



DIANQI KONGZHI YU PLC JISHU

# 电气控制与PLC技术

赵秀婷 主编

“十二五”高职高专机电类专业规划教材

# 电气控制与 PLC 技术

赵秀婷 主编

河南科学技术出版社

·郑州·

## 内 容 提 要

本书主要介绍常用低压电器, 机床基本控制电路, 典型机床电气线路的原理分析, 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 的工作原理, 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 逻辑元件, 三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 指令系统及三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 的应用技术。

本书既可作为高职高专机电一体化专业、工业自动化专业、电气专业及其他相关专业的教学用书, 也可作为电大、职大相同或相近专业的教学用书。本书对与机电相关专业的本科生和工程技术人员来说也是一本较好的自学教材和参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC 技术/赵秀婷主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2010. 8  
(“十二五” 高职高专机电类专业规划教材)  
ISBN 978 - 7 - 5349 - 4582 - 3

I. ①电… II. ①赵… III. ①电气控制 - 高等学校: 技术学校 - 教材②可  
编程序控制器 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TM571. 2②TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 140100 号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: [www.hnstp.cn](http://www.hnstp.cn)

策划编辑: 孙 彤

责任编辑: 王 非

责任校对: 丁秀荣 马晓灿

封面设计: 李 冉

版式设计: 栾亚平

责任印制: 朱 飞

印 刷: 郑州晓峰印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 15.25 字数: 368 千字

版 次: 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 31.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

# 序

---

近年来，我国高等职业教育的规模，无论是院校数量还是学生数量，都占据了高等教育总规模的半壁江山。高等职业教育是高等教育的一种新类型，承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式培养高综合素质、高技能人才的任务。随着我国经济建设步伐的加快，特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变，现代制造业对高综合素质、高技能专业人才的需求更为迫切。用人单位对劳动力的选择将不再仅凭一张文凭，而要看学生是否具有实际操作能力。面对这一形势，高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要，开展教学研究和改革，更新教学内容，改进教学方法，推进精品专业、精品课程和教材建设，取得了丰硕的成果。课程设置越来越贴近社会需求和个体需求，专业课程与职业资格证书衔接，增设了大量的专业选修课程和技能课程，完善了实训课程体系，这一切都较好地反映了劳动力市场的变化、学生择业观念的更新。及时总结这些成果并以教材形式予以体现，推广至更多的院校，无疑是一件意义深远的事情。为了适应高职高专教学改革的需要，鼓励教师编写富有特色的教材，促进高职高专机电类专业教学质量的不断提高，我们这几所参编院校在河南科学技术出版社出版的《“十一五”高职高专机电类专业规划教材》基础上，总结了经验和教训，并进一步强调创新的理念，组织编写了这套《“十二五”高职高专机电类专业规划教材》。

本套教材基本涵盖了高职高专机电类专业的专业基础课、主干专业课和实训课，是按照高职教育“以服务为宗旨，以就业为导向”的指导思想和培养高综合素质、高技能人才的基本要求编写的。它对传统的课程体系和教学内容进行了整合和更新，精简了理论内容，突出了专业技能和理论知识应用能力的培养，缩小了学生专业技能与生产一线需求的差距，进一步体现了高职教育的人才培养特色。

参加本套教材编写的作者都是长期从事高职高专教学工作的教师，他们对高等职业技术人才的培养、对机电类专业的课程体系和教学改革具有深刻的理解和思考，在教学实践中积累了丰富的经验。从某种意义上说，本套教材是有关高职高专院校机电类专业多年教学改革成果的体现和凝集，相信它必将在今后的高职高专教学工作中发挥积极而重要的作用。

彭志宏

2010年1月

## “十二五”高职高专机电类专业规划教材 编审委员会名单

主任 彭志宏

副主任 (按姓氏笔画排序)

王建庄	巴玉强	宁玉伟	肖 珑
宋海军	张 勤	赵 军	徐国强
高士忠	郭建庄	唐建生	董作霖

委员 (按姓氏笔画排序)

王建勋	许万有	李小强	李新德
张 池	张延萍	张晓妍	张海英
赵章吉	俞佳芝	鲍 莉	蔡振伟

# 前 言

---

本书是根据目前高等职业教育的特点,并充分考虑到电气控制技术在机电产品中实际应用和发展情况而编写的。随着科学技术的发展,特别是大规模集成电路的问世和微处理机技术的应用,出现了可编程序控制器(PLC),它不仅可以取代传统的继电接触器控制系统,还可以进行复杂的过程控制和构成分布式自动化系统,使电气控制技术进入了一个崭新的阶段。目前可编程控制器在我国的应用相当广泛,尤其是小型可编程控制器,采用类似继电器逻辑的过程操作语言;使用十分方便,备受电气工程技术人员欢迎。因此,了解和学习这些重要的技术对机电类专业的高职高专学生来说是必不可少的。

在编写本书的过程中,我们根据高职教材应以培养综合型、实用型人才为目标这一宗旨,在注重基础理论编写的同时,突出实践性教学环节,努力做到内容全面、语言简洁、通俗易懂、重点突出、实例丰富、图文并茂、实用性强,尽可能体现高职教育的特点。

本书主要介绍常用低压电器,机床基本控制电路,典型机床电气线路的原理分析,三菱FX<sub>2N</sub>系列PLC的工作原理,三菱FX<sub>2N</sub>系列PLC逻辑元件,三菱FX<sub>2N</sub>系列PLC指令系统及三菱FX<sub>2N</sub>系列PLC的应用技术。

本书既可作为高职高专机电一体化专业、工业自动化专业、电气专业及其他相关专业的教学用书,也可作为电大、职大相同或相近专业的教学用书。本书对与机电相关专业的本科生和工程技术人员来说也是一本较好的参考书和自学教材。

本书由洛阳理工学院赵秀婷主编,并编写了前言和第8、10章;郑州职业技术学院王菊叶为副主编,编写了第5、6章及附录A、B;郑州职业技术学院杜新峰编写了第1、7章;郑州职业技术学院赵霞编写了第2、3、4章;河南工业贸易职业学院冯春丽编写了第9章;在本书部分章节的编写过程中参考了有关资料,在此特向这些参考文献的作者们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏、错误之处恳请读者批评指正。

编 者

2010年4月

## 《电气控制与 PLC 技术》编写人员

主 编 赵秀婷

副主编 王菊叶

编 者 (按姓氏笔画排序)

王菊叶 冯春丽 杜新峰 赵 霞

赵秀婷

# 目 录

第1篇 电气控制	1
第1章 低压电器	1
1.1 低压电器的分类	1
1.2 熔断器	2
1.3 刀开关和转换开关	4
1.4 自动开关	6
1.5 接触器	8
1.6 继电器	10
1.7 主令电器	18
1.8 其他常用低压电器	21
1.9 无触点电器	24
1.10 小结	27
第2章 电气控制线路基本环节	31
2.1 电气控制系统图及绘制	31
2.2 三相笼形异步电动机的基本控制线路	37
2.3 三相异步电动机降压启动控制线路	41
2.4 三相异步电动机制动控制线路	47
2.5 三相异步电动机调速控制线路	49
2.6 常用电气设备控制线路分析	50
2.7 电气控制线路中常用的保护环节	54
2.8 小结	56
第3章 实验及实训	58
实验一 电动机直接启动控制线路	58
实验二 电动机可逆旋转控制线路	59
实验三 电动机Y— $\Delta$ 降压启动控制电路	59
实训一 机床电动机反接制动控制线路	60
实训二 模拟机床工作台自动往复控制线路	61





实训三	模拟机床各电机顺序工作控制线路	62
实训四	车床电气故障的查找与排除	63
实训五	平面磨床电气故障的查找与排除	64
实训六	摇臂钻床电气故障的查找与排除	65
实训七	铣床电气故障的查找与排除	67
<b>第2篇</b>	<b>PLC 技术</b>	<b>69</b>
<b>第4章</b>	<b>可编程控制器概述</b>	<b>69</b>
4.1	PLC 的产生和定义	69
4.2	可编程控制器的功能、特点及分类	71
4.3	可编程控制器的结构	73
4.4	PLC 的工作原理	78
4.5	可编程控制系统和继电器—接触器控制系统的区别	79
4.6	可编程控制器的技术性能指标	80
4.7	小结	81
<b>第5章</b>	<b>三菱 FX 系列可编程控制器硬件基础</b>	<b>82</b>
5.1	三菱 FX 系列可编程控制器	82
5.2	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列可编程控制器软元件	86
5.3	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列可编程控制器的技术指标	95
5.4	小结	98
<b>第6章</b>	<b>FX<sub>2N</sub> 系列可编程控制器常用基本指令</b>	<b>100</b>
6.1	FX <sub>2N</sub> 系列可编程控制器基本指令	102
6.2	梯形图设计规则	118
6.3	FX <sub>2N</sub> 系列可编程控制器编程软件简介	121
6.4	小结	129
<b>第7章</b>	<b>功能指令及其应用</b>	<b>132</b>
7.1	功能指令的基本规则	132
7.2	功能指令	135
7.3	小结	149
<b>第8章</b>	<b>PLC 程序设计与应用</b>	<b>150</b>
8.1	常用典型单元梯形图	150
8.2	继电器电路转换设计法	156
8.3	经验设计法	158
8.4	逻辑设计法	160
8.5	步进顺序指令及其应用	160
8.6	小结	174
<b>第9章</b>	<b>可编程控制器的系统设计</b>	<b>176</b>
9.1	可编程控制器系统设计的基本原则和步骤	176
9.2	可编程控制器系统硬件和软件设计	179

9.3 减少 I/O 点数的措施 .....	184
9.4 提高 PLC 控制系统可靠性的措施 .....	187
9.5 PLC 控制系统的维护和故障诊断 .....	189
9.6 PLC 应用举例 .....	191
9.7 小结 .....	198
<b>第 10 章 PLC 综合实训</b> .....	<b>200</b>
实训一 电动机正反转的 PLC 控制 .....	200
实训二 基本逻辑指令的应用 .....	200
实训三 自动运料小车运行控制 .....	206
实训四 十字路口交通灯控制 .....	207
实训五 液体混合装置 .....	209
实训六 机械手操作控制 .....	212
实训七 三组抢答器设计 .....	215
实训八 三层电梯控制 .....	215
小结 .....	221
<b>附录</b> .....	<b>222</b>
附录 A FX 系列 PLC 指令系统 .....	222
附录 B FX 系列 PLC 特殊功能元件表 .....	225
<b>参考文献</b> .....	<b>233</b>

## 第1篇

# 电气控制

## 第1章 低压电器

工作在交流 1 000 V 及以下, 直流 1 200 V 及以下电路中的电器, 都属低压电器。低压电器作为基本元器件广泛应用于发电厂、变电所、工矿企业、交通运输等的电力输配电系统和电力拖动控制系统中。随着工农业生产的不断发展, 供电系统的容量不断扩大, 低压电器的额定电压等级范围有相应提高的趋势。同时, 电子技术也将日益广泛地用于低压电器中。

### 1.1 低压电器的分类

输配电系统和控制系统中用的低压电器种类繁多, 按它在电气线路中所处的地位和作用, 可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。低压配电电器包括熔断器、刀开关、转换开关和自动开关等。低压控制电器包括接触器、继电器、启动器、主令电器、控制器、电阻器、变阻器和电磁铁等。

低压电器按其动作方式可分为自动切换电器和手动切换电器。前者主要是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; 后者是用于直接操作来进行切换。

低压电器按其有无触点的结构特点又可分为有触点电器和无触点电器两大类。目前有触点的电器仍占多数, 随着电子技术的发展, 无触点电器的应用也日趋广泛。

我国低压电器产品主要有 12 大类, 即刀开关和转换开关、熔断器、自动开关、控制器、接触器、启动器、继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器和电磁铁, 采用汉语



拼音字母及阿拉伯数字来表示这些产品。

## 1.2 熔断器

熔断器是电网和用电设备中最常用的安全保护电器，其主体是用低熔点金属丝或金属薄片制成的熔体，串联在被保护的电路中。它是根据电流的热效应原理工作的，在正常情况下，熔体相当于一根导线；当发生短路或过载时，电流很大，熔体因过热熔化而切断电路。

熔断器作为保护电器，具有结构简单、价格低廉、使用方便等优点，应用极为广泛。

### 1.2.1 熔断器的结构

熔断器由熔体和绝缘底座（或称熔管）组成。熔体为丝状或片状。熔体材料通常有两种：一种由铅锡合金和锌等低熔点金属制成，因不易灭弧，多用于小电流的电路；另一种由银、铜等较高熔点的金属制成，易于灭弧，多用于大电流的电路。当正常工作的时候，流过熔体的电流小于或等于它的额定电流，由于熔体发热的温度尚未达到熔体的熔点，所以熔体不会熔断，电路仍然保持接通。当流过熔体的电流达到额定电流的 1.3 ~ 2 倍时，熔体缓慢熔断；当流过熔体的电流达到额定电流的 8 ~ 10 倍时，熔体迅速熔断。电流越大，熔断越快。 $I_N$  为熔体额定电流，通常取  $2I_N$  为熔断器的熔断电流，其熔断时间为 30 ~ 40 s。因此熔断器对轻度过载反应比较迟钝，一般只能作短路保护用。

### 1.2.2 熔断器的技术参数

1. 额定电压 额定电压指保证熔断器能长期正常工作的电压。

2. 额定电流 额定电流指保证熔断器（指绝缘底座）能长期正常工作的电流，它的等级划分随熔断器结构形式而异。应该注意的是，熔断器的额定电流应大于或等于所装熔体的额定电流，例如，RL1—60 熔断器额定电流为 60 A，内装熔体的额定电流可为 40 A、50 A 或 60 A 等。

3. 极限分断电流 极限分断电流是指熔断器在额定电压下所能断开的最大短路电流。

### 1.2.3 常用的低压熔断器

#### 1. 无填料熔断器

(1) 无填料瓷插式（又名插入式）熔断器：图 1-1a、b 分别为 RC1A 瓷插式熔断器结构图和熔断器的符号（适用于所有熔断器）。瓷插式熔断器由瓷底座、瓷插件、动触点、静触点和熔体组成；瓷插件突出部分与瓷底座之间的间隙形成灭弧室。熔断器额定电流在 60 A 以上的灭弧室中还垫有帮助灭弧的编织石棉。熔断器与被保护的电路相连，动触点间跨接着熔体。一般额定电流在 30 A 以下的熔体用软铅丝（俗称保险丝）；30 ~ 100 A 的用铜丝；120 ~ 200 A 的则用变截面冲制铜片。

(2) 无填料封闭管式熔断器：图 1-2 所示为 RM10 系列无填料封闭管式熔断器的结构。图中 1 为厚壁反白管（即钢纸管），两端紧套着黄铜套管 2，用两排铆钉与反白管固定在一起，使它不会炸开。套管上旋有铜帽 3，用于固定熔体 5，熔体 5 用螺钉固定在插刀 4 上。15 A 和 60 A 的熔断器不用插刀，熔体直接与旋紧的铜帽接触。

熔体为截面宽窄不均匀的锌片，当短路电流通过熔体时，它的狭颈部首先立即熔断，中间大块熔体掉下，造成较大的电弧间隙，有利于灭弧。同时，反白管内壁在电弧高温下产生高压气体，使电弧迅速熄灭。分断能力最大可达 10 ~ 12 kA。

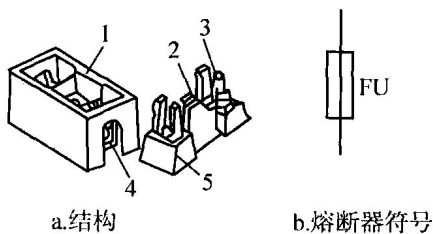


图 1-1 RC1A 系列瓷插式熔断器

1. 瓷底座 2. 熔体 3. 动触点 4. 静触点 5. 瓷插件

2. 有填料螺旋式熔断器 图 1-3 所示为 RL1 系列有填料螺旋式熔断器。它由底座 6、瓷帽 1、瓷套 3、熔断管（芯子 2）和上、下接线板 4、5 等组成。熔断管内装有熔体（丝或片）、石英砂填料和熔断指示器（上有色点）。当熔体熔断时，指示器跳出，可透过瓷帽的玻璃窗口进行观察。在熔体周围所充填的石英砂，导热性能好，热容量大，能大量吸收电弧能量。通过灭弧，提高了熔断器的分断能力。它的熔体更换方法是更换整个熔断管（芯子）。

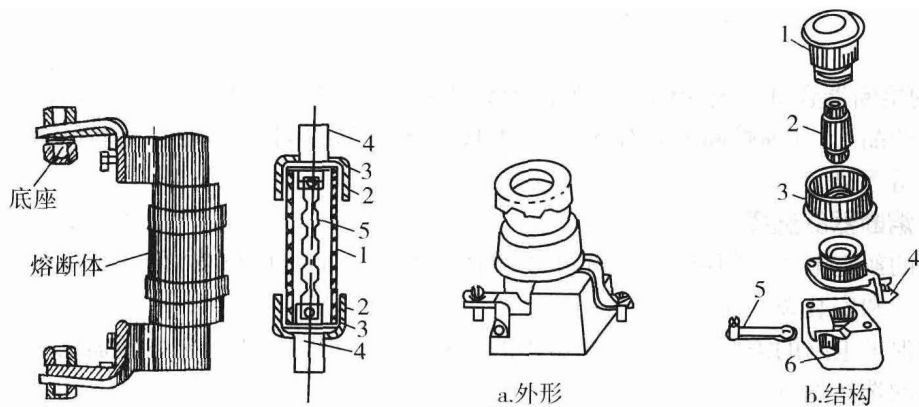


图 1-2 RM10 系列封闭管式熔断器

1. 反白管 2. 黄铜套管 3. 铜帽  
4. 插刀 5. 熔体

图 1-3 RL1 系列螺旋式熔断器

1. 瓷帽 2. 熔断管 3. 瓷套  
4. 上接线板 5. 下接线板 6. 底座

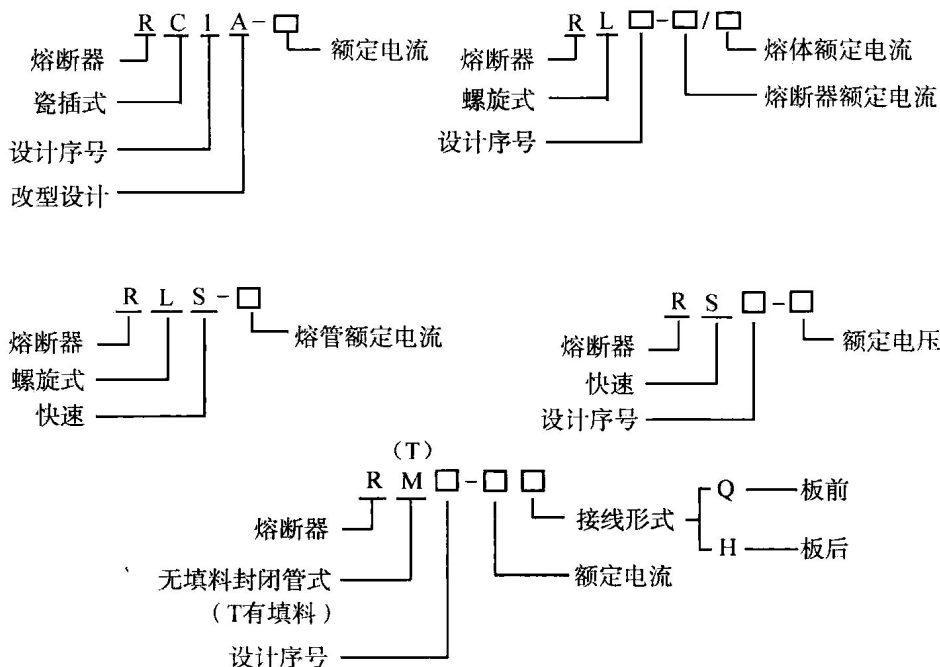
此外，还有填料的封闭管式熔断器，它被广泛地用于短路电流很大的电力网络或配电装置中。

3. 快速熔断器 快速熔断器主要用于半导体功率器件或变流装置的短路保护。由于半导体元件的过载能力很低，只能在极短时间内承受较大的过载电流（例如，70 A 的晶闸管元件能承受 6 倍额定电流的时间仅为 10 ms），因此要求短路保护具有快速熔断的特性。常用快速熔断器有 RS 和 RLS 系列。

应当注意，快速熔断器的熔体不能用普通的熔体代替，因为普通的熔体不具有快速熔断的特性。

### 1.2.4 熔断器的型号

熔断器型号的含义为



常用的熔断器瓷插式有 RC1A 系列，螺旋式有 RL1、RL6、RL7 等系列（RL6、RL7 是更新换代产品）。快速熔断器有 RLS2（可取代 RLS1）等系列。无填料封闭管式有 RM1、RM2、RM7 等系列。

### 1.2.5 熔断器的选择

熔断器的额定电压和额定电流应不小于线路的额定电压和所装熔体的额定电流，形式根据线路要求和安装条件而定。

根据被保护电路的需要，首先选择熔体的规格，再根据熔体去确定熔断器的规格。熔体额定电流的选择如下：

(1) 对于电炉和照明等电阻性负载，熔断器可用作过载保护和短路保护，熔体的额定电流应稍大于或等于负载的额定电流。

(2) 电动机的启动电流很大，熔体的额定电流因考虑启动时熔丝不能断而选得较大，因此对电动机只宜用作短路保护而不能用作过载保护。

对于单台电动机，熔体的额定电流 ( $I_{RN}$ ) 应不小于电动机额定电流 ( $I_N$ ) 的 1.5 ~ 2.5 倍，即  $I_{RN}$  大于或等于  $(1.5 \sim 2.5) I_N$ 。轻载启动或启动时间较短时，系数可取近 1.5，带负载启动、启动时间较长或启动较频繁时，系数可取 2.5。

对于多台电动机的短路保护，熔体的额定电流 ( $I_{RN}$ ) 应不小于最大一台电动机的额定电流 ( $I_{Nmax}$ ) 的 1.5 ~ 2.5 倍，加上同时使用的其他电动机额定电流之和。

## 1.3 刀开关和转换开关

刀开关和转换开关都是手动操作的电器，一般用来不频繁地接通和分断容量不很大的低压供电线路，也可作为电源隔离开关。在农村和小型工厂中，还经常用来直接启动小容

量的笼形异步电动机。

1. 刀开关 刀开关俗称闸刀开关，是一种结构最简单且应用最广泛的电器。

刀开关的典型结构如图 1-4 所示，它由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动手柄使触刀紧紧插入静插座中，电路就被接通。

刀开关的种类很多，按刀的极数可分为单极、双极和三极；按刀的转换方向可分为单掷和双掷；按灭弧装置情况可分为带灭弧罩和不带灭弧罩；按操作方式可分为直接手柄操作式和远距离连杆操纵式；按接线方式可分为板前接线式和板后接线式。这里只介绍常用的刀开关。

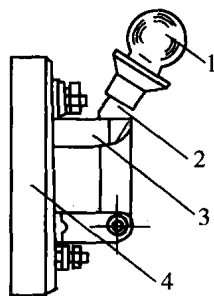
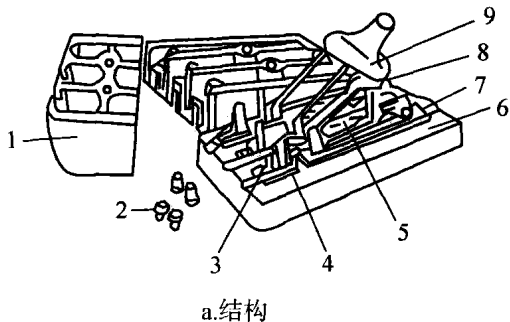


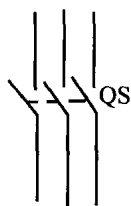
图 1-4 刀开关的典型结构

1. 手柄 2. 触刀 3. 静插座 4. 绝缘底板

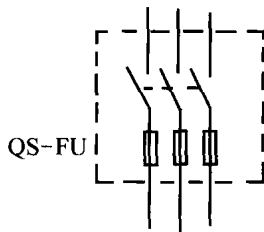
2. 开启式负荷开关 开启式负荷开关又名瓷底胶盖闸刀开关。图 1-5a 为 HK 系列瓷底胶盖闸刀开关结构图。它由刀开关和熔断器组合而成。瓷底板上装有进线座、静触点、熔丝、出线座和刀片式的动触点，上面还罩有两块胶盖。这样，操作人员不会触及带电部分，并且分断电路时产生的电弧也不会飞出胶盖外面而灼伤操作人员。图 1-5b、c 所示为刀开关的符号。



a. 结构



b. 刀开关符号

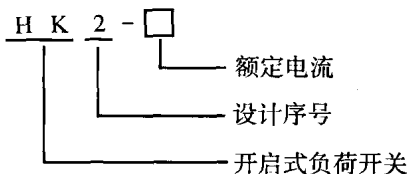


c. 带熔断器刀开关符号

图 1-5 HK 系列瓷底胶盖闸刀开关

1. 胶盖 2. 胶盖紧固螺钉 3. 进线座 4. 静触点 5. 熔丝  
6. 瓷底 7. 出线座 8. 动触点 9. 瓷柄

它的型号含义为



这种开关易被电弧烧坏，因此不宜带负载接通或分断电路。但因其结构简单、价格低廉，常用作照明电路的电源开关，也可用于 5.5 kW 以下三相异步电动机不频繁地启动和停止的控制。在拉闸与合闸时动作要果断迅速，以利于迅速灭弧，减少刀片和触座的灼损。

## 1.4 自动开关

自动开关又名自动空气开关或自动空气断路器。它既作开关用，又具有保护功能，使交、直流电路内的电气设备免受短路、过载或欠电压等不正常情况的危害。有时，也用于不频繁地启、停电动机等。

自动开关具有保护、动作后不需要更换元件，动作电流可按需要整定，工作可靠，安装方便和分断能力较高等优点。因此，在各种动力线路和机床设备中应用较广泛。

### 1.4.1 自动开关的工作原理

尽管各种自动开关形式各异，但其基本结构和动作原理却都相同。它主要由触点系统、灭弧装置、操作机构和保护装置（各种脱扣器）等几部分组成。

图 1-6 是自动开关的工作原理与符号。开关的主触点是靠操作机构进行合闸与分闸的（操作机构图中未画出）。一般容量的开关采用手动操作，较大容量的往往采用电动操作合闸后，主触点被钩子锁在闭合位置。保护装置有：

(1) 电磁脱扣器：当流过开关的电流在整定值以内时，电磁脱扣器 4 线圈所产生的吸力不足以吸动衔铁。当发生短路故障时，短路电流超过整定值，强磁场的吸力克服弹簧的拉力拉动衔铁，顶开钩子，使开关跳闸。电磁脱扣器起到熔断器的作用。

(2) 失压脱扣器：失压脱扣器 5 的工作过程与电磁脱扣器的恰恰相反。当电源电压在额定值时，失压脱扣器线圈产生的磁力足以将衔铁吸合，使开关保持合闸状态。当电源电压下降到低于整定值或降为零时，在弹簧作用下衔铁被释放，顶开钩子而切断电源。

(3) 热脱扣器：热脱扣器 6 的作用和基本原理与后面介绍的热继电器相同。

(4) 分励脱扣器：分励脱扣器（图中未画出）用于远距离操作。在正常工作时，其线圈是断电的。在远方操作时，使线圈通电，电磁铁带动机械机构动作，使开关跳闸。

(5) 复式脱扣器：开关同时具有电磁脱扣器和热脱扣器，称为复式脱扣器。

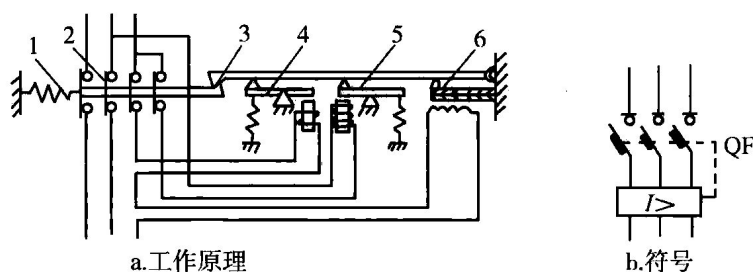


图 1-6 自动开关的工作原理图与符号

1. 释放弹簧 2. 主触点 3. 钩子 4. 电磁脱扣器 5. 失压脱扣器 6. 热脱扣器

### 1.4.2 自动开关的类型

常用的自动开关有以下五类。

1. 塑壳式（又名装置式）自动开关 塑壳式自动开关是把所有的部件都装在一个塑料外壳内。它具有良好的保护性能，安全可靠、轻巧美观，适用于交流 50 Hz 且交流电压为 500 V 以内或直流电压为 220 V 的电路中，作为不频繁地接通与分断电路之用，在工矿企业中被广泛地用于配电装置和电气控制设备中。



2. 框架式（又名万能式）自动开关 框架式自动开关有一个钢制的或压塑的底座框架，所有部件都装在框架内，导电部分加以绝缘。它具有过电流脱扣器（作用与电磁脱扣器基本相同）和欠压脱扣器。脱扣动作有瞬时动作和延时动作。它的操作方式有手柄直接传动、杠杆传动、电磁铁传动和电动机传动四种。DW5 和 DW10 系列自动开关为其代表产品。这种开关一般用于交流 380 V 或直流 440 V 的配电系统中。DW5 系列是我国自行设计的新产品，其优点为尺寸小、重量轻、断流容量高、保护性能完善和操作省力可靠。

3. 直流快速自动开关 直流快速自动开关一般是单极的。它采用了快速电磁铁和强力灭弧装置，把脱扣动作时间缩短在 0.02 s 以内，能有效地保护过载能力差的半导体功率器件。

4. 限流式自动开关 随着交流低压电网容量的不断提高，其短路电流有的高达千安以上，这样大的短路电流使电网工作恶化。限流式自动开关能快速动作和强力灭弧，把短路电流限制在第一个半波的峰值以内。

5. 漏电保护自动开关 漏电保护自动开关一般由自动开关和漏电继电器组合而成，除了能起一般自动开关的作用外，还能在出现漏电或人身触电时迅速自动断开电路，以保护人身及设备的安全。

漏电保护自动开关有电流动作型和电压动作型。电流动作型又分为电磁式和晶体管式。

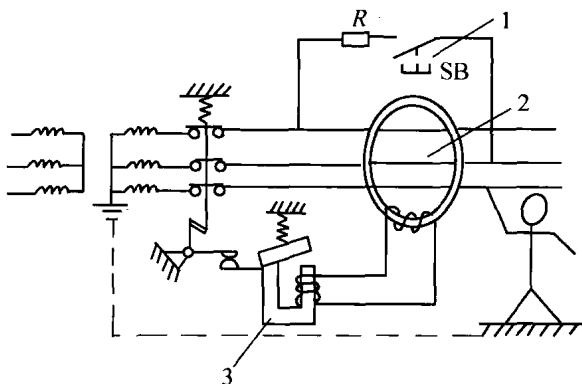


图 1-7 电磁式电流动作型漏电保护自动开关原理

1. 试验按钮 2. 零序互感器 3. 漏电脱扣器

电磁式电流动作型漏电保护自动开关的结构原理如图 1-7 所示，是在一般的自动开关中增加一个能检测漏电流的感受元件零序互感器 2 和漏电脱扣器 3。零序互感器是一个环形封闭铁芯，其初级线圈就是各相的主导线，次级线圈与漏电脱扣器相接。正常工作时，初级三相绕组电流的相量和为零，零序互感器没有输出。当出现漏电或人身触电时，三相电流的相量和不为零而出现零序电流，互感器就有输出，漏电脱扣器吸引，引起开关动作，切断主电路，从而保障了人身安全。

为了经常检验漏电开关的可靠性，开关上设有试验按钮 1，按下按钮，如开关断说明该开关的保护功能良好。

漏电开关的型号很多，主要有 DZ5—20L 和 DZ15L 系列。其中 DZ15L 是一种新产品，