

PMF560
电缆型故障指示器
使用说明书

许继智能科技股份有限公司

目 录

1	概述	1
1.1	智能配电网的发展及需求.....	1
1.2	解决方案.....	1
2	系统构成	3
2.1	终端装置.....	3
2.1.1	产品选型.....	3
2.1.2	故障指示器.....	4
2.1.2.1	装置功能.....	4
2.1.2.2	技术指标.....	4
2.1.3	架空线路通信终端.....	6
2.1.3.1	功能模块.....	6
2.1.3.2	技术指标.....	6
3	故障定位原理	7
4	系统功能	10
4.1	主要功能.....	10
4.2	基本功能.....	10
4.2.1	报警.....	10
4.2.2	系统对时.....	11
4.2.3	重合闸识别.....	11
4.2.4	线路负荷监视.....	11
4.2.5	防误动.....	11
4.2.6	规约支持.....	11
4.2.7	终端自检.....	11
4.2.8	远程维护.....	11
4.2.9	信息查询.....	12
4.2.10	数据统计.....	12
4.2.11	信息安全.....	12
4.2.12	数据统计.....	12
4.2.13	扩展功能.....	12
5	技术特点	13
5.1	故障算法.....	13
5.2	数据采集技术.....	13
5.3	低功耗技术.....	13
5.4	通信技术.....	13
5.5	抗涌流技术.....	13
6	可靠性和适用性设计	14
6.1	系统可靠性设计.....	14
6.1.1	降额设计.....	14
6.1.2	元器件选择、控制和归一化.....	14
6.1.3	热设计.....	14

6.1.4	电磁兼容设计.....	14
6.1.5	输入电压可靠性设计.....	14
6.2	硬件可靠性设计.....	15
6.2.1	结构件设计.....	15
6.2.2	电路设计.....	15
6.3	软件可靠性设计.....	15
6.3.1	防护性能.....	15
6.3.2	容错能力.....	15
6.4	系统兼容性设计.....	16
7	通信组网方案.....	17
7.1	GPRS 通信方式.....	18
7.2	RS232/RS485 通过光纤通信方式.....	18
8	安装说明.....	20
8.1	故障指示器安装说明.....	20
8.2	故障指示器通信终端安装说明.....	22
9	订货须知及其他.....	25

1 概述

1.1 智能配电网的发展及需求

配网是城市和农村供电的载体，配网的稳定性和安全性，直接关系到各个公司和千家万户的供电安全，具有重要的经济价值和社会意义。在早期电网建设时，更加重视的环节是发电和输电，配电和用电环节往往被轻视。近些年国家为配网投入了大量资金进行城网和农网改造，改造了大量线路、开关和变压器等，从硬件方面对配网进行了升级以提升配网的自动化水平。但是，配网架空线路仍有未解决的难题：

1、无法及时掌握配网线路的运行状态

架空线路漫长的主干线路及众多分支需要大量的监测点采集数据以便掌握线路运行状态。目前配电架空线路上，运行参数的获取一般是通过变电站内馈线开关和极少数带有智能控制器的柱上开关来进行，而这两种设备的数量远达不到反应线路运行状态的最低数量要求。

2、线路故障查找难度大

配网架空线路因其线路长，分支多，网络结构复杂，易受外力及自然环境影响等原因，成为最容易发生故障的系统之一。短路故障和单相接地故障是最常见的故障形式。目前情况下，发生故障后需要依靠人工巡线查找故障点，花费在查找故障点上的时间大大超过修复故障所消耗的时间，扩大了停电损失。

针对这些情况，我公司借鉴了国内外相关产品的先进技术，对线路监测原理进行深入研究和长期实践，开发出了国内领先的架空线路综合在线监测系统。该系统通过对架空线路运行状态进行在线监测，获取线路运行数据和故障信息，实现短路和接地故障的快速准确定位及负荷监测的功能，为线路的负荷分配提供依据，并可加快故障排除速度，缩短停电时间，减小停电损失，提高作业自动化、信息化水平。

1.2 解决方案

架空线路故障指示器(通信终端)是借鉴了国内外相关产品技术优点，在原有故障检测原理的基础上进行了深入研究后，开发出的国内领先的一种综合故障在线监测系统解决方案，解决了接地故障、短路故障检测和查找的难题，也是综合运用无线通信、信息网络及新材料等现代科学发展的新技术而研制出来的一套智能监测系统。

该系统能快速准确的在线检测接地故障、短路故障、线路负荷、谐波等情况，并将所采集到的特征信息发送到系统主站。系统软件进行数据分析、告警显示、告警短信转发、故障统计检索和查询等，引导工作人员迅速准确找到故障点，为提高工作效率、减轻工作人员劳动强度提供了一种强有力的手段，能有效提高配电网故障检测的自动化和现代化水平。

系统主要作用如下：

- 方便快捷查找故障点，避免了事故进一步扩大；
- 极大的减轻了工作人员的劳动强度，节省了大量人力、物力；
- 缩短了停电时间，减少了售电损失；
- 提高了供电可靠性、自动化及信息化水平；
- 实时在线监测线路负荷数据，有助于工作人员全面了解线路运行状态。

2 系统构成

由故障指示器和通信终端组成。

2.1 终端装置

2.1.1 产品选型

系统典型配置选型如下表所示：

表 2- 1 典型配置表

序号	名称	型号	主要功能	通信方式	供电方式	备注
1	故障指示器		1. 检测短路及接地故障 2. 检测负荷电流 3. 远程参数调整 4. 就地召唤 5. 远程召唤 6. 就地报警指示	无线射频	锂电池	标配
2	架空线路故障通信终端		1. 接收终端上传信息 2. 下传主站指令	无线射频	太阳能电池板与蓄电池	标配
			数据远传	GSM/GPRS		

2.1.2 故障指示器

2.1.2.1 装置功能

本装置主要实现以下功能：

遥信：

- a) 架空线路短路故障检测报警
- b) 架空线路接地故障检测报警
- c) 架空线路停电告警上报
- d) 架空线路上电信息上报
- e) 架空线路故障性质上报

遥测：

- a) 故障时及故障后线路电流有效值的采集测量和立即上传
- b) 架空线路负荷电流的实时测量和定时上传
- c) 装置电池电压实时测量和定时上传

遥调：

- a) 可远程联网通过主站软件设定和修改故障告警启动值、复位时间等参数
- b) 响应主站软件发来的远程召唤指令，可将线路的实时负荷、电池电压等信息传送至主站系统
- c) 可远程联网通过主站软件对故障指示器进行手动故障复归、翻牌等操作

其他：

- a) 提供无线射频通道实现故障、负荷及电池电压等信息上传
- b) 就地报警指示：翻牌，闪光

2.1.2.2 技术指标

表 2- 2 架空线路故障通信终端技术指标

性能分类	参数名称	指标
工作环境	工作环境温度	-40 ℃~+75 ℃
	工作相对湿度	10%~100%
	盐雾浓度	5%
	最大绝对湿度	35g/ m ³
性能指标	适用电压等级	6~35kV
	适用负荷电流	630A

性能分类	参数名称	指标
	适用导线截面积	35~300 mm ²
	短路动作误差	≤ ± 10%
	接地动作误差	≤ ± 10%
	负荷电流监测精度	≤ ± 3% (20A~600A)
	防误动	具备防误动功能
	重合闸最小识别时间	0.5s
	耐受短路冲击电流能力	≥ 16kA/4s
	短路报警自适应	具备短路故障随负荷自适应功能
	短路故障报警电流最短持续时间	20ms~40ms
	报警方式	翻牌、闪光、无线射频上传
	报警闪光时间/周期	闪光持续时间不小于 50ms, 间隔时间 3s
	自动复归时间误差	≤ ± 1% (2-48h)
	静态电流	≤ 40 μ A
	电池电量低报警方式	绿色指示灯
	电池电量低报警误差	≤ ± 2%
	电池容量	≥ 2AH
	电池重量	< 1kg
	卡线握力	能承受不小于 50N 沿导线方向的横向拉力 能承受不小于 8 倍自重的向下拉力
	使用寿命	使用寿命大于 8 年, 满足翻牌 (翻牌、复归算一次) 大于 2000 次, 同时持续闪亮不低于 4000h
平均无故障时间 (MTBF)	> 50000h	
安装尺寸	尺寸 (D×H)	100*150mm
	安装方式	架空线室外带电安装

2.1.3 架空线路通信终端

2.1.3.1 功能模块

本装置主要实现以下功能：

- a) 提供无线射频接口，可接收并处理多组故障指示器的上传信号
- b) 提供 GSM/GPRS 数据通道，可通实现与主站系统的数据传输
- c) 可接收和转发主站指令至相应的故障指示器
- d) 支持平衡 101、104 等标准通信规约

2.1.3.2 技术指标

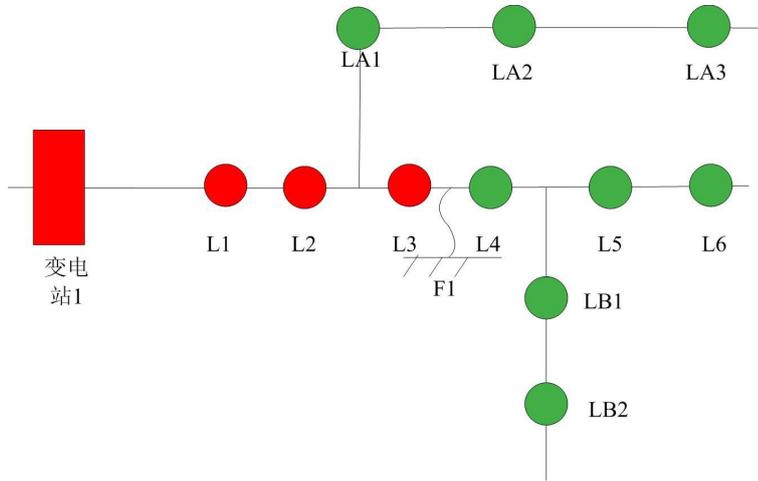
表 2- 3 故障指示器技术指标

性能分类	参数名称	指标	
工作环境	工作环境温度	-40 ℃~+75 ℃	
	工作相对湿度	10%~100%	
	盐雾浓度	5%	
	最大绝对湿度	35g/ m ³	
性能指标	适用电压等级	6~35kV	
	适用负荷电流	630A	
	测量容量	大于 4 套指示单元（每套 3 只）	
	守时精度	每 24h 误差小于 5s	
	故障告警上传时间	<60s	
	后备电源	续航时间	>40 天
		额定电压	6V
		蓄电池寿命	大于 8 年
	太阳能电池板	20W/12V	
平均无故障时间（MTBF）	≥50000h		
无线通信	通信制式	GPRS	
	串行接口	2 路 232 串口	
	接口传输速率	9600bit/s	
	基本功能	数据监视、通信中断自动重连	
	接口插拔寿命	≥500 次	
	通信协议	DL/T634 标准的 101、104 规约	
	与指示单元的通信连接	无线射频	
	与主站通信频次	15 分钟/1 次(可设)	
安装尺寸	尺寸（L×W×H）	140*280*400mm	
	安装方式	架空线室外带电安装	

3 故障定位原理

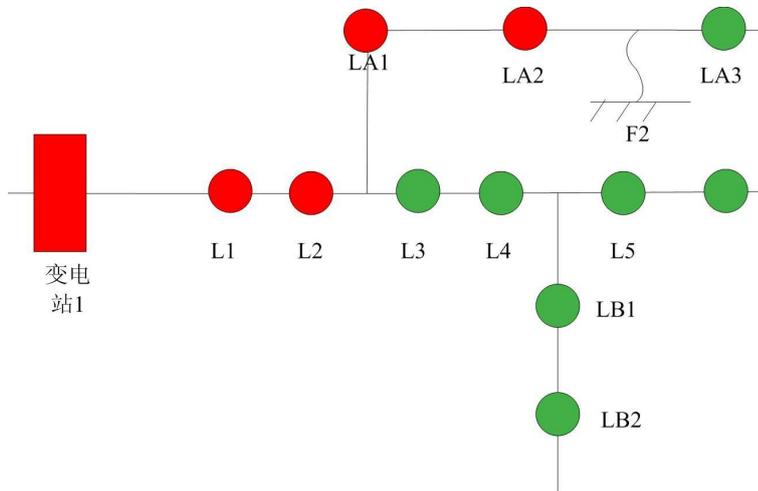
放射性线路

- 主干线路故障 F1



- 1) L3 和 L4 之间的主干线上发生故障；
- 2) L1、L2、L3 均会感测到故障电流、电压等；
- 3) L1、L2、L3 均会发送故障信息给主站；

- 分支线路故障 F2

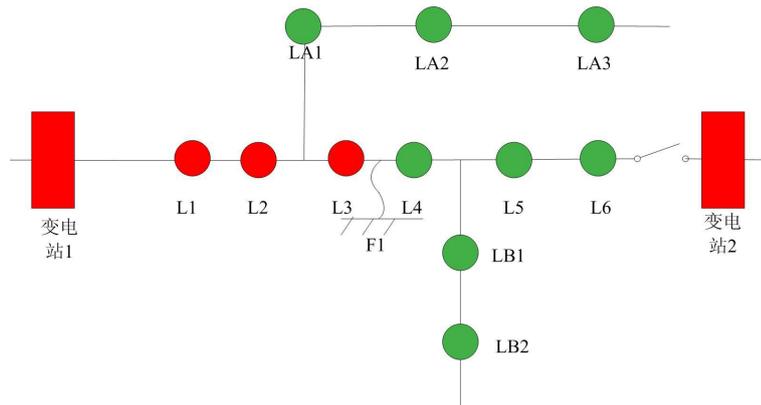


- 1) LA2 和 LA3 之间的分支上发生故障；
- 2) L1、L2、LA1、LA2 均会检测到故障电流、电压等；
- 3) L1、L2、LA1、LA2 均会发送故障信息给主站；

双电源供电线路

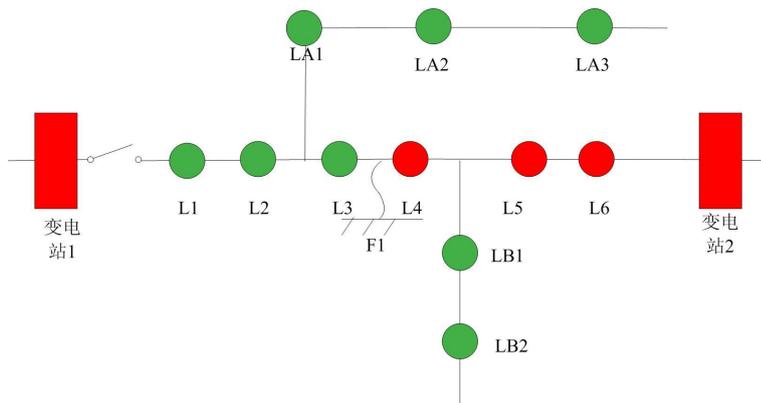
- 主干线路故障 F1

① 双电源供电线路，变电站 1 供电



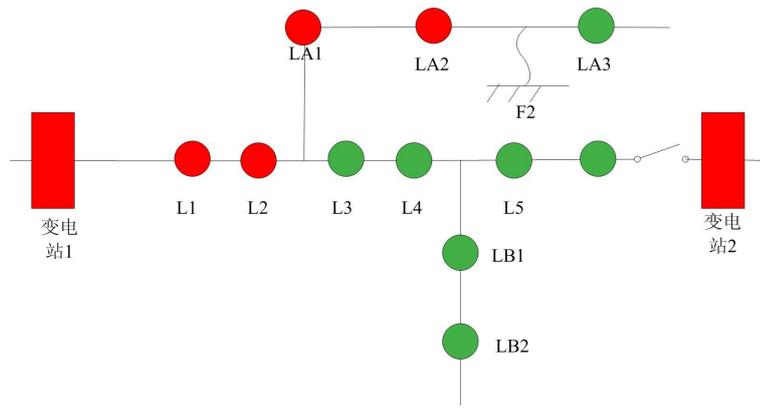
- 1) L3 和 L4 之间的分支上发生故障；
- 2) L1、L2、L3 均会检测到故障电流、电压等；
- 3) L1、L2、L3 均会发送故障信息给主站；

② 双电源供电线路，变电站 2 供电



- 1) L3 和 L4 之间的分支上发生故障；
- 2) L4、L5、L6 均会检测到故障电流、电压等；
- 3) L4、L5、L6 均会发送故障信息给主站；

● 分支线路故障 F2



- 1) LA2 和 LA3 之间的分支上发生故障;
- 2) L1、L2、LA1、LA2 均会检测到故障电流、电压等;
- 3) L1、L2、LA1、LA2 均会发送故障信息给主站;

4 系统功能

架空线路故障指示器可安装在 6~35kV 架空线路上，用于在线监测电力线路运行及故障情况，是一套具有远程传输能力的分布监控、集中管理、即时通知型的智能化故障管理系统，可为架空线路的安全、稳定运行保驾护航，并加快线路故障的排除速度。

4.1 主要功能

遥信 (GPRS/SMS 通信)：

1. 短路故障的准确判断和快速定位；
2. 接地故障的准确判断和快速定位。
3. 电池电量低告警

遥测 (GPRS 通信)：

1. 负荷电流的实时监测和定时上传；
2. 故障电流和装置电池电压数据的采集和立即上传；

遥调 (GPRS 通信)：

1. 远程联网设定和修改故障整定值；
2. 远程联网设定和修改故障自动复位时间；
3. 远程联网设定和修改报警检测的延时时间；
4. 远程联网设定和修改电流自适应等功能投退；

4.2 基本功能

4.2.1 报警

报警类型：

1. 短路故障
2. 接地故障
3. 电池电量低报警

报警内容：

1. 故障时间
2. 故障位置

报警方式：

1. 通过短信方式将故障位置发送至相关责任人手机上；
2. 就地报警：翻牌，闪光。

4.2.2 系统对时

支持各终端接收主站系统时钟进行校时，支持 SNTP 等对时方式，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。

4.2.3 重合闸识别

能识别重合闸间隔为 0.5 秒的瞬时性故障, 并正确动作；非故障分支上安装的故障指示器经受 0.5 秒重合闸间隔停电后，在感受到重合闸涌流后不应误动作。

4.2.4 线路负荷监视

能定时上送负荷电流数据至主站，并支持主站召测全数据功能。

4.2.5 防误动

具备负荷波动、大负荷投切、变压器空载合闸涌流、线路合闸涌流、临近线路故障和重合闸涌流等防误动功能。

4.2.6 规约支持

通信终端与主站之间的通信应满足 DL/T 634.5-101 平衡式标准规定。

4.2.7 终端自检

故障检测远方终端每天定时发送自检信息到系统主站。自检信息包括自检信息特征码、通信主机的组号、未收到自检信息的故障指示器编号等。如果系统主站在 24 小时内未收到通信主机的自检信息或者受到的信息中含有异常故障指示器编号，则会发出远端设备故障的提示。

4.2.8 远程维护

应具备远方维护功能，满足对参数、定值等进行远方设置，且支持远方程序下载和

升级。

4.2.9 信息查询

提供多种条件组合查询，包括终端类型、线路名称、起止日期、报警类型等条件。

可根据各种字段，按升序或者降序自定义显示查询结果。

提供查询结果的文件导出和打印功能。

4.2.10 数据统计

提供历史数据的分类统计和分时统计功能。既可分析比较某条线路在某时间段的所发生的各类不同故障情况，也可分析比较各类故障在某条线路的不同时间段的发生情况。

4.2.11 信息安全

在需要信息加密的场合，在通信主机内部集成加密芯片，满足国家电网公司安全接入平台接入要求。

4.2.12 数据统计

提供历史数据的分类统计和分时统计功能。既可分析比较某条线路在某时间段的所发生的各类不同故障情况，也可分析比较各类故障在某条线路的不同时间段的发生情况。

4.2.13 扩展功能

通信主机支持标准 101 规约，可作为配电自动化系统的一个子系统，还可以与其它子系统（如馈线自动化系统）综合运用，能够使线路故障的判断更加准确、使故障的查找和排除更加迅速。

5 技术特点

5.1 故障算法

运行先进的接地故障判据算法，可判断接地阻抗较大的情况下的接地故障，且可靠性高。可判断定的最小接地电流可达 5A。对于短路故障最小可识别持续时间为 20ms。

5.2 数据采集技术

采用多层压叠硅钢片构成磁通回路，漏磁通少，配合各种高精度、高采样率的采集电路及先进的模拟量采集算法可准确采集线路上的负荷信息，保证了数据来源的真实性、准确性。

5.3 低功耗技术

选用超低功耗的 MSP430 芯片方案，且对程序进行低功耗优化
将无线射频电路集成到装置中，进一步降低的故障检测装置整机功耗

5.4 通信技术

检测终端与通信终端之间采用无线射频进行通信，免除了线路绝缘、安全距离等问题。通信终端与服务器之间则可利用 GSM/GPRS 进行通信。上述通信配置增强了系统的可靠性、灵活性、适用性，并节省了大量网络通信基础的建设费用。

5.5 抗涌流技术

在线路送电时，故障指示器设有闭锁机制，会根据电压和电流变化情况实线闭锁，防止因为涌流导致误报。并且在线路供电稳定后，自动解除闭锁，恢复正常检测状态。

6 可靠性和适用性设计

6.1 系统可靠性设计

6.1.1 降额设计

对系统中的各产品所使用的功率和发热严重的器件实施严格的降额设计，使其在实际使用中所承受的电应力和温度应力均低于设计的额定值，同时也降低使用电池供电产品的功耗，以此延缓其参数退化、延长其工作寿命。

6.1.2 元器件选择、控制和归一化

根据产品的可靠性、可维护性要求来选择系统中各产品所使用的元器件的品种、规格及生产厂家，注重器件选用的可替代性与器件归一化。所有元器件都是经过老化试验和严格筛选的优质元器件，硬件的组装过程也有严格的质量控制，确保长期使用的高稳定性和高可靠性。

6.1.3 热设计

通过器件的选择、电路设计及结构设计、加热设计、散热设计来减少温度变化对故障指示器通信终端等设备性能的影响，使之能在较宽的温度范围内可靠地工作。

6.1.4 电磁兼容设计

在设计中确保架空型故障指示器和通信终端之间的无线射频通信不会因受到处于同一电磁环境中其他设备的电磁发射导致不允许的降级，也不会使同一电磁环境中其他设备、子系统、系统因受检测终端和通信主机的电磁发射而导致不允许的降级。

6.1.5 输入电压可靠性设计

通信终端具有抗电压跌落和升高的性能。通信主机可在输入电压为 5.8V 至 12V 之间正常工作。

6.2 硬件可靠性设计

6.2.1 结构件设计

架空型故障指示器的外壳为耐高压和高温的聚酰胺脂材料制成，并且内部采用绝缘性能好的环氧树脂完全灌注，完全适应高压高温环境使用。其整体采用全密闭处理，能达到 IP68 防护等级。

通信终端采用铸铝金属外壳，表面经过了喷漆处理，可以抵抗沿海地区高盐潮湿环境的腐蚀，同时通信终端内部的电路均采用防水壳密封，其整体可以达到 IP65 防护等级。

6.2.2 电路设计

故障指示器和通信终端均采用了先进的工业级元器件和模块，电路集成度高，工艺性好，可靠性高。

6.3 软件可靠性设计

6.3.1 防护性能

系统监控管理软件采用模块化设计，各模块的设计基于松散耦合的机制，一个模块出错时，不影响其他模块的运行；另外，增加了查错、隔离错误等措施，防患于未然，提高了系统可靠性。

6.3.2 容错能力

软件系统的容错能力是当一个小的软件故障出现时，不足以导致整个系统的崩溃。系统监控管理软件的容错能力主要体现在以下几方面：

进程监控：软件运行时，对各种关键进程提供实时监测，监控机制能够保证进程故障情况下各类数据信息和告警信息的输出。

数据校验：软件对于用户输入数据和系统采集数据进行合法性检测，保证数据之间的参考关系正确。

信息保存：软件能够自动将系统运行过程中的关键事件以及产生的告警记录和数据信息记录到相应日志中。

6.4 系统兼容性设计

本系统的接口完全遵循国际标准接口规范 IEC61970，系统可支持部颁 CDT、新部颁 CDT、IEC61850、IEC870-5-101、104、modbus 等电力行业常用的主流标准协议，支持信道设置、信道状态监测等管理功能。上述标准协议的采用使得我们可以轻松与其他监控系统软件（如 EMS，MIS，GIS 等）兼容和接口互连。

所参考的部分通信规约列举如下：

DL/T 634-2002，（IEC870-5-101） 《远动设备及系统 第 5-101 部分：传输规约 基本远动任务配套标准》

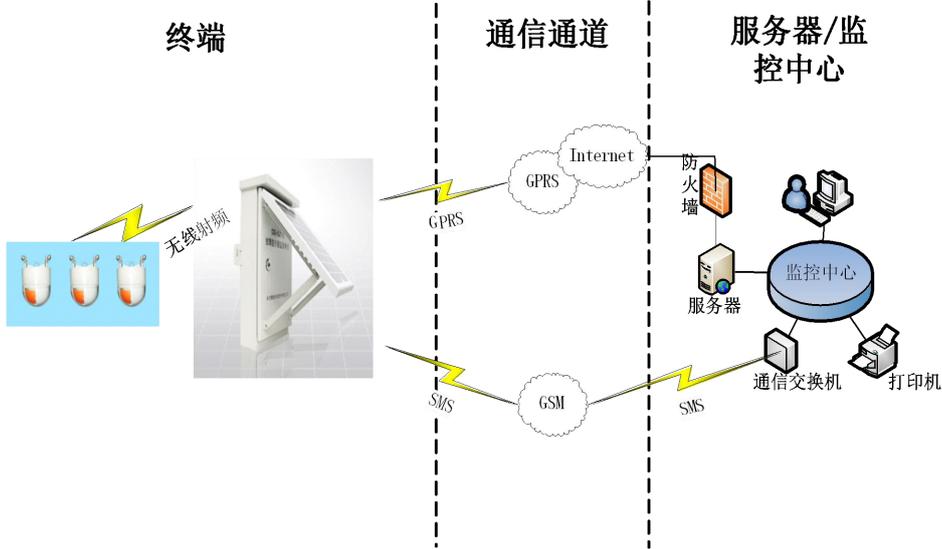
DL/T 634-2002，（IEC870-5-104） 《远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议子集的 IEC60870-5-101 网络访问》

DL 451-1991 循环式远动规约

MODBUS_RTU 通讯规约

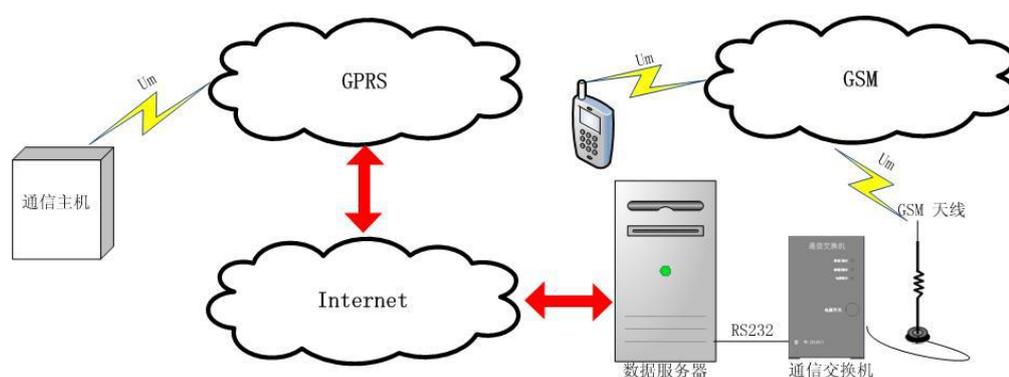
•••

7 通信组网方案



7.1 GPRS 通信方式

通信终端可以通过 GPRS 移动网络接入 Internet，并和系统主站服务器之间建立点到点的数据连接如下图所示：



这种方式的优点是：

通信主机配置简单：只需要将通信终端中所使用的 SIM 卡开通 GPRS 功能即可。

传输速率高：目前的 GPRS 的理论速率为 147bps，实际一般速率可达到 40 ~ 50 kbps。

实时性好：通信终端可保持 GPRS 连接，数据发送时不需要重新建立连接。

可靠性高：当 GPRS 通信无法建立时，通信终端自动切换到 SMS 通信方式。不会因为 GPRS 通信问题，造成信息丢失。

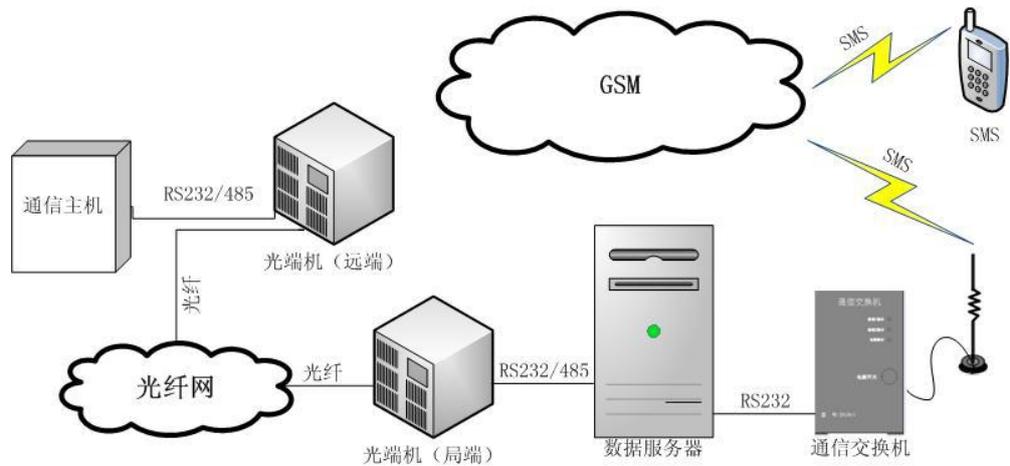
这种方式也有其局限性为：

对于没有 GPRS 基站覆盖的区域无法使用这种方式。

为建立通信路由，在局端必须为系统主站申请固定 IP。

7.2 RS232/RS485 通过光纤通信方式

通信终端可以通过 RS232/RS485 串口或者协议转换后接入光端机，通过光纤与远端的系统主站服务器之间建立数据连接，如下图所示：



这种方式的优点是：

数据安全性好：由于不依赖于移动网，而且是有线传输，数据传输可靠性高，安全性好。

实时性好：系统主站服务器为连接分配独立串口，数据传输实时性好。

传输距离远。

这种方式也有其局限性为：

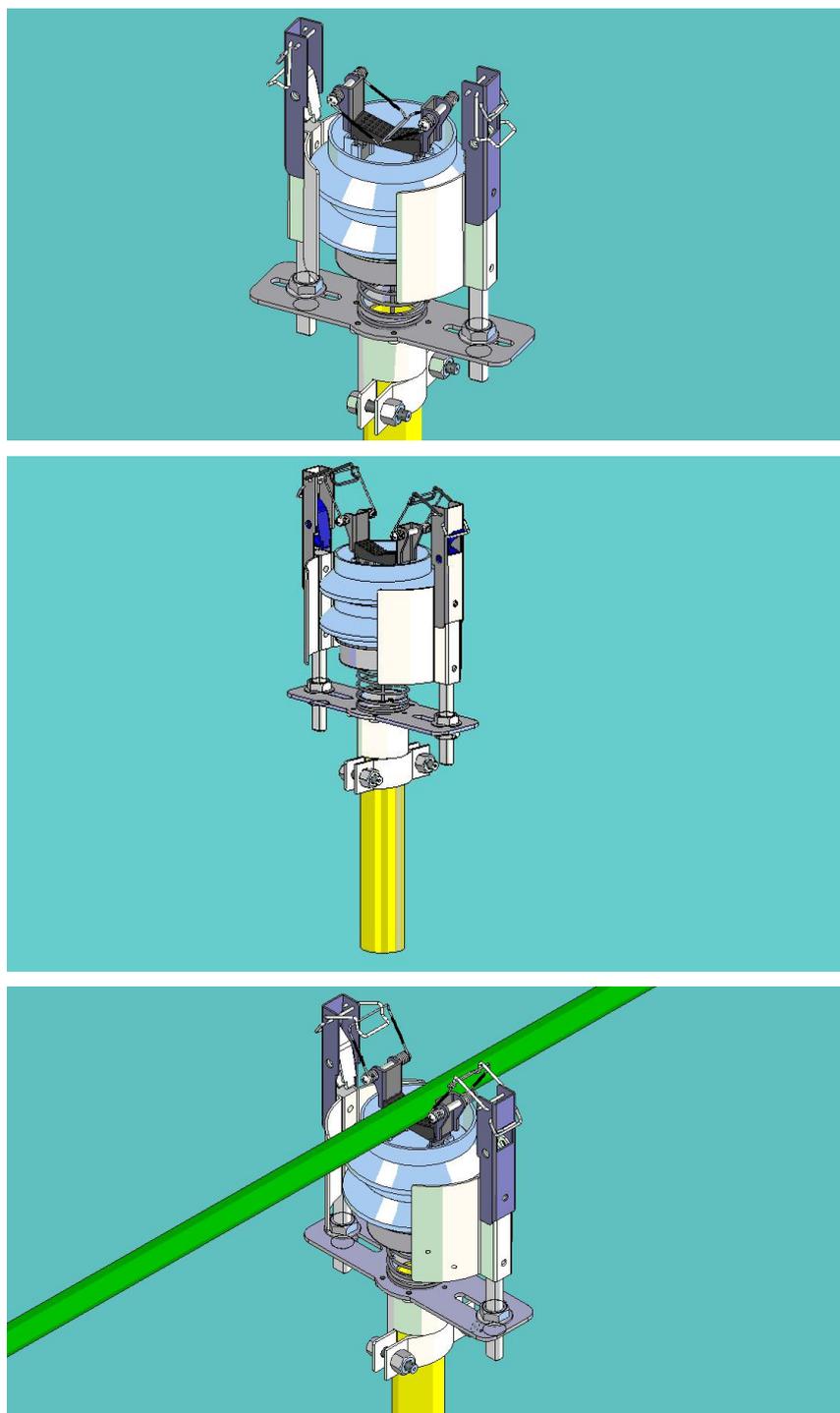
由于 RS232/RS485 串口通信距离的限制，只适合通信主机与光端机（光纤）距离较近的系统。

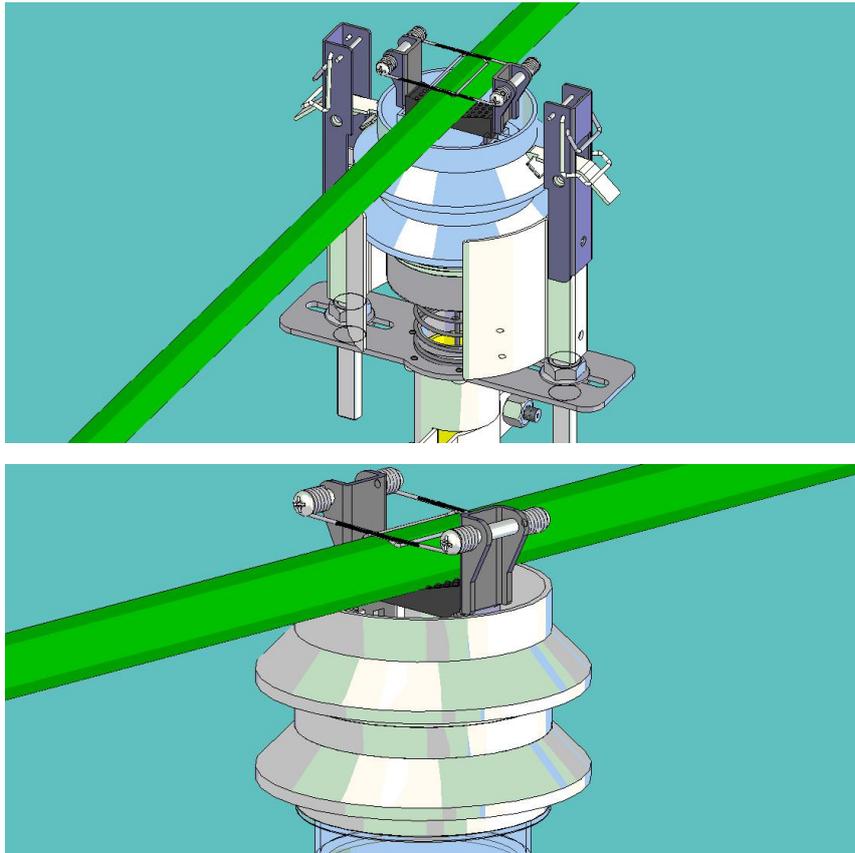
如果光端机不提供 RS232/RS485 接口，需要额外安装转换适配器进行协议转换和速率适配，增加了系统复杂度，降低了稳定性。

8 安装说明

8.1 故障指示器安装说明

架空故障指示器的安装工具及使用步骤如下图所示：





架空故障指示器安装示意图

架空故障指示器采用压簧卡具安装，适用导线截面积 $16\text{mm}^2 \leq S \leq 450 \text{mm}^2$ ，适用于所有 6~35kV 架空裸导线和绝缘导线，并可以带电安装。

针对以上线径，其压簧压力大于 20 千克力，为自身重量的 20 倍以上，可使检测终端牢固悬挂并紧贴于导线上，保证检测的准确性和一致性。

产品底部透明外壳内侧附有产品标签，标明了终端组号、相号和编码。安装时需要根据这些信息对照装箱文件中的产品编码信息表将终端安装在正确的导线位置上。

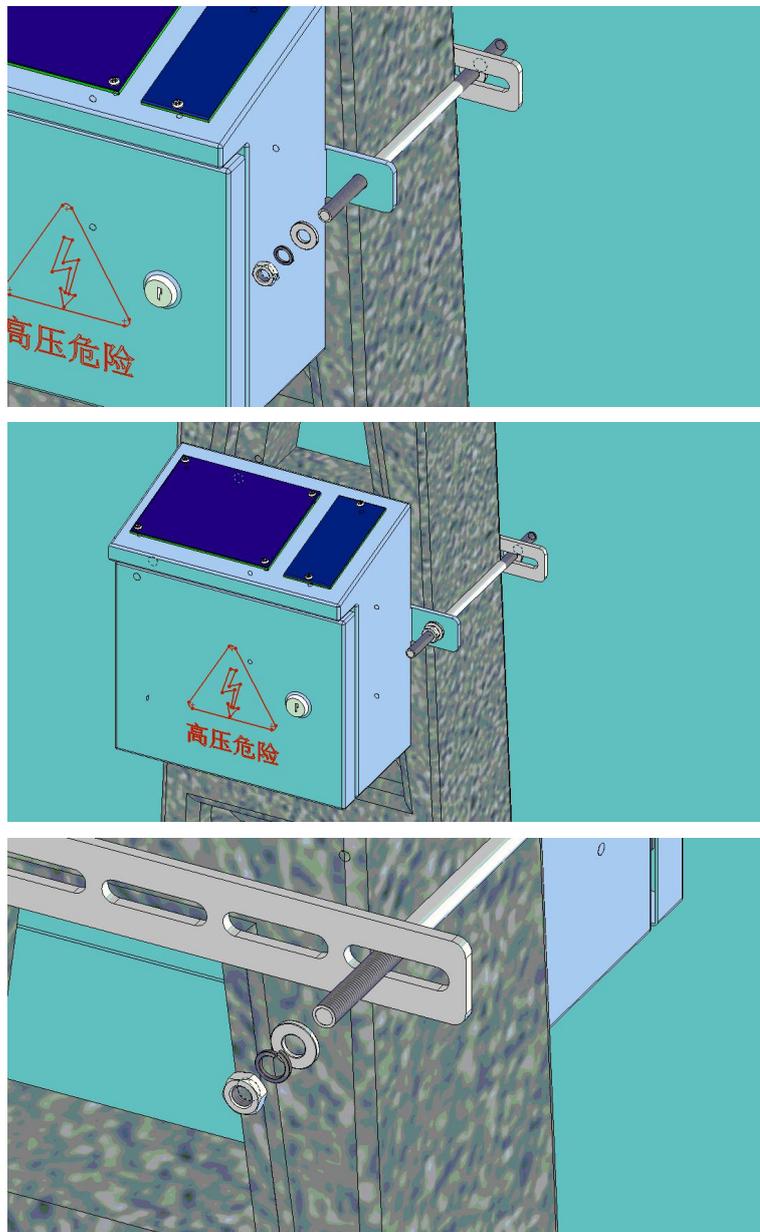
8.2 故障指示器通信终端安装说明

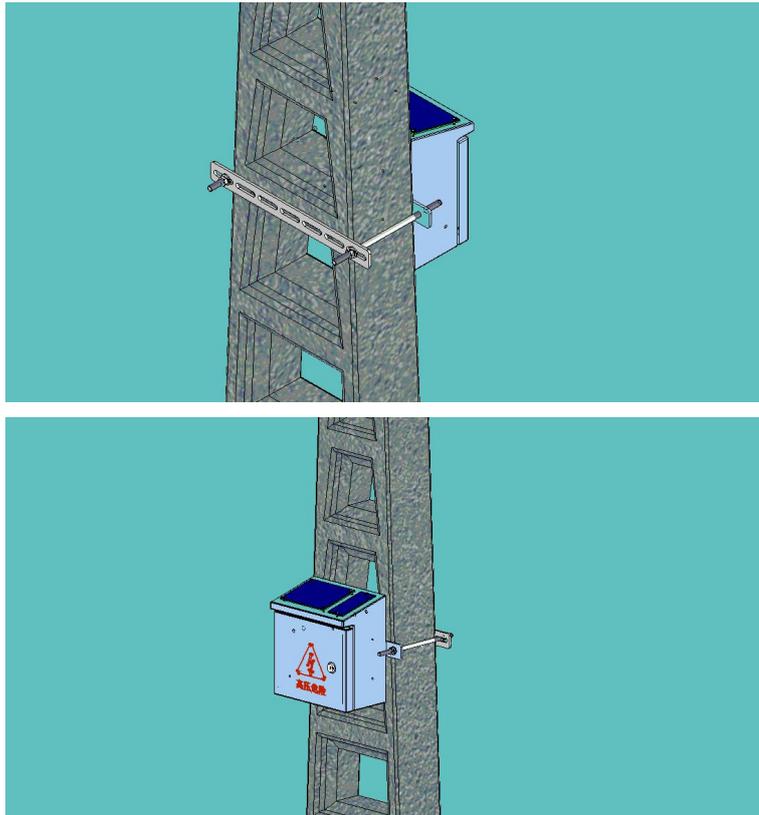
故障指示器通信终端的标准配件如下表所示：

通信终端标准配件列表

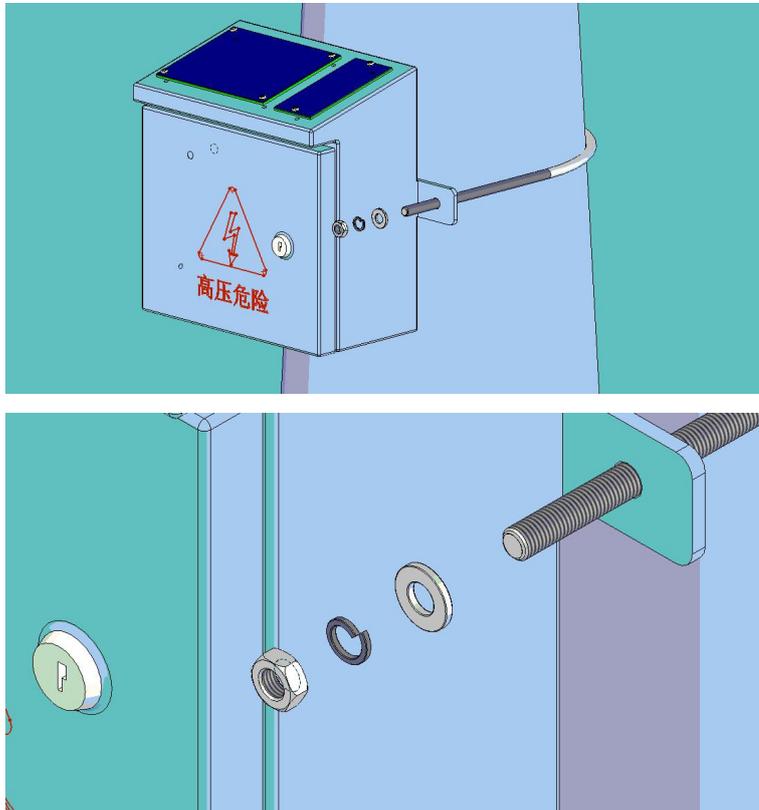
配件名称	规格型号	数量	备注
机箱钥匙	和机箱门锁配套	2	打开和锁上机箱
全纹螺杆	M8×1m	1	安装固定主机

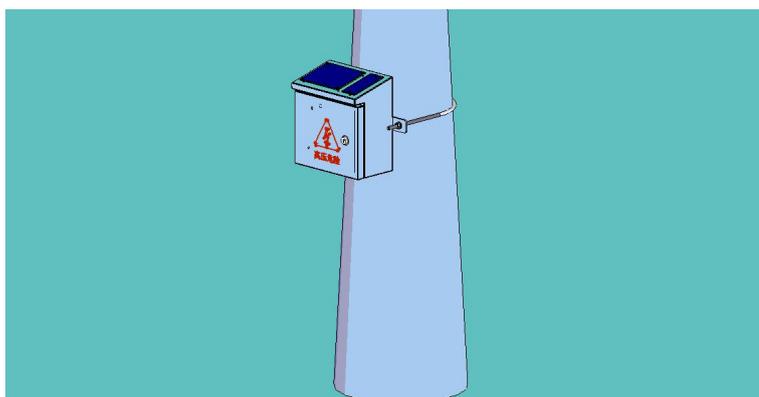
故障指示器通信终端在铁塔上的安装图如下所示：





故障指示器通信终端在线杆上的安装图如下所示：





通信终端安装示意图

通信终端采用螺纹杆或者抱箍固定，适用于杆塔安装。安装时需要根据主机机箱门内侧上的标签所标明的组号和编码，将主机固定在正确的杆塔等位置上（安装位置见装箱文件中的产品编码信息表）。

在安装时，尽量将机箱顶部的太阳能电池板面向阳光日常照射的方向，可保证充电的质量。

为了确保故障指示器和通信终端之间的通信正常，在安装时尽量使它们之间的垂直距离不大于 5 m，水平距离不大于 15 m

9 订货须知及其他

订货应注明：

- 1) 品型号、名称、订货数量；
- 2) 交流电流、电压、频率额定值，TA、TV 变比；
- 3) 直流电源额定值；
- 4) 由保护或自动装置起动的跳、合闸回路额定电流；
- 5) 收货地址及时间；
- 6) 组屏要求及屏的尺寸及色标；
- 7) 用户要求配合事项；
- 8) 特别声明事项。