

· 高职高专“十二五”规划教材 ·



工厂电气控制技术

GONGCHANG DIANQI KONGZHI JISHU

刘 玉 主 编 严之光 副主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高职高专“十二五”规划教材

工厂电气控制技术

刘 玉 主 编

严之光 副主编

北 京

冶金工业出版社

2011

内 容 提 要

全书共分4章,主要包括:常用低压电器;继电-接触器电气控制电路的基本环节;电气控制线路设计基础;继电-接触器电气控制系统分析。

本书可供高职高专机电一体化、电气工程、电气自动化技术专业教学使用,也可供相关专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制技术/刘玉主编. —北京:冶金工业出版社,2011.4

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5524-8

I. ①工… II. ①刘… III. ①工厂—电气控制—
高等职业教育—教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第036047号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbs@cnmip.com.cn

责任编辑 郭冬艳 美术编辑 李新 版式设计 葛新霞

责任校对 石静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5524-8

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011年4月第1版,2011年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;13印张;315千字;199页

27.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

工厂电气控制技术是高职高专电气工程、电气自动化技术、机电一体化专业中应用性很强的一门专业课。随着计算机技术、电力电子技术、各种自动控制技术的发展,工业电气控制系统的核心设备及关键技术出现了多样化的格局。例如:随着可编程控制器等各种现代控制技术的不断问世,一些控制技术已成为工业控制领域的主流技术。但继电器-接触器电气控制系统由于其线路简单、价格低廉,许多工厂底层的自动化、生产一线最前端的控制与执行仍然采用传统技术的继电器-接触器控制。学习该技术可在各种生产机械的电气控制系统领域中得到广泛应用,也可为学习可编制控制器及其应用课程打下良好的基础。因此,学习和掌握这一传统的工业自动化电气控制系统的分析和设计方法具有重要的现实意义。

本书是根据高等职业教育“淡化理论,加强应用,联系实际,突出特色”的原则,在内容和编写思路力求体现高职高专培养生产一线高技能人才的要求,力争做到重点突出、概念清楚、层次清晰、深入浅出、学以致用为目的。本书在内容处理上,既注意反映电气控制领域的最新技术,又注意专科学生的知识结构和能力培养,强调理论联系实际,注重学生动手能力、分析和解决实际问题的能力,以及工程设计能力和创新意识的培养。本书的编写力求由浅入深、通俗易懂、注重联系工程应用实际,以工厂电力拖动为背景,系统地介绍了常用低压电器及使用、继电器控制的基本环节、通过对工厂典型生产机械及其控制系统的实例分析,进一步阐述电气控制系统的分析方法和经验设计方法,使读者掌握阅读分析电气控制系统原理图的基本方法,提高阅图能力和综合设计能力,深入了解电气控制技术在工控领域中具体的应用与发展的实际。此外书中还介绍了软启动的基础知识。

本书中的电力拖动是指用电动机拖动生产机械的工作机构,并使之运转的一种方法。如车床、钻床、铣床、磨床等,都采用电力拖动。电力拖动系统一般由电源、控制设备、电动机、传动机构四部分构成。其中电源是电动机和控制设备的电源,分为交流电源和直流电源;电动机是生产机械的原动机,其作用是将电能转换成机械能,分为交流电动机和直流电动机;控制设备用来控制电动机的运转,由各种控制电动机、电器、自动化元件及工业控制计算机等组成;传动机构是在电动机与生产机械的工作机构之间传递动力的装置,如减速箱、传动带、联轴器等。作为生产机械动力的电力拖动,经历了漫长的发展过程。20世纪初,电动机直接取代蒸汽机。开始是成组拖动,用一台电动机通过中间机构(天轴)实现能量分配与传递,拖动多台生产机械。这种拖动方式电气控制线路简单,但机构复杂,能量损耗大,生产灵活性也差,不适应现代化生产的需要。

20世纪20年代,出现了单电机拖动,即由一台电动机拖动一台生产机械。单电机拖动相对成组拖动,机械设备结构简单,传动效率提高,灵活性增大,这种拖动方式至今仍在一些机床中使用。随着生产发展及自动化程度的提高,又出现了多台电动机分别拖动各运动机构的多电机拖动方式,进一步简化了机械结构,提高了传动效率,而且使机械的各运动部分能够选择最合理的运动速度,缩短了工时,也便于分别控制。

全书共分四章。第一章低压电器、第二章继电-接触器电气控制电路的基本环节、第三章电气控制线路设计基础,第四章继电-接触器电气控制系统分析,每章后附有习题,供读者进行控制线路的设计练习与实践。书中“*”内容为参考内容,可供学生自学。

通过学习本课程,可掌握电气控制技术的有关专业理论知识和操作技能,培养理论联系实际和分析解决一般技术问题的能力,达到国家规定的高级维修电工技术等级标准的要求。通过学习,掌握低压电器的功能、结构、工作原理、选用原则;熟悉电气控制线路的基本环节,对一般电气控制线路具有独立分析能力;初步具有对不太复杂的电气控制系统进行改造和设计的能力;初步具有对一般继电器-接触器控制线路的故障分析与检查能力。

本书由云南锡业职业技术学院刘玉担任主编,云南锡业集团(控股)公司设备能源处严之光任副主编,红河学院徐绍坤、云南锡业职业技术学院马俊伟、云南锡业集团(控股)公司松树脚分矿杨学文任编委。具体分工为:杨学文提供部分资料,马俊伟负责绘制图形,严之光负责编写第三章,徐绍坤负责编写第四章,刘玉负责编写第一章、第二章和全书的统稿、定稿工作。

本书在编写过程中得到云南锡业集团(控股)公司、云南锡业职业技术学院领导的关怀和支持,并得到了云南锡业集团(控股)公司松树脚分矿以及红河学院、云南锡业职业技术学院部分教师的支持,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平及编写时间所限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2010年8月

目 录

第一章 常用低压电器	1
第一节 低压电器的作用与分类	1
一、低压电器的分类	1
二、低压电器的常用术语	2
第二节 低压开关	2
一、刀开关	3
二、组合开关	5
三、低压断路器	7
第三节 熔断器	10
一、熔断器的结构及保护特性	10
二、熔断器的主要技术参数	10
三、常用的熔断器	11
四、常见低压熔断器的主要技术参数	14
五、熔断器的符号、型号	15
六、熔断器的选择	15
第四节 主令电器	15
一、控制按钮	16
二、行程开关	18
三、接近开关	20
四、万能转换开关	21
五、主令控制器	23
第五节 接触器	25
一、交流接触器	25
二、直流接触器	28
三、接触器的主要技术参数及常用的接触器	29
四、接触器的选择	31
五、接触器的使用注意事项	32
* 六、接触器常见故障分析	32
第六节 继电器	33
一、中间继电器	34
二、时间继电器	35
三、热继电器	39

四、电流继电器	42
五、电压继电器	44
六、速度继电器	44
习题	46
第二章 继电 - 接触器电气控制电路的基本环节	49
第一节 三相异步电动机的正转控制线路	49
一、手动正转控制线路	49
二、点动正转控制线路	49
三、自锁正转控制线路	50
四、具有过载保护的接触器自锁正转控制线路	52
五、连续与点动的控制线路	53
六、多地控制或多条件控制	54
第二节 电气控制线路图的绘制及分析	55
一、常用电气控制系统的图形符号	55
二、电气控制系统图的绘制规则	56
第三节 三相异步电动机的正反转控制线路	59
一、倒顺开关正反转控制线路	60
二、接触器联锁正反转控制线路	60
三、按钮、接触器双重联锁正反转控制线路	61
第四节 位置控制与自动往返控制线路	62
一、位置控制线路	62
二、自动往返控制线路	64
第五节 顺序控制线路	65
一、主电路实现顺序控制	65
二、控制电路实现顺序控制	66
第六节 三相交流异步电动机降压启动控制电路	69
一、定子绕组电路串电阻降压启动	70
二、自耦变压器降压启动	72
三、Y - Δ 降压启动控制线路	76
四、延边三角形降压启动控制线路	80
第七节 三相交流异步电动机软启动控制	82
一、固态降压启动器组成及工作原理	82
二、软启动控制器的工作特性	83
三、固态降压启动器的应用	84
* 四、交流电动机软启动装置系列产品	85
第八节 三相交流异步电动机的制动控制线路	90
一、机械制动	90
二、电气制动	92

第九节 多速异步电动机控制线路	99
一、笼型多速异步电动机控制线路	99
二、电磁滑差离合器调速电动机控制线路	104
第十节 绕线式异步电动机控制线路	106
一、转子绕组串接电阻启动控制线路	106
二、转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	109
三、凸轮控制器控制线路	111
习题	112
第三章 电气控制线路设计基础	117
第一节 电气控制设计的主要内容和基本原则	117
一、电气控制线路设计的基本要求和主要内容	117
二、电气控制线路设计的基本原则	118
第二节 电力拖动方案与电气控制方案的确定	121
一、电力拖动方案的确定	122
二、电气控制方案的确定	123
第三节 电动机的控制、保护、常用元器件的选择	124
一、电动机的控制原则	124
二、电动机的保护	124
三、常用电气元器件的选择	127
第四节 电气控制原理图的设计方法	127
一、控制系统的工艺要求	128
二、电气控制线路设计步骤	128
第五节 电气控制的安装工艺设计	130
一、电气控制系统工艺设计的内容	130
二、电气控制系统工艺设计实例	133
习题	136
第四章 继电 - 接触器电气控制系统分析	138
第一节 电气控制线路的读图方法	138
一、读图的一般方法和步骤	138
二、读图实例	139
三、识读机床电气控制线路图的基本知识	140
第二节 车床的电气控制	141
一、C650 卧式车床的主要结构及运动形式	141
二、电力拖动要求与控制特点	142
三、C650 卧式车床电气控制线路分析	142
四、C650 车床常见电气故障	144
第三节 钻床的电气控制	144

一、Z37 摇臂钻床电气控制线路	144
二、Z3040 摇臂钻床电气控制线路	148
第四节 磨床的电气控制	153
一、M7130 卧轴矩台平面磨床的主要结构及运动形式	153
二、电力拖动要求与控制特点	154
三、电气控制线路分析	154
四、M7130 平面磨床电气控制线路常见故障与处理方法	156
第五节 铣床的电气控制	157
一、X62W 型卧式万能铣床的主要结构及运动形式	158
二、电力拖动要求与控制特点	158
三、电气控制线路分析	159
四、常见电气故障	163
第六节 镗床的电气控制	163
一、主要结构及运动形式	164
二、电力拖动要求与控制特点	165
三、电气控制线路分析	165
第七节 桥式起重机电气控制线路	168
一、主要结构及运动形式	168
二、电力拖动要求与控制特点	169
三、电气控制线路分析	169
四、常见电气故障	175
*第八节 同步电动机可控硅励磁电气控制分析	175
一、主要特性	177
二、工作原理	179
三、整定与调试	184
*第九节 继电-接触器控制的应用	188
一、原矿自动除铁装置电气控制分析	188
二、浓缩机自动提升装置电气控制线路	191
三、低压双回路备用电源自动切换控制	193
习题	195
附录 常用电器、电动机的图形符号与文字符号	197

第一章 常用低压电器

本章首先介绍了低压电器的分类和常用术语,然后介绍了电气控制系统中常用的刀开关、组合开关、低压断路器、熔断器、接触器、继电器(电磁式继电器、时间继电器、速度继电器等)和主令电器(按钮开关、行程开关、接近开关、光电开关、万能转换开关、主令控制器等)的结构,基本工作原理、作用、应用场合、主要技术参数、典型产品、图形符号和文字符号以及选择、使用方法等。

第一节 低压电器的作用与分类

凡是根据外界特定的信号或要求,自动或手动接通和断开电路,断续或连续地改变电路参数,实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的电气元件或设备均称为电器。

所谓电器就是一种根据外界的信号和要求,手动或自动地接通或断开电路,实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的元件或设备。

根据工作电压的高低,电器可分为高压电器和低压电器。高压电器是指工作在交流 1200 V 以上、直流 1500 V 以上的电器;低压电器是指工作在交流 1200 V、直流 1500 V 以下的电路中起通断、保护、控制或调节作用的电器。

低压电器作为一种基本器件,广泛应用于输配电系统和电力拖动系统中,在实际生产中起着非常重要的作用。

一、低压电器的分类

(一) 按操作方式分类

(1) 非自动切换电器:主要依靠外力(如手控)直接操作来进行切换。如:刀开关、按钮、转换开关以及不具备伺服电机操作的控制器。

(2) 自动电器:主要依靠电器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。如:低压断路器、接触器、继电器。

(二) 按用途分类

(1) 低压配电电器:主要用在低压配电系统及动力设备中。如:刀开关、低压断路器、熔断器等。

(2) 低压控制电路:主要用在电力拖动与自动控制系统中。如:接触器、继电器、控制器、按钮等。

(三) 按工作原理分类

(1) 电磁式电器:根据电磁感应原理来工作的电器。如:交直流接触器、电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器:主要是靠外力或非物理量的变化而动作的电器。如刀开关、行程开关、按钮开关等。

(四) 按执行机构分类

(1) 有触点电器:主要利用触点的接通和分离来实现电路的接通和断开控制,具有可分离的常开触点和常闭触点。如:接触器、继电器。

(2) 无触点电器:主要利用半导体元器件的开关效应来实现电路的通断控制,没有可分离的触点。如:接近开关、固态继电器等。

(五) 其他分类方式

(1) 按其工作条件可分为:低压防爆电器、普通电器、矿用电器、通用电器、热带电器、高原电器等。

(2) 按其功能可分为:刀开关、主令开关、转换开关、自动开关、熔断器、控制器、控制继电器、启动器、接触器、电阻(变阻器)、电磁铁、调整器等。

(3) 按低压电器的灭弧条件及工作制分为:

1) 按灭弧条件:空气灭弧装置(消弧罩)、油冷灭弧。

2) 按工作制:对低压电器的线圈来说,存在通电时间连续与否的问题,即分为长期工作制和短期工作制两种。

二、低压电器的常用术语

低压电器的常用术语及含义见表 1-1。

表 1-1 低压电器的常用术语

常用术语	常用术语的含义
通断时间	从电流开始在开关电器的一个极流过的瞬间起,到所有极的电弧最终熄灭的瞬间为止的时间间隔
燃弧时间	电器分断过程中,从触头断开(或熔体熔断)出现电弧的瞬间开始,至电弧完全熄灭为止的时间间隔
分断能力	电器在规定的条件下,能在给定的电压下分断的预期分断电流值
接通能力	开关电器在规定的条件上,能在给定的电压下接通的预期接通电流值
通断能力	开关电器在规定的条件上,能在给定的电压下接通和分断的预期电流值
短路接通能力	在规定条件下,包括开关电器的出线端短路在内的接通能力
短路分断能力	在规定条件下,包括电器的出线端短路在内的分断能力
操作频率	开关电器在每小时内可能实现的最高循环操作次数
通电持续率	电器的有载时间和工作周期之比,常以百分数表示
电寿命	在规定的正常工作条件下,机械开关电器不需要修理或更换零件的负载操作循环次数

第二节 低压开关

低压开关是低压配电电器中结构最简单、应用最广泛的电器,主要用在低压成套配电装置中,用于不频繁手动接通和断开交流电路或作隔离开关的场合,也可以用于不频繁通、断额定电流以下的负载,如小型电动机等。

低压开关一般为非自动切换电器,常用的主要类型有刀开关、组合开关和低压断路器。

一、刀开关

刀开关的主要作用是隔离电源,不频繁通断电路。刀开关按级数分为:单极、双极和三相;按灭弧装置分为:带灭弧装置和不带灭弧装置;按刀的转换方向分为:单掷和双掷;按接线方式分为:板前接线和板后接线;按操作方式分为:手柄操作和远距离联杆操作;按有无熔断器分:带熔断器和不带熔断器。

(一) 开关板用刀开关(不带熔断器式刀开关)

(1) 功能:开关板用刀开关具有不频繁地手动接通、断开电路和隔离电源的功能。

(2) 结构、符号:

开关板用刀开关的结构如图 1-1 所示,符号如图 1-2 所示。

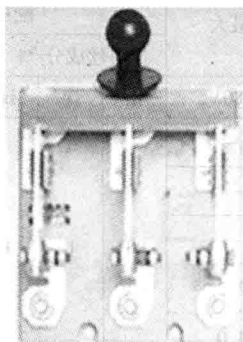


图 1-1 刀开关结构

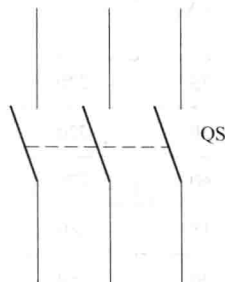


图 1-2 刀开关符号

(二) 负荷开关

1. 开启式负荷开关(闸刀开关或 HK)

(1) 功能及特点:结构简单,价格便宜,手动操作,适用于交流频率 50 Hz、额定电压单相 220 V 或三相 380 V、额定电流 10 ~ 100 A 的照明、电热设备及小容量电动机等不需要频繁带负荷操作和短路保护的场合。

(2) 结构:由刀开关和熔断器组合成,如图 1-3 所示。

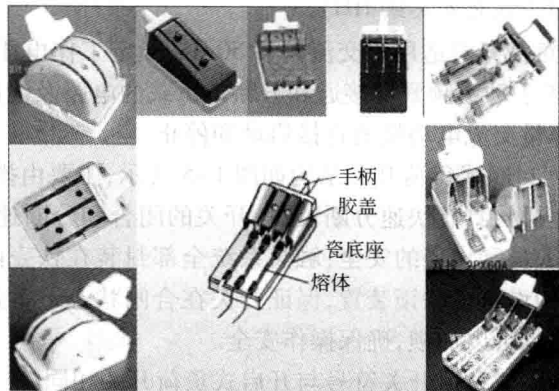


图 1-3 开启式负荷开关外形、结构

瓷底板上装有进线座、静触头、熔丝、出线座及刀片式动触头,工作部分用胶木盖罩住,以防电弧灼伤人手。

(3) 分类:单相双极和三相三极两种。

(4) 符号、型号及主要技术数据。符号如图 1-4 所示,主要技术数据见表 1-2,型号含义如下:

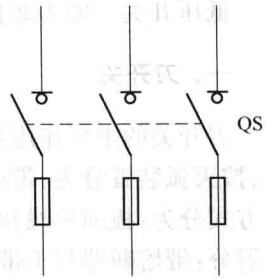


图 1-4 HK 符号

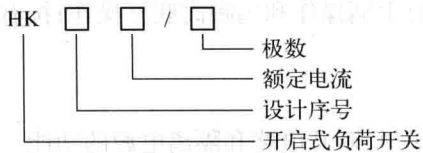


表 1-2 HK 系列开启式负荷开关的主要技术数据

型号	极数	额定电流 /A	额定电压 /V	可控制电动机最大 容量/kW		配用熔丝规格			
				220V	380V	熔丝成分/%			熔丝线径/mm
						铅	锡	锑	
HK1-15	2	15	220	—	—	98	1	1	1.45~1.59
HK1-30	2	30	220	—	—				2.30~2.52
HK1-60	2	60	220	—	—				3.36~4.00
HK1-15	3	15	380	1.5	2.2				1.45~1.59
HK1-30	3	30	380	3.0	4.0				2.30~2.52
HK1-60	3	60	380	4.5	5.5				3.36~4.00

(5) 选用。HK 系列开启式负荷开关用于一般的照明电路和功率小于 5.5 kW 的电动机控制线路中。具体选用方法为:

1) 用于照明和电热负载时,选用额定电压 220 V 或 250 V、额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关。

2) 用于控制电动机的直接启动和停止时,选用额定电流 380 V 或 500 V,额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

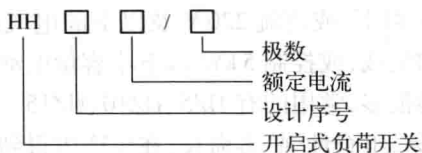
2. 封闭式负荷开关(铁壳开关或 HH)

(1) 功能:封闭式负荷开关适用于交流频率 50 Hz、额定工作电压 380 V、额定工作电流至 400 A 的电路中,用于手动不频繁地接通和分断带负载的电路及线路末端的短路保护,或控制 15 kW 以下的小容量交流电动机的直接启动和停止。

(2) 结构:HH 系列封闭式负荷开关结构如图 1-5 所示,主要由操作机构、熔断器、触头系统和铁壳组成。操作机构具有快速分断装置,开关的闭合和分断速度与操作者手动速度无关,从而保证了操作人员和设备的安全;触头系统全部封装在铁壳内,并带有灭弧室以保证安全;罩盖与操作机构设置了联锁装置,保证开关在合闸状态下罩盖不能开启,罩盖开启时不能合闸。另外罩盖也可以加锁,确保操作安全。

(3) 符号、型号:封闭式负荷开关符号与开启式负荷开关相同。

封闭式负荷开关型号如下:



(4) 选用:封闭式负荷开关的额定电压应不小于工作电路的额定电压;额定电流应等于或稍大于电路的工作电流。用于控制电动机工作时,考虑到电动机的启动电流较大,应使开关的额定电流不小于电动机额定电流的3倍。

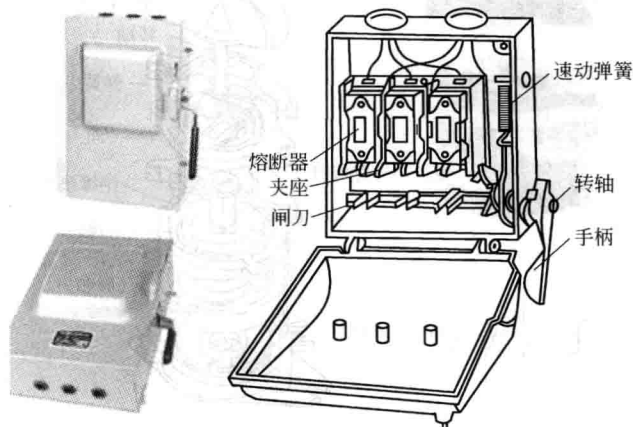


图 1-5 HH 系列封闭式负荷开关

目前,封闭式负荷开关的使用有逐渐减弱的趋势,取而代之的是大量使用的低压断路器。

(三) 其他形式的刀开关

其他形式的刀开关,如图 1-6 所示。

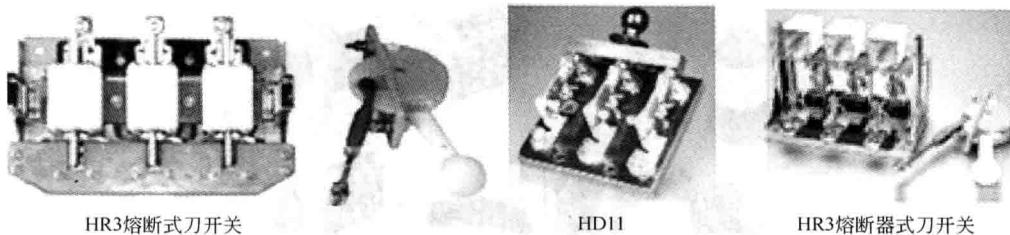
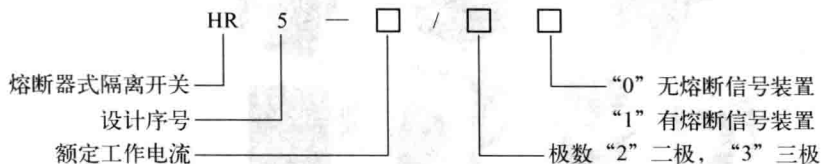


图 1-6 其他形式的刀开关



二、组合开关

(1) 功能及特点:结构紧凑,安装面积小,触头对数多,接线方式灵活,操作方便。适用

于交流频率 50 Hz,电压至 380 V 以下,或直流 220 V 及以下的电气线路中,用于手动不频繁地接通和分断电路、换接电源和负载,或控制 5 kW 以下小容量电动机启动、停止和正反转。

(2) 结构:组合开关的种类很多,常用的有 HZ5、HZ10、HZ15。HZ10 组合开关是全国统一设计产品,性能可靠、结构简易、组合性强、寿命长,在生产中得到广泛应用。HZ10 组合开关静触头一端固定在胶木盒内,另一端伸出盒外与电源或负载相连。动触片套在绝缘方杆上,绝缘方轴每次做 90°正或反方向的转动,带动静触头通。如图 1-7 所示。

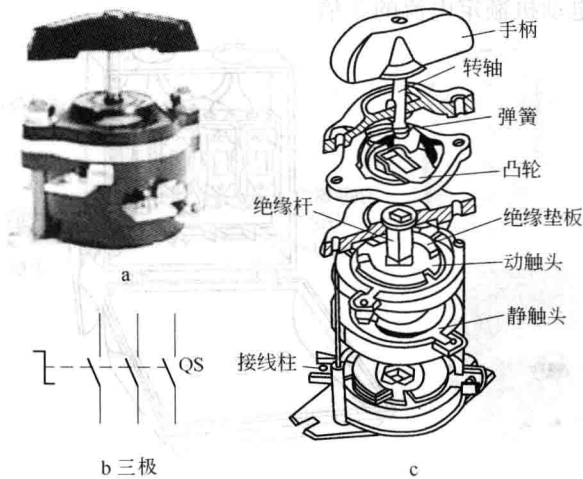


图 1-7 HZ10 系列转换开关系列

a—外形;b—符号;c—结构

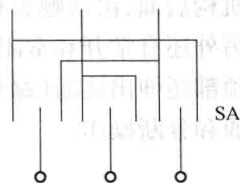
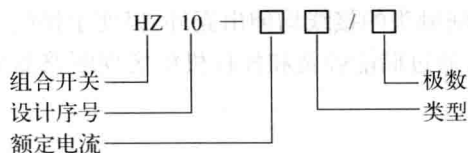
(3) 分类:按极数分类可分为单极、双极和多极。按功能、结构、用途分类较多,常见的几种组合开关外形如图 1-8 所示。



图 1-8 组合开关

(4) 符号、型号、主要技术数据。组合开关的图形符号如图 1-7b 所示。HZ3 系列倒顺开关图形符号如图 1-9 所示。

组合开关的型号如下：



HZ10 系列组合开关主要技术数据见表 1-3。

图 1-9 HZ3 倒顺开关符号

表 1-3 HZ10 系列组合开关主要技术数据

型号	额定电压 /V	额定电流 /A	极数	极限操作电流 /A		可控制电动机 最大容量和 额定电流		额定电压及额定电流下的通断次数			
				接通	分断	容量 /kW	额定电流 /A	AcosΦ		直流时间常数 S	
								≥0.8	≥0.3	≤0.0025	≤0.01
HZ10-10	DC220V AC380V	6	单极	94	62	3	7	20000	10000	20000	10000
		10									
HZ10-25		25	2	155	108	5.5	12				
HZ10-60		60	3								
HZ10-100		100									
								10000	50000	10000	50000

(5) 选用：组合开关应根据电源种类、电压等级、所需触头数、接线方式和负载容量进行选用。用于控制小型异步电动机的运转时，开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

三、低压断路器

(一) 低压断路器的功能及分类

(1) 功能：低压断路器又称自动开关或空气开关。它相当于刀开关、熔断器、热继电器和欠电压继电器的组合，是一种既有手动开关作用又能自动进行欠压、失压、过载和短路保护的电器。

低压断路器具有操作安全、分断能力较高、工作可靠、动作值可调、兼作多种保护、动作后不需要更换元件等优点。

(2) 分类：低压断路器按结构形式分为塑壳式（装置式）、万能式（框架式）、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式等六类；按操作方式分为人力操作式、动力操作式和储能操作式；按极数分为单极、二极、三极和四极式；按安装方式分为固定式、插入式和抽屉式；按断路器在电路中的用途分为配电用断路器、电动机保护用断路器和其他负载用断路器。

几种常见的低压断路器如图 1-10 所示。

(二) 低压断路器结构及工作原理

DZ5 系列低压断路器的结构如图 1-11 所示。它由触头系统、灭弧装置、操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器及绝缘外壳等部分组成。其结构采用立体布置，操作机构在中间，上面

是热脱扣器,作过载保护,配有电流调节装置,调节整定电流。下面是由线圈和铁心等组成的电磁脱扣器,作短路保护,它也有一个电流调节装置,调节瞬时脱扣整定电流。主触头在操作机构后面,由动触头和静触头组成,配有栅片灭弧装置,用以接通和分断主回路的大电流。另外还有常开和常闭辅助触头各一对。主、辅触头的接线均伸出壳外,以便于接线。在外壳顶部还伸出接通(绿色)和分断(红色)按钮,通过储能弹簧和杠杆机构实现断路器的手动接通和分断操作。

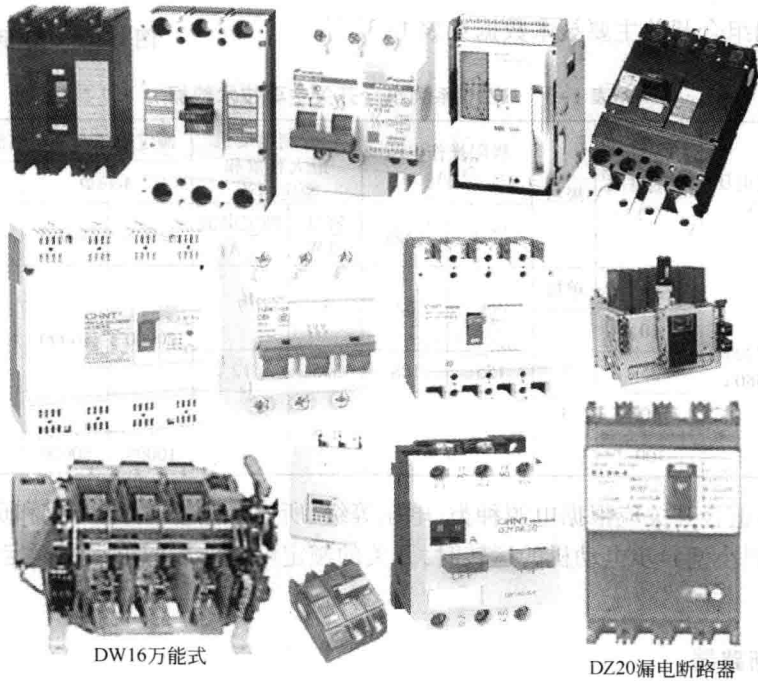


图 1-10 常见低压断路器

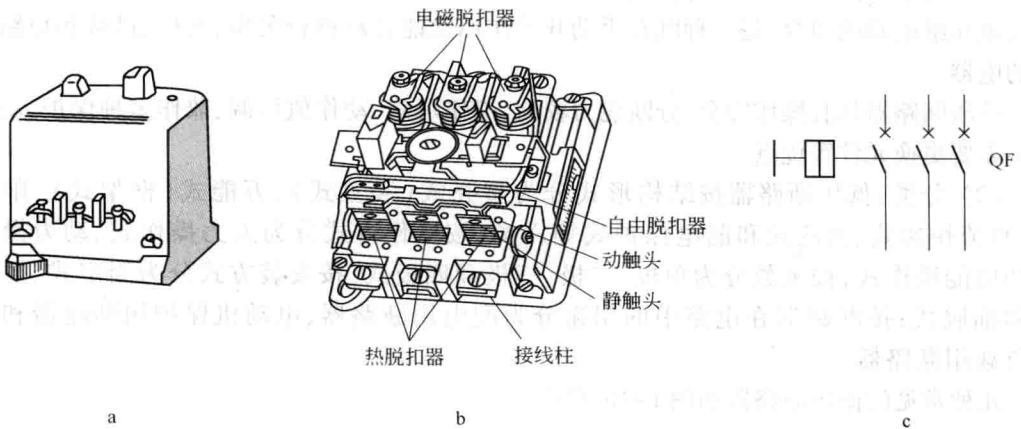


图 1-11 低压断路器的结构和符号

a—外形图;b—结构图;c—符号