

土木建筑工人
技术等级培训教材

试验工

(高级工)

本培训教材编委会 组织编写



中国建筑工业出版社

土木建筑工人技术等级培训教材

试 验 工

(高级工)

本培训教材编委会 组织编写

陕西省建筑科学研究设计院 王华生 主笔
陕西省建筑科学研究设计院 赵慧如
陕西省建筑装饰工程公司 王江南 编

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

土木建筑工人技术等级培训教材

试 验 工

(高 级 工)

本培训教材编委会 组织编写

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

河北省蔚县印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 10¹/₂ 字数: 225千字

1992年9月第一版 1992年9月第一次印刷

印数: 1—7,000册 定价: 4.25元

ISBN7-112-01750-5/TU·1329

(6782)

本书是建设部教育司审定的“土木建筑工人技术等级培训教材”之一，是根据《土木建筑工人技术等级标准》编写的，内容包括电工学、化学基本知识、绝热和吸声材料、墙体材料、装饰材料、耐腐蚀材料、胶粘剂、特种混凝土等的技术性能与试验方法、土工试验及地基、桩基、大跨度结构与砌体强度等试验方法以及混凝土非破损测试技术。

本书是建设部指定的高级试验工的岗位培训教材，亦可供从事土木工程有关人员参考。

出 版 说 明

为贯彻落实1991年建设部教育工作会议精神，认真搞好建设系统职工的培训工作，尽快提高建设系统职工队伍的技术素质，我司在注意吸收国内外先进培训经验的基础上，组织编写了本套“土木建筑工人技术等级培训教材”。

该套教材覆盖了土木建筑十一个主要工种。每个工种的教材按初级工、中级工和高级工三等级编写，并附有一本《土木建筑工人技术等级培训计划与培训大纲》与之配套，全套教材共计34种。

本套教材在编写时以《土木建筑工人技术等级标准》(JGJ42—88)为依据，针对目前建设系统职工技术素质的实际情况和职工培训的实际需要，力求做到应知应会相结合。全套教材突出实用性，即侧重于全面提高职工的操作技能，并较详细地介绍了成熟的、并已推广应用的新材料、新技术、新工艺、新机具，同时兼顾了各地区的特点。初、中、高三等级的教材内容既不重复，又相互衔接，逐步深化。培训计划与培训大纲在编写时力求做到实用、具体，并列出了考核项目，供各地参照执行。

本套教材及培训计划与培训大纲已通过全国各省市有关方面专家的审定，现由中国建筑工业出版社出版，可供建设系统土木建筑工人培训、自学及技术比赛用。在使用过程中如发现问题，请及时函告我们，以便修正。

建设部教育司

1992.2

“土木建筑工人技术等级培训教材”编委会

主任委员：杨筱悌 朱象清

委员（以姓氏笔画为序）：王华生 孙宜宜

杜同昌 周汉生 胡仁山 赵福庆 龚佳龙

戴兆镛 瞿学义

目 录

一、电工学基本知识	1
(一) 交、直流电知识	1
(二) 电磁知识	11
(三) 电子技术常识	14
复习思考题	20
二、化学基本知识	22
(一) 化学的基本概念和基本定律	22
(二) 溶液的基本知识	25
(三) 电离学说	26
(四) 硅和硅的化合物的基本知识	29
(五) 表面化学的基本知识	32
复习思考题	39
三、绝热、吸声材料	40
(一) 绝热、吸声材料的技术性能	41
(二) 绝热、吸声材料的试验方法	51
复习思考题	77
四、墙体材料的质量标准和试验方法	78
(一) 蒸压加气混凝土砌块	78
(二) 混凝土小型空心砌块	92
(三) 粉煤灰硅酸盐砌块	100
复习思考题	104
五、装饰材料	105
(一) 内墙装饰材料	105
(二) 顶棚装饰材料	111

(三) 地面装饰材料	113
(四) 装饰材料主要性能试验方法	115
复习思考题	136
六、耐腐蚀材料	137
(一) 耐腐蚀材料的技术性能	137
(二) 耐腐蚀材料技术性能的试验方法	156
复习思考题	174
七、胶粘剂	175
(一) 胶粘剂的分类和技术性能	175
(二) 胶粘剂试验方法	179
复习思考题	190
八、特种混凝土	191
(一) 耐火混凝土	191
(二) 纤维增强混凝土	204
(三) 聚合物混凝土	209
复习思考题	212
九、土工试验	213
(一) 特殊土主要性质	213
(二) 固结试验	216
(三) 黄土湿陷试验	222
(四) 无侧限抗压强度试验	225
复习思考题	227
十、地基与桩基承载力的试验	228
(一) 静力荷载试验	228
(二) 用触探法测定地基承载力	236
(三) 桩基承载力试验	241
(四) 桩的动荷载试验	248
复习思考题	250
十一、大跨度结构试验	251

(一) 桁架试验	251
(二) 壳体结构试验	258
(三) 静载试验量测仪器的应用	260
复习思考题	267
十二、砌体强度试验	268
(一) 砖砌体抗压强度试验	268
(二) 砌体抗剪强度试验	270
(三) 土墙砌体的抗压强度试验	273
复习思考题	274
十三、混凝土非破损试验与半破损试验	275
(一) 回弹法评定混凝土强度	277
(二) 超声波测定混凝土强度	300
(三) 超声波测定混凝土缺陷	304
(四) 混凝土强度的半破损试验	309
复习思考题	311
附录 高级试验工技术标准	312
主要参考文献	313

一、电工学基本知识

“电工学”是一门研究用电技术的基本理论和基本方法的科学。一般如直流电路、交流电路、带有铁芯的电路、电子电路；电子器件，如晶体管、晶闸管及集成电路等。在试验工作中用的电路往往是综合的，有交流电路，也有直流电路，甚至有电子控制电路。但这里只能讲述一些最基本的知识。

（一）交、直流电知识

1. 直流电路

电流或电压的大小和方向是不随时间变化的，称直流电，使用直流电工作的电路称为直流电路。在施工中的电焊机、对焊机，试验用的许多电子仪器设备，如电阻应变仪、应力传感器等；在日常生活中使用的收录机、电视机等大多数日用电器也都是用整流设备将交流电变换成直流电，用直流电来进行工作的。

（1）电荷与电场

1) 电荷：电荷有正、负两种，且有互相作用力，同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引。物体平时不显示出带电现象，但由于某种外力的作用（如摩擦），使一物体中带负电子的电子摆脱了原子核的束缚而跑到另一物体中去，结果，得到电子的物体带负电，失去电子的物体带正电。

电荷是一种客观存在的物质，既不能创造，也不能消灭，只能从一个物体转移到另一个物体，这叫做电荷守恒定律。

物体所带电荷的多少称为电荷量或电量，用 Q 或 q 表示，

单位是库仑 (C), 1C 约等于 6.25×10^{18} 个电子所带的电量。

2) 电场: 两带电体或两电荷量虽没有直接接触, 但它们之间都存在着相互作用, 它不但能发生在原子内部, 而且也能发生在没有分子、原子的所谓真空中。由此可见, 在电荷周围存在着一种特殊物质, 两电荷之间的相互作用就是通过这种特殊物质来进行的, 因此我们把伴随着电荷而同时存在并对电荷有作用力的特殊物质称为电场。静止电荷周围的电场称为静电场。

电场具有两个特性: 一是位于电场中的任何带电体都会受到电场力的作用; 二是带电体在电场中受到电场力的作用移动时, 电场要做功, 这说明电场具有能量。

(2) 电流与电流强度

1) 电流: 电荷有规则的定向运动称为电流。规定正电荷运动的方向为电流的方向, 因此电子运动的方向与电流的方向相反。

2) 电流强度: 电流强度就是单位时间通过导线横截面的电量, 用 I 表示。如果用符号 Q 表示通过导线某一横截面的电量, t 表示通过电量 Q 所需的时间, 则通过该截面的电流

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

式中 I ——电流 (A);

Q ——电量 (C);

t ——时间 (s)。

(3) 电位与电位差: 物体所处的高度越高, 则物体的位能就越大, 因此它所具有作功的能力也就越大。比如打夯, 就是使夯从一定高度落下, 把土夯实。如果我们将电荷放到

电场中，同样由于电荷在电场中所处的位置不同而具有不同的位能，称它为电位能。电位能的大小是根据所选择的参考点（即位置）而确定的。为了比较电场中各点电位能的大小，我们用电位一词，即电场力将单位正电荷从电场中的某点移到参考点（参考点的电位规定为零）所做的功，叫做该点的电位。两点电位的差别叫两点之间的电位差（亦称电压）。电压的单位为伏特（V）。

（4）电源与电动势：在重力的作用下，水总是从高水位处流向低水位处，这是因高低水位存在着水位差。要使水不断地流，就必须保持这个水位差，一般是用水泵把水从低处送到高处，这里的水泵就产生一个与重力相反的力，称非重力，就是这个非重力把水由低水位送到高水位，保持这个水位差的。同理，要使手电筒不断发光，就要在灯泡两极接上电池，也就相当于水泵，这就是电源，其作用就是因电源内部产生一个与电场力方向相反的力，称非电场力。用这个非电场力将正电荷不断地由电源的负极（低电位处）送往电源的正极（高电位处），使灯丝两端保持一定的电位差，而使灯泡不断发光。

在电源内部非电场力将单位正电荷从电源负极移到正极所做的功，称为电源的电动势。

（5）电阻和欧姆定律

1) 电阻：通常将物质的导电性能分为导体（如铜、铝、铁等）、半导体（如硅、锗等）和绝缘体（如玻璃、云母、陶瓷等）三大类。导体对电流的阻碍称为电阻，用符号 R 表示，单位是欧姆（ Ω ），用导体两端的电压和通过导体的电流的比值表示，即

$$1(\Omega) = \frac{1(V)}{1(A)}$$

导体的电阻不仅和导体的材料种类有关，而且还和导体的尺寸有关。实验证明，同一材料导体的电阻和导体的横截面积成反比，而和导体的长度成正比。即导体的横截面积愈大，电阻就愈小；导体愈长，电阻就愈大。

电阻率是长度1m，截面积为1mm²导体的电阻值，而它的倒数，叫电导（G），即

$$G = \frac{1}{R}$$

电阻率比较高的材料主要用来制造各种电阻元件。如镍铬合金的电阻率较高，并有长期承受高温的能力，因此一般用来制造电热器的发热电阻丝。

2) 欧姆定律：在一电阻电路中，电流的大小与电阻两端电压的高低成正比，而与电阻的阻值大小成反比，这一规律称为欧姆定律，即

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

式中 I ——电流（A）；

U ——电压（V）；

R ——电阻（ Ω ）。

(6) 电阻的串联：在实际电路中，往往把几个电阻首尾依次连接起来，使通过这几个电阻的电流为同一个电流，则称这几个电阻的连接方式为串联电阻。电阻串联的电路有三个特点：

1) 总电流与各电阻中的电流相等，即

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$

2) 总电压等于各电阻上的电压之和，即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n$$

这说明串联电阻可以分压。

3) 总电阻等于各电阻之和, 即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

这说明串联电阻后总电阻增大。

(7) 电阻的并联: 将几个电阻的首端与首端、末端与末端分别连接在一起, 使作用在这几个电阻上的电压为同一个电压, 则这几个电阻的连接方式称为并联, 如图1-1。

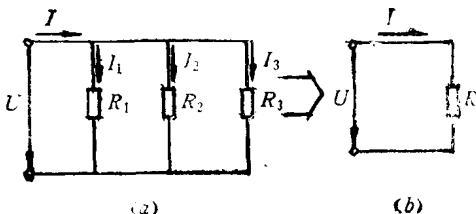


图 1-1 电阻的并联电路及其等效电路
电阻并联的电路中有如下三个特点:

1) 总电压与各电阻两端的电压相等, 即

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \cdots = U_n$$

2) 总电流等于流过各电阻中的电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n$$

此一特点说明电阻并联可以分流。

3) 总电阻的倒数等于各电阻的倒数之和, 即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

此一特点说明电阻并联后总电阻值减小。如果电路中有两个电阻 R_1 和 R_2 并联, 这时总电阻的倒数等于这两个电阻的倒数之和, 即

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

则两电阻并联后的总电阻为

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

但在实际电路中，可能既有电阻串联，也有电阻并联，我们则称这样的电路为电阻的混联电路。

(8) 电功与电功率

1) 电功：当有电流流过灯泡或电炉时，灯泡会发光，电炉会发热，这说明电流流过这些设备时做了功，称电流所做的功为电功。实际上它是一种能量的转换。能量转换其总和保持不变，这就是能量守恒与转换定律。如电能，大都由热能（火力发电）和水能（水力发电）转化而来。再把电能转换成工农业生产和人民生活需要的能量。

2) 电功率：单位时间内电流所做的功，称为电功率（用 P 表示）。它是用来衡量电能转变为其他形式能量的速度的物理量，用下式表示：

$$P = \frac{A}{t}$$

式中 A ——电流所做的功（J）；

t ——电流做功的时间。

电功率的单位是瓦特（W），即在1s内电流所做的功是1J，则电功率为1W。

(9) 电流的热效应：当电流通过电阻时，电阻的温度会逐渐升高。这是因为电阻所吸收的电能转换成了热能的缘故，称这一现象为电流的热效应。

(10) 电容器：电容器是在电器中经常使用的一种元件，它是由两块金属导体，相距很近，中间用绝缘材料隔开而构成的。两块金属板称为电容器的极板，两极板间的绝缘

物质称为电容器的介质。当把电容器安入电路时，电容器的两块极板就分别带上数量相等而符号相反的电荷。与电源正极相联的极板带正电荷，与电源负极相联的极板带负电荷。所以说电容器就是储存电荷的容器。

2. 交流电路

当电流或电压的大小和方向随时间作周期性变化的统称交流电。图形有正弦波、方波和三角波，其中随时间按正弦规律变化的交流电源或电压称为正弦交流电；以交流电的形式产生电能或供给电能的设备，称为交流电源；使用交流电工作的电路称为交流电路。

交流电源和交流电路的应用很广，如施工照明、动力机械、材料试验机等。它有许多优点，如可利用变压器把电压升高或降低；远距离输送能量损失少；交流电机构造比直流电机简单，成本低等。

(1) 正弦交流电动势的产生：一个随着时间按正弦规律作周期性变化的电动势称为正弦电动势，由交流发电机产生。图1-2是交流发电机的基本原理。它由磁极线圈、滑环

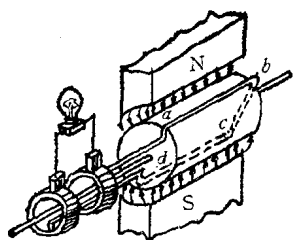


图 1-2 交流发电机原理

和电刷等组成。其中绕有线圈的圆柱，是发电机的转动部分，称为电枢(或转子)；线圈的两端分别与两个彼此绝缘的滑环连接，滑环又通过电刷与外电路接通，构成闭合回路。当转子转动时，

由于线圈作切割磁力线运动，则在线圈中就会产生感生电动势，并通过电刷送到外电路。

为了获得正弦交变电动势，将发电机的磁极制成一定的

形状，并使两磁极中点处磁感应强度最大为 B_m ，而在磁极中性面处平面磁感应强度最小为零，当线圈的位置与中性面成 α 角时，该处的磁感应强度为

$$B = B_m \sin \alpha$$

所以，磁场的磁感应强度沿着转子圆周表面是按正弦规律分布。

由于导体在磁场中运动时所产生的感应电动势的大小是由磁场强度 B 、导线长度 L 和导线垂直于磁场的运动速度 v 决定的，当 v 、 L 一定时，感应电动势的大小就决定于磁感应强度 B 的大小。当线圈在磁场中的位置不同时，磁感应强度与感应电动势都按一定规律变化着。如果我们把导线在圆周上移动的位置展开，并用直角坐标的横轴代表 α 角，在纵轴上画出导线在不同 α 角时所产生的感应电动势的大小，就得到一条正弦曲线，它证明交流发电机绕组中产生的感应电动势（用 e 表示）是按正弦规律变化的，它是 α 角的函数，表达式为

$$e = E_m \sin \alpha$$

当绕组转动的角速度为 ω 时， $\alpha = \omega t$ 。故感应电动势也可表达为

$$e = E_m \sin \omega t$$

式中 E_m ——正弦交变电动势的最大值；

ωt ——表示电动势 e 在 t 时刻的角度；叫做电动势的相位或相位角。

(2) 周期、频率和角频率：交流电变化一个循环所需的时间叫周期，用 T 表示，单位为s。1s内交流电变化的周数叫频率，用 f 表示，单位为Hz。上述定义可用下式表示，即