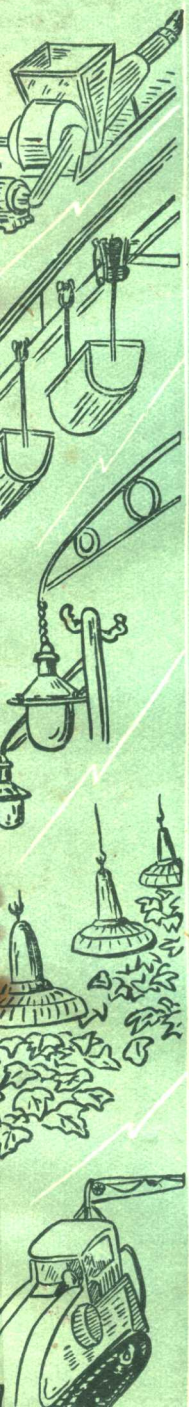


电及其在 农业中的应用

B. II. 哈鑫斯基 著
B. A. 舒斯托夫

科学出版社



电及其在农业中的应用

B. П. 哈 鑫 斯 基 著
B. A. 舒 斯 托 夫

黄 维 式 译

科 学 出 版 社

1 9 5 9

В. П. Хашинский и В. А. Шустов
**ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Сельхозгиз . 1956

內 容 提 要

农业电气化目前已成为农村中的重要任务,自人民公社成立以后,除了农业生产向电气化发展以外,电力也将成为农村中发展工业的动力。

本书的主要内容,首先以相当的篇幅介绍用电的知识,然后介绍了电气化在农业中的各种应用技术,如在农村中如何发展电源,如何使用电灯,在畜牧业、养禽业、作物栽培、灌溉工作以及其他农业生产工作中如何使用电气等,都有简要的说明。

此书可作为农业干部、各地人民公社的技术人员、农业学校师生的参考资料。

电及其在农业中的应用

[苏] В. П. 哈鑫斯基 著
В. А. 舒斯托夫

黃 維 式 譯

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)
北京市书刊出版业营业许可证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经售

1959年3月第一版 书号: 1669 字数: 100,000
1959年3月第一次印刷 开本: 850×1168 1/32
(京) 0001-6,300 印张: 3 7/8

定价: (9) 0.50 元

序 言

在我們的国家里，党和政府对电气化問題过去和現在一直是給予莫大的注意。电力建設在战后已經取得了非常巨大的規模。許多巨型的火力发电站 (ТЭС) 和水力发电站 (ГЭС)，其中包括容量为 210 万千瓦的古比雪夫水电站，都已为工业送出了強大的电流；目前还正在建設容量为 230 万千瓦的斯大林格勒水电站和容量为 320 万千瓦的布拉茨克水电站。

在战后的年代中，为了使各个农业生产部門繁重工作的电气化，也极广泛地应用了电能。

目前，我們国家里有 25% 左右的集体农庄和差不多全部的国营农場和机器拖拉机站 (МТС) 都已經电气化了。有許多州区还有了全盘的电气化。現在，在作物栽培、畜牧业、养禽业方面也在广泛利用电能，以进行农产品的初步加工和輔助生产。

就提高农业产量來說，电气化具有重大的意义。它可以使劳动強度減輕，可以使农业的生产率提高許多倍，可以縮短生产期限，增加产量，改善产品质量和提高生产技术。

苏共第 20 次代表大会为农业电气化开辟了广闊的前途。大会已作出了指示：“要保証在农业生产中广泛利用电能，为此，除了把集体农庄和国营农場接到国家电站的电网外，还需在有集体农庄和国营农場的参与下建設区际的和区域的火电站和水电站。要在五年之內使从恒定电源取得电能的电气化农庄数目增加一倍，并要完成国营农場和机器拖拉机站的电气化。”

无疑地，在进一步加强农业电气化的基础上，农业生产进一步的改善将要沿着充实以現代技术的道路迈进。

目 录

序言.....	ii
什么是电和磁，怎样去利用它们.....	1
直流电流.....	1
磁和电磁.....	11
交变电流.....	15
电源.....	28
电动机.....	32
发电站.....	42
输电和配电.....	49
电能 在农业中的应用.....	54
电能在照明方面和在农庄庄员生活中的应用.....	54
电能在畜牧业中的应用.....	62
电能在养禽业中的应用.....	87
电能在作物栽培上的应用.....	91
电能在供水、灌溉和其他方面的应用.....	106
电能在辅助生产中的应用.....	110
辐射能在农业中的应用.....	111

什麼是電和磁，怎樣去利用它們

直 流 電 流

物質結構的簡述 近兩千多年以前，人們已經發現：如用一塊乾燥的毛皮去擦琥珀（硬化松脂），琥珀就會帶了一種有趣的性能——可以吸住灰土、稻草、枯的葉片等輕小的東西。同時還發現在擦的過程中是有小小的火花出現的。根據希臘文字，琥珀就是所謂“電子”。因而，上述這些現象也可從而來下定義，現在是把這現象稱為“被電化”，而產生這現象的原因稱為“電”。

如果用玻璃棒代替琥珀，以毛皮或絲綢來擦的話，玻璃棒上也可獲得電荷，而且也能吸住輕小的東西。在摩擦琥珀和摩擦玻璃棒時所得到的電荷，把它們分開來，看上去似乎是一樣的。但是把它們放在一處，就可看出它們的性質是有些不同的，並且可以彼此抗衡。如果把兩玻璃棒用絲綢吊起來（絲綢是不導電的）用毛皮去擦一下，然後把它們彼此靠攏，那末，它們要發生偏移，好象相互排斥一樣。如果把兩塊被擦過的琥珀相互靠攏，也會發生同樣的現象。如果把琥珀和玻璃棒（也是吊在絲綢上用毛皮擦過的）靠攏，它們就要相互吸引。因此，通常把電分為兩種，一種叫做正電，另一種叫做負電，而用相反的符號“+”（正的）和“-”（負的）來表示。玻璃棒上的取為正電，而琥珀上的取為負電，這完全是任意取定的。符號相同的電荷，也就是說正電荷與正電荷或者負電荷和負電荷，要相互排斥（圖1a和1b）。相反地，荷號不同的電荷，也就是說正電荷和負電荷，則要相互吸引（圖1c）。

所有物體都係很小的物質——原子所組成。原子是極其微小的東西，它不僅是用簡單放大鏡不可能看到，就是用顯微鏡也是不可能看到的。按照外國文字的原意，“原子”就是表示“不可分割”

的意思。現在，大家都已知道原子也是由小的物質組成的。每個原子中都有個原子核，在核的周圍還圍有許多更小的微粒——叫做電子，以很高速度繞着原子核旋轉（好像地球和太陽系許多其他的行星繞着太陽旋轉一樣）。

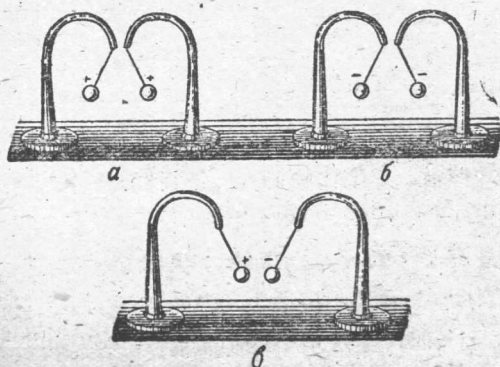


圖1 電荷的相互作用
a, b. 排斥; c. 吸引

電子是在自然界中到目前為止，公認為最小的物質微粒，具有極其小量的負電（在自然界中目前為止所公認的最小的電荷）。在不同物質的原子中，電子數目是不一樣的。原子核帶有正的電荷，其數量總是等於原子中的所有電子的負電荷。電子被電的吸力拉緊在原子核的周圍，如果原子處於正常的原有狀態，也就是說，如果沒有外力作用在它上面的話，原子里面處於電平衡的狀態，即原子核的正電荷為電子總的負電荷所均衡。但是，有些電子是很容易跟原子脫離的。在一個原子中，失去了部分電子，電的平衡便遭到了破壞，這樣一來，原子中就少了一些電子，原子中剩下來負電荷總的看來就小於原子核的正電荷。這樣的原子稱為正離子。相反地，如果某個原子從另一原子取得一個或幾個電子，那末這個原子中的負電荷就變成多於正電荷。這種帶有多餘的電子的原子稱為負離子。

當物體相互摩擦時之所以取得電荷，是由於分布在某一物體表面上的有些原子放釋了它們的電子之故。放釋出來的電子便轉

移到另一个物体上去。因此，某一个物质（例如毛皮）就带了正电，而另一个物体（例如琥珀）得到了多余的电子而带了负电。

电流 为了转动电动机或者点亮电灯，就要用导线——金属线——向它们传送电流。

能够传送电流的物体称为导体，它们的特点是其中有許多自由电子。这种电子可以随时从其所紧结的原子中释放出来，并且可以从一个原子进入另一原子，或者在物体所占的整个容积中的各个原子之间进出。导电最良好的材料是金属。煤、不同物质的溶液、动物的有机体、大地和所有潮湿的物体也可以归在导体之类。

另一些物体象瓷器、玻璃、丝绸、橡皮、琥珀、干的木材、干的纸张、空气和其他气体等等，在正常状态之下其中都是没有自由电子的。这些物体称为非导体或绝缘体。

在一般情况下，导体中的自由电子时时刻刻以不同的方向在各个原子之间的空隙中运动着。但是，如果“接通电流”，也就是说，如果把导体的两端接到某一电源——发电机或蓄电池，那末所有自由电子便开始以同一方向沿着导体移动。导体中这样被协调了方向的自由电子流也就组成了电流。电流通过的回路称为电路。为了使电流能够流通，电路是应当闭合的。

产生电流的根源——电动势

电子之所以能沿着导体移动，是由于有电力作用于导体的上面。这种电力是由作用的电源产生的。为了说明这种情况，我们先来看一下下面的一个例子：两个盛着水的水桶

A 和 B，中间用水管把它们连接起来，水管上还有一个阀门（图2）。如

果把阀门打开，水就要从水桶 A 流向水桶 B。水的流动是靠水头 H，而这水头跟水桶中的水位差有关。在水管中将会有水从水桶 A 流到水桶 B（水管中呈现水流）。水头可以称为水流的动力或势能。与这情况类似，电源的电势也可在导体中产生电流。电势（俄文缩

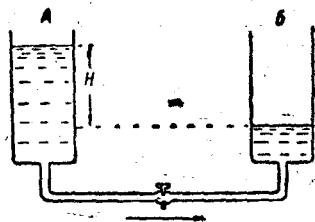


图2 水从较高水位的水桶流向较低水位的水桶

寫 ϵ 、 d 、 c 。)就是在閉合電路中產生電流的根源。由於這個根源，在導體中就建立了電位差。可以作為電源的有蒸汽機、內燃機、水輪機和風車傳動的發電機、干電池以及蓄電池等等。電勢用字母 E 或 ϵ 表示。

電流數值 水頭 H 越大，在每秒鐘內經過水管的水也越多。在導電物體中也有同樣的情況：電動勢越大，在每秒鐘內經過導線截面的電子數目也越多，每秒通過導線截面的電子數目就是稱為電流強度。電流用字母 I 或 i 表示。“電流”這個名詞包含着電子的流動，也就是包含着負電荷的流動的意思。在還未發現電子以前，在電工界已經習慣地採取了：電流是由正到負的假定，而現在在實際中還是保持着這種習慣的說法。

如果電子在導體中流動經常保持同一方向和同一數值的話，那末這種電流就稱為直流電流。

電流的特征 我們既看不到電流，也聽不到電流。它的存在只可以按它的存在而呈現的一些現象（效應）用間接的方法把它表示出來，隨着電流的存在而呈現的一些效應有：熱效應、化學效應和磁效應。

形成電流的電子同導體的原子碰撞，可使它們的運動變得更為迅速。從物理學上大家可以知道，當任一物體加熱時，組成物體的許多原子本身的運動就要加快。熱量從熱的物體到冷的物體的傳熱，本身就是在於熱的物體的原子具有較大的運動速度，促使（所謂“促進”）運動遲緩的冷的物體的原子加速運動，而使它們也熱起來（熱的物體原子本身便失去了速度，於是自己便變冷了）。因此，導體原子由於電流而加速運動也會引起導體溫度的上升。

從此可見，電流通過任何一種導體，導體就會發熱。

當電流通過任何物質水溶液時，電流改變了溶液的成份，這就是電流的化學效應。這時候它的組成部分就要從溶液中分離出來。

在有電流通過的導線附近，就有磁的現象呈現。例如把磁針

放在这导线附近,磁针在电流的作用下就会发生偏轉。

电阻 管壁对水的阻力会妨碍水在水管中的流动,这就是說,水管对水流动产生阻力。因此,为了克服水管的阻力就要消耗一部分的水头。在导水系统中可以观察得到这种现象:离开压水塔很远的用户,水头比较低。假定压水塔的水位高度为12米。在塔底我们可以得到12米的水头。在离开水塔远一些的地方,水头总是低一些,例如为9米,而所差的一部分水头 $12-9=3$ 米就在克服水管中的阻力上面消耗掉了。

在电路中我們也可以得到类似的现象。沿导线移动的电子都要碰撞到各个原子。这种碰撞会阻碍电子的运动,导体对于电流产生阻力(电阻)的根源,也就在于此。

电站里的电灯通常要比其他用户的电灯来得亮。这是由于电源的电势有一部分为克服导线通过电流时的电阻而被消耗掉了。这一部分电势叫做电压降落(或压降)。

水管对水流产生阻力,其大小跟水管的直径、长度和其所用材料有关。水管的管壁很粗糙,水管又細又长,水在其中的流动就比较困难。依此类推,导线越細越长,它的电阻也越大。导线的电阻也跟它的材料有关。传导电流以銅为最好(具有最高的电导),通常都是用它来做导线的。鋁线甚至于鉄线也可用来做为导线;不过它们的电阻是相当大的。电阻用字母 R 或 r 来表示。

空气和其他气体在一般状态下是不导电的。在压力降低时扩散开来的或被剧烈加热的空气始可导电。金属导体在加热后,它的电阻便要增加。但是,炭质导体的电阻和各种溶液的电阻相反地在加热后却要减少。

电阻,电流和电阻的测量单位 测量导体电阻的单位是欧姆(欧)。在温度为 20°C 时,截面为1平方毫米、长为57米的銅导线,其电阻为1欧。

通过銀盐溶液在1秒钟能从溶液分解出0.001118克純銀的电流,是取作为电流的单位。这样数值的电流称为1安培(安)。

在电阻为1欧姆的导线中产生1安培电流的电压,通常取为

电压的单位。这样的电压称为1伏特(伏)。

为了测量很高的电压,可以采用更大的单位——千伏,1千伏等于1,000伏。

导线的电阻系数 为了便于计算导线的电阻大小,引用了一个概念——电阻系数(表1)。由某种物质做成的导体在长度为1米、截面为1平方毫米,温度为 20°C 时的电阻数值称为它的电阻系数。电阻系数用字母 ρ 表示。导线的电阻可用下式表示: $R = \rho l/S$ 。在这式子中,电阻系数 ρ 用截面为1平方毫米和长度为1米的欧姆值表示(欧·毫米²/米)。长度 l 用米表示,而截面 S 以平方毫米表示。

表1 最常用的导线的电阻系数

导线材料	电阻系数(欧·毫米 ² /米)
铜	0.0175
铝	0.029
铁	0.1—0.2

电量 我们已知电流强度就是每秒钟通过导线截面的电量,在某一段时间内让导线中通过电流。这时,电流强度越大而通过的时间越长,通过导线截面的

电量就越多。要算出这种电量的数值,须将电流的安培数值乘以电流通过时间的秒数。这样一来,我们就可得到所求的电量数值,它的单位为安秒。1安秒或1库伦是1安培的电流在1秒钟内通过导线截面的电量。例如,在20秒内有5安培的电流通过导线,那末在这时间内通过导线任何截面的电量为 $5 \times 20 = 100$ 安秒(库伦)。测量大的电量可用更大的单位——安小时,1安小时等于3,600安秒。

欧姆定律 如果水管的水头越大,水管中的电阻越小,那末在1秒钟内通过水管的水量也越多。与此类似,在某一闭合电路中,作用于这回路的电势越大而电路的电阻越小,那末通过的电流也越大。电流、电势和电阻的单位是这样选择的,以使电流的安培数等于电压伏特数除以电阻欧姆数,电流 $I = E/R$ 。例如,作用于某一闭合电路中的电势为100伏,而电路的电阻等于20欧姆,那末电流就等于 $100/20 = 5$ 安培。

电阻的串联 如果电路的各个组成部分是这样相互连接，使得各部分有着同一电流依次地通过，那末这样的连接就叫做串联（图 3 a）。在图上（图 3 b）电灯 2 和 3 的电阻依惯例用符号“ \sim ”表示，而电源 1（蓄电池）用符号“ + ”表示，符号的长划线代表“ $+$ ”极，短划线代表“ $-$ ”极。为了便于跟导水系统作比较，在图 3 b 上还画出了相似的连接方式。

离心式水泵 1 使水流过包括着水管 3 和 2 的导水管道。为了推动水流，必须克服相連水管的阻力以及水在水泵内部通过时所受到的阻力——水泵内阻。很明显，在串联时水流的阻力是等于这三个阻力的总和，由于連管的阻力非常小，在计算中可以略去不計，以简化计算。水头越高、导水管的总阻力越小，沿水管流过的水量也就越多。

与这类似，在串联电路中，整个电路的总电阻也等于所有电阻之和。在这电路中，任何一点的电流都是一样的，等于电势除以总电阻所得的商数。

例如，电源电压为 24 伏，其内电阻为 1 欧，而灯泡 2 的电阻为 8 欧，灯泡 3 的电阻为 3 欧，那末电路中的电流是等于 $24 / (1 + 8 + 3) = 2$ 安。

克服电源内电阻所消耗的一部分电势，是等于电流和内电阻的乘积： $2 \times 1 = 2$ 伏。除了这一部分电源内部压降外，剩下来的那一部分电势是等于 $24 - 2 = 22$ 伏，称为电源端电压。灯泡 2 的两端电压（即克服灯泡 2 的电阻所消耗的部分电势）等于 $2 \times 8 = 16$ 伏，而灯泡 3 两端的电压等于 $2 \times 3 = 6$ 伏。

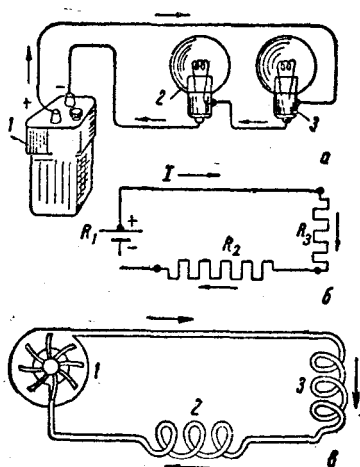


图 3 串联接法
a. 两盏灯和蓄电池串联；b. 惯用的连接表示图（结线图）；c. 两水管串联时水流图

用电器具很少采用串联的接法,因为采用这种接法时,如果其中一个受电器具发生故障(灯泡烧断),电路就不通了,而所有其他受电器具也失去了电源。

电阻的并联 受电器具大都是采用并联接法的(图4a)。拿水流的情况来作比较(图4b),我們可以看到水源1使水同时流过两根水管2和3。在两根水管中間,那个阻力較小的水管,水就容易通过,因此从它流过的水要比另一水管来得多。在导水总管中所通过的水,为两根水管所通过的水的总和。

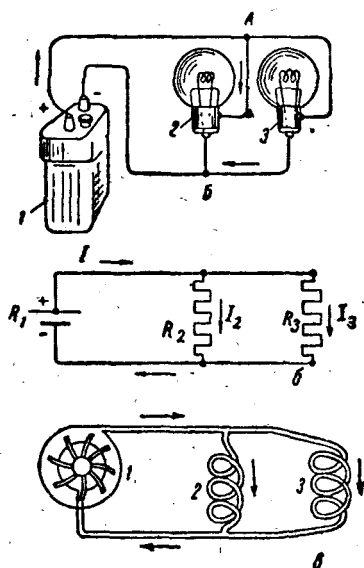


图4 并联接法
a. 两盏电灯的并联接法; b. 并联的表示法; c. 两水管的并联接法

在电路中,情况也是这样(图4a),通过总导线的电流在点A分为两部分,经过了支路2和3重新在点B汇集,而流向总线。总线中的电流是等于并联支路中的电流之和, $I = I_2 + I_3$ 。每个支路两端的电压是一样的:在每个支路中的电流等于它的两端电压除上这支路的电阻(以U表示支路两端的电压),即

$$I_2 = \frac{U}{R_2} \text{ 和 } I_3 = \frac{U}{R_3}。$$

接成并联的大都是同样的电阻。如果假定在接线图(图4b)上,支路2和3的两个电阻

是一样的話,那末从两个支路通过的电流要比从一个支路来得容易,电流数值可大一倍。因而很明显可以看出,在两个同样支路的并联时,总电阻则是一个支路的一半。如果并联的同样的支路不是两路,而是路数很多的话,那末所有并联支路的总电阻要比一个支路小好几倍,这倍数正好等于并联的支路数目。例如,10 盏电

灯并联，每盏灯的电阻为 300 欧，那末并联支路的总电阻是等于 $300/10 = 30$ 欧。

电功和电功率 当蒸汽机车拉动列车时，机车就做出了功。机车之所以能够做出功，其原因在于蒸汽的压力。被压缩的蒸汽具有做功的能力，这种能力的渊源就叫做能。

我们已拿电流与水管的水流作了对比，而且以电势或电压对比水位差或水头。水从高处流向低处是具有一定的势能。如果把它引导到小水轮机上，水轮机就做出功来。水向下跌落的高度越大和它的水量越多，它在一定时间之内可以做出的功也就越大。与这情况类似，在电路中，电势越大和每秒内通过电导线截面的电量越大，在一定时间，例如 1 秒内通过的电流所做出的功也就越大，但是，在 1 秒内通过截面的电量就是电流。在 1 秒中产生的功叫做功率。因此，电势越大和电路中的电流越大，电功率也就越大。

电功率是取瓦特(瓦)为单位的。在一个电路中当电压为 1 伏特，而通过的电流为 1 安培，于是电路中所消耗的功率就称为 1 瓦特。要计算直流电功率的瓦特数，必须在电势伏特数上乘以电流的安培数，即 $P = EI$ 。

测量大的功率可以采用大 100 倍的单位，叫做百瓦；或者可以采用更大的单位，叫做千瓦；1 千瓦 = 1,000 瓦。

在一秒中所做的功称为功率。要计算电流几秒钟之内所做出的功 A ，应当在功率上乘以秒数。于是，我们可以得到用瓦秒表示的功，即 $A = Pt = EIt$ 。但瓦秒是一种测量数值较小的功的单位。用得最多的是一种较大的单位——瓦小时。因为 1 小时为 60 分，1 分为 60 秒，所以 1 瓦小时 = $60 \times 60 = 3,600$ 瓦秒。测量功也可用百瓦小时来作为单位，1 百瓦小时 = 100 瓦小时。在实用中为了更加方便起见还有用到更大的功率单位——千瓦小时，1 千瓦小时等于 1,000 瓦小时。

要计算能量的千瓦小时数，应当将电势(电压)伏特数乘上电流的安培数再乘上时间的秒数，然后把取得的乘积除上 1,000。例

如一盞電燈每天點 4 小時，如果電壓為 120 伏而電流為 1 安，那末，它每天消耗的電能為 $120 \times 1 \times 4 = 480$ 瓦小時。它每月消耗的電能為 $480 \times 30 = 14,400$ 瓦小時或 14.4 千瓦小時。

電流的热效应 當沿導線輸運電能時，為了克服導線電阻，要消耗掉一部分電能。這種電能消耗會使導線發熱，也就是說，這一部分電能是變為熱能了。在電路的某些元件中，如果這些元件兩端的電壓越高而其中的電流越大的話，那末變為熱能的數量將越多。導線兩端的電壓跟導線電阻和電流有關。因此也可以說電阻越大（在同一電流下）放出的熱能也越多。俄羅斯學者 Θ X. 楞次已指出：通過電路某一元件的電流為 1 安，而其兩端的電壓為 1 伏時，這一元件在 1 秒鐘內所放出的熱能當為 0.24 卡（卡為熱量的單位，1 卡相當於 1 升水溫度升高 1°C 所需要的熱量）。這表示 1 瓦秒的電能可轉變為熱能，放出 0.24 卡的熱量。因此，導線中由電流 I 在 t 秒鐘內所放出的熱量 Q ，在導線端電壓為 U 時是等於 $Q = 0.24 UI t = 0.24 I^2 R t$ 。

電流熱效应可用來作各種不同的用途。在電燈泡中用這效应來灼熱燈絲；在其他如在電焊設備，電熱儀器（茶磚，燙斗，茶具），以及電氣恆溫箱（孵化器）中也都是利用這種效应的。

在連接電源和用戶的輸電線中，發熱是不希望有的，因為它會在導線中引起非生產性的電能損耗。此外，由於導線強烈的發熱還可能要引起絕緣的損壞，甚至可能引起附近物體的點燃和火災。因此，發熱不可以過分。由於這樣，導線要用有尽可能小的電阻系數的材料來做（例如銅或鋁），同時其中的電流密度也不允許過大（電流密度是 1 平方毫米截面經過的電流數值）。

如果把過小的電阻接到電源上去，或者在導線上發生短路（導線與導線直接碰接或導線與地碰接，都叫做短路）時，電路中的電流就會上升到不可容許的地步而發生危險性的過熱。在短路時，在電路中的電阻就不是電燈泡或其用電器具所具有的較大電阻，而只是連接用的導線所具有的很小電阻了。通常，過大的電流往往是由短路所引起的。為了防止電器和導線的這種危險現象，也可利

用**电流的热效应**：就是在电路中接入一种**保险絲**，所謂**保险絲**就是截面比保护的导线截面小得很多的金属絲。在电流过大时，**保险絲**即被熔断，而在导线还来不及过分强烈发热之前就将电流切断。

电路中的测量 电流可以用一种仪器，叫做**安培表**来测量。安培表是跟电路串联的。电势和电压可利用**伏特表**来测量。伏特表是与要测量电压的元件并联的。测定功率可用**瓦特表**，测量电能可用**电度表**。

磁 和 电 磁

永久磁鉄 大家都知道，一块某种**鉄矿**是能够吸引**鉄末**和其他小的**鉄件**的。这种吸引**鉄件**的現象我們称它为**磁**，而具有磁性的**鉄矿块**称为**磁鉄**。如果拿这样的天然**磁鉄**来摩擦一硬的**鋼棒**，这**鋼棒**也会变成为**磁鉄**。

現在所用的只是一些人工**磁鉄**，这种**磁鉄**是用**电流**来**磁化硬鋼**的办法来做成的，这将在后面加以說明。硬鋼一經**磁化**之后就**可牢固地保持磁性**，成为**永久磁鉄**。

磁鉄吸引鉄屑的吸力最强烈的地方是在它的**两端**，称为**磁极**。如果把經過**磁化**的**鉄針**用綫掛起来或支住它的**中心点**，这**磁針**便能够自由轉动（**磁針**），它的**两端**总要向**南北**偏移。向**北**偏轉的一端叫做**北极**，以字母 O^* 表示。另一指向**南方**的一端叫做**南极**，以字母 IO^* 表示。

同性极 (IO 和 IO , O 和 O) 总是相互排斥的。在**磁鉄**周围凡是有**磁性作用**的区域，称为**磁場**。在**磁場**中，**磁力作用**是有着一定方向的，这种带方向的**磁力**我們称它为**磁力綫**。**磁力綫**都是閉合的**环綫**。按照慣例，**磁力綫**的方向在**磁鉄**外面取定从 O 向 IO ，在**磁鉄**内部則取定从 IO 向 O (图 5)。**磁鉄**所产生的**磁力綫**綜合起来叫做**磁通**。离开**磁鉄**越远，**磁場**則越弱。

如果在**磁場**中放进一块**鉄**，那末**磁力綫**的分布在**鉄**心中間就

* 通常也有用 N 表示**北极**， S 表示**南极**。

要比其他空间来得密，这是因为磁力线穿过铁心比穿过空气要容易很多倍。这时，铁块本身也变为磁铁了。

电磁铁 通过电流的导线周围也有磁场产生。同时，磁力线形成圆圈形状分布在导线的周围(图6)。导线中的电流越大，所建成的磁场则越强。离开导线越远，磁场就要逐渐削弱。



图5 棒状磁铁的磁场

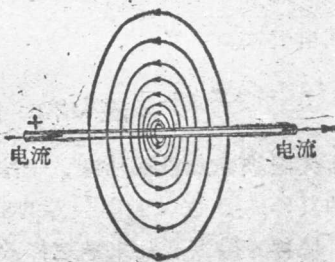


图6 通有电流的直导线的磁场

为了加强电流所形成的磁场，使它能集中在一个较小的区域，可以把导线绕成线圈形式(图7)。这时，各别线圈的磁力线便可迭加起来，形成了一个总的磁通。在线圈的一端形成了南极，这一端我们如果对着它，所看到的电流是按顺时针方向流的，在线圈另一端则形成了北极。



图7 通有电流的线圈的磁场

在线圈里面塞入一根铁条，线圈的磁通就可以大大地增强。这仍然是由于磁力线穿铁心比通过空气来得容易的缘故。有铁心的线圈叫做**电磁铁**。线圈中的电流越大和线圈的匝数越多，磁通

就会越大，同时电磁铁也越加强磁力。换句话说，磁通跟安匝数有关，所谓安匝数就是电流的安培数和线圈匝数的乘积。

电磁铁芯通常是用软铁做的。不过，由于软铁剩磁很小，所以在线圈失去电流时，软铁差不多完全失掉了磁性。因此，电磁铁只有在线圈通电流时暂时地起着磁铁的作用。与此相反，制造永久