



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

工厂电气控制技术

胡彦伦 陈忠平 主 编 ●

许泓泉 刘月华 曾 智 王燕英 副主编 ●



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

工厂电气控制技术

主 编 胡彦伦 陈忠平

副主编 许泓泉 刘月华 曾 智 王燕英

编 写 谭 勇 徐 刚 唐业文

主 审 邱丽芳

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材(高职高专教育),是以“项目”为载体,采用“任务驱动方式”编写的,即以实际的工作任务为驱动,将传统教材中的知识点分解在每个真实项目中,实现“做中学、做中教”的职业教育理念。全书由16个项目组成,即三相异步电动机的正转控制线路;三相异步电动机正反转控制线路;顺序控制、多地与多条件控制线路;位置控制与自动往返控制线路;三相异步电动机减压启动控制线路;多速异步电动机控制线路;三相异步电动机制动控制线路;绕线转子三相异步电动机控制线路;直流电动机基本控制线路;电动机其他控制线路;CA6140型车床电气控制线路;M7130型平面磨床电气控制线路;Z3050型摇臂钻床电气控制线路;X62W型卧式万能铣床电气控制线路;T68型卧式镗床电气控制线路;机床电气控制系统设计。这16个项目的教学内容覆盖全部基本知识及专业技能,以必需、够用为度,强调基本技能的训练,以增加学生的实践动手能力。

本书既可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校、继续教育学院、民办高校开设的数控技术、电气自动化技术、机电一体化技术等专业教材,又可供有关工程技术人员使用参考,还可作为相关从业人员的自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制技术/胡彦伦,陈忠平主编. —北京:中国电力出版社,2014.1

普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专教育

ISBN 978-7-5123-5149-3

I. ①工… II. ①胡… ②陈… 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(2013)第261306号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年1月第一版 2014年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 18.5印张 452千字

定价 34.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

电气控制技术是以各类电动机为动力的传动装置与系统为对象,以实现生产过程自动化为目的的控制技术。电气控制系统是其中的主干部分,在国民经济各行业中的许多部门得到广泛应用,是实现工业生产自动化的重要技术手段。

随着电气控制技术的不断发展,从事电气工作的技术人员不断增加,熟悉和掌握工厂常用电气控制电路的工作原理和常见故障的处理方法,是每个电工必须具备的基本功。为了满足电工技术初学人员和希望掌握电工专业技能社会人员的学习要求,各工科院校的相关专业普遍开设了电气控制这门课程。

“工厂电气控制技术”是数控技术、电气自动化技术、机电一体化技术等专业中一门实践性很强的专业课。本课程主要介绍机械制造过程中所用生产设备的电气控制原理、线路、设计方法等有关知识。通过本课程的学习,学生应达到下列基本要求:

- (1) 熟悉常用控制电器的结构、工作原理、用途、型号,并能正确选用。
- (2) 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。
- (3) 初步具备对不太复杂的电气控制系统进行改造和设计的能力。
- (4) 初步具备对一般继电器—接触器控制线路的故障分析与检查能力。

为满足本课程的教学要求,编者特编写本书。在编写过程中注重内容的取舍,使本书具有以下四个特点。

(1) 采用项目导向、任务驱动的编写模式,将理论与实践有机地结合起来,通俗易懂。

(2) 把元器件分散到每个学习任务中去进行教学,使学生对元器件的学习更具有针对性。

(3) 把项目教学法与一体化教学法有机结合,充分体现了“做中学”的教学思路。同时,通过一体化教学评价体系,学生作为教学主体参与教学效果的评价,使教学效果评价更科学。

(4) 通过项目的实施及学生对所学知识展示环节,培养学生观察、思考、动手、分析和总结问题的良好习惯,树立认真、细致的学习态度,增强自主探究和团结合作的良好意识,有利于培养学生的综合素质。

参加本书编写的有湖南衡阳技师学院胡彦伦、许泓泉、刘月华、曾智、王燕

英、谭勇、徐刚、唐业文及湖南工程职业技术学院陈忠平，由胡彦伦、陈忠平统稿并任主编。全书由湖南工业职业技术学院邱丽芳教授主审。在本书编写过程中，得到了衡阳技师学院电气工程系尹南宁主任、周文武副主任的大力支持与帮助，这里一并表示衷心感谢！另外，文中机床控制线路部分有些电器元件型号较旧，但为了与实际控制线路相一致，文中不做修改。由于时间有限，书中难免存在不足与疏漏，敬请广大读者给予批评指正。

编者

2013年8月

目 录

前言	179
项目一 三相异步电动机的正转控制线路	1
任务一 低压电器基本知识	1
任务二 低压开关	4
任务三 主令电器	11
任务四 熔断器	17
任务五 电磁式低压电器	22
任务六 接触器	26
任务七 继电器	30
任务八 三相异步电动机正转控制线路	37
任务九 三相异步电动机正转控制线路的安装与调试	40
任务十 验收、展示、总结与评价	44
思考与练习	45
项目二 三相异步电动机正反转控制线路	46
任务一 三相异步电动机正反转控制线路分析	46
任务二 接触器联锁正反转控制线路的安装与调试	52
任务三 验收、展示、总结与评价	56
思考与练习	58
项目三 顺序控制、多地与多条件控制线路	60
任务一 时间继电器	60
任务二 三相异步电动机顺序控制线路	64
任务三 多地与多条件控制线路分析	69
任务四 识读电气原理图	70
任务五 顺序控制线路的安装与调试	73
任务六 验收、展示、总结与评价	75
思考与练习	77
项目四 位置控制与自动往返控制线路	79
任务一 元件的学习	79
任务二 位置控制与自动往返控制线路分析	82
任务三 自动往返控制线路的安装与调试	85
任务四 验收、展示、总结与评价	87

思考与练习	89
项目五 三相异步电动机减压启动控制线路	90
任务一 定子绕组串接电阻与 Y/ Δ 减压启动控制线路	91
任务二 自耦变压器减压启动与延边三角形减压启动控制线路	96
任务三 Y— Δ 减压启动控制线路的安装与调试	99
任务四 验收、展示、总结与评价	100
思考与练习	102
项目六 多速异步电动机控制线路	103
任务一 双速异步电动机控制线路	103
任务二 三速异步电动机控制线路	106
任务三 双速电动机控制线路的安装	109
任务四 验收、展示、总结与评价	111
思考与练习	113
项目七 三相异步电动机制动控制线路	114
任务一 元件的学习	114
任务二 反接制动控制线路	117
任务三 能耗制动与机械制动控制线路	120
任务四 单向运行能耗制动控制线路的安装与调试	124
任务五 验收、展示、总结与评价	126
思考与练习	127
项目八 绕线转子三相异步电动机控制线路	129
任务一 元件的学习	129
任务二 绕线转子三相异步电动机控制线路分析	135
任务三 用频敏变阻器、凸轮控制器控制绕线转子三相异步电动机	137
任务四 绕线转子三相异步电动机启动控制线路的安装与调试	140
任务五 验收、展示、总结与评价	141
思考与练习	142
项目九 直流电动机基本控制线路	144
任务一 直流接触器	144
任务二 并励直流电动机的基本控制线路	147
任务三 串励直流电动机的基本控制线路	153
任务四 并励直流电动机正反转控制线路的安装与调试	156
任务五 验收、展示、总结与评价	158
思考与练习	159
项目十 电动机其他控制线路	160
任务一 单按钮控制电动机启停线路	160

任务二	短暂停电再启动与间歇控制线路	163
任务三	三相电动机常用的电子保护线路	171
任务四	单按钮控制电动机正转启停控制线路的安装	175
	思考与练习	177
项目十一	CA6140 型车床电气控制线路	179
任务一	CA6140 型车床的电气控制线路分析	179
任务二	CA6140 型车床电气控制线路的安装与调试	184
任务三	机床电气设备维修的一般要求与方法	190
任务四	验收、展示、总结与评价	198
	思考与练习	199
项目十二	M7130 型平面磨床电气控制线路	200
任务一	M7130 型平面磨床的主要结构、型号含义及控制要求	200
任务二	M7130 型磨床电气控制线路分析	201
任务三	M7130 型平面磨床电气控制线路的安装与调试	204
任务四	M7130 型平面磨床电气控制线路的维护、保养与检修	207
任务五	验收、展示、总结与评价	215
	思考与练习	216
项目十三	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路	217
任务一	Z3050 型摇臂钻床的主要结构、型号含义及控制要求	217
任务二	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路分析	219
任务三	Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的安装、调试与检修	223
任务四	验收、展示、总结与评价	227
	思考与练习	228
项目十四	X62W 型卧式万能铣床电气控制线路	229
任务一	X62W 型卧式万能铣床电气控制线路分析	229
任务二	X62W 型卧式万能铣床电气控制线路的安装、调试与检修	235
任务三	验收、展示、总结与评价	240
	思考与练习	241
项目十五	T68 型卧式镗床电气控制线路	243
任务一	T68 型卧式镗床电气控制线路分析	243
任务二	T68 型卧式镗床控制线路的安装	249
任务三	验收、展示、总结与评价	253
	思考与练习	254
项目十六	机床电气控制系统设计	256
任务一	机床电气控制系统设计的基本原则和设计程序	256
任务二	机床电气控制线路的设计方法与设计步骤	265

任务三 常见低压电器选型	270
任务四 电气控制系统设计实例	277
思考与练习	284
附录 常用电器的图形符号	285
参考文献	288

项目一 三相异步电动机的正转控制线路



知识目标

- (1) 掌握熔断器、低压断路器、交流接触器、按钮等电器元件的型号含义、电路与文字符号、检测与使用方法；
- (2) 能正确分析三相交流异步电动机的点动、连续正转、点动与连续混合控制电路的原理图；
- (3) 能正确识读电气控制线路的布置图和接线图；
- (4) 了解电气控制线路明线布线的工艺要求。



技能目标

- (1) 了解安全、文明生产知识；
- (2) 会使用万用表等仪表；
- (3) 会正确安装三相异步电动机的点动、连续正转、点动与连续混合控制电路；
- (4) 初步了解继电器控制线路安装、调试的步骤及方法。



素养目标

- (1) 了解电力拖动控制系统的构成及应用领域；
- (2) 小组共同完成任务，培养团队合作精神。

通过该项目的实施，掌握电气控制线路的特点、组成及生产应用领域，培养学生观察、思考、动手、分析和总结问题的良好习惯，树立认真、细致的学习态度，增强自主探究和团队合作的良好意识。

任务一 低压电器基本知识

在经济建设和国民生活中，电能的应用越来越广泛，实现工业、农业、国防和科学技术的现代化，更离不开电气化控制。为了安全可靠地使用电能，电路中必须装有对电路或非电对象起切换、调节、检测、控制和保护作用的电气设备，这些设备称为电器。根据工作电压的不同，电器可分为低压电器和高压电器两大类。我国现行标准是将工作在交流额定电压1200V、直流额定电压1500V以下的电气控制线路中的设备称为低压电器。

随着科学技术的飞速发展，工业自动化程度的不断提高，供电系统容量的不断扩大，低压电器的使用范围日益广泛、品种规格不断增加、产品的更新换代速度加快。

一、常用低压电器的分类

低压电器的种类繁多、功能多样、用途广泛、结构各异,按其结构用途及所控制的对象不同,有多种不同的分类方法。

1. 按用途进行分类

按用途不同,低压电器可分为低压配电电器和低压控制电器两类。

低压配电电器主要用在低压电网或动力装置中,对电路和设备进行保护及用来通断、转换电源或负载,如刀开关、转换开关、断路器和熔断器等。配电电器的主要技术要求是断流能力强、限流效果好,在系统发生故障时能保证动作准确、工作可靠,并且还要有足够的热稳定性和动稳定性。

低压控制电器主要用在低压电力拖动系统中,对电动机的运行进行控制、调节、检测与保护,如接触器、启动器和各种控制继电器等。控制电器的主要技术要求是操作频率高、寿命长,并有相应的转换能力。

2. 按操作方式进行分类

按操作方式的不同,低压电器可分为自动电器和手动电器。

自动电器主要通过电器本身参数的变化或外来信号的作用(如电磁、压缩空气等),自动完成接通、分断、启动、换向和停止等动作,常用的自动电器有接触器、继电器等。

手动电器主要依靠外力(如手控)直接操作来进行接通、分断、启动、换向和停止等动作。常用的手动电器有刀开关、转换开关和主令电器等。

3. 按执行机构进行分类

按执行机构不同,可将低压电器分为有触头电器和无触头电器。

有触头电器具有可分离的动触头和静触头,利用触头的接触和分离来实现电路的通断控制。

无触头电器没有可分离的触头,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。

另外,低压电器按工作条件还可划分为一般工业电器、船用电器、化工电器、矿用电器、牵引电器及航空电器等。

二、低压电器的型号及含义

我国对 12 大类的低压电器按规定编制型号,这 12 大类电器有刀开关和转换开关、熔断器、断路器、控制器、接触器、启动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁。

低压电器型号由类组代号、设计代号、基本规格代号和辅助规格代号等部分组成,每一级代号后面可根据需要加设派生代号,其型号含义如图 1-1 所示。

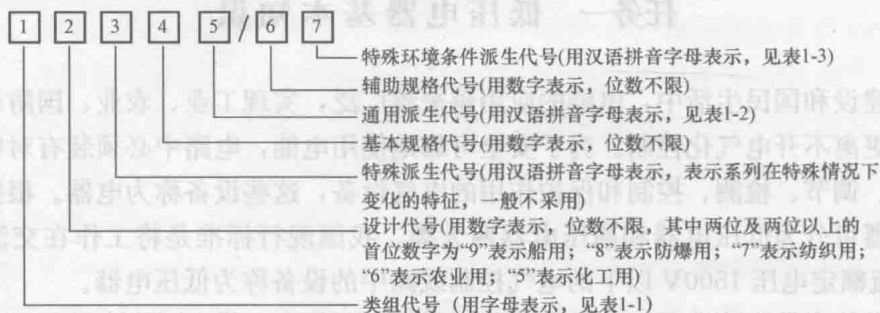


图 1-1 低压电器的型号含义

低电压电器代号

[illegible]

类组代号包括类别代号和组别代号,用汉语拼音大写字母表示,代表低压电器元件所属的类别以及在同一类电器中所属的级别,见表1-1。设计代号用数字表示,表示同类低压电器元件的不同设计序号。基本规格代号用数字表示,表示同一系列产品中不同的规格品种。辅助规格代号用数字表示,表示同一系列、同一规格产品中有某种区别的不同产品。特殊环境条件派生代号加注在产品全型号后面。

类组代号与设计代号的组合表示产品的系列,一般称为电器的系列代号。同一系列电器的用途、工作原理和结构基本相同,而规格、容量则根据需要可以有多种。例如:JR16是热继电器的系列号,同属这一系列的热继电器的结构、工作原理都相同,但其热元件的额定电流从零点几安培到几十安培,共有十几种规格。其中辅助规格代号为3D的表示有三相热元件,装有差动式断相保护装置,因此能对三相异步电动机实现过载和断相保护功能。低压电器通用派生代号和特殊环境条件派生代号的意义见表1-2和表1-3。

表 1-2 低压电器产品型号通用派生代号

派生字母	含 义	派生字母	含 义
A, B, C, D, ...	结构设计稍有改进或变化	P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压
J	交流、防溅式		K
Z	直流、自动复位、防振、重任务	H	开启式
W	无灭弧装置、无极性	M	密封式、灭弧、母线式
N	可逆	Q	防尘式、手牵式
S	有联锁机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈	L	电流
		F	高返回、带分励脱扣

表 1-3 低压电器产品型号特殊环境条件派生代号

派生字母	含 义	派生字母	含 义
T	按湿热带监视措施制造	G	高原
TH	湿热带	H	船用
TA	干热带	Y	化工防腐用

任务二 低 压 开 关

低压开关在控制线路中主要实现电气隔离及电路的转换、接通和分断,许多机床控制线路的电源开关和局部照明线路都是通过低压开关进行控制,有时用低压开关直接控制小容量电动机的启动、停止、正转和反转。

低压开关一般为手动低压电器,主要是通过手动操作或其他外力来实现开关触头的接通和分断,常用的低压开关主要有刀开关、组合开关和低压断路器等。

一、刀开关概述

1. 刀开关用途与结构

刀开关旧称为闸刀开关,是结构最简单、应用最广泛的一种手动低压电器,主要用作电

源隔离，也可用来不频繁地接通和分断容量较小的低压配电线路。它主要由绝缘底板、静插座、手柄、触头和铰链支座等部分组成，如图 1-2 所示。由于切断电源时会产生电弧，安装刀开关时，闭合接通状态时手柄应朝上，不得倒装或横装。倒装时手柄有可能因自动下滑而引起误合闸，造成人身安全事故。安装方向正确，可使作用在电弧上的电动力和热空气上升的方向一致，电弧被迅速拉长而熄灭。否则电弧不易熄灭，严重时会使触头及刀片烧伤，甚至造成极间短路。

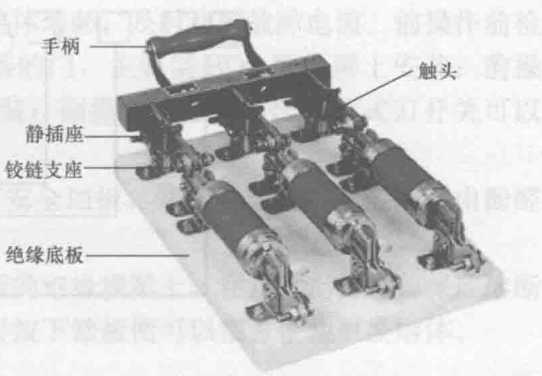


图 1-2 刀开关的结构

接线时应将电源进线接在上端，负载接在熔断器下端，这样拉闸后刀片与电源隔离，可防止意外事故发生。

2. 刀开关的符号与型号含义

按照极数的多少，刀开关可分为单极、双极、三极。刀开关的图形符号如图 1-3 所示。

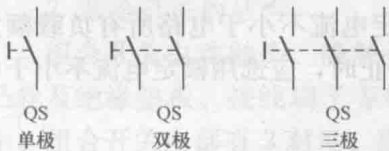


图 1-3 刀开关的图形符号

刀开关的主要类型有：大电流刀开关、负荷开关、熔断器式刀开关。常用的产品有 HD11~HD14 系列和 HS11~HS13 系列刀开关；HK1~HK2 系列为开启式负荷开关；HH3、HH4 系列为封闭式负荷开关；HR3、HR5 系列为熔断器式刀开关。常用刀开关如图 1-4 所示。



图 1-4 常用刀开关

刀开关型号及含义如图 1-5 所示。

二、负荷开关

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关，生产中常用的是 HK 系列开启式负荷开关，

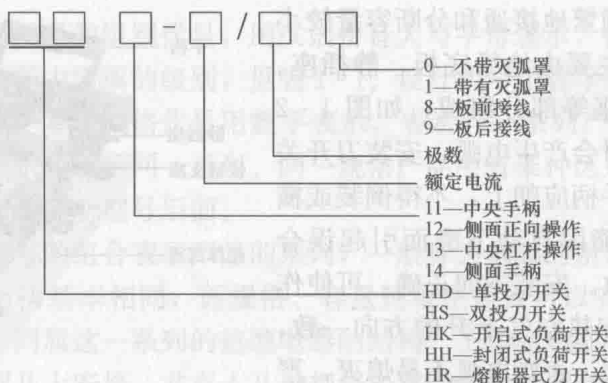


图 1-5 刀开关型号及含义

适用于照明、电热设备及小容量电动机控制线路中。

HK 系列开启式负荷开关由刀开关和熔断器组合而成，开关的瓷底座上有进线座、静触头、熔体、出线座和带瓷质手柄的刀式动触头，上面盖有胶盖以防止操作时触及带电体或分断时产生的电弧飞出伤人。在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制线路中广泛采用 HK 系列刀开关。用于照明时，应选用 HK 系列中额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关；用于控制三相电动机的直接启动和停止时，应选用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

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进设计的一种开关，它的外壳用铸铁或薄钢板冲压而成，因此又将其称为铁壳开关。HH3 系列和 HH4 系列为常用的封闭式负荷开关，它主要由刀开关、熔断器、操作机构和外壳组成，它可直接控制 15kW 以下交流电动机的启动和停止。控制电动机时应选用额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的封闭式负荷开关。开启式和封闭式负荷开关结构示意图如图 1-6 所示。

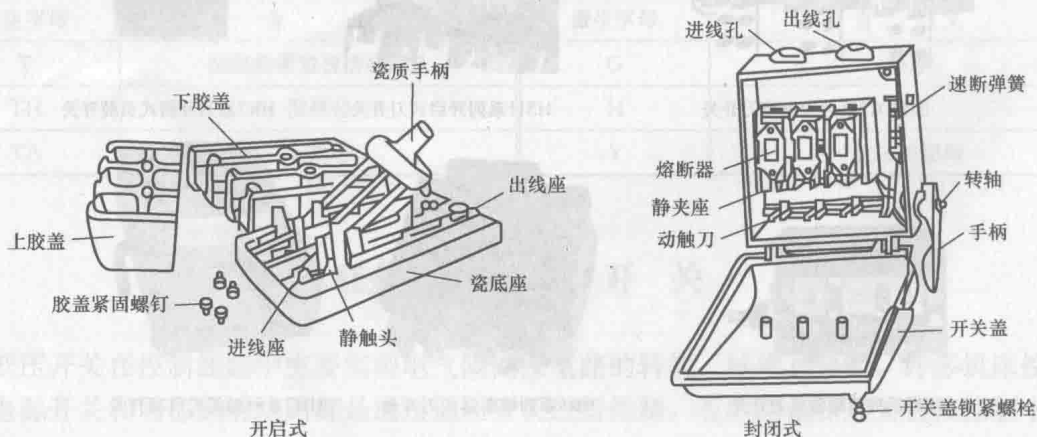


图 1-6 开启式和封闭式负荷开关结构示意图

3. 熔断器式刀开关

熔断器式刀开关是 RT0 系列有填料熔断器和刀开关的组合电器，具有 RT0 有填料熔断器和刀开关的基本性能：在电路正常供电的情况下，接通和切断电源由刀开关来担任；当线

路或用电设备过载或短路时，熔断器式刀开关的熔体熔断，及时切断故障电流。前操作前检修的熔断器式刀开关，中央有供检修和更换熔断器的门，主要供 BDL 配电屏上安装；前操作后检修的熔断器式开关主要供 BSL 配电屏上安装；侧操作前检修的熔断器式刀开关可以制成封闭的动力配电箱。

额定电流 600A 及以下的熔断器式刀开关带有安全挡板，并装灭弧室。灭弧室是由酚醛布板和钢板冲制件铆合而成的。

熔断器式刀开关的熔断器固定在带弹簧、锁板的绝缘横梁上，在正常运行时，保证熔断器不脱扣，而当熔体因线路故障而熔断后，只需要按下锁板便可以很方便地更换熔体。

三、组合开关

1. 组合开关的用途

组合开关又称为转换开关，具有体积小、触头对数多、接线方式灵活、操作方便等特点，在电气设备中一般用于不频繁地接通和分断电路、接通电源和负载以及控制 5kW 以下的小容量异步电动机启停、正反转和 Y-△启动等。

2. 组合开关的结构

组合开关由动触头、静触头、转轴、手柄、弹簧、凸轮及绝缘垫板、接线端子等部分组成，如图 1-7 所示。组合开关内部有 3 对动、静触头：3 对静触头分别叠装于多层绝缘壳内，各自附有连接线路的接线柱；3 个动触头互相绝缘，与各自的静触头对应，套在共同的绝缘杆上，绝缘杆的一端装有操作手柄。手柄转动时带动转轴，动触头随转轴一起转动 90°，与静触头脱离，电路断开。

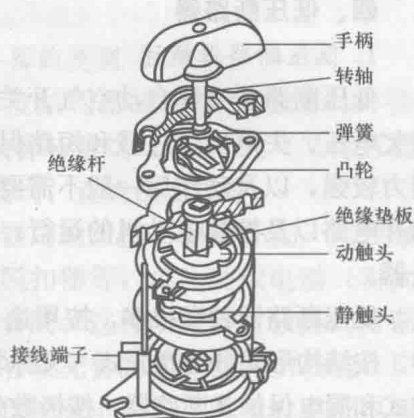


图 1-7 组合开关内部结构

3. 组合开关的型号含义及符号

组合开关有 HZ1、HZ2、HZ3、HZ4、HZ5、HZ10 和 HZ15 等系列产品，其中 HZ10 系列是我国统一设计产品，具有性能可靠、结构简单、组合性强、使用寿命长等特点，目前在生产中得到广泛应用。同样，组合开关也有单极、两极和三极之分，其图形符号和文字符号如图 1-8 所示。HZ15 系列是在 HZ10 系列的基础上改进组装而成的，组合开关的型号含义如图 1-9 所示。

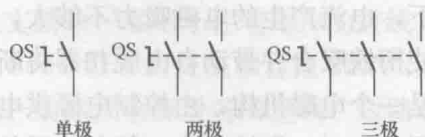


图 1-8 组合开关的图形符号和文字符号

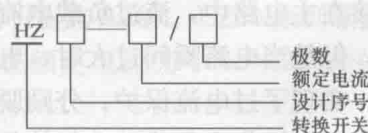


图 1-9 组合开关的型号含义

4. 组合开关的选用原则

选用组合开关时，应根据电源种类、电压等级、所需触头数量、接线方式和负载容量等因素选择合适的组合开关。

(1) 用于照明或电热电路时，组合开关的额定电流应等于或大于被控电路中各负载电流的总和。

(2) 使用组合开关控制 5kW 以下小容量异步电动机时,其额定电流一般为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍,通断次数小于 15~20 次/h。

(3) 用组合开关控制电动机的正反转时,在从正转切换到反转的过程中,必须先经过停止位置,待电动机停止后才能切换。

5. 组合开关使用注意事项

(1) HZ10 系列组合开关应安装在控制箱或壳体内,其操作手柄最好安装在控制箱的前面或侧面,开关断开状态时操作手柄应处在水平位置。

(2) 若需要在箱内操作,最好将组合开关安装在箱内上方便于操作的地方,若附近有其他电器,则需要采取隔离措施或绝缘措施。

(3) 组合开关的通断能力较低,不能用来分断故障电流,当操作频率过高或负载功率因数较低时,应降低开关的容量使用,以延长其使用寿命。

四、低压断路器

1. 低压断路器概述

低压断路器又称自动空气开关或自动空气断路器,是一种既有手动开关作用又能自动进行欠电压、失电压、过载和短路保护的开关电器。由于它具有可以操作、动作值可调、分断能力较强,以及动作后一般不需要更换零部件等优点,在正常条件下可用于不频繁地接通和断开电路以及控制电动机的运行,因此它是低压配电网络和电力拖动系统中常用的一种低压电器。

低压断路器种类很多,按用途分有保护电动机用、保护配电线路用及保护照明线路用几种。按结构形式分为塑壳式(又称装置式)、框架式(又称万能式)、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式断路器。按极数分为单极、双极、三极和四极断路器,其中四极断路器主要用于交流 50Hz,额定电压 400V 及以下,额定电流 100~630A 三相五线制系统中,它将用户和电源完全断开以确保安全,解决了其他断路器不可克服的中性线电流不为零的弊端。

2. 低压断路器结构及原理

低压断路器由主触头及灭弧装置、各种脱扣器、自由脱扣器和操作机构等部分组成。其中主触头是断路器的执行器件,用来接通和分断主电路,为提高分断能力,主触头上装有灭弧装置。脱扣器是断路器的感知元件,当电路发生故障时,相应的脱扣器检测到故障信号,经自由脱扣器使断路器的主触头分断,从而保护电路。脱扣器包括过电流脱扣器、分励脱扣器、热脱扣器、欠电压脱扣器。过电流脱扣器实质上是一个带有电流线圈的电磁机构,电流线圈串接在主电路中,流过负载电流,正常情况下,电流产生的电磁吸力不够大,不能使衔铁吸合,但是当电流瞬间过大时,电磁吸力足以使衔铁吸合并带动自由脱扣器将断路器主触头断开,实现了过电流保护。分励脱扣器实质也是一个电磁机构,由控制电源供电,用于远距离操作,当操作人员或继电保护信号使电磁线圈得电时,衔铁吸合,使断路器的主触头断开。热脱扣器由热元件、双金属片组成,双金属片热元件串接在主电路中,当负载过载达到一定值时,热元件发热量增加,由于温度升高,双金属受热弯曲并带动自由脱扣机构动作,使断路器主触头断开,达到过载保护目的。同样,欠电压脱扣器也是一个带有电压线圈的电磁机构,其线圈并接在主电路中,当主电路电压消失或降到一定值时,电磁吸力不足以将衔铁吸合,衔铁顶板推动自由脱扣机构动作,断路器主触头断开,达到欠电压保护的目。

低压断路器的图形符号如图 1-10 所示,其工作原理如图 1-11 所示,使用时断路器的