

双色版

室内配线 与照明工程

SHINEI PEIXIAN YU ZHAOMING GONGCHENG

曹孟州 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

书中详解帮你忙
犹如师傅在身旁

室内配线 与照明工程

SHINEI PEIXIAN YU ZHAOMING GONGCHENG

曹孟州 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了满足社会发展对技能人才的需求,提高电工从业人员的技术素质,特编写本书。

本书从电工应掌握的基本知识、操作技能和作业规定出发,主要介绍了室内配线与装修电工电气知识,室内配线施工常用工器具,配管工程,电力内线工程识图知识,低压接户、进户和计量电装置,导线及导线管的敷设,室内配线工程,室内照明与设计,电气照明,照明控制电路识读,动力照明施工图识读,照明装置。

本书可作为室内配线工程中从事电气安装、运行、维护等人员,以及工作于建筑行业、工厂企业、农村及乡镇的低压电工专业培训教材,也可作为电气管理干部、技术人员实用参考书,同时可作为大中专、职业学校相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

室内配线与照明工程/曹孟州编著. —北京:中国电力出版社, 2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5123 - 5577 - 4

I. ①室… II. ①曹… III. ①电工—安装②室内照明
IV. ①TM05②TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 035152 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 8 月第一版 2014 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.25 印张 746 千字

印数 0001—3000 册 定价 59.00 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

为了帮助广大电工人员较快、较好地掌握基本技能，特编写了本书。望读者通过阅读本书能活学活用其中的知识，增强自己的实际工作技能。

本书重点介绍了初级、中级电工应该掌握的基本操作、安装技能，包括电工仪表使用技巧、电工工具使用技巧、电工操作基本功、电工安装基本功以及配电和室内配线等。

本书与同类书有所不同，它既通俗易懂、图文并茂，又不失时代感和实用性，满足了读者对新技术的渴求。

本书内容取材新颖，实用性强，较紧密地结合室内配线与照明的施工实践，是室内配线与照明的电气工程技术人员的具有实用价值的读物之一。

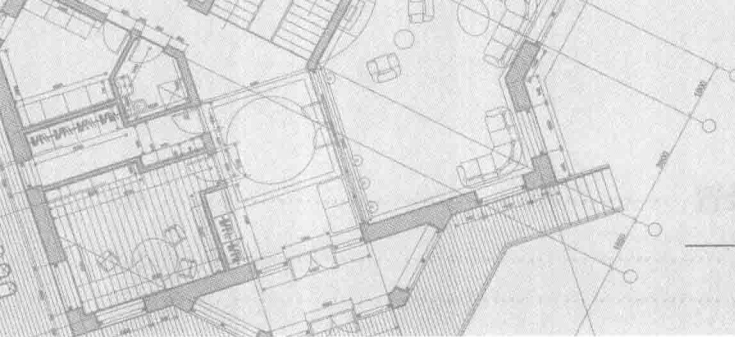
本书立足常用、实用，选材精细全面，文字叙述简练流畅，通俗易懂。本书在手，室内配线与照明工程入门知识尽在掌握之中。

本书在编写过程中，参考了很多文献资料，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，错误和缺点在所难免，请广大读者不吝赐教。

编 者

2014年3月



目 录

前言

第一章 室内配线与装修电工电气知识	1
第一节 低压开关	1
第二节 漏电保护断路器	10
第三节 熔断器	12
第四节 交流接触器	15
第五节 防雷器	19
第六节 电能表及接线	23
第七节 住宅配电箱	26
第二章 室内配线施工常用工器具	28
第一节 常用通用工具的使用	28
第二节 验电工具	32
第三节 常用安装工具	35
第四节 常用登高工具	44
第五节 常用电气安全用具	49
第六节 常用电工仪器仪表	55
第三章 配管工程	86
第一节 线管选择	86
第二节 线管加工	89
第三节 线管连接	92
第四节 配管一般规定	95
第五节 线管敷设	96
第四章 电力内线工程识图知识	111
第一节 电气识图的基本知识	111
第二节 内线工程电气图形符号	118
第三节 电气图用文字符号	129
第四节 动力与照明工程图	134

第五章 低压接户、进户和计量电装置 148

第一节 低压接户和进户装置	148
第二节 量电及其配电装置	152

第六章 导线及导线管的敷设 165

第一节 电线导管敷设	165
第二节 电线穿管和导线敷设	167
第三节 导线槽敷设	169
第四节 金属套索布线	176
第五节 照明、插座及导线的布置	179
第六节 照明装置及其安装、分类和特点	181

第七章 室内配线工程 203

第一节 室内配线的组成	203
第二节 室内配线截面积的选择	204
第三节 配线方式及工序	224
第四节 室内配线一般规定	227
第五节 管配线	238
第六节 塑料护套线配线	240
第七节 瓷夹和绝缘子配线	243
第八节 槽板配线	249
第九节 线槽配线	251
第十节 钢索配线	257
第十一节 室内电缆配线	260
第十二节 室内配线竣工后的检查和试验	282
第十三节 室内配线运行检查及故障处理	284

第八章 室内照明与设计 286

第一节 室内照明设计	286
第二节 住宅照明的设计原则	291
第三节 照明灯具的安装	293
第四节 常用灯具的安装顺序	296
第五节 住宅电路的维护与检修	296
第六节 照明色彩	298

第九章 电气照明	302
第一节 照明的基本概念	302
第二节 照明电路	316
第十章 照明控制电路识读	330
第一节 白炽灯电路	330
第二节 荧光灯电路	332
第三节 其他照明控制电路	334
第十一章 动力照明施工图识读	338
第一节 照明电气工程图识读的基本概述	338
第二节 动力及照明电气系统图的识读	344
第三节 动力平面图识读	348
第四节 照明平面图识读	350
第十二章 照明装置	354
第一节 照明装置的安装	354
第二节 照明装置的保护	410
第三节 照明装置的交接验收	420
附录 A 图形符号	422
附录 B 电线、电缆的允许载流量	432
附录 C 电线、电缆线路的电压损失	440
参考文献	443

室内配线与装修电工电气知识



第一节 低 压 开 关

低压开关在电路中主要起隔离、转换、接通和分断电路的作用。常用的类型有刀开关、组合开关、照明开关、低压断路器等。

一、刀开关

刀开关用来非频繁地接通和分断容量不太大的配电线路，也可用于小容量异步电动机的启停和正反转控制。刀开关常用的产品有：HD11~HD14（单投）和 HS11~HS13（双投）系列刀开关，HK1、HK2 系列开启式负荷开关，HH3、HH4 系列封闭式负荷开关，HR3 系列熔断器式刀开关等。图 1-1 和图 1-2 分别为三相刀开关外形图和三相刀开关电气图形符号和文字符号。

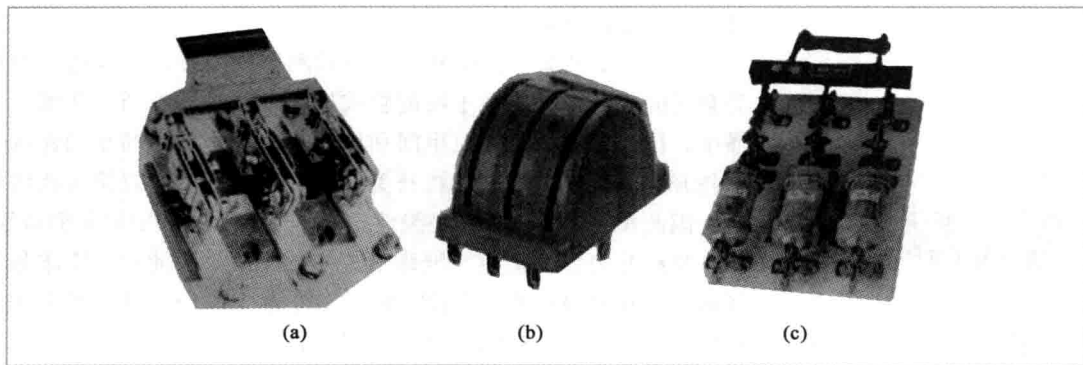


图 1-1 三相刀开关外形图

(a) 三相开启式负荷开关；(b) 三相封闭式负荷开关；(c) 三相熔断式刀开关

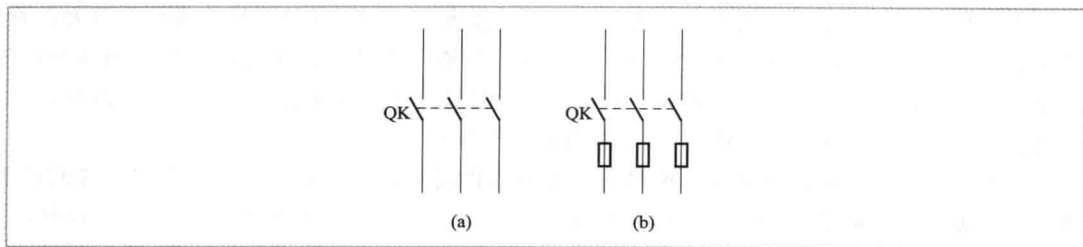


图 1-2 三相刀开关电气图形符号和文字符号

(a) 三相刀开关；(b) 三相熔断式刀开关

二、组合开关

组合开关又称转换开关，是通过操作手柄向右或向左转动来控制线路通断的。常用的组合开关有 HZ5、HZ10、HZW 系列。转换开关一般应用于交流 50Hz、电压至 380V 及以下或直流电压 220V 及以下电路中转换电气控制线路和电气测量仪表。例如，LW5/YH2/2 型转换开关常用于转换测量三相电压。图 1-3 和 1-4 为部分组合开关外形及其图形符号、文字符号。

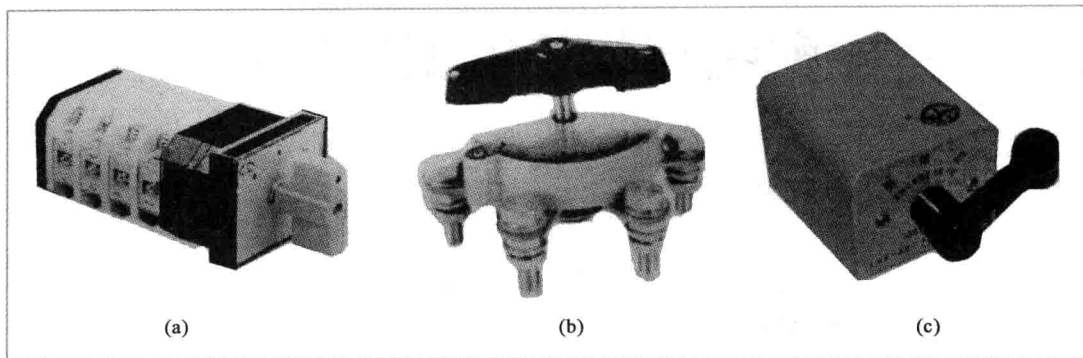


图 1-3 组合开关外形图

(a)、(b) 万能转换开关；(c) 可逆转换开关

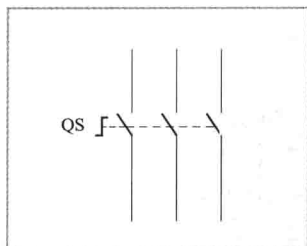


图 1-4 组合开关电气
图形符号和文字符号

三、照明开关

照明开关种类很多，选择时应从实用、质量、美观、价格等几个方面加以考虑。

(1) 拉线开关。拉线开关有暗式和明式两种，暗式用于暗配管敷设的场所，明式用于明配管或护套线敷设的场所。在家庭装潢中，拉线开关仅限于卫生间和厨房中使用，其目的是确保湿手操作开关时的安全性。拉线开关的拉线，在开关内直接与相线接触，因此拉线的抗潮性和绝缘性要好，现在普遍采用尼龙绳拉线。由于拉线开关影响美观、维修不方便等原因，因此社会需求量逐年减少，在潮湿场所往往被防雨开关代替。图 1-5 为拉线开关外形图，图 1-6 为拉线开关安装结构图，图 1-7 为双联开关三种接线图。

(2) 扳动开关。扳动开关有明装和暗装两种。这种开关的特点是分、合位置明显，人若无意触碰开关也不会产生误动作。由于扳动开关体积大，外形不美观，在家庭装潢中很少采用。

(3) 跷板开关。跷板开关体积比扳动开关小，操作比扳动开关轻巧，在家庭装潢中用得很普遍。这种类型的开关由于受到用户的欢迎，故生产厂极多。不同厂家的产品价格相差很大，质量也有很大的差别。选购时首先要考虑质量，其次考虑价格。质量的好坏可从开关活动是否轻巧、接触是否可靠、面板是否光洁等来衡量。跷板开关的接线端子，有螺钉外露和不外露两种，当然选购螺钉不外露的开关更安全。图 1-8 为跷板开关外形图。

(4) 钮子开关。它的特点是在各种照明开关中体积最小，可把多只开关组合在一块面板上，操作十分方便。在家庭装潢中，必须选择质量可靠的钮子开关。高档的钮子开关，采用纯银触点、银铜复合跷板，可避免因电弧产生氧化而造成接触不良，因此性能可靠。图 1-9 钮子开关外形图。

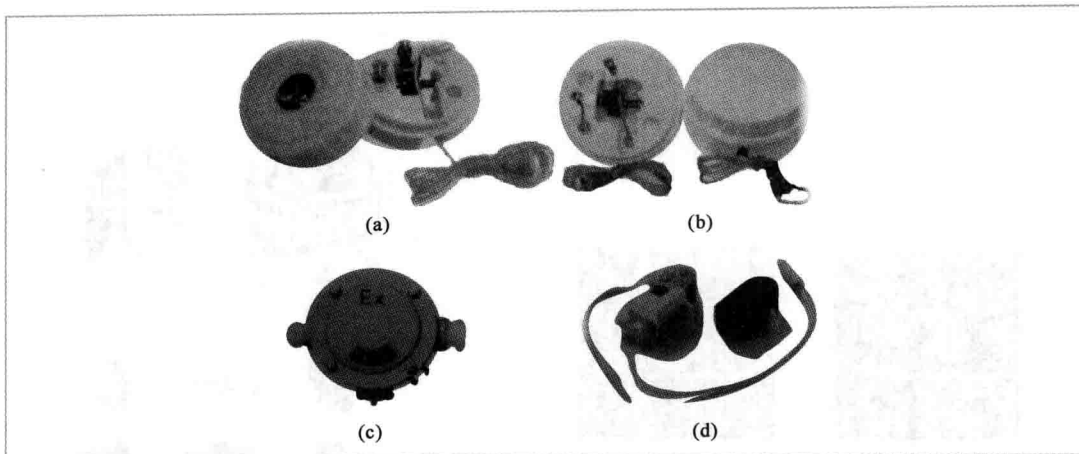


图 1-5 拉线开关外形图

(a)、(d) 拉线开关；(b) 带保险拉线开关；(c) 防爆拉线开关

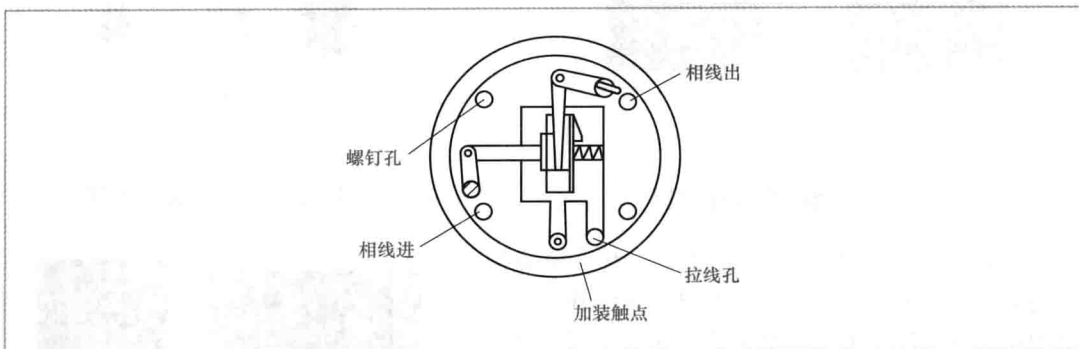


图 1-6 拉线开关安装结构图

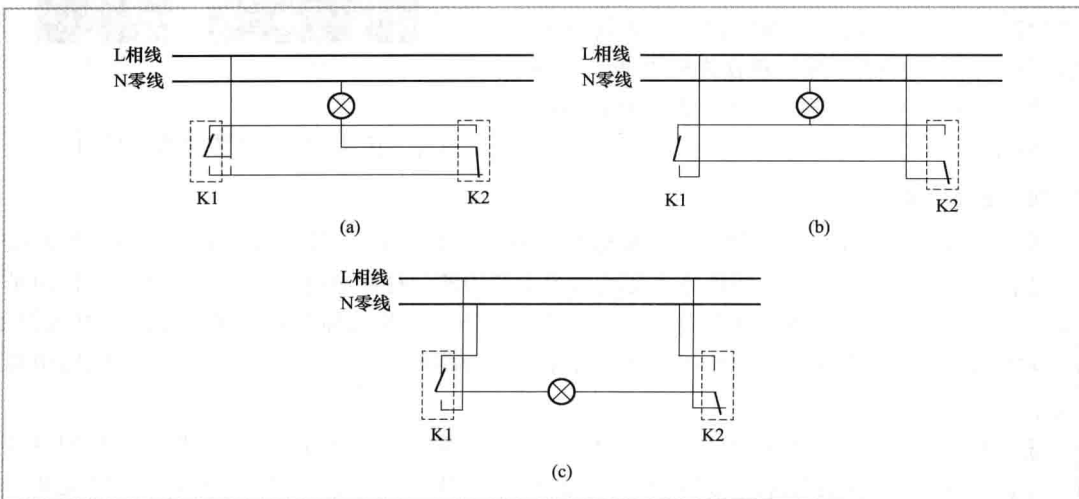


图 1-7 双联开关三种接线图

(a) 标准接线图；(b) 另类接线图；(c) 另类省线接线图

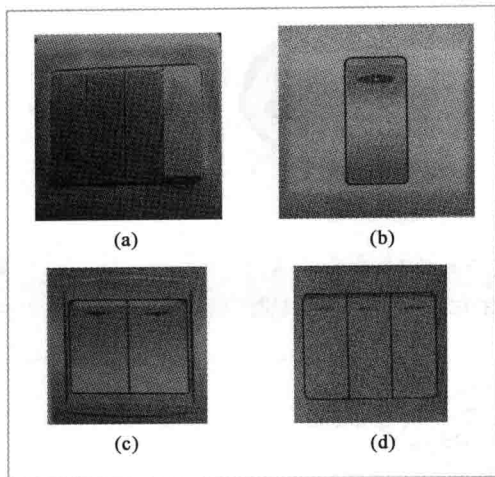


图 1-8 跷板开关外形图

(5) 防水(雨)开关。在浴室中,由于环境潮湿,为了用电安全,可用防水开关取代拉线开关;在厨房中用湿手操作开关也是难免的,如果采用防水开关就很安全。家庭用的防水开关,其结构是在钮子开关外加一个防水软塑料罩。目前市场上还有一种结构新颖的防水开关,其触点全部密封在硬塑料罩内,在塑料罩外面利用活动的两块磁铁来吸合罩内的磁铁,以带动触点的分、合,操作十分灵活。图 1-10 防水开关外形图。

四、低压断路器

低压断路器全称自动空气断路器,也称空气开关,是一种常用的低压保护电器,可实现短路、过载等功能,是低压配电网和电力拖动系统中常用的一种配电电器。低压断路器的作用是在正常情况下,不频繁地接通或开断电路;在故障情况下,切除故障电流,保护线路和电气设备。低压断路器具有操作安全、安装使用方便、分断能力较高等优点,因此,在各种低压电路中得到广泛采用。

低压断路器可用于低压配电装置中作为总开关和支路开关,也可用于电动机不频繁的启动控制。目前,我国万能式断路器主要有 DW15、DW16、DW17 (ME)、DW45 等系列,塑壳式断路器主要有 DZ20、CM1、TM30 等系列。低压断路器外形和图形符号、文字符号分别如图 1-11 和图 1-12 所示。

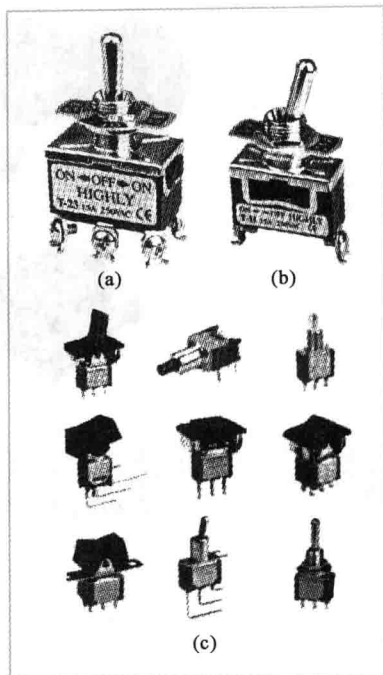


图 1-9 钮子开关外形图

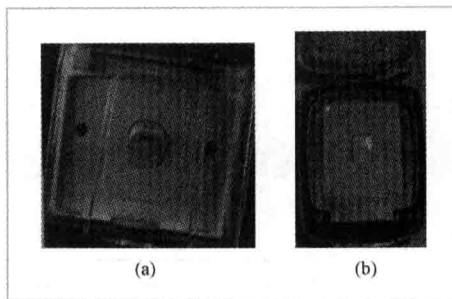


图 1-10 防水开关外形图

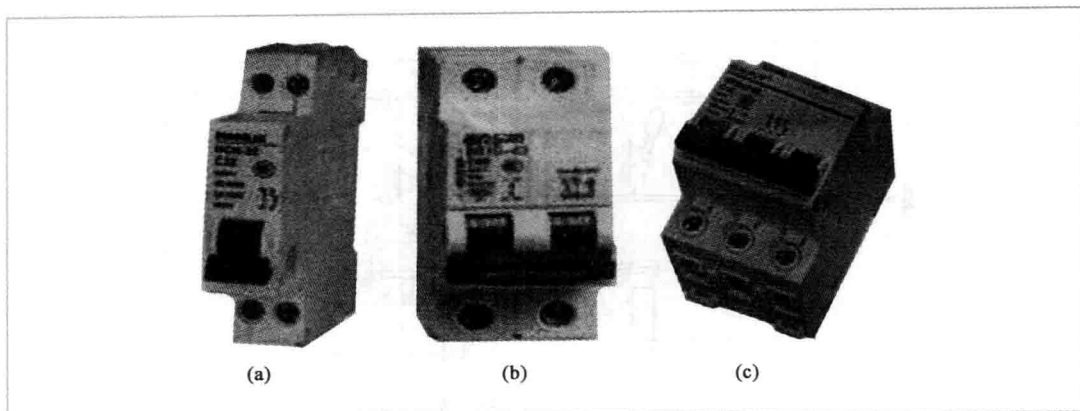


图 1-11 低压断路器外形图

(a) 1P; (b) 2P; (c) 3P

(1) 低压断路器的基本结构。

低压断路器主要由脱扣器、触点系统、灭弧装置、传动机构、基架和外壳等部分组成。

1) 脱扣器。脱扣器是低压断路器中用来接收信号的元件。若电路中出现不正常情况或由操作人员或漏电保护装置发出信号,脱扣器会根据信号的情况通过传动元件使触点动作掉闸切断电路。低压断路器的脱扣器一般有过电流脱扣器、热脱扣器、失电压脱扣器、分励脱扣器等几种。它们的结构示意图如图 1-13 所示。

低压断路器投入运行时,操作手柄已经使主触点闭合,自由脱扣机构将主触点锁定在闭合位置,各类脱扣器进入运行状态。

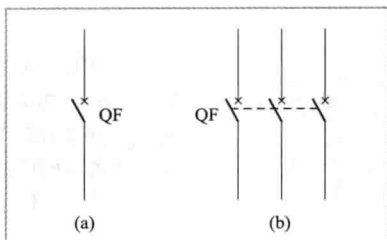


图 1-12 低压断路器电气图形符号和文字符号

(a) 1P; (b) 3P

2) 电磁脱扣器。电磁脱扣器与被保护电路串联。当电路中通过正常电流时,电磁铁产生的电磁力小于反作用力弹簧的拉力,衔铁不能被电磁铁吸动,断路器正常运行。当电路中出现短路故障时,电流超过正常电流的若干倍,电磁铁产生的电磁力大于反作用力弹簧的作用力,衔铁被电磁铁吸动通过传动机构推动自由脱扣机构释放主触点。主触点在分闸弹簧的作用下分开,切断电路起到短路保护作用。

3) 失电压脱扣器。失电压脱扣器并联在断路器的电源侧,可起到失电压及零电压保护的作用。电源电压正常时扳动操作手柄,断路器的常开辅助触点闭合,电磁铁得电,衔铁被电磁铁吸住,自由脱扣机构才能将主触点锁定在合闸位置,断路器投入运行。当电源侧停电或电源电压过低时,电磁铁所产生的电磁力不足以克服反作用力弹簧的拉力,衔铁被向上拉,通过传动机构推动自由脱扣机构使断路器掉闸,起到失电压及零电压保护的作用。

当电源电压为额定电压的 75%~105% 时,失电压脱扣器保证吸合,使断路器顺利合闸;当电源电压低于额定电压的 40% 时,失电压脱扣器保证脱开,使断路器掉闸分断。

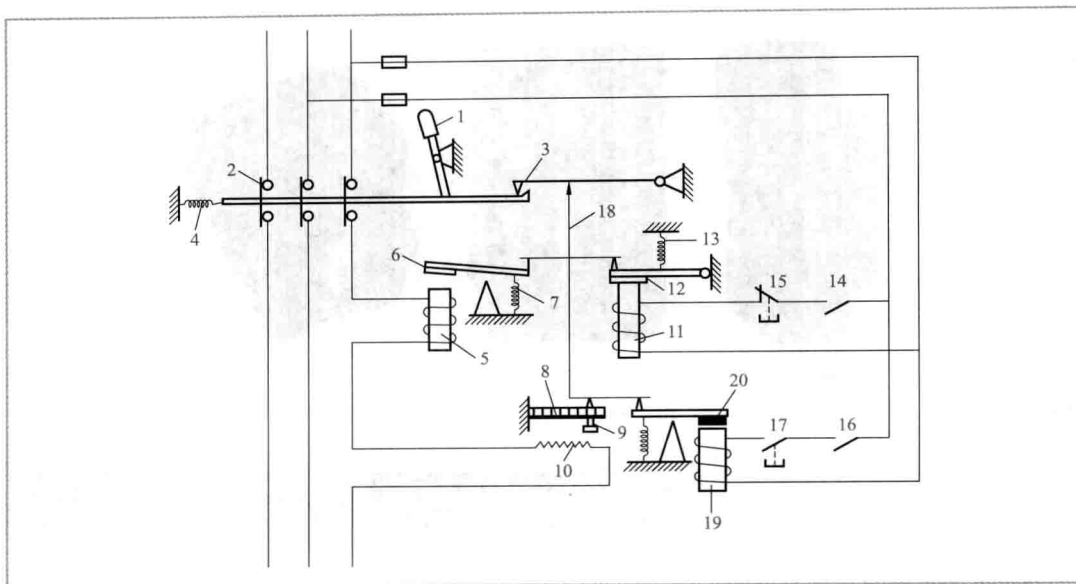


图 1-13 低压断路器的脱扣器结构示意图

1—操作手柄；2—主触点；3—自由脱扣电磁铁；4—分闸弹簧；5—过电流脱扣电磁铁；6—过电流脱扣器衔铁；7、13—反作用力弹簧；8—热脱扣器双金属片；9—热脱扣器电流整定螺钉；10—加热元件；11—失电压脱扣电磁铁；12—失电压脱扣器衔铁；14、16—断路器辅助触点；15、17—分闸按钮；18—传动元件；19—分励脱扣电磁铁；20—分励脱扣器衔铁

一般还可串联在失电压脱扣器电磁线圈回路中的常闭按钮作为分闸操作。

4) 分励脱扣器。分励脱扣器用于远距离操作低压断路器的分闸控制。它的电磁线圈并联在低压断路器的电源侧。需要进行分闸操作时，按动常开按钮使分励脱扣器的电磁铁得电吸动衔铁，通过传动机构推动自由脱扣机构，使低压断路器掉闸。

在一台低压断路器上同时装有两种或两种以上脱扣器，则称这台低压断路器装有复式脱扣器。

5) 触点系统。低压断路器的主触点在正常情况下可以接通分断负荷电流，在故障情况下还必须可靠分断故障电流。主触点有单断口指式触点、双断口桥式触点、插入式触点等几种形式。主触点的动、静触点的接触处焊有银基合金触点，其接触电阻小，可以长时间通过较大的负荷电流。在容量较大的低压断路器中，还常将指式触点做成两档或三档，形成主触点、副触点和弧触点并联的形式。

两接触点的结构示意图如图 1-14 所示，分为弧触点和主触点。弧触点用耐弧金属材料制成，主触点和弧触点在断路器分、合闸时有不同的作用和操作次序。开关合闸时，弧触点承担合闸的电磨损；开关分闸时，弧触点承担电路分闸时的强电弧，起保护主触点的作用。主触点承担长期通过负荷电流的任务。所以在合闸时弧触点先闭合、主触点后闭合；分闸时主触点先断开、弧触点后断开，如图 1-14 所示。

为了更好地保护主触点。在大容量的断路器中又增设了副触点，即为三接触点，合闸时的动作顺序为首先弧触点闭合，然后副触点闭合，最后主触点闭合；分闸时的动作顺序为弧触点首先

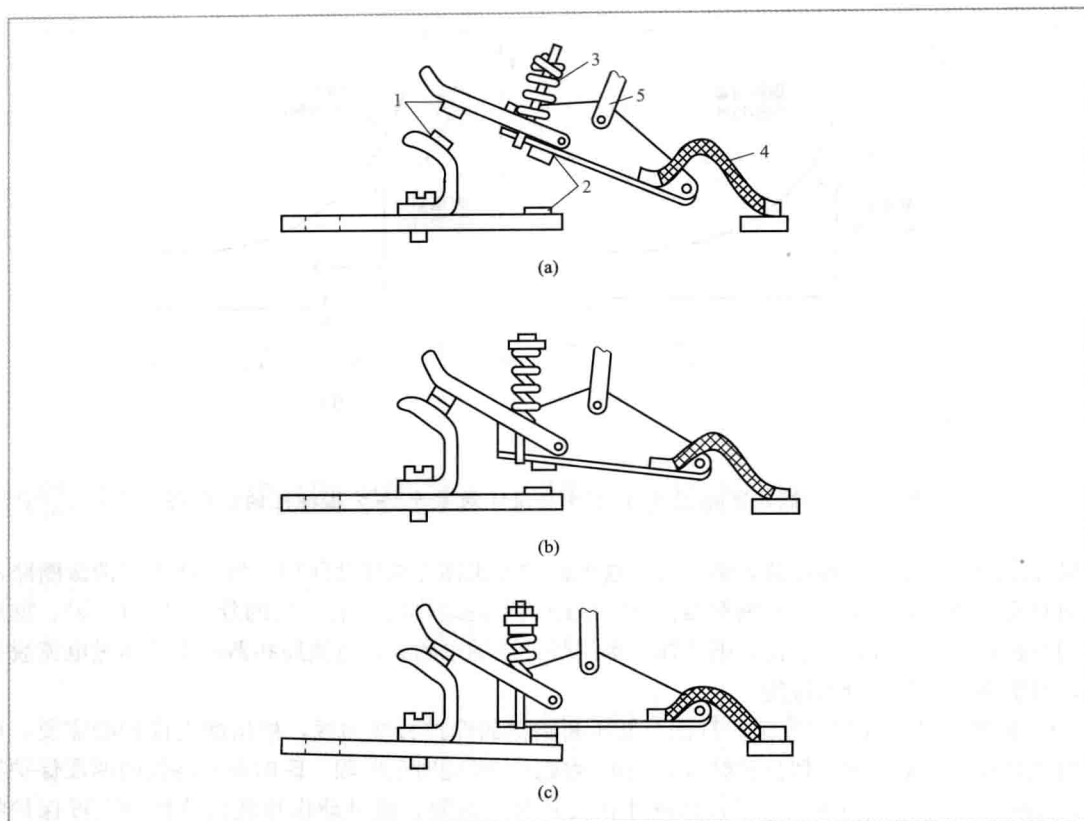


图 1-14 低压断路器的主触点和弧触点

(a) 触点断开位置；(b) 弧触点先闭合；(c) 主触点后闭合

1—弧触点；2—主触点；3—触点压力簧；4—软连接；5—传动机构

分断，然后副触点分断，最后主触点分断。

6) 灭弧装置。低压断路器中的灭弧装置一般为栅片式灭罩，灭弧室的绝缘壁一般用钢板纸压制或用陶土烧制。

(2) 低压断路器的保护特性。

1) 过电流保护特性。保护特性主要是指断路器的动作时间 t 与过电流脱扣器的动作电流 I 的关系曲线 $t-I$ ，如图 1-15 所示。根据需要，保护特性有瞬时和带反时限延时两种。为了能起到良好的保护作用，断路器的保护特性应同保护对象的允许发热特性匹配（见图 1-15），即断路器的保护特性应当位于保护对象的允许发热特性之下。只有这样，保护对象才能不因受到短路电流而损坏。

① 选择性保护。选择性保护是指几种过电流保护装置动作特性的协调配合。这样可充分利用电气设备的过载能力，尽可能缩小事故范围，保证正常连续生产。

为实现电路的连续性保护，对电路中的电器元件，如断路器、熔断器、接触器、继电器等，应正确选择它们各自的动作电流整定值和动作时限，使它们按一定的顺序动作。在发生短路故障时，应使离短路点最近的断路器先动作，将故障切除，其他各级断路器应不动作，以使故障限制

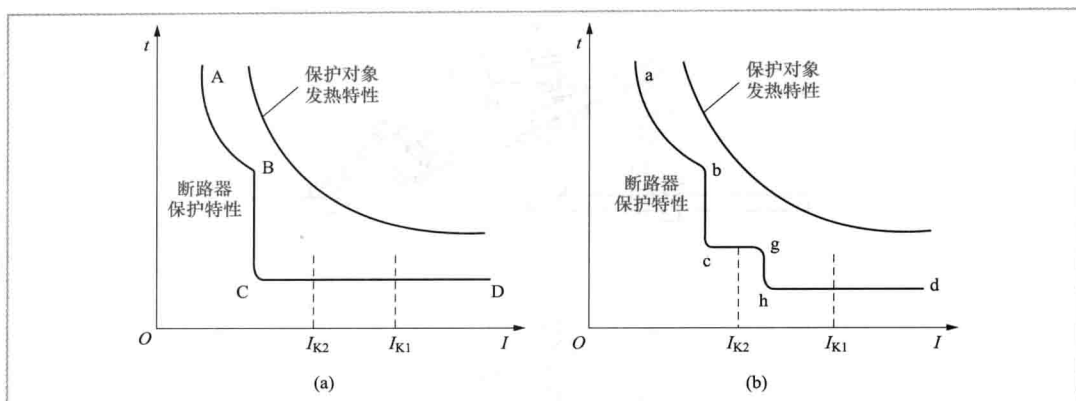


图 1-15 低压断路器保护特性与保护对象允许发热特性的匹配图

在局部范围内, 保证其他电路正常运行。这类保护方式称为选择性保护。为了使上下两级断路器之间具有选择性, 只要上一级断路器比下一级断路器的动作时间有一定的延时 (如 0.4s), 就能做到有选择地切除故障。目前, 断路器大都用带钟表的电磁式过电流脱扣器或半导体过电流脱扣器, 以实现短路延时分断性能。

② 两段保护特性和三段保护特性。低压断路器的保护特性曲线, 根据配电保护的需要, 可以做成只有瞬时动作的一段保护特性, 也可做成具有长延时反时限、瞬时动作特性的两段保护特性, 如图 1-15 (a) 所示。还可以做成具有长延时反时限、瞬时动作特性的选择性三段保护特性, 如图 1-15 (b) 所示。

图 1-15 (a) 中, ABCD 为两段式保护特性曲线——过载长延时和短路瞬时动作。AB 段为反时限保护特性, 用于过载保护, 与被保护电器 (或电路) 相配合。当过载电流较小时, 不立即切断故障电路, 经过一段延时时间后, 若故障没有消除则断路器断开, 切断故障电流。这样, 可充分利用设备 (或电路) 的过载能力而不损坏设备 (或电路)。当过载电流较大时, 延时时间应较短, 但应躲过电动机启动时间。CD 段为瞬时脱扣器动作特性, 即在电路中发生短路时, 短路电流达到规定动作值以后, 过电流脱扣器瞬时动作, 以减轻 (或避免) 短路电流的电动力和热效应对电气设备 (或电路) 的危害。

图 1-15 (b) 中, abcghf 为三段式保护特性曲线——过载长延时、短路短延时和特大短路瞬时动作。Ab 段是反时限长延时过载保护部分; cg 段是短路电流较小的定时限短延时动作部分, 只要故障电流超过与 c 点对应的电流值, 过电流脱扣器经过一定的延时后即动作, 切断故障电路; hf 段是瞬时动作部分, 只要故障电流超过了与 h 点对应的电流值, 过电流脱扣器便瞬时动作, 切除故障电路。

2) 欠电压保护特性。当主电路电压低于规定范围时, 使断路器有延时或无延时地断开或闭合的保护性能称为欠电压保护特性。零电压保护特性是欠电压保护特性中一种特殊保护。

(3) 低压断路器的主要技术参数。

1) 额定电压。

① 额定工作电压。断路器的额定工作电压是指与开断能力及使用类别相关的电压值。对多

相电路是指相间的电压值。

② 额定绝缘电压。断路器的额定绝缘电压是指设计断路器的电压值，电气间隙和爬电距离应参照设计断路器的电压值而定。除非型号产品技术文件另有规定，额定绝缘电压是断路器的最大额定工作电压。在任何情况下，最大额定工作电压不超过额定绝缘电压。

2) 额定电流。

① 断路器壳架等级额定电流用尺寸和结构相同的框架或塑料外壳中能装入的最大脱扣器额定电流表示。

② 断路器额定电流就是额定持续电流，也就是脱扣器能长期通过的电流。对带可调式脱扣器的断路器，其额定电流是指长期通过的最大电流。

例如 DZ10-100/330 型低压断路器，壳架等级额定电流为 100A，脱扣器额定电流等级有 15、20、25、30、40、50、60、80、100A 九种。其中最大的额定电流 100A 与壳架等级额定电流一致。

③ 额定短路分断能力是指断路器在规定条件下所能分断的最大短路电流值。

(4) 低压断路器的型号意义。低压断路器型号的意义如图 1-16 所示。

(5) 家用断路器的选择。断路器在家庭供电中作总电源保护开关或分支保护开关用。当住宅线路或家用电器发生短路或过载时，它能自动跳闸切断电源，从而有效地保护电气设备免受损坏或防止事故扩大。

家庭一般用二极（即 2P）断路器作总电源保护，用单极（1P）作分支保护。

断路器的额定电流如选择得偏小，则断路器易频繁跳闸，引起不必要的停电；如选择得过大，则达不到预期的保护效果，因此，正确选择家用断路器额定容量和额定电流很重要。

一般小型断路器规格主要以额定电流区分，即 6、10、16、20、25、32、40、50、63、80、100A 等，所以一般家庭计算总负荷电流的确定方法如下。

1) 首先计算各分支电流的值。

① 对于纯电阻性负载，如灯泡、电热器等用注明功率直接除以电压即可。公式为

$$\text{电流}(I) = \text{功率}(P) / \text{电压}(220V)$$

例如 20W 的灯泡，分支电流 $I = 20W / 220V = 0.09A$ 。

② 对于感性负载，如荧光灯、电视机、洗衣机等计算稍微复杂，要考虑消耗功率，具体计算还要考虑功率因数等。简单的计算方法，即一般感性负载，根据其注明负载计算出来的功率再翻 1 倍即可，例如注明 20W 的荧光灯的分支电流 $I = 20W / 220V = 0.09A$ ，翻倍为 $0.09A \times 2 = 0.18A$ （比精确计算值 0.15A 多 0.03A）。

2) 总负荷电流即为各分支电流之和。知道了分支电流和总电流，就可以选择分支断路器及总闸断路器、总熔丝、总电能表以及各支路导线的规格，或者验算已设计的电气部件规格是否符合安全要求。

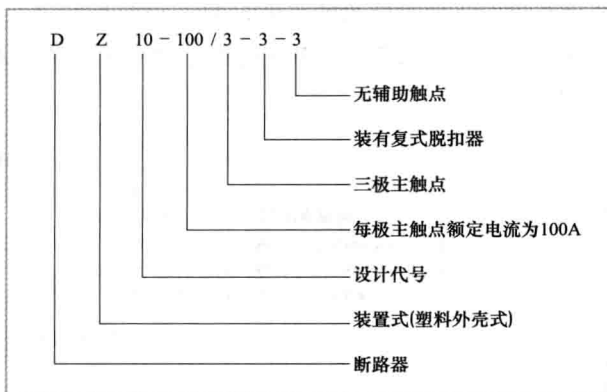


图 1-16 低压断路器型号的意义

另外,为了确保安全可靠,电气部件的额定工作电流一般应大于2倍所需的最大负荷电流。此外,在设计、选择电气部件时,还要考虑到以后用电负荷增加的可能性,为以后需求留有裕量。



第二节 漏电保护断路器

一、漏电保护断路器的工作原理

漏电保护断路器主要用于当发生人身触电时,能迅速切断电源,保障人身安全,防止触电事故。有的漏电保护断路器还兼有过载、短路保护,用于不频繁启动、停止的电动机。漏电保护断路器文字符号为 QF,图形符号

漏电保护断路器的工作原理:当漏电保护断路器正常工作时,不论三相负载是否平衡,通过零序电流互感器主电路的三相电流相量之和等于零,故其二次绕组中无感应电动势产生,漏电保护断路器工作于闭合状态。如果发生漏电或触电事故,三相电流之和便不再等于零,而等于某一电流值,该电流会通过人体、大地、变压器中性点形成回路,这样零序电流互感器二次侧产生与该电流值对应的感应电动势,加到脱扣器上。当该电流值达到一定值时,脱扣器动作,推动主开关的锁扣,分断主电路。漏电保护断路器动作示意图如图 1-17 所示,外形图如图 1-18 所示。

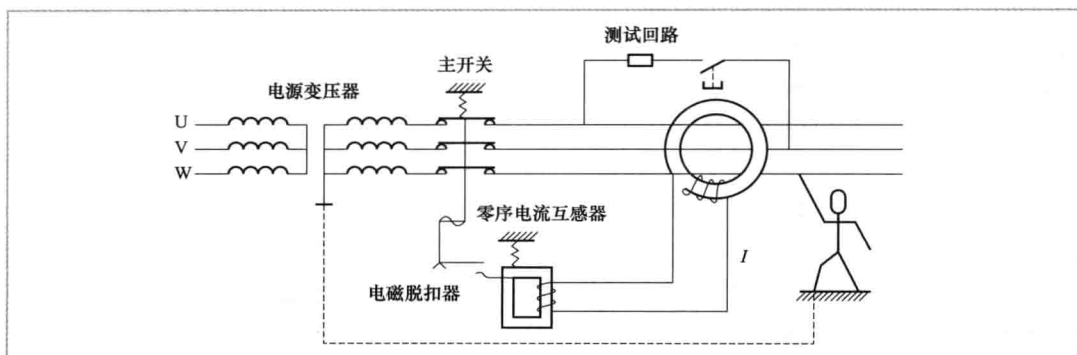


图 1-17 漏电保护断路器动作示意图

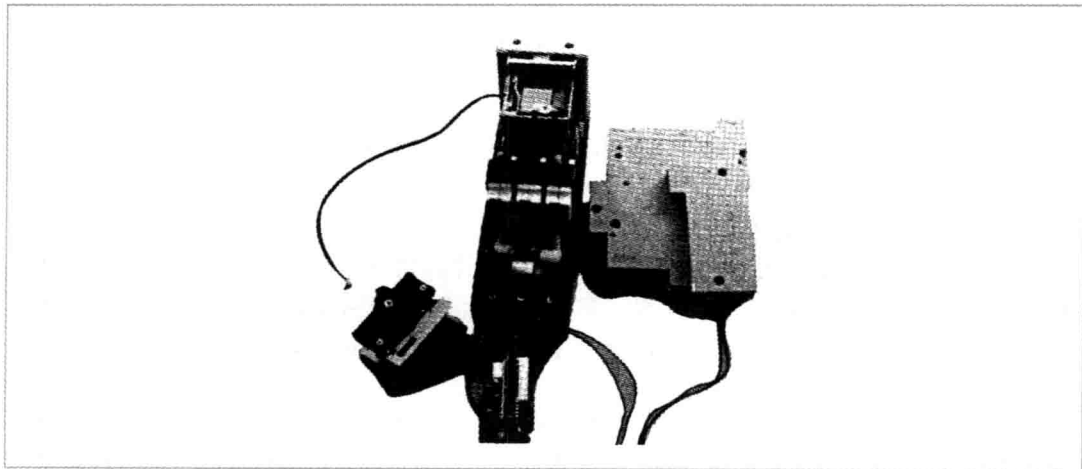


图 1-18 漏电保护断路器外形图