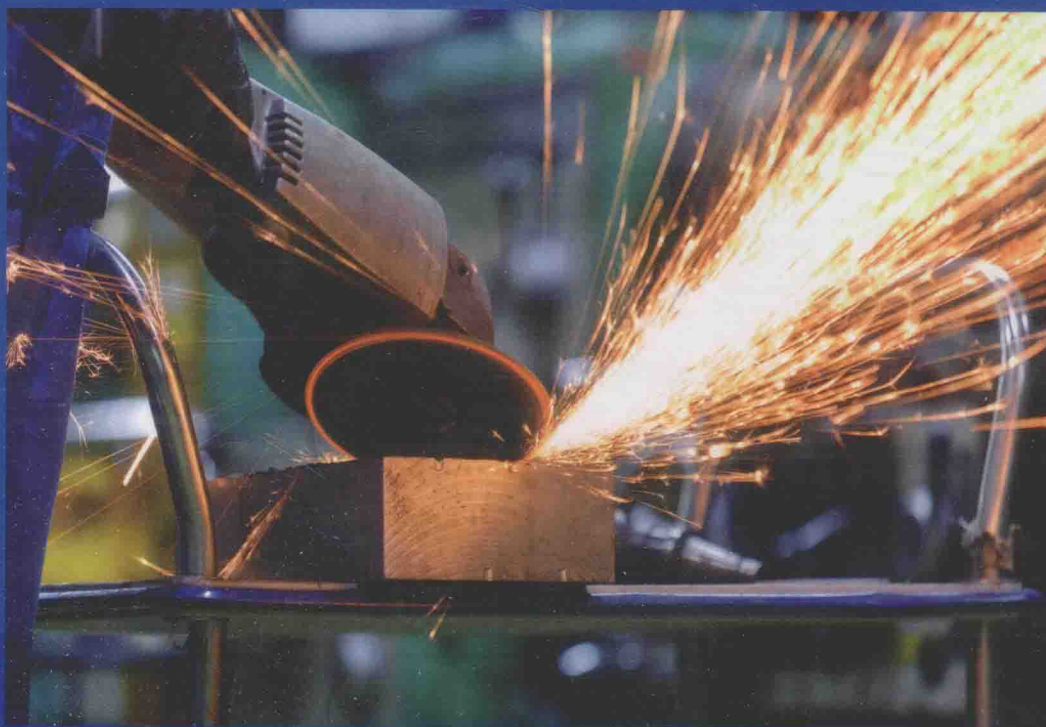


工厂电气控制设备

gongchang dianqi kongzhi shebei

► 周计辉 主编



苏州大学出版社
Soochow University Press

工厂电气控制设备

主 编 周计辉

副 主 编 曹百合 王昌胜

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气控制设备 / 周计辉主编. — 苏州: 苏州
大学出版社, 2015. 6
ISBN 978-7-5672-1357-9

I. ①工… II. ①周… III. ①工厂—电气控制装置
IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 124751 号

内容简介

本书是根据我国中等职业教育的现状,结合当前的教育改革形势,以企业实际需求为目的而编写的。本书采用项目化教学模式,以任务驱动的形式呈现学习内容,倡导“自主、合作、探究”的学习方式,充分发挥学生的潜能。本书简化理论,强调实践,讲述透彻,通俗易懂,便于教学。

本书主要内容包括:常用低压电器、常用电动机控制电路、常用机床控制电路等。除了讲述电器与控制设备的基本原理外,还介绍了维护和故障分析等实用技术,具有一定的实用性。

本书可作为中等职业学校机电类相关专业的教学用书,也可作为工程技术人员的参考用书。

书 名: 工厂电气控制设备

主 编: 周计辉

责任编辑: 管兆宁

出版发行: 苏州大学出版社

社 址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006

网 址: <http://www.sudapress.com>

印 刷: 苏州工业园区美柯乐制版印务有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 9.75

字 数: 220 千

版 次: 2015 年 6 月第 1 版

印 次: 2015 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5672-1357-9

定 价: 24.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020



《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020)》指出:发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决三农问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置。由此可见,大力发展职业教育已经成为我国的基本国策。

为了确保新一轮中等职业教育教学改革顺利进行,全面提高教学质量,我们根据当前中等职业学校学生特点,遵循职业教育的教学规律,并深入企业进行行业分析和市场调研,了解目前中等职业学校机电、电气类毕业生的主要就业岗位,了解企业人才需求计划,明确专业定位和发展方向,并和企业专家一起,共同组织开发了本教材。

本教材以项目为主导,采取任务引领的形式,通过一系列任务的实施,逐步引导学生掌握工厂常用电气设备的工作原理、常见故障的检修技术。

本教材在内容上以基本概念和原理为主,注重理论联系实际,力求通俗易懂,重在应用。全书分八个项目来讲解,分别是:认识常用低压电器、三相异步电动机单向运行控制线路的安装与调试、三相异步电动机正反转控制线路的安装与调试、三相异步电动机位置控制线路的安装与调试、三相异步电动机顺序起停控制线路的安装与调试、三相异步电动机减压起动控制线路的安装与调试、三相异步电动机制动控制电路的安装与调试、常用机床电气控制线路。学生通过本教材理论部分的学习,可以掌握简单低压电器的基本知识、工厂常用控制线路的基本原理和工作分析;通过本教材安排的技能训练环节,能够提高对电动机实际操作和检修的综合能力。教材内容结合生产实践,能够使学生学以致用。

本教材具有以下特点:

(1) 适应就业需要。本教材以企业岗位需求为依据,以满足企业的工作要求作为教材开发的立足点,使教材内容与企业生产现状相符。在充分吸收最新科研技术的基础上,

选择实用性的训练项目,使学生毕业后可以快速适应企业环境,为企业生产服务。

(2) 突出职业技能。本教材紧密联系生产实际,突出应用性和实践性,以适应中等职业学校的就业需要,同时与职业资格考核要求相结合,注重培养“双证书”人才。

(3) 理论联系实际。在教材内容的编排上,突出“以就业为导向”、“以能力为本位”的思想,把复杂的教学理论转变为感性的、便于动手实践的操作性项目,讲练结合,学以致用,提高学生的自主学习能力,提高学生学习的自觉性和主动性,增强学习的趣味性。

(4) 项目驱动、任务引领、图文并茂、深入浅出。本教材采用项目驱动的编写体例,以任务为导向,通过完成一系列任务来阐述知识内容。整本教材图文并茂,形象生动,内容深入浅出,降低了学习难度。

本教材由周计辉主编,曹百合、王昌胜任副主编,参与编写人员还有辛欢、佟广标、吴俊、高扬、周晨、裴洪庆、李坤、张宜峰、刘大明等。

本教材的学时安排建议为 90 学时,具体分配可参考下表。

序号	项目	内 容	建议学时
1	项目一	认识常用低压电器	8
2	项目二	三相异步电动机单向运行控制线路的安装与调试	12
3	项目三	三相异步电动机正反转控制线路的安装与调试	12
4	项目四	三相异步电动机位置控制线路的安装与调试	12
5	项目五	三相异步电动机顺序起停控制线路的安装与调试	10
6	项目六	三相异步电动机减压起动控制线路的安装与调试	12
7	项目七	三相异步电动机制动控制电路的安装与调试	10
8	项目八	常用机床电气控制线路的安装与调试	14
合计学时			90





目 录

项目一 认识常用低压电器 /1

任务一 认识熔断器、刀开关、自动开关和转换开关 /1

任务二 认识接触器 /12

任务三 认识继电器和主令电器 /15

任务四 认识其他低压电器 /21

项目二 三相异步电动机单向运行控制线路的安装与调试 /31

任务一 电动机点动控制线路的安装与调试 /31

任务二 电动机自锁控制线路的安装与调试 /37

项目三 三相异步电动机正反转控制线路的安装与调试 /43

任务一 电动机接触器联锁正反转控制线路的安装与调试 /43

任务二 电动机双重联锁正反转控制线路的安装与调试 /49

项目四 三相异步电动机位置控制线路的安装与调试 /55

任务一 电动机行程控制线路的安装与调试 /55

任务二 电动机自动往返控制线路的安装与调试 /59

项目五 三相异步电动机顺序起停控制线路的安装与调试 /66

任务一 电动机顺序控制线路的安装与调试 /66

任务二 电动机多地控制线路的安装与调试 /72



项目六 三相异步电动机减压起动控制线路的安装与调试 /77

任务一 定子绕组串电阻减压起动控制线路的安装与调试 /77

任务二 星形-三角形减压起动控制线路的安装与调试 /82

项目七 三相异步电动机制动控制线路的安装与调试 /88

任务一 电动机机械制动控制线路的安装与调试 /88

任务二 电动机电力制动控制线路的安装与调试 /94

项目八 常用机床的电气控制线路 /103

任务一 CA6140 普通车床的电气控制线路 /103

任务二 M7130 磨床的电气控制线路 /114

任务三 X62W 万能铣床的电气控制线路 /125

任务四 T68 型卧式镗床的电气控制线路 /138





项目一 认识常用低压电器

在电能的生产、输送、分配和使用中,起着控制、调节、检测、转换及保护作用的所有电工器械,简称为电器。我国现行标准将工作在交流 50Hz、额定电压 1200V 及以下和直流额定电压 1500V 及以下电路中的电器称为低压电器。



任务一 认识熔断器、刀开关、自动开关和转换开关

低压电器种类繁多,它作为基本元器件已广泛用于发电厂、变电所、工矿企业、交通运输和国防工业等电力输配电系统和电力拖动控制系统中。



任务书

知识目标:

- (1) 熟悉常用低压电器的种类及工作原理。
- (2) 认识熔断器、刀开关等低压电器。

能力目标:

- (1) 根据控制要求,会正确选择熔断器、刀开关等低压电器。
- (2) 会正确安装和维护熔断器、刀开关等低压电器,具备基本的分析和电气识图能力。



任务描述

认识熔断器、刀开关、自动开关、转换开关等常用低压电器。





知识链接

1. 常用电器的分类(表 1-1)

表 1-1 低压电器分类

序号	分类形式	名称	说 明
1	按工作电压等级分	高压电器	用于交流电压 1200V、直流电压 1500V 及以上电路
		低压电器	用于交流电压 1200V、直流电压 1500V 以下电路
2	按用途分	配电电器	用于供电系统中实现对电能的输送、分配和保护
		控制电器	用于生产设备自动控制系统中进行控制、检测和保护
3	按触点动力来源分	手动电器	通过人力驱动使触点动作
		自动电器	通过非人力驱动使触点动作
4	按执行机构分	有触点电器	有可分离的动触点和静触点,利用触点的接触和分离来实现电路的通断控制
		无触点电器	没有可分离的触点,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
5	按工作环境分	一般用途电器	一般环境和工作条件下使用
		特殊用途电器	特殊环境和工作条件下使用

2. 熔断器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉的保护类电器,广泛用于供电线路和电气设备的短路保护。熔断器由熔体和安装熔体的熔断管(或座)等部分组成。熔体是熔断器的核心,通常用低熔点的铅锡合金、锌、铜、银的丝状或片状材料制成,新型的熔体通常设计成灭弧栅状和具有变截面的片状结构。熔断器在使用时,串联在被保护电路中。在正常工作情况下,熔体相当于一根导线,而当用电器或电路发生过载时,通过熔断器的电流超过一定数值并经过一定的时间后,电流在熔体上产生的热量使熔体某处熔化而分断电路,从而保护电路和设备,保证了用电安全。

(1) 熔断器的技术参数。

① 额定电压。

额定电压是指保证熔断器能长期正常工作的电压。

② 额定电流。

额定电流是指保证熔断器能长期正常工作的电流,其等级划分与熔断器的结构形式有关,熔断器熔断管(座)的额定电流应该大于熔体额定电流。

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。





(2) 常用低压熔断器。

① 瓷插式熔断器。

瓷插式熔断器由瓷底座、瓷盖、动触点、静触点和熔体组成,其实物图和结构图如图 1-1、图 1-2 所示。瓷插件突出部分和瓷底座之间是间隙形成灭弧室,额定电流在 60A 以上的熔断器灭弧室中还有帮助灭弧的石棉。熔断器与被保护电路串联,动触点之间跨越熔体。

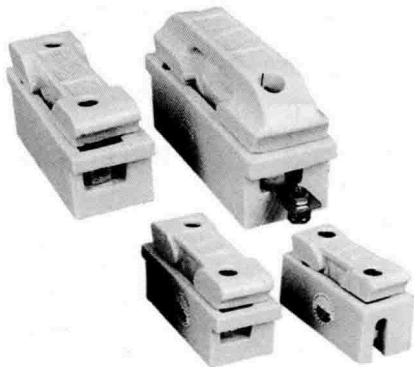
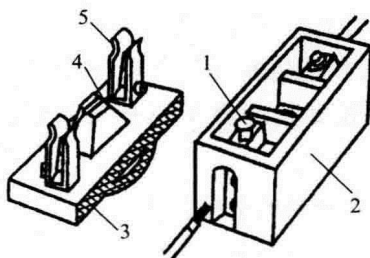


图 1-1 瓷插式熔断器实物图



1—静触点 2—瓷座 3—瓷盖
4—熔断丝 5—动触点

图 1-2 瓷插式熔断器结构图

瓷插式熔断器是低压分支线路中常用的一种熔断器,结构简单,分断能力小,常用于民用和照明电路中。

② 螺旋式熔断器。

螺旋式熔断器由底座、瓷帽、瓷套、熔断管和上下接线板组成,其实物图和结构图如图 1-3 所示,熔断管内装有熔体、石英砂填料(或惰性气体)和熔断指示器。当熔体断开时,指示器跳出,通过瓷帽的玻璃窗口就能观察到。



(a) 实物图



(b) 结构图

1—瓷帽 2—熔断管 3—瓷套 4—上接线端 5—底座 6—下接线端

图 1-3 螺旋式熔断器





螺旋式熔断器的熔管内装有石英砂或惰性气体,能大量吸收电弧能量,有利于电弧熄灭,提高了熔断器的分断能力,被广泛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保护半导体器件或整流装置,实物如图 1-4 所示。半导体器件的过载能力很低,因此要求短路保护具有快速熔断的能力,常用快速熔断器有 RS 和 RLS 系列,快速熔断器不能用普通熔体替代,它的熔体采用银片冲成变截面的 V 形熔片,熔管采用有填料的密闭管。

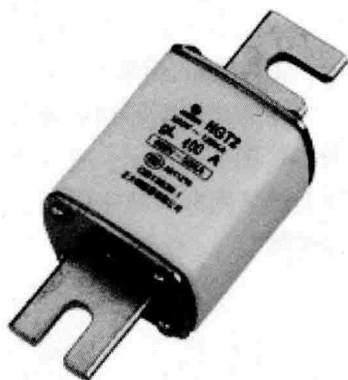
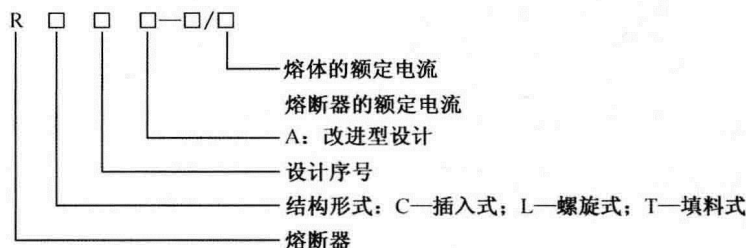


图 1-4 快速熔断器

(3) 熔断器的型号含义。



(4) 熔断器的使用与安装。

① 熔断器的插座与插片要保持良好的接触,否则会因接触电阻过大而造成温度过高,一旦发现插口处过热或触点变色,应该立即检查原因,及时修复。

② 熔体烧断后,必须首先查明原因,排除故障,才能恢复供电。造成熔体熔断的原因一般从短路或者是否过载两方面寻找,并根据现象进行分析。熔体在过载下熔断时,一般响声不大,熔体仅在一两处熔断,变截面熔体只有小截面熔断,熔管内也没有烧焦的现象;而熔体在短路下熔断时,则响声很大,熔体熔断部位大,熔管内有烧焦现象。更换熔体时,应使新熔体的规格和换下的熔体一致。

③ 更换熔体或熔管时,必须把电源断开,以防触电,尤其不允许在负载未断开时带电更换熔丝,以免发生电弧烧伤。

④ 安装熔丝时,不要把它碰伤,也不要把它拧得太紧,使熔丝轧伤,如果发现有螺丝拧不紧,应拆下更换新螺丝。

⑤ 使用中的熔断器也要经常进行检查,检查各接点及熔断器本身是否过热,触点接触是否良好,外观有无裂纹或烧焦,内部有无响声,熔断信号指示器是否弹出等。

3. 刀开关

刀开关又称闸刀开关或隔离开关,它在电路中用作隔离电源,以确保电路和设备维修的安全;或作为不频繁地接通和分断额定电流以下的负载用,如不频繁地接通和分断容量





不大的低压电路或直接起动小容量电动机。刀开关处于断开位置时,可明显观察到断口,能确保电路检修人员的安全。刀开关由操纵手柄、闸刀(动触头)、刀座(静触头)和绝缘底板等组成。常用的有瓷底式刀开关和封闭式负荷开关。

(1) 瓷底式刀开关。

又称胶盖闸刀开关或开启式负荷开关,是由刀开关和熔丝组合而成的一种电器,作为手动不频繁地接通和分断电路用,熔丝起保护作用。刀开关结构简单,使用维修方便,价格便宜,在小容量电动机中得到广泛应用。其实物图如图 1-5 所示。

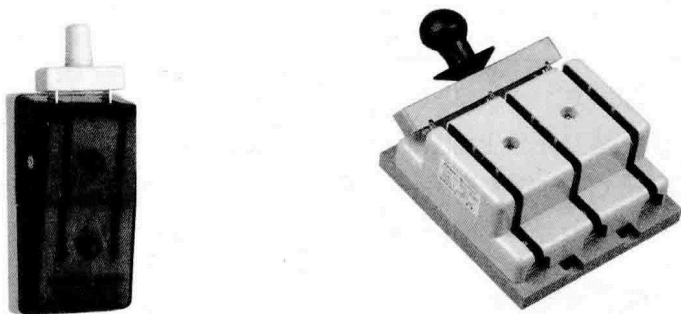


图 1-5 刀开关实物图

开启式负荷开关型号含义为:



图 1-6 为刀开关的图形符号,其文字符号为 QS。

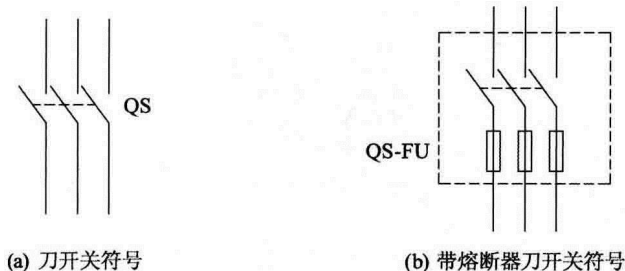


图 1-6 刀开关图形符号

这种开关易被电弧烧坏,不宜带负荷接通或断开,常用于照明电路的电源开关,亦可用于 5.5kW 以下的三相异步电动机不频繁起动或停止场合的控制。对于普通负载,可以根据额定电流来选择,如果用于电动机控制,考虑到起动电流较大,开关的额定电流应该选大一些,为电动机额定电流的 3 倍。

常用的 HK 系列瓷底式刀开关有 HK1、HK2 系列。HK2 系列开关的技术数据如





表 1-2 所示。

表 1-2 HK2 系列瓷底式刀开关

型号	额定电压(V)	额定电流(A)	极数	可控制电动机功率(kW)	最大分断电流(A)
HK2 -10	220	10	2	1.1	500
-15		15		1.5	500
-30		30		3.0	1000
-60		60		4.5	1500
HK2 -15	380	15	3	2.2	500
-30		30		4.0	1000
-60		60		5.5	1500

(2) 封闭式负荷开关。

封闭式负荷开关是刀开关上加装快速分断机构和简单的灭弧装置,以保证可靠分断电流。封闭式负荷开关又称铁壳开关,是由刀开关、熔断器、速断弹簧等组成,并装在金属壳内。实物如图 1-7 所示,结构如图 1-8 所示。

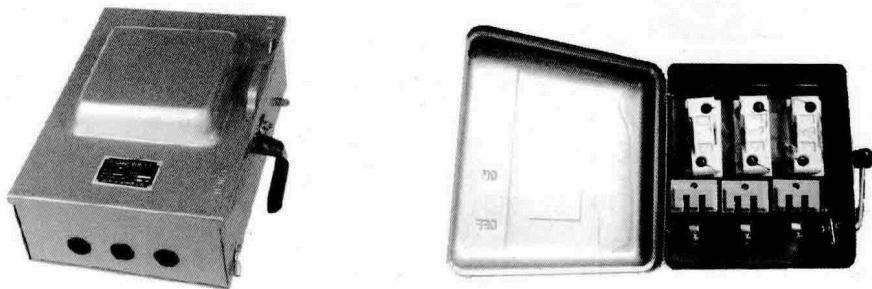


图 1-7 封闭式负荷开关实物图

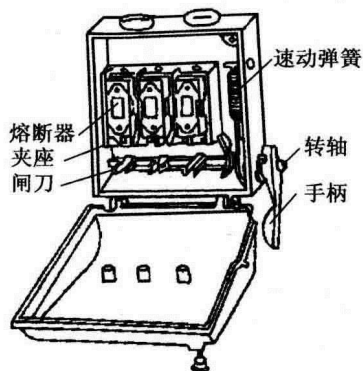
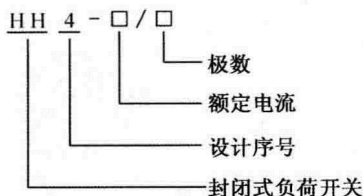


图 1-8 封闭式负荷开关结构图

铁壳开关的符号和图 1-6(b) 所示的相同。

铁壳开关的型号含义为





对于电热和照明电路,铁壳开关可以根据额定电流选择,而对于电动机,开关额定电流可选电动机额定电流的 1.5 倍左右。

可以使用封闭式负荷开关直接控制起动不频繁的小型笼型异步电动机,但不宜控制大容量电动机。封闭式负荷开关铁外壳应可靠接地,防止漏电击伤人员事故的发生。严禁在开关箱上方放置紧固件及其他金属零件,以免掉入内部引起相间短路。开关电源的进出线应按要求连接。额定电流为 60A 及以下的开关,电源进线座在下端;额定电流为 60A 以上的开关,电源进线在上端。操作时不要面对开关箱操作,以免万一发生故障而开关不能分断,造成短路,铁壳爆炸飞出伤人。

4. 空气断路器

空气断路器(俗称为自动开关)可用来分配电能、不频繁起动电动机以及对供电线路及电动机等进行保护;用于正常情况下的接通和分断操作以及严重过载、短路及欠电压等故障时自动切断电路。在分断故障电流后,一般不需要更换零件,且具有较大的接通和分断能力,因而获得了广泛应用,其实物如图 1-9 所示。空气断路器按用途可分为配电(照明)、限流、灭磁、漏电保护等几种;按动作时间可分为一般型和快速型;按结构可分为框架式(万能式 DW 系列,图 1-10)和塑料外壳式(装置式 DZ 系列)。

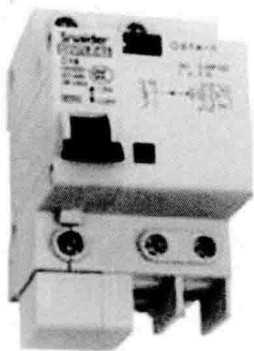


图 1-9 空气断路器

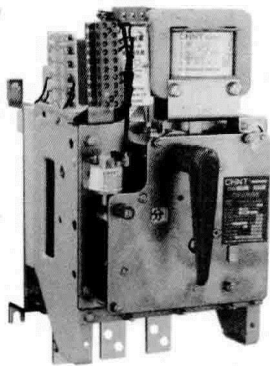


图 1-10 DW15 系列万能式断路

(1) 结构。

空气断路器主要由触头系统、灭弧装置、保护装置、操作机构等组成,如图 1-11 所示。



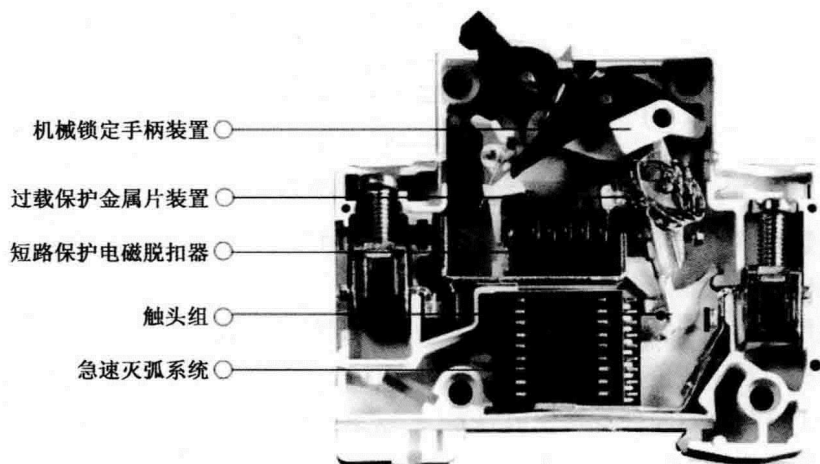


图 1-11 空气断路器实物结构图

空气断路器的触头系统一般由主触头、弧触头和辅助触头组成。

灭弧装置采用栅片灭弧方法,灭弧栅一般由长短不同的钢片交叉组成,放置在由绝缘材料组成的灭弧室内,构成低压断路器的灭弧装置。

保护装置由各类脱扣器(过流、失电及热脱扣器等)构成,以实现短路、失压、过载等保护功能。空气断路器有较完善的保护装置,但构造复杂,价格较贵,维修麻烦。

空气断路器的工作原理示意图如图 1-12 所示。

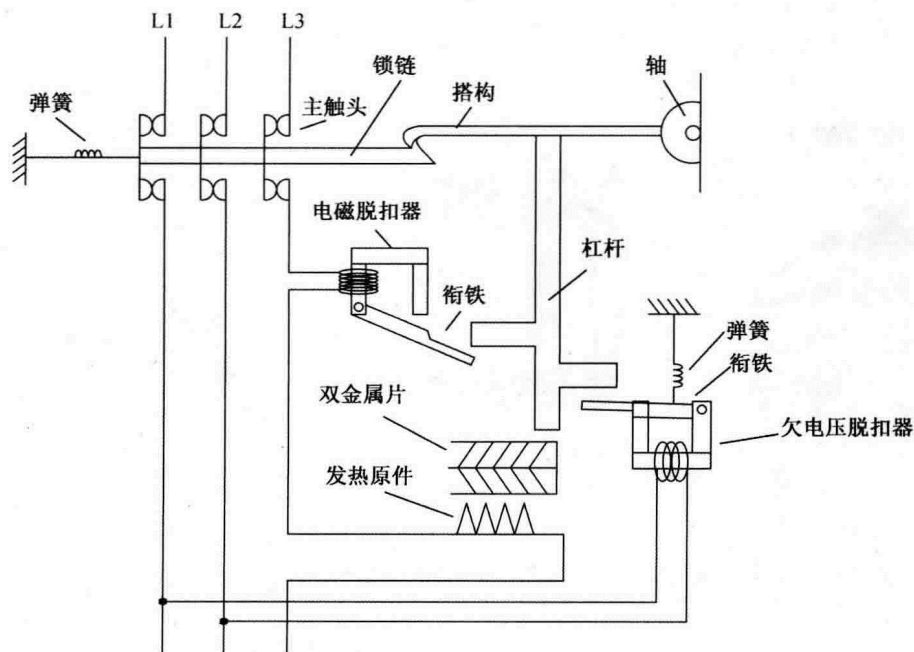


图 1-12 空气断路器工作原理示意图





(2) 工作原理。

低压断路器的3个主触头串联在被保护的三相主电路中,由于搭钩钩住弹簧,使主触头保持闭合状态。当线路正常工作时,过电流脱扣器中线圈所产生的吸力不能将它的衔铁吸合。当线路发生短路时,过电流脱扣器的吸力增加,将衔铁吸合,并撞击杠杆把搭钩顶上去,在弹簧的作用下切断主触头,实现了短路保护。线路上电压下降或失去电压时,欠电压、失电压脱扣器的吸力减小或失去吸力,衔铁被弹簧拉开,撞击杠杆把搭钩顶开,切断主触头,实现了失电压、欠电压保护。当线路过载时,热脱扣器的双金属片受热弯曲,也把搭钩顶开,切断主触头,实现了过载保护。

5. 转换开关

转换开关是一种多档式、控制多回路的低压电器。万能转换开关主要用于各种控制线路的转换、电压表、电流表的换相测量控制、配电装置线路的转换和遥控等。万能转换开关还可以用于直接控制小容量电动机的启动、调速和换向。

(1) 万能转换开关结构与原理。

由多组相同结构的开关元件叠装而成,外形及凸轮通断触头情况如图1-13所示。

万能转换开关常用产品有LW5和LW6系列。LW5系列万能转换开关按手柄的操作方式可分为自复式和自定位式两种。所谓自复式是指用手拨动手柄于某一挡位时,手松开后,手柄自动返回原位;定位式则是指手柄被置于某挡位时,不能自动返回原位而停在该挡位。路灯低压开关柜中转换开关常用来转换不同相间的电压指示、控制全夜和半夜灯等。

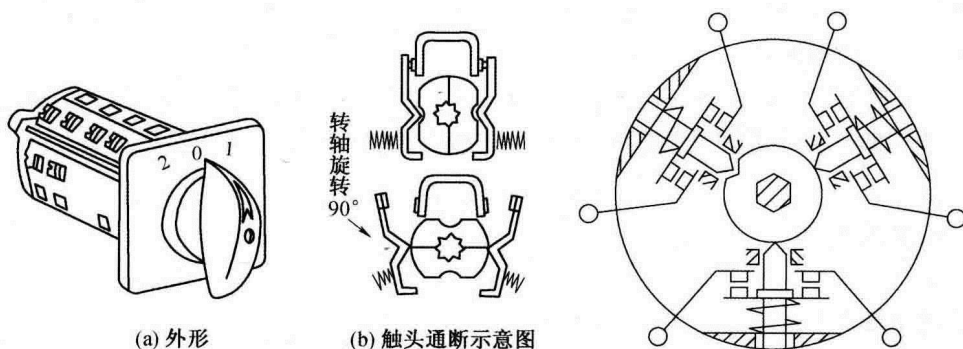
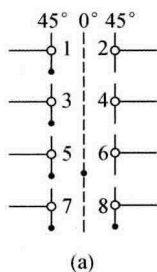


图1-13 LW5系列万能转换开关外形及触头通断示意图

万能转换开关的手柄操作位置是以角度表示的。不同型号的万能转换开关的手柄上有不同万能转换开关的触点,电路图中的图形符号如图1-14所示。但由于其触点的分合状态与操作手柄的位置有关,所以,除在电路图中画出触点图形符号外,还应画出操作手柄与触点分合状态的关系。图中当万能转换开关打向左45°时,触点1-2、3-4、5-6闭合,触点7-8打开;打向0°时,只有触点5-6闭合;打向右45°时,触点7-8闭合,其余打开。





LW5-15D0403/2				
触头编号		45°	0°	45°
	1-2	×		
	3-4	×		
	5-6	×	×	
	7-8			×

(b)

图 1-14 转换开关示意图

图中每根竖的点划线表示手柄位置,点划线上的黑点“●”表示手柄在该位置时,上面这一路触头接通。

(2) 万能转换开关表示方法。

万能转换开关的型号含义如下:

L W 5 — □ □ □/□

- L:主令电器
- W:万能转换开关
- 5:设计序号
- □:额定电流
- □:定位特征代号
- □:接线图编号
- □:数字表示触头系统挡数(字母 D—直接起动,N—可逆起动,S—双速电机控制)

万能转换开关的选用主要根据用途、所需触头挡数和额定电流来选择。



任务实施

技能训练 1-1

STEP 1 认一认 根据学校实际,识别给定的各种低压配电器

STEP 2 做一做 常用低压配电器的安装与检测

(1) 低压熔断器的安装与检测。

熔断器应完整无损。

瓷插式熔断器应垂直安装,螺旋式熔断器的电源线应接在瓷底座的下接线座上,负载线应接在螺纹壳的上接线座上。

安装熔体时,必须保证接触良好。

更换熔体时必须切断电源。

安装熔断器除了保证适当的电气距离外,还应保证安装位置间有足够的间距,以便于

