

紡織厂土法办电叢書

土 发 电 机

紡織工业部生产技术司专题研究組編

紡織工业出版社



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

目 录

前 言	(1)
第一章 感应电动机改作感应发电机与电网并联发电	(2)
第二章 感应发电机自激磁发电	(6)
第三章 綫繞轉子型感应电动机以直流电激磁发电	(12)
第四章 感应电动机改装为同步发电机	(16)
第五章 土法制造发电机	(18)

前 言

在工农业大跃进的新形势下，各方面对电力的需要量大大增加，如何满足各地电力的需要是目前一个亟待解决的问题。为了克服缺电困难，各地特别是东北地区，展开了全民办电的群众性运动，并已取得了巨大的成绩。

群众办电，首先遇到的是设备问题，要全部依靠国家供给，是有困难的，因此需要依靠群众自己动手来解决。例如，东北的一些企业，在缺乏正规的同步发电机时，就利用各式各样的土发电机进行发电，仅大连纺织厂就办起了大小三十几座电站，总容量达5000瓩，基本上解决了电力的供应问题。

所谓土发电机，是指除了正规的同步发电机以外的一切发电设备。例如：利用感应电动机作为感应发电机；把感应电动机改装成同步发电机以及用土法自行制造的发电机等。

这本小册子仅就几种土发电机作一简略介绍，其中主要是收集了东北各厂的经验，供全国各纺织厂办电时参考。

第一章 感应电动机改作感应发电机 与电网并联发电

一、原 理

三相感应电动机（鼠籠式或綫繞轉子式）可以作为感应发电机使用。把感应电动机接到电网上作为电动机运行，其轉速必然低于同步轉速，而且負荷愈大，速度愈低。如果以另外的原动机使感应电动机加速到超过同步轉速（注意原动机和电动机轉动方向必須相同），則感应电动机立刻进入发电状态，这时不再消耗电网上的电能，而是把原动机的机械能轉变成电能，发出电来輸入电网。发电的多少，和超过同步轉速的程度有关；速度愈高，发电也愈多。

二、发电准备工作

选择适当的感应电动机作为感应发电机。它的額定电压和頻率必須和电网相同，容量則應該和已选定的原动机配合适宜，最好符合下列的关系，則发电机和原动机都能發揮較大的效率：

电机額定功率 = 电机效率 × 原动机額定輸出功率

以原动机滿載时的轉速为基础，配备适当的传动装置，使电机的轉速約大于同步轉速15~20%。然后如图1所示，按照电动机的接綫方式，安装电气开关和必要的表計。

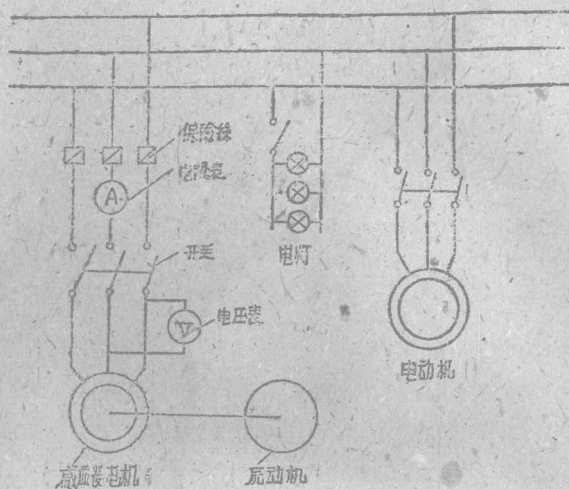


图1 感应发电机与电网并联发电接线图

三、启动方式

(一) 先开原动机的启动方式

电机与电网断开时，先开原动机，使发电机转速尽量接近同步转速。然后合上发电机开关，这时转速可能下降到低于同步转速；再逐渐加大原动机出力，使发电机再提高到超过同步转速，便可发出电来。

(二) 先开发电机的启动方式

先合上开关，使电机在电动机的状态下运行，这时它的转速略低于同步转速。然后开动原动机，并逐步提高原动的速度，使发电机超过同步转速。

在一般情况下，上述两种启动方式都可采用。如果是以前一台原动机拖动几台发电机，则只能采用先开原动机的启动方

法。

四、应注意的問題

(一)感应发电机需要从电网上吸取很大的无功激磁电流，約为滿載电流的20~25%。感应发电机投入运行后，将使电网的功率因数变坏，如有条件，最好安装适当容量的靜电容器，以补偿无功电流。

(二)感应发电机和电网并联发电时，轉速必須超过同步轉速。如果由于某种原因使原动机慢了下来，以致发电机达不到同步轉速，則馬上变成电动机。所以必須利用电度表或功率表加以掌握。当作为电动机时，电表向一个方向轉动；作为发电机时，电表必成反向轉动。

(三)遇到电网停电时，感应电动机得不到激磁电流，就不能繼續发电。这时原动机成为空載，有超速甚至飞出的危險，故在原动机上应该有危急保安装置，以便超速时自动停車。

(四)調整感应发电机出力的唯一办法，是变更其轉速，因此必須和原动机的轉速配合适当。最好通过試驗，确定究竟要超过同步轉速多少才能发出滿載功率（第二节所述超过同步轉速15~20%仅为一般估計数字）。根据这个速度与原动机滿載时的速度，配备适当的传动装置，則两者都可能發揮較大效能。

(五)如果不可能和外面电网并列发电，也可以利用自备的同步发电机供給无功电流，而自己构成一个独立的电网。所需同步发电机的容量只須为感应发电机容量的20~25%就够了，更大一些当然更好。在发电时，必須先开动同步发电机，发出电以后，再用第三节所述第1种方式启动感应发电机。

五、感应发电机与电网并联发电的优缺点

(一)在实际运行中，感应发电机的效率并不比同步发电机差，而且电压、频率稳定，不受负荷的影响。

(二)感应电动机使用最广泛，比较容易找到。

(三)用户发电输给电网，再由电网取回所需要的电能，这样用户的用电设备和线路可以不必更换和增加，较为方便，而且管理也比较容易。

(四)感应发电机和电网并联发电的缺点是：从电网上吸取无功激磁电流，使系统的功率因数下降，而且，当电网停电时，就不能发电。

第二章 感应发电机自激磁发电

一、原 理

前面已經說到，感应发电机和电网并联发电时，需要从电网上取得相当大的激磁电流。在沒有外界电网可以連接或遇到电网停电时，感应发电机就不可能发电。在这种情况下，还可以利用靜电电容器供給激磁电流，进行发电。

任何电机，在不运行时，鉄芯中多少有一些剩磁，当我们用原动机拖动感应电动机时，在它定子端鈕上就会产生微小的电压。这时，如果并联一組电容器，于是电容器中就会有电流通过，这个超前于发电机电压 90° 的激磁电流，使气隙中的磁通增强，从而使发电机发出更高的电压，經過这种反复的增强作用，直到发电机的电压刚好和电容器的电容电流相互对应为止。这是空载的情形。加負載后，由于电机中漏磁电抗的关系，其端电压会起一些变化。

感应发电机用电容器自激磁发电，电压和頻率不象与电网并列发电时那样稳定，而是随着电机的轉速、并联电容器的数量及負荷的性质和大小而变化的。因此，要想得到固定的电压和頻率，必須在不同的負載下，采用不同的轉速，同时还要相应地改变电容器的容量。

二、电容器容量的确定

感应发电机維持額定轉速（同步轉速），在不同負載情况下所需的电容量，示于表1。

表 1 380 伏、750~1500 轉/分的感应发电机在額定轉数时，激磁所需的电容器的三相总电容

发电机 容 量 (仟伏安)	空 載		滿 載			
	电 容 (微法)	无功功率 (仟乏尔)	功率因数= 1		功率因素=0.8	
			电 容 (微法)	无功功率 (仟乏尔)	电 容 (微法)	无功功率 (仟乏尔)
1.0	16.0	0.73	20.5	0.93	32.0	1.45
1.5	22.5	1.04	28.5	1.29	46.5	2.11
2.0	28.0	1.27	36.0	1.63	60.0	2.72
2.5	34.0	1.54	43.0	1.95	74.0	3.34
3.0	40.0	1.81	48.0	2.18	87.0	3.94
3.5	45.0	2.04	56.0	2.54	100.0	4.53
4.0	50.0	2.26	62.0	2.81	112.0	5.08
4.5	54.0	2.44	70.0	3.18	124.0	5.62
5.0	60.0	2.72	75.0	3.40	133.0	6.25
6.0	69.0	3.14	87.0	3.94	159.0	7.21
7.0	74.0	3.16	98.0	4.44	182.0	8.25
8.0	80.0	3.62	108.0	4.90	204.0	9.25
10.0	92.0	4.18	130.0	5.90	245.0	11.10
12.0	102.0	4.62	144.0	6.53	282.0	12.80
15.0	120.0	5.44	172.0	7.80	342.0	15.50

表中无功功率和电容之間的关系如下：

$$Q = 0.314 U^2 C \times 10^{-6}$$

式中 Q ——无功功率 (仟乏尔)；

U ——电压 (伏)；

C ——电容 (微法)。

这个关系式只有当频率为50赫芝时成立。而实际上，尽管

发电机保持同步轉速，由于有負的轉差率，发出电的頻率常小于50赫芝。設頻率为 f ，則实际上：

$$Q = 2\pi f U^2 C \times 10^{-6} \text{ 仟乏尔。}$$

三、保持电压不变的方法

如果暫不考虑頻率的穩定問題，則在不同的負載下，保持电压不变有以下三种方法：

(一)把感应发电机空載时需要的电容器（从表 1 查出）固定地接在定子上，另外再接一些附加电容。当負荷增加时，轉換（轉动）开关使电容增加，这样就可以在轉速不变的情况下来保持恆定的电压，如图 2 所示。

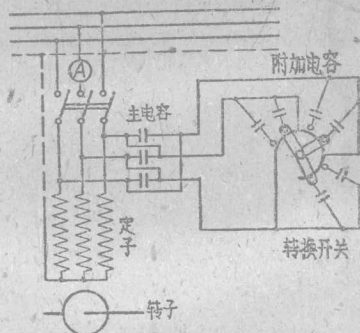


图2. 用轉換开关变换附加电容，借以調整电压的380伏，1~10仟瓦感应发电机接綫图

(二)把空載时需要的电容器固定接在定子上，然后把負荷分成几路引到配电盘上，在各路負荷的綫路上装上不同容量的电容器組。当增加負荷时，电容器組也同时投入，这样也可以在轉速不变的情况下，保持恆定的电压。其接綫如图 3 所示。

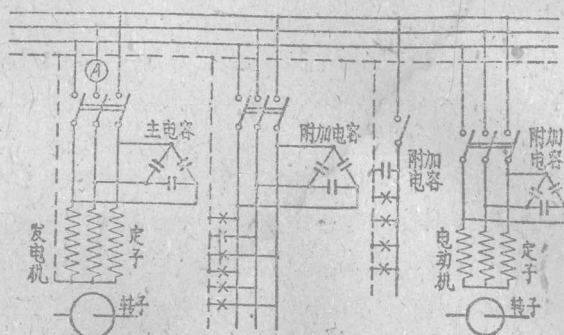


图3. 380伏, 1~10仟瓦附加电容器和負荷同时接入的接綫图

(三)負荷增加时, 相应地增加轉子轉速, 則可以不增加电容器而保持电压恆定。感应发电机电压对轉速的变动是很灵敏的。有时, 当全部都是有效負載 (即功率因数 = 1), 从零載变到滿載时, 只要將轉速調整10%, 就足以維持电压不变。

四、感应发电机发电的頻率

前面已經提到, 感应发电机自激磁发电的頻率, 是随着发电机的轉速和負荷的大小而变化的 (这里假定并联电容器容量不变)。

設: f ——发电頻率 (赫芝);

P ——电机极数;

S ——轉差率 (恆为負数, 負載愈大, 則 S 的絕對值愈大, 滿載約为-10%左右);

n_0 ——电机同步轉速;

n ——电机轉速

則

$$n = (1 - S) n_0,$$

$$n_0 = \frac{120f}{P},$$

求得

$$f = \frac{In}{120(1-S)}。$$

如果要严格維持50赫芝的頻率，并非不可能，但速度要隨負荷而变化，管理上带来許多麻煩。因此，多数情况是保持一定的轉速(例如在接近滿載时保持轉速大于同步轉速5~10%)，宁愿讓頻率在不太大的范围內变化。这样对于一般的負載，如电灯或感应电动机，并没有多大妨碍。

五、感应发电机自激发电的优点

(一)可以广泛利用价廉的感应电动机代替供应不足而且价钱很贵的同步发电机；可以独立发电，不依賴电网。

(二)短路电流小，短路时沒有危險，保护設備可以减少，易于維護。

六、存在問題及解决办法

(一)当負荷启动电流超过发电机滿載电流时，会使发电机不能发电，尤其在启动感应电动机时特別敏感。由于感应电动机的启动电流一般为滿載电流的5~7倍，为了使启动电流不超过发电机滿載电流，直接启动的感应电动机其最大容量不超过发电机滿載容量的 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 或15~20%。如果要启动更大的感应电动机，必須利用启动补偿器或其他方法降低启动电流，同时，还須增加一些并联电容器。在启动时还不能一次合閘，必須作数次合閘，先使电动机轉速逐步上升，最后正式合閘。

(二)当发电机因过载而失去电压时，会发生失磁现象，也就是铁心内剩磁完全消失，因而再不能自激发电。这时只需用两节手电筒电池，将一极接触发电机端线的一相，电池另一极在其它两相上接触两三次，即能完成充磁。

(三)电机突然失去负荷而空载运行时，不仅原动机有超速危险，而且电压突然增高，可能将电容器击穿。最好加装适当保护装置。

第三章 綫繞轉子型感應電動機以

直流電激磁發電

一、原 理

綫繞轉子式感應電動機的轉子繞組中，如用直流電進行激磁，則可以當作同步發電機使用。它的原理和一般同步發電機相同：直流激磁電流建立了固定磁場，當轉子旋轉時，定子繞組導體割切磁力綫，產生感應電勢，其大小和頻率決定於轉速及激磁電流的強度。轉子以同步轉速旋轉時，定子中產生額定頻率的三相交流電。當負荷增大時，一方面要加大原動機的出力，同時還要增加激磁電流，以保持額定電壓。

二、直流電源問題

用此法發電，首先要解決低電壓、大電流的直流電源問題。一般有以下幾種取得直流電的方法：

(一)小型電機可利用蓄電池供電；

(二)大容量電機以直流發電機供電；

(三)由於直流發電機的缺乏，而且價值昂貴，也可利用氧化銅整流器。如有條件，還可用其他整流器（如硒整流器、汞弧整流器等）取得直流電；

(四)自制簡易的整流器進行機械整流。如果整流片片數較少，則得到的直流電不完全平直，稍有一些脈動，但並不妨礙我們用來激磁。不過目前此法尚在試驗中。

三、轉子繞組改接方法

轉子三相繞組必須改接才能進行直流激磁。為了適應不同

的直流电源，可以采取以下的几种接法：

(一)三相串联——如每相电阻为 R ，则三相串联后电阻为 $3R$ 。如原来为星形联接，可按图4甲进行改接；原来为三角形接綫，则可按图4乙直接改成开口三角形。改接时必须注意繞組的方向，以便获得最大的激磁，故有时对于三角形繞組，开口后还須将中間一相顛倒过来，如图4丙所示。

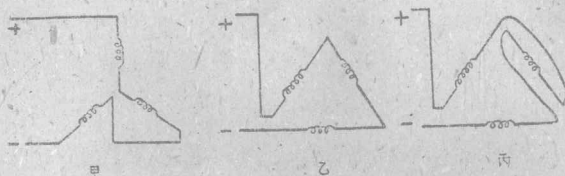


图4

(二)二相串联，另一相放棄不用——得到的总电阻为 $2R$ (见图5)。

(三)二相并联再与另一相串联——如图6所示，其总电阻为 $\frac{3}{2}R$ 。



图5

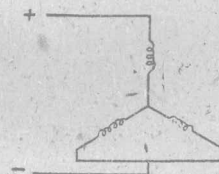


图6

(四)二相并联或三相并联——分别得到 $\frac{1}{2}R$ 或 $\frac{1}{3}R$ 的电阻。由于电阻过小，需要更低的电压和更大的电流，故不常采用。

如果需要的激磁电流为 I_0 ，则几种不同接綫时所需的激磁直流电压分别为：