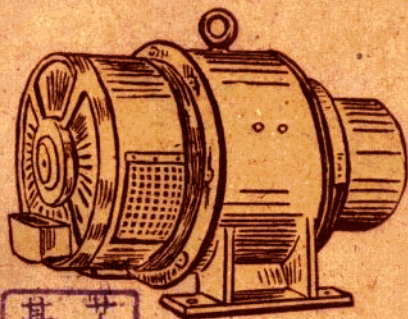




小型发电机 的制造与维修

许昌专署水利局編

河南人民出版社

編 者 的 話

在党的正确领导下，全国工农业开展了万馬奔騰轟轟烈烈的大躍進局面，为了确保鋼鐵元帥升帳，和滿足国民經济部分的需要，以便促进公社工業化、农业机械化、电气化。因而，如何迅速制造大量电机，已成为当前急待解决的问题。尤其是实现了水利化后，农村已普遍建立了又多又好又省的小型水力站，这样需要电机更为迫切。因此，为了貫徹全民办电的精神，充分發揮“小土群”的巨大威力，大力培訓小型土电机制造技术力量，以适应当前工作需要，特編写了“小型发电机的制造与維修”，以供各地培訓电机制造人員以及工人、技术人員参考。

本書着重介紹了異步发电机的基本原理、制作过程、維護与檢修等，共分六章。由于異步发电机易于就地取材、就地制造、就能使用，制造技术和工艺过程簡單，价格低廉，使用、維護簡單，結構牢固，运行安全可靠，优点很多，十分适合于农村小型发电站的需要，因此，必然会在现阶段中得到極為广泛的采用。

由于編写时间倉卒，編写能力有限，經驗缺乏，定有內容欠妥之处，甚至会有錯誤的地方，希望讀者指正。

編者

1960年5月

目 录

第一章 电工基本原理

- 第一节 电是什么..... (1)
- 第二节 电的特性..... (2)
- 第三节 电流、电压和电阻..... (3)
- 第四节 欧姆定律..... (5)
- 第五节 磁体与磁的性质..... (7)
- 第六节 磁场和磁力线..... (8)
- 第七节 电流的磁场..... (9)
- 第八节 电动作用与左手定则..... (11)
- 第九节 电磁感应..... (12)
- 第十节 串联与并联..... (14)
- 第十一节 功、功率和电功率..... (16)

第二章 异步发电机的构造与基本原理

- 第一节 异步发电机在农村电站中的应用价值..... (20)
- 第二节 电动机的概念..... (21)
- 第三节 电动机的种类..... (22)
- 第四节 异步发电机的构造..... (23)
- 第五节 异步发电机的作用原理..... (26)
- 第六节 异步发电机的安装与接线..... (28)
- 第七节 采用异步发电机有利条件及其经济效益..... (30)
- 第八节 异步发电机的优缺点..... (33)

第三章 电容器

- 第一节 电容器的概念..... (36)

第二节	电容器的种类和構造	(37)
第三节	电容器的性能	(37)
第四节	电容器的選擇	(39)
第五节	电容器的使用 and 分級	(42)
第六节	电容器的安裝与接綫	(50)

第四章 異步發電机的制造方法和使用的材料

第一节	定子鉄芯的制作	(54)
第二节	定子綫圈 (又叫定子繞組) 的制作	(58)
第三节	轉子鉄芯的制作	(70)
第四节	轉子綫圈及風扇片的制作	(72)
第五节	軸、軸承座及机壳的制作	(75)
第六节	裝配与試車	(77)

第五章 配電盤与安裝

第一节	概述	(80)
第二节	配電盤結構的种类	(81)
第三节	配電盤必須具备的各项設備	(83)
第四节	配電盤的安裝	(86)
第五节	配電盤的接綫圖	(88)

第六章 異步發電机的运行、維護与檢修

第一节	保持異步發電机电压恆定的方法	(92)
第二节	異步發電机剩磁的消失与恢复	(94)
第三节	異步發電机运行中的注意事項	(97)
第四节	異步發電机及电容器的維護和檢修	(101)

第一章 电工基本原理

第一节 电是什么

在現代的日常生活中，几乎到处都要用电，如照明用的电灯、通訊用的電話和电报，还有无綫电、电風扇、电爐、电灶等，都是我們熟悉的电器；至于發电机、电动机和变压器等更是工業上不可缺少的动力設備。所以，工業愈是發达，用电的範圍就愈广，数量也愈多，我們的物質生活就可以不断的改善。电力工業的發展，是人类文化日益进步的一个标志。

虽然我們可以从許多現象中来証明电的存在，例如：把电接到灯泡里，灯泡就会發光；把电接到电爐里，电爐就会發热；把电接到电風扇里，电風扇就会轉动。但是要說明电究竟是什么，却不是一件很容易的事。几百年来，科学家們收集了自然界各种有关电的現象，从这些現象中，假設了一些学說，企圖說明电是什么。但是由于科学的进步，有很多学說已經被証明是不正确的了。目前世界上公認為最适当的学說就是电子学說。

根据这个学說，凡是占有空間和具有重量的东西，都叫做物質。物質是由許多叫做分子的微粒所組成。分子又是由原子組成的，而原子則是由电子和質子組成的。这些电子和質子就是我們平常所說的电。如果这些电子不移动时，我們

就叫它为静电，如果电子被迫而移动时，我们就叫它为动电。

根据电子学说知道电是由许多的极微小的电子所组成的。至于电的产生、简单的说来有以下三种方法能够产生电：

1. 摩擦能够生电。如果我们用钢笔杆在皮毛上或者头发上去摩擦，便能吸起很小的纸片。再如阴雨天的闪电，也是由于摩擦产生电的结果。

2. 化学作用能够生电。如我们用的干电池，及蓄电池等都是由于化学作用而生出来的电。

3. 电磁感应能够生电。如我们自行车上的摩电滚，和煤气机上的磁电机，以及发电机等都是感应生电的。而不是摩擦与化学作用生出来的电。

第二节 电的特性

假使我们用一根玻璃棒甲，用丝绸摩擦后，用细绳吊起来，同时将另一根用丝绸摩擦过后的玻璃棒乙，移近玻璃棒甲的一端时就有互相排斥的现象，好象有一种力量推斥玻璃棒甲一样，如果我们将一根皮毛摩擦后的橡皮棒移近玻璃棒甲的一端时，不但不推斥，反而迎面移动，形成两棒互相吸引的现象。

从上面的实验，我们可以将摩擦产生的静电归纳为几个特性：

1. 电有正电和负电。
2. 同性电相斥，异性电相吸。
3. 两种不同的物体摩擦后都能带电，一种物体带正电，如摩擦后的玻璃棒；一种物体带负电，如摩擦后的硬橡皮棒。

一个帶电的物体有两种方法，可以使中性棒（不帶电）帶电，其中第一种方法就是接触傳电。

如果我們將一根用皮毛摩擦后的硬橡皮棒与一根悬挂的中性棒接触一下，硬橡皮棒的額外电子就会立刻跑到中棒上去，当硬橡皮棒移去后，中性棒上也就帶有負电。如果用玻璃棒代替橡皮棒，中性棒受到接触后，就有一部分原子的行星电子轉入玻璃棒補助一部分电子的缺額，結果使中性棒帶正电。根据上述两种情况，我們可以說中性棒可以受到接触而帶电所帶电的电性，則和任何接触体一样。

第二种方法就是感应能使物体帶电。

如果我們把一根中性棒悬挂起来，使其一端用金屬綫接地，將一根帶負电的硬橡皮棒移近中性棒一端，但不接触，則負电对中性棒内的电子产生一种推斥現象，使中性棒的一部分电子入地，將金屬綫和硬橡皮棒移去后，中性棒就帶有正电。如果我們改用玻璃棒，由于異性电相吸，因此將自地里吸收电子进来（电子是帶負电的），去掉玻璃棒，就使中性棒帶負电。帶电体与中性体並沒有接触，也就是說电子沒有轉移，而使中性棒帶电，这种現象我們就叫做感应帶电。中性体因感应而帶电性，恰和帶电体的电性相反。

第三节 电流、电压和电阻

电流：凡是具有較高电位的物体，就会把正电荷推向电位較低的物体。这就是电荷的流动。电荷的流动就叫做电流，电流的强弱是以每秒鐘通过多少庫倫的电荷来計算的。

$$\text{即：电流} = \frac{\text{电荷}}{\text{時間}}$$

式中：电荷用庫倫来表示（或叫做电量）

時間用秒来表示

电流用安培来表示（以A代表），0.00安称为毫安或千分安（mA）。

如果在某一点，每秒钟通过二庫倫的电荷，电流的强度就是2安培。如果每秒钟通过100庫倫，电流就是100安培。如果2秒钟內通过40庫倫，电流就只有20安培了。

电流总是从电子多的一边流向少的一边，电势高的一边流向低的一边。实际上电子流动的方向是从負端至正端，但習慣上电流的方向認為从正端至負端（指直流电而言），但电流强度与电压的高低成正比，即当导体的电阻不变时，电压越高，流过导体的电量亦越多。

电压：凡使电荷（或叫电量）从帶电体向另一帶电体移动，或使电流在电源二端間流动，必需具有电动势或电位差。电位差和水平一样，二帶电体或电源二端間的电位差等于零时，电荷或电流就停止移动或停止流动。因此，电动势的势能越大或电位差越大时，流动的电量亦就越多。电动势和电位差也統称为电压，但明确一点的說：电动势是指电源內部电子流动的势能；电位差或电压（E）是指电路中任意二点而言，二点間的电压，即等于該二点的电位差。

电压的單位为伏特（以U表示）簡称伏。1000伏称为仟伏（KU）；0.001伏称为毫伏（mU）。实用电压分为低压、高压二种。低压有6U, 12U, 36U, 110U和220U；高压有380U, 550U, 3300U, 6600U等以至220仟伏。

电阻：我們知道在任何物体内，正电荷是和負电荷互相牢牢地吸住的。当电流通过这物体时，必須首先克服由电荷

間吸力所产生的阻力，这种阻力就叫做电阻。

这种现象也可以用水来做比喻。当水在管子中流动时，就会遭遇着管子一定的阻力。换句话说，水必须克服管子对于水流所發生的阻力，才能在管子中流过。假如我們在管子中放些粗石子，水所遭遇到的阻力就会增加。如果在管子中放着大量的石子时，阻力更大。又如管子愈細愈長，阻力也愈大。

电阻也是这样。在某些物体，如銅、銀、鋁等金屬中，一部分电荷之間的吸力很小，容易移动。因此，对于电流所产生的阻力也較小，而另一些物体，如橡皮材料等非金屬中，电荷之間的吸力很大，不容易移动，因此对于电流所产生的阻力也很大。电阻小的物体叫导电体或簡称导体。电阻極大的物体叫做絕緣体。

导体的电阻大小与导体的材料、长度和截面积、温度有关。一般金屬导体的电阻与長度成正比；与截面积成反比。电阻的实用單位为欧姆，簡称欧（以R表示）。1000 欧姆称为仟欧（KR），百万欧姆称为兆欧（MR），百万分之一欧姆称为微欧（UR）。

第四节 欧姆定律

电路中的电阻如固定不变时，电路的电压越高，电流就越大，而且增大的倍数相同；电路中的电压固定不变时，电路中的电阻越小，电流也就越大，而电流增大的倍数与电阻的減小的倍数相同。因此，我們可以結論：电路中某一部分的电流强度（I）和該部分电压（U）成正比；和同一部分的电阻（R）成反比。这結論就是欧姆定律。其公式如下：

$$I = \frac{U}{R} \quad U = I \times R \quad \text{或} \quad R = \frac{U}{I}$$

式中：I = 电流（安培），R = 电阻（欧姆），U = 电压（伏特）。

根据欧姆定律的电压、电流与电阻的关系，我们可以从两个已知的数量中求出另一个未知的数量。为了帮助我们记忆，以上三个公式我们可以用下图，把手指遮住要求的数值，则剩下的就是运算的公式。

U	
I	R

例1. 一个电灯泡的电阻为240欧，跨接在120伏的电源上。求灯泡中的电流。

解：求电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{240} = 0.5 \text{ 安。}$$

例2. 一发电机的磁场线圈在220伏电压时，通过电流4安，试求线圈的电阻。

解：求电阻

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{4} = 55 \text{ 欧。}$$

例3. 已知电热器的电阻是48欧，使用时的电流是5安，试求供电线路的电压。

解：求电压：

$$U = IR = 48 \times 5 = 240 \text{ 伏}$$

欧姆定律可适用于电路的全部，同时也适用于电路的一部分。我们必须充分了解欧姆定律的内容，才可以计算许多有关电路的问题，否则在计算时就不免引起错误。在计算时必

須注意：

1. 在整个电路中通过的电流，等于这整个电路的电压被这电路的总电阻来除。

2. 在局部电路中通过的电流，等于这部分电路兩端的电压被這兩端間的电阻来除。

我們必須注意电压、电流与电阻的計算，必須是电路的同一部分。用欧姆定律計算时的錯誤大都是由于把局部和整体搞錯了。例如在計算电流时誤將这局部的电压用另一部分的电阻来除，同样的把局部和整体搞錯的錯誤。

第五节 磁体与磁的性質

凡能夠吸引鋼鉄的物体叫做磁体。磁体可分为天然的磁体 and 人造磁体二种。天然的磁体为磁鉄矿的矿石；人造的磁体可以用下列三种磁化方法来获得。

1. 用磁石順一方向摩擦鉄或鋼；
2. 將磁鉄長期接触鉄或鋼；
3. 鉄或鋼的周圍繞以綫圈并通以电流。

人造磁鉄的主要材料是鋼鉄，其次是镍、钴等金屬。人造磁鉄又可分为永久磁鉄和暂时磁鉄两种：永久磁鉄是經磁化后能長期保留磁性的磁鉄。最普通的人造永久磁鉄，常制成条形和馬蹄形。暂时磁鉄只在被磁化时，才有磁性，磁化停止后，所有磁性就跟着消失。

磁鉄的一般性質有下列兩点：

1. 磁鉄有南極和北極，把一根条形或馬蹄形磁鉄移近一堆鉄屑，磁鉄会吸引很多鉄屑。这些被吸引的鉄屑大部分集中在磁鉄的兩端，中段很少或完全沒有，这說明磁鉄的兩端

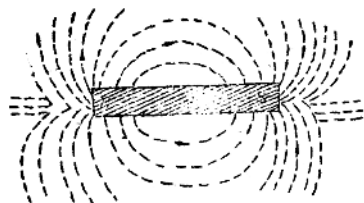
对鉄屑的吸引力最大，這兩端称为磁鉄極。

如果用細錢把条形磁鉄悬在空中，使它能在水平位置自由地轉动，我們可以看到：磁鉄旋轉到一定的方向就会停止，这时磁鉄的兩極有一極指南，另一極指北。如果再把它撥向其它方向，条形磁鉄的兩端还会自动地回到原来的方向：指南的一極仍旧指南，指北的还是指北極。指南的一極叫南極（S），指北的一極叫北極（N）。

2. 同極性相斥，異極性相吸。如果把一根磁鉄的北極移近上述悬空磁鉄的北極，就見這兩個北極互相推斥，使悬空磁鉄的北極旋轉远避。要是把另一根磁鉄的南極輪流移近悬空磁鉄的兩極，就見兩個南極也互相推斥，但是一根磁鉄的南極和另一根磁鉄的北極則互相吸住。由此可知同性的磁極互相推斥，異性的磁極互相吸引。

第六节 磁場和磁力綫

在条形磁鉄上放一塊玻璃片或紙板，再撒上一些鉄屑，鉄屑因受到磁鉄的吸力，就排成如下圖的綫条。虽然鉄屑並沒有和磁鉄接触，但是在磁鉄周圍的一定範圍內，鉄屑仍受到磁鉄性的影响。磁鉄所能影响的範圍叫做磁鉄的磁場。同时这些綫条我們就叫做磁力綫。



条形磁鉄的磁場圖

有磁性存在的地方，就有磁力綫的存在、磁力綫所涉及的空間，就是磁場。磁場是有強的有弱的，由鉄屑所形成的磁力綫來看，靠近兩極的地方磁力綫密集，這個地方的磁場就強，遠離兩極的地方，磁力綫稀疏，磁場也就弱。磁場的強弱可以用單位面積上所通過的磁力綫多少來表示。

仔細觀察由鉄屑所形成的磁力綫，可以看出曲綫和磁鉄兩極是相連接的、我們通常認為磁力綫是由北極出發進入南極，然後經過磁鉄本身又回到北極，它是一條閉合的曲綫。

磁力綫有下列的特性：

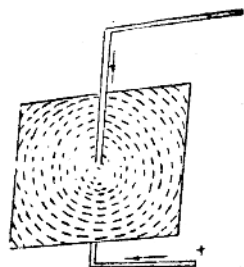
1. 磁力綫形成一封閉不中斷的曲綫，但可以變形，擴大彎曲，並有盡量縮短的傾向。這就是異性磁極相吸的原因；
2. 磁力綫永不互相交叉；
3. 磁力綫都從北極出發進入南極，而磁鉄內部則從南極至北極；
4. 磁力綫離開或進入磁極時，必與磁鉄成直角。

第七節 電流的磁場

當電流在導綫中通過時，導綫的周圍就有磁場的產生。我們可以用鉄屑做下面的試驗：

將導綫穿過一塊紙板（如下圖所示），並使電流通過這根導綫，然後在紙板上撒上一些鉄屑。我們可以發現，鉄屑會有規則地團團圍住導綫，形成許多同心圓環。如果把紙板上下移動，並不會影響鉄屑的排列。這說明整根導綫的周圍都有磁場的存在。

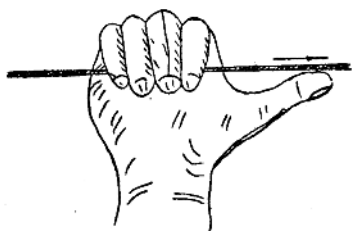
这些圆环似的磁力线好象在静水中投下石块时所产生的波纹，近导线处，磁力线排列得很密，这是磁场最强的地方。离导线愈远，磁力线排列得愈稀，磁场也愈弱。



通电导线周围的磁场图

导线通以电流后，在导线周围产生磁场。其电流和磁力线的方向，可以用右手定则来判定。为了帮助记忆，可以假想用握住导线的右手来判定，如下图所示：那么用右手握住导线，使拇指符合电流的方向，其余屈起的四指所指的方向就是磁力线的方向，这就叫做右手定则。

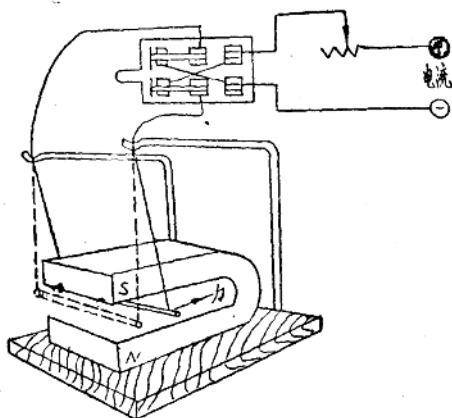
这个定则可以根据不同情况来运用，若以四指来表示电流的方向，则拇指即为磁力线的方向。这可以用来判定线圈上的电流与磁力线方向。



右手定则图

从以上知，通电导线的周围有磁场的产生，能够使附近的磁针发生偏转。我们也不难想象，通有电流的导线也会受到其他磁场的影响而被推动。下图可用来说明这点。在U字形磁铁两极的中间悬挂一根平直的导线，当导线中没有电流通过时，那末就可以看到导线不会有什么移动。如果将开关推上，使导线中通有电流，这时就可以看

到导线向内移动。
要是开关倒推，使导线中通过方向相反的电流，那末移动的方向也跟着相反，从磁极间向外移动。根据这些现象，可知磁场对通电导线的作用力是具有一定方向的。



通电导线在磁场中的作用图

任何电动机运转的原理，都是根据上述磁场与通电导线间相互的作用。

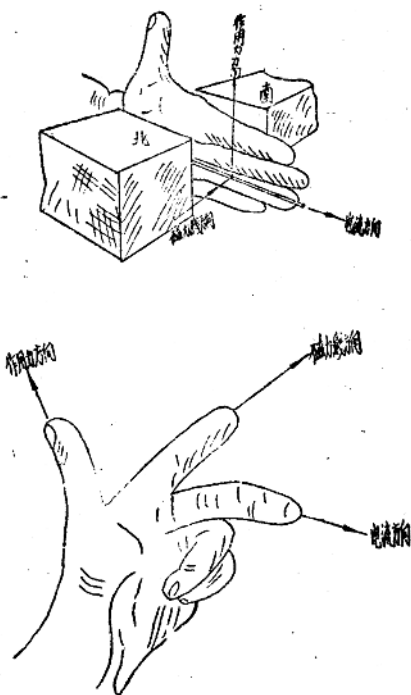
第八节 电动作用与左手定则

二根并列的导线如通以电流时，由于四周产生的磁力线互不相交，而有缩短倾向的特性，所以会产生相互吸引或排斥的现象，通以同方向的电流时，二导线会相互吸引；通以反方向的电流时，二导线会相互排斥。这种导线通有电流时，彼此间发生相互吸、斥的作用，称为电动作用（见下图）。



通有电流的二导体间的电动作用图

將一根通有電流的導體，放進另一個磁場時，則導體所產生的磁場和另一個磁場間會互相作用成一邊增強，一邊削弱的現象，增強磁場一邊彎曲的磁力綫，由於有縮短的傾向特性，而使導體向磁場弱的一邊運動。這種通過電流的導體，在磁場中運動的方向，隨電流或磁場的方向而定。確定這種方向可用電動機左手定則來加以決定。如右圖所示平攤左手，使手掌抵向磁力綫，用四指表示電流的方向，那末平伸的拇指就表示導綫受力後的運動方向。



電動機左手定則圖

第九節 電磁感應

電流通過導綫，導綫四周就產生磁場，這種因通電使導綫四周呈電性的特性稱為電磁。由電磁作用而磁化成為磁鐵的鋼鐵稱為電磁鐵。同時這磁化現象稱為勵磁。

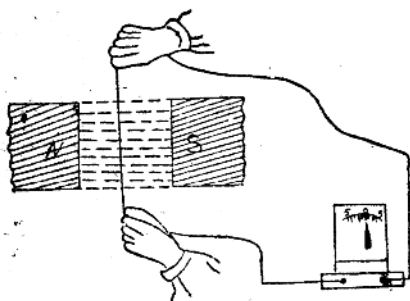
從以上談到，電與磁的現象是密切關連的。這一點也可

用电磁感应的现象来证明。这种现象发生的原因在于：导线在磁场中运动时或其四周磁通（磁通即为通过某垂直面积的磁力线数）变化时，导线中出现感应电动势。

由于感应电动势的作用，在闭合导线中就产生电流称为感应电流。

为了证实这一现象，我们来作一个实验。

拿一块磁铁并使导线AB在其两极间移动，切割其磁力线。与此导线联接的指针就要偏转。假如导线固定在磁铁两极间或者沿着磁力线移动，也就是与磁力线平行移动，那么导线中就不会产生感应电动势，仪表指针也不会偏转。反之若导线不动，左右移动磁铁，则同样会使导线联接的指针发生偏转。由此实验可得出导线切割磁力线时，导线中产生感应电动势。



导线切割磁力线时导线中
产生感应电动势图

感应电流产生。

实验证明 感应电流的大小与它们相对运动的速度、切割磁力线的数目多少有关。

综合以上所述，可以得出如下结论：

1. 闭合导线在磁场内作切割磁力线的运动时，导线上就有
2. 感应电流的大小，决定于单位时间内切割磁力线的数目多少——多则大，少则小。