



青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 企 业 标 准

环网柜通信模块 V1.2

2019 -11-17 发布

2019 - 11-17

目 次

1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语	5
3.1 环网柜通信模块 MV PLC Communicator	5
3.2 耦合器 Inductive Coupler	5
3.3 配电终端 Distribution Automation Terminal	5
3.4 衰减器 Attenuator	5
4 结构、材料要求	5
4.1 结构要求	5
4.1.1 外壳要求	7
4.1.2 信号端子及其防护性能	7
4.1.3 电源端子及其防护性能	7
4.1.4 线路板及元器件	7
4.1.5 外壳螺丝	7
4.2 试验要求	8
5 技术要求	9
5.1 气候环境条件	9
5.1.1 高温试验	9
5.1.2 低温试验	9
5.2 电源要求	9
5.2.1 供电方式	9
5.2.2 电源技术指标要求	9
5.2.3 整机功耗要求	9
5.2.4 通电稳定性	10
5.3 功能要求	10
5.3.1 基本功能	10
5.3.2 试验方法	10
5.3.3 试验设备	10
5.4 性能要求	10
5.4.1 频率范围	10
5.4.2 通信性能测试	11
5.5 电气安全要求	11
5.5.1 绝缘电阻	11
5.5.2 绝缘强度	12
5.5.3 冲击电压	12
5.6 电磁兼容性能测试	12

5.6.1 工频磁场抗扰度试验	12
5.6.2 射频辐射电磁场抗扰度试验	12
5.6.3 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	13
5.6.4 静电放电抗扰度试验	13
5.6.5 阻尼振荡波抗扰度试验	13
5.7 可靠性试验	13
5.7.1 交变湿热	13
5.7.2 双 85 试验	13
5.8 匹配兼容性要求	14
6 检验规则	14
6.1 检验分类	14
6.2 出厂检验	14
6.3 型式检验	14
7 标志及标识	15
7.1 产品标志	15
7.2 包装标志和标识	15
8 使用说明书	15
9 贮存、运输	15
附 录 A （规范性附录） 环网柜通信模块检验项目	16

前 言

本标准为企业的内控标准，指导产品的设计、生产及检验。

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。

本标准起草人：王勇焮。

环网柜通信模块

1 范围

本标准规定了环网柜通信模块的技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书及贮存。

本标准适用于电力行业用电信息采集业务、配电自动化业务相关的通信系统基于电力线载波的环网柜通信模块，包括环网柜通信模块（主）、环网柜通信模块（中控）、环网柜通信模块（从），以下简称通信模块。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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标准。

GB/T 15153.1	远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容兼容性
GB 311.1-2012	高压输变电设备的绝缘配合
GB/T 311.2-2013	绝缘配合 第2部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则
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 5169.16-2017	电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法
GB/T 4208-2017	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 10125-2012	人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 13384—2008	机电产品包装通用技术条件
DL/T 5391-2007	电力系统通信设计技术规定
DL 548-2012	电力系统通信站防雷运行管理规程
GB/T 17626.1-2006	电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验 总论
GB/T 17626.2-2018	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 17626.4-2008	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	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 17626.6-2017	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 17626.8-2006	电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场的抗扰度试验
GB/T 17626.10-2017	电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场的抗扰度试验
GB/T 17626.11-2008	电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
GB/T 17626.12-2013	电磁兼容 试验和测量技术 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
GB/T 2423.4-2008	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db 交变湿热(12h+12h 循环)

3 术语

3.1 环网柜通信模块 MV PLC Communicator

为配电终端提供上行通信信道、建立与主站通信连接的设备。

3.2 耦合器 Inductive Coupler

将环网柜通信模块通信信号耦合至电缆屏蔽层的设备。

3.3 配电终端 Distribution Automation Terminal

符合Q/GDW 514标准的DTU（三遥，遮蔽立式，4间隔），支持国家电网公司最新的安全加密方案的终端。

3.4 衰减器 Attenuator

固定衰减器：端口阻抗为 50Ω ，衰减固定为 60dB 的衰减器；

4 结构、材料要求

4.1 结构要求

a) 中控模块尺寸：长（含端子）*宽*高=252.6*175*52.6（单位：mm）；长（不含端子）*宽*高=245*175*52.6（单位：mm）；产品外形结构见图 4.1 环网柜通信模块（中控）外形示意图。

b) 主模块尺寸：长（含端子）*宽*高=260*175*52.6（单位：mm）；长（不含端子）*宽*高=245*175*52.6（单位：mm）；产品外形结构见图 4.2 环网柜通信模块（主）外形示意图。

c) 从模块尺寸长（含端子）*宽*高=254.7*175*52.6（单位：mm）；长（不含端子）*宽*高=245*175*52.6（单位：mm）；产品外形结构见图 4.2 环网柜通信模块（主）外形示意图。

d) 外观和结构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。

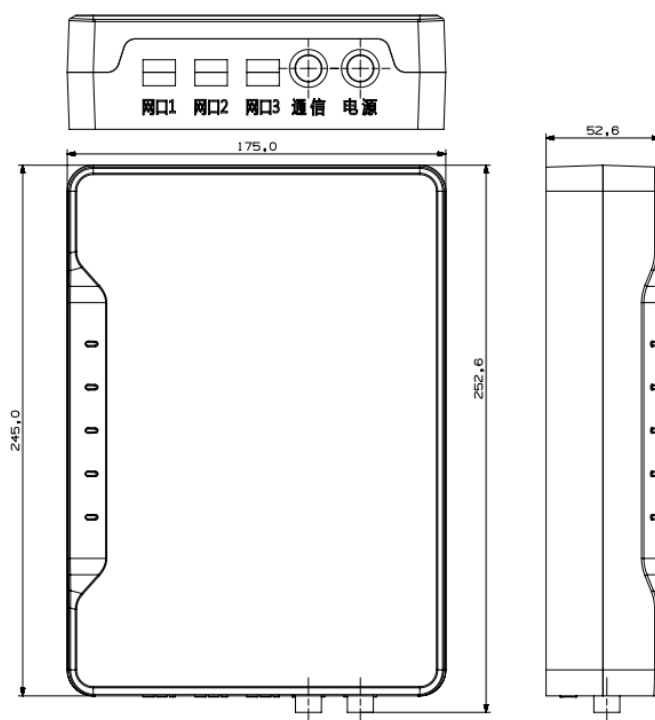


图 4.1 环网柜通信模块（中控）外形示意图

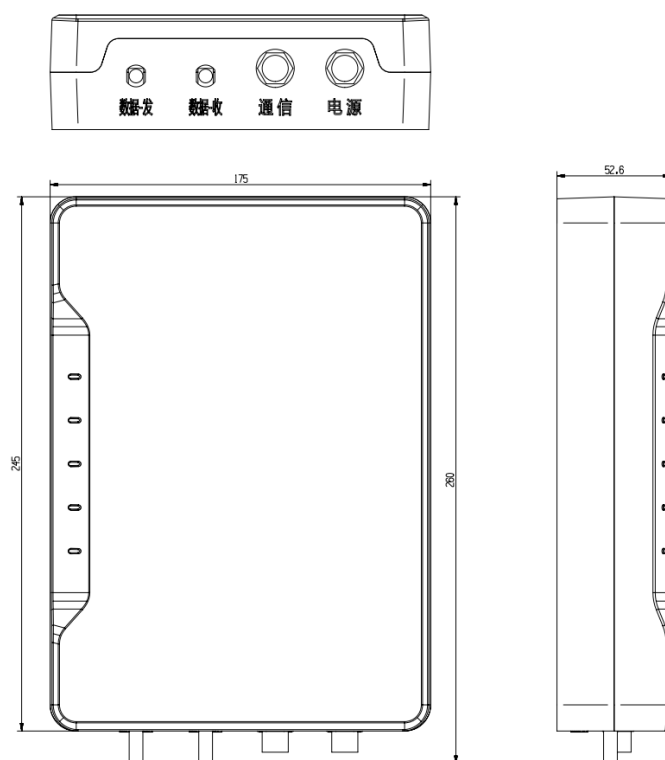


图 4.2 环网柜通信模块（主）外形示意图

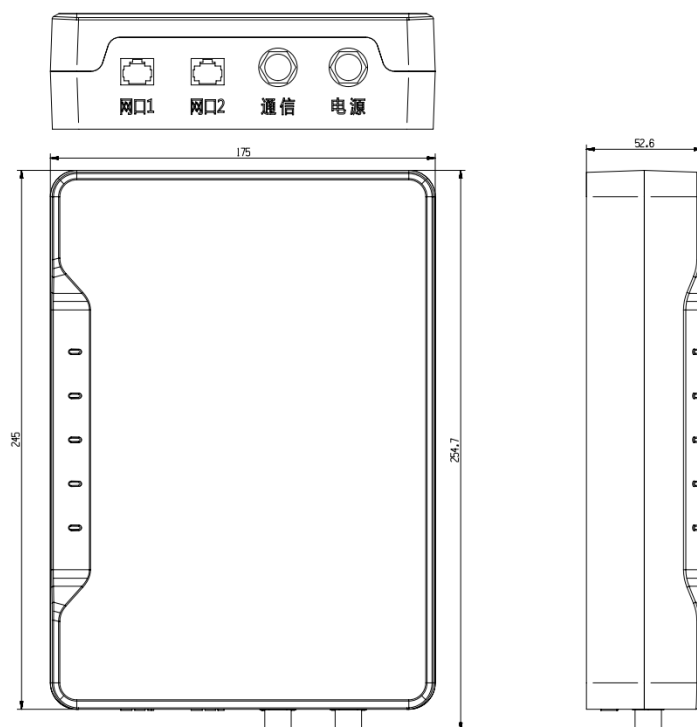


图 4.3 环网柜通信模块（从）外形示意图

4.1.1 外壳要求

外壳材质及颜色：PC+10%玻纤；色卡号PANTONE：Cool Gray 1 U。

防护性能：整机防护性能应符合GB/T 4208—2017规定的IP51级要求，即防尘和防滴水。

阻燃要求：非金属外壳应符合GB/T 5169.11—2017的阻燃要求，试验温度为650℃，试验时间为30s。

4.1.2 信号端子及其防护性能

防水性能：信号端子防护性能应符合GB/T 4208—2017规定的IP67级要求。

阻燃要求：信号端子符合GB/T 5169.16—2017的94-V0阻燃要求。

4.1.3 电源端子及其防护性能

防水性能：电源端子防护性能应符合GB/T 4208—2017规定的IP67级要求。

阻燃要求：电源端子符合GB/T 5169.16—2017的94-V0阻燃要求。

4.1.4 线路板及元器件

- （1）线路板表面应清洗干净，不应有明显的污渍和焊迹，应进行绝缘、防腐处理；
- （2）所有元器件均应防锈蚀、防氧化，紧固点牢靠；
- （3）线路板焊接采用回流焊和选择性波峰焊工艺；
- （4）内部端钮螺钉、引线之间以及线路板之间应保持足够的间隙和安全距离；
- （5）电源变压器、CT等较重的器件应安装牢固。

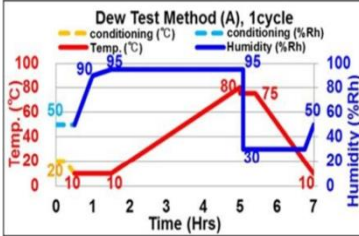
4.1.5 外壳螺丝

外壳螺钉应采用HPb59-1铜或铁钝化、镀铬、镀镍、镀彩锌制成的十字、一字通用螺钉。满足盐雾试验要求温度 $35\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾72h后在大气条件下恢复1-2h，表面无腐蚀。

4.2 试验要求

通信模块结构试验要求符合表 4.1 通信模块结构试验要求所列项目。

表 4.1 通信模块结构试验要求

试验项目	操作方式	施加位置	评价要求
振动试验	频率范围：10Hz~150Hz； 位移幅值：0.075mm（频率范围 $\leq 60\text{Hz}$ ）； 加速度幅值：10m/s ² （频率范围 $> 60\text{Hz}$ ）； 每轴线扫频周期数：20。	整机	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
IP 防护性能	IP51	整机	符合 GB/T 4208-2017 规定要求
	IP67	端子	
阻燃性能	试验温度为 650°C ，试验时间为30s	外壳	符合 GB/T 5169.11-2017 要求
	94-V0	信号、电源端子	符合 GB/T 5169.16-2017 要求
盐雾试验	将受试模块非通电状态下放入盐雾箱，保持温度 $35\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾16h后在大气条件下恢复1-2h	整机	试验后检查器件是否有腐，通信是否正常。
跌落试验(带包装)	1、通用标准 ——样品按安装角度进行跌落； ——跌落次数：2次 2、极限标准 ——6面，按5-2-1-3-4-6的顺序依次进行； ——跌落次数：1次/面，共6次	整机包装	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
模拟汽车颠簸试验(带包装)	参照终端类测试报告中的该项测试方法测试	整机包装	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
凝露试验	 <p>循环次数：5次，循环试验过程中产品通电运行，试验结束后常温恢复24h进行基本功能测试。</p>	整机	试验后设备金属部分无腐蚀和生锈情况，功能和性能应满足相关要求

5 技术要求

5.1 气候环境条件

通信模块正常运行的工作环境应符合用电信息采集系统、配电自动化通信系统的要求。分类见表

5.1 气候环境条件分类。

表 5.1 气候环境条件分类

场所类型	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
遮蔽场所	C2	-25~+55	0.5	10~100	29
户 外	C3	-45~+85	1		35
^a 温度变化率取 5min 时间内平均值。					
^b 相对湿度包括凝露。					

5.1.1 高温试验

将受试通信模块在非通电状态下放入高温试验箱中央，升温至+85℃，保温6h，然后通电0.5h，通信性能标准测试环境下，有效报文长度200字节通信300次，ECC6等级下通信成功率≥95%。

5.1.2 低温试验

将受试通信模块非通电状态下放入低温试验箱的中央，降温至-45℃，保温6h，然后通电0.5h，通信性能标准测试环境下，有效报文长度200字节通信300次，ECC6等级下通信成功率≥95%。

5.2 电源要求

5.2.1 供电方式

直流供电方式。

5.2.2 电源技术指标要求

- DC20~60V，标准采用DC24/48V供电。
- 环网柜通信模块加上电源、断电、电源电压缓慢上升或缓慢下降，均不应误发信号，当电源恢复正常后应自动恢复正常运行。
- 电源恢复后保存数据不丢失，内部时钟正常运行。

5.2.3 整机功耗要求

整机功耗测试环境如图 5.1 功耗检测环境示意图所示，固定衰减器60dB。



图 5.1 功耗检测环境示意图

整机功耗性能指标:

- (1) 动态功耗 $\leq 40\text{W}$ 。
- (2) 静态功耗 $\leq 10\text{W}$ 。

5.2.4 通电稳定性

将受试通信模块与相关设备连接,接通电源,使其处于正常监视状态,运行不少于12h,观察记录试验样品的指示灯情况。试验结束后对受试通信模块进行基本功能测试。

5.3 功能要求

5.3.1 基本功能

5.3.1.1 基本要求

- (1) 为配电终端、用电信息采集终端等提供上行通信功能。
- (2) 能够与ONU、工业以太网交换机等建立网络连接,与主站稳定通信。
- (3) 中控模块具备3路以太网、1路与耦合器通信接口,主模块有2路光串口,从模块2路网口。
- (4) 支持主站的主备IP功能、且能够接入网管系统。
- (5) 支持IEC 104等上行通信规约。
- (6) 以太网接口传输速率可选用10/100Mbit/s全双工等。

5.3.1.2 指示功能

外壳应具有电源、网络通信、数据传输指示灯。

5.3.1.3 调试功能

支持本地和远程调试方式,可以对通信模块的参数进行查询、设置。

5.3.1.4 在线升级

具有在线升级功能,可在正常运行状态下,进行远程软件升级。

5.3.1.5 网络管理

具备网络管理功能,包括对通信模块版本信息查询、终端信息查询、设置等功能。

5.3.1.6 系统自检及异常处理机制

支持系统自检功能,包括异常处理机制、自动复位机制等。

5.3.2 试验方法

将通信模块接入测试环境,测试其载波通信、网口、参数设置与查询等功能。

5.3.3 试验设备

通信模块的检测工装和配套软件。

5.4 性能要求

5.4.1 频率范围

工作频率范围为 100kHz~511kHz。TCSK 版本通信模块目前共有 10 种频点的设备，频点编号及定义如下表 5.2 TCSK 设备频点定义。

表 5.2 TCSK 设备频点定义

编号	中心频率 (kHz)
CH-1	206
CH-2	236
CH-3	267
CH-4	297
CH-5	327
CH-6	357
CH-7	387
CH-8	417
CH-9	451
CH-10	481

5.4.2 通信性能测试

固定衰减 60dB，测试有效报文长度 200 字节通信 300 次，ECC6 等级下通信成功率 $\geq 95\%$ 。测试环境详见图 5.2 通信性能标准测试环境。

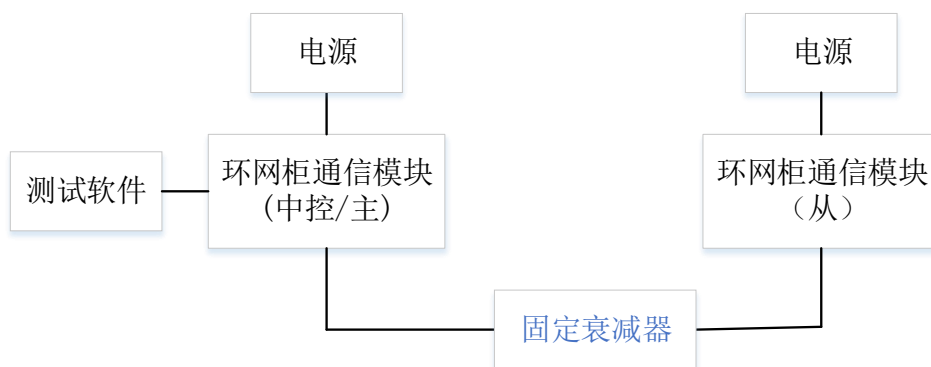


图 5.2 通信性能标准测试环境

5.5 电气安全要求

5.5.1 绝缘电阻

通信模块应满足以下绝缘电阻要求。

- a) 在正常大气条件下绝缘电阻的要求见表 5.3 正常大气条件下绝缘电阻要求。

表 5.3 正常大气条件下绝缘电阻要求

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: 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 5.4 湿

热条件绝缘电阻。

表 5.4 湿热条件绝缘电阻

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

5.5.2 绝缘强度

通信模块接线端子及对地（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 5.5 绝缘强度试验电压（单位：V）。

表 5.5 绝缘强度试验电压（单位：V）

额定绝缘电压 U_i	试验电压有效值
$U_i < 60$	500
$60 < U_i \leq 125$	1500
$125 < U_i \leq 250$	2000
$250 < U_i \leq 380$	2500

5.5.3 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，应耐受表 5.6 冲击电压峰值（单位：V）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（击穿破火、闪络或绝缘击穿）现象。

表 5.6 冲击电压峰值（单位：V）

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：载波通信接口与电源回路间试验电压不低于 4000V

5.6 电磁兼容性测试

5.6.1 工频磁场抗扰度试验

将通信模块置于与系统电源电压相同频率的随时间正弦变化、强度为400A/m的稳定持续磁场的线圈中心，试验时上电正常，试验后通信模块可以正常工作，功能和性能应符合相关规定。

5.6.2 射频辐射电磁场抗扰度试验

通信模块在正常工作状态下，按 GB/T 17626.3-2016 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) 严酷等级：3。
 - 3) 试验场强：10V/m（非调制）。
 - 4) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。
- b) 抵抗数字无线电话射频辐射的试验等级：
 - 1) 频率范围：1.4GHz~2GHz。
 - 2) 严酷等级：4。
 - 3) 试验场强：30V/m（非调制）。

4) 正弦波 1kHz, 80%幅度调制。

试验时在非工作频带内, 通信模块上电正常。试验后通信模块正常工作, 功能和性能应符合相关规定。

5.6.3 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

通信模块在正常工作状态下, 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) 严酷等级: 3。
- c) 试验电压: 10V。
- d) 正弦波 1kHz, 80%幅度调制。

试验电压施加于通信模块的供电电源端和保护接地端, 试验时, 通信模块可以出现短时通信中断, 其他功能和性能应正常; 试验后, 5 分钟内通信模块应能恢复正常工作, 存储数据无改变, 功能和性能应符合相关规定。

5.6.4 静电放电抗扰度试验

通信模块在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.6-2018 的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 严酷等级: 4。
- b) 试验电压: 9kV (接触放电)、16kV (空气放电)。
- c) 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, 包括载波通信接口。
- d) 间接放电。施加部位: 通信模块各个侧面。
- e) 每个敏感试验点放电次数: 正负极性各 20 次, 每次放电间隔至少为 1s。

由于通信模块的外壳为绝缘材料, 应直接放电采用空气放电。

试验时, 通信模块可以出现短时通信中断, 其他功能和性能应正常; 试验后, 5 分钟内通信模块应能恢复正常工作, 存储数据无改变, 功能和性能应符合相关规定。

5.6.5 阻尼振荡波抗扰度试验

通信模块在正常工作状态下, 按 GB/T 17626.12-2017 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) 重复值: 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 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) 测试时间: 60s。

在对电源回路进行试验时, 可以出现通信中断, 其他功能和性能应正常; 试验后, 5 分钟内通信模块应能恢复正常工作, 功能和性能应符合相关规定。

5.7 可靠性试验

5.7.1 交变湿热

按规定, 上限温度为 $55^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 试验 1 个周期。试验结束前 0.5h, 在湿热条件下测绝缘电阻应不低于 2M。试验后 1—2h 后: 功能和性能满足要求; 检查终端金属部分应无腐蚀和生锈性况。

5.7.2 双 85 试验

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。功能和性能在试验后测试正常。

5.8 匹配兼容性要求

通信模块可与符合尺寸和接口要求的耦合器相匹配，通信模块应能满足用电信息采集系统、配电自动化系统的正常通信要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验分为出厂检验、型式检验。

检验项目与检验环节对照表，见表 6.1 检验项目与检验环节。

表 6.1 检验项目与检验环节

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	外观检查	√	√
2	基本功能试验	√	√
3	通电稳定性试验		√
4	高温试验		√
5	低温试验		√
6	振动试验		√
7	盐雾试验		√
8	工频磁场干扰试验		√
9	射频电磁场辐射抗扰度试验		√
10	静电放电抗扰度试验		√
11	阻尼振荡波抗扰度		√
12	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验		√
13	双 85 试验		√

6.2 出厂检验

出厂检验是指产品在出货之前为保证出货产品满足客户品质要求所进行的检验，经检验合格的产品才能予以放行出货。只有通过出厂检验，该产品才可以发货。

表 6.2 出厂检验项目

序号	检验项目	抽样方法及判定规则	
1	外观检查	全检	若有一项试验不合格，则判该产品不合格。
2	基本功能试验		

6.3 型式检验

型式检验是为了验证产品能否满足技术规范的全部要求所进行的试验。它是新产品鉴定中必不可少的一个环节。只有通过型式试验，该产品才能正式投入批量生产。

表 6.3 型式检验项目

序号	试验项目	抽样方法及判定规则	
1	外观检查	定型	定型试验数量 3 只。如有一只试验样品不满足试

2	基本功能试验	试验	验要求，则判该试验不合格，可加倍抽取补做该项试验，若再不合格，则判定批次产品不合格。
3	通电稳定性试验		
4	高温试验		
5	低温试验		
6	振动试验		
7	工频磁场干扰试验		
8	射频电磁场辐射抗扰度试验		
9	静电放电抗扰度试验		
10	阻尼振荡波抗扰度		
11	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验		
12	双 85 试验		
			试验数量 3 只

7 标志及标识

7.1 产品标志

通信模块标志所用文字应为规范中文，可以同时使用外文。通信模块标志应清晰、牢固、易于识别。

应有下列标识：

- (1) 制造年份；
- (2) 出厂编号；
- (3) 资产条码；
- (4) 名称及型号；
- (5) 制造厂名称及注册商标；
- (6) 工作状态指示。

7.2 包装标志和标识

包装箱上应有下列标志：

- (1) 标以“小心轻放”，“向上”，“防潮”，“层叠”等图标；
- (2) 制造厂商的名称、地址、电话、网址；
- (3) 产品名称，型号；
- (4) 产品数量，体积，重量。

8 使用说明书

通信模块应该有配套的中文说明书。

9 贮存、运输

(1) 贮存：通信模块应在-10℃~40℃，相对湿度小于80%，通风良好，周围空气无腐蚀性气体的库房中贮存保管。

(2) 运输：设备运输过程中使用泡棉、纸箱进行打包包装，运输过程中不应有机机械损伤和紧固部位松动。

附 录 A
(规范性附录)
环网柜通信模块检验项目

环网柜通信模块检测项目										
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(1 台)	可靠 性测 试	生产 QA/IPQ C 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	外观 显示	外观显示 试验	√	√	√a	√	√	√*	√*	√
2	通用 环境 类	凝露试验	√	√		√	√			√
3		盐雾	√	√		√	√			√
4	功能 检测	硬件匹配 试验	√	√						
5		软件匹配 试验	√	√						
6		Flash 升级	√	√						
7	EMC	群脉冲不 加电流								
8		工频磁场 影响试验	√	√		√	√			√
9		工频磁场 试验	√	√		√	√			√
10		传导抗扰 度试验	√	√		√	√			√
11		雷击浪涌 试验								
12		群脉冲试 验								
13		静电试验	√	√		√	√			√
14	电源	电源缓升	√	√						

14	类	电压跌落								
15		电压随机跌落								
16		电压逐渐变化	√	√						
17		电压影响	√	√						
18		启动	√	√						
19		模拟故障试验	√	√						
20		超级电容供电验证	√	√						
21		通信模块带载能力	√	√						
22		器件温升	√	√						
23	高低温	高温试验	√	√		√	√			√
24		低温试验	√	√		√	√			√
25	机械	振动试验	√	√		√	√			√
26	可靠性	高温耐久测试	√	√		√	√	√*		√
27		双 85 试验	√	√		√	√	√*		√
28	生产	功率消耗试验	√	√	√a					
29		版本读取试验	√	√	√a					
30		耐压测试	√	√	√a					
31		整机功能试验	√	√	√a					
32		生产工艺说明	系统审批	√	√a					
33		打标文件	系统审批	√	√a					
34		BOM	系统审批	√	√a					
35	载波通讯类	灵敏度测试	√	√						
36		高低温对冲试验	√	√						
37		自激验证	√							
38		缓慢上电	√	√						
39		电源稳定	√	√						

		性								
40		波形测试	√	√						

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	王磊	2018.9.10	第一次发出。	
V1.1	王磊	2019.1.15	4.2 部分增加跌落、模拟汽车颠簸、凝露试验； 增加附录表格；	
V1.2	王勇焮	2019.11.17	3.4 部分更改衰减器为 60dB 固定衰减 5.4.2 部分更改通信测试环境 5.6 部分调整测试项目。	

编制：

审核：

标准化：

批准：