逐渐增加,读取各点相应的实测值。

(4)使仪表指示到刻度的 105% 处,停留 2 分钟,再逐渐减少到 0,读取各点相应的实测值。

(5)计算各点刻度指示误差 :

$$\delta_Z = \frac{V_Z - V_0}{V} \times 100\%$$

式中 δ_Z ——上行程刻度指示误差 ,% ;

V_Z ——上行程各刻度点相应实测值 ,V ;

V_0 ——各刻度点标准值 ,V ;

V ——输入测量量程 ,V。

$$\delta_F = \frac{V_F - V_0}{V} \times 100\%$$

式中 δ_F ——下行程刻度指示误差 ,% ;

V_F ——下行程各刻度点相应的实测值 ,V ;

V_0 ——各刻度点标准值 ,V ;

V ——输入测量量程 ,V。

各点刻度指示误差中最大值,即为仪表的基本误差。

(6)回程误差按下式计算 :

$$\delta_H = |\delta_Z - \delta_F|$$

式中 δ_H ——某刻度点回程误差 ,% ;

δ_z ——上行时对应某点的指示误差, % ;

δ_F ——下行时对应某点的指示误差, %。

取各点刻度指标回程误差的最大值,即为仪表的回程误差。

对电流输入的电动显示仪将按图 5-6-8 接线,此时有关电压均为电流(mA)。

多针多笔的指示记录仪可按上述步骤逐一进行校准。校准仪器可用热工仪表精密校验仪或Ⅲ型仪表校量仪,更为方便。

3. 校准记录表格形式(可以使用通用形式的表格,对多针、多笔可用多张记录合订一起保存)

(1)气动显示仪表校准记录表格形式

输入信号		输出公称值, kPa	输出实测值, kPa		误差, kPa		回程误差, kPa
%	kPa		正	反	正	反	
0							
25							
50							
75							
100							

允许基本误差:

最大基本误差:

允许回程误差:

最大回程误差:

校准人:

审核人:

年 月 日

(2)电动显示仪表校准记录表格形式

输入信号		输出公称值, kPa	输出实测值, kPa		误差, kPa		回程误差, kPa
%	kPa		正	反	正	反	
0							
25							
50							
75							
100							

允许基本误差:

最大基本误差:

允许回程误差:

最大回程误差:

校准人:

审核人:

年 月 日

五、调节阀(附阀门定位器)现场校准

调节阀在调节系统中是执行机构,阀门的动作受调节器控制,同时阀门的动作也直接影响工艺参数的变化,所以除了现场装有副线的调节阀可以经副线将调节阀切出运行状态进行校准外,其余都只能在停运状态下才能校准。为了提高调节性能,调节阀往往装有阀门定位器,在一般情况下调节阀都是连同阀门定位器一起校准的。阀门定位器分为气动和电动两种。

(一) 工具与仪器

调节阀带阀门定位器及其他附件,机械结构比较复杂,零部件也比较多,所以要求配置的工具比较齐全。要求有套筒扳手、内六角扳手 100~375mm(8~15英寸)各种规格的活动扳手以及仪表工日常使用的工具,必要时还应配 0.5t 的葫芦。使用仪器如下:

数字压力计	0~160kPa	2台
气动定值器		1台
精密电流表	0~30mA	1台
电流信号发生器		1台

(二) 接线及校准步骤

1. 带气动阀门定位器的调节阀校准

(1) 接线。按图 5-6-9 接配管线。接通气源调整定值器,使其输出(数字压力计 1)为 20kPa,观察阀门行程是否在起始位置(最大行程位置)调整定值器输出到 100kPa,观察阀门行程是否达到最大(起始位置)。图中数字压力计 2 作为监视定位器输出用。

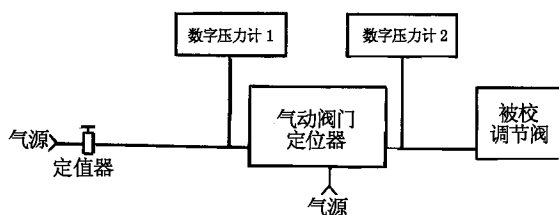


图 5-6-9 带气动阀门定位器的调节阀校准原理图

(2) 步骤

- ① 选输入信号压力 20kPa、40kPa、60kPa、80kPa、100kPa 五个点进行校准。
- ② 对应阀位指示应为 0%、25%、50%、75%、100%。
- ③ 正、反两个方向进行校准。阀位指示如以全行程(mm)乘上刻度百分数,即能得到行程的毫米数。

2. 带电气阀门定位器的调节阀调准

(1) 接线。

按图 5-6-10 接配管线。图中数字压力计作监视定位器输出用。

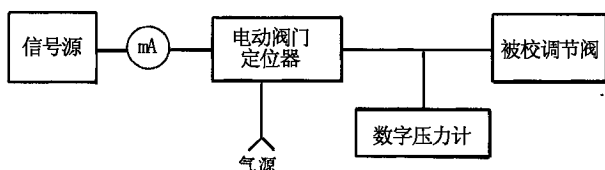


图 5-6-10 带电气阀门定位器的调节阀校准原理图

先送入 4mA 的输入信号,观察数字压力计是否为 20kPa,阀门行程是否在起始位置(最大行程位置),再将输入信号调整到 20mA,观察数字压力计是否为 100kPa,阀门行程是否达到最大(起始位置)。

(2)步骤。

①选输入信号为 4mA、8mA、12mA、16mA、20mA 五个点校准。

②对应阀门指示应为 0%、25%、50%、75%、100%。

③正、反两个方向进行校准。阀位指示如以全行程(mm)乘上刻度百分数,即能得到行程的毫米数。

在对调节阀校准中,因是现场校准,阀门已经装在使用位置,所以有的项目如气密性试验等无法进行。在定位器和调节阀联动校准过程中,如发现定位器工作不正常,则应将定位器取下单独校准。

六、控制器现场校准

控制器分气动和电动两大类,目前使用中的控制器有Ⅱ型和Ⅲ型、可编程序型等。Ⅱ型控制器已大多被Ⅲ型控制器替代,本节着重介绍Ⅲ型控制器。

控制器在生产现场直接控制工艺参数,时刻都在调节,所以除了外接手操器将其脱离运行状态外,一般无法进行现场校准,这里说的校准都是指脱离运行状态下进行的校准。

(一)工具和仪器

气动和电动控制器进行校准时对工具没有特殊的要求,仪表维修工配用的常用工具及随表附配的小型工具和内六角、通针等即可满足校准使用要求。使用仪器如下:

数字压力计	0~160kPa	2台
信号发生器或Ⅲ型仪表校验仪		2台
数字电压表		2台
气动定值器		1台
电线、胶管等		

(二)接线与校准

1. 气动Ⅲ型控制器的校准

(1)给定和测量的校准

①如图 5-6-11 接配管线。

②把数字压力计接到试验开关接口上,并将试验开关拨到试验位置,送上 150kPa 气源。

③拧动给定旋钮,使给定针从 0%到 25%、50%、75%、100%各点,这时数字压力表应分别指为 20kPa、40kPa、60kPa、80kPa、100kPa。然后使给定针从 100%到 75%、50%、

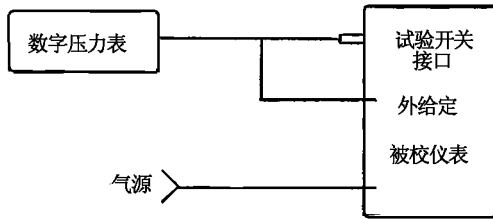


图 5-6-11 控制器给定和测量校准原理图

25%、0%各点,这时数字压力计应分别指为 100kPa、80kPa、60kPa、40kPa、20kPa。其允许误差应为量程间隔(80kPa)的 $\pm 5\%$ 。

④拧动给定旋钮,使数字压力计从 20kPa 到 40kPa、60kPa、80kPa、100kPa 各点,这时给定的指针对应指示刻度分别应为 0%、25%、50%、75%、100%。然后使数字压力计从 100kPa 到 80kPa、60kPa、40kPa、20kPa,这时给定指针对应指示刻度分别应为 100%、75%、50%、25%、0%。其允许误差应为量程间隔(100%)的 $\pm 0.5\%$ 。

⑤拧动给定的旋钮,在全行程范围内检查两指针的同步误差不得超过全行程范围(100%)的 $\pm 0.5\%$ 。正、反两个方向进行检查。

(2) 自动调节单元的校准

① 平衡度校准

A. 如图 5-6-12 接配管线(如控制器有外部反馈时,需将 1、2 相连)。

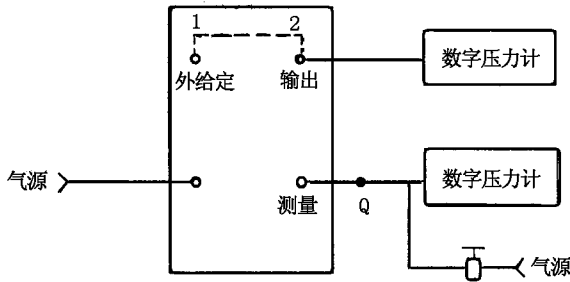


图 5-6-12 控制器自动单元校准接线图

B. 将手操单元手柄切换到“自动”位置,微分、积分放到刻度的最小位置。

C. 调整定值器,使测量指针指在刻度 50% 处。

D. 将比例度定在 50%,调整给定旋钮,使输出稳定在 20~100kPa 之间的任意值,这时两指针的偏差不应超过量程范围(100%)的 $\pm 0.5\%$ 。

E. 重复 c、d 两项,其控制点偏差都不应超过量程范围(100%)的 $\pm 0.5\%$ 。

② 调节单元静差的校准

A. 将比例度设定在 100%,积分时间最大,微分时间最小。

B. 将自动-手动开关切换到手动,调节手操轮,使输出稳定在 50%,将自动-手动

开关切换到自动。

C. 当给定、测量指针定在 25%、75% 时, 读出输出信号与 50% 之间的差。其偏差应不超过测量间隔(100% 或 80kPa)的 $\pm 1\%$ 。

③比例动作校准

A. 把自动 - 手动开关切换到手动位置, 使给定指针设定在 50%。

B. 调整手操轮, 使输出稳定在 50%(60kPa)。

C. 调整测量信号, 使测量的指针指在 50%(即偏差为 0)。

D. 将比例度设在 100%, 微分最小, 积分时间最大。

E. 将自动 - 手动开关切换到自动的位置上。

F. 将输入的测量信号由 50% 增加到 75%(即偏差为 25%), 或者减小到 25%(即偏差为 - 25%), 记下调节器的输出变化量。

G. 按同样方法测定比例度为 200%、50% 时的输出变化量。

H. 计算实测比例度:

$$P_B = \frac{\text{测量(给定)信号变化量}}{\text{输出信号变化量}} \times 100\%$$

实测的比例与设定的比例度之间的误差不应超过 20%。

I. 将比例度设定在 0%, 微分时间最小, 积分时间仍为最大。给定指针设定在 50% 处, 使测量针靠近设定点, 读取输出信号开始急剧变化时的测量值。再将测量针按反方向缓慢返回, 读取当输出信号开始急剧变化时的测量值, 求出两个测量值的差, 其差值不应超过量程间隔(80kPa 或 100%)的 2%。

④积分动作的校准

A. 将比例度设定在 100%, 积分时间设在 2 分钟, 微分时间最小。

B. 将自动 - 手动切换开关切换到手动位置, 调节手操轮, 使输出稳定在 60kPa。

C. 拧动给定旋钮, 使给定指针指在 50% 处, 改变测量输入信号, 使测量指针指在 75%(或 25%)。

D. 迅速将自动 - 手动切换开关切换到自动位置, 待输出信号从 60kPa 变化到 80kPa (或 40kPa) 时, 应立即按动秒表。当输出信号缓慢变化到 100kPa (或 20kPa) 时, 立即按停秒表, 秒表上的时间即为积分时间, 读取时间应在 1.6 ~ 2.4 分钟范围内。

⑤微分动作校准

A. 设定比例度为 100%, 积分时间为最大, 微分时间最小。

B. 将自动 - 手动切换开关切换到手动位置, 调节手操轮, 使输出稳定在 60kPa。

C. 拧动给定旋钮, 使给定指针指在 50% 处, 改变输入信号, 使测量指针也指示在 50%, 然后再将自动 - 手动切换到自动。

D. 将微分时间设定在 2 分钟, 卡死(用夹子卡断) 输入信号进入的连接管(图中 5 - 6

-12 的 Q 点) ,使输入信号变化 +2kPa 或 -2kPa ,放开 Q 点 ,待控制器的输出急剧变化到 92kPa(或 28kPa) 时 ,立即按动秒表 ,待输出再继续变化到 73kPa(或 47kPa) 时 ,按停秒表 ,将所测得的时间乘上微分增益 K ,即得微分时间 $T(K \approx 16)$ 。

以上几个数字来源 :

$$60 + 2 \times 16 (\text{微分增益}) = 92 (\text{kPa}) \qquad 30 \times 0.632 = 18.96 (\text{kPa})$$

$$92 - (60 + 2) = 30 (\text{kPa}) \qquad 92 - 18.96 = 73.04 (\text{kPa})$$

因考虑到用正、负阶跃信号 ,所以 b 项中规定使输出稳定在 60kPa。如只加正阶跃信号 ,则输出可稳定在较小值上 ,如 40kPa ,这样 d 项中输入信号变化也可以适当大一点 ,便于操作。

⑥ 微分机构检查

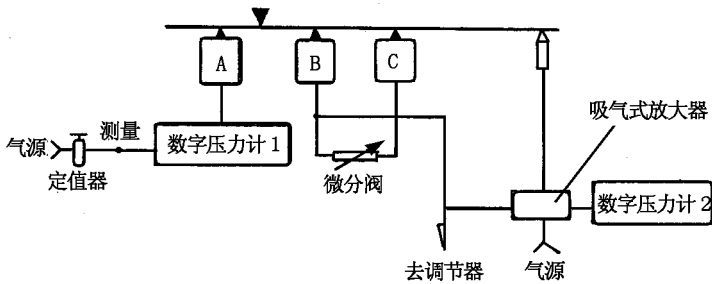


图 5-6-13 控制器微分机构检查原理图

A、按图 5-6-13 接配管线 ,测量信号从表壳后进入 ,数字压力计接列吸气式放大器的堵头上。

B、将微分时间定在最小。

C、使测量信号置于 20kPa、60kPa、100kPa ,此时数字压力计 2 对应指示分别应为 20kPa、60kPa、100kPa。其误差应为量程间隔(80kPa)的 $\pm 0.25\%$ 。

D、将微分时间设定在 ∞ 。

E、调整测量信号为 5kPa ,读取数字压力计 2 读数。

F、实测微分单元的微分增益 K ,应近似等于 16。

(3) 手操单元的校准

①如图 5-6-14 接配管线。

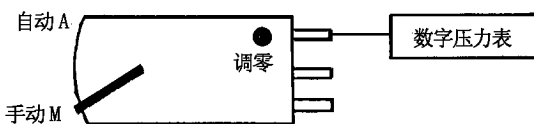


图 5-6-14 控制器手操单元校准原理图

②将切换手柄拨到“手动 (MAN)位置。

③接通 150kPa 气源 ,这时“ 切换气源 ”接头应有气送出 ,然后堵死“ 切换气源 ”接头 ,进行阀位指示校准。

④拨动手操轮 ,以度度值为标准 ,分别在 0%、25%、50%、75%、100% 五个点进行校准 ,对应的输出值应分别为 20kPa、40kPa、60kPa、80kPa、100kPa ,其误差不应超过 $\pm 2\%$ 。

(4)无扰动切换试验

①如图 5-6-12 接配管线 ,在输出端接一个 5L 左右的容器作为气容。

②将控制器置于“ 手动 ”位置 ,比例度设在 100% ,积分时间设定在 20 分钟以上。

③使给定指针指在 50% ,测量指针指在 25% ,拨动手操轮使输出稳定在 20 ~ 100kPa 之间的任意一点上 ,停留 1 分钟 ,来回拨动控制器的切换开关 ,此时输出的变动不应超过量程间隔 (8kPa 或 100%)的 $\pm 1\%$ 。

(5)校准结果记录

气动 III 型控制器校准记录表格形式如下。

给定和测量校准记录形式如下 :

给定指示位置 %		数字压力计读数 kPa		误差 kPa		数字压力计读数 kPa		给定指示位置 %		误差 %		给定、测量两指 针同步误差	
正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反

允许误差 $\pm 0.5\%$ (0.4kPa)

最大误差 kPa

允许误差 $\pm 0.5\%$

最大误差 %

允许误差 $\pm 0.5\%$

最大误差 %

平衡度校准记录形式如下 :

比例度		50%	200%
测量指针位置			
控制点偏差	第一次		第一次
	第二次		第二次
允许偏差		$\pm 0.5\%$	最大偏差 %
测量针指示位置		25%	50%
输出与 50% 之间的偏差			
允许偏差		$\pm 1\%$	最大偏差 %

比例动作校准记录形式如下：

比例度设定值	50%	100%	200%
输入信号的变化值			
输出信号的变化值			
实测比例度			
实测值与设定值的允许差	$\pm 20\%$	最大误差	%
给定指针指示位置	50%		
测量正向靠近给定时输出变化时的测量值			
测量逆向靠近给定时输出变化时的测量值			
两值允许误差 $\pm 2\%$	实际两值误差		%

积分动作校准记录形式如下：

设定刻度值 μmin	
测量输入变值 kPa	
输出变化值 kPa	
实测积分时间 μmin	
实测值与设定值的允许差 $\pm 0.5\%$	最大误差 %

微分动作校准记录形式如下：

设定刻度值 μmin	
测量输入变化值 kPa	
输出变化值 kPa	
实测微分时间 μmin	
实测值与设定值的允许差 $\pm 0.5\%$	最大误差 %

手操单元校准记录形式如下：

手操刻度指示		输出 kPa		误差
正	反	正		
0	100			
25	75			
50	50			
75	25			
100	0			
允许误差 $\pm 2\%$		最大误差		%

无扰动试验记录如下：

项 目	切换前输出值 kPa	切换后输出值 kPa	允许误差 %	最大误差 %
自动 - 手动 1				
手动 1 - 手动 2				
手动 2 - 自动				

例 兰州炼油厂仪表厂 QXJ 型气动指示记录调节仪的校准。

仪表校准前,首先卸去表壳后两只螺钉,以便于抽出自动调节和手动控制部分。

1. 手动控制部分的校准

按图 5-6-15 所示连接。

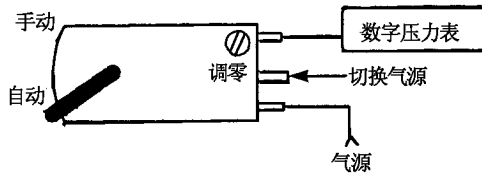


图 5-6-15 控制器手动控制部分校准图

(1) 将切换开关拨到“手动”。

(2) 接通气源,这时“切换气源”接头应有气送出,堵死“切换气源”接头。

(3) 拨动手操轮,使指针分别置于刻度盘的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点。

(4) 分别记录以上各点相对应的输出值为 20kPa、40kPa、60kPa、80kPa、100kPa,各点的误差应满足 $\pm 2\%$ 的要求。

(5) 若 0 刻度点指示超差,则用调零螺钉调整;若 100% 刻度点指示超差,则改变传动片长度,调整传动片往里移动,可使指示不到的范围达到规定范围,传动片往外移动,可使超过范围的回到范围之内。

2. 给定、测量机构

(1) 精度与同步误差校准(QXJ-213A、B 型)

① 将自动调节部分从表壳内拉出,取下外给定堵头,并将外给定与测量连通,再接上数字压力计,堵头输出,送上气源,如图 5-6-16 所示。

② 调节给定轮,使测量值分别置于刻度的 0%、25%、50%、75%、100% 五个点。

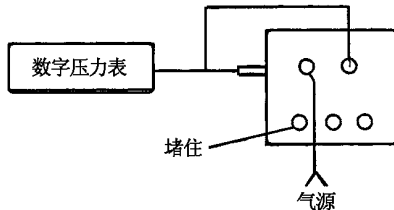


图 5-6-16 控制器给定、测量机构校准图

③读取数字表在各点的相应值,应分别为 20kPa、40kPa、60kPa、80kPa、75kPa、100kPa。

④调整给定轮使指针稍高于 100%,然后稳定降压,使测量值分别置于刻度的 100%、75%、50%、25%、0%。

⑤读取数字表在各个点的相应值,应分别为 100kPa、80kPa、60kPa、40kPa、20kPa。

⑥计算基本误差。其刻度指示值(应折合成计算标准值 kPa)与实测值之差对应于全范围(80kPa)的百分率即为精度,满足 $\pm 1.0\%$ 的要求。

⑦拧动给定轮,在全行程范围内检查两指针同步误差不得大于 40kPa。

(2)调整(略)

3. 控制器校验(对负向)

(1)比例度调零

①接线如图 5-6-17。

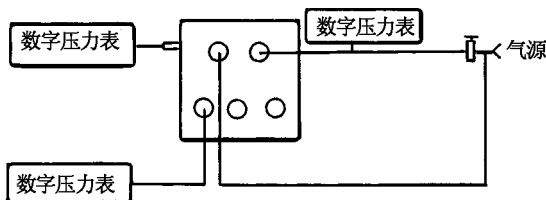


图 5-6-17 控制器校准图(对负向)

②积分时间放在最短,调整定值器,使测量、给定都置于 60kPa。

③将比例度定在刻度 10%,经调整调零螺钉(力平衡比例积分调节器的调零螺钉)使输出稳定在 60kPa。

④将比例度定在刻度 250%,经调整调零螺钉使输出稳定在 60kPa。

⑤重复③、④两项调,使比例杆在可调范围内拨动,而控制器控制点变化不大于基本允许误差的绝对值。

⑥给定不变,使测量值分别稳定在 30kPa、90kPa,达到⑤项要求。

⑦使给定和测量均置于 30kPa 和给定置于 90kPa,测量置于 60kPa,两种状态下,使输出稳定在 30kPa、90kPa,达到⑤项要求。

(2)比例度校准

①接线如图 5-6-17 所示。

②将积分时间放在最短,比例度放在最小刻度值,给定置于 60kPa,改变测量,使输出稳定在 60kPa。

③将积分时间放在最长,比例度定在被校刻度上(校准点不应少于三点)。

④改变测量信号,得到一个测量信号的变化值 Δ_p ,相应读得输出信号 Δ_{p_0} 。

当比例度为 10%时, Δ_p 为 $\pm 30kPa$ 。

当比例度为 10% ~ 150% 时, Δp 为 $\pm 20\text{kPa}$ 。

当比例度为 150% ~ 250% 时, Δp 为 $\pm 20\text{kPa}$ 。

⑤ 计算实际比例度:

$$\text{比例度} = \frac{\text{测量信号变化量}(\Delta p_{\text{测}})}{\text{输出信号变化量}(\Delta p_{\text{出}})} \times 100\%$$

(3) 精度校准

① 接线按如图 5-6-17 所示。

② 使给定置于 30kPa, 改变测量, 使输出分别稳定在 30kPa、60kPa、90kPa 各点。此时测量与输出的最大差值对全程范围(80kPa)之比的百分率即为调节器正行程误差。

③ 改变测量, 使输出置于 105kPa, 然后再改变测量, 使输出依次稳定在 90kPa、60kPa、30kPa。各点计算出控制器反行程误差。

④ 正、反行程基本误差的绝对值即为控制器的变差。

⑤ 将给定分别稳定在 60kPa、90kPa, 重复进行②、③项。

(4) 积分时间试验

① 如图 5-6-18 接线。

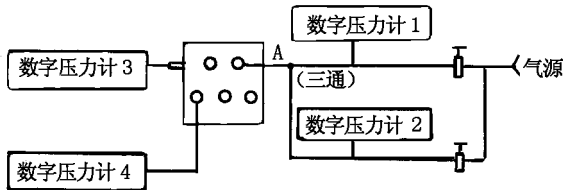


图 5-6-18 控制器积分时间校准图

② 将积分时间放在最短, 比例度全在 100%, 使给定置于 60kPa, 改变测量 1(数字压力计 1), 使输出稳定在 60kPa。

③ 将积分时间依次定在各被校点上(被校点不应少于三点)。

④ 改变测量 2(数字压力计 2), 改变值为测量 1 值 $\pm 13.33\text{kPa}$ 。

⑤ 切换三通阀, 使测量进入仪表。

⑥ 当输出值出现 $\pm 1\text{kPa}$ 阶跃变化, 并等速变化后, 从任一输出值起开动秒表, 待输出等速变化 1kPa 时, 按停秒表, 读取秒表走时时间即为积分时间。测量积分时间应在输出为 25kPa 至 95kPa 的范围内进行。

(5) 微分时间的校准(这里介绍阶跃法测定微分时间)

将比例度置于 100%, 积分阀全开, 将给定针置于刻度标尺的 50%, 改变测量, 等输出基本稳定在 60kPa, 全关积分阀。

测量加入一个阶跃信号 $\Delta p(2\text{kPa})$, 待输出信号急剧变化到 80kPa 时, 按动秒表, 再等输出继续变化到 68 或 63kPa 时, 按停秒表, 所得时间乘上微分增益 K 即为微分时间

(该表微分增益 $K \approx 10$)。

(6) 手动 - 自动切换试验

①按图 5-6-15 接线,在输出端接一 5L 气容。

②将切换开关切到“手动”,比例度放 100%,积分时间 20 分钟上。

③将给定、测量均置于 40kPa,拨动手操轮,使输出在 40~80kPa 之间任一点停 1 分钟,然后将切换阀切到“自动”位置,此时输出波动不得大于 60kPa。

④使给定、测量都置于 60kPa 和 80kPa 两种状态,重复③项操作,都应达到输出波动不大于 60kPa 的要求。

(7) 自动 - 手动切换试验

方法同步骤同 6 各项所述,但将切换开关从“自动”拨到“手动”,要求输出波动不大于 60kPa。

4. 电动 III 型控制器的校准

(1) 给定与测量输入指示校准

①如图 5-6-19 接线。

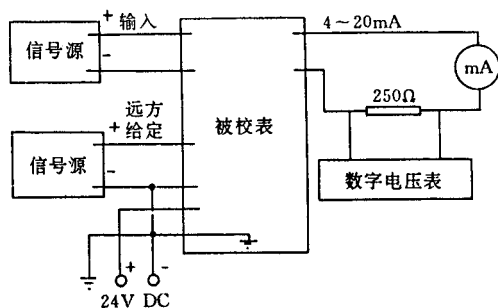


图 5-6-19 控制器开环校准接线原理图

②各开关位置：

自动/手动开关切换到手动位置。

远方/本机开关置于本机给定。

测量/表检开关置于测量。

③测量指针校准

A. 接通电源与测量的输入,预热 5 分钟左右。

B. 使测量输出分别置于 1V、3V、5V 时,测量指针应分别为 0%、50%、100%。

C. 其误差不得超过 $\pm 0.5\%$ 。

④给定指针校准

A. 将数字电压表接到放大器的接线端子 A(+) 和 A(-)。

B. 调整设定轮,使数字电压表的读数为 1.000V、3.000V、5.000V 时,给定的指针应指示应分别 0%、50%、100%。

C. 其误差不得超过 $\pm 0.5\%$ 。

⑤表检给定电压校准

- A. 将测量/表检开关置于表检位置。
- B. 此时给定与测量两指针均应指示在 50%。
- C. 其指示误差不得超过 $\pm 0.5\%$ 。
- D. 将测量/表检开关拨回到测量。

(2)手动调节回路校准

①将自动/手动切换开关切换到手动位置

- A. 将软手操开关倒向左侧时,控制器输出增加,倒向右侧时输出减少,输出范围应是 4 ~ 20mA。
- B. 当轻轻拨动软手操开关(即慢档)时,至满刻度时间应为 100 秒。
当用力快速拨动软手操开关(即快档)时,至满刻度时间为 6 秒。

②输出(阀位指示精度)的校准

- A. 用软手操开关调整输出电流,使输出分别在 0%、50%、100%。
- B. 输出标准电流表指示应分别为 4mA、12mA、20mA。
- C. 其误差不应超过 $\pm 2.5\%$ (0.4mA)。

③保持特性试验

当输出在 100% 时,连续数小时,输出的保持特性漂移应不超过 0.5 小时。

④硬手动调节回路的校准

- A. 将 A/M/H 开关切换到 H 位置,拨动硬手操杆时,输出表头进行跟踪,得到 4 ~ 20mA。
- B. 将硬手操杆分别置于 0%、50%、100% 这时输出指针应分别指在 0%、50%、100%。
- C. 其误差应不超过 3%。

(3)自动调节回路的校准

①闭环试验

- A. 按图 5-6-20 接线。

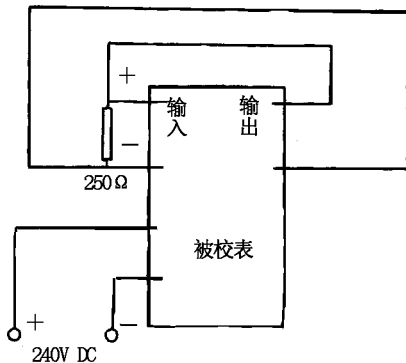


图 5-6-20 控制器闭环校准接线原理图

B. 各开关位置。

正/反作用开关置于反作用。

远方/本机开关置于本机给定。

积分时间最小。

微分时间断。

比例度 2% ~ 500%。

C. 将比例度置于最小(20%)。将给定的值分别置于 0%、50%、100% ,这时测量指针应跟随给定指针 ,跟随的误差应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

D. 将比例度置于最大(500%)。将给定的值分别置于 0%、50%、100% ,这时测量指针应跟随给定指针 ,跟随的误差应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

② 开环试验(P、I、D 动作试验)

接线如图 5-6-19。A/M/H 开关切换到自动 A。

A. 比例度试验

a. 条件 :积分时间置于最大 ,微分时间断。

b. 步骤 :将 A/M/H 开关切换到 M ,输入信号和给定信号均置于 50%(3.000V) ,用软手操调整输出到 50%(3.000V)。

将 A/M/H 开关切换到自动 A ,改变输入信号 ,使输出变化满量程 20%(3.2mA)。

计算比例度
$$P = \frac{\text{输入信号的变化量}}{\text{输出信号的变化量}} \times 100\%$$

实测比例度与设定比例度的差不应超过 20%。

上述步骤分别在比例度设定点为 2%、100%、500% 三个点上进行一次。

B. 微分时间(T)校准

a. 条件 :比例度 100% ,T 取最大。

b. 步骤 :将 A/M/H 开关切换至 M ,外给定 ,把输入信号和给定信号均置于 50% (3.000V)。

微分时间 T“ 断 ” ,实际比例度为 100% ,正/反作用开关置于正作用 ,积分时间最大。

用软手操使输出为 0%(1V 或 4mA) ,然后把 A/M/H 开关切换到自动 A ,将微分时间置于 10 分钟 ,给给定加一个阶跃信号(可用内、外给定切换加阶跃信号)10%(0.4V) ,测出输出变化到 10.9mA 所需的时间 T。这个时间乘上微分增益 K(10 倍)即为实测微分时间。实测的微分时间与设定的微分时间之差不应超过 25%。

③ 积分时间的校准

A. 条件 :T 置于断(OFF) ,P = 100%。

B. 步骤 :将积分时间 T 置于最大 ,A/M/H 开关置于软手操 M ,外给定 ,正/反作用开关置于正作用。

调整输入及给定,使其均指示在 50%(3.000V),用软手操使输出为 0%(1V 或 4mA),然后把 A/M/H 切换开关切换到自动 A,打开积分时间,置于被测位置(1 分钟或 10 分钟)。给给定加一个阶跃信号 1(0.4V),测出输出变化到 7.2mA(1.8V)所需的时间,即为实测积分时间。

其误差:×1 档应不超过 0.5~1.5 分钟

×10 档应不超过 5~15 分钟

4. A/M/H 开关切换过程试验

①控制器按开环接线图 5-6-19 接线。P=100%,积分时间置于最大,微分时间置于断(OFF)给定设在 50%,测量置于 25%或 75%,手操使输出为 50%。

②A/M/H 开关置手动 M,此时输出扰动应不超过 ±0.25%。

③A/M/H 开关置于 M 位置,把硬手操杆转到与输出指针相重合,然后把 A/M/H 开关切换到 H 位置,输出扰动应不超过 ±0.5%。

④再把 A/M/H 开关由 H 切换到 M 的位置,输出扰动应不超过 ±0.25%。

(注:A/M/H 开关也有称自动-手动-手动开关)

5. 电动Ⅲ型控制器校准记录

比例度刻度误差校准记录如下:

项目 \ 刻度值	阶跃前	阶跃后	变化值
输入信号, V			
输出信号, V			
实际比例度	%		
相对比例度	%		
允许误差			

积分、微分时间刻度校准记录如下:

项 目		积 分 时 间	微 分 时 间
刻 度 值, min		1	1
正 阶 跃	实 际 值, min		
	相 对 值, %		
负 阶 跃	实 际 值, min		
	相 对 值, %		
允 许 误 差		± 25 %	± 25 %
实 测 最 大 误 差		%	%

调节动作校准记录如下：

公称值 项 目		%	50%	100%
		1.000V	3.000V	5.000V
上	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
下	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
回 程 误 差 ,%				
允 许 误 差 ,%		$\pm 2.0\%$	实测最大误差	%
允许回程误差 ,%		1.0%	实测最大回程误差	%
上	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
下	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
回 程 误 差 ,%				
允 许 误 差 ,%		$\pm 2.0\%$	实测最大误差	%
允许回程误差 ,%		1.0%	实测最大回程误差	%
上	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
下	实 测 值 ,V			
	误 差 ,%			
回 程 误 差 ,%				
允 许 误 差 ,%		$\pm 2.0\%$	实测最大误差	%
允许回程误差 ,%		1.0%	实测最大回程误差	%

输出保持特性试验记录如下：

输出位置	开始时输出	1 小时输出值	保持特误差
90%			
允许误差	+ 1.0	实测误差	%

切换试验记录如下：

项 目	切换前输出值 V	切换后输出值 V	误差 %	允差 %	结 论
自动 - 手动 1				0.5	
手动 1 - 手动 2				0.5	
手动 2 - 手动 1				0.5	
手动 1 - 自动				0.5	

例 日本横河 5241 - 35012 型 IEC 指示调节器的校准。

1. 测量指针校准

(1)各开关位置

自动/手动切换开关置于“手动”M。

远方/本机开关置于“本机”L。

测量/表检开关置于“测量”(MEASURE)。

(2)如图 5-6-21 接好线路。

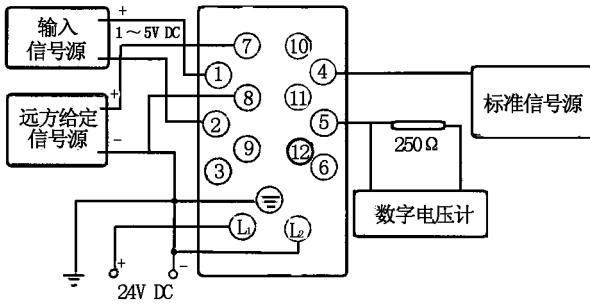


图 5-6-21 电动控制器开环校准接线图

(3)接通测量与电源并预热 5 分钟。

(4)使输入信号分别为 1.000V、3.000V、5.000V。

(5)此时测量指针应分别 0%、50%、100%。

(6)各点误差不应大于 0.5%(±2mV),如超差,则应调整指示单元边的调零螺钉及输入放大器量程调整电位器,使其达到要求。

2. 给定指针的校准

(1)各开关位置不变。

(2)将数字电压计接到输入放大器的接线端子。

(3)调节给定轮,使数字电压计指示分别为 1.000V、3.000V、5.000V,这时给定指针应分别指示到 0%、50%、100%。

(4)各点误差不应大于 ±0.5,如超差,则应调整指示单元右侧的调零螺钉及输入放大器的量程调整电位器,使其达到要求。

3. 手动调节的校准

(1)将自动/手动切换开关置于“手动”M。

(2)轻轻扳动软手操(M)开关时,满刻度时间应为 100 秒。

(3)当用力扳动软手操(M)开关时,满刻度时间应为 6 秒。

4. 阀位指示精度校准

(1)用软手操调整输出电流,使输出指示分别为 0%、50%、100%。

(2)输出电流各点对应值应为 4mA、12mA、20mA,其误差不应大于 ±0.4mA(±

0.25%)

5. 硬手动调节回路的校准

(1) 将 A/M/H 切换开关拨到 H ,拨动硬手动操作杆时 ,用输出表头跟踪 ,得到 4 ~ 20mA 输出。

(2) 将硬手动杆分别置于 0%、50%、100% 处 ,则输出指示应分别为 0%、50%、100%。

(3) 各点允许误差应小于 $\pm 3\%$ 。

(4) 如超差 ,则可通过在侧面板上的零点调整电阻和量程调整电阻来进行调整。

6. 闭环试验

(1) 如图 5-6-22 接线。

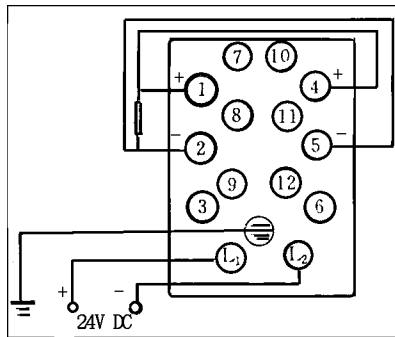


图 5-6-22 控制器闭环校准接线图

(2) 各开关位置

正/反作用开关置于反作用(DEC)。

自动/手动开关置于自动(A)。

远方/本机开关置于本机给定(L)。

(3) 参数

积分时间 :最小

微分时间 :关(OFF)

(4) 比例带置于最小 ,给定值分别置于 0%、50%、100% ,此时 ,测量指针应跟随给定指针 ,亦分别指在 0%、50%、100% ,其跟随误差应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

(5) 比例带置于最大 ,给定值分别置于 0%、50%、100% ,比例测量指针应跟随给定指针 ,亦分别指在 0%、50%、100% 。其跟随误差应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

(6) 如跟随误差超差 ,则可调整控制单元内残差调整电位器。

7. 开环试验(P、I、D 动作试验)

(1) 如图 5-3-21 接线。

(2) 比例带校准

- ①积分时间置于最大。
- ②微分时间断(OFF)。
- ③将 A/M/H 切换开关置于 M。
- ④用软手操将给定和输入信号均置于 50%(3.000V)。
- ⑤将 A/M/H 切换开关置于自动 A。
- ⑥改变输入信号 ,使输出变化满量程的 20% ,即 3.2mA(满量程为 16mA)。
- ⑦核验比例带刻度误差是否小于 $\pm 20\%$ 。

对比例带的校准应在 2%、100%、500%三点进行。

(3) 微分时间 T 校准

- ①比例带 $P = 100\%$ 。
- ②积分时间取最大值。
- ③正/反作用开关置于正作用。
- ④微分时间关断(OFF)。
- ⑤将 A/M/H 切换开关置于 M。
- ⑥用软手操使输出置于 0%(或 1V 或 4mA)。
- ⑦把 A/M/H 切换开关切到自动 A。
- ⑧打开微分时间并置于 10 分钟。

⑨使给定信号发生一个阶跃变化(可以用内外给定切换来实现加阶跃信号)。如阶跃信号为 10%(0.4V)测得输出变化到 10.9mA 时所需的时间 T ,把这个时间乘上微分增益 $K(10)$,即为实测微分时间 ,其误差不得大于 25%。

(4) 积分时间 T 的校准

- ①比便带置于 $P = 100\%$ 。
- ②微分时间断(OFF)。
- ③将 A/M/H 切换开关置于 M。
- ④正/反作用开关置于正作用。
- ⑤使输入置于 50%(3.000V)。
- ⑥用软手操使输出置于 0%(1V 或 4mA)。
- ⑦将 A/M/H 切换开关拨到自动(A)。
- ⑧打开积分时间并将置于被测位置(1 分钟或 10 分钟)。

⑨使给定信号发生一个阶跃变化(可以用内外给定切换来实现加阶跃信号) ,如阶跃信号为 10%(0.4V) ,测得输出变化到 7.2mA(或 1.8v)时所需时间 ,此时间即为实测积分时间。

规定误差 : $\times 1$ 档在 0.5 ~ 1.5 分钟内

$\times 10$ 档在 5 ~ 15 分钟内

(5) A/M/H 切换试验

①按图 5-6-21 接线。

②比例带置于 100%。

③积分时间最大。

④微分时间断(OFF)。

⑤给定置于 50%。

⑥测量置于 25%(或 75%)。

⑦用手操使输出置于 50%。

⑧将 A/M/H 切换开关从手动 M 切换到自动 A 或者由自动 A 切换到手动 M,此时输出波动应不大于 $\pm 2.5\%$ 。

⑨当 A/M/H 切换开关切至 M 时,把硬手操杆转到与输出指针重合,然后把 A/M/H 切换开关置于硬手动 H,此时输出的波动不应大于 $\pm 0.5\%$ 。

⑩把 A/M/H 切换开关由硬手动 H 切换到软手动 M,此时输出的波动不应大于 0.25%。