



中华人民共和国国家标准

GB/T 19749.1—2016
代替 GB/T 19749—2005

耦合电容器及电容分压器 第 1 部分：总则

Coupling capacitors and capacitor dividers—Part 1: General rules

(IEC 60358-1:2012, MOD)

2016-02-24 发布

2016-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 一般术语和定义	2
3.2 耦合电容器术语和定义	4
4 使用条件	6
4.1 概述	6
4.2 正常使用条件	6
4.3 特殊使用条件	7
4.4 系统接地方式	8
5 额定值	8
5.1 额定频率标准值	8
5.2 额定电压标准值	8
5.3 额定电压因数标准值	9
6 设计要求	9
6.1 绝缘要求	9
6.2 其他绝缘要求	11
6.3 电磁发射要求—无线电干扰电压(RIV)	13
6.4 机械要求	13
6.5 设备密封性能	14
6.6 直流电容器的均压措施	15
7 试验条件	15
8 试验分类	15
8.1 概述	15
8.2 例行试验	16
8.3 型式试验	16
8.4 特殊试验	16
9 例行试验	17
9.1 密封性试验	17
9.2 电气例行试验	18
10 型式试验	20
10.1 冲击试验	20
10.2 户外设备的湿试验	21
10.3 无线电干扰电压试验	22
10.4 直流设备的极性反转试验	22

11	特殊试验—机械强度试验	22
12	设备的标志	23
12.1	概述	23
12.2	铭牌的标志	24
附录 A (资料性附录)	设备的典型示例图	25
附录 B (资料性附录)	局部放电的试验回路及检测仪器	26
附录 C (规范性附录)	无线电干扰电压—测量回路	28
参考文献	29

前 言

GB/T 19749《耦合电容器及电容分压器》拟分成如下4个部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：接于线与地之间用于电力线路载波(PLC)的交流或直流单相耦合电容器；

——第3部分：用于谐波滤波器的交流或直流耦合电容器；

——第4部分：接于线与地之间的交流或直流单相电容分压器及RC分压器(GB/T 20840.5包含的CVT除外)。

本部分为GB/T 19749的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GB/T 19749—2005《耦合电容器及电容分压器》。与GB/T 19749—2005相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

——修改了规范性引用文件的内容(见第2章，2005年版的1.2)；

——将术语和定义分为“一般术语和定义”和“耦合电容器术语和定义”(见3.1和3.2)；

——增加了“设备”“频率的标准参考范围”等20条术语和定义(见第3章)；

——删除了“电容式电压互感器”等14条术语和定义(见2005年版的1.3)；

——增加了“户内设备的其他使用条件”(见4.2.4)；

——增加了直流设备的相关要求(见3.1.6等)；

——增加了“系统接地”(见4.4)；

——删除了“验收试验”(见2005年版的2.2.3)；

——增加了“特殊试验”(见8.4)；

——增加了“直流设备的电阻测量”“无线电干扰电压试验”“直流设备的极性反转试验”[见8.2e)和8.3h)及8.3i)]；

——修改了例行试验和型式试验，对试验流程进行了规定(见第9章、第10章和图2，2005年版的第2章)；

——增加了“局部放电试验回路及检测仪器”(见附录B)；

——增加了“无线电干扰电压—测量回路”(见附录C)。

本部分使用重新起草法修改采用IEC 60358-1:2012《耦合电容器及电容分压器 第1部分：总则》(英文版)。本部分与IEC 60358-1:2012的主要技术差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

- 增加引用了GB/T 26218.1—2010；
- 增加引用了GB/T 26218.2—2010；
- 增加引用了GB/T 26218.3—2011。

——考虑到国际标准电压等级与我国不同，电压等级按GB 311.1—2012给出，相应的内容也进行了修改。

——海拔修正参考GB 311.1—2012，并按实际情况进行了修改。

本部分与IEC 60358-1:2012的上述主要差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

本部分纳入了IEC 60358-1:2012/cor.1:2013的勘误内容，这些勘误内容涉及的条款已通过在其外

GB/T 19749.1—2016

侧页边空白位置的垂直双线(∥)进行了标示。

为便于使用,本部分还做了下列编辑性修改:

- 按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则,对一些编排和书写格式进行了修改;
- “本部分”代替 IEC 60358-1:2012 中的“本标准”一词;
- 用小数点“.”代替原 IEC 标准中作为小数点的逗号“,”;
- 删除了 IEC 60358-1:2012 的前言。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利。本部分的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电力电容器标准化技术委员会(SAC/TC 45)归口。

本部分起草单位:西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电电力电容器有限责任公司、桂林电力电容器有限责任公司、日新电机(无锡)有限公司、合肥华威自动化有限公司、淄博莱宝电力电容器有限公司、安徽省电力科学研究院、新东北电气集团电力电容器有限公司、上海 MWB 互感器有限公司、丹东欣泰电气股份有限公司、厦门法拉电子股份有限公司、深圳市三和电力科技有限公司。

本部分主要起草人:贺满潮、赵鑫、房金兰、贾华、王香芳、莫华明、孙敏、江钧祥、马峰、刘菁、田恩文、胡学斌、葛锦萍、潘红梅、于丽影、谭彦民、黄顺达、吕韬、张颜珠、张晋波、王瑜婧。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 19749—2005。

耦合电容器及电容分压器

第 1 部分：总则

1 范围

GB/T 19749 的本部分规定了耦合电容器及电容分压器的术语和定义、使用条件、额定值、设计要求、试验条件、试验分类、例行试验、型式试验、特殊试验和设备的标志。

本部分适用于额定电压 1 000 V 以上、接于线与地之间、低压端子永久接地或与设备连接的、用于下述应用和其他类似用途的电容器。

本部分是耦合电容器的基础标准，补充规定和试验在本标准的其他部分如 GB/T 19749.2、GB/T 19749.3 和 GB/T 19749.4 中给出。

注：适用于本部分的耦合电容器典型示例图见图 A.1。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 156 标准电压(GB/T 156—2007, IEC 60038:2002, MOD)

GB 311.1—2012 绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则(IEC 60071-1:2006, MOD)

GB/T 311.3—2007 绝缘配合 第 3 部分：高压直流换流站绝缘配合程序(IEC/TS 60071-5:2002, MOD)

GB/T 2423.23 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Q：密封(GB/T 2423.23—2013, IEC 60068-2-17:1994, IDT)

GB/T 4796 电工电子产品环境条件分类 第 1 部分：环境参数及其严酷程度(GB/T 4796—2008, IEC 60721-1:2002, IDT)

GB/T 4797 系列 电工电子自然环境条件 [IEC 60721-2(所有部分), MOD]

GB/T 4798 系列 电工电子应用环境条件 [IEC 60721-3(所有部分), MOD]

GB/T 7354 局部放电测量(GB/T 7354—2003, IEC 60270:2000, IDT)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求(GB/T 16927.1—2011, IEC 60060-1:2010, MOD)

GB/T 26218.1—2010 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则(IEC 60815-1:2008, MOD)

GB/T 26218.2—2010 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子(IEC 60815-2:2008, MOD)

GB/T 26218.3-2011 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 3 部分：交流系统用复合绝缘子(IEC/TS 60815-3:2008, MOD)

CISPR/TR 18-2 架空电力线路和高压设备的无线电干扰特性 第 2 部分：测量方法和限值确定程序(Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment — Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits)

GB/T 19749.1—2016

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

注：其中的某些术语和定义与 GB/T 2900.15—1997、GB/T 2900.16—1996、GB/T 2900.50—2008 和 GB/T 2900.57—2008 中的相同或类似。由方括号中的相关引用说明。

3.1 一般术语和定义

3.1.1

设备 equipment

用于本部分的一般术语，无论是完整电容器、电容分压器、还是 RC 分压器。

3.1.2

电容分压器 capacitor voltage divider

由电容器组成的分压器。

[GB/T 2900.16—1996, 定义 2.1.17]

3.1.3

设备的额定频率 rated frequency of equipment

f_R

设备设计的频率。

3.1.4

频率的标准参考范围 standard reference range of frequency

设备适用的频率范围。

3.1.5

额定电压 rated voltage

U_R

设备设计时的电压值，并作为其性能基础。

注：改写 GB/T 2900.15—1997, 定义 2.1.4。

3.1.6

设备最高电压 highest voltage for equipment

U_m

交流：根据设备绝缘设计的相间最高电压的方均根值(r.m.s.)。

直流：根据设备绝缘设计的相对地最高电压值。

3.1.7

直流系统电压 d.c.-system voltage

U_{DC}

最高的对地平均电压或平均运行电压，不包括谐波和换相过冲。

[GB/T 311.3—2007, 定义 3.1]

3.1.8

最高的直流系统电压 maximum d.c.-system voltage

$U_{DC\ max}$

最高的直流系统电压几乎是一个纯直流电压，其幅值取决于电压控制和测量允许偏差，不包括谐波和换相过冲。

3.1.9

额定绝缘水平 rated insulation level

表征设备绝缘的介电强度耐受能力的一组电压值。

3.1.10

中性点不接地系统 isolated neutral system

除经保护或测量用的高阻抗接地外,中性点不接地的系统。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-02-24]

3.1.11

中性点直接接地系统 solidly earthed (neutral) system

至少有一个中性点直接接地的系统。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-02-25]

3.1.12

中性点阻抗接地系统 impedance earthed (neutral) system

为限制接地故障电流,至少有一个中性点通过阻抗接地的系统。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-02-26]

3.1.13

中性点谐振接地系统 resonant earthed (neutral) system

至少有一个中性点通过电抗器接地的系统,电抗器近似补偿单相接地故障电流的容性分量。

[GB/T 2900.50—2008,定义 601-02-27]

注:在谐振接地系统中,故障时的残余电流被限制到空气中的电弧故障能够自熄的程度。

3.1.14

接地故障因数 earth fault factor

在一给定系统结构的三相系统的给定点上,在对系统任一点的一相或多相均有影响的故障期间,健全相的相对地最高工频电压方均根值与无故障时该点相对地工频电压方均根值之比。

[GB/T 2900.57—2008,定义 604-03-06]

3.1.15

中性点接地系统 earthed neutral system

一种系统,其中性点直接接地,或通过电阻或电抗接地,其阻抗低到既能抑制暂态振荡,又能得到足够的电流供接地故障保护选择用。

a) 在给定位置的中性点有效接地三相系统,是指该点接地故障因数不大于 1.4 来表征的系统。

注:对于所有系统结构,当零序电抗与正序电抗的比率小于 3 和零序电抗与正序电抗的比率小于 1 时,可大体上获得该条件。

b) 在给定位置的中性点非有效接地的三相系统,是指该点接地故障因数可大于 1.4 来表征的系统。

3.1.16

统一爬电比距 unified specific creepage distance; USCD

绝缘子的爬电距离与该绝缘子上承载的最高运行电压的方均根值之比。

注:通常以 mm/kV 表示,且通常表示为最小值。

3.1.17

暴露设施 exposed installation

设备承受大气过电压的设施。

注:该类设施通常与架空输电线路直接连接或通过一段短电缆连接。

GB/T 19749.1—2016

3.1.18

非暴露设施 non-exposed installation

设备不承受大气过电压的设施。

注：该类设施通常与地下电缆网络连接。

3.1.19

额定电压因数 rated voltage factor

F_V

与额定电压 U_R 相乘以确定最高电压的因数，在此电压下，设备符合规定时间的相关热性能要求。

3.1.20

设备的额定温度类别 rated temperature category of the equipment

设备设计时指定的环境空气或冷却介质的温度范围。

3.1.21

线路端子 line terminal

与电网的线路导体连接的端子。

注：GB/T 2900.16—1996，定义 3.1.8。

3.1.22

机械应力 mechanical stress

设备各部分所受的机械应力，主要是下述 4 种力的结果：

——与电力线路连接对端子的作用力；

——在耦合/滤波电容器顶端有和未安装阻波器的情况下，设备迎风面受风的作用力；

——地震力；

——短路电流产生的电动力。

3.1.23

电压连接式设备 voltage-connected equipment

与高压线路仅有一个连接点的设备。

注：在正常条件下，顶部连接只承载设备电流。

3.1.24

电流连接式设备 current-connected equipment

与高压线路有两个连接点的设备。

注：各端子与顶部连接设计为正常条件下承载线路电流。

3.1.25

阻波器连接式耦合/滤波电容器 line trap-connected coupling/filter capacitor

顶部装有阻波器的耦合/滤波电容器。

注 1：在这种情况下，阻波器的两个连接承载高压线路电流，阻波器到电容器的一个连接承载电容器电流。

注 2：当多相短路时，两相上的支座安装式阻波器产生附加的作用力。

3.2 耦合电容器术语和定义

3.2.1

耦合电容器 coupling capacitor

在电力系统中用于传输信号的电容器。

注：改写 GB/T 2900.16—1996，定义：2.1.16。

3.2.2

(电容器)元件 (capacitor) element

由两个被电介质隔开的电极组成的器件。

3.2.3

(电容器)单元 (capacitor) unit

由一个或多个电容器元件组装于同一外壳中并有引出端子的组装体。

注：改写 GB/T 2900.16—1996，定义 2.2.1。

3.2.4

(电容器)叠柱 (capacitor) stack

电容器单元串联后的组装体。

注：改写 GB/T 2900.16—1996，定义 2.2.2。

3.2.5

电容器 capacitor

当不需要说明是电容器单元还是电容器叠柱时使用的通用术语。

3.2.6

电容器的额定电容 rated capacitance of a capacitor

C_R

电容器设计时选用的电容值。

注：该定义适用于：

- 对于电容器单元，指单元的端子之间的电容；
- 对于电容器叠柱，指叠柱的线路端子与低压端子之间或线路端子与接地端子之间的电容。

3.2.7

耦合电容器的低压端子 low voltage terminal of a coupling capacitor

直接接地或通过额定频率下阻抗值可忽略的排流线圈接地的端子 N_{HF} ，该端子用于电力线路载波 (PLC)。

注：改写 GB/T 2900.16—1996，定义 3.1.9。

3.2.8

电容允许偏差 capacitance tolerance

在规定条件下，实际电容与额定电容之间的允许差值。

注：改写 GB/T 2900.16—1996，定义 2.3.4。

3.2.9

电容器的等值串联电阻 equivalent series resistance of a capacitor

一个假想的电阻，如果将它与一个和实际电容器的电容值相等的理想电容器串联，则在给定高频的规定运行条件下，该电阻上的功率损耗等于此电容器所消耗的有功功率。

3.2.10

电容器损耗 capacitor losses

电容器所消耗的有功功率。

[GB/T 2900.16—1996，定义 2.3.22]

3.2.11

电容器的损耗角正切 ($\tan\delta$) tangent of the loss angle ($\tan\delta$) of a capacitor

有功功率 P_a 和无功功率 P_r 之比： $\tan\delta = P_a/P_r$

3.2.12

电容温度系数 temperature coefficient of capacitance

T_c

给定温度变化量下的电容变化率：

$$T_c = \frac{\Delta C}{C_0 \Delta T}, \frac{1}{K} \text{ 或 } \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

ΔC ——表示在温度间隔 ΔT 内测得的电容变化值；

C_0 ——表示在 20 °C 时测得的电容值。

注：该定义的 $\Delta C/\Delta T$ 项，仅当电容在所研究的范围内为温度的近似线性函数时方可使用，否则，电容与温度的关系应以曲线图或表格表示。

3.2.13

电容器的电介质 dielectric of a capacitor

电极之间的绝缘材料。

注：通常主绝缘包括塑料薄膜或纸和塑料薄膜的复合，它们随即被处理，并使用绝缘油或在常压或更高压力下的绝缘气体浸渍。

4 使用条件

4.1 概述

环境条件分类的详细信息在 GB/T 4796、GB/T 4797 系列和 GB/T 4798 系列中给出。

4.2 正常使用条件

4.2.1 环境空气温度

设备分为 3 种温度类别，如表 1 所示。

表 1 额定环境温度类别

类别	最低温度 °C	最高温度 °C
-5/40	-5	40
-25/40	-25	40
-40/40	-40	40

注：选择温度类别时，储存和运输条件也应考虑在内。

4.2.2 海拔

海拔不超过 1 000 m。

4.2.3 振动或地震

由外部原因造成设备的振动或(轻微)地震可以忽略。

4.2.4 户内设备的其他使用条件

其他应考虑的使用条件如下：

- a) 太阳辐射的影响可以忽略；
- b) 大气环境没有被灰尘、烟雾、腐蚀性气体、蒸汽或盐雾严重污染；
- c) 湿度条件如下：
 - 1) 24 h 内测得的相对湿度平均值不超过 95%；

- 2) 24 h 内蒸汽压力的平均值不超过 2.2 kPa;
- 3) 月相对湿度平均值不超过 90%;
- 4) 月蒸汽压力的平均值不超过 1.8 kPa。

在这些条件下,偶尔会出现凝露。

注 1: 在高湿度期间,温度骤变会导致凝露。

注 2: 为了耐受高湿度和凝露的影响,比如绝缘击穿或金属部件锈蚀,设备应按这些使用条件设计。

注 3: 可通过特殊设计的厂房、适当的通风和加热或使用除湿设备来防止凝露。

4.2.5 户外设备的其他使用条件

其他应考虑的使用条件如下:

- a) 24 h 内测得的环境空气温度平均值不超过 35 °C;
- b) 应当考虑太阳辐射高达 1 000 W/m²(晴天午间);
- c) 环境空气会被灰尘、烟雾、腐蚀性气体、蒸汽或盐雾污染,污秽不超过表 5 中给出的污秽等级;
- d) 风压不超过 700 Pa(相当于 34 m/s 的风速);
- e) 应当考虑凝露或降水。

4.3 特殊使用条件

4.3.1 概述

当设备的使用条件不同于 4.2 中给出的正常使用条件时,用户的要求应当参考下述标准化要求。

4.3.2 海拔

对于安装在海拔高于 1 000 m 处的设备,标准参考大气条件下的闪络距离可通过在使用位置处要求的耐受电压乘以因数 k 来确定。

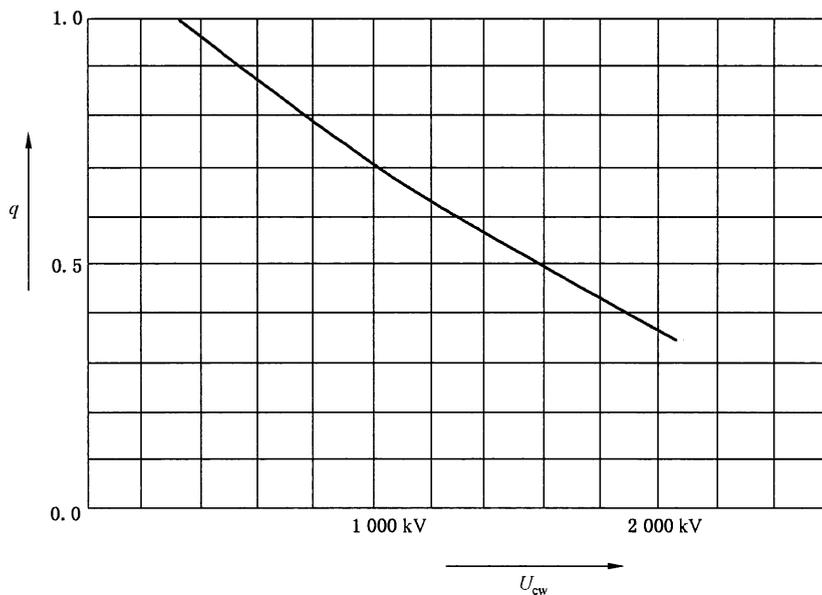


图 1 绝缘的海拔修正因数

根据下式可计算这些因数:

$$k = e^{\frac{H}{8150}}$$

式中：

H ——设备安装地点的海拔高度，单位为米(m)；

q ——指数，取值如下：

——对于工频和雷电冲击电压， $q=1$ ；

——对于操作冲击电压， q 按图1中的曲线选取。

注：对于内绝缘，其介质强度不受海拔影响。外绝缘的检查方法由制造方和购买方协商确定。

4.3.3 环境温度

当安装地点的环境温度明显超出4.2.1所列的正常使用条件范围时，优选的最低和最高温度的范围应规定为：

- a) $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 用于严寒气候；
- b) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 用于酷热气候。

注1：对于极端情况，购买方应告知制造方其他的温度范围。

在某些频繁出现暖湿风的地区，温度骤变也会导致凝露，即使在户内也如此。

注2：在某些太阳直射的条件下，有必要采取适当的措施比如遮蔽、通风设备等以防止温升超出规定值。

4.3.4 地震

对于易发生地震的安装地点，用户应按照GB/T 13540规定相关的严酷等级。

如果适用，必须通过相关标准规定的计算或试验来验证是否符合这些特殊要求。

4.4 系统接地方式

考虑的系统接地方式包括：

- a) 中性点不接地系统(见3.1.10)；
- b) 中性点谐振接地系统(见3.1.13)；
- c) 中性点接地系统(见3.1.15)：
 - 1) 中性点直接接地系统(见3.1.11)；
 - 2) 中性点阻抗接地系统(见3.1.12)。

5 额定值

5.1 额定频率标准值

交流电压的频率标准值为50 Hz和60 Hz。

5.2 额定电压标准值

5.2.1 交流系统的额定电压 U_R

接在三相系统的线与地之间或系统中性点与地之间的设备，其额定电压的标准值应为系统额定电压值的 $1/\sqrt{3}$ 。

优选值在GB/T 156中给出。

注：设备的性能基于额定电压 U_R ，而额定绝缘水平则基于设备最高电压 U_m (GB 311.1)。

5.2.2 直流系统的额定电压 U_R

接在线与地之间的设备，其额定电压值为额定直流线路电压值。

对于滤波电容器,额定电压必须包含谐波电压,计算公式如下:

$$U_R = kU_{DCmax} + \sqrt{2} \times \sqrt{\sum U_h^2}$$

式中:

$\sqrt{\sum U_h^2}$ ——交流电压分量的方均根值;

k ——电压系数,取 1.1~1.2。

5.3 额定电压因数标准值

5.3.1 交流额定电压因数标准值

额定电压因数由最高运行电压确定,而后者取决于系统接地方式。

不同接地方式所对应的标准电压因数及其在最高运行电压下的允许持续时间(即额定时间)在表 2 中给出。

表 2 额定电压因数标准值

额定电压因数 F_V	额定时间	连接一次端子的方法和系统接地条件
1.2	连续	中性点有效接地系统(3.1.15a))的线与地之间
1.5	30 s	
1.2	连续	带有接地故障自动跳闸的中性点非有效接地系统(3.1.15b))的线与地之间
1.9	30 s	
1.2	连续	无接地故障自动跳闸的中性点不接地系统(3.1.10)或无接地故障自动跳闸的谐振接地系统(3.1.13)的线与地之间
1.9	8 h	
注 1: 允许制造方和用户协商减少额定时间。 注 2: 设备的热性能基于额定电压,而额定绝缘水平则基于设备最高电压 U_m (GB 311.1)。 注 3: 设备的最高运行电压必须低于或等于设备最高电压 $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$,或额定电压 U_R 乘以连续工作的额定电压因数 1.2,取两者中较低值。		

5.3.2 直流额定电压因数标准值

额定电压因数并不适用于直流电压,电压通过换流器控制且额定电压包含了电压允许偏差(见 3.1.8 中 U_{DCmax} 的定义)。

6 设计要求

6.1 绝缘要求

如果用于交流,设备的绝缘水平应按照表 3 的标准绝缘水平选取。额定绝缘水平应基于其设备最高电压 U_m 。

表 3 交流电压的标准绝缘水平

单位为千伏

范围	系统标称电压 U_R (方均根值)	设备最高电压 U_m (方均根值)	额定工频 耐受电压 (方均根值)	额定雷电冲击 耐受电压 (峰值)	额定操作 耐受电压 (峰值)
I	3	3.6	18/25	40	
	6	7.2	23/30	60	
	10	12	30/42	75	
	15	18	40/55	105	
	20	24	50/65	125	
	35	40.5(36)	80/95	185/200	
	66	72.5	140 160	325 350	
	110	126	185/200	450/480	
				550	
220	252	360	850		
		395	950		
II	330	363	460	1 175	950
			510		
	500	550	630	1 550	1 175
			680	1 675	
			740		
750	800	900	1 950	1 550	
		960	2 100		
1 000	1 100	1 100	2 250	2 400	1 800
			2 400		

注 1: 对于暴露设施,推荐选取最高绝缘水平。
 注 2: 根据 GB 7674,额定工频耐受电压水平可以不同。
 注 3: 可代替的绝缘水平的规定见 GB 311.1—2012。

如果用于直流,直流耐受电压试验用因数 $F_T=2.6$ 来定义。电压应施加历时 10 s。

直流试验电压 = $F_T \times U_R = 2.6 \times U_R$ (U_R 见 5.2.2)。

应用总则:

- 正极性额定操作冲击耐受电压湿试验是确定设备最小闪络距离(外绝缘)的依据。
- 外绝缘强度的试验,通常是进行额定短时工频耐受电压湿试验(范围 I)或正极性操作冲击耐受电压湿试验(范围 II)(见 10.2)。
- 雷电冲击耐受电压的额定值是确定电容器介质强度的一个因数。
- 对于 GB 311.1 中的交流设备,对应于每一 U_m 值仅用 2 种标准耐受电压就足以确定设备的标准绝缘水平:
 - 范围 I : $U_m < 363$ kV: 额定雷电冲击耐受电压和额定短时工频耐受电压;
 - 范围 II : $U_m \geq 363$ kV: 额定操作冲击耐受电压和额定雷电冲击耐受电压。
- 对于直流设备没有适用的标准;绝缘水平必须由制造方和用户确定。通常对于每一额定电压

仅用 2 种标准耐受电压就足以确定设备的标准绝缘水平：

- 范围 I : $U_{SIL} < 750$ kV: 额定雷电冲击耐受电压和对应的额定工频湿耐受电压(对应表 3 的 BIL 电压);
- 范围 II : $U_{SIL} \geq 750$ kV: 额定操作冲击湿耐受电压和额定雷电冲击耐受电压。

——由于设备的内绝缘为非自恢复性,表 3 中对范围 II 规定了 3 种标准耐受电压。对于范围 II 规定的短时工频耐受电压试验(直流电压试验用于直流设备)用于例行试验的局部放电测量。交流电压(直流电压用于直流设备)的耐受强度确定设备非自恢复内绝缘的长期性能。

——范围 II 中的额定短时工频耐受电压试验及局部放电(PD)测量(表 3,第 3 列)反映出设备的绝缘强度。

——额定绝缘水平是基于设备最高电压 U_m ,而设备的热条件则基于额定电压 U_R 。

——绝缘水平应按照 5.2.1 和 GB 311.1 选取。

6.2 其他绝缘要求

6.2.1 不暴露于大气中的低压端子

带低压端子的设备,其低压端子和接地端子之间应承受试验电压为 4 kV(方均根值)的交流电压。

6.2.2 暴露于大气中的低压端子

如果低压端子暴露于大气中,其低压端子和接地端子之间应承受 10 kV(方均根值)的交流电压。

6.2.3 局部放电

按 9.2.3.1 的程序施加预加电压之后,在表 4 中规定的局部放电测量电压下的局部放电水平应不超过该表中规定的限值。

局部放电的要求适应于完整设备。

表 4 局部放电测量电压和允许水平

系统接地方式	局部放电测量电压(方均根值) kV	绝缘浸于液体或气体中的 局部放电允许水平 pC
中性点接地系统	U_m	10
	$\frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$	5
中性点绝缘或非有效接地系统	$1.2U_m$	10
	$\frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$	5
注 1: 如果系统中性点的接地方式不明确,则以中性点绝缘或非有效接地系统的规定值为准。 注 2: 局部放电允许水平对不同于系统额定值的频率也适用。 注 3: 由于电容较大,背景噪声水平不能达到 5pC 以下,在这种情况下,购买方和制造方应协商确定。 注 4: 由于电容较大,背景噪声水平不能达到 5pC 以下,在这种情况下,应施加 $1.5 \times U_R / \sqrt{2}$ 的电压,局部放电允许水平为 10pC。 注 5: 对于交流和直流设备,如果仅对设备的部件进行试验,则试验电压值应等于: $1.05 \times \text{设备的试验电压} \times \frac{\text{单元的额定电压}}{\text{设备的额定电压}}$ 或 $1.05 \times \text{设备的试验电压} \times \frac{\text{叠柱的额定电压}}{\text{设备的额定电压}}$		
对于直流应用,局部放电测量电压应是如下的交流电压 [kV,方均根值]: $1.2 \times U_R / \sqrt{2}$	绝缘浸于液体或气体的设备,其局部放电允许水平(pC)是 5pC	

6.2.4 截断雷电冲击试验

本试验是为了检验设备的内部连接。

除非另有规定,试验应在完整设备上,截断雷电冲击电压的峰值为额定雷电冲击耐受电压的115%。

6.2.5 工频电容

单元、叠柱及电容器的电容 C ,与额定电容值的偏差应不超过-5%~+10%。

组成电容器叠柱的任意两单元电容的比值,与这两个单元额定电压比值的倒数的偏差应不超过5%。

电容测量应在0.1倍 U_R 和0.9倍~1.1倍 U_R 下进行。对于直流设备为 $U_R/\sqrt{2}$,或由制造方和购买方协商确定。

注1: $C = \frac{C_y}{n}$

式中:

n ——串联的单元数;

C_y ——单个元件的电容值。

注2:实际电容应在规定额定电容值的温度下测量,或参考此温度进行折合。

6.2.6 工频下的电容器损耗

电容器损耗用在0.9倍~1.1倍 U_R (直流设备为 $U_R/\sqrt{2}$)下测得的 $\tan\delta$ 表示,其相关要求可由制造方和购买方协商。

注1:目的是检验生产制造的一致性。对允许变化的限值可由制造方和购买方协商确定。

注2: $\tan\delta$ 值取决于绝缘设计以及电压、温度和测量频率。

注3:某些电介质的 $\tan\delta$ 值是测量前施加电压时间的函数。

注4:电容器损耗是检验干燥和浸渍工艺的指标。

注5:作为参考,使用绝缘油浸渍的电介质的 $\tan\delta$,在20℃(293 K)及额定电压下的典型值分别为:

a) 复合介质:膜-纸-膜和纸-膜-纸 $\tan\delta \leq 1.5 \times 10^{-3}$

b) 全膜介质: $\tan\delta \leq 1 \times 10^{-3}$

注6:带并联均压电阻的直流电容器,其 $\tan\delta$ 值会大于典型值。

6.2.7 外绝缘要求

对于易受污秽的户外绝缘,沿绝缘表面测得的以毫米为单位的最小额定爬电比距在表5中给出。

表5 爬电距离

污秽等级	最小额定爬电比距 ^a	爬电距离 闪络距离
	mm/kV 统一爬电比距	
a 很轻	22.0	—
b 轻	27.8	≤3.5
c 中等	34.7	≤3.5
d 重	43.3	≤4.0

表 5 (续)

污秽等级	最小额定爬电比距 ^a	爬电距离 / 闪络距离
	mm/kV 统一爬电比距	
e 很重	53.7	≤4.0
<p>注 1: 众所周知, 绝缘子的表面绝缘特性深受其形状的影响。</p> <p>注 2: 在污秽度极其严酷的情况下, 选取 53.7 mm/kV 的额定爬电比距可能不能满足要求。根据运行经验和试验室试验结果, 可选取更大的爬电距离, 但必须考虑在某些情况下冲洗的可行性。</p> <p>注 3: 表中的值适用于瓷绝缘子。根据 GB/T 21429—2008, 复合绝缘子具有更好的耐污秽性能。</p>		
<p>^a 对于实际爬电距离, 允许有规定的制造偏差(见 GB/T 23752)。有关爬电距离的其他规定和制造偏差见 GB/T 26218.1、GB/T 26218.2 及 GB/T 26218.3。</p>		

暴露于大气中的低压端子, 其额定爬电距离应至少为 60 mm。

对于直流电压, 没有适用的标准; 爬电距离必须由制造方和购买方规定。

6.3 电磁发射要求—无线电干扰电压(RIV)

本要求适用于 $U_m \geq 126$ kV 安装在空气绝缘变电站中的设备。在 $1.1 U_m / \sqrt{3}$ 下无线电干扰电压应不超过 $2\,500 \mu\text{V}$ 。

注 1: 纳入此要求以满足某些电磁兼容的规定。

注 2: 尽管 RIV 的微伏值和局部放电的皮库值之间尚无直接换算关系, 但如果在 $1.1 U_m / \sqrt{3}$ 下局部放电水平不超过 300 pC , 则认为设备已通过本试验。

对于直流设备, 试验应在 50/60 Hz 的交流电压下进行。试验电压采用 $1.1 U_R / \sqrt{2}$, 无线电干扰电压应不超过 $2\,500 \mu\text{V}$ 。

6.4 机械要求

独立式设备应能耐受表 6 中给出的静态试验载荷。

规定的试验载荷可从任意方向施加于一次端子。

表 6 绝缘子的静态耐受试验载荷

设备最高电压 U_m kV	静态耐受试验载荷 F_R		
	N		
	设备具有:		
	电压端子	通过电流的端子	
I 类载荷		II 类载荷	
72.5	500	1 250	2 500
126~363	1 250	2 500	4 000
≥550	1 500	4 000	5 000
直流电压	1 500	2 500	4 000

表 6 (续)

设备最高电压 U_m kV	静态耐受试验载荷 F_R		
	N		
	设备具有:		
	电压端子	通过电流的端子	
I 类载荷		II 类载荷	
注 1: 本要求不适用于悬挂式设备。			
注 2: 在正常运行条件下所加的各载荷之和应不超过规定耐受试验载荷的 50%。			
注 3: 在某些应用中, 端子具有通流能力的设备应能耐受偶尔出现的剧烈动态负荷(例如短路), 其值不超过静态试验载荷的 1.4 倍。			
注 4: 设备的悬挂系统能承受的拉应力, 应至少为设备质量的千克数乘以 9.81 和安全系数为 2.5 所得出的相应作用力, 以牛顿为单位。			
注 5: 如果设备用于支撑阻波器, 另外的试验负荷应由制造方和购买方协商确定。			
注 6: 对于某些应用, 一次端子可能需要抗旋转。试验施加的扭矩应由制造方和购买方协商确定。			

6.5 设备密封性能

6.5.1 概述

在所规定的适用温度类别的整个温度范围内整台设备应是密封的。

6.5.2 气密性

6.5.2.1 概述

下述规定适用于使用绝缘气体而非大气压力下的空气作为绝缘介质的所有设备。

6.5.2.2 气体的封闭压力系统

制造方规定的封闭压力系统的密封性能应与维修和检查最少的准则一致。

气体的封闭压力系统的密封性由每个隔室的相对漏气率 F_{rel} 规定。

对于 SF_6 及 SF_6 混合气体, 标准值为每年 0.5%。

应提供在设备运行时, 能给气体系统安全补气的手段。

注 1: 除了在温度的极端条件下, 这些值能够用来计算补气时间间隔 T 。

注 2: 可根据国家规定和区域的实际情况来指定更低的漏气率。

在极端温度下(如果相关标准要求进行这些试验)漏气率可能增加, 但只要该漏气率的重置值不高于正常环境温度下的最大允许值, 则是可以接受的。允许漏气率应不超过表 7 中给出的值。

通常, 参考 GB/T 2423.23 使用适当的试验方法。

表 7 气体系统允许漏气率

温度类别 ℃	允许漏气率
+40 和 +50	$3F_p$
环境温度	F_p
-5/-10/-15/-25/-40	$3F_p$
-50	$6F_p$

注：根据 GB/T 11022—2011， F_p 为允许漏气率。

6.5.2.3 密封压力系统

密封压力系统的密封性以其预期的运行寿命进行规定。制造方应规定预期的运行寿命。优选值为 20 年和 30 年。

6.6 直流电容器的均压措施

制造方应考虑单元中电容器元件之间,以及采用均压电阻或等效均压系统的串联单元之间的直流电压分布。

注：例如,必须考虑下列条件：

- 热性能(热稳定、温度分布)；
- 绝缘系统(结构,电瓷、复合绝缘子等)；
- 污秽等级。

7 试验条件

除非对特殊试验或测量另有规定,在试验开始时电容器电介质的温度应在 +5 ℃ 和 +35 ℃ 之间并明确获得。

假设电容器在不通电的状态下,在恒定的环境温度中放置了足够长的时间,则可认为电介质的温度和环境温度是相同的。

如果需要校正,则以 +20 ℃ 为参考温度,除非制造方和购买方另有协议。

除非另有规定,对于额定频率在 50 Hz 及以上的电容器,交流试验和测量应在 0.8 倍~1.2 倍额定频率之间的频率下进行;对于额定频率在 50 Hz 以下的电容器,应在 40 Hz~72 Hz 之间的频率下进行。

除非另有规定,型式试验应在电容器叠柱上进行。如果电容器是由几个单元组成,例行试验可在单独的单元上进行,但考虑到增加试验电压(如 9.2 所规定),以适应由电容偏差引起的电压不均匀分布。

8 试验分类

8.1 概述

本部分所规定的试验分为例行试验、型式试验和特殊试验。例行试验和型式试验应按流程图(见图 2)中所列的相同顺序进行。

分类如下：

- 例行试验

每台设备都要进行的试验。

——型式试验

每种型号的设备上进行的试验,以验证按相同的技术规范制造的所有设备均符合例行试验外所规定的要求。

注 1: 如果在一台有较小差别的设备上进行的型式试验也可认为有效。该差别由制造方和购买方协商确定。

注 2: 型式试验必须遵从图 2 流程图中规定的程序。

——特殊试验

既不是型式试验也不是例行试验的试验,应根据制造方和购买方的协议进行。

8.2 例行试验

下列试验为例行试验。详细说明应参考相关条款:

- a) 密封性试验(9.1);
- b) 工频电容和 $\tan\delta$ 测量(9.2.2);
- c) 工频或直流耐压试验(9.2.3);
- d) 局部放电测量(9.2.4);
- e) 直流设备的电阻测量,设备内部如果安装(一个或多个)电阻(9.2.6);
- f) 低压端子工频耐压试验,如果适用(9.2.5)。

除图 2 中涂色的试验外,试验顺序或可能的试验组合并未标准化。

重复性工频试验应在规定试验电压的 80% 下进行。

8.3 型式试验

下列试验为型式试验:

在型式试验之前和之后均应在 100% 试验电压下进行电气例行试验。

详细说明应参考相关条款。

- a) 直流耦合/滤波电容器的放电试验(10.1.2.1);
- b) 交流设备和直流分压器的截断雷电冲击试验(10.1.2.2);
- c) 雷电冲击试验(10.1.3);
- d) 交流设备的交流电压湿试验(电压范围 $U_m < 363 \text{ kV}$)(10.2.1.1);
- e) 直流设备的直流耐压湿试验(电压范围 $U_{SN} < 750 \text{ kV}$)(10.2.1.2);
- f) 交流设备的操作冲击电压湿试验(电压范围 $\geq 363 \text{ kV}$)(10.2.2);
- g) 直流设备的操作冲击电压湿试验[电压范围 $U_{SN} \geq 750 \text{ kV}$ (峰值)](10.2.2);
- h) 无线电干扰电压试验,如果适用(10.3);
- i) 直流设备的极性反转试验(10.4)。

型式试验可在两个不同的单元上进行;a)~g)的电气型式试验必须在同一单元上进行。

电容测量时,单元、叠柱、耦合电容器或电容分压器的电容 C 的变化均应不超过 $\frac{\Delta C}{C} \leq \frac{1}{n} = \frac{C}{C_y}$ 。

型式试验报告应包含例行试验的结果。

注 1: ΔC 为测得的电容 C 的变化值。

注 2: 经制造方和购买方协商,试验程序的顺序(图 2)可进行调整。

8.4 特殊试验

下列试验为特殊试验。详细说明参考相关条款:

机械强度试验(第 11 章)。

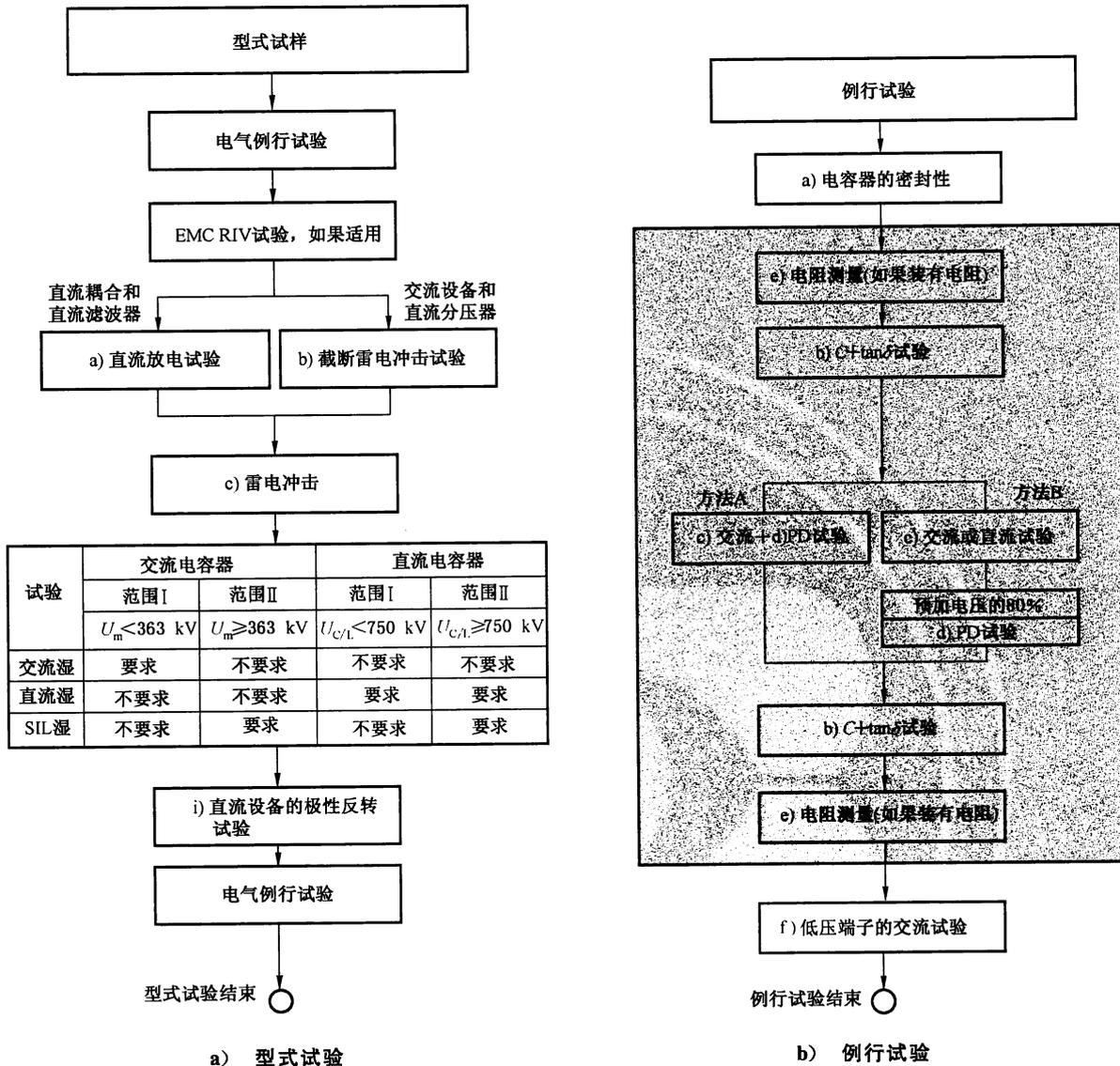


图 2 型式试验 a) 和例行试验 b) 的试验顺序流程图

注：具体的补充试验(例如准确度、比差)在相对应的部分中规定。

9 例行试验

9.1 密封性试验

9.1.1 液体浸渍设备的密封性试验

密封性试验为设备的例行试验。根据设备膨胀器件的类型,应在超过运行压力的液体压力进行密封性试验,并历时 8 h。

也可以在浸渍之前进行氮气检漏试验。最大漏气率应为 $1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{L/s}$ 。

注：经制造方和购买方协商,可规定特殊试验来验证设备的密封性设计(第 11 章)。

9.1.2 气体封闭压力系统

按照 6.5.2 的要求在气体绝缘设备外壳上进行密封性试验,且应在完整设备上,环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

如果可能,封闭压力系统应使用如 GB/T 2423.23(Qm 试验的试验方法 1)规定的累积法。可使用嗅探器件进行泄漏探测。如果通过泄漏探测器进行泄漏探测,则泄漏应使用累积法来量化。

为了达到稳定的泄漏流,试验应在设备充气后至少一个小时再进行。

由于环境实验室自身大小的限制,设备的位置可与运行位置不同。泄漏测量的灵敏度满足探测到大约 0.25%/年漏气率的要求。

|| 也可在充气之前进行氦气检漏试验。最大漏气率应为 $1\times 10^{-6}\text{ Pa}\cdot\text{L/s}$ 。

9.2 电气例行试验

9.2.1 概述

图 2 的流程图中涂色的电气试验顺序是强制性的。

9.2.2 工频电容和 $\tan\delta$ 测量

在绝缘试验前后均应进行电容值 C 和 $\tan\delta$ 测量,测量电压为 $U_R\pm 10\%$,相应的直流设备的测量电压为 $U_R/\sqrt{2}$;但是为了显示出因一个或多个元件击穿而引起的电容变化,应在绝缘例行试验之前采用足够低的电压(10%额定电压)进行预先的电容测量。

本试验可在电容器叠柱或单独的单元上进行。对于单元,电容 C 和 $\tan\delta$ 的试验电压 $U_{\text{test}}=U_R\times\frac{\text{单元额定电压}}{\text{叠柱额定电压}}$;对于叠柱,试验电压 $U_{\text{test}}=U_R\times\frac{\text{叠柱的额定电压}}{\text{完整设备的额定电压}}$ 。

注 1: 对于有多个单独单元的叠柱,见表 8 中交流耐压试验的类似计算。

所使用的电容测量方法应能排除掉由谐波和测量回路附件所导致的误差。测量方法的准确度应满足具体应用的要求。

注 2: 当组装完整的设备仍有一个中压端子外露时,应进行以下测量:

- 线路端子与低压端子之间或线路端子与接地端子之间的电容;
- 中压端子与低压端子之间或中压端子与接地端子之间的电容。

注 3: 如果被试单元的串联元件数量很大,可能因下列不确定因素,很难判断是否发生击穿:

- 测量的复现性;
- 绝缘试验中元件受机械力作用导致的电容变化;
- 试验前后设备的温度差异导致的电容变化。

在这种情况下,应由制造方来验证未发生击穿,例如通过比较同型号设备的电容变化或计算试验时温升引起的电容变化。为了减少测量的不确定性,宜选择对各个单元进行测量。

9.2.3 工频或直流耐压试验

9.2.3.1 交流耐压试验

耐压试验应按照 GB/T 16927.1 的规定进行。

交流试验应以近似正弦波的电压进行。除非另有协议,电压应从较低值迅速上升到试验电压值,保持 1 min,然后应迅速下降到较低值再切断电源。

电容 C 、 $\tan\delta$ (9.2.2)及局部放电测量(9.2.4)可在设备交流试验时一并进行。

应对每台设备或电容器叠柱或电容器单元进行耐压试验。电容器叠柱试验时,试验电压施加在高压端子和接地端子之间,电容器单元试验时施加在 2 个端子之间。当带有低压端子时,试验中应将其直

接接地,或通过一个低阻抗接地。在试验期间,均不应发生击穿(见 9.2.2)和闪络。

当测试作为叠柱部件的单个单元时,试验电压值应为:

$$K \times \text{叠柱试验电压} \times \frac{\text{单元的额定电压}}{\text{叠柱的额定电压}}$$

当测试作为完整设备部件的单个叠柱时,试验电压值应为:

$$K \times \text{完整设备的试验电压} \times \frac{\text{叠柱的额定电压}}{\text{完整设备的额定电压}}$$

对于交流耐压试验,因数 K 为 1.05~1.2。

注: 550 kV 交流设备的单元和叠柱的试验值示例在表 8 中给出。

——设备最高电压: $U_m = 550$ kV。

——额定短时工频耐受电压: 680 kV。

表 8 单元、叠柱和完整设备的试验电压

数量		试验电压(方均根值) kV		
单元	叠柱	单元	叠柱	完整设备
2	1	340×1.05	680	680
4	2	170×1.05	340×1.05	680
6	3	113×1.05	227×1.05	680

9.2.3.2 直流耐压试验

直流设备试验电压按照 6.1 规定的因数 F_T 定义。

应施加正极性的电压,历时 10 s。

试验应在局部放电测量之前进行。

进行单节试验时,可乘不均匀系数,不均匀系数为 1.05~1.2。

注: 按照购买方和制造方之间的协议,根据 5.2.2 该试验可被 $\frac{\text{直流试验电压}}{\sqrt{2}}$ 下的交流试验代替。

9.2.4 局部放电测量

9.2.4.1 设备试验程序(见附录 B)

根据程序 A 或 B 施加预加电压后,施加表 4 规定的局部放电测量电压,且应在 30 s 内测量出相应的局部放电水平。

6.2.3 中规定了局部放电水平的限值(交流见表 4)。

程序 A: 在工频耐压试验后的降压过程中达到局部放电测量电压。

程序 B: 局部放电测量在交流或直流耐压试验之后进行。将施加电压升到耐受电压的 80%,保持至少 60 s,然后不间断地降低到规定的局部放电测量电压。对于直流设备,预加的交流电压方均根值为 $1.3 \times U_R$,保持至少 10 s。

如果没有其他规定,则由制造方选取程序。使用的试验方法应在试验报告中说明。

9.2.5 低压端子交流电压试验

带有低压端子的设备应在低压端子和接地端子之间承受 1 min 的试验电压。试验电压应为 6.2.1 和 6.2.2 给出的交流电压。

注 1: 如果低压端子和地面之间装有保护间隙,则试验期间应防止其动作。试验时的载波附件应断开。

注 2: 如果对载波附件和低压端子的绝缘配合而言试验电压过低,可根据购买方的要求采用较高值。

注 3: 在电容器带有支柱绝缘子(代替低压套管)的情况下,是否有必要进行该试验由制造方和购买方协商确定。

9.2.6 直流设备的电阻测量

绝缘试验前后均应在 500 V 直流或 1 000 V 直流下测量均压电阻的阻值,其值应在 10% 的偏差范围内。

10 型式试验

10.1 冲击试验

10.1.1 概述

冲击试验应按照 GB/T 16927.1 的规定对完整设备进行。

试验电压应施加在高压端子和地之间。试验时,设备的低压端子应接地。

冲击试验通常包括参考电压和额定电压水平下的冲击电压试验。参考冲击电压应为额定冲击耐受电压的 50%~75%。

应记录冲击电压的峰值和波形。

参考耐受电压下和额定耐受电压下两者的波形变化可作为试验中绝缘损坏的证据。

应在最终的例行试验中,通过试验前后在 0.9 倍~1.1 倍额定电压下测量单元的电容来检验设备有无故障(见 8.3)。

注: 可通过适当的电流记录装置作为接地连接。

10.1.2 放电试验和截断雷电冲击试验

10.1.2.1 直流耦合/滤波电容器的放电试验

试验可在电容器叠柱或单元上进行。电压应施加在叠柱的线路端子和接地端子之间或单元的 2 个端子之间,以便对电容器充电使电压达到雷电冲击试验电压。然后,应通过棒状间隙对电容器放电,以获得最高的放电频率。充电电压的极性正负均可。

试验应在 5 min 内进行 2 次。

注 1: 该试验旨在检查电容器的内部连接。

注 2: 可通过直流发生器或冲击发生器对电容器充电,由制造方选择。

10.1.2.2 交流设备和直流分压器的截断雷电冲击试验

试验应在完整设备上进行,仅用负极性,按下述方式与负极性雷电冲击试验结合进行。

电压应为 GB/T 16927.1 所规定的标准雷电冲击波,在 $2\ \mu\text{s}$ ~ $8\ \mu\text{s}$ 之间达到峰值后截断。截断回路的布置应能使记录冲击波形的反冲值限制为峰值的 30%。应采用合适的间隙使雷电冲击波截断。

注: 如果波前时间较长(见 10.1.3),则截断时间应做相应调整(峰值之后)。

截断雷电冲击试验电压如 6.2.4 所述。

施加冲击的顺序如下:

a) 对于额定 $U_m < 363\ \text{kV}$ 的设备

——1 次全波冲击;

——2 次截波;

——14 次全波冲击;

- b) 对于额定 $U_m \geq 363$ kV 的设备
- 1 次全波冲击；
 - 2 次截波；
 - 2 次全波冲击。

全波冲击在截断前后的波形畸变可显示出内部损坏。在评估绝缘性能时,在自恢复性的外绝缘上截波时出现的闪络可忽略不计。

10.1.3 雷电冲击试验

所施加的冲击波形应符合 GB/T 16927.1,若因试验设备的局限性,波前时间最大可延长至 $8 \mu\text{s}$ (对于大电容值)。

试验电压应按照设备最高电压和规定的绝缘水平取表 3 的相应值。

- a) 范围 I : $U_m < 363$ kV

试验应在正、负两种极性下进行。对每一极性应连续冲击 15 次,不作大气条件修正。

如果各极性的试验均满足下列要求,则设备通过本试验:

- 非自恢复性的内绝缘未发生破坏性放电；
- 非自恢复性的外表面绝缘未出现闪络；
- 自恢复性的外绝缘出现闪络不超过 2 次；
- 未发现绝缘损坏的其他证据(如对同一电压水平所记录的波形变化)。

注:规定施加 15 次正极性和 15 次负极性冲击电压是为试验内绝缘和外绝缘而规定的。如果制造方和购买方协议了其他试验来检查外绝缘(见 10.2.1),则雷电冲击的次数可减少到每种极性 3 次,需作大气条件修正。

- b) 范围 II : $U_m \geq 363$ kV

试验应在正、负两种极性下进行。对每一极性应连续施加冲击 3 次,需作大气条件修正。

如果各极性的试验均满足下列要求,则设备通过本试验:

- 未发生破坏性放电和外部闪络；
- 未发现绝缘损坏的其他证据(如,所记录的波形变化,见范围 I 的注)。

10.2 户外设备的湿试验

湿试验程序应符合 GB/T 16927.1。

10.2.1 交流/直流设备的耐压湿试验

10.2.1.1 交流设备的交流耐压湿试验($U_m < 363$ kV)

对于交流,试验应在完整设备上,试验电压依据设备最高电压和修正过的大气条件,取表 3 中给出的额定短时工频耐受电压值,历时 1 min。

10.2.1.2 直流设备上的直流耐压湿试验(电压范围 $U_{SNL} < 750$ kV)

对于直流设备,试验应在完整设备上,试验在 $1.5 \times U_R$ 的正极性电压下进行,历时 1 h。

10.2.2 设备的操作冲击电压湿试验[交流: $U_m \geq 363$ kV,直流: $U_{SNL} \geq 750$ kV(峰值)]

试验应仅在符合 10.1.1 的完整设备上,试验电压依据设备最高电压和额定绝缘水平,取表 3 中相应的正极性操作冲击电压值。

试验应连续冲击 15 次,需作大气条件修正。户外类型的设备应承受湿试验,不进行干试验。

如果满足下列要求,则设备通过本试验:

- 非自恢复性的内绝缘未发生破坏性放电；
- 非自恢复性的外表面绝缘未出现闪络；
- 自恢复性的外绝缘出现闪络不超过 2 次；
- 未发现绝缘损坏的其他证据(如,对同一电压水平所记录的波形变化)。

注: 试验布置和连接应符合 10.1.1.1。

10.3 无线电干扰电压试验

设备应是干燥和清洁的,并在其温度与试验室温度基本相同时进行该试验。

试验应符合附录 C。

试验应在下列大气条件(见 CISPR/TR 18-2)下进行:

- 温度为 10 °C~30 °C;
- 压力为 0.870×10^5 Pa~ 1.070×10^5 Pa;
- 相对湿度为 45%~75%。

注 1: 经购买方和制造方协商同意,试验可在其他大气条件下进行。

注 2: GB/T 16927.1 所述的大气条件修正系数不适用于无线电干扰试验。

应施加 $1.5 U_m/\sqrt{3}$ 的预加电压,并保持 30 s。

然后,电压在大约 10 s 内降至 $1.1 U_m/\sqrt{3}$,保持 30 s 后测量无线电干扰电压。

如果在 $1.1 U_m/\sqrt{3}$ 下无线电干扰水平不超过 6.3 规定的限值,则认为设备通过本试验。

注: 经制造方和购买方协商同意,施加上文规定的预加电压及试验电压的局部放电测量可代替上述的 RIV 试验。

按照 9.2.4 进行局部放电测量时所采取的预防外部放电(即屏蔽)的所有措施均应解除。在这种情况下,平衡试验回路不适用。

对于直流设备,试验采用 50/60 Hz 的交流电压。试验电压规定为 $1.1 U_R/\sqrt{2}$ 。预加电压应为 $1.5 U_R/\sqrt{2}$ 。

10.4 直流设备的极性反转试验

试验可在设备叠柱或单元上进行。应施加 $1.1 U_R$ 的直流电压,历时 90 min。然后电压在 1 min 内反转到相反极性的同一值;90 min 后再进行一次新的反转,并保持 45 min。

注 1: 经制造方和购买方协商同意,由于直流发生器的限制,电压的反转时间可延长至 2 min。

注 2: 经制造方和购买方协商同意,持续时间 90/90/45 min 可减少到 60/60/30 min。

应在最终的例行试验中通过测量单元的电容和电阻来检验设备有无故障。

11 特殊试验—机械强度试验

进行本试验的目的是检验设备是否符合 6.4 中规定的要求。

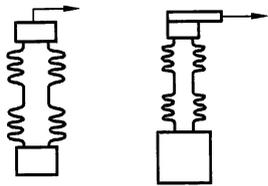
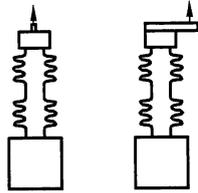
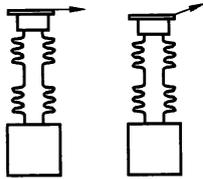
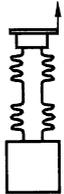
设备应装配完整,并以垂直方式牢固安装在底座上。

对于表 9 的任一方式,试验载荷应在 30 s~90 s 内平稳升到表 6 中的值。当达到该值时,应保持至少 60 s。在这期间,应检验缺陷。然后,平稳释放试验载荷。残余变形应予以记录。

如果无损坏迹象(变形、断裂或泄漏),则应认为设备已通过本试验。

采用复合绝缘子的设备,在机械强度试验之后还应进行耐压试验(9.2.3)和局部放电测量(9.2.4)。

表 9 线路一次端子上试验负荷的施加形式

设备类型	施加形式	
带电压端子	水平	
	垂直	
具有通流能力的端子	与每个端子在同一水平	
	与每个端子垂直	
注：试验载荷应施加在端子的中心。		

12 设备的标志

12.1 概述

如果设备所含的材料(如液体绝缘介质)可能会污染环境,或存在其他危险性时,则设备的单元应根据用户所在国家的相关法律加装标志牌,用户负责告知制造方这些相关法律。

12.2 铭牌的标志

表 10 铭牌的标志

序号	项目	缩写符号	条款/ 子条款	设备	单元	备注
1	制造商名称或缩写			×	×	
2	型号及名称 ^a			×		
3	制造年份			×		
4	序号			×	×	
5	设备最高电压	U_m [kV]	6/6.1	×		
6	直流设备的额定电压	U_R [kV]		×		
7	基于 U_m 的额定绝缘 水平用 AC/BIL/SIL 表示 例如范围 I : AC/BIL 范围 II : AC/BIL/SIL		6/6.1	×		
8	额定频率	f_R [Hz]	3.1.3	×		
9	实测电容	C_R [pF]	3.2.6	×	×	
10	实测电阻	R [MΩ]	9.2.6	如果有		
11	设备的单元数量		3.2.3	×		
12	电容器单元序号			如果需要的话	×	
13	环境温度类别		4.1.1 4.2.2	×		
14	液体绝缘介质(矿物油或合成油)	类型 重量[kg]	12.1	×		
15	标准版本(年代)	GB/T 19749.×—201×	—	×		

^a 可用名称:耦合电容器或电容分压器等。

附录 A
(资料性附录)
设备的典型示例图

图 A.1 给出了耦合电容器的示例图。

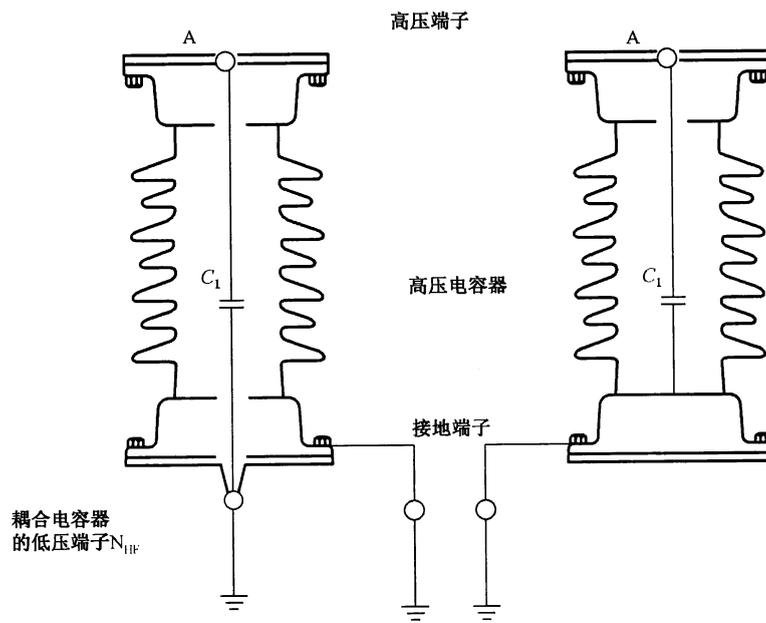


图 A.1 耦合电容器示例图(带低压端子和不带低压端子)

注：对于低压端子， N_{HF} 是针对 PLC 用途而言的名称，如果不采用 PLC，则名称为 N。

附录 B
(资料性附录)

局部放电的试验回路及检测仪器

试验回路及检测仪器应符合 GB/T 7354。试验回路的部分示例如图 B.1~B.4。

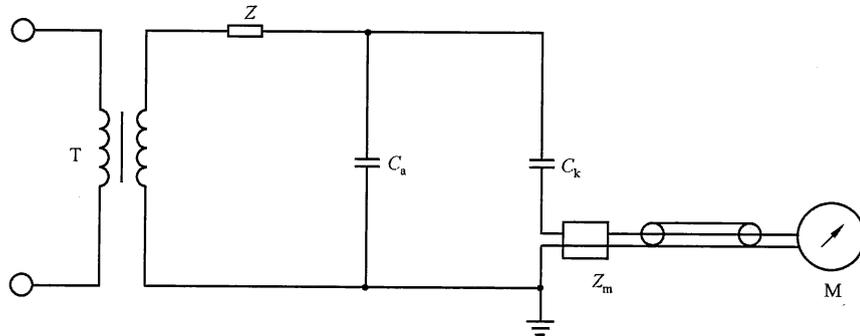
检测仪器是为测量以皮库(pC)表示的视在放电量 q 。其校正应在试验回路中进行(见图 B.4 的示例)。

为验证是否符合表 4 的规定,灵敏度和噪声水平应能检测出 5 pC 的局部放电水平。

注 1: 已知为外部干扰的脉冲可以不计。

注 2: 平衡试验回路适用于抑制外部噪声(图 B.3)。

注 3: 当采用电子信号处理和复原技术降低背景噪声时,应通过改变其参数的方法检测出重复脉冲信号。



元件:

T —— 试验变压器;

M —— 局部放电测量仪器;

C_a —— 被试设备;

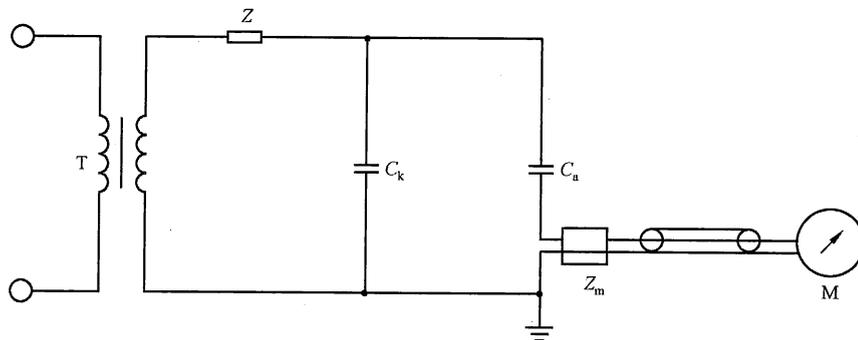
Z_m —— 测量阻抗;

C_k —— 参考耦合电容器;

Z —— 滤波器。

注: 如果 C_k 为试品电容,则不需要滤波器。

图 B.1 试验回路



元件:

T —— 试验变压器;

Z_m —— 测量阻抗;

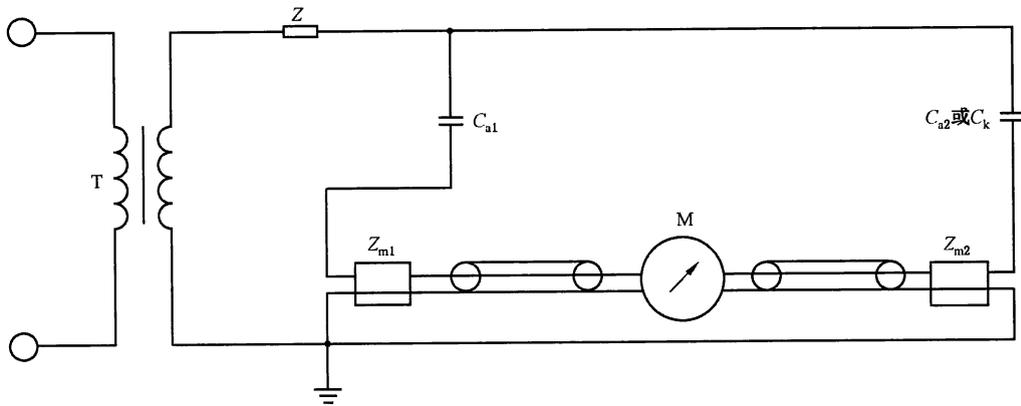
C_a —— 被试设备;

Z —— 滤波器;

C_k —— 耦合电容器;

M —— 局部放电测量仪器。

图 B.2 替代回路



元件：

T —— 试验变压器；

M —— 局部放电测量仪器；

C_{a1} —— 被试设备；

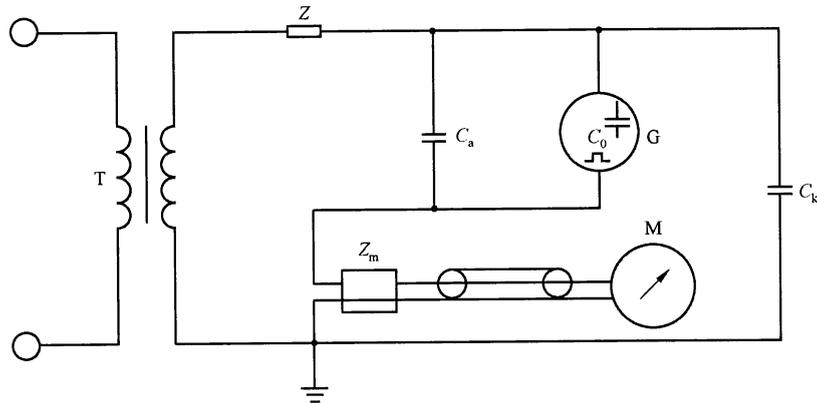
Z_m —— 测量阻抗；

C_{a2} —— 辅助电容器或 C_k (耦合电容器)；

Z —— 滤波器。

注：第二桥臂的电容器 C_{a2} 或 C_k 应具备和电容器 C_{a1} 类似的阻抗。 C_{a2} 可以是具有类似电容的另一台电容器。

图 B.3 平衡试验回路示例



元件：

T —— 试验变压器；

M —— 局部放电测量仪器；

C_a —— 被试设备；

Z_m —— 测量阻抗；

C_k —— 耦合电容器；

Z —— 滤波器。

G —— 具有电容 C_0 的脉冲发生器；

图 B.4 校准回路示例

附录 C
(规范性附录)
无线电干扰电压—测量回路

测量回路(见图 C.1)应符合 CISPR/TR 18-2。测量回路应调谐到 0.5 MHz~2 MHz 的频率范围内并记录测量频率。测量结果以微伏(μV)表示。

试验导线与地之间的阻抗[图 C.1 中的 $Z_s + (R_1 + R_2)$]在测量频率下应为 $300 \Omega \pm 40 \Omega$, 相位角不超过 20° 。

也可用电容器 C_s 代替滤波器 Z_s 且 1 000 pF 的电容值通常是足够的。

注 1: 为了避免谐振频率过低, 可能需要一个专门设计的电容器。

滤波器 Z 在测量频率下应呈现高阻抗, 以便排除工频电源对测量回路的影响。在测量频率下适用的阻抗值为 $10\,000 \Omega \sim 20\,000 \Omega$ 。

无线电干扰背景水平(由外部电场和高压变压器引起的无线电干扰)应至少比规定的无线电干扰水平低 6 dB(优选 10 dB)。

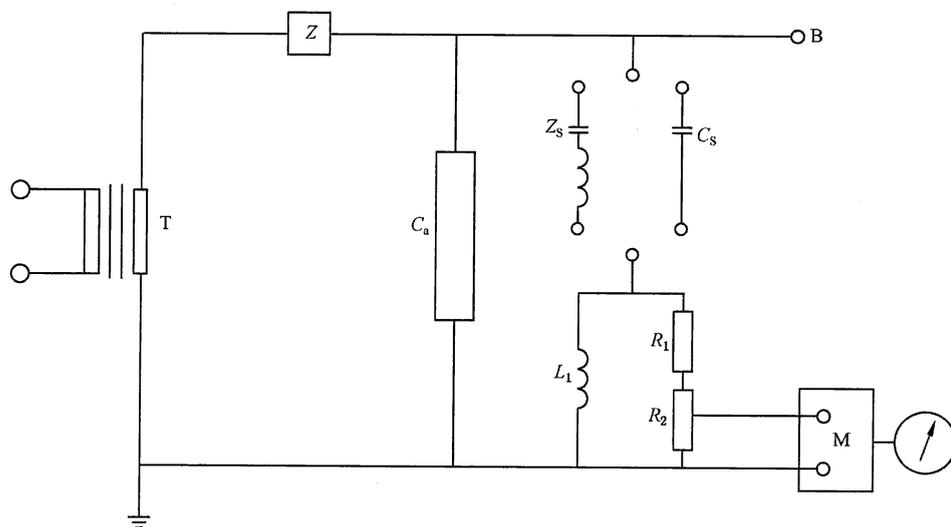
注 2: 应谨防附近物品对试品、试验回路及测量回路产生的干扰。

测量仪器和测量回路的校正方法在 CISPR/TR 18-2 中给出。

注 3: 经制造方和购买方之间协商同意, 施加上文规定的预加电压及试验电压的局部放电测量可代替上述的 RIV 试验。

按照 9.2.4 进行局部放电测量时所采取的预防外部放电(即屏蔽)的所有措施均应解除。在这种情况下, 平衡试验回路不适用。

尽管 RIV 的微伏值和局部放电的皮库值之间尚无直接换算关系, 但如果在 $1.1 U_m / \sqrt{3}$ 下局部放电水平不超过 300 pC, 则认为设备已通过本试验。



元件:

T —— 试验变压器;
 C_a —— 试品;
 Z —— 滤波器;
 B —— 无电晕端头;

M —— 测量装置;
 $Z_s + R_1 + R_2 = 300 \Omega$;
 Z_s, C_s, R_1, R_2 见 CISPR18-2。

图 C.1 测量回路

参 考 文 献

- [1] GB/T 311.3—2007 绝缘配合 第3部分:高压直流(HVDC)换流站绝缘配合程序
- [2] GB/T 2900.15—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器
- [3] GB/T 2900.16—1996 电工术语 电力电容器
- [4] GB/T 2900.50—2008 电工术语 发电、输电及配电 通用术语
- [5] GB/T 2900.57—2008 电工术语 发电、输电及配电 运行
- [6] GB 7674 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备
- [7] GB/T 11022—2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
- [8] GB/T 13540 高压开关设备和控制设备的抗震要求
- [9] GB/T 20840.5 互感器 第5部分:电容式电压互感器的补充技术要求
- [10] GB/T 21429 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计

推荐

- [11] GB/T 23752 电压高于 1 000 V 的电器设备用承压和非承压空心瓷和玻璃绝缘子
 - [12] IEC 60060-2, High-voltage test techniques—Part 2: Measuring systems
 - [13] IEC 60085, Electrical insulation—Thermal evaluation and designation
 - [14] IEC 60358-2, Coupling capacitors and capacitor dividers—Part 2: AC or DC single-phase coupling capacitor connected between line and ground for power line carrier-frequency (PLC) application
 - [15] IEC 60358-3, Coupling capacitors and capacitor dividers—Part 3: AC or DC coupling capacitor for harmonic-filters applications
 - [16] IEC 60422, Mineral insulating oils in electrical equipment—Supervision and maintenance guide
 - [17] CISPR 16-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods—Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus—Measuring apparatus
-

中华人民共和国
国家标准
耦合电容器及电容分压器
第1部分:总则
GB/T 19749.1—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

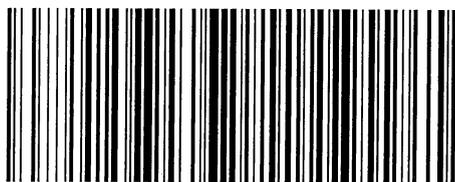
*

开本 880×1230 1/16 印张 2.25 字数 40 千字
2016年3月第一版 2016年3月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53340 定价 33.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 19749.1-2016