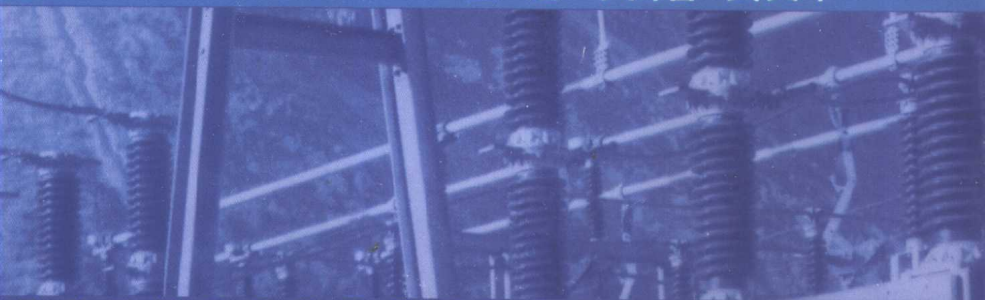


电气设备 试验技术问答

王 浩 李高合 武文平



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电气设备 试验技术问答

王 浩 李高合 武文平



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书依据最新的电气设备交接试验标准和预防性试验规程,主要针对中小型电气设备的绝缘与特性试验项目,采用问答的方式,讲述发电机、变压器、直流电机、异步电动机、油断路器、电力电缆、电力电容器、避雷器、接地装置等电气设备的常规试验项目的试验原理、试验接线、操作步骤及方法、注意事项及结果分析。

本书可作为初、中级电气设备试验技术工作人员的专业技术读物,也可作为从事发、供、用电专业的运行检修人员的技术参考书。本书对学习发、供、用电专业学生的专业学习会有一定的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备试验技术问答/王浩,李高合,武文平编.-北京:中国电力出版社,2000

ISBN 7-5083-0465-9

I.电… II.①王…②李…③武… III.电气设备-试验-问答 IV.TM-44

NAV27/01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 58337 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

三河实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 5 月第一版 2001 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 11.25 印张 242 千字
印数 0001—4000 册 定价 18.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言



对电气设备正确的进行电气试验，是保证发、供、用电设备的安装质量和安全、经济、可靠的运行必不可少的重要环节。对所进行的试验项目，明确目的、熟悉原理、正确的掌握方法、准确的分析结果，应是每个试验人员努力实现的目标。

伴随着电力工业的飞速发展，小水电已在全国星罗棋布；不少地区已将 35kV 及以下的电网交由县级供电局管理。这些单位从事电力设备试验技术工作的人员中，有一些人员缺少系统的基本试验知识，为便于其自学，我们对大量的电力设备的试验技术资料进行了整理，拟定出具体题目，以问答（文中“答”字省略）形式写成这本书。

本书侧重于电气设备常规的试验项目，对每个试验项目注意讲述电气设备缺陷产生的原因、危害、相应的试验原理，更注意讲述试验方法和对试验结果的分析。

对每个试验题目，采用问答的形式进行阐述，表面上看内容是孤立的，但在所有题目的总体安排上，已注意到内容的系统性和完整性。

本书所依据的法规性文件，一是 1992 年国家颁布的 GB50150-91《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》，二是原电力部 1996 年 9 月 25 日发布的 DL/T 596-1996《电力设备预防性试验规程》。为了简便，使用中前者简称为《交接试验标准》或《标准》，将后者简称为《预防性试验规

程》或《规程》。

本书由王浩、李高合、武文平合编。第一、三章及附录由王浩编写，第二、七、八、九章由李高合编写，第四、五、六章由武文平编写。全书由王浩统稿。

全书由高级工程师谢世璋进行了认真审阅，并根据所提的意见和建议，进行了修改和补充。

由于编者水平有限和实践的局限性，书中难免有不妥和错误之处，恳望读者指正。

编 者

1999 年 12 月

目 录



前言

电气设备试验的基本知识

第一章

1. 电气设备的试验是如何分类的? 1
2. 电气设备交接试验的意义何在? 其依据是什么? 2
3. 电气设备预防性试验的意义何在? 其依据是什么? 3
4. 对电气设备试验人员有哪些基本要求? 3
5. 试验前被试设备应具备的试验条件是什么?
 需做哪些准备工作? 5
6. 对电气设备试验结果进行分析判断的一般方法是什么? ... 6
7. 进行高电压试验时, 应采取哪些安全技术措施? 7
8. 进行高电压试验时, 操作人员的活动范围与带
 电部分的最小距离是多少? 9

电气设备的基本试验

第二章

1. 测量电气设备导体(线圈)直流电阻的目的是什么?
 常用的测量方法有哪些? 10
2. 如何用电压降法测量直流电阻? 10
3. 用直流电桥测量直流电阻的原理是什么? 13
4. 简述用直流电桥测量直流电阻的方法
 步骤及注意事项。 16

5. 如何对测量出的直流电阻进行温度换算?	17
6. 电气设备绝缘常见的缺陷有哪些?	18
7. 对电气设备的绝缘试验项目是如何分类的?	18
8. 什么是绝缘材料的极化现象? 极化有哪几种形式?	19
9. 绝缘材料的电导现象是如何形成的? 它与哪些因素有关?	21
10. 什么叫电气设备绝缘的绝缘电阻和吸收比? 测量绝缘电阻吸收比能够发现绝缘的哪些缺陷?	22
11. 简述晶体管兆欧表的工作原理。	24
12. 画出用兆欧表测量绝缘电阻的接线图, 并说明如何 正确使用兆欧表的屏蔽端子?	25
13. 简述用兆欧表测量绝缘电阻和吸收比的方法步骤 及注意事项。	26
14. 影响电气设备绝缘电阻的因素有哪些?	27
15. 什么是直流泄漏电流试验? 为什么直流泄 漏电流试验比测量绝缘电阻更能有效发 现电气设备的绝缘缺陷?	28
16. 直流泄漏电流试验有哪几种接线? 各有何特点?	29
17. 为什么在电气设备预防性试验规程中规定“在进行直 流高压试验时, 应采用负极性接线”?	31
18. 如何选择直流泄漏电流试验的仪器设备?	31
19. 说明测量直流泄漏电流的微安表保护电路的 工作原理?	33
20. 直流泄漏电流试验的方法步骤及注意事项是什么?	34
21. 如何考虑温度对被试设备绝缘直流泄漏电流 数值的影响?	36
22. 绝缘材料为什么会有损耗? 为什么采用 $\tan \delta$ 反映损耗的大小?	37
23. 简述用 QSI 型西林电桥测量介质损耗的基本原理?	39
24. 用西林电桥测量 $\tan \delta$ 的正、反接线各有何特点?	41

25. 以反接线为例说明西林电桥测量介质损耗 $\tan\delta$ 的一般方法步骤及注意事项?	42
26. 现场强电场和强磁场对测量 $\tan\delta$ 值有何影响? 如何减少其影响?	44
27. 为什么测量 $\tan\delta$ 能比较容易发现体积较小的电气设备 (如绝缘套管) 绝缘的集中性缺陷?	45
28. 如何对电气设备绝缘的非破坏性试验结果进行 综合分析判断?	47
29. 什么是电气设备绝缘的直流耐压试验? 它与工频 交流耐压试验相比有何优缺点?	48
30. 什么是工频交流耐压试验? 为什么此试验对绝缘 有较大的损伤, 现场还必须做此项试验?	49
31. 画出工频交流耐压试验原理电路接线图, 并说 明试验电路的工作过程?	50
32. 如何确定工频交流耐压试验所用试验变压器 的容量?	52
33. 在进行工频交流耐压试验时, 如何选择调压器?	53
34. 在工频交流耐压试验中, 测量交流试验高电 压有哪些基本方法?	54
35. 简述静电电压表的测量原理及其使用注意事项?	56
36. 在交流耐压试验中, 球隙起何作用? 其距离如何整定?	57
37. 交流耐压试验中的限流水电阻起何作用? 如何选择?	58
38. 什么叫工频交流耐压试验的“容升”现象?	59
39. 如何正确选择工频交流耐压试验电压值?	60
40. 交流耐压试验的一般方法步骤是什么? 注意事项有哪些?	61
41. 如何正确分析判断交流耐压试验结果?	63

1. 为什么要测量发电机定子绕组的直流电阻?
测量方法及注意事项有哪些? 64
2. 测量发电机定子绕组的直流电阻后, 如何分析判断测量结果? 66
3. 测量转子绕组直流电阻的意义、方法是什么?
如何分析判断测量结果? 67
4. 发电机定子绕组绝缘在运行中常见缺陷有哪些? 69
5. 如何测量发电机定子绕组的主绝缘电阻和吸收比? 70
6. 对发电机定子绕组(主)绝缘的绝缘电阻和吸收比的测量结果, 如何进行分析判断? 73
7. 如何进行发电机定子绕组主绝缘的直流泄漏电流试验及直流耐压试验? 75
8. 对发电机定子绕组主绝缘的直流泄漏电流试验结果及直流耐压试验结果如何进行分析? 77
9. 为什么直流耐压试验比工频交流耐压试验更容易发现发电机定子绕组端部的主绝缘缺陷? 79
10. 对发电机定子绕组(主)绝缘进行工频交流耐压试验的意义是什么? 80
11. 画出发电机定子绕组(主)绝缘的工频交流耐压试验接线, 并说明试验电压标准。..... 80
12. 发电机定子绕组主绝缘交流耐压试验的方法步骤是什么? 如何分析试验结果? 84
13. 发电机定子绕组一相(主)绝缘泄漏电流过大时, 进一步查找缺陷点的方法有哪些? 各自的试验原理是什么? 85

14. 发电机转子绕组接地的危害是什么? 接地类型有哪些?	88
15. 发电机转子绕组不稳定接地情况有哪些?	88
16. 如何测量发电机转子绕组的绝缘电阻?	89
17. 如何利用直流压降法查找转子绕组稳定接地点的位置?	92
18. 如何利用直流电阻比较法查找转子绕组稳定接地点的位置?	94
19. 当转子绕组发生稳定接地时, 如何利用大电流法查找接地点的具体位置?	95
20. 如何把转子绕组较高的接地电阻通过烧穿试验变成较低的稳定接地电阻?	98
21. 如何处理转子绕组的不稳定接地故障?	99
22. 转子绕组匝间短路产生的原因和危害是什么? 匝间短路是如何分类的?	99
23. 检查转子绕组稳定性匝间短路的方法有哪些? 对各种方法进行简单的综合比较.	100
24. 为什么说直流电阻比较法、发电机空载特性比较法和短路特性比较法在发现转子绕组匝间短路缺陷方面不够灵敏?	101
25. 为什么测量发电机转子绕组的交流阻抗和功率损耗能有效地发现转子绕组匝间短路故障? 如何进行这项试验?	102
26. 采用单开口变压器法检查发电机转子绕组匝间短路的原理是什么?	106
27. 对用来检查转子匝间短路缺陷用的单开口变压器有哪些要求?	109
28. 如何利用单开口变压器电压相量法检查转子绕组匝间短路的线槽?	110
29. 如何利用单开口变压器瓦特表法查找转子绕组	

的匝间短路线槽?	112
30. 如何利用双开口变压器法查找转子绕组存在匝 间短路线槽?	114
31. 在已经查出转子绕组匝间短路线槽的情况下, 如何进一步采用直流压降法测量并计算出短路 点的具体位置?	116
32. 发电机轴电压产生的原因、危害及 消除措施、测量意义是什么?	119
33. 如何测量发电机的轴电压?	120
34. 何谓发电机的定子铁芯试验? 为什么进行此 项试验?	122
35. 如何进行发电机定子铁芯试验?	122
36. 什么是发电机的空载特性? 测录空载特性的 意义是什么?	130
37. 如何进行发电机的空载特性试验?	130
38. 什么是发电机的三相稳态短路特性? 测录短 路特性的意义是什么?	133
39. 如何进行发电机三相稳态短路特性试验?	134
40. 什么是发电机的灭磁时间常数? 对其进行测 量的意义是什么?	136
41. 如何采用电秒表法测量灭磁时间常数?	137
42. 为什么要测量灭磁电阻器的直流电阻?	140
43. 什么是发电机的温升试验? 试验的目的是什么? 方法有哪些?	141
44. 在发电机温升试验中, 应用哪些测温方法? 发电机各部分最高允许温度值是多少?	142
45. 进行发电机的温升试验前应做哪些准备工作?	144
46. 在录制发电机温升曲线之前, 对发电机需做 哪些特性试验?	146
47. 如何利用感性负载法测量保梯电抗 X_p ?	148

48. 如何录制发电机的温升曲线?	150
49. 如何整理发电机的温升试验结果?	152
50. 如何分析发电机的温升试验结果?	160

第四章

变 压 器 试 验

1. 变压器在运行中应做哪些测试?	163
2. 做变压器绝缘电阻和吸收比试验的目的是什么? 如何进行测试? 注意事项有哪些?	164
3. 如何分析判断变压器绝缘电阻和吸收比的 试验结果?	166
4. 如何对变压器绕组连同套管的绝缘进行泄 漏电流试验?	168
5. 如何测定变压器介质损失角的正切值 $\tan\delta$?	170
6. 如何对变压器介质损失角正切值 $\tan\delta$ 的试验 结果进行分析判断?	173
7. 对变压器进行交流耐压试验的目的是什么? 试验 方法如何?	174
8. 如何对变压器的交流耐压试验结果进行分析判断 和处理?	176
9. 为什么在做变压器交流耐压试验时, 必须将被试 绕组所有引出线短接后再接试验电压, 非被试绕 组必须短接后再可靠接地?	178
10. 测量变压器绕组直流电阻的意义是什么?	180
11. 测量变压器绕组直流电阻的注意事项有哪些?	180
12. 对变压器 Y 形和 Δ 形接线的三相绕组, 如何 根据测量值计算各相绕组的直流电阻值?	182
13. 如何对变压器绕组直流电阻的测量结果 进行分析?	183

14. 对无励磁调压变压器, 如何校核分接开关与指示器的对应位置是否正确?	185
15. 为什么在测量变压器绕组的直流电阻时, 提出加快测量速度的问题?	187
16. 加快测量变压器绕组直流电阻的具体方法有哪些?	187
17. 为什么要对有载调压变压器的调压装置进行校核试验? 包括哪些检查试验项目?	190
18. 什么是变压器的变比?	191
19. 为什么要进行变压器变比试验?	193
20. 如何采用双电压表法测量单相变压器变比?	193
21. 如何采用双电压表法测量三相变压器变比?	195
22. 交流电桥法测量变压器变比的原理是什么?	200
23. 测量变压器变比的注意事项有哪些?	201
24. 如何对变比测量结果进行分析判断?	202
25. 什么是变压器同极性端? 为什么一个制造好的变压器的同极性端是确定不变的?	202
26. 单相变压器一、二次侧绕组的端子有“加极性”和“减极性”之说, 这是什么意思?	204
27. 什么是三相变压器的连接组标号?	205
28. 测定单相变压器的引线极性和三相变压器连接组标号的意义是什么?	207
29. 如何测量单相变压器的极性?	208
30. 如何采用直流法测量变压器连接组标号?	210
31. 在采用双电压表法测量三相变压器连接组标号时, 如何通过计算法判定连接组标号?	213
32. 在采用双电压表法测量三相变压器连接组标号时, 如何通过作图法判定连接组标号?	214
33. 如何利用交流相位表法测量三相变压器连接组标号?	215
34. 在做变压器绝缘油试验时如何正确取样?	216

35. 如何进行绝缘油的电气强度试验?	218
36. 什么是变压器的空载试验? 其试验意义是什么?	221
37. 如何进行单相变压器的空载试验?	222
38. 如何进行三相变压器的空载试验?	223
39. 在进行变压器空载试验时的注意事项有哪些?	228
40. 如何对变压器的空载试验结果进行分析判断?	229
41. 什么是变压器的短路试验? 其试验意义是什么?	231
42. 怎样做单相变压器短路试验?	232
43. 如何采用三相电源法做三相变压器 短路试验?	234
44. 如何采用单相电源法做三相变压器 短路试验?	235
45. 做变压器短路试验时需要注意的事 项有哪些?	237
46. 对变压器的短路试验结果如何进行分析判断?	238
47. 如何用直流法测定电流互感器的极性?	240
48. 如何检查电压互感器和电流互感器的变比?	240
49. 什么是电流互感器的变比误差和相角误差?	243

第五章

直流电机试验

1. 测量直流电机各绕组的直流电阻时应注意哪些 事项? 如何分析测量结果?	245
2. 测量直流电机电枢换向片间的直流电阻的目的是 什么? 如何测量?	247
3. 测量磁场变阻器的直流电阻的目的是什么? 如何进 行测量和判断?	248
4. 如何进行直流电机的绝缘试验?	249
5. 为什么直流电机的碳刷必须放在主磁极几何中性	

线的位置?	250
6. 如何检查碳刷的几何中性线位置?	250
7. 为什么要给直流电机各绕组进行标号? 国家规定是 如何标号的?	253
8. 直流电机各绕组端子标号已知且正确时, 各绕组间 应如何正确连接?	255
9. 直流电机各绕组端子未知时, 各绕组间应如何正确 连接?	256
10. 为什么要测量直流电机电枢与磁极间的空气间隙? 如何测量?	261
11. 如何进行直流发电机空载特性试验? 注意事项 有哪些?	261
12. 直流电动机空转时应做哪些检查? 如何进行?	263

第六章

异步电动机试验

1. 测量异步电动机直流电阻的意义是什么? 如何测 量和判断?	266
2. 异步电动机的绝缘试验项目有哪些? 如何进行?	267
3. 如何检查电动机三相定子绕组头和尾 (即如何检查 三相定子绕组的极性)?	270
4. 电动机空载特性试验的目的是什么? 如何进行?	274
5. 如何检查鼠笼式电动机转子铜 (铝) 条断裂故障?	276

第七章

油断路器试验

1. 油断路器试验项目有哪些?	278
2. 测量油断路器绝缘电阻的意义、方法是什么?	278
3. 测量油断路器直流泄漏电流的意义、方法是什么?	279

4. 如何测量油断路器的介质损失角正切值 $\tan\delta$?	280
5. 进行断路器交流耐压试验时应注意哪些问题?	281
6. 测量断路器导电回路直流电阻有何意义? 测量方法和 注意事项有哪些?	282
7. 为什么要进行断路器分、合闸同期性试验? 怎样进行?	284
8. 什么是断路器的分、合闸时间? 如何测量?	285
9. 测量断路器分、合闸速度的意义是什么? 如何测量?	287
10. 断路器操作机构试验项目有哪些?	291
11. 测量断路器操作机构最低动作电压的意 义是什么? 如何测量?	292

电力电缆、电容器、避雷 器及绝缘子试验

第八章

1. 如何测量电缆的绝缘电阻? 为什么测量电缆绝缘 电阻所需时间较长?	295
2. 直流耐压试验能发现电缆绝缘的哪些缺陷? 泄漏 电流试验又能发现电缆绝缘的哪些缺陷?	296
3. 如何用兆欧表正确查找多芯电缆同一相的 两个端头?	297
4. 测量电容器两极对外壳的绝缘电阻有什么意义? 怎样测量?	298
5. 怎样测量电容器电容值? 如何根据测量结果判断 电容器的缺陷?	298
6. 如何进行阀型避雷器电导电流的测量试验?	301
7. 什么叫阀型避雷器的非线性因数? 如何测量与 判断?	303

8. 如何进行阀型避雷器的工频放电电压试验?	305
9. 简述氧化锌避雷器的工作原理。它的突出优点有哪些?	308
10. 金属氧化物避雷器的交接和预防性试验项目有哪些?	309
11. 什么是金属氧化物避雷器的直流参考电压 U_{1mA} ? 如何进行 U_{1mA} 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流测量?	310
12. 试对金属氧化物避雷器在工频运行电压作用下 泄漏电流的成份进行分析。	310
13. 什么是金属氧化物避雷器的工频参考电流下的 工频参考电压?	312
14. 在运行电压下, 对金属氧化物避雷器如何进行 交流泄漏电流、阻性电流分量和工频参考电压 的测量试验?	313
15. 在运行电压条件下, 对氧化物避雷器如何利用 补偿法从泄漏电流中分离出阻性电流分量 (兼 测交流参考电压)?	315
16. 为什么要测量悬式绝缘子的电压分布?	317

第九章

接地装置试验

1. 什么叫接地装置? 如何设置接地装置?	321
2. 什么叫接地电阻?	322
3. 分析说明测量接地电阻的原理。	323
4. 说明用电流—电压法测量接地电阻时的方法及 注意事项。	325
5. 简述 ZC-8 型接地电阻测量仪的基本工作原理。	326
6. 简述用 ZC-8 型接地电阻测量仪测量接地电阻的 方法步骤及注意事项?	328