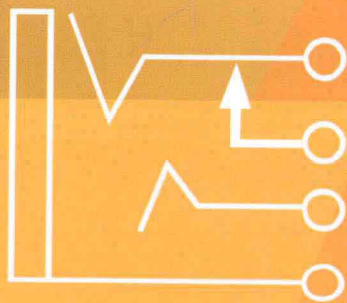


实用电工技能操作丛书

低压配电装置 安装及维护

刘光源 ■ 主编

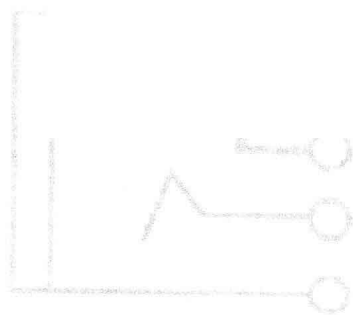


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

实用电工技能操作丛书

低压配电装置 安装及维护

刘光源 ■ 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分 5 章, 内容包括电工基本知识、电工基本操作技能、室内线路的安装、照明装置的安装和常见故障检修、进户装置安装及室内配线的竣工验收及试验。

本书内容通俗易懂、切合生产实践, 可供工矿企业和乡镇企业的电工阅读使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

低压配电装置安装及维护/刘光源主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 3

(实用电工技能操作丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2786 - 3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 036854 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

*

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.875 印张 233 千字

印数 0001—3000 册 定价 28.00 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

电工是个特殊工种,根据国家有关部门规定,电工必须经过专业技术和特殊作业安全培训。所以,我们按照初级电工上岗、鉴定应知和应会的要求编写了《实用电工技能操作丛书》。本套丛书的特点是,将电工内线安装及照明装置、外线及接地和防雷装置安装、变压器及中小型电动机安装和维修、电工基本操作技能所必需的基本知识,所需的工具、检测仪表、材料及安装和维修方法,按电工不同的工种编写为《电工基本操作工艺》、《电工认证考核读本》、《电气控制设备安装及维护》、《配电变压器和动力设备安装及维护》、《低压配电线路安装及维护》、《低压配电装置安装及维护》六个分册,丛书可供电工、维修电工、电机修理工等不同工种的电工选用。

本书主要内容包括电工基本知识、电工基本操作技能、室内线路安装、照明装置的安装和常见故障检修、进户装置安装及室内配线的竣工验收及试验。本书简明易懂,图文并茂,实用性强,可供广大电工和电气技术人员参考。

本书由刘光源主编,孙业隆、费文祥、应桂聪、周家宝等参加编写。

限于时间和作者水平,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评、指正。

编者

2013年2月

目 录

前言

第一章 电工基本知识	1
第一节 电工基础知识	1
第二节 电工基本工具	21
第三节 基本材料	63
第二章 电工基本操作技能	88
第一节 导线的选择	88
第二节 导线线头绝缘层的剖削和连接	97
第三节 墙孔和樁孔的鑿打及樁的安装	116
第三章 室内线路的安装	126
第一节 室内线路的安装要求和工序	126
第二节 瓷夹板配线	129
第三节 塑料护套线配线	136
第四节 绝缘子配线	140
第五节 线管配线	143
第六节 钢索配线	156
第七节 线槽配线	168
第八节 吊车滑触线安装	175
第四章 照明装置的安装和常见故障检修	184
第一节 照明装置简介	184

第二节	照明装置的安装·····	228
第三节	常用照明装置的安装接线图、原理图及常见 故障检修·····	243
第四节	照明装置的安装要求及竣工验收·····	253
第五章	进户装置的安装、室内配线的竣工验收及试验·····	258
第一节	进户装置的安装·····	258
第二节	室内配线的竣工验收及试验·····	275

第一章

电工基本知识

第一节 电工基础知识

一、直流电路

1. 直流电流

电流在导线中流动，如果其方向不发生变化，就称为直流电流。

如果直流电流的方向不发生变化，但其大小随时间变化而变化，则称其为脉动直流电流。脉动直流电流可以通过二极管进行半波或全波整流产生，其波形如图 1-1 (a) 所示。直流电流的方向和大小都不发生变化，则称为恒定的直流电流，其波形如图 1-1 (b) 所示。通常所说的直流电流是指恒定直流电流，恒定直流源是指干电池、蓄电池。

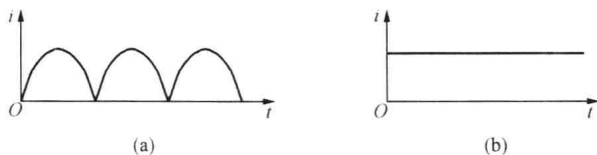


图 1-1 直流电流波形图

(a) 脉动直流电流波形；(b) 恒定的直流电流波形

2. 直流电路

(1) 电路。将电气元器件用导线连接起来构成电流通路的整体称为电路，如图 1-2 所示。

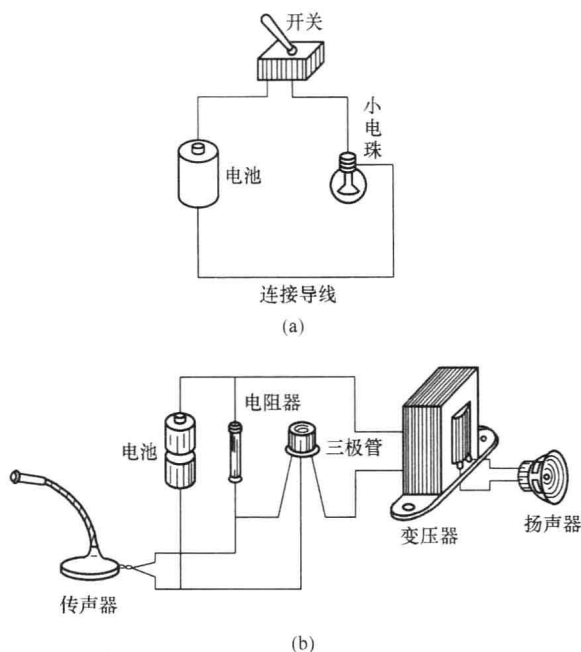


图 1-2 直流电路

(a) 手电筒电路；(b) 扩音器电路

图 1-2 (a) 所示为手电筒电路，组成此电路的目的是传输和转换能量。首先将电池的化学能转换成电能传输出去，然后在小电珠上将电能转换成光能。

图 1-2 (b) 所示为简单的晶体管扩音器电路，组成此电路的目的是传输和转换信号。首先通过传声器（话筒）将声音信号转换成电信号传输出去，然后通过扬声器将电信号转换成更大的声音信号。

(2) 电路的组成。一般电路都是由电源、负载、开关和连接导线四个基本部分组成。

1) 电源。电源是把其他形式的能量转换成电能的设备。例如，蓄电池把化学能转换为电能；发电机把机械能转换为电能；光电池把光能转换为电能等。

2) 负载。负载是把电能转换为其他形式能量的元器件或设备。例如,电动机把电能转换为机械能;小电珠把电能转换为光能和热能;扬声器把电能转换为声能;电炉把电能转换为热能等。

3) 开关。开关是控制电路接通或断开的器件。

4) 连接导线。连接导线在电路中起着输送和分配电能的作用。

(3) 电路的状态。电路通常有通路、开路、短路三种状态。

1) 通路。通路是指正常工作状态下的闭合电路。例如图 1-2 (a) 所示电路中开关闭合小电珠亮的状态。

2) 开路。开路又称断路。开路是指负载与电源之间断开,电源不能向负载提供电能。例如图 1-2 (a) 所示电路中开关分断时的状态。

3) 短路。短路是指电源两端直接被导线连接。电源提供的电流全部从该导线中流过,而不流经负载。短路时,导线中流过的电流会比正常通路时流过的电流大许多倍,如未装设熔断器进行短路保护,则会烧毁导线或电源。

3. 电路的基本物理量

(1) 电流。

1) 电流的符号。电流用字母 I 表示。

2) 电流的大小

$$I = \frac{U}{R}$$

式中 U ——电压,单位为伏特,简称伏 (V);

I ——电流,单位为安培,简称安 (A);

R ——电阻,单位为欧姆,简称欧 (Ω)。

3) 电流的单位换算如下

$$1 \text{ 千安(kA)} = 10^3 \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 安(A)} = 10^3 \text{ 毫安(mA)}$$

$$1 \text{ 毫安(mA)} = 10^3 \text{ 微安}(\mu\text{A})$$

(2) 电压。

1) 电压的符号。电压用字母 U 表示。

2) 电压的大小。 $U=IR$ 。

3) 电压的单位换算如下

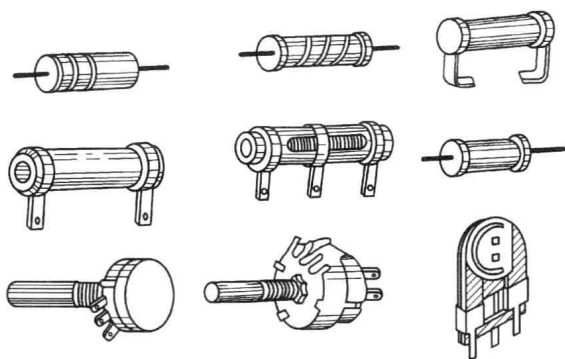
$$1 \text{ 千伏(kV)} = 10^3 \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 伏(V)} = 10^3 \text{ 毫伏(mV)}$$

$$1 \text{ 毫伏(mV)} = 10^3 \text{ 微伏(}\mu\text{V)}$$

(3) 电阻。

1) 电阻的分类。按照制作材料不同,电阻可分为碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、玻璃釉膜电阻、合金碳膜电阻、绕线电阻等;按照用途不同,除了普通电阻外,电阻还分为热敏电阻、光敏电阻等;按照结构的特点,电阻又可分为固定电阻、可变电阻和电位器等。电阻在电路中用字母“ R ”表示,常见电阻的外形及符号如图 1-3 所示。



(a)



(b)

图 1-3 常见电阻的外形及符号

(a) 常用电阻的外形; (b) 电阻的符号

2) 电阻的大小。实践证明,金属导体的电阻与导体的长度成正比,与导体的截面积成反比,而且还与金属导体材料有关,其计算公式为

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 R ——导体的电阻, Ω ;

L ——导体的长度, m;

S ——导体的截面积, mm^2 ;

ρ ——电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

几种常用材料在 20°C 时的电阻率见表 1-1。

表 1-1 几种常用材料的电阻率 (20°C)

用 途	材料名称	电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
制作导线	银	0.0165
	铜	0.0175
	铝	0.0283
制作电阻	锰铜	0.42
	康铜	0.42
	镍铬铜	1.0

3) 电阻的参数。

a. 电阻的标称阻值和误差。在电阻上标注的阻值叫做标称阻值,它的单位是欧姆,简称欧,用符号“ Ω ”表示。较大的电阻值可用千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$) 表示,它们之间的关系如下

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

电阻的实际阻值与标称值之差称为误差。它表示某一电阻标称阻值的精度。一般电阻的误差分为三个等级,即一级误差范围为标称阻值的 $\pm 5\%$; 二级误差范围为 $\pm 10\%$; 三级误差范围为 $\pm 20\%$ 。除此之外,精度较高电阻的误差为 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 等。

b. 电阻的额定功率。电阻在正常工作时允许消耗的最大功率叫做电阻的额定功率。电阻的额定功率与其所用材料和体积大小有关。一般来说,绕线电阻的额定功率较大,体积大的电阻的额定功率也较大。在使用过程中,电阻实际消耗的功率超过其额定功率,就会使电阻的温度升高而引起阻值的变化,严重时可烧毁电阻。为了保证安全可靠,通常所用电阻的额定功率应比实际消耗的功率大 $100\% \sim 200\%$ 。电阻额定功率的标称值有 $1/8$, $1/4$, $1/2$, 1 , 2 , 5W 和 10W 等。常用电阻额定功率的表示方法如图 1-4 所示。

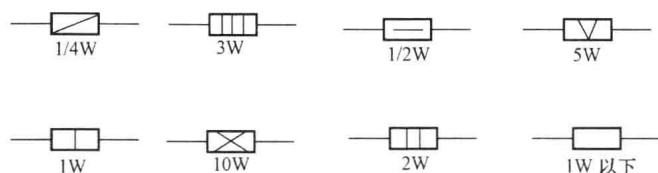


图 1-4 常用电阻额定功率的表示方法



图 1-5 色环电阻标值法

4) 色环电阻标值识别法。较小的碳膜电阻的阻值及误差一般用色环来表示,即在电阻的一端画有 3 道或 4 道色环,如图 1-5 所示。

紧靠电阻端的为第一色环,其余依次为第二、三、四色环。第一色环表示阻值的第一位数字,第二色环表示阻值的第二位数字,第三色环表示阻值末尾有几个零,第四色环表示阻值的误差。色环的颜色表示数字意义见表 1-2。

表 1-2 色环的颜色表示数字意义

色别	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 应乘位数	第四色环 误差
棕	1	1	10	—
红	2	2	100	—
橙	3	3	1000	—

续表

色别	第一色环 第一位数	第二色环 第二位数	第三色环 应乘位数	第四色环 误差
黄	4	4	10000	—
绿	5	5	100000	—
蓝	6	6	1000000	—
紫	7	7	10000000	—
灰	8	8	100000000	—
白	9	9	1000000000	—
黑	0	0	1	—
金	—	—	0.1	±5%
银	—	—	0.01	±10%
无色	—	—	—	±20%

例如, 某个电阻有 4 个色环, 其顺序为棕、绿、黄、银, 则这个电阻的阻值就是 $150\ 000\Omega$, 误差为 $\pm 10\%$ 。另一个电阻只有红、紫、黑 3 道色环, 则其阻值为 27Ω , 误差为 $\pm 20\%$ 。

4. 欧姆定律

(1) 部分电路欧姆定律。如图 1-6 所示, 电阻 R 连接到电路中, 电压 U 作用在电阻两端, 就有电流 I 流过电阻。这时电路中电压、电流、电阻的数值存在确定的相互关系。德国科学家欧姆首先发现了这一规律, 因而称其为欧姆定律。欧姆定律表达为电流与电压成正比, 与电阻成反比, 其数学表达式为

$$I = \frac{U}{R}$$

【例 1-1】 已知一灯泡的电阻是 220Ω , 电源电压为 220V , 求流过灯泡的电流是多少?

解 根据欧姆定律有

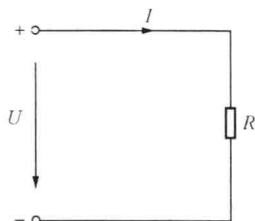


图 1-6 部分电路
欧姆定律电路图

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{220} = 1(\text{A})$$

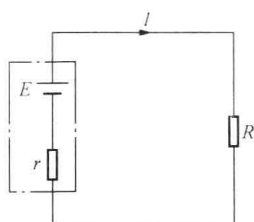


图 1-7 全电路欧姆定律电路图

(2) 全电路欧姆定律。电源与负载电阻 R 通过导线连接成一个闭合的回路，就构成完全的电路。在电源内部，可以分为电源电动势 E 和电源内部电阻 r 两部分，如图 1-7 所示。电源内部电阻 r 的值一般比外部负载电阻 R 的要小得多。

全电路欧姆定律的数学表达式为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

式中 E ——电源电动势，V；

I ——电流，A；

R ——负载电阻， Ω ；

r ——电源内部电阻， Ω 。

1) 电路通路时电路中电流

$$I = \frac{E}{R + r}$$

外电路电压

$$U = E - Ir$$

2) 电路短路时电路中电流

$$I = \frac{E}{r}$$

由于 r 一般很小，所以短路电流很大，外电路电压 $U=0$ 。

3) 电路断路时电路中电流 $I=0$ ，外电路电压 $U=E$ 。

5. 电功率和电能

(1) 电功率。电功率是电流在单位时间内所做的功，也是在单位时间内所消耗的电能。

1) 电功率的符号。电功率用字母 P 表示。

2) 电功率的大小

$$P = IU = I^2 R = U^2 / R$$

3) 电功率的单位。电功率的单位为瓦特, 简称瓦, 用字母 W 表示

$$1 \text{ 千瓦(kW)} = 10^3 \text{ 瓦(W)}$$

家用电器上标注的 40、75、100W 等, 都是电功率的数值。

电功率的大小与时间无关, 如 100W 的灯泡, 用电 10h 后, 灯泡的功率仍为 100W。

(2) 又称电能 (电功)。

1) 电能的符号。电能的符号用字母 W 表示。

2) 电能的大小

$$W = IUt = Pt$$

可见电能的大小与功率和时间成正比。

3) 电能的单位。电能的单位为千瓦·时 (kW·h), 俗称“度”。一般家庭中安装的电能表 (俗称小火表), 就是专门记录电能消耗的仪表。

【例 1-2】 2 盏 40W 的白炽灯和 2 盏 40W 的荧光灯 (镇流器 8W), 用电 10h 后消耗的电能为多少?

解 $W = Pt = [40 \times 2 + (40 + 8) \times 2] \times 10 = 1760 (\text{W} \cdot \text{h}) = 1.76 (\text{kW} \cdot \text{h})$

【例 1-3】 2 盏 40W 白炽灯, 3 盏 40W 荧光灯 (镇流器 8W), 2 盏 30W 的荧光灯 (镇流器 6W), 2 台 150W 吊扇, 1 台 100W 家用电冰箱, 平均每天用电 5h, 1 个月 (按 30 天计) 耗电多少?

解 $W = Pt$

$$\begin{aligned} &= [40 \times 2 + (40 + 8) \times 3 + (30 + 6) \times 2 + 150 \times 2 \\ &\quad + 100] \times 5 \times 30 \\ &= 696 \times 5 \times 30 \\ &= 104400 (\text{W} \cdot \text{h}) \\ &= 104.4 (\text{kW} \cdot \text{h}) \end{aligned}$$

二、磁与电磁

1. 磁场对电流的作用

通电直导体在磁场中会产生电磁力，电磁力的大小可用下式表示

$$F = BIL \sin\alpha$$

式中 F ——电磁力，N；

B ——磁感应强度，T；

I ——导体中的电流，A；

L ——导体在磁场中的长度，m；

α ——导体与磁感应线的夹角，°。

当通电直导体与磁感应线垂直，即 $\alpha=90^\circ$ 时， $\sin 90^\circ=1$ ，此时导体受到的电磁力最大。

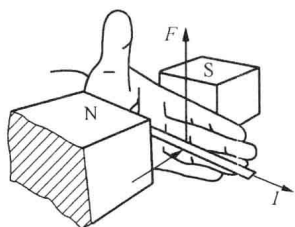


图 1-8 左手定则

当通电直导体与磁感应线平行，即 $\alpha=0^\circ$ 时， $\sin 0^\circ=0$ ，此时导体受到的电磁力最小为零。

通电直导体在磁场中的受力方向可用左手定则来判断。如图 1-8 所示，平伸左手，使拇指垂直于其余四指，手心正对磁场的 N 极，伸直的四指指向电流的方向，则拇指的指向就是通电直导体的受力方向。

2. 电磁感应

(1) 直导体切割磁感应线产生感应电动势。直导体切割磁感应线产生感应电动势的大小为

$$e = BLv \sin\alpha$$

式中 B ——磁感应强度，T；

L ——导体在磁场中的长度，m；

v ——导体运动速度，m/s；

α ——导体与磁感应线的夹角，°；

e ——感应电动势，V。

当直导体垂直磁感应线方向运动, 即 $\alpha=90^\circ$ 时, $\sin 90^\circ=1$ 此时的感应电动势最大。

当直导体平行磁感应线方向运动, 即 $\alpha=0^\circ$ 时, $\sin 0^\circ=0$, 此时感应电动势最小为零。

直导体中产生的感应电动势方向可用右手定则来判断。如图 1-9 所示, 平伸右手, 使拇指垂直于其余四指, 手心正对磁场的 N 极, 拇指指向直导体的运动方向, 则伸直的四指指向感应电动势的方向。

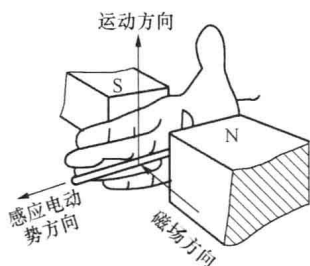


图 1-9 右手定则

(2) 线圈中磁通变化产生感应电动势。如图 1-10 所示, 当把一条形磁铁的 N 极插入或拔出线圈时, 检流计指针都会偏转, 但偏转方向不同。当磁铁在线圈中静止不动时, 检流计的指针不偏转。检流计指针偏转说明线圈中产生了感应电流, 指针偏转方向

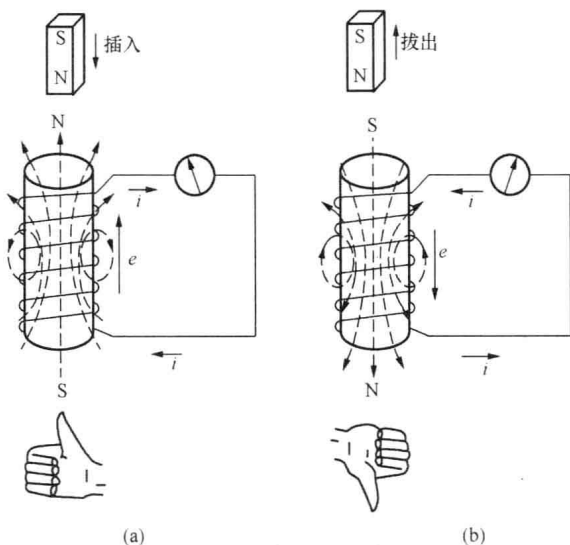


图 1-10 条形磁铁插入或拔出线圈时产生感应电流

(a) 插入; (b) 拔出