

姚融融 编

电机原理考工题解

工人考工题解丛书

兵器工业出版社

工人考工题解丛书

电机原理考工题解

姚融融 编

兵器工业出版社

(京)新登字049号

内 容 简 介

本书紧密配合国家机械工业委员会统编的机械工人技术理论培训教材《电机原理》(中级内外线电工、中级维修电工适用),以问答题、填空题、选择题、是非题、计算题等形式,全面介绍了变压器、直流电机、异步电机、同步电机和特种电机的基本结构、工作原理及主要特性等技术理论知识。

本书可作为国家机械工业委员会统编教材和习题集的补充教材,也可作为各企业培训工人的参考书和考工定级的试题。

工人考工题解丛书
电机原理考工题解
姚融融 编

*

兵器工业出版社 出版发行
(北京市海淀区车道沟10号)
各地新华书店经销
北京京辉印刷厂印装

*

开本: 787×1092 $1/32$ 印张: 5 $1/2$ 字数: 116千字

1992年9月北京第1版 1992年9月北京第1次印刷

印数: 1—8,000 定价: 4.30元

ISBN 7-80038-476-4/TM·20

编者的话

由国家机械工业委员会统编的《机械工人技术理论培训教材》共149种，自出版以来深受广大读者欢迎，发行量已达几千万册。

针对工人工作忙、学习时间少的特点，为了配合新教材的使用，为学员加深对课堂所学知识的理解，巩固学习成果，培养学员理论联系实际、独立思考和分析解决问题的能力，更好地掌握和运用所学到的知识，我们组织编写了《工人考工题解丛书》。它既是使用国家机械工业委员会统编教材和习题集的补充教材，也是工人技术考核、晋级工作和技工学校、职业学校教学工作的参考书。

编写这套丛书，是我们的一次尝试。由于篇幅和水平有限，不当之处恳切希望广大读者在使用过程中提出宝贵的改进意见。我们希望这套丛书的出版，能对提高机械工人队伍的技术水平和素质，促进机械行业技术工人培训和考工晋级工作的开展起到积极的推动作用。

本丛书由安郁陆、姚振甫担任主编，本书由姚融融编写。

《工人考工题解丛书》编写组



目 录

编者的话

第一章 变压器

- 一、问答题.....题目 (1) 答案 (1)
- 二、填空题.....题目 (11) 答案 (13)
- 三、选择题.....题目 (14) 答案 (18)
- 四、是非题.....题目 (18) 答案 (18)
- 五、计算题.....题目 (22) 答案 (22)
- 六、变压器的联结组.....题目 (30) 答案 (30)

第二章 直流电机

- 一、问答题.....题目 (34) 答案 (34)
- 二、填空题.....题目 (47) 答案 (50)
- 三、选择题.....题目 (52) 答案 (55)
- 四、是非题.....题目 (55) 答案 (55)
- 五、计算题.....题目 (63) 答案 (63)

第三章 异步电机

- 一、问答题.....题目 (87) 答案 (87)
- 二、填空题.....题目 (102) 答案 (105)
- 三、选择题.....题目 (106) 答案 (110)
- 四、是非题.....题目 (110) 答案 (110)
- 五、计算题.....题目 (115) 答案 (115)

第四章 同步电机

- 一、问答题.....题目 (121) 答案 (121)
- 二、填空题.....题目 (130) 答案 (132)
- 三、选择题.....题目 (134) 答案 (137)

IV

四、是非题.....题目 (137) 答案 (137)

五、计算题.....题目 (142) 答案 (142)

第五章 特种电机

一、问答题.....题目 (148) 答案 (148)

二、填空题.....题目 (153) 答案 (155)

三、选择题.....题目 (155) 答案 (158)

四、是非题.....题目 (158) 答案 (158)

五、计算题.....题目 (162) 答案 (162)

第一章 变 压 器

一、问答题

1. 变压器的作用是怎样的？

答：变压器是利用电磁感应的原理，将某一数值的交流电压转变成频率相同的另一种或一种以上不同数值的交流电压的电气设备。

2. 变压器能否直接改变直流电网的电压数值来传递直流电能？

答：由于变压器是利用电磁感应来传递能量的电气设备，所以在变压器中通以直流电源，则在变压器的线圈与直流电源所产生的恒定磁场之间就没有相对运动。则在一次边和二次边不能感应电动势，也就无法再传递电能了。

3. 什么是电力变压器？试说明电力从发电厂的发电机发出直至输送到用户使用的电能要经过多少台变压器？

答：在电力系统中作输配电用的变压器统称为电力变压器。

输配电系统如图1-1所示。

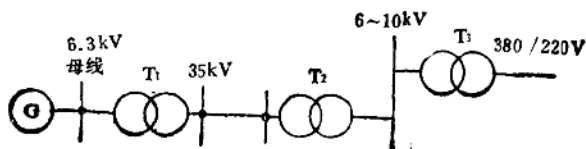


图 1-1

一般电力从发电厂发出到用户使用共要经过这么几台变压器：电力从发电厂的发电机G输出至6.3kV的母线，经升压变压器T₁将交流电压升高到35kV进行输送，目的是为了减少输送过程中线路中的电能损耗；然后再经过降压变压器T₂，将电压从35kV降低至6~10kV而进入配电所；最后由配电变压器T₃将电压再降到380/220V供用户使用。

4. 试说明容量在100~6300kVA之间、电压在0.4~35kV之间的中、小容量的油浸式三相电力变压器的基本结构。

答：普通中、小容量的油浸式三相电力变压器的结构一般由器身、油箱、冷却装置、保护装置和出线部分组成。器身是变压器的最主要部件，由铁心、线圈、引线及分接开关等部分组成。铁心是变压器的磁路，是由0.35~0.5mm厚的硅钢板冲剪叠装而成的，套装线圈的部分叫铁柱，连接铁柱形成闭合磁路的部分叫铁轭，并通过夹紧装置将铁心组成坚实的整体。线圈是由绝缘铜线或铝线绕制而成。高、低压线圈分别套在铁心柱的内外层。三相线圈连接成绕组并将端头从顶盖引出，接于高、低压套管上，并与分接开关固定在器身上。油箱既是变压器的外壳，也是变压器油的容器和散热冷却体，器身四周焊有的冷却管是变压器的冷却装置。此外，变压器还装有检查和保护装置，如油位计、温度计、储油柜、气体继电器及安全气道等。

5. 三相心式变压器的磁路是否平衡？空载时变压器的三相空载电流 I_0 是否对称？

答：三相心式变压器的三相磁路是不平衡的。由于三相磁路的长度不等，所以空载时三相绕组中的空载电流 I_0 将稍有不对称。若将三相磁路由左向右依次标为A、B、C三相，则中间的B相空载电流要比其它两相的小。在一般情况下：

$I_{0A} = I_{0C} = (1.2 \sim 1.5) I_{0B}$ 。在工程上为近似起见，可以取三相空载电流的平均值作空载电流值 I_0 ，即

$$I_0 = 1/3(I_{0A} + I_{0B} + I_{0C})$$

6. 三相心式变压器和三相组式变压器的磁路各有什么特点？

答：三相心式变压器的磁路是连在一起的，其特点是各相磁路不是独立的，各相磁通都是以另外两相的磁路作为自己的回路而相互影响的。

三相组式变压器（变压器组）的磁路是由三个单相变压器磁路所组成，是互不联系的，其特点是三相磁路各有自己单独的磁路，各相磁路相互独立、互不相关。

7. 由于变压器中的各个量：电压、电流、磁道及感应电势的大小和方向均随时间而交变的，所以必须规定它们的正方向才能正确讨论它们之间的关系。试说明如何规定正方向？其内容是哪些？

答：通常是按电工惯例来规定其正方向的。

正方向的内容：

（1）在同一支路内，电压降的正方向与电流的正方向一致。

（2）磁道的正方向与电流的正方向之间符合右手螺旋定则关系。

（3）由交变磁道产生的感应电势，其正方向与产生该磁道的电流正方向一致。

8. 根据按电工习惯方向规定正方向，标出图 1-2 所示变压器中的各个电磁量的正方向（电压、电流、电磁和磁通）。

答：正方向如图 1-3 所示。

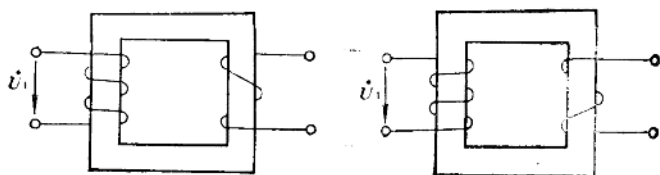


图 1-2

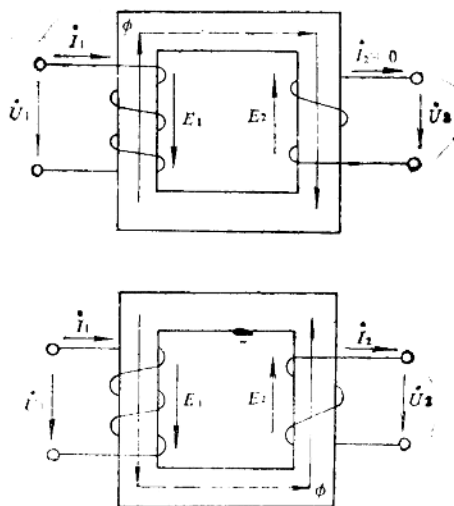


图 1-3

9. 变压器中主磁通和漏磁通的性质和作用有什么不同？

答：在变压器中，磁通的大部分通过铁心而闭合，既穿过一次线圈，也穿过二次线圈，称为主磁通，以 Φ 表示。主磁通的作用将是在一次、二次线圈中感应电势 E_1 和 E_2 。

磁通的另一小部分溢出了铁心，在一次线圈侧自行闭合，

而不穿过二次线圈，称为漏磁通，以 Φ_s 表示。漏磁道通常是很小的，约为总磁通的10%左右。漏磁通的作用只是在本次线圈中产生漏磁感应电势 E_s 。

10. 变压器的线圈一次侧和二次侧并没有直接的电的联系，可是当二次侧接负载运行时，二次侧电流的增大或减小的同时，一次侧的电流也随之变得增大或减小，这是为什么？

答：负载的二次侧电流增大或减小，也反映了二次侧磁势 $I_2 N_2$ 的增大或减小，那么一次侧为了抵消二次侧磁势 $I_2 N_2$ 的负载分量， $\Delta I_1 N_1$ 也要随之变化，所以一次侧的电流也就跟着增大或减小。这个问题也可以从磁势平衡方程式上自行分析。

磁势平衡方程式：

$$I_1 N_1 + I_2 N_2 = I_0 N_1 \quad (I_0 N_1 \text{ 为常数})$$

或：
$$I_1 N_1 = I_0 N_1 + (-I_2 N_2)$$

11. 变压器负载运行时的电压比 K 与空载运行时的电压比是否相同？

答：变压器不论是空载或负载运行，一次侧加入的电源电压不变，则主磁通基本上也不变。那么一次侧或二次侧线圈的感应电势基本上不变，所以 K 为不变。或者说， $K = N_1 / N_2$ ，与负载大小无关，是一个常数。

12. 什么叫变压器的额定电压调整率？其反映的是什么？

答：额定电压调整率 ΔU_N 的定义是：当一次侧电压为额定值，负载大小及功率因数均为一定，不经过调压装置，且空载与额定负载时，二次侧电压之差 $(U_{20} - U_2)$ 与二次侧额定电压 U_{2N} 的百分比值，即

$$\Delta U_N = \frac{U_{20} - U_2}{U_{2N}} \times 100\%$$

如果空载时，二次侧电压为额定值 U_{2N} ，则

$$\Delta U_N = \frac{U_{2N} - U_2}{U_{2N}} \times 100\%$$

额定电压调整率反映了供电的质量（二次侧电压的稳定性），是变压器主要性能指标之一。

13. 如何调节变压器的二次电压值？

答：已知变压器的电压比是： $K = U_1/U_2 = E_1/E_2 = N_1/N_2$ 。为了调节变压器的二次侧电压，通常采用的办法是在变压器一次侧的线圈上抽出若干个分接点，只要变换分接头也就可以改变一次侧的有效匝数，从而改变一次侧和二次侧的匝数比，即改变电压比，达到调节二次侧电压的目的。

14. 什么叫变压器的同名端？如何表示变压器的同名端？

答：由于变压器的一次、二次线圈被同一个主磁通所交链，所以当主磁通发生交变时，

一次、二次线圈中的感应电势有一定的极性关系。在某一瞬间，当一次线圈的一个端点为高电位时，二次线圈中必须也有一个端点为高电位。这两个端点的电位始终相对应，称同名端。另一对端点即为另一对同名端。通常用一对符号“.”表示一对同名端，

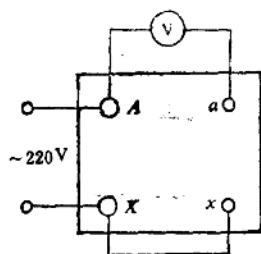


图 1-4

剩下的另一对端点不标符号，也必须是同名端。

15. 变压器出厂之前，通常要进行“极性”试验。如图

1-4所示。在A-X端加电压，将X-x短接，测A、a间的电压。设变比为220/110V，如果A、a为同名端，电压表读数是多少？如为非同名端，则电压表的读数又应为多少？

答：当A、a为同名端时，电压表的读数为：

$$U_{Aa} = U_{XA} - U_{ax} = 220 - 110 = 110\text{V}$$

当A、a为非同名端时，电压表的读数为：

$$U_{Aa} = U_{Ax} + U_{ax} = 220 + 110 = 330\text{V}$$

16. 什么叫三相变压器的联结组？如何表示三相变压器的联结组？

答：根据变压器一、二次绕组线电势的相位关系，把绕组的接法分成各种不同的组合，称为绕组的联结组。

为了区别不同的联结组，采用时钟表示法，即把高压侧线电势相量作为时钟的长针，低压侧线电势相量作为短针，把长针指在12上，看短针指在哪个数字上，就作为该联结组的标号。

17. 变压器理想并联运行的条件有哪些？

答：变压器理想并联运行的条件是：

- (1) 各变压器必须属于相同的联结组。
- (2) 各变压器的额定电压和电压比要相等。
- (3) 各变压器的阻抗电压应该相等。
- (4) 阻抗电压的有功分量与无功分量应该分别相等。

18. 变压器并联运行具有哪些优点？而变压器实际并联运行的实用条件有哪些？

答：变压器并联运行的优点是：

(1) 提高供电的可靠性。如有某台变压器发生故障，可把它从电网切除进行检修，电网仍能继续供电。

(2) 可根据负载的大小，调整参与运行变压器的台数，

以提高运行效率。

(3) 可减少储备容量,并随着用电量的增加,分批安装新的变压器。

变压器实际并联运行的实用条件有两点:

(1) 各变压器必须属于相同的联结组。

(2) 各变压器的额定电压和电压比要相等。

19. 三相变压器绕组有哪几种联结种类?而这几种接法如何?

答:三相变压器绕组的联结种类主要有星形、三角形和曲折形三种。其接法为:

星形:把三个线圈的始端 A 、 B 、 C 列出,而将线圈的末端 X 、 Y 、 Z 连接在一起成为中性点 O ,用符号 Y_0 表示。

三角形:把一相线圈的末端与另一相线圈的始端相连,依次连成一个闭合回路便形成三角形联结,用符号 Δ 表示。三角形联结有两种不同的连接次序。

曲折形:把每一个铁心柱的线圈分成两部分,一相电势是由一个铁心柱的一部分线圈的电势和另一个铁心柱的一部分线圈的电势所组成。这种联结方法也称 Z 形联结。

20. 电压互感器的二次侧为何不允许短路?

答:电压互感器正常运行时是接近空载运行状态。如二次侧短路,则一、二次的电流均变得很大,以致绕组过热而损坏。

21. 使用电压互感器时必须注意哪些问题?使用电流互感器时又必须注意些什么?

答:使用电压互感器时:(1)要注意不能使二次侧短路,否则会引起二次侧有很大的短路电流。(2)二次侧线圈的一端必须和铁心一起可靠地接地,以保证工作人员的安全。

全。

22. 将一台额定容量为 S_N 、电压比为 K 的双绕组变压器连接成自耦变压器，其额定容量将会如何变化？为什么？其电压比则又为多少？

答：当额定容量为 S_N ，电压比为 K 的双绕组变压器连接成自耦变压器，其额定容量将增大到 $(1 + 1/K)S_N$ 。

因为此时自耦变压器的额定容量 S_{Na} 可分解成两部分。其中 S_N 是通过电磁感应从一次侧传递到二次侧的，称为感应功率； $\frac{1}{K}S_N$ 是通过一、二次绕组电的联系直接传递的，称为传导功率。这是自耦变压器与普通双绕组变压器的根本区别。

自耦变压器的电压比为 $K_a = 1 + K$ 。

23. 自耦变压器有什么主要优缺点？为什么 K_a 愈接近1时优点愈显著？它应用在什么场合？

答：自耦变压器与双绕组变压器相比较有以下的优缺点：

(1) 双绕组变压器接成自耦变压器后，容量可增 $\frac{1}{K}S_N$ 倍。如两者的容量一致，则自耦变压器材料消耗可降低，尺寸可缩小，重量也可减轻，降低了成本。

(2) 自耦变压器的损耗小于同容量的双绕组变压器，并且空载电流可减少50%左右。

(3) 自耦变压器的短路阻抗较小，因此短路时的电流较大。

(4) 由于一、二次绕组有电的直接联系，因此过电压保护比较复杂。

对于自耦变压器的电压比 K_a 愈接近1,则传导功率也愈大。也就是说,在与双绕组变压器相同的容量时,优点也愈明显。

24. 变压器空载运行时,电源送入一个什么性质的功率?功率又是消耗在什么地方?

答:变压器空载运行时,电源送入的功率有两部分:有功功率和无功功率。有功功率主要供给铁心损耗,有一小部分供给并消耗在一次侧绕组的电阻上,而无功功率则是供给励磁之用。

25. 已知三相变压器高压侧的线电势 $\dot{E}_{AB}$ 领先于低压侧线电势 $\dot{E}_{ab}$ 的相位为 $n \times 30^\circ$ 时,该变压器的联结组号是多少?

答:该变压器的联结组标号是(12-n)。

26. 一台三相组式变压器,Y/Y-12联结,若一次侧的B和Y端头调错,会出现什么现象?能否在二次侧予以改正?

答:因为三相组式变压器的各相磁路独立,故空载时对一次侧励磁电流对称性无影响,但二次侧感应电势则不对称(即B相电势反方向),如二次侧带上负载,则二次侧电流不对称,导致一次侧电流也不对称。

如果把B相的二次侧端头b和r对调,即可改正。

27. 当变压器的二次侧负载电流 I_2 发生变化时,二次侧的端电压为什么也会发生变化?

答:当变压器的二次侧负载电流 I_2 发生变化时,二次侧的电路中就会产生电阻电压降 $\dot{I}_2 r_2$ 和漏抗压降 $j\dot{I}_2 x_2$,因此,端电压 $\dot{U}_2$ 将发生变化,另外,当二次侧有负载电流 I_2 流过时,一次侧的输入电流 I_1 也要发生相应的变化,一次侧电路中的电阻电压降 $\dot{I}_1 r_1$ 和漏抗压降 $j\dot{I}_1 x_1$ 也要随之发生变化,进一步影响二次侧的端电压 $\dot{U}_2$ 。因此二次侧的端电压 $\dot{U}_2$ 是随负载

电流 I_2 的变化而变化的。

28. 自耦变压器和普通双绕组变压器有何区别?

答: 自耦变压器的一、二次侧共用一个绕组, 因此, 一、二次侧绕组之间, 既有磁的联系又有电的联系, 而它的电功率一部分是由电磁感应传递的, 另一部分是通过电路的联系而直接传递的。而普通双绕组变压器一、二次绕组之间只有磁的联系, 而无电的联系, 所以其电功率只是由电磁感应传递的。因此, 对相同容量来说, 自耦变压器的体积和材料都要比普通双绕组变压器小和少。

二、填空题

1. 变压器是利用 电磁感应 的原理, 将某一数值的 电压 转变成 电压 相同的另一种或一种以上不同数值的 电压 的电气设备。

2. 变压器的电磁感应部分包括 铁芯 和 绕组 两部分。

3. 油浸式变压器一般由 铁芯、绕组、油箱、冷却装置、分接开关、保护装置等 部分组成。

4. 某单相变压器, 已知额定容量为 S_N , 铭牌上的额定电压为 U_{1N}/U_{2N} , 额定电流为 I_{1N}/I_{2N} , 则额定容量 $S_N = U_{1N} I_{1N}$ 或 $U_{2N} I_{2N}$ 。

5. 变压器空载运行时, 由于有铁耗存在, 所以空载电流 I_0 由 有功分量 和 无功分量 两分量组成。

6. 变压器在传输能量的过程中会产生损耗。损耗有 铁耗 和 铜耗 两大类, 每类损耗中又可分 基本损耗 和 附加损耗。

7. 变压器的效率是 输出功率与输入功率之比 和 空载损耗与额定容量之比 之比。其最高效率出现的条件是 负载系数为 1 且 $\cos \phi = 1$ 时。

8. 变压器外特性的变化趋势是由 负载性质和负载大小 决定的。在感性负荷时, 外特性曲线是 下降的; 在容性负载时, 曲线是 上升的。