



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

机床电气 控制与排故

JICHUANG DIANQI KONGZHI YU PAIGU

◎ 方爱平 主编



教师免费下载

www.cmpedu.com

配教学资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十”教育国家规划教材
经全国教材审定委员会审定

机床电气控制与排故

主编 方爱平
参编 娄明珠 潘波 陈浙 葛卿
麻正亮 吴瑜钢 王帆

常州大学图书馆
藏书章

本书是经全国职业教育教材审定委员会审定的“十二五”职业教育国家规划教材,是根据教育部于2014年公布的《中等职业学校电气运行与控制专业教学标准》,同时参考维修电工等相关职业资格标准编写的。

本书以任务驱动教学法为依据,以应用为目的,以具体的项目任务为载体,主要内容包括机床设备的认识、CA6140型卧式车床的电气调试及故障排除、M7130G/F型平面磨床的电气调试及故障排除、Z3032型摇臂钻床的电气调试及故障排除、T68型镗床的电气调试及故障排除、XA0532型立式升降台铣床的电气调试及故障排除、DK7740型线切割机床的电气调试及故障排除、CKD6140i型数控车床的电气调试及故障排除。

本书可作为中等职业学校电气类专业教材,也可作为电气控制系统运行、管理与维修相关岗位的培训教材。

为便于教学,本书配套有电子教案、助教课件等教学资源,选择本书作为教材的教师可来电(010-88379195)索取,或登录 www.cmpedu.com 网站,注册、免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制与排故/方爱平主编. —北京:机械工业出版社,2015.9
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-111-50610-2

I. ①机… II. ①方… III. ①机床-电气控制-职业教育-教材②机床-控制电路-故障修复-职业教育-教材 IV. ①TG502.35

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第137173号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:赵红梅 责任编辑:赵红梅 王 荣 责任校对:肖 琳
封面设计:张 静 责任印制:李 飞
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2017年6月第1版第1次印刷
184mm×260mm·9.5印张·228千字
0001—1900册
标准书号:ISBN 978-7-111-50610-2
定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前言

本书是根据教育部《关于中等职业教育专业技能课教材选题立项的函》（教职成司[2012] 95号），由全国机械职业教育教学指导委员会和机械工业出版社联合组织编写的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据教育部于2014年公布的《中等职业学校电气运行与控制专业教学标准》，同时参考维修电工（中级工）职业资格标准编写的。

本书主要介绍典型机床的认识、使用以及故障排除，重点强调培养学生科学的思维方式、综合的职业能力及对新技术的探究能力，编写过程中力求体现以下特色。

1. 执行新标准。本书中所选取的教学内容均以新国标为依据，文中涉及电气图形及文字符号等均采用最新国家标准。

2. 清晰的结构。本书设计了8个项目：机床设备的认识、CA6140型卧式车床的电气调试及故障排除、M7130G/F型平面磨床的电气调试及故障排除、Z3032型摇臂钻床的电气调试及故障排除、T68型镗床的电气调试及故障排除、XA0532型立式升降台铣床的电气调试及故障排除、DK7740型线切割机床的电气调试及故障排除、CKD6140i型数控车床的电气调试及故障排除。每个项目涉及一种类型的机床，这种编写结构的设计清晰，方便教学选用及学生学习和查询。

3. 为每个项目设计了工作场景。通过每个项目的工作场景设置，更加自然地将学生带入这一项目的学习中。

全书分8个项目，由宁波鄞州职教中心方爱平任主编，上海信息学校娄明珠，宁波职教中心潘波，宁波鄞州职教中心陈浙、葛卿、麻正亮、吴瑜钢、王帆参编。其中，娄明珠编写项目一，陈浙编写项目二，潘波编写项目三，葛卿编写项目四，麻正亮编写项目五，吴瑜钢编写项目六，方爱平编写项目七并负责全文统稿，王帆编写项目八。本书经全国职业教育教材审定委员会审定，评审专家对本书提出了宝贵的建议，在此对他们表示衷心感谢！编写过程中，编者参阅了国内外出版的有关教材和资料，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

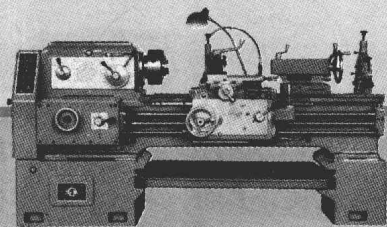
编者

目 录

前言

项目一 机床设备的认识	1
任务一 认识机床	2
任务二 了解机床电气维修基本知识	6
项目二 CA6140 型卧式车床的电气调试及故障排除	14
任务一 认识 CA6140 型卧式车床	14
任务二 操作 CA6140 型卧式车床	18
任务三 CA6140 型卧式车床电气控制系统的一般故障排除及调试	26
项目三 M7130G/F 型平面磨床的电气调试及故障排除	31
任务一 认识 M7130G/F 型平面磨床	31
任务二 操作 M7130G/F 型平面磨床	36
任务三 M7130G/F 型平面磨床电气控制系统的一般故障排除及调试	43
项目四 Z3032 型摇臂钻床的电气调试及故障排除	49
任务一 认识 Z3032 型摇臂钻床	49
任务二 操作 Z3032 型摇臂钻床	53
任务三 Z3032 型摇臂钻床电气控制系统一般故障排除及调试	60
项目五 T68 型镗床的电气调试及故障排除	66
任务一 认识 T68 型镗床	67
任务二 操作 T68 型镗床	71
任务三 T68 型镗床电气控制系统的一般故障排除及调试	78
项目六 XA0532 型立式升降台铣床的电气调试及故障排除	82
任务一 认识 XA0532 型立式升降台铣床	82
任务二 操作 XA0532 型立式升降台铣床	88
任务三 XA0532 型立式升降台铣床电气控制系统的一般故障排除及调试	96
项目七 DK7740 型线切割机床的电气调试及故障排除	103
任务一 认识 DK7740 型线切割机床	103
任务二 操作 DK7740 型线切割机床	107

任务三 DK7740 型线切割机床电气控制系统的一般故障排除及调试	112
项目八 CKD6140i 型数控车床的电气调试及故障排除	119
任务一 认识 CKD6140i 型数控车床	119
任务二 了解 CKD6140i 型数控车床的电气控制原理	126
任务三 CKD6140i 型数控车床电气控制系统的一般故障排除及调试	137
参考文献	146



项目一

机床设备的认识

【工作场景】

走进工厂，我们总会看到类似图 1-1 的场景。工人在设备上加工零件。这类设备有很多种形状，有的体形较小，有的体形较大，工人师傅会告诉你这种设备叫作机床。下面就让我们走进车间去认识这些各式各样的机床。

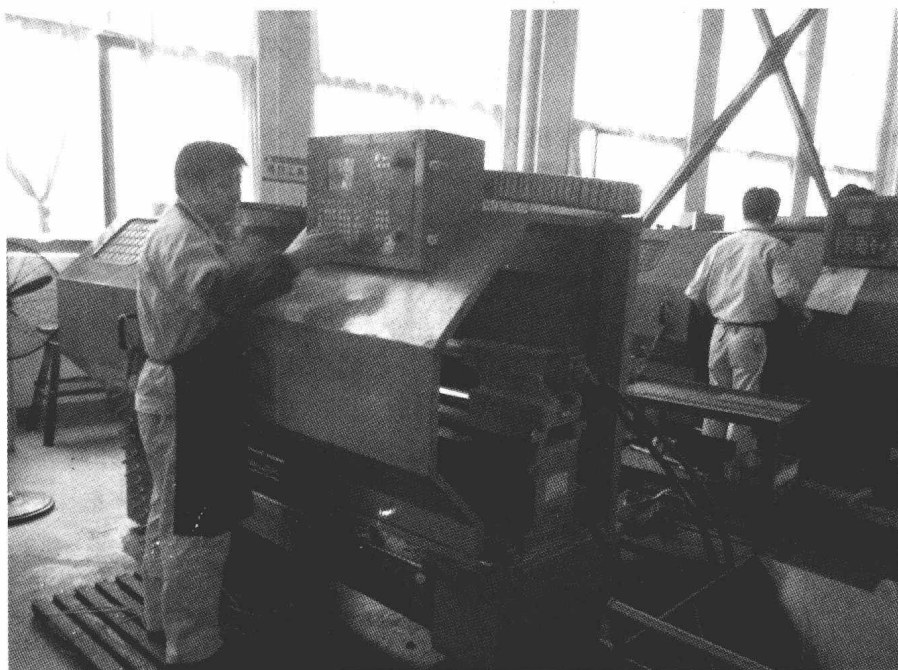


图 1-1 车间一角

【学习目标】

- 1) 了解机床的作用。
- 2) 了解机床的分类。
- 3) 了解机床的发展过程。

- 4) 了解机床维护的相关知识。
- 5) 了解机床排除故障的基本方法。

任务一 认识机床

机床是对金属或其他材料的坯料或工件进行加工,使之获得所需求的几何形状、尺寸精度和表面质量的机器,又称其为制造机器的机器,亦称工作母机或工具机,习惯上简称机床。机床一般分为金属切削机床、锻压机床和木工机床等。现代机械制造中加工机械零件的方法很多,除切削加工外,还有铸造、锻造、焊接、冲压和挤压等,但凡属精度要求较高和表面粗糙度要求较细的零件,一般都需在机床上用切削或磨削的方法进行最终加工。机床在国民经济现代化的建设中起着重大作用。

1. 机床的分类

机床可按不同的分类方法划分为多种类型。

1) 按加工方式或加工对象,可分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、花键加工机床、铣床、刨床、插床、拉床、特种加工机床、锯床和刻线机等。每类中又按其结构或加工对象分为若干组,每组中又分为若干型。

2) 按工件大小和机床重量,可分为仪表机床、中小型机床、大型机床、重型机床和超重型机床。

3) 按加工精度,可分为普通精度机床、精密机床和高精度机床。

4) 按自动化程度,可分为手动操作机床、半自动机床和自动机床。

5) 按机床的自动控制方式,可分为仿形机床、程序控制机床、数控机床、适应控制机床、加工中心和柔性制造系统。

6) 按机床的适用范围,又可分为通用机床、专门化机床和专用机床。

对一种或几种零件的加工,按工序先后安排一系列机床,并配以自动上下料装置和机床与机床间的工件自动传递装置,这样组成的一系列机床群称为切削加工自动生产线。

(1) 车床 车床是一种应用极为广泛的金属切削机床,能够车削外圆、内圆、端面、螺纹、切断及割槽等,并可以装上钻头或铰刀进行钻孔和铰孔等加工。车床的结构形式很多,有卧式车床、落地车床和单柱立式车床等。图 1-2 所示为卧式车床,图 1-3 所示为落地车床。

(2) 钻床 机械加工过程中经常需要加工各种各样的孔,钻床就是一种用途广泛的孔加工机床,它主要用于钻削精度要求不太高的孔,还可以用来扩孔、铰孔、镗钻以及攻螺纹等。

钻床的结构形式很多,有立式钻床、卧式钻床、台式钻床和深孔钻床等,图 1-4 所示为几种常见的钻床,其中摇臂钻床是一种立式钻床。

(3) 磨床 磨削是人类自古以来就知道的一种技术,旧石器时代,磨制石器用的就是这种技术。后来随着金属器具的使用促进了研磨技术的发展。但是,设计出名副其实的磨削机械还是近代的事情。

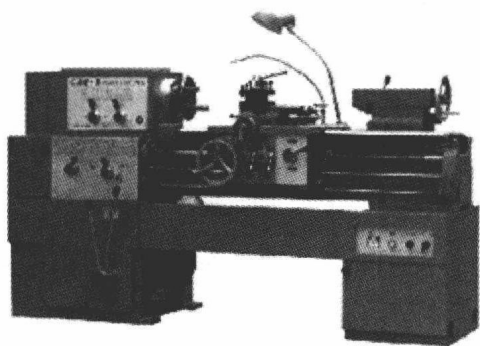


图 1-2 卧式车床

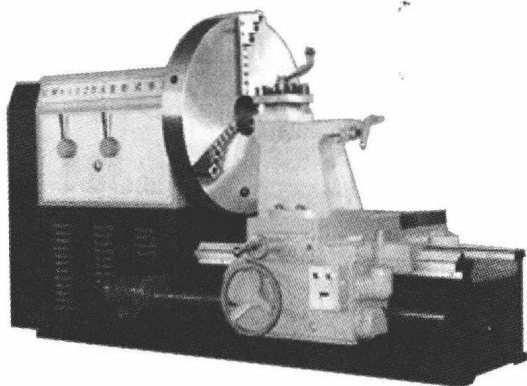
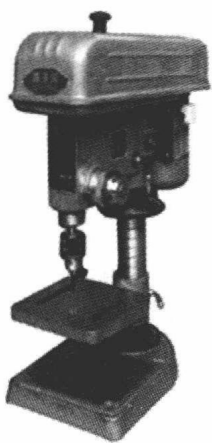
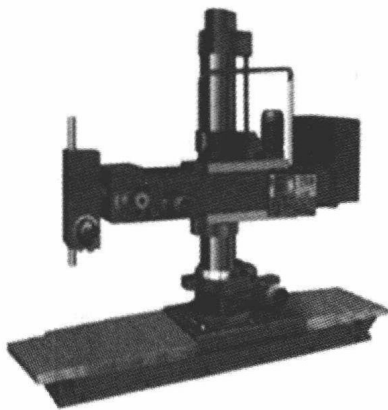


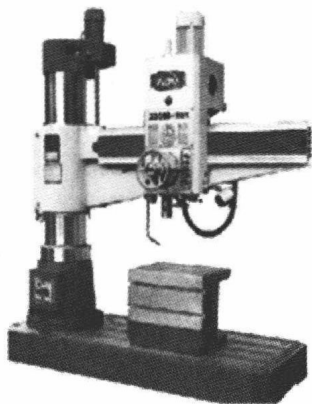
图 1-3 落地车床



Z4125型台式钻床



滑座式万向摇臂钻床



Z3050型摇臂钻床

图 1-4 常见部分钻床

磨床根据用途不同,可分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、无心磨床以及一些专用磨床,如螺纹磨床、球面磨床、齿轮磨床、导轨磨床等。图 1-5 所示为磨床的外形图。

(4) 铣床 铣床是指用铣刀在工件上加工多种表面的机床。图 1-6 所示为某铣床的外形图。铣床是一种用途广泛的机床,在铣床上可以加工平面(水平面、垂直面)、沟槽(键槽、T形槽、燕尾槽等)、分齿零件(齿轮、花键轴、链轮)、螺旋形表面(螺纹、螺旋槽)及各种曲面。此外,还可用于对回转体表面、内孔加工及进行切断工作等。

(5) 镗床 镗床是用来加工尺寸较大、精度要求较高的孔的机床,特别适用于加工分布在零件不同位置上的相对位置精度要求较高的孔系,通常用来对经过铸、锻、钻等工艺加工的孔做进一步加工。图 1-7 所示为某镗床的外形图。

(6) 数控机床 数控机床采用数字化信息技术,将机床的各种动作、工件的形状、尺寸以及机床的其他功能用一些数字代码表示,把这些数字代码通过信息载体输入数控系统,数控系统经过译码、运算以及处理,发出相应的动作指令,自动地控制机床的刀具与工件的相对运

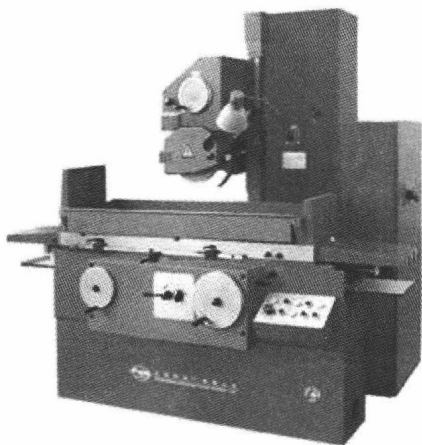


图 1-5 磨床的外形

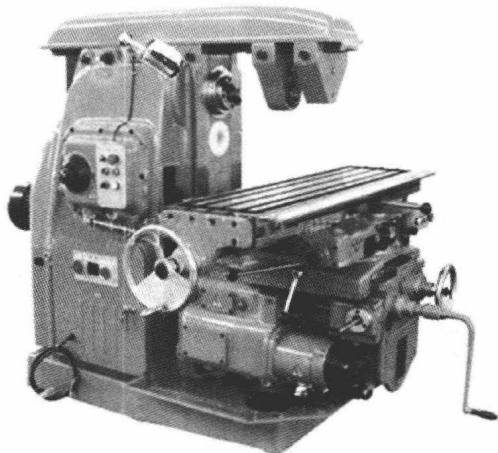


图 1-6 铣床的外形

动，从而加工出所需要的工件。数控机床是一种综合应用了计算机技术，机械制造技术，微电子技术，信息处理、加工、传输技术，自动控制技术，伺服驱动技术，精密测量监控技术，传感器技术等先进技术的典型机电一体化产品，是现代制造技术的基础。

数控机床种类繁多，有钻铣镗床类、车削类、磨削类、电加工类、锻压类、激光加工类和其他特殊用途的专用数控机床等，凡是采用了数控技术进行控制的机床统称为数控（NC）机床。图 1-8 所示为部分数控机床的外形图。

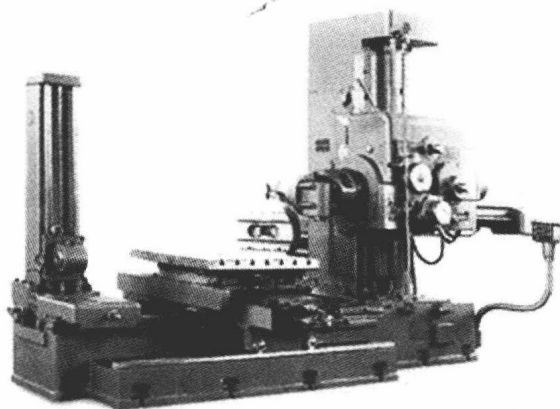


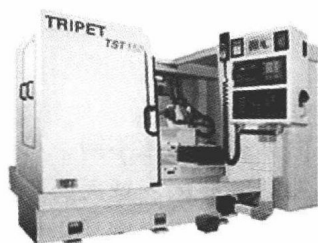
图 1-7 镗床的外形



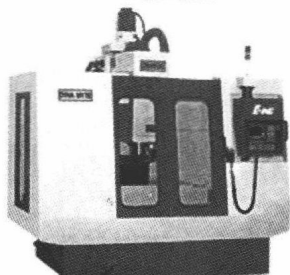
YHM600数控铣床



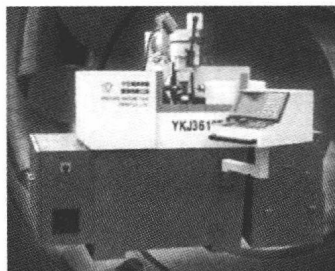
CJK6132数控车床



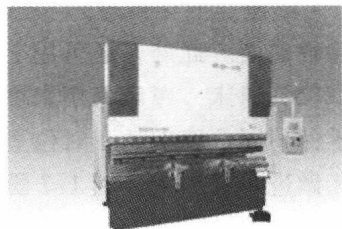
美国哈挺Tripet内孔和外圆CNC磨床



华中数控DM4600加工中心



YKJ3610数控高效卧式滚齿机



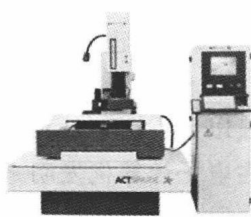
捷迈数控WD系列数控电液同步折弯机

图 1-8 部分数控机床的外形

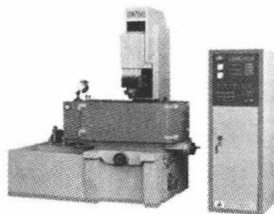




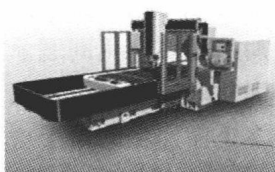
伊顿-伦纳德vb80弯管机



北京阿奇夏米尔高速走丝线切割机



福斯特DK71系列数控电火花成型机



菱电ML3015HV数控激光加工机

图 1-8 部分数控机床的外形 (续)

2. 机床的发展过程

由于制造钟表和武器的需要, 15 世纪出现了机床雏形, 即钟表匠用的螺纹车床和齿轮加工机床, 以及水力驱动的炮筒镗衣。

18 世纪的工业革命推动了机床的发展。1774 年, 英国人约翰·威尔金森发明了较精密的炮筒镗床。次年, 他用这台炮筒镗床镗出的气缸, 满足了瓦特蒸汽机的要求。为了镗制更大的汽缸, 他又于 1775 年制造了一台水轮驱动的气缸镗床, 促进了蒸汽机的发展。从此, 机床开始用蒸汽机通过曲轴驱动。

1797 年, 英国人莫兹利创制成的车床由丝杠传动刀架, 能实现机动进给和车削螺纹, 这是机床结构的一次重大变革。莫兹利也因此被称为“英国机床工业之父”。

19 世纪, 由于纺织、动力、交通运输机械和军火生产的推动, 各种类型的机床相继出现。1817 年, 英国人罗伯茨创制龙门刨床; 1818 年, 美国人伊莱·惠特尼制成卧式铣床; 1876 年, 美国制成万能外圆磨床; 1835 年和 1897 年又先后发明滚齿机和插齿机。

随着电动机的发明, 机床开始先采用电动机集中驱动, 后又广泛使用单独电动机驱动。

19 世纪末到 20 世纪初, 铣床、刨床、磨床、钻床等主要机床已经基本定型, 这样就为 20 世纪的精密机床和生产机械化和半自动化创造了条件。

在 20 世纪的前 20 年内, 人们主要是围绕铣床、磨床和装配流水生产线展开的。由于汽车、飞机及其发动机生产的要求, 在大批加工形状复杂、高精度及高光洁度的零件时, 迫切需要精密的、自动的铣床和磨床。由于多螺旋线刀刃铣刀的问世, 基本上解决了单刃铣刀所产生的振动和光洁度不高的问题, 从而使铣床成为加工复杂零件的重要设备。

被世人誉为“汽车之父”的福特提出: 汽车应该是“轻巧的、结实的、可靠的和便宜的”。为了实现这一目标, 必须研制高效率的磨床。美国人诺顿于 1900 年用金刚砂和刚玉石制成直径大而宽的砂轮, 以及刚度大而牢固的重型磨床。磨床的发展使机械制造技术进入了精密化的新阶段。

1920 年机械制造技术进入了半自动化时期, 液压和电器元件在机床和其他机械上逐渐



得到了应用。1938 年, 液压系统和电磁控制不但促进了新型铣床的发明, 而且在龙门刨床等机床上也推广使用。20 世纪 30 年代以后, 行程开关—电磁阀系统几乎用到各种机床的自动控制系统中。

第二次世界大战以后, 由于数控、群控机床和自动线的出现, 机床的发展进入了自动化时期。数控机床是在电子计算机发明之后, 运用数字控制原理, 将加工程序、要求和更换刀具的操作数码和文字码作为信息进行存储, 并按其发出的指令控制机床。

世界第一台数控机床(铣床)诞生(1951 年)的方案, 是美国的约翰·帕森斯在研制检查飞机螺旋桨叶剖面轮廓的板叶加工机时向美国空军提出的, 在麻省理工学院的参与和协助下完成的。1951 年, 他们正式制成了第一台电子管数控机床样机, 成功地解决了多品种小批量的复杂零件加工的自动化问题。以后, 一方面数控原理从铣床扩展到铣镗床、钻床和车床, 另一方面, 则从电子管向晶体管、集成电路方向过渡。1958 年, 美国研制成能自动更换刀具, 以进行多工序加工的加工中心。

世界第一条数控生产线诞生于 1968 年。英国的毛林斯机械公司研制成了第一条数控机床组成的自动线, 不久, 美国通用电气公司提出了“工厂自动化的先决条件是零件加工过程的数控和生产过程的程控”, 于是, 20 世纪 70 年代中期出现了自动化车间, 自动化工厂也已开始建造。1970~1974 年, 由于小型计算机广泛应用于机床控制, 出现了三次技术突破。第一次是直接数字控制器, 使一台小型电子计算机同时控制多台机床, 出现了“群控”; 第二次是计算机辅助设计, 用一支光笔进行设计、修改及计算程序; 第三次是按加工的实际情况及意外变化等反馈自动改变加工用量和切削速度, 出现了自适应控制系统的机床。

任务二

了解机床电气维修基本知识

1. 机床电气维修的一般要求

机床在运行的过程中, 由于各种原因难免会产生各种故障, 致使设备不能正常工作, 不但影响生产效率, 严重时还会造成人身设备事故。因此, 机床发生故障后, 能够及时、熟练、准确、迅速、安全地查出故障, 并加以排除, 尽早恢复设备正常运行是非常重要的。

对机床维修的一般要求如下:

- 1) 采取的维修步骤和方法必须正确, 切实可行。
- 2) 不得损坏完好的电器元件。
- 3) 不得随意更换电器元件及连接导线的型号规格。
- 4) 不得擅自改动线路。
- 5) 损坏的电气装置应尽量修复使用, 但不得降低其固有的性能。
- 6) 机床的各种保护性能必须满足要求。
- 7) 绝缘电气合格, 通电试车能满足电路的各种功能, 控制环节的动作程序符合要求。
- 8) 修理后的电器元件必须满足其质量标准要求。电器元件的检修质量标准是:
 - ① 外观整洁, 无破损和碳化现象。
 - ② 所有的触头均应完整、光洁、接触良好。
 - ③ 压力弹簧和反作用力弹簧应具有足够的弹力。





- ④ 操纵、复位机构都必须灵活可靠。
- ⑤ 各种衔铁运动灵活，无卡阻现象。
- ⑥ 灭弧罩完整、清洁，安装牢固。
- ⑦ 整定大小应符合电路使用要求。
- ⑧ 指示装置能正常发出信号。

2. 机床日常维护和保养

机床在运行过程中出现的故障，有些可能是由于操作使用不当、安装不合理或维修不正确等人为因素造成的，称为人为故障；而有些故障则可能是由于机床在运行时过载、机械振动、电弧的烧损、长期动作的自然磨损、周围环境温度和湿度的影响、金属屑和油污等有害介质的侵蚀以及电器元件的自身质量问题或是使用寿命等原因而产生的，称为自然故障。如果加强对机床的日常检查、维修和保养，及时发现一些非正常因素，并给予及时的修复或更换处理，就可以将故障消灭在萌芽状态，防患于未然，使机床少出甚至不出故障，以保护设备的正常运行。

机床的日常维护保养包括电动机和控制设备的日常维护保养。

(1) 电动机的日常维护保养

1) 电动机应保持表面清洁，进、出风口必须保持畅通无阻，不允许水滴、油污或金属屑等任何异物掉入电动机内部。

2) 经常检查运行中的电动机负载电流是否正常，用钳形电流表查看三相电流是否平衡，三相电流中的任何一相与其三相平均值相差，空载时不允许超过 10%，满载时不允许超过 3%。

3) 对工作在正常环境条件下的电动机应定期用绝缘电阻表检查其绝缘电阻；对工作在潮湿、多尘及含有腐蚀性气体等环境条件下的电动机，更应经常检查其绝缘电阻。根据国标 GB 755—2008 和 GB 14711—2013 规定：在热状态时，绝缘电阻（单位为 $M\Omega$ ）应大于或等于 $1/1000 \times$ 额定电压（单位为 V）；在常温状态时，低压电机应 $\geq 5M\Omega$ ，高压电机应 $\geq 50M\Omega$ 。若发现电动机的绝缘电阻达不到规定要求时，应采取相应措施处理，使其符合规定要求，方可继续使用。

4) 经常检查电动机的接地装置，使之保持牢固可靠。

5) 经常检查电源电压是否与铭牌相符，三相电源电压是否对称。

6) 经常检测电动机的温升是否正常。

7) 经常检查电动机的振动、噪声是否正常，有无异常气味、冒烟等现象。一旦发现，应立即停车检修。

8) 经常检查电动机轴承是否有过热、润滑脂不足或磨损等现象，轴承的振动和转向位移不得超过规定值。应定期清洗检查，定期补充或者更换轴承润滑脂（一般一年左右更换一次）。

9) 对绕线转子电动机，应检查电刷与集电环接触面，并校正电刷弹簧压力。一般电刷与集电环的接触面的面积不应小于全面积的 75%；电刷压强应为 $15000 \sim 25000Pa$ ；刷握和集电环间应有 $2 \sim 4mm$ 间距；电刷与刷握内壁应保持 $0.1 \sim 0.2mm$ 游隙；磨损严重者需更换。

10) 对直流电动机，应检查换向器表面是否光滑圆整，有无机械操作或火花灼伤。若沾

有炭粉、油污等杂物，要用干净柔软的白布蘸酒精擦去。换向器在负荷长期运行后，其表面会产生一层均匀的深褐色氧化膜，这层薄膜具有保护换向器的功效，切忌用砂布磨去。但当换向器表面出现明显的灼痕或因火花烧损出现凹凸不平的现象时，则需要对其表面用零号砂布进行细心的研磨或用车床重新车光，而后再将换向器片间的云母下刻 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 深，并将表面的毛刺、杂物清理干净后，方能重装配使用。

11) 检查机械传动装置是否正常，联轴器、带轮或传动齿轮是否跳动。

12) 检查电动机的引出线是否绝缘良好、连接可靠。

(2) 控制设备的日常维护保养

1) 电气柜的门、盖、锁及门框周边的耐油密封垫均应良好。门、盖应关闭严密，柜内应保持清洁，不得有水滴、油污和金属屑等进入电气柜内，以免损坏电器造成事故。

2) 操纵台上的所有操纵按钮、主令开关的手柄、信号灯及仪表护罩都应保持清洁完好。

3) 检查接触器、继电器等电器的触头系统是否良好，有无噪声、卡住或迟滞现象。

4) 检查试验位置开关能否起位置保护作用。

5) 检查各电器的操作机构是否灵活可靠，有关整定值是否符合要求。

6) 检查各线路接头与端子板的连接是否可靠，各部件间的连接导线、电缆或保护导线的软管不得被冷却液、油污等腐蚀，管接头处不得产生脱落或散头等现象。

7) 检查电气柜及导线通道的散热情况是否良好。

8) 检查各类指示信号装置和照明装置是否完好。

9) 检查机床和机械上所有裸露导体件是否接到保护接地专用端子上，是否达到了保护电路连续性的要求。

(3) 机床的维修保养周期 对设置在电气柜内的电器元件，一般不经常进行开门监护，主要是靠定期的维护保养来实现机床较长时间的安全稳定运行。其维护保养的周期应根据机床的结构、使用情况出现及环境条件等来确定，一般可采用配合工业机械的一、二级保养同时进行其机床的维护保养工作。

1) 配合工业机械一级保养进行机床的维护保养工作。如金属切削机床的一级保养一般一季度左右进行一次，此时可对机床电气柜内的电器元件进行如下维护保养：

① 清扫电气柜内的积灰异物。

② 修复或更换即将损坏的电器元件。

③ 整理内部接线，使之整齐美观。特别是在平时应急修理处，应尽量复原成正规状态。

④ 紧固熔断器的可动部分，使之接触良好。

⑤ 紧固接线端子和电器元件上的压线螺钉，使所有压接线头牢固可靠，以减小接触电阻。

⑥ 对电动机进行小修和中维修检查。

⑦ 通电试车，使电器元件的动作程序正确可靠。

2) 配合工业机械二级保养进行机床维护保养工作。如金属切削机床的二级保养一般一年左右进行一次，此时可对机床电气柜内的电器元件进行如下维护保养工作：

① 机床一级保养时，对机床电器所进行的各项维护保养工作，在二级保养时仍需要照例进行。

② 检修有明显噪声的接触器和继电器，找出原因并修复后方可继续使用，否则应更换



新器件。

③ 校验热继电器，看其是否能正常工作，校验结果应符合热继电器的动作特性。

④ 检验时间继电器，看其延时时间是否符合要求。如误差超过允许值，应调整或修理，使之重新达到要求。

3. 电气故障检修的一般方法

尽管对机床采取了日常维护保养工作，降低了电气故障的发生率，但绝不可能杜绝电气故障的发生。因此，维修电工不但要掌握机床的日常维护保养，同时还要学会正确的检修方法。下面介绍电气故障发生后的一般分析和检修方法。

(1) 检修前的故障调查 当工业机械发生电气故障后，切忌盲目随便动手检修。在检修前，通过问、看、听、摸来了解故障前后的操作情况和故障发生后出现的异常现象，以使根据故障现象判断出故障发生的部位，进而准确地排除故障。

问：询问操作者故障前后电路和设备的运行状况及故障发生后的症状，如故障是经常发生还是偶尔发生；是否有响声、冒烟、火花、异常振动等征兆；故障发生前有无切削力过大和频繁地起动、停止、制动等情况；有无经过保养检修或改动线路等。

看：察看故障发生前是否有明显的征兆，如各种信号异常、有指示装置的熔断器熔断、保护电器脱扣运作、接线脱落、触头烧蚀或熔焊、线圈过热烧毁等。

听：在线路还能运行和不扩大故障范围、不损坏设备的前提下，可通电试车，细听电动机、接触器和继电器等电器的声音是否正常。

摸：在刚切断电源后，触摸检查电动机、变压器、电磁线圈及熔断器，看是否有过热现象。

(2) 用逻辑分析法确定并缩小故障范围 检修简单的电气控制线路时，对每个电器元件、每根导线逐一进行检查，一般能很快找到故障点。但对复杂的电路而言，往往有上百个电器元件、成千条连线，若取逐一检查的方法，不仅需要大量的时间，而且也容易漏查。在这种情况下，若根据电路图，采用逻辑分析法，对故障现象做具体分析，找出可疑范围，提高维修的针对性，就可以收到准而快的效果。分析电路时，通常先从主电路入手，了解工业机械各运动部件和机构采用了几台电动机拖动，与每台电动机相关的电器元件有哪些，采用了何种控制，然后根据电动机主电路的用电器元件的文字符号、图区号及控制要求，找到相应的控制电路。在此基础上，结合故障现象和线路工作原理，进行认真分析排查，即可迅速判定故障发生的可能范围。

当故障的可疑范围较大时，不必按部就班地逐级进行检查，这时可在故障范围内的中间环节进行检查，来判断故障空间是发生在哪一部分，从而缩小故障范围，提高检修速度。

(3) 对故障范围进行外观检查 在确定了故障发生的可能范围后，可对范围内的电器元件及连接导线进行外观检查，例如：熔断器的熔体熔断，导线接头松动或脱落，接触器和继电器的触头脱落或接触不良、线圈烧坏使表层绝缘纸烧焦变色、烧入的绝缘清漆流出，弹簧脱落或断裂，电气开关的运作机械受阻失灵等，都能明显地表明故障点所在。

(4) 用试验法进一步缩小故障范围 经外观检查未发现故障点，可根据故障现象，结合电路图分析故障原因，在不扩大故障范围、不损伤电气和机械设备的条件下，进行直接通



电试验，或除去负载通电试验，以分清楚故障可能是在电气部分还是机械等其他部分；是在电动机上还是在控制设备上；是在主电路上还是在控制电路上。一般情况下先检查控制电路，具体做法是：操作某一按钮或开关时，线路中有关的接触器、继电器将按规定的运作顺序进行工作。若依次运作到某一电器元件时，发现运作不符合要求，即说明电器元件或其相关电路有问题。再在此电路中进行逐项分析和检查，一般便可发现故障。待控制电路的故障排除恢复正常后，再接通主电路，检查控制电路对主电路的控制效果，观察主电路的工作情况有无异常等。

在通电试验时，必须注意人身和设备的安全。要遵守安全操作规程，不得随意触动带电部部分，要尽可能切断电动机主电路电源，只在控制电路带电的情况下进行检查；如需电动机运转，则应使电动机空载下运行，并预先充分估计到局部线路运作后可能发生的不良后果。

(5) 用测量法确定故障点 测量法是维修电工工作中用来准确确定故障点的一种行之有效的检查方法。常用的测量工具和仪表有校验灯、验电笔、万用表、钳形电流表、绝缘电阻表等，主要通过对电路进行带电或断电时的有关参数（如电压、电阻、电流等）的测量，来判断电器元件的好坏、设备的绝缘情况以及线路的通断情况。随着科学技术的发展，测量手段也在不断更新。例如，在晶闸管—电动机自动调整系统中，利用示波器来观察晶闸管整流装置的输出波形、触发电路的脉冲波形，就能很快地判断系统的故障所在。

在用测量法检查故障点时，一定要保证各种测量工具和仪表完好、使用方法正确，还要注意感应电、回路电压及其他并联支路的影响，以免产生误判断。

下面再介绍几种常用的测量方法。

1) 电压分段测量法 首先把万用表的转换开关置于交流电压 500V 的档位上，然后按如下方法进行测量。

先用万用表测量如图 1-9 所示 0-1 两点间的电压，若为 380V，则说明电源电压正常。然后一人按下起动按钮 SB2，若接触器 KM1 不吸合，则说明电路有故障。这时另一人可用万用表的红、黑两支表笔逐段测量相邻两点 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6、6-0 之间的电压，根据其测量结果即可找出故障点。见表 1-1。

表 1-1 电压分段测量法

故障现象	测试状态	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-0	故障点
按下 SB2， KM1 不吸合	按下 SB2 不放	380V	0	0	0	0	0	FR 常闭触头接触不良或误动作
		0	380V	0	0	0	0	SB1 常闭触头接触不良
		0	0	380V	0	0	0	SB2 常开触头接触不良
		0	0	0	380V	0	0	KM2 常闭触头接触不良
		0	0	0	0	380V	0	SQ 常闭触头接触不良
		0	0	0	0	0	380V	KM1 线圈断路

2) 电阻分段测量法。测量检查时，首先切断电源，然后把万用表的转换开关置于倍率适当的电阻档，并逐段测量如图 1-10 所示的相邻两点 1-2、2-3、3-4（测量时由一人按下 SB2）、4-5、5-6、6-0 之间的电阻。如果测得两点间的电阻值很大，即说明该两点间接触不良或导线断路。见表 1-2。



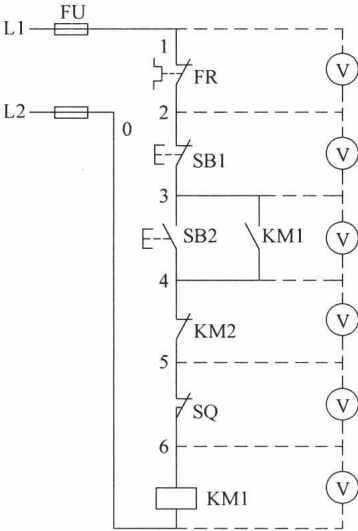


图 1-9 电压分段测量法

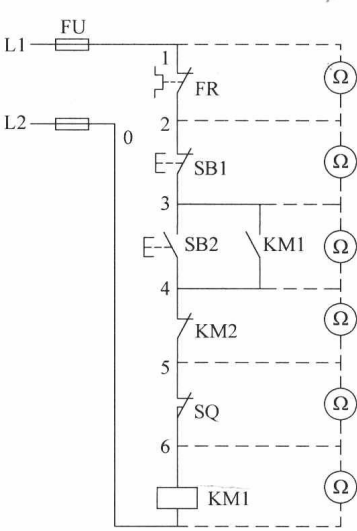


图 1-10 电阻分段测量法

表 1-2 电阻分段测量法

故障现象	测量点	电阻值	故障点
按下 SB2,KM1 不吸合	1-2	无穷大	FR 常闭触头接触不良或误动作
	2-3	无穷大	SB1 常闭触头接触不良
	3-4	无穷大	SB2 常开触头接触不良
	4-5	无穷大	KM2 常闭触头接触不良
	5-6	无穷大	SQ 常闭触头接触不良
	6-0	无穷大	KM1 线圈断路

电阻分段测量法的优点是安全，缺点是测量电阻值不准确时，易造成判断错误，为此应注意以下几点：

- ① 用电阻分段测量法检查故障时，一定要先切断电源。
- ② 所测量电路若与其他电路并联，必须将该电路与其他电路断开，否则所测电阻值不准确。

- ③ 测量高电阻元件时，要将万用表的电阻档转换到适当档位。
- 3) 短接法 机床机床的常见故障为断路故障，如导线断路、虚连、虚焊、触头接触不良、熔断器熔断等。对这类故障，除用电压法和电阻法检查外，还有一种更为简便可靠的方法，就是短接法。检查时，用一根绝缘良好的导线，将所怀疑的断路部位短接，若短接到某处电路接通，则说明该处断路。
- ① 局部短接法：检查前，先用万用表测量如图 1-11 所示 1-0 两点间的电压，若电压正常，可一人按下起动按钮 SB2 不放，然后另一个人用一根绝缘良好的导线，分别短接标号相邻的两点 1-2、2-3、3-4、4-5、5-6（注意不要短接 6-0 两点，否则造成短路），当短接某两点时，接触器 KM1 吸合，即说明断路故障就在该两点之间，见表 1-3。