

# 前 言

本标准由山东电力研究院会同有关单位,在《山东电力集团公司 电力设备交接和预防性试验规程》(2003 年)的基础上,按照《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150-2006 的相关条文修订的。

本标准共分 18 章和 11 个附录。

本标准与《山东电力集团公司 电力设备交接和预防性试验规程》(2003 年)相比,主要变化如下:

- 编写规则按《电力企业标准编制规则》DL/T 800-2001 的规定;
- 删除了原标准的两章:“二次回路”和“1kV 及以下的配电装置和电力馈线”;
- 根据标准内容,对规范性引用文件中的引用标准进行了修订;
- 重新对电力设备进行了归类:比如将油浸式电抗器与原标准“电力变压器和电抗器”中分离出来,单独制订其标准;将原标准第 12 中的“串联电抗器”调整到第 5 章“电力变压器和电抗器”中,归类更明确;

- 重新对设备的试验项目顺序进行了调整;
- 鉴于红外测温工作的普及性和有效性,绝大多数电力设备增加了“红外测温”试验项目;
- 在原标准各表的基础上,增加了一项“范围”,表明对应的试验项目的适用范围,“范围”列为空表示该试验项目适用于所有类型、电压等级和容量的该类设备。

本标准实施后代替《山东电力集团公司 电力设备交接和预防性试验规程》(2003 年)。

本标准以黑色字标志的条文为交接试验强制性条文,必须严格执行。

本标准由山东电力集团公司生产技术部提出。

本标准起草单位: 山东电力研究院

本标准主要起草人: 辜超 刘朝阳 沈庆河 郭志红 姚金霞 曹志伟 陈玉峰

本标准主要审定人员: 逯怀东 谭立成 李永宁 李彬 王李岩 王宝利 韩新华 孙胜涛 孙昭昌 王波 王昆

本标准由山东电力研究院负责解释。

本标准于 2003 年 3 月 6 日首次发布,本次为第一次修订。

## 目 次

1 范围 .....	5	11 电容器 .....	130
2 规范性引用文件.....	5	12 绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体 .....	138
3 术语与定义.....	10	13 避雷器 .....	148
4 总则 .....	12	14 母线 .....	155
5 电力变压器及电抗器.....	15	15 1kV 及以上的架空电力线路 .....	158
6 互感器 .....	61	16 接地装置 .....	160
7 开关设备 .....	79	17 旋转电机 .....	166
8 套管 .....	111	18 电除尘器 .....	191
9 绝缘子 .....	115		
10 电力电缆线路.....	118		

附录 A(规范性附录)	同步发电机定子绕组的交流试验电压、老化鉴定和硅钢片单位损耗.....	195
附录 B(资料性附录)	电机定子绕组绝缘电阻值换算至运行温度时的换算系数.....	203
附录 C(资料性附录)	发电机定子绕组端部手包绝缘表面电位测量的限值.....	204
附录 D(资料性附录)	油浸式变压器和电抗器绕组直流泄漏电流参考值.....	205
附录 E(规范性附录)	变压器局部放电试验方法.....	206
附录 F(规范性附录)	高压电气设备的工频耐压试验标准.....	209
附录 G(资料性附录)	电流互感器保护级励磁曲线测量方法.....	211
附录 H(资料性附录)	橡塑电缆内衬层和外护套破坏进水的确定方法 .....	217
附录 I(资料性附录)	避雷器的电导电流值和工频放电电压值.....	218
附录 J(规范性附录)	接地装置的电气完整性测试 .....	221
附录 K(资料性附录)	参考资料.....	223

# 1 范围

本标准规定了各种电力设备交接和预防性试验的项目、范围、周期和要求,用以判断设备是否符合运行条件,预防设备损坏,保证安全运行。

本标准不适用于高压直流输电设备、矿用及其它特殊条件下使用的电力设备,也不适用于电力系统的继电保护装置、自动装置、测量装置等电气设备和安全用具。

进口电力设备(或电力设备的进口附件)以该设备的产品标准为基础,参照本标准执行。

# 2 规范性引用文件

下列文件中的一些条款,通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

GB/T 261-1983 石油产品闪点测量法(闭口杯法)

GB/T 264-1983 石油产品酸值测定法

GB/T 311.1-1997 高压输变电设备的绝缘配合

GB/T 511-1988 石油产品和添加剂机械杂质测定法(重量法)

GB 1094.3-2003 电力变压器 第3部分 绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB/T 1094.10-2003 电力变压器 第10部分 声级测定

GB 2536-1990 变压器油

GB/T 4703-2001 电容式电压互感器

GB/T 5654-1985 液体绝缘材料工频相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量

GB 6450-1986 干式电力变压器

GB/T 6541-1986 石油产品油对水界面张力测定法(圆环法)

GB/T 7252-2001 变压器油中溶解气体分析和判断导则

GB/T 7595-2000 运行中变压器油质量标准

GB/T 7598-1987 运行中变压器油、汽轮机油水溶性酸测定法(比色法)

GB/T 7599-1987 运行中变压器油、汽轮机油酸值测定法(BTB法)

GB/T 7600-1987 运行中变压器油水分含量测定法(库仑法)

GB/T 7601-1987 运行中变压器油水分含量测定法(气相色谱法)

GB/T 8349-2000 金属封闭母线

GB 9326.1~.5-1988 交流 330kV 及以下油纸绝缘自容式充油电缆及附件

GB/T 11022-1999 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 11023-1989 高压开关设备六氟化硫气体密封试验导则

GB/T 11024.1-2001 标称电压 1kV 以及交流电力系统用并联电容器 第 1 部分：总则 性能、试验和定额 安全要求 安装和运行导则

GB 11032-2000 交流无间隙金属氧化物避雷器

GB 12022-2006 工业六氟化硫

GB/T 17623-1998 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法

GB/T 19749-2005 耦合电容器及电容分压器

GB 50150-2006 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

DL/T 421-1991 绝缘油体积电阻率测量法

DL/T 429.9-1991 绝缘油介电强度测定法

DL/T 450-1991 绝缘油中含气量的测试方法(二氧化碳洗脱法)

DL/T 475-2006 接地装置特性参数测量导则

DL/T 492-1992 发电机定子绕组环氧粉云母绝缘老化鉴定导则

DL/T 506-1992 六氟化硫气体绝缘设备中水分含量现场测量方法

DL/T 574-1995 有载分接开关运行维修导则

DL/T 593-2006 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

DL/T 596-1996 电力设备预防性试验规程

DL/T 620-1997 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 626-2004 劣化盘形绝缘子检测规程

DL/T 664-1999 带电设备红外诊断技术应用导则

DL/T 703-1999 绝缘油中含气量的气相色谱测定法

DL/T 722-2000 变压器油中溶解气体分析和判断导则

DL/T 735-2000 大型汽轮发电机定子绕组端部动态特性的测量及评定—绕组端部固有振动频率测试及模态分析

DL/T 864-2004 标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则

DL/T 914-2005 六氟化硫气体湿度测定法(重量法)



DL/T 915-2005 六氟化硫气体湿度测定法(电解法)

DL/T 916-2005 六氟化硫气体酸度测定法

DL/T 917-2005 六氟化硫气体密度测定法

DL/T 918-2005 六氟化硫气体中可水解氟化物含量测定法

DL/T 919-2005 六氟化硫气体中矿物油含量测定法(红外光谱分析法)

DL/T 920-2005 六氟化硫气体中空气、四氟化碳的气相色谱测定法

DL/T 921-2005 六氟化硫气体毒性生物试验方法

DL/T 941-2005 运行中变压器用六氟化硫质量标准

DL/T 984-2005 油浸式变压器绝缘老化判断导则

JB/T 7112-2000 集合式高电压并联电容器

JB/T 8970-1999 高电压并联电容器用放电线圈

SH 0351-1992 断路器油

## 3 术语与定义

### 3.1 预防性试验

为了发现运行中设备的隐患,预防发生事故或设备损坏,对设备进行的检查、试验或监测,也包括取油样或气样进行的试验。

### 3.2 在线监测

在不影响设备运行的条件下,对设备状况连续或定时进行的监测,通常是自动进行的。

### 3.3 带电测量

对在运行电压下的设备,采用专用仪器,由人员参与进行的测量。

### 3.4 红外测温

利用红外技术对电力系统中具有电流、电压致热效应的带电设备进行检测和诊断。

### 3.5 绝缘电阻

在绝缘结构的两个电极之间施加的直流电压值与流经该对电极的泄漏电流值之比。常用兆欧表直接测得绝缘电阻值。本标准中,若无特别说明,均指加压1min时的测得值。

### 3.6 吸收比

在同一次试验中,1min时的绝缘电阻值与15s时的绝缘电阻值之比。

### 3.7 极化指数

在同一次试验中,10min时的绝缘电阻值与1min时的绝缘电阻值之比。

### 3.8 现场污秽度

在适当的时间段内测量到的污秽严重程度等值附盐密度/不溶物密度(灰密)或现场等值盐密的最大值。

### 3.9 避雷器的内部均压系统

以专用的均压电容器、电阻器及内部均压电极与避雷器的放电间隙或非线电阻片适当连结,使避雷器的放电间隙或非线电阻片上的电压分布均匀所采用的一种装置。

### 3.10 本标准所用的符号

$U_N$ : 设备额定电压(对发电机转子是指额定励磁电压)

$U_m$ : 设备最高电压

$U_0/U$ : 电缆额定电压(其中  $U_0$  为电缆导体与金属套或金属屏蔽之间的设计电压, $U$  为导体与导体之间的设计电压)

$U_{1mA}$ : 避雷器直流 1mA 下的参考电压

$\tan\delta$ : 介质损耗因数

## 4 总 则

4.1 设备进行试验时,试验结果应与该设备历次试验结果相比较,与同类设备或不同相别的试验结果相比较,参考相关的试验结果,根据变化规律和趋势,进行全面分析和判断后作出正确结论。

4.2 各单位应遵照本标准开展工作。在执行标准过程中,遇到特殊情况,需要延长设备的试验周期、降低试验标准、增、删试验项目时,应组织有关人员认真分析讨论,提出建议,由本单位负责生产的总工程师批准执行,110kV 及以上设备并报上级主管部门备案。对老、旧设备根据设备状态可适当缩短试验周期。

4.3 在预防性试验时间的安排上宜将同间隔设备调整为同一时间,发电厂设备预防性试验宜结合设备大、小修进行。

4.4 工频交流耐压试验时加至试验标准电压后的持续时间,无特别说明时,应为1min,其它耐压试验的试验电压施加时间在有关设备的试验要求中规定。非标准电压等级的交流耐压试验值,可根据本标准规定的相邻电压等级按插入法进行计算。耐压试验电压值以额定电压的倍数计算时,发电机和电动机应按铭牌额定电压计算,电缆可按电缆额定电压计算。

4.5 充油设备应在充满合格油,静置一定时间,待气泡消除后方可进行耐压试验。静置时间按制造厂要求进行,当制造厂无规定时,电压等级为500kV的,须72h以上;220kV~330kV的,须48h以上;110kV及以下的,须24h以上。

4.6 进行耐压试验时,应尽量将连在一起的各种设备分开来单独试验(制造厂装配的成套设备不在此限)。同一试验电压的设备可连在一起进行试验。已有单独试验记录的若干不同试验电压的电力设备,在单独试验有困难时,也可以连在一起进行试验。此时试验电压应采用各种设备中的最低试验电压。

4.7 当设备的额定电压与实际使用的额定电压不同时,应根据以下原则确定试验电压:

4.7.1 当采用额定电压较高的设备以加强绝缘者,应按照设备的额定电压确定其试验电压;

4.7.2 当采用额定电压较高的设备作为代用者,应按照实际使用的额定电压确定其试验电压。

4.8 在进行与温度与湿度有关的各种试验时(如测量直流电阻、绝缘电阻、 $\tan\delta$ 、泄漏电流等),应同时测量被试物周围的温度及湿度。绝缘试验应在良好天气且被试物及仪器周围温度不宜低于  $5^{\circ}\text{C}$ ,空气相对湿度不宜高于  $80\%$ 的条件下进行。对不满足上述温度、湿度条件下测得的试验数据,应进行综合分析,以判断设备是否可以投入运行。本标准中常温范围为  $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。试验时,应注意环境温度的影响,对油浸式变压器、电抗器及消弧线圈,应以被试物上层油温作为测试温度。

4.9 110kV 及以上设备交接试验后超过 6 个月未投入运行,或运行中设备停运超过 6 个月的,在投运前按本标准周期中“投运前”规定的内容进行。35kV 及以下设备按 1 年执行。

4.10 应加强设备的红外测温工作,用红外热像仪测量,具体要求按《带电设备红外诊断技术应用导则》DL/T 664-1999 执行。

4.11 如不拆引线不影响试验结果的相对判断时,可采用不拆引线试验的方法进行。

4.12 本标准未包含设备的交接和预防性试验,按制造厂规定进行。

4.13 交接试验时,本标准未涉及到的内容仍以《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150-2006 为准。

4.14 测量绝缘电阻,在本标准未作特殊规定时,采用的兆欧表应按下列规定执行:

- 1) 100V 以下的设备或回路,采用 250V、50M $\Omega$  及以上兆欧表;
- 2) 100V~500V 的设备或回路,采用 500V、100M $\Omega$  及以上兆欧表;
- 3) 500V~3000V 的设备或回路,采用 1000V、2000M $\Omega$  及以上兆欧表;
- 4) 3000V~10000V 的设备或回路,采用 2500V、10000M $\Omega$  及以上兆欧表;
- 5) 10000V 及以上的设备或回路,采用 2500V 或 5000V、10000M $\Omega$  及以上兆欧表;
- 6) 用于极化指数测量的兆欧表短路电流不应低于 3mA。

4.15 本标准的高压试验方法,应按现行国家标准《高电压试验技术 第一部分 一般试验要求》GB/T 16927.1、《高电压试验技术 第二部分 测量系统》GB/T 16927.2、《现场绝缘试验实施导则》DL/T 474.1~.5-2006 及相关设备标准的规定进行。

4.16 对进口设备的交接试验,应按合同规定的标准执行。但在签订设备合同时应注意,其相同试验项目的试验标准,不得低于本标准的规定。

## 5 电力变压器及电抗器

### 5.1 电力变压器

表 5.1 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	油中溶解气体色谱分析	1600 kVA 以上油浸式	1)35kV 及以上交接时(注油静置后、耐压和局部放电试验 24h 后、冲击合闸及额定电压下运行 24h 后各 1 次) 2)35kV 及以上投运前 3)新装、大修后 220kV 及以上或 120MVA 及以上的变压器在投运后 1 天、4 天、10 天、30 天各 1 次	1)新装变压器的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不宜超过下列数值: 总烃:20; H <sub>2</sub> :10; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :0 2)大修后变压器的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不宜超过下列数值: 总烃:50; H <sub>2</sub> :50; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :0	1)总烃包括 CH <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 和 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 四种气体 2)溶解气体组份含量有增长趋势时,可结合产气速率判断,必要时缩短周期进行跟踪分析 3)总烃含量低的设备不宜采用相对产气速率进行判断

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub>气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
续 2			<p>4)运行中</p> <p>a) 500kV 或 240MVA 及以上和所有发电厂升压变压器: 1个月 1 次</p> <p>b) 220kV 或 120MVA 及以上: 3个月 1 次</p> <p>c) 110kV 或 8MVA 及以上: 6个月 1 次</p> <p>d) 35kV 及以下或 8MVA 以下: 1年 1 次</p> <p>5)出口(或近区)短路后</p> <p>6)必要时</p>	<p>3)运行设备的油中 H<sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)超过下列任何一项值时应引起注意: 总烃: 150; H<sub>2</sub>: 150; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>: 5(220kV 及以下) 1(500kV)</p> <p>4)总烃绝对产气速率大于 6mL/d(开放式)或 12mL/d(密封式),或相对产气速率大于 10%/月,则认为设备有异常</p>	



表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
3	油中含水量 (mg/L)	110kV 及以上 或 8000 kVA 及 以上油 浸式	1)交接时 2)投运前 3)大修后 4)220kV 及以上: 6 个月 1 次; 110kV: 1 年 1 次 5)必要时	投运前 110kV 及以下: ≤20 220kV: ≤15 500kV: ≤10	运行中 110kV 及以下: ≤35 220kV: ≤25 500kV: ≤15	1) 运行中设备, 测量时应注意温 度的影响,尽量 在顶层油温高于 50℃时取样 2)必要时,如: —绕组绝缘电阻 (吸收比、极化指 数)异常时 —严重渗漏油等
4	油中含气 量(体积 分数) (%)	220kV 及以上 油浸式	1)500kV 交接时 2)500kV 大修后 3)500kV: 1 年 1 次 4)220kV 必要时	投运前 ≤1	运行中 ≤3	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	本体绝缘油试验		见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体” 表 12.1 序 1、2、3、4、6、7、8、9、11		不包括油中溶解气体色谱分析、油中含水量和油中含气量
6	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度 (20℃ 的体积分数) (μL/L)		1)交接时 2)1 年 3)大修后 4)必要时	1)交接时和大修后不应大于 250 2)运行中不应大于 500	
7	密封性检查		1)交接时 2)SF <sub>6</sub> : 1 年 3)必要时	1)油浸式变压器外表应无可见油渍现象 2)SF <sub>6</sub> 变压器应无明显泄漏点,年漏气率不超过 0.1%,可按照每个检测点泄漏值不大于 30μL/L 执行	
8	SF <sub>6</sub> 气体成分分析		1)大修后 2)必要时	见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体” 表 12.3 序 2、3、4、5、6、7、8	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
9	切换开关或选择开关油室绝缘油的击穿电压		1)交接时 2)大修时 3)按变压器预试周期或分接变换2000~4000次或按制造厂规定	1)符合制造厂规定 2)交接或大修时标准与变压器本体油相同 3)运行中油的击穿电压不小于 30kV	
10	有载调压切换装置的检查 and 试验		1)交接时 2)按制造厂规定 3)大修后 4)必要时	1)变压器带电前应进行有载调压切换装置切换过程试验,检查切换开关切换触头的全部动作顺序,测量过渡电阻阻值和切换时间。测得的过渡电阻阻值、三相同步偏差、切换时间的数值、正反向切换时间偏差均符合制造厂技术要求。由于变压器结构及接线原因无法测量的,不进行该项试验 2)在变压器无电压下,手动操作不少于 2 个循环、电动操作不少于 5 个循环。其中电动操作时电源电压为额定电压的 85%及以上。操作无卡涩、连动程序,电气和机械限位正常 3)循环操作后进行绕组连同套管在所有分接下直流电阻和电压比测量,试验结果应符合表 5.1 序 11 和序 16 的要求 4)在变压器带电条件下进行有载调压开关电动操作,动作应正常。操作过程中,各侧电压应在系统电压允许范围内	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
11	测量绕组连同套管的直流电阻		1)交接时(所有分接位置) 2)110kV 及以上: 3年; 110kV 以下: 6年 3)大修前、后 4)无载分接开关变换分接位置时 5)有载分接开关检修后(所有分接位置) 6)出口(或近区)短路后 7)必要时	1)1600kVA 以上变压器,各相绕组电阻相互间的差别应小于三相平均值的 2%,无中性点引出的绕组,线间差别应小于三相平均值的 1% 2)1600kVA 及以下变压器,相间差别应小于三相平均值的 4%,线间差别应小于三相平均值的 2% 3)与以前相同部位测得值比较,其变化不应大于 2%	1)如电阻相间差在出厂时超过规定,制造厂已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% 2)预试时带有分接的绕组,宜在所有分接下测量。有载调压变压器如有正、反励磁开关(极性选择器)时,可在一个方向上测量所有分接的电阻,在另一个方向上只测量 1~2 个分接。无载分接开关在运行分接测量 3)不同温度下电阻值按下式换算 $R_2 = R_1 \times \frac{T + T_2}{T + T_1}$ 式中 $T$ 为电阻温度常数,铜导线取 235,铝导线取 225 4)封闭式电缆出线或 GIS 出线的变压器,电缆、GIS 侧绕组可不进行定期试验 5)试验电流不宜超过 20A;测量大容量的五柱变压器低压 D 联结绕组时,宜采用助磁法

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
12	测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数	35kV 及以上且 4MVA 及以上测量吸收比; 220kV 及以上或 120MV A 及以上测量极化指数	1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修前、后 4)投运前 5)必要时	1)绝缘电阻换算至同一温度下,不低于产品出厂试验值或前一次试验值的 70% 2)吸收比在常温下不低于 1.3;当 R <sub>60s</sub> 大于 3000MΩ 时,吸收比可不作考核要求 3)极化指数在常温下不低于 1.5;当 R <sub>60s</sub> 大于 10000MΩ 时,极化指数可不作考核要求 4)预试时可不测量极化指数;吸收比不合格时增加测量极化指数,二者之一满足要求即可	1)使用 2500V 或 5000V 兆欧表 2)测量前被试绕组应充分放电 3)尽量在油温低于 50℃ 时测量,不同温度下的绝缘电阻值按下式换算 $R_2 = R_1 \times 1.5^{(t_1 - t_2)/10}$ 式中 R <sub>1</sub> 、R <sub>2</sub> 分别为温度 t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 时的绝缘电阻值 4)吸收比和极化指数不进行温度换算 5)封闭式电缆出线或 GIS 出线的变压器,电缆、GIS 侧绕组可在中性点测量

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明	
13	测量绕组连同套管的 tanδ	35kV 及以上且 8000 kVA 及以上的 油浸式	1)交接时 2)大修前、后 3)绕组绝缘电阻(吸收比、极化指数)测量异常时 4)必要时	1)20℃时 tanδ(%)不大于下列数值: 500kV: 0.6 110~220kV: 0.8 35kV: 1.5 2)tanδ 值与出厂试验值或历年的数值比较,其变化不应大于 30% 3)试验电压:	1)非被试绕组应接地或屏蔽 2)同一变压器各绕组 tanδ 的要求值相同 3)尽量在油温低于 50℃时测量,不同温度下的 tanδ 值按下式换算: $tg\delta_2 = tg\delta_1 \times 1.3^{(t_2-t_1)/10}$ 式中 tanδ <sub>1</sub> 、tanδ <sub>2</sub> 分别为温度 t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 时的 tanδ 值	
				绕组电压 10kV 及以上		10kV
				绕组电压 10kV 以下		额定电压 Un
14	电容型套管的 tanδ 和电容量		1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下:6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	见第 8 章“套管”表 8 序 4	用正接法测量有末屏引出的套管 tanδ 和电容值;封闭式电缆出线或 GIS 出线的变压器,电缆、GIS 侧套管从中性点加压	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明					
15	测量绕组连同套管的直流泄漏电流	10kV 及以上且 10000 kVA 及以上油浸式	1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 4)大修前、后 5)必要时	1)试验电压一般如下:						读取 1min 时的直流泄漏电流值,泄漏电流不宜超过本标准附录 D 的规定
				绕组额定电压(kV)	3	6~15.75	18~35	110~220	500	
				直流试验电压(kV)	5	10	20	40	60	
				2)与前一次测试结果相比应无明显变化						
16	测量所有分接头的电压比		1)交接时 2)大修后 3)分接开关拆装后 4)更换绕组后 5)必要时	1)各相分接头的电压比与铭牌数据相比应无明显差别,且应符合电压比的规律 2)35kV 以下,电压比小于 3 的变压器电压比允许偏差为±1%;其它所有变压器:额定分接电压比允许偏差为±0.5%,其它分接的电压比应在变压器短路阻抗值(%)的 1/10 以内,但不得超过±1%						

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
17	检查变压器的三相接线组别或单相变压器引出线的极性		1)交接时 2)更换绕组后	必须与设计要求及铭牌上的标记和外壳上的端子标志相一致	
18	绕组连同套管的交流耐压试验		1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	1)绕组额定电压 110kV 以下变压器,应进行线端交流耐压试验,试验电压标准为出厂试验电压值的 80%,或按表 5.1A 2)绕组额定电压为 110kV 及以上的变压器,其中性点应进行交流耐压试验,试验电压标准为出厂试验电压值的 80%,或按表 5.1B	1)交流耐压试验可以采用外施工频电压试验的方法,也可采用倍频感应法 2)试验电压波形尽可能接近正弦,试验电压值为测量电压的峰值除以 $\sqrt{2}$ ,试验时应在高压端监测 3)外施交流电压试验电压的频率应为 45~65Hz,全电压下耐受时间为 60s 4)感应电压试验时,为防止铁芯饱和及励磁电流过大,试验电压的频率应适当大于额定频率。除非另有规定,当试验电压频率等于或小于 2 倍额定频率时,全电压下试验时间为 60s;当试验电压频率大于 2 倍额定频率时,全电压下试验时间为: $120 \times \frac{\text{额定频率}}{\text{试验频率}}$ (s),但不少于 15s



表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
19	测量与铁芯绝缘的各紧固件(连接片可拆开者)及铁芯(有外引接地线的)绝缘电阻		1)交接时(包括注油前) 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修前、后 4)必要时	绝缘电阻与以前测试结果相比无显著差别	1)用 2500V 兆欧表 2)夹件引出接地的可单独对夹件进行测量 3)对变压器上有专用的铁芯接地线引出套管时,应在注油前测量其对外壳的绝缘电阻
20	测量铁芯(有外引出下接地线的)接地电流		1)投运后 2)3 个月 1 次	运行中铁芯接地电流不应大于 0.3A	
21	测量穿芯螺栓、铁轭夹件、绑扎钢带、铁芯、线圈压环及屏蔽等的绝缘电阻		1)器身检查时 2)大修中	220kV 及以上绝缘电阻不应低于 500MΩ,其它与出厂值和以前测试结果相比应无显著差别	1)用 2500V 兆欧表 2)连接片不能拆开者可不进行

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
22	绕组变形试验	1600 kVA 以上油浸式	1)交接时 2)更换绕组后 3)大修后 4)出口(或近区)短路后 5)110kV 及以上变压器和发电厂高厂变: 6 年	1)35kV 及以下变压器,宜采用低电压短路阻抗法 2)110kV 及以上变压器和发电厂高厂变,宜采用频率响应法	频率响应法标准综合《电力变压器绕组变形的频率响应分析法》DL/T 911 以及《山东电力集团公司 变压器绕组变形测试应用导则》集团生工[2002]12 号执行
23	绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电试验	110 kV 及以上油浸式	1)220kV 及以上或 120MVA 及以上交接时 2)220kV 及以上大修更换绝缘部件或部分线圈后 3)110kV 变压器对绝缘有疑问时 4)必要时	1)线端电压为 $1.5U_m/\sqrt{3}$ 时,视在电量不宜大于 500pC;线端电压为 $1.3U_m/\sqrt{3}$ 时,视在电量不宜大于 300pC 2)新安装的变压器交接试验中,要求加于匝间和主绝缘的试验电压为 $1.5U_m/\sqrt{3}$ 3)局部放电试验方法及判断方法参见附录E	必要时,如: —运行中的变压器油色谱异常,怀疑存在放电性故障时,可进行局部放电试验

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
24	测量零序阻抗		继电保护有要求时	按继电保护专业的要求进行	如有制造厂出厂试验值,交接时可以不
25	测量空载电流和空载损耗		1)更换绕组后 2)必要时	与前次试验相比无明显变化	1)试验电源可用三相或单相;试验电压可用额定电压或较低电压(如制造厂提供了较低电压下的测量值,可在相同电压下进行比较) 2)必要时,如: —怀疑磁路有缺陷等
26	测量短路阻抗和负载损耗		1)更换绕组后 2)必要时	与前次试验相比无明显变化	试验电源可用三相或单相;试验电流可用额定值或较低电流(如制造厂提供了较低电流下的测量值,可在相同电流下进行比较)

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
27	测温装置校验		1)交接时 2)3 年 3)大修时 4)必要时	按制造厂的技术要求	
28	气体继电器校验	油浸式	1)交接时 2)3 年 3)大修时 4)必要时	按制造厂的技术要求	
29	压力释放器校验	油浸式	必要时	动作值与铭牌值相差不大于 10%或符合制造厂规定	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
30	检查相位		交接时	必须与电网相位一致	
31	额定电压下的冲击合闸试验		1)交接时 2)更换绕组后	1)新装和全部更换绕组的变压器,在额定电压下对变压器的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象 2)部分更换绕组的变压器,应进行 3 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象	1)在运行分接上进行 2)宜在高压侧进行 3)对中性点接地的电力系统,试验时变压器中性点必须接地 4)发电机变压器组中间连接无操作断开点的变压器,可不进行冲击合闸试验
32	测量噪音	500 kV	1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	应在额定电压及额定频率下测量,噪音值不应大于 80dB(A)	测量方法和要求应按现行国家标准《变压器 第10部分:声级测定》GB/T 1094.10 的规定进行

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
33	油中糠醛含量测量	220kV及以上油浸式	1)需要了解绝缘老化情况时 2)油中气体色谱分析判断有过热故障,需确定是否涉及纸绝缘时 3)取绝缘纸测聚合度前 4)大修前和变压器重新投运1~2月后 5)超过注意值,可在1年内检测1次	符合现行国家标准《油浸式变压器绝缘老化判断导则》DL/T 984 的要求	
34	绝缘纸(板)聚合度测量	220kV及以上油浸式	1)油中糠醛含量超过注意值时 2)负载率较高的变压器运行25年左右	1)当聚合度小于250时,应引起注意 2)聚合度小于150,变压器应退出运行	1)试样可取引线上绝缘纸、垫块、绝缘纸板 2)对运行时间较长的变压器尽量利用吊检的机会取样
35	绝缘纸(板)含水量测量	220kV及以上	必要时	不大于下列值: 500kV: 1% 220kV: 3%	

表 5.1(续) 电力变压器(油浸式、SF<sub>6</sub> 气体绝缘)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
36	测量壳式变压器绝缘油带电度	油浸式	必要时	应小于 500pC/mL/20℃	
37	测量壳式变压器线圈泄漏电流	油浸式	必要时	应小于 $ -3.5 \mu\text{A}$	在变压器停电启动油泵状态下测量
38	套管电流互感器试验		1)交接时 2)大修时	1)测量绝缘电阻 2)检查极性 3)变比检查 4)测量励磁特性曲线	见第 6 章“互感器”表 6.1 序 7、9、13、14

表5.1A 变压器和电抗器交流耐压试验电压标准(kV)

系统标称电压	设备最高电压	交流耐受电压	
		油浸式、SF <sub>6</sub> 变压器和电抗器	干式变压器和电抗器
<1	≤1.1	—	2.5
3	3.6	14	8.5
6	7.2	20	17
10	12	28	24
15	17.5	36	32
20	24	44	43
35	40.5	68	60
66	72.5	112	—
110	126	160	—
220	252	(288)	—
		316	
330	363	(368)	—
		408	
500	550	(504)	—
		544	

注:1 上表中,变压器试验电压是根据现行国家标准《电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB1094.3规定的出厂试验电压乘以0.8制定的。

2 干式电力变压器试验电压是根据现行国家标准《干式电力变压器》GB6450规定的出厂试验电压乘以0.85制定的。



表5.1B 额定电压110kV 及以上的变压器中性点交流耐压试验电压标准(kV)

系统标称电压	设备最高电压	中性点接地方式	出厂交流耐受电压	交接交流耐受电压
110	126	不直接接地	95	76
220	252	直接接地	85	68
		不直接接地	200	160
330	363	直接接地	85	68
		不直接接地	230	184
500	550	直接接地	85	68
		经小阻抗接地	140	112

## 5.2 油浸式电抗器

表 5.2 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	油中溶解气体色谱分析	35kV 及以上且 8000 kvar 及以上	1)交接时(注油静置后、耐压试验 24h 后、冲击合闸及额定电压下运行 24h 后各 1 次) 2)投运前 3)新装、大修后 220kV 及以上的电抗器在投运后 1 天、4 天、10 天、30 天各 1 次	1)新装电抗器的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不宜超过下列数值: 总烃:20; H <sub>2</sub> :10; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :0 2)大修后电抗器的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不宜超过下列数值: 总烃:50; H <sub>2</sub> :50; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :0	1)总烃包括 CH <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 和 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 四种气体 2)溶解气体组份含量有增长趋势时,可结合产气速率判断,必要时缩短周期进行跟踪分析 3)总烃含量低的设备不宜采用相对产气速率进行判断

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
续 2			<p>4)运行中</p> <p>a)500kV: 1 个月 1 次</p> <p>b)220kV: 3 个月 1 次</p> <p>c)110kV: 6 个月 1 次</p> <p>d)35kV: 1 年 1 次</p> <p>5)必要时</p>	<p>3)运行设备的油中 H<sub>2</sub> 与烃类气体含量 (μL/L)超过下列任何一项值时应引起注意: 总烃: 150; H<sub>2</sub>:150; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>: 5(35kV~220kV) 1(500kV)</p> <p>4)总烃绝对产气速率大于 6mL/d(开放式)或 12mL/d(密封式),或相对产气速率大于 10%/月,则认为设备有异常</p> <p>5)500kV 电抗器,当出现痕量(小于 1μL/L)乙炔时,也应引起注意,如分析气体虽已出现异常,但判断不至于危及绕组和铁芯安全时,可跟踪监督运行</p>	<p>4)必要时,如: —在线监测系统告警等</p>

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
3	油中含水量 (mg/L)	110kV 及以上	1)交接时 2)投运前 3)220kV 及以上: 6 个月 1 次; 110kV: 1 年 1 次 4)必要时	投运前 110kV: ≤20 220kV: ≤15 500kV: ≤10	运行中 110kV: ≤35 220kV: ≤25 500kV: ≤15	1)运行中设备,测量 时应注意温度的影响, 尽量在顶层油温高于 50℃时取样 2)必要时,如: —绕组绝缘电阻(吸 收比、极化指数)异常 时 —严重渗漏油等
4	油中含气量 (体积分数) (%)	220kV 及以上	1)500kV 交接时 2)500kV: 1 年 1 次 3)220kV 必要时	投运前 ≤1	运行中 ≤3	
5	本体绝缘油 试验		见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体” 表 12.1 序 1、2、3、4、6、7、8、9、11			不包括油中溶解气体 色谱分析、油中含水量 和油中含气量

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	切换开关或选择开关油室绝缘油的击穿电压		1)交接时 2)大修时 3)按电抗器预试周期或分接变换2000~4000次或按制造厂规定	1)符合制造厂规定 2)交接或大修时标准与电抗器本体油相同 3)运行中油的击穿电压不小于 30kV	
7	有载调压切换装置的检查 and 试验		1)交接时 2)按制造厂规定 3)大修后 4)必要时	1)电抗器带电前应进行有载调压切换装置切换过程试验,检查切换开关切换触头的全部动作顺序,测量过渡电阻阻值和切换时间。测得的过渡电阻阻值、三相同步偏差、切换时间的数值、正反向切换时间偏差均符合制造厂技术要求。由于电抗器结构及接线原因无法测量的,不进行该项试验 2)在电抗器无电压下,手动操作不少于 2 个循环、电动操作不少于 5 个循环。其中电动操作时电源电压为额定电压的 85%及以上。操作无卡涩、连动程序,电气和机械限位正常 3)循环操作后进行绕组连同套管在所有分接下直流电阻测量,试验结果应符合表 5.2 序 8 的要求 4)在电抗器带电条件下进行有载调压开关电动操作,动作应正常。操作过程中,各侧电压应在系统电压允许范围内	

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
8	测量绕组连同套管的直流电阻		1)交接时(所有分接位置) 2)110kV 及以上:3年; 110kV 以下:6年 3)大修前、后 4)无载分接开关变换分接位置后 5)有载分接开关检修后(所有分接位置) 6)必要时	1)1600kvar 以上电抗器,各相绕组电阻相互间的差别应小于三相平均值的 2%,无中性点引出的绕组,线间差别应小于三相平均值的 1% 2)1600kvar 及以下的电抗器,相间差别应小于三相平均值的 4%,线间差别应小于三相平均值的 2% 3)与以前相同部位测得值比较,其变化不应大于 2%	1)如电阻相间差在出厂时超过规定,制造厂已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% 2)预试时带有分接的绕组,宜在所有分接下测量。有载调压电抗器如有正、反励磁开关(极性选择器)时,可在一个方向上测量所有分接的电阻,在另一个方向上只测量 1~2 个分接。无载分接开关在运行分接测量 3)不同温度下电阻值按下式换算 $R_2 = R_1 \times \frac{T + T_2}{T + T_1}$ 式中 $T$ 为电阻温度常数,铜导线取 235,铝导线取 225

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
9	测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数	35kV 及以上测量吸收比; 220kV 及以上测量极化指数	1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修前、后 4)投运前 5)必要时	1)绝缘电阻换算至同一温度下,不低于产品出厂试验值或前一次试验值的 70% 2)吸收比在常温下不低于 1.3;当 $R_{60s}$ 大于 3000M $\Omega$ 时,吸收比可不作考核要求 3)极化指数在常温下不低于 1.5;当 $R_{60s}$ 大于 10000M $\Omega$ 时,极化指数可不作要求 4)预试时可不测量极化指数;吸收比不合格时增加测量极化指数,二者之一满足要求即可	1)使用 2500V 或 5000V 兆欧表 2)测量前被试绕组应充分放电 3)尽量在油温低于 50℃时测量,不同温度下的绝缘电阻值按下式换算 $R_2 = R_1 \times 1.5^{(t_1-t_2)/10}$ 式中 $R_1$ 、 $R_2$ 分别为温度 $t_1$ 、 $t_2$ 时的绝缘电阻值) 4)吸收比和极化指数不进行温度换算

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明	
10	测量绕组连同套管的 $\tan\delta$	35kV 及以上且 8000 kvar 以上油浸式	1)交接时 2)大修前、后 3)绕组绝缘电阻(吸收比、极化指数)测量异常时 4)必要时	1)20℃时 $\tan\delta(\%)$ 不大于下列数值: 500kV: 0.6 110~220kV: 0.8 35kV: 3.5 2) $\tan\delta$ 值与出厂试验值或历年的数值比较不应大于 30% 3)试验电压:	1)测量温度以顶层油温为准,各次测量时的温度尽量相近 2)尽量在油温低于 50℃时测量,不同温度下的 $\tan\delta$ 值按下式换算: $tg\delta_2 = tg\delta_1 \times 1.3^{(t_2-t_1)/10}$ 式中 $\tan\delta_1$ 、 $\tan\delta_2$ 分别为温度 $t_1$ 、 $t_2$ 时的 $\tan\delta$ 值	
				绕组电压 10kV 及以上		10kV
				绕组电压 10kV 以下		额定电压 $U_n$
11	电容型套管的 $\tan\delta$ 和电容 量		1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	见第 8 章“套管”表 8 序 4	用正接法测量有末屏引出 的套管 $\tan\delta$ 和电容值	



表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求					说明	
12	测量绕组连同套管的直流泄漏电流	35kV及以上且8000kvar及以上	1)交接时 2)投运前 3)110kV及以上: 3年; 110kV以下: 6年 4)大修前、后 5)必要时	1)试验电压一般如下:					读取 1min 时的直流泄漏电流值,泄漏电流不宜超过本标准附录 D 的规定	
				绕组额定电压(kV)	3	6~15.75	18~35	110~220		500
				直流试验电压(kV)	5	10	20	40		60
				2)与前一次测试结果相比应无明显变化						

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
13	绕组连同套管的交流耐压试验		1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	1)绕组额定电压 110kV 以下电抗器,应进行线端交流耐压试验 2)绕组额定电压为 110kV 及以上的电抗器,其中性点应进行交流耐压试验 3)油浸式电抗器交流耐压试验电压标准为出厂试验电压值的 80%,或按表 5.1A 和表 5.1B	1)试验电压波形尽可能接近正弦,试验电压值为测量电压的峰值除以 $\sqrt{2}$ ,试验时应在高压端监测 2)外施交流电压试验电压的频率应为 45~65Hz,全电压下耐受时间为 60s 3)对分级绝缘的耐压试验标准,应按接地端或其末端绝缘的电压等级进行,试验电压标准为出厂试验电压值的 80%
14	套管电流互感器试验		1)交接时 2)大修时	1)测量绝缘电阻 2)检查极性 3)变比检查 4)测量励磁特性曲线	见第 6 章“互感器” 表 6.1 序 7、9、13、14

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
15	测量与铁芯绝缘的各紧固件(连接片可拆开者)及铁芯(有外引接地线的)绝缘电阻		1)交接时(包括注油前) 2)110kV 及以上:3 年; 110kV 以下:6 年 3)大修前、后 4)必要时	绝缘电阻与以前测试结果相比无显著差别	1)用 2500V 兆欧表 2)夹件引出接地的可单独对夹件进行测量 3)对电抗器上有专用的铁芯接地线引出套管时,应在注油前测量其对外壳的绝缘电阻
16	测量铁芯(有外接引下接地线的)接地电流		1)投运后 2)3 个月 1 次	运行中铁芯接地电流不应大于 0.3A	
17	测量穿芯螺栓、铁轭夹件、绑扎钢带、铁芯、线圈压环及屏蔽等的绝缘电阻		1)器身检查时 2)大修中	220kV 及以上绝缘电阻不应低于 500MΩ,其它与出厂值和以前测试结果相比应无显著差别	1)用 2500V 兆欧表 2)连接片不能拆开者可不进行

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
18	测温装置 校验		1)交接时 2)3年 3)大修时 4)必要时	按制造厂的技术要求	
19	气体继电器 校验	油浸式	1)交接时 2)3年 3)大修时 4)必要时	按制造厂的技术要求	
20	压力释放 器校验	油浸式	必要时	动作值与铭牌值相差不大于10%或符合制造厂规定	
21	测量阻抗		必要时	与出厂值相差不大于±5%,与三相或三相组平均值相差不大于±2%	如受试验条件限制可在运行电压下测量

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
22	额定电压下的冲击合闸试验		1)交接时 2)更换绕组后	1)新装和全部更换绕组的电抗器,在额定电压下对电抗器的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象 2)部分更换绕组的电抗器,应进行 3 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象	1)在运行分接上进行 2)对中性点接地的电力系统,试验时电抗器中性点必须接地
23	测量箱壳的振动	500kV	1)交接时 2)必要时	在额定工况下测得的箱壳振动振幅双峰值不应大于 100 $\mu$ m	
24	测量噪音	500kV	1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	应在额定电压及额定频率下测量,噪音值不应大于 80dB(A)	测量方法和要求应按现行国家标准《变压器 第10部分:声级测定》GB/T 1094.10的规定进行
25	测量箱壳表面的温度	500kV	1)交接时 2)必要时	1)500kV 电抗器温升不应大于 65K 2)局部过热点温升不超过 80K	

表 5.2(续) 油浸式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
26	油中糠醛含量测量	220kV及以上	1)需要了解绝缘老化情况时 2)油中气体色谱分析判断有过热故障,需确定是否涉及纸绝缘时 3)取绝缘纸测聚合度前 4)大修前和电抗器重新投运1~2月后 5)超过注意值,可在1年内检测1次	符合现行国家标准《油浸式变压器绝缘老化判断导则》DL/T 984 的要求	
27	绝缘纸(板)聚合度测量	220kV及以上	1)油中糠醛含量超过注意值时 2)运行25年左右	1)当聚合度小于250时,应引起注意 2)聚合度小于150,电抗器应退出运行	1)试样可取引线上绝缘纸、垫块、绝缘纸板等 2)对运行时间较长的电抗器尽量利用吊检的机会取样
28	绝缘纸(板)含水量测量	220kV及以上	必要时	不应大于下列值: 500kV: 1% 220kV: 3%	

## 5.3 消弧线圈

表 5.3 消弧线圈的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	油中溶解气体色谱分析	35kV 油浸式	1)交接时(耐压试验后) 2)3~6 年 3)投运前 4)必要时	1)新装消弧线圈的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不得超过下列数值: 总烃: 20; H <sub>2</sub> : 10; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 0 2)大修后消弧线圈的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)不得超过下列数值: 总烃: 50; H <sub>2</sub> : 50; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 0 3)运行设备的油中 H <sub>2</sub> 与烃类气体含量(μL/L)超过下列任何一项值时应引起注意: 总烃: 150; H <sub>2</sub> : 150; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 5 4)总烃绝对产气速率超过 12mL/d 或相对产气速率大于 10%/月,则认为设备有异常	1)总烃包括 CH <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 和 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 四种气体 2)溶解气体组份含量有增长趋势时,可结合产气速率判断,必要时缩短周期进行跟踪分析 3)总烃含量低的设备不宜采用相对产气速率进行判断

表 5.3(续) 消弧线圈的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
3	绝缘油试验	35kV 油浸式	见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体” 表 12.1 序 1、5(只对交接时作要求)、6、8、9		
4	测量绕组连同套管的直流电阻		1)交接时(所有分接位置) 2)6 年 3)大修后 4)必要时	与以前相同部位测得值比较,其变化不应大于 2%	
5	测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比		1)交接时 2)6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	1)绝缘电阻换算至同一温度下,不低于产品出厂试验值或前一次试验值的 70% 2)35kV 应测量吸收比,吸收比在常温下不低于 1.3;当 R <sub>60s</sub> 大于 3000MΩ 时,吸收比可以不作考核要求	



表 5.3(续) 消弧线圈的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	绕组连同套管的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)油浸式消弧线圈交流耐压试验电压标准为出厂试验电压值的80%,或按表 5.1A 2)干式消弧线圈交流耐压试验电压标准为出厂试验电压值的85%,或按表 5.1A	对分级绝缘的耐压试验标准,应按接地端或其末端绝缘的电压等级进行,试验电压标准为出厂试验电压值的80%
7	测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯的绝缘电阻		1)交接时 2)6年 3)必要时	绝缘电阻与以前测试结果相比无显著差别	用 2500V 兆欧表

## 5.4 干式变压器

表 5.4 干式变压器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1年至少1次		
2	测量绕组连同套管的直流电阻		1)交接时(所有分接位置) 2)6年 3)大修后 4)变换分接位置后 5)必要时	1)1600kVA 以上变压器,各相绕组电阻相互间的差别应小于三相平均值的 2%,无中性点引出的绕组,线间差别应小于三相平均值的 1% 2)1600kVA 及以下变压器,相间差别应小于三相平均值的 4%,线间差别应小于三相平均值的 2% 3)与以前相同部位测得值比较,其变化不应大于 2%	
3	测量绕组连同套管的绝缘电阻		1)交接时 2)6年 3)大修后 4)必要时	绝缘电阻换算至同一温度下,不低于产品出厂试验值或前一次试验值的 70%	
4	测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯绝缘电阻		1)交接时 2)6年 3)大修后	绝缘电阻与以前测试结果相比无显著差别	

表 5.4(续) 干式变压器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	测量绕组所有分接头的电压比		1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	1)各相分接头的电压比与铭牌数据相比应无明显差别,且应符合电压比的规律 2)35kV 以下,电压比小于 3 的变压器电压比允许偏差为 $\pm 1\%$ ;其它所有变压器:额定分接电压比允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ,其它分接的电压比应在变压器短路阻抗(%)的 1/10 以内,但不得超过 $\pm 1\%$	
6	检查变压器的三相接线组别或单相变压器引出线的极性		1)交接时 2)更换绕组后	必须与设计要求及铭牌上的标记和外壳上的端子标志相一致	
7	绕组连同套管的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)应进行线端交流耐压试验,试验电压标准为出厂试验电压值的 85%,或按表 5.1A 2)绕组额定电压 110kV 及以上的变压器,其中性点应进行交流耐压试验,试验电压标准为出厂试验电压值的 80%,或按表 5.1B	

表 5.4(续) 干式变压器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
8	测量空载电流和空载损耗		1)更换绕组后 2)必要时	与前次试验相比无明显变化	
9	测量短路阻抗和负载损耗		1)更换绕组后 2)必要时	与前次试验相比无明显变化	
10	环氧浇注型的局部放电试验		1)更换绕组后 2)必要时		
11	检查相位		交接时	必须与电网相位一致	
12	额定电压下的冲击合闸试验		1)交接时 2)更换绕组后	1)新装和全部更换绕组的变压器,在额定电压下对变压器的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象。无电流差动保护的干式变可冲击 3 次 2)部分更换绕组的变压器,应进行 3 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象	1)在运行分接上进行 2)宜在高压侧进行 3)对中性点接地的电力系统,试验时变压器中性点必须接地

## 5.5 干式电抗器

表 5.5 干式电抗器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绕组连同套管的直流电阻		1)交接时 2)必要时	1)各相绕组电阻相互间的差别应小于三相平均值的 4% 2)与上次测量值相差不大于 2%	
3	测量绕组连同套管的绝缘电阻		1)交接时 2)必要时	不应低于 1000MΩ	用 2500V 兆欧表
4	绕组连同套管的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后	空心电抗器只需对绝缘支架进行试验,试验电压标准同支柱绝缘子耐压标准	
5	额定电压下的冲击合闸试验		交接时	在额定电压下对电抗器的冲击合闸试验,应进行 5 次,每次间隔时间宜为 5min,应无异常现象	

## 5.6 接地变压器和变压器中性点高阻装置

表 5.6 接地变压器和变压器中性点高阻装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	绝缘油试验		1)交接时 2)投运前 3)35kV: 6 年 4)大修后 5)必要时	参考油浸式变压器的绝缘油试验标准进行	
3	测量绕组的直流电阻		1)交接时 2)3~6 年 3)大修后 4)变换分接位置后 5)必要时	1)1600kVA 以上,各相绕组电阻相互间的差别应小于三相平均值的 2%,无中性点引出的绕组,线间差别应小于三相平均值的 1% 2)1600kVA 及以下,相间差别应小于三相平均值的 4%,无中性点引出的绕组,线间差别应小于三相平均值的 2% 3)与以前相同部位测得值比较,其变化不应大于 2%	
4	测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比		1)交接时 2)3~6 年 3)大修后 4)必要时	1)绝缘电阻换算至同一温度下,不低于产品出厂试验值或前一次试验值的 70% 2)35kV 及以上应测量吸收比,吸收比在常温下不低于 1.3;当 $R_{60s}$ 大于 3000M $\Omega$ 时,吸收比可不作考核要求	

表 5.6(续) 接地变压器和变压器中性点高阻装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	测量穿心螺栓、铁轭夹件、绑扎钢带、铁芯、线圈压环及屏蔽等的绝缘电阻		1)交接时 2)3~6年 3)大修后	绝缘电阻与以前测试结果相比无显著差别	
6	测量绕组所有分接头的电压比	兼作站用变的接地变压器	1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	1)各相分接头的电压比与铭牌数据相比应无明显差别,且应符合电压比的规律 2)35kV以下,电压比小于3的变压器电压比允许偏差为 $\pm 1\%$ ;其它所有变压器:额定分接电压比允许偏差为 $\pm 0.5\%$ ,其它分接的电压比应在变压器短路阻抗(%)的1/10以内,但不得超过 $\pm 1\%$	
7	检查变压器的三相接线组别或单相变压器引出线的极性	兼作站用变的接地变压器	1)交接时 2)更换绕组后	必须与设计要求及铭牌上的标记和外壳上的端子标志相一致	
8	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)均应进行交流耐压试验,油浸式试验电压标准为出厂试验电压值的80%,干式试验电压标准为出厂试验电压值的85% 2)对分级绝缘的耐压试验电压标准,应按接地端或末端绝缘的电压等级来进行	

## 5.7 特殊连接结构变压器

### 5.7.1 高压套管通过 SF<sub>6</sub> 高压引线装置与 GIS 连接的变压器

#### a) 交接和大修后试验

按本标准规定的项目和要求进行。

#### b) 预防性试验

试验项目按以下内容进行,各项目的周期和要求按表 5.1 执行。

试验项目:

- 1) SF<sub>6</sub> 高压引线装置中 SF<sub>6</sub> 气体湿度检测和密封性试验分别按表 7.3 序 1 和序 2 进行;
- 2) 变压器低压绕组进行直流电阻、直流泄漏、tan $\delta$  和绝缘电阻试验;
- 3) 变压器铁芯试验;
- 4) 变压器高压绕组和 GIS 一起进行绝缘电阻试验,采用 5000V 兆欧表测量吸收比和极化指数;
- 5) 变压器其它项目和 GIS 试验分别按表 5.1 和表 7.3 进行。



## 5.7.2 高压套管通过充油全密封高压引线装置与高压充油电缆连接的变压器

### a) 交接和大修后试验

按本标准规定的项目和要求进行。

### b) 预防性试验

试验项目按以下内容进行,各项目的周期和要求按表 5.1 执行。

试验项目:

1) 变压器和充油全密封高压引线装置 1 个月 1 次绝缘油色谱分析,6 个月 1 次绝缘油中含水量分析;高压充油电缆的绝缘油试验周期和项目按表 10.4 进行;

2) 变压器低压绕组进行直流电阻、直流泄漏、 $\tan\delta$  和绝缘电阻试验;

3) 变压器铁芯试验;

4) 变压器高压绕组及其连带的高压引线装置和高压充油电缆一起进行绝缘电阻试验,采用 5000V 兆欧表测量吸收比和极化指数;

5) 电力电缆外护套和外护套避雷器试验;

6) 其它项目参照表 5.1。

## 5.8 判断故障时可供选用的试验项目

主要针对 1600kVA 以上变压器和 500kV 电抗器,其它设备可作参考。

a) 当油中溶解色谱气体分析判断有异常时可选择下列试验项目:

- 绕组直流电阻
- 铁芯绝缘电阻和接地电流
- 空载损耗和空载电流测量或长时间空载(或轻负载下)运行,用油中气体色谱分析及局部放电监测仪监视
- 长时间负载(或用短路法)试验,用油中气体色谱分析监视
- 油泵检查试验
- 有载调压开关油箱渗漏检查试验
- 绝缘特性(绝缘电阻、吸收比、极化指数、 $\tan\delta$ 、泄漏电流)
- 绝缘油的介电强度、 $\tan\delta$
- 绝缘油含水量
- 绝缘油含气量(500kV)

- 局部放电(可在变压器停运或运行中测量)
  - 绝缘油中糠醛含量
  - 耐压试验
  - 油箱表面温度分布和套管端部接头温度
- b) 气体继电器报警后,进行变压器油中溶解气体和继电器中的气体色谱分析。
- c) 变压器出口短路后可进行下列试验:
- 绝缘电阻试验
  - 油中溶解气体色谱分析
  - 绕组直流电阻
  - 绕组变形测量或短路阻抗
- d) 判断绝缘受潮可进行下列试验:
- 绝缘特性(绝缘电阻、吸收比、极化指数、 $\tan\delta$ 、泄漏电流)
  - 绝缘油的介电强度、 $\tan\delta$ 、含水量、含气量(500kV)
  - 绝缘纸的含水量

e) 判断绝缘老化可进行下列试验：

- 油中溶解气体分析(特别是 CO、CO<sub>2</sub> 含量及变化)
- 绝缘油酸值
- 油中糠醛含量
- 油中含水量
- 绝缘纸或纸板的聚合度

f) 振动、噪音异常时可进行下列试验：

- 振动测量
- 噪音测量
- 油中溶解气体分析
- 阻抗测量

## 6 互感器

### 6.1 电流互感器

表 6.1 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度(20℃ 的体积分数)( $\mu\text{L/L}$ )	110kV 及以上	1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	1)交接时和大修后不大于 250 2)运行中不大于 500	充入设备 24h 后测量
3	SF <sub>6</sub> 气体密度继电器和压力表检查		1)交接时 2)3 年 3)必要时	按制造厂的要求进行	

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	密封性能检查		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)油浸式互感器外表应无可见油渍现象 2)SF <sub>6</sub> 气体绝缘互感器定性检漏无泄漏点,有怀疑时进行定量检漏,年漏气率应小于 0.1%	
5	绝缘油试验	110kV 及以上油浸式	1)对绝缘性能有怀疑时 2)必要时	1)试验项目主要包括含水量、击穿电压和 tanδ(90℃)等,具体要求见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体”表 12.1 序 5、6、8 2)绝缘油结果异常,可增加 (0.5 ~ 1)Um/√3 下的高电压 tanδ 测量	对绝缘性能有怀疑时,可考虑包括以下几个方面不满足要求时: 主绝缘的绝缘电阻及 tanδ、末屏绝缘电阻及 tanδ 和本体红外测温异常

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	油中溶解气体色谱分析	110kV及以上油浸式	<p>1、非全密封结构</p> <p>1)交接时(耐压试验后)</p> <p>2)投运后第1年取1次,以后3年1次</p> <p>3)大修后</p> <p>4)对绝缘性能有怀疑时</p> <p>5)必要时</p> <p>2、全密封结构</p> <p>1)对绝缘性能有怀疑时</p> <p>2)必要时</p>	<p>1)新投运的互感器油中溶解气体组分含量(<math>\mu\text{L/L}</math>)不宜超过下列任一值: 总烃:10; <math>\text{H}_2</math>:50; <math>\text{C}_2\text{H}_2</math>:0</p> <p>2)运行中油中溶解气体组分含量(<math>\mu\text{L/L}</math>)超过下列任一值时应引起注意: 总烃: 100; <math>\text{H}_2</math>:150</p> <p>3)当 <math>\text{C}_2\text{H}_2</math> 含量超过 1 时,应立即停止运行,进行检查</p> <p>4)色谱分析异常,可增加(0.5 ~</p> <p>1)<math>U_m/\sqrt{3}</math>下的高电压 <math>\tan\delta</math> 测量</p>	<p>1)对于 <math>\text{H}_2</math> 单值升高的,可以考虑缩短周期</p> <p>2)对绝缘性能有怀疑时,可考虑包括以下几个方面不满足要求时:主绝缘的绝缘电阻及 <math>\tan\delta</math>、末屏绝缘电阻及 <math>\tan\delta</math></p>

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	测量绕组及未屏的绝缘电阻		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 4)大修后 5)必要时	1)测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻,不宜低于 1000MΩ 2)测量一次绕组段间的绝缘电阻,不宜低于 1000MΩ,但由于结构原因而无法测量时可不进行 3)测量电容型电流互感器末屏绝缘电阻,不宜小于 1000MΩ。若末屏对地绝缘电阻小于 1000MΩ 时,应测量末屏 $\tan\delta$	用 2500V 兆欧表
8	测量绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	同型号、同规格、同批次互感器一、二次绕组的直流电阻和平均值的差异不宜大于 10%	当有怀疑,应提高施加的测量电流,测量电流(直流值)一般不宜超过额定电流(方均根值)的 50%
9	检查极性		1)交接时 2)大修后 3)必要时	必须符合设计要求,并应与铭牌和标志相符	



表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明					
10	测量 $\tan\delta$ 及电容量	1)20kV 及以上 2) 不包括 SF <sub>6</sub> 气体绝缘、环氧树脂绝缘式和穿芯式	1)交接时	1)主绝缘 $\tan\delta$ 应在 10kV 下测量, $\tan\delta$ 与历次数据比较应无明显变化,且 20℃时 $\tan\delta(\%)$ 不应大于下表中的数据						当对绝缘性能有怀疑时,可采用高压法进行试验,在 (0.5 ~ 1)Um/√3 范围内进行, $\tan\delta(\%)$ 变化量不应大于 0.2,电容变化量不应大于 0.5%
			2)投运前							
			3)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年	电压等级 kV		20~35	110	220	500	
			4)大修后	交接大修	油纸电容型 充油型	1.0 2.5	0.8 0.8	0.6 —	0.5 —	
			5)必要时	运行中	油纸电容型 充油型	1.5 3.5	1.0 2.5	0.8 —	0.7 —	
				注:复合绝缘型应符合制造厂技术条件的要求,无制造厂技术条件时,主绝缘 $\tan\delta(\%)$ 不超过 0.5 2)电容型互感器主绝缘电容量与初始值或出厂值差别超过 ±5%时应查明原因 3)电容型互感器末屏绝缘电阻小于 1000MΩ或主绝缘 $\tan\delta$ 超标时,应测量末屏对地 $\tan\delta$ 及电容量,测量电压为 2kV, $\tan\delta(\%)$ 不应大于 2						

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求			说明
11	局部放电试验	35kV及以上	1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)35~110kV 互感器的局部放电测量可按10%进行抽测,若局部放电量达不到规定要求应增大抽测比例			局部放电测量宜与交流耐压试验同时进行
				2)220kV 及以上互感器在绝缘性能有怀疑时宜进行局部放电测量			
				3)局部放电测量时,应在高压侧监测电压			
				4)局部放电测量的测量电压及允许的视在放电量应满足下表中的规定			
						视在放电量水平(pC)	
测量电压(kV)		环氧树脂及其它干式	油浸式和气体式				
1.2Um/√3		50	20				
1.2Um(必要时)		100	50				

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
12	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)一次绕组应按出厂试验电压的 80%进行 2)二次绕组之间及对外壳的工频耐压试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替 3)全部更换绕组绝缘后,应按出厂值进行 4)110kV 及以上的末屏对地的工频耐压试验电压标准应为 3kV 5)SF <sub>6</sub> 互感器应在安装完毕的情况下进行交流老练和耐压试验: ①老练试验:预加 1.1 倍设备额定相对地电压 10min,然后降至 0;施加 1.0 倍设备额定相对地电压 5min,接着升至设备额定电压 3min,然后降至 0 ②老练试验后进行交流耐压试验 6)SF <sub>6</sub> 互感器补气较多时(压力小于 0.2MPa),应进行工频耐压试验	出厂试验电压以铭牌为准,可参考附录 F

表 6.1(续) 电流互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
13	误差测量及变比检查		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)用于关口计量的互感器必须进行误差测量,且进行误差检测的机构(实验室)必须是国家授权的法定计量检定机构 2)用于非关口计量,35kV及以上的互感器,宜进行误差测量 3)用于非关口计量,35kV以下的互感器,检查互感器变比,应与制造厂铭牌值相符,对多抽头的互感器,可只检查使用分接头的变比 4)非计量用绕组应进行变比检查	更换绕组后应进行误差测量
14	测量励磁特性曲线	继电保护有要求时	1)交接时 2)必要时	1)当互感器为多抽头时,可在抽头或最大抽头测量 2)测量后核对是否符合产品要求,与同类互感器特性曲线或制造厂提供的特性曲线相比较,应无明显差别 $\tan\delta$	核对方法见附录 G

注:GIS 中的电流互感器试验,应按第 7、8、9、13、14 款的规定进行。

## 6.2 电磁式电压互感器

表 6.2 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度 (20℃ 的体积分数) (μL/L)		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	1)交接时和大修后不大于 250 2)运行中不大于 500	充入设备 24h 后测量
3	SF <sub>6</sub> 气体密度继电器和压力表检查		1)交接时 2)3 年 3)必要时	按制造厂的要求进行	
4	密封性能检查		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)油浸式互感器外表应无可见油渍现象 2)SF <sub>6</sub> 气体绝缘互感器定性检漏无泄漏点,有怀疑时进行定量检漏,年漏气率应小于 0.1%	

表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	绝缘油试验	110 kV 及以上	1)对绝缘性能有怀疑时 2)必要时	试验项目主要包括含水量、击穿电压和 $\tan\delta(90^\circ\text{C})$ 等,具体要求见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体”表 12.1 序 5、6、8	对绝缘性能有怀疑时,可考虑包括以下几个方面不满足要求时: 主绝缘的绝缘电阻及 $\tan\delta$ 和本体红外测温异常
6	油中溶解气体的色谱分析	110 kV 及以上	1、非全密封结构 1)交接时(耐压试验后) 2)投运后第 1 年取 1 次,以后 3 年 1 次 3)大修后 4)对绝缘性能有怀疑时 5)必要时 2、全密封结构 1)对绝缘性能有怀疑时 2)必要时	1)新投运的互感器油中溶解气体组分含量( $\mu\text{L/L}$ )不宜超过下列任一值 总烃:10; H <sub>2</sub> :50; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :0 2)运行中油中溶解气体组分含量( $\mu\text{L/L}$ )超过下列任一值时应引起注意: 总烃:100; H <sub>2</sub> :150; C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 2	对绝缘性能有怀疑时,可考虑包括以下几个方面不满足要求时: 主绝缘的绝缘电阻及 $\tan\delta$

表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	测量绕组的绝缘电阻		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上:3 年; 110kV 以下:6 年 4)大修后 5)必要时	1)测量一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻;不宜低于 $1000M\Omega$ 2)测量接地端(N)对外壳(地)的绝缘电阻,不宜小于 $1000M\Omega$	用 2500V 兆欧表
8	绕组直流电阻测量		1)交接时 2)大修后 3)必要时	一次绕组直流电阻测量值,与换算到同一温度下的出厂值比较,相差不宜大于 10%。二次绕组直流电阻测量值,与换算到同一温度下的出厂值比较,相差不宜大于 15%	
9	检查接线组别和极性		1)交接时 2)更换绕组后 3)接线变动后	必须符合设计要求,并与铭牌和标志相符	

表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求					说明		
10	测量 $\tan\delta$	1)20kV 及以上 2) 不包括 SF <sub>6</sub> 气体绝缘和环氧树脂绝缘式	1)绕组 $\tan\delta$ a)交接时 b)投运前 c)110kV 及以上:3年;110kV 以下:6年 d)大修后 e)必要时 2)110~220kV 串级式支架 $\tan\delta$ a)交接时 b)必要时	1)绕组绝缘 $\tan\delta$ (%)不应大于下表中数值:							
				温度(°C)		5	10	20		30	40
				35 kV 及 以下	交接时	1.5	2.5	3.0		5.0	7.0
					大修后	2.0	2.5	3.5		5.5	8.0
				35 kV 以上	交接时	1.0	1.5	2.0		3.5	5.0
					大修后	1.5	2.0	2.5		4.0	5.5
				2)支架绝缘 $\tan\delta$ (%)不应大于 6							



表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明				
11	局部放电试验	35kV及以上	1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)35~110kV 互感器的局部放电测量可按 10%进行抽测,若局部放电量达不到规定要求应增大抽测比例					
				2)220kV 及以上互感器在绝缘性能有怀疑时,宜进行局部放电测量					
				3)局部放电测量时,应在高压侧(包括感应电压)监测施加的一次电压					
				4)局部放电测量的测量电压及允许视在放电量应满足下表中的规定					
						允许的视在放电量水平(pC)			
				种类		测量电压(kV)	环氧树脂及其它干式	油浸式和气体式	
							110kV 及以上	1.2Um/√3	50
						1.2Um(必要时)	100	50	
				35kV		全绝缘结构	1.2Um	100	50
							1.2Um/√3	50	20
半绝缘结构	1.2Um/√3	50	20						
	1.2Um(必要时)	100	50						

表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
12	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)一次绕组应按出厂试验电压的 <b>80%</b> 进行 2)二次绕组之间及对外壳的工频耐压试验电压为 <b>2000V</b> ,可用 <b>2500V</b> 兆欧表测量绝缘电阻代替 3)全部更换绕组绝缘后,应按出厂值进行 4) <b>110kV</b> 及以上接地端(N)对地的工频耐压试验电压标准应为 <b>3kV</b> 5)电压互感器(包括CVT的电磁单元)在遇到铁芯磁密较高的情况下,宜按下列规定进行感应耐压试验: ①感应耐压试验电压应为出厂试验电压的 <b>80%</b> ; ②试验电源频率和试验电压时间参照本标准表5.1序18的说明执行; ③感应耐压试验前后,应各进行一次额定电压时的空载电流测量,两次测得值相比不应有明显差别; ④ <b>110kV</b> 及以下的油浸式互感器,感应耐压试验前后,应各进行一次绝缘油的色谱分析,两次测得值相比不应有明显差别; ⑤感应耐压试验时,应在高压端测量电压值; ⑥对电容式电压互感器的中间电压变压器进行感应耐压试验时,应将分压电容拆开。由于产品结构原因现场无条件拆开时,可不进行感应耐压试验	1)串级式或分级绝缘式的互感器用倍频感应耐压试验时,如果无法在高压端测量电压值,应考虑互感器的容升电压( <b>110kV 5%</b> , <b>220kV 8%</b> ) 2)耐压试验前后,应检查绝缘情况 3)出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考附录 F

表 6.2(续) 电磁式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
13	误差测量及变比检查		1)交接时 2)更换绕组后 3)接线变动后	1)用于关口计量的互感器必须进行误差测量,且进行误差检测的机构(实验室)必须是国家授权的法定计量检定机构 2)用于非关口计量,35kV及以上的互感器,宜进行误差测量 3)用于非关口计量,35kV以下的互感器,检查互感器变比,应与制造厂铭牌值相符,对多抽头的互感器,可只检查使用分接头的变比 4)非计量用绕组应进行变比检查	
14	测量励磁特性曲线		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)一般情况下,励磁特性曲线测量点为 $U_n/\sqrt{3}$ 的 20%、50%、80%、100%和 120%。对于中性点直接接地的电压互感器(N端接地),35kV 及以下的电压互感器最高测量点为 $U_n/\sqrt{3}$ 的 190%;110kV 及以上的电压互感器最高测量点为 $U_n/\sqrt{3}$ 的 150%;在最高测量电压下,空载电流的增量不应大于出厂试验值的 10% 2)对于额定电压测量点( $U_n/\sqrt{3}$ ),励磁电流不宜大于其出厂试验报告和型式试验报告的测量值的 30%,同批次、同型号、同规格电压互感器此点的励磁电流不宜相差 30%	

注: GIS 中的电压互感器试验,应按第 7、8、9、13、14 款的规定进行。

## 6.3 电容式电压互感器(CVT)

表 6.3 电容式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至至少 1 次		
2	测量绝缘电阻	35kV 及以上	1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上: 3 年; 35kV: 6 年 4)大修后 5)必要时	1) 低压端对地绝缘电阻不小于 1000MΩ 2)测量各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻;绝缘电阻值不小于 1000MΩ	分压电容器的绝缘电阻应在极间进行
3	测量分压电容器的 tanδ 和电容量	35kV 及以上	1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 35kV: 6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	1)电容量与出厂值比较其变化量超过 -5%或 10%时要引起注意 2)10kV 下 20℃时的 tanδ(%)值不大于下列数值: 油纸绝缘: 0.5 膜纸复合绝缘: 0.25 3)条件允许时,进行单节电容器从 10kV 至 $U_m/\sqrt{3}$ 下的试验,电容量的变化量大于 1%时判为不合格	

表 6.3(续) 电容式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	检查接线组别和极性		1)交接时 2)更换绕组后 3)必要时	必须符合设计要求,并应与铭牌和标志相符	结构允许时进行
5	误差测量及变比检查		1)交接时 2)更换分压电容器后 3)必要时	1)用于关口计量的互感器必须进行误差测量,且进行误差检测的机构(实验室)必须是国家授权的法定计量检定机构 2)用于非关口计量,35kV及以上的互感器,宜进行误差测量 3)用于非关口计量,35kV以下的互感器,检查互感器变比,应与制造厂铭牌值相符,对多抽头的互感器,可只检查使用分接头的变比 4)非计量用绕组应进行变比检查	非计量用绕组变比检查的试验电压不应低于10kV

表 6.3(续) 电容式电压互感器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	电磁单元检查		<ol style="list-style-type: none"> <li>1)交接时</li> <li>2)大修后</li> <li>3)必要时</li> </ol>	如果电磁单元结构许可,电磁单元检查包括中间变压器的励磁曲线测量、补偿电抗器感抗测量、阻尼器和限幅器的性能检查,交流耐压试验参照电磁式电压互感器,施加电压值按出厂试验值的 80%进行	
7	密封性能检查		<ol style="list-style-type: none"> <li>1)交接时</li> <li>2)大修后</li> <li>3)必要时</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1)互感器外表应无可见油渍现象</li> <li>2)分压电容器表面一旦出现渗漏,应立即停止运行</li> </ol>	

## 7 开关设备

### 7.1 SF<sub>6</sub> 断路器

表 7.1 SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度(20℃ 的体积分数)( $\mu\text{L/L}$ )	110kV 及以上	1)交接时 2)新装或大修后 1 年内 1 次,以后 3 年 1 次 3)大修后 4)必要时	1)与灭弧室相通的气室: 交接和大修后应小于 150; 运行中应小于 300 2)不与灭弧室相通的气室: 交接和大修后应小于 250; 运行中应小于 500	SF <sub>6</sub> 气体湿度的测定应在断路器充气 24h 后进行
3	密封性试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)采用灵敏度不低于 $1 \times 10^{-6}$ (体积比)的检漏仪对断路器各密封部位、管道接头等处进行检测时,检漏仪不应报警 2)必要时可采用局部包扎法进行气体泄漏测量。以 24h 的漏气量换算,年漏气率不大于 0.5%	在额定压力下进行

表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量辅助回路和控制回路绝缘电阻		1)交接时 2)大修后 3)3 年	不低于 2MΩ	采用 500V 或 1000V 兆欧表
5	辅助回路和控制回路交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
6	测量绝缘电阻		1)交接时 2)耐压试验前、后	1)整体绝缘电阻值测量,应符合制造厂的规定 2)耐压试验前、后绝缘电阻应无明显变化	采用 5000V 兆欧表



表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	测量断路器电容器的绝缘电阻、电容量和 $\tan\delta$		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	1)对瓷柱式断路器和断口同时测量,测得的电容值和 $\tan\delta$ 与原始值比较,应无明显变化 2)单节电容器按第 11.3“断路器电容器”的规定	交接时、大修后,对瓷柱式断路器应测量电容器和断口并联后整体的电容值和 $\tan\delta$ ,作为该设备的原始数据
8	测量断路器合闸电阻的投入时间和电阻值		1)交接时 2)3 年 3)大修后	1)除制造厂另有规定外,阻值变化允许范围不得大于 $\pm 5\%$ 2)合闸电阻的有效接入时间按制造厂规定校核	
9	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)交流耐压试验电压为出厂试验电压的 80% 2)35kV 及以下进行合闸对地和断口间耐压试验 3)罐式断路器应进行合闸对地和断口间耐压试验 4)500kV 对瓷柱式定开距型断路器只做断口间耐压试验 5)GIS 中的 SF <sub>6</sub> 断路器断口可抽查试验	1)试验在 SF <sub>6</sub> 气体额定压力下 2)罐式断路器的耐压试验方式:合闸对地;分闸状态两端轮流加压,另一端接地 3)出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考表 7.1A

表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
10	测量断路器的分、合闸速度		1)交接时 2)大修后 3)必要时	测量方法和测量结果应符合制造厂规定	应在断路器的额定操作电压、气压或液压下进行
11	测量断路器的分、合闸时间		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	除制造厂另有规定外,断路器的分、合闸同期性应满足下列要求: 相间合闸不同期不大于 5ms 相间分闸不同期不大于 3ms 同相各断口间合闸不同期不大于 3ms 同相各断口间分闸不同期不大于 2ms	应在断路器的额定操作电压、气压或液压下进行
12	测量分、合闸电磁铁的动作电压		1)交接时 2)110kV 及以上: 3年 110kV 以下: 6年 3)机构大修后 4)必要时	1)操动机构分、合闸电磁铁或合闸接触器端子上的最低动作电压应在操作电压额定值 30%~65%之间 2)在使用电磁机构时,合闸电磁铁线圈通电时的端电压为操作电压额定值的 80%(关合电流峰值等于及大于 50kA 时为 85%)时应可靠动作	

表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
13	测量导电回路电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后 4)必要时	1)交接时不应大于产品技术条件的规定值 2)运行中敞开式断路器的测量值不大于产品技术条件规定值的 120%	应采用电流不小于 100A 的直流压降法
14	测量断路器分、合闸线圈的绝缘电阻和直流电阻		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	1)交接时绝缘电阻不应低于 10MΩ 2)直流电阻符合制造厂规定	
15	气体密度继电器(包括整定值)检查		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	应符合产品技术条件的规定	

表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
16	压力表校验(或调整),机构操作压力(气压、液压)整定值校验		1)交接时 2)3年 3)大修后 4)必要时	应符合产品技术条件的规定	对气动机构应校验各级气压的整定值(减压阀及机械安全阀)
17	操动机构在分闸、合闸、重合闸操作下的压力(气压、液压)下降值		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
18	液(气)压操动机构的泄漏试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	应在分、合闸位置下分别试验
19	油(气)泵补压及零起打压的运转时间		1)交接时 2)3年 3)大修后 4)必要时	应符合产品技术条件的规定	

表 7.1(续) SF<sub>6</sub> 断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
20	液压机构及采用差压原理的气动机构的防失压慢分试验		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
21	闭锁、防跳跃及防止非全相合闸等辅助控制装置的动作		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
22	测量断路器主、辅触头分、合闸的同期性及配合时间		交接时	应符合产品技术条件的规定	
23	操动机构试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	见第 7.2 章“断路器操动机构试验”	

表 7.1A 断路器的出厂交流耐压试验标准

额定电压 (kV)	1min工频耐受电压(kV)有效值			
	相对地	相间	开关断口	隔离断口
3.6	25/18	25/18	25/18	27/20
7.2	30/23	30/23	30/23	34/27
12	42/30	42/30	42/30	48/36
24	65/50	65/50	65/50	79/64
40.5	95/80	95/80	95/80	118/103
72.5	140	140	140	180
	160	160	160	200
126	185	185	185	185
	230	230	230	230
252	395	395	395	395
	460	460	460	460
363	460	460	460	460
	510	510	510	510
550	680	680	680	680
	740	740	740	740

注：1) 本表数据引自《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T593。斜线下的数值为中性点接地系统使用的数值。

2) 设备无特殊规定时,采用最高一级试验电压。

## 7.2 断路器操动机构试验

### 7.2.1 合闸操作

- 1) 当操作电压、液压在表 7.2.1 范围内时,操动机构应可靠动作;

表 7.2.1 断路器操动机构合闸操作试验电压、液压范围

电压		液压
直流	交流	
(85%~110%)Un	(85%~110%)Un	按产品规定的最低及最高值

注: 对电磁机构,当断路器关合电流峰值小于 50kA 时,直流操作电压范围为(80%~110%)Un。Un 为额定操作电源电压。

- 2) 弹簧、液压操动机构的合闸线圈以及电磁操动机构的合闸接触器的动作要求,均应符合上项的规定。

### 7.2.2 脱扣操作

- 1) 直流或交流的分闸电磁铁,在其线圈端钮处测得的电压大于额定值的 65%时,应可靠地分闸;当此电压小于额定值的 30%时,不应分闸;
- 2) 附装失压脱扣器的,其动作特性应符合表 7.2.2-1 的规定;

表 7.2.2-1 附装失压脱扣器的脱扣试验

电源电压与额定电源电压的比值	小于 35%*)	大于 65%	大于 85%
失压脱扣器的工作状态	铁芯应可靠地释放	铁芯不得释放	铁芯应可靠地吸合

\*)：当电压缓慢下降至规定比值时,铁芯应可靠地释放。

3) 附装过流脱扣器的,其额定电流规定不小于 2.5A,脱扣电流的等级范围及其准确度,应符合表 7.2.2-2 的规定。

表 7.2.2-2 附装过流脱扣器的脱扣试验

过流脱扣器的种类	延时动作的	瞬时动作的
脱扣电流等级范围(A)	2.5~10	2.5~15
每级脱扣电流的准确度	±10%	
同一脱扣器各级脱扣电流准确度	±5%	

注:对于延时动作的过流脱扣器,应按制造厂提供的脱扣电流与动作时延的关系曲线进行核对。另外,还应检查在预定时间延长了前主回路电流降至返回值时,脱扣器不应动作。

### 7.2.3 模拟操动试验

- 1) 当具有可调电源时,可在不同电压、液压条件下,对断路器进行就地或远控操作,每次操作断路器均应正确,可靠地动作,其联锁及闭锁装置回路的动作应符合产品及设计要求;当无可调电源时,只在额定电压下进行试验;
- 2) 直流电磁或弹簧机构的操动试验,应按表 7.2.3-1 的规定进行;液压机构的操动试验,应按表 7.2.3-2 的规定进行。

表 7.2.3-1 直流电磁或弹簧机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值(%)	操作次数
合、分	110	3
合闸	85(80)	3
分闸	65	3
合、分、重合	100	3

注:括号内数字适用于装有自动重合闸装置的断路器及表 7.2.1 “注”的情况。



表 7.2.3-2 液压机构的操动试验

操作类别	操作线圈端钮电压与额定电源电压的比值(%)	操作液压	操作次数
合、分	110	产品规定的最高操作压力	3
合、分	100	额定操作压力	3
合	85(80)	产品规定的最低操作压力	3
分	65	产品规定的最低操作压力	3
合、分、重合	100	产品规定的最低操作压力	3

注：1) 括号内数字适用于装有自动重合闸装置的断路器；

- 2) 模拟操动试验应在液压的自动控制回路能准确、可靠动作状态下进行；
- 3) 操动时,液压的压降允许值应符合产品技术条件的规定。
- 3) 对于具有双分闸线圈的回路,应分别进行模拟操动试验。
- 4) 对于断路器操动机构本身具有三相位置不一致自动分闸功能的,应根据需要做投入或退出处理。

## 7.3 GIS(含 H-GIS、PASS)

表 7.3 GIS(含 H-GIS、PASS)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度(20℃ 的体积分数)(μL/L)		1)交接时 2)新装或大修后 1 年内 1 次,无异常,3 年 1 次 3)大修后 4)必要时	1)与灭弧室相通的气室:交接和大修后应小于 150;运行中应小于 300 2)不与灭弧室相通的气室:交接和大修后应小于 250;运行中,额定绝对气压≤ 0.35Mpa 的应小于 1000,额定绝对气压>0.35 的应小于 500	SF <sub>6</sub> 气体湿度的测定应在 GIS 充气 24h 后进行
2	密封性试验		1)交接时 2)新装或大修后 1 年内 1 次,无异常,3 年 1 次 3)大修后 4)必要时	1)采用灵敏度不低于 $1 \times 10^{-6}$ (体积比)的检漏仪对GIS各密封部位、管道接头等处进行检测时,检漏仪不应报警 2)必要时可采用局部包扎法进行气体泄漏测量。以 24h 的漏气量换算,年漏气率不大于 0.5%	
3	测量绝缘电阻		1)交接时 2)耐压试验前、后	1)整体绝缘电阻值测量,应符合制造厂的规定 2)耐压试验前、后,绝缘电阻应无明显变化	采用 5000V 兆欧表

表 7.3(续) GIS(含 H-GIS、PASS)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	主回路交流耐压试验		1)交接时 2)扩建后 3)大修后 4)必要时	1)交流耐压试验电压为出厂试验电压的 80% 2)交流耐压试验程序和方法,应按产品技术条件或国家现行标准《气体绝缘金属封闭电器现场耐压试验导则》DL/T 555 的规定进行	对 GIS 工频耐压试验时不包括其中的电磁式电压互感器及避雷器,但在投运前应对它们进行试验电压为 $U_m/\sqrt{3}$ 的 5min 老练试验
5	测量导电回路电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)不应超过产品技术条件的规定值 2)应采用电流不小于 100A 的直流降压法	
6	GIS 内各元件(断路器、隔离开关、负荷开关、接地开关、避雷器、互感器、套管和母线等)的试验		1)交接时 2)大修中 3)必要时	应按本标准相应章节的有关规定进行,但对无法分开的设备可不单独进行	

表 7.3(续) GIS(含 H-GIS、PASS)的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	气体密度继电器(包括整定值)检验		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	应符合产品技术条件的规定	
8	压力表校验(或调整), 机构操作压力(气压、 液压)整定值校验		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	应符合产品技术条件的规定	对气动机构应校验各级气压的整定值(减压阀及机械安全阀)
9	操动机构试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	见第 7.2 章“断路器操动机构试验”	
10	运行中局部放电测试		必要时	应无明显局部放电信号	

## 7.4 油断路器

表 7.4 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明				
1	红外测温		1年至少1次						
2	断路器本体和套管中绝缘油试验		见第 12.2 章“断路器用绝缘油”						
3	测量绝缘电阻		1)交接时 2)3年 3)大修后 4)必要时	1)整体绝缘电阻,应符合制造厂规定					
				2)断口和绝缘拉杆的绝缘电阻,在常温下不应低于下表数值(MΩ)					
				试验类别		额定电压(kV)			
						<24	24~40.5	126~252	550
				交接时		1200	3000	6000	10000
				大修后		1000	2500	5000	8000
预试时	300	1000	2000	3000					

表 7.4(续) 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
4	测量非纯瓷套管和多油断路器的 $\tan\delta$	40.5 kV 及以上	1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	1)20℃时断路器的非纯瓷套管的 $\tan\delta$ 值见表 8 序 4	1)断路器大修而套管不大修中,应按套管运行中规定的相应数值增加 2)带并联电阻断路器的整体 $\tan\delta(\%)$ 可相应增加 1		
				2)20℃时非纯瓷套管断路器的 $\tan\delta(\%)$ 值,可比表 8 序 4 中相应的 $\tan\delta(\%)$ 值增加下列数值:			
				断路器型号		$DW_2$ 、 $DW_8$	$DW_1$
				$\tan\delta(\%)$ 值增加数		2	3
				3)应在分闸状态下测量每只套管的 $\tan\delta$ 。当测得值超过标准时,应卸下油箱后进行分解试验,此时测得的套管的 $\tan\delta(\%)$ 值,应符合表 8 序 4 的规定			
5	测量少油断路器的直流泄漏电流	40.5 kV 及以上	1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	1)断路器的支柱瓷套连同绝缘拉杆,以及灭弧室每个断口的直流泄漏电流试验电压应为 40kV,并在高压侧读取 1min 时的泄漏电流值 2)交接时或大修后测得的泄漏电流值不应大于 10 $\mu$ A;220kV 及以上的,泄漏电流值不宜大于 5 $\mu$ A 3)预试时测得的泄漏电流值不应大于 10 $\mu$ A	预试时 252kV 及以上少油断路器提升杆(包括支持瓷套)的泄漏电流大于 5 $\mu$ A 时,应引起注意		

表 7.4(续) 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	断路器对地、断口及相间交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)应在分、合闸状态下分别进行 2)交接试验电压按照表 7.1A 的规定执行;其它周期时按表 7.1A 规定值的 80%执行	对于三相共箱式的油断路器应作相间耐压,其试验电压值与对地耐压值相同
7	油断路器提升杆的交流耐压试验	126kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)必要时	交接试验电压按照表 7.1A 的规定进行;其它周期时按表 7.1A 规定值的 80%执行	1)耐压试验不能满足要求时分段进行,分段数不应超过 6 段(252kV),或 3 段(126kV),加压时间为 5min 2)每段试验电压可取整段试验电压值除以分段数所得值的 1.2 倍或自行规定
8	辅助回路和控制回路交流耐压试验		1)交接时 2)3 年 3)大修后 4)必要时	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	

表 7.4(续) 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
9	测量导电回路电阻		1)交接时 2)3年 3)大修后 4)必要时	1)交接时或大修后电阻值应符合产品技术条件的规定 2)运行中可不大于产品技术条件规定值的 2 倍	1)应用电流不小于100A的直流压降法测量 2)主触头与灭弧触头并联的断路器,应分别测量其主触头和灭弧触头导电回路的电阻值
10	测量灭弧室的并联电阻值、并联电容器的电容量和 $\tan\delta$		1)交接时 2)3年 3)大修后 4)必要时	1)并联电阻值应符合制造厂规定 2)并联电容器按第 11.3 章“断路器电容器”规定	
11	测量断路器的分、合闸时间		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	在额定操作电压(气压、液 压)下进行



表 7.4(续) 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
12	测量断路器的分、合闸速度		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	15kV 及以下的断路器交接时只测量发电机出线断路器和与发电机主母线相连的断路器、主变压器出线断路器,其余的可不进行
13	断路器主触头分、合闸的同期性		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
14	操动机构合闸接触器和分、合闸电磁铁的最低动作电压		1)交接时 2)操动机构大修后 3)必要时	1)操动机构分、合闸电磁铁或合闸接触器端子上的最低动作电压应在操作电压额定值的 30%~65%之间 2)在使用电磁机构时,合闸电磁铁线圈通电时的端电压为操作电压额定值的 80%(关合电流峰值等于及大于 50kA 时为 85%)时应可靠动作	

表 7.4(续) 油断路器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
15	合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈的绝缘电阻和直流电阻,辅助回路和控制回路绝缘电阻		1)交接时 2)3 年 3)必要时	1)交接时合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈的绝缘电阻不应低于 10MΩ 2)直流电阻应符合制造厂规定	采用 500V 或 1000V 兆欧表
16	测量断路器合闸电阻的投入时间及电阻值		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
17	操动机构的试验		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	见第 7.2 章“断路器操动机构试验”	

## 7.5 真空开关

表 7.5 真空开关的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明																			
1	红外测温	户外式	1年至少1次																					
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)6年 3)大修后 4)交流耐压试验前、后 5)必要时	1)整体绝缘电阻,应符合制造厂的规定 2)耐压试验前、后,绝缘电阻应无明显变化 3)绝缘拉杆的绝缘电阻,在常温下不应低于下表数值(MΩ)																				
				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">试验类别</th> <th colspan="3">额定电压(kV)</th> </tr> <tr> <th>&lt;24</th> <th>24~40.5</th> <th>126~252</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>交接时</td> <td>1200</td> <td>3000</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>大修后</td> <td>1000</td> <td>2500</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>预试时</td> <td>300</td> <td>1000</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>	试验类别	额定电压(kV)			<24	24~40.5	126~252	交接时	1200	3000	6000	大修后	1000	2500	5000	预试时	300	1000	2000	
				试验类别		额定电压(kV)																		
					<24	24~40.5	126~252																	
				交接时	1200	3000	6000																	
大修后	1000	2500	5000																					
预试时	300	1000	2000																					
3	交流耐压试验		1)交接时 2)6年 3)大修后 4)必要时	1)应在合闸及分闸状态下进行交流耐压试验 2)当在合闸状态下进行时,试验电压应符合表 7.1A 的规定;当在分闸状态下进行时,真空灭弧室断口间的试验电压应按产品技术条件的规定,试验中不应发生贯穿性放电																				

表 7.5(续) 真空开关的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	辅助回路和控制回路交流耐压试验		1)交接时 2)6 年 3)大修后 4)必要时	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
5	测量导电回路电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后	1)交接时或大修后电阻值应符合产品技术条件的规定 2)运行中可不大于产品技术条件规定值的 1.2 倍	应用电流不小于 100A 的直流降压法测量
6	测量断路器主触头的分、合闸时间,测量分、合闸的同期性,测量合闸时触头的弹跳时间		1)交接时 2)机构大修后 3)必要时	1)分、合闸时间,分、合闸同期性和触头开距应符合产品技术条件的规定 2)合闸时触头的弹跳时间: 40.5kV 以下断路器不应大于 2ms;40.5kV 及以上断路器不应大于 3ms	在额定操作电压下进行

表 7.5(续) 真空开关的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	操动机构合闸接触器和分、合闸电磁铁的最低动作电压		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)操动机构分、合闸电磁铁或合闸接触器端子上的最低动作电压应在操作电压额定值的 30%~65%之间 2)在使用电磁机构时,合闸电磁铁线圈通流时的端电压额定值的 80%(关合峰值电流等于或大于 50kA 时为 85%)时应可靠动作	
8	测量分、合闸线圈和分、合闸接触器线圈的绝缘电阻和直流电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)交接时绝缘电阻不应低于 10MΩ 2)直流电阻应符合制造厂规定	采用 1000V 兆欧表
9	检查动触头上的软连接夹片有无松动		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应无松动	

## 7.6 12kV 重合器

表 7.6 12kV 重合器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
1	测量 SF <sub>6</sub> 气体湿度 (20 ℃ 的体积分数)(μL/L)	SF <sub>6</sub> 气体重合器	1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)交接时或大修后应小于 150 2)运行中应小于 300			
2	密封性试验	SF <sub>6</sub> 气体重合器	1)交接时 2)大修后 3)必要时	年漏气率不大于 0.5%			
3	测量绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后	1)整体绝缘电阻,应参照制造厂规定 2)绝缘拉杆的绝缘电阻,在常温下不应低于下列数值(MΩ)	采用 2500V 兆欧表测量		
				交接时		大修后	运行中
				1200		1000	300
4	测量控制回路的绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后	不应低于 2MΩ	采用 1000V 兆欧表		

表 7.6(续) 12kV 重合器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	交流耐压试验		1)交接时 2)6 年 3)大修后	试验电压为 42kV	试验在主回路对地及断口间进行
6	辅助和控制回路的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
7	测量分、合闸时间,三相触头分、合闸同期性,触头弹跳时间		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂的规定	在额定操作电压(液压、气压)下进行
8	测量重合器的分、合闸速度		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂的规定	在额定操作电压(液压、气压)下进行,或按制造厂规定
9	合闸电磁铁线圈的操作电压		1)交接时 2)大修后 3)必要时	在额定电压的 85%~115%范围内应可靠动作	
10	测量导电回路电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	采用电流不小于 100A 的直流压降法测量

表 7.6(续) 12kV 重合器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
11	测量分闸线圈直流电阻		1)交接时 2)大修后	应符合产品技术条件的规定	
12	测量分闸起动器的动作电压		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂规定	
13	测量合闸电磁铁线圈直流电阻		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂规定	
14	最小分闸电流		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂规定	
15	额定操作顺序		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂规定	
16	利用远方操作装置检查重合器的动作情况		1)交接时 2)大修后	按规定操作顺序在试验回路中操作 3 次,动作应正确	
17	检查单分功能可靠性		1)交接时 2)大修后	将操作顺序调至单分,操作 2 次,动作应正确	



## 7.7 12kV 分段器

表 7.7 12kV 分段器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
1	测量 SF <sub>6</sub> 分段器内气体的湿度 (20℃ 的体积分数)(μL/L)	SF <sub>6</sub> 气体分段器	1)交接时 2)大修后 3 必要时	1)交接时或大修后应小于 150 2)运行中应小于 300			
2	SF <sub>6</sub> 气体泄漏试验	SF <sub>6</sub> 气体分段器	1)交接时 2)大修后 3)必要时	年漏气率不大于 0.5%			
3	测量绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后	1)整体绝缘电阻,应参照制造厂规定 2)绝缘拉杆的绝缘电阻,在常温下不应低于下列数值(MΩ):	一次回路用 2500V 兆欧表,控制回路用 1000V 兆欧表		
				交接时		大修后	运行中
				1200		1000	300
				3)控制回路绝缘电阻值不小于 2MΩ			
4	交流耐压试验		1)交接时 2)6 年 3)大修后	试验电压为 42kV	试验在主回路对地及断口间进行		

表 7.7(续) 12kV 分段器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	测量导电回路电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	采用电流不小于 100A 的直流压降法测量
6	合闸电磁铁线圈的操作电压		1)交接时 2)大修后 3)必要时	在制造厂规定的电压范围内应可靠动作	
7	测量合闸时间、分闸时间、两相触头分、合闸的同期性		1)交接时 2)大修后	应符合产品技术条件的规定	在额定操作电压(液压、气压)下进行
8	测量分、合闸线圈的直流电阻		1)交接时 2)大修后	应符合制造厂的规定	
9	利用远方操作装置检查分段器的动作情况		1)交接时 2)大修后	在额定操作电压下分、合闸各 3 次,动作应正确	
10	自动计数操作		1)交接时 2)大修后	按制造厂的规定完成计数操作	

## 7.8 隔离开关

表 7.8 隔离开关的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
1	红外测温		1 年至少 1 次				
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后 4)必要时	绝缘拉杆的绝缘电阻,在常温下不应低于下表数值(MΩ)	采用 2500V 兆欧表		
				试验类别		额定电压(kV)	
						<24	24~40.5
				交接时		1200	3000
				大修后		1000	2500
预试时	300	1000					
3	测量二次回路的绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)大修后 4)必要时	不低于 2MΩ	采用 1000V 兆欧表		
4	二次回路交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替			

表 7.8(续) 隔离开关的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)35kV 及以下应进行交流耐压试验	在交流耐压试验前、后应测量绝缘电阻;耐压后的阻值不得降低
				2)110kV 及以上宜进行交流耐压试验	
				3)试验电压与出厂试验电压之比:	
				4)出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考附录 F	
				纯瓷	100%
				固体有机绝缘	90%
6	测量导电回路电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)交接时应符合产品技术条件的规定 2)大修后或运行中可不大于产品技术条件规定值的 2 倍	采用电流不小于 100A 的直流压降法测量
7	电动操动机构的试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	当电动机接线端子的电压在其额定电压的 80%~110% 范围内时,应保证隔离开关的主闸刀或接地闸刀可靠地分闸和合闸	

## 7.9 高压开关柜

表 7.9 高压开关柜的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量辅助回路和控制回路绝缘电阻		1)交接时 2)6年 3)大修后	不应低于 $2M\Omega$	采用 1000V 兆欧表
2	辅助回路和控制回路交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	试验电压为 2000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
3	测量开关柜整体的导电回路电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合产品技术条件的规定	
4	开关柜内各元件的试验		1)交接时 2)大修中 3)必要时	应按本标准相应章节的有关规定进行,但对无法分开的设备可不单独进行	
5	测量绝缘电阻		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)绝缘电阻应符合制造厂规定 2)耐压试验前、后,绝缘电阻应无明显变化	在交流耐压试验前、后分别进行

表 7.9(续) 高压开关柜的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	试验电压值按表 7.1A 的规定	
7	检查电压抽取(带电显示)装置		1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合制造厂规定	
8	SF <sub>6</sub> 气体泄漏试验	SF <sub>6</sub> 气体高压开关柜	1)交接时 2)大修后 3)必要时	应符合制造厂规定	
9	压力表及密度继电器校验		1)交接时 2)6年 3)必要时	应符合制造厂规定	

## 8 套管

表 8 套管的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		重点测量套管引出线联板的发热情况和油位
2	油中溶解气体色谱分析	110kV 及以上	1) 对绝缘性能有怀疑时 2) 必要时	1) 新投运的套管中的气体含量应符合： H <sub>2</sub> <150；总烃<10；C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 不应含有 2) 运行中油中溶解气体组分含量(μL/L) 超过下列任何一值时应引起注意： H <sub>2</sub> : 500；CH <sub>4</sub> : 100 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : 2(220kV 及以下); 1(500kV)	对绝缘性能有怀疑时，如： —主绝缘 tanδ 超标；密封损坏，抽压或测量小套管绝缘电阻不符合要求
3	绝缘油(含水量、击穿电压)试验	110kV 及以上	1) 对绝缘性能有怀疑时 2) 必要时	见第 12 章“绝缘油和 SF <sub>6</sub> 气体” 表 12.1 序 5、6	对绝缘性能有怀疑时，如： —主绝缘 tanδ 超标；密封损坏，抽压或测量小套管绝缘电阻不符合要求

表 8(续) 套管的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
4	测量主绝缘及电容型套管对地末屏的 $\tan\delta$ 与电容量	20kV 及以上	1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	1)交接时在室温下 $\tan\delta(\%)$ 不应大于:	1)油纸电容型套管的 $\tan\delta$ 可不进行温度换算,当 $\tan\delta$ 与出厂值或上一次试验值比较有明显增长或接近左表数值时,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 $Um/\sqrt{3}$ 时, $\tan\delta$ 增量超过 $\pm 0.3\%$ , 不应继续运行 2)20kV 以下纯瓷套管及与变压器油连通的油压式套管不测 $\tan\delta$ 3)测量变压器套管 $\tan\delta$ 时,与被试套管相连的所有绕组端子连在一起加压,其余绕组端子均接地,末屏接电桥,正接线测量		
				主绝缘类型		$\tan\delta(\%)$ 最大值	
				电 容 式		油浸纸	0.7 (500kV:0.5)
						胶浸纸	0.7
						胶粘纸	1.0 (35kV 及以下:1.5)
						浇铸树脂	1.5
						气体	1.5
						有机复合绝缘	0.7
				非电 容式		浇铸树脂	2.0
						复合绝缘	由供需双方商定
其它套管		由供需双方商定					



表 8(续) 套管的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明				
续 4				2)大修后和运行中 20℃时的 $\tan\delta(\%)$ 值不应大于下表中数值:					
				电压等级(kV)		20~35	110	220~500	
				大修后		充油型	3.0	1.5	—
						油纸电容型	1.0	1.0	0.8
						充胶型	3.0	2.0	—
						胶纸电容型	2.0	1.5	1.0
						胶纸型	2.5	2.0	—
				运行中		充油型	3.5	1.5	—
						油纸电容型	1.0	1.0	0.8
						充胶型	3.0	2.0	—
						胶纸电容型	2.0	1.5	1.0
						胶纸型	2.5	2.0	—
				运行中其它结构型式(浇筑树脂、气体、复合绝缘)的 $\tan\delta$ 标准按交接试验标准的 130%执行					
				3)当电容型套管末屏对地绝缘电阻小于 1000M $\Omega$ 时,应测量末屏对地 $\tan\delta(\%)$ ,其值不大于 2					
4)电容型套管的电容值与出厂值或上一次试验值的差别超出 $\pm 5\%$ 时,应查明原因									

表 8(续) 套管的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	测量绝缘电阻		1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年; 110kV 以下: 6 年 3)大修后 4)投运前 5)必要时	1)主绝缘的绝缘电阻值不应低于 10000MΩ 2)电容型套管末屏对地的绝缘电阻不应低于 1000MΩ	采用 2500V 兆欧表
6	交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)必要时	1)试验电压应符合下列规定:纯瓷和纯瓷充油绝缘套管按出厂值;其它型式套管按出厂值 80%进行 2)出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考附录 F	穿墙套管、断路器套管、变压器套管、电抗器、GIS 及消弧线圈套管,均可随母线或设备一起进行交流耐压试验

## 9 绝缘子

### 9.1 支柱绝缘子和悬式绝缘子

表 9.1 支柱绝缘子和悬式绝缘子的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	零(低)值绝缘子检测	35kV及以上	1)投运后前2年检测1次 2)如果年劣化率低于5/10000,5年1次 3)如果年劣化率高于5/10000,3年1次 4)运行第7或第8年时,所测瓷绝缘子年均低(零)值率低于0.1/10000,周期可延长到10年	对多元件针式绝缘子应检测每一元件	
2	绝缘电阻		1)交接时 2)悬式绝缘子同序1 3)针式绝缘子2~5年	1)220kV及以下悬式绝缘子不应低于300MΩ,500kV悬式绝缘子不低于500MΩ 2)支柱绝缘子不应低于500MΩ 3)半导体釉绝缘子的绝缘电阻自行规定	220kV及以下悬式绝缘子用2500V兆欧表,500kV悬式绝缘子用5000V兆欧表,支柱绝缘子用2500V兆欧表

表 9.1(续) 支柱绝缘子和悬式绝缘子的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
3	交流耐压试验		1)交接时 2)单元件支柱绝缘子必要时 3)悬式绝缘子必要时 4)随主设备 5)更换绝缘子时	1)支柱绝缘子的交流耐压试验电压值见附录 F 2)盘形悬式绝缘子交流耐压均取 60kV	必要时,如: —同类(批)绝缘子故障(缺陷)率升高时
4	绝缘子表面现场污秽度(等值盐密和灰密)的测量		1)电厂室外升压站 1~3 年 1 次,在春季第一场雷雨前测量 2)输电线路绝缘子的测量周期按污区划分要求,对参照绝缘子进行检测	测量方法按《高压架空线路和变电站污区分级与外绝缘选择标准》进行	
5	超声波探伤检测	110kV及以上支柱绝缘子	必要时		
6	机械试验	悬式绝缘子	必要时	当机械强度下降到 50%额定机电破坏负荷时,判定为劣化绝缘子	

注:运行中针式支柱绝缘子和悬式绝缘子的试验项目可在检查零值、绝缘电阻及交流耐压试验中任选一项。玻璃绝缘子不进行 1、2、3 项中的试验。运行中自爆(破)的绝缘子应及时更换。

## 9.2 复合绝缘子

表 9.2 复合绝缘子的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	憎水性试验		1)HC <sub>1</sub> ~HC <sub>2</sub> :3~5年(选点) 2)HC <sub>3</sub> ~HC <sub>4</sub> :2~3年(选点) 3)HC <sub>5</sub> :1年(选点)	1) HC <sub>1</sub> ~HC <sub>2</sub> : 继续运行 2) HC <sub>3</sub> ~HC <sub>4</sub> : 继续运行 3) HC <sub>5</sub> : 继续运行,须跟踪检测 4)HC <sub>6</sub> : 退出运行	HC:绝缘子憎水性级别
2	湿工频耐受电压试验		必要时	符合《标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则》DL/T 864 的要求	
3	水煮试验		必要时	符合《标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则》DL/T 864 的要求	
4	陡波冲击耐受电压试验		必要时	符合《标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则》DL/T 864 的要求	
5	密封性能试验		必要时	符合《标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则》DL/T 864 的要求	
6	机械破坏负荷试验		必要时	符合《标称电压高于 1000V 交流架空线路用复合绝缘子使用导则》DL/T 864 的要求	

## 10 电力电缆线路

### 10.1 一般规定

10.1.1 对电缆的主绝缘做耐压试验或测量绝缘电阻时,应分别在每一相上进行。对一相进行试验或测量时,其它两相导体、金属屏蔽或金属套和铠装层一起接地。对金属屏蔽或金属套一端接地,另一端装有护层过电压保护器的单芯电缆主绝缘作耐压试验时,必须将护层过电压保护器短接,使这一端的电缆金属屏蔽或金属套临时接地。

10.1.2 试验结果异常,但根据综合判断允许在监视条件下继续运行的电缆线路,其试验周期应缩短,如在不少于 6 个月时间内,经连续 3 次以上试验,试验结果不变坏,则以后可以按正常周期试验。

10.1.3 除自容式充油电缆线路外,其它电缆线路在停电后投运之前必须确认电缆的绝缘状况良好,可分别采取以下试验确定:

- a) 停电超过 1 周但不满 1 个月的,测量绝缘电阻(异常时按 b 处理);
- b) 停电超过 1 个月但不满 1 年的,做规定试验电压值的 50%耐压 1min;
- c) 停电超过 1 年的电缆线路必须做常规耐压试验。

10.1.4 对  $U_0/U$  为 0.6/1kV 的电缆线路可采用用 2500V 兆欧表测量导体对地绝缘电阻代替耐压试验,试验时间为 1min。

## 10.2 纸绝缘电力电缆线路

本节仅适用于粘性油纸绝缘电力电缆和滴流油纸绝缘电力电缆线路。

表 10.2 纸绝缘电力电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)耐压试验前、后 3)4 年 4)必要时	耐压试验前后,绝缘电阻测量应无明显变化	1)0.6/1kV电缆用1000V兆欧表 2)0.6/1kV以上电缆用2500V兆欧表;6/6kV及以上电缆也可用5000V兆欧表
3	检查电缆线路两端的相位		交接时	电缆线路的两端相位应一致,并与电网相位相符合	

表 10.2(续) 纸绝缘电力电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	直流耐压试验		1)交接时 2)新做终端或接头后 3)4年 4)必要时	1)纸绝缘电缆直流耐压试验电压 $U_t$ 可采用下式计算: 对于统包绝缘(带绝缘): $U_t = 5 \times \frac{U_0 + U}{2}$ 对于分相屏蔽绝缘: $U_t = 5 \times U_0$ 2)加压时间:交接时15min,其它周期时5min 3)泄漏电流的三相不平衡系数(最大值与最小值之比)不应大于2;当6/10kV及以上电缆的泄漏电流小于20 $\mu$ A和6kV及以下电缆的泄漏电流小于10 $\mu$ A时,其不平衡系数不作规定。泄漏电流值和不平衡系数只作为判断绝缘状况的参考,不作为是否能投入运行的判据	1)试验时,试验电压可分4~6阶段均匀升压,每阶段停留1min,并读取泄漏电流值。试验电压升至规定值后维持加压时间,其间读取1min和加压时间时的泄漏电流。测量时应消除杂散电流的影响 2)泄漏电流具有下列情况之一者,绝缘可能有缺陷,应找出缺陷部位,并予以处理: ①泄漏电流很不稳定 ②泄漏电流随试验电压升高急剧上升 ③泄漏电流随试验时间延长有上升现象



## 10.3 橡塑绝缘电力电缆

橡塑绝缘电力电缆是塑料绝缘电缆和橡皮绝缘电缆的总称。塑料绝缘电缆包括聚氯乙烯绝缘、聚乙烯绝缘和交联聚乙烯绝缘电力电缆;橡皮绝缘电缆包括乙丙橡皮绝缘电力电缆等。

表 10.3 橡塑绝缘电力电缆的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量主绝缘和外护套、内衬层的绝缘电阻		1)交接时 2)110kV及以上: 3年; 35kV及以下: 6年 3)必要时	1)耐压试验前、后,绝缘电阻测量应无明显变化 2)外护套、内衬层的绝缘电阻不低于 0.5MΩ/km 3)外护套绝缘电阻不符合要求时,应采用附录 H 中叙述的方法判断外护套是否进水	1)0.6/1kV电缆用1000V兆欧表 2)0.6/1kV以上电缆用2500V兆欧表;6/6kV及以上电缆也可用5000V兆欧表 3)外护套、内衬层的测量用 500V 兆欧表
3	外护套直流耐压试验		1)交接时 2)110kV 及以上 3 年,35kV 及以下 6 年 3)必要时	1)交接时试验电压为 10kV,可用 10000V 兆欧表测量绝缘电阻代替 2)预试时试验电压为 5kV,可用 5000V 兆欧表测量绝缘电阻代替	

表 10.3(续) 橡塑绝缘电力电缆的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量金属屏蔽层电阻和导体电阻比		1)交接时 2)重作终端或接头后 3)内衬层破损进水后 4)必要时	当电阻比与投运前相比增大时,表明铜屏蔽层的直流电阻增大,铜屏蔽层有可能被腐蚀;当该比值与投运前相比减小时,表明附件中的导体连接点的接触电阻有增大的可能。数据自行规定	用双臂电桥测量在相同温度下的铜屏蔽层和导体的直流电阻
5	交叉互联系统		1)交接时 2)110kV及以上:3年 35kV及以下:6年 3)必要时	见表 10.5“交叉互联系统”	
6	屏蔽层避雷器试验		1)交接时 2)110kV及以上:3年 35kV及以下:6年 3)必要时	见表 10.5“交叉互联系统” 序 2	
7	检查电缆线路两端的相位		交接时	电缆线路的两端相位应一致,并与电网相位相符合	

表 10.3(续) 橡塑绝缘电力电缆的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明																	
8	交流耐压试验		1)交接时 2)重作终端或接头后 3)必要时	1)优先采用 20~300Hz 交流耐压试验,可采用 0.1Hz 耐压试验。不具备试验条件或有特殊规定时,可采用施加正常系统相对地电压 24h 方法代替交流耐压 2)交接时 20~300Hz 交流耐压试验电压和时间见下表:																		
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>额定电压<math>U_0/U</math>(kV)</th> <th>试验电压</th> <th>时间(min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">18/30及以下</td> <td><math>2.5U_0</math></td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><math>2U_0</math></td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>21/35~64/110</td> <td><math>2U_0</math></td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>127/220</td> <td><math>1.7U_0</math></td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>290/500</td> <td><math>1.7U_0</math></td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	额定电压 $U_0/U$ (kV)	试验电压	时间(min)	18/30及以下	$2.5U_0$	5	$2U_0$	60	21/35~64/110	$2U_0$	60	127/220	$1.7U_0$	60	290/500	$1.7U_0$	60	
				额定电压 $U_0/U$ (kV)	试验电压	时间(min)																
				18/30及以下	$2.5U_0$	5																
					$2U_0$	60																
				21/35~64/110	$2U_0$	60																
				127/220	$1.7U_0$	60																
				290/500	$1.7U_0$	60																
				其它周期时试验电压按上表的 80%进行,时间为 5min																		
				3)0.1Hz 耐压试验(35kV 及以下)																		
				周期	试验电压	时间(min)																
				交接时	$3U_0$	60																
				其它	$2.1U_0$	5																
				试验后,任何中间接头或终端头,应无明显发热现象																		

## 10.4 自容式充油电缆线路

表 10.4 自容式充油电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量主绝缘和外护套、内衬层的绝缘电阻		1)交接时 2)2~3 年 3)必要时	耐压试验前、后,绝缘电阻应无明显变化	1)主绝缘用 5000V 兆欧表 2)外护套、内衬层的测量用 500V 兆欧表
2	外护套的直流耐压试验		1)交接时 2)2~3 年 3)必要时	1)交接时试验电压为 10kV,可用 10000V 兆欧表测量绝缘电阻代替 2)预试时试验电压为 5kV,可用 5000V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
3	检查电缆线路两端的相位		交接时	电缆线路的两端相位应一致,并与电网相位符合	

表 10.4(续) 自容式充油电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
4	主 绝 缘 直 流 耐 压 试 验		1)交接时 2)电缆失 去油压并 导致受潮 或进气经 修复后 3)新作终 端或接头 后	1)直流试验电压按电缆雷电冲击耐受电压的 50%,如下表(kV):	试验时,试验 电压可分4~ 6阶段均匀升 压,每阶段停 留1min,并读 取泄漏电流 值。试验电压 升至规定值 后维持加压 时间,其间读 取1min和加 压时间时的 泄漏电流。测 量时应消除 杂散电流的 影响		
				额定电压 $U_0/U$		雷电冲击耐受电压	直流试验电压
				64/110		450	225
						550	275
				127/220		850	425
						950	475
				1050		510	
2)交接时耐压时间为 15min,其它周期时耐压时间为 5min,不应击穿	3)泄漏电流的三相不平衡系数(最大值与最小值之比)不应大于 2;泄漏电流小于20 $\mu$ A时,其不平衡系数不作规定。泄漏电流值和不平衡系数只作为判断绝缘状况的参考,不作为是否能投入运行的判据 4)泄漏电流具有下列情况之一者,绝缘可能有缺陷,应找出缺陷部位,并予以处理: ①泄漏电流很不稳定 ②泄漏电流随试验电压升高急剧上升 ③泄漏电流随试验时间延长有上升现象						

表 10.4(续) 自容式充油电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	压力箱 1)供油特性 2)电缆油击穿电压 3)电缆油的 $\tan\delta$		1)交接时 2)与其直接连接的终端或塞止接头发生故障后	1)压力箱的供油量不应小于压力箱供油特性曲线所代表的标称供油量的 90% 2)电缆油击穿电压不低于 50kV 3)100℃时电缆油的 $\tan\delta(\%)$ 不大于 0.5	1)压力箱供油特性的试验按《交流 330 kV 及以下油纸绝缘自容式充油电缆及附件压力供油箱》GB 9326.5 中 6.3 进行 2)电缆油击穿电压试验按《绝缘油介电强度测定法》DL/T 429.9 规定在室温下测量油的击穿电压 3) $\tan\delta$ 采用电桥以及带有加热套能自动控温的专用油杯进行测量。电桥的灵敏度不得低于 $1 \times 10^{-5}$ , 准确度不得低于 1.5%,油杯的固有 $\tan\delta$ 不得大于 $5 \times 10^{-5}$ ,在 100℃及以下的电容变化率不得大于 2%。加热套控温的灵敏度为 0.5℃或更小,升温至试验温度 100℃的时间不得超过 1h
6	油压示警系统 1)信号指示 2)控制电缆线芯对地绝缘电阻		1)交接时 2)信号指示 6 个月;控制电缆线芯对地绝缘 2~3 年	1)信号指示能正确发出相应的示警信号 2)控制电缆线芯对地绝缘每千米绝缘电阻不小于 1MΩ	1)合上示警信号装置的试验开关应能正确发出相应的声、光示警信号 2)绝缘电阻采用 100V 或 250V 兆欧表测量

表 10.4(续) 自容式充油电缆线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	交叉互联系统		1)交接时 2)2~3年 3)互联系统故障时	见表 10.5	
8	电缆及附件内的电缆油 1)击穿电压 2)tanδ 3)油中溶解气体		1)交接时 2)击穿电压和 tanδ: 2~3年; 油中溶解气体: 疑问电缆绝缘过热老化或终端或塞止接头存在严重局部放电时	1) 击穿电压不低于 45kV 2) 电缆油在温度 100±1 °C 和场强 1MV/m 下的 tanδ(%) 不应大于下列数值: 交接时: 0.5 其余: 3 3) 油中溶解气体见表 10.4A	1) 电缆油击穿电压试验按《绝缘油介电强度测定法》DL/T 429.9 规定在室温下测量油的击穿电压 2) tanδ 采用电桥以及带有加热套能自动控温的专用油杯进行测量。电桥的灵敏度不得低于 $1 \times 10^{-5}$ , 准确度不得低于 1.5%, 油杯的固有 tanδ 不得大于 $5 \times 10^{-5}$ , 在 100°C 及以下的电容变化率不得大于 2%。加热套控温的灵敏度为 0.5°C 或更小, 升温至试验温度 100°C 的时间不得超过 1h

油中溶解气体分析的试验方法和要求按《变压器油中溶解气体分析和判断导则》GB 7252(DL/T 722)规定。电缆油中溶解的各气体组分含量的注意值见表 10.4A,但注意值不是判断充油电缆有无故障的唯一指标,当气体含量达到注意值时,应进行追踪分析查明原因,试验和判断方法参照《变压器油中溶解气体分析和判断导则》GB 7252(DL/T 722)进行。

表 10.4A 电缆油中溶解气体组分含量的注意值( $\mu\text{L/L}$ )

电缆油中溶解气体的组分	注意值	电缆油中溶解气体的组分	注意值
可燃气体总量	1500	CO <sub>2</sub>	1000
H <sub>2</sub>	500	CH <sub>4</sub>	200
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	痕量	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	200
CO	100	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	200



## 10.5 交叉互联系统

表 10.5 交叉互联系统的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	要求	说明
1	电缆外护套、绝缘接头外护套与绝缘夹板的直流耐压试验		1) 交接时试验电压为 10kV, 可用 10000V 兆欧表测量绝缘电阻代替 2) 预试时试验电压为 5kV, 可用 5000V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
2	护层过电压保护器 1) 非线性电阻片的直流伏安特性 2) 非线性电阻片及其引线的对地绝缘电阻		1) 伏安特性或参考电压应符合制造厂的规定 2) 用 1000V 兆欧表测量引线与外壳之间的绝缘电阻, 其值不应小于 10MΩ	按制造厂规定值加压于碳化硅电阻片, 若试验时温度为 $t^{\circ}\text{C}$ , 则被测电流值应乘以修正系数 $(120-t)/100$
3	互联箱 1) 闸刀(或连接片)接触电阻 2) 检查闸刀(或连接片)连接位置		1) 在正常工作位置进行测量, 接触电阻不应大于 $20\mu\Omega$ 2) 连接位置应正确无误	1) 在交叉互联系统的试验合格后密封互联箱之前进行; 如发现连接错误重新连接后必须重测闸刀(或连接片)的接触电阻 2) 只在交接时进行

# 11 电容器

## 11.1 串联电容器和交流滤波电容器

表 11.1 串联电容器和交流滤波电容器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量极对壳绝缘电阻		1)交接时 2)6 年	大于 5000MΩ	串联电容器用 1000V 兆欧表,交流滤波电容器用 2500V 兆欧表
3	测量电容量		1)交接时 2)6 年	1) 电容值偏差不得超过额定值的 -5%~+10%范围 2)电容值不应小于出厂值的 95%	
4	并联电阻值测量		1)交接时 2)6 年	电阻值与出厂值的偏差应在±10%之内	
5	冲击合闸试验		交接时		
6	凸肚、渗漏油检查		巡视时	发现凸肚、漏油,应停止使用	

## 11.2 耦合电容器和CVT的电容分压器

表 11.2 耦合电容器和 CVT 的电容分压器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量极间绝缘电阻		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上:3 年 35kV 及以下:6 年	不应低于 5000MΩ	
3	低压端对地绝缘电阻		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上:3 年 35kV 及以下:6 年	不应低于 100MΩ	采用 1000V 兆欧表

表 11.2(续) 耦合电容器和 CVT 的电容分压器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量电容量		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上:3 年 35kV 及以下:6 年	1)单节电容值偏差不出额定值的 -5% ~ +10% 范围 2)叠柱中任两单元电容之比对这两单元额定电压之比的倒数之间相差不应大于 5%	当采用电磁单元作为电源测量电容式电压互感器分压电容器 $C_1$ 和 $C_2$ 的电容量和 $\tan\delta$ 时,应按制造厂说明书进行,一般控制中压端子对地电压不超过 2.5kV,以保证安全。测量 $C_2$ 时应防止补偿电抗器两端的限压元件损坏,对 $C_2$ 容量大的产品应适当降低试验电压
3	测量 $\tan\delta$		1)交接时 2)投运前 3)110kV 及以上:3 年 35kV 及以下:6 年	10kV 下 20℃ 时的 $\tan\delta(\%)$ 值不大于下列数值: 油纸绝缘: 0.5 膜纸复合绝缘: 0.25	当 $\tan\delta$ 值不符合要求时,可在额定电压下复测,复测值如符合 10kV 下的要求,可继续投运
4	渗漏油检查		1)交接时 2)巡视时	漏油应停止使用	

## 11.3 断路器电容器

表 11.3 断路器电容器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量绝缘电阻		1)交接时 2)3 年 3)断路器大修时 4)必要时	不应低于 5000MΩ	采用 2500V 兆欧表
2	测量电容量		1)交接时 2)3 年 3)断路器大修时 4)必要时	电容值偏差在额定值的±5%范围内	
3	测量 tanδ		1)交接时 2)3 年 3)断路器大修时 4)必要时	在10kV下进行测量,20℃时的tanδ(%)值不大于下列数值: 油纸绝缘: 0.5 膜纸复合绝缘: 0.25	
4	渗漏油检查		1)交接时 2)巡视时	漏油时停止使用	

## 11.4 高压并联电容器装置

高压并联电容器装置由并联电容器组及相应的一次和二次配套设备组成;配套设备一般包括:断路器、串联电抗器、放电线圈、避雷器、电容器单台保护用熔断器及保护和自动装置。

### 11.4.1 高压并联电容器

表 11.4.1 高压并联电容器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量极对壳绝缘电阻		1)交接时 2)6 年	大于 5000M $\Omega$	用 2500V 兆欧表
3	测量电容量		1)交接时 2)6 年	1)电容值偏差不得超过额定值的-5%~+10%范围;电容器组中各相电容的最大值与最小值之比不大于 1.08 2)电容值不应小于出厂值的 95%	
4	并联电容器极对壳交流耐压试验		1)交接时 2)必要时	1)试验电压按出厂外绝缘干耐受电压值的 75% 2)出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考附录 F	
5	凸肚、渗漏油检查		巡视时	发现凸肚、漏油时,应停止使用	
6	冲击合闸试验		交接时		

## 11.4.2 集合式并联电容器

表 11.4.2 集合式并联电容器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	绝缘油 击穿电压 (kV)		1)交接时 2)6 年 3)吊芯修理后	交接时: $\geq 35$ 运行中: $\geq 30$	无油枕的电容器,必要时进行
3	测量相间 和极对壳 绝缘电阻		1)交接时 2)6 年 3)吊芯修理后	自行规定	1)采用 2500V 兆欧表 2)仅对有六个套管的三相电 容器测量相间绝缘电阻
4	测量电容 值		1)交接时 2)6 年 3)吊芯修理后	1)每相电容值偏差应在额定值的 -5%~+10%的范围内,且电容值不 小于出厂值的 96% 2)三相中每两线路端子间测得的原电 容值的最大值与最小值之比不大于 1.06 3)每相用三个套管引出的电容器组, 应测量每两个套管之间的电容量,其 值与出厂值相差在 $\pm 5\%$ 范围内	

表 11.4.2(续) 集合式并联电容器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	相间和极 对壳交流 耐压试验		1)交接时 2)必要时 3)吊芯修理后	1)试验电压为出厂试验电压的 75% 2)出厂试验电压以设备的铭牌为准, 可参考附录 F	仅对有六个套管的三相电容器进行相间耐压

### 11.4.3 单台保护用熔断器

表 11.4.3 单台保护用熔断器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量直流电 阻		1)交接时 2)必要时	与出厂值相差不大于 20%	
2	检查外壳及 弹簧情况		1)交接时 2)必要时	无明显锈蚀现象,弹簧拉力无明显变化, 工作位置正确,指示装置无卡死等现象。	

### 11.4.4 串联电抗器

高压并联电容器装置中串联电抗器的试验项目、范围、周期和要求见第 5.2 章和第 5.5 章。



## 11.4.5 放电线圈

表 11.4.5 放电线圈的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量绝缘电阻		1)交接时 2)6 年	1)测量一次绕组对二次绕组、铁芯和外壳的绝缘电阻,不应低于 1000MΩ 2)测量二次绕组对铁芯和外壳的绝缘电阻,不小于 500MΩ	一次绕组用 2500V 兆欧表,二次绕组用 1000V 兆欧表
2	测量油浸式的绕组 $\tan\delta$	35kV	1)交接时 2)必要时	在 10kV 下测量,20℃时测得的 $\tan\delta(\%)$ 不大于 3.0,且不大于出厂试验值的 130%	
3	交流耐压试验		1)交接时 2)必要时	1)一次绕组对二次绕组、铁芯和外壳的试验电压为出厂试验电压的 80% 2)二次绕组对铁芯和外壳的试验电压为 3kV	一次绕组出厂试验电压以设备铭牌为准,可参考附录 F
4	测量一次绕组直流电阻		1)交接时 2)必要时	与上次测量值相比无明显差异	
5	测量电压比和极性		1)交接时 2)必要时	1)电压比符合要求 2)极性应符合设计要求,并应与铭牌和标志相符	

## 12 绝缘油和 SF<sub>6</sub> 气体

### 12.1 变压器用绝缘油

表 12.1 变压器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前 <sup>*</sup> )	运行中	
1	外状		1)交接时 2)大修后 3)运行中取油样时进行	透明、无杂质或悬浮物		将油样注入试管中冷却至 5℃在光线充足的地方观察
2	水溶性酸 (pH 值)	110kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)3~6 年 4)必要时	>5.4	≥4.2	按 GB/T 7598 进行试验
3	酸值 (mgKOH/g)	110kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)3~6 年 4)必要时	≤0.03	≤0.1	按 GB/T 264 或 GB/T 7599 进行试验

表 12.1(续) 变压器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前*)	运行中	
4	闪点 (闭口) (°C)	110 kV 及 以上	1)交接时 2)大修后 3)220kV 及 以上: 必要时	≥140(10 号、25 号油) ≥135(45 号油)	不应比新油原始测量值 低 10	按 GB/T 261 进 行试验
5	含水量 (mg/L)		1)交接时 2)大修后 3)110kV: 1 年 220kV ~ 500 kV: 6 个月	110kV 及以下: ≤20 220kV: ≤15 500kV: ≤10	110kV 及以下: ≤35 220kV: ≤25 500kV: ≤15	运行中设备,测量 时应注意温度的 影响,尽量在顶层 油温高于 50°C 时 采样,按 GB/T 7600 或 GB/T 7601 进行试验
6	击穿电压 (kV)		1)交接时 2)大修后 3)110kV 及以 上: 3 年 110kV 以下: 6 年	35kV 及以下: ≥35 110kV~220kV: ≥40 500kV: ≥60	35kV 及以下: ≥30 110kV~220kV: ≥35 500kV: ≥50	按 DL/T 429.9 方法进行试验

表 12.1(续) 变压器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前 <sup>*)</sup>	运行中	
7	界面张力 (25℃) (mN/m)	110 kV 及以 上	1)交接时 2)大修后 3)必要时	≥35	≥19	按 GB/T 6541 进行试验
8	tanδ (90℃) (%)	35kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)110kV 及以上: 3 年 110kV 以下: 6 年 4)必要时	新油: ≤0.5 注入设备后: ≤0.7	220kV 及以下: ≤4 500kV: ≤2	按 GB/T 5654 进行试验
9	体积电阻 率 (90℃) (Ω·m)	35kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)110kV 及以上: 3 年 110kV 以下: 6 年 4)必要时	≥6×10 <sup>10</sup>	500kV: ≥1×10 <sup>10</sup> 220kV 及 以 下 : ≥5×10 <sup>9</sup>	按 DL/T 421 或 GB/T 5654 进行试验

表 12.1(续) 变压器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前 <sup>*</sup> )	运行中	
10	油中含气量 (体积分数) (%)	220kV 及以上	1)500kV 交接时 2)500kV 大修后 3)500kV: 1 年 4)220kV 必要时	≤1	≤3	按 DL/T 703 进行试验
11	油泥与沉淀物 (质量分数) (%)		必要时	<0.02(以下可忽略不计)		按 GB/T 511 进行试验,若只测量油泥含量,试验最后采用乙醇—苯(1:4)将油泥洗于衡重容器中,称重
12	油中溶解气体色谱分析		见本标准的有关章节			取样、试验和判断方法按 GB 7597、GB/T 17623 和 GB/T 7252、DL/T 722 的规定进行

注:\*)本栏中的“投运前”指周期栏中的“交接时”和“大修后”。

12.1.1 新油验收及充油电气设备的绝缘油试验分类,应符合表12.1A的规定。

表12.1A 电气设备绝缘油试验分类

试验类别	适用范围
击穿电压	1)6kV以上电气设备内的绝缘油或新注入设备前、后的绝缘油; 2)对下列情况之一者,可不进行击穿电压试验: ①35kV以下互感器,其主绝缘试验已合格的; ②15kV以下油断路器,其注入新油的击穿电压已在35kV及以上的; ③按本标准有关规定不需取油的
简化分析	1)准备注入变压器、电抗器、消弧线圈、互感器、套管的新油,应按表12.1中的第1~9项规定进行 2)准备注入油断路器的新油,应按表12.1中的第1、2、3、4、5、6、8项规定进行
全分析	对油的性能有怀疑时,应按表12.1中的全部项目进行

12.1.2 关于补充油和混油的规定

12.1.2.1 关于补充油的规定

12.1.2.1.1 充油电气设备已充入油(运行油)的量不足,需补加一定量的油品使达到电气设备规范油量的行为过程称为“补充油”。电气设备原已充入的油品称为“已充油”;拟补加的油品称为“补加油”。补加油量占设备总油量的分额称为“补加分额”。已充油混入补加油后成为“补后油”。

12.1.2.1.2 补加油宜采用与已充油同一油源、同一牌号及同一添加剂类型的油品,并且补充油(不论是新油或已使用的油)的各项特性指标不应低于已充油。

12.1.2.1.3 如补加油的补加分额大于5%,特别当已充油的特性指标已接近表12.1或表12.2规定的运行油质量指标

极限值时,可能导致补后油迅速析出油泥。因此在补充油前应预先按额定的补加分额进行油样混合试验(《油泥析出测定法》DL/T 429.7);确定无沉淀物产生, $\tan\delta$  不大于已充油数值,方可进行补充油过程。

12.1.2.1.4 如补加油来源或牌号及添加剂类型与已充油不同,除应遵守 12.1.2.1.2、12.1.2.1.3 的规定外,还应预先按预定的补加分额进行混合油样的老化试验(按《运行油开口杯老化测定法》DL/T 429.6)。经老化试验的混合样质量不低于已充油质量,方可进行补充油过程。补加油牌号与已充油不同时,还应实测混合油样的凝点确认其是否符合使用环境的要求。

12.1.2.2 关于混油的规定

12.1.2.2.1 尚未充入电气设备的两种或两种以上的油品相混合的行为过程称为“混油”。

12.1.2.2.2 对混油的要求应比照 12.1.2.1“关于补充油的规定”。

## 12.2 断路器用绝缘油

表 12.2 断路器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前 <sup>*)</sup>	运行中	
1	外状	35kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)110kV 及以上: 2~3 年 35kV:4~6 年	透明、无游离水分、无杂质或悬浮物		
2	机械杂质和游离碳	35kV 及以上	1)交接时 2)大修后 3)110kV 及以上: 2~3 年 35kV:4~6 年	无较多机械杂质和游离碳悬浮于油中		
3	水溶性酸 (pH 值)	35kV 及以上	1)交接时 2)大修后	≥4.2		按 GB/T 7598 进行试验



表 12.2(续) 断路器用绝缘油的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求		说明
				投运前 <sup>*)</sup>	运行中	
4	酸值 (mgKOH/ g)		1)交接时 2)大修后	≤0.1		按 GB/T 264 或 GB/T 7599 进行试验
5	闪点(闭口) (°C)		1)交接时 2)大修后	不应比新油低 5		按 GB/T 261 进行试验
6	击穿电压 (kV)	35kV 及以上	1)交接时 2)投运前 3)大修后 4)110kV 及 以上:2~3年 35kV:4~6 年 5)油量为 60kg 以下的 少油断路器 3 年或换油	35kV 及以下: ≥35 110kV~220kV: ≥40	35kV 及以下: ≥30 110kV~220kV: ≥35	

注: \*)本栏中的“投运前”指周期栏中的“交接时”、“投运前”和“大修后”。

## 12.3 SF<sub>6</sub> 气体

表 12.3 SF<sub>6</sub> 气体的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	湿度 (20℃ 体 积分数) (μL/L)		1)交接时 2)新装或大 修后 1 年内 1 次,无异 常,3年1次 3)大修后 4)必要时	1)断路器灭弧室气室交接和大 修后不大于 150,运行中不大于 300 2)其它气室 交接和大修后:不大于 250 运 行 中 : 额 定 绝 对 气 压 ≤0.35Mpa 的不大于 1000,额 定绝对气压>0.35Mpa 的不大 于 500	1)按 GB 12022、DL/T 914 或 DL/T 915 和 DL/T 506 进行 2)周期中的“必要时”是指新装及大修后 1 年内复测湿度不符合要求或漏气超过 表 7.1 中序 3 或表 7.3 中序 2 的要求和 设备异常时,按实际情况增加的检测
2	密度 (标 准 状 态 下) (kg/m <sup>3</sup> )		必要时	6.16	按 DL/T 917 进行
3	毒性		必要时	无毒	按 DL/T 921 进行

表 12.3(续) SF<sub>6</sub>气体的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	酸度 (μg/g)		1)大修后 2)必要时	≤0.3	按 DL/T 916 进行
5	四氟化碳 (质量百分数)(%)		1)大修后 2)必要时	1)大修后≤0.05 2)运行中≤0.1	按 DL/T 920 进行
6	空气 (质量百分数)(%)		1)大修后 2)必要时	1)大修后≤0.05 2)运行中≤0.2	按 DL/T 920 进行
7	可水解氟化物(μg/g)		1)大修后 2)必要时	≤1.0	按 DL/T 918 进行
8	矿物油 (μg/g)		1)大修后 2)必要时	≤10	按 DL/T 919 进行

## 13 避雷器

### 13.1 普阀、磁吹型避雷器

表 13.1 普阀、磁吹型避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)1~3 年 3)必要时	1)FZ(PBC.LD)、FCZ 和 FCD 型避雷器的绝缘电阻值与出厂值、前一次或同类型的测量数据进行比较,不应有显著变化 2)FS 型避雷器绝缘电阻,不应低于 2500MΩ	1)采用 2500V 及以上兆欧表 2)FZ、FCZ、FCD 型主要检查并联电阻通断和接触情况
3	测量底座绝缘电阻		1)交接时 2 必要时	不低于 5MΩ	采用 2500V 及以上兆欧表

表 13.1(续) 普阀、磁吹型避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求							说明
4	测量电导电流及串联组合元件的非线性因数差值		1)交接时 2)1 ~ 3年 3)必要时	1)FZ、FCZ、FCD 型避雷器的电导电流参考值见附录 I 或制造厂规定值,还应与历年数据比较,不应有显著变化							1)整流回路中应加滤波电容器,其电容值一般为 0.01 $\mu$ F ~ 0.1 $\mu$ F,并应在高压侧测量电流 2)由两个及以上元件组成的避雷器应对每个元件进行试验 3)非线性因数差值及电导电流相差值计算见附录 I 4)可用带电测量方法进行测量,如对测量结果有疑问时,应根据停电测量的结果作出判断 5)如 FZ 型避雷器的非线性因数差值大于 0.05,但电导电流合格,允许作换节处理,换节后的非线性因数差值不应大于 0.05 6)运行中 PBC 型避雷器的电导电流一般应在 300 $\mu$ A~400 $\mu$ A 范围内
				2)同一相内串联组合元件的非线性因数差值,不应大于 0.05;电导电流相差值不应大于 30%							
				3)试验电压如下:							
				元件额定电压(kV)	3	6	10	15	20	30	
试验电压 U <sub>1</sub> (kV)	--	--	--	8	10	12					
试验电压 U <sub>2</sub> (kV)	4	6	10	16	20	24					

表 13.1(续) 普阀、磁吹型避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明			
5	测量运行电压下的交流泄漏电流		1)每年雷雨季节前 2)必要时	1)应注意对同一相历次试验结果的比较,同时也应注意相间试验结果的比较 2)泄漏电流相间差值达 1 倍以上或与上次数据比较增加 50%时,应该分析原因、加强监测,必要时进行停电测试	1)没有安装在线监测装置的每季度 1 次 2)测试结果同时与在线监测装置电流值校核			
6	工频放电电压		1)交接时 2)1~3 年 3)必要时	1)FS 型避雷器的工频放电电压在下列范围内:	带有非线性并联电阻的避雷器只在解体大修后进行			
				额定电压(kV)		3	6	10
				放电电压(kV)		交接时	9~11	16~19
		运行中	8~12	15~21	23~33			
				2)FZ、FCZ 和 FCD 型避雷器的电导电流值及 FZ、FCZ 型避雷器的工频放电电压参考值见附录 I				

表 13.1(续) 普阀、磁吹型避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	检查放电计数器动作情况及在线监测装置指示		1)交接时 2)每周巡视并记录 1 次 3)必要时	放电计数器测试 3~5 次,均应正常动作	发电厂每天巡视 1 次,每周记录 1 次在线监测装置电流表指示值
8	检查密封情况		必要时	避雷器内腔抽真空至 (300 ~ 400)×133Pa 后,在 5min 内其内部气压的增加不应超过 100Pa	

## 13.2 金属氧化物避雷器

表 13.2 金属氧化物避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)110kV 及以上: 3 年 110kV 以下: 6 年 3)必要时	1)35kV 以上,不低于 2500M $\Omega$ 2)35kV 及以下,不低于 1000M $\Omega$	采用 2500V 兆欧表
3	测量底座绝缘电阻		1)交接时 2)必要时	不低于 5M $\Omega$	采用 2500V 及以上兆欧表



表 13.2 金属氧化物避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量直流参考电压及 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流	无间隙	1) 不带内部均压系统的交接时 2) 110kV 及以上: 3 年 110kV 以下: 6 年 3) 必要时	1) $U_{1mA}$ 不得低于 GB 11032 的规定值, 并且与初始值或制造厂给定值相比较, 变化率不应大于 $\pm 5\%$ 2) $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流值与初始值或制造厂给定值相比较, 变化量增加不应大于 2 倍, 且泄漏电流值不应大于 $50\mu A$ 。对于额定电压 216kV 以上避雷器, 泄漏电流不应大于制造厂的规定值	1) 要记录试验时的环境温度和相对湿度 2) 测量电流的导线应使用屏蔽线 3) 不满足要求应增加交流试验 4) 测量 $0.75U_{1mA}$ 下泄漏电流时的 $U_{1mA}$ 电压值应选用 $U_{1mA}$ 初始值或制造厂给定的 $U_{1mA}$ 值
5	运行电压下的交流泄漏电流	110kV 及以上 无间隙	1) 带内部均压系统的交接时 2) 每年雷雨季节前 3) 必要时	1) 测量运行电压下的全电流、阻性电流或功率损耗, 测量值与初始值比较不应有明显变化 2) 测量值于初始值比较, 当阻性电流增加 50% 时应分析原因, 加强监测、适当缩短检测周期; 当阻性电流增加 1 倍时应停电检查	1) 应记录测量时的环境温度、相对湿度和运行电压。测量宜在瓷套表面干燥时进行。应注意相间干扰的影响 2) 没有安装在线监测装置的每季度 1 次 3) 测试结果同时与在线监测装置电流值校核

表 13.2(续) 金属氧化物避雷器的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	测量工频参考电压和持续电流	无间隙	1)500kV 交接时 2)必要时	应符合 GB 11032 或制造厂规定	1)测量环境温度 $20\pm 15^{\circ}\text{C}$ 2)测量应每节单独进行,整相避雷器有一节不合格,应更换该节避雷器(或整相更换)使该相避雷器为合格
7	检查放电计数器动作情况及在线监测装置电流表指示	无间隙	1)交接时 2)必要时	放电计数器测试 3~5 次,均应正常动作	
8	工频放电电压试验	有间隙	1)交接时 2)必要时	应符合产品技术条件的规定	放电后应快速切除电源,切断电源时间不大于 0.5s,过流保护动作电流控制在 0.2~0.7A

# 14 母线

## 14.1 金属封闭母线

表 14.1 金属封闭母线的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量绝缘电阻		1)交接时 2)大修时	1)离相封闭母线在常温下分相绝缘电阻值不应小于 $50M\Omega$ 2)共箱封闭母线在常温下分相绝缘电阻值不小于 $10M\Omega$ 3)应测量金属封闭母线导体(相)对导体(相)、导体(相)对外壳(地)间的绝缘电阻	额定电压为 $1000V$ 时,采用 $1000V$ 兆欧表;额定电压 $3000V$ 及以上时,采用 $2500V$ 兆欧表

表 14.1(续) 金属封闭母线的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求				说明
2	交 流 耐 压 试 验		1)交接时 2)大修时	按出厂 1min 工频干试耐受电压值的 75%进行,如下表(kV):				应在金属封闭母线安装完成后,并与发电机、变压器等设备连接以前进行,且试验时电压互感器等设备应予断开
				Un	Um	出厂值	现场值	
				1	1.2	4.2	3.2	
				3.15	3.5	25	19	
				6.3	7.2	32	24	
				10.5	12	42	32	
				(13.8)	15.8	51	38	
				15.75	18	57	43	
				(18)	21	61	46	
				20	24	68	51	
				(24)	27.6	75	56	
				(26) <sup>*)</sup>	(30)	(80)	(60)	
				35	40.5	100	75	
注: *)《金属封闭母线》GB 8349-2000中没有电压等级26kV的标准,是根据相邻电压等级按插值法计算得到的,供参考。								

## 14.2 一般母线

表 14.2 一般母线的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绝缘电阻		1)交接时 2)大修时 3)6 年	不应低于 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$	
3	交流耐压试验		1)交接时 2)大修时 3)6 年	1)交流耐压试验标准按照第 9 章“绝缘子”中有关交流耐压试验的标准 2)运行中交流耐压试验可以用 $10000\text{V}$ 兆欧表测量绝缘电阻代替	
4	相位检查		1)交接时 2)大修时	各相两端及其连接回路的相位应一致	

## 15 1kV 以上的架空电力线路

表 15 1kV 以上的架空电力线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	红外测温		1 年至少 1 次		
2	测量绝缘子的绝缘电阻		见第 9 章“绝缘子”表 9.1 序 2		
3	测量线路的绝缘电阻		1)交接时 2)线路检修后		1)采用 2500V 及以上兆欧表 2)有带电的平行线路时不测
4	零(低)值绝缘子检测		见第 9 章“绝缘子”表 9.1 序 1		
5	检查相位		1)交接时 2)线路连接有变动时	线路两端相位应一致	
6	检查导线连接管的连接情况		1)交接时 2)线路检修时	1)外观检查无异常 2)连接管压接后的尺寸及外形应符合要求	铜线的连接管检查周期可延长至 5 年

表 15(续) 1kV 以上的架空电力线路的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
7	间隔棒检查		1)3 年 2)线路检修时	状态完好,无松动、无胶垫脱落等情况	
8	阻尼设施的检查		1)3 年 2)线路检修时	无磨损松动等情况	
9	测量线路的工频参数	110kV 及以上	1)交接时 2)线路变更时	根据继电保护、过电压等专业要求进行	
10	冲击合闸试验		1)交接时 2 线路检修后	在额定电压下对空载线路的冲击合闸试验,应进行 3 次,合闸过程中线路绝缘不应有损坏	有条件时,冲击合闸前,110kV 及以上线路宜先进行递升加压试验
11	测量杆塔的接地阻抗		见第 16 章“接地装置” 表 16 序 11 和序 12		
12	绝缘子表面现场污秽度(等值盐密和灰密)的测量		见第 9 章“绝缘子” 表 9.1 序 4		

## 16 接地装置

表 16 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量有效接地系统(包括小电阻接地系统)的接地网的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年 3)可以根据该接地网挖开检查的结果斟酌延长或缩短周期	$Z \leq 2000/I$ 或 $Z \leq 0.5\Omega$ , (当 $I > 4000A$ 时) 式中 $I$ : 经接地网流入地中的短路电流(A); $Z$ : 考虑到季节变化的最大接地阻抗( $\Omega$ )	1)测量接地阻抗时,如在必须的最小布极范围内土壤电阻率基本均匀,可采用各种补偿法,否则,应采用远离法 2)在高土壤电阻率地区,接地阻抗如按规定值要求,在技术经济上极不合理时,允许有较大的数值。但必须采取措施以保证发生接地时,在该接地网上: a)接触电压和跨步电压均不超过允许的数值 b)不发生高电位引外和低电位引内 3)在预防性试验前或每 3 年以及必要时验算 1 次 $I$ 值,并校验设备接地引下线的热稳定 4)应断开线路的架空地线



表 16(续) 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
2	测量非有效接地系统的接地网的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年 3)可以根据该接地网开挖检查的结果斟酌延长或缩短周期	1)当接地网与 1kV 及以下设备共用接地时,接地阻抗 $Z \leq 120/I$ 2)当接地网仅用于 1kV 以上设备时,接地阻抗 $Z \leq 250/I$ 3)在上述任一情况下,接地阻抗不应得大于 $10\Omega$ 式中 I: 经接地网流入地中的短路电流(A); Z: 考虑到季节变化最大接地阻抗( $\Omega$ )	应断开线路的架空地线
3	测量利用大地作导体的电力设备的接地阻抗		1)交接时 2)1~3 年	1)长久利用时,接地阻抗为 $Z = \frac{50}{I}$ 2)临时利用时,接地阻抗为 $Z = \frac{100}{I}$ 式中 I: 接地装置流入地中的电流(A); Z: 考虑到季节变化的最大接地阻抗( $\Omega$ )	

表 16(续) 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量 1kV 以下电力设备的接地阻抗		1)交接时 2)6 年	使用同一接地装置的所有这类电力设备,当总容量 $\geq 100\text{kVA}$ 时,接地阻抗不宜大于 $4\Omega$ 。如总容量 $< 100\text{kVA}$ 时,则接地阻抗允许大于 $4\Omega$ ,但不大于 $10\Omega$	对于在电源处接地的低压电力网(包括孤立运行的低压电力网)中的用电设备,只进行接零,不作接地。所用零线的接地阻抗就是电源设备的接地阻抗,其要求按序 2 确定,但不得大于相同容量的低压设备的接地阻抗
5	测量独立微波站的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年	不宜大于 $5\Omega$	
6	测量独立的燃油、易爆气体储罐及其管道的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年	1)不宜大于 $30\Omega$ 2)无独立避雷针保护的露天储罐不应大于 $10\Omega$	
7	测量露天配电装置避雷针的集中接地装置的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年	不宜大于 $10\Omega$	与接地网连在一起的可不测量,但应按序 13 的要求进行电气完整性测试

表 16(续) 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
8	测量发电厂烟囱附近的吸风机及该处装设的集中接地装置的接地阻抗		1)交接时 2)不超过 6 年	不宜大于 $10\Omega$	与接地网连在一起的可不测量,但应按序 13 的要求进行电气完整性测试
9	测量独立避雷针(线)的接地阻抗		1)交接时 2)6 年	不宜大于 $10\Omega$	在高土壤电阻率地区难以将接地阻抗降到 $10\Omega$ 时,允许有较大的数值,但应符合防止避雷针(线)对罐体及管、阀等反击的要求
10	测量与架空线直接连接的旋转电机进线段上避雷器的接地阻抗		1)交接时 2)变电所进出线 1~2km 内的杆塔 3 年 3)其它线路杆塔不超过 6 年	不宜大于 $3\Omega$ ,但对于 300~1500kW 的小型直配电机,如不采用 DL/T 620 中相应接线时,此值可酌情放宽	

表 16(续) 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明	
11	测量有架空地线的线路杆塔的接地阻抗		1)交接时 2)变电所进出线1~2km内的杆塔 3年 3)其它线路杆塔不超过6年	1)当杆塔高度在40m以下时,按下列要求:如杆塔高度 $\geq 40\text{m}$ 时,则取下表值的50%;但当土壤电阻率大于 $2000\Omega\cdot\text{m}$ ,接地阻抗难以达到 $15\Omega$ 时,可放宽至 $20\Omega$	对于高度在40m以下的杆塔,如土壤电阻率很高,接地电阻难以降到 $30\Omega$ ,可采用6~8根总长不超过500m的放射形接地体或连续伸长接地体,其接地电阻可不受限。但对于高度 $\geq 40\text{m}$ 的杆塔,其接地阻抗也不宜大于 $20\Omega$	
				土壤电阻率( $\Omega\cdot\text{m}$ )		接地阻抗( $\Omega$ )
				$\leq 500$		10
				500~1000		20
				1000~2000		25
				$> 2000$		30
				2)110kV及以上变电站前两基杆塔接地阻抗必须小于 $5\Omega$		

表 16(续) 接地装置的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明	
12	测量无架空地线的线路杆塔接地电阻		1)交接时 2)变电所进出线 1~2km 内的杆塔 3 年 3)其它线路杆塔不超过 6 年	接地阻抗不宜大于下表数值		
				种类		接地阻抗( $\Omega$ )
				非有效接地系统的钢筋混凝土杆、金属杆		30
				中性点不接地的低压电力网的线路钢筋混凝土杆、金属杆		50
				低压进户线绝缘子铁脚		30
13	接地装置电气完整性测试		1)交接时 2)1~3 年	1)状况良好的接地装置测试值应在 50m $\Omega$ 以下 2)电气完整性测试方法、范围、测试仪器及结果的判断和处理见附录 J		
14	通过开挖抽查等手段确定发电厂、变电所接地网的腐蚀情况		1)第 1 次开挖: a)沿海及盐碱地区不超过 5 年 b)采用降阻剂的不超过 3 年 c)其它不超过 10 年 2)以后开挖周期根据前次检查结果自行决定	1)不得有开断、松脱或严重腐蚀等现象 2)可根据电气设备的重要性的和施工的安全性,选择 5~8 点沿接地引下线进行开挖检查,如有疑问还应扩大开挖的范围 3)铜质材料接地网只检查接地引下线及其与接地网的连接点		

注:扩建接地网应在与原接地网连接后进行测试。

# 17 旋转电机

## 17.1 同步发电机

表 17.1 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量定子绕组绝缘电阻和吸收比或极化指数	200 MW 及以上测量极化指数	1)交接时 2)大修前、后 3)小修时 4)2 ~ 3 年 5)必要时	1)各相或各分支绝缘电阻值不平衡系数不应大于 2 2)吸收比:沥青浸胶及烘卷云母绝缘不应小于 1.3;环氧粉云母绝缘不应小于 1.6 3)极化指数:沥青浸胶及烘卷云母绝缘不应小于 1.5;环氧粉云母绝缘不应小于 2.0	1)交流耐压试验之前,绕组绝缘应满足本条要求 2)测量水内冷发电机定子绕组绝缘电阻,宜在通水水质合格情况下进行,也可在消除剩水影响的情况下进行 3)对于汇水管死接地的电机宜在无水情况下进行;对汇水管非死接地的电机,应分别测量绕组及汇水管绝缘电阻,绕组绝缘电阻测量时应采用屏蔽法消除水的影响 4)交流耐压试验合格的电机,当其绝缘电阻换算至运行温度后(环氧粉云母绝缘的电机在常温下)不低于其额定电压 1MΩ/kV 时,可不经干燥投入运行。但在投运前不应再拆开端盖进行内部作业。换算系数见附录 B 5)若在相近试验条件(温度、湿度)下,绝缘电阻值降低到历年正常值的 1/3 以下时,应查明原因,设法消除 6)水内冷电机自行规定

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
2	测量定子绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修时 3)出口短路后	1)各相或各分支的直流电阻值,在校正了由于引线长度不同而引起的误差后,相互间差别不应大于最小值的 1.5%(水轮发电机为 1%) 2)与初次(出厂或交接时)测量值换算至同温度下的数值比较,其相对变化不应大于 2%,超出要求者,应查明原因	1)在冷态下测量,测量时绕组表面温度与周围空气温度之差不应大于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 2)汽轮发电机相间(或分支间)差别及其历年的相对变化大于 1%,应引起注意

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求		说明	
3	定子绕组泄漏电流测量和直流耐压试验	6000 kW 及以上	1)交接时 2)大修前、后 3)2 ~ 3 年或小修时 4)更换绕组后	1)试验电压:		1)应在停机后清除污秽前热状态下进行。处于备用状态时,可在冷态下进行。氢冷发电机必须在充氢前或充氢后含氢量 96% 以上或排氢后含氢量在 3% 以下时进行,严禁在置换氢过程中进行试验	
				交接时			3Un
				全部更换绕组并修好后			3Un
				局部更换绕组并修好后			2.5Un
				大修前	运行 20 年及以下		2.5Un
					运行 20 年以上与架空线路直接连接		2.5Un
					运行 20 年以上不与架空线路直接连接		(2.0~2.5)Un
小修时、预试和大修后		2.0Un					



表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
续 3				<p>2) 在规定试验电压下,各相泄漏电流的差别不应大于最小值的 100%;最大泄漏电流在 <math>20\mu\text{A}</math> 以下者,相间差值与历次试验结果相比较,不应有明显变化,根据绝缘电阻值和交流耐压试验结果综合判断为良好时,各相间差值可不考虑</p> <p>3) 泄漏电流不应随时间的延长而增大</p>	<p>2) 试验电压按每级 <math>0.5U_n</math> 分阶段升高,每阶段停 1min,并记录泄漏电流</p> <p>3) 不符合左栏 2)、3)之一者,应找出原因,并将其消除</p> <p>4) 泄漏电流随电压不成比例的显著增长时,应及时分析</p> <p>5) 试验时,微安表应接在高压侧,并对出线套管表面加以屏蔽。水内冷发电机试验时,应采用低压屏蔽法接线;对于汇水管死接地的电机,可不进行该试验。冷却水质应透明纯净,无机械混杂物,在水温 <math>20^\circ\text{C}</math> 时导电率应满足:开启式水系统不大于 <math>5.0\mu\text{S}/\text{cm}</math>;独立的密闭循环水系统不大于 <math>1.5\mu\text{S}/\text{cm}</math></p>

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明		
4	定子绕组交流耐压试验		1)交接时 2)大修前 3)更换绕组后	1)全部更换绕组并修好后的试验电压为:	1)应在停机清除污秽前热状态下进行,处于备用状态时,可在冷状态下进行。氢冷发电机应在充氢前或充氢后含氢量 96%以上或排氢后含氢量在 3%以下时进行,严禁在置换氢过程中进行试验 2)水内冷电机一般应在通水的情况下进行试验,进口机组按制造厂规定。冷却水质应透明纯净,无机械混杂物,在水温 20℃时导电率应满足:开启式水系统不大于 5.0μS/cm;独立的密闭循环水系统不大于 1.5μS/cm 3)交流耐压试验,宜采用工频交流耐压试验设备;也可采用谐振耐压试验设备,频率在 45~65Hz 之间;也可采用 0.1Hz 超低频耐压试验设备,试验电压峰值为工频试验电压峰值的 1.2 倍,持续时间为 1min		
				容量 (MW)		额定电压 Un(V)	试验电压 (V)
				<10		>36	2Un+1000 但最低为 1500
				≥10		<24000	2Un+1000
						≥24000	与厂家协商
				2)交接时试验电压按上表值的 80% 3)大修前或局部更换定子绕组并修好后试验电压为:			
				运行 20 年及以下者		1.5Un	
				运行 20 年以上与架空线路直接连接者		1.5Un	
				运行 20 年以上不与架空线路直接连接者		(1.3~1.5)Un	
4)全部或局部更换定子绕组的工艺过程中的试验电压见附录 A							

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
5	测量转子绕组的绝缘电阻		1)交接时 2)大修中转子清扫前、后 3)小修时 4)超速试验前、后	1) 不应低于 $0.5M\Omega$ 2)水内冷转子绕组在室温下不应小于 $5k\Omega$	1)水内冷转子绕组用 $500V$ 及以下兆欧表测量 2)转子绕组额定电压在 $200V$ 以上,采用 $2500V$ 兆欧表; $200V$ 及以下,采用 $1000V$ 兆欧表 3)当水内冷发电机定子绕组绝缘电阻已符合起动要求,而转子绕组的绝缘电阻值不低于 $2k\Omega$ 时,可允许投入运行
6	测量转子绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修时	与初次(出厂、交接或大修)数值换算至同温度下比较,其差值不应超过 $2\%$	1)应在冷状态下进行测量,绕组表面温度与周围空气温度之差不应大于 $\pm 3^{\circ}C$ 2)显极式转子绕组,应对各磁极绕组进行测量;当误差超过规定时,还应对各磁极绕组间的连结点电阻进行测量

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明	
7	转 子 绕 组 交 流 耐 压 试 验		1)交接时	试验电压	1)隐极式转子拆卸护环只修理端部绝缘时,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替 2)全部更换转子绕组时工艺过程中的试验电压值按制造厂规定 3)工地组装的显极式转子,其单个磁极耐压试验应按制造厂规定进行	
			2)显极式转子大修时和更换绕组后	整体到货的显极式交接时		7.5Un, 但不应低于 1200V
			3)隐极式转子拆卸护环后、局部修理槽内的绝缘和更换绕组后	显极式和隐极式转子全部更换绕组并修好后		额定励磁电压 500V 及以下者为 10Un, 但不应低于 1500V;500V 以上者 2Un+4000V
			工地组装的显极式组装后交接时	5Un, 但不应低于 1000V,不大于 2000V		
			显极式转子大修时及局部更换绕组并修好后	5Un, 但不应低于 1000V,不大于 2000V		
			隐极式转子局部修理槽内绝缘后及局部更换绕组并修好后			
			交接时,隐极式转子绕组不进行交流耐压试验,可采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替			

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
8	测量发电机或励磁机的励磁回路连同所连接的设备(不包括发电机转子和励磁机电枢)的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时 3)小修时	不应低于 $0.5M\Omega$ , 否则应查明原因并消除	1)用 1000V 兆欧表 2)回路中有电子元器件设备的, 试验时应将插件拔出或将其两端短接
9	发电机或励磁机的励磁回路连同所连接的设备(不包括发电机转子和励磁机电枢)的交流耐压试验		1)交接时 2)大修时	试验电压应为 1000V, 可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	1)水轮发电机的静止可控硅励磁的试验电压, 应按序 7 的规定进行 2)回路中有电子元器件设备的, 试验时应将插件拔出或将其两端短接

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
10	定子铁芯试验		1)重新组装或更换、修理硅钢片后 2)更换绕组时 3)必要时	1)磁密在 1T 下齿的最高温升不大于 25K,齿的最大温差不大于 15K,单位损耗不大于 1.3 倍参考值,在 1.4T 下自行规定 2)单位损耗参考值见附录 A 3)对于运行年久的发电机自行规定	1)磁密 1T 下持续试验时间为 90min,磁密 1.4T 下持续时间为 45min,对直径较大的水轮发电机试验时应注意校正由于磁通密度分布不均匀所引起的误差 2)应用红外热像仪测温
11	测量发电机、励磁机的绝缘轴承和转子进水支座的绝缘电阻	6000kW及以上	1)交接时 2)大修时	1)汽轮发电机组的轴承不应低于 0.5MΩ 2)立式水轮发电机组的推力轴承每一轴不得低于 100MΩ;油槽充油并顶起转子时,不得低于 0.3MΩ 3)所有类型的水轮发电机,凡有绝缘的导轴承,油槽充油前,每一轴瓦不得低于 100MΩ	1)汽轮发电机组的轴承绝缘,用 1000V 兆欧表在安装好油管后进行测量 2)氢冷发电机应测量内、外挡油盖的绝缘电阻,其值应符合制造厂的规定

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
12	灭磁电阻器、自同期电阻器的直流电阻		1)交接时 2)大修时	与铭牌或最初测得的数据比较,其差别不应超过10%	非线性电阻按制造厂要求
13	测量灭磁开关的并联电阻		大修时	与初始值比较应无显著差别	电阻值应分段测量
14	测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗		1)交接时 2)大修时	交流阻抗和功率损耗值在相同试验条件下与出厂值或历年数值比较,不应有明显变化	1)应在静止状态下的定子膛内、膛外和超速试验前、后的额定转速下测量;显极式转子,可在膛外对每一个磁极绕组进行测量 2)每次试验应在相同条件、相同电压下进行,试验电压峰值不超过额定励磁电压 3)本试验可用动态匝间短路监测法代替 4)无刷励磁机组,当无测量条件时,可以不测
15	埋入式测温计的检查		1)交接时 2)大修时	1)绝缘电阻值自行规定 2)检温计指示值误差不应超过制造厂规定	1)用 250V 兆欧表 2)除埋入式检温计外还包括水冷定子绕组引水管出水温度计

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
16	测量定子槽部线圈防晕层对地电位		必要时	不大于 10V	1)运行中测温元件电位升高,槽楔松动或防晕层损坏时测量 2)试验时对定子绕组施加额定交流相电压值,用高内阻电压表测量绕组表面对地电压值 3)有条件时可用超声法探测槽放电
17	定子绕组端部固有振动频率测试及模态分析	200MW及以上汽轮发电机	1)交接时 2)大修时 3)必要时	模态试验固有频率在 94 ~ 115Hz 之间,且振型为椭圆的为不合格,应与制造厂联系解决	
18	定子绕组端部表面电位测量	100MW及以上	1)交接时 2)大修时 3)必要时	1)直流试验电压为 $U_n$ 2)测试结果不应大于附录 C 中的值	1)水内冷发电机应在定子水压试验后,在通水条件下进行试验,以发现定子接头漏水缺陷 2)其它类型发电机可参照执行



表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
19	测量轴电压		1)交接时 2)大修后	1)汽轮发电机的轴承油膜被短路时,转子两端轴上的电压应接近于轴承与机座间的电压 2)分别在空载额定电压时和带负荷后测量 3)汽轮发电机大轴对地电压一般小于10V 4)水轮发电机应测量轴对机座的电压	1)测量时应采用高内阻的交流电压表 2)对于端盖式轴承可测轴对地电压
20	定子绕组绝缘老化鉴定		累计运行时间 20 年以上且运行或预防性试验中绝缘频繁击穿时	见附录 A	新机投产后第一次大修有条件时可对定子绕组做试验,取得初始值

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
21	测录空载特性曲线	6000kW及以上	1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后	1)与制造厂(或以前测得的)数据比较,应在测量误差的范围内 2)在额定转速下的定子电压最高值: a)水轮发电机为 $1.3U_n$ ,但不应超过额定励磁电流 b)汽轮发电机为 $1.2U_n$ ,但不应超过额定励磁电流 3)对于有匝间绝缘的电机,应进行匝间感应试验,最高电压时持续时间为5min	对于发电机变压器组,当发电机本身的空载特性及匝间耐压有制造厂出厂试验报告时,可只测录发电机变压器组的整组空载特性,电压加至定子额定电压值的 105%
22	测录三相短路特性曲线	6000kW及以上	1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后 4)必要时	与制造厂(或以前测得的)数据比较,其差别应在测量误差的范围之内	对于发电机变压器组,当发电机本身的短路特性有制造厂出厂试验报告时,可只测录发电机变压器组的短路特性曲线,其短路点应设在变压器高压侧

表 17.1(续) 同步发电机试验项目、范围、周期及要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
23	测量发电机定子开路时间的灭磁时间常数和转子过电压倍数		1)交接时 2)更换灭磁开关后	时间常数与出厂试验或更换前相比较应无明显差别	对发电机变压器组,可带空载变压器同时进行
24	测量发电机自动灭磁装置分闸后的定子残压		1)交接时 2)大修后	残压值不作规定(一般在 200V 以下)	在空载试验后进行
25	测量相序		1)交接时 2)改动接线时	应与电网的相序一致	
26	温升试验		1)定、转子绕组更换及冷却系统改进后 2)必要时	应符合制造厂规定	如对埋入式温度计准确度有怀疑时,可用带电测平均温度的方法加以校对
27	进相运行试验		必要时	应符合运行规程的要求	

## 17.2 直流电机

表 17.2 直流电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时 3)必要时	不应低于 0.5MΩ	1)采用 1000V 兆欧表 2)对励磁机应测量电枢绕组对轴和金属绑线的绝缘电阻
2	测量励磁绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修时	1)与制造厂试验数据或以前测得的值比较,其差别不应大于 2%,补偿绕组自行规定 2)100kW 以下电机自行规定	
3	测量电枢绕组整流片间的直流电阻		1)交接时 2)大修时	相互间的差值不应超过正常最小值的 10%,由于均压线或绕组结构而产生的有规律变化时,应在各相应的片间进行比较判断	对于叠绕组,可在整流片间测量;对于波绕组,测量时两整流片间的距离等于换向器节距;对于蛙式绕组,要根据其接线的实际情况来测量其叠绕组和波绕组的片间直流电阻

表 17.2(续) 直流电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	励磁绕组和电枢的交流耐压试验		1)交接时 2)大修时	励磁绕组对外壳和电枢对轴的交流耐压试验电压： 1)交接时为 $1.5U_n + 750V$ , 并不应小于 1200V 2)大修时为 1000V	100kW 以下直流电机电枢绕组对轴的交流耐压可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替
5	测量励磁可变电阻器的直流电阻		1)交接时 2)大修时	与铭牌数据或最初测量值比较差别不应超过 10%	应在不同分接头位置测量, 调节过程中应接触良好, 无开路现象, 电阻变化应有规律性
6	测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时	不应低于 $0.5M\Omega$	1)磁场可变电阻器可随同励磁回路进行 2)用 1000V 兆欧表 3)不包括励磁调节装置回路的绝缘电阻测量
7	测量并调整电机电刷, 使其处在磁场中心位置		1)交接时 2)大修时 3)必要时	核对位置是否正确, 应满足良好的换向要求	必要时可做无火花换向试验

表 17.2(续) 直流电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
8	检查电机绕组的极性及其连接的正确性		1)交接时 2)接线变动时	极性和连接均应正确	
9	测量电枢及磁极间的空气间隙		大修时	各点气隙与平均值的相对偏差应在下列范围内: 3mm 以下气隙: $\pm 10\%$ 3mm 及以上气隙: $\pm 5\%$	
10	测录直流发电机的空载特性和以转子绕组为负载的励磁机负载特性曲线		1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后 4)必要时	与制造厂试验数据相比较,应在测量误差范围内	1)空载特性:测录至最大励磁电压值 2)负载特性:仅测录励磁机负载特性;测量时,以同步发电机的励磁绕组作为负载 3)外特性:必要时进行 4)励磁电压的增长速度:在励磁机空载额定电压的情况下进行

表 17.2(续) 直流电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
11	励磁回路连同所有连接设备的交流耐压试验		交接时	试验电压应为 1000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
12	直流电动机的空转检查和空载电流测量		1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后	1)转动正常,电刷与换向器接触面应无明显火花 2)调速范围符合要求	空转检查的时间不应小于 1h,记录直流电机的空转电流

## 17.3 中频发电机

表 17.3 中频发电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量绕组的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时 3)小修时	绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$	1000V 以下的中频发电机使用 1000V 兆欧表测量;1000V 及以上使用 2500V 兆欧表测量
2	测量绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修时	1)各相或各分支的绕组直流电阻值,相互间差别不超过最小值的 2% 2)励磁绕组所测得的直流电阻值与出厂值比较,不应有显著差别	
3	绕组的交流耐压试验		1)交接时 2)大修时	试验电压为出厂试验电压值的 75%	副励磁机的交流耐压试验可用 1000V 兆欧表测量绝缘电阻代替



表 17.3(续) 中频发电机试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
4	测量可变电阻器或起动电阻器的直流电阻		大修时	与制造厂数值或最初测得的值比较,相差不得超过 10%	1000V 及以上中频发电机应在所有分接头上测量
5	测录空载特性曲线		1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后 4)必要时	试验电压最高升至产品出厂试验数值为止,与出厂试验数据比较,应无明显差别	1)空载特性:测录至最大励磁电压值 2)永磁式中频发电机只测录发电机电压与转速的关系曲线
6	测量相序		交接时	电机出线端子标号与相序一致	
7	温升试验		必要时	按制造厂规定	新机投运后创造条件进行
8	测量检温计绝缘电阻并校验温度误差		交接时	检温计误差不应超过制造厂的规定	采用 250V 兆欧表测量检温计绝缘电阻

## 17.4 交流电动机

表 17.4 交流电动机的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
1	测量绕组的绝缘电阻和吸收比		1)交接时 2)大修时 3)小修时 4)必要时	1)绝缘电阻值： a)额定电压 1000V 以下者,常温下不应低于 $0.5M\Omega$ b)额定电压 1000V 及以上者,换算到运行温度时,定子绕组不应低于 $1M\Omega/kV$ , 转子绕组不应低于 $0.5M\Omega/kV$ 2)1000V 及以上的电动机应测量吸收比。吸收比不应低于 1.2,中性点可拆开的应分相测量	1)进行交流耐压试验时,绕组的绝缘应满足本条的要求 2)交流耐压试验合格的电动机,当其绝缘电阻换算至运行温度后(环氧粉云母绝缘的电动机在常温下)不低于其额定电压 $1M\Omega/kV$ 时,可不经干燥投入运行。但在投运前不应再拆开端盖进行内部作业 3)小修时定子绕组可与其所连接的电缆一起测量,转子绕组可与其起动设备一起测量 4)绝缘电阻换算系数见附录 B

表 17.4(续) 交流电动机的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
2	测量绕组的直流电阻		1)交接时 2)大修时 3)必要时	1)100kW 及以上各相绕组直流电阻值的相互间差别不应超过最小值的 2%,中性点未引出时,可测量线间电阻,其相互间差别不应超过最小值的 1%;100kW 及以上特殊结构的,电阻相互间差别自行规定 2)100kW 以下电动机自行规定 3)应注意相互间差别的历年相对变化	
3	定子绕组泄漏电流测量和直流耐压试验	1000V 及以上	1)交接时 2)大修时 3)更换绕组后	1)试验电压: 交接及全部更换绕组: $3U_n$ ; 大修或局部更换绕组: $2.5U_n$ 2)泄漏电流相间差别不应大于最小值的 100%;当最大泄漏电流在 $20\mu A$ 以下时,各相间应无明显差别	中性点连线已引出至出线端子板的定子绕组应分相进行直流耐压试验

表 17.4(续) 交流电动机的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明			
4	定子绕组的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后	1)大修中不更换或局部更换定子绕组后试验电压为 $1.5U_n$ ,但不低于 1000V 2)全部更换定子绕组后试验电压为 $(2U_n+1000)V$ ,但不低于 1500V 3)交接时试验电压 $0.75(2U_n+1000)V$ 或按下表	1)低压电动机的交流耐压试验可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替 2)全部更换定子绕组时工艺过程中的交流耐压试验按制造厂规定			
				额定电压(kV)		3	6	10
				试验电压(kV)		5	10	16
5	绕线式电动机转子绕组的交流耐压试验		1)交接时 2)大修后 3)更换绕组后	试验电压(V)如下:	1)绕线式电动机已改为直接短路起动者,可不做交流耐压试验 2) $U_k$ 为转子静止时,在定子绕组上加额定电压,转子绕组开路时测得的电压(V)			
				转子工况		不可逆式	可逆式	
				大修不更换转子绕组或局部更换转子绕组		$1.5U_k$ ,但不小于 1000	$3.0U_k$ ,但不小于 2000	
				全部更换转子绕组后		$2U_k+1000$	$4U_k+1000$	
交接时	$0.75(2U_k+1000)$	$0.75(4U_k+1000)$						

表 17.4(续) 交流电动机的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
6	同步电动机转子绕组交流耐压试验		1)交接时 2)大修时	1)交接时试验电压为额定励磁电压的 7.5 倍,且不应低于 1200V,但不应高于出厂试验电压值的 75% 2)大修时试验电压为 1000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	
7	测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的直流电阻	1000V 及以上或 100kW 及以上	1)交接时 2)大修时	与制造厂数值或最初测得的结果比较,相差不应超过 10%;调节过程中应接触良好,无开路现象,电阻值的变化应有规律性。	3000V 及以上的电动机应在所有分接头上测量直流电阻
8	测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时	与回路一起测量时,不应低于 0.5 MΩ	用 1000V 兆欧表
9	可变电阻器与灭磁电阻器的交流耐压试验		大修时	试验电压为 1000V,可用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻代替	

表 17.4(续) 交流电动机的试验项目、范围、周期和要求

序	项目	范围	周期	要求	说明
10	电动机轴承的绝缘电阻		1)交接时 2)大修时	不应低于 $0.5M\Omega$	在油管安装完毕后用 1000V 兆欧表测量
11	检查定子绕组的极性及其连接的正确性		接线变动时	定子绕组的极性与连接应正确	1)对双绕组的电动机,应检查两分支间的连接的正确性 2)中性点无引线者可不检查极性
12	定子铁芯试验		1)全部更换绕组或修理铁芯后 2)必要时	参照表 17.1 序 10	1)3000V 或 500kW 及以上电动机应做此试验 2)如果电动机定子铁芯没有缺陷,只为检查整体叠片状况,可仅测量空载损耗值
13	电动机空载转动和空载电流测量		1)交接时 2)必要时	1)转动正常 2)空载电流自行规定	空转检查的时间不应小于 2h
14	双电动机拖动时测量转矩—转速特性		必要时	两台电动机的转矩—转速特性曲线上各点相差不得大于 10%	1)应使用同型号、同制造厂、同期出厂的电动机 2)更换时,应选择两台转矩—转速特性相近的电动机

# 18 电除尘器

## 18.1 高压硅整流变压器

表 18.1 高压硅整流变压器的试验项目、周期和要求

序	项目	周期	要求	说明
1	测量高压绕组对低压绕组及对地的绝缘电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时	$>500\text{M}\Omega$	采用 2500V 兆欧表
2	测量低压绕组的绝缘电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时	$>300\text{M}\Omega$	采用 1000V 兆欧表
3	测量硅整流元件及高压套管对地的绝缘电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时	$>2000\text{M}\Omega$	
4	测量穿芯螺杆对地的绝缘电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时		

表 18.1(续) 高压硅整流变压器的试验项目、周期和要求

序	项目	周期	要求	说明
5	测量高、低压绕组的直流电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时	与出厂值相差不超出 $\pm 2\%$ 范围	
6	测量电流、电压取样电阻	1)交接时 2)大修后 3)必要时	偏差不超出规定值的 $\pm 5\%$	
7	测量各桥臂正、反向电阻值	1)交接时 2)大修后 3)必要时	桥臂间阻值相差小于 10%	
8	变压器油试验	1)交接时 2)1 年 3)大修后	参照表 12.1 中序 1、2、3、6	
9	油中溶解气体色谱分析	1)交接时 2)1 年 3)大修后	参照表 5.1 中序 2,注意值自行规定	
10	空载升压	1)交接时 2)大修时 3)更换绕组后 4)必要时	输出 $1.5U_n$ ,保持 1min,应无闪络,无击穿现象,并记录空载电流	不带电除尘器电场



## 18.2 低压电抗器

表 18.2 低压电抗器的试验项目、周期和要求

序	项目	周期	要求	说明
1	测量穿芯螺杆对地的绝缘电阻	1)交接时 2)大修时		
2	测量绕组对地的绝缘电阻	1)交接时 2)大修后	>300MΩ	
3	测量绕组各抽头的直流电阻	1)交接时 2)必要时	与出厂值相差不超出±2%范围	
4	变压器油击穿电压	1)交接时 2)大修后	>20kV	

## 18.3 绝缘支撑及连接元件

表 18.3 绝缘支撑及连接元件的试验项目、周期和要求

序	项目	周期	要求	说明
1	测量绝缘电阻	1)交接时 2)更换后	>500MΩ	采用 2500V 兆欧表
2	耐压试验	1)交接时 2)更换后	直流 100kV 或交流 72kV,保持 1min 无闪络	

## 18.4 高压直流电缆

表 18.4 高压直流电缆的试验项目、周期和要求

序	项目	周期	要求	说明
1	测量绝缘电阻	1)交接时 2)大修后	$>1500\text{M}\Omega$	采用 2500V 兆欧表
2	直流耐压试验及泄漏电流测量	1)交接时 2)大修后 3)重做电缆头时	电缆工作电压的 1.7 倍,10min,当电缆长度小于 100m 时,泄漏电流一般小于 $30\mu\text{A}$	

## 附录 A(规范性附录)

### 同步发电机定子绕组的交流试验电压、老化鉴定和硅钢片单位损耗

A1 交流电机全部更换定子绕组时的交流试验电压见表 A1-1、表 A1-2。

表 A1-1 不分瓣定子圈式线圈的试验电压(kV)

序	试验阶段	试验形式	<10MW(MVA)	≥10MW(MVA)	
			Un≥2	2≤Un≤6.3	6.3<Un≤24
1	线圈绝缘后,下线前	—	2.75Un+4.5	2.75Un+4.5	2.75Un+6.5
2	下线打槽楔后	—	2.5Un+2.5	2.5Un+2.5	2.5Un+4.5
3	并头、连接绝缘后	分相	2.25Un+2.0	2.25Un+2.0	2.25Un+4.0
4	电机装配后	分相	2.0Un+1.0	2.0Un+1.0	2.0Un+1.0

表 A1-2 不分瓣定子条式线圈的试验电压(kV)

序	试验阶段	试验形式	<10MW(MVA)	≥10MW(MVA)	
			Un≥2	2≤Un≤6.3	6.3<Un≤24
1	线圈绝缘后,下线前	—	2.75Un+4.5	2.75Un+4.5	2.75Un+6.5
2	下层线圈下线后	—	2.5Un+2.5	2.5Un+2.5	2.5Un+4.5
3	上层线圈下线后打完槽楔与下层线圈同试	—	2.5Un+1.5	2.5Un+1.5	2.5Un+4.0
4	焊好并头,装好连线,引线包好绝缘	分相	2.25Un+2.0	2.25Un+2.0	2.25Un+4.0
5	电机装配后	分相	2.0Un+1.0	2.0Un+1.0	2.0Un+1.0

A2 交流电机局部更换定子绕组时的交流试验电压见表 A2-1、表 A2-2。

表 A2-1 整台圈式线圈(在电厂修理)的试验电压(kV)

序	试验阶段	试验形式	<10MW(MVA)	≥10MW(MVA)	
			≥2	2≤Un≤6.3	6.3<Un≤24
1	拆除故障线圈后,留在槽中的老线圈	—	0.8(2.0Un+1.0)	0.8(2.0Un+3.0)	0.8(2.0Un+3.0)
2	线圈下线前	—	2.75Un	2.75Un	2.75Un+2.5
3	下线后打完槽楔	—	0.75×2.5Un	0.75(2.5Un+0.5)	0.75(2.5Un+2.5)
4	并头、连接绝缘后,定子完成	分相	0.75(2.0Un+1.0)	0.75×2.5Un	0.75(2.0Un+3.0)
5	电机装配后	分相	1.5Un	1.5Un	1.5Un

注:对于运行年久的电机,序 1,4,5 项试验电压值可根据具体条件适当降低。

表 A2-2 整台条式线圈(在电厂修理)的试验电压(kV)

序	试验阶段	试验形式	<10MW(MVA)	≥10MW(MVA)	
			≥2	2≤Un≤6.3	6.3<Un≤27
1	拆除故障线圈后,留在槽中的老线圈	—	0.8(2.0Un+1.0)	0.8(2.0Un+3.0)	0.8(2.0Un+3.0)
2	线圈下线前	—	2.75Un	2.75Un	2.75Un+2.5
3	下层线圈下线后	—	0.75(2.5Un+0.5)	0.75(2.5Un+1.0)	0.75(2.5Un+2.0)
4	上层线圈下线后,打完槽楔与下层线圈同试	—	0.75×2.5Un	0.75(2.5Un+0.5)	0.75(2.5Un+1.0)
5	焊好并头,装好接线,引线包好绝缘,定子完成	分相	0.75(2.0Un+1.0)	0.75×(2.0Un+1.0)	0.75(2.0Un+1.0)
6	电机装配后	分相	1.5Un	1.5Un	1.5Un

注: 1) 对于运行年久的电机,试验电压值可根据具体条件适当降低;

2) 如果下层线圈下线后与留在槽中的老线圈一起试验,则表 A2-2 中序 3、4 中的值再乘 0.9。

A3 同步发电机转子绕组全部更换绝缘时的交流试验电压按制造厂规定。

A4 同步发电机定子绕组沥青云母和烘卷云母绝缘老化鉴定试验项目和要求见表 A4。

表 A4 同步发电机定子绕组沥青云母和烘卷云母绝缘老化鉴定试验项目和要求

序	项目	要求	说明	
1	整相绕组(或分支)及单根线棒的 $\tan\delta$ 增量( $\Delta\tan\delta$ )	1)整相绕组(或分支)的 $\Delta\tan\delta$ 值不大于下列值:	1)在绝缘不受潮的状态下进行试验 2)槽外测量单根线棒 $\tan\delta$ 时,线棒两端应加屏蔽环 3)可在环境温度下试验	
		定子电压等级(kV)		$\Delta\tan\delta$ (%)
		6		6.5
		10		6.5
		$\Delta\tan\delta$ (%)值指额定电压下和起始游离电压下 $\tan\delta$ (%)之差值。对于 6kV 及 10kV 电压等级,起始游离电压分别取 3kV 和 4kV		
		2)定子电压为 6kV 和 10kV 的单根线棒在两个不同电压下的 $\Delta\tan\delta$ (%)值不大于下列值:		
		1.5Un 和 0.5Un		相邻 0.2Un 电压间隔
11	2.5	3.5		
凡现场条件具备者,最高试验电压可选择 1.5Un;否则也可选择 (0.8~1.0)Un。相邻 0.2Un 电压间隔值,即指 1.0Un 和 0.8Un、0.8Un 和 0.6Un,0.6Un 和 0.4Un、0.4Un 和 0.2Un				

表 A4(续) 同步发电机定子绕组沥青云母和烘卷云母绝缘老化鉴定试验项目和要求

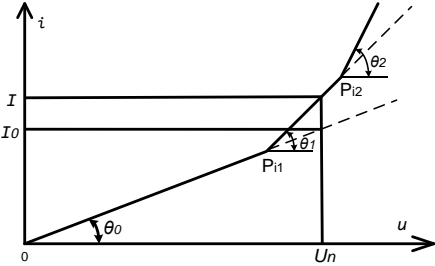
序	项目	要求		说明									
2	整相绕组(或分支)及单根线棒的第二电流增加率 $\Delta I(\%)$	<p>1)整相绕组(或分支)<math>P_{i2}</math>在额定电压 <math>U_n</math> 以内明显出现者(电流增加倾向倍数 <math>m_2 &gt; 1.6</math>),属于有老化特征。绝缘良好者,<math>P_{i2}</math>不出现或在 <math>U_n</math> 以上不明显出现</p> <p>2)单根线棒实测或由 <math>P_{i2}</math> 预测的平均击穿电压,不小于(2.5~3)<math>U_n</math></p> <p>3)整相绕组电流增加率不大于下列值:</p> <table border="1" data-bbox="340 455 776 673"> <tr> <td>定子电压等级(kV)</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>试验电压(kV)</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>额定电压下 电流增加率 (%)</td> <td>8.5</td> <td>12</td> </tr> </table>		定子电压等级(kV)	6	10	试验电压(kV)	6	10	额定电压下 电流增加率 (%)	8.5	12	<p>1)在绝缘不受潮的状态下进行试验</p> <p>2)按下图作出电流电压特性曲线</p>  <p>3)电流增加率</p> $\Delta I = \frac{I - I_0}{I} \times 100\%$ <p>式中 <math>I</math>—在 <math>U_n</math> 下的实际电容电流;  <math>I_0</math>—在 <math>U_n</math> 下 <math>I=f(U)</math> 曲线中按线性关系求得的电容电流</p> <p>4)电流增加倾向倍数</p> $m_2 = \tan\theta_2 / \tan\theta_0$ <p>式中:<math>\tan\theta_2</math>—<math>I=f(U)</math> 特性曲线出现 <math>P_{i2}</math> 点之斜率;<math>\tan\theta_0</math>—<math>I=f(U)</math> 特性曲线中出现 <math>P_{i1}</math> 点以下之斜率</p>
定子电压等级(kV)	6	10											
试验电压(kV)	6	10											
额定电压下 电流增加率 (%)	8.5	12											

表 A4(续) 同步发电机定子绕组沥青云母和烘卷云母绝缘老化鉴定试验项目和要求

序	项目	要求	说明		
3	整相绕组(或分支)及单根线棒之局部 放电量	1)整相绕组(或分支)之局部放电量不大于下列值:			
		定子电压等级(kV)	6		10
		最高试验电压(kV)	6		10
		局部放电试验电压(kV)	4		6
		最大放电量(pC)	15000		15000
		2)单根线棒参照整相绕组要求执行			
4	整相绕组(或分支)交、直流耐压试验	应符合表 17.1 序 4、3 有关规定			

注:1)进行绝缘老化鉴定时,应对发电机的过负荷及超温运行时间、历次事故原因及处理情况、历次检修中发现的问题以及试验情况进行综合分析,对绝缘运行状况作出评定。

2)当发电机定子绕组绝缘老化程度达到如下各项状况时,应考虑处理或更换绝缘,其采用方式包括局部绝缘处理、局部绝缘更换及全部线棒更换。

- a)累计运行时间超过 30 年(对于沥青云母和烘卷云母绝缘为 20 年),制造工艺不良者,可以适当提前;
- b)运行中或预防性试验中,多次发生绝缘击穿事故;
- c)外观和解剖检查时,发现绝缘严重分层发空、固化不良、失去整体性、局部放电严重及股间绝缘破坏等老化现象;
- d)鉴定试验结果与历次试验结果相比,出现异常并超出表中规定。

3)鉴定试验时,应首先做整相绕组绝缘试验,一般可在停机后热状态下进行,若运行或试验中出现绝缘击穿,同时整相绕组试验不合格者,应做单根线棒的抽样试验,抽样部位以上层线棒为主,并考虑不同电位下运行的线棒,抽样量不作规定。



A5 同步发电机定子绕组环氧粉云母绝缘老化鉴定试验见《发电机定子绕组环氧粉云母绝缘老化鉴定导则》DL/T 492。

A6 硅钢片的单位损耗见表 A6。

表 A6 硅钢片的单位损耗

硅钢片品种	代号	厚度 (mm)	单位损耗(W/kg)	
			1T 下	1.5T 下
热轧硅钢片	D21	0.5	2.5	6.1
	D22	0.5	2.2	5.3
	D23	0.5	2.1	5.1
	D32	0.5	1.8	4.0
	D32	0.35	1.4	3.2
	D41	0.5	1.6	3.6
	D42	0.5	1.35	3.15
	D43	0.5	1.2	2.90
	D42	0.35	1.15	2.80
	D43	0.35	1.05	2.50

表 A6(续) 硅钢片的单位损耗

硅钢片品种		代号	厚度 (mm)	单位损耗(W/kg)	
				1T 下	1.5T 下
冷轧硅 钢片	无取向	W21	0.5	2.3	5.3
		W22	0.5	2.0	4.7
		W32	0.5	1.6	3.6
		W33	0.5	1.4	3.3
		W32	0.35	1.25	3.1
		W33	0.35	1.05	2.7
	单取向	Q3	0.35	0.7	1.6
		Q4	0.35	0.6	1.4
		Q5	0.35	0.55	1.2
		Q6	0.35	0.44	1.1

## 附录 B (资料性附录)

### 电机定子绕组绝缘电阻值换算至运行温度时的换算系数

表 B 电机定子绕组绝缘电阻值换算至运行温度时的换算系数

定子绕组温度(°C)		70	60	50	40	30	20	10	5
换算系数 K	热塑性绝缘	1.4	2.8	5.7	11.3	22.6	45.3	90.5	128
	B 级热固性绝缘	4.1	6.6	10.5	16.8	26.8	43	68.7	87

本表的运行温度,对于热塑性绝缘为 75°C,对于 B 级热固性绝缘为 100°C。

当在不同温度测量时,可按上表所列温度换算系数进行换算。例如某热塑性绝缘发电机在  $t=10^{\circ}\text{C}$  时测得绝缘电阻值为  $100\text{M}\Omega$ ,则换算到  $t=75^{\circ}\text{C}$  时的绝缘电阻值为  $100/K=100/90.5=1.1\text{M}\Omega$ 。

也可按下列公式进行换算:

对于热塑性绝缘:

$$R_t = R \times 2^{\frac{75-t}{10}} (\text{M}\Omega)$$

对于 B 级热固性绝缘:

$$R_t = R \times 1.6^{\frac{75-t}{10}} (\text{M}\Omega)$$

式中  $R$  —— 绕组热状态的绝缘电阻值;

$R_t$  —— 当温度为  $t^{\circ}\text{C}$  时的绝缘电阻值;

$t$  —— 测量时的温度。

## 附录 C (资料性附录)

### 发电机定子绕组端部手包绝缘表面电位测量的限值

表 C 定子绕组端部手包绝缘表面电位测量的限值

测量部位		不同额定电压下之限值					
		10.5kV	13.8kV	15.75kV	18kV	20kV	22kV
手包绝缘引线接头及	泄漏电流( $\mu\text{A}$ )	13	18	20	23	25	27
汽机侧隔相接头	$100\text{M}\Omega$ 电阻上的压降(V)	1300	1800	2000	2300	2500	2700
端部接头及过滤引线	泄漏电流( $\mu\text{A}$ )	20	26	30	35	38	41
并联块等部位	$100\text{M}\Omega$ 电阻上的压降(V)	2000	2600	3000	3500	3800	4100

## 附录 D (资料性附录)

### 油浸式变压器绕组直流泄漏电流参考值

表 D 油浸式变压器和电抗器绕组直流泄漏电流参考值

额定电压(kV)	试验电压 峰值(kV)	在下列温度时的绕组泄漏电流值( $\mu\text{A}$ )							
		10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃
2~3	5	11	17	25	39	55	83	125	178
6~15	10	22	33	50	77	112	166	250	356
20~35	20	33	50	74	111	167	250	400	570
110~220	40	33	50	74	111	167	250	400	570
500	60	20	30	45	67	100	150	235	330

## 附录 E(规范性附录)

### 变压器局部放电试验方法

E1 110kV 及以上的变压器应进行长时感应电压及局部放电测量试验,所加电压、加压时间及局部放电视在电荷量符合下列规定:

三相变压器推荐采用单相连接的方式逐相地将电压加在线路端子上进行试验。

施加电压应按图 E 所示的程序进行。

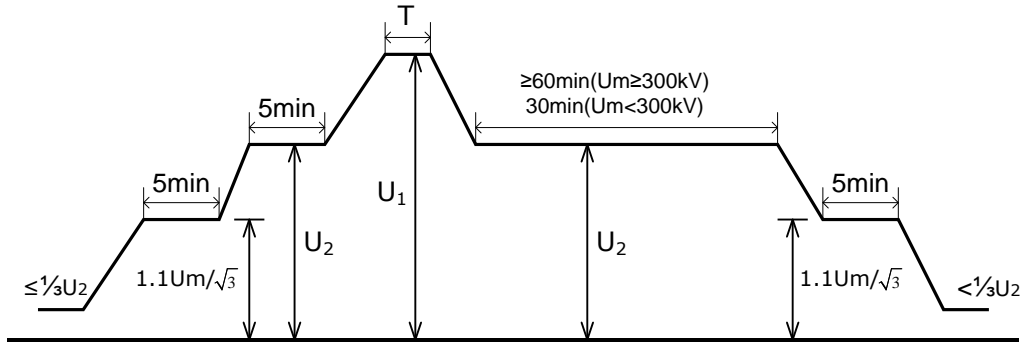


图 E 变压器长时感应电压及局部放电测量试验的加压程序

在不大于  $U_2/3$  的电压下接通电源;

电压上升到  $1.1Um/\sqrt{3}$ ,保持 5min,其中  $Um$  为设备最高运行线电压;

电压上升到  $U_2$ ,保持 5min;

电压上升到  $U_1$ ,持续时间  $T = 120 \times \frac{\text{额定频率}}{\text{试验频率}}$  (s),但不少于 15s;

试验后立刻不间断地将电压降到  $U_2$ ,并保持,进行局部放电测量;

电压降低到  $1.1Um/\sqrt{3}$ ,保持 5min;

当电压降低到  $U_2/3$  以下时,方可切断电源。

除  $U_1$  阶段的持续时间以外,其余阶段的持续时间与试验频率无关。

在施加试验电压的整个期间,应监测局部放电量。

对地电压值应为:

$$U_1 = 1.7Um/\sqrt{3}$$

$$U_2 = 1.5Um/\sqrt{3} \text{ 或 } U_2 = 1.3Um/\sqrt{3}$$

在施加试验电压的前后,应测量所有测量通道上的背景噪声水平;

在电压上升到  $U_2$  及由  $U_2$  下降的过程中,应记录可能出现的局部放电起始电压和熄灭电压。应在  $1.1Um/\sqrt{3}$  下测量

局部放电视在电荷量;

在电压  $U_2$  的第一阶段中应读取并记录一个读数。对该阶段不规定其视在电荷量值;

在施加  $U_1$  期间内不要求给出视在电荷量值;

在电压  $U_2$  的第二个阶段的整个期间,应连续地观察局部放电水平,并每隔 5min 记录一次。

如果满足下列要求,则试验合格:

试验电压不产生忽然下降;

在  $U_2 = 1.5Um/\sqrt{3}$  或  $U_2 = 1.3Um/\sqrt{3}$  下的长时试验期间,局部放电量的连续水平不大于 500pC 或 300pC;

在  $U_2$  下,局部放电量不呈现持续增加的趋势,偶然出现的较高幅值的脉冲可以不计入;

在  $1.1Um/\sqrt{3}$  下,视在电荷量的连续水平不大于 100pC。

E2 试验方法及在放电量超出上述规定时的判断方法,均按现行国家标准《电力变压器 第 3 部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》GB 1094.3 中的有关规定进行。



## 附录 F (规范性附录)

### 高压电气设备绝缘的工频耐压出厂试验电压标准

表 F 高压电气设备绝缘的工频耐压出厂试验电压标准

额定电压 Un(kV)	最高工 作电压 <sup>1)</sup> Um(kV)	1min 工频耐压出厂试验电压标准(有效值,kV)						
		电磁式电 压互感器 <sup>2)</sup>	电流互 感器 <sup>3)</sup>	穿墙 套管 <sup>4)</sup>	支柱绝缘子 <sup>5)</sup> 隔离开关 <sup>5)</sup>	并联电 容器 <sup>6)</sup>	集合式并 联电容器 <sup>7)</sup>	放电 线圈 <sup>8)</sup>
3	3.6/3.5	18/25	18/25	18/25	18/25	18/25	18/25	
6	7.2/6.9	23/30	23/30	23/30 23/26 <sup>4.1)</sup>	23/32	23/30	23/30	25/30
10	12/11.5	30/42	30/42	30/42	30/42	30/42	30/42	30/42
15	17.5/17.5	40/55	40/55	40/55	40/57	40/55		
20	24.0/23	50/65	50/65	50/65 50/58 <sup>4.1)</sup>	50/68	50/65	50/65	50/65
35	40.5/40.5	85/95	85/95	85/95 80/95 <sup>4.1)</sup>	80/100	80/95	80/95	80/95
110	126/126	185/200	185/200 230	200 185/230	185/265	185/200		

表 F(续) 高压电气设备绝缘的工频耐压出厂试验电压标准

额定电压 Un(kV)	最高工作电压 <sup>1)</sup> Um(kV)	1min 工频耐压出厂试验电压标准(有效值,kV)				
		电磁式电 压互感器 <sup>2)</sup>	电流互 感器 <sup>3)</sup>	穿墙套管 <sup>4)</sup>	支柱绝缘子 <sup>5)</sup> 隔离开关 <sup>5)</sup>	并联电容器 <sup>6)</sup>
220	252/252	360	360	395	360/450	360
		395	395	460	395/495	395
			460			
500	550/500	630	630	680	680	630
		680	680	740	740	680
		740	740			740

注：1) “最高工作电压”列中斜线下数值为并联电容器的最高工作电压,其它列斜线下的数值为设备外绝缘干状态下的耐受电压值。

2) 电磁式电压互感器出厂试验标准参照现行国家标准《电磁式电压互感器》GB 1207-2006,不接地电磁式电压互感器的感应耐压试验采用斜线上的值,以出厂(铭牌)值为准。

3) 电流互感器出厂试验标准参照现行国家标准《电流互感器》GB 1208-2006,以出厂(铭牌)值为准。

4) 穿墙套管出厂试验标准参照现行国家标准《高压输电变电设备的绝缘配合》GB 311.1-1997和《高压套管技术条件》GB/T 4109-1999(表中注4.1),以出厂(铭牌)值为准。

5) 支柱绝缘子和隔离开关出厂试验标准参照现行国家标准《高压输电变电设备的绝缘配合》GB 311.1-1997。隔离开关的标准可能与《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》DL/T 593-2006不一致,以出厂(铭牌)值为准。

6) 并联电容器出厂试验标准参照现行国家标准《标称电压1kV以及交流电力系统用并联电容器 第1部分:总则 性能、试验和定额 安全要求 安装和运行导则》GB/T 11024.1-2001,以出厂(铭牌)值为准。

7) 集合式并联电容器出厂试验标准参照现行国家标准《集合式高压并联电容器》JB/T 7112-2000,以出厂(铭牌)值为准。

8) 放电线圈出厂试验标准参照现行国家标准《高压并联电容器用放电线圈》JB/T 8970-1999,以出厂(铭牌)值为准。

## 附录 G(资料性附录)

### 电流互感器保护级励磁曲线测量方法

G1 P 级励磁曲线的测量与检查,应满足下列要求:

核查电流互感器保护级(P 级)准确限值系数是否满足要求有两种间接的方法,励磁曲线测量法和模拟二次负荷法。

#### 1) 励磁曲线测量法

P 级绕组的 V-I(励磁)曲线应根据电流互感器铭牌参数确定施加电压,二次电阻  $r_2$  可用二次直流电阻  $\bar{r}_2$  替代,漏抗  $x_2$  可估算,电压与电流的测量用方均根值仪表。

$x_2$  估算值见表 G1-1。

表 G1-1  $x_2$  估算值

电流互感器额定电压	独立结构			GIS 及套管结构
	≤35kV	66~110kV	220~500kV	
$x_2$ 估算值(Ω)	0.1	0.15	0.2	0.1

例如:

参数: 电流互感器额定电压 220kV,被检绕组变比 1000/5A,二次额定负荷 50VA, $\cos\Phi=0.8$ ,10P20,则:

额定二次负荷阻抗  $Z_L = \left(\frac{50VA}{5A} \div 5A\right) \times (0.8 + j0.6) = 1.6 + j1.2\Omega$

二次阻抗  $Z_2 \approx \bar{r}_2 + jx_2 = 0.1 + j0.2$

其中 $r_2$ 为直流电阻实测值。

那么,根据已知铭牌参数“10P20”,在20倍额定电流情况下线圈感应电势:

$$E_{20m}=20 \times 5 | (Z_2 + Z_L) | = 100 | 1.7 + j1.4 | = 100 \sqrt{1.7^2 + 1.4^2} = 220V。$$

如果在二次绕组端施加励磁电压220V时测量的励磁电流 $I_0 > 0.1 \times 20 \times 5A = 10A$ 时,则判该绕组准确限值系数不合格。

## 2) 模拟二次负荷法

进行基本误差试验时,如果配置相应的模拟二次负荷可间接核对准确限值系数是否满足要求,例如:

电流互感器铭牌参数同上,在正常的差值法检测电流互感器基本误差线路上,将二次负荷 $Z'_L$ 取值改为 $(20-1)Z_2 + 20Z_L$ 即可:

$$Z'_L = (20-1)Z_2 + 20Z_L = 19 \times (0.1 + j0.2) + 20 \times (1.6 + j1.2) = 33.9 + j27.8\Omega \quad (G1)$$

在接入 $Z'_L$ 时测量额定电流(这里为1000A)时的复合误差( $\sqrt{f^2 + \delta^2}\%$ )大于10%,则判为不合格,其中 $\delta$ 单位取厘弧。

注: 1) 由于间接法测量没有考虑一次导体及返回导体电流产生的磁场干扰影响,通常间接法测量合格的互感器再用直接法核查,其结果不一定合格;间接法测量不合格的互感器直接法测量其结果基本上不合格,但是间接法测量方法简单易行;

2) 有怀疑时,宜用直接法测量复合误差,根据测量结果判定是否合格。

## G2 电流互感器暂态特性的核查,应满足如下要求:

额定电压为330kV及以上电压等级独立式、GIS和套管式电流互感器,线路容量为 $30 \times 10^4 kW$ 及以上容量的母线电流互感器及容量超过 $120 \times 10^4 kW$ 的变电站带暂态性能的各种电压等级的电流互感器,其具有暂态特性要求的绕组应根据铭牌参数,采用低频法或直流法测量其相关参数,核查是否满足相关要求。

### 1) 交流法

在二次端子上施加实际正弦波交流电压,测量相应的励磁电流,试验可以在降低的频率下进行,以避免绕组和二次端

子承受不能容许的电压。

测量励磁电流应采用峰值读数仪表,以能与峰值磁通值相对应。

测量励磁电压应采用平均值仪表,但刻度为方均根值。

二次匝链磁通道  $\Phi$ ,可由频率  $f'$  下的实测所加电压的方均根值  $U'$  按下式得出:

$$\Phi = \frac{\sqrt{2}}{2\pi f'} \cdot U' \quad (\text{Wb}) \quad (\text{G2-1})$$

额定频率  $f$  下的等效电压方均根值  $U$  为:

$$U = \frac{2\pi f}{\sqrt{2}} \cdot \Phi \quad (\text{V,r.m.s.}) \quad (\text{G2-2})$$

所得励磁特性曲线为峰值励磁电流  $i_m$  与代表峰值通道  $\Phi$  的额定频率等效电压方均根值  $U$  的关系曲线。

励磁电感由上述曲线在饱和磁通  $\Phi_s$  的 20% 至 90% 范围内的平均斜率确定:

$$L_m = \frac{\Phi_s}{i_m} = \frac{\sqrt{2}U}{2\pi f i_m} \quad (\text{H}) \quad (\text{G2-3})$$

当忽略二次侧漏抗时,相应于电阻性总负荷  $(R_{et}+R_b)$  的二次时间常数  $T_s$  可按下式计算:

$$T_s = \frac{L_s}{R_s} \approx \frac{L_m}{R_{et}+R_b} \quad (\text{s}) \quad (\text{G2-4})$$

当交流法确定剩磁系数  $K_r$  时,需对励磁电压积分,见图 G2-2,积分的电压和相应的电流在 X-Y 示波器上显示出磁滞回环。如果励磁电流已是饱和磁通  $\Phi_s$  达到的值时,则认为电流过零时的磁通值是剩磁  $\Phi_r$ 。按定义  $\Phi_r/\Phi_s = \psi_r/\psi_s$ , 由比率便可求出剩磁系数  $K_r$ 。

## 2) 直流法

直流饱和法是采用某一直流电压,它能使磁通达到持续为同一值。励磁电流缓慢上升,意味着受绕组电阻电压的影响,

磁通测量值是在对励磁的绕组端电压减去与  $R_{et}i_m$  对应的附加电压后,再进行积分得出的。典型试验电路见图 G2-3。

测定励磁特性时,应在积分器复位后立即闭合开关 S。记录励磁电流和磁通的上升值,直到皆达到恒定时,然后切断开关 S。

磁通  $\Phi(t)$  和励磁电流  $i_m(t)$  与时间  $t$  的函数关系的典型试验记录图见图 G2-4,其中磁通可以用 Wb 表示,或按公式 (G2-2) 额定频率等效电压方均根值  $U(t)$  表示。

励磁电感 ( $L_m$ ), 可取励磁曲线上一些适当点的  $\Phi(t)$  除以相应的  $i_m(t)$  得出,或者当磁通值用等效电压方均根值  $U(t)$  表示时,使用公式 (G2-3)。

因为 TPS 和 TPX 级电流互感器要求确定  $\Phi(i_m)$  特性的平均斜率,故推荐采用 X-Y 记录仪。

一旦开关 S 断开,衰减的励磁电流流过二次绕组和放电电阻  $R_d$ 。随之磁通值下降,但它在电流为零时,不会降为零。如选取的励磁电流  $I_m$  使磁通达到饱和值时,则在电流为零时剩余的磁通值认为是剩磁  $\Phi_r$ 。

TPS 和 TPX 级电流互感器的铁芯必须事先退磁,退磁的 TPY 级电流互感器的剩磁系数 ( $K_r$ ) 用比率  $\Phi_r/\Phi_s$  确定。

对于铁芯未事先退磁的 TPY 级电流互感器,其剩磁系数 ( $K_r$ ) 可用交换二次端子的补充试验确定。这时的剩磁系数 ( $K_r$ ) 计算方法同上,但假定 ( $\Phi_r$ ) 为第二次试验测得的剩磁值的一半。

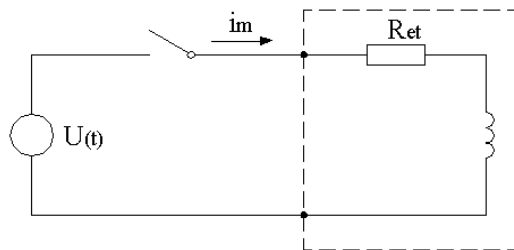


图 G2-1 基本电路

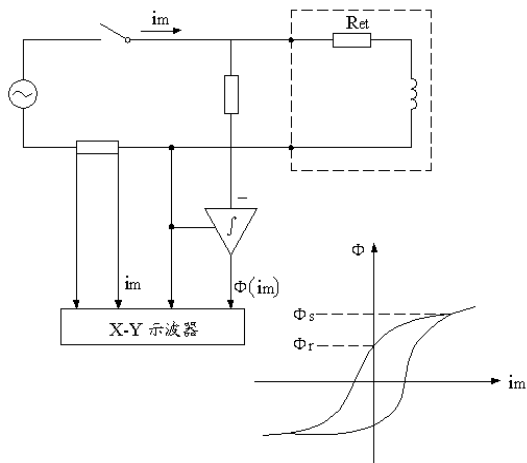


图 G2-2 用磁滞回环确定剩磁系数  $K_t$

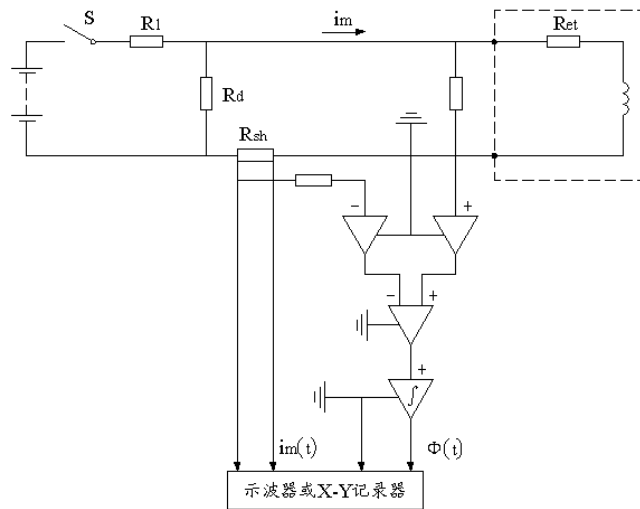


图 G2-3 直流法基本电路

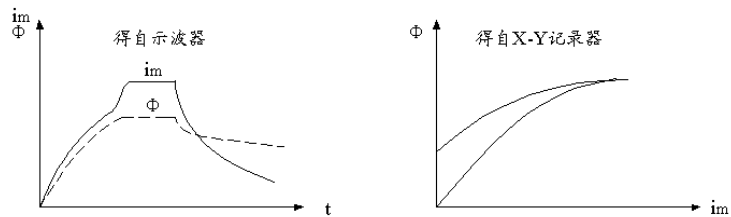


图 G2-4 典型记录曲线



## 附录 H(资料性附录)

### 橡塑电缆内衬层和外护套破坏进水的确定方法

直埋橡塑电缆的外护套,特别是聚氯乙烯外护套,受地下水的长期浸泡吸水后,或者受到外力破坏而又未完全破损时,其绝缘电阻均有可能下降至规定值以下,因此不能仅根据绝缘电阻值降低来判断外护套破损进水。为此,提出了根据不同金属在电解质中形成原电池的原理进行判断的方法。

橡塑电缆的金属层、铠装层及其涂层用的材料有铜、铅、铁、锌和铝等。这些金属的电极电位如下表所示:

金属种类	铜 Cu	铅 Pb	铁 Fe	锌 Zn	铝 Al
电位(V)	+0.334	-0.122	-0.44	-0.76	-1.33

当橡塑电缆的外护套破损并进水后,由于地下水是电解质,在铠装层的镀锌钢带上会产生对地 $-0.76V$ 的电位,如内衬层也破损进水后,在镀锌钢带与铜屏蔽层之间形成原电池,会产生 $0.334-(-0.76)\approx 1.1V$ 的电位差,当进水很多时,测到的电位差会变小。在原电池中铜为“正”极,镀锌钢带为“负”极。

当外护套或内衬层破损进水后,用兆欧表测量时,每千米绝缘电阻值低于 $0.5M\Omega$ 时,用万用表的“正”、“负”表笔轮换测量铠装层对地或铠装层对铜屏蔽层的绝缘电阻,此时在测量回路内由于形成的原电池与万用表内干电池相串联,当极性组合使电压相加时,测得的电阻值较小;反之,测得的电阻值较大。因此上述两次测得的绝缘电阻值相差较大时,表明已形成原电池,就可判断外护套和内衬层已破损进水。

外护套破损不一定要立即修理,但内衬层破损进水后,水分直接与电缆芯接触并可能会腐蚀铜屏蔽层,一般应尽快检修。

## 附录 I (资料性附录)

### 避雷器的电导电流值和工频放电电压值

I1 避雷器的电导电流值和工频放电电压值见表 I1~I4。

表 I1 FZ 型避雷器的电导电流值和工频放电电压值

型 号	FZ-3(FZ2-3)	FZ-6(FZ2-6)	FZ-10(FZ2-10)	FZ-15	FZ-20	FZ-35
额定电压(kV)	3	6	10	15	20	35
试验电压(kV)	4	6	10	16	20	16(15kV 元件)
电导电流( $\mu$ A)	450~650(<10)	400~600(<10)	400~600(<10)	400~600	400~600	400~600
工频放电电压 (有效值,kV)	9~11	16~19	26~31	41~49	51~61	82~98
型 号	FZ-40	FZ-60	FZ-110J	FZ-110		FZ-220J
额定电压(kV)	40	60	110	110		220
试验电压(kV)	20(20kV 元件)	20(20kV 元件)	24(30kV 元件)	24(30kV 元件)		24(30kV 元件)
电导电流( $\mu$ A)	400~600	400~600	400~600	400~600		400~600
工频放电电压 (有效值,kV)	95~118	140~173	224~268	254~312		448~536

注：括号内的电导电流值对应于括号内的型号。

表 I2 FS 型避雷器的电导电流值

型 号	FS4-3,FS8-3,FS4-3GY	FS4-6,FS8-6,FS4-6GY	FS4-10,FS8-10,FS4-10GY
额定电压(kV)	3	6	10
试验电压(kV)	4	7	10
电导电流(μA)	10	10	10

表 I3 FCZ 型避雷器的电导电流值和工频放电电压值

型 号	FCZ3-35	FCZ3-35L	FCZ3-110J(FCZ2-110J)	FCZ3-220J(FCZ2-220J)
额定电压(kV)	35	35	110	220
额定电压(kV)	50 <sup>1)</sup>	50 <sup>2)</sup>	110	110
电导电流(μA)	250~400	250~400	250~400(400~600)	250~400(400~600)
工频放电电压 (有效值,kV)	70~85	78~90	170~195	340~390

注: 1) FCZ3-35 在 4000m(包括 4000m)海拔以上应加直流试验电压 60kV;

2) FCZ3-35L 在 2000m 海拔以上应加直流电压 60kV;

表 I4 FCD 型避雷器电导电流值额定电压

额定电压(kV)	2	3	4	6	10	13.2	15
试验电压(kV)	2	3	4	6	10	13.2	15
电导电流(μA)	FCD 为 50~100,FCD、FCD3 不超过 10,FCD2 为 5~20						

I2 几点说明:

1)电导电流相差值系指最大电导电流和最小电导电流之差与最大电导电流的比。

2)非线性因数按下式计算

$$\alpha = \frac{\log \frac{U_2}{U_1}}{\log \frac{I_2}{I_1}}$$

式中:  $U_1$ 、 $U_2$ —表 13.1 序 4 中规定的试验电压;

$I_1$ 、 $I_2$ ——在  $U_1$  和  $U_2$  电压下的电导电流。

3)非线性因数的差值是指串联元件中两个元件的非线性因数之差。

## 附录 J(规范性附录)

### 接地装置的电气完整性测试

(节选自《接地装置特性参数测量导则》DL/T 475-2006)

#### J1 术语与定义

接地装置的电气完整性 electric integrity of grounding connection

接地装置中应该接地的各种电气设备之间,接地装置的各部分及与各设备之间的电气连接性,即直流电阻值,也称为电气导通性。

#### J2 方法

首先选定一个很可能与主地网连接良好的设备的接地引下线为参考点,再测试周围电气设备接地部分与参考点之间的直流电阻。如果开始即有很多设备测试结果良好,宜考虑更换参考点。

#### J3 测试范围

a) 变电所的接地装置: 各个电压等级的场区之间;各高压和低压设备,包括架构、分线箱、汇控箱、电源箱等;主控及内部各接地干线,场区内和附近的通信及内部各接地干线;独立避雷针及微波塔与主地网之间;其它必要部分和主地网之间。

b) 电厂的接地装置: 除变电所部分按 a)进行外,还应测试其它局部地网与主地网之间;厂房与主地网之间;各发电

机单元与主地网之间;每个单元内部各重要设备及部分;避雷针,油库,水电厂的大坝;其它必要的部分与主电网之间。

#### J4 测试中应注意的问题

测试中应注意减小接触电阻的影响。当发现测试值在  $50\text{m}\Omega$  以上时,应反复测试验证。

#### J5 测试仪器

测试宜采用专门仪器,仪器的分辨率为  $1\text{m}\Omega$ ,准确度不低于 1.0 级。也可借鉴直流电桥的原理,在被试电气设备的接地部分与参考点之间加恒定直流电流,再用高内阻电压表测试由该电流在参考点通过接地装置到被试设备的接地部分这段金属导体上产生的电压降,并换算到电阻值。采用其它方法时应注意扣除测试引线的电阻。

#### J6 测试结果的判断和处理

- a) 状况良好的设备测试值应在  $50\text{m}\Omega$  以下;
- b)  $50\text{m}\Omega\sim 200\text{m}\Omega$  的设备状况尚可,宜在以后例行测试中重点关注其变化,重要的设备宜在适当时候检查处理;
- c)  $200\text{m}\Omega\sim 1\Omega$  的设备状况不佳,对重要的设备应尽快检查处理,其它设备宜在适当时候检查处理;
- d)  $1\Omega$  以上的设备与主地网未连接,应尽快检查处理;
- e) 独立避雷针的测试值应在  $500\text{m}\Omega$  以上;
- f) 测试中相对值明显高于其它设备,而绝对值又不大的,按状况尚可对待。

## 附录 K(资料性附录)

### 参考资料

GB 755-2000 旋转电机 定额和性能

GB/T 1001.1-2003 标称电压高于 1000V 的架空线路绝缘子 第 1 部分:交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件 定义、试验方法和判定准则

GB 1207-2006 电瓷式电压互感器

GB 1208-2006 电流互感器

GB 1984-1989 交流高压断路器

GB 1985-1989 交流高压隔离开关和接地开关

GB 3906-2006 3.6kV~40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备

GB/T 4109-1999 高压套管技术条件

GB/T 4703-2001 电容式电压互感器

GB/T 4787-1996 断路器电容器

GB/T 6115.1-1998 电力系统用串联电容器 第 1 部分: 总则--性能、试验和额定值--安全要求--安全导则

GB/T 6451-1999 三相油浸式电力变压器技术参数和要求

GB/T 7064-2002 透平型同步电机技术要求

GB/T 7253-2005 标称电压高于 1000V 的架空线路绝缘子 交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件盘形悬式绝缘子元件的特性

GB 7327-1987 交流系统用碳化硅阀式避雷器

GB 7674-1997 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备

GB/T 8564-2003 水轮发电机组安装技术规范

GB/T 8905-1996 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则

GB/T 10229-1988 电抗器

GB/T 10230-1988 有载分接开关

GB/T 11017-2002 额定电压 110kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

GB/T 12706.1~.4-2002 额定电压 1kV( $U_m=1.2kV$ )到 35kV( $U_m=40.5kV$ )挤包绝缘电力电缆及附件

GB 12976.1~.3-1991 额定电压 35kV 及以下铜芯、铝芯纸绝缘电力电缆

GB/Z 18890-2002 额定电压 220kV( $U_m=252kV$ )交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

GBJ 233-1990 110~500kV 架空送电线路施工及验收规范

DL/T 417-2006 电力设备局部放电现场测量导则

DL/T 474.1-2006 现场绝缘试验实施导则 绝缘电阻、吸收比和极化指数试验

DL/T 474.2-2006 现场绝缘试验实施导则 直流高电压试验

DL/T 474.3-2006 现场绝缘试验实施导则 介质损耗因数  $\tan\delta$  试验

DL/T 474.4-2006 现场绝缘试验实施导则 交流耐压试验

DL/T 474.5-2006 现场绝缘试验实施导则 避雷器试验

DL/T 474.6-1992 现场绝缘试验实施导则 变压器操作波感应耐压试验

JB/T 6204-2002 高压交流电机定子线圈及绕组绝缘耐电压试验规范

JB/T 7111-1993 高电压并联电容器装置

JB/T 8169-1999 耦合电容器和电容分压器

国家电网公司 高压架空线路和变电站污区分级与外绝缘选择标准