

工业机械手及控制设计

王大润 王馨怡
盘锦智人科技有限公司

DOI:10.32629/btr.v2i1.1765

[摘要] 机械工业是国民的装备部,是为国民经济提供装备和为人民提供耐用消费品的行业。不论是传统产业,还是新兴产业,都离不开各种各样的机械装备。机械工业所提供装备的性级、质量和成本,对国民经济各部门的技术进步和经济效益,有很大的直接影响。机械工业的规模和技术水平是衡量国家经济实力和科学技术水平的重要标志。因此,世界各国都把发展机械工业作为发展本国经济的战略重点之上。

[关键词] 工业; 机械手; 控制设计

1 概述

工业机械手(以下简称机械手)是近代控制领域中出现的一项新技术,并已成为现代机械制造生产系统中的一个重要组成部分。这种新技术发展很快,逐渐形成一门新兴的学科——机械手工程。

机械手的迅速发展是由于它的积极作用正日益为人们所认识:其一、它能部分的代替人操作;其二、它能按照生产工艺的要求,遵循一定的程序、时间和位置来完成工件的传送和装卸;其三、它能操作必要的机具进行焊接和装配,从而大大的改善工人的劳动条件,显著地提高劳动生产率,回忆实现工业生产机械化和自动化的步伐。因而,受到各先进工业国家的重视,投入大量的人力物力加以研究和应用。尤其在高温、高压、粉尘、噪音以及带有放射性和污染的场所,应用的更为广泛。在我国,近几年来也有较快的发展,并取得一定的效果,受到机械工业和铁路工业部门的重视。

2 机械手的分类

机械手一般分为三类:第一类是不需要人工操作的通用机械手。它是一种独立的不附属于某一主机的装置。它可以根据任务的需要编制程序,以完成各项规定操作。它的特点是具备普通机械的物理性能之外,还具备通用机械、记忆智能的三元机械。第二类是需要工人操作的,称为操作机。它起源于原子、军事工业,先是通过操作机来完成特定的作业,后来发展到用无线电讯号操作机来进行探测月球等。工业中采用的锻造操作机也属于这一范畴。第三类是专业机械手,主要附属于自动机床或自动线上,用以解决机床上下料和工件传送。这种机械手在国外称为“Mechanical Hand”,它是为主机服务的,由主机驱动,除少数以外,工作程序一般是固定的,因此是专用的。在国外,目前主要是高第一类通用机械手,国外称为机械人。本篇所分析的机械手是属于第三类专用机械手。

3 总体技术方案及系统组成

3.1 系统组成

本机械手系统由机体,传送机构,动力源和控制装置四部分组成。其中机体由小车及本体等部分组成;传送机构主要由伸缩臂及抓取机构所组成;动力源由液压驱动和机械驱动两种

形式构成;控制装置主要由自动控制和手动控制二部分组成。

3.2 总体技术方案

把我们所涉及的比较分散的知识综合起来,并进行灵活应用。现在的发展趋势是机电一体化,因此我们是要我们将“机”、“电”、“液”三者结合起来。

“机”是指机械。机械手的动作过程可分为五部分,即机械手的上升下降、机械手的前伸后退、机械手的夹紧放松、机械手的左转右转、小车的前进后退。在这五部分中,我们靠机械完成机械手的上升下降动作,即本课题所做的机械手采用电动机带动丝杠螺母机构来实现手臂的上升、下降方面。

滚珠螺旋传动是在丝杠和螺母滚道之间放入适量的滚珠,使螺纹间产生滚动摩擦,丝杠传动是带动滚珠沿螺纹滚道滚动。滚珠螺旋传动与滑动螺旋传动或其他直线运动副相比有以下特点:

3.2.1 传动效率高

一般滚珠丝杠副的传动效率达 85%-98%,为滑动丝杠副的 3-4 倍。

3.2.2 运动平稳

滚动摩擦系数接近常数,启动与工作摩擦力矩差别很小。启动时无冲击,低速时无爬行。

3.2.3 能够预紧

预紧后可消除间隙产生过盈,提高刚度和传动精度,同时增加的摩擦力矩相对不大。

3.2.4 工作寿命长

滚珠丝杠螺母副的摩擦表面为高硬度、高精度,具有较长的工作寿命和精度保持性。寿命约为滑动丝杠副的 4-10 倍以上。

3.2.5 定位精度和重复定位精度高

由于滚珠丝杠副摩擦小、温升小、无爬行、无间隙,通过预紧进行预拉伸的补偿的热膨胀,因此可达到较高的定位精度。

3.2.6 同步性好

用几套相同的滚珠死杠副同时传动几个相同的运动部件,可得到较好的同步运动。

3.2.7 可靠性高

润滑密封装置结构简单,维修方便。

3.2.8 不自锁

用于垂直运动, 必须在系统中附加自锁或制动装置。

3.2.9 经济性差, 成本高

由于结构工艺复杂, 故制造成本高。价格往往以 mm 计算。经过计算, 选择如下:

电动机型号: Y802-2 功率: 1.1W

丝杠型号: TR40*7

3.3 动作分析

工业机械手的机械机构是指它的执行系统, 是机械手抓取工件、进行操作及各种运动的机械部件。机械部件主要包括手部, 手臂前后伸缩部分, 手臂上下升降部分, 腰转部分以及机座和行走机构。

3.3.1 手部

包括机械手指, 单向作用式握紧油缸等。其工作原理是: 物体进入手指后, 拉杆受油缸作用, 通过拉杆带动杠杆手指回转, 实现握紧和松开动作。

3.3.2 手臂的前后伸缩部分

手臂的前后伸缩部分有直线和油缸带动实现。

当直线油缸工作时, 通过活塞杆行程的变化, 完成手臂的伸缩运动。

3.3.3 手臂的上下升降部分

手臂的上下升降部分是由电动机, 丝杠传动副, 立柱等部分组成。

当电动机工作时, 通过连轴器转丝杆, 由于丝杆螺母受到立柱的径向转动限制, 使得螺母及手臂架只能做上下运动。

3.3.4 腰转部分

腰转部分主要由转盘和回转油缸组成。

当压力油进入回转油缸时, 回转油缸的回转轴回转, 通过活塞杆的伸缩带动转盘的转动, 从而实现机械手的左右转动。

3.3.5 行走机构

行走机构主要由电动机, 齿轮, 链条等组成。

当电动机工作时, 通过齿轮, 链条的传动, 带动小车的轮子运动, 从而实现行走。

4 回转装置的总体组成及其结构设计

4.1 执行件

回转装置主要由执行件、传递件、驱动件及控制系统四大部分组成。

本设计选用的是回转台与传递件——链轮共用的一个长平键的心轴。

驱动传递件——链轮转动, 链轮通过共用键将回转运动直接传递给与心轴键联接的回转台, 并使之旋转。

4.2 传递件

本课题中机械手要求作间歇往复回转运动, 因此考虑采用回转曲线传动。

回转传动可分为齿轮传动、带传动和链传动。

齿轮传动虽然效率高, 工作可靠, 寿命长机构紧凑, 圆周速度及功率范围广, 但制造和安装精度要求较高, 不能缓冲,

无过载保护作用, 低精度是噪声大。由于本课题中机械手回转精度要求不高, 因此不予考虑。

带传动虽然结构简单, 制作成本低, 传动平衡, 噪声小, 能缓冲吸振, 有过载保护, 但由于是摩擦传动, 传动比不恒定, 传动效率较低, 带的使用寿命较短。

气压驱动所采用的元件为气压缸、气压马达、气阀等。一般采用 4-6 个大气压, 个别的达到 8-10 个大气压。它的优点是起源方便, 维护简单, 成本低。缺点是出力小、体积大。由于空气的可压缩性大很难实现中间位置的停止只能用于点位控制, 而且润滑性较差, 气压系统容易生锈。

为减少停机是产生的冲击, 气压系统装有速度控制机构或缓冲减震机构。

电气驱动采用的不多。现在都用三相感应电动机作为动力, 用大减速比减速器来驱动执行机构; 直线运动则用电机带动丝杠螺母机构; 有的采用直线电动机。通用机械手则考虑采用同一形式的动力, 出力比较大; 缺点是控制响应速度比较慢。

机械驱动只用于固定的场合。一般用凸轮连杆机构实现规定的动作。它的优点是动作切实可靠, 速度高成本低。缺点是不易于调整。

液压驱动主要是通过油缸、阀、油泵和油箱等实现传动。它利用油缸、油马达加齿轮、齿条实现直线运动; 利用摆动油缸、油马达与减速器、油缸与齿条等实现回转运动。液压驱动的优点是压力高、体积小、出力大、运动平缓, 可无级变速, 自锁方便, 并能在中间位置停止。缺点是需要配备压力源, 系统复杂, 成本较高。

本课题设计采用液压驱动。利用液压缸带动链轮实现回转运动。设计配用液压总站, 与回转装置并排于小车上。

4.3 控制系统

机械手控制系统的要素包括工作顺序、到达位置、动作时间和加速度等。

控制系统可根据动作的要求, 设计采用数字顺序控制。它首先要编制程序加以存储然后再根据规定的程序, 控制机械手进行工作。

5 电气改进方案

电气设计方案在设计中采用了压力继电器和大量的行程开关来进行限位控制。用压力继电器来控制机械手的夹紧时间仅能用于夹紧硬质物体如铁块。如果用来夹紧软质物体会造成物体的变形和损坏。且实践证明用行程开关来限位并不是一个很好的方案。特别是在长期使用后, 限位会很精确甚至失灵, 这样的话容易产生事故。

现将机械手的限位控制都改为由时间继电器进行控制。根据机械手的每一步工作所需经过的路程和速度, 这样就等于用时间继电器的自动控制代替了行程开关的限位控制, 这样不仅简化了电气控制线路, 控制线路中无须使用顺序控制来区分两次相同动作后产生的不同动作。还使机械手动作的定位更加精确。并且只需调整机械手的夹紧时间便可夹紧不同材质的物体, 使机械手的应用范围大大的扩大。