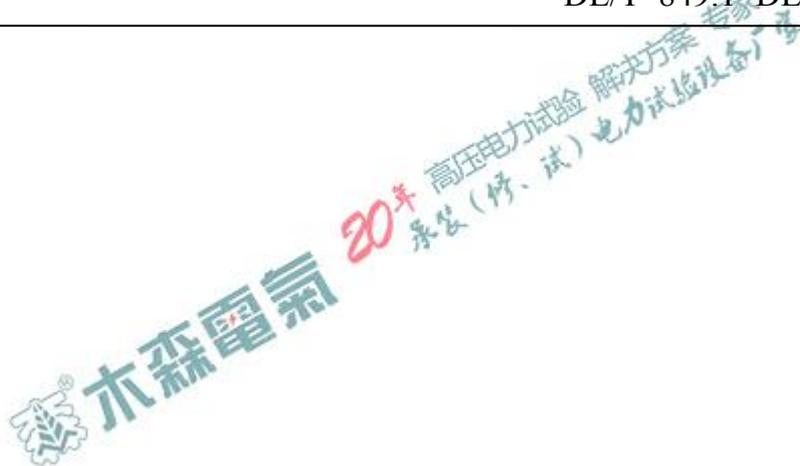


# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.1~DL/T 849.6 — 2004

---



## 电力设备专用测试仪器通用技术条件

General technical specification of test instruments used for power



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

电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 1 部分：电缆故障闪测仪	DL/T 849.1—2004	.....
电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 2 部分：电缆故障定点仪	DL/T 849.2—2004	.....
电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 3 部分：电缆路径仪	DL/T 849.3—2004	.....
电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 4 部分：超低频高压发生器	DL/T 849.4—2004	.....
电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 5 部分：振荡波高压发生器	DL/T 849.5—2004	.....
电力设备专用测试仪器通用技术条件	第 6 部分：高压谐振试验装置	DL/T 849.6—2004	.....



20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试) 电力试验设备厂家



20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试) 电力试验设备厂家

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.1 — 2004

## 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第1部分：电缆故障闪测仪

General technical specification of test instruments used for power

Part 1: fault flashover test instrument fo power cable

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 产品命名.....

5 功能特性.....

6 技术要求.....

7 试验方法.....

8 检验规则.....

9 标志、包装、运输、贮存.....



## 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》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：天津供电局。

本部分起草人：王伟、蔡崇积、李志坚。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。



# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 1 部分：电缆故障闪测仪

### 1 范围

DL/T 849 的本部分规定了电缆故障闪测仪的功能特性、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本部分适用于电缆故障闪测仪（以下简称闪测仪）的生产制造、检验及验收等。

凡从国外进口类似测试功能产品的设备，参照本部分执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 849 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 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求 EQV IEC 6010-1: 1990

GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器 环境试验总纲

GB/T 11463—1989 电子测量仪器 可靠性试验

### 3 术语和定义

DL/T 849 的本部分采用以下术语和定义。

#### 3.1

粗测 rough measurement

根据电缆及故障点的性质，确定电缆故障点位置范围的测试手段。

#### 3.2

低压脉冲法 low voltage pulse method

用低压脉冲波信号确定电缆故障点范围的方法。

#### 3.3

闪络法 flashover voltage method

利用高压脉冲波反射确定电缆故障点范围的方法。

#### 3.4

直闪法 flashover volage method

用直流高压使故障点放电时产生的反射波确定电缆故障点范围的方法。

#### 3.5

冲闪法 impulse flashover voltage method

用冲击高压使故障点放电时产生的反射波确定电缆故障点范围的方法。

#### 3.6

开路故障 open-circuit fault

电缆相间或相对地的绝缘电阻值达到规范值，但工作电压不能传输到终端，或终端有电压，但负载能力较差，这就是电缆故障点开路的特征。

#### 3.7

低阻故障 low-resistance fault

电缆相间或相对地的绝缘受损，其绝缘电阻减小到一定程度（小于  $100\ \Omega$ ），能用低压脉冲法测量的电缆故障的低阻特征。

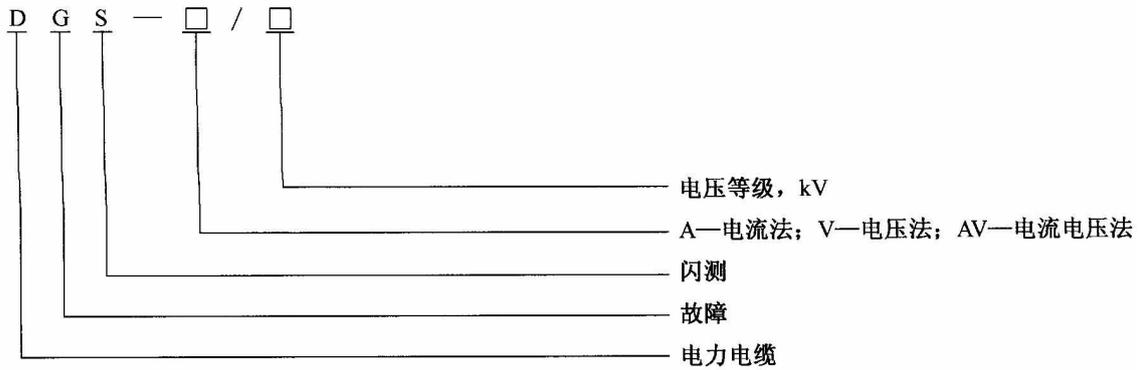
#### 3.8

高阻故障 high-resistance fault

相对于低阻故障，电缆相间或相对地的故障电阻较大，包括泄漏性高阻故障和闪络性高阻故障。

#### 4 产品命名

产品命名方式如下：



#### 5 功能特性

##### 5.1 测距功能

闪测仪能直接采用低压脉冲法对电缆的低阻、开路故障进行探测；能与高压电源设备配套使用对电缆的高阻故障及闪络故障进行故障点距离的粗测。

##### 5.2 测速功能

在已知电缆全长的条件下，闪测仪能通过校准电缆全长来取得较准确的电波传输速度；为使闪测仪能对多种电力电缆故障进行测试，仪器内设置三种以上绝缘介质中电波传输速度。

##### 5.3 接口

闪测仪应具有可以和计算机连接的标准接口。

#### 6 技术要求

##### 6.1 测鼻参数

###### 6.1.1 测试距离

测试距离应满足如下要求：

- a) 低压脉冲法单端最小测试距离不小于 10km；
- b) 闪络法单端最小测试距离不小于 5km。

###### 6.1.2 测试盲区

低压脉冲法、闪络法测试盲区均不大于 50m（距测试端）。

##### 6.2 最大允许误差

最大允许误差应不超过  $\pm (1\%L \pm 20)$  m，其中：L 为电缆长度。

##### 6.3 距离读数最小分辨率 $\Delta d$

距离读数最小分辨率  $\Delta d$  应小于最大允许误差的  $\frac{1}{10}$ 。

##### 6.4 使用条件

闪测仪的使用条件为：

- a) 供电电源：AC 220 (1±10%) V, 50 (1±5%) Hz；
- b) 环境温度：-10℃~+40℃；
- c) 相对湿度：RH≤85% (25℃)；
- d) 海拔高度：h≤1000m。

特殊使用环境可特殊订货。

##### 6.5 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，镀涂层不应起泡、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、按钮均应操作灵活到位。

##### 6.6 环境适应性

闪测仪工作和储存环境应满足 GB 4793.1 中的要求。

### 6.7 安全要求

绝缘电阻：闪测仪电源输入端和机壳之间的绝缘电阻不小于  $5M\Omega$  (DC500V)。

耐压试验：闪测仪外部可触及导电部分和机壳之间应承受工频 2kV 电压 1min，无闪络和击穿现象。仪器应有明显的接地端子和标识。

### 6.8 平均无故障时间

平均无故障时间不小于 3000h。

## 7 试验方法

### 7.1 外观检查

用目测及手感综合的方法，逐一检查 6.5 中各项要求。

### 7.2 测试距离试验

#### 7.2.1 低压脉冲法

按图 1 测试原理框图的接线形式，用低压脉冲法对最大测试距离模拟故障点进行测试，其模拟故障点应在大于 10km 处，其测试结果应满足 6.1.1 中 a) 的要求。

#### 7.2.2 闪络法

按图 2 测试原理框图的接线形式，用闪络法对电缆最大测试距离模拟故障点进行测试，其模拟故障点应在大于 5km 处，其测试结果应满足 6.1.1 中 b) 的要求。

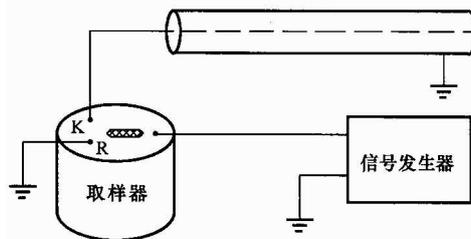
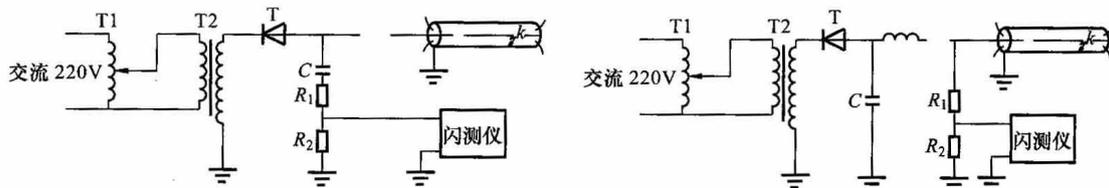


图 1 低压脉冲法测试原理框图



a) 闪络法测试原理框图 1

b) 闪络法测试原理框图 2

图 2 闪络法测试原理框图

### 7.3 测试盲区试验

按图 1、图 2 测试原理框图接线形式完成低压脉冲法、闪络法对电缆故障盲区的测试，其故障点应按低压脉冲法、闪络法模拟，故障点距离为 50m，其试验结果应满足 6.1.2 的要求。

### 7.4 最大允许误差试验

按 7.3 的试验方法进行测试接线，电缆两个故障点均设置在 1km 之外，其试验结果应符合 6.2 的要求。也可以用其他相当的试验方法进行试验。

### 7.5 距离读数量小分辨率试验

按 7.3 的试验方法进行测试接线，电缆故障点设置在 1km 之内，在仪器最高分辨率的条件下，仪器光标最小移动距离时，其计算所能分辨的测试距离，结果应满足 6.3 的要求。

### 7.6 供电输入电源适应性试验

按 6.4 的要求将电源输出频率保持在 50Hz，电压分别置于  $220(1+10\%)V$  的范围内，仪器应工作正常。

### 7.7 环境适应性试验

按 GB/T6587.1 中 II 组的内容试验，试验结果应满足本标准 6.6 的要求。

### 7.8 安全要求试验

闪测仪电源输入端和机壳之间，用 500V 兆欧表测量绝缘电阻值；闪测仪外部可触及导电部分和机壳之间施加工频 2kv 电压 1min，绝缘电阻测试及工频耐压试验结果应符合 6.7 的要求。

### 7.9 可靠性要求试验

按 GB/T11463—1989 中定时定数截尾中 1-1 号方案进行，试验结果应符合 6.8 的要求。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

闪测仪的检验分出厂试验和型式试验两种，所包含的试验项目、技术要求、试验方法见表 1。

表 1 检验分类表

试验项目		技术要求	试验方法	型式试验	出厂试验
外观结构检查		6.5	7.1	√	√
性能 试验	测试距离	6.1.1	7.2	√	
	测试盲区	6.1.2	7.3	√	
	最大允许误差	6.2	7.4	√	
	最小分辨率	6.3	7.5	√	√
供电电源适应性		6.4	7.6	√	
环境试验		6.6	7.7	√	
安全要求		6.7	7.8	√	√
可靠性要求		6.8	7.9	√	

注：“√”表示需做的试验项目

### 8.2 出厂试验

出厂试验应表 1 中规定的项目逐台进行。

### 8.3 型式试验

当有下列情况之一时，应按表 1 中规定进行型式试验：

- 新产品鉴定投产前；
- 停产半年后恢复生产或转产时；
- 闪测仪的设计、工艺或所用材料有重大变更时；
- 连续批量生产五年时；
- 法定产品质量监督部门认为有需要时。

## 9 标志、包装、运输、贮存

### 9.1 标志

仪器铭牌应包括下列内容：

- 生产厂家；
- 仪器名称、型号；
- 产品编号；
- 出厂年月。

### 9.2 包装

包装箱内应附有关配件、产品合格证、出厂检验报告、使用说明书、装箱清单。

包装箱应符合防潮、防尘、防振及环保的要求。

外包装箱应有“小心轻放”，“怕湿”，“向上”等标志，标志应符合 GB 191 的规定。

### 9.3 运输

运输过程中应注意防雨、防机械损伤。

### 9.4 贮存

按 GB 479301 的有关规定，存放产品的库房环境应干燥，无酸碱等腐蚀性气体，无强烈的机械冲击和振动，产品应按包装箱外标志条件存放。



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.2 — 2004

## 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第2部分：电缆故障定点仪

General technical specification of test instruments used for power

Part 2: fault locator for power cable

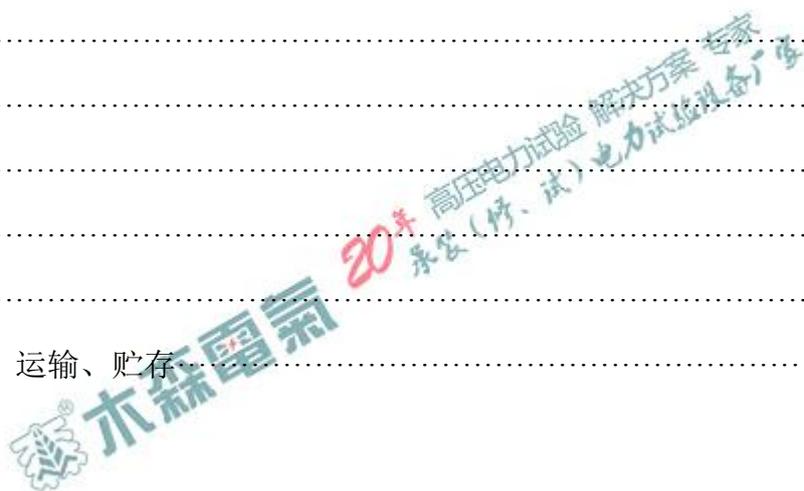
2004-03-09发布

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 产品命名	.....
5 技术要求	.....
6 试验方法	.....
7 检验规则	.....
8 标志、包装、运输、贮存	.....



# 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》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：西安供电局、西安四方机电有限责任公司。

本部分起草人：蔡崇积、王伟、文武、韩伯锋。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试)电力试验设备厂家

# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 2 部分：电缆故障定点仪

### 1 范围

DL/T 849 的本部分规定了电缆故障定点仪的功能特性、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本部分适用于电缆故障定点仪（以下简称定点仪）的生产制造、检验及验收等。

凡从国外进口类似测试功能的设备，参照本部分执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T849 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/T4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分：通用要求 EQV IEC 61010-1: 1990

GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器环境试验总纲

GB/T 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

### 3 术语和定义

DL/T849 的本部分采用以下术语和定义。

#### 3.1

击穿放电 disruptive discharge

电缆故障点在外加冲击高压、直流高压作用下，形成的瞬间电弧短路现象。

#### 3.2

开路故障 open-circuit fault

电缆相间或相对地的绝缘电阻值达到规范值，但工作电压不能传输到终端，或终端有电压，但负载能力较差，这就是电缆故障点开路的特征。

#### 3.3

低阻故障 low-resistance fault

电缆相间或相对地的绝缘受损，其绝缘电阻减小到一定程度（小于  $100\ \Omega$ ），能用低压脉冲法测量的电缆故障的低阻特征。

#### 3.4

高阻故障 high-resistance fault

相对于低阻故障，电缆相间或相对地的故障电阻较大，只能用闪络法进行测量的电缆故障，它包括泄漏性高阻故障和闪络性高阻故障。

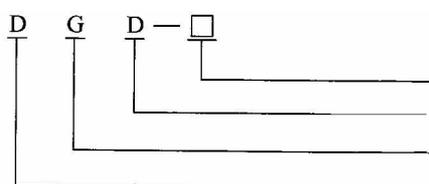
#### 3.5

故障定 fault location

通过专用仪器对电力电缆故障点定位的过程。

### 4 产品命名

产品命名方式如下：



S—声测法；SD—声磁同步法

定点仪

故障

## 5 技术要求

### 5.1 技术参数

供电的干电池，当电压衰减为额定电压 80%时，仪器能正常工作。

### 5.2 定点误差

定点仪的定点误差不大于 1m。

### 5.3 使用条件

- a) 环境温度：-10℃~+40℃；
- b) 相对湿度：≤85%（25℃）。

### 5.4 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，镀涂层不应起泡、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、按钮均应操作灵活到位。

### 5.5 环境适应性

定点仪工作和贮存环境应满足 GB 4793.1 中的要求。

### 5.6 平均无故障时间

定点仪的平均无故障时间不小于 3000h。

## 6 试验方法

### 6.1 外观检查

用目测及手感综合的方法，逐一检查 5.4 中各项要求。

### 6.2 性能试验

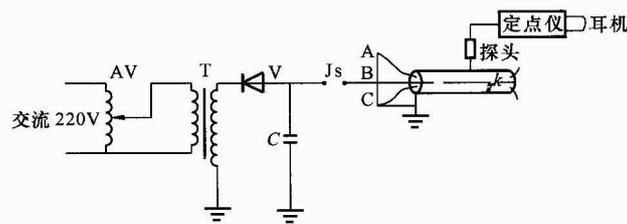
定点仪工作和贮存环境应按 GB/T 6587.1—1986 中的 II 组的要求进行试验，结果应符合 5.5 的要求。

### 6.3 工作电源试验

用恒电压源，将电压调节到 5.1 中仪器电源最大衰减，仪器应能正常工作。

### 6.4 定点误差试验

按下列测试原理框图接线形式（图 1、图 2、图 3）用闪络法完成对精确定点的电缆模拟故障点的粗测后，用定点仪进行定点误差试验，测试次数不小于 10 次，所得精测的平均值误差应满足 5.2 的要求。



AV—调压器；T—试验变压器；V—二极管；Js—球隙

图 1 低阻、高阻故障定点测试连接线路

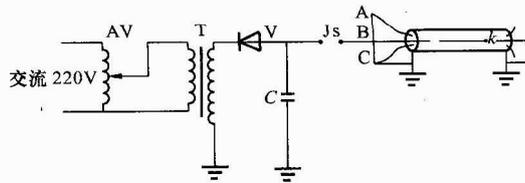


图2 开路故障定点测试连接线路

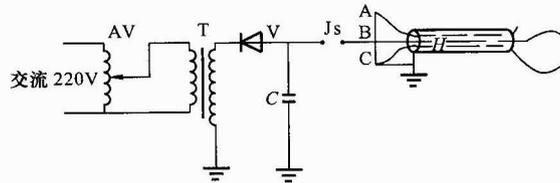


图3 始端头及其附近故障定点测试连接线

## 6.5 可靠性要求试验

按 GB/T 11463—1989 中定时定数截尾中 1-1 号方案进行，结果应符合 5.6 的要求。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

定点仪的检验分出厂试验和型式试验两种，其各包含的试验项目、技术要求、试验方法见表 1。

表 1 检验分类表

试验项目	技术要求	试验方法	形式试验	出厂检验
外观结构检查	5.4	6.1	√	√
环境性能试验	5.5	6.2	√	
供电电源适应性	5.1	6.3	√	√
定位误差	5.2	6.4	√	
可靠性要求	5.6	6.5	√	

注：表中“√”表示需做的试验项目。

### 7.2 出厂试验

出厂检验应按表 1 中规定的项目逐台进行。

### 7.3 型式试验

当有下列情况时，应按表 1 中规定进行型式试验：

- 新产品鉴定投产前；
- 停产半年后恢复生产或转产时；
- 定点仪的设计、工艺或所用材料有重大变更时；
- 连续批量生产五年时；
- 法定产品质量监督部门认为需要时。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

仪器铭牌应包括下列内容：

- 生产厂家；
- 仪器名称、型号；
- 产品编号；
- 出厂年月。

## 8.2 包装

箱内应附有配件、产品合格证、出厂检验报告、使用说明书、装箱清单。

包装箱应符合防潮、防尘、防振及环保的要求。

外包装箱上应有“小心轻放”、“怕湿”，“向上”等标志，标志应符合 GB 191 的规定。

## 8.3 运输

运输过程中应注意防雨、防机械损伤。

## 8.4 贮存

按 GB4793.1 的规定，存放产品的库房应干燥，无酸碱等腐蚀气体，无强烈的机械冲击和振动，产品应按包装箱外标志条件存放。



# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.3 — 2004

## 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第3部分：电缆路径仪

General technical specification of test instruments used for power

Part 3: route test instrument fo power cable

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 产品命名	.....
5 基本功能特性	.....
6 技术参数	.....
7 试验方法	.....
8 检验规则	.....
9 标志、包装、运输、贮存	.....

 木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试)电力试验设备厂家

# 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用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。

本部分负责起草单位：武汉高压研究所。

本部分参加起草单位：武汉大学、哈尔滨供电局。

本部分起草人：王伟、刘涤尘、蔡崇积、孙显增。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。



# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 3 部分：电缆路径仪

### 1 范围

DL/T849 的本部分规定了电缆路径仪的功能特性、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本部分适用于电缆路径仪（以下简称路径仪）的生产制制、检验及验收等。

从国外进口的功能类似设备，参照本部分执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 849 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 47931.1 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 EQV IEC 61010-1: 1990

GB/T 6587.1 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 6587.8 电子测量仪器 电源频率与电压试验

GB/T 11463—1989 电子测量仪器 可靠性试验

### 3 术语和定义

DL/T849 的本部分采用以下术语和定义。

#### 3.1

电缆路径 cable route

指电缆敷设在地下的走向及其埋设深度。

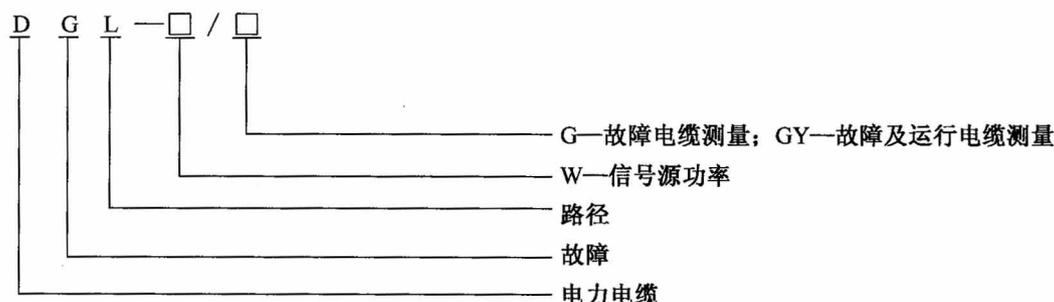
#### 3.2

音频信号 audio signal

由电径仪产生的用于测量电缆故障 音频信号，频率一般为 20Hz~20kHz。

### 4 产品命名

产品命名方式如下：



### 5 基本功能特性

路径仪应有如下功能：

- 探测电缆走向；
- 探测电缆埋设深度；

c) 具有输出短路保护及指示功能。

## 6 技术参数

### 6.1 频率范围

路径仪的频率范围为 20Hz~20kHz。

### 6.2 最大输出功率

最大输出功率应不小于 50W，仪表应有输出信号的输出指示。

### 6.3 短路保护性能

路径仪应在输出短路时具有自动保护装置，保护仪器能够正常工作并显示。

### 6.4 使用环境条件

路径仪的使用环境条件为：

a) 供电电源：AC 220 (1±10%) V，50 (1±5%) Hz；

b) 环境温度：-10℃~+40℃；

c) 相对湿度：≤85% (25℃)。

### 6.5 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，镀涂层不应起泡、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、按钮均应操作灵活到位。

仪器应有明显的接地标识。

### 6.6 环境适应性

路径仪工作和储存环境应满足 GB 4793.1 中的要求。

### 6.7 安全要求

#### 6.7.1 绝缘电阻

路径仪外部可触及导电部分和机壳之间的绝缘电阻不小于 5MΩ (DC500V)。

#### 6.7.2 耐压试验

路径仪外部可触及导电部分和机壳之间应承受工频 2kV 电压 1min，无闪络和击穿现象。

### 6.8 平均无故障时间

路径仪的平均无故障时间不小于 3000h。

## 7 试验方法

### 7.1 外观检查

用目测及手感法检查外观，结果应满足 6.5 的要求。

### 7.2 环境性能试验

按照 GB/T 6587.1~GB/T 6587.5 和 GB/T 6587.8 进行试验时，结果应符合 6.6 的要求。

### 7.3 输出信号频率检查试验

使路径仪处于工作状态，把示波器探头放在其输出端上，按使用说明调整示波器。观察正弦波形，测得其正弦波形频率应和路径仪信号输出显示频率相同，应满足 6.1 的要求。

### 7.4 最大输出功率试验

使路径仪处于工作状态，用低频功率计做全负载，接到路径仪的输出端，按功率计使用说明调整计量路径仪输出功率状态（由小变大），其最大功率输出应不低于 50W，满足 6.2 的要求。

### 7.5 使用功能状态检查试验

按图 1 测试原理框图接线方式及图 2 探视电缆路径示意图来进行其使用功能状态检查试验，其结果应满足 5 中 a)、b) 的要求。

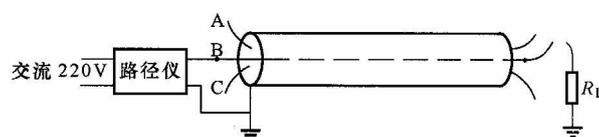
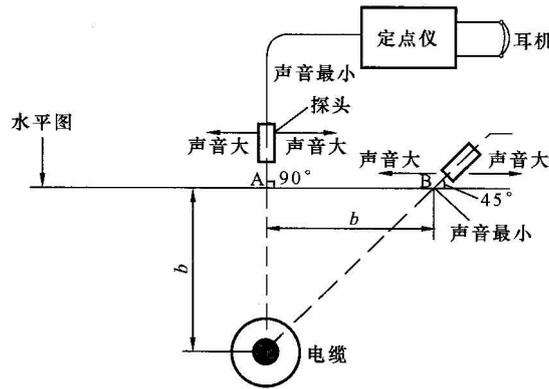


图 1 路径探测接线图

### 7.6 短路状态适应性试验

将仪器输出端短路，并调节仪器为最大输出状态，这时仪器应满足 6.3 的要求。



$b$ —电缆的敷设深度

图 2 寻找电缆路径、埋入深度示意图

### 7.7 安全要求试验

绝缘电阻：路径仪外部可触及导电部分和机壳之间用 500V 兆欧表测量绝缘电阻；耐压试验：路径仪外部可触及导电部分和机壳之间施加工频 2kV 电压 1min。结果应符合 6.7 的要求。

### 7.8 可靠性要求试验

按 OB/T 11463—1989 中定时定数截尾中 1-1 号方案进行，结果应符合 6.8 的要求。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

路径仪的检验分出厂检验、型式试验两种，所包含的试验项目、技术要求、试验方法见表 1。

表 1 检验分类表

试验项目		技术要求	试验方法	形式试验	出厂检验
外观结构检查		6.5	7.1	√	√
环境性能试验		6.6	7.2	√	
信号频率试验		6.6	7.3	√	
最大输出功率试验		6.2	7.4	√	
性能试验	电缆走向	5a)	7.5	√	
	电缆埋设深度	5b)	7.5		
安全要求试验		6.7	7.7	√	√
短路状态适应性试验		6.3	7.6	√	√
可靠性要求试验		6.8	7.8		

注：表中“√”表示需做的试验项目。

### 8.2 出厂检验

出厂检验应按表 1 中规定的项目逐台进行。

### 8.3 型式试验

型式试验应按表 1 中规定的项目进行。当有下列情况时，应按表 1 中规定进行型式试验：

- a) 新产品鉴定投产前；
- b) 停产半年后恢复生产或转产时；
- c) 路径仪的设计、工艺或所用材料有重大变更时；
- d) 连续批量生产五年时；
- e) 法定产品质量监督部门认为有需要时。

## 9 标志、包装、运输、贮存

### 9.1 标志

仪器铭牌应包括下列内容：

- a) 生产厂家；
- b) 仪器名称、型号；
- c) 产品编号；
- d) 出厂年月。

### 9.2 包装

箱内应附有关配件、产品合格证、出厂试验报告、使用说明书、装箱清单。

包装箱应符合防潮、防尘、防振及环保的要求。

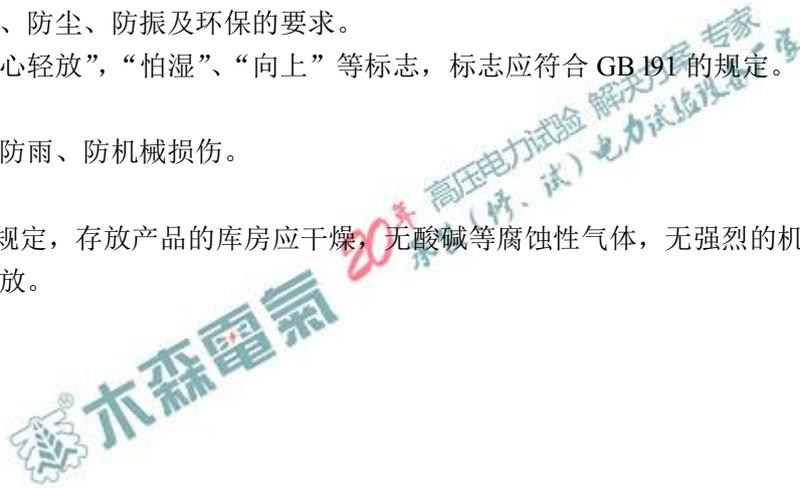
外包装箱应有“小心轻放”，“怕湿”、“向上”等标志，标志应符合 GB 191 的规定。

### 9.3 运输

运输过程中应注意防雨、防机械损伤。

### 9.4 贮存

按 GB/T 4793.1 的规定，存放产品的库房应干燥，无酸碱等腐蚀性气体，无强烈的机械冲击和振动，产品应按包装箱外标志条件存放。



# 中华人民共和国电力行业标准

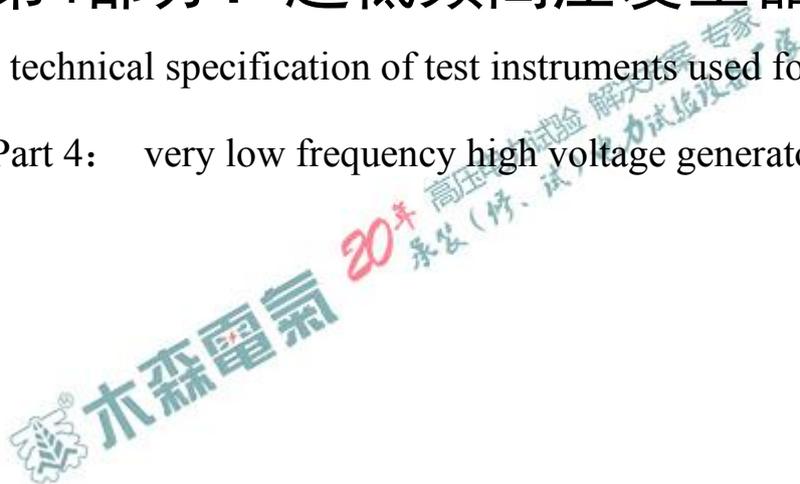
DL/T 849.4 — 2004

# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第4部分：超低频高压发生器

General technical specification of test instruments used for power

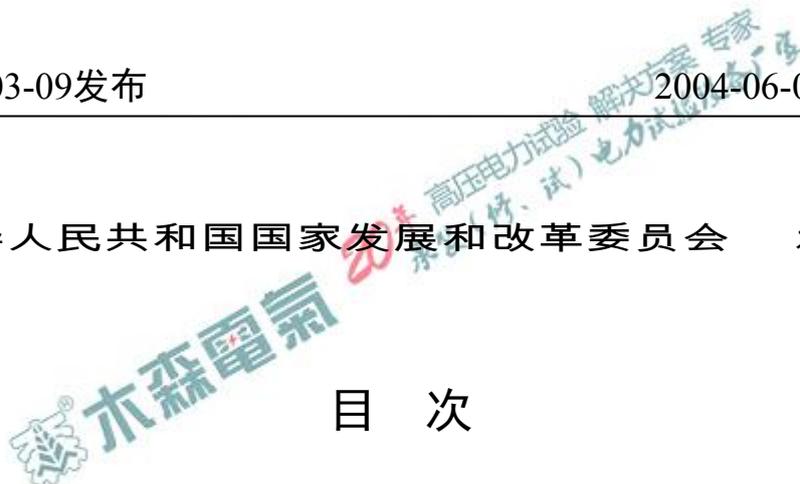
Part 4: very low frequency high voltage generato



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 产品型号	.....
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 产品成套性.....



# 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》的第 4 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、北京北方赛时技术有限公司、上海思源电气股份有限公司、上海市市东供电公司、南京苏特电气有限公司。

本部分起草人：罗俊华、姜轶、陈邦栋、薛建仁、史济康、蔡崇积。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。



# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 4 部分：超低频高压发生器

### 1 范围

DL/T 849 的本部分规定了超低频高压发生器（简称发生器）的通用技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等内容。

本部分适用于对电容性被试品（如电力电缆、大型发电机定子等）进行超低频交流高压试验以及其他类似的设备试验。

凡从国外进口类似检测功能的试验设备，参照本部分执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 849 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 2900.5 电工术语 电气绝缘材料

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 6587.1 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 7328 变压器和电抗器的声级测定

### 3 术语和定义

GB/T 2900.5 和 GB/T 2900.19 确立的以及下列术语和定义适用于 DL/T 849 的本部分。

#### 3.1

余弦方波 cosine square wave

从正峰值的 90%至负峰值 90%及负峰值的 90%至正峰值的 90%的极性转换时间不大于 10ms 的方波。

#### 3.2

超低频高压发生器 very low frequency high-voltage generator

输出电压的频率小于或等于 1Hz，输出电压的波形为正弦波或余弦方波的高压电源发生装置。

#### 3.3

额定输出电压 rated output voltage

超低频高压发生器高压输出的电压波形满足技术要求时的最大峰值电压。

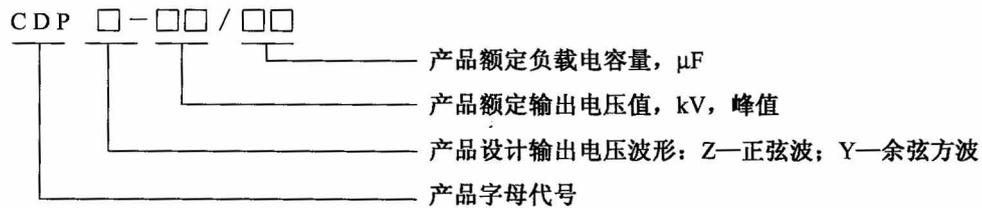
#### 3.4

额定电容量 rated capacity

超低频高压发生器高压输出端设计所能负载的试品最大电容量。

### 4 产品型号

产品型号编制方法如下：



## 5 技术要求

### 5.1 使用条件

- 环境温度:  $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ;
- 相对湿度: 不大于 8%;
- 海拔高度: 不超过 1000m;
- 电源电压: 交流单相 220 ( $1\pm 10\%$ ) V 或三相 380 ( $1\pm 10\%$ ) V;
- 电源频率: 50 ( $1\pm 5\%$ ) Hz;

### 5.2 外观要求

外壳防腐涂层及电镀完整、无脱落; 绝缘体表面平整光滑、无裂纹, 无放电烧伤; 各调节旋钮、插塞孔、仪表、插接件、接地端子等处均应有明显的标志; 铭牌的标示应符合有关标准。

### 5.3 安全绝缘性能

#### 5.3.1 绝缘电阻

输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间的绝缘电阻应大于  $5\text{M}\Omega$ 。

#### 5.3.2 绝缘强度

输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间能够耐受 2.0kV 工频电压 1min。发生器应能够承受自身产生的 1.1 倍额定输出电 10min, 无明显放电现象。

#### 5.3.3 指示标识

发生器必须具有输出电压(幅值及极性)指示器和输出电流指示器及相应的设定装置, 金属机箱应配有接地端子和明显标识。

### 5.4 输出电压和波形

发生器输出峰值电压应在额定电压范围内可调, 输出电压和波形应满足如下要求:

- 输出电压峰值不稳定性小于 1%;
- 输出电压频率不稳定性小于 3%;
- 输出正弦电压的波形畸变率小于 5%;
- 输出余弦方波电压的极性转换时间不大于 10ms;
- 输出电压的正/负半周周期的绝对误差小于 0.5s, 正/负半波峰值偏差小于 5%。

### 5.5 测量不确定度

输出峰值电压的测量回路的测量不确定度应小于 3%。

### 5.6 连续正常工作时间

在规定的工作条件下, 发生器高压输出端接至额定电容量的被试品, 额定输出电压时的连续正常工作时间应大于 120min。连续正常工作时的噪声不大于 65dB。

### 5.7 保护与控制装置

#### 5.7.1 保护装置

发生器应具各过电压、过电流和零位启动闭锁等自动保护装置, 在非正常工作状态时, 自动保护装置应自动关闭高压输出。

#### 5.7.2 控制装置

发生器输入电源必须经开关接入，电源分闸状态与合闸状态必须有明显指示。发生器高压输出应通过开关的方式控制，高压工作状态与非工作状态必须有明显指示。

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），在负载试品击穿时，无损坏。

发生器应具备自动接地放电装置，在额定电容量及额定输出电压下试品上的残余电荷应在 5s 内自动泄放完毕。

## 5.8 抗振性

发生器应能耐受 GB/T 6587.4 中所规定的振动试验。

## 5.9 其他特殊要求

超出上述规定的其他特殊要求，可由供需双方商定，进行特殊设计制造。

## 6 试验方法

### 6.1 环境试验

按 GB/T 6587.1~GB/T 6587.3 中规定的方法试验。

### 6.2 外观检查

所有开关应有效、可靠。绝缘体表面应平整光滑、无裂纹，无放电烧伤；各调节旋钮、插塞孔、仪表、插接件、接地端子等处应有明显的标志；铭牌标示应符合有关标准。

### 6.3 安全绝缘性能试验

#### 6.3.1 绝缘电阻

用 500V 兆欧表测量输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间的绝缘电阻，应满足 5.3.1 的要求。

#### 6.3.2 耐压试验

输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间施加工频电压 2.0kV，耐受 1min，应无明显放电现象。

#### 6.3.3 1.1 倍额定输出电压试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至 1.1 倍额定值，保持 10min。发生器高压各部分应无明显放电，过电压、过电流保护装置不应动作。

### 6.4 输出电压和波形检验

#### 6.4.1 电压峰值不稳定性试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.0% 的电压测量装置，在 60min 内测量高压输出电压峰值逐步上升至 1.0 倍额定值时，分 10 次测量输出电压峰值。通过计算，输出电压峰值不稳定性应满足 5.4a) 的要求。

#### 6.4.2 电压频率稳定度试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.0% 的电压测量装置，在 60min 内测量高压输出电压峰值逐步上升至 1.0 倍额定值时，分 10 次测量输出电压频率。

通过计算，输出电压频率不稳定性应满足 5.4b) 的要求。

#### 6.4.3 正弦电压的波形畸变率试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.5% 的电压测量装置，测量高压输出电压峰值逐步上升至 0.3、0.5、0.8 和 1.0 倍额定值时的输出电压波形。

发生器输出正弦电压的波形畸变率应满足 5.4c) 的要求。

#### 6.4.4 余弦方波电压的极性转换时间试验

发生器高压端连接电容量为 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.5% 的电压测量装置，测量高压输出电压峰值逐步上升至 0.3、0.5、0.8 和 1.0 倍额定值时的输出电压波形。

发生器输出余弦方波电压的极性转换时间应满足 5.4d) 的要求。

#### 6.4.5 正/负半周周期对称性试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.0% 的电压测量装置，测量高压输出电压峰值逐步上升至 0.3、0.5、0.8 和 1.0 倍额定值时的输出电压波形。

发生器输出电压的正/负半周周期的绝对误差应满足 5.4e) 的要求。

## 6.5 测鼻不确定度试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差小于或等于 1.0%的电压测量装置。零起升压，测量高压输出电压逐步上升至 0.3、0.5、0.8 和 1.0 倍额定值时的输出电压值，每个测量点测量 6 次。

测量不确定度应满足 5.5 的要求。

## 6.6 连续运行试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至额定值，在额定值下连续运行 120min 以上，并依据 GB/T 7328 的要求测定发生器的噪声，应满足 5.6 的要求。

## 6.7 保护与控制装置

### 6.7.1 过电压保护试验

零起升压，使输出电压逐步上升至过压保护动作整定值时，发生器应立即动作，切断高压输出控制开关。

### 6.7.2 过电流保护试验

零起升压，使输出电流逐步上升至过流保护动作整定值时，发生器应立即动作，切断高压输出控制开关。

### 6.7.3 零启动试验

高压调压装置置于除零位以外的任意位置，发生器高压输出回路自动闭锁。

### 6.7.4 放电试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），在负载试品两端并联放电间隙，模拟负载试品击穿。零起升压，使输出电压逐步上升至额定值。在额定输出电压下，间隙放电 5 次，发生器应工作正常。

### 6.7.5 自动放电试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至额定电压，关断高压输出，试品上的残存电荷应当在 5s 内自动泄放完毕。

## 6.8 振动试验

依据 GB/T 6587.4 的要求进行振动试验。试验后检查发生器结构、元件应无松动及损坏。通电试验检查发生器工作应正常。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

检验分为例行试验和型式试验。例行试验和型式试验的试验项目、技术要求、试验方法见表 1。

表 1 例行试验和型式试验的试验项目、技术要求、试验方法

序号	试验项目	技术要求	试验方法	例行试验	型式试验
1	环境试验	5.1	6.1		√
2	外观结构检查	5.2	6.2	√	√
3	安全绝缘试验	5.3	6.3	√	√
4	测量结果不确定度试验	5.5	6.5	√	√
5	电压峰值稳定度试验	5.4	6.4.1	√	√
6	电压频率稳定度试验	5.4	6.4.2		√
7	正弦电压的波形畸变率试验	5.4	6.4.3		√
8	余弦方波电压的极性转换时间试验	5.4	6.4.4		√
9	正/负半周周期对称性试验	5.4	6.4.5		√
10	连续运行试验	5.6	6.6		√

11	保护与控制装置试验	5.7	6.7	√	√
12	放电试验	5.7	6.7.4	√	√
13	自动放电试验	5.7	6.7.5		√
14	噪声试验	5.6	6.6		√
15	振动试验	5.8	6.8		√
注：“√”表示规定应做的试验项目。					

## 7.2 例行试验

例行试验的目的是检验产品的制造缺陷。每一产品出厂前均需进行例行试验，并在产品出厂时附产品检验合格证。

## 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可靠性。型式试验在新产品试制完成时进行，以后每 5 年进行一次。产品生产中，当设计、材料、工艺或结构等改变，且其改变可能影响产品的性能时，应进行型式试验。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

仪器铭牌上面应包括下列内容：

- a) 产品名称及型号；
- b) 产品生产单位；
- c) 出厂年、月；
- d) 出厂编号。

### 8.2 包装和运输

仪器应有内包装及外包装箱，有防湿、防振措施。包装完成后的仪器可用任何方式运输。外包装箱应有“小心轻放”，“向上”，“防雨”等标志，标志符合 GB/T 191 的有关标志的规定。

### 8.3 贮存

库房条例：环境温度为-5℃~+40℃，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 产品成套性

随同产品从货应有的附件

- a) 产品检验报告和产品合格证；
- b) 装箱单；
- c) 使用说明书；
- d) 随机附件（如高压连接电缆等）和易损备件；
- e) 用户关注的其他相关技术资料。

 木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试) 电力试验设备厂家

 木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试) 电力试验设备厂家

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.5 — 2004

## 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第5部分：振荡波高压发生器

General technical specification of test instruments used for power

Part 5: oscillating wave high 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 术语和定义	.....
4 产品型号	.....
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 产品成套性	.....

木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试)电力试验设备厂家

木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试)电力试验设备厂家

# 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》的第 5 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、北京埃德尔集团公司、南京苏特电气有限公司。

本部分起草人：蔡崇积、罗俊华、杨帆、薛建仁。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。



# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 5 部分：振荡波高压发生器

### 1 范围

DL/T 849 的本部分规定了振荡波高压发生器的通用技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等内容。

本部分适用于对电容性被试品（如电力电缆、大型发电机定子等）进行振荡波交流高压试验的试验设备以及其他类似的试验设备。

凡从国外进口类似检测功能的试验设备，参照本部分执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 849 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 2900.5 电工术语 电气绝缘材料

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术核绝缘配合

GB/T 6587.1 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 7328 变压器和电抗器的声级测定

### 3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.19 确立的以及下列术语和定义适用于 DL/T 849 的本部分。

#### 3.1

振荡波 oscillating wave

频率在 50Hz~10MHz 范围内，波形按指数衰减的交流电压波。

#### 3.2

振荡波高压发生器 oscillating wave high-voltage generator

利用电容性被试品两端的直流电压，通过开关电路快速导通外接电感形成 LC 回路，产生频率在 50Hz—10kHz 范围内，波形按指数衰减的电压余弦振荡波输出的高压电源发生装置。

#### 3.3

额定输出电压 rated output voltage

振荡波高压发生器输出的最大峰值电压。

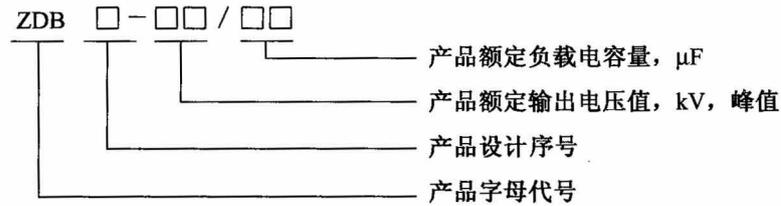
#### 3.4

额定电容 rated capacity

振荡波高压发生器输出端设计所能负载的试品最大电容量。

### 4 产品型号

产品型号编制方法如下：



## 5 技术要求

### 5.1 使用条件

- 环境温度： $-5^{\circ}\text{C}\sim+4^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度：不大于 80%（ $25^{\circ}\text{C}$ ）；
- 海拔高度：不超过 1000m；
- 电源电压：交流单相 220（ $1\pm 10\%$ ）V 或三相 380（ $1\pm 10\%$ ）V；
- 电源频率：50（ $1\pm 5\%$ ）Hz。

### 5.2 外观要求

外壳防腐涂层及电镀完整、无脱落，绝缘体表面平整光滑、无裂纹，无放电烧伤；各调节旋钮、插塞孔、仪表、插接件、接地端子等处均有明显的标志；铭牌的标示应符合有关标准。

### 5.3 安全绝缘性能

#### 5.3.1 绝缘电阻

输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间的绝缘电阻应大于  $5\text{M}\Omega$ 。

#### 5.3.2 绝缘强度

输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间应能承受 2.0kV 工频电压 1min，无损坏或明显放电现象。

发生器应能承受自身产生的 1.1 倍额定输出电压 10min，无明显放电现象。

#### 5.3.3 指示标识

发生器应具有输出电压指示器和相应的设定装置。金属机箱应配有接地端子和明显标识。

### 5.4 电气特性

发生器输出峰值电压在额定电压范围内可调。在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的被试品，在额定输出电压下的连续正常工作时间必须大于 30min，其噪声应不大于 65dB。

### 5.5 保护与控制装置

#### 5.5.1 保护装置

发生器应具各过电压、过电流和零位启动闭锁等自动保护装置，在非正常工作状态时，自动保护装置应自动关闭高压输出。

#### 5.5.2 控制装置

发生器输入电源必须经开关接入，电源分闸状态与合闸状态必须有明显指示。发生器高压输出应通过开关的方式控制，高压工作状态与非工作状态必须有明显指示。

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），在负载试品击穿时，无损坏。

应具各自动接地放电装置，在额定电容量及额定输出电压下试品上的残余电荷应当在 5s 内自动泄放完毕。

### 5.6 抗振性

发生器应能耐受 GB/T 6587.4 中所规定的振动试验。

### 5.7 测量装置及测量不确定度

#### 5.7.1 测量装置

发生器应配有对被试品进行直接测量的标准接口。发生器内部应配有纯阻性电压测量接口，输出电压值线性对应。

### 5.7.2 测量不确定度

测量输出峰值电压的测量装置的测量不确定度应小于 3%。

### 5.8 其他特殊要求

超出上述规定的其他特殊要求，可由供需双方商定，进行特殊设计制造。

## 6 试验方法

### 6.1 环境试验

按 GB/T 6587.1~GB/T6587.3 中规定的方法试验。

### 6.2 外观检查

采用手工操作和目测法检查所有开关的有效和可靠性及外观，应满足 5.2 的要求。

### 6.3 安全绝缘试验

#### 6.3.1 绝缘电阻

用 500V 的兆欧表测量输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间的绝缘电阻，应满足 5.3.1 的要求。

#### 6.3.2 耐压试验

在输入电源接线柱与发生器的任何可触及的金属部件之间施加工频电压 2.0kV，耐受 1min，应满足 5.3.2 的要求。

#### 6.3.3 1.1 倍额定输出电压试验

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至 1.1 倍额定值，保持 10min，应满足 5.3.2 的要求并且过电压、过电流保护装置不动作。

### 6.4 测量不确定度

发生器高压端连接 50%额定电容量的电容性负载试品（如电力电容器），外接综合误差不大于 1.0% 的电压测量装置。零起升压，测量高压输出电压逐步上升至 0.3、0.5、0.8 和 1.0 倍额定值时的输出电压值，每个测量点测量 6 次。

测量不确定度应满足 5.7.2 的要求。

### 6.5 连续运行试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至额定值，保持 30min 以上，并依据 GB/T 7328 测量噪声，应满足 5.4 的要求。

### 6.6 保护与控制装天

#### 6.6.1 过电压保护试验

在额定电压范围内选取 3 个过压保护动作整定值，分别零起升压，使输出电压逐步上升至过压保护动作整定值时，发生器应立即动作，切断高压输出控制开关。

#### 6.6.2 过电流保护试验

在额定电流范围内选取 3 个过电流保护动作整定值，分别零起升压，使输出电流逐步上升至过流保护动作整定值时，发生器应立即动作，切断高压输出控制开关。

#### 6.6.3 零启动试验

高压调压装置置于除零位以外的任意位置，发生器高压输出回路自动闭锁。

### 6.7 放电试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），在负载试品两端并联放电间隙，模拟负载试品击穿。零起升压，使输出电压逐步上升至额定值。在额定输出电压下，间隙放电 5 次，发生器应工作正常。

### 6.8 自动放电试验

在规定的工作条件下，发生器高压输出端接至额定电容量的负载试品（如电力电容器），零起升压，使输出电压逐步上升至额定电压，关断高压输出，试品上的残存电荷应当在 5s 内自动泄放完毕。

### 6.9 振动试验

依据 GB/T6587.4 的要求进行振动试验。试验后检查发生器结构、元件应无松动及损坏。通电试验检查发生器工作应正常。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

检验分为例行试验和型式试验。例行试验和型式试验的试验项目、技术要求、试验方法列于表 1。

#### 7.1.1 例行试验

例行试验的目的是检验产品的制造缺陷。每一产品出厂前均需进行例行试验，并在产品出厂时附产品检验合格证。

#### 7.1.2 型式试验

型式试验在新产品试制完成时进行，以后每 5 年进行一次。产品生产中，当设计、材料、工艺或结构等改变，且其改变可能影响产品的性能时，应进行型式试验。

表 1 例行试验和型式试验的试验项目、技术要求、试验方法

序号	试验项目	技术要求	试验方法	例行试验	型式试验
1	环境试验	5.1	6.1		√
2	外观结构检查	5.2	6.2	√	√
3	安全绝缘试验	5.3	6.3	√	√
4	测量不确定度	5.7.2	6.4	√	√
5	连续运行试验	5.4	6.5		√
6	保护与控制装置试验	5.5	6.6	√	√
7	放电试验	5.5.2	6.7	√	√
8	自动放电试验	5.5.2	6.8		√
9	振动试验	5.6	6.9		√

注：“√”表示规定应做的试验项目。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

仪器铭牌上面应包括下列内容：

- 生产名称及型号；
- 产品生产单位；
- 出厂年、月；
- 出厂编号。

产品外包装箱上应标记产品的名称及型号；应标明“小心轻放”，“向上”、“防雨”等标志。标记应符合 GB/T 191 中的有关规定。

### 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

库房条件：环境温度为-5℃~+40℃，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 产品成套性

随同产品供货应有的附件：

- 产品检验报告和产品合格证；
- 装箱单；
- 使用说明书；
- 随机附件（如高压连接电缆等）和易损备件；
- 用户关注的其他相关技术资料。

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.6 — 2004

## 电力设备专用测试仪器通用技术条件 第6部分：高压谐振试验装置

General technical specification of test instruments used for power

Part 6: high voltage resonat test 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	.....
1 范围	.....
2 规范性引用文件	.....
3 术语和定义	.....
4 产品分类	.....
5 技术要求	.....
6 试验方法	.....
7 检验规则	.....
8 标志、包装、运输和贮存	.....



# 前 言

DL/T849 的本部分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、修计划项目的通知》（电力[2000]70 号文）下达的标准项目制定任务安排制定。

DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》是一个系列标准，本次发布 6 个部分：

第 1 部分：电缆故障闪测仪；

第 2 部分：电缆故障定点仪；

第 3 部分：电缆路径仪；

第 4 部分：超低频高压发生器；

第 5 部分：振荡波高压发生器；

第 6 部分：高压谐振试验装置。

本部分是 DL/T849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》的第 6 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：上海思源电气股份有限公司、武汉市泛科变电检修设备制造有限公司、上海蓝波高压技术设备有限公司、苏州华电电气技术公司。

本部分起草人：倪学锋、陈邦栋、蔡崇积、杨莉、何波、张毓磷。

本部分委托武汉高压研究所负责解释。

木森電氣 20年 高压电力试验 解决方案 专家  
承接(修、试)电力试验设备厂家

# 电力设备专用测试仪器通用技术条件

## 第 6 部分：高压谐振试验装置

### 1 范围

DL/T 849 的本部分规定了采用电容、电感的谐振来获得高电压或大电流的谐振试验装置的定义、使用条件、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及安全的要求。

本部分不适用于试验变压器。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T 849 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是新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 1094.1—1996 电力变压器 第 1 部分：总则 GB 1094.2—1996 电力变压器 第 2 部分：温升

GB 1094.5—1985 电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力

GB/T 2900.15 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器

GB/T 11920—1989 电站电气部分集中控制装置通用技术条件

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第 1 部分：一般试验要求 EQV IEC 60060-1: 1989

### 3 术语和定义

GB/T 2900.15 确立的以及下列术语和定义适用于 DL/T 849 的本部分。

#### 3.1

谐振试验装置 resonant test system

通过高速电感或电源频率，使电感与电容达到谐振状态的试验装置。

#### 3.2

谐振电抗器 resonant reactor

用于同试品电容进行谐振，以获得高电压或大电流的电抗器。

#### 3.3

调感电抗器 adjustable reactor

在一定范围可连续调整电感值的电抗器。

#### 3.4 励磁变压器 exciter transformer

用于给电感、电容谐振系统提供能量的变压器。

#### 3.5

变频电源 variable frequency source

可连续调整频率的电源。

#### 3.6

品质因数 quality factor

试品所获得的容量与励磁变压器输出容量之比。在串联谐振回路可用试品上的电压值与励磁变压器的输出电压之比代替，在并联谐振回路可用试品的电流与励磁变压器输出电流之比代替。

#### 3.7

装置额定电压 ( $U_N$ ) rated voltage of the test system

设计谐振电抗器高、低压电极间的电压值（有效值）。

#### 3.8

额定频率 ( $f_N$ ) rated frequency

谐振装置的设计谐振频率，它可是一个单一频率，也可是一个频率范围。

3.9

装置额定容量 (Q<sub>N</sub>) rated output of the test system

设计额定频率 (调感式) 或最低频率 (调频式) 下谐振电抗器的容量。

3.10

励磁变压器额定输出电压 (U<sub>ZN</sub>) rated voltage of a exciter transformer

设计励磁变压器的输出电压, 可以是一个电压值, 也可以是多个电压值。

3.11

励磁变压器额定变压比 (K<sub>ZN</sub>) rated volage ation of a exciter transformer

设计励磁变压器的一次侧与二次侧绕组匝数之比。

3.12

装置输入电压 (U<sub>1</sub>) input voltage of the test system

设计谐振装置的电源输入电压 (有效值)。

3.13

谐振装置工作制 duty cycle of the test system

设计谐振装置的满负荷允许工作时间和 50% 负荷的允许工作时间, 用 T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub> 表示。

3.14

准确级 accuracy class

设计电容分压器的测量准确级。

3.15

被试电容范围 capacitance range of tested object

设计装置的最小可试电容到最大可试电容的范围。

3.16

额定电感 (L<sub>N</sub>) rated inductance

设计谐振电抗器的电感值, 它可是一个电感值, 也可是一个电感值范围。

3.17

基波 fundamental

周期量的傅立叶级数中序数为 1 的分量。

3.18

谐波因数 harmonic factor

谐波含量的方均根值与交变量的方均根值之比。

4 产品分类

4.1 产品分类

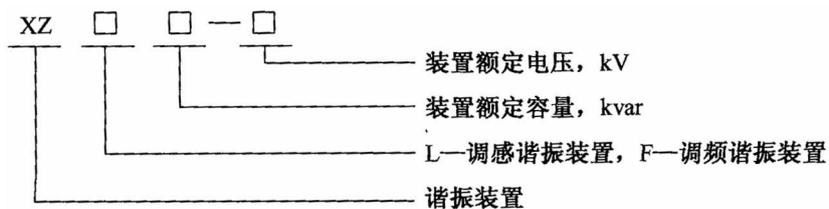
产品按调谐方式分:

a) 调感式谐振装置;

b) 调频式谐振装置。

4.2 命名

谐振装置的型号命名方式如下:



5 技术要求

5.1 使用要求

5.1.1 使用条件

户内使用。

### 5.1.2 海拔

运行地区海拔不超过 1000m。

超过 1000m 海拔，由用户与制造厂协商。

### 5.1.3 环境温度范围

使用环境温度范围为：-25℃~+45℃，

### 5.1.4 湿度

相对湿度不超过 80%。

### 5.1.5 抗震要求

谐振装置承受地震烈度为七度的作用应不损伤，即在水平加速度 0.15 和垂直加速度 0.1g 的作用下不损坏。

## 5.2 性能和结构要求

### 5.2.1 外观要求

装置的金属件外露表面应具有良好的防腐蚀层，产品铭牌及端子标志应符合图样要求。

### 5.2.2 装置额定电压

装置额定电压的优先值 (kV)：20、60、100、200、400、600、800、1200。

### 5.2.3 装置额定容量

装置额定容量优先值 (kvar)：15、30、50、100、200、400、600、800、1200、1600、3200、6400。

### 5.2.4 励磁变压器输出电压

励磁变压器输出电压优先值 (kV)：1.0、2.0、4.0、6.0、10、20、30。

### 5.2.5 额定频率

调感式谐振装置额定频率为 50Hz；调频式谐振装置额定频率为 30Hz~300Hz。

### 5.2.6 电感值

电抗器的电感值与额定电感值之差不得超过额定电感值的-10%~+5%。

任意两节（或段）电抗器的电感之比不得超过两节（或段）电抗器额定电感之比的 1.02 倍。

### 5.2.7 电抗器绝缘水平

电抗器应能耐受其额定电压的 1.2 倍工作频率电压作用 1min 不发生闪络、击穿。工作频率为一个范围时，应在频率上限值进行。

### 5.2.8 电抗器的温升

电抗器在谐振装置工作制的对应负荷和时间下，油浸式绕组温升不得大于 65K；干式绕组温升不得大于 60K。

### 5.2.9 电抗器的局部放电

电抗器的局部放电量除另有规定外在额定电压下不得大于 10pC。

注：另有规定系指用户与生产厂的协商的有关规定。

### 5.2.10 电抗器放电要求

电抗器在额定电压下，5min 内进行两次高压端对地短路放电，整个装置应不发生损坏。

### 5.2.11 电抗器操作系统要求

#### 5.2.11.1 调感电抗器操作性能要求

调感电抗器操作性能应平稳、灵敏、无卡涩，其气隙位置指示与电感值应有对应关系，指示位置应正确、可靠。

#### 5.2.11.2 电抗器操作系统的连接要求

电抗器间操作系统的连接应为软连接，具有一定的调节范围。

### 5.2.12 电抗器空载损耗测量

电抗器空载损耗耐压后值与耐压前值之比应不大于 1.1 倍。

### 5.2.13 励磁变压器性能要求

励磁变压器的直流电阻、变比、绝缘电阻、介损性能要求应符合 GB 1094.1、GB 1094.2、GB 1094.5 的性能要求。

油浸式励磁变压器温升性能应满足额定容量条件下绕组温升不大于 65K，并不得出现渗漏袖现象；干式励磁

变压器温升性能应满足额定容量条件下绕组温升不大于 60K，绝缘不得开裂。

励磁变压器绝缘水平应耐受工作频率下的 1.1 倍额定输出电压作用 3min，不发生闪络、击穿；工作频率为一个范围时应取频率上限值。

#### 5.2.14 调压器性能要求

调压器调压应灵活、平稳、无卡涩。

调压器调压到零位时，残余电压不得大于 2V，调压到高位时，电压值与额定电压值之比应不大于 1.10。

调压器在额定负载作用下，绕组温升值不得高于 60K。

调压器指示应准确、可靠。

#### 5.2.15 电容分压器

##### 5.2.15.1 电容分压器电容量的偏差

电容分压器电容量的偏差不得超过额定值的  $\pm 5\%$ ，而且两节之间的电容值之比不得大于两节额定电容值之比的 1.02 倍。

##### 5.2.15.2 电容分压器电容温度系数

a) 分压器电容温度系数不得大于  $\pm 5 \times 10^{-4} \text{K}$ ；

b) 高、低压电容温度系数所造成分压比的偏差不得大于准确级限值的 1/20

##### 5.2.15.3 电容分压器绝缘水平

分压器应耐受住工作频率下 1.2 倍额定电压作用 1min，不得发生闪络、击穿。

##### 5.2.15.4 电容分压器放电性能

分压器应耐受住额定电压下放电电流作用，不得发生损坏。

##### 5.2.15.5 电容分压器频率系数

电容分压器在工作频率范围内，最大频率分压比与最小频率分压比之比值不得大于 1.005。

#### 5.2.16 控制台性能要求

按钮、指示灯应满足 GB/T 11920 的要求。控制和保护应可靠、有效，所有指示应正确可靠。调谐指示用表应采用指零式仪表，调谐指示应灵敏、正确、可靠。

#### 5.2.17 品质因数要求

容量小于 100kVA 的装置品质因数应不小于 15，容量在 100kVA~400kVA 的装置品质因数应不小于 30，容量大于 400kVA 的装置品质因数应大于 40。

#### 5.2.18 接地要求

所有地电位金属部件均应有明显的接地端子，接地端子不得小于  $\phi 6$ 。

#### 5.2.19 谐振装置的谐波要求

谐振装置输出电压的谐波因数应不大于 5%。

## 6 试验方法

### 6.1 试验基本条件

试验环境按 GB/T 16927.1 的有关条款执行。

### 6.2 外观检查

外观应无明显变形、损伤。防腐层及漆层应良好，铭牌、标志符合标准要求。主要尺寸、电气净距符合图纸要求。接地端子应不小于 M6，并接触良好。

### 6.3 励磁变压器试验

#### 6.3.1 电压比测量

采用变比电桥或电压比值法进行，测到的电压比同标称值之比应不大于 1.05。

#### 6.3.2 绕组绝缘电阻测定

用 2500V 兆欧表进行，绝缘电阻应不低于 2500M $\Omega$ 。

#### 6.3.3 温升试验

按工作制的 2 倍时间，满负荷运行。油浸式绕组温升不得大于 65K，干式绕组不得大于 60K，绕组温度的测定采用电阻法。

#### 6.3.4 绝缘试验

#### 6.3.4.11 频耐压

绕组尾端对壳耐受 3kV 工频电压 1min 应无击穿、无闪络，尾端直接接地的可不进行该试验。

#### 6.3.4.2 感应耐压

绕组首端对壳及绕组间耐受  $2.0U_{ZN}$  的交流电压应无击穿、无闪络。耐受时间为

$$t_s = \frac{120 \times (f_N)}{f_s} \quad (1)$$

式中： $t_s$  —— 试验时间，s；

$f_N$  —— 试验频率，Hz；

$f_s$  —— 试验频率，Hz。

### 6.4 电抗器试验

#### 6.4.1 调感电抗器状态检查

电抗器气隙调整应灵敏、可靠、气隙位置指示正确。

#### 6.4.2 电抗器电感值测量

采用电压—电流法进行，所测量的电感值应符合 5.2.6 的要求。

#### 6.4.3 电抗器温升试验

电抗器在额定容量下，持续工作制所规定的时间，油浸式绕组温升不得大于 65K，干式绕组温升不得大于 60K，绕组温升由电阻法测定。

#### 6.4.4 电抗器局部放电试验

电抗器局部放电试验应在装置自身系统下进行，在额定电压下应不大于 10pC。无此要求的装置可不作此试验。特殊要求者同厂家协商，由合同约定。

#### 6.4.5 电抗器放电试验

电抗器在额定电压下，在高压端子对地间通过空气间隙放电。在 5min 内进行两次，局部放电量、电感值、损耗值应无明显变化。

#### 6.4.6 电抗器空载损耗的测量

带分压器将电抗器升到额定电压，测量励磁变压器输入的有功功率，该功率即为电抗器的空载损耗。耐压前后变化应不大于 10%。

#### 6.4.7 绝缘试验

电抗器应在频率上限值下，耐受  $1.2U_N$  电压作用 1min，无击穿、无闪络。

电抗器引线套管对法兰应耐受  $2.0U_{ZN}$  电压 1min，无击穿、无闪络。

### 6.5 调压器试验

#### 6.5.1 调压器状态检查

调压器应操作灵活，跳闸回零可靠，未回零闭锁可靠。

#### 6.5.2 最小最大输出电压测量

在调压器回零时输出电压不得大于 2V，调压器调到上限位时，电压值与额定电压值之比应不超过 1.1。

#### 6.5.3 调压器温升试验

调压器满载下连续工作 2 倍工作制时间，绕组温升应不大于 60K，绕组温升可用热电偶直接测量，也可用电阻法测定。

### 6.6 分压器试验

#### 6.6.1 电容量测量

电容量测量应符合 5.2.15.1 的要求。

#### 6.6.2 电容器温度系数试验

在使用环境温度范围内高低压电容器的温度系数应符合 5.2.15.2 的要求。

#### 6.6.3 电容分压器频率系数

在使用频率范围之内，测量电容器的电容量所得高、低压臂电容之比应不大于高、低臂电容的额定电容之比的 1.005 倍。

#### 6.6.4 电容分压器放电试验

电容分压器在 5min 内，在额定电压下，经气隙放电两次，电容分压器电容量变化不得大于一个元件电容量的变化或准确级应在限值之内。

### 6.6.5 电容分压器绝缘试验

电容分压器应耐受 1.2 倍装置额定电压作用 1min，无击穿、无闪络。

### 6.7 控制台试验

#### 6.7.1 按钮、指示灯、仪表性能检查

采用手动操作和观察的方法，检查按钮、指示灯、仪表均应动作正常，指示正确。

#### 6.7.2 保护性能试验

在额定电压范围内，使装置放电三次，放电跳闸回零保护应可靠、准确。

在无励磁条件下，调整调谐气隙从小到大再从大到小重复三次，调谐气隙上、下限位保护应可靠、准确。

非零位合闸保护应可靠、准确。

过电压保护应能可靠动作。

过流保护应可靠、准确。

### 6.8 装置整体试验

#### 6.8.1 品质因数测量

装置的品质因数应满足 5.2.17 的要求，对于单一频率谐振装置，应在空载和满载状态、额定电压下测量；对于调频谐振装置应在最低频率、额定负荷状态和额定电压下测量。负载的品质因数应不低于装置品质因数的 20 倍。

#### 6.8.2 谐波因数测量

从电容分压器测量电压、并对该电压进行谐波分要，谐波因数应不大于 5%。

## 7 检验规则

### 7.1 试验分类

试验分出厂试验、型工试验和验收试验。

### 7.2 出厂试验

出厂试验由制造厂对每一台装置进行，试验项目见表 1。

表 1 试验项目

试验类别	次号	试验项目	技术要求条号	试验方法条号
出厂试验	1	外观结构检查		
	2	励磁变压器电压比测量	5.2.1	6.2
	3	励磁变压器绝缘试验	5.2.13	6.3.1
	4	电抗器电感值测量	5.2.13	6.3.4
	5	电抗器空载损耗测量	5.2.6	6.4.2
	6	电抗器绝缘试验	5.2.11.2	6.4.6
	7	电抗器状态检查	5.2.7	6.4.7
	8	调压器状态检查	5.2.14	6.5.1
	9	调压器最小最大输出电压测量	5.2.14	6.5.2
	10	电容分压器电容量测量	5.2.15.1	6.6.1
	11	电容分压器绝缘试验	5.2.15.3	6.6.5
	12	按钮、指示灯、仪表检查	5.2.16	6.7.1
	13	保护性能检查	5.2.16	6.7.2
型式试验	1	品质因数测量	5.2.17	6.8.1
	1	外观结构检查	5.2.1	6.2
	2	励磁变压器绝缘试验	5.2.13	6.3.4
	3	励磁变压器温升试验	5.2.13	6.3.3
	4	电抗器电感值测量	5.2.6	6.4.2
	5	电抗器温升试验	5.2.8	6.4.3
	6	电抗器放电试验	5.2.10	6.4.5
7	电抗器放电试验	5.2.9	6.4.4	

	8	电抗器局部放电试验	5.2.7	6.4.7
	9	电抗器绝缘试验	5.2.14	6.5.3
	10	调压器温升试验	5.2.15.2	6.6.2
	11	电容分压器温度系数测量	5.2.15.5	6.6.3
	12	电容分压器频率系数测量	5.2.15.3	6.6.5
	13	电容分压器频率系数测量	5.2.15.4	6.6.4
	14	电容分压器绝缘试验	5.2.16	6.7.2
	15	电容分压器放电试验	5.2.17	6.8.1
	16	保护性能试验	5.2.19	6.8.2
		品质因数测量		
		谐波因数测量		
验收试验	1	励磁变压器变比测量	5.2.13	6.3.1
	2	励磁变压器绝缘试验	5.2.13	6.3.4
	3	电抗器电感值测量	5.2.6	6.4.2
	4	电抗器绝缘试验	5.2.7	6.4.7
	5	调压器最小最大电压测量	5.2.14	6.5.2
	6	电容分压器电容量测量	5.2.15.1	6.6.1
	7	电容分压器绝缘试验	5.2.15.3	6.6.5
	8	保护性能检查	5.2.16	6.7.2
	9	品质因数测量	5.2.7	6.8.1

### 7.3 型式试验

型式试验在新产品上进行，型式试验项目见表1。当产品结构、材料或工艺发生重大改变时，应重进行型式试验。

### 7.4 验收试验

验收试验是购买方在装置安装过程或安装好后进行，验收试验项目见表1，其目的是检验输送、安装过程中是否有损坏或引起性能变化的行为发生。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

在装置的适当位置应装设铭牌，内容如下：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 额定电压；
- d) 额定容量；
- e) 额定电流；
- f) 电感量及电感范围；
- g) 可试电容量范围；
- h) 工作制；
- i) 温度类别；
- j) 测量准确级；
- k) 总重量；
- l) 出厂日期及编号；
- m) 制造厂名。

### 8.2 包装

包装箱应牢固，必须保证运输、装卸时产品不受损伤；应保证控制柜、调压器等设备不进水、不受潮。

包装箱外应有如下标志：

- a) 收货单位、地址；
- b) 产品型号；

- c) 包装箱尺寸、毛重、件数;
- d) 防倾、防潮、防雨标记;
- e) 发货单位。

### 8.3 装箱资料

装箱资料应包括:

- a) 装箱单 (应详细标明各件的型号、数量);
- b) 出厂试验报告;
- c) 合格证;
- d) 使用说明书;
- e) 安装、使用技术图样。

### 8.4 运输与贮存

产品运输中应确保安全。

产品储存场地不得有腐蚀性气体, 并不受雨、雪侵袭。

