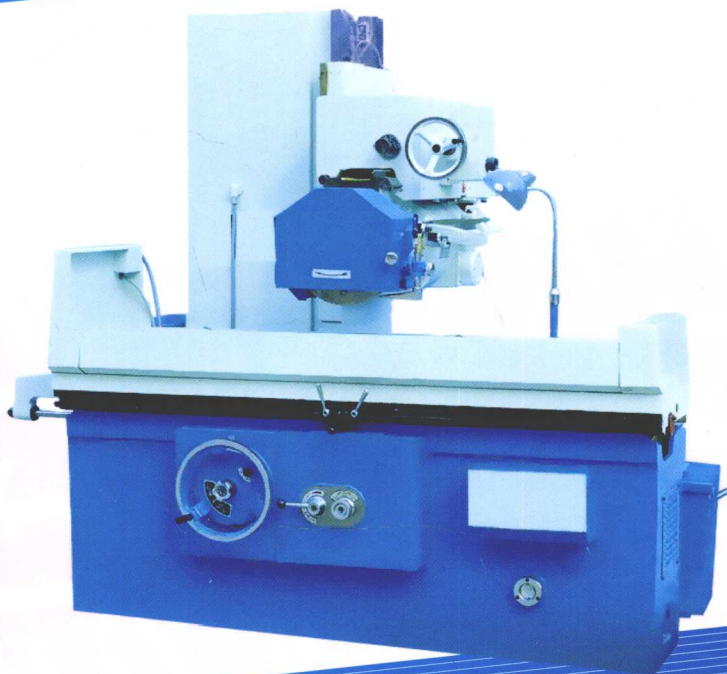


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



电气控制及PLC应用 [三菱系列]

主 编 华满香
副主编 王玺珍 冯泽虎



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

电气控制及 PLC 应用(三菱系列)

主 编 华满香
副主编 王玺珍 冯泽虎
参 编 刘小春 李庆梅 邹雄文
主 审 张 莹



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是项目式教学的特色教材,每个项目都以实际工程应用最广泛的案例引入,由浅入深地讲述相关知识和实际应用案例。全书共分两大部分。第一部分为电气控制部分,该部分以 CA6140 型普通车床电气控制电路、Z3050 型摇臂钻床电气控制、X62W 型万能铣床电气控制线路、T68 型卧式镗床电气控制线路、桥式起重机电气控制线路 5 个实际应用案例作为每个项目的引入,系统地讲述了常用低压电器的结构、原理、符号、型号及选择;典型电气控制线路的组成、原理及安装调试;最后对常用机床、桥式起重机等每个典型项目都进行了系统分析调试和常见故障排除。

第二部分是 PLC 应用部分,该部分以国内广泛使用的日本三菱 FX2N 系列 PLC 为对象,以电动机正反转 PLC 控制系统、自动门 PLC 控制系统、十字路口交通灯 PLC 控制系统、广告牌循环彩灯 PLC 控制系统 4 个 PLC 最典型应用作为项目的引入,讲述了 PLC 的结构基本组成、工作原理、常用编程器件、三菱 FX 编程软件和仿真软件的使用、基本逻辑指令、步进指令以及常用功能指令的使用技能,重点通过应用案例讲述了 PLC 程序设计的方法和技能。最后通过三菱 FX2N 系列 PLC 对 T68 型卧式镗床和 X62W 型万能铣床的改造;三菱 FX2N 系列 PLC 在电镀生产线上的的综合应用来讲述 PLC 综合控制系统的设计技能。

本书力求理论简明扼要,强调知识的应用,加强学生技能的培养。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、职工大学的电气自动化技术、数控技术及应用、机电一体化、应用电子类等专业的教材,也可供工程技术人员参考,并可作为培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制及 PLC 应用(三菱系列)/华满香主编. —北京:北京大学出版社, 2009. 9

(21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-12382-9

I. 电… II. 华… III. ①电气设备—自动控制—高等学校:技术学校—教材②可编程控制器—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TM762 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 083350 号

书 名: 电气控制及 PLC 应用(三菱系列)

著作责任者: 华满香 主编

策划编辑: 赖青

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-12382-9/TM·0006

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 三河市欣欣印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 342 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是根据学生毕业所从事职业的实际需要,确定学生应具备的知识能力结构,将理论知识和应用技能整合在一起,形成的以工作过程为导向的模块化教材。本书有如下特点:

1. 采用模块化的结构,利用项目的形式编写,内容紧密联系专业工程实际,将知识点贯穿于完成任务中。

2. 在内容的安排上,理论力求简明扼要,难易适中,加强实践内容,突出针对性、实用性和先进性。全书内容尽可能多地利用图片或现场照片,做到图文并茂,以增强直观效果。

3. 本书的各个项目来源于生产一线,具有完整的硬件设计、软件设计,还有详细的调试过程。

本书建议总课时 93 课时(包括绪论及实训课时),电气控制部分 48 课时,PLC 应用部分 44 课时。具体课时分配如下:

序号	项目内容	理论课时	实训课时	
0	绪 论	1		
1	第一部分 电气控制 部分	项目一 CA6140 型普通车床电气控制电路	8	6
2		项目二 Z3050 型摇臂钻床电气控制	6	2
3		项目三 X62W 型万能铣床电气控制线路	6	2
4		项目四 T68 型卧式镗床电气控制线路	6	2
5		项目五 桥式起重机电气控制线路	8	2
6	第二部分 PLC 应用 部分	项目六 电动机正反转 PLC 控制系统	10	6
7		项目七 自动门 PLC 控制系统	4	4
8		项目八 十字路口交通灯 PLC 控制系统	6	2
9		项目九 广告牌循环彩灯 PLC 控制系统	4	2
10		项目十 PLC 综合控制系统	4	2
	合 计	63	30	
	总 计	93		

本书由湖南铁道职业技术学院华满香副教授主编,湖南铁道职业技术学院王玺珍、淄博职业学院冯泽虎副主编,湖南铁道职业技术学院刘小春、李庆梅及中国矿业大学邹雄文参编。其中绪论、项目六、七、九和项目十由华满香编写,项目二、三、五由王玺珍编写,项目一和项目四由李庆梅编写,项目八由刘小春编写,湖南铁道职业技术学院张莹副教授主审了全书。

本书在编写过程中,参阅了许多同行专家们的论著文献。中国矿业大学邹雄文、淄博职业学院冯泽虎参与了部分内容的编写,并为我们的书稿提出了很多宝贵意见,在此一并表示谢意。

由于编者的学识水平和实践经验有限,书中疏漏及错误在所难免,敬请使用本书的老师和读者批评指正。

编 者
2009 年 7 月

目 录

绪论	1
----------	---

第一部分 电气控制部分

项目一 CA6140 型普通车床电气控制			
电路	5	相关知识	58
学习目标	5	应用举例	67
项目导入	6	项目小结	76
相关知识	7	习题及思考题	76
应用举例	27	项目四 T68 型卧式镗床电气控制	
项目小结	34	线路	78
习题及思考题	34	学习目标	78
项目二 Z3050 型摇臂钻床电气控制 ..	35	项目导入	79
学习目标	35	相关知识	80
项目导入	36	应用举例	85
相关知识	37	项目小结	93
应用举例	47	习题及思考题	93
项目小结	54	项目五 桥式起重机电气控制线路	95
习题及思考题	55	学习目标	95
项目三 X62W 型万能铣床电气控制		项目导入	96
线路	56	相关知识	98
学习目标	56	应用举例	110
项目导入	57	项目小结	115
		习题及思考题	116

第二部分 PLC 应用部分

项目六 电动机正反转 PLC 控制		项目导入	159
系统	119	相关知识	159
学习目标	119	应用举例	161
项目导入	120	项目小结	165
相关知识	120	习题及思考题	166
应用举例	150	项目八 十字路口交通灯 PLC 控制	
项目小结	156	系统	167
习题及思考题	156	学习目标	167
项目七 自动门 PLC 控制系统	158	项目导入	168
学习目标	158	相关知识	168

应用举例	175	项目小结	204
项目小结	182	习题及思考题	204
习题及思考题	182	项目十 PLC 综合控制系统	205
项目九 广告牌循环彩灯 PLC 控制		学习目标	205
系统	184	相关知识	206
学习目标	184	应用举例	210
项目导入	185	项目小结	218
相关知识	185	习题及思考题	218
应用举例	198	参考文献	219

绪 论

“电气控制及 PLC 应用”是一门实践性非常强的专业课。它包括两大部分内容：电气控制部分和 PLC 部分。电气控制和 PLC 在现代工农业生产、交通运输、科学技术、信息传输、国防建设以及日常生活等各个领域的应用十分广泛。在工厂，各种加工设备各式各样，大多由电力拖动，且采用各种控制装置来实现对它们的控制。常用的控制方式有：电气控制、PLC 控制、单片机控制、变频器控制和计算机控制等。本书对电气控制和可编程序控制及应用都作了系统详尽的讲述。

一、电气控制系统的发展

19 世纪末，在生产机械的拖动系统中，电动机逐渐代替了蒸汽机，出现了电力拖动。在其初期，常以一台电动机拖动多台设备，或使一台机床的多个动作由同一台电动机拖动，称为集中拖动。随着生产发展的需要，20 世纪 20 年代电力拖动方式由集中拖动发展为单独拖动。为了进一步简化机械传动机构，更好地满足大型机械和精密机械的各部分对机械特性的不同需求，在 20 世纪 30 年代出现了多电动机拖动方式，机械的各部分分别采用不同的电动机拖动。这种多电动机拖动不仅简化了机械结构，使机械的工作性能日趋完善，而且也为机械的自动化控制创造了良好的条件。此外，在生产过程中，要求对影响产品质量的各种参数能自动调整，这些都促使电气自动控制技术迅速发展。

在电力拖动方式的演变过程中，电力拖动的控制方式由手动控制逐步向自动控制方向发展。最初的自动控制是用数量不多的继电器、接触器及保护元件组成的继电—接触器控制系统，称为电气控制，这种控制具有使用的单一性，即一台控制装置只能针对某一种固定程序的设备，一旦程序有所变动，就得重新配线。而且这种控制的输入、输出信号只有通和断两种状态，因而这种控制是断续的，不能连续反映信号的变化，故称为断续控制。

为了使控制系统获得更好的静态和动态特性，完成更复杂的控制任务，常采用反馈控制系统。反馈控制系统是由连续控制元件组成，它不仅能反映信号的通或断，而且能反映信号的大小和变化，这种由连续控制元件组成的反馈控制系统，称为连续控制系统。用作连续控制的元件，以前普遍采用电机扩大机和磁放大器，随着半导体器件和晶闸管的发展，现在越来越多地采用晶闸管作为控制元件的晶闸管控制系统，近 20 年来，随着电力电子器件的发展，变频器控制的连续控制系统应用越来越广泛。

20 世纪 60 年代出现了一种能够根据生产需要，方便地改变控制程序的顺序控制器。它是通过组合逻辑元件的插接或编程来实现继电—接触器控制线路的装置，能满足程序经常改变的控制要求，使控制系统具有较大的灵活性和通用性，但仍使用硬件手段且装置体积大，功能也受到一定限制。

20 世纪 70 年代出现了用软件手段来实现各种控制功能，以微处理器为核心的新型工业控制器——可编程序控制器(PLC)。它不仅充分利用微处理器的优点来满足各种工业领域的实时控制要求，同时也照顾到现场电气操作维护人员的技能和习惯，摒弃了微机常用的计算机编程语言的表达形式，独具风格地形成一套以继电器梯形图为基础的形象编程语言和模块化的软件结构，使用户程序的编制清晰直观，方便易学，且调试和查错容易。它

不仅可取代继电器、接触器为主的顺序控制器，而且广泛应用于大规模的生产过程控制，具有通用性强，程序可变，编程容易，可靠性高，使用维护方便等优点，故目前世界各国已作为一种标准化通用设备普遍用于工业控制。它继承了继电器—接触器控制装置的操作简单方便等部分突出优点，并与现代的计算机技术和通信技术结合为一体，代表了当前电气程控技术的世界先进水平。在机电一体化、工业自动化控制等方面，PLC具有广泛的应用。目前国内使用比较多的PLC是三菱、西门子、欧姆龙等公司的产品，它们的工作原理和工作性能大致相同，只是在组合形式、语言环境等方面有区别。本书以三菱公司的FX2N系列PLC为对象，讲述PLC的工作原理及应用。

二、本课程的特点、内容要求及学习方法

本书的特色是采用模块化的结构，利用项目的形式编写，内容紧密联系工程实际，将知识点贯穿于完成任务中。第一部分为电气控制部分，该部分以CA6140型普通车床电气控制电路、Z3050型摇臂钻床电气控制、X62W型铣床电气控制线路、T68型卧式镗床电气控制线路、桥式起重机电气控制线路5个实际应用案例作为每个项目的引入，系统地讲述了常用低压电器的结构、原理、符号、型号及选择；典型电气控制线路的组成、原理及安装调试；最后对常用机床、桥式起重机等每个典型项目都进行了系统分析调试和常见故障排除。

第二部分是PLC应用部分，该部分以国内广泛使用的日本三菱FX2N系列PLC为对象，以电动机正反转PLC控制系统、自动门PLC控制系统、十字路口交通灯PLC控制系统、广告牌循环彩灯PLC控制系统4个PLC最典型应用作为项目的引入，讲述了PLC的结构基本组成、工作原理、常用编程器件、三菱FX编程软件和仿真软件的使用、基本逻辑指令、步进指令以及常用功能指令的使用技能，重点通过应用案例讲述了PLC程序设计的方法和技能。最后通过三菱FX2N系列PLC对T68型卧式镗床和X62W型万能铣床的改造；三菱FX2N系列PLC在电镀生产线上的综合应用来讲述PLC综合控制系统的设计技能。

本书应采用理论实践一体化的模块化教学模式，除理论课堂教学外，还应辅以实验实训、生产实习和毕业设计。使用本书时，一定要善于理论联系实际，要善于分析，多动手、多操作，不要死记硬背。



第一部分

电气控制部分

本部分以应用最广泛的实际案例：CA6140 型普通车床电气控制电路、摇臂钻床的电气控制、铣床的电气控制、镗床电气控制、桥式起重机电气控制线路 5 个项目引入，由浅入深地讲述了开关、接触器、继电器、熔断器等等常用低压电器的结构原理、使用和选择方法；讲述了电动机正反转等典型控制线路的设计方法和安装调试技能；讲述了钻床、镗床、铣床和桥式起重机等常用机械设备的结构特点、电气控制线路分析和排故技能。

项目一

CA6140 型普通车床电气控制电路

学习目标

- (1) 熟悉低压电器的结构、工作原理、型号、规格、正确选择和使用方法及其在控制线路中的作用。
- (2) 能识读相关电气原理图、安装图。
- (3) 会安装、调试交流电动机正反转控制线路及联锁控制线路。
- (4) 会 CA6140 型普通车床电气控制电路的分析设计、调试及故障排除。
- (5) 能分析相关控制线路的电气原理及掌握电气控制线路中的保护措施。
- (6) 了解电力拖动控制线路常见故障及其排除方法。
- (7) 了解现代低压电器应用及发展。



项目导入

CA6140 型车床是普通车床的一种,适用于加工各种轴类、套筒类和盘类零件上的回转表面,例如车削内外圆柱面、圆锥面、环槽及成型回转表面,加工端面及加工各种常用的公制、英制、模数制和径节制螺纹,还能进行钻孔、铰孔、滚花等工作,它的加工范围较广,但自动化程度低,适于小批量生产及修配车间使用。

(一) 主要结构及运动特点

普通车床主要由床身、主轴变速箱、进给箱、溜板箱、方刀架、尾架、丝杠和光杠等部件组成。图 1.1 所示是 CA6140 型普通车床外观结构。

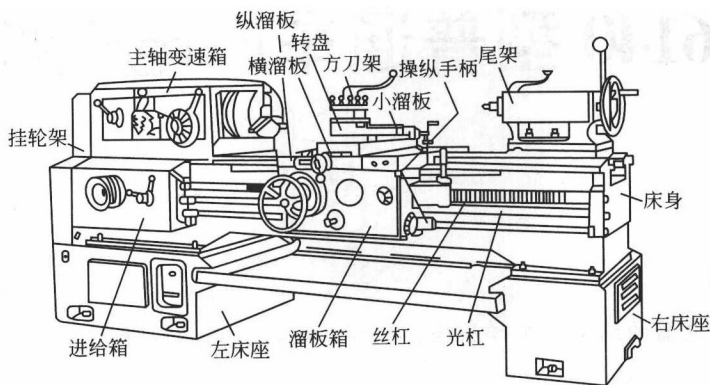


图 1.1 CA6140 型普通车床外形图

主轴变速箱的功能是支承主轴和传动其旋转,包含主轴及其轴承、传动机构、起停和换向装置、制动装置、操纵机构及润滑装置。CA6140 型普通车床的主传动可使主轴获得 24 级正转转速(10~1400r/min)和 12 级反转转速(14~1580r/min)。

进给箱的作用是变换被加工螺纹的种类和导程,以及获得所需的各种进给量。它通常由变换螺纹导程和进给量的变速机构、变换螺纹种类的移换机构、丝杠和光杠转换机构以及操纵机构等组成。

溜板箱的作用是将丝杠或光杠传来的旋转运动转变为直线运动并带动刀架进给,控制刀架运动的接通、断开和换向等。刀架则用来安装车刀并带动其做纵向、横向和斜向进给运动。

车床有两个主要运动:一是卡盘或顶尖带动工件的旋转运动;二是溜板带动刀架的直线移动。前者称为主运动,后者称为进给运动。中、小型普通车床的主运动和进给运动一般是采用一台异步电动机驱动的。此外,车床还有辅助运动,如溜板和刀架的快速移动、尾架的移动以及工件的夹紧与放松等。

(二) 电气控制要求

根据车床的运动情况和工艺要求,车床对电气控制提出如下要求。

(1) 主拖动电动机一般选用三相鼠笼式异步电动机,并采用机械变速。

(2) 为车削螺纹,主轴要求正、反转,小型车床由电动机正、反转来实现,CA6140 型车床则靠摩擦离合器来实现,电动机只作单向旋转。

(3) 一般中、小型车床的主轴电动机均采用直接起动。停车时为实现快速停车,一般采用机械制动或电气制动。

(4) 车削加工时,需用切削液对刀具和工件进行冷却。为此,设有一台冷却泵电动机,拖动冷却泵输出冷却液。

(5) 冷却泵电动机与主轴电动机有着联锁关系,即冷却泵电动机应在主轴电动机启动后才可选择启动与否;而当主轴电动机停止时,冷却泵电动机立即停止。

(6) 为实现溜板箱的快速移动,由单独的快速移动电动机拖动,且采用点动控制。

(7) 电路应有必要的保护环节、安全可靠的照明电路和信号电路。

本项目涉及的低压电器有刀开关、熔断器、按钮开关、交流接触器、热继电器和电气识图及制图标准,电动机的点动、连续控制及正反转控制电路等内容。



相关知识

低压电器种类很多,分类方法也很多。按操作方式可分为手动操作方式和自动切换器方式。前者主要用手直接操作来进行切换;后者依靠本身参数的变化或外来信号的作用自动完成接通或分断等动作。按用途可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。低压配电电器是指正常或事故状态下接通、断开用电设备和供电电网所用的电器;低压控制电器是指电动机完成生产机械要求的起动、调速、反转和停止所用的电器。

一、电气控制器件

(一) 按钮、刀开关

1. 按钮

按钮开关是一种用人力(一般为手指或手掌)操作,并具有储能(弹簧)复位的一种控制开关。按钮的触点允许通过的电流较小,一般不超过5A,因此一般情况下它不直接控制主电路,而是在控制电路中发出指令或信号去控制接触器、继电器等电器,再由它们去控制主电路的通断、功能转换或电气联锁等。

1) 结构

按钮开关一般由按钮帽、复位弹簧、桥式常闭触点、常开触点、支柱连杆及外壳等部分组成,按钮的外形、结构与符号如图1.2所示。图中按钮是一个复合按钮,工作时常开和常闭触点是联动的。当按钮被按下时,常闭触点先动作,常开触点随后动作;而松开按钮时,常开触点先动作,常闭触点再动作。也就是说两种触点在改变工作状态时,先后有个时间差,尽管这个时间差很短,但在分析线路控制过程时应特别注意。

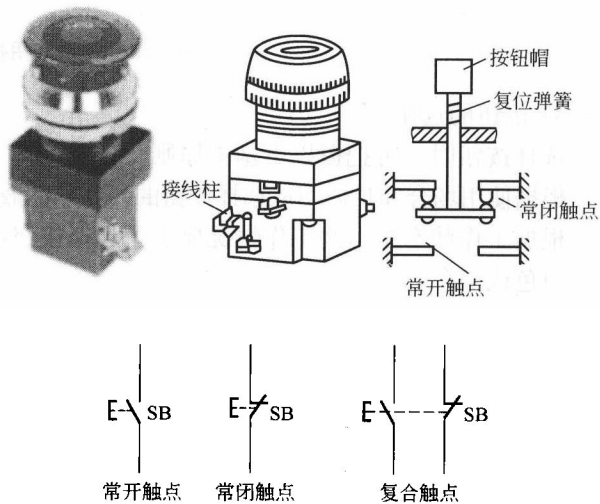
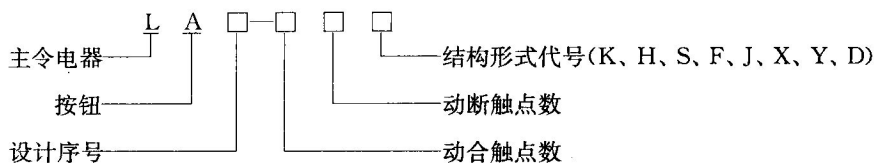


图 1.2 按钮开关的外形、结构与符号

2) 型号



其中结构形式代号的含义如下。

K——开启式，适用于嵌装在操作面板上；H——保护式，带保护外壳，可防止内部零件受机械损伤或人偶然触及带电部分；S——防水式，具有密封外壳，可防止雨水侵入；F——防腐式，能防止腐蚀性气体进入；J——紧急式，作紧急切断电源用；X——旋钮式，用旋钮旋转进行操作，有通和断两个位置；Y——钥匙操作式，用钥匙插入进行操作，可防止误操作或供专人操作；D——光标按钮，按钮内装有信号灯，兼作信号指示。

按钮开关的结构形式有多种，适合于各种场合；为了便于操作人员识别，避免发生误操作，生产中用不同的颜色和符号标志来区分按钮的功能及作用。紧急式——装有红色凸出在外的蘑菇形钮帽，以便紧急操作；旋钮式——用手旋转进行操作；指示灯式——在透明的按钮内装入信号灯，以作信号指示；钥匙式——为使用安全起见，须用钥匙插入方可旋转操作。按钮的颜色有红、绿、黑、黄以及白、蓝等，供不同场合选用。一般以红色表示停止按钮，绿色表示起动按钮，如图 1.3 所示。

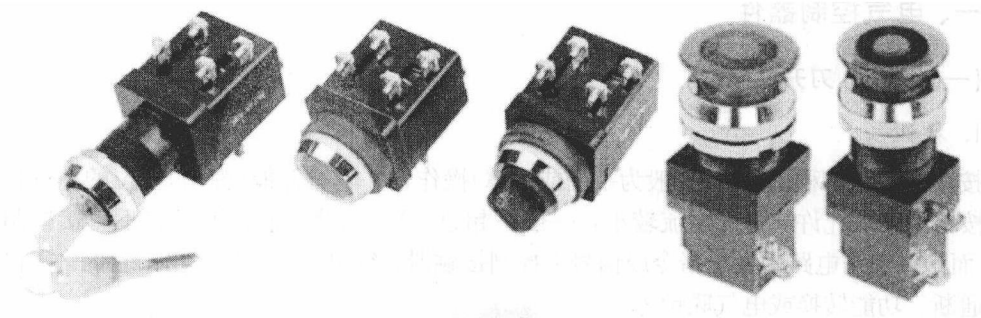


图 1.3 几款常用按钮

3) 按钮的选用

选择按钮时，可把握以下基本原则。

根据使用场合和具体用途选择按钮的种类，如嵌装在操作面板上的按钮可选用开启式。

根据工作状态指示和工作情况要求，选择按钮或指示灯的颜色，如起动按钮可选用绿色、白色或黑色。

根据控制回路的需要选择按钮的数量，如单联钮、双联钮和三联钮等。

2. 刀开关

刀开关又称闸刀开关，是一种结构最简单、应用最广泛的手动电器。在低压电路中，作为不频繁接通和分断电路用，或用来将电路与电源隔离。

如图 1.4 所示为刀开关的典型结构。它由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动手柄用来实现触刀插入插座与脱离插座的控制，以达到接通电路和分段电路的要求。

刀开关的种类很多,按刀的极数可分为单极、双极和三极,其表示符号如图 1.5 所示。按刀的转换方向可分为单掷和双掷;按灭弧情况可分为带灭弧罩和不带灭弧罩;按接线方式可分为板前接线式和板后接线式。下面只介绍由刀开关和熔断器组合而成的负荷开关,负荷开关分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。

1) 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关,简称闸刀开关。生产中常用的是 HK 系列开启式负荷开关,适用于照明和小容量电动机控制线路中,供手动不频繁地接通和分断电路,并起短路保护作用。

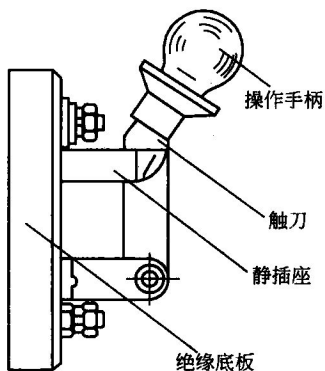


图 1.4 刀开关的典型结构

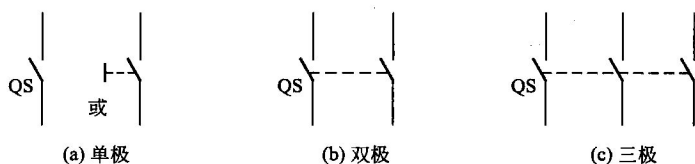


图 1.5 刀开关的符号

开启式负荷开关在电路图中的结构及符号如图 1.6 所示。其型号含义说明如下。

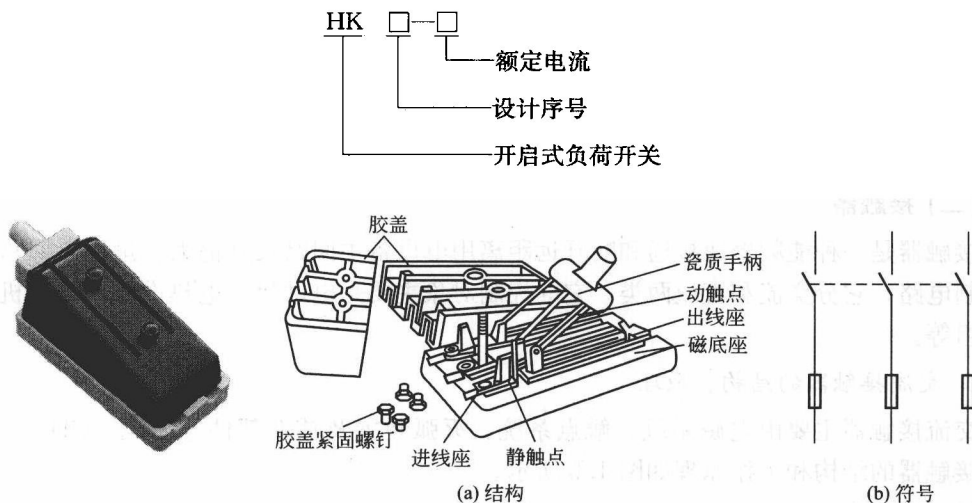


图 1.6 HK 系列开启式负荷开关

2) 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进设计的一种开关。可用于手动不频繁地接通和断开带负载的电路以及作为线路末端的短路保护,也可用于控制 15kW 以下的交流电动机不频繁地直接起动和停止。

常用的封闭式负荷开关有 HH3、HH4 系列,其中 HH4 系列为全国统一设计产品,它的结构如图 1.7 所示。它主要由触及灭弧系统、熔断器及操作机构 3 部分组成。3 把闸

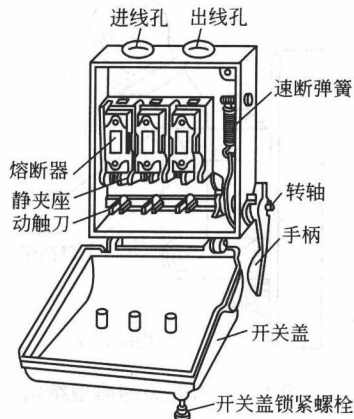
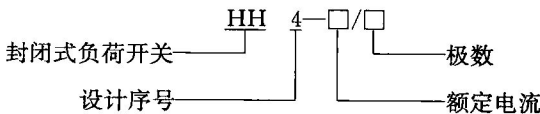


图 1.7 HH4 系列封闭式负荷开关

刀固定在一根绝缘方轴上，由手柄完成分、合闸的操作。在操作机构中，手柄转轴与底座之间装有速动弹簧，使刀开关的接通及断开速度与手柄操作速度无关。封闭式负荷开关的操作机构有两个特点：一是采用了储能合闸方式，利用一根弹簧使开关的分合速度与手柄操作速度无关，这既改善开关的灭弧性能，又防止触点停滞在中间位置，从而提高开关的通断能力，延长其使用寿命；二是操作机构上装有机械联锁，它可以保证开关合闸时，不能打开防护铁盖，而当打开防护铁盖时，不能将开关合闸。

封闭式负荷开关在电路图中的符号与开启式负荷开关相同。

其型号含义说明如下。



3) 刀开关的选用及安装注意事项

(1) 选用刀开关时首先根据刀开关的用途和安装位置选择合适的型号和操作方式，然后根据控制对象的类型和大小，计算出相应负载电流大小，从而选择相应级额定电流的刀开关。

(2) 刀开关在安装时必须垂直安装，使闭合操作时的手柄操作方向应从下向上合，不允许平装或倒装，以防误合闸；电源进线应接在静触点一边的进线座，负载接在动触点一边的出线座；在分闸和合闸操作时，应动作迅速，使电弧尽快熄灭。

(二) 接触器

接触器是一种能频繁地接通和断开远距离用电设备主回路及其他大容量用电回路的自动控制电路，它分交流和直流两类，它的控制对象主要是电动机、电热设备、电焊机及电容器组等。

1. 交流接触器的结构、原理

交流接触器主要由电磁系统、触点系统、灭弧装置及辅助部件等组成。CJ10—20 型交流接触器的结构和工作原理如图 1.8 所示。

1) 电磁系统

交流接触器的电磁系统主要由线圈、铁心(静铁心)和衔铁(动铁心)3 部分组成。其作用是利用电磁线圈的通电或断电，使衔铁和静铁心吸合或释放，从而带动动触点与静触点闭合或分断，实现接通或断开电路的目的。

交流接触器在运行过程中，线圈中通入的交流电在铁心中产生交变的磁通，因此铁心与衔铁间的吸力也是变化的。这会使衔铁产生振动，发出噪声。为消除这一现象，在交流接触器铁心和衔铁的两个不同端部各开一个槽，槽内嵌装一个用铜、康铜或镍铬合金材料制成的短路环，又称减振环或分磁环，如图 1.9(a)所示。铁心装短路环后，当线圈通以交

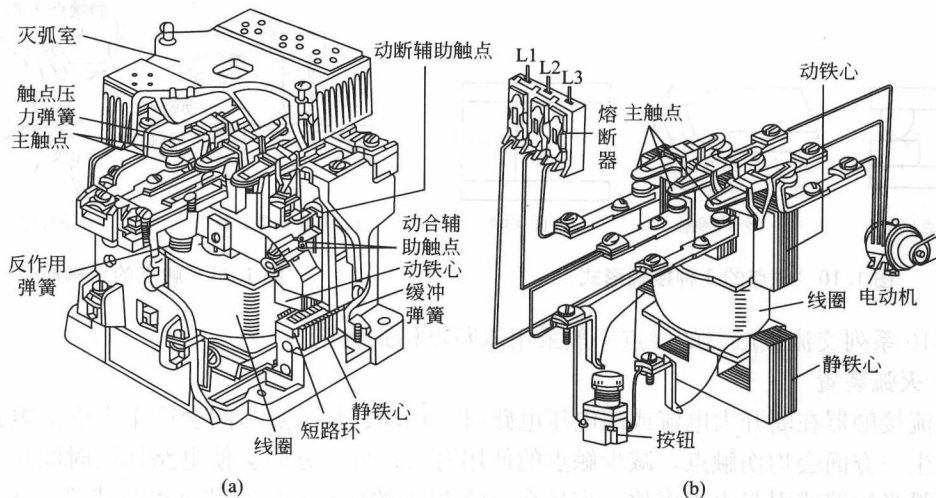


图 1.8 交流接触器的结构和工作原理

流电时，线圈电流产生磁通 Φ_1 ， Φ_1 一部分穿过短路环，在环中产生感生电流，进而会产生一个磁通 Φ_2 。由电磁感应定律知， Φ_1 和 Φ_2 的相位不同，即 Φ_1 和 Φ_2 不同时为零，则由 Φ_1 和 Φ_2 产生的电磁吸力 F_1 和 F_2 不同时为零，如图 1.9(b)所示。这就保证了铁心与衔铁在任何时刻都有吸力，衔铁将始终被吸住，振动和噪声会显著减小。

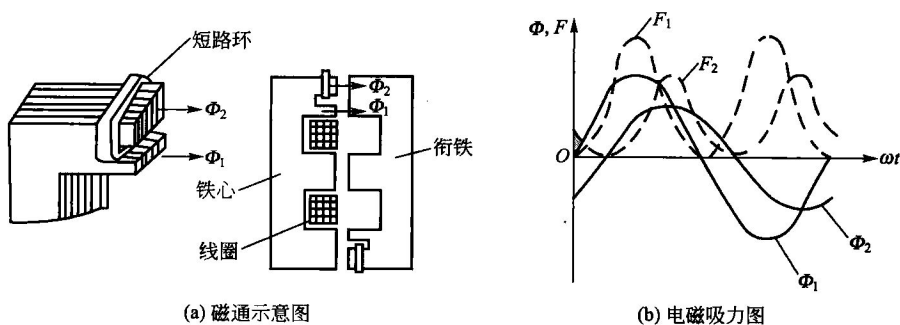


图 1.9 加短路环后的磁通和电磁吸力图

2) 触点系统

触点系统包括主触点和辅助触点，主触点用以控制电流较大的主电路，一般由 3 对接触面较大的常开触点组成。辅助触点用于控制电流较小的控制电路，一般由两对常开和两对常闭触点组成。触点的常开和常闭，是指电磁系统没有通电动作时触点的状态。因此常闭触点和常开触点有时又分别被称为动断触点和动合触点。工作时常开和常闭触点是联动的，当线圈通电时，常闭触点先断开，常开触点随后闭合，而线圈断电时，常开触点先恢复断开，随后常闭触点恢复闭合。也就是说两种触点在改变工作状态时，先后有个时间差，尽管这个时间差很短，但在分析线路控制过程时应特别注意。

触点按接触情况可分为点接触式、线接触式和面接触式 3 种，分别如图 1.10(a)、(b)和(c)所示。接触点的结构形式划分，有双断点桥式触点和指形触点两种，如图 1.11 所示。