



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 846.1 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 1 部分: 高电压分压器测量系统

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 1: high voltage divider measuring system

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	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 分类	6
5 技术要求	6
6 试验方法	8
7 检验	9
8 标志、包装、运输、储存	10
9 随机应提供的文件	10
附录 A (资料性附录) 产品型号代码推荐表	12
附录 B (资料性附录) 测量表计位数推荐表	13
参考文献	14

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 1 部分。

本部分附录 A 和附录 B 均为资料性附录。

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。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：上海蓝波高电压技术设备有限公司、佛山供电公司。

本部分主要起草人：钟连宏、施佩珺、朱同春、蔡崇积、何波、陈竹。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第1部分：高电压分压器测量系统

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了交流、直流及交直流两用的高电压测量系统的产品分类，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输储存条件及产品随机附件。

本部分适用于国内企业生产的各电压等级的高电压测量系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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 6587.2 电子测量仪器 温度试验
- GB 6587.3 电子测量仪器 湿度试验
- GB 6587.4 电子测量仪器 振动试验
- GB 6587.5 电子测量仪器 冲击试验
- GB 6587.6 电子测量仪器 运输试验
- GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 14436 工业产品保证文件 总则
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求 EQV IEC 60061-1: 1989
- GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分：测量系统 EQV IEC 60060-2: 1994

3 术语和定义

DL/T 846 的本部分采用下列定义。

3.1

分压器测量系统 **voltage divider measuring system**

用分压器作为转换装置来进行高电压测量的整套系统。

3.2

标准测量系统 **reference measuring system**

具有足够不确定度和稳定性的测量系统，在进行特定波形和范围内的电压同时比对测量中，它被用来认可其他测量系统。

3.3

分压器 **voltage divider**

通常有两个串联的阻抗，在其两端施加被测高电压。其中一个阻抗承受大部分电压，称为高压臂，另一个阻抗供测量用，称为低压臂。高压臂和低压臂的组件，往往是电阻或电容或两者的组合。

3.4

指示或记录仪器 **indicating or recording instrument**

显示或记录被测量值或相对应值的装置。

3.5

分辨力 resolution

可有效辨别所指示的紧密相邻量值能力的定量表示。

3.6

规定的测量范围 rated measuring range

使测量器具误差处于规定极限内的一组被测量的量值。

3.7

校准 calibration

在规定条件下，为确定测量仪器、测量系统的示值、实物量具或部分物质所代表的值与相对应的由参考部分确定的量值之间的一组操作。

3.8

稳定性 stability

测量器具保持其计量特性恒定的能力。

3.9

漂移 shift

测量器具的计量特性随时间的快慢变化。

3.10

转换装置 converting device

将被测量转换成指示仪表或记录仪器所能指示或记录的装置。

3.11

转换装置刻度因数 scale factor of converting device

乘以转换装置的输出便得到其输入量的系数。

4 分类

4.1 分压器本体分类

4.1.1 阻容分压器

既可用于测量直流电压，又可用于测量交流电压。

4.1.2 纯电容分压器

专用于测量交流电压。

4.1.3 纯电阻分压器

常用于测量直流电压。

4.2 测量表计分类

4.2.1 多功能数字电压表

具备的测量功能有交流电压平均值、有效值、峰值/ $\sqrt{2}$ 、直流电压、微机接口等多种功能。

4.2.2 通用数字电压表

不确定度能满足整套系统规定要求的数字电压表。

4.3 产品型号

产品型号代码及型号编写参见附录 A（资料性附录）。

5 技术要求

5.1 工作、储存、运输条件

5.1.1 工作环境条件

a) 海拔高度：不大于 1000m（若高于 1000m，应进行特殊设计）；

- b) 温度: $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$;
- c) 相对湿度: 不大于 85%。

5.1.2 工作电源条件

- a) 电源电压: $220 (1 \pm 10\%) \text{ V}$;
- b) 电源频率: $50 (1 \pm 5\%) \text{ Hz}$;
- c) 电源波形: 正弦波, 波形失真度不大于 5%。

5.1.3 使用场地条件

- a) 安装使用场所应无影响设备表面绝缘和电气性能的气体 and 化学性沉积灰尘;
- b) 无影响设备的测量不确定度及性能的振动。

5.1.4 储存、运输时的极限环境温度

测试仪器储存、运输的极限环境温度为 $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$, 在不施加任何激励量的条件下, 不出现不可逆变化。温度恢复后, 性能符合 5.2.2 要求。

5.2 对测量用低压仪表的要求

5.2.1 安全要求

- a) 绝缘电阻。在试验大气条件下, 多功能数字表的电源输入端对表头接地螺丝的绝缘电阻大于 $2\text{M}\Omega$ 。
- b) 绝缘强度。多功能数字表的电源输入端与表头接地螺丝之间应能承受工频 1500V 的电压, 一般电磁式仪表应能承受 200V 的工频电压, 时间 1min, 无击穿。

5.2.2 环境试验

- a) 温度试验。温度试验符合 GB 6587.2 规定。
- b) 湿度试验。湿度试验符合 GB 6587.3 规定。

5.2.3 机械性能试验

- a) 振动试验。振动试验符合 GB 6587.4 规定。
- b) 冲击试验。冲击试验符合 GB 6587.5 规定。
- c) 运输试验。运输试验符合 GB 6587.6 规定。

5.2.4 测量数据显示仪表的性能

- a) 测量表计位数: 测量表计位数选择参见附录 B (资料性附录), 一般不推荐使用指针表。
- b) 频率响应: 频率响应: $0\text{Hz} \sim 1000\text{Hz}$ 。
- c) 输入阻抗: $R \geq 1\text{M}\Omega$ 。
- d) 采样速度: $(2 \sim 3) \text{ s}^{-1}$ 。

5.2.5 其他

应有明显可靠接地端子, 接地螺栓应使用 $\phi 6\text{mm}$ 的铜螺丝和外径 $\phi 12\text{mm}$ 、厚度 $L 16\text{mm}$ 的铜螺母; 功能拨动、切换开关操作灵活自如且指示明确。

5.3 分压器性能

5.3.1 密封性

具有良好的密封性, 绝缘筒表面应具有良好的防潮性。

5.3.2 耐压水平

高压臂耐受电压为 1.1 倍的额定电压, 时间 1min, 低压臂耐受电压为 500V, 时间 1min。

5.3.3 局放要求 (对测量局部放电用分压器)

200kV 以下产品按用户要求制作, 200kV 以上产品, 则要求其在额定电压下局部放电量应不大于 10pC, 0.8 倍额定电压下局部放电量应不大于 3pC。

5.4 成套测量系统

5.4.1 测量不确定度分级

- a) 直流: 0.1%, 0.2%, 0.5%, 1%, 3%;
- b) 平均值: 1%, 3%;
- c) 有效值: 1%, 3%;
- d) 峰值: 2%, 5%。

5.4.2 测量引线

同轴电缆线, 与测量表计、分压器成套使用, 连接插件推荐使用与电缆波阻抗相匹配的接插件。

5.4.3 测量稳定性

- a) 当电源波动、位置移动或温度变化等在规定使用范围内时, 应不影响系统测量的不确定度;
- b) 当被测电压无变化时, 指示或记录仪器的读数应无漂移;
- c) 连续使用, 应不影响测量不确定度。

5.4.4 耐运输试验

垂直固定振动试验后, 不确定度应无变化。

测量表计经 50mm~100mm 的高度自由跌落, 仪器应工作正常, 外壳应无损伤。

5.4.5 线性度

在系统被认可电压范围内的最大值和最小值以及其间三个大致等分值下测量转换装置的刻度因素, 测得值的变化不应超过其平均值的 $\pm 1\%$ 。

5.5 外观、标志及功能操作

外观应完好且标志清晰, 系统各组件的外表面应文字清晰、整洁, 无划痕、碰伤、锈蚀、油漆不均匀、油漆流迹等有损产品形象的缺陷。功能键操作应灵活自如。

6 试验方法

6.1 分压器耐压试验

被试品的高压端及地之间施加 1.1 倍额定电压, 时间 1min。试验方法见 GB/T16927.1。

6.2 测量刻度因数校验

- a) 校验用标准测量系统的不确定度必须低于被校验品的不确定度, 具体要求见 GB/T16927.2;
- b) 校验方法为标准测量系统与被校验测量系统进行比对测量;
- c) 校验数据读取点不应少于 5 个点 (最高点为满量程点, 最低点为表头全位数显示点);
- d) 若标准测量系统的电压等级达不到被校验试品的额定电压时, 可降低电压校验, 但校验电压不得低于被校验品额定电压的 20%, 并作出分压器相应的 $U-I$ 曲线图, 分压器刻度因数不确定度随电压的变化量不大于不确定度极限值的 $1/7$; 同时, 用信号源对表头进行低压线性度检查, 从而确保系统线性度满足 5.4.5 要求, 试验方法见 6.7.3。

注: 高压阻抗串接电流表不确定度等级必须低于被校验测量系统不确定度一个等级。

6.3 稳定性试验

6.3.1 短期稳定性试验

- a) 在被校验测量系统上施加 100% 被校验测量系统额定电压, 时间不少于 30min, 加电压开始后和结束前 10min 各读取一次校验数据, 与标准测量系统值比较, 误差小于被校验测量系统不确定度标称值;
- b) 在被校验测量系统上加 100% 被校验测量系统额定电压, 时间不少于 2h, 误差小于被校验测量系统不确定度标称值。

6.3.2 长期稳定性试验

在被校验测量系统上加 100% 被校验测量系统额定电压, 时间相当于预期使用时间, 误差小于被校

验测量系统不确定度标称值。

6.4 测量系统的局部放电试验

局部放电测量电路应符合有关标准规定，测试电路的背景噪声不得大于 2pC。

试验时，将工频电压施加在分压器的高压端与接地端之间，从相对低的电压迅速加到 1.1 倍的额定电压，至少保持 10s，降到 80% 额定电压测量局部放电水平，其放电量不大于 3pC。

6.5 耐运输能力试验

振动频率为 5、10、20、30Hz 时，持续时间分别为 60、30、15min；

加速度为 9.8625m/s^2 。

6.6 密封试验（油浸式分压器）

出厂试验：横向静放 24h，无渗漏油现象。

型式试验：将分压器高压臂升温至本部分规定的储存温度，恒温保持 2h 后取出，待其自然冷却后，观察分压器表面应无渗漏油现象。

6.7 安全性能测试

6.7.1 绝缘电阻

用 500V 绝缘电阻表测量电源输入端对表头接地螺丝的绝缘电阻应满足 5.2.1。

6.7.2 绝缘强度

用不低于 2000V 的交流工频耐压试验系统在电源输入端对表头接地螺丝施加 1500V 电压 1min，绝缘强度应能满足 5.2.1。试验方法见 GB/T16927.1。

6.7.3 机械强度及环境试验

温度试验按 GB 6587.2 规定，湿度试验按 GB 6587.3 规定，振动试验按 GB 6587.4 规定，冲击试验按 GB 6587.5 规定进行。

6.7.4 线性度试验

采用和标准测量系统相比对的试验方法，具体按 GB/T16927.2 规定进行。

7 检验

7.1 分类

检验分出厂检验和型式检验。

7.2 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 检 验 项 目

序号	项 目	技术要求条款	试验方法条款	出厂试验	型式试验
1	密封检查	5.3.1	6.6	√	√
2	耐压水平	5.3.2	6.1	√	√
3	局部放电试验	5.3.3	6.4	√	√
4	线性度	5.4.5	6.7.4	√	
5	绝缘电阻	5.2.1a)	6.7.1	√	√
6	绝缘强度	5.2.1b)	6.7.2	√	√
7	测量不确定度	5.4.1	6.2	√	√
8	短期稳定性	5.4.3	6.3.1	√	
9	长期稳定性	5.4.3	6.3.3		√
10	冲击试验	5.2.3b)	6.7.3		√
11	温度试验	5.2.2a)	6.7.3		√

表 1 (续)

序号	项 目	技术要求条款	试验方法条款	出厂试验	型式试验
12	湿度试验	5.2.2b)	6.7.3		√
13	振动试验	5.2.3a)	6.7.3		√
14	耐运输试验	5.4.4	6.5		√
15	外观检查	5.5	目测	√	√
16	测量不确定度复校验	5.4.1	6.2	√	√

出厂检验合格入库而未立即交付购货方的产品，若入库存放期超过三个月，则必须重新进行测量不确定度校验，校验合格后方可交付使用方。

7.3 型式检验

7.3.1 检验要求

在下述情况下应进行型式检验：

- a) 新产品试制时；
- b) 材料工艺及结构改变可能影响产品性能时；
- c) 正常生产中每三年进行一次；
- d) 停产一年恢复生产时。

7.3.2 抽样方案及分析判定准则

对于 200kV 及以下批量生产的产品，在通过出厂试验的产品中随机抽取三台，进行技术要求规定的各项测试项目，检验结果如有一台一项不合格，则加倍抽样，对不合格项目重复进行试验。如均合格则认为型式检验合格，如仍有不合格项目，则型式试验不合格。高于 200kV 的产品，对于高压部分可参照本部分，根据实际情况，供需双方协商确定。

7.4 检验周期

产品在正常使用条件下，使用一年后，应复校验，以保证测量不确定度满足规定要求。

8 标志、包装、运输、储存

8.1 标志

产品标志应包括生产商名称、产品铭牌（包括分压器参数）、产品合格证、计量器具生产许可证、高压警示标志、各连接接口和切换开关档位及接地指示。

8.2 包装

产品分内包装和外包装，内包装为铝合金箱，用于短距离搬运，外包装为木箱，用于长途运输。在内外包装之间，应装有防振材料。外包装箱上应标志出产品名称、收货人地址、收货人姓名、发货人地址、制造厂、储运标志、毛重、净重、箱体尺寸等。

8.3 运输

运输中注意防雨、防晒、防止跌落和碰撞。

8.4 存储

产品应在具有内包装箱的状况下，储存于通风良好无腐蚀性气体的地方，垂直向上置放，储存温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不大于 85%。

9 随机应提供的文件

9.1 使用说明书

使用说明书的编制应符合 GB 9969.1 的规定要求，其内容包括：

- a) 概述;
- b) 结构特征与工作原理;
- c) 尺寸、重量、参数表;
- d) 使用操作指南;
- e) 故障分析与排除方法;
- f) 保养维修指南;
- g) 运输储存条件;
- h) 开箱检查项目;
- i) 电气原理框图及使用时的电气一次接线图;
- j) 其他信息 (如联系地址、质量保证说明等)。

9.2 合格证

合格证的编制应符合 GB/T 14436 的规定要求, 其内容包括:

- a) 执行部分号;
- b) 检验项目及其结果或检验结论;
- c) 产品检验日期、出厂日期、检验员签名或盖章 (可用检验员代号表示)。

9.3 试验报告

试验报告的内容一般包括:

- a) 产品名称;
- b) 产品型号;
- c) 出厂编号;
- d) 试验设备编号;
- e) 试验条件;
- f) 试验数据;
- g) 试验结论;
- h) 检验部门印章、合格印章。

9.4 计量器具制造许可证

9.5 计量标准器传递报告

9.6 用户质量信息反馈卡

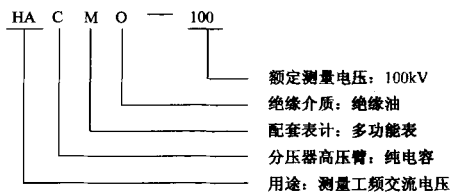
附 录 A
(资料性附录)
产品型号代码推荐表

A.1 产品型号代码推荐表, 见表 A.1。

表 A.1 产品型号代码

序号	分类	含义	代表字母
1	用途	测量工频高压 测量直流高压 测量交直流高压	HA HD H
2	分压器	纯电阻 纯电容 阻容	R C RC
3	测量表计	数字电压表 多功能表	D M
4	高压臂绝缘介质	绝缘油 气体	O G

A.2 产品型号编写范例



附 录 B
(资料性附录)
测量表计位数推荐表

B.1 200kV 及以下产品 (包括 200kV) 的测量表计位数优先采用表 B.1。

表 B.1 220kV 及以下产品测量表计位数

系统测量不确定度 %	0.1	0.2	0.5	1	3
测量表计位数	四位半	四位半	四位半	三位半	三位半
分辨力 V	1	1	1	10	10

B.2 200kV 以上产品的测量表计位数优先采用表 B.2。

表 B.2 220kV 以上产品测量表计位数

系统测量不确定度 %	0.1	0.2	0.5	1	3
测量表计位数	五位半	五位半	五位半	四位半	四位半
分辨力 V	0.1	0.1	0.1	1	1

参 考 文 献

- GB191—2000 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997
GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第1部分 总则 IDT IEC 60068-1: 1988
GB/T 2828—1987 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB/T 2829—1987 周期检查计数抽样程序及抽样表（适用于生产过程稳定性的检查）
GB 4793.1—1995 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
GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器环境试验总纲
GB/T 6587.7—1986 电子测量仪器 基本安全试验
GB/T 6593—1996 电子测量仪器质量检验规则
DL/T 596—1996 电力设备预防性试验规程
JB/T 8169—1999 耦合电容器和电容分压器
-



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 846.2 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 2 部分：冲击电压测量系统

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 2: impulse voltage measuring system

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	18
1 范围	19
2 规范性引用文件	19
3 认可的冲击测量系统的性能记录	19
4 试验程序和一般要求	20
5 认可的冲击测量系统的鉴定和使用	22
6 雷电冲击电压测量	23
7 操作冲击电压测量	27
8 标准测量系统	30
附录 A (资料性附录) 试验一览表	32

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 2 部分。

冲击电压测量系统在国内高压实验室被广泛使用。相对交流电压和直流电压测量系统，冲击电压测量系统的准确度最难控制和保证，为了保证该测量系统的测量准确度，特制定本部分。

本部分是根据 GB/T 16927.2—1997 而编写的。GB/T 16927.2—1997 是对所有测量系统而言的，本部分集中了冲击测量部分。关于名词术语和性能记录部分本部分未列入，以免重复。GB/T 16927.2—1997 中对于测量标定刻度因数可用电桥法，但对于冲击电压测量系统（以下简称冲击测量系统）该方法不可行，所以在本部分中不采用。

本部分的附录 A 为资料性附录。

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、深圳供电公司、佛山供电公司。

本部分主要起草人：朱同春、蔡崇积、李汉民、钟连宏。

高电压测试设备通用技术条件

第2部分：冲击电压测量系统

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了冲击测量系统应满足的要求、冲击测量系统及其组件的认可和校核方法以及系统被证实满足本部分要求的程序。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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 311.6 高电压试验技术 第五部分 测量球隙 EQV IEC 60052-6

GB/T 813—1989 冲击试验用示波器和峰值电压表

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求 EQV IEC 60060-1：1989

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第二部分：测量系统 EQV IEC 60060-2：1994

GB/T 16896.1 高电压冲击试验用数字记录仪 第一部分：对数字记录仪的要求 EQV IEC 61083-1：1991

3 认可的冲击测量系统的性能记录

3.1 总则

认可的冲击测量系统需经验收试验和校核，通常需作以下试验：

- a) 系统组件的验收试验（仅需一次）；
- b) 系统的周期性能试验；
- c) 系统的定期校核。

所有试验和校核结果以及其所处条件的记录均应保存在由使用者建立并保存的性能记录中，性能记录的完整格式按照 GB/T 16927.2—1997 附录 B 建立。

对于本部分发布前所制造的设备或装置，如果没有验收试验所需证明文件，则用按本部分进行试验的记录连同按以前标准进行校核的证明文件，说明刻度因素是稳定的。这样就认为是满足要求的。

由几件可互换使用的装置组成的认可的冲击测量系统应包括各种组合的单独记录，并尽可能少用复印件。确切地讲，每一装置应单独记录，而传输系统和仪器一般要指明电缆（或光缆）长度及能满足相应标准的替代性指示仪器。

3.2 性能记录格式

性能记录格式推荐如下：

第 A 章：系统的一般说明。

第 B 章：转换装置、传输系统和测量仪器的验收试验结果。

第 C 章：全套测量系统上进行的例行试验结果。

第 D 章：系统性能试验结果。

第 E 章：性能校核结果。

以上各章均可加序数表示。例如 A1 章为系统最初的一般说明；A2 章为系统有明显变动后的说明；D1 章为初始性能记录；D2 章为第二次性能试验记录。

全套测量系统的标定刻度因数总是列在最近一次的 D 章中。

4 试验程序和一般要求

4.1 总则

冲击测量系统的转换装置、传输系统、测量仪器的主要要求是在规定的工作条件范围内应稳定，这样冲击测量系统的刻度因数在长时间内就可保持稳定。

4.2 对转换装置的试验

4.2.1 刻度因数确定

按下列方法之一确定转换装置的刻度因数：

- 同时测量转换装置的输入和输出量；
- 测量高压臂和低压臂的阻抗值，通过计算求分压比。

4.2.2 线性度试验

在系统的被认可电压范围内的最大和最小值之间以及其间三个大致等分值下，测量转换装置的刻度因数，测得值的变化不应超过其平均值的 $\pm 1\%$ （该试验可在适当的包括在冲击测量系统中的转换装置上进行，或在测量系统上进行）。

该试验的标准方法是按照 4.5.2 与标准冲击测量系统相比对。

替代试验如下：

- 已按标准方法确定了线性度的认可的冲击测量系统可被用来代替标准冲击测量系统；
- 在既无标准冲击测量系统又无可认可的冲击测量系统时，线性度试验可按本部分 6.2.2 所述方法之一进行。

4.2.3 短期稳定性试验

对转换装置连续地施加额定电压至最大冲击次数，在施加电压前和后分别测量刻度因数，测得值之差应在 $\pm 1\%$ 之内。

除非另有规定，冲击测量系统的最大施加次数应为 2 次/min。

在大多数情况下施加次数可由转换装置的型式试验连同附在性能记录内的计算而确定。

4.2.4 单个元件的长期稳定性

单个元件的稳定性、电压效应、温度效应由制造厂提供或由型式试验确定。这些特性不应使转换装置的刻度因数在逐次性能试验之间的变化大于 1% 。

4.2.5 温度效应

环境温度的变化引起的转换装置刻度因数或参数（电阻或电容）的变化，可利用单个元件温度系数的计算或在不同温度下测量来确定。温度系数可以取自制造厂的数据，并可列在性能记录中。

在环境温度变化很大的情况下，可使用温度校正系数。所采用的温度校正应列入性能记录中。无论何种情况都应证实设计及温度校正后，刻度因数的变化仍应在 $\pm 1\%$ 范围内。

4.2.6 接地墙（或带电体）的邻近效应

邻近效应引起的转换装置刻度因数或参数的变化可通过测量来确定。测量时可改变装置对一面接地墙（或一个带电体）的距离，而其他接地墙或带电体的距离保持不变，或将其置于工作范围之外。

对于性能记录所列的各种距离范围，都应证实刻度因数的变化仍在 $\pm 1\%$ 范围内。

注：一些测试实验室可选择在一组距离，或几组距离的情况下进行认可。

4.2.7 转换装置的动态特性

转换装置的动态特性测定可以将该装置置于一个典型使用条件的冲击测量系统中进行。

4.2.8 测定阶跃波响应

对被试系统输入阶跃电压,按 GB/T 16927.2—1997 附录 C 测量其输出。

4.2.9 耐压试验

转换装置应通过 110% 的额定值的干耐受试验,试验电压的波形要满足规定。试验程序见 GB/T 16927.1。

耐受试验应在系统需使用的每个极性下进行。

注:认可的测量系统的每一组件均应能耐受住在试品上发生的破坏性放电而其特性无任何改变。

4.3 传输系统的试验

带有源元件的传输系统的试验参照 4.2 所列程序进行。

4.4 指示仪表或记录仪器的试验

根据相应的国家标准或检定规程对仪器仪表进行测试和检定,若无标准或检定规程,则按 4.2 所列相应程序进行。

4.5 性能试验

4.5.1 一般要求

性能试验的目的是确定测量系统的标定刻度因数,并证明其动态特性适合规定的要求以及其干扰水平小于规定极限。高压试验中,由于装置的尺寸、所加电压的大小、试验回路的相互干扰,进行现场校准是必须的。冲击测量系统或它们的组件可以在其他实验室模拟性能记录所述条件进行校准,但干扰水平必须在用户实验室中检查(若需要的话)。试验布置应代表运行条件并在性能记录中说明。

除非型式试验证实转换装置在规定的净距范围内对邻近效应并不敏感,否则由转换装置组成的每一测量系统的刻度因数都应测量,每组净距或净距范围都应记入性能记录内。

确定刻度因数的标准方法是在最大工作电压下与标准测量系统比对,见 4.5.2a)。由于较高电压的标准测量系统难以获得,因而可在低的电压,如 20% 最高工作电压下进行比对,见 4.5.2a)。对于峰值超过 1MV 的雷电冲击,可在 200kV 下进行比对。确定标定刻度因数的电压应在线性度试验所覆盖的范围内。此外,可根据测得的每一组件的刻度因数(通常在低电压下测量),取其乘积来确定系统的标定刻度因数,见 4.5.2b)。

确定冲击测量系统刻度因数所用装置必须进行校准,冲击测量系统中所用全部仪器仪表都必须检定,他们的量值应溯源到国家标准。

4.5.2 确定冲击测量系统标定刻度因数

应采用标准方法来测量标定刻度因数,但也可采用替代法,只要能获得满意结果。校准用输入电压的类型、波形必须与被测量的相同。若此条件不满足,则应提供标定刻度因数所适用波形的证明文件。

校准时的条件应记入性能记录中。

4.5.2.1 和标准测量系统相比的标准方法

试验时要同时读取两个系统的读数。由标准冲击测量系统得到的读数通过计算得到输入量,再除以被试冲击测量系统的仪器读数,就得到系统标定刻度因数 F 值。试验重复 n 次 ($n \geq 10$),可得到 n 个独立读数 F_i 。取平均值 F_{av} 作为系统标定刻度因数,其实验标准偏差 s 应小于 F_{av} 的 1%:

$$s = \sqrt{\sum (F_i - F_{av})^2 / (n-1)} \quad (1)$$

注 1: 假如一个估算值 F_0 引入公式中 F_{av} 的位置,得到的标准偏差也不大于 F_{av} 的 1%,那么这个 F_0 也可作为标定刻度因数。

注 2: 对于冲击测量系统,施加 n 次冲击。

试验应在同一电压水平下进行,最好在额定电压下,至少在不低于 20% 额定电压下进行,但必须保证此电压在线性度试验覆盖的范围。为了获得合适的灵敏度,测量仪器的灵敏度设置可改变,也可

采用不同仪器，但这些变化不能使系统的其他部分改变，仪器的每一档灵敏度都要经过校准。

如果只有一台仪器可供使用（该仪器是认可的冲击测量系统所使用的，而且符合有关标准要求），试验时可将该仪器依次交替地接到每一系统，而系统的其他组成部分应保持不变。

如果测量系统有几个刻度因数（例如分压器有几个低压臂时），每个刻度因数都应进行试验。

注 3：对于采用二次分压器的冲击测量系统，如果通过其他试验能证实转换装置的等值阻抗等于二次分压器，可以只进行一个灵敏度档的试验。此时，二次分压器的所有灵敏度档都应分别试验。

注 4：通用示波器的探头作为二次分压器使用可能不够稳定，特别是这种探头部件的细小移动可能改变其补偿。

4.5.2.2 组件校正的替代方法

标定刻度因数可以用冲击测量系统的转换装置、传输系统、测量仪器的刻度因数的乘积来确定。

转换装置和传输系统或两者的组合的标定刻度因数用 4.2.1 中介绍的方法确定并确保它们的总不确定度应不大于 1%。仪器的刻度因数根据响应的标准确定，校准时要计及各组件的相互影响。

4.5.3 动态特性试验

应当采用标准方法测量动态特性，也可采用替代法，只要能获得满意结果。校准用输入电压的波形必须与被测值相同。若此条件不满足，则应提供标定刻度因数所适用波形的证明文件。

所用的回路布置和说明，包括净距和高压引线的长度都应列入性能记录中。

4.5.3.1 与标准冲击测量系统比对的标准方法

可利用 4.5.2a) 试验所得的相同记录并评估每个系统所测得的有关冲击的各时间参数，被试系统应满足以下条件：

- a) 两个系统测得的每一时间参数的差值应在由标准冲击测量系统测得的相应值的 $\pm 10\%$ 的范围内；
- b) 对于每一时间参数，被试系统与标准冲击测量系统相应读数之比值的实验标准偏差，均应小于其平均比值的 5%。

4.5.3.2 阶跃波响应的替代方法

按 4.2.8 测量被试系统的阶跃波响应，并求响应参数，这些参数应满足本部分相应条款中提出的要求。

4.5.4 干扰试验

试验在冲击测量系统上进行，试验时电缆或传输系统输入端短接，电缆或传输系统的接地线不变。应施加一个典型的冲击波形，使冲击测量系统的输入发生破坏性放电并记录其输出。试验应在最高工作电压下进行。

测到的干扰幅值应小于 1% 的冲击测量系统测此电压时的输出，干扰幅值大于 1% 也是允许的，但应证实它对测量无影响。

其他途径的干扰也是重要的，例如分压器高压臂的低压端的干扰。

5 认可的冲击测量系统的鉴定和使用

5.1 冲击测量系统的鉴定

测试实验室应采用本章所列的试验来鉴定其冲击测量系统。此外，测试实验室可选择由国家实验室或论证过的实验室进行性能试验。在此情况下，每次校准的有效期由国家实验室或论证机构规定。

每一测量系统均应经过验收试验（只进行一次）、定期重复性性能试验（见 5.3）和经常重复的性能校核（见 5.4）。冲击测量系统所应进行的试验参见附录 A。

5.2 使用条件

认可的冲击测量系统应直接与试品两端相连，连接时应使试验回路之间的杂散耦合减至最小。

在干燥的无污秽的工作条件下，认可的冲击测量系统一般都可在此所要求的不确定度范围内使用。

5.3 性能试验

为保持冲击测量系统的特性,应定期地重复 4.5 的性能试验而确定其标定刻度因数。建议每年重复一次,有时可延长,但每三年至少重复一次。

冲击测量系统经过较大修理以及系统布置超出记录中规定范围后必须进行性能试验。

由于性能校核中发现标定刻度因数已明显变化而必须进行性能试验时,应先研究发生变化的原因(见 6.4 和 7.4)。

5.4 性能校核

应根据冲击测量系统稳定性的时限进行性能校核。为了确定系统的稳定性,系统刚投入使用时应经常进行性能校核。性能校核如 6.4, 7.4 所述。

6 雷电冲击电压测量

6.1 认可的冲击测量系统的要求

一般要求是:

- 测量冲击全波峰值的总不确定度不大于 $\pm 3\%$ 。
- 测量冲击截波的总不确定度取决于截断时间 T_c , 当 $0.5\mu s \leq T_c < 2\mu s$, 总不确定度不大于 $\pm 5\%$; 当 $T_c \geq 2\mu s$ 时, 总不确定度不大于 $\pm 3\%$ 。
- 测量冲击波形时间参数的总不确定度不大于 $\pm 10\%$ 。
- 测量可能叠加在冲击波上的振荡不应超过 GB/T16927.1 所列的水平。

6.1.1 刻度因数的稳定性

在性能记录中所列的环境温度和净距的范围内,转换装置和传输系统的刻度因数的变化范围不应大于 $\pm 1\%$ 。

记录仪器的准确度应满足 GB/T 813 和 GB/T 16896.1 的要求。

6.1.2 动态特性

满足以下条件,冲击测量系统的动态特性就适合于测量在性能记录内规定的波形的峰值电压和时间参数:

- 刻度因数稳定在一定范围内,这些范围是:对全波和 $2\mu s$ 后截断的截波为 $\pm 1\%$;在 $0.5\mu s \sim 2\mu s$ 之间截断的截波为 $\pm 3\%$ 。
- 测得的时间参数的不确定度在 $\pm 10\%$ 范围内。
- 为重现可能叠加在冲击上的振荡,测量系统的上限频率 f_2 或其部分响应时间 T_a 应满足:对于峰值上的振荡, $f_2 > 5\text{MHz}$ 或 $T_a < 30\text{ns}$;对于波前振荡, $f_2 > 10\text{MHz}$ 或 $T_a < 15\text{ns}$ 。

按以往的概念,采用一个测量系统就可测量所需的全部参数(即峰值、时间参数、振荡)。然而,许多系统只能被认可用于测量峰值和时间参数,并不能认可用于测量振荡。在这种情况下,可以认可一个测量系统用于测量峰值电压和时间参数,而认可一辅助测量系统用于测振荡(假如需要,在较低电压下测量)。

6.1.3 与试品的连接

认可的测量系统应直接接到试品端。对于冲击测量,认可的测量系统不应插到电压源和试品之间,以便其引线仅仅流过测量系统的电流。如测量系统不能这样连接,则必须在运行记录中强调指明。试验回路和测量回路的耦合应减到最小。

6.2 认可的冲击测量系统组件的验收试验

为通过验收试验,测量系统组件均应满足本条所列的型式试验和例行试验要求。通常在同类产品的单件上做试验,以验证制造厂的数据是否满足型式试验的要求。每一组件都应进行例行试验,详见第 4 章和 3.1。

型式试验:

- a) 转换装置和传输系统及其刻度因数的温度效应（可按元件的测量值或制造厂的数据进行计算）；
- b) 长期稳定性试验；
- c) 邻近效应试验；
- d) 转换装置的湿耐受和污秽耐受试验（被要求时）；
- e) 最大施加次数试验；
- f) 传输系统的干扰试验（被要求时）；
- g) 动态特性试验。

例行试验：

- a) 确定刻度因数；
- b) 线性度试验；
- c) 短期稳定性试验；
- d) 转换装置的耐耐受试验。

6.2.1 确定刻度因数

转换装置和带有源元件的传输系统的刻度因数应根据 4.2.1 中所列的某种方法确定。

6.2.2 线性度试验

线性度试验应在被认可系统的每一极性下用一种波形进行。雷电冲击全波可用来确定雷电冲击截波用测量系统的线性度。4.2.2 的线性度试验按如下进行。

- a) 标准方法：与标准测量系统相比对，见 4.2.2。

此外，也可用下述方法之一：

- b) 与认可的测量系统比对，见 4.2.2。
- c) 与标准测量装置比对。测量系统应与符合 GB/T 311.6，又用放电火花照射（例如冲击发生器的放电球隙）的球隙相校核。不可认为用紫外线灯照射就足够了。试验应在被认可系统电压范围内的最大和最小值的间隙距离以及其间三个大致等分的间隙距离下进行。整个试验应在短时间内进行，这样就不必进行大气条件修正。如果每一球隙的破坏性放电电压与被试系统相应输出电压之比在其平均值的 $(1 \pm 1\%)$ 范围内变化，则认为该系统是线性的。

注：当符合上述特定条件时，球隙破坏性放电电压的偏差可在 $\pm 1\%$ 之内。

- d) 与充电电压比对。应对照冲击发生器的充电电压来校核测量系统。试验应在被认可系统电压范围内的最大和最小值以及其间三个大致等分的电压下进行。如果每一测量电压与响应充电电压之比值均在其平均值的 $(1 \pm 1\%)$ 范围内变化，则认为该系统是线性的。

注：进行此项试验时，在冲击发生器点火的瞬间，充电条件应保持恒定。

- e) 多级转换装置的特定试验。对于由几个相同单元组成的转换装置，应按下述三个步骤进行：

- 1) 按 4.2.2 规定，对一个等同完整的转换装置（装有高压极）进行型式试验。
- 2) 在 4.2.2 规定的五个电压下测量每一单元的刻度因数。在整个电压范围内，每一单元的刻度因数变化不应超过 $\pm 1\%$ 。
- 3) 组装的转换装置在最大工作电压下应无可见电晕。

c)、d)、e) 的试验都是一种经济简便的试验，但不满足 c)、d)、e) 的试验要求也未必表示测量系统是非线性的，在此情况下，就应采用 a) 或 b) 试验。符合 a) 或 b) 试验的极限要求的测量系统，尽管曾不满足 c)、d)、e) 试验的极限要求，也应认为是线性的。

6.2.3 测量阶跃波响应（被要求时）

转换装置的阶跃波响应应在能代表其工作条件（特别是对接地体和带电体的净距）的完整测量系统上进行测定。

试验可在低电压下进行，阶跃波源的内阻应小于被试系统输入电阻的 0.1% 。

此外，可进行频率响应试验来证实上限频率是足够高的。

6.2.4 邻近效应

接地体和带电体的影响可由型式试验来说明，其结果列成曲线和表格，表示转换装置刻度因数与其对接地体或带电体净距的函数关系。

6.3 性能试验

应做下列试验：

- a) 确定测量系统标定刻度因数试验；
- b) 动态特性试验；
- c) 干扰试验。

6.3.1 确定测量系统的标定刻度因数和标称瞬间（动态特性）

6.3.1.1 标准方法

应采用 4.5.2a) 和 4.5.3 所列程序与标准测量系统相比来确定测量系统的标定刻度因数和动态特性。应采用两个不同波形的冲击来确定标称瞬间，例如：

对于冲击全波：

- 较短的波前时间赋予 $t_{\min}$ ，见 GB/T 16927.2—1997 的 3.6.1；
- 较长的波前时间赋予 $t_{\max}$ ；
- 这两种波形都应有测量系统被认可的最长半峰值时间。

这些波形也包括 $2\mu\text{s}$ 后截断的冲击截波。

对于截断时间为 $0.5\mu\text{s}\sim 2\mu\text{s}$ 范围内的冲击截波：

- 较短的截断时间赋予 $t_{\min}$ ；
- 较长的截断时间赋予 $t_{\max}$ 。

试验所涉及的使用条件均应列入性能记录内。

此外，也可采用 6.3.1.2 或 6.3.1.3 方法之一进行。

6.3.1.2 用同一种波形进行比对测量

应按 4.5.2a) 和 4.5.3 采用同一种波形和标准测量系统进行比对测量。若采用冲击全波，波前时间应选在所要求的标称瞬间内，而半峰值时间则应作为被认可测量系统的最长半峰值时间。此波形也包括 $2\mu\text{s}$ 以后截断的冲击截波。对于截断时间为 $0.5\mu\text{s}\sim 2\mu\text{s}$ 范围内的冲击截波，截断时间应选在 $0.5\mu\text{s}\sim 0.9\mu\text{s}$ 的范围内。测量系统的阶跃波响应除了应按 4.2.8 记录外，还应符合下述要求：

- a) 对于冲击全波和 $2\mu\text{s}$ 后截断的冲击截波，阶跃波响应应在 $t_{\min}\sim t_{\max}$ 范围内应保持稳定在 $\pm 1\%$ 之内，而且在 $t_{\min}\sim t_{\max}$ 范围内的变化不应大于 5% ， $t_{\max}$ 为被认可系统的最长半峰值时间。此外，若在标称瞬间内的阶跃波响应上有高频振荡时，则足以证明稳定时间 t_s 是小于 $t_{\min}$ 的。
- b) 对于截断时间为 $0.5\mu\text{s}\sim 2\mu\text{s}$ 范围内的冲击截波，阶跃波响应应在 $t_{\min}\sim t_{\max}$ 范围内应保持稳定在 $(1\pm 3\%)$ 以内。

此外，若在标称瞬间内的阶跃波响应上有高频振荡时，则足以证明在整个标称瞬间剩余响应时间 $T_r(t)$ 是小于 $t/200$ 的。

6.3.1.3 测量各组件的刻度因数并由系统阶跃波响应确定响应参数

应按 4.5.2b) 确定测量系统的标定刻度因数。试验所涉及的工作条件范围应列在性能记录内。应按 4.2.8 记录测量系统的阶跃波响应。阶跃波响应从 $t_{\min}$ 至 T_p 的范围内应稳定在 $(1\pm 1\%)$ 范围内。 T_p 为测量标定刻度因数时所用波形的峰值时间（例如，如果是采用 1kHz 交流电压，则 T_p 为 $250\mu\text{s}$ 。假如使用直流电压，则 T_p 被认定为 100ms ）。

对于冲击全波和 $2\mu\text{s}$ 后截断的冲击截波，响应在标称瞬间段内应稳定在 $(1\pm 1\%)$ 范围内。此外，若阶跃波响应上有高频振荡，就足以证明稳定时间是小于 $t_{\min}$ 的。对于截断时间为 $0.5\mu\text{s}\sim 2\mu\text{s}$ 范围内的冲击截波，阶跃波响应在标称瞬间内应稳定在 $(1\pm 3\%)$ 范围内。此外，若阶跃波响应上有高频振荡时，则足以证明在整个标称瞬间剩余响应时间 $T_r(t)$ 是小于 $t/200$ 的。

此外, 阶跃波响应在认可的最长半峰值时间段内偏离基准水平不应大于 5%。

注: 提出下列推荐有助于各实验室评定其测量系统, 应强调, 符合这些推荐 (也许未必需要) 未必足以确保测量系统动态特性的要求。

测量波前时间为 T_1 的标准冲击电压时, 过冲 β 和 T_N/T_1 的关系点均在图 1 的阴暗面内。

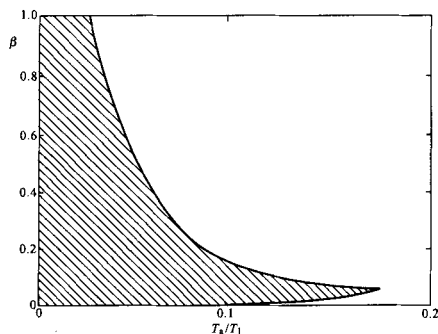


图 1 过冲 β 和 T_N/T_1 的限值关系

在测截断时间为 T_c 范围内的波前截断的冲击截波时, 应符合下列条件:

——稳定时间 $t_s \leq T_c$;

——实验响应时间 T_a 和部分响应时间 T_N 应为: $(T_a - 0.3T_c) \leq T_N \leq 0.3T_c$;

——起始畸变 T_0 应足够小, $T_0 \leq 0.005T_c$;

利用阶跃波响应来评定测量系统的特性时, 性能记录应包括:

——单位阶跃波响应记录, 应标出 O_1 和相应于每一参考水平的水平线;

—— T_a 、 T_N 、 t_s 和 β 值。

6.3.2 测量阶跃波响应 (被要求时)

转换装置的阶跃波响应应在能代表其工作条件 (特别是对接地体或带电体的净距) 的完整测量系统上进行测定。

试验可在低电压进行。阶跃波源内阻应小于被试系统输入电阻的 1%。

6.3.3 干扰试验

按 4.5.4 进行。

6.4 性能校核

目前尚无标准方法来进行性能校核, 这是由于其准确度达不到性能校核所要求。使用者需要较高准确度时, 应更为频繁地 (超过本部分要求) 重复性能试验。

可采用下述方法之一校核认可的测量系统的刻度因数和动态特性:

- 与认可的测量系统比对。应采用 4.5.2a) 和 4.5.3 所列程序, 在同一种波形下与另一认可的测量系统 (或标准测量系统) 进行比对。施加的冲击次数可在 1 到最近一次性能试验所施加的次数之间选择。如果两者测得的刻度因数之差小于 3%, 则可认为该刻度因数是有效的。如果差值较大, 则应再次确定标定刻度因数 (见 5.3)。
- 校核组件的刻度因数和测量系统的阶跃波响应, 应采用确定度不大于 $\pm 1\%$ 的内部或外部校准器校核每一组件的刻度因数。如果刻度因数与其前值之差小于 1%, 则可认为该标定刻度因数是有效的。如果有一个差值超过 $\pm 1\%$, 则应再次确定标定刻度因数 (见 6.2.1)。每次校核时,

阶跃波响应的记录应与原先校核记录相比较。可以预料，每次校核会发现有的变化。合格的变化量应由早期的校核而确定。任何较大的变化都应先查明而后进行性能试验。

- c) 用标准测量装置校核刻度因数和测量系统的阶跃波响应，应与符合 GB/T 311.6 又用火花照射的球隙进行比对。不可认为用紫外线灯照射就足够了。当两个刻度因数测得值的差不大于 3% 时，则可认为刻度因数是有效的。若差值较大，则应再次确定标定刻度因数。每次校核时，阶跃波响应的记录应与原先校核记录相比较。可以预料，每次校核会发现有的变化。合格的变化量应由早期的校核而确定。任何较大的变化都应先查明而后进行性能试验。

6.5 标准测量装置

符合 GB/T 311.6 又用放电火花照射的球隙是测量标准雷电冲击电压峰值的标准测量装置，其不确定度不大于 $\pm 3\%$ 。应注意不可认为用紫外线灯照射就足够了。

7 操作冲击电压测量

7.1 认可的冲击测量系统的要求

一般要求是：

- a) 测量操作冲击峰值的总不确定度不大于 $\pm 3\%$ ；
- b) 测量操作冲击波形时间参数的总不确定度不大于 $\pm 10\%$ 。

7.1.1 刻度因数的稳定性

在性能记录中所列的环境温度和净空距离的范围内，转换装置和传输系统的刻度因数的变化范围不应大于 $\pm 1\%$ 。

记录仪器的准确度应满足 GB/T 813 和 GB/T 16896.1 的要求。

7.1.2 动态特性

在下列情况下，测量系统的动态特性是满足要求的：

- a) 在性能记录所规定的范围内，标定刻度因数稳定在 $\pm 1\%$ 范围内；
- b) 系统测得的时间参数的不确定度不大于 $\pm 10\%$ 。

7.1.3 和试品的连接

认可的测量系统应直接接到试品端。与测量雷电冲击电压相反，测量操作冲击电压测量系统可插接至电压源和试品之间。试验回路和测量回路的耦合应减到最小。

7.2 认可的测量系统组件的验收试验

为通过验收试验，测量系统组件均应满足本条所列的型式试验和例行试验要求。通常用在同类产品的单件上做试验或按制造厂的数据可满足型式试验的要求。每一组件都应进行例行试验。详见第 4 章和 3.1。

型式试验：

- a) 转换装置和传输系统及其刻度因数的温度效应（可按元件的测量值或制造厂的数据进行计算）；
- b) 长期稳定性试验；
- c) 邻近效应试验（被要求时）；
- d) 转换装置的湿耐受和污秽耐受试验（被要求时）；
- e) 最大施加次数试验；
- f) 传输系统的干扰试验（被要求时）；
- g) 动态特性试验。

例行试验：

- a) 确定刻度因数；
- b) 线性度试验；
- c) 短期稳定性试验；

d) 转换装置的干耐受试验。

7.2.1 确定组件刻度因数

转换装置和带有源元件的传输系统的刻度因数应根据 4.5.1 中所列的某种方法确定。

7.2.2 线性度试验

线性度试验应在被认可系统的每一极性下进行。4.2.2 的线性度试验应按如下方法进行：

a) 标准方法：与标准测量系统相比对，见 4.5.2。

此外，也可用下述方法之一：

b) 与认可的测量系统比对，见 4.5.2。

c) 与标准测量装置比对。测量系统应与符合 GB/T 311.6，又用放电火花照射（例如冲击发生器的放电球隙）的球隙相校核。不可认为用紫外线灯照射就足够了。试验应在被认可系统电压范围内的最大和最小值的间隙距离以及其间三个大致等分的间隙距离下进行。整个试验应在短时间内进行，这样就不必进行大气条件修正。如果每一球隙的破坏性放电电压与被试系统相应输出电压之比在其平均值的 $(1 \pm 1\%)$ 范围内变化，则认为该系统是线性的。

球隙的操作冲击破坏性放电电压（50%破坏性放电电压值）可取自 GB/T 311.6 所列相同极性雷电冲击电压的图表。

注：当符合上述特定条件时，球隙破坏性放电电压的偏差可在 $\pm 1\%$ 之内。

d) 与充电电压比对。应对照冲击发生器的充电电压来校核测量系统。试验应在被认可系统电压范围内的最大和最小值以及其间三个大致等分的电压下进行。如果每一测量电压与相应充电电压之比值均为其平均值的 $(1 \pm 1\%)$ 范围内变化，则认为该系统是线性的。应利用标准测量系统或认可的测量系统来测充电电压。

注：进行此项试验时，在冲击发生器点火的瞬间，充电条件应保持恒定。

e) 多级转换装置的特定试验。对于由几个相同单元组成的转换装置，应按下述三个步骤进行：

1) 按 4.5.2 规定，对一个等同完整的转换装置（装有高压极）进行型式试验。

2) 在 4.2.2 规定的五个电压下测量每一单元的刻度因数。在整个电压范围内，每一单元的刻度因数变化不应超过 $\pm 1\%$ 。

3) 组装的转换装置在最大工作电压下应无可见电晕。

c)、d)、e) 的试验都是一种经济简便的试验，但不满足 c)、d)、e) 的试验要求也未必表示测量系统是非线性的。在此情况下，就应采用 a) 或 b) 试验。符合 a) 或 b) 试验的极限要求的测量系统，尽管并不满足 c)、d)、e) 试验的极限要求，也应认为是线性的。

7.2.3 测量阶跃波响应（被要求时）

转换装置的阶跃波响应应在能代表其工作条件（特别是对接地体和带电体的净距）的完整测量系统上进行测定。

试验可在低电压下进行，阶跃波源的内阻应小于被试系统输入电阻的 0.1%。

此外，可进行频率响应试验来证实上限频率是足够高的。

7.2.4 邻近效应（转换装置——任选项目）

接地体和带电体的影响可由型式试验来说明，其结果列成曲线和表格，表示转换装置刻度因数与其对接地体或带电体净距的函数关系。

7.3 性能试验

应做下列试验：

a) 确定测量系统标定刻度因数；

b) 动态特性；

c) 干扰试验。

7.3.1 确定测量系统的标定刻度因数和标称瞬间（动态特性）

7.3.1.1 标准方法

应采用 4.5.2a) 和 4.5.3 所列程序与标准测量系统相比来确定测量系统的标定刻度因数和动态特性。应采用两个不同波形的冲击来确定标称瞬间，例如，对于冲击全波：

- 较短的波前时间赋予 $t_{\min}$ ；
- 较长的波前时间赋予 $t_{\max}$ ；
- 这两种波形都应有测量系统被认可的最长半峰值时间（或至 90% 以上的时间，或至零值时间，近似值）。

试验所涉及的使用条件均应列入性能记录内。

此外，也可采用下述方法之一：

7.3.1.2 用同一种波形进行比对测量，另外补充阶跃波响应测量

应按 4.5.2a) 和 4.5.3 采用同一种波形和标准测量系统进行比对测量。到峰值的时间（或波前时间）应选在所要求的标称瞬间内，而半峰值时间（或至 90% 以上的时间，或至零值时间）则应为被认可测量系统的最长半峰值时间（或至 90% 以上的时间，或至零值时间）。

测量系统的阶跃波响应除了应按 4.7.8 记录外，还应符合下述要求：

阶跃波响应在 $t_{\min} \sim t_{\max}$ 范围内保持稳定在 $\pm 1\%$ 之内，而且在 $t_{\min} \sim t_{\max}$ 范围内的变化不应大于 5%， $t_{\max}$ 为被认可系统的最长半峰值时间。

此外，若在标称瞬间内的阶跃波响应上有高频振荡时，则足以证明稳定时间 t_s 是小于 $t_{\min}$ 的。

7.3.1.3 测量各组件的刻度因数并由阶跃波响应确定响应参数

应按 4.5.2b) 确定测量系统的标定刻度因数。试验所涉及的工作条件范围应列在性能记录内。

应按 4.2.8 记录测量系统的阶跃波响应。阶跃波响应从 $t_{\min} \sim T_p$ 的范围内应稳定在 $\pm 1\%$ 范围内。 T_p 为测量标定刻度因数时，所用波形的峰值时间（例如，如果是采用 1kHz 交流电压，则 T_p 为 250 μ s）。

此外，阶跃波响应在整个标称瞬间内应稳定在 $\pm 1\%$ 范围内，在直到测量系统被认可的最长半峰值时间（或至 90% 以上的时间，或至零值时间）区间内的变化不应大于 5%，稳定时间 t_s 应小于 10 μ s。

7.3.1.4 阶跃波响应测量再增补用交流高电压测量标定刻度因数

如果被试系统的单位阶跃波响应稳定在 $\pm 1\%$ 范围内，而且从 $t_{\min} \sim 1/4f$ 也保持在 $\pm 1\%$ 范围内（ f 为确定刻度因数时所采用的交流电压频率），就应采用交流电压来确定测量系统的刻度因数。

稳定时间应小于 10 μ s。

利用阶跃响应来评定测量系统的特性时，性能记录应包括：

- 单位阶跃波响应记录，应标出 O_1 和相应于每一参考水平的水平线；
- t_s 值。

7.3.2 干扰试验

按 4.5.4 进行。

7.4 性能校核

目前还尚无标准方法进行性能校核，这是由于其准确度达不到性能校核所要求。使用者需要较高准确度时，应更为频繁地（超过本部分要求）重复性能试验。

7.4.1 校核刻度因数

可采用下述方法之一校核认可的测量系统的刻度因数：

7.4.1.1 校核各组件的刻度因数

应采用不确定度不大于 $\pm 1\%$ 的内部或外部校准器校核每一组件的刻度因数。如果刻度因数与其前值之差小于 $\pm 1\%$ ，则可认为该标定刻度因数是有效的。如果有一个差值超过 $\pm 1\%$ ，则应再次确定标定刻度因数（见 4.2）。

7.4.1.2 校核测量系统刻度因数

应采用 4.5.2a) 的程序与另一认可的测量系统或标准测量系统进行比对。或应与符合 GB/T 311.6 又用火花照射的球隙进行比对。不可认为用紫外线灯照射就足够了。

如果测得的刻度因数之差小于 3% (对于标准测量装置比对是 5%)，则可认为该刻度因数是有效的。如果差值较大，则应再次确定标定刻度因数 (见 4.5.2)。

每一时间参数测得值应在另一测量系统相应测得值的 $(1 \pm 10\%)$ 范围内，如果差值大于 10%，则应再次确定标称瞬间 (见 4.5.3)。

7.4.2 动态特性校核

每次校核时都应获取参考记录所采用的同一方式和同样线路来记录阶跃波响应。阶跃波响应的记录应与原先校核记录相比较。可以预料，每次校核会发现有小变化，合格的变化量应由早期的校核而确定。任何较大的变化都应先查明而后进行性能试验。

此外，动态特性也可按照 4.5.3 程序与另一认可的测量系统 (或标准测量系统) 比对而校核。

7.5 标准测量装置

符合 GB/T 311.6 又用放电火花照射的球隙是测量标准操作冲击电压峰值的标准测量装置，其不确定度不大于 $\pm 5\%$ 。应注意不可认为用紫外线灯照射就足够了。球隙的操作冲击破坏性放电电压 (50% 破坏性放电电压值) 可取自 GB/T 311.6—1983 所列相同极性雷电冲击电压的图表。

8 标准测量系统

8.1 标准测量系统的要求

8.1.1 雷电和操作冲击全波电压

冲击全波电压的标准测量系统在其使用范围内总的不确定度：对于冲击全波峰值电压应不大于 $\pm 1\%$ ；对于时间参数应不大于 $\pm 5\%$ 。应能适当地记录振荡和过冲。

8.1.2 雷电冲击截波

$2\mu\text{s}$ 后截断的冲击截波电压的标准测量系统应符合 8.1.1 的要求，在 $0.5\mu\text{s} \sim 2\mu\text{s}$ 范围内截断的冲击截波电压的标准测量系统总不确定度：对于峰值电压应为 $\pm 3\%$ 范围，对于时间参数应为 $\pm 5\%$ 范围。

8.2 标准测量系统的校准

应按 8.1.1 的试验证实标准测量系统符合 8.2.1 所列的有关要求。此外，也可采用 8.2.2 的试验。

8.2.1 标准方法 (比对测量)

应按照经由国内或国际比对而自身可溯源的标准测量系统在高电压下进行比对，来证实标准测量系统是满足要求的。确定标准测量系统刻度因数的不确定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

8.2.2 替代法 (测量刻度因数和评估响应参数)

应按 4.5.2b) 所列程序确定标准测量系统的刻度因数，其不确定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

响应参数应满足表 1 要求。

表 1 对响应参数的要求

参数	雷电全波	波前截断的雷电波	操作波
实验响应时间 T_N ns	≤ 15	≤ 10	—
稳定时间 ns	≤ 200	≤ 150	$10\mu\text{s}$
部分响应时间 T_a ns	≤ 30	≤ 20	—
起始畸变时间 T_0 ns	—	≤ 2.5	—

8.3 标准测量系统鉴定的有效周期

如无证据反对，每五年至少重复一次鉴定。

标准测量系统只被推荐用于性能试验的比对试验，但标准测量系统也可用于其他测量，包括日常例行使用，但必须证实如此使用不会影响其性能（本部分规定的性能校核足以对此验证）。此外，也允许采用满足有关国家标准的可等同的指示仪器或记录仪器做代替。

附 录 A
(资料性附录)
试 验 一 览 表

表 A.1、表 A.2 分别汇总了测量雷电冲击电压和操作冲击电压所需的试验。

表 A.1 雷电冲击测量系统的试验

项目	型式试验				例行试验			性能试验	性能校核
	转换装置		传输系统 (1)	仪器 (2)	转换装置	传输系统 (1)	仪器 (2)	系统	系统
	元件	装置							
刻度因数	—	—	—	—	4.2.1 6.2.1	4.3 6.2.1	4.4 6.2.1	4.5.2 6.3.1	4.2.1 4.5.2
线性度试验	—	—	—	—	4.2.2 5.2.2	—	—	—	—
短期稳定性	—	—	—	—	4.2.3	4.3	4.4	—	—
长期稳定性	4.2.4 6.2	4.2.4 6.2	4.3 6.2	4.4 6.2	—	—	—	—	—
温度效应	4.2.5 6.2	4.2.5 6.2	4.3 6.2	4.4 6.2	—	—	—	—	—
邻近效应	—	4.2.6	—	—	—	—	—	—	—
动态特性 (3, 4)	—	—	—	—	—	—	—	4.1.7 4.5.3 6.3.1	6.3.1 6.4
干扰试验	—	—	—	—	—	—	—	4.5.4 6.3.3	—
干耐受试验 (5)	—	4.2.9 6.2	—	—	4.2.9 6.2	—	—	—	—
最大施加次数	—	4.2.3 6.2	—	—	—	—	—	—	—
试验重复率	从资料或样机上的一次性试验				一次			每年一次 (6) (推荐性)	根据经验

注：括号表示的含义：
(1) 一带有源元件的；
(2) 一测量仪器应符合相应标准要求；
(3) 一阶跃波响应；
(4) 一频一频响应；
(5) 一干耐受试验；
(6) 一如果需要每年一次或至少每五年一次，每次修理后，若试验布置超出了性能记录或若性能校核结果超出了性能记录规定值时。

表 A.2 操作冲击测量系统的试验

项目	型式试验				例行试验			性能试验	性能校核
	转换装置		传输系统 (1)	仪器 (2)	转换 装置	传输系统 (1)	仪器 (2)	系统	系统
	元件	装置							
刻度因数	—	—	—	—	4.2.1 7.2.1	4.3 7.2.1	4.4 7.2.1	4.5.2 7.3.1	4.2.1 4.5.2 7.4.1
线性度试验	—	—	—	—	4.2.2 7.2.2	—	—	—	—
短期稳定性	—	—	—	—	4.2.3	4.3	4.4	—	—
长期稳定性	4.2.4 7.2	4.2.4 7.2	4.3 7.2	4.4 7.2	—	—	—	—	—
温度效应	4.2.5 7.2	4.2.5 7.2	4.3 7.2	4.4 7.2	—	—	—	—	—
临近效应	—	4.2.6	—	—	—	—	—	—	—
动态特性（3，4）	—	—	—	—	—	—	—	4.2.9 4.5.3 7.3.1	7.3.1 7.4.2
干扰试验	—	—	—	—	—	—	—	4.5.4 7.3.2	—
干耐受试验（5）	—	4.2.9 7.2	—	—	4.2.9 7.2	—	—	—	—
最大施加次数	—	4.2.3 7.2	—	—	—	—	—	—	—
试验重复率	从资料或样机上的一次性试验				一次			每年一次 （6） （推荐性）	根据经验

注：括号表示的含义：

（1）—带有源元件的；

（2）—测量仪器应符合相应标准要求；

（3）—阶跃波响应；

（4）—幅—频响应；

（5）—干耐受试验；

（6）—如果需要每年一次或至少每五年一次，每次修理后，若试验布置超出了性能记录或若性能校核结果超出了性能记录规定值时。

ICS 27.100

F 24

备案号: 13576-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.3 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 3 部分: 高压开关综合测试仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 3: high voltage switch integrate detector

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	38
1 范围	39
2 规范性引用文件	39
3 术语和定义	39
4 产品分类	41
5 功能特性	42
6 技术要求	42
7 试验方法	43
8 试验规则	45
9 标志、包装、运输、储存	46
参考文献	47

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2002〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》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。

本部分起草单位：武汉高压研究所、武汉市泛科变电检修设备制造有限公司、北京北大实验电子仪器厂。

本部分起草人：蔡崇积、夏武炳、杨莉、王莹。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第3部分：高压开关综合测试仪

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了高压开关综合测试仪（以下简称测试仪）的功能特性、技术要求、试验方法、试验规则及标志、包装、运输与储存。

本部分适用于高压开关（高压断路器）动作特性的生产制造、试验及验收等。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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 4793.1—1995 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 IEC 61010-1: 1990

GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲

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 6587.8—1986 电子测量仪器 电源频率与电压试验

GB/T 6593—1996 电子测量仪器质量检验规则

GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

DL/T 596—1996 电力设备预防性试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 DL/T 846 本部分。

3.1

触头开距 **clearance between open contacts (gap)**

分位置时，开关一极的各触头之间或其连接的任何导电部分之间的总间隙。

3.2

行程（触头的） **travel (of contacts)**

分、合操作中，开关动触头起始位置到任一位置的距离。

3.3

超行程 **overtravel**

合闸操作中，开关触头接触后动触头继续运动的距离。

[GB/T 2900.20—1994]

注：对某些结构，如对接式触头，为触头接触后产生闭合力的动触头部件继续运动的距离。

3.4

时间行程特性 time-travel diagram

合、分操作中，开关的动触头行程与时间的关系。

3.5

分闸速度 opening speed

开关分（闸）过程中动触头的运动速度。

注：实施时常以某尽量小区段的平均值表征。

3.6

触头刚分速度 speed at instant of contacts separating

开关分（闸）过程中，动触头与静触头分离瞬间的运动速度。

注：测试有困难时，常以刚分后 10ms 内的平均值表征。

3.7

合闸速度 closing speed

开关合（闸）过程中，动触头的运动速度。

注：实施时常以某尽量小区段的平均值表征。

3.8

触头刚合速度 speed at instant of contacts touching

开关合（闸）过程中，动触头与静触头接触瞬间的运动速度。

注：测试有困难时，常以刚合前 10ms 内的平均值表征。

3.9

合（闸）位置（开关装置的） closed position (of a switching device)

保证开关装置主回路的预定连续性（通电）的位置。

3.10

分（闸）位置（开关装置的） open position (of a switching device)

保证开关装置主回路中分闸的触头间具有预定（电气）间隙的位置。

3.11

合（闸）时间 closing time

从接到合（闸）指令瞬间起到所有极触头都接触瞬间的时间间隔。

注 1：合（闸）时间包括开关合闸所必需的并与开关组成一整体的任何辅助设备的动作时间。

注 2：对装有并联电阻的断路器，需把与并联电阻串联的触头都接触瞬间前的合闸时间和主触头都接触瞬间前的合（闸）时间作出区别。

除非另有说明，合（闸）时间就是指直到主触头都接触瞬间的时间。

3.12

分-合时间（自动重合时） open-close time (during auto-reclosing)

重合操作时，从所有极的弧触头都分离瞬间起到所有极各弧触头都重新接触瞬间的时间间隔。

3.13

无电流时间（自动重合时） dead time (during auto-reclosing)

自动重合闸中，开关分操作时，从各极均熄弧起到随后重新合时任意一极首先通过电流时的时间间隔。

注 1：对装有并联电阻的断路器，需对下列情况作出区别：

即不包括从主电弧熄灭瞬间起到电阻电流电弧熄灭瞬间的时间间隔，也不包括从建立电阻电流瞬间起到建立全电流瞬间的时间间隔的无电流时间。

包括上述一种或两种时间间隔的无电流时间。

注 2: 无电流时间可以由于预击穿时间和燃弧时间的变化而不同。

3.14

重合闸时间 reclosing time

重合闸操作中, 从接到分闸指令瞬间起到所有极的动静触头都重新接触瞬间的时间间隔。

3.15

合-分时间: 金属短接时间 close-open time

在合-分操作中, 从所有极各触头都接触瞬间起到随后的分操作时在所有极中弧触头都分离瞬间的时间间隔。

注: 除非另有说明, 即认为与开关装在一起的分闸脱扣器是在首合极中各触头都接触瞬间通电。这种情况下的分-合时间是最短的合-分时间。

3.16

分闸时间 (开关的) opening time (of a switching device)

从开关分闸操作起始瞬间 (即接到分闸指令瞬间) 起到所有极的触头分离瞬间的时间间隔。

注: 对装有并联电阻的断路器, 需把直到弧触头都分离瞬间的分闸时间和直到带并联电阻的串联触头都分离瞬间的分闸时间作出区别。除非另有说明, 分闸时间就是指直到主触头都分离瞬间的时间。

3.17

开关合 (闸) 同期性 closing-simultaneity of the switching device

开关合时各极间及 (或) 同一极各断口间的触头接触瞬间的最大时间差异。

3.18

开关分 (闸) 同期性 opening-simultaneity of the switching device

开关分时各极间及 (或) 同一极各断口间的触头分离瞬间的最大时间差异。

3.19

时间-电流特性 time-current characteristic

在规定操作条件下, 表示时间 (例如动作时间) 作为预期电流的函数的曲线。

3.20

弹跳次数 springing times

开关动触头与静触头在分 (合) 闸操作中, 分开 (合上) 的次数。

3.21

弹跳时间 springing time

开关动触头与静触头在分 (合) 闸操作中, 从第一次分开 (合上) 开始到最后稳定地分开 (合上) 为止的时间。

3.22

分 (合) 闸平均速度 open (close) average speed

开关分 (合) 闸操作中, 动触头在整个运动中的行程与时间的比值。

注: 对于装有分闸缓冲的真空断路器, 分闸平均速度是指开关分闸操作中, 动触头在被缓冲前的行程中与该段行程中所用时间的比值。

4 产品分类

4.1 分类

产品分为二种形式、四类。

a) 单项目测试形式, 共三类:

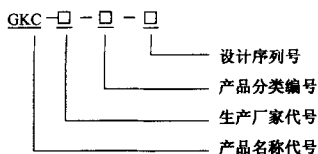
I 类为油断路器测试;

II 类为真空断路器测试;

III类为 SF₆ 断路器测试。

b) 全性能测试形式：IV类为综合（以上三种断路器）功能测试。

4.2 型号命名



注：产品分类编号为 4.1 列出的四种类型。

5 功能特性

5.1 测量项目

测试仪应能进行如下项目的测量：

- a) 分、合闸时间；
- b) 开关分、合闸同期性；
- c) 弹跳次数（适用于真空断路器）；
- d) 弹跳时间；
- e) 平均分、合闸速度；
- f) 刚分、刚合速度；
- g) 最大分、合闸速度；
- h) 开距；
- i) 超程；
- j) 总行程。

5.2 显示

显示方式应保证直观的实时显示测量结果。

5.3 其他

测试仪配套附件，如传感器、卡具、连接导杆等应有清楚的安装说明。如有特殊要求，订货时生产厂与用户协商解决。

6 技术要求

6.1 技术参数

仪器的测量时间、测量行程和测量速度应满足如下要求：

- a) 测量时间：不小于断路器分、合闸时间，分辨率为 0.01ms；
- b) 测量行程：由不同传感器确定（不小于开关行程的 120%）；
- c) 测量速度：真空断路器不小于 2m/s，非真空断路器不小于 15m/s。

6.2 误差

仪器的测量误差应满足如下要求。

- a) 时间测量误差：
 - 1) 200ms 以内为 $\pm 0.1\text{ms} + 1$ 个字；
 - 2) 200ms 以上为 $\pm 2\%$ 。
- b) 同期性时间测量误差：测试仪同期性时间不大于 $\pm 0.1\text{ms}$ 。
- c) 行程测量误差：

- 1) 对于真空断路器为 $\pm 0.5\text{mm}$;
- 2) 对于非真空断路器为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- d) 速度测量误差:
 - 1) $0\sim 2\text{m/s}$ 以内为 $\pm 0.1\text{m/s}$;
 - 2) 2m/s 以上为 $\pm 0.2\text{m/s}$ 。

注: 速度误差计算见 7.3.3 的式 (4) 和式 (6)。

6.3 使用环境条件

- a) 供电电源: $\text{AC} 220\text{V} \pm 22\text{V}$; $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。
- b) 温度: $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 。
- c) 相对湿度: $\leq 85\%$ 。

6.4 外观要求

仪器表面应光洁平整, 不应有凹、凸痕及划伤、裂缝、变形现象。涂层不应起泡、脱落。字迹应清晰、明了。金属零件不应有锈蚀及机械损伤, 接插件牢固可靠, 开关、按钮均应动作灵活。仪器应有明显的接地标识。

仪器附件应完备, 传感器附件应有安装说明。

6.5 环境适应性

测试仪工作和储存环境应满足 GB/T6587.1—1986 中 II 组的要求。

6.6 安全要求

6.6.1 绝缘电阻

测试仪电源部分和机壳之间的绝缘电阻应不小于 $2\text{M}\Omega$ 。

6.6.2 介电强度

测试仪电源部分和机壳之间应承受工频 1.5kV 电压, 历时 1min , 无飞弧和击穿现象。

6.7 可靠性

测试仪的平均无故障时间 (MTBF) 为 1500h 。

7 试验方法

7.1 试验环境

除环境试验外, 试验均应在下述环境条件中进行:

- a) 供电电源: $\text{AC } 220\text{V} \pm 22\text{V}$, $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$;
- b) 环境温度: $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$;
- c) 相对湿度: $65\% \pm 15\%$ 。

7.2 外观检查

用目测手感法检查外观, 结果应满足 6.4 的规定。

7.3 性能试验

7.3.1 试验用设备

试验使用设备如下:

- a) 2 台毫秒仪, 准确度 0.01 级;
- b) 1 台可调延时多路模拟开关, 准确度: 0.1ms ;
- c) 1 台稳压电源: 输出电压 $\text{DC } 0\text{V} \sim 20\text{V}$ 连续可调;
- d) 1 台交流净化电源: $\text{AC } 250\text{V} \pm 15\text{V}$ 连续可调, 准确度 2.5 级;
- e) 1 根长度计: 准确度 0.05mm ;
- f) 1 块 500V 兆欧表;
- g) 1 台能产生 2kV 工频电压的试验装置。

7.3.2 时间测量试验

7.3.2.1 合、分闸时间测量试验

用可调延时多路模拟开关模拟分、合闸动作（试验接线见图1），将 a_0 、 b_0 、 c_0 、 d_0 分别接入被测仪器信号输入端 A、B、C、D（通道端口），将 a、b、c、d 连起来接入被测仪器公共端（COM），并按图示接好毫秒仪。合上电源开关 K，进行测量试验（可单通道、多通道同时测量）。分别记录毫秒仪示值 t_0 和被测仪器示值 t_x ，按式（1）及式（2）计算误差：

$$200\text{ms 以内} \quad \text{测量误差 } \Delta t_1 = t_x - t_0 \quad (1)$$

$$200\text{ms 以上} \quad \text{测量误差 } \Delta t_2 = \frac{t_x - t_0}{t_0} \times 100\% \quad (2)$$

结果应满足本部分第 6.2 的规定。

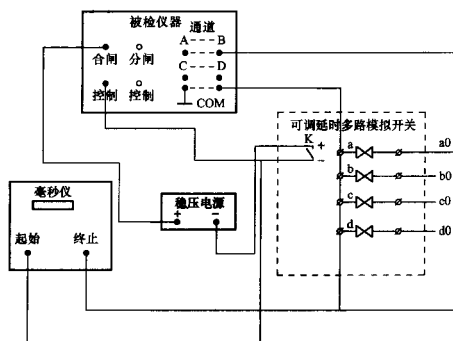


图1 合闸时间测量

注：分闸时间测量接线时，被测仪器处于分闸接线方式。方法同合闸时间试验，误差计算相同。

7.3.2.2 重合闸时间测量试验

重合闸测量主要根据设定的分、合闸延时来控制开关的分、合动作，测得开关动、静触头的分合时间，单通道或多通道可同时测量，测试方法同 7.3.2.1，结果应满足 6.2 的规定。

7.3.2.3 同期性时间测量试验

用双路模拟开关分别接入被测仪器，毫秒仪同时监视 2 路模拟开关的开关动作时间 t_{01} 、 t_{02} ，记录出被测仪器同期时间示值 t_x ，按式（3）计算测量误差

$$\Delta t = t_x - |t_{01} - t_{02}| \quad (3)$$

结果应满足 6.2 的规定。

7.3.3 行程的测量试验和速度的测量试验

设定一段已知行程 S_0 ，并记录被测仪器传感器通过这段行程的时间 t_0 ，按式（4）计算出速度 v_0

$$v_0 = \frac{S_0}{t_0} \quad (4)$$

同时观察测试仪行程示值 s_x 和速度示值 v_x ，按式（5）和式（6）分别计算行程误差 Δs 和速度误差

Δv

$$\Delta s = s_x - s_0 \quad (5)$$

$$\Delta v = v_x - v_0 \quad (6)$$

结果应满足本部分 6.2 的规定。

7.4 供电电源适应性试验

将电源输出的频率保持在 50Hz，电压分别置于 198V、242V 及电源电压保持 220V，电源频率分别置于 49Hz 和 51Hz，按 GB/T 6587.8 的要求进行。

7.5 环境适应性试验

- a) 温度试验按 GB/T 6587.2—1986 中 II 组方法进行；
- b) 湿度试验按 GB/T 6587.3—1986 中 II 组方法进行；
- c) 振动试验按 GB/T 6587.4—1986 中 II 组方法进行；
- d) 冲击试验按 GB/T 6587.5—1986 中 II 组方法进行。

结果应满足本部分第 6.5 的规定。

7.6 安全要求试验

按 GB 4793.1—1995 中基本绝缘电子测量仪器的要求，试验结果应满足本部分第 6.6 的规定。

7.7 可靠性要求试验

按 GB/T 11463—1989 中定时定数截尾中 1-1 号和序贯试验 2-2 号方案进行，试验结果应满足 6.7 的规定。

8 试验规则

8.1 合格判定及抽样方法

按 GB/T 6593 中的规定进行。

8.2 试验分类

测试仪的试验分型式试验和常规试验、出厂试验三种，试验项目见表 1。

表 1 试验项目

试验项目	技术要求条款	试验方法条款	型式试验	出厂试验	常规试验
外观检查	见 6.4	见 7.2	√	√	√
性能试验	见 6.1、6.2	见 7.3	√	√	√
供电电源适应性试验	见 6.3	见 7.4	√		√
环境适应性试验	见 6.5	见 7.5	√		
安全要求试验	见 6.6	见 7.6	√	√	√
可靠性要求试验	见 6.7	见 7.7	√		

注：表中“√”表示需做的试验项目。

8.3 出厂试验

出厂试验应按本部分表 1 中规定的项目逐台进行。

8.4 常规试验

常规试验是客户有要求时（在使用过程中），根据本部分表 1 的规定进行的。

8.5 型式试验

型式试验在下列情况下进行：

- a) 新产品鉴定投产前；

- b) 停产半年后恢复生产或转产时;
 - c) 测试仪的设计、工艺或所用材料有重大变更时;
 - b) 法定产品质量监督部门认为需要时。
- 型式检验的样品不得少于 2 台。

9 标志、包装、运输、储存

9.1 标志

在仪器醒目的地方应有铭牌，其内容一般包括：

- a) 生产厂家、厂址;
- b) 仪器名称、型号;
- c) 计量器具制造许可证编号;
- d) 产品编号;
- e) 出厂年月;
- f) 产品执行的标准号。

9.2 包装

包装箱内应附有关配件、产品合格证、质检证书、使用说明书、装箱清单。包装箱应满足防潮、防尘、防振的要求。外包装箱上应有“小心轻放”、“怕湿”、“向上”等标志，标志应满足 GB 191 的规定。

9.3 运输

运输过程中应置于干燥的车箱、仓库中，注意防雨、防机械损伤并避免与腐蚀性物质混运。

9.4 储存

存放产品的库房环境温度应为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于 80%，室内应干净，无强烈的机械冲击和振动。产品应平放，不应与腐蚀性物质混储。

参 考 文 献

- | | |
|------------------|--|
| GB 1984—1989 | 交流高压断路器 |
| GB/T 3309—1989 | 高压开关设备常温下的机械试验 |
| GB/T 11022—1999 | 高压开关设备和控制设备的共同技术要求 EQC IEC 60694: 1996 |
| JB 3855—1996 | 3.6~40.5kV 户内交流高压真空断路器 |
| JJG 601—1989 | 电子毫秒仪检定仪和毫秒检定仪（试行） |
| JJG（机械 140—1993） | 高压开关机械特性测试仪 |
-



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 846.4 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 4 部分: 局部放电测量仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 4: partial discharge detector

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	52
1 范围	53
2 规范性引用文件	53
3 术语和定义	53
4 产品分类与型号	54
5 技术要求	54
6 试验方法	55
7 检验规则	60
8 标志、包装、储运	61

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 4 部分。

本部分在编写过程中，考虑了国内外局部放电测量仪的类型多种多样，规定了相应的技术条件和试验方法。

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、山东电力研究院、扬州新亚高电压测试设备厂。

本部分的主要起草人：罗先中、刘民、伍志荣、蔡崇积、陈宏元、聂德鑫。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第4部分：局部放电测量仪

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了局部放电测量仪（符合 GB/T 7354 规定、采用脉冲电流法的局部放电测量仪器，有采用示波屏的模拟式和采用数字技术的数字式两种类型）的功能特性、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、储运方法。

本部分适用于局部放电测量仪的生产制造、检验、验收和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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 3100 国际单位制及其应用 EQV ISO 1000: 1992

GB 3101 有关量、单位和符号的一般原则 EQV ISO 31/0: 1992

GB/T 4793.1—1995 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 IEC 61010-1: 1990

GB/T 6593 电子测量仪器质量检验规则

GB/T 7354 局部放电测量

3 术语和定义

GB/T 7354 确立的以及下列术语适用于 DL/T 846 的本部分。

3.1

局部放电测量仪的脉冲响应 **pulse response of partial discharge detector**

局部放电测量仪的测量回路被注入校准脉冲信号时，其对应的脉冲输出显示。该显示可以是在有刻度的屏幕上显示的脉冲波高度，也可以是在其他指示装置上对应的读数。

3.2

校准脉冲发生器 **calibrated pulse generator**

能产生已知电荷 q_0 的短电流脉冲的脉冲发生器。

3.3

调谐电容 C_r **resonance capacitance C_r**

调谐型测量阻抗的输入端等效电容。当调谐电容值落在测量阻抗标称调谐电容范围内时，可以使测量灵敏度接近最高。

3.4

测量灵敏度 q_d **detectable sensitivity q_d**

局部放电测量仪对一定的测量回路，以一定的信噪比（通常取信噪比 $S/N=2$ ）所能测量到的最小视在电荷量。

3.5

双脉冲发生器 twin-pulse generator

可以产生时延可调节、幅值相同的双校准脉冲的脉冲发生器。

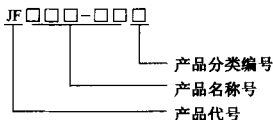
4 产品分类与型号

4.1 产品分类

产品分为两类：

- a) 模拟式局部放电测量仪，其分类编号为“1”；
- b) 数字式局部放电测量仪，其分类编号为“2”。

4.2 型号命名



注：产品分类编号见 4.1。

5 技术要求

5.1 一般要求

局部放电测量仪应按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

局部放电测量仪的额定使用条件如表 1 所示。在该条件下，局部放电测量仪应能正常工作。

表 1 局部放电测量仪的额定使用条件

条 件	范 围
环境温度 ℃	5~40
相对湿度 %	不大于 80
电源电压 V	220 (1±10%)
电源频率 Hz	50 (1±5%)

5.2 外观质量

局部放电测量仪机箱外壳应无明显缺陷，电镀、氧化层、漆层等涂层良好，不应有起层、剥落现象。外壳应无锐口、尖角等。

面板上各种量与单位的文字符号应符合 GB3100 及 GB3101 的要求，印刷或刻字应清晰，且不易被擦掉。

应具有与机壳可靠连接的单独的接地端子。

5.3 示波屏显示特性

调节聚焦旋钮应能使示波屏上时基扫描线及脉冲信号清晰可辨。

调节亮度旋钮应能使示波屏上时基扫描线及脉冲信号有足够的亮度（在正常使用情况下易于观察）。

本条规定仅针对模拟式局部放电测量仪。

5.4 系统软件

系统软件应能正常启动，所有功能模块应能正确无误的运行，并符合产品说明书中的规定。
本条规定仅针对数字式局部放电测量仪。

5.5 频带与截止频率

局部放电测量仪的频带与截止频率和产品说明书中的规定值之间的误差 Δf 不应超过 $\pm 10\%$ 。

5.6 视在电荷量 q 的测量基本误差

线性度误差 δ_1 应不大于 $\pm 10\%$ 。

对正负脉冲响应的不对称度误差 δ_2 应不大于 $\pm 10\%$ 。

量程换档误差 δ_3 应不大于 $\pm 10\%$ 。

低重复率脉冲响应误差 δ_4 应不大于 $\pm 10\%$ 。

5.7 脉冲分辨时间

局部放电测量仪的脉冲分辨时间不应超过 100 μ s。在有关技术文件中应提供此数据。

5.8 脉冲重复率 n

局部放电测量仪的脉冲重复率测量误差 δ_5 应不大于 $\pm 10\%$ 。

本条规定仅针对有此测量功能的局部放电测量仪。

5.9 测量灵敏度 q_0

局部放电测量仪的有关技术文件中应提供仪器自噪声水平及对特定试品电容量所能达到的测量灵敏度值。

5.10 测量阻抗

a) 技术文件中应标明其最大允许工作电流。测量阻抗在通以该电流时连续工作 1h 应无任何损坏。

b) 应有过电压保护装置，能承受雷电标准冲击电压 100V 而不损坏。

5.11 稳定性

局部放电测量仪连续工作 8h 后，注入恒定幅值的校准脉冲信号时，其脉冲响应值的变化应不超过 $\pm 3\%$ 。

5.12 校准脉冲发生器

a) 校准脉冲电压波形的上升时间 t_r 应不大于 0.1 μ s，下降时间 t_f 应不小于 100 μ s。

b) 校准电荷量允许误差 δ_6 为 $\pm 10\%$ 。

c) 校准脉冲发生器的内阻应不大于 100 Ω （对应 100pF 的校准电容）。

5.13 安全要求

a) 局部放电测量仪应满足 GB 4793.1—1995 规定中 I 类仪器的要求。

b) 局部放电测量仪的电源变压器一次侧与仪器主接地极间的绝缘电阻应不小于 2M Ω ，并能耐受 1.5kV 工频电压 1min，不应飞弧和击穿。

5.14 机械强度

局部放电测量仪应具有足够的机械强度，应能承受跌落试验和冲击锤试验而无损伤。

6 试验方法

6.1 试验的环境条件

参见表 1 所示局部放电测量仪的额定使用条件，同时应有良好电磁屏蔽环境。

6.2 外观质量的检验

用目测和手试法。试验结果应符合 5.2 的规定。

6.3 示波屏显示特性的检验

调整相应控制旋钮，用目测法检查。试验结果应符合 5.3 的规定。

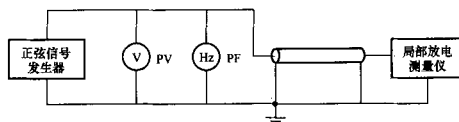
6.4 系统软件的检验

启动系统, 调用所有功能模块运行, 用目测法检查。试验结果应符合 5.4 的规定。

6.5 频带与截止频率的测试

6.5.1 频带测试接线图

频带测试接线如图 1 所示。



PV—高频电压表; PF—频率计

图 1 局部放电测量仪频带测试接线图

6.5.2 测试步骤

将正弦信号发生器输出信号幅值调至适当大小并维持不变, 在局部放电测量仪技术文件中给出的上下截止频率之间改变正弦波的频率, 找出待测仪器输出信号基本恒定区域中的峰值频率 f_c , 以此为基准频率。对于有中心频率示值的局部放电测量仪, f_c 的误差应满足 5.5 的要求。

调整频率为 f_c 的正弦波的幅值, 保证被测仪器的放大部分处于正常工作状态, 记录仪器的显示读数, 并以此作为归一化的基准。

降低正弦波信号的频率, 并保证其电压幅值不变, 找出被测仪器归一化输出降到 0.707 时的频率点 (对宽带仪器为 -3dB 点), 此点即为实测的下限截止频率。升高正弦波信号的频率, 同法找出实测的上限截止频率。

计算上、下限截止频率的误差:

$$\Delta f = [(f - f_B) / f] \times 100\% \quad (1)$$

式中:

f ——被检仪器实测截止频率, Hz;

f_B ——被检仪器标称截止频率, Hz。

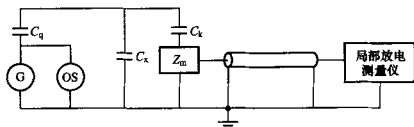
此项误差应符合 5.5 的规定。

对多频带局部放电测量仪的每一截止频率点都应进行测试。对中心频率可调的局部放电测量仪至少应在可调范围内的三点进行测试。

6.6 视在电荷量线性度误差的测试

6.6.1 测试接线图

测试接线图如图 2。应按仪器生产厂提供的技术参数、结合 C_k 和 C_x 的值选择测量阻抗 Z_m 和校准电容 C_q 。



G—校准脉冲发生器或双脉冲发生器; OS—示波器; Z_m —测量阻抗

图 2 局部放电测量仪线性度测试接线图

6.6.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于待测档。

改变校准脉冲发生器输出电压幅值 U ，使被测仪器的读数从 20% 升到满度值，按等间隔取 5 点记录 U 与读数 D_{pd} 。

按 $K_i = U \cdot C_q / D_{pd}$ 计算仪器每一刻度线的刻度因素 K_i 。

线性度误差：

$$\delta_L = [(K_m - K_i) / K_m] \times 100\% \quad (2)$$

式中：

K_m ——被检仪器标称刻度因素。

此项误差应符合 5.6 的规定。

局部放电测量仪的每档均应进行测试。

6.7 正负脉冲响应不对称度误差的测试

6.7.1 测试接线图

测试接线图如图 2 所示。

6.7.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档，使校准脉冲发生器输出正脉冲，改变输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值的 50% 附近，记下此时被测仪器的读数 D_+ 。再使校准脉冲发生器输出负脉冲并保持输出电压幅值与正脉冲时相同，记下此时被测仪器的读数 D_- 。

正负脉冲响应不对称度误差：

$$\delta_s = [(D_+ - D_-) / (D_+ + D_-)] \times 100\% \times 2 \quad (3)$$

此项误差应符合 5.6 的规定。

6.8 量程换档误差的测试

6.8.1 测试接线图

测试接线图如图 2 所示。

6.8.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档。

改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D_{hi} 。

将量程开关向灵敏度较低方向变换一档，校准脉冲发生器输出电压幅值增大到 A 倍 (A 为换档倍率)，记下此时被测仪器的读数 D_{li} 。

量程换档误差：

$$\delta_i = [(D_{li} - D_{hi}) / D_{li}] \times 100\% \quad (4)$$

此项误差应符合 5.6 的规定。

局部放电测量仪的每档均应进行测试。

6.9 低重复率脉冲响应误差的测试

6.9.1 测试接线图

测试接线图如图 2 所示。

6.9.2 测试步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于待测档。

调节校准脉冲发生器输出脉冲频率为 1kHz，改变输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D_{1k} 。保持校准脉冲发生器输出电压幅值不变，降低输出脉冲频率至 50Hz，记下此时被测仪器的读数 D_{50} 。

低重复率脉冲响应误差：

$$\delta_0 = [(D_{1k} - D_{50}) / D_{1k}] \times 100\% \quad (5)$$

此项误差应符合 5.6 的规定。

6.10 脉冲分辨时间的测试

6.10.1 测试接线图

测试接线图如图 2 所示。

6.10.2 测试步骤

被测局部放电测量仪放大器置于最宽频带，量程开关置于合适档。

双脉冲发生器脉冲时间间隔 Δt 置于 $200\mu\text{s}$ ，保持双脉冲发生器输出电压幅值不变，调节细调档使被测仪器的读数在满度值附近，记下此时被测仪器的读数 D 。

保持双脉冲发生器输出电压幅值不变，减小 Δt 寻找被测仪器的读数变化为 $D \pm 10\%$ 的点，此时的 Δt 即为被测局部放电测量仪的脉冲分辨时间。

测试结果应符合 5.7 的规定。

6.11 脉冲重复率的测试

6.11.1 测量接线图

测量接线图见图 2 所示。

6.11.2 测量步骤

改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使被测仪器的读数在满度值附近，调节脉冲重复率，使被测仪器放电重复率指示读数在满度值附近，记下此时被测仪器重复率的读数 n_x 和实际的重复率 n 。

脉冲重复率的测量误差：

$$\delta_g = [(n - n_x) / n] \times 100\% \quad (6)$$

此项误差应符合 5.8 的规定。

6.12 测量灵敏度的测试

6.12.1 测量接线图

测量接线图见图 2。

6.12.2 测量步骤

被测局部放电测量仪量程开关置于最高灵敏度档，细调档置于增益最高位置，放大器频带置于最宽频带。改变校准脉冲发生器输出电压幅值，使待测仪器输出显示的脉冲高度为基线噪声的 2 倍。记下此时校准脉冲发生器的输出电压幅值 U_q 。

测量灵敏度： $q_g = U_q \cdot C_q$

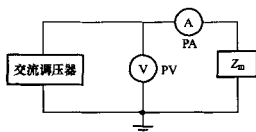
此项指标应符合 5.9 的规定。

局部放电测量仪的每一使用的测量阻抗都应测试。图 2 中的 C_k 、 C_x 、 C_q 应根据测量阻抗的不同而重新选择，测量回路应有良好屏蔽。

6.13 测量阻抗的测试

6.13.1 测量阻抗通流能力的测试

测试接线图见图 3。调节交流调压器使通过测量阻抗的工频电流达到额定电流，并持续 1h 后应仍能正常工作，无异味、冒烟等异常现象。



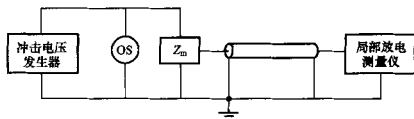
PV—交流电压表；PA—交流电流表； Z_m —测量阻抗

图 3 测量阻抗通流能力测试接线图

6.13.2 测量阻抗过电压保护性能的测试

测试接线图见图 4。

冲击电压发生器产生幅值为 100V 的雷电标准冲击电压一次，过 10s 后再加一次。之后，被测测量阻抗和局部放电测量仪都应能正常工作。



OS—示波器； Z_m —测量阻抗

图 4 测量阻抗过电压保护性能测试接线图

6.14 稳定性测试

测试接线图见图 2。

将局部放电测量仪开机连续工作 8h，注入恒定幅值的校准脉冲信号，记下其刚开机和连续工作 8h 后的脉冲响应值。

此项指标应符合 5.11 的规定。

6.15 校准脉冲发生器的测试

6.15.1 校准脉冲电压波形的测试

用频带不小于 100MHz 的示波器测量，其示波器输入阻抗应足够高（不小于 $10M\Omega$ ），并应测量校准脉冲发生器的校准电容前的电压波形。

由示波器上读取校准脉冲电压波形的上升时间 t_r （取 10% 至 90% 幅值的时间）和下降时间 t_f 。

此项指标应符合 5.12 的规定。

对校准脉冲发生器的每一个电压档都应测试其电压波形。

6.15.2 校准电荷量的测试

用频带不小于 100MHz 的示波器测量校准脉冲电压幅值，应测量校准脉冲发生器的校准电容前的电压幅值；用电容表或电容电桥测量校准电容值，应断开校准电容的所有外连接后再进行测量。

由示波器上读取校准脉冲电压的幅值 U_q 。用电容表读取校准电容值 C_q 。

校准电荷量的测量误差：

$$\delta_q = [(U \cdot C - U_q \cdot C_q) / (U \cdot C)] \times 100\% \quad (7)$$

式中：

U ——被检校准脉冲发生器标称电压幅值；

C ——被检校准脉冲发生器标称电容值。

此项误差应符合 5.12 的规定。

对校准脉冲发生器的每一个电压档、电容档都应进行测试，并按式（7）计算校准电荷量的测量误差。

6.15.3 校准脉冲发生器内阻的测试

测试接线图见图 5。

断开图 5 中开关 S，将被检校准脉冲发生器输出脉冲通过电容 C 接到示波器输入端，读出示波器显示的电压波形的峰值 U_p 。将开关 S 合上，调节可变电阻器 R_w 使示波器显示的电压波形的峰值降为 $U_p/2$ ，则此时可变电阻器 R_w 的值即为校准脉冲发生器内阻值。

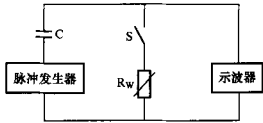


图 5 校准脉冲发生器内阻测试接线图

此项误差应符合 5.12 的规定。

6.16 安全要求

6.16.1 绝缘电阻

用输出电压 1000V 的兆欧表，测试局部放电测量仪的主电源对接地端的绝缘电阻。此项指标应符合 5.13 的规定。

6.16.2 耐压测试

应参照 GB4793.1 的有关规定，施加 1.5kV 工频电压进行试验，试验结果应满足 5.13 的规定。

将局部放电测量仪放置在平整坚硬的平面上，以待测仪器的每一边为轴，把对应的一边抬高到距试验平面 200mm 的高度或成 30° 夹角（取较不严格的条件），然后让仪器自由跌落在试验平面上。每边一次，共做四次。试验结果应满足 5.14 的规定。

冲击锤试验应参照 GB4793.1 的有关规定进行试验，试验结果应满足 5.14 的规定。

7 检验规则

7.1 型式试验

在下列情况下需进行型式试验：

- a) 新设计的仪器在产品鉴定投产前；
- b) 设计、工艺或主要元器件、材料的变更可能影响仪器性能时；
- c) 停产一年的仪器再次投入生产时；
- d) 连续生产的仪器每三年需进行一次；
- e) 法定产品质量监督部门认为需要时。

型式试验的项目和检验方法按表 2 的规定进行。

7.2 出厂例行试验

由局部放电测量仪的制造厂质检部门对生产的每一台仪器进行检验。

出厂例行试验的项目和检验方法按表 2 的规定进行。

7.3 合格判定

按 GB/T6593 的要求来进行合格判定。

表 2 局部放电测量仪试验的项目和检验方法

序号	试验项目	本标准条款		型式试验	出厂例行试验
		技术要求	试验方法		
1	外观质量	5.2	6.2	√	√
2	示波屏显示特性	5.3	6.3	√	√
3	系统软件	5.4	6.4	√	√
4	频带与截止频率	5.5	6.5	√	√
5	测量基本误差	5.6	6.6~6.9	√	√

表 2 (续)

序号	试验项目	本标准条款		型式试验	出厂例行试验
		技术要求	试验方法		
6	脉冲分辨时间	5.7	6.10	√	
7	脉冲重复率	5.8	6.11	√	
8	测量灵敏度	5.9	6.12	√	√
9	测量阻抗通流能力	5.10a)	6.13.1	√	√
10	测量阻抗过电压保护性能	5.10b)	6.13.2	√	
11	稳定性	5.11	6.14	√	√
12	校准脉冲发生器	5.12	6.15	√	√
13	安全要求	5.13	6.16	√	
14	机械强度	5.14	6.17	√	

8 标志、包装、储运

8.1 标志

局部放电测量仪醒目位置应标明以下内容：

- 产品名称、型号；
- 制造厂名称和地址；
- 出厂编号和生产日期。

8.2 包装

局部放电测量仪包装箱内应配件齐全，并附有下列文件：

- 产品合格证和出厂报告；
- 装箱交货清单；
- 使用说明书。

包装箱应符合防潮、防尘、防振的要求。

外包装箱上应有“小心轻放”、“怕湿”、“向上”等标志，标志应符合 GB191 的规定。

8.3 储运

运输储存过程中应置于干燥的车箱、仓库中，并注意防雨、防机械损伤。

存放产品的库房环境温度应为 0℃~40℃，相对湿度小于 80%，应清洁，无酸碱等腐蚀性气体，无强烈的机械冲击和振动，产品应平放。

ICS 27.100

F 24

备案号: 13578-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.5 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 5 部分: 六氟化硫微量水分仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 5: analyzer for trace moisture in SF₆ gas

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	66
1 范围	67
2 规范性引用文件	67
3 产品分类	67
4 要求	68
5 试验方法	69
6 检验规则	71
7 标志、标签、使用说明书	72
8 包装、运输、储存	72
附录 A (资料性附录) 测量原理及仪器选择参考	73

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 5 部分。

本部分在研究相关国家标准、行业标准的基础上，结合电力行业使用经验和国内外厂家的产品技术条件，对六氟化硫微量水分仪的技术要求作出了规定，以期规范六氟化硫微量水分仪的生产和使用。

本部分的附录 A 是资料性附录。

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。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：成都仪器厂。

本部分起草人：林浩、蔡崇积、林毓果。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第5部分：六氟化硫微量水分仪

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了微量水分仪（以下简称微水仪）的要求、试验方法、试验规则和标志、标签、使用说明书、包装、运输、储存。

本部分适用于六氟化硫新气、交接及运行电气设备中六氟化硫所含微量水分的测定，也可适用于其他气体中微量水分的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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/T 5048 防潮包装
GB/T 5832.2—1986 气体中微量水分的测定 露点法
GB/T 6388 运输包装收发货标志
GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲
GB/T 6587.2 电子测量仪器 温度试验
GB/T 6587.3 电子测量仪器 湿度试验
GB/T 6587.4 电子测量仪器 振动试验
GB/T 6587.5 电子测量仪器 冲击试验
GB/T 6587.6 电子测量仪器 运输试验
GB/T 6587.7 电子测量仪器基本安全试验
GB/T 6593 电子测量仪器质量检验规则
GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则
GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验
JB/T 9356—1999 电解湿度计 通用技术条件

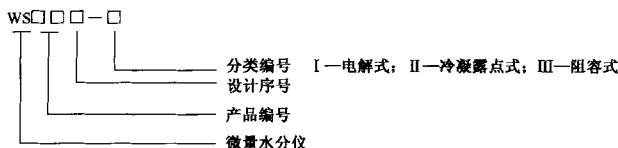
3 产品分类

3.1 结构类型

微水仪按工作原理可分为电解式、冷凝露点式和阻容式。

3.2 型号

微水仪型号示例如下：



4 要求

4.1 一般要求

微水仪的技术性能应符合本部分的要求，并按规定程序批准的设计图样及技术文件制造。微水仪在下列条件下应能正常工作：

- 环境温度：0℃～40℃；
- 相对湿度：≤85%；
- 供电电源：交流 220×(1±10%) V，频率 50(1±2%) Hz，或采用内置电池。

4.2 外观要求

微水仪外壳表面无凸凹伤痕，涂层色泽均匀，不得有明显的损伤、起泡、露底、锈蚀等现象，铭牌清晰、技术文件齐全、附件完整。

微水仪的开关、旋钮、按键、紧固件等应安装牢固，定位准确、调节灵活；其仪表刻度或数字显示应清晰；应有明显的接地标识。

4.3 测量范围

- 电解式微水仪的测量范围应为 0μL/L～1000μL/L；
- 凝露点式微水仪和阻容式微水仪的测量范围应为-60℃～10℃。

4.4 安全要求

4.4.1 绝缘电阻

在满足微水仪的正常工作条件下，微水仪电源进线和机壳之间的绝缘电阻不小于 2MΩ。

4.4.2 绝缘强度

微水仪的电源输入端与机壳之间应能承受 1500V、50Hz 交流电压，历时 1min 无飞弧和击穿。

4.4.3 泄漏电流

微水仪的泄漏电流应满足 GB/T 6587.7—1986 中 3.3 的规定。

4.5 电源电压影响

电源电压在额定电压的±10%以内变化时，微水仪指标值的变化不得超过满量程的±0.5%。

4.6 测量误差

4.6.1 电解式微水仪

电解式微水仪的引用误差应满足：

- 在 0μL/L～30μL/L 的引用误差（含 30μL/L）不大于±10%；
- 在 30μL/L～1000μL/L 的引用误差不大于±5%。

4.6.2 凝露点式微水仪和阻容式微水仪

凝露点式微水仪和阻容式微水仪的测量误差应满足：

- 10℃～-30℃（不含-30℃）时，不大于露点温度±1.5℃；
- 30℃～-50℃（不含-50℃）时，不大于露点温度±2.0℃；
- 50℃～-60℃时，不大于露点温度±3.0℃。

4.7 时间常数

气样含水量变化 30μL/L（含 30μL/L）以上，达到变化量的 63%，上升或下降所需时间均不大于 3min。

4.8 环境条件

应满足 GB/T 6587.1—1986 中 II 组的要求。

4.9 可靠性

微水仪的平均无故障时间应不小于 1500h。

5 试验方法

5.1 试验设备与仪器

试验所需的试验设备、仪器和要求如下：

- a) 500V 兆欧表 1 只；
- b) 能产生 2000V 交流电压的耐压测试仪 1 台；
- c) 泄漏电流测试设备 1 套；
- d) 500VA 调压变压器 1 只；
- e) 交流电压表（精度优于 1%）1 只；
- f) 按 JB/T9365—1999 中的 4.3.1 和 4.4.1a~f 的规定。

5.2 外观检验

根据 4.2 对微水仪外观进行目测检验和手动操作检查。

5.3 安全性的检验

5.3.1 绝缘电阻测量

微水仪处于非工作状态，电源开关置于交流时，用 500V 兆欧表测量微水仪的电源输入端对机壳间的绝缘电阻。

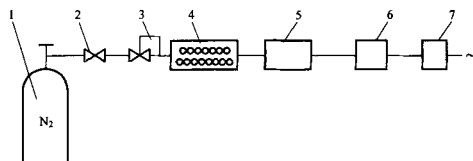
5.3.2 绝缘强度试验

用耐压测试仪在电源输入端对机壳施加 1500V 交流电压、历时 1min。

5.3.3 泄漏电流试验

按 GB/T 6587.7—1986 中 3.3 的规定进行。

5.4 电源电压影响试验



1—氮气瓶；2—减压阀；3—稳流阀；4—干燥器；5—被检仪器；6—交流电压表；7—调压器

图 1 电源电压影响检验设备连接示意图

按图 1 连接气路系统及仪表，在确认减压阀关闭的前提下，先打开微水仪阀门和稳流阀，然后打开钢瓶总阀，再缓慢开启减压阀，同时调节稳流阀，至满足仪器正常工作所需要的流量。待仪器示值稳定后，用调压器使电源电压在额定电压的 $(1 \pm 10\%)$ 改变电压，观察仪器示值的变化。

5.5 测量误差和测量范围的检验

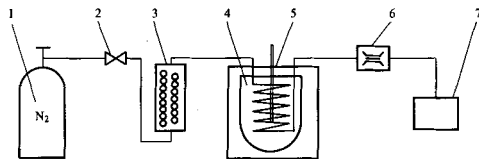
5.5.1 检验条件

室温为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，有关设备及仪器不得受阳光照射或受其他热源影响。

气路连接管道应尽可能短。从发生器出口至仪器入口的连接管长度不大于 2m。所有连接处均应紧固。

5.5.2 检验程序

按图2连接系统，但外渗式水渗透管动态配气装置暂不接入（对内渗式水渗透管动态配气装置则应将恒温槽接入）。



1—氮气瓶；2—减压阀；3—干燥器；4—水渗透管动态配气装置（外渗式）；
5—温度计；6—质量流量计；7—被检仪器

图2 测量误差和测量范围检验设备连接示意图

在确认减压阀关闭的前提下，先打开仪器的流量调节阀，再打开钢瓶总阀，然后缓慢开启减压阀，满足仪器使用说明书规定的流量，同时对仪器通电，以干气吹扫气路系统及仪器，至仪器读数降至使用说明书规定的数值以下，且保持恒定至少10min时，记录此值即为本底值。

将外渗式水渗透管动态配气装置接入系统（对内渗式水渗透管动态配气装置，则将渗透管置入恒温槽中），调节载气流量达计算值，仪器的流量符合说明书的规定，待发生器水分值趋于稳定时，开始记录仪器读数；每隔5min记录一次，当连续两次读数差不大于读数的±0.5%时，即以此值为最终值，同时记录相应标准值。

按从低到高的顺序测试五个点，除本底值一点外，其余四点按量程0μL/L~1000μL/L或露点温度-60℃~10℃均匀分布。

5.5.3 检验结果的计算

检验结果的计算：

$$V_r = V_f - V_0 \quad (1)$$

$$A_s = V_r - V_n \quad (2)$$

$$A_e = \frac{A_s}{V_{tr}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

V_r ——测量值，μL/L；

V_f ——最终值，μL/L；

V_0 ——本底值，μL/L；

A_s ——绝对误差，μL/L；

V_n ——标准值，μL/L；

A_e ——引用误差；

V_{tr} ——满量程，μL/L。

对于以露点温度计量的仪器，应先通过查表将露点温度转换为μL/L值，见GB/T 5832.2—1986，代入式（1）、式（2）计算后再将结果通过查表转换为露点温度值。

5.6 时间常数试验

按JB/T9356—1999中4.4进行。不同型号仪器的供气流量按相应说明书的规定。

5.7 环境试验

环境试验按 GB/T 6587.1—1986 第 II 组要求进行。

5.7.1 温度试验

按 GB/T 6587.2—1986 中第 II 组的方法进行，并满足标准要求。

5.7.2 湿度试验

按 GB/T 6587.3—1986 中第 II 组的方法进行，并满足标准要求。

5.7.3 振动试验

按 GB/T 6587.4—1986 中第 II 组的方法进行，并满足标准要求。

5.7.4 冲击试验

按 GB/T 6587.5—1986 中第 II 组的方法进行，并满足标准要求。

5.7.5 运输试验

按 GB/T 6587.6—1986 中第 II 组的方法进行，并满足标准要求。

5.8 可靠性试验

按 GB/T 11463—1989 中表 1 定时定数截尾试验方案 1-1 的规定进行，并满足标准要求。

6 检验规则

6.1 微水仪检验

项目分为型式检验、出厂检验、常规检验。

6.2 出厂检验

每台产品出厂时，必须进行出厂检验，检验项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 绝缘电阻测量；
- c) 绝缘强度试验；
- d) 泄漏电流试验；
- e) 电源电压影响试验；
- f) 测量误差和测量范围的检验；
- g) 时间常数试验。

6.3 型式检验

型式试验的目的在于考核产品的设计、尺寸、材料及制造等方面的合理性和在本技术条件下的适应性，检验项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 绝缘电阻测量；
- c) 绝缘强度试验；
- d) 泄漏电流试验；
- e) 电源电压影响试验；
- f) 测量误差和测量范围的检验；
- g) 时间常数试验；
- h) 环境试验；
- i) 可靠性试验。

6.4 常规检验

微水仪在使用过程中，每年应进行一次常规检验，以确保其测量准确、可靠，检验项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 绝缘电阻测量；

- c) 绝缘强度试验;
- d) 测量误差和测量范围的检验;
- e) 时间常数试验。

6.5 抽样方法和要求

按 GB/T 6593 中的规定进行。

7 标志、标签、使用说明书

7.1 产品标志

每台微水仪应在明显位置标明下列内容:

- a) 产品名称及型号;
- b) 制造厂名;
- c) 商标图案;
- d) 制造日期及编号。

7.2 包装标志

包装储运的图示标志和运输, 包装收发货标志按 GB 191 和 GB/T 6388 的规定。

7.3 标签

合格证上应标明产品型号、名称、标准编号、检验员、出厂日期等。

7.4 使用说明书

使用说明书编写内容应符合 GB9969.1 的规定。在封底应标明生产厂详细地址。

8 包装、运输、储存

8.1 微水仪的包装应按包装图样及技术文件的规定进行, 其防护类型按 GB/T5048 的规定。

8.2 随同产品提供的文件包括:

- a) 合格证;
- b) 附件、备件清单;
- c) 装箱单;
- d) 产品说明书。

8.3 包装及运输。微水仪在包装完整的条件下, 允许用一般交通工具运输, 仪器在运输过程中, 应防止受到剧烈冲击、倒置、雨淋及暴晒。

8.4 包装及储存。微水仪应原箱存放在温度 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不大于 85% 的室内, 空气中不应有腐蚀性气体。

附 录 A
(资料性附录)
测量原理及仪器选择参考

适用于六氟化硫微量水分测量的可行方法主要有电解法、冷凝露点法、阻容法和重量法。

A.1 电解法

气样中的水分被吸湿剂（通常为五氧化二磷）吸收并被电解为氢和氧，电解电流正比于气体中的水分含量，从而可通过测量电解电流得知气样的水分含量。电解法是微量水分测量中使用最广泛的绝对测量方法之一。测量范围通常为 $0\mu\text{L/L} \sim 1000\mu\text{L/L}$ 。

A.2 冷凝露点法

用等压冷却的方法使被测气样中的水分冷凝出露（霜），此时的温度即为露（霜）点，它是该气样水分含量的度量。露点法也是水分测量的一种绝对测量方法，测量范围通常为 $-75^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ （露点/霜点）。

A.3 阻容法

该方法采用特制的湿敏元件，根据其电阻或电容值随气样水分含量的变化而有规律变化的特性测知气样中的水分含量。这是一种相对测量方法，测量范围可达 $-80^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ （露点/霜点）。

A.4 重量法

重量法是所有水分测量方法中可以获得最高准确度的绝对测量方法，但由于干扰因素多、操作难度大等原因，该法通常只用于进行精密测量及仲裁测量。



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.6 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 6 部分: 六氟化硫气体检漏仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 6: SF₆ gas leak detector

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	78
1 范围	79
2 规范性引用文件	79
3 产品分类	79
4 技术要求	80
5 试验方法	80
6 检验规则	81
7 标志、标签、使用说明书	82
8 包装、运输、储存	83

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》(电力〔2000〕22 号)下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准,本次发布 9 个部分:

- 第 1 部分:高电压分压器测量系统;
- 第 2 部分:冲击电压测量系统;
- 第 3 部分:高压开关综合测试仪;
- 第 4 部分:局部放电测量仪;
- 第 5 部分:六氟化硫微量水分仪;
- 第 6 部分:六氟化硫气体检漏仪;
- 第 7 部分:绝缘油介电强度测试仪;
- 第 8 部分:有载分接开关测试仪;
- 第 9 部分:真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 6 部分。

本部分规定了六氟化硫气体检漏仪的基本技术要求,为制造单位在仪器生产过程中提供技术指导,以规范六氟化硫气体检漏仪在生产过程中的必备条件和质量标准,确保仪器具有可靠的性能。

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。

本部分的起单位:武汉高压研究所。

本部分起草人:姜燕君、蔡崇积。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第6部分：六氟化硫气体检漏仪

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了六氟化硫气体检漏仪（以下简称仪器）的技术要求、试验方法、试验规则以及标志、标签、包装、运输、储存。

本部分适用于六氟化硫气体检漏仪的使用、试验、检验、包装和运输。该仪器是用于六氟化硫气体绝缘电器的制造以及现场维护的专用仪器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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。

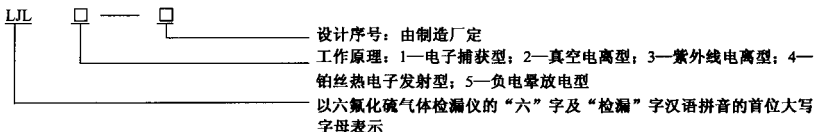
GB191 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997
 GB/T 5048 防潮包装
 GB/T6388 运输包装收发货标志
 GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲
 GB/T6587.2 电子测量仪器 温度试验
 GB/T6587.3 电子测量仪器 湿度试验
 GB/T6587.4 电子测量仪器 振动试验
 GB/T6587.5 电子测量仪器 冲击试验
 GB/T6587.6 电子测量仪器 运输试验
 GB/T 6593 电子测量仪器质量检验规则
 GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则
 GB/T 11463 电子测量仪器可靠性试验
 JJG 914 六氟化硫检漏仪检定规程

3 产品分类

3.1 结构型式

仪器按工作原理确定结构型式。

3.2 型号



4 技术要求

4.1 使用条件

环境温度： $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

环境湿度：不大于 90%。

供电电源： $220\text{V}\pm 22\text{V}$ ； $50\text{Hz}\pm 1\text{Hz}$ 。

4.2 外观要求

外观良好，仪器完整，仪器名称、型号、制造厂名称、出厂时间、编号等应齐全、清晰。附件齐全，并附有制造厂的使用说明书。

仪器连接可靠，各旋钮应能正常调节。

4.3 通电检查

仪器通电检查时，外露的可动部件应能正常动作；显示部分应有相应指示；对有真空要求的仪器，真空系统应能正常工作。

4.4 引用误差

仪器各点的引用误差应不超过 $\pm 10\%$ 。

4.5 灵敏度

仪器的灵敏度不应低于 $1\mu\text{L/L}$ 。

4.6 重复性误差

仪器相对于满量程（以下用 FS 表示）的误差应不超过 $\pm 5\%$ 。

4.7 响应时间

仪器的响应时间应不大于 10s。

4.8 报警功能误差

对具有设定报警功能的仪器，报警误差应不超过设定值的 $\pm 25\%$ 。

4.9 稳定性

零点漂移：仪器零点漂移在 1h 内应不超过 $\pm 10\%\text{FS}$ 。

量程漂移：仪器连续测定 1h，其示值最大漂移应不超过 $\pm 10\%\text{FS}$ 。

4.10 安全要求

4.10.1 绝缘电阻

电源输入端对机壳的绝缘电阻应大于 $2\text{M}\Omega$ 。

4.10.2 绝缘强度

仪器电源输入端对机壳应能承受 1500V、1min 工频耐压，无击穿和飞弧现象。

5 试验方法

5.1 试验仪器设备

试验所需仪器设备如下：

- a) 标准气体发生器；
- b) 气体标准物质（气体标准物质的总不确定度应小于或等于检漏仪允许误差的 1/3）；
- c) 减压阀；
- d) 3kVA 调压器；
- e) 1.5 级电压表；
- f) 秒表；
- g) $0.2\text{M}\Omega\sim 500\text{M}\Omega$ 、500V 兆欧表；
- h) 2000V、3 级交流耐压器；

i) 数字万用表 1 块。

5.2 外观检验

以目视的方法检查, 应满足 4.2 的规定。

5.3 安全性能的检验

5.3.1 绝缘电阻

用 500V 兆欧表测量仪器电源输入端对机壳的绝缘电阻, 并满足 4.10.1 的规定。

5.3.2 绝缘强度

用 2000V 交流工频耐压器在仪器电源输入端对机壳施加 1500V 电压, 1min, 应满足 4.10.2 的规定。

5.4 环境试验

环境试验按 GB/T6587.1—1986 第 II 组要求进行试验。

5.4.1 温度试验

按 GB/T6587.2 的方法进行温度试验, 并满足标准要求。

5.4.2 湿度试验

按 GB/T6587.3 的方法进行湿度试验, 并满足标准要求。

5.4.3 振动试验

按 GB/T6587.4 的方法进行振动试验, 并满足标准要求。

5.4.4 冲击试验

按 GB/T6587.5 的方法进行冲击试验, 并满足标准要求。

5.4.5 运输试验

按 GB/T6587.6 的方法进行运输试验, 并满足标准要求。

5.5 可靠性试验

按 GB/T11463—1989 表 1 定时定数截尾试验方案 1-1 规定进行, 并满足标准要求。

5.6 仪器的检定方法

仪器的误差检定按 JJG914 进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为型式检验、出厂检验、常规检验。

6.2 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 检 验 项 目 表

序号	检测项目	型式检验	出厂检验	常规检验
1	外观检查	√	√	√
2	报警功能检查			√
3	响应时间检查			√
4	仪器检漏检查			√
5	绝缘电阻测试	√	√	
6	绝缘强度试验	√	√	
7	校准曲线绘制	√	√	
8	引用误差的检定	√	√	
9	灵敏度的检定	√	√	
10	重复性的检定	√	√	

表 1 (续)

序号	检测项目	型式检验	出厂检验	常规检验
11	响应时间的检定	√	√	
12	报警功能的检定	√	√	
13	稳定性的检定	√		
14	温度试验	√		
15	湿度试验	√		
16	振动试验	√		
17	冲击试验	√		
18	运输试验	√		
19	电源频率与电压变化试验	√		
20	基本安全试验	√		
21	可靠性试验	√		
注：√表示需要做的项目。				

6.3 出厂检验

出厂检验应按表 1 中规定的项目逐台进行。

6.4 常规检验

常规检验是在应客户要求时（在使用过程中），根据表 1 中的要求进行。

6.5 型式检验

抽样方法必须满足 GB/T 6593 的要求。在下列情况之一，必须进行型式试验：

- 新产品研制时进行，以后每三年进行一次；
- 在生产设计、材料、工艺或结构等改变，且可能影响产品性能时；
- 停产一年以上恢复生产时；
- 国家质量监督机构要求进行质量一致性的检验时。

7 标志、标签、使用说明书

7.1 产品标志

每台仪器应在明显位置标明下列内容：

- 产品名称及型号；
- 制造厂名；
- 技术指标；
- 制造日期及编号。

7.2 包装标志

包装储运的图示标志和运输，包装收发货标志按 GB191 和 GB/T 6388 的规定。

7.3 标签

合格证上应标明产品型号、名称、标准编号、检验员、出厂日期等。

7.4 使用说明书

使用说明书缩写内容应符合 GB9969.1 的规定。在封底应标明生产厂详细地址。

8 包装、运输、储存

8.1 包装

仪器的包装应按包装图样及技术文件的规定进行，其防护类型按 GB5048—1999 的规定进行。随同产品提供的文件包括：

- a) 合格证；
- b) 附件、备件清单；
- c) 装箱单；
- d) 产品说明书。

8.2 运输

仪器在包装完整的条件下，允许用任何交通工具运输，仪器在运输过程中，应防止受到剧烈冲击、倒置、雨淋及曝晒。

8.3 储存

仪器应原箱存放在温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 90% 室内，空气中不应有腐蚀性气体。

ICS 27.100

F 24

备案号: 13580-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.7 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 7 部分: 绝缘油介电强度测试仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 7: dielectric strength detector of insulating oils

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	88
1 范围	89
2 规范性引用文件	89
3 产品分类	89
4 技术要求	89
5 试验方法	90
6 检验规则	92
7 标志、包装、运输和储存	92

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 7 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。

本部分起草单位：武汉高压研究所、保定建通电器制造有限公司、无锡市华电仪器设备公司。

本部分主要起草人：吴义华、蔡崇积、钱月鸣、安留保。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第7部分：绝缘油介电强度测试仪

1 范围

DL/T 846 的本部分规定了绝缘油介电强度测试仪的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、运输、储存等。

本部分适用于绝缘油介电强度测试仪。该测试仪主要用于电力、石油、化工等部门进行绝缘油的介电强度测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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或（不包括勘误的内容）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。

GB191 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997

GB/T 507 绝缘油介电强度测定法

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第1部分：试验方法 试验A：高温 IDT IEC 60068-2-1: 1990

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：低温 IDT IEC 60068-2-2: 1994

GB/T 2423.4 电工电子产品基本环境试验 Db：交变湿热试验方法 EQV IEC 60068-2-30: 1980

GB/T 6587.4—1986 电子测量仪器 振动试验

DL/T429.9—1991 电力系统油质试验方法—绝缘油介电强度测定法

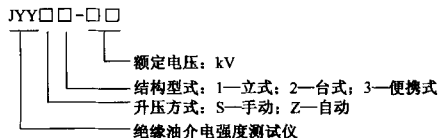
3 产品分类

3.1 结构型式

绝缘油介电强度测试仪按升压方式，可分为手动及自动。按结构型式可分为立式、台式和便携式。

3.2 型号

绝缘油介电强度测试仪型号示例如下：



绝缘油介电强度测试仪的额定电压推荐使用 60kV，80kV，100kV。

4 技术要求

4.1 工作条件

- a) 环境温度：0℃～+40℃；
- b) 相对湿度：不大于 80%；

- c) 大气压力: 86kPa~106kPa;
- d) 电源电压: 交流 $220 \times (1 \pm 10\%)$ V;
- e) 电源频率: 50Hz $\pm$ 2.5Hz。

4.2 外观

绝缘油介电强度测试仪表面应无裂纹和变形, 金属件不应有锈蚀, 连接部位不松动。各操作部件应灵活、无卡涩。标注明确、清晰。

4.3 性能指标

4.3.1 最高输出电压

绝缘油介电强度测试仪最大输出电压应符合仪器额定电压, 不得低于额定电压。

4.3.2 升压速度

采用自动升压的绝缘油介电强度测试仪, 其自动升压速度应设定为 2kV/s 或 3kV/s, 误差不应超过 $\pm 10\%$ 。

4.3.3 电压波形

施加在油杯上的电压应是一近似正弦的波形, 其峰值因数与标准正弦波的峰值因数的差值应在 $\pm 5\%$ 。

4.3.4 试验容量

绝缘油介电强度测试仪内的试验变压器容量应满足 DL/T 429.9—1991 中 2.1.2 要求。

4.3.5 试验油杯

试验油杯、电极的形状及油杯间隙用标准规的尺寸必须符合 DL/T 429.9 或 GB/T 507 的要求。

4.3.6 电压测量误差

绝缘油介电强度测试仪的电压测量误差不应大于 $\pm 3\%$ 。

4.4 安全性能

4.4.1 绝缘电阻

绝缘油介电强度测试仪电源输入端对机壳的绝缘电阻应大于 20M Ω 。

4.4.2 绝缘强度

绝缘油介电强度测试仪电源输入端对机壳应能承受工频 2000V、历时 1min 的耐压试验, 应无击穿、飞弧现象。

4.4.3 接地保护

绝缘油介电强度测试仪必须具备安装可靠的接地端子。

4.4.4 击穿保护

绝缘油介电强度测试仪在试油发生击穿后, 应在 20ms 内切断油杯上的高压。

4.4.5 安全保护

绝缘油介电强度测试仪高压部位应有安全连锁保护屏障。如果屏障未施加, 仪器应不能升压; 试验中屏障被撤除, 绝缘油介电强度测试仪应立即切断电压。保护屏障应透明或留有透明部位, 以便在试验过程中观察油杯内试油击穿情况。

4.5 环境适应性

绝缘油介电强度测试仪耐温度、湿度性能应满足 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 和 GB/T 2423.4 要求。

4.6 耐振动、冲击、跌落性能

绝缘油介电强度测试仪耐振动、冲击、跌落性能应满足 GB/T 6587.4—1996 中 II 组要求。

5 试验方法

5.1 试验条件

除环境试验外, 其余各项试验均在下述基准条件下进行:

- a) 环境温度: 20 $^{\circ}$ C $\pm$ 5 $^{\circ}$ C;

- b) 相对湿度：不大于 80%；
c) 大气压力：86kPa~106kPa。

5.2 外观检查

测试仪外观是否正常，用手感目视方法检查。油杯电极及标准规尺寸用螺旋测微器或游标卡尺测量。

5.3 绝缘电阻

使用 1000V 兆欧表测量电源线端对机壳的绝缘电阻。

5.4 绝缘强度

在电源线一端对机壳施加 2000V、1min 工频交流电压。

5.5 电压测量误差

使用 1.0 级的高压测量仪表对绝缘油介电强度测试仪高压输出端电压进行测量。

5.6 最高输出电压

在不放置油杯的情况下，使用 1.0 级以上电压测量仪表测量绝缘油介电强度测试仪高压输出端最高输出电压。

5.7 试验波形峰值因数

使用 1.0 级的峰值电压表和有效值电压表，或其他可测峰值因数的仪表测量绝缘油介电强度测试仪的高压输出。若测量峰值和有效值，以式 (1) 计算峰值因数：

$$k = U_p / U_i \quad (1)$$

式中：

k ——峰值因数；

U_p ——电压峰值，kV；

U_i ——电压有效值，kV。

应从 10kV 电压开始，每隔 10kV 测量一点，直至额定输出电压。峰值因数应符合 4.3.3 要求。

5.8 升压速度

在不放置油杯的情况下，使用分度为 0.1s 的秒表计时，测量绝缘油介电强度测试仪从零升到最高电压所需时间，以式 (2) 计算升压速度：

$$v = U/t \quad (2)$$

式中：

v ——升压速度，kV/s；

U ——最高电压，kV；

t ——升压时间，s。

重复测量 5 次，每次测量结果均应符合 4.3.2 要求。

5.9 击穿保护

油杯中加上被试油，进行正常升压试验至被试油击穿，重复进行 10 次。绝缘油介电强度测试仪的击穿保护性能应符合 4.4.4 要求。

5.10 安全保护

不加安全屏障，进行升压试验，绝缘油介电强度测试仪应不能升压；加上安全屏障，升压至 10kV 时移去屏障，绝缘油介电强度测试仪应断电；用高压测量仪器测量绝缘油介电强度测试仪，应无高压输出。

5.11 环境适应性

绝缘油介电强度测试仪的温度、湿度试验按 GB/T 2423—1993 进行。试验完毕，应对绝缘油介电强度测试仪在 0℃~+40℃进行检验，仪器应能稳定工作。

5.12 振动、冲击、跌落试验

绝缘油介电强度测试仪振动、冲击、跌落试验按 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 和 GB/T 2423.4 进行。试验完毕，应对绝缘油介电强度测试仪进行检验，仪器应能稳定工作。

6 检验规则

6.1 出厂检验

绝缘油介电强度测试仪出厂检验应按 4.2、4.3.1、4.3.2、4.3.5、4.3.6、4.4.1~4.4.5 进行。采用手动升压的绝缘油介电强度测试仪不必测试 4.3.2 项。

每台绝缘油介电强度测试仪必须进行出厂检验，检验合格并附有产品合格证方能出厂。

6.2 型式检验

绝缘油介电强度测试仪型式检验应按本部分规定的全部技术要求项目进行。采用手动升压的绝缘油介电强度测试仪不必测试 4.3.2 项。

型式检验的样品在出厂检验合格的产品中抽取，每次 3 台。

有下列情形之一应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定；
- b) 正式生产后，如设计、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 产品质量不稳定或产品停产一年以上恢复生产时；
- d) 正式生产时，每三年至少进行一次。

7 标志、包装、运输和储存

7.1 标志

绝缘油介电强度测试仪面板或铭牌上应有下列标志：

- a) 型号、产品名称；
- b) 制造厂名；
- c) 产品编号和制造日期。

7.2 包装

绝缘油介电强度测试仪应连同附件、备件、使用说明书和产品合格证书装在放有防振材料的包装箱中。包装箱应标有产品名称、生产厂和“怕湿”、“小心轻放”和“向上”等储存标志，并应符合 GB191 的规定。

7.3 运输

包装后的绝缘油介电强度测试仪可用一般运输工具运输。在运输过程中应避免振动、冲击和跌落。并有防雨、防晒设施。

7.4 储存

绝缘油介电强度测试仪应储存在清洁、干燥、通风、无腐蚀性气体的场所。

绝缘油介电强度测试仪储存期不应超过一年，储存或停用一年以上时，应在使用前进行通电去潮，并进行校准。

ICS 27.100

F 24

备案号: 13581-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.8 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 8 部分：有载分接开关测试仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 8: detector of on-load tap-changers

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	96
1 范围	97
2 规范性引用文件	97
3 术语和定义	97
4 命名和分类	98
5 技术要求	98
6 试验方法	99
7 检验规则	101
8 标志、包装、运输、储存	102
附录 A (规范性附录) 动作时间误差测量方法	104
参考文献	105

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》(电力[2000] 22 号)下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准,本次发布 9 个部分:

- 第 1 部分:高电压分压器测量系统;
- 第 2 部分:冲击电压测量系统;
- 第 3 部分:高压开关综合测试仪;
- 第 4 部分:局部放电测量仪;
- 第 5 部分:六氟化硫微量水分仪;
- 第 6 部分:六氟化硫气体检漏仪;
- 第 7 部分:绝缘油介电强度测试仪;
- 第 8 部分:有载分接开关测试仪;
- 第 9 部分:真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 8 部分。

本部分的附录 A 为规范性附录。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高电压测试技术标准化分技术委员会归口。

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:浙江省电力试验研究所、河北省保定市精艺电子仪器有限公司。

本部分主要起草人:蔡崇积、詹洪炎、张正平、张瑞生。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第 8 部分：有载分接开关测试仪

1 范围

DL/T 846 的本标准规定了电力变压器有载分接（有载调压）开关测试仪的产品技术要求、试验方法、检验规则和产品标志、包装、运输、储存。

本标准适用于电力变压器有载分接（有载调压）开关测试仪（以下简称测试仪）的生产和大修。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 846 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/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲
- GB/T 6587.2 电子测量仪器 温度试验
- GB/T 6587.3 电子测量仪器 湿度试验
- GB/T 6587.4 电子测量仪器 振动试验
- GB/T 6587.5 电子测量仪器 冲击试验
- GB/T 6587.6 电子测量仪器 运输试验
- GB/T 6587.7 电子测量仪器 基本安全试验
- GB/T 6587.8 电子测量仪器 电源频率与电压试验
- GB/T 6593 电子测量仪器质量检验规则
- GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用 DL/T 846 的本标准。

3.1

有载分接开关 on-load tap-changers

能在变压器励磁或负载状态下进行操作，用以调换线圈的分接连接位置改变电力系统运行电压的一种装置。在电力系统中也称这种装置为有载调压开关。

3.2

过渡电阻 transition resistance

由一个或几个单元组成的电阻器，桥接于正在使用的分接头和将要使用的分接头上，以达到将负载电流无间断地或无显著变化地从一个分接转到另一个分接的目的。与此同时，在两个分接头被跨接的期间限制其循环电流。

3.3

切换时间 switch time

转换开关从一个分接切换到另一个分接的辅助触头所需的时间。

3.4

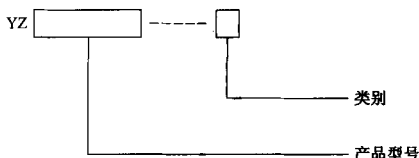
动作顺序 **running order**

分接开关操作机构从一个分接切换到另一个分接所需的圈数，以及分接开关操作机构从第一个分接切换到最后一个分接动作过程。

4 命名和分类

4.1 型号命名

型号用有载两字的拼音第一个字母 YZ 作首位，方框内可以用拼音字母、英文 26 个字母及 0~9 的数字命名。



4.2 类别

不带线圈测量有载分接开关特性的测试仪为 A 类，带线圈测量有载分接开关特性的测试仪为 B 类，不带线圈和带线圈均能测量有载分接开关特性的测试仪为 C 类，变压器无中心点引出也能测量有载分接开关特性的测试仪为 D 类。

5 技术要求

5.1 使用条件

- a) 环境温度：0℃~+40℃；
- b) 环境相对湿度：不大于 80%；
- c) 电源电压：220V±22V；
- d) 电源频率：50Hz±1Hz。

5.2 外观

测试仪表面无明显划痕、裂纹和变形，金属件无锈蚀，功能键操作灵活无卡涩，各引出端钮和功能按键应有明确、清晰的标注，测试仪应有明显的接地端钮。

5.3 绝缘性能

5.3.1 绝缘电阻

电源输入端对机壳的绝缘电阻应大于 2MΩ。

5.3.2 绝缘强度

测试仪电源输入端对机壳应能承受 1500V、历时 1min 的工频耐压，无击穿和飞弧现象。

5.4 恒压源

测试仪内部恒压源的电压稳定度应优于 1×10^{-3} ，纹波系数优于 1.0%，输出电压不低于 20V。

5.5 恒流源

测试仪内部恒流源的电流稳定度应优于 1×10^{-3} ，纹波系数优于 1.0%，输出电流不低于 1A，开口电压不低于 20V。

5.6 过渡电阻测量

过渡电阻的测量范围 0.1Ω~20Ω，分辨率为 0.01Ω，过渡电阻在 0.1Ω~1Ω 的范围内最大允许偏差优于 ±0.1Ω；在 1Ω~20Ω（不含 1Ω）的范围内最大允许偏差优于 ±1.0%。

5.7 动作时间测量

动作时间的测量范围 1ms~250ms, 分辨率为 0.1ms。动作时间在 1ms~100ms 范围内允许偏差优于 ±1ms; 动作时间在 100ms~250ms (不含 100ms) 内, 最大允许偏差优于 ±1%。

5.8 动作顺序测量

动作顺序的测量范围 0~50 圈, 每圈为 360°, 分辨率为 1°, 最大允许偏差在 ±3° 及以上。

5.9 环境条件

应满足 GB/T6587.1—1986 第 II 组的要求。

5.10 可靠性

测试仪的平均无故障时间应不小于 1500h。

6 试验方法**6.1 试验条件**

- a) 环境温度: 20℃ ± 5℃;
- b) 环境相对湿度: 40%~75%;
- c) 电源频率: 50Hz ± 0.5Hz;
- d) 电源电压: 220V × (1 ± 5%) V。

6.2 试验设备**6.2.1 直流电压表**

5 位半直流数字电压表, 准确度等级为 0.02 级。

6.2.2 信号发生器

输出电压不小于 5V, 频率稳定度 1×10^{-5} , 输出波形宽度可任意调整。

6.2.3 示波器

采样频率 100MHz, 准确度等级为 2 级。

6.2.4 标准电阻器

阻值为 0.1Ω~20Ω 的标准电阻一组, 准确度等级为 0.1 级。

6.2.5 绝缘电阻表

电压等级为 500V, 测量范围为 0.2MΩ~500MΩ。

6.2.6 交流耐压器

输出电压为 2000V, 准确度等级为 3 级。

6.2.7 圆周运动标准器

准确度为 0.5 级。

6.3 外观检查

用目测的方法检查, 应满足 5.2 的规定。

6.4 绝缘性能测试**6.4.1 绝缘电阻**

用 500V 绝缘电阻表测量电源输入端对机壳的绝缘电阻, 应满足 5.3.1 的规定。

6.4.2 绝缘强度

用 2000V 交流工频耐压器在电源输入端对机壳施加 1500V 电压、历时 1min, 应满足 5.3.2 的规定。

6.5 恒压源测试

测试仪在正常工作状态下, 用数字电压表测量每相恒压源电压, 并进行 10min 的稳定度测量, 然后每组输出之间接一只标准电阻器, 用示波器测量电源输出波形。纹波系数按式 (1) 进行计算:

$$K = U_{p-p}/2U \times 100\% \quad (1)$$

式中:

K ——纹波系数;

U_{P-P} ——峰峰电压值, V;

U ——直流电压值, V。

测量结果应满足 5.4 的规定。

6.6 恒流源测试

测试仪在正常工作状态下, 每相输出之间接一只标准电阻器, 用示波器测量电源输出波形, 用数字电压表测量标准电阻两端电压, 并进行 10min 的稳定度测量。电流按式 (2) 进行计算:

$$I = U/R \quad (2)$$

式中:

I ——恒流源输出电流, A;

R ——标准电阻, Ω ;

U ——标准电阻两端电压, V。

测量结果应满足 5.5 的规定。

6.7 过渡电阻测量误差试验

用标准电阻器作为被试对象, 测试仪对标准电阻进行测试, 测试点应有 10 个点, 过渡电阻在 $0.1\Omega \sim 1\Omega$ 的范围内测量误差按式 (3) 计算:

$$R_{\Delta} = R_C - R_B \quad (3)$$

式中:

R_{Δ} ——电阻测量误差, Ω ;

R_C ——仪器的测量值, Ω ;

R_B ——标准电阻值, Ω 。

过渡电阻在 $1\Omega \sim 20\Omega$ (不含 1Ω) 的范围内测量误差按式 (4) 计算:

$$R_{\Delta} = (R_C - R_B) / R_B \times 100\% \quad (4)$$

式中:

R_{Δ} ——电阻测量误差, Ω ;

R_C ——仪器的测量值, Ω ;

R_B ——标准电阻值, Ω 。

测量结果应满足 5.6 的规定。

6.8 动作时间测量误差试验

测试仪的三个通道分别测量信号发生器提供的标准方波, 测量接线方法见附录 A。时间宽度按 $10\text{ms} \sim 100\text{ms}$ 和 $100\text{ms} \sim 250\text{ms}$ 分两段进行测量, 每段测试点应有 10 个点。 $1\text{ms} \sim 100\text{ms}$ 段的测量误差按式 (5) 计算:

$$S_{\Delta} = S_C - S_B \quad (5)$$

式中:

S_{Δ} ——动作时间测量误差, ms;

S_C ——测试仪测量值, ms;

S_B ——标准时间, ms。

在 $100\text{ms} \sim 250\text{ms}$ (不含 100ms) 段的测量误差按式 (6) 计算:

$$S_{\Delta} = (S_C - S_B) / S_B \times 100\% \quad (6)$$

式中:

S_{Δ} ——动作时间测量误差, ms;

S_C ——测试仪测量值, ms;

S_B ——标准时间, ms。

两段测试结果应满足 5.7 的规定。

6.9 动作顺序测量

将测量圆盘和传感器固定在标准的圆周运动台上，通过圆周运动检测圆盘、传感器和测量回路组成的系统误差。误差按式 (7) 计算：

$$\gamma_{\Delta} = (\gamma_c - \gamma_b) / \gamma_b \times 100\% \quad (7)$$

式中：

γ_{Δ} ——仪器测量误差；

γ_c ——仪器测量值；

γ_b ——仪器标准值。

测量结果应满足 5.8 的规定。

6.10 环境试验

环境试验按 GB/T 6587.1—1986 第 II 组要求进行试验。

6.10.1 温度试验

按 GB/T 6587.2 的方法进行温度试验，同时按 GB/T 6587.8 的要求加入仪器电源频率与电压变化率试验，并满足标准要求。

6.10.2 湿度试验

按 GB/T 6587.3 的方法进行湿度试验，同时按 GB/T 6587.7 的要求加入仪器基本安全试验，并满足标准要求。

6.10.3 振动试验

按 GB/T 6587.4 的方法进行振动试验，并满足标准要求。

6.10.4 冲击试验

按 GB/T 6587.5 的方法进行冲击试验，并满足标准要求。

6.10.5 运输试验

按 GB/T 6587.6 的方法进行运输试验，并满足标准要求。

6.11 可靠性试验

按 GB 11463—1989 表 1 定时定数截尾试验方案 1-1 的规定进行，并满足标准要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为型式试验、出厂检验、常规检验。

7.2 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 检验项目表

序号	检测项目	型式检验	出厂检验	常规检验
1	外观检查	√	√	√
2	绝缘电阻	√	√	√
3	绝缘强度	√	√	√
4	恒压源检验	√	√	○
5	恒流源检验	√	√	○
6	过渡电阻测量误差检验	√	√	√
7	动作时间测量误差检验	√	√	√
8	动作顺序测量误差检验	√	√	√

表 1 (续)

序号	检测项目	型式检验	出厂检验	常规检验
9	温度试验	√	○	○
10	湿度试验	√	○	○
11	振动试验	√	○	○
12	冲击试验	√	○	○
13	运输试验	√	○	○
14	电源频率与电压变化试验	√	○	○
15	基本安全试验	√	○	○
16	可靠性试验	√	○	○
注: √为必须做试验项目; ○为不做的试验项目。				

7.3 型式试验

型式试验的目的在于检验产品设计的合理性和在本技术条件下的适应性。

7.4 出厂检验

出厂检验的目的在于检验测试仪制造过程中的缺陷和测试仪的测量准确度, 测试仪内部电源的可靠性。

7.5 常规检验

测试仪所测数据直接影响电力系统的安全运行, 使用中的测试仪必须每年检一次, 保证测试仪测量准确可靠。

7.6 抽样方法和要求

抽样方法必须满足 GB/T 6593 的要求。在下列情况之一, 必须进行型式试验:

- 新产品研制时进行, 以后每三年进行一次;
- 在生产中有设计、材料、工艺或结构等改变, 且其改变可能影响产品性能时;
- 停产一年以上恢复生产时;
- 国家质量监督机构要求进行质量一致性的检验时。

7.7 合格判定规则

合格判定规则为:

- 样品经过型式检验, 未发现主要缺陷, 则判定产品合格。检验中如发现有一个主要缺陷, 则进行第二次抽样, 重复进行型式检验。如未发现主要缺陷, 仍判定该测试仪本次型式检验合格。如第二次抽样样品仍存在主要缺陷, 则判定本次型式检验不合格。
- 检验结果达不到 5 章要求的任一条时, 均按存在主要缺陷判定。
- 检验中测试仪样品出现故障后允许进行修复, 修复内容如对已做出检验的项目的检验结果没有影响, 可以继续往下进行检验。反之, 受影响的检验项目应重做。

8 标志、包装、运输、储存

8.1 标志

产品铭牌应有下列明显标志:

- 产品名称;
- 产品型号;
- 出厂编号;
- 出厂年月;

- e) 制造厂名;
- f) 测量范围;
- g) 准确度等级;
- h) 生产许可证标志和编号。

8.2 包装

包装应符合 GB 191 的有关标志的规定, 并标明“小心轻放”、“向上”、“防雨”等标志。

8.3 运输

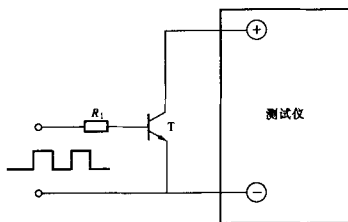
产品应适于陆运、空运、水运(海运), 运输装卸按包装箱上的标志进行操作。

8.4 储存

包装完好的测试仪应满足 GB 191 中的条款规定的储存运输要求, 长期不用的测试仪应保留原包装, 在相对湿度不大于 80% 的库房内储存, 室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的伤害。

附 录 A
(规范性附录)
动作时间误差测量方法

由于信号发生器输出容量小,可能无法直接驱动被测仪器,所以必须在信号发生器与测试仪之间加一个电子模拟开关进行测试。所加信号为方波,接线方法见图 A.1。



R_1 —约 $1\text{k}\Omega$ 电阻; T —开关管

图 A.1 动作时间测量误差检测接线方法

参 考 文 献

- GB 10230—1988 有载分接开关 EQV IEC 60214: 1989
DL/T 574—1995 有载分接开关运行维修导则
JB/T 8314—1996 有载分接开关试验导则
-



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 846.9 — 2004

高电压测试设备通用技术条件 第 9 部分: 真空开关真空度测试仪

General technical specifications for high voltage test equipments
Part 9: vacuum interrupter detector

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	110
1 范围	111
2 规范性引用文件	111
3 产品分类及型号	111
4 技术要求	112
5 试验方法	112
6 检验规则	113
7 标志、标签、使用说明书	114
8 包装、运输、储存	115

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于确认 1999 年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22 号）下达的《高电压测试仪器通用技术条件》标准项目的制定任务安排制定的。

DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 9 个部分：

- 第 1 部分：高电压分压器测量系统；
- 第 2 部分：冲击电压测量系统；
- 第 3 部分：高压开关综合测试仪；
- 第 4 部分：局部放电测量仪；
- 第 5 部分：六氟化硫微量水分仪；
- 第 6 部分：六氟化硫气体检漏仪；
- 第 7 部分：绝缘油介电强度测试仪；
- 第 8 部分：有载分接开关测试仪；
- 第 9 部分：真空开关真空度测试仪。

本部分是 DL/T 846《高电压测试仪器通用技术条件》的第 9 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：广东省高州市高电科技有限公司、武汉华理电力设备有限公司。

本部分主要起草人：姜燕君、余文辉、蔡崇积、陈俊武。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

高电压测试设备通用技术条件

第9部分：真空开关真空度测试仪

1 范围

DL/T846 的本部分规定了真空开关真空度测试仪的基本技术要求、试验方法、检验规则以及标志、标签、包装、运输、储存。

本部分适用于电力用真空断路器（真空开关）的真空管的真空度测试仪设计、生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T846 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。

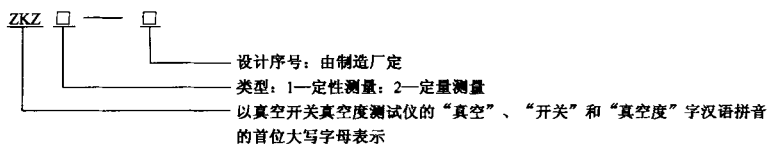
- GB191 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997
- GB/T 5048 防潮包装
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲
- GB/T 6587.2 电子测量仪器 温度试验
- GB/T 6587.3 电子测量仪器 湿度试验
- GB/T 6587.4 电子测量仪器 振动试验
- GB/T 6587.5 电子测量仪器 冲击试验
- GB/T 6587.6 电子测量仪器 运输试验
- GB/T 6593 电子测量仪器质量检验规则
- GB9969.1 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

3 产品分类及型号

3.1 分类

真空开关真空度测试仪可分为定性测量与定量测量两类。

3.2 型号



4 技术要求

4.1 使用条件

环境温度：0℃～40℃；

环境湿度：不大于 80%；

供电电源：220V±22V，50Hz±1Hz。

4.2 外观

测试仪表面不应有明显的损坏、变形和锈蚀，开关操作应灵活无卡涩，按键操作应准确无跳动，各引出端钮和功能键应有明确、清晰的标注。测试仪器应有明显的接地端钮。

4.3 技术要求

4.3.1 定性测量

定性测量一般用于判断真空管真空度是否合格，用作定性测量的仪器分辨率宜优于 $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 。

4.3.2 定量测量

用作定量测量的仪器真空度在 $(10^{-4} \sim 10^{-1}) \text{Pa}$ 范围内，其允许误差优于 $\begin{matrix} +200 \\ -80 \end{matrix} \%$ 。

4.4 安全要求

4.4.1 绝缘电阻

电源输入端对机壳的绝缘电阻应大于 $2 \text{M}\Omega$ 。

4.4.2 绝缘强度

仪器电源输入端对机壳应能承受 1500V、1min 的工频耐压，无击穿和飞弧现象。

4.5 环境条件

应满足 GB/T 6587.1—1986 第 II 组的要求。

4.6 可靠性

测试仪的平均无故障时间 (MTBF) 应不小于 1000h。

5 试验方法

5.1 试验条件

a) 环境温度：23℃±5℃；

b) 环境湿度：不大于 80%；

c) 电源电压：220V±22V；

d) 电源频率：50Hz±1Hz；

e) 设备周围不应有腐蚀性气体、强电磁场等外界干扰。

5.2 试验设备

a) 动态相对法真空标准装置 1 套 (校准范围 $10^{-6} \text{Pa} \sim 10^1 \text{Pa}$ ，总不确定度不大于 5%)；

b) $(0.2 \sim 500) \text{M}\Omega$ ，500V 兆欧表 1 块；

c) 2000V，3 级交流工频耐压器 1 台；

d) 数字万用表 1 块；

e) 校准用气体 (使用纯度不低于 99.9% 的干燥氮气)；

f) 不同真空度的各型号真空管若干个 (真空管需一年检定一次)。

5.3 外观检查

用目测的方法检查，应满足 4.2 的规定。

5.4 测量误差校验

真空度示值的最大相对误差计算公式为：

$$\delta = \frac{p' - p}{p} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

δ ——最大相对误差值;

p' ——仪器的真空度指示值;

p ——标准电离真空计指示值。

5.5 误差校验方法

5.5.1 静态比较法

采用不同型号的真空管配制 ($10^{-5} \sim 10^{-1}$) Pa 范围内的真空度进行校验, 每个真空管作为一个测定点, 每个测定点测 3 次, 取算术平均值作为仪器示值, 仪器的标准偏差应满足 4.3.2 和 4.3.1 的要求。真空管的真空度标准偏差应不大于仪器允许误差的 1/3。

5.5.2 动态比较法

采用标准电离真空计显示动态真空度装置, 在仪器测量范围 ($10^{-4} \sim 10^{-1}$) Pa 内, 对 ($10^{-4} \sim 10^{-3}$) Pa、($10^{-3} \sim 10^{-2}$) Pa、($10^{-2} \sim 10^{-1}$) Pa 三区段中配制为该区段的 30%、60%、90% 的真空度, 用仪器对标准真空管进行测量, 每个测定点重复测量 2 次, 取算术平均值作为仪器示值, 仪器的标准偏差应满足 4.3.2 和 4.3.1 的要求。标准电离真空计的标准偏差应不大于仪器允许误差的 1/3。

5.6 安全性能测试

5.6.1 绝缘电阻

用 500V 兆欧表测量测试仪电源输入端对机壳的绝缘电阻, 应满足 4.4.1 的规定。

5.6.2 绝缘强度

用 2000V 交流工频耐压器在测试仪电源输入端对机壳施加 1500V 电压, 1min, 应满足 4.4.2 的规定。

5.7 环境试验

环境试验按 GB/T 6587.1—1986 第 II 组要求进行试验。

5.7.1 温度试验

按 GB/T 6587.2 的方法进行温度试验, 并满足标准要求。

5.7.2 湿度试验

按 GB/T 6587.3 的方法进行湿度试验, 并满足标准要求。

5.7.3 振动试验

按 GB/T 6587.4 的方法进行振动试验, 并满足标准要求。

5.7.4 冲击试验

按 GB/T 6587.5 的方法进行冲击试验, 并满足标准要求。

5.7.5 运输试验

按 GB/T 6587.6 的方法进行运输试验, 并满足标准要求。

5.8 可靠性试验

按 GB/T 11463—1989 表 1 定时定数截尾试验方案 1-1 规定进行, 并满足标准要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为型式检验、出厂检验、常规检验。

6.2 检验项目

检验项目见表 1。

6.3 出厂检验

出厂检验应按本部分表1中规定的项目逐台进行。

表1 检验项目表

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	常规检验
1	外观检查	√	√	√
2	绝缘电阻	√	√	√
3	绝缘强度	√	√	√
4	测量误差测试	√	√	√
5	温度试验	√		
6	湿度试验	√		
7	振动试验	√		
8	冲击试验	√		
9	运输试验	√		
10	电源频率与电压变化试验	√		
11	安全性试验	√		
12	可靠性试验	√		
注：√为必须做的试验项目。				

6.4 常规检验

仪器所测数据直接影响电力系统的安全运行，使用中的仪器必须每年检验一次，保证测量准确可靠。

6.5 型式检验

抽样方法必须满足 GB/T 6593 的要求。在下列情况之一，必须进行型式试验：

- 新产品研制时进行，以后每三年进行一次；
- 在生产设计、材料、工艺或结构等改变，且可能影响产品性能时；
- 停产一年以上恢复生产时；
- 国家质量监督机构要求进行质量一致性的检验时。

7 标志、标签、使用说明书

7.1 产品标志

每台仪器应在明显位置标明下列内容：

- 产品名称及型号；
- 制造厂名；
- 技术指标；
- 制造日期及编号。

7.2 包装标志

包装储运的图示标志和运输、包装收发货标志按 GB 191 和 GB/T 6388 的规定。

7.3 标签

合格证上应标明产品型号、名称、标准编号、检验员、出厂日期等。

7.4 使用说明书

使用说明书缩写内容应符合 GB 9969.1 的规定。在封底应标明生产厂详细地址。

8 包装、运输、储存

8.1 包装

仪器的包装应按包装图样及技术文件的规定进行，其防护类型按 GB/T 5048 的规定进行。

随同产品提供的文件包括：

- a) 合格证；
- b) 附件、备件清单；
- c) 装箱单；
- d) 产品说明书。

8.2 运输

仪器在包装完整的条件下，允许用任何交通工具运输，仪器在运输过程中，应防止受到剧烈冲击、倒置、雨淋及曝晒。

8.3 储存

仪器应原箱存放在温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 90%室内，空气中不应有腐蚀性气体。
