

从零开始学电子技术丛书

从零开始学

电气控制与PLC技术

刘建清 主编
高广海 李凤伟 鲁金 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

从零开始学电子技术丛书

从零开始学电气控制与 PLC 技术

刘建清 主编

高广海 李凤伟 鲁金 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是为使读者从零起步,快速掌握以 PLC(可编程逻辑控制器)为核心的电气控制电路的设计与应用技术而编写的。

本书首先重点介绍了常用低压电器、电动机基本控制电路,并对一些实用电气控制电路进行了简要分析。然后以欧姆龙 CPM1A 系列的 PLC 为例,详细介绍了 PLC 的硬件和指令系统,并遵循从简单到复杂的顺序,列举了 PLC 在不同领域中的典型应用实例;最后,简要介绍了 PLC 的安装维修和通信技术。

本书附赠光盘一张,光盘中包含 CPM1A 操作手册和 CX-Programmer 软件试用版。

本书可供广大工程技术人员、从事工业控制的技术人员、电气技术人员、电气工人以及无线电爱好者阅读,也可作为相关专业的教学参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

从零开始学电气控制与 PLC 技术/刘建清主编;高广海,李凤伟,鲁金编著. —北京:国防工业出版社, 2006. 8

(从零开始学电子技术丛书)

ISBN 7-118-04621-3

I. 从... II. ①刘... ②高... ③李... ④鲁...

III. ①电气控制②可编程序控制器 IV. ①TM921. 5
②TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 072975 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 字数 413 千字

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

丛书前言

我们所处的时代是一个知识爆炸的新时代。新产品、新技术层出不穷,电子技术的发展更是日新月异。可以毫不夸张地说,电子技术的应用无处不在,电子技术正在不断地改变着我们的生活,改变着我们的世界。

读者朋友:当你面对妙趣横生的电子世界发生兴趣时;当你彷徨于就业的关口,想成为电子产业中的一名员工时;当你跃跃欲试,想成为一名工厂的技术革新能手时;当你面对“无所不能”的“单片机”,梦想成为一名自动化高手时;当你的头脑里冒出那么多的奇思妙想,急于把它们应用于或转化为产品时……都是那么急切地想补充自己有关电子技术方面的知识,这时,你首先想到的是找一套适合自己学习的电子技术图书阅读。《从零开始学电子技术丛书》正是为了满足广大读者特别是电子爱好者的实际需要和零起点入门的阅读要求而编著的。

和其他电子技术类图书相比,本丛书具有以下特点:

内容全面,体系完备。本丛书给出了广大电子爱好者学习电子技术的全方位解决方案,既有初学者必须掌握的电路基础、模拟电路和数字电路等基础理论,又有电子元器件检测、电子测量仪器的使用、电路仿真与设计等操作性较强的内容,还有电气控制与PLC、单片机、CPLD等综合应用方面的知识,因此,本丛书内容翔实,覆盖面广。

通俗易懂,重点突出。传统的电子技术图书和教材在介绍电路基础和模拟电子技术等内容时,大都借助高等数学这一工具进行分析,这就给电子爱好者自学电子技术设置了一道门槛,使大多数电子爱好者失去了学习的热情和兴趣。本丛书在编写时,完全考虑到了初学者的需要,不涉及高等数学方面的公式,尽可能地把复杂的理论通俗化和实用化,将烦琐的公式简易化,再辅以简明的分析及典型的实例,从而形成了本丛书通俗易懂的特点。为了满足不同层次读者的需求,本丛书对难点和扩展知识用“*”进行了标注,初学者可跳过此内容。

实例典型,实践性强。本丛书最大程度地强调了实践性,书中给出的例子大都经过了验证,可以实现,并且具有代表性;本丛书中每本书都配有光盘,光盘中收录了书中的实例、常用软件、实验程序和大量珍贵资料,以方便读者学习和使用。

内容新颖,风格活泼。本丛书所介绍的都是电子爱好者最为关心并且在业界获得普遍认同的内容,本丛书的每一分册都各有侧重,又互相补充,论述时疏密结合,重点突出。对于重点、难点和容易混淆的知识,书中还特别进行了标注和提示。

把握新知,结合实际。电子技术发展日新月异,为适应时代的发展,本丛书还对电子技术的新知识做了详细的介绍;本丛书中涉及的应用实例都是编著者开发经验的提炼和总结,相信一定会给读者带来很大的帮助。在讲述电路基础、模拟和数字电子技术时,还

专门安排了计算机辅助软件的仿真实验,实验过程非常接近实际操作的效果,使电子技术的学习变得更为直观,使学习变得更加生动有趣,这可以加深读者对电路理论知识的认识。

总之,对于需要学习电子技术的电子爱好者而言,选择《从零开始学电子技术丛书》不失为一个好的选择。本丛书一定能给你耳目一新的感觉,当你认真阅读之后将会发现,无论是你所读的书,还是读完书的你,都有所不同。

感谢本丛书的策划者——电子科普领域中的知名专家、中国电子学会高级会员刘午平先生,他与我们共同交流,共同探讨,达成了共识,确立了写作方向,并为本丛书的编排、修改和出版做了大量卓有成效的工作,他以丰富的专业知识和认真、敬业的态度为我们所敬佩;感谢山东持恒开关厂总经理陈培军先生和山东金曼克电气集团设计处总工程师高广海先生,他们对本丛书的编写提出了很多建设性的意见和建议,为本丛书的许多实验提供了强有力的支持与帮助,并参与了部分图书的编写工作;感谢网络,本丛书的许多新知识、新内容都是我们通过网络而获得的,我们在写作过程中遇到的许多疑难问题也大都通过网络得以顺利解决,对于这么多乐于助人、无私奉献的站主和作者们,无法在此一一列举,只能道一声“谢谢了!”感谢众多电子报刊、杂志的编辑和作者,他们为本丛书提供了许多有新意、有实用价值的参考文献,使得这套丛书能够别出心裁、与时俱进;感谢国防工业出版社,能与国内一流的出版社合作,我们感到万分的荣幸;感谢其他对本丛书的出版付出过辛勤工作的人士,没有他们的热心与支持,本丛书不知何时才能与读者见面!

最后,祝愿本丛书的每一位读者在学习电子技术的过程中,扬起风帆,乘风破浪!

丛书编者

前 言

随着我国工农业生产的迅速发展,各种各样的电气设备也随之增加。在生产实践中,广大从事电气技术的工程技术人员包括工人都要接触到各种各样的电气控制电路,因此,掌握电气控制电路的原理与使用已成为每一位电气工程技术人员必备素质。

可编程控制器(PLC)是在电气控制技术、计算机技术和通信技术的基础上开发出来的,现已广泛应用于工业控制各个领域,在就业竞争日趋激烈的今天,掌握 PLC 的设计和应用是从事工业控制技术人员必须掌握的一门专业技术。

按照结构清晰,层次分明的原则,本书可分为以下几部分。

第一部分为电气控制篇。主要包括本书的第一章~第三章。重点介绍了常用低压电器、电动机基本控制电路,并对日常生产中的一些实用电气控制电路进行了简要分析。

第二部分为 PLC 技术篇。主要包括本书的第四章~第九章。PLC 的学习比一般编程学习困难的地方就在于,要完成一个控制系统不仅需要掌握一定的编程技术,更为重要的是要知道如何针对实际应用的需要合理地选择 PLC 的型号,然后进行资源配置,并以此为基础,设计控制系统。以此为目的,本部分内容以欧姆龙 CPM1A 系列 PLC 为例,首先介绍了 PLC 的硬件和指令系统,然后遵循从简单到复杂的顺序,列举了 PLC 在不同领域中的典型应用实例;最后,简要介绍了 PLC 的安装维修和通信技术。

本书附赠光盘一张,光盘中包含 CPM1A 操作手册和 CX-Programmer 软件试用版。

由于时间仓促,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作者

2006 年 6 月

目 录

第一章 常用低压电器	1
第一节 低压电器的分类	1
第二节 刀开关、转换开关和自动空气开关	1
一、刀开关	1
二、转换开关	4
三、自动空气开关	5
第三节 低压熔断器	7
一、熔断器结构及电流—熔断时间特性	7
二、熔断器的技术参数	8
三、常用熔断器	8
第四节 主令电器	11
一、按钮	11
二、位置开关	12
第五节 接触器	13
一、交流接触器	14
二、直流接触器	16
第六节 继电器	17
一、电磁式继电器	17
二、时间继电器	20
三、热继电器	22
四、速度继电器	24
五、压力继电器	25
六、温度继电器	26
第七节 其他常用低压电器	26
一、电磁铁	26
二、常用起动机	27
三、频敏变阻器	29
第八节 典型低压电器故障检修	30
一、低压开关的维修	30
二、接触器的维修	31
三、继电器的维修	32
四、熔断器的维修	33
五、按钮的维修	33
第二章 电动机基本控制电路	34

第一节 三相异步电动机的起动控制	34
一、鼠笼异步电动机直接起动控制	34
二、鼠笼异步电动机降压起动控制	37
三、绕线式异步电动机起动控制	41
第二节 三相异步电动机的正反转控制	43
一、手动正反转控制	43
二、接触器互锁的正反转控制	44
三、按钮互锁正反转控制	45
四、接触器按钮双重互锁正反转控制	46
第三节 三相异步电动机的制动控制	47
一、机械制动控制	47
二、电气制动控制	49
第四节 三相异步电动机的行程控制	51
一、自动循环运行控制线路	51
二、自动延时往复运动控制线路	53
第五节 三相异步电动机多地控制和顺序控制	54
一、多地控制线路	54
二、顺序控制线路	55
第六节 变极多速异步电动机的控制	58
一、双速异步电动机的控制	59
二、三速电动机的控制	61
第七节 三相异步电动机的自起动控制	62
一、短时间停电后来电的电动机自起动	62
二、短时间停电后来电多台电动机分批自起动	63
三、长时间停电后来电再起动电路	64
第八节 电动机控制系统的保护	65
一、电流型保护	65
二、电压型保护	67
三、断相保护	68
四、温度保护	69
五、漏电保护	69
六、电动机常用保护电路分析	70
第九节 电气设备的维修	72
一、电气设备的维护保养	72
二、电气故障的检修方法	73
三、电气故障的检修步骤	77
第三章 实用电气控制线路分析	79
第一节 普通车床的控制线路	79
一、主电路分析	80

二、控制电路分析·····	80
三、照明电路分析·····	80
四、常见故障分析·····	81
第二节 平面磨床的控制线路·····	81
一、主电路分析·····	82
二、控制电路分析·····	82
三、电磁吸盘充磁、去磁控制电路·····	82
四、常见故障分析·····	84
第三节 摇臂钻床的控制线路·····	85
一、主电路分析·····	85
二、控制电路分析·····	85
三、常见故障分析·····	88
第四节 万能铣床的控制线路·····	89
一、主电路分析·····	90
二、控制电路分析·····	90
三、照明电路分析·····	94
四、常见故障分析·····	94
第五节 牛头刨床的控制线路·····	95
一、主电路分析·····	95
二、控制电路分析·····	95
三、照明电路分析·····	96
四、常见故障分析·····	96
第六节 混凝土搅拌机的控制线路·····	96
一、主电路分析·····	96
二、控制电路分析·····	97
三、常见故障分析·····	97
第四章 可编程控制器基本知识·····	98
第一节 可编程控制器概述·····	98
一、PLC的发展·····	98
二、PLC的未来·····	99
三、PLC的定义·····	100
四、PLC的特点·····	100
五、PLC的分类·····	101
六、PLC与其他顺序逻辑控制系统的比较·····	102
七、PLC的应用范围·····	105
第二节 可编程控制器的基本组成·····	105
一、中央处理单元·····	106
二、存储器·····	106
三、输入/输出接口·····	107

四、电源	108
五、底板或机架	108
六、PLC 的外部设备	108
七、PLC 的通信联网	108
第三节 可编程控制器的编程语言和性能指标	109
一、PLC 的编程语言	109
二、PLC 的性能指标	113
第四节 可编程控制器的基本工作原理	114
一、PLC 的工作方式	114
二、扫描周期	116
第五节 欧姆龙 CPM1A 小型 PLC 简介	116
一、CPM1A 系列 PLC 的特点和规格	117
二、CPM1A 系列 PLC 的外型结构	118
三、I/O 扩展单元	120
四、特殊功能单元	120
五、CPM1A 系列 PLC 内部资源分配	120
第五章 CPM1A 系列 PLC 的指令系统	130
第一节 指令系统概述	130
一、指令的分类	130
二、指令的格式	130
三、指令的形式	131
第二节 CPM1A 系列 PLC 基本指令	131
一、LD 和 LD NOT 指令	131
二、OUT 和 OUT NOT 指令	131
三、AND 和 AND NOT 指令	132
四、OR 和 OR NOT 指令	132
五、AND LD 指令	133
六、OR LD 指令	134
七、置位指令 SET 和复位指令 RESET	136
八、保持指令 KEEP	137
九、上升沿微分指令 DIFU 和下降沿微分指令 DIFD	138
十、空操作指令 NOP	139
十一、结束指令 END	139
第三节 怎样读、绘制梯形图	139
一、如何读梯形图	139
二、如何绘制梯形图	140
第四节 CPM1A 系列 PLC 应用指令	142
一、分支和分支结束指令 IL/ILC	142
二、暂存继电器 TR	144

三、跳转和跳转结束指令 JMP/JME	146
四、定时器/计数器指令	148
五、数据比较指令	152
六、数据传送指令	154
七、数据移位指令	155
八、数据转换指令	160
九、子程序控制指令	165
十、中断控制指令	167
第六章 CPM1A 系列 PLC 编程器和编程软件	175
第一节 CQM1-PRO01 编程器	175
一、CQM1-PRO01 编程器面板介绍	175
二、CQM1-PRO01 编程器的使用	177
第二节 CX-P 编程软件	187
一、CX-P 编程软件简介	188
二、CX-P 编程软件的使用	188
三、CX-P 编程	195
第七章 CPM1A 可编程控制器设计与应用	204
第一节 可编程控制器应用设计概述	204
一、PLC 控制系统设计步骤	204
二、PLC 控制系统的硬件设计	205
三、PLC 控制系统的软件设计	208
第二节 可编程控制器基本设计方法	209
一、逻辑设计法	209
二、替代设计法	210
三、程序流程图设计法	213
四、经验设计法	215
五、功能模块设计法	219
六、时序图设计法	219
第三节 CPM1A 系列可编程控制器的应用	222
一、电动机基本控制电路	222
二、常用基本控制电路	232
三、简单应用电路	237
四、机械手控制电路	242
第八章 可编程控制器的安装与维护	250
第一节 可编程控制器的安装	250
一、安装环境	250
二、PLC 的安装	250
三、PLC 的配线	251
第二节 可编程控制器的抗干扰技术	256

一、电磁干扰源及对系统的干扰	256
二、PLC 控制系统工程应用的抗干扰设计	258
三、主要抗干扰措施	258
第三节 可编程控制器的维护	262
一、PLC 系统的试运转	262
二、PLC 系统的自诊断功能	263
三、故障诊断步骤	263
四、系统的维护	263
第九章 可编程控制器通信网络简介	265
第一节 通信网络基本知识	265
一、数据通信基本知识	265
二、网络基本知识	269
三、通信网络传送媒质	270
四、串行通信总线标准接口	271
第二节 欧姆龙 PLC 通信系统简介	275
一、HOST Link 通信	275
二、NT Link 通信	277
三、1 : 1 PLC Link 通信	277
四、CompoBus/S I/O 链接通信	277
参考文献	279

第一章 常用低压电器

电器是所有电工器件的简称。凡是用来接通和断开电路,以达到控制、调节、转换和保护目的的电工器件都称为电器。低压电器是指工作在直流 1200V、交流 1000V 以下的各种电器,按动作方式可分为手动电器和自动电器两种。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。本章介绍低压开关、接触器、继电器、熔断器等常用低压电器的使用和结构原理。

第一节 低压电器的分类

低压电器种类繁多,用途极其广泛,其分类方法有很多种。

按动作性质可分为自动电器和手动电器。自动电器是按照信号或某个物理量的变化而自动动作的电器,如继电器、接触器、自动空气开关等。手动电器是通过人力操作而动作的电器,如刀开关、组合开关、按钮等。

按职能可分为控制电器和保护电器。控制电器用来控制电器的接通、分断及电动机的各种运行状态,如按钮、接触器等。保护电器是用来实现某种保护功能,如熔断器、热继电器等。事实上不少电器既可用作控制电器,也可用作保护电器,它们之间并无明显的界限。

按普通与特殊用途可分为一般用途低压电器、矿用低压电器和船用低压电器等。

按开关功能可分为开关电器和非开关电器。开关电器用于接通或分断电路;非开关电器用于调节与限制电流,将电转换为热、光、磁能等,如电阻器、变阻器和电磁铁等。

按有无触点可分为有触点电器和无触点电器。

第二节 刀开关、转换开关和自动空气开关

刀开关和转换开关都是手动操作的低压电器,一般用于接通和分断低压配电电源和用电设备,也常用来直接起动小容量的异步电动机。自动空气开关不仅接通和断开电路,而且当电路发生过载、短路或失压等故障时,能自动跳闸,切断故障电路。

一、刀开关

刀开关又名闸刀开关,主要由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成,依靠手动进行触刀插入插座与脱离插座的控制。为保证刀开关合闸时触刀与插座有良好的接触,触刀与插座之间应有一定的接触应力。

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;按操作方式可分为直接手柄操作式和远距离连杆操纵式;按灭弧情况可分为有灭弧罩和无灭弧罩;按封装方式可分为开启式和封闭式。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称瓷底胶盖刀开关。图 1-1 为 HK 系列负荷开关结构图。

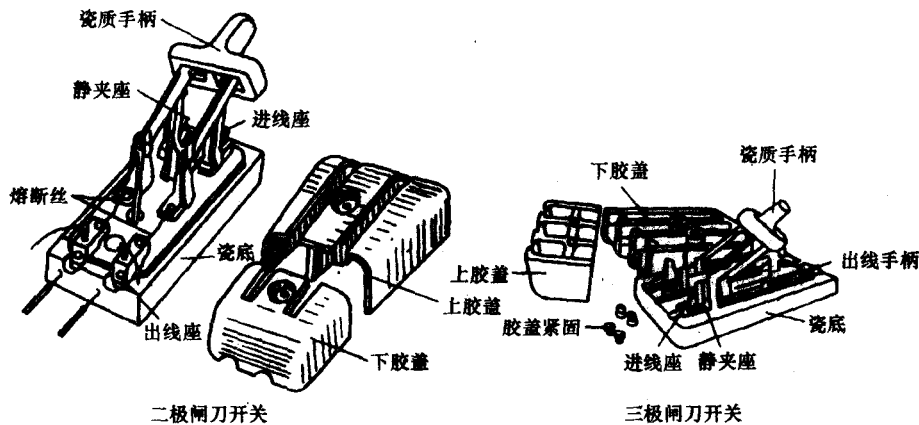


图 1-1 HK 系列负荷开关

HK 系列开关是由刀开关和熔断丝组合而成的一种电器,装置在一块瓷底板上,上面覆盖胶盖以保证用电安全,结构简单,操作方便,熔断丝动作后,只要更换新熔断丝仍可继续使用,运行安全可靠。HK 系列开关的型号意义如图 1-2 所示。

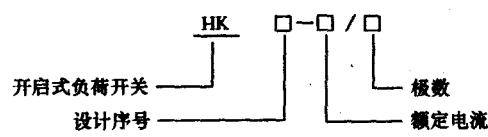


图 1-2 HK 系列开关的型号意义

HK 系列开启式负荷开关适用于交流 50Hz,单相 220V 或三相 380V,额定电流 10A~100A 的电路中。由于结构简单,价格低廉,常用作照明电路的电源开关,也可用来控制 5.5kW 以下异步电动机的起动和停止。但这种开关没有专门的灭弧装置,不宜于频繁地分、合电路。使用时要垂直地安装在开关板上,并使进线孔在上方,这样才能保证更换熔断丝时不发生触电事故。

刀开关在电路中的符号如图 1-3 所示。

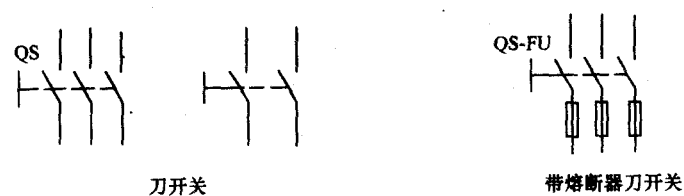


图 1-3 刀开关在电路中的符号

常用的 HK 系列负荷开关的主要技术数据见表 1-1。

表 1-1 常用的 HK 系列负荷开关的主要技术数据

型号	极数	额定电压 /V	额定电流 /A	可控电动机功率/kW		配用熔断丝直径 /mm
				220V	380V	
HK1—15/2	2	220	15	1.5		1.45~1.59
HK1—30/2	2	220	30	3.0		2.30~2.52
HK1—60/2	2	220	60	4.5		3.36~4.00
HK1—15/3	3	380	15		2.2	1.45~1.59
HK1—30/3	3	380	30		4.0	2.30~2.52
HK1—60/3	3	380	60		5.5	3.36~4.00
HK2—10/2	2	250	10	1.1		0.25
HK2—15/2	2	250	15	1.5		0.41
HK2—30/2	2	250	30	3.0		0.56
HK2—10/3	3	380	10		2.2	0.45
HK2—15/3	3	380	15		4.0	0.71
HK2—30/3	3	380	30		5.5	1.12

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关由触刀、熔断器、操作机构和铁外壳等构成。由于整个开关装于铁壳内,又称铁壳开关。铁壳开关的灭弧性能、操作及通断负载的能力和安全防护性能都优于 HK 系列瓷底胶盖刀开关,但其价格较 HK 系列瓷底胶盖刀开关贵。图 1-4 为常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形。

HH 系列铁壳开关主要由 U 形开关触片、静夹座、瓷插式熔断器、速断弹簧、转轴、操作手柄、开关盖等组成。铁壳开关的操作机械与 HK 系列瓷底胶盖刀开关比较有两个特点:其一是采用了弹簧储能分合闸方式,其分合闸的速度与手柄的操作速度无关,从而提高了开关通断负载的能力,降低了触头系统的电气磨损,同时又延长了开关的使用寿命;其二是设有连锁装置,保证开关在合闸状态开关盖不能开启,开关盖开启时又不能合闸。连锁装置的采用既有利于充分发挥外壳的防护作用,又保证了更换熔断丝时不因误操作合闸而产生触电事故。HH 系列铁壳开关型号意义如图 1-5 所示。

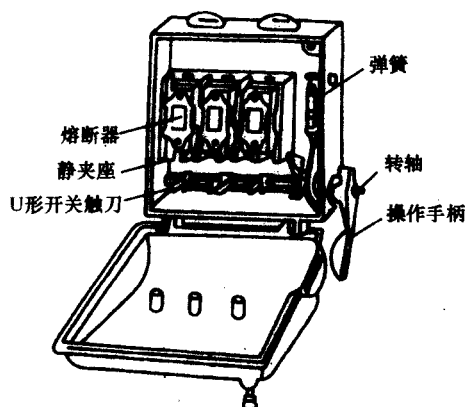


图 1-4 常用 HH 系列铁壳开关的结构与外形

HH 系列铁壳开关适合于作为机床的电源开关和直接起动与停止 15kW 以下电动机的控制,同时还可作为工矿企业电气装置、农村电力排灌及电热照明等各种配电设备的开关及短路保护之用。

HH 系列封闭式负荷开关的主要技术数据见表 1-2。

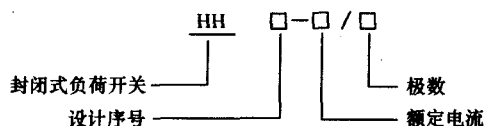


图 1-5 HH 系列铁壳开关型号意义

表 1-2 HH 系列封闭式负荷开关的主要技术数据

型号	极数	额定电压 /V	额定电流 /A	可控电动机功率 /kW	熔体	
					材料	直径/mm
HH3—15/2	2	220	15	2.2	保险丝(铅合金)	1.03~1.98
HH3—30/2	2	220	30	5.0	紫铜丝	0.61~0.80
HH3—60/2	2	220	60	11.0	紫铜丝	0.92~1.20
HH3—15/3	3	380	15	2.2	保险丝(铅合金)	1.03~1.98
HH3—30/3	3	380	30	5.0	紫铜丝	0.61~0.80
HH3—60/3	3	380	60	11.0	紫铜丝	0.92~1.20

二、转换开关

转换开关又称组合开关,转换开关由分别装在多层绝缘件内的动、静触片组成。动触片装在附有手柄的绝缘方轴上,手柄沿任一方向每转动一定角度,触片便轮流接通或分断。为了使开关在切断电路时能迅速灭弧,在开关转轴上装有扭簧储能机构,使开关能快速接通与断开。图 1-6 为 HZ 系列转换开关的外形图。

常用的 HZ 系列组合开关型号意义如图 1-7 所示。

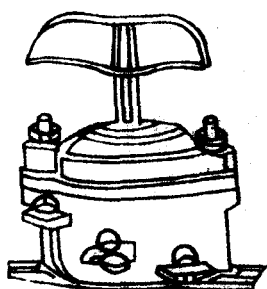


图 1-6 HZ 系列转换开关的外形图

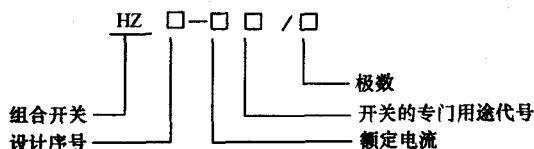


图 1-7 HZ 系列组合开关型号意义

应用较多的组合开关有 HZ10 系列无限位型组合开关和 HZ3 系列有限位型组合开关。

1. HZ10 系列组合开关

HZ10 系列组合开关为无限位型组合开关的代表型号。它可以在 360°范围内旋转,每旋转一次,手柄位置在空中改变 90°,它可无定位及无方向限制转动。它是由数层动、静触点分别组装于绝缘胶木盒内,动触点装于附有手柄的转轴上,随转轴旋转位置的改变而改变动、静触点的通断。由于它采用了扭簧储能机构,故开关能快速分断及闭合,而与操作手柄的速度无关。图 1-8 为 HZ10 系列组合开关在电路中的符号。

HZ10 系列组合开关主要用于中、小型机床的电源隔离开关,控制线路的切换、小型直流电动机的励磁、磁性工作台的退磁等,还可直接用于控制功率为 5.5kW 以下的电动机的起动及停止。

2. HZ3 系列组合开关

HZ3 系列组合开关为有限位型组合开关的代表型号。HZ3 系列组合开关又称为倒顺开关或可逆转换开关,它只能在“倒”、“顺”、“停”三个位置上转动,其转动范围为 90° 。从“停”挡扳至“倒”挡转向为 45° ,从“停”挡扳至“顺”挡亦为 45° 。当作为电动机正、反转控制时,将手柄扳至“顺”挡位置,在电路上接通电动机的正转电源,电动机正转;当电动机需要反转时,将手柄扳至“倒”挡位置,HZ3 系列组合开关在内部将两组触点互相调换,使电动机通入反转电源,电动机得电反转。图 1-9 为 HZ3 系列组合开关在电路中的符号。

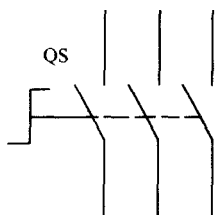


图 1-8 HZ10 系列组合
开关在电路中的符号

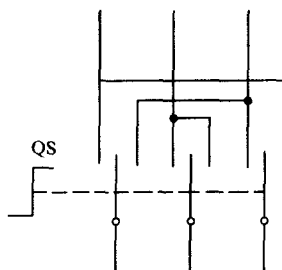


图 1-9 HZ3 系列组合
开关在电路中的符号

HZ3 系列组合开关主要用于小型异步电动机的正、反转控制及双速异步电动机变速的控制。

三、自动空气开关

自动空气开关又叫自动空气断路器,它在现代的电气控制中被广泛作为电源的引入开关及电动机起动、停止的控制开关。自动空气开关适用于交流 50Hz 或 60Hz,电压至 500V(直流电压 440V 以下)的电路,当电路中发生超过允许极限的过载、短路及失压时,电路自动分断。在正常条件下作为电路的不频繁接通和分断。

常用的自动空气开关有 DZ5 系列、DZ10 系列和 DZ20 系列。DZ20 系列自动空气开关的外形及结构如图 1-10 所示。

DZ20 型自动开关其结构采用立体布置,操作机构在中间,外壳顶部突出红色分闸按钮和绿色合闸按钮,通过储能弹簧连同杠杆机构实现开关的接通和分断;壳内底座上部为热脱扣器,由热元件和双金属片构成,用做过载保护,还有一电流调节盘,用以调节整定电流;下部为电磁脱扣器,由电流线圈和铁芯组成,做短路保护用;主触头系统在操作机构的下面,由动触头和静触头组成,用以接通和分断主电路的大电流并采用栅片灭弧;另外,还有常开和常闭辅助触头各一对,可作为信号指示或控制电路用;主、辅触头接线柱伸出壳外,便于接线。自动开关与刀开关相比,结构紧凑,安装方便,操作安全,而且在进行短路保护时,由于用电磁脱扣器将电源同时切断,避免了电动机缺相运行的可能性。另外,自动开关的脱扣器可以重复使用,不必更换。

自动空气开关的工作原理如图 1-11 所示。