

保密等级
公开

Q/DX

青岛鼎信通讯股份有限公司技术文档

青岛鼎信路由电力猫企业标准

V1.4

2023-07-05 发布

2023-07-05 实施

青岛鼎信通讯股份有限公司 发布

目录

前言	4
青岛鼎信路由电力猫企业标准.....	5
1 范围	5
2 规范性引用文件.....	5
3 技术要求.....	7
3.1 环境条件.....	7
3.1.1 参比温度及参比湿度.....	7
3.1.2 温湿度范围.....	7
3.1.3 大气压力.....	7
3.2 机械影响.....	7
3.2.1 机械振动.....	7
3.2.2 跌落实验.....	7
3.2.3 模拟汽车颠簸实验.....	8
3.3 工作电源.....	8
3.3.1 额定值及允许偏差.....	8
3.3.2 功率消耗.....	8
3.3.3 备电功能.....	9
3.3.4 4uF 电容插拔试验.....	9
3.4 功能要求.....	9
3.4.1 载波通信.....	9
3.4.2 RF 通信.....	10
3.4.3 窄带载波灵敏度（研发自测）.....	10
3.4.4 宽带载波灵敏度（研发自测）.....	10
3.4.5 射频接收灵敏度（研发自测）.....	11
3.4.6 定制产品功能要求(营配融合双芯片 TTU 路由).....	11
3.5 外观结构.....	11
3.5.1 外型结构、尺寸与颜色.....	11
3.5.2 外壳及其防护性能.....	12
3.5.3 接线端子间隙和爬电距离.....	12
3.6 材料及工艺要求.....	12
3.6.1 路由外壳材料及工艺要求.....	12
3.7 绝缘性能要求.....	12
3.7.1 绝缘电阻.....	12
3.7.2 绝缘强度.....	13
3.7.3 冲击电压.....	13
3.8 数据传输信道.....	13
3.8.1 窄带载波信号最大输出电平和带外传导骚扰电平的测试.....	13
3.8.2 窄带发射频率偏移.....	14
3.8.3 窄带发射温升测试.....	14
3.8.4 宽带功率谱密度.....	14

3.8.5	宽带载波频率.....	15
3.9	电磁兼容性要求.....	15
3.9.1	抗接地故障能力.....	15
3.9.2	电压暂降和短时中断.....	15
3.9.3	工频磁场抗扰度.....	16
3.9.4	射频场感应的传导骚扰抗扰度.....	16
3.9.5	射频电磁场辐射抗扰度试验.....	16
3.9.6	静电放电抗扰度.....	16
3.9.7	电快速瞬变脉冲群抗扰度.....	16
3.9.8	阻尼振荡波抗扰度.....	17
3.9.9	浪涌抗扰度.....	17
3.10	气候影响试验.....	18
3.10.1	高温试验.....	18
3.10.2	低温试验.....	18
3.10.3	湿热试验.....	18
3.10.4	交变湿热试验.....	18
3.10.5	双 85 实验.....	18
3.10.6	高温耐久试验.....	18
3.10.7	盐雾试验.....	19
3.10.8	可靠性指标.....	19
3.11	双模无线性能测试.....	19
3.11.1	窄带无线通信测试.....	19
3.11.2	宽带无线通信测试.....	19
3.11.3	无线通信距离测试（研发自测）.....	19
3.12	其他内控测试.....	19
3.12.1	自激验证.....	19
3.12.2	热插拔.....	21
3.12.3	芯片缓慢上电（研发自测）.....	21
3.12.4	谐波干扰试验.....	21
3.12.5	三相电相位差偏差验证.....	21
附录 A	国网 13 规范路由外观型式要求.....	22
附录 B	国网 22 规范双模路由外观型式要求.....	23
附录 C	国网 TTU 路由外观型式要求.....	24
附录 D	南网 13&16 规范路由外观型式要求.....	25
附录 E	国网 09 规范路由外观型式要求.....	26
附录 F	能源控制器(ECU1.0)本地通信模块外观型式要求.....	27
附录 G	能源控制器(ECU2.0)本地通信模块外观型式要求.....	28
附录 H	能源控制器(ECU2.0)双模本地通信模块外观型式要求.....	29
附录 I	智能量测终端本地通信模块外观型式要求.....	30
附录 J	智能量测终端(2.0)本地通信模块外观型式要求.....	31
附录 K	智能融合终端本地通信模块(营销侧 SCU)外观型式要求.....	32
附录 L	智能融合终端本地通信模块(设备侧 SCU)外观型式要求.....	33
附录 M	（规范性附录）路由电力猫检验项目.....	34
附录 N	双芯片路由测试环境搭建.....	37

前言

为实现公司产品标准化，保证产品性能，提高产品市场竞争力，参考国家电网和南方电网规范要求及国家和行业标准，结合公司产品目前产品特点，形成《青岛鼎信路由电力猫企业标准》。

本标准主要适用对象为路由电力猫系列产品，例如窄带载波路由、宽带载波路由、双模路由等产品。主要定义产品的外观结构、功能及性能、测试内容及方法，作为路由电力猫系列产品的内控依据。

出现新的市场技术要求，本标准不能满足新技术要求时，产品性能需按新技术要求控制，并更新本标准。

本技术规范起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。



青岛鼎信路由电力猫企业标准

1 范围

本标准作为青岛鼎信路由电力猫的内控标准，它包括技术指标、功能要求、机械性能、电气性能、适应环境、抗干扰及可靠性等方面的技术要求。

凡本标准中未述及，但在有关国家、电力行业或 IEC 等标准中做了规定的条文，应按相应标准执行。

本部分适用于路由电力猫相关产品的制造、检验、使用和验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。当引用标准与本标准的要求有冲突时，应以本标准为准。

GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5169.11-2017 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 16935.1-2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 17215.352-2009 交流电测量设备 特殊要求 第52部分：符号

Q/GDW 10373-2019 用电信息采集系统功能规范

GB/T 2423.1-2008 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 2423.2-2008 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 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热方法

GB/T 6113.102-2018 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第1-2部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 传导骚扰

GB 9254-2016 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 12192-1990 移动通信调频无线电话发射机 测量方法

GB/T 12193-1990 移动通信调频无线电话接收机 测量方法

GB/T 16611-1996 数传电台通用规范

GB/T 16935.1-2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 17618-2015 信息技术设备抗扰度限值和测量方法

GB/T 17626.2-2016 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3-2016 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 17626.4-2018 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 17626.5-2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6-2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.11-2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时终端和电压变化的抗扰度试验

GB/T 17626.18-2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验

Q/GDW 1374.3-2013 电力用户用电信息采集系统技术规范 第3部分：通信单元技术规范
Q/GDW 1376.2-2013 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 15464-1995 仪器仪表包装通用技术条件
GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
DL/T 533-2007 电力负荷管理终端
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 10374.3-2019 用电信息采集系统技术规范第3部分：通信单元
Q/GDW 10379.3-2019 用电信息采集系统检验规范第3部分：集中抄表终端
Q/GDW 10379.4-2019 用电信息采集系统检验规范第4部分：通信单元
Q_CSG1204111.1-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第1部分：总则（试行）
Q_CSG1204111.2-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第2部分：技术要求（试行）
Q_CSG1204111.3-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第3部分：物理层通信协议（试行）
Q_CSG1204111.4-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第4部分：数据链路层通信协议（试行）
Q_CSG1204111.5-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第5部分：应用层通信协议（试行）
Q_CSG1204111.6-2022_低压电力线宽带载波通信规约 第6部分：检验规范（试行）
Q/CSG1209021-2019 计量自动化终端本地通信模块接口协议（试行）
Q/CSG11109003-2013 低压电力用户集中抄表系统集中器技术规范
T/SMI 1014-2021 能源控制器功能模组技术规范
T/SMI 1015-2021 能源控制器型式规范
T/SMI 1016-2021 能源控制器功能模组型式规范
T/SMI 1019-2021 能源控制器功能模组检验技术规范
能源控制器（专变）（22规范）功能检测规范
能源控制器（专变）通用技术规范2022
能源控制器功能模组通用技术规范2022

“智能量测终端设备采购技术规范”-202006广东电网有限责任公司；
“台区智能融合终端型式规范（试行）”
“台区智能融合终端功能模块技术规范（试行）”
“台区智能融合终端功能模块型式规范（试行）”
“台区智能融合终端功能模块检测规范（试行）”
“集中器I型通用技术规范2022”
“计量自动化终端技术规范 第2-1部分：智能量测终端技术要求-征求意见稿改1123”
“计量自动化终端技术规范 第2-2部分：智能量测终端外形结构-征求意见稿1123”
001台区智能融合终端技术规范2021年2月
003台区智能融合终端型式规范2021年2月

3 技术要求

3.1 环境条件

3.1.1 参比温度及参比湿度

参比温度为 23℃，允许偏差±2℃；参比相对湿度为 60%，允许偏差±15%。

3.1.2 温湿度范围

集中器正常运行的气候环境条件见表 3.1。

表 3.1 气候环境条件分类

标准要求	级别	空 气 温 度		湿 度	
		范 围 ℃	最大变化率 a ℃/h	相对湿度 b %	最大绝对湿度 g/m ³
国网标准（户外）	C3	-40~+70	1	10~100	35
南网标准（户外）	C3	-40~+75	1	10~100	35
企业标准	CX	-45~+85	1	10~100	35
a 温度变化率取 5 min 时间内平均值。 b 相对湿度包括凝露。					

工作气候环境条件要求根据采购技术条件确定，推荐采用 CX 级别。

3.1.3 大气压力

63.0kPa~108.0kPa（海拔 4000m 及以下），特殊要求除外。

3.2 机械影响

3.2.1 机械振动

受试终端不包装、不通电，固定在试验台中央。试验按GB/T 2423.10的规定进行。

——频率范围：10Hz~150Hz；

——位移幅值：0.075mm（频率范围≤60Hz）；

——加速度幅值：10m/s²（频率范围>60Hz）；

——每轴线扫频周期数：20。

试验后检查受试设备应无损坏和紧固件松动脱落现象，功能和性能应满足相关要求。

3.2.2 跌落实验

按内控跌落试验标准把控。

表 3.2 跌落试验标准要求

跌落试验	1、通用标准 ——样品按照安装角度进行跌落； ——跌落次数：2 次 2、极限标准 ——6 面，按照 5-2-1-3-4-6 顺序进行 ——跌落次数：1 次/面，共 6 次	试验后检查模块应无损坏和紧固件松动脱落现象，外观和功能应均正常
------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

跌落面定义：

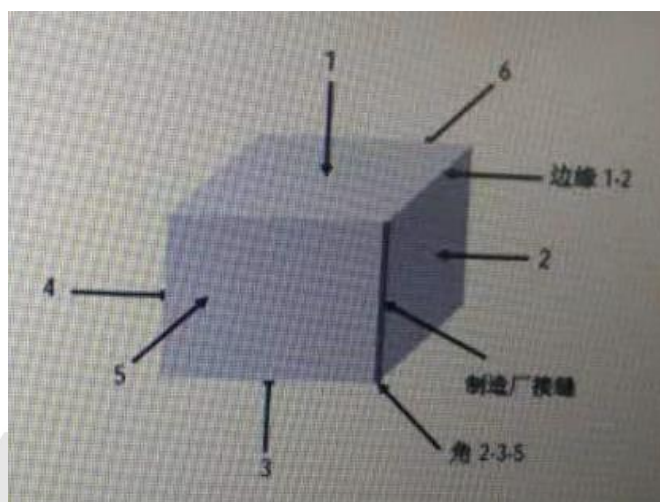


图 3.1 跌落面定义

3.2.3 模拟汽车颠簸实验

参照ISTA 1A 系列标准，无包装非工作状态下进行振动试验，试验后检查受试通信模块应无损坏和紧固件松动脱落现象，功能和性能应满足相关要求。

3.3 工作电源

3.3.1 额定值及允许偏差

- 额定电压：3×220/380V，允许偏差 -30% ~ +30%。
 - 频率：50Hz，允许偏差 -6% ~ +5%。
 - V3 国网双模路由，采用直流电源，电压允许范围：11~24V。
 - V2 国网路由(含 TTU)，采用直流电源，电压允许范围：12V ± 1V。
 - V2 南网路由，采用直流电源，电压允许范围：+12V ~+16V。
 - 模组化路由，采用直流电源，电压允许范围：5V±0.5V。
- 在规定供电方式、额定值及允许偏差范围之内，路由各项功能均正常可用。
针对载波路由，工作状态下，模块产生的交流磁通密度小于 0.5mT；
V2 双模路由交流磁通密度不作要求。

3.3.2 功率消耗

国网路由（TTU）：静态功耗不大于1W，动态功耗不大于6W。

模组化路由：静态功耗不大于1W，动态功耗不大于6W。

国网V3双模路由：静态功耗不大于0.8W，动态功耗不大于6W。

南网路由：直流静态功耗应不大于1W，交流静态功耗应不大于0.2W；

直流动态功耗应不大于3.8W，交流动态功耗应不大于0.2W。

宽带大功率路由（工具类）：静态功耗不大于2W。

3.3.3 备电功能

工频交流电源和直流电源失电后，V3 双模路由通过超级电容供电，备电时间应维持正常工作 60 秒以上（备电时间以 3.3V 电源为准，不以电源指示灯为依据）。

营配融合双芯片 TTU 路由备电时间应维持正常工作 30 秒以上；

3.3.4 4μF 电容插拔试验

3.3.4.1 窄带 4μF 电容插拔试验

在电源 220V 处插拔电容，利用电容特性造成 220V 瞬间短路，持续 10 分钟（通断次数 ≥ 100 次），对比实验前后静态功耗无明显偏差，试验后通信单元应能正常工作，功能和性能应满足 Q/GDW 11612.2-2016 中 5.3 的规定。

3.3.4.2 宽带 4μF 电容插拔试验

4 μ F 电容模拟负载频繁切换，持续10分钟（通断次数 ≥ 100 次），对比实验前后静态功耗无明显偏差，试验后通信单元应能正常工作，功能和性能应满足Q/GDW 11612.2-2016中5.3的规定。

3.4 功能要求

3.4.1 载波通信

3.4.1.1 窄带载波通信

常温下，采用图3.2所示测试电路，路由先设置进入透传模式，上位机以1200bps的载波速率自动抄读电能表的数据，抄收次数不少于400次，记录每次抄收的数据，试验后统计通信成功率应大于99%。50 欧姆负载（衰减器等效阻抗为50欧姆，不需要额外加负载）时，窄带衰减器使用68dB。若电力线为2欧姆负载，为使整个电力线链路上的衰减为68dB，衰减器的值选择40dB（ $40+20\lg(50/2)=68$ ）。

3.4.1.2 宽带载波通讯

常温下，采用图3.2所示测试电路，路由先组网，利用上位机循环监控自动抄读电能表的数据；抄收次数不少于400次，试验后统计通信成功率应大于99%。50欧姆负载（衰减器等效阻抗为50欧姆，不需要额外加负载）时，宽带衰减器使用68dB。若电力线为2欧姆负载，为使整个电力线链路上的衰减为68dB，衰减器的值选择40dB（ $40+20\lg(50/2)=68$ ）。

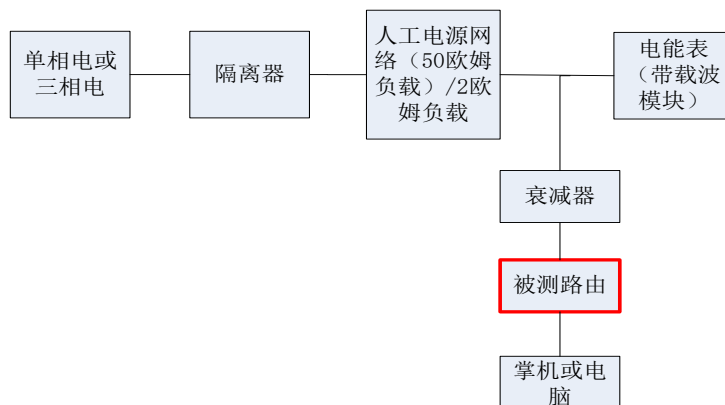


图 3.2 载波通信系统测试图

3.4.2 RF 通信

常温下，采用图3.3所示电路，双模组网后，利用上位机循环监控自动抄读电能表的数据；抄收次数不少于400次，试验后统计通信成功率应大于99%。



图 3.3 双模路由 RF 通信系统测试图

3.4.3 窄带载波灵敏度（研发自测）

分别在市电、高噪、白噪的环境下，测试载波灵敏度并保存波形。

3.4.4 宽带载波灵敏度（研发自测）

V2路由在市电和弱电的环境下，测试载波灵敏度，与上一版对比测试。

V3路由在隔离电源、屏蔽环境、误包率小于10%（业务报文包长<100字节）、带内发射功率谱密度为-45dBm/Hz的条件下，测试载波灵敏度，与上一版对比测试。

表 3.2 V3 路由抗衰减性能

		测试条件	抗衰减性能
抗衰减		/	≥95dB
抗白噪		加入输出带宽 25MHz，功率为-30dBm 的高斯白噪声	≥60dB
抗脉冲	频段 1	加入输出脉冲频率 100kHz，脉宽 1us，幅值 V _{pp} =4V 的脉冲信号	≥80dB
	频段 2		≥70dB

抗窄带	频段 1	加入如下表所示的窄带干扰：			$\geq 90\text{dB}$
		频段	频率/MHz	功率/dBm	
		频段1	1	-20	
	频段 2	频段1	3	-30	$\geq 90\text{dB}$
		频段1	6	-30	
		频段2	0.5	-20	
		频段2	2	-30	
		频段2	5	-30	

3.4.5 射频接收灵敏度（研发自测）

在屏蔽环境且误包率小于10%（业务报文包长小于100字节）时，其灵敏度性能应符合表10的规定。与上一版射频性能对比验证。

表 3.4 灵敏度性能要求

测试参数	OFDM Option 2	OFDM Option 3
PSDU MCS0(dBm)	-109	-
PSDU MCS1(dBm)	-106	-110
PSDU MCS2(dBm)	-103	-107
PSDU MCS3(dBm)	-100	-104
PSDU MCS4(dBm)	-97	-101
PSDU MCS5(dBm)	-94	-98
PSDU MCS6(dBm)	-91	-95

3.4.6 定制产品功能要求(营配融合双芯片 TTU 路由)

- (1) 配电CCO支持普通V2路由互联互通功能；
- (2) 辅助CCO上行支持IPV6以太网通信，下行支持HPLC载波接收功能，实现营销电力线停复电信息及数据感知和上报；

3.5 外观结构

3.5.1 外型结构、尺寸与颜色

——路由不应有明显的凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺，镀层不应脱落，标牌文字、符号应清晰、耐久，接线应牢固。

——外形尺寸与安装尺寸应符合附录中外观简图、侧视/后视尺寸简图、底部简图以及接线端子引出线尺寸的要求。

——外壳颜色：

国网 13 路由色卡号 PANTONE: COOL GRAY 1U（冷灰）；

国网 TTU 路由色卡号：PANTONE Warm Gray 4U（暖灰）；

南网 13&16 路由色卡号 PANTONE: 646C（浅蓝色）；

国网 ECU1.0&ECU2.0 模块化路由（能源控制器本地通信模块）色卡号 PANTONE: COOL GRAY 1U（冷灰）；

南网模组化路由（智能量测终端本地通信模块）色卡号：RAL 9003(信号白)；

国网 SCU 模组化路由（智能融合终端本地通信模块）色卡号：PANTONE Warm Gray 4U（暖灰）；

3.5.2 外壳及其防护性能

3.5.2.1 机械强度

路由外壳应有足够的强度，外物撞击造成的变形应不影响其正常工作。

3.5.2.2 阻燃性能

非金属外壳符合 GB/T 5169.11—2017 阻燃性能要求；

模块外壳按 GB/T 5169.11 规定的方法进行试验，模拟样机使用的材料应与模块的材料相同。外壳灼热丝试验温度为： $650^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，试验时间为 30s。在施加灼热丝期间和在其后的 30s 内，观察试验样品，试验样品应无火焰或不灼热；或样品在施加灼热丝期间产生火焰或灼热，但应在灼热丝移去后 30s 内熄灭。

3.5.2.3 外壳防护性能

路由装在集中器上整机外壳的防护性能应符合 GB 4208—2017 规范 IP51 级要求，即防尘和防滴水。

3.5.3 接线端子间隙和爬电距离

表 3.5 电压与爬电距离关系

额定电压 (V)	电气间隙 (mm)	爬电距离 (mm)
≤ 25	1	1.5
≤ 250	3	4
≤ 380	4	5

3.6 材料及工艺要求

3.6.1 路由外壳材料及工艺要求

——外壳材质采用:PC+10%GF。

——外壳应使用绝缘、阻燃、抗紫外线的环保材料制成。

——外壳应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺丝后不应有变形现象。

3.7 绝缘性能要求

3.7.1 绝缘电阻

在正常条件（温度在 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度小于80%）及湿热条件下，各电气回路对地和电气回路之间的绝缘电阻必须符合下表要求：

表 3.6 绝缘电阻

技术要求				
	测试回路	测试电压 (V)	正常条件 (M Ω)	湿热条件 (M Ω)
正常条件 $\geq 10\text{M}\Omega$	电源回路对地	500V	≥ 10	≥ 2
湿热条件 $\geq 2\text{M}\Omega$	通信回路对地	250V	≥ 10	≥ 2

	电源与通信回路间	500V	≥ 10	≥ 2
--	----------	------	-----------	----------

3.7.2 绝缘强度

电源回路、交流电量输入回路、输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间以及输出继电器常开触点回路之间，应耐受如表3.5中规定的50Hz的交流电压，历时1分钟的绝缘强度试验。试验时不得出现击穿、闪络现象，泄漏电流应不大于5mA。

表 3.7 绝缘强度

技术要求	测试结果			
漏电流 $\leq 5\text{mA}$, 施加时间 1min, 试验时模块无击穿、无闪络、无损坏。试验后模块能正常工作，数据采集功能满足要求。	测试回路		试验电压 (V)	漏电流 (mA)
	路由电力猫	电源回路对地	4100	≤ 5
		通信回路对地	1000	≤ 5
		电源与通信回路间	4100	≤ 5

3.7.3 冲击电压

电源回路、交流电量输入回路、输出回路各自对地和无电气联系的各回路之间，应耐受如表3.6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。

表 3.8 冲击电压

技术要求	测试结果			
试验时模块无击穿跳火、无闪络、无损坏：试验后模块能正常工作，数据采集功能满足要求。	测试回路		试验电压 (V)	实际试验电压
	路由电力猫	电源回路对地	5100	
		通信回路对地	5100	
		电源与通信回路间	5100	

3.8 数据传输信道

3.8.1 窄带载波信号最大输出电平和带外传导骚扰电平的测试

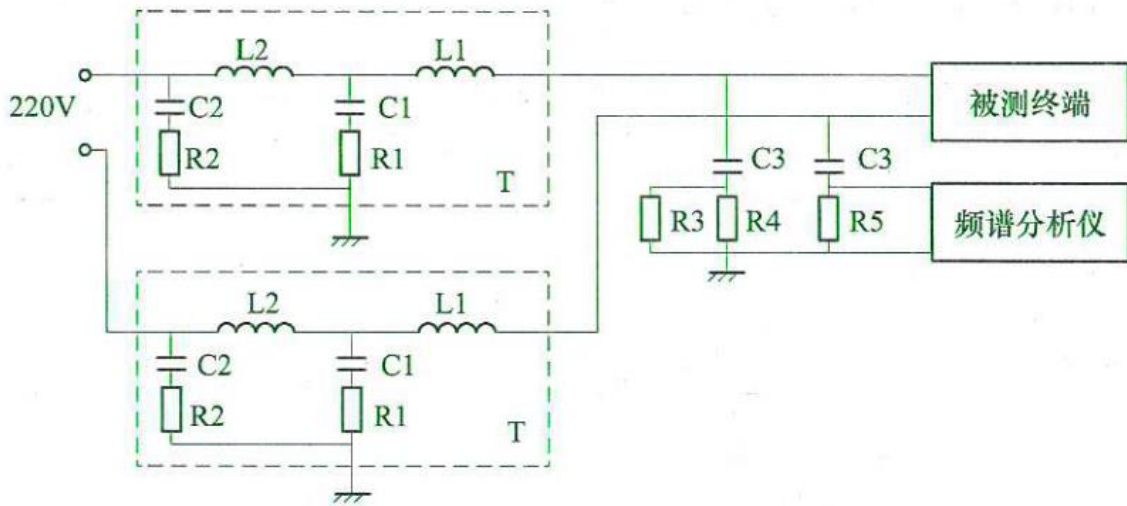
载波通信时，带内输出信号电平及带干扰电平需满足Q/GDW1374.3-第3部分：通信单元技术规范中5.3.5条目下的要求：

表 3.9

内容	技术要求		
低压窄带电力线载波通信单元性能	信号频率	3kHz~500 kHz	
	最大输出信号电平	频率 (kHz)	输出电平限值 (峰值) (dB μV)
		3~9	134
		9~95	带宽 $< 5\text{ kHz}$, 134~120 (随频率对数线性减少) 带宽 $\geq 5\text{ kHz}$, 134
		95~148.5	122
		148.5~500	120
	干扰频率	3kHz~500 kHz	
	带外传导骚扰电平	频率 (kHz)	限值 (准峰值) (dB μV)
		3~9	89

		9~150	89~66
		150~500	66~56（随频率对数线性减少）
		500~5000	56

测试环境搭建如下图：



元件	R1	R2	R3	R4	R5	L1	L2	C1	C2	C3
值	5Ω	10Ω	1000Ω	50Ω	50Ω	50μH	250μH	8μF	4μF	0.25μF

图 3.4 测试环境搭建

对于我司送检窄带路由，中心频率为 421KHz，载波信号最大输出电平要小于 120dBuV，带外传导骚扰电平限制还无法满足要求，在电科院送检取证为 B 类不合格，不影响取证。

对于我司正常发货窄带路由，载波信号最大输出电平和带外传导骚扰电平不作要求。

3.8.2 窄带发射频率偏移

发射频率偏移应不大于±0.25%，且不大于带宽范围的5%。

判定标准范围X1、X2：

（414.96kHz≤X1≤417.04kHz，424.935kHz≤X2≤427.065kHz）。

具体测试方法见《载波发送频率偏移测试作业指导书》。

3.8.3 窄带发射温升测试

路由低速50bps下持续抄表，时间持续30min以上，V型人工电源网络使用我司2Ω阻抗，温升应小于35K。测试电路见图3.1。

3.8.4 宽带功率谱密度

表 3.10

方案	带内指标	带外指标
1-3M	低于-30dBm/Hz	低于-58dBm/Hz

2-6M	低于-35dBm/Hz	低于-58dBm/Hz
V2送检	低于-45dBm/Hz	低于-75dBm/Hz

注：研发自测

3.8.5 宽带载波频率

表 3.11

方案	频率范围
1-3M	1MHz~3MHz
2-6M	2MHz~6MHz
V2/V3	2MHz~12MHz、2.4MHz~5.6MHz、0.7MHz~3MHz、1.7MHz~3MHz，可支持切换使用
营配融合双芯片TTU路由	频带0：2MHz~12MHz；频带1：2.4MHz~5.6MHz；频带2：0.7MHz~3MHz； 频带3：1.7MHz~3MHz；频带4：3.003MHz~5.615MHz；频带5：0.781MHz~1.953MHz；频带6：3.466MHz~5.615MHz；频带7：0.781MHz~2.392MHz； 可支持切换使用；

注：研发自测

3.9 电磁兼容性要求

3.9.1 抗接地故障能力

针对我司正常供货路由，将终端由三相四线试验电源供电，终端应工作正常。然后，将终端电源的中性端与三相四线试验电源的地端断开，并与试验电源的模拟接地故障相(输出电压为零)连接，三相四线试验电源另外两项的电压升至1.1倍的标称电压。

试验时间每相4小时。试验后，通信模块不应损坏，功能和性能应符合Q/GDW1374.2-2013中4.8的规定。

3.9.2 电压暂降和短时中断

模块在通电状态下，按 GB/T 17626.11—2008 的规定，并在下述条件下进行试验。

- 1) 电压暂降 $\Delta U=60\%$
暂降时间:1min, 3000 个周期;
暂降次数:1 次;
- 2) 电压中断 $\Delta U=100\%$
中断时间:1s, 50 个周期;
中断次数: 3 次, 各次中断之间的恢复时间为 10s;
中断时间间隔: 10s;
- 3) 电压中断 $\Delta U=100\%$
中断时间:20ms, 1 个周期;
中断次数:1 次

以上电源电压的突变发生在电压过零处。

试验后模块无损坏或死机，工作正常，功能和性能符合要求。

3.9.3 工频磁场抗扰度

将路由置于与系统电源电压相同频率（如50Hz）的随时间正弦变化的、强度为400A/m的稳定持续磁场的线圈中心，通信单元在正常工作状态下，应符合相关的规定。窄带路由测试时使用68dB衰减。宽带模块测试时使用30dB可调衰减。

3.9.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

路由在正常工作状态下，按GB/T 17626.6-2017的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 频率范围：150kHz～80MHz；
- b) 试验电平：10V（非调制）；
- c) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。

试验电压施加于终端的供电电源端和保护接地端，试验时应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

3.9.5 射频电磁场辐射抗扰度试验

路由在正常工作状态下，按GB/T 17626.3的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 一般试验等级：
 - 1) 频率范围：80MHz～1000MHz；
 - 2) 试验场强：10V/m（非调制）；
 - 3) 正弦波 1kHz，80%幅度调制；
- b) 抵抗数字无线电射频辐射的试验等级：
 - 1) 频率范围：1.4GHz～2GHz；
 - 2) 试验场强：30V/m（非调制）；
 - 3) 正弦波 1kHz，80%幅度调制；

试验电压施加于终端的供电电源端和保护接地端，试验时应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

3.9.6 静电放电抗扰度

路由在正常工作状态下，按GB/T 17626.2-2018的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 试验电压：
 - 接触放电和间接放电（1Hz 和 20Hz）±9kV，正负极性各 10 次；（V3 双模路由接触放电不测试 SMA 接头位置）
 - 空气放电±16.5kV；
- b) 直接放电。施加部位：在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分；
- c) 间接放电。施加部位：模块各个侧面；
- d) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各 10 次。

试验时模块可以出现短时通信中断，其它功能和性能应正常；试验后模块应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

3.9.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按GB/T 17626.4—2018的规定，并在下述条件下进行试验：

路由在工作状态下，试验电压施加于集中器的供电电源端和保护接地端：

- a) 试验电压: $\pm 4\text{kV}$;
- b) 重复频率: 2.5 kHz、5kHz 或 100kHz;
- c) 试验时间: 1min/次;
- d) 施加试验电压次数: 正负极性各 3 次。

试验时可以出现短时通信中断, 其它功能和性能应正常, 试验后路由应能正常工作, 功能和性能应符合相关的规定。

3.9.8 阻尼振荡波抗扰度

普通路由在正常工作状态下, 按GB/T 17626.12-2013的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 电压上升时间(第一峰): $75\text{ns} \pm 15\text{ns}$;
- b) 振荡频率: $1\text{MHz} \pm 0.1\text{MHz}$;
- 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: $200\Omega \pm 40\Omega$;
- g) 电压峰值: 共模方式 $\pm 2.5\text{kV}$ 、差模方式 $\pm 1.25\text{kV}$ (电源回路);
- h) 试验次数: 正负极性各 3 次。
- i) 测试时间: 60s。

能源控制器本地通信模块和智能融合终端本地通信模块在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.18-2016 的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 电压上升时间(第一峰): $75 \times (1 \pm 20\%) \text{ns}$;
- b) 振荡频率: $100 \times (1 \pm 10\%) \text{kHz}$ 和 $1 \times (1 \pm 10\%) \text{MHz}$;
- c) 重复率: 100kHz 时 $40 \times (1 \pm 10\%) \text{次/s}$, 1MHz 时 $400 \times (1 \pm 10\%) \text{次/s}$;
- d) 衰减: Pk5 值应大于 Pk1 值的 50%, Pk10 值应小于 Pk1 值的 50%;
- e) 猝发持续时间: 不小于 2s;
- f) 输出阻抗: 200;
- g) 电压峰值: 共模方式 2.5kV、差模方式 1.25kV (电源回路);
- h) 试验次数: 正负极性各 3 次;
- i) 试验时间: 60s。

试验时可以出现短时通信中断, 其它功能和性能应正常, 试验后模块应能正常工作, 功能和性能应符合相关的规定。

3.9.9 浪涌抗扰度

通信单元在正常工作状态下, 按GB/T 17626.5—2008的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 试验电压: 电源回路间 6kV (差模), 电源回路与地之间 6kV (共模);
- b) 波形: 1.2/50 μs ;
- c) 极性: 正、负;
- d) 试验次数: 正负极性各 10 次;
- e) 重复率: 每分钟一次。

试验时, 可以出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏, 其它功能和性能应正常, 试验后终端和通信单元应能正常工作, 功能和性能应符合相关的规定。

以上电磁兼容实验均需要配合我司集中器进行。

3.10 气候影响试验

3.10.1 高温试验

模块在85℃时保温6h，然后通电0.5h，功能和性能符合要求。

针对使用窄带 PA (TC7001 与 TC7101) 的产品（产品版本为 VX.XX.03 的为 PA 产品），增加对冲实验，持续一周，中间增加 3 次 4uF 电容切换试验，每次持续 10 分钟，试验后路由不应出现损坏、器件发热现象，路由静态功耗不增加，数据采集功能应符合要求。

温度 85℃，电压 1.2 倍 U_n ，全跌，持续 20s，上电 20s（带超级电容产品不需做该实验），试验 2000 次，试验后路由不应出现损坏，数据采集功能应符合要求。

带超级电容的产品，高温试验温度使用 70℃。

3.10.2 低温试验

抄表终端在-45℃保温 6h 后应工作正常，能够正常载波通信，试验后功能和性能符合技术规范要求。

针对使用窄带 PA 产品，增加对冲实验，持续一周，中间增加 3 次 4uF 电容切换试验，每次持续 10 分钟，试验后路由不应出现损坏、器件发热现象，路由静态功耗不增加，数据采集功能应符合要求。

3.10.3 湿热试验

按GB/T 2423.3—2006的规定进行。试验箱内保持温度（40±2）℃、相对湿度（93±3）%，试验周期为48h。试验结束前0.5h，在湿热条件下测绝缘电阻应不低于2M。试验结束后，在大气条件下恢复1h~2h，数据采集功能应符合要求。检查路由金属部分应无腐蚀和生锈情况。

3.10.4 交变湿热试验

参考海南交变湿热的规定进行，实验前对样品进行 4.5kVac/1min 交流耐压实验、5.4kV/各 5 次脉冲电压实验样品的可靠性。样品不带包装且不通电状态下放入试验箱，环境试验箱程式设置如下：

- a) 温度:25° C 湿度 75%运行时间 1 分钟;
- b) 温度:25C 湿度 75%运行时间 59 分钟;
- c) 温度:75° C 湿度 95%运行时间 1 分钟;
- d) 温度:75C 湿度 95%运行时间 15 小时;
- e) 温度:25C 湿度 55%运行时间 1 分钟;
- f) 温度:25° C 湿度 55%运行时间 8 小时;

本阶段共计循环 6 次(总计 6 天)

实验结束后将样品放入常温环境下(勿靠近高温(控制温度范围 25℃±2℃，湿度范围 60±15%RH)24 小时后，针对规格书中要求的满足足双重绝缘要求的绕组进行 4.2kVac/1min 交流耐压实验、±5.4kV/各 5 次脉冲电压实验,样品应无击穿，无闪络。

3.10.5 双 85 实验

不带超级电容路由，温度85℃、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1000h。

带超级电容路由，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。

3.10.6 高温耐久试验

若抄表命令结束后波形恢复正常，则无自激问题（如下图）。

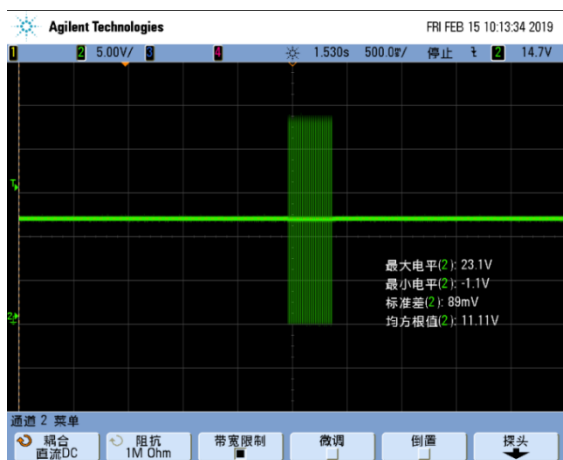


图 3.6



图 3.7

若抄表命令结束后波形显示还处于发送状态，则存在自激问题（如下图）。

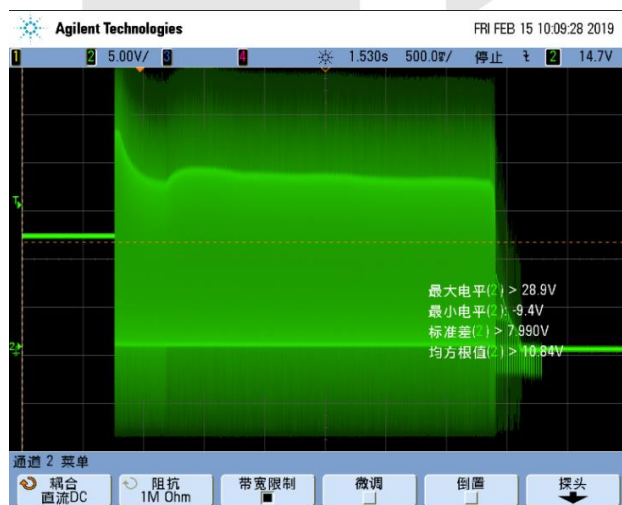


图 3.8

3.12.2 热插拔

集中器输入 120%Un,正常供电, 模路由分别带电插拔 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。

3.12.3 芯片缓慢上电（研发自测）

使用线性变压器的电表或外部供电给模块, 缓慢上电, 用示波器观察 5V 缓升的速度, 要求从 0V 升到 1.8V 的时间大于 0.5s。然后继续缓升到 5V。观察模块是否读表号（可用示波器检测 TXD 有无波形）、芯片是否发热。

3.12.4 谐波干扰试验

室温条件下, 通过谐波干扰设备对被测样品施加干扰 2h, 实验中重点监控模块是否出现死机、重启、计量紊乱的现象, 试验结束后模块正常工作。

3.12.5 三相电相位差偏差验证

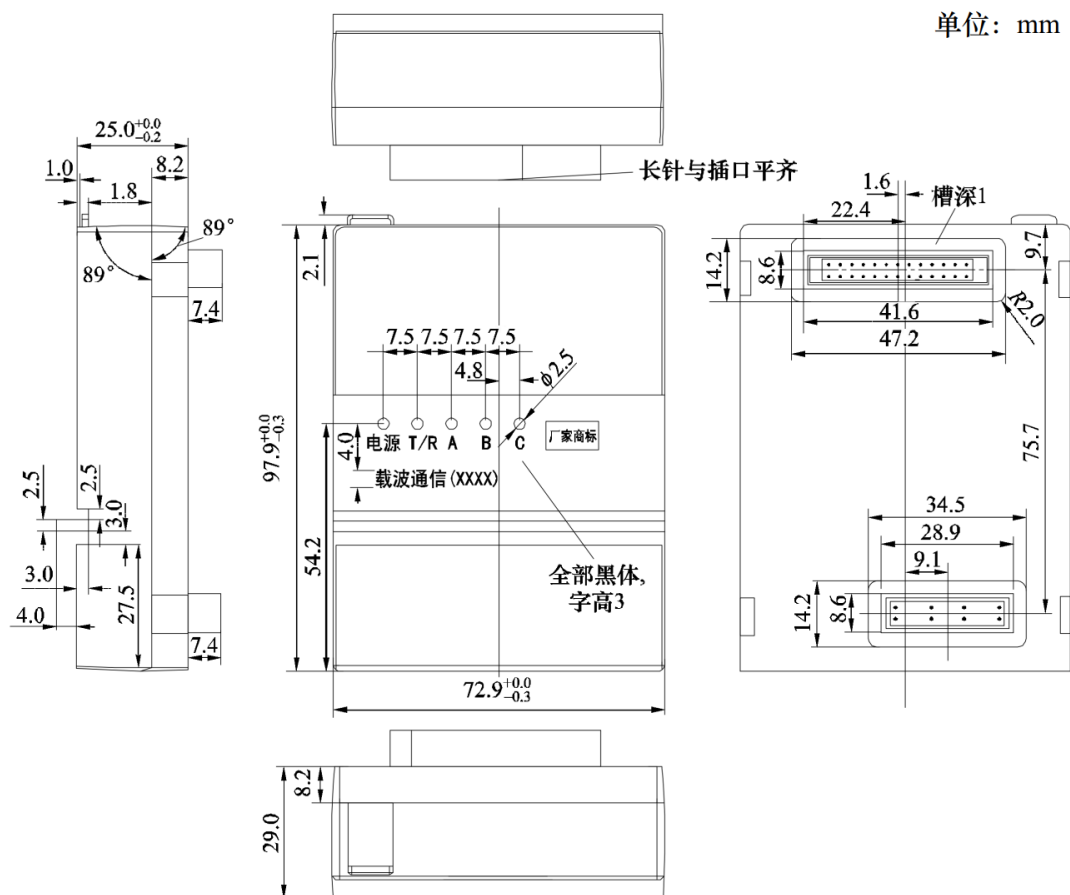
路由安装到集中器上, 在表台上标准的三相四线 $3\times 220/380V$ 供电。调整 B 相、C 相的电压相位差, 观察路由 LED 闪烁是否异常:

1、B 相、C 相分别单独调整相位差: 相位差从标准相位逐步上调或下调 10° , 调整期间观察路由灯闪烁是否出现异常, 并进行载波抄表确定路由没有死机;

2、B 相相位差直接上调或下调 10° , C 相相位差从标准相位逐步上调或下调 10° , 调整期间观察路由灯闪烁是否出现异常, 并进行载波抄表确定路由没有死机;

附录 A 国网 13 规范路由外观型式要求

国网 13 规范路由请参考下图：



注：××××为方案厂家、芯片型号、芯片厂商标识。

图 A.1 国网 13 规范路由结构示意图和尺寸图

电源灯——模块上电指示灯，红色。灯亮时，标示模块上电；灯灭时，标示模块失电。

T/R 灯——模块数据通信指示灯，红绿双色。红灯闪烁时，标示模块接收数据；绿灯闪烁时，标示模块发送数据。

A 灯——A 相发送状态指示灯，绿色。

B 灯——A 相发送状态指示灯，绿色。

C 灯——A 相发送状态指示灯，绿色。

附录 C 国网 TTU 路由外观型式要求

国网 TTU 路由请参考下图：

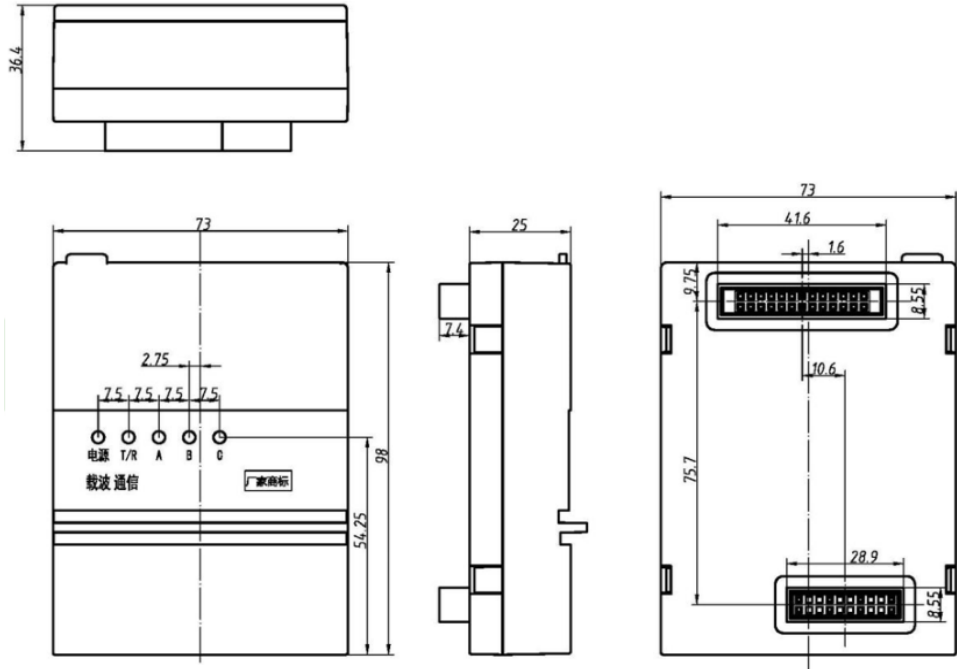


图 C.1 国网 TTU 路由结构示意图和尺寸图

产品外壳公差尺寸按照 $73^{+0.0}_{-0.4}$ 、 $98^{+0.0}_{-0.4}$ 、 $25^{+0.0}_{-0.2}$ mm 管控。

TTU 路由模块指示灯示意图 C.2。

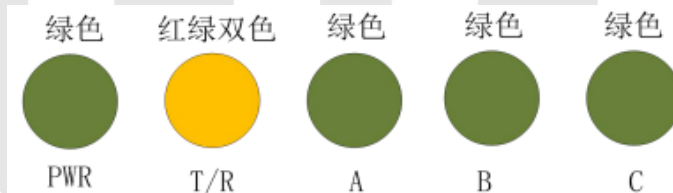


图 C.2 载波通信模块指示灯示意图

PWR----模块上电指示灯；绿色，灯亮表示模块上电；灯灭表示模块失电；

T/R----模块数据通信指示灯；红绿双色，红灯闪烁表示模块接收数据；绿灯闪烁表示模块发送数据；

A----A相发送状态指示灯；绿色，灯亮表示模块通过该相发送数据；

B----B相发送状态指示灯；绿色，灯亮表示模块通过该相发送数据；

C----C相发送状态指示灯；绿色，灯亮表示模块通过该相发送数据。

附录 D 南网 13&16 规范路由外观型式要求

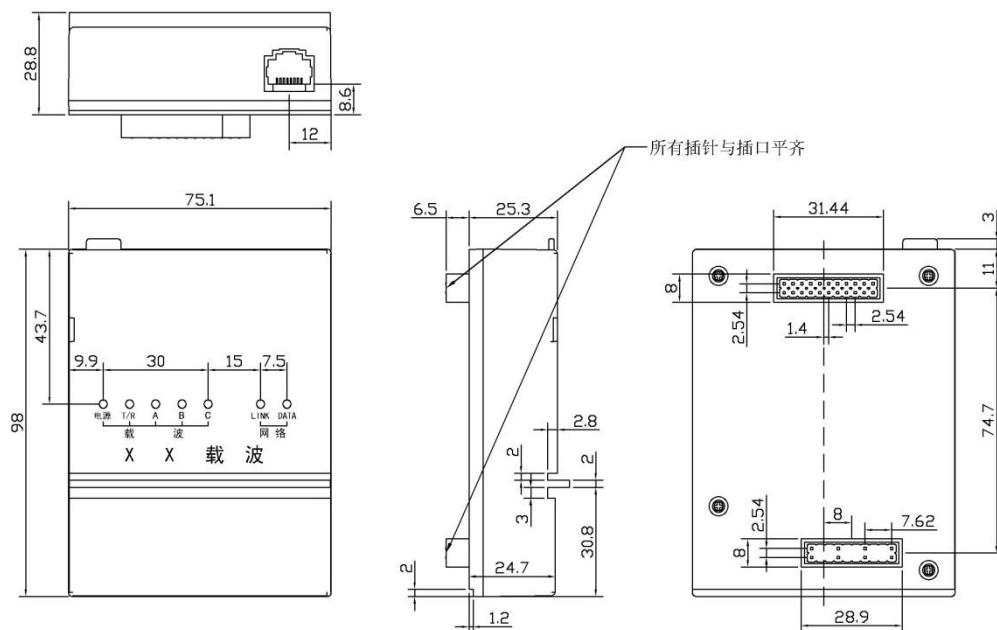


图 D.1 南网 13&16 规范路由结构示意图和尺寸图

产品外壳公差尺寸按照 $75.1^{+0.3}_{-0.3}$ 、 $98^{+0.3}_{-0.3}$ 、 $25.3^{+0.2}_{-0.2}$ mm 管控。

电源灯——模块上电指示灯，红色。灯亮时，表示模块上电；灯灭时，表示模块失电。

T/R 灯——模块数据通信指示灯，红绿双色。红灯闪烁时，表示模块接收数据；绿灯闪烁时，表示模块发送数据。

A 灯——A 相发送状态指示灯，绿色。

B 灯——B 相发送状态指示灯，绿色。

C 灯——C 相发送状态指示灯，绿色。

LINK 灯——以太网状态指示灯，绿色。表示以太网口成功建立连接后，LINK 灯常亮。

DATA 灯——以太网数据指示灯，红色。以太网口上有数据交换时，DATA 灯闪烁。

附录 E 国网 09 规范路由外观型式要求

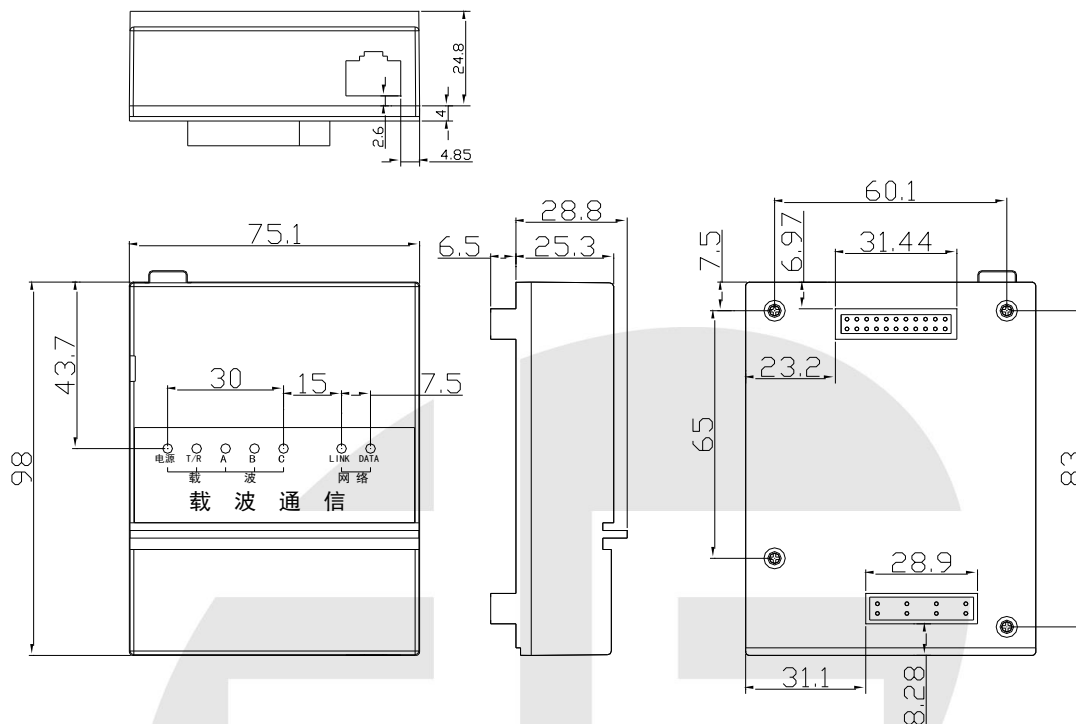


图 E.1 国网 09 规范路由结构示意图和尺寸图

产品外壳公差尺寸按照 $75.1^{+0.3}_{-0.3}$ 、 $98^{+0.3}_{-0.3}$ 、 $25.3^{+0.2}_{-0.2}$ mm 管控。

电源灯——模块上电指示灯，红色。灯亮时，表示模块上电；灯灭时，表示模块失电。

T/R 灯——模块数据通信指示灯，红绿双色。红灯闪烁时，表示模块接收数据；绿灯闪烁时，表示模块发送数据。

A 灯——A 相发送状态指示灯，绿色。

B 灯——B 相发送状态指示灯，绿色。

C 灯——C 相发送状态指示灯，绿色。

LINK 灯——以太网状态指示灯，绿色。表示以太网口成功建立连接后，LINK 灯常亮。

DATA 灯——以太网数据指示灯，红色。以太网口上有数据交换时，DATA 灯闪烁。

附录 G 能源控制器 (ECU2.0) 本地通信模块外观型式要求

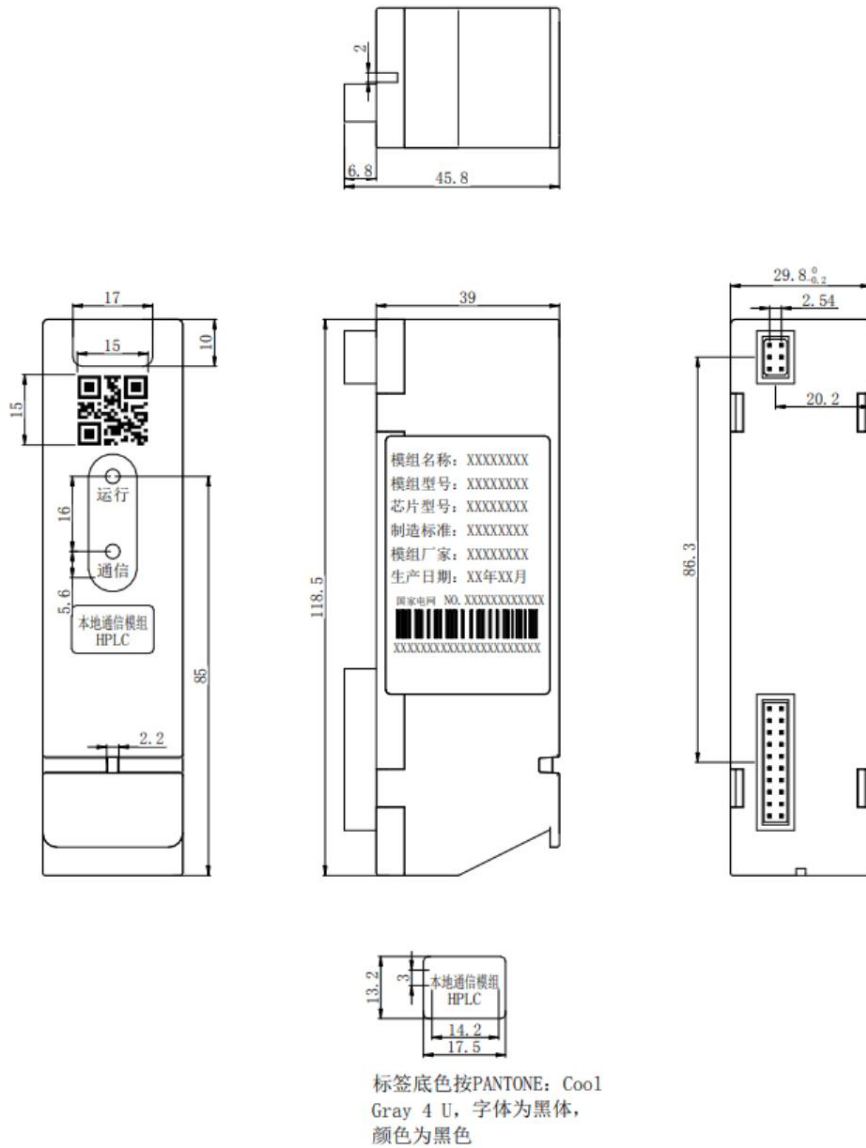


图 G.1 能源控制器本地通信模块结构示意图和尺寸图

产品外壳公差尺寸按照 39 ± 0.2 、 118.5 ± 0.2 、 $29.8^{+0.2}_{-0.2}$ mm 管控。

运行灯——模组运行状态指示。绿灯，上电常亮，灯亮1秒灭1秒表示模组运行正常。

通信灯——状态灯，红绿双色，红灯闪烁表示模组与外部通信时接收到通信数据，绿灯闪烁表示模组发送数据，无通信功能时处于熄灭状态。

附录 H 能源控制器 (ECU2.0) 双模本地通信模块外观型式要求

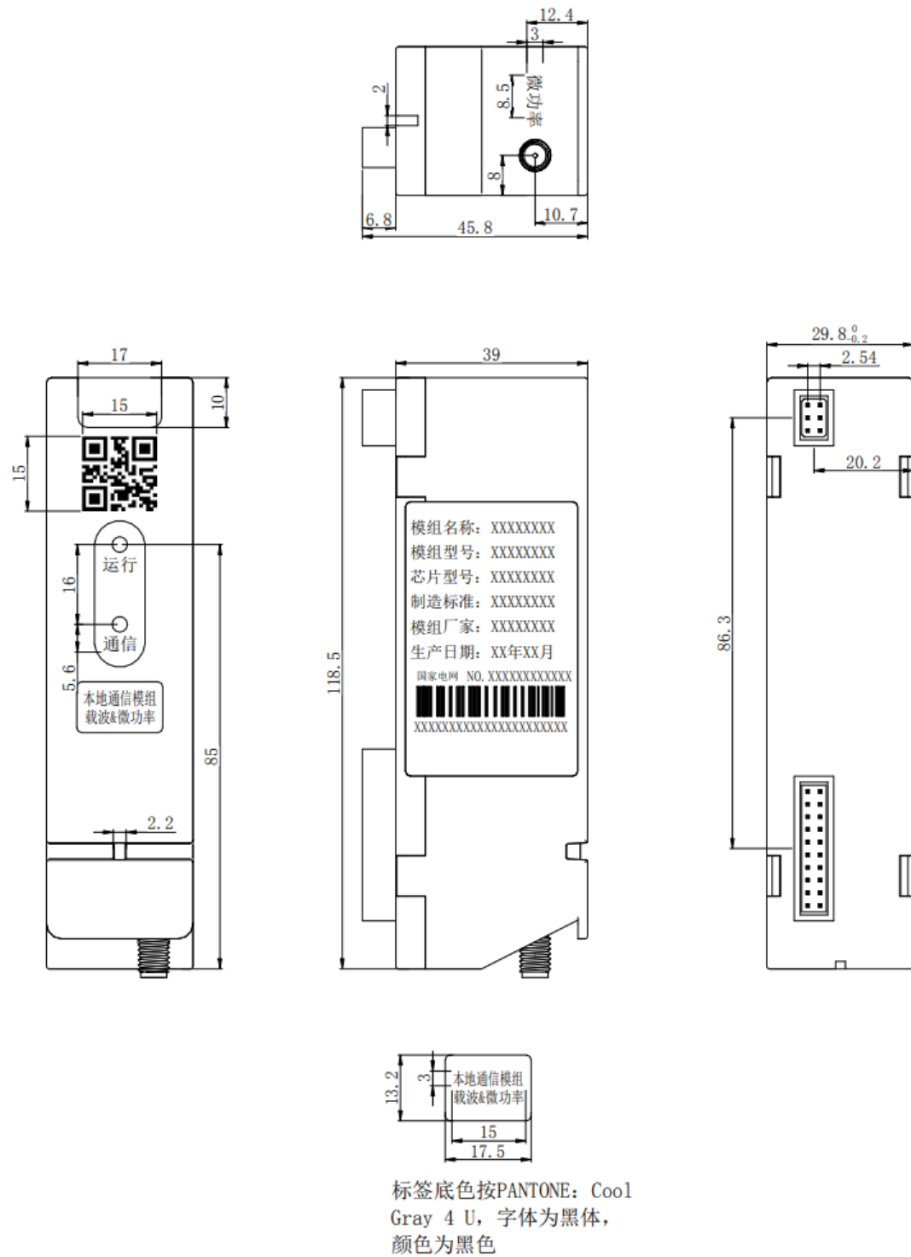


图 H.1 能源控制器双模本地通信模块结构示意图和尺寸图

产品外壳公差尺寸按照 39 ± 0.2 、 118.5 ± 0.2 、 $29.8^{+0.2}_0$ mm 管控。

运行灯——模组运行状态指示。绿灯，上电常亮，灯亮1秒灭1秒表示模组运行正常。

通信灯——状态灯，红绿双色，红灯闪烁表示模组与外部通信时接收到通信数据，绿灯闪烁表示模组发送数据，无通信功能时处于熄灭状态。

附录 I 智能量测终端本地通信模块外观型式要求

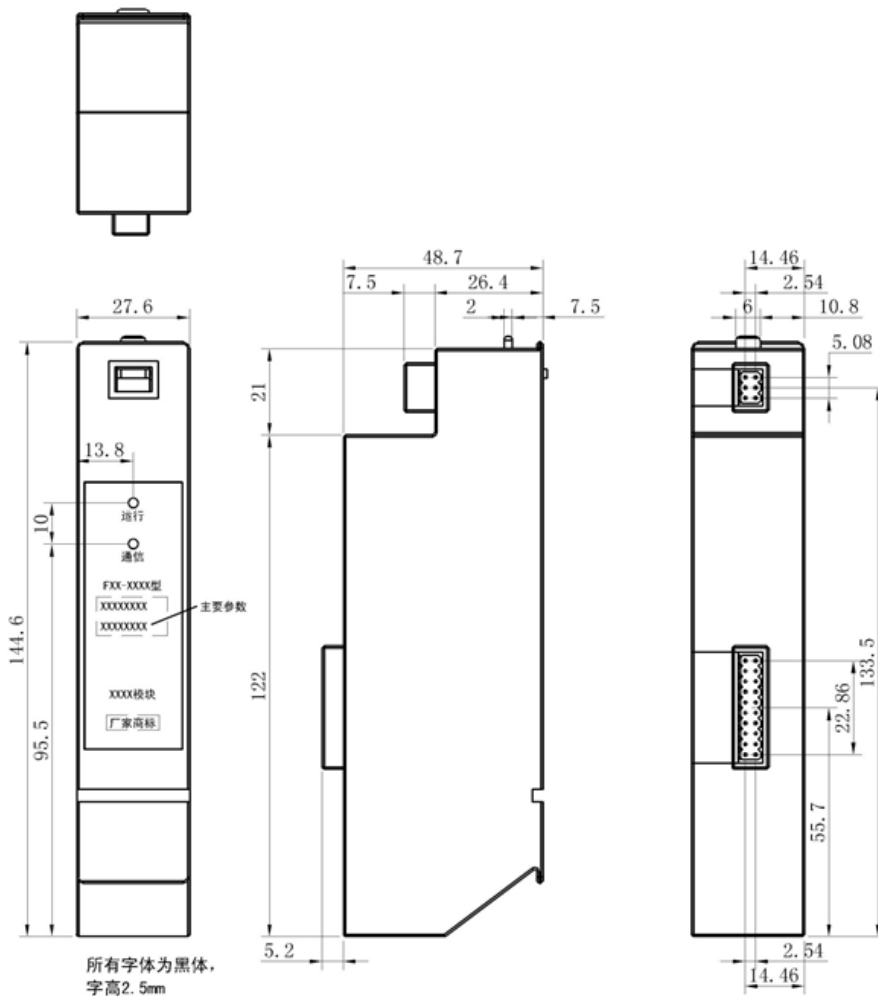


图 1.1 智能量测终端本地通信模块外形结构和尺寸示意图



图 1.2 功能模块状态指示灯

产品外壳公差尺寸按照 27.6±0.2、144.6±0.3、48.7±0.2mm 管控。

运行灯——模块运行状态指示。绿灯，上电常亮，灯亮一秒灭一秒表示模块正常（有链接服务的通信模块表示已建立连接）。

通信灯——状态灯，红绿双色，红灯闪烁表示模块接收，绿灯闪烁表示模块发送。

附录 K 智能融合终端本地通信模块(营销侧 SCU)外观型式要求

单位：mm；图中未注尺寸公差为 -0.2mm 。

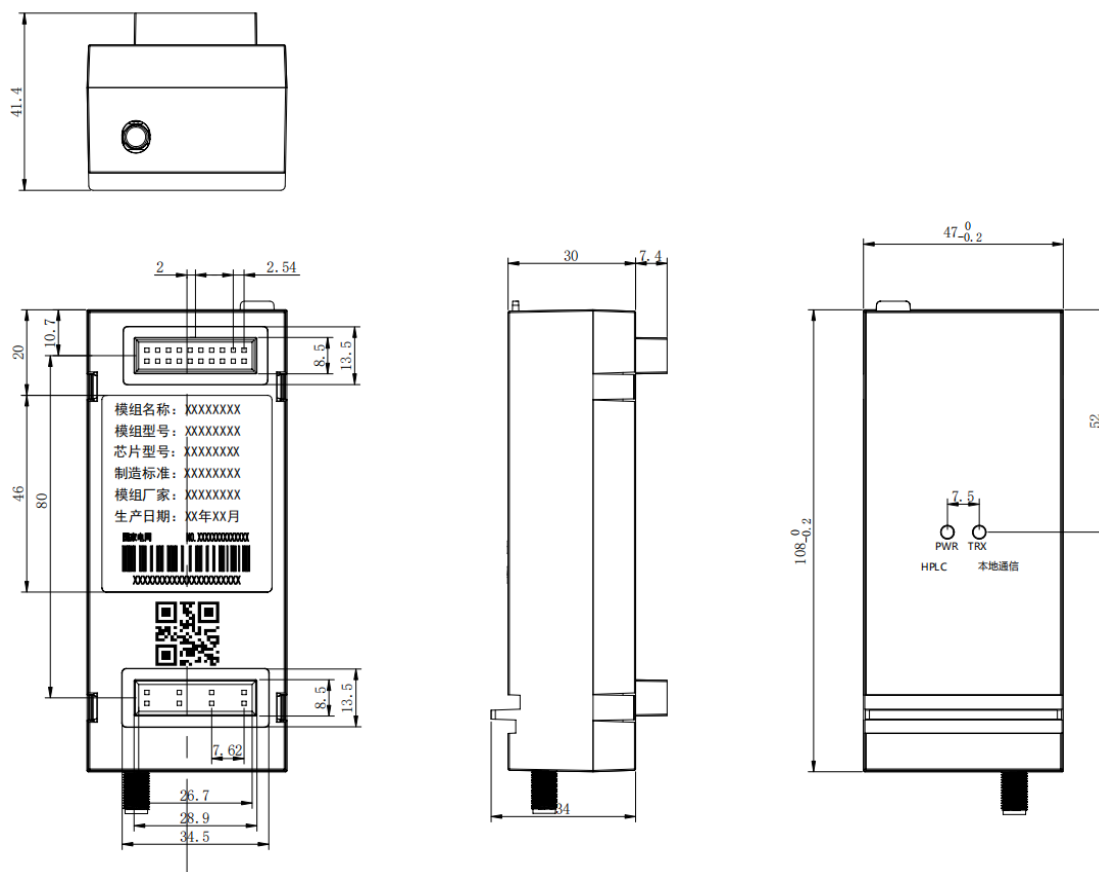


图 K.1 智能融合终端本地通信模块(营销侧 SCU)外形结构和尺寸示意图

PWR——电源状态指示；红色，常亮表示正常上电；

TRX——模块数据通信指示灯；红绿双色，红灯闪烁表示模块接收数据；绿灯闪烁表示模块发送数据。

附录 L 智能融合终端本地通信模块 (设备侧 SCU) 外观型式要求

单位: mm; 图中未注尺寸公差为 -0.2mm 。

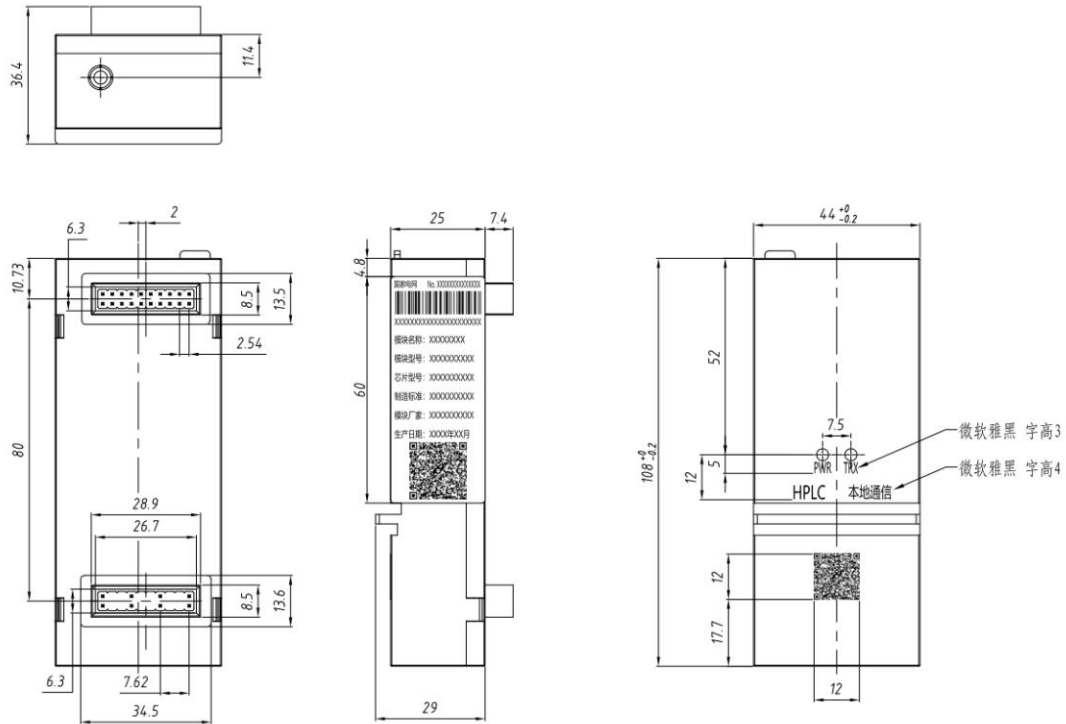


图 L.1 智能融合终端本地通信模块 (设备侧 SCU) 外形结构和尺寸示意图

PWR——电源状态指示; 红色, 常亮表示正常上电;

TRX——模块数据通信指示灯; 红绿双色, 红灯闪烁表示模块接收数据; 绿灯闪烁表示模块发送数据。

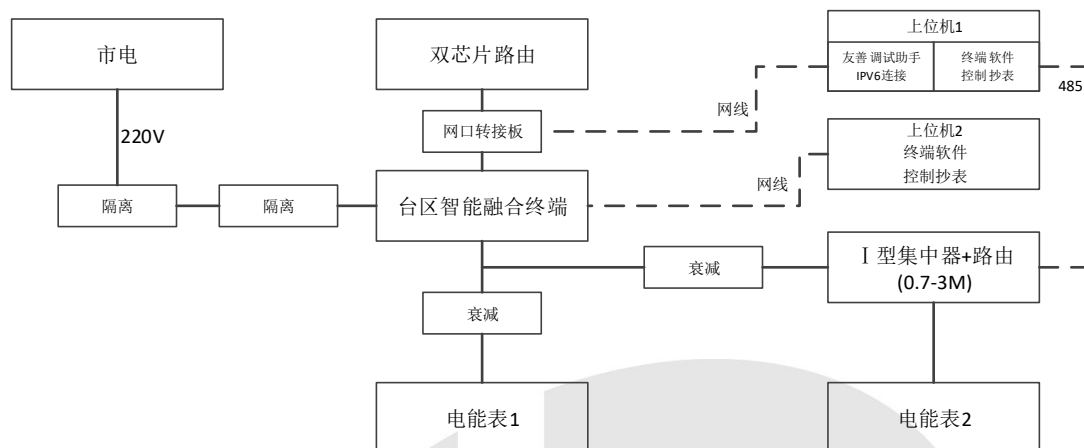
附 录 M
(规范性附录)
路由电力猫检验项目

路由电力猫产品检测项目										
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 (35 台) (PA45 台)	设计变更型式试验(8 台) (PA18 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 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	一般检测	外观检测	√	√	√ a	√	√			√
2		外壳着火试验	新外壳			新外壳				√
3		接线端子间隙和爬电距离	√			√				√
4	EMC	阻尼震荡波试验	√	√		√	√			√
5		工频磁场试验	√	√		√	√			√
6		传导抗扰度试验	√	√		√	√			√
7		射频电磁场辐射抗扰度	√	√		√	√			√
8		雷击浪涌试验	√	√		√	√			√
9		群脉冲试验	√	√		√	√			√
10		静电试验	√	√		√	√			√
11	数据	窄带带内带外干扰	√	√		√	√			√

12	传输	窄带发射频偏	√			√				√
13		窄带发射温升	√			√				√
14	电源类	功率消耗	√	√		√	√			√
15		4uF 电容插拔试验	√			√				√
16		抗接地故障能力	√	√		√	√			√
17		电压暂降和短时中断	√	√		√	√			√
18		电源缓升	√							√
19		热插拔	√	√		√	√			√
20		谐波干扰试验	√	√		√	√			√
21		三相电相位差偏差验证	√	√		√	√			√
22	高低温	高温试验	√	√		√	√			√
23		低温试验	√	√		√	√			√
24	机械影响	跌落试验	√			√				√
25		机械振动	√			√				√
26	绝缘性能	绝缘电阻	√	√		√	√			√
27		绝缘强度	√	√		√	√			√
28		冲击电压	√	√		√	√			√
29	可靠性	湿热测试	√			√				√
30		交变湿热	√			√				√
31		双 85 试验	√			√		√		√
32		高温耐久试验	√			√		√		√
33	载波通讯类	灵敏度测试	√	√						
34		载波通信	√	√		√	√			√
35		高低温对冲试验（窄带 PA 方案）	√	√		√	√			√

36		自激验证 (窄带三极管方案)	√			√				√
37		波形测试	√	√		√	√			√
38	无线性能测试	无线通信测试	√	√		√	√			√
39		无线通信距离测试	√	√						
40	生产	功率消耗试验			√ a					
41		版本读取试验			√ a					
42		整机功能试验			√ a					
43		生产工艺说明	系统审批							
44		打标文件	系统审批							
45		BOM	系统审批							

附录 N 双芯片路由测试环境搭建

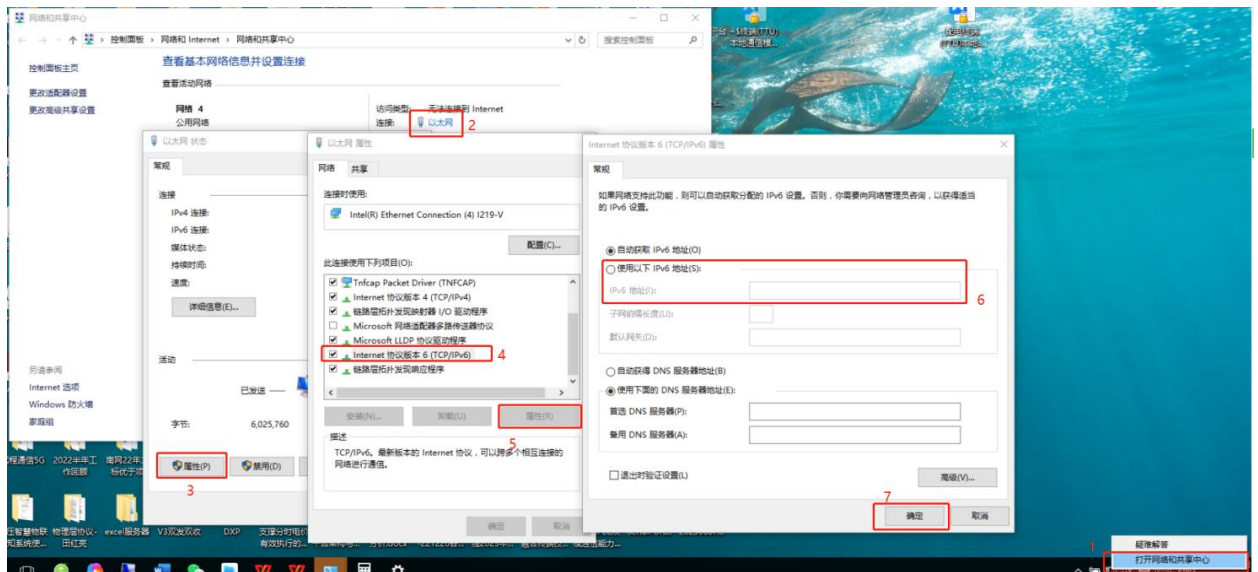


1) 电脑 IP 属性配置

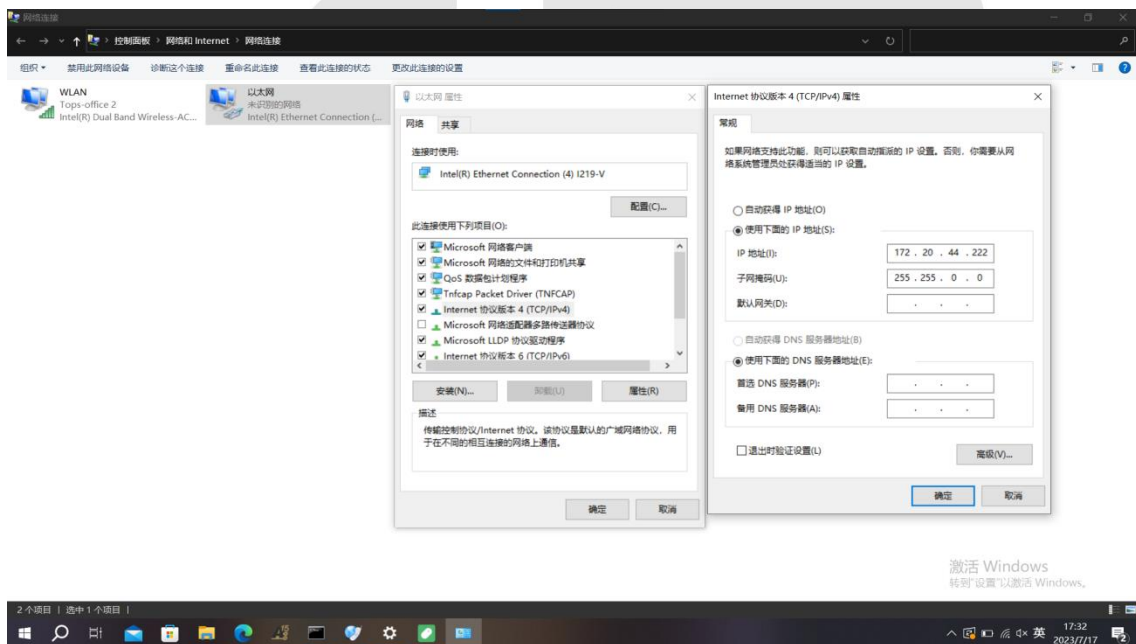
配电本地通信辅助CC0（双芯片路由）通过IPv6网口，经过网口转接板与电脑相连，辅助CC0为TCP/服务器，IPv6端口号为26000，IP地址为2001:0db8:0001:0000:7503:1B81:F3EE:0C4E（上位机1-友善调试助手待设置）。

因此，电脑（上位机1）要与辅助CC0通信，需设置电脑IPv6地址为同一网段地址，比如2001:0db8:0001:0000:7503:1B81:F3EE:0C4A，IPv6子网前缀地址 64（上位机1-本地IP待设置）。

如图所示，以win10电脑为例，连接网线后，右击“打开网络和共享中心”→“以太网”状态→“以太网”属性→单击“Internet 协议版本 6(TCP/IPv6)”→设置IPv6地址即可。

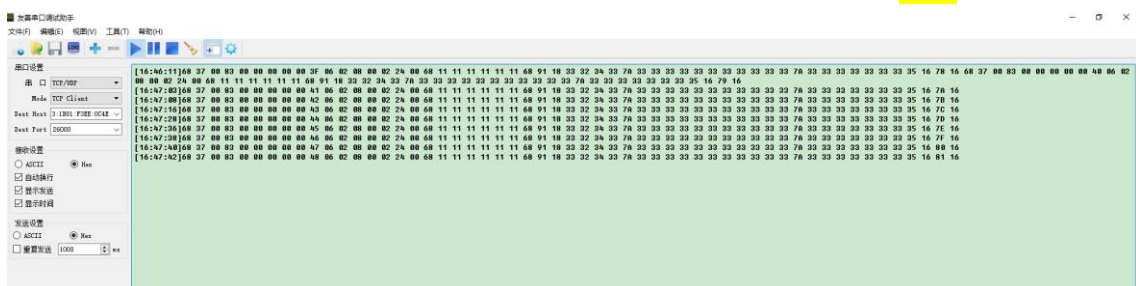


同理，上位机2要与TTU通信，需要设置IPV4地址与TTU在同一网段，TTU的IP为172. 20. 44. 34, 端口为5080；上位机2设置IPV4地址为172. 20. 44. 222即可。

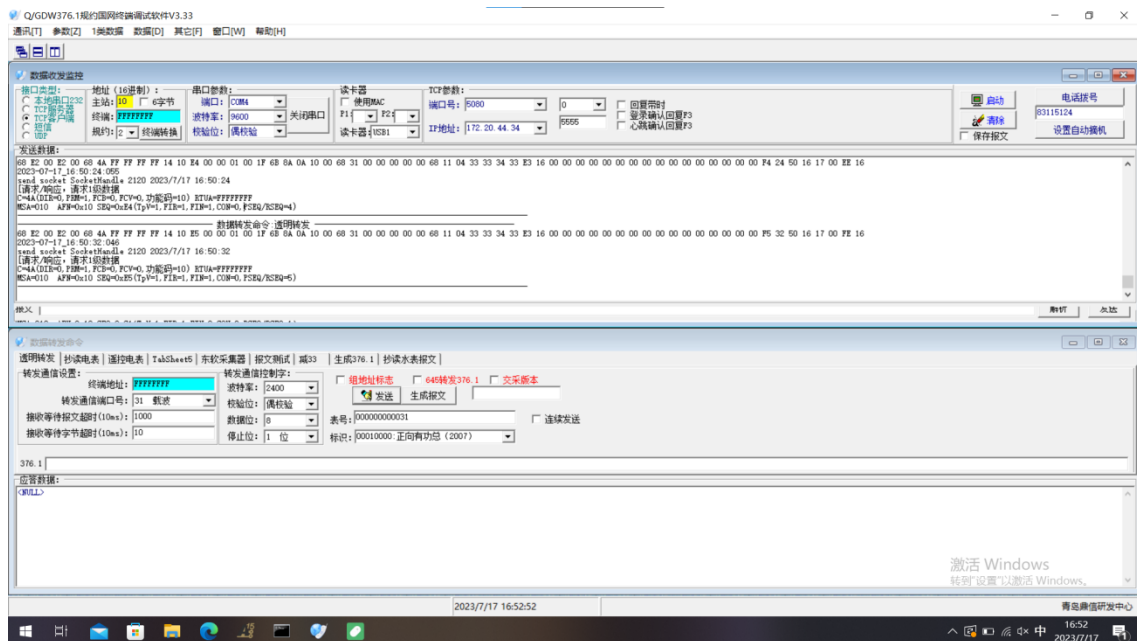


2) 环境搭建

根据图片搭建测试环境，上位机 1 通过网口转接板连接双芯片路由，打开友善调试助手，软件设置如下，串口选择 TCP/UDP，Host 设置 2001:0db8:0001:0000:7503:1b81:f3ee:0c4e，Port 设置 26000。

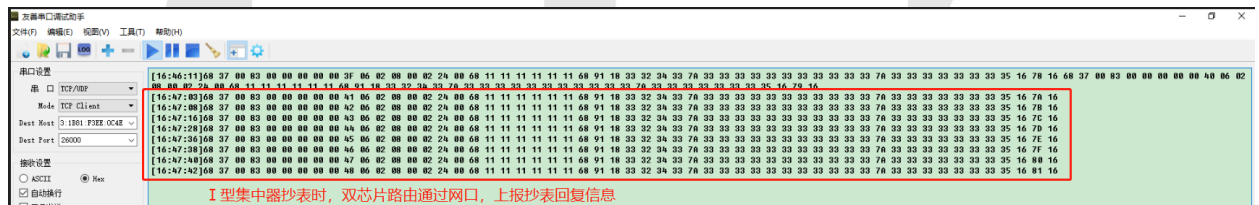


上位机2通过网线连接TTU，打开终端调试软件，软件设置如下，接口类型选择TCP客户端，端口号5080，IP 172.20.44.34，电脑提前设置IP为172.20.44.222，建立连接。



3) 抄表测试

完成组网后，上位机2控制TTU，对电能表1进行抄表，应能正常回复；I型集中器对电能表2进行抄表，正常回复时，通过上位机1上的友善调试助手查看，双芯片路由应该通过网口上报抄表信息，友善调试助手查看，会有报文上报。



版本记录

版本编号/修改状态	拟制人/修改人	审核	批准	备注
V1.0	赵金华			
V1.0(20190423)	赵金华	滕绍伟		浪涌抗扰度差模试验电压由 5KV 提高到 6KV
V1.1	赵金华 曹金龙			1、增加跌落面定义； 2、对 68dB 衰减进行解释，按实际测试环境调整系统测试图 3、明确带超级电容方案的产品不需做高温跌落试验 4、带超级电容产品双 85 实验，70 度高温，时常 2000h 5、三极管自激验证，增加展开后波形及波形说明 6、增加宽带大功率路由（工具类）功耗标准；
V1.2	赵晓杰			1、增加能源控制器本地通信模块外观型式要求、外壳颜色； 2、增加智能量测终端本地通信模块外观型式要求、外壳颜色； 3、修正交流磁通密度要求；
V1.3	赵晓杰	曹金龙		1、 3.3.1 中增加 V3 双模路由直流供电电压范围； 2、 3.3.2 中增加南网路由、V3 双模路由功耗要求； 3、 3.3.3 增加 V3 双模路由备电时间要求； 4、 3.4.2 增加 RF 通信说明； 5、 3.4.4 增加 V3 路由抗衰减性能测试指标； 6、 3.4.5 增加射频接收灵敏度说明； 7、 3.5.1 外型结构、尺寸与颜色中增加 TTU 路由、ECU、智能融合终端本地通信模块外壳颜色； 8、 修正表 3.5 绝缘强度项目中试验电压数值； 9、 修正表 3.6 冲击电压项目中试验电压数值； 10、 3.9.5 增加射频电磁场辐射抗扰度试验； 11、 3.9.6 中增加 V3 双模路由接触放电测试说明； 12、 3.9.7 阻尼振荡波抗扰度试验增加模组化路由试验测试条件； 13、 删除表 12 阻尼振荡波、电快速瞬变脉冲群、浪涌、磁场试验的主要参数，前面项目中已明确参数； 14、 增加 3.10.4 交变湿热试验； 15、 参照内控企标大纲，修改 3.12.4 谐波干扰试验标准； 16、 增加附录 B 国网 22 规范双模路由外观型式要求； 17、 增加附录 C 国网 TTU 路由外观型式要求； 18、 增加附录 G 能源控制器 (ECU2.0) 本地通信模块外观型式要

				求； 19、增加附录 I 智能融合终端本地通信模块 (营销侧 SCU) 外观型式要求； 20、增加附录 J 智能融合终端本地通信模块 (设备侧 SCU) 外观型式要求；
V1.4 (20230805)	赵晓杰 / 董奇醒			1、规范性引用文件中增加智能量测终端 2.0 和 TTU 路由规范文档； 2、3.3.1 增加国南网路由、模组化路由电源输入范围； 3、3.3.2 分别描述国网路由和模组化路由功耗要求； 4、3.3.3 增加备电测试说明，增加“营配融合双芯片 TTU 路由”备电时间要求； 5、3.4.6 增加对“营配融合双芯片 TTU 路由”功能要求； 6、表 3.11 增加“营配融合双芯片 TTU 路由”通信频段； 7、修正附录 D 南网 13&16 规范路由外观型式要求指示灯显示状态； 8、增加附录 H 能源控制器 (ECU2.0) 双模本地通信模块外观型式要求； 9、增加智能量测终端 (2.0) 本地通信模块外观型号型式要求； 10、增加附录 N 双芯片路由测试环境搭建； 11、完善各个型式要求中外壳的公差尺寸要求。