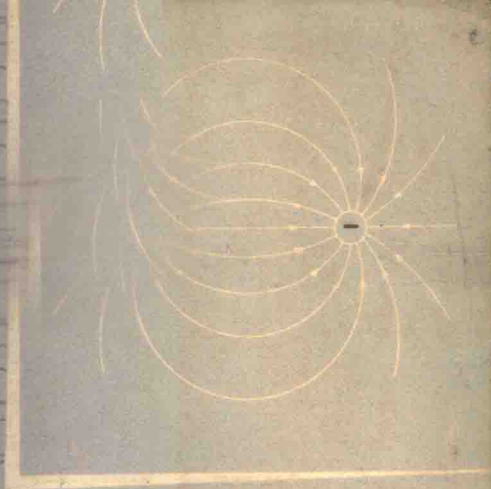


林大道 翁 儀 編



电工基础

农村·机电·工人·培训·教材

本书是“农村机电工人培训教材”中的一册，书中系统地叙述电工基本的理论知识，内容浅显，说理清楚，举例恰当，文字通俗；初学者读完此书，可获得清晰的电工物理概念。

本书可作县和公社级的电工训练班的教材。对农村原有电工和希望学习电气技术的农村知识青年，也可作为自学进修的读物。

农村机电工人培训教材

电 工 基 础

林大道 翁 仪 编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南街房）

中国工业出版社出版（北京修睦路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ ·印张 $6 \frac{1}{2}$ ·字数133,000

1964年1月北京第一版·1964年1月北京第一次印刷

印数0001—30,570·定价(8-3)0.62元

*

统一书号：K15165·2974(水电-403)

农村机电工人培训教材出版说明

这套农村机电工人培训教材，是为培训县和公社级的电工、机手编写的；同时，对要求提高技术水平的原有农村机电工人，以及希望学习机电技术的农村知识青年，也可作为自学进修的读物。

这套教材是按农村目前常用的主要机电设备分册，现在先出版下列各册，以后将根据需要，陆续编写新册出版。

1. 电工基础
2. 农村架空输配电线路的架设
3. 农村架空输配电线路的运行和维修
4. 变压器和开关设备
5. 电动机和起动设备
6. 电气测量和电工仪表
7. 屋内布线 and 民用电器
8. 农村供用电安全技术
9. 农用水泵
10. 农用内燃机

编写各册教材时，考虑了读者对象的特点，尽量做到条理清楚，解说详透，文字通俗，插图丰富。使具有高小毕业或初中文化水平的读者，在学完“电工基础”一册以后，都容易接受。

这套教材的内容，是根据大多数地区农村的电力应用范

围，現有設備情况，以及讀者对象的工作需要来选择材料和确定标高的。編写时以理論結合实际、解决問題为原則，对农村供用电設備和排灌机具的构造、安装、运行和維修作了系統的叙述，以帮助讀者掌握技能，担任具体工作；同时又介紹了必要的浅显理論知識，使讀者明了各項具体操作規定的原因，从而提高理性認識，巩固所学技术，并为今后深入学习打下基础。

鉴于目前各地农村所用机电設備类型复杂，教材中对常見的各型設備都作了适当的介紹。书中层次清楚，段落分明，讀者可按当地設備情况和自己的需要刪減选学。

由于这种成套教材是初次出版，調查研究工作不够深入，可能存在不少缺点，难以滿足讀者的要求。誠懇希望对各冊教材的安排和书中的具体問題提出寶貴的意見，寄北京水利电力部办公厅图书編輯部，以便重版时修訂补充。

1963年9月

目 录

农村机电工人培训教材出版说明

第一章 电的基本知识	1
第一节 电是什么	1
第二节 电荷的产生	3
第三节 静电感应	4
第四节 电场	6
第五节 电位	7
第六节 静电和动电	8
第二章 电流、电压和电阻	9
第一节 电流	9
第二节 电压	13
第三节 电阻	14
第四节 电流、电压和电阻的关系	23
第三章 电功率和效率	31
第一节 电功率	31
第二节 电能的损失	35
第三节 效率	36
第四节 电能变成热能	38
第四章 直流电路	42
第一节 电阻的串联	42
第二节 电阻的并联	44
第三节 电阻的复联	49
第四节 电源的串联	51

第五节	电源的并联	53
第六节	电源的复联	55
第七节	电容的串联和并联	56
第八节	克希荷夫定律	61
第五章	磁和电磁	68
第一节	磁铁	68
第二节	磁场和磁力线	71
第三节	磁通和磁通密度	74
第四节	通电导体周围的磁场	76
第五节	磁动势	83
第六节	磁路和磁阻	84
第七节	磁化力和磁化曲线	86
第八节	磁滞问题	89
第九节	在磁场中的载流导体	92
第十节	载流导线间的相互作用	98
第六章	电磁感应	103
第一节	电磁感应现象	103
第二节	感应电动势的方向	104
第三节	感应电动势的大小	109
第四节	发电机的原理	116
第五节	自感	117
第六节	互感	122
第七节	涡流	124
第七章	交流电	127
第一节	直流和交流	127
第二节	交流电的产生	129
第三节	交流电的频率	133
第四节	交流电的向量表示法	135

第五节 交流电的相位	140
第六节 交流电的有效值	142
第八章 交流电路	146
第一节 交流电路中的电阻	146
第二节 交流电路中的感抗	148
第三节 电阻和电感串联的电路	156
第四节 交流电路中的电容	166
第五节 电阻和电容串联的电路	172
第六节 电感、电容和电阻串联的电路	175
第七节 并联电路	176
第九章 三相交流电	183
第一节 单相和三相	183
第二节 三相交流电的产生	183
第三节 星形接法	185
第四节 三角形接法	192
第五节 三相交流电功率的计算	194
附录 字母表	198

第一章 电的基本知識

我們現在要学习电的基本原理，初次学习电工基础的人，总感到电很难学，主要是由于电是看不到、摸不着的东西，也就是說，电是无声、无色、无味、无臭和无形状的，不能用秤来称一称它的重量，也不能用尺来量一量它的长度。对于能看到的現象，往往大家比較容易理解，例如，当我们說由于地心吸力的作用，一只苹果会从树上掉下来时，大家都感到这是理所当然的事情，很容易接受；这主要是由于我們看慣了。要是沒有看到这种現象，就觉得很奇怪：苹果为什么会掉下来？为什么不会飞到天上去？地心为什么会有吸力？对这些問題也許都要感到很难理解。

在电学中，不可能把每一件东西都拿給大家看一看，这主要是东西不象苹果那么大，电的各种現象，也不象苹果从树上掉下来时那样容易观察到。学习时，大家要开动脑筋想象它，对看不見的东西，多想想，也就会熟悉起来，电的許多現象也就会象苹果从树上掉下来一样容易理解。但是必須注意，不同的事物总是有差別的，不能同等看待，要更深刻的体会；这就需靠大家深入地钻研。

第一节 电是什么

有的人說电是可以看得見、摸得着的，說电灯的光总可以看得見，当手摸到电綫上时感到发麻，这岂不是看到也摸

到了电嗎？这种說法是不正确的，因为我們看到的光不是电的本身，而只是一种光綫；手覺得发麻，也不是摸到了电的本身，而只是触电时的感觉。你一定要問，电到底是什么呢？要知道这个問題，先要談一談物质的构造。所有的物质，不論是木头、金属还是草紙，都是由很小很小的分子构成，分子又是由更小的原子构成的，而任何物质的原子又是由一定数量的电子和原子核所組成的。电子很小又很活跃，并带有負电荷，我們用“-”符号来表示，而原子核比电子却大得多，也不大活动，并带有正电荷，用“+”符号来表示。我們平常所讲的电，就是这些电荷。它們都是很小很小，是看不見摸不着的。如果把一亿个原子排成一个单行队伍，这个队伍只不过一厘米长，原子核的直徑只相当于原子的几万分之一，而电子比原子核还要小得多，这当然是看不見摸不着的。

說起来也很有趣，任何物质，譬如說，各种金属或者木材，从外表上看，它們都是死东西，不会动，但它們的原子

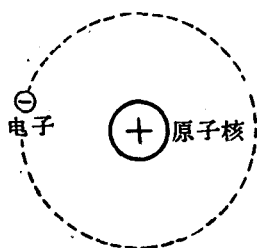


图1-1 氢原子的结构

中的电子却以很高的速度（每秒钟达几百米）圍繞着它的原子核旋轉，并且是日日夜夜不断地在旋轉着。不論是哪一种物质，所有的电子都是相同的，但各种物质的原子結構各不相同，氢的原子結構是最简单的了，只有1个电子圍繞着原子核旋轉，如图1-

1所示。銅的原子結構就比較复杂了，它有29个电子沿不同的軌道圍繞着原子核旋轉。电子圍繞着原子核旋轉，就好象

地球和其他行星繞着太阳旋轉一样。

既然物质的原子都是由带負电荷的电子和带正电荷的原子核所构成的，那为什么在正常情况下各种物质都不带电呢？这是因为原子中电子所带的負电荷与原子核所带的正电荷数量刚好相等，这样正負两种电荷恰好中和了，物质也就不表现出有电的性能。假如一种物质电子太多了，也就是負电荷比正电荷多，这时它就带有負电；反之，要是电子缺少了，也就是負电荷比正电荷少，这时它就带有正电。

第二节 电荷的产生

上面讲过，在正常情况下物质是不带电的；怎样能使一个物质带电呢？最简单的方法是利用摩擦起电，例如拿一块綢子和一根玻璃棒，相互摩擦，如图1-2(1)所示。经过摩擦以后，玻璃中的一部分电子就轉移到綢子上去，这样，玻璃棒失去了电子，而綢子得到了电子；当它們分开后，玻璃棒就带有正电荷，而綢子就带有負电荷，如图1-2(2)所示。

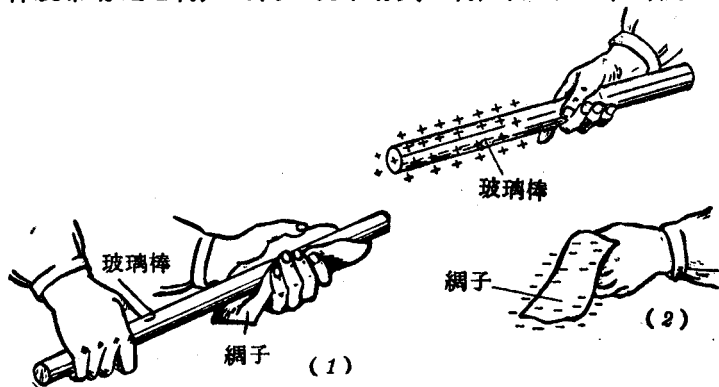


图1-2 摩擦起电

如果我把两只软木的小球用丝线悬挂起来，并使它们带电，当它们带有同性的电荷时，即两只都带正电，或两只都带负电，如图1-3(1)和(3)所示，这时两球是互相排斥的；要是两球带有异性的电荷，即一只带正电，而另一只带负电，这时两球就互相吸引，如图1-3(2)所示。因此可以得出一个结论：电荷间的关系是同性相斥，异性相吸。

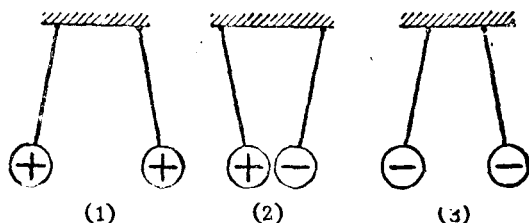


图1-3 电荷间的相斥或相吸

在干燥天气的时候，当我们用玻璃或塑料的头梳梳头时，如果迅速地梳，有时发现头发会站起来，好象怒发冲冠一样，这是因为梳头时，头发和头梳相互摩擦，使它们各带有负电荷和正电荷，此两异性的电荷是相吸的，而把头发吸起来。有时还会听到轻微的“劈拍”声响，这和天上打雷是同样的道理，是正负电荷中和时的放电声音。

第三节 静电感应

一个不带电的物体，如果移近带电的物体，但没有接触，在这不带电的物体上也会出现电荷，这种现象叫做静电感应。如图1-4所示，导体甲带有正电荷，导体乙本来是不带电的，但是将它移近带电体甲以后，在接近带电体甲的一面，产生与甲异性的电荷，而在乙导体的另一面，产生与甲

同性的电荷。

甲乙两导体，并没有接触，为什么会使乙导体一面带负电，而另一面带正电呢？第一节中已经讲过，任何物体都带有正电荷和负电荷，在平常的情况下，正电荷和负电荷数量刚好相等，这样正负两种电荷恰好中和了，不呈现出任何带电的现象。

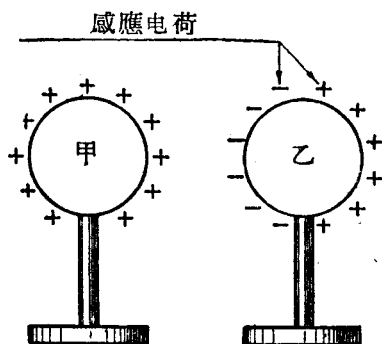


图1-4 静电感应

当物体与带电体接近时情况就不一样了，如果导体甲带的是正电荷，它和负电荷是相吸的，而和正电荷是相斥的；当导体乙与它接近时，导体甲上的正电荷就把导体乙中的负电荷吸近来，而将正电荷推远去，所以导体乙上接近甲的一面带负电，而另外一面就带正电。如把带电体甲取走，导体乙上的正负电荷又中和了，仍旧不带电。

物体在带电体的影响下发生电荷的现象，称为静电感应。

第四节 电 場

养猪場所的范围，叫做养猪場；某种力作用的范围，叫做这种力的作用場；在带电体周围有电力作用的范围，就叫做电場。图1-3的实验告訴我們，带有电荷的小球会相吸或相斥；也許有人要問：真有趣，两个小球沒接触，为什么会相吸或相斥呢？那我們也要反問一个问题：地球和树上的苹果也沒有接触，为什么地心吸力会把苹果吸下来呢？这岂不是相同的道理？如果把苹果象人造卫星一样抛到几万公里的高空上去，超出了地心吸力作用的范围，苹果就不会被吸回来了。同样，带有电荷的物体，当它們相距很远时，超出了电荷互相作用力的范围，它們也不再互相吸引或推斥了。这种呈現电荷互相作用力的范围，就叫做电場。

电場当然看不見，为了能說明問題，电力作用的范围通常用电力綫来表示，不过这些电力綫都是我們想象的，但是它可說明問題，可以利用电力綫表示电場的强弱和方向。

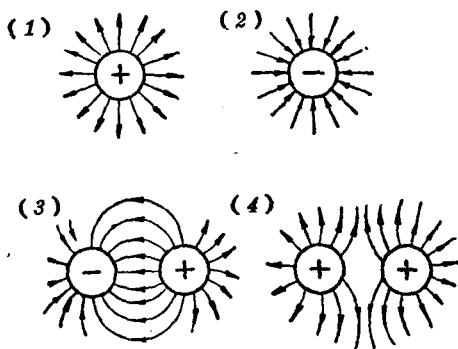


图1-5 带电体电場的电力綫

按习惯，正电荷电力线的方向是向外，而负电荷的电力线方向是向内，如图1-5(1)和(2)所示。图1-5(3)是表示带异性电的二物体的电力线，图1-5(4)是表示带同性电的二物体的电力线。有了这样的表示方法后，对于异性电荷的作用是相吸，而同性是相斥，就很容易理解了。我们以电力线的多少，来代表电场的强弱，电力线越密，电场就越强，也就是对电荷的作用力越大；反之，电力线越稀，电场就越弱，也就是对电荷的作用力越小。

第五节 电 位

一个水库在山上，而另一个水库在山下，我们说山上水库的水位比山水库的水位高，这就是水位的高低。同样，电也有电位的高低，当一物体带有正电荷时，这物体就具有一定的电位，如果这一物体带的正电荷越多，它的电位就越高。

水位的高低是以海面作标准的，如果一个水库的水面比海面高出100米，我们说这个水库的水位是100米，这样以海面的高度当作零，是最标准的，因为海很大，加很多水进去，它的水位也不会高起来，抽掉很多水，它的水位也不会低下去。同样，我们说电位的高低时，把大地的电位当作零，因为地球是很大的，即使加很多电荷进去，它的电位也不会改变，这好象加很多水到海里一样，海的水位根本不会改变。既然大地电位等于零，所以任何带正电荷的物体具有比大地高的电位，而带负电荷的物体的电位，就比大地低。水流是从高水位向低水位的地方流，同样，电流也是从高电位向低电位的地方流。

具有一定电位的物体，如果用导线和大地连接起来，该物体上的电荷就跑到大地里去了，所以该物的电位和大地一样，也就等于零了。具有电位的物体与大地相连接，叫做接地。

第六节 静电和动电

池塘里不流动的水，叫做静水；河里流动的水，叫做动水。同样，电也有静电和动电，当电荷聚集在某一物体上静止不动时，叫做静电；当电荷被迫而运动时，电荷在运动的状态中，叫做动电。静止的水不能做功，只有流动的水才能用来为我们服务，例如在水流中装上水轮，它就可以冲动水轮旋转而做功。同样，静电的实用价值也很小，对我们有用处的是动电；电动机拖动水泵，电灯发出的光，电炉产生的热等等，都是动电的作用。我们日常所讲的电，一般都是指这种动电，以后所要讲的，都是指动电，静电就不再讨论了。

复 习 题

1. 什么叫做正电荷和负电荷？
2. 为什么在正常的情况下各种物质都不带电？
3. 怎样使物体带电？
4. 电荷怎样互相作用？
5. 什么是静电感应？
6. 什么叫做电场？怎样表示？
7. 物体接地之后，为什么电位等于零？
8. 静电和动电有什么区别？

第二章 电流、电压和电阻

第一节 电 流

一、电流的概念

水沿着水管流动，叫做水流，同样，电子沿着金属导线移动，叫做电流。这样一讲，大家也许会想起一个问题：当我们合上电源开关后，在几十公里以外的电路（导线）上马上就有电流，真奇怪，电子好象神仙一样，马上就跑到几十公里以外的地方去了。实际上不是这样的，电子跑的速度并没有那么快，电子不是马上就跑过去的，而是因为几十公里导线中处处都有电子，当这些电子一羣接一羣朝前推挤时，几十公里以外的电子就马上也朝前跑了。前面已经讲过，任何物质的原子核都有电子，电子是围绕原子核旋转的，但是金属原子的原子核对它的电子控制得不紧，电子很自由，有时会离开它的原子核，跑出来玩玩，并且很不规矩，在金属里到处乱跑，这种电子叫做自由电子。虽然平常有电子在金属里乱跑，如图2-1(1)所示，有的往这边跑，有的往那边跑，它们的作用就相抵消了，总的来看，还是没有电流。只有当我们通上电源后，强迫这些电子老老实实地向一个方向跑，如图2-1(2)所示，这时导线里就形成了电流。刚才所讲的，合上电源开关后，几十公里以外的电路上马上就有电流，电子不是马上就跑过去的，仅仅是合上开关后，强迫那里的电子规

規矩矩地向一个方向跑，以后电源导綫上的电子再跑过去，不断地补充上去，这样就形成了連續不断的电流。

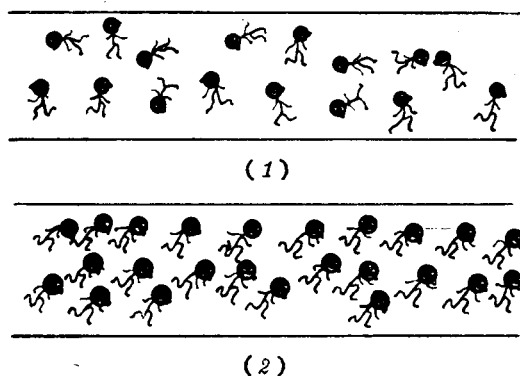


图 2-1 电子在导綫里运动的示意图

二、电 流 的 方 向

如图2-2所示，有二个金属球，其中的甲球是带正电，而乙球是带負电。如果用金属导綫把这二个球联接起来，那末

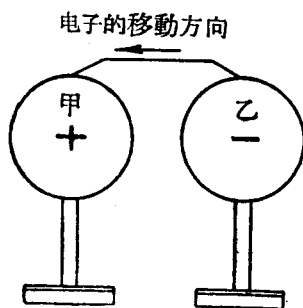


图 2-2 电子沿导綫移动的方向