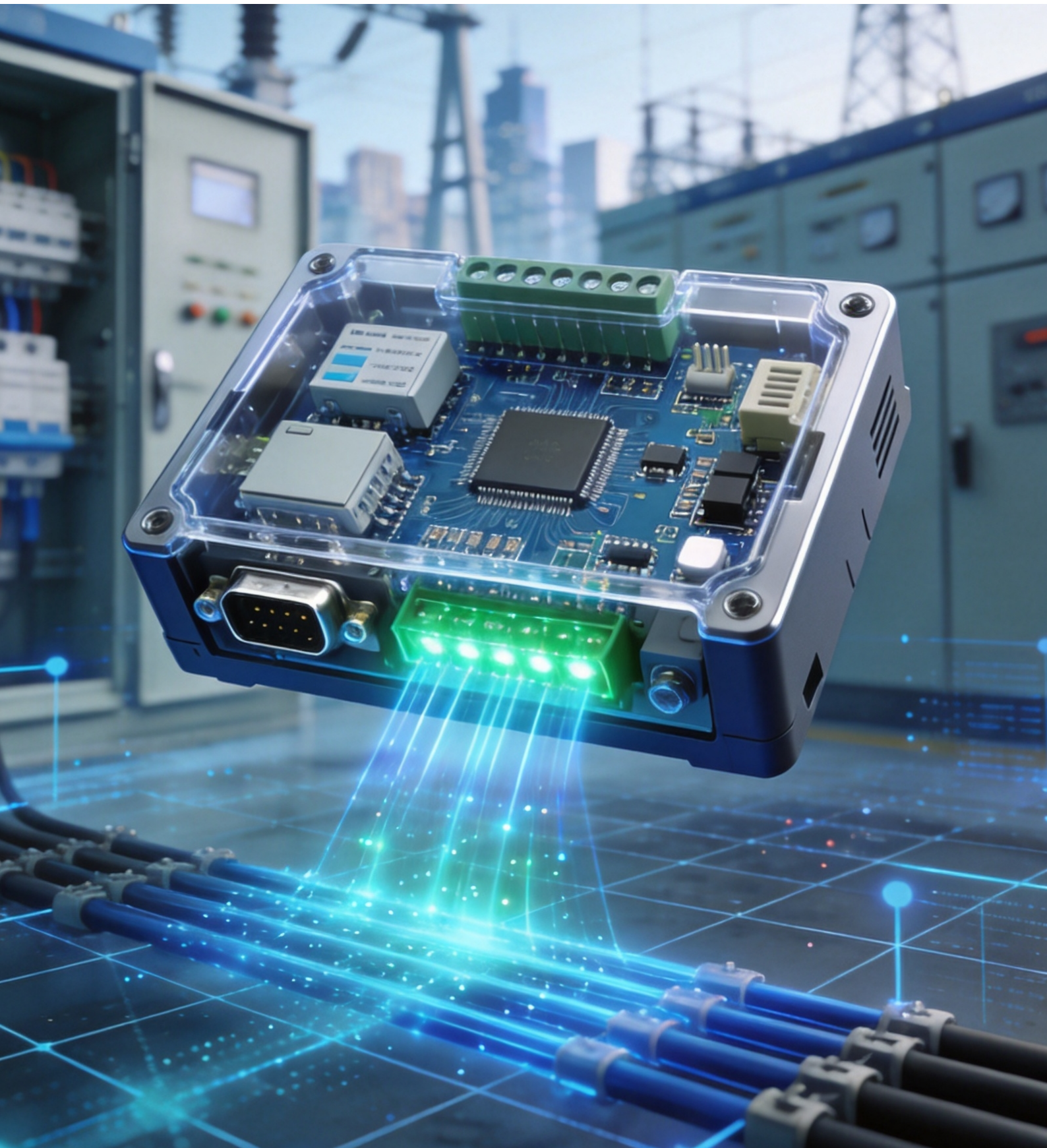


# 配电网损采集模块 EMC 保护器件方案

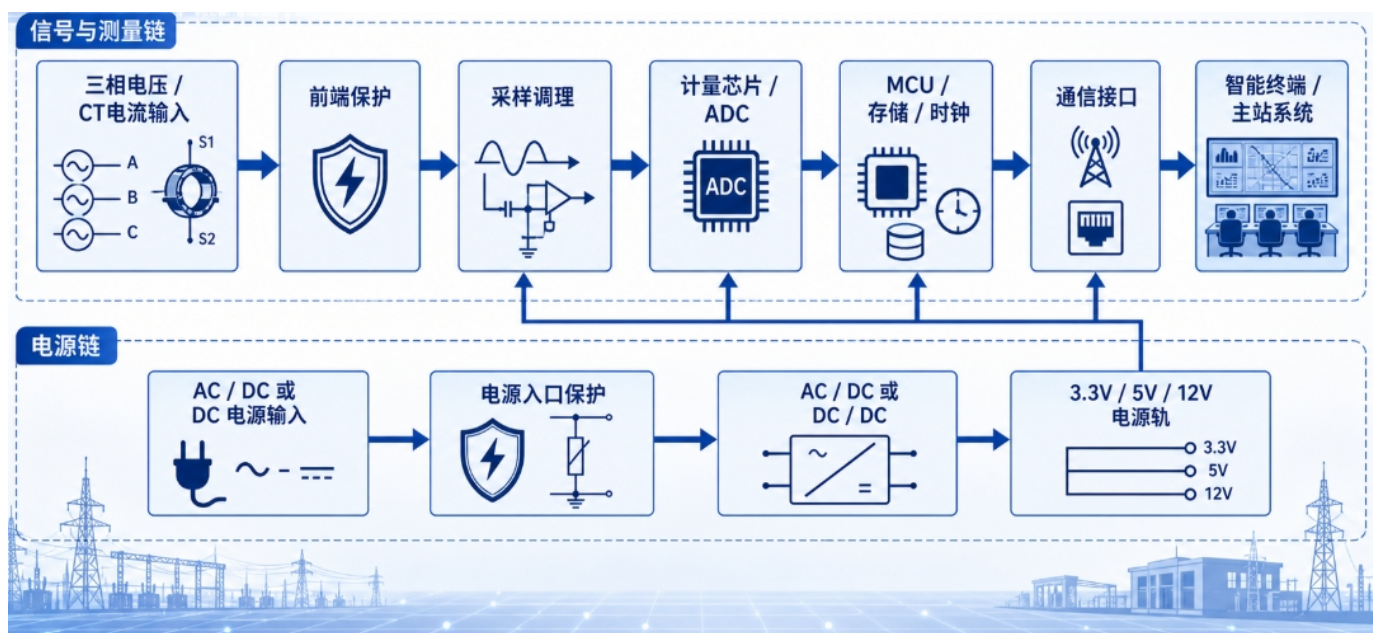
EMC Protection Device Solution for Power Distribution Line Loss Acquisition Module



## 第一部分：配电线采集模块描述

配电线损采集模块用于配电线路、台区、环网柜或柱上开关等节点，对电压、电流、功率、电能、线损数据进行采集、计量与上传，与纯传感器不同，该类产品内部通常包含电源、采样前端、计量芯片/ADC、MCU、通信接口和外部端子，重点讨论是电源入口、三相电压采样端、CT/电子式电流输入端、RS485/RS232/CAN 通信口、调试口、后备电源和端子级浪涌防护

## 第二部分：应用系统框图



## 第三部分：低压馈线监测装置标准

标准资料中明确列出 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.10 等 EMC 抗扰度标准，同时还列出 DL/T 645 多功能电能表通信协议、DL/T 721 配电网自动化远方终端等电力终端相关标准

## 第四部分：行业及案例前五大痛点或问题

### 痛点一：现场电磁环境复杂，通信口最容易失效

配电线损采集模块通常安装在配电室、环网柜、柱上开关、配变台区、低压出线或配电分支节点附近，周围存在开关分合闸、接触器动作、线路浪涌、雷击感应、接地电位差等问题，最容易出问题的位置通常不是 MCU 本体，而是：

RS485 / RS232 / CAN 通信口

级联接口

调试接口

与智能终端连接的外部端口

行业同类低压馈线监测装置资料明确提到，这类装置可通过级联接口共用电压信号、直流电源和现场总线，并具备拓扑识别、相序识别等功能，这意味着现场总线和级联接口是高风险 EMC 入口

### 痛点二：电源入口承受浪涌、EFT、反接和宽电压波动

配电线损采集模块可能采用：

AC220V 输入

DC24V 输入

DC48V 输入

由智能终端供电

由取电模块或电源模块供电

电源入口是浪涌、EFT、电压跌落、瞬态过压、误接线、反接等问题的集中点；低压馈线监测装置相关技术规范中列出的标准包括 GB/T 17626.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验、GB/T 17626.5 浪涌抗扰度试验等，说明电源端口抗扰度是这类设备必须重点考虑的问题。

### 痛点三：三相电压采样和 CT 电流输入既要保护，又不能影响计量精度

配电线损采集模块的核心价值是计量和线损分析，它可能采集三相电压、三相电流、有功功率、无功功率、功率因数、电能、频率、线损数据，这类采样通道的问题在于，保护器件不能只看抗浪涌能力，还要看漏电、结电容、钳位电压、温漂、寄生参数

### 痛点四：雷雨季、开关动作和接地差异导致现场批量隐性故障

这类产品很多时候不是实验室不过，而是现场运行一段时间后出现雷雨季通信掉线、采集数据跳变、模块死机重启、电源芯片损坏、RS485 接口击穿、计量异常、主站数据不稳定、个别台区故障率偏高，这些问题往往来

自多个因素叠加：

- 长线缆耦合
- 柜内强电干扰
- 雷击感应
- 接地不良
- 电源端和通信端保护不协调
- 保护器件布局距离端口太远
- 泄放路径绕敏感模拟地

### 痛点五：客户需要能过测试+现场稳定

配电网采集模块不是普通工业控制板，最终往往要面对电力系统、计量系统、配电自动化、智能台区相关测试要求

常见关注项目包括：静电放电 ESD、电快速瞬变 EFT、浪涌 Surge、射频辐射抗扰、传导骚扰、阻尼振荡波、工频磁场、绝缘耐压、温升和可靠性、通信一致性、计量准确度

## 第五部分：硬件设计建议

建议编号	规则内容
LL01	配电网采集模块电源入口必须作为一级防护点，优先评估 Surge、EFT、过压和反接风险
LL02	三相电压采样端保护不得只追求高通流，应同时评估漏电、寄生电容、温漂和采样相位影响
LL03	CT 输入端应设置过压泄放与限流路径，避免二次开路或瞬态冲击损坏 ADC/计量芯片
LL04	RS485/CAN 等通信口保护器件应靠近端子布置，泄放路径短、粗、直接
LL05	端口保护应区分保护地、机壳地、模拟地和数字地，避免浪涌电流穿过采样地

## 第六部分：EMC 设计型号推荐参考

### 6.1 电源入口保护

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
AC220V 输入	F1	过流/短路保护	保险丝或 PPTC	按整机功率确认	市电入口建议优先使用保险丝或具备安规认证方案
AC220V 输入	RV1	市电差模浪涌吸收	20D561K	SPD DA230-5K0-A	MOV 适合常规浪涌吸收，SPD 适合更高等级防护，需考虑安规间距、热保护和失效模式
AC220V 输入	SPD1	一级雷击/浪涌泄放	SPD DA230-5K0-A	20D561K	适合客户要求 3kA/5kA 等更高等级浪涌，体积、成本、认证要求需确认

AC/DC 前级	NTC1	上电浪涌抑制	NTC 热敏电阻	按电源功率选型	抑制整流后大电容充电冲击，需确认热态电阻与启动条件
DC24V 输入	F1	过流/短路保护	PPTC SMD2920-185-33V	PPTC SMD1812 系列按 电流选	适合外部电源短路、误接导致持续电流，保持电流需大于最大工作电流
DC24V 输入	DTVS1	浪涌钳位	SMDJ24CA	1.5KE35CA、 DA24-5K0-A	SMDJ24CA 适合 24V 工业母线入口，更高浪涌可选 SPD，确认 TVS VRWM 与后级芯片耐压
DC48V 输入	DTVS1/SP D1	48V 高能浪涌 保护	DA48-5K0-A	20D820K、LSPD10-76C	适合 48V 长线缆或户外供电，不能直接套用 24V 方案
DC12V 输出/ 辅助输入	DTVS_OU T	低压输出保护	SMCJ15CA	5.0SMDJ15CA	适合 12V 口浪涌/插拔尖峰，根据浪涌等级选择 SMCJ 或 SMDJ
DC5V 入口/输 出	DTVS_5V	5V 电源保护	SMBJ6.0CA	ESD5V0D3B	适合 5V 电源口或低压接口，芯片 I/O 口更适合 ESD5V0D3B
DC3.3V 电源 轨	DTVS_3V3	低压轨保护	ESD3V3D3B	ESD3V3D9B	保护 MCU/ADC/计量芯片低压轨，注意低钳位与低漏电

## 6.2 三相电压采样输入保护

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
UA/UB/UC/UN 电压采样	RIN_A/B/C	限流/分压	非音特主项	—	与 MOV/TVS 配合限制浪涌电流，阻值影响功耗、精度和响应
三相采样入口	RV_A/B/C	一级过压吸收	20D561K	按采样电压可选 14D/20D 系列	适合 AC220/低压采样入口的高能量吸收，具体电压等级要结合采样拓扑确认
分压后/低压 采样节点	DTVS_A/B/C	瞬态钳位	SMDJ24CA 或 SMBJ6.0CA	ESD5V0D3B、 ESD3V3D3B	按分压后最高电压选择，不可机械套用，低漏电优先，避免计量误差
ADC 输入前	D_ADC_U	小信号保护	ESD3V3D3B	ESD5V0D3B、 ESDLC5V0D3B	保护 ADC/计量芯片输入脚，低电容、低漏电、靠近 ADC
采样滤波	C/R_RC	RC 滤波	非音特主项	—	与保护器件共同抑制高频干扰，避免影响采样相位

### 6.3 CT 电流输入/零序电流输入保护

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
IA/IB/IC CT 输入	D_CT_A/B /C	CT 二次过压 /ESD 钳位	ESD5V0D3B	ESDLC5V0D3B、ESD3V3D3B	适合低压小信号输入防静电和尖峰，需结合 CT 输出幅值和采样电阻确认
零序电流 I0 输入	D_I0	小信号低漏电保护	ESD3V3D3B	ESD5V0D3B	零序信号弱，必须优先低漏电，不要用漏电较大的大功率 TVS 直接并接
ADC 电流通道	D_ADC_I	ADC 输入保护	ESD3V3D3B	ESDLC5V0D3B	保护计量芯片电流通道，关注相位误差和温漂
CT 输入浪涌增强	TVS_CT	增强钳位	SMBJ6.0CA 按电压确认	低漏电 TVS 定制确认	CT 二次开路或异常尖峰场景可考虑，最终需通过计量误差验证

### 6.4 通信接口保护

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
RS485 A/B	D_RS485	差分线瞬态保护	ESDSM712	SMBJ6.5CA	RS485 专用保护，适合 A/B 线对地和线间保护，靠近端子，走线短粗
RS485 A/B	L_CM	共模噪声抑制	CML3225A-510T	CML3225A-101T	抑制现场总线共模干扰，需验证通信波形和距离
RS485 长线缆	GDT_RS485	高能浪涌泄放	3R090L-6X8	3R090L-8X10	户外或长距离总线建议增加一级泄放，需有良好接地路径
RS485 过流	F_RS485	误接/持续故障保护	PPTC SMD1812-010-60V	PPTC 250V-012、SMD3527-120-250V	防误接电源或持续短路，串联电阻会影响总线电平，需评估
CAN/CAN FD	D_CAN	CAN 总线保护	ESDCANFD24VAPB	ESD24VAPB	适合 CAN/CAN FD 差分保护，对称布局，关注电容
CAN/CAN FD	L_CAN	共模抑制	CMLA3225A-101T	CMLA4532A-510T	抑制 CAN 总线共模噪声，高速 CAN FD 谨慎选择感值
RS232	D_RS232	串口 ESD/浪涌保护	SMBJ18CA	ESD15VAPB、SMF18CA	适合工业串口接口保护，根据电平范围确认工作电压
RS232	L/FB_RS232	高频骚扰抑制	CMZ2012A-900T	—	抑制串口线高频噪声，低速口可适当增强 EMI
以太网 100M/1G	D_ETH	网口低电容 ESD	ESDLC3V3D3B	ESDSLVC05-4、ESDSRVL05-4	低电容，保护 PHY 与网口差分线，千兆口更强调低电容
以太网长线缆	GDT_ETH	浪涌泄放	3R090L-6X8	2R090L-5.5X6、3R090L-8X10	室外网线或长线环境可增强浪涌防护，与网络变压器和接地协同
以太网 EMI	L_ETH	共模抑制	CMZ2012A-900T	CMZ3225A-900T	抑制网口共模干扰，需验证插入损耗

## 6.5 调试、无线与后备电源保护

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
USB 调试口	D_USB	USB D+/D- ESD	ESDSRVLC05-4	ESDSR05、ESDSR05AP	适合 USB2.0 调试或维护口，低电容，靠近连接器
UART/JTAG	D_DBG	维护插拔 ESD	ESD5V0D5B	ESD0524P	防止现场维护静电损伤，多线接口可用阵列
SIM 卡接口	D_SIM	SIM 多线 ESD	ESDSRVLC05-4	ESD0524P	适合 4G/NB-IoT 版本 SIM 卡保护，小封装、低电容
天线接口	D_ANT	射频口超低电容 ESD	NRESDTLC5V0D8B	ESDSR05	天线/射频口静电保护，电容越低越好，需验证 RF 性能
无线模块电源	D_RF_PWR/ F_RF	模块电源浪涌/短路保护	SMBJ6.0CA + PPTC	SMD2920-185-33V 按电流选	防止模块热插拔、瞬时大电流和电源尖峰，需考虑模块峰值发射电流
RTC 纽扣电池	F_BAT	短路保护	小电流 PPTC	肖特基/MOS 反灌保护	保护电池和后级时钟电路，低漏电，避免缩短电池寿命
超级电容	F_SC/D_SC	充放电浪涌与短路保护	PPTC+TVS	肖特基/MOS	适合断电保持、后备电源，确认充电浪涌和反灌路径

## 6.6 开关量输入/输出与板间连接器

接口/位置	常见位号	保护目标	主推型号	备选型号	推荐理由
DI 开关量输入	F_DI	外部误接/短路保护	PPTC SMD1812 系列	按电压电流确认	现场接线端口适合过流保护，保持电流匹配输入电流
DI 开关量输入	D_DI	过压/ESD 钳位	SMBJ18CA 或 ESD15VAPB	ESD5V0D3B 用于低压 MCU 侧	保护光耦/MCU 输入，按 DI 电压等级分一级/二级保护
DO/继电器输出	D_RELAY	线圈续流/感性负载保护	SK56 / 肖特基	SMCJ15CA、MOV 按负载选	抑制线圈反向电压和负载浪涌，DC 负载偏 TVS/二极管，AC 负载偏 MOV
板间连接器	D_CONN	插拔 ESD	ESD0524P	ESD5V0D5B	保护板间信号与低压接口，靠近连接器布置



### 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