



工 人 普 及 读 物

电工学基础

《电工学基础》编写组 编

國 防 工 業 出 版 社

3.1
74.1
2

工人普及读物

电工学基础

《电工学基础》编写组 编

31478/58

国防工业出版社
107C 1

1974

内 容 简 介

本书叙述了电的基本知识，电工仪表、电工材料、电机、控制电器与控制线路、发电厂与车间配电的概述、工业电子学和安全用电等方面的基本原理。

本书可供新入厂工人在学习电工学基础理论知识方面的参考，也可供工厂企业电工学习班教学参考。

工 人 普 及 读 物

电 工 学 基 础

《电工学基础》编写组 编

*

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

上海群众印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张15 322千字

1974年2月第一版 1974年6月第三次印刷 印数：320,001—480,000册

统一书号：15034·1319 定 价：0.95元

出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《电工学基础》是北京电子管厂主编的，参加编写的单位有：国营曙光电机厂、内蒙第二机械厂、渤海造船厂等。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见的工作还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

第一章 电的基本知识	5
第一节 静电	5
第二节 直流电路	13
第三节 磁场及电磁感应	41
第四节 交流电路	72
第五节 三相交流电路	123
第二章 电工仪表	147
第一节 电工测量的基本知识	147
第二节 常用电工仪表原理及应用	154
第三章 电工材料	196
第一节 导电材料	196
第二节 绝缘材料	219
第三节 磁性材料	226
第四章 电机	231
第一节 变压器的结构和工作原理	231
第二节 变压器的联接和试验	240
第三节 小功率变压器的简易计算	252
第四节 变压器运行中的常见故障	256
第五节 感应电动机的结构和原理	257
第六节 感应电动机绕组的联接	269
第七节 感应电动机的测试方法	280
第八节 感应电动机旧壳体新绕组的简易计算	282
第九节 直流发电机	285
第十节 直流电动机	299
第十一节 交流发电机概述	301
第十二节 自动装置用的电机	303

81337

第五章	控制电器与控制线路	314
第一节	常用电工系统的图形符号和文字符号	314
第二节	接触器	318
第三节	继电器	321
第四节	低压开关与熔断器	328
第五节	低压电路的几种保护	331
第六节	电动机的起动和控制	344
第七节	电动机的制动线路	355
第六章	发电站、车间配电、照明和电池简介	361
第一节	发电站	361
第二节	车间配电	362
第三节	电气照明简介	365
第四节	电池	370
第七章	工业电子学	383
第一节	二、三极管原理	383
第二节	半导体二、三极管和稳压管	408
第三节	反馈与去耦	426
第四节	充气管原理	438
第五节	电子整流电路	444
第六节	振荡原理及线路	462
第八章	安全用电	475
第一节	概述	475
第二节	触电方式	476
第三节	安全措施	478
第四节	触电急救	479

3.1
74.1
2

工人普及读物

电 工 学 基 础

《电工学基础》编写组 编

316478/58

国防工业出版社

1974

出版说明

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的发展，近年来各机械制造部门吸收了不少新工人。对这批新生力量进行基础技术知识教育，是当前一项重要任务。为此，有关部门组织一些工厂、学校和研究单位的同志，组成《车工技术》、《铣工技术》、《刨工技术》、《磨工技术》、《钳工技术》、《锻工技术》、《铸工技术》、《焊接技术》、《热处理实践》、《表面处理》、《钣金技术》、《机械工人识图》、《公差配合与技术测量》、《电工学基础》等十四个编写组为新工人编写基础技术读物。各编写组在主编单位党委的领导下，总结了生产实践经验，多次征求工人、技术人员和有关同志的意见，进行反复的修改补充，写成了这一批读物。我们希望广大新工人在老师傅指导下，通过这批技术读物的学习，能基本掌握一般专业技术知识，结合生产实践不断提高生产技能，为社会主义建设贡献自己的力量。

《电工学基础》是北京电子管厂主编的，参加编写的单位有：国营曙光电机厂、内蒙第二机械厂、渤海造船厂等。

由于时间仓猝，调查研究、征求意见的工作还不够广泛，书中难免存在一些缺点和错误，热诚地希望广大读者提出宝贵意见。

目 录

第一章 电的基本知识	5
第一节 静电	5
第二节 直流电路	13
第三节 磁场及电磁感应	41
第四节 交流电路	72
第五节 三相交流电路	123
第二章 电工仪表	147
第一节 电工测量的基本知识	147
第二节 常用电工仪表原理及应用	154
第三章 电工材料	196
第一节 导电材料	196
第二节 绝缘材料	219
第三节 磁性材料	226
第四章 电机	231
第一节 变压器的结构和工作原理	231
第二节 变压器的联接和试验	240
第三节 小功率变压器的简易计算	252
第四节 变压器运行中的常见故障	256
第五节 感应电动机的结构和原理	257
第六节 感应电动机绕组的联接	269
第七节 感应电动机的测试方法	280
第八节 感应电动机旧壳体新绕组的简易计算	282
第九节 直流发电机	285
第十节 直流电动机	299
第十一节 交流发电机概述	301
第十二节 自动装置用的电机	303

81337

第五章	控制电器与控制线路	314
第一节	常用电工系统的图形符号和文字符号	314
第二节	接触器	318
第三节	继电器	321
第四节	低压开关与熔断器	328
第五节	低压电路的几种保护	331
第六节	电动机的起动和控制	344
第七节	电动机的制动线路	355
第六章	发电站、车间配电、照明和电池简介	361
第一节	发电站	361
第二节	车间配电	362
第三节	电气照明简介	365
第四节	电池	370
第七章	工业电子学	383
第一节	二、三极管原理	383
第二节	半导体二、三极管和稳压管	408
第三节	反馈与去耦	426
第四节	充气管原理	438
第五节	电子整流电路	444
第六节	振荡原理及线路	462
第八章	安全用电	475
第一节	概述	475
第二节	触电方式	476
第三节	安全措施	478
第四节	触电急救	479

第一章 电的基本知识

第一节 静 电

一 物质结构与电荷的产生

宇宙中所有的物质都是由很小的粒子（分子、原子等）组成的。分子是由原子组成，而原子是由电子和原子核组成的，原子核又是由中子和质子组成的（氢原子除外）。原子由带正电荷的原子核及一些比原子核更小的带负电的电子所组成的。中子不带电，质子带有正电荷，如图 1.1-1 所示。电

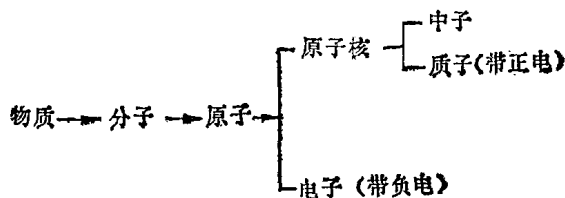


图1.1-1 物质组成示意图

子围绕着原子核按一定的轨道运动，如图 1.1-2 为氢原子和铜原子的结构示意图。在正常情况下，正电荷量与负电荷量相等，所以物体不呈现出电现象，叫做物体不带电。当物体

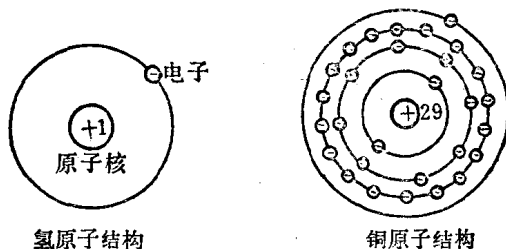


图1.1-2 原子结构示意图

因某种原因（如摩擦等）失掉电子或得到电子时，物体内正负电荷就不相等了，所以物体就呈现带电现象，这种物体叫带电体。失掉电子的物体带正电，获得多余电子的物体带负电。

欲使物体带电的最简单方法是摩擦起电或感应起电，如拿一块绸子和一根玻璃棒相互摩擦，如图 1.1-3 (a) 所示，经摩擦后，玻璃棒失掉了电子，而绸子获得了多余电子，当它们分开后，玻璃棒带正电荷，绸子就带负电荷，如图 1.1-3 (b) 所示。

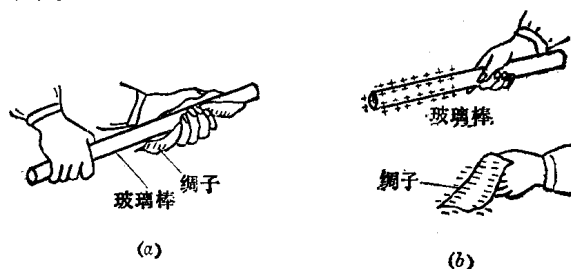


图 1.1-3 摩擦起电

二 电场和电场强度

带电体周围具有电力作用的空间叫电场。有电荷存在的地方，电荷周围就有电场。不随时间而变化的，静止电荷的电场叫静电场。

电场的方向可用电力线来表示，每根电力线都从正电荷出发，到负电荷终止，任何两根电力线不可能相交，只能在电荷上相交，电力线的疏密程度用来表示电场的强弱。图 1.1-4 为两平

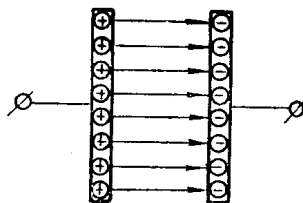


图 1.1-4 两平行极板间的电场

行极板间的电场，电力线是从带正电荷极板出发终止在带负电荷极板上的一组平行直线，电场内各点上电力线的密度和方向都相同，这种电场叫均匀电场。如图1.1-5表示带有等量正电荷的电场和带有等量异性电荷的电场。



图1.1-5 带有等量正电荷和带有等量异性电荷的电场

如在带电体 Q 附近放进另一带电体 q ，那么 q 就会受到电场的作用力。如果它们带的电荷是同性的（即同时为正或同时为负），那么就有相互排斥的趋向，这说明同性电荷相斥。如果是异性质的电荷，那么就相互吸引，这说明异性电荷互相吸引，如图1.1-6所示。

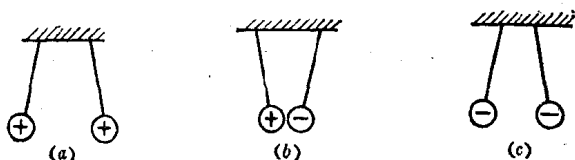


图 1.1-6

(a)(c) 同性电荷相斥；(b) 异性电荷相吸。

实验证明：在均匀的介质中，将两个点电荷 Q 、 q 放在同一电场里则作用在这两个点电荷上的力 F 与这两个点电荷所带电量的乘积成正比；与这两个点电荷的距离 r 的平方成反比。这就是库伦定律。用公式表示则：

$$F = K \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad (1.1-1)$$

式中 K 是一个比例常数，与点电荷 Q 、 q 周围的介质及距离 r 所取的单位有关。

由此可知，电场内一点的电场强度就是用单位电荷在该点所受力的大小来表示的一个物理量，因此电场强度 $\mathcal{E}$ 表达如下：

$$\mathcal{E} = \frac{F}{q} = K \frac{Q}{r^2} \quad (1.1-2)$$

电场强度是一个矢量，这矢量的方向与电场力矢量方向相重合。

上面的式子通常采用实用单位制，表达如下：

力的单位：牛顿(公斤·米/秒²)；

长度单位：米；

电量单位：库伦(安培·秒)；

时间单位：秒；

功的单位：焦耳(牛顿·米)；

质量单位：公斤；

电场强度单位： $\mathcal{E} = \frac{F}{q} = \frac{\text{牛顿}}{\text{库伦}} = \frac{\text{焦耳}}{\text{库伦} \cdot \text{米}}$ 。

电场强度的方向就是引入单位正电荷在电场内所受到力的方向。

三 电位与电压

有带电体存在，就有电场存在，而电场具有能量，若将一个正电荷从正电场外无限远的一点移到电场内某一点，外力必须克服电场力作功，我们用外力把单位正电荷从无限远的一点移到电场内某一点，外力克服电场力所做的功，叫该点的电位，也就是单位正电荷在这一点所具有的电位能，用 V 表示。

如图 1.1-7 所示, 外力把单位正电荷从电场外移到电场内 a 点, 外力克服电场力所做的功为 A , 我们定这点的电位为 $V_a = A$, 如电荷的电量为 q , 外力克服电场力所做的功为 A , 则 a 点的电位为 $V_a = \frac{A}{q}$ 。

电位是表示电场内能量的一种物理量, 实验证明, 电位 V 的大小与电量 q 的大小无关, 因为电量 q 增加多少倍, 外力所作的功 A 同样要增大多少倍。故电位 V 只与电荷移动的前后位置有关。

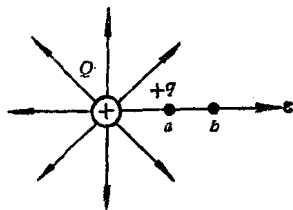


图 1.1-7 点电荷电场的电位

如图 1.1-7 所示, 在正电荷 Q 的电场中, 要使点电荷 q 从 b 点移到 a 点, 就得用外力克服电场力对点电荷 q 做功, 才能使正电荷 q 从 b 点移到 a 点。根据能量守恒的原理, 外力克服电场力所做的功, 就是正电荷 q 增加的电位能。即

$$A = q(V_a - V_b) \quad (1.1-3)$$

式中 $V_a - V_b$ 叫 a 、 b 两点间的电位差, 也叫 a 、 b 两点间的电压, 用 U 表示, 因此电压就是电场内两点的电位差。故上式改写为:

$$A = qU \quad \text{或} \quad U = \frac{A}{q} \quad (1.1-4)$$

实用单位制中, 功与能量的单位用焦耳, 电压与电位的单位用焦耳/库伦, 也叫伏特 (或简称伏), 因此:

$$1 \text{ 伏特} = 1 \frac{\text{焦耳}}{\text{库伦}}$$

四 电容与电容器

把带负电的圆球导体 A 移近不带电的圆球导体 B , 如图 1.1-8 所示, 当两导体接近时 (没有接触), 球状导体 B 上

就发生电子移动的现象，结果 B 物体两侧就带上等量异性电荷，靠近 A 的半球面带正电，另半面带负电。如用一导线联接物体 B 使其接地，如图 1.1-9 所示，负电荷就移向大地而被中和，这时先去掉联接的导线，然后移开物体 A ，则 B 物

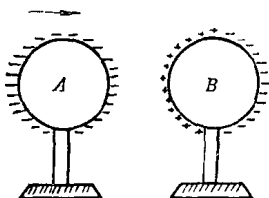


图1.1-8 静电感应

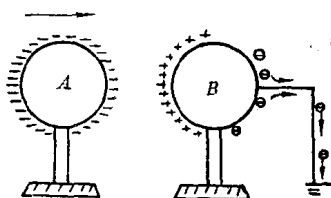


图1.1-9 感应起电

体就因留下正电荷而带正电，用这种方法使物体带电叫感应起电。

物体在另一带电体的电场力作用下，发生电荷的重新分布叫静电感应，在 B 物体上感应而产生的电荷叫感应电荷，如果移去带电体，物体 B 上感应的电荷就相互中和。

若把电介质放在均匀电场中，在电场力的作用下，电子就要向电场反方向移动，但并不脱离分子，只是电子运动的轨道向着电场反方向移动，使带正电荷的原子核不再处在轨道中心，而与轨道中心之间有些距离，这种现象叫做介质极化。在正常情况下，电介质的导电性能不明显，但当电场强度大到一定数值时，电介质的分子结构遭到破坏，这时电介质的绝缘性能大大下降，几乎成导体，这种现象叫电介质的击穿，这时的电场强度叫击穿电场强度。

用电介质把两个任何形状的金属体分开，就能储存电量，构成电容器，这两个金属体叫电容器的极，电荷量的大小与外加电压成正比，我们叫这比例常数为电容，用 C 表示：

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1.1-5)$$

式中 C 的单位是法拉(简称法), Q 的单位是库伦(简称库), U 的单位是伏特(简称伏)。

实际使用的单位如下:

1 微法 = 10^{-6} 法或表示为: $1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$

1 微微法 = 10^{-12} 法或表示为: $1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$

一个孤立导体的本身是一个极板, 而大地是另一个极板, 也是一个电容器, 导体的电位就是它和大地间的电压。

电容器的符号如图 1.1-10 所示。

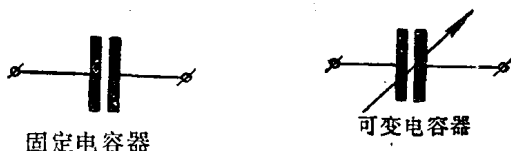


图1.1-10 电容器符号

用两块相互平行、中间有介质隔开放置的金属板构成的电容器叫平板电容器, 金属板是电容器的极板。如极板间的距离远小于极板尺寸, 那么可以认为极板间的电场是均匀电场, 如图 1.1-11 表示, 平板电容器的电容如下:

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d} \approx 0.0884 \frac{\epsilon S}{d} \quad (1.1-6)$$

式中 ϵ 为电介质的介电系数;

d 为极板间的距离, 单位为厘米;

S 为极板面积, 单位为平方厘米;

C 为电容量, 单位为微微法。

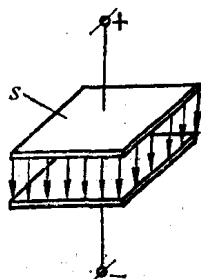


图1.1-11 平板电容器