

FTTR43-DX 台区智能融合终端企业标准

V1.2

2021 - 11- 06 发布

2021 - 11 - 06 实施

青岛鼎信通讯股份有限公司 发 布

目 次

1 范围	7
2 规范性引用文件	7
3 术语与定义	8
4 总体要求	8
5 技术要求	9
5.1 环境条件	9
5.1.1 参比温度/湿度	9
5.1.2 环境温度、湿度	9
5.1.3 海拔高度	9
5.2 电源要求	9
5.2.1 供电方式	9
5.2.2 电源参数	9
5.2.3 后备电源	10
5.3 硬件性能要求	10
5.4 接口要求(标准方案).....	10
5.5 接口要求(河南方案).....	10
5.6 通信协议要求	10
5.6.1 终端远程通信	10
5.6.2 终端本地通信	11
5.7 系统及软件要求	11
5.7.1 系统管理	11
5.7.2 日志管理	11
5.7.3 容器管理	11
5.7.4 微应用管理	12
5.8 结构要求	12
6 性能要求	12
6.1 电气要求	12
6.1.1 功耗	12
6.1.2 模拟量精度	12
6.1.3 交流工频电量允许过量输入能力	13
6.2 绝缘要求	14
6.2.1 绝缘电阻	14
6.2.2 绝缘强度	14
6.3 冲击电压	15
6.4 电磁兼容性	15
6.4.1 电压暂降和短时中断	15

6.4.2 阻尼振荡波抗扰度	15
6.4.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度	16
6.4.4 浪涌(冲击)抗扰度	16
6.4.5 静电放电抗扰度	17
6.4.6 工频磁场抗扰度	17
6.4.7 阻尼振荡磁场抗扰度	17
6.4.8 脉冲磁场抗扰度	17
6.4.9 射频电磁场辐射抗扰度	18
6.4.10 射频电磁场辐射抗扰度(回路巡检方案)	18
6.4.11 无线电干扰抑制(回路巡检方案)	18
6.5 高温、低温试验性能	18
6.6 机械振动性能	19
6.7 连续通电的稳定性	19
6.8 防腐蚀性能	19
6.9 阻燃性能	19
6.10 抗跌落性能	19
6.11 外壳防护性能	19
6.12 对时	19
6.13 可靠性	19
7 安全防护要求	19
7.1 终端自身安全要求	19
7.1.1 一般安全要求	19
7.2 终端接入安全要求	20
7.3 业务数据交互安全要求	20
7.4 终端运维安全	20
8 功能要求	20
8.1 基本功能	20
8.1.1 数据采集	20
8.1.2 电能计量	22
8.1.3 数据记录	22
8.1.4 数据统计	22
8.1.5 终端事件记录	22
8.1.6 数据处理	22
8.1.7 参数设置和查询	22
8.1.8 终端维护	23
8.2 业务功能	23
8.2.1 基本业务功能	23
8.2.2 高级业务功能	25
9 外形结构	25
9.1 外壳及其防护性能	25
9.1.1 阻燃性能	26

9.1.2 外壳防护性能	26
9.2 电气间隙和爬电距离	26
9.3 接线端子	26
9.3.1 强电连接器	26
9.3.2 弱电连接器	27
9.4 结构件	27
9.4.1 底座	27
9.4.2 上盖	27
9.4.3 端盖	27
9.4.4 翻盖	27
9.5 金属部分的防腐蚀	28
9.6 开关、按键	28
9.7 天线	28
9.8 指示灯	28
9.9 标识	28
9.9.1 终端标识	28
9.9.2 包装标识	28
9.9.3 连接器标识	29
9.9.4 通信模块标识	29
10 试验方法	29
10.1 外观检查	29
10.2 电源影响试验	29
10.2.1 电源电压波动影响试验	29
10.2.2 备电时间试验	29
10.3 通信试验	29
10.4 性能试验	29
10.4.1 整机功耗试验	29
10.4.2 电流回路功率消耗试验	29
10.4.3 模拟量精度试验	29
10.5 绝缘性能试验	32
10.5.1 正常条件绝缘电阻试验	32
10.5.2 湿热条件绝缘电阻试验	32
10.5.3 绝缘强度试验	32
10.5.4 冲击电压试验	32
10.6 电磁兼容性能试验	32
10.6.1 电源电压突降和电压中断干扰试验	32
10.6.2 振荡波干扰试验	33
10.6.3 电快速瞬变脉冲群干扰试验	33
10.6.4 浪涌干扰试验	33
10.6.5 静电放电干扰试验	33
10.6.6 工频磁场干扰试验	33
10.6.7 阻尼振荡磁场干扰试验	33

10.6.8 脉冲磁场干扰试验	34
10.6.9 辐射电磁场干扰试验	34
10.6.10 射频电磁场辐射抗扰度	34
10.6.11 无线电干扰抑制	34
10.7 环境影响试验	34
10.7.1 低温试验	34
10.7.2 高温试验	34
10.7.3 恒温湿热试验	35
10.8 盐雾试验	35
10.9 阻燃试验	35
10.10 自由跌落试验	35
10.11 外壳防护性能试验	35
10.12 机械性能试验	36
10.13 连续通电稳定性试验	36
10.14 对时	36
10.15 可靠性质量跟踪	36
10.16 其他内控测试项目	36
10.16.1 RS-485 接口的错接线保护	36
10.16.2 ANT 口接触电流	36
10.16.3 天线干扰(研发自测)	36
10.16.4 对讲机干扰(研发自测)	37
10.16.5 电源缓升	37
10.16.6 电压跌落	37
10.16.7 热插拔	37
10.16.8 电压反接运行	37
10.16.9 三相四线零线虚接	37
10.16.10 凝露试验	37
10.16.11 充电器干扰试验	38
10.16.12 载波灵敏度(研发自测)	38
10.16.13 汽车颠簸试验	38
10.16.14 备用电源保护功能试验(研发自测)	38
11 检测规则	38
11.1 检测类别	38
11.2 型式试验	39
11.3 出厂试验	39
11.4 专业检测	39
11.5 到货检测	40
附录 A 终端运维功能	41
附录 B 电能质量指标要求	43
附录 C ID 号、软硬件版本号及二维码定义	48
C.1 终端类型标识代码	48

C.2 ID 号标识代码	48
C.3 硬件版本号标识代码	48
C.4 软件版本号标识代码	49
C.5 二维码信息	49
附录 D 结构与定义说明	51
D.1 终端外观及尺寸示意图	51
D.2 远程通信模块结构尺寸示意图	53
D.3 本地通信模块结构尺寸示意图	53
D.4 终端本体指示灯说明	54
D.5 远程通信模块状态指示	55
D.6 本地通信模块状态指示	56
D.7 终端连接器	57
D.8 终端调试串口 RS-232 接口管脚定义	61
附录 E 通讯模块管脚定义	63
附录 F 测量准确度及计算公式	67
F.1 工频交流电量输入	67
F.2 基本误差计算公式	68
附录 G 台区智能融合终端产品检测项目	71

1 范围

本标准规定了台区智能融合终端(以下简称台区智能融合终端)的环境条件、工作电源、硬件性能、接口、通信协议、系统及软件、性能、安全防护、功能等方面的技术要求、检测规则以及运行维护等要求。

本标准适用台区智能融合终端的制造、检验、使用和验收。

本标准兼容 IPD-OP-1.2.2.5_FTTS43-DX 台区智能融合终端企业标准 V1.0(20210618)和 IPD-OP-1.2.2.6_FTTR43-DX 台区智能融合终端企业标准 V1.1(20210909)。

本标准适用于智芯大板和鼎信大板两种方案。

智芯大板方案带 ZX，产品型号：FTTS43-DX。

鼎信大板方案带 DX，产品型号：FTTR43-DX；鼎信大板方案包括国网标准方案和回路巡检方案，回路巡检方案产品属性名包括 HLXJ，适用于河南等要求回路巡检方案供货。

可以通过大板上的核心板屏蔽罩标签进行区分，带智芯标签的为智芯大板，鼎信大板核心板屏蔽罩不带标签。

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(包括所有的修改版)适用于本文件。

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 2423.3 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 C：恒温湿热方法

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：振动(正弦)

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB/T 14598.3 电气继电器 第 5 部分：量度继电器和保护装置的绝缘 配合要求和试验

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 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

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 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

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 634.5101 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 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的
IEC60870-5-101 网络访问

DL/T 645 多功能电能表通信协议

DL/T 698.44 电能信息采集与管理系统 第 4-4 部分：通信协议-微功率无线通信协议

DL/T 698.45 电能信息采集与管理系统 第 4-5 部分：通信协议-面向对象的数据交换协议

Q/GDW 1376.2 电力用户用电信息采集系统通信协议 第 2 部分：集中器本地通信模块接口协议

GB/T 20008-2005 信息安全技术 操作系统安全评估准则

GB/T 20272-2006 信息安全技术 操作系统安全技术要求

GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

Q / GDW / Z 1938-2013 嵌入式电力测控终端设备的信息安全测评技术指标框架-指导性技术

国家发展和改革委员会 2014 年第 14 号令《电力监控系统安全防护规定》

Q / GDW 13278.1-2018 《智能配变终端(TTU)采购标准通用技术规范》

配电物联〔2020〕5 号-《台区智能融合终端相关技术规范》

配电物联〔2020〕22 号-《台区智能融合终端相关软硬件版本规范》

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

台区智能融合终端 smart distribution transformer terminal

采用硬件平台化、功能软件化、结构模块化、软硬件解耦设计，满足高性能并发、大容量存储、多采集对象需求，集配电台区供用电信息采集、各采集终端或电能表数据收集、设备状态监测及通讯组网、就地化分析决策、协同计算等功能于一体的智能化终端设备，支撑营销、配电及新兴业务发展需求。

容器 container

一个虚拟的独立运行环境，能够通过对终端部分物理资源(CPU、内存、磁盘、网络资源等)的划分和隔离，屏蔽本容器中微应用与其他容器或操作系统的相互影响。

微应用 micro application(APP)

运行在终端内部，符合边缘计算架构、可快速开发、自由扩展、满足配/用电及新业务需求的功能软件。

物联管理平台 IoT management platform

部署在云端，实现各类型边缘物联代理和智能终端的在线管理和远程运维，对各类型采集终端进行统一管理，并按照统一物联信息模型，汇聚各类型采集感知数据，进行模型转换和数据预处理，并分发至企业中台或相关专业系统的信息平台，不长期存储采集感知数据。

4 总体要求

1. 终端融合配变终端、集中器、台区表功能，满足配用电及新兴业务需求，可接入配电自动化系统主站、用电信息采集系统主站、物联管理平台；

2. 终端核心 CPU 应采用国产工业级芯片，计量、通信、存储等芯片宜支持国产工业级芯片；
3. 终端功能应以微应用方式实现，可根据业务需求灵活扩展；
4. 终端应满足电力二次系统安全防护有关规定，集成配用电安全芯片或安全模组。

5 技术要求

5.1 环境条件

5.1.1 参比温度/湿度

参比温度为 23℃；参比湿度为 40%~60%。

5.1.2 环境温度、湿度

终端工作场所环境和湿度分级应满足表 1 的 CX 要求。

表 5.1 工作场所环境温度和湿度分级

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/m3	
C1	-5~+45	0.5	5~95	29	室内
C2	-25~+55	0.5	10~100	29	遮蔽场所
C3	-40~+70	1.0	10~100	35	户外
CX	-40~+80	1.0	10~100	35	户外
注：CX 级别根据需要由用户和制造商协商确定。					

5.1.3 海拔高度

- a) 能在海拔 0~4000 米的范围内正常工作；
- b) 对于安装在海拔高度超过 1000 米的终端应依据标准 GB/T 11022-2011 第 2.3.2 条要求的耐压测试规定执行。

5.2 电源要求

5.2.1 供电方式

使用交流三相四线制供电，在系统故障(三相四线供电时任断二相电)时，交流电源可供终端正常工作。

5.2.2 电源参数

- a) 额定电压：AC220V/380V，允许偏差-30%~+30%；
- b) 工作频率：50Hz，允许偏差-10%~+10%；

c) 终端电源中断后, 应保证保存各项设置值不少于 10 年, 历史记录设计不少于 1 年, 时钟至少正常运行 5 年。电源恢复时, 保存数据不丢失, 内部时钟正常运行;

d) 电源接地故障情况下, 两相对地电压达到 1.9 倍的标称电压且维持 24 小时内, 终端不应出现损坏。供电恢复正常后终端应正常工作, 保存数据不丢失。

5.2.3 后备电源

a) 终端后备电源应采用超级电容并集成于终端内部;

b) 终端后备电源充电的时间应不大于 1 小时;

c) 终端主供电电源供电不足或消失后, 后备电源应自动无缝投入并维持终端及通信模块正常工作不少于 3 分钟, 具备至少与主站通信 3 次(停电后立即上报停电事件)的能力;

d) 后备电源工作时, 主电源恢复, 终端正常工作;

e) 超级电容免维护时间不少于 8 年。

5.3 硬件性能要求

a) 终端核心 CPU 主频不低于 1GHz;

b) 终端内存不低于 2GB, FLASH 不低于 4GB。

5.4 接口要求(标准方案)

a) 终端应具备至少 1 路无线公网/专网远程通信接口, 支持 2/3/4G;

b) 终端应具备至少 2 路以太网接口, 传输速率选用 10/100Mbit/s 全双工;

c) 终端应具备至少 1 路本地通信接口, 应同时支持 UART、ETH 和 USB, 其中 UART 支持速率 115200bps 以上, 可连接 HPLC 模块、微功率模块或双模模块;

d) 终端应具备至少 2 路 RS-485, 2 路 RS-232/RS-485 可切换串口, 串口速率可选用 1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、115200bps 等;

e) 终端应具备至少 4 路状态量输入接口;

f) 终端应具备电能量有功、无功脉冲输出接口;

g) 终端应具备 1 路蓝牙接口, 用于本地维护, 要求蓝牙版本 4.2 及以上;

h) 终端宜具备北斗/GPS 双模, 用于本地地理位置信息采集和对时。

5.5 接口要求(河南方案)

河南供货方案在标准方案基础上, 增加了 2 路 485, 2 路直流模拟量硬件接口, 回路巡检等功能接口要求。

a) 终端应具备至少 4 路 RS-485, 2 路 RS-232/RS-485 可切换串口, 串口速率可选用 1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、115200bps 等;

b) 终端应具备 1 路电压直流模拟量(0-5V), 1 路电流直流模拟量(4-20mA)。

5.6 通信协议要求

5.6.1 终端远程通信

终端远程通信应支持 DL/T634.5 101、DL/T634.5 104、DL/T 698.45 协议，宜支持 MQTT、NETCONF、HTTP 等协议，网络层 IP 协议应支持 IPv4 和 IPv6 协议。

5.6.2 终端本地通信

终端本地通信应支持 DL/T698.44、DL/T 698.45、DL/T 645、Q/GDW 1376.2、Modbus 协议，宜支持 CoAP 等协议，网络层 IP 协议宜支持 IPv4 和 IPv6 协议。

5.7 系统及软件要求

5.7.1 系统管理

终端系统技术要求应满足：

- a) 终端应采用安全加固的操作系统；
- b) 终端系统应具备安全启动机制，对启动过程中操作系统内核、数据库和微应用等进行完整性检查，在检测到其完整性受到破坏后进行响应；
- c) 终端系统应支持进程管理、内存管理、文件系统、网络管理、虚拟化；
- d) 终端系统应支持本地/远程查询终端设备硬件信息，至少包括设备名称、硬件版本信息、设备通信接口信息、MAC 地址、内存信息和存储信息；
- e) 终端系统应支持本地/远程查询终端设备软件信息，至少包括操作系统(内核)、容器、APP 信息、设备状态、设备启动时间和设备当前时间；
- f) 终端系统应支持设置和查询终端告警门限，至少包括 CPU 占用率、内存占用率和存储占用率；
- g) 终端系统应支持系统异常信息上报，异常信息至少包括终端 CPU 占用率越限、内存占用率越限、内部存储空间不足、软件异常重启和终端复位；
- h) 终端系统应支持网络配置的修改和查询；
- i) 终端系统应支持监测通信网络状态，状态异常时主动尝试恢复；
- j) 终端系统运维功能应符合附录 A 规定。

5.7.2 日志管理

终端日志管理技术要求应满足：

- a) 终端日志应至少包括用于监测设备的运行状态的系统日志、用于记录用户所执行的所有操作记录的操作日志和记录用户登录、注销等活动的安全日志，日志记录不可修改和删除，支持采用循环记录方式自动定期清理过期日志；
- b) 终端应支持查询日志的详细内容，查看备份的日志时不能影响当前的日志记录；
- c) 终端应具备日志导出功能；
- d) 终端应具备通过主站远程召测日志功能；
- e) 终端日志存储时间至少为 7 天。

5.7.3 容器管理

终端容器管理技术要求应满足：

- a) 终端应支持 4 个及以上容器数量，单个容器应支持部署多个微应用；
- b) 终端应支持配置和修改容器资源，包括 CPU 核数量、内存、存储和接口，配置和修改容器资源应不影响已部署微应用的运行；
- c) 终端应支持查询容器信息，包括容器列表、容器版本信息和容器运行状态；
- d) 终端应支持容器本地及远程启动、停止、安装和卸载；
- e) 终端应支持容器监控功能，包括容器重启、存储资源越限、CPU 占用率、内存占用率等，容器重启、存储资源越限应上报告警，CPU 占用率、内存占用率越限应上报告警并重启容器；
- f) 终端应支持容器本地及远程升级，升级过程中支持断点续传；
- g) 终端应支持任意两容器间通信和数据交互。

5.7.4 微应用管理

终端微应用管理技术要求应满足：

- a) 微应用设计应与硬件解耦，支持独立开发；
- b) 终端应支持微应用本地及远程启动、停止、安装、卸载等功能，操作过程中不能影响已部署微应用的运行；
- c) 终端应支持查询微应用信息，包括软件列表、版本信息、运行状态、CPU 占用率和内存占用率；
- d) 终端应支持监测微应用异常的功能，包括微应用重启、CPU 占用率超限和内存占用率超限；
- e) 终端应支持微应用本地及远程升级，升级过程中支持断点续传；
- f) 微应用应由具有检测资质的专业机构测试验证并统一发布。

5.8 结构要求

- a) 终端整机结构尺寸应不大于 300mm(长)×300mm(宽)×100mm(高)；
- b) ID 号、软硬件版本号及二维码定义应符合附录 B。

6 性能要求

6.1 电气要求

6.1.1 功耗

- a) 终端整机工作功耗：≤20VA；(标准方案)
- b) 终端整机工作功耗：≤25VA；(回路巡检方案)
- c) 在标称输入值时，每一电流回路的功率消耗：≤0.75VA。

6.1.2 模拟量精度

a) 终端应具备交流模拟量采集功能，测量误差极限要求如下：电压采集误差极限：±0.5%；电流采集误差极限：±0.5%；有功功率测量误差极限：±0.5%；无功功率测量误差极限：±1%；功率因数测量误差极限：±0.01；视在功率误差极限：±1%；频率测量误差极限：±0.01Hz；

b) 终端应具备电能量采集功能，准确度等级要求如下：有功电能量采集满足 0.5S 级，按 GB/T 17215.322 有关规定执行；无功电能量采集满足 2 级，按 GB/T 17215.323 有关规定执行；

c) 影响量引起的改变量应满足表 6.1 要求。

表 6.1 影响量引起的改变量

影响量	使用范围极限	允许改变量
环境温度	C2、C3 级或 CX	100%
电源电压	-30%~+30%	50%
被测量的频率	45Hz~55Hz	100%
被测量的功率因数	感性 $0.5 > \cos(\sin) \Phi \geq 0$	100%
	容性 $0.5 > \cos(\sin) \Phi \geq 0$	100%
电流不平衡	三相缺一相	100%
被测量的超量限值	120%	50%
被测量的输入电压（电压、电流量除外）	80%~120%	50%
被测量的输入电流（仅对功率因数、相角）	20%~120%	100%
电压暂降和短时中断	——	200%
阻尼振荡波抗扰度	——	200%
电快速瞬变脉冲群抗扰度	——	200%
浪涌（冲击）抗扰度	——	200%
静电放电抗扰度	——	200%
工频磁场抗扰度	——	100%
阻尼振荡磁场抗扰度	——	100%
脉冲磁场抗扰度	——	100%
射频电磁场辐射抗扰度	——	100%
注：允许改变量为用准确度等级百分数表示的允许改变量。		

6.1.3 交流工频电量允许过量输入能力

a) 连续过量输入，对被测电流、电压施加标称值的 120%，施加时间为 24h，所有影响量都应保持其参比条件。在连续通电 24h 后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指数要求。

b) 短时过量输入，在参比条件下，按表 6.2 的规定进行试验。在短时过量输入后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求。

表 6.2 短时量输入

被测量	与电流相乘的 系(倍)数	与电压相乘的系 (倍)数	施加次数	施加时 间	相邻施加间隔 时间
电流	标称值(5A)×20	—	5	1s	300s
电压	—	标称值(220)×2	10	1s	10s

6.2 绝缘要求

6.2.1 绝缘电阻

按 GB/T 14598.3 中的有关规定执行。

a) 在正常大气条件下绝缘电阻的要求见表 6.3;

表 6.3 正常条件绝缘电阻

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻要求(MΩ)
$U_i \leq 60$	≥ 10 (用 250V 兆欧表)
$U_i > 60$	≥ 10 (用 500V 兆欧表)

b) 湿热条件：在温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 90%~95%的恒定湿热条件下绝缘电阻的要求见表 6.4。

表 6.4 湿热条件绝缘电阻

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻要求 MΩ
$U_i \leq 60$	≥ 2 (用 250V 兆欧表)
$U_i > 60$	≥ 2 (用 500V 兆欧表)

注：对于安装海拔高于1000m的设备，绝缘电阻要求应为正常绝缘电阻水平乘以系数K(K值参考标准GB/T 11022-2011第2.3.2条规定)。

海拔修正系数可按 IEC 60071-2 的 4.2.2 用下式计算，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 是海拔，用米表示；

为了简单起见， m 取下述的确定值：

$m=1$ 对于工频、雷电冲击和相间操作冲击电压；

$m=0.9$ 对于纵绝缘操作冲击电压；

$m=0.75$ 对于相对地操作冲击电压。

实际试验中可按照 $H=4000$ ， $m=1$ 的条件，即 $K_a=1.445$ 。

6.2.2 绝缘强度

按 GB/T 14598.3 中的有关规定执行。

终端接线端子及对地(外壳)、无电气联系的端子之间均应能承受频率为 50 Hz，时间 1 min 的耐压试验，不得出现击穿、闪络等现象，泄漏电流应不大于 5 mA(交流有效值)。试验电压见表 6.5。

表 6.5 绝缘强度试验电压

额定绝缘电压 V	试验电压有效值 V_{rms}
----------	-------------------

$U_i \leq 60$	600
$60 < U_i \leq 125$	1200
$125 < U_i \leq 250$	3000
注：对于安装海拔高于 1000m 的设备，绝缘电阻要求应为正常绝缘电阻水平乘以系数 K(K 值参考标准 GB/T 11022-2011 第 2.3.2 条规定)。	

6.3 冲击电压

电源回路、信号输入回路各自对地和无电气联系的各回路之间，应耐受如表 6.6 中规定的冲击电压峰值，正负极性各 5 次。试验时应无破坏性放电(击穿跳火、闪络或绝缘击穿)现象。

冲击试验后，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 100%。

表 6.6 冲击电压峰值

额定绝缘电压	冲击电压峰值	额定绝缘电压	冲击电压峰值
$U \leq 60$	2000	$125 < U \leq 250$	5000
$60 < U \leq 125$	5000	$250 < U \leq 400$	6000
注：RS-485 接口与电源回路间试验电压不低于 4000V，交流工频模拟量输入回路应施加 5kV 试验电压。			

6.4 电磁兼容性

6.4.1 电压暂降和短时中断

- a) 电压试验等级 0%UT；
- b) 从额定电压暂降 100%；
- c) 持续时间：0.5s，25 个周期；
- d) 中断次数：3 次，各次中断之间的恢复时间为 10s。

以上电源电压的突变发生在电压过零处。

试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

6.4.2 阻尼振荡波抗扰度

按 GB/T 17626.18 中的有关规定执行。

施加如表 6.7 规定的振荡波干扰电压，在信号输入和交流电源等回路施加以下所规定的振荡波干扰，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

- a) 电压上升时间(第一峰)： $75 \times (1 \pm 20\%) \text{ ns}$ ；
- b) 振荡频率： $1 \times (1 \pm 10\%) \text{ MHz}$ ；
- c) 重复率：至少 400/s；

- d) 衰减：第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%；
- e) 脉冲持续时间：不小于 2s；
- f) 输出阻抗： $200 \times (1 \pm 20\%) \Omega$ ；
- g) 试验次数：正负极性各 3 次；
- h) 测试时间：60s。

6.4.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T 17626.4 中的有关规定执行。

施加如表 6.7 规定的电快速瞬变脉冲群干扰电压，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

- a) 终端在工作状态下，用电容耦合夹将试验电压耦合至脉冲信号输入及通信线路上：
 - 1) 严酷等级：4；
 - 2) 试验电压： $\pm 2\text{kV}$ ；
 - 3) 重复频率：5kHz 或 100kHz；
 - 4) 试验时间：1min/次；
 - 5) 试验电压施加次数：正负极性各 1 次。
- b) 终端在正常工作状态下，试验电压分别施加于终端电源回路输入端的每一端口和保护接地端之间：
 - 1) 严酷等级：4；
 - 2) 试验电压： $\pm 4\text{kV}$ ；
 - 3) 重复频率：5kHz 或 100kHz；
 - 4) 试验时间：1min/次；
 - 5) 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。

6.4.4 浪涌(冲击)抗扰度

按 GB/T 17626.5 中的有关规定执行。

施加如表 6.7 规定的浪涌(冲击)干扰电压，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

- a) 严酷等级：4；
- b) 试验电压：共模 4kV，差模 2kV；
- c) 波形：1.2/50 us；
- d) 极性：正、负；
- e) 试验次数：正负极性各 5 次；
- f) 重复率：1 次/30s。

表 6.7 振荡波干扰、电快速瞬变和浪涌(冲击)抗扰度试验的主要参数

试验项目	级别	共模试验值	试验回路
振荡波干扰	4	2.5kVP	信号和电源回路
电快速瞬变	4	2kVP	信号输入回路
		4kVP	电源回路
浪涌干扰	4	4.0kVP	信号输入和电源回路
注：差模试验电压值为共模试验值的 1/2。			

6.4.5 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2 中的有关规定执行。

在正常工作条件下，在操作人员通常可接触到的外壳和操作点上，按表 6.8 规定施加静电放电电压，正负极性放电各 10 次，每次放电间隔至少为 1s。试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

表 6.8 静电放电抗扰度试验的主要参数

试验项目	级别	试验值	
		接触放电	空气放电
静电放电抗扰度	4	±8kV	±15kV

6.4.6 工频磁场抗扰度

按 GB/T 17626.8 中的有关规定执行。

施加表 6.9 规定的工频磁场干扰，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 100%。

表 6.9 工频磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 A/m
工频磁场	5	连续正弦波	400

6.4.7 阻尼振荡磁场抗扰度

按 GB/T 17626.10 中的有关规定执行。

施加表 6.10 规定的阻尼振荡磁场干扰，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 100%。

表 6.10 阻尼振荡磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 A/m
阻尼振荡磁场	5	衰减振荡波	100

6.4.8 脉冲磁场抗扰度

按 GB/T 17626.9 中的有关规定执行。

施加表 6.11 规定的脉冲磁场干扰，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 100%。

表 6.11 脉冲磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	试验值 A/m
脉冲磁场抗扰度	5	1000

6.4.9 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3 中的有关规定执行。

施加表 6.12 规定的辐射电磁场，试验时终端应能正常工作，各项功能、性能指标满足技术规范的相关要求，交流模拟量输入回路测量误差的改变量应不大于等级指数 100%。

表 6.12 射频电磁场辐射抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 V/m
射频电磁场辐射抗扰度	4	80MHz~2000MHz 连续波	30

6.4.10 射频电磁场辐射抗扰度(回路巡检方案)

试验条件：

150kHz~80MHz 10V(非调制)，正弦波 1kHz，80%幅度调制。

试验电压施加于终端的供电电源端与保护接地端，试验时终端应能正常工作与通信，不发生误动作和损坏，功能和性能符合要求，交流模拟量测量值允许改变量不大于等级指数 200%。

6.4.11 无线电干扰抑制(回路巡检方案)

终端应满足 GB 9254—2008 规定的无线电干扰抑制的 B 级限值要求。试验具体要求见 Q/GDW 1379.2—2013 相关条款规定。

150kHz~30MHz，电源回路骚扰限值如表 6.13 所示：

表 6.13 B 级 ITE 电源端子传导骚扰限值

频率范围/MHz	限值/dB(uV)	
	准峰值	平均值
0.15~0.5	66~56	56~46
0.5~5	56	46
5~30	60	50

30MHz~1GHz，B 级 ITE 在测量距离 R 处(10m)的辐射骚扰限值，如表 6.13 所示：

表 6.14 B 级 ITE 在测量距离 R 处(10m)的辐射骚扰限值

频率范围/MHz	准峰值限值/dB(uV/m)
30~230	30
230~1000	37

6.5 高温、低温试验性能

按照-40℃~+80℃等级要求，并按 GB/T2423.1 和 GB/T 2423.2 规定各项功能、性能指标均应符合相关要求。

6.6 机械振动性能

按 GB/T 2423.10 中的有关规定执行。

设备应能承受频率 f 为 2Hz~9Hz，振幅为 0.3mm 及 f 为 9Hz~500Hz，加速度为 1m/s^2 的振动。振动之后，设备不应发生损坏和零部件受振动脱落现象，设备的各项功能、性能指标满足相关要求。

6.7 连续通电的稳定性

设备完成调试后，在出厂前进行不少于 72h 连续稳定的通电试验，交流电压为额定值，设备的各项功能、性能指标满足相关要求。

6.8 防腐蚀性能

终端在正常运行条件下可能受到腐蚀或生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层。按照 GB/T 2423.17 要求进行不少于 72h 的盐雾试验，终端外观结构无异常，金属部分应无腐蚀和生锈的情况。

6.9 阻燃性能

终端端子座、端子盖和壳体应具备合适的安全性以防止火焰蔓延。阻燃试验按照 GB/T 5169.10 中的试验细节和 GB/T 5169.11 中的指标要求进行。不应因与之接触的带电部件的热过载而着火。

6.10 抗跌落性能

终端结构应符合 GB/T 2423.7 中有关规定，外物撞击造成的变形不应影响其正常工作，跌落严酷等级，高度 0.5m。

6.11 外壳防护性能

终端防护等级不得低于 GB/T 4208 规定的 IP51 的要求。

6.12 定时

- a) 终端支持通过北斗、GPS、物联管理平台、业务主站定时，根据现场需求选择定时方式；
- b) 终端与 GPS、北斗定时误差绝对值 $\leq 1\text{s}$ ，与物联管理平台、业务主站定时，光纤通道定时误差绝对值 $\leq 1\text{s}$ ，无线通信方式定时误差绝对值 $\leq 5\text{s}$ ；
- c) 终端守时精度误差应满足 0.5s/d 。

6.13 可靠性

设备本体平均无故障工作时间(MTBF)应不低于 87600h。

7 安全防护要求

7.1 终端自身安全要求

7.1.1 一般安全要求

终端自身安全防护要求应满足：

- a) 基于安全芯片及相应软件，实现与主站、物联管理平台、运维工具等交互时的安全防护功能；
- b) 可基于安全芯片或可信芯片中的可信根对终端的操作系统引导程序、操作系统等进行可信验证，在检测到其可信性受到破坏后进行告警，将验证结果形成审计记录并具备上送功能。

7.2 终端接入安全要求

应采用设备唯一标识和数字证书相结合的方式，实现终端与物联管理平台的双向身份认证；

应采用设备唯一标识和数字证书相结合的方式，实现终端与主站的双向身份认证。

7.3 业务数据交互安全要求

业务数据交互安全要求包括但不限于：

- a) 应采用国家密码管理部门认可的密码算法，实现业务交互数据加密，确保数据的机密性；
- b) 应采用数字签名技术对容器及微应用操作、参数设置等操作类数据实现完整性、抗抵赖保护；
- c) 应采用追加随机数或时间戳技术对容器及微应用操作、参数设置等操作类数据实现时效性保护；
- d) 应采用 MAC 校验技术对采集类数据实现完整性保护；
- e) 应实现对关键性数据存储的机密性、完整性保护，宜实现对一般性数据存储的完整性保护。

7.4 终端运维安全

终端应采用专用运维工具，安全防护要求包括但不限于：

- a) 应采用基于数字证书的身份认证技术，实现对运维工具的身份鉴别；
- b) 终端应实现与运维工具交互数据的机密性、完整性保护。

8 功能要求

8.1 基本功能

8.1.1 数据采集

8.1.1.1 直流模拟量采集

终端应具有电压、电流等直流模拟量采集功能，电流范围为 4~20mA，电压范围 0~5V，误差不超过 5%。可实现对户外配电箱、配电室和箱式变电站的温度、湿度信息采集，可配合风机等设备自动调节。

8.1.1.2 交流模拟量采集

终端应实现基本交流模拟量采集功能，包括三相电压、三相电流、相角、分相有功及无功功率、三相有功及无功功率、功率因数、频率等。

8.1.1.3 状态量采集

终端应至少能采集 4 组状态量信号，可用于采集变压器低压总断路器位置状态、脱扣状态、柜门开合状态、水位、烟感等信号，发生变位时应记入存储，并在最近一次主站查询时向其发送该变位信号或终端主动上报。

8.1.1.4 剩余电流动作保护器采集

终端对剩余电流动作保护器的分/合状态、剩余电流值、电压/电流和事件报警等信息的采集。

8.1.1.5 变压器状态采集

终端可对油浸式变压器的油温、油浸式变压器的瓦斯保护状态、有载调压/调容变压器的档位状态、干式变压器的绕组温度、干式变压器的风机状态等变压器状态信息进行采集。

8.1.1.6 环境状态采集

终端对户外配电箱、配电室和箱式变电站的温度、湿度信息采集，可配合风机等设备自动调节。

8.1.1.7 电能质量设备采集

终端与智能电容器、换相开关等电能质量治理设备进行通信，实现无功补偿装置、智能电容器和换相开关等电能质量治理设备容量、投切状态、共补/分补电压、换相位置等信息采集。

8.1.1.8 电表数据采集和监测

8.1.1.8.1 采集数据类型

终端可按照配置的采集任务采集表计的实时数据和冻结数据，抄表数据存储到采集记录表中形成冻结记录，每一个数据项可按采集方案配置存储深度，存储容量不足时，终端应能自行维护过期历史数据，确保新采集数据的正确存储。终端可按照配置的事件采集任务采集表计的事件记录，采集到表计事件记录存储到采集记录表中形成冻结记录，存储容量不足时，终端应能自行维护过期历史数据，确保新采集数据的正确存储。电能数据保存时应带有时标。

a) 终端具有监测电压偏差及统计电压合格率和电压超限率的功能；

b) 对被监测电压采用有效值采样，采样周期至少每秒 1 次，并作为预处理值储存。1min 作为一个统计单元，取 1min 内电压预处理值的平均值，作为被监测系统即时的实际运行电压；

c) 应具有按月和按日统计的功能，包括电压合格率及合格累计时间、电压超上限率及相应累计时间、电压超下限率及相应累计时间，至少能储存前一月和当月，前一日和当日的的数据。

8.1.1.8.2 数据采集方式

a) 实时采集。终端直接采集指定电能表的相应数据项，或采集采集器存储的各类电能数据、参数和事件数据；

b) 定时自动采集。终端根据主站设置的抄表方案自动采集采集器或电能表的数据；

c) 自动补抄。终端对在规定时间内未抄读到数据的电能表应有自动补抄功能。补抄失败时，生成事件记录，并向主站报告。若电能表不支持日冻结和曲线数据，终端应通过设定的用户类型，定时读取电能表实时数据，作为冻结电量。对于智能电能表，终端每天零点 5 分起读取电能表的日冻结和曲线数据并存储，终端应补抄最近 3 天的日冻结数据。终端抄读电能表次月 1 日零点的日冻结数据，转存为上月的月冻结数据。终端应补抄当天曲线数据。

8.1.1.9 电能表运行状态监测

终端能够监测电能表运行状态，可监测的主要电能表运行状况有：电能表参数变更、电能表时间超差、电表故障信息、电能表示度下降、电能量超差、电能表飞走、电能表停走、相序异常、电能表开盖记录、电能表运行状态字变位等。

8.1.1.10 其他低压感知设备采集

终端通信采集低压故障指示、电气量采集终端、低压分路监测单元和多功能电力仪表等，实现台区侧节点电气、状态等信息采集。

8.1.2 电能计量

- a) 终端应具备电能计量功能，包括正向、反向有功电能量，四象限无功电能量，具有分时计量功能；
- b) 终端应具备需量测量功能，包括设置滑差时间计算需量，最大需量数据统计功能；
- c) 终端应具备存储功能，至少应能存储上 12 个结算日的总电能和各费率电能数据、需量数据；至少具备存储上 62 日冻结电能量功能；至少具备存储上 254 次定时冻结电能量及瞬时量数据冻结功能；至少具备存储每种事件至少 10 次发生时刻数据功能详细标准参见《Q/GDW 1354 智能电能表功能规范》。

8.1.3 数据记录

- a) 终端应实时记录采集的模拟量数据，并形成 15min 数据曲线，根据配置要求上送主站，曲线数据记录至少保存 1 年。当地记录数据至少包括变压器低压侧三相电压、三相电流；三相有功功率，三相正、反向无功功率；电压偏差、频率偏差、功率因数；三相电压/电流不平衡率；电压合格率统计；台区变负载率。
- b) 终端应能按要求对采集的电能表数据进行分类存储，如日冻结数据、抄表日冻结数据、曲线数据、历史月数据等。曲线冻结数据密度由主站设置，最小冻结时间间隔为 15min；
- c) 终端分类存储电能表数据要求：每个电能表的 62 个日零点(次日零点)冻结电能数据、12 个月末零点(每月 1 日零点)冻结电能数据，以及 10 天的 96 点电能数据曲线。

8.1.4 数据统计

终端统计按日统计并记录，统计时间 1 年，统计数据支持主站远方调用，终端应统计数据包括：

- a) 常规统计数据：总、尖、峰、平、谷的有功电量和正、反向无功电量，平均负荷率，日重过载次数及时段，日运行时间；
- b) 极值统计：三相电压最大、最小值，三相电流最大、最小值及出现时间；功率因数最大、最小值及出现时间；三相电压、电流畸变率最大值，电压、电流不平衡度最大值及出现时间；
- c) 电压监测统计：电压监测统计以 1min 作为一个统计单元，取 1min 内电压预处理值的平均值，参照 DL/T 500 标准相关功能要求，并具有下列功能：记录保存按月、按日累计各相别电压合格率；记录保存按月、按日累计各相别电压偏差超上限和超下限累计时间；计量 15 分钟平均电压。

8.1.5 终端事件记录

- a) 终端应根据设置的事件属性，将事件按重要事件和一般事件分类记录及上报。事件包括终端参数变更、抄表失败、终端停/上电、电能表时钟超差、电能表停电等；
- b) 终端应能保存最近 500 条事件记录。

8.1.6 数据处理

终端应支持实时数据、分钟冻结、秒冻结、小时冻结、日冻结、月冻结、结算日冻结、年冻结功能，冻结周期以及存储深度可配置，冻结数据源可配置。

8.1.7 参数设置和查询

8.1.7.1 终端参数设置和查询

可主站远程及符合安全要求的手持专用设备本地设置和查询下列参数：

- a) 终端档案，如采集点编号等；终端通信地址、组地址、配置参数、通信参数、经纬度参数等；
- b) 终端通信参数，包括无线远程通信参数、以太网通信参数、以太网本地通信参数、本地维护端口通信参数；无线远程通信支持 APN 自适应以及多主站连接。如主站通信地址(包括主通道和备用通道)、通信协议、IP 地址、振铃次数、通信路由等。

8.1.7.2 抄表参数

终端能由主站设置和查询采集档案、采集任务以及采集方案等参数。

终端可查询自动统计采集任务执行状态信息，包括采集成功率、发送报文条数、接收报文条数、抄表启动时间、抄表结束时间等。

8.1.7.3 冻结参数

终端能由主站设置和查询冻结相关参数，冻结支持秒冻结、分钟冻结、小时冻结、日冻结、月冻结、年冻结，冻结数据源支持任意当前数据。

8.1.7.4 统计参数

终端能由主站设置和查询极值统计、累加平均、区间统计相关参数，统计间隔、统计频率可配置，统计数据源可根据应用需求动态配置。

8.1.7.5 事件及上报

终端根据主站设置的事件属性自动判断事件产生或恢复，事件产生或恢复时，根据主站的配置决定是否需要上报，同时记录上报状态。每条记录的内容包括事件类型、发生时间及相关关联数据信息。

事件上报需分通道独立上报，并按通道分别记录上报状态，包括“未上报”、“已上报”、“上报未确认”三种状态。

终端应能记录参数变更、终端停/上电等事件。

8.1.8 终端维护

8.1.8.1 自检和异常记录

终端可自动进行自检，发现设备(包括通信)异常应有事件记录和告警功能。

8.1.8.2 初始化

终端接收到主站下发的初始化命令后，分别对硬件、参数区、数据区进行初始化，参数区置为缺省值，数据区清零。

8.1.8.3 模块信息

- a) 终端应能读取并存储无线公网通信模块型号、版本、ICCID、信号强度等信息；
- b) 终端应能读取并存储本地通信模块供应商、型号、软件版本等信息。

8.2 业务功能

8.2.1 基本业务功能

8.2.1.1 配变监测

终端标配电压、电流等模拟量采集功能，测量电压、电流、功率、功率因数等。

具备与监测配变的传感器的接口，实时监测配变工况与环境。

8.2.1.2 电能质量管理

8.2.1.2.1 电压监测越限统计

终端应具有电压偏差监测及电压合格率统计的功能。对被监测电压采用有效值采样。具有按日、月统计的功能，按照设定的允许电压上、下限值，统计：

- a) 电压合格率及合格累计时间；
- b) 电压超上限率及相应累计时间；
- c) 电压超下限率及相应累计时间。

8.2.1.2.2 功率因数越限统计

按设置的功率因数分段限值对监测点的功率因数进行分析统计，记录日、月功率因数越限值发生在各区段的累计时间。

8.2.1.2.3 电压、电流不平衡度统计

终端应具有电压、电流不平衡度监测，按日、月统计的功能，按照设定的电压、电流不平衡度限值，统计：

- a) 电压、电流不平衡度合格率及合格累计时间；
- b) 电压、电流不平衡度超上限率及相应累计时间；
- c) 电压/电流不平衡度最大值、最小值、平均值。

8.2.1.2.4 频率监测统计

终端可具有频率监测，按日、月统计的功能，按照设定的频率偏差限值，统计：

- a) 频率合格率及合格累计时间；
- b) 频率超上限率及相应累计时间；
- c) 频率最大值、最小值、平均值。

8.2.1.2.5 谐波监测统计

终端可具有电压谐波总畸变率，按日、月统计的功能，按照设定的电压谐波总畸变率限值，统计：

- a) 电压谐波总畸变率合格率及合格累计时间；
- b) 电压谐波总畸变率超上限率及相应累计时间；
- c) 电压谐波总畸变率最大值、最小值、平均值。

8.2.1.3 台区拓扑识别

终端应通过就地汇聚配变侧、线路侧、用户侧节点数据信息，实现台区网络拓扑识别；通过搜表实现档案自动维护，实现对智能电能表是否跨台区以及所在相位进行自动研判；周期采集本地通信模块路由信息，上报主站或供主站查询，实现采集系统各级网络管理功能。

终端应支持持续检测携带特定信息的特征电流，确定电流发送源所在相位、相对电流大小并记录识别时间，同时支持主站对特征电流识别结果的召测。

终端应支持边缘计算分析供电线路网络拓扑，实现供电线路拓扑节点信息准确率 $\geq 99\%$ 。

特征电流开关频率为 833.3Hz，信号频率为 783.3Hz 和 883.3Hz，且两个频域电流信号强度在 0.4A 到 0.5A 之间。特征电流携带信息为 16 位二进制编码 1010101011101001。其中，码位为 0 时，无特征电流发送，码位为 1 时，有特征电流发送。每位编码发送时间长度为 $600\text{ms} \pm 15\text{ms}$ ，单次发送时间为 $9600\text{ms} \pm 40\text{ms}$ 。

8.2.1.4 设备状态监控

终端应实现对配电变压器、低压断路器、低压监测单元、智能电容器、换相开关、风机、环境量传感器等设备的信息采集与控制。

8.2.1.5 低压故障快速研判及上报

终端应具备通过采集低压网络拓扑各节点的电压、电流、告警等信息，实现故障区段、停复电事件的综合自动研判和快速上报。

8.2.1.6 台区分路分段线损分析

终端应具备计算台区日线损率的功能。终端应每日计算低压用户每日用电量，结合台区总表日用电量进行线损率计算，并记录日线损率曲线。

根据配变台区网络拓扑结构和各监测点小时、日用电量数据，统计配变台区的日、小时台区线损(率)，统计馈线、分支线路的日、小时线损(率)，并按照台区、馈线、分支的线损率生成线损异常事件。

8.2.1.7 回路监测

终端标配回路监测功能，本终端可实时监测 TA 二次回路正常连接、TA 二次回路开路、TA 二次端子分流、TA 一次分流、TA 回路串接整流设备、磁场异常 6 种状态。

8.2.1.8 分布式能源管理

终端应能够实现分布式能源相关设备接入，并对分布式能源进行监控和管理。

8.2.1.9 多元化负荷管理

终端能够支持充电桩、储能设备的接入，并能够对接入设备的信息采集、状态监测、负荷计算、负荷控制、负荷事件上报和有序用电管理。

8.2.2 高级业务功能

终端高级业务应支持独立开发，以 APP 形式实现配电、营销以及新兴业务扩展。

9 外形结构

9.1 外壳及其防护性能

9.1.1 阻燃性能

非金属外壳与连接器应符合 GB/T 5169.11 的阻燃性能要求，如表 9.1 所示，目前外壳满足 650℃试验温度等级范围。

表 9.1 实验严酷等级

优先选用实验温度/°C	容许偏差/K
550	±10
650	±10
750	±10
850	±15
960	±15

9.1.2 外壳防护性能

终端外壳防护等级不得低于 GB/T 4208 规定的 IP51 的要求。

9.2 电气间隙和爬电距离

裸露的带电部分对地和对其它带电部分之间，以及出线端子螺钉对金属盖板之间应满足表9.2规定的最小电气间隙和爬电距离。对于工作在海拔高度2000m以上的终端的电气间隙应按GB/T 16935.1的规定进行修正，最小爬电距离要求不应小于电气间隙要求。

表9.2 最小电气间隙和爬电距离

额定电压 (V)	电气间隙 (mm)	爬电距离 (mm)
$U \leq 25$	1	1.5
$25 < U \leq 60$	2	2
$60 < U \leq 250$	3	4
$250 < U \leq 380$	4	5

9.3 接线端子

a) 终端对外的连接线应经过接线端子，接线端子及其绝缘部件可以组成端子排，强电端子和弱电端子分开排列，具备有效的绝缘隔离。强电连接器的交流电流接线截面积应为 2.5mm^2 ，交流电压接线截面积应为 $1.5\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$ ，弱电连接器接线截面积应为 $0.5\text{mm}^2 \sim 1.5\text{mm}^2$ ；

b) 连接器的最小电气间隙和爬电距离应符合本部分 9.2 的要求。

9.3.1 强电连接器

- a) 连接器外壳和芯体塑料件应采用具有 V0 阻燃等级材料；
- b) 连接器螺钉等配件应采用表面防锈、防腐的涂层处理；
- c) 连接器的插针/插孔应采用铜合金或导电性能更好的材料，表面应进行镀银处理；
- d) 连接器外观颜色色卡号应为：PANTONE Warm Gray 5C；
- e) 连接器各端子标识清晰可见，不易脱落及磨损；
- f) 连接器插针/插孔应采用冷压接或螺钉连接，接触电阻不大于 $3\text{m}\Omega$ ；
- g) 连接器具有 4 组防电流回路开路接线端子和 8 芯交流电压接线端子；

- h) 连接器工作电压 AC250V，额定电流 10A，满足瞬时冲击电流 100A*5S 要求；
- i) 连接器绝缘电阻 $\geq 2000M\Omega$ ，耐压 $\geq 2500V(AC)$ ；
- j) 连接器应具有良好密封性能，防护等级要达到 IP65；
- k) 连接器机械循环寿命 ≥ 500 次，连接器座与头拉拔力 $\geq 100N$ ；
- l) 连接器使用温度范围：-40℃至+125℃；

9.3.2 弱电连接器

- a) 连接器绝缘材料应采用具有 V0 阻燃等级材料；
- b) 连接器触点材料应采用铜合金材料，镀层厚度大于 2 μm ；
- c) 连接器绝缘电阻 $\geq 10M\Omega$ ，耐压 $\geq 2500V(AC)$ ；
- d) 连接器接触电阻不大于 30 $M\Omega$ ；
- e) 连接器机械循环寿命 ≥ 100 次，连接器座与头拉拔力 $\geq 5N$ ；

9.4 结构件

9.4.1 底座

- a) 应使用绝缘、阻燃、抗紫外线的环保材料制成；
- b) 应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后不应有变形现象；
- c) 底座应采用嵌入式挂钩和导轨卡扣；
- d) 底座与上盖之间应有密封垫带，密封良好；
- e) 终端底座外表面应蚀纹处理，蚀纹编号为 YS1285/哑纹；
- f) 颜色：色卡号 PANTONE Warm Gray 4U。

9.4.2 上盖

- a) 终端上盖应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后不应有变形现象；
- b) 终端上盖设计应有国网标识，标识浮刻光亮设计，厚度为 0.3mm，表面粗糙度为 SPI(A2)/RA0.01；
- c) 终端上盖外表面应蚀纹处理，蚀纹编号为 YS1285/哑纹；
- d) 终端上盖结构边棱应按倒角 3mm*45° 处理，倒角表面粗糙度应为 SPI(A2)/RA0.01；
- e) 终端上盖颜色色卡号应为：PANTONE Warm Gray 4U。

9.4.3 端盖

- a) 终端端盖应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后不应有变形现象；
- b) 终端端盖需应设计带电标志框，其尺寸应满足附录 D 规定；
- c) 终端端盖外表面应蚀纹处理，蚀纹编号为 YS1285/哑纹；
- d) 终端端盖结构边棱应按倒角 3*45° 处理，倒角表面粗糙度为 SPI(A2)/RA0.01；
- e) 终端端盖颜色色卡号应为：PANTONE Warm Gray 4U。

9.4.4 翻盖

f) 终端翻盖应采用抗紫外线、透光度 60%处理的聚碳酸酯（PC）材料制成，翻盖与上盖应无缝紧密配合；

g) 终端翻盖应通过半螺纹不脱落螺钉锁定，螺纹深度应不小于 3mm，保证螺钉可锁入螺孔内；

h) 终端翻盖最大开启角度应不小于 105°，翻盖开启过程中铭牌卡片不应脱落；

i) 终端翻盖表面应亮光处理，表面粗糙度为 SPI(A2)/Ra0.01；

j) 终端翻盖颜色色卡号应为：PANTONE Warm Gray 5C。

9.5 金属部分的防腐蚀

终端在正常运行条件下可能受到腐蚀或生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层。按照 GB/T 2423.17 要求进行不少于 72h 的盐雾试验，终端外观结构无异常，金属部分应无腐蚀和生锈的情况。

9.6 开关、按键

开关、按键等应灵活可靠，无卡死或接触不良现象，各部件应紧固无松动。

9.7 天线

终端天线应可更换，天线连接头应采用防碰撞的保护设计。

9.8 指示灯

本体指示灯和通讯模块指示灯定义及布局应符合附录 D 的规定。

9.9 标识

9.9.1 终端标识

终端标识应持久明晰、易于识别，终端标识的布局应符合附录 C 的规定，二维码和 ID 应符合附录 B 的规定。

终端上应有下列标识：

- a) 生产年月；
- b) 产品编号；
- c) 产品名称及型号；
- d) 制造厂商名称、商标、LOGO；
- e) 工作电源电压、运行功耗；
- f) 测量精度等级；
- g) 额定电压、额定电流；
- h) 二维码；
- i) ID 号。

9.9.2 包装标识

包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标识：

- a) “小心轻放”，“向上”，“防潮”，“层叠”等字样或标记；

b) 制造厂商的名称、地址、电话、网址；

c) 产品名称，型号，执行标准；

d) 产品数量，体积(长×宽×高)，重量；

以上标识，应符合 GB/T191 的规定。

9.9.3 连接器标识

连接器标识的文字、数字和符号说明应清楚、不易擦除。

9.9.4 通信模块标识

指示灯状态；产品商标或企业 LOGO；端子说明。

10 试验方法

10.1 外观检查

按照 10.1 节要求进行外观检查，要求终端标识应持久明晰、易于识别：

a) 测量终端整机结构尺寸，应不大于 300mm(长)×300mm(宽)×100mm(高)；

b) ID 号、软硬件版本号及二维码信息应符合附录 C 的规定，终端标识的布局应符合附录 D 的规定。

10.2 电源影响试验

10.2.1 电源电压波动影响试验

按照 5.2.2 节试验要求测试，需满足对应功能要求。

10.2.2 备电时间试验

按照 5.2.3 节试验要求测试，需满足对应功能要求。

10.3 通信试验

按照 5.5 节试验要求测试，需满足对应功能要求。

10.4 性能试验

10.4.1 整机功耗试验

在非通信状态下，用准确度不低于 0.2 级的三相多功能标准表或功率计测量终端电源回路的电流值(A)和电压值(V)，其乘积(VA)即为整机视在功耗，标准方案应不大于 20VA，回路巡检方案应不大于 25VA。

10.4.2 电流回路功率消耗试验

在输入额定电压和电流时，用高阻抗电压表和低阻抗电流表测量交流工频电量电压、电流输入回路的电压值和电流值，其乘积(VA)即为功率消耗，每一电流输入回路的功率消耗应不大于 0.75VA。

10.4.3 模拟量精度试验

10.4.3.1 交流输入模拟量基本误差试验

备注：浙江送检和供货检测，按照相对误差执行。

交流输入模拟量基本误差试验应按照以下要求进行：

a) 电压、电流基本误差测量：

1) 调节三相功率源的输出，保持输入电量的频率为 50Hz，谐波分量为 0，依次施加输入电压额定值的 80%、100%、120% 和输入电流额定值的 5%、20%、40%、60%、80%、100%、120% 及 0。

2) 待读数稳定后，读取显示输入值 U_i 及 I_i ，通过配电终端测试主站读取配电终端测量值 U_o 及 I_o ，电压基本误差 E_u 及电流基本误差 E_i 应符合 6.1.2 的规定，基本误差计算公式见附录 F。

b) 有功功率、无功功率、视在功率基本误差测量：

1) 调节三相功率源的输出，保持输入电压为额定值，频率为 50Hz，改变输入电流为额定值的 5%、40%、100%、120%，改变各相电压电流相位差为 $+60^\circ$ 、 -60° 。

2) 待读数稳定后，分别记录读出的输入有功功率 P_i 、无功功率 Q_i 、视在功率 S_i 和配电终端测出的有功功率 P_o 、无功功率 Q_o 、视在功率 S_o 。有功功率基本误差 E_p 、无功功率基本误差 E_q 、视在功率基本误差 E_s 应符合 6.1.2 的规定，基本误差计算公式见附录 F。

c) 功率因数基本误差测量：

1) 调节三相功率源的输出，保持输入电压、电流为额定值，频率为 50Hz，改变相位角分别为 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ 。

2) 待读数稳定后，分别记录读出的功率因数 PF_i 和配电终端测出的 PF_x ，基本误差 E_{\cos} 应符合 6.1.2 的规定，基本误差计算公式见附录 F。

d) 频率基本误差测量：

1) 调节三相功率源的输出，保持输入电压、电流为额定值，频率为 45Hz、50Hz、55Hz。

2) 待读数稳定后，分别记录读出的频率 f_i 和终端测出的 f_x ，基本误差 f_s 应符合 6.1.2 的规定，基本误差计算公式见附录 F。

10.4.3.2 交流模拟量输入的影响量试验

交流模拟量输入的影响量试验应按照以下要求进行：

a) 对于工频交流输入量，影响量引起的改变量试验，是对每一影响量测定其改变量。试验中其它影响量应保持参比条件不变；影响量引起的改变量见计算公式(1)。

$$\frac{E_{XC} - E_X}{AF} * 100\% \quad (1)$$

式中：

E_{XC} ——在影响量影响下测量的工频交流电量的输出值；

E_X ——在参比条件下测量的工频交流电量的输出值；

AF ——输入额定值。

b) 输入量频率变化引起的改变量试验：

1) 输入额定电压与额定电流，电压与电流的频率保持一致；

2) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值，记为 E_X ；

3) 改变输入量的频率值分别为 45Hz 和 55Hz，依次测量与 1) 项相同点上的输出值，记 E_{XC} ；

4) 按公式(1)计算输入量频率变化引起的改变量应不大于准确等级指数的 100%。

c) 输入量的谐波含量引起的改变量试验:

1) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值, 记为 E_x ;

2) 改变功率因数 $\cos\phi$ ($\sin\phi$) 值为 $0.5 > \cos\phi$ ($\sin\phi$) ≥ 0 , 超前或滞后各取一点, 调节电流保持有功功率或无功功率输入与 1) 测量时的初始值不变, 测量输出值记为 E_{xc} ;

3) 按公式(1)计算功率因数变化引起的改变量, 最大改变量应不大于准确等级指数的 100%。

d) 功率因数变化对有功功率、无功功率引起的改变量试验:

1) 在参比条件下测量工频交流电量的输出值, 记为 E_x ;

2) 改变功率因数 $\cos\phi$ ($\sin\phi$) 值为 $0.5 > \cos\phi$ ($\sin\phi$) ≥ 0 , 超前或滞后各取一点, 调节电流保持有功功率或无功功率输入与 1) 测量时的初始值不变, 测量输出值记为 E_{xc} ;

3) 按公式(1)计算功率因数变化引起的改变量, 最大改变量应不大于准确等级指数的 100%。

e) 不平衡电流对三相有功功率和无功功率引起的改变量试验:

1) 在参比条件下, 电流应平衡, 并调整输入电流使其为较高额定值的一半, 测量有功功率、无功功率的输出值, 记为 E_x ;

2) 断开任何一相电流, 保持电压平衡和对称, 调整其它相电流, 并保持有功功率或无功功率与输入的初始值相等, 记录新的输出值, 记为 E_{xc} ;

3) 按公式(1)计算不平衡电流引起的改变量, 最大改变量应不大于 100%。

e) 被测量超量限引起的改变量试验:

1) 在输入额定值的 100% 时测量基本误差;

2) 在输入额定值的 120% (电压和电流同时输入) 时测量误差;

3) 两个误差之差不应超过准确等级指数的 50%。

f) 被测量超量限引起的改变量试验:

1) 在输入额定值的 100% 时测量基本误差;

2) 在输入额定值的 120% (电压和电流同时输入) 时测量误差;

3) 两个误差之差不应超过准确等级指数的 50%。

g) 输入电压变化引起的输出改变量试验 (电压、电流量除外):

1) 施加输入电压为额定值, 测量被测量的输出值, 记为 E_x ;

2) 改变输入电压为额定值的 80%~120%, 维持被测量与 1) 项条件下相同点的输入值不变, 测量输出值记为 E_{xc} ;

3) 按公式(1)计算输入电压变化引起的改变量, 最大改变量应不大于准确等级指数的 50%。

h) 输入电流变化引起的输出改变量试验 (仅对功率因数):

1) 在参比条件下测量相角和功率因数的输出值, 记为 E_x ;

2) 改变输入电流为额定值的 20%~120%, 测量输出值记为 E_{xc} ;

3) 按公式(1)计算输入电流变化引起的改变量, 最大改变量应不大于准确等级指数的 100%。

10.4.3.3 工频过量试验

按照 6.1.3 节试验要求测试，短时过量输入后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求。

10.5 绝缘性能试验

10.5.1 正常条件绝缘电阻试验

设备的接口回路和电源回路，按 6.2 中的规定，用相应电压的兆欧表测量绝缘电阻，测量时间不小于 5s。其测量结果应满足规定的要求。

10.5.2 湿热条件绝缘电阻试验

湿热试验室的温度偏差不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 $\pm 2\%$ ，设备各表面与相应的室内壁之间最小距离不小于 150mm，凝结水不得滴落到试验样品上，试验室以不超过 $1^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 的变化率升温，待温度达到 $+40^{\circ}\text{C}$ 并稳定后再加湿到 $(93\pm 3)\%$ 范围内，保持 48h，在试验过程最后 1h~2h，按表 6.4 的规定用相应电压的兆欧表测量绝缘电阻，测量时间不小于 5s。

试验结束后，先把试验室内的相对湿度在半小时内降到 $75\%\pm 3\%$ ，然后半小时内将试验室内温度恢复到正常温度并稳定后将设备取出试验室进行外观检查。试验细节按 GB/T2423.3“试验 Cab”进行。

其测量结果应满足表 6.4 规定的要求。

10.5.3 绝缘强度试验

设备的接口回路和电源回路，按 6.2.2 中的规定，用工频耐压测试仪进行绝缘强度试验。试验电压从 0 开始，在 5s 内逐渐升到规定值并保持 1min，随后迅速安全放电。其测试结果应满足表 6.5 中规定的要求。

对交流工频电量输入端子与金属外壳之间、各输入线路端子组之间，应施加交流 50Hz，2.5kV 的电压，持续 1min。

对于安装海拔高于 1000m 的设备，绝缘电阻要求应为正常绝缘电阻水平乘以系数 K(K 值参考标准 GB/T 11022-2011 第 2.3.2 条规定)，系数 K 由 6.2.1 算得。

试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.5.4 冲击电压试验

按 6.3 的要求，施加 1.2/50 μs 的标准雷电波的短时冲击电压试验，设备应无绝缘和器件损坏。

冲击试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6 电磁兼容性能试验

电磁兼容性能试验过程中，设备均在额定工况下进行测试。

10.6.1 电源电压突降和电压中断干扰试验

被试设备的电源电压突降 ΔU 为 100%，电压中断 0.5s 并重复试验 3 次(每次间隔时间为 10s)条件下应能正常工作，设备各项性能指标满足 6.4.1 的要求，试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其

等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.2 振荡波干扰试验

按 6.4.2 的规定，在被试设备处于工作状态下进行测试。在施加振荡波干扰的情况下，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 200%，遥信不出现误报。试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.3 电快速瞬变脉冲群干扰试验

按 6.4.3 中对电快速瞬变脉冲群干扰试验参数的规定对被试设备的信号回路和电源回路施加电快速瞬变脉冲群干扰。测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 200%，遥信可正常变位，不出现误报，双 4G 允许掉线，可恢复。试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.4 浪涌干扰试验

按 6.4.4 的规定，被试设备处于工作状态下进行试验。在施加浪涌干扰的情况下，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 200%，遥信不出现误报。试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.5 静电放电干扰试验

按 6.4.5 静电放电试验主要参数的规定，在操作人员通常可接触到的被试设备的点上和表面上进行静电放电试验。在施加静电放电时，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 200%，允许双 4G 指示灯闪烁，掉线可恢复。试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.6 工频磁场干扰试验

将被试设备放进表 6.9 规定参数的磁场中，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.7 阻尼振荡磁场干扰试验

将被试设备放进表 6.10 规定参数的磁场中，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.8 脉冲磁场干扰试验

将被试设备放进表 6.11 规定参数的磁场中，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.9 辐射电磁场干扰试验

将被试设备放进表 6.12 规定参数的电磁场中，测试各功能指标。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，遥信可正常变位，不出现误报。试验后，交流工频电量测量的基本误差应满足其等级指标要求，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.6.10 射频电磁场辐射抗扰度

回路巡检方案要求辐射电磁场辐射抗扰度试验，试验方法如下：

150kHz~80MHz 10V(非调制)，正弦波 1kHz，80%幅度调制。

试验电压施加于终端的供电电源端与保护接地端，试验时终端应能正常工作与通信，不发生误动作和损坏，功能和性能符合要求，交流模拟量测量值允许改变量不大于等级指数 200%。

10.6.11 无线电干扰抑制

回路巡检方案要求辐射电磁场辐射抗扰度试验，试验方法如下：

终端应满足 GB 9254—2008 规定的无线电干扰抑制的 B 级限值要求。试验具体要求见 6.4.11 的表 6.13 和 6.14 要求测试。

10.7 环境影响试验

10.7.1 低温试验

按照-40℃~+80℃等级要求，低温试验按照 GB/T 13729-2019 中 6.3 章节的指标要求和 GB/T 2423.1 的试验细节进行。将终端在非通电状态下放入低温试验箱中央，终端各表面与低温试验箱内壁的距离不小于 150mm。低温箱以不超过 1℃/min 的变化率降温，待降温至-40℃并稳定后，保温 6h，然后通电 0.5h 后，测试状态输入量、交流输入模拟量应符合模拟量的要求。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.7.2 高温试验

高温试验按照 GB/T 13729-2019 中 6.4 章节的指标要求和 GB/T 2423.2 的试验细节进行。将终端在非通电状态下放入高温试验箱中央。高温箱以不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的变化率升温，待升温至 80°C 并稳定后，保温 6h，然后通电 0.5h 后，测试状态输入量、交流输入模拟量应符合的要求。

试验中，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.7.3 恒温湿热试验

按照 GB/T 13729-2019 中 6.5 章节的指标要求和 GB/T 2423.9 的试验细节进行。终端各表面与湿热试验箱内部的距离不小于 150mm，凝结水不得跌落到试验样品上。试验箱以不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的变化率升温，待试验箱内达到并保持温度 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(93\pm 3)\%$ ，试验周期为 48h。试验过程最后 1h~2h，按表 2 的规定用相应电压的兆欧表测量湿热条件下的绝缘电阻应不低于 $2\text{M}\Omega$ ，测量时间不小于 5s。

试验结束后，先把试验箱内的相对湿度降到 $75\%\pm 3\%$ ，0.5h 后将试验箱内温度恢复到正常温度并稳定后将终端取出，在大气条件下恢复 1h~2h，检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况。

试验后，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、GPS、蓝牙和路由通信功能应正常；回路巡检方案，除上述功能外，回路巡检、直流模拟量功能应正常。

10.8 盐雾试验

盐雾试验按照 GB/T 2423.17 中试验方法进行。终端应在不通电的情况下，水平放置于试验箱内，终端之间不应有相互接触，也不能与其他金属部件接触。试验箱内环境温度应维持在 $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，盐溶液的浓度应为 $(5\pm 1)\%$ （质量比），pH 值应在 6.5~7.2 之间。试验周期应不小于 72h。试验结束后，取出终端，用擦拭等方法去除终端表面的水滴。或等待水滴自然干燥，在大气条件下放置恢复 1h~2h，检查终端外观结构无异常，金属部分应无腐蚀和生锈的情况，测试状态输入量、交流输入模拟量应符合要求。

10.9 阻燃试验

阻燃试验按照 GB/T 5169.10 中的试验细节和 GB/T 5169.11 中的指标要求进行。终端端子座、端子盖和壳体应具备合适的安全性以防止火焰蔓延。不应因与之接触的带电部件的热过载而着火。可在任一随机位置与灼热丝接触。如果端子座与壳体为一个整体，仅对端子座进行试验是足够的。

- a) 端子座： $960^{\circ}\text{C}\pm 15^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 端子盖和壳体： $650^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 作用时间： $30\text{s}\pm 1\text{s}$ 。

10.10 自由跌落试验

按照 GB/T 2423.7 中自由跌落试验要求进行。终端去除运输包装，保持正常使用姿态，在不通电状态下，跌落严酷等级，高度 0.5m。跌落 2 次。试验结束后，检查终端外观无损坏和紧固件松动脱落，设备各功能正常。

10.11 外壳防护性能试验

按照GB/T 4208中IP51等级试验要求进行。

10.12 机械性能试验

在正常试验大气条件下，按 10.7 的规定对设备施加振动。振动之后，检查被试设备的外观，应无松动和损坏，设备各功能正常。

10.13 连续通电稳定性试验

终端应进行不少于 72h 连续稳定的通电试验，交直流电压为额定值，交流工频电量的误差改变量应不大于准确等级指数的 100%，以太网、RS485、RS232 通信、遥信、双 4G 上线、蓝牙和路由通信功能应正常。

10.14 对时

对时守时试验按照以下要求进行：

a) 对时试验。将北斗、GPS、物联管理平台/业务主站分别与终端建立通信连接，设置终端时间为非当前有效时间，终端应能通过自动北斗、GPS 系统对时或接收物联管理平台/业务主站下发的对时命令，完成对时操作。当对时命令下发的时间为非有效时间，终端应不予执行；

b) 对时精度试验。终端与北斗、GPS、对时误差绝对值 $\leq 1s$ ；与物联管理平台/业务主站对时，光纤通道对时误差绝对值 $\leq 1s$ ，无线通信方式对时误差绝对值 $\leq 5s$ ；

c) 守时试验。记录终端中已有的各项数据和时钟显示，并记录与标准时钟的差值。断开供电电源超过 24h 后，再接通供电电源，检查终端各项数据无改变和丢失；记录终端的时钟显示，并记录与标准时钟的差值。终端每 24h 守时精度应不超过 0.5s；

d) 终端进行规约对时或其他方式对时后，可通过记录终端上传的状态量变位 SOE 时标并与标准时钟源比对的方式计算对时精度或守时精度。

10.15 可靠性质量跟踪

a) 对投入运行的终端进行质量跟踪，平均无故障工作时间(MTBF)应不低于 87600h。

b) 产品在温度 85℃、湿度 85%的高温高湿环境中可连续无故障运行不小于 1000 小时。

10.16 其他内控测试项目

10.16.1 RS-485 接口的错接线保护

该内控实验适用于鼎信大板方案。RS-485的AB端口之间应能承受380V的交流电10min，撤去380V电压后，示波器观察RS-485接口的通信波形，高低电平应该与测试之前没有差异，不能出现收发波形的幅值降低。

10.16.2 ANT 口接触电流

终端正常供电(直接连接市电，不能通过隔离变压器或者隔离电源)，ANT口对PE漏电流小于0.5mA。

10.16.3 天线干扰(研发自测)

将GPRS模块带SIM卡，将天线的发射位置，分别放置到主控芯片，电源芯片等干扰敏感点，然后上电启动，在GPRS模块上线过程中，终端不应出现复位，重启。电源芯片的输出没有跌落。

10.16.4 对讲机干扰(研发自测)

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试。

确保对讲机正常通讯，将其中一个对讲机在终端周围移动施加干扰。终端不应出现死机，复位等异常。

10.16.5 电源缓升

将设备温度调至80(-40)°C，16h后，分别对测试样品进行电压缓升(20s到 U_n)、直接启动、和掉电后20s以上再启动的验证，应能正常工作。

10.16.6 电压跌落

按照产品类别三相供电，温度80(-40)°C，电压1.2 U_n ，全跌，持续20s，上电40s，试验2000次，试验后终端应正常工作。

10.16.7 热插拔

GPRS模块：终端产品120% U_n 单相供电，带电热插拔GPRS模块50次，插拔试验后终端能够正常运行，GPRS通讯正常。试验过程中允许出现重启，但停止热插拔后产品要恢复正常工作，试验后要求功能正常；

载波模块：终端输入120% U_n ，正常供电，模块分别带电插拔50次，插拔过程中允许出现重启，但停止热插拔后产品要能正常工作，试验后模块无损坏或死机，工作正常，功能和性能符合要求。

10.16.8 电压反接运行

三相四线N线和其中任意相反接，1.2 U_n ，试验24h，试验后运行状态及功能符合要求。

10.16.9 三相四线零线虚接

终端三相分别供1.2倍额定电压，试验24h，终端应正常工作。

10.16.10 凝露试验

按照凝露试验标准进行参数设定，试验过程中产品通电运行，按照现场使用安装方式进行放置：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到10°C，湿度达到50%RH;
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持10°C，湿度达到90%RH;
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持10°C，湿度达到95%RH;
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到70°C，湿度保持95%RH;
- 5) 第五步：0.5小时，温度保持70°C，湿度降至30%RH;

6) 第六步: 1.0小时, 温度降至30°C, 湿度保持30%RH;

7) 第七部: 0.5小时, 温度降至10°C, 湿度升至50%RH;

8) 共5个循环;

一共试验5个循环, 试验结束后常温恢复24h进行基本误差测试, 交流模拟量测试值准确度应符合规范要求, 检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况, 功能和性能应符合要求。

10.16.11 充电器干扰试验

对产品施加额定供电, 通过电动车充电器对产品施加干扰, 观察产品有无复位, 重启等异常, 测试元器件温升并观察是否存在冒烟现象。

终端不应出现死机复位, 掉线等工作异常。

10.16.12 载波灵敏度(研发自测)

产品分别在额定电压、额定电压 $\pm 20\%$ 下, 测试载波灵敏度。

10.16.13 汽车颠簸试验

参照ISTA 1A系列标准, 产品在正常无包装, 非工作状态下进行振动试验, 每个面进行一次, 要求在所定的频率下进行恒位移振动, 峰峰值为25 mm, 试验时间参考标准要求确定, 试验完毕后按规定检查产品的功能性能应无异常, 不应出现组件掉落, 损坏。

10.16.14 备用电源保护功能试验(研发自测)

在环境温度高于+59°C(误差 $\pm 5^\circ\text{C}$)时, 终端会停止对备用电源的充电, 并在温度恢复常温时, 自动开始对备用电源的充电。

11 检测规则

11.1 检测类别

终端检测分为型式试验、出厂试验、专业检测、到货检测、抽样检测。检测项目按表 11.1 的规定进行, 抽样检测试验项目由组织方自行定义, 微应用应单独进行检测。

表 11.1 台区智能融合终端检测项目

序号	检测项目	型式试验	出厂试验	专业检测	到货检验
1	电源实验	√	√	√	√
2	外观结构检查	√	√	√	√
3	硬件性能试验	√	√	√	√
4	硬件接口实验	√	√	√	√
5	通信协议实验	√	√	√	√

6	系统软件试验	√	√	√	√
7	性能试验	√	√	√	√
8	绝缘性能试验	√	√	√	√
9	电磁兼容试验	√	—	√	—
10	机械振动试验	√	—	—	—
11	环境影响试验	√	—	√	
12	盐雾试验	√	—	—	—
13	阻燃试验	√	—	—	—
14	自由跌落试验	√	—	—	—
15	外壳防护性能试验	√	—	—	—
16	连续运行稳定性试验	√	—	—	—
17	对时守时试验	√	√	√	√
18	安全防护试验	√	—	√	√
19	功能试验	√	—	√	√

11.2 型式试验

由下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型；
- b) 连续批量生产的装置每 2 年一次；
- c) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产 1 年以上又重新恢复生产时；
- e) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- g) 合同规定进行型式试验时。

11.3 出厂试验

每台装置出厂前应在正常试验条件下逐个按规定进行例行试验，试验合格后，附有合格证，方可允许出厂。

11.4 专业检测

专业检测应由具备国家级资质的检测机构进行。在以下情况下应进行专业检测：

- a) 新产品定型后；
- b) 设计、平台有较大改变，并可能影响产品性能时；
- c) 专业部门提出新技术要求时。

11.5 到货检测

正式投运前，用户单位或具有资质的检测单位应对到货设备的功能、性能进行的到货检测。



附录 A 终端运维功能

表A 终端运维功能

分类	功能项	备注
终端支持远程查看的设备信息	设备类型	
	设备名称	
	电子标签	
	厂商信息	
	设备状态	
	设备 MAC 地址	
	设备当前时间	
	设备启动时间	
	设备运行时长	
	设备内存	
	设备内部存储	
	平台软件及其补丁版本信息	
	容器版本信息	
	微应用版本信息	
	硬件版本信息	
	设备上行通信接口信息	包含以太网接口和 3G/4G 接口
终端支持远程配置的设备信息	设备名称	
	设备当前时间	
	系统启动与升级	支持远程配置系统启动与升级
	设备温度	
终端支持检测的设备故障	RTC 故障检测	RTC 芯片读取失败
	温感故障检测	温度超出设定阈值或者芯片温度读取失败
终端支持的软件运维机制	软件看门狗机制	监控系统软件进程，系统软件进程异常时触发软件进程复位；如该软件进程反复重启失败，则重启整个系统软件。

	硬件看门狗机制	在硬件设定时间内，看门狗未收到相应处理信号，即重启终端硬件。
	微应用状态监控	监控微应用的 CPU 使用率、内存使用率，如超过用户设置的门限，则上报告警；微应用进程异常退出时，系统守护进程可以重新启动该进程，同时上报告警。
	容器状态监控	当容器的 CPU 使用率、内存使用率连续 2 分钟超过 90%，终端会上送告警，并且重启容器，重启超过 3 次则上报故障。当容器的 Flash 使用率连续 2 分钟超过 80%会上送告警，但不会重启容器。
日志	日志基本功能	支持日志查询、日志过滤搜索、日志压缩功能，同时日志缓存到内存中，内存中的日志定时保存到存储介质，以提高存储介质的寿命。
	微应用日志记录接口	平台软件为微微应用提供日志记录功能接口，提供日志基本功能。
	异常复位日志记录	平台软件支持异常复位日志记录功能、记录内容包括复位类型，复位时间等内容；软件平台支持内核黑匣子日志，记录内核崩溃时的错误信息。
	用户操作日志记录	平台软件应记录重要操作、将日期时间修改，用户/组修改，配置系统网络环境，用户登入和登出，未经授权访问文件，删除文件等重要操作都应自动记录存储到日志中。
	日志远程上载	日志可通过主站远程召测。

附录 B 电能质量指标要求

表B.1 终端采集的实时和当前数据内容

序号	数据项	数据源
1	当前总加有功功率	脉冲/交流采样
2	当前总加无功功率	脉冲/交流采样
3	实时三相总及分相有功功率	交流采样
4	实时三相总及分相有功功率	交流采样
5	实时三相总及分相无功功率	交流采样
6	实时功率因数	交流采样
7	当月有功最大需量及发生时间	电能表
8	当前电压、电流相位角	交流采样
9	当前正向有功电能示值（总、各费率）	电能表
10	当前正向无功电能示值	电能表
11	当前反向有功电能示值（总、各费率）	电能表
12	当前反向无功电能示值	电能表
13	当前一/四象限无功电能示值	电能表
14	当前二/三象限无功电能示值	电能表
15	当前组合有功电能示值	电能表
16	三相断相统计数据及最近一次断相记录	电能表
17	终端日历时钟	终端
18	终端参数状态	终端
19	终端上行通信状态	终端
20	终端事件计数器当前值	终端
21	终端事件标志状态	终端
22	终端状态量及变位标志	终端
23	终端与主站当日/月通信流量	终端
24	终端集中抄表状态信息	终端
序号	数据项	数据源
25	电能表日历时钟	电能表

26	电能表运行状态字及其变位标志	电能表
27	电能表远程控制状态及记录	电能表
28	电能表远程控制操作次数及时间	电能表
29	电能表参数修改次数及时间	电能表
30	电能表预付费信息	电能表
31	电能表相位	终端

表B.2 历史日数据

序号	数据项	数据源
1	日有功最大需量及发生时间	电能表
2	日总最大有功功率及发生时间	终端
3	日正向有功电能（总、各费率）	终端
4	日正向无功总电能	终端
5	日反向有功电能（总、各费率）	终端
6	日反向无功总电能	终端
7	日正向有功电能示值（总、各费率）	电能表
8	日正向无功电能示值	电能表
9	日反向有功电能示值（总、各费率）	电能表
10	日反向无功电能示值	电能表
11	日一/四象限无功电能示值	电能表
12	日二/三象限无功电能示值	电能表
13	电容器投入累计时间和次数	终端
14	日、月电容器累计补偿的无功电能	终端
15	日功率因数区段累计时间	终端
16	终端日供电时间、日复位累计次数	终端
17	终端与主站日通信流量	终端
序号	数据项	数据源
18	抄表日有功最大需量及发生时间	电能表

19	抄表日正向有功电能示值（总、各费率）	电能表
20	抄表日正向无功电能示值	电能表
21	总加组有功功率曲线	终端
22	总加组无功功率曲线	终端
23	总加组有功电能量曲线	终端
24	总加组无功电能量曲线	终端
25	有功功率曲线	终端
26	无功功率曲线	终端
27	总功率因数曲线	终端
28	电压曲线	终端
29	电流曲线	终端
30	正向有功总电能量曲线	终端
31	正向无功总电能量曲线	终端
32	反向有功总电能量曲线	终端
33	反向无功总电能量曲线	终端
34	正向有功总电能示值曲线	电能表
35	正向无功总电能示值曲线	电能表
36	反向有功总电能示值曲线	电能表
37	反向无功总电能示值曲线	电能表

表B.3 历史月数据

序号	数据项	数据源
1	月有功最大需量及发生时间	电能表
2	月总最大有功功率及发生时间	终端
3	月正向有功电能量（总、各费率）	终端
4	月正向无功总电能量	终端
序号	数据项	数据源

5	月反向有功电能量（总、各费率）	终端
6	月反向无功总电能量	终端
7	月正向有功电能示值（总、各费率）	电能表
8	月正向无功电能示值	电能表
9	月反向有功电能示值（总、各费率）	电能表
10	月反向无功电能示值	电能表
11	月一/四象限无功电能示值	电能表
12	月二/三象限无功电能示值	电能表
13	月电压越限统计数据	终端/电能表
14	月不平衡度越限累计时间	终端
15	月电流越限统计数据	终端
16	月功率因数区段累计时间	终端
17	终端月供电时间、月复位累计次数	终端
18	终端与主站月通信流量	终端

表B.4 终端事件记录

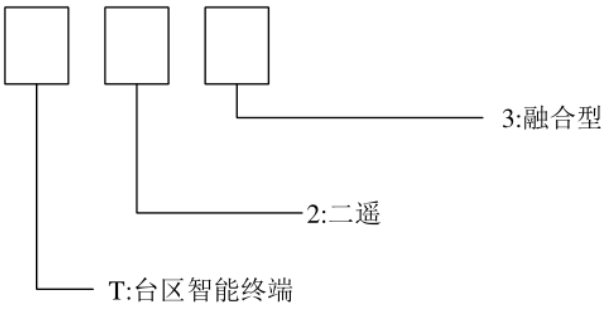
序号	数据项	数据源
1	数据初始化和版本变更记录	终端
2	参数丢失记录	终端
3	参数变更记录	终端
4	状态量变位记录	终端
5	电能表参数变更	电能表、交流采样
6	电流回路异常	电能表、交流采样
7	电压回路异常	电能表、交流采样
8	相序异常	电能表、交流采样
9	电能表时间超差	终端
10	电能表故障信息	电能表

序号	数据项	数据源
11	终端停/上电事件	终端
12	电压/电流不平衡越限	终端
13	电容器投切自锁	终端
14	消息认证错误记录	终端
15	终端故障记录	终端
16	有功总电能差动越限事件记录	终端
17	电压越限记录	终端
18	电流越限记录	终端
19	视在功率越限记录	终端
20	电能表示度下降	终端
21	电能量超差	终端
22	电能表飞走	终端
23	电能表停走	终端
24	485 抄表失败	终端
25	终端与主站通信流量超门限	终端
26	电能表运行状态字变位	电能表
27	电能表开表盖事件记录	电能表
28	电能表开端钮盒事件记录	电能表
29	补抄失败事件记录	终端
30	磁场异常事件记录	终端、电能表
31	对时事件记录	终端

附录 C ID 号、软硬件版本号及二维码定义

C.1 终端类型标识代码

终端类型标识代码由3部分组成，其类型标识代码见图C.1，代码含义见表C.1。



图C.1 终端类型标识代码

表C.1 类型标识代码表

代码	终端类型
T23	台区智能融合终端

C.2 ID 号标识代码

终端的ID号由24位英文字母和数字组成，ID号结构由5部分组成，其结构和代码见表C.2。

表C.2 代码结构及位数

序号	1	2	3	4	5
代码名称	终端类型	厂商代码	生产批号	生产日期	生产流水
位数	3	6	3	8	4

终端ID号的第1~3位代表终端类型；第4~9位代表终端厂商代码，其中第4~7位统一由国家电网公司进行分配(未分配的以XXXX代替)，第8~9位由厂商自定义；后15位由数字组成，第10~12位代表生产批号；第13~20位代表生产日期，第21~24代表生产流水。

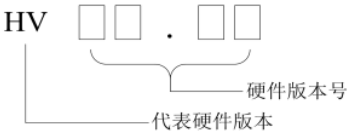
C.3 硬件版本号标识代码

终端的硬件版本号由6位英文字母和数字组成，其结构由2部分组成，见表C.3。

表C.3 代码结构及位数

序号	1	2
代码名称	版本类型	硬件版本号
位数(位)	2	4

终端硬件版本号的第1~2位为英文字母HV，代表硬件版本；第3~6位为硬件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第4位和第5位中间加点间隔，其标识方式见图 C.2。



图C.2 终端硬件版本号标识代码

例如，终端硬件版本号：HV01.02表示硬件版本号为1.02。

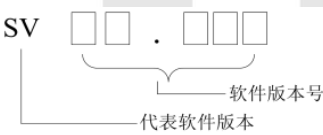
C.4 软件版本号标识代码

终端的软件版本号由7位英文字母和数字组成，其结构由2部分组成，见表C.4。

表C.4 代码结构及位数

序号	1	2
代码名称	版本类型	硬件版本号
位数(位)	2	5

终端软件版本号的第1~2位为英文字母SV，代表软件版本；第3~7位是软件版本号，具体定义方式由厂商自定义，第4位和第5位中间加点间隔，其标识方式见图C.3。



图C.3 终端软件版本号标识代码

例如，终端软件版本号：SV02.023表示软件版本号为2.023。

C.5 二维码信息

台区智能融合终端的二维码信息结构由6部分组成，见表C.5。

表C.5 二维码信息结构

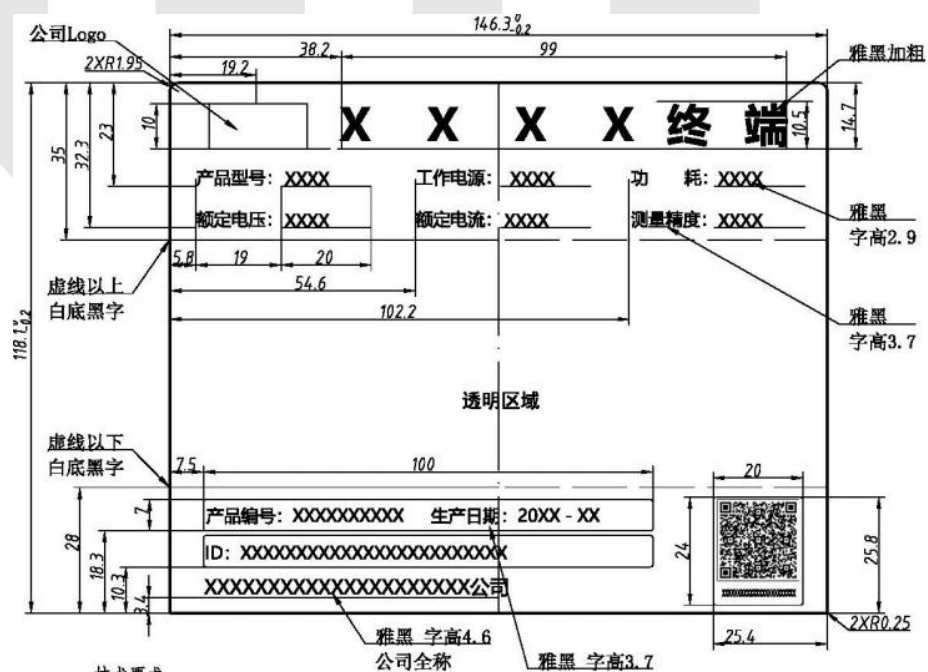
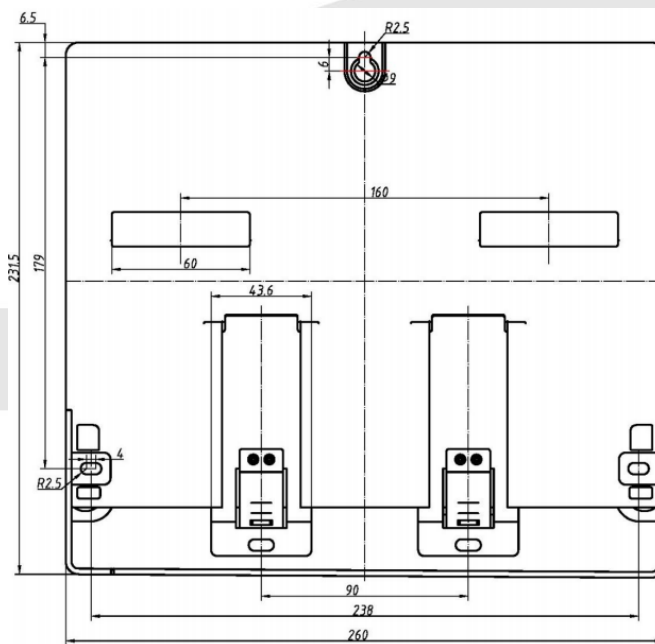
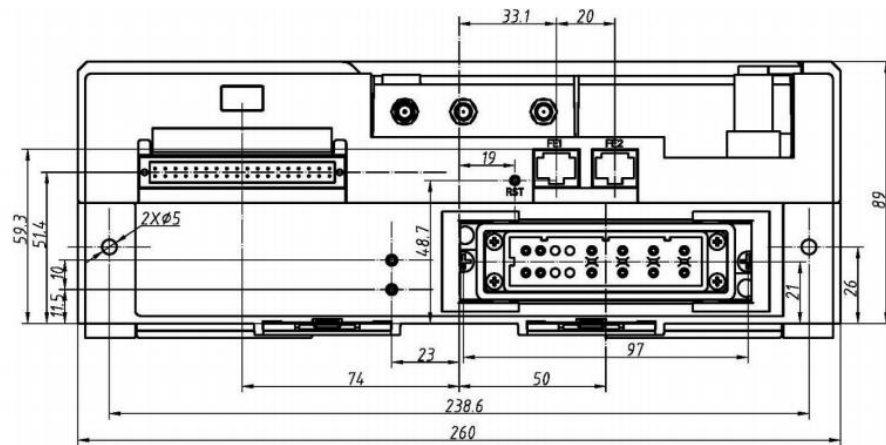
序号	1	2	3	4	5	6	7
代码名称	终端类型	终端类型	厂商代码	终端型号	ID 号	硬件版本	生产日期

例 如 “台区智能融合终端，类型：T23，厂商：XXXXXX，型号：XXXXXXX，ID：T23XXXXXX，硬件版本：HV02.01，生产日期：2020年12月08日”，二维码见图C.4。



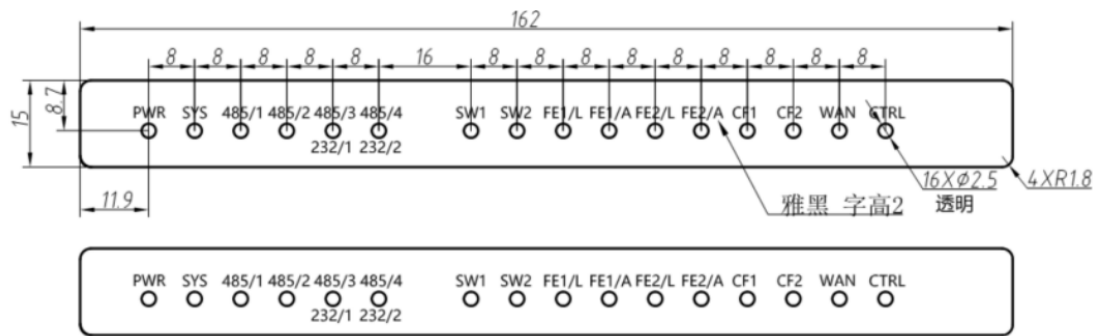
图C.4 终端二维码信息





图D.3 本地通信模块结构尺寸示意图

D. 4 终端本体指示灯说明



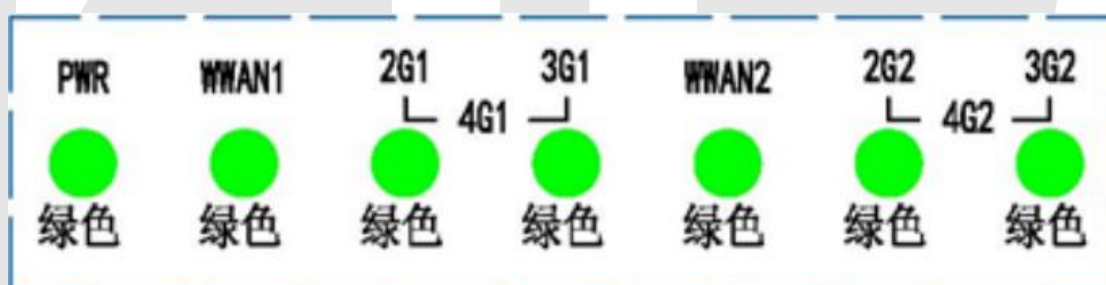
图D.4 终端本体指示灯

表D.1 终端本体指示灯说明

序号	定义	指示灯含义	指示灯颜色	指示灯说明
1	PWR	电源工作状态	绿色	常亮：正常上电
2	SYS	设备运行状态	红绿双色灯	红绿灯均不亮：软件未运行或正在复位；绿色慢闪：系统正常运行状态；绿色快闪：系统处于上电加载或者复位启动状态；红色常亮：单板有影响业务且无法自动恢复的故障，需要人工干预；
3	RS485/1	RS485I口通信状态	绿色	快闪：表示有数据传输； 常灭：表示无数据传输。
4	RS485/2	RS485II口通信状态	绿色	
5	RS485/3	该端口可在 RS485 或 RS232 端口间切换，指示 RS485III 或者 RS232I通信状态	绿色	
6	RS485/4	该端口可在 RS485 或 RS232 端口间切换，指示 RS485IV 或者 RS232II通信状态	绿色	
7	SW1	该端口可在 RS485 或 RS232 端口间切换，指示 RS485IV 或者 RS232II通信状态	绿色	灯亮：工作在 RS485 模式； 灯灭：工作在 RS232 模式。
8	SW2	指示第三路 RS485 端口的工作模式	绿色	灯亮：工作在 RS485 模式； 灯灭：工作在 RS232 模式。
9	FE1/L	第一路 FE 端口的 link 状态	绿色	灯亮：link 状态； 灯灭：链接断开。

10	FE2/L	第二路 FE 端口的 link 状态	绿色	灯亮: link 状态; 灯灭: 链接断开。
11	FE1/A	第一路 FE 端口的 ACT 状态	橙色	快闪: 有数据传输; 无闪烁: 无数据传输。
12	FE2/A	第二路 FE 端口的 ACT 状态	橙色	快闪: 有数据传输; 无闪烁: 无数据传输。
13	CF1	有功输出状态	绿色	绿色, 快闪: 有数据传输; 无闪烁: 无数据传输
14	CF2	无功输出状态	绿色	绿色, 快闪: 有数据传输; 无闪烁: 无数据传输
15	WAN	终端与远端主站链接情况	绿色	常亮: 链接成功; 快闪: 链接中; 灭: 与主站断开。
16	CTRL	终端与配电自动化主站物理网平台模块链接情况	绿色	常亮: 链接成功; 快闪: 链接中; 灭: 链接断开。

D.5 远程通信模块状态指示



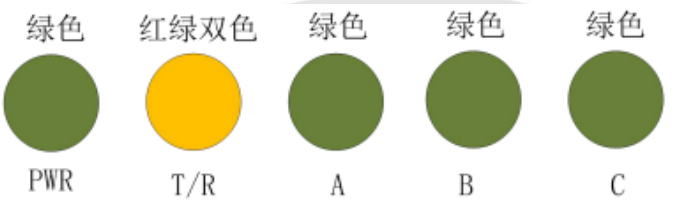
图D.5 远程通信模块指示灯

表D.2 远程通信模块指示灯说明

序号	定义	指示灯含义	指示灯颜色	指示灯说明
1	PWR1	LTE1电源状态指示	绿色	常亮: 系统供电正常, 常灭: 系统无供电
2	WWAN1	LTE1通信状态指示	绿色	常亮: 4G模块处于连接/激活状态; 快闪: 4G模块有数据传输; 常灭: 4G模块处于未连接/未激活状态;
3	2G1	LTE1工作模式状态指示	绿色	2G1指示灯常亮: 模块工作在2G1模式 3G1指示灯常亮: 模块工作在3G1模式 2G1和3G1常亮: 模块工作在4G1模式 2G1和3G1常灭: 模块工作异常或者未注册
4	3G1		绿色	
5	WWAN2	LTE2通信状态指示	绿色	常亮: 4G模块处于连接/激活状态; 快闪: 4G模块有数据传输;

				常灭：4G模块处于未连接/未激活状态；
6	2G2	LTE2工作模式状态指示	绿色	2G2指示灯常亮：模块工作在2G2模式
7	3G2		绿色	3G2指示灯常亮：模块工作在3G2模式 2G2和3G2常亮：模块工作在4G2模式 2G2和3G2常灭：模块工作异常或者未注册

D. 6 本地通信模块状态指示



图D.6 载波通信模块指示灯

表D.3 载波通信模块指示灯说明

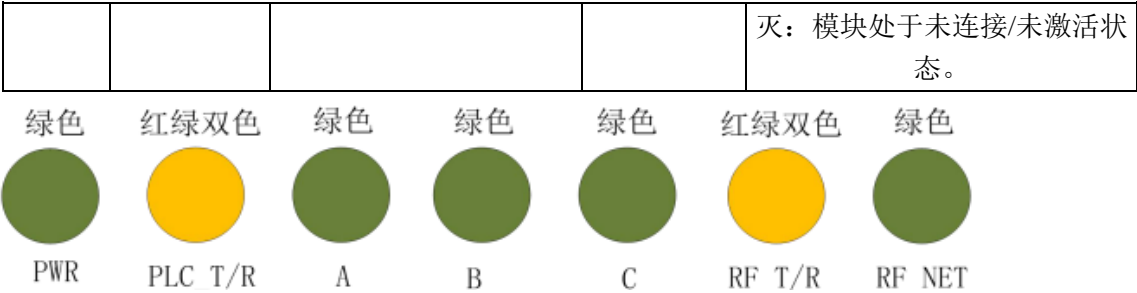
序号	定义	指示灯含义	指示灯颜色	指示灯说明
1	PWR	电源状态指示	绿色	灯亮：模块上电； 灯灭：模块失电。
2	T/R	模块数据通信指示灯	红绿双色	红绿双色，红灯快闪：模块接收数据； 绿灯快闪：模块发送数据。
3	A	A 相发送状态指示灯	绿色	灯亮：模块通过该相发送数据。
4	B	B 相发送状态指示灯	绿色	灯亮：模块通过该相发送数据。
5	C	C 相发送状态指示灯	绿色	灯亮：模块通过该相发送数据。



图D.7 微功率无线通信模块指示灯

表D.4 微功率无线模块指示灯说明

序号	定义	指示灯含义	指示灯颜色	指示灯说明
1	PWR	电源状态指示	绿色	灯亮：模块上电； 灯灭：模块失电。
2	T/R	模块数据通信指示灯	红绿双色	红灯快闪：模块接收数据； 绿灯快闪：模块发送数据。
3	NET	通信模块无线网络状态指示灯	绿色	常亮：模块处于连接/激活状态； 快闪：模块处于连接/激活中；常



图D.8 载波+微功率无线双模通信模块指示灯

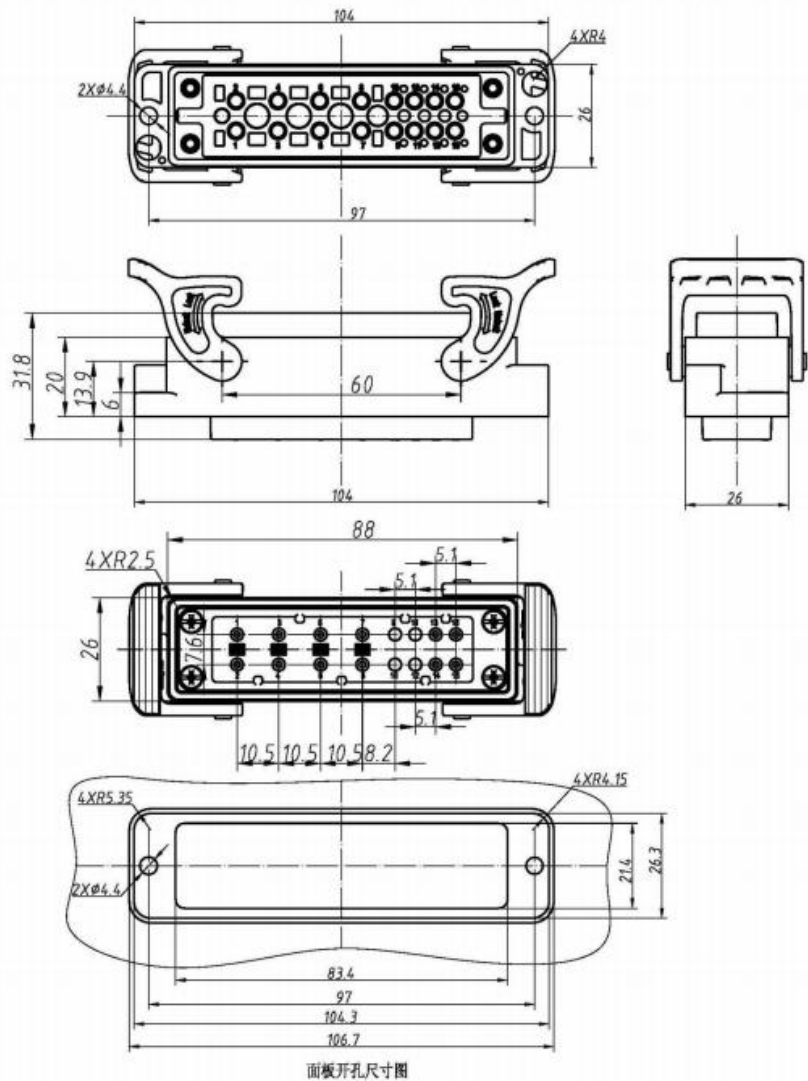
表D.5 载波+微功率无线通信模块指示灯说明

序号	定义	指示灯含义	指示灯颜色	指示灯说明
1	PWR	电源状态指示	绿色	灯亮：模块上电； 灯灭：模块失电。
2	PLC_T/R	模块宽带载波数据通信指示灯	红绿双色	红灯快闪：接收数据； 绿灯快闪：发送数据。
3	A	A相发送宽带载波数据状态指示灯	绿色	灯亮：通过该相发送数据。
4	B	B相发送宽带载波数据状态指示灯	绿色	灯亮：通过该相发送数据。
5	C	C相发送宽带载波数据状态指示灯	绿色	灯亮：通过该相发送数据。
6	RF_T/R	模块微功率无线数据通信指示灯	红绿双色	红灯快闪：接收数据； 绿灯快闪：发送数据。
7	RF_NET	通信模块无线网络状态指示灯	绿色	常亮：模块处于连接/激活状态；快闪：模块处于连接/激活中； 常灭：模块处于未连接/未激活状态。

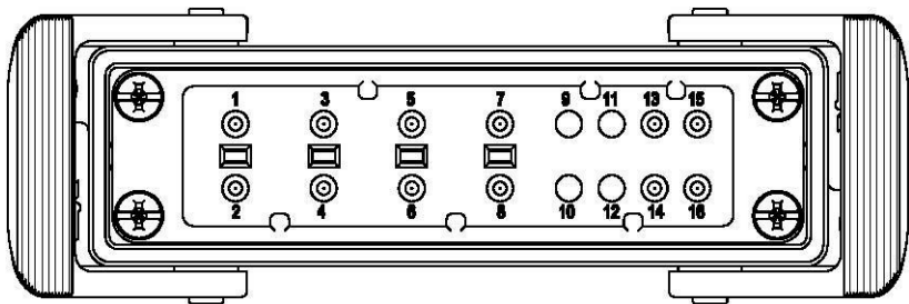
D. 7 终端连接器

终端连接器分强电连接器(三相四线电压、电流输入端子)和弱电连接器。

终端强电连接器尺寸如图D.9、终端强电连接器接口布局如图D.10、终端强电连接器接口定义说明如表D.6所示。



图D.9 终端强电连接器示意图(单位mm)



图D.10 终端强电连接器接口布局

表D.6 终端强电连接器接口定义说明

序号	定义	备注
1	A 相电流端子_P	防开路

2	A 相电流端子_N	
3	B 相电流端子_P	防开路
4	B 相电流端子_N	
5	C 相电流端子_P	防开路
6	C 相电流端子_N	
7	零序电流端子_P	防开路
8	零序电流端子_N	
9	预留	
10	预留	
11	预留	
12	预留	
13	A 相电压	
14	B 相电压	
15	C 相电压	
16	电压公共端	

弱电端子尺寸示意图如图 D.11、D.12，终端弱电连接器采用间距 3.5mm 标准闭口型双排连接器，如图 D.13 所示。终端弱电连接器接口定义说明如表 D.7 所示

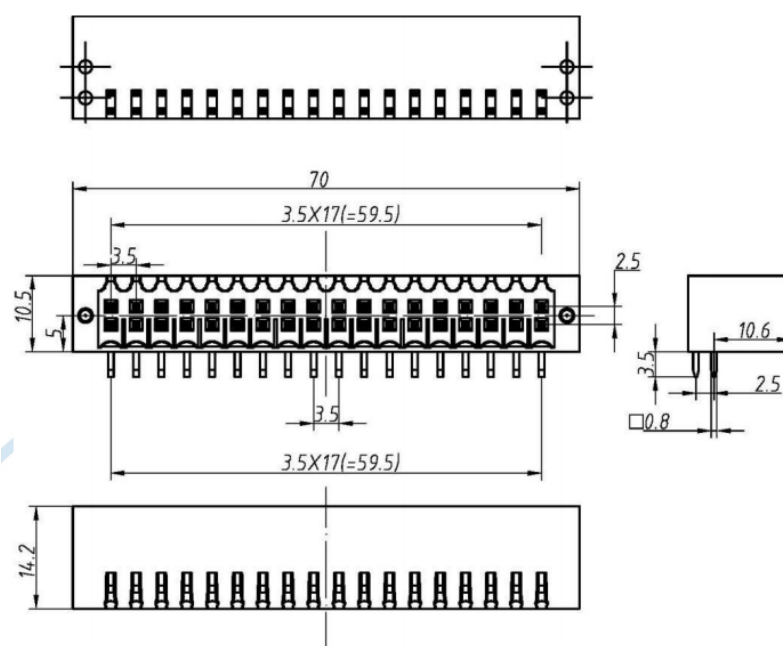


图 D.11 弱电端子插座尺寸示意图(单位 mm)

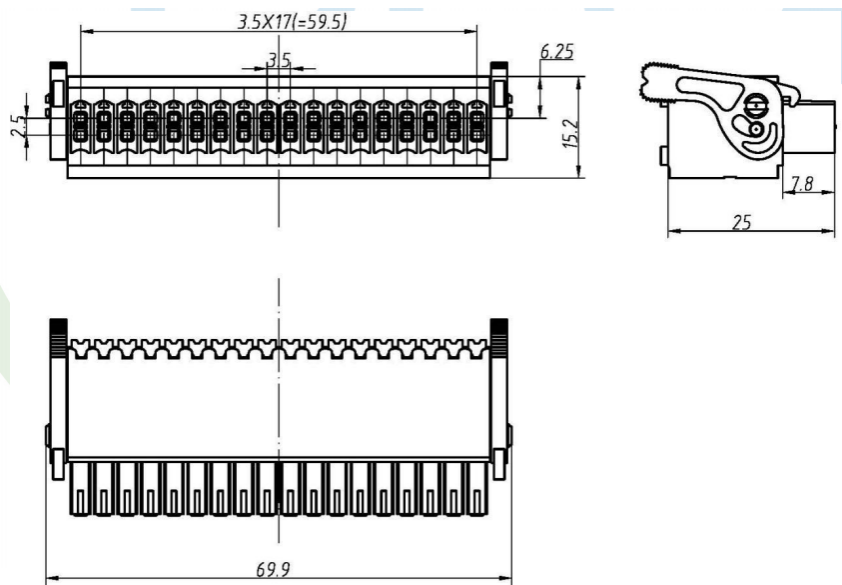


图 D.12 弱电端子插头尺寸示意图(单位 mm)



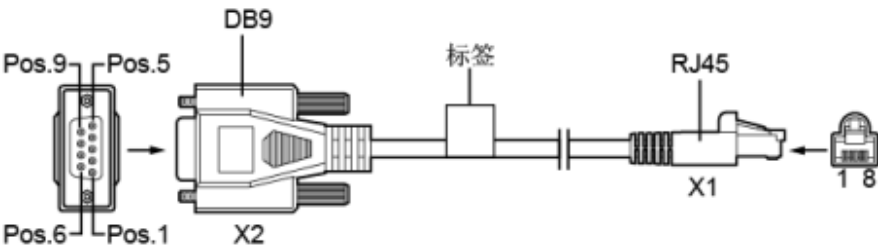
图D.13 终端弱电连接器示意图

表D.7 终端弱电连接器端子定义表

弱电信号端子							
1	遥信 I	2	遥信Ⅲ	3	遥信Ⅱ	4	遥信Ⅳ
5	遥信公共端Ⅰ	6	遥信公共端Ⅱ	7	预留	8	预留
9	预留	10	预留	11	232 串口Ⅰ接收	12	232 串口Ⅱ接收
13	232 串口Ⅰ发送	14	232 串口Ⅱ发送	15	232 串口Ⅰ地	16	232 串口Ⅱ地
17	485 串口Ⅰ端 A	18	485 串口Ⅳ端 A	19	485 串口Ⅰ端 B	20	485 串口Ⅳ端 B
21	485 串口Ⅱ端 A	22	公共端	23	485 串口Ⅱ端 B	24	有功
25	485 串口Ⅲ端 A	26	无功	27	485 串口Ⅲ端 B	28	秒脉冲
29	预留	30	预留	31	预留	32	预留
33	预留	34	预留	35	预留	36	预留

D. 8 终端调试串口RS-232 接口管脚定义

调试串口配置线缆的结构如图D.14所示。



图D.14 Console配置线缆结构图

调试串口配置线缆的针脚关系如表D.8所示。

表D.8 调试串口配置线缆针脚关系表

X1(RJ45)	信号	信号方向	信号方向
3	TXD	→	2
5	GND	-	5
6	RXD	←	3
注 1：TXD、RXD 是相对配变终端定义的，应分别连接到对接终端设备的 RXD 和 TXD。			
注 2：未描述的管脚表示未连接。			

附录 E 通讯模块管脚定义

远程通信模块接口应采用 2×15 双排插针作为连接件，其引脚示意图如图 E.1 所示，引脚定义说明见表 E.1。



图E.1 远程通信模块接口引脚示意图

表E.1 远程通信模块接口引脚定义

引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	描述
1	电源地	GND	电源输入	电源地输入，比其它信号引脚的插针稍长 0.5mm
2	电源地	GND	电源输入	
3	电源	VCC4V	电源输入	通信模块电源输入，4V±0.2V 单 4G 模块： 正常工作电流 500mA，电压纹波小于 30mV；最大电流 2A，可持续 1ms。
4	电源	VCC4V	电源输入	双 4G 模块： 正常工作电流 1A，电压纹波小于 30mV，最大电流 3A，可持续 1ms。
5	信号	TXD	输出	UART 通用串行数据总线，TXD，用于北斗通信；
6	信号	RXD	输入	UART 通用串行数据总线，RXD，用于北斗通信。
7	信号	预留	/	/
8	信号	预留	/	/
9	信号	CARD_IN	输出	在位信号，模块接地，主板上拉（3.3V/TTL）
10	信号	USB+	输入/输出	USB2.0 HOST 接口，可用于 4G 等通信。
11	信号	USB-	输入/输出	
12	信号	PCTRL	输入	SIM 卡加热控制信号，为“0”时关断（3.3V/TTL）
13	电源地	GND	电源输入	通信模块电源地输入

14	模块控制	RST_1	输入	单/双 4G 控制信号 (第一路): 通信模块复位控制信号, 为“0”时通信模块处于复位状态 (3.3V/TTL)
15	信号	ON/OFF_1	输入	单/双 4G 控制信号 (第一路): 通信模块控制信号, 低电平持续 1s 为开机信号(3.3V/TTL)
16	模块控制	RST_2	输入	双 4G 控制信号 (第二路): 通信模块复位控制信号, 为“0”时通信模块处于复位状态 (3.3V/TTL)
17	信号	ON/OFF_2	输入	双 4G 控制信号 (第二路): 通信模块控制信号, 低电平持续 1s 为开机信号(3.3V/TTL)
18	信号	预留	/	/
19	信号	SDA	输入/输出	IIC: SDA, 输入/输出
20	信号	SCL	输入	IIC: SCL, 输入
21	信号	预留	/	/
22	信号	预留	/	/
23	信号	TD+	网络差分信号	以太网接口(预留)
24	信号	TD-	网络差分信号	
25	信号	RD+	网络差分信号	
26	信号	RD-	网络差分信号	
27	电源	VCC3V3	电源输入	逻辑电路工作电源, 可用于网络变压器、电平转换、指示灯驱动等, 3.3V±0.3V, 电流不小于 50mA, 电压纹波小于 30mV
28	电源	VCC3V3	电源输入	
29	电源地	GND	电源输入	电源地输入, 比其它信号引脚的插针稍长 0.5mm。
30	电源地	GND	电源输入	

本地通信模块弱电信号接口应采用 2×13 双排插针作为连接件, 其引脚示意图如图 E.2, 接口引脚定义说明如表 E.2。



图 E.2 本地通信模块信号接口引脚示意图

表 E.2 本地通信模块接口引脚定义

引脚编号	信号类别	信号名称	信号方向 (针对模块)	描述
1	信号	预留	/	备用
2	信号	预留	/	
3	信号	预留	/	
4	信号	预留	/	
5	信号	预留	/	
6	信号	预留	/	
7	信号	USB+	输入/输出	USB+, 输入/输出
8	信号	USB-	输入/输出	USB-, 输入/输出
9	电源地	GND	电源输入	系统地
10	电源地	GND	电源输入	
11	电源	VCC12V	电源输入	直流电源输入, 电压范围 12V±1V, 电压纹波不大于 120mV, 输出电流不小于 400mA。应满足离散频率杂音要求: 3.0kHz~150kHz≤5mV,
12	电源	VCC12V	电源输入	150kHz~200kHz≤3mV, 200kHz~500kHz≤2mV, 0.5MHz~30MHz≤1mV。
13	信号	预留	/	备用
14	信号	预留	/	
15	信号	DCE_TXD	输出	模块数据发送 (3.3V TTL 电平)
16	信号	DCE_RXD	输入	模块数据接收 (3.3V TTL 电平)
17	信号	预留	/	/
18	电源	VCC3V3	电源输入	3.3V±0.3V 信号电源, 电流 150mA, 电压纹波 30mV, 由终端本体提供给模块。
19	信号	RST	输入	复位输入 (低电平有效) (3.3V TTL 电平)
20	信号	CARD_IN	输出	CARD_IN 在位信号, 模块接地, 主板上拉。为 1 表示模块未插入, 为 0 表示模块插入
21	网络信号	TD+	网络差分信号	以太网接口, 可用于宽带载波接口
22	网络信号	TD-	网络差分信号	
23	网络信号	RD+	网络差分信号	
24	网络信号	RD-	网络差分信号	
25	电源地	GND	电源地	系统地, 25、26 脚比其它脚长 0.5mm
26	电源地	GND	电源地	

本地通信模块强电信号接口应采用 2×10 双排插针作为连接件, 其管脚定义及图示如下:



图 E. 3 本地通信模块强电信号接口引脚示意图

表 E.3 本地通信模块强电信号接口引脚定义

引脚编号	信号名称	功能描述
1、2	A	电网 A 相线作为信号耦合接入端
3、4、5、6	NC	空管脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能
7、8	B	电网 B 相线作为信号耦合接入端
9、10、11、12	NC	空管脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能
13、14	C	电网 C 相线作为信号耦合接入端
15、16、17、18	NC	空管脚，PCB 无焊盘设计，过孔非金属化，连接件对应位置无插针，用于增加安全间距，提高绝缘性能
19、20	N	电网 N 相线作为信号耦合接入端

附录 F 测量准确度及计算公式

F.1 工频交流电量输入

1) 输入量额定值

表 A.1 输入量额定值

测量量	电压 (V)	电流 (A)
额定值	220	5
	100	5
	5	5

2) 测量准确度

a) 工频交流电量输入的准确度等级及误差极限见表 A.2。

表 A.2 以基准值百分数表示的准确度等级及误差极限

测量量	电 压	电 流	有 功 功 率	无 功 功 率	无 功 功 率	视 在 功 率	频 率
准确度等级	0.5	0.5	0.5	1	1	1	——
误差极限	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±1%	±1%	±1%	±0.01Hz

b) 被测量的参比条件见表 A.3。

表 A.3 被测量的参比条件

测量量	参比条件		
	电压 (V)	电流 (A)	功率因数
有功功率	额定电压 ±2%	零到额定值内任一 值	$\cos \phi = 1.0 \sim 0.5$ (滞后或超前)
无功功率	额定电压 ±2%	零到额定值内任一 值	$\cos \phi = 1.0 \sim 0.5$ (滞后或超前)
相角或功率 因数	额定电压 ±2%	额定值的 40%~ 100%	/

注：三相对称系统的每一相电压和线电压与其对应的平均值之差应不大于 1%。各相中的电流与其对应的平均值之差应不大于 1%。
任意一相电流和该相电压（相对中线）的夹角与其他任意一相电流、电压夹角之差应不大于 2°。

3) 影响量引起的改变量

表 A.4 影响量引起的改变量

影响量	使用范围极限	允许改变量
环境温度	C2、C3 级或 CX	100%
电源电压	-30%~+30%	50%

被测量的频率	45Hz~55Hz	100%
被测量的功率因数	感性 $0.5 > \cos(\sin) \Phi \geq 0$	100%
	容性 $0.5 > \cos(\sin) \Phi \geq 0$	100%
电流不平衡	三相缺一相	100%
被测量的超量限值	120%	50%
被测量的输入电压（电压、电流量除外）	80%~120%	50%
被测量的输入电流（仅对功率因数、相角）	20%~120%	100%
电压暂降和短时中断	——	200%
阻尼振荡波抗扰度	——	200%
电快速瞬变脉冲群抗扰度	——	200%
浪涌（冲击）抗扰度	——	200%
静电放电抗扰度	——	200%
工频磁场抗扰度	——	100%
阻尼振荡磁场抗扰度	——	100%
脉冲磁场抗扰度	——	100%
射频电磁场辐射抗扰度	——	100%
注：允许改变量为用准确度等级百分数表示的允许改变量。		

F.2 基本误差计算公式

1) 电压、电流基本误差计算公式

$$E_u = \frac{U_o - kU_i}{AF} * 100\%$$

$$E_i = \frac{I_o - kI_i}{AF} * 100\%$$

E_u ——电压基本误差；

U_o ——台区智能融合终端电压测量值；

k ——互感器变比；

U_f ——标准表显示电压值；

AF ——输入额定值；

E_i ——电流基本误差；

I_o ——台区智能融合终端电流测量值；

I_f ——标准表显示电流值。

2) 有功功率、无功功率、视在功率基本误差计算公式

$$E_p = \frac{P_o - kP_i}{AF} * 100\%$$

$$E_q = \frac{Q_o - kQ_i}{AF} * 100\%$$

$$E_s = \frac{S_o - kS_i}{AF} * 100\%$$

E_p ——有功功率基本误差；

P_o ——台区智能融合终端测出的有功功率；

k ——测量变比；

P_f ——标准表读出的输入有功功率

AF ——输入功率额定值（额定电压、电流条件下）；

E_q ——无功功率基本误差；

Q_o ——台区智能融合终端测出的无功功率；

Q_f ——标准表读出的输入无功功率；

E_s ——视在功率基本误差；

S_o ——台区智能融合终端测出的视在功率；

S_f ——标准表读出的输入视在功率。

3) 功率因数基本误差计算公式

$$E_{\cos \Phi} = \frac{PF_x - PF_i}{AF} * 100\%$$

式中：

$E_{\cos \Phi}$ ——功率因数基本误差；

PF_x ——台区智能融合终端测出的功率因数；

PF_i ——标准表读出的功率因数；

AF ——输入额定值（取1）。

4) 谐波分量基本误差计算公式

$$E_{uh} = \frac{U_{oh} - kU_h}{AF} * 100\%$$

$$E_{Ih} = \frac{I_{oh} - kI_h}{AF} * 100\%$$

E_{uh} ——电压谐波分量基本误差；

U_{oh} ——标准谐波源设定或标准谐波分析仪读出的2~19次的谐波电压有效值；

k ——互感器变比；

U_h ——台区智能融合终端测出的10%的2~19次谐波电压有效值；

AF ——输入额定值；

E_{Ih} ——电流谐波分量的基本误差；

I_{oh} ——标准谐波源设定或标准谐波分析仪读出的2~19次的谐波电流有效值；

I_h ——台区智能融合终端测出的10%的2~19次谐波电流有效值。

附录 G 台区智能融合终端产品检测项目

说明：1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试，功能项不应该有漏项
 2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减
 3、√表示全检验收的项目，a 表示功能检验时，只检数据通信、参数配置和控制功能；“√*”表示抽样验收的项目。

序号	试验项目		研发 D 版本样 机自测	研发设 计变更 自测	生产功 能检测	新品质 量全性 能试验 (3 台)	设计变 更型式 试验(2 台)	可靠性 测试 (双 85)	生产 QA/IP QC 抽 检	质量认 证
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	质量
1	一般检查	外观结构 检查	√	√		√	√		√*	√
2	电源及电 源影响	电源影响 试验	√	√		√	√			√
3	硬件性能	硬件性能 试验	√	√		√	√			√
4	硬件接口	硬件接口 试验	√	√		√	√			√
5	通讯及通 讯协议	通信协议	√	√						
6	系统软件	系统软件 试验	√	√						
7	功能检测	平台/微应 用/高级业 务功能	√	√						
8	性能试验	模拟量	√	√		√	√			√
		输入状态 量	√	√		√	√			√
		工频过量	√	√		√	√			√
		功率消耗	√	√		√	√			√
9	绝缘强度	绝缘电阻	√	√		√	√			√
		绝缘强度	√	√		√	√			√
		冲击电压	√	√		√	√			√
10	EMC	温升试验	√	√		√	√			√
		电压暂降	√	√		√	√			√

		工频磁场试验	√	√		√	√		√
		阻尼振荡磁场试验	√	√		√	√		√
		脉冲磁场试验	√	√		√	√		√
		雷击浪涌试验	√	√		√	√		√
		群脉冲试验	√	√		√	√		√
		静电试验	√	√		√	√		√
		阻尼振荡试验	√	√		√	√		√
		辐射电磁场试验	√	√		√	√		√
		射频场感应的传导骚扰	√(回路巡检方案)	√(回路巡检方案)		√(回路巡检方案)	√(回路巡检方案)		√(回路巡检方案)
		无线电干扰抑制	√√(回路巡检方案)	√√(回路巡检方案)		√√(回路巡检方案)	√√(回路巡检方案)		√√(回路巡检方案)
11	环境试验	高温试验	√	√		√	√		√
		低温试验	√	√		√	√		√
		湿热试验	√	√		√	√		√
12	机械性能	阻燃试验	√	√		√	√		√
		盐雾试验	√	√		√	√		√
		防护试验	√	√		√	√		√
		跌落试验	√	√		√	√		√
		机械振动	√	√		√	√		√
13	可靠性试验	双 85 试验						√	√
		连续运行稳定性	√	√		√	√		√
14	其他内控试验	RS-485 接口错接线	√	√		√	√		√
		ANT 口接触电流	√	√		√	√		√

15	生产	天线干扰	√							
		对讲机干扰	√							
		电源缓升	√	√		√	√			√
		电压跌落	√	√		√	√			√
		热插拔	√	√		√	√			√
		电压反接运行	√	√		√	√			√
		三相四线零线虚接	√	√		√	√			√
		凝露试验	√	√		√	√			√
		充电器干扰试验	√	√		√	√			√
		载波灵敏度	√							
		汽车颠簸试验	√	√		√	√			√
		备用电源保护功能试验	√	√		√	√			
		功率消耗试验			√				√*	
		版本读取试验			√				√*	
		耐压测试试验			√				√*	
		整机功能试验			√				√*	
		生产工艺说明	系统审批		√				√*	
		打标文件	系统审批		√				√*	
		BOM	系统审批		√				√*	

注：设计变更型式试验由产品经理与质量评审决定测试哪些关键项。

版本记录

版本编号/修改状态	拟制人/修改人	修改日期	变动内容	备注
V1.0	张东升	2021.06.18	第一版	
V1.1	张东升	2021.09.10	第二版，增加了回路巡检方案要求辐射 EMI、传导 EMI 和传导骚扰抗扰试验要求	
V1.2	张东升	2021.11.06	第三版，兼容回路巡检方案，融合终端功耗限值调整，增加功能接口和 EMC/EMI 试验对应回路巡检功能等检测要求	