



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

自动化设备及 生产线调试与维护

(机电技术应用专业)

鲍风雨 主编



机械工业出版社



6-43

97

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

自动化设备及生产线调试与维护

(机电技术应用专业)

主 编 鲍风雨
参 编 宁秋平 鲍海龙 马英庆
 姜岩蕾 许连阁
责任主审 罗圣国
审 稿 史小路 刘鸿飞



机械工业出版社

本书是面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材。主要介绍工业模型及控制技术、数控机床控制技术、气压传动控制系统、电梯及其控制系统、智能楼宇设备及控制技术等内容。本书贯彻机电液气理论与实践相结合、安装调试与使用维护相结合的原则,使学生具备从事机电技术应用工作所必需的自动化设备安装、调试、运行和维护的基本能力。

本书可作为中等职业技术学校机电技术应用专业及相关专业教学用书,也可作为工程技术人员及工人的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

自动化设备及生产线调试与维护/鲍风雨主编. —北京:机械工业出版社, 2002.7

中等职业教育国家规划教材. 机电技术应用专业

ISBN 7-111-10667-9

I. 自… II. 鲍… III. ①自动化设备—调试—专业学校—教材②自动化设备—维修—专业学校—教材③自动生产线—调试—专业学校—教材④自动生产线—维修—专业学校—教材 IV. TP2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 053663 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王小东 卢若薇 版式设计:张世琴 责任校对:张晓蓉

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/32·14.75 印张·359 千字

0 001—3 000 册

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

本书是根据教育部《面向 21 世纪职业教育课程改革和教材建设规划》中等职业学校国家规划教材出版规划及中等职业学校机电技术应用专业《自动化设备及生产线调试与维护》教学大纲编写的，系机电技术应用专业自动化设备、生产线调试与维护专门化方向学生必修教材。

本书内容是在机电技术应用专业其他骨干课所涉猎知识的基础上，贯彻机、电、液、气实践与理论、安装调试与使用维护相结合，以培养实践能力为主，在介绍常规产品与控制技术的同时，融入新技术、新产品、新材料与新工艺，培养学生综合运用所学各门课程理论知识的能力，使学生具备从事机电技术应用工作所必需的自动化设备安装、调试、运行和维护的基本能力。同时为学生毕业前综合实训提供必要的理论指导，以提高学生工程实践能力。

本书内容紧扣教育部颁发的机电技术应用专业《自动化设备及生产线调试与维护》教学大纲，针对其中的各个模块，分六章加以介绍。本书的教学时数为 84~98 学时，各章的参考教学时数分配如下：

教材内容	教学时数
第一章 绪论	2 学时
第二章 工业模型及控制技术	12 学时
第三章 数控机床控制技术	24 学时
第四章 气压传动控制系统	24 学时
第五章 电梯及其控制系统	24 学时
第六章 智能楼宇设备及控制技术	12 学时

本书是由本课程教育部部颁教学大纲执笔人鲍风雨与宁秋平、鲍海龙、姜岩蕾、许连阁、马英庆等同志集体讨论，分工执笔写成的（第一章由鲍风雨、宁秋平执笔，第二章由马英庆执笔，第三章由鲍海龙执笔，第四章由鲍风雨执笔，第五章由姜岩蕾执笔，第六章由许连阁执笔），最后由鲍风雨、宁秋平定稿。实际上，本书是编写组同志的集体劳动成果。辽宁机电职业技术学院自控系的有关同志在本书的成书过程中，也付出了辛勤的劳动，编者对这些同志表示衷心的感谢。

由于水平有限，加上本教材系首次编写，书中难免存在缺点和错误，我们诚恳地欢迎读者批评指正，并由衷地表示感谢。

编者
2002 年 2 月

目 录

前言		
第一章 绪论	1	
第一节 自动化设备及生产线的一般组成及各部分的作用	1	
第二节 自动控制系统分类及原理	2	
第三节 工业控制计算机及其在自动化控制中的作用	4	
习题一	5	
第二章 工业模型及控制技术	6	
第一节 工业模型基本构件	6	
第二节 模型的组装	9	
第三节 模型的控制系統	16	
习题二	35	
第三章 数控机床控制技术	36	
第一节 数控机床控制技术概述	36	
第二节 数控机床的工作过程	40	
第三节 数控系统的工作过程	43	
第四节 开环伺服系统的控制	55	
第五节 SINUMERIK802S 数控系统的使用与维护	61	
习题三	76	
第四章 气压传动控制系统	78	
第一节 气动技术的概况	78	
第二节 气压传动技术	81	
第三节 常用检测系统	91	
第四节 电气控制系统	97	
第五节 可编程序控制系统	106	
第六节 常用气动自动化设备及生产线实例	113	
习题四	121	
第五章 电梯控制技术	123	
第一节 概述	123	
第二节 电梯概述	124	
第三节 电梯的电力拖动基础	128	
第四节 电梯的机械装置	130	
第五节 电梯的电气装置	137	
第六节 电梯的曳引传动	142	
第七节 电梯的调速控制系统	145	
第八节 电梯的电气控制	152	
第九节 电梯的群控	165	
第十节 电梯的 PLC 控制	169	
第十一节 电梯的调试与运行	172	
第十二节 电梯的维护与故障排除	176	
习题五	185	
第六章 智能楼宇设备及控制技术	187	
第一节 概述	187	
第二节 集散控制系统	188	
第三节 楼宇设备的集散型结构	205	
第四节 自动控制系统的参数检测与执行设备	207	
第五节 几种典型的智能楼宇设备	214	
附录	220	
实验一 认识工业模型的组成结构	220	
实验二 自动找币机械手模型控制	220	
实验三 数控机床的认识	221	
实验四 数控机床的操作运行	222	
实验五 气动机械手控制实验	222	
实验六 产品分拣系统调试与运行	224	
实验七 实地考察智能楼宇	225	
参考文献	227	

第一章 绪 论

机电一体化技术的迅速发展，已在世界各个国家的工业、农业、科学技术、经济、军事，乃至社会生活等方面掀起了巨大的浪潮。数控机床、机器人、柔性制造系统、自动化测量工具、自动电梯、智能大厦以及整个自动化的工厂等自动化设备及生产线已逐渐取代原有的技术和产品。本章主要介绍自动化设备及生产线的组成及作用，自动控制系统的分类及原理，以及工业控制计算机。

第一节 自动化设备及生产线的一般组成及各部分的作用

一、自动化设备及生产线的一般组成

自动化设备及生产线不论它的体积是大还是小，不论它的结构是复杂还是简单，也不论它的功能是多还是少，它们都是由机械零件和电子元器件等组成的有机整体，都是一个完整的系统。因此，从系统的角度来认识和理解自动化设备及生产线是十分重要的。

一般来说，自动化设备及生产线是由以下五部分构成的：

- (1) 机械本体部分。
- (2) 检测及传感器部分。
- (3) 控制部分。
- (4) 执行机构部分。
- (5) 动力源部分。

二、各部分的作用

1. 机械本体

在自动化设备及生产线中机械本体是被自动化的对象，也是完成给定工作的主体，是机电一体化技术的载体。可以认为，自动化的设备及生产线就是在原来老式机械产品或机械结构的基础之上，添加了电子元器件等而构成的。一般来说，机械产品经过与电子技术结合之后，它的性能、技术水平和功能都有明显的提高。

机械本体包括机壳、机架、机械传动部件以及各种连杆机构、凸轮机构、联轴节、离合器等。其功能包括：

- (1) 连接固定的功能 如数控机床的床身和壳体。
- (2) 实现特定的功能 如数控机床可加工机械零件。其性能的好坏直接影响自动化的设备及生产线的性能。

由于自动化的设备及生产线具有高速、高精度和高生产率的特点，因此，其机械本体应稳定、可靠、精密、轻巧、实用和美观。

2. 检测及传感器部分

检测及传感器部分的作用是获取信息。自动化的设备及生产线在运行过程中必须及时了解与运行有关的各种情况，充分而又及时掌握各种有关信息，系统才能正常运行。各种检测

元件及传感器，就是用来检测各种情况，把检测到的信号经过放大、变换，然后传送到控制部分，进行分析和信息处理。

通常检测及传感器部分还包括信息转换、显示、记录等部分。检测部分使用的工作机理涉及到光、电、气体工作压力、液体的工作压力、机械的运动特性等。

3. 控制部分

控制部分的作用是处理各种信息并作出相应的判断、决策和指令。装在自动化的设备及生产线上的各种检测元件，将检测到的信号传送到其控制部分。在自动控制系统中，控制器是系统的指挥中心，它将这些信号与要求的值进行比较，经过分析、判断之后，发出执行命令，驱使执行机构动作。

控制器具有信息处理和控制的功能。目前随着计算机技术（特别是工业控制计算机）的进步和普及，与其应用密切相关的机电一体化技术的进一步发展，计算机已成为控制器的主体，用以进一步提高信息处理的速度和可靠性，减小体积、提高抗干扰性等。

4. 执行机构部分

执行机构部分的作用是执行各种指令、完成预期的动作。它由传动机构和执行元件组成，能实现给定的运动，能传递足够的动力，并具有良好的传动性能，可完成上料、下料、定量、传送等功能。当控制部分发出的控制信号传到执行部分之后，驱动伺服电动机等作正转、反转、……。

执行部分有：伺服电动机、调速电动机、步进电动机、变频器、电磁阀或气动阀门体内的阀芯、接触器等。

5. 动力源部分

动力源部分的作用是向自动化设备及生产线供应能量，以驱动它们进行各种运动和操作。

常用的有电力源及其他动力源（如液压源、气压源、用于激光加工的大功率激光发生器等）。

第二节 自动控制系统分类及原理

一、术语

控制（或称调节） 能够抵消或者削弱外来因素的影响，使表征生产过程运行情况的物理量保持定值或按一定规律变化的过程。

控制对象 需要对其施加控制的生产过程或设备。

系统 是一些部件的组合，它可以完成一定的任务。

给定 是控制系统设计时已经确定好的初始控制量。

扰动 是一种对系统的输出量产生相反作用的因素。

反馈 将系统的输出部分或全部地返回到输入。

二、自动控制系统的分类

1. 按是否设有反馈分类

分为开环控制系统和闭环控制系统。

开环控制系统：在控制系统中只有输入量的前向控制作用，没有输出量或被控量的控制

作用。一般用在输入量和扰动量变换规律能预知，对输出量要求不高的场合。

闭环控制系统：在控制系统中由输入量和输出量或被控量共同起控制作用。一般用在减小扰动量的影响，对输出量要求较高的场合。

2. 按输入量变化规律分类

分为恒值控制系统和随动控制系统。

恒值控制系统：给定信号一经确定，便维持不变。一般应用在对输出量要求相应地保持恒定的场合。

随动控制系统：给定信号的变化规律事先不能确定。一般应用在要求输出量能跟随输入量做出变化的场合。

3. 按输入输出关系分类

分为线性控制系统和非线性控制系统。

线性控制系统：系统中各器件的输入输出关系呈线性关系。系统的动态特性可用线性微分方程来描述。

非线性控制系统：系统中至少有一个器件的输入输出关系呈非线性关系。系统的动态特性需用非线性微分方程来描述。

4. 按信号是否连续分类

分为连续控制系统和离散控制系统。

连续控制系统：系统中各部分信号都是时间的连续函数。通常作用于系统的信号都是模拟信号量。

离散控制系统：系统中的部分信号中，至少有一处是时间的非连续函数（脉冲或数码）。通常采用计算机控制的系统是离散控制系统。

三、自动控制系统的工作原理

以水位控制系统为例，图 1-1 为一个水位控制系统示意图。

1. 控制系统组成

系统的控制对象是水箱，被控制量是水位高度 H ；使水位发生变化的外界因素是用水量 Q_2 ， Q_2 是负载扰动量；使水位保持恒定的可控因素是给水量 Q_1 ；控制 Q_1 的是由电动机驱动的控制阀门 V_1 ，因此，电动机—减速箱—控制阀构成执行元件；

电动机的供电电压 $U = U_A - U_B$ ，其中 U_A 由给定电位器 RP_A 给定， U_B 由电位器 RP_B 给出。 U_B 的大小取决于浮球的位置，浮球的位置取决于水位 H ；因此，由浮球—杠杆—电位器 RP_B 就构成了水位的检测和反馈环节。 U_A 为给定量； U_B 为反馈量， U_A 与 U_B 极性相反，所以是负反馈。

2. 工作原理

图 1-2 为水位控制系统块图。当系统处于稳定时，此时电动机停转， $U = U_A - U_B = 0$ ，即 $U_A = U_B$ ；同时， $Q_1 = Q_2$ ， $H = H_0$ （稳态值）。若设用水量 Q_2 增加，则水位 H 将下降，通过浮球及杠杆的反馈作用，将使电位器 RP_B 的滑点上移，将 U_B 增大；这样 $U = U_A$

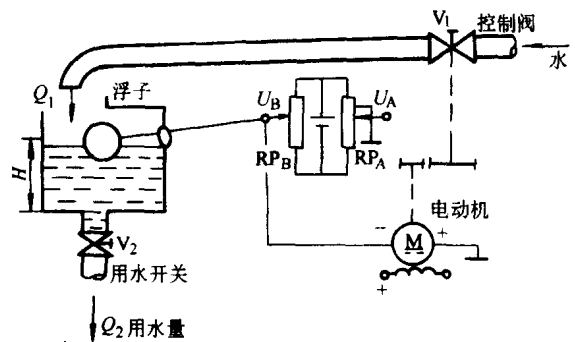


图 1-1 水位控制系统示意图

$-U_B < 0$ ，使电动机反转，经减速后，电动机驱动控制阀 V_1 使阀门开大，使给水量 Q_1 增加；使水位逐渐上升并恢复到原位。这个自动调节过程一直要持续到 $Q_1 = Q_2$ ， $H = H_0$ ， $U_A = U_B$ ， $U = 0$ ，电动机停转为止。自动调节过程如图 1-3。由于被控量 H 能恢复到原位，所以，此系统为无静差系统。

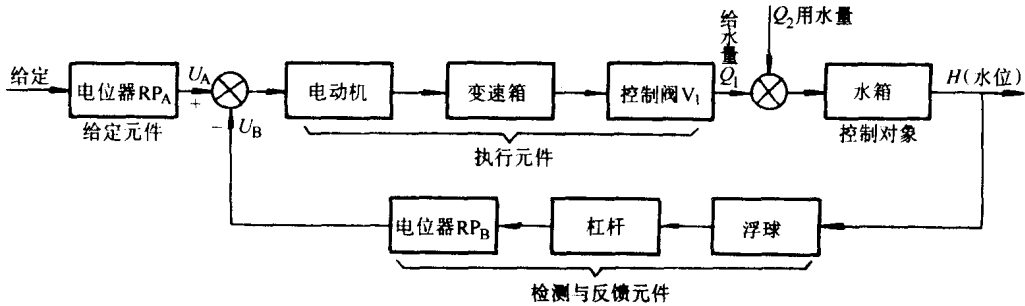
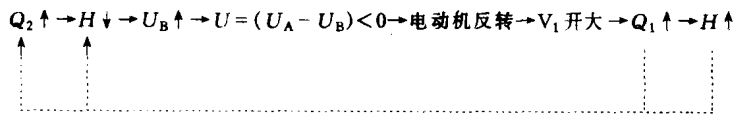


图 1-2 水位控制系统框图



直至 $Q_1 = Q_2$ ， $H = H_0$ ， $U_B = U_A$ ， $U = 0$ 时，电动机停转

图 1-3 水位控制的自动调节过程

第三节 工业控制计算机及其在自动化控制中的作用

工业控制计算机是计算机技术与自动化技术相结合的产物，是实现工业自动化，保证生产的优质、高产、低耗，提高工业企业经济效益的重要技术手段，已成为自动控制系统的重要组成部分。

工业控制计算机是机电一体化技术的重要内容，是自动化设备及生产线的控制中心，近年来已迅速得到普及和推广。

目前，我国广泛应用的工业控制计算机有以下几类：

1. 可编程序控制器 (PLC)

分为大型 PLC (输入、输出点数大于 1024)，中型 PLC (输入、输出点数介于 256 和 1024 之间) 及小型 PLC (输入、输出点数小于 256)。

2. 单片机

工业控制常用的单片机有 MCS-51 (8 位) 和 MCS-96 (16 位)。

3. 工业微型计算机

普通微型计算机经过改进，并配上相应的工业用软件而成为能够抵抗恶劣工业环境的工业微型计算机 (PC)，它与各种输入、输出接口板组成了工业控制计算机。

4. 比例积分微分调节器 (PID)

比例积分微分调节器 (PID) 控制有两种方法，一种是模拟 PID 调节器控制，另一种是 PID 数字模拟控制。

5. 其他

工业控制计算机还包括现场总线控制系统 (FCS), 集中分散式控制系统 (DCS) 以及数控系统 (CNC、FMS、CAM) 等。

习 题 一

1. 自动化设备及生产线的一般组成是什么? 简述各部分作用。
2. 自动控制系统分为哪几种类型?
3. 什么是工业控制计算机? 目前常用的有哪些?

第二章 工业模型及控制技术

第一节 工业模型基本构件

在当今高科技迅猛发展的时代，工业仿真模型也发生了很大的变化，现在已有技术含量较高的工程技术类插装模型，六面可拼接，从齿轮到凸轮，从万向节到齿轮箱，各种零部件应有尽有。模型材质采用尼龙材料，耐磨损，扭曲和弯折不变形，现也有用铝合金作构件材料，保证模型拼装的牢度和强度。由它组装的模型具有高仿真度，几乎可以模拟机械设备的各种工作过程。本章将对仿真模型机械手的结构和工作原理做一分析，来解释实际机械设备复杂的控制技术原理，用模型完全将“技术还原”。

一、机械手的组成

机械手主要由控制系统、驱动系统、执行机构以及位置检测系统（有的配有数据远传装置）等组成。各系统相互之间关系如图 2-1 所示。

（一）执行机构（如图 2-1b 所示）

包括手部、手腕、手臂、立柱、机座和行走机构等部件。

手部：与物体接触的部件。主要分夹持式和吸附式两种。

手腕：联接手部和手臂的部件。

手臂：支承手腕和手部的部件。

立柱：支承手臂的部件。

机座：机械手执行机构和驱动系统支承平台。

行走机构：移动机械手整体行走的部件。主要分有轨和无轨两种。

（二）驱动系统

机械手的驱动系统是驱动执行机构运动的传动部分装置。基本分四种形式：机械传动、液压传动、电力传动、气压传动。

（三）控制系统

支配机械手按规定的程序运动的装置。

（四）检测系统

监测机械手执行机构的运动位置反馈给控制系统的装置。

（五）数据远传装置

机械手同上位机交换信息的装置。

二、机械手的分类

（一）按控制方式分类

1. 点位控制

特点是：它的运动为空间点到点之间的移动，不控制其运动轨迹。

2. 连续轨迹控制

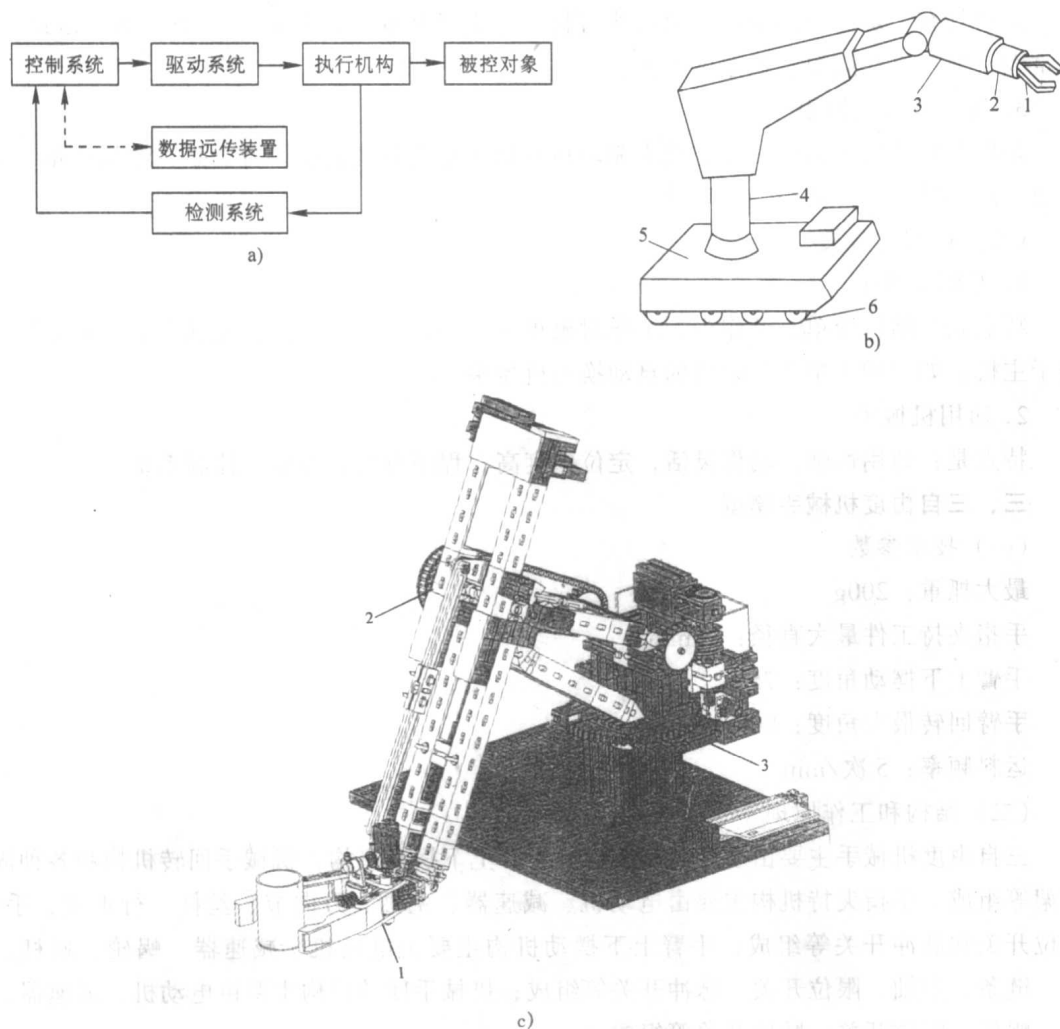


图 2-1 机械手的主要组成部分

a) 系统框图

b) 各部分位置示意之一

1—手部 2—手腕 3—手臂 4—立柱 5—机座 6—行走机构

c) 各部分位置示意之二

1—手指夹持机构 2—手臂上下摆动机构 3—机械手回转机构

特点是：它的运动轨迹为空间的任意连续曲线，整个移动过程任何点均处于控制之下。

(二) 按驱动方式分类

1. 电动机械手

1) 机器传动的机械手 是由机械传动机构驱动的机械手。特点是：动作频率高，运动准确可靠，但结构较复杂。

2) 电动机直接拖动的机械手 是由特殊结构的直线电动机、感应电动机、步进电动机等直接驱动机构运动的机械手。特点是：机械结构简单，无中间的转换机构，运动速度快，工作范围大。

2. 液压传动机械手

是以具有一定压力的油液来驱动执行机构运动的机械手。特点是结构紧凑，传动平稳，抓重大，但不宜在高温、低温下工作。

3. 气压传动机械手

是以具有一定压力的压缩空气来驱动执行机构运动的机械手。特点是：结构简单，动作迅速，成本低，但抓重小，稳定性差。

(三) 按用途分类

1. 专用机械手

特点是：结构简单，动作少，工作对象单一，固定的控制程序，无独立的控制系统，附属主机。如“加工中心”附属的自动换刀机械手。

2. 通用机械手

特点是：通用性强，动作灵活，定位精度高，程序可变，有独立控制系统。

三、三自由度机械手模型

(一) 技术参数

最大抓重：200g

手指夹持工件最大直径：40mm

手臂上下摆动角度：75°

手臂回转最大角度：90°

送料频率：5次/min

(二) 结构和工作原理

三自由度机械手主要由手指夹持机构，手臂上下摆动机构，机械手回转机构和各种固定支架等组成。手指夹持机构主要由电动机、减速器、主轴、万向节、丝杠、行走块、手指、限位开关和脉冲开关等组成；手臂上下摆动机构主要由电动机、减速器、蜗轮、蜗杆、链轮、链条、主轴、限位开关、脉冲开关等组成；机械手回转机构主要由电动机、减速器、蜗轮、蜗杆、限位开关、脉冲开关等组成。

由图 2-4~图 2-12 可见：电动机 2 通上电，经过减速器 3 减速后驱动蜗杆 4 旋转，再由蜗杆 4 驱动蜗轮 1 旋转，使固定在蜗轮 1 上的机械手作水平向左或向右转动。电动机 5 通上电，其经过减速器 6 减速后驱动蜗杆 9 旋转，再由蜗轮 10 通过主轴 12 把转动传给主动链轮 11，再通过链条 16 来带动从动链轮 8 旋转，驱动从动链轮 8 的主轴 7 转动，使固定在主轴 7 上的机械手臂作垂直向上或向下摆动。电动机 14 通上电，其经过减速器 13 减速后驱动主轴 15 旋转，再由万向节 17 把转动传给丝杆 18，驱动行走块 19 移动，带动手指做夹持或松开运动。

机械手完成一个循环的动作顺序如图 2-2 所示。

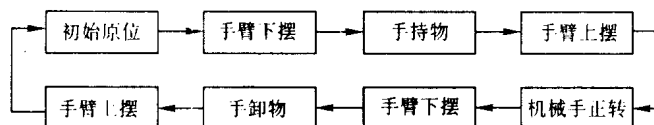


图 2-2 机械手完成一个循环的动作顺序

机械手完成上述动作，主要由手指夹持机构、手臂上下摆动机构、机械手回转机构等共同作用来实现。机械手各种运动状态是通过监测其对应的脉冲开关产生脉冲数来控制的。各种开关的作用见图 2-4~图 2-12。机械手的水平回转角度由脉冲开关 S2 产生的脉冲个数确定，手臂上下摆动的角度由脉冲开关 S3 产生的脉冲个数确定，手指夹持状态由脉冲开关 S4 产生的脉冲个数确定。开关 S6 是手臂上摆极限位置开关，开关 S1 是机械手水平左转极限位置开关，开关 S5 是手指松开极限位置开关。

脉冲开关和限位开关选用的是同一种微动开关，因在系统控制中起的作用不同，分别叫作脉冲开关和限位开关，其结构如图 2-3 所示。

其工作原理是：当推杆 3 被压下时，弓簧片 6 发生变形，储存能量并产生位移，当达到预定的临界点时，弹簧片连同动触点 2 产生瞬时跳跃，从而导致动触点 2 和常开触点 4 接通。当卸去推杆 3 的操作力时，弹簧片释放能量并产生反向位移，当通过另一临界点时，弹簧片向相反方向跳跃，导致动触点和常闭触点 1 接通。微动开关常开触点通断一次就会输出一个脉冲，对其通断记数，这一开关作脉冲开关用。

本章控制系统中微动开关无论作限位开关用还是作脉冲开关用，都选其常开触点用。

四、自动找币机械手模型

(一) 技术参数

三种储币仓：1 号仓储 1 分，2 号仓储 2 分，3 号仓储 5 分

最大找币额：80 分/次

找币频率：5 次/min

(二) 结构和工作原理

模型的结构大致分四部分：行走机构、行走驱动机构、储币仓和各种固定支架。行走机构主要由电动机、减速器、限位开关、齿条和机械手臂等组成；行走驱动机构主要由电动机、减速器、脉冲开关、齿轮及丝杠等组成；储币仓由储 1 分钱仓、储 2 分钱仓和储 5 分钱仓构成。

由图 2-13、图 2-14 可知，电动机 1 通过减速器 2 减速后由主动齿轮 3 驱动从动齿轮 5 旋转，再由从动齿轮 5 把转动传给丝杠 4，带动行走机构作水平向左或向右移动。固定在行走机构上的电动机 6 通过减速器 7 减速后驱动齿条 8 移动，带动固定在齿条上的机械手臂作向前或向后移动（每往返一次从钱仓内推出一枚钱）。

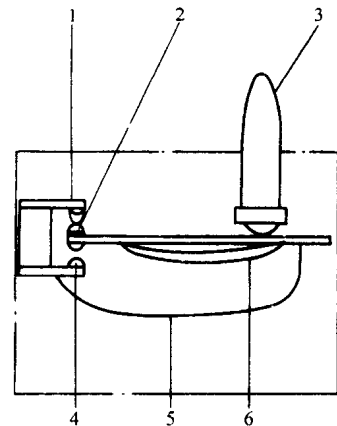


图 2-3 微动开关的结构

1—常闭触点 2—动触点 3—推杆
4—常开触点 5—壳体 6—弓簧片

第二节 模型的组装

本套模型的零件超过 800 件，如轮、轴、齿轮、齿轴、凸轮、万向节、链条及减速器等，在模型组装前先熟悉单个构件的功能，分析其在模型中的作用，特别是电器构件如电动机、传感器等要熟悉其技术指标及工作原理。

本套模型的组配有组装次序图，组装过程中结合前面所述工作原理，分析模型各个部分在模型整体中所起作用，再参考组装次序图进行组装。组装过程中注意接插件装配间隙和组装牢度，可动构件边组装边调试，以确保其自由度。

模型上的各种微动开关分析其作用，要正确安装，尤其限位开关要边装边调整好位置，切不可随意装配。

三自由度机械手模型分九个组装步骤，见图 2-4~图 2-12。

自动找币机械手模型分五个组装步骤，见图 2-13~图 2-15。

模型每个组装步骤不详述。

模型组装完成后，根据其工作原理，先按功能分步进行调试，每一步都通过后再进行整体功能调试，经过反复调试达到技术指标为止。

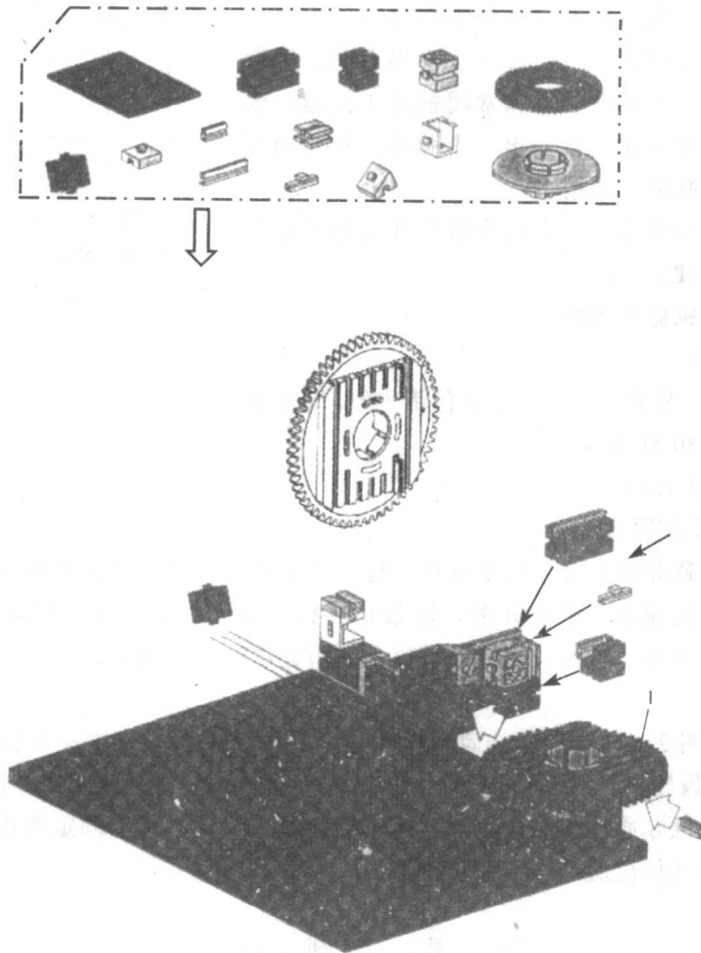


图 2-4 三自由度机械手组装步骤 1

1—蜗轮

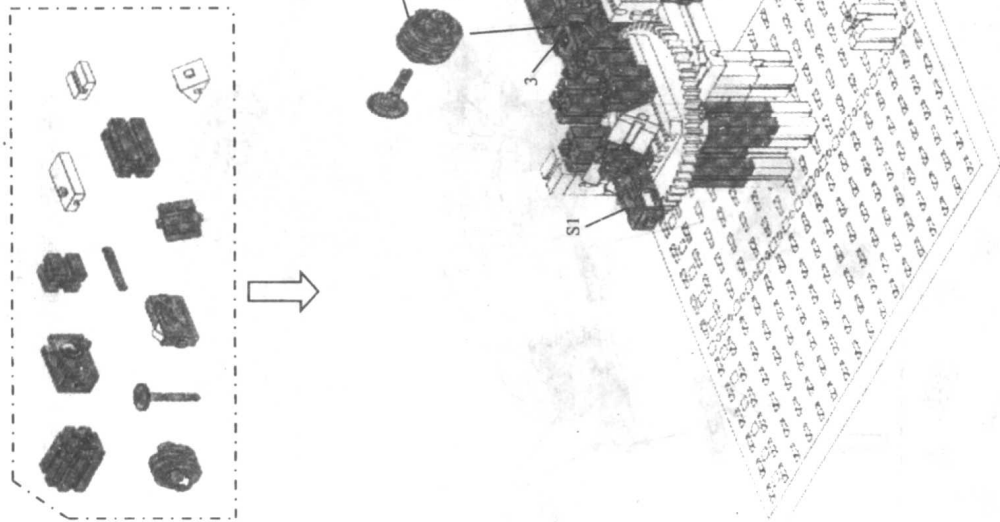


图 2-5 三自由度机械手组裝步骤 2

2—电动机 3—减速度器 4—蜗杆 S1—左限位开关 S2—水平转动脉冲产生开关

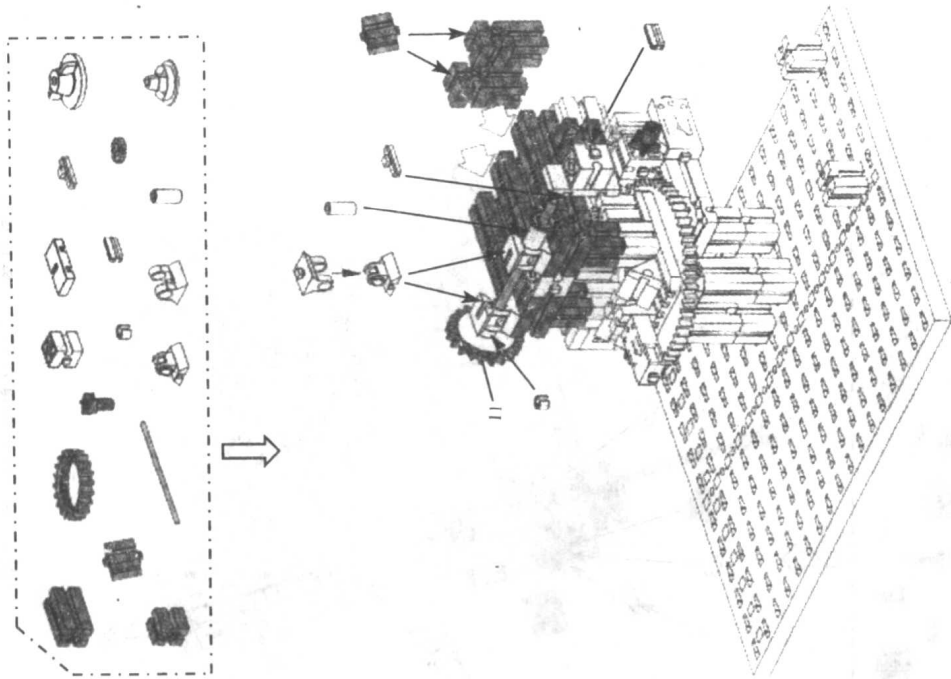


图 2-6 三自由度机械手组裝步骤 3

11—链轮