

过程控制系统及其策略

王化冰, 张柳芳

(平顶山学院, 河南 平顶山 467000)

摘 要: 根据过程控制系统在理论和工业实践上发展的历史过程及其当前状况, 系统总结并提出了各种过程控制系统的基本概念、主要特点、系统类型、理论基础与控制策略。同时分析并指出了过程控制系统的发展方向和前景。

关键词: 过程控制; 自动控制; 智能控制; PID

中图分类号: TP3

文献标识码: A

1 前言

过程控制系统一般是指工业生产过程中自动控制系统的被控变量是温度、压力、流量、液位、成分等变量的系统。据统计在产值和利润排名前 20 名中 70 %~80 % 属于过程工业 (如石化、电力、冶金、造纸、化工、医药、食品等工业)。可见, 过程工业对国民经济的重要性和意义。过程自动控制就是利用控制仪表、计算机、通信网络等技术工具, 自动获取各种过程变量的信息, 并对影响过程状况的变量进行自动调节和操作, 以达到控制要求等目的。由于被控过程的多样性, 而且多半属多变量, 非线性变量, 分布参数和时变参数, 因此过程控制中应用的控制

方案的种类和内容十分丰富。过程控制系统的发展随着工业生产要求的提高和生产技术的进步经历了很长一段发展过程, 大致可分为几个方面。

2 仪表化与局部自动化系统

这一阶段的主要特点是: 采用的过程检测控制仪表为基地式仪表和部分单元组合式仪表, 而且多数是气动式仪表, 其结构方案大多数是单输入 - 单输出的单回路定值系统。过程控制的主要工艺参数是温度、压力、流量、液位等热工参数的定值控制。控制的主要目的是保持工业生产的连续性和稳定性, 减少扰动。单元组合式仪表以采样模拟技术和经典控制理论, 实现了对生产过程的集中控制。以

目前, 国内研究的方向主要是这种测量方法, 而如何选择传感器的材料和设计传感器结构, 使其能够很好地承受所需的压力, 较好适应所处环境的温度和湿度等要求则成为这种方法的关键。

3 结语

(1) 传统的钢丝绳张力检测方法简单易行, 检测成本较低, 但精度较低, 适时性差且使用时有局限性, 如振波法只能检测绳长差引起的张力差, 标记法只能测算半径差引起的张力差。

(2) 现代的动态检测方法综合测试功能较强, 但成本较高, 同时在使用时也有局限性, 如当检测到钢丝绳间的张力差时, 较难分辨其起因, 因此现场实际使用时, 建议采取传统和现代方法相结合的措施, 使用现代动态检测方法检测钢丝绳张力差是否超限, 用传

统方法判断其起因。

参考文献:

- [1] 王广丰. 确定多绳摩擦提升绳槽切削量的标记法[J]. 煤炭科学技术, 1992, (8): 25 - 30.
- [2] 李春海, 翟晋, 曾志, 等. 多绳摩擦提升钢丝绳不平衡张力的测定[J]. 煤矿安全, 2001, (10): 25 - 26.
- [3] 王允成. 深井多绳摩擦提升设施挂件[J]. 煤矿安全, 2000, (3): 17 - 18.
- [4] 王增才, 邵海燕, 高峰. 多绳摩擦提升机钢丝绳张力监测方法分析[J]. 矿山机械, 2002, (9): 44 - 45.

作者简介: 王广丰(1954 -), 黑龙江哈尔滨人, 博士, 教授, 主要从事机械电子工程教学、科研与 CAD/CAM 和现代制造技术开发工作。主持、参加项目 20 余项, 其中省部级以上项目 5 项, 撰写论文 40 余篇. E-mail: wzn1985@tom.com.

收稿日期: 2005-01-24

An Overview on the Monitor Method to Wire Rope Tension of Friction Hoister

WANG Guang-feng, PAN Hong-ge, ZHONG Hai-na, XU Hong-qiang

(College of Mechanical Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: This paper briefly introduces a main monitor method to wire rope tension of multi-rope friction hoister, comparing the merits and defects of all kinds of the monitor method, pointing out, appropriate monitor method must be selected according to the practical situation in insure the hoist safety.

Key words: steel wire; static monitor; dynamic monitor

单回路 PID(比例、积分、微分)策略为主,同时针对不同的对象与要求,创造了一些专门的控制系统:如按物件按比例配置的比值控制,克服大滞后的 Smith 预估器,克服干扰的前馈控制和串级控制等。

仪表化与局部自动化系统运行设计分析的理论基础是以频域法和根轨迹法为主体的经典控制理论,它在控制性能上一般只能实现简单参数的 PID 调节和简单的串级、前馈控制,主要任务是稳定系统,实现定值控制。无法实现如自适应控制,最优化控制等复杂的控制形式。

3 计算机集中式数字控制系统

由于生产过程的强化,控制对象的复杂和多样,即高维、大时滞、严重非线性、耦合及严重不确定性对象,上述简单的控制系统已经无能为力。随着计算机技术的发展,人们试图用计算机控制系统,替代全部模拟控制仪表,即模拟技术由数字技术来替代。计算机集中式数字控制系统主要经历了 2 个阶段:

(1) 直接数字控制系统 DDC(Direct Digital Control)

DDC 系统是用 1 台计算机配以模数、数模转换器等输入输出设备,从生产中获得信息,按照预先规定的控制算法算出控制量,并通过输出通道,直接作用在执行机构上,实现对生产过程的闭环控制。DDC 系统不仅可以对一个回路进行控制,而且通过采样,可以实现对多个回路的控制。在 DDC 系统中的计算机参加闭环控制过程,它不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的 PID 调节,而且不需改变硬件,只需通过改变程序就能实现多种较复杂的控制规律,如串级控制、前馈控制、非线性控制、自适应控制、最优控制等。

(2) 计算机集中监督控制系统 SCC(Supervisory Computer Control System)

在 DDC 系统中,其给定值是预先设定的,并存入微机内存中,它不能随生产负荷、操作条件和工艺信息变化而及时修正。因此,不能使生产处于最优工况。SCC 系统是将操作指导和 DDC 综合起来的一种较高形式的控制系统。在 SCC 系统中计算机对生产过程中的参数进行巡检,按照所设计的控制算法进行计算,计算出最佳设定值直接传递给 DDC 计算机,进而由 DDC 计算机控制生产过程。它实现了分级控制。SCC 系统改进了 DDC 系统在实时控制时采用周期不能太长的缺点,能完成较为复杂的计算,可实时实现最优化控制。

计算机集中式数字控制系统所采用的主要理论基础是现代控制理论。各种改进或复合 PID 算法,

大大提高了传统 PID 控制的性能与效果。对多输入 - 多输出的多变量控制理论,克服对象特性时变和环境干扰等不确定影响的自适应控制,消除因模型失配而产生不良影响的预测控制,保证系统稳定的鲁棒控制等。新理论与策略的应用为计算机集中控制奠定了坚定的理论基础。

4 集散式控制系统 DCS(Distributed Control System)

集中式计算机控制系统在将控制集中的同时,也将危险集中,因此可靠性不高,抗干扰能力较差,随着现代工业生产的迅速发展,不仅要求完成生产过程的在线控制任务,而且还要求实现现代化集中式管理。DCS 系统采用承担分散控制任务的“现场控制站”和具备操作、监视、纪录功能的“操作监视站”二级组成。它的主导思想是将复杂的对象化分为几个子对象,然后用局部控制器(现场控制站)作为一级,直接作用于被控对象,即所谓水平分散。第 2 级是操纵各现场控制站的协调控制器(操作监视站),它使各子系统协调配合,共同完成系统的总任务。DCS 既有计算机控制系统控制算式先进,精度高、响应速度快的优点,又有仪表控制系统安全可靠、维护方便的特点。集散式控制系统的数据通信网络是连接分级递阶结构的纽带,是典型的局域网。它传递的信息以引起物质、能量的运动为最终目的。因而,它强调的是可靠性、安全性、实时性和广泛的实用性。

对于那些工艺复杂,建模困难的过程控制对象,传统控制理论难以解决。而对于知识、仿人脑推理、学习、记忆能力的智能控制系统,可不需要建立对象模型,而通过获取有关信息,模仿人智能直接进行决策与控制。此外,还可利用智能技术的特征提取,模式分类和聚类分析,建立较精确的对象模型,再用传统的控制方法实施控制。智能控制方法有以下几种:分级递阶智能控制、专家控制、人工神经网络控制、拟人智能控制理论等。

5 现场总线控制系统 FCS(Field Control System)

集散系统大多采用网络通信体系结构,采用本公司专用的标准和协议,加之受到现场仪表在数字化、智能化方面的限制,它没能将控制功能彻底地分散到现场。现场总线控制系统是计算机技术、通信技术、控制技术的综合与集成。通过现场总线,将工业现场具有通信特点的智能仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备和通信设备连接成网络系统。连接在总线上的设备之间可直接进行数据传输和信息

交换。同时,现场设备和远程监控计算机也可实现信息传输。这样,将现场控制站中的控制功能下移到网络的现场智能设备中,从而构成虚拟控制站,通过现场仪表就可构成控制回路,故实现了分散控制。FCS 系统较好地解决了过程控制的两大基本问题,即现场设备的实时控制和现场信号的网络通信。它不仅实现了智能下移,数据传输从“点到点”发展到采用“总线”方式。而且用大系统的概念来看整个过程控制系统,即整个控制系统可看作是一台巨大的“计算机”按总线方式运行。故全数字化、全分散式、全开放、可互操作和开放式互连网络是其主要特点和发展方向。

基于人工神经网络、模式识别、模糊理论基础而开发的软测量技术,为 FCS 系统提供了强大的信息检测功能。过程优化即稳态优化和最优控制等各种先进控制理论以及多学科和技术的交叉和融合,为 FCS 系统提供了坚实的理论基础。而计算机网络技术的发展和成熟又为 FCS 系统的实现提供了技术。

6 计算机集成过程系统 CIPS (Computer Integrated Process System)

尽管各种先进的控制系统能明显提高控制质量和经济效益,但是它们仍然只是相互孤立的控制系统。从过程控制系统发展的必要性和可能性来看,过程控制系统必将朝综合化、智能化的方向发展。因此,以智能控制理论为基础,以计算机及网络为主要手段对企业的经营计划、调度、管理和控制全面综合,实现从原料进库到产品出厂的自动化,整个生产系统信息管理的最优化。整个系统由生产管理层,高级控制与优化层,基础控制层 3 部分组成。这种集控制、优化、调度、管理等于一体并将信号处理技术、数据库技术、通讯技术以及计算机网络技术进行有机结合而发展起来的所谓综合自动化系统称为计算机集成过程系统 CIPS (Computer Integrated Process System)。作为一种全集成自动化系统,既是对设备的集成,也是对信息的集成。CIPS 覆盖操作层、管理层、决策层,涉及企业生产全过程的计算机优化。

它的最大特点是多种技术的综合与全企业信息的集成。它表现的最大特征是仿人脑功能,这一点在某种程度上是回复到初级阶段的人工控制,但更多是在人工控制基础上的进步和飞跃。

计算机集成过程系统的实现与发展依赖于计算机网络技术,数据库管理系统,各种接口技术,过程操作优化技术,先进控制技术,远测量技术等的发展。分布式控制系统,先进过程控制以及网络技术,数据库技术是实现 CIPS 的重要技术和理论基础。

7 结语

综观过程控制系统的发展,从仪表化与局部自动化系统到方兴未艾的计算机集成系统 CIPS,过程控制系统无论是在结构组成上,还是控制策略与方法上都有了质的变革和飞跃。过程控制系统的最新发展(如 CIPS)代表着信息时代企业自动化的总方向。它的发展必将带动各种学科理论的交叉、综合与发展,必将大大促进自动化水平和生产技术的进步。

参考文献:

- [1] 邵裕森,巴筱云. 过程控制系统及仪表[M]. 北京:机械工业出版社,1996.
- [2] 赖寿宏. 微型计算机控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,1996.
- [3] 许敏,李少远. 典型过程控制系统的快速预测控制算法[J]. 河北工业大学学报,2001,30(5):21-23.
- [4] 朱学峰. 过程控制技术展望[J]. 广东自动化与信息工程,1998,(3-4)期合刊:32-33.
- [5] 徐湘元,毛宗源. 过程控制的发展方向—智能控制[J]. 化工自动化及仪表,1998,5(2):24-26.
- [6] 潘世永,严兵,饶蜀化. 过程控制技术的发展及展望[J]. 贵州科学,2003,21(3):18-20.
- [7] 何彦民,等. 控制理论的应用—从自动调节到综合智能化[J]. 控制工程,2004,11(1):16-18.
- [8] 王树青. 先进控制技术及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2001.

作者简介:王化冰(1974-),河南禹州人,讲师,1997年毕业于陕西工学院工业自动化专业,现主要从事电气工程及其自动化专业的理论教学和科研工作,研究方向为过程控制及其仪表。Tel:0375-4910033, E-mail:whb@pdsu.edu.cn.

收稿日期:2005-01-10

Process Control System and Strategy

WANG Hua-bing, ZHANG Liu-fang

(Pingdingshan University, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: According to the development and status of process control in theory and practice, it sums up and abstracts the basic concept, principal characters, system type, theoretical basis and control strategies of various. Analyses and indicates process control on the direction of the future development and prospect of applications.

Key words: process control; automation; intelligence control; PID