



世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

机电设备概论

主编 聂立芳



北京邮电大学出版社

责任编辑：周 堃 邓 艳

封面设计：欧阳文明



21 世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

- ※ 机电设备概论
- ※ 液压与气压传动
- ※ 电器及PLC控制技术
- ※ 微机控制技术及应用
- ※ 传感器及应用
- ※ 电工电子技术及应用
- ※ 自动化设备及生产线调试与维护
- ※ 机电技术应用专业实训

ISBN 978-7-5635-1318-5



9 787563 513185 >

定价：11.00元

中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

机电设备概论

主 编 聂立芳

北京邮电大学出版社
• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

机电设备概论/聂立芳主编. —北京:北京邮电大学出版社,2006

ISBN 978 - 7 - 5635 - 1318 - 5

I. 机... II. 聂... III. 机电设备—专业学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 082653 号

书 名 机电设备概论
主 编 聂立芳
责任编辑 周 堃 邓 艳
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 960 mm 1/16
印 张 8.25
字 数 167 千字
版 次 2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5635 - 1318 - 5/TP · 250
定 价 11.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系

E-mail: publish@bupt.edu.cn

电话:(010)82551166 (010)62283578

Http://www.buptpress.com

版权所有

侵权必究

出版说明

本书是根据教育部颁布的中等职业学校机电技术应用专业主干课程“机电设备概论教学基本要求”编写的。

为适应机电技术应用专业教学改革的需要，即该专业的毕业生应当是机电复合型人才，既懂“机”又懂“电”，以胜任管理、使用和维修机电设备技术工作的要求。为了贯彻教改精神，本书在编写过程中力求做到以下几点：

(1) 体现对已学课程、后续课程的承上启下作用。内容选择时贯彻“实用、精炼”的原则。

(2) 努力反映“新工艺、新技术、新知识和新方法”的“四新”要求，充分考虑信息技术、检测技术、控制技术对机电设备发展的影响。

(3) 降低理论难度，引进了必要的机电一体化技术，全书通俗、简明。

(4) 注意学生分析能力、创新思维能力、科学工作方法及良好的职业道德意识的培养。

本书主要供中等职业学校机电技术应用专业的学生使用，也可供机电设备管理和维修技术人员参考。

本书在编写过程中，参考和引用了许多专家、学者的著作，在此表示感谢。

限于编者水平和编写时间，书中错误和不妥之处难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 机电设备的分类与应用	(1)
第一节 机电设备概述	(1)
第二节 金属切削机床	(4)
第三节 起重设备	(8)
第四节 办公自动化设备	(13)
第二章 机电设备的构成	(16)
第一节 机械系统	(16)
第二节 液压与气压传动系统	(23)
第三节 电气控制系统	(29)
第三章 机电设备应用举例	(47)
第一节 普通车床	(47)
第二节 数控机床	(62)
第三节 自动化生产线	(74)
第四节 电梯	(85)
第五节 复印机	(100)
第四章 设备管理与安全使用规范	(118)
第一节 设备管理基本知识	(118)
第二节 机电设备的安全使用	(123)

第一章 机电设备的分类与应用

从工业到家用,从交通运输到航空,从医疗卫生事业到社会福利事业,机电设备都有着非常广泛的应用,覆盖了国民经济的各行各业、各个领域,深入到人类生活的各个角落。

机电设备种类繁多,掌握一定的机电设备分类知识,有助于我们系统了解机电设备,认识各种设备的特点、性能、基本参数、技术规格,培养熟练查阅相关的手册、工具书或通过其他途径获得资料的能力等。

本章将介绍机电设备的分类方法及常见的类型,并以用途最为广泛的金属切削机床、起重设备,以及信息社会中应用越来越广泛的新型机电设备——办公自动化设备为例,介绍机电设备的类型、型号编制方法、基本参数、基本性能等方面的知识。

第一节 机电设备概述

一、机电设备的发展过程

设备通常泛指国民经济各部门和社会领域的生产和生活物质的技术装备、设施、装置和仪器等。机电设备则是指应用了机械、电子技术的设备。机电设备广泛应用于国民经济各行业。机电设备的技术水平,在一定程度上反映了国家工业生产的水平和能力。所以,采用先进的机电设备,管好、用好机电设备,对提高企业效益,促进国民经济的发展都起着十分重要的作用。

机电设备是随着科学技术的发展而不断发展的。传统的机电设备是以机械技术和电气技术应用为主的设备。例如,普通机床,其运动的传递、运动速度的变化主要是由机械结构来实现的,而运动的控制则是由开关、接触器、继电器等电器构成的电气系统来实现的。这里的“机”和“电”分别构成各自独立的系统。两者的融合性很差。这是传统机电设备的共同特点。虽然传统的机电设备也能实现自动化,但是自动化程度低,功能有限,耗材多,能耗大,设备的工作效率低,性能水平不高。

为了提高机电设备的自动化程度和性能,从20世纪60年代开始,人们逐渐将机械技术与电子技术结合,以改善机械产品的性能,结果出现了许多性能优良的机电产品或设备。到了20世纪70、80年代,微电子技术获得了惊人的发展,各种功能的大规模集成电路不断涌现,导致计算机与信息技术广泛应用,这是人们主动地利用微电子技术的成果,开发新的机电产品或设备,使得机电产品或设备的发展发生了脱胎换骨的变化。机电产品或设备不再是简单的“机”和“电”相加,而是成为集机械技术、控制技术、计算机与信息技术等为一体的全新技术产品。到了20世纪90年代,这种机电一体化技术迅猛发展,时至今日,机电一体化产品或设备已经渗透到国民经济和社会生活的各个领域。

二、现代机电设备的特点

现代机电设备是在传统机械基础上,吸收了先进科学技术,在机构和工作原理上产生了质的飞跃,形成了新型设备。这主要体现在它是将机械技术、微电子技术、信息处理技术以及软件技术相互融合的系统工程的产物。与传统机电设备相比,现代机电设备具有以下特点:

(1)体积小,重量轻 机电一体化技术使原有的机械结构大大简化,如电动缝纫机的针脚花样主要是由一块单片集成电路来控制的,而老式缝纫机的针脚花样是由 350 个零件构成的机械装置控制的,机械结构的简化,使设备结构减小,重量减轻,用材减少。

(2)工作精度高 机电一体化技术使机械的传动部件减少,因而使机械磨损所引起的传动误差大大减少。同时还可以通过自动控制技术进行自行诊断、校正、补偿由各种干扰所造成的误差,从而使得机电设备的工作精度有很大的提高。

(3)可靠性、灵敏性提高 由于采用电子元器件装置代替了机械运动构件和零部件,因而避免了机械存在的润滑、磨损、断裂等问题,使可靠性和灵敏性大幅度提高。

(4)具有柔性 例如在数控机床上,加工不同的零件时,只需重新编制程序就能实现对零件的加工,它不同于传统的机床,不需要更换工、夹具,不需要重新调整机床就能快速地从加工一种零件转变为加工另一种零件,所以适应多品种、小批量的加工要求。

三、机电设备的发展趋势

机电设备的发展趋势也就是机电一体化技术的发展趋势。典型的机电一体化产品——数控机床的发展方向,便具有代表性。

(1)高性能化趋势 高性能化包括高速度、高精度、高效率和高可靠性。为了满足“四高”的要求,新一代数控机床采用了 32 位多 CPU 结构,在伺服系统方面使用了超高速数字信号处理器,以达到对电动机的高速、高精度控制;为了提高加工精度,采用高分辨率、高响应的检测传感器和各种误差技术;在提高可靠性方面,新型数控系统大量使用大规模和超大规模集成电路,从而减少了元器件数量和他们之间连接的焊点,以降低系统的故障率,提高可靠性。

(2)智能化趋势 人工智能在机电设备中的应用越来越多,例如自动编程智能化系统在数控机床上的应用。原来必须由程序员设定的零件加工部位、加工工序、使用刀具、切削条件、刀具使用顺序等,现在可以由自动编程智能化系统自动地设定,操作者只需输入工件素材的形状和加工形状的数据,加工程序就可自动生成。这样不仅缩短数控加工的编程周期,而且简化了操作。目前,除了在数控编程和故障诊断智能化外,还出现了智能制造系统控制器,这种控制器可以模拟专家的智能制造活动,对制造中的问题进行分析、判断、推理、构思和决策。因此,随着科学技术的进步,各种人工智能技术将普遍应用于机电设备之中。

(3)系统化趋势 由于机电一体化技术在机电设备中的应用,机电设备的构成已不是简单的“机”和“电”的组合,而是由机械技术、微电子技术、自动控制技术、信息技术、传感技术、软件技术构成的一个综合系统,各技术之间相互融合,彼此取长补短,其融合程度越高,系统

就越优化,所以机电设备的系统化发展,可以获得最佳性能。

(4)轻量化趋势 随着机电一体化技术在机电设备中的广泛应用,机电设备正向轻量化方向发展,这是因为,构成机电设备的机械主体除了使用钢铁材料外,还广泛使用复合材料和非金属材料。加上电子装置的组装技术的进步,设备的总体尺寸也越来越小。

四、机电设备的分类

机电设备的种类很多,分类方法多种多样。按机电设备的用途可分为三大类:产业类机电设备、信息类机电设备、民生类机电设备。

产业类机电设备是指用于生产企业的机电设备。例如,普通车床、普通铣床、数控机床、线切割机、食品包装机械、塑料机械、纺织机械、自动化生产线、工业机器人、电机、窑炉等,都属于产业类机电设备。

信息类机电设备是指用于信息的采集、传输和存储处理的电子机械产品。例如,计算机终端、通讯设备、传真机、打印机、复印机及其他办公自动化设备等,都是信息类机电设备。

民生类机电设备是指用于人民生活领域的电子机械和机械电子产品。例如,VCD、DVD、空调、电冰箱、微波炉、全自动洗衣机、汽车电子化产品、医疗器械以及健身运动机械等都是民生类机电设备。

按国民经济行业分类与代码、全国工业产品(商品、物资)分类与代码等国家标准的方法分类,将机电设备分为通用机械类,通用电工类,通用、专用仪器仪表类,专用设备类四大类,其分类方法见表1-1。这种分类方法常用于行业设备资产管理、设备类型、机电产品目录、资料手册的编目等。

表 1-1 机电设备的分类

类型	设备举例
通用机械类	机械制造设备(金属切削机床、锻压机械、铸造机械等);起重设备(电动葫芦、装卸机、各种起重机械、电梯等);农、林、牧、渔机械;环境保护设备;木工设备;交通运输设备(铁道车辆、汽车、摩托车、船舶、飞行器等)等
通用电工类	电站设备;工业锅炉;工业汽轮机;电机;电动工具;电气自动化控制装置;电炉;电焊机;电工专用设备;电工测试设备;日用电器(电冰箱、空调、微波炉、洗衣机等)等
通用、专用仪器仪表类	自动化仪表,电工仪表,专业仪器仪表(气象仪器仪表、地震仪器仪表、数学仪器、医疗仪器等);成分分析仪表;光学仪器;试验仪器及装置等
专用设备	矿山机械;建筑机械;石油冷冻设备;电影机械;照相设备;科研、办公机械;食品加工机械;服装加工机械;家具加工机械;造纸机械;纺织机械;塑料加工机械;电子、通讯设备(雷达、电话机、电话交换机、传真机、广播电视发射设备、电视、VCD、DVD等)、计算机及外围设备、印刷机械等

下面仅介绍金属切削机床、起重设备和办公自动化设备的分类、型号及主要技术参数。

第二节 金属切削机床

金属切削机床就是利用切削、特种加工等方法主要加工金属工件,使之获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器,它是机械制造和维修行业的主要设备,通常简称为机床。

一、金属切削机床的分类

金属切削机床(简称机床)的品种和规格繁多,对它们进行分类并编制型号,可以方便地进行区别、使用和管理。机床按照使用上的万能性程度,可以分为通用机床、专用机床和机床自动线。其中,通用机床加工范围较广,在这类机床上可以加工多种零件的不同工序。例如,普通车床、卧式车床,如组合机床、机床主轴箱的专用镗床等。机床自动线则由通用机床或专用机床组成。

通用机床按工作原理分为 11 类,包括车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、铣床、刨插床、拉床、锯床和其他机床,必要时,每类机床又可分为若干类型。通用机床的类别及分类代号见表 1-2(GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》)。

表 1-2 通用机床的类别及分类代号

类别	车床	钻床	镗床	磨床			齿轮加工机床	螺纹加工机床	铣床	刨插床	拉床	锯床	其他机床
代号	C	Z	T	M	2M	3M	Y	S	X	B	L	G	Q
读音	车	钻	镗	磨	二磨	三磨	牙	丝	铣	刨	拉	割	其

机床还可以按照自动化程度的不同,分为手动、机动、半自动和自动机床。

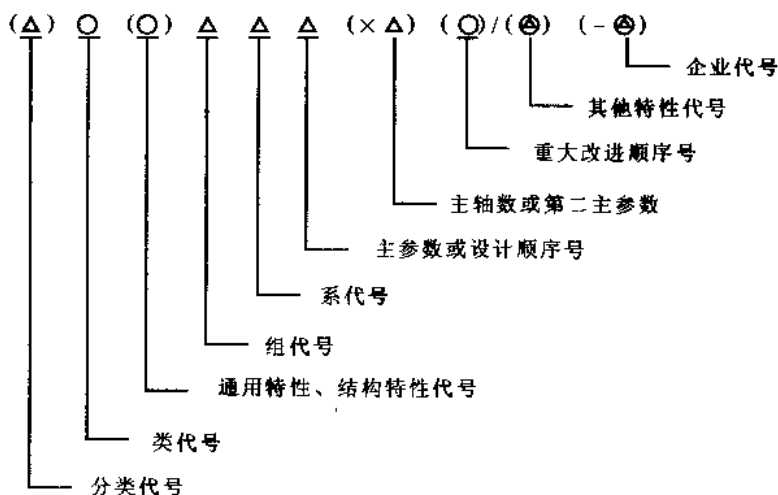
除上述基本分类方法外,还可以按照加工精度、主轴数目,以及机床重量等进行分类,而且随着机床的不断发展,其分类方法也将不断改变。

二、通用机床型号

1. 机床型号表示方法

我国的金属切削机床型号是按 1995 年实施的 GB/T 15375—1994《金属切削机床型号编制方法》编制的。此标准规定,机床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字一定格式组合而成,它适用于各类通用机床、专用机床和机床自动线(不含组合机床和特种加工机床)。

通用金属切削机床型号表示方法及含义如下:



注：①有“()”的代号或数字，当无内容时，则不表示，若有内容则不带括号；

②有“○”符号者，为大写的汉语拼音字母；

③有“△”符号者，为阿拉伯数字；

④有“⊙”符号者，为大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字或两者兼有之。

2. 机床的类、组、系的划分及其代号

位于型号首位的是金属切削机床的类，类代号用汉语拼音字母表示（见表 1-2），如车床用 C 表示。如果类中还有分类，那么在类代号前加阿拉伯数字表示，前面的数字表示组代号，其中第一分类代号数字“1”省略，例如，磨床类分为 M、2M、3M 三个分类。

机床的组代号和系代号用两位阿拉伯数字表示，前面的数字表示组代号，后面的数字表示系代号。每类机床按主要布局及使用范围划分为 10 个组，用数字 0~9 表示，每组机床按其主参数、主要结构及布局形式又分为若干个系。机床类、组划分详见表 1-3。

机电设备概论

表 1-3 机床类、组划分表

组代号 类别及代号		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
车床 C		仪表车床	单轴自动 车床	多轴自动、半 自动车床	回轮、转塔 车床	曲轴及凸 轮轴车床	立式车床	落地及卧 式车床	仿形及多 刀车床	轮、轴、棍、键 及铲齿车床	其他车床
钻床 Z			坐标镗钻 床	深孔钻床	摇臂钻床	台式钻床	立式钻床	卧式钻床	铰钻床	中心孔钻床	其他钻床
镗床 T				深孔镗床		坐标磨床	立式镗床	卧式镗 床	精镗床	汽车拖拉机修 理用镗床	其他镗床
磨床	M	仪表磨床	外圆磨床	内圆磨床	砂轮机床	坐标磨床	导轨磨床	刀具刃磨 床	平面及端 面磨床	曲轴、凸轮轴、 花键轴及轧辊 磨床	工具磨床
	2M		超精机	内圆珩磨 机	外圆及其他 珩磨机	抛光机	砂带抛光 及磨削机 床	刀具刃磨 及研磨机 床	可转位刀 片磨削机 床	研磨机床	其他磨床
	3M		球轴承套 圈沟磨床	滚子轴承 套圈滚道 磨床	轴承套圈超 精机		叶片磨削 机床	滚子加工 机床	钢球加工 机床	气门活塞及活 塞环磨削机床	汽车、拖 拉机磨床
齿轮加工 机床 Y		仪表齿轮加 工机床		锥齿轮加 工机床	滚齿及铣齿 机	剃齿及新 齿机	插齿机	花键轴铣 床	齿轮磨齿 机	其他齿轮加工 机	齿轮倒角 及检查机
螺纹加工 机床 S					套丝机床	攻丝机床		螺纹铣床	螺纹磨床	螺纹车床	
铣床 X		仪表铣床	悬臂及滑 枕铣床	龙门铣床	平面铣床	仿形铣床	立式升降 台铣床	卧式升降 台铣床	床身铣床	工具铣床	其他铣床
刨插床 B			悬臂刨床	龙门刨床			插床	牛头刨床		边缘及模具刨 床	其他刨床
拉床 L				侧拉床	卧式拉床	连续拉床	立式内拉 床	卧式内拉 床	立式外拉 床	键槽、轴瓦及 螺纹拉床	其他拉床
锯床 G				砂轮片锯 床		卧式带锯 床	立式带锯 床	圆锯床	弓锯床	铰锯床	
其他机床 Q		其他仪表机 床	管子加工 机床	木螺钉加 工机床		刻线机	切断机				

3. 机床的通用特性代号及结构特性代号

当某类型机床除普通型外,还有某种通用特性时,要在类代号之后加通用特性代号表示区别。通用特性代号,用汉语拼音字母表示,在各类机床中所表示的意义相同。机床的通用特性代号见表 1-4。

表 1-4 机床通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换发)	仿形	轻型	加重型	简式或 经济型	柔性加 工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	J	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	简	柔	显	速

为了区别主参数相同而结构、性能不同的机床,在型号中用结构特性代号予以表示。结构特性代号用汉语拼音字母表示,它是根据各类机床的情况分别规定的,在型号中没有统一的含义。当型号中有通用特性代号时,结构特性代号排在通用特性代号之后。

4. 机床主参数位于系代号之后

主参数的计量单位有统一规定,尺寸为 mm,力为 kN,功率为 W。型号中主参数用折算值表示。当无法用一个主参数表示时,则在型号中用设计顺序号表示。

对于多轴机床,其主轴数应以实际数值列入型号。第二主参数一般是指最大跨距、最大工件长度、最大车削(磨削、刨削)长度、最大模数及工作台面长度等。在型号中一般不予表示,如有特殊情况,也用折算值表示。

5. 机床的重大改进顺序号

对于性能和结构布局有着重大的改进、并按新产品重新设计、试制和鉴定的机床,应在原机床型号尾部加改进顺序号,与原机床型号区别开。改进顺序号按 A、B、C…汉语拼音字母的顺序选用,但“I”、“O”字母不允许选用。

6. 机床其他特性代号

其他特性代号主要用以反映各类机床的特性,如:对于数控机床,可用来反映不同的控制系统等;对于加工中心,可用以反映控制系统、自动交换主轴头、自动交换工作台等;对于柔性加工单元,可用以反映自动交换主轴箱;对于一机多能机床,可用以补充表示某些功能;对于一般机床,可以反映同一型号机床的变型等。其他特性代号,可用汉语拼音字母(“I”、“O”两个字母除外)表示。当单个字母不够用时,可将两个字母组合起来使用,如:AB、AC、AD…等,或 BA、CA、DA…等,也可用阿拉伯数字表示,还可用阿拉伯数字和汉语拼音字母组合表示。

三、金属切削机床的技术性能与技术规格

为了能合理选择、正确使用和科学管理机床,必须很好地了解机床的技术性能和技术规格。机床的技术性能是有关机床产品质量、加工范围、生产能力及经济性能的技术经济指标,包括工艺范围、技术规格、加工精度和表面质量、生产效率、自动化程度、效率、精度保持

性及维修性能等。

1. 工艺范围

机床的工艺范围是指其适应不同生产要求的能力,即机床上可以完成的工序种类,能加工的零件种类,毛坯和材料种类,适应的生产规模等。根据工艺范围的宽窄,机床可分为通用(万能)、专门化和专用三类。通用(万能)机床可以加工一定尺寸范围内的各种零件,完成多种多样的工序,工艺范围很宽,但结构比较复杂,自动化程度和生产效率往往比较低,适用于产品批量小,加工对象经常变动的单件、小批量生产。专门化机床只能加工一定尺寸范围内的一类或少数几类零件,完成一种(或少数几种)特定的工序,工艺范围较窄。一般说来,专门化机床和专用机床的结构比通用机床简单,自动化程度和生产效率较高,适用于大批量生产。

2. 技术规格

机床的技术规格是指反映机床加工能力、工作精度及工作性能的各种技术数据,包括主参数,运动部件的行程范围,主轴、刀架、工作台等执行件的运动速度,工作精度,电动机功率,机床的轮廓尺寸和质量等。为了适应加工各种尺寸零件的需要,每一种通用机床和专门化机床都有大小不同的各种技术规格。例如卧式车床的主参数(工件在床身上的最大回转直径)有 250mm、320mm、500mm、630mm、800mm、1000mm、1250mm 八种规格;主参数相同的卧式车床,往往又有几种不同的第二参数,也就是它的工件最大加工长度。例如,CA6140 型卧式车床,它的工件在床身上最大回转直径为 400mm,工件最大加工长度有 750mm、1000mm、1500mm 和 2000mm 四种。

机床的技术规格可以从机床说明书中查得。它是设备维修与管理部门在机床设备选型、准备机床的维修备件、设备管理的主要原始依据之一。

第三节 起重设备

起重设备是指那些用以升降、输送物或人的机械设备的总称。广泛用于国民经济的各个部门。

起重机械的作业通常带有重复循环的性质。随着科学技术的发展、制造技术的提高,起重设备在不断地完善和发展,先进的电气、光学、计算机控制技术在起重设备上得到应用,增进了自动化、智能化程度,提高了工作效率和改善了使用性能,使操作更简化、省力,更安全可靠。

一、起重设备的分类

起重设备分为轻小型起重设备、起重机、升降机三个基本类型,起重设备的分类如图 1-1 所示。

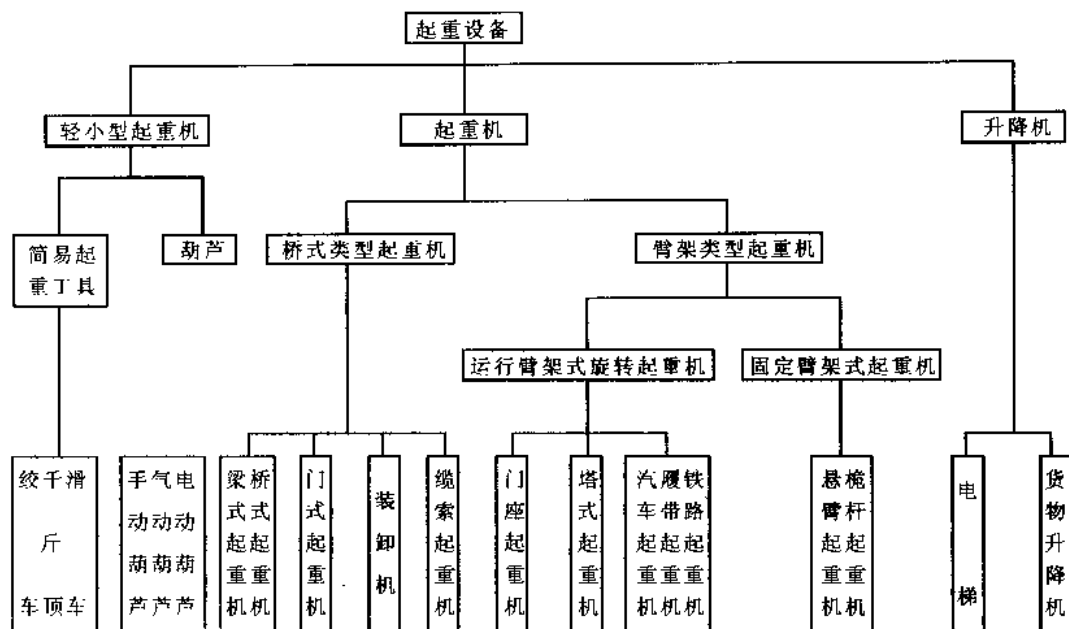


图 1-1 起重设备分类

1. 轻小型起重设备

它包括千斤顶、滑车、绞车、手动葫芦和电动葫芦等，其特点是构造比较简单，一般只有一个升降机构，使重物作单一升降运动。

2. 起重机

(1) 桥式类型起重机 在工业生产现场常看到的桥式起重机、特种起重机、梁式起重机、门式起重机、装卸桥等都属于这种类型的起重机。它们都有起升机构、大小车行走机构。重物除能作升降运动外，还能作前后和左右的水平运动，三种运动配合可完成重物在一定的三维空间内的起重与搬运。

(2) 臂架式类型起重机 汽车起重机、轮胎式起重机、履带式起重机、塔式起重机、门座式起重机、浮式起重机和铁路起重机等都属于臂架式类型起重机。它们由起升机构、变幅机构、旋转机构和行走机构组成，依靠这些机构的配合动作可使重物在一定的圆柱形空间内起重和运动。在建筑工地、港口码头、货场都能看到这种类型的起重机。

3. 升降机

升降机是重物或取物装置沿着导轨升降的起重机械。它包括载人或载货电梯，连续工作的自动扶梯等。升降机虽然只有一个升降动作，但机构很复杂，特别是载人的升降机，要求有完善的安全装置和其他附件装置。

二、起重设备的基本参数

起重设备的基本参数是说明起重机械性能和规格的数据,是了解起重设备的主要依据。起重设备的基本参数主要有额定起重量、起升高度、跨度和轨距、幅度、额定工作速度、起重机的利用等级、起重机的载荷状况、起重机的工作级别等。我国已经制定出起重的国家标准,需要时可以查阅。

起重设备的基本参数中额定起重量、额定工作速度非常重要,在使用、维护、维修中必须特别注意满足它们的数值要求。

额定起重量是指起重机在正常工作时允许起吊物品的最大重量,用 Q 表示。使用中起重设备的起重最不允许超过额定起重量。如果使用其他辅助取物装置或吊具(电磁吸盘、夹钳等),这些装置的自重也要包括在起重量内。

起重设备工作时的速度也有额定值,这就是起重设备的额定工作速度。额定工作速度包括额定起升速度、额定运行速度、额定变幅速度和额定回转速度。额定起升速度是指起升机构电动机在额定转速时,取物装置的上升速度。额定运行速度是指运行机构电动机在额定转速时,起重机或小车的运行速度。额定变幅速度是指臂架式起重机的取物装置从最大幅度到最小幅度水平位移的平均速度。额定回转速度是指旋转机构电动机在额定转速时,起重机绕其回转中心的回转速度。

三、电梯的分类与型号

电梯属于起重设备中的升降机。它可以把人或物从一个水平面提升到另一个水平面。自动扶梯也是一种升降机,与电梯不同的是,自动扶梯是在斜面上运行的运输设备。

电梯的使用范围很广,多层厂房和多仓库的物料运送;高层建筑结构物(例如钢铁厂、化工厂的合成塔、燃气罐等)的维修;矿井等地下作业场合的运输;建筑工地的施工等都离不开电梯;特别是随着城市建设飞速发展,高层住宅、大型商场和宾馆等对电梯的需求也越来越大。总之,电梯是工业生产、现代城市建设、日常生活中不可缺少的重要起重运输类机电设备。

随着科学技术的不断进步,电梯工业技术水平不断提高,诸如人工智能电梯、直线电机电梯、防火电梯、观光电梯、节能电梯等新技术、新材料、新品种的电梯不断发展和完善。同时,随着经济的发展,电梯的需求量也在日益增加。

我国国家标准局发布的《电梯名词术语》(GB/T 7204-1997)中定义电梯为服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢,运行在至少两列垂直或倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间。轿厢尺寸与结构型式便于乘客出入或装卸货物。

1. 电梯的分类

按用途分类,电梯可分为乘客电梯、载货电梯和专用电梯。乘客电梯主要用于运送乘客,其行驶速度一般在 0.8m/s 以上,有时可达 2m/s ;载货电梯用于运送货物,行驶速度在 1m/s 以下;专用电梯一般为特殊需要而设计,如医院用来运送病员和医疗器械的专用电梯,为了出入方便,往往设计成两面开门,行驶速度较慢。

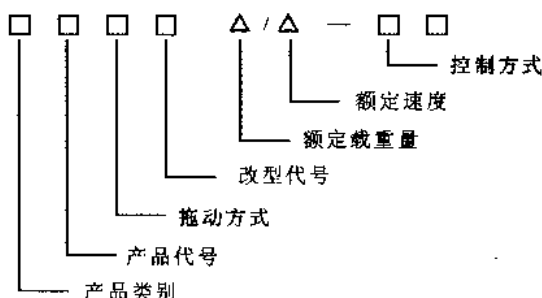
按速度分类,电梯可以分为超高速电梯(速度 $v=5\text{m/s}$)、高速电梯($2\text{m/s}<\text{速度 } v<5\text{m/s}$)、快速电梯($1\text{m/s}<\text{速度 } v<2\text{m/s}$)、低速电梯(速度 $v\leq 1\text{m/s}$)。

按驱动方式分类,电梯可分为钢丝绳式、液压式、齿轮齿条式。钢丝绳式是由钢丝绳与曳引轮槽工作面之间的摩擦力产生牵引力的,这是一种应用广泛的电梯驱动方式;液压式一般在较低压的大型货栈中使用;齿轮齿条式用于建筑工地运送人员及材料。

按曳引电动机型式分类,电梯可分为交流电动机电梯和直流电动机电梯。前者使用交流电动机驱动,用于运行速度在 0.5m/s 至 1m/s 之间的乘客电梯和载货电梯;后者由于使用直流电动机驱动,调速性能好,被广泛用于快速电梯和高速电梯。

2. 电梯的型号

电梯的型号由三部分组成:前面是类、组、型和改型代号,中间是主要参数代号,最后是控制方式代号,其表示方法及含义如下:



类别代号、产品代号及拖动方式代号分别见表 1-5~表 1-7。

表 1-5 类别代号

类别	代表汉字	拼音	采用代号
电梯	梯	TI	T
液压梯			

表 1-6 产品代号

品种	代表汉字	拼音	采用代号
乘客电梯	客	KE	K
载货电梯	货	HUO	H
客货(两用)电梯	两	LIANG	L
病床梯	病	BING	B
住宅电梯	住	ZHU	Z
杂物电梯	物	WU	W
船用电梯	船	CHUAN	C
观光电梯	观	GUAN	G
汽车用电梯	汽	QI	Q

表 1-7 拖动方式代号

拖动方式	代表汉字	拼音	采用代号
交流	交	JIAO	J
直流	直	ZHI	Z
液压	液	YE	Y
齿轮齿条	齿	CHI	C

额定载重量和额定速度是电梯的两个主要参数,均用阿拉伯数字表示。额定载重量的单位是 kg,额定速度的单位是 m/s。

控制方式代号用汉语拼音字母表示,见表 1-8。

表 1-8 控制方式代号

品种	代表汉字	采用代号
手柄开关控制,自动门	手、自	SZ
手柄开关控制,手动门	手、手	SS
按钮控制,自动门	按、自	AZ
按钮控制,手动门	按、手	AS
信号控制	信号	XH
集选控制	集选	JX
并联控制	并联	BL
梯群控制	群控	QK
集选、微机控制	集选、微	JXW

3. 电梯产品型号举例

TKJ1000/1.6—JX 表示:交流乘客电梯,额定载重量 1000kg,额定速度 1.6m/s,集选控制方式。

TKZ1000/2.5—JX 表示:直流乘客电梯,额定载重量 1000kg,额定速度 2.5m/s,集选控制方式。

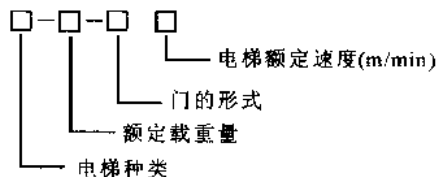
THY1000/0.63—AZ 表示:液压载货电梯,额定载重量 1000kg,额定速度 0.63m/s,按钮控制,自动门。

应该注意的是,各行各业使用的电梯都有国外进口产品。我国已经加入了 WTO,势必将有更多的国外电梯进入我国,各国对电梯型号均有不同的表示方法。另外,一些国内电梯制造厂家,因其技术是由国外引进的,所以再生产时仍沿用被引进国或公司的型号。所以,我们有必要了解一些国外的电梯型号表示方法。

“日立”电梯的型号,表示方法及含义如下:

例如:YP—15—C090 表示:交流调速乘客电梯,额定载重 15 人,中分式电梯门,额定速度 90m/min。

F—1000—2Z45 表示:载货电梯,额定载重 1000kg,两扇门开式电梯门,额定速度 45m/min。



第四节 办公自动化设备

办公自动化是综合运用了电子、通信、文秘和行政等多学科的最新技术,从而实现了办公方式现代化。办公自动化的实现离不开办公自动化设备。办公自动化设备已经成为在产品更新换代、制造、贸易等方面都非常活跃的新型机电设备,下面对它进行简单介绍。

一、办公自动化设备的分类

办公自动化设备的分类方法繁多,但基本上可分为计算机类设备、通信类设备和办公用机电类设备三大类。

1. 计算机类设备

计算机是信息时代办公活动中的关键设备。计算机类办公自动化设备包括各种计算机以及各种联机外部设备。

联机外部设备主要包括各种计算机的输入、输出设备和外存储器。计算机输入设备除常用的键盘和鼠标器外,还有光笔、数字图像扫描仪和语言输入设备等。计算机输出设备包括显示器、打印机和自动绘图仪等。新型的输出设备还有喷墨打印机和激光打印机。在计算机系统中,用作外存储器的设备主要是磁盘(软、硬盘)驱动器和 CD-ROM 光盘驱动器。

2. 通信类设备

通信类设备在办公自动化中必不可少,如收发文件、打电话、发传真都是不同形式的通信方法。通信类办公自动化设备主要包括通信网络设备和用户终端设备。

通信网络设备有程控交换机、长距离数据收发器、调制解调器、计算机局域网、公用电话网、公用分组交换数据通信网等。

用户终端设备与办公人员关系最为密切,诸如按键式电话机、录音电话机、磁卡电话机、移动电话机、图文传真机、电传机等都属于用户终端设备。

3. 办公用机电类设备

除了前面所提到的两类设备外,我们把其他的办公自动化设备都归纳为办公用机电类设备。这类设备最多,根据其功能大致分为:

- (1) 信息复制设备,如复印机、一体化复印机、电子排版印刷系统等。
- (2) 信息储存设备,如录音机、摄像机、数码照相机等。
- (3) 其他辅助设备,如幻灯机、投影仪、碎纸机、装订机等。

综上所述,办公自动化设备的种类非常多。下面重点介绍应用最为广泛的打印机、传真机和复印机的常见类型。

二、打印机的常见类型

打印机可分为击打式打印机和非击打式打印机两大系列。

击打式系列的打印机利用机械原理,使用字锤打活字载体上的字符,或者使用打印钢针撞击色带和纸,打印出点阵组成的字符图形。针式打印机就是这类打印机。

非击打式系列的打印机利用各种物理或化学的方法打印。这类打字机主要产品是喷墨打印机和激光打印机。

选择打印机一般要考虑打印质量、打印精度、打印速度、工作噪声、可靠性等几项技术指标。对所选择的打印机可进行打印速度测试、打印质量测试和噪声测试。

三、传真机的常见类型

传真机的种类很多,可以按多种方法分类。按照传真机的用途,可分为相片传真机、报纸传真机、气象传真机和文件(或图文)传真机;按传真机通信时所占用的电话线路数,可分为单路传真机和多路传真机;按传真机传送色调,可分为黑白传真机和彩色传真机。

文件传真机又叫图文传真机,主要用于传送文件和图片。文件传真机以 CCITT(国际电报电话咨询委员会)的建议 T 系列为依据,按传送一页 ISO(国际标准化组织)标准的 A4 (210mm×297mm)幅面相同的样张所用的时间来划分,进一步分为四种类型:一类(G1)传真机;二类(G2)传真机;三类(G3)传真机;四类(G4)传真机。

按 CCITT 建议 T. 2 中的规定,凡采用双边带调制,其发送信号不采取频带压缩措施,占用一个电话线的话路,6min 之内以每毫米 3.85 线的副(垂直)扫描密度传送一页 A4 原稿的传真机为一类传真机。

按 CCITT 建议 T. 3 中的规定,凡采用频带压缩措施,占用一个话路,3min 之内以每毫米 3.85 线的副(垂直)扫描密度传送一页 A4 原稿的传真机为二类传真机。

按 CCITT 建议 T. 4 中的规定,凡是在信号发送调制之前采用了减少图文信号中多余信息的技术措施,以主(水平)分辨率每毫米 8 点,副(垂直)扫描密度每毫米 3.85 线,传输速率 9600bit/s,占用一个话路,在 1min 之内传送一页 A4 原稿的传真机为三类传真机。

前三类传真机是利用公用交换电话网来进行传真通信的,而第四类传真机主要采用公用数据网和综合业务数字网来传输信号,不需要调制解调器,数据传输率大为提高。根据 CCITT 建议,在数据网上,以 64000bit/s 的传输速率,在 3s 内传送一页 A4 原稿的传真机为四类传真机。

上述四类文件传真机的主要特点见表 1-9。

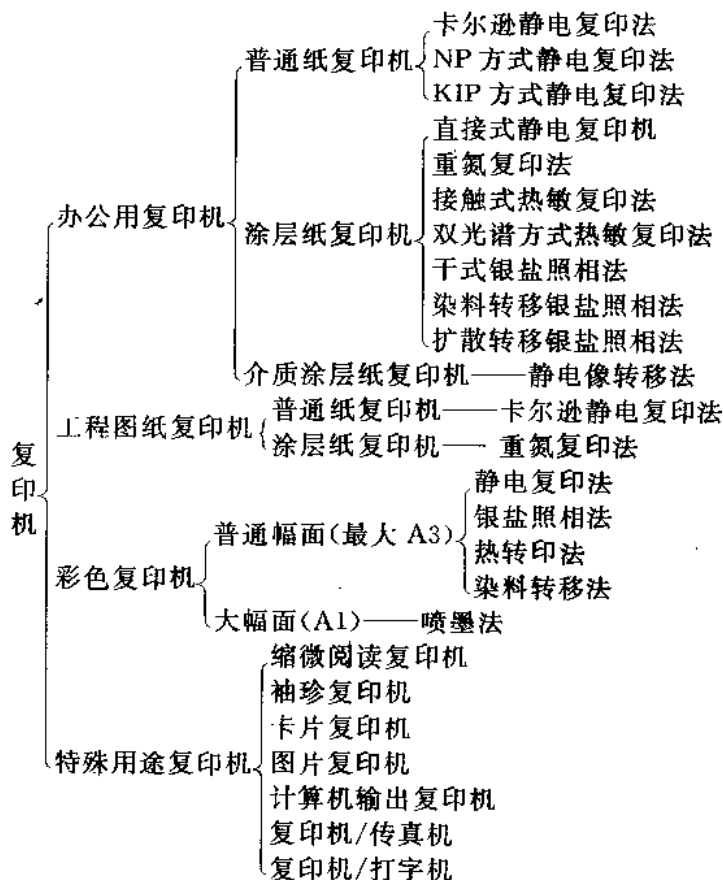
表 1-9 各类文件传真机的主要特点

类型 项目	G1	G2	G3	G4
信号处理	简单整形	2/3 变换	MH、MR 编码	MR·II 编码
调制方法	MF ^① 双边带	AM-PM-VSB ^②	PSK 或 QAM ^③	/
传输时间	6 min	3 min	1 min	3 s
信号特征	模拟	模拟	数字化	数字化
设计标准	T. 2 建议	T. 3 建议	T. 4 建议	T. 5 建议
信号要求	PSTN	PSTN	PSTN	PDN、ISDN

注:①MF 表示调频方式。②AM-PM-VSB 表示调幅调相残留边带调制方式。③PSK 表示移相键控调制方式;QAM 表示正交调幅方式。

四、复印机的常见类型

按照用途不同,复印机可分为办公用复印机、工程图纸复印机、彩色复印机和特殊用途复印机四种类型;按照复印方法的不同,复印机又可以分为重氮复印机、银盐复印机、静电复印机和热敏复印机。总的来讲,复印机有以下类型:



在以上众多种类的复印机中,使用最多还是办公用普通纸静电复印机,在第四章中还要介绍普通纸静电复印机的工作原理、基本结构、操作使用和日常维护方法等内容。

◆ 复习思考题

1. 机电设备是如何分类的?
2. 解释下列机床代号的含义。
CA6140×10 MG1432×10
3. 什么叫起重设备? 起重设备有哪三种基本类型?
4. 电梯的主要技术参数有哪些?
5. 简述办公自动化设备的基本类型。

第二章 机电设备的构成

现代机电设备已经渗透到人类生产和生活领域的各个方面,技术越来越先进,功能越来越强大,它们的构成也发生了很大的变化。机电设备门类多,工作原理各不相同,结构差异性大,但基本构成可以分为:机械系统、液压与气压传动系统、电控系统和动力源。

机电设备的各个组成部分相辅相成,密不可分。但是对于每一组成部分来讲,又有着本身的工作特点和结构形式。熟悉机电设备的基本构成,有助于我们深入、系统地分析机电设备的结构特点、工作原理,进而正确地使用、维护和维修机电设备。

第一节 机械系统

机械系统主要包括:机体、传动机构和润滑、密封装置。

一、机体

机体是指机器或机电设备的躯体,如机壳、机架、机床的床身、立柱、变速箱体等。其功能是用以固定各种传动装置、驱动装置、控制装置以及执行机构等。

现代机电设备对机体的要求很高,如重量轻、体积小、刚度大、精度高、外观美、操作方便,因此,机体结构的合理性和材料的使用直接影响机电设备和性能。

二、传动机构

传动机构的作用是把动力源和运动传递给工作机械(执行机构),以完成预定的工作。在传递过程中有时需完成变速、变向和改变转矩的任务。

常用的机械传动机构有带传动机构、链传动机构、齿轮传动机构以及滚珠丝杆传动机构等。常用的变速机构主要是分级变速机构。

1. 带传动机构

(1) 带传动的类型

根据带的横截面形状,带传动可分为平带传动、V带传动、圆带传动和同步带传动(见图2-1)。

(2) 带传动的特点

带传动具有以下特点:两中心距较远,外廓尺寸大,结构不紧凑;过载打滑,有安全保护作用;传动比不准确,效率低;传动平稳,无噪声;结构简单,成本低,安装维护方便。

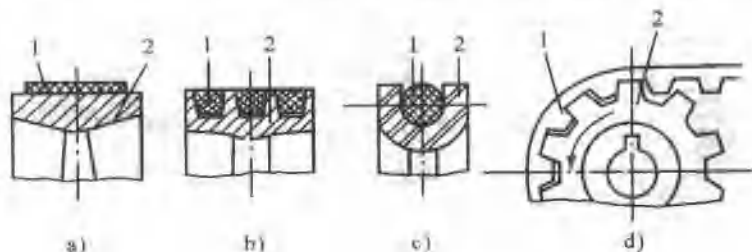


图 2-1 带传动的类型

a) 平带传动 b) V 带传动 c) 圆带传动 d) 同步带传动 1—带 2—带轮

2. 链传动机构

链传动是由两个具有特殊齿形的链轮和一条挠性的闭合链条所组成的(如图 2-2 所示)。它依靠链和链轮轮齿的啮合而传动。



图 2-2 链传动

(1) 链传动的特点

链传动主要有以下特点:传动比准确,结构紧凑,承载能力大,效率高,振动和噪声大,无过载保护,但铰链易磨损,链条会伸长,易发生脱链现象。

(2) 链传动的应用

链传动主要用于要求传动比准确且两轴相距较远的场合,目前广泛低应用于农业机械、轻工机械、交通运输机械、机床和国防工业各部门。

3. 齿轮传动

齿轮传动是最常用的传动型式。一般在仪表中主要用于传递运动,并且多采用摆线轮;在机器中用于传递运动,多使用渐开线齿轮。

(1) 齿轮传动类型

按齿轮轴线的相对位置关系可分为平行轴的直齿轮传动、斜齿轮传动和齿轮齿条传动;相交轴的锥齿轮传动,交错轴的弧齿圆柱齿轮和蜗轮蜗杆传动,如图 2-3 所示。此外还有人字齿轮传动、行星齿轮传动等。

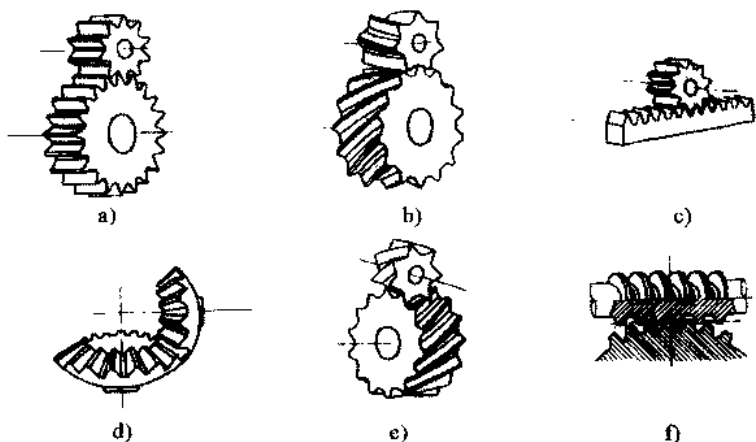


图 2-3 齿轮传动类型

a)直齿轮 b)斜齿轮 c)齿轮齿条 d)锥齿轮 e)弧齿圆柱齿轮 f)蜗轮蜗杆传动

(2) 齿轮传动的特点

齿轮传动主要有以下特点:传动比恒定,功率大,效率高,结构紧凑,制造和安装精度要求高;但精度较低的齿轮在高速运转时会产生较大的振动噪声,且不适合中心距较大的传动。

4. 滚珠丝杠传动

如图 2-4 所示,滚珠丝杠传动机构主要由螺母 1、丝杠 2、滚珠 3 和滚珠循环装置 4 等组成。滚珠沿螺纹滚动,并沿滚珠装置的通道返回,构成封闭循环。由于滚动运动与滑动运动相比摩擦阻力小得多,所以机械效率可以达到 90% 以上,并且运动稳定,动作灵敏。一般用于高速度和高位置精度的机械传动中,如数控机床和精密机床的进给机构、精密测量仪器以及各种自动控制装置中。

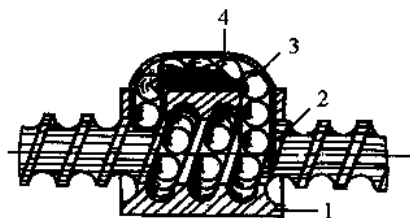


图 2-4 滚珠螺旋机构

1—螺母 2—丝杠
3—滚珠 4—滚珠循环装置

5. 常用变速机构

机械变速机构很多,但在机床中常用的分级变速机构有:塔轮变速机构、滑移齿轮变速机构、离合器变速机构及配换齿轮变速机构等,见图 2-5。

三、润滑方法及装置

机械系统中作相对运动的零件,在工作时会产生摩擦。为了减少摩擦阻力,降低磨损程度,控制机械系统的温升,提高机械效率和使用寿命,必须对机械的摩擦部位进行润滑。

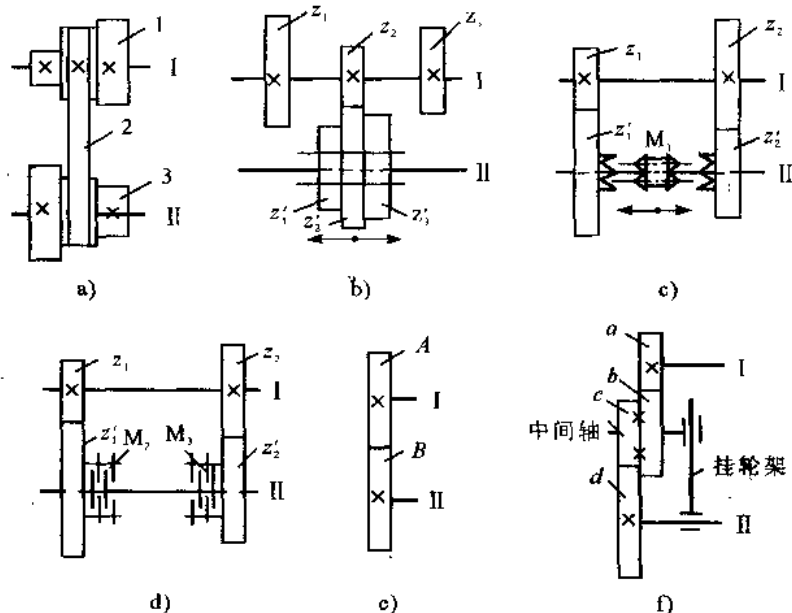


图 2-5 常用分级变速机构

a) 塔轮变速机构 b) 滑移齿轮变速机构 c)、d) 离合器变速机构 e)、f) 配换齿轮变速机构

1. 滑动轴承的润滑

滑动轴承常用的润滑方式有间歇润滑和连续润滑两种。

(1) 间歇润滑

低速轻载的滑动轴承常采用间歇润滑,使用的装置有压注油杯和旋盖式油杯。

压注油杯如图 2-6a 所示,润滑脂装满在油杯中,定期地把盖旋紧,润滑脂被挤入轴承。

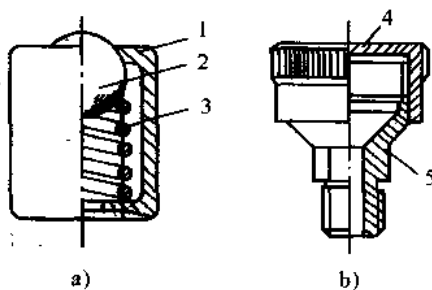


图 2-6 油杯

a) 压注油杯 b) 旋盖式油杯 1、5—杯体 2—球阀 3—弹簧 4—杯盖

(2) 连续润滑

承受速度较高、载荷大的滑动轴承，常采用连续润滑，润滑装置和方式有下列几种。

1) 针阀油杯 如图 2-7 所示，这种油杯用于滴油润滑。滴油量由针阀控制，当需要加油时，将手柄直立，针阀以提起，油孔打开，油滴入润滑点上，不需加油时，将手柄放倒，针阀堵住油孔，供油停止。调节螺母可调节供油量大小。

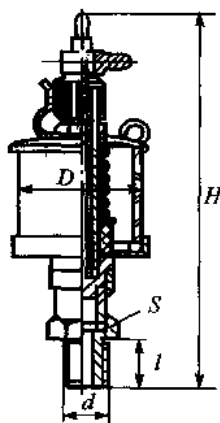


图 2-7 针阀油杯

2) 油杯润滑 如图 2-8 所示，这种润滑是在轴颈上套上油环，油环又浸入到油池中。当轴回转时带动油环旋转，把油引入轴承进行润滑。此方式只适合水平轴。

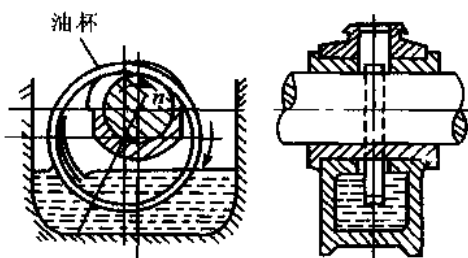


图 2-8 油杯润滑

3) 飞溅润滑 如图 2-9 所示，这种方式是将转动零件，如齿轮、甩油盘等浸入油池适当深度，旋转时将油飞溅到箱盖上后，油再通过油沟流入轴承。齿轮箱中的轴承润滑常用这种方法。

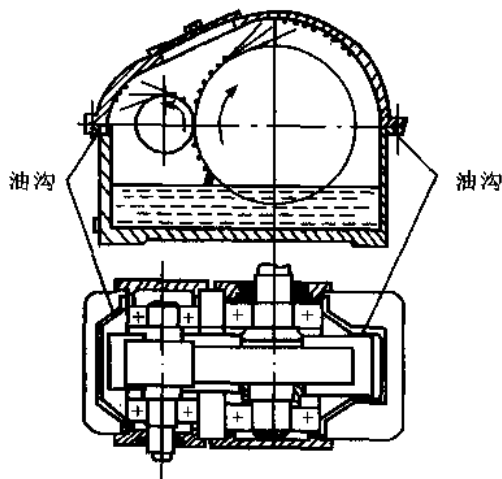


图 2-9 飞溅润滑

4) 压力润滑 用一定压力将润滑油输送到轴承处。此方法适用于高速、重载要求连续供油的轴承，但润滑装置复杂，成本较高。

2. 滚动轴承润滑

根据轴承的工作条件，采用不同的润滑方式。当轴颈的圆周速度小于 5m/s 时，可有采用润滑脂或粘度较高的润滑油润滑。润滑脂的填充量一般占轴承空间的 $1/3 \sim 1/2$ ，由于润滑脂易密封，可长期不必补充。当轴颈圆周速度大于 5m/s 时，可以采用浸油、滴油、飞溅润滑和喷油润滑。

3. 传动零件的润滑

齿轮传动、蜗杆传动和链传动等因啮合过程中都存在摩擦,所以必须进行润滑。

一般对开式传动和链传动采用人工定期加润滑脂或润滑油进行润滑,对闭式传动副应根据传动件的运动速度选用不同的润滑方式。当传动件运动速度较低时,通常采用油浸式润滑或定期滴油润滑,当传动件运动速度较高时,通常采用润滑液压泵加压喷油润滑。

四、密封装置

对机器的接合在应采用适当的密封装置,以防润滑油流失,灰尘水分侵入。根据密封处的各零件之间是否有相对运动。可分为静密封和动密封。

1. 静密封装置

静密封就是密封表面与接合面无相对运动的密封,常见的有凸缘密封、箱盖密封等。常用的静密封装置有研合面密封、垫圈密封、O形圈密封和密封胶密封(见图2-10)。

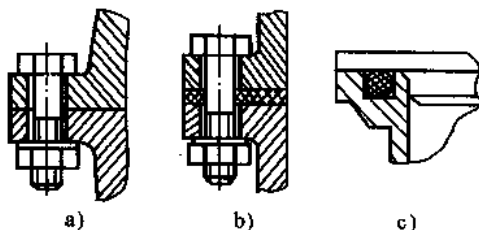


图2-10 常用密封装置

a) 研合面密封 b) 垫圈密封 c) O形圈密封

研合面密封的接合面应经精密研磨加工,靠螺栓联接压紧,中间没有垫片,常用于气缸密封。

垫圈密封因价格低、使用方便而广泛使用。垫圈材料有金属、橡胶、纤维质和塑料等,以适合密封不同的介质。

O形密封圈是一种剖面呈圆形的密封元件,一般用合成橡胶制成,它是靠变形堵住泄漏缝隙,密封效果好。适合于液压元件、真空设备等密封。

密封胶密封是在接合面涂上一层胶而产生密封效果。常用于减速器、鼓风机等剖分面和法兰的密封。

2. 旋转动密封装置

旋转动密封装置的类型很多,常用的密封装置及特性见表2-1。

表 2-1 常用的旋转密封装置及特性

名称	简图	特性及应用
毛毡圈式		主要用于润滑脂润滑,适用于工作环境较清洁、轴与毛毡圈接合处和圆周速度 $v < 4 \sim 5 \text{ m/s}$,要求表面粗糙度 $R_a \leq 3.2 \sim 10 \mu\text{m}$ 。结构简单、成本低
皮碗式		密封效果比毛毡圈式为好,适用于润滑脂或润滑油润滑。圆周速度 v 一般为 $6 \sim 7 \text{ m/s}$,缺点是皮碗橡胶易硬化。使用时须注意皮碗密封凸缘的方向;如果为了防止漏油,则皮碗凸缘应向着轴承,如图所示,如果要防止杂质浸入,则皮碗凸缘应背向轴承
油沟式		在油沟及间隙里充填润滑脂以达到密封作用。但密封效果较差,宜用于润滑脂的密封
油沟式		由旋转的和固定的密封零件形成曲折的小缝隙,在缝隙内注满润滑脂,达到密封作用。这种密封结构复杂、成本高,但效果好,主要用于润滑油润滑时的密封
迷宫式		混合式的密封装置将两种或多种密封方法联合使用,性能好、成本低,适合轴的转速低、多灰尘和潮湿的场合
挡圈式		挡圈随轴旋转,可利用离心力甩去油和杂物。适用于润滑油和润滑脂和密封

第二节 液压与气压传动系统

液压与气压传动都是利用各种元件(液压元件或气压元件)组成具有不同控制功能的各种基本回路,再由若干基本回路组成传动系统来进行能量转换、传递和控制。液压与气压传动不仅可以传递动力和运动,而且还可以控制机械运动的程序和参量,所以在机电设备中广泛应用。

一、液压传动系统

(一) 液压传动的工作原理

图 2-11 是液压千斤顶的工作原理图。图中杠杆 1、小活塞 2、小液压缸 3 和单向阀 4、5 组成手动液压泵;大液压缸 6 和大活塞 7 组成升举液压缸;控制阀 9 为控制装置;油箱 10 和油管 11 为辅助元件。

需要千斤顶工作时,向上提起杠杆 1,小活塞 2 被提起,小液压缸 3 下腔的容积增大,而通往大液压缸的油液向小液压缸倒流。单向阀 4 的钢球在弹簧力的作用下,暂时关闭小液压缸通往油箱的路,使小液压缸随着容积的增大而形成了真空,油箱中的油在大气压力作用下,推开钢球后进入液压缸,这是吸油过程。当把杠杆 1 向下时,小活塞 2 下移,小液压缸 3 容积减小,单向阀 4 关闭,油液压缸不能流向油箱,只能推开单向阀 5 的钢球,沿油路进入大液压缸 6 的下腔,这是压油过程。大液压缸 6 的下腔是密封容器,进入的油要占有一定的体积,就把大活塞 7 向上推出一段距离,重物 8 也就被升举起来。上述过程反复进行,就可将重物升到需要的高度。

若将控制阀 9 旋转 90° ,则在重物 8 的作用下,大活塞 7 向下移动,油液排回油箱。控制阀 9 打开的角度不同,可控制活塞下移的速度快慢。

从上例可以看出,液压传动是以油液为工作介质,依靠密封容器的容积变化传递运动,依靠油液的压力传递动力。

(二) 液压传动系统的组成和特点

1. 液压传动系统的组成

无论是简单或是复杂的液压传动系统都是由以下四个部分组成的:

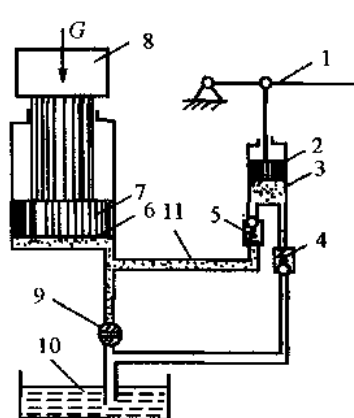


图 2-11 油压千斤顶

1—杠杆 2—小活塞 3—小液压缸
4、5—单向阀 6—大液压缸 7—大活塞
8—重物 9—控制阀 10—油箱 11—油管

(1)动力装置 如液压泵。其作用是将原动机(电动机或人力)输出的机械能转化为液体的压力能。

(2)执行装置 如液压缸和液压马达。其作用是在压力油的作用下,输出力和速度(或转矩和转速),以驱动工作部件。

(3)控制装置 如各种控制阀。其作用是控制或调节液压系统的压力、流量、速度及流动方向,使其按要求进行工作。

(4)辅助装置 如油箱、油管、压力表、过滤器等,分别起储油、输油、测压、过滤等作用。

2. 液压传动的特点

与机械传动、电气传动相比,它的主要优点是:

- (1)易于获得很大的力和力矩。
- (2)易于在较大范围内实现无级变速。
- (3)传动平稳,便于实现频繁换向和自动防止过载。
- (4)便于采用电液联合控制以实现自动化。
- (5)机件在油中工作,润滑好,寿命长。
- (6)液压元件易于实现系统化、标准化和通用化。

但液压传动还存在以下缺点:

(1)由于泄漏不可避免,并且油有一定的可压缩性,因而传动速比不是恒定的,不适于作定比传动。

(2)漏油会引起能量损失,这是液压传动的主要损失;此外,还有管道阻力及机械摩擦所造成的能量损失,所以液压传动的效率较低。

(3)液压系统产生故障时,不易找到原因。

(三)液压元件

1. 液压泵

(1)液压泵的工作原理

图 2-12 是液压泵的工作原理图。泵体和柱塞构成一个密闭容积 a , 偏心轮由电动机带动旋转。当偏心轮向下转时,柱塞在弹簧的作用下向下移动,密闭容积 a 逐渐增大,形成局部真空,油箱内的油液在大气压作用下,顶开单向阀进入密闭容器 a 中,实现吸油。当偏心轮向上转时,推动柱塞向上移动,密闭容积 a 逐渐减小,油液受挤压而产生压力,使单向阀关闭,油液顶开单向阀 3 输入系统,实现压油。电动机带动偏心轮不停地旋转,从而完成液压泵的吸油和压油。

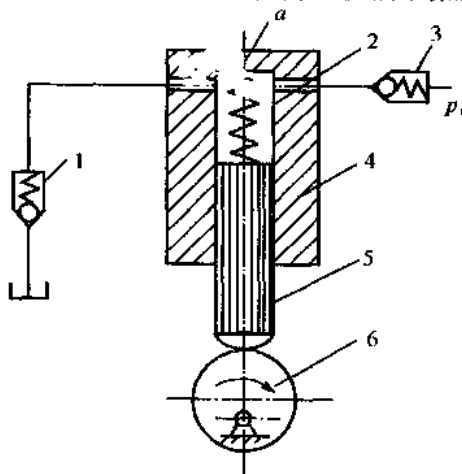


图 2-12 液压泵工作原理

1、3—单向阀 2—弹簧 4—泵体

5—柱塞 6—偏心轮

(2) 液压泵的分类

液压泵种类很多,按泵的结构型式,可分为齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等;按输出的流量是否可调,可分为定量泵和变量泵;按泵的额定压力高低,又可分为低压泵、中压泵和高压泵。

(3) 齿轮泵

图 2-13 是齿轮泵工作原理,它是一对互相啮合的齿轮和泵体组成。其啮合处将油腔分成两部分,即吸油腔和压油腔。当电动机通过联轴器带动主动齿轮按图示方向转动时,从动齿轮同时转动。此时,吸油腔啮合的轮齿逐渐脱开,使密封容积逐渐增大而形成局部真空,油箱中油液在大气压力作用下经吸油口进入吸油腔,并随齿轮转动被带到压油腔。在压油腔内,因齿轮啮合致使密封容积减小,油液受到压缩,被挤出压油腔,并经过管路输送到执行装置。

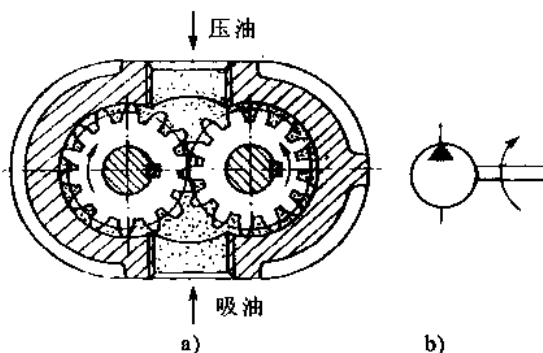


图 2-13 齿轮泵的工作原理

a) 齿轮泵 b) 符号

齿轮泵的流量不可调节,只能作定量泵使用。由于效率和工作压力低,噪声大,一般用于工作环境较差的低压轻载系统。

2. 液压缸

液压缸能将液压能转换成直线运动形式的机械能,输出速度和力。

液压缸的种类很多,常用的是单杆活塞式液压缸。其主要部件是液压缸和活塞,液压缸有两个进油口,活塞一端有杆,一端无杆。当液压缸右腔进油、左腔回油时,活塞带动负载左移,反之活塞向右移动。

单杆活塞式液压缸其最大的特点是,活塞两端的有效作用面积不等。当左、右两腔相继进入流量及压力相等的油液时,因无杆腔活塞面积大,所以活塞的推力大,速度小;而有杆腔进油时,因活塞受力面积小,所以活塞的推力小,速度快。这一特点适合有些机械的要求,即工作行程时要求力大速度慢,而返程时要求力小而速度快。

3. 液压马达

液压马达同液压缸一样上把液压能转变为机械能的一种执行元件。液压马达的结构与液压泵基本相同,从原理上讲,液压马达与液压泵具有可逆性,当它的作用是输出液能时,则为液压泵;反之向它输压力油时,则为液压马达。

液压马达的种类很多,常用的有齿轮式、叶片式等。其结构如图 2-14 所示。液压马达的功率和转矩变化范围大,无级调速方便,在压力要求较高的工程机械上应用较多。

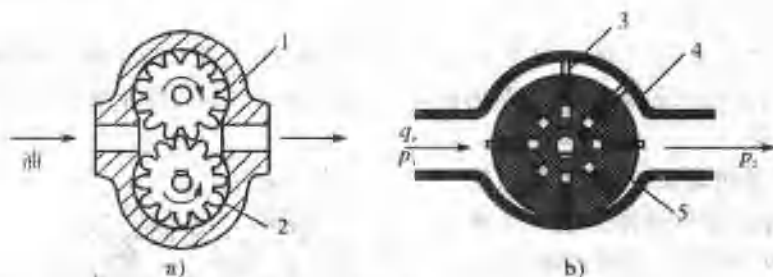


图 2-14 常用液压马达结构

1、4—壳体 2—输出轴 3—叶片 5—转子

4. 控制阀

在液压系统中,为了控制与调节工作油的压力、流量和流动方向,使用了许多不同形式的阀,如换向阀、压力阀、流量阀和电液伺服阀等。下面介绍常用的电磁换向阀的电液伺服阀。

(1) 电磁换向阀 它是利用电磁的吸引推动阀芯在阀体内运动,实现切换油路,从而控制执行元件的换向、起动和停止。

图 2-15 为二位四通电磁换向阀的工作原理图,这里“位”是指换向阀的工作位置数,“通”是指与阀体连接的主油路数。这种阀有两个工作位置,四个通道,即图中所示的 P、A、B、T,其中 P 表示进油口, T 为回油口, A、B 为通往液压缸或液压马达两腔的油口。

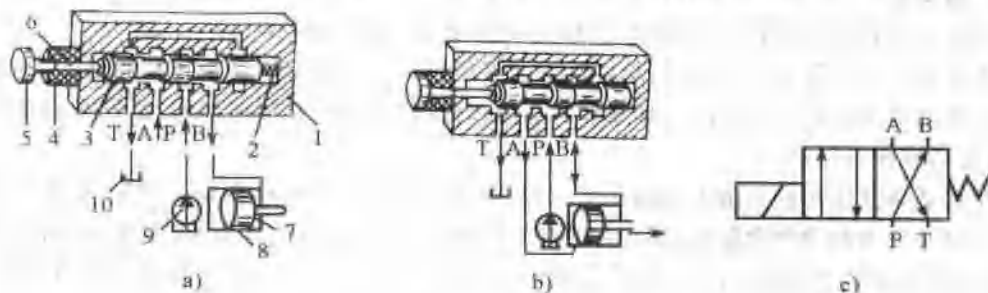


图 2-15 二位四通电磁换向阀工作原理

1—阀体 2—弹簧 3—滑阀 4—电磁铁 5—衔铁 6—推杆 7—液压缸 8—活塞 9—液压泵 10—油池

换向工作原理如下:当电磁铁不通电时,如图 2-15a 所示,滑阀 3 在弹簧力作用下,处在极左位置,压力油从 P 口流入阀体后经滑阀与阀体间的通道,从 B 口流出以油管进入液压缸的右腔,推动活塞向左运动。同时液压缸腔的油经 A 口通过阀体从 T 口流回油池。需要活塞换向时,电磁铁₁铁吸合,将滑阀 3 推向右端位置,如图 2-15b 所示,压力油从 P 口流入阀体后从 A 口流出,进入液压缸左腔,推动活塞向右运动,右腔的油经 B 口和 T 口流回

油池。

电磁换向阀除了二位四通阀以外,还有二位三通、三位四通和三位五通等多种类型,在机电设备中都普遍使用。

(2)电液伺服阀 电液伺服阀的结构原理如图 2-16 所示。主要由力矩电动机 1、喷嘴挡板机构 2、滑阀 5 及四个进出油口组成。P 口与液压泵连接,供给高压油,T 口与油箱连接,A、B 两口与液压执行装置连接。

当电流通过力矩电动机的线圈时,在电磁力的作用下带动挡板向左或向右倾斜,使喷嘴与挡板之间的间隙不等,从而造成滑阀两端的压力不等,便推动滑阀的阀芯移动,传递动力的液压主油路即被接通。因为滑阀位移后的开度是正比于力矩电动机输入的电流,所以阀的输出流量也和输入电流成正比,输入电流反向时,输出流量也反向。

滑阀移动的同时,挡板也随同移动,这时由于反馈弹簧的存在,将对挡板产生与位移成正比的反向力,当滑阀上的液压作用力和反馈弹簧的反向力平衡时,滑阀便保持这一开度上不再移动。

电液伺服阀的优点是能够用小功率的电快速、高精度地控制大功率的液压能,所以在工业自动化控制方面得到广泛应用。这种伺服阀的缺点是精度要求很高。所以价格很贵,而且对油的清洁程度和环境温度的变化都要求很高。

二、气压传动系统

气压传动与控制被称之为气动技术,它是压缩空气为动力源,以空气为工作介质,进行能量传递和信号传递的一门技术。其发展很快,多用于工业自动化各领域。

1. 气压传动的工作原理

气压传动与液压传动具有相似性,现以气动剪切机为例,说明气压传动的工作原理。

图 2-17 是气动剪切机机动阀 9 的顶杆受压而使阀内通路打开,气控换向阀 10 控制腔便与大气相通,阀芯受弹簧力的作用下移。此时,储存在气罐中的压缩空气经干燥器 5、过滤器 6、减压阀 7、油雾器 8 和换向阀 10 的通道进入气缸 11 的下腔;活塞向上运动,带动剪刀,将工料 12 切断,而气缸上腔的压缩空气通过换向阀 10 排入大气。工料切断后,即与机动阀脱离,机动阀复位,所在的排气管道被封死,换向阀 10 的控制腔内气压升高,迫使阀芯上移,气路向压缩空气进入气缸上腔,气缸活塞带动剪刀复位,为第二次下料作准备。

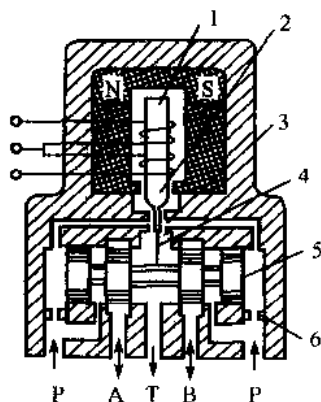


图 2-16 电液伺服阀的构造

1—力矩电动机 2—挡板 3—喷嘴
4—反馈弹簧 5—阀芯 6—固定节流孔

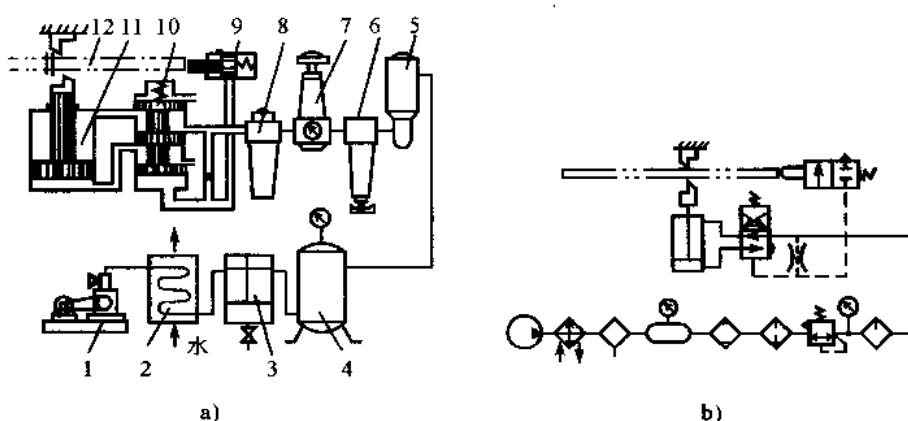


图 2-17 剪切机气动系统工作原理示意图

a) 结构原理 b) 图形符号

- 1—空气压缩机 2—冷却器 3—分水排水器 4—气罐 5—空气干燥器 6—空气过滤器
7—减压阀 8—油雾器 9—机动阀 10—气控换向阀 11—气缸 12—工料

由此可以看出,切断工料的机械能是由压缩空气的压力能转换来的,压缩空气的通路可由控制阀来控制,从而实现了工料的自动切断。此处,气动图形符号与液压图形符号也具有-致性和相似性。但也存在不少不同之处,如因气动元件向大气排气,所经没有液压元件的回油装置符号。

2. 气压传动系统的组成

气压传动系统由以下四个部分组成。

(1)气源设备 主要包括空气压缩机和气罐。空气压缩机是气压传动与控制的动力源,常用 1.0MPa 的压力等级;气罐起到稳压和储能的作用。

(2)执行元件 典型的气动执行元件是气缸的气动马达。它们的工作原理与液压缸和液压马达相同,但有些细微差别,如气动机械噪声较大,使执行元件完成预定的工作。

(3)控制元件 包括各种阀类,如压力阀、方向阀、流量阀、逻辑元件等,用以控制压缩空气的压力、方向、流量的执行元件的工作程序,使执行元件完成预定的工作。

(4)辅助元件 包括气源处理元件的润滑元件。气源处理元件有:冷却器、分水排水器、干燥器、过滤器等,其作用是降温、降水、除油、除杂,以获得洁净干燥的空气。润滑元件主要是油雾器,将润滑油雾化随压缩空气流入需润滑的部位。

3. 气压传动的特点及应用

气压传动与其他传动控制方式相比,主要有以下特点:

(1)气压装置结构简单、轻便,安装维护简单;易于标准化;使用的工作介质易取,处理方便,且不污染环境。

- (2)因空气粘度小,流动时能量损失小,所以便于集中供应,远距离输送。
- (3)气动动作迅速,调节容易,不存在介质变质及补充问题。
- (4)具有防火、防爆、防潮的能力,能适应多种恶劣的环境。
- (5)由于空气具有较大的可压缩性,因而运动平稳性较差。
- (6)因工作压力低(一般 $0.3 \sim 1\text{MPa}$),其输出力或力矩比液压传动控制方式小。
- (7)有较大的排气噪声。

随着工业机械化和自动化的发展,气动技术应用十分广泛,现简单介绍如下:

(1)在汽车制造行业 其焊接生产线几乎无一例外地采用了气动技术。如:车身在每个工序的移动;车身外壳被真空吸盘吸起和放下,在指定工位的夹紧和定位;点焊机焊头的快速接近、减速软着陆后的变压控制点焊,都采用了各种特殊功能的气缸及相应的气动控制系统。

(2)在电子、半导体制造行业 其彩电、冰箱、空调、半导体芯片、印制电路等各种电子产品装配线上使用了各种大小不一、形状不同的气缸、气爪、灵巧的真空吸盘等气动装置,以完成产品的搬运、输送、定位等工作。

(3)在机械行业 为了减轻劳动强度提高生产率,降低成本,在零件加工和组装生产线上,工件的搬运、转位、定位、夹紧、进给、装卸、装配、清洗、检测等许多工序中都使用了气动技术。

(4)在包装自动化方面 气动技术还广泛用于化肥、化工、粮食、食品、制药、烟草等许多行业,实现粉状、粒状、棒状物料及粘稠液体的自动计量与包装。

第三节 电气控制系统

一、电动机

在机电设备中使用着许多电动机,按其作用可以分为两类,一类是作为各种传动装置动力源的电动机;一类是应用在信号检测、转换、传递等方面的控制电动机。

(一)电动机

1. 三相异步电动机

三相异步电动机的结构如图 2-18 所示,主要由定子和转子组成。定子和转子都是由表面涂有绝缘漆的硅钢片叠压而成,定子铁心上都装有三相对称绕组。

当定子绕组通上三相交流电时,就会在定子的空间产生旋转磁场,旋转磁场的转速 $n_0 = 60f/p$ (其中 n_0 为磁场转速,单位: r/min ; f 为电源频率; p 为磁极对数)。

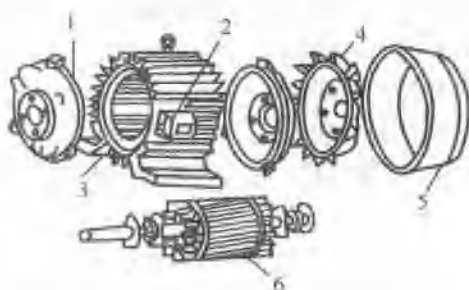


图 2-18 三相笼型异步电动机结构

1—端盖 2—接线盒 3—定子
4—风叶 5—风罩 6—转子

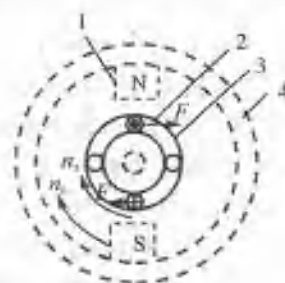


图 2-19 异步电动机转动原理

1—定子旋转磁场 2—转子绕组
3—转子 4—定子

转子绕组分为笼型和绕线转子型,工作时转子将产生感应电流。

异步电动机的转动原理如图 2-19 所示。设定子旋转磁场以同步转速 n_0 顺时针旋转,则相当于磁场不动,转子导体逆时针方向切割磁力线,产生感应电动势、感应电流。用右手定则可判定其方向,在转子绕组上半部分流出纸面,下半部分流进纸面。有电流的转子导体在旋转磁场中受到电磁力的作用,用左手定则就可确定转子的转动方向 n_2 为顺时针,即与定子旋转磁场方向 n_0 一致。

异步电动机的调速方法有三种,即:变极调速、变频调速和变压调速。其中,变频调速方法应用越来越广。

2. 单相异步电动机

图 2-20 是电容分相式单相异步电动机电路,定子具有两个绕组 $U_1 U_2$ 、 $V_1 V_2$,它们在空间互差 90° 。其中 $U_1 U_2$ 为工作绕组, $V_1 V_2$ 绕组中串有电容,称为起动绕组。两个绕组接在同一单相交流电上。适当选择电容 C 的大小可使两个绕组中的电流相位差 90° ,这样在空间便产生了旋转磁场,在旋转磁场的作用下电动机就会沿旋转磁场方向转动。

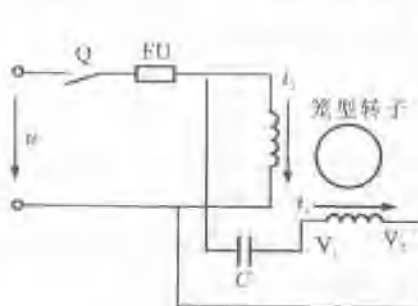


图 2-20 电容分相式单相异步电动机电路

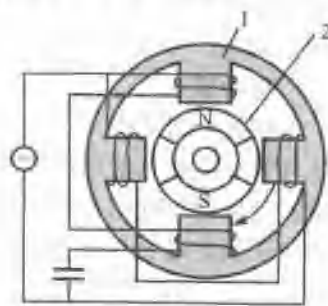


图 2-21 微型同步电动机结构

1—定子 2—转子

3. 同步电动机

电动机转子转速始终与定子旋转磁场的转速相同,这类电动机称为同步电动机。同步电动机主要分三相同步电动机和微型同步电动机两大类,作为驱动与控制,机电设备中常使用同步电动机。

图 2-21 是微型同步电动机的构造图。它的结构与单相异步电动机基本相似,所不同的是转子上装有永磁体,由定子绕组产生的旋转磁场,与转子磁场相互作用驱动转子转动。

由于这种电动机体积小,主要应用在要求响应速度快、中小功率的工业机器人和机床领域。

4. 常用电动机型号与用途

在三相异步电动机和单相电动机类型与作用见表 2-2、2-3 所示。

表 2-2 三相异步电动机的类型与用途

名称	型 号		用 途
	新型号	旧型号	
异步电动机	Y	J、JO、JQ、JQO、J2、JO2、JQ2、JK、JL、JS	用于一般机器及设备上,如水泵、鼓风机、机床等
多速异步电动机	YD	JD、JDO	用于要求有 2~4 种转速的机械
起重冶金用异步电动机	YZ	JZ	用于起重机械及冶金辅助机械
电磁调速异步电动机	YCT	JZT	用于纺织、印染、化工、造纸及要求变速的机械上
高转差率异步电动机	YH	JH、JHO	用于传动较大飞轮惯量和不均匀冲击负荷的金属加工机械,如锻压机等
精密机床用异步电动机	TJ	JJO	用于要求快速制动的机械。如电动葫芦卷扬机等
换向器式调速异步电动机	YHT	JIS	用于纺织、印染、化工、造纸及要求变速的机械上,但效率与功率因数比 YCT 高

表 2-3 单相电动机类型与用途

电动机形式	电阻分相起动式	电容分相起动式	电容运转式	罩极式	换向式电动机
基本系列型号	YU(BO、BO2、J2)	YC(CO、CO2、JY、JDY)	YY (DO、DO2、JX)	YJ	HL(SU)、G
用途	用于中等起动转矩,速度基本不变场合,如小型车床、医疗器械、工业缝纫机等	适用于较大起动转矩的设备,如电冰箱、空压机、各类泵类设备和满载起动	适用于负荷低、噪声高、吊扇等场合,如吊扇等	适用于对制转矩要求不高的小型电动机,如小型电动机	适用于单相交流电源,常用于医疗器械、小电动机、床具等

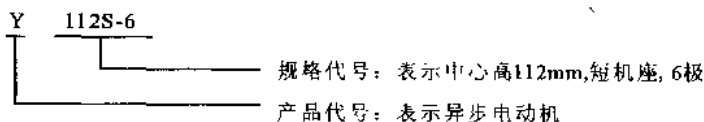
5. 异步电动机铭牌数据与型号含义

以下是三相异步电动机铭牌,其铭牌数据及额定值说明如下:

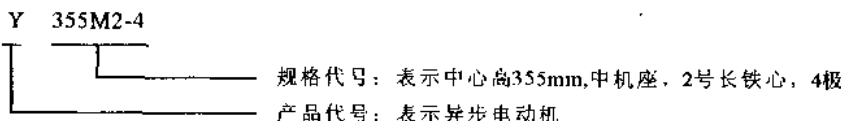
型号	Y- 180L -8	功率	11kW	频率	50Hz
电压	380V	电流	25.1A	接线	$\triangle$
转速	730r/min	效率	86.5%	功率因数	0.77
工作定额	连续	绝缘等级	B	重量	kg
标准编号		出厂编号		年 月 制造	
×××电机厂					

型号:表示电动机和系列品种、性能、防护结构形式、转子类型等的产品代号,例如:

小型异步电动机



中型异步电动机



功率:指电动机输出的额定功率,单位为 kW。

电压:指接在定子绕组上的线电压(V)。

电流:电动机在额定电压和额定频率下,并输出额定功率时,定子绕组的三相电流值(A)。

接线:表示在额定电压下,电动机本相绕组联结方式。如图 2-22 所示,三相绕组可以接成星形(Y)或三角形($\triangle$),但必须按铭牌上规定的接线联结,才能正常运行。

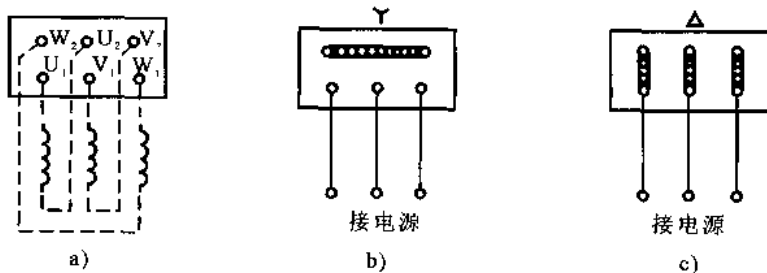


图 2-22 三相绕组电源联结图

a)接线端子 b)星形联结 c)三角形联结

频率:指电动机所接受电源的频率,我国规定频率为 $50\text{Hz} \pm 1\%$ 。

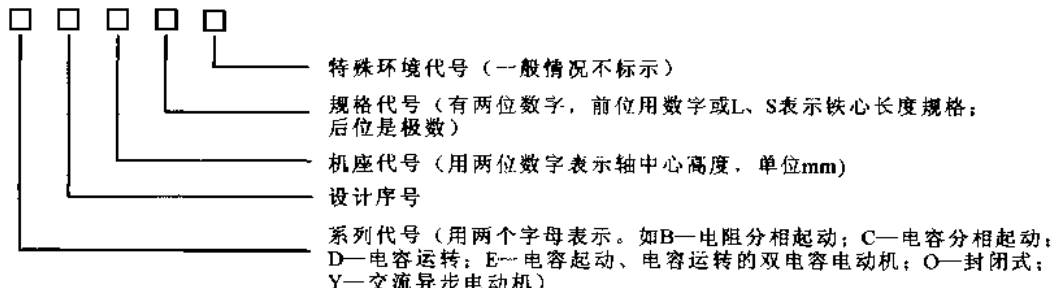
转速:指在额定电压、额定频率和额定负载下电动机的转速(r/min)。

工作定额:指电动机运行的持续时间,分为连续定额、断续定额和短时定额三种。

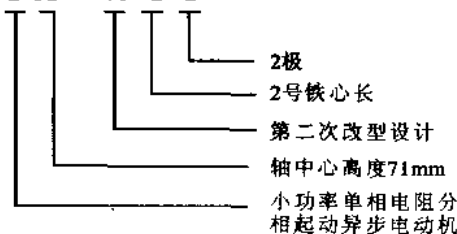
绝缘等级:电动机绝缘材料的等级,决定电动机的允许温升。中小型电动机的绕组绝缘有 A 级、E 级、B 级、F 级和 H 级。有些电动机铭牌上标明允许温升而不标明绝缘等级。

单相电动机铭牌主要内容如下:

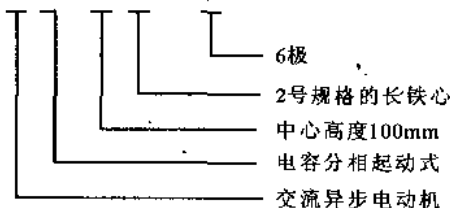
(1)型号 单相异步电动机的型号由下列项目组成:



例如: B 02 — 71 2 2



Y C 100 L2 — 6



(2)功率 在额定电压、额定频率条件下的额定输出功率,单位为 W 或 kW。

(3)电压与电流 铭牌上标明的电压是在额定运行时线端间的电压,单位为 V;铭牌上记载的电流值是该电动机在额定电压、额定功率情况下,运行在额定输出功率时由制造厂规定的电流值,单位为 A。

(4)转速 电动机在额定运行时额定转速的规定值,单位为 r/min 。

(二)控制电动机

1. 伺服电动机

伺服电动机是将输入信号转换成轴上的角位移或角速度输出,在自动控制系统中通常作为执行元件使用,又称为执行电动机。伺服电动机按使用电源的不同分为交流伺服电动机和直流伺服电动机两大类。图 2-23 为交流伺服电动机的电路图。

交流伺服电动机的结构与单相电容式异步电动机相似。电动机定子上装有互差 90° 的两相绕组,一相为励磁绕组 $U_1 U_2$,接交流电源 u_1 ;另一相为控制绕组 $V_1 V_2$,接输入信号 u_c 。励磁绕组上串有电容 C,起移相作用。

当交流电压 u_1 和信号电压 u_c 同时加在定子绕组上,产生旋转磁场,转子便会转动。转速的高低与信号的大小成正比。无控制信号 u_c 输入时,无旋转磁场产生,转子静止不动。信号反相时,转子反转。

2. 步进电动机

步进电动机也叫做脉冲电动机,每当输入一个脉冲时,电动机就旋转一个固定的角度(称步距角)。所以它是一种把输入电脉冲信号转换成机械位移的执行元件。

图 2-24 是步进电动机原理图。在定子上装有 6 个均匀分布的磁极,每对磁极上都绕有控制绕组,每相绕组首端 U_1 、 V_1 、 W_1 接电源,末端 U_2 、 V_2 、 W_2 相连成星形联结。转子铁心形状为齿轮状。

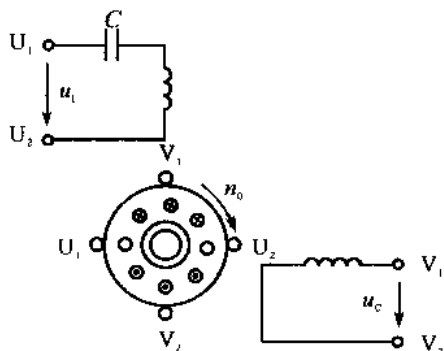


图 2-23 交流伺服电动机电路

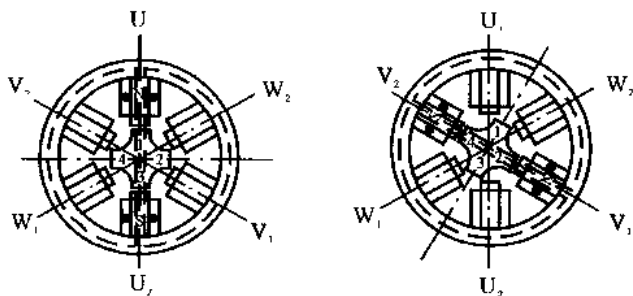


图 2-24 步进电动机原理图

a) U 相绕组通入电脉冲 b) V 相绕组通入电脉冲

当向 U 相绕组通入电脉冲时,由于磁通总是沿磁阻最小的路径闭合,于是产生磁场力使转子铁心齿 1、3 与 U 相绕组轴线对齐,如图 2-24a 所示。如果将电脉冲通入到 V 相绕组中,根据同样的原理,转子铁心齿 2、4 与 V 相绕组对齐,如图 2-24b 所示。这样,定子磁极与转子铁心之间的引力驱动转子一步一步的转动。通入的电脉冲频率越高,电动机的转速越快。

这种电动机可以直接用数字信号控制,容易与计算机接口,起动、停止、正、反转都易于控制,而且维护方便,寿命长。广泛用于数控机床、自动记录仪表、计算机绘图仪、钟表行业等许多领域。

二、传感器

现代信息技术的三大基础是信息的采集、传输与处理技术。即传感器技术、通信技术和

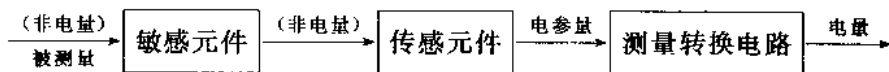
计算机技术。它们分别构成了信息技术系统的“感官”、“神经”和“大脑”。从广义上讲,传感器就是能感受外界信息并能按其一定规律将这些信息转换成可用信号的装置。从狭义上讲,传感器就是能将被测信息转换成电信号的装置。

现代工业自动化程度越来越高,就有必要对生产过程中的许多静态、动态参量进行在线的自动检测。工业检测中涉及到的绝大部分都是非电量,如热工量、机械量、状态量、物性量和成分等。传感器将这些被测量检测出来并转换成相应的电信号,传递给计算机进行处理并发出控制信号,由执行器执行完成生产过程的自动控制。这就对传感器的测量精度、动态响应等提出很高的要求。传感器就是在自动化不断的需求下得以发展而逐步完善的。

(一) 传感器组成分类

1. 传感器组成

传感器通常由敏感元件、传感元件和测量转换电路三部分组成。其框图如下图所示。



下面以电位器式压力传感器为例,说明三个功能元件的作用。图 2-25 是电位器式压力传感器的结构简图。当被测压力 p 增大时,弹簧管力图伸直,而带动电位器的电刷产生角位移。电位器电阻的变化反映了被测压力的变化。在这个传感器中,弹簧管是敏感元件,它将压力转换成角位移。电位器为传感元件,它将角位移转换成电阻的变化。当电位器两端加上电源后,电位器就组成分压比电路,它的输出就是与压力成一定关系的电压 U_0 。因此,电位器又属于测量转换电路。

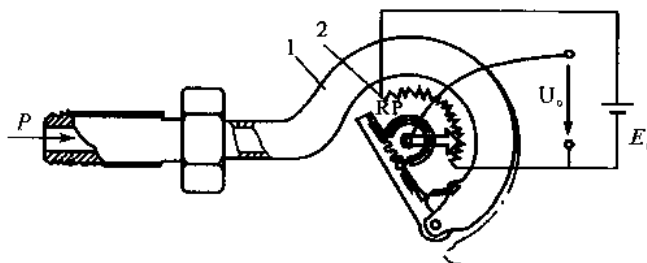


图 2-25 电位器式压力传感器

1—弹簧管 2—电位器

2. 传感器分类

传感器的种类很多,目前尚没有统一分类方法。下面介绍几种常用分类方法。

(1) 按被测量分类 可分为位移、力、力矩、转速、振动、加速度、温度、流量、流速等传感器。

(2) 按测量原理分类 有电阻、电容、电感、压电、光栅、热电偶、光电、超声波、光导纤维

等传感器。

(3)按输入、输出特性分类 可分为线性传感器和非线性传感器。

(4)按输出信号方式分类 有开关式、模拟式、数字式传感器。

(二)传感器在自动检测与自动控制中的应用

1. 光控电路

图 2-26 为光控路灯电路。此电路主要由光敏二极管 VD、三极管 VT 和继电器 K 组成。继电器 K 的一对常开触点作为路灯在每天傍晚自动开启,次日早晨自动熄灭。达到自动开、关路灯的目的。很显然,在这个电路里,光敏二极管是起着将光信号转换为电信号的作用。

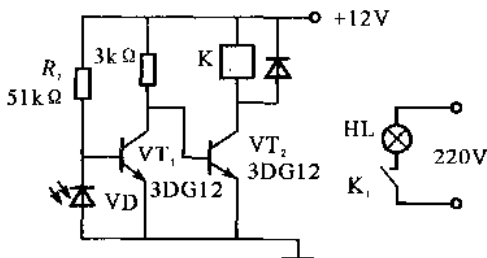


图 2-26 光控路灯电路

光敏二极管与普通二极管一样,都有一个 PN 结,所不同的是光敏二极管在管壳顶部有一个玻璃透镜,以使光线能聚焦到管芯 PN 结上。如图 2-27 所示,光敏二极管在电路中处于反向偏置状态。在没有光照时,反向电流很小。当受到光照时,产生光电流,其电流的大小与入射光照度成正比,所以一种较好的光电转换器件。图 2-28a 的接法最简单,但负载能力差;图 2-28b 采用了三极管放大;图 2-28c 则采用了运算放大器放大,以增加负载能力。

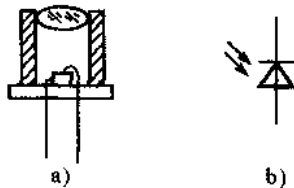


图 2-27 光敏二极管结构图

a) 结构图 b) 符号

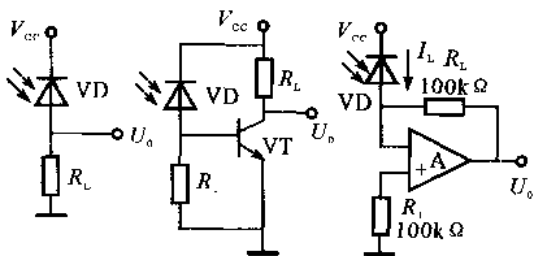


图 2-28 光敏二极管的三种接法

a) 简单接法 b) 采用三极管放大 c) 采用运算放大器放大

路灯的自动开启,就是利用了光敏二极管的特性。当自然光照射在光敏二极管 VD 上,VD 的内阻减小,它两端的电压降减小。因此三极管 VT₁ 截止,VT₂ 也截止,继电器 K 不增大,它两端的电压降也增大,使 VT₁、VT₂ 都导通,继电器 K 吸合,因而路灯熄灭。

光敏二极管产生的光电流有限,为提高灵敏度,可采用光敏三极管。其结构与普通三极管一样,当光线通过透明窗口照射在集电结上,便像光敏二极管一样产生光电流。此光电流相当于普通三极管的基极电流,因而流过集电极电流 I_c 便是光电流的 β 倍。这一过程与普

通三极管的电流放大作用相似。因此。光敏三极管比光敏二极管的灵敏度高许多倍。如果将光敏三极管和普通三极管组合在一起便形成达林顿管,如图 2-29 所示。它有高增益和大电流的输出,甚至不必经过进一步放大便可直接驱动灵敏继电器,适合于开关状态或位置信号的检测。

光敏三极管的基本实用电路如图 2-30 所示。

图 2-30a 是发射极输出电路,输出信号一般较小,输出信号与输入信号同相位。图 2-30b 是集电极输出电路,其输出电压一般较大,输出信号与输入信号反相位。

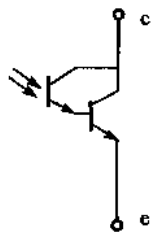


图 2-29 光敏达林顿三极管

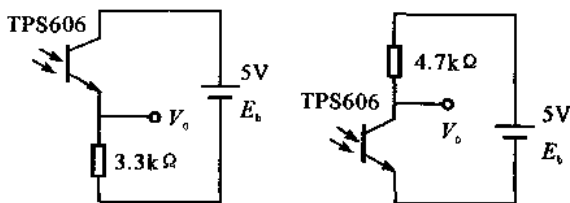


图 2-30 光敏三极管的实用电路

a) 发射极输出电路 b) 集电极输出电路

如果将结外线发射元件 VL(E) 与光敏接收元件(光敏晶体管)组合在一起,这便是光电路器。通常用来检测物体的靠近、通过等状态。是一种应用广泛的非接触开关元件。根据光路的走向,分为透过型和反射型,如图 2-31 所示。

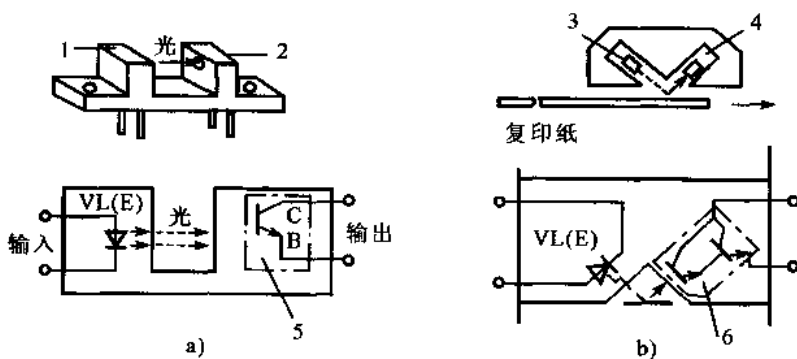


图 2-31 光电断路器类型

a) 透过型 b) 反射型 1、3—发光部 2、4 受光部 5—光敏达林顿管 6—光电三极管

光电路器广泛用于自动控制系统、生产流水线、办公设备和家用电器中。例如,复印机中,用来检测复印纸的有无;生产流水线上的产量统计;自动灌装机的瓶盖是否压上,标签是否漏贴等。部分应用如图 2-32 所示。

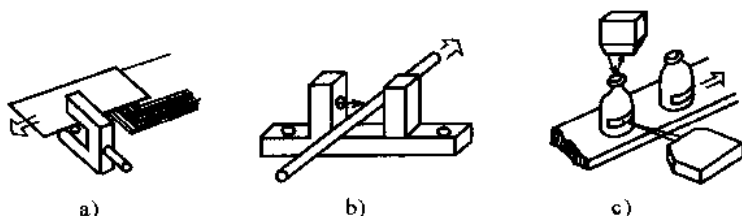


图 2-32 光电断路器的应用

a) 送纸检测 b) 线料断否检测 c) 瓶盖、标签检测

2. 温控电路

图 2-33 为压力式温度计,由温包、毛细管和压力弹性敏感元件(弹簧管)组成。温包、毛细管和弹簧管内腔构成一个封闭和连通容器,其中充满工作物质(气体、液体等)。当温包受热后,温包内的工作物质温度升高,根据热膨胀原理,压力增大,此压力经毛细管传到弹簧管内,使弹簧管产生变形,并由传动系统带动指针,指出相应的温度。电冰箱的温度控制就是压力式温度传感器的一种应用实例,如图 2-34 所示。在温包、毛细管和弹性膜盒中充有低沸点液体氟利昂。当温度升高后,氟利昂汽化产生的压力作用于弹性膜盒。转换成膜盒中心的位移,推动杠杆使电接点接通,压缩机制冷。当温度下降,温包压力减小,杠杆在弹簧的作用下,断开电路,压缩机停机。调节温度旋钮可改变凸轮转角,从而改变电接点的距离,以达到冰箱内的温度调节。

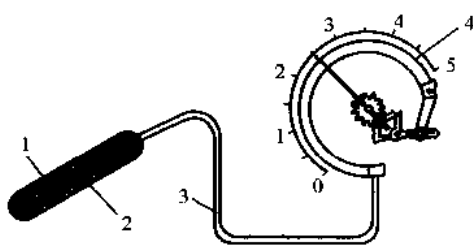


图 2-33 压力式温度计

1—温包 2 工作物质 3 毛细管 4—弹簧管

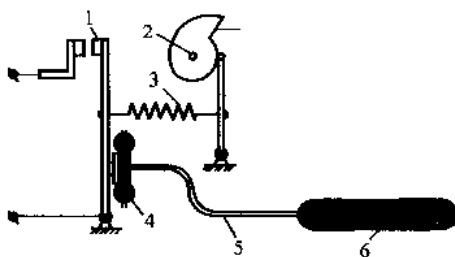


图 2-34 电冰箱的温度控制

1—电接点 2—调温旋钮轴 3—弹簧
4—膜盒 5—毛细管 6—温包

还有一种测温元件——热敏电阻。它是利用半导体的电阻随温度变化的特性制成的。其种类很多,按电阻温度系数分,有正温度系数 PTC 型和负温度系数 NTC 型。

根据不同类型热敏电阻的输出特性,热敏电阻可用于温度测量、温度补偿及温度控制等方面。热敏电阻在温控电路中的应用实例,如图 2-35 所示。温控对象是一个通断控制的加热装置,工作原理如下:把工作温度 a 点相对应的电压与预先设定温度 b 点相对应的电压进行比较。如果 $V_a > V_b$,即 a 点温度大于 b 温度,比较器 A 输出低电平,晶体管 VT_1 导通,

VT_2 也同通。继电器 K 得电, 其常闭触点 K_1 断开, 加热器断电。如果 $V_a < V_b$, 即 a 点温度低于 b 点温度, 比较器 A 输出高电平, VT_1 、 VT_2 截止, 继电器 K 断电, 其常闭触点 K_1 合上, 加热器通电加热。这样, 根据工作温度的高低, 反复通断加热器, 使工作温度保持恒定。静电复印机的硒鼓加热器温度控制就是采用热敏电阻进行温控的。

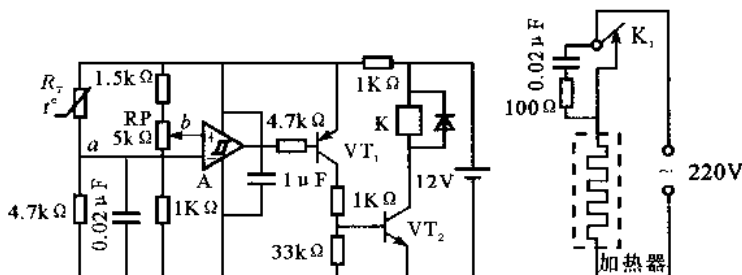


图 2-35 温度控制电路实例

三、常用低压电器

低压电器是指交流 1200V, 直流 1500V 以下, 用来控制与保护供用电设备的电器。不同功能的低压电器组合, 就构成各种控制功能的电路, 完成生产和生活用电设备对电气性能的要求。

1. 胶盖刀开关

刀开关是手动电器中结构最简单的一种, 主要用于手动接通与断开交、直流电路, 通常只作隔离开关用, 也可以用于小容量三相异步电动机的直接起动。其结构如图 2-36 所示。

2. 熔断器式刀开关

又称铁壳开关或负荷开关, 适用于配电线路作电源开关、隔离开关、应急开关和短路保护用。其基本构成如图 2-37 所示, 与刀开关所不同的是增加有速断弹簧和灭弧装置, 使开关具有快速闭合、分断能力和有效的灭弧功能。

3. 组合开关

又称转换开关, 是一种手动电器。结构如图 2-38 所示。有多组动触片、静触片, 可以有不同的组合, 同时用于多个回路和控制, 以满足不同电路的控制要求。其特点是操作机构采用了扭簧储能, 可使开关实现快速闭合与分断。适用于电气控制电路的换接以及小容量电动机的直接起动等。

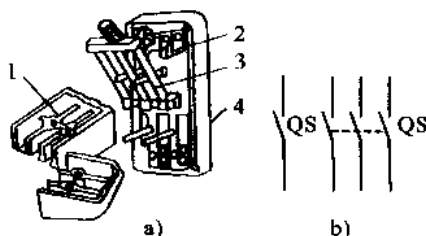


图 2-36 刀开关

a) 结构 b) 符号 (单刀、三刀)

1—胶盖 2—刀座 3—刀片 4—瓷底

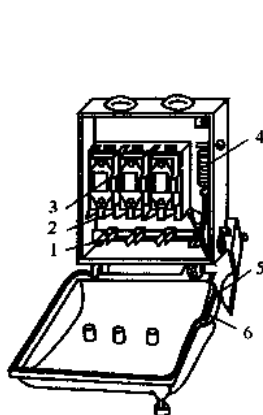


图 2-37 铁壳开关

- 1—刀片 2 刀座
3—熔断器 4—速断弹簧
5—手柄 6—凸筋

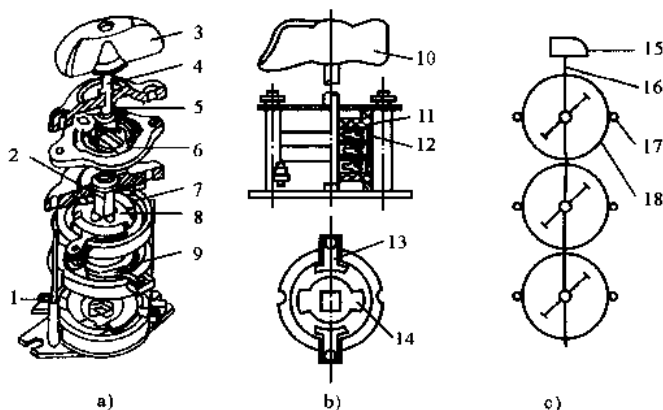


图 2-38 组合开关

a)外形 b)结构 c)原理示意

- 1—接线柱 2—绝缘杆 3、10、15—手柄 4、16—转轴
5—弹簧 6—凸轮 7 绝缘垫板 8、12、14、18 动触片
9、13、17—静触片 11—绝缘盒

4. 控制按钮

如图 2-39 所示,是一种简单的手动电器。其结构主要由桥式双断点的动触片、静触片、按钮帽和复位弹簧组成。当按下按钮,动触片下移,先断开常闭静触片,后接通常开静触片。松开按钮,在复位弹簧的作用下,又恢复到初始状态。适用于短间接通与分断 5A 以下电流的电路,作为接触器、继电器、起动器的远距离控制。

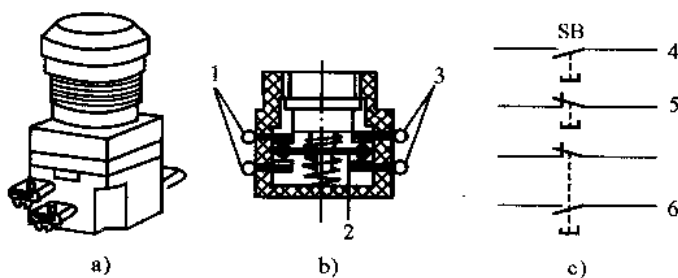


图 2-39 按钮

- a)外形 b)结构 c)符号 1 静触片 2 动触片 3—静触片 4—动合按钮 5—动断按钮 6—复合按钮

5. 熔断器

熔断器是一种保护电器,主要由熔断体 and 外壳组成。熔体大多由低熔点合金制成。熔断器串联在电路中,当电路出现过载或短路故障时,熔体因过热而迅速熔断,从而达到保护

电路和电气设备的作用。

常用的几种熔断器如图 2-40 所示。

6. 行程开关

也称限位开关,它主要是按运动部件的行程和位置要求而动作的电器。行程开关种类主要有按钮式、单轮旋转式和双轮旋转式,其外形和符号如图 2-41 所示。

行程开关的内部结构和动作原理与控制按钮类似,不同的是触点的闭合不靠手动操作,而是利用运动机械上的撞块来碰撞行程开关的顶杆使内部和微动开关动作。当撞块离开后,按钮式和单轮旋转式行程开关能自动复位,而双轮旋转式行程开关不能自动复位,要依靠撞块从两个方向来撞击滚轮,从而改变触点的状态。

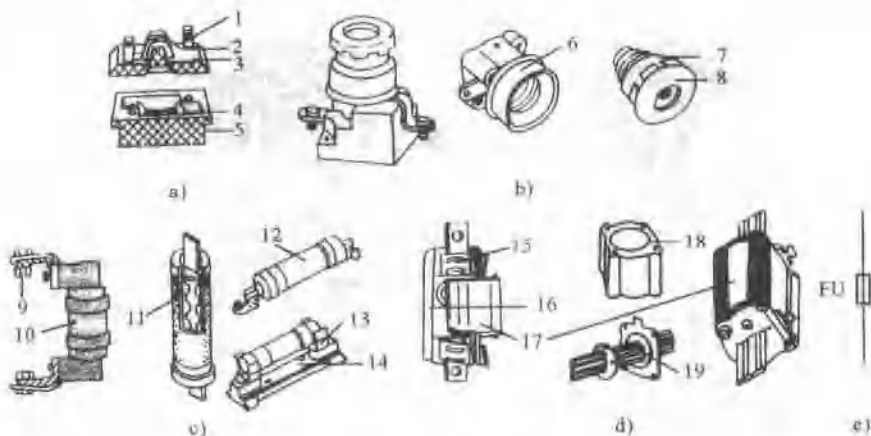


图 2-40 熔断器

a) 插入式熔断器 b) 螺旋式熔断器 c) 管式熔断器 d) 填料式熔断器 e) 符号

1—动触头 2—熔丝 3—瓷插件 4—静触头 5—瓷底座 6,9—底座 7,17—熔断体 8—瓷帽
10,12—熔断管 11,19—熔体 13,15—弹簧尖 14—底座 16—瓷底座 18—管体

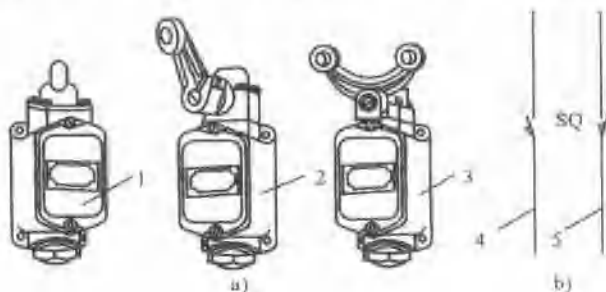


图 2-41 行程开关

a) 外形 b) 符号 1—按钮式 2—单轮旋转式 3—双轮旋转式 4—常开触点 5—常闭触点

7. 交流接触器

主要用来远距离接通和分断交流低压电力线路以及频繁起动和控制交流电动机。交流接触器的外形、结构、原理示意图、符号分别如图 2-42a、b、c、d 所示。结构主要由电磁机构、触点系统和灭弧装置等组成。当接触器线圈通电后,在电磁吸力作用下使衔铁向下运动与铁心吸合,从而带动常开触点闭合,常闭触点分开,主电路被接通。当线圈断电时,电磁吸力消失,衔铁在弹簧作用下复位,从而断开主电路。

交流接触器触点分为主触点和辅触点。主触点截面尺寸较大,设有灭弧装置,允许通过较大电流,所以,接入主回路(与负载串联);辅助点截面尺寸较小,不设灭弧装置,允许通过电流较小,通常接入控制回路。

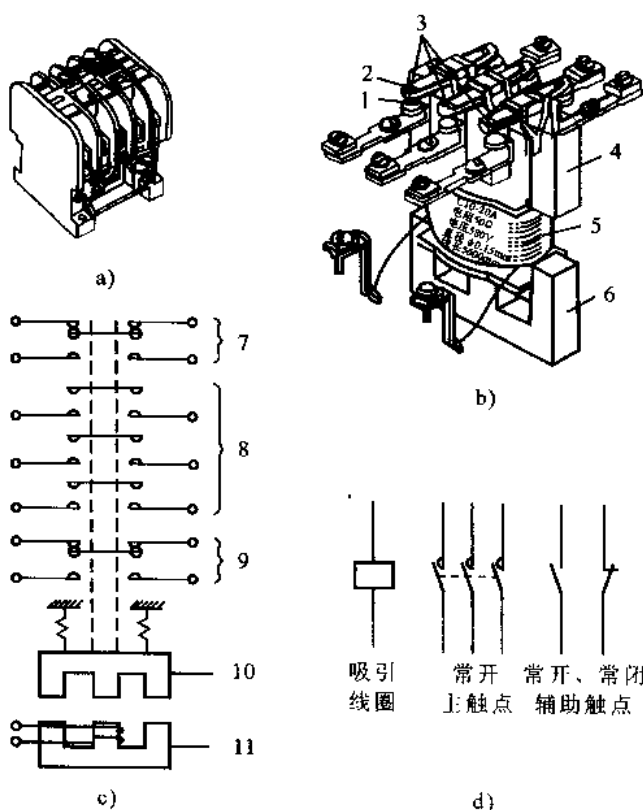


图 2-42 交流接触器

a)外形 b)结构 c)原理示意 d)符号

1—静触点 2—动触点 3—主触点 4、10—衔铁 5—吸引线圈 6、11 静铁心 7、9—辅助触点 8—主触点

8. 继电器

继电器是一种断续控制的自动切换电器,其触点接在控制电路中,用来接通和分断控制

电路,从而达到对电路的控制与保护。根据所起的保护作用,可分为电压继电器、电流继电器、热继电器、时间继电器等。电压继电器具有欠压或过压保护作用;电流继电器具有过电流保护作用,延时继电器具有延时分断或接通触点的作用,热继电器具有过载保护作用。下面介绍热继电器的结构和工作原理:

图 2-43 为热继电器外形、工作原理示意图和符号。由图可见,热继电器结构主要由发热元件、热膨胀系数不同的双金属片和触点组成。

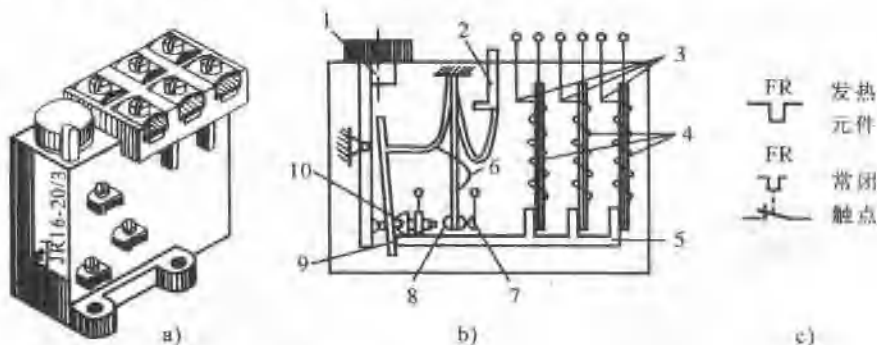


图 2-43 热继电器

a) 外形 b) 结构 c) 符号

1—偏心凸轮 2—复位按钮 3—发热元件 4—双金属片 5—导板 6—弹簧片
7—静触点 8—动触点 9—杠杆 10—静触点(螺钉)

热继电器的发热元件绕制在双金属片上,并与被保护设备的电路串联,当电路正常工作时,对应的负载电流流过发热元件,产生的热量不足以使金属片产生明显弯曲变形。当电气设备过载时,加热元件中通过的电流超过了它的额定值,因而热量增大,双金属片弯曲变形,当弯曲程度达一定幅度时,由导板推动杠杆,使热继电器的触点动作,其结果常开触点闭合,常闭触点断开。因为热继电器的常闭触点和接触器的电磁线圈相串联,所以当热继电器动作后,接触器的线圈断电,主触点也随之分断。因而,切断了电气设备主电路,起到了过载保护的目的。

欲使热继电器重新工作,需待双金属片冷却后,按下复位按钮,使热继电器的常闭触点恢复闭合状态方可。热继电器动作电流值的大小可通过偏心凸轮进行调整。

由于热惯性,电气设备从过载开始到热继电器动作需要一定的时间,因而这种保护不适用于对电气设备的短路保护。

9. 空气断路器

也称自动开关或空气开关。具有欠压、失压、过载和短路保护功能。相当于刀开关、熔断器、过电流继电器、欠电压继电器和热继电器的一种组合。空气断路器的原理示意图和符

号如图 2-44 所示。主要同触点、脱扣器、灭弧装置和操作机构组成。正常工作时,手柄处于“合”位置,此时触点连杆被搭钩锁住,触点保持闭合状态;扳动手柄置于“分”位置时,主触点处于断开状态,空气断路器的“分”和“合”在机械上是互锁的。

当被保护电路发生短路或产生瞬时过电流时,过流脱扣器的衔铁被吸合,撞击杠杆,顶开搭钩,则连杆在弹簧的拉力下断开主电路。

当被保护电路发生过载时,通过发热元件的电流增大,双金属片向上弯曲变形,达一定幅度时,推动杠杆顶开搭钩,主触点断开,起到过载保护。

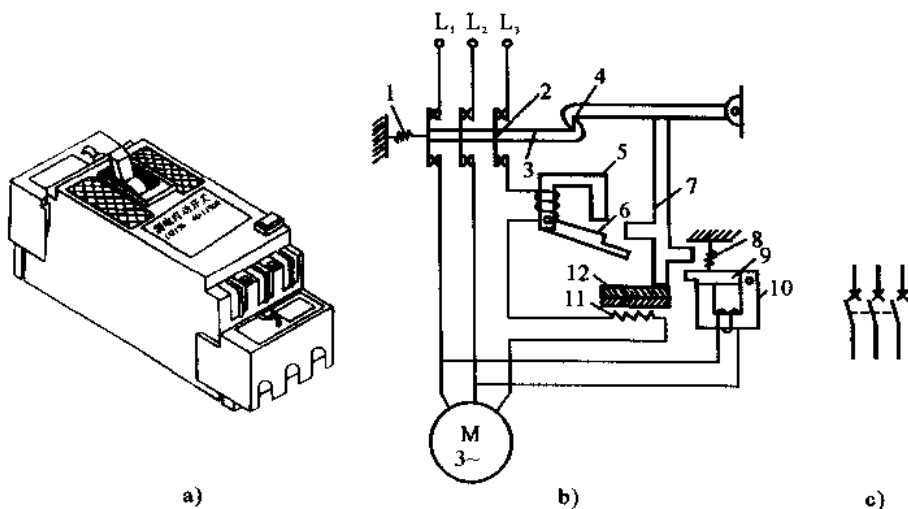


图 2-44 空气断路器

a)外形 b)原理示意图 c)符号

1、8—弹簧 2 主触点 3—连杆 4—搭钩 5—电流脱扣器 6、9—衔铁
7—杠杆 10—欠压脱扣器 11—发热元件 12—双金属片

当被保护电路失压或电压过低时,欠压脱扣器的电磁吸力小于弹簧的拉力。衔铁被弹簧拉开,撞击杠杆而将搭钩顶开,电路被分断,起到欠压保护。

四、简单电气控制电路

1. 三相笼型异步电动机单向旋转接触器控制电路

如图 2-45 所示。

起动:合上电源开关 Q,控制电路电源接通。按下起动按钮 SB_2 (动合触头),接触器 KM 圈通电吸合,主触头闭合,电动机开始旋转。同时,与按钮 SB_2 并联的接触器 KM 常开辅助触头闭合,起自锁作用,松开按钮 SB_2 ,电动机继续运转。

停转:按下停止按钮 SB_1 (动断触头),接触器 KM 线圈断电释放,KM 主触头、常开辅助

触头断开。电动机停止旋转。松开按钮 SB_1 ，触点恢复其常闭状态。

熔断器 FU_1 、 FU_2 起主电路、控制电路的短路保护作用。热继电器 FR 起电动机的过载保护作用。

2. 三相笼型异步电动机正反转控制电路

如图 2-46 所示。

电气互锁控制电路如图 2-46b 所示，工作过程如下：

正转：按下 SB_2 ， KM_1 通电，吸合，电动机正转。同时， KM_1 辅助常开触头闭合，起自锁作用。 KM_1 辅助常闭触头打开，确保反转支路断电。

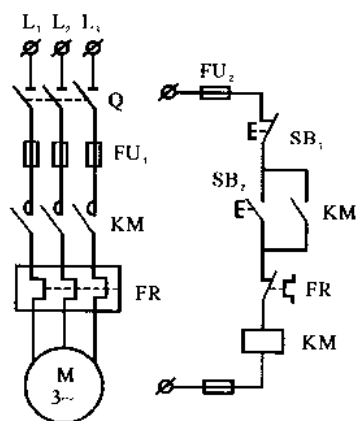


图 2-45 电动机单向旋转接触器控制电路

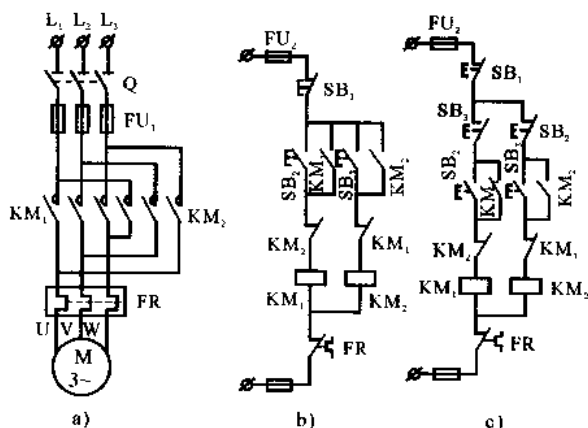


图 2-46 按钮控制电动机正反转控制电路

a) 主电路 b) 电气互锁控制电路
c) 电气、按钮双重互锁控制电路

停止：按下 SB_1 ， KM_1 断电释放，电动机停转。

反转：按下 SB_3 ， KM_2 通电吸合，电动机反转。同时， KM_2 辅助常开触头闭合， KM_2 辅助常闭触头打开。

FU 起主电路短路保护作用， FR 起电动机过载保护作用。在这种控制电路里， KM_1 和 KM_2 的辅助常闭触头都串接在对方线圈电路中。正因为这种电气互锁控制，使得电动机由正转到反转或由反转到正转，都必须先按下停止按钮 SB_1 ，再进行正转或反转的起动控制。其控制的操作顺序为正 停—反或反—停—正。

在图 2-46c 电路中增加按钮互锁环节，就构成了电气、按钮双重互锁的控制电路，该电路实现了电动机由正转变反转或由反转变正转的直接控制，而无需按下停止按钮 SB_1 。

◆复习思考题

1. 现代机电设备由哪几个部分组成？各有什么作用？
2. 常用控制电动机有几种类型？简述工作原理。
3. 带传动类型有几种，各有什么特点？
4. 链传动常用于什么样的工作环境？
5. 齿轮传动的主要优点有哪些？
6. 设备常用润滑装置和润滑方法有哪些？
7. 液压传动和气压传动都是由哪些部分组成的？
8. 简述齿轮泵的工作原理。
9. 与液压传动相比，气压传动有哪些优点？
10. 热继电器在电路中起什么作用？发热元件与触点在电路中是如何连接的？

第三章 机电设备应用举例

机电设备的种类繁多。尽管各种机电设备的基本构成相同,但是不同用途、不同类型的机电设备的具体结构、工作原理却各不相同。本章我们介绍几种典型的机电设备,认识它们的基本组成、结构特点、使用特点以及使用中应注意的问题。

第一节 普通车床

普通车床是典型的机械结构复杂而电气控制系统简单的机电设备。CA6140 型卧式车床是我国设计制造的一种卧式普通车床,在我国机械制造类工厂中使用极为广泛。本节将通过 CA6140 型卧式车床的分析,认识普通车床的机械结构、电气控制的基本原理,并了解一些使用维护常识。

一、CA6140 型卧式车床概述

1. 车床的工艺范围

CA6140 型卧式车床的工艺范围很广,它能完成多种多样的加工工序,加工各种轴类、套筒类和盘类零件上的回转表面,如车削内、外圆柱面、圆锥面、环槽及成型回转面;车前端面及各种常用螺纹;不可以进行钻孔、扩孔和滚花等,如图 3-1 所示。

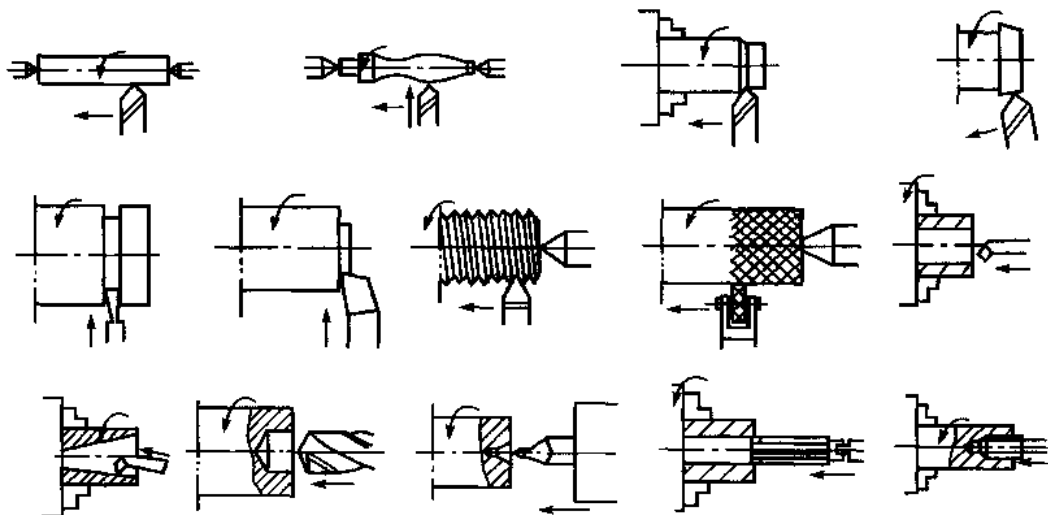


图 3-1 卧式车床所能加工的典型表面

CA6140 型卧式车床应用范围很广,但结构较复杂而且自动化程度低,在加工形状复杂的工件时,换刀较麻烦,加工过程中的辅助时间较多,所以适用于单件、小批生产及修理车间使用等。

2. 车床的运动

由图 3-1 可以看出,为了加工出各种回转表面,车床必须具有工件的旋转运动和刀具的移动。工件的旋转运动是车床的主运动,其转速常以 n (单位为 r/min)表示。主运动是实现切削最基本的运动,它的运动速度较高,消耗的功率较大。刀具的移动是车床的进给运动。刀具可以作平行于工件旋转轴线的纵向进给运动(车圆柱表面)、作垂直于工件旋转轴线的横向进给运动(车端面)、作与工件旋转轴线成一定角度方向的斜向运动(车圆锥表面)或作曲线运动(车成形回转表面)。进给量常以 f (单位为 mm/r)表示。进给运动的速度较低,所消耗的功率也较少。主运动和进给运动是形成被加工表面形状所必需的运动,称为表面成形运动。

此外,车床还具有一些辅助运动。例如,刀具的切入和退出,在卧式车床上由人工移动刀架来完成。为了减轻劳动强度和节省移动刀架所耗费的时间,该车床还具有由电动机驱动的刀架纵向和横向的快速移动。又如,刀架的转位、工件的夹紧与放松等也都属于辅助运动。

3. 车床的总布局与组成

机床的总布局体现了机床各主要部件之间的相互位置关系,以及它们之间的相对运动关系。CA6140 型卧式车床的加工对象主要是轴类零件和直径不太大的盘类零件,故采用卧式布局。为了适应工人用右手操纵的习惯和便于观察、测量,主轴箱布置在左端。

图 3-2 是 CA6140 型卧式车床的外形图,其主要组成部件及功能如下:

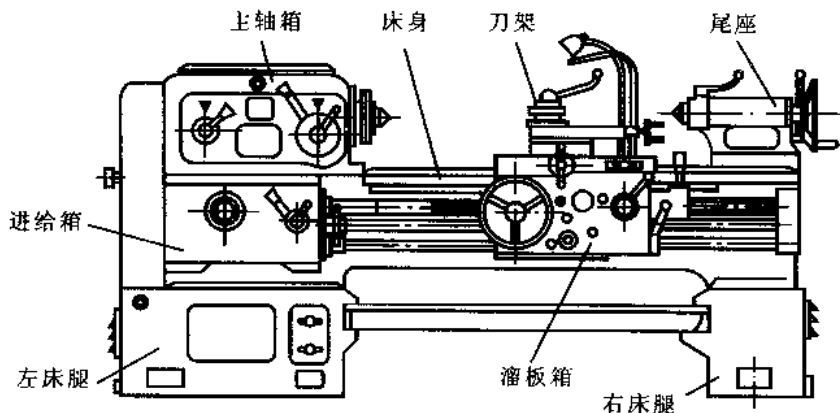


图 3-2 CA6140 型卧式车床外形图

主轴箱又称床头箱,固定在床身的左边,其内部装有主轴和变速传动机构。工件通过卡盘等夹具装夹在主轴的前端。主轴箱的功用是支承主轴并把动力经变速运动机构传送给主轴,使主轴带动工件按规定的转速旋转,以实现主运动。

进给箱又称走刀箱,固定在床身的左端前侧,其内装有进给运动的变速机构。进给运动由光杠或丝杠传出。进给箱的功用是改变进给量或加工螺纹的导程。溜板箱位于床身前面,固定在刀架的最下层纵向溜板下面,可与刀架一起作纵向运动。溜板箱的功用是把进给箱传来的运动传递给刀架,使刀架实现纵向进给、横向进给、快速移动或车螺纹。在溜板箱上装有各种操纵手柄和按钮,工作时工人可以方便地操纵机床。

刀架安装在床身的中部,刀架由纵滑板、横滑板、上滑板和方刀架组成。它可沿床身上的导轨作纵向移动。它的功用是装夹车刀,实现纵向、横向或斜向进给运动。

尾座安装在床身右边的尾座导轨上,可沿导轨调整其位置。它的功用是用顶尖支承长工件,也可以安装钻头、铰刀等工具进行孔加工。

床身安装在左床腿和右床腿上。在床身上安装着机床的各个主要部件。床身的功用是支承机床的各主要部件,使它们在工作时保持准确的相对位置。

4. 车床的主要技术性能

床身上最大工件回转直径	400mm
中滑板上最大工件回转直径	210mm
最大工件长度(四种规格)	750,1000,1500,2000mm
主轴转速:正转(24级)	10~1400r/min
反转(12级)	14~1580r/min
进给量:纵向(64级)	0.028~6.33mm/r
横向(64级)	0.014~3.16mm/r
车削螺纹范围:米制螺纹	1~192mm
英制螺纹	2~24扣/in
蜗杆模数	0.25~48mm
蜗杆径节	1~96扣/in
主电动机功率	7.5kW

二、车床的传动系统

车床的运动是由动力源通过传动系统实现的。把执行件和动力源(例如主轴和电动机),或者把执行件和执行件(例如主轴和刀架)之间连接起来,这种传动联系称为传动链。根据传动联系的性质,传动链可以分为两类:

第一类是外联系传动链。它是联系动力源(如电动机)和机床执行件(如主轴、刀架、工作台等)之间的传动链。这样的传动链使执行件得到运动,而且运动的速度和方向能够改

变,动力源和执行件之间没有准确的传动关系要求。

第二类是内联系传动链。它是联系运动相关的各执行件之间的传动链。传动链所联系的执行件相互之间的相对速度(即相对位移量)有严格的要求,各传动副的传动比必须准确,以保证执行件的运动轨迹。

例如,车削螺纹时,从电动机到车床主轴的传动链就是外联系传动链,它只决定车螺纹速度的快慢,而不影响螺纹表面的成形。为了保证所加工螺纹的导程,当主轴(工件)转一周时,车刀必须移动螺纹的一个导程,所以从主轴到刀架之间的螺纹传动链是一条传动比有严格要求的内联系传动链。

机床的传动比是指传动副的被动轮转速 $n_{\text{被}}$ 与主动轮转速 $n_{\text{主}}$ 之比,用 u 表示。对于带传动, $u = \frac{n_{\text{被}}}{n_{\text{主}}} = \frac{\pi D_{\text{主}}}{\pi D_{\text{被}}} = \frac{D_{\text{主}}}{D_{\text{被}}}$; 对于齿轮传动, $u = \frac{n_{\text{被}}}{n_{\text{主}}} = \frac{D_{\text{主}}}{D_{\text{被}}} = \frac{Z_{\text{主}}}{Z_{\text{被}}}$, 其中, D 为轮的直径, z 为齿数。

机床传动系统图是表示机床全部传动关系的示意图。图中各种传动元件用简单的规定符号(详见国家标准 GB/T 4460—1984),按照运动传递的先后顺序,以展开图的形式画出来的。机床传动系统图尽可能绘制在机床的外形轮廓线内,为了把一个立体的传动结构展开绘在一个平面上,有时不得不把一根直轴绘成折断线或弯曲线。对于展开后失去联系的传动副(如齿轮副),用括号或虚线连接起来,以表示它们的传动联系。该图只表示传动关系,不代表各传动元件的实际尺寸和空间位置。CA6140 型卧式车床的传动系统图如图 3-3 所示。

根据机床传动系统图分析机床的传动关系时,首先应弄清楚机床有几个执行件,工作时有哪些运动,它的动力源是什么,然后按照运动的传递顺序,从动力源至执行件,依次分析各传动轴之间的传动结构和传动关系。在分析传动结构时,应特别注意齿轮、离合器等传动件与动轴之间的连接关系(如是面定、空套还是滑移),从而找出运动的传递关系。下面按此方法分析 CA6140 型卧式车床的传动链。

1. 主运动传动链

主运动传动链的两端件是主电动机与主轴,它的功用是把动力源(电动机)的运动及动力传给主轴,使主轴带动工件旋转实现主运动,并满足机床变速和换向的需要。

(1) 传动路线 运动由电动机(7.5kW, 1450r/min)经 V 带传动的传动副 $\frac{\phi 130}{\phi 230}$ 传至主轴箱中的轴 I。在轴 I 上装有两向多片摩擦离合器 M_1 。 M_1 的作用是使主轴正转、反转或停止,当压紧离合器 M_1 左部的摩擦片时,轴 I 的运动经齿轮副 $\frac{56}{38}$ (数字为两齿轮的齿数,下同)或 $\frac{51}{43}$ 传给轴 II,从而使轴 II 获得两种转速。当压紧离合器 M_1 的右部摩擦片时,轴 I 的运动经右部摩擦片及齿轮 Z_{50} (表示齿数为 50 的齿轮,下同)传给轴 VII 上的空套齿轮 Z_{34} ,然后再传

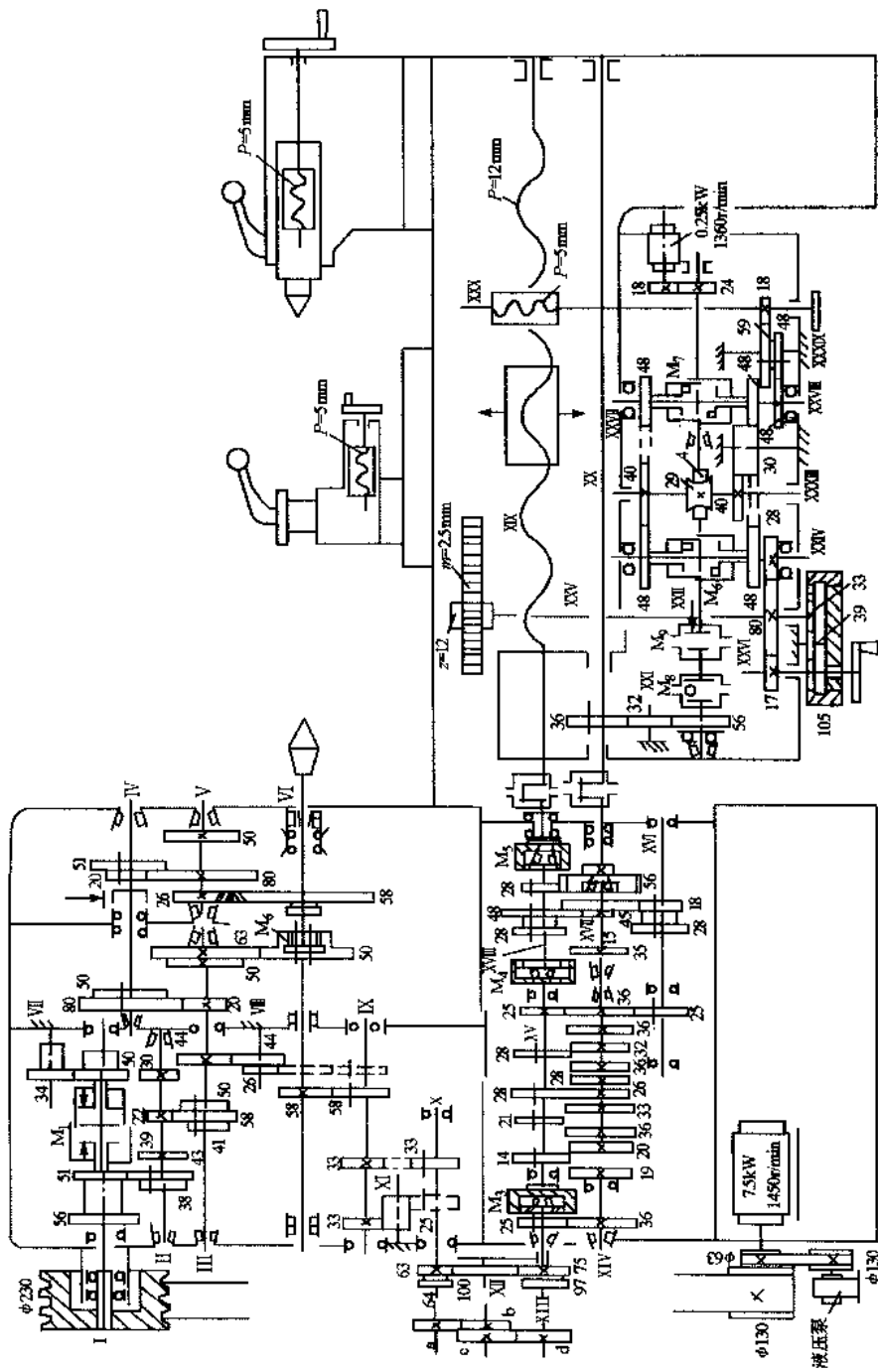


图 3-3 CA6140 型卧式车床传动系统图

给轴Ⅱ上的固定齿轮 Z_{30} , 使轴Ⅱ转动。由于轴Ⅰ至轴Ⅱ的传动中多经过一个中间齿轮 Z_{34} , 因此, 此时轴Ⅱ的转动方向与经 M_1 左部传动时相反, 反转转速只有一种。当离合器 M_1 处于中间位置时, 其左部和右部的摩擦片都没被压紧, 空套在轴Ⅰ上的齿轮 Z_{66} 、 Z_{61} 和齿轮 Z_{50} 都不转动, 轴Ⅰ的运动不能传至轴Ⅱ, 因此主轴也就停止转动。

轴Ⅱ的运动可分别通过三对齿轮副 $\frac{22}{58}$ 、 $\frac{30}{50}$ 或 $\frac{39}{41}$ 传至轴Ⅲ, 因而正转共有 $2 \times 3 = 6$ 种转速。运动由轴Ⅲ传到主轴Ⅵ有两条传动路线:

①高速传动路线 主轴上的滑移齿轮 Z_{50} 移至左端, 使之与轴Ⅲ上右端的齿轮 Z_{63} 啮合, 于是运动就由轴Ⅲ经齿轮副 $\frac{63}{50}$ 直接传给主轴, 使主轴得到 $450 \sim 1400 \text{r/min}$ 的 6 种高转速。

②低速传动路线 主轴上的滑移齿轮 Z_{50} 移至右端, 使主轴上的齿式离合器 M_2 啮合, 于是轴Ⅲ的运动就经齿轮副 $\frac{20}{80}$ 或 $\frac{50}{80}$ 传给轴Ⅳ, 然后再由轴Ⅳ经齿轮副 $\frac{20}{80}$ 或 $\frac{51}{50}$ 传给轴Ⅴ, 再经齿轮副和齿轮离合器 M_2 传给主轴, 使主轴获得 $10 \sim 350 \text{r/min}$ 的低转速。

为简便起见, 可以把上面的传动路线用传动路线表达式来表示:

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} \text{主电动机} \\ 7.5 \text{kW} \\ 1450 \text{r/min} \end{array} \right\} \xrightarrow[\phi 230]{\phi 130} \text{I} \left\{ \begin{array}{l} M_1 (\text{左}) - \left\{ \begin{array}{l} 56 \\ 38 \end{array} \right\} \\ (\text{正转}) - \left\{ \begin{array}{l} 51 \\ 43 \end{array} \right\} \\ M_1 (\text{右}) - \frac{50}{34} - \text{VII} - \frac{34}{30} \\ (\text{反转}) \end{array} \right\} \xrightarrow{\quad} \text{II} \left\{ \begin{array}{l} 39 \\ 41 \\ 30 \\ 50 \end{array} \right\} \xrightarrow{\quad} \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{III} \left\{ \begin{array}{l} 20 \\ 80 \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{l} 20 \\ 80 \end{array} \right\} \\ \left\{ \begin{array}{l} 50 \\ 50 \end{array} \right\} - \text{IV} - \left\{ \begin{array}{l} 51 \\ 50 \end{array} \right\} - \text{V} - \frac{26}{58} - M_2 (\text{右移, 啮合}) \end{array} \right\} \xrightarrow{\quad} \text{VI (主轴)} \\
 & \quad \quad \quad \xrightarrow[\frac{50}{63}]{\frac{63}{50} \quad M_2 (\text{左移, 分离})}
 \end{aligned}$$

由传动系统图和传动路线表达式可以看出, 主轴正转时, 利用各滑动齿轮轴向位置的各种不同组合, 共可得到 $2 \times 3 \times (1 + 2 \times 2) = 30$ 种传动主轴的路线。从轴Ⅲ到轴Ⅴ的 4 条低速传动路线的传动比为

$$\begin{aligned}
 u_1 &= \frac{20}{80} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{16} & u_2 &= \frac{20}{80} \times \frac{51}{50} \approx \frac{1}{4} \\
 u_3 &= \frac{50}{50} \times \frac{20}{80} = \frac{1}{4} & u_4 &= \frac{50}{50} \times \frac{51}{50} \approx 1
 \end{aligned}$$

其中, u_2 和 u_3 基本相同, 所以实际上只有 3 种不同的传动比。因此, 运动经由低速传动路线时, 主轴实际上只能得到 $2 \times 3 \times (2 \times 2 - 1) = 18$ 级转速。加上由高速路线传动获得的 6

级转速, 主轴总共可获得 $2 \times 3 \times (1+3) = 24$ 级转速。

同理, 主轴反转时有 $3 \times [1 + (2 \times 2 - 1)] = 12$ 级转速。

主轴各级的转速, 可根据主运动传动时所经过的传动件的运动参数(如带轮直径、齿轮齿数等), 利用轮系的传动比计算示出。计算时注意“找两端, 连中间”, 即首先应找出传动链两端的末端件, 然后再找它们之间的传动系数。例如, 对于车床的主运动传动链, 首先应找出它的两个末端件——电动机和主轴, 然后从两端向中间, 找出它们之间的传动联系, 列出运动平衡式, 即可计算出主轴转速的数值。对于图 3-3 中所示的齿轮啮合位置, 主轴的转速为

$$n_{\text{主}} = 1450 \times \frac{130}{230} \times \frac{51}{43} \times \frac{22}{58} \times \frac{20}{80} \times \frac{20}{80} \times \frac{26}{58} \text{ r/min} = 10 \text{ r/min}$$

同理, 可以计算出主轴正转时的 24 级转速为 $10 \sim 1400 \text{ r/min}$, 反转时的 12 级转速为 $14 \sim 1580 \text{ r/min}$ 。主轴反转通常不是用于切削, 而是用于车削螺纹时, 在完成一次切削后使车刀沿螺纹线退回, 而不断开主轴和刀架间的传动链, 以免在下次切削时发生“乱扣”现象。为了节省退回时间, 主轴反转的转速比正转转速高。

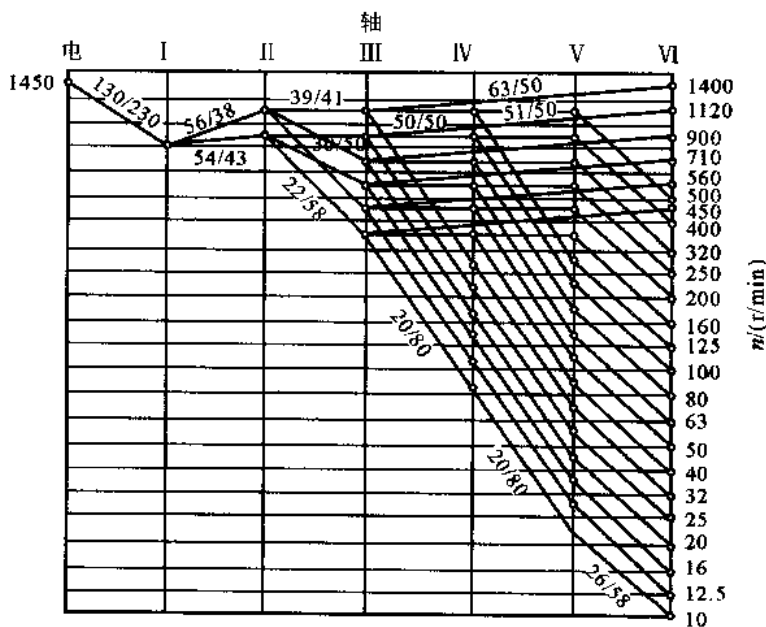


图 3-4 CA6140 型卧式车床主运动传动的转速图

(2) 转速图 图 3-4 是 CA6140 型卧式车床主运动传动链的转速图(转速分布图)。图中竖线代表传动轴。共有 7 条间距相等的竖线, 分别用轴号“电、I、II、III、IV、V、VI”表示, 并按照运动传递的顺序(从电动机到主轴)从左到右顺次地排列。横线代表转速值。由于主

轴的各级转速通常是按照等比数列的规律排列的,所以图中的纵坐标采用对数坐标,这样可以使代表主轴各级转速的横线之间的间距相等。图中的 23 条横线由上至下依次表示由低至高的各级转速。注意,为了书写方便及阅读直观,在转速图中习惯上都略去符号“lg”,直接写出转速值。竖线上的圆点(竖线与斜线的交点)表示传动轴实际具有的转速,每条竖线上的若干个小圆点(圆圈或黑点)表示各传动轴及主轴实际具有的转速。例如,代表轴 VI(主轴)的竖线上有 24 个圆点,代表主轴的 24 级转速,即 10,12.5,16,20...,1400 r/min。又如,代表电动机轴的竖线上只有一个圆点,表示电动机轴只有一个固定的转速($n_{\text{电}}=1450$ r/min)。竖线之间的连线代表传动副,连线的倾斜程度代表此传动副的传动比。例如,在电动机轴与轴 I 之间中有一条向下斜的连线,表示在电动机轴与轴 I 之间只有一对传动副(即的 V 带传动),它的传动比为

$$u = \frac{n_{\text{电}}}{n_{\text{I}}} = \frac{n_{\text{I}}}{n_{\text{电}}} = \frac{800}{1450}$$

又如,在轴 II 与轴 III 之间共有 6 条连线,但这 6 条连线只有 3 种不同的斜度,说明在轴 II 与轴 III 之间只有 3 种不同的传动比,即只有三对不同传动比的传动副(即齿轮副 $\frac{22}{58}$ 、 $\frac{30}{50}$ 及 $\frac{39}{41}$)。这是因为,这里轴 II 已有两级转速,经轴 II 与轴 III 之间的每一对齿轮副都可使轴 III 得到 2 级转速,在转速图是两条斜度相同的连线,是因为它们的传动比相同。所以,轴 II 的 2 级转速经三对齿轮副传动,在转速图上就由三种不同斜度的六条连线来表示。

当传动副为减速时($u < 1$, $n_{\text{主}} < n_{\text{主}}$),连线从左到右向下斜;当传动副为加速时($u > 1$, $n_{\text{主}} > n_{\text{主}}$),连线从左到右向上斜。

所以,由图 3-4 我们可以清楚地了解到 CA6140 型卧式车床主运动传动链的传动和运动情况,这些情况包括:

①传动轴的数量及各轴传递运动的先后顺序。由图中可以看出,此传动链共有 7 根传动轴,它们的传动顺序是电动机→I→II→III→IV→V→VI或电动机→I→II→III→VI。

②使主轴获得所需转速的变速组(每两轴之间的几对变速用传动副,称为一个变速组)数量及每一变速组中的传动副对数(能变换的传动比种数)。由图可以看出,主轴的 24 种转速,是利用轴 I 到轴 VI 之间的各个滑动齿轮变速机构改变传动比来实现的。

③各传动副的传动比。

④各轴的转速及转速级数。

第 I 轴的转速 $n_{\text{I}}=800$ r/min;

第 II 轴的转速 $n_{\text{II}}=950$ r/min 及 1180 r/min,共 2 级;

第 III 轴的转速 $n_{\text{III}}=360\sim 1150$ r/min,共 6 级;

第 IV 轴的转速 $n_{\text{IV}}=90\sim 1150$ r/min,共 12 级;

第 V 轴的转速 $n_V = 22.5 \sim 1120 \text{ r/min}$, 共 18 级;

第 VI 轴的转速 $n_{VI} = 10 \sim 1400 \text{ r/min}$, 共 24 级。

⑤得到主轴各级转速的传动路线。例如,由图中可以看出,当主轴转速为 1400 r/min 时,传动路线为

电动机 $\frac{130}{230} - \text{I} - \frac{56}{38} - \text{II} - \frac{39}{41} - \text{III} - \frac{63}{50} - \text{IV} (n_{\pm} = 1400 \text{ r/min})$

又如,当主轴转速为 25 r/min 时,传动路线为

电动机 $\frac{130}{230} - \text{I} - \frac{51}{43} - \text{II} - \frac{39}{41} - \text{III} - \frac{20}{80} - \text{IV} - \frac{20}{80} - \text{V} - \frac{26}{58} - \text{VI} (n_{\pm} = 25 \text{ r/min})$

由于转速图能清楚而直观地表示传动链的运动和传动情况,所以它是认识机床传动系统的有效工具。

2. 进给传动链

进给传动链是实现刀具纵向或横向移动的传动链。进给传动链的传动路线(图 3-3)为:运动从主轴 VI 经轴 IX (或再经轴 XII 上的中间齿轮 Z25 使运动反向)传至轴 X,再经过挂轮传至轴 VII,然后传入进给箱。从进给箱传出的运动,一条路线是经丝杠 XII 带动溜板箱,使刀架纵向运动,这是车削螺纹的传动链;另一条路线是经光杠 X 和溜板箱带动刀架作纵向或横向的机动进给运动,这是一般机动进给的传动链。

当需要刀架快速接近或退离工件的加工部位时,可按下快速移动按钮,使快速电动机 (0.25 kW , 1360 r/min) 启动。这时运动经齿轮副 $\frac{18}{24}$ 使轴 X XII 高速转动,再经蜗杆副 $\frac{4}{29}$ 传到溜板箱内的转换机构,使刀架实现纵向或横向的快速移动,快移方向仍由溜板箱中双向离合器 M_6 和 M_7 控制。

为了缩短辅助时间和简化操作,在刀架快速移动时不必脱开进给运动传动链。这时,为了避免仍在转动的光杠和快速电动机同时将运动和动力传给轴 X XII 而造成破坏,在齿轮 Z_{56} 与轴 X XII 之间装有超越离合器 M_8 。

三、车床的主要结构

1. 主轴箱

机床主轴箱是一个比较复杂的传动部件,其内部有多片摩擦式离合器、制动器及其操纵机构、主轴组件、变速操纵机构。

双向摩擦离合器装在轴 I 上(图 3-3 中 M_1),左离合器传动主轴正转,用于切削加工;右离合器传动主轴反转,主要用于退刀。摩擦离合器除了靠摩擦力传递运动和转矩外,还能起过载保护的作用。当机床过载时,摩擦片打滑,就可避免损坏机床。

制动器(刹车)安装在轴 IV 上(图 3-3)。它的功用是在摩擦离合器脱开时立刻制动主轴,以缩短辅助时间。

主轴是一个空心的阶梯轴。主轴内孔用于通过长的棒料或穿入钢棒打出顶尖,或通过气动、液压或电气夹紧装置的管道、导线。主轴前端的莫氏 6 号锥孔用于安装前顶尖,也可安装心轴,利用锥面配合的摩擦力直接带动顶尖或心轴转动。主轴后锥孔是工艺基准面。主轴前端采用短锥法兰式结构,用于安装卡盘或拨盘。主轴尾端的圆柱面是安装各种辅具(气动、液压或电气装置)的安装基面。

主轴箱中共有 7 个滑动齿轮块,其中 5 个用于改变主轴转速,1 个用于车削左、右螺纹的变换,1 个用于正常导程与扩大导程的变换。主轴箱中共有三套操纵机构分别操纵这些滑动齿轮块。图 3-5 是操纵机构的立体图。此操纵机构的变速手柄也装在主轴箱前侧。扳动变速手柄,通过扇形齿轮传动使操纵轴转动。在操纵轴的前、后端各固定着盘形凸轮 1 和 2。凸轮上标出的 6 个变速位置 1~6,分别与用红、白、黑、黄、白、蓝色表示的 6 种变速位置相对应。

凸轮 1 的曲线槽中有三种不同的工作半径 $r_{大}$ 、 $r_{中}$ 、 $r_{小}$ 。凸轮 1 通过连杆及杠杆 1 操纵轴 VI 上的滑动齿轮 Z_{50} ,使 Z_{50} 有左、中、右三种位置。

凸轮 2 的曲线槽中有三种半径不同的圆弧,它们的中心线分别处于半径为 R_1 、 R_2 及 R_3 的位置上。当杠杆 2 的滚子中心处于凸轮曲线中的 R_1 位置时,轴 IV 上左侧的双联滑动齿轮处于右端位置;杠杆 2 的滚子中心处于 R_2 位置时,此齿轮移到左端位置。当杠杆 3 的滚子中心处于 R_2 位置时,轴 IV 上右侧的双联滑动齿轮处于右端位置;而当滚子处于 R_3 位置时,则该齿轮处于左端位置。

由此可知,只要将变速手柄扳至一定的位置,就可接通所需要的传动路线,见表 3-1。

表 3-1 变速手柄位置与滑动齿轮位置对照表

手柄位置	红 1	白 2	黑 3	黄 4	白 5	蓝 6
主轴转速	高速	空挡	低速,第Ⅲ段	低速,第Ⅱ段	空挡	低速,第Ⅰ段
滑动齿轮	(450~1400)		(160~500)	(40~125)		(10~31.5)
轴 VI 上滑动齿轮 Z_{50}	左	中	右	右	中	右
轴 IV 上左滑动齿轮	右	右	右	右	(中)	左
轴 IV 上右滑动齿轮	右	右	右	左	左	左

2. 进给箱

进给箱由以下几部分组成:变换螺纹导程和进给量的变速机构、变换螺纹种类的转换机构、丝杠和光杠的转换机构以及操纵机构等。

3. 溜板箱

溜板箱主要由以下几部分组成:双向牙嵌式离合器 M_6 和 M_7 以及纵向、横向机动进给和快速移动的操纵机构、开合螺母及其操纵机构、互锁机构、超越离合器 M_8 和安全离合器 M_9 等。

开合螺母的功用是接通或断开从丝杠传来的运动。车螺纹时,将开合螺母扣合于丝杠

上,丝杠通过开合螺母带动溜板箱及刀架。

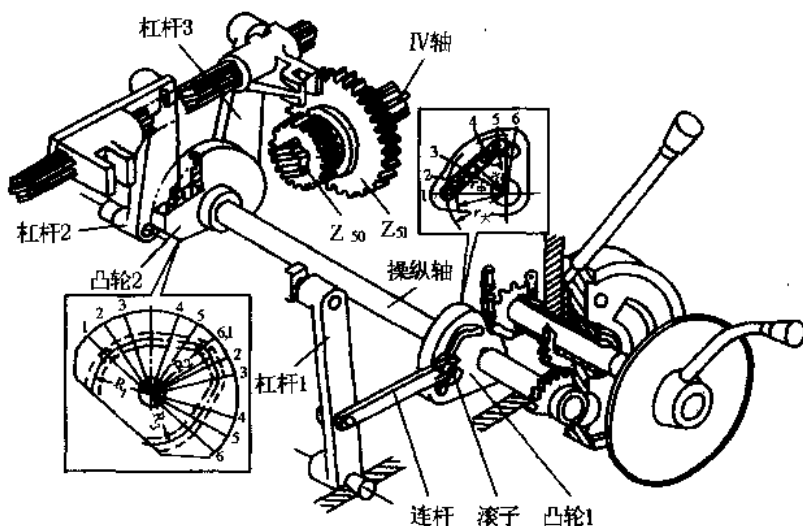


图 3-5 轴 IV 和 VI 上滑动齿轮的操纵机构

纵向、横向机动进给及快速移动的操纵机构能实现刀架的进给和快速移动。纵向、横向机动进给及快速移动是由一个手柄集中操纵的。当需要纵向移动刀架时,向相应方向(向左或向右)扳动操纵手柄。如按下手柄上端的快速移动按钮,快速电动机起动,刀架就可向相应方向快速移动,直到松开快速移动按钮时停止。如向前或向后扳动操纵手柄,接通光杠或快速电动机,就可使横刀架实现向前或向后的横向机动进给或快速移动。操纵手柄处于中间位置时,离合器 M_6 和 M_7 脱开(图 3-3),这时机动进给及快速移动均被断开。为了避免同时接通纵向和横向的运动,在盖上开有十字形槽以限制操纵手柄的位置,使它不能同时接通纵向和横向运动。

互锁机构是为了避免损坏机床,在接通机动进给或快速移动时,开合螺母不应闭合。反之,合上开合螺母时,就不许接通机动进给或快速移动。

超越离合器 M_8 装在溜板箱左端的齿轮 Z_{56} 与轴 X VII 之间(图 3-3)。它是为了避免光杠和快速电动机同时传动轴 X VII 而造成损坏。

安全离合器 M_9 是在进给过程中,当进给力过大或刀架移动受阻碍过载时,刀架能自动停止进给,以避免损坏传动机构,所以安全离合器 M_9 亦称为进给的过载保险装置。

四、车床的电气控制原理

CA6140 型车床的电气控制系统采用继电器—接触器控制方式。主轴的正反转用机械式双向多片摩擦离合器转换,主轴制动使用了摩擦轮。刀架的快速移动由快速电动机驱动。电气控制箱位于机床的左床腿内,主电动机在床身左后部,切削液泵装在右床腿外,快进电

动机装在溜板箱内。

图 3-6 为 CA6140 型卧式车床电路图,它由主电路、控制电路和信号、照明电路中部分组成。

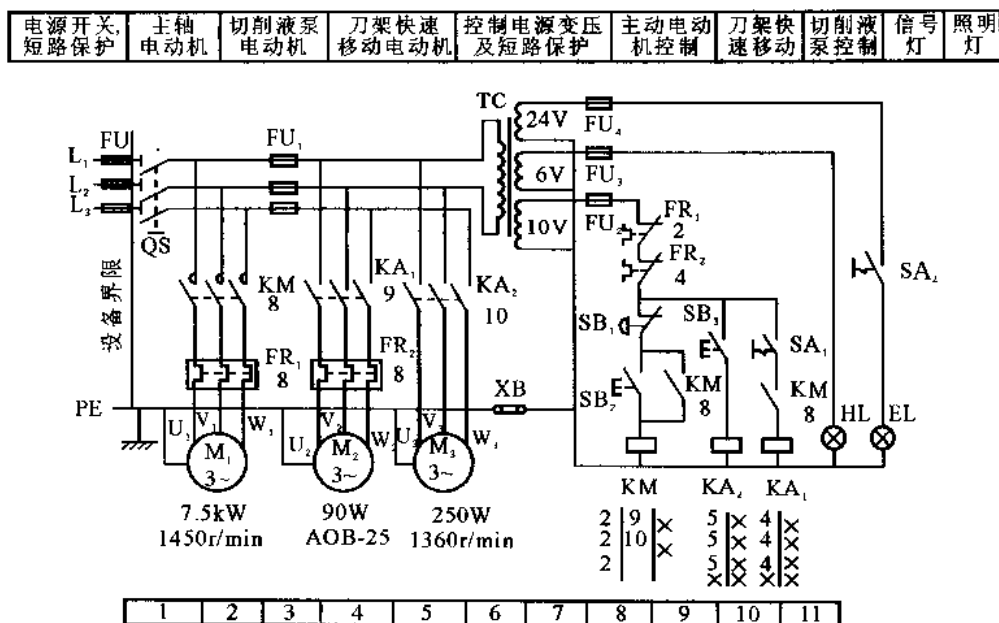


图 3-6 CA6140 型卧式车床电路图

1. 主电路分析

主电路中有三台电动机;其中 M_1 为主轴电动机,带动主轴旋转和刀架作进给运动; M_2 为切削液泵电动机,输送切削液; M_3 为刀架快速移动用电动机。机床未设总熔断器,用户应在电源电路上装置熔断器 FU (40A),然后通过开关 QS 将三组电源引入机床。主轴电动机 M_1 由接触器 KM 控制,三相热继电器 FR_1 为主轴电动机的过载保护。切削液泵电动机 M_2 和刀架快速移动电动机 M_3 的容量都比较小,故采用中间继电器 KA_1 、 KA_2 (ZJ7—44)控制。三相热继电器 FR_2 为切削液泵电动机 M_2 的过载保护,而刀架快速移动电动机 M_3 是短期工作,故未设过载保护装置。熔断器 FU_1 为电动机 M_2 、 M_3 等的短路保护。

2. 控制电路分析

控制变压器 TC 副边一分离绕组输出交流 110V 电压作为控制电路的电源。熔断器 FU_2 为控制电路的短路保护。

(1)主轴电动机 M_1 的控制 按下起动按钮 SB_2 ,接触器 KM 的线圈通电吸合,使其在图区 2 中的三副主触头闭合,主电动机 M_1 得电起动运转,同时接触器 KM 的两副辅助合触头也闭合,这样即使控制回路自锁,又为切削液泵电动机 M_2 的起动作好准备。

(2) 切削液泵电动机 M_2 的控制 电动机 M_2 与电动机 M_1 是联锁的。切削液泵只能在电动机 M_1 启动后, 闭合开关 SA_1 , 继电器 KA_1 线圈通电吸合, 使其在图区 4 中的三副动合触头闭合, 电动机 M_2 启动, 输送切削液。

按下停止按钮 SB_1 , 主轴电动机 M_1 停止, 随之电动机 M_2 也停止。若此时不断开 SA_1 , 则在主轴电动机 M_1 恢复运转后, 切削液泵电动机 M_2 也自行启动。

(3) 刀架快速移动电动机 M_3 的控制 电动机 M_3 的启动、停止, 是由装在床鞍滑板旁快速进给手柄内的快速移动按钮 SB_3 来控制。 SB_3 与中间继电器 KA_2 组成点动回路。将手柄扳到所需要的方向, 按下按钮 SB_3 即可得到该方向的快速移动。

3. 信号、照明电路分析

信号电路和照明电路的交流电源 6V、24V, 均由控制变压器 TC 供给。熔断器 FU_3 、 FU_4 分别为这两个电路和短路保护。

信号灯 HL(滑板刻度环照明)亮, 表示电源已引入机床。EL 为机床工作照明灯, 使用时闭合控制开关 SA_2 即可。

五、CA6140 型卧式车床的常见故障

车床在使用过程中, 不可避免会出现一些故障。故障出现前一般是有征兆的, 当车床出现下列征兆时, 就要注意及时对车床进行修理。

1. 加工工件质量不好反映的车床故障征兆

- (1) 车削工件时出现椭圆或棱圆(即多棱形)。
- (2) 车削时工件出现锥度。
- (3) 车外圆尺寸精度达不到要求。
- (4) 车外圆工件表面粗糙度达不到要求。
- (5) 精车圆柱表面时出现混乱的波纹。
- (6) 精车圆柱表面时在轴向出现有规律的波纹(每隔一定长度距离重复出现一段波纹)。
- (7) 精车圆柱表面时在圆周上出现有规律的波纹。
- (8) 精车外圆时, 圆周表面上与主轴轴心线平行或成某一角度重复出现有规律的波形。
- (9) 精车外径时, 圆周表面上有固定的位置有一节波纹凸起。
- (10) 粗车外径时, 主轴每一转在圆周表面上有一处振痕。
- (11) 用小滑板移动作精车时, 出现工件母线直线度降低或表面粗糙度值大。
- (12) 工件精车端面后, 出现端面振摆超差和有波纹。
- (13) 对精车后的工件端面, 在工件未松夹前, 在机床上用百分表测量车刀进给运动轨迹的前半径范围内, 表面直线度发生读数差值。
- (14) 精车后的工件端面产生中凹或中凸。
- (15) 精车大端面工件时, 在直径上每隔一定距离重复出现一次波纹。

- (16)精车大端面工件时,端面上出现螺旋形波纹。
- (17)车削螺纹时,螺距不均匀及乱纹(指小螺距的螺纹)。
- (18)精车螺纹表面有波纹。
- (19)用方刀架进刀精车锥孔时呈喇叭形(抛物线状)或表面粗糙度值大。
- (20)刀具重复定位精度差。方刀架回转一周后,重复定位精度不能保持在 0.02mm 以内。

(21)用切刀车槽时(或对外径重切削时)产生振动,切出表面凹凸不平(尤其是薄工件)。

2. 机械系统、结构性能故障征兆

- (1)重切削时主轴转速低于标牌上的转速,甚至发生停机现象。
- (2)停机后主轴有自转现象或制动时间太长。
- (3)主轴箱变速手柄杆指向转速数字的位置不准。
- (4)主轴箱某一挡或几挡转动噪声特别大。
- (5)车床纵向和横向机动进给动作不能实现。
- (6)方刀架上的压紧手柄压紧后,或刀具在方刀架上固紧后,小滑板丝杆手柄摇动加重,甚至转不动。
- (7)尾座锥孔内钻头、顶尖等顶不出来或钻头等锥柄受力后在锥孔内发生转动。

3. 液压、润滑系统故障征兆

- (1)主轴箱油窗不供油。
- (2)机床的润滑不良。
- (3)主轴前法兰盘处漏油。
- (4)主轴箱手柄座轴端漏油。
- (5)主轴箱轴端法兰盘处漏油。
- (6)溜板箱轴端漏油。

4. 电气系统故障征兆

- (1)电源自动开关不能合闸。
- (2)主轴电动机接触器 KM 不能吸合。
- (3)主轴电动机不转。
- (4)主轴电动机能起动,但自动空气断路器跳闸。
- (5)主轴电动机能起动,但转动短暂时间后又停止转动。
- (6)主轴电动机起动后,冷却泵不转。
- (7)快进电动机不转。
- (8)机床照明灯不亮。

六、车床的维护与保养

1. 使用车床时必须注意的事项

- (1) 各箱体中润滑油不得低于各油标中心, 否则会因润滑不良而损坏机床。
- (2) 所有润滑点必须按时注入干净的润滑油。
- (3) 经常注意观察主轴箱油窗, 检查是否供油, 确保主轴箱及进给箱有足够的润滑油。
- (4) 定期检查并调整 V 带的松紧度。
- (5) 每天工作前应使主电动机空转 1min, 随后机床各部位也作空转, 使润滑油散布至各处。
- (6) 主轴回转时在任何情况下均不得搬动变速手柄。
- (7) 丝杠只能在车削螺纹时使用, 以保养其精度及寿命。
- (8) 使用中心架或跟刀架时, 必须润滑中心架或跟刀架的支承面与工件的接触表面。
- (9) 溜板箱增加限位碰停时, 碰停环装在转向杆上, 并把它固定在刀架不碰到卡盘的位置上。
- (10) 在装夹工作前, 必须先把嵌在工件中的泥砂等杂质清除掉, 以免杂质嵌进滑板滑动面, 加剧磨削或“咬坏”导轨。在装夹及校正一些尺寸较大、形状复杂面装夹面积又较小的工件时, 应预先在工件下面的车床床面上安放一块木板, 同时用压板或回转顶尖顶住工件, 防止它掉下来砸坏床面。校正时, 如发现工件的位置不正确或歪斜, 切忌用力敲击, 以免影响车床主轴的精度, 而需先将夹爪、压板或顶尖略微松开, 再进行校正。

2. 工具和车刀的放置

工具和车刀不要放在床面上, 以免碰坏导轨, 如需要放的话, 一般先在床面上盖上床盖板, 把工具和车刀放在床盖板上。

3. 车床的清洁保养

- (1) 在砂光工件时, 要在工件下面的床面上用床盖板或纸盖住, 并在砂光工件后, 仔细擦净床面。
- (2) 在车铸铁工件时, 应在溜板上装护轨罩盖, 同时要擦去切屑能够飞溅到的一段床面上的润滑油。
- (3) 每班下班时, 必须做好车床的清洁保养工作, 防止切屑、砂粒或杂质进入车床导轨滑动面而把导轨“咬坏”或磨损导轨。
- (4) 在使用切削液前, 必须清除车床导轨及切削液盛盘里的垃圾; 使用后, 要把导轨上的切削液擦干, 并加机械润滑油保养。

4. 车床的润滑

(1) 车床采用 L-AN46 号全损耗系统用油润滑。主轴箱及进给箱采用箱外循环强制润滑。油泵由主电动机驱动, 把油箱的润滑油打到主轴箱和进给箱内。开机后应观察主轴箱

油窗检查是否供油。起动主电动机 1 min 后主轴箱内应造成油雾,使各部位得到润滑油,主轴方可起动。进给箱上有储油槽,使油润滑到各点,最后流回油箱。主轴箱后端三角形滤油器,应每周用煤油清洗一次。

(2)溜板箱下部是储油箱,油箱和溜板箱的润滑油在两班制的车间,约 50~60 天更换一次,但第一次和第二次应为 10 天或 20 天更换,以便排出试车时未能洗净的污物。废油放净后,储油箱和油箱要用干净煤油彻底洗净。注入的油应用网过滤,油面不得低于油标中心线。床鞍和床身导轨的润滑是由床鞍内油盒供给润滑油的,每班加一次油,加油时旋转床鞍手柄将滑板移至床鞍后方或前方,在床鞍中部的油盒中加油,溜板箱上有储油槽由羊毛线引油润滑各轴承。蜗杆和部分齿轮浸在油中,当转动时造成油雾润滑各齿轮,当油低于油标时应打开加油孔向溜板箱内注油。

(3)刀架和横向丝杆用油枪加油。床鞍防护油毡,每周用煤油清洗一次,并及时更换已磨抽的油毡。

(4)交换齿轮轴头有一油塞,每班拧动一次,使轴内的 2 号钙基润滑脂供应轴与套之间的润滑。

(5)床尾套筒和丝杆、螺母的润滑可用油枪每班加油一次。

(6)丝杠、光杠及变向杠的轴颈润滑由后托架的储油池内的羊毛线引油,每班注油一次。

(7)变向机构的立轴每星期应注油一次(在电器箱内)。

第二节 数控机床

计算机数字控制机床简称为数控机床。它是采用计算机利用数字信号进行控制的高效能自动化加工机床。在数控机床上加工程序时,一般是先编写零件加工程序单,即用数字代码来描述被加工零件的工艺过程、零件尺寸和工艺参数(如主轴转速、切削速度等),再将零件的加工程序输入计算机,经过计算机处理与计算,发出各种控制指令,以控制机床的运动,将零件自动加工出来。当变更加工对象时,只需要重新编写零件的加工程序,而机床本身则不需要进行任何调整就能把零件加工出来。所以,数控机床是一种灵活性极强的、高效能的全自动化加工机床(也成为“柔性”自动化机床),是今后机床控制技术的发展方向。

当今,一个国家数控机床的生产量和应用程度,已经成为衡量这个国家工业化程度和技术水平的重要标志之一。现在,数控机床已在世界上很多发达的工业化国家的生产上得到广泛应用。下面对数控机床的基本组成、分类、特点及应用范围作一简要介绍。

一、数控机床的组成

数控机床的种类繁多,但从组成一台完整的数控机床上讲,它主要由控制介质、数控装置、伺服装置、机床本体以及辅助装置组成,如图 3-7 所示。

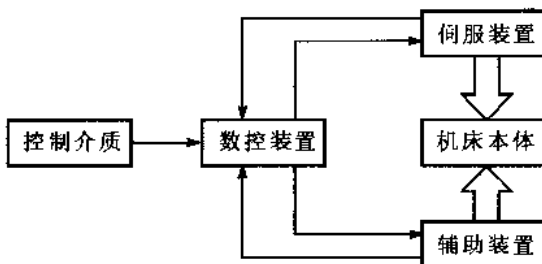


图 3-7 数控机床组成示意图

1. 控制介质

控制介质是指将零件加工信息传送到数控装置去的信息载体。它用于记载各种加工信息(如零件加工的工艺过程、工艺参数和位移数据等),以控制机床的运动,实现零件的加工。控制介质有多种形式,它随着数控装置的类型不同而不同,常用的有穿孔纸带、穿孔卡、磁带、磁盘等。此外,有些数控机床采用数码拨盘、数码插销或利用键盘直接将程序及数据输入。随着 CAD/CAM 技术的发展,有些数控设备利用 CAD/CAM 软件在其他计算机上编程,然后通过计算机与数控系统通信,将程序和数据直接传送给数控装置。

2. 数控装置

数控装置一般是指控制机床运动的计算机及相关部件,它是属于控制机床运动的中枢系统。它的功能是接受输入装置输入的加工信息,经处理与计算,发出相应的控制脉冲信号送给伺服系统,通过伺服系统使机床按预定的轨迹运动。

数控装置一般有两种类型:专用数控装置和通用数控装置。专用数控装置(简称 NC 数控装置)是指根据零件加工功能要求,采用专用硬接线电路的方法构成的控制装置。要想增加或更改某种功能,就必须改动控制装置内部的逻辑电路。这种数控系统灵活性差,使用很不方便,现已逐渐被淘汰。通用数控装置(简称 CNC 数控装置)是由一台小型计算机或微型计算机作为控制硬件,再被和以适当的接口电路构成的数控装置。将预先设计调试好的控制软件存入计算机内,以实现数控机床的控制逻辑和各种控制功能,只要改变软件就可改变控制功能,因而这种数控装置的灵活性和通用性很强,现代数控系统多数采用这种通用数控装置。

3. 伺服装置

伺服装置是数控机床的执行机构,包括驱动和执行两大部分。伺服装置接受数控系统的指令信息,并按照指令信息的要求带动机床的移动部件运动或使执行部分动作,以加工出符合要求的零件。指令信息是以脉冲信息体现的,每一脉冲使机床部件产生的位移量叫脉冲当量(常用的脉冲当量为 $0.001 \sim 0.01\text{mm}$)。

目前数控机床的伺服装置中,常用的位移执行机构有功率步进电动机、直流伺服电动机

和交流伺服电动机,后两者都带有光电编码器等位置测量元件。

4. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分,它是在原普通机床的基础上改进而得到的。数控机床加工时,零件的粗加工和精加工往往是在同一台机床上依次装卡自动完成整个加工过程的,进给量的变换是靠伺服电动机本身变速来实现的。因此数控机床的机床本体要具有刚性好、热变形小、精度高和机械传动系统比较简单等特点。

数控机床除有上述四个主要部分外,还有一些辅助装置和附属设备,如电器、液压、气压系统与冷却、排屑、润滑、照明、储运等装置,以及编程机、对刀仪等。

二、数控机床的特点

1. 加工精度高、加工质量稳定可靠

数控机床的机械传动系统和结构本身都有较高的精度和刚度,数控机床的加工精度不受零件本身的复杂程度影响。加工的精度和质量是由机床来保证的,完全排除了操作者的人为误差影响。同时,可以通过检测反馈修正误差或补偿来获得更高的精度。所以数控机床的加工精度高,加工误差一般能控制在 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$ 之内,而且同一批零件加工的精度一致性好,质量稳定可靠。

2. 加工生产率高

采用数控机床加工可免去划线工作,降低对机床工夹具的要求,缩短加工准备时间。数控机床具有良好的刚性,可以进行强力切削,而且空行程可采用快速进给,节省了机动和空行程的时间。数控机床进给量和主轴转速范围都较大,可以选择最合理的切削用量。在数控机床上加工零件,对于夹具要求低,机床不需进行复杂的调整。数控机床有较高的重复定位精度,大大地缩短了生产准备周期,节省了测量和检测时间。所以,数控机床比一般普通机床的生产率高得多。如果采用加工中心,实现自动换刀,利用转台自动换位,使一台机床上实现多道工序加工,缩短半成品周转时间,生产效率的提高尤为明显。

3. 减轻工人劳动强度、改善劳动条件

利用数控机床进行加工,首先,按图样要求编制加工程序,然后输入程序,调试程序,安装零件进行加工,观察监视加工过程并装卸零件。除此而外,不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度与紧张程度均可大为减轻,劳动条件也因此得到相应的改善。

4. 良好的经济效益

在数控机床上改变加工对象时,只需重新编写加工程序,不需要制造更换许多工具、夹具和模具,更不需要更新机床,节省了大量工艺装备费用,又由于加工精度高,质量稳定,废品率低,使生产成本下降,生产率又较高,所以能够获得良好的经济效益。

5. 有利于生产管理的现代化

采用数控设备能准确地计算产品生产的工时,并有效地简化检验、工夹具和半成品的管

理工作。同时控制信息采用标准代码输入,有利于与计算机连接,构成由计算机控制和管理的小批量生产系统,实现制造和生产管理自动化。

虽然数控机床有上述优点,但初期投资大,维修费用高,要求管理及操作人员的素质也较高,因此,应合理地选择及使用数控机床,才能提高企业经济效益和竞争力。

三、数控机床的分类

1. 按控制系统的特点分类

(1) 点位控制数控机床 点位控制数控机床的特点是只控制移动部件的终点位置,即控制移动部件由一位置到另一个位置的精确定位,而对它们运动过程中的轨迹没有严格要求,在移动和定位过程中不进行任何加工。因此,为了尽可能减少移动部件的运动时间和定位时间,通常先以快速移动到接近终点坐标,然后以低速准确移动到定位点,以保证良好的定位精度。例如数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机、数控折弯机等都是点位数控机床。如图3-8所示。

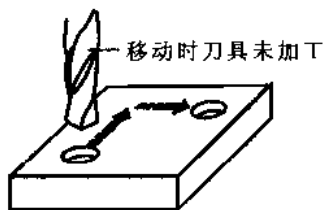


图 3-8 点位控制数控机床加工示意图

(2) 直线控制数控机床 直线控制数控机床的特点是刀具相对于工件的运动不仅要控制两点之间的准确位置(距离),还要控制两点之间移动的速度和轨迹。在刀具相对于工件移动时进行切削加工,其轨迹是平行机床各坐标轴的直线。一些数控车床、数控磨床和数控镗铣床等都属于直线控制数控机床。这类机床的数控装置的控制功能比点位系统复杂,不仅控制直线运动轨迹,还要控制进给速度以适应不同材质的工件。图3-9所示为直线数控机床加工示意图。

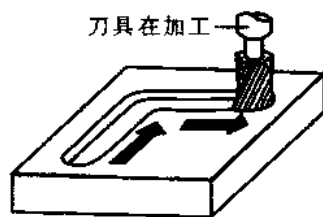


图 3-9 直线控制数控机床加工示意图

(3) 轮廓控制数控机床 轮廓控制又称连续控制。大多数数控机床具有轮廓控制功能,其特点是能同时控制两个以上的轴,具有插补功能。它不仅要控制起点和终点位置,而且要控制加工过程中每一点的位置和速度,加工出任意形状的曲线或曲面组成的复杂零件。图3-10为轮廓控制数控机床加工示意图。属于这类机床的有数控车床、数控铣床、加工中心等。



图 3-10 轮廓控制数控机床加工示意图

2. 按伺服系统的类型分类

(1) 开环伺服系统 图3-11所示为采用步进电动机驱动的开环伺服系统的原理。它一般由环形分配器、步进电动机功率放大器、步进电动机、配速齿轮和丝杠螺母传动副等组成。每当数控装置发出一个指令脉冲信号,就使步进电动机

的转子旋转一个固定角度,该角成为步距角。而机床工作台将移动一定的距离,该距离成为脉冲当量。

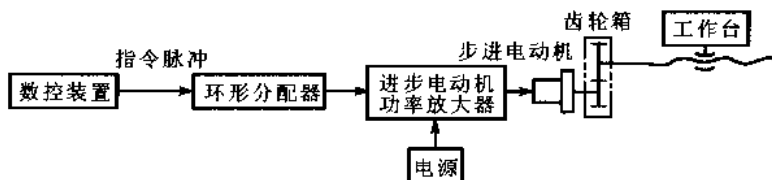


图 3-11 开环伺服系统

从原理图上可以看出,工作台位移量与进给指令脉冲的数量成正比,即数控装置发出的指令脉冲频率越高,脉冲数量越多,则工作台的位移速度越快,位移量就越大。这种只含有信号的放大和变换,不带有位移检测反馈和校正的伺服系统成为开环伺服系统,或简称开环系统。

(2)闭环伺服系统 图 3-12 所示为采用宽调速直流电动机驱动的闭环伺服系统原理图。由图可知,闭环伺服系统主要是由位置比较和放大元件、速度比较和放大元件、驱动元件、机械传动装置和测量装置等组成。其中,驱动元件可采用宽调速直流电动机和宽调速交流电动机,测量元件可采用感应同步器或光栅等直线测量元件。

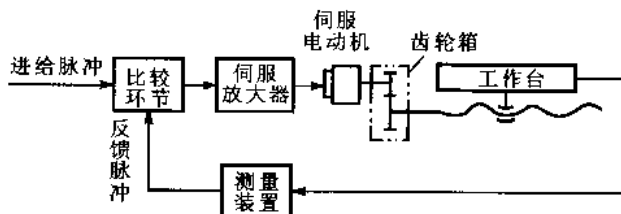


图 3-12 闭环伺服系统

闭环伺服系统的精度主要取决于测量元件的精度和数—模转换器的精度。但由于该系统受进给丝杠的拉压刚度、扭转刚度及摩擦阻尼特性和间隙等非线性因素的影响,给调试工作造成很大困难。如果各种参数匹配不当,将会引起系统震荡,造成不稳定,影响定位精度。所以闭环伺服系统比开环伺服系统安装调试困难复杂,价格较贵,维护费用也比较高。

(3)半闭环伺服系统 如果在闭环伺服系统中,用安装在进给丝杠轴端或电动机轴端的角位移测量元件(如旋转变压器、脉冲编码器、圆光栅等)来代替安装在机床工作台上的直线测量元件,用测量丝杠或电动机轴旋转角位移来代替测量工作台直线位移,这样的伺服系统称为半闭环伺服系统,如图 3-13 所示。因为这种系统将丝杠螺母副、齿轮传动副等传动装置包含在闭环反馈系统中,不能补偿该部分装置的传动误差,所以半闭环伺服系统的加工精度低于闭环伺服系统。但半闭环伺服系统将质量大(惯性大)的工作台安排在闭环之外,使

这种系统调试比较容易,稳定性也较好。

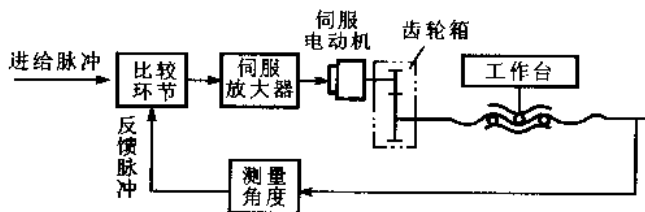


图 3-13 半闭环伺服系统

另外,角位移测量元件比直线位移的测量元件简单,价格较低。如果选用传动精度较高的滚珠丝杠和精密消除齿轮副,再配以存储有螺距误差补偿和反向间隙补偿功能的数控装置,则半闭环伺服系统仍能达到较高的加工精度,这在生产中应用相当普遍。

3. 按工艺用途分类

(1)金属切削类数控机床 这类数控机床包括数控车床、数控磨床、数控钻床、数控铣床、数控镗床以及加工中心。切削类数控机床发展最早,目前种类繁多,功能差异也较大。加工中心也称为可自动换刀的数控机床。加工中心一个刀库,可容纳 10~100 多把刀具,工件一次装夹可完成多道工序。为进一步提高生产率,有的加工中心使用双工作台,一面加工,一面装卸,工作台可自动交换。

(2)金属成型类数控机床 这类数控机床包括数控折弯机、数控组合冲床、数控弯管机、数控回转头压力机等。这类机床起步晚,但目前发展很快。

(3)数控特种加工机床 如数控线(电极)切割机床、数控电火花加工、火焰切割机、数控激光切割机床等。

(4)其他类型的数控机床 如数控三坐标测量机等。

4. 按数控机床的性能分类

(1)低档数控机床 低档数控机床也称经济型数控机床。其特点是根据实际的使用要求,合理地简化系统,以降低产品价格。目前,我国把由单片机或单板机与步进电动机组成的数控系统和功能简单、价格低的系统称为经济型数控系统。主要用于车床、线切割机床以及旧机床的数控化改造等。在我国,这类数控机床有一定的生产批量。

低档数控机床的技术指标通常为:脉冲当量 0.01~0.005mm,快速速度 4~10m/min,开环步进电动机驱动,用数码管或简单 CRT 显示,CPU 一般为 8 位或 16 位。

(2)中档数控机床 中档数控机床的技术指标通常为:脉冲当量 0.005~0.001mm,快进速度 15~24m/min,伺服系统为半闭环直流或交流伺服系统,有较齐全的 CRT 显示,可以显示字符和图形,人机对话,自诊断等,CPU 一般为 16 位或 32 位。

(3)高档数控机床 高档数控机床技术指标为:脉冲当量 0.001~0.0001mm,快进速度

15~100m/min,伺服系统为闭环的直流或交流伺服系统,CRT显示除具备中档的功能外,还具有三维图形显示等,CPU一般为32位或64位。

四、数控机床的应用范围

数控机床是一种高度自动化的机床,有许多一般机床所不具备的优点,所以数控机床的应用范围不数扩大;但数控机床是一种高度机电一体化产品,技术含量高,成本高,使用和维修都有一定难度,从经济方面出发,数控机床适用于以下方面的加工:

- (1)多品种小批量零件;
- (2)结构较复杂、精度要求较高的零件;
- (3)需要频繁改型的零件;
- (4)价格昂贵,不允许报废的关键零件;
- (5)需要最小生产周期的急需零件。

五、典型数控机床

1. 数控车床

数控车床是一种由计算机或专用数控装置控制的,具有广泛的通用性和较大灵活性的高度自动化车床,简称为数控车床。它是综合应用了微电子、计算机、自动控制、自动检测以及精密机械与设计等技术的最新成果发展起来的一种新型机床。

(1)工作原理 首先根据被加工零件的图样,将工件的形状、尺寸、加工顺序、切削用量、工件移动距离以及其他辅助动作,按运动顺序和数控车床规定的指令代码及程度格式编成加工程序单,然后将程度输入车床的控制装置。控制装置按照数码指令进行运算,并将运算结果输入驱动装置。驱动装置带动车床传动机构,操作工作部件有次序地按要求的程序自动地进行工作,从而加工出图样要求的零件。

(2)分类与结构特点 数控车床可分为卧式和立式两大类。卧式车床又有水平导轨和倾斜导轨两种。较高档的数控卧式车床一般都采用倾斜导轨。按刀架数量分,又分为单刀架数控车床和双刀架数控车床,前者是两坐标控制,后者是四坐标控制。双刀架卧式车床多数采用倾斜导轨。

与普通卧式车床相比,数控车床的结构有许多特点。由于数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动,所以它的传动链短,不必使用挂轮、光杠等传动部件。伺服电动机可以直接与丝杠连接带动刀架运动,也可以用同步带副联接。多功能数控车床是采用直流或交流主轴控制单元来驱动主轴,它可以按控制指令作无级变速。现在一般还要通过齿轮系实现有级变速,随着电动机变频调速技术的发展,变速齿轮副最终将被取消。因此数控车床的结构特点之一是床头箱内的结构比传统车床简单得多。数控车床另一个结构特点是刚性高,这是为了与这控制系统的高精度控制相匹配,以便适应高精度的加工。数控车床的第三个特点是轻拖动。刀架移动一般采用滚珠丝杠副。滚珠丝杠两端用专用滚动轴承

支承。为了拖动轻便,数控车床的润滑都比较充分,大部分采用油雾自动润滑。另外高档次的数控车床对机床导轨也有着特殊的要求。一般还配有自动排屑装置、液压动力卡盘和气动防护门。

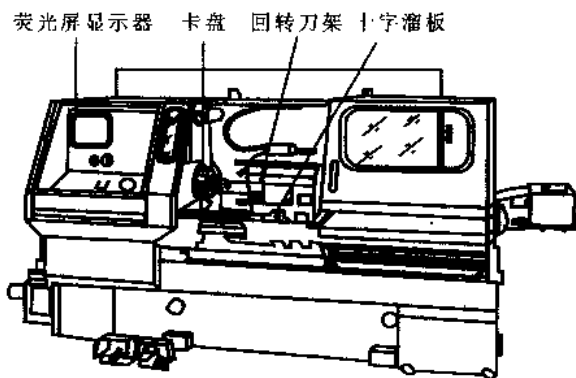


图 3-14 TND360 型数控车床

TND360 型数控车床外形如图 3-14 所示,工件装夹在卡盘中,多工位的回转刀架有 8 个装刀孔,可以安装 8 种刀具,根据预先制好的指令带,将指令输入计算机,可以按一定的程序自动地进行工作。十字溜板按指令进行纵向和横向进给,从而加工出要求的各种工件。该车床同时还具有荧光显示装置,通过显示装置可以显示工件切削的全部过程,以及编入程序的各刀具加工位置尺寸。加工前为了识别编程的差错和避免碰撞,可以先模拟切削加工过程,并根据荧光屏的显示情况进行编程调整,直到正确为止。

该机床最大的特点是操作灵活方便,能加工用一般方法很难加工的大型、精密和形状复杂的工件,并且有较高的生产率。当加工对象变换时,一般只需更换指令带,机床调整时间较短,并节约大量的工具、夹具和模具,从而大大地缩短了新产品的试制周期。因此,它适应于产品品种变换频繁、零件形状复杂且批量小的工厂使用。

(3) 数控车床的档次 数控车床由控制和机械两大部分组成,它们有相对的独立性,各有自己的档次。数控车床的档次是这两种档次的综合,一般划分为以下几种:

① 简易数控车床 这是低档数控车床,一般是用单板机或单片机进行控制。机械部分是由传统车床略作改进而成的。主电动机一般不作改动,进给多采用步进电动机,开环控制,多为四刀位。简易数控车床没有刀尖圆弧半径自动补偿功能,所以编程时计算比较繁琐,加工精度较低。

② 经济型数控车床 这是中档数控车床。经济型数控车床一般有明显 CRT,程序储存和编辑功能,一般是开环或半闭环控制。它的主电动机仍采用普通三相异步电动机,所以它的显著缺点是没有恒线速度切削功能。

③ 多功能数控车床 这是指较高档次的数控车床,也称为全功能数控车床。它主要采

用能调速的直流或交流主轴控制单元来驱动,进给采用伺服电动机,半闭环或闭环控制。多功能数控车床具备的功能很多,特点是具有恒线速度切削和刀尖圆弧半径自动补偿功能。随着数控及相关技术的发展,数控车床的功能也会越来越多,包括高刚度、高精度和高加工速度等。例如,最小设定单位,现在多功能数控车床一般是 $1\mu\text{m}$,但超精加工数控车床已达到 $0.01\mu\text{m}$,允许切削速度也越来越高。

④车削中心 继镗铣加工中心之后,不少国家已研制出立式或卧式车削中心。车削中心的主体是数控车床配上刀库和换刀机械手,如图 3-15 所示。车削中心与数控车床单机相比,其自动选择和使用刀具数量大大增加。但是,卧式车削中心实质的区别并不在刀库上,它还具有以下两种功能:一种是动力刀具功能,如通过刀架内部结构,可使铣刀、钻头回转。另一种是 C 轴位置控制功能。C 轴是指以 Z 轴(对于车床是卡盘与工件的回转中心轴)为中心的旋转坐标轴。位置控制原有 X、Z 坐标,再加上 C 坐标,就使车床变成三坐标两联动轮廓控制。例如,圆柱铣刀轴向安装、X—C 坐标联动就可以在工件端面铣削;圆柱铣刀径向安装、Z—C 坐标联动,就可以在工件外径上铣削。这样,车削中心就能铣削出凸轮槽和螺旋槽。

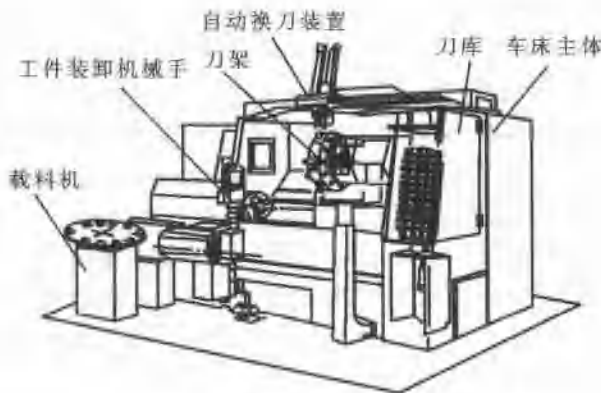


图 3-15 车削中心

2. 数控铣床

(1)数控铣床的分类 数控铣床可以分为以下几类:

①数控立式铣床 立式数控铣床是数控铣床中数量最多的一种,应用范围也最为广泛。小型数控铣床一般都采用工作台移动、升降及主轴不动方式,与普通立式升降台铣床结构相似。中型数控立式铣床一般采用纵向和横向工作台移动方式,且主轴沿垂直溜板上下运动。大型数控立式铣床,多采用龙门架移动式,其主轴可以在龙门架的横向与垂直溜板上运动,而龙门架则沿床身作纵向运动。

从铣床数控系统控制的坐标数量来看,目前三坐标数控立式铣床仍占大多数。一般可

进行三坐标联动加工,但也有部分铣床只能进行三坐标中的任意两个坐标联动加工(常称为两轴半坐标加工)。此外,还有铣床主轴可以绕 X 、 Y 、 Z 坐标轴中其中一个或两个轴作数控摆角运动的四坐标和五坐标数控立式铣床,如五坐标龙门数控铣床,如图 3-16 所示。

数控立式铣床可以附加数控转盘,采用自动交换台,增加靠模装置等来扩大数控立式铣床的功能、加工范围和加工对象,进一步提高生产效率。

②数控卧式铣床 与通用卧式铣床相同,其主轴轴线平行于水平面。为了扩大加工范围和扩充功能,数控卧式铣床通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现四、五坐标加工,如图 3-17。这样,不但工件侧面上的连续回转轮廓可以加工出来,而且可以实现在一次安装中,通过转盘改变工位,进行“四面加工”。尤其是万能数控转盘可以把工件上各种不同角度或空间角度的加工面摆成水平来加工。可以省去许多专用夹具或专用角度成型铣刀。对箱体类零件或在一次安装中改变工位的工件来说,选择带数控转盘的卧式铣床进行加工是非常合适的。

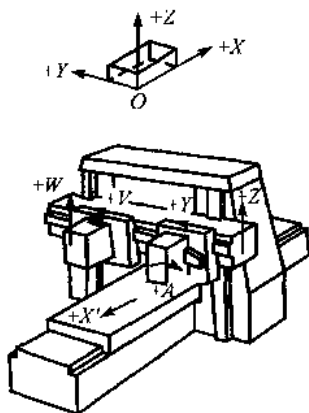


图 3-16 五坐标数控龙门铣床

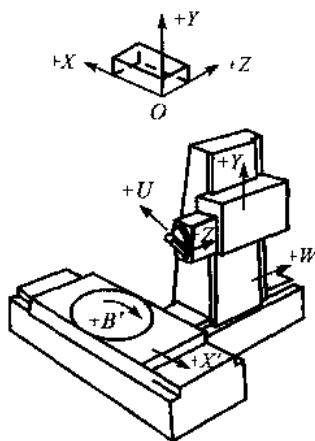


图 3-17 数控卧式铣床

③立卧两用数控铣床 这类铣床目前正在逐渐增多,它的主轴方向可以更换,能达到在一台铣床上既可以进行立式加工,又可以进行卧式加工,如图 3-18 所示。这种数控铣床的使用范围更广,功能更全,选择加工的对象和余地更大,给用户带来了很大方便,特别适用于生产批量小、品种较多、又需要立卧式两种方式加工的场所。

立卧两用数控铣床的主轴方向的更换有手动与自动两种。采用数控万能主轴头的立卧两用数控铣床,其主轴头可以任意转换方向,加工出与水平面呈现各种不同角度的工件表面。当立卧两用数控铣床增加数控转盘后,就可以实现对工件的“五面加工”,即除了工件与转盘贴合的定位面外,其他表面都可以在一次安装中进行加工,因此,其加工性能非常优越。

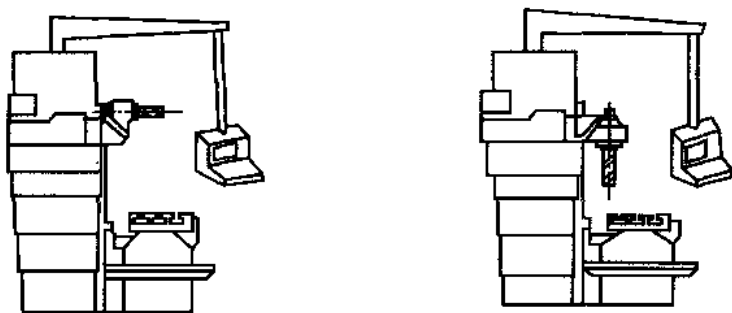


图 3-18 立卧两用数控铣床

(2) 数控铣床的结构特征 数控铣床具有以下结构特征:

① 数控铣床的主轴特征 数控铣床主轴的开启与停止、正反转和主轴变速等都可以按输入介质上编入的程序自动执行。不同的铣床其变速功能与范围也不同:有的采用变频机组,固定几种转速,可自选一种编入程序,但不能在动转时改变;有的采用变频器调整,将转速分为几档,编程时可在整个范围内任选一值,在主轴动转中可以在整个范围内无级调速。但是在实际操作中,调速不能有大起大落的突变,只能在允许的范围内调高或调低。数控铣床的主轴套筒内一般都设有自动拉退刀装置,能在数秒内完成装刀与卸刀,换刀比较方便。此外,多坐标数控铣床的主轴可以绕 X 、 Y 或 Z 轴作数控摆动,扩大了主轴自身的运动范围,但是主轴结构更复杂。

② 控制铣床运动的坐标特征 为了要把工件上各种复杂的开头轮廓连续加工出来,必须控制刀具沿平面上设定的直线、圆弧或空间直线、圆弧轨迹运动,因此,要求数控铣床的伺服拖动系统能在多坐标方向同时协调动作,并保持预定的相互关系,这就要求铣床应能实现多坐标联动。数控铣床要控制的坐标数量少是三坐标中任意两坐标联动(即实现两轴半坐标加工)。要实现连续加工直线变斜角工件,应实现四坐标联动。若要加工曲线变斜角工件,则要求实现五坐标联动。因此,数控铣床所配置的数控系统档次,一般者比其他数控机床相应更高一些。

3. 加工中心

加工中心是一种综合加工能力较强的设备,工件一次装夹后能完成较多的加工步骤,加工精度较高,就中等加工难度的批量工件,其效率是普通设备的 5~10 倍,特别是它能完成许多普通设备不能完成的加工。加工中心对形状较复杂,精度要求高的单件加工或中小批量多品种生产更为合适。特别是对必须采用工装和专机设备来保证产品质量和加工效率的工件,采用加工中心加工,可以省去工装和专机。这为新产品的研制和改型换代节省大量的时间和费用,从而使企业具有较强的竞争能力。因此它也是从一个方面判断企业技术能力和工艺水平的标志。

(1)加工中心的分类 加工中心按主轴在空间所处的状态,分为立式加工中心、卧式加工中心和立卧式加工中心。加工中心的主轴在空间处于垂直状态的,称为立式加工中心;主轴在空间处于水平状态的,称为卧式加工中心。主轴可作垂直和水平转换的,称为立卧式加工中心或复合加工中心。

加工中心按运动坐标数和同时控制的坐标数分为:三轴二联动、三轴三联动、四轴三联动、五轴四联动、六轴五联动等。

加工中心按工作台数量和功能分为:单工作台加工中心、双工作台加工中心和多工作台加工中心。

(2)加工中心的结构及其特点 加工中心的结构分为两大部分:一是主机部分,二是控制部分。主机部分包括:床身、主轴箱、工作台、底座、立柱、横梁、进给机构、刀库、换刀机构、辅助系统(气动、润滑、冷却)等。控制部分包括硬件部分和软件部分。硬件部分包括:计算机数字控制装置(CNC)、可编程序控制器(PLC)、输入输出设备、主轴驱动装置、显示装置。软件部分包括系统程序和控制程序。加工中心的结构特点是:

①机床的刚高度、抗振性好。

②机床的传动系统结构简单,传递精度高、速度快。加工中心传动装置主要有:滚珠丝杠传动、静压蜗杆传动、预知载荷双齿轮齿条传动。它们由伺服电动机直接驱动。传递速度快,一般速度可达 15m/min ,最高可达 100m/min 。

③主轴系统结构简单,无齿轮变速系统(有的保留 $1\sim 2$ 级齿轮传动)。目前,加工中心基本都采用交流主轴伺服系统,转速度可达 $10\sim 200000\text{r/min}$ 。主轴功率大,调整范围宽,并可无级变速。

④加工中心的导轨采用耐磨材料和新结构,能长期保持导轨的精度,在调整重切削下,保证运动部件不振动,低速进给时不爬行及保持运动中的高灵敏度。

⑤控制系统功能较全,其智能化程度越来越高。如 FANUC16 系统可实现人机对话,在线自动编程,加工过程中可实现在线检测,检测出的偏差可自动修正,保证首件加工一次成功,从而防止废品的产生。

(3)加工中心的组成与功能 JCS-018 型立式加工中心,是一种具有自动换刀装置的 CNC 数控立式镗铣床(图 3-19),它采用了软件固定型计算机控制的 FANUC-BESKTCM 数控系统。工件一次装夹后可自动连续完成铣、钻、镗、铰、铰、攻螺纹等多

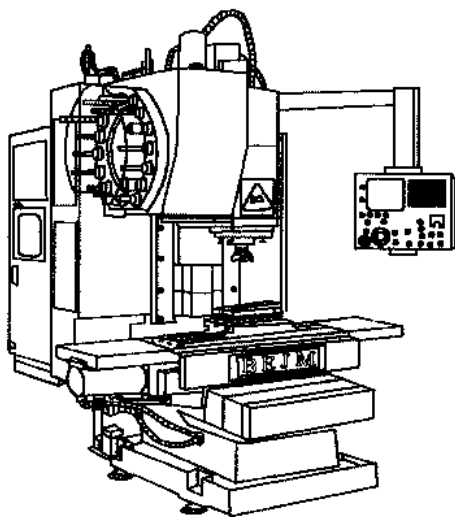


图 3-19 是 JCS-018 型立式加工中心

种加工工序。该机床适用于小型板类、盘类、壳类、模具类等复杂零件的多品种小批量加工。这类机床对于中小批量生产的机械加工部门,可以节省大量工艺装备,缩短生产周期,确保工件加工质量,提高生产效率。

图 3-20 是 JCS-018 型加工中心结构示意图, X、Y、Z 三轴伺服电动机都由数控系统控制,可单独或关联运动。从 a 图上可看出, X 轴伺服电动机驱动工作台左右运动,从 b 图可以看出, Z 轴伺服电动机驱动主轴箱在立柱上做上、下进给运动, Y 轴伺服电动机驱动滑座前、后进给运动,主轴电动机经带传动驱动主轴。因此主轴转动时噪声低、振动小、热变形小。此机床有刀具库,可装各类钻、铣刀具并自动换刀。

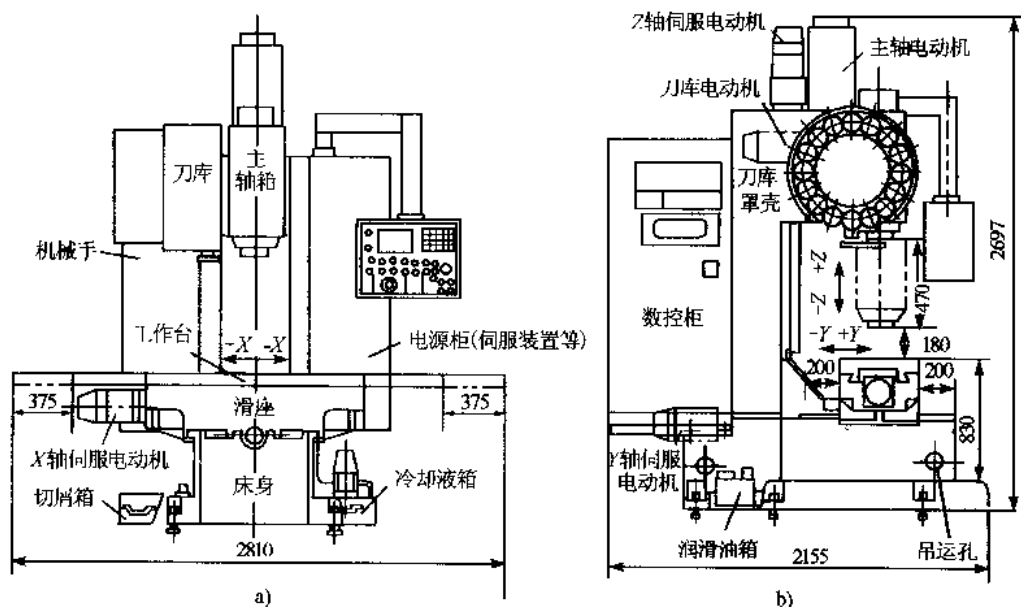


图 3-20 JCS-018 型加工中心结构示意图

第三节 自动化生产线

在大批量生产条件下,由于产品品种比较单一,产品结构稳定,而且产量大,一般都具有工步、工序自动化和流水作业的基础,这为采用高生产率的自动化生产线提供了有利条件。因此,在机械制造、电子、轻工等行业使用了大量的类型各异的自动化生产线。

一、自动化生产线的概念

自动化生产线是在流水线的基础上发展起来的。为进一步提高生产率,改善劳动条件,人们按工艺顺序将各种工艺设备连成一体,并通过液压系统、气压系统和电气控制系统将各

个部分动作联系起来,使其按照规定的程序自动地进行工作。这种自动工作的机械装置系统称为自动化生产线(简称自动线)。

在自动化生产线中,工件以一定的生产节拍,按照工艺顺序自动地经过各个工位,在不需要工人直接参与的情况下,自动完成预定的工艺过程,最后加工成合格的产品。自动化生产线虽然源于流水生产线,而且与流水线有相似之处,即适应大批量生产,设备按工艺路线布置,生产具有节奏性等,但自动化生产线有自己的特点:

- (1) 生产节奏更为严格,产品或零件在各加工位置的停留时间相等或成倍数。
- (2) 产品或零件在各工位的工艺操作和辅助工作以及工位间的输送等均能自动进行,具有较高的自动化程度。
- (3) 产品对象通常是固定不变的,或在较小范围内变化,而且在改变品种时要花费许多时间进行人工调整。
- (4) 全线具有统一的控制系统,普遍采用机电一体化技术。

二、自动化生产线的基本组成

自动化生产线由基本工艺设备及各种辅助装置、控制系统和工件的传输系统组成,根据产品或零件的具体情况、工艺要求、工艺过程、生产率要求和自动化程度等因素不同,自动化生产线的结构及其复杂程度往往有很大的区别。但一般自动线的组成如图 3-21 所示。

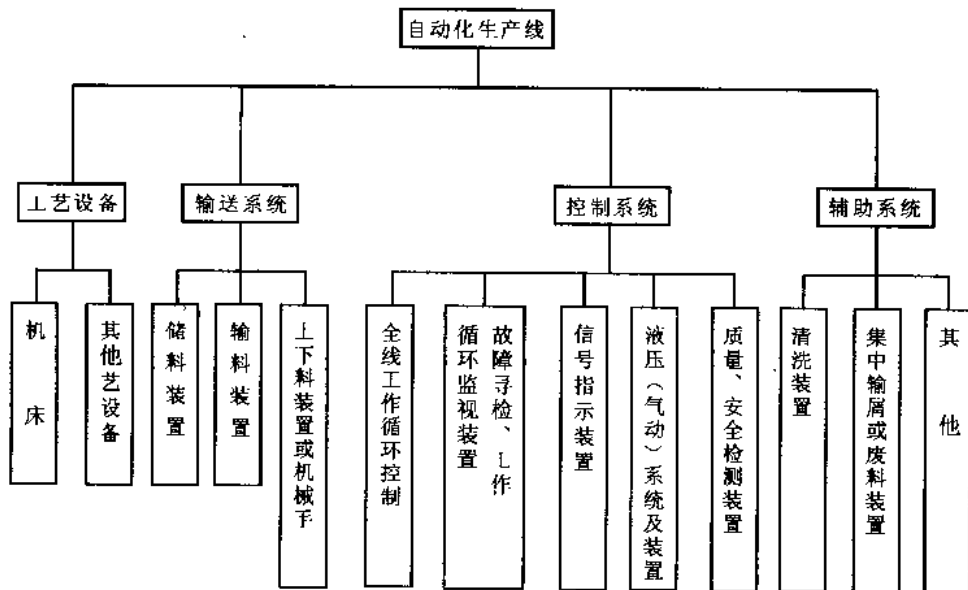


图 3-21 自动化生产线的基本组成

三、自动化生产线的类型

自动化生产线的结构及复杂程度常常有很大差别,主要取决于工件的生产类型和工件的加工要求,它主要有如下类型:

1. 单一产品固定节拍生产线

单一产品固定节拍生产线的特点是:

(1)生产线由自动化程度较高的高效专用加工装备、工艺装备、输送装备和辅助装备组成,制造单一品种的产品,生产效率高、产品质量稳定。由于这类生产线的专用性强,投资大,较难进行改造以适应其他产品的生产,故主要用作制造产品批量大、精度稳定性要求高,可持续生产多年,且技术经济好的专用生产线。

(2)生产线所有设备的工作节拍等于或成倍于生产线的生产节拍。需配置多台工作节拍成倍于生产线生产节拍的设备并行工作,以满足每个生产节拍完成一个工件的生产任务。

(3)生产线的制造装备按产品的工艺流程布局,工件沿固定的路线,采用自动化的物流输送装置,严格按生产线的生产节拍,强制性地从一台设备输送到下一台设备,接受加工、检验、转位或清洗等,故工件在工序间的搬运路线短,辅助时间少。

(4)由于工件的输送和加工严格地按生产节拍运行,工序间不必储存供周转用的半成品,因此在制品数量少。但如果生产线上出现废品,剔除废品后物流便出现空位。如空位得不到及时补充,它同样按照生产节拍往下传,所到达的设备将无工件可供制造,作空运转。如果生产线上的某台设备出现故障,将导致整条生产线瘫痪。生产线的设备越多,由于上述原因造成的损失就越大。为此,这类生产线所采用的设备必须充分可靠,对某些可靠性达不到规定要求的设备,应有备用设备。

2. 单一产品非固定节拍生产线

单一产品非固定节拍生产线的特点是:

(1)生产线由生产效率较高、具有不同自动化程度的专用制造装备组成,在一些次要的工序也可采用一般的通用设备,用于制造单一品种的产品,生产效率较高,产品质量稳定。这类生产线专用性也较强,制造的产品也必须是大量生产类型,可持续生产较长的时间,也能达到较高的精度稳定性,但投资强度少于第一类生产线。

(2)生产线的制造装备按产品工艺流程布局,工件沿固定的路线流动,可缩短工件在工序间的搬运路线,节省辅助时间。

(3)生产线上各设备的工作周期,即其完成各自工序需要的实际时间不同,工作节拍不同。工件周期最长的设备将一刻不停地工作,而工作周期较短的设备会经常停工待料。

(4)由于各设备的工作节拍不一样,在相邻设备之间,或相隔若干个设备之间需设置储料装置,将生产线分成若干工段。储料装置前后的设备或工段可以彼此独立地工作。由于储料装置储备一定数量的工件,当某设备或工段因故停歇时,其余设备或工段仍然可以在一

段时间内继续工作。如果前后相邻设备或工段的生产节拍相差甚多时,生产节拍较快的设备或工段每天可以生产较短时间,完成或供应生产节拍较慢的设备或工段生产一天的工件,这些工件来自或暂放在工序间的储料装置中。

(5)生产线各设备间工件的传输没有固定的节拍,通常不是直接从加工设备到加工设备,而是从加工设备到半成品暂存地,或从半成品暂存地到下一个加工设备。半成品在暂存地一般是散放在地而或专设的货架上,较难采用自动化程度较高的工件输送装置。尤其当生产节拍较慢、批量较小、工件质量和尺寸较大时,工件在工序间也可由人工辅助输送。

3. 成组产品可调整生产线

成组产品可调整生产线的特点是:

(1)生产线由按成组技术设计制造的可调整的专用制造装备组成,用于结构和工艺相似的或组产品的生产,具有一定的生产效率和自动化程度。对成组产品中的每个产品来说,属于批量生产类型,持续生产的时间相对较短;当产品更新时改造和重组生产线的可能性大,花费少。

(2)生产线的制造装备按成组工艺流程布局,各产品沿大致相同的路线流动,可缩短工件在工序间的搬运路线,节省辅助时间。

(3)与第二类生产线一样,生产线上各设备的工作节拍是不一样的,设备或工段间需设置储料装置,输送装置的自动化程度通常不是很高。

4. 柔性制造生产线

“柔性”是指适应各种生产条件变化的能力。柔性制造生产线的主要特征是:

(1)由高度自动化的多功能柔性加工设备(如加工中心、数控机床等)、物料输送装置及计算机控制系统组成,主要用于中小批量生产各种结构形状复杂、精度要求高、加工工艺不同的同类工件。建立这类生产线技术难度高,投资大,但由于能灵活迅速地生产出符合市场需要的一定范围内的产品,应用越来越广泛。

(2)组成柔性制造生产线的加工设备数量不多(一般都小于10台),但在每台加工设备上,通过工作台转位、自动更换刀具,高度集中工序,完成工件上多个方位、多种加工面(如各种面、孔和槽等)、多工种的加工,以减少工件的定位安装次数和安装定位误差,简化生产线内工件的运送系统。

(3)生产线进行混流加工,即不同种类的工件同时上线,各设备的生产任务是多变的,由生产线的作业计划调度系统根据每台设备的工艺可能性随机地分配生产任务。因此每台设备本身的工作不是等节奏的,各设备更不会有统一的生产节拍。

(4)每种工件,甚至同一工件在生产线内流动的路线是不确定的。这是因为各工件的加工工艺不同,采用不同的机床;也由于生产线内的机床可以互相顶替,根据各机床的忙闲情况,同样的工序也不一定被安排在固定的机床上加工。

(5)由于生产线没有统一的生产节拍,工序间应存在制品的存储。因为工件在生产线中

的流动路线是不确定的,为便于管理,工序间的在制品通常储放在统一的场点。对于结构形状复杂的工件,通常采用类似随行夹具的托盘。为使物料输送装置能在存储点自动地存取在制品或装有在制品的托盘,在制品或其托盘应置放在专用的托架上。

(6)物料输送装置有较大的柔性,可根据需要在任一台设备和存储场点之间,也可以在任两台设备之间进行物料的传送。

四、机床间工件传送装置

机床间的工作传递和运送装置目前包括有:托盘和随行夹具、有轨小车(RGV)和无轨小车(AGV)等。

1. 托盘和随行夹具

工件在机床间传送时,除了工件本身外,还有随行夹具和托盘等。

(1)托盘 如图 3-22 所示,在装卸工位,工人从托盘上卸去已加工的工件,装上待加工的工件,由液压或电动推拉机构将托盘送到回转工作台上。回转工作台由单独电动机拖动按顺时针方向作间歇回转运动,不断地将装有待加工工件的托盘送到加工中心工作台左端,由液压或电动推拉机构将其与加工中心工作台上托盘进行交换。装有已加工工件的托盘由回转工作台带回装卸工位,如此反复不断地进行工件的传送。

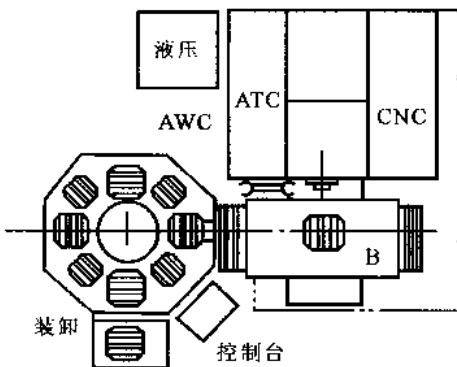


图 3-22 加工中心与托盘系统

如果在加工中心工作台的两端各设置一个托盘系统,则一端的托盘系统用于接受前一台机床已加工工件的托盘,为本台机床上料,另一端的托盘系统用于为本台机床下料,并传送到下一台机床去。由多台如此的机床可形成用托盘系统组成的较大生产系统。

(2)随行夹具 对于结构形状比较复杂而缺少可靠运输基面的工件或质地较软的有色金属工件,常将工件定位夹紧在随行夹具上,和随行夹具一起传送、定位和夹紧在机床上进行加工。工件加工完毕后与随行夹具一起被卸下机床,带到卸料工位,再将加工完的工件从随行夹具上卸下,随行夹具返回到原始位置,以供循环使用。

随行夹具的返回方式有上方返回、下方返回、水平返回三种。

①上方返回 如图 3-23 所示,随行夹具在自动线的末端用提升装置升到机床上方后,经一条倾斜(1:50)滚道靠自重返回自动线的始端,然后用下降装置降至主输送带上。这种方式结构简单紧凑、占地面积小,但不宜布置立式机床、调整维修机床不便。较长的自动线不宜采用这种型式。

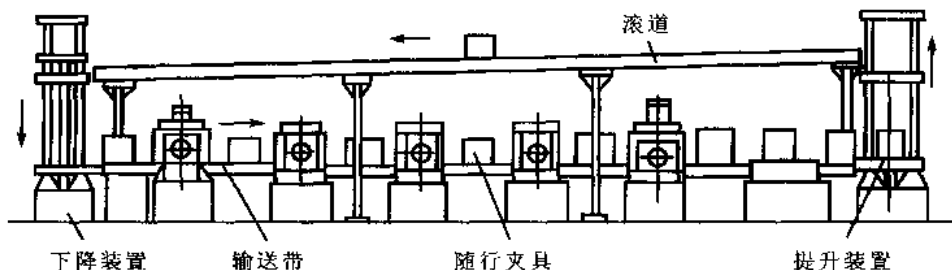


图 3-23 上方返回的随行夹具

②下方返回 如图 3-24 所示,装有工件的随行夹具,由往复液压缸驱动,一个接一个地沿着输送导轨移动到加工工位。加工完毕后随行夹具被送到末端的回转鼓轮上,翻转转到下面,经机床底座内部或底座下地道内的步伐式输送带送回自动线的始端,再由回转鼓轮从下面翻转转至上面的装卸料工位。下方返回方式结构紧凑,占地面积小,但维修调整不便,同时会影响机床底座的刚性和排屑装置的布置,多用于工位数少,精度不高的小型组合机床的自动线上。

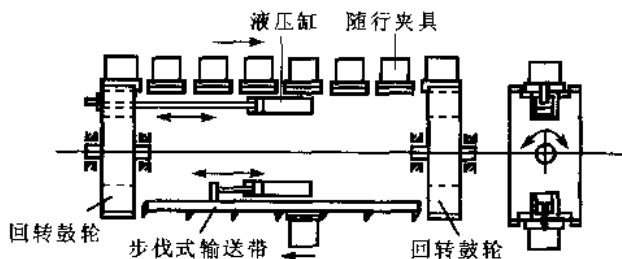


图 3-24 下方返回的随行夹具

③水平返回 如图 3-25 所示,随行夹具在水平面内作框形运动返回,图 3-25a 的返回装置是由三条步伐式输送带组成。图 3-25b 的返回装置采用三条链式输送带。水平返回方式占地面积大,但结构简单,敞开性好,适用于工件及随行夹具比较重、比较大的情况。

2. 自动运输小车

自动运输小车是现代生产系统中机床间传送物料很重要的设备,它分有轨自动运输小车(RGV)和无轨自动运输小车(AGV)两大类。

(1)有轨自动运输小车(RGV) 图 3-26 是采用 RGV 搬运物料的生产系统,RGV 沿直线导轨运动,机床和辅助设备在导轨一侧,安放托盘或随行夹具的台架在导轨的另一侧。RGV 采用直流或交流伺服电动机驱动,由生产系统的中央计算机控制。当 RGV 接近指定位置时,由光电装置、接近开关或限位开关等传感器识别出减速点和准停点,向控制系统发出减速和停车信号,使小车准确地停靠在指定位置上。小车上的传动装置将托盘台架或机

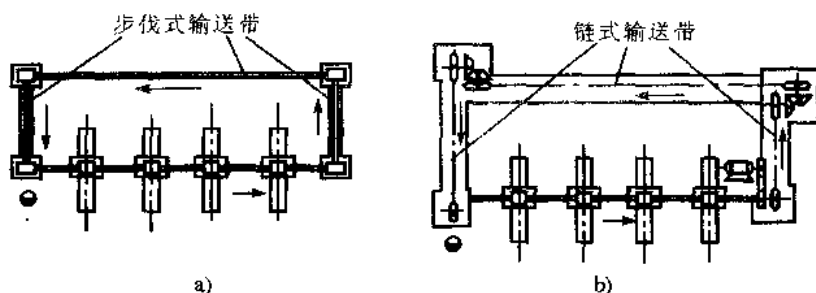


图 3-25 水平返回的随行夹具

床上的托盘,或随行夹具拉上小车,或将小车上的托盘或随行夹具送给托盘台架或机床。RGV 适用于运送尺寸和质量均较大的托盘或随行夹具,而且传送速度快,控制系统简单,成本低廉。缺点是它的铁轨一旦铺成后,改变路线比较困难,适用于运输路线固定不变的生产系统。

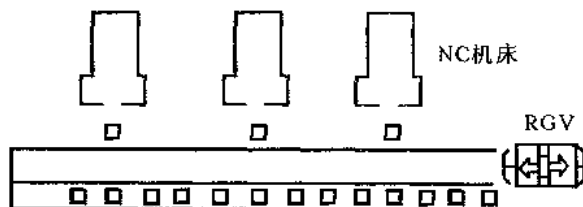


图 3-26 采用 RGV 搬运物料的生产系统

(2) 无轨自动运输车 (AGV)

常见的 AGV 的运行轨迹是通过磁感应制导的。由 AGV、小车控制装置和电池充电站组成 AGV 物料输送系统 (又称 AGV 系统),如图 3-27 所示,两台 AGV 的运行轨迹由埋在地面下的电缆传来的感应信号进行制导,功率电源和控制信号则通过有线电缆传到 AGV。AGV 由计算机控制,可以准确停在任一装载台或卸载台,进行物料的装卸。电池充电站是用来为 AGV 上的蓄电池充电。小车控制装置通过电缆与上一级计算机联网,它们之间传递的信息

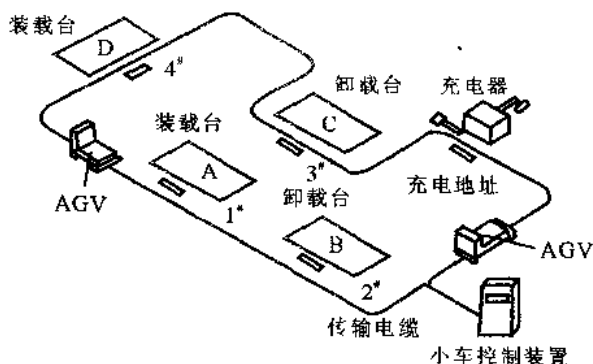


图 3-27 具有两台 AGV 的生产系统

有以下几类:行走指令、装载和卸载指令、连锁信息、动作完毕回答信号、报警信息等。AGV

系统的信息传递框图如图 3-28 所示。

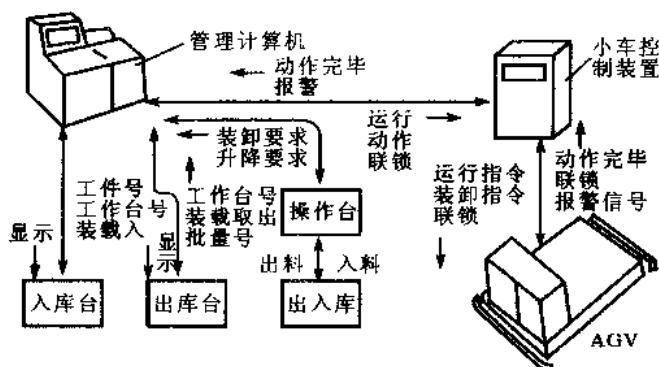
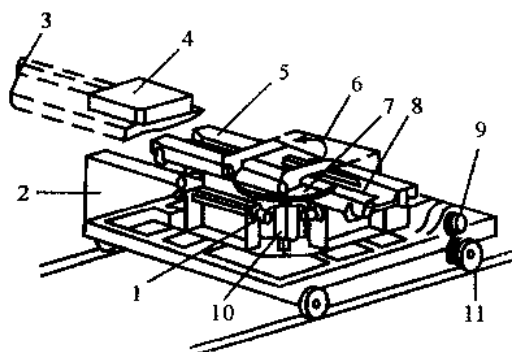


图 3-28 AGV 系统的信息传递框图

AGV 一般由随行工作台交换、升降、行走、控制、电源和轨迹制导等六部分组成(图 3-29)：



- 1-齿轮齿条式水平保持机构 2-控制柜
- 3-机床上随行工作台交换器
- 4-放工件用的随行工作台
- 5-滑台叉架 6-液压单元
- 7-回转工作台 8-进给电动机
- 9-传动齿轮箱 10-升降液压缸
- 11-车轮

图 3-29 AGV 的组成

①随行工作台交换部分 AGV 的上部有回转工作台 7,工作台的上面为滑台叉架 5,由计算机控制的进给电动机 8 驱动,将夹持工件的随行工作台 4 从 AGV 送到机床上随行工作台交换器 3,或从机床随行工作台交换器拉回 AGV 滑台叉架,实现随行工作台的交换。

②升降部分 通过升降液压缸 10 和齿轮条式水平保持机构 1 实现滑台叉架 5 的升降,对准机床上随行工作台交换器导轨。

③行走部分 由计算机控制的直流调速电动机和传动齿轮箱 9 驱动车轮 11,实现小车的行走。

④控制部分 它包括控制柜 2、操作面板、信息接收发送等部分,通过电缆与 AGV 的控制装置进行联系,实现 AGV 的起停、输送或接收随行工作台的操作。

⑤电源部分 采用蓄电池作为电源,一次充电后,可用 8h。

⑥轨迹制导部分 AGV 运行轨迹通常采用电流用电磁感应制导,其工作原理如图 3-30 所示。在 AGV 行走路线的地面下深 10~20mm,宽 3~10mm 的槽内敷设一条专用的制导电缆,通上低周波交变电流励磁,在其四周产生交变磁场。在 AGV 前方装有两个感应接收天线,在行走过程中类似动物触角一样,接收制导电缆产生的交变磁场。当 AGV 行走方位与制导电缆一致时,两个接收天线分别处于制导电缆的左右对称位置,感应得到的电势相等,制导电动机不动。当 AGV 行走方位与制导电缆不一致时,两个接收天线处的位置与制导电缆不对称,感应出的电势便不相等,由控制系统产生误差信号,经放大后,控制制导电动机按要求的方向和速度驱动方向轮使 AGV 转弯,直到误差消除为止,从而保持 AGV 始终沿制导电缆敷设的方向行驶。

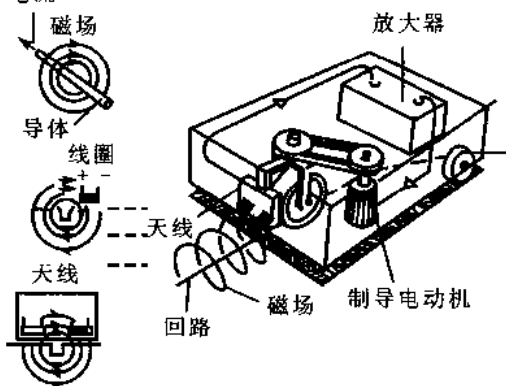


图 3-30 AGV 的电磁感应制导原理

在 AGV 可能停下进行装卸物料的一系列站点的地面下,埋设如图 3-31a 所示的地址码,每一个站点有一个专用地址,AGV 上的传感器在行走过程中读得地址码,由车载计算机判断在该站点是否停下。

如 AGV 具有后退功能,在 AGV 的前方和后方均应装设感应接收天线,AGV 后退时由后面的感应接收天线跟踪制导电缆。

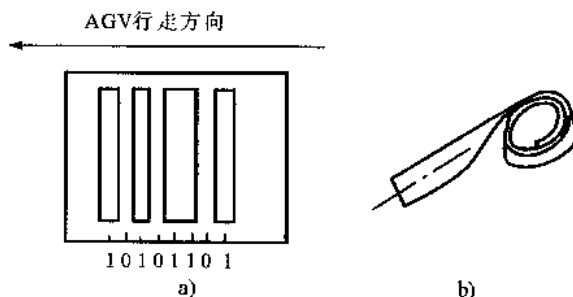


图 3-31 AGV 的地址码

感应制导的 AGV,工作可靠,制导电缆埋在地下不怕尘土污染,不易遭到破坏,适用于一般工业环境。

AGV 可采用光学制导,在地面上用有色油漆或色带绘成路线图,装在 AGV 上的光源发出的光束照射地面,自地面反射回的光线作为路线识别信号由 AGV 上的光敏器件接收,控制 AGV 沿绘制的路线行驶。这种制导方式改变路线非常容易,但只适用于非常洁净的场合,如实验室内等。

AGV 也可采用激光束制导,在厂房墙壁或柱子上贴有条纹码标记的射靶,AGV 上每秒两转的激光扫描器不停地对墙壁和柱子进行扫描,根据各条纹码标记相对 AGV 所在位置的

方位角,计算出 AGV 所处的位置,配合安装在车辆上的激光测距装置,由车载计算机引导 AGV 按指定路线行驶。为此,需将 AGV 要求的路径坐标图事先输入车载计算机。这种制导方式具有如下特点:AGV 的行驶范围不受路线限制,在现有生产现场安装 AGV,可以不影响当前的生产;改变或扩大行驶范围只需修改软件参数;对环境条件要求不高;可扩展性好。因此,激光制导的 AGV 是一种新的发展方向。

(3)AGV 应满足的功能 由上可见,AGV 应具备如下功能:行走功能,包括起动、停止、前进、后退、转弯、定速、变速、多叉路口选道等。控制功能,包括由上一级计算机控制,由车载计算机或控制面板控制,由地面监控器识别 AGV 位置和装载情况进行控制,多车同时进行控制等。

安全功能,包括检测到障碍物时自动减速,碰到障碍物时立即停车,防止两车相碰的措施,各种紧急停车措施,蓄电池放电过量报警,警示回转灯等。

五、自动化生产线的安装、调整、维护

1. 自动线的安装

自动线的安装应根据自动线的复杂程度,制定相应的安装程序和要求。以组合机床自动线为例,安装要求如下:

(1)组合机床自动线地基 组合机床自动线地基应按《自动线平面及地脚螺钉孔位置图》来浇灌。除考虑自动线的机床、工件输送带以及其他设备的安装位置和地脚螺钉孔位置外,还必须考虑向自动线供给切削液、压缩空气以及敷设电气走线管道的地沟位置。

(2)自动线的安装顺序

①安装组合机床中间底座,并调整找正各中间底座位置。

②安装调整输送带传动装置。

③初步检查各机床底座的水平和中心距,并调整各中间底座的横向位置关系,即使各台机床中间底座的横向中心线和自动线全线的中心线一致。

④安装各卧式组合机床的侧底座(包括动力滑台、动力箱、多轴箱等)。

⑤调整检查各台机床精度,合格后将侧底座与中间底座连接,并调整机床垫铁的限位螺钉,使床身限位。

⑥安装液压站,敷设液压、气压管路。

⑦安装地脚螺栓并浇灌,待凝固后,将各机床的侧底座、中间底座和输送带传动装置的地脚螺栓拧紧,并再次检查机床精度。

⑧安装自动生产线的工位架和输送带(杆)。

⑨安装电气柜、操纵台及电气设备,进行自动线的电气接线。

⑩自动线的空运转试验和切削试验。

2. 组合机床自动线的调试

在自动线安装完毕,且精度检验合格后,即可进行自动线调试工作,主要进行空运转试

验和切削试验。

自动线的调试可按下列顺序进行:将自动线接电;使自动线所有设备调整到能够工作的状态,特别是液压、气动设备和润滑装置,检查各机床和设备的电动机旋转方向;调整各机床动力部件,进行空运转试验;安装已调整好的刀具和工具;调整定位夹紧装置、输送装置的液压系统,调节各安全阀、压力继电器的工作压力,使压力继电器的工作压力比系统最高工作压力大 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$,比泵的出口压力小 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$;定位夹紧和工件输送装置的空运转试验;全线空运转试验后(连续运转不低于 4h),按调整循环试节一个工件,检查工件的加工质量和加工精度;消除空运转和试节工件过程中暴露的缺陷;按自动循环试切一批工件(规定自动循环试切工件数为满线后再增加 15 个);检查工件加工精度,调整并消除切削试验中暴露出来的缺陷;最后进行自动线工作稳定性和生产效率(节拍)的切削验证。合格后自动线即可投产使用。

在自动线切削试验过程中,若有缺陷,则应在消除缺陷后,重新进行切削试验,直到切削试验全部合格为止。

3. 组合机床自动线的日常维护

为了使生产线能正常工作,持久地保持机床精度,日常维护是一个很重要环节,操作者应重点做好以下几点:

(1)开机前要检验生产线各机床润滑情况,必要时,要往油箱、多轴箱、润滑泵里添加预先过滤干净的润滑油;检查各动力箱、滑台、主轴箱等有无异常,各按钮是否处于原始位置;检验刀具,更换已经磨钝或崩刃的刀具;查看上一班的工作记录、排除已发现的故障。

(2)开机后,先空运转 $3 \sim 5 \text{ min}$,观察各机床动作是否正常,确认无误后进行自动循环加工;监视生产线的工作情况,及时排除发现的故障;禁止在主轴运转时变换速度,刀具未退离工件前,不得停车。

(3)下班时,在生产线恢复原位后切断电源,并清理各机床,做好当班日记、停车原因(如换刀等)和时间、废品数量和出现废品原因,以及向修理部门提出修理工作要求等。

(4)生产线各防护装置要保持完好。

六、自动化生产线常见故障及排除

组合机床自动线的主控面板上有很多指示灯(为了醒目,均采用红色),用来显示故障原因,以利于操作和维修,能及时排除故障,保证设备的正常运转。现将常见故障现象及排除措施列于表 3-2 中。

表 3-2 常见故障现象及排除措施

序号	故障现象	产生原因	解决措施
1	系统不能起动	1) 没电, 机床有一个或多个电动机的空气开关跳开 2) 出现紧急情况 3) 电柜开门打开 4) 熔丝烧断或热继电器跳开	排除电动机本身故障后, 将电气柜内该空气开关合上 清除紧急状况并复位 关上电柜门(断开安全开关) 更换熔丝, 查出过载原因, 复位热继电器
2	自动线润滑故障指示灯亮	1) 润滑油路堵塞, 压力升高 2) 润滑油箱内油量不足, 液面低于规定液面 3) 系统长时间没有供油润滑	疏通堵塞的油路 加入适量润滑油 检查润滑泵及相关液压油路
3	液压系统没有运行或没有压力	1) 液压站进油(或回油)过滤器堵塞 2) 油箱里油量不足	检查过滤器, 清洗或更换滤芯 检查油箱里油位, 加入适量润滑油
4	动力头不返回	动力头返回行程开关失灵	检查终点开关及控制线路是否有故障
5	冷却故障指示灯亮	1) 冷却系统没有起动 2) 冷却系统截止阀关闭 3) 主控台上冷却选择开关置于“关”位置	起动冷却系统 开起截止阀 将所选择开关置于“开”位置
6	压缩空气故障指示灯亮	1) 系统没有供气 2) 机床压缩空气截止阀关闭 3) 主控台上压缩空气选择开关置于“关”位置	起动供气系统 打开截止阀 将此开关置于“开”位置
7	钻孔故障指示灯亮	钻头断或加工的孔过浅	更换钻头, 检查所加工孔是否符合工艺要求

第四节 电梯

电梯是机电合一的大型复杂产品, 机械部分相当于人的躯体, 电器部分相当于人的神经, 机与电的高度合一, 使电梯成了现代科学技术的综合产品。电梯是机械与电气紧密结合的大型复杂机电设备。了解它的构成和工作原理才能做好管理、使用和维护工作。

一、电梯的结构

电梯主要是由机房、井道、轿厢和层(厅)站四部分组成, 如图 3-32 所示。

1. 机房设备

机房就是机器间,通常设在井道的顶部,特殊条件下可设在井道底部或任何一层井道的旁侧。内部设备有:

(1)曳引机 使轿厢升降的起重机械

(2)导向轮 用于调整钢丝绳与曳引轮的包角和轿厢与对重的相对位置。

(3)电气控制柜和信号屏 是电梯的神经中枢,整部电梯的控制、信号处理都在此完成。

(4)选层器 用于模拟电梯运行状态的机械——电气装置。

(5)限速器和极限开关 用于安全保护的装置。

2. 井道设备

井道是电梯轿厢上下运行的空间。井道设备有:

(1)导轨 是电梯轿厢和对重的导向构件。将 T 形钢用连接板连接构成。

(2)缓冲器 是电梯最后一道安全保护装置。

(3)控制电缆 可以将轿厢内所有电气开关信号、照明信号、控制信号传输到机房、层站。

(4)补偿装置 补偿电梯升、降过程是曳引钢丝绳长度变化而引起的载荷变化。

(5)对重装置 也称配重。用于平衡轿厢重量,减少曳引电动机功率并改善曳引性能的装置。

(6)平层器 它可以使电梯轿厢正确平层和停止开门。

(8)接线盒 将控制电缆与井道外各接点连接。

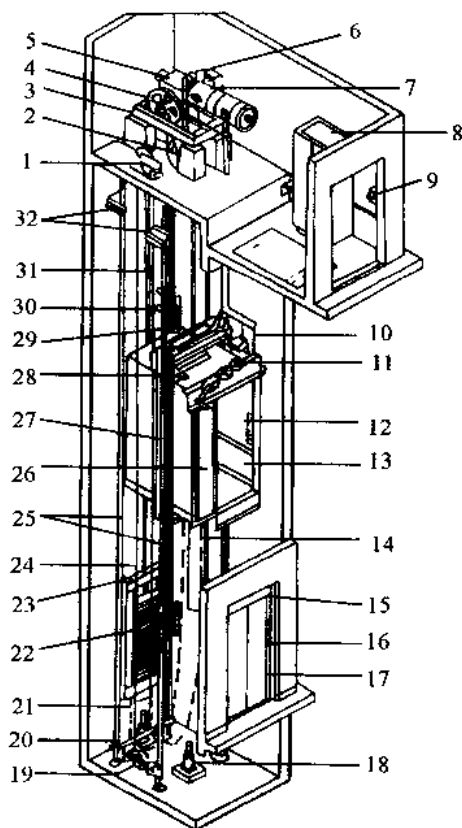


图 3-32 电梯整机示意图

- 1—限速器 2—导向轮 3—机器底座
- 4—曳引轮 5—蜗轮蜗杆减速箱
- 6—电磁制动器 7—交流曳引电动机
- 8—控制柜 9—电源开关 10—井道传感器
- 11—开门机 12—轿内操作按钮 13—轿厢体
- 14—悬挂电缆 15—楼层指示器 16—呼梯按钮
- 17—层门 18—液压缓冲器 19—限速器张紧装置
- 20—链条导向装置 21—补偿链条 22—对重
- 23—对重导轨 24—限速器钢丝绳 25—导轨
- 26—轿厢门 27—轿厢框架 28—限位开关
- 29—轿厢导轨 30—限位开关终端挡板
- 31—曳引钢丝绳 32—导轨支架

(9) 减速开关、限位开关和极限开关 安全保护装置。

3. 轿厢

装载乘客或货物的金属结构件,它由轿厢架、轿厢体和轿门构成。内部装置有:

- (1) 轿厢操纵箱 设在门旁,用于操作轿箱运行的电气装置。
- (2) 自动开、关门机构 装在轿顶靠近门处,由电动机带动机械装置开、关轿门。
- (3) 导靴 使轿厢沿导轨运行的装置。
- (4) 安全钳 当它动作时可以迫使轿厢卡在导轨上同时切断曳引电源,是最有效的安全装置。
- (5) 平层感应器 接通或切断有关控制电路,起自动平层和停车开门等作用。
- (6) 称载重装置 为防止电梯发生超载事故,在轿厢地面设置的传感装置。

4. 层站

电梯在每一层楼停靠的地方称层站,也叫厅站。层站装置有:

- (1) 层门 层门是电梯在各层楼停靠,通向井道入口设置的供乘客或货物出入电梯轿厢的井道门。
- (2) 门锁 带有电气联锁装置的机械锁。
- (3) 层楼显示器 装在层门门框上,可向层站上的乘客指示电梯行驶方向和轿厢位置。
- (4) 层门呼梯按钮 供乘客发送呼梯指令。

二、电梯工作原理简介

如图 3-33 所示,电梯通电后,拖动电梯的电动机开始转动,经过减速机、制动器等组成的曳引机,依靠曳引轮的绳槽与钢丝绳之间的摩擦力使曳引钢丝绳移动。因为曳引钢丝绳两端分别与轿厢和对重连接,且它们都装有导靴,导靴又连着导轨,所以曳引机转动,拖动轿厢和对重做方向相反的相对运动(轿厢上升,对重下降)。轿厢在井道中沿导轨上、下运行,电梯就开始执行竖直升降的任务。

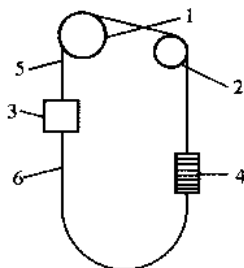


图 3-33 电梯运行示意图

1—曳引轮 2—导向轮 3—轿厢
4—对重 5—曳引绳 6—平衡锤

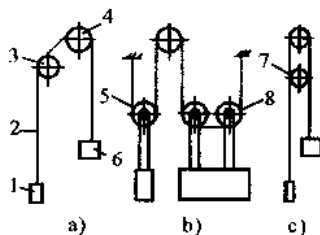


图 3-34 曳引方式示意图

1—对重装置 2—曳引绳 3—导向轮 4—曳引轮
5—对重轮 6—轿厢 7—复绕轮 8—轿厢轮

曳引钢丝绳的绕法,按曳引比(曳引钢丝绳线速度与轿厢升降速度之比)常有三种方法,即半绕 1:1 吊索法、半绕 2:1 吊索法和全绕 1:1 吊索法,如图 3-34 所示。

三、电梯的机械系统

1. 曳引机

是电梯的主拖动机械,驱动电梯的轿厢和对重装置作上、下运动。分为无齿轮曳引机和有齿轮曳引机两种。它们分别用于运行速度 $v > 2.0\text{m/s}$ 的高速电梯和 $v \leq 2.0\text{m/s}$ 的客梯、货梯上。主要由电动机、电磁制动器、减速器、曳引轮和盘车手轮几部分组成。

(1)减速器 只有在齿轮曳引机中应用,安装在电动机转轴和曳引轮转轴之间,采用蜗轮蜗杆作减速运动。蜗轮与曳引绳同装在一根轴上,由于蜗杆与蜗轮之间有啮合关系,曳引电动机就通过蜗杆驱动蜗轮而带动绳轮作正、反方向运动(如图 3-35 所示)。

(2)电磁制动器 电梯正常停车时,为保证平层准确度和电梯的可靠性,安装了电磁制动器。在电梯停止运行或断电状态下,依靠制动弹簧的压力抱闸。正常运行时,它处于通电状态,依靠电磁力松闸。

(3)曳引轮 是挂曳引钢丝绳的轮子,轿厢和对重就悬挂在它的两侧。在它上面还加工有曳引绳槽。

(4)曳引钢丝绳 按 GB 8903—1988 生产的电梯专用钢丝绳。由浸油纤维绳作芯子,用优质碳素钢丝捻成。它有较强的强度、较高的韧性和较好的抗磨性。

(5)盘车手轮 装在电动机后端伸出的轴上。在电梯断电时用人力使曳引机转动,将轿厢停在层站放出乘客。平时取下另行保管,必须由专业人员操作。

2. 导引系统

由导轨、导轨架和导靴三部分组成。

(1)导轨 由强度和韧性都较好的 Q235 钢经刨削制成。每根导轨长 3m 或 5m。不允许采用焊接或螺栓直接联接,而是用螺栓将导轨和加工好的专用接板联接。

(2)导轨架 它固定在井道壁或横梁上,是支撑和固定导轨用的。

(3)导靴 分固定滑轮导靴、滑动弹簧导靴和胶轮导靴。成对安装在轿厢上梁、底部,对重装置上部、底部。

3. 平衡系统

它可以使电梯运行平稳、舒适,还可以减少电动机的负载转矩。

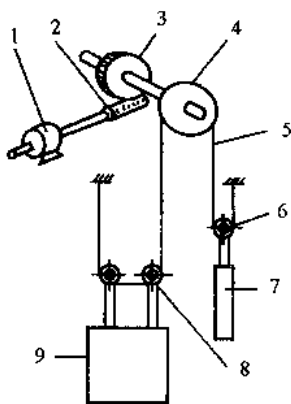


图 3-35 减速系统

1—曳引电动机 2—蜗杆 3—蜗轮
4—曳引轮 5—曳引钢丝绳 6—对重轮
7—对重装置 8—轿顶轮 9—轿厢

(1)对重装置 由对重块和对重架组成,对重块固定于对重架上。

(2)补偿装置 悬挂在对重和轿厢下面,用以补偿钢丝绳和控制电缆的重量对电梯平衡状态的影响。

4. 电梯门

开、关门的方式分手动和自动两种。

(1)手动开、关门 目前应用很少。它是依靠分装在轿门和轿顶、层门与层门框上的拉杆门锁装置来实现的。由专职司机来操作。

(2)自动开门、关门 开、关门机构设在轿厢上部特制钢架上。最常用的自动门锁称为钩子锁。它是带有电气联锁的机械锁,锁壳和电气触头装在层门框上。门锁的电气触点都串联在控制电路中,只有所有触点都接通电梯才可以运行。

四、电梯的主驱动系统

根据拖动电梯运行的电动机类型,电梯的主驱动系统可分为交流单速电梯驱动系统、交流双速电梯驱动系统、交流变压变频调速(VVVF)电梯驱动系统和直流电梯驱动系统等。

1. 交流单速电梯主驱动系统

这种主驱动系统电路非常简单,如图 3-36 所示。只有一种运行速度,常用的速度大多为 $0.25 \sim 0.3 \text{ m/s}$ 。电梯的上、下行是通过接触器 KM_1 、 KM_2 的触点切换电动机上的电源相序使电动机进行正、反两个方向的旋转来实现的。

交流单速电梯主驱动系统及控制系统可靠性好,但平层准确度低,只适应于运行性能要求不高,载重量小,提升高度小的杂物电梯。

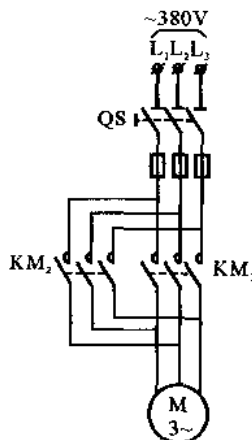


图 3-36 交流单速电梯主驱动系统原理图

2. 交流双速电梯主驱动系统

交流双速电梯的主驱动系统原理如图 3-37 所示。从图中可以看出电动机具有两个不同极对数绕组,一个是 6 极绕组,同步转速为 1000 r/min ;一个是 24 极绕组,同步转速为 250 r/min ;所以称之为双速电梯。

工作过程如下:当电梯有了方向后 KM_1 (或 KM_2)、 KM_3 闭合串接电阻 RQ_k 和电抗起动运行,经 $0.8 \sim 1.0 \text{ s}$ 后,加速接触器 KM_5 闭合,电阻 RQ_k 和电抗 L_k 被短接,电梯在 6 级绕组下加速至稳速运行(额定速度)当电梯快到站时,发生减速信号, KM_3 断开, KM_4 闭合,曳引电动机切换至 24 极绕组下进入再发生电制动状态,电梯随即减速,并按时间原则, KM_6 、 KM_7 相继闭合,以低速稳定运行,直到平层 KM_1 或 KM_2 断开停车。

由于这种电梯起动后可以高速运行,平层之前可以低速运行,并向电网送电,所以输送效率较高,平层准确,经济性较好,广泛用于 15 层楼以下,提升高度小于 45 m 的低档乘客电

梯、货梯、服务电梯等。

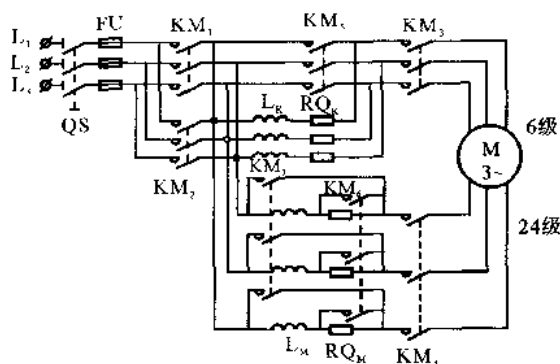


图 3-37 交流双速电梯主驱动系统原理图

3. 开环直流快速电梯主驱动系统

图 3-38 是开环直流快速电梯主驱动系统原理图。它由三相交流异步电动机拖动一台同轴相联的直流发电机发电，调节直流电机的励磁电流，就可以输出连续变化的直流电压供给直流曳引电动机，由于直流发电的输出电压可以任意调节，所以，直流曳引电动机的速度很易满足电梯运行时所需要的各种速度。

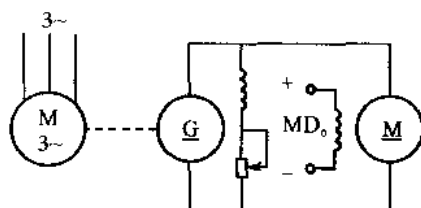


图 3-38 开环直流快速电梯主驱动系统原理图

这种电梯的主要的优点是：起伏和减速都比较平稳，调速容易，载重量大。但整个系统耗电多，结构复杂，体积大，维护难度大，负载变化时电梯的运行不易控制。所以，这种电梯已淘汰，只有些旧建筑物还有应用。

4. 晶闸管励磁直流快速电梯主驱动系统

这种电梯的主驱动系统如图 3-39 所示，与开环直流主驱动系统相比，所不同的是，晶闸管及其驱动控制电路取代了开环直流系统中的人工调节直流发电机的励磁绕组。调整晶闸管控制角的大小即可改变晶闸管的输出电压，从而改变直流发电机的输出电压，使直流电动机的转速得到调节。控制角的大小由速度反馈信号与给定信号比较后确定，这样可以实现速度自动调节，即构成速度闭环控制系统。

这种主驱动系统的性能特点是：可实现无级调速，起、制动平稳，电梯运行速度几乎不受负载变化的影响，但系统相对复杂，维修难度大。

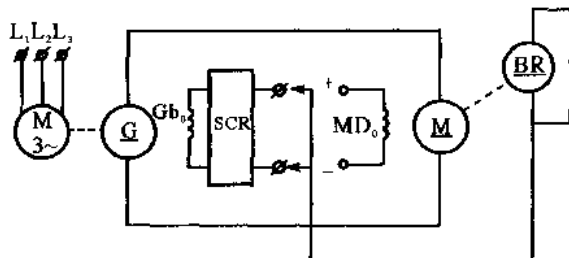


图 3-39 晶闸管励磁直流快速电梯主驱动系统原理框图

5. 交流调速的主驱动系统

直流调速系统复杂,维修难度大;交流有级调速性能差,给人以不适感,应用范围很窄。又因为交流电动机结构简单,成本低廉,便于维护,有直流电动机不可比拟的优点,发展交流无级调速成为必然趋势。随着电力电子技术的进步,电力电子器件的使用,以及自动控制技术的发展,交流无级调速系统成本大为降低。目前新型电梯中广泛采用的交流调速主驱动系统是交—直—交变频,称 VVVF 系统。图 3-40 是 VVVF 系统的脉宽调制(PWM)变频原理简图。

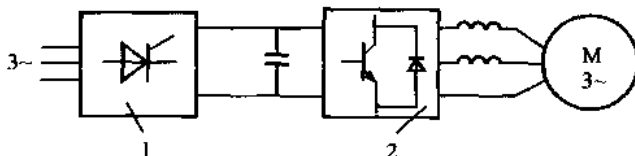


图 3-40 脉宽调制式(PWM)变频原理简图

1—晶闸管整流器 2—晶体管逆变器

其工作原理是:将三相交流电整流成为电压大小可调的直流电,再经大电容与逆变器(由电力晶体管组成),以脉宽调制方式输出电压和频率都可调节的交流电。这样交流曳引电动机就可以获得平稳的调速性能。应用这种系统的电梯运行平稳、舒适,平层精度 $\leq 5\text{mm}$ 。

综上所述,交流调速电梯与一般常用电梯相比,运行时间短,平层误差小,舒适感好,电能消耗小,运行可靠,节省投资,适应范围广,是国内、外电梯厂家大力发展的一种电梯。

五、电气控制系统

电梯的种类多,运行速度范围要求大,自动化程度有高、低之分,工作时还要接受轿厢内、层站外的各种指令,并保证安全保护,系统准确动作。这些功能的实现都要依靠电气控制系统。

电气控制系统是电梯的两大系统之一。电气控制系统是由控制柜、操纵箱、指层灯箱、召唤箱、限位装置、换速平层装置、轿顶检修箱等十几个部件,以及曳引电动机、制动器线圈、开关门电动机及开关门调速开关、极限开关等几十个分散安装在各相关电梯部件中的电器元件构成。

电气控制系统决定着电梯的性能和自动化程度。随着科学技术的发展,电气控制系统

发展迅速。在目前国产电梯的电气控制系统中,除传统的继电器控制系统外,又出现采用微机控制的无触点控制系统。在拖动系统方面,除传统的交流单速、双速电动机拖动和直流发电机——电动机拖动系统外,又出现交流三速、交流无级调速的拖动系统。

电梯通常采用的电气控制系统有:继电器·接触器控制,半导体逻辑控制和微机控制系统等。无论哪种控制系统,其控制线路的基本组成和主要控制装置都类似。

1. 电气控制系统的组成

电气控制线路基本组成包括:轿厢内指令环节、层站(厅门)招呼环节、定向选层环节、启动运行环节、平层环节、指层环节、开(关)门控制环节、安全保护环节和消防运行环节。对主驱动系统较为复杂的电梯还有电动机调速与控制环节等。各环节之间的控制关系如图3-41所示。

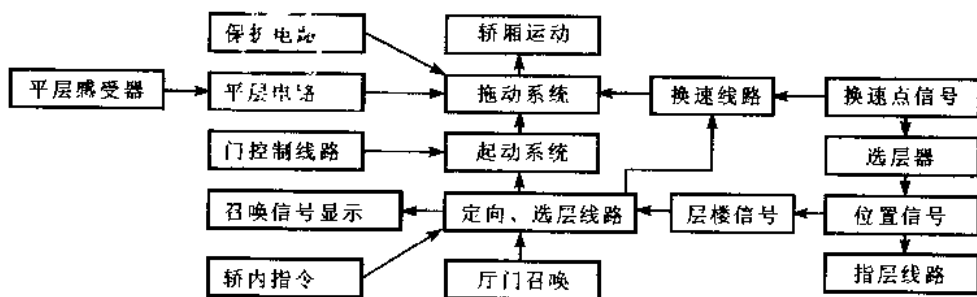


图3-41 电气控制线路组成框图

各种控制环节相互配合,使电动机依照各种指令完成正反转、加速、等速、调速、制动、停止等动作,从而实现电梯运行方向(上、下)、选层、加(减)速、制动、平层、自动开(关)门、顺向(反向)截梯、维修运行等。为实现这些功能,控制电路中经常用到自锁、互锁、时间控制、行程控制、速度控制、电流控制等许多控制方式。

2. 电气控制系统主要装置

(1)操纵箱 位于轿厢内,常有按钮操作和手柄开关两种操作方式。它是操纵电梯上、下运行的控制中心。在它的而板上一般有控制电梯工作状态(自动、检修、运行)的钥匙开关、轿厢内指令按钮与记忆指示灯、开(关)门按钮、上(下)慢行按钮、厅外召唤指示灯、急停、电风扇和照明开关等。

(2)召唤按钮箱 安装在层站门口,供厅外乘用人召唤电梯。中间层只设上行与下行两只按钮,基站还有钥匙开关以控制自动开门。

(3)位置显示装置 在轿厢内、层站外都有。用灯光或数字(数码管或光二极管)显示电梯所在楼层,以箭头显示电梯运行方向。

(4)控制柜 控制电梯运行的装置。柜内装配的电器种类、数量、规格与电梯的停站层数、运行速度、控制方式、额定载荷、拖动类型有关,大部分接触器—继电器都安装在控制柜中。

(5)换速平层装置 电梯运行将要到达预定楼层时,需要提前减速,平层停车。完成这个任

务是靠换速平层装置。如图 3-42 所示。它由安装在轿厢顶部和井道导轨上的电磁感应器和隔磁板构成。当隔磁板插入电磁感应器,干簧管内触头接通,发出控制信号。

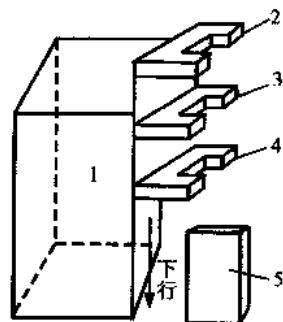


图 3-42 平层感应器

1—轿厢 2、3、4—电磁感应器 5—隔磁板

(6)选层器 通常使用的是机械—电气联锁装置。用钢带链条或链条与轿厢联接,模拟电梯运行状态(把电梯机械系统比例缩小)。有指示轿厢位置、选层消号、确定运行方向、发出减速信号等作用。这种机、电联锁式的选层器内部有许多触点。随着控制技术的发展,现在已经应用了数控选层器和微机选层器。

(7)轿顶检修厢 安装在轿厢顶,内部设有电梯慢上(慢下)按钮、点动开门按钮、轿顶检修转换开关与检修灯开关和急停按钮,是专门用于维修工检修电梯的。

(8)开、关门机构 电梯自动开、关门,多采用小型直流电动机驱动。因直流电动机的调速性能好,可以减少开、关门抖动和撞击。

(9)限位开关和极限开关等保护装置。

3. 电梯的安全保护系统

电梯运行的安全可靠极为重要,在技术上采取了机械、电气和机电联锁的多重保护,其级数之多,层次之广是其他任一种提升设备不能相比的。按国家标准 GB 1005—1988 规定,电梯应有如下安全保护设施:①超速保护装置;②供电系统断相、错相保护装置;③撞底缓冲装置;④超越上、下极限工作位置时的保护装置;⑤厅门锁与轿门电气连锁装置;⑥井道底坑有通道时,对重应有防止超速或断绳下落的装置等设施。

下面仅介绍机械安全装置和电气安全保护装置。

(1)机械安全装置

为保证电梯安全运行,曳引钢丝绳的根数一般在 3 根以上,且安全系数达 12 以上,另外还设有以下几种安全保护装置。

①限速器和安全钳 限速器安装在机房内,安全钳安装在轿厢下的横梁下面,限速器张紧轮在井道地坑内。当轿厢下行速度超过 115% 额定速度时,限速器动作,断开安全钳开关,切断电梯控制电路,曳引机停转。如采此时出现意外,轿厢仍快速下降,安全钳即可动作把轿厢夹在导轨上使轿厢不致下坠。

②缓冲器 设置在井道底坑内的地面上,当发生意外,轿厢或对重撞到地坑时,用来吸收下降的冲击力量。分为弹簧缓冲器和油压缓冲器。

③安全窗 装在轿厢的顶部。当轿厢停在两层之间无法开动时,可打开它将厢内人员用扶梯放出。安全窗打开时,其安全触点要可靠断开控制电路,使电梯不能运行。

(2)电气安全保护装置

电气保护的接点都处于控制电路之中。如果它动作,整个控制回路不能接通,曳引电动机不能通电,最终轿厢不能运动。

①超速断绳保护 这种保护实质为机械—电气联锁保护。它将限速器与电气控制线路配合使用。当电梯下降速度达到额定速度的 115% 时,限速器上第一个开关动作,要求电梯自动减速;若达到额定转速的 140% 时,限速器上第二个开关动作,切断控制回路后再切断主驱动电路,电动机停止转动,迫使电梯停止运行,强迫安全钳动作,将电梯制停在导轨上。这种保护是最重要的保护之一,凡是载客电梯必须设有这种保护。

②层门锁保护 电梯在各个门关好后才能运行,这也是一种机械—电气联锁保护。当机械钩子锁紧后,电气触点闭合,此时电梯的控制回路才接通,电梯能够运行。另外电梯门上还设有关门保护(如关门力限制保护,光、电门等),防止乘客关门时被夹伤。

③终端超越保护 电梯在运行到最上或最下一层时,如果电磁感应器或选层器出现故障而不能发出减速信号,电梯就会出现冲顶或撞底这样的严重故障。在井道中依次设置了强迫减速开关、终端限位开关,这几种开关中的一个动作都可迫使电梯停止运行。

④三相电源的缺相、错相保护 为防止电动机因缺相和错相(倒相)损坏电梯,造成严重事故而设置的保护。

⑤短路保护 与所有机电设备一样都有熔断器作为短路保护。

⑥超载保护 设置在轿厢底和轿厢顶,当载重量超过额定负载 110% 时发生动作,切断电梯控制电路,使电梯不能运行。

图 3-43 是普通交流双速载客电梯安全保护系统框图。从中看出各种安全保护装置的

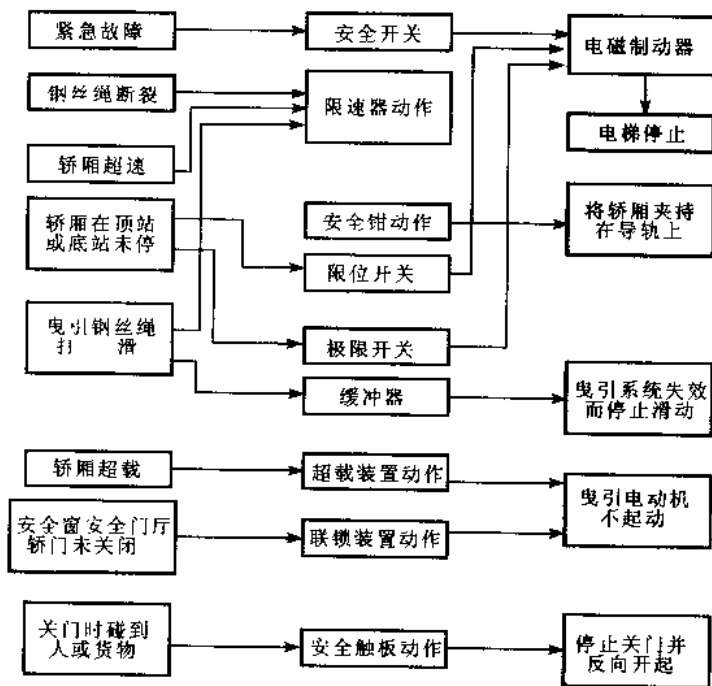


图 3-43 交流双速电梯安全保护系统框图

六、电梯的安装与调试

电梯是一种比较复杂的机电设备,体积大、零部件多且分散、与安装电梯的建筑物紧密相关。电梯安装实质是电梯的总装配,且在远离制造厂的使用现场进行,因此它比一般机电设备的安装工作更复杂、更重要。若要使一部电梯正常工作,除了在制造过程中要有可靠的质量保证,安装中的每一个环节都不能出现差错,否则会给将来电梯的运行留下隐患。

1. 安装前的准备工作

准备工作是否充分是整个安装工作能否有序进行的前提条件。

(1)人员组织:参加电梯安装的人员必须持有《特种作业操作证》,并由各工种的人员(架子工、木工、瓦工、焊工、起重工)组成。

(2)安排施工进度:按照准备、机械安装、电气安装、清进井道机房和试车调试的顺序进行安装工作。机械安装和电气安装是交叉作业的。

(3)准备工具及劳动防护用品:包括常用的工具、电工、钳工工具、土木工具、测量工具、起重工具、安全带及其他辅助工具。

(4)清查电梯零部件和安装材料:开箱核对装箱单、产品合格证、说明书及技术文件,记录后由专人保管。

(5)进行机房、井道的现场勘察:安装人员进入现场,对土建工程进行全面检查、验收,前期土建工程应达到安装要求。

2. 机械部分的安装

它包括以下部分的安装,并且要达到各自的安装要求。

(1)导轨架和导轨的安装。

(2)承重梁、曳引机、导向轮和发电机组(用于直流电机)的安装;组装轿厢和安全钳;其中包括安装调整导靴、极限开关以及轿内设施。

(3)安装厅门及门锁。

(4)安装限速装置。

(5)安装曳引绳锥套和挂曳引绳。

3. 电气部分的安装

电梯的动力来源与控制都要经过电气线路,安装时应特别注意。要搞清电路原理,看懂接线图和主要线路的走向。要布置好线管,对每条导线和接线端子按图纸做好标记,这样会方便将来的维修工作。

(1)安装机房内控制柜总电缆和并道中间接线箱。如果厂家将控制柜与轿厢已经做好连线,则中间接线箱可以省去。

(2)安装分线箱、敷设电线槽和电线管。

(3)安装极限开关、限位开关或端站强迫减速装置(用于直流快速和高速电梯)。

- (4) 安装层楼指示器或选层器。
- (5) 安装各层站的招呼箱和指示灯箱。
- (6) 安装平层器。
- (7) 做电气系统的保护接地或接零。这也是电气设备最基本的安全保障。

4. 电梯的调试

调试在安装现场被称为试车,它是电梯安装后的总检查,整个过程要确保安全。

- (1) 检查和清理:对所有机械、电气装置进行清洁,添加润滑剂,检查电气系统和安全钳。
- (2) 慢车调整:手盘车使轿厢下降一定距离,然后通电试车。试车过程中仔细检查安全保护开关的动作及机械部件安装情况。
- (3) 快车调试:调整电梯的额定运行速度和平层速度,使轿厢与对重平衡。调整电梯运行时的加(减)速度、各电气开关动作的可靠性、开(关)门动作和平层准确性。
- (4) 绝缘电阻不小于 $0.5\text{M}\Omega$,接地电阻不小于 4Ω 。

七、电梯的运行管理

由于电梯的技术发展,多数电梯的操作很简单,不需专职司机。作为电梯的维护者,电梯运行管理的主要内容是日常安全检查和保养,此外还应具备一定的技术维护能力。若要确保电梯安全运行,杜绝发生设备和人身事故,必须严格遵守电梯的安全操作规程和维护保养制度。

1. 电梯的维修保养管理制度

此制度涵盖的范围很广,它是保证电梯安全可靠运行的必要条件。主要包括以下内容:电梯维修人员职业道德规范;电梯维修人员岗位责任制;电梯维修保养、交接班制度;电梯日常维修保养制度;电梯润滑部位、清洗换油管理制度;电梯维修保养工作考核制度;电梯设备事故处理办法;电梯维修人员安全技术操作规程。

2. 电梯的维修保养内容和要求

电梯的维修和保养内容较多,按照其要求做可使电梯的故障率降低,安全可靠性提高,寿命延长。这需要维修人员有很强的责任心才能持之以恒坚持下来。表 3-3 为电梯日常维修保养内容和要求。

表 3-3 电梯日常维修保养内容和要求

项目	目的	内容和要求
巡检	在电梯运行前后及交接班时,电梯维修工采用询问、手摸、耳听、目视等方法,检查电梯运行情况来判断电梯工作状态	制动器系统是否正常工作,曳引机工作温度是否正常,有无异常声;控制柜上指示仪表是否正常,电气线路及电器元件工作是否正常,有无虚接或器件损坏问题;整个电梯在运行时,有无不正常的现象出现。能处理要处理,将巡检情况填入电梯维修工作日志内,同时要将巡检情况作记录,重大问题及时上报主管部门领导,要求立即解决
日检	查易损易松动的零件,查安全装置运行情况,查电气柜、厅、轿门、开门机构等。发现问题,能修理应及时停机修理,并将维修情况记入电梯维修日志中。日检不能代替巡检,发现重大问题,应及时向上级主管领导汇报,并设法处理	用手锤击机械装置各部分的联接零件,有无松动,伤裂等问题;查曳引机工作情况,减速箱内蜗杆啮合情况,制动器工作情况,整个曳引机温度,噪声情况,及有无漏油,或油质、油量不合乎要求的问题;查曳引机工作的稳定性是否良好;查各种轮工作情况;查门机构工作情况;查曳引绳有无断股滑动问题;查各种安全装置是否工作正常,有无隐患;轿厅门联锁装置是否工作正常等
周检	由电梯维修工进行,每周半天停梯检查(双梯)。单梯根据具体情况订停梯检修时间,解决巡、日检无法解决的问题,保证电梯正常运行	检查制动器的上弹簧、制动臂有无裂纹;制动瓦与轮间隙不符合要求时,要调整;紧固电梯各紧固件;检查各种安全装置,不符合要求的要更换或修理调整;检查曳引绳在其槽内卧入情况,绳头组合装置是否牢固,平衡绳或链工作情况及安全情况;电气线路更换或电气元器件修理、更换;检修电气线路、接地装置、缓冲器有无问题,限速器绳、极限开关绳联接工作情况;轿厅门检修,调整电梯平层准确度和舒适感。周检内容应包括巡、日检内容
月检	由电梯维修工进行,目的是根据一个月电梯运行、维修情况,针对性的解决巡、日、周检无法处理的问题	周检中无法解决的,而又不影响电梯正常运行的问题。例如:周保养中应加油或换油,必须按规定加油或换油,因某个不易拆卸,或是漏油一时不能解决,但也不影响电梯正常工作,这时,可采取勤观察,等到月检时再解决。对曳引机、安全装置、井道设施、自动门机构等全面检查,如有问题,应处理
季检	由专业技术人员与电梯维修工共同检查,综合一个季度电梯运行、维修情况,解决月检中无法处理的问题。	重新拧紧全部紧固件,曳引机漏油、油量、油质不合格要解决,对曳引绳张力不均要解决;查或调整导靴间隙,发现靴衬磨损严重时,要更换;查曳引机的同心度;查电气装置工作情况、安全装置工作情况等
年检	由专业技术人员、主管领导及电梯维修工共同检查一年来电梯运行、维修情况,写出对本电梯的综合评定意见,以确定电梯检查日期及内容	对电梯整体做详细检查,特别对易损件要仔细检查,根据检查结果来判断,电梯是否需要更换主要零部件,是否要进行大、中或专项修理或停机进一步检查

3. 电梯的常见故障及其排除

电梯作为机电设备,在安装调试后经过一个时期的使用也会常出现一些故障,其原因是多种多样的。故障的查找和排除需要技术水平为基础,要掌握电气和机械的基本知识及操作技能,尤其是微机控制技术在电梯中的采用使这点显得更为重要。在处理故障时首先弄清故障的类别、故障点,然后再动手解决,千万不可盲目拆卸零部件,修改电器线路,这样很容易造成故障扩大化。另外还要“持证上岗”。在这里不做详细的事事故原因分析,仅提供表3-4为今后维修工作参考。

表 3-4 电梯常见故障原因和排除方法

故障	产生原因	排除方法
电源指示灯亮,电梯不能运转	三相交流电断开一相,使整流器直流输出电压 $\leq 80V$,三相交流电相序颠倒,使相序继电器没有动作	接通或调整三相交流电源,防止电动机单相运转
	限速器张绳装置的断绳限位开关或限速器安全钳开关误动作	找出误动作原因,使误动作开关复位
	门联锁继电器无动作,门电联锁开关的触头接触不良	关严各层站厅门和轿门,检查修理开关触头
	起动开关损坏,触头不导电	拆下操作箱,检查修理开关触头
电梯起动时阻力很大	蜗杆蜗轮减速器两端的滑动轴承因润滑不良而发生抱轴事故	必须拆开大修,滑动轴承修理后,再装配使用
	闸瓦式制动器没有开闸或直流电磁线圈回路断路	检修线路
	制动器闸瓦与制动轮的间隙不符合规定要求	调整制动轮与闸瓦的间隙
	当电梯上升时阻力大,可能是轿厢超载;当电梯下降时阻力大,可能是配重铁过重,电梯平衡系数过大	电梯不允许超载运行,电梯的平衡系数客梯控制在 $0.4 \sim 0.5$,货梯控制在 $0.45 \sim 0.55$
	曳引电机两端的轴承因失油而发生咬刹	拆下检修后,再装配使用
电梯达不到额定起重量	曳引轮上的绳槽严重磨损,使摩擦系数降低致使曳引力达不到要求	调换曳引轮的绳槽,达到规定要求
	曳引钢丝绳张力不均匀,按规定各绳之间张力的差值小于5%	调整绳头组合的螺母,使曳引钢丝绳的张力相近似
	电梯的平衡系数过小,配重太轻不能平衡50%的载重和轿厢自重	在配重架上增加平衡块,按平衡系数进行调整
电梯上行不能至预定的层数	上行方向继电器无动作或操纵盘上选层按钮失灵或电器控制屏上的层数继电器无动作	检修上行方向继电器、选层按钮、层数继电器及有关线路
	上行方向接触器无动作或上行限位开关没有复位或下行方向接触器没有释放	检修上、下行方向接触器及有关线路

故障	产生原因	排除方法
电梯下行不能至预定的层数	下行方向继电器无动作或操纵盘上选层按钮失灵或电器控制屏上的层楼电器无动作	检修下行方向继电器、选层按钮、层楼继电器以及有关线路
	下行方向接触器无动作或下行限位开关没有复位或上行方向接触器没有释放	检修上下行方向接触器及有关线路
电梯不能换速而无慢车	层楼感应开关与停层感应开关距离太近,即换速距离太短	运行速度 1m/s 的电梯换速距离为 1.2~1.4m,运行速度 0.5m/s 的电梯换速距离为 0.5~0.6m;运行速度 0.25m/s 的电梯换速距离为 0.3~0.4m,如不符合应调整感应板
	层楼感应开关不动作,干簧管的触点不能闭合	调换干簧管
	层楼继电器方向继电器没有释放,造成慢车接触器不动作	检修继电器及有关线路
	慢车接触器本身故障造成慢车不动作	修理或更换接触器
电梯不能平层	停层干簧传感器不能动作,干簧管触点不能断开	调换干簧管
	运行继电器没有释放,造成慢车接触器的不释放	检修运行继电器及有关线路
	方向接触器没有释放,造成慢车接触器不释放	检修方向接触器及有关线路
	闸瓦式制动器本身的故障成制动器调整不符合规定	按规定调整和检修闸瓦制动器
电梯不能自动开门	快车加速继电器没有动作,造成开门继电器没有动作;运行继电器没有释放,是由于层站干簧传感器的触点没有断开;开门行程开关未复位;开门接触器本身故障造成开门接触不能动作;开门电动机的故障	检修有关中间继电器、接触器、电动机和有关线路等
	选层继电器不能动作,一级起动电器不能动作,关门限位开关没有复位;关门接触器本身故障造成了关门接触器不能动作;开门电机故障	检查有关继电器、接触器、电机及有关线路
电梯运行冲顶或冲底	停层干簧传感器的干簧管触点没有断开,由它控制的运行继电器、慢车接触器、方向接触器均没有释放	更换停层干簧管传感器,维修有关电气元件及线路
	强迫换速干簧器的干簧管触点没有断开,由它控制的快车接触器没释放	调换强迫换速干簧传感器的干簧管
	上、下限位开关与上、下越程开关失灵	调换失灵的限位开关和越程开关
	当电梯平衡系数偏小时电梯超载下行容易冲底;平衡系数偏大时电梯空载上行容易冲底	调整电梯的平衡系数

(续表)

故障	产生原因	排除方法
电梯超速	当电梯满载下行或空载上行时,闸瓦式制动失灵,轿厢就会溜车、超速	维修和调整闸瓦式制动器
电梯发生反方向运行	电梯反方向运行指电梯驱动开关方向与标示方向相反	改变三相电源相位,任选两只交流接触器,必变输入或输出相位即可的得正反运转
轿厢运行发生抖动或振动	曳引轮轮槽过小而绳的直径过大,当曳引轮运转时,绳沿轮缘槽压紧,当绳转出轮槽而强迫分离,造成轿厢体抖动	应适当修正槽的公差
	振动是由于轿厢顶或配重架上的动滑轮轴承损坏,在运转时产生径向跳动,或导轨的平行度及台阶过大等	调换动滑轮轴承或对导轨平行度进行检修校正

第五节 复印机

自1950年美国施乐公司制成了世界上第一台手工操作的平板式硒静电复印机以来,已有50余年历史了。经过不断的改进和发展,如今的静电复印机是集精密机械、光学、电子为一体,微机控制及静电摄影等技术为一身的高技术产品。复印机作为一种先进的图文信息复制工具,在改善办公条件,提高办公效率方向起着重要作用,成为当今办公自动化必不可少的设备之一。

静电复印技术的关键是静电摄影成像技术。静电摄影成像的过程与照相机类似。照相技术是利用感光材料(银盐化学材料)在光作用下产生的化学反应而成像的。而静电摄影成像过程则是利用光敏导体见光后改变其导电性能的一种纯物理过程。

下面就静电摄影基本原理作一简单介绍。

一、静电复印的基本原理

静电复印也称静电摄影,是电摄影的一种。静电复印成像的许多过程与照相机类似,因此,静电复印中许多名称也就沿用照相的术语,如曝光、转印、定影等。但是,照相是利用感光材料(银盐化学材料)在光作用下产生的化学反应,而静电复印成像的原理是建立在光导体(光敏导体)在光照后改变其导电性能的基础上。这就是静电复印与银盐法照相的根本不同之处。

静电复印必须经过8个步骤来完成,即充电、曝光、显影、转印、分离、定影、消电和清洁。

1. 充电

感光体(硒鼓、氧化锌、硫化铬)在通常状态下不具备感光性,为了使它具有感光性就必须使它表面带有电荷,电荷的极性以硒鼓为正,感光体为负,这一过程称为充电。

2. 曝光

光照射到带电感光体表面上时,被照射部分的电荷就消失,未照射到的部分电荷残留下来。曝光灯的光射到原稿上时,感光体表而上按照原稿的深浅形成肉眼看不到的图像。

3. 显影

感光体表面上肉眼看不到的图像是借助于电荷而形成的,使它与带有相反电荷的墨粉接触时,就形成了肉眼能看到的墨粉图像。

4. 转印

显影后墨粉按图像的原样吸附在感光体的表面上,然后使纸与墨粉相结合,并在其下侧给予与墨粉图像相反的电荷,于是墨粉图像就吸附在纸上了。

5. 分离

通过转印,虽然墨粉图像已经吸附于纸上了,但由于纸是附着于感光体表面上的,因此,通以交流电或用机械方法和其他方法将纸与感光体表而分离。

6. 定影

复印纸上的图像,手碰触时易被擦落,因此,对墨粉加热或加压使墨粉软化并固定在纸上。

7. 消电

由于充电时给予感光体的电荷残留在感光表而上,未被转印掉的墨粉图像仍维持原状,将会妨碍下张复印。因此,用静电消除灯照射感光体使其表面电荷消失,以便于擦掉墨粉。

8. 清清

进行下张复印之前,可通过清洁机构把残留下来的墨粉清除掉,使感光体表面清洁。

二、静电复印机的结构

静电复印机型号很多,结构各不相同,但都必须符合静电复印机的基本原理和结构要求。其基本结构都是由电气控制系统、静电复印系统、光学系统和复印纸输送系统组成。基本结构如图 3-44 所示。

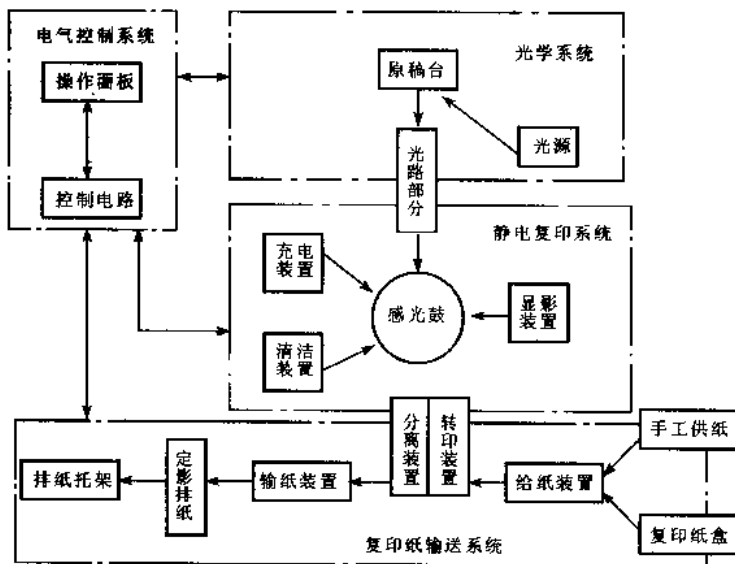


图 3-44 复印机基本结构框图

(一) 静电复印系统

静电复印系统由感光鼓装置、充电装置、转印和分离装置、定影装置以及清洁装置组成。下面就这些装置一一介绍。

1. 感光鼓

感光体是在导电基底上粘敷上一层半导体材料。例如硒感光体结构如图 3-45 所示。感光层为光敏半导体材料硒碲合金,导电基底是铝板,中间为氧铝膜隔离层。有两种应用结构形式,一种是平板式结构;另一种是圆筒形结构(称为感光鼓)。目前多用圆筒形结构。根据光导材料不同有硒鼓、硫化镉鼓和有机光导鼓。硒鼓的结构如图 3-46 所示。

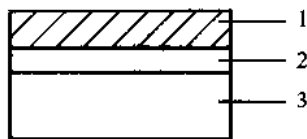


图 3-45 硒感光体结构

1—感光层(厚 $50\mu\text{m}$)

2—中间层 3—导电基底

由于硒是半导体材料,其光敏性还受温度的影响。在温度较低的情况下,硒鼓会过分充电,致使复印件太黑。为防止因温度的变化而影响复印质量,应用中采用加热器对硒鼓加热,并由热敏电阻对硒鼓的表面温度进行监测,从而控制加热器,使硒鼓的表面温度保持在正常工作温度($35^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$)。硒鼓加热器结构如图 3-47 所示。加热器的触点在硒鼓轴的后端,加热器是靠插在加热器上一个长孔中的销子固定在硒鼓的轴上,与硒鼓的内表面不接触。

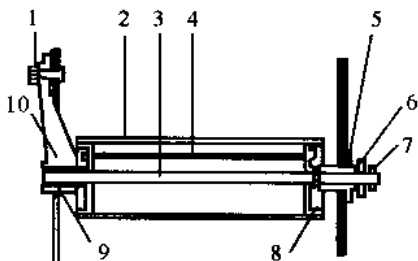


图 3-46 硒鼓的结构

1—螺栓 2—硒鼓 3—心轴 4—撑条

5—轴管 6—清洁链轮 7—驱动链轮

8—凸缘 9—轴承 10—吊架

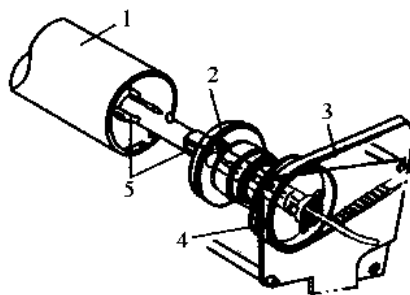


图 3-47 硒鼓加热器结构

1—硒鼓加热器 2—硒鼓后法兰 3—硒鼓传动齿形带

4—硒鼓传动齿轮 5—加热器触点

2. 充电装置

在静电复印中,对感光体表面进行充电敏化后,才具有感光功能。充电方法有电子流充电、感应充电、电晕充电等。目前大多采用电晕充电方法。下面就电晕充电原理及充电装置作一简单介绍。

空气被高度电离化后,将产生一种柔和的雾状辉光——电晕,称电晕放电。在复印机的工作过程中,对感光鼓表面进行充电(或消电),就是利用电晕放电的原理,充电装置主要由

充电电极和高压发生器组成。充电电极的典型结构如图 3-48 所示。安装时,电晕丝与感光鼓表面应保持一定的距离(约 10~20mm),并将感光鼓的基底接地,这样便构成了一个包含气隙在内的充电回路。如图 3-49 所示。我们知道,空气中存在着一定数量的正、负离子,对外呈中性。当充电电极充有几千伏直流高压,其周围便形成很强的静电场。由于电场力的作用,正、负离子被分离。空气中的电子(负离子)被高压所吸引,空气中便剩下带正电的离子,这正离子将吸引感光鼓表面的电子,从而使感光鼓表面沉积了正电荷,其表面电位随电荷的不断增加而提高,最后达到饱和电位。不同的感光体,充电的电晕极性不同,表面饱和电位也不同。例如,硒感光体表面饱和电位达 1000V 左右,而氧化锌光导体表面和电位在 500~600V 左右。

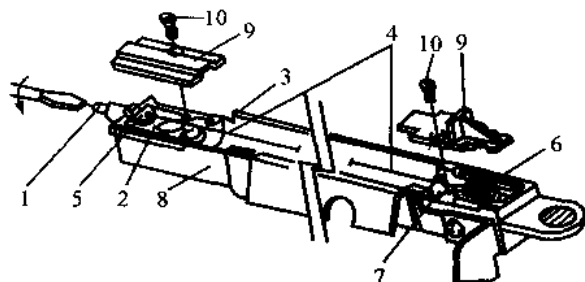


图 3-48 典型的充电电极

1-张紧螺钉 2-电极丝架 3-屏蔽板 4-电极丝 5-固定钩
6-弹簧 7-绝缘座 8-屏蔽板 9-护盖 10-护盖螺钉

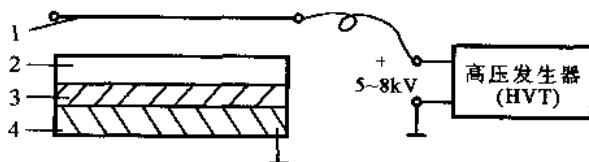


图 3-49 电晕充电示意图

1-充电电极丝 2-感光层 3-中间层 4-基底

充电电极丝的粗细对起始电晕电压有直接影响,直径越细起晕电压越低,但直径过细,强度不够易折断。一般采用 0.06~0.08mm 不锈钢丝或钨丝。有单根电极丝、双根电极丝和多根电极丝结构。屏蔽罩用以支撑和固定电极丝,同时起控制电场范围作用。屏蔽罩的导电性能要好,一般使用铝制材料。另外,屏蔽罩必须接地。

3. 显影装置

静电显影方法基本有两大类:干法显影和湿法显影。干法显影中根据显影方式的不同,又有瀑布显影、磁刷显影和跳动显影之分,目前磁刷显影是最主要的显影方法。其结构形式有磁体旋转式和外套筒旋转式。

(1)磁体旋转式磁刷显影装置 如图 3-50 所示,采用了一对磁辊 A 和 B。两磁辊大小相等,磁极数相同,旋转速度一致,因而 N、S 极性也始终相互对应。这样显影剂在磁场的作用下就能均匀交换。显影剂靠推进器在输送到磁辊 B 上,再传送到磁辊 A 上,以形成较均匀的墨粉磁穗。利用磁辊 A 对感光鼓表面进行显影。调节橡胶刮板与磁辊的距离可以控制磁穗的高度。

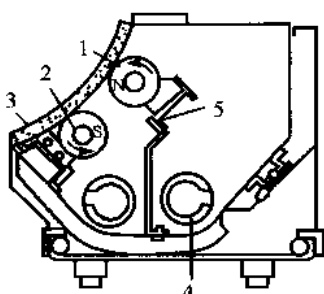


图 3-50 磁体旋转式磁刷显影装置截面图

1—磁辊 A 2—磁辊 B 3—光导鼓
4—推进器 5—橡胶刮板

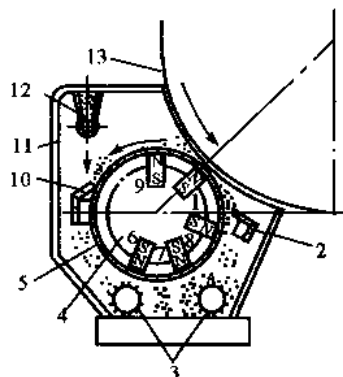


图 3-51 外套筒旋转磁刷显影装置

1—主磁极 2—刮板 3—螺旋搅拌器 4—磁辊
5—外套筒 6, 7, 8, 9—辅助磁极 10—刮粉板
11—箱体 12—补粉盒 13—光导鼓

(2)外套筒旋转式磁刷显影装置 结构如图 3-51, 在内圆筒上装有若干磁极, 内圆筒不动, 外套筒转动。首先由磁极 6 将箱体底部的显影剂吸附于外套筒 5 上。外套筒旋转, 将显影剂经过磁极 7 和 8 被输送到主磁极 1 上。在输送过程中由于磁场强度的变化, 使显影剂翻滚摩擦带电。到达主磁极上时便形成了磁穗良好的磁刷, 与旋转的感光鼓表面相接触而显影。刮板 2 控制磁穗的高度。显影后外套筒上的显影剂由刮粉板 10 刮下后落在箱底部与补充的墨粉混合, 由两个螺旋搅拌均匀并增加载体与墨粉的摩擦, 提高其带电量。

4. 静电图像转印和分离装置

静电图像转印是将显影后的感光鼓上的墨粉图像转移到复印纸上。方法有两类, 电晕转印和压力转印。目前多采用电晕转印。电晕转印原理与充电原理相同, 也是利用电晕放电, 在纸的背后充上比感光鼓表面更强的同极性电荷, 产生对墨粉的静电引力, 使墨粉粒子被吸附在复印纸上。硒鼓转印微观过程如图 3-52 所示。

转印过程中, 由于电晕放电墨粉图像被吸附在复印纸上。但同时也产生了感光鼓与复印纸之间的静电引力, 所以还必须将复印纸与感光鼓分离。

分离方法有电晕分离和机械分离。电晕分离装置与充电、转印装置相同。施加于分离

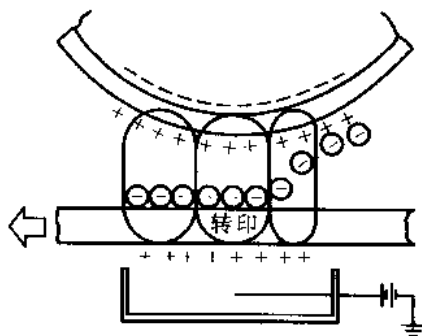


图 3-52 转印微观过程示意图

电极与交流电压,频率约 500Hz,电压为 4~5kV。对转印完的复印纸进行消电,利用纸自身的挺度和自重使复印纸从鼓上自然分离。

机械分离采用金属片或涤纶片等,安装在鼓旁。不分离时,分离爪与鼓表面不接触。转印开始后,由电磁铁控制分离爪与感光鼓表面相贴,机械地将复印纸与感光鼓分离。

为提高分离效果,可同时采用电晕分离和机械分离。

5. 定影装置

转印分离后,复印纸上的墨粉图像还必须经过面化,才能够牢固地被吸附在复印纸上。定影装置的任务就是完成这一固化过程。

定影方法有热定影和冷定影两种。而热定影又有热辊定影、热板定影和热辐射定影等。

(1)热辊定影装置结构 如图 3-53 所示,上、下两辊为定影辊。上辊为加热辊,在空中心的钢管或铝管外表而涂敷一层聚四氟乙烯,管内装有加热灯管,使加热辊表面具有一定的温度,用以熔化墨粉。下辊是压力辊,利用弹簧使上、下两辊间产生一定的压力。当复印纸经过定影辊时,纸上的墨粉被熔化的同时又受到压力辊加压,被牢固化在复印纸上。

热辊表面温度由热敏电阻传感器检测,由温控装置控制在一定的温度。另装有多个分离爪,以一定的角度与两辊表面接触。防止复印纸被卷绕在定影辊上而产生卡纸故障。定影过程中,热辊容易粘附一些墨粉和纸屑微粒。为清洁热辊,装置中设置了油盘和上辊刮板。油盘中的硅油通过毛毡擦拭热辊表面,还可减少复印纸与热辊之间的粘性。装置出口的静电消除刷,是用以消除复印纸上的残存静电荷。

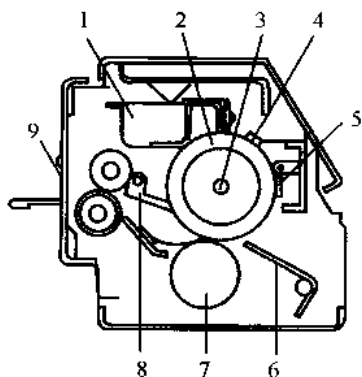


图 3-53 热辊定影装置

- 1 油盘 2—上辊 3—加热器
4 上辊刮板 5—热敏电阻 6 入口导轨
7—下辊 8 分离爪 9—静电消除刷

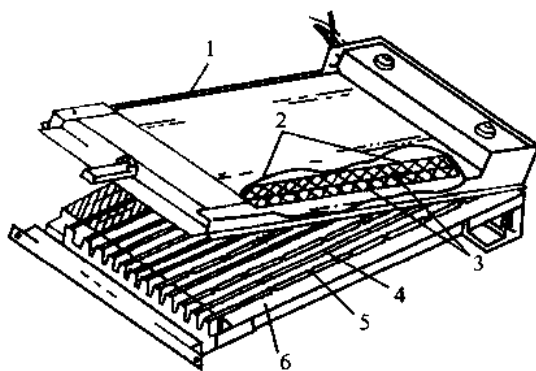


图 3-54 热辐射定影装置

- 1 上加热部件 2 上加热导板 3 加热元件
4—下加热导板 5 下加热纸导板 6—加热辅助元件

(2)热辐射定影方式 其最大优点是开机预热时间只有几十秒,不像热辊定影需要几分钟。热辐射定影装置如图 3-54 所示,特点是上、下几十片热导板表面涂有远红外涂料。

经过转印后,感光鼓上必然还会残留的电荷和墨粉。清洁装置有两个任务:一是消除感光鼓上残存静电荷;二是清除感光鼓上残留的墨粉,为下一次复印作好准备。其中消除电荷的方法有电晕消电和光消电,清洁墨粉有毛刷清洁、刮板清洁等。

(1)电晕消电电极结构 如图 3-55 所示。在其电极上加上与充电电极极性相反的直流高压或交流高压,则感光鼓上的残余电荷就被中和而消除。

(2)光消电方式 当每一次复印过程完成以后,利用消光灯直接照射感光鼓表面,进行全面曝光,使感光鼓表面残余的静电荷通过基底沿地线释放放掉。消电灯通常采用 8W 或 10W 荧光灯。

(3)毛刷清洁装置 如图 3-56 所示,主要由毛刷、吸尘箱、吸尘风机等组成。其中毛刷是重要元件,毛刷的毛应柔软而富有弹性,当毛刷使用一段时间后,可能会有卷曲变形、结块等现象,应经常检查及时更换,否则会损伤感光鼓表层。毛刷清洁装置适用于清除残留在无绝缘薄膜的感光鼓(如硒鼓)表面的墨粉。

(4)刮板清洁装置结构 如图 3-57 所示,这种装置结构简单,粉尘飞扬少,回收的墨粉还可再用。结构中的压杆在弹簧作用下使得刮板的棱角以一定的压力紧贴在感光鼓表面。当感光鼓旋转时,便与清洁刮板作用相对摩擦运动而清扫了残留墨粉。

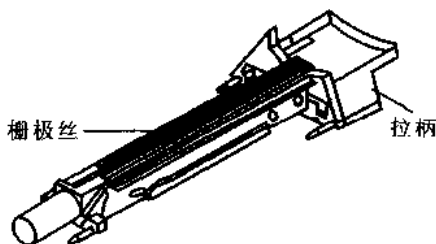


图 3-55 电晕消电电极结构

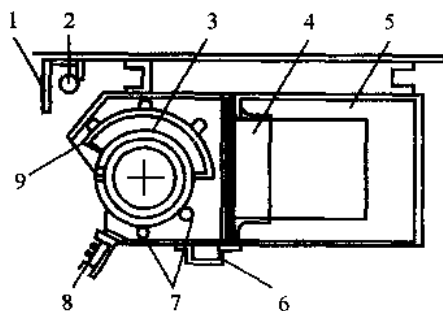


图 3-56 毛刷清洁装置结构示意图

- 1—遮光板 2—荧光灯 3—毛刷
- 4—吸尘袋 5—吸尘箱体 6—粉盒
- 7—抖粉杆 8—消电电极 9—毛刷箱体

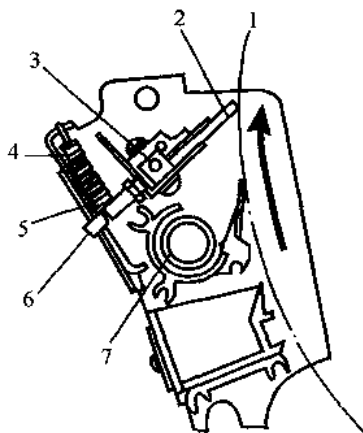


图 3-57 刮板清洁装置

- 1—感光鼓 2—清洁刮板 3—刮板托轴
- 4—弹簧 5—刮板托板 6—压杆
- 7—清洁器螺钉

(二) 电气控制系统

电气控制系统的作用是实现对复印程序和操作管理的控制。同主控制电路、传感器、执行器和电源组成。如图 3-58 所示。

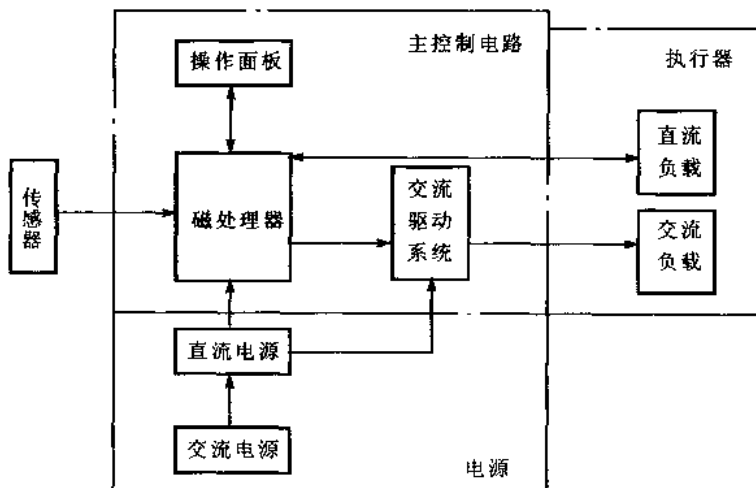


图 3-58 电气控制系统组成框图

1. 主控制电路

该电路由微处理器、操作面板和交流驱动电路组成。微处理器是复印机的大脑，不但要进行信息的沟通和处理，还要进行复印过程的控制。操作面板为人机对话界面。交流驱动系统包括曝光灯驱动电路、定影灯驱动和各交流电动机驱动电路等。

2. 传感器

其作用是对复印过程的各种静态和动态信息检测，提供给各控制电路实现对复印过程的自动控制。常用的传感器有：温度传感器、位置传感器、纸盒尺寸传感器、墨粉传感器、无油传感器、卡纸传感器和无纸传感器等。

3. 执行器

按电源有交流执行器和直流执行器两种。交流执行器有定影灯、曝光灯、交流电动机和冷却机等。直流执行器有电磁铁、离合器、各直流电动机和高压发生器。

4. 电源

复印机的工作过程比较复杂，有不同的电源要求。就电源类别分：有交流、有直流；有高压、有低压；有中频、有低频。

(三) 光学系统

复印机的光学系统常见的结构如图 3-59 所示。其作用是对原稿进行扫描，使已充电

感光鼓进行曝光,以形成静电潜像。其组成部分主要有光源(曝光灯)、原稿玻璃、反射镜、镜头、挡粉玻璃等。

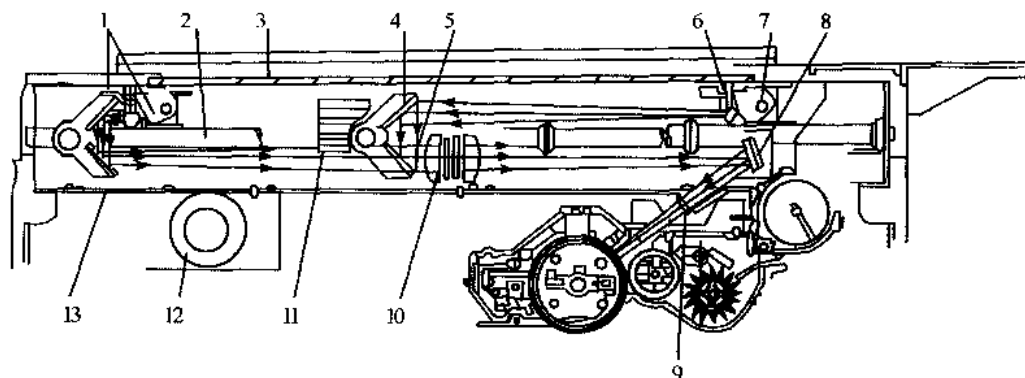


图 3-59 光学系统结构原理图

1-反射罩 2-导柱 3-原稿玻璃 4-第二反射镜 5-第三反射镜 6-第一反射镜 7-曝光灯
8-第四反射镜 9-挡粉玻璃 10-镜头 11-入口冷却风机 12-出口冷却风机 13-防冷凝加热器

1. 曝光灯

常用的曝光灯有卤钨灯和荧光灯两种。

(1)卤钨灯 光源成分近似日光类。这种灯的特点比普通白炽灯发光效率高、寿命长、尺寸小,且发光强度可调。钨丝可制成疏密不均匀的排列。缺点是工作温度较高,属热光源。

(2)荧光灯 发光效率高,光量均匀,辐射温度低,属于冷光源。其缺点是发光强度较卤钨灯低。这是一种较为理想的复印机光源。

2. 镜头和反射镜

镜头是产生静电潜像的重要元件,它将原稿反射回来的光线按比例会聚后再经反射镜投射到感光鼓上,其光路图如图 3-60 所示。镜头有标准镜头和变焦镜头之分,应用在不同的缩放倍机构上。反射镜有平面反射镜和球面反射镜两种,目前复印机大多采用平面反射镜。平面反射镜具有结构简单、成本低等优点。但长期使用,其表面有一层镀膜易损伤或变质脱落,会直接影响复印图像质量。不同类型的复印机中反射镜数量不等,但总数都是偶数。

在整个光学系统中,反射镜和镜头的位置、角度要求十分精确,不能有丝毫改变。若有松动产生失位将聚焦不良,会造成复印件线条不清晰,严重时可能复印不出图像来。另外,光学系统的清洁也很重要,任何一片反射镜上的污点,都会

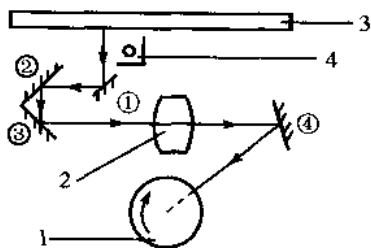


图 3-60 四片反射镜光路结构

1-感光鼓 2-镜头
3-原稿玻璃 4-曝光灯

使复印件上出现“白斑”。特别是光学系统中朝上的反射镜最易被灰尘、墨粉等污染,所以在保养和维修中应重点擦拭、清洁。

3. 曝光量的控制

曝光是形成静电潜像的关键,如同照相机曝光一样,曝光量是由光的照度(光圈控制)与曝光时间的乘积决定的。曝光不足使应消电的区域(明区)衰减不够,形成的静电潜像反差小,复印件上底灰大,清晰度低;曝光量过低,不能形成静电潜像,整个画面变得灰黑;曝光过量将应保留的区域(暗区)衰减太多,造成复印件反差小,墨色浅淡。如果曝光量过大,光导体上应保留的电位几乎全被消掉,因此复印不出图像来,结果复印件一片空白。

在照相技术中,根据被摄人、景、物来调节光圈,选择合适曝光时间进行曝。在复印过程中,应根据原稿的密度和反差调整曝光量。由于静电复印机的曝光时间是不调的,所以只有靠改变光照度的大小来进行曝光控制,其控制方法有调整光圈、光缝控制及曝光灯亮度控制几种方法。

光圈就是控制进入光通量的装置,改变光圈的直径可以控制通过的光通量。这适用于光圈可调节的镜头。对于采用固定光圈的复印机可以在光路途中设置光缝板,来控制曝光量的大小。目前大多数静电复印机因采用的是固定光圈镜头,所以用改变光缝大小来控制曝光量。其中又分基本面定法、可调控制法和自动光量修正法三种。

曝光灯亮度控制则是通过电位器调节曝光类电源的输出电压来控制的,电源的输出电压越高,灯就越亮,复印的图像反差小,色调淡;反之,复印图像的色调就越深。

(四) 复印纸输送系统

复印过程中,复印纸由纸盒送入复印机经过转印、分离后输送给定影,最后将复印件输出。

送纸装置分自动送纸和手运送纸两种方式。自动送纸装置结构示意图如图 3-61 所示。由纸盒、搓纸机构、定位机械和机械传动装置组成。复印时自动将复印纸送入复印机内。手动送纸时将一张复印纸送入手动送纸装置,此时,无纸传感器被触发,加纸指示灯熄灭,手动送纸的电磁铁吸合,降下手动输送压辊,将复印纸压在转动的送纸辊上,将纸送到定位辊处,复印机进入复印状态。

输纸装置主要由输送带、驱动辊、吸气箱和吸气风扇等组成。结构示意图如图 3-62 所示。输纸装置是把转印后从感光鼓上分离下来的复印件送到定影装置。由于复印纸上墨粉

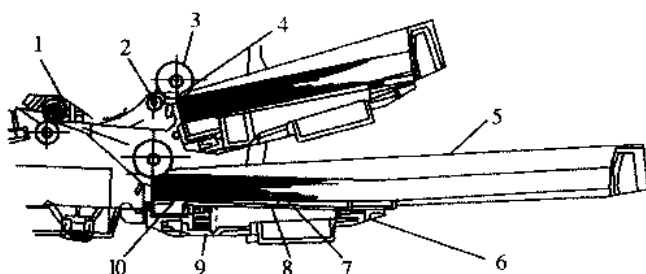


图 3-61 自动送纸装置结构示意图

- 1 纸路传感器 2—导纸器 3 搓纸轮 4—摩擦垫 5—纸盒
6—纸盒托盘 7—底板 8 托纸板 9—压力弹簧 10 复印纸

图像还未定影,因此很容易被擦、涂黑,所以在输送过程中必须使复印纸能平稳地贴附在传送带上,以防止复印纸打滑、走斜。利用吸气风扇使吸气箱产生负压即可将复印纸吸附在传送带上平稳地输送到定影装置。

经定影的复印件最后由定影热辊分离爪和输送辊以及输送装置将其从复印机口送出。

(五) 静电复印机的整体结构

静电复印机的整体结构示意图如图 3-63 所示。操作面板和显示区域在复印机前方,打开前门,机身的上面一层主要是光学部分,右侧是供纸盒和手动供纸部件,左侧是定影部件和接纸盘,中部主要有感光鼓以及围绕感光鼓的电晕器、显影部件、转印部件、清洁部件等,还有输纸部件,后部主要是驱动部件和控制电路等。

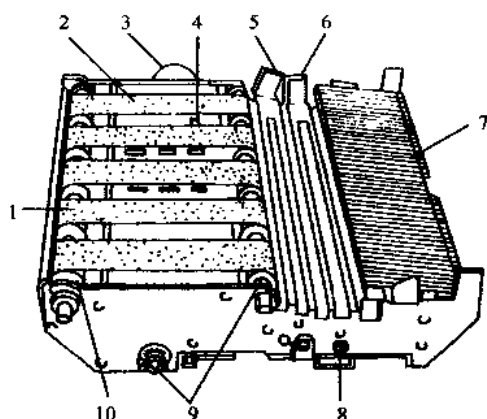


图 3-62 输送装置结构示意图

- 1—导板 2—输送带 3—通风道 4—吸气箱
5—分离电极导轨 6—转印电极导轨 7—导板
8—防潮加热器 9—从动辊 10—驱动辊

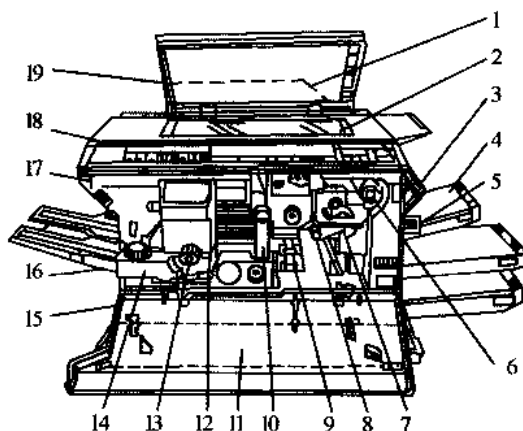


图 3-63 静电复印机整体结构示意图

- 1—原稿放置盘 2—稿台玻璃 3—手动送纸盒 4—纸盒 5—计数器 6—墨粉筒 7—显影器组件
8—供纸部旋转钮 9—转印分离组件释放杆 10—废粉回收瓶 11—前上盖板 12—定影器释放杆
13—定影辊旋转钮 14—硅油瓶 15—前下盖板 16—副本接收盘 17—电源主开关 18—操作面板 19—稿台盖板

三、静电复印机的使用与维护

(一) 静电复印机分类

目前静电复印机的分类方法还没有统一,因此分类不尽相同,常见的有以下几种:

(1)按潜像形成方法分类 有卡尔逊法、电容或逆充电成像法(NP法或KIP法)、持久内极化成像法(PIP法)和电荷移动成像法(TESI法)。

(2)按感光鼓材料进行分类 有硒静电复印机、硫化镉静电复印机、氧化锌静电复印机和有机感光鼓静电复印机。

(3)按显影剂组成分类 有双组分显影剂静电复印机和单组分显影剂静电复印机。

(4)按显影方式分类 可分为磁刷显影式、跳动显影式、电泳显影式和瀑布显影式等。

(5)按稿台方式分类 有稿台移动式和稿台固定式静电复印机。

(6)按复印幅面尺寸分类 有大型、中型、小型静电复印机之分。

其中,大型静电复印机可复印A1以上幅面的文稿;中型静电复印机可复印A3和A2幅面以下的文稿;小型静电复印机可复印B3或B4以下及袖珍式、卡片式幅面的文稿。

(7)按复印速度分类 有超高速(100张以上/min)、高速(60~100张/min)、中速(20~60张/min)和低速(20张以下/min)。

(8)按缩放功能分类 有等倍率、固定倍率和无级变倍静电复印机之分。

(二) 静电复印机安装环境及要求

1. 安装位置

应符合以下要求:

- (1)场地应干燥、无尘、通风良好、无太阳光直接照射。
- (2)稳固、水平、无振动的地方。
- (3)背面离墙应留有150mm以上的空间,以保证空气流通。
- (4)空调器、加热器或通风机气流不能直使到达的地方。
- (5)在水或其他液体不能溅到的地方。
- (6)要有足够的空间,便于操作、维修和保养。

2. 电源与接地

应符合如下要求:

- (1)电源电压、频率应与铭牌上的额定值一致。
- (2)电压波动范围应在 $\pm 10\%$,频率波动范围应在 $\pm 0.3\%$ 。
- (3)不能使用多用插座,插座的位置应靠近复印机。
- (4)电源应与其他大型用电设备分开。
- (5)必须有良好的接地线。

(三) 静电复印机的操作程序

虽然复印机型号、具体结构不同,但其主要功能、操作方式相似。操控面板上的图形符

号统一。下面以 EP1054 复印机为例,简单介绍其操作程序。

1. 操控面板

如图 3-64 所示,划分为四个显示区域。

1 区为位置显示:内容包括纸源指示、联合故障指示和卡纸指示。

2 区为有关纸的显示:内容包括尺寸指示和加纸指示。

3 区为倍率与复印张数显示:内容包括复印件需放大或缩小的倍率、复印张数设定和指示、总复印张数显示和故障代码显示。

4 区为曝光指示:内容包括自动曝光指示、手动曝光指示和图片模式指示。

2. 操作程序

复印时的操作程序如下:

(1)接通电源开关。电源开关旁有“■”和“○”符号,分别表示通电和断电状态。当接通电源时,复印键首先呈桔黄色闪烁,表明复印机正在预热,约 30s 后,复印键转为绿色,表明可以进行复印了。

(2)抬起原稿盖板,将原稿面向下放到稿台玻璃上。注意与稿台左侧标记▲对齐,轻轻放下原稿盖板。

(3)按纸选择键,检查复印纸规格和选择纸源。符合要求进行下一步,不合要求,按所需规格放置复印纸或使用手送盘进行一次复印。

(4)选择倍率:倍率有无级倍率和固定倍率。无级倍率从 50%~200%,可任意选择;固定倍率分三种缩小倍率(50%、70%、81%),三种放大倍率(115%、141%、200%)和等倍率(100%)。按相应的缩小键“”、放大键“”和等倍率键“100%”选择所需要的固定倍率和无级倍率。

(5)调整曝光量:如图 3-65 所示,曝模式分手动曝光、自动曝光或图片曝光模式。每按

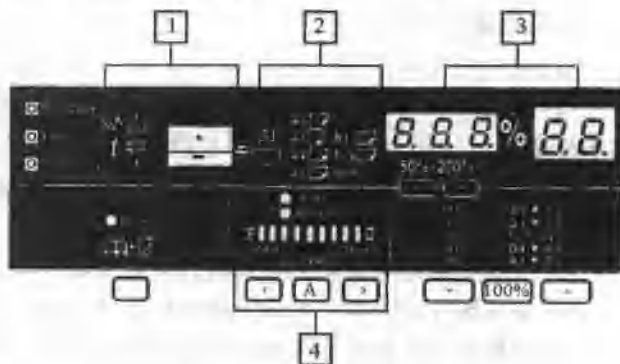


图 3-64 复印机操作面板



图 3-65 复印机曝光模式

a) 手动模式 b) 自动模式或图片模式

一次自动曝光模式键“**A**”，曝光模式依次在自动、手动和图片曝光模式间切换，无论在何种模式，按住“**<**”或“**>**”就可以调整所需曝光量大小，获得合适的图像浓度。

(6) 使用键盘，设定复印数量。如果输错数量，按清除键“**C**”重新输入。

(7) 按复印键开始复印，按停止键停止复印。

3. 操控面板上其他按键功能

其他按键功能主要有碳粉补充键、鼓防潮键和计数器键。

(1) 碳粉补充键(Toner) 在对有大面积和黑色区域的原稿进行复印时，复印机会迅速消耗碳粉，因而导致复印图像变得很淡。此时，按此键可迅速获得正常的图像浓度。

(2) 鼓防潮键(Drum Dehumidify) 在高潮湿期间或在湿度变化大时(特别是在冬天使用加热器时)，感光鼓表面可能形成小水滴现象而导致复印斑点，使用该键，可对感光鼓表面进行干燥。按一次键，可有 90s 时间干燥。

(3) 计数器键(Meter Count) 按此键可检查复印机中两个计数器的计数。

按一次键，倍率指示和复印张数指示共同显示总计数器的计数值；再次按键，倍率指示和复印张数指示显示尺寸计数器的计数值；再按一次键，复印机回到进入计数器模式之前的状态。

(四) 复印过程中的常见问题处理

复印过程中常会出现一些问题，相应的报警指示灯亮。此时应及时处理，否则就不能继续复印。

常见问题警告指示灯如图 3-66 所示。

1. 更换碳粉瓶

当加碳粉指示灯亮时，表明碳粉瓶中碳粉要用尽，应尽快用新的碳粉瓶更换。

(1) 打开前门，逆时针转开碳粉瓶支架，拉出碳粉瓶，如图 3-67a 所示。

(2) 取出新的碳粉瓶，并充分摇晃。

(3) 将碳粉瓶的密封面向上，慢慢撕去密封条，如图 3-67b 所示，小心少量碳粉喷出。

(4) 沿碳粉瓶上箭头方向将碳粉瓶推入瓶架尽头，并使瓶底部“▼”标记与瓶架上“▼”标记对齐，如图 3-67c 所示。

(5) 顺时针转动并关闭碳粉瓶支架，关上前门。

如果使用新的碳粉瓶后，复印图像变得很淡，应使用碳粉补充功能。

2. 加纸

纸盒加纸操作方法如下：

(1) 拉出纸盒，按下纸提升板，并使之锁住，如图 3-68a 所示。

(2) 向左、向右拉开侧挡板和后挡板，如图 3-68b 所示。

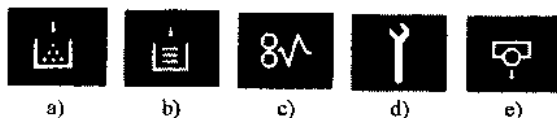


图 3-66 常见问题警告指示灯

a) 加碳粉 b) 加纸 c) 卡纸 d) 维修 e) 保养

(3)将纸叠整齐地放入纸盒中,检查纸叠是否处在两个纸盒卡子之中,如图 3-68c 所示,纸的高度不得超过极限高度标记▼,此标记在侧挡板上。

(4)移动侧挡板和后挡板,使其与纸边轻轻接触,小心将纸盒推入机内,如图 3-68d 所示。

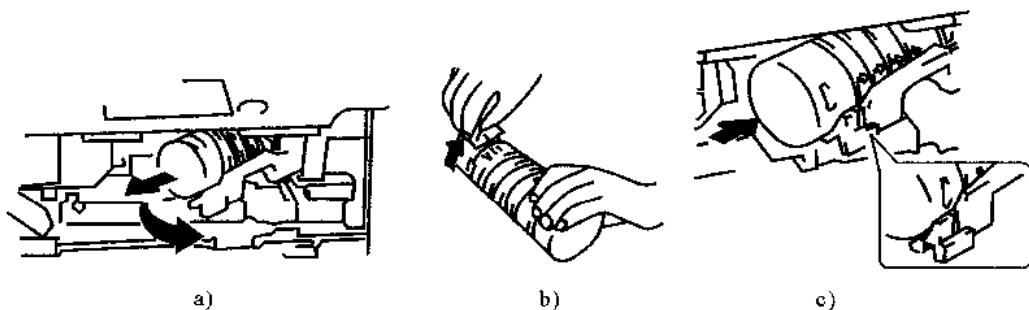


图 3-67 更换碳粉操作示意图

a)取出碳粉瓶 b)去密封条 c)装入碳粉瓶

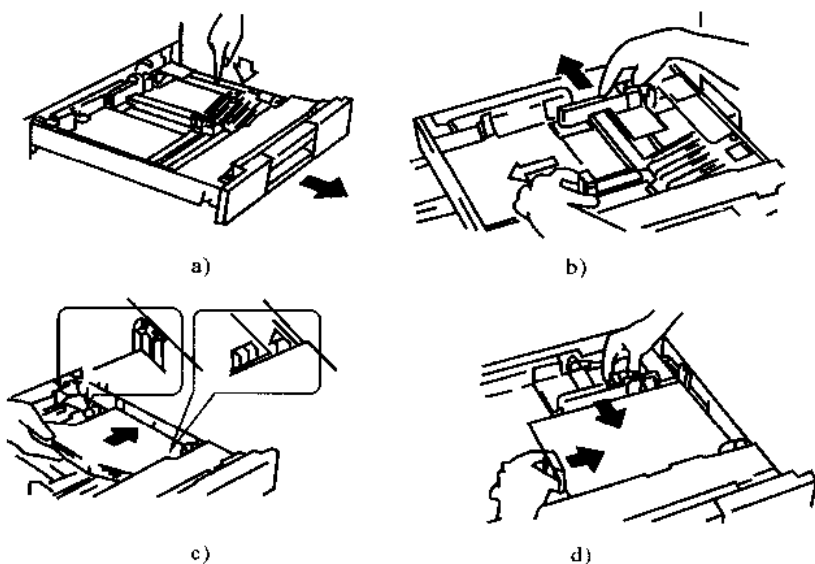


图 3-68 加纸操作示意图

a)拉出纸盒 b)拉开侧、后挡板 c)加纸 d)将纸盒推入

手送加纸方法是将纸叠前侧向下放入手送盘中即可。注意的是纸的高度不得超过极限高度标记▼。

3. 卡纸指示

如果复印中出现卡纸,复印便中断。同时卡纸指示灯亮,并由圆点指示卡纸的位置,此时,应按以下步骤清除卡纸,如图 3-69 所示。

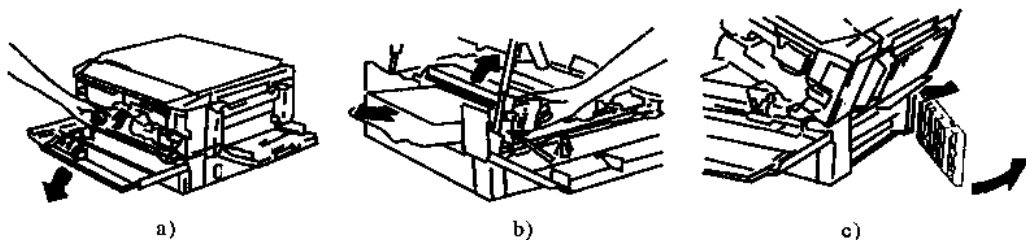


图 3-69 清除卡纸操作

a) 打开前门,抬起上半部 b) 拉出卡纸 c) 取出传输部分

(1) 打开前门,逆时针转动释放锁杆,抬起复印机上半部,如图 3-69a 所示。

(2) 向上略微抬起定影组件,小心拉出卡纸,如图 3-69b 所示。

(3) 取出传输部分任何纸张,如图 3-69c 所示。

如果卡纸发生在手送部分或搓纸部分,则打开右门,分别从手送部分或搓纸部分拉出卡纸。

清除卡纸,应小心将其抽出,不要撕碎,万一撕碎,应将所有碎片清理干净;还要注意机内的高压和高温区域。清除卡纸后,关闭右门,慢慢压下复印机上半部,再半闭前门。

4. 故障

如果复印机出现故障,维修呼叫指示灯亮。同时在倍率显示屏和复印张数显示屏上出现故障代码。此时,应记录故障代码,再打开前门,关闭前门,可对维修呼叫指示灯复位,立即通知专业人员进行维修。

(五) 静电复印机的日常维护与定期保养

静电复印机除了和普通设备一样,要求有良好的电气、机械运行环境外,还要求有非常干净的工作环境。而复印过程中,显影剂的运动、摩擦和交换,复印纸表面灰尘及掉落的纤维以及机内高温高压、气流的运动,使得机内极易被污染。这将直接影响复印质量以及复印机的正常运行和使用寿命。因此,静电复印机的日常维护与定期保养十分重要。

1. 日常维护

复印机的日常维护,实际上就是清扫。每天工作结束后应进行外壳、稿台、门内侧、进、出纸盒以及各电极丝的清扫工作。如日复印量较少,即在间歇使用时,就根据累计达到复印量的多少进行如下相应项目的维护保养。

(1) 复印 3000 张的保养 取出废粉盒,倒掉废粉,擦干净后装入机内;抽出各电极、擦拭电晕丝、栅极丝和电极架,清洁显影器底上、下导纸板,分离辊、分离带;最后清洁稿台玻璃。

(2)复印 10000 张的保养 先进行 3000 张的保养。然后,取出显影器,卸下显影器辊上的防尘板,检查显影辊表面并处理;拆开定影器护罩,更换清洁毛毡和上、下分离爪,清除落在定影器底部的墨粉及污垢,拆开原稿台玻璃清洁下表面。

(3)复印 50000 张的保养 先进行 10000 的保养,再进行以下步骤:

①取出原稿台玻璃,检查传动钢丝,擦拭扫描导轨,清洁扫描器,再给导轨的油毡加注少量机油并来回移动扫描架,使导轨表面形成油膜。

②清洁反射罩、反射镜、镜头和挡粉玻璃。先用吹气刷扫除,再用镜头纸轻轻擦拭,只能单方向清洁,不能来回擦拭,以防止镜头表面镀膜磨毛或损伤。若有污渍擦不掉,可用玻璃清洁剂清洗。清洗也只能是单方向的。

③拆下硒鼓清洁器,检查刮板,若有损坏应更换。检查硒鼓并清洁研磨。

(4)复印 10 万张的保养 完成复印 5 万张的保养并进行以下步骤:

①检查各传动轮、轴以及易损件的磨损情况,若磨损则应更换。

②检测各电气工作参数并调整。

③用测试板进行复印质量测试,进行整机机械、电气统调。

2. 硒鼓的维护与保养

硒鼓是复印机的核心,潜像的载体,表面具有较高的光敏性。一点污渍、指纹,划痕都将直接影响复印质量。所以硒鼓的清洁保养是定期维护的重要项目。

拆卸时,应戴上手套,以免手直接接触及鼓的表面。准备好辅助棒,首先必须把感光鼓有直接接触的部件,如清洁部件等脱离开或卸下,然后拆开前端法兰盘,将鼓小心地沿辅助棒向外拉出。注意,拉出的鼓不应暴露在强光照下,以免损伤鼓表面的光敏特性。鼓表面的污渍、水迹、指纹、轻微的划痕、薄的氧化层等可进行清洗研磨。方法是將硒鼓放在辅助棒上,装上描柄,缓慢地旋转。先用脱脂棉擦拭,

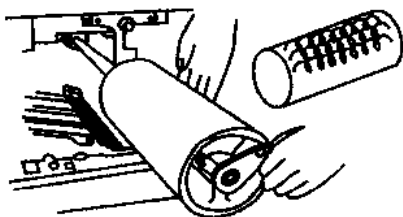


图 3-70 硒鼓的精研保养

将鼓表面的粉尘擦干净,然后,用脱脂棉沾清洁剂进行研磨。研磨时,手指应稍微用力,螺旋形微端向另一端研磨,相邻小圈应有重叠部分,以保证研磨均匀。如图 3-70 所示,绝不能沿轴向直线擦拭。一般研磨三遍即可。最后进行清洗,用新的脱脂棉将磨料清洗干净。清洗过以后,继续旋转硒鼓,让表面风干,最后在鼓表面涂上促凝粉。

安装时,沿鼓轴缓缓推入。当鼓已接近轴末端时,边往里推,边缓慢旋转,使感光鼓上法兰盘的孔或槽与鼓轴法兰上的销相啮合。所以装鼓时,带孔或槽的法兰应向里。安装到位后,再将鼓四周的有关部件恢复到正常位置。

3. 充电装置的维护与保养

复印机工作时,电晕丝上有几千伏的高压,因此很容易吸附粉尘,另外,使用久了表面还

容易氧化。被污染的电晕丝将影响电晕放电,造成硒鼓电位下降,使得复印图像浅淡,严重时甚至复印不出图像来。因此,充电装置的清洁保养是日常维护的主要项目。清洁电晕丝时,先用毛刷清洁粘附在电晕丝及电晕器内壁上的粉尘,如有扫不掉的,要用脱脂棉沾乙醇擦拭。电晕丝要以用纸折清洁,方法是取1张复印纸,折成纸折,用手捏住纸折夹住电晕丝从一端拉向另一端,中途不要停顿,否则会有纸屑积留在电晕丝上。重复几次,直到擦拭干净为止。注意,擦拭方向应从固定端拉向弹簧端。

有的充电装置设有电晕丝清洁装置,操作更为方便,只需将清洁丝架拉出来,推进去,即可将电晕丝上的粉尘消除掉。清洁电晕丝的同时也应清洁绝缘座和屏蔽罩。绝缘座上的粉尘污染积聚会引起高压打火而损坏绝缘,屏蔽罩是接地的,如果脏污会影响接地作用而影响充电效果。

清洁完毕,应检查电晕丝与屏蔽罩的绝缘性能,屏蔽罩接地情况,以及电极插头是否接触良好。

◆ 复习思考题

1. CA6140 型卧式车床主要有哪些组成部分?
2. 什么叫数控机床? 简述数控机床的分类。
3. 什么是自动化生产线? 一般由哪些部分组成?
4. 简述电梯的工作原理。
5. 电梯的安全保护系统主要由哪些部分组成?
6. 电梯的维护、保养、管理制度有哪些?
7. 静电复印的基本原理是什么? 静电复印机由哪几部分组成? 常见故障有哪些?

第四章 设备管理与安全使用规范

在机电设备的使用过程中,设备能不能发挥应有的功用,除了与它的性能稳定性、技术先进性等因素有关之外,还与是否严格遵守设备管理规程和安全使用规范有关,所以作为机电设备的使用人员、维修人员,应该了解设备管理基本知识,掌握安全使用规范。本章简要介绍实用性较强的维护、润滑、修理等设备管理基本内容,以及设备安全使用规范常识性知识。

第一节 设备管理基本知识

一、设备管理的任务

设备管理的主要任务是以提高企业竞争力和企业生产经营效益为中心,建立适应社会主义市场经济和集约经营的设备管理体制,实行设备综合管理,不断改善和提高企业技术装备素质,充分发挥设备效能,不断提高设备综合效率和降低寿命周期,促进企业经济效益的不断提高。设备管理不仅仅是指简单的日常管理,它已经成为一门新兴的科学,称之为设备工程。

设备工程是以提高设备综合效率,追求寿命周期费用经济性,实现企业生产经营目标为目的,运用现代科学技术、管理理论和管理方法,对设备寿命周期(规划、设计、制造、购置、安装、调试、使用、维护、修理、改造、报废到更新)的全过程,从技术、经济、管理等方面进行综合研究与管理的一系列活动的总称。它是一种系统工程,包括规划工程和维修工程,并与公用工程、安全与环境保护工作密切相关。设备工程内容体系的构成如图 4-1 所示。

二、设备管理现代化

我国现阶段设备管理的战略目标是推行设备管理现代化,设备管理现代化包括 5 个方面:

1. 管理思想现代化

管理思想现代化是设备管理现代化的灵魂和主导,要实现设备管理现代化,就要求用现代化科学思想理论和管理思想指导管理实践。对设备管理,其现代化管理理论有:系统论、控制论、信息论、工程经济学、管理工程学、可靠性工程、摩擦学等。现代化管理思想包括:设备综合管理观念、战略观念、效益观念、竞争观念、安全观念与环保观念等。

2. 管理组织现代化

管理组织现代化是设备管理现代化的基础,就是要求不断适应经济体制改革,适应现代化大生产的要求,探索建立合理有效的设备管理运行体制和组织机构,最大限度调动和发挥组织中每个成员及群体的积极性和创造性。设备管理与维修组织形式和结构应当与推行设

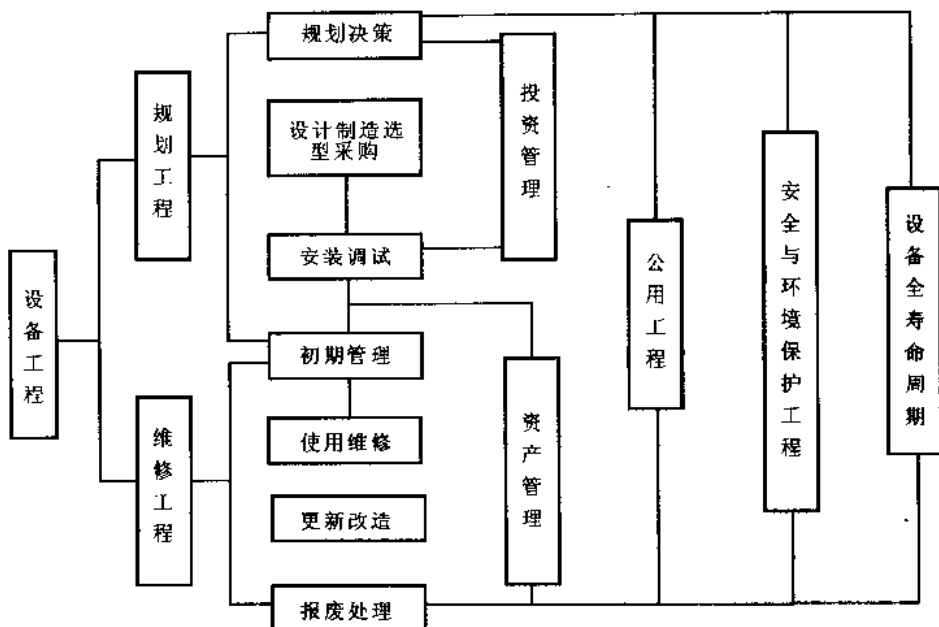


图 4-1 设备工程内容体系的构成

备管理现代化相适应,组织严密、制度健全、工作高效、充分协调、信息畅通,并且有良好的跟踪和反馈控制能力。

3. 管理方法现代化

管理方法现代化是指为适应现代化大生产的要求,一方面继承传统的有效的管理经验和方法;另一方面应积极推广应用先进的管理方法,确保各项管理工作标准化、系统化、科学化。目前正在推广的现代化管理方法有:价值工程、网络技术、ABC 分析法、决策技术、预测技术等。

4. 管理手段现代化

管理手段现代化是设备管理现代化的工具。如用先进的设备诊断仪器对连续运行的设备状态自动检测和控制,应用计算机辅助设备管理,采用各种精密检测工具提高设备修理精度等。不断采用现代科学技术成果,对管理手段进行技术改造,提高管理工作效率和管理功能。

5. 管理人才素质现代化

管理人才素质现代化是设备管理现代化的关键和前提。人的素质包括政治素质、文化知识素质、实践经验、身体素质、心理素质、群体意识等方面。

三、机电设备的维护要求与制度

设备的操作者,除了合理使用设备之外,必须按要求对设备进行维护,这样才能保持设备的正常技术状态,延长设备的使用寿命。设备的维护是设备操作者应尽的主要职责之一。

特别是对于企业生产、起重运输的设备,更要严格执行设备维护制度。

1. 机电设备的维护要求

设备的正确使用与日常维护是提高工作效率、延长设备使用寿命的必要条件。设备维护必须达到以下四项基本要求:

(1)整齐 工具、工件、附件摆放整齐,设备零件及安全防护装置齐全,线路、管道完整。

(2)清洁 设备内外清洁,各滑动面、丝杠、齿轮、齿条等无油垢。在设备开动前和工作完毕后,必须将设备上的灰尘、污物、切屑等杂物清扫干净,并在导轨等滑动面上涂上润滑油。

(3)润滑 按时加换润滑油,油质符合要求,油壶、油杯、油嘴齐全,油毡、油线清洁齐全,游标明亮,油路畅通。

(4)安全 实行定人员、定机和交接班制度,熟悉设备结构,遵守操作维护规程,合理使用,精心保养,防止事故。

对于大型、精密设备,还要实行四定:定人使用,定人检修,定操作规程,定维护保养。

2. 机电设备的维护制度

设备维护制度是操作工人与维修工人相结合,搞好企业现场设备管理行之有效的制度。设备的维护分为日常维护(日保养)、定期维护即一级保养(月保养)和二级保养(年保养)制度。

(1)日常维护(日保养) 设备的日常维护(也称日保或例保)由操作工人负责,要求做好班前对设备进行检查加油。班中严格按设备操作规程使用设备,注意观察设备运行状况,发现问题及时处理或报告。下班前对设备进行清扫、擦拭,并将设备状况记录在交接班日志上。日常维护是维护工作的基础,也是预防故障(事故)发生的积极措施。另外,为了对设备进行大范围的清扫,在周末应留出更多的时间进行维护、大清洗等工作。

(2)一级保养(月保养) 设备运转 1~2 个月(两班制),应以操作工人为主,维修工人配合,按计划进行一次维护。保养的内容是对设备的外覆部件和易磨损部分进行拆卸、清洗、检查、调整和紧固等,维护的主要内容为:

①拆卸指定的部件,如箱盖及防护罩等,彻底清洗,擦拭设备内外。

②检查、调整各部件配合间隙,紧固松动部位,更换个别易损件。

③疏通油路,增添油量,清洗过滤器、油毡、油线、油标,更换冷却液和清洗冷却液箱。

④清洗导轨及滑动面,清除毛刺及划伤。

⑤清扫、检查、调整电器线路及装置(由维护电工负责)。

(3)二级保养(年保养) 设备每运转一年,以维修工人为主,操作工人参加,进行一次包括修理内容的保养。除一级保养内容以外,二级保养还包括:修复、更换磨损零件,导轨等部件间隙调整,镶条等的刮研维修,润滑油、冷却液的更换,电气系统的维修,设备精度的检验及调整等。

设备通过定期维护,必须达到:

- ①内外清洁,呈现本色。
- ②油路畅通,油标明亮。
- ③操作灵活,运转正常。

3. 机电设备的计划维修

设备计划维修应包括定期检查、定期维护、定期修理等,按维护工作量的大小、维护内容 and 要求将维修工作主要划分为小修、中修和大修等。

(1)小修 工作量最小的计划维修,主要是更换(或修复)修理间隔期内失效的或即将失效的零件或元器件,不涉及修理基准件和校正坐标。

(2)中修 进行部分解体的计划修理。中修前应进行预检,以确定中修项目,制定中修单,并预先准备好外购件和磨损件。

(3)大修 工作量最大的一种计划。它以全面恢复设备工作能力为目标,由专业人士进行。大修的特征为全部或部分拆卸,分解、修复基准件,更换和修理所有不合理的零件,整新外观等。

4. 机电设备的维护要求举例

(1)普通机床的使用和维护

①

①开动设备前应清理好工作现场,并仔细检查各手柄位置是否正确、灵活、安全装置是否安全可靠。

②开动机床前应检查油池、油箱中油量是否充足,油路是否畅通,并按润滑图表进行润滑工作。

③变速时,各变速手柄必须转换到指定位置。

④工件必须装卡牢固,以免甩出造成事故。

⑤已卡紧的工件,不得再敲打校正,以免损伤机床精度。

⑥要经常保持润滑工具及润滑系统的清洁,不得敞开油箱、油盖,以免灰尘、铁屑等异物进入。

⑦设备外露基准面或滑动面上不准堆放工具、产品等,以免碰伤而影响设备精度。

⑧严禁超性能、超负荷使用设备。

⑨采用自动走刀时,要调整好限位器,以免行程造成事故。

⑩设备运转时,操作者不得离开工作岗位,并经常注意各部位有无异音、异味、发热和振动发现故障应立即停止操作,及时排除。

⑪操作者在更换工装、装卸工件、对设备进行调整、清洗和润滑时,都应停车,必要时切断电源。

⑫设备上一切安全防护装置不得随意拆除,以免发生设备和人身事故。

⑬维修或调整设备时,要正确使用拆卸工具,严禁乱敲乱拆。

(2) 电气传动控制设备的使用维护

①各电控设备应有完整的技术图样资料,供掌握基本原理;有完整的调试数据,供维护参考;有尽可能完备的仪器仪表及检修工具,并掌握其使用方法;有运行操作规范和检修规范,严格执行规范。

②运行时,应先接通控制电源,再接通电动机励磁电源,起动风机、油泵、水泵及其他辅助设备,接通主回路进线开关,在系统完全正常的情况下,最后接通电动机回路主开关;停止运转时,应先断开电动机回路主开关,再断开主回路进线开关,停止风机、油泵和水泵等辅助设备,最后断开控制电源。

③系统运行时,如果测量控制单元各点工作电压,需使用高阻抗电压表。使用万用表时,需特别注意不要误用电阻档、电流档或其他档测量电压,以免造成被测点短路,进而引起系统故障。用示波器测量波形也应用高输入阻抗探头,必要时将被测点经运算放大器隔离后再用示波器测量;严禁用同一台示波器同时测量强电和弱电信号,以免造成短路。测量高压回路时要注意人身和设备安全,测试人员要戴高压绝缘手套,站在绝缘橡胶板上进行测试,必要时应对示波器采取安全接地措施,或将示波器用绝缘板垫起,以提高其对地耐压水平。

④任何情况下应避免带电插拔控制单元和其他可插拔电气元器件。

⑤应配备适量的备用控制单元、电子元器件和各种电气元器件,重要设备应有离线备用电控系统。

⑥当系统发生故障时,应根据不同情况分别进行处理,并及时修复更换下来的单元。对于现代化的电控系统,应尽量配备故障自诊断系统,以便及时发现和处理故障。

四、设备的润滑管理

用润滑剂来减少两物体摩擦表面间的摩擦和磨损或其他形式的表面破坏的方法叫润滑。

润滑工作是设备管理工作中非常重要的组成部分。在大、中、小型企业,一般都设置集中管理形式和分级管理形式的设备润滑机构,以确保润滑工作的落实。

1. 润滑的作用

设备润滑之所以非常重要,是因为润滑有以下重要作用:

(1)降低摩擦作用 润滑剂的使用能使摩擦表面间的干摩擦变为流体摩擦或混合摩擦,使摩擦系数减小,从而使摩擦减轻,运动阻力减小,动力消耗降低。

(2)减少磨损作用 润滑剂能有效地控制机件的磨损,而且润滑油的冲洗作用能带走磨屑,减小磨粒造成的磨损。

(3)降低温度作用 摩擦表面间的干摩擦使大量能量转化成热量,造成摩擦副之间的温度升高,甚至烧结,润滑剂能吸收摩擦产生的热量,起到冷却降温的作用。

(4)防锈保护作用 金属表面与空气接触一段时间后会氧化生锈。有水、酸性或碱性物

质存在时,氧化生锈现象更为严重。润滑材料依附于机件表面形成保护性油膜,隔离了金属与有害介质的接触,可避免金属的氧化锈蚀。

(5)吸收振动作用 润滑剂一般都有弹性,能有效吸收机械振动。

(6)密封作用 润滑脂润滑既能使润滑剂不易流失、不易泄露,又阻止杂质进入摩擦部位,起到密封作用。

2. 润滑管理的实施

润滑管理的主要工作有:设备润滑“五定”、设备清洗换油、设备润滑状态管理、润滑的计划与统计等。

(1)设备润滑“五定” 设备润滑“五定”是指润滑工作要实行定点、定质、定时、定量、定人的科学管理。

定点是指首先明确每台设备的润滑点,它是设备润滑管理的基本要求。

定质是指要确保润滑材料的品质和质量。

定时也称为定期,是指要按润滑卡片或润滑力表所规定的加、换油时间加油和换油。对大型油池中的润滑油,要按周期取样检验。

定量是指按规定的数量注油、补油或清洗换油。

定人是指要明确有关人员对设备润滑工作应负的责任。

(2)设备的清洗换油 润滑油在使用过程中,由于受到内部和外界各种因素的影响,会发生物理和化学变化而变质,如继续使用会造成机件的腐蚀或磨损。因此,要及时更换不合格的润滑油。

换油有两种方式:定期换油方式和按质换油方式。根据设备润滑图表的要求,周期性按时换油的方式叫定期换油。定期换油方式管理、实施方便,但对于一些使用不频繁的设备,无疑会把一些尚能使用的润滑油提前换掉,造成不必要的浪费。按质换油方式则是在鉴定设备油质状态后,根据实际状态确定立即换油还是延期使用。特别是对 100L 以上的大型油池,这种换油方式避免了浪费,更为合理、科学。

清洗换油工作的具体操作,应按照设备的清洗换油工艺进行。

第二节 机电设备的安全使用

一、安全管理

机电设备使用场地中,要张贴安全生产责任制、设备安全操作规程等有关内容,用以时刻提醒“安全第一”这一基本要求。安全工作关系着设备使用者的身心健康和企业的兴旺发达,所以我们必须掌握机电设备安全使用规范的基本内容。

安全管理要研究在种种情况下,怎样才能确保以人和设备整体系统的稳定性、安全性和可靠性,使系统可以充分发挥应有的机能;还要研究怎样才能使设备符合或适应人和周围环

境的要求,以减少事故的发生,保证整个系统的安全。

安全管理是一种系统工程,它需从整体观点看问题,综合考虑各种条件、各种因素所造成的影响,优化选择实施方案,并且需要有监督和控制机构,及时检查、协调,确保安全管理整体功能的实现。

安全管理包括以下基本活动:

- (1)确定安全管理的目标和方针,并制定出相应的规划和计划。
- (2)拟订安全管理各项可行方案,选择和确定最优化方案。
- (3)确定最好的设备和人员安全配置。
- (4)对生产过程(设备使用过程)进行安全组织,保证安全管理系统的运转。

二、企业安全生产

机电设备很大一部分用于企业生产,企业安全生产要执行企业安全生产责任、安全生产教育制、安全生产定期检查制等规章制度。

1. 安全生产责任制

安全生产责任制包括以下内容:

- (1)企业各级领导在管理生产的同时必须负责管理安全工作,认真贯彻执行国家有关劳动保护的法令制度,在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时,要计划、布置、检查、总结、评比安全生产。
- (2)企业中生产、技术、设计、供销、运输、财务等各有关专职机构,都应该在各自业务范围内,对实现安全生产的要求负责。
- (3)企业应根据实际情况加强劳动保护工作机构或专职人员的工作。
- (4)企业内各生产小组应该设有不脱产的安全员。
- (5)企业职工应该自觉遵守安全生产规章制度,不违章作业,并要制止他人违章作业,积极参加各种安全生产活动,主动提出改进安全工作的意见,爱护和正确使用机器设备、工具及个人防护用品。

2. 安全生产教育制

安全生产教育制的内容如下:

- (1)企业必须认真对新工人进行安全生产的企业教育、车间教育和现场教育,并要求他们经过考试合格后,才能进入操作岗位。
- (2)对于电器、起重、锅炉、压力容器、焊接、车辆驾驶等特殊工种的工人,必须进行专门的安全操作技术训练,经过考试合格后,才能准许他们操作。
- (3)企业必须建立安全活动日和在班前、班后、会上检查安全生产情况等制度,对职工进行经常的安全教育,并且注意结合职工文化生活,进行各种安全生产宣传。
- (4)在采用新的生产方法、添加新的技术设备、制造新的产品或调换工人工作的时候,必

须对工人进行新操作和新工作岗位的安全教育。

三、机电设备安全技术要求和使用规定

机电设备首先要符合安全技术要求。不同类型的机电设备,安全技术要求的内容侧重不同。如对电器部分有针对于触电安全防护、防雷防护、静电防护等电气安全技术措施;对起重设备有针对于起重机零部件、安全装置、操作要求的起重安全技术措施等等。

此外,在机电设备使用中还应遵守机电设备安全的使用规定。比如对于机械类机电设备,为保证设备的安全应遵守机械类机电设备的安全使用规定:

(1)传动带、裸露的齿轮、砂轮、电锯、接近地面的联轴器、转轴、带轮和飞轮等危险部位,要设置防护装置。

(2)压延机、冲压机、碾压机、压印机等压力机械的施压部分要有安全装置。

(3)机器的转动摩擦部分,可设置自动加油装置或者蓄油装置;工人用长嘴注油器难于加油处,应该停车注油。

(4)起重机应该标明起重吨位,并且要有信号装置。桥式起重机应该有卷扬限制器、起重量控制器、行程限制器、缓冲器和自动联锁装置。

(5)起重机应该由经过专业训练并考试合格的专职人员操作。

(6)起重机的挂钩和钢丝绳都要符合规格,并应该经常检查。

(7)起重机在使用的时候,不能超负荷、超速度和斜吊;并禁止任何人站在吊运物品上或者在下面停留和行走。

(8)起重机应该规定统一的指挥信号。

(9)设备和工具要定期检修,如果损坏,应立即修理。

总之,安全是机电设备使用的头等大事。无论在任何场合,使用任何设备,都必须遵守安全管理规定和设备安全规定,树立安全生产意识。只有这样,才能保障设备安全和设备使用者的人身安全,才能充分发挥机电设备的效用,体现其应有的价值。

◆ 复习思考题

1. 设备管理的任务是什么?
2. 设备管理现代化主要包括哪几方面内容?
3. 设备维护的基本要求是什么?
4. 设备的润滑有什么作用?
5. 设备的维护制度包括哪些内容?
6. 试比较大修、中修和小修的工作内容。
7. 试述如何增强安全意识,确保机电设备的安全使用。

参考文献

- [1]丁树模主编.机械工学.北京:机械工业出版社,2000
- [2]中国机械工程学会设备维修分会编著.设备工程手册.北京:机械工业出版社,1996
- [3]吴兆祥主编.机电设备概论.北京:机械工业出版社,2002
- [4]陈周主编.电工与电子技术.北京:高等教育出版社,2001
- [5]吴国华主编.金属切削机床.北京:机械工业出版社,2001
- [6]谭永刚,胡绍平主编.数控机床加工技术.北京:北京邮电大学出版社,2006
- [7]天津电子仪器职业大学编.自动生产线技术.北京:电子工业出版社,1995
- [8]陈家盛.电梯结构原理及安装维修.北京:机械工业出版社,1997
- [9]张雪梅主编.机电设备概论.北京:高等教育出版社,2002
- [10]张建民.传感器与检测技术.北京:机械工业出版社,2000
- [11]姜有根主编.静电复印机原理与维修.北京:高等教育出版社,1995
- [12]高克勤,李敏主编.设备管理与维修.北京:机械工业出版社,1987