

建筑安装工人
中级技术培训教材

建筑 电工

江苏省建筑工程局教育处主编

上海科学技术出版社

建筑安装工人中级技术培训教材

建 筑 电 工

江苏省建筑工程局教育处 主编

上海科学技术出版社

建筑安装工人中级技术培训教材

建 筑 电 工

江苏省建筑工程局教育处 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 10.25 字数 223,000

1988 年 1 月第 1 版 1988 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—71,100

ISBN7-5323-0035-8/TU·5

统一书号: 15119·2592 定价: 1.95 元

教材审定领导小组成员

组 长 盛 超 陈锡澜

副组长 浦联馥

成 员 杨延余 熊杰民 庄宪成

郑金来 史湛华

前 言

为了确保“七五”期末形成一支以具有中级技术水平的工人为主体的、技术等级结构比较合理，有较高文化、技术素质的工人队伍，抓紧、抓好工人中级技术培训这个重点，保证工人中级技术培训质量，我们会同省建筑职工教育研究会组织苏州、无锡、常州、南京、南通、扬州等市建工系统的工程技术干部、专职教育干部和专业课教师，根据城乡建设环境保护部颁布的《建筑安装工人中级技术理论教学计划 and 教学大纲》，结合江苏建筑业的实际，吸取兄弟省市经验，编写了《建筑识图与制图》、《建筑测量》、《建筑力学》、《建筑机械》、《建筑电工》、《木工工艺学》、《瓦工工艺学》、《钢筋混凝土工艺学》、《油漆油毡工艺学》、《装饰工艺学》等十本书。经江苏省建工系统工人中级技术培训教材审定领导小组邀集了近七十名高、中级工程技术人员和有丰富实践经验的工人对上述诸书逐一审定，这套教材可作为建筑安装企业土建类各主要工种工人中级（四、五、六级）技术培训理论教学的教材或自学用书，并以本教材作为全省建工系统工人中级技术培训理论考试命题的依据。

在组织编写这套教材时，我们既考虑了建筑安装企业各主要工种应具备的基础理论知识和专业技能，又考虑了各工种之间的相互衔接和配套；既考虑了学习对象目前的实际情况，又考虑了建筑业今后的发展趋势。力求做到文字通俗易懂。

懂,概念明确清楚,侧重实践环节,尽可能采用国家颁布的新标准、新规范、新符号及法定计量单位,努力使教材具有针对性、系统性、先进性和实用性。但由于时间仓促、经验不足,这套教材难免有错误或不妥之处,请读者批评、指正。

在编写这套教材的过程中,得到了全省各市建筑主管部门的大力支持,在此表示感谢。

本书由常州市工业设备安装公司马玉荣同志编写,江苏省建筑职工大学史湛华同志审阅。此外,苏州市工业设备安装公司俞邦喜和无锡市第一建筑工程公司陆裕基同志亦参与审稿。

江苏省建筑工程局教育处

一九八六年十月

目 录

前 言

第一章 直流电路	1
第一节 电荷与电场.....	1
第二节 电位与电压.....	5
第三节 电流、电路、电动势.....	9
第四节 导体、电阻和绝缘体.....	15
第五节 欧姆定律.....	18
第六节 电阻的串联与并联.....	22
第七节 电功、电功率.....	29
第八节 电容器.....	32
本章小结.....	38
习 题.....	41
第二章 电与磁	44
第一节 磁的基本知识.....	44
第二节 电流的磁效应.....	47
第三节 磁场对电流的作用.....	49
第四节 电磁感应.....	51
第五节 自感与互感.....	57
本章小结.....	60
习 题.....	61
第三章 交流电路	65

第一节	交流电的基本概念	65
第二节	正弦交流电的产生	66
第三节	正弦交流电的基本物理量	70
第四节	正弦交流电的矢量表示法	76
第五节	单相交流电路	79
第六节	RL 串联电路	92
第七节	功率因数的重要意义	98
第八节	提高功率因数的方法	99
第九节	三相交流电	104
本章小结		115
习 题		118
第四章	变压器	121
第一节	概述	121
第二节	变压器的结构	122
第三节	变压器的变压原理	125
第四节	三相变压器	128
第五节	特殊变压器	133
本章小结		141
习 题		143
第五章	三相异步电动机	144
第一节	概述	144
第二节	三相异步电动机的结构	144
第三节	旋转磁场	147
第四节	异步电动机工作原理及工作特性	152
第五节	三相异步电动机的铭牌	157
第六节	正确使用三相异步电动机	161
第七节	小型电动机的使用	172

第八节 单相异步电动机.....	174
本章小结.....	177
习 题.....	178
第六章 低压电器和控制线路.....	180
第一节 概述.....	180
第二节 开关设备.....	182
第三节 熔断器.....	190
第四节 主令电器.....	193
第五节 接触器.....	196
第六节 继电器.....	198
第七节 磁力起动器.....	202
第八节 制动电气设备.....	203
第九节 电气控制电路.....	204
本章小结.....	213
习 题.....	214
第七章 电子技术知识.....	215
第一节 半导体基础知识.....	215
第二节 二极管.....	219
第三节 单相整流电路.....	225
第四节 半导体三极管.....	231
第五节 可控硅.....	236
第六节 用于生产中的晶体管简单电路举例.....	240
本章小结.....	241
习 题.....	243
第八章 安全用电.....	245
第一节 概述.....	245
第二节 安全电压.....	252

第三节	触电急救	253
第四节	防止触电的技术措施	257
第五节	保护接地和保护接零	259
第六节	电气安全装置	267
本章小结		272
习 题		273
第九章	电气照明	275
一、	电气照明概说	275
二、	照明设备	276
三、	电气照明基本线路	280
四、	电气照明施工图	280
五、	室内照明线路施工	286
附录一	电工常用文字及符号	288
附录二	电力、照明、常用设备、电器图形和符号	290
附录三	电力拖动中常用低压电器和电机图形符号	298
附录四	常用低压电器规格	304
附录五	几种常用电气器具和设备电流估算表	310
附录六	常用导线的安全载流表	313

第一章 直流电路

第一节 电荷与电场

一、电荷

人们从物质的相互摩擦发现了电荷，那么为什么摩擦就能生电呢？这些电荷是从那里来的呢？这要从物质的电结构来分析。

世界上的一切物质都是由许多分子组成，而分子是由更小的微粒原子组成，原子又是由一个带正电的原子核和许多带负电的电子组成，电子绕原子核按一定轨道高速旋转，原子核也还可再分，由带正电的质子和不带电的中子组成。所以‘我们说物质具有电的结构。带正电的微粒我们说它带有正电荷，以“+”表示；带负电的微粒我们说它带有负电荷，以“-”表示。在通常情况下，原子核所带的正电荷数跟电子所带的负电荷数相等，并且互相吸引着，因此，整个原子对外不显电性，叫中和“状态”。整个物体也呈中性。图 1-1 为原子的电结构图。

电子被束缚在原子结构内，最外层的电子束缚在原子结构内不如内层电子那样牢固，当受外力影响时，这些外层的电子较易摆脱原子核正电的束缚跑出来，破坏了原子核和电子的平衡条件。失去电子的物质，负电减少，对外显正电；获得了电子，负电增多，对外显负电。带有这些正或负电荷的物体

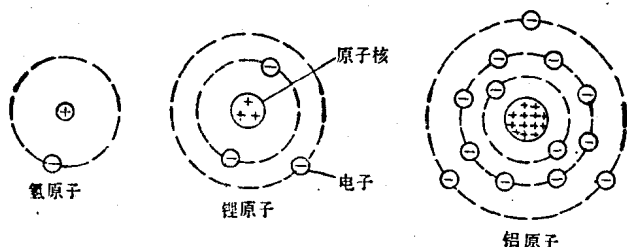


图 1-1 原子的电结构图

叫带电体,带电体(或带电粒子如质子、电子)所带电荷的多少叫电量,用 q 或 Q 来表示。国际单位制(SI)中电量的单位是库仑,简称库,用“C”表示。1 库约等于 6.24×10^{18} 个电子所带的电量。

电荷是一种客观存在的物质,它既不能创造,也不能消灭,只能从一个物体转移到另一个物体,这就是电荷守恒。

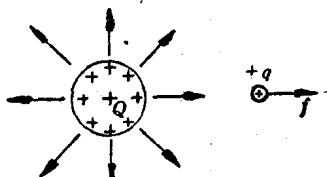
二、电场、电场强度、电力线

带有同种电荷的两个物体相排斥,带有异种电荷的两个物体相吸引。这说明了电荷之间(或带电体之间)存在着相互作用力。这种力不是通过电荷(或带电体)本身的直接接触,而是通过电荷(或带电体)周围的特殊空间起作用。凡是有电荷,它的周围就存在一种特殊物质,这种特殊物质被称为电场。电荷(或带电体)间的相互作用力实际上是电场对电荷的作用力,我们称它为电场力。

在电荷(或带电体)周围存在着电场,电场的性质首先是电场对处在其中的电荷有力的作用。下面我们通过实验来研究。

在带有正电荷 Q 的带电体周围的电场中,引入一个电量很小的正电荷 q ,它几乎不改变原有电场的分布,我们称它为

试验电荷,如图 1-2(a) 所示。由于 Q 与 q 都带有正电荷,即同性电荷,那么 q 就受到了 Q 产生的电场对它的作用力,而且是推斥的力,这个力就是电场力,用“ f ”来表示,它作用在 q 上,方向在 Q 和 q 的连线上,向外背向 $+Q$ 。



如果带电体 Q 带负电,那么试验电荷 q 在 $-Q$ 的电场中受到吸引的电场力 f' ,如图 1-2(b) 所示。 f' 作用在 q 上,方向在 Q 和 q 的连线上,向内指向 $-Q$ 。

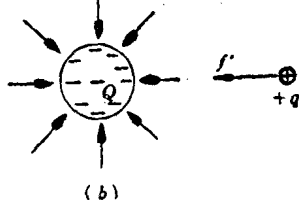


图 1-2 电场

试验电荷 q 在电场中不同的点所受到的电场力一般是不相等的,说明电场中不同的点电场的强弱是不同的。

如果在电场中的某一点试验电荷 q 所受的电场力为 f ,在同一点将试验电荷 q 增大为 $2q, 3q, \dots, nq$,则发现它所受的电场力也将增大为 $2f, 3f, \dots, nf$,这说明了对于电场中固定的某一点来讲,电场力 f 的大小和试验电荷的电量 q 成正比。而且比值 $f/q = 2f/2q = 3f/3q = nf/nq$,这是个恒量,它不会随 q 的多少而改变。同样,在电场中不同的点 b, c, d 的 $F_b/q, F_c/q, F_d/q$ 也都分别是恒值,但不同的点,这个比值一般是不相等的。我们用它来衡量试验电荷所在点的电场强弱,叫做这一点的电场强度,用 E 来表示。写成公式为:

$$E = \frac{F}{q} \quad (1-1)$$

式中: E ——电场强度,单位是伏特/米,简称伏/米,用 V/m

表示($1 \text{ 伏/米} = 1 \text{ 牛/库}$);

F ——电场力,单位是牛顿,简称牛,用 N 表示;

q ——检验电荷的电量(库)。

公式说明了电场中任意一点的电场强度,在数值上等于放在该点的单位正电荷所受电场力的大小。电场强度是矢量,方向规定为正电荷在该点所受电场力的方向。

研究电场时,我们可以在电场中画出一系列曲线,使曲线上任何一点的切线方向都跟该点的电场强度的方向相同,这些曲线就叫电力线,见图 1-3。

在单个的正电荷或负电荷所形成的电场中,电力线呈辐射状发散或会聚,见图 1-2。

一对平行板电极之间的电场,各点的电场强度完全相同,这种电场叫匀强电场,见图 1-4(a)。一个带电球体周围的电场,各点的电场强度都不相同,这种电场叫不均匀电场,见图 1-4(b)。

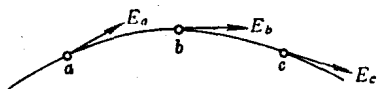
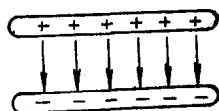
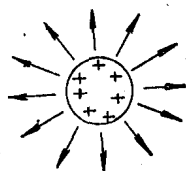


图 1-3 一条电力线



(a)



(b)

图 1-4 电场的分类

第二节 电位与电压

一、电势能(电位能)

在重力场中,由物体和地球的相对位置而决定的能,叫重力势能。当物体由于地球的吸引力而下落时,重力对物体做功,物体相对于地面的高度减少,重力势能也随之减少。当物体在外力作用下上升时,外力克服重力做功,物体相对于地面的高度增加,重力势能也随之增加。和物体要受到地球的重力作用的情况相似,电荷在电场中也要受到电场力的作用,在电场中移动电荷时,电场力也要对电荷做功。当顺着电场力的方向移动电荷时,电场力做正功;当逆着电场力的方向移动电荷时,电场力做负功,即外力克服电场力做功。和重力势能相似,我们也可用电势能来说明电场中移动电荷的做功情况,电荷在电场中所具有的势能称为电势能。当电场力对电荷作正功时,电势能减少,减少的数值等于电场力所做的功;当电场力对电荷做负功即外力做功时,电荷具有的电势能增加,增加的数值等于外力所做的功。

电势能用“ E_p ”表示,单位为焦耳,简称焦,用J表示。

电势能是个标量。所谓标量,就是只有大小,没有方向的量,如功、能、温度等物理量都是标量。但标量可有正负之分,如温度有正负、势能也有正负。

在计算重力势能的大小时,一般取物体在地面上的重力势能为零。我们在讨论电势能的时候,通常以大地电势能(电位能)为零。因此,电荷在某一点具有的电势能的大小,就可以用电荷从该点移到电势能为零的大地,电场力所做的功来量度。

无论是重力势能的零势能点,还是电势能的零势能点,其选择都是任意的。

二、电势(电位)

对于电场中任一确定的点来说,我们引入试验电荷 q , 作用在 q 上的电场力为 F , 把 q 移到电势能为零的地方, 电场力所做的功为 W , 即试验电荷 q 在该点所具有的电势能为 W ($E_p = W$), 当试验电荷的电量增加 n 倍(即 nq)时, 它所受到的电场力也增加 n 倍(即 nF), 把该电荷移到电势能为零的地方, 电场力所做的功同样也增加 n 倍(即 nW), 这时试验电荷在该点上具有的电势能为 nE_p , 即增加 n 倍。对于该点而言, 试验电荷的电势能如电量的比值为一定值, 即:

$$E_p/q = nE_p/nq$$

它反映出该点的电场本身的能量特性。我们把在电场某一点电荷所具有的电势能和它的电量的比值叫做该点的电势(或电位)。如果用 φ 来表示电势, 则有

$$\varphi = \frac{E_p}{q} \quad (1-2)$$

式中: φ ——电荷在电场中某点的电势(伏);

q ——试验电荷所带的电量(库);

E_p ——电荷 q 在某点的电势能(焦)。

在电场中, 电荷在任一点都有一定的电势能, 也就有一定的电势。在电场中, 电势能(电位能)为零处, 电势(电位)也为零, 我们称该点为电势(电位)的参考点, 也叫零电位点。因为电势能的参考点(零电势能点)的选择是任意的, 所以电势(电位)的参考点也是可以任意选择的。在工程中, 通常选择大地为参考点, 大地电位为零。电源也往往有一端接地, 从接地端引出的供电线称为地线, 其电位亦为零。工厂中也将设备外

壳用导线与大地连接,使其电位为零,进行接地保护。电子线路中把金属底板、机壳或某些公共点选为零电位点。

三、电压(电势差、电位差)

在选择不同的位置作零电势时,电场中某点的电势的数值将随之改变,但电场中任意两点间电势的差值却保持不变。在电场中两点间电势的差值叫做电势差,也叫做电压。

设电场中 A 、 B 两点的电势分别为 φ_A 和 φ_B , 如果 $\varphi_A > \varphi_B$, 两点间的电势差 U_{AB} 就是:

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$$

根据电势的定义,得到

$$\varphi_A = \frac{E_{PA}}{q}, \quad \varphi_B = \frac{E_{PB}}{q}$$

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{E_{PA} - E_{PB}}{q} = \frac{W_{AB}}{q} \quad (1-3)$$

式中: W_{AB} ——电荷 q 从电场中 A 点移到 B 点时电场所做的功(焦);

U_{AB} —— A 、 B 两点间的电压(伏)。

在需要测量很低的电压时,常用毫伏(mV)或微伏(μV)作计量单位,

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

$$1 \text{ 微伏}(\mu V) = 10^{-6} \text{ 伏}$$

需要测量很高的电压时,用千伏(kv)作计量单位。

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 1000 \text{ 伏} = 10^3 \text{ 伏}$$

由此可见, A 、 B 两点间的电势差 U_{AB} 在数值上等于把单位正电荷从电场中 A 点移到 B 点时电场力所做的功。如果知道了电场中两点间的电势差(即电压)的数值,可以不必去求电场力和位移,就能方便地求出电场力所做的功,即: