

青岛鼎信通讯股份有限公司企业标准

中压通信模块企业标准 V1.1

2019 年 01 月 11 日发布

2019 年 01 月 11 日实施

青岛鼎信通讯股份有限公司

目 录

1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语与定义	5
3.1 中压通信模块 MV PLC Communicator	6
3.2 电容耦合器 Capacity Coupler	6
3.3 馈线终端设备 Feeder Terminal Unit	6
3.4 衰减器 Attenuator	6
4 技术要求	6
4.1 环境条件	6
4.1.1 气候条件	6
4.1.2 周围环境要求	7
4.2 电源要求	7
4.2.1 供电方式	7
4.2.2 电源技术指标要求	7
4.3 结构要求	7
4.3.1 外形要求	7
4.3.2 材料要求	10
4.3.3 信号端子及其防护性能	10
4.3.4 电源端子及其防护性能	10
4.3.5 线路板及元器件	11
4.3.6 外壳螺丝	11
4.4 功能要求	11
4.4.1 基本要求	11
4.4.2 指示功能	11
4.4.3 调试功能	11
4.4.4 在线升级	11
4.4.5 网络管理	11
4.4.6 系统自检及异常处理机制	11
4.5 基本性能要求	12
4.5.1 频率范围	12
4.5.2 抗衰减能力	12
4.6 绝缘性能	12
4.6.1 绝缘电阻	12
4.6.2 绝缘强度	12
4.6.3 冲击电压	13
4.7 电磁兼容性	13
4.7.1 电压暂降和短时中断抗扰度能力	13
4.7.2 工频磁场抗扰度能力	14
4.7.3 射频辐射电磁场抗扰度能力	14
4.7.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度能力	14
4.7.5 静电放电抗扰度能力	14
4.7.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度能力	15
4.7.7 阻尼振荡波抗扰度能力	15

4.7.8 浪涌抗扰度能力	15
5 试验方法	16
5.1 温度试验	16
5.1.1 高温试验条件	16
5.1.2 低温试验条件	16
5.2 电源测试方法	16
5.3 结构试验	16
5.4 功能试验	17
5.4.1 试验方法	17
5.4.2 试验设备	17
5.5 抗衰减性能试验	17
5.6 绝缘性能试验	18
5.6.1 正常条件绝缘电阻试验	18
5.6.2 湿热条件绝缘电阻试验	18
5.6.3 绝缘强度试验	18
5.6.4 冲击电压试验	18
5.7 电磁兼容性性能试验	18
5.8 双 85 试验 (增加谐波测试)	18
5.9 交变湿热	18
5.10 匹配兼容性要求	18
6 检验规则	18
6.1 检验分类	18
6.2 出厂检验	19
6.3 型式检验	19
7 标志及标识	20
7.1 产品标志	20
7.2 包装标志和标识	20
8 使用说明书	20
9 贮存、运输	20

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。

本标准起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。



中压通信模块

1 范围

本标准规定了中压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中压通信模块TXZR3-DXZK（中控）、TXZR3-DXBM(主)、TXZR3-DXBS(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
GB311.1-2012	高压输变电设备的绝缘配合
GB/T311.2-2013	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/T16927(1~4)	高电压试验技术
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 17626.2-2006	静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2016	射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2018	浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	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	工频磁场的抗扰度试验
GB/T 17626.10-2017	阻尼振荡磁场的抗扰度试验
GB/T 17626.11-2008	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 振铃波抗扰度试验
GB/T 2423.4	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 术语与定义

3.1 中压通信模块 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 电容耦合器 Capacity Coupler

将中压通信模块的通信信号耦合至电力线的设备。

3.3 馈线终端设备 Feeder Terminal Unit

FTU 等，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

由我们自己设计定义的标准衰减，端口阻抗为 50Ω ，由 20dB 固定衰减+可调衰减+可调衰减+20dB 固定衰减组成。搭建环境如下图：

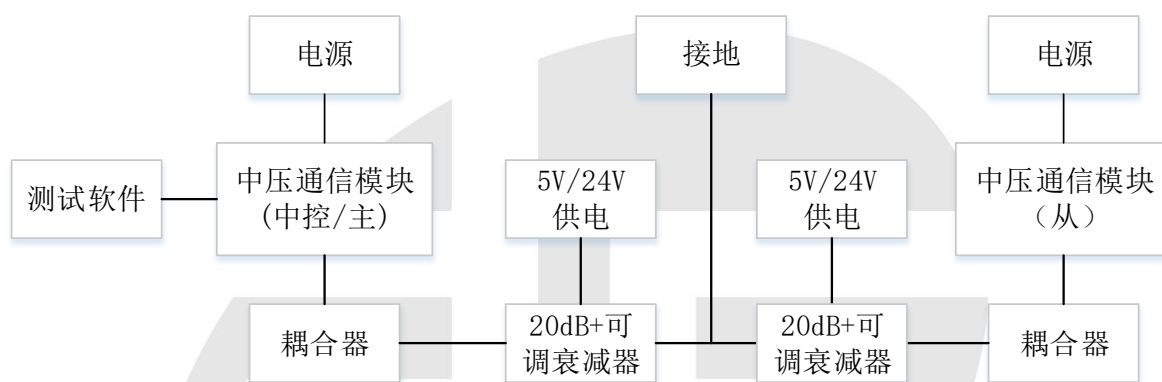


图 3.1 测试环境示意图

可调衰减器供电线接 USB 口，根据规定的 60dB 衰减两个可调衰减器设置的衰减值应该均为 10dB。衰减器在使用时要将连接线尽量延展避免距离过近引起信号耦合，同时避免拉扯连接线以免造成损坏。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 气候条件

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 4.1。

表 4.1 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。

4.1.2 周围环境要求

工作在以下环境条件的中压通信设备应能正常工作：

- a) 无爆炸危险，无腐蚀性气体及导电尘埃，无严重霉菌存在，无剧烈振动冲击源。场地安全要求应符合 GB/T 9361 中的规定。
- b) 接地电阻应小于 4Ω 。

4.2 电源要求

4.2.1 供电方式

支持交流或直流供电方式。

4.2.2 电源技术指标要求

- a) AC100V/220V（50Hz）、DC100V/220V，或DC20~60V。
- b) 中压通信模块通电、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。
- c) 电源恢复后保存数据不丢失，内部时钟正常运行。

4.3 结构要求

4.3.1 外形要求

4.3.1.1 中压通信模块（中控）

- a) 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)；
- b) 接口类型：3路网口、1路信号端子、1路电源端子；
- c) 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。

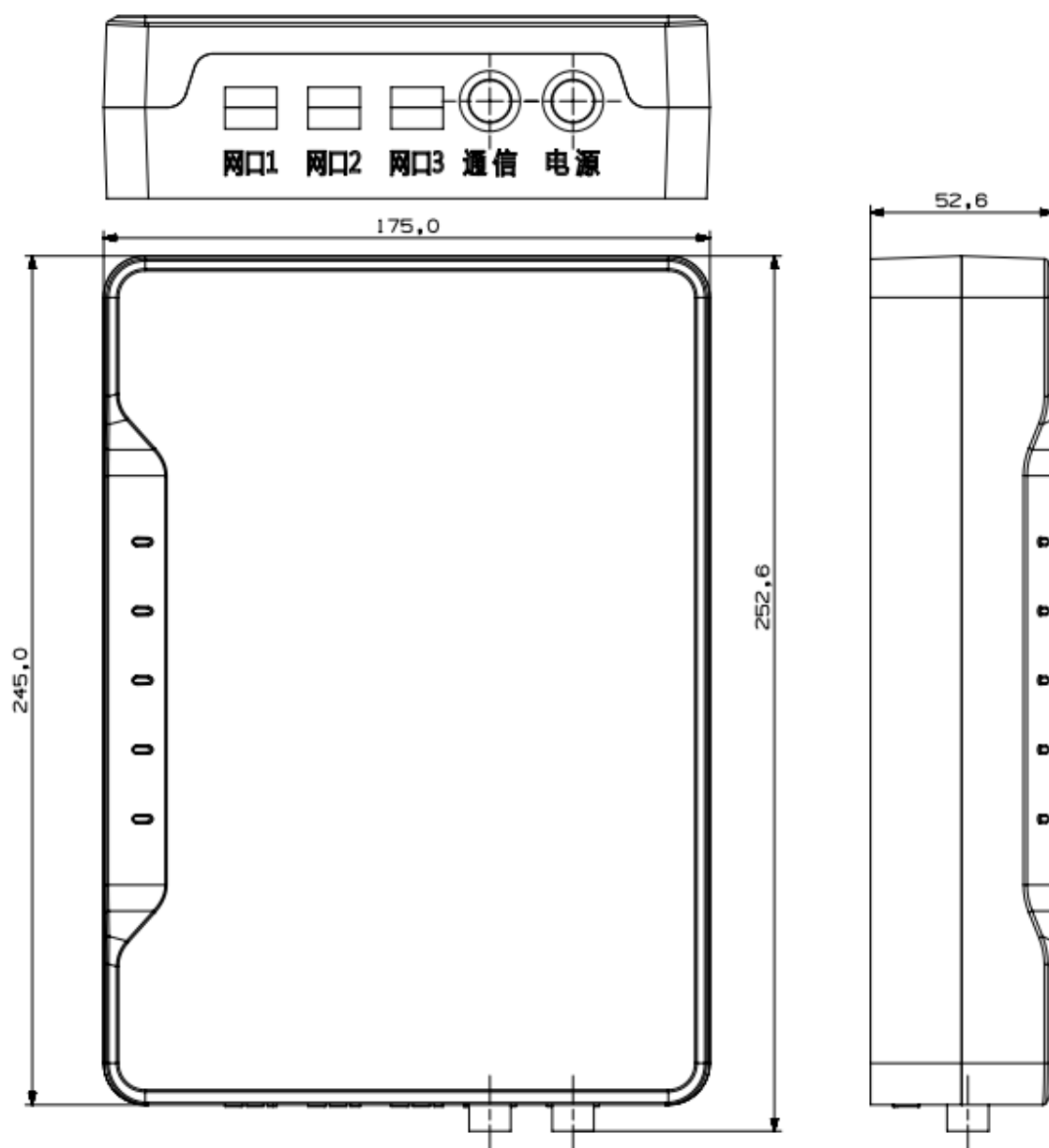


图 4.1 中压通信模块（中控）外形示意图

4.3.1.2 中压通信模块(主)

- a) 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)；
- b) 接口类型：2路光串口、1路信号端子、1路电源端子；
- c) 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。

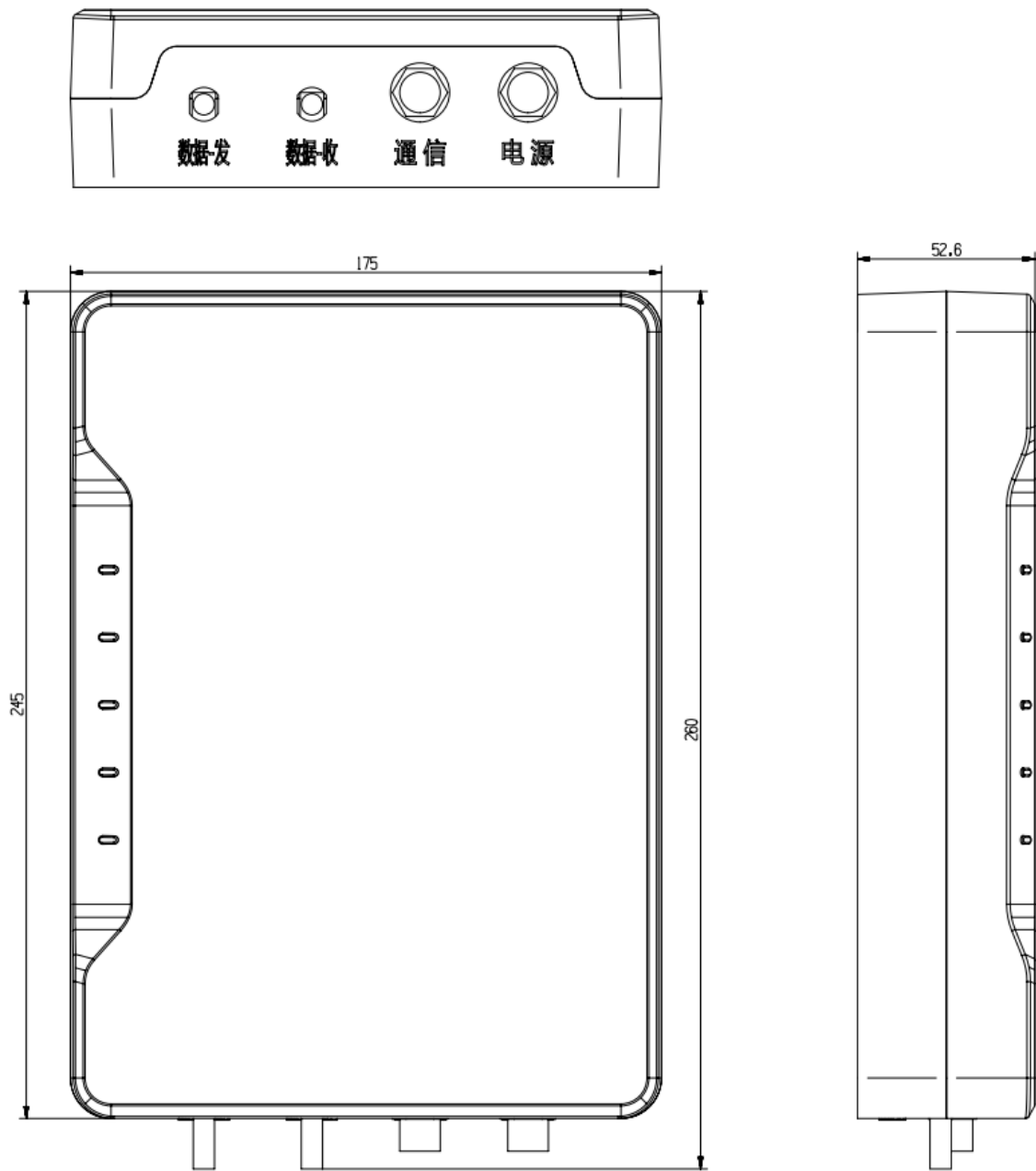


图 4.2 中压通信模块（主）外形示意图

4.3.1.3 中压通信模块(从)

- a) 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)；
- b) 接口类型：2路网口、1路信号端子、1路电源端子；
- c) 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。

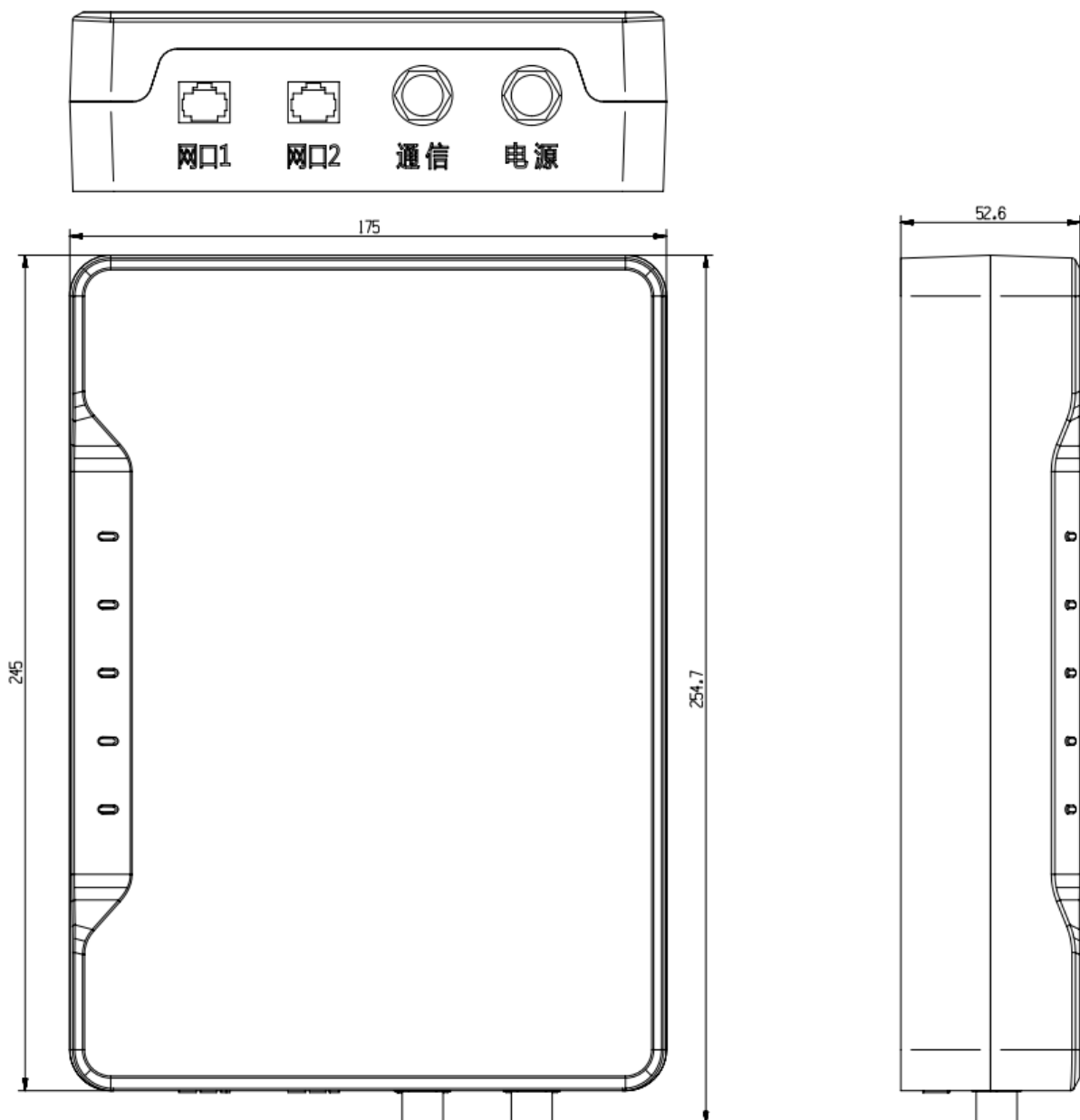


图 4.3 中压通信模块（从）外形示意图

4.3.2 材料要求

- a) 外壳材质及颜色：PC+10%玻纤；色卡号PANTONE：Cool Gray 1 U；
- b) 防护性能：整机防护性能应符合IP51级要求，即防尘和防滴水；
- c) 阻燃要求：非金属外壳应符合阻燃要求，试验温度为750℃，试验时间为30s。

4.3.3 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IP67级要求。

阻燃要求：信号端子符合阻燃要求。

4.3.4 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IP67级要求。

阻燃要求：电源端子符合阻燃要求。

4.3.5 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。

4.3.6 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。

4.4 功能要求

4.4.1 基本要求

4.4.1.1 中压通信模块（中控）

- 1) 为配电终端、用电信息采集终端等提供上行通信功能。
- 2) 具备3路以太网、1路与耦合器通信的接口。
- 3) 支持主站的主备IP功能、且能够接入网管系统。
- 4) 以太网接口传输速率可选用10/100Mbit/s全双工等。

4.4.1.2 中压通信模块（主）

- 1) 为配电终端、用电信息采集终端等提供上行通信功能。
- 2) 具备2路光串口、1路与耦合器通信的接口。

4.4.1.3 中压通信模块（从）

- 1) 为配电终端、用电信息采集终端等提供上行通信功能。
- 2) 具备2路以太网、1路与耦合器通信的接口。
- 3) 以太网接口传输速率可选用10/100Mbit/s全双工等。

4.4.2 指示功能

外壳应具有电源、网络通信、数据传输指示灯。

4.4.3 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。

4.4.4 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。

4.4.5 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。

4.4.6 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。

4.5 基本性能要求

4.5.1 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。

表 4.2 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

4.5.2 抗衰减能力

通信性能标准测试环境下，抗衰减性能 $\geq 60\text{dB}$ 。使用测试软件发送通信报文，测试通信次数100次，含有效数据长度为300字节，通信成功率 $\geq 95\%$ 。

4.6 绝缘性能

4.6.1 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 4.3

表 4.3 正常条件绝缘电阻

额定绝缘电压 U_i (V)	绝缘电阻要求 ($M\Omega$)
$U_i \leq 60$	≥ 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 4.4。

表 4.4 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)

4.6.2 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 4.5。

表 4.5 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

4.6.3 冲击电压

电源回路、信号回路各自对地和无电气联系的各回路之间，应耐受表 4.6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（击穿破火、闪络或绝缘击穿）现象。

表 4.6 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

4.7 电磁兼容性

通信模块应在所列表 4.7的电磁骚扰环境下能正常工作，骚扰对通信模块工作影响程度用试验结果评价等级表示。

评价等级A：骚扰对通信模块工作无影响，试验时和试验后通信模块均能正常通信。

评价等级B：骚扰使通信模块暂时丧失通信功能，骚扰后不需人工干预，5分钟内能自行恢复通信功能。

表 4.7 电磁兼容性要求

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

注：试验时出现评价等级 B，该项试验结果判定为 B 类合格。

4.7.1 电压暂降和短时中断抗扰度能力

通信模块在通电状态下，满足下述条件：

- a) 电压试验等级 $40\% U_T$ ：
 - 1) 从额定电压暂降 60%。
 - 2) 持续时间：1min，3000 个周期。
 - 3) 降落次数：1 次。

b) 电压试验等级 $0\%U_T$:

- 1) 从额定电压暂降 100%。
- 2) 持续时间: 1s, 50 个周期。
- 3) 中断次数: 3 次, 各次中断之间的恢复时间为 10s。

c) 电压试验等级 $0\%U_T$:

- 1) 从额定电压暂降 100%。
- 2) 持续时间: 20ms, 1 个周期。
- 3) 中断次数: 1 次。

以上电源电压的突变发生在电压过零处。

试验时通信模块不应发生损坏或死机现象, 试验后工作正常。

4.7.2 工频磁场抗扰度能力

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, 测试完成后, 通信模块应该能够正常工作。

4.7.3 射频辐射电磁场抗扰度能力

通信模块在正常工作状态下, 满足下述条件:

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, 通信模块应工作正常。

4.7.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度能力

通信模块在正常工作状态下, 满足下述条件:

- 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, 试验时应能正常工作, 功能和性能应符合相关规定。

4.7.5 静电放电抗扰度能力

通信模块在正常工作状态下, 满足下述条件:

- a) 严酷等级: 4。
- b) 试验电压: 9kV(接触)、16kV(空气)。
- 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(载波通信端子)。
- d) 间接放电。施加部位: 通信模块各个侧面。
- e) 空气放电。施加部位: 在操作人员正常使用时可能触及的绝缘外壳和操作部分。

f) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各 10 次，每次放电间隔至少为 1s。

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，通信模块应能正常工作，存储数据无改变，功能和性能应符合相关规定。

4.7.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度能力

满足下述条件：

a) 通信模块在工作状态下，试验电压施加于模块的供电电源端和保护接地端：

- 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。

b) 通信模块在正常工作状态下，用电容耦合器夹将试验电压耦合至通信信号输入/输出线路上：

- 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) 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。

在对各回路进行试验时，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，通信模块应能正常工作，功能和性能应符合相关规定。

4.7.7 阻尼振荡波抗扰度能力

通信模块在正常工作状态下，满足下述条件：

- 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。

在对各回路进行试验时，可以出现短时通信中断，其他功能和性能应正常；试验后，通信模块应能正常工作，功能和性能应符合相关规定。

4.7.8 浪涌抗扰度能力

通信模块在正常工作状态下，满足下述条件：

- a) 严酷等级：电源回路 4 级。
- b) 试验电压：电源电压两端口之间 2kV，电源电压各端口与地之间 4kV。
- c) 波形：1.2/50us。
- d) 极性：正、负。
- e) 试验次数：正负极性各 5 次。
- f) 重复率：小于 1 分钟。

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，通信模块应能正常工作，功能和性能应符合相关规定。

5 试验方法

5.1 温度试验

5.1.1 高温试验条件

将被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，在标准衰减器下过60dB，通信次数100次，报文有效字节300字节，通信成功率95%以上。

5.1.2 低温试验条件

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，在标准衰减器下过60dB，通信次数100次，报文有效字节300字节，通信成功率95%以上。

5.2 电源测试方法

测试条件按照4.2.2所述，整机功耗测试环境如图 5.1所示，与本标准5.4.2工装检测配合使用

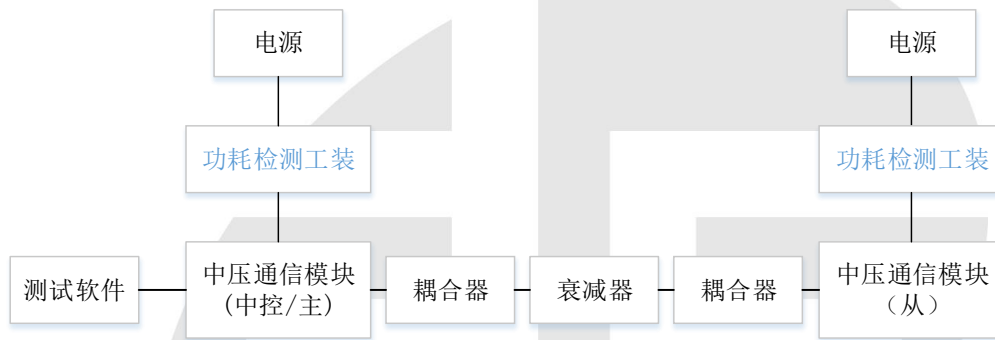


图 5.1 功耗检测环境示意图

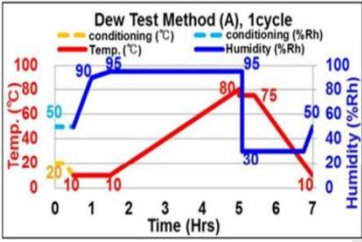
整机功耗性能指标：

- (1) 动态功耗≤40W；
- (2) 静态功耗≤7W。

5.3 结构试验

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≤60Hz）； 加速度幅值：10m/s ² （频率范围>60Hz）； 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	符合条目 2 规定要求
	IP67	端子	
阻燃性能	试验温度为750℃，试验时间为30s	外壳	符合条目 2 规定要求
	94-V0	信号、电源端子	符合条目 2 规定要求
盐雾试验	将受试模块非通电状态下放入盐雾箱，保	整机	试验后检查器件是否有腐，通

	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		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

5.4 功能试验

5.4.1 试验方法

将通信模块接入测试环境，测试其载波通信、网口、参数设置等功能。

5.4.2 试验设备

中压通信模块(中控)的检测工装和配套软件。

5.5 抗衰减性能试验

通信性能标准测试环境下，加60dB衰减器。使用测试机软件发送通信报文，测试通信次数100次，含有效数据长度为300字节，通信成功率 $\geq 95\%$ 。测试环境详见图 5.2

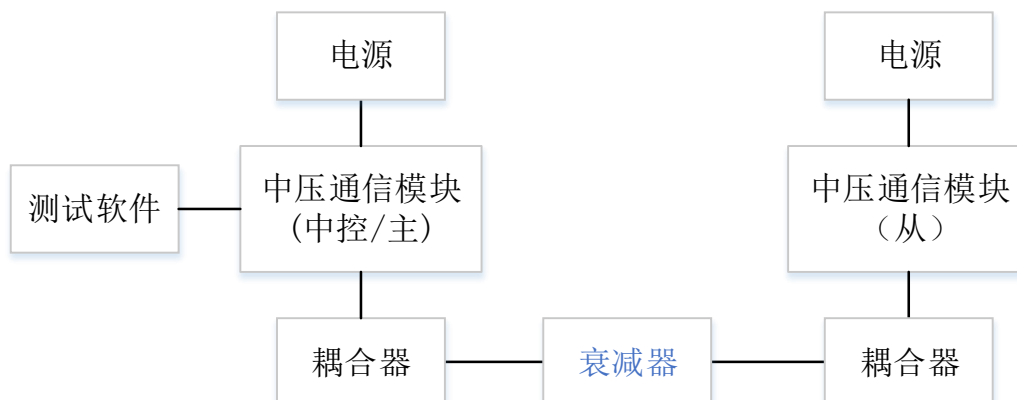


图 5.2 抗衰减性能测试环境

5.6 绝缘性能试验

5.6.1 正常条件绝缘电阻试验

设备的接口回路和电源回路，按 4.6.1 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。

5.6.2 湿热条件绝缘电阻试验

湿热试验箱的温度偏差不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 $\pm 2\%$ ，设备各表面与相应的箱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，试验箱以不超过 $1^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 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 4.6.1 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 4.6.1 规定的要求。

5.6.3 绝缘强度试验

设备的接口回路和电源回路，按4.6.2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4.6.2中规定的要求。

5.6.4 冲击电压试验

按4.6.3的要求，施加 $1.2/50\mu\text{s}$ 的标准雷电波的短时冲击电压试验，开路试验电压为5kV，设备应无绝缘击穿和器件损坏。冲击试验后，各项性能指标满足4.5的要求。

5.7 电磁兼容性性能试验

按照4.7的试验方法和要求测试。

5.8 双 85 试验 (增加谐波测试)

温度 85°C ，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。试验后设备抗衰减及抗干扰能力不受影响。

5.9 交变湿热

按规定，上限温度为 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试验6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。

5.10 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。

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	电暂降和短时中断抗干扰度试验		√
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	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验		√
12	震荡波抗扰度		√
13	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验		√
14	浪涌（冲击）抗扰度试验		√
15	双 85 试验		√
16	交变湿热		√

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 试验	定型试验数量 3 只。如有一只试验样品不满足试验要求，则判该试验不合格，可加倍抽取补做该
2	基本功能试验		

3	通电稳定性试验	项试验，若再不合格，则判定批次产品不合格。
4	高温试验	
5	低温试验	
6	振动试验	
7	电暂降和短时中断抗干扰度试验	
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	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	
12	震荡波抗扰度	
13	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	
14	浪涌（冲击）抗扰度试验	
15	双 85 试验	试验数量 3
16	交变湿热	

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，使用的符号应符合GB/T 17441—1998的规定。

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、木箱进行打包包装，运输过程中不应有机械损伤和紧固部位松动。



附录 A 中压通信模块产品检测项目

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/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	外观显示	外观显示试验	√	√	√	√		√	√
2		按键功能试验							
3		…….							
4	通用环境类	凝露试验							
5		冷热冲击							
6		阳光辐射							
7		盐雾							
8		海南湿热							
9		…….							
10	功能检测	硬件匹配试验							
11		软件匹配试验							
12		热插拔试验							
13		Flash 升级							
14		USB 短路试验							
15		负荷开关过零点跳合闸 测试							
16		蜂鸣器验证							
17		485 的 AB 耐压							
18		天线带电							
19		…….							
20	EMC	485 浪涌							
21		电棍试验							
22		对讲机							
23		漏磁							
24		群脉冲不加电流							
25		工频磁场影响试验	√		√				√
26		温升试验	√		√				√
27		自热试验	√		√				√
28		电流回路阻抗试验							
29		恒定磁场试验							
30		工频磁场试验	√		√				√
31		传导抗扰度试验							
32		雷击浪涌试验 (遥测精 度, 控制输出, 状态输入, 分辨率都要做)	√	√	√	√			√
33		群脉冲试验 (遥测精度, 控制输出, 状态输入, 分 辨率都要做)	√	√	√	√			√

34		静电试验（遥测精度，控制输出，状态输入，分辨率都要做）	√	√		√	√			√
35		电压冲击试验								
36		阻尼振荡波抗扰度	√			√				√
37		射频电磁场辐射抗扰度	√			√				√
38		阻尼振荡磁场抗扰度	√			√				√
39		脉冲磁场抗扰度	√			√				√
40		电压突降和中断	√			√				√
41		…….								
42	计量类	长时间潜动试验								
43		电压缓升缓降试验								
44		长时间走字对比验证								
45		时钟电池失效时电能表时钟保持能力								
46		…….								
47	电源类	电源缓升								
48		电压跌落								
49		电压随机跌落								
50		电压逐渐变化								
51		电压影响	√			√				√
52		启动	√			√				√
53		热插拔								
54		电压反接运行状态								
55		三相四线零线虚接								
56		模拟故障试验								
57		过压保护验证								
58		充电器试验								
59		超级电容供电验证	√			√				√
60		外部供电情况下时钟电池放电电流检测	√			√				√
61		备用电池充放电	√			√				√
62		通信模块带载能力	√			√				√
63		器件温升	√			√				√
64		…….								
65	高低温	高温试验	√			√				√
66		低温试验	√			√				√
67	机械	跌落试验								
68		自由碰撞								
69	可靠性	高温耐久测试								
70		双 85 试验	√					√		√
71		EMI 试验								
72	生产	功率消耗试验	√	√	√	√	√			√

73		版本读取试验	√	√	√	√	√		√	√
74		耐压测试试验	√	√	√	√	√		√	√
75		整机功能试验	√	√	√	√	√		√	√
76		老化试验	√		√	√				√
77		生产工艺说明	系统审批						√	
78		打标文件	系统审批						√	
79		BOM	系统审批							
80		…….								
81	地区特殊要求	超低温试验								
82		极限温度下的通断电试验								
83		电流采样回路开路下防 潜试验								
84		电路板电源线和电压参 考线开路试验								
85		485 翻屏								
86		红外唤醒								
87		…….								
88	载波通讯类	灵敏度测试								
89		高温对冲击试验								
90		串口延时								
91		自激验证								
92		三相电相位差偏差验证								
93		缓慢上电								
94		电源稳定性								
95		波形测试								
96		超级电容模块掉电								
97		…….								
98	其他	极限测试								
99		红外测试								
100		跳合闸测试								
101		进出低功耗阈值测试								
102		…….								

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	陈晓	20190111		
V1.1	滕伟涛	20190705	1、硬件原理改动，载波机动态功耗调整为 $\leq 40\text{w}$ ； 2、双 85 实验时间修改为 1000 小时。	

编制：陈晓

审核：

标准化：

批准：
