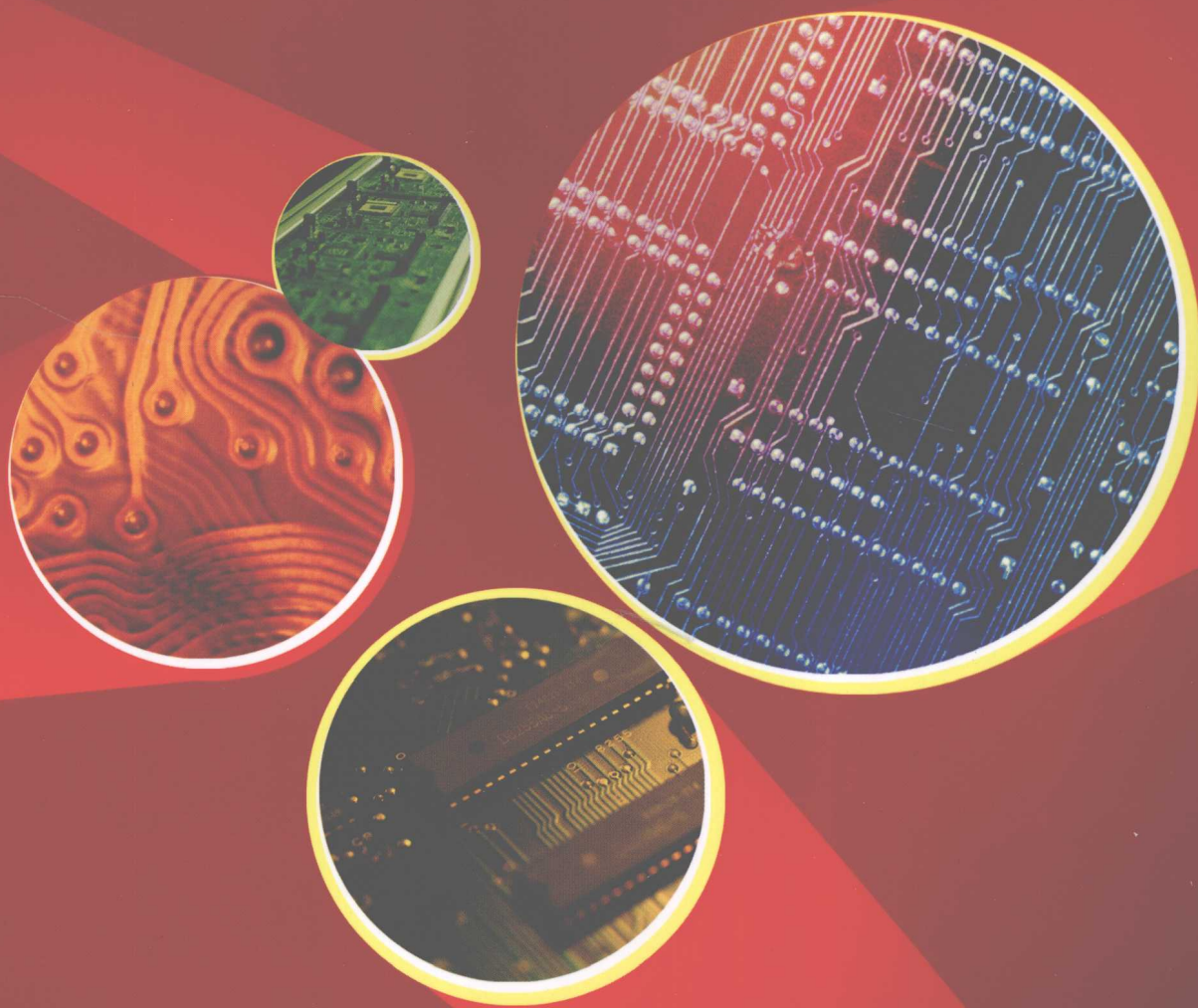




高职高专“十一·五”规划·机电类专业标准化教材

电气控制与PLC应用

主编 戴明宏 张君霞



北京航空航天大学出版社



高职高专“十一五”规划·机电类专业标准化教材

电气控制与 PLC 应用

主编 戴明宏 张君霞

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍电气控制技术及其系统设计和可编程控制器原理及其应用;并系统阐述继电器-接触器和可编程控制器电气控制系统的分析与设计的一般方法。全书分三篇。第一篇为继电器-接触器控制系统,主要包括常用低压电器、电气控制线路的基本环节、典型机械设备电气控制系统分析和电气控制线路设计基础。第二篇为可编程控制器,主要包括可编程控制器的构成及工作原理、松下电工 FP0 系列 PLC、FP0 的特殊功能及高级模块、PLC 的编程及应用。第三篇为实验与实训。

本书可作为高职高专机电一体化、数控技术、自动化、电气技术、电机与电器及相关专业的教材,也可供电气工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用/戴明宏,张君霞主编. — 北京:
北京航空航天大学出版社, 2007. 7
ISBN 978 - 7 - 81124 - 046 - 7

I. 电… II. ①戴…②张… III. ①电气设备—自动控制—
高等学校—教材②可编程序控制器—高等学校—教材
IV. TM762 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 063305 号

电气控制与 PLC 应用

主编 戴明宏 张君霞
责任编辑:胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:18.75 字数:480 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 81124 - 046 - 7

定价:27.00 元

前言

根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的精神,为满足高职高专机电类相关专业教学建设的需要,经过广泛调研和讨论,精心组织编写了本教材,供机电类及相关专业使用。

本教材立足高职高专教育人才培养目标,遵循主动适应社会发展需要、突出应用性和针对性、加强实践能力培养的原则。在内容安排上,简明扼要,难易适中,力求突出针对性、实用性和先进性。既注重必需的理论知识的学习和掌握,又有实验实训环节。在结构上,基本采用层层深入的方法,循序渐进,深入浅出:首先介绍常用低压电器元件的结构、工作原理和使用方法,再介绍电动机的基本控制电路,然后是典型控制设备综合控制系统的组成及分析方法,最后是 PLC(日本松下电工 FP0 系列机)及其控制系统的设计和应用等。

本书由郑州铁路职业技术学院戴明宏、张君霞任主编,负责全书的统稿。其中戴明宏编写绪论、第 1 章和第 3 章的第 3.4 节,张君霞编写第 6 章,郑州铁路职业技术学院刘燕明编写第 2 章,郑州铁路职业技术学院张永革编写第 3 章的第 3.1、3.2、3.3 节和第 4 章,郑州铁路职业技术学院时蕾编写第 5 章和第 7 章,郑州铁路职业技术学院王丽红编写第 8 章,河南工业大学化学工业职业学院仵征编写第 9 章和第 10 章。

在编写本书的过程中,参考了部分兄弟院校的教材、相关厂家的资料和设计手册。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限和编写时间比较仓促,书中疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

目 录

绪 论	1
-----	---

第一篇 继电器-接触器控制系统

第 1 章 常用低压电器	3
1.1 开关电器	4
1.2 熔断器	8
1.3 主令电器	10
1.4 接触器	15
1.5 继电器	18
思考题与习题	27
第 2 章 电气控制线路的基本环节	28
2.1 电气控制线路的绘制	28
2.2 三相异步电动机启动控制线路	38
2.3 三相异步电动机正反转控制线路	48
2.4 三相异步电动机制动控制线路	51
2.5 异步电动机调速控制线路	53
2.6 异步电动机的其他基本控制线路	59
思考题与习题	67
第 3 章 典型机械设备电气控制系统分析	69
3.1 车床电气控制线路	69
3.2 钻床电气控制线路	73
3.3 铣床电气控制线路	77
3.4 桥式起重机的电气控制电路	83
思考题与习题	89
第 4 章 电气控制线路设计基础	90
4.1 电气设计的基本内容和一般原则	90
4.2 电气控制线路的设计方法和步骤	92
4.3 电气控制线路设计中的元器件选择	97
4.4 电气控制电路设计举例	102
思考题与习题	104



第二篇 可编程控制器

第5章 可编程控制器的组成及工作原理	105
5.1 可编程控制器概述	105
5.2 可编程控制器的基本结构及工作原理	110
5.3 可编程控制器的技术性能及分类	116
5.4 可编程控制器的编程语言	118
思考题与习题	120
第6章 松下电工 FP0 系列 PLC	121
6.1 FP0 系列的产品类型及性能简介	122
6.2 FP0 的内部寄存器及 I/O 配置	126
6.3 FP0 指令系统概述	134
6.4 FP0 的基本指令	135
6.5 FP0 的高级指令	157
思考题与习题	184
第7章 FP0 的特殊功能及高级模块	186
7.1 FP0 的特殊功能简介	186
7.2 FP0 的特殊指令	192
7.3 FP0 的功能模块	199
7.4 FP0 的通信	205
思考题与习题	207
第8章 PLC 的编程及应用	208
8.1 梯形图编程方法及特点	208
8.2 PLC 基本应用程序	212
8.3 PLC 编程方法及技巧	217
8.4 应用程序举例	223
8.5 PLC 的控制应用系统	231
8.6 松下电工 FPWIN - GR 编程软件简介	235
思考题与习题	243

第三篇 实验与实训

第9章 实验	245
9.1 基本顺序指令练习	245
9.2 定时指令的应用	248
9.3 计数指令的应用	250



9.4	顺序控制程序	253
9.5	移位指令的应用	255
9.6	控制指令的应用	256
9.7	数据传送、运算指令练习	258
9.8	A/D、D/A 指令练习	260
9.9	灯光控制程序	262
9.10	八段码显示程序	265
9.11	电动机控制	267
9.12	液体自动混合装置的控制	271
9.13	交通灯控制	274
第 10 章	实 训	278
10.1	机械手控制实训	278
10.2	材料分拣控制实训	280
10.3	四层电梯控制实训	284
10.4	立体仓库控制实训	287
参考文献		292

绪 论

电气控制技术是由以生产机械的驱动装置——电动机为控制对象、以微电子装置为核心、以电力电子装置为执行机构而组成的电气控制系统。该系统按照既定规律调节电动机的转速,使之满足生产工艺的最佳要求,同时又达到提高效率、降低能耗、提高产品质量、降低劳动强度的最佳效果。

1. 电气控制技术的发展概况

19 世纪末,直流发电机、交流发电机和直流电动机、异步电动机相继问世,揭开了电气控制技术的序幕。20 世纪初,电动机逐步取代蒸汽机用来驱动生产机械,拖动方式由集中拖动发展为单独拖动;为了简化机械传动系统,出现了一台机器的几个运动部件由几台电动机分别拖动,这种方式称为多电机拖动。在这种情况下,机器的电气控制系统不但可对各台电动机的启动、制动、反转和停车等进行控制,还具有对各台电动机之间实行协调、联锁、顺序切换和显示工作状态的功能。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、速度和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。到 20 世纪 30 年代,电气控制技术的发展推动了电器产品的进步,继电器、接触器、按钮和开关等元器件形成了功能齐全的多种系列,基本控制已形成规范,并可以实现远距离控制。这种主要用于控制交流电动机的系统通常称为继电接触器控制系统。

继电接触器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。随着产品机型的更新换代,生产线承担的加工对象发生了改变,这就需要控制程序也随之改变,从而使生产线的机械设备按新的工艺过程运行。然而,大型自动生产线控制系统大量使用的继电器很难适应这个要求,因为它采用的是带有触点的固定接法,工作频率较低,在频繁动作情况下寿命较短,容易造成系统故障,从而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以及灵活性、通用性好等优点与继电接触器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,做成一种能适应工业环境的通用控制装置,同时,依据现场电气操作维护人员和工程技术人员的技能和习惯,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序控制器(简称 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,从最初的以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 的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因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。

20 世纪 70 年代出现了计算机群控系统、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造



(CAM)和智能机器人等多项高新技术,形成了从产品设计到制造的智能化生产的完整体系,将自动制造技术和电气控制技术推进到更高的水平。

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。电气控制技术在生产过程、科学研究和其他各个领域中的应用十分广泛。该课程的主要内容是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍和讲解继电器-接触器控制系统和可编程序控制器控制系统的工作原理、设计方法和实际应用。其中以可编程序控制器为重点,但不意味着继电器-接触器控制系统就不重要。这是因为:首先,继电器-接触器控制系统在小型电气系统中还普遍使用,而且是组成电气控制系统的基础;其次,尽管可编程序控制器取代了继电器,但它所取代的主要是逻辑控制部分,而电气控制系统中的信号采集和驱动输出部分仍然要由电气元器件及控制电路来完成。所以对继电器-接触器控制系统的学习是非常必要的。该课程的目标是让学生掌握一门非常实用的工业控制技术,并且着力培养和提高学生的实际应用和动手能力。

电气控制技术是机电类专业学生所必须掌握的最基础的实际应用课程之一,具体要求如下:

- ① 熟悉常用控制电器的工作原理和用途,达到能正确使用和选用的目的,并了解一些新型元器件的用途。
- ② 熟练掌握电气控制线路的基本环节,并具备阅读和分析电气控制线路的能力,从而能设计简单的电气控制线路,较好地掌握电气控制线路的简单设计方法。
- ③ 了解电气控制线路分析的步骤,熟悉典型生产设备的电气控制系统的工作原理。
- ④ 了解电气控制线路设计的基础,能够根据要求设计一般的电气控制线路。
- ⑤ 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制应用程序。
- ⑥ 具有设计和改进一般机械设备电气控制线路的基本能力。
- ⑦ 具有调试和维护 PLC 控制系统的基本能力。

第一篇 继电器-接触器 控制系统

第 1 章 常用低压电器

电器就是接通、断开电路或调节、控制和保护电路与设备的电工器具和装置。它的用途广泛,功能多样,构造各异,种类繁多。

1. 按工作电压等级分类

按工作电压等级,电器可分为低压电器和高压电器。低压电器指工作于交流 50 Hz 或 60 Hz,额定电压 1 200 V 以下,或直流额定电压 1 500 V 以下电路中的电器;高压电器指工作于交流 50 Hz 或 60 Hz,额定电压 1 200 V 以上,或直流额定电压 1 500 V 以上电路中的电器。

2. 按动作方式分类

按动作方式,电器可分为手动电器和自动电器。手动电器指需要人工直接操作才能完成指令任务的电器;自动电器指不需要人工操作,而是按照电的或非电的信号自动完成指令任务的电器。

3. 按用途分类

按用途,电器可分为控制电器、主令电器、保护电器、配电电器和执行电器。控制电器是用于各种控制电路和控制系统的电器;主令电器是用于自动控制系统中发送控制指令的电器;保护电器是用于保护电路及用电设备的电器;配电电器是用于电能的输送和分配的电器;执行电器是用于完成某种动作或传动功能的电器。

4. 按工作原理分类

按工作原理,电器可分为电磁式电器和非电量控制电器。电磁式电器是依据电磁感应原理来工作的电器;非电量控制电器是靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器等。

本章主要介绍几种常用低压电器,并通过对它们的结构、工作原理、型号、有关技术数据、图形符号和文字符号、选用原则及使用注意事项等内容的介绍,为以后正确选择、合理使用电器打下基础。



1.1 开关电器

开关电器常用来不频繁地接通或分断控制线路或直接控制小容量电动机,这类电器也可以用来隔离电源或自动切断电源而起到保护作用。这类电器包括刀开关、转换开关、低压断路器等。

1.1.1 刀开关

刀开关俗称闸刀开关,可分为不带熔断器式和带熔断器式两大类。它们用于隔离电源和无负载情况下的电路转换,其中后者还具有短路保护功能。常用的有以下两种。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称瓷底胶盖闸刀开关,常用的有 HK_1 和 HK_2 系列。它由刀开关和熔断器组合而成。瓷底板上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和带瓷质手柄的闸刀。其结构图与图形符号如图 1-1 所示。

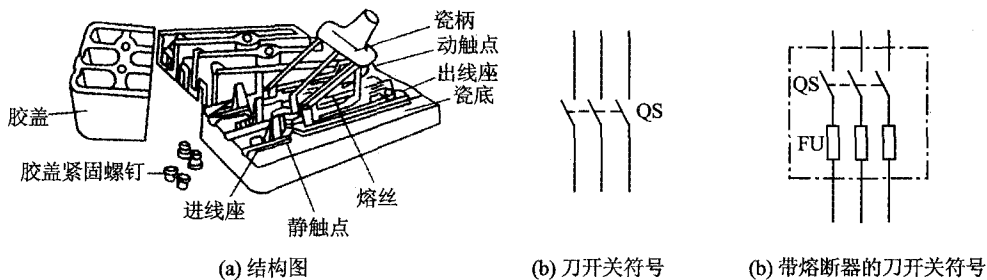


图 1-1 HK 系列瓷底胶盖闸刀开关

这种系列的刀开关因其内部设有熔丝,故可对电路进行短路保护,常用做照明电路的电源开关或用于 5.5 kW 以下三相异步电动机不频繁启动和停止的控制开关。

在选用时,额定电压应大于或等于负载额定电压。对于一般的电路,如照明电路,其额定电流应大于或等于最大工作电流;而对于电动机电路,其额定电流应大于或等于电动机额定电流的 3 倍。

在安装开启式负荷开关时应注意:

- ① 闸刀在合闸状态时,手柄应朝上,不准倒装或平装,以防误操作。
- ② 电源进线应接在静触点一边的进线端(进线座在上方),而用电设备应接在动触点一边的出线端(出线座在下方),即“上进下出”,不准颠倒,以方便更换熔丝及确保用电安全。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关又称铁壳开关,图 1-2 所示为常用的 HH 系列封闭式负荷开关的结构与外形。

这种负荷开关由刀开关、熔断器、灭弧装置、操作手柄、速动弹簧、操作机构和外壳构成。三把闸刀固定在一根绝缘转轴上,由操作手柄操纵;操作机构设有机械联锁,当盖子打开时,手



柄不能合闸,手柄合闸时,盖子不能打开,保证了操作安全。在手柄转轴与底座间还装有速动弹簧,使刀开关的接通和断开速度与手柄动作速度无关,抑制了电弧过大。

当封闭式负荷开关用于控制照明电路时,其额定电流可按电路的额定电流来选择,而当用于控制不频繁操作的小功率电动机时,其额定电流可按大于电动机额定电流的 1.5 倍来选择。但不宜用于电流超过 60 A 以上负载的控制,以保证可靠灭弧及用电安全。

在安装封闭式负荷开关时,应保证外壳可靠接地,以防漏电而发生意外。接线时,电源线接在静触座的接线端,负载则接在熔断器一端,不得接反,以确保操作安全。

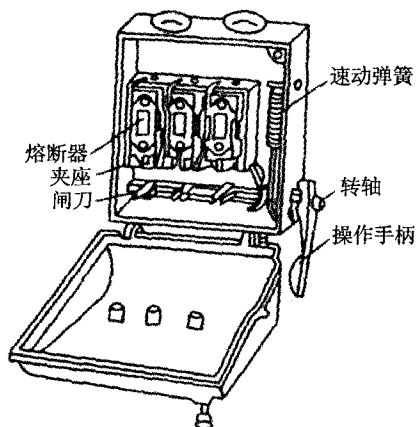


图 1-2 HH 系列封闭式负荷开关

1.1.2 组合开关

组合开关又称为转换开关,是一种变形刀开关,在结构上是用动触片代替了闸刀,以左右旋转代替了刀开关的上下分合动作,有单极、双极和多极之分。常用的型号有 HZ 等系列。图 1-3(a)、(b)所示的是 HZ—10/3 型转换开关的外形与结构,其图形符号和文字符号如图 1-3(c)所示。

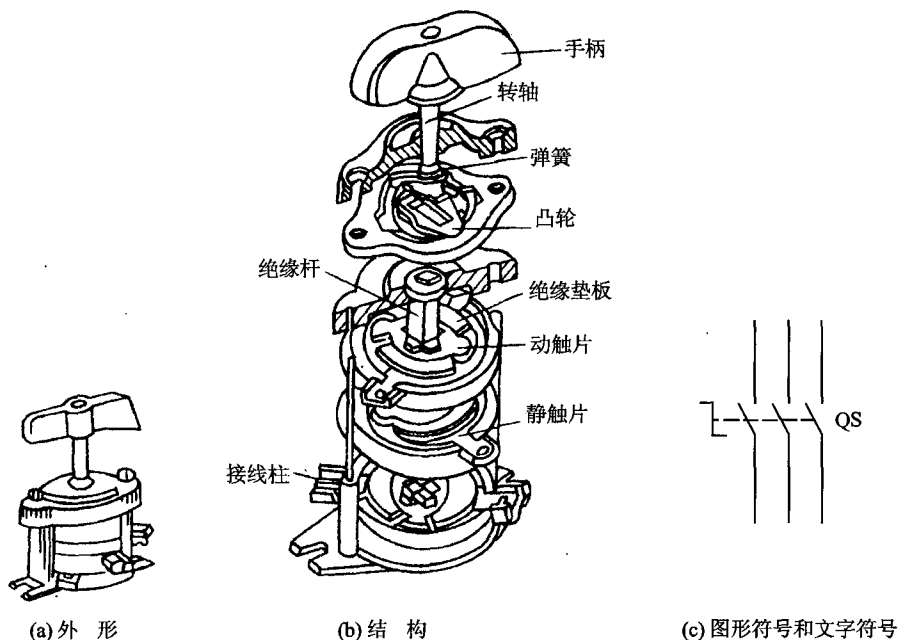


图 1-3 HZ—10/3 型转换开关

转换开关共有三副静触片,每副静触片的一边固定在绝缘垫板上,另一边伸出盒外并附有接线柱供电源和用电设备接线。三个动触片装在另外的绝缘垫板上,垫板套在附有手柄的绝



缘杆上。手柄每次能沿任一方向旋转 90° , 并带动三个动触片分别与对应的三副静触片保持接通或断开。在开关转轴上也装有扭簧储能装置, 使开关的分合速度与手柄动作速度无关, 有效地抑制了电弧过大。

转换开关多用于不频繁接通和断开的电路, 或无电切换电路。如用做机床照明电路的控制开关, 或 5 kW 以下小容量电动机的启动、停止和正反转控制。在选用时, 可根据电压等级、额定电流大小和所需触点数选定。

1.1.3 低压断路器

低压断路器, 原名空气开关或自动开关, 现与 IEC 等同, 国家统一命名为低压断路器系列产品。低压断路器按其结构和性能可分为框架式、塑料外壳式和漏电保护式三类。它是一种既能作开关使用, 又具有电路自动保护功能的低压电器, 用于电动机或其他用电设备的不频繁通断操作的线路转换; 当电路发生过载、短路、欠电压等非正常情况时, 能自动切断与它串联的电路, 有效地保护故障电路中的用电设备。漏电保护断路器除具备一般断路器的功能外, 还可以在电路出现漏电(如人触电)时自动切断电路进行保护。由于低压断路器具有操作安全、动作电流可调整、分断能力较强等优点, 因而在各种电气控制系统中得到了广泛的应用。

1. 低压断路器的结构和工作原理

低压断路器主要由触头系统、灭弧装置、操作机构、保护装置(各种脱扣器)及外壳等几部分组成。图 1-4 所示为常用的塑壳式 DZ5—20 型低压断路器的外形与结构图。该结构图为立体布置, 操作机构居中, 有红色分闸按钮和绿色合闸按钮伸出壳外; 主触头系统在后部, 其辅助触头为一对动合触头和一对动断触头。

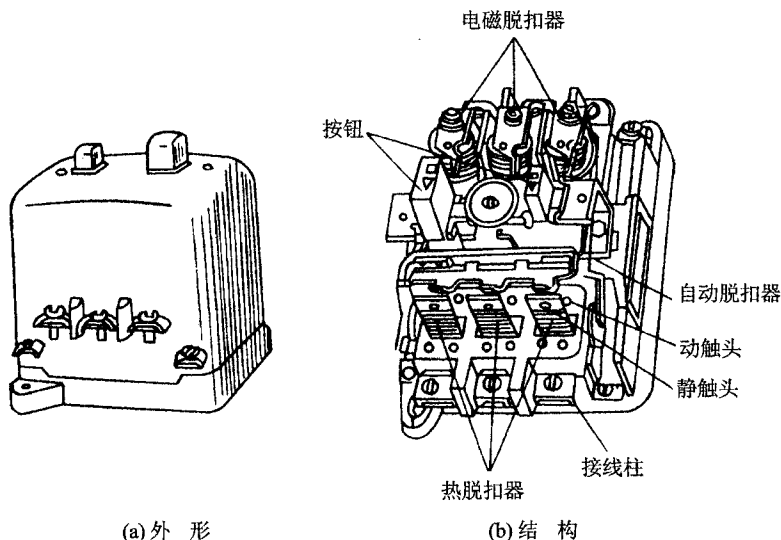


图 1-4 DZ5—20 型低压断路器

图 1-5 所示为低压断路器的工作原理及图形符号。其中, 图 1-5 中的 2 是低压断路器的三对主触头, 与被保护的三相主电路串联, 当手动闭合电路后, 其主触头由锁链 3 钩住搭钩 4, 克服弹簧 1 的拉力, 保持闭合状态。搭钩 4 可绕轴 5 转动。当被保护的主电路正常工作时,



电磁脱扣器 6 中线圈所产生的电磁吸合力不足以将衔铁 8 吸合;而当被保护的主电路发生短路或产生较大电流时,电磁脱扣器 6 中线圈所产生的电磁吸合力随之增大,直至将衔铁 8 吸合,并推动杠杆 7,把搭钩 4 顶离。在弹簧 1 的作用下主触头断开,切断主电路,起到保护作用。当电路电压严重下降或消失时,欠电压脱扣器 11 中的吸力减少或失去吸力,衔铁 10 被弹簧 9 拉开,推动杠杆 7,将搭钩 4 顶开,断开主触头。当电路发生过载时,过载电流流过发热元件 13,使双金属片 12 向上弯曲,将杠杆 7 推动,断开主触头,从而起到保护作用。

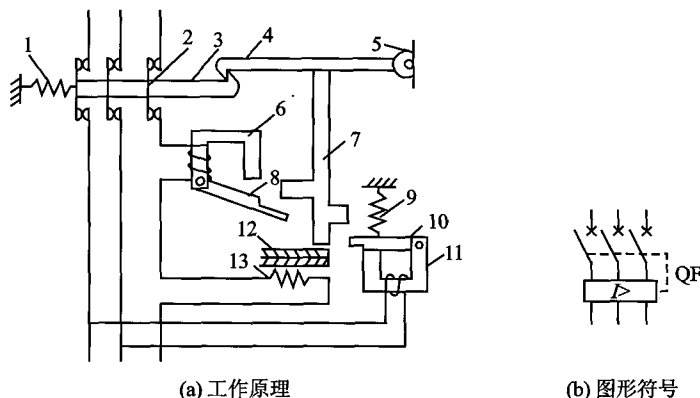


图 1-5 低压断路器

2. 低压断路器的类型及其主要参数

低压断路器从 20 世纪 50 年代以来经历了全面仿苏、自行设计、更新换代和技术引进以及合资生产等几个阶段,其国产制造的大容量额定电流可以生产到 4 000 A;引进产品可供应到 6 300 A,极限分断能力可达 120~150 kA。国内已形成系列生产低压断路器的行业。

我国“六·五”、“七·五”开发设计的框架式低压断路器有 DW15 和 DW16 系列;“七·五”后对塑壳式低压断路器 DZ20 系列在 Y 和 J 型基础上又开发了高分断能力的 G 型;“八·五”期间继续开发了经济型 C 型和无飞弧系列 DZ20W 型产品,以及奇胜电器(惠州)工业公司生产的 D 系列和 TM30 系列(16 A~2 000 A)塑壳式断路器等。

引进技术生产的有大容量 DW914 系列、ME 系列、M(Master Pact)系列、F 系列、AE(1 000 A、1 600 A、2 500 A、3 200 A)系列等框架式低压断路器;S 系列、Com Pact 系列等塑壳式低压断路器等。

在中国市场销售的有三菱(MITSUBISHI)AE 系列框架式低压断路器,NF 系列塑壳式低压断路器;西门子的 3WN1(630 A~6 300 A)、3WN6 系列框架式低压断路器,3VF3~3VF8 系列限流塑壳式低压断路器等。

低压断路器的型号意义如图 1-6 所示。

低压断路器的主要参数有额定电压、额定电流、极数、脱扣类型及其额定电流、整定范围、电磁脱扣器整定范围、主触点的分断能力等。

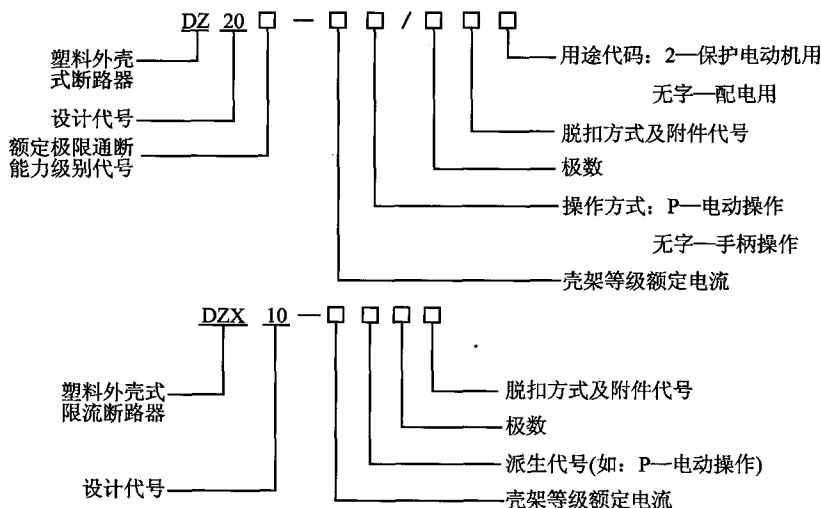


图 1-6 低压断路器的型号意义

1.2 熔断器

熔断器俗称保险丝,它是一种最简单有效的保护电器。在使用时,熔断器串接在保护的电路中,作为电路及用电设备的短路和严重过载保护,其主要作用是短路保护。

1.2.1 熔断器的结构及类型

1. 熔断器的结构

熔断器主要由熔体和安装熔体的熔壳两部分组成。它们的外形结构和符号如图 1-7 所示。其中图 1-7(a)为瓷插式熔断器,图 1-7(b)为螺旋式熔断器,图 1-7(c)为熔断器的图形符号和文字符号。

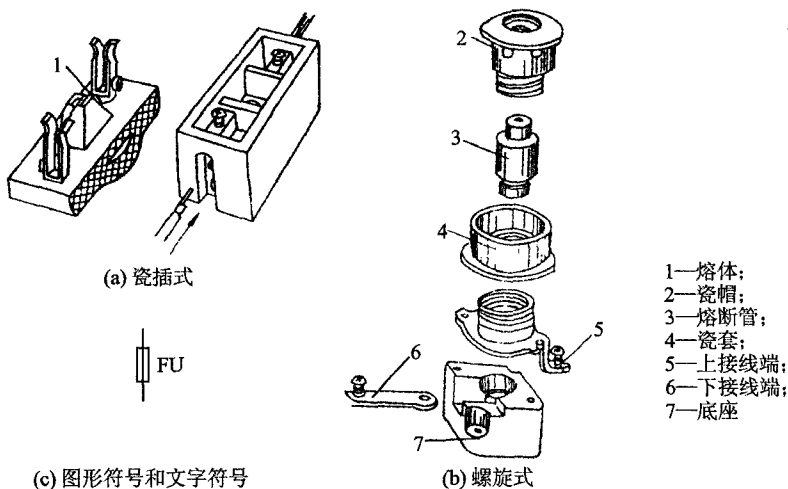


图 1-7 熔断器



熔体由易熔金属材料铅、锡、锌、银、铜及其合金制成,通常制成丝状或片状。熔壳是装熔体的外壳,由陶瓷、绝缘钢纸或玻璃纤维制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。

熔断器的熔体与被保护的电路串联,当电路正常工作时,熔体允许通过一定大小的电流而不熔断。当电路发生短路或严重过载时,熔体中流过很大的故障电流,当电流产生的热量达到熔体的熔点时,熔体熔断切断电路,从而达到保护目的。通过熔体的电流越大,熔体熔断的时间越短,这一特性称为熔断器的保护特性(或安秒特性),如图 1-8 所示。熔断器的保护特性数值关系如表 1-1 所列。

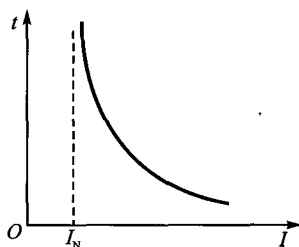


图 1-8 熔断器的保护特性

表 1-1 熔断器的保护特性数值关系

熔断电流	$(1.25 \sim 1.3) I_N$	$1.6 I_N$	$2.0 I_N$	$2.5 I_N$	$3 I_N$	$4 I_N$
熔断时间	∞	1 h	40 s	8 s	4.5 s	2.5 s

注:表中 I_N 为电路中的额定电流。

2. 熔断器的类型

常见的熔断器有瓷插式和螺旋式两种。RC1A 系列瓷插式熔断器的额定电压为 380 V,主要用做低压分支电路的短路保护。熔壳的额定电流等级有 5 A、10 A、15 A、30 A、60 A、100 A、200 A 七个等级。RL1 系列螺旋式熔断器的额定电压为 500 V,多用于机床电路中作短路保护。熔体的额定电流等级有 2 A、4 A、6 A、10 A 等。熔体的额定电流、熔断电流与其线径大小有关。

1.2.2 熔断器的技术参数

在选配熔断器时,经常需要考虑以下几个主要技术参数:

① 额定电压:指熔断器(熔壳)长期工作时以及分断后能够承受的电压值,其值一般大于或等于电气设备的额定电压。

② 熔体的额定电流:指熔断器(熔壳)长期通过的、不超过允许温升的最大工作电流值。

③ 熔体的额定电流:指长期通过熔体而不使其熔断的最大电流值。

④ 熔体的熔断电流:指通过熔体并使其熔化的最小电流值。

⑤ 极限分断能力:指熔断器在故障条件下,能够可靠地分断电路的最大短路电流值。

RC1A 系列和 RL1 系列熔断器的主要技术参数分别如表 1-2 和表 1-3 所列。

熔断器的型号意义如图 1-9 所示。

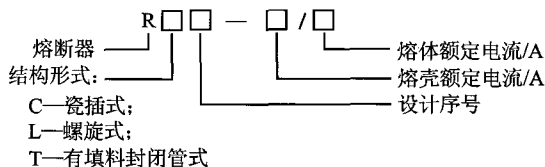


图 1-9 熔断器的型号意义



表 1-2 RG1A 系列熔断器的主要技术参数

型 号	额定电压/V	额定电流/A	额定电流等级/A	极限分断能力/kA
RC1A—5	~380 ~220	5	2、5	0.25
RC1A—10		10	2、4、6、10	0.5
RC1A—15		15	6、10、15	0.5
RC1A—30		30	20、25、30	1.5
RC1A—60		60	40、50、60	3
RC1A—100		100	80、100	3
RC1A—200		200	120、150、200	3

表 1-3 RL1 系列熔断器的主要技术参数

型 号	额定电压/V	额定电流/A	额定电流等级/A	极限分断能力/kA
RL1—15	~500 ~380 ~220	15	2、4、6、10、15	2
RL1—60		60	20、25、30、35、40、50、60	3.5~5
RL1—100		100	60、80、100	20
RL1—200		200	100、125、150、200	50

1.2.3 熔断器的选择

熔断器的选择主要是根据熔断器的种类、额定电压、额定电流、熔体额定电流以及线路负载性质而定。具体可按如下原则选择：

- ① 熔断器的额定电压应大于或等于电路工作电压。
- ② 电路上、下两级都设熔断器保护时，其上、下两级熔体电流大小的比值不小于 1.6 : 1。
- ③ 对于电阻性负载（如电炉和照明电路），熔断器可作过载和短路保护，熔体的额定电流应大于或等于负载的额定电流。
- ④ 对于电感性负载的电动机电路，只作短路保护而不宜作过载保护。
- ⑤ 对于单台电动机的保护，熔体的额定电流 I_{RN} 应不小于电动机额定电流的 1.5~2.5 倍，即 $I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$ 。轻载启动或启动时间较短时系数可取在 1.5 附近；带负载启动、启动时间较长或启动较频繁时，系数可取 2.5。
- ⑥ 对于多台电动机的保护，熔体的额定电流 I_{RN} 应不小于最大一台电动机额定电流 I_{Nmax} 的 1.5~2.5 倍，再加上其余同时使用电动机的额定电流之和（ $\sum I_N$ ），即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{Nmax} + \sum I_N$$

1.3 主令电器

主令电器是用来发布命令、改变控制系统工作状态的电器，它可以直接作用于控制电路，也可以通过电磁式电器的转换对电路实现控制，其主要类型有控制按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关和凸轮控制器等。