

73 1055
DGC

19 电工技術問答

第三輯

中国工业出版社

73 1055

电工技术问答

第三辑

中国工业出版社

电工技术問答第一輯及第二輯出版之后，我社收到好多讀者来信，认为这一小册子适合他們的需要，能帮助了解一些技术問題，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。

本书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

(根据原水利電力出版社紙型重印)

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯 (北京阜外月壇南裏路)

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路10号)

(北京市书刊出版事业許可證出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092 $1/36$ ·印张 $13/18$ ·字数14,000

1957年9月北京第一版

1963年9月北京新一版·1963年9月北京第一次印刷

印数00,001—15,400·定价(9-4) 0.10元

*

統一书号：15165·2796 (水电-369)

出版者的話

几年来，全国各地电厂、綫路工段、建設工区以及其他电业部門的同志們，提出了很多在实际工作中碰到的技术問題。“电业工人”报为了帮助电业部門的职工学习技术，請有关的专业单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栏內。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，不仅在当时受到了工人同志們的欢迎，現在仍有不少单位的工人同志和工作人员需要知道这些解答。但是“电业工人”报已經发表的技术問答是零散的，不容易查找。为了滿足工人同志学习和工作的需要，我們特將已发表的技术問答汇集起来，陸續出版单行本。其中电气和綫路方面的問題編成“电工技术問答”分輯，汽机、鍋炉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发电机、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“电业工人”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	13
四、蓄電池	19

一、电 机

1.問：发电机到了額定轉速，励磁机沒有电压是什么原因？怎么办？

答：当发电机到了額定轉速而励磁机沒有电压时，大約有下述几种原因：

- (1) 励磁机磁場回路断綫，励磁回路不通；
- (2) 励磁机磁場回路电阻太大；
- (3) 励磁机磁場殘磁消失；
- (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脏，接触电阻太大。

当励磁机沒有电压时，可以根据上述几种原因去檢查。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，就可以使励磁机恢复发电。

2.問：发电机轉子回路为什么要装設灭磁电阻？把灭磁电阻装在轉子回路上不是更方便嗎？

答：灭磁电阻是装在发电机轉子回路上，在轉子回路与电源切断后維持轉子綫卷两端通路之用的。

轉子上繞有許多綫卷，它有很大的电抗，在通过电流的时候，这一部分电能就要泄放出来，我們在帶負荷拉刀閘的时候，常常可以看到刀口上冒出电弧火花，有时甚至把刀口

燒坏，这些电弧就是貯藏在綫卷內部电能泄放出来的現象。

当轉子綫卷放电时，在轉子回路內就同时出現过电压，如果过电压值太高，就有可能击穿轉子綫卷的层間絕緣。

灭磁电阻在轉子尙未完全拉開的时候，就接入轉子回路中。当电源拉开后，轉子綫卷与灭磁电阻成閉路，这样轉子綫卷所貯存的能量就可以在电阻中消耗掉，而不会燒毀刀閘；同时可以减少过电压的数值，使它不致于危害轉子綫卷的层間絕緣，这就是装了灭磁电阻的作用。

为什么不在拉開以后把轉子完全短路呢？根据研究，在灭磁过程中过电压总是要发生的。电阻愈大，則过电压值愈高；电阻减小或完全短路，則过电压值是可以减少的，但是过电压延續的时间且延长了。一般灭磁电阻值为轉子电阻的3~5倍，在这样的电阻下，可以使过电压值与过电压时间都在一个适当的范围之內。

3.問：当发电机所带的是照明負荷时，为什么励磁机的电压电流要比发电机带电力負荷时来得小？

答：交流发电机的負荷，分有功負荷和无功負荷两部分，而一般的无功負荷，都是感应性的滞后无功負荷，而滞后的无功电流在发电机的电樞內可发生一种去磁效应，其作用就是要抵消发电机轉子的磁場。这样要維持发电机的端电压，就需要励磁机供給轉子更多的励磁电流。一般照明負荷都是純有功負荷，所需要的励磁电流較小；而电力負荷大部分都是感应电动机一类的用戶，除了有功負荷外，包括很大一部分的滞后无功負荷，所以在电力負荷时比照明負荷需要由励磁机供給轉子以更多的励磁电流。

4.問：三相繞綫式电动机，名牌上的額定周率为60赫/秒，現在电源的电压保持不变，但頻率改为50赫/秒，电动机在这种情况下运行，它的額定功率、轉矩是不是受到影响？如果电动机所带动的是直流发电机，它的輸出功率是否也要降低？

答：額定周率为60赫/秒的电动机，如果用在50赫/秒的电源上，則应将电源的电压降低到原来的 $\frac{5}{6}$ 。如果电源电压不降低，則电动机的鉄損、无載电流等都要增加，这样电动机必須降低出力运行，否則电动机的定子温度也就会要超过。計算电动机在改周波后的出力比較麻煩，但一般可以降低出力 $\frac{1}{6}$ 运行。如果所带动的是直流发电机，則发电机的出力必須减少 $\frac{1}{6}$ 。

电动机的轉速与周波成正比，如果周波由60赫降低到50赫，則轉速也降低到 $\frac{5}{6}$ 。如果电动机所带动的負担是水泵、风扇或其他出力与轉速有关的一些設備，則轉速下降，出力也随着下降，而且負荷的出力一般降得比电动机还要多，大都与轉速的平方成正比。这样电动机自动减負荷，就沒有过負荷的可能了。

为了要了解电动机在降低周波之后的負荷情况，可以应用仪表測量一下。如果电源电压保持定額，則电流至少需少于原来定額的 $\frac{1}{6}$ ，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輸出端，接成三相四綫的星形，机組除了用一根保护接地把机壳接地之外，还把中性綫引出接地，請問这样的接地有什么作用？

答：保护接地是将机組外壳等接地，这样机壳始終和地保持同样电位，万一当綫卷与机壳間的絕緣被击穿时，也不致危害人的生命。

中性綫接地和保护接地的目的也差不多，因为普通低压（380~220 伏）是直接与用戶发生关系的，人接触的机会最多。如果不把中性綫接地，則万一有一相接地时，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。如果把中性綫接地，則即使一相接地，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險了。

同样，如果中性綫不接地，当电源一相接地时，会引起其它二相的电压升高 1.7 倍，这样对电气设备的絕緣也是不利的。电压升高会使絕緣击穿，中性綫接地就沒有这一个可能了，但这是一个次要的目的。

中性綫接地也有它的缺点，因为这样当一相接地时，就等于单相短路，必須将电路切断而造成停电。如果中性綫不接地，一相接地仍然可以运行，所以高压綫路大部分都是中性点不接地的，因为高压綫路沒有与人直接接触的可能性。至于不接地系統因一相接地引起电压升高对絕緣的危害性，可以用提高设备絕緣的方法来解决。对照起来，高压系統还是不把中性点接地好。直接与人有广泛接触机会的低压电，則应把中性点固定接地。

6.問：我厂发电机电压为450伏，电动机額定电压为380伏，我們准备以380伏电动机来运行是否可以？

答：根据法規第 495 条的規定，电动机可以在額定电压

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整到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：一般變壓器在原綫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，運行時只要變壓器溫度不超過允許值是沒有什麼危險的。當然盡量使變壓器的電壓在規定值以內，那是最好的。

8.問：在室外變壓器的低壓引綫上是不是要裝熔斷器？

答：這裡的室外變壓器主要是指電壓在10千伏以下的容量為320千伏安以下的配電變壓器（見“電力工業技術管理暫行法規”第504條），因此我們只分析一下這個情況。普通的低壓熔斷器元件就是一根簡單的熔絲或熔片，它的斷路性能在

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，因此装了也难以起作用。关于设备的过負荷保护，照例應該在用电器具处装置才更有效，因此对 320 千伏安以下配电变压器的低压熔断器是否应装置的問題，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），宜装低压保險。

(2) 較大容量的变压器直接供一大用戶，宜在用戶进綫处装設总断路設備，变压器处可以不装，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装用低压熔断器。

其它情况，因为低压保險性能的关系，装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險。

9.問：变压器、表用变压器无載电流大小有沒有規定？

答：变压器、表用变压器的无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。

无載电流的大小对运行并没有什么妨碍，而測量无載电流的目的，是为了要了解变压器或表用变压器內部是否发生层間短路現象。因为如有层間短路現象的时候，无載电流就要增大。根据各次測量出来无載电流变化的情况，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，应在那一侧上先并列并没有一定的规定，其实先并那一侧都可以。为了减少并列时励磁涌波电流，則可以先并高压侧。因为在高压侧并列时，系统的阻抗较大，不但电流较小，而且电流的衰减也较快。

当小型变压器在低压侧不带保险时，可以在低压侧先并列，这样可以避免并列时励磁涌波电流烧毁保险丝的现象。

总之，先并高压还是低压要看运行条件，而主要是考虑合闸时的冲击涌波电流会不会造成不好的后果，如掉闸或烧坏保险丝等情况。

11. 問：装在表用变压器上的限流电阻，为什么要装在变压器的电源侧？为什么要在保险丝之前？

答：限流电阻装在表用变压器的电源侧，可以在表用变压器发生短路损坏的事故时限制短路电流，不使事故扩大影响。而限流电阻装在保险丝的前面，则是为了防止在保险丝不合运行要求（例如遮断容量不足发生爆炸引起弧光短路等现象）时限制短路电流，避免造成母线相间短路。

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侧短路？普通小变压器为什么不能把二次侧短路？

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，不论二次线卷的负载大小，和一次线卷的电流没有关系。一次线卷的电流是固定的，它使铁心产生磁通，这个磁通又被二次线卷的电流所消耗掉，铁心中的总磁通只不过是维持二次线卷端子上的一些电

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无关。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) 热风干燥法；
- (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 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，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发成水蒸汽而聚积在变压器的頂盖下，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。

热风干燥法是将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发成蒸汽和热风一起排出。这一方法需要的時間长，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，将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 $115\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，而变压器内部綫卷的温度則不超过 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。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 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ ，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，但因为需要专门的真空箱，所以一般只在制造厂内才能采用，运行单位没有这样的条件。外壳铁损干燥法的效果也很好，适合于一般运行单位采用。

14. 问：一个 10 千伏安的单相变压器接在三相电源上，如图 1 所示。这两个变压器都是 3300/220，110 伏。测量了 ab、bc、ac 间的电压都是 220 伏，ad 与 bd 间是 110 伏，但不明白 dc 间为什么是在 180 伏左右？

答：据来信看，三相的向量间的关系，是用两个单相变压器接成开口三角形，a、b、c 之间是三角形的三个角，相互间的电压差都相等为 220 伏。而 ad 和 bd

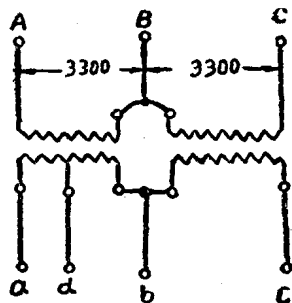


图 1

之间的电压是利用从同一绕卷的中心抽头，应是绕卷的一半，即 110 伏，而 dc 之间的电压必须把 ab 和 bc 的电压用向量相加，而不能直接按普通加法相加（如图 2）。

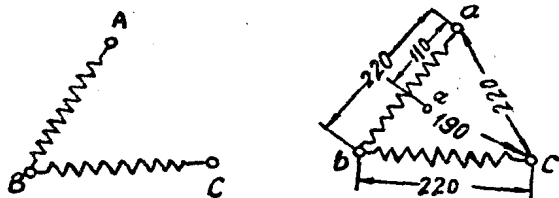


图 2

dc 之间的电压可以用普通的三角方法来计算，dc 实际就是等边三角形 abc 的高，即 $dc = ab \cdot \sin 60^\circ = 0.866 \times ab$ ，这

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31,500千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，所以只能提供下列幾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。象油中含有的可溶性氧化物、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) 由於絕緣強度試驗時的試驗方法，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,取样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? 是不是可以用单股綫?

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, 但沒有不許用单股綫的規定, 所以只要导綫截面积不少于6平方公厘, 在架空綫上采用单股綫还是可以的。

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, 但是銅是有色金属, 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: 电气設備上带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条是規定带电部分(包括电器和导綫)到接

地的架构之間的距离，不适用于电器本身带电部分和接地部分之間隔。

19.問：在安装发电机的机座底下和周圍都是硬石和砂，不适于装設接地装置，因之我們打算把接地装置埋在离发电机远一些的地方，这样是否可以？

答：要接地的設備如果距离接地装置很远，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，因之远离发电机来埋設接地装置是不合适的。建議在发电机附近做一个良好的接地网或接地带，不要远离发电机。

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

答：避雷器接地装置一般用鉄管和鉄带构成，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盐的办法，但食盐会随着地下水流走，必須經常維護和加食盐，这样既不方便，又不經濟，同时食盐会腐蝕鉄管和鉄带，縮短接地装置的寿命，而加木炭的效果也不显著。所以最好不采用以上的方法，而应采取加强接地装置的措施，設計适合这个地区的接地装置，必要时可以采用伸长接地或接地井的方法，以降低接地电阻。

21.問：我厂綫路上的接地电阻太大，准备根据法規第691条的規定，应用自来水管路作接地体，这样可以使接地电阻降到10欧姆以下。但法規692条又規定，当应用自来水管接地时，应保証絕无危險。請問应当怎样才能保証对自来水管的使用者絕无危險呢？

答：要达到这一目的，必須在用戶处将水管加以很好的