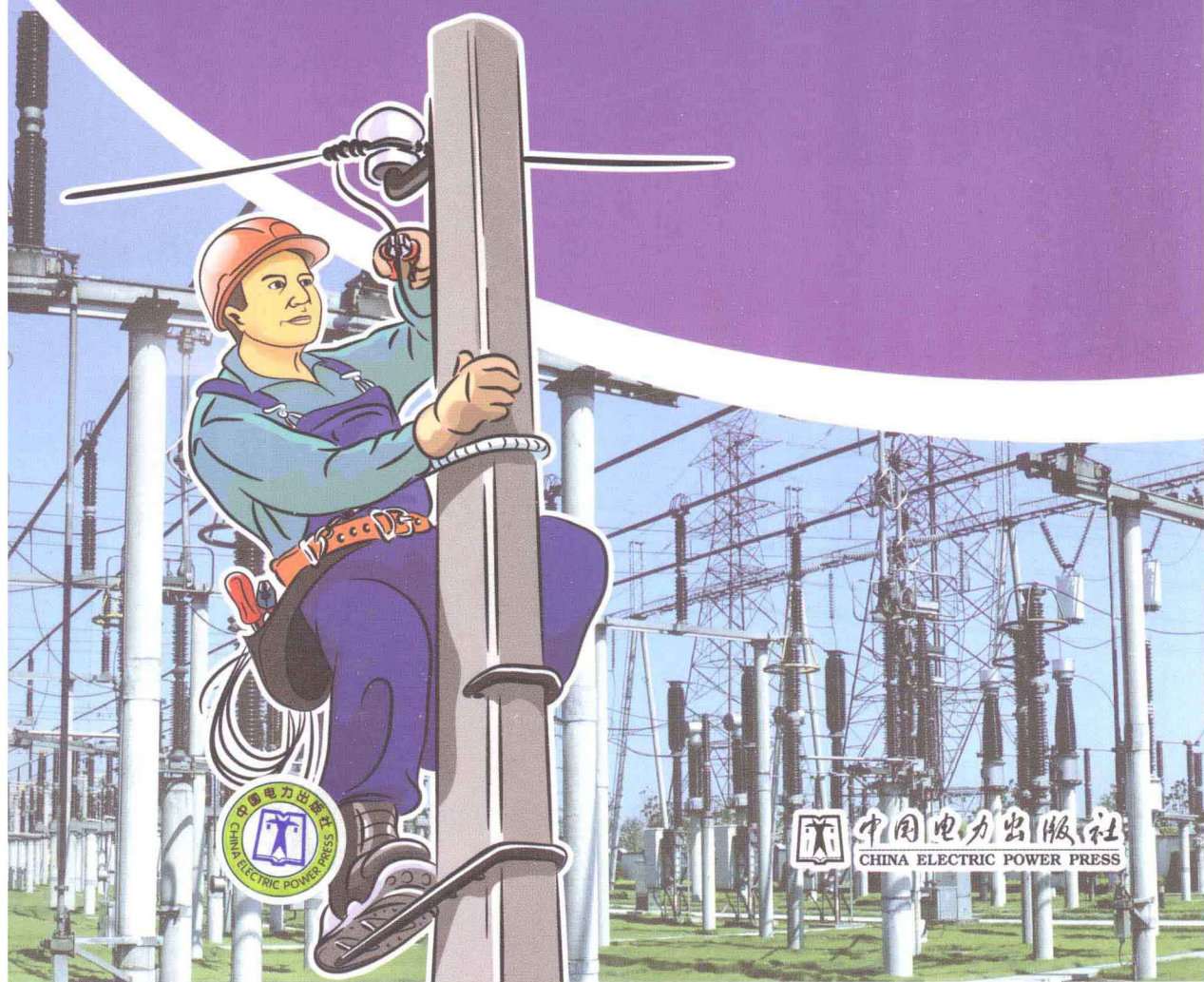


低压配电线路 实用技术

高庆敏 李建胜 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

低压配电线路 实用技术

高庆敏 李建胜 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书在编写过程中较详细地介绍了低压配电线路施工安装的方法和技巧,注重理论联系实际,在兼顾强电施工技术的同时,介绍了新材料、新工艺、新技术。

全书共分7章,主要包括绪论、低压架空线路与进户线安装、低压电缆线路、室内配电线路安装、照明装置安装、防雷与接地装置安装以及电气照明装置的检修与维护的相关知识。

本书可供从事低压配电线路安装、运行、维护和管理等工作的技术人员阅读,也可作为电气工程及自动化、建筑电气安装、楼宇自动化、物业管理电气工程技术等相关专业大中专院校的教材。

图书在版编目(CIP)数据

低压配电线路实用技术/高庆敏等编著. —北京:中国电力出版社, 2011. 10

ISBN 978-7-5123-2224-0

I. ①低… II. ①高… III. ①低电压—配电线路
IV. ①TM726. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第211714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

*

2012年2月第一版 2012年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.125印张 345千字

印数0001—3000册 定价30.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

低压配电线路实用技术

为满足电力行业培养技术骨干力量、大中专院校教学以及建筑行业电气安装技术人员提高业务能力的需要,作者根据多年从事该领域的工程设计、施工、监理及专业教学等多方面的经验和体会编写了本书。本书以国家近年来所颁布的现行标准规范为依据结合低压线路施工、维修实际进行编写,也适用于相关专业的高职、高专、成教等不同层次学校的教学选用。

本书的特点主要是文字简练、图文并茂、深入浅出、理论联系实际,既系统地介绍了低压配电系统的基础知识,又注重理论与实践的结合,所讲述的基础知识和安装方法,希望能对从事低压配电线路的工作人员有所裨益。

本书由华北水利水电学院高庆敏教授和河南省电力公司及电力建设公司总工程师、教授级高级工程师李建胜担任主编,全书由高庆敏教授统稿。高庆敏编写第1、5章,蔡宇飞编写第2章,李建胜、魏锦美编写第3章,孟繁为编写第4章,王丽平编写第6章,高磊编写第7章。

本书由中国建筑工程第七工程局副总工程师、教授级高级工程师陈建华主审并对书稿提出了不少宝贵意见和建议,谨在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中,引用了同行专家的著作和成果,并列于参考文献之中,在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者和同行给予批评指正,不胜感激!

编者

2011.8



目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 低压配电系统基础知识	1
1.2 电气工程识图	10
1.3 负荷计算方法	14
1.4 导线截面积的计算与选择	20
1.5 低压配电网的接线方式	24
1.6 常用施工材料与测量仪表	25
思考题	35
第2章 低压架空线路与进户线安装	36
2.1 低压架空线路敷设	36
2.2 低压进户线的安装	53
2.3 计量装置安装	55
思考题	66
第3章 低压电缆线路	67
3.1 室外电缆线路敷设	69
3.2 室内电缆线路敷设	80
3.3 电缆终端和接头的制作安装	90
3.4 电缆桥架的制作安装	96
3.5 塑料线配线槽的安装	109
思考题	113
第4章 室内配电线路安装	114
4.1 明装线路及管线安装	118
4.2 暗装线路的安装	139
4.3 普利卡金属套管安装	145
思考题	147
第5章 照明装置安装	148
5.1 普通灯具安装	148

5.2 专用灯具安装	151
5.3 开关、插座、吊扇安装	153
5.4 配电箱安装	157
5.5 配电柜安装	160
思考题.....	165
第6章 防雷与接地装置安装	166
6.1 防雷与接地装置分类	166
6.2 电力线路防雷装置安装	173
6.3 建筑物防雷装置安装	176
6.4 防雷接地及等电位装置安装	181
思考题.....	188
第7章 电气照明装置的检修与维护	189
7.1 照明装置故障的查找	189
7.2 照明线路的检修	190
7.3 照明灯具的检修	193
7.4 电缆的运行及维护	199
7.5 架空线路的检修与维护	204
7.6 成套配电装置的检修和维护	213
7.7 电气接地装置的检修和维护	216
思考题.....	219
参考文献	220

绪 论

1.1 低压配电系统基础知识

低压配电系统是由配电变电所（通常是将电网的输电电压降为配电电压）、高压配电线路（即 1kV 以上电压）、配电变压器、低压配电线路（1kV 以下电压）以及相应的控制保护设备组成。

1.1.1 低压配电方式

低压配电方式是指低压干线的配电方式，有放射式、树干式、链式三种形式，如图 1-1 所示。

一、放射式

放射式配电方式是指由总配电箱直接供电给分配电箱或负载的配电方式。其优点是各负荷独立受电，一旦发生故障只局限于本身而不影响其他回路，供电可靠性高、控制灵活、易于实现集中控制；缺点是线路多、有色金属消耗量大，系统灵活性较差。这种配电方式适用于设备容量大、要求集中控制的设备，要求供电可靠性高的重要设备配电回路，以及有腐蚀性介质和爆炸危险等场所且不宜将配电及保护启动设备放在现场者。

二、树干式

树干式配电方式是指由总配电箱至各分配电箱之间采用一条干线连接的配电方式。其优点是投资费用低、施工方便，易于扩展；缺点是干线发生故障时，影响范围大，供电可靠性较差。这种配电方式常用于明敷设回路，设备容量较小，对供电可靠性要求不高的设备。

三、链式

链式配电方式是指在一条供电干线上带多个用电设备或分配电箱的配电方式，与树干式不同的是其线路的分支点在用电设备上或分配电箱内，即后面设备的电源引自前面设备的端子。其优点是线路上无分支点，适合穿管敷设或电缆线路，节省有色金属；缺点是线路或设备检修以及线路发生故障时，相连设备全部停电，供电的可靠性差。这种配电

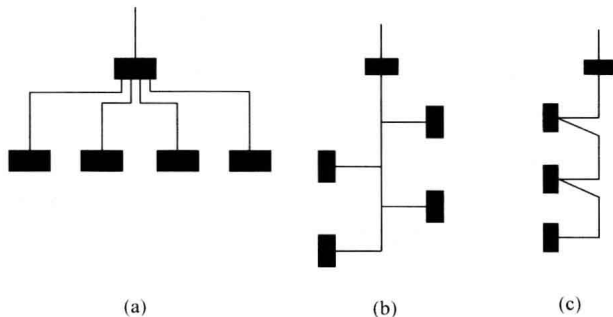


图 1-1 低压配电方式

(a) 放射式；(b) 树干式；(c) 链式

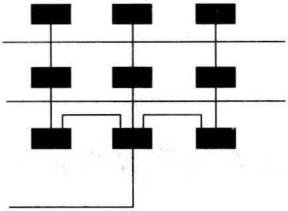


图 1-2 一般民用住宅
低压配电形式

方式适用于暗敷设线路，供电可靠性要求不高的小容量设备，一般串联的设备不宜超过 3~4 台，总容量不宜超过 10kW。

在实际工程中，照明配电系统不是单独采用某一种形式的低压配电方式，多数是综合形式，如在一般民用住宅所采用的配电方式多数为放射式与链式的结合。一般民用住宅低压配电方式如图 1-2 所示。

总配电箱向每个楼梯间配电为放射式，楼梯间内不同楼层间的配电箱为链式配电。

1.1.2 常用低压设备特点及用途

低压电气设备通常是指电压在 1000V 以下的电气设备，在建筑工程常见的低压电气设备有刀开关、熔断器、自动空气开关、接触器和低压配电柜等。

一、刀开关

刀开关是一种简单的手动操作电器，用于非频繁接通和切断容量不大的低压供电线路，并兼作电源隔离开关。刀开关的型号一般以 H 字母打头，种类规格繁多，并有多种衍生产品。按工作原理和结构，刀开关可分为低压刀开关和胶盖闸刀开关、刀形转换开关、铁壳开关、熔断式刀开关和组合开关等。

低压刀开关的最大特点是有一个刀形动触头，基本组成部分是闸刀（动触头）、刀座（静触头）和底板，刀开关结构如图 1-3 所示。低压刀开关按操作方式分为单投和双投开关；按极数分为单极、双极和三极开关；按灭弧结构分为带灭弧罩的和不带灭弧罩的。低压刀开关常用于不频繁地接通、切断交流电路及直流电路，刀开关装有灭弧罩时可以切断负荷电流。常用型号有 HD 和 HS 系列。

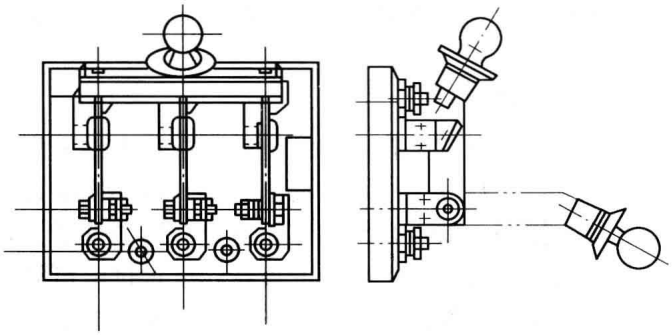


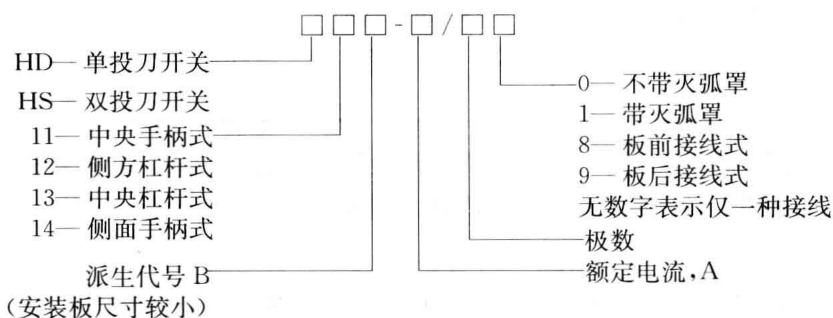
图 1-3 HD11、11B—100~400 型刀开关

低压刀开关的技术参数见表 1-1。

表 1-1 低压刀开关的技术参数

额定电压（V）			AC 380、DC 220、440					
额定电流（A）			100	200	400	600	1000	
通断能力	AC 380V、 $\cos\varphi=0.72\sim0.8$		100	200	400	600	1000	
	DC $T=0.01\sim0.011s$	220V	100	200	400	600	1000	
		440V	50	100	200	300	500	
		机械寿命（次）		10000			5000	
电寿命（次）			1000			500		
1s 热稳定电流（kA）			6	10	20	25	30	40
动稳定电流峰值（kA）		杠杆操作式	20	30	40	50	60	80
		手柄式	15	20	30	40	50	—
操作力（N）			35	35	35	35	45	45

低压刀开关型号含义如下：



胶盖闸刀开关是普遍使用的一种刀开关，又称开启式负荷开关。闸刀装在瓷质底板上，每相附有熔丝和接线柱，用胶木盖盖住闸刀，以防止切断电源时电弧烧伤操作者。胶盖闸刀开关价格便宜、使用方便，在建筑工程中使用广泛。胶盖闸刀开关分为三相和单相两种，三相胶盖闸刀开关在小电流配电系统中用来接通和切断电路，也可用于小容量三相异步电动机的全压起动操作，单相胶盖闸刀开关用在照明电路或其他单相电路上，其中熔丝提供短路保护。胶盖闸刀开关结构及外形如图 1-4 所示，常用的有 HK1、HK2 两种型号，技术资料见表 1-2。

铁壳开关主要由刀开关、熔断器和铁制外壳组成，又称封闭式负荷开关。在闸刀断开处有灭弧罩，断开速度比胶盖闸刀快，灭弧能力强，并具有短路保护。它适用于各种配电设备，供不频繁手动接通和分断负荷电路之用，包括感应电动机的不频繁起动和分断。铁壳开关的型号主要有 HH3、HH4、HH12 等系列，铁壳开关外形如图 1-5 所示，规格见表 1-3。

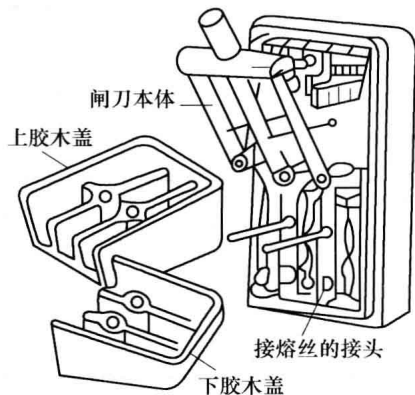


图 1-4 胶盖闸刀开关（开启式负荷开关）结构及外形图

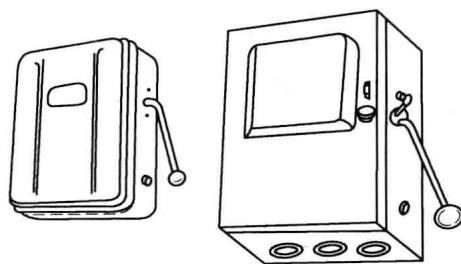


图 1-5 铁壳开关外形图

表 1-2

HK1、HK2 型胶盖闸刀开关规格

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	可控制的电动机功率 (kW)	级数
HK1	220	15	1.5	2
	220	30	3.0	2
	220	60	4.5	2
	380	15	2.2	3
	380	30	4.0	3
	380	60	5.5	3
HK2	220	15	1.1	2
	220	30	1.5	2
	220	60	3.0	2
	380	15	2.2	3
	380	30	4.0	3
	380	60	5.5	3

表 1-3 铁壳开关常用规格

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	级 数
HH3	500	10、15、20、30、60、100、200	2、3 或 3+中性线座
HH4	500	15、30、60	2、3 或 3+中性线座

熔断式刀开关也称刀熔开关，熔断器装于刀开关的动触片中间。它的结构紧凑，可代替分列的刀开关和熔断器，通常装于开关柜及电力配电箱内，主要型号有 HR3、HR5、HR6、HR11 系列。

组合开关是一种多功能开关，可用来接通或分断电路，切换电源或负载，测量三相电压，控制小容量电动机正、反转等，但不能用作频繁操作的手动开关，主要型号有 HZ10 系列等。

除上述所介绍的各种形式的手动开关外，近几年来国内已有厂家从国外引进技术，生产出较为先进的新型隔离开关，如 PK 系列可拼装式隔离开关和 PG 系列熔断器多极开关两种。它的外壳采用陶瓷等材料制成，耐高温、抗老化、绝缘性能好。该产品体积小、质量轻，可采用导轨进行拼装，电寿命和机械寿命都较长。它可代替前述的小型刀开关，广泛用于工矿企业、民用建筑等场所的低压配电电路和控制电路中。

PG 型熔断器式隔离器是一种带熔断器的隔离开关，外形结构大致与 PK 型相同，也分为单极和多极两种，可用导轨进行拼装，主要技术资料见表 1-4。

表 1-4 新型隔离开关主要技术资料

PK 系列	额定电流 (A)	16		32, 63, 100	
	额定电压 (V)	220		380	
	极数 p	1, 2, 3, 4			
PG 系列 (熔断器式)	额定电流 (A)	10	16	20	32
	配用熔断器额定电流 (A)	2, 4, 6, 70	6, 10, 16	0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20	25, 32
	额定电压 (V)	220		380	
	额定熔断短路电流 (A)	8000		20000	
	极数 p	1, 2, 3, 4			

二、低压断路器

低压断路器又称低压空气开关或自动空气开关，它具有良好的灭弧性能，能带负荷通断电路，可以用于电路的不频繁操作。同时，它又能提供短路、过负荷和失压保护，是低压供配电线路中重要的开关设备。低压断路器主要由触头系统、灭弧系统、脱扣器和操动机构等部分组成，它的操动机构比较复杂，主触头的通断可以手动，也可以电动，其原理结构如图 1-6 所示。

当手动合闸后，跳钩 2 和锁扣 3 扣住，开关的触头闭合，当电路出现短路故障时，过电流脱扣器 6 中线圈的电流会增加许多倍，其上部的衔铁逆时针方向转动推动锁扣向上，使其跳钩 2 脱钩，在弹簧弹力的作用下，断路器自动打开，断开线路；当线路过负荷时，热元件 8 的发热量会增加，使双金属片 7 向上弯曲程度加大，托起锁扣 3，最终使断路器跳闸。当线路电压不足时，失压脱扣器 5 中线圈的电流会下降，铁心的电磁力下降，不能克服衔铁上

弹簧的弹力,使衔铁上跳,锁扣3上跳,与跳钩2脱离,致使断路器打开。常闭按钮9和常开按钮10起分励脱扣作用,当按下常闭按钮9时,开关的动作过程与线路失压时是相同的;按下常开按钮10时,使分励脱扣器4线圈通电,最终使断路器打开。

低压断路器有许多新的种类,结构和动作原理也不完全相同,前面所述的只是其中的一种。

低压断路器具有两段保护特性或三段保护特性,两段保护特性曲线如图1-7所示, ab 段是过载时断路器动作的特性曲线。其特点是具有反时限特性,即电流大,动作时间短;电流小,动作时间长;当电流大到一定值时,断路器在极短时间内动作,即进入曲线的 cd 段,是瞬时动作特性,在这段中,开关动作时间与电流大小无关,是固定的,叫定时限特性。

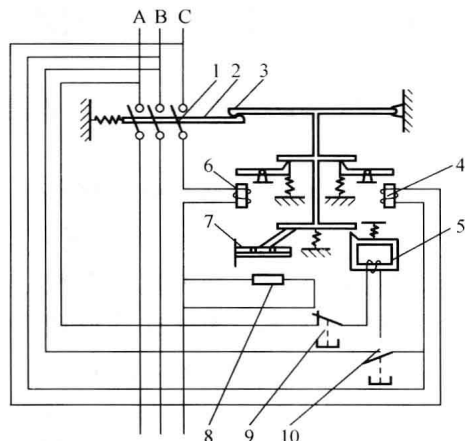


图 1-6 低压断路器原理结构图

1—触头;2—跳钩;3—锁扣;4—分励脱扣器;
5—失电压脱扣器;6—过电流脱扣器;7—双金
属片;8—热元件;9—常闭按钮;10—常开按钮

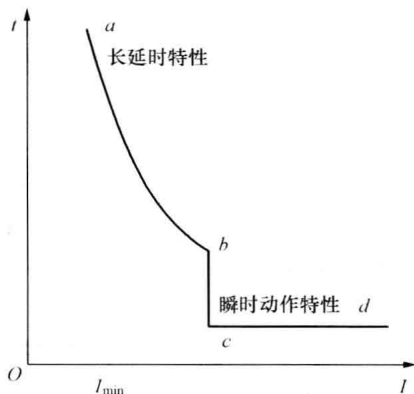
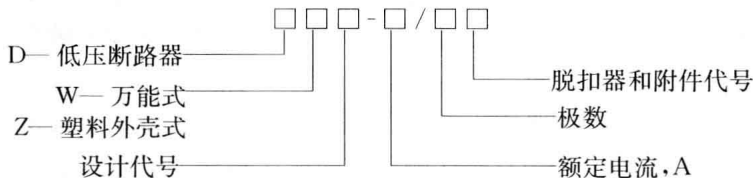


图 1-7 保护特性曲线

一般低压断路器在使用时要垂直安装,不要倾斜,以避免其内部机械部件运动不够灵活。接线时要上端接电源线,下端接负载线。有些低压断路器自动跳闸后,需将手柄向下扳,然后再向上推才能合闸,若直接向上推则不能合闸。

低压断路器按照用途可分为配电用断路器、电机保护用断路器、直流保护用断路器、发电机励磁回路用的灭磁断路器、照明用断路器和漏电保护断路器等。按照分断短路电流的能力可分为经济型、标准型、高分断型、限流型和超高分断型等。

低压断路器的型号含义如下:



万能式低压断路器又称框架式自动空气开关,它可以带多种脱扣器和辅助触点,操作方式多样,装设地点灵活。目前常用的型号有 AE(日本三菱)、DW12、DW15、ME(德国 AEG)等系列。

塑料外壳式低压断路器又称装置式自动空气开关,它的全部元件都封装在一个塑料外壳

内，在壳盖中央露出操作手柄，用于手动操作，在民用低压配电中用量很大。其种类繁多，常见的型号有 DZ13、DZ15、DZ20、C45、C65 等系列。

漏电断路器是在断路器上加装漏电保护器件，当低压线路或电气设备上发生人身触电、漏电和单相接地故障时，漏电断路器便快速自动切断电源，保护人身和电气设备的安全，避免事故扩大。漏电断路器按照动作原理可分为电压型、电流型和脉冲型；按照结构可分为电磁式和电子式。

漏电一般是指电网或电气设备对地的泄漏电流。对交流电网而言，由于各相输电线路对地都存在着分布电容 C 和绝缘电阻 R ，这两者合起来叫做每相输电线路对地的绝缘阻抗 Z ，流过这些阻抗的电流叫做电网对地漏电电流。触电是指当人体不慎触及电网或电气设备的带电部位，此时流经人体的电流称为触电电流。

现以常用的电流型漏电保护断路器为例，说明漏电断路器的工作原理。电流型漏电保护断路器有单相和三相之分。

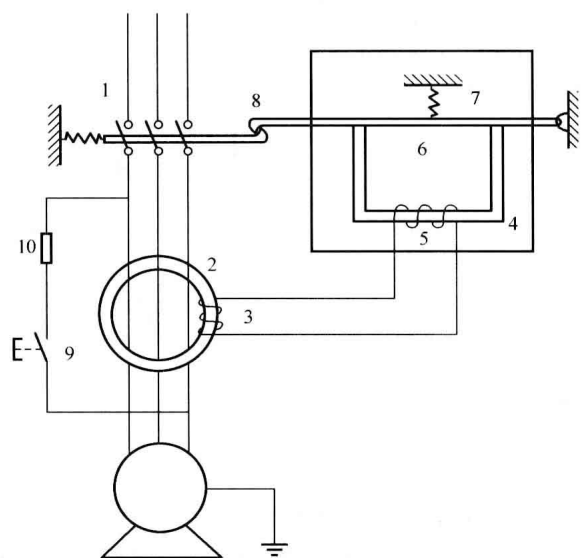


图 1-8 电流型漏电保护断路器原理结构图

- 1—主开关；2—环形铁心；3—绕组；
4—永久磁铁；5—去磁线圈；6—衔铁；
7—弹簧；8—搭钩；9—按钮；10—电阻

断路器跳闸。

低压断路器在原有代号上再加上字母 L，表示是漏电保护型的。如 DZ15L—60 系列漏电断路器。漏电保护断路器的保护方式一般分为低压电网的总保护和低压电网的分级保护两种。

三、交流接触器

接触器的工作原理是利用电磁吸力来使触点动作的开关，它可用于需要频繁通断操作的场合。接触器按电流类型不同可分为直流接触器和交流接触器。在建筑工程中常用的是交流接触器。

接触器的原理结构如图 1-9 所示。当线圈通电后，铁心被磁化为电磁铁产生吸力，当吸力大于弹簧反弹力时衔铁吸合，带动拉杆移动将所有动合触点闭合、动断触点打开。线圈失电后，衔铁随即释放并利用弹簧的拉力将拉杆和动合、动断触点恢复至初始状态。接触器的

单相电流型漏电保护断路器原理结构如图 1-8 所示。在正常情况下，相线对地漏电电流为零，则流过环形铁心 2 中的电流相量和为零，因此在环形铁心 2 中产生的合成磁通也等于零，故在环形铁心 2 的次极绕组 3 中无信号输出，脱扣器的衔铁 6 被永久磁铁 4 产生的磁通所吸引。当在被保护的电路上发生触电、漏电或接地故障时，流过环形铁心 2 中的电流相量和不再为零，因此在环形铁心 2 的次极绕组 3 中感应出一交变磁通，并在次极绕组 3 中产生感应电动势，由于环形铁心 2 的次极绕组 3 与去磁线圈 5 串联。则二次感应电流流过去磁线圈 5。当在某半周波，交变磁通的方向与永久磁铁磁通反向时，会在很大程度上减弱铁心的吸力，在反作用弹簧 7 的拉动下，衔铁 6 释放，搭钩 8 脱扣，使

触点分两类：一类用于通断主电路称主触点，有灭弧罩，可以通过较大电流；另一类用于控制回路中，可以通过小电流，称辅助触点。辅助触点主要有动合和动断两类。

目前常见的交流接触器型号有 CJ12、CJ20、B、LC1—D 等系列。

四、低压熔断器

低压熔断器是常用的一种简单的保护电器，与高压熔断器一样，主要作为短路保护用，在一定条件下也可能起过负荷保护的作用。熔断器工作原理同高压熔断器一样，当线路中出现故障时，通过的电流大于额定值，熔体产生过量的热量而被熔断，电路由此被分断。

低压熔断器常用的有瓷插式（RC1A）、密闭管式（RM10）、螺旋式（RL7）、填充料式（RT20）等多种类型。常用的低压熔断器外形如图 1-10 所示。

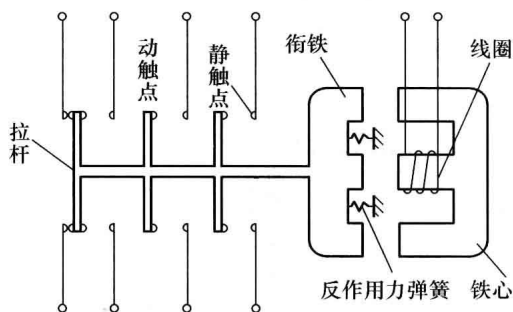


图 1-9 接触器的原理结构

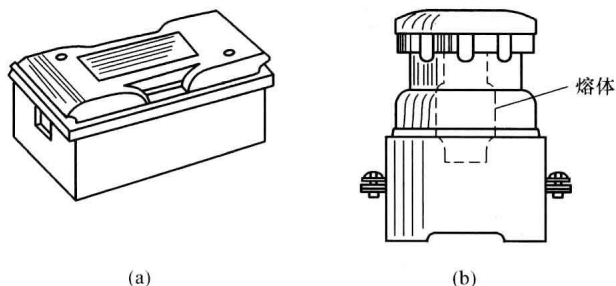


图 1-10 低压熔断器

(a) 瓷插式熔断器；(b) 螺旋式熔断器

瓷插式灭弧能力差，只适用于故障电流较小的线路末端使用。其他几种类型的熔断器均有灭弧措施，分断电流能力较强，密闭管式结构简单，螺旋式更换熔管时比较安全，填充料式的断流能力更强。

五、插座

插座是移动用电设备、家用电器和小功率设备的供电电源，一般插座是长期带电的，在设计和使用时要注意。插座根据线路的明敷设和暗敷设要求，也有明装式和暗装式两种，插座按所接电源相数分三相和单相两类。单相插座按孔数可分两孔、三孔、五孔（二+三组合）。两孔插座的左边是零线、右边是相线；三孔也一样，只是中间孔接保护线；三相三孔（四孔）插座的接线方式是 U、V、W（上孔为保护线）。

六、灯开关

照明灯具控制开关用于对单个或多个灯进行控制，工作电压为 250V，额定电流有 6A、10A 等，有拉线式和跷板式等多种形式。跷板式分明装和暗装式，有单极和多极、单控和双控之分。

七、电能表

电能表在用电管理中是不可缺少的，凡是计量用电的地方均应设电能表。目前应用较多的是感应式电能表，它是利用固定的交流磁场与由该磁场在可动部分的导体中所感应的电流之间的作用力而工作的，其结构如图 1-11 所示，主要由驱动元件（电压线圈、电流线圈）、转动元件（铝盘）、制动元件（制动磁铁）和积算元件等组成。

当电能表接入电路时，电压线圈 1 的两端加上电源电压，电流线圈 2 通过负载电流，此

时电压线圈 1 和电流线圈 2 产生的主磁通穿过铝盘 4，在铝盘 4 上便有三个磁通的作用（一个电压主磁通，两个大小相等、方向相反的电流主磁通），在铝盘 4 上共产生三个涡流，这三个涡流与三个主磁通相互作用产生转矩，驱动铝盘 4 开始旋转，并带动计数器计算电量。电能表接线如图 1-12 所示。

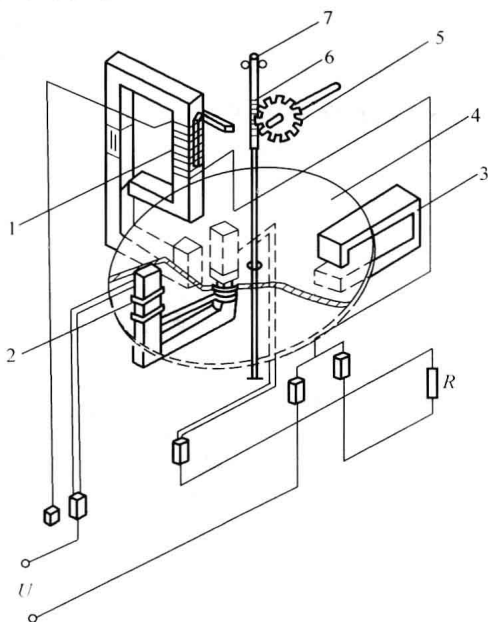


图 1-11 电能表结构

- 1—电压线圈；2—电流线圈；3—永久磁铁；
4—铝盘；5—蜗轮；6—蜗杆；7—转轴

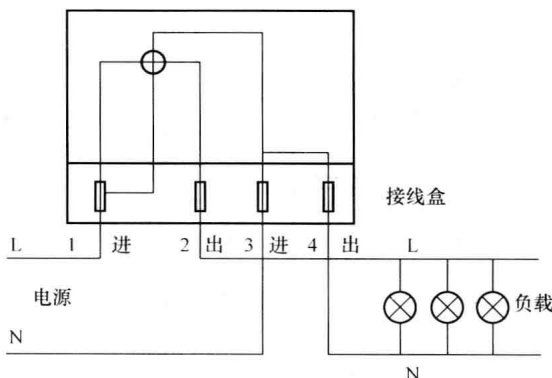


图 1-12 电能表接线

铝盘转动的速度与通入电流线圈中的电流成正比。电流越大，铝盘旋转越快。铝盘的转速称为变换系数，变换系数的倒数称为标称常数，即铝盘转一圈所需要的电量。因此，只要知道铝盘的转数就能知道用电量的大小。

八、低压配电柜

低压配电柜是按一定的接线方案将低压开关电器组合起来的一种低压成套配电装置，用在 500V 以下的供配电系统中，作为动力和照明配电之用。低压配电柜按维护的方式分有单面维护式和双面维护式两种。单面维护式基本上靠墙安装（实际离墙 0.5m 左右），维护检修一般都在前面。双面维护式是离墙安装，柜后留有维护通道，可在前后两面进行维修。

国内生产双面维护的低压配电屏主要系列型号有 GGD、GDL、GHL、JK、MNS、GCS 等。GGD 型低压配电柜外形示意如图 1-13 所示。

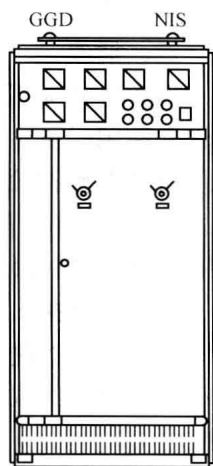


图 1-13 GGD 型低压配电柜外形示意图

1.1.3 低压配电线路

一、架空线路

架空线路主要由导线、电杆、横担、绝缘子和线路金具等组成，如图 1-14 所示。其特

点是设备材料简单、成本低，容易发生故障、维护方便；缺点是易受外界环境的影响，供电可靠性较差，影响环境的整洁美观等。

电杆主要作用是支撑导线，同时保持导线的相间距离和对地距离。电杆按材质分有木杆、水泥杆和铁塔三种。电杆按其功能分有直线杆、转角杆、终端杆、跨越杆、耐张杆和分支杆等。

横担主要用来安装绝缘子以固定导线。从材料来分，有木横担、铁横担和瓷横担。低压架空线路常用镀锌角铁横担。横担固定在电杆的顶部，距顶部一般为 300mm。

绝缘子主要作用是固定在横担上，用来使导线之间、导线与横担之间保持绝缘的，同时也承受导线的垂直荷重的水平拉力。低压架空线路绝缘子主要有针式和蝶式两种。

金具是指架空线路上所使用的各种金属部件的统称，其作用是连接导线、组装绝缘子、安装横担和拉线等，即主要起连接或紧固作用。常用的金具有固定横担的抱箍和螺栓，用来连接导线的接线管，固定导线的线夹以及做拉线用的金具等。为了防止金具锈蚀，一般都采用镀锌铁件或铝制零件。导线的主要任务是输送电能，主要分绝缘线和裸线两类，市区或居民区尽量采用绝缘线。绝缘线又分铜芯和铝芯两种。架空线路敷设注意事项有以下六点：

- (1) 路径选择应不妨碍交通及起重机的拆装、进出和运行，且力求路径短直、转角小。
- (2) 架空线路与邻近线路和设施的距离应符合表 1-5 的要求。

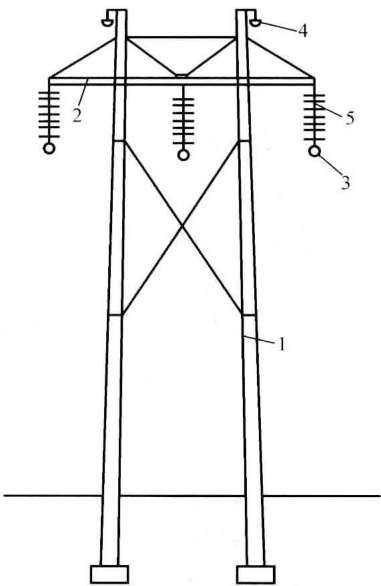


图 1-14 架空线路结构
1—电杆；2—横担；3—导线；
4—避雷线；5—绝缘子

表 1-5 架空线路与邻近线路和设施的距离

项目	邻近线路和设施的类别						
最小净空距离 (m)	过引线、拉下线与邻线	架空线与拉线电杆外缘			树梢摆最大时		
	0.13	0.65			0.5		
最小垂直距离 (m)	同杆架设下的广播线路通信线路	最大弧垂与地面			最大弧垂与暂设工程顶端	与邻近线路交叉	
		施工现场	机动车道	铁路轨道		1kV 以下	1~10kV
	1.0	4.0	6.0	7.5	2.5	1.2	2.5
最小水平距离 (m)	电杆至路基边缘		电杆至铁路轨道边缘		边线与建筑物突出部分		
	1.0		杆高+3.0		1.0		

(3) 电杆采用水泥杆时，不得露筋、不得有环向裂纹，其梢径不得小于 130mm。电杆的埋设深度宜为杆长的 1/10 加上 0.6m，但在松软土地上应当加大埋设深度或采用卡盘固定。

(4) 档距、线距、横担长度及间距要求。档距是指两杆之间的水平距离，施工现场架空线路档距不得大于 35m。线距是指同一电杆各线间的水平距离，一般不得小于 0.3m。横担长度为两线时取 0.7m，三线或四线取 1.5m，五线取 1.8m。横担间的最小垂直距离不得小

于表 1-6 要求。

表 1-6 横担间的最小垂直距离

排列方式	直线杆 (m)	分支或转角杆 (m)
高压与低压	1.2	1.0
低压与低压	0.6	0.3

(5) 导线的形式选择及敷设要求。施工现场必须采用绝缘线，架空线必须设在专用杆上，严禁架设在树木及脚手架上。为提高供电可靠性，在一个档距内每一层架空线的接头数不得超过该层线条数的 50%，且一根导线只允许有一个接头。

(6) 绝缘子及拉线的选择及要求。架空线路的绝缘子直线杆采用针式绝缘子，耐张杆采用蝶式绝缘子。拉线应选用镀锌铁线，其截面积不小于 $3 \times \phi 4\text{mm}$ ，拉线与电杆间的夹角应在 $45^\circ \sim 90^\circ$ 之间，拉线埋设深度不得小于 1m，水泥杆上的拉线应在高于地面 2.5m 处装设拉线绝缘子。

二、电缆线路

电缆线路的优点是不受外界环境影响，供电可靠性高，不占用土地，有利于环境美观；缺点是材料和安装成本高。在低压配电线路中广泛采用电缆线路。

电缆主要由线芯、绝缘层、外护套三部分组成。根据电缆的用途不同，可分为电力电缆、控制电缆、通信电缆等，按电压不同可分为低压电缆、高压电缆两种。电缆的型号中包含其用途类别、绝缘材料、导体材料、保护层等信息。目前在低压配电系统中常用的电力电缆有 YJV 交联聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电力电缆和 VV 聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电力电缆两种，一般优选 YJV 电力电缆。

电缆敷设有直埋、电缆沟、排管、架空等方式，直埋电缆必须采用有铠装保护的电缆、埋设深度不小于 0.7m。电缆敷设应选择路径最短、转弯最少、受外界因素影响最小的路线。地面上在电缆拐弯处或进建筑物处要埋设标示桩，以备日后施工维护时参考。

1.2 电气工程识图

1.2.1 电气工程图的种类

电气工程图是阐述电气工程的构成和功能，描述电气装置的工作原理，提供安装接线和维护使用信息的施工图。由于一项电气工程的规模不同，反映该项工程的电气图的数量也是不同的。一项工程的电气施工工程图，通常由首页、电气系统图、电气平面图、设备布置图、电路图、安装接线图和大样图七部分组成。

一、首页

首页内容包括电气工程图的目录、图例、设备明细表和设计说明等。图例一般是列出本套图纸涉及的一些特殊图例。设备明细表只列出该项电气工程中主要电气设备的名称、型号、规格和数量等。设计说明主要阐述该电气工程设计依据、基本指导思想与原则，补充图中未能表明的工程特点、安装方法、工艺要求，特殊设备的使用方法及其他使用与维护的注意事项等。图纸首页的阅读，虽然不存在更多的方法问题，但首页的内容是需要认真

读的。

二、电气系统图

电气系统图主要表示整个工程或其中某一项目的供电方式和电能输送之间的关系,有时也用来表示装置和主要组成部分的电气关系。

三、电气平面图

电气平面图是表示各种电气设备与线路平面布置位置的图纸,是进行建筑电气设备安装的重要依据。电气平面图包括室外电气总平面图和各专业电气平面图。室外电气总平面图是以建筑总平面图为基础,绘出变电所、架空线路、地下电力电缆等具体位置并注明有关施工方法的图纸。在有些室外电气总平面图中还注明了建筑物的面积、电气负荷分类、电气设备容量等。专业电气平面图有动力电气平面图、照明平面图、变电所电气平面图、防雷与接地平面图等。专业电气平面图在建筑平面图的基础上绘制。由于电气平面图缩小的比例较大,因此不能表现电气设备的具体位置,只能反映电气设备之间的相对位置关系。

四、设备布置图

设备布置图是表示各种电气设备平面与空间的位置、安装方式及其相互关系的图纸。通过由平面图、立面图、断面图、剖面图及各种构件详图等组成。设备布置图一般都是按三视图的原理绘制,与一般机械工程图没有原则性的区别。

五、电路图

电路图是表示某一具体设备或系统电气工作原理的图纸,用来指导某一设备与系统的安装、接线、调试、使用与维护。

六、安装接线图

安装接线图是表示某一设备内部各种电气元件之间位置关系及接线关系的图纸,用来指导电气安装、接线和查线。它是与电路图相对应的一种图。

七、大样图

大样图是表示电气工程中某一部分或某一部件的具体安装要求和做法的图纸,其中有一部分选用的是国家标准图。

1.2.2 电气工程图中图形符号和文字符号

电气工程中使用的元件、设置、装置、连接线很多,结构类型千差万别,安装方法多种多样。因此,在电气工程图中,元件、设备、装置、线路及安装方法等,都要用图形符号和文字符号来表示。阅读电气工程图,首先要了解和熟悉这些符号的形式、内容、含义以及它们之间的相互关系。

电气工程图中的文字和图形符号均按国家标准规定绘制。我国在20世纪60年代初制定了一套符号标准,为了与国际标准一致,在2000年又颁布了一套新的符号标准。现行的工程图全部使用新符号。

一、图形符号

电气图形符号是电气技术领域的重要信息语言。

二、文字符号

图形符号提供了一类设备及元件的共同符号,为了更明确地区分不同的设备、元件,尤