

UDC

中华人民共和国国家标准

GB

GB 50150—2006

电气装置安装工程
电气设备交接试验标准

Standard for hand-over test of electric equipment
electric equipment installation engineering

2006—06—20 发布

2006—11—01 实施

中华人民共和国建设部联合发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中华人民共和国建设部

第 438 号

建设部关于发布国家标准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》的公告

现批准《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》为国家标准，编号为 GB50150-2006 自 2006 年 11 月 1 日起实施。其中，第 3.0.1(1、4、5、18)、4.0.1(1、8、9)、6.0.1(1)、7.0.1(2、3、4、8)、8.0.1(2)、9.0.1(1、7、8)、12.0.1(2、3)、13.0.1(2、12、13)、14.0.1(1、2、3、4)、18.0.1(1\5)、21.0.1(1)、25.0.1(1、3)、26.0.1(2)条(款)为强制性条文，必须严格执行。原《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150-91 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二 00 六年六月二十日

前 言

本标准是根据建设部《关于印发〈二〇〇二~二〇〇三年度工程建设国家标准制定、修订计划的通知〉》(建标[2003] 102 号)的要求,由国网北京电力建设研究院会同有关单位,在《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB 50150-1991 的基础上修订的。

本标准共分 27 章和 7 个附录,主要内容包括:总则;术语;同步发电机及调相机;直流电机;中频发电机;交流电动机;电力变压器;电抗器及消弧线圈;互感器;油断路器;空气及磁吹断路器;真空断路器;六氟化硫断路器;六氟化硫封闭式组合电器;隔离开关、负荷开关及高压熔断器;套管;悬式绝缘子和支柱绝缘子;电力电缆线路;电容器;绝缘油和 SF6 气体;避雷器;电除尘器;二次回路;1KV 及以下电压等级配电装置和馈电线路;1KV 以上架空电力线路;接地装置;低压电器。

与原标准相比较,本标准增加标准了如下内容:

1. 术语;
2. 对进口设备进行交接试验其标准的执行原则;
3. 发电机定子绕组端部固有振动频率测试及模态分析;

注:《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 735-2000

4. 气体绝缘变压器的试验项目及变压器有载调压切换装置的检查 and 试验项目;
5. 互感器、断路器、电除尘器的部分试验项目及试验标准;
6. 电力电缆线路的交流耐压试验及交叉互联系统试验;
7. 接地装置的试验项目及接地阻抗值的规定。
8. 增加了四个附录:变压器局部放电试验方法;电流互感器保护级励磁曲线测量方法; 电力电缆交叉互联系统试验方法和要求;特殊试验项目。

本标准以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本校准由建设部负责管理和对强制性条文解释。由国网北京电力建设研究院负责具体技术内容的解释。

在本标准执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见或建议寄国网北京电力建设研究院(地址:北京市宣武区南滨河路 33 号,电话:010-63424285)。

本标准主编单位、参编单位和主要起草人:

主编单位: 国电北京电力建设研究所

参编单位: 安徽省电力科学研究院
东北电业管理局第二工程公司
中国电力科学研究院
武汉高压研究所
华北电力科学研究院
辽宁省电力科学研究院
广东省电力试验研究所

广东省输变电公司
江苏省送变电公司。
天津电力建设公司
山东电力建设一公司
广西送变电建设公司公司

主要起草人：郭守贤、孙关福、陈发宇、姚森敬、白亚民、杨荣凯、王 烜、
韩洪刚、徐 斌、张 诚、王晓琪、葛占雨、刘志良、尹志民、张诚。

目 次

1	总则	(6)
2	术语	(8)
3	同步发电机及调相机	(10)
4	直流电机	(14)
5	中频发电机	(15)
6	交流电动机	(16)
7	电力变压器	(18)
8	电抗器及消弧线圈	(23)
9	互感器	(24)
10	油断路器	(28)
11	空气及磁吹断路器	(31)
12	真空断路器	(32)
13	六氟化硫断路器	(33)
14	六氟化硫封闭式组合电器	(35)
15	隔离开关、负荷开关及高压熔断器	(36)
16	套管	(37)
17	悬式绝缘子和支柱绝缘子	(39)
18	电力电缆线路	(40)
19	电容器	(43)
20	绝缘油和 SF6 气体	(44)
21	避雷器	(46)
22	电除尘器	(47)
23	二次回路	(48)
24	1kV 及以下电压等级配电装置和馈电线路	(49)
25	1kV 以上架空电力线路	(50)
26	接地装置	(51)
27	低压电器	(53)
附录 A	高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准	(54)
附录 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	(55)
附录 C	变压器局部放电试验方法	(56)
附录 D	油浸电力变压器绕组泄漏电流参考值	(58)
附录 E	电流互感器保护级励磁曲线测量方法	(59)
附录 F	电力电缆交叉互联系统试验方法和要求	(62)
附录 G	特殊试验项目表	(64)
	本规范用词说明	(65)

1 总 则

1.0.1 为适应电气装置安装工程电气设备交接试验的需要,促进电气设备交接试验新技术的推广和应用,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于 500kV 及以下电压等级新安装的、按照国家相关出厂试验标准试验合格的电气设备交接试验。本标准不适用于安装在煤矿井下或其它有爆炸危险场所的电气设备。

1.0.3 继电保护、自动、远动、通讯、测量、整流装置以及电气设备的机械部分等的交接试验,应分别按有关标准或规范的规定进行。

1.0.4 电气设备应按照本标准进行交流耐压试验,但对 110kV 及以上电压等级的电气设备,当本标准条款没有规定时,可不进行交流耐压试验。

交流耐压试验时加至试验标准电压后的持续时间,无特殊说明时,应为 1min。

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,电缆可按本标准第 18 章规定的方法计算。

非标准电压等级的电气设备,其交流耐压试验电压值,当没有规定时,可根据本标准规定的相邻电压等级按比例采用插入法计算。

进行绝缘试验时,除制造厂装配的成套设备外,宜将连接在一起的各种设备分离开来单独试验。同一试验标准的设备可以连在一起试验。为便于现场试验工作,已有出厂试验记录的同电压等级不同试验标准的电气设备,在单独试验有困难时,也可以连在一起进行试验。试验标准应采用连接的各种设备中的最低标准。

油浸式变压器及电抗器的绝缘试验应在充满合格油,静置一定时间,待气泡消除后方可进行。静置时间按制造厂要求执行,当制造厂无规定时,电压等级为 500kV 的,须静置 72h 以上;220~330kV 的须 48h 以上;110kV 及以下的须 24h 以上。

1.0.5 进行电气绝缘的测量和试验时,当只有个别项目达不到本标准的规定时,则应根据全面的试验记录进行综合判断,经综合判断认为可以投入运行者,可以投入运行。

1.0.6 当电气设备的额定电压与实际使用的额定工作电压不同时,应按下列规定确定试验电压的标准:

1 采用额定电压较高的电气设备在于加强绝缘时,应按照设备的额定电压的试验标准进行;

2 采用较高电压等级的电气设备在于满足产品通用性及机械强度的要求时,可以按照设备实际使用的额定工作电压的试验标准进行;

3 采用较高电压等级的电气设备在于满足高海拔地区要求时,应在安装地点按实际使用的额定工作电压的试验标准进行。

1.0.7 在进行与温度及湿度有关的各种试验时,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℃,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、湿度条件情况下测得的试验数据,应进行综合分析,以判断电气设备是否可以投入运行。

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。

本标准中规定的常温范围为 10℃~40℃。

1.0.8 本标准中所列的绝缘电阻测量,应使用 60s 的绝缘电阻值;吸收比的测量应使用 60s 与 15s 绝缘电阻值的比值;极化指数应为 10min 与 1min 的绝缘电阻值的比值。

1.0.9 多绕组设备进行绝缘试验时，非被试绕组应予短路接地。

1.0.10 测量绝缘电阻时，采用兆欧表的电压等级，在本标准未作特殊规定时，应按下列规定执行：

- 1 100V 以下的电气设备或回路，采用 250V 50M Ω 及以上兆欧表；
- 2 500V 以下至 100V 的电气设备或回路，采用 500V 100M Ω 及以上兆欧表；
- 3 3000V 以下至 500V 的电气设备或回路，采用 1000V 2000M Ω 及以上兆欧表；
- 4 10000V 以下至 3000V 的电气设备或回路，采用 2500V 10000M Ω 及以上兆欧表；
- 5 10000V 及以上的电气设备或回路，采用 2500V 或 5000V 10000M Ω 及以上兆欧表。
- 6 用于极化指数测量时，兆欧表短路电流不应低于 2mA。

1.0.11 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 及相关设备标准的规定进行。

1.0.12 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该注意，其相同试验项目的试验标准，不得低于本标准的规定。

1.0.13 对技术难度大、需要特殊的试验，应由具备相应资质和试验能力的单位进行的试验项目，被列为特殊试验项目。特殊试验项目见附录 G。

2 术 语

2.0.1 电力变压器 power transformer

具有两个或多个绕组的静止设备，为了传输电能，在同一频率下，通过电磁感应将一个系统的交流电压和电流转换为另一系统的电压和电流，通常这些电流和电压的值是不同的。

2.0.2 油浸式变压器 oil-immersed type transformer

铁心和绕组都浸入油中的变压器。

2.0.3 干式变压器 dry-type transformer

铁心和绕组都不浸入绝缘液体中的变压器。

2.0.4 中性点端子 neutral terminal

对三相变压器或由单相变压器组成的三相组，指连接星形联接或曲折型联结公共点（中性点）的端子，对单相变压器指连接网络中性点的端子。

2.0.5 绕组 winding

构成与变压器标注的某一电压值相对应的电气线路的一组线匝。

2.0.6 分接 tapping

在带分接绕组的变压器中，该绕组的每一个分接连接，均表示该分接的绕组，有一确定值的有效匝数，也表示该分接绕组与任何其他匝数不变的绕组间有一确定值的匝数比。

2.0.7 变压器绕组的分级绝缘 non-uniform insulation of a transformer winding

变压器绕组的中性点端子直接或间接接地时，其中性点端子的绝缘水平比线路端子所规定的要低。

2.0.8 变压器绕组的全绝缘 uniform insulation of a transformer winding

所有变压器绕组与端子相连接的出线端都具有相同的额定绝缘水平。

2.0.9 并联电抗器 shunt inductor

并联连接在系统上的电抗器，主要用于补偿电容电流。

2.0.10 消弧线圈 arc-suppression coil

接于系统中性点和大地之间的单相电抗器，用以补偿因系统发生单相接地故障引起的接地电容电流。

2.0.11 互感器 instrument transformer

是指电流互感器、电磁电压互感器、电容式电压互感器和组合互感器（包括单相组合互感器和三相组合互感器）的统称。由于组合互感器是以电流互感器和电磁式电压互感器组合而成，相关试验参照电流互感器和电压互感器项目。

2.0.12 电压互感器 voltage transformer

包括电磁式电压互感器和电容式电压互感器，如果不特别说明，电压互感器通常指电磁式电压互感器。

2.0.13 接地极 grounding electrode

埋入地中并直接与大地接触的金属导体。

2.0.14 接地线 grounding conductor

电气装置、设施的接地端子与接地极连接用的金属导电部分。

2.0.15 接地装置 grounding connection

接地线和接地极的总和。

2.0.16 接地网 grounding grid

由垂直和水平接地极组成的供发电厂、变电站使用的兼有泄流和均压作用的较大型的水

平网状接地装置。

2.0.17 大型接地装置 large-scale grounding connection

110kV 及以上电压等级变电所、装机容量在 200MW 及以上火电厂和水电厂或者等效平面面积在 5000m² 及以上的接地装置。

3.0.3 测量定子绕组的直流电阻，应符合下列规定：

1 直流电阻应在冷状态下测量，测量时绕组表面温度与周围空气温度之差应在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的范围内；

2 各相或各分支绕组的直流电阻，在校正了由于引线长度不同而引起的误差后，相互间差别不应超过其最小值的 2%；与产品出厂时测得的数值换算至同温度下的数值比较，其相对变化也不应大于 2%。

3.0.4 定子绕组直流耐压试验和泄漏电流测量，应符合下列规定：

1 试验电压为电机额定电压的 3 倍；

2 试验电压按每级 0.5 倍额定电压分阶段升高，每阶段停留 1min，并记录泄漏电流；在规定的试验电压下，泄漏电流应符合下列规定：

1) 各相泄漏电流的差别不应大于最小值的 100%，当最大泄漏电流在 $20\mu\text{A}$ 以下，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；

2) 泄漏电流不应随时间延长而增大；

当不符合上述规定之一时，应找出原因，并将其消除。

3) 泄漏电流随电压不成比例地显著增长时，应及时分析。

3 氢冷电机必须在充氢前或排氢后且含氢量在 3% 以下时进行试验，严禁在置换氢过程中进行试验；

4 水内冷电机试验时，宜采用低压屏蔽法；对于汇水管死接地的电机，现场可不进行该项试验。

3.0.5 定子绕组交流耐压试验所采用的电压，应符合表 3.0.5 的规定。现场组装的水轮发电机定子绕组工艺过程中的绝缘交流耐压试验，应按现行国家标准《水轮发电机组安装技术规范》GB/T 8564 的有关规定进行。水内冷电机在通水情况下进行试验，水质应合格；氢冷电机必须在充氢前或排氢后且含氢量在 3% 以下时进行试验，严禁在置换氢过程中进行。大容量发电机交流耐压试验，当工频交流耐压试验设备不能满足要求时，可采用谐振耐压代替。

表 3.0.5 定子绕组交流耐压试验电压

容量(kW)	额定电压(V)	试验电压(V)
10000 以下	36 以上	$(1000+2U_n) \times 0.8$
10000 及以上	24000 以下	$(1000+2U_n) \times 0.8$
10000 及以上	24000 及以上	与厂家协商

注： U_n 为发电机额定电压。

3.0.6 测量转子绕组的绝缘电阻，应符合下列规定：

1 转子绕组的绝缘电阻值不宜低于 $0.5\text{M}\Omega$ ；

2 水内冷转子绕组使用 500V 及以下兆欧表或其他仪器测量，绝缘电阻值不应低于 5000Ω ；

3 当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 2000Ω 时，可允许投入运行；

4 在电机额定转速时超速试验前、后测量转子绕组的绝缘电阻；

5 测量绝缘电阻时采用兆欧表的电压等级：当转子绕组额定电压为 200V 以上，采用 2500V 兆欧表；200V 及以下，采用 1000V 兆欧表。

3.0.7 测量转子绕组的直流电阻，应符合下列规定：

1 应在冷状态下进行，测量时绕组表面温度与周围空气温度之差应在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的范围内。测量数值与产品出厂数值换算至同温度下的数值比较，其差值不应超过 2%；

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

间的连接点电阻进行测量。

3.0.8 转子绕组交流耐压试验，应符合下列规定：

1 整体到货的显极式转子，试验电压应为额定电压的 7.5 倍，且不应低于 1200V；

2 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。组装后的交流耐压试验，应符合下列规定：

1) 额定励磁电压为 500V 及以下电压等级，为额定励磁电压 10 倍，并不应低于 1500V；

2) 额定励磁电压为 500V 以上，为额定励磁电压的 2 倍加 4000V。

3 隐极式转子绕组可以不进行交流耐压试验，可采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻来代替。

3.0.9 测量发电机和励磁机的励磁回路连同所连接设备的绝缘电阻值，不应低于 $0.5M\Omega$ 。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。

注：不包括发电机转子和励磁机电枢的绝缘电阻测量。

3.0.10 发电机和励磁机的励磁回路连同所连接设备的交流耐压试验，其试验电压应为 1000V，或用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻方式代替。水轮发电机的静止可控硅励磁的试验电压，应按第 3.0.8 条第 2 款的规定进行；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。

注：不包括发电机转子和励磁机电枢的交流耐压试验。

3.0.11 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，应符合下列规定：

1 应在装好油管后，采用 1000V 兆欧表测量，绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$ ；

2 对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。

3.0.12 埋入式测温计的检查应符合下列规定：

1 用 250V 兆欧表测量检温计的绝缘电阻是否良好；

2 核对测温计指示值，应无异常。

3.0.13 测量灭磁电阻器、自同步电阻器的直流电阻，应与铭牌数值比较，其差值不应超过 10%。

3.0.14 测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗，应符合下列规定：

1 应在静止状态下的定子膛内、膛外和在超速试验前、后的额定转速下分别测量；

2 对于显极式电机，可在膛外对每一磁极绕组进行测量。测量数值相互比较应无明显差别；

3 试验时施加电压的峰值不应超过额定励磁电压值。

注：无刷励磁机组，当无测量条件时，可以不测。

3.0.15 测量三相短路特性曲线，应符合下列规定：

1 测量的数值与产品出厂试验数值比较，应在测量误差范围以内；

2 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，可只录取发电机变压器组的短路特性，其短路点应设在变压器高压侧。

3.0.16 测量空载特性曲线，应符合下列规定：

1 测量的数值与产品出厂试验数值比较，应在测量误差范围以内；

2 在额定转速下试验电压的最高值，对于汽轮发电机及调相机应为定子额定电压值的 120%，对于水轮发电机应为定子额定电压值的 130%，但均不应超过额定励磁电流；

3 当电机有匝间绝缘时，应进行匝间耐压试验，在定子额定电压值的 130%（不超过定子最高电压）下持续 5min；

4 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，可不将发电机从机组拆开作发电机的空载特性，而只作发电机变压器组的整组空载特性，

4 直流电机

4.0.1 直流电机的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻；
- 2 测量励磁绕组的直流电阻；
- 3 测量电枢整流片间的直流电阻；
- 4 励磁绕组和电枢的交流耐压试验；
- 5 测量励磁可变电阻器的直流电阻；
- 6 测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻；
- 7 励磁回路连同所有连接设备的交流耐压试验；
- 8 检查电机绕组的极性及其连接的正确性；
- 9 测量并调整电机电刷，使其处在磁场中性位置；
- 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；
- 11 直流电动机的空转检查和空载电流测量。

注：6000kW 以上同步发电机及调相机的励磁机，应按本条全部项目进行试验。其余直流电机按本条第 1、2、5、6、8、9、11 款进行试验。

4.0.2 测量励磁绕组和电枢的绝缘电阻值，不应低于 $0.5M\Omega$ 。

4.0.3 测量励磁绕组的直流电阻值，与制造厂数值比较，其差值不应大于 2%。

4.0.4 测量电枢整流片间的直流电阻，应符合下列规定：

- 1 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；
- 2 相互间的差值不应超过最小值的 10%，由于均压线或绕组结构而产生的有规律的变化时，可对各相应的片间进行比较判断。

4.0.5 励磁绕组对外壳和电枢绕组对轴的交流耐压试验电压，应为额定电压的 1.5 倍加 750V，并不应小于 1200V。

4.0.6 测量励磁可变电阻器的直流电阻值，与产品出厂数值比较，其差值不应超过 10%。调节过程中应接触良好，无开路现象，电阻值变化应有规律性。

4.0.7 测量励磁回路连同所有连接设备的绝缘电阻值不应低于 $0.5M\Omega$ 。

注：不包括励磁调节装置回路的绝缘电阻测量。

4.0.8 励磁回路连同所有连接设备的交流耐压试验电压值，应为 1000V。或用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻方式代替。

注：不包括励磁调节装置回路的交流耐压试验。

4.0.9 检查电机绕组的极性及其连接，应正确。

4.0.10 调整电机电刷的中性位置，应正确，满足良好换向要求。

4.0.11 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，与产品的出厂试验资料比较，应无明显差别。励磁机负载特性宜在同步发电机空载和短路试验时同时测录。

4.0.12 直流电动机的空转检查和空载电流测量，应符合下列规定：

- 1 空载运转时间一般不小于 30min，电刷与换向器接触面应无明显火花；
- 2 记录直流电机的空转电流。

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，试验结果应符合本标准第 7.0.3 条、7.0.4 条的要求。

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。

5 绝缘油注入切换开关油箱前，其击穿电压应符合本标准表 20.0.1 的规定。

7.0.9 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数，应符合下列规定：

1 绝缘电阻值不低于产品出厂试验值的 70%。

2 当测量温度与产品出厂试验时的温度不符合时，可按表 7.0.9 换算到同一温度时的数值进行比较；

表 7.0.9 油浸式电力变压器绝缘电阻的温度换算系数

温度差 K	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
换算系数 A	1.2	1.5	1.8	2.3	2.8	3.4	4.1	5.1	6.2	7.5	9.2	11.2

注：1 表中 K 为实测温度减去 20℃ 的绝对值。

2 测量温度以上层油温为准。

当测量绝缘电阻的温度差不是表中所列数值时，其换算系数 A 可用线性插入法确定，也可按下述公式计算：

$$A=1.5^{K/10} \quad (7.0.9-1)$$

校正到 20℃ 时的绝缘电阻值可用下述公式计算：

当实测温度为 20℃ 以上时：

$$R_{20}=ARt \quad (7.0.9-2)$$

当实测温度为 20℃ 以下时：

$$R_{20}=Rt/A \quad (7.0.9-3)$$

式中 R_{20} ——校正到 20℃ 时的绝缘电阻值(MΩ)；

Rt ——在测量温度下的绝缘电阻值(MΩ)。

3 变压器电压等级为 35kV 及以上，且容量在 4000kVA 及以上时，应测量吸收比。吸收比与产品出厂值相比应无明显差别，在常温下应不小于 1.3；当 R_{60s} 大于 3000MΩ 时，吸收比可不作考核要求。

4 变压器电压等级为 220kV 及以上且容量为 120MVA 及以上时，宜用 5000V 兆欧表测量极化指数。测得值与产品出厂值相比应无明显差别，在常温下不小于 1.3；当 R_{60s} 大于 10000MΩ 时，极化指数可不作考核要求。

7.0.10 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ ，应符合下列规定：

1 当变压器电压等级为 35kV 及以上且容量在 8000kVA 及以上时，应测量介质损耗角正切值 $\tan \delta$ ；

2 被测绕组的 $\tan \delta$ 值不应大于产品出厂试验值的 130%；

3 当测量时的温度与产品出厂试验温度不符合时，可按表 7.0.10 换算到同一温度时的数值进行比较。

表 7.0.10 介质损耗角正切值 $\tan \delta$ (%)温度换算系数

温度差 K	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
换算系数 A	1.15	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	2.9	3.3	3.7

注：1 表中 K 为实测温度减去 20℃ 的绝对值；

2 测量温度以上层油温为准；

3 进行较大的温度换算且试验结果超过第二款规定时，应进行综合分析判断。

8 电抗器及消弧线圈

8.0.1 电抗器及消弧线圈的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量绕组连同套管的直流电阻；
- 2 **测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数；**
- 3 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ ；
- 4 测量绕组连同套管的直流泄漏电流；
- 5 绕组连同套管的交流耐压试验；
- 6 测量与铁心绝缘的各紧固件的绝缘电阻；
- 7 绝缘油的试验；
- 8 非纯瓷套管的试验；
- 9 额定电压下冲击合闸试验；
- 10 测量噪音；
- 11 测量箱壳的振动；
- 12 测量箱壳表面的温度。

注：1 干式电抗器的试验项目可按本条第 1、2、5、9 款规定进行；

2 消弧线圈的试验项目可按本条第 1、2、5、6 款规定进行；对 35kV 及以上油浸式消弧线圈应增加第 3、4、7、8 款；

3 油浸式电抗器的试验项目可按本条第 1、2、5、6、7、9 款规定进行；对 35kV 及以上电抗器应增加第 3、4、8、10、11、12 款；

8.0.2 测量绕组连同套管的直流电阻，应符合下列规定：

- 1 测量应在各分接头的所有位置上进行；
- 2 实测值与出厂值的变化规律应一致；
- 3 三相电抗器绕组直流电阻值相互间差值不应大于三相平均值的 2%；
- 4 电抗器和消弧线圈的直流电阻，与同温下产品出厂值比较相应变化不应大于 2%。

8.0.3 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数，应符合本标准第 7.0.9 条的规定。

8.0.4 测量绕组连同套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ ，应符合本标准第 7.0.10 条的规定。

8.0.5 测量绕组连同套管的直流泄漏电流，应符合本标准第 7.0.11 条的规定。

8.0.6 绕组连同套管的交流耐压试验，应符合下列规定：

1 额定电压在 110kV 以下的消弧线圈、干式或油浸式电抗器均应进行交流耐压试验，试验电压应符合本标准表 7.0.13-1 的规定；

2 对分级绝缘的耐压试验电压标准，应按接地端或其末端绝缘的电压等级来进行。

8.0.7 测量与铁心绝缘的各紧固件的绝缘电阻，应符合本标准第 7.0.6 条的规定。

8.0.8 绝缘油的试验，应符合本标准第 20.0.1 及 20.0.2 条的规定。

8.0.9 非纯瓷套管的试验，应符合本标准第 16 章的规定。

8.0.10 在额定电压下，对变电所及线路的并联电抗器连同线路的冲击合闸试验，应进行 5 次，每次间隔时间为 5min，应无异常现象。

8.0.11 测量噪音应符合本标准第 7.0.17 条的规定。

8.0.12 电压等级为 500kV 的电抗器，在额定工况下测得的箱壳振动振幅双峰值不应大于 $100 \mu\text{m}$ 。

8.0.13 电压等级为 330~500kV 的电抗器，应测量箱壳表面的温度，温升不应大于 65°C 。

15 隔离开关、负荷开关及高压熔断器

15.0.1 隔离开关、负荷开关及高压熔断器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 测量高压限流熔丝管熔丝的直流电阻；
- 3 测量负荷开关导电回路的电阻；
- 4 交流耐压试验；
- 5 检查操动机构线圈的最低动作电压；
- 6 操动机构的试验。

15.0.2 隔离开关与负荷开关的有机材料传动杆的绝缘电阻值，不应低于本标准表 10.0.2 的规定。

15.0.3 测量高压限流熔丝管熔丝的直流电阻值，与同型号产品相比不应有明显差别。

15.0.4 测量负荷开关导电回路的电阻值，宜采用电流不小于 100A 的直流压降法。测试结果，不应超过产品技术条件规定。

15.0.5 交流耐压试验，应符合下述规定：三相同一箱体的负荷开关，应按相间及相对地进行耐压试验，其余均按相对地或外壳进行。试验电压应符合表 10.0.5 的规定。对负荷开关还应按产品技术条件规定进行每个断口的交流耐压试验。

15.0.6 检查操动机构线圈的最低动作电压，应符合制造厂的规定。

15.0.7 操动机构的试验，应符合下列规定：

1 动力式操动机构的分、合闸操作，当其电压或气压在下列范围时，应保证隔离开关的主闸刀或接地闸刀可靠地分闸和合闸：

- 1) 电动机操动机构：当电动机接线端子的电压在其额定电压的 80%~110% 范围内时；
- 2) 压缩空气操动机构：当气压在其额定气压的 85%~110% 范围内时；
- 3) 二次控制线圈和电磁闭锁装置：当其线圈接线端子的电压在其额定电压的 80%~110% 范围内时。

2 隔离开关、负荷开关的机械或电气闭锁装置应准确可靠。

注：1 本条第 1 款第 2 项所规定的气压范围为操动机构的储气筒的气压数值；

2 具有可调电源时，可进行高于或低于额定电压的操动试验。

16 套 管

16.0.1 套管的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 测量 20kV 及以上非纯瓷套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 和电容值；
- 3 交流耐压试验；
- 4 绝缘油的试验。（有机复合绝缘套管除外）。
- 5 SF6 套管气体试验

注：整体组装于 35kV 油断路器上的套管，可不单独进行 $\tan \delta$ 的试验。

16.0.2 测量绝缘电阻，应符合下列规定：

- 1 测量套管主绝缘的绝缘电阻；
- 2 66kV 及以上的电容量套管，应测量“抽压小套管”对法兰或“测量小套管”对法兰的绝缘电阻。采用 2500V 兆欧表测量，绝缘电阻值不应低于 1000M Ω 。

16.0.3 测量 20kV 及以上非纯瓷套管的主绝缘介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 和电容值，应符合表 16.0.3 规定：

1 在室温不低于 10℃ 的条件下，套管的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 不应大于表 16.0.3 的规定；

2 电容型套管的实测电容量值与产品铭牌数值或出厂试验值相比，其差值应在 $\pm 5\%$ 范围内。

表 16.0.3 套管主绝缘介质损耗角正切值 $\tan \delta$ (%) 的标准

套管主绝缘类型		$\tan \delta$ (%) 最大值
电容式	油浸纸	0.7 (500kV 套管 0.5) ①
	胶浸纸	0.7②
	胶粘纸	1.0 (66kV 及以下电压等级套管 1.5) ①②
	浇铸树脂	1.5
	气体	1.5
	有机复合绝缘③	0.7
非电容式	浇铸树脂	2.0
	复合绝缘	由供需双方商定
其他套管	由供需双方商定	

注：1 所列的电压为系统标称电压；

2 对 20kV 及以上电容式充胶或胶纸套管的老产品，其 $\tan \delta$ (%) 值可为 2 或 2.5；

3 有机复合绝缘套管的介损试验，宜在干燥环境下进行。

16.0.4 交流耐压试验，应符合下列规定：

- 1 试验电压应符合本标准附录 A 的规定；
- 2 穿墙套管、断路器套管、变压器套管、电抗器及消弧线圈套管，均可随母线或设备一起进行交流耐压试验。

16.0.5 绝缘油的试验，应符合下列规定：

1 套管中的绝缘油应有出厂试验报告，现场可不进行试验。但当有下列情况之一者，应取油样进行水分、击穿电压、色谱试验：

- 1) 套管主绝缘的介质损耗角正切值超过表 16.0.3 中的规定值；
- 2) 套管密封损坏，抽压或测量小套管的绝缘电阻不符合要求；

18 电力电缆线路

18.0.1 电力电缆的试验项目，包括下列内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 直流耐压试验及泄漏电流测量；
- 3 交流耐压试验；
- 4 测量金属屏蔽层电阻和导体电阻比；
- 5 检查电缆线路两端的相位；
- 6 充油电缆的绝缘油试验；
- 7 交叉互联系统试验。

注：1 橡塑绝缘电力电缆试验项目应按本条第 1、3、4、5 和 7 款进行。当不具备条件时，额定电压 U_0/U 为 18 / 30kV 及以下电缆，允许用直流耐压试验及泄漏电流测量代替交流耐压试验；

- 2 纸绝缘电缆试验项目应按本条第 1、2 和 5 款进行；
- 3 自容式充油电缆试验项目应按本条第 1、2、5、6 和 7 款进行；

18.0.2 电力电缆线路的试验，应符合下列规定：

- 1 对电缆的主绝缘作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；
- 2 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；
- 3 对额定电压为 0.6/1kV 的电缆线路应用 2500V 兆欧表测量导体对地绝缘电阻代替耐压试验，试验时间 1min。

18.0.3 测量各电缆导体对地或对金属屏蔽层间和各导体间的绝缘电阻，应符合下列规定：

- 1 耐压试验前后，绝缘电阻测量应无明显变化；
- 2 橡塑电缆外护套、内衬套的绝缘电阻不低于 $0.5M\Omega/km$ ；
- 3 测量绝缘用兆欧表的额定电压，宜采用如下等级：
 - 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) 橡塑电缆外护套、内衬套的测量:用 500V 兆欧表。

18.0.4 直流耐压试验及泄漏电流测量，应符合下列规定：

- 1 直流耐压试验电压标准：
 - 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）：

$$U_t = 5 \times (U_0 + U) / 2 \quad (18.0.4-1)$$

对于分相屏蔽绝缘：

$$U_t = 5 \times U_0 \quad (18.0.4-2)$$

试验电压见下表 18.0.4—1 的规定。

表 18.0.4—1 纸绝缘电缆直流耐压试验电压标准(KV)

电缆额定电压 U_0/U	1.8/3	2.6/3	3.6/6	6/6	6/10	8.7/10	21/35	26/35
直流试验电压	12	17	24	30	40	47	105	130

- 2) 18 / 30kV 及以下电压等级的橡塑绝缘电缆直流耐压试验电压应按下式计算：

19 电 容 器

19.0.1 电容器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 测量耦合电容器、断路器电容器的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 及电容值；
- 3 耦合电容器的局部放电试验；
- 4 并联电容器交流耐压试验；
- 5 冲击合闸试验。

19.0.2 测量耦合电容器、断路器电容器的绝缘电阻应在二极间进行，并联电容器应在电极对外壳之间进行，并采用 1000V 兆欧表测量小套管对地绝缘电阻。

19.0.3 测量耦合电容器、断路器电容器的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 及电容值，应符合下列规定：

- 1 测得的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 应符合产品技术条件的规定；
- 2 耦合电容器电容值的偏差应在额定电容值的 -5%~+10% 范围内，电容器叠柱中任何两单元的实测电容之比值与这两单元的额定电压之比值的倒数之差不应大于 5%；断路器电容器电容值的偏差应在额定电容值的 $\pm 5\%$ 范围内。对电容器组，还应测量各相、各臂及总的电容值。

19.0.4 耦合电容器的局部放电试验，应符合下列规定：

- 1 对 500kV 的耦合电容器，当对其绝缘性能或密封有怀疑而又有试验设备时，可进行局部放电试验。多节组合的耦合电容器可分节试验；
- 2 局部放电试验的预加电压值为 $0.8 U_m \times 1.3 U_m$ ，停留时间大于 10s；降至测量电压值为 $1.1 U_m / \sqrt{3}$ ，维持 1min 后，测量局部放电量，放电量不宜大于 10pC。

19.0.5 并联电容器的交流耐压试验，应符合下列规定：

- 1 并联电容器电极对外壳交流耐压试验电压值应符合表 19.0.5 的规定；
- 2 当产品出厂试验电压值不符合表 19.0.5 的规定时，交接试验电压应按产品出厂试验电压值的 75% 进行。

表 19.0.5 并联电容器交流耐压试验电压标准

额定电压(kV)	<1	1	3	6	10	15	20	35
出厂试验电压(kV)	3	6	8/25	23/30	30/42	40/55	50/65	80/95
交接试验电压(kV)	2.25	4.5	18.76	22.5	31.5	41.25	48.75	71.25

注：斜线下的数据为外绝缘的干耐受电压。

19.0.6 在电网额定电压下，对电力电容器组的冲击合闸试验，应进行 3 次，熔断器不应熔断；电容器组中各相电容的最大值和最小值之比，不应超过 1.08。

22 电除尘器

22.0.1 电除尘器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量整流变压器及直流电抗器铁心穿芯螺栓的绝缘电阻；
- 2 测量整流变压器高压绕组及其直流电抗器绕组的绝缘电阻及直流电阻；
- 3 测量整流变压器低压绕组的绝缘电阻及其直流电阻；
- 4 测量硅整流元件及高压套管对地绝缘电阻；
- 5 测量取样电阻、阻尼电阻的电阻值；
- 6 油箱中绝缘油的试验；
- 7 绝缘子、隔离开关及瓷套管的绝缘电阻测量和耐压试验；
- 8 测量电场的绝缘电阻；
- 9 空载升压试验；
- 10 电除尘器振打及加热装置的电气设备试验；
- 11 测量接地电阻。

22.0.2 测量整流变压器及直流电抗器铁心穿芯螺栓的绝缘电阻，应按本标准第 7.0.6 条规定在器身检查时进行。

22.0.3 在器身检查时测量整流变压器高压绕组及直流电抗器绕组的绝缘电阻和直流电阻，其直流电阻值应与同温度下产品出厂试验值比较，变化应不大于 2%。

22.0.4 测量整流变压器低压绕组的绝缘电阻和直流电阻，其直流电阻值应与同温度下产品出厂试验值比较，变化应不大于 2%。

22.0.5 测量硅整流元件及高压套管对地绝缘电阻，应符合下列规定：

- 1 在器身检查时进行，硅整流元件两端短路；
- 2 采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻；
- 3 绝缘电阻值不应低于产品出厂试验值的 70%。

22.0.6 测量取样电阻、阻尼电阻的电阻值，其电阻值应符合产品技术条件的规定，检查取样电阻、阻尼电阻的连接情况应良好。

22.0.7 油箱中绝缘油的试验，应按本标准 20 章的规定进行。

22.0.8 绝缘子、隔离开关及瓷套管的绝缘电阻测量和耐压试验，应符合下列规定：

- 1 采用 2500V 兆欧表测量绝缘电阻；绝缘电阻值应不低于 1000M Ω ；
- 2 对用于同极距在 300mm~400mm 电场的耐压采用直流耐压 100kV 或交流耐压 72kV，持续时间为 1min 无闪络；
- 3 对用于其它极距电场的，耐压试验标准应符合产品技术条件的规定。

22.0.9 测量电场的绝缘电阻，采用 2500V 兆欧表，绝缘电阻值应不低于 1000 M Ω 。

22.0.10 空载升压试验，应符合厂家标准。当厂家无明确规定时，应符合下列规定：

- 1 同极距为 300mm 的电场，电场电压应上升至 55kV 以上，无闪络。同极距每增加 20mm，电场电压递增应不少于 2.5kV；
- 2 当海拔高于 1000m 但不超过 4000m 时，海拔每升高 100m，电场电压值允许降低 1%。

22.0.11 电除尘器振打及加热装置的电气设备试验，应符合下列规定：

- 1 测量振打电机、加热器的绝缘电阻，振打电机绝缘电阻值应不小于 0.5 M Ω ，加热器绝缘电阻应不小于 5M Ω ；
- 2 交流电机、二次回路、配电装置和馈电线路及低压电器的试验，应按本标准第 6 章、第 23 章、第 24 章、第 27 章的规定进行。

22.0.12 测量电除尘器本体的接地电阻不应大于 1 Ω 。

24 1kV 及以下电压等级配电装置和馈电线路

24.0.1 测量绝缘电阻，应符合下列规定：

- 1 配电装置及馈电线路的绝缘电阻值不应小于 $0.5M\Omega$ ；
- 2 测量馈电线路绝缘电阻时，应将断路器（或熔断器）、用电设备、电器和仪表等断开。

24.0.2 动力配电装置的交流耐压试验，应符合下述规定：

1 试验电压为 1000V。当回路绝缘电阻值在 $10M\Omega$ 以上时，可采用 2500V 兆欧表代替，试验持续时间为 1min，或符合产品技术规定。

- 2 交流耐压试验为各相对地，48V 及以下电压等级配电装置不做耐压试验。

24.0.3 检查配电装置内不同电源的馈线间或馈线两侧的相位应一致。

26 接地装置

26.0.1 电气设备和防雷设施的接地装置的试验项目应包括下列内容：

1 接地网电气完整性测试；

2 接地阻抗；

26.0.2 测试连接与同一接地网的各相邻设备接地线之间的电气导通情况，以直流电阻值表示。直流电阻值不应大于 $0.2\ \Omega$ 。

26.0.3 接地阻抗值应符合设计要求，当设计没有规定时应符合表 26.0.3 的要求。试验方法可参照国家现行标准《接地装置工频特性参数测试导则》DL475 的规定，试验时必须排除与接地网连接的架空地线、电缆的影响。

表 26.0.3 接地阻抗规定值

接地网类型	要 求
有效接地系统	$Z \leq 2000/I$ 或 $Z \leq 0.5\ \Omega$ (当 $I > 4000A$ 时) 式中：I— 经接地装置流入地中的短路电流，A Z— 考虑季节变化的最大接地阻抗， Ω 注：当接地阻抗不符合以上要求时，可通过技术经济比较增大接地阻抗，但不得大于 $5\ \Omega$ 。同时应结合地面电位测量对接地装置综合分析。为防止转移电位引起的危害，应采取隔离措施。
非有效接地系统	1、当接地网与 $1kV$ 及以下电压等级设备共用接地时，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、上述两种情况下，接地阻抗一般不得大于 $10\ \Omega$
$1kV$ 以下电力设备	使用同一接地装置的所有这类电力设备，当总容量 $\geq 100kVA$ 时，接地阻抗不宜大于 $4\ \Omega$ ，如总容量 $< 100kVA$ 时，则接地阻抗允许大于 $4\ \Omega$ ，但不大于 $10\ \Omega$
独立微波站	接地阻抗不宜大于 $5\ \Omega$
独立避雷针	接地阻抗不宜大于 $10\ \Omega$ 。注：当与接地网连在一起时可不单独测量
发电厂烟囱附近的吸风机及该处装设的集中接地装置	接地阻抗不宜大于 $10\ \Omega$ 注：当与接地网连在一起时可不单独测量
独立的燃油、易爆气体储罐及其管道	接地阻抗不宜大于 $30\ \Omega$ (无独立避雷针保护的露天储罐不应超过 $10\ \Omega$)
露天配电装置的集中接地装置及独立避雷针(线)	接地阻抗不宜大于 $10\ \Omega$
有架空地线的线路杆塔	当杆塔高度在 $40m$ 以下时，按下列要求；当杆塔高度 $\geq 40m$ 时，则取下列值的 50% ，但当土壤电阻率大于 $2000\ \Omega \cdot m$ 时，接地阻抗难以达到 $15\ \Omega$ 时，可放宽至 $20\ \Omega$ 。 土壤电阻率 $\leq 500\ \Omega \cdot m$ 时，接地阻抗 $10\ \Omega$ 土壤电阻率 $500-1000\ \Omega \cdot m$ 时，接地阻抗 $20\ \Omega$ 土壤电阻率 $1000-2000\ \Omega \cdot m$ 时，接地阻抗 $25\ \Omega$ 土壤电阻率 $> 2000\ \Omega \cdot m$ 时，接地阻抗 $30\ \Omega$

与架空线直接连接的旋转电机进线段上避雷器	不宜大于 3Ω
无架空地线的线路杆塔	<ol style="list-style-type: none"> 1 非有效接地系统的钢筋混凝土杆、金属杆：接地阻抗不宜大于 30Ω。 2 中性点不接地的低压电力网线路的钢筋混凝土杆、金属杆：接地阻抗不宜大于 50Ω。 3 低压进户线绝缘子铁脚的接地阻抗：接地阻抗不宜大于 30Ω。

注：扩建接地网应在与原接地网连接后进行测试。

27 低压电器

27.0.1 低压电器的试验项目，应包括下列内容：

- 1 测量低压电器连同所连接电缆及二次回路的绝缘电阻；
- 2 电压线圈动作值校验；
- 3 低压电器动作情况检查；
- 4 低压电器采用的脱扣器的整定；
- 5 测量电阻器和变阻器的直流电阻；
- 6 低压电器连同所连接电缆及二次回路的交流耐压试验。

注：1 低压电器包括电压为 60~1200V 的刀开关、转换开关、熔断器、自动开关、接触器、控制器、主令电器、起动机、电阻器、变阻器及电磁铁等；

2 对安装在一、二级负荷场所的低压电器，应按本条第 2、3、4 款的规定进行。

27.0.2 测量低压电器连同所连接电缆及二次回路的绝缘电阻值，不应小于 $1\text{M}\Omega$ ；在比较潮湿的地方，可不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

27.0.3 电压线圈动作值的校验，应符合下述规定：线圈的吸合电压不应大于额定电压的 85%，释放电压不应小于额定电压的 5%；短时工作的合闸线圈应在额定电压的 85%~110% 范围内，分励线圈应在额定电压的 75%~110% 的范围内均能可靠工作。

27.0.4 低压电器动作情况的检查，应符合下述规定：对采用电动机或液压、气压传动方式操作的电器，除产品另有规定外，当电压、液压或气压在额定值的 85%~110% 范围内，电器应可靠工作。

27.0.5 低压电器采用的脱扣器的整定，各类过电流脱扣器、失压和分励脱扣器、延时装置等，应按使用要求进行整定。

27.0.6 测量电阻器和变阻器的直流电阻值，其差值应分别符合产品技术条件的规定。电阻值应满足回路使用的要求。

27.0.7 低压电器连同所连接电缆及二次回路的交流耐压试验，应符合下述规定：试验电压为 1000V。当回路的绝缘电阻值在 $10\text{M}\Omega$ 以上时，可采用 2500V 兆欧表代替，试验持续时间为 1min。

附录 A 高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准

表 A 高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准

额定电压 (kV)	最高工件电压 (kV)	1min 工频耐受电压 (kV) 有效值											
		电压互感器		电流互感器		穿墙套管				支柱绝缘子、隔离开关			
						纯瓷和纯瓷充油绝缘		固体有机绝缘、油浸电容式、干式、SF6 式		纯瓷		固体有机绝缘	
		出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接	出厂	交接
3	3.6	25 (18)	20 (14)	25	20	25 (18)	25 (18)	25(18)	20 (14)	25	25	25	22
6	7.2	30 (23)	24 (18)	30	24	30 (23)	30 (23)	30(23)	24 (18)	32	32	32	26
10	12	42 (28)	33 (22)	42	33	42 (28)	42 (28)	42(28)	33 (22)	42	42	42	38
15	17.5	55 (40)	44 (32)	55	44	55 (40)	55 (40)	55(40)	44 (32)	57	57	57	50
20	24.0	65 (50)	52 (40)	65	52	65 (50)	65 (50)	65(50)	52 (40)	68	68	68	59
35	40.5	95 (80)	76 (64)	95	76	95 (80)	95 (80)	95(80)	76 (64)	100	100	100	90
66	69.0	140/ 185	112/ 148	140/ 185	112/ 148	140/ 185	140/ 185	140/ 185	112/ 148	165	165	165	148
110	126	200/ 230	160/ 184	200/ 230	160/ 184	200/ 230	200/ 230	200/ 230	160/ 184	265	265	265	240
220	252	395/ 460	316/ 368	395/ 460	316/ 368	395/ 460	395/ 460	395/ 460	316/ 368	495	495	495	440
330	363	510/ 630	408/ 504	510/ 630	408/ 504	510/ 630	510/ 630	510/ 630	408/ 504				
500	550	680/ 740	544/ 592	680/ 740	544/ 592	680/ 740	680/ 740	680/ 740	544/ 592				

注：1 表中电气设备出厂试验电压参照现行国家标准《高压输变电设备的绝缘配合》GB 311.1；

2 括号内的数据为全绝缘结构电压互感器的匝间绝缘水平；

3 斜杠上下为不同绝缘水平取值，以出厂（铭牌）值为准。

附录 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

B.0.1 电机定子绕组绝缘电阻值换算至运行温度时的换算系数见表 B.0.1

表 B.0.1 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

表 B.0.1 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。

B.0.2 当在不同温度测量时，可按表 B.0.1 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：

$$R_t = R \times 2^{(75-t)/10} \quad (\text{M}\Omega) \quad (\text{B.0.2-1})$$

对于 B 级热固性绝缘

$$R_t = R \times 1.6^{(100-t)/10} \quad (\text{M}\Omega) \quad (\text{B.0.2-2})$$

式中 R ——绕组热状态的绝缘电阻值；

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

t ——测量时的温度。

附录 C 变压器局部放电试验方法

C.0.1 电压等级为 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 C.0.1 所示的程序进行。

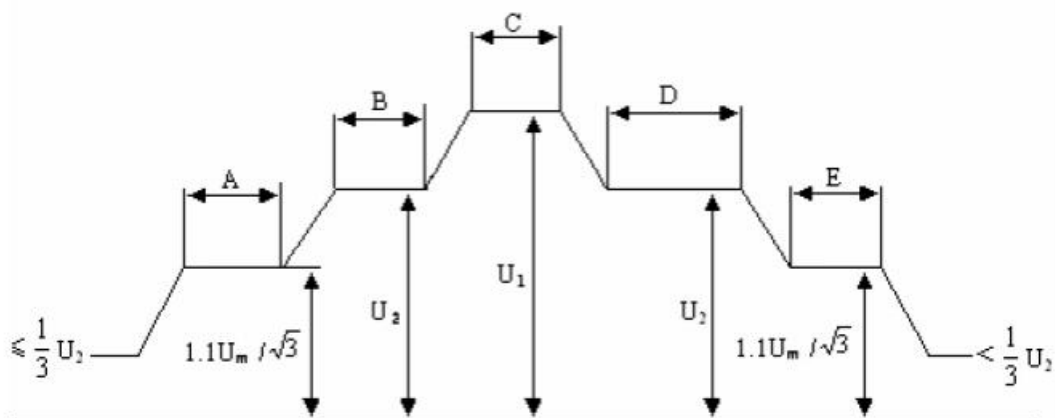


图 C.0.1 变压器长时感应电压及局部放电测量试验的加压程序

注：A=5min；B=5min；C=试验时间；

D≥60min(对于 $U_m \geq 300\text{kV}$)或 30 min(对于 $U_m < 300\text{kV}$)；E=5min

在不大于 $U_2/3$ 的电压下接通电源；

电压上升到 $1.1U_m/\sqrt{3}$ ，保持 5min，其中 U_m 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 ，其持续时间按 7.0.13 条第 4 项的规定执行；

试验后立刻不间断地将电压降到 U_2 ，并至少保持 60 min(对于 $U_m \geq 300\text{kV}$)或 30min(对于 $U_m < 300\text{kV}$)，以测量局部放电；

电压降低到 $1.1U_m/\sqrt{3}$ ，保持 5min；

当电压降低到 $U_2/3$ 以下时，方可切断电源。

除 U_1 的持续时间以外，其余试验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：

$$U_1 = 1.7U_m/\sqrt{3} \quad (\text{C.0.1})$$

$U_2 = 1.5U_m/\sqrt{3}$ 或 $1.3U_m/\sqrt{3}$ ，视试验条件定。

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 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 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 $U_2 = 1.5U_m / \sqrt{3}$ 或 $1.3U_m / \sqrt{3}$ 下的长时试验期间，局部放电量的连续水平不大于 500pC 或 300 pC；

在 U_2 下，局放放电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 $1.1U_m / \sqrt{3}$ 下，视在电荷量的连续水平不大于 100pC。

注： U_m 为设备的最高电压有效值。

C.0.2 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 1.94.3 中的有关规定进行。

附录 D 油浸电力变压器绕组直流泄漏电流参考值

表 D 油浸电力变压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(μA)							
		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
63~330	40	33	50	74	111	167	250	400	570
500	60	20	30	45	67	100	150	235	330

附录 E 电流互感器保护级励磁曲线测量方法

E.0.1 P级励磁曲线的测量与检查应满足如下要求：

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 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。电压等级不同估算。

x_2 估算值见表E.0.1：

表 E.0.1 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：

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

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

其中 \bar{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：

$$E|_{20I_n} = 20 \times 5 | (Z_2 + Z_L) | = 100 | 1.7 + j1.4 | = 100 \sqrt{1.7^2 + 1.4^2} = 220\text{V}$$

如果在二次绕组端施加励磁电压220V时测量的励磁电流 $I_0 > 0.1 \times 20 \times 5\text{A} = 10\text{A}$ 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 $(20-1)Z_2 + 20Z_L$ 取可，即：

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

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 δ 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。

E.0.2 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 $30 \times 10^4\text{kW}$ 及以上容量的母线电流互感器及容量超过 $120 \times 10^4\text{kW}$ 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 Φ ，可由频率 f' 下的实测所加电压的方均根值 U' 按下式得出：

$$\Phi = \sqrt{2} / 2\pi f' \cdot U' \quad (\text{Wb}) \quad (\text{E.0.2-1})$$

额定频率下的等效电压方均根值 U 为：

$$U = (2\pi f / \sqrt{2}) \cdot \Phi \quad (\text{V, r.m.s.}) \quad (\text{E.0.2-2})$$

所得励磁特性曲线为峰值励磁电流 i_m 与代表峰值磁通 Φ 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 Φ_s 的 20% 至 90% 范围内的平均斜率确定：

$$L_m = \Phi_s / i_m = (\sqrt{2}) U / (2\pi f i_m) \quad (\text{H}) \quad (\text{E.0.2-3})$$

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

$$T_s = L_s / R_s \approx L_m / (R_{ct} + R_b) \quad (\text{s}) \quad (\text{E.0.2-4})$$

当交流法确定剩磁系数 K_r 时，需对励磁电压积分，见图 E.0.2-2，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 Φ_s 达到的值时，则认为电流过零时的磁通值是剩磁 Φ_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 $R_e i_m$ 对应的附加电压后，再进行积分得出的。典型试验电路见图 E.0.2-3。

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 E.0.2-4，其中磁通可以用 Wb 表示，或按公式 (E.0.2-2) 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除 $\Phi(t)$ 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 (E.0.2-3)。

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 Φ_r 。

TPS 和 TPX 级电流互感器的铁心必须先退磁，退磁的 TPY 级电流互感器的剩磁系数 (K_r) 用比率 Φ_r / Φ_s 确定。

对于铁心未事先退磁的 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 (Φ_r) 为第二次试验测得的剩磁值的一半。

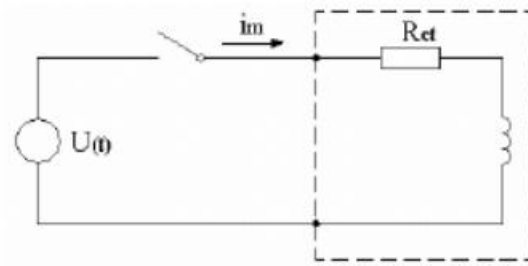


图 E.0.2-1 基本电路

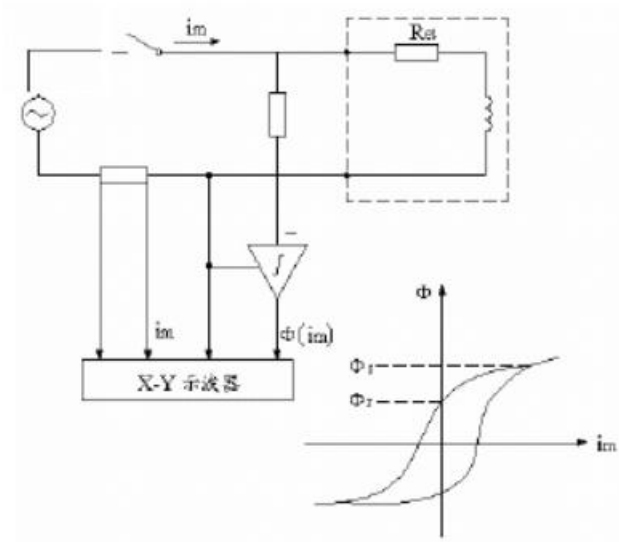


图 E.0.2-2 用磁滞回环确定剩磁系数 K_t

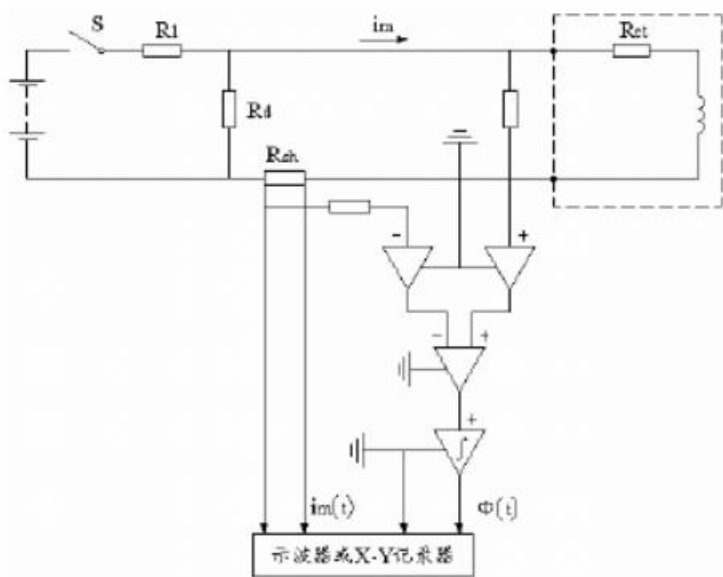


图 E.0.2-3 直流法基本电路

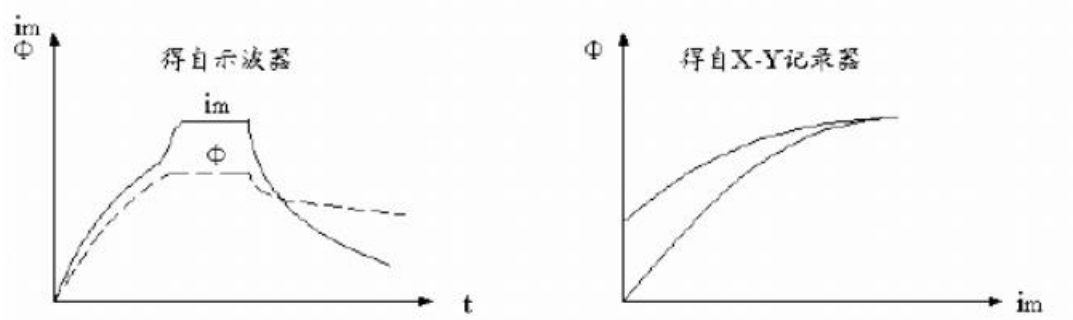


图 E.0.2-4 典型记录曲线

附录 F 电力电缆线路交叉互联系统试验方法和要求

F.0.1 交叉互联系统的对地绝缘的直流耐压试验：试验时必须将护层过电压保护器断开。在互联箱中将另一侧的三段电缆金属套都接地，使绝缘接头的绝缘环也能结合在一起进行试验，然后在每段电缆金属屏蔽或金属套与地之间施加直流电压 10kV，加压时间 1min，不应击穿。

F.0.2 非线性电阻型护层过电压保护器

1 氧化锌电阻片：对电阻片施加直流参考电流后测量其压降，即直流参考电压，其值应在产品标准规定的范围之内；

2 非线性电阻片及其引线的对地绝缘电阻：将非线性电阻片的全部引线并联在一起与接地的外壳绝缘后，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 10M Ω 。

F.0.3 交叉互联系统性能检验：本方法为推荐采用的方式，如采用本方法时，应作为特殊试验项目。

使所有互联箱连接片处于正常工作位置，在每相电缆导体中通以大约 100A 的三相平衡试验电流。在保持试验电流不变的情况下，测量最靠近交叉互联箱处的金属套电流和对地电压。测量后将试验电流降至零，切断电源。然后将最靠近的交叉互联箱内的连接片重新连接成模拟错误连接的情况，再次将试验电流升至 100A，并再测量该交叉互联箱处的金属套电流和对地电压。测量完后将试验电压降至零，切断电源，将该交叉互联箱中的连接片复原至正确的连接位置。最后交试验电流升至 100A，测量电缆线路上所有其他交叉互联箱处的金属套电流和对地电压。

试验结果符合下述要求则认为交叉互联系统的性能是满意的：

- 1)** 在连接片做错误连接时，试验能表明存在异乎寻常大的金属套电流；
- 2)** 在连接片正确连接时，将测得的任何一个金属套电流乘以一个系数(它等于电缆的额定电流除以上述的试验电流)后所得的电流值不会使电缆额定电流的降低量超过 3%；
- 3)** 将测得的金属套对地电压乘以上述 2)项中的系数后不超过电缆在负载额定电流时规定的感应电压的最大值。

F.0.4 互联箱

1 接触电阻：本试验在做完护层过电压保护器的上述试验后进行。将刀闸（或连接片）恢复到正常工作位置后，用双臂电桥测量闸刀（或连接片）的接触电阻，其值不应大于 20 $\mu\Omega$ ；

2 闸刀（或连接片）连接位置：本试验在以上交叉互联系统的试验合格后密封互联箱之前进行。连接位置应正确。如发现连接错误而重新连接后，则必须重测闸刀（连接片）的接触电阻。

附录 G 特殊试验项目

表 G 特殊试验项目

序号	条款	内 容
1	3.0.14	测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗
2	3.0.15	测量三相短路特性曲线
3	3.0.16	测量空载特性曲线
4	3.0.17	在发电机空载额定电压下测录发电机定子开路时的灭磁时间常数
5	3.0.18	发电机在空载额定电压下自动灭磁装置分闸后测量定子残压
6	3.0.20	测量轴电压
7	3.0.21	定子绕组端部固有振动频率测试及模态分析
8	3.0.22	定子绕组端部现包绝缘施加直流电压测量
9	4.0.11	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
10	5.0.5	测录空载特性曲线
11	7.0.12	变压器绕组变形试验
12	7.0.14	绕组边同套管的长时感应电压试验带局部放电测量
13	9.0.4	互感器的局部放电测量
14	9.0.9	互感器误差测量 1 用于关口计量的互感器(包括电流互感器、电压互感器和组合互感器)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,电压等级 35KV 及以上的互感器,宜进行误差测量
15	9.0.12	电容式电压互感器(CTV)检测 2 CTV 电磁单元因结构原因不能将中压联线引出时,必须进行误差试验,若对电容分压器绝缘有怀疑时,应打开电磁单元引出中压联线进行额定电压下的电容量和介质损耗角 $\tan \delta$ 的测量
16	18.0.5	电力电缆交流耐压试验(35KV 及以上电压等级)
17	F.0.3	交叉互联性能检验
18	19.0.14	耦合电容器的局部放电试验
19	25.0.3	测量 35KV 以上线路的工频参数
20	26.0.3	接地阻抗值测量(接地网)
21	全规范中	110KV 及以上电压等级电气设备的交、直流耐压试验(或高电压测试)
22	全规范中	各种电气设备的局部放电试验
23	全规范中	SF6 气体和绝缘油(除击穿电压试验外)试验

本规范用词说明

1、为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2、条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。