

E9372 架空远传型故障指示器

(E9372-02 架空暂态特征型远传故障指示器)

(E9372-03 架空外施信号型远传故障指示器)

技术说明书



东方电子股份有限公司

目录

1. 引用标准.....	3
2. 配电线路故障指示器概述.....	3
2.1 故障指示器系统实施目的.....	3
2.2 故障指示器系统的特点：.....	4
2.3 术语定义及产品分类.....	4
2.4 故障指示器工作原理.....	5
2.5 短路故障检测原理.....	6
2.6 接地故障检测原理.....	6
2.7 故障指示器选型原则.....	7
2.8 故障指示器布点原则.....	7
3. 采集单元技术指标.....	8
3.1 运行环境要求.....	8
3.2 采集单元性能.....	8
3.2.1 在线运行.....	8
3.2.2 通信功能.....	8
3.2.3 通信协议.....	8
3.2.4 遥测.....	8
3.2.5 后备电源.....	8
3.2.6 采集单元低电量报警.....	8
3.2.7 反时限动作特性.....	8
3.2.8 自动复位.....	8
3.2.9 装卸方式.....	9
3.2.10 防误动功能.....	9
3.2.11 重合闸识别功能.....	9
3.2.12 机械强度.....	9
3.2.12 材料.....	9
3.3 采集单元技术指标.....	9
4. 汇集单元技术指标.....	10
4.1 汇集单元性能.....	10
4.1.1 监测与管理性能.....	10
4.1.2 通信功能.....	10
4.1.3 电源.....	11
4.2 汇集单元技术参数.....	11
5. 其他技术条件.....	11
5.1 环境适应性.....	11
5.1.1 温度.....	11
5.1.2 交变湿热.....	11
5.2 安全特性.....	11
5.3 机械振动性能.....	12
5.4 电磁兼容性特性.....	12
5.4.1 射频电磁场干扰.....	12

5.4.2 静电放电抗扰度试验.....	12
5.4.3 浪涌（冲击）抗扰度试验.....	12
5.4.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验.....	13
5.4.5 工频磁场抗扰度试验.....	13
5.4.5 阻尼振荡磁场抗扰度试验.....	13
5.5 临近干扰.....	13
5.6 着火危险试验.....	13
5.7 机械性能.....	13
5.7.1 卡线结构的握力试验.....	13
5.7.2 自由跌落.....	13
5.8 结构.....	13
5.9 防雷.....	14
5.10 可靠性指标.....	14

1. 引用标准

E9372 架空远传型故障指示器遵循的现行主要标准如下：

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	电工电子产品环境试验 第2部分：试验 Db：交变湿热
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/T 2423.10	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Fc 和导则：振动(正弦)
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 快速脉冲群抗扰度试验
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 17626.12	电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
GB/T 13729	远方终端通用技术条件
GB/T 4208	外壳防护等级(IP 代码)
GB/T 191	包装储运图示标志
DL/T 630	交流采样远动终端技术条件
DL/T 721	配网自动化系统远方终端
DL/T 634.5101	远动设备及系统第 5-101 部分：传输规定
国家电网公司 2017 年配电线路故障指示器入网专业检测大纲	
国家电网公司配电自动化系统及设备业务功能安全验证大纲	

2. 配电线路故障指示器概述

配网线路因点多、面广、线长, 走径复杂, 设备质量参差不齐等原因, 查找故障点难度很大。

配电线路故障指示器能快速确定短路及接地故障区段, 缩短停电时间, 缩小停电范围, 从而可以大幅度提高供电可靠性。

2.1 故障指示器系统实施目的

- 实现故障的快速定位, 减少故障巡查和故障处理时间;
- 实时监测电流等测量数据和开关状态, 实现对电网的基本监测;

2.2 故障指示器系统的特点：

- 不需要改造现有一次设备、带电安装、投资省、见效快、易实施、易推广。

2.3 术语定义及产品分类

● 配电线路故障指示器

安装在配电线路上，用于检测线路故障，可监测线路负荷等信息，具有就地故障指示或同时具备数据远传功能的一种监测装置。配电线路故障指示器包含有：A/B/C 三相采集单元和一套汇集单元。

● 采集单元

安装在配电线路上，能判断并就地指示短路和接地故障，可采集线路负荷等信息，同时能将采集的信息上传至汇集单元。

● 汇集单元

与采集单元配合使用，通过无线、光纤及电缆等方式接收采集单元采集的配电线路故障、负荷等信息，并能上传信息至主站，同时可接收或转发主站下发的相关信息的单元。

● 产品分类

根据接地故障检测原理不同，E9372 架空远传型故障指示器分为：E9372-02 架空暂态特征型远传故障指示器、E9372-03 架空外施信号型远传故障指示器。



E9372 架空远传型故障指示器



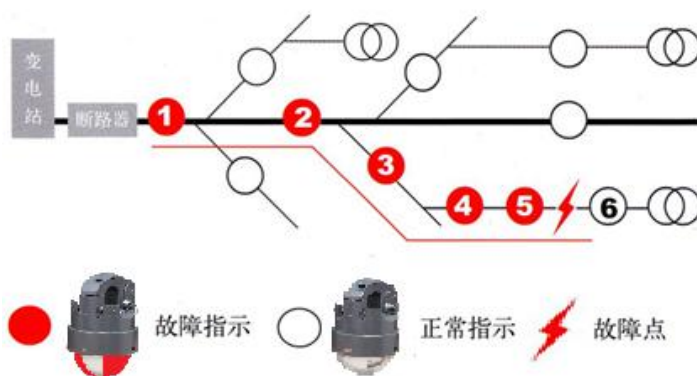
E9372 架空远传型故障指示器—汇集单元



E9372-02 架空暂态特征型远传故障指示器—采集单元

E9372-03 架空外施信号型远传故障指示器—采集单元

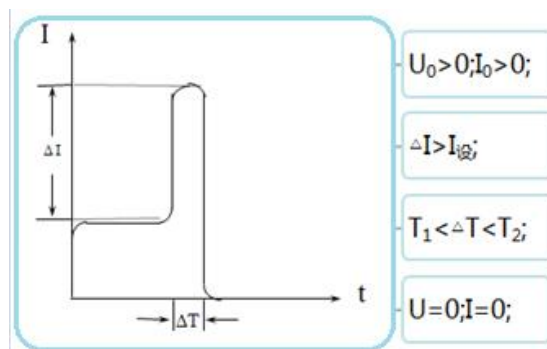
2.4 故障指示器工作原理:



在配电线路的始端、分段处和各分支处，三相导线上加装接地短路故障指示器，指示故障区段和相序。配电线路发生接地或短路故障后，根据指示器的告警指示，可快速确定故障范围，快速查到故障点，并自动将故障信号和线路负荷信息上传到配网自动化主站系统。

2.5 短路故障检测原理

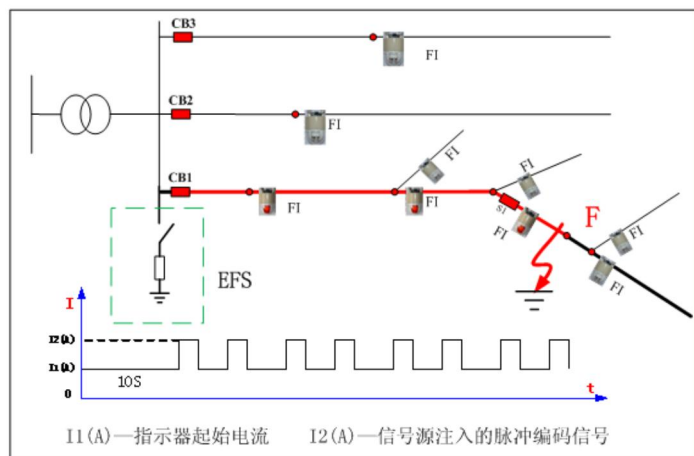
短路故障检测原理要求根据短路时的特征,通过电磁感应方法测量线路中的电流突变及持续时间判断故障,它是一种自动适应负荷电流变化,只与故障时短路电流分量有关的故障检测装置。



2.6 接地故障检测原理

对于小电流接地系统接地故障检测原理,通过检测接地故障特征信号电流实现故障选线和故障点的定位。当采集单元检测到线路故障时,会给出动作指示(翻牌、发光及故障信息远传)。

- **架空暂态特征型故障指示器接地故障检测原理:** 在发生单相接地故障瞬间,线路对地分布电容的电荷通过接地点放电,形成一个明显的暂态电流和暂态电压,二者存在特定的相位关系,以此判断线路是否发生了接地故障。
- **架空外施信号型故障指示器接地故障检测原理:** 在变电站或线路上安装专用的单相接地故障检测外施信号发生装置(变电站每段母线只需安装1台)。发生单相接地故障时,根据零序电压和相电压变化,外施信号发生装置自动投入,连续产生不少于4组工频电流特征信号序列,叠加到故障回路负荷电流上,故障指示器通过检测电流特征信号判断接地故障,并就地指示。



2.7 故障指示器选型原则

- C、D、E 类供电区域架空线路主要安装远传型故指，实现配电自动化覆盖；其他区域未实现配电自动化覆盖的线路，可根据实际需求采用远传型故指；已实现馈线自动化的架空线路原则上不宜重复安装远传型故指，对于线路较长，支线较多的架空线路，可安装远传型故指，缩小故障查找区间，快速定位故障点。
- 变电站同一母线（含同一母线的延伸开关站）馈出的架空线路原则上应选用同一技术原理的故指。
- 空载线路应选用外施型或暂态特征性故指。
- 外施信号型故指需要在变电站母线或者出线段安装与其信号类型相匹配的信号发生装置。

2.8 故障指示器布点原则

- A+、A 类供电区域，可在大于 2Km 的分段区间及大分支线路处，补充安装 1 套；
- B 类供电区域，可在架空线路主干线每间隔 2Km 安装 1 套；
- C 类供电区域，架空线路主干线每隔 3-5Km 安装 1 套；
- D 类供电区域，架空线路主干线每隔 5-6Km 安装 1 套；
- E 类供电区域，每隔 6-8Km 安装 1 套；
- 地理环境恶劣、故障巡查困难、故障率较高的线路，可适当减小安装间隔；
- 变电站出口：在变电站出口处安装故障指示器，可判明站内或站外的故障，以及故障选线；
- 主干线路分段：长线路的主干线中段，对于架空线路长线路每隔 1 公里安装故障指示器进行分段，可以缩小故障区段范围；
- 线路重要分支处：对于支线长度超过 0.5 公里或者支线承担重要负荷采用采集单元指示线路故障分支。架空支线长度超过 2Km 且挂接配电变压器超过 5 台或容量超过 1500KVA，支线首端安装 1 套；
- 线路分段和分支开关：线路上装设了分段开关、支线开关、跌落式熔丝等具备开断能力的设备后侧，应装设架空外施信号型远传故障指示器用以确认后段故障点。架空线路未安装 FTU 的干线分段开关处应安装；
- 电缆线与架空线连接处：可区分故障是否在电缆段。
- 产权分界点：所有用户专线、专用支线、专用变压器等产权归属他人的用电设备处，须安装故障指示器以确认故障责任。

3. 采集单元技术指标

3.1 运行环境要求

工作海拔高度：	$\leq 2000\text{m}$		
使用环境温度：	$-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$		
最大日温差：	25°C		
工作环境湿度：	$\leq 100\%$ （故障指示器采集单元）		
	$\leq 95\%$ （汇集单元）		
抗震能力：	地面水平加速度	$0.3g$	地面垂直加速度 $0.15g$
	同时作用持续三个正弦波 安全系数 1.67		

3.2 采集单元性能

3.2.1 在线运行

采集单元可直接带电安装在电力线路上，可长期户外运行，可在有一定凝露及盐雾腐蚀的条件下正常工作，免维护；汇集单元采用 U 型抱箍或固定支架安装于架空线路杆塔。

3.2.2 通信功能

采集单元内置短距离无线通信模块，主动上送告警信息、复归信息以及监测的负荷电流、故障数据等信息传送给汇集单元；汇集单元通过 4G 通信通道将数据和信号远传给配网自动化主站或故障指示器主站。在网络中断后续传，具有本地存储模式和调用模式，保存故障信息等关键数据。

3.2.3 通信协议

采用标准 IEC870—5—101 协议，RS232 接口。

3.2.4 遥测

$0 \sim 100\text{A}$ 负荷电流测量精度： $\pm 3\%$ ；

$100 \sim 600\text{A}$ 负荷电流测量精度： $\pm 3\%$ 。

3.2.5 后备电源

采集单元内置后备锂电池，可运行 8 年以上，故障后闪光时间累计 2000 小时；

3.2.6 采集单元低电量报警

采集单元低电量报警方式采用翻牌锁死报警，并将其状态上传至主站；

3.2.7 反时限动作特性

最大限度配合变电站保护动作特性，确保动作正确；

3.2.8 自动复位

能在规定时间内或线路恢复正常供电后自动复位，也可根据故障性质（瞬时性或永久性）自动选择复位方式。

3.2.9 装卸方式

具有带电装卸功能，装卸过程中不应误报警

3.2.10 防误动功能

- 负荷波动不误报警。
- 变压器空载合闸涌流不误报警。
- 线路突合负载涌流不误报警。
- 人工投切大负荷不误报警。
- 非故障相重合闸涌流不误报警。

3.2.11 重合闸识别功能

- ①应能识别重合闸间隔为0.2秒的瞬时性故障, 并正确动作。
- ②非故障分支上安装的故障指示器经受 0.2 秒重合闸间隔停电后, 在感 受到重合闸涌流后不应误动作。

3.2.12 机械强度

采集单元机械强度保证在 1 米以下的高度自由落体到水泥地面时, 要求性能和外观无损毁。

3.2.12 材料

卡线结构要求具备良好的防水、防锈、防腐蚀能力, 应整体采用导磁防锈材料, 不应使用镀锌镀锌等表面防锈处理工艺; 外壳和整体结构具有防震、防碰撞、防跌落损坏的设计措施,

3.3 采集单元技术指标

工作电源: 内置 3.6V/2Ah 锂电池

静态功耗: 不大于 40 μ A

线路电压: (6~12) kV

线路电流: (0~630) A

适用导线截面积: 35~240mm²

短路故障检测要求相最小负荷电流: 绝缘线 2A; 裸导线 0A

短路故障检测灵敏度: 自动适应负荷电流和变电站出线保护定值

显示方式: 翻牌与发光显示, 360° 范围内均可观察

闪光时间间隔: 5S

可视距离: 夜视距离不小于 500m, 白天可视距离不小于 200m

可动作次数: 不小于 2000 次

故障复位时间: 1~48h 可整定

无线通信频率: 433MHz

短耐受电流能力：有效值 20kA/2s

可动作次数：不小于 2000 次

重量：不大于 1000g

使用寿命：不小于 8 年

4 汇集单元技术指标

采集单元安装在各线路上，用于检测短路接地故障和负荷电流。当系统正常运行时，采集单元通过无线传输方式主动上送告警信息、复归信息以及监测的负荷电流、故障数据等信息传送给汇集单元；当系统出现故障时，采集单元将动作信号传送给汇集单元。汇集单元采集转发故障信息及线路负荷电流并采用GPRS方式实时传输至主站。

4.1 汇集单元性能

4.1.1 监测与管理性能

a) 汇集单元至少应能满足 3 条线路（每条线路 3 只）采集单元接入要求；并具备采集单元信息的转发上传功能。

b) 应能通过无线通信方式主动上送告警信息、复归信息以及监测的负荷电流、故障数据等信息至主站，并支持主站召测全数据功能。

c) 具备对时功能，接收主站或其它时间同步装置的对时命令，与系统时钟保持同步。

d) 当后备电源电池电压降低到低电量报警值时，应将其状态上传至主站，也可根据需要进行本地报警。当外部电源失去时，后备电源应能自动无缝投入，且能保证将失去外部电源前完整的故障数据信息上传至配电主站。

e) 应具备历史数据存储能力，包括不低于 256 条事件顺序记录、30 条本地操作记录和 10 条装置异常记录等信息。应具有本地及远方维护功能，且支持远方程序下载和升级。

4.1.2 通信功能

a) 采集单元和汇集单元之间应以无线通信方式进行数据通信，无线通讯采用微功率方式。

b) 汇集单元与主站之间以无线公网方式进行通讯，并满足兼容 2G/3G/4G 无线公网通信模块，在网络中断后续传，具有本地存储模式和调用模式，保存故障信息等关键数据。

c) 汇集单元可以通过实时在线或准实时在线的通信方式与配电主站通信，并能以不大于 24h 的时间间隔上送负荷曲线数据到配电主站。

d) 应满足《国家电网公司配电自动化系统安全防护方案》信息安全防护配置要求。

汇集单元与配电主站之间的通信应满足《国家电网公司配电自动化 DL/T 634.5101-2002 规约实施细则》。

4.1.3 电源

主电源：配置太阳能电池板，太阳能板额定输出电压不低于 DC15V，容量不低于 15VA，同时给蓄电池充电，作为备用电源；

备用电源：标准配置为 12V/7AH 可充电电池，失去主电源的情况下，备用电源能够满足维持通信终端连续 15 天工作。

4.2 汇集单元技术参数

防护等级：IPX5

防锈耐蚀：结构零件采用防锈防蚀材料

蓄电池使用寿命：5 年

正常运行功耗：不大于 5VA

无线接收距离：0~20m

使用寿命：不小于 8 年

箱体颜色：工业灰色，对应的色号为 RAL7035

5. 其他技术条件

5.1 环境适应性

5.1.1 温度

a) 指示器满足 GB/T 2423.1 规定的严酷等级为-40℃、2h 的低温试验。试验后，指示器功能正常。

b) 指示器满足 GB/T 2423.2 规定的严酷等级为 70℃、2h 的高温试验。试验后，指示器功能正常。”

5.1.2 交变湿热

指示器满足 GB/T 2423.4 规定的严酷等级为+55℃，湿度：90%±3%，循环次数（周期）：2 次的交变湿热要求。试验后，指示器性能正常。

5.2 安全特性

绝缘电阻：

终端各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求如表 1 所示：

表 1 绝缘电阻

额定绝缘电压 V	绝缘电阻要求 (MΩ)	测试电压 V
$U \leq 60$	≥ 5	250

60<U	≥ 5	500
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 U>60V 的要求。		

绝缘强度：

电源回路、交流电量输入回路、输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间以及输出继电器常开触点之间，应耐受如表 2 中规定的 50Hz 的交流电压，历时 1min 的绝缘强度试验。试验时不出现击穿、闪络。

表 2 试验电压 单位为伏

额定绝缘电压	试验电压有效值
$U \leq 60$	500
$60 < U \leq 125$	1000
$125 < U \leq 250$	2500

冲击耐压：

各带电的导电电路对地之间以及电气上无联系的各带电的导电电路之间，施加如表 3 所示的电压值后，试验部位无击穿或绝缘损坏。

表 3 试验电压 单位为伏

额定绝缘电压（U）	试验电压有效值
$U \leq 60$	1000
$U > 60$	5000

5.3 机械振动性能

终端能承受频率 f 为(2~9)Hz，振幅为 0.3mm 及 f 为 9Hz~500Hz，加速度为 10m/s² 的振动。对常规运输条件下的振动，终端不发生损坏和零部件受振动脱落现象。

5.4 电磁兼容性特性

5.4.1 射频电磁场干扰

能承受 GB/T 17626.3 中规定的 4 级射频电磁场辐射抗扰度能力。

5.4.2 静电放电抗扰度试验

能承受 GB/T 17626.2 中规定的 4 级静电放电抗扰度能力。

5.4.3 浪涌（冲击）抗扰度试验

指示器按照 GB/T 17626.5 中规定的试验级别 4 级，电源端口开路试验电压：4kV，在 I/O

（输入/输出）信号、数据和控制端口开路试验电压：2kV、电压波形：1.2 μ s、正/负，各 5 次进行试验，完全满足以上试验要求。

5.4.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

能承受 GB/T 17626.4 中规定的 4 级电快速瞬变脉冲群抗扰度能力。

5.4.5 工频磁场抗扰度试验

指示器按照 GB/T 17626.8 中规定的试验级别 5 级，磁场强度：100A/m，施加持续正弦波，衰减震荡波，进行试验，完全满足以上要求。

5.4.5 阻尼振荡磁场抗扰度试验

能承受 GB/T17626.10 中规定的 5 级阻尼振荡磁场抗扰度能力。

5.5 临近干扰

对于安装在架空线路上的指示器，当给相邻 300mm 的线路中通入短路（或接地）故障报警电流值时，本线路指示器不发生误报警。

5.6 着火危险试验

该试验等级为 5，对故障指示器的绝缘外壳施加的试验温度为 960 $^{\circ}$ C $\pm$ 15 $^{\circ}$ C，持续时间 30s $\pm$ 1s，在火焰或灼热在移开灼热丝之后的 30s 内熄灭。

5.7 机械性能

5.7.1 卡线结构的握力试验

将压线弹簧固定，用拉力计在垂直于压线弹簧所构成的平面方向向下拉，当拉力为自重的 8 倍时，弹簧未移动。

安装到 300mm² 钢芯绞线上，用拉力计沿铝绞线方向拉伸，当拉力为 50N 时，指示器未移动。

5.7.2 自由跌落

指示器能承受 GB/T 2423.8 中规定的 1 米高度的自由跌落试验。试验后，指示器无破损、破裂，性能符合要求。

5.8 结构

- a) 外观整洁美观、无损伤或机械变形，封装材料饱满、牢固、光亮、无流痕、无气泡。；
- b) 外壳有足够的机械强度，以承受使用或搬运中可能遇到的机械力。
- c) 安装结构合理、安装方便、牢固；结构件经 50 次装卸应到位且不变形。
- d) 卡线结构有合适的握力既要保证安装牢固又不能造成电线损伤。
- e) 装置结构安装维护方便。

f) 终端装置有独立的保护接地端子，并与外壳和大地牢固连接。

5.9 防雷

终端装置有防雷击和防过电压的保护措施，并能与主地网可靠连接。

5.10 可靠性指标

- a) 在雷击过电压、一次回路操作、一次设备故障、二次回路操作及其它强干扰作用下，装置不误动作或损坏；
- b) 平均无故障时间不小于 50000 小时。