



国家电网
STATE GRID

国网技术学院培训系列教材

互感器试验与分析

牛 林 谭立成 主 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网
STATE GRID

国网技术学院培训系列教材

互感器试验与分析

牛 林 谭立成 主 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为提高培训质量,国网技术学院依据国家电网公司制定的培训方案,结合自身实训设施和培训特点,编写完成了《国网技术学院培训系列教材》。

本书为《国网技术学院培训系列教材 互感器试验与分析》分册,共分三个项目,主要包括:电磁式电压互感器试验,电容式电压互感器试验,电流互感器试验。

本书可作为电气试验专业的培训教学用书,也可作为各电力培训中心及电力职业院校的电气试验专业教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

互感器试验与分析 / 牛林, 谭立成主编. —北京: 中国电力出版社, 2012.5

国网技术学院培训系列教材

ISBN 978-7-5123-3090-0

I. ①互… II. ①牛… ②谭 III. ①互感器—试验—职业培训—教材 IV. ①TM450.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 108026 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11 印张 142 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《国网技术学院培训系列教材》

编 委 会

主	任	赵建国	钱 平		
副	主	费耀山	程 剑	马放瑞	李勤道
委	员	康梦君	张效胜	范永忠	石 椿
		孙明晔	肖成芳	黄保海	马敬卫
		王立志	陈威斋	冯 靖	张进久
		马 骐	王立新	王云飞	于洲春
		杨 健	高建国	陈祖坤	商自申
		王付生	刘汝水	赵桂廷	刘广艳
编写组组长		费耀山			
副 组 长		黄保海	杨 健		
成 员		牛 林	谭立成	高楠楠	滕国军
		谢 峰	王可勇	王爱霞	



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

前 言

为贯彻落实国家电网公司“人才强企”战略，积极服务公司“三集五大”体系建设和智能电网发展对技能人才的需求，打造高素质的技术、技能人才队伍，提升企业素质、队伍素质，增强培训的针对性和时效性，创新国内一流、国际先进的示范性培训专业和标杆性培训项目，国网技术学院组织院内专职培训师、兼职培训师及国家电网公司系统内专业领军人才、生产技术和技能专家，结合国网技术学院实训设施和高技术、高技能员工培训特点，坚持面向现场主流技术、技能发展趋势的原则，编写了《国网技术学院培训系列教材》。

《国网技术学院培训系列教材》以培养职业能力为出发点，注重从工作领域向学习领域的转换，注重情境教学模式，把“教、学、做”融为一体，适应成年人学习特点，以达到拓展思路、传授方法和固定习惯的目的。

《国网技术学院培训系列教材》开发坚持系统、精炼、实用、配套的原则，整体规划，统一协调，分步实施。教材编写针对岗位特点，分析岗位知识、技术、技能需求，强化技术培训、结合技能实训、体现情景教学、覆盖业务范围、适当延伸视野，向受训学员提供全面的岗位成长所需要的素质、技术、技能和管理知识。编写过程中，广泛调研和比较分析现有教材，充分吸取其他培训单位在探索培养高素质的技术技能人才和教材建设方面取得的成功经验，依托行业优势，校企合作，与行业企业共同开发完成。

《国网技术学院培训系列教材》在经过审稿和试用后，已具备出版条件，将陆续由中国电力出版社出版。

本书为《国网技术学院培训系列教材 互感器试验与分析》分册。全书分为三个项目：项目一由国网技术学院牛林、谭立成、高楠楠编写；项目二由国网技术学院牛林、谭立成、山东电力集团公司滕国军编写；项目三由国网技术学院牛林、谭立成编写。全书由国网技术学院牛林、谭立成担任主编，国网技术学院杨健担任主审，山东大学李可军、国核设计院邹振宇、河南电力公司姚力夫和山东电力集团公司朱振华、冯新岩、李彬等参审。

由于编者自身认识水平和编写时间的局限性，本系列教材难免存在疏漏之处，恳请各位专家及读者不吝赐教，帮助我们不断提高培训水平。

编 者

2012 年 11 月



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

目 录

前言

项目一 电磁式电压互感器试验	1
任务一 电磁式电压互感器绝缘电阻测量	2
任务二 电磁式电压互感器介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验	9
任务三 电磁式电压互感器感应耐压试验	28
任务四 电磁式电压互感器直流电阻测量	37
任务五 电磁式电压互感器极性、电压比试验	44
任务六 电磁式电压互感器励磁特性试验	50
任务七 电磁式电压互感器试验报告填写	58
项目二 电容式电压互感器试验	61
任务一 CVT 绝缘电阻测量	61
任务二 CVT 介质损耗因数 $\tan\delta$ 及电容量测量	70
任务三 电容式电压互感器试验报告填写	79
项目三 电流互感器试验	82
任务一 电流互感器绝缘电阻试验	83
任务二 电流互感器的 $\tan\delta$ 值和电容量测量	92
任务三 电流互感器交流耐压试验	108
任务四 电流互感器绕组的直流电阻测量	123

任务五	电流互感器极性、变流比试验	129
任务六	电流互感器励磁特性试验	136
任务七	倒置式 SF ₆ 电流互感器试验	143
任务八	电流互感器试验报告填写	164
参考文献		167

电磁式电压互感器试验

【项目描述】

本项目要求学员掌握电磁式电压互感器试验的相关理论知识和操作技能，其中包括电磁式电压互感器绝缘电阻测量，电磁式电压互感器介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验，电磁式电压互感器感应耐压试验，电磁式电压互感器直流电阻测量，电磁式电压互感器极性、电压比试验，电磁式电压互感器励磁特性试验。

【教学目标】

掌握电磁式电压互感器的设备结构知识，掌握本项目中的各项电磁式电压互感器试验的相关理论知识，明确各项试验的目的、器材、危险点及防范措施，掌握各项试验的标准试验接线、方法和步骤，能够在专人监护和配合下完成各项试验过程，并依据相关试验标准，对试验结果做出正确的判断和比较全面的分析。

【教学环境】

相关设施完备、安全的电气试验专用实训场地，被试电磁式电压互感器，合格、安全、完备的试验仪器和安全工器具，设备结构教学模型，白板等完备的教学用品。



任务一 电磁式电压互感器绝缘电阻测量

【教学目标】

掌握测量电磁式电压互感器绝缘电阻试验的理论知识和相关设备结构知识，明确试验目的、器材、危险点及防范措施，掌握标准的试验接线、方法和步骤，能够在专人监护和配合下完成整个试验过程，并依据相关试验标准，对试验结果做出正确的判断和比较全面的分析。

【任务描述】

一、工作目标

测量电磁式电压互感器绝缘电阻，能灵敏地反映电磁式电压互感器绝缘情况，有效地发现绝缘整体受潮、脏污、贯穿，以及绝缘击穿和严重过热老化等缺陷。

二、工作对象

在电磁式电压互感器的交接试验、例行试验和诊断性试验中，应测量一次绕组对二次绕组及一次绕组对地的绝缘电阻，各二次绕组间及二次绕组对地的绝缘电阻。

【任务准备】

一、知识准备

绝缘电阻是指加于试品上的直流电压与流过试品的泄漏电流（或称电导电流）之比。测量绝缘电阻的目的是检查受潮或瓷套裂纹等缺陷，是现场检查设备绝缘状态最简便的辅助方法，有助于发现绝缘受潮、脏污、绝缘油严重劣化和严重热老化等缺陷。

绝缘电阻测量按照 GB/T 22071.2—2008《互感器试验导则 第2部分：



《电磁式电压互感器》中的规定进行，具体要求如下：

(1) 绝缘电阻测量试验要求。在工频耐压试验之前，应对一次绕组对二次绕组及一次绕组对外壳、二次绕组间及其对外壳进行绝缘电阻测量。

(2) 绝缘电阻测量试验设备。试验设备包括绝缘电阻表或其他适合仪表（可根据产品技术条件确定其型式及规格）。

对额定工频耐受电压为 3kV 的绝缘电阻，可采用 1000V（手动）绝缘电阻表，对额定工频耐受电压大于 3kV 的绝缘电阻，可采用 2500V（手动）绝缘电阻表。若采用电子式绝缘电阻测试仪测试时，则仪器的最大输出电流一般不小于 2mA。

(3) 绝缘电阻测量试验方法。测量前先将绝缘电阻表进行一次开路和短路试验，检查绝缘电阻表是否良好。在测量前后对被试互感器应进行充分放电，以保障设备及人身安全。

测量时首先将互感器一次绕组或二次绕组的出头分别短接，将绝缘电阻表放在水平位置，然后将绝缘电阻表线路端（L）接在被试绕组上，地线接在其他绕组及金属底座或箱壳上，在记录电阻值的同时还要记录环境温度和湿度。

(4) 其他。绝缘电阻测量试验也可采用其他测试仪进行测量。无论采用何种方法，试验结果均应符合产品技术条件规定。

二、工作器材准备

(1) 2500V 的绝缘电阻表，其量程一般不低于 10000MΩ。

(2) 放电棒和接地线。放电棒内置有放电电阻且保证有效，放电棒的接地线长度应合适。

(3) 适当长度和一定数量的短接线和接地线。

三、工作危险点分析及防范措施

(1) 试验前为防止互感器剩余电荷或感应电荷伤人、损坏试验仪器，应将被试互感器进行充分放电。



(2) 绝缘电阻表在自检或测量时, 接线柱两端有高压输出, 应注意安全, 以防电击伤人。

(3) 试验结束后, 应先将互感器的测量部位放电、接地, 再进行更换接线及拆线。

【任务实施】

一、工作接线图

分级绝缘、全绝缘电磁式电压互感器一次、二次绕组绝缘电阻测量接线图分别如图 1-1~图 1-4 所示。

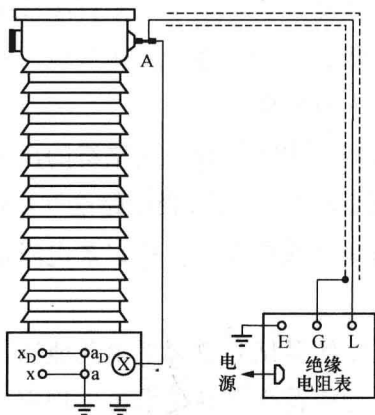


图 1-1 分级绝缘电压互感器一次绕组绝缘电阻测量接线图

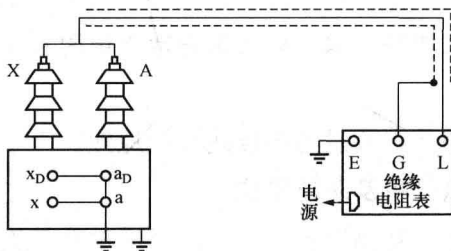


图 1-2 全绝缘电磁式电压互感器一次绕组绝缘电阻测量接线图

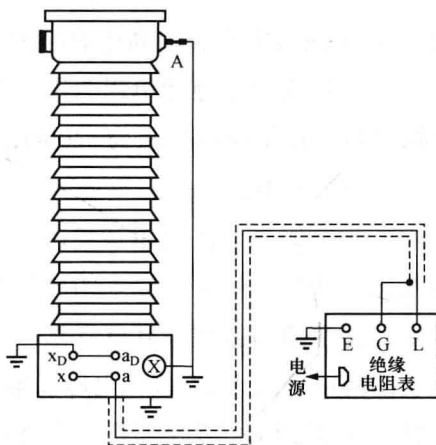


图 1-3 分级绝缘电磁式电压互感器二次绕组绝缘电阻测量接线图

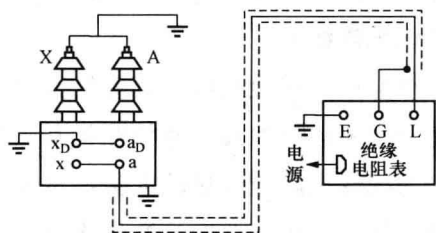


图 1-4 全绝缘电磁式电压互感器二次绕组绝缘电阻测量接线图

二、工作步骤

(1) 用放电棒对电压互感器进行放电、接地。

(2) 选择适当位置平稳放置好绝缘电阻表，放置绝缘电阻表易适合于安全和测量方便的要求。将绝缘电阻表的测试线进行正确连接，并在试验负责人监护下对绝缘电阻表进行接地短接、空载检查，确定绝缘电阻表在使用电压挡位下状态良好。试验人员与绝缘电阻表高压部位保持足够的安全距离，并应站在绝缘垫上。

将 DM100C 型数字高压绝缘电阻表选择适当位置放置好，用该表的专用接地线与“E”连接并接地，用该表的专用高压线分别接在“L”和“G”上。按绝缘电阻表的“开（关）”键，启动绝缘电阻表，按“电压选择”键，



选择 2500V 的试验电压。将绝缘电阻表的高压线接地，按“启动（停止）”键，开始测量，此时绝缘电阻表显示绝缘电阻为零，将绝缘电阻表的高压线与地断开，此时绝缘电阻表显示绝缘电阻为+200GΩ。按“启动（停止）”键和“开（关）”键，关闭绝缘电阻表。

（3）将电压互感器一次绕组 A、N 用短接线进行短接，所有二次绕组用短接线进行短接后接地。对于 110kV 及以上的分级绝缘的电磁式电压互感器在短接一次绕组时，应注意短接线与互感器法兰的绝缘距离。

（4）将绝缘电阻表的高压输出“L”接在电压互感器一次绕组的接线端子或短接线上，准备测量一次绕组对二次绕组及一次绕组对外壳的绝缘电阻。

将 DM100C 型数字高压绝缘电阻表高压输出“L”接到被试电压互感器一次绕组接线端子或短接线上。

（5）试验人员检查自己的试验接线正确并经试验负责人复查接线且同意后，拆去互感器上一次侧的接地线，开始测量互感器一次绕组对二次绕组及一次绕组对外壳的绝缘电阻值。试验人员在试验过程中要进行呼唱，与施加电压部位保持足够安全距离并应站在绝缘垫上，试验人员的手应放在绝缘电阻表“开（关）”键附近，随时警惕异常情况的发生。

按 DM100C 型数字高压绝缘电阻表的“开（关）”键，启动绝缘电阻表。按“电压选择”键，选择 2500V 的试验电压。按“启动（停止）”键，开始测量。

（6）无特殊要求或说明，可读取 60s 时的绝缘电阻值为一次绕组对二次绕组及一次绕组对外壳的绝缘电阻值。

试验完成时，读出和记录试验数据后，应先取下接在一次绕组线板上的绝缘电阻表高压端（手摇式绝缘电阻表有此项要求，数字式绝缘电阻表均带自放电回路，无需此项），再停止绝缘电阻表并对被试电压互感器一次绕组放电、接地。

使用 DM100C 型数字高压绝缘电阻表，可先按“启动（停止）”键，停止测量，然后对被试电压互感器一次绕组放电、接地。按“显示切换”



键可查阅测量数据,按“电压选择”键返回主菜单,按“开(关)”键,关闭绝缘电阻表。

(7) 测量电压互感器二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻值。

将电压互感器各二次绕组分别进行短接、接地,一次绕组短接、接地。绝缘电阻表的高压输出“L”接在电压互感器其中的一组二次绕组上,其他的二次绕组接地,一次绕组短接后接绝缘电阻表屏蔽(“G”)。准备测量该二次绕组对其他二次绕组及外壳的绝缘电阻值。

试验人员检查自己的试验接线正确后,经试验负责人复查试验接线并同意后拆去电压互感器一次绕组和被测二次绕组上的接地线,开始测量该二次绕组对其他二次绕组及外壳的绝缘电阻值。

具体操作步骤和绝缘电阻表使用方法,参照上述(1)~(6)条。

电压互感器二次绕组有几组,都要分别进行测量,直至所有绕组测量完毕。

(8) 全部测试完毕,应对被试电压互感器进行充分放电、接地。在拆去试验接线时应先拆接在互感器测试部位的高压测试导线“L”,再拆去绝缘电阻表的接地线。

(9) 记录被试电压互感器的铭牌数据,观察和记录测试现场的环境温度和湿度、试验人员姓名、试验地点等内容。

(10) 再次检查试验现场有无遗留物、是否恢复被测电压互感器的原始状态等,均正确无误后,撤掉自接接地线。向试验负责人汇报测试工作结束和测试结果、结论等。至此整个试验过程结束。

【相关知识】

一、工作标准

(1) 根据 GB 50150—2006《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》测量绕组的绝缘电阻,应符合下列规定:



1) 测量一次绕组对二次绕组及一次绕组对外壳、二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻, 绝缘电阻值不宜低于 $1000\text{M}\Omega$ 。

2) 绝缘电阻测量应使用 2500V 绝缘电阻表。

(2) 根据 DL/T 393—2010《输变电设备状态检修试验规程》的相关规定, 对绕组绝缘电阻的检修试验要求见表 1-1。

表 1-1 绕组绝缘电阻检修试验要求

例行试验项目	基准周期	要 求	说明条款
绕组绝缘电阻	3 年	初值差不超过 -50% (注意值)	一次绕组用 2500V 绝缘电阻表, 二次绕组采用 1000V 绝缘电阻表。测量时非被测绕组应接地。同等或相近测量条件下, 绝缘电阻应无显著降低

(3) 根据 DL/T 596—1996《电力设备预防性试验规程》的相关规定, 绕组绝缘电阻的预防性试验要求见表 1-2。

表 1-2 绕组绝缘电阻预防性试验要求

项目	周期	要 求	说明条款
绕组绝缘电阻	(1) 1~3 年; (2) 大修后; (3) 必要时	自行规定	一次绕组用 2500V 绝缘电阻表, 二次绕组用 1000V 或 2500V 绝缘电阻表

二、综合分析方法及注意事项

(1) 所测的绝缘电阻值应充分考虑温度、湿度等因素的影响, 要与出厂值、交接试验值、历次试验值相比较, 必要时与同类型设备、同组设备进行相互比较, 测试数据不应有较大差异。有较大差异时, 应结合规程标准及其他试验结果进行综合分析和判断。

(2) 绝缘电阻表的高压测量导线宜使用高压屏蔽线。若无高压屏蔽线, 测试线不应与地线缠绕, 并尽量悬空。必要时可用绝缘棒作支撑, 以免因绞线绝缘不良而引起误差。

(3) 测量分级绝缘的电压互感器绝缘电阻时, 由于末端小套管脏污、



受潮、破裂或支持小套管及二次端子的胶木板脏污、受潮等，会影响绝缘电阻值，可将其擦拭干净或用电吹风吹干等方法来消除影响。

(4) 测量应在天气良好的情况下进行，空气相对湿度不应高于 80%。若遇天气潮湿、互感器表面脏污，则需要进行“屏蔽”测量，可在电压互感器套管中上部表面用软铜线缠绕几圈并与瓷裙紧密接触，做成一个“屏蔽环”，接至绝缘电阻表的屏蔽端（“G”），以消除表面泄漏的影响。

(5) 拆、装分级绝缘电压互感器末端接地片时，在将一次绕组尾端接地解开时，应解开“接地”端，不要解开“一次绕组尾端”，以免造成末屏芯线断裂或渗油。

任务二 电磁式电压互感器介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验

【教学目标】

掌握电磁式电压互感器介质损耗因数 $\tan\delta$ 试验的理论知识和相关设备结构知识，明确试验目的、器材、危险点及防范措施，掌握标准的试验接线、方法和步骤，能够在专人监护和配合下完成整个试验过程，并依据相关试验标准，对试验结果做出正确的判断和比较全面的分析。

【任务描述】

一、工作目标

测量 35kV 及以上电压互感器一次绕组的 $\tan\delta$ 值，能有效地发现互感器局部集中性和整体分布性的缺陷，灵敏的发现绝缘受潮、劣化及套管绝缘损坏等缺陷。

测量串级式电压互感器绝缘支架的 $\tan\delta$ 目的是检查支撑不接地铁芯的绝缘支架绝缘性能及材质状况，材质不好如存在分层开裂、内部有气泡、杂质、受潮等现象都会使其 $\tan\delta$ 较大。