



GH

高等学校工科电子类教材

电子精密机械 导论

党根茂 主编



西安电子科技大学出版社

高等学校教材

电子精密机械导论

党根茂 主编

西安电子科技大学出版社

1995

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

现代化规模生产有赖于生产线或自动线来实现,而生产线或自动线的基础是自动机。本书选择了现代机械电子工业中先进的有代表性的自动机为例,着重阐述其工作原理、主要机构、传动系统、检测装置和控制方法等。全书共六章:机电一体化技术概论,自动装配机,集成电路制造工艺关键设置,电子计算机外部设备,工业机器人应用,数控机床。在自动机实例中介绍了自动插件机、高速贴片机、分步重复投影光刻机(DSW)、全自动超声金丝球焊机、点焊机器人、慢走丝数控电火花线切割机等内容。

本书为高等学校电子精密机械专业教材,也可作为邮电机械、仪器仪表、轻工机械等专业教材,还可供从事电子机械、邮电、仪器仪表、轻工、医药、食品等机械的研制、使用和管理的工程技术人员参考。

高等学校教材

电子精密机械导论

党根茂 主编

责任编辑 叶德福 姜永大

西安电子科技大学出版社出版发行

西安电子科技大学印刷厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 19 4/16 字数 455 千字

1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月第 1 次印刷 印数 1—2 000

ISBN 7-5606-0321-1/TH·0017(课) 定价:10.90 元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定，我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978~1990年已编审、出版了三个轮次教材，及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神，“以全面提高教材质量水平为中心，保证重点教材，保持教材相对稳定，适当扩大教材品种，逐步完善教材配套”，作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想，组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会，在总结前三轮教材工作的基础上，根据教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1991~1995年的“八五”（第四轮）教材编审出版规划。列入规划的、以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作，由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿，其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的，其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的，其三是经过质量调查在前几轮组织编定出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会（小组）、教学指导委员会和有关出版社，为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处，希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评和建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按机械电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由电子机械教材编审委员会无线电专用机械设备编审小组审定并推荐出版。责任编委为黄家贤。

本教材由东南大学党根茂担任主编,东南大学教授童宝义担任主审。编审者均依据无线电专用机械设备教材编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅。

现代化规模生产有赖于生产线或自动线。而生产线或自动线的基础是自动机。本书以现代机械电子工业中先进的有代表性的自动机为例,着重阐述其工作原理、主要机构、传动系统、检测装置和控制方法。在自动机实例中,介绍了自动插件机、高速贴片机、分步重复投影光刻机(DSW)、全自动超声金丝球焊机、激光印字机、光盘存储器、点焊机器人、立式加工中心和慢走丝数控电火花线切割机等内容。

本教材的参考教学学时数为 60 学时。全书共六章,学时分配为:机电一体化技术概论(2 学时),自动装配机(17 学时),集成电路制造工艺关键设备(18 学时),电子计算机外部设备(9 学时),工业机器人应用(6 学时),数控机床(8 学时)。

本教材是电子精密机械专业的入门课程,在执行专业教学计划过程中,起着承上启下的作用。学生通过本课程的学习着重掌握自动机的总体构思、典型巧妙机构和驱动装置,了解检测和控制方法。本课程涉及知识面很广,是该专业先修课程的综合应用,而为学习专业后修课程准备必要的感性知识。注意培养一位自动机主管设计师应具备的基本素质:(1)牢固树立满足产品质量要求是自动机的设计依据和评价标准;(2)掌握典型巧妙的自动机构原理、结构、特性和可调环节并灵活运用;(3)了解自动机的协调动作、机电结合、自动定位和自动对准的原理及应用;(4)善于用简明扼要的线条勾画出自动机方案的能力。

自动机是机电一体化系统,在实施教学中应根据实际条件,结合必要的实践环节进行。各校可根据各自的特点,对教材内容作必要的增删。

本教材由党根茂编写第一章、第二章的 § 2-1、§ 2-3、§ 2-6,第三章的 § 3-1、§ 3-5、§ 3-7,第四章、第五章的 § 5-1、§ 5-3、§ 5-4,第六章的 § 6-1、§ 6-2;由冯朝斌编写第三章的 § 3-2、§ 3-3;由钱鉴霞编写 § 3-4;由浦纪良编写 § 3-6;由段宗根编写 § 3-8;由仇进成编写第五章的 § 5-2;由党根茂与沈根荣合写 § 2-2,与钱金福、曹安郎合写 § 2-4,与虎轩东和朱晖等合写 § 2-5,与朱文新等合写 § 6-3;由党根茂统编全书。

在本书编写过程中,部分内容是在陈学裘主编的《电子精密机械导论》基础上修编的,从众多的参考文献中受到教益,还得到 878 厂、714 厂、742 厂、南京无线电 7 厂、南京汽车制造厂车身分厂、上海天河电容器厂和上海无线电专用机械厂的领导、工程师和工人师傅的大力支持和帮助,在此向他们表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1993.8

目 录

第一章 机电一体化技术概论	1
§ 1-1 机电一体化的含义	1
一、机电一体化的来历	1
二、何谓机电一体化	1
§ 1-2 机电一体化系统的组成要素	1
一、机体	2
二、传动系统	2
三、检测装置	2
四、执行机构	3
五、控制系统	3
§ 1-3 机电一体化产品的优越性	4
一、安全性大大提高	4
二、可靠性大大提高	4
三、精度高,质量高,生产率高	4
四、简化操作,使用性能大大改善	4
五、具有复合功能,适用性广	5
六、大大节约能源	5
七、具有柔性,适用于多品种、小批量生产	5
八、功能成本比大,价格较便宜	5
九、减轻劳动强度,改善劳动条件	5
十、加快产品更新换代,提高竞争力	5
§ 1-4 机电一体化产品的发展简况	6
一、国外机电一体化产品发展简况	6
二、国内机电一体化产品发展简况	6
复习题	7
第二章 自动装配机	8
§ 2-1 电阻引线自动焊接机	8
一、概述	8
二、总体构思	9
三、主要机构	11
四、提高生产率的措施	15
§ 2-2 铝电解电容器自动装配机	17
一、概述	17
二、总体构思	18
三、主要机构	21
§ 2-3 碟形芯柱制造机	33
一、概述	33

二、总体构思	34
三、主要机构	37
§ 2-4 自动插件机	43
一、概述	43
二、整机概况	44
三、主要机构	46
§ 2-5 高速贴片机	65
一、概述	65
二、高速贴片机概况	68
三、主要机构	70
§ 2-6 多工位装配机的典型传送机构	85
一、概述	85
二、直线式传送机构	86
三、回转式传送机构	89
复习题	95
第三章 集成电路制造工艺关键设备	96
§ 3-1 概述	96
一、集成电路	96
二、双极型集成电路制造工艺流程	97
三、MOS 集成电路制造工艺流程	101
§ 3-2 图形发生器	103
一、概述	103
二、工作原理	104
三、主要机构	105
四、控制系统	118
§ 3-3 精缩机	120
一、概述	120
二、主要机构	121
§ 3-4 分步重复投影光刻机(DSW)	122
一、概述	122
二、主要机构	124
三、发展简况及趋势	135
§ 3-5 超微细加工设备概论	135
一、电子(离子)光学基础	135
二、电子束曝光技术	140
三、离子束技术	141
§ 3-6 电子束扫描曝光机	143
一、概述	144
二、主要机构	144

三、控制系统	158	三、工业机器人的分类	239
§ 3-7 电子束蒸发与磁控溅射	158	四、工业机器人的主要技术参数	239
一、概述	158	五、工业机器人发展简况及趋向	240
二、低温泵电子束蒸发镀膜机	160	§ 5-2 点焊机器人	241
三、等离子磁控溅射台	167	一、概述	241
§ 3-8 管芯键合	168	二、IR662/i00 型机器人概况	242
一、概述	168	三、IR662/100 型机器人的主要机构	244
二、全自动超声金丝球焊机	171	四、IR662/100 型机器人的电气系统	249
复习题	189	§ 5-3 喷漆机器人	250
第四章 电子计算机外部设备	190	一、概述	250
§ 4-1 概述	190	二、PR11 喷漆机器人概况	251
一、何谓外部设备	190	三、PR11 喷漆机器人的主要机构	253
二、外部设备类型	190	§ 5-4 装配机器人	258
三、外部设备的特点及发展趋向	191	一、概述	258
§ 4-2 输入设备	192	二、精密装配机器人	259
一、概述	192	复习题	260
二、键盘输入设备	192	第六章 数控机床	261
三、光—电纸带输入机	196	§ 6-1 概述	261
§ 4-3 输出设备	201	一、何谓数控机床	261
一、概述	201	二、数控机床的组成	261
二、点矩阵针式打印机	201	三、数控机床的分类	262
三、激光印字机	208	四、数控机床的特点及应用	263
四、滚筒式绘图机	210	五、编制程序	264
五、平台式绘图机	212	§ 6-2 JCS—018 型立式加工中心	
六、平面电机绘图机	216	(自动换刀数控立式镗铣床)	274
§ 4-4 外存储设备	219	一、概述	274
一、概述	219	二、主要机构	276
二、硬磁盘存储器	220	三、7CM 数控系统总方框图	284
三、软磁盘存储器	228	§ 6-3 慢走丝数控电火花线切割机	285
四、光盘存储器	233	一、概述	285
复习题	236	二、慢走丝数控电火花线切割机概况	288
第五章 工业机器人应用	238	三、主要机构	290
§ 5-1 工业机器人概述	238	四、控制系统	295
一、工业机器人的含义	238	复习题	298
二、工业机器人的组成	238	主要参考文献	299

机电一体化技术

第一章 机电一体化技术概论

由于机电一体化技术的迅速发展使现代机械产品以崭新的面貌出现,产生了纯机械技术或纯电子技术难以达到的优良性能。因此,国内外有“机电一体化是技术上的一场深刻革命”的共识。

§ 1-1 机电一体化的含义

一、机电一体化的来历

美国最早发明了机器人、数控机床等机电一体化的产品,但并未给这一新兴技术赋予新的技术名词。而擅长学习国外先进技术的日本人,于1971年创造和使用“机电一体化”(Mechatronics)这一术语。从英文词的构成来看,是根据英文 Mechanics(机械学、机构、机械装置)的前半部分和 Electronics(电子学、电子设备)的后半部分组成。日文用片假名ソカトロニクス来表示,或用日文汉字“机电一体化”来表示。“机电一体化”这组汉字比较恰当地表述了一个新的概念,易为我国工程界所接受,因此,国内将 Mechatronics 大多翻译为“机电一体化”。

二、何谓机电一体化

目前,机电一体化尚无统一的定义:有的认为是由机械和电子装置适当组合而成的机械装置;有的认为是把电子技术组合到机械技术里的技术进步总称;有的认为是机械技术和电子技术的有机结合,以提供更优异的技术等等。表述比较全面且为人们乐意接受的观点是日本机械振兴协会经济研究所提出的含义:“机电一体化乃是在机械的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进电子技术,并将机械装置和电子设备及软件等有机结合起来构成的系统总称”。简而言之,机电一体化是以机为主体,将机械、检测、电子、软件等有机结合而成的系统。

§ 1-2 机电一体化系统的组成要素

目前,国内外专家认为,构成机电一体化系统的组成要素很多,但归纳起来主要有五大要素。它如同人体系统组成要素一样,见表1-1所列。五大要素的性能越优良,配合越协调,总体功能就发挥得越充分。具有智能功能是机电一体化产品的一个显著特点,机电一体化系统组成要素向一个人组成要素那样完整的方向发展。

表 1-1 机电一体化系统与人体的组成要素对比

序 号	机电一体化系统	人 体 系 统
1	机 械 主 体	身 躯
2	执 行 机 构	四 肢
3	检 测 装 置	五 官
4	传 动 系 统	内 脏
5	控 制 系 统	大 脑

一、机体

机电一体化产品的机械本体,简称为机体。机体包括机壳、框架,像人的身躯骨骼,起支撑和基准作用。对于高精密的机电一体化产品,要求机体长期不变形,能减振。过去,机体常用钢铁制成,现在,有的采用复合材料或非金属材料(如大理石等)。在结构上,设置调水平、减振等装置。

二、传动系统

机电一体化产品的传动系统,就像人体内脏产生能量去维持人的生命和运动一样,为系统提供动力,去驱动各执行机构,使系统正常运行。传动系统包括动力产生与传递。

传动有机械传动、电机传动、液压传动、气压传动和电磁传动等。机械传动常由电机、减速箱、齿轮、丝杠、螺母等组成。其组成的机械零件多,体积大,积累误差也大。电机传动,常由电机(步进电机、伺服电机、力矩电机、音圈电机等)直接带动执行机构运动,其结构简单,体积小,精度高。液压、气压传动由泵、缸、阀组成,用缸的活塞杆或摆动缸的轴去驱动执行机构。液压传动用于重载,气压传动用于轻载、易燃、易爆场合。电磁传动用线圈、衔铁产生动力使执行机构运动。现在已有内装编码器、减速器、电机为一体的传动装置。将电机、专用控制芯片、编码器、减速器组合为一体的传动装置正在研制之中。

三、检测装置

任何机电一体化系统都要从被控现场获得各种信号,供控制器分析、判断和决策。检测装置就是完成被控信号的采集、转换功能。它像人的五官,具有感觉识别、语言识别、图像识别和气味识别等功能。

检测装置通常由敏感元件、传感元件和测量元件组成。其结构框图如图 1-1 所示。

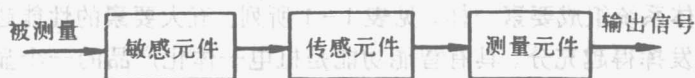


图 1-1 检测装置的结构框图

敏感元件的作用是感受被测量,并将其转换为可测信号。如把位移量、力转换为电信号。传感元件的作用是把敏感元件的输出量转换成测量元件所能接受的量,如变压器铁芯、绕组的输出量或电桥的输出量。测量元件的作用是把传感元件的输出信号进行转换、

放大成能用于控制的信号。例如差动变压器式压力传感器,其工作原理如图 1-2 所示。压头 2、衔铁 1 是敏感元件,变压器铁芯 3 和绕组 4、交流电源 5 是传感元件,放大器是一种测量元件。当压力 p 为零时,衔铁处于变压器铁芯的中间位置。此时 W_1 、 W_2 中的感应电动势相等,反向叠加后输出电压 u_i 为零。当压力增加时,衔铁向下移动,两绕组中的感应电动势差增加, u_i 上升,经放大, u_o 就变大。压力 p 与电压 u_o 成正比。从而将压力转换为电信号。

检测装置的主要组成是传感器(一感二传)。传感器根据工作机理不同分为:光栅传感器,激光传感器,同步感应器,霍尔功率传感器等。

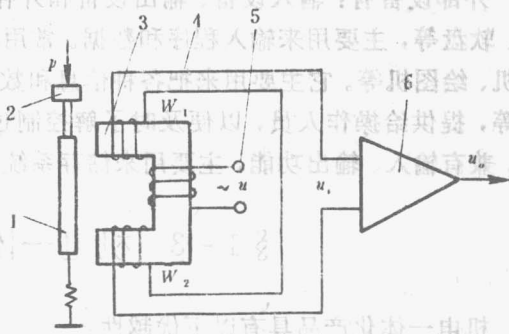


图 1-2 差动变压器式压力传感器的工作原理

1—衔铁, 2—压头, 3—变压器铁芯,
4—绕组, 5—交流电源, 6—放大器

四、执行机构

执行机构是根据控制指令完成特定动作的部件。对自动机而言,执行机构指自动上料、自动加工、自动卸料等机构。对于工业机器人来说,是指手指、手腕、手臂和行走机构。执行机构如同人的四肢而不可缺少。

执行机构应具有高可靠性、快速、准确和高效率的性能要求。

五、控制系统

控制系统包括硬件、软件。硬件有:计算机、接口电路和外部设备。软件有:系统软件、应用软件两大类。

作为机电一体化系统控制用的电子计算机常有:中型机、超级小型机、超级微型机和 PC 机。

可编程序控制器(Programmable Controller, 简称 PC)是一种通用工业控制装置。其实质是一台面向用户的专用数字控制计算机。通过编程器预先将程序写入到存储器中,然后执行此程序,完成控制任务。当被控对象改变时,只需变化输入/输出接口及其连线,修改程序,再写入存储器,就成为一个新的控制系统。因之 PC 机应用简单,修改方便。编程器是 PC 机常用的人机对话工具,它包括键盘、显示器、接口电路。

单片机是单片计算机的简称,又叫微控制器(Microcontroller)。它把中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出接口、寄存器等集成在一块芯片里,具有功能全、体积小、功耗低、价格便宜等优点,是一种理想的控制器。它的采用能使设备、仪表、轻工等产品不断更新。

接口电路指控制系统中信息交换的联接点,在数字控制系统中指 A/D 和 D/A 变换器等。例如用步进电机驱动执行机构,主控器输出的脉冲信号经过分配、放大,最后输送到步进电机,控制步进电机按一定要求转动。此例中的脉冲分配器及放大器即接口电路。接口电路的功能可概括为:

(1) 变换功能:在两个需要进行信息联络的环节中,由于信息的模式不同(数字量与模

拟量,连续脉冲与序列脉冲等),无法直接实现信息交流,通过接口电路完成信号的统一,

(2) 放大功能:在两个信号强度相差悬殊的环节间,微弱信号经接口放大后,才能达到能量的匹配;

(3) 传递功能:接口电路具有可靠、快速、准确传递信息的逻辑控制功能。

外部设备有:输入设备、输出设备和外存储器等。常用的输入设备有键盘、纸带输入机、软盘等,主要用来输入程序和数据。常用输出设备有打印机、记录仪、显示器、纸带穿孔机、绘图机等。它主要用来把各种信息和数据按人们容易接受的形式,如数字、曲线、字符等,提供给操作人员,以便及时了解控制过程的情况。外存储器,如磁带、硬盘或软盘等,兼有输入、输出功能,主要用来储存系统程序和数据。

§ 1-3 机电一体化产品的优越性

机电一体化产品具有以下优越性:

一、安全性大大提高

机电一体化产品具有自动监视,自动报警,自动诊断,自动检测、调节、修正、补偿,自动保护以至自动记录、显示、打印工作结果等功能。工作中,如遇到过载、过压、过流、停电等情况时,能自动采取保护措施,避免或减少人身和设备事故的发生,安全性大大提高。例如瞬时型漏电保护器,当发生漏电、人体触电、接地故障等情况时,能在 0.1 s 内断开主开关、切断电源,使人身和设备得到保护。

二、可靠性大大提高

传统的机械运动装置,一般都存在磨损及运动部件配合间隙引起的动作误差,影响其寿命。机电一体化产品可减少动件,从而将磨损大为改善,可靠性大大提高。例如电子式接近开关是一种利用电磁场能量非接触式检测物体的存在及位置,无可动件,无机械磨损,动作灵敏,频率响应快,性能可靠。

三、精度高,质量高,生产率高

机电一体化产品一般具有记忆、运算、处理信息、自动控制和调节等功能,其控制和检测的灵敏度、精度以及范围均有很大提高。它可以模拟工人最佳操作技巧,排除人为因素影响,保证质量,提高生产率。例如数控机床加工质量稳定,生产效率比普通车床高 5~6 倍。电子化圆度仪的测量精度可由原来的 0.025 μm 提高到 0.01 μm 。

四、简化操作,使用性能大大改善

机电一体化产品一般采用数字显示、程序控制,自动化程度很高,手柄、按钮数减少,操作简化、方便,有的达到无人化操作。例如铝电解电容器自动装配机能把芯子、橡皮头、铝壳、塑料管进行自动上料、定向、装配、卷边、烘烤、卸料,只需操作几个按钮就能完成。开发、维修机电一体化产品所涉及的多种技术、知识密集性与使用上的简易性形成很大反差,要求设计、开发产品者必须树立“方便用户,简化操作”的指导思想。

五、具有复合功能, 适用性广

机电一体化产品能按照人的意图进行自动检测、调节、修正、补偿等功能, 能在一定范围内满足用户需求。通过改变程序、指令等软件可变换产品的性能。例如, 电子中文打字机, 具有显示、编辑、存储、字体放大缩小、制表、中西文兼用和常用语词典等多种功能。美国一台大型激光加工中心, 配有五个自由度机器人和电脑数控装置, 能完成自动焊接、划线、切割、钻孔、热处理等工序, 可加工金属、塑料、陶瓷、木材、橡胶等材料, 因而具有多功能、高效率、适用性广的优点。

六、大大节约能源

机电一体化产品通过采用低能耗传动机构、最佳调节控制和提高能源利用率来实现节能。例如, 一台玻璃窑炉采用微机控制后, 年平均节油 650 t。若将风机、水泵由节流工况运行改为随工况变速运行, 平均节电 20%, 如在我国全面推广, 每年将节电几十亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

七、具有柔性, 适用于多品种、小批量生产

机电一体化设备可根据用户需求变化, 及时对产品结构和生产过程进行调整、修改。这是解决多品种、小批量生产的理想手段。例如, 利用数控加工中心或柔性制造系统, 就可方便地实现这一理想。

八、功能成本比大, 价格较便宜

机电一体化产品由于结构简化, 零部件数量少、小型、轻量、材料减少, 工装少, 成品率和生产率提高, 功能成本比(功能数/成本)比传统产品大, 因此, 价格较便宜。例如, 一台缝纫机用一块单片集成电路控制针脚花样, 就可替代老式缝纫机内约 385 个机械零件。又如一台微机控制的精密插齿机比老式插齿机可节省传动零件 30%。

九、减轻劳动强度, 改善劳动条件

机电一体化产品是用知识密集型将人们从劳动密集型中解放出来的桥梁。它有利于实现生产自动化、无人化生产。例如, 日本富士通法纳克工厂, 全厂 100 名职工中, 有 60 人负责计算机、机器人等的程序编制、操作、控制和维修, 其余人员从事管理、研究和推销。夜间除留一人在中央监控室值班外, 全厂实现无人化生产。

十、加快产品更新换代, 提高竞争力

机电一体化技术能使产品实现更新换代, 提高性能, 上升档次, 提高竞争力。例如, 美国研制的节能小功率电机, 是在老产品上装上价格仅 11 美元的新型电子线路, 就使异步电机空载时节电 65%, 并降低电机工作温度, 延长电机寿命, 开拓了市场。1984 年, 上海电器科学研究所研制出集成化接近开关, 其技术参数、外形规格、试验条件均与国外同类产品接近, 可互换。经与机械设备配套, 增强了机械设备出口竞争能力, 又解决了进口设备的备品备件的国产化。

§ 1-4 机电一体化产品的发展简况

机电一体化产品是当今世界机械电子工业技术和产品发展的主要趋势。

一、国外机电一体化产品发展简况

数控机床、机器人和集成电路生产设备是机电一体化设备的典型代表。

世界上第一台数控机床是美国于 1952 年研制成功,英国和日本在 1958 年、西德在 1959 年也制造出数控机床。由于数控机床具有可变性大、工艺适应范围广、改变加工品种灵活、效率高、精度高等特点,从而引起人们的重视并得到迅速发展。日本在 1975~1985 年间,数控机床产量增长 33 倍,美国 1985 年比 1982 年数控机床产量增长 1 倍。机床数控化范围已扩展到钻、镗、车、铣、磨、压力机、线切割机等。位置检测装置已使用了光栅、感应同步器、磁栅等传感器。数控装置大多采用开环控制伺服系统。以微机和单片机为核心的自动机床已开始占领机床市场。从单机自动化、加工系统自动化到自动化工厂的出现,标志着机械电子技术水平的飞跃。在各种自动化加工设备中,以柔性制造系统为最受青睐。柔性制造系统有三种类型:柔性制造单元(FMU),是指 4 台自动机床以下的系统;柔性制造自动线(FML)由专用数控和顺控机床组成;柔性制造系统(FMS),是指由 5 台以上自动机床组成的柔性制造生产线。它们分别用于多品种小批量、少品种大批量和多品种中批量零部件生产。

60 年代中,美国研制出第一台机器人。此后,机器人技术发展很快。第一代示教再现工业机器人技术已较成熟并得到普及;第二代基于传感器信息的工业机器人已经实用化;第三代智能机器人正处于开发之中。智能机器人能按照产品要求或指令修改自己的行动,具有视觉、触觉等功能。现在,美、日等国正大力开展智能装配机器人的应用。

集成电路是当代最有代表性的技术之一。集成电路工业已成为支柱产业,是一个国家科学技术和工业生产水平的重要标志,是一种知识高度密集型的工业。代表集成电路发展水平的主要指标是单片集成度。集成度越高,其功能越增加,构成晶体管的线宽越细,而芯片直径则越大。80 年代其线宽为微米级,90 年代为亚微米级,即最小线宽从 $0.8\mu\text{m}$ 至 $0.2\mu\text{m}$ 。从圆片加工尺寸来看,80 年代以 100 和 127 mm (4 和 5 英寸)为主,90 年代将以 152 和 203 mm (6 和 8 英寸)为主。故有“一代设备、一代技术、一代产品”之说。据报道,日本已研制出 16 MDRAM,线宽达到 $0.7\mu\text{m}$ 。美国贝尔实验室已研制成线宽为 $0.1\mu\text{m}$ 尺寸的晶体管。线宽越细,片子越大,设备精度越高。集成电路生产设备是由精密机械、光学技术、计算机、软件技术、自动对准系统、传感技术、接口技术等组成的闭环控制系统。它还要配套恒温、恒湿、超净和防振等工作环境。发达国家对半导体生产设备非常重视。以美国硅谷为例,半导体厂约 100 家,半导体生产设备厂为 300 家,比例为 1:3。日本企业界认为:电子元器件的销售额几年来日本一直居世界第一,不言而喻是靠自己的努力,但 50% 的贡献应归功于国产化的精密、高效、可靠的设备。

二、国内机电一体化产品发展简况

我国第一台电子管式数控铣床于 1958 年研制成功。1966 年研制成第一台晶体管式数

控铣床。全国不少单位都在积极研制数控机床,其数控应用范围已扩展到车、铣、磨、钻、镗、齿轮机床、线切割机、激光切割机及自动换刀数控机床等。在数控机床的设计能力、制造工艺、数控装置和电子元件成套性等方面,具有一定水平,为今后发展打下一定基础。柔性制造系统也正在起步,但其数控系统不过关,经济型数控装置质量不稳定,可靠性差。

我国于70年代初开始研究机器人技术,第一代工业机器人技术已基本掌握。喷漆机器人已实用化,在国内市场占有率达50%。第二、三代机器人的研制已起步。1990年,一台双足步行机器人在哈尔滨工业大学问世。这是国际上正在开发的一项高技术。由上海科技大学研制的我国第一台大抓力、大移距桥架式机器人,已用于生产实际。其性能指标均达到国际先进水平。但是,从工业机器人技术水平和实际拥有量来看,比世界先进国家还差距较大。

集成电路制造设备在中、小规模制造设备方面,国内可以解决,大规模、超大规模关键制造设备还处于攻关阶段,引进国外先进的关键设备又受到“巴统”控制,这为我国的攻关增加难度。

总而言之,我国机电一体化技术的应用尚处在初步发展阶段。近几年来,虽然有了一定发展,但应用领域还不够广,技术水平还不够高,有不少领域尚待开发。我国机械电子工业能否振兴,很重要的一个方面是取决于机电一体化技术的发展水平。因此,大力开发、普及机电一体化技术,已刻不容缓。

复 习 题

- 1-1 何谓机电一体化?
- 1-2 试述机电一体化系统的组成要素的主要内容。
- 1-3 机电一体化产品的优越性有哪些?

第二章 自动装配机

将多个零件按照一定方向和顺序自动组装起来的自动装配机,是自动机中比较复杂、最具有代表性的设备。

§ 2-1 电阻引线自动焊接机

一、概述

电阻器(简称电阻)是广泛使用的基本电器元件之一,可用于分流器、分压器、电热器等。

电阻种类很多,产品已经系列化。其中碳膜电阻的电性能稳定,能在高频条件下工作,阻值范围广,精度高,易于小型化,成本低廉,且小功率电阻生产机械化、自动化程度较高,故以 $1/8\text{ W}$ 碳膜电阻为代表介绍其生产工艺及主要设备。

$1/8\text{ W}$ 碳膜电阻的结构如图 2-1 所示。碳膜 3 是导电层,沉积在陶瓷基体(简称瓷体)4 上。金属引线 1 用于接入电路和固定电阻。由于引线不能直接焊在碳膜上,故在瓷体的两端各装一金属帽 2,以便焊接引线。此外,在电阻的外表面涂漆,作为保护层,使电阻不易受环境介质和机械的损伤。

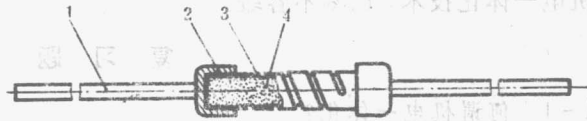
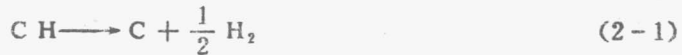


图 2-1 $1/8\text{ W}$ 碳膜电阻的结构

1—引线, 2—金属, 3—碳膜, 4—陶瓷基体

$1/8\text{ W}$ 碳膜电阻生产的工艺流程是: 瓷体准备→被碳→涂清漆→加帽→初值分选→刻槽→焊引线→电老炼→涂漆→成品分选→印标志→包装。每个工艺相应在一台机器上加工。例如,被碳是在被碳炉中进行的,炉温 $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,由碳氢化合物(如甲烷 CH_4 , 苯 C_6H_6)的蒸汽热分解出碳,沉积在陶瓷基体上。其反应式为



焊引线工艺是在引线自动焊接机上进行的。引线焊接过程如图 2-2 所示。金属引线左右各一根,用于接入电路和固定电阻。由于引线不能直接焊接在陶瓷基体或碳膜上,因此,在陶瓷基体两端各装一金属帽,称为电阻体。自动上电阻体,左右自动上引线,三者对心、加压、加电焊接。

引线焊接电器原理如图 2-3 所示。全波整流器的输入端与电源变压器 T_1 相接,输出端与 V_1 和储能电容器 C 相连,在电阻体、引线上料、对心和夹持过程中, V_1 导通,向 C 充电;在电阻体、引线夹紧、焊接变压器次级的 a 端和电阻体上的铜帽接通, b 端和引线接通后, V_1 截止, V_2 开通, C 通过焊接变压器 T_2 的初级放电,在 T_2 次级感应出低压大电流,使引线与铜帽接触处瞬间产生大量的热而局部熔化,在压力的作用下,引线与铜帽焊接在

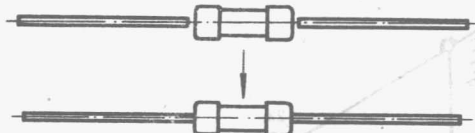


图 2-2 引线焊接过程

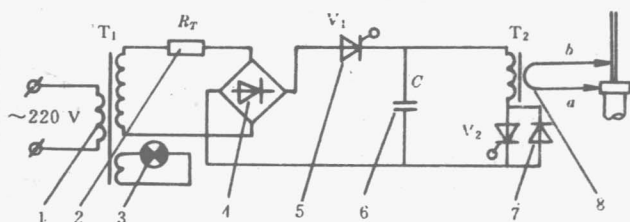


图 2-3 引线焊接原理

1—电源变压器, 2—熔断器, 3—照明灯, 4—全波整流器,
5—可控硅, 6—储能电容, 7—二极管, 8—焊接变压器

一起。焊接后, V_2 截止, V_1 导通, 又向电容 C 充电, 准备下一个电阻的焊接。二极管 7 起保护作用, 为释放感应电势。

另一根引线的焊接原理与上同。

二、总体构思

电阻引线自动焊接机的总体构思如图 2-4 所示, 左右机构对称相同, 现仅表示出左边引线焊接机构。电阻体上料是用电磁振动料斗(未表示出来)输送到料仓, 由电阻体上料机构实现间歇供料。各机构的协调动作, 是由分配轴上的凸轮、杠杆进行传递动力和时序控制, 完成引线自动焊接的。

电机 1 通过皮带轮、蜗杆、蜗轮带动分配轴 7 转动。分配轴上安装了盘形凸轮 2、6、8、11、槽轮 4、端面凸轮 36, 以控制各个机构。分配轴既可用电机带动, 又可用手轮转动, 以适应自动与手调的需要。

电阻体上料: 蛇形料仓 21 的电阻体落入上料盘 22 的 V 槽形中。在电阻体送进凸轮 8 的作用下, 经杠杆 9 和推杆 26, 使棘爪 23 拨动固定在上料盘 22 上的棘轮转动, 将电阻体送到焊接位置。凸轮 11 经杠杆 10 使钢丝绳 25 放松(向上), 在弹簧 24 的作用下, 电极 20 压紧待焊电阻体 19 的铜帽, 准备焊接。

引线上料: 引线 34 经矫直器 33 校直, 穿过钢珠夹头 30、29、定刀 28 和定钳口 27, 并伸出定钳口 1 mm 左右。大拖板 13 上安装齿形矫直器 33、钢珠夹头 29、定刀 28、定钳口 27、动刀 14 和动钳口 18 等装置, 当凸轮 4 经杠杆拨叉 5、弹簧 32 拨动大拖板 13 右移时, 夹着引线的钢珠夹头 29 向电阻铜帽靠近。同时, 小拖板 31 载着钢珠夹头 30 向左移动, 因夹头 29 已将引线夹紧, 故夹头 30 向左移不影响引线向右送进。当引线将与铜帽接触时, 凸轮 2 使轴 3 摆动, 随行摆杆 12 和摆动压杆 16 随之摆动, 其上两个可调螺钉 17 和 15, 分别作用于动钳口 18 和动刀 14 上, 夹紧和切断引线, 大拖板 13 继续前进, 夹在钳口 18 和 27 内的一段引线与铜帽接触。之后, 凸轮 4 继续使拨叉 5 向前拨动, 弹簧 32 受压, 使引线紧压铜帽。这时, 电器开关凸轮 6 触动开关, 储能电容器放电, 在两个铜帽上各焊一根引线。焊接变压器次级的一端 a 接在电极 20 和上料盘 22 上, 另一端 b 接在定钳口 27 上。电极 20、上料盘 22 与定钳口 27 是互相绝缘的。

引线焊好后, 动钳口 18 张开, 动刀 14 退回原处, 电极 20 离开电阻体, 上料盘 22 转位, 焊好引线的电阻体卸料, 另一电阻体即进入待焊位置。大拖板 13 在凸轮 4 的作用下左移半根引线的距离(由于小拖板 31 上的钢珠夹头 30 将引线夹紧, 故引线不会随大拖板 13

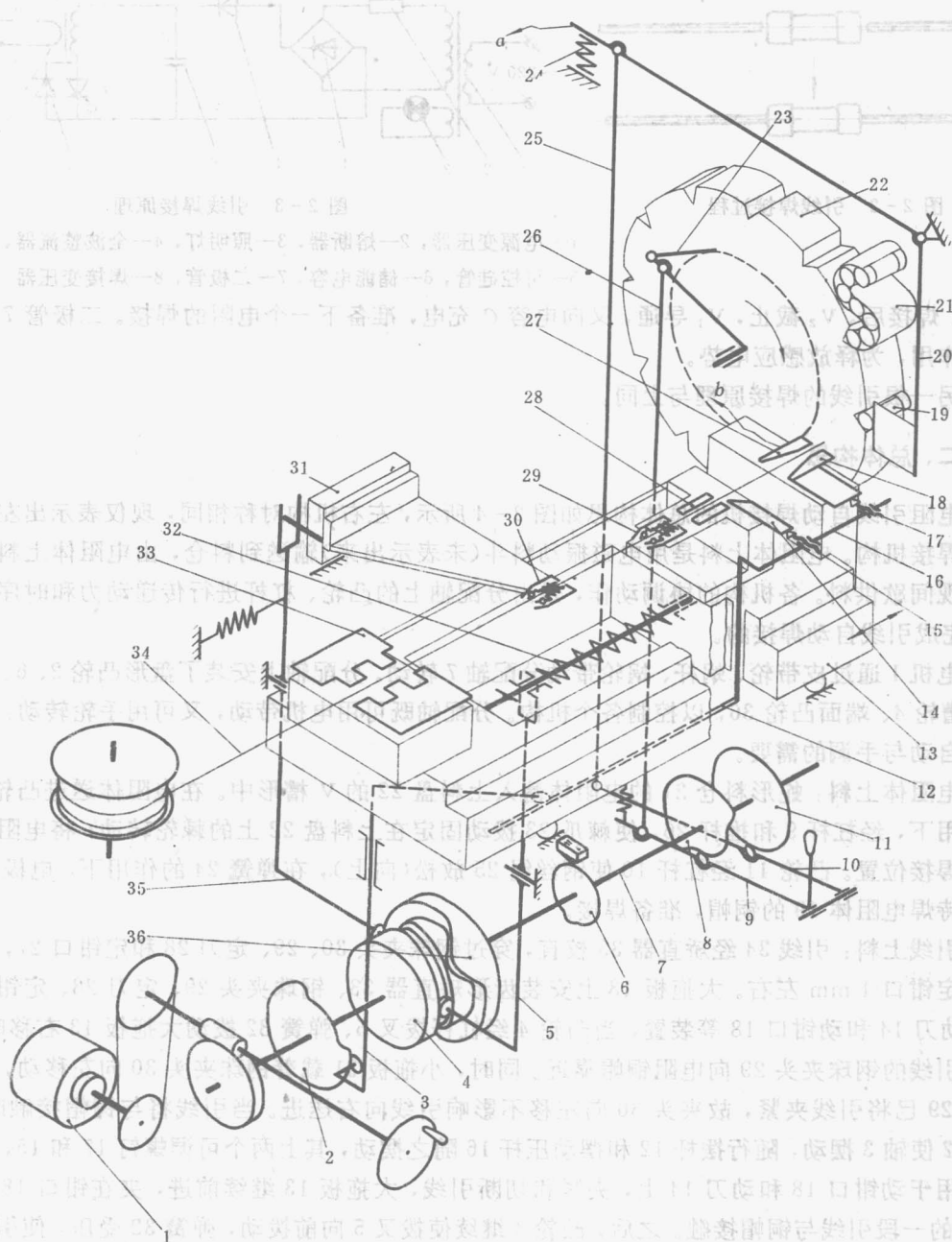


图 2-4 电阻引线自动焊接机的总体构思

1—电机, 2—引线夹紧、切断凸轮, 3—摆轴, 4—大拖板移动凸轮, 5—杠杆拨叉, 6—焊接凸轮, 7—分配轴, 8—电阻送进凸轮, 9—杠杆, 10—杠杆, 11—电阻夹紧凸轮, 12—随动摆杆, 13—大拖板, 14—动刀, 15、17—调整螺钉, 16—摆动压杆, 18—动钳口, 19—待焊电阻, 20—电极, 21—料仓, 22—上料盘, 23—棘爪, 24—弹簧, 25—钢丝绳, 26—推杆, 27—定钳口, 28—定刀, 29、30—钢珠夹头, 31—小拖板, 32—弹簧, 33—齿形矫正器, 34—引线, 35—摆杆拨叉, 36—端面凸轮