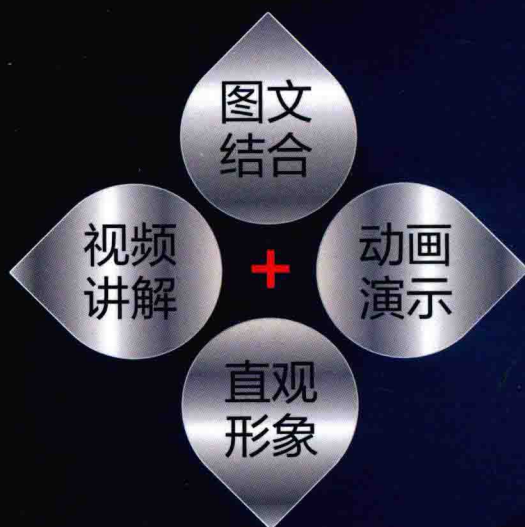


电气控制 与PLC编程入门

孙克军 / 主编



零起步学电气控制
PLC控制应用实例轻松掌握

扫码看视频



化学工业出版社

电气控制 与PLC编程入门

孙克军 主编

刘 骏 王忠杰 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书内容包括常用低压电器、电气控制系统设计基础、基本电气控制电路、常用电气控制电路、电气控制电路的调试方法与故障分析、PLC 的基础知识、三菱可编程控制器、西门子可编程控制器、PLC 的使用与维护等。书中以简明扼要的形式介绍了各种常用低压电器、可编程控制器的基本特点、用途、使用方法和使用注意事项，还介绍了一些基本电气控制电路，并且介绍了可编程控制器的一些常用指令、编程方法以及基本接线和应用实例。

本书密切结合生产实际，突出实用、图文并茂、深入浅出、通俗易懂，书中列举了大量实例，具有实用性强、易于迅速掌握和运用的特点。

本书可供低压电工及有关技术人员使用，也可作为高等职业院校及专科学校有关专业师生的教学用书，还可作为电工上岗培训用参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制与 PLC 编程入门/孙克军主编. —北京: 化学工业出版社, 2019.3

ISBN 978-7-122-33699-6

I. ①电… II. ①孙… III. ①电气控制②PLC 技术-程序设计 IV. ①TM571.2②TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 008335 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 张雨彤

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 374 千字 2019 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

随着我国电力事业的飞速发展,电动机、低压电器、变频器、可编程控制器在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。但是,电气控制技术是从事电工专业必备的理论基础,为了满足广大从事电气控制技术的电工的需要,我们组织编写了本书。

本书的主要内容包括常用低压电器、电气控制系统设计基础、电气控制电路的基本环节、常用电动机启动和调速控制电路、常用电气设备控制电路、常用机床控制电路分析、PLC的基础知识、常用可编程控制器简介、基本逻辑指令、功能指令、PLC的使用与维护、PLC应用实例等。本书内容深入浅出、通俗易懂、突出实用,并配以必要的图解。本书的特点如下:

- ① 内容按照循序渐进、由浅入深的原则进行编排,读者只需顺序阅读图书。
- ② 图文结合,将文字融入图中,从而直观形象地表现图书内容。
- ③ 书中关键知识点配有视频,使阅读变得非常轻松,不易产生阅读疲劳。

本书着重于基本原理、基本方法、基本概念的分析和应用,重点阐述物理概念,尽量联系生产实践,力求做到重点突出,以帮助读者提高解决实际问题的能力。而且在编写体例上尽量采用了图表形式,具有简洁明了、便于查找、适合自学的优点。本书的特点是密切结合生产实际,书中列举了大量实例,实用性强,易于迅速掌握和运用。

本书由孙克军任主编,刘骏、王忠杰任副主编。第1章由薛增涛编写,第2章由井成豪编写,第3章由王晓毅编写,第4章由陈明编写,第5章由孙克军编写,第6章由刘骏编写,第7章由王忠杰编写,第8章由杨国福编写,第9章由孙会琴编写。在编写本书的过程中得到了许多专家和知名厂商的鼎力支持,他们提供了许多新知识、新产品的应用资料。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限,书中不足在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者



目录

CONTENTS

第1章 常用低压电器 / 1

1.1 概述	1
1.1.1 低压电器的特点	1
1.1.2 低压电器的种类	1
1.2 低压开关类电器	3
1.2.1 刀开关	3
1.2.2 开启式负荷开关	5
1.2.3 封闭式负荷开关	6
1.2.4 组合开关	8
1.3 常用熔断器	9
1.3.1 熔断器概述	9
1.3.2 插入式熔断器	10
1.3.3 螺旋式熔断器	10
1.3.4 无填料封闭管式熔断器	11
1.3.5 有填料封闭管式熔断器	11
1.3.6 熔断器的选择	12
1.4 低压断路器	13
1.4.1 低压断路器概述	13
1.4.2 万能式断路器	14
1.4.3 塑料外壳式断路器	15
1.4.4 断路器的选择	15
1.5 接触器	16
1.5.1 接触器概述	16
1.5.2 交流接触器	18
1.5.3 直流接触器	19
1.5.4 接触器的选择	20
1.6 继电器	21
1.6.1 继电器概述	21
1.6.2 中间继电器	22
1.6.3 时间继电器	24

1.6.4	热继电器	28
1.6.5	电流继电器	31
1.6.6	电压继电器	32
1.6.7	速度继电器	32
1.7	主令电器	35
1.7.1	主令电器概述	35
1.7.2	按钮	35
1.7.3	行程开关	37
1.7.4	接近开关	38

第2章 电气控制系统设计基础 / 41

2.1	电气控制电路概述	41
2.1.1	电气控制电路的功能	41
2.1.2	电气控制电路图的分类与特点	41
2.2	电气控制电路图的绘制	43
2.2.1	绘制电气控制电路图的方法	43
2.2.2	绘制原理图应遵循的原则	46
2.2.3	绘制接线图应遵循的原则	47
2.3	电气原理图识读	47
2.3.1	电气原理图中主电路的识读	47
2.3.2	电气原理图中控制电路的识读	48
2.4	电气控制电路的一般设计法	48

第3章 基本电气控制电路 / 51

3.1	电动机基本控制电路	51
3.1.1	三相异步电动机单向启动、停止控制电路	51
3.1.2	电动机的电气联锁控制电路	51
3.1.3	两台三相异步电动机的互锁控制电路	52
3.1.4	用接触器联锁的三相异步电动机正反转控制电路	53
3.1.5	用按钮联锁的三相异步电动机正反转控制电路	54
3.1.6	用按钮和接触器复合联锁的三相异步电动机正反转控制电路	55
3.1.7	用转换开关控制的三相异步电动机正反转控制电路	55
3.1.8	采用点动按钮联锁的电动机点动与连续运行控制电路	55
3.1.9	采用中间继电器联锁的电动机点动与连续运行控制电路	56
3.1.10	电动机的多地点操作控制电路	56
3.1.11	多台电动机的顺序控制电路	57
3.1.12	行程控制电路	57
3.1.13	自动往复循环控制电路	58
3.1.14	无进给切削的自动循环控制电路	60
3.1.15	交流电源驱动直流电动机控制电路	60

3.1.16	串励直流电动机刀开关可逆运行控制电路	61
3.1.17	并励直流电动机可逆运行控制电路	61
3.1.18	串励直流电动机可逆运行控制电路	61
3.2	电气控制电路中的保护措施	62
3.2.1	电动机过载保护电路	62
3.2.2	电动机断相保护电路	64
3.2.3	直流电动机失磁、过电流保护电路	67

第4章 常用电气控制电路 / 70

4.1	常用电动机启动控制电路	70
4.1.1	笼型三相异步电动机定子绕组串电阻(或电抗器)降压启动控制电路	70
4.1.2	笼型三相异步电动机自耦变压器(启动补偿器)降压启动控制电路	72
4.1.3	笼型三相异步电动机星形-三角形(Y- Δ)降压启动控制电路	73
4.1.4	绕线转子三相异步电动机转子回路串电阻启动控制电路	75
4.1.5	三相异步电动机软启动器常用控制电路	77
4.1.6	用启动变阻器手动控制直流电动机启动的控制电路	79
4.1.7	直流电动机电枢回路串电阻启动控制电路	79
4.2	常用电动机调速控制电路	81
4.2.1	单绕组变极调速异步电动机的控制电路	81
4.2.2	绕线转子三相异步电动机转子回路串电阻调速控制电路	83
4.2.3	电磁调速三相异步电动机控制电路	84
4.2.4	变频调速控制电路	85
4.2.5	直流电动机改变电枢电压调速控制电路	86
4.2.6	并励直流电动机电枢回路串电阻调速控制电路	87
4.3	常用电气设备控制电路	88
4.3.1	起重机械常用电磁抱闸制动控制电路	88
4.3.2	建筑工地卷扬机控制电路	88
4.3.3	带运输机控制电路	89
4.3.4	混凝土搅拌机控制电路	90
4.3.5	秸秆饲料粉碎机控制电路	91
4.3.6	自动供水控制电路	92
4.3.7	排水泵控制电路	93
4.3.8	电动葫芦的控制电路	93

第5章 电气控制电路的调试方法与故障分析 / 95

5.1	电气控制电路的调试方法	95
5.1.1	通电调试前的检查和准备	95
5.1.2	保护定值的整定	96
5.1.3	通电试车的方法步骤	96
5.2	电气控制电路故障的诊断方法	97

5.2.1	感官诊断法	97
5.2.2	电压测量法	99
5.2.3	电阻测量法	100
5.2.4	短接法	101
5.2.5	强迫闭合法	102
5.2.6	其他检查法	103
5.3	机床电气控制电路安装调试与常见故障检修实例	104
5.3.1	C620-1型车床电气控制电路	104
5.3.2	M7120型平面磨床电气控制电路	106
5.3.3	Z3040型摇臂钻床电气控制电路	109

第6章 PLC的基础知识 / 112

6.1	可编程控制器概述	112
6.1.1	可编程控制器的定义	112
6.1.2	可编程控制器的特点	112
6.1.3	可编程控制器的分类	113
6.1.4	可编程控制器控制与继电器控制的区别	113
6.2	可编程控制器的组成及各组成部分的作用	114
6.2.1	可编程控制器的基本组成	114
6.2.2	可编程控制器各组成部分的作用	115
6.3	PLC的工作原理	117
6.3.1	PLC的工作方式	117
6.3.2	可编程控制器的扫描工作过程	117
6.3.3	可编程控制器的输入输出方式	119
6.3.4	可编程控制器内部器件的功能	120
6.4	PLC的编程基础	122
6.4.1	PLC使用的编程语言	122
6.4.2	梯形图的绘制	122
6.4.3	梯形图与继电器控制图的区别	124
6.4.4	常用助记符	125
6.4.5	指令语句表及其格式	126
6.4.6	梯形图编程前的准备工作	126
6.4.7	梯形图的等效变换	126
6.5	PLC的主要性能指标	127
6.5.1	描述PLC性能的几个术语	127
6.5.2	PLC的主要性能指标	128

第7章 三菱可编程控制器 / 130

7.1	FX _{2N} 系列PLC的主要性能和硬件规格	130
7.1.1	FX _{2N} 系列PLC的性能指标	130

7.1.2	FX _{2N} 系列 PLC 的基本单元和 I/O 扩展单元 (模块)	132
7.2	FX _{2N} 系列 PLC 的编程元件与使用说明	133
7.2.1	数据表示形式和数据结构	133
7.2.2	FX _{2N} 系列 PLC 的软元件	133
7.2.3	FX _{2N} 系列 PLC 编程元件使用说明	135
7.3	FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	139
7.3.1	逻辑取指令和输出指令 (LD、LDI、OUT)	139
7.3.2	单个触点串联指令 (AND、ANI)	139
7.3.3	单个触点并联指令 (OR、ORI)	140
7.3.4	串联电路块并联指令和并联电路块串联指令 (ORB、ANB)	141
7.3.5	多重输出电路指令 (MPS、MRD、MPP)	143
7.3.6	主控与主控复位指令 (MC、MCR)	145
7.3.7	逻辑运算结果取反指令 (INV)	146
7.3.8	置位和复位指令 (SET、RST)	147
7.3.9	脉冲输出指令 (PLS、PLF)	147
7.3.10	空操作指令和程序结束指令 (NOP 和 END)	149
7.4	定时器和计数器	150
7.4.1	定时器	151
7.4.2	计数器	153
7.5	步进指令与应用	155
7.5.1	步进指令的用途	155
7.5.2	状态转移图及其格式	156
7.5.3	步进指令的使用	156
7.6	功能指令	158
7.6.1	数据比较指令	158
7.6.2	传送指令	159
7.6.3	四则运算指令	162
7.7	PLC 应用实例	164
7.7.1	PLC 控制电动机正向运转电路	164
7.7.2	PLC 控制电动机正反转运转电路	165
7.7.3	PLC 控制电动机双向限位电路	167

第 8 章 西门子可编程控制器 / 169

8.1	S7-200 系列 PLC 的硬件组成和主要性能	169
8.1.1	S7-200 系列 PLC 的基本结构	169
8.1.2	S7-200 系列 PLC 基本单元的构成	170
8.1.3	S7-200 系列 PLC 的扩展模块	172
8.1.4	S7-200 系列 PLC 的主要性能参数	173
8.2	S7-200 系列 PLC 的数据存储区及元器件功能	174
8.2.1	S7-200 系列 PLC 的数据存储区	174

8.2.2	S7-200 系列 PLC 的编程器件和特性	179
8.3	S7-200 系列 PLC 的基本指令	180
8.3.1	逻辑取及线圈驱动指令 (LD、LDN、=)	180
8.3.2	触点串联指令 (A、AN)	182
8.3.3	触点并联指令 (O、ON)	183
8.3.4	并联电路块串联指令 (ALD)	184
8.3.5	串联电路块并联指令 (OLD)	185
8.3.6	置位与复位指令 (S、R)	186
8.3.7	触发器指令 (SR、RS)	187
8.3.8	脉冲生成指令 (EU、ED)	189
8.3.9	取反指令与空操作指令	190
8.3.10	逻辑堆栈指令	191
8.3.11	结束及暂停指令	194
8.4	定时器指令	195
8.4.1	定时器的几个基本概念	195
8.4.2	接通延时定时器	196
8.4.3	断开延时定时器	197
8.4.4	保持型接通延时定时器	198
8.5	计数器指令	199
8.5.1	计数器的几个基本概念	199
8.5.2	加计数器指令	199
8.5.3	减计数器指令	200
8.5.4	加减计数器指令	202
8.5.5	使用计数器指令的注意事项	203
8.6	比较指令与传送指令	203
8.6.1	比较指令	203
8.6.2	传送指令	207
8.7	PLC 应用实例	211
8.7.1	PLC 控制电动机 Y- Δ 启动电路	211
8.7.2	PLC 控制电动机单向能耗制动电路	213
8.7.3	PLC 控制电动机反接制动电路	214
8.7.4	喷泉的模拟控制	216

第 9 章 PLC 的使用与维护 / 220

9.1	PLC 控制系统设计的基本原则和步骤	220
9.1.1	PLC 控制系统设计的基本原则和基本内容	220
9.1.2	PLC 控制系统设计的一般步骤	220
9.2	PLC 的选择	222
9.2.1	PLC 机型的选择	222
9.2.2	模块的选择	224

9.2.3 I/O 地址分配	225
9.3 PLC 的安装	225
9.3.1 PLC 在安装时应注意的问题	225
9.3.2 PLC 安装的一般方法	226
9.4 PLC 的使用与维护	228
9.4.1 PLC 系统的试运行	228
9.4.2 PLC 使用注意事项	229
9.4.3 PLC 的维护	230
9.4.4 备份电池的更换	231
9.5 PLC 的常见故障及其排除方法	231
9.5.1 CPU 的常见故障及其排除方法	231
9.5.2 输入的常见故障及其排除方法	232
9.5.3 输出的常见故障及其排除方法	232

参考文献 / 234

二维码视频索引

1-1 熔断器的使用方法与注意事项 / 12	4-5 变频器与 PLC 的连接及基本控制方法 / 86
1-2 断路器的使用方法与注意事项 / 15	5-1 电压的分阶测量法 / 99
1-3 接触器 / 20	5-2 电阻的分段测量法 / 100
1-4 接触器和中间继电器 / 22	6-1 梯形图的绘制 / 122
1-5 时间继电器 / 24	6-2 梯形图的等效变换 / 126
1-6 热继电器 / 28	7-1 三菱触点取指令 / 139
1-7 按钮 / 35	7-2 三菱触点串联指令 / 139
2-1 阅读和分析电气控制线路图 / 48	7-3 三菱触点并联指令 / 140
2-2 一般方法设计线路的几个原则 / 48	7-4 三菱串联电路块并联指令 / 141
3-1 启动、停止控制 / 51	7-5 三菱并联电路块串联指令 / 141
3-2 接触器联锁正反转控制 / 53	7-6 PLC 控制电动机的基本操作 / 164
3-3 按钮与接触器复合联锁正反转控制 / 55	7-7 PLC 的正反转控制 / 165
3-4 点动与连续运行控制 / 56	8-1 西门子逻辑取指令、线圈驱动指令 / 180
3-5 顺序控制 / 57	8-2 西门子触点串联指令 / 182
4-1 自耦变压器降压启动 / 72	8-3 西门子触点并联指令 / 183
4-2 星-三角控制电路 / 73	8-4 西门子并联电路块的串联指令 / 184
4-3 变频器端子控制 / 85	8-5 PLC 的星-三角控制 / 211
4-4 变频器面板控制 / 86	8-6 PLC 模拟控制喷泉 / 216



第1章

常用低压电器

1.1 概述

1.1.1 低压电器的特点

电器是指能够根据外界的要求或所施加的信号,自动或手动地接通或断开电路,从而连续或断续地改变电路的参数或状态,以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节的电气设备。简单地说,电器就是接通或断开电路或调节、控制、保护电路和设备的电工器具或装置。电器按工作电压高低可分为高压电器和低压电器两大类。

低压电器通常是指用于交流 50Hz (或 60Hz)、额定电压为 1200V 及以下、直流额定电压为 1500V 及以下的电路内起通断、保护、控制或调节作用的电器。

近年来,我国低压电器产品发展很快,通过自行设计新产品和从国外著名厂家引进技术,产品品种和质量都有明显的提高,符合新国家标准、部颁标准和达到国际电工委员会(IEC)标准的产品不断增加。当前,低压电器继续沿着体积小、重量轻、安全可靠、使用方便的方向发展,主要途径是利用微电子技术提高传统电器的性能;在产品品种方面,大力发展电子化的新型控制器,如接近开关、光电开关、电子式时间继电器、固态继电器等,以适应控制系统迅速电子化的需要。

目前,低压电器在工农业生产和人们的日常生活中有着非常广泛的应用,低压电器的特点是品种多、用量大、用途广。

1.1.2 低压电器的种类

低压电器的种类繁多,结构各异,功能多样,用途广泛,其分类方法很多。按不同的分类方式有着不同的类型。

(1) 按用途分类

低压电器按用途分类见表 1-1。

(2) 按操作方式分类

① 自动电器 自动电器是指通过电磁或气动机构动作来完成接通、分断、启动和停止

表 1-1 低压电器按用途分类

电器名称		主要品种	用途
配 电 电 器	刀开关	刀开关 熔断器式刀开关 开启式负荷开关 封闭式负荷开关	主要用于电路隔离,也能接通和分断额定电流
	转换开关	组合开关 换向开关	用于两种以上电源或负载的转换和通断电路
	断路器	万能式断路器 塑料外壳式断路器 限流式断路器 漏电保护断路器	用于线路过载、短路或欠压保护,也可用作不频繁接通和分断电路
	熔断器	半封闭插入式熔断器 无填料熔断器 有填料熔断器 快速熔断器 自复熔断器	用于线路或电气设备的短路和过载保护
控 制 电 器	接触器	交流接触器 直流接触器	主要用于远距离频繁启动或控制电动机,以及接通和分断正常工作的电路
	继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 热继电器	主要用于控制系统中,控制其他电器或用作主电路的保护
	启动器	电磁启动器 减压启动器	主要用于电动机的启动和正反向控制
	控制器	凸轮控制器 平面控制器 鼓形控制器	主要用于电气控制设备中转换主回路或励磁回路的接法,以达到电动机启动、换向和调速的目的
	主令电器	控制按钮 行程开关 主令控制器 万能转换开关	主要用于接通和分断控制电路
	电阻器	铁基合金电阻	用于改变电路的电压、电流等参数或变电能热能
	变阻器	励磁变阻器 启动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的降压启动和调速
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

等动作的电器,它主要包括接触器、断路器、继电器等。

② 手动电器 手动电器是指通过人力来完成接通、分断、启动和停止等动作的电器,它主要包括刀开关、转换开关和主令电器等。

(3) 按工作条件分类

① 一般工业用电器 这类电器用于机械制造等正常环境条件下的配电系统和电力拖动控制系统，是低压电器的基础产品。

② 化工电器 化工电器的主要技术要求是耐腐蚀。

③ 矿用电器 矿用电器的主要技术要求是能防爆。

④ 牵引电器 牵引电器的主要技术要求是耐振动和冲击。

⑤ 船用电器 船用电器的主要技术要求是耐腐蚀、颠簸和冲击。

⑥ 航空电器 航空电器的主要技术要求是体积小、重量轻、耐振动和冲击。

(4) 按工作原理分类

① 电磁式电器 电磁式电器的感测元件接受的是电流或电压等电量信号。

② 非电量控制电器 这类电器的感测元件接收的信号是热量、温度、转速、机械力等非电量信号。

(5) 按使用类别分类

低压交流接触器和电动机启动器常用的使用类别如下：

① AC-1 用于无感或低感负载、电阻炉等；

② AC-2 用于绕线转子异步电动机的启动、分断等；

③ AC-3 用于笼型异步电动机的启动、分断等；

④ AC-4 用于笼型异步电动机的启动、反接制动或反向运转、点动等。

1.2 低压开关类电器

1.2.1 刀开关

(1) 刀开关的用途

刀开关又称闸刀开关，是一种带有动触点（触刀），在闭合位置与底座上的静触点（静插座、刀座）相接触（或分离）的一种开关。它是手控电器中最简单而使用又较广泛的一种低压电器。主要用于各种配电设备和供电电路，可作为非频繁地接通和分断容量不大的低压供电线路之用，如照明线路或小型电动机线路。当能满足隔离功能要求时，刀开关也可以用来隔离电源。

(2) 刀开关的分类

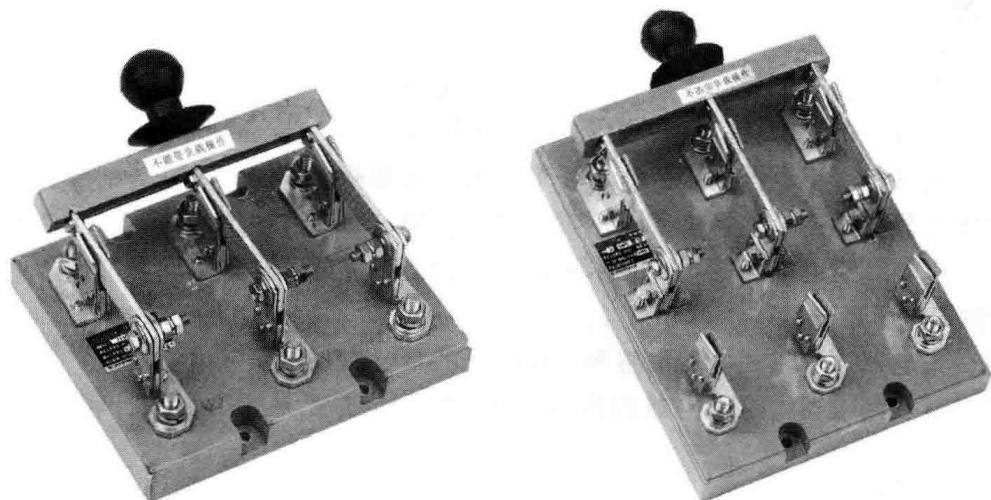
根据工作条件和用途的不同，刀开关有不同的结构形式，但工作原理是一致的。刀开关按极数可分为单极、双极、三极和四极；按切换功能（位置数）可分为单投和双投开关；按操作方式可分为中央手柄式和带杠杆操作机构式。

对于额定电流较小的刀开关，插座多用硬紫铜制成，依靠材料的弹性来产生接触压力；对于额定电流较大的刀开关，则要通过插座两侧加设弹簧片来增加接触压力。为使刀开关分断时有利于灭弧，加快分断速度，有带速断刀刃的刀开关与触刀能速断的刀开关，有时还装有灭弧罩。

(3) 刀开关的基本结构与工作原理

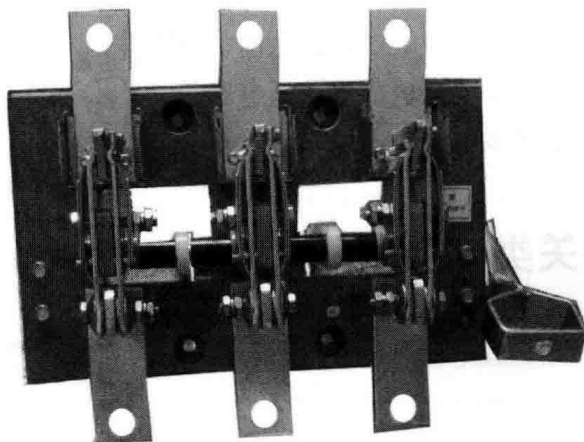
刀开关的种类很多，常用刀开关的外形如图 1-1 所示，手柄操作式单极刀开关的结构如

图 1-2 所示。



(a) HD11系列中央手柄式

(b) HS11系列中央手柄式



(c) HD12系列侧方正面杠杆操作机构式

图 1-1 常用刀开关的外形

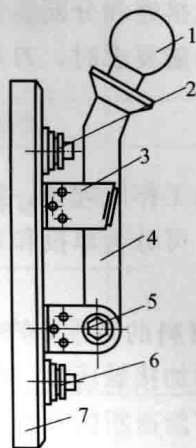


图 1-2 手柄操作式单极刀开关的结构

1—手柄；2—进线接线柱；3—静插座；4—触刀；
5—铰链支座；6—出线接线柱；7—绝缘底板

同一般开关电器比较，刀开关的触刀相当于动触点，而静插座相当于静触点。当操作人员握住手柄，使触刀绕铰链支座转动，插到静插座内的时候，就完成了接通操作。这时，铰链支座、触刀和静插座就形成了一个电流通路。如果操作人员使触刀绕铰链支座做反方向转动，脱离静插座，电路就被切断。

刀开关的图形符号及文字符号如图 1-3 所示。

(4) 刀开关的选择

① 结构形式的确定 选用刀开关时，首先应根据其在电路中的作用和其在成套配电装置中的安装位置，确定其结构形式。如果电路中的负载由低压断路器、接触器或其他具有一定分断能力

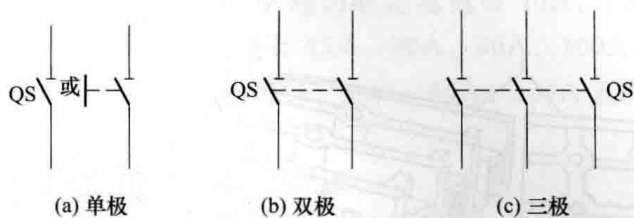


图 1-3 刀开关的图形符号及文字符号

的开关电器（包括负荷开关）来分断，即刀开关仅仅用来隔离电源时，则只需选用没有灭弧罩的产品；反之，如果刀开关必须分断负载，就应选用带有灭弧罩，而且是通过杠杆操作的产品。此外，还应根据操作位置、操作方式和接线方式来选用。

② 规格的选择 刀开关的额定电压应等于或大于电路的额定电压。刀开关的额定电流一般应等于或大于所分断电路中各个负载额定电流的总和。若负载是电动机，就必须考虑电动机的启动电流为额定电流的 4~7 倍，甚至更大，故应选用额定电流大一级的刀开关。此外，还要考虑电路中可能出现的最大短路电流（峰值）是否在该额定电流等级所对应的电动稳定性电流（峰值）以下。如果超出，就应当选用额定电流更大一级的刀开关。

1.2.2 开启式负荷开关

(1) 开启式负荷开关的用途与特点

开启式负荷开关又叫胶盖瓷底刀开关（俗称胶盖闸），是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器。主要用作交流频率为 50Hz，额定电压为单相 220V、三相 380V，额定电流至 100A 的电路中的总开关、支路开关以及电灯、电热器等操作开关，作为手动不频繁地接通与分断有负载电器及小容量线路的短路保护之用的负荷开关。开启式负荷开关具有结构简单、价格低廉、使用维修方便等优点，目前已广泛应用于工业、农业、矿山、交通、家庭等各个行业。

(2) 开启式负荷开关的分类

开启式负荷开关的类型主要有 HK1、HK2、HK4 和 HK8 等系列产品。按极数分为二极和三极两种，二极式产品的额定电压为 220V（或 250V），额定电流有 10A、15A、30A 三种（或 10A、16A、32A、63A 四种）；三极式产品的额定电压为 380V，额定电流有 15A、30A、60A 三种（或 16A、32A、63A 三种）。

(3) 开启式负荷开关的基本结构与工作原理

开启式负荷开关的结构如图 1-4 所示，主要由瓷质手柄、触刀（又称动触点）、触刀座、进线座、出线座、熔丝、瓷底座、上胶盖、下胶盖及紧固螺母等零件装配而成。

开启式负荷开关的全部导电零件都固定在一块瓷底板上。触刀的一端固定在瓷质手柄上，另一端固定在触刀座上，并可绕着触刀座上的铰链转动。操作人员手握瓷柄朝上推的时候，触刀绕铰链向上转动，插入插座，将电路接通；反之，将瓷柄向下拉，触刀就绕铰链向下转动，脱离插座，将电路切断。

(4) 开启式负荷开关的选择

① 额定电压的选择 开启式负荷开关用于照明电路时，可选用额定电压为 220V 或 250V 的二极开关；用于小容量三相异步电动机时，可选用额定电压为 380V 或 500V 的三极开关。

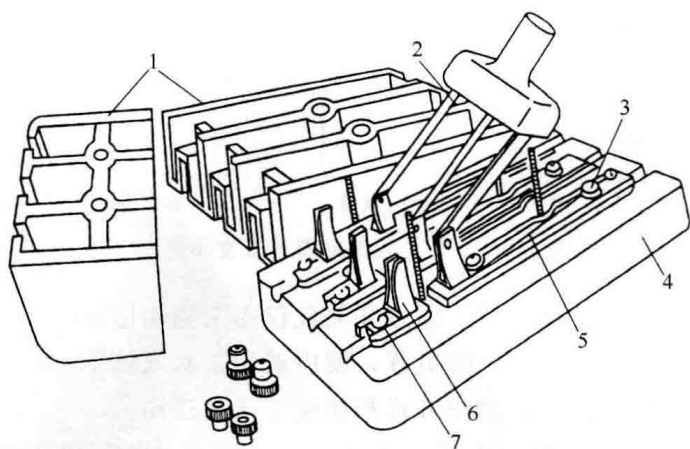


图 1-4 开启式负荷开关的结构

1—胶盖；2—触刀；3—出线座；4—瓷底座；5—熔丝；6—夹座；7—进线座

② 额定电流的选择 在正常的情况下，开启式负荷开关一般可以接通或分断其额定电流。因此，当开启式负荷开关用于普通负载（如照明或电热设备）时，负荷开关的额定电流应等于或大于开断电路中各个负载额定电流的总和。

当开启式负荷开关被用于控制电动机时，考虑到电动机的启动电流可达额定电流的 4~7 倍，因此不能按照电动机的额定电流来选用，而应把开启式负荷开关的额定电流选得大一些，换句话说，即负荷开关应适当降低容量使用。根据经验，负荷开关的额定电流一般可选为电动机额定电流的 3 倍左右。

③ 熔丝的选择

- 对于变压器、电热器和照明电路，熔丝的额定电流宜等于或稍大于实际负载电流。
- 对于配电线路，熔丝的额定电流宜等于或略小于线路的安全电流。
- 对于电动机，熔丝的额定电流一般为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。在重载启动和全电压启动的场合，应取较大的数值；而在轻载启动和降压启动的场合，则应取较小的数值。

1.2.3 封闭式负荷开关

(1) 封闭式负荷开关的用途与特点

封闭式负荷开关是由刀开关和熔断器组合而成的一种电器。

由于开启式负荷开关的缺点在于它没有灭弧装置，而且触点的断开速度比较慢，以致在分断大电流时，往往会有很大的电弧向外喷出，引起相间短路，甚至灼伤操作人员。如果能够提高触刀的通断速度，在断口处设置灭弧罩，并将整个开关本体装在一个防护壳体内，就可以极大地改善开关的通断性能。封闭式负荷开关便是根据这个思路设计出来的。因此，封闭式负荷开关具有通断性较好、操作方便和使用安全等优点。

封闭式负荷开关主要用于工矿企业电气装置、农村电力排灌及电热和照明等各种配电设备中，供手动不频繁接通、分断电路及线路末端的短路保护之用，其中容量较小者（开关的额定电流为 60A 及以下的），还可用作电动机的不频繁全压启动（又称直接启动）的控制开关。

(2) 封闭式负荷开关的分类

封闭式负荷开关的类型主要有 HH3、HH4、HH10、HH11 和 HH12 等系列产品，按