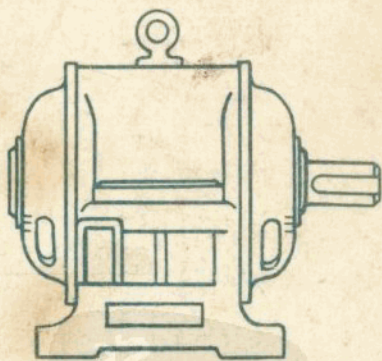


农村感应发电机

楊金安著



水利电力出版社

农村感应发电机

楊金安著

*

1172D336

水利电力出版社出版(北京西郊科学路二里溝)

北京市書刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{4}$ 开本* 疊印張* 18千字

1958年7月北京第1版

1958年7月北京第1次印刷(0001—60,100册)

統一書号: T15143·158 定价(第9类)0.12元

編 者 說

目前全国正处于工农业大跃进的高潮中，农村小型发电站如雨后春笋迅速地建立起来。在这种飞跃发展的情况下，电机设备的供应远远不能满足需要，特别是小型同期发电机的供应更加紧张，因此采用结构比较简单、生产比较普遍、价格比较低廉的感应电动机来代替同期发电机已是当前解决设备供应紧张的有效办法。

本书是参考国内外有关感应电动机的图书资料编写成的，内容包括：感应发电机的基本原理、电容器的作用及容量的选择、电容器的连接方法、感应发电机的维护、运行须知以及采用感应发电的条件和经济价值等。

本书通俗易懂，举例生动，没有数学公式和复杂的插图，是农村小型发电厂和小型工厂中的电气工人学习和掌握感应发电机的技术知识的一本好书。

目 錄

編 者 說

第一章 感应发电机的基本原理	3
第一节 一般发电机的原理与构造	3
第二节 感应发电机的构造与原理	5
第二章 电容器的作用与数值的选择	9
第三节 电容器在感应发电机上的作用	9
第四节 15瓩(KW)以下感应发电机如何选择电容器	15
第三章 感应发电机的运行与维护知識	20
第五节 电容器的连接方法与发电机的安装綫路	20
第六节 感应发电机在运行时注意事項	26
第四章 采用感应发电机的条件与优缺点	29
第七节 采用感应发电机的条件	29
第八节 采用感应发电机的主要优缺点	29

第一章 感应发电机的基本原理

第一节 一般发电机的原理与构造

在沒有談到感应发电机的原理之前，讓我們先把一般发电机的原理与构造熟悉一下。

任何一种发电机都是利用“导綫在磁場中运动”，也就是“导綫切割磁場”的原理而做成的机器。最简单的发电机如图 1 所示。

用一根金属(即銅綫)在一块馬蹄形磁鉄的两极中間(北极和南极的中間)运动，比如图 1 金属棒从点綫的位置移动到实綫的位置，在金属棒的两端接上一只能够测量小量电流的仪表，当金属棒由上向下或者由下向上运动的时候，仪表的指針就会发生偏轉。这說明仪表内有电流通过。产生电流的根源，是因为金属棒在馬蹄形磁鉄两极之間的磁場中运动时，被感应出来电动势，也

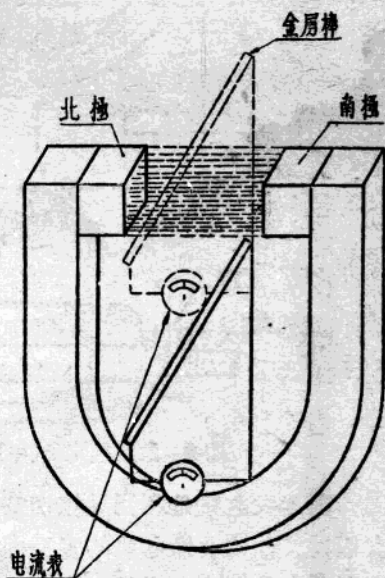


图 1

就是金属棒两端有电压，这个电压推动了仪表的指針偏轉。这就是发电机所以能够发电的基本原理。但是像图 1 这样构造，是沒有使用价值的。供給人們点灯或者开动馬达的真正发电

机,不外是根据这种最基本的原理制成的。其构造如图2所示。

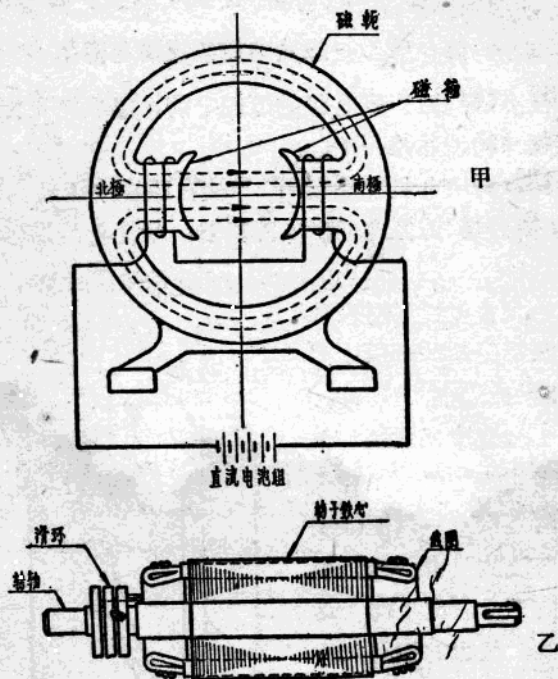


图2 发电机定子(甲)和发电机轉子(乙)

因为发电机是利用导线切割磁場而做成的机器,所以必須有磁場。如图2发电机的定子即为磁場。但是这种磁极与图1不同之点是利用电磁鉄,而不是永久磁鉄(电磁鉄是用很多軟鋼片迭制成磁极,再繞上綫卷),在磁极的綫卷上通以直流电源即成为带有磁性的电磁鉄了。这个直流电源可以由蓄電池組或其他电源供給,这个直流电源叫做发电机的激磁电源。定子是“磁軛”“磁极”“綫卷”等部分組成的。

另外为了使导线在磁場中繼續不断地运动,以便切割磁

場，所以把導線繞在圓形鐵心外周帶有溝槽的轉子上，中間有轉軸，兩端用軸承支起以便轉動。這就是發電機轉子，也叫發電機的电樞，如圖 2 乙所示。為了使發電機發出的電能供給人們使用，在轉子的一端裝有滑環，在滑環的圓周上用炭刷與滑環接觸，這樣才能使發電機在轉動的時把電能送出來。另外必須說明，如果想要使發電機轉動發電，這就需要由原動機來帶動。例如用水輪機、柴油機、蒸汽機和風力發動機等等。

第二節 感應發電機的構造與原理

感應發電機就是利用感應電動機發電的機器，所謂感應電動機就是當前我國工業上應用最廣泛的一種電力推動的原動機，除了特殊須用或者極小容量的以外，一般都是三相繞卷的。三相感應電動機中，大體又分為繞卷型（即繞線式轉子）感應電動機與鼠籠型（鼠籠型轉子）感應電動機兩大類，前一類用於起動頻繁的工作條件，構造較為複雜，價格較高，所以不適用做為感應發電機。因此不做為我們討論的對象。這裡所說的感應發電機是指鼠籠型感應電動機。鼠籠型感應電動機的構造主要由以下幾部分組成：

(1) 電動機的固定部分——定子如圖 3。在機殼內部裝有圓型帶槽的電機矽鋼片，在槽內嵌有分布均勻的三相繞卷，以便通入三相交流電源。

(2) 電動機轉動部

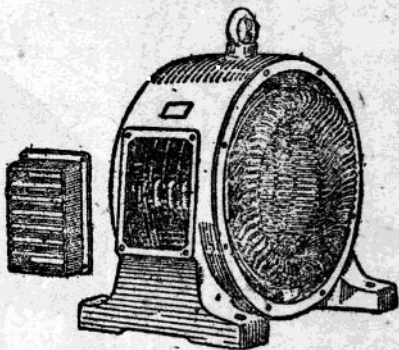


圖 3 感應電機定子

分——轉子如图 4，也是用电动机矽鋼片迭成，其外圓比定子內圓稍小，以便插入定子內轉動。在圓形矽鋼片的外周也有沟槽，在槽內放有銅棒，兩端用銅環焊接在一起，也有用鋁澆鑄成的轉子。如果把矽鋼片去掉，剩下的銅棒與銅環就像捕鼠的鼠籠一樣，所以叫鼠籠型。

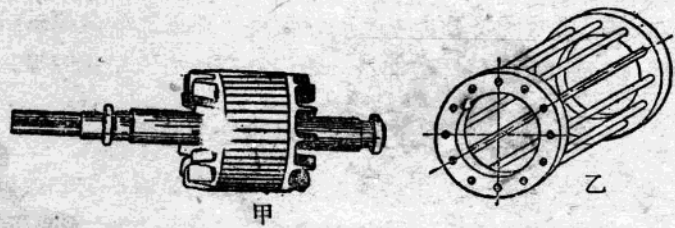


图 4 籠型感应电动机轉子(甲)和轉子导体(乙)

(3)端盖——是支持轉子能在定子中心轉動的主要部件，如图 5 端盖的外圓有止口与机壳的止口互相配合。端盖的中心装有軸承，以便把轉子架起来旋轉端盖用螺絲緊固在机壳上，就成为完整的电动机了，其外型如图 6 甲。

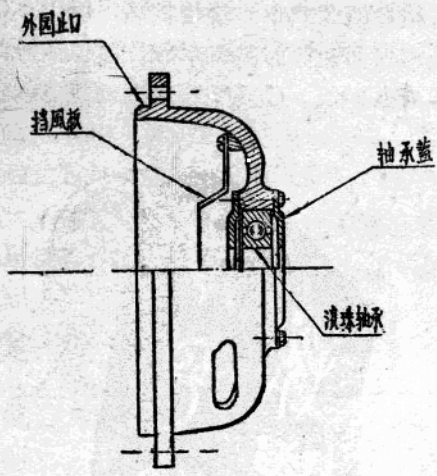


图 5 端盖图

感应电动机的工作原理是：当定子的綫卷通入三相交流电源，所产生的磁場是旋轉磁場，与第一节所談的发电机不同，第一节所談的发电机磁場的极性是固定不变的，也就是北

极永远是北极，南极永远是南极；旋轉磁場的极性是按一定的規律变化的。因为磁場旋轉时，轉子最初不动，又因轉子上嵌有金屬棒，並且金屬棒两端被短路着，所以在金屬棒中就发生了感应电流。其道理与图 1 相同。感应 在轉子金屬棒中的电流和定子的旋轉磁場发生相互作用，轉子便开始沿着定子旋轉磁場的方向旋轉起来。如果轉子旋轉的速度等于定子旋轉磁場的速度，定子磁場与轉子金屬棒就不会发生切割作用，轉子也就沒有电流了。但事实是不可能的，因为轉子沒有电流与定子就失去了相互作用，那末速度就要慢下来，速度一慢下来就被定子磁場切割才能繼續旋轉。特别是当轉子軸上带有負荷时，也就是利用电动机带动其他机械做功的时候轉子的速度就要小于定子旋轉磁場的速度，轉子速度愈小定子磁場切割轉子金屬棒的机会就愈多，定子与轉子相互作用的力量就愈大。当然，轉子速度的減少是有一定限度的，也就是轉軸上所加的負荷是根据电动机容量来确定的。反之如果負荷先确定，电动机的容量就要随着負荷的大小适当的增減。我們理解了感应电动机的作用就不难理解感应发电机了。首先可以这样設想：有一台感应电动机轉軸与一个原动机联結，比如水輪机；利用水輪机带动感应电动机旋轉，它的轉速等于定子旋轉磁場速度的时候，定子再通入三相交流电源，那末它的作用如前面講的那樣，轉子就沒有电流了。如果使水輪机的轉速比定子旋轉磁場的轉速大，这就又造成轉子切割定子磁場，而不是磁場切割轉子了；定子所通入的三相交流电源就和第一节所談的电磁鉄激磁电源相似，这时候感应电动机就变为感应发电机了。假如某一个村鎮由电业局供給有限的三相交流电源不能滿足需要，例如有一台容量較大的感应电动机用水輪机或者其他原动机带动，就可以把原来小容量的三相交流电源做激磁用，而从感应

发电机取得較大的电能，其能量可与感应电动机的額定容量相等。虽然这样做能达到发电的目的，但目前广大农村就連小容量的交流电源也沒有，因此无法找到激磁电源，所以用交流电源激磁的感应发电机还不具有普遍性，因此不能滿足广大农村的需要。所以也不是我們討論的主要內容。我們所要討論的是沒有交流电源的农村，用构造簡單的原动机，如水輪机、柴油机带动感应电动机，采用电容器来激磁就能发电的办法。这种办法在苏联已經被广泛地应用。結合我国目前情况，也就可能解决現在农村迫切需要电气化用的发电設備問題。这是一条因陋就簡的出路。經過試驗証明，一切感应电动机不論用什么原动机带动，只要轉子的轉速达到感应电动机定子旋轉磁場的額定速度时，在定子的出綫端鈕上会发生50周波的极小的电压。这是由于电动机在制造完成时通电試驗后有殘留的剩磁的緣故。如果在定子三相出綫端鈕上並接电容器，如图6所示，在电容器中就产生一种电流，这电流就可以供給感应发电机激磁，使感应发电机接綫端鈕上的电压逐渐增高起来；如果打算讓感应发电机的电压和电量跟它做电动机用的时候一样，例如所用的感应电动机額定电压为380伏，功率为2.8瓩，接綫端鈕上所需要的电容器的数量是有一定限度的，有关电容器的选择問題，在下一章要講。感应电动机定子旋轉磁場的轉速可用以下簡化公式求出

$$\text{旋轉磁場轉速} = \frac{6000}{\text{电机的极数}} \cdot$$

例如有一台 50 週波 4 极的电机，它的

$$\text{磁場轉速} = \frac{6000}{4} = 1500 \text{轉/分}。$$

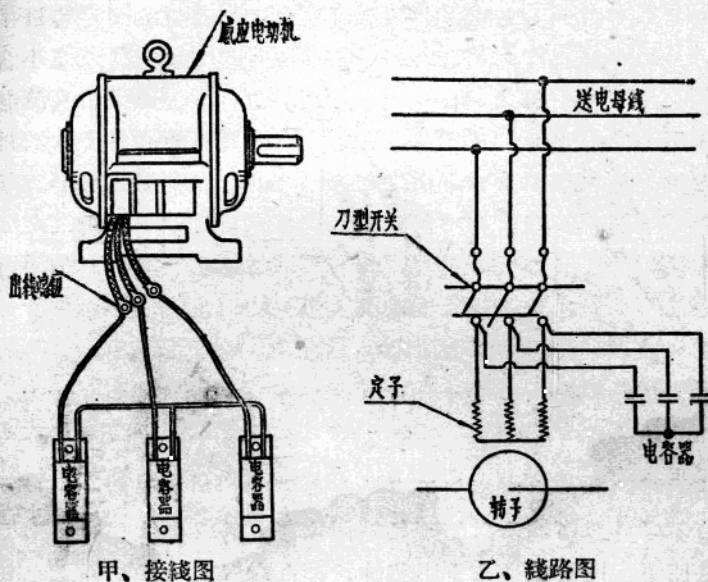


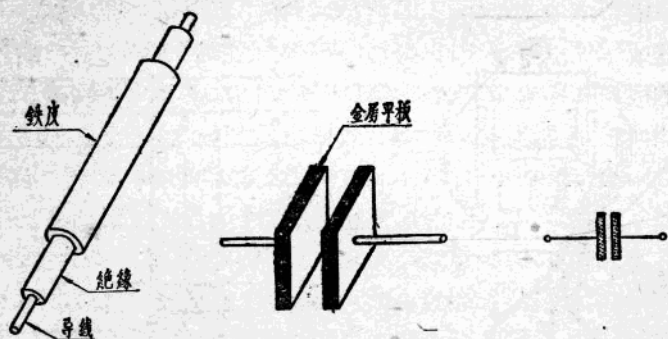
图 6

第二章 电容器的作用与数值的选择

第三节 电容器在感应发电机上的作用

电容器是一种被绝缘物质(也叫电介质)隔开的两个导体组合成的一种东西。每个导体叫做电容器的极。比如两条平行放置而且带有间隔的导线或者圆型铁皮内有绝缘的电缆线,以及两块平行放置的金属平板它们都具有电容器的作用。

感应发电机应用的电容器不外是应用图 7 的特点专门制成的电容器。一般所用的材料有绝缘体(即电介质),是一种涂蜡的纸;有导体(即电容器的极)是一种很薄的锡片,两片电极之



甲、单芯电缆线

乙、平行板电容器

丙、电容器的符号

图 7

間用蜡紙隔开，也有用云母做为电介質的。为了保护电极与电介質不受外界影响，以便延长使用寿命，通常把这些材料密封在鉄筒里，图 8 就是市上出售的这种电容器。

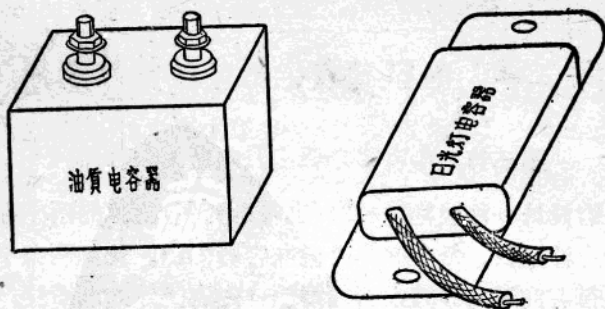


图 8

电容器有“充电”与“放电”的特性。为了理解电容器的作用可做一个简单的試驗。把电容器的两极接到电池的两极上，連通阴极的金属片上充滿了电子，而連通阳极的金属片上的

电子借着电池的作用，也经过电池集中到阴极片上，这时候电容器成了充电状态。即连通电池正极的成为正性充电，连通负极的成为负性充电。如图9甲所示。如把电池拿掉同时把电容器的两极用导线连接起来，那末集中在阴极上的电子通过导线回到阳极，如图9乙所示。这时成为放电状态。放电的结果又恢复了未接电池时的原来状态，如图9丙所示。因此我们把一个电容器两极引线往电池的两极上短促的碰一下(约数秒钟)，再用导线接通电容器的两端在接触的一瞬间会发生“拍”的火花声。电火花就证明电容器的充电与放电现象。如果隔了一些时间再用导线接通两端，火花便会减小或者没有。这说明电容器的两极之间虽然有电介质隔离，但是中间的绝缘体并不是隔离得非常严密，因此仍有小量的电流通过，这就是漏电电流，也叫作内部放电。所以经过一定时间之后再用导线连接就不容易看出放电的现象了。

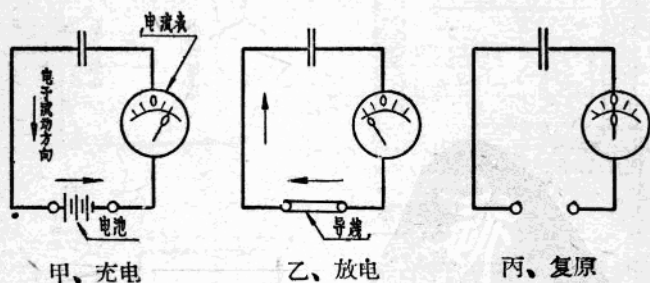


图9

图9中的电流表是指针零点在中間的仪表。当充电的瞬间电表指针如果向右偏转，那末放电的瞬间电表指针则向左偏转，与充电时相反。放电完了则指针回到零位。通过以上试验可以看出电容器的充电放电作用。如果把电容器接在交流电源上，

因为交流的阴极与阳极经常发生变换，所以电容器就成为交替的充电放电，也就是电容器两极的电子随着电源极性的变化在导线里往复的流动着，虽然电流没有直接通过电容器的内部绝缘，但是由于充电放电的作用，使电子在导线内冲来冲去，实际上等于电流在间接的流动着。

电容器的作用可以用抽水的水泵来作比喻，如图10。

如果把水泵的活塞向右推动，水便沿着箭头的方向流动。管道中的橡皮隔膜虽然不能使水直接过去，但是因为橡皮有弹性，受到水的压力之后就向左凸起；如果把活塞向左拉，那末橡皮隔膜必然向右凸起。如果不断的推拉活塞，水在管中也就随着流来流去，水管中虽然有橡皮隔开没有贯通，但是水流确

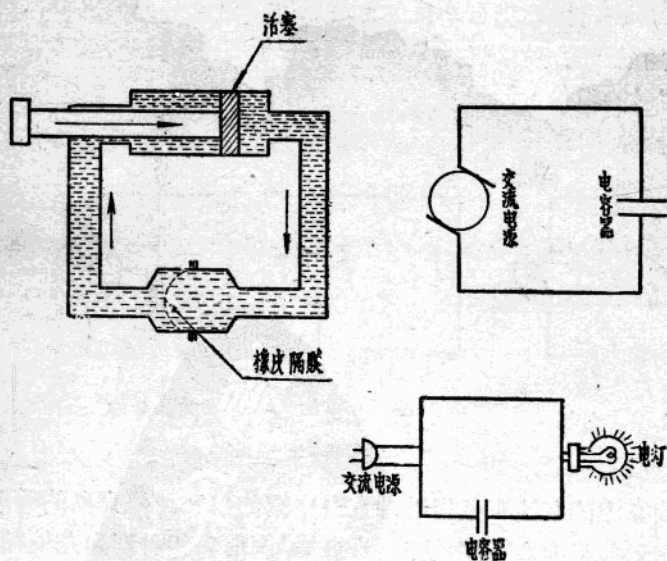


图10

是进退自如，好像贯通一样。这就是所谓间接流动。同理，把交流电源接在电容器上，虽然电容器中有绝缘体（好像水管中的橡皮隔膜）不能使电流直接通过，但是电容器两极上的电子跑来跑去，两极间交替放电充电，电流便间接地流通了。如果在电灯的线路里串接一个电容器，灯泡仍然可以持续的发光（但电容器需要选择得恰当），如图10。

电容器容量的大小是同两极金属片的面、金属片的距离和中间的绝缘材料，以及所加的电压等有关。他的容量单位用法拉表示。

$$\text{电容量(法拉)} = \frac{\text{电极上所带的电量(库伦)}}{\text{电压(伏)}}.$$

使电容器升高1伏特的电压所需要的电量是1库伦，则此电容器的电容量是1法拉。

一般嫌法拉的单位太大，所以又化小用微法拉来表示。1微法拉等于1法拉的百万分之一，即

$$1 \text{ 微法拉} = \frac{1}{1,000,000} \text{ 法拉}.$$

电容器的另一个特点是：如果使它充上电之后，把它接在一个感应线圈上它又产生一种不停息的振荡作用，如图11。

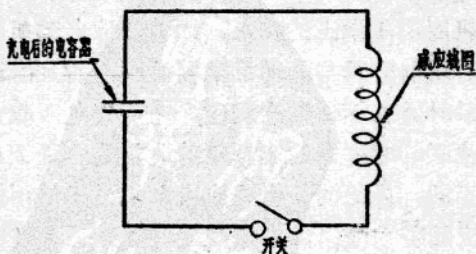


图11

一个充电后的电容器，按图11接法当合上开关后电容器就开始放电，于是在电路内产生电流，这时电容器上的电压逐渐减底而感应线圈接受的电压却最高，但是因为线圈有电感，所以电流并不马上增大（感应线圈的原理因为篇幅所限，并且不是讨论的重点，因此不在这里详细讨论）；当电容器的电压逐渐减弱时，感应线圈的电流才开始增大，电容器上的电压减少到最小时，感应线圈的电流才到最大。由于线圈具有电感，所以电流并不因此而停止沿着原来的方向继续流动，但是电流是逐渐减少的。由于电流继续流动使电容器又重新充电，不过这时电容器的极性（阴阳）与第一次充电相反，感应线圈电流减少的时候它本身又产生一种不愿意减少的作用，维持着电流继续流着。如果在电路内没有电阻的情况下，这反向充电的过程将一直继续到电容的电量值等于原始电量为止。如果开关继续合着，电容器又开始向感应线圈放电，然后再正向充电，像这样放电与充电的过程将週而复始的重复着。就电路内的能量来说，电容器放电的时候把电容器内的能量转换为线圈内的磁场能量，充电的时候线圈内磁场的能量又转换为电容器电场内的能量，也就是说电路进行着能量的连续振荡，因此这种电路叫作振荡电路。

感应发电机应用了以上的特点，因为感应电动机线圈与上述感线圈相似，用电容器与电动机线圈并联，并且借助感应电动机在制造完工时通电运转后的剩磁，才能把电压建立起来。跟电动机线圈并联的电容器的容量随着电机的容量大小所须的电容量也各有不同，就是同一台感应发电机由于使用的负荷不同，电容器也应随着增减。如果感应发电机为三相线圈（也就三个出线头的电机）并接到电机上的电容器也需要在三个出线头之间都分别并接上电容器使电容器也成为三相的接法随着电

容器的工作电压不同可以接成星形或三角形如第一章图 6 乙就是星形結法並且使三相的电容量要相等才能保持发电机的三相电压大小一样。

第四节 15瓩(KW)以下感应发电机如何选择电容器

感应发电机激磁用电容器的选择应根据以下条件来确定：

- (1) 电容器的可靠性与經濟性；
- (2) 发电机的容量的大小；
- (3) 发电机的工作电压。

感应发电机由于容量的不同每种容量又有不同的轉数与制造的水平不同，以及发电机用的原材料各有差異，所以很难确定一个极为准确的数据，在任何情况下都能通用。这里所介紹的数据在实际应用时可能有些出入，但出入不大，可供选择电容器时参考。

目前市面出售的电容器种类与規格很多，按試驗結果認為采用日光灯用的电容器比較合适。因为日光灯电容器比較可靠，而且价格比較便宜。例如油質电容器4微法拉、工作电压为600伏的，每个要6元；合計每一微法拉为1元5角。这种电容器工作电压較高，一般发电机的电压均为220伏或380伏，因此在使用时达不到电容器的額定电压，可靠性虽然增加了一些，但电容量減低很多，起不到激磁的作用。这就須在預計的数值以外多用几个电容器来弥补，从而使成本增加。日光灯电容器目前市面售价4.75微法拉、工作电压220伏，每个3元7角，合每1微法拉为8角左右。价钱比油質电容器便宜50%左右，同时电压恰好为220伏。发电机如为220伏时可将电容器接成三角形，並联到发电机的出綫端鈕上；如为380伏的发电机可将电容器接成星形，並联到发电机的端鈕上(接綫图待下一节再講)。一般市面