

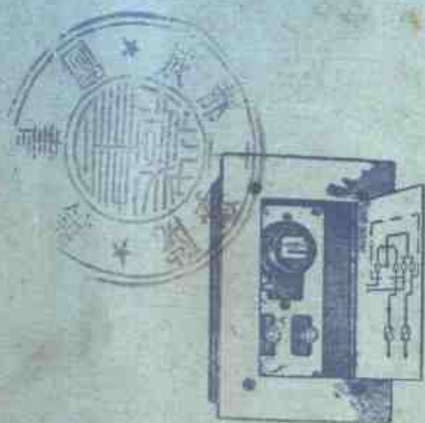
290824

成都工学院图书馆
基本馆藏

设备安装工人技术教材

电气安装

建筑工程部劳动工资司审定



中国工业出版社

設備安裝工人技術教材

電 氣 安 裝

建筑工程部劳动工資司审定
浙江省工业設備安裝公司編

中国工业出版社

工人技术教材

气 安 装

部劳动工资司审定

设备安装公司编

中国工业出版社建筑图书编辑室编(北京修德路丙10号)

中国工业出版社出版(北京修德路丙10号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092/32 · 印张: 15 1/4 · 字数: 172

1962年11月出版第一版 · 1962年11月北京第一次印刷

印数: 11,000 · 定价(7-2) 1.20元

统一书号: 15165 · 1094(· 建工-144)

写在前面

随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，各项建设的规模日益扩大，相应的设备安装技术也越来越复杂和精密。因此，建筑业各方面，尤其是设备安装方面，迫切需要培养大批技术工人。

为了配合安装技工的培训工作，我们组织了浙江省工业设备安装公司、建筑工程部第二工程局工业设备安装公司和山东省工业设备安装公司等单位，统一编成一套安装工技术教材，计有安装钳工、设备起重、焊接、配管、铆接、电气安装、筑炉、通风……等。

这套教材的编写是本着理论知识与操作技术相结合、基本技术和先进经验相结合的精神，文字力求通俗，内容安排循序渐近，对象是高小毕业的学徒工和低级技工，适合于培训讲课之用，同时也可以作为安装技工的自修读物。

编写单位在较短的时间内，抽调了相当多的人力，参考了必要的资料，编成这套教材，为各地培训工作提供了有利的条件，我们表示感谢。但由于大家编写经验不多，所参考的资料也并非都很理想，因而各册之中难免有或多或少的缺点。希望采用单位及应用同志，在教学或阅读当中，提出意见，以便修订改进。

建筑工程部劳动工资司

1961年11月

目 录

第一章 电的基本知識	(1)
第一节 什么是电	(1)
第二节 电流、电压、电阻和欧姆定律	(2)
第三节 电路的联接	(7)
第四节 电流的热效应	(14)
第五节 电功和电功率	(15)
第六节 磁和电磁	(17)
第七节 电磁感应	(20)
第八节 交流电	(22)
第九节 电动机和发电机	(25)
第十节 变压器	(28)
第二章 电工材料	(32)
第一节 导电材料	(32)
第二节 絕緣材料	(36)
第三节 电綫	(43)
第四节 电纜	(50)
第五节 絕緣瓷件	(56)
第六节 电綫管和它的附件	(62)
第三章 电工工具和仪器	(67)
第一节 电工工具	(67)
第二节 常用电工仪器	(74)
第四章 电气施工图的一般知識	(76)
第一节 电气符号的画法表示	(77)
第二节 常用文字电气符号	(91)

第五章 配綫(92)

第一节 瓷瓶、瓷珠和瓷夹配綫(92)

第二节 木槽板配綫(96)

第三节 鉛皮綫配綫(97)

第四节 鉄管配綫(98)

第五节 竣工試驗(101)

第六章 照明裝置的安裝(102)

第一节 概述(102)

第二节 照明器和附屬裝置的安裝(104)

第三节 照明裝置安裝規程(108)

第七章 電纜綫路的安裝(109)

第一节 電纜的敷設方法(109)

第二节 電纜終端頭(電纜頭)和中間接頭的安裝(114)

第三节 電纜綫路安裝規程和試驗(120)

第八章 母綫的安裝(124)

第一节 母綫的加工(124)

第二节 母綫的連接(127)

第三节 母綫的安裝(137)

第四节 安裝規程和試驗(139)

第九章 电机和起動控制設備的安裝(143)

第一节 电机(143)

第二节 起動控制設備(152)

第十章 变电和配电設備的安裝(159)

第一节 变压器(159)

第二节 油开关(168)

第三节 隔離開关(180)

第四节 蓄電池(185)

第五节 陶型避雷器(190)

第六节	电抗器	(193)
第七节	静电电容器、电流互感器和电压互感器	(197)
第八节	成套配电装置的安装和二次配线	(204)
第十一章	架空输电线路的安装	(207)
第一节	线路的测量、杆塔坑和基础的施工	(209)
第二节	杆塔的加工、装配和组立	(211)
第三节	架空导线和避雷线的架设与试验	(218)
第十二章	接地装置	(225)
第一节	接地装置的安装	(226)
第二节	接地装置的试验	(230)
第十三章	安全常识	(233)
第一节	电对人体的危害性和触电后的急救	(233)
第二节	一般安全技术要求	(234)

第一章 电的基本知識

第一节 什么是电

一、电的产生

在很早以前，人們发现：当某些物体互相摩擦以后，再把它們靠近一些輕微的物体（如碎紙片等）时，这些輕微的物体就被吸上来。这种現象就是由于物体經過摩擦以后产生了电的結果。同时又发现，摩擦后所生的电，性質并不相同，它有两种：一种如玻璃与絲綢摩擦在玻璃上所生的电；另一种如硬橡皮与毛皮摩擦在硬橡皮上所生的电。人們把前一种电叫做正电（或阳电），用符号“+”来表示，后一种叫做負电（或阴电），用符号“-”来表示。从这时起，人类开始有了电的知識，并且对它了解得越来越深，它在各方面的应用范围也不断扩大。

二、电子理論

我們已經知道，摩擦可以生电，这是什么原因呢？为了弄清这个問題，讓我們先来看一看物質的构造：

科学已經証明，自然界中的一切物質都是由极小的顆粒——分子所构成，而分子又由原子所构成，每个原子是由带正电的“原子核”和在其周圍不断旋轉的带負电的“电子”所組成（图1-1）。

对于各种不同性質的物質来說，在原子核周圍旋轉的电子数量也不等。如氫有1个电子，銅有29个电子，金有79个电子。

物体在正常状态时，原子核所带的正电和它周圍的电子所带的負电，数量相等，因

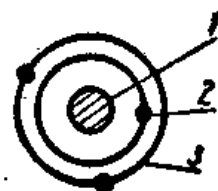


图 1-1 原子結構

1—原子核；2—电子；
3—旋轉軌道

而成中性状态，在这种情况下，一般我們說这个物体沒电。

当物体由于某种外界因素的作用，而使一部分或全部电子离开它本身的原子跑到另外的地方去的时候，失去电子的物体就显示正电，得到电子的物体就显示負电。这时，我們說物体有电。

在絲綢和玻璃摩擦时，在玻璃上产生正电；就是因为玻璃表面跑掉了一些电子；而硬橡皮与毛皮摩擦时，在硬橡皮上产生負电，就是因为硬橡皮表面多得了一些电子。

第二节 电流、电压、电阻和欧姆定律

一、电 流

我們已經知道，原子中的电子在外界的作用下，可以离开原来的原子，跑到另外的地方去。这种能跑出跑进的电子在导体（什么是导体，在第二章講）中有規律的流动就叫做“电流”，代表符号是“ I ”。

电流的大小，常用电流强度來說明。“电流强度”就是在导体中每秒钟所流过的电量的多少，测量它的單位是“安培”，简称“安”，代表符号是“ A ”。

所說1安培的电流，就是指每秒钟在导体中流过1庫倫的电量。

“庫倫”是电量的單位，而电量就是电子的数量。

計算电流强度的公式是：

$$\text{电流强度} (I) = \text{电量} (Q) \div \text{時間} (t)$$

注：時間用秒計算，括弧內的字母是代表符号。

关于电流的方向，很早以前人們就假定电流由正极（带正电的一端）流向負极（带負电的一端）。当电子学說出現以后，才知道实际电流的方向是由負极（即阴极）流向正极（即阳极）。因为电有一种性質，即同性相斥，異性相吸，所以电子由負极向正极跑，造成了由負极流向正极的电流，如图1-2中虛綫箭头所示的方向。但是为了方便起見，現在仍然說电流由正极流向負极。

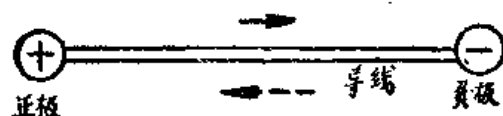


图 1-2 电流的方向

电流一般有直流和交流两种。直流电是指流动方向或极性不变的电流（图1-3）；交流电是指流动方向或极性不断变化的电流（图1-4）。



图 1-3 直流电路（极性不变）



图 1-4 交流电路（极性不断变化）

二、电压（电位和电势）

为了容易了解电压，我们首先来看看水是怎样流动的。

从图1-5和图1-6所示的情况我们可以看出，当两个罐内的水位不同时（如图1-5），水就由水位高的罐经过连接管流到水位低的罐；而当两个罐内的水位相同时（如图1-6），水就不会由一个罐流向另一个罐。这说明，要想使水流动，必须有不同的水位。水流的方向是由高水位地点流向低水位地点。

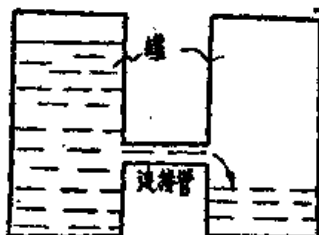


图 1-5 水位不同的两个罐

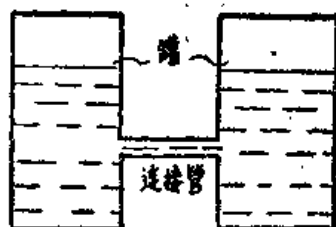


图 1-6 水位相同的两个罐

电也有“电位”，要想使电流流动，导体的两端也必须有不同的电位。

导体两端的电位相差越大，电流就越大；电位相差的越小，电流也越小。在电工学里把导体两端的电位差叫做“电压”，电压的单位是“伏特”，简称“伏”。

电压的代表符号是“ U ”，伏特的代表符号是“ V ”。

在电工学里对于蓄电池和发电机等发电装置两端的电位差，为了与电路区分开，所以不叫电压而叫“电势”。电势的单位也是“伏特”，代表符号是“ E ”。

三、电 阻

当水流通过管子时，会受到阻力，阻力的大小和管子内壁的粗糙程度以及管子粗细、长短有关。管子内壁粗糙、口径细、长度又大时，阻力就大；相反，阻力就小。

同样，电流在导体中流动时，也受到阻力，这种阻力就是“电阻”，代表符号是“ R ”。

主要导电材料的电阻系数

材 料 名 称	电阻系数 (欧/毫米 ² /米)
铝	0.02874
铁	0.1~0.14
铜	0.0175
钢	0.1~0.2
镍	0.09~0.12
银	0.12
铂	0.09~0.11
汞	0.95
银	0.0158
铅	0.21
锌	0.06
镉	0.5
镍铬合金	1.1

測量電阻的單位是“歐姆”，簡稱“歐”，用符號“ Ω ”表示。

導體的電阻，和導體本身的性質、粗細、長短、溫度有關。各種導體電阻的大小，是用電阻係數來表示的。電阻係數越大，電阻也就越大。在同類的導體中，越是細而長的，溫度又高的導體，電阻也越大；相反，電阻就小。但應該注意，導電液體和碳導體却和一般相反，溫度越高，電阻越小，而不是越大。

由表1-1可以看出，銀的電阻最小，其次是銅，再其次是鋁。但因銀很貴，做導電體是不合算的，因此一般在電氣工程上都應用銅和鋁，有時也用鋼。

計算導體的電阻通常採用下面公式：

導體電阻 = 電阻係數 $\times$ 導體長度 $\div$ 導體截面 (1)

如用符號代表時，可寫成：

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

式中：K——電阻係數（歐姆·毫米²/米）；

L——導體的長度（米）；

S——導體截面積（毫米²）。

例題1.有一根銅線，截面積為25平方毫米，長度為250米，求它的電阻是多少（銅的電阻係數是0.0175）？

按公式：電阻 = 電阻係數 $\times$ 長度 $\div$ 截面積

已知：電阻係數 = 0.0175

長度 = 250米

截面積 = 25毫米²

所以 電阻 = $0.0175 \times 250 \div 25$

= 0.0175×10

= 0.175歐姆

四、歐姆定律

我們知道，當水管內的阻力不變時，如果水泵打出的水的壓

力愈大，則水流也愈大；当水泵的水压力不变时，如果水管內的阻力愈大，則水流就愈小。

电压、电流和电阻之間的关系，和上面所讲的水压、水流和水管內的阻力之間的关系是一样的：当电阻一定时，电压与电流成正比；当电压一定时，电流与电阻成反比；当电流一定时，电压与电阻成正比。这种关系就是“欧姆定律”。

为了容易理解其中的反比和正比的关系，可以作这样一个簡單的解釋：如果电路的电阻不变时，电压愈高，电流也愈大；如果电路的电压不变时，电阻愈大，則电流就愈小；如果电路的电流不变，那么电阻愈大，电压也就愈高。

欧姆定律可用下列公式表示出来：

$$\text{电阻}(R) = \text{电压}(U) \div \text{电流}(I) \quad (2)$$

$$\text{电压}(U) = \text{电流}(I) \times \text{电阻}(R) \quad (3)$$

$$\text{电流}(I) = \text{电压}(U) \div \text{电阻}(R) \quad (4)$$

如用符号表示时，可写成：

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

$$U = I \times R$$

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

这三个公式实际上是一个公式的变形，根据一个公式可以算出其中任一个未知数来。

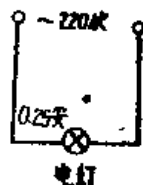
例题2.有一盏电灯，电压是220伏，通过的电流是0.25安，求它的电阻是多少？

按公式：电阻 = 电压 ÷ 电流

已知：电压 = 220伏

电流 = 0.25安

所以 电阻 = $220 \div 0.25$
= 880 欧姆



例题3.另有一个电路，它所接的负载的电阻是275欧，通过的电流为0.4安，求该电路的电压是多少？

按公式：电压=电流×电阻

已知：电流=0.4安

电阻=275欧

所以 电压=0.4×275
=110伏



例题4.有一个电阻器，本身电阻为80欧，外加的电压是48伏，求通过电阻器的电流是多少？

按公式：电流=电压÷电阻

已知：电压=48伏

电阻=80欧

所以 电流=48÷80
=0.6安



习 题

1. 某厂最近买来一捆铝芯电线，截面积为50平方毫米，全长600米，问这捆电线的总电阻是多少（铝的电阻系数是0.0287）？

2. 老李家屋内的一盏电灯，在开着时用电流表测定，知道灯内通过的电流是0.45安，电灯的电压是220伏，求这盏灯的电阻有多大？

3. 有一个电阻器，它的电阻是1,500欧，允许通过的最大电流为0.2安，问该电阻器能使用的最大电压是多少？

4. 某医务所的电热器使用电压为220伏，本身电阻为44欧，求该电热器所用的电流是多少？

第三节 电路的联接

一、电阻的串联

电阻的“串联”就是把一个电阻的头和另一个电阻的尾象串珠一样串接在一根线路中，如图1-7所示。

几个电阻串联以后的总电阻等于各个电阻的和，计算公式如下：

$$\text{总电阻} = \text{电阻}_1 + \text{电阻}_2 + \text{电阻}_3 + \dots \quad (5)$$

注：电阻右下角的1、2、3表示第一个、第二个、第三个电阻。

如果用符号代表时，可写成：

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



图 1-7 三个电阻的串联。

串联电路在电气工程中处处都有，譬如，把一盏电灯接到线路中时，灯泡本身的电阻和线路导线本身的电阻实际上就构成了一个串联电路。这时，整个线路的总电阻应该等于灯泡的电阻和导线电阻的和。又如，有两个110伏同样瓦数的灯泡，而线路的电压是220伏，为了使用这两个灯泡，就可以把它们串联在线路中。这样就增加了线路的电阻，使灯泡内通过的电流仍等于接在110伏时的电流。

例题1.有四盏电灯互相串联，每盏灯的电阻是440欧、500欧、560欧、600欧，求串联后四盏灯的总电阻是多少？

按公式：总电阻 = $440 + 500 + 560 + 600 = 2100$ 欧



二、电阻的并联

“并联”就是把几个电阻的头和头、尾和尾并接起来，如图1-8所示。

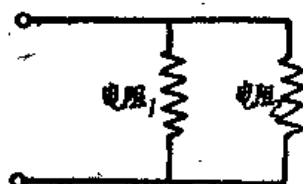


图 1-8 两个电阻的并联

几个电阻并联后的总电阻比每个单独的电阻都小，等于每个电阻的倒数的和的倒数，可用下面公式来计算：

$$\text{总电阻} = 1 \div [(1 \div \text{电阻}_1) + (1 \div \text{电阻}_2) + \dots] \quad (6)$$

若用分数来表示时，可写成：

$$\text{总电阻} = \frac{1}{\frac{1}{\text{电阻}_1} + \frac{1}{\text{电阻}_2} + \dots}$$

如以符号表示时，可写成：

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$$

并联电路的应用比串联电路更常见，例如，在一个线路中接有灯，又接有电热器，又接电扇，或者几台电动机同接于一个线路中，所有这些设备一般都是并联的。

例题2.有两个电阻，其中一个为4欧，另一个为6欧，求并联后的总电阻是多少？

$$\begin{aligned} \text{按公式：总电阻} &= 1 \div [(1 \div 4) + (1 \div 6)] \\ &= 1 \div (0.25 + 0.17) \\ &= 1 \div 0.42 \\ &= 2.38 \text{ 欧} \end{aligned}$$

三、电阻的混联

在一个电路中，有时不只遇到单纯的串联或单纯的并联，而是既有串联又有并联，这就叫做“混联”。这种电路叫混联电路，如图1-9所示。

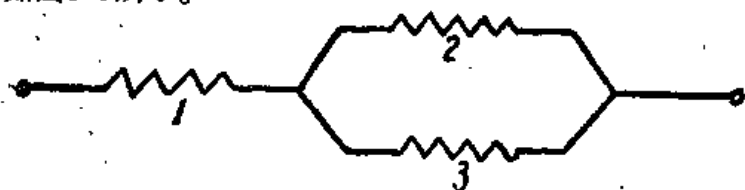


图 1-9 简单的混联电路

数个电阻混联后的总电阻的计算方法是，按串联与并联的公式分别地逐步进行计算。解题时，哪一部分能够很顺利地算出就先算哪一部分。混联电路也是常常见到的，例如在电动机的供电

线路中有时串接一个电流表，并接一个电压表，此时电动机、电流表与电压表三者之间就是混联关系。

例题3.有三个电阻，如图1-9所示的情况进行混联，电阻 $_1=6$ 欧，电阻 $_2=4$ 欧，电阻 $_3=2$ 欧，求混联后的总电阻是多少？

注：由图中可以看出，此题我们必须先算其中的并联部分，求出并联的总电阻后，再算出串联的总电阻，两者相加为电阻值即为混联后的总电阻。若是先解串联部分是无法解的，因为电阻 $_2$ 和电阻 $_3$ 还并联着。

第一步：解电阻 $_2$ 与电阻 $_3$ 的并联

按公式：总电阻 $=1 \div [(1 \div \text{电阻}_2) + (1 \div \text{电阻}_3)]$

已知：电阻 $_2=4$ 欧

电阻 $_3=2$ 欧

所以 总电阻 $=1 \div [(1 \div 4) + (1 \div 2)]$

$$=1 \div [0.25 + 0.5]$$

$$=1 \div 0.75$$

$$=1.33 \text{ 欧}$$



第二步：解并联部分总电阻与电阻 $_1$ 的串联

按公式：总电阻 $=$ 电阻 $_1$ $+$ 并联部分总电阻

已知：电阻 $_1=6$ 欧

并联部分总电阻 $=1.33$ 欧



所以 总电阻 $=6 + 1.33$

$$=7.33 \text{ 欧 (即混联后总电阻)}$$

四、串联电路的电流

在有串联电阻的电路中（比如几个灯泡串联），电流的通路只有一个，所以电流的数值等于电路的电压被串联的总电阻来除。

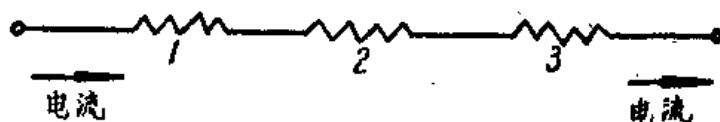


图 1-10 串联电路的电流

例题4.如图 1-10 所示的串联电路中，有三个电阻器，电阻