

Q/DX

青岛鼎信通讯股份有限公司企业标准



线路工具箱

V1.0

2021-07-28 发布

2021-07-28 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》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。

线路工具箱

1 范围

本部分规定了线路工具箱的技术指标、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。

本标准适用线路工具箱的设计、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 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）

GB/T 4208—2008 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5169.11—2006 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 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

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 17215.211—2006 交流电测量设备 试验和试验条件 第11部分：测量设备

GB/T 17215.322—2008 交流电测量设备 特殊要求 第22部分 静止式有功电能表（0.2s级和0.5s级）

Q/GDW 1379.3—2013 电力用户用电信息采集系统检验技术规范 第3部分：集中抄表终端检验技术规范

3 术语与定义

3.1 线路工具箱

安装在电杆、分支箱或电表箱内的具备上行通信、测量分支电压、电流、功率等信息、停上电上报、拓扑识别投切、设备定位功能于一体的监测设备。

线路工具箱分为两种，XLGJT13-DX型线路工具箱和XLGJT33-DX型线路工具箱，XLGJT13-DX型线路工具箱可以采集一个分支数据，XLGJT33-DX型线路工具箱可以采集三个分支数据。

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

线路工具箱满足工作环境温度-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，AN供电，允许偏差±30%；频率：50Hz，允许偏差±5%。

4.2.2 交流模拟量采集

交采电压为3×220V，交采电流为0.1A。

- a) 电压测量范围：154~286V；
- b) 电流测量范围：0~0.12A；
- c) 频率测量范围：47.5Hz~52.5Hz

4.2.3 功率消耗

在非通信及不带负载情况下，线路工具箱消耗的视在功率应不大于15VA。

4.2.4 失电数据和时钟保持

线路工具箱供电电源中断后，应有措施至少保证正常工作60s，同时在24h内（最少上报20次）间隔一小时上报一次设备位置数据，数据和时钟保持10年。电源恢复时，保存数据不丢失，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

线路工具箱外壳的防护性能应符合GB 4208—2008规定的IP55级要求，即防尘和防喷水。

4.3.2 机械影响

线路工具箱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 接线图和标识

线路工具箱上盖上应有接线端子标识。

4.3.4 加封印

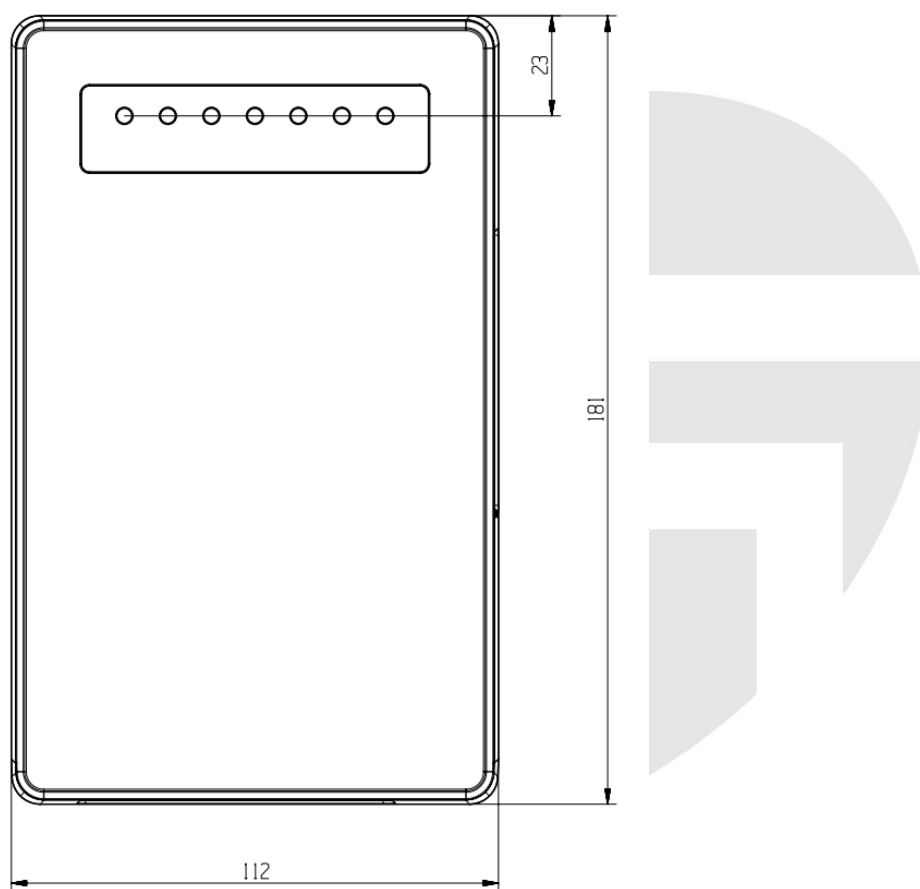
线路工具箱SIM卡翻盖、电池仓应能加封印。

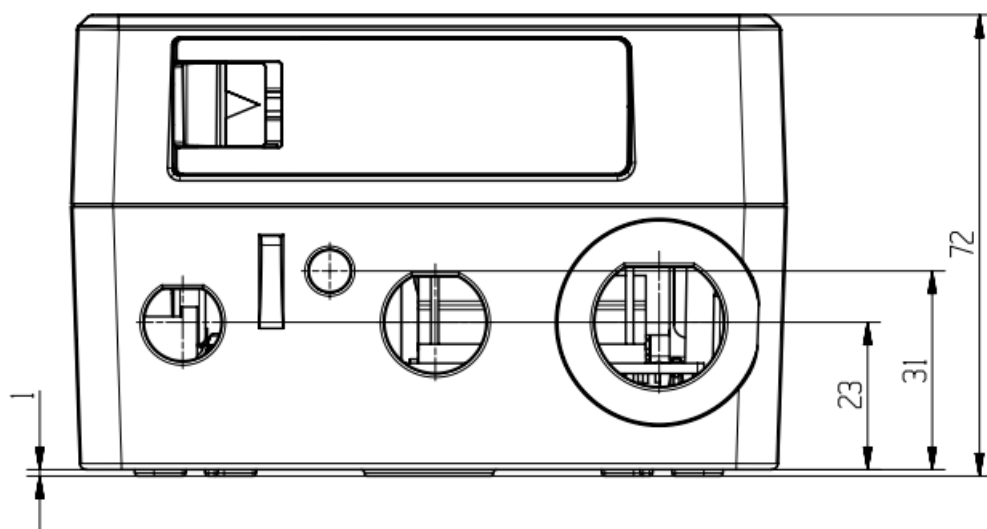
4.3.5 金属部分防腐蚀

在正常运行条件下可能受到腐蚀或能生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层。

4.3.6 外形尺寸及安装方式

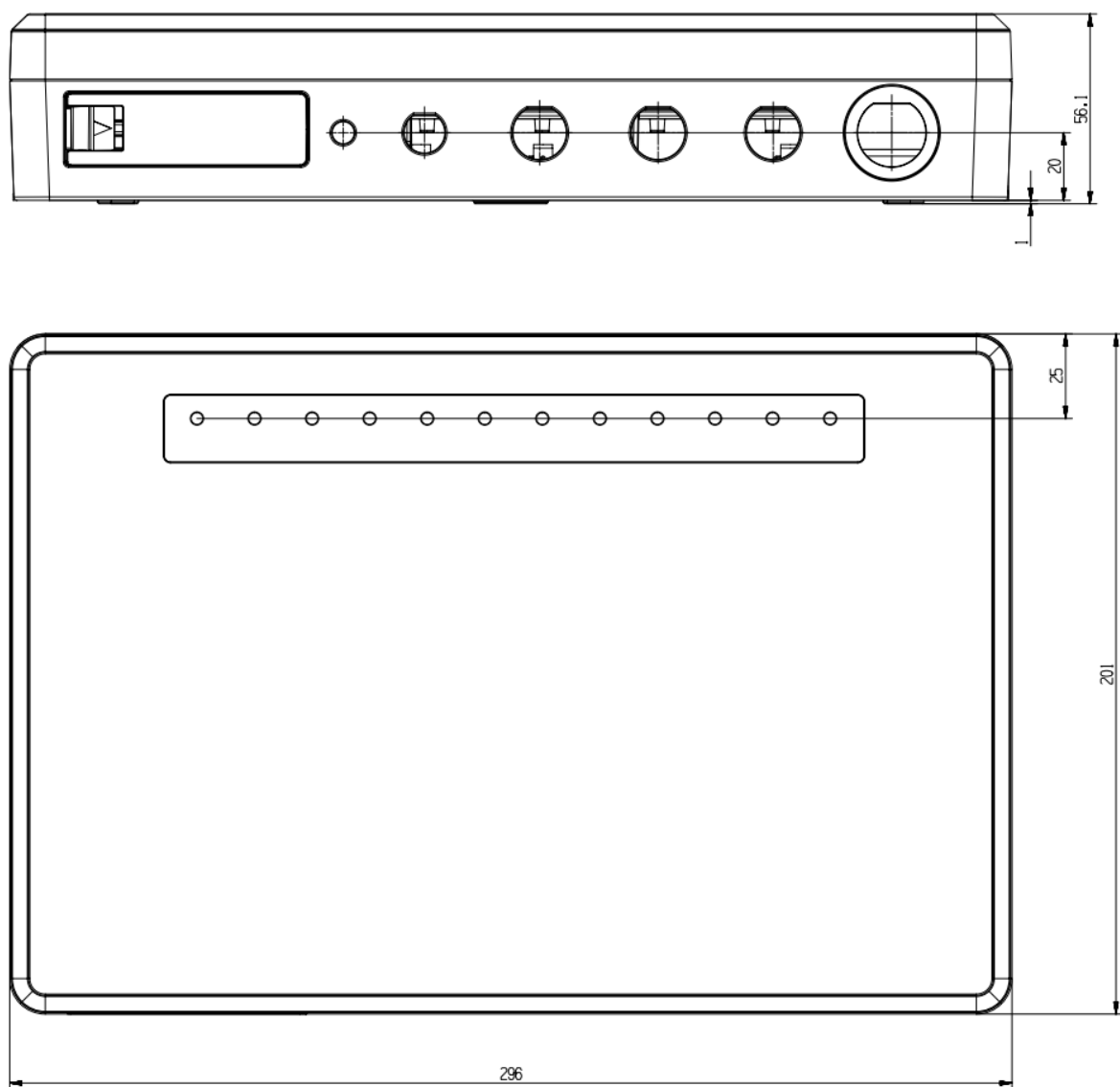
XLGJT13-DX型线路工具箱外形尺寸不大于112mm×181mm×23mm，公差±0.3mm。





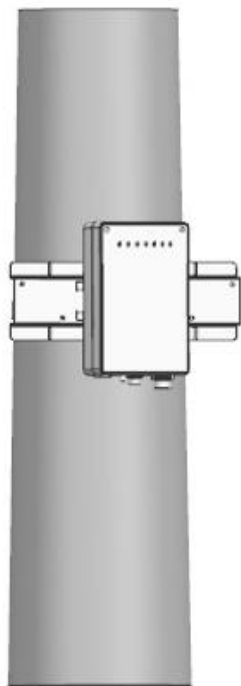
XLGJT33-DX型线路工具箱外形尺寸不大于296mm×201mm×56.1mm, 公差±0.3mm。

f

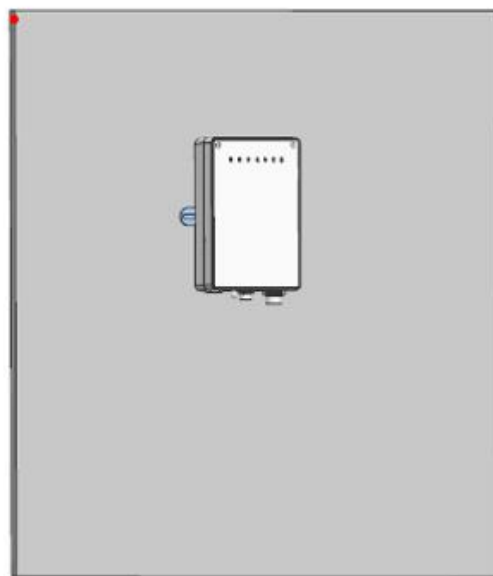


安装采用壁挂式或抱杆式安装，安装示意图如下：

抱杆式安装工况



壁挂式安装工况



4.3.7 材料及工艺要求

- a) 外壳材质为PC+10GF，颜色为Cool Gray 1U，需满足1米跌落试验。
- b) 抱箍为不锈钢材质。
- c) 表面商标采用激光打标工艺。
- d) 背部螺母采用热熔工艺。

4.3.7.1 航插端子、天线座

- a) 航插端子应使用绝缘、阻燃、防紫外线的环保材料制成，要求有足够的绝缘性能和机械强度；
- b) 电压、电流、485 端子均采用航插端子，天线座采用特殊防水垫圈设计，满足 IP55 防护等级；
- c) 航插端子满足 1000 次插拔寿命，同时 XLGJT13-DX 型线路工具箱的 RS-485 端子、XLGJT33-DX 型线路工具箱的 RS-485 端子及电流端子带有防尘盖；
- d) 电压端子需满足额定电压 400V 要求；
- e) 天线座需满足 72h 盐雾试验要求。

4.3.7.2 外壳螺钉及封印

- a) 外壳螺钉应采用 HPb59-1 铜或铁钝化、镀铬或镀镍制成的十字、一字通用螺钉；外壳和螺钉应采用防锈材料；
- b) 电池仓应具有出厂封印，SIM 卡翻盖无需安装封印。

4.3.7.3 外壳

- a) 外壳应使用绝缘、阻燃、防紫外线的环保材料制成，采用 PC+GF 材料。
- b) 外壳应耐腐蚀、抗老化、有足够的硬度，上紧螺钉后，不应有变形现象；

4.3.7.4 SIM 卡翻盖

翻盖防紫外线的采用PC+GF材料，翻盖与设备上下壳应无缝紧密结合。

4.4 绝缘性能要求

4.4.1 绝缘电阻

线路工具箱各输出电气回路对地和电气隔离的各回路之间的绝缘电阻要求如下所示：

表 4.1 绝缘电阻

额定绝缘电压	绝缘电阻要求 (MΩ)		测试电压
V	正常条件	湿热条件	V
$U \leq 60$	≥ 10	≥ 2	250
$60 < U \leq 250$	≥ 10	≥ 2	500
$U > 250$	≥ 10	≥ 2	1000
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 $U > 250V$ 的要求。			

本线路工具箱设计上电气隔离的回路包括：1、强电电源输入回路 ($250 < U \leq 400$)；2、电流输入和 RS-485 回路 (≤ 60)；3、外置 GPRS 天线口所在回路 (≤ 60)。

4.4.2 绝缘强度

输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间，应耐受下表中规定的50Hz的交流电压，历时60s的绝缘强度实验。试验时不得出现击穿、闪络，泄漏电流应不大于2mA。

表 4.2 试验电压

额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (V)	额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (V)
$U \leq 60$	1000	$125 < U \leq 250$	3000
$60 < U \leq 125$	2500	$250 < U \leq 400$	3000

本线路工具箱设计上电气隔离的回路包括：1、强电电源输入回路 ($250 < U \leq 400$)；2、电流输入和 RS-485 回路 (≤ 60)；3、外置 GPRS 天线口所在回路 (≤ 60)。

4.4.3 冲击耐压

输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间，应耐受下表中规定的冲击电压峰值，正负极性各10次。试验时无破坏性放电（击穿跳火、闪络或绝缘击穿）。

表 4.3 试验电压

额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (V)	额定绝缘电压 (V)	试验电压有效值 (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。			

本线路工具箱设计上电气隔离的回路包括：1、强电电源输入回路 ($250 < U \leq 400$)；2、电流输入和RS-485回路 (≤ 60)；3、外置GPRS天线口所在回路 (≤ 60)。

4.5 温升

在额定工作条件下，电路和绝缘体不应达到可能影响线路工具箱正常工作的温度。正常工作时，外壳温升不应超过25K，除功率电阻外其他板上器件温升不超过35K。

4.6 数据传输信道

4.6.1 通信介质

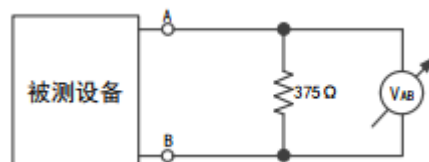
线路工具箱上行通信采用4G无线网络通信。下行通信采用RS-485，通信速率2400bps、4800bps、9600bps。通信规约支持DL/T 645规约和DL/T 698.45规约。

4.6.2 485 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 $|V_{AB}| \geq 1.5V$ 。

测试方法：

- (1) 按下图所示建立测试环境，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。



4.7 功能要求

4.7.1 功能配置

表 4.4 线路工具箱的功能配置

序号	项 目		必备	选配
1	交流采样	电压、电流数据采集	√	
2	数据管理和存储	实时和当前数据	√	
		历史日数据		√
		历史月数据		√
3	参数设置	时钟召测和对时	√	

序号	项 目		必备	选配
	和查询	线路工具箱参数	√	
4	事件记录	事件记录	√	
5	数据传输	拓扑识别投切信号		√
6	本地功能	运行状态指示	√	
		本地维护接口	√	
7	设备维护	自检自恢复	√	
		设备初始化	√	

4.7.2 功能要求

4.7.2.1 数据采集

4.7.2.1.1 采集数据类型

线路工具箱可以远程主站设置的采集周期自动采集每个分支的电流电压数据。XLGJT13-DX型线路工具箱可以采集一个分支的数据，XLGJT33-DX型线路工具箱可以采集三个分支的数据。

4.7.2.1.2 采集方式

线路工具箱可用下列方式采集分支的电流电压数据：

- 实时采集：直接采集指定分支的相应数据项。
- 定时自动采集：线路工具箱根据远程主站设置的采集周期自动采集每个分支的电流电压数据。

4.7.2.2 数据管理和存储

线路工具箱应能按要求对采集数据进行分类存储。

4.7.2.3 自身运行状况监测

线路工具箱监视自身运行状况，停电、位移等状况时，按事件记录要求记录发生时间和异常数据。

4.7.2.4 参数设置和查询功能

4.7.2.4.1 时钟召测和对时功能

线路工具箱应有计时单元，计时单元的日计时误差 $\leq \pm 0.5\text{s/d}$ 。线路工具箱可接收采集主站或本地手持设备的时钟召测和对时命令。

4.7.2.4.2 线路工具箱参数设置和查询

可以通过远程或手持设备设置和查询线路工具箱通信地址、线路工具箱内存储数据等。

4.7.2.5 事件记录

线路工具箱应根据设置的事件属性，将事件分类记录。事件包括线路工具箱停电，设备定位信息变更等。

4.7.2.6 本地功能

4.7.2.6.1 本地状态指示

应有工作状态、通信状态等指示。

4.7.2.6.2 本地维护接口

提供蓝牙、RS485维护接口、以太网接口，支持手持设备设置参数和现场抄读电流电压数据。

4.7.2.7 线路工具箱维护

4.7.2.7.1 维护接口

线路工具箱提供RS485、以太网、蓝牙三种维护接口。

4.7.2.7.2 自检和异常记录

线路工具箱可自动进行自检，发现设备（包括通信）异常应有事件记录功能。

4.7.2.7.3 初始化

线路工具箱接收到采集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。

4.7.2.7.4 终端登录

线路工具箱上电后，经过 0s~30s 的随机延时后登录。每次登录失败后，经过心跳周期 0.5 倍~1.5 倍的随机延时（以 s 或 ms 计）后重新登录。

4.7.3 拓扑功能

4.7.3.1.1 拓扑投切

线路工具箱可以在电力线上投切特征信号，投切信号应满足被识别要求。

拓扑电路应具备故障保护功能，当设备因内部或外部因素引发故障时，拓扑电路应能自动保护，故障消除后电路可自行恢复。

4.7.3.1.2 拓扑识别

配合外部电流互感器可以识别电力线的投切信号。

4.7.4 交流模拟量采集要求

线路工具箱具有测量功能，可测量电压、电流、功率、功率因数等数据，其中电压、电流、有功功率满足1级电能表的精度要求（±1%的引用误差）。

4.8 电磁兼容性要求

线路工具箱应能承受传导的和辐射的电磁骚扰以及静电放电的影响，设备无损坏，并能正常工作。

电磁兼容试验项目包括：电压暂降和短时中断、射频场感应的传导骚扰抗扰度、工频磁场抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、静电放电抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、阻尼振荡波抗扰度、浪涌抗扰度。

试验等级和要求如下表。

表 4.5 电磁兼容试验主要参数

试验项目	等级	试 验 值	试 验 回 路
工频磁场抗扰度		400A/m	整机
射频辐射电磁场抗扰度	3/4	10V/m (80MHz~1000MHz) 30V/m (1.4GHz~2GHz)	整机
静电放电抗扰度	4	接触放电 9kV 空气放电 16kV	端子/外壳
电快速瞬变脉冲群抗扰度		2.0kV (耦合)	RS485、电流
	4	4.0kV	电源、交采电压回路
阻尼振荡波抗扰度	2	1.0kV (共模)	RS-485、电流
	4	2.5kV (共模) 1.25kV (差模)	电源、交采电压回路
浪涌抗扰度	4	5kV (差模)	电源、交采电压回路
		6kV (共模)	
电压暂降和短时中断		3000:1(60%), 50:1, 1:1	整机
射频场感应的传导骚扰抗扰度	3	10V (非调制)	电源端和保护接地端

4.9 连续通电稳定性

线路工具箱在正常工作状态连续通电72小时，在72小时期间每8小时进行抽测，其功能、性能、交采应满足4.7相关要求。

4.10 可靠性指标

线路工具箱的平均无故障工作时间(MTBF)不低于50000小时。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1300小时。

5 试验方法

5.1 检验条件

5.1.1 试验系统

功能试验和各试验项目的功能验证试验应在试验系统下进行。由采集主站、线路工具箱组成一个数据采集试验系统。采集主站定时自动采集或实时采集电能表数据，定时采集的时间间隔可设置为5min~30min。

5.1.2 气候环境条件

除静电放电抗扰度试验，相对湿度应在30%~60%外，各项试验均在以下大气条件下进行，即：

- a) 温 度：+15℃~+35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~108kPa。

在每一项目的试验期间，大气环境条件应相对稳定。

5.1.3 电源条件

试验时电源条件为：

- a) 频率：50Hz，允许偏差±5%；
- b) 电压：UA、UN 供电 220V，允许偏差±30%。

5.2 检验方法

5.2.1 结构和机械试验

5.2.1.1 一般检查

进行外观和结构检查时，不应有明显的凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺，镀层不应脱落，文字、符号应清晰、耐久，接线应牢固。

5.2.1.2 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具有表 5.1 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 16935.1-2008 的规定进行修正。

表 5.1 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
$250 < U \leq 400$	4	5

本线路工具箱设计上电气隔离的回路包括：1、强电电源输入回路 ($250 < U \leq 400$)；2、电流输入和 RS-485 回路 (≤ 60)；3、外置 GPRS 天线口所在回路 (≤ 60)。

5.2.1.3 外壳和端子着火试验

在非金属外壳和有端子排（座）及相关连接件的模拟样机上按 GB/T 5169.11—2008 规定的方法进行试验，模拟样机使用的材料应与被试线路工具箱的材料相同。外壳的热丝试验温度为： $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，试验时间为 30s。在施加灼热丝期间和在其后的 30s 内，观察样品的外壳，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。

5.2.1.4 机械振动测试

终端设备应能承受正常运行及常规运输条件下的机械振动和冲击而不造成失效和损坏。机械振动强度要求：

- 频率范围：10Hz～150Hz；
- 位移幅值：0.075mm（频率 $\leq 60\text{Hz}$ ）；
- 加速度幅值：10m/s²（频率 $> 60\text{Hz}$ ）；
- 20 个测试周期。

5.2.1.5 模拟汽车颠簸

持续 40 分钟，参考 ISTA-1A 标准。

5.2.1.6 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。

5.2.1.7 弹簧锤试验

终端的机械强度应做弹簧锤试验，应将终端按照现场实际安装方式固定，弹簧锤以 $(0.2\text{J} \pm 0.02\text{J})$ 的动能作用在线路工具箱的外表面上，每个测量点敲击3次，如果外壳没有出现影响线路工具箱及可能触及带电部件的损伤，此试验的结果是合格的。不减弱对间接接触的防护或不影响防止固体异物、灰尘和水进入微损伤是允许的。

5.2.1.8 冲击试验

试验参照 GB/T 2423.5 的规定进行。被试终端在非工作状态，无包装；半正弦脉冲；峰值加速度：30g (300m/s²)；脉冲周期：18ms；试验后检查被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。交流模拟量测量值准确度满足要求。

5.2.2 气候影响试验

5.2.2.1 高温试验

按GB/T 2423.2—2008规定的Bb类进行，将被试线路工具箱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。

试验中线路工具箱应能正常工作，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，线路工具箱应能正常工作，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。

5.2.2.2 低温试验

按GB/T 2423.1—2008规定的Ab类进行，将受试线路工具箱在非通电状态下放入低温试验箱的中央，降温至-40℃，保温6h，然后通电0.5h。

试验中线路工具箱应能正常工作，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，线路工具箱应能正常工作，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。

5.2.3 温升试验

外表面的温升在环境温度为40℃时应不超过25K，PCB板上器件除功率电阻外最大温升不超过35K。

在2h的试验期间，线路工具箱不应受到风吹或直接的阳光照射。试验后，线路工具箱绝缘性能试验不应受到损坏。

5.2.4 绝缘性能试验

5.2.4.1 试验要求

进行各项绝缘性能试验前，应对线路工具箱进行自检，所有结果和显示应正常。

绝缘试验时线路工具箱应安装好SIM卡翻盖和电池仓盖。试验时，不进行试验的电气回路应短路并接地。进行交流电压和冲击耐压试验时，不应发生闪络、破坏性放电和击穿，试验后，功能和性能应符合规定。

5.2.4.2 绝缘电阻试验

在正常试验条件和湿热试验条件下，测试电压在线路工具箱的端子处测量各电气回路对地和各电气回路间的绝缘电阻，其值应符合规定。

绝缘电阻要求如表5.2所示。

表 5.2 绝缘电阻

额定绝缘电压 V	绝缘电阻 MΩ		测试电压 V
	正常条件	湿热条件	
$U \leq 60$	≥ 10	≥ 2	250
$60 < U \leq 250$	≥ 10	≥ 2	500
$U > 250$	≥ 10	≥ 2	1000

注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路采用 $U > 250V$ 的要求。

本线路工具箱设计上电气隔离的回路包括：1、强电电源输入回路 ($250 < U \leq 400$)；2、电流输入和RS-485回路 (≤ 60)；3、外置GPRS天线口所在回路 (≤ 60)。

5.2.4.3 绝缘强度试验

按照4.4.2要求试验，试验时间1min，漏电流不应大于2mA。

5.2.4.4 冲击电压试验

冲击电压要求：

- a) 脉冲波形：标准 (1.2/50) μs 脉冲波；
- b) 电源阻抗：(500 \pm 50) Ω ；
- c) 电源能量：(0.5 \pm 0.05) J。

每次试验分别在正、负极性下施加5次，两个脉冲之间最少间隔3s。

按照4.4.3要求，在要求回路间施加规定电压。

5.2.5 电源影响试验

5.2.5.1 电源电压变化试验

将电源电压变化到极限值时，被试线路工具箱应能正常工作，试验前后设备功能正常，测量精度满足4.7.4要求。

5.2.5.2 功率消耗试验

在线路工具箱非通信状态下，可用准确度不低于0.2级的三相标准表或其他合适方式测量，整机视在功耗值应不大于15VA。

5.2.5.3 数据和时钟保持试验

记录线路工具箱中已有的各项数据和时钟，然后断开供电电源72小时后，再恢复供电，检查各项数据应无改变和丢失；与标准时钟源对比，时钟日计时误差不大于0.5s/d。

5.2.5.4 抗接地故障能力试验

将单相220V供电的线路工具箱电源电压升至1.9倍的标称电压，试验时间4h。试验后，线路工具箱不应出现损坏，保存数据应无改变，功能和性能应符合4.7.2的规定。

5.2.6 功能和性能试验

5.2.6.1 一般要求

按4.7.2条规定，用标准检测测试装置进行功能试验。

5.2.6.2 数据采集试验

线路工具箱应能正确采集4.7.2.1规定的各项数据。

5.2.6.3 数据处理试验

5.2.6.3.1 实时和历史数据存储试验

采集主站分别发出实时数据和历史数据查询命令，经过适当延迟后，测试主机显示接收到的数据项目应符合Q/GDW 374.2—2012中的要求。

5.2.6.4 设置和查询试验

用采集主站向被试线路工具箱设置各项参数，主机召测到的结果应与设置参数值一致。

5.2.6.5 事件记录试验

用采集主站对线路工具箱设置事件属性，设置线路工具箱参数、停/上电及其它异常情况，线路工具箱记录所发生事件，测试主机查询线路工具箱事件记录，测试主机显示的记录应符合规定。

5.2.6.6 数据传输信道试验

5.2.6.6.1 数据传输性能试验

主站定时发送读取命令并将数据抄回主站。通过侦听和解析传输数据帧，统计传输信道误码率、丢包率、命令回复率、响应时间、信道时延等指标。

5.2.6.7 本地功能试验

5.2.6.7.1 本地状态指示试验

观察线路工具箱的信号灯，应能正确显示线路工具箱运行、通信等状态。

5.2.6.7.2 本地维护接口试验

通过计算机或其它设置工具连接线路工具箱维护接口设置线路工具箱参数，线路工具箱应能正确设置。

5.2.6.8 线路工具箱维护试验

检查线路工具箱的各项维护功能。

5.2.6.9 升级中断

升级过程中断电，重新上电以后程序应恢复至升级前版本，不允许出现死机、黑屏、产品无法启动等问题。

5.2.7 电磁兼容性试验

5.2.7.1 一般要求

线路工具箱正常工作状态是指线路工具箱外接电流电压，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4.7.4要求。

5.2.7.2 试验结果的评价

除非特别说明，试验结果应依据线路工具箱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5.3。

A级：试验时和试验后线路工具箱均能正常工作，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：试验时线路工具箱可出现短时（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，线路工具箱应可以自行恢复。

表 5.3 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	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
电压暂降和短时中断	A/B	A
传导骚扰	A/B	A

5.2.7.3 工频磁场抗扰度试验

将线路工具箱置于与系统电源电压相同频率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，线路工具箱在正常工作状态下，试验前后设备功能正常，测量精度满足4.7.4要求。

5.2.7.4 射频电磁场辐射抗扰度试验

线路工具箱在正常工作状态下，按GB/T 17626.3—2006的规定，并在下述条件下进行试验：

- 一般试验等级；
- 频率范围：80MHz～1000MHz；
- 严酷等级：3；
- 试验场强：10V/m（非调制）；
- 正弦波 1kHz，80%幅度调制。

- f) 抵抗数字无线电话射频辐射的试验等级;
 - g) 频率范围: 1.4GHz~2GHz;
 - h) 严酷等级: 4;
 - i) 试验场强: 30V/m (非调制);
 - j) 正弦波 1kHz, 80%幅度调制。
- 试验时应能正常工作, 功能和性能应符合4.8的规定。

5.2.7.5 静电放电抗扰度试验

线路工具箱在正常工作状态下, 按GB/T 17626.2—2006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: 直接放电 9kV, 间接放电 16kV;
- 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 RS-485 接口、遥信;
- d) 间接放电。施加部位: 线路工具箱各个侧面;
- e) 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。
- f) 在对各回路进行试验时, 允许出现短时通信中断, 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%。

5.2.7.6 电快速瞬变脉冲抗扰度试验

按GB/T 17626.4—2008的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 线路工具箱在工作状态下, 试验电压施加于线路工具箱的供电电源端和保护接地端;
- b) 严酷等级: 4;
- c) 试验电压: $\pm 4\text{kV}$;
- d) 重复频率: 5kHz 或 100kHz;
- e) 试验时间: 1min/次;
- f) 施加试验电压次数: 正负极性各 3 次。
- g) 线路工具箱在正常工作状态下, 用电容耦合夹将试验电压耦合至通信线路上;
- h) 严酷等级: 3;
- i) 试验电压: $\pm 2\text{kV}$;
- j) 重复频率: 5kHz 或 100kHz;
- k) 试验时间: 1min/次;
- l) 施加试验电压次数: 正负极性各 1 次。
- m) 在对各回路进行试验时, 允许出现短时通信中断, 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%。

5.2.7.7 阻尼振荡波抗扰度试验

线路工具箱在正常工作状态下, 按GB/T 17626.12—1998的规定, 并在下述条件下进行试验:

- a) 电压上升时间 (第一峰): $75\text{ns} \times (1 \pm 20\%)$;
- b) 振荡频率: $1\text{MHz} \times (1 \pm 10\%)$;
- 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: $200\Omega \times (1 \pm 20\%)$;
- 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，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%。

5.2.7.8 射频场感应的传导骚扰抗扰度

试验条件：

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

此项标准按照Q/GDW 1374-2013《电力用户用电信息采集系统技术规范：专变采集终端技术规范》中射频场感应的传导骚扰抗扰度对应的试验条件150kHz~80MHz 10V(非调制)，正弦波1kHz，80%幅度调制。

试验电压施加于设备的供电电源端与保护接地端，试验时设备应能正常工作与通信，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%。

5.2.7.9 电压暂降和短时中断

试验条件：终端在通电状态下(无备用电池)，电源电压突变发生在电压过零处

- a) 电压试验等级 40%UT：从额定电压暂降 60%，持续时间 1min，3000 个周期，降落 1 次。
- b) 电压试验等级 0%UT：从额定电压暂降 100%，持续时间 1s，50 个周期，降落 3 次，每次中间恢复时间 10s。（此试验允许终端重启，但是不能出现死机或者损坏现象）
- c) 电压试验等级 0%UT：从额定电压暂降 100%，持续时间 20ms，1 个周期，降落 1 次。

试验中及试验后设备应能正常工作，通信、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%。

5.2.7.10 浪涌抗扰度试验

线路工具箱在正常工作状态下，按GB/T 17626.5—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

- a) 严酷等级：电源回路 4 级；
- b) 试验电压：电源回路与地间 6kV 共模；电源电压两端口之间 5kV 差模；
- c) 波形：1.2/50 μ s；
- d) 极性：正、负；
- e) 试验次数：正负极性各 5 次；
- f) 重复率：每分钟一次。

在对各回路进行试验时，可以出现短时通信中断，其它功能和性能应正常，试验后线路工具箱应能正常工作，功试验前后设备功能正常，测量精度满足4.7.4要求。

5.2.8 连续通电的稳定性试验

线路工具箱在正常工作状态连续通电72h，在72h期间每8h进行抽测，其功能和性能以及交流电压、电流的测量准确度应满足相关要求。

5.3 其他内控测试项目

5.3.1 RS-485 接口的错接线保护

RS-485的AB端口之间应能承受380V的交流电1min，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。

5.3.2 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。

5.3.3 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。

5.3.4 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 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。

5.3.5 电压跌落

按照产品类别单相/三相供电，温度80（-40）℃，电压1.2 U_n ，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。

5.3.6 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1.2 U_n ，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1.2 U_n ，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。

5.3.7 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。

5.3.8 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。

5.3.9 海南交变湿热

试验过程中终端通电运行，1小时内温度保持在25℃，湿度上升至75%；3小时内，温度升至75℃，湿度上升至95%；温度在75℃，湿度在95%时，保持12个小时；8小时温度降至25℃，湿度降至55%；试验6个周期；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。

5.3.10 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℃±5℃，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。

5.3.11 阳光辐射

实验应按GB/T2423.24在下列条件下进行，仅对户外用仪表

仪表在非工作状态

试验程序A（（照光8h，遮暗16h）

上限温度：+55℃

试验时间：4个周期或4天。试验后终端应无损坏，无信息改变并能按本标准正确的工作。

5.3.12 充电器干扰试验（谐波干扰测试）

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。

5.3.13 恒定湿热

测试持续时间：4天。

温湿度标准：40±2℃ 湿度 93±3% 湿度。

按GB/T2423.3-2016标准执行，试验后产品静止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。

5.3.14 超低温影响试验

在-50℃的环境温度下通电运行12小时后，线路工具箱通以额定试验电压 $U=100\%U_n$ ，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。

试验中线路工具箱应能正常工作，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，线路工具箱应能正常工作，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。

5.3.15 GPRS 模块屏蔽箱影响试验

线路工具箱正常上线状态放置在屏蔽箱（室）或暗室，连续运行24h，试验后产品功能性能正常。

试验中和试验后线路工具箱应能正常工作，无损坏现象，各项功能与性能应满足要求。

5.3.16 天线带电影响试验

线路工具箱正常供电(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。

5.3.17 拓扑连续发送试验

线路工具箱正常供电，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。

线路工具箱上电后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，需验证线路工具箱3min内不能连续发送拓扑的保护机制。

5.3.18 高温耐久运行试验

1.2倍额定电压，正常带载运行，高温80℃，200小时。耐久测试后，下述测试的性能不能明显低于测试前。

- 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

5.3.19 双85测试

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1300h，模拟使用寿命15年。

6 包装及标识

6.1 包装要求

应符合GB/T 13384-2008可靠包装要求。

6.2 标识

6.2.1 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。

线路工具箱上应有下列标识：

- 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。

6.2.2 包装标识

线路工具箱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

线路工具箱产品检测项目
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 5 台 ， 双 85- 15 台)	设计变更 型式试 验(5 台)	生产 QA/IPQ C 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	电源及 电源影响	电源测试	√	√		√	√		A
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	工频磁场试验	√	√		√	√		A
13		射频电磁场辐射抗扰度试验	√	√		√	√		A
14		阻尼振荡抗扰度试验	√	√		√	√		A
15		射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	√	√		√	√		A
16		雷击浪涌试验	√	√		√	√		A
17		群脉冲试验	√	√		√	√		A

18		静电 试验	√	√		√	√		A
19	环 境 试 验	高温 试验	√	√		√	√		A
20		低温 试验	√	√		√	√		A
21		湿热 试验	√	√		√	√		A
22	机 械 性 能	跌落 试验	√	√		√	√		摸底测试
23		模拟 汽车 颠簸	√	√		√	√		A
24		机械 振动	√	√		√	√		A
25	内 控 试 验	RS- 458 接口 的错 接线 保护	√	√		√	√		A
26		对讲 机干 扰	√	√		√	√		A
27		时钟 电池的漏 电流检 测	√	√		√	√		A
28		电源 缓升	√	√		√	√		A
29		电压 跌落	√	√		√	√		A
30		电源 中断 试验	√	√		√	√		A
31		电源 随机 中断 试验	√	√		√	√		A
32		凝露 试验	√	√		√	√		A

33	可靠性试验	海南 交变 湿热	√	√		√	√		A
34		整机 盐雾 试验	√	√		√	√		A
35		阳光 辐射	√	√		√	√		A
36		充电 器干 扰实 验	√	√		√	√		A
37		恒定 湿热	√	√		√	√		A
38		超低 温影 响试 验	√	√		√	√		A
39		GPR S 模 块屏 蔽箱 影响 试验	√	√		√	√		A
40		天 线 带 电 影 响 试验	√	√		√	√		A
41		拓扑 持续 发送 试验	√	√		√	√		A
42		双 85 试验	√	√		√	√		A
43	可靠性试验	高温 耐久 运行 实验	√	√			√		A
44		连续 运行	√	√		√	√		A

		稳定性							
45	生产	功率消耗试验			√ a			√ *	
46		版本读取试验			√ a			√ *	
47		耐压测试			√ a			√ *	
48		整机功能试验			√ a			√ *	
49		生产工艺说明	系统审批					√ *	
50		打标文件	系统审批					√ *	
51		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

