

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 企 业 标 准

低压监测单元

V1.0

2022-04-08 发布

2022-04-08 实施

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

前 言

本标准是以《Q/GDW 10374.2—2019 用电信息采集系统技术规范第2部分：集中抄表终端》、《Q/GDW 1376.3-2013 电力用户用电信息采集系统通信协议 第3部分：采集终端远程通信模块接口协议》、《Q/GDW 10379.3-2019 用电信息采集系统检验技术规范 第3部分：集中抄表终端》、《Q/GDW11778-2017 面向对象的用电信息数据交换协议》、《低压检测单元技术规范》为参考起草的内控标准。

本标准起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。

本标准规定的型式检查和试验是委托国家认可的专职检查和试验机构，按相关标准的规定进行审查和试验，确认其资料的符合性和产品质量的可靠性。

本标准规定的产品出厂的检验和试验程序，作为产品生产过程及产品出厂质量控制的检验和试验，以保证产品出厂的可靠性和稳定性。

低压监测单元

1 范围

本部分规定了低压监测单元的技术指标、机械性能、适应环境、功能要求、电气性能、抗干扰及可靠性等方面的技术要求、检验规则以及运行质量管理等要求。

本标准适用低压监测单元的设计、制造、出厂检验以及型式检验。

2 技术条件及设计标准

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的应用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的应用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.3-2016 环境试验第2部分: 试验方法试验Cab: 恒定湿热试验

GB/T 1634.1塑料负荷变形温度的测定第1部分: 通用试验方法

GB/T 1634.2塑料负荷变形温度的测定第2部分: 塑料、硬橡胶和长纤维增强复合材料

GB/T 17215.211-2021 电测量设备(交流)通用要求、试验和试验条件第21部分: 测量设备

GB/T 17215.321-2021 电测量设备(交流)特殊要求第21部分: 静止式有功电能表(A级、B级、C级、D级和E级)

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

GB20840.2-2014 互感器 第2部分: 电流互感器的补充技术要求

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 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第11部分: 灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法

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 4208 外壳防护等级(IP 代码)

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

GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
DL/T 566-1995 电压失压计时器技术条件
DL/T 698.45-2017 电能信息采集管理系统第 4-5 部分：通信协议—面向对象的数据交换协议
DL/T 645-2007 多功能电能表通讯协议
Q/GDW10827-2020 三相智能电能表技术规范
Q/GDW10354-2020 智能电能表功能规范
Q/GDW 1205-2013 电能计量器具条码
[RFC7252] 受限应用协议 (CoAP)
[RFC7641] 受限应用协议 (CoAP) 中的观察者模式
低压监测单元技术规范

3 术语与定义

3.1 低压监测单元

低压监测单元由本体、开口CT和电压连接件三部分组成。本体由测量单元、数据处理单元、通信单元等组成，具有电能量计量、信息存储及处理、实时监测、信息交互等功能。。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 参比温度及参比湿度

参比温度为23℃；参比湿度为40%~60%。

4.1.2 温湿度范围

低压监测单元满足工作环境温度-40℃~+85℃，最大变化率1.0℃/min，相对湿度10%~100%，最大绝对湿度35g/m³。

4.1.3 大气压力

80.0kPa~108.0kPa（海拔2km以下）。

4.2 电源要求

4.2.1 工作电源

工作电源的额定电压：AC220V，ABCN供电，最大允许偏差±40%；频率：50Hz，允许偏差±5%。

4.2.2 低压监测单元计量规格要求

低压监测单元计量规格要求下表。

表 1 规格对照表

电压规格	电流规格	准确度等级	脉冲常数 (imp/kWh)
3×220/380 V	3×1-2.5 (125) A	有功：B 级	300

3×220/380 V	3×2-5 (250) A	有功: B 级	200
3×220/380 V	3×3-8 (400) A	有功: B 级	100
3×220/380 V	3×5-12 (630) A	有功: B 级	100
3×220/380 V	3×10-16 (800) A	有功: B 级	50
注 1: 准确度等级指开口 CT 与本体组成的整机系统准确度。			
注 2: 电流规格格式为 3×最小电流 I _{min} -转折电流 I _{tr} (额定电流) A			

4.2.3 功率消耗

在参比温度、标称频率、10 I_n和标称电压条件下, 低压监测单元处于非通信状态时, 电压线路的单回路有功功率不应超过1.5W (每一相单独供电), 视在功率消耗不应超过8VA (不含12V供电)。通信状态运行平均功率不应超过8W。

4.2.4 失电数据和时钟保持

监测单元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监测单元及通信模块正常工作不少于3分钟, 且具备至少与融合终端通信3次, 数据和时钟保持10年。电源恢复时, 保存数据 (电量) 不丢失, 内部时钟正常运行。

4.3 外形结构

4.3.1 外壳及防护性能

4.3.1.1 阻燃性能

应符合GB/T 5169.11—2006的阻燃要求。

4.3.1.2 外壳防护性能

本体外壳防护等级不低于IP51。

4.3.2 机械影响

低压监测单元应满足机械振动测试、模拟汽车颠簸测试、跌落测试、弹簧锤测试、冲击测试要求。

4.3.3 外形尺寸及安装方式

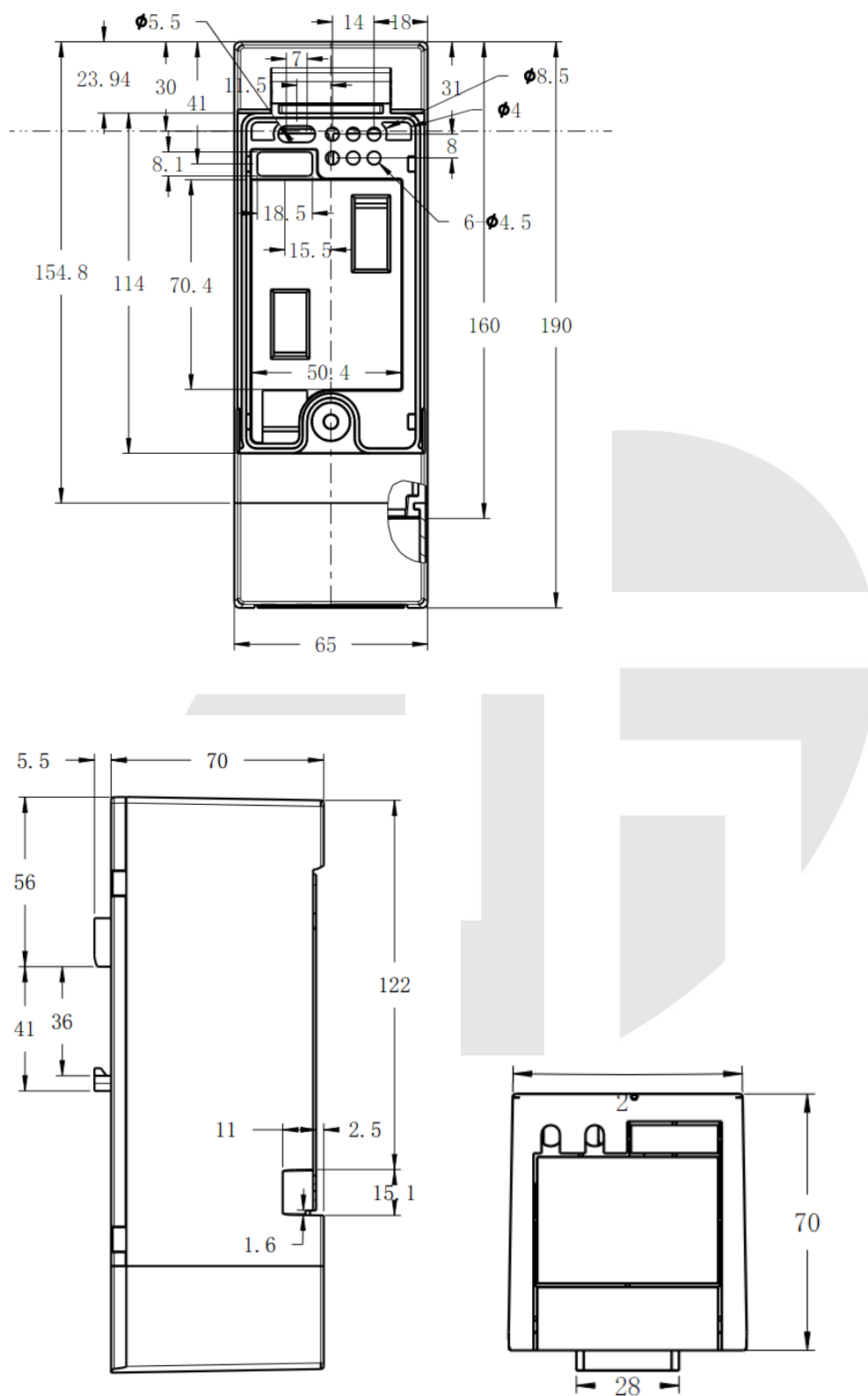
4.3.3.1 外观结构尺寸、安装方式

a) 监测单元由本体、开口 CT 和电压连接件三部分组成。其中开口 CT 和电压连接件可方便的连接成组合件, 同时连接后的组合件应能方便的分离。

b) 监测单元本体尺寸要求如下:

尺寸含下端盖 190mm (高) *65mm (宽) *70mm (深), 不含下端盖 170mm (高) *65mm (宽) *70mm (深)。监测单元外观尺寸见图 1, 单位: mm, 公差±0.25mm。

c) 设备应支持标准 35mm 导轨式安装, 易拆装, 免工具拆装。



4.3.3.2 接线端子定义图

监测单元接线端子定义见图 2，接线端子尺寸见图 3，单位：mm，。

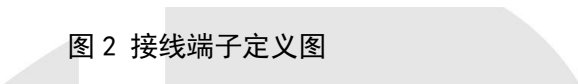


表 2 接线端子定义

5

名称	描述
Uc	C 相电压
Un	电压公共端
In+	剩余电流进，与剩余电流互感器+端相连
In-	剩余电流进，与剩余电流互感器-端相连
YX1	遥信通道 1
YX2	遥信通道 2
12V	电源输出+
GND	电源输出-
RS485-I A、B	485 通信 I 口收发通道
RS485-II A、B	485 通信 II 口收发通道
TA	A 相测温探头
TB	B 相测温探头
TC	C 相测温探头
TCOM	测温探头公共端

4.3.4 材料及工艺要求

4.3.4.1 线路板及元器件

- 线路板须用耐氧化、耐腐蚀双面/多层敷铜环氧树脂板，并具有低压监测单元生产厂家的标识。
- 线路板表面应清洗干净，不得有明显的污渍和焊迹，应做绝缘、防腐、防水处理。
- 表内所有元器件均能防锈蚀、防氧化，紧固点牢靠。
- 电子元器件（除电源器件外）宜使用贴片元件，使用表面贴装工艺生产。
- 线路板焊接应采用回流焊、波峰焊工艺。
- 低压监测单元内部分流器、端钮螺钉、引线之间以及线路板之间应保持足够的间隙和安全距离。
- 线路板之间，线路板和电流、电压元件之间，显示单元和其他部分之间的连接应采用导线焊接或可靠的接插件连接。
- 主要器件表面应印有生产厂家标志及产品批号。
- PCBA 板件应均匀喷涂三防漆防护。

4.3.4.2 铭牌内容

低压监测单元铭牌内容完整，标识清晰、不褪色，带有条形码（监测单元条码在侧面），条形码白底黑字。

铭牌信息须包含生产厂家、型号、规格、生产日期、出厂编号；

铭牌信息应采用激光刻蚀或丝印，铭牌材质应采用 PVC 或 PC 材料。

4.3.4.3 电压连接件

- 设备应具备连接器接入电源方式，便于现场操作。
- 取电端宜灵活安装到电压线上，并能方便的拆卸；

4.3.4.4 结构件

主壳体、端子座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。为了充分检验其符合性，应按 GB/T 5169-11 以及以下条件进行灼热丝试验，符合标准要求

—端子座的试验温度：960 °C

—主壳体的试验温度：650°C

—持续时间：30s

4.3.4.5 冲击

监测单元能够耐受一个不重复的具有特定峰值加速度和持续时间的标准冲击脉冲波形的冲击，试验后监测单元功能应不损坏；

试验在下列条件下进行：

a) 试验强度： 脉冲波形：半正弦脉冲；

b) 峰值加速度：30 gn (300 m/s²)；

c) 脉冲周期：18 ms。

d) 误差试验点：PF = 1, 10Itr

试验结束后，监测单元功能不应损坏，误差偏移极限满足 1/3 基本最大允许误差。

4.3.4.6 振动

监测单元应具有一定的抗振性，可通过模拟运输振动测试。试验后监测单元功能应不损坏；

实验在下列条件下进行：

a) 频率范围：10 Hz~150 Hz；

b) 试验强度：

总 r. m. s. 水平：7 m/s²；

加速度频谱密度 (ASD) 水平 (10 Hz~20 Hz)：1 m²/s³；

加速度频谱密度 (ASD) 水平 (20 Hz~150 Hz)：-3 dB/倍频程；

c) 每轴上的持续时间：至少 2 min。

试验结束后，监测单元功能不应损坏。误差偏移极限满足 1/3 基本最大允许误差。

4.3.4.7 跌落(1米)

跌落角度：6 面，按 GB/T 2423.8 跌落试验方法进行，不带包装

判断标准：摸底测试，不作为评判。

4.3.4.8 模拟汽车颠簸

持续 40 分钟，参考 ISTA-1A 标准。

4.4 输入输出接口

4.4.1 信号输出

a) 运行指示灯：使用高亮、长寿命绿色 LED，上电后闪烁，频率为 0.5Hz。

b) 通信指示灯：使用高亮、长寿命红绿双色 LED，2 路 RS485 指示灯，红灯闪烁表示 RS-485 正在接受数据，绿灯闪烁表示 RS-485 正在发送数据。

c) 告警指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，报警时按功能要求点亮。

d) 有功脉冲指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，有电能脉冲输出时点亮，电能量脉冲宽度范围 30ms~296ms。

e) 无功脉冲指示灯：使用高亮、长寿命红色 LED，平时灭，有电能脉冲输出时点亮，电能量脉冲宽

度范围 30ms~296ms。

注：有功、无功脉冲指示灯脉冲计数不应受其他指示灯影响。

4.4.2 直流电压输出

12V 电源输出：输出电压应满足 $12V \pm 1V$ ，输出电流不小于 120mA；应具备短路保护功能，当 12V 输出回路发生短路故障，低压监测单元本体不允许损坏，且能保持正常运行；当短路故障消除后，所有功能均能自动恢复正常。

4.4.3 通信接口

- a) 设备应具备至少 2 路 RS485 接口。
- b) 设备应具备 1 路本地通信接口，支持 HPLC、微功率无线或 HPLC 及微功率无线通信模块接入。
- c) 设备应具备 1 路蓝牙维护接口，满足国网信息安全接入方式。

4.4.4 供电与测量接口

设备应具备 ABCN 四路取电接口。同时应具备 4 路电流测量接口。

4.4.5 遥信输入

低压监测单元应具备遥信输入功能，应采用无源节点方式，当接入遥信端子的外部触点闭合时，表示遥信电平有效，当外部触电断开时，遥信电平无效。遥信驱动电源由低压监测单元本体提供。遥信输入应具有防抖功能，防抖时间可配置，遥信分辨率为 1ms，默认为 10ms。

设备遥信接入通道应满足至少 2 路遥信输入接口。

4.5 功能要求

低压监测单元应全部符合或部分符合下属功能要求。具体呈现高中低三个版本的配置，适应存量台区的不同现场复杂场景。具体配置要求如下：

表 3 低压监测单元功能配置表

序号	功能描述	备注
1	即插即用	
2	计量功能	
3	测量功能	
4	时钟	
5	清零	支持清除停电、上电告警记录功能
6	数据存储	
7	冻结	
8	事件记录	支持停电、复电事件记录功能
9	停上电功能	
10	分钟冻结	【补充 96 点本地冻结】冻结时间可以设置
11	RS485 通信	2 路
12	远程通信	
13	蓝牙通信	

序号	功能描述	备注
14	报警指示	
15	后备电源	
16	软件升级	
17	直流电压输出	
18	数据统计功能	
19	数据透传	
20	自动搜表	
21	剩余电流监测	
22	遥信输入	
23	拓扑信号发送	
24	拓扑信号识别	
25	安全防护	
26	A、B、C 相测温接口	配套的热电偶规格如下： NTC 热敏电阻，测温范围+25℃+150℃，精度要求±5℃。

4.5.1 即插即用

低压监测单元应具备即插即用功能，实现设备的自动注册，现场安装后无需做参数配置和调试工作。不同厂家生产的融合终端与低压监测单元之间应互相解耦，应具备互联互通互操作的功能，不同厂家生产的低压监测单元可以混用，互相解耦，实现拓扑识别功能。

4.5.2 电能计量

- a) 具有正向、反向有功电能计量功能，并可以据此设置组合有功电能。具有四象限无功电能计量功能，并可以据此设置组合无功电能。
- b) 具有计量分相正、反向有功电能功能。

4.5.3 时钟

- a) 应采用具有温度补偿功能的内置硬件时钟电路。
- b) 时钟应具有日历、计时、闰年自动转换功能。
- c) 可通过通信接口对低压监测单元校时，日期和时间设置必须有防止非授权人操作的安全措施。
- d) 监测单元应具有广播校时功能，守时精度在参比情况下：1s/24h。

4.5.4 清零

具备清除监测单元内存储的电能量、冻结量、事件记录、统计量等数据。

4.5.5 数据存储

- a) 具备存储功能，至少应能存储上 12 个月冻结电能量；至少具备存储上 62 个日冻结电能量功能；
- b) 在监测单元电源断电的情况下，所有存储数据应至少保存 5 年，其它数据至少保存 3 年。

4.5.6 事件记录

应具备事件判断和指示功能，主要包括断相，缺相（失压），过流，过载，欠压，过压，剩余电流越限告警的事件检测与上报功能。应可设置事件判定阈值及判定延时时间。

应记录各相缺相（失压）的总次数，最近 10 次缺相（失压）发生时刻、结束时刻及对应的电能量

数据等信息；缺相（失压）功能应满足 DL/T 566 的技术要求。

应记录各相过压的总次数，最近 10 次过压发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录各相欠压的总次数，最近 10 次欠压发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录各相断相的总次数，最近 10 次断相发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录各相过流的总次数，最近 10 次过流发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录各相过载的总次数，最近 10 次过载发生时刻、结束时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录总和分相功率反向的总次数，最近 10 次功率反向发生时刻及对应的电能量数据等信息。
应记录掉电的总次数，以及最近 10 次掉电发生及结束的时刻。
应记录遥信变位事件总次数，最近 10 次遥信变位发生时刻。
应记录剩余电流越限警告警总次数，最近 10 次发生时刻。

4.5.7 分钟冻结

就地冻结本体测量数据，默认 15min 冻结一次。冻结时间支持可配置。

冻结数据项包括正反向总有功电能量，正反向无功总电能量，分相电压，分相电流，分相有功功率，分相无功功率；

存储深度，应至少保存 700 条以上。

4.5.8 RS485 通信

- a) RS485 接口须和低压监测单元内部电路实行电气隔离，具备静电防护能力，并有失效保护电路。
- b) RS485 接口应满足符合 EIA/TIA 的 RS-485 标准。电气要求，并能耐受交流电压 380V，2 分钟不损坏的试验。
- c) 具备两路 RS485 接口。RS485-1 默认为本地维护端口，RS485-2 为外接智能设备端口。

4.5.9 远程通信

应支持电力线载波、微功率无线、电力线载波/微功率无线双模等通信方式。

电力线载波应同时支持 DL/T 698.45—2017、DL/T 645-2007、CoAP 通信规约。

微功率无线应同时支持 DL/T 698.45—2017、DL/T 645-2007、CoAP 通信规约。

4.5.10 蓝牙通信

用于设备维护和抄读。维护通信协议遵循 DL/T 698.45—2017、DL/T 645-2007、CoAP 协议标准。安全性应满足国网信息安全要求。蓝牙应采用低功耗蓝牙 5.0 及以上版本。

4.5.11 测量及监测

可测量总及各分相有功功率、总及各分相无功功率、总及各分相功率因数、分相电压、分相电流、频率等运行参数。

应能通过 A,B,C 基础数据方式计算获取零序电流，零序电压数据。

应可监测三相电压不平衡度、三相电流不平衡度、有功功率不平衡度。

4.5.12 报警指示

- a) 报警通过告警指示灯进行报警，当事件恢复正常后报警自动结束。
- b) 监测单元支持告警事件可配置，主动上送。

4.5.13 电源输出

监测单元具备电源输出功能，输出 $12V \pm 1V$ 电压。用于传感器类外接设备的供电。

4.5.14 后备电源

监测单元后备电源采用超级电容并集成于监测单元内部；

监测单元后备电源充电的时间应不大于 1 小时；

监测单元主电源供电不足或消失后，后备电源应自动无缝投入并维持监测单元及通信模块正常工作不少于 3 分钟，且具备至少与融合终端通信 3 次（停电后立即上报停电事件）的能力；

后备电源工作时，主电源恢复，监测单元正常工作；

超级电容免维护时间不少于 8 年。

4.5.15 软件升级

具备本地和远程升级功能，支持广播升级和单点升级。

4.5.16 数据统计功能

1) 电压合格率监测

终端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；
- d) 电压监测时间。

2) 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；

4.5.17 数据透传

监测单元通过 RS485 下接传感类设备时，支持将传感设备数据透明转发至融合终端。

4.5.18 自动搜表功能

监测单元通过 RS485 接电表，支持自动搜表功能，最大可支持 32 只电表。

4.5.19 剩余电流检测

监测单元应具剩余电流检测功能，检测范围 10mA-1A，测量允许误差如下：

表 4

剩余电流值	允许误差
$\leq 30\text{mA}$	10%
$> 30\text{mA}$	5%

4.5.20 停上电

供电电压低于设备的启动电压，此工况称为掉电。检测到停上电事件后应支持主动上报至融合终端。

4.5.21 通信地址配置功能

应具备通信地址配置功能，确保通信地址的唯一性。

4.5.22 安全防护

监测单元的数据清零、编程及参数设置等安全防护功能应满足电力行业相关信息安全技术要求。

4.5.23 集中器通讯功能

监测单元应具备通过 RS485 连接至 II 型集中器，与 II 型集中器通讯，抄读电表档案。

4.6 性能要求

4.6.1 模拟量准确度

可测量总及各分相有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、分相电压、分相电流、频率等运行参数。具有电能质量监测功能，可测量三相电压、电流 2-21 次谐波畸变率，电压和电流的总谐波含有量。可测量三相电压不平衡度、三相电流不平衡度、有功功率不平衡度。

a) 电压测量范围：0.8Un~1.2Un；电压测量准确度不低于±1%。

b) 电流测量范围：0.05In~1.2In；电流测量准确度不低于±1%。

c) 频率测量范围：47.5Hz~52.5Hz；电网频率测量误差不低于±0.02Hz。

d) 功率因数测量范围：被测相电压：0.8Un~1.15Un；被测相电流：0.05In~1.2In。功率因数准确度不低于 0.01。

e) 有功功率测量范围：0.05In×0.8Un~1.2In×1.2Un；有功功率测量准确度不低于±1%。

f) 无功功率测量范围：0.05In×0.8Un~1.2In×1.2Un；无功功率测量准确度不低于±2%。

g) 电压、电流谐波畸变率误差±2%，总谐波含有量误差±5%。

h) 零序电压测量范围：0.8Un~1.2Un；电压测量准确度不低于±2%。

i) 零序电流测量范围：0.05In~1.2In；电流测量准确度不低于±2%。

j) 三相电压不平衡度测量准确度不低于±1%，三相电流不平衡度测量准确度不低于±1%，有功功率不平衡度测量准确度不低于±1%。不平衡度算法=（最大值-最小值）/平均值。

4.6.2 基本最大允许误差

有功基本最大允许误差应控制在表 5 规定误差限值的 60%以内。整机无功准确度为 2 级，应符合 GB/T 17215.323—2008 中 8.1 的规定。

表 5 基本最大允许误差

负载类型	电流 I	功率因数	各等级的百分数误差极限%		
			D 级	C 级	B 级
平衡负载	$I_{tr} \sim I_{max}$	1	±0.2	±0.5	±1.0
		0.5L 到 1 到 0.8C	±0.3	±0.6	±1.0
不平衡负载	$I_{min} \sim I_{tr}$	1	±0.4	±1.0	±1.5
		0.5L 到 1 到 0.8C	±0.5	±1.0	±1.5
平衡负载	$I_{st} \sim I_{min}$	1	$\pm 0.4 \times I_{min}/I$	$\pm 1.0 \times I_{min}/I$	$\pm 1.5 \times I_{min}/I$

注： $I_{st} \leq I < I_{min}$ 电流范围内的出厂误差限值按照本表规定，不受 60%限制，仅在平衡负载条件下试验。

4.6.3 启动

按照表 6 的规定施加启动电流，低压监测单元应能启动并连续记录。若为双向计量低压监测单元，应对每个计量方向进行试验。

表 6 启动电流

计量等级	D 级	C 级	B 级
启动电流	$0.04 I_{tr}$	$0.04 I_{tr}$	$0.04 I_{tr}$

4.6.4 潜动

当低压监测单元只施加 $1.15 U_{nom}$ 电压，电流线路无电流时，其测试输出在规定时间内不应产生多于一个的脉冲。

4.6.5 计时准确度

在 $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，低压监测单元正常工作情况下，时钟准确度的温度系数应优于 $0.1 \text{ s}/^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ ；在该温度范围内，低压监测单元正常工作情况下，时钟准确度应优于 $\pm 1 \text{ s}/24\text{h}$ 。

4.6.6 误差一致性

同一批次数只被试样品在同一测试点的测试误差与平均值间的偏差不应超过表 7 的限值。

表 7 误差一致性限值 (%)

电流	功率因数	各等级仪表误差偏移极限 (%)		
		A	B	C
$10 I_{tr}$	1	± 0.6	± 0.3	± 0.15
	0.5L			
I_{tr}	1	± 0.8	± 0.4	± 0.2

4.6.7 外部影响量

外部影响量包含表 8 中所列的试验项目。表 8 中所列影响量相对于参比条件的变化所引起的附加百分数误差偏移极限应符合该表的规定。

电磁兼容影响量包含：静电放电、射频电磁场、快速瞬变脉冲群、射频场感应的传导干扰、浪涌、交流电压暂降和短时中断、 $2\text{kHz} \sim 150\text{kHz}$ 传导电流干扰、工频磁场、振铃波和无线电干扰抑制。

低压监测单元在防尘、防水、交流电压暂降和短时中断、静电放电、射频电磁场（无电流）、浪涌、振铃波、外部工频磁场（无负载条件）、外部工频磁场干扰单一外部影响试验下，试验过程中应无重大缺陷，试验结束后，当上述外部影响恢复到参比条件时，监测单元的功能不应损坏，并应符合 4.6.2 中对各准确度等级低压监测单元基本最大允许误差极限的要求。

表 8 影响量误差偏移极限

影响量	测试电流推荐值和电流测试范围 (平衡, 除非另有说明)		功率 因数	各等级仪表误差偏移极限 (%)		
	直接接入仪表	经互感器接 入仪表		B	C	D
冲击试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	1/3 基本最大允许误差		1/2 基本最大允许误差
振动试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	1/3 基本最大允许误差		1/2 基本最大允许误差

影响量	测试电流推荐值和电流测试范围 (平衡, 除非另有说明)		功率 因数	各等级仪表误差偏移极限 (%)		
	直接接入仪表	经互感器接 入仪表		B	C	D
						差
高温试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	1/3 基本最大允许误差		1/2 基本最大允许误差
低温试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	1/3 基本最大允许误差		1/2 基本最大允许误差
交变湿热试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±0.1	±0.05	±0.05
耐久性试验	I_{tr} 、10 I_{tr} 、 I_{max}	I_{tr} 、10 I_{tr} 、 I_{max}	1	1/3 基本最大允许误差		1/2 基本最大允许误差
射频电磁场 (有电 流) 试验 ¹⁾	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±2.0	±1.0	±1.0
快速瞬变脉冲群试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±4.0	±2.0	±1.0
射频场感应的传导干 扰试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±2.0	±1.0	±1.0
传导差模电流干扰试 验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±4.0	±2.0	±0.8
阻尼振荡波试验	—	10 I_{tr}	1	±2.0	±2.0	±1.0
外部恒定磁场试验 (200mT)	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±1.5	±0.75	±0.5
外部工频磁场试验	10 I_{tr} 、 I_{max}	10 I_{tr} 、 I_{max}	1	±1.3	±0.5	±0.25
电流和电压电路中谐 波-第 5 次谐波试验	0.5 I_{max}	0.5 I_{max}	1	±0.8	±0.5	±0.4
电流和电压电路中谐 波-方顶波波形试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±0.6	±0.3	±0.2
电流和电压电路中谐 波-尖顶波波形试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±0.6	±0.3	±0.2
电流电路中的间谐波 -脉冲群触发波形试 验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±1.5	±0.75	±0.5
电流电路中的奇次谐 波-90 度相位触发波 形试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±0.8	±0.5	±0.4
直流和偶次谐波-半 波整流波形试验	$\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$	—	1	±3.0	±1.5	±1.0
			0.5L	±3.0	—	—
负载不平衡试验	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	±1.0	±0.7	±0.3
	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	±1.5	±1.0	±0.5
电压 改 变 试 验 ²⁾	$U_{nom} \pm 10\%$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	±0.5	±0.2	±0.1
		$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	±1.0	±0.4	±0.2
	$0.8U_{nom} \leq U < 0.9U_{nom};$ $1.1U_{nom} < U \leq 1.15U_{nom}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	1	±1.0	±0.6	±0.3
	$U < 0.8U_{nom}$	10 I_{tr}	1	+10 到-100		
环境温度改变试验 ³⁾	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	±0.05	±0.03	±0.01
	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	±0.07	±0.05	±0.02
一相或两相电压中断 试验	10 I_{tr}	10 I_{tr}	1	±2.0	±1.0	±0.5
频率改变试验	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$	1	±0.5	±0.2	±0.1
	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	$I_{tr} \leq I \leq I_{max}$	0.5L	±0.7	±0.2	±0.1

影响量	测试电流推荐值和电流测试范围 (平衡, 除非另有说明)		功率 因数	各等级仪表误差偏移极限 (%)		
	直接接入仪表	经互感器接 入仪表		B	C	D
逆相序试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.5	± 0.1	± 0.05
辅助电源电压改变试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.2	± 0.1	± 0.05
辅助装置工作试验	I_{tr} 、 I_{max}	I_{tr} 、 I_{max}	1	1/3 基本最大 允许误差	± 0.1	± 0.05
短时过电流试验	$10 I_{tr}$	-	1	直接接入		
				± 1.5	± 0.05	± 0.05
	-	$10 I_{tr}$	1	经互感器接入		
				± 0.5	± 0.05	± 0.05
负载电流快速改变试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 2.0	± 1.0	± 0.5
自热试验	I_{max}	I_{max}	$\frac{1}{0.5L}$	± 0.5	± 0.2	± 0.1
高次谐波试验	I_{tr}	I_{tr}	1	± 1.0	± 0.5	± 0.5
接地故障试验	$10 I_{tr}$	$10 I_{tr}$	1	± 0.7	± 0.3	± 0.1
1) 射频场感应的直接或间接传导干扰; 2) 此项试验不是影响量试验, 仅用于验证电能表电源电压影响试验中的扩展工作范围和极限工作范围, 电压小于 $0.8 U_{nom}$ 时的技术要求 ($-100 \sim 10$) 是指电能表的百分数误差, 而非电能表百分数误差改变量; 3) 各等级电能表的平均温度系数 (%/K)。						

4.7 电气性能试验要求

4.7.1 功率消耗

在参比温度、标称频率、 $10I_{tr}$ 和标称电压条件下, 低压监测单元处于非通信状态时, 电压线路的单回路有功功率不应超过 1.5W (测试时 A、B、C 分别供电, 每次测试功率都应不超过 1.5W), 视在功率消耗不应超过 8VA (不含 12V 供电)。通信状态运行平均功率不应超过 8W。

4.7.2 温升

监测单元外壳任何一点的温升, 在环境温度低于 50°C 时温升不应超过 50K。

4.7.3 耐受长期过电压

低压监测单元应能耐受 $1.9 U_{nom}$ 的最大耐受电压 4h, 试验中监测单元不应损坏, 试验后应能正常工作。

4.8 绝缘要求

4.8.1 绝缘电阻

按 GB/T14598.3 中的有关规定执行, 监测单元接线端子及对地 (外壳)、无电气联系的端子之间均应符合下述要求:

a) 在正常大气条件下绝缘电阻的要求见下表:

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

b) 湿热条件：低压监测单元处于非工作状态下，在温度 $40\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $95\pm 3\%$ 的恒定湿热条件下，8 小时后低压监测单元绝缘电阻的要求见下表：

额定绝缘电压 U_i (V)	绝缘电阻要求 ($\text{M}\Omega$)
$U_i \leq 60$	≥ 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)。	

4.8.2 绝缘强度

按 GB/T14598.3 中的有关规定执行。

监测单元接线端子及对地（外壳）、无电气联系的端子之间均应能承受频率为 50Hz，时间 1min 的耐压试验，不得出现击穿、闪络等现象，泄露电流应不大于 2mA（交流有效值）。试验电压见下表：

额定绝缘电压 U_i (V)	试验电压有效值 (V_{rms})
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 125$	2500
$125 < U_i \leq 250$	3000

终端各试验回路：1、电源回路对地；2、弱电输入回路对地；3、电流输入回路对地；4、无电气联系的端子间。

4.8.3 冲击电压

电源回路、信号输入回路各自对地和无电气联系各回路之间，应耐受如下表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。

额定绝缘电压 (V)	冲击电压峰值 (V)	额定绝缘电压 (V)	冲击电压峰值 (V)
$U \leq 60$	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。			

冲击试验后，各项功能、性能指标满足本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%。

终端各试验回路：1、电源回路对地；2、弱电输入回路对地；3、电流输入回路对地；4、无电气联系的端子间。

4.9 电磁兼容要求

4.9.1 一般要求

低压监测单元正常工作状态是指低压监测单元外接电流电压，并与测试主站建立正常的通信连接，试验前中后设备通信采集类功能需正常，实验前后拓扑功能应正常，测量精度满足 4.6.2 要求。

4.9.2 试验结果的评价

除非特别说明，试验结果应依据低压监测单元在试验中的功能丧失或性能降低现象进行分类，电磁兼容性试验结果评价等级见表 9。

A级：试验时和试验后低压监测单元均能正常工作，不应有任何误动作、损坏、死机、复位现象，数据采集应准确；

B级：试验时低压监测单元可出现短时（不应超过5分钟）通信中断，其它功能和性能都应正常，试验后无需人工干预，低压监测单元应可以自行恢复。

表 9 电磁兼容性试验结果评价等级

试验项目	试验结果评价	
	试验时	试验后
工频磁场抗扰度	A	A
射频电磁场辐射抗扰度	A	A
静电放电抗扰度	B	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	B	A
阻尼振荡波抗扰度	B	A
浪涌抗扰度	B	A
电压暂降和短时中断	B	A
传导骚扰	B	A

4.9.3 电压暂降和短时中断

按 GB/T 17626.11 中的有关规定执行。

- 电压试验等级 0% U_i ；
- 从额定电压暂降 100%；
- 持续时间：0.5s，25 个周期；
- 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。

试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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%。

4.9.4 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 10 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，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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%。

- 电压上升时间（第一峰）： $75 \times (1 \pm 20\%) \text{ ns}$ ；
- 振荡频率： $1 \times (1 \pm 10\%) \text{ MHz}$ ；
- 重复率：至少 400/s；
- 衰减：第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%；
- 脉冲持续时间：不小于 2s；
- 输出阻抗： $200 \times (1 \pm 20\%) \Omega$ ；
- 试验次数：正负极性各 3 次；
- 测试时间：60s。

4.9.5 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 10 规定的电快速瞬变脉冲群干扰电压，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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) 监测单元在工作状态下，试验电压分别施加于监测单元的信号输入回路的每一个端口和保护接地端之间：
 - 1) 严酷等级：4；
 - 2) 试验电压： $\pm 2\text{kV}$ ；
 - 3) 重复频率：100kHz；
 - 4) 试验时间：1min/次；
 - 5) 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。
- b) 监测单元在正常工作状态下，试验电压分别施加于监测单元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：100kHz；
 - 4) 试验时间：1min/次；
 - 5) 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。
- c) 监测单元在正常工作状态下，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：3；
 - 2) 试验电压： $\pm 1\text{kV}$ ；
 - 3) 重复频率：5kHz 或 100kHz；
 - 4) 试验时间：1min/次；
 - 5) 施加试验电压次数：正负极性各 1 次。

4.9.6 浪涌（冲击）抗扰度

按 GB/T 17626.5 中的有关规定执行。

施加如表 10 规定的浪涌（冲击）干扰电压，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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：大于 4 级；
- b) 试验电压：共模 6kV，差模 6kV；
- c) 波形：1.2/50 μs ；
- d) 极性：正、负；
- e) 试验次数：正负极性各 5 次；
- f) 重复率：1 次/min。

表 10 阻尼振荡、电快速瞬变脉冲群和浪涌（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
阻尼振荡波抗扰度	3	2.0kVP	信号输入和电源回路
电快速瞬变脉冲群抗扰度	4	2.0kVP	信号输入
		4.0kVP	电源回路
浪涌（冲击）抗扰度	4	6.0kVP	电源回路

4.9.7 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 11 规定施加静电放电电压，正负极性各 10 次，每次放电间隔至少为 1s。试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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 11 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	$\pm 9.6\text{kV}$	$\pm 16.5\text{kV}$

4.9.8 工频磁场抗扰度

按 GB/T 17626.8 中的有关规定执行。

施加表 12 规定的工频磁场干扰，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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 12 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)
工频磁场抗扰度	5	连续正弦波	100

4.9.9 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 13 规定的阻尼振荡磁场干扰，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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 13 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)
阻尼振荡磁场抗扰度	5	衰减振荡波	100

4.9.10 脉冲磁场抗扰度

按 GB/T 17626.9 中的有关规定执行。

施加表 14 规定的脉冲磁场干扰，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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 14 脉冲磁场抗扰度试验主要参数

试验项目	级别	试验值 (A/m)
阻尼振荡磁场抗扰度	5	1000

4.9.11 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 15 规定的辐射电磁场，试验时监测单元应能正常工作，各项功能、性能指标满足本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 15 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

4.10 对时

监测单元应支持通过融合终端对时；

4.11 高温性能试验

在高温设定值+80℃时，终端处于通电状态并保持 4 小时后，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%。

4.12 低温性能试验

在低温设定值-40℃时，终端处于通电状态并保持 4 小时后，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%。

4.13 其他内控测试项目

4.13.1 对讲机干扰

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。

4.13.2 时钟电池的漏电流检测

将电流表串联接入时钟电池供电回路，分别测量时钟电池在停电状态，低压供电状态（70%额定电压）及过压供电状态（120%额定电压）下的电池充放电电流。停电状态下应不超过6uA，有外部电源情况下不应超过1uA，且不允许有充电电流。

4.13.3 电源缓升

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

4.13.4 电压跌落

按照产品类别单相/三相供电，温度80(-40)℃，电压1.2Un，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后终端应正常工作，数据无改变，校表系数等试验前后无变化。

4.13.5 电源中断试验

极限温度环境下电源反复中断20s间隔对产品性能的影响。按照产品类别单相/三相供电，温度80℃，电压1.2Un，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

极限温度环境下电源反复中断20s对产品性能的影响。按照产品类别单相/三相供电，温度-40℃，电压1.2Un，全跌，持续20s，上电20s，试验2000次，试验后被测产品应正常工作，数据无改变。

4.13.6 电源随机中断试验

模拟产品电源的随机中断对产品性能的影响。产品额定电压供电，使用“电压随机跌落工装”对试验样品测试，测试时间12小时。

跌落时间1s-60s随机中断, 试验后产品功能性能正常。

4.13.7 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：

- a) 第一步：0.5 小时，温度达到 10℃，湿度达到 50%RH；
- b) 第二步：0.5 小时，温度保持 10℃，湿度达到 90%RH；
- c) 第三步：0.5 小时，温度保持 10℃，湿度达到 95%RH；
- d) 第四步：3.5 小时，温度达到 80℃，湿度保持 95%RH；
- e) 第五步：0.5 小时，温度降到 75℃，湿度降至 30%RH；
- f) 第六步：1.0 小时，温度降至 30℃，湿度保持 30%RH；
- g) 第七步：0.5 小时，温度降至 10℃，湿度升至 50%RH；
- h) 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。

4.13.8 海南交变湿热

1) 被测样品在非工作，不带电运行状态下放入试验箱，进行交变湿热试验：

2) 交变湿热试验流程如下：：

- ①预处理:将样品提前刚在试验箱，并在 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ， $(95\% \pm 3\%) \text{RH}$ 稳定1h；
- ②升温阶段：3h内，温度升至 $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度上升至 $95\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ ；
- ③保持阶段：在温度 $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $95\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ 时，保持 $12\text{h} \pm 30\text{min}$ 。
- ④降温阶段：1h内，温度降至 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度降至 $55\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ ；；
- ⑤恢复期：在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ， $55\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ 湿度环境恢复，直到1个周期结束（约8h）；
- ⑥以上②-⑤过程重复6个周期后试验结束。

试验后产品静止24小时作为恢复时间，功能和性能满足要求；检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况。交流模拟量测量值准确度满足要求。绝缘性能没有降低。

4.13.9 整机盐雾试验

将样品非通电状态下放入盐雾箱，保持温度为 $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾16h后在大气条件下恢复1-2h。

试验后产品功能性能正常，外观结构无明显腐蚀。

4.13.10 谐波干扰试验

通过谐波发生器对产品施加谐波干扰，测试时间2h，观察样品并记录试验过程中和试验后样品的工作状态。

终端不应出现死机复位等工作异常。

4.13.11 恒定湿热

测试持续时间：4 天。

温湿度标准：40℃±2℃ 93%±3%RH。

按GB/T2423.3-2016标准执行, 试验后产品静置1-2小时作为恢复时间, 功能和性能满足要求; 检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况。交流模拟量测量值准确度满足要求。

4.13.12 超低温影响试验

在-50℃的环境温度下通电运行12小时后, 低压监测单元通以额定试验电压 $U=100\%U_n$, 试验电流 $I=I_{max}$ 、 $I=I_b$, $\cos\phi=1$ 、 $\cos\phi=0.5$ 下运行, 误差不能超过规程限值, 恢复实验室标准环境下12小时后, 按规程要求进行检定, 精度应无超差。

试验中低压监测单元应能正常工作, 无损坏现象, 各项功能与性能应满足要求, 交流模拟量测量值准确度应符合标称要求。

试验后恢复常温, 低压监测单元应能正常工作, 无损坏现象, 各项功能与性能应满足要求, 交流模拟量测量值准确度应符合标称要求, 测量精度满足4.7.4要求。

4.13.13 拓扑连续发送试验

低压监测单元正常供电, 连续发送拓扑命令, 验证终端是否有保护机制, 避免烧坏器件。

低压监测单元上电后3min内发送拓扑命令, 终端回复否认, 3min后发送拓扑报文, 终端正常发送拓扑信号, 需验证低压监测单元3min内不能连续发送拓扑的保护机制。

4.13.14 温度冲击试验

非通电状态下,

温度范围: 低温-50℃, 高温85℃;

温度保持时间: 20min, 温度转换时间2-3min;

温度变化: 大于20℃/分钟

周期: 600循环

试验后产品功能正常, 存储信息无改变。

4.13.15 电棍放电影响试验(射频电磁场抗扰度试验)

样品工作在参比电压下, 使用警棍进行50万伏(实际能买到的最高放电电压的产品)直接对产品进行放电试验, 试验中查看并记录样品有无死机、黑屏、损坏等异常现象。试验后确认样品功能、性能及储存的信息, 与试验前相比有无改变。

4.13.16 备电充放电(研发自测)

在高温环境下充电会造成电池、电容等鼓包, 测试温度高于70℃不充电。

4.13.17 RS485 端口间耐 380V 试验

RS485的端口间应能承受380V的交流电5min, 试验后无损坏, 恢复正常状态后通讯正常。

4.13.18 RS485 对零线浪涌试验

RS485对零线: $\pm 4\text{KV}$ (共模), 试验时, 可以出现短时通信中断, 其他功能和性能应正常, 试验后, 应能正常工作, 功能和性能应符合要求

4.13.19 极限带载能力试验(研发自测)

在载波通道板接口12V电源上分别带载 1.2Ω 、 2Ω 、 5Ω 、 10Ω 、 50Ω 、 60Ω 电阻和直接短路, 分别监测运行10min, 电能表应正常计量和通讯, 不能出现死机、参数改变等现象.

4.13.20 热插拔试验

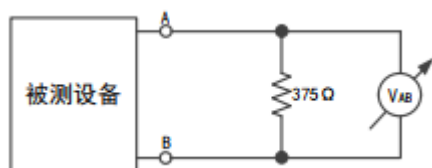
产品输入 $120\%U_n$, 正常供电, 带电插拔模块50次, 插拔过程中产品能够正常工作 (电能表应能正确计量和显示, 且表内存储的计量数据和参数不应受到影响和改变), 插拔过程中允许出现重启, 但停止热插拔后产品要能正常工作, 试验后模块无损坏或死机, 工作正常, 功能和性能符合要求;

4.13.21 485 带载能力

设备处于发送状态下, 在 A、B 线间外接负载阻抗 375Ω 时, 设备输出差模电压 $|V_{AB}| \geq 1.5\text{V}$ 。

测试方法:

- (1) 按图 A-3 所示建立测试环境, 使被测设备处于发送状态;
- (2) 测量接口输出差模电压 V_{AB} , 测量值应满足上述要求。



4.13.22 模块匹配性测试(研发自测)

主流厂家模块和表的匹配测试, 不能只测常温, 测试报告参考右侧建模板。

4.13.23 电源电压反接影响试验

三相四线N线和其中任意相反接, $1.2U_n$, 试验24h, 试验后运行状态及功能符合要求 (可以保护动作但不能损坏)。

4.13.24 三相四线交流电源零线虚接影响试验

终端三相分别供1.2倍额定电压, 终端应正常工作, 试验24h, 试验后产品功能性能正常。

4.13.25 功能验证

要求三相四线产品分相上电验证功能, 包含载波抄表。

4.13.26 高温耐久运行试验

1.2倍额定电压, 正常带载运行, 高温 80°C , 200小时。耐久测试后, 下述测试的性能不能明显低于测试前, 如设备死机、故障等工作异常。

- 1、静电
- 2、雷击浪涌

- 3、群脉冲
- 4、电压范围极限
- 5、衰减震荡波极限
- 6、辐射抗扰极限
- 7、耐压
- 8、冲击电压

4.13.27 可靠性测试

温度70℃、湿度85℃，每200小时暂停试验进行功能、性能及结构验证，共进行2000h，模拟使用寿命15年。

5 包装及标识

5.1 包装要求

应符合GB/T 13384-2008可靠包装要求。

5.2 标识

5.2.1 产品标识

标志应清晰、牢固，易于识别。使用的符号应符合GB/T 17215.352—2009的规定。

低压监测单元上应有下列标识：

- a) 出厂编号；
- b) 资产条码；
- c) 名称及型号；
- d) 制造厂名称及注册商标；
- e) 工作状态指示。

5.2.2 包装标识

低压监测单元的包装箱上应有下列标志：

- a) 标以“小心轻放”，“向上”，“防潮”，“层叠”等图标；
- b) 制造厂商的名称、地址、电话、网址；
- c) 产品名称，型号；
- d) 产品数量，体积，重量。

附 录

低压监测单元产品检测项目									
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 (质量认证 10 台，双 85-20 台)	设计变更型式试验（研发评估）	生产 QA/IPQC 抽检	不合格分类
	试验大类/执行部门		研发	研发	工艺	质量	质量	质量	
1	一般检查	外观显示试验	√	√	√ a	√	√	√*	A
2	电源	电源测试	√	√		√	√		A

	及电源影响								
3	功能检测	时钟精度	√	√		√	√		A
4		通讯及通讯协议	√	√		√	√		A
5		测量范围	√	√		√			A
6		测量精度	√	√		√	√		A
7		温升试验	√	√		√			A
8		功率消耗	√	√		√	√		A
9	绝缘强度	绝缘电阻	√	√		√	√		A
10		绝缘强度	√	√		√	√		A
11		冲击电压	√	√		√	√		A
12	EMC	电压暂降和短时中断	√	√		√	√		A
13		阻尼振荡抗扰度试验	√	√		√	√		A
14		电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	√	√		√	√		A

15		浪涌抗扰度	√	√		√	√		A
16		静电放电抗扰度	√	√		√	√		A
17		工频磁场抗扰度	√	√		√	√		A
18		阻尼振荡磁场抗扰度	√	√		√	√		A
19		脉冲磁场抗扰度	√	√		√	√		A
20		射频电磁场辐射抗扰度	√	√		√	√		A
21	环境试验	高温试验	√	√		√	√		A
22		低温试验	√	√		√	√		A
23		湿热试验	√	√		√	√		A
24	机械性能	跌落试验	√	√		√	√		摸底测试
25		模拟汽车颠簸	√	√		√	√		A
26		机械振动	√	√		√	√		A
27		对讲机干扰	√	√		√	√		A

28	内 控 试 验	时钟 电池的漏 电流检测	√	√		√	√		A
29		电源 缓升	√	√		√	√		A
30		电压 跌落	√	√		√	√		A
31		电源 中断试 验	√	√		√	√		A
32		电源 随机中 断试验	√	√		√	√		A
33		凝露 试验	√	√		√	√		A
34		海南 交变湿 热	√	√		√	√		A
35		整机 盐雾试 验	√	√		√	√		A
36		谐波 干扰试 验	√	√		√	√		A
37		恒定 湿热	√	√		√	√		A
38		超低 温影响 试验	√	√		√	√		A
39		拓扑 持续发 送试验	√	√		√	√		A
40		温度 冲击试 验	√	√		√	√		A
41		电棍 放电	√	√		√	√		A

	影响 试验							
42	备电 充放 电	√	√					摸底测试
43	RS48 5 端 口间 耐 380V 试验	√	√		√	√		A
44	RS48 5 对 零线 浪涌 试验	√	√		√	√		A
45	极限 带载 能力 试验	√	√					摸底测试
46	热插 拔试 验	√	√		√	√		A
47	485 带载 能力	√	√		√	√		A
48	模块 匹配 性试 验	√	√					摸底测试
49	电源 电压 反接 影响 实试 验	√	√		√	√		A
50	三相 四线 交流 电源 零线 虚接	√	√		√	√		A

		影响 试验							
51		功能 验证	√	√		√	√		A
52		可靠 性测 试	√	√		√	√		A
53	可 靠 性 试 验	高温 耐久 运行 实验	√	√			√		A
54		连续 运行 稳定 性	√	√		√	√		A
55		功率 消耗 试验			√ a		√*		
56		版本 读取 试验			√ a		√*		
57		耐压 测试 试验			√ a		√*		
58	生 产	整机 功能 试验			√ a		√*		
59		生产 工艺 说明	系统审 批				√*		
60		打标 文件	系统审 批				√*		
61		BOM	系统审 批				√*		

版本记录

版本	拟制/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	张晓			首版

