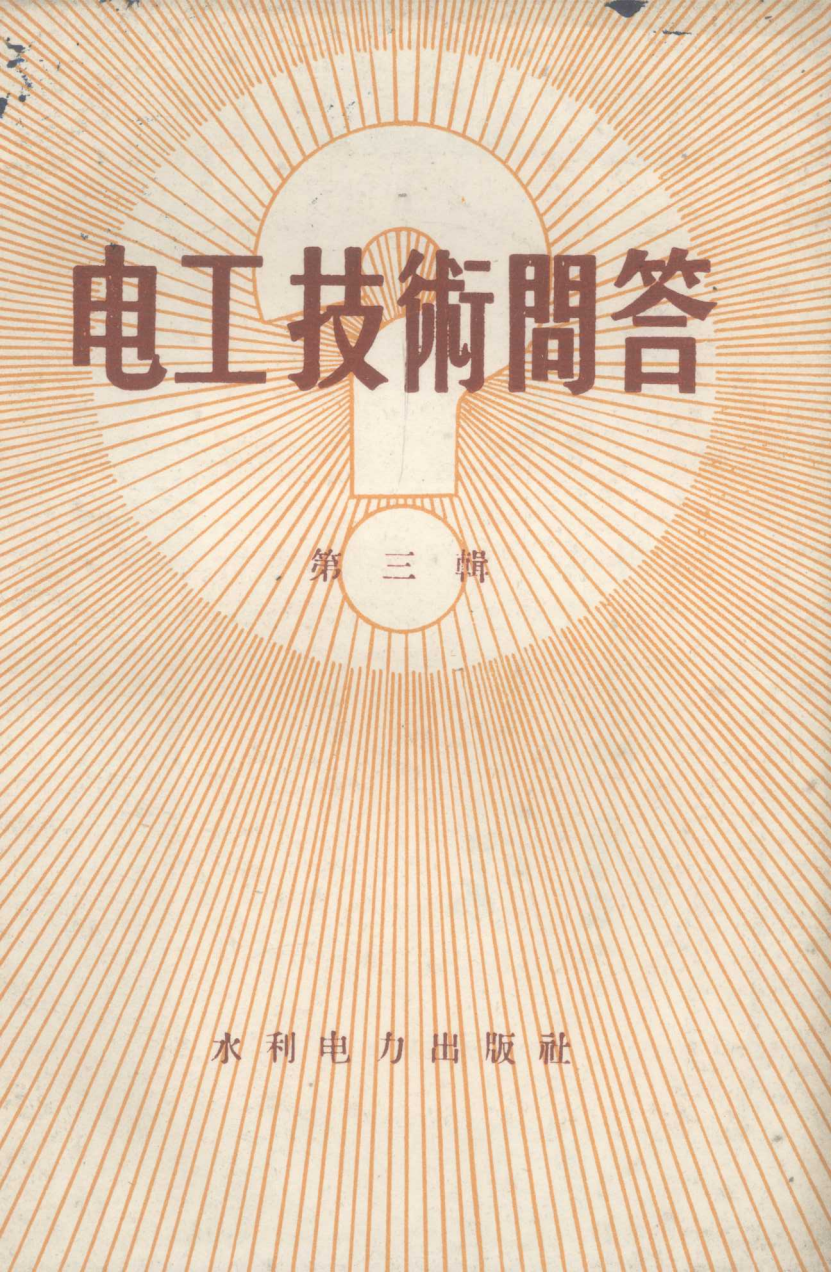




电工技術問答

第三輯

水利电力出版社

內 容 提 要

电工技术問答第一輯及第二輯出版之后, 我社收到很多讀者來信, 認為这一小冊子适合他們的需要, 能幫助了解一些技術問題, 并要求再繼續出版。我社接受了讀者的意見, 又从各地讀者提出的各种問題中, 选择了比較帶普遍性的編成电工技术問答第三輯出版。

在第三輯內搜集了有关发电机、变压器的問題 15 条, 有关防雷与接地的問題 19 条和有关蓄電池运行的問題 6 条, 并用比較淺显的道理来解答这些問題。

本書可作为电业工人学习业务和解决工作中的問題的参考材料。

电工技术問答 第三輯

675D177

水利电力出版社編輯、出版(北京西郊科学路二里沟)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 105 号

新华印刷厂印刷 新华書店发行

$787 \times 1092 \frac{1}{36}$ 开本 * $\frac{2}{3}$ 印张 * 14 千字

1957 年 9 月北京第 1 版

1959 年 5 月北京第 4 次印刷(37,641—107,670 册)

統一書号: T15143·62 定价(第 9 类)0.10 元

出版者的話

几年来，全国各地电厂、綫路工段、建設工段以及供用电部門的同志們，提出了很多在实际工作中碰到的技术問題。“电業工人”报为了帮助电業部門的职工學習技术，請有关的专业單位或个人对这些問題作了比較詳細的解答，并陸續刊登在該报的技术問答欄內。这些技术問題的解答，不仅解决了提問者在工作中碰到的困难，同时也有助于广大工人同志的操作技术的提高。所以，不仅在当时受到工人同志們的欢迎，現在仍有不少單位的工人同志和工作人员需要知道这些解答。但是“电業工人”报已經發表的技术問答是零散的，不容易查找。为了滿足工人同志學習和工作的需要，我們特將已發表的技术問答彙集起来，陸續出版單行本。其中电气和綫路方面的問題編成“电工技术問答”分輯，汽机、鍋爐和化学方面的問題編成“热工技术問答”分輯。

“电工技术問答”第二輯已于1956年8月出版，第三輯內搜集了有关發电机、变压器的問題15条，防雷与接地的問題19条和蓄電池运行的問題6条，由史建圻同志編选，并承“电業工人”报协助提供材料，使这本书能早日和讀者見面。

目 录

一、电机	2
二、变压器	6
三、防雷和接地	14
四、蓄電池	21

一、电 机

1. 問：發电机到了額定轉速，勵磁机沒有电压是什么原因？怎么办？

答：当發电机到了額定轉速而勵磁机沒有电压时，大約有下述几种原因：

- (1) 勵磁机磁場回路断綫，勵磁回路不通；
- (2) 勵磁机磁場回路电阻太大；
- (3) 勵磁机磁場殘磁消失；
- (4) 电刷位置太前，电樞反应的去磁作用太大；
- (5) 整流子或炭刷表面太髒，接触电阻太大。

当勵磁机沒有电压时，可以根据上述几种原因去检查。其中除第三种現象之外，在其余的几种現象下电樞端子上仍然可以測量到一些殘磁电压，殘磁电压大致是額定电压的5%左右。如果电樞端子上完全沒有电压，則是殘磁消失，这时可以在磁場綫卷上用蓄電池通电、充磁，就可以使勵磁机恢复發電。

2. 問：發电机轉子回路为什么要裝設灭磁电阻？把灭磁电阻裝在轉子回路上不是更方便嗎？

答：灭磁电阻是裝在發电机轉子回路上，在轉子回路与电源切断后維持轉子綫卷兩端通路之用的。

轉子上繞有許多綫卷，它有很大的电抗，在通过电流的时候，这一部分电能就要洩放出来，我們在帶負荷拉刀

關的時候，常常可以看到刀口上冒出电弧火花，有時甚至把刀口燒壞，這些电弧就是貯藏在綫卷內部電能洩放出來的現象。

當轉子綫卷放電時，在轉子回路內就同時出現過電壓，如果過電壓值太高，就有可能击穿轉子綫卷的層間絕緣。

滅磁電阻在轉子尚未完全拉開的時候，就接入轉子回路中。當電源拉開後，轉子綫卷與滅磁電阻成閉路，這樣轉子綫卷所貯存的能量就可以在電阻中消耗掉，而不會燒毀刀開；同時可以減少過電壓的數值，使它不致於危害轉子綫卷的層間絕緣，這就是裝了滅磁電阻的作用。

為什麼不在拉開以後把轉子完全短路呢？根據研究，在滅磁過程中過電壓總是要發生的。電阻愈大，則過電壓值愈高；電阻減小或完全短路，則過電壓值是可以減少的，但是過電壓延續的時間且延長了。一般滅磁電阻值為轉子電阻的3—5倍，在這樣的電阻下，可以使過電壓值與過電壓時間都在一個適當的範圍之內。

3. 問：當發電機所帶的是照明負荷時，為什麼勵磁機的電壓電流要比發電機帶電力負荷時來得小？

答：交流發電機的負荷，分有功負荷和無功負荷兩部分，而一般的無功負荷，都是感應性的滯後無功負荷，而滯後的無功電流在發電機的電樞內可發生一種去磁效應，其作用就是要抵消發電機轉子的磁場。這樣要維持發電機的端電壓，就需要勵磁機供給轉子更多的勵磁電流。一般

照明負荷都是純有功負荷，所需要的勵磁電流較小；而電力負荷大部分都是感應電動機一類的用戶，除了有功負荷外，包括很大一部分的滯後無功負荷，所以在電力負荷時比照明負荷需要由勵磁機供給轉子以更多的勵磁電流。

4.問：三相繞綫式電動機，名牌上的額定周率為60赫/秒，現在電源的電壓保持不變，但頻率改為50赫/秒，電動機在這種情況下運行，它的額定功率、轉距是不是受到影響？如果電動機所帶動的是直流發電機，它的輸出功率是否也要降低？

答：定額為60赫/秒的電動機，如果用在50赫/秒的電源上，則應將電源的電壓降低到原來的 $\frac{5}{6}$ 。如果電源電壓不降低，則電動機的鐵損、無載電流等都要增加，這樣電動機必須降低出力運行，否則電動機的定子溫度也就要超過。計算電動機在改周波後的出力比較麻煩，但一般可以降低出力 $\frac{1}{6}$ 運行。如果所帶動的是直流發電機，則發電機的出力必須減少 $\frac{1}{6}$ 。

電動機的轉速與周波成正比，如果周波由60赫降低到50赫，則轉速也降低到 $\frac{5}{6}$ 。如果電動機所帶動的負荷是水泵、風扇或其他出力與轉速有關的一些設備，則轉速下降，出力也隨着下降，而且負荷的出力一般降得比電動機還要多，大都與轉速的平方成正比。這樣電動機自動減負荷，就沒有過負荷的可能了。

為了要了解電動機在降低周波之後的負荷情況，可以應用儀表測量一下。如果電源電壓保持定額，則電流至少

需少于原来定额的 $1/6$ ，以避免电动机过热。在一般情况下，这种条件是可能达到的。

5. 問：低压柴油交流发电机的输出端，接成三相四线的星形，机组除了用一根保护接地把机壳接地之外，还把中性线引出接地，請問这样的接地有什么作用？

答：保护接地是将机组外壳等接地，这样机壳始终和地保持同样电位，万一当线卷与机壳间的绝缘被击穿时，也不致危害人的生命。

中性线接地和保护接地的目的也差不多，因为普通低压（380—220伏）是直接与用户发生关系的，人接触的机会最多。如果不把中性线接地，则万一有一相接地时，其它二相对地的电压就升到 380 伏，无形中把对地电压提高了 1.7 倍，这就危害使用者的生命安全。如果把中性线接地，则即使一相接地，另外二相对地电压仍是 220 伏，对用电者就不致因电源接地而引起危险了。

同样，如果中性线不接地，当电源一相接地时，会引起其它二相的电压升高 1.7 倍，这样对电气设备的绝缘也是不利的。电压升高会使绝缘击穿，中性线接地就没有这一个可能了，但这是一个次要的目的。

中性线接地也有它的缺点，因为这样当一相接地时，就等于单相短路，必须将电路切断而造成停电。如果中性线不接地，一相接地仍然可以运行，所以高压线路大部分都是中性点不接地的，因为高压线路没有与人直接接触的可能性。至于不接地系统因一相接地引起电压升高对绝缘

的危害性，可以用提高設備絕緣的方法來解決。對照起來，高壓系統還是不把中性點接地好。直接與人有關接觸機會的低壓電，則應把中性點固定接地。

6. 問：我廠發電機電壓為 450 伏，電動機額定電壓為 380 伏，我們準備以 380 伏電動機來運行是否可以？

答：根據法規第 495 條的規定，電動機可以在額定電壓的 $-5\% \sim +10\%$ 的範圍內運行，其額定出力不變。這就是說，380 伏的電動機可以用在 420 伏的電源上而不改變出力。但如果用在 450 伏的電源上，則電壓提高了 $+18\%$ ，這就使電動機的發熱量增加。如果一定要運行，則出力就大為降低。如果出力不降低，則電動機就有燒壞的危險。所以最好是將發電機電壓調正到 420 伏左右，這樣就可以安全運行了。

二、變 壓 器

7. 問：有一台變壓器接到比額定電壓高 10% 的電源上，這樣在運行上有什么不好？

答：一般變壓器在原繞卷方面都有改變電壓 $\pm 5\%$ 的分接頭，預備電壓在高于或低于額定時作調整之用。如果電源電壓比額定電壓高 10% ，則可將變壓器的分接頭搬到 $+5\%$ 的地方，這樣變壓器所承受的電壓只不過高 5% 。

普通變壓器在使用電壓比額定高 10% 或 5% 時，對變壓器并無損壞的危險，只是空載電流和鐵心損失大一些，

效率和出力都稍微降低一些，运行时只要变压器温度不超过允许值是没有什麼危险的。当然尽量使变压器的电压在規定值以内，那是最好的。

8. 問：在室外变压器的低压引綫上是不是要裝熔断器？

答：这里的室外变压器主要是指电压在10千伏以下的容量为320千伏安以下的配电变压器（見“电力工业技术管理暫行法規”第504条），因此我們只分析一下这个情况。普通的低压熔断器元件就是一根簡單的熔絲或熔片，它的断路性能在50安以下时还好，超过100安时就不够可靠。同时用低压熔断器保护短路有时可能和高压保險絲不能配合，因此裝了也难以起作用。关于设备的过負荷保护，照例应该在用电器具处裝置才更有效，因此对320千伏安以下配电变压器的低压熔断器是否应裝置的問題，要根据具体情况分別解决：

（1）30千伏安以下的变压器，低压綫路很多很广（故障会多），宜裝低压保險。

（2）較大容量的变压器直接供一大用戶，宜在用戶进綫处裝設总断路設備，变压器处可以不裝，因为一般戶外熔断器在这样大电流容量情况下难以符合要求。

如果变压器除供一、二大用戶外还有一部分小容量的低压負荷，則在低压綫出口上可以裝用低压熔断器。

其它情况，因为低压保險性能的关系，裝了既不能加强保护作用，反而增加許多額外維護工作，因此，除特殊

情况外，一般不在变压器低压出口装总保险。

9. 問：变压器、表用变压器無載电流大小有沒有規定？

答：变压器、表用变压器的無載电流大小沒有規定，主要是按以前試驗的数值来比較它的变化的。

無載电流的大小对运行并沒有什么妨碍，而測量無載电流的目的，是为了要了解变压器或表用变压器內部是否發生層間短路現象。因为如有層間短路現象的时候，無載电流就要增大。根据各次測量出来無載电流变化的情况，就可以分析研究变压器或表用变压器的內部情形。

10. 問：并列变压器的条件都够了之后，到底先并低压还是先并高压？

答：在变压器具备了并列条件之后，应在那一側上先并列并沒有一定的規定，其实先并那一側都可以。为了減少并列时励磁涌波电流，則可以先并高压側。因为在高压側并列时，系統的阻抗較大，不但电流較小，而且电流的衰減也較快。

当小型变压器在低压側不帶保險时，可以在低压側先并列，这样可以避免并列时励磁涌波电流燒毀保險絲的現象。

总之，先并高压还是低压要看运行条件，而主要是考虑合閘时的冲击涌波电流会不会造成不好的后果，如掉閘或燒坏保險絲等情况。

11. 問：裝在表用变压器上的限流电阻，为什么要裝在变压器的电源側？为什么要在保險絲之前？

答：限流电阻装在表用变压器的电源侧，可以在表用变压器發生短路损坏的事故时限制短路电流，不使事故扩大影响。而限流电阻装在保險絲的前面，則是为了防止在保險絲不合运行要求(例如遮断容量不足發生爆炸引起弧光短路等現象)时限制短路电流，避免造成母綫相間短路。

12.問：表用变流器在运行时，如果不接电流表，为什么一定要把二次側短路？普通小变压器为什么不能把二次側短路？

答：表用变流器的运行条件和一般小型变压器是完全不相同的。表用变流器在运行时，不論二次綫卷的負載大小，和一次綫卷的电流沒有关系。一次綫卷的电流是固定的，它使鉄心产生磁通，这个磁通又被二次綫卷的电流所消耗掉，鉄心中的总共磁通只不过是維持二次綫卷端子上的一些电压，这电压是由二次綫卷的負担阻抗来决定的，阻抗愈大，則电压愈高，鉄心中的磁通密度也愈高。如果把二次开路，則相当于二次阻抗为无限大，一次綫卷的电流完全成为激磁电流，而使鉄心的磁通密度到达一个很高的程度，这样鉄損大大增加，就有使变压器燒毀的可能。同时因为磁通密度大大增加，二次綫卷的电压也增加很多倍。而在一般情况下，二次綫卷的电压仅有数伏，到二次开路的时候，二次电压可以达到数千伏，这样很可能把二次綫卷击穿，同时对人也可能造成危害，所以当表用变流器二次綫卷不接电流表时必须短路。在短路时，因为二次端电压等于零，所以磁通密度极低，表用变流器一点也不受危害。又因

为一次綫卷的电流不变，所以二次綫卷的电流也不变，綫卷也不会燒毀。

变压器的情况就有所不同，它的电压是不变的，所以鉄心中的磁通密度和負荷电流無关。它的一次綫卷的电流和二次綫卷的电流成正比，而二次綫卷的电流和負載阻抗成反比，就是說，阻抗愈小，电流愈大。当二次綫卷短路时，阻抗等于零，則电流就达到了一个很大的程度，这样大的电流完全有可能把两个綫卷都燒毀，所以不能短路。

13. 問：干燥变压器綫卷的方法有那几种？怎样进行干燥？用那一种方法干燥最好？

答：干燥变压器的方法一般有下列几种：

- (1) 油加热干燥法；
- (2) 热風干燥法；
- (3) 短路电流干燥法；
- (4) 外壳鉄損干燥法；
- (5) 真空箱干燥法。

油加热干燥法可以同时烘干变压器的絕緣和絕緣油，方法是用油泵將絕緣油从变压器的下方抽出，經過加热器將油加热到 $95-100^{\circ}\text{C}$ ，然后把热油从变压器的上部灌入，此时，絕緣和絕緣油中所含的水分都蒸發成水蒸汽而聚积在变压器的頂蓋下，用真空泵把这一部分水蒸汽抽掉。这种方法的缺点是絕緣油在高温下运行会变得陈老。

热風干燥法是將变压器的絕緣油放掉，通入經過加热

的空气，热空气温度 100°C 左右，把变压器綫卷加热，而絕緣中的水分則蒸發成蒸汽和热風一起排出。这一方法需要的时间長，加热所需消耗的电能也相当多。

短路干燥时，变压器可以在油中进行，也可以不在油中进行，將变压器的一側綫卷短路(一般是低压側)，而在变压器的另一側加电压。电压的大小应使綫卷中的电流接近額定电流。

外壳鉄損干燥法是在变压器的外壳上繞有綫卷，在綫卷中通以交流电，利用鉄壳的磁滯損失来使温度增加。磁化綫卷間断通电，使外壳的温度不超过 $115-200^{\circ}\text{C}$ ，而变压器内部綫卷的温度則不超过 $95-100^{\circ}\text{C}$ 。当温度达到这一个范围时，拉开电源，在温度降下时，再合上，一直到变压器烤干为止。烘烤时最好用真空泵把变压器箱內的空气不断抽出。

真空箱干燥是把变压器放在特制的真空箱中，把箱內温度提高到 $100-105^{\circ}\text{C}$ ，应用真空泵將箱內空气抽出，保持約70公厘水銀柱的真空，变压器在这样的条件下干燥得很快。

以上几种干燥变压器的方法，以真空箱干燥法的效果最好，但因为需要專門的真空箱，所以一般只在制造厂內才能采用，运行單位沒有这样的条件。外壳鉄損干燥法的效果也很好，适合于一般运行單位采用。

14. 問：一个10千伏安的單相变压器接在三相电源上，如圖1所示。这两个变压器都是3300/220，110伏。

測量了ab、bc、ac間的电压都是220伏，ad與bd間是110伏，但不明白dc間為什麼是在180伏左右？

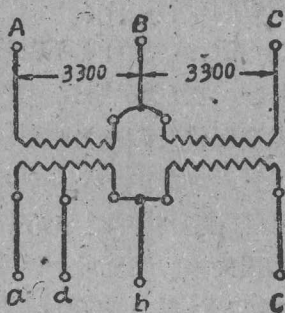


圖 1

答：據來信看，三相的向量間的關係，是用兩個單相變壓器接成開口三角形，a、b、c之間是三角形的三個角，相互間的电压差都相等為220伏。而ad和bd之間的电压是利用從同一繞卷的中心抽頭，應是繞卷的一半，即110伏，而dc之間的

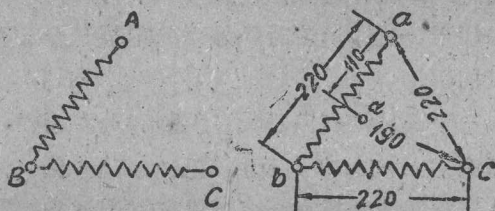


圖 2

电压必須把ab和bc的电压用向量相加，而不能直接按普通加法相加(如圖2)。

dc之間的电压可以用普通的三角方法來計算，dc實際就是等邊三角形abc的高，即 $dc = ab \cdot \sin 60^\circ = 0.866 \times ab$ ，這就是說dc的电压應該是ab的86.6%，即190伏左右，來信所說的180伏恐有誤。

15.問：在使用同一濾油機從同一個31500千伏安的變壓器中抽出三桶油(桶是用良好的變壓器油洗淨的)，可是經過試驗人員作耐壓試驗後，結果三桶油有很大差別，一桶高達53.8千伏，另外兩桶只有24千伏，[是什麼原因？

答：上述問題中因無法得知三桶油在取油、濾油、試油過程中的詳細情況，所以只能提供下列几項可能造成的原因作參考。

(1)在容量較大和長久不經運行的變壓器中，變壓器油在變壓器各部分中的好壞程度(包括絕緣強度)未必一致，例如在靠近變壓器底部的油中往往有較多的沉積物(如油在過熱時所生成的炭質，受到氧化作用後所產生的油泥，在綫圈上脫落下來纖維絲等)和水分，在頂部由於與空氣接觸的機會較多，上層油受氧化作用的損害較大(增加了油中酸化合物的含量，也就是增加了酸質)，雖然這些油都經過過濾，但也並不能保證舊油的品質能得到完全的改善和恢復。像油中含有的可溶性酸化物、與油緊密結合在一起的水份(油與水的乳化)部分，溶於油中的油泥等雜物，都是無法用過濾方法來消除的，所以也就可能使得三桶油的絕緣不一致。

(2)由於三桶油從變壓器中取出後或經過過濾後，它們的存放情況不一致所引起的。例如其中某些油桶放置在潮濕的場所或加蓋不嚴，以致落入塵土或吸入水分，這樣就使絕緣強度不一致。

(3) 由于絕緣强度試驗时的試驗方法，取樣手續不一致或不正确所造成。因为油的絕緣强度的試驗数据与試驗时的外界情况(如周圍的温度、湿度、气压、油杯的洗淨与否等)有很大关系，其准确强度又与試驗方法(如試驗的次数、試驗时的加压速度、每次击穿后至重复試驗时所間隔的时间等)是否正确有关，也与在取油样过程中是否严格遵守絕緣油試驗規程有关。假如三桶油在試驗中的試驗方法、外界条件，取樣手續稍不一致或稍有疏忽，就会产生很大的試驗誤差。

三、防雷和接地

16. 問：对于架空高压輸电綫路的銅导綫，国家規定的最小截面积是多少？是不是可以用單股綫？

答：根据“电气設備安裝規程”中所規定的架空綫路的銅导綫，其截面积不得少于6平方公厘，但沒有不許用單股綫的規定，所以只要导綫截面积不少于6平方公厘，在架空綫上采用單股綫还是可以的。

17. 問：法規第702条指明接地綫为鉄質导綫，但有人認為鉄綫电阻大，仍主張用銅綫，而法規为什么不規定用銅綫呢？

答：接地綫应用銅綫或鉄綫其效果是一样的，但是銅是有色金屬，目前很缺乏，所以規定不用銅綫，这样做一方面能达到安全的目的，而另一方面也符合于節約的要求。

18.問：电气設備上帶电部分和接地部分的最小距离是否适用法規 562 条？

答：法規 562 条是規定帶电部分(包括电器和导綫)到接地的架構之間的距离，不适用于电器本身帶电部分和接地部分之間隔。

19.問：在安裝發电机的机座底下和周圍都是硬石和砂，不适于裝設接地裝置，因之我們打算把接地裝置埋在离發电机远一些的地方，这样是否可以？

答：要接地的設備如果距离接地裝置很远，則接地的效果就要降低，一般相距在40公尺以上时就不能起应有的作用，因之远离發电机来埋設接地裝置是不合适的。建議在發电机附近做一个良好的接地網或接地帶，不要远离發电机。

20.問：要降低土壤电阻率較高地区避雷器接地裝置的接地电阻，应用木炭和食鹽是否可以？

答：避雷器接地裝置一般用鉄管和鉄帶構成，在土壤电阻率較高的地区，要降低接地电阻就比較困难，有些地方就采用架木炭和放食鹽的办法，但食鹽会随着地下水流走，必須經常維護和加食鹽，这样既不方便，又不經濟，同时食鹽会腐蝕鉄管和鉄帶，縮短接地裝置的寿命，而加木炭的效果也不显著。所以最好不采用以上的方法，而应采取加强接地裝置的措施，設計适合这个地区的接地裝置，必要时可以采用伸長接地或接地井的方法，以降低接地电阻。