

建筑工人实用操作技巧丛书

JIANZHUGONGRENSHIYONG
CAOZUOJIQIAOCONGSHU



电工操作技巧

DIANGONGCAOZUOJIQIAO

姜 敏 主编

中国建筑工业出版社

建筑工人实用操作技巧丛书

电工操作技巧

主 编：姜 敏

副 主 编：戚耀奇

编写人员：姜 敏

戚耀奇

程史杨

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工操作技巧 / 姜敏主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

(建筑工人实用操作技巧丛书)

ISBN 7-112-05749-3

I. 电... II. 姜... III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 022308 号

建筑工人实用操作技巧丛书

电 工 操 作 技 巧

主 编: 姜 敏

副 主 编: 戚耀奇

编写人员: 姜 敏 戚耀奇 程史杨

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新 华 书 店 经 销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7½ 字数: 198 千字

2003 年 6 月第一版 2004 年 4 月第二次印刷

印数: 4,501—6,000 册 定价: 15.00 元

ISBN 7-112-05749-3

TU·5048 (11388)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是“建筑工人实用操作技巧丛书”之一。内容包括：电工基本知识，施工用电安全技术和标准，现场配电，工地照明，接地和防雷，触电事故和急救，以及电工仪表的使用和维修。

本书所述内容比较简练，并辅以必要插图，比较通俗，适宜施工现场建筑电工阅读。

* * *

责任编辑 袁孝敏

出版说明

当前正是工程建设事业蓬勃发展的时期，为了满足广大读者的需要，并结合施工企业年轻工人多，普遍文化水平不高的特点，我社特组织出版了“建筑工人实用操作技巧丛书”。这套丛书是专为那些文化水平不高，但又有求知欲望的普通技术工人而编写。其特点是按实际工种分册编写，重点介绍操作技巧，使年轻工人阅读后能很快掌握操作要领，早日成为合格的技术工人；在叙述语言上力求通俗易懂，少讲理论，多介绍具体做法，强调实用性且图文并茂，让读者看得进去。

希望这套丛书问世以后，能帮助广大年轻工人解决工作中的疑难问题，提高技术水平和实际工作能力。为此，我们热诚欢迎广大读者对书中的不足之处批评指正。

中国建筑工业出版社

2003年3月

目 录

1 概 述	1
1.1 有关电的基本概念	1
一、电的基础知识	1
二、电流、电压、电阻和欧姆定律	3
三、电功(电能)和电功率	8
四、直流、交流、单相交流和三相交流	10
1.2 三相交流电路	12
一、三相电源	13
二、三相负载	15
三、三相电路的计算	17
1.3 施工现场用电特点和安全用电的重要性	20
一、施工现场用电特点	20
二、施工现场安全用电的重要性	20
1.4 现场电气工作人员的基本要求和职责	22
一、对施工现场电气工作人员的基本要求	22
二、施工现场电气工作人员的主要职责	23
2 施工现场临时用电应遵循的规范与标准	25
2.1 《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—88)	25
一、《施工现场临时用电安全技术规范》的适用范围	25
二、“规范”的主要内容	25
2.2 《建筑施工安全检查标准》(JGJ59—99)	26
一、《建筑施工安全检查标准》的作用	26
二、“检查标准”中施工用电标准评分方法	28
3 施工现场用电安全管理	30

3.1 管理要求	30
一、用电规章制度	30
二、施工用电安全技术措施	31
三、施工现场电气工作人员应具备的技能	34
3.2 施工现场临时用电施工组织设计	37
一、施工组织设计的主要内容和作用	37
二、施工组织设计安全措施制定与交底	40
3.3 管理资料与记录	45
4 施工现场配电的方法及要求	47
4.1 配电室及自备电源	47
一、配电室	48
二、自备发电机	51
4.2 配电线路及装置	52
一、配电线路的设置原则——三级配电，二级保护	53
二、电线和电缆	53
三、电缆线路	57
四、架空线路	61
五、室内配线的安全要求	70
六、配电箱和开关箱的设置和维护	72
七、施工现场常用电气保护装置	91
5 施工现场接地与防雷的基本要求及做法	97
5.1 接地与接零	97
一、接地	97
二、接零	98
5.2 接地保护系统	102
一、IT、TT、TN 三类接地形式	102
二、施工现场常用接地保护系统的设置	106
5.3 接地装置	108
一、接地体、接地线及其敷设要求	108
二、施工现场对设备接地电阻的要求	112

三、接地电阻的计算和测量	113
5.4 防 雷	116
一、雷电的基本知识	116
二、施工现场常用避雷装置	118
三、避雷装置在施工现场的使用	121
6 工地照明的操作要求	125
6.1 常用照明器	125
一、常用照明器	125
二、照明器的安装	130
6.2 室外照明	133
6.3 室内照明	135
一、室内照明灯具及接线	135
二、开关、电器	136
7 外电路防护的要求和措施	138
7.1 外电路防护的安全距离	138
7.2 外电路防护的安全措施	141
8 施工现场用电安全检查与常见病的防治	143
8.1 检查依据和方法	143
一、用电安全检查依据	143
二、用电安全检查方法	143
8.2 用电安全隐患的整改与防范	144
一、对安全隐患的处理要求	144
二、依照“三定”原则, 落实整改措施	144
8.3 施工现场临时用电常见病与防治	145
9 触电伤害的现场急救与现场电气防火	152
9.1 触电伤害的预防与急救	152
一、触电事故的特点与类型	152
二、触电的机理	156
9.2 触电时的现场急救	164
一、迅速切断电源	164

二、简单诊断	165
三、口对口人工呼吸法	167
四、体内心脏挤压法	169
五、电灼伤与其他伤的处理	171
六、现场触电抢救方法及要诀	172
9.3 现场电气防火及施救	173
一、施工用电的电气起火	173
二、电气防火措施	174
10 现场电工仪表的使用和维修操作技巧	177
10.1 电工仪表的使用方法	177
一、万用表	177
二、兆欧表	178
三、接地电阻表	181
四、钳形表	183
五、漏电保护装置测试仪	185
10.2 现场电工维修操作技巧	186
一、自动空气断路器(自动开关)的检修	186
二、三相异步电动机故障检修	190
三、电动机启动设备故障检修	198
四、交流电焊机的检修	204
五、电工常用仪表故障检修	207
六、电工操作技巧	212
附录	217
附录 1 500V 铝芯绝缘导线长期连续负荷允许载 流量表	217
附录 2 500V 铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载 流量表	218
附录 3 橡皮绝缘电力电缆载流量表	219
附录 4 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆长期 连续负荷允许载流量表	220

附录 5	负荷线和开关电器选择表	221
附录 6	导线穿钢管的标称直径选择表	224
附录 7	导线穿电线管的标称直径选择表	225
附录 8	按环境选择导线、电缆及其敷设方式	225
附录 9	常用低压熔丝规格及技术数据	226

1 概 述

1.1 有关电的基本概念

一、电的基础知识

在现代农业、工业以及国民经济的其他部门中，电能的应用愈来愈广泛。电气工人每天都要和“电”打交道，应该对“电”有一个基本的了解。要通过长期的实践和学习去掌握电的基本知识和基本规律。

自然界存在着两种性质不同的电荷，一种叫正电荷（或称阳电，以“+”号表示），另一种叫负电荷（或称阴电，以“-”号表示）。正、负电荷是物质，它既不能被创造，也不能被消灭，只能从一个物体转移到另一物体。

自然界一切物质（气体、液体、固体）都是由分子组成，分子又由原子组成，原子再由一个带正电荷的原子核和若干带负电荷的电子所组成。电子有规则地分层分布在原子核的周围，并且不停地一面自转，一面受原子核的吸引绕着原子核旋转（图 1-1）。带电体所带

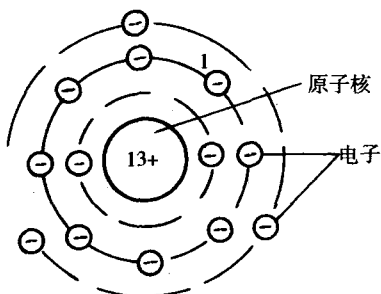


图 1-1 具有 13 个核外电子的铝原子的结构示意图结构

电荷的数量叫做电量，现在知道自然界中最小的电量是电子的电量。在实用单位制中，电量的单位叫做库伦，简称库，它等于 625 亿亿个电子所带的电量。当

各层电子的总电量同原子核的电量相等时，则对整个原子来说便呈现中性，也就是说，它不显现出带电状态。当原子失去一个或几个电子时，就显现出带正电；反之，当原子获得额外的电子时，便显现出带负电。

在不断的实践中，发现有许多方法能把原子中的正、负电荷分离开，从而使物体显现出带电的状态。例如：

(1) 摩擦生电。用丝绸摩擦玻璃棒或用呢绒摩擦胶木棒，我们发现玻璃棒和胶木棒就能够吸引细小的纸片，说明它们带了电荷。我们把玻璃棒上的电荷称为正电荷，胶木棒上的电荷称为负电荷。

(2) 光电效应。光线射到某些金属表面时，会使金属发射出电子，形成电流，太阳能发电就是一个例子。

(3) 热电效应。把金属加热可以增加自由电子的运动速度，使电子从金属表面发射出来。

(4) 化学反应。酸、碱、盐类物质溶于水中产生电离现象，产生电流，如干电池和酸、碱蓄电池等。

(5) 静电感应和电磁感应可使某些物体呈现带电状态，自然界的雷电现象和发电机等都是具体的例子。

在金属材料（如铜、铝、铁）的原子中，其外层电子受原子核的吸引力较弱，它们有可能脱离原子核的吸引在金属中自由运动，这些电子称为自由电子，这类物体容易导电，称为导体。一些酸、碱和盐的水溶液存在着自由移动的正负离子，它们是导电的；大地、潮湿土壤和炭等也都是导电的。

有些材料（如胶水、橡皮、有机玻璃和塑料等）其原子中的电子受原子核的吸引较强，不容易脱离原子而自由运动，这类物体的导电性很差，称为绝缘体。

再如锗、硅、硒和氧化铜等材料，它们的导电性能介于绝缘体和导体之间，并且随外界条件（如加热等）的改变使其导电性能有显著的变化，这类物体称为半导体。

总之“电”是物质运动的一种形式，要揭示电的本质和物质

的本质，就必须从物质内部，也就是从物质的原子结构，才能够掌握电的基本知识和基本规律。

二、电流、电压、电阻和欧姆定律

1. 电流

电荷有规则的定向运动，就形成了电流，人们习惯规定以正电荷运动的方向作为电流的方向。所以在 AB 导线中，电子运动的方向是由 A 向 B ，电流的方向则是由 B 到 A （图 1-2）。

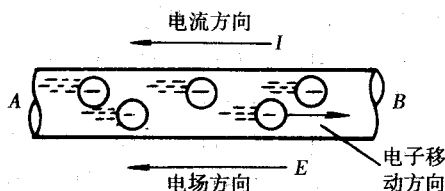


图 1-2

我们用每秒钟通过导线某一截面的电荷量（电量）的多少来衡量电流的强弱，称为电流强度（简称电流），用符号 I 来表示。如果用符号 Q 表示通过导线的电量， t 表示通过电量 Q 所用的时间，则得：

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 电流 (I) 的单位是安培（简称安），用 A 表示；电量 (Q) 的单位是库仑，用 C 表示；时间 (t) 的单位是秒。

所以，如果每秒钟通过导线 5 库仑 (C) 电量，电流就是 5 安 (A)；如果 10 秒钟 (s) 通过 100 库仑 (C)，电流就是 10 安 (A)。

根据需要，电流单位也可用千安 (kA)、毫安 (mA) 或微安 (μA)。 $1kA = 10^3 A$, $1mA = 10^{-3} A$, $1\mu A = 10^{-6} A$ 。

2. 电位和电位差（电压）

水流是由高处流向低处。高处水位高，低处水位低，它们之间存在水位差，使水流动，形成水流。同样情况，带电物体也具

有电位。电位和水位的意义相似，正电荷从高电位移向低电位。我们通常把大地的电位作为零电位，当物体带有正电位时，它的电位就比大地高，当这物体接触大地时，正电荷就从物体流入大地。当物体带有负电荷时，它的电位就比大地低，当这物体接触大地时，大地的正电荷就流到物体上来抵消负电荷，所以当导体和大地直接接触时，就和大地同电位。

电路中任意两点之间的电位差称为两点间的电压，负载两端存在的电位差称为负载的端电压，用符号“ U ”表示。

应当指出，电位和电压是有区别的。电位的数值和高度一样是个相对的概念而不是绝对的概念，同接地点即零电位的选择有关。电压则是两点间的电位差，同零电位的选择无关。

电压的单位是伏（V），根据需要也可用千伏（kV）、毫伏（mV）或微伏（ μ V）表示。

在下面两个电路中，接地点不同。经分析后，可以知道两个电路中 A 、 B 点的电位同接地点的选择有关， A 、 B 点间的电压同接地点的选择无关（图 1-3）。

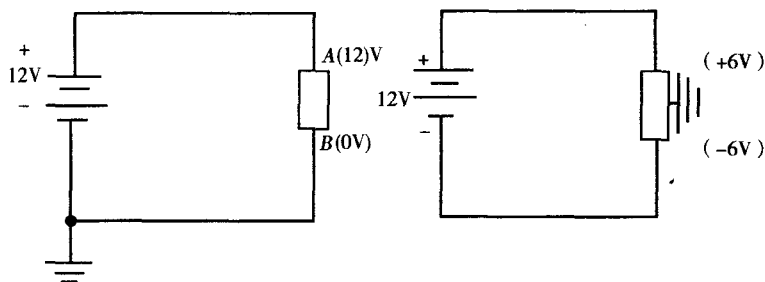


图 1-3

$$U_{AB} = 12 - 0 = 12V \quad U_{AB} = 6 - (-6) = 12V$$

3. 电阻和电阻率

导体具有传导电流的能力，但在传导电流的同时又有阻碍电流通过的作用，这种阻碍作用，称为导体的电阻，用字母 R 或 r

表示，单位是欧姆，通常用符号 Ω 表示。

不同的金属导体具有不同的电阻，同一种导体的电阻与导体的长度 (l) 成正比，与导体的横截面积 (S) 成反比，可用下列表示：

$$R = P \times \frac{l}{S}$$

式中 P 称为导体的电阻率，表示某种物质制成长 1m，截面积 $S 1\text{mm}^2$ 所具有的电阻。不同的导体， P 的大小不同（例如： $P_{\text{铜}} = 0.0175\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ， $P_{\text{铝}} = 0.029\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ）。同一导体， P 的大小又同温度有关。式中 l 的单位是米 (m)， S 的单位是平方毫米 (mm^2)。

【例 1】有一根 100m 长、 35mm^2 截面的铜导线，问它的电阻值是多少？

【解】已知 $l = 100\text{m}$ ， $S = 35\text{mm}^2$ ， $P = 0.0175\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

把这些数据代入公式

得 $R = 0.05\Omega$

答：该导线的电阻值等于 0.05Ω 。

【例 2】若用直径为 2mm 的锰铜丝绕制一只 1.46Ω 电阻，问需用锰铜丝多少米？（已知锰铜丝的 $P = 0.42\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ）。

【解】已知 $P = 0.42\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ， $R = 1.46\Omega$ ， $D = 2\text{mm}$ 。

$$\text{则：} S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 2^2}{4} = 3.14\text{mm}^2$$

$$\therefore R = P \frac{l}{S} \quad \therefore l = \frac{RS}{P} = \frac{1.46 \times 3.14}{0.42} = 10.88\text{m}$$

答：需用锰铜丝 10.88m。

电阻率的单位，对金属导体等用欧·平方毫米/米 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)，对土壤电阻率，则多用欧·米 ($\Omega \cdot \text{m}$)，即欧·平方米/米 ($\Omega \cdot \text{m}^2/\text{m}$)。

4. 欧姆定律

在电路中，电流的大小与电阻两端电压的高低成正比，而与电阻大小成反比，以公式表示如下：

$$I (\text{安}) = \frac{U (\text{伏})}{R (\text{欧})}$$

以此，欧姆定律还可下列方式表示之：

$$U (\text{伏}) = I (\text{安}) \times R (\text{欧})$$

$$R (\text{欧}) = \frac{U (\text{伏})}{I (\text{安})}$$

在电路中，如果导线断裂或电路打开，称为开路，电流 I 等于零。如果两根导线相碰，称为短路，电流 I 就变得很大，出现很大的短路电流。

【例3】 设在手电筒电路中，通过电珠的电流为 250mA，电珠两端的电压为 3V，求电珠的电阻。

【解】 已知 $U = 3\text{V}$ ， $I = 250\text{mA} = 0.25\text{A}$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3}{0.25} = 12\Omega$$

答：电珠的电阻是 12Ω 。

【例4】 有一台单相电动机，用两根导线与电源相连接；已知电源电压是 240V，每根导线的电阻是 0.58Ω （见图 1-4），当电路中流过的电流是 20A 时，问电动机的端电压是多少？

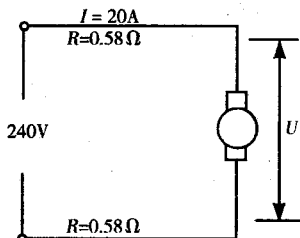


图 1-4

【解】 线路电压降 $= 2 \times I \times R$

$$= 2 \times 20 \times 0.58$$

$$= 23.2\text{V}$$

$$\text{电动机端电压 } U = 240 - 23.2$$

$$= 216.8\text{V}$$

答：电动机的端电压是 216.8V。

5. 电阻的串联和并联

(1) 串联（见图 1-5）：

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I (R_1 + R_2)$$

等效电阻 $R = R_1 + R_2$