



面向21世纪全国高职高专机电类规划教材

设备控制技术

SHEBEI KONGZHI JISHU

赵敏 主编
孙志平 副主编
李超 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

面向 21 世纪全国高职高专机电类规划教材

设备控制技术

赵 敏 主 编

孙志平 副主编

孙红雨 参 编

李 超 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书根据高职高专教育的特点,从实用的角度出发,加强机械、电气、液压的相互渗透,并参照行业职业技能鉴定及中级技术工人等级考核标准,突出培养学生实际应用能力。

全书内容共分为7章,主要介绍了设备控制技术的发展;常用低压电器和液压元件的工作原理、作用、图形文字符号及使用方法;继电器接触式控制基本环节;可程序逻辑控制技术;典型设备控制技术;计算机控制技术等。本书部分章节安排了“教学重点”、“技能实训”、“本章小结”、“思考与练习”等内容,将技能考核的基本内容通过实训内容融入其中,供读者参考练习。

本书可作为高职高专院校相关专业学生专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学指导书。

图书在版编目(CIP)数据

设备控制技术/赵敏主编. —北京:北京大学出版社, 2006.3

(面向21世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 7-301-09962-2

I. 设… II. 赵… III. 机械设备—控制系统—高等学校—教材 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第132692号

书 名: 设备控制技术

著作责任者: 赵敏 主编

责任编辑: 温丹丹 董超

标准书号: ISBN 7-301-09962-2/TH·0046

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印刷者: 世界知识印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 13.5印张 280千字

2006年3月第1版 2006年3月第1次印刷

定 价: 22.00元

前 言

随着装备制造业的发展,以电子技术、计算机技术等为代表的高新技术促使设备控制技术不断发展。高职高专机械类专业的教学内容也在不断更新,尤其是设备控制技术是一门新设立的跨机械和电气两个专业的综合课程,更适应了当今对实用技能型人才培养的要求。

本书是高职高专机电类规则教材之一,主要面向机械制造、数控及相关专业的学生,也适合非学历教育及相关行业岗位培训教材或自学指导书。作为一门将液压、机床电气控制、可编程控制技术、计算机控制技术等综合在一起的课程,内容安排上力求循序渐进、由浅入深,更多地应用图文、图表使文字表达通俗易懂。全书重点介绍了应掌握的基本电器元件、液压元件、基本控制环节、可编程控制器的必备知识,同时有侧重地介绍了典型设备控制技术、可编程控制器的实际应用,便于学生将跨学科内容有机联系、相互贯通。另外,为使读者了解更新的控制技术知识,本书还简单介绍了低压电子电器、计算机控制技术等内容。根据高职高专教育主要培养学生的基本技能和应用能力这一特点,本书参照行业职业技能鉴定及中级技术工人等级考核标准,每章编写了技能实训,突出培养学生实际应用能力。

全书内容共分为7章,主要介绍了设备控制技术的发展;常用低压电器和液压元件的工作原理、作用、图形文字符号及使用方法;继电接触式控制基本控制环节;可编程序逻辑控制技术;典型设备控制技术;计算机控制技术等。每章均安排了“教学重点”、“技能实训”、“本章小结”、“思考与练习”等内容,将技能考核的基本内容通过实训内容融入其中,供读者参考练习。

本书由赵敏副教授任主编,孙志平任副主编,孙红雨参与编写。其中,第1、2、3、6章由赵敏编写,第5、7章由孙志平编写,第4章由孙红雨编写。赵敏统稿。李超副教授在百忙中抽出时间,认真审阅了全书,并提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。本书参考了大量文献资料,也向这些作者表示衷心感谢!

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者不吝赐教。

编 者
2005年10月

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	设备控制技术的发展概况	1
1.2	本课程的性质与任务	3
第 2 章	常用低压电器	4
2.1	开关	4
2.1.1	刀开关	4
2.1.2	组合开关	5
2.2	熔断器	7
2.3	断路器	8
2.4	主令电器	10
2.4.1	按钮	11
2.4.2	行程开关	12
2.5	接触器	12
2.6	继电器	15
2.6.1	电流继电器、电压继电器和中间继电器	15
2.6.2	时间继电器	18
2.6.3	热继电器	20
2.6.4	速度继电器	22
2.7	低压电子电器	23
2.7.1	接近开关	23
2.7.2	晶体管时间继电器	24
2.7.3	固态保护继电器	25
2.7.4	晶闸管自动开关	26
2.8	技能实训	26
2.8.1	实训目的	26
2.8.2	实训内容	27
2.8.3	实训步骤	27
2.8.4	注意事项	28
2.9	本章小结	28

2.10 思考与练习	29
第3章 继电接触式控制基本环节	30
3.1 电气控制系统图概述	30
3.1.1 电气控制系统图	30
3.1.2 电气原理图	30
3.1.3 绘制电气控制系统图应遵循的原则	31
3.1.4 电气安装图	31
3.2 三相异步电动机全压启动控制电路	31
3.2.1 刀开关控制电路	32
3.2.2 接触器控制电路	32
3.3 三相异步电动机正反转控制电路	36
3.3.1 接触器互锁控制的正反转控制电路	36
3.3.2 按钮互锁控制的正反转控制电路	37
3.3.3 按钮、接触器复合(双重)互锁的正反转控制电路	37
3.3.4 行程开关控制的正反转控制电路	38
3.4 三相异步电动机降压启动控制电路	39
3.4.1 定子电路串电阻降压启动控制电路	39
3.4.2 Y- Δ 降压启动控制电路	40
3.4.3 自耦变压器(补偿器)降压启动控制电路	42
3.5 三相异步电动机双速控制	43
3.5.1 电动机磁极对数的改变	43
3.5.2 双速电动机控制电路	44
3.6 三相异步电动机电气制动控制电路	45
3.6.1 反接制动控制电路	45
3.6.2 能耗制动控制电路	47
3.7 技能实训	48
3.7.1 实训目的	48
3.7.2 实训内容	48
3.7.3 实训步骤	48
3.7.4 注意事项	49
3.8 本章小结	50
3.9 思考与练习	51
第4章 液压传动控制技术	52
4.1 液压传动的工作原理及组成	52
4.1.1 液压传动的工作原理	52

4.1.2 液压系统的组成.....	53
4.2 液压传动基本概念.....	54
4.2.1 液体静力学.....	54
4.2.2 液体动力学.....	55
4.3 液压元件.....	56
4.3.1 液压泵.....	57
4.3.2 液压缸.....	60
4.3.3 液压控制阀.....	63
4.4 液压基本回路.....	70
4.4.1 压力控制回路.....	71
4.4.2 速度控制回路.....	74
4.4.3 方向控制回路.....	75
4.5 液压传动系统应用实例.....	76
4.6 技能实训.....	80
4.6.1 液压泵、液压缸及液压阀的拆装.....	80
4.6.2 液压系统的安装.....	81
4.7 本章小结.....	84
4.8 思考与练习.....	85
第5章 可编程序逻辑控制技术.....	89
5.1 可编程序逻辑控制器(PLC)概述.....	89
5.1.1 PLC的诞生与发展.....	89
5.1.2 PLC的定义.....	90
5.1.3 PLC的性能指标及分类.....	90
5.1.4 PLC的特点.....	91
5.1.5 PLC的编程语言.....	92
5.2 PLC的组成与工作原理.....	94
5.2.1 PLC的基本结构.....	94
5.2.2 PLC的工作原理.....	96
5.2.3 S7-200系列PLC性能简介.....	98
5.2.4 S7-200系列PLC安装接线.....	99
5.3 PLC的指令系统.....	103
5.3.1 PLC的程序结构.....	103
5.3.2 S7-200 PLC的编程元件及寻址方式.....	104
5.3.3 位逻辑指令.....	105
5.3.4 定时器与计数器指令.....	108

5.4	PLC 程序设计方法.....	111
5.4.1	经验设计法.....	111
5.4.2	根据继电器电路图设计法.....	112
5.4.3	顺序控制功能图设计法.....	113
5.4.4	顺序控制功能图与梯形图的转换方法.....	115
5.5	PLC 的应用.....	119
5.5.1	锅炉引风机和鼓风机的 PLC 控制举例.....	119
5.5.2	简易的搬运机械手的 PLC 设计举例.....	121
5.6	OMRON 公司 C 系列 PLC 简介.....	127
5.6.1	C 系列 PLC 简介.....	127
5.6.2	CPM1A 型 PLC 系列的组成及主要技术性能.....	128
5.6.3	CPM1A 型 PLC 的编程元件及数据区.....	128
5.6.4	CPM1A 型 PLC 的指令系统.....	128
5.6.5	CPM1A 型 PLC 的编程举例.....	129
5.7	技能实训.....	133
5.7.1	实训目的.....	133
5.7.2	实训内容.....	133
5.7.3	实训步骤.....	134
5.8	本章小结.....	135
5.9	思考与练习.....	137
第 6 章	典型设备控制技术.....	140
6.1	概述.....	140
6.2	CA6140 型卧式车床电气控制线路.....	141
6.2.1	CA6140 型车床的主要结构及运动形式.....	141
6.2.2	CA6140 型车床对电气线路的主要要求.....	142
6.2.3	车床电气控制线路分析.....	142
6.2.4	CA6140 型车床控制线路故障检查及排除.....	144
6.3	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路.....	145
6.3.1	Z3040 型摇臂钻床的主要结构及运动形式.....	146
6.3.2	Z3040 型钻床对电气线路的主要要求.....	146
6.3.3	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路.....	147
6.3.4	Z3040 摇臂钻床常见故障的检查与排除.....	150
6.4	M7120 型平面磨床电气控制.....	151
6.4.1	M7120 型平面磨床的主要结构及运动形式.....	152
6.4.2	磨床对电气线路的主要要求.....	153

6.4.3	M7120 型平面磨床电气控制线路分析.....	153
6.4.4	M7120 型平面磨床常见故障的检查及排除.....	155
6.5	X62W 万能铣床电气控制.....	157
6.5.1	X62W 万能铣床的主要结构与运动形式.....	157
6.5.2	X62W 万能铣床对电气控制线路的主要要求.....	158
6.5.3	X62W 万能铣床电气控制线路分析.....	158
6.5.4	电气线路故障检查及排除.....	162
6.6	15/3 吨交流桥式起重机简介.....	163
6.6.1	15/3 吨交流桥式起重机的基本结构及运动形式.....	163
6.6.2	15/3 吨交流桥式起重机电气控制及保护装置.....	163
6.6.3	起重机的维护保养.....	164
6.6.4	起重机电气设备的小修.....	165
6.7	机—电—液联合控制实例.....	167
6.7.1	机械部分.....	168
6.7.2	液压系统.....	168
6.7.3	电气控制系统.....	170
6.7.4	用 PC 改造 CB7620 继电器电气控制系统.....	173
6.8	技能实训.....	176
6.8.1	实训目的.....	176
6.8.2	实训内容.....	176
6.8.3	实训步骤.....	176
6.8.4	注意事项.....	177
6.9	本章小结.....	177
6.10	思考与练习.....	178
第 7 章	计算机控制技术.....	179
7.1	计算机控制系统概述.....	179
7.1.1	常规控制系统.....	179
7.1.2	计算机控制系统.....	180
7.2	计算机控制系统的组成.....	181
7.2.1	计算机控制系统的硬件构成.....	182
7.2.2	计算机控制系统的软件构成.....	183
7.3	计算机控制系统的分类.....	184
7.3.1	按调节规律分类.....	184
7.3.2	按控制功能分类.....	185
7.4	计算机控制系统的发展趋势.....	188

7.4.1 计算机控制系统的发展历程	188
7.4.2 先进的计算机控制系统	189
7.5 计算机控制系统设计概述	191
7.5.1 计算机控制系统设计的基本要求和特点	191
7.5.2 计算机控制系统的设计方法及步骤	192
7.6 技能实训	194
7.6.1 实训目的	194
7.6.2 实训内容	194
7.6.3 实训步骤	194
7.7 本章小结	194
7.8 思考与练习	196
附录	197
参考文献	204

第 1 章 绪 论

1.1 设备控制技术的发展概况

设备控制技术是随着科学技术的不断发展、生产工艺不断提出新的要求而得到迅速发展的，它是对生产现场中所使用的各种设备进行控制，从而使设备按照规定的加工与制造工艺要求完成相应动作的技术，包括机械运动、液压传动、气压传动和电气传动及其控制等实用技术。这些技术的集成使用，大大提高了生产设备的制造能力、技术水平和控制的自动化程度，其中电气控制技术的发展与应用更为突出。

19 世纪末，直流发电机、交流发电机、直流电动机、交流电动机相继问世，揭开了电气控制技术的序幕。作为生产机械动力的电机拖动，已由最早的采用成组拖动方式——单独拖动方式——生产机械的不同运动部件分别由不同电机拖动的多电动机拖动方式，多电动机拖动的电气控制系统不但可对各台电动机的启动、制动、反转、停车等进行控制，还具有对各台电动机之间实行协调、联锁、顺序切换、显示工作状态等功能。对生产过程比较复杂的系统还要求对影响产品质量的各种工艺参数（如温度、压力、流量、速度、时间等）能够自动测量和自动调节，这样就构成了功能相当完善的电气自动化系统。总之，电气控制技术从最早的手动控制发展到自动控制，从简单的控制设备发展到复杂的控制系统，从有触点的硬接线继电器控制系统发展到以计算机为中心的软件控制系统。现代电气控制技术综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等许多先进的科学技术成果。

继电接触式控制系统主要由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成，其控制方式是断续的，所以又称为断续控制系统。由于这种系统具有结构简单、价格低廉、容易维护、抗干扰能力强等优点，至今仍是机床和其他许多机械设备广泛采用的基本电气控制形式，也是学习更先进电气控制系统的基础。这种控制系统的缺点是采用固定接线方式，灵活性差，工作频率低，触点易损坏，可靠性差。

从 20 世纪 30 年代开始，机械加工企业为了提高生产效率，采用机械化流水作业的生产方式，对不同类型的零件分别组成自动生产线。随着产品机型的更新换代，生产线承担的加工对象也随之改变，这就需要改变控制程序，使生产线的机械设备按新的工艺过程运行，而继电接触器控制系统是采用固定接线的，很难适应这个要求。大型自动生产线的控

制系统使用的继电器数量很多,这种有触点的电器工作频率较低,在频繁动作情况下寿命较短,从而造成系统故障,使生产线的运行可靠性降低。为了解决这个问题,20世纪60年代初期利用电子技术研制出矩阵式顺序控制器和晶体管逻辑控制系统来代替继电器接触器控制系统,对复杂的自动控制系统则采用电子计算机控制,由于这些控制装置本身存在某些不足,均未能获得广泛应用。1968年美国最大的汽车制造商——通用汽车(GM)公司为适应汽车型号不断更新,提出把计算机的完备功能、灵活性、通用性好等优点和继电器接触器控制系统的简单易懂、操作方便、价格低等优点结合起来,做成一种能适应工业环境的通用控制装置,并把编程方法和程序输入方式加以简化,使得不熟悉计算机的人员也能很快掌握它的使用技术。根据这一设想,美国数字设备公司(DEC)于1969年率先研制出第一台可编程逻辑控制器(PLC),在通用汽车公司的自动装配线上试用获得成功。从此以后,许多国家的著名厂商竞相研制,各自形成系列,而且品种更新很快,功能不断增强,从最初的逻辑控制为主发展到能进行模拟量控制,具有数据运算、数据处理和通信联网等多种功能。PLC另一个突出优点是可靠性很高,平均无故障运行时间可达10万小时以上,可以大大减少设备维修费用和停产造成的经济损失。当前PLC已经成为电气自动控制系统中应用最为广泛的核心装置。

液压传动具有易于实现直线往复运动、旋转运动和摆动,运动平稳,冲击小,易于实现无级调速,以及调速范围宽等优点。因此,液压传动在运输机械、起重机械、矿山机械、农业机械、各种加工机床、机械手与机器人、飞行器等各行业中有广泛应用。随着计算机技术的发展,液压技术开始向高压、高速、大功率、高效率、低噪声、高度集成化等方向发展。

数控技术在电气自动控制中占有十分重要的地位。1952年美国研制成第一台三坐标数控铣床,它综合应用了当时电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等多方面最新技术成就,成为一种新型的通用性很强的高效自动化机床,它标志着机械制造技术进入了一个新阶段。随着微电子技术的发展,由小型或微型计算机再加上通用或专用大规模集成电路组成的计算机数控(CNC)装置性能更为完善,几乎所有的机床品种都实现了数控化,出现了自动更换刀具功能的数控加工中心(MC)机床,工件在一次装夹中可以完成多种工序的加工。数控技术还在机械绘图、坐标测量机、激光加工机、火焰切割机等设备上得到了广泛的应用,取得了良好的效果。

20世纪70年代出现了计算机群控系统,即直接数控(DNC)系统,由一台较大型的计算机控制与管理多台数控机床和数控加工中心,能完成多品种、多工序的产品加工。在此基础上,增加刀具和工件在加工时便于储存装置之间的装卸输送系统及必要的检测设备,由计算机对整个系统进行控制和管理,这样就构成了柔性制造系统(FMS)。近年来又出现了计算机集成制造系统(CIMS),综合运用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、智能机器人等多项高技术,形成了从产品设计到制造的智能化生产的完整体系,将自动制造技术推进到更高的水平。

回顾一个世纪以来设备控制技术的发展概况,设备控制的发展始终伴随着社会生产规模的扩大、生产水平的提高而前进的,设备控制技术的进步反过来又促进了社会生产力的进一步提高;从另一方面看,设备控制技术又是将微电子技术、电力电子技术、检测传感技术、机械制造技术、机械传动、液压及气压传动等紧密联系在一起。当前科学技术继续在突飞猛进,向前发展,设备控制技术必将达到更高的水平。

1.2 本课程的性质与任务

本课程是一门实用性很强的专业课,是一门工程技术人员的必修课。主要内容是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍继电器、接触器控制系统和 PLC 控制系统的工作原理、典型机械的电气控制线路。另外,还介绍了设备控制技术中液压元件及液压传动系统,对计算机控制技术也进行了简单介绍。当前 PLC 控制系统应用十分普遍,已经成为实现工业自动化的主要手段。但是,一方面,根据我国当前情况,继电器接触器控制系统仍然是机械设备中最常用的电气控制方式,而且低压电器正在向小型化、长寿命发展,出现了功能多样的电子式电器,使继电器接触器控制系统性能不断提高,因此它在今后的电气控制技术中仍然占有相当重要的地位;另一方面,PLC 是计算机技术与继电器接触器控制技术相结合的产物,而且 PLC 的输入、输出仍然与低压电器密切相关,因此掌握继电器接触器控制技术也是学习和掌握 PLC 应用技术所必需的基础。

该专业课程的目标是培养实际应用的能力,具体要求是:

- (1) 熟悉常用控制电器的结构原理、用途,具有合理选择、使用主要控制电器的能力;
- (2) 熟练掌握继电器接触器控制线路的基本环节,具有阅读和分析电气控制线路的工作原理的能力;
- (3) 熟悉典型设备的电气控制系统,具有从事电气设备安装、调试、维修和管理等知识;
- (4) 掌握 PLC 的基本原理及编程方法,能够根据工艺过程和控制要求进行系统设计和编写应用程序;
- (5) 了解液压元件的工作原理及特性,熟悉液压传动系统的基本原理;
- (6) 能阅读设备传动控制系统图;
- (7) 了解计算机控制应用技术;
- (8) 具有设计和改进一般安全机械设备电气控制线路的基本能力。

第2章 常用低压电器

教学重点 本章主要介绍接触器、继电器、负荷开关、断路器、主令电器等常用低压电器的基本结构、工作原理、图形文字符号及选用等内容,以便正确使用与维护低压电器;另外,还简单介绍了新型的低压电子电器。

2.1 开 关

低压电器通常是指工作在交流 50 Hz、额定电压 1200 V 以下,直流额定电压 1500 V 以下的电路中起接通、断开、保护、控制、调节或转换作用的电器设备。如接触器、继电器、开关、按钮等低压电器是电气控制系统的基本组成元件。

开关是配电电器的一种,用于隔离、接通、转换和分断电源,常用的有刀开关、组合开关等。

2.1.1 刀开关

刀开关俗称闸刀开关,是一种结构较为简单的手控低压配电电器,其应用非常广泛。主要用来手动接通与断开交、直流电路电器设备的工作电源。

刀开关按刀的极数可分单极、双极和三极刀开关;按灭弧装置可分为不带灭弧罩的刀开关和带灭弧罩的刀开关;按操作方式可分远距离连杆式刀开关和直接手动式刀开关。

常用的产品有 HK 系列闸刀开关;HH 系列封闭式负荷开关;HR 系列熔断器刀开关等。机床上常用的三极开关长期允许通过的电流有 100 A、200 A、400 A、600 A、1000 A 五种。

刀开关主要由操作手柄、动触头、静夹座、进线座和出线座等组成。

刀开关基本结构如图 2-1、2-2 所示。

刀开关主要根据电源种类、电压等级、负荷容量、所需极数及使用场合等来选用。例如:一般照明电路中,可用额定电压 220 V,额定电流不小于电路最大工作电流的双极式刀开关;在小容量电力拖动控制系统中,可用额定电压为 380 V,额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极式刀开关。

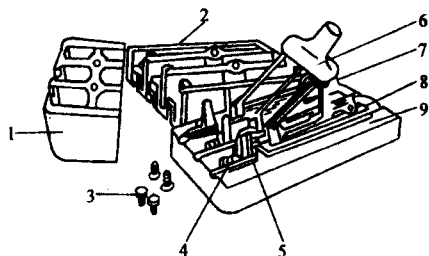


图 2-1 HK 系列开启式刀开关基本结构

1—上胶盖 2—下胶盖 3—胶盖紧固螺钉 4—进线座
5—静触点 6—瓷手柄 7—动触点 8—出线端 9—瓷座

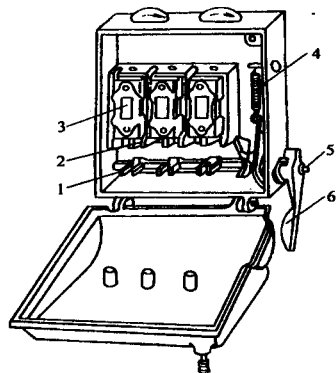
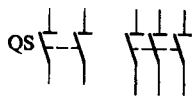


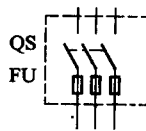
图 2-2 HH 系列封闭式刀开关基本结构

1—闸刀 2—夹座 3—熔断器
4—速断弹簧 5—转轴 6—手柄

刀开关图形及文字符号如图 2-3 所示。



(a) 双极和三极刀开关



(b) 带熔断器的刀开关

图 2-3 刀开关图形及文字符号

2.1.2 组合开关

组合开关又叫转换开关，是由多组结构相同的触点组件组合而成的控制电器，它和刀开关一样都属于手动控制电器，其外形基本结构如图 2-4 所示。

组合开关常用在机床的控制电路中，作为电源的引入开关，又称电源隔离开关，组合开关也可作为控制 5 kW 以下小容量电动机的直接启动、正反转、变速换向、星形-三角形启动等的控制开关。当用于控制电动机正反转时，在从正转切换到反转时，必须先经过停止位，等到电机停止后，再切换到反转位置。

组合开关有单极、双极和多极之分。它由动触片、静触片、转轴、手柄、凸轮、绝缘杆等部件组成。当转动手柄时，每层的动触片随转轴一起转动，代替了闸刀开关的推合和拉开，使动触片分别和静触片保持接通和分断。在开关的转轴上装有弹簧，能使开关快速闭合和分断。

组合开关外形基本结构如图 2-4 所示, 图 2-5 所示为组合开关文字及图形符号。

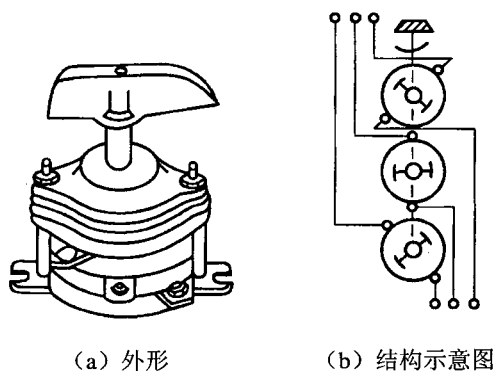


图 2-4 组合开关的基本结构

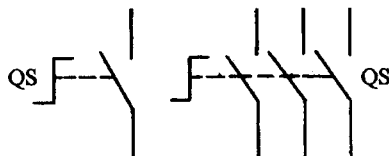


图 2-5 组合开关的文字及图形符号

在选择组合开关时应考虑: 根据实际情况选择电源的种类、电压等级、容量、额定电流和触点极数。

当用于控制照明电路时, 额定电流应不小于电路中各负载电流之和。

当用于控制 7 kW 以下电动机的启动、停止时, 组合开关的额定电流等于电动机额定电流的 3 倍。若不直接用于启动和停机时, 其额定电流只要稍大于电动机的额定电流即可。

有一种不但能接通和断开电源, 而且还能改变电源相序的组合开关, 叫倒顺开关, 它可直接实现对小容量电动机正反转的控制。倒顺开关基本结构如图 2-6 所示, 静触点 L1、L2 和 L3 与三相电源连接, 静触点 U、V 和 W 与电动机接线端连接, 动触点固定在开关的转轴上。

倒顺开关图形符号如图 2-7 所示, 图中虚线表示手柄操作的位置线, 有实点 “•” 表示手柄位于该位置时相应的触点接通, 无实点 “•” 表示没有接通。

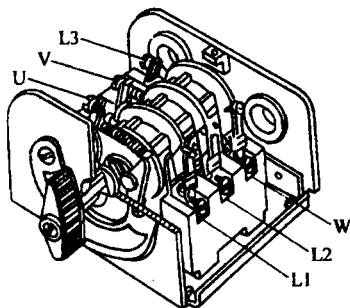


图 2-6 倒顺开关基本结构

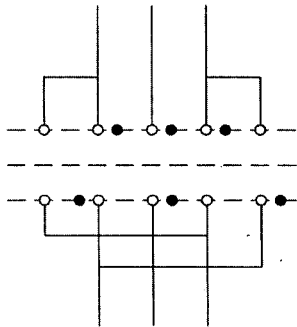


图 2-7 倒顺开关图形符号

2.2 熔断器

熔断器广泛应用于低压配电线路和电气设备中,主要起短路保护和严重过载保护作用,具有结构简单、使用维护方便、价格低廉、可靠性较高等特点。

熔断器的种类很多,按其结构形式分瓷插式熔断器、螺旋式熔断器、无填料密闭管式熔断器和有填料密闭管式熔断器。机床电气线路中常用的是 RL1 系列螺旋式熔断器及 RC1 系列插入式熔断器,其基本结构如图 2-8、2-9 所示。

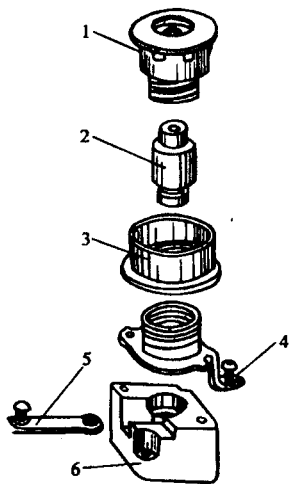


图 2-8 螺旋式熔断器基本结构

1—瓷帽 2—熔管 3—瓷套
4—上接线柱 5—下接线柱 6—底座

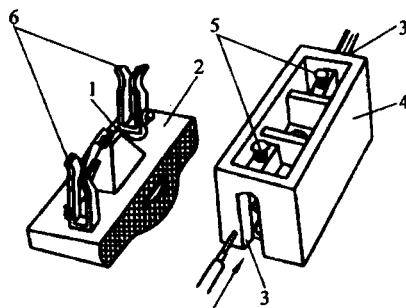


图 2-9 瓷插式熔断器基本结构

1—熔丝 2—瓷插件 3—接线端子
4—瓷底座 5—静触点 6—动触点

熔断器图形及文字符号如图 2-10 所示。

在使用时,熔断器串接在保护电路中。当电路发生短路或严重过载故障时,通过熔断器熔体的电流达到或超过其允许的正常发热电流,使熔体温度急剧上升,达到熔体金属的熔点时自动迅速熔断,从而切断电路,使电气设备不致损坏。

选择熔断器主要是选择熔断器的类型、额定电压、额定电流及熔体的额定电流。

熔断器的类型应根据线路要求、负载保护特性的短路电流和安装条件来选择。



图 2-10 熔断器
图形及文字符号