工业机械手臂的设计

■ 唐山盾石机械制造有限责任公司 （河北 063020） 张 震

摘要：在吸收有关工业机器人系统方面知识的基础上，介绍了工业机械手臂的设计。该机械手采用步进电动机控制伸缩臂的精确稳定，液压控制楔块带动连杆，夹持力大且轻便。

机器人是自动完成作业的机器装置，执行的是协助或是替代人类工作的内容，目前在工业、医学以及军事等领域中均有重要用途。在工业生产中出现的主要矛盾促使采用新的技术设备，即操作机（操作工具）。机器特别是机床的装卸，操作过程中一些工件的传送、工件的储存和取出，部件安装、焊接、锻造、压制、喷漆和其他许多工艺操作工程等，这些操作表面看来并不复杂，通常不需要有特别技能的工人，但却需要由人的手和手臂结合运动过程操作。所以，各国都在研究程序控制系统的自动化工业操作机——机械手。

本设计的主要内容包括电动伸缩臂和液压控制夹持器的设计。使用步进电动机作为伸缩臂的动力源，步进电动机最大的优点是能够准确定位，取代了以往靠定位柱来定位的方式。夹持器采用液压驱动楔块带动连杆机构，连杆机构的优点是磨损轻以及加工容易。

1. 总设计方案

机械手一般由执行机构、驱动机构、控制机构以及位置检测机构等组成，驱动机构可以采取液压传动、气动传动、电气传动和机械传动等形式，而多数采用电机液联合传动。

该机械手是将圆柱形零件从传送带上夹送到专用机床上，待加工完成后再夹送回传送带的专用机械手。机械手总体分为夹持器、伸缩臂、升降臂和底座4部分，如图1所示。夹持器安装在伸缩臂上，伸缩臂安装在升降臂上，升降臂安装在底座上，联接方式均为法兰盘螺栓联接。

机械手完成一次传递和取回动作过程如下：从原位开始，工件经传送带传送到指定位置时，通过预先编辑好的程序使机械手执行命令，升降臂下降，夹持器夹紧工件后，升降臂上升，到达指定高度后，底座快速回转，随后底座向工件的加工机床慢进，到指定位置伸缩臂伸出，夹持器松开，工件被放在机床的相应位置，而后伸缩臂缩回；待加工完成后，伸缩臂再次伸出，夹持器夹紧加工完成后的工件，伸缩臂缩回，底座回转，底座向传送带一侧慢退到指定位置，升降臂开始下降，到达传送带上方，夹持器松开，将工件放在传送带上后，升降臂上升到原位停止，准备下次循环。

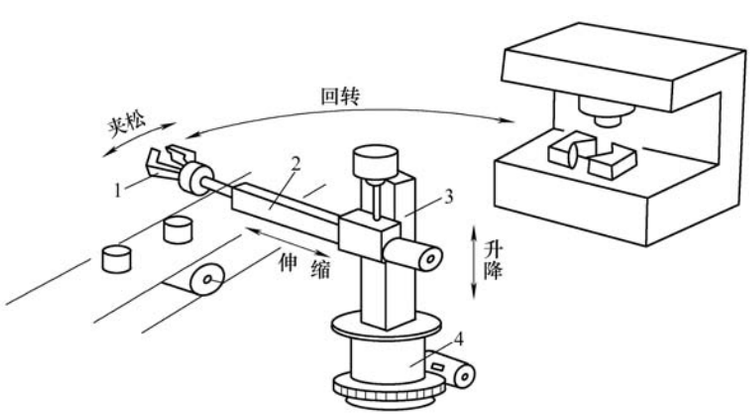


图1 机械手总体方案图

1.夹持器 2.伸缩臂 3.升降臂 4.底座

2. 夹持器的设计

楔块杠杆式回转型夹持器（见图2）由活塞杆、楔块、滚轮、辅助杆、夹持器手爪、夹持器臂及弹簧等组成。工作时，由液压缸活塞杆1推动楔块2向前运动，从而使夹持器臂6左端的两个滚轮3互相分开，使夹持器手爪实现夹紧，夹持器处于夹持状态；活塞杆缩回，在弹簧的作用下，夹持器张开。

根据夹持器的驱动力由液压缸提供的原则，选用液压缸已经满足该工作场合的使用要求。本方案选用了“W70/140L-1”系列轻型拉杆液压缸，与同等压力等级液压缸相比，该液压缸具有结构简单、零件通用化程度高及安装形式多样等特点，该液压缸符合本方案结构紧凑、质量轻的设计思想。夹持器部分用一对主夹持器臂外加一对辅助臂的设计，可以保证工作时手爪的工作面始终与工件在同一平面上，提高了机器的安全性。

夹持器的手爪采用V形爪结构，材料选用铝合金，因此该V形爪不易变形和断裂，且质量轻，加工方法为铸造，结构如图3所示。

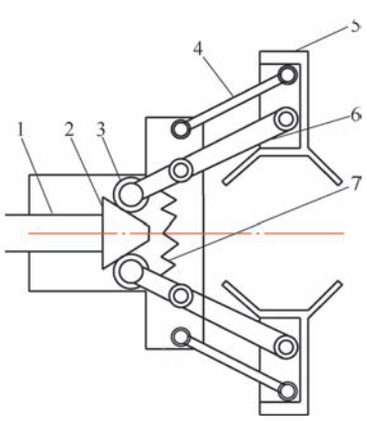


图2　夹持器结构

1.活塞杆 2.楔块 3.滚轮 4.辅助杆
5夹持器手爪 6.夹持器臂 7.弹簧

V形爪两内侧加工出条状沟痕，用来增加夹持工件时的摩擦力，使夹持工件更牢固，此外，为防止V形爪夹持损伤工件表面，还可以在V形爪的工作面上粘贴上一面有粗糙波纹的橡胶板，这样可以起到保护作用，要求橡胶板与V形爪粘接处的黏膜牢固，防止橡胶板脱落。

3. 电动伸缩臂的设计

机械手伸缩臂，底板固定在大臂上，前端法兰安装机械手，完成直线伸缩动作。电动伸缩臂主要由电动机、传动齿轮、轴承组、滚珠丝杠及导轨等组成（见图4）。交流力矩电动机通过传动齿轮驱动滚珠丝杠，推动导杆运动，利用电动机正反向转动实现伸缩，双向止推轴承组合保证了丝杠的稳定性，通过导杆上撞块撞击限位开关来实现最大伸缩定位，当撞块撞击右端开关达到最大伸出位移，当撞块撞击左端达到最大收缩位移。

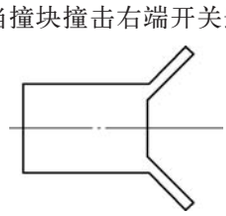


图3　夹持器手爪示意图

伸缩臂采用交流力矩电动机驱动，力矩电动机通过调整工作电压，改变堵转力矩的大小，达到工作平稳、动作快捷和定位准确的要求。传动部分伸缩臂采用滚珠丝杠传动，滚珠丝杠与其他传动件（如梯形螺纹丝杠）相比，明显的优点是使机械手控制精确、收缩平稳灵活、动作快捷以及工作协调。执行部件伸缩臂的伸出和缩回运动通过导向杆的伸缩来实现，导向杆部分采用双导向杆方式设计，这样可以进一步提高伸缩臂的机械性能和精度要求。

4. 结语

本次设计要完成的任务是将工件从传送带转移到机床上，待加工完成后再把工件放回传送带，该机械手臂投入生产使用后，提高了生产效率，减少了人工成本，使生产过程更加流畅有序。同时，也有效地避免了因人工搬运过程带来的安全隐患，减少了工伤和工件在搬运过程中发生磕碰的概率。

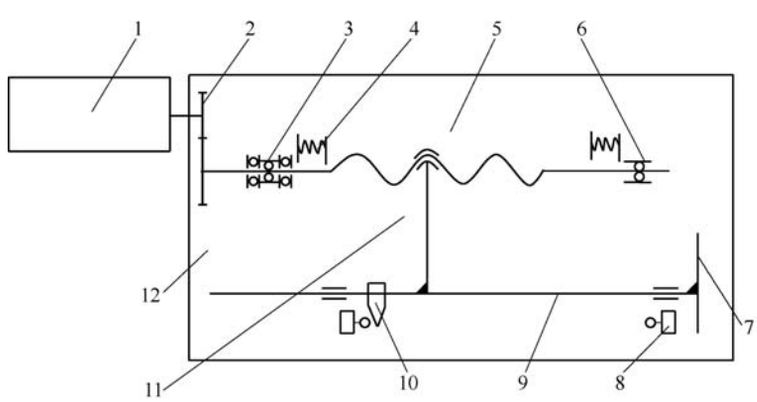


图4　电动伸缩机构示意图

1.电动机 2.传动齿轮 3.双向止推轴承组合 4.缓冲弹簧 5.滚珠丝杠 6.轴承 7.法兰
8.限位开关 9.直线导轨 10.撞块 11.联接板 12.底板

MW（收稿日期：20151203）