



农村电工技术问答

吴武贤

修订版 上册



TM
17=4
:1

农村电工技术问答

上册 (修订版)

吴武贤

水利电力出版社

内 容 提 要

本书系中国出版工作者协会科技出版工作委员会星火计划丛书之一，分为上、下两册，共十章。上册内容有交流发电机原理、运行和维护；配电线路；配电变压器结构原理、运行维护和修理，高压开关设备；继电保护；防雷及接地装置等五个方面。下册内容有异步电动机结构原理、运行维护和修理，起动设备；电气测量和电工仪表；家用电器；汽车拖拉机电系；照明及其它电工知识等并附有电工系统常用电器、电机图形符号、文字符号及例图。其中家用电器和汽车拖拉机电系两章是这次修订版中新增加的部分。本书涉及到的内容广泛，对农村电工 农电技术人员在学习和生产实践中经常遇到的大量问题作了详尽的解答，是农村电工学习电工知识的好材料，对于在工矿企业从事电气工作的工人、技术人员也有一定的参考价值。

农 村 电 工 技 术 问 答

上册（修订版）

吴 武 贤

*

水利电力出版社出版

（北京三里河路8号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 11.25印张 237千字

1980年8月初版、1985年10月新一版

1987年12月第三版 1987年12月北京第四次印刷

印数222451—253550册

ISBN 7-120-00020-9/TM·7

15143·6509 定价 2.00 元

再 版 前 言

《农村电工技术问答》上、下册自出版以来，在我国农村电气化的建设中发挥了一定的作用。根据农电事业的发展和广大读者的需要，作者对本书又进行了修改和补充。这次修改，除了删去技术上陈旧的内容外，增补了一些新设备新技术的介绍，增设了家用电器、汽车拖拉机电系两章。考虑到目前我国电器产品更新换代有一个过程，有些产品如电动机JO、JO₂的介绍仍暂保留。

本书涉及的电气技术范围很广，由于作者水平有限，书中可能存在缺点和错误，恳切希望读者批评指正。对本书的批评和建议，请来信寄水利电力出版社转作者收即可。

作 者

一九八六年十月

目 录

再版前言

第一章 交流发电机原理及运行	1
一、交流电常识及发电机原理	1
1. 交流电是怎样产生的?	1
2. 什么是交流电的周期和频率? 电网的频率通常为什么采用50赫兹或60赫兹?	2
3. 正弦交流电的大小为什么常用有效值来表示?	3
4. 三相同步发电机的原理是怎样的?	4
5. 三相同步发电机的“同步”是什么意思?	6
6. 什么是交流电的相位和相位差? 什么是三相交流电的正序(或顺序)和负序(或逆序)?	7
7. 三相交流电路常用的接线方式有哪几种? 什么是相电压、线电压和相电流、线电流?	9
8. 什么叫电抗和阻抗? 什么是阻抗角?	10
9. 什么是有功功率和有功负载? 什么是无功功率和无功负载? 电网上为什么需要无功功率?	12
10. 怎样计算有功功率、无功功率和视在功率? 它们三者有何关系?	14
11. 为什么常用的交流发电机都采用三相制而不采用单相制?	16
12. 为什么水轮发电机转子的极数比汽轮发电机的多几倍?	17
13. 为什么异步电机定子和转子之间的气隙小, 而同步电机的气隙大?	17
14. 什么是发电机的自励磁?	18
15. 对同步发电机的励磁系统有什么要求?	19
16. 为什么同步发电机用较低的直流电压来励磁?	19

17. 直流发电机是怎样给同步发电机励磁的?	20
18. 什么叫半导体整流励磁?	20
19. 发电机的自动调压装置有什么作用?	23
20. 碳阻式自动电压调整器的工作原理如何?	24
21. 有一台励磁机的磁场变阻器损坏, 不知其阻值多大, 怎样进行计算?	25
22. 同步电机转子磁极铁芯为什么不用硅钢片来做? 它的 励磁绕组中有没有感应电势?	26
23. 有的同步电机的磁极上装设了阻尼绕组, 它有什么用 途?	26
24. 什么是高次谐波? 高次谐波电压、电流的存在有什么 危害?	27
25. 怎样削弱高次谐波?	28
26. 三相同步发电机定子绕组为什么常接成星形而不接成 三角形?	29
27. 三相同步发电机定子绕组在结构上有什么特点? 分数 槽绕组每极每相槽数如何分配?	30
28. 什么是同步发电机的电枢反应?	31
29. 为什么调有功(即调频)应该调进水量(或进汽量), 而调无功(调电压)应该调磁场?	32
30. 什么是发电机的过励磁状态和欠励磁状态? 为什么发 电机一般都运行在过励磁状态?	33
31. 发电机的自动灭磁装置有什么作用? 自动灭磁电阻的 阻值有多大?	34
32. 为什么有的发电机中性点接地而有的发电机中性点不 接地, 还有的发电机将中性点经消弧线圈接地?	36
33. 发电机中性点对地存在电压有哪些原因?	37
34. 发电机运行时为什么会发热?	38
35. 发电机是怎样发热和冷却的?	39
36. 异步电动机发电的原理如何? 这种发电方式有何优缺	

点?	39
37.怎样计算异步发电机所需并联电容器的容量?	41
38.异步发电机不能建立电压,怎么办?怎样使输出电压 维持在额定值?	43
39.利用一台75千瓦的异步电动机作为异步发电机时,怎 样计算励磁电容?	44
40.异步发电机与电网并联的特点是什么?怎样计算补偿 电容?	45
二、发电机运行及维修	46
41.发电机在运行中应注意检查哪些方面?	46
42.发电机的绝缘等级和温升是怎样规定的?	47
43.几台发电机并列运行有什么优点?	47
44.发电机并列运行的条件是什么?	48
45.怎样进行发电机准同期并列?	48
46.采用同期表进行准同期并列时,在哪几种情况下不可 合闸?在什么情况下合闸最好?	50
47.采用自同期并列有何优点?	51
48.怎样进行同步发电机自同期并列?	52
49.小型水电站的并列操作应注意哪些问题?	53
50.准同期并列与自同期并列各适宜在什么条件下使用?	54
51.怎样将并列运行的发电机解列?	54
52.不同的发电机在并列运行时,零线能否连在一起,为 什么?	54
53.两台频率相差2赫兹的发电机采用准同期并列时,有 什么危险?	55
54.发电机在运行中怎样进行调整?	55
55.同规格的两台同步发电机 G_1 、 G_2 并联运行,两发电机的 功率表指示相同, G_1 的电流表指示值大,而 G_2 的功 率因数表指示值大,何故?如何处理?	57

56. 同规格的两台同步发电机并联运行, 功率因数为 0.8 (滞后), 供电电流为 400 安。现增大 G_1 发电机的励磁, 使它输出 250 安电流, 问此时, 两发电机各自的功率因数是多少? 57
57. 同规格的两台同步发电机并联运行, 若 G_1 机功率表和电流表指示逐渐减小, 则功率因数表的指示也随之降低。相反, G_2 机的功率、电流和功率因数表的指示值逐渐增大, 原因何在? 58
58. 为什么水轮发电机不允许无励磁运行? 58
59. 两台柴油发电机并列后, 未带负载就有电流 50~60 安, 何故? 59
60. 我国柴油发电机组有几种不同的励磁方式? 并列时有什么问题? 59
61. 为什么单机运行时, 无功负荷可以随便增减? 而双机并列时, 必须同时操作双机才能随意调无功? 60
62. 怎样测定电网和发电机的相序? 60
63. 发电机能否过负荷运行? 过负荷运行时间怎样确定? 61
64. 发电机三相电流不对称时对发电机有什么影响? 62
65. 发电机端电压过高或过低, 对发电机会产生什么影响? 64
66. 频率过高或过低, 对发电机本身有什么影响? 65
67. 什么叫短路? 短路电流为什么很大? 发电机在发生哪种短路时短路电流最大? 66
68. 短路对发电机有什么危害? 67
69. 发电机定子绕组单相接地, 对发电机有危害吗? 68
70. 水轮发电机突然甩负荷后会产生什么现象? 69
71. 发电机发不出电或空载电压太低是什么原因? 怎样处理? 70
72. 发电机端电压过高, 是什么原因? 71
73. 发电机运行中温度过高是什么原因? 怎样处理? 71
74. 发电机运行中内部冒烟、有火花或有焦臭味是什么

原因?	72
75.发电机运行中发生振动是什么原因?	72
76.发电机运行中发生噪音是什么原因?	73
77.磁场变阻器烧红是什么原因?	73
78.怎样利用水冷却电炉丝作为水轮发电机组的防飞车 负载?	74
79.为什么励磁机整流子表面脏污时不允许用含钢砂纸或 粗玻璃砂纸进行研磨?	75
80.运行中励磁机整流子发黑是什么原因? 怎样处理?	76
81.直流机电刷装置如何装配?	77
82.直流励磁机的电刷冒火花, 是什么原因?	77
83.怎样确定直流电机的电刷是否在中性线上?	78
84.怎样测量换向器片间直流电阻?	79
85.怎样保养换向器?	80
86.怎样正确使用电刷?	81
87.可控硅励磁装置在运行中应注意哪些问题?	82
88.怎样检查发电机定子绕组的各种故障?	82
89.异步发电机怎样与电网并列运行?	83
90.在同步发电机定子绕组通入三相低压交流电进行干燥 处理时, 为什么必须将转子抽出去?	83
91.怎样用短路法对同步发电机进行干燥处理?	83
92.怎样对直流电机进行干燥处理?	84
93.怎样修理同步发电机的转子绕组?	85
94.怎样自制小型水轮发电机电动调速机构?	86

第二章 配电线路

1.为什么要采用高电压输送电能?	89
2.农村电力负荷有什么特点?	90
3.怎样确定农村电力计算负荷?	91
4.怎样进行灌溉、排涝负荷的计算?	94

5.选择配电变压器时应该注意哪些问题?怎样计算配电变压器容量?	95
6.配电变压器装在什么地方最合理?怎样确定负荷中心?	96
7.什么叫线路的电压损失?	98
8.选择架空电力线路导线的截面时应该注意什么?	99
9.怎样按照容许电压损失计算导线截面?	100
10.怎样按照经济电流密度选择导线截面?	103
11.为什么发电机和变压器的输出电压要比电网的额定电压高5%?	103
12.怎样计算农村电网中的电能损耗和线损率?	104
13.10千伏高压架空配电线路在施工时应注意哪些事项?	105
14.什么是导线的弧垂?同一档距内的导线为什么弧垂必须相同?	107
15.怎样调整架空导线的弧垂?	108
16.为什么在高压架空线路上,靠近绝缘子两侧的导线上常挂一个小锤?	109
17.为什么高压架空线路耐张杆上的绝缘子要比直线杆上的多一些?	110
18.瓷横担有什么特点?	110
19.架空线的电流超过其安全载流量时,导线是否会熔化?	111
20.在停电设备上作业,为保护人身安全,在可能来电之侧加装接地线时,如何选择接地线的截面?	111
21.架空线路上的避雷线安全系数为什么取得比导线的大?	112
22.架空线路中,瓷瓶上固定导线的扎线为何要采用和导线相同的材料	112
23.怎样简单计算电杆拉线的长度?	112
24.农村的220伏照明线路为什么严禁采用“一线一地”制?	113
25.高压线路上所装设的自动重合闸装置,为什么只采用一次重合或二次重合,而不采用更多次重合呢?	113

26. 什么叫污秽闪络？污秽闪络有什么危害？……………114
27. 绝缘子污秽闪络事故，为什么多发生在大雾或雨夹雪的天气里？……………114
28. 怎样防止绝缘子的污秽闪络事故？……………115
29. 三相四线制低压配电线路在运行中要着重注意哪些问题？……………116
30. 在三相四线制中，为什么零线（或中性线）不允许装设熔断器？……………116
31. 为什么架空导线常用多股绞线？为什么多股线相邻层间绞向不同？……………117
32. 什么叫趋肤效应？同一根导线的直流电阻和交流电阻为什么不一样？……………117
33. 为什么铜线和铝线接头处要采用铜铝转换接头？……………118
34. 当一条导线容量不足需几条并联使用时，其允许载流量是否为这几条导线允许载流量之和？……………119
35. 用铁管配线时应注意什么？为什么单相的两根导线或三相的三根相线必须装在同一根铁管里？……………119
36. 为什么接线螺丝下面一定要有弹簧垫片和平垫片？……………120
37. 铜的导电性比锡要好，但为什么还要在铜线头上镀一层锡？……………121
38. 为什么高压绝缘子表面多做成波纹形状？……………121
39. 绝缘子在什么情况下容易损坏？怎样判断绝缘子的裂纹？……………121
40. 线路在运行中应该进行哪些巡视？……………122
41. 巡视线路时应注意检查哪些方面？……………123
42. 什么叫低压地理线路？它有什么优缺点？常用的地理线路有哪几种？……………124
43. 地理线路在设计施工中应注意哪些问题？……………126
44. 怎样管好地理线路？……………127
45. 为什么要提高电力网的功率因数？怎样提高农村电力

网的功率因数?	128
46.怎样计算并联补偿电容器的容量?	130
47.采用电容并联补偿的方式有哪些? 怎样选择电容器的 额定电压?	132
48.安装和运行并联补偿电容器时应该注意哪些方面?	133
49.电容器的千乏与微法之间怎样换算?	134
第三章 配电变压器及高压开关设备	135
一、变压器结构原理	135
1.农村常用电力变压器的型号代表什么意思? 变压器的额 定容量是怎样确定的?	135
2.为什么要推广低耗变压器?	137
3.变压器的工作原理如何?	138
4.变压器铁芯的作用是什么?	140
5.什么叫涡流? 变压器铁芯为什么要用涂有漆膜的硅钢片 叠成?	141
6.变压器铁芯为什么要用硅钢片而不用普通薄铁片? 硅钢 片的厚度为什么要选在0.35毫米左右?	142
7.铁芯硅钢片为什么是两片或三片一叠, 而不是四片或更 多片数一叠?	143
8.冷轧硅钢片与热轧硅钢片的性能有什么不同?	143
9.变压器铁芯不能使用普通钢片, 但为什么铁芯夹件可用 普通钢板制作?	144
10.变压器副边不接负载时为什么还有损耗?	144
11.什么是变压器的短路损耗和铜损? 什么是变压器的短 路电压?	145
12.变压器铭牌上的阻抗电压百分数是什么意思? 配电变 压器的阻抗电压为什么都在4.5~6%左右?	146
13.什么是变压器绕组的极性和标志?	146
14.怎样理解变压器连接组的组别?	148

15. 为什么小型配电变压器都接成 Y/Y_0-12 , 而大中型变压器一般都接成 $Y/\Delta-11$ 呢?150
16. 三相变压器原边若有一相熔丝熔断, 那么在 Y/Y_0-12 和 $Y/\Delta-11$ 两种接法的变压器副边, 三个线电压各为多少?151
17. 为什么要限制 Y/Y_0-12 接法变压器的中线电流使其不超过额定电流的25%?152
18. 电源电压高于变压器额定电压时, 会造成哪些危害?152
19. 电力变压器怎样调压?153
20. 为什么电力变压器的无激磁分接开关通常装在高压侧而不装在低压侧?154
21. 电力变压器的高压绕组为什么常常绕在低压绕组的外面?154
22. 变压器的器身全部浸在油中, 人是接触不到的, 为什么还要规定铁芯必须接地, 且不允许两点或两点以上接地?155
23. 变压器油是什么? 它有什么作用?155
24. 什么是10号、25号、45号变压器油? 不同牌号的油可不可以混用?156
25. 运行中的变压器油时间长了为什么会老化?157
26. 有什么办法可以延长变压器油的使用寿命?157
27. 变压器的油箱有什么作用?157
28. 变压器的油枕有什么作用?158
29. 变压器的铁芯和箱底之间为什么总是要用垫块使它们隔开一定的距离?158
30. 变压器油枕上油位计的油面指示线所指示的温度是什么意思?159
31. 变压器是怎样散热的? 绕组和铁芯中为什么要设置油道?159
32. 怎样理解变压器的温升限值?161

33.为什么变压器油箱上有的没有冷却管,有的焊了几排冷却管,有的还要另外加装散热器呢?	161
34.变压器的寿命与哪些因素有关?	162
35.海拔高度对变压器运行有何影响?	162
36.变压器在正常运行中低压侧突然短路有什么危险?	163
37.什么是变压器的过电压?	164
38.变压器在空载时合闸,有时合闸电流很大,为什么?	165
39.为什么变压器在轻载或空载时温度有时会很 高?	167
40.断路器开断带负荷的变压器和空载变压器时,在 哪一种情况下,变压器产生过电压的可能性大?	167
41.空载变压器拉闸、合闸次数过多对变压器有何影 响?	168
42.电力变压器为什么要进行感应耐压试验?	168
43.自耦变压器与双绕组变压器有什么不同?自耦调 压器为什么不能用作安全电源?	168
44.电焊变压器与普通变压器有什么 不同?	170
45.怎样设计一个小型单相变 压器?	171
二、变压器运行及维修	174
46.配电变压器高压侧熔丝如何 选择?	174
47.配电变压器低压侧保护如何 选择?	175
48.变压器二次侧熔断器熔断的 原因是什么?	175
49.变压器一次侧熔丝熔断的 原因是什么?	176
50.是否有简易办法检验中小型 变压器的内部故障?	177
51.怎样测量和判断变压器的 绝缘性能?	178
52.变压器在投入运行前应进 行哪些检查?	179
53.为什么新装或大修后的变 压器,在投入运行前要进行3~5次冲击合闸试验?	181
54.怎样拉、合变压器的高压 跌开式熔断器?	181
55.两台或多台变压器并联运 行必须具备哪些条件?	182
56.变压器在投入并联运行前 怎样进行核相试验?	183

57. 怎样测定变压器绕组的极性？怎样改变三相变压器的极性？184
58. 变压器在运行中应注意检查哪些项目？185
59. 变压器是静止的电器，运行中为什么会“嗡嗡”发声？186
60. 变压器在运行中发出不同的异常声响，分别表示什么样的故障？186
61. 怎样处理变压器的过负荷？187
62. 小容量的变压器，往往在油枕上有一个螺丝盖，在变压器运行中这个盖子应否拧紧？188
63. 变压器漏油有什么坏处？189
64. 油枕下部有集污器的变压器，为什么要定期打开放污螺丝放污？189
65. 怎样用简易的方法鉴别变压器油的好坏？190
66. 从变压器上取试验油样时应注意什么？190
67. 变压器瓦斯保护动作的原因是什么？191
68. 怎样鉴别瓦斯继电器内的气体？192
69. 变压器怎样进行小修？192
70. 变压器怎样进行大修？193
71. 变压器吊芯检查时，器身外露时间为什么不能太长？194
72. 怎样辨别变压器绕组绝缘劣化的程度？195
73. 导致变压器绕组绝缘损坏的原因是什么？196
74. 变压器绕组发生匝间短路、相间短路或对地击穿，有什么现象产生？196
75. 变压器绕组发生断线故障时有什么现象？是什么原因？197
76. 分接开关常发生什么故障？是何原因引起？有何现象发生？197
77. 变压器铁芯常发生哪些故障？198

三、变压器修理	198
78. 什么是变压器绕组的主绝缘、纵绝缘?	198
79. 修理变压器时, 选用绝缘材料要注意什么?	199
80. 选用导线时要注意什么?	199
81. 为什么变压器绕组有的绕在电木筒上, 而有的绕在用 纸板围成的绝缘筒上?	200
82. 作主绝缘用的纸筒常规定有一个最小的搭接长度, 是 什么缘故?	200
83. 主绝缘采用薄纸筒小油隙, 有什么优点?	201
84. 为什么引线支架有的是用木材做的, 有的是用层压纸 板做的? 怎样处理木质零件?	202
85. 修理变压器时, 为什么要注意在绝缘件上不能有灰 尘? 在纸板上为什么不宜用普通铅笔写字, 而只准用蓝 铅笔写字?	202
86. 制作绕组时, 为什么截面小的导线常选用圆导线, 而 截面较大的导线常选用扁导线?	203
87. 为什么变压器绕组有时在截面相同的条件下要用两根 导线并绕, 而不采用一根?	203
88. 导线并绕时为什么有的需要换位? 圆筒式绕组的并绕 导线怎样换位?	203
89. 绕组时, 怎样才算是一匝? 穿过铁窗的一根导线算 几匝?	204
90. 什么是左绕线圈? 什么是右绕线圈?	205
91. 一个绕组中的绕向是否都一样?	206
92. 选用绕组层间绝缘要注意什么问题?	207
93. 绕线时, 为什么一定要使用木锤而不许使用铁锤?	207
94. 包扎引线时, 为什么要有了一定的锥度?	208
95. 为什么一定要在低压引出线的裸铝排或裸铜排上涂一 层绝缘清漆?	208
96. 为什么低压引线要用引线片?	209

97. 铝的电阻率比铜大, 为什么接头的铜铝部分仍用同样大小的截面, 而不把铜的截面做得比铝小?	209
98. 高、低压绕组不一样高, 会有什么影响?	209
99. 修理变压器时, 如果将高、低压绕组套偏, 会有什么影响?	210
100. 变压器绕组是浸在变压器油中运行的, 为什么绕组还要作浸漆处理?	211
101. 有人在修理变压器绕组时, 一边绕线一边刷上绝缘漆, 然后进行干燥, 这样做对吗?	211
102. 在什么情况下变压器器身需要进行干燥? 干燥处理有何要求?	212
103. 怎样对变压器进行热风干燥?	213
104. 怎样用短路法对变压器进行干燥?	214
105. 怎样用油箱铁损对变压器进行干燥?	214
106. 怎样用零序电流对变压器进行干燥?	218
107. 怎样综合使用零序电流法、油箱铁损法及短路电流法对变压器进行干燥?	220
108. 变压器能不能带油修漏?	222
109. 变压器带油修漏有什么困难?	222
110. 变压器怎样带油修漏?	223
111. 怎样配制粘合剂处理油箱上的渗油砂眼?	224
112. 为什么往变压器中注油时常利用油箱下部的注油阀门?	224
113. 清洗变压器油箱有什么简便方法?	225
114. 怎样测定变压器绕组的连接组?	225
四、高压开关设备	226
115. 油断路器有何用途? 多油式与少油式油断路器各有什么特点? 怎样选择油断路器?	226
116. 怎样调整柱上油断路器?	230