

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 849.2 — 2019
代替 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 for special test instruments used for power equipments
— Part 2: Fault locator for power cable

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2019-11-04 发布

2020-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	2
5 技术要求	2
6 试验方法	4
7 检验规则	6
8 标识和随行文件	7
9 包装、运输和贮存	7
附录 A (资料性附录) 不同故障类型的定点方法	8
附录 B (资料性附录) 声磁时间差与定位距离的关系	9

前 言

DL/T 849《电力设备专用测试仪器通用技术条件》分为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。

本部分为DL/T 849的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分代替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》，与DL/T 849.2—2004相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改并增加了规范性引用文件，增加了电磁兼容的引用标准，见第2章；
- 修改了术语和定义，修改了高阻故障的定义，增加了声测法和声磁同步法的定义，见第3章；
- 删除了产品命名，增加了概述，见第4章；
- 删除了技术要求中的技术参数、平均无故障时间；
- 增加了技术要求中的电磁兼容性能和外壳防护等级，见第5章；
- 修改了技术要求中的外观要求、供电电源要求、性能要求和环境适应性要求，见第5章；
- 增加了试验方法中的电磁兼容试验和外壳防护等级，见第6章；
- 修改了试验方法中的外观检查、性能试验和定点误差试验，见第6章；
- 删除了试验方法中的可靠性要求试验；
- 增加了随行文件，见8.2；
- 修改了包装、运输和贮存，见第9章。

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

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会高电压试验技术标准化分技术委员会(SAC/TC 163/SC 1)归口。

本部分主要起草单位：中国电力科学研究院有限公司。

本部分参与起草单位：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网冀北电力有限公司电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司电力科学研究院、江苏方天电力技术有限公司、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、广州供电局有限公司电力试验研究院、国网四川省电力公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、咸亨国际科技股份有限公司、杭州柯林电气股份有限公司。

本部分主要起草人：卢冰、王一帆、李大卫、万代、张围围、杨鼎革、包玉树、颜海俊、郗晓光、范伟男、马小敏、黄友聪、李文国、郑宏。

本部分为首次修订，本部分所代替标准的历次版本发布情况为：DL/T 849.2—2004。

本部分在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

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

本部分规定了电缆故障定点仪（简称定点仪）的技术要求、试验方法、检验规则、标识、随行文件、包装、运输和贮存。

本部分适用于定点仪的生产和检验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

开路故障 open-circuit fault

电缆有一芯或数芯导体开路或金属护层断裂的故障。

3.2

低阻故障 low-resistance fault

电缆相间或相对地的绝缘受损，绝缘电阻小于 100 Ω 的故障。

3.3

高阻故障 high-resistance fault

电缆相间或相对地的绝缘受损，电缆相间或相对地的绝缘电阻不小于 100 Ω 的故障。

3.4

故障定点 fault location

通过声、磁测量原理对电力电缆故障点定位的过程。

3.5

声测法 acoustic detection method

利用放电发出的声波信号来定位电缆故障点位置的检测方法。

3.6

声磁同步法 acoustic and magnetism synchronization method

利用声、磁信号的检测时间差来定位电缆故障点位置的检测方法。

4 概述

4.1 分类

定点仪测试方法主要有声测法和声磁同步法。

4.2 声测法

采用声测法的定点仪一般由声波振动传感器、信号放大器、滤波电路、采样单元、处理器、显示单元、功放单元、耳机等组成。

声测法主要用于测量高阻与闪络性故障，其主要原理是采用高压源向故障电缆中施加冲击电压，使故障点发生放电击穿，然后利用放电时产生的声音进行故障精确定点。声波振动传感器将声波信号转换为电信号，由信号放大器和滤波电路进行放大、滤波处理，最后通过耳机还原成声音，或显示声音的强度，声音强度最大的地方即为故障点位置。

采用声测法的定点仪原理框图见图 1。

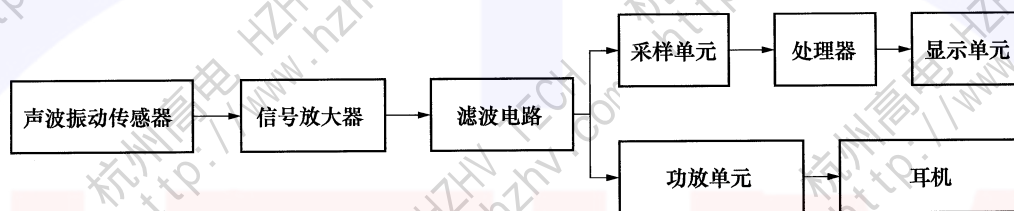


图 1 采用声测法的定点仪原理框图

4.3 声磁同步法

采用声磁同步法的定点仪一般由声波振动传感器、磁场传感器、信号放大器、滤波电路、采样单元、处理器、显示单元、功放单元和耳机等组成。其主要原理是测量故障点放电时产生声音信号与磁场信号的时间差，实现故障点的定位。相对于声音信号，磁场信号的传播时间可以忽略不计。定点仪以接收到的磁场信号为基准，同步接收并记录下故障点击穿放电产生的声音信号，测出两者之间的时间差，时间差最小点即为故障点位置。定点仪对不同故障类型的定点方法参见附录 A，声磁时间差与定位距离的关系参见附录 B。

采用声磁同步法的定点仪原理框图见图 2。

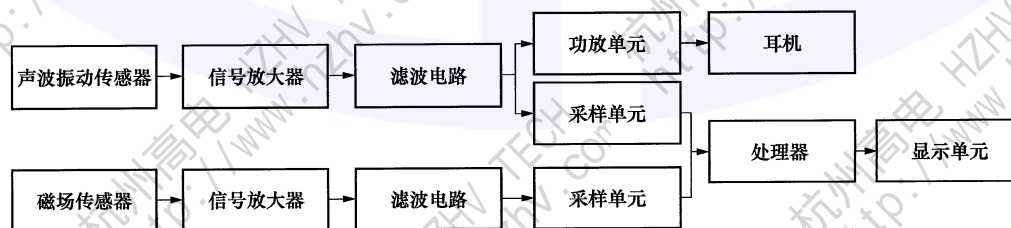


图 2 采用声磁同步法的定点仪原理框图

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 环境条件

定点仪的工作条件应满足以下要求：

——环境温度：(−25~+50)℃；

——环境相对湿度：不大于 90%。

在高寒、湿热地区或特殊气候条件下使用时，由用户与厂家协商。

5.1.2 供电电源

采用直流电源供电的定点仪，持续工作时间不应小于 8 h。

5.2 外观

定点仪的外观应满足以下要求：

——外观完好，表面光洁平整，无凹、凸痕，无明显的变形和损伤；

——各按键及开关操作灵活，无卡涩现象；

——显示器显示清晰，无缺陷；

——金属件外露表面具有良好的防腐蚀层；

——产品端子标志正确、齐全，并符合图样要求；

——外壳上安装金属质铭牌，铭牌至少包含产品名称、型号、编号、出厂日期、制造厂名、测量误差等信息。

5.3 性能要求

5.3.1 功能要求

5.3.1.1 定点仪的基本功能应满足以下要求：

——具备试品信息录入和检索功能；

——具备测量数据存储、查询、导出和传输功能；

——具备显示磁场、声音信号强度的功能；

——具备被测电缆方位指示功能；

——具备电源剩余电量显示功能，电池电量不足 20% 时有提示信号；

——采用声磁同步法的定点仪对声音信号、磁场信号进行测量时，能显示声磁时间差值，且在同一位置测量时间差值连续 3 次以上稳定不变。

5.3.1.2 定点仪的扩展功能宜满足以下要求：

——具备声音信号分贝 (dB) 数值的显示功能；

——具备存储测量点坐标数据的功能，坐标精度为亚米级；

——采用声磁同步法的定点仪具备声强阈值下限设定功能。

5.3.2 测量性能

定点仪的计量性能应满足以下要求：

——声强测量下限不高于 45 dB，偏差不大于 ±2 dB；

——磁场强度测量下限不高于 0.1 A/m，偏差不大于 ±0.02 A/m；

——声磁时间差测量范围：1 ms~60 ms，最大允许误差不超过 ±0.3 ms，分辨力不大于 0.1 ms。

5.4 环境适应性

定点仪的环境要求包含温度、湿度、振动、冲击和倾斜跌落五个方面，其适应性应分别符合 GB/T 6587—2012 中基本环境组别 II 的要求。此外定点仪流通条件等级还应符合 GB/T 6587—2012 5.10 中 2 级的规定要求。

5.5 电磁兼容性能

定点仪的电磁兼容性能包括静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度和工频磁场抗扰度，其性能应符合 GB/T 18268.1—2010 6.2 中工业设备抗扰度的要求。

5.6 外壳防护等级

定点仪外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP65 的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

除环境试验外，定点仪的试验条件应符合以下要求：

- 环境温度：(20±5)℃；
- 环境相对湿度：30%~80%；
- 电源频率：50 Hz (1±1%)；
- 电源电压：220 V (1±5%)；
- 环境噪声：不大于 45 dB (A 类计权)。

6.2 主要试验设备

主要试验设备性能应符合表 1 的要求。

表 1 主要试验设备性能要求

序号	设备名称	性能要求
1	声强计	测量范围：0 dB~80 dB，分辨力：0.1 dB
2	磁强计	测量范围：50 nT~20 mT，最大允许误差：±5%
3	脉冲磁场发生器	输出范围：0.1 A/m~10 A/m，最大允许误差：±5%
4	延时控制器	分辨力：0.01 ms
5	时间测量装置	时间间隔测量范围：0 s~10 s，最大允许误差：±60 μs

6.3 外观检查

目测和手感方法检查，应符合本部分 5.2 的要求。

6.4 性能试验

6.4.1 功能检查

在定点仪处于开机工作条件下，逐项检查定点仪各项功能，结果应符合本部分 5.3.1 的要求。

6.4.2 测量性能试验

6.4.2.1 声强测量下限试验

定点仪声强测量下限试验原理如图 3 所示，定点仪的声波振动传感器应贴近声强计的测量传感器，且两者与参考声源保持相同距离，该距离不应小于 10 cm。调节参考声源使定点仪声强示值（或指

示强度)发生变化,此时读取声强计示值,结果应符合本部分 5.3.2 要求。

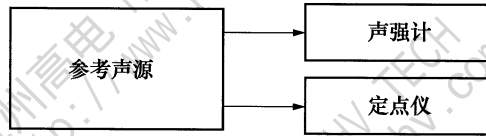


图 3 声强测量下限试验原理图

6.4.2.2 磁场强度测量下限试验

定点仪磁场强度测量下限试验原理如图 4 所示,定点仪的磁场传感器应贴近磁强计的测量传感器,且两者与脉冲磁场发生器保持相同距离,该距离不应小于 10 cm。调节脉冲磁场发生器使定点仪磁场强度示值(或指示强度)发生变化,此时读取磁强计示值,结果应符合本部分 5.3.2 要求。

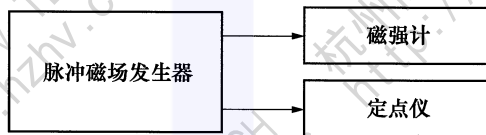


图 4 磁场强度测量下限试验原理图

6.4.2.3 故障定点误差试验(声磁时间差试验)

定点仪的故障定点误差试验(即声磁时间差试验)原理如图 5 所示,定点仪的声波振动传感器应贴近声强计的测量传感器,两者与参考声源保持相同距离,该距离不应小于 10 cm;定点仪的磁场传感器应贴近磁强计的测量传感器,两者与脉冲磁场发生器保持相同距离,该距离不应小于 10 cm。设定脉冲磁场发生器的输出,通过延时控制器使参考声源输出声信号。试验点应包括 1 ms、2 ms、5 ms、10 ms、20 ms、60 ms。

定点仪的声磁时间差 Δt 与时间间隔测量仪的显示值进行比较。依次反复试验次数不小于 5 次,测得值的平均值误差应符合本部分 5.3.2 要求。

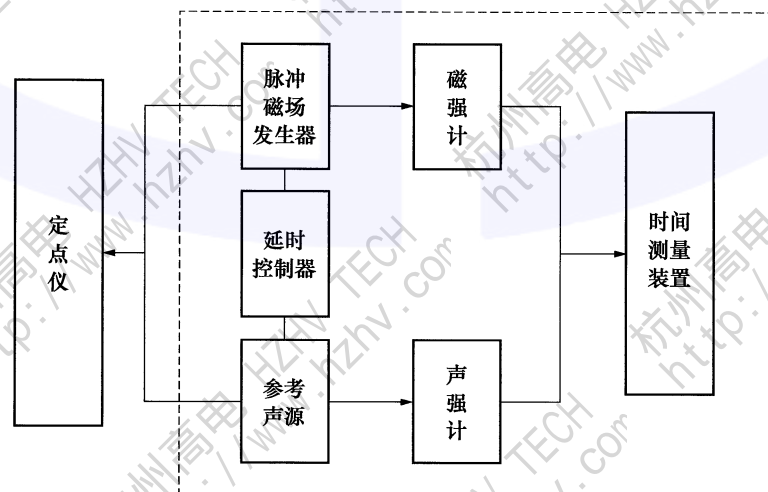


图 5 故障定点误差试验原理图

6.5 环境适应性试验

定点仪的环境适应性试验按以下方法进行,结果应符合本部分 5.4 的要求:

- 温度试验按 GB/T 6587—2012 中 5.9.1 规定的试验方法进行；
- 湿度试验按 GB/T 6587—2012 中 5.9.2 规定的试验方法进行；
- 振动试验按 GB/T 6587—2012 中 5.9.3 规定的试验方法进行；
- 冲击试验按 GB/T 6587—2012 中 5.9.4 规定的试验方法进行；
- 运输试验按 GB/T 6587—2012 中 5.10 规定的试验方法进行。

6.6 电磁兼容试验

6.6.1 静电放电抗扰度试验

定点仪静电放电抗扰度试验按 GB/T 17626.2—2018 第 8 章的规定和方法进行；试验等级：2 级；试验对象：定点仪外壳；试验结果应符合本部分 5.5 的要求。

6.6.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

定点仪射频电磁场辐射抗扰度试验按 GB/T 17626.3—2016 第 8 章规定和方法进行；试验等级：3 级；试验对象：整台定点仪；试验结果应符合本部分 5.5 的要求。

6.6.3 工频磁场抗扰度试验

定点仪工频磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.8—2006 第 8 章的规定和方法进行；试验等级：4 级；试验对象：整台定点仪；试验结果应符合本部分 5.5 的要求。

6.7 外壳防护试验

定点仪按 GB/T 4208—2017 中 13.4 及 14.2.5 规定的方法进行试验，试验结果应符合本部分 5.6 的要求。

6.8 供电电源试验

将定点仪开机并设置在非待机的正常工作状态下，试验结果应符合本部分 5.1.2 的要求。

7 检验规则

7.1 一般要求

定点仪的检验分为型式试验和出厂试验，试验项目见表 2。

表 2 试验项目

序号	试验项目	本部分条款		型式试验	出厂试验
		技术要求	检测方法		
1	外观检查	5.2	6.3	●	●
2	性能试验	5.3	6.4	●	●
3	环境适应性试验	5.4	6.5	●	○
4	电磁兼容试验	5.5	6.6	●	○
5	外壳防护等级试验	5.6	6.7	●	○
6	供电电源试验	5.1.2	6.8	●	○

注：“●”为必须做试验项目，“○”为不做试验项目。

7.2 型式试验

下列情况之一的，定点仪应进行型式试验：

- a) 新产品鉴定投产前;
- b) 在生产中当设计、材料、工艺或结构等改变, 且其改变可能影响产品的性能时, 亦应进行型式试验, 此时的型式试验可以只进行与各项改变有关的试验项目;
- c) 国家质量监督机构要求进行质量一致性检验时。

7.3 出厂试验

由制造厂对生产的每一台产品进行的检验。

8 标识和随行文件

8.1 标识

定点仪铭牌应标识以下信息:

- a) 产品名称;
- b) 产品型号;
- c) 出厂编号;
- d) 出厂年月;
- e) 制造厂名;
- f) 测量误差。

8.2 随行文件

定点仪应提供随行文件, 主要包括:

- 产品检验合格证;
- 产品说明书;
- 装箱单;
- 随机备附件清单;
- 安装图;
- 试验报告;
- 搬运说明;
- 其他有关资料。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

定点仪应包装应满足 GB/T 191 的有关标志的规定, 并标明“小心轻放”“向上”“防雨”等标志。

9.2 运输

定点仪应适于陆运、空运、水运(海运), 运输装卸按包装箱上的标志进行操作。

9.3 贮存

包装完好的定点仪应满足 GB/T 25480 规定的贮存运输要求, 长期不用的定点仪应保留原包装, 在相对湿度不大于 80% 的库房内贮存, 室内无酸、碱、盐, 无腐蚀性或爆炸性气体和灰尘, 以及不受雨、雪的伤害。

附录 A (资料性附录)

不同故障类型的定点方法

在电缆故障的查找探测过程中，先用闪测仪进行测距，定位故障点的大概位置范围；再用定点仪在该范围内进行精确定点。定点仪针对不同电缆故障类型的定位方法如下：

a) 低阻、高阻故障定点。

低阻、高阻故障的定点测试按照图 A.1 方式接线。采用高压脉冲发生器对电缆施加脉冲高压，使故障点发生击穿放电，产生声音、磁场信号，通常声磁时间差最小处便是故障点位置。在进行低阻故障定点测试时，可以适度调高高压脉冲发生器的输出电压，或者选用储能容量较大的高压脉冲发生器，通过增强放电能量来获得较大的放电声，便于收听、分析和判断。

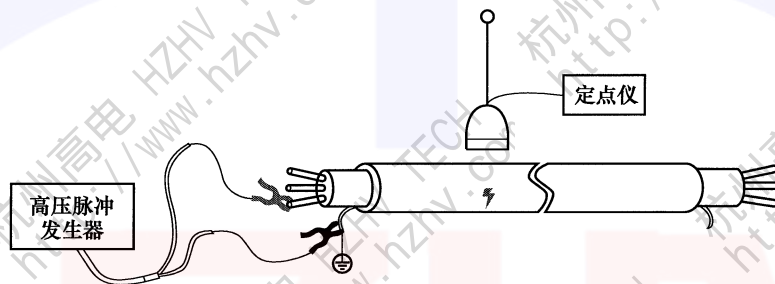


图 A.1 低阻、高阻故障的定点测试示意图

b) 开路故障定点。

开路故障类型的定点测试按图 A.2 方式接线。一般情况下，电缆发生开路故障时绝缘正常，但线芯中有一芯或者数芯出现断裂。此时，可将电缆对端的线芯和地屏蔽短接，在故障相施加高压脉冲，使故障点放电，从而进行故障定位。

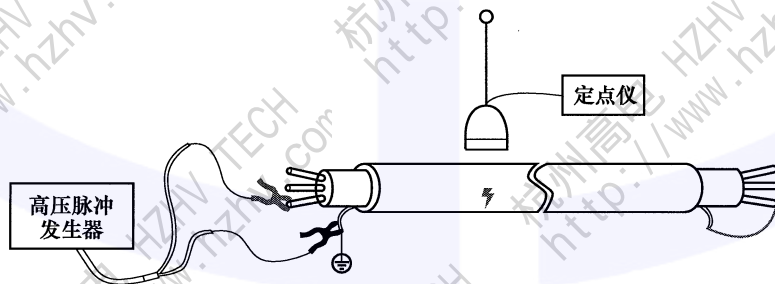


图 A.2 开路故障类型的定点测试示意图

附录 B
(资料性附录)
声磁时间差与定位距离的关系

声磁同步法定点仪通过声磁时间差实现故障定位。测量声磁时间差 Δt ，并乘以声音在介质中的传播速度常数计算出定点仪离故障点的距离，如公式 (B.1) 所示。

$$S = \Delta t \times c / 10^3 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

S —— 定点仪离故障点的距离，m；

Δt —— 声磁时间差，ms；

c —— 声音在介质中的传播速度常数，m/s。

声音在不同介质中传播速度如表 B.1 所示。

表 B.1 声音在不同介质中的传播速度

序号	介质	传播速度 m/s	备注
1	空气	346	25℃
2	软木	500	
3	泥土	346~3500	
4	蒸馏水	1497	25℃
5	海水	1531	25℃
6	混凝土	3500	
7	大理石	3810	

中华人民共和国
电力行业标准
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—2019

代替 DL/T 849.2—2004

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2020年6月第一版 2020年6月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 26千字

印数 001—300册

*

统一书号 155198·2195 定价 15.00元

版权专有 侵权必究

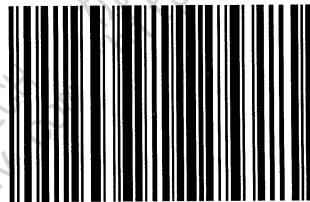
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信



155198.2195