



普通高等教育“十二五”理工类基础课程规划教材

简明电工实训教程

JIANMING DIANGONG SHIXUN JIAOCHENG

主编 王 峰

普通高等教育“十二五”理工类基础课程规划教材

简明电工实训教程

主编 王 峰

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是为指导学生电工实训而编写的,根据电工必备知识和技能,主要介绍了以下内容:常用低压电器的基本知识和选用元件应注意的问题,常用电工仪表及电气参数的测量,常用电工工具及操作工艺,三相异步电动机及其控制电路的安装接线,安全用电的基本方法和要求以及用电设备保护接地与保护接零的基本知识。

本书可作为高等院校机电一体化、机械工程与自动化、电气工程及自动化等理工类专业电工实训课程的教材,也可作为机电类高级技能人才培养的实训教材,还可供工程技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明电工实训教程/王峰主编. —郑州:河南科学技术出版社,2012.8 (2013.1重印)
普通高等教育“十二五”理工类基础课程规划教材
ISBN 978-7-5349-5852-6

I. ①简… II. ①王… III. ①电工-高等学校-教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 146878 号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65788001 65788626

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:徐素军

责任编辑:徐素军

责任校对:丁秀荣

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:张艳芳

印 刷:开封智圣印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:9.5 字数:230 千字

版 次:2012年8月第1版 2013年1月第2次印刷

定 价:21.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。

《简明电工实训教程》编写人员

主 编 王 峰

副主编 邹 辉

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 峰 邹 辉 张 垓 徐晓辉 高成嘉

前 言

根据教育部对高等教育发展的要求,工科各专业学生必须具备一定的电工基本知识和基本操作技能,为完善高技能人才培养体系的建设,加快培养素质优良的技能型、复合型和知识技能型人才。针对这样的要求,结合高等院校的教学要求和教学特点,我们编写了《简明电工实训教程》一书。

全书共分七章,基本涵盖了电工学和电工相关实际操作的主要内容,强化理论联系实际,培养高技能、高素质、懂理论、熟操作的复合型人才的基本要求。

全书内容:第1章介绍了常用低压电器的基础知识、分类、结构、工作原理和选用时应注意的问题;第2章介绍了常用电工仪表及电气参数的测量;第3章介绍了常用电工工具及操作工艺;第4、5章介绍了三相异步电动机及其基本控制电路的安装与接线;第6、7章介绍了安全用电保护接地和保护接零。

本书由洛阳理工学院王峰老师担任主编,邹辉老师担任副主编。具体编写分工为:第1章由洛阳理工学院邹辉老师编写;第2、3章由洛阳理工学院高成嘉老师编写;第4、5章由洛阳理工学院王峰老师编写,第5章的全部电路图由洛阳理工学院徐晓辉老师绘制;第6、7章由洛阳理工学院张垓老师编写。全书由王峰老师和邹辉老师统稿定稿。

在本书的编写过程中参阅了多种相关的教材、专著、规章、规程等资料,在此向原编著者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不妥和错误之处,敬请各位老师和同学在使用过程中批评指正。

编 者
2012年5月

目 录

1	常用低压电器	(1)
1.1	低压电器基本知识	(1)
1.2	低压开关类电器	(2)
1.3	熔断器	(12)
1.4	主令电器	(18)
1.5	接触器	(21)
1.6	继电器	(26)
2	常用电工仪表及电气参数的测量	(36)
2.1	基本知识	(36)
2.2	电流和电压的测量	(42)
2.3	实习一:万用表的认识与使用	(43)
2.4	实习二:兆欧表的认识与使用	(47)
2.5	实习三:钳形电流表的认识与使用	(50)
2.6	实习四:电度表的认识与使用	(52)
2.7	实习五:日光灯电路的连接与测量	(56)
2.8	实习六:直流单臂电桥的认识与使用	(58)
3	常用电工工具及操作工艺	(61)
3.1	常用电工工具	(61)
3.2	导线的连接与绝缘层的恢复	(65)
3.3	室内照明灯具的安装	(76)
3.4	开关和插座的安装	(83)
3.5	量电和配电装置的安装	(89)
4	三相异步电动机	(93)
4.1	三相异步电动机的安装与调整	(93)
4.2	三相异步电动机的拆卸与装配	(99)
5	三相异步电动机基本控制电路的安装与接线	(106)
5.1	实习一:三相异步电动机点动控制电路	(106)
5.2	实习二:三相异步电动机单向连续运转控制电路	(108)
5.3	实习三:三相异步电动机点动和单向连续运转组合控制电路	(110)

5.4	实习四:三相异步电动机正反转控制电路	(111)
5.5	实习五:三相异步电动机自动往返控制电路	(114)
5.6	实习六:三相异步电动机顺序启动控制电路	(117)
5.7	实习七:三相异步电动机能耗制动控制电路	(118)
5.8	实习八:三相异步电动机星形—三角形连接降压启动控制电路	(120)
5.9	实习九:三相异步电动机反接制动控制电路	(121)
5.10	实习十:时间继电器切换的电动机双速控制电路	(123)
5.11	实习十一:PLC 基本指令应用设计	(124)
5.12	实习十二:机床控制电路常见故障分析及排除	(126)
6	安全用电	(130)
6.1	触电事故的种类和特点	(130)
6.2	防止触电的方法	(133)
6.3	触电急救方法	(135)
7	保护接地和保护接零	(139)
7.1	几个基本概念	(139)
7.2	接地和接零的作用	(140)
7.3	接地和接零的要求	(142)
	参考文献	(144)

1 常用低压电器

低压电器分为配电电器和控制电器两大类,其用途是对供电、用电系统进行开关、变换、检测、控制和保护。配电电器主要用于低压配电系统和动力回路,常用的有刀开关、转换开关、熔断器、自动开关等;控制电器主要用于电力传输系统和电气自动控制系统中,常用的有主令电器、接触器、继电器、启动器、控制器、电阻器、变阻器、电磁阀等。本章主要介绍常用低压开关、熔断器、主令电器、接触器、继电器类电器等的结构、原理、用途及应用。

1.1 低压电器基本知识

电器是所有电工器械的简称,凡是根据外界特定的信号和要求自动或手动接通与断开电路,断续或连续地改变电路参数,实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节的电工器械统称为电器。

低压电器通常指工作在交流电压 1 200V、直流电压 1 500V 及以下电路中的电器。

1.1.1 低压电器的分类

低压电器的种类很多,其功能多样,用途广泛,结构各异。分类方法也有多种,通常有如下分类:

1. 按用途或控制对象分

(1) 低压配电电器。用于供、配电系统中,进行电能输送和分配的电器,如刀开关、熔断器、低压断路器等。要求系统发生故障时准确动作、可靠工作,在规定条件下具有相应的动稳定性与热稳定性,使电器不会被损坏。

(2) 低压控制电器。主要用于电气传动系统中,要求寿命长、体积小、重量轻且动作迅速、准确、可靠,如接触器、继电器、热继电器、主令电器、电磁阀等。

2. 按动作方式分

(1) 自动切换电器。依靠自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,如接触器、继电器等。

(2) 非自动切换电器。主要是用外力(如人力)直接操作来进行切换的电器,如刀开关、转换开关、按钮等。

3. 按有无触头分

(1) 有触头电器。有可分离的动触头、静触头,并利用触头的接通和分断来切换电路,如

接触器、刀开关、按钮等。

(2) 无触头电器。无可分离的触头,主要利用电子元件的开关效应,即导通和截止来实现电路的通、断控制,如接近开关、电子式时间继电器等。

4. 按工作原理分

(1) 电磁式电器。根据电磁感应原理来动作的电器,如交流接触器、直流接触器、各种电磁式继电器、电磁阀等。

(2) 非电量控制电器。依靠外力或非电量信号(如速度、压力、温度等)的变化而动作的电器,如转换开关、行程开关、速度继电器、压力继电器、温度继电器等。

5. 按使用场合分

按使用场合,低压电器可分为一般工业用电器、特殊工矿用电器、航空用电器、船舶用电器、建筑用电器、农用电器等。

1.2 低压开关类电器

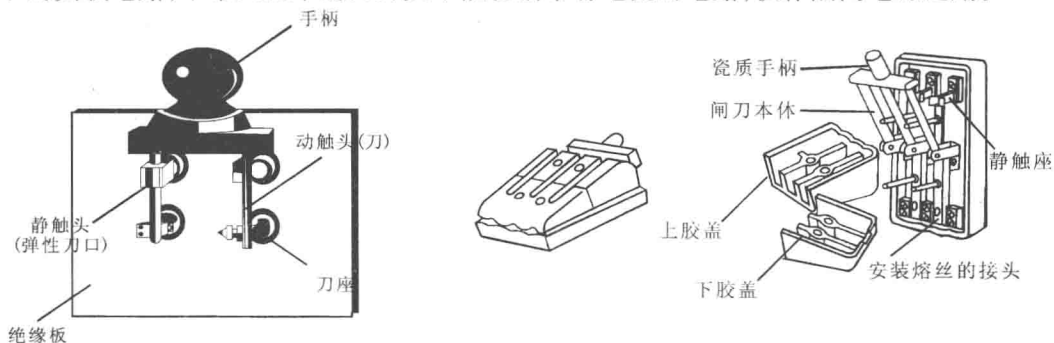
常用低压开关类电器包括刀开关、转换开关、低压断路器三类,下面分别对其结构、原理等进行介绍。

1.2.1 刀开关

刀开关是一种手动电器,广泛地用于配电设备中,供隔离电源使用,有时也用于直接启动小容量的笼型异步电动机。常用的刀开关主要有板用刀开关、开启式负荷开关(也称胶盖闸刀开关)、封闭式负荷开关(也称铁壳开关)。

1. 板用刀开关

常用的 HD 系列板用刀开关的外形及结构如图 1.1(a)所示。它用于工业企业配电设备中,作为不频繁地手动接通、切断或隔离电源之用。带有灭弧罩的刀开关可以切断额定电流以下的负载电路,不带灭弧罩的刀开关不能切断带有电流的电路,仅作隔离电源之用。



(a) HD系列刀开关的外形及结构 (b)开启式负荷开关双极外形 (c) 开启式负荷开关三极外形

图 1.1 刀开关的外形及结构

2. 开启式负荷开关

开启式负荷开关由于结构简单、价格便宜、使用维护方便,故得到广泛的应用。主要用作电气照明电路、电热电路、小容量(5.5kW 及以下)电动机电路的不频繁控制开关,也可用作分支电路的配电开关。

开启式负荷开关的外形及结构如图 1.1(b)、(c)所示。这种开关装有熔丝,可起短路保护作用。

刀开关在安装时,手柄要向上,不得倒装或平装,避免由于手柄重力自动下落,引起误动合闸。接线时,应将电源线接在上端,负载线接在下端,这样拉闸后刀开关的刀片(动触头)与电源隔离,既便于更换熔丝,又可防止可能发生的意外。

3. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关可不频繁地接通和分断负荷电路,也可用作 15kW 以下电动机不频繁启动的控制开关,其基本结构如图 1.2 所示。其铸铁壳内装有刀片和夹座组成的触头系统、熔断器和速断弹簧,30A 以上的还装有灭弧罩。

封闭式负荷开关的操作结构有两个特点:一是采用储能合闸方式,即利用一根弹簧执行合闸和分闸之功能,使开关的闭合和分断时的速度与操作速度无关。它既有助于改善开关的动作性能和灭弧性能,又能防止触点停滞在中间位置;二是设有联锁装置,以保证开关合闸后不能打开箱盖,而在箱盖打开后,不能再合开关。

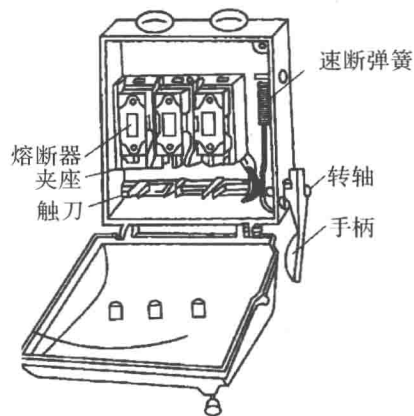


图 1.2 封闭式负荷开关的内部结构

4. 刀开关的主要技术参数和常用型号

刀开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、通断能力、动稳定电流和热稳定电流等。

动稳定电流是指电路发生短路故障时,刀开关并不因短路电流产生的电动力作用而发生变形、损坏或触刀自动弹出之类的现象。这一短路电流峰值即为刀开关的动稳定电流,其可高达额定电流的数十倍。

热稳定电流是指发生短路故障时,刀开关在一定时间(通常为 1s)内通过某一短路电流,并不会因为温度急剧升高而发生熔焊现象,这一最大短路电流称为开关的热稳定电流。刀开关的热稳定电流亦可高达额定电流的数十倍。

刀开关常用型号有 HD14、HD17、HS13 系列,其中 HD17 系列是新型换代产品。HK2、HD13BX 系列为开启式负荷开关,HD13BX 为较为先进开启式负荷开关,操作方式为旋转型。HH4、HH10、HH11 系列为封闭式负荷开关。HR3、HR5 系列为熔断器式刀开关,其中 HR5 刀开关中的熔断器采用 NT 型低压高分断型,结构紧凑,分断能力高达 100kA。

表 1.1 为 HK 系列开启式负荷开关的技术参数。

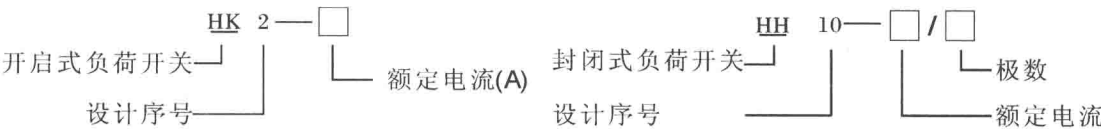
表 1.1 HK 系列开启式负荷开关的技术参数

型号	额定电流 /A	极数	额定电压 /V	可控制电机 额定功率/kW	熔丝规格	
					熔丝线径/mm	熔丝材料
HK1	15	2	220	1.5	1.45 ~ 1.59	铅熔丝
	30			3.0	2.30 ~ 2.52	
	60			4.5	3.36 ~ 4.00	
	15	3	380	2.2	1.45 ~ 1.59	
	30			4.0	2.30 ~ 2.52	
	60			5.5	3.36 ~ 4.00	
HK2	10	2	250	1.1	0.25	紫铜丝
	15			1.5	0.41	
	30			3.0	0.56	
	10	3	380	2.2	0.45	
	15			4.0	0.71	
	30			5.5	1.12	

5. 型号含义及电气符号

刀开关按刀数分为单极、双极和三极。

(1) 型号意义。



(2) 电气符号。刀开关的图形和文字符号如图 1.3 所示。

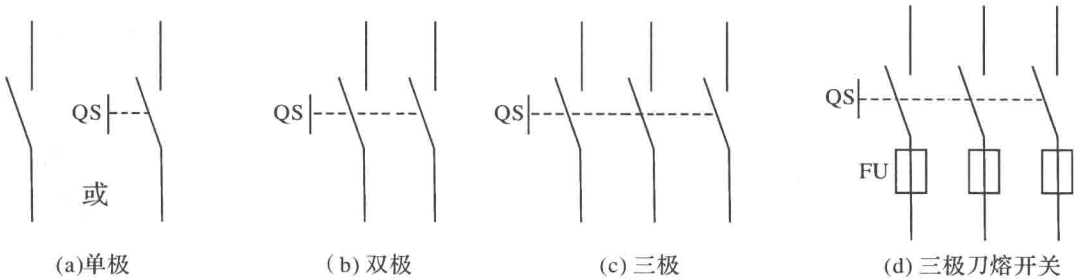


图 1.3 刀开关的图形和文字符号

6. 刀开关的选择原则

- (1) 根据使用场合,选择刀开关的类型、极数及操作方式。
- (2) 刀开关额定电压应大于或等于线路电压。

(3) 刀开关额定电流应大于或等于线路的额定电流。对于电动机负载,开启式刀开关额定电流可取电动机额定电流 3 倍;封闭式刀开关额定电流可取电动机额定电流的 1.5 倍。

7. 刀开关使用注意事项

(1) 刀开关不准横装或倒装,必须垂直地安装在控制屏或开关板上,更不允许将开关放在地上使用。

(2) 刀开关安装接线时,电源接线和出线不能接反,刀开关的电源进线应接在上端进线座,负载应接在下端出线座。

(3) 更换熔丝必须在闸刀断开的情况下进行,且应换上与原用熔丝规格相同的新熔丝。

(4) 应经常检查开关的触头,清理灰尘和油污,操作机构的摩擦处应定期加润滑油,使其动作灵活,延长使用寿命。

1.2.2 组合开关

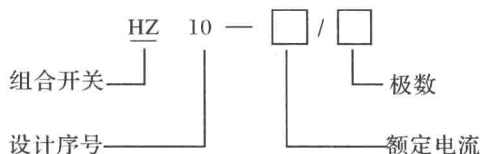
组合开关由多节触头组合而成,是一种手动控制电器。它可用作电源的引入开关,也用作 5.5kW 以下电动机的直接启动、停止、反转和调速控制开关,主要用于机床电路中。

组合开关的外形及结构如图 1.4 所示。它内部有三对静触头,分别用三层绝缘板相隔离,各自附有连接线路的接线桩。三个动触头相互绝缘,与各自的静触头相对应,套在共同的绝缘杆上,绝缘杆的一端装有操作手柄,转动手柄,即可完成三组触头间的开合或切换。开关内装有速断弹簧,以提高触头的分断速度。

组合开关具有体积小、寿命长、结构简单、操作方便、灭弧性能好的优点,常用的组合开关有 HZ 系列。HZ10 系列组合开关的主要技术数据见表 1.2。

1. 组合开关的型号含义及电气符号

(1) 型号含义。



(2) 组合开关的图形和文字符号如图 1.5 所示。

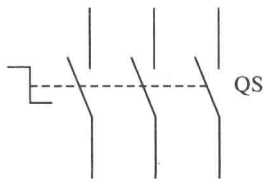


图 1.5 组合开关的图形和文字符号

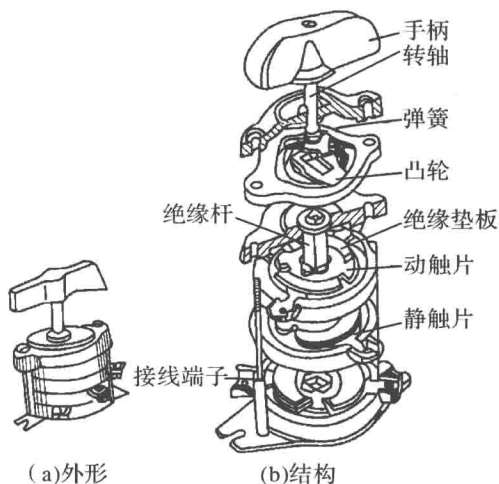


图 1.4 组合开关的外形及结构

表 1.2 HZ10 系列组合开关的主要技术数据

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 额定功率 和额定电流		额定电压及额定电流下的通断次数			
				接 通	分 断	额定 功率 /kW	额定 电流 /A	交流 $\cos\varphi$		直流时间常数/s	
								≥ 0.8	≥ 0.3	$\leq 0.002\ 5$	≤ 0.01
HZ10 - 10	DC220 AC380	6	单极	94	62	3	7	20 000	10 000	20 000	10 000
		10	2 或 3								
HZ10 - 25		25									
HZ10 - 60		60									
HZ10 - 100		100	155	108	5.5	12	10 000	5 000	10 000	5 000	

2. 组合开关的选择

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

(2) 用于电动机电路。组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

1.2.3 低压断路器

低压断路器过去称为自动开关,为了和 IEC 标准相一致,现在使用低压断路器这个名称,而且比较确切。常用的低压断路器的外形如图 1.6 所示。

1. 低压断路器的用途、分类和工作原理

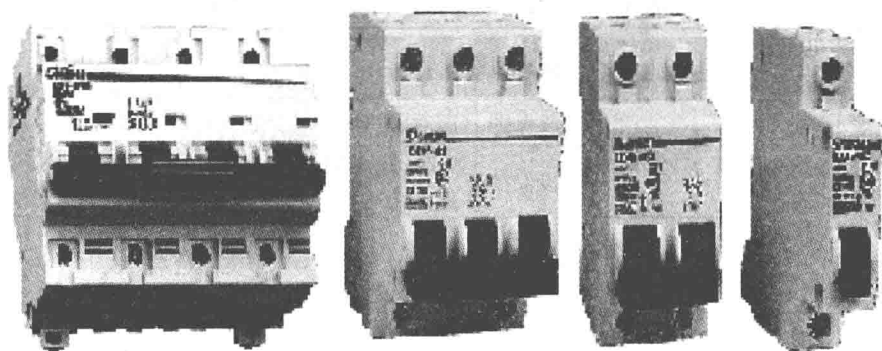
(1) 低压断路器的用途。低压断路器可用来接通和分断负载电路,也可直接用来控制不频繁启动的电动机。当电路中发生过载、短路、欠电压等不正常情况时,它能自动分断电路,它是低压交、直流配电系统中的重要保护电器之一。

常用的 DZ47-63 型低压断路器经常用在建筑及工矿企业的照明及动力配电系统中。对于电气线路和用电设备的过载及短路故障具有良好的保护特性。它进入家庭比闸刀开关有更大的优越性。一是它能够分断较大的电流,有灭弧装置,这正适合家庭电路负荷增大的情况;另外,它的热稳定性、寿命也比闸刀开关要好。二是故障发生,它能自动切断电路。断路器内部有两个脱扣器,一个是双金属片脱扣器,用作过载保护;另一个是电磁脱扣器,用作短路瞬时保护。在家庭电路中,用了断路器之后不再装熔断器,遇到故障时脱扣器脱扣(俗称跳闸),以切断电路,当故障排除之后,只要重新合闸,而不需要更换零部件即可重新使用。

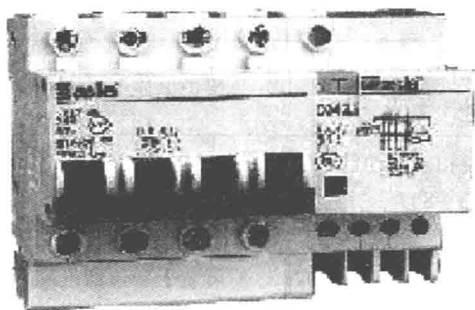
(2) 低压断路器的分类。

1) 按结构分类。低压断路器按结构形式可分为框架式和塑料外壳式两类。

具有绝缘衬底的框架式结构底座将所有的构件组装在一起,它能对配电电路和用电设备实现多种不正常情况下的保护,如过电流、短路、欠电压保护等。在操作上可以通过各种传动机构实现手动(直接操作、储能、分闸操作、杠杆连动等)或自动(电磁铁、电动机或压缩空气)。框架的形式又可做成敞开式、手车式及其他防护式多种。此外,框架式断路器还有



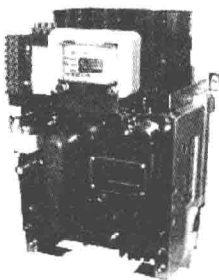
(a) DZ47-63型断路器



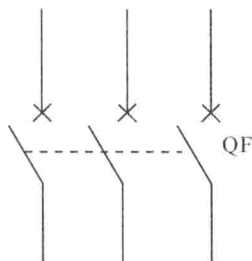
(b) DZ47-63漏电型断路器



(c) DZ系列断路器



(d) DW系列断路器



(e) 电气图形和文字符号

图 1.6 低压断路器的外形及图形文字符号

数量较多的辅助触头,便于实现联锁和对辅助电路的控制,因此广泛地用于工业的配电室、变电站、发电厂、舰船以及其他较重要的场合。

塑料外壳式断路器的特点是具有安全保护用的塑料外壳,结构紧凑、体积小、重量轻,使用安全可靠,适合单独安装,因为额定电流较框架式断路器小,除用于保护容量不大的用电设备外,还用作绝缘导线的保护及建筑中照明电路的控制开关。

2) 按保护特性分类。断路器按保护特性及用途分类见表 1.3 所示。

表 1.3 断路器按保护特性及用途分类

分类名称	电流种类及范围	保护特性			主要用途
配 电 用 断 路 器	交流 200 ~ 5 000A	选择型	二段保护	瞬时,短延时	电源总开关和负载近端支路开关
			三段保护	瞬时,短延时 及长延时	
		非选择型	限流型	长延时,瞬时	支路近端开关和支路末端开关
			一般型		
	直流 600 ~ 6 000A	快速型	正向	保护硅整流设备	
			双向		
		一般型	长延时	保护一般直流设备	
			瞬动		
电 动 机 保 护 用 断 路 器	交流 60 ~ 600A	直接启动	过电流脱扣器瞬动倍数 (8 ~ 15) I_N	保护鼠笼型电动机	
		间接启动	过电流脱扣器瞬动倍数 (3 ~ 8) I_N	保护鼠笼和绕线型电动机	
		限流式	过电流脱扣器瞬动倍数 $12I_N$	可装于变压器近端	
照 明 断 路 器	交流 5 ~ 50A	过载长延时 短路瞬时(单极)			照明电路开关
漏 电 保 护 断 路 器	交流 20 ~ 200A	300mA,0.1s 分断			保护人身安全及防止漏电引起火灾
特 殊 用 途 断 路 器	交流 直流	瞬动			灭弧开关 闭合开关

3) 按全分断的时间分类。断路器全分断时间 $t = t_A + t_o + t_g$ 是从短路出现瞬间开始至触头分断和电弧熄灭为止,以 ms 计算。式中 t_A 表示电流上升到整定电流的时间; t_o 表示开关固有动作时间; t_g 表示燃弧时间。

$t > 40\text{ms}$ 的,称为一般型断路器; $t < 20\text{ms}$ 的,称为快速型断路器,如直流快速开关,具有限流断开的能,能在短路电流尚未达到稳态值之前分断;交流限流式断路器能在短路电流第一个波峰最大值尚未出现前将电路分断,在一般的情况下,触头分断产生电弧并产生限流作用,迫使电流提前过零,熄灭电弧。

(3) 低压断路器的工作原理。低压断路器有四个组成部分:触头系统、灭弧系统、脱扣器、传动和操作机构。图 1.7 为常用的 DZ47-63 型低压断路器的结构原理。断路器处于正

常工作状态时,主触头通过锁扣及连杆保持闭合,连杆可绕轴转动。衔铁和电磁铁组成电磁脱扣器,加热元件和双金属片组成热脱扣器。当电路处于正常运行时,电磁脱扣器的电磁线圈虽然串联在主回路中,但是所产生的吸力不能使衔铁向下动作,而只有当电路发生短路故障时,衔铁才被迅速向下吸合,同时安装在衔铁另一端的螺钉向上推动连杆,使锁扣脱扣,主触头被弹簧迅速拉开分断主电路,从而实现瞬时短路保护。同样,电路在正常运行时,热脱扣器由于串联在主电路中,通过发热元件的电流所产生的热量不足以使双金属片变形弯曲过大,当线路发生过载时,过载电流通过一定时间,双金属片弯曲变形到一定程度后,向上推动连杆,双金属片脱扣器动作,使锁扣脱扣,主触头被弹簧迅速拉开分断主电路。

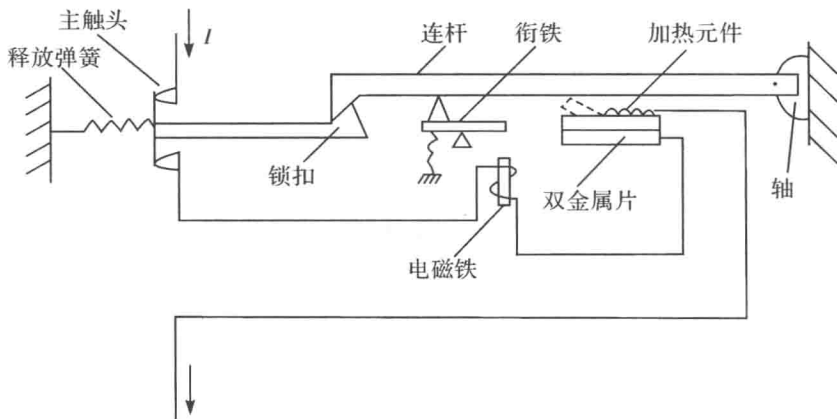


图 1.7 DZ47-63 型低压断路器的原理图

2. 低压断路器的主要技术参数

(1) 额定电压。额定工作电压(U_N)是指与通断能力以及使用类别相关的电压值,对多相电路是指相间的电压值。同一断路器可以指定几个额定工作电压、相应的通断能力和不同的使用类别。

额定脉冲电压(U_{imp})是开关电器工作时,要承受系统中所发生的过电压,因此开关电器(包括断路器)的额定电压参数中给定了额定脉冲电压值,其数值应大于或等于系统中出现的最大过电压峰值,额定绝缘电压和额定脉冲耐压共同决定了开关电器的绝缘水平。

(2) 额定电流。

1) 断路器额定电流(I_N):是指脱扣器能长期通过的电流,也就是脱扣器的额定电流。对可调式脱扣器则为脱扣器长期通过的最大电流。

2) 断路器壳架等级额定电流(I_{NM}):是表示每一塑壳或框架中所能承载的最大脱扣器额定电流,亦即过去所称断路器的额定电流。这一值可在断路器型号中表示,如 DZ47-63,其中的“63”是壳架等级额定电流值。

(3) 额定短路分断能力。断路器的额定短路分断能力(I_{cu})是指在规定的条件(电压、频率、功率因数及规定的试验程序等)下,能够分断的最大短路电流值。

(4) 保护特性。断路器的保护特性是指断路器的动作时间与动作电流的函数关系曲线(图 1.8)。低压断路器过电流保护具有一段、两段或三段过电流保护特性。图中曲线 ABCD 为两段非选择性保护特性,其中 AB 段为长延时反时限保护特性,用于过载保护;CD 段为瞬

时脱扣器动作特性,当电流等于或大于瞬时动作电流值时,亦即短路电流达到规定动作值后,过电流瞬时脱扣器动作使断路器分闸。

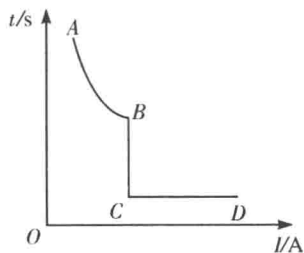


图 1.8 低压断路器过电流保护特性曲线

3. 低压断路器的技术数据

常用的低压断路器的技术数据见表 1.4 和表 1.5。

表 1.4 DZ 系列断路器的技术数据

型号	壳架电流 /A	额定电压 /V	过电流脱扣器 额定电流/A	交流短路分断 能力峰值/kA	电气机械寿命 /次
DZ10-100	100	380	15, 20	3.5	10 000
			25, 30, 40, 50	4.7	10 000
			60, 80, 100	7.0	10 000
DZ10-250	250	380	100, 140, 150, 170, 200, 250	17.7	10 000
DZ10-600	600	380	200, 250, 350, 400, 500, 600	23.5	10 000
DZ15-40	40	380	6, 10, 16, 20, 20, 25, 32, 40	3.0	15 000
DZ15-63	63	380	10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63	5.0	10 000
DZ20-100	100	380	16, 20, 32, 40, 50, 63, 80, 100	14~18	12 000
DZ20-200	200	380	100, 125, 160, 180, 200	25	12 000
DZ10-400	400	380	200, 250, 315, 350, 400	25	10 000