

XIANCHANG BIAOZHUNHUA ZUOYE ZHIDAOSHU

现场标准化作业指导书

试验及计量

广东电网公司佛山供电局 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

XIANCHANG BIAOZHUNHUA ZUOYE ZHIDAOSHU

现场标准化作业指导书

试验及计量

广东电网公司佛山供电局 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为更好地开展标准化作业工作,使标准化作业指导书更适用于现场的生产工作,以保证现场安全、质量为目的,针对现场设备、人员进行全过程、标准化管理,广东电网公司佛山供电局特组织相关技术人员,并依据相关规程、规范,编写了这套《现场标准化作业指导书》。

本套书共分6册,分别是变电检修、输电线路、试验及计量、继电保护(上)、继电保护(下)、自动化及通信,涵盖了变电检修、高压试验、化学试验、热工测量、电测量、继电保护、输电、自动化及通信九个专业。根据各专业现场作业的特点设置了典型的作业指导书,每个作业指导书均包含适用范围、引用标准、作业准备、作业安全控制措施、作业内容及方法、作业工作记录6部分内容。

本分册为《试验及计量》,主要分为四部分共43个指导书,各部分内容分别为高压试验、电测热工、油气试验和电能计量。

本书可作为电力系统试验及计量专业从事现场作业的各级管理人员、班组职工的标准化作业指导用书,并可作为相关技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现场标准化作业指导书. 试验及计量/广东电网公司佛山供电局组编. —北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-8018-6

I. 现… II. 广… III. ①供电-工业企业-标准化管理-中国②电力系统-试验-标准化管理-中国③电力系统-计量-标准化管理-中国 IV. F426.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第157579号

中国电力出版社出版

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

北京丰源印刷厂印刷

*

2008年12月第一版 2008年12月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 16.75印张 377千字

定价 68.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

版权专有 翻印必究

《现场标准化作业指导书 试验及计量》

编 委 会

主 任: 杨爱民

副 主 任: 杜满权 刘 敏

委 员: 钟连宏 魏远航 区伟潮 陆培钧 苏杏志
梁隽鸣 梁铭波 潘雪峰 黄小耘 李希宁
胡晓萌 詹清华 梁东明 张乾良 黄 涛
林乐彤

编 写 人 员: 黄松波 林秀钦 刘晓华 梁旭常 黄 涛
王 岩 李国伟 洪贞贤 林李波 赵卫民
黎晓淀 吴沃生 欧 盛 麦 洪 彭 满
章 涛 刘 芬 李秉文 邓仲文 王杰仪
吴 敏



前言

为提高佛山供电局输电专业现场检修作业水平，指导生产实践，现场标准化作业指导书编写小组编写了这套《现场标准化作业指导书》。

《现场标准化作业指导书》（简称《作业指导书》）是根据电力生产技术标准和安全技术标准，结合电力生产实际，集中了佛山供电局各专业生产技术人员的丰富经验，历时八个月，数易其稿，反复讨论修改而成的。本套书包括变电检修、高压试验、化学试验、热工计量、电测计量、继电保护、输电、自动化及通信九大专业，目的是统一指导各专业的现场作业行为，确保工作的质量和安全。

本套书共6册，分别是：输电线路、变电检修、试验及计量、继电保护（上）、继电保护（下）、自动化及通信。每册作业指导书内容由适用范围、引用标准、作业准备、作业危险点分析及安全控制措施、作业内容及方法、作业工作记录六个模块组成，格式一致，步骤清晰，涵盖了从预备工作到结束资料管理全过程。

为了更好地使用本套书，现作如下要点说明：

（1）部分作业指导书可能受检修现场影响较大，因此，编写时对检修工作环境作了一定的假设，在实际使用中，必须认真核对现场条件，调整、补充相应的步骤和安全措施。

（2）《作业指导书》仅仅是对某类型检修工作提供了一种可行方法，对具体检修作业提供参考。如果检修单位掌握了更加便捷、安全可靠的检修方法，应及时提出，以利修编补充。

（3）《作业指导书》中的危险点分析和安全控制措施是从固有风险角度出发，在日常检修中，作业人员应根据具体情况进行必要的补充和完善。

（4）随着技术和管理的发展进步，引用的标准都可能修订，使用《作业指导书》时应探讨使用引用标准最新版本的可能性。

由于时间仓促，加之我们的水平和经验有限，不妥和不足之处在所难免，恳请读者和使用者予以指正。

现场标准化作业指导书编写小组

2008年10月



目

录

前言

第一部分 高压试验

1-1	500kV 变压器预防性试验作业指导书	3
1-2	500kV 电抗器预防性试验作业指导书	13
1-3	110~220kV 主变压器预防性试验作业指导书	20
1-4	35~500kV SF ₆ 断路器预防性试验作业指导书	28
1-5	35~500kV 电容型电流互感器预防性试验作业指导书	33
1-6	110~500kV 电容式电压互感器预防性试验作业指导书	37
1-7	35~220kV 油浸电磁式电压互感器预防性试验作业指导书	54
1-8	110~220kV 耦合电容器预防性试验作业指导书	58
1-9	35~500kV 金属氧化物避雷器停电预防性试验作业指导书	64
1-10	35~500kV 金属氧化物避雷器带电测试作业指导书	70
1-11	10kV 电压互感器间隔预防性试验作业指导书	74
1-12	10kV 变低/母联/联络开关间隔预防性试验作业指导书	78
1-13	10kV 电容器组间隔预防性试验作业指导书	84
1-14	接地变/站用变间隔预防性试验作业指导书	95
1-15	10kV 出线开关柜间隔及母线预防性试验作业指导书	103

第二部分 电测热工

2-1	主变压器本体温度表现场检验作业指导书	111
2-2	数字式温度表现场检验作业指导书	116
2-3	温度变送器现场校准作业指导书	121
2-4	电测量指示仪表现场检验作业指导书	126
2-5	电压监测仪现场检验作业指导书	131
2-6	绝缘电阻表(兆欧表)检定作业指导书	136
2-7	接地电阻表检定作业指导书	142
2-8	频率表检定作业指导书	148
2-9	数字多用表检定作业指导书	154

2-10	电流表、电压表、功率表及电阻表检定作业指导书	161
2-11	压力式温度表试验室检定作业指导书	168
2-12	温度变送器试验室校准作业指导书	173
2-13	数字式温度表试验室检定作业指导书	178

第三部分 油 气 试 验

3-1	充油设备绝缘油取样作业指导书	185
3-2	充油设备绝缘油介损与体积电阻率作业指导书	189
3-3	充油设备绝缘油水溶性酸试验作业指导书	192
3-4	充油设备绝缘油酸值测定作业指导书	195
3-5	充油设备绝缘油击穿电压作业指导书	198
3-6	充油设备绝缘油闪点测量作业指导书	201
3-7	充油设备绝缘油界面张力作业指导书	204
3-8	充油设备绝缘油水分试验作业指导书	207
3-9	充油设备绝缘油色谱分析作业指导书	210
3-10	充油设备绝缘油中含气量分析作业指导书	214
3-11	SF ₆ 气体湿度、检漏试验作业指导书	218
3-12	绝缘子污秽度现场试验作业指导书	223

第四部分 电 能 计 量

4-1	电能表现场实负荷检验作业指导书	229
4-2	计量用电流互感器现场测试作业指导书	239
4-3	计量用电压互感器现场测试作业指导书	250



现场标准化作业指导书

试验及计量

第一部分 高压试验

1-1

500kV 变压器预防性试验作业指导书**1 适用范围**

本作业指导书适用于 500kV 自耦式变压器周期性的预防性试验工作，但不包括局放试验等非常规预试项目。

2 引用标准

下列文件中的条款通过本指导书的引用而成为本指导书的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本指导书，然而，鼓励根据本指导书达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本指导书。

Q/CSG 10007—2004 中国南方电网有限责任公司企业标准电力设备预防性试验规程
DL/T 911—2004 电力变压器绕组变形的频率响应分析法

3 作业准备**3.1 工作人员的准备**

3.1.1 电气试验工一般不少于 7 人，其中工作负责人和分组工作负责人应由高级工及以上人员担任。

3.1.2 人员要求：经过高压专业培训，掌握 500kV 变压器结构原理及相关试验仪器的使用，熟悉本作业指导书。

3.2 资料的准备

3.2.1 试验规程：见引用标准。

3.2.2 本作业指导书。

3.2.3 历年试验记录。

3.2.4 作业工作记录。

3.3 仪器及工具的准备

序号	仪器仪表名称	数量	要 求	备 注
1	兆欧表	1~3 台	采用 5 000V 电子式兆欧表	
2	介损仪	1~3 台	采用变频介损仪	
3	直流电阻仪	1~2 台	测量电流不小于 10A	
4	绕组变形仪	1~2 台	采用频响法原理绕组变形仪	未到 6 年的试验周期 无需准备
5	其他	若干	万用表、试验测试线、电源线匝、温湿度计、工具箱、绝缘挂杆等	

4 作业危险点分析及安全控制措施

序号	危险点分析	安全控制措施
1	高空坠落	戴好安全帽，系好安全带，使用高空作业车
2	绝缘电阻及介损试验时高压回路危及人身安全	加压前后应呼唱，做好监护，保持足够的安全距离
3	直流电阻试验时突然断电，或在其他情况下绕组未充分放电，进行改接线时人身触电	直流电阻试验时突然断电后必须对测试绕组进行人工放电，其他情况下也必须确认放电完毕后才能改接线
4	高压套管末屏试验后未恢复接地	试验后应检查末屏是否接地良好，必要时用万用表检查

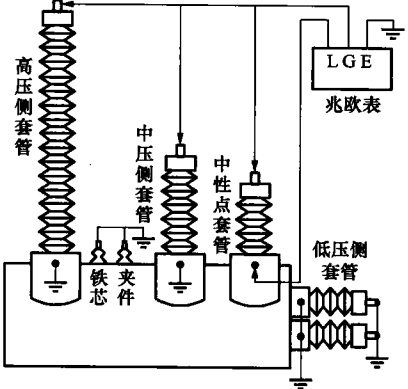
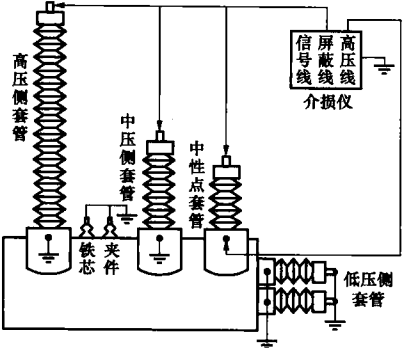
5 作业内容及方法

序号	试验步骤	接线图	要求	规程规定	注意事项
1	确认高、中、低压侧套管引线已拆除				
2	测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或指数		1) 使用 5 000V 电子兆欧表测量，兆欧表容量一般要求不小于 3mA 2) 换算至 20℃ 时的绝缘电阻换算公式为 $R_{20}=R_1 \times 1.5^{(T-20)/10}$ 测量 R_{15}、R_{60} 和 R_{600} 并计算吸收比 $=R_{60}/R_{15}$ 和极化指数 $=R_{600}/R_{60}$ (T 为测量温度) 3) 测量温度以顶层油温为准，尽量在油温低于 50℃ 时测量，各次测量时的温度应尽量接近	1) 绝缘电阻换算至 20℃ 时与前一次测试结果相比应无显著变化，一般不低于上次值的 70%；吸收比不低于 1.3 或极化指数不低于 1.5 2) 绝缘电阻大于 10 000MΩ 时，吸收比不低于 1.1 或极化指数不低于 1.3	被测绕组全部短接，非测量绕组全部短路接地

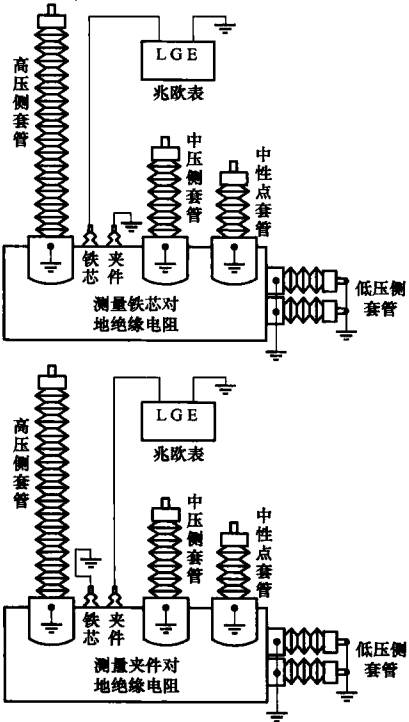
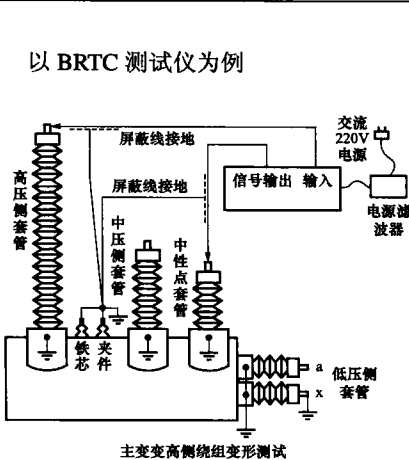
续表

序号	试验步骤	接线图	要求	规程规定	注意事项
3	测量绕组连同套管的 $\tan\delta$		1) 介损仪采用反接法 10kV 测量 2) $\tan\delta$ 要换算到 20℃, 油温以顶层油温为准, 尽量在油温 50℃ 以下测量, 用公式 $\tan\delta_{20} = \tan\delta_t \times 1.3^{(20-T)/10}$ 换算 (δ_t 为测量值)	1) 20℃ 时不大于 0.6% 2) $\tan\delta$ 值与出厂试验值或历年的数值比较, 不应有显著变化 (增量一般不大于 30%)	1) 测量时确认套管末屏接地良好 2) 测量时主变铁芯及夹件应接地 3) 被测绕组全部短接, 非测试绕组相应短路接地
4	拆开套管末屏接地引线				
5	测量套管的 $\tan\delta$ 与电容值	下图以中性点套管为例	介损仪采用正接法 10kV 测量	1) 电容值与出厂值或上一次试验值差别超过 $\pm 5\%$ 时, 应查明原因 2) $\tan\delta$ 与历年比较不应有显著变化 3) 20℃ 时 35、110kV 套管 $\tan\delta$ 不大于 1.0%	1) 测量时记录环境温度及变压器顶层油温 2) 测量时主变铁芯及夹件应接地 3) 油纸电容型套管的 $\tan\delta$ 一般不进行温度换算, 当 $\tan\delta$ 与出厂值或上一次试验

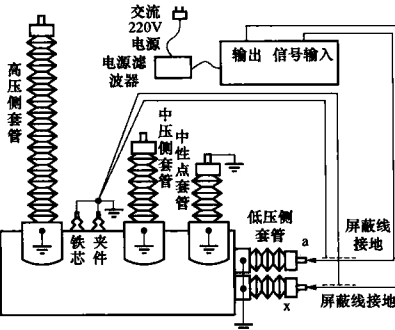
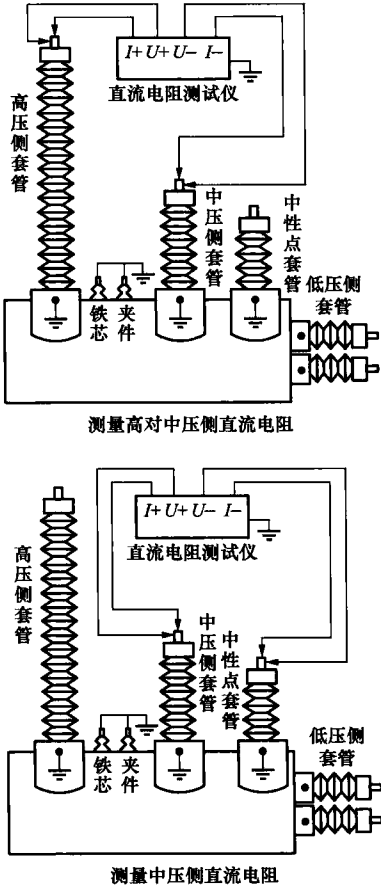
续表

序号	试验步骤	接线图	要求	规程规定	注意事项
5	测量套管的 $\tan\delta$ 与电容值			220、500kV 套管 $\tan\delta$ 不大于 0.8%	值比较有明显增长或接近规定值时，应综合分析 $\tan\delta$ 与温度、电压的关系。当 $\tan\delta$ 随温度增加明显增大或试验电压由 10kV 升到 $U_m/\sqrt{3}$ 时， $\tan\delta$ 增量超过 $\pm 0.3\%$ 时，不应继续运行
6	测量末屏对地绝缘电阻	下图以中性点套管为例 	使用 2 500V 兆欧表		末屏对地绝缘电阻小于 1 000M Ω 需要进行末屏介损试验
7	测量末屏 $\tan\delta$	下图以中性点套管为例 	1) 介损仪使用反接法 2 000V 测量 2) 被测套管的一次绕组应短路后接介损仪屏蔽线	$\tan\delta$ 值 不 大于 2.0%	当末屏对地绝缘电阻小于 1 000M Ω 才需进行

续表

序号	试验步骤	接线图	要求	规程规定	注意事项
8	恢复套管屏蔽线		必要时用万用表检查接地线是否接触良好		
9	测量铁芯和夹件绝缘电阻		1) 测量铁芯对地绝缘电阻时夹件必须接地, 测量夹件对地绝缘电阻时铁芯必须接地 2) 采用 2 500V 电子式兆欧表测量, 记录 1min 的绝缘电阻值	与以前测量结果相比无显著差别	1) 只对外引接地线的铁芯、夹件进行测量 2) 当铁芯对地或夹件对地绝缘电阻偏低时, 应测试铁芯对夹件绝缘电阻
10	测量绕组频响曲线	以 BRTC 测试仪为例 	1) 测试时变压器各侧套管引线应全部拆除, 尽量避免外部干扰 2) 测量电缆屏蔽层接地线应尽量短, 最好与变压器的铁芯同点接地, 接地点要良好, 使高频电流的流向正确 3) 测量时人应远离套管, 一般应大于 1m, 以免影响高频段的测量结果 4) 应尽量放在最大分接头 (第一头) 测试	与历次测试结果相比以及三相之间结果相比无明显差别	1) 使用 BRTC 测量时使用电源滤波器 2) 测量的频响曲线出现异常 (如有毛刺、波形跳变等情况), 或与相间、历年测试曲线对比变化较大时, 应检查试验回路及测量线缆, 必要时进行重新接线

续表

序号	试验步骤	接线图	要 求	规程规定	注意事项
10	测量绕组频响曲线	 主变高低压侧绕组变形测试	量, 连同调压绕组测量; 对无载调压变压器应在同一分接头进行测量 5) 试验周期为 6 年一次, 即正常停电周期的上一次没有试验时应进行本试验		
11	测量绕组直流电阻	 测量高对中压侧直流电阻 测量中压侧直流电阻	1) 有载调压式分接开关测量全部的分接头直流电阻, 无载分接开关只测量运行的分接头直流电阻 2) 不同温度下电阻值按下式换算 $R_2 = R_1(T + t_2)/(T + t_1)$ 式中: R_1、R_2 分别为 t_1、t_2 下的电阻值; T 为电阻温度常数, 铜导线取 235, 铝导线取 225 3) 变压器调压位置在中性点时, 测量高压对中压侧套管直流电阻; 调压位置在中压侧时, 测量高压对中性点直流电阻	1) 各相绕组电阻相间的差别不应大于三相平均值的 2.0% 2) 与以前相同部位测量值比较, 其变化不应大于 2.0% 3) 如电阻相间差在出厂时超过规定, 制造厂说明了这种偏差的原因, 则与以前相同部位测得值比较, 其变化不应大于 2%	1) 试验前应将有载分接开关各档来回转换数次, 以保证分接开关接触良好 2) 直阻仪的电压夹应与套管导电杆接触良好, 以确保数值准确 3) 测量过程中或试验回路未放电前, 严禁解接线和严禁试验电源断电 4) 三相直流电阻相差超标时应检查测量回路接线是否接触良好

续表

序号	试验步骤	接线图	要求	规程规定	注意事项
11	测量绕组直流电阻	测量低压侧直流电阻 直流电阻测试仪			

6 作业工作记录

500kV 变压器试验记录 (一)

安装点: _____ 名称: _____ 运行编号: _____ 试验条件: 拆线
 试验性质: 预试 试验日期: _____ 年 月 日 天气: 晴、阴、雨 温度: _____ °C 湿度: _____ %

设备规范	电压等级	500kV	型号	
	额定容量		制造厂	
	出厂编号	A 相	出厂日期	A 相
		B 相		B 相
		C 相		C 相

6.1 绕组绝缘电阻 (MΩ)、吸收比和极化指数 上层油温 (°C): _____ 见证人: _____

测量位置		R_{15}	R_{60}	R_{600}	吸收比	极化指数	$R_{15} (20^{\circ}\text{C})$	$R_{60} (20^{\circ}\text{C})$	$R_{600} (20^{\circ}\text{C})$
A 相	高中-低地								
	低-高中地								
B 相	高中-低地								
	低-高中地								
C 相	高中-低地								
	低-高中地								

仪表规范: _____

备 注: _____

6.2 铁芯、夹件对地绝缘电阻 (MΩ) 见证人: _____

相别	铁芯—地	夹件—地
A 相		
B 相		
C 相		

仪表规范: _____

备 注: _____

6.3 组介损及电容值 上层油温 (℃): _____ 见证人: _____

相别	测量位置	试验电压	C _x (pF)	tanδ (%)	20℃tanδ (%)	接 线 方 法
A 相	高中—低地	10kV				反 接
	低—高中地					
B 相	高中—低地					
	低—高中地					
C 相	高中—低地					
	低—高中地					

仪表规范: _____

备 注: _____

试验日期: _____ 运行编号: _____

500kV 变压器试验记录 (二)

6.4 变压器套管试验

安装位置		设备型号	制造厂家	出厂编号	出厂日期
高压	A				
	B				
	C				
中压	Am				
	Bm				
	Cm				
中性点	A0				
	B0				
	C0				
低压	a				
	x				
	b				
	y				
	c				
	z				

试验记录: _____ 见证人: _____