

ICS 29.240.20

K 51

中华人民共和国国家质量监督
检验检疫总局备案号：53587-2017

DB53

云南省地方标准

DB53/T 813.2—2017

配电线路故障指示器及定位系统技术规范 第2部分：监测终端

2017-03-15 发布

2017-06-01 实施

云南省质量技术监督局 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 使用条件 | 3 |
| 5 技术要求 | 4 |
| 6 试验 | 11 |
| 7 检验规则 | 16 |
| 8 铭牌标志、包装、随机文件、储运条件 | 16 |
| 附录 A（规范性附录） 外绝缘与海拔高度的修正方法 | 18 |
| 附录 B（规范性附录） 试验项目 | 19 |
| 参考文献 | 21 |

前 言

《配电线路故障指示器及定位系统技术规范》分为以下 5 部分：

- 第 1 部分：主站
- 第 2 部分：监测终端
- 第 3 部分：工频信号源
- 第 4 部分：远动协议
- 第 5 部分：系统集成

本部分为 DB53/T 813 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由云南省电力装备标准化技术委员会 (YNTC09) 提出并归口。

本部分起草单位：云南电力试验研究院（集团）有限公司、昆明电器科学研究所、云南电网有限责任公司、云南电网有限责任公司电力科学研究院、云南电力技术有限责任公司、北京科锐配电自动化股份有限公司、威胜电气有限公司、科大智能电气技术有限公司、北京水木源华电气股份有限公司、广州航程电气设备有限公司、昆明能讯科技有限责任公司。

本部分主要起草人：梁仕斌、田庆生、莫海峰、刘涛、洪波、戴云航、王战敏、文江林、秦明辉、邢海涛、王建国、昌明、邓飞、王磊、杜景琦、周琼芳、高波、杨阿娟、于辉、彭庆军、杨殿成、林中一。

配电线路故障指示器及定位系统技术规范 第2部分：监测终端

1 范围

本部分规定了配电线路故障指示器及定位系统的监测终端的术语和定义、使用条件、技术要求、试验方法和检验规则以及标志、包装和储运的要求。

本部分适用于额定电压 10 kV 的三相交流配电系统。6 kV、20 kV 及 35 kV 的电压等级可以参照执行。

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，仅所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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A:低温

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:高温

GB/T 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db: 交变湿热试验方法

GB/T 2423.8 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ed:自由跌落

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5169.10-2006 电工电子产品着火危险试验 第10部分：灼热丝/热丝基本试验法 灼热丝装置和通用试验方法

GB/T 5169.11-2006 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法

GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

GB/T 11287-2000 电气继电器 第21部分 量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验第一篇：振动试验（正弦）

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验

GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性

GB/T 17626.2 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 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 17626.4 电磁兼容试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.12 电磁兼容试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

DL/T 1157-2012 配电线路故障指示器技术条件

3 术语和定义

DL/T 1157-2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

监测终端

安装在配电线路上的一种简易型配电自动化远方终端。由配电线路故障指示器及定位系统的故障指示器和配电线路故障指示器及定位系统的通信终端组成，主要用于识别短路和单相接地故障，也可辅助监测线路运行参数，并向主站上传故障信息和监测数据。

3.1.1

故障指示器

安装在配电线路上，用来判断并指示短路故障、单相接地故障的装置，也可以具备采集线路负荷电流、电缆温度等辅助功能。

主要分为架空型和电缆型。

[DL/T 1157-2012，定义3.1]

3.1.2

通信终端

利用通信通道与系统主站进行信息交互的单元，主要用于接收、处理、上传故障指示器送来的故障信息和监测数据。

主要分为架空型和电缆型。

3.2

工频信号源

配电系统运行时，实时监测系统电压，当配电系统发生单相接地故障后，能够自动判断故障并控制内部开关设备投切，在故障线路的负荷电流上叠加具有明显特征的工频电流信号序列，用于辅助配电自动化远方终端识别单相接地故障的一种电气装置。

3.2.1

电流信号序列

配电系统发生单相接地故障后，工频信号源通过控制内部开关设备投切，在故障线路上产生的叠加在负荷电流上的一组特征电流信号。该信号用于辅助检测接地故障。

3.3

在线模式

通信终端与主站之间通信的工作模式，分为实时在线模式和非实时在线模式。

3.3.1

实时在线模式

通信终端与主站一直保持通信链路连通状态，可以实时进行数据交互。

3.3.2

非实时在线模式

通信终端采用定时上线和故障时主动上线相结合的通信方式与主站进行数据交互,数据信息交互完毕后,断开与主站的通信链路。

3.4

CT取电

利用与电流互感器相同的电磁感应原理,从运行的交流输配电线路上取得电能的方法。

3.5

电流突变法

一种能自动适应配电线路电流变化的短路故障检测方法。

3.6

工频信号源法

通过在线路沿线安装的故障监测终端,对工频信号源产生的电流信号序列进行检测,从而确定单相接地故障区段的方法。

3.7

复位时间

故障指示器报警指示状态从开始至结束的时间。

3.8

临近干扰

发生短路(接地)故障的线路对临近线路上的故障指示器工作状态的影响。

3.9

静态功耗

对故障指示器,指其在无通信、无故障指示状态下的待机功耗。

对通信终端,指其处于非实时在线模式下的待机功耗。

3.10 心跳周期

为保持通信终端与主站链路建立而发送通信帧的固定时间间隔。

4 使用条件

4.1 系统运行条件

系统电压: 10 kV。

系统中性点接地方式: 不接地、经消弧线圈接地、经小电阻接地。

4.2 环境条件

4.2.1 气候条件

气候条件：

- a) 环境温度和湿度要求见表 1；
- b) 大气压力：70 kPa~106 kPa。

表1 环境温度和湿度要求

| 级别 | 环境温度 | | 湿度 | | 使用场所 |
|----|---------|------------------|-----------|----------------------------|------|
| | 范围 ℃ | 最大变化率 ℃ / min | 相对湿度 % | 最大绝对湿度 g/m ³ | |
| C1 | -5~+45 | 0.5 | 5~95 | 29 | 户内 |
| C2 | -25~+55 | 0.5 | 10~100 | 29 | 遮蔽场所 |
| C3 | -35~+70 | 1.0 | 10~100 | 35 | 户外 |
| CX | 特 定 | | | | |

注：CX 级别根据需要由用户和制造商协商确定。

4.2.2 海拔

规定：

- a) 安装场地的海拔不超过 1 000 m 的地方不进行修正；
- b) 对于安装在海拔超过 1000 m 但不超过 5 000 m 处的监测终端，外绝缘耐受水平应按附录 A 的要求进行修正。

4.2.3 周围环境要求

周围环境应满足以下要求：

- a) 无爆炸危险，无严重霉菌；
- b) 地震引发的地面加速度 a_g ：水平方向不大于 3 m/s²；垂直方向不大于 1.5 m/s²。

5 技术要求

5.1 电源要求

5.1.1 故障指示器

5.1.1.1 主供电源

故障指示器应采用 CT 取电作为工作电源，线路负荷电流不小于 5 A 时，故障指示器应能正常指示故障、上传报警信息。

5.1.1.2 后备电源

应采用长寿命锂电池和超级电容作为后备电源，锂电池容量不小于 8 年静态功耗的 2 倍，使用寿命应大于 10 年。

5.1.2 通信终端

5.1.2.1 主供电源

架空型通信终端采用 CT 取电或太阳能电池等作为工作电源；电缆型通信终端应采用 220 V 交流电或 CT 取电等作为工作电源。采用 CT 取电作为工作电源时，线路负荷电流不小于 10 A 的情况下，通信终端应能正常工作。

5.1.2.2 后备电源

CT 取电或 220 V 交流电为工作电源时，应采用超级电容作为后备电源，满足主电源断电后，10 分钟的持续工作能力，保证通信终端与主站至少完成 3 次全数据通信。

太阳能电池为工作电源时，应采用长寿命电池作为后备电源，在不充电情况下，能满足 15 天的持续工作能力，容量不小于 15 天静态功耗的 2 倍。

5.2 外观与结构

5.2.1 故障指示器

5.2.1.1 外观要求：

- a) 外观应整洁美观、无损伤、无机械形变；
- b) 外壳应由能承受一定机械、电气和热应力的材料构成，应能够承受元件安装和短路时可能产生的机械力、电动力和热应力；
- c) 架空型故障指示器外壳防护等级要求 IP68；电缆型故障指示器外壳防护等级要求 IP54。
- d) 故障指示器检测到短路故障、接地故障后应能本地翻牌和闪灯报警指示。架空型故障指示器的报警指示灯应采用不少于 3 只红色超高亮 LED 发光二极管，且应布置在壳体底部，故障指示器内部报警翻牌颜色采用 RAL3020 国际标准交通红；电缆型故障指示器报警指示灯采用双色灯在显示面板上显示，故障报警灯显示红色，低电量报警灯显示绿色。
- e) 产品尺寸不应引起配电线路相间短路或接地。

5.2.1.2 结构要求：

- a) 安装结构合理、方便可靠；
- b) 卡线结构应有合适的握力，安装牢固且不能造成导线损伤；
- c) 适应严酷的户外运行环境，达到户外长期免维护水平；
- d) 在不同截面电缆（导线）上能够方便、可靠地装拆，满足线路不停电状态下地快装快拆。

5.2.1.3 重量要求：

- a) 架空型故障指示器的重量不应超过 1 000 g；
- b) 电缆型故障指示器的每相相指示器重量不应超过 350 g，显示面板重量不应超过 350 g，接地故障指示器重量不应超过 700 g。

5.2.2 通信终端

5.2.2.1 外观要求：

- a) 外观应整洁美观、无损伤、无机械形变；
- b) 外壳应由能承受一定机械、电气和热应力的材料构成，应能够承受安装和搬运过程中可能造成的机械损伤；
- c) 架空型通信终端外壳防护等级要求 IP55；电缆型通信终端外壳防护等级要求 IP54。

d) 适应严酷的户外运行环境，达到户外长期免维护水平。

5.2.2.2 结构要求：

- a) 安装结构合理、方便可靠；
- b) 箱体结构应能防卫：水淋、灰尘、潮湿、盐雾、虫和动物，在高温和低温环境下应能防凝露；
- c) 箱体应采用抗紫外、抗老化、抗冲击和耐腐蚀材料；
- d) 箱体应配置保护接地端子；
- e) 对于架空型通信终端，应采用抱箍或支架固定，安装结构牢固，能够承受 30 m/s 的风速。

5.2.2.3 重量要求：

- a) 架空型通信终端整体重量不应超过 10 kg（不包括安装辅材）；
- b) 电缆型通信终端整体重量不应超过 8 kg（不包括安装辅材）。

5.3 功能要求

5.3.1 故障指示器

故障指示器的基本功能见表 2。

表2 故障指示器基本功能

| 序号 | 功能项目 | 架空型故障指示器 | 电缆型故障指示器 | 必备功能 | 选配功能 |
|----|---------|--|-------------------------------|------|------|
| 1 | 故障判断 | 采用电流突变法进行相间短路故障判断。 | | √ | |
| | | 单相接地故障判断应满足工频信号源法，可同时具备多种单相接地故障判断方法。 | | √ | |
| 2 | 故障指示 | 本地翻牌和闪灯 | | √ | |
| | | 通过短距离无线通信将故障信息主动发送到通信终端。 | 通过光纤、电缆或无线通信方式将故障信息主动发送到通信终端。 | √ | |
| 3 | 防误报警 | 在配电线路负荷投切、负荷突变、故障重合闸（非故障相）及变压器空载合闸过程中，故障指示器不应报警。 | | √ | |
| 4 | 瞬时性故障报警 | 对于线路发生瞬时性短路故障，线路重合闸成功后故障指示器应对瞬时故障进行报警。 | | √ | |
| | | 对于线路发生 5 s 以内并自动消除的单相接地故障，故障指示器不进行报警。 | | √ | |
| 5 | 电池欠压报警 | 电池低电量报警，并主动发送信息到通信终端。 | | √ | |
| 6 | 复位 | 按照设置的复位时间自动复位。 | | √ | |
| | | 通过主站远程复位 | | | |
| 7 | 安装和拆卸 | 应能带电安装和拆卸 | | √ | |
| 8 | 自检 | 自检信息包括：电池电压值、通信异常状态信息、电池欠压报警信息。 | | √ | |

表2 (续)

| 序号 | 功能项目 | 架空型故障指示器 | 电缆型故障指示器 | 必备功能 | 选配功能 |
|----|-------|---|------------------|------|------|
| 9 | 维护 | 可远程和本地设置、读取故障指示器的参数和定值, 包括: 短路故障突变电流定值和突变电流延时、遥测值上传通信终端的周期、故障报警复位时间、自检信息上传周期、翻牌/复位。 | 不要求 | √ | |
| 10 | 在线录波 | 可实现 A/B/C 三相电流故障自动录波及人工召测录波, 并用文件传输方式进行传输。 | | | √ |
| 11 | 无线中继 | 可通过无线中继或路由方式通信 | | | √ |
| 12 | 模拟量监测 | 负荷电流监测 | 负荷电流监测 电缆温度监测 | | √ |

5.3.2 通信终端

通信终端的基本功能见表 3。

表3 通信终端基本功能

| 序号 | 功能项目 | 架空型通信终端 | 电缆型通信终端 | 必备功能 | 选配功能 |
|----|-----------|--|--------------------------|------|------|
| 1 | 故障指示器接入数量 | 至少应能接入 3 组 (每组 3 只) 架空型故障指示器。 | 至少应能接入 4 套电缆型故障指示器。 | √ | |
| 2 | 信息上传 | 具备故障指示器信息汇集上传功能, 应能主动上传故障指示器送来的故障、报警、复位信息, 定时上传故障指示器送来的自检信息、模拟量采集数据。定时上传通信终端的心跳信息、自检信息, 支持主站全数据召测。 | | √ | |
| 3 | 通信 | 具备短距离无线通信接入故障指示器的功能。 | 具备光纤、电缆、无线通信方式接入显示面板的功能。 | √ | |
| | | 通信终端的通信应满足以下要求: a) 与主站的通信协议满足本标准第 4 部分的要求; b) 通过本地短距离无线通信便携终端进行全数据的设置和读取; c) 具备本地维护通信接口和远程通信接口; d) 支持实时在线模式或非实时在线模式; e) 在通信中断后自动恢复, 续传故障信息; f) 支持光纤、载波、无线等通信方式与主站进行通信; 根据需要可支持 GSM、GPRS、CDMA2000、TD-SCDMA、W-CDMA、TD-LTE、FDD-LTE 等无线通信技术。 | | √ | |
| 4 | 对时 | 接收主站的对时命令, 与主站时钟保持同步 | | √ | |
| 5 | 事件顺序记录 | 永久记录不低于 200 条最新故障和异常报警信息, 并支持远方读取。 | | √ | |

表3 (续)

| 序号 | 功能项目 | 架空型通信终端 | 电缆型通信终端 | 必备功能 | 选配功能 |
|----|------|--|---------|------|------|
| 6 | 心跳 | 能定期向主站发送心跳信息，周期可设置 | | √ | |
| 7 | 维护 | 能够远程和本地设置并读取通信参数、故障报警定值、复位时间等。具体包括：通信终端 IP 地址及端口、链路地址、A/B/C 相故障指示器短路突变电流定值和突变电流延时、故障指示器遥测值上传通信终端的周期、遥测值上传主站的周期、心跳周期、故障指示器故障报警复位时间、故障指示器自检信息上传周期、通信终端自检信息上传周期、A/B/C 相故障指示器地址；可远方控制故障指示器翻牌/复位。 | | √ | |
| 8 | 自检 | 自检信息包括：后备电源电压值、电池欠压报警信息、充电电压值、通信信号强度值。 | | √ | |
| 9 | 数据保存 | 能够保存最近 15 天的模拟量采集数据，采集间隔时间 15 分钟。 | | | √ |
| 10 | 无线中继 | 可选用无线中继或路由方式通信 | | | √ |

5.4 技术指标

5.4.1 故障指示器

故障指示器技术指标见表 4。

表4 故障指示器技术指标

| 序号 | 技术指标 | 技术要求 |
|----|--------------|---|
| 一 | 运行参数 | |
| 1 | 系统标称电压 kV | 10 |
| 2 | 额定频率 Hz | 50 |
| 二 | 抗机械振动性能 | |
| 1 | 振动耐受性 | 故障指示器应能承受 GB/T 7261 规定的试验严酷等级为 1 级的振动耐久能力试验。试验后，应无紧固件松动、脱落及结构件损坏。 |
| 三 | 电磁兼容性能 | |
| 1 | 抗静电放电干扰 | 施加 GB/T 17626.2 规定的等级为 3 级的抗静电放电干扰，故障指示器的功能和性能不下降。 |
| 2 | 抗辐射电磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.3 规定的等级为 4 级的辐射电磁场干扰，故障指示器的功能和性能不下降。 |
| 3 | 抗工频磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.8 规定的等级为 4 级的工频磁场干扰，故障指示器的功能和性能不下降。 |

表4 (续)

| 序号 | 技术指标 | 技术要求 |
|----|-----------------|--|
| 4 | 抗阻尼振荡磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.10 规定的等级为 4 级的阻尼振荡磁场干扰, 故障指示器的功能和性能不下降。 |
| 四 | 主要技术指标 | |
| 1 | 适应导线截面 | 架空导线: 35 mm ² ~240 mm ² ; 电缆导线: 35 mm ² ~400 mm ² 。 |
| 2 | 故障电流最短识别时间 | 40 ms |
| 3 | 短路故障正确报警率 | ≥95% |
| 4 | 单相接地故障报警 | 能识别《配电线路故障指示器及定位系统 第 3 部分: 工频信号源》规定的工频信号源产生的电流信号序列并正确动作。 |
| | | 正确率: 70% (接地阻抗 ≤ 200 Ω) |
| 5 | 故障报警复位正确率 | 100% |
| 6 | 自动复位时间设置范围及允许误差 | 5 min~48 h; ±1% |
| 7 | 电池低电量测量误差 | ≤±0.2 V |
| 8 | 遥测变化值主动上传 | 绝对值: 20 A~600 A 可设置, 步长 10 A |
| 9 | 供电电源 | 满足 5.1.1 的要求 |
| 10 | 静态功耗 | ≤0.15 mW |
| 11 | 通信距离 | 短距离无线通信: ≥30 m |
| 12 | 模拟量测量范围及误差 | (0~100) A: ±3 A |
| | | (100~600) A: ±3% |
| | | (0~120) °C: ±2 °C |
| 13 | 可观测范围 | 架空型: 360° |
| | | 电缆型: 指示器本体 360°, 显示面板 180° |
| 14 | 自由跌落 | 架空型: 1 m |
| | | 电缆型: 0.1 m |
| 15 | 临近干扰 | 架空型: 300 mm |
| | | 电缆型: 100 mm |
| 16 | 外壳着火严酷等级 | 5 级 |
| 17 | 耐受短路冲击电流能力 | 20 kA/2 s |
| 18 | 卡线结构握力 | 垂直拉力: 自重 8 倍 |
| | | 横向拉力: 不小于 50 N |
| 19 | 装卸不变形次数 | >50 次 |
| 20 | 在线录波 | 由用户和制造商协商确定 |
| 21 | 无线中继和路由通信要求 | 由用户和制造商协商确定 |

5.4.2 通信终端

通信终端技术指标见表 5。

表5 通信终端技术指标

| 序号 | 技术指标 | 技术要求 |
|----|-------------------|--|
| 一 | 绝缘性能 | |
| 1 | 绝缘电阻 ^a | $U \leq 60 \text{ V}$ $\geq 5 \text{ M}\Omega^b$; $\geq 1 \text{ M}\Omega^c$ (250 V 绝缘电阻表) |
| 2 | | $U > 60 \text{ V}$ $\geq 5 \text{ M}\Omega^b$; $\geq 1 \text{ M}\Omega^c$ (500 V 绝缘电阻表) |
| 3 | 介质强度 | $U \leq 60 \text{ V}$ 500 V |
| 4 | | $60 \text{ V} < U \leq 125 \text{ V}$ 1 kV |
| 5 | | $125 \text{ V} < U \leq 250 \text{ V}$ 2.5 kV |
| 6 | 冲击电压 | 电源电压大于 60 V 5 kV |
| 7 | | 电源电压不大于 60 V 1 kV |
| 8 | | 交流工频电量输入回路 5 kV |
| 二 | 电磁兼容性能 | |
| 1 | 电压突降和电压中断适应能力 | 按 GB/T 15153.1 规定的等级为 2 级的要求进行电压突降、电压中断试验, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 2 | 抗浪涌干扰 | 施加 GB/T 17626.5 规定的等级为 3 级的 1.2/50-8/20 μs 浪涌干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 3 | 抗静电放电干扰 | 施加 GB/T 17626.2 规定的等级为 4 级的静电放电干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 4 | 抗辐射电磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.3 规定的等级为 4 级的辐射电磁场干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 5 | 抗快速瞬变脉冲群干扰 | 施加 GB/T 17626.4 规定的等级为 3 级的 1 MHz 和 100kHz 脉冲群干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 6 | 抗工频磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.8 规定的等级为 4 级的工频磁场干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 7 | 抗阻尼振荡磁场干扰 | 施加 GB/T 17626.10 规定的等级为 4 级的阻尼振荡磁场干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 8 | 抗振铃波干扰 | 施加 GB/T 17626.12 规定的等级为 4 级的振铃波干扰, 通信终端的功能和性能不下降。 |
| 三 | 机械性能 | |
| 1 | 振动、冲击、碰撞耐受能力 | 通信终端应能承受 GB/T 7261 规定的 试验严酷等级为 1 级的振动耐久能力试验、冲击耐久能力试验和碰撞试验。试验后, 应无紧固件松动、脱落及结构件损坏。 |
| 四 | 主要技术指标 | |
| 1 | 可接入指示器数量 | 架空型: ≥ 3 组, 可扩展 电缆型: ≥ 4 组, 可扩展 |
| 2 | 供电电源 | 满足 5.1.2 的要求 |

表5 (续)

| 序号 | 技术指标 | 技术要求 |
|--|-------------|--------------------------------------|
| 3 | 静态功耗 | 架空型: ≤ 0.5 W 电缆型: ≤ 1 W |
| 4 | 通信距离 | 短距离无线通信: ≥ 30 m |
| 5 | 电池低电量报警误差 | $\leq \pm 0.2$ V |
| 6 | 对时误差 | ≤ 10 s |
| 7 | 守时误差 | ≤ 2 s/24 h |
| 8 | 太阳能电池输出功率 | 实时在线模式: ≥ 10 W |
| | | 非实时在线模式: ≥ 5 W |
| 9 | 无线中继和路由通信要求 | 由用户和生产厂商协商确定 |
| ^a : 与二次设备及外部回路直接连接的接口回路, 绝缘电阻采用 $U > 60$ V 的要求。 ^b : 在正常大气条件下 (见 6.1), 不同额定绝缘电压的各回路绝缘电阻应满足的要求。 ^c : 在温度 (40 ± 2) °C, 相对湿度 (90 ± 3) % 的恒定湿热条件下控制器绝缘电阻应满足的要求。 | | |

5.5 通信协议

主站与通信终端的通信协议应符合《配电线路故障指示器及定位系统 第4部分: 远动协议》的规定。

6 试验

6.1 试验条件

除另有规定, 正常试验条件如下:

环境温度: $+15$ °C ~ $+35$ °C;

相对湿度: 45% ~ 75%;

大气压力: 79.5 kPa ~ 106 kPa。

6.2 故障指示器

6.2.1 外观与结构检查

外观和结构应满足 5.2.1.1、5.2.1.2、5.2.1.3、8.1 的要求。

6.2.2 自由跌落试验

按 GB/T 2423.8 的要求进行自由跌落试验, 架空型故障指示器跌落高度为 1 m, 电缆型故障指示器跌落高度为 0.1 m。试验后, 故障指示器应无破损。然后进行功能和性能试验, 应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求。

6.2.3 振动耐久性能试验

试验按照 GB/T 11287-2000 中 3.2 及 4.2 进行。振动耐久性试验结束后, 进行功能和性能试验, 应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求。

6.2.4 高温、低温试验

DB53/T 813.2—2017

按表 1 所示的温度等级,并按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 规定的试验方法进行。高温试验和低温试验的严酷等级为 4.2.1 表 1 要求的极限温度、时间 2 h。从温度试验箱取出故障指示器,待温度稳定 5 min,然后进行功能和性能试验,应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求。

6.2.5 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 规定的方法 2 进行,严酷等级为温度 55 °C、循环次数 2 次。被试品恢复至常温状态后,进行外观、结构检查和功能、性能试验,外观和结构应无损坏和变形,功能和性能应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求。

6.2.6 外壳防护等级试验

按照 GB 4208 的要求进行试验。

6.2.7 着火危险试验

着火危险试验等级为 5 级,试验按 GB/T 5169.10-2006 第 8 章和 GB/T 5169.11-2006 第 10 章规定的方法进行。试验部位为架空型故障指示器的绝缘外壳,电缆型故障指示器的相指示器和面板指示器的绝缘外壳。试验结束后,故障指示器如果没有燃烧或灼热,或全部符合下面的情况,则认为试验合格:

- a) 试验样品的火焰或灼热在移开灼热丝之后的 30 s 内熄灭;
- b) 当使用规定的包装绢纸的铺底层时,绢纸不应起燃。

6.2.8 工频电压试验

按照 DL/T 1157-2012 中 5.6 进行。

6.2.9 工频电流冲击试验

对架空型故障指示器和电缆型故障指示器的相指示器部分施加工频 20 kA/2 s 的冲击电流,然后进行功能和性能试验,应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求。

6.2.10 电磁兼容试验

按表 4 中电磁兼容性能的要求进行下述试验,应满足 5.3.1 和 5.4.1 的要求:

- a) 静电放电抗扰度试验;
- b) 辐射电磁场抗扰度试验;
- c) 工频磁场抗扰度试验;
- d) 阻尼振荡磁场抗扰度试验。

6.2.11 CT 取电能力试验

试验要求:

- a) 采用未灌胶的故障指示器作为被试品,断开其后备电池回路,确认后备电池完全不供电。
- b) 按 DL/T 1157-2012 中 5.3.1 的图 1 接线,输出 5 A 电流,持续 10 s;然后按 DL/T 1157-2012 中 5.3.2 进行模拟相间短路故障试验,翻牌、闪灯、遥信功能应正常。

6.2.12 测量误差试验

6.2.12.1 电流测量误差

按 DL/T 1157-2012 中 5.3.1 的图 1 接线，同时在电流回路中串联接入准确度等级不低于 0.5 级的电流表。调节升流控制装置，在故障指示器的电流测量回路中产生 5 A、20 A、50 A、100 A、120 A、600 A 电流，读取电流表读数和故障指示器的电流遥测值，故障指示器的电流遥测值误差应满足表 4 的规定。

6.2.12.2 温度测量误差

结合 6.2.4 的试验进行。调节高低温试验箱温度，分别在 0 °C、+10 °C、+20 °C、+40 °C 以及 4.2.1 表 1 要求的极限温度下进行试验，在温度稳定后读取温度计读数和故障指示器的温度遥测值，故障指示器的温度遥测值误差应满足表 4 的规定。

6.2.13 静态功耗测量

用准确度等级不低于 0.05 级电压表和电流表测量电源回路电压、电流值，两者乘积为静态功耗值，应不大于 0.15 mW。

6.2.14 卡线机构握力试验

将故障指示器安装在常规导线或电缆上，导线或电缆型号可由故障指示器制造厂商指定，用拉力计在沿导线（电缆）纵向和垂向对故障指示器进行拉力测试。故障指示器应能承受不小于 50 N 沿导线方向的拉力，而不发生滑动现象；能承受不小于 8 倍自重的垂向拉力，不发生卡线机构松动或故障指示器滑脱现象。

6.2.15 模拟相间短路故障试验

按 DL/T 1157-2012 中 5.3.2 进行。

6.2.16 模拟单相接地故障试验

按 DL/T 1157-2012 中 5.3.3 进行。

6.2.17 防误报警试验

按 DL/T 1157-2012 中 5.3.4、5.3.5、5.3.6、5.3.7、5.3.8 进行。

6.2.18 最小不动作电流试验

按 DL/T 1157-2012 中 5.3.9 进行。

6.2.19 信息上传

与 6.3.11.2 同时进行。

6.2.20 自检

与 6.3.11.6 同时进行。

6.2.21 维护

与 6.3.11.7 同时进行。

6.3 通信终端

6.3.1 绝缘电阻测量

绝缘电阻测量时,通信终端的非被试端子、外壳接地,绝缘电阻测试仪“负极”加在被试端子,“正极”接地,试验电压按表 5 取值,试验结果应符合表 5 规定。

6.3.2 工频电压试验

工频电压试验时,通信终端的非被试端子、外壳接地,在被试端子施加表 5 所规定的电压,试验中应无击穿、闪络、冒烟、异味等现象。

6.3.3 冲击电压试验

在通信终端电源输入回路、交流信号回路、信号触点等各回路对地、各回路之间施加表 5 规定的冲击电压,冲击电压波形为 $1.2/50 \mu\text{s}$,试验应在正和负两种极性下进行,每一极性应冲击不少于 3 次,每次间隔不少于 5 s,试验后设备无绝缘损坏或器件损伤并能正常工作。

6.3.4 振动耐久性能试验

试验按 GB/T 11287-2000 中 3.2 及 4.2 进行,试验结束后,应满足 5.3.2 和 5.4.2 的要求。

6.3.5 冲击耐久性能与碰撞试验

试验按照 GB/T 14537 中规定的方法进行,试验结束后,应满足 5.3.2 和 5.4.2 的要求。

6.3.6 高温、低温试验

按表 1 所示的温度等级,并按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 规定的试验方法进行,高温试验和低温试验的严酷等级按 4.2.1 表 1 要求的极限温度、时间 2 h。从温度试验箱取出通信终端,待温度稳定后 5 min,然后进行功能和性能试验,应满足 5.3.2 和 5.4.2 的要求。

6.3.7 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 规定的方法 2 进行,严酷等级为温度 55°C 、循环次数 2 次。被试品恢复至常温状态后,进行外观、结构检查和功能、性能试验,外观和结构应无损坏和变形,功能和性能应满足 5.3.2 和 5.4.2 的要求。

6.3.8 外壳防护等级试验

按照 GB 4208 的要求进行试验。

6.3.9 电源供电性能试验

6.3.9.1 太阳能供电终端电源性能测试:

- a) 室外正常光照下,测量光伏取电输出功率并记录,判断是否满足额定功率要求;
- b) 断开太阳能取电,测量后备电源供电时的电压、电流,并记录电压、电流值及功耗;
- c) 后备电池充满电时,测量实际开口电压并记录,判断是否满足额定电压要求;
- d) 后备电池充满电后,进行放电测试并记录电池放电容量,判断是否满足电池容量要求。

6.3.9.2 CT 供电终端电源性能测试:

- a) 取 2 台 CT 供电通信终端,断开后备电池回路,挂载在测试线圈上;
- b) 确认后备电池完全不供电;继保仪输出 10A 电流 60S 后,通过主站查看,通信终端是否正常运行。

6.3.10 电磁兼容

按表 5 中电磁兼容性能的要求进行下述试验，应满足 5.3.2 和 5.4.2 的要求：

- a) 电压突降和电压中断试验；
- b) 浪涌抗扰度试验；
- c) 静电放电抗扰度试验；
- d) 辐射电磁场抗扰度试验；
- e) 快速瞬变脉冲群抗扰度试验；
- f) 工频磁场抗扰度试验；
- g) 阻尼振荡磁场抗扰度试验；
- h) 振铃波抗扰度试验。

6.3.11 基本功能和性能试验

6.3.11.1 通信功能

按表 3 中通信功能的要求将通信参数设置正确，通信终端应能登录到设定的主站，按《配电线路故障指示器及定位系统 第 4 部分：远动协议》的要求逐项进行检测，通信功能和通信协议应满足要求。

6.3.11.2 信息上传

结合 6.2.12、6.2.15、6.2.16、6.3.11.1 的试验进行。通信终端应能满足表 3 中信息上传的要求，主动、定期上传正确的状态量及模拟量，并支持全数据招测。

6.3.11.3 对时

结合 6.3.11.1 的通信功能试验进行。主站发起对时命令，通信终端返回的时间与主站时间的差值应不大于 10 s。

6.3.11.4 守时误差

时钟 24 h 内走时误差应不大于 2 s，工作电源失电后，时钟应能保持正常工作。

6.3.11.5 静态功耗

用准确度等级不低于 0.05 级的电压表和电流表测量电源回路电压、电流值，两者乘积为静态功耗值，应满足表 5 的要求。

6.3.11.6 自检

结合 6.3.11.1 的通信功能试验进行。按表 2、表 3 中自检功能要求，设置好通信终端和故障指示器的自检周期。主站收到的自检信息应符合要求，自检信息上传周期允许误差不超过 10 min。

6.3.11.7 维护

结合 6.3.11.1 的通信功能试验进行。按表 2、表 3 中关于维护的功能要求，通过主站和便携式终端逐一一对通信终端和故障指示器的参数进行读取和设置，设置值和读取值应一致。必要时可对设置的功能参数进行试验验证。

6.3.11.8 事件顺序记录

结合 6.3.11.1 的通信功能试验进行。在通信终端中预置不少于 200 条报警信息，通过主站和便携式终端读取的事件顺序记录应不少于 200 条，时间顺序应正确。

7 检验规则

监测终端的检验分型式试验、出厂试验、到货验收试验和特殊试验四种，不同类型的试验项目见附录 B。

7.1 型式试验

7.1.1 凡有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产时；
- b) 连续批量生产的装置每 4 年一次；
- c) 正式生产后，如结构、工艺材料、主要元器件有较大的改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产一年以上又恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时；
- f) 合同规定有型式试验的要求时。

7.1.2 型式试验从出厂试验合格的产品中任意抽取一套作为样品。

7.1.3 型式试验各项目全部符合技术要求为合格。发现有不符合技术要求的项目应分析原因，处理缺陷，对产品进行整顿后，再按全部型式试验项目检验，其中，不符合技术要求的项目应重新进行；试验结果受该项影响的试验项目应重新进行；试验结果不受该项影响的试验项目可不重新进行。

7.2 出厂试验

监测终端及主要部件出厂前应由制造单位的质检部门进行出厂试验。出厂试验在正常大气条件下进行。

7.3 到货验收试验

监测终端供应商交付设备后，使用单位根据实际情况组织或委托其它技术机构对交付设备进行检验，可以全部检验或按比例抽样检验，抽样检验比例不宜低于交付设备总量的 15%，不少于 6 套。

7.4 特殊试验

根据实际运行需要，在具备条件时宜开展特殊试验项目，结合主站和工频信号源对监测终端的功能和性能进行整体验证。特殊试验项目包括：动模系统模拟试验、现场人工模拟试验。

8 铭牌标志、包装、随机文件、储运条件

8.1 铭牌标志

故障指示器和通信终端应在明显位置设置永久性标志或铭牌，字迹应清楚、耐久。铭牌至少包括以下内容：

- a) 产品型号及名称；
- b) 制造厂全称及商标；
- c) 产品出厂日期及出厂编号；

- d) 故障指示器的通信地址 ID 代码。

8.2 包装

包装应符合 GB/T 191 规定，并有防水、防潮、防碰撞、摆放标识。外包装应坚实、牢靠。标志应清晰整齐，保证不因运输或贮运较久而模糊不清。其标志应包括下列内容：

- a) 产品型号、名称、单位、数量；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 制造厂名称；
- d) 包装箱的外形尺寸（长×宽×高）及毛重；
- e) “电器”、“防潮”、“小心轻放”、“向上”等字样或标志。

8.3 随机文件

供货厂商应提供以下随机文件：

- a) 装箱清单；
- b) 产品出厂合格证；
- c) 外形尺寸图；
- d) 安装使用说明书；
- e) 出厂试验报告。

8.4 储运条件

运输和装卸应按包装箱的标记进行操作，在装卸过程中应防摔、掷、翻滚和重压。在运输过程中不应受剧烈冲撞、雨淋；储存时应放在温度不低于 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，不高于 $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不高于 80%RH 的库房内，室内应无腐蚀物质、破坏绝缘的气体及严重的霉菌存在，不得含有爆炸性的气体和灰尘。

附 录 A
(规范性附录)
外绝缘与海拔高度的修正方法

外绝缘在使用地点的绝缘耐受水平应为额定绝缘水平乘以海拔修正系数 K_a 。海拔修正系数 K_a 可按下式计算，且对于海拔1 000 m 及以下不需要修正：

$$K_a = e^{m(H-1000)/8150}$$

式中：

H——海拔，单位为米（m）。

为了简单起见， m 取下述的确定值：

- a) $m = 1$ 对于工频、雷电冲击和相间操作冲击电压；
- b) $m = 0.9$ 对于纵绝缘操作冲击电压；
- c) $m = 0.75$ 对于相对地操作冲击电压。

注1：在任一海拔处，内绝缘的绝缘特性是相同的，不需采取特别的措施。外绝缘和内绝缘的定义参见 GB/T 311.2。

注2：对于低压辅助设备和控制设备，海拔低于 2 000 m 时，不需采取特别措施。

注3：海拔高度可参照下列要求确定：

海拔在 1 000 m~2 000 m 范围，设备外绝缘水平按 2 000 m 海拔修正；

海拔在 2 000 m~2 500 m 范围，设备外绝缘水平按 2 500 m 海拔修正；

海拔在 2 500 m~3 000 m 范围，设备外绝缘水平按 3 000 m 海拔修正；

海拔高于 3 000 m，应考虑实际运行地点的环境，经专题研究后确定。

附 录 B
(规范性附录)
试验项目

试验项目见表B.1。

表 B.1 试验项目表

| 试验对象 | 试验项目 | 试验方法 | 型式试验 | 出厂试验 | 到货验收试验 | 特殊试验 |
|----------|-----------------|--------|------|------|--------|------|
| 故障指示器 | 外观与结构检查 | 6.2.1 | √ | √ | √ | |
| | 自由跌落试验 | 6.2.2 | √ | | | |
| | 振动耐久性试验 | 6.2.3 | √ | | | |
| | 高温、低温试验 | 6.2.4 | √ | | | |
| | 交变湿热试验 | 6.2.5 | √ | | | |
| | 外壳防护等级试验 | 6.2.6 | √ | | | |
| | 着火危险试验 | 6.2.7 | √ | | | |
| | 工频电压试验 (电缆型) | 6.2.8 | √ | √ | √ | |
| | 工频电流冲击试验 | 6.2.9 | √ | | | |
| | 电磁兼容试验 | 6.2.10 | √ | | | |
| | CT取电能力试验 | 6.2.11 | √ | √ | | |
| | 测量误差试验 | 6.2.12 | √ | √ | √ | |
| | 静态功耗测量 | 6.2.13 | √ | | | |
| | 卡线机构握力试验 | 6.2.14 | √ | √ | | |
| | 模拟相间短路故障试验 | 6.2.15 | √ | √ | √ | |
| | 模拟单相接地故障试验 | 6.2.16 | √ | √ | √ | |
| | 防误报警试验 | 6.2.17 | √ | √ | √ | |
| | 最小不动作电流试验 | 6.2.18 | √ | √ | √ | |
| | 信息上传 | 6.2.19 | √ | | | |
| | 自检 | 6.2.20 | √ | √ | √ | |
| | 维护 | 6.2.21 | √ | √ | √ | |
| 动模系统模拟试验 | — | | | | √ | |
| 现场人工模拟试验 | — | | | | √ | |
| 通信终端 | 绝缘电阻测量 | 6.3.1 | √ | √ | √ | |
| | 工频电压试验 | 6.3.2 | √ | √ | √ | |
| | 冲击电压试验 | 6.3.3 | √ | | | |
| | 振动耐久性能试验 | 6.3.4 | √ | | | |
| | 冲击耐久性能与碰撞试验 | 6.3.5 | √ | | | |
| | 高温、低温试验 | 6.3.6 | √ | | | |

表 B.1 (续)

| 试验对象 | 试验项目 | 试验方法 | 型式试验 | 出厂试验 | 到货验收试验 | 特殊试验 |
|------|-----------|--------|------|------|--------|------|
| 通信终端 | 交变湿热试验 | 6.3.7 | √ | | | |
| | 外壳防护等级试验 | 6.3.8 | √ | | | |
| | 太阳供电性能试验 | 6.3.9 | √ | √ | | |
| | 电磁兼容试验 | 6.3.10 | √ | | | |
| | 基本功能和性能试验 | 6.3.11 | √ | √ | √ | |

参 考 文 献

- [1] GB/T 311.2 绝缘配合 第2部分：使用导则
-