

工业机器人常用手部典型结构分析

□马 纲 王之栋

北京航空航天大学机械工程学院

[摘 要] 讨论了工业机器人常用手部的分类,对不同类型的手部进行了使用特点和结构形式的分析,并对实际使用中的某些机器人手部典型结构进行了详细分析,为了解机器人手部结构和进行手部设计提供了帮助。

[关键词] 机器人手部 分类 典型结构 分析

[Abstract] In this paper, the classification of industrial robot hands was discussed, traits and structure forms of various types of hands were analysed, and in order to understand and design the hands of robot, typical structures of some robot hands in use were explained in details.

[Keywords] hand of robot, classification, typical structure, analysis

随着现代科学技术的发展,工业机器人已经开始成为在多种行业中广泛使用的先进设备,在现代生产中发挥着重要的作用。工业机器人的种类已从早期主要用于特殊作业的机器人(如焊接机器人),发展成为工业生产中用于装配、搬运、码垛及柔性制造等多种作业类别。工业机器人的研究和生产,也从过去针对某种作业的单一设计与研制,发展成为一个较成熟的产业,机器人生产趋于批量化和标准化。

机器人的手部是指安装于机器人手臂末端,直接作用于工作对象的装置。工业机器人所要完成的各种操作,最终都必须通过手部来得以实现;同时手部的结构、重量、尺寸对于机器人整体的运动学和动力学性能,又有着直接的、显著的影响。手部设计是机器人设计中一个重要的环节,随着机器人技术的发展,出现了多种形式的机器人手部,了解和分析这些形式及典型结构,对手部的进一步设计开发是非常必要的。

一、手部的分类

人体的手是具有许多关节的多个手指的手,可以巧妙地完成许多复杂的作业,如制作物品、使用工具、作各种手势等。在这些功能中,机器人技术中主要关心的是手的作业功能。人手的作业功能大致可分为“抓取”和“操作”两类,而抓取又分为捏、夹、握三小类,每一小类又可分为多种形态。机器人手部设计中,由于机构和控制系统方面的限制,很难设计出像人手那样的通用装置;同时对多数工作现场来说,对机器人的工作要求是有限的,因此机器人手部的设计主要是针对一定的工作对象来进行设计。

根据手部的结构和在工作中完成的功能,常见的工业机器人手部一般分为三大类:

手部 { 机械手部(两指—三指、变形指)(机械手爪)
特殊手部(吸盘、喷枪、焊枪等)(特殊末端)
通用手部(两指—五指)

二、机械手部

机械手部是目前应用最广的手部形式,可见于多种的生产线机器人中。它主要是利用开闭的机械机构,来实现特定物体的抓取。其主要的组成部分是手指,利用手指的相对运动就可抓取物体。手指一般采用刚性的,抓取面按物体外形包络线形成凹陷或V形槽。多数的机械手部只有两个手指,有时也使用像三爪卡盘式的三指结构,另外还有利用连杆机构使手指形状随手指开闭动作发生一定变化的手部。

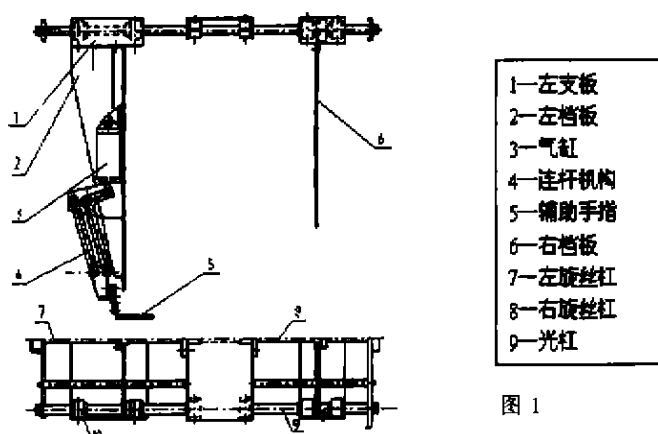


图 1

图1所示即为一种典型的机械手部简图。用于日本FUJI公司生产的码垛装配机器人上。该手部的抓取对象为尺寸、重量不一的电视机成品。其主要的抓

[作者简介] 马纲,女,1967年出生,硕士,北京航空航天大学机械工程学院讲师。

取部分为左右两块档板,相当于两个刚性手指。左右档板用螺栓与左右支板固连,而左右支板又与滚珠丝杠螺母连接,同时通过滑套与光杠连接。滚珠丝杠部分由三分段组成,左右两侧分别为相同外径、螺距的左右螺旋,中间为一连接短轴及连轴器,将左右两段连为一体。电机旋转带动丝杠转动,从而使得两档板(手指)实现开闭,将抓取物体夹紧或松开。该手部除了左右档板的开闭之外,在左档板上还设计有一个巧妙地辅助机构。该机构由气缸、连杆机构及一组辅助手指组成。左右两主手指夹紧之后,为了使得工作过程中手部工作更安全、有效,辅助手指提供很大的帮助。此时气缸驱动连杆机构,带动辅助手指插入抓取物体下部,使抓取物体在两侧受到夹紧的同时,底部得到支撑,受力更加安全、合理。搬运到位后,气缸再动作,连杆机构带动辅助手指脱离抓取物体;电机再驱动丝杠动作,左右档板松开实现物体的码放。通过左右档板移动距离的设计,该手部可以用于多种规格箱体的搬运和码放,在完成这一特定工作时,具有较高的效率和可靠性。

三. 特殊手部

机械手部对于特定对象可保证完成规定作业,但能适应的作业种类有限。在要求能操作大型、易碎或柔软物体的作业中,采用刚性手指的机械手是无法抓取对象的。同时,机械手部一般来说重量、体积较大,给使用带来局限。在这种情况下,即需采用适合所要求作业的特殊装置—特殊手部。同时,根据不同作业要求,准备若干个特殊手部,将它们替换安装,即使机器人成为通用性很强的机械,从而机器人的优越性更能得以体现。

根据特殊手部的工作原理,常见的特殊手部有以下三种:气吸式、磁吸式和喷射式。气吸式手部按形成真空或负压的方法可将其分为真空吸盘式、气流负压吸盘式和挤气负压吸盘式。在这几种方式中,真空式吸盘吸附可靠、吸力大、机构简单、价格便宜,应用最为广泛。在目前电视机生产线中,电视机半成品在制造和装配过程中的搬运和位置调整,主要采用真空吸盘的手部。工作过程中,吸盘靠近电视机屏幕,真空发生器工作使吸盘吸紧屏幕,实现半成品电视机的抓取和搬运。

磁吸式手部主要是利用电磁吸盘来完成工件的

抓取,通过电磁线圈中电流的通断来完成吸附操作。它的优点在于不需要真空源,但它有电磁线圈所特有的一些缺点,如只能适用于磁性材料、吸附完成后有残余磁性等,使得其使用受到一定限制。

喷射式手部主要用于一些特殊的使用场合,目前在机械制造业、汽车工业等行业中已经使用的喷漆机器人、焊接机器人等,其手部均采用喷射式。

在常见的搬运、码垛等作业中,特殊手部与机械手部相比,结构简单、重量轻,同时手部具有较好的柔顺性;但其对于抓取物体的表面状况和材料有比较高的要求,使用寿命也有一定局限。

四. 通用手部

机械手部和特殊手部都是针对特殊对象、完成特定功能的手部。随着机器人技术的发展,又出现了近似人手的形状,并具备通用功能的手部—通用手部。通用手部一般具有两个到五个手指,而且每个手指都相当柔软,并具有利用外部动力而运动的关节,可以实现多自由度的运动。它利用手指各关节的协调驱动,使其指尖有可能产生适应各种要求的运动,完成多种较复杂的操作。通用手部在设计中对于机构、夹紧的力学关系、运

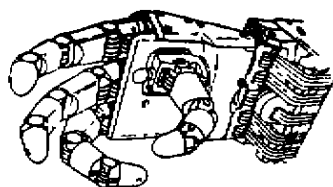


图2 Utah/M.I.T 手部

动力学、控制、稳定关系等都具有较高的要求,处于研制、开发阶段。图2所示为一典型的通用手部—美国的Utah/M.I.T 手部。将通用

手部应用于工业机器人有着广阔的前景。

五. 结束语

机器人手部的结构和设计,对工业机器人的性能和使用的有着直接的影响。对常用手部形式的归类和典型结构的分析,不仅对于特定手部的设计具有帮助,而且有利于实现手部设计的模块化和标准化。因篇幅所限,本文只进行了简单的分析,还有相当多的内容有待进一步分析、研究。

参考资料

- [1] 张建民,工业机器人,北京理工大学出版社,1988,12
- [2] 日本机器人学会编,机器人技术手册,科学出版社,1996,10
- [3] 周伯英,工业机器人设计,机械工业出版社,1995,6