

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.1~DL/T 848.5—2004

高压试验装置通用技术条件

General technical specification of high voltage test devices

杭 州 高 电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 电力试验工程服务

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

DL/T 848.1—2004	高压试验装置通用技术条件 第1部分：直流高压发生器.....
DL/T 848.2—2004	高压试验装置通用技术条件 第2部分：工频高压试验装置.....
DL/T 848.3—2004	高压试验装置通用技术条件 第3部分：无局放试验变压器.....
DL/T 848.4—2004	高压试验装置通用技术条件 第4部分：三倍频试验变压器装置.....
DL/T 848.5—2004	高压试验装置通用技术条件 第5部分：冲击电压发生器.....

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.1—2004

高压试验装置通用技术条件 第1部分：直流高压发生器

General technical specification of high voltage test devices

Pat 1: high voltage DC generator

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 定义	
4 产品型号与标准额定值	
5 技术要求	
6 试验方法	
7 检验规则	
8 标志、包装、运输、贮存	
9 供货成套性	

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达2000年度电力行业标准制、修定计划项目的通知》（电力[2000]70号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下5个部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；
- 第5部分：冲击电压发生器。

本部分为DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第1部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：苏州市华电电气技术有限公司、宁夏科建能源技术有限公司、苏州市华电，科技有限公司。

本部分主要起草人：蔡崇积、雷民、裘小苗、葛凯、张兴发。

本部分由武汉高压研究所负责解释。

高压试验装置通用技术条件

第1部分：直流高压发生器

1 范围

DL/T 848的本部分规定了小容量、便携式直流高压发生器装置（以下简称装置）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于小容量、便携式直流高压发生器的生产、检测，使用和维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T848的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据部分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部分。

GB 191 包装储运图示标志EQV ISO 780: 1997

GB/T 2424.1—1989 电工电子产品基本环境试验规程 高温低温试验导则

GB/T 2424.2—1993 电工电子产品基本环境试验规程 湿热试验导则EQV

IEC60068-2-28: 1990

GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 6587.2—1986 电子测量仪器 温度试验

GB/T 6587.3—1986 电子测量仪器 湿度试验

GB/T 6587.4—1986 电子测量仪器 振动试验

GB/T 6587.5—1986 电子测量仪器 冲击试验

GB/T 6587.6—1986 电子测量仪器 运输试验

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分：一般试验要求

GJB/J2658—1996 1—100kV直流高压标准源检定规程

3 定义

GB/T2900.19确定的以及下列定义适用于DL/T848的本部分。

3.1

额定输出电压 rated output voltage

在规定的工作条件下，直流高压发生器高压输出端经限流电阻接到被试品，当被试品上通过额定输出电流，且直流高压纹波符合要求时的最大直流电压称为额定输出电压。

3.2

额定输出电流 rated output current

在规定的工作条件下和规定的连续运行时间内，直流高压发生器在输出电压及其纹波均符合要求的条件下，能够输出的最大电流称为额定输出电流。

3.3

额定输出功率 rated output power

额定输出电压与额定输出电流同时出现时，此两端定值的乘积称为额定输出功率。

3.4

直流高压纹波 high voltage DC ripple

直流高压纹波是指对直流高压算术平均值的周期性脉动。纹波幅值是指脉动的最大值和最小值之差的一半。纹波因数则是纹波幅值与算术平均值的比值。

3.5

直流高压随机波动 high voltage DC random fluctuation

直流高压随机波动是直流高压发生器输出端输出电压随直流高压发生器输入电源电压的波动影响而发生的波动。随机波动幅值是指直流高压算术平均值的随机变化最大值。

3.6

直流高压电压漂移 DC high-voltage excursion

直流高压电压漂移是指直流高压发生器在输入电源电压不变的条件下，直流高压发生器接阻性负载，直流高压发生器输出额定电压时，在一定的时间范围内直流高压发生器输出电压的漂移值。

4 产品型号与标准额定值

4.1 产品型号命名方法



4.2 产品标准额定值

应按表1中所列的额定输出电压值、额定输出电流值设计系列产品，若有不符，不得小于表1所列值。

表1 产品标准额定值

运行方式	额定输出		
	电压 kV	电流 mA	功率 W
0kV~40kV连续可调	40	2	80
0kV~60kV连续可调	60	2	120
0kV~80kV连续可调	80	2	160
0kV~120kV连续可调	120	2	240
0kV~200kV连续可调	200	2	400
0kV~300kV连续可调	300	3	900
0kV~400kV连续可调	400	5	2000
0kV~600kV连续可调	600	5	3000
0kV~1000kV连续可调	1000	5	5000
注：对产品的标准额定值有特殊要求时，由供需双方协商决定。			

5 技术要求

5.1 工作条件

环境工作条件：

a) 环境温度：0℃~40℃；

b) 相对湿度：≤85%（25℃）；

c) 海拔高度：不超过1000m；

d) 电源电压：单相220V $\pm$ 22V或三相380V $\pm$ 38V，且电源电压的波动应相对稳定；

e) 电源频率：50Hz $\pm$ 0.5Hz；

如工作环境条件超出上述规定，应经供需双方商定，进行特殊设计制造。

5.2 外观

直流高压发生器外观应整洁完好，无划痕损伤，各种标志清晰准确。各种调节旋钮、按键灵活可靠，高压倍压部分应具有良好的密封性和防潮性。

5.3 自动保护装置

直流高压发生器应各具过电压和过电流自动保护装置，在非正常工作状态时，自动保护装置应使直流高压发生器自动关机。

自动保护装置应具有足够的抗干扰能力，直流高压发生器正常工作时，自动保护装置不应误动作。

保护整定值调节装置应采用不易误碰结构，以避免直流高压发生器在正常工作时整定值被误改变。

5.4 高压侧电流测量装置

直流高压发生器的高压端电流测量装置应具有抗电磁干扰影响的措施和能力。高压端电流测量装置自身应具有保护功能，且测量不确定度应不大于0.5%。

5.5 电压测量装置

直流高压发生器应具有高压测量装置，其测量不确定度应不大于3%。高压测量装置的高压电阻在额定电压时，其工作电流应不小于200 μ A。

5.6 输出高压连续可调性和零位闭锁

直流高压发生器的输出电压应能从零开始升压，连续平滑可调。输出电压的调节细度应优于额定电压值的1%。

直流高压发生器的输出电压调整旋钮应有零位闭锁装置，以防止调整旋钮不在零位时突然给试品加上高电压。

5.7 耐受电压试验

直流高压发生器应能耐受1.1倍额定输出电压1min，直流高压发生器应无明显闪

络和击穿现象。

5.8 额定输出功率

应按4.2条额定值设计产品的额定输出功率。产品的最大输出功率应不小于额定输出功率。

5.9 连续工作时间

装置在额定输出电压和额定输出电流条件下，允许连续工作时间应不少于3min。

装置型式试验时应在允许工作的最高环境温度及最大相对湿度下，在额定输出电压和电流时连续工作60min。

5.10 放电试验

直流高压发生器必须经受5次额定输出电压下带模拟电容负载时的放电试验，试验后直流高压发生器所有功能和性能正常。

5.11 接地

直流高压发生器控制箱及高压变压器金属外壳均应有明显的接地端子。接地端子及接地线的安排，必须满足设备安全与人身安全的要求。有关接地的要求，制造厂应在技术说明书中明确说明。

5.12 输出电压的纹波、短时稳定性和电压调整率

5.12.1 输出电压的纹波

直流高压发生器输出电压的纹波因数应小于1%。

5.12.2 电压调整率

直流高压发生器输入电源电压变化10%时，直流高压发生器输出高压波动的最大值应不大于额定输出电压值的1%。

5.12.3 短时稳定度

直流高压发生器在开机5min内，输出电压的漂移值应不大于额定输出电压值的1%。

5.13 直流高压极性

直流高压发生器输出的直流高压一般为负极性。如用户要求为正极性时，由用户与制造厂协商处理。

5.14 直流高压限流电阻

限流电阻值应保证在额定电流输出时，试品上的直流电压值不小于直流高压发生器额定电压值。限流电阻应保证在试品放电时，直流高压发生器不发生损坏。

试品对地放电时限流电阻不应损坏。

5.15 环境试验

5.15.1 温度试验

控制部分温度试验满足GB/T 6587.22规定的要求，高压部分温度试验满足GB/T 2424.19规定的要求。

5.15.2 湿度试验

控制部分湿度试验满足GB/T6587.3规定的要求，高压部分湿度试验满足GB/T 2424.2规定的要求。

5.16 机械性能试验

5.16.1 振动试验

振动试验满足GB/T6587.4规定的要求。

5.17 打冲击试验

冲击试验满足GB/T6587.5规定的要求。

5.17.1 运输试验

运输试验满足GB/T6587.6规定的要求。

6.1 试验方法

6.1 自动保护装置试验

将直流高压发生器的输出电压缓慢升至过电压保护装置的保护动作设定值，过电压保护装置应快速动作，自动切断高压。试验应至少在额定电压以上选择一点进行。

在直流高压发生器的输出端接上负载电阻，缓慢升高输出电压，使输出电流达到过电流保护装置，的保护动作设定值，过电流保护装置应快速动作，自动切断高压。试验应至少在额定电流以上选择一点进行。

6.2 高压侧电流测量装置试验

高压电流测量装置试验可在较低的电压下进行。

直流高压发生器的输出端接负载电阻，在高压电流回路中串联一块直流标准电流表。其准确度应比直流高压发生器的高压电流测量装置标称准确度高两级。

缓慢增大输出电流，分别在额定输出电流的20%、40%、60%、80%、100%电流值下进行校准。

6.3 高压电压测量装置试验

将直流高压发生器输出端经限流电阻接至直流高压标准测量装置上，直流高压标准测量装置的准确度应比直流高压发生器的高压电压测量装置标称准确度的高两级。直流高压标准测量装置的准确度最低不得低于0.5级。

缓慢升高输出电压，分别在额定输出电压的20%、40%、60%、80%、100%电压值下进行校准。

6.4 耐受电压试验

将直流高压发生器的输出电压缓慢升高到额定输出电压值的1.1倍，维持10min，升压速度应按GB/T 16927.1—1997中5.3.1条的规定。

6.5 额定输出功率及连续工作时间试验

在正常工作条件下，直流高压发生器的输出端经高压限流电阻接至高压额定负载电阻，使直流高压发生器的输出为额定输出电压和额定输出电流值。出厂试验时连续运行3min，型式试验时连续运行60min。

6.6 放电试验

直流高压发生器的输出端经限流电阻接至高压电容模扳试品，在高压电容上并联放电球隙，模拟试品击穿。试验应在额定输出电压下放电5次。

放电的产生可以通过在额定电压下改变放电球隙的间隙，使放电在额定输出电压下进行。也可以采用其他方法，但放电电压不得低于直流高压发生器的额定电压。

模拟电容器的电容量应不小于表2所列值。

表2 模拟电容器的电容量

产品额定输出电压 kV	外接电容器电容量 μF
60	0.1
120	0.02
200	0.007

600	0.003
-----	-------

6.7 输出电压的纹波试验

直流高压发生器的输出电压纹波测量应在额定输出电流下进行试验，应至少在额定电压的10%、50%、100%点上进行输出电压纹波测量。

不推荐使用电阻分压器法或电容分压器法测量直流高压发生器的输出电压纹波。直流高压发生器的输出电压纹波测量应根据GJB/J2658—1996中5.2.8条规定的方法进行。

6.8 输出电压的短时稳定性试验

试验方法和标准器的要求应按照GJB/J2658—1996中5.2.5条的规定。测试时间为升压至试验电压值，持续5min。

6.9 电压调整率试验

试验方法和标准器的要求应按照GJB/J2658—1996中5.2.7条的规定。

6.10 环境试验

6.10.1 温度试验

控制部分温度试验按GB/T6587.2的规定进行，高压部分温度试验按GB/2424.1的规定进行。

6.10.2 湿度试验

控制部分湿度试验按GB/T6587.3的规定进行，高压部分湿度试验按GB/T2424.2的规定进行。

6.11 机械性能试验

6.11.1 振动试验

振动试验按GB/T6587.4的规定进行。

6.11.2 冲击试验

冲击试验按GB/T6587.5的规定进行。

6.11.3 运输试验

运输试验按GB/T6587.6的规定进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

检验项目、技术要求、试验方法列于表3。

表3 出厂和型式检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	自动保护装置试验	见 5.3 条	见 6.1 条	√	√
2	高压侧电流测量装置试验	见 5.4 条	见 6.2 条	√	√
3	高压电压测量装置试验	见 5.5 条	见 6.3 条	√	√
4	耐受电压试验	见 5.7 条	见 6.4 条	√	√
5	额定输出功率及连续工作时间试验	见 5.8、5.9 条	见 6.5 条	√	√
6	放电试验	见 5.10 条	见 6.6 条	√	√
7	输出电压的纹波试验	见 5.12 条	见 6.7 条		√
8	输出电压的短时稳定性试验	见 5.12 条	见 6.8 条		√
9	电压调整率试验	见 5.12 条	见 6.9 条		√
10	环境试验	见 5.15 条	见 6.10 条		√
11	机械性能试验	见 5.16 条	见 6.11 条		√
注：“√”表示规定应做的检验项目。					

7.3 出厂检验

出厂检验的目的在于检验制造中的缺陷、标定产品测量装置的计量性能和保护装置是否可靠动作。对每件产品均需进行出厂检验，并在产品出厂时附产品检验合格证。

7.4 型式检验

型式检验的目的在于检验产品设计的合理性和本技术条件下工作的适应性。在新产品定型时进行，以后每3年进行一次。当生产中设计、材料、工艺或结构等改变，可能影响产品的性能时，应进行型式检验，此时的型式检验允许只进行与各项改变有关的检验项目。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

仪器铭牌上面应有下列明显标志：

a) 产品名称及型号:

b) 产品生产单位:

c) 日期及出厂编号。

外包装箱上的标记:

a) 产品名称及型号;

b) 标明“小心轻放”、“向上”、“防雨”等标志。符合GB191有关标志的规定。

8.2 包装

仪器应有内包装及外包装箱,有防湿、防振措施。

8.3 运输

包装完成后的仪器可用任何方式运输。

8.4 贮存

贮存条件: 环境温度为-5℃~+50℃,相对湿度不大于90%,室内无腐蚀性气体,不受灰尘、雨雪侵害。

9 供货成套性

随同产品供货应有的附件:

a) 产品检验合格证;

b) 装箱单;

c) 使用说明书;

d) 随机各件、附件;

e) 其他有关的技术资料。

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.2—2004

高压试验装置通用技术条件 第2部分：工频高压试验装置

General technical specification of high voltage test devices

Part 2: power frequency high voltage test device

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 产品分类及型号	
5 技术要求	
6 试验方法	
7 试验	
8 结构及标识	
9 包装、运输、存储及出厂文件	

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达2000年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力[2000]70号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下5个部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；
- 第5部分：冲击电压发生器。

本部分为DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第2部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：河北电力试验研究所、上海蓝波高电压技术设备有限公司、上海群慕特种电气有限公司。

本部分主要起草人：王晓琪、蔡崇积、高骏、何波、李裕培、陈竹。

高压试验装置通用技术条件

第2部分：工频高压试验装置

1 范围

DL/T848的本部分规定了额定电压为1000kV及以下电压等级的单相工频高压试验装置（以下简称装置）的性能参数、技术要求、试验项目、试验方法、标志、包装、运输及储存条件。

本部分适用于1000kV及以下单相工频高压试验装置的组件配置、设计、制造及使用，三相工频高压试验装置可参考本部分。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T848的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB/T 2681 电工成套装置中的导线颜色

GB/T 2682 电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色

GB 4793.1 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

IDT IEC6010-1: 1990

GB/T11023—1989 高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法

GB/T 12501.2—1997 电工电子设备按电击防护分类 第2部分：对电击防护要求的导则

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第2部分：测量系统EQV IEC 60060-2: 1994

JB/T 5473—1991 仪用电压互感器

JB 8749—1998 调压器通用技术条件

JB/T 9641—1999 试验变压器

JJG 314—1994 测量用电压互感器

JJG 496—1996 工频高压分压器

3 术语和定义

DL/T848的本部分采用下列术语和定义

3.1

工频高压试验装置 power-frequency high voltage test device

由调压器、试验变压器、测量、控制和保护等基本组件组成的试验装置。

3.2

一体式装置 complete device

调压器、试验变压器、控制装置及保护装置(允许测量系统除外)组合成一体装置。

3.3

分体式装置 prtial device

控制装置、调压器、保护装置与试验变压器等用外连接的方式组合为一体的装置。

3.4

保护装置 protective device

具有过电流保护、过压控制和操作联锁功能的组件统称为保护装置。保护电阻也是保护装置的一种,主要包括水电阻和固体电阻两类。

4 产品分类及型号

4.1 产品分类

产品分为一体式装置和分体式装置两类。

4.2 产品型号

型号命名



5.1 使用条件

装置的使用条件如下:

- a) 环境温度: $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $+25^{\circ}\text{C}$ 时不超过 90%;
- c) 使用环境应无明显的尘埃、烟、腐蚀性、可燃性气体、水蒸气 and 盐雾, 无严重的震动情况;
- d) 海拔高度: 不大于 1000m。

5.2 额定标称值及配置

5.2.1 额定标称容量

a) 一体式装置额定标称容量推荐值:

0.2, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20kVA

b) 分体式装置额定标称容量推荐值:

5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000kVA。

5.2.2 输入电压

装置额定标称输入电压推荐值:

0.22, 0.38, 3, 6, 10kV。

5.2.3 输出电压

装置额定标称输出电压推荐值:

1, 5, 10, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 375, 500, 600, 750, 1000kV。

5.2.4 输出电流

装置额定标称输出电流推荐值:

0.1, 0.2, 0.25, 0.5, 1, 2, 4A。

5.2.5 装置的配置

- a) 调压器的额定容量应不小于试验变压器的额定容量；
- b) 配置的分压器类测量系统应满足GB/T16927.2的要求，配置的电压互感器类测量系统应满足JJG314和JB/T5473要求。

5.3 性能要求

5.3.1 各参数的允许偏差

调压器、试验变压器损耗、阻抗电压及变比、空载电流的允许偏差范围：

- a) 空载损耗：+15%；
- b) 负载损耗：+15%；
- c) 总损耗：+10%；
- d) 空载电流：+30%；
- e) 试验变压器阻抗电压：15%；
- f) 变比：±1%。

各参数以制造厂设计值为标称值，没有给出参考值的以通过同类型、同规格型式试验的装置相关参数为参考值。

5.3.2 绕组允许的最大承受电流

应给出装置内的变压器、调压器绕组允许的最大工作电流，如果没有给出则按1.2倍额定电流 I_{min} 考核。

5.3.3 试验变压器的阻抗电压

单台试验变压器的阻抗电压为额定电压的4%~12%，串级式结构阻抗电压不应超出额定电压的15%，调压器的最大压降应满足JB8749要求。

5.3.4 绝缘水平

5.3.4.1 概述

高压工频试验装置的绝缘水平和相应的试验可按各组成部件分别进行。

5.3.4.2 设备的最高工作电压和绝缘水平

调压器给出最高工作电压 U_m ，可以不小于绕组额定电压，推荐 U_m 取1.15倍额定电压；除非有要求，试验变压器不给出设备最高工作电压。

设各绝缘水平的额定耐受电压是由绝缘试验验证的，不同的额定电压等级有不同的试验耐压值。

干式结构试验装置绕组绝缘电阻应不小于 $10\text{M}\Omega$ ；油浸结构应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.3.4.3 交流耐压

交流耐压包括工频耐压和感应耐压。

a) 试验变压器和调压器的技术性能应分别满足JB/T9641和JB8749等相关标准要求；

b) 测量系统在没有特殊规定情况下的交流耐压值不应低于额定标称电压的1.15倍；

c) 各低压端子对金属外壳、电源输入端子对金属外壳之间应满足 3kV 、 1min 外施工频耐压要求。

5.3.5 局部放电水平

如果有要求，装置的局部放电量水平由供需方商定。

5.3.6 波形

装置输出的电压波形中谐波方均根值不应超过基波方均根值的5%。

5.3.7 温升限值

在规定的使用条件下，油浸式结构装置绕组温升限值不得超过 65K ，油顶层温升限值不得超过 55K ，其他部分的温升限值不得超过 50K ，干式（如环氧树脂浇注）和 SF_6 气体绝缘结构装置的绕组温升限值不超过 75K 。

5.3.8 装置输出端试品击穿时短路承受能力

配有保护电阻时，应在装置额定电压下进行三次试品击穿试验的考核；不配置保护电阻的装置，应在解除试品击穿保护功能的情况下，进行2倍试品击穿保护动作时间（或过流保护动作时间）且不低于80%额定输出电压下的试品击穿试验（保护电阻的选择，推荐采用 $1\text{k}\Omega/10\text{kV}$ 计算）。

试验变压器与调压器连接在一起的装置，无论是否配置保护电阻，都应在不低于80%额定电压的情况下，承受通过开关或间隙放电形成的输出端短路冲击，不应有任何机械和电气损伤。

5.3.9 密封性能

油浸绝缘结构装置不得有渗漏油现象，气体绝缘结构装置年漏气率不应大于1%。

5.3.10 允许运行时间

在规定使用条件下，装置在额定容量和额定电压时允许连续运行1h，在2/3额定电压和2/3额定电流时允许长期运行。

5.3.11 操作控制及保护功能

操作控制及保护功能要求：

- a) 装置应满足输出电压的连续可调，在75%试验电压以上，应满足每秒2%的额定电压上升率和下降率的要求；
- b) 当装置输出电流大于整定电流，过流保护装置应在1s内切断回路，推荐装置配置过流指示灯和过流蜂鸣器报警；
- c) 配置电压保护装置时，击穿动作电压不大于保护装置设定电压的 $\pm 5\%$ ；
- d) 控制台应有控制电源的开关和电源指示灯，电源主回路开关应有明显开断点；
- e) 装置应有高压从零升压功能。

6 试验方法

6.1 外观检查

检查结构、标志和铭牌，特别是控制回路的连接标志应醒目、清晰。

6.2 绝缘电阻测量

工频耐压值不大于3kV的设备应使用2500V兆欧表，指示量限不低于10000M Ω ；工频耐压值大于3kV的设备应使用5000V兆欧表，指示量限不低于10000M Ω 。

6.3 直流电阻测

测量绕组直流电阻时，设备应在环境温度下放置24h，并记录环境温度。采用非电路测量时，当测量结果与设计值（或型式试验值，产品平均参数）有较大差异时，应采用电桥法判定。采用伏安法测量时施加电流不得大于绕组额定电流的10%。

6.4 绕组连接检查

检查装置中调压变压器、试验变压器、保护装置、控制回路、滤波装置和无功补装置等的连接应符合说明书（或技术条件等文件）要求。

6.5 变比测量及测量系统校准

试验变压器变比测量可采用桥式平衡法，测量结果的不确定度不大于5%。

测量系统的校准应包括分压器、电压互感器的测量，应考虑二次电缆（二次连接线）及二次仪器负荷的影响。测量系统的总不确定主应包括测量系统各部件的稳定性、线性（电压系数）、温度影响、邻近效应影响等，测量方法按JJG314和JJG496。

6.6 交流耐压试验

- a) 施加的交流电压波形应满足谐波量方均根值不大于基波量方均根值的5%，应监测试验电压峰值；
- b) 用于监测电压的测量系统的测量不确定度不应大于3%；
- c) 在达到75%试验电压以后应均匀升压，升压速率在2%试验电压/s左右，或在10s~15s时间范围内升至试验电压。

6.7 空载特性测量

调压器和试验变压器的空载输出电压特性曲线应平滑，调压器特性曲线应无明显回落现象。伏安曲线及空载损耗应满足设计值或与型式试验样机参数一致，偏差应满足5.3.1条的要求。

伏安曲线测量用平均值电压表、方均根值电流表和低功率因数功率表，应满足0.5级要求，量程扩展器（互感器）满足0.2级的要求。测量损耗时应对相位差影响进行修正，否则应提高测试仪表和量程扩展器的准确级。

6.8 负荷特性测杜及输出容量核查

负荷特性测量全部使用方均根值仪表。在受到试验设备限制时，可以施加不小于50%额定电流，测得的负载损耗值乘以额定电流对试验电流之比的平方，再校正到参考温度。

负荷特性测量时，除接触式调压器在空载输出电压为输入电压1/2位置时输出端短路，其余种类调压器在空载输出电压上限位置时短路，试验变压器在另一侧短路。

也可以通过检测调压器、试验变压器的铁心截面积、导线截面积、导线电导率以及空载特性测量来核查试验装置的输出容量。间接核查输出容量可按式(1)核算：

$$D \geq 60\sqrt{P} \quad (1)$$

式中：

D——铁心等效直径，mm；

P——额定输出容量，kVA。

6.9 密封性能试验

如果制造厂没有相应的技术条件规定，油浸式结构设备施加0.05MPa压力保持4h，残压不小于0.03MPa；气体绝缘结构设备可按照GB/T11023要求进行检漏。

6.10 局部放电测量

a) 局部放电测量应在整套装置上进行，应包括测量系统；

b) 例行试验应在1min以内测量试验装置的视在放电量，型式试验应在3min内每5min测一次，满足允许局部放电量要求且局放量无增大趋势。

6.11 保护及控制功能检查

a) 有限位要求时，限位功能应可靠；

b) 配置有电压保护装置时，装置输出电压超过保护装置设定电压的±5%时，保护装置应动作；

c) 装置达到设定电流时，应有限流功能，过流指示灯及蜂鸣器应能正常工作；

d) 其他指示灯和仪表应正常工作；

e) 装置应从零开始升压。

6.12 温升试验

a) 装置额定电压和额定电流情况下的温升试验施加时间不低于1h，2/3额定电压和2/3额定电流情况下的温升试验施加时间不低于8h，绕组温升一般采用电阻法测量；

b) 装置各部分（包括控制装置测量系统）的温升试验可以单独进行；

c) 试验变压器、调压器的升温试验可选择直接负载法或短路法。

6.13 最大承受电流能力试验

最大承受电流能力试验可以在整套装置上进行，也可分别按组件进行。

6.14 波形试验

空载输出电压的波形畸变采用谐波分析仪进行测量，畸变率的大小以基波分量的百分数表示。如果没有特殊规定，应在50%~100%额定电压范围内进行测量。

6.15 电压输出速率试验

用于电压输出速率测量的系统，阻尼时间不得大于2s，电子秒表分辨率不低于0.01s，重复测量上升率和下降率3次，取平均值。电压范围推荐为10%~80%的额定电压。

6.16 输出端试品击穿承受能力试验

配有保护电阻的装置，应在额定电压下，升压到额定输出电压，通过开关闭合或间隙放电的形式造成输出端短路，检查调压器、试验变压器及其他辅助装置是否发生机械或电气损伤；不配置保护电阻的装置，应在80%额定电压下，进行上述试验。

7 试验

7.1 试验的一般要求

试验应在5℃~4℃的环境温度下进行。空载输出电压波形谐波量的测量、输出电压速率检测、局部放电量测量和保护装置性能检测应在整套装置上进行，其余试验项目可以分别在各组件上进行。工频高压试验装置的组件，包括测量系统、保护装置、滤波装置、无功补偿装置和隔离变压器等，按相应的设备标准进行出厂试验及型式试验。

7.2 测试仪器仪表

用于试验的测试仪表应采用不低于0.5级的电气测量仪器仪表（兆欧表、温湿度计除外），量程扩展器（如互感器）和电桥应不低于0.2级。

7.3 试验项目

7.3.1 出厂试验项目

- a) 外观检查，见6.1、8.1、8.2、8.3条；
- b) 变比试验及测量系统校准，见6.5条；
- c) 绕组直流电阻测量，见6.3条；
- d) 绕组连接检查，见6.4条；
- e) 绝缘电阻测量，见6.2条；
- f) 交流耐压试验，见6.6条；
- g) 调压器及试验变压器空载特性试验，见6.7条；
- h) 负荷特性测量及输出容量核查，见6.8条；

- i) 密封试验, 见6.9条;
- j) 局部放电测量, 见6.10条(有要求时);
- k) 保护及控制功能检查, 见6.11条。

7.3.2 型式试验项目

- a) 局部放电量测量, 见6.10条;
- b) 温升试验, 见6.12条;
- c) 最大承受电流能力试验, 见6.13条;
- d) 波形试验见6.14条;
- e) 电压输出速率检查, 见6.15条。

注: 型式试验前应进行全部出厂试验项目的试验, 型式试验之后还应复测出厂试验项目中的绝缘性能试验项目。

当订货有特殊要求时, 可进行特殊试验。

7.3.3 特殊试验

输出端承受试品击穿能力试验, 见6.16条。

8 结构及标识

8.1 一般结构

a) 装置应有良好的触电保护措施, 符合GB12501.2的要求: 旋钮、手柄的轴、按钮及操控开关不允许带电, 用于触电保护和外壳及其他部件应有足够的机械强度, 有防止金属物落入操控装置带电部分的措施;

b) 调压器、试验变压器、测量系统及滤波装置、无功补偿装置等设备的结构应便于装配和拆卸, 便于运输与吊装;

c) 容量小于50kVA的设备推荐安装可移动滑轮, 容量不小于50kVA(或单台重量大于30kg)的设备应有吊拌(环);

d) 装置结构与电气连接应满足: 任何导线、螺丝、弹簧的零件松动不会造成可触及的金属件带电, 承受机械应力的导线连接不应仅靠焊接而应有其他紧固方法, 与爬电距离和电气间隙相关的可更换部件应作标志, 严禁可触及零部件与电源中性线作内部连接;

e) 连接导线与接地线应采用铜芯导线;

f) 装置的各组成部分其他要求应符合相关标准或技术条件规定;

g) 连接导线颜色选配截面及标识应符合GB/T 2681要求, 指示灯及按钮颜色应符合GB/T2682要求, 爬电距离和电气间隙应符合GB4793.1要求。

8.2 接地与标识

装置应有可靠的接地螺栓, 接地处应有明显的接地符号或接地字样, 回路中各接地点与可触及的装置金属外壳之间的接触电阻应小于 $0.1\ \Omega$, 接地线规格应满足表1要求。

表1 接地线规格

连接导线截面 S_1 mm^2	接地导线截面 S_2 mm^2
$S_1 \leq 16$	$S_2 = S_1 (\geq 6)$
$16 < S_1 \leq 35$	$S_2 = 16$
$S_1 > 35$	$S_2 = S_1/2$

高压输出和输入端子分别用A和a表示, 低压输出和输入分别用X和x表示, 接地符号用“ $\equiv$ ”或“接地”表示。并联的辅助装置可用A和X分别表示高压端子和低压端子, 串联的辅助装置不做规定。

各种操控按钮、手柄、指示灯、指示仪表应有对应的明显标识, 推荐用汉语标识。

标志应牢靠耐腐蚀。

8.3 铭牌

铭牌不易腐蚀, 字迹清晰耐久, 可按各组件给出相关参数, 主要内容可包括如下方面:

- a) 国名;
- b) 产品名称、型号及产品代号;
- c) 采用标准代号;
- d) 制造厂名;
- e) 出厂序号;
- f) 使用条件;

- g) 绕组连接图和连接组标号;
- h) 额定容量, kVA;
- i) 各绕组的额定电压, kV;
- j) 各部件绕组的额定电流, A;
- k) 阻抗电压, %;
- l) 空载电流, A;
- m) 允许运行时间, h;
- n) 总重或各部件重量, kg或t;
- o) 制造年月。

装置中各组件均应参照各自的标准要求, 给出分别的铭牌, 如果部分内容没有反映在铭牌上, 则应在说明书中给出。

9 包装、运输、存储及出厂文件

9.1 包装

装置的包装, 应保证装置及其组件、零件在整个运输和储存期间不致损坏及松动。户内试验装置、安装和使用在户内的户外装置组件的包装还应保证在整个运输和储存期间不致受到雨淋。

9.2 电气连接部分的防护

装置的各个供电气连接的接触面(包括接地处的金属平面)在运输和储存期间应有防锈措施。

9.3 运输

装置在运输过程中应无严重振动、和冲击现象。

9.4 储存

装置的储存条件:

- a) 环境温度: $-25^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 不超过90%
- c) 无阳光直射, 无淋雨。

9.5 出厂文件

出厂文件应妥善包装, 防止受潮。每套装置应附有下列出厂文件:

- a) 产品合格证;
- b) 出厂试验记录;
- c) 型式试验报告复印件;
- d) 电气原理图;
- e) 安装使用说明书 (包括外型尺寸图及组件安装使用说明等);
- f) 拆卸运输零件 (如果需要) 和备件 (如果有) 一览表。

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.3—2004

高压试验装置通用技术条件

第3部分: 无局放试验变压器

General technical specification of high voltage test devices

Pat3: non partial discharge testing transformer

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 产品分类、产品型号和基本参数	
5 技术要求	
6 检验规则及试验方法	
7 产品标志、包装、运输和贮存	

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达2000年度电力行业标准制、修定计划项目的通知》（电力[2000]70号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下5个部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；
- 第5部分：冲击电压发生器。

本部分为DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第3部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：武汉高压研究所、上海蓝波高电压技术设备有限公司、江苏雷宇高电压设备有限公司、武汉得福电气有限公司。

本部分主要起草人：伍志荣、蔡崇积、陈竹、李彬、张炳生、刘鹏华。

本部分由武汉高压研究所负责解释。

高电压测试仪器通用技术条件

第3部分：无局放试验变压器

1 范围

DL/T848的本部分规定了无局放试验变压器的基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于对电工产品和绝缘材料等进行局部放电试验的交流油浸式、干式、六氟化硫气体式无局放试验变压器的生产、检验、验收和使用。

本部分不适用于短路试验等用途的试验变压器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T848的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注明日期的引用文件，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部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 191 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997

GB 1094.2 电力变压器 第2部分：温升EQV IEC 60076—2: 1993

GB 1094.5 电力变压器 第3部分：绝缘水平和绝缘试验

BG/T 8905—1996 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则

GB/T 10237 电力变压器 绝缘水平和绝缘试验 外绝缘的空气间隙

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分 一般试验要求

JB/T 501—1991 电力变压器试验导则

JB/T 3837—1996 变压器类产品型号编制方法。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于DL/T848的本部分。

3.1

高压绕组 **high voltage winding**

具有最高额定电压的绕组。

3.2

低压绕组 **low voltage winding**

具有最低额定电压的绕组。

3.3

励磁绕组 **energizing winding**

向其他绕组从给电能的绕组。

3.4

测量绕组 **measuring winding**

专门用于测量输出电压的绕组。

3.5

额定电压比 **rated voltage ratio**

高压绕组与测量绕组或低压绕组的额定电压之比。

4 产品分类、产品型号和基本参数

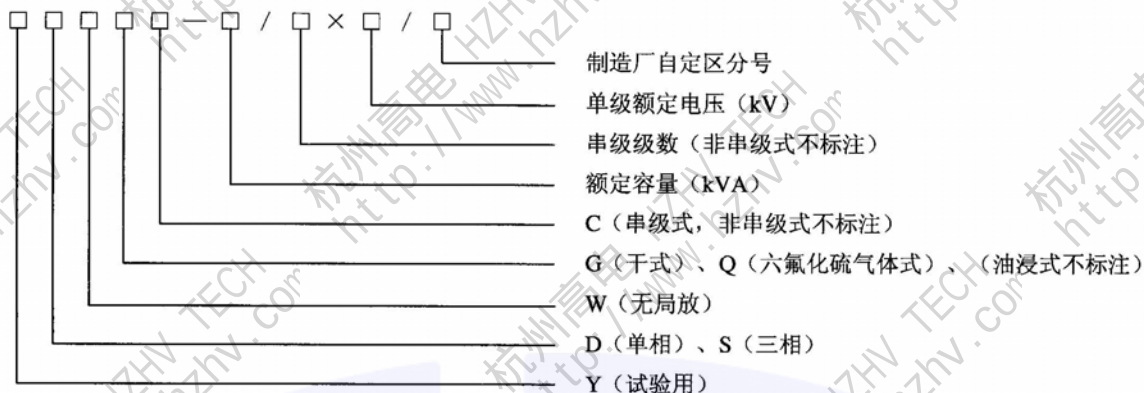
4.1 产品分类和型号

a) 产品分类:

无局放试验变压器分油浸式、干式、六氟化硫气体式三类。

b) 产品型号命名:

参照JB/T3837的规定。



4.2 基本参数

a) 容量等级

3, 5, 10, 25, 30, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000, 1500kVAo

b) 额定容量与高、低压绕组电压配合建议采用表1的推荐值, 特殊要求时, 由制造厂与用户双方协商确定。

表1 额定容量与高、低压绕组电压配合推荐值

额定容量 kVA	高压额定电压 kV	低压额定电压 kV
3	3, 10, 35, 50, 60	0.2, 0.4
5	10, 35, 50, 60, 100	
10	10, 35, 50, 60, 100, 160	
25	10, 35, 50, 60, 100, 160, 250	0.4, 0.6 0.3, 6, 10
50	35, 50, 60, 100, 160, 250	
100	35, 50, 60, 100, 160, 250, 400	
150	35, 50, 60, 100, 160, 250, 400	0.4, 0.6 0.3, 6, 10
250	50, 60, 100, 160, 250, 400, 550	
500	100, 160, 250, 400, 550	
750*	250, 550, 750	3, 6, 10
1000*	250, 550, 1000	
15000*	750, 1500	

注: 带“*”为无局放串级式试验变压器。

5 技术要求

5.1 正常使用条件

a) 海拔

海拔不超过1000m。

注：海拔超过1000时，外绝缘分2500m(1000m~2500m)及4000m(2500m~4000m)

两级。

b) 环境温度：

最高气温：+40℃；

最低气温：-5℃。

c) 环境湿度：

当空气温度为+25℃时，空气相对湿度不超过90%。

d) 安装场所：

安装场所无影响无局放变压器绝缘的气体、蒸气、化学性沉积灰尘、污垢及其他爆炸性介质及严重振动。

e) 电源电压的波形：

电源电压的波形为正弦波，频率为50Hz。

f) 无局放试验变压器使用时应使其输入电压逐渐升高，并且应有可靠的保护措施。

注：当上述正常使用条件下不能满足使用要求时，由用户与制造厂协商。

5.2 允许运行时间

无局放试验变压器，在额定容量及额定电压下，在正常使用条件下，允许连续运行1h，再次在额定容量及额定电压下运行1h的间隔时间为4h。在1倍额定电压下和2/3额定电流时，允许连续运行。

5.3 温升

在正常使用条件和额定容量运行情况下，无局放试验变压器各绕组的温升限值应不超过65K。海拔超过1000m的温升校正按GB1094.2标准的规定。

5.4 绝缘水平及要求

a) 高、低压绕组、测量绕组电气绝缘强度按表2及表3规定;

表2 高压绕组

额定电压	感应耐压试验		外施耐压试验
	$f: 50\text{Hz}, t: 1\text{min}$	$50\text{Hz} < f < 400\text{Hz}, t^a$	$f: 50\text{Hz}, t: 1\text{min}$
3			10
10		15	
35		50	
50		65	
60		78	
100		125	
160		185	
250	275		
400	440		
550	605		
750	825		
1000	1100		
1500	1650		
a: 当频率超过2倍额定频率时, 试验时间 $t = (120 \times \text{额定频率}) / \text{试验频率}$ s, 但不得小于15s。			

表3 低压绕组、测量绕组

额定电压	1min, 外施耐压试验 (50Hz)
0.6及以下	3
3	10
6	20
10	28

b) 在额定电压下, 局部放电视在放电量不大于3pC。试验时间为30min;

c) 各绕组对地的绝缘电阻 R_{60} 不小于1000M Ω ;

d) 变压器油介电强度不小于50kV;

e) 变压器油介质损耗因数 ($\text{tg } \delta$, 90 $^{\circ}\text{C}$) 不大于0.5%;

f) 六氟化硫气体绝缘无局放试验变压器气体水分含量不大于 300×10^{-6} ;

g) 使用于海拔高于1000m的无局放试验变压器, 其外绝缘要求参照GB10237的要求。

5.5 性能参数及要求

a) 单台无局放试验变压器的短路阻抗百分数为4%~12%。串级式无局放试验变压器的短路阻抗百分数应不大于18%。在表1中未包含容量的串级式无局放试验变压器的短路阻抗由制造厂和用户协商确定。单台和串级式无局放试验变压器空载电流不大于额定电流的10%。

b) 制造厂应在企业标准或技术条件中提出无局放试验变压器的空载电流、空载损耗、短路阻抗百分数、负载损耗和额定电压比规定值。制造厂也可与用户协商提出这些参数的协议值。

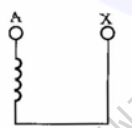
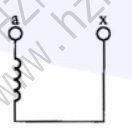
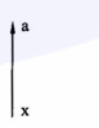
c) 无局放试验变压器的空载电流、空载损耗、短路阻抗百分数、负载损耗、额定电压比的允许偏差应不超过表4的规定。

表4 性能参数及要求

项目	允许偏差%
空载损耗	+15
负载损耗	+10
总损耗	+10
空载电流	+30
短路阻抗百分数	±10
额定电压比	±1

d) 绕组连接图、相量图、连接组标号见表5。

表5 绕组连接图、相量图、连接组标号

绕组连接图		相量图		连接组标号
高压	低压	高压	低压	
				I, I_0

e) 输入50HzIE弦波时，无局放试验变压器额定输出电压波形成两个半波相同的近似正弦波，且峰值和方均根（有效）值之比应为 $\sqrt{2} \pm 0.07$ 以内。

f) 50kV~750kV级无局放试验变压器应有监测电压的测量绕组，其额定电压比一般采用1/500、1/1000，也可与用户协商确定。

g) 油浸式无局放试验变压器应进行50kPa气压（绝缘筒壳式应进行20kPa气压）的密封试验。试验时间12h，残压不低于所施加气压的70%，无渗漏，无永久变形；六氟化硫气体绝缘无局放试验变压器制造厂应提出密封技术条件。其年漏气率不大于1%。

5.6 一般结构要求

a) 应装有储油柜（除密封式外），带有储油柜的无局放试验变压器应加装带油封的吸湿器。

b) 无局放试验变压器应配便于接线的均压球、均压罩。

c) 在低压绕组、测量绕组和高压绕组之间应有接地屏隔离，接地屏应可靠接地。

d) 宜装有注油、注绝缘气体、放油和检查油样用的阀门。

e) 宜装有油位计，油位计应标注+40℃、+20℃、-5℃（户内式）袖面线。六氟化硫气体绝缘无局放试验变压器应装有气压表或密度计。

f) 应有可靠的接地螺栓，接地处应有明显的接地符号或标明接地字样。

g) 50kVA及以下的无局放试验变压器应装有移动滚轮。串级式应供给电位架、绝缘支柱、防晕屏蔽罩等全部附件。应有供起吊用的吊拌（环）。

h) 外表面应涂漆保护。

i) 应保证正常运输后各部件相互位置不变，紧固件不松动。附件的布置及结构不妨碍吊装、运输及运输中紧固定位。

5.7 组件

所使用的组件应符合其相应标准或技术条件的规定。

6 检验规则及试验方法

6.1 型式试验

在下列情况下需要进行型式试验：

- a) 新结构产品投产前；
- b) 结构、原材料、工艺方法变更时；
- c) 停产1年的产品再次投产时；
- d) 连续生产的产品每3年进行一次；
- e) 法定产品质量监督检验部门认为需要时。

型式试验的项目和技术要求按表6的规定进行。

表6 无局放试验变压器试验项目和技术要求

序号	试验项目	试验方法	本标准技术要求条款	型式试验	出厂例行试验
1	外观检查	目测	5.6、7	√	√
2	电压比及绕组连接组标号检定	JB/T501—1991 中的第 8 章、第 9 章	5.5c)、5.5d)	√	√
3	绕组电阻测量	JB/T501—1991 中的第 10 章	—	√	√
4	绝缘电阻 R_{60} 测量	JB/T501—1991 中的第 6 章	5.4c)	√	√
5	变压器油介电强度及介质损耗因数 $\tan \delta$ 测量	JB/T501—1991 中的第 7 章	5.4d)、5.4e)	√	√
6	六氟化硫气体水分含量及气体泄漏测量	JB/T8905—1996 中的第 8 章、第 9 章	5.4f)、5.5g)	√	√
7	外施耐压试验	JB/T501—1991 中的第 11 章	5.4a)	√	√
8	感应耐压试验	JB/T501—1991 中的第 11 章	5.4a)	√	√
9	空载电流及空载损耗测量	JB/T501—1991 中的第 12 章	5.5a)、5.5b)、5.5c)	√	√
10	短路阻抗及负载损耗测量	JB/T501—1991 中的第 13 章	5.5a)、5.5b)、5.5c)	√	√
11	密封试验	JB/T501—1991 中的第 5 章	5.5g)	√	√
12	局部放电测量	JB1094.3—2003 附录 A	5.4b)	√	√
13	总损耗 1h 的温升试验	JB/T501—1991 中的第 15 章	5.2、5.3	√	
14	额定输出电压波形谐波分要	GB/T16927.1—1997 中的第 6 章、第 2 章	5.5e)	√	

注：√表示必须进行的试验项目

6.2 出厂例行试验

制造厂对生产的每台产品进行检验。

出厂例行试验的项目和技术要求按表6的规定进行。制造厂应提供本部分规定的型式试验报告和出厂例行试验报告给用户。

出厂例行试验报告中应给出变压器没的牌号及性能试验报告。

6.3 试验方法

试验方法见表6。

7 产品标志、包装、运输和贮存

7.1 标志及铭牌

产品外部接线端子应有标志，标出相应绕组端标号，其标志应牢固并防腐蚀。

产品应有耐久而不易腐蚀的铭牌，其标志应清晰耐久。每台产品应有下列标志：

- a) 国名（国内销售产品可省略）；
- b) 产品名称、型号及产品编号；
- c) 制造厂名；
- d) 出厂序号；
- e) 相数；
- f) 额定频率，Hz；
- g) 使用条件
- h) 绕组连接图和连接组标号；
- i) 额定容量，kVA；
- j) 各绕组的额定电压，kV；
- k) 各绕组的额定电流，A；
- l) 短路阻抗，%；
- m) 空载电流，%
- n) 允许运行时间，h；
- o) 器身质量，kg或t；
- p) 油质量，kg或t；
- q) 总质量，kg或t；
- r) 制造年月

串级式变压器应在最低级单台铭牌的一侧增设一个串级变压器的总铭牌，并应有下列标志：

- a) 制造厂名；
- b) 使用条件；
- c) 串级短路阻抗（以高压侧容量为基准的计算值），%；
- d) 串级及并联运行方式的有关接线及数据，包括容量、电流、电压、运行时间；
- e) 串级空载电流（以高压侧容量为基准的计算值），%；

f) 串级总质量, kg或t;

g) 制造年月。

7.2 包装

产品应附有全套的(包括组件、附件)安装使用说明书、产品合格证书、出厂例行试验记录、产品外形尺寸图、运输尺寸图、拆卸一览表、铭牌或铭牌标志图、各件表及装箱单。出厂资料应妥善包装,防止受潮及损坏。包装标志应符合GB191的规定。

7.3 运输

应在充满变压器油或充绝缘气体的情况下运输,运输过程中应无严重振荡、颠簸及冲击现象,并应保证所有附件不受损坏。

7.4 贮存

应保证在运输和贮存期间能防止潮湿和雨淋。

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.4—2004

高压试验装置通用技术条件

第4部分：三倍频试验变压器装置

General technical specification of high voltage test devices

Pat 4: triple-frequency test transformer

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 分类和命名	
5 技术要求	
6 试验方法	
7 检验规则	
8 产品标志、包装、运输和贮存	

附录A（规范性附录）测量绕组平均温度的电阻测量法

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达2000年度电力行业标准制、修定计划项目的通知》（电力[2000]70号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下5个部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；

——第5部分：冲击电压发生器。

本部分为DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第4部分。

本部分的附录为A规范性附录。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分参加起草单位：武汉高压研究所、湖北电力试验研究民、上海群慕特种电气有限公司。。

本部分主要起草人：郭克勤、蔡崇积、靖晓平、李裕培、田风梅。

本标准由武汉高压研究所负责解释。

高压试验装置通用技术条件

第4部分：三倍频试验变压器装置

1 范围

DL/T848的本部分规定了三倍频试验变压器装置的术语、分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输储存条件。

本部分适用于电压互感器、中小型变压器类设备进行绝缘性能试验用150Hz电源的三倍频试验变压器装置（以下简称装置）的设计、制造和使用、电子式调频电源装置可参照本部分有关内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T848的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB 191 包装储运图示标志EQV ISO 780: 1997

GB/T16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分：一般试验要求

JB 8749 调压器通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于DL/T848的本部分。

3.1

三倍频变压器装置 triple-frequency transformer

一个三相五柱变压器或由三个单相变压器组成，其一次侧接成星形，二次侧接成开口三角形，在合适的磁路饱和状态下工作时，变压器二次侧开口三角输出电压频率为150Hz的电源装置（包括滤波、无功补偿单元、调压单元、控制保护单元）。

3.2

空载特性 no-load characteristic

装置输出端开路状态下施加规定的输入电压，与其输入电流和输出端电压的关系。

3.3

负载特性 load characteristic

装置输出端接入规定负载状态下，施加规定的输入电压与其输入电流的关系。

3.4

输出电压波形畸变率 distortion factor of the output voltage waveform

在规定负载范围内输出电压相对于150Hz时的正弦波波形畸变率。

3.5

等值阻性额定负载 equivalence resistant rated load

为提高装置的输出能力和改善输出电压波形对负载进行无功补偿使其接近阻性负载，此时对应的额定负载电阻值。

3.6

特性参数 characteristic parameter

一组反映装置输入、输出相关特性的参数。

3.7

额定输出电流 rated output current

满足装置热容量要求所对应的输出电流。

4 分类和命名

4.1 分类

装置按绝缘介质分类可分为干式（G类）和油浸式（Y类）。干式（G类）以复合绝缘固体材料或某种单一绝缘固体材料作为绝缘介质，油浸式（Y类）以变压器油作为绝缘介质。

4.2 型号命名

装置的型号命名方式如下：



5 技术要求

5.1 正常使用条件

5.1.1 环境条件

正常使用的环境条件要求：

- a) 环境温度：最高气温+40℃，最低气温-5℃；
- b) 空气最大相对湿度：当空气温度为+25℃时，相对湿度不超过90%；
- c) 使用场所无严重影响变压器绝缘的气体、蒸气、化学性沉积灰尘、污垢及其他爆炸性介质及严重振动。

5.1.2 电源条件

电源条件要求：

- a) 电源电压的波形为实际上的正弦波；
- b) 输入的三相电源电压应大致对称。

注：当上述正常使用条件不能满足使用要求时，由用户与制造厂协商。

5.2 外观

装置表面应光洁平整，不应有凹凸痕及划伤、裂缝、变形现象，漆或镀层不应起泡、脱落，字迹应清晰明了。金属件不应有锈蚀及机械损伤，油浸式产品应无渗漏，接插件应牢固可靠，开关按钮均应动作灵活。装置应在装置的明显部位设置铭牌及端子接线图，应有明显的接地标识。

5.3 额定输出标准值

在满足输出电压波形要求和热容量要求的前提下，额定输出容量优选值0.5、1、2、3、5、10、25、30kVA，输出电压范围由产品标准规定。

5.4 允许运行时间及温升

在额定容量下，从环境温度开始，应允许连续运行60min，根据客户要求可确定其他允许时间。

绕组温升受其本身绝缘或被包围的介质的最低绝缘等级的限制。在额定容量下允许时间内，各种绝缘等级的温升限值如表1所列。

表1 绕组允许温升

绝缘等级	温升限值 K
浸于抽中的所有绝缘等级	60
充填沥青胶的所有绝缘等级	50
不浸油或不填充沥青胶的Y、A、E、B、F、H级绝缘	45, 60, 75, 85, 110, 135
注：对某些材料（如树脂），制造厂应指明其相应的绝缘等级。	

绕组出头或接触连接处的温升为50K。在铁心及相关组件表面所测得的温升值应不超过80K。

5.5 装置配置

5.5.1 词压和补偿

装置额定输入电压一经设定，使用中不允许改变。且由于三倍频变压器漏抗大，输出端空载电压与额定负载下的电压相差甚大，为控制输出电压，宜在变压器输出端设置自藕调压器以保证负载所需工作电压。

当装置输出波形畸变率不满足小于5%要求时，应加装滤波单元。滤波单元可采用电感、电容串联构成，并接在装置的输出端。为提高装置的无功负载能力，宜在输出回路配置无功补偿单元。补偿单元可根据容性无功负荷范围配置可调电抗器。

5.5.2 测量仪表

用于装置工况监视的测量指示仪表准确度应满足1.5级要求。

测量指示仪表设置至少应有输入和输出电流、电压参数显示，并设置输出回路功率因数表或相位计。

装置应配置过流保护装置以及其他限位保护措施。

5.6 绝缘性能

5.6.1 绝缘电阻

装置外部可触及导电部分和机壳之间及各导电部分之间的绝缘电阻应不小于10M Ω 。

5.6.2 绝缘强度

装置外部可触及导电部分和机壳之间及各导电部分之间应能承受3kV工频电压持续1min，应不出现电压突然下降或明显放电声等异常现象。

5.6.3 油浸式变压器单元密封特性

在充气压力为0.04MPa下，维持3h后，其剩余压力应不小于0.025MPa，产品应无渗漏，无损坏。

5.7 特征参数

5.7.1 空载特性

输入额定电压下输出为空载时所测得输入电流有效值与铭牌标称值偏差应不大于30%。

5.7.2 负载特性

输入额定电压下输出接有阻性额定负载时，所测得输入电流有效值与铭牌标称值偏差应不大于30%。

5.7.3 负载特性曲线

生产厂应按6.8条的试验方法提供特性曲线，输出电流、电压（V-I）曲线和输出电压与对应输出负载 S_{out} 的关系曲线。

5.8 波形

装置在规定的负载范围内，输出电压波形应为实际上的正弦波且示波图中不应有明显的50Hz拍频现象，频率为150Hz正弦波的峰值与有效值之比应在 $\sqrt{2} \pm 0.07$ 范围内。

5.9 一般结构要求

装置结构的一般要求：

- a) 出线端子应有足够的截面，并且有防止端子轴自旋措施；
- b) 充油产品应装有注油、放油用的阀门；
- c) 应有可靠的接地螺栓，接地螺栓直径不小于8mm，接地处应有明显的接地符号；
- d) 应有供起吊用的吊拌（环），容量较大的装置，其底部宜配置滚轮；
- e) 外表面应涂漆保护；
- f) 应保证正常运输后各部件相互位置不变，紧固件不松动，附件的布置及结构不妨碍吊装、运输及运输中紧固定位。

5.10 使用的组件

装置所使用的调压器应符合JB8749的要求，测量系统应符合GB/T 16927.1的要求，控制保护单元、滤波补偿单元应符合其相应标准或技术条件的规定。

6 试验方法

6.1 外观检查

用目测及手感法检查外观，应满足5.2及5.9条的要求。

6.2 绝缘电阻测定

用500V兆欧表分别测量各导电部分与机壳之间的绝缘电阻，其值不小于10M Ω 。

6.3 绝缘强度试验

在各导电部分与机壳之间施加工频电压3kV，持续1min，应满足5.6.2条的要求。

6.4 空载特性试验

在输出端开路时，施加对称的三相额定电压，并分别测量其各相输入电流有效值，该值与铭牌标称值偏差不大于30%。

6.5 负载特性试验

在二次侧输出接一个经补偿后的等值阻性额定负载，对一次侧施加对称的三相额定电压，分别测量其各相电流有效值，该值与铭牌标称值偏差不大于30%。

6.6 油浸式变压器密封试验

试品安装充气装置后，用单向阀对产品充入干燥气体，在充气压力为0.04MPa、维持3h后，应满足5.6.3条的要求。

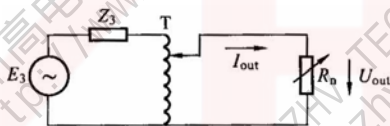
6.7 输出电压波形畸变测量

在额定输入电压下调节输出电压，使其输出容量在规定的负载范围内变化，分别用峰值电压表和有效值电压表同时读取数值或采用多功能数字示波器的相应功能，峰值和有效值之比应满足5.8条要求。

6.8 负载特性曲线试验

6.8.1 试验接线图

试验接线图如图1所示。



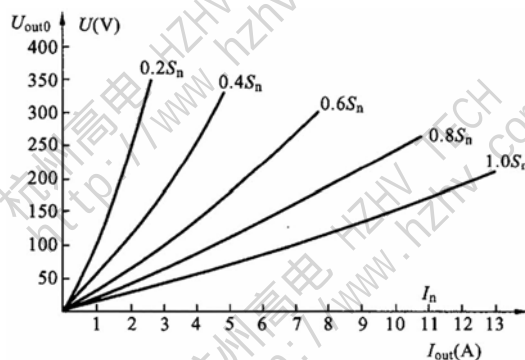
E_3 —：倍频装置等效电动势； Z_3 —：倍频装置等效内阻；

T —单相调压器； R_n —经补偿后的等值电阻

图1 试验线路图

6.8.2 试验

分别在（0.2、0.4、0.6、0.8、1.0） S_n 下调节 T 刻度值全程的（0.2、0.4、0.6、0.8、1.0），调节范围内测量输出电压 U_{out} 和输出电流 I_{out} ，并在直角坐标上做出关于 S_{out} 对应的5条 U_{out} — I_{out} 曲线。如图2所示。

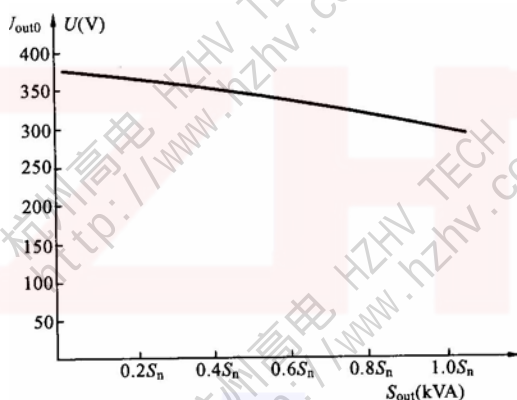


S_n —额定输出视在功率 (kVA)； I_n —额定输出电流 (A)；

U_{out0} —二次空载时调压器置于最大输出时的电压 (V)

图2 不同负载的输出特性曲线

保持T在最大输出电压位置时，调节负载 S_{out} 分别在 (0.2、0.4、0.6、0.8、1.0) S_n 时测量输出电压 U_{out} ，并在直角坐标上做出 U_{out} — S_{out} 曲线。如图3所示。



S_{out} —额定输出视在功率 (kVA)； U_{out} —输出电压 (V)

图3 装置的输出电压特性曲线

6.9 额定容杜下的温升试验

采用直接负荷法取额定负荷且负载功率因数取 $\cos \varphi = 1.0$ ，此时，装置中相关的补偿单元应与实际工作状态相符，进行允许运行时间下的温升试验，测量绕组平均温度采用电阻法（见附录A）。铁心及相关组件采用点温测量计直接测量。

测量结果必须满足表5.4条的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式试验和出厂试验两类。型式试验和出厂试验项目如表2所列。

表 2 试验项目和方法

序号	试验项目	技术要求条款	试验方法	例行试验	型式试验
1	外观检查	5.2	6.1	√	√
2	绝缘电阻测定	5.6.1	6.2	√	√
3	绝缘强度试验	5.6.2	6.3	√	√
4	空载特性	5.7.1	6.4	√	√
5	负载特性	5.7.2	6.5	√	√
6	油浸式产品密封试验	5.6.3	6.6	0	√
7	温升试验	5.4	6.9	0	√
8	输出电压波形畸变率测量	5.8	6.7	√	√
9	负荷特性曲线测量	5.7.3	6.8	√	√

注：“√”表示应进行的试验项目，“0”表示不需进行的试验项目。

7.2 型式试验

型式试验应按表 2 规定的项目进行，试验的数量为一台。有下列情况之一需进行型式试验：

- a) 新产品鉴定投产前；
- b) 更改产品结构；
- c) 变更主要原材料后；
- d) 法定产品监督部门认为需要时。

7.3 出厂试验

出厂试验应按表 2 规定的项目逐台进行。

8 产品标志、包装、运输和贮存

8.1 产品标志

装置应有耐久而不易腐蚀的铭牌，装置的外部接线端子应有标志，标出相应绕组端子标号，其标志应清晰、耐久、牢固并防腐蚀。

每台装置的铭牌应有下列内容：

- a) 产品名称、型号及产品代号；
- b) 本标准代号；
- c) 制造厂名；

- d) 出厂编号;
- e) 额定频率, Hz;
- f) 绕组连接图;
- g) 输入容量, kVA/额定输出容量, kVA;
- h) 输入电压, V/输出电压范围, V;
- i) 输入电流, A/额定输出电流, A;
- j) 空载电流, A;
- k) 无功补偿电感值范围, H;
- l) 允许运行时间, min;
- m) 总质量, kg;
- n) 制造年月

8.2 包装

产品包装应符合 GB 191 的规定。出厂资料应妥善包装, 防止受潮及损坏。

8.3 运输和贮存

油浸式应在充满变压器油的情况下运输, 运输过程中应无严重振动、颠簸及冲击现象, 保证所有附件不受损坏。干式产品保证在运输和贮存期间应防止潮湿和雨淋。

产品应附有全套的(包括附件)安装使用说明书、产品合格证书、出厂试验记录、产品外形尺寸图、运输尺寸图、拆卸一览表、铭牌或铭牌标志图、各件表及装箱单。

根据用户要求, 制造厂应提供本部分规定的有关型式试验结果。

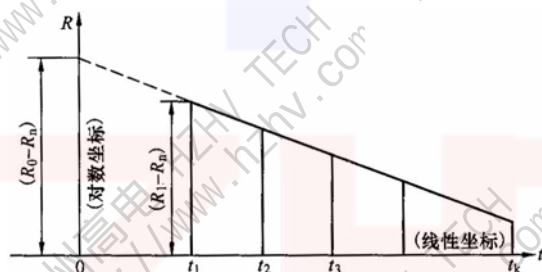
附录A

(规范性附录)

测量绕组平均温度的电阻测量法

测量所用仪器应有足够的灵敏度和准确度。绕组的冷态和热态电阻应用同一接线、同一仪器测量。

在温升试验结束，切断电源之后，立即测量绕组的直流电阻，由停电到测得第一个读数的时间间隔一般不应超过1min~2min。然后在8min~10min内每隔相等的时间（30s~60s）测定一个电阻值，并依次记录为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 $\cdots$ 、 R_k 。其后每隔5min~10min补充测量一个参考值 R_n 。与此同时，记录各个测定时间 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\cdots$ 、 t_k ，以切断电源瞬间为 $t=0$ 在对数线性坐标纸上，将 (R_1-R_n) 、 (R_2-R_n) 、 (R_3-R_n) 、 $\cdots$ 、 (R_k-R_n) 和 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\cdots$ 、 t_k 的相应各点绘出，用一直线连接，其与 R 坐标轴的交点即为 $t=0$ 时的 (R_0-R_n) 值，由此可得切断电源瞬间的绕组电阻 R_0 （见图A.1）。



图A.1 绕组温升测量计算 R_0 图

绕组平均温升 $(\Delta\theta)$ 按下式计算：

$$\Delta\theta = \frac{R_0}{R_N} (235 + \theta_1) - (235 + \theta_2) \quad (A.1)$$

式中：

R_0 ——切断电源瞬间绕组热态电阻， Ω ；

R_N ——冷态下，温度为 θ_1 时的绕组电阻， Ω ；

θ_1 ——绕组冷态温度（与环境温度相同）， $^{\circ}\text{C}$ ；

θ_2 ——温升试验后期，确定温升的环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

235——铜导体温度系数的倒数。

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.5—2004

高压试验装置通用技术条件 第5部分：冲击电压发生器

General technical specification of high voltage test devices

Pat 5: impulse voltage generator

2004-03-09发布

2004-06-01实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 产品分类	
4 技术要求	
5 试验方法	
6 检验规则	
7 标志、包装、运输和贮存	
附录A（资料性附录）额定电压和能量系列	
A.1 额定电压系列	
A.2 额定能量系列	

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达2000年度电力行业标准制、修定计划项目的通知》（电力[2000]70号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下5个部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；
- 第5部分：冲击电压发生器。

本部分为DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第5部分。

本部分的附录为A规范性附录。

本部分由中国电力企业联合会提出

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：武汉高压研究所、江苏雷宇高电压设备有限公司、重庆电力试验研究所。

本部分主要起草人：杨迎建、蔡崇积、张炳生、魏长明。

高压试验装置通用技术条件

第5部分：冲击电压发生器

1 范围

DL/T848的本部分规定了冲击电压发生器装置（以下简称装置）的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于额定电压为300kV~4700kV，额定能量为5kJ~480kJ的冲击电压发生器装置的制造、使用的维修。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过DL/T848的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB/T 16927.1 高电压试验技术。第1部分：一般试验要求 EQV IEC 60060-1: 1989

GB/T 16927.2 高电压试验技术。第2部分：测量系统 EQV IEC 60060-2: 1994

GB/ 16896.1 高电压冲击试验用数字记录仪 第1部分：对数字记录仪的要求 EQV IEC 61083-1: 1991

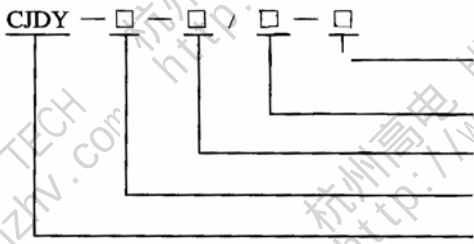
JB/T 9641 试验变压器

3 产品分类

3.1 结构型式

冲击电压发生器按使用方式可分为户外式、户内固定式和户内移动式三种，一般采用绝缘支撑塔式结构。

3.2 型号编制方法



设计序号，由生产厂家自行定义
分类标识，W—户外式、G—户内固定式、Y—户内移动式
标称能量（KJ）
标称电压（KV）
冲击电压发生

4 技术要求

4.1 正常使用条件

装置的正常使用条件如下:

a) 海拔高度: 不超过1000m;

b) 环境温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$;

c) 环境湿度: 相对湿度不大于85% (25°C);

d) 安装场所: 安装场所应无严重影响发生器绝缘的腐蚀性气体、蒸气、化学性沉积灰尘、污秽及其他爆炸介质或严重振动的场所;

e) 安装运行场所接地装置的冲击接地电阻应不超过 0.5Ω , 冲击电压发生器应就近接地, 接地引线应尽可能短和粗。

4.2 运行时间

在 $2/3$ 额定电压以上每3min放电一次, 在 $2/3$ 额定电压以下每2min放电一次, 可连续运行。加压次数和充电速度按JB/T 9641中的规定。

4.3 绝缘部件和电阻

装置的绝缘支柱应满足机械强度的要求。

装置的绝缘件和电阻应满足绝缘距离的要求。冲击电压发生器全套设备在其额定电压下充放电3次后, 应达到以下要求:

a) 所有绝缘件发热正常, 应无泄漏、无闪络自放电现象;

b) 所有充电保护电阻发热正常, 电阻阻值无明显变化;

c) 雷电波和操作波波头电阻和波尾电阻应无沿面闪络现象, 电阻阻值无明显的变化。

装置应配备不同阻值的波头电阻和波尾电阻, 以满足产生不同波形的需要, 其种类和数量由供需双方商定。

4.4 输出电压波形

4.4.1 雷电冲击电压波形

标准雷电冲击电压输出电压波形应符合GB/T 16927.1的规定:

a) 波前时间 $1.2\mu\text{s}$, 允许偏差 $\pm 30\%$;

b) 半峰值时间 $50\mu\text{s}$, 允许偏差 $\pm 20\%$,

c) 峰值允许偏差 $\pm 3\%$ 。

4.4.2 标准雷电冲击截波波形

标准雷电冲击截波波形应特合GB/T 16927.1的规定：

a) 截断时间： $2\mu\text{s}\sim 5\mu\text{s}$ ；

b) 过零系数约25%。

4.4.3 操作冲击电压输出波形

标准操作冲击电压输出波形应符合GB/T 16927.1的规定：

a) 波前时间 $250\mu\text{s}$ ，允许偏差 $\pm 20\%$ ；

b) 半峰值时间 $2500\mu\text{s}$ ，允许偏差 $\pm 60\%$ ；

c) 峰值允许偏差： $\pm 3\%$ 。

4.4.4 标准波形测定

冲击电压发生器标准波形测定应按GB/T16927.1的要求进行。

4.5 电压利用系数

4.5.1 雷电冲击

正负极性雷电冲击波在空载和所要求的负载情况下，电压利用系数应不小于85%。

4.5.2 操作冲击

正负极性操作冲击波在空载和所要求的负载情况下，电压利用系数应不小于75%。

4.6 冲击电压发生器本体

4.6.1 一般要求

冲击电压发生器本体一般要求：

a) 应有明显的接地符号或标明接地字样；

b) 所有袖浸部件应无渗油现象；

c) 外表应涂漆保护，应无明显损伤；

d) 防晕屏蔽罩结构合理，安装方便；

e) 充电电压测量误差应小于1%；

f) 应具备电容器自动接地保护装置；

9) 对周围物体要有足够的绝缘距离。

4.6.2 机械强度

冲击电压发生器本体的机械强度除应满足设备本身所要求的机械强度外，还应考虑地震、大风等因素对冲击电压发生器本体的影响。

4.6.3 绝缘强度

冲击电压发生器所用的绝缘材料应选用符合国家、行业有关标准要求的绝缘材料，本体的绝缘强度应满足整个冲击电压发生器系统的绝缘要求。

4.6.4 同步性能

冲击电压发生器本体第一级点火球隙采用双边异极性点火，其他球隙均采用三电极点火方式。保证无拒动、误动，不同步率应不大于5%。

4.7 截断波装置

截断波装置一般要求：

- a) 在外加触发电压下，截断波装置应无误动和拒动，不同步率应不大于5%；
- b) 动作范围应不小于冲击电压发生器本体输出电压的30%~50%；
- c) 分散性应不大于 $\pm 10\%$ 。

4.8 控制系统与测量装置

4.8.1 控制系统

装置的所有电气及机械操作均应在控制台上进行，并要求：

- a) 手动、自动控制的所有按钮功能齐全、准确；
- b) 指示灯应显示准确，无误动作；
- c) 控制台应具有良好的接地点；
- d) 当充电电压大于设定电压10%时，过压保护装置应100%动作；
- e) 当充电电流超过设定电流值时，过流保护装置应100%动作；
- f) 触发点火装置应100%动作可靠；
- g) 自动接地保护装置在任何情况下应100%的动作并可靠接地；
- h) 各级点火球隙可根据预置的基准电压自动调节到充电电压相对应的距离，保证点火球隙能够可靠动作。

4.8.2 预置充电电压

实际充电电压与预置充电电压的相对偏差不大于 $\pm 1\%$ 。

4.8.3 抗干扰性能

测量和控制系统应有很好的抗干扰能力，在80%的额定输出电压下，棒板间隙发生闪络3次，测量系统应满足GB/T 16927.2—1997中5.5.4条的要求，控制系统应不出现“死机”或任何故障。

4.8.4 测量系统

冲击电压发生器的测量系统应满足GB/T 16927.2和GB/T 16896.1的要求。

5 试验方法

5.1 常规试验

装置的外观及回路接线检查、控制系统各项功能检查、绝缘件检查和电阻阻值测定均为常规试验项目，采用目测、手感和手工操作的综合方法进行，绝缘件的绝缘电阻及电阻阻值的测量可采用相应的仪表测量。

5.2 同步性能试验

在对应10%、50%、75%和90%额定输出电压的充电电压下，分别进行10次点火触发，总次数为40。记录每次输出电压的波形和幅值，比较相同充电电压下的每次输出电压的波形和幅值，当某次输出电压幅值小于同一充电电压下其他输出电压幅值的 $(n-1)/n$ （ n 为冲击电压发生器级数），或波形不相同，则认为该次试验为不同步。不同步次数的总和与总次数之比即为不同步率，不同步率应满足4.6.4条的要求。

试验时，装置自触发（误动）和拒动，应视为一次不同步。

5.3 电压利用系数测量

冲击电压发生器输出端空载和接所要求的负载，在10%和100%的额定输出电压下，分别进行10次试验，记录每次输出电压的幅值、波形和充电电压，电压利用系数为输出电压的幅值与充电电压和冲击电压发生器级数的乘积之比。电压利用系数应满足4.5条的要求。

5.4 充电电压校核

在充电电压范围内，采用手动和自动方式分别设定5个预置充电电压，并对冲击电压发生器充电，采用总不确定度不超过3%直流电压测量装置测量冲击电压发生器第一级电容器（或直流分压器）上的电压，每次实测到的电压值与预置充电电压

值的偏差应满足4.8.2条的要求。

5.5 抗干扰能力试验

在80%的额定输出电压下，棒板间隙发生闪络3次，干扰幅值测量按GB/T 16927.2—1997中5.5.4条进行。干扰性能应满足4.8.3条的要求。

6 检验规则

冲击电压发生器装置属于组装性且非批量产品，产品的检验分出厂试验和验收试验。每台产品应按表1进行出厂试验，如某项试验不合格，允许更换组件或进行调整，直至全部试验项目合格。

装置在使用场所组装后，应进行验收试验。验收试验项目与出厂试验项目相同。

表1 试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法
1	外观及回路接线检查	4.6.1; 7.1	5.1
2	绝缘件检查及电阻阻值测定	4.3; 4.6.3	5.1
3	控制系统各项功能检查	4.8.1	5.1
4	本体和截波装置同步性能试验	4.6.4; 4.7	5.2
5	测量系统校核	4.8.4	GB/T 16927.2
6	波形测定	4.4.4	GB/T 16927.1
7	电压利用系数测量	4.5	5.3
8	充电电压枝核	4.8.2	5.4
9	抗干扰能力试验	4.8.3	5.5

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

冲击电压发生器应在明显部位固定有耐久且不易腐蚀铭牌，内容有：

- a) 产品名称、型号；
- b) 产品代号
- c) 产品标准号；
- d) 制造商名称；
- e) 出厂编号；
- f) 制造年月。

冲击电压发生器的充电变压器和主电容应有按相关标准的要求标识的铭牌。

冲击电压发生器的波头和波尾电阻上应有名称及其阻值的标识，用颜色区分的应在产品说明书中说明。

7.2 包装与运输

7.2.1 包装

电容器、电阻、绝缘支柱及所有的绝缘件均应包装，包装箱内填以质地柔软的衬垫，应有防雨措施，防止运输过程中受潮或碰撞。

装置应附有全套的（包括标准件）安装说明书、产品合格证书、出厂试验记录、产品外型尺寸图、运输尺寸图、拆卸一览表、铭牌或铭牌标志图、各件表及装箱单。出厂资料应妥善包装，防止受潮及损坏。

7.2.2 运输

各绝缘筒及变压器的运输，应无严重振动、颠簸及冲击，并应保证所有配件不受损。如果短途运输，在保证其不受损时，允许不包装。

电容器搬运及运输过程中，其出线套管应向上。

7.3 贮存

产品所有部件应贮存在周围空气温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于95%，无易燃、易爆和对设备的部件有损害的气体 and 化学物质的场所。

附录A

(资料性附录)

额定电压和能量系列

A.1 额定电压系列

冲击电压发生器额定电压推荐系列(单位: kV):

300、450、600、750、900、1050、1200、1800、2000、2200、2400、3200、
3600、4000、4800。

A.2 额定能量系列

冲击电压发生器额定能量推荐系列(单位: KJ):

5、10、15、20、25、30、50、80、100、120、140、160、180、200、220、240、
280、300、360、400、480。