

低压故障监测终端 EMC 与保护器件方案

Low-voltage fault monitoring terminal EMC and protection device solution



第一部分：低压故障监测终端描述

低压故障监测终端用于低压配电线路、分支箱、表箱、低压柜或台区末端，对线路状态进行实时感知、故障判断、事件记录与上报，它通常围绕低压线路的电压、电流、零序、温度、开关状态等信息进行采集，并通过本地指示、RS485/CAN/无线通信或级联总线，把故障和运行状态上传到智能融合终端或主站系统

核心特点

低压现场安装环境复杂：低压柜、分支箱、表箱、配变台区，存在母排大电流、开关动作、线缆耦合和接地差异

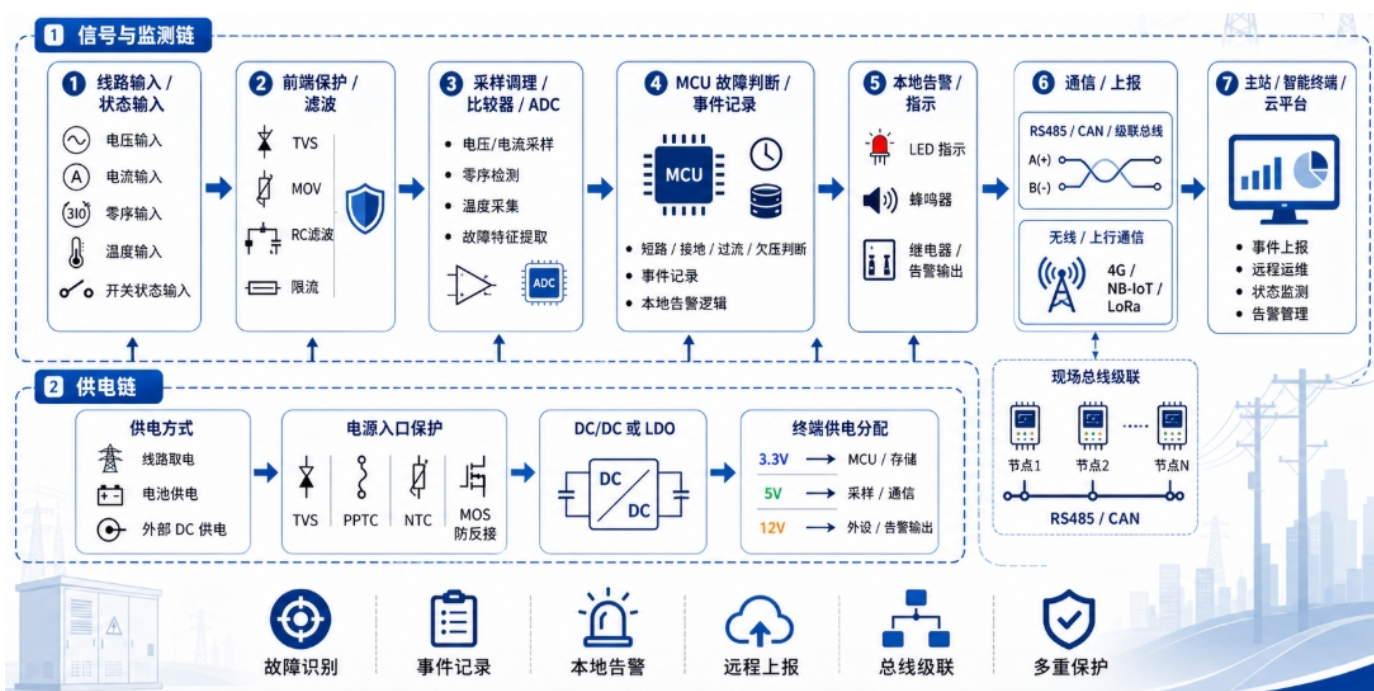
故障识别依赖小信号稳定性：零序、电流突变、温度、开关状态等信号容易受 ESD、EFT、浪涌和共模噪声影响

通信链路决定运维价值：RS485/CAN/无线/级联上报是故障定位和主站联动的关键路径

供电方式多样：线路取电、电池、外部 DC、超级电容等方式并存，电源入口和后备电源保护非常关键

可靠性要求高：一旦误报、漏报、掉线或死机，会直接影响台区故障定位、抢修效率和用户供电质量

第二部分：典型系统拓扑图



第三部分：低压故障监测终端核心 EMC 相关标准

低压故障监测终端可参考低压馈线/分路监测装置、配电自动化终端、测量控制设备、继电保护/测控设备的标准体系，实际项目应以客户技术规范、国网/南网招标文件、认证实验室试验大纲为最终依据

标准号	标准名称	内容简述 / 与本产品关系
T/CES 217-2023	低压配电网馈线监测装置技术规范	规定低压馈线监测装置的一般要求、功能要求、性能要求，与低压分路/故障监测终端的应用场景最接近
GB/T 17626.2/IEC 61000-4-2	静电放电抗扰度试验	对应外壳、端子、调试口、通信口、天线附近 ESD 风险
GB/T 17626.3/IEC 61000-4-3	射频电磁场辐射抗扰度试验	对应对讲机、无线模块、基站、电力现场强电磁环境
GB/T 17626.4/IEC 61000-4-4	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	对应接触器/断路器动作、电源线/通信线/DI 线上的 EFT 干扰
GB/T 17626.5/IEC 61000-4-5	浪涌冲击抗扰度试验	对应雷击感应、长线缆浪涌、电源入口和现场总线浪涌
GB/T 17626.6/IEC 61000-4-6	射频场感应的传导骚扰抗扰度	对应线缆传导干扰，重点关注 RS485/CAN、电源线、采样线
GB/T 17626.8/IEC 61000-4-8	工频磁场抗扰度试验	对应低压柜母排、大电流线路、CT 附近的工频磁场干扰
GB/T 17626.11/IEC 61000-4-11	电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度	适用于 AC 供电型终端，关注掉电保持、复位策略和事件记录
GB/T 17626.12/IEC 61000-4-12	振铃波抗扰度试验	对应低压电源线、控制线、通信线上的振铃浪涌
GB/T 17626.18/IEC 61000-4-18	阻尼振荡波抗扰度试验	对应电力系统二次设备常见暂态振荡干扰
GB/T 17626.29/IEC 61000-4-29	直流电源输入端口电压暂降/中断/变化抗扰度	适用于 DC 供电、外部电源或集中供电型监测终端
GB/T 15153.1	远动设备及系统工作条件电源和电磁兼容	可作为配电自动化、远动、监控终端工作环境和 EMC 条件参考
DL/T 721	配电网自动化远方终端	与 FTU/DTU/智能融合终端接口场景相关，适合系统级参考
DL/T 645	多功能电能表通信协议	若终端与计量、主站采集或电能数据通信相关，可作为通信协议参考
IEC 60255-26	量度继电器和保护设备 EMC 要求	若终端参与故障判断、告警、保护联动，可参考保护测控设备 EMC 要求
IEC 61326-1/GB/T 18268.1	测量、控制和实验室用电气设备 EMC 要求	若按测量/控制电子设备定位，可作为补充参考
GB/T 16935.1/IEC 60664-1	低压系统内设备的绝缘配合	用于爬电距离、电气间隙、过电压类别、绝缘设计参考
GB/T 4208/IEC 60529	外壳防护等级 IP 代码	用于低压柜、分支箱、户外或遮蔽场所安装的外壳防护参考

第四部分：行业及案例前五大痛点或问题

排名	痛点/问题	典型原因	主要相关端口
1	误报/漏报/故障判断不稳定	零序或电流突变信号弱，容易被开关动作、浪涌、共模噪声、采样漂移干扰	电流/零序输入、ADC 前端、采样地
2	通信掉线/节点离线/主站数据不完整	RS485/CAN/无线链路受 ESD、EFT、浪涌、地电位差、级联负载影响	RS485/CAN、无线模块、天线、级联总线
3	电源瞬态导致死机、重启或损坏	线路取电、外部 DC、电池/超级电容供电可能遇到浪涌、反接、短路、反灌、掉电	电源入口、DC/DC、后备电源
4	安装环境差异导致同一产品现场表现不一致	低压柜、表箱、分支箱接地、线缆长度、端子接线和负载特性差异大	外部端子、接地泄放、布线、外壳
5	长期运行可靠性下降	潮湿、凝露、高低温、盐雾、灰尘、振动造成接口氧化、绝缘下降和器件老化	外壳防护、端口保护、器件降额、环境试验

第五部分：硬件工程师设计建议

5.1 先定义端口等级，先把电源口、采样口、通信口、无线口、调试口、外壳/端子全部列出，按是否外接、是否长线、是否户外、是否带电插拔分级

5.2 采样输入低漏电优先，电流、零序、电压检测属于测量链路，保护器件不能只看浪涌能力，需关注漏电流、结电容、钳位电压、温漂和相位误差

5.3 通信接口采用 EMI+EMS 协同，RS485/CAN 等现场总线建议采用 TVS+共模电感+必要时 GDT/PPTC 的结构，保护器件靠近连接器，回流路径短

5.4 电源入口分级保护，外部 DC、线路取电和电池/超级电容供电要分别考虑浪涌、反接、短路、反灌、启动冲击和掉电保持

5.5 地与泄放路径要提前规划，TVS/GDT/MOV 的泄放路径应短、粗、直，优先泄放到机壳地/保护地，避免把浪涌电流引入 ADC 模拟地和 MCU 数字地

5.6 无线型产品同时保护天线和模块电源，天线端优先超低电容 ESD，无线模块电源端需考虑发射瞬时电流、热插拔、电源尖峰和复位问题

5.7 事件记录与掉电保持要验证，故障终端必须在电源跌落、短时中断或重启时保持事件记录完整性，避免故障发生后记录丢失

5.8 做端口级预测试，建议按 ESD、EFT、Surge、振铃波、阻尼振荡波、传导抗扰、工频磁场建立端口级预测试

检查项	硬件工程师确认要点
供电方式	线路取电/外部 DC/电池/超级电容？输入电压范围和浪涌等级？
采样对象	电压、电流、零序、温度、状态量分别是什么幅值和精度要求？
通信方式	RS485、CAN、无线、以太网、红外、级联总线？线缆长度是多少？
安装环境	低压柜、分支箱、表箱、户外遮蔽、室内？是否强雷区？
接地方式	保护地、机壳地、模拟地、数字地如何连接？是否有浪涌泄放路径？

第六部分：EMC 设计型号推荐参考

以下表格按低压故障监测终端常见端口整理通信类、直流电源类、交流电源类、信号类、数据类、同轴/天线类等规则，并结合低压故障监测终端的现场环境进行场景化归纳

接口/模块	典型型号	主要风险	主推型号	备选/组合型号	适用边界/备注
线路取电 /AC220V 入口	F1/RV1/GD T1/NTC1	市电浪涌、雷击感 应、EFT、启动冲 击	SPD DA230-5K0-A、20D561K	NTC、保险丝/PPTC、后级 TVS	适合 AC220V 入口，注意安规距 离和通流能力
外部 DC24V 输 入	F_DC/DTVS /GDT/PPTC	浪涌、EFT、反接、 短路	SMDJ24CA、DA24-5K0-A	1.5KE35CA、 SMD2920-185-33V、 CMZ7060A-701T	DC24V 工业母线，先确认稳态电 压和目标浪涌等级
外部 DC48V 输 入	F_DC/DTVS /MOV/GDT	长线缆浪涌、感应 雷、反接	DA48-5K0-A	20D820K、LSPD10-76C	适合集中供电或长线缆，高能量 场景优先 SPD/MOV+TVS 协同
外部 DC12V/模 块供电	DTVS_12V/ F	热插拔、浪涌、低 压电源尖峰	SMCJ15CA	5.0SMDJ15CA、 SMD2920-185-33V	适合 12V 供电口，高浪涌场景选 更高功率 TVS
3.3V 电源轨	D_3V3	ESD 耦合、电源尖 峰、MCU 复位	ESD3V3D3B	ESD3V3D9B、 NRESDTLC5V0D8B	用于 MCU/ADC 低压轨，关注低 钳位和低漏电。
5V 电源轨/传感 供电	D_5V	静电、电源尖峰、 插拔异常	ESD5V0D3B	SMBJ6.0CA、ESD5V0D8B	5V 低压轨或小功率接口，浪涌等 级高时改用 TVS
电压检测输入	D_U/RV_U/ RC	过压、误接线、 EFT、浪涌	SMDJ24CA 或 SMCJ15CA (按 分压后等级确认)	MOV 类 7D390K/14D820K (按实际电压确认)	采样输入必须核对分压点电压， 避免漏电影响检测阈值
电流/零序输入	D_I/ D_IO/ADC_ PROT	小信号干扰、ESD、 开路过压、误报	ESDLC5V0D3B、ESD5V0D3B	ESDLC5V0APB、 ESD3V3D3B	优先低漏电、低电容，不得因保 护器件引入相位或幅值误差
温度/状态输入	D_TEMP/D_ DI	长线缆 ESD/EFT、 误动作	ESD5V0D5B、ESD5V0D8B	ESD5V0L4、PPTC SMD1812-010	适合 NTC/开关量/状态线，外部 线缆长时增加限流和 TVS
RS485 现场总线	D_RS485/L _CM / GDT	ESD、浪涌、共模 干扰、地电位差	ESDSM712 + CML3225A-510T	SMBJ6.5CA、3R090L-6X8、 3R090L-8X10、PPTC SMD1812-010-60V	最优先切入端口，强干扰/长线缆 建议 GDT+PPTC+CMC+TVS
CAN/CAN FD 接口	D_CAN/L_C AN	ESD、浪涌、共模 噪声、波形畸变	ESDCANFD24VAPB	ESD24VAPB、 CMLA3225A-101T、 CMLA4532A-101T	适合 CAN/CAN FD，关注总线工 作电压、速率和共模范围
RS232/UART 外部通信	D_RS232/D _UART	插拔 ESD、EFT、 低速浪涌	SMBJ18CA	ESD15VAPB、SMF18CA、 CMZ2012A-900T	RS232 电压较高，需先确认接口 电平
以太网/RJ45	D_ETH/GDT _ETH/CMC	ESD、浪涌、共模 干扰	ESDLC3V3D3B	ESDSRVLC05-4、 ESDSLJU2.8-4、 3R090L-6X8	百兆/千兆需区分低电容要求，室 外长线缆增加 GDT
无线模块电源	D_RF_PWR /F_RF	模块电源尖峰、发 射瞬态、短路	SMBJ6.0CA (5V) /SMCJ15CA (12V)	PPTC SMD1812 系列	先确认无线模块电源电压和瞬时 峰值电流
SIM 卡接口	D_SIM	插拔 ESD、人体静 电	ESDSRVLC05-4	ESD0524P	低电容、小封装、多线保护，靠 近卡座布置
天线接口	D_ANT	天线端 ESD、近场 感应	NRESDTLC5V0D8B	ESDSR05	射频端必须超低电容，不宜用普 通高电容 TVS
USB 调试口	D_USB	维护插拔 ESD、热 插拔	ESDSRVLC05-4	ESD0524P、ESDSR05AP	靠近接口布置，D+/D-低电容
JTAG/SWD/调 试下载口	D_DBG	维护静电、插拔损 伤	ESD5V0L4	ESD0524P、ESD5V0D3B	内部维护口也建议加 ESD，避免 调试过程损伤 MCU

电池/超级电容	F_BAT/D_B AT/Q_BAT	短路、反灌、充放电冲击	SMD2920-185-33V、 SK56/SMC	SK510、MOSFET 反接/理想 二极管方案	根据电池电压和充放电电流确认 PPTC 和肖特基规格
继电器/告警输出	D_RELAY/R V_DO	感性负载反灌、浪涌、接点干扰	SMCJ15CA、5.0SMDJ15CA	MOV 7D390K、整流二极管/ 肖特基	DC 线圈用二极管/TVS, AC 负载 可加 MOV

参考资料

音特电子器件选型规则库 v2.0 (内部规则库/ FAE 参考库)

低压故障监测终端 EMC 与保护器件方案 v1.0 (内部讨论版)

T/CES 217-2023 《低压配电网馈线监测装置技术规范》

GB/T 17626/IEC 61000-4 系列电磁兼容抗扰度试验标准

IEC 60255-26 Measuring relays and protection equipment - EMC requirements

IEC 61326-1 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements



公司总部(华东地区)

中国上海市松江区广富林东路 199 号启迪漕河泾(中山)科技园水木园 9 幢 4 层

Floor 4, No.9 Building, Tus-Caohejing (Zhongshan) Science Park No.199, East Guangfulin Road Songjiang District, Shanghai, China

Tel: +86-21-22817269

Fax: +86-21-67689607

Email: sales@yint.com.cn



工厂地址

安徽省芜湖市湾沚区科创二路 17 号

No.17 Kechuang 2nd Road, Wanzhi District, Wuhu, Anhui Province, China



华北地区

北京市昌平区黄平路 19 号院龙旗广场 D 座 10 层 1001 室

Room 1001, 10/F, Building D, No.19 Longqi Plaza, Huangping Road, Changping District, Beijing

Tel: 013661308320

Fax: 010-63364844

Email: sales@yint.com.cn



西南地区

重庆市南岸区同景路 5 号同景国际广场 A2 栋 23-1

Room 23-1, Building A2, Tongjing International Plaza, No.5 Tongjing Road, Chayuan Area, Nanan District, Chongqing

Tel: 023-62948995 ; 13101384835

Fax: 023-62937530

Email: cq@yint.com.cn



Office in Poland

ul. Rdestowa 53d, 81-577 Gdynia, Poland

Tel: +48 58 622-89-00

E-mail: maritex@maritex.com.pl

aktywne@maritex.com.pl