

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

Pat 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

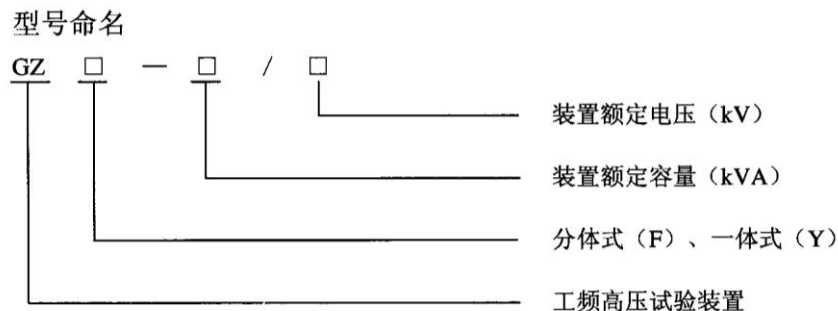
具有过电流保护、过压控制和操作联锁功能的组件统称为保护装置。保护电阻也是保护装置的一种，主要包括水电阻和固体电阻两类。

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



5.1 使用条件

装置的使用条件如下：

- a) 环境温度：-5℃~+40℃；
- b) 相对湿度：+25℃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、水蒸气和盐雾，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±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10000MΩ；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10000MΩ

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）有较大差导时，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下式核验：

$$D \geq 60\sqrt[4]{P} \quad (1)$$

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，电子秒表分辨力不低于

0.01s, 重复测量上升率和下降率3次, 取乎均值。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°C~4°C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, 按相应的设各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;
- 9) 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 0.1Ω ，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“”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蚀措施。

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。