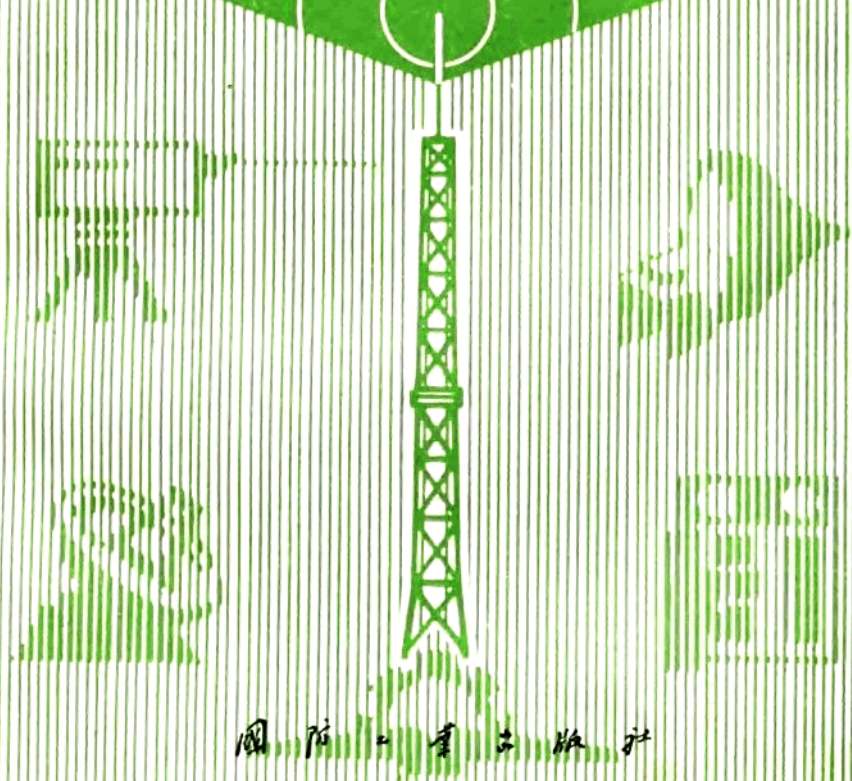


中等专业学校教材

电子专用设备设计

王崇道 兰越前



国防工业出版社

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校、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年至1985年,已编审、出版了两轮教材,正在陆续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“努力提高教材质量,逐步实现教材多样化,增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神,我部所属的七个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会,在总结前两轮教材工作的基础上,结合教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1986~1990年的“七五”(第三轮)教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿,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。广大编者、各编审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、出版工作还会有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按原电子工业部工科电子类专业教材 1986~1990 年编审出版规划, 由原电子工业部中等专业电子机械类专业教材编审委员会机械制造教材编审小组征稿, 推荐出版, 责任编辑傅承基。

本教材由北京无线电工业学校王崇道担任主编, 天津无线电机械学校杨光顺担任主审。

本课程的参考学时数为 90 学时。其主要内容为电子工业专用自动化设备中常用机构、部件设计的基础理论知识及总体设计有关知识。以期在教学中通过设计实践, 使学生具备一定设计能力, 以便在今后工作中有较强的适应性。

本教材由王崇道编写第一、二、三、四、六、八、十章, 兰越前编写第五、七、九章。王崇道统编全稿。

本书在编写过程中得到北京无线电工业学校张文韶、张悦、李国绩、和枫、878 厂徐宏法、电子工业出版社施玉新等同志大力支持和帮助, 在此一并表示衷心感谢。

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

目 录

第一章 绪 言		第三节 件料上料机构 109
第一节 电子专用设备及其分类 1		第四节 典型料斗设计 125
第二节 电子专用设备的特点分析 2		第五节 粉块料与泥浆料自动上料简介 135
第二章 典型电子专用设备简介		第七章 典型执行机构和装置
第一节 无线电元器件制造设备 4		第一节 夹持机构 138
第二节 电真空器件制造设备 21		第二节 工作机构 141
第三节 半导体器件制造设备 30		第三节 检测分类装置 146
第三章 自动化机械设备的 基本概念		第四节 包装机械中的执行机构 150
第一节 自动机及其组成部分 38		第八章 控制装置
第二节 自动机的生产率分析 38		第一节 概述 157
第四章 凸轮机构设计		第二节 运动的控制 159
第一节 凸轮机构的结构设计 41		第三节 位置的控制 166
第二节 凸轮轮廓曲线设计 46		第四节 时间控制与数量控制 173
第三节 凸轮机构的主要参数 61		第九章 支承、机体和丝杠 螺母机构
第四节 凸轮机构的同期控制图设计 69		第一节 旋转支承 178
第五节 凸轮设计举例 73		第二节 直线运动导轨 185
第五章 间歇运动机构		第三节 机座和机架 191
第一节 棘轮机构 77		第四节 丝杠螺母机构 198
第二节 非完整齿轮机构 84		第十章 总体设计原理
第三节 槽轮机构 88		第一节 总体设计的基本原则与一般程序 206
第四节 其他间歇运动机构简介 95		第二节 基本参数及方案的确定 208
第五节 与液压、气动或电气组合的转位机构 97		第三节 传动方案的拟定与传动系统的计算 212
第六章 自动上料机构		第四节 总体尺寸的确定与机构部件的结构设计 221
第一节 丝、带料上料机构 102		
第二节 管、棒料上料机构 108		

第一章 绪 言

第一节 电子专用设备及其分类

电子专用设备, 通常是指专门用于生产电子产品或为电子产品生产中的某一工序而专门设计制造的设备。由于电子产品的种类、型式、结构、规格很多, 生产中采用的工艺方法又不同, 所以, 不同产品、不同工序的设备除标准的设备外, 常常是千差万别的、非标准的, 因而电子专用设备又叫电子非标准设备。

电子专用设备的分类, 通常有下列方法:

1. 按所服务的电子产品类型分类

- (1) 电真空器件制造^①设备 如电子管设备、显像管设备、电光源设备等等。
- (2) 半导体器件设备 如合金工艺半导体设备、集成电路设备和晶体管设备等等。
- (3) 无线电元件设备 如电阻器设备、电容器设备、扬声器设备、接插件设备等等。
- (4) 电线、电缆设备 各种电线、电缆、波导管生产所用设备。
- (5) 整机设备 电台、仪器仪表、计算机、雷达等等整机产品生产所用设备。

2. 按工艺用途分类

- (1) 原材料制造及加工设备 如轮碾机、磁选机、球磨机、压铸机、拉丝机等等。
- (2) 零件制造及加工设备 如帽盖(即金属帽)制造机、玻壳制造机、绕线机、刻槽机等等。
- (3) 化学工艺过程及表面处理设备 如喷涂机、金属蒸发装置、被银机、涂石墨机、真空浸渍设备、三氯化乙烯清洗装置等等。
- (4) 炉子及干燥设备 如干燥炉、合金烧结炉、真空焊接炉、氢气炉等等。
- (5) 焊接装配和老炼设备 如点焊装架台、超声压焊台、管芯装配机、打印机、老炼台等等。
- (6) 电气、无线电及测试设备 如静态参数试验台、寿命试验装置、振动试验台、恒温恒湿试验台等等。

(7) 辅助设备及其他设备 如真空储存柜、氮气净化装置、真空泵与真空机组等等。

这种分类方法, 对不同情况细目可能略有不同。

3. 按设备的主要技术特征分类

- (1) 机械(自动化半自动化)设备 如加帽机、编栅机、划片机等等。

① 为了简化名称, 常将“制造”两字省去, 下面我们也沿用此法。——编者

- (2) 真空设备 如排气机、镀膜机、真空焊接机等等。
- (3) 热工设备 如各类空气炉、氢气炉、真空炉等等。
- (4) 光学设备 如光刻、制版设备, 显微、放大设备, 激光设备等等。
- (5) 超声设备 如超声加工、清洗、焊接设备。
- (6) 火焰加工设备(即玻璃加工设备) 如封口机、芯柱机、喇叭机等等。
- (7) 化学工艺过程设备 如各种化学原材料(硅酸盐、硅烷……)的制取设备, 塑料、陶瓷、玻璃材料的制取设备, 电镀设备, 喷涂、电泳、碳化等表面涂覆设备, 清洗设备等等。
- (8) 电气测试设备 如中间测试台、老炼台等等。
- (9) 超净设备
- (10) 其他设备

第二节 电子专用设备的特点分析

电子专用设备一般都具有下列特点:

1. 设备自动化程度较高

由于电子产品特别是元器件产品产量大、工艺定型、设备专用, 故自动化程度一般较高。

2. 设计设备需有较多学科的技术知识

由于电子产品品种多, 工艺复杂, 有时还需自己解决原材料的生产, 在技术上涉及的科学技术领域较宽。有时设计、制造一台设备, 需涉及好几个学科知识, 例如设计、制造电子管 24 轴排气机, 涉及机械、电气、真空、炉子等科学知识; 又如集成电路生产中制版精缩用的单头分步重复照相机, 涉及机械(包括精密机械)、电气(包括步进电机拖动和数字控制)及光学(包括激光定位和紫外光曝光系统等等)。因此, 对生产线、车间或工厂来说, 涉及更广。大致说来, 电子专用设备设计所涉及到的学科知识主要有:

- (1) 机械(包括精密机械, 机械自动化, 液压、气动技术等等);
- (2) 电气(包括电子仪器与线路, 检测技术, 自动控制技术, 计算机技术以及及产品有关的电气知识和工艺知识);
- (3) 真空(包括有油系统、无油系统及获得真空和测量真空度的知识);
- (4) 热工(包括气热、电热、红外加热, 在空气、介质气体或在真空中加热等等);
- (5) 制冷(包括晶体制冷、氟里昂和液氮制冷及其检测);
- (6) 光学(包括普通显微镜放大系统、紫外平行光曝光系统、干涉光、偏振光系统、激光系统……);
- (7) 化工(陶瓷、塑料、玻璃及有关化工材料的制造, 表面清洗被覆, 水的软化与去离子水的制取, 各种气体的制取……);
- (8) 超净(包括超净厂房与超净设备等超净环境的获得和检测);
- (9) 其他(如金刚石加工, 印刷与包装, 工艺美术与造型、声学、建筑学、环境保护、冶金……等等)。

3. 设备负荷小侧重结构设计

由于电子产品特别是元器件的主要工艺设备，大多不进行切削加工和压力加工（它们的冲压工序通常在普通冲床上进行，个别产品设计专用的冲压设备。将冲压与其他工序结合在一台工艺设备上的很少），所以，大多数工艺设备的阻抗力矩很小，设备功率小，结构强度一般足够。因此，在设计制造专用设备时，主要应认真考虑设备的结构、精度、刚度、内外振动对设备主要执行部分作业的影响以及设备工作可靠性问题。

4. 作业环境对设备要求高

一些电子产品的主要工艺工序，对作业环境的卫生条件要求较高（有的要求真空卫生、有的要求置于超净环境），也要求设备的零部件进行必要的表面处理和选用合适的材料。并注意设备的防护、结构造型与色彩。

第二章 典型电子专用设备简介

电子专用设备用途各异,种类繁多,本章仅对几种比较典型的专用设备的用途、传动、结构等作一简单介绍,以期了解其概貌^①。

第一节 无线电元器件制造设备

无线电元器件通常是指各种类型的电阻器、电容器、线圈、变压器、扬声器、开关、插头、管座、继电器、电线……等等。它的种类极广,结构与规格很多,这里仅介绍电阻器和扬声器制造中的两种专用设备。

一、1/8W碳膜电阻加帽机

这种设备用于碳膜电阻的加帽工序,它是在已被碳膜的瓷体两端套装金属帽,以便在后道工序焊上引线。图2-1中,图(a)示出碳膜电阻的结构;图(b)示出该电阻在这台加帽机上加帽的工艺过程。

为了确保已经被碳的瓷体(电阻体)的电气性能,要求加帽后瓷体与金属帽在径向和

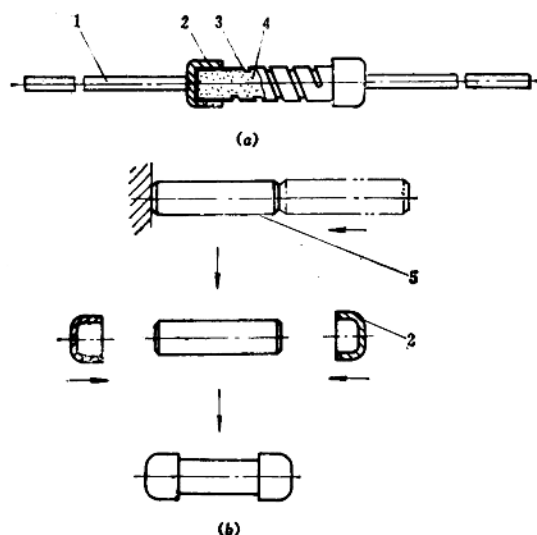


图2-1 1/8W碳膜电阻的结构及加帽机的工艺过程

1—引线; 2—金属帽; 3—碳膜; 4—陶瓷基体; 5—被碳瓷体。

① 各校可根据自己学校所在地电子工业企业专用设备情况,参考本书选型方法,适当增减典型设备的教学内容,并结合所选设备补充教材,让学生带着它去工厂对照学习,教师在现场辅导答疑,进行现场教学。进度约半天学完1~2台较复杂的设备。

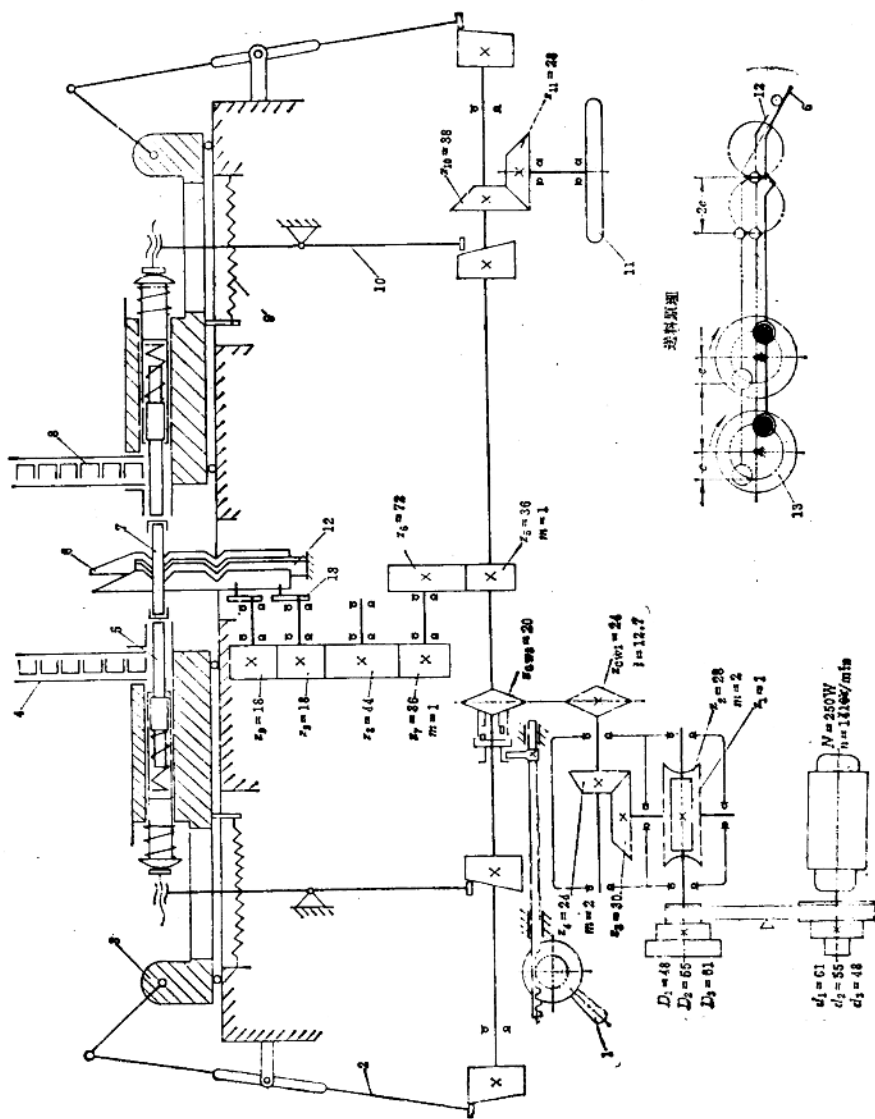


图 2-2 1/8 W 碳膜电阻加帽机的传动系统

轴向均有良好的接触,故瓷体与金属帽采用过盈配合,并在瓷体两端作弧形倒圆。为使金属帽及瓷体轴向接触良好,避免受瓷体长度误差的影响,需将加帽时的轴向压力调节适当,压入位置要略有浮动,使两者既紧密接触,又不发生破裂。

1. 工作循环程序

(1) 瓷体 7 由振动料斗成列送至准备加帽的位置,机械手将排在最外边的一个瓷体取出,并送到图示(见图 2-2)加帽位置。

(2) 左右两边冲头 5 趋近金属帽 8 (由振动料斗成列送来),然后冲头 5 与滑块 3 同时将金属帽送至在加帽位置的瓷体 7 的两端,当滑块前端的凹模套住瓷体的端部时,滑块停止前进,冲头 5 继续前进,将金属帽套压在瓷体上。

(3) 滑块 3、冲头 5 一同后退,复位。

(4) 机械手 6 再次将瓷体送到加帽位置,并将原在加帽位置的已加帽瓷体送入流料槽。

(5) (参看图 2-3) 已加帽的电阻体,沿着作前后往复振动的流料槽 16 在电磁振动送料器 17 的作用下下滑,合格品流入成品盒 19; 只一端加帽的废品,因瓷体直径较小,无帽端从料槽 16 中下摆,加帽端竖直挂在料槽上下滑,经过光敏管前面时将光电通路切断,控制电磁铁 21 将料槽 18 向左斜,使该电阻体流入左面的废品盒 20; 两端均未加帽的瓷体,则从流料槽缝隙中掉落入另一坯件盒中。

2. 传动系统

1/8W 碳膜电阻加帽机的传动系统如图 2-2 所示,电动机经三角皮带塔轮、蜗杆蜗轮减速器、链轮链条、齿形离合器将运动传给凸轮轴。离合器的通断,是用手柄 1 控制齿轮齿条机构,带动拨叉沿凸轮轴实现轴向移动。凸轮轴两端的两只轴向凸轮分别控制左、右滑块 3 沿滚动导轨同时趋近,并在左右两边的两个弹簧 9 的作用下作同时反向的往复运动。通过调整杠杆 2 的支点位置,改变杠杆比,可以调整滑块行程大小。流料槽 4 固定在滑块 3 上,随滑块一起运动。在滑块 3 中的左、右冲头 5,由另一对轴向凸轮通过杠杆 10 控制,使其做同时趋近或离开的往复运动。四个凸轮控制左、右滑块与冲头协调动作,使金属帽压套在瓷体上。瓷体 7 由振动料斗(图中未示出)成行送至 V 形固定架 12 的后 V 形槽上,在机械手 6 和一对偏心轴 13 的作用下,向前步进到加帽位置的 V 形槽上。加帽后,机械手 6 在第二次步进送料时将已加帽瓷体向前卸下。机械手是由凸轮轴经齿轮 z_6 、 z_8 、 z_7 、 z_5 传动的,由于齿轮 z_8 同时与两个齿轮 z_7 啮合,使两个齿轮 z_7 同步同向旋转,带动与齿轮 z_7 同轴的偏心轮旋转,在曲柄作用下,使机械手平移步进,从而实现送料。

设备调整时,可操纵手轮 11 传动凸轮轴。此时,应将离合器脱开。

3. 主要机构

(1) 加帽机构 加帽机构(见图 2-3)对称地安装在 1/8W 碳膜电阻加帽机上部左右两侧,它们的结构、工作原理相同。金属帽由振动料斗 8 经弹簧送料槽 9 和竖直送料槽 10,送至待加帽的瓷体两端。

凸轮 14 通过杠杆 13 推进加帽器 6,弹簧 11 使冲头 12 推动金属帽套压(调整弹簧 11 可控制套压力的大小)在瓷体上。加帽器 6 的前后位置可通过平头压块螺钉 5 进行调整。加帽后弹簧 7 使加帽器返回。

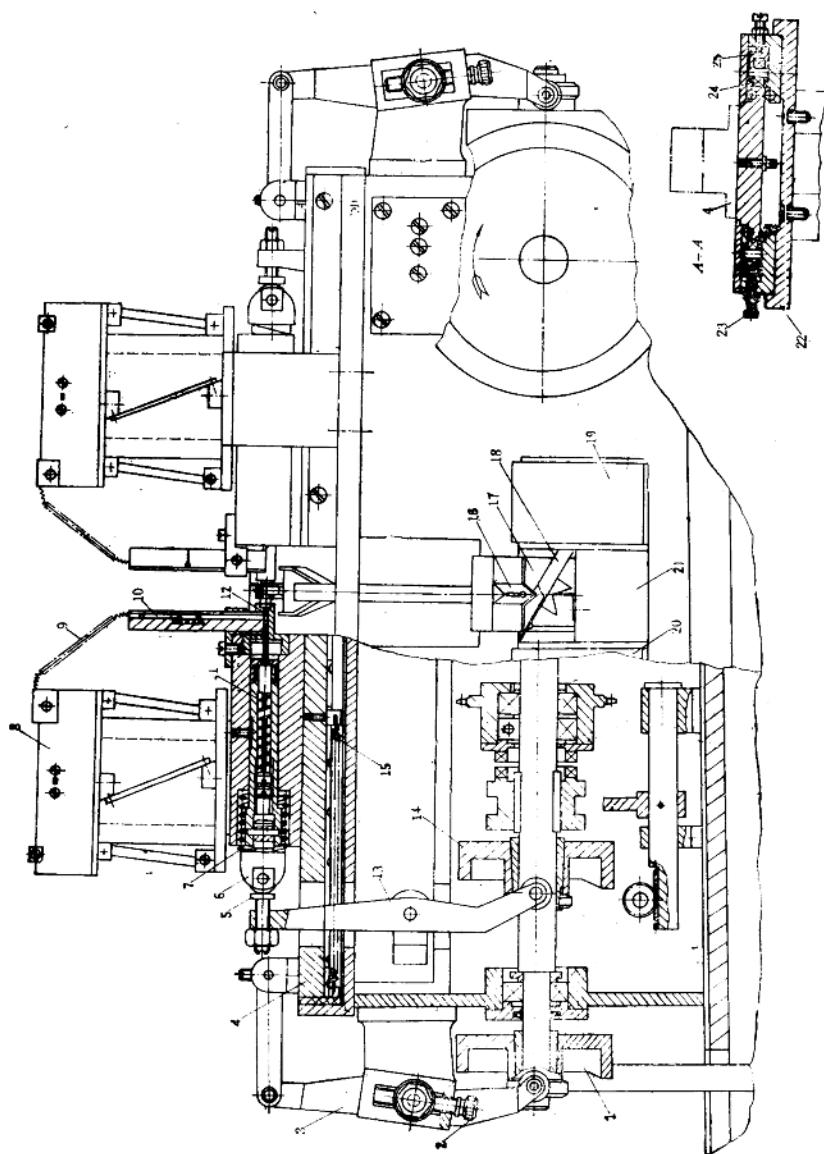


图2-3 加帽机构

滑块 4 是加帽器 6 的支承, 安装在机座的滚动导轨上 (参看 A-A 剖面), 滑块左右两边的上下面用钢球、两侧用四个滚动轴承 24 导向, 滚动轴承装在固定导轨 22 两端的轴承架 25 上, 用螺钉 23 调整滑块移动的方向和松紧。滑块移动由凸轮 1 控制, 其行程可调整支点位置调节机构 2 改变杠杆 3 的力臂与座臂之比来得到。在弹簧 15 的作用下实现滑块的返回。

(2) 送瓷体机构 送瓷体机构的结构如图 2-4 所示, 已被碳的瓷体由振动料斗经螺旋弹簧送料管及料嘴 8 送至 V 形固定架 9 上, 再由其两侧的托板 3 (即图 2-2 中的机械手 6) 在偏心轴 10 的带动下将瓷体托起, 向前送至固定架 9 的前一 V 形槽, 即加帽位置处, 等待加帽。

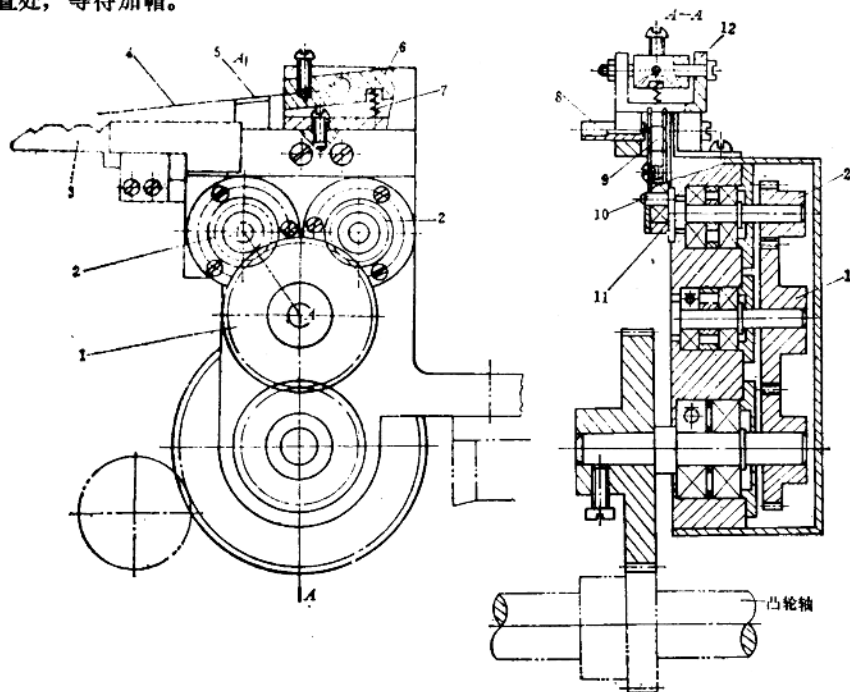


图 2-4 送瓷体机构

传动通过齿轮 1 带动两个齿数相同的齿轮 2 同向同步带动偏心轴 10 转动, 使上料夹板 11 (套装在偏心轴上的滚动轴承外座圈上) 和托板 3 作送进运动, 将固定架 9 (即图 2-2 中的 12) 上 V 形槽中的瓷体托起, 并把它送到前面一个位置。因偏心轴的偏心距为 5mm, 故托板 3 的送料行程为 10mm。

加帽时, 为了防止因套压力作用点与瓷体不同心而引起瓷体跳动, 故在料嘴固定架 12 上装上摇板 6, 弹簧 7 使固定于摇板 6 上的钢丝 4 压住瓷体。加帽后需将在加帽位置的电阻体送出, 卸到流料槽内, 此时, 与上料支板 11 固定在一起的支片 5 随托板 3 向上运动, 而把钢丝 4 抬起, 使托板 3 无阻碍地将电阻体 (瓷体) 送出。

(3) 电磁振动料斗 电磁振动料斗是一种高生产率的自动上料机构, 在电子专用设备中应用非常广泛, 本书将在第六章第五节中详细介绍。电磁振动料斗的作用, 是实现瓷体和金属帽自动上料, 即使瓷体顺料槽头尾相接和使金属帽侧着凹口向着瓷体排成

单列, 分别送到加帽机构和送瓷体机构处, 以便执行机构自动取料。

4. 电气控制

1/8W碳膜电阻加帽机的电气控制, 包括对电动机、电磁振动料斗和对加帽瓷体是否合格的自动检验分类输送等控制。其线路原理如图 2-5 所示。

当接通三相开关 K_1 和钮子开关 K_{2-1} 、 K_{3-1} 、 K_{4-1} 后, 三个电磁振动料斗开始工作。电磁振动料斗的送进速度可通过 $1.5k\Omega$ 瓷板电位器调整。

振动料斗工作时, 金属帽逐渐自动成列送到竖直流料槽 (图 2-3 中的 10) 中, 达一定数量时, 金属帽将槽内的触点接通, 当两个触点均接通时, 半导体管 V 的基极与发射极导通, 继电器 J_3 工作 (如金属帽未接通, 电流通过 $100k\Omega$ 可变电阻器使电容充电后, 也能使半导体管 V 导通工作, 但时间延迟几秒), 长闭触点 J_{3-1} 断开。此时按下按钮 K_6 , 继电器 J_2 工作, J_{2-1} 及 J_{2-2} 接通, 使半导体管 V 截止, J_3 停止工作, J_{3-1} 恢复原状 (即闭合), 于是交流接触器 J_1 工作, 电机启动, 机器自动开始工作。

工作时由于金属帽在料槽中是一个接一个地移动, 会使料槽的触点时开时闭, 为了使交流接触器 J_1 不致因触点在断开的瞬时停止工作, 影响机器的正常运转, 当缺料时又能使电机自动停止工作, 故在电路中加入一个电容器, 当断开触点的时候, 电容器充电, 使半导体管 V 延时导通, 由于此时 J_{2-1} 是闭合的, 故 J_2 继续工作。充电时间的长短可调整该处的 $100k\Omega$ 瓷板电位器进行控制, 调整范围为 $1\sim5s$ (一般为 $3s$)。在所调整的时间 ($3s$) 内, 只要两个金属帽将电路接通一次, 就可使电容放电, 而使半导体管 V 基极电压不能上升, 半导体管 V 不能导通, J_3 不能工作。如超过此时间 ($3s$) 以后, 还没有金属帽将线路接通, 此时, 电容器充电, 使半导体管 V 和 J_3 工作, J_1 断开, 电机停止工作。当金属帽又正常送料使触点接通时, J_3 自动断开, 电机启动。

当需停车时, 按下按钮 K_7 , 切断 J_2 电路即可。

原理图的右下部为双稳态光控部分, 它的作用是将废品电阻分离。当只一端加帽的废品沿料槽下滑切断光电通路时, 此信号使双稳态电路翻转, 直流继电器 J_4 接通, J_{4-1} 断开, 电机停止工作。同时, 下滑道料槽翻转电磁铁工作, 吸动起分路作用的料槽 (图 2-3 中的 18) 翻转, 使废品流入废品盒中。

其工作原理是当光电二极管 2AUI 正常工作时, 半导体管 I 基极电位升高, 半导体管 I 导通, 半导体管 II 基极处于高电位, 半导体管 II 导通, 而其集电极处于低电位, 使半导体管 IV 基极处于低电位, 半导体管 IV 截止, 因而 J_4 不工作, 电机正常运转。与此同时, 半导体管 III 的集电极也处于高电位, 而其基极则处于低电位状态, 半导体管 III 截止。当光电二极管没有光照射时, 半导体管 I 基极处变为低电位, 半导体管 I 截止; 半导体管 II 基极处于低电位, 半导体管 II 截止, 于是其集电极变为高电位, 半导体管 IV 基极电位升高, 半导体管 IV 导通, 继电器 J_4 工作, J_{4-1} 断开, J_1 断开, 电机停转; 同时 J_{4-2} 接通, 料槽翻转电磁铁工作, 起分路作用的料槽翻转, 同时指示灯显示。这时, 半导体管 II 基极也处于高电位状态, 集电极处于低电位状态, 半导体管 II 导通。当光电截止信号消失时 (即工件从光源与光电二极管间通过后, 光电通路恢复正常), 半导体管 I 重新导通, 发射极电位升高, 此时因半导体管 I 是导通的, 半导体管 III 的集电极和半导体管 II 的基极电位不能升高, 仍稳定于半导体管 II 导通, 半导体管 III 截止状态, 故半导体管 IV 继续导通, 继电器 J_4 继续工作, 电机仍停转。当故障排除, 按开关 K_8 使其断开并接地, 半导

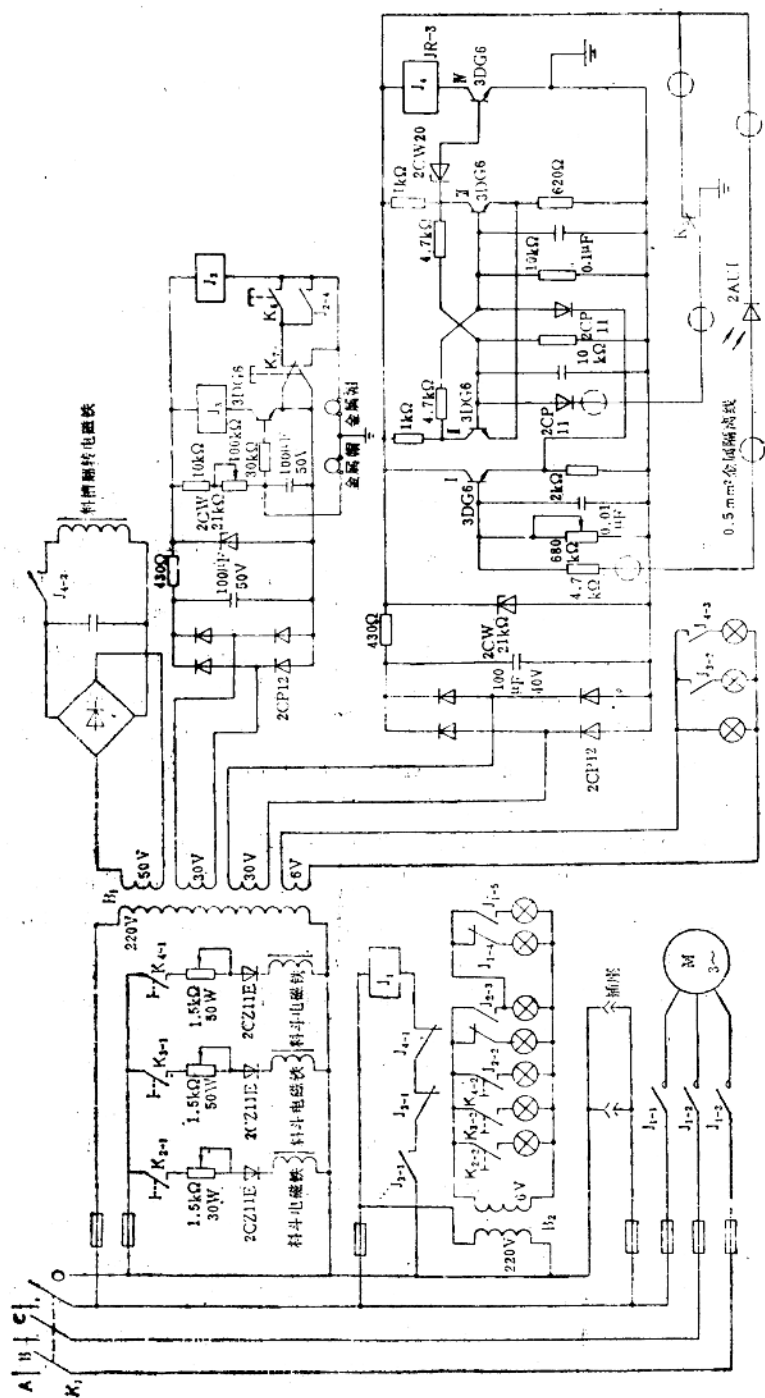


图2-5 1/8 W 碳膜电阻加帽机电气控制原理图

体管Ⅱ基极电位下降，半导体管Ⅱ截止，半导体管Ⅲ集电极与半导体管Ⅲ基极电位升高，半导体管Ⅲ导通，半导体管Ⅳ截止， J_4 停止工作， J_4 恢复原位（接通）， J_1 工作，电机启动。当手离开开关 K_5 后， K_5 自动复位，但半导体管Ⅲ集电极仍稳定于低电位状态。半导体管Ⅲ继续导通，半导体管Ⅱ截止，电机继续工作。

二、扬声器纸盆捞浆热压成形机

扬声器纸盆捞浆热压成形机是将纸浆浇注成扬声器纸盆的自动化设备，主要由四工位的间歇回转工作台部件、冲孔切边部件以及连接这两部件的机械手等组成。

1. 工艺程序

在捞浆热压成形机上成形纸盆的工艺程序如图 2-6 所示，即：工位Ⅰ，净网，将过滤纸浆用的金属网模子（装在转盘 1 上）上的残留纸屑自动清除干净；工位Ⅱ，捞浆，往转盘间歇转位送来干净的金屬网模子上进行纸浆浇注，淀积成纸盆（坯料）；工位Ⅲ，热压，将纸盆（随金属网模子）在热压模中烘干、成形；工位Ⅳ，卸料，机械手 2 用真空吸附的办法将纸盆卸离转盘（从金属网模子上取下），放在工位Ⅴ（单独安装）处；工位Ⅴ，冲孔切边，机械手 3 用真空吸附的方法将成品纸盆从冲模中取出，放在左面的成品箱（图中未表示）中。

2. 主要机构

捞浆热压成形机主要部件和执行机构有二间歇转位机构、净网机构、捞浆机构、热

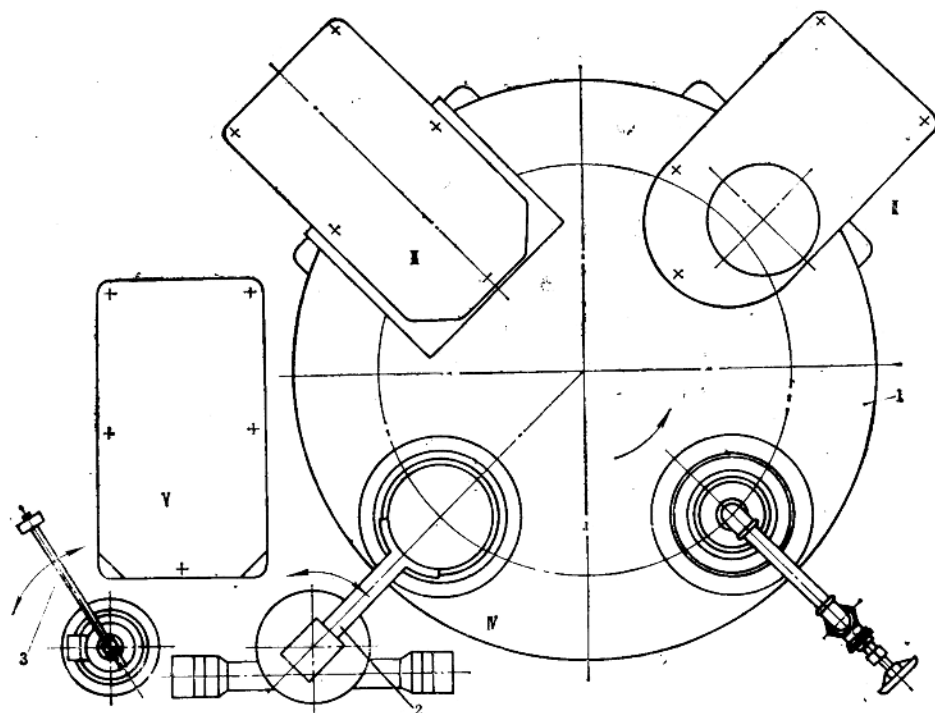
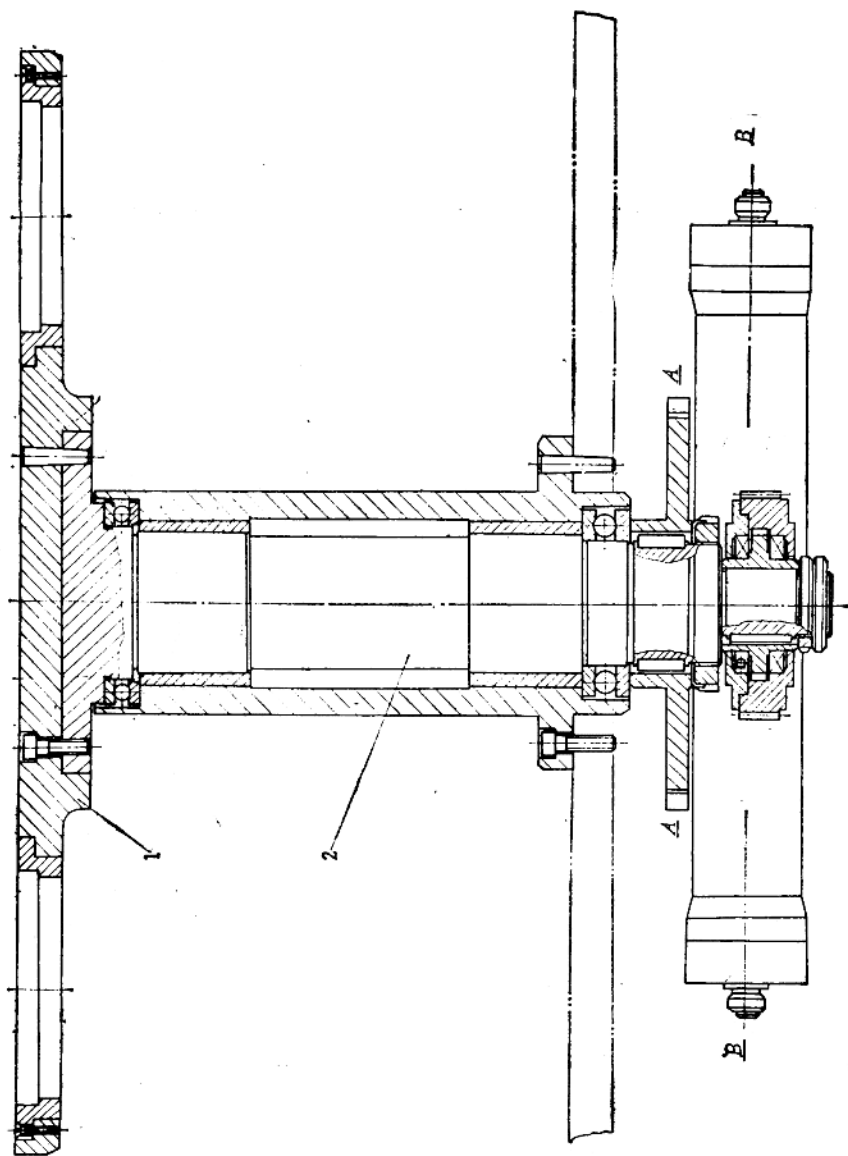


图2-6 捞浆热压成形机工艺位置图



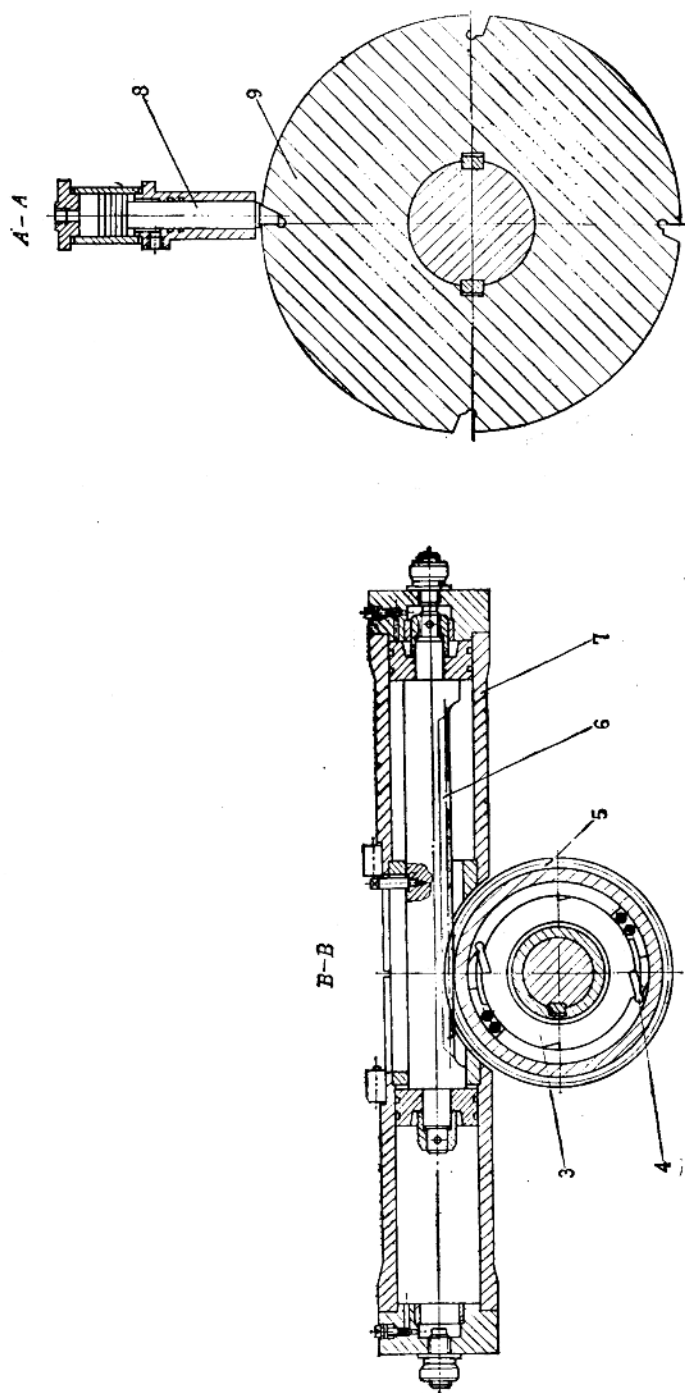


图2-7 圆锥转位机构