



电力试验技术方法与 标准规范实务手册

DIANLISHIYANJISHUFANGFAYUBIAOZHUNGUIFANSHIWUSHOUCE

河北音像出版社

电力试验技术与标准规范 实务手册

主编 叶天华

(第一卷)

河北音像出版社

88311

电力试验技术与标准规范实务手册

叶天华

(第一版)

书 名：电力试验技术与标准规范实务手册
文本编著者：叶天华
出版发行：河北音像出版社出版发行
光盘生产者：华韵影视光盘有限责任公司
出版时间：2004年9月
本 版 号：ISBN 7-88311-412-3
定 价：998.00 元 (1CD-ROM)

前 言

我国是一个电力资源短缺的国家。电力是重要的资源，它对于整个国民经济发展与社会进步，有着不可替代的作用。对电力设备正确的进行试验，是保证发、供、用电设备的安装质量和安全、经济、可靠运行必不可少的重要环节。但由于部分设施老化失修严重，建设标准低，试验技术方法不先进，许多电力设备存在严重影响的安全隐患。要解决当前这个问题，合理科学的实验方法和试验设备科技含量的提高是目前的电力试验工作重点。对所进行的实验项目，明确目的，熟悉原理，正确的掌握方法、准确的分析结果，是电力试验工作人员的目标也是电力安全生产运行的保证。为此，我们特邀请了国内著名的学者专家共同编写了本书。本书对电力设备的基本试验技术方法、发电机、变压器、断路器、互感器、电容器、绝缘油、电线电缆、避雷器、接地装置、电力安全用具的试验技术方法做了介绍，另外对电器设备在线监测，电力试验的仪器与方案，安全防范也做了详实的介绍，还收集了大量电力试验的技术标准规范。内容全面、具体、详实，是电力试验工作必备的工具书。由于电力试验技术的快速发展以及编写时间仓促，不足之处在所难免，敬请各位读者专家不吝指教。

本书编委会

二〇〇四年九月

目 录

第一章 电力试验综述	(1)
第一节 电力试验的作用与分类	(1)
一、电力试验的作用	(1)
二、电力设备的分类	(1)
第二节 电力试验的总体要求与人员要求	(2)
一、电力试验的总体要求	(2)
二、对电气设备试验人员的基本要求	(3)
第三节 试验前被试设备应具备的试验条件与准备工作	(4)
一、试验前被试设备所应具备的试验条件	(4)
二、试验前的准备工作	(4)
第四节 电力试验的质量管理	(5)
一、试验依据	(5)
二、试验设备	(7)
三、环境条件的改善	(9)
四、试验过程的规范化	(9)
五、试验人员素质的提高	(11)
六、质量保证体系	(12)
第二章 电力试验的基本技术方法	(14)
第一节 绝缘电阻、吸收比、极化指数的测量	(14)
一、概述	(14)
二、测量原理	(14)
三、影响因素和分析判断	(16)
第二节 泄漏电流试验和直流耐压试验	(17)
一、概述	(17)
二、试验原理	(18)

三、影响因素和分析判断	(19)
第三节 介质损失角正切值或功率因数试验	(20)
一、概述	(20)
二、原理	(22)
三、影响因素和分析判断	(23)
第四节 交流耐压试验	(25)
一、概述	(25)
二、交流工频耐压试验	(25)
三、影响因素和分析判断	(26)
四、其他交流耐压试验	(27)
第五节 油中溶解气体的色谱分析	(28)
一、概述	(28)
二、故障判断方法	(30)
第六节 六氟化硫(SF ₆)的现场测试	(33)
第七节 电力红外诊断技术的应用	(36)
一、电力红外诊断技术概况	(36)
二、红外基础知识及红外测温	(41)
三、红外检测仪器及检测基本方法	(51)
四、电力设备故障的红外诊断技术原理及方法	(60)
五、国内电力红外诊断技术应用百例	(69)
第三章 发电机试验的技术方法	(92)
第一节 不同类型发电机的主要参数	(92)
一、三相交流异步电动机	(92)
二、直流发电机和电动机	(114)
三、同步发电机	(129)
第二节 发电机绝缘试验	(152)
一、发电机定子绝缘的性能及其结构	(152)
二、绝缘电阻及吸收比的测量	(155)
三、工频耐压试验	(157)
四、直流泄漏及直流耐压试验	(158)
第三节 发电机的特性试验	(164)
一、空载特性试验	(165)
二、短路特性试验	(168)

三、电感性负载特性试验	(169)
第四节 发电机的温升试验	(171)
一、温升试验的目的及有关基本知识	(171)
二、试验准备工作	(177)
三、测量定、转子绕组和铁芯温度的方法	(179)
四、直接测量定子绕组铜温的方法	(181)
五、最高铜温可能出现的部位	(184)
五、试验结果整理	(185)
六、发电机转子额定电流的确定	(187)
七、损耗、通风试验和综合分析	(188)
第五节 感应电动机的试验	(194)
一、概述	(194)
二、电动机绕组与起动调整装置的直流电阻测量	(195)
三、绕组接线的检查	(196)
四、空载试验	(197)
五、短路试验	(199)
六、温升试验	(201)
第六节 发电机定子铁芯和定子绕组焊接头试验	(203)
一、发电机定子铁芯损耗试验	(203)
二、发电机定子绕组焊接头的检查试验	(208)
第四章 变压器试验的技术方法	(217)
第一节 电力变压器概述	(217)
一、电力变压器常识	(217)
二、电力变压器的安装	(229)
三、电力变压器的性能和参数测量	(254)
第二节 绝缘电阻测量和吸收比试验	(326)
一、绝缘电阻含义及用途	(326)
二、绝缘电阻的定义及测量方法	(326)
三、吸收比的含义及功能	(329)
四、极化指数的含义及功能	(330)
第三节 绝缘的介质损耗因数 ($\text{tg}\delta$) 的测量	(331)
一、 $\text{tg}\delta$ —电压特性	(331)
二、 $\text{tg}\delta$ —温度特性	(332)

三、介质损耗因数的测量方法	(334)
四、测量部位	(336)
五、试验结果分析	(337)
第四节 绝缘耐压试验	(338)
一、绝缘耐压试验的内容和作用	(338)
二、绕组连同套管的交流耐压试验	(338)
三、绕组连同套管的局部放电试验	(340)
第五节 变压比试验	(342)
一、概述	(342)
二、试验方法	(342)
三、注意事项	(347)
第六节 空载损耗和空载电流的测量	(348)
一、概述	(348)
二、空载试验的方法	(350)
三、空载试验接线图	(350)
四、绝缘装配前铁心的空载试验	(357)
五、数据处理	(358)
第七节 线圈连接组和极性试验	(359)
一、概述	(359)
二、单相变压器的极性试验	(359)
三、三相变压器线圈连接组试验	(360)
第八节 雷电冲击电压与操作冲击电压试验	(368)
一、雷电冲击电压试验	(368)
二、操作冲击电压试验	(379)
第九节 短路试验	(388)
一、概述	(388)
二、试验方法	(388)
三、测量结果换算	(392)
四、注意事项	(395)
第十节 声级(噪声级)测量	(396)
一、概述	(396)
二、声级测量中有关名词的定义	(396)
三、测量条件	(397)

四、声压级的测量 (以 A 计权的声压级)	(398)
五、表面声压级与声功率级的计算	(402)
第十一节 变压器的温升试验	(406)
一、概述	(406)
二、试验方法	(407)
三、温度测量	(411)
四、温升计算	(412)
第十二节 变压器其他试验	(415)
一、非纯瓷套管的试验	(415)
二、变压器油试验	(418)
三、有载分接开关的检查和试验	(420)
四、额定电压下的冲击合闸试验	(422)
高压输变电设备的绝缘配合	(425)
高压输变电设备的绝缘配合使用导则	(441)
第五章 断路器试验的技术方法	(487)
第一节 断路器概述	(487)
一、断路器	(487)
二、高压开关	(501)
三、低压开关装置	(508)
第二节 断路器试验	(529)
一、断路器试验项目、周期和标准	(529)
二、断路器基本试验	(535)
三、均压电容值和均压电容介质损耗的测量	(539)
四、分合闸时间和速度的测定	(539)
五、操动机构检验	(544)
六、SF ₆ 气体泄漏检测	(547)
第三节 有载开关试验	(550)
一、概述	(550)
二、检查动作顺序、动作角度	(550)
三、操作试验	(552)
四、测量过渡电阻和切换时间	(552)
五、检查动、静触头接触情况	(553)
六、有载开关偏移电压测量	(553)

第四节 高压断路器安装与试验	(557)
一、高压断路器安装前的准备工作	(557)
二、SW6 系列少油断路器的安装与调整	(559)
三、空气断路器的安装与调整	(567)
四、六氟化硫断路器的安装与调整	(579)
第六章 互感器试验的技术方法	(589)
第一节 互感器概述	(589)
一、电压互感器	(589)
二、电流互感器	(593)
三、互感器的检修及故障分析	(595)
四、互感器的试验	(598)
第二节 电流互感器的介损测试	(600)
一、试验目的	(600)
二、介质损耗因数的定义	(600)
三、几种典型介损测试仪的原理接线图	(601)
四、油浸链式和串级式电流互感器的介损试验方法	(604)
五、电容型电流互感器的介损试验方法	(605)
六、介损测试结果的影响因素	(605)
七、电流互感器的高电压介损试验	(612)
八、电容型电流互感器末屏对地的介质损耗因数的测量方法	(614)
第三节 电磁式电压互感器试验	(617)
一、绕组绝缘电阻测量	(617)
二、20kV 及以上电压互感器一次绕组连同套管的损耗因数 $\tan\delta$ 测量	(617)
三、绕组连同套管一起对外壳的交流耐压试验	(623)
四、油箱和套管中绝缘油的试验	(625)
五、测量铁芯夹紧螺栓（可接触到的）的绝缘电阻	(626)
六、测量电压互感器一次绕组的直流电阻	(626)
七、电压互感器空载励磁特性试验	(626)
八、极性及连接组别校定	(627)
九、电压比试验	(627)
十、油中溶解气体的气相色谱分析	(627)
第四节 电力电容器试验	(627)
一、电力电容器绝缘电阻和吸收比的测量	(627)

二、电力电容器的电容量测量	(630)
三、电力电容器的耐压试验	(634)
四、起始游离电压的测量	(636)
第五节 电容式电压互感器试验	(641)
一、测定绝缘电阻	(641)
二、损耗因数及电容量测量	(643)
三、检查电容式电压互感器的变化	(645)
四、保护间隙和阻尼器的试验	(646)
五、介质损耗因数 $\tan\delta$ 测量	(646)
六、测量励磁特性曲线和检查电流比	(647)
七、电压及电流互感器的局部放电试验	(648)
第七章 电容器试验的技术方法	(649)
第一节 电力电容器概述	(649)
一、并联电容器的用途和种类	(649)
二、提高功率因数的意义	(649)
三、并联电容器接线	(650)
四、电容器的放电装置	(653)
五、电容器的运行、维护和故障处理	(654)
第二节 电容器试验	(659)
一、绝缘电阻、电容值、损耗因数测量	(659)
二、交流耐压试验	(661)
第三节 金属氧化物避雷器的试验	(662)
一、绝缘电阻测量	(662)
二、测量直流 1mA 时的临界动作电压 U_0	(662)
三、 $0.75U_{0r}$ 直流电压下的泄漏电流测量	(663)
四、外施电压下交流泄漏电流、阻性电流分量和工频参考电压的测量	(664)
五、放电记录器动作试验	(668)
第八章 绝缘油试验的技术方法	(669)
第一节 绝缘油的介电强度试验	(669)
一、绝缘油的介电强度特性	(669)
二、绝缘油的介质损耗因数特性	(671)
三、绝缘油的介电强度测定方法	(674)
四、绝缘油介质损耗因数的测试方法	(679)

第二节 绝缘油试验	(685)
一、电气性能试验	(685)
二、绝缘油中溶解气体分析	(692)
三、绝缘油中含水量分析	(699)
四、试验结果分析	(704)
第三节 绝缘油体积电阻率的测量	(704)
一、绝缘油体积电阻率概述	(704)
二、绝缘油体积电阻率的测量方法	(705)
三、绝缘油的介电强度、介质损耗因数和体积电阻率的三者关系	(711)
第九章 电线电缆试验的技术方法	(713)
第一节 电力电缆线路的设备与设施	(713)
一、电力电缆的发展历程及其应用	(713)
二、电力电缆的种类	(716)
三、电力电缆的型号及品种	(721)
四、国产电力电缆的结构及其特点	(736)
五、电缆绝缘层的材料	(749)
六、电缆绝缘层中电场分布	(753)
七、电缆绝缘厚度的确定	(755)
八、电缆护层结构与材料性能	(757)
第二节 架空输电线路试验	(761)
一、导线接头试验	(761)
二、绝缘电阻测量和核对相色	(763)
三、参数测量	(764)
四、长输电线路参数计算	(774)
第三节 电力电缆竣工试验	(776)
一、试验项目	(776)
二、绝缘电阻试验	(776)
三、电缆油的试验	(778)
四、充油电缆的竣工试验	(784)
第四节 母线和二次回路	(788)
一、封闭母线	(788)
二、一般母线	(789)
三、二次回路	(790)

四、1kV 及以下配电装置和电力布线	(791)
光纤复合架空地线 (OPGW) 用预绞式金具技术条件和试验方法	(793)
全介质自承式光缆 (ADSS) 用预绞式金具技术条件和试验方法	(808)
高压电缆选用导则	(826)
架空送电线路运行规程	(839)
第十章 避雷器试验的技术方法	(861)
第一节 避雷器概述	(861)
一、保护间隙和管式避雷器	(861)
二、阀型避雷器	(861)
三、金属氧化物避雷器	(866)
四、避雷器故障	(868)
第二节 避雷器在运行的预防性实验	(869)
一、概述	(869)
二、不带并联电阻的阀式避雷器的预防性试验及注意事项	(869)
三、带并联电阻的阀式避雷器的预防性试验	(871)
四、MOA 的预防性试验	(874)
现场绝缘试验实施导则避雷器试验	(877)
第十一章 接地装置试验的技术方法	(889)
第一节 试验的目的和要求	(889)
一、试验目的	(889)
二、试验要求	(890)
第二节 接地电阻测量	(892)
一、测量接地电阻的基本原理	(892)
二、测量接地电阻时电极的布置	(894)
三、测量方法及接线	(895)
四、测量时注意事项	(899)
第三节 测量土壤电阻率的方法	(899)
一、用三极法测量土壤的电阻率	(899)
二、用四极法测量土壤的电阻率	(900)
第四节 测量接触电压、电位分布和跨步电压	(902)
一、测量接触电压	(903)
二、测量电位分布和跨步电压	(903)
接地装置工频特性参数的测量导则	(906)

第十二章 电力安全用具试验的技术方法	(915)
第一节 概述	(915)
一、含义	(915)
二、意义	(915)
第二节 绝缘杆试验	(916)
一、绝缘杆的外观检查	(917)
二、绝缘杆的交流耐压试验	(917)
三、注意事项	(918)
四、分析判断	(918)
第三节 绝缘手套和绝缘靴试验	(919)
一、绝缘手套的试验	(919)
二、绝缘靴试验	(920)
三、注意事项	(921)
四、分析判断	(921)
第四节 其他试验	(921)
一、绝缘站台试验	(921)
二、绝缘橡皮垫及橡皮毯的试验	(922)
三、装有绝缘柄的工具试验	(923)
四、电压指示器试验	(924)
第十三章 电器设备在线监测	(926)
第一节 电气设备在线监测的必要性	(926)
一、必要性	(926)
二、实施状态检修的基本内容	(927)
第二节 变压器在线监测	(927)
一、在线监测测量原理	(927)
二、信号取样及干扰抑制	(928)
三、运行参数测定	(930)
第三节 发电机在线监测	(932)
第四节 电力电缆在线检测技术	(934)
一、概述	(934)
二、直流分量法	(934)
三、直流叠加法	(936)
四、电缆绝缘 $\tan\delta$ 在线检测	(937)

五、其他在线检测方法	(940)
六、电力电缆故障诊断与定位技术	(941)
第五节 油中溶解性气体在线监测	(945)
一、油中溶解性气体的现场脱气方法	(945)
二、油中气体的现场测量方法	(947)
第十四章 其他电力试验的技术方法	(953)
第一节 套管试验	(953)
一、绝缘电阻测量	(953)
二、20kV 及以上非纯瓷套管的 $\tan\delta$ 和电容值测量	(953)
三、交流耐压试验	(954)
四、其他试验项目	(955)
第二节 支柱和悬式绝缘子	(955)
一、测量绝缘电阻	(955)
二、零、低值绝缘子检测	(955)
三、绝缘子表面污秽度的测量	(959)
第三节 电抗器试验	(963)
一、概述	(963)
二、油浸电抗器	(963)
三、干式电抗器	(963)
四、消弧线圈	(963)
高压线路绝缘子陡波冲击耐受试验	(964)
第十五章 电力试验的仪器与方案	(972)
第一节 单、双臂电桥及高压平衡电桥	(972)
一、单臂电桥	(972)
二、双臂电桥	(973)
三、高压平衡电桥	(976)
第二节 接地电阻测定仪和介质损耗测定仪	(983)
一、接地电阻测定仪	(983)
二、M 型介质损耗测定仪	(985)
第三节 新型电子仪表设备的使用	(989)
一、使用数字式测量仪表的一般要求	(989)
二、继电保护微机型测试装置的应用	(991)
第十六章 电力试验的安全防范	(994)

第一节 电力试验的安全管理概述	(994)
一、安全管理基础工作	(994)
二、现场试验的安全管理	(995)
三、实验室检验的安全管理	(997)
第二节 现代安全管理	(998)
一、安全系统工程在电力建设中的应用	(998)
二、安全心理学	(1003)
三、人机工程学	(1008)
四、微机在安全管理中的应用	(1011)
第三节 电力事故处理	(1012)
一、电力事故及其分类	(1012)
二、伤亡事故统计与报告	(1015)
三、工伤事故原因	(1019)
四、事故调查与处理	(1023)
五、事故经济损失	(1030)
六、事故的预防	(1033)
电业安全工作规程	(1039)
第十七章 电力试验技术标准规范	(1047)
电力设备预防性试验规程	(1047)
电气装置安装工程电气设备交接试验标准	(1144)
用于测量直流离电压的棒—棒间隙	(1191)
电力设备局部放电现场测量导则	(1196)
绝缘液体雷电冲击击穿电压测定法	(1229)
现场绝缘试验实施导则绝缘电阻、吸收比和极化指数试验	(1240)
现场绝缘试验实施导则直流高电压试验	(1245)
现场绝缘试验实施导则介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验	(1253)
现场绝缘试验实施导则交流耐压实验	(1272)
现场绝缘试验实施导则变压器操作波感应耐压试验	(1285)
气体绝缘金属封闭电器现场耐压试验导则	(1293)
气体绝缘金属封闭开关设备现场交接试验规程	(1299)
高电压试验技术第五部分：测量球隙	(1308)
高电压试验技术第一部分：一般试验要求	(1321)
高电压试验技术第二部分：测量系统	(1358)

目 录

低压电气设备的高电压试验技术第一部分：定义和试验要求	(1408)
低压电气设备的高电压试验技术第二部分：测量系统和试验设备	(1424)
极快速冲击高电压试验技术第 1 部分：气体绝缘变电站中陡波前过电压用 测量系统	(1429)
高压直流换流站绝缘配合导则	(1448)
交流电气装置的过电压保护和绝缘配合	(1484)
电工术语高电压试验技术和绝缘配合	(1558)
局部放电测量	(1590)