

电气控制与PLC应用技术

(三菱系列)

吕爱华 主 编
张 霞 副主编
熊良猛 主 审

吴艳花 陶 慧

学习内容包括:

常用低压电器; 电气控制系统的基本电路;

FX_{2N}系列PLC基本指令及其应用;

PLC的步进顺控指令及编程方法:

功能指令及其应用; PLC应用系统设计

每章后有技能实训, 可实现现场教学

信教育资源网上免费提供电子教案和习题答案



<http://www.phei.com.cn>

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业

电气控制与 PLC 应用技术 (三菱系列)

吕爱华 主 编

吴艳花 陶 慧 张 霞 副主编

熊良猛 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从实际工程应用和便于教学出发,主要介绍了电气控制中的典型电路、FX_{2N}系列 PLC 原理及应用。全书共分 8 章,主要内容包括:常用低压电器,电气控制系统的基本电路,可编程控制器基础,三菱 FX_{2N}系列 PLC,FX_{2N}系列 PLC 基本指令及其应用,PLC 的步进顺控指令及编程方法,功能指令及其应用,PLC 应用系统设计。为了方便教学,每章后设置实训和适量的习题。

本书可作为高职高专和应用型本科院校的机械制造及自动化、机电一体化技术、电气自动化、应用电子技术等相近专业的教材,也可做为广大工程技术人员的参考书。

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。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用技术:三菱系列/吕爱华主编. —北京:电子工业出版社,2011.8

新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业

ISBN 978-7-121-13977-2

I. ①电… II. ①吕… III. ①电气控制-高等职业教育-教材 ②可编程序控制器-高等职业教育-教材 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 129725 号

策划编辑:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张晓雪

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:16 字数:410 千字

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

电气控制与 PLC 应用技术是电气类、机电类专业的核心课程，在工业生产及其自动化控制领域应用十分广泛。随着 PLC 技术的发展，使电气控制技术进入了一个崭新的发展阶段，学习这些技术对工程类专业的学生显得十分重要。

本书主要介绍三菱公司 FX_{2N} 系列的 PLC，它具有功能强、性价比高，应用广泛等特点。

本书本着培养技能型应用人才的宗旨，从实际应用出发，对 FX_{2N} 系列的 PLC 指令系统及编程方法做了比较详细的介绍。在编写过程中重点突出实践和应用环节，大量增加了应用性实例编程，由易到难，循序渐进，使读者在实际应用中领悟 PLC 编程的技巧和方法，通过理论和实践的学习，逐步进入一般工程应用的组织、规划、设计、调试和运行等领域。

本书强调“学以致用”，力求体现新知识、新技术、新工艺，突出教材的实用性、适用性和科学性，尽可能体现高等职业教育的特点。

全书共分 8 章，主要内容包括：常用低压电器，电气控制系统的基本电路，可编程控制器基础，三菱 FX_{2N} 系列 PLC，FX_{2N} 系列 PLC 基本指令及其应用，PLC 的步进顺控指令及编程方法，功能指令及其应用，PLC 应用系统设计。为了方便教学，每章后设置实训和适量的习题。

本书可作为高职高专和应用型本科院校机械制造及自动化、机电一体化技术、电气自动化、应用电子技术等专业的教材，也可作为工程技术人员的参考书。

本书由襄阳汽车职业技术学院吕爱华担任主编并统稿，吴艳花、陶慧、张霞担任副主编，其中，第 1、2、5 章由吕爱华编写，第 4 章和附录由陶慧编写，第 3、6 章由张霞编写，第 7、8 章由襄樊学院吴艳花编写，全书由襄阳汽车职业技术学院熊良猛主审。

在本书的编写过程中，编者参考了大量相关的书籍资料，从中汲取了许多知识和经验，在此向这些书的作者表示感谢。由于编写时间紧迫，编者水平有限，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者
2011 年 6 月

参加“新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院	四川工程职业技术学院
江西信息应用职业技术学院	广东轻工职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	广东技术师范职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	西安理工大学
保定职业技术学院	辽宁大学高职学院
安徽职业技术学院	天津职业大学
杭州中策职业学校	天津大学机械电子学院
黄石理工学院	九江职业技术学院
天津职业技术师范学院	包头职业技术学院
福建工程学院	北京轻工职业技术学院
湖北汽车工业学院	黄冈职业技术学院
广州铁路职业技术学院	郑州工业高等专科学校
台州职业技术学院	泉州黎明职业大学
重庆科技学院	浙江财经学院信息学院
济宁职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
四川工商职业技术学院	南京金陵科技学院
吉林交通职业技术学院	无锡职业技术学院
连云港职业技术学院	西安科技学院
天津滨海职业技术学院	西安电子科技大学
杭州职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
重庆电子工程职业学院	石家庄信息工程职业学院
重庆工业职业技术学院	三峡大学职业技术学院
重庆工程职业技术学院	桂林电子工业学院高职学院
广州大学科技贸易技术学院	桂林工学院
湖北孝感职业技术学院	南京化工职业技术学院
江西工业工程职业技术学院	湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院
广东松山职业技术学院
徐州工业职业技术学院
扬州工业职业技术学院
徐州经贸高等职业学校

目 录

第 1 章 常用低压电器	(1)
1.1 低压电器的定义和分类	(1)
1.1.1 低压电器的定义	(1)
1.1.2 低压电器的分类	(1)
1.2 开关电器	(2)
1.2.1 刀开关	(2)
1.2.2 组合开关	(3)
1.2.3 低压断路器	(4)
1.3 熔断器	(6)
1.3.1 熔断器外形结构及符号	(6)
1.3.2 熔断器的主要技术参数及型号	(7)
1.3.3 熔断器的选择	(7)
1.4 主令电器	(8)
1.4.1 控制按钮	(8)
1.4.2 行程开关	(9)
1.4.3 万能转换开关	(10)
1.5 接触器	(11)
1.5.1 交流接触器的外形结构和符号	(11)
1.5.2 交流接触器的工作原理	(12)
1.5.3 直流接触器	(12)
1.5.4 接触器的主要技术参数及型号	(12)
1.5.5 接触器的选用	(13)
1.6 继电器	(14)
1.6.1 电流继电器和电压继电器	(14)
1.6.2 中间继电器	(15)
1.6.3 热继电器	(16)
1.6.4 时间继电器	(17)
1.6.5 速度继电器	(20)
1.7 传感器	(21)
1.7.1 电子接近开关	(21)
1.7.2 光电传感器(光电开关)	(23)
本章小结	(25)
习题 1	(25)

第2章 电气控制系统的基本电路	(27)
2.1 电气控制线路的绘制	(27)
2.1.1 电气控制系统图中的图形符号、文字符号和接线端子标记	(27)
2.1.2 电气原理图	(31)
2.1.3 电气安装图	(32)
2.2 三相异步电动机控制电路	(33)
2.2.1 三相异步电动机的启动控制电路	(33)
2.2.2 三相异步电动机的正、反转控制电路	(35)
2.2.3 电动机的其他控制电路	(37)
2.2.4 三相异步电动机的降压启动控制电路	(38)
2.2.5 三相异步电动机的制动控制电路	(41)
2.2.6 三相异步电动机的调速控制电路	(44)
2.2.7 三相异步电动机控制的保护环节	(48)
2.2.8 电液联合控制	(49)
2.3 生产机械的电气控制系统	(52)
2.3.1 C650 卧式车床电气控制电路	(52)
2.3.2 X62W 万能铣床电气控制电路	(56)
本章小结	(62)
习题2	(62)
实训1 三相笼型异步电动机的正、反转控制	(63)
实训2 三相笼型异步电动机Y- Δ 降压启动控制	(65)
第3章 可编程控制器(PLC)基础	(68)
3.1 可编程控制器(PLC)概述	(68)
3.1.1 PLC的产生	(68)
3.1.2 PLC的特点	(69)
3.1.3 PLC的应用	(69)
3.1.4 PLC的分类	(70)
3.1.5 PLC的主要技术指标	(72)
3.1.6 PLC与继电器控制系统的比较	(74)
3.2 PLC的一般结构	(75)
3.2.1 PLC的硬件系统	(75)
3.2.2 PLC的软件系统	(76)
3.3 PLC的基本工作原理	(77)
3.3.1 PLC的工作方式	(77)
3.3.2 PLC的扫描周期	(77)
3.3.3 PLC的I/O滞后时间	(78)
3.4 PLC的编程语言	(78)
3.4.1 梯形图编程语言(LD)	(78)
3.4.2 顺序功能图语言(SFC)	(79)

3.4.3 功能块图语言 (FBD)	(79)
3.4.4 指令表语言 (IL)	(79)
3.4.5 结构文本语言 (ST)	(79)
本章小结	(80)
习题3	(80)
第4章 三菱FX_{2N}系列PLC	(82)
4.1 FX系列PLC性能简介	(82)
4.1.1 FX系列PLC的特点	(82)
4.1.2 FX系列PLC的型号	(83)
4.1.3 FX系列PLC的一般技术指标	(83)
4.1.4 FX _{2N} 系列PLC的产品系列和一般技术指标	(84)
4.2 FX _{2N} 系列PLC的编程元件	(85)
4.2.1 输入继电器与输出继电器	(85)
4.2.2 辅助继电器	(86)
4.2.3 状态继电器	(87)
4.2.4 定时器	(88)
4.2.5 计数器	(89)
4.2.6 数据寄存器	(91)
4.2.7 指针与常数	(91)
本章小结	(92)
习题4	(92)
实训3 FX _{2N} 系列PLC的认识	(93)
实训4 GX Developer V8 编程软件的使用	(95)
第5章 FX_{2N}系列PLC基本指令及其应用	(102)
5.1 FX _{2N} 系列PLC基本逻辑指令	(102)
5.2 梯形图的基本规则	(110)
5.3 基本指令应用程序举例	(112)
5.3.1 定时器、计数器的应用	(112)
5.3.2 电动机的启动、自保、停止电路	(114)
5.3.3 两台电动机顺序启动的联锁控制	(115)
5.3.4 三台电动机顺序启动控制	(115)
5.4 梯形图程序设计方法	(116)
5.4.1 梯形图的经验设计法	(116)
5.4.2 转换法	(118)
本章小结	(120)
习题5	(120)
实训5 电动机正、反转的PLC控制	(122)
实训6 自动配料系统的PLC控制	(124)
实训7 十字路口交通灯的PLC控制	(128)

实训 8 电梯的 PLC 控制	(131)
第 6 章 FX_{2N} 系列 PLC 的步进顺控指令及编程方法	(135)
6.1 状态转移图	(135)
6.1.1 状态转移图的介绍	(135)
6.1.2 状态转移图的组成要素	(135)
6.1.3 状态转移图的结构	(137)
6.2 步进顺控指令的编程方法	(139)
6.2.1 步进顺控指令 STL、RET	(139)
6.2.2 初始状态编程	(140)
6.2.3 选择性分支与汇合编程	(140)
6.2.4 并行分支与汇合编程	(142)
6.2.5 分支、汇合的组合	(143)
6.2.6 状态跳转和循环编程	(144)
6.3 应用举例——十字路口交通信号灯的控制	(145)
本章小结	(148)
习题 6	(148)
实训 9 电动机正、反转能耗制动的 PLC 控制	(150)
实训 10 全自动洗衣机的 PLC 控制	(152)
第 7 章 FX_{2N} 系列功能指令及其应用	(157)
7.1 功能指令概述	(157)
7.1.1 功能指令格式	(157)
7.1.2 数据表示方法	(158)
7.2 FX 系列 PLC 功能指令的介绍	(159)
7.2.1 程序流程控制功能指令	(159)
7.2.2 传送与比较指令	(162)
7.2.3 四则逻辑运算指令	(167)
7.2.4 循环与移位指令	(169)
7.2.5 数据处理指令	(171)
7.2.6 高速处理指令	(173)
7.2.7 方便指令	(176)
7.2.8 外部 I/O 设备指令	(180)
7.2.9 外围设备指令	(185)
7.2.10 浮点数运算指令	(186)
7.2.11 时钟运算指令	(187)
7.3 编程举例	(189)
本章小结	(192)
习题 7	(192)
实训 11 用功能指令实现数码管循环点亮	(193)
实训 12 用功能指令实现交通灯的控制	(196)

第 8 章 PLC 应用系统设计	(199)
8.1 PLC 应用系统的设计方法	(199)
8.1.1 PLC 系统的规划与设计	(199)
8.1.2 PLC 选型与硬件系统设计	(200)
8.1.3 PLC 软件设计与程序调试	(202)
8.2 节省 I/O 点数的方法	(203)
8.2.1 节省输入点的方法	(203)
8.2.2 节省输出点的方法	(205)
8.3 综合实例	(207)
8.3.1 自动分拣系统	(207)
8.3.2 自动传送控制系统	(209)
8.3.3 三相步进电动机控制系统	(212)
8.3.4 C650 卧式车床电气控制系统	(214)
本章小结	(218)
习题 8	(218)
附录 A FX-20P-E 手持编程器的使用	(220)
附录 B FX _{2N} 系列可编程控制器应用指令表	(229)
附录 C FX _{2N} 特殊辅助继电器和数据寄存器表	(240)
参考文献	(243)

第 1 章 常用低压电器

内容提要

本章主要讲述开关电器、熔断器、主令电器、接触器、继电器、传感器等低压电器的用途、基本结构、工作原理及其主要参数和图形符号。

1.1 低压电器的定义和分类

1.1.1 低压电器的定义

电器是所有电工器件的简称。低压电器是指工作在交流电压小于 1200V，直流电压小于 1500V 的电路中起通断、保护、控制或调节作用的各种电气设备。

低压电器是电力拖动自动控制系统的基本组成元件，控制系统的优劣与所用低压电器直接相关，电气技术人员必须熟悉常用低压电器的原理、结构、型号、规格和用途，并能正确选择使用和维护。

1.1.2 低压电器的分类

低压电器的种类繁多，结构原理各异，功能多样，用途广泛。

1. 按用途和控制对象分类

(1) 低压配电电器。主要用于低压配电系统中，要求当系统发生故障时它可以准确动作，可靠工作，如刀开关、转换开关、空气断路器等。

(2) 低压控制电器。主要应用于电气传动系统中，要求其寿命长，体积小，重量轻且动作迅速、准确、可靠，如接触器、继电器等。

2. 按动作方式分类

(1) 自动电器。依靠外来信号或物理量（如电流、电压等）的变化而自动动作的电器，如接触器、继电器等。

(2) 非自动电器。通过人工或外力直接操作而动作的电器，如按钮、行程开关等。

3. 按工作原理分类

(1) 电磁式电器。依据电磁感应原理工作的电器，如接触器、各类电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器。依靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器，如行程开关、速度继电器等。

1.2 开关电器

1.2.1 刀开关

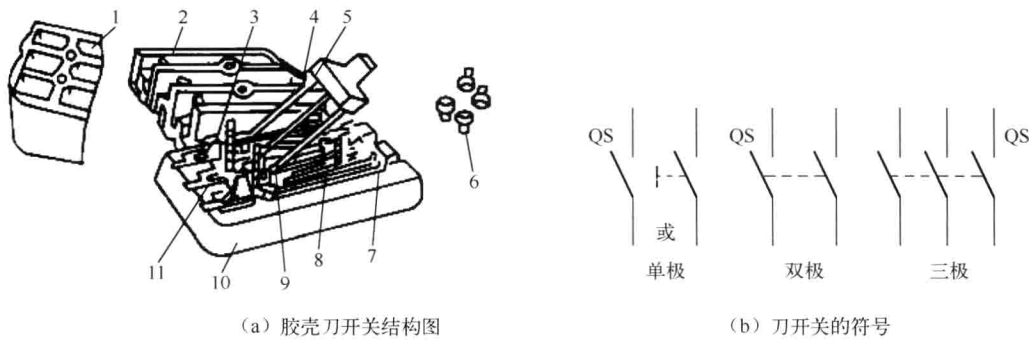
刀开关是带有动触头——闸刀，并通过它与底座上的静触头——刀夹座相楔合（或分离），以接通（或分断）电路的一种开关。

刀开关在电路中的作用是：隔离电源，以确保电路和设备维修的安全检查；分断负载，如不频繁地接通和分断容量不大的低压电路或直接启动小容量电动机。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关俗称胶盖瓷底刀开关，主要用于电气照明电路、电热电路中，可用做小容量电动机电路的不频繁控制开关，也可用做分支电路的配电开关。

胶底瓷盖刀开关由操作手柄、熔丝、触刀、触头座和底座组成，结构示意图如图 1.1 所示，其文字符号为 QS。此种刀开关装有熔丝，可起短路保护作用。



1—上胶盖；2—下胶盖；3—插座；4—触刀；5—瓷柄；6—胶盖紧固螺母；
7—出线座；8—熔丝；9—触刀座；10—瓷底板；11—进线座

图 1.1 开启式负荷开关外形结构及符号

刀开关在安装时，手柄要向上，不得倒装或平装，避免由于重力自动下落，引起误动合闸。接线时，应将电源线接在上端，负载线接在下端，这样拉闸后刀开关的刀片与电源隔离，既便于更换熔丝，又可防止可能发生的意外事故。

2. 封闭式负荷开关

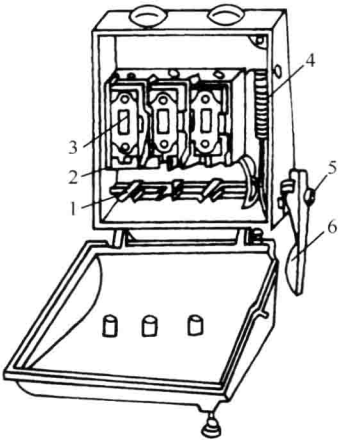
封闭式负荷开关又称为铁壳开关，一般用于电力排灌、电热器、电气照明线路的配电设备中，用来不频繁地接通与分断电路，也可以直接用于异步电动机的非频繁全压启动控制。

铁壳开关主要由钢板外壳、触刀、操作机构、熔丝等组成，如图 1.2 所示。

铁壳开关的操作结构有两个特点：一是采用储能合闸方式，即利用一根弹簧执行合闸和分闸功能，使开关的闭合和分断时的速度与操作速度无关，它既有助于改善开关的动作性能和灭弧性能，又能防止触头停滞在中间位置；二是设有联锁装置，以保证开关合闸后便不能打开箱盖，而在箱盖打开后，不能再合开关。

3. 刀开关的主要技术参数及型号

刀开关的主要技术参数有：额定电流（长期通过的最大允许电流）、额定电压（长期工作所承受的最大电压）以及分断能力等。选择刀开关时，刀开关的额定电压应大于或等于线路的额定电压，额定电流应大于或等于线路的额定电流。刀开关有 HD（单投）、HS（双投）、HK（开启式）、HR（熔断器式）和 HH（封闭式负荷）等系列，它们都适用于交流 50Hz、额定电压至 500V，直流额定电压至 400V、额定电流至 1500A 的成套配电装置中，在非频繁地手动接通和分断电路中使用，或作为隔离开关中使用，其型号含义如图 1.3 所示。



1—触刀；2—夹座；3—熔断器；4—速断弹簧；5—转轴；6—手柄

图 1.2 铁壳开关结构图

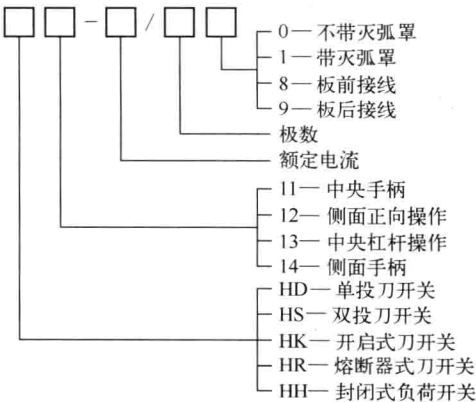


图 1.3 刀开关型号的的含义

1.2.2 组合开关

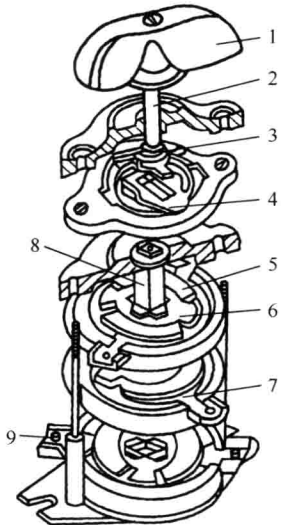
组合开关又称转换开关，是一种多触头、多位置式，可控制多个回路的电器。

组合开关具有体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等优点，多用于机床电气控制线路中电源的引入开关，起着隔离电源作用，还可作为直接控制小容量异步电动机不频繁启动和停止的控制开关。

1. 组合开关的结构和符号

组合开关由动触头（动触片）、静触头（静触片）、转轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成。其动、静触头分别叠装于数层绝缘壳内。如图 1.4 所示为 HZ10 组合开关结构示意图，当转动手柄时，每层的动触头随方形转轴一起转动，从而实现对电路的通、断控制。组合开关同样也有单极、双极和三极之分，如图 1.5 所示。

HZ10 系列组合开关应安装在控制箱内，其操作手柄



1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮；
5—绝缘垫板；6—动触点；7—静触点；
8—绝缘方轴；9—接线柱

图 1.4 组合开关结构示意图

最好在它的前面或侧面。开关为断开状态时应使手柄在水平旋转位置。HZ3 系列组合开关外壳上的接地螺钉必须可靠接地。

2. 组合开关的主要技术参数及型号

组合开关的常用产品有 HZ5、HZ10、HZ12、HZ15 等系列。主要参数技术有额定电压、额定电流和极数等。组合开关的型号含义如图 1.6 所示，其中，类型是指凡不标出类型代号（拼音字母）者，是同时通断或交替通断的产品；有 P 代号者，是两位转换的产品；有 S 代号者，是三位转换的产品；有 Z 代号者，是供转接电阻用的产品；有 X 代号者，是控制电动机做星形 - 三角形降压启动用的产品。

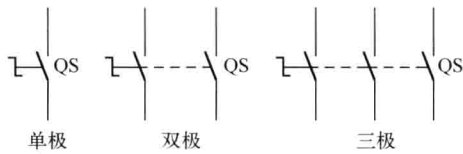


图 1.5 组合开关的符号

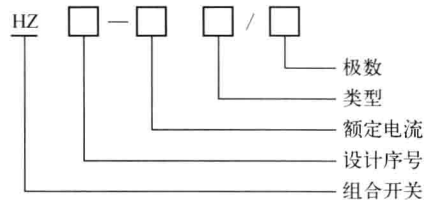


图 1.6 组合开关的型号含义

交替通断的产品，其极数标志部分有两位数字：第一位表示在起始位置上接通的电路数；第二位表示总的通断电路数。两位转换的产品，其极数标志前无字母代号者，是有一位断路的产品；极数标志前有字母 B 代号者，是有两位断路的产品；极数标志前有数字 0 代号者，是无断路的产品。

1.2.3 低压断路器

低压断路器是一种可以用手动或电动分、合闸，而且在电路过载或欠电压时能自动分闸的低压开关电器，又叫自动空气开关或自动空气断路器，简称断路器。其功能相当于熔断器式断路器与过流、欠压、热继电器等的组合，因而得到了广泛的应用。

1. 低压断路器的结构和符号

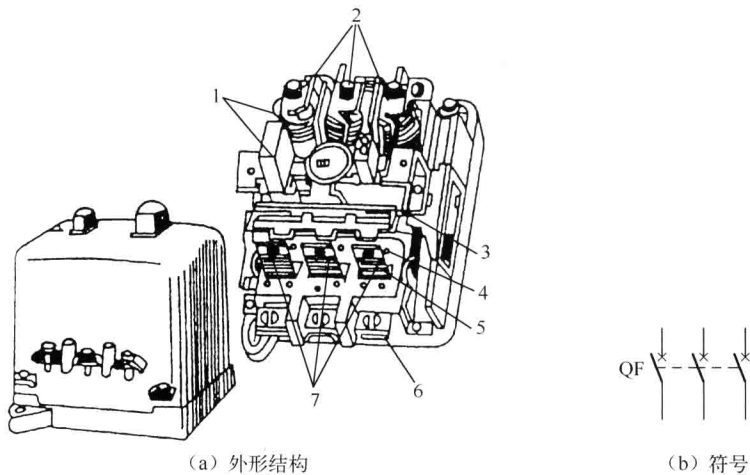
低压断路器由操作机构、触点、保护装置（各种脱扣器）、灭弧系统等组成。低压断路器的结构和符号如图 1.7 所示，其文字符号为 QF。

2. 低压断路器的工作原理

低压断路器的工作原理示意图如图 1.8 所示。

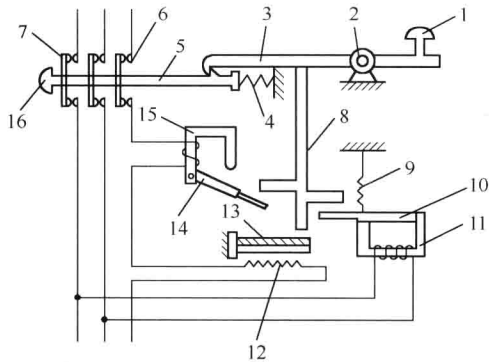
开关的主触点是靠操作机构手动或电动合闸的，由自由脱扣机构将主触点锁在合闸位置上。当主电路发生过载时，热元件 12 产生的热量增加，使双金属片 13 弯曲变形，推动杠杆 8 向上运动，使搭钩 3 与锁扣 5 脱开，在反作用弹簧 4 的作用下断路器主触点断开，切断电路，实现过载保护；当主电路发生短路故障时，短路电流超过过电流脱扣器的瞬时脱扣整定电流时，脱扣器产生足够大的吸力将衔铁 14 吸合，通过杠杆推动搭钩与锁扣脱开，切断电

路，使用电设备不会因短路而烧毁；当电路电压正常时，失压或欠压脱扣器的衔铁 10 被吸合，断路器的主触点能够闭合；当电路出现失压或电压下降到某一值时，铁芯磁力消失，衔铁被释放，在拉力弹簧 9 的作用下，衔铁撞击杠杆使搭钩与锁扣分开，主触点断开，起到失压或欠压保护。



1—按钮；2—电磁脱扣器；3—自由脱扣器；4—动触点；5—静触点；6—接线柱；7—热脱扣器

图 1.7 低压断路器的结构和符号



1—分断按钮；2—转轴座；3—搭钩；4—反作用弹簧；5—锁扣；6—静触头；7—动触头；
8—杠杆；9—拉力弹簧；10—欠压脱扣器衔铁；11—欠压脱扣器；12—热元件；
13—双金属片；14—电磁脱扣器衔铁；15—电磁脱扣器；16—接通按钮

图 1.8 低压断路器的工作原理示意图

3. 低压断路器的主要技术参数及型号

低压断路器的主要技术参数有：额定工作电压、额定电流等级、极数、脱扣器类型及额定电流、短路分断能力等。低压断路器的主要型号有 DW10、DW15、DZ5、DZ10、DZ20 等系列，其型号含义如图 1.9 所示。

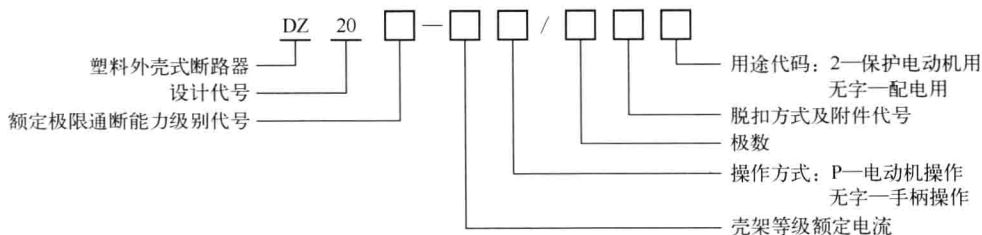


图 1.9 DZ20 系列低压断路器的型号含义

1.3 熔断器

熔断器是根据电流超过规定值一定时间后，以其自身产生的热量使熔体熔化，从而使电路断开的原理制成的一种电流保护器。熔断器广泛应用于低压配电系统和控制系统及用电设备中，作为短路和过电流保护，使用时将它串联在被保护电路中。

1.3.1 熔断器外形结构及符号

熔断器常见的类型有插入式、螺旋式、卡装式、有填料封闭管式、无填料封闭管式等，品种规格很多。瓷插式熔断器、螺旋式熔断器外形结构如图 1.10 (a)、(b) 所示。图 1.10 (c) 所示为熔断器的符号，其文字符号为 FU。

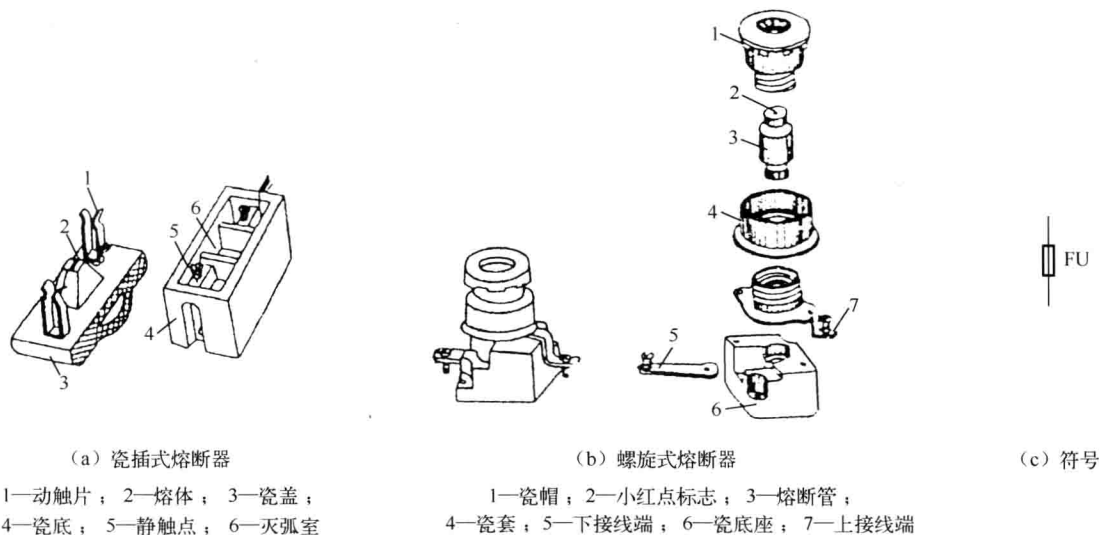


图 1.10 熔断器外形结构及符号

瓷插式熔断器的电源线和负载连接线分别接在瓷底座两端静触点的接线柱上，瓷盖中间凸起部分的作用是将熔体熔断产生的电弧隔开，使其迅速熄灭。较大容量熔断器的灭弧室中还垫有熄灭电弧用的石棉织物。

螺旋式熔断器电源线应当接在瓷底座的下接线端，负载线接到金属螺纹壳的上接线端。