

小容量发电厂的运行

苏联 A. E. 加夫里洛夫著

周 光 父译

电 力 工 业 出 版 社

目 錄

引 言.....	2
1. 机組的佈置.....	2
2. 柴油的澄清和裝注.....	4
3. 發電廠維護人員.....	6
4. 發電廠容量的計算.....	7
5. 1 度电(1 千瓦小时)成本的計算.....	8
6. 几部机組的併列运行.....	10
7. 發電机按精確同期法併車的順序.....	12
8. 發電机按自同期法併車的順序.....	15
9. 併列运行發電机励磁的調整.....	16
10. 正在运行的發電机負荷的分配	17

引 言

地質勘探組織的電力裝置，已經獲得日益巨大的意義。電動機成功地代替着石油發動機和柴油機來驅動鑽機，這些電動機由地質勘探組織所在地區的國家輸電綫供電，或者由自備的固定式與移動式的發電廠供電。

近年來，在地質勘探組織中，這種發電廠的數目，業已大為增加。

了解技術運行規程以及掌握正常的運行方式，就能保證發電廠正確地運行和合理地利用。所以，我們認為有必要來談談基爾吉茲地質管理局各地質勘探組織中移動式發電廠的運行經驗。

1. 機組的佈置

在進行精探時，勘探隊組所需電能達几百千瓦。所需電能系由裝在勘探工作地區的柴油機發電廠或鍋駝機發電廠的機組發出。

為了在維護人員數目最少且能提高獲得不同功率時的效能這種情況下使每部機組帶上最滿的負荷，且機組技術

运行正确，則应尽可能地將設備安裝在一間房間里，並把各机組的發電機接到总的所謂母綫上。

只有在某些情况，如進行各个不同地区的勘探时，分出移动式发电厂(分开机組)來給地質勘探机械独立服务，才是比較適宜的。如果有运行着的中央发电厂，則向進行鑽探或採礦工作的地区架設高压綫，則更为經濟。

在基尔吉茲地質管理局各地質勘探隊工作地区，当輸送电量在 100 千瓦以下时，該地区与发电厂距离可达 10—12 公里及 12 公里以上。

从中央发电厂向工作地点輸电，可根据距离的長短及輸送电量的大小來選擇高压或低压輸电綫。進行初步的技術經濟核算以后，即可選擇輸电方案。

架設高压綫通常採用 6 千伏的电压，裝設形式極為簡

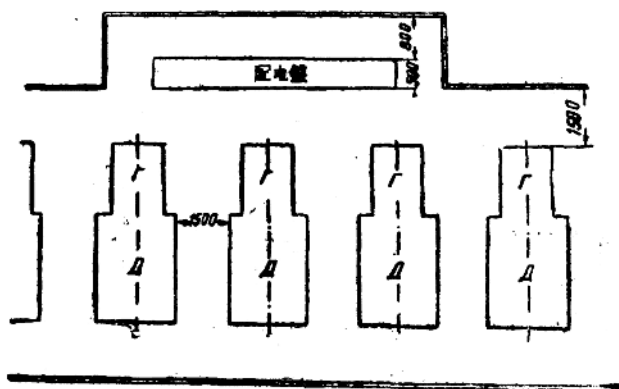


圖 1 柴油機发电厂机組佈置簡圖 尺寸單位：公厘
Г—發電機；Д—柴油機。

化，保護裝置也最簡單（按農村發電廠技術條件）。比方說，變電站（不論昇壓變電站或降壓變壓站），就是帶電力變壓器的成對 A 形電桿，變壓器就擺在地面的木架上。在電桿周圍裝以接地綫，並圍上鐵絲網。

高壓輸電綫的成本，通常比 4 綫低壓綫高 15—25%。

機組佈置在一間房間里時，可把各機組所有配電盤組成一個總的全廠配電盤，這能大大方便維護人員的工作。

柴油機組典型佈置簡圖，示於圖 1。

鍋爐機組則根據鍋爐監察局關於臨時裝設的規程來佈置。

2. 柴油的澄清和裝注

保證柴油機發電廠正常運行的重要條件，就是正確地組織柴油的澄清和裝注工作。應用髒污的和未經澄清的柴油，以及裝注不小心，使計劃預防性檢修失去意義，並大大縮短柴油機的壽命。

下面談談發電廠組織燃料處理工作的概況。

正常澄清的時間，根據燃料的髒污程度及柴油機類型的不同，約為 6—8 日不等。

可利用手搖泵給柴油機油箱裝油，如果該地傾斜甚大，亦可讓其自流地流入。裝油用具如油桶及漏斗等，最好只在不得已的情況下才用，而且要保存在干淨的密閉

的箱子里。在这种情况下，可將柴油經過帶網的漏斗倒入油箱。

柴油在油池中澄清。油池最少要有兩個，而且其中一个輪流地用來裝油及澄清柴油，而另一个則用來分油。如果有三个油池，則更为合宜，一个用來澄清，一个用來注油，而第三个用來分油。油池容積，可根據發電廠运行所需柴油数量及澄清時間來選擇。

油池裝有兩個考克，一个用來分油，而另一个用來放掉沉淀的雜質。可能使用只有一个放污孔的油池，这时，只能利用軟管和浮漂通过注油孔分油，以便只能选取上層的淨油。作这个用途的浮漂，应有長度为 30—40 公分的下落限制器。油池的放污孔是用來放掉沉淀的雜質和水的。

在油池的孔口，可安裝一根用一截套管或屋頂鉄皮作的管子(圖 2)，該管須距池底 40—50 公分；注油管是用來防止燃料在裝注时冲散沉淀及油面波动。注油口的孔眼应予密閉。

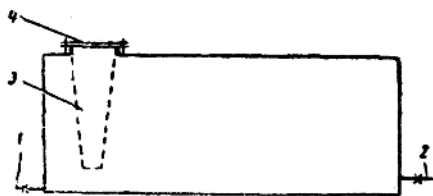


圖 2 柴油澄清池剖面圖

- 1—放掉雜質用考克；2—分淨油考克；3—注油管；
4—帶蓋的裝油孔。

3. 發電廠維護人員

把几部机組安裝在一間房間里，不但能減少發電廠維護人員數目，而且可能配備技術水平較高和熟練的工作人員。對於柴油發電機發電廠來說，可配備下列人員：

1. 柴油機司機——每班用一人照管 2—3 台柴油機。

2. 值班電工——每班一人。

3. 發電廠機械師或柴油機司機班長（根據發電廠機組數目來決定）——全廠一人。

4. 電氣機械師或電工班長（根據發電廠容量來決定）——全廠一人。

5. 檢修工作人員：一兩個鉗工和一個電氣鉗工。

維護外綫的電工，也可列入發電廠編制以內，並且他們的工薪開支應當包括在每度電（千瓦小時）的成本里面。

對於鍋駝機發電廠來說，可配備：

1. 鍋駝機司機——每班兩部鍋駝機用一人。

2. 司爐——每台鍋爐一人。

容量為 100—120 匹馬力的鍋駝機，只要一個人維護就可以了，他同時執行司機和司爐的職責。

3. 司機班長——如鍋駝機在 4 台以上，每班一人。

4. 機械師——鍋駝機數目在 4 台以上，全廠一人。

其餘工作人員和柴油發電機發電廠一樣（見柴油發電

机发电厂工作人員名單第 2, 4 及 5 款)。

4. 发电厂容量的計算

在編制勘探隊、組的工作計劃时，通常要計算发电厂容量，这對於經驗不足的工作人員，总是要引起一系列的困难。我們通常按以下方法計算：

1. 計算受电器容量(千瓦)。

2. 按以下公式求出需要容量：

$$M_{\pi} = \frac{M_y \times K_c \times K_{\pi}}{K_{\pi\pi}},$$

式中 M_{π} ——需要容量(千瓦)；

M_y ——受电器設備容量(千瓦)；

K_{π} ——電網損失率，良好的輸電綫可採用 1.05，
最高為 1.10 (10%)；

$K_{\pi\pi}$ ——电动机效率；平均可採用 0.85；

K_c ——容量需要率。

容量需要率的大小，因用戶數目與工作性質之不同，變動範圍頗大(0.25—0.6)。例如管理局有一個勘探隊，運用 10 台以下的 KA-2M-300 型及 KAM-500 型鑽機，10 台 BKC-5 型空氣壓縮機以及其他各種機械(總設備容量超過 1,000 千瓦)， $K_c=0.35$ 。在計算時，通常採取需要率的平均數，約在 0.4—0.5 的範圍內。 K_c 數值之所以小，是

因为不是各用戶同时运行(同时率),而运行用戶極少需要滿載容量(負荷率)。

3.按以下公式計算發电厂工作容量:

$$M_p = \frac{M_n}{K_{nm}},$$

式中 M_p ——發电厂工作容量;

M_n ——需要容量;

K_{nm} ——發电厂容量利用率,等於0.7—0.75。

所裝机組数目,由發电厂总容量(M_p)及机組容量來決定。为了保証發电厂連續运行,必須規定具有其容量为發电厂工作容量15—20%的备用机組。这时,發电厂設備容量 M_y 等於 $(1.15—1.20) \cdot M_p$ 。計算容量用的單位为千瓦。

5. 1 度电(1 千瓦小时)成本的計算法

在編制預算时,必須計算發电厂所發1度电(1千瓦小时)的成本,这种計算具有某些在“簡略預算定額手册”(CYCH)中未予指出的特点。我們通常按以下步驟計算1度电的成本:

1.按以下公式求出發电厂年發電量(度或千瓦小时):

$$K_y = M_p \times K_{nm} \times \mu_{rp} \times 24,$$

式中 K_q ——年發電量(度或千瓦小時);

M_p ——發電廠工作容量;

K_{HM} ——容量利用率, 等於 0.7—0.75;

Δ_{rp} ——一年工作日數;

24——一晝夜小時數。

2. 計算一年之內, 與發電廠運行有關的一切費用:

a) 求出年工資總額, 並包括一切附加及添加費用。

6) 計算按標準所需燃料, 潤滑材料, 拭擦材料的數量及其價值。

b) 確定折舊費。

r) 求出小修及中修費用。這些費用通常佔大修所用折舊費的 50—60%。發電廠設備進行中修和小修, 可在勘探組(隊)或管理局機械工場工作計劃及預算中予以考慮。發電廠檢修人員, 主要對設備進行預防性保養, 也進行小修及計劃外的僉修。

a) 確定保持發電廠廠房清潔的費用; 規定這筆費用時, 應將輔助工人一名或兩名的編制包括在內。

e) 計算與發電廠有直接關係的勘探組(隊)內部的運輸費用(例如當不搬運燃料就無法將其直接運到發電廠時, 將燃料從勘探組倉庫運出的費用)。

低值用具及工具的磨損在費用總計算中可不予考慮。

用年發電量來除發電廠運行所耗資金總額, 即得 1 度電(千瓦小時)的成本。

6. 几部机组的并列运行

將几部發电机接到总母綫上，使配电盤电路稍行复雜。如原动机(如柴油机及蒸汽机等)运行穩定，則几部發电机可以并列运行。原动机运行的穩定性，是由不均匀程度來决定的，其数值不应超过 $1/200$ 。KDM-46 及 Д-6 等类型柴油机均可滿足这一要求。鍋駝机的蒸汽發动机的不均匀程度，通常超过 $1/200$ 。例如，П-3 型鍋駝机的不均匀程度为 $1/100$ ，好像它是不能用於并列运行的机组。可是，实际上完全可以利用鍋駝机發电厂來并列运行。这是因为皮帶傳动有着很大的彈性的关系。

一部同期發电机如給單獨的並無其他电源的电網供电，則其接入运行並不怎么复雜。

当發电机獲得必需的轉数以后，逐漸使励磁机分路变阻器脫开，从而增加發电机励磁机綫圈中的电流。这时，可以根据电压表看出發电机端电压逐漸升高。当达到正常电压——400 或 230 伏以后，發电机即可接入电网。

小容量發电机可利用閘刀开关接入电网，在閘刀开关的背面，安裝可熔保險裝置；如为較大發电机，則利用自动开关接入。

同期發电机运行时，給电网供电的电压，並非恆定。随着負荷的增加(尤其当發电机給異步电动机供电时)，發

电机端电压即下降。

电压可利用上述励磁机分路变阻器或带有硒整流器的专门调整装置来调整。

两台或两台以上发电机给同一电网供电，叫做并列运行。

同期发电机与另一台正在运行的同期发电机并网，要求遵守下列三个条件：

1) 在并网时，工作着的与并入的发电机的电压与频率应该一样；

2) 发电机相线应该正确地联接；

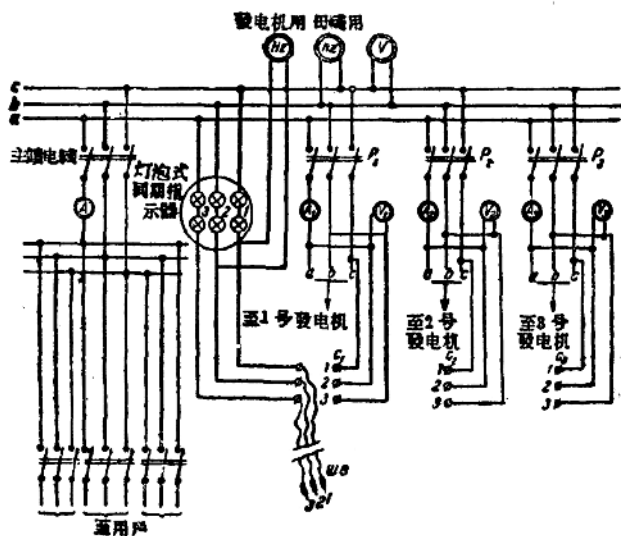


圖 3 发电机并网結綫圖

3) 併車時兩台發電機的電壓必須同相。

在同期發電機併車之前，必須採取一些與另一台業已運行的發電機同期的預先的措施。

發電機併車時所用的一些結綫圖，將在下面敘述。

圖 3 所示為發電機併車簡要結綫圖(為了避免結綫圖眉目不清，發電機，發電機勵磁系統以及保險裝置等都沒有繪出)。

在發電廠採用了極少數的儀表，以保證對電廠運行予以正常的監察。安培表可直接或通過表用變流器接入電網。週波表則可根據工作電壓之不同(380 或 220 伏)，跨接各相之間(如圖示)，或相綫與中綫之間。發電機數目可以不一樣。

7. 發電機按精確同期法併車的順序

在安裝時，要進行一次相序的測定。用某一台發電機給母綫供電，這時，該發電機的各相是任意聯接的。然後將三相電動機或相位指示器與母綫相聯，並注意轉子或相位指示器指針轉向。之後，該發電機與母綫斷開，並接入另一台發電機進行檢驗。電動機轉子或相位指示器指針轉向，應與前一發電機運行時的轉向相同。如果轉向相反，必須更換所接入發電機兩相的位置。所有準備併車的發電機都可這樣檢驗。

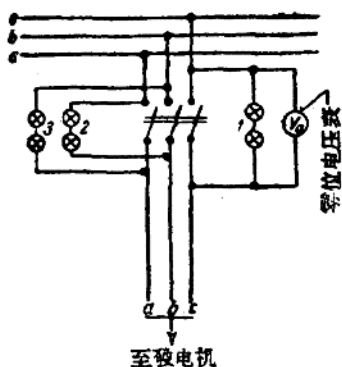


圖 4 灯泡式同期指示器簡圖

当發电机与正在运行的發电机併車时，要使發电机的电压、頻率及电压相移角都与电网的相等，这三者必須同时完成。

应该併車的發电机（例如圖 3 上的 3 号發电机），可利用原动机轉动到同期轉数，而同期轉数則可根据用插头 III B 插入發电机电板上对应插座

C_3 的週波表 $H_{z_{TOT}}$ 的讀数來确定。週波表 $H_{z_{TOT}}$ 的讀数，应该和接入母綫的週波表 $H_{z_{CIII}}$ 的讀数相等。同时，使励磁机分流变阻器的电阻脫开，使發电机端电压与母綫上的电压相等，这可根据接入母綫的伏特表 V 及接入 3 号發电机端子上的伏特表 V_1 的讀数來确定。

值班电工和司机要仔細注意先前利用插头 III B 接入 3 号發电机电板的插座 C_3 的同期指示器的讀数。同期指示器可能是灯泡式的或电磁式的。灯泡式同期指示器（圖 4）要簡單得多，可以就地制造，而且有相当的精确性。在这种場合，根据实际經驗，毋需採用零位电压表。

当發电机与母綫电压相移角相等时，同期指示器灯泡 1 熄滅，零位电压表的指針仍留在零位上，而灯泡 2 和 3 獲得綫电压，差不多可以發出極强的光亮。这时，值班电工应该將開刀开关 P_2 合入母綫。

灯泡式同期指示器的两个灯泡串联(用於最普遍的場合, 这时电網綫电压等於 380—400 伏, 而灯泡工作电压为 220 伏), 是因为在个别情況下, 同期指示器的灯泡可能帶有兩倍的相电压(440—460伏)。

为了便於观察起見, 最好把同期指示器的灯泡裝在密封的箱子里, 排成一圓形, 箱子上正对灯泡处挖出三个圓形洞口。在併車的过程中, 灯泡將时亮时暗。利用試驗的方法, 很容易确定“灯光”何种轉向是对应於被接入發電机的頻率大於母綫頻率(因而也对应於轉数), 以及何种轉向是对应於被接入發電机的頻率小於母綫頻率。根据这点, 在箱子上掛着兩根圓形指針, 上面分別寫着“快”及“慢”。

当發電机的頻率低於电網頻率並接近相等时(“灯光”順着“慢”的指針逐漸轉慢时), 也就是原动机达到規定轉数时, 就應該併車。这可使被接入的机組立刻担負一部分負荷。

最好把同期指示器, 頻率表和伏特表裝在單独的轉动表座上, 以便从任何一台發電机电盤上观察同期仪表都很方便。

如果房間条件許可, 或根据值班电工信号, 值班司机調節原动机轉数时, 同时可直接观察表座上仪表讀数。最簡單的信号裝置就是利用在“慢”及“快”字样上方發亮的灯泡。灯泡可裝在司机最易於观察的地方, 而且在每一个發電机电板上, 都要有灯泡的开关。利用串联的同期指示器灯泡, 也可以用这种同期指示器形式在机器間裝設信号裝置。

8. 發電機按自同期法併車的順序

以上所述精確同期法，有着一系列重大的優點。

1. 接入發電機要花去許多時間。例如，在~~看接班之間~~進行半小時的強制停車以後，起動包括 6—8 部~~機組的發~~電廠，需要差不多 15 分鐘，這就縮短了預防性維護時間。

2. 電網因負荷激烈改變而引起頻率及電壓變動時，難於接入備用容量。接入備用容量時經常發生的錯誤，引起電壓下降以及巨大的電流衝擊，這可使發電機發生嚴重的故障。

3. 需要有特別熟練和有經驗的維護人員。

從 1951 年起，管理局的勘探隊、組的各發電廠，採用了與上述方法原則上不同的新方法，即自同期法，它可以消除這些缺點。這個方法是這樣的：

1. 要併車的發電機可利用原動機轉到同期轉數，同期轉數則可利用柴油機的轉數表來監察。對於小容量發電機，轉數誤差允許到 $\pm 5\%$ 。

2. 將所接入發電機的刀形開關合入母綫。這時，發電機應該不需勵磁（勵磁機分流變阻器完全引入）。

3. 接入發電機以後，建立必需的勵磁，並帶負荷。

在基爾吉茲地質管理局，這個方法由勘探隊電氣機械師班長 A.B. 伊林斯基首次採用，並獲得良好成績。8 台發

电机所需併車時間从 16 分鐘減少到 2—3 分鐘，並且消除了發電機發生事故的可能性。電流冲击和電壓下降都很小，並未影响到用戶。採用這一方法，也不需要同期表和零位電壓表。不論電網處於任何狀態（如電壓及頻率激烈變動），接入備用容量，从發電機達到同期轉數算起，总共只需几秒鐘。

將頻率表 $H_{z_{\text{rot}}}$ 和 $H_{z_{\text{сет}}}$ 的讀數比較一下，就可求出發電機同期速度。因為与發電機相聯的頻率表 $H_{z_{\text{rot}}}$ ，當轉動的發電機端電壓低時不會指出讀數，所以在旋轉時必須勵磁，然後，當發電機的頻率達到等於電網頻率以後，除去勵磁，並將發電機接入母綫。

9. 併列运行發電機勵磁的調整

發電機併車及帶負荷以後，必須根据業已运行的發電機的勵磁來嚴格地調整勵磁。併列运行的每一台發電機勵磁不正確的單獨的調整，可引起無功容量分配不均勻，如果擾亂極大，就要引起發電機失去同期。在我們的情況中（見圖 3），根据安培表的讀數很易查出調整的不正確：安培表 A_1, A_2 ，以及 A_3 等讀數的总和超过主饋電綫安培表 A 的讀數（所有安培表接入一相），而發電機則开始所謂交互运行。如果勵磁調整正確，則各运行發電機電流总和，应等於主饋電綫上的電流。