

保密等级
公开

Q/DX

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 技 术 文 档

DJGZ23-DXPBC 型配变终端企业标准

V1.2

2020-10-28 发布

2020-10-28

青 岛 鼎 信 通 讯 股 份 有 限 公 司 发 布

目录

目录	2
1 范围	6
2 规范性引用文件.....	6
3 分类	7
4 技术要求.....	8
4.1 环境条件.....	8
4.1.1 参比温度及参比湿度.....	8
4.1.2 温湿度范围.....	8
4.1.3 大气压力.....	8
4.2 机械影响.....	8
4.2.1 机械振动测试.....	8
4.2.2 模拟汽车颠簸,	8
4.2.3 跌落.....	8
4.2.4 弹簧锤试验.....	8
4.2.5 冲击试验.....	9
4.2.6 外壳形变.....	9
4.3 工作电源.....	9
4.3.1 工作电源.....	9
4.3.2 额定值及允许偏差.....	9
4.3.3 功率消耗.....	9
4.3.4 失电数据保持.....	10
4.3.5 时钟电池.....	10
4.3.6 备用电池.....	10
4.3.7 抗接地故障能力.....	10
4.4 外观结构.....	10
4.4.1 尺寸、颜色、端子定义.....	10
4.4.2 外壳及其防护性能.....	12
4.4.3 接线端子.....	12
4.4.4 加封印.....	13
4.4.5 金属部分的防腐蚀.....	13
4.4.6 接线图和标识.....	13
4.4.7 接地端子.....	13
4.4.8 编程开关.....	13
4.4.9 材料及工艺要求.....	13
4.5 显示.....	13
4.6 绝缘性能要求.....	14
4.6.1 电气间隙和爬电距离.....	14
4.6.2 绝缘电阻.....	14
4.6.3 绝缘强度.....	14

4.6.4 冲击电压.....	15
4.7 温升.....	15
4.8 数据传输信道.....	15
4.8.1 上行通信信道.....	15
4.8.2 本地通信.....	15
4.9 功能要求.....	15
4.9.1 功能配置.....	15
4.9.2 计量功能.....	17
4.9.3 数据采集.....	18
4.9.4 数据处理与存储.....	18
4.9.5 停电统计.....	23
4.9.6 数据传输.....	23
4.9.7 参数设置和查询.....	24
4.9.8 电能质量监测.....	25
4.9.9 告警功能.....	26
4.9.10 本地接口.....	37
4.9.11 终端维护.....	40
4.9.12 电能表控制功能.....	40
4.10 电磁兼容性要求.....	40
4.10.1 工频磁场抗扰度.....	41
4.10.2 脉冲磁场抗扰度.....	41
4.10.3 阻尼振荡磁场抗扰度.....	41
4.10.4 射频辐射电磁场抗扰度.....	42
4.10.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度.....	42
4.10.6 静电放电抗扰度.....	42
4.10.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度.....	42
4.10.8 阻尼振荡波抗扰度.....	43
4.10.9 浪涌抗扰度.....	43
4.10.10 电压暂降和短时中断.....	43
4.11 连续通电稳定性.....	44
4.12 日计时误差.....	44
4.13 载波灵敏度(研发自测).....	44
4.14 高低温测试.....	45
4.15 USB 接口短路试验.....	45
4.16 RS-485 接口的错接线保护.....	45
4.17 天线带电.....	45
4.18 天线干扰.....	45
4.19 对讲机干扰(研发自测).....	46
4.20 电源缓升.....	46
4.21 电压跌落耐久测试.....	46
4.22 电压随机跌落(研发自测).....	46
4.23 热插拔试验.....	46
4.24 电压反接运行.....	46
4.25 三相四线零线虚接.....	46

4.26 凝露试验.....	46
4.27 日光辐射.....	47
4.28 盐雾试验.....	47
4.29 充电器干扰试验.....	47
4.30 电池放电电流检测.....	47
4.31 海南交变湿热.....	47
4.32 恒定湿热.....	47
4.33 高温耐久.....	48
4.34 双 85 测试.....	48
4.35 可靠性指标.....	48
4.36 包装要求.....	48
4.37 互换性要求.....	48
5 检验规则.....	50
5.1 项目和顺序.....	50
附 录 A 标准测试项目.....	50

前言

为规范配变终端技术指标，指导各单位配变终端的设计、改造、验收及运行工作，依据国家和行业的有关标准、规程和规定，特制定本规范。

本技术规范起草单位：青岛鼎信通讯股份有限公司。



1 范围

本部分规定了配变终端的技术要求、试验项目及要求、检验规则和质量管理要求等。

本部分适用于电力用户用电信息采集系统建设中，配变终端等相关设备的制造、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。

GB 4208-2008	外壳防护等级分类
GB/T 14549-93	电能质量 公用电网谐波
GB/T 12326-2008	电能质量 电压波动和闪变
GB/T 12325-2008	电能质量 供电电压允许偏差
GB/T 15543-2008	电能质量 三相电压不平衡
GB/T 19862-2005	电能质量监测设备通用要求
DL/T 1028-2006	电能质量测试分析仪检定规程
GB/T 16935.1-2008	低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验
GB/T 17215.321-2008	交流电测量设备 特殊要求 第 21 部分:静止式有功电能表(1 级和 2 级)
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)
GB/T 17215.323-2008	交流电测量设备 特殊要求 第 23 部分:静止式无功电能表(2 级和 3 级)
GB/T 17626.1-2006	电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论
IEC61000-4-30-2008	电磁兼容性(EMC) 测试和测量技术 电能质量测量方法
GB/T 17626.2-2006	静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2006	射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2008	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	浪涌(冲击)抗扰度试验
GB/T 17626.6-2008	射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T 17626.8-2006	工频磁场抗扰度试验
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 17626.12-1998	振荡波抗扰度试验
GB/T 2421	电工电子产品环境试验 第 1 部分:总则
GB/T 2423.1-2001	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 2423.9-2001	电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Cb:设备用恒定湿热
GB/T 2423.10-2008	电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验 FC:振动(正弦)
GB/T 2423.17-2008	电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ka:盐雾

GB/T 2423.24-1995	电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Sa：模拟地面上的太阳辐射试验
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
JJG 596-1999	电子式电能表检定规程
DL/T 448-2000	电能计量装置技术管理规程
DL/T 500-2009	电压监测仪订货技术条件
DL/T 533-2007	电力负荷管理终端
DL/T 614-2007	多功能电能表
DL/T 645-2007	多功能电能表通信规约
DL/T 743-2001	电能量远方终端
Q/CSG 113007-2011	中国南方电网有限责任公司三相多功能电能表技术规范
Q/CSG 113013-2011	中国南方电网有限责任公司多功能电能表通信协议扩展协议
Q/CSG 11109006-2013	中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范
Q/CSG 11109007-2013	中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范

3 分类

配变终端类型标识代码分类如下。

表 3.1 配变终端类型标识代码分类说明

XX	X	X	X	X	-XX XXX
分类	上行通信信道	I/O 配置/下行通信信道		温度级别	产品代号
DJ—低压集中器	G—无线 G 网 C—无线 C 网 T—4G	低压集抄终端		1—C1	DXC:其中 DX 表示青 岛 鼎 信， C 表 示 1376.1 协议或南网 计量自动化终端上 行通信规约
		下行通信信道： Z3—三相电力线载 波	1～9—1～9 路 电 能 表 接 口 A～W—10～ 32 路电能表 接口 X—大于 32 路	2—C2 3—C3 4—CX	
		其他采集终端			
		I/O 配置： A—交流模拟量输 入 B—基本型 D—外接装置	1～9—1～9 路控制出/双 位置状态入/ 脉冲入/电能 表接口(厂站 采集终端) A～W—10～ 32 路控制出/ 双位置状态 入/脉冲入/电 能表接口(厂 站采集终端) X—大于 32 路 不涉及(可不 填写)		

我司配变终端终端类型标识代码为 DJGZ23-DXPBC。上行通信信道为 GPRS 无线公网、以太网，下行通信信道为 RS-485 总线等、3 路 RS485 接口，温度选用 C3 级。PB 代表配变；上行协议为 1376.1 或南网计量自动化终端上行通信规约。

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℃，允许偏差±2℃；参比相对湿度为60%，允许偏差±15%。

4.1.2 温湿度范围

终端设备正常运行的气候环境条件（户外）：

温度：-40℃～+80℃，最大变化率：1℃/h

相对湿度：10%~100%

最大绝对湿度：35g/ m³

4.1.3 大气压力

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

4.2 机械影响

4.2.1 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≤60Hz）；

——加速度幅值：10m/s²（频率＞60Hz）；

——20 个测试周期。

4.2.2 模拟汽车颠簸，

持续 40 分钟。参考 ISTA-1A 标准。

判断标准：摸底测试，不应出现组件掉落，损坏，如果出现异常，根据实际产品需求再行评估。

4.2.3 跌落

跌落角度：6 面，按 GB T 2423.8-1995 跌落试验方法进行，不带包装。

判断标准：摸底测试，不应出现组件掉落，损坏，如果出现异常，根据实际产品需求再行评估。

4.2.4 弹簧锤试验

终端的机械强度应作弹簧锤试验，应将终端按照现场实际安装方式固定，弹簧锤以 (0.2J±0.02J) 的动能作用在终端的外表面(包括窗口)及端子盖上，每个测量点敲击3次，如果外壳和端子盖没有出现

影响终端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。

4.2.5 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

4.2.6 外壳形变

受力冲击，外壳变形不应影响其正常工作

判断标准：摸底测试，根据实际产品需求再行评估。

4.3 工作电源

4.3.1 工作电源

工作状态下产生的交流磁通密度小于 0.5mT。

终端使用交流三相四线供电，在断一相或两相电压的条件下，终端可正常工作。

在 200%额定电压下维持 4 小时，终端不应出现损坏，电压恢复正常后终端应正常工作，保存数据无改变。

4.3.2 额定值及允许偏差

额定电压：3×220/380V，

电压允许偏差 -50%~+40%；

频率：50Hz，允许偏差 -5%~+5%。

表 4.1 规格要求

表类别	电压规格 V	电流规格 A
经互感器 接入式	3×220/380	1(10)
直接接入式	3×220/380	5(30) 10(60) 20(80)

4.3.3 功率消耗

4.3.3.1 电压线路功耗

在参比温度、参比频率和电压等于额定值的条件下，每一相电压线路的有功功率和视在功率消耗不应超过 2W、4VA，总功率消耗不应超过 5W、8VA。

终端在保持通信状态下，电压线路附加的功率消耗不应超过 7W、10VA。

4.3.3.2 电流线路功耗

在基本电流、参比温度和参比频率下，终端基本电流小于 10A 时，每一电流线路的视在功率消耗不

应超过 0.1VA；基本电流大于或等于 10A 时，每一电流线路的视在功率不应超过 0.2VA。

4.3.4 失电数据保持

终端供电电源中断后，应有数据保持措施，存储数据保存至少 10 年。

4.3.5 时钟电池

终端应具有维持时钟工作的不可充电电池，终端供电电源中断后，可保持时钟至少正常运行 15 年。时钟电池采用绿色环保且不可充电的柱状电池。

电池标称电压 3.6V，额定容量 ≥ 1200 mAh，电池尺寸： $\phi 14.5\text{mm} \times 26.4\text{mm}$ ，清晰标示制造商或供应商的名称或商标(标志)。时钟电池电压不足时，终端应给予报警提示信号。

4.3.6 备用电池

终端掉电时，备用充电电池应至少维持上报 3 次终端掉电告警的能力。备用电池采用 4.8V 可充电电池或电池组；额定容量 $\geq 700\text{mAh}$ 。

尺寸不大于 $50\text{mm} \times 32\text{mm} \times 21\text{mm}$ ，可放入终端电池盒中。清晰标示制造商或供应商的名称或商标(标志)。充电电池的电量信息应在显示屏显示。

供电电源中断后，不要求具备数据采集能力(RS-485接口)。

4.3.7 抗接地故障能力

终端的电源由非有效接地系统或中性点不接地系统的三相四线配电网供电时，在接地故障及相对地产生 20%过电压的情况下，没有接地的两相对地电压将会达到 2 倍的标称电压；在此情况下，终端不会出现损坏。

零线虚接，相线反接，终端不会出现损坏。

4.4 外观结构

4.4.1 尺寸、颜色、端子定义

终端的外形尺寸为：290mm*180mm*95mm，公差见下图。外形及安装尺寸，见《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》要求，上盖、端子盖颜色色卡号 PANTONE:646C(浅蓝色)，按钮、底座颜色卡号 PANTONE:427C(米白色)，铭牌底色卡号 PANTONE:877C(银灰色)。规定 LAB 色值：L=57.25、a=-7.54、b=-22.79，色差要求： $\Delta E \leq 3$ 。

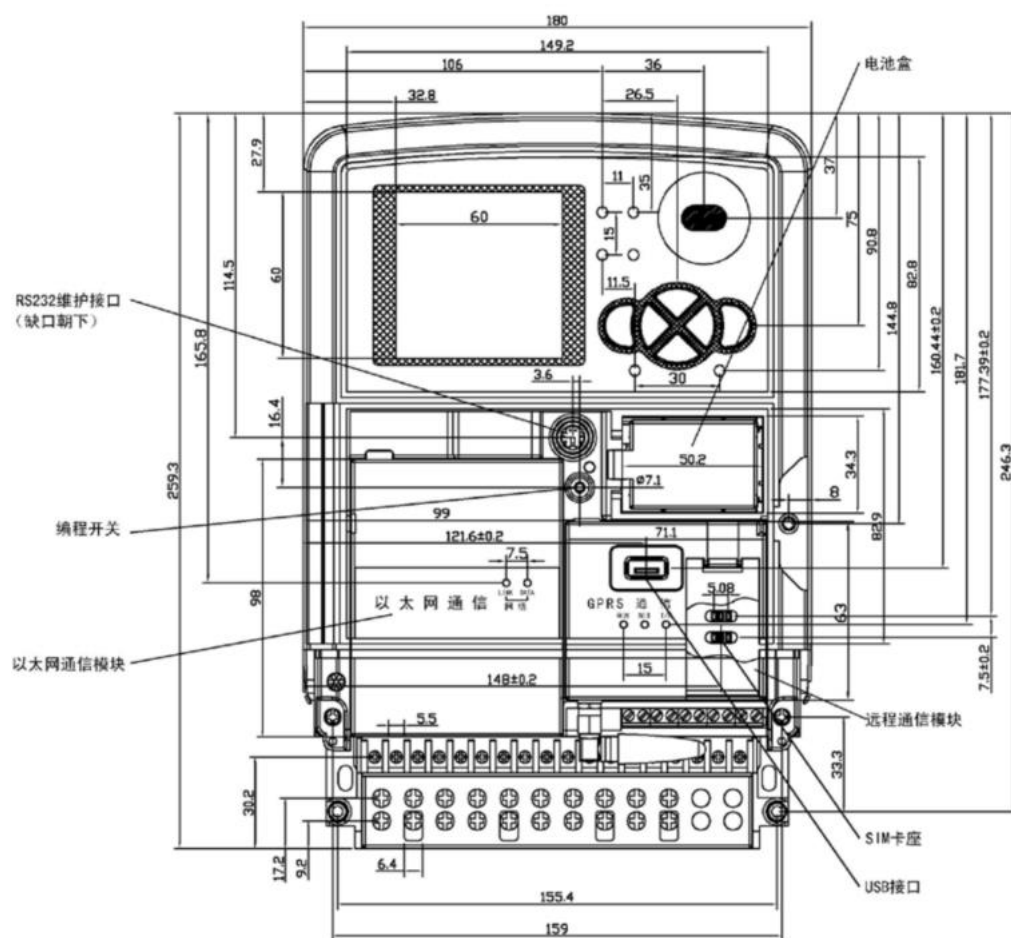


图 配变终端外结构尺寸图

配变终端端子定义如下图

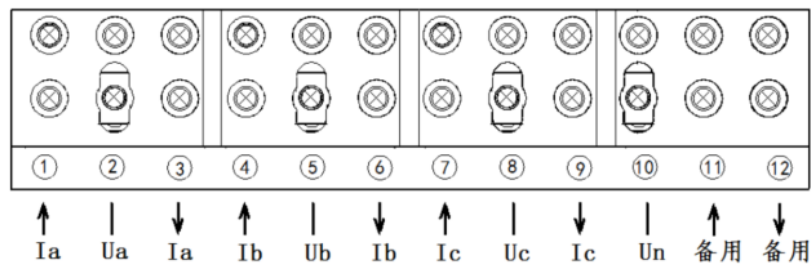


图 B-7 小电流配变监测计量终端强端子接线示意图

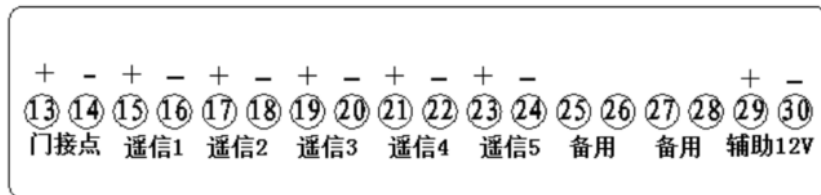


图 B-8 小电流配变监测计量终端辅助端子排 1 接线示意图

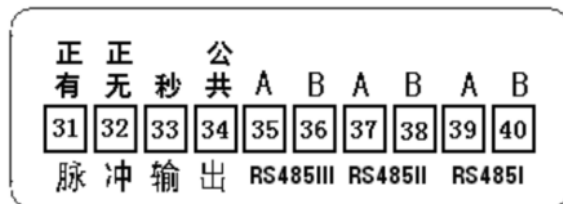


图 B-9 小电流配变监测计量终端辅助端子排 2 接线示意图

图 配变终端接线端子定义简图

RS485 收发指示灯状态：

红灯闪烁表示终端 485 接收，绿灯闪烁表示终端 485 发送；

4.4.2 外壳及其防护性能

终端的外壳及其防护性能参考《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》 3.3外壳及其防护性能。

4.4.2.1 机械强度

终端的机箱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。

4.4.2.2 阻燃性能

非金属外壳应符合 GB/T 5169.11-2006 的阻燃要求。

端子排(座)的灼热丝试验温度 960℃。外壳的热丝试验温度为：700℃，试验时间为 30s，试验时，样品应无火焰或不灼热，如有火焰或灼热，在试验后 30 秒内熄灭。

4.4.2.3 外壳防护性能

终端外壳的防护性能应符合 GB/T 4208-2008 规定的 IP51 级要求，即防尘和防滴水。

4.4.3 接线端子

终端接线端子要求参考《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》 3.4接线端子

终端对外的连接线应经过接线端子，接线端子及其绝缘部件可以组成端子排。强电端子和弱电端子分开排列，具备有效的绝缘隔离。电流出线端子的结构应与截面为 $4\sim 6\text{ mm}^2$ 的引出线配合。其它出线端子的结构应与截面为 $1.5\sim 2.5\text{ mm}^2$ 的引出线配合。

4.4.4 加封印

终端应能加封印：

终端摇板应能加封印，不拆除封印应无法插拔本地和远程通信模块，无法使用 USB 和 RS-232 等本地调试接口，无法更换电池。

终端上盖应该加封印，不拆除封印，应无法打开终端上盖，接触到内部元器件。

终端尾盖应该加封印，不拆除封印，应无法进行端子接线，无法拆除远程通信模块的天线。

4.4.5 金属部分的防腐蚀

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。

终端整机的金属部分应该能通过 72 小时盐雾测试。

4.4.6 接线图和标识

终端接线图和标识参考《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》3.5 接线图和标识。

4.4.7 接地端子

终端为塑料外壳，无接地端子。

4.4.8 编程开关

编程开关采用按压形式，并应能施加封印，具体结构与位置见《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》附录A。

4.4.9 材料及工艺要求

材料及工艺要求参考《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》4 材料及工艺要求；

4.4.9.1 端子座及接线端子

端子座使用绝缘、阻燃、防紫外线的材料制成，要求有足够的绝缘性能和机械强度。

电压、电流端子组装在端子座中，端子采用 H59 铜或者导电性能更好的材料，表面进行钝化、镀铬或镀镍处理，接线端子的截面积和截流量满足 1.2 倍最大电流长期使用而温升不超过限定值 25K，即测试 40℃温升时要测试电压、电流端的温升。

4.5 显示

应使用宽温型液晶屏，在 -40~80 度范围内应该能够清晰显示。

显示色为黑色，背景应该为灰色

液晶屏显示应该为 160*160 点阵，可视窗口不小于 58mm*58mm 显示内容及菜单，参考《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》附录 A。

工作状态显示应该使用 LED。

4.6 绝缘性能要求

4.6.1 电气间隙和爬电距离

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中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 4.2 气间隙与爬电距离

技术要求	额定电压 (V)	最小电气间隙 (mm)	最小爬电距离 (mm)
	$U \leq 25$	3	3
	$60 < U \leq 250$	15	15

配变终端设计工作环境的海拔为 4000 米以下,因此,爬电距离和最小电气间隙需要修正到 1.29 倍。

4.6.2 绝缘电阻

终端各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求如下所示:

表 4.3 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	
$U \leq 60$	≥ 200	≥ 10	250
$60 < U \leq 250$	≥ 200	≥ 10	500
$U > 250$	≥ 200	≥ 10	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。

配变终端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、电流输入回路 (≤ 60);3、弱电端子回路 (≤ 60);4、外置GPRS天线口所在回路 (≤ 60)

4.6.3 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,应耐受如表中规定的 50Hz 的交流电压,历时 1min 的绝缘强度试验。试验时不得出现击穿、闪络现象,耐压测试设备需要开启电弧检测,灵敏度 9 级,泄漏电流应不大于 0.5mA。

表 4.4 试验电压 单位: V

额定绝缘电压	试验电压有效值	额定绝缘电压	试验电压有效值
$U \leq 60$	1000	$125 < U \leq 250$	4000
$60 < U \leq 125$	2500	$250 < U \leq 400$	4000

注:输出继电器常开触点间的试验电压不低于 1500V; RS-485 接口与电源回路间试验电压不低于 4500V。

配变终端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、电流输入回路 (≤ 60);3、弱电端子回路 (≤ 60);4、外置GPRS天线口所在回路 (≤ 60)

4.6.4 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，应耐受如表中规定的冲击电压峰值，正负极性各 10 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 4.5 冲击电压峰值 单位：V

额定绝缘电压	试验电压有效值	额定绝缘电压	试验电压有效值
$U \leq 60$	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			

配变终端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、电流输入回路 (≤ 60)；3、弱电端子回路 (≤ 60)；4、外置 GPRS 天线口所在回路 (≤ 60)

4.7 温升

在额定工作条件下，电路和绝缘体不应达到可能影响终端正常工作的温度。

终端每一电流线路通以额定最大电流，每一电压线路（以及那些通电周期比其热时间常数长的辅助电压线路）加载 1.15 倍参比电压，外表面的温升在环境温度为 40°C 时应不超过 10K。

终端每一电流线路通以额定最大电流，每一电压线路（以及那些通电周期比其热时间常数长的辅助电压线路）加载 1.2 倍参比电压，元器件温升在环境温度为 25°C 时应不超过 35K。

4.8 数据传输信道

4.8.1 上行通信信道

终端应标配 1 个 RJ-45 接口 (RJ-45 接口插拔寿命不应小于 750 次)，与主站之间的数据传输通道可采用无线公网 (GSM/GPRS/CDMA/4G 等)、以太网、光纤等。

所使用无线公网通信单元应具备国家工业和信息化部颁发的电信设备进网许可证及国家权威机构颁发的 3C 证书。

接口应该采用模块化结构设计，应满足采用不同通信方式的通信模块可互换的要求，结构见《Q/CSG 11109006-2013 中国南方电网有限责任公司计量自动化终端外形结构规范》附录 E。

4.8.2 本地通信

配变终端具备 3 路 RS-485 接口。

调试维护接口采用调制式红外，RS-232、USB 接口，调制式红外接口通信速率为 1200bps，RS-232 接口通信速率为 9600bps，校验方式为偶校验，数据位为 8 位，停止位为 1 位。USB 接口仅用于 U 盘升级。

4.9 功能要求

4.9.1 功能配置

终端的功能配置如下。

表 4.6 配变监测计量终端的必备功能和选配功能

序 号	项 目	必备	选配
-----	-----	----	----

序 号	项 目	必备	选配
1	计量功能	电能计量	√
		需量计量	√
2	数据采集	电能表数据采集	√
		开关量采集	√
		交流模拟量采集	√
3	数据处理与存储	当前数据	√
		历史日数据	√
		历史月数据	√
		曲线数据	√
		事件记录	√
		停电统计	√
4	数据传输	与主站通信	√
		与电能表通信	√
		自动识别低压表	√
		中继转发	√
		数据压缩	√
		数据加密	√
		级联	√
		无功补偿控制	√
5	参数设置和查询	终端基本参数	√
		校时功能	√
		限值参数	√
		测量点基本参数	√
		任务参数	√
		无功补偿参数	√
6	电能质量监测	电压监测	√
		功率因数区段统计	√
		谐波监测	√
		电压不平衡度越限统计	√
		电流不平衡度越限统计	√
		波动监测	√
		闪变监测	√
		电压暂变监测	√

序 号	项 目		必备	选配
7	告警功能	计量设备告警	√	
		用电异常告警	√	
		其他告警	√	
8	本地接口	信息显示	√	
		本地维护接口	√	
		本地测试接口	√	
		本地用户接口		√
		开关量输入	√	
		门接点输入	√	
9	终端维护	自检自恢复	√	
		终端复位	√	
		远程升级	√	
10	控制功能	电能表远程控制		√

4.9.2 计量功能

4.9.2.1 计量准确度

有功 0.5s 级；无功 2 级。计量准确度相关技术指标应满足《中国南方电网有限责任公司三相多功能电能表技术规范》相应等级的要求。

4.9.2.2 电能计量

1) 有功电能计量

具有正向有功、反向有功电能计量功能，并可以设置组合有功电能。

2) 无功电能计量

无功四个象限可分别计量。

无功电量可设置成任意四个象限量之和，并可以设置组合无功电能。

出厂默认值：无功正向电量= I +IV，无功反向电量=II+III。

3) 分时电能计量

具有分时计量功能，有功、无功电能量按相应的时段分别累计及存储总、尖、峰、平、谷电能量。

4) 分相电能计量

具有计量分相有功电能量功能

5) 电能结算日电量

能存储 12 个结算日电量数据，结算时间可在每月 1 日至 28 日中任何一日整点中设定。

6) 电量补冻结

停电期间错过结算时刻，上电时只补冻结最近一次结算数据。

4.9.2.3 需量计量

1) 具有计量有功正、反向总、尖、峰、平、谷最大需量功能，需量数值带时标。

2) 具有计量无功总、尖、峰、平、谷最大需量功能，需量数值带时标。

3) 最大需量计算采用滑差方式，需量周期和滑差时间可设置。出厂默认值：需量周期 15min、滑差时间 1min。

4) 当发生电压线路上电、时段转换、清零、时钟调整等情况时，终端应从当前时刻开始，按照需量周期进行需量测量，当第一个需量周期完成后，按滑差间隔开始最大需量记录。在一个不完整的需量周期内，不做最大需量的记录。

5) 能存储 12 个结算日最大需量数据，结算时间与电能量结算日相同。

4.9.3 数据采集

4.9.3.1 电能表数据采集

配变监测计量终端可支持本地电能表抄读，可管理不少于 1000 只电能表，按设定的采集任务对电能表数据进行采集、存储和上报。

4.9.3.2 开关量采集

具备实时采集遥信开关状态和其它开关状态信息的功能，并监测状态变位事件。

4.9.3.3 交流模拟量采集

具备分相交流电压、电流测量功能，具备零序电流计算功能，电压、电流测量误差不超过 $\pm 0.5\%$ ，功率测量误差不超过 $\pm 1\%$ 。

4.9.4 数据处理与存储

终端存储容量不得低于 256MByte，应能分类存储历史日、月以及曲线数据。

4.9.4.1 当前数据

终端按照要求可以采集当前数据，数据内容如下。

表 4.7 当前数据

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	当前电压、电流	√	√	√	√
2	当前总及分相有功功率	√	√	√	√
3	当前总及分相无功功率	√	√		√
4	当前功率因数	√	√		√
5	当前频率	√	√		
6	当前零序电流	√	√		
7	当前电压、电流相位角	√	√		√
8	当前正向有功电能示值（总、各费率）	√	√	√	√
9	当前正向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
10	当前反向有功电能示值（总、各费率）	√	√		√
11	当前反向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
12	当前一~四象限无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
13	当前三相电压谐波总畸变率	√	√		
14	当前三相电压 2~19 次谐波含有率	√	√		
15	当前三相电流谐波总畸变率	√	√		
16	当前三相电流 2~19 次谐波含有率	√	√		
17	当前三相电压不平衡度	√	√		
18	当前三相电流不平衡度	√	√		
19	当日电压合格率统计数据	√	√		
20	当日三相电压不平衡度统计数据	√	√		
21	当日三相电流不平衡度统计数据	√	√		
22	当日功率因数区段统计数据	√	√		
23	当日三相电压、电流谐波总畸变率及含有率统计数据	√	√		
24	当日停电累计时间及次数	√	√		
25	当月正向有功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	√		
26	当月反向有功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	√		
27	当月电压合格率统计数据	√	√		
28	当月三相电压不平衡度统计数据	√	√		
29	当月三相电流不平衡度统计数据	√	√		
30	当月功率因数区段统计数据	√	√		
31	当月三相电压、电流谐波总畸变率及含有量统计数据	√	√		
32	当月停电累计时间及次数	√	√		
33	当月三相失压统计数据	√	√		
34	当月三相失流统计数据	√	√		
35	当月三相断相统计数据	√	√		
36	终端上行通信状态	√			
37	终端状态量及变位标志	√			
38	终端与主站当日/月通信流量	√			
39	终端告警标志状态计数器当前值	√			
40	日历时钟	√	√	√	√

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
41	电能表运行状态字及变位标志		√	√	√
42	编程总次数		√	√	√
43	三相失压、失流、断相次数		√		√
44	电能表预付费信息			√	√
45	抄表状态信息	√			
46	当前剩余电量/电费			√	√
47	终端版本信息	√			

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.4.2 历史日数据

终端将采集的数据在日末（次日零点）形成各种历史日数据，要求保存最近 30 天日数据，数据内容如下。

表 4.8 历史日数据

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	日正向有功电能示值（总、各费率）	√	√	√	√
2	日正向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
3	日反向有功电能示值（总、各费率）	√	√		√
4	日反向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
5	日组合有功电能示值（总、各费率）	√	√		
6	日组合无功电能示值（总、各费率）	√	√		
7	日一~四象限无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
8	日电压合格率统计数据（总、分相电压合格率）	√	√		
9	日三相电压不平衡度统计数据	√			
10	日三相电流不平衡度统计数据	√			
11	日功率因数区段统计数据	√			
12	日三相电压、电流谐波总畸变率及含有量统计数据	√			
13	日电压波动统计数据	√			
14	日电压闪变统计数据	√			
15	日停电累计时间及次数	√			
16	日控制统计数据	√			
17	终端与主站日通信流量	√			

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
18	电能表状态字		√	√	√

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.4.3 历史月数据

终端将采集的数据在月末零点（每月 1 日零点）生成各种历史月数据，要求保存最近 12 个月的月数据，内容如下。

表 4.9 历史月数据

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	月正向有功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	√		√
2	月反向有功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	√		√
3	月正向有功电能示值（总、各费率）	√	√	√	√
4	月正向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
5	月反向有功电能示值（总、各费率）	√	√		√
6	月反向无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
7	月组合有功电能示值（总、各费率）	√	√		
8	月组合无功电能示值（总、各费率）	√	√		
9	月一~四象限无功电能示值（总、各费率）	√	√		√
10	月电压合格率统计数据（总、分相电压合格率）	√	√		
11	月三相电压不平衡度统计数据	√			
12	月三相电流不平衡度统计数据	√			
13	月功率因数区段统计数据	√			
14	月三相电压、电流谐波总畸变率及含有量统计数据	√			
15	月电压波动统计数据	√			
16	月电压闪变统计数据	√			
17	月停电累计时间及次数	√			
18	月控制统计数据	√			
19	终端与主站月通信流量	√			
20	月电压越限统计数据				√

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.4.4 曲线数据

终端可以按照设定的冻结间隔（5min、10min、15min、30min、45min、60min）形成各类冻结曲线数据，要求保存最近 3 个月的曲线数据，数据内容见表 10。

针对低压用户表，终端可选定不超过 20 户用户作为重点用户，按照采集间隔 1 小时生成曲线数据，要求保存 20 个重点用户 10 天的 24 个整点电能数据。

表 4.10 曲线数据

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	总及分相有功功率曲线	√	√		
2	总及分相无功功率曲线	√	√		
3	总功率因数曲线	√	√	√	√
4	电压曲线	√	√	√	√
5	电流曲线	√	√	√	√
6	正向有功总电能示值曲线	√	√	√	√
7	正向无功总电能示值曲线	√	√		√
8	反向有功总电能示值曲线	√	√		√
9	反向无功总电能示值曲线	√	√		√
10	频率曲线	√	√		
11	当日电压统计曲线	√	√		
12	当月电压统计曲线	√	√		

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.4.5 事件记录

终端记录电能表或终端本身所产生的重要事件，事件记录只保存不主动上送，主站可召测，要求终端能够保存最近每个测量点每种事件不少于 10 次记录，记录内容如下。

表 4.11 事件记录

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	失压记录	√	√		
2	失流记录	√	√		
3	断相记录	√	√		
4	编程记录	√	√		
5	终端掉电/上电记录	√			
6	最大需量结算日自动复零记录	√	√		
7	最大需量手动复零记录	√	√		
8	电量清零记录	√	√		
9	校时记录	√	√		
10	表端钮盒开启记录		√		

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
11	表盖开启记录		√		
12	计量箱门开闭记录	√			
13	消息认证错误记录	√	√		
14	控制事件记录	√			
15	参数变更记录	√			

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.4.6 低压抄表统计数据

终端应能记录和显示低压抄表统计信息，比如：日统计数据（抄读成功/失败电表数）、月统计数据等。

表 4.12 低压抄表统计数据

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	日正向有功总电能示值抄读成功数	√			
2	日正向有功总电能示值抄读失败数	√			
3	月正向有功总电能示值抄读成功数	√			
4	月正向有功总电能示值抄读失败数	√			

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.5 停电统计

终端停电指三相电压均低于终端正常工作的临界电压（等于额定电压的 60%）且三相电流均小于启动电流的状态。

终端应具有停电统计功能，计算日、月停电时刻、停电累计时间。

4.9.6 数据传输

4.9.6.1 与主站通信

终端与主站的通信协议应符合《中国南方电网有限责任公司计量自动化终端上行通信规约》。

4.9.6.2 与电能表通信

按设定的抄表间隔抄收和存储电能表数据。同时支持 DL/T645-2007、DL/T645-1997 及南方电网公司所使用的其他电能表通信协议，终端需同时支持 2 种或 2 种以上电能表通信协议。

4.9.6.3 自动识别电能表*（可选项）

终端能够自动识别和管理其下属连接的采集器和电能表，这将有利于简化系统建设过程中的参数设

置和调试工作，并在今后的运行维护中，如表计更换、台区调整均能及时识别并通知系统进行参数调整。

4.9.6.4 中继转发

支持中继转发功能，完成主站与电能表之间直接通信。

4.9.6.5 数据压缩

终端应支持数据压缩功能，并可通过本地及远程设置。

4.9.6.6 数据加密

终端支持采用统一加密方法对通信数据进行加解密。

4.9.6.7 级联

终端应具有 RS-485 作为级联接口，用于连接本地相邻的公变型终端或者集中器，通过命令和数据的转发，实现 GPRS/CDMA/3G 的信道共享。默认通讯波特率为 9600bps。

设备级联时，终端可选择设置为主或从两种工作模式之一。主工作模式下，终端能够通过级联 RS-485 接口级联最多 4 台从工作模式终端或集中器，并通过主工作模式终端的远程上行通信通道与主站通信，从而实现主工作模式终端及其级联的从工作模式终端或集中器与主站之间的数据交换。只有一台终端可以设置为主工作模式，其余终端及集中器均为从工作模式。

主工作模式终端周期性巡查级联的从工作模式终端或集中器，当从工作模式终端或集中器有数据主动上报需求时，主工作模式终端将从工作模式终端或集中器的数据转发给主站。

4.9.6.8 无功补偿控制

终端应具有 RS-485 作为无功补偿控制接口，用于连接智能低压无功补偿装置。低压无功补偿装置应自身进行闭环控制。

4.9.7 参数设置和查询

4.9.7.1 终端基本参数

支持主站设置和查询终端地址、终端配置参数、通信参数等，并能查询终端通信信号强度。

4.9.7.2 校时功能

——终端校时：支持主站对终端的对时。

——电能表校时：支持主站对终端管理的指定电能表进行点对点校时。

——电能表广播校时：终端可通过广播帧对管理的所有电能表进行广播对时。

4.9.7.3 限值参数

支持主站设置和查询越限值参数。

4.9.7.4 测量点基本参数

支持主站设置和查询电能表档案参数、抄表间隔等测量点相关参数。

4.9.7.5 任务参数

支持主站设置和查询普通任务、中继任务等相关参数。

4.9.8 电能质量监测

4.9.8.1 电压监测功能

按照 DL/T500-2009 规定，应具备监测电压偏差、统计电压合格率以及电压越限的功能：

1) 对被监测电压采用有效值采样，其采样周期每秒至少 1 次，并做为预处理值储存。1min 作为一个统计单元，取 1min 内电压预处理值的平均值，作为代表被监测系统即时的实际运行电压；

2) 采用交流采样技术计算有效值时，交流采样窗口至少连续 10 个周波；

3) 应具有按月和按日统计的功能，包括电压监测总时间、最大与最小电压值及出现时刻、月平均电压、电压合格率及合格累计时间、电压超上限率及相应累计时间、电压超下限率及相应累计时间，

分相电压合格率的计算公式为：

$$\text{分相电压合格率} = 1 - \frac{\text{电压越限时间}}{\text{电压监测总时间}} \times 100\%$$

总电压合格率的计算公式为：

$$\text{总电压合格率} = 1 - \frac{\text{电压越限总时间}}{\text{电压监测总时间}} \times 100\%$$

式中：

—统计电压合格率的时间单位为“分钟”；

—任一分相电压越限时，电压越限总时间均累计计时。

4) 月统计时间可设置（默认为每个月 21 日零点）。

4.9.8.2 功率因数区段统计

按设置的功率因数分段限值对监测点的功率因数进行分析统计，记录每日（月）功率因数越限值发生在各区段的累计时间。

4.9.8.3 谐波监测

终端应能按照 GB/T14549-93 规定计算各相电压、电流总谐波畸变率，各相电压、电流 19 次及以下各次谐波有效值及含有率。分别记录日（月）最大值、最小值、平均值、95%概率值。

4.9.8.4 电压不平衡度越限统计

终端应能按照 GB/T15543-2008 规定计算三相电压不平衡度，记录日（月）三相电压不平衡度最大值、最小值、平均值、95%概率值及极值发生时间，并统计日（月）三相电压不平衡度越限的累计时间。

4.9.8.5 电流不平衡度越限统计

终端应能按照 GB/T15543-2008 规定计算三相电流不平衡度，记录日（月）三相电流不平衡度最大值、最小值、平均值、95%概率值及极值发生时间，并统计日（月）三相电流不平衡度越限的累计时间。

4.9.8.6 电压波动监测

终端应能按照 GB/T12326-2008 规定计算电压波动值，记录日（月）电压波动最大值、最小值、平

均值、95%概率值及极值发生时间，电压波动监测可作为可选项。

4.9.8.7 电压闪变越限统计

终端应能按照 GB/T12326-2008 规定计算三相短时闪变、长时闪变值，分别记录日（月）最大值、最小值、平均值、95%概率值及极值发生时间，并统计日（月）长时闪变值越限的时间点及越限的累计时间。

4.9.8.8 电压暂降、暂升、短时中断

终端应能够按照 IEC61000-4-30 要求监测电压暂降、暂升、短时中断事件并计量其发生时间与持续时间，以及事件发生期间电压极值。

4.9.9 告警功能

终端支持主动向主站发送告警信息，并保存最近 400 条告警记录。若终端与主站通信中断，待通信恢复正常后上送中断期间内最近 20 条告警信息。告警事项如下。

表 4.13 告警记录

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
1	电能表时钟异常		√	√	√
2	电能表编程时间更改		√		
3	时钟电池电压过低	√	√		
4	计量互感器倍率更改		√		
5	电能表脉冲常数更改		√		
6	费率时段更改	√	√	√	√
7	最大需量清零	√	√		
8	CT 二次开路	√			
9	CT 二次短路	√			
10	电能表停走		√	√	√
11	示度下降		√		
12	计量装置门开闭	√			
13	计量差异告警		√		
14	电能表端钮盒开启		√		
15	电能表盖开启		√		
16	失压		√		√
17	失流		√		√
18	断相		√		
19	电压逆向序	√			

序号	数 据 项	数 据 源			
		终端	台区总表	单相用户表*	三相用户表*
20	电流反极性	√			√
21	负荷过载		√		
22	功率超定值	√			
23	过电压		√		
24	电流过负荷		√		
25	无功过补偿		√		
26	无功欠补偿		√		
27	电压畸变	√			
28	电流畸变	√			
29	电流不平衡	√			
30	电压不平衡	√			
31	长时间闪变	√			
32	零序电流偏大	√			
33	电能表拉合闸控制失败			√	√
34	电能表抄表失败	√			
35	电能表剩余电费不足			√	√
36	遥信变位	√			
37	终端掉电	√			
38	终端上电	√			
39	月通信流量越限	√			

注：表格中带*号类型数据源表示可选项。

4.9.9.1 计量设备告警

4.9.9.1.1 电能表时钟异常

(1) 定义

电能表时钟和终端时钟误差超过设定范围。

(2) 告警判断

以终端时钟为准，当电能表时钟与终端时钟误差超过设定值（默认 10 分钟），判断为电能表时钟异常告警。不区分外部设置、走时超差或时钟失效，在时钟异常期间，终端保证每日上报一次，直到时钟恢复为止。

4.9.9.1.2 电能表编程时间更改

(1) 定义

电能表内部参数被修改导致编程时间发生变化。

(2) 告警判断

当检测到电能表内部的参数被修改导致编程时间发生改变，则产生电能表编程时间更改告警。

4.9.9.1.3 电能表电池电压过低

(1) 定义

终端/电能表由于电池电压过低导致内部状态字发生相应的改变。

(2) 告警判断

终端通过检测状态字来判断时钟电池电压是否过低，并确定是否产生终端/电能表时钟电池电压过低告警。在电池电压过低期间，终端保证每日上报一次，直到恢复为止。

4.9.9.1.4 计量互感器倍率更改

(1) 定义

终端内计量 CT、PT 参数被修改。

(2) 告警判断

终端检测到计量 CT、PT 参数被修改变化，则产生计量互感器倍率更改告警。

4.9.9.1.5 电能表脉冲常数更改

(1) 定义

电能表有功脉冲常数或无功脉冲常数被修改。

(2) 告警判断

终端查询电能表脉冲常数，若检测到发生变化则产生电能表脉冲常数更改告警。

(3) 处理要求：

- 1) 需要分别对有功和无功脉冲常数进行判断。
- 2) 应主动上报参数修改前后的脉冲常数值。
- 3) 应主动上报发生时间、发生前后电量值。
- 4) 终端掉电后要保存状态，防止终端掉电期间参数被修改。

4.9.9.1.6 费率时段更改

(1) 定义

电能表内部的任何费率时段被修改。

(2) 告警判断

终端查询电能表所有费率时段，若检测到发生变化则产生费率时段更改告警。

(3) 处理要求

- 1) 应主动上报参数修改前后的所有费率时段。
- 2) 应主动上报发生时间、发生前后电量值。
- 3) 终端掉电后要保存状态，防止终端掉电期间参数被修改。

4.9.9.1.7 最大需量清零

(1) 定义

电能表内部的最大需量记录被手动清零。

(2) 告警判断

终端通过查询电能表最大需量清零次数是否变化来判断是否产生最大需量清零告警。

(3) 处理要求

- 1) 终端掉电后要保存状态，防止终端掉电期间参数被修改。
- 2) 应主动上报发生时间、发生前后电量值。

4.9.9.1.8 CT 二次开路

(1) 定义

由于人为因素使 CT 二次侧计量回路断开，导致无法准确计量。

(2) 告警判断

CT 二次开路时，终端电流采样回路的输入特性将发生变化，通过对此特性的状态检测来判断 CT 二次侧各相别开路开始或恢复，并产生相应的告警或恢复告警。

4.9.9.1.9 CT 二次短路

(1) 定义

由于人为因素在 CT 二次侧计量回路之外增加其它短接回路，导致无法准确计量。

(2) 告警判断

CT 二次短路时，终端电流采样回路的输入特性将发生变化，通过对此特性的状态检测来判断 CT 二次侧各相别短路开始或恢复，并产生相应的告警或恢复告警。

4.9.9.1.10 电能表停走

(1) 定义

由于电能表故障，电能表在一定功率下，电量（正向和反向）读数在一定时间内不发生变化。

(2) 告警判断

用当前总功率计算电量增量，当增量大于设定值（默认值为 0.1kWh）而电能表电量读数仍不发生变化，则产生电能表停走告警。当电能表电量读数发生变化，将增量清零。

(3) 处理要求

- 1) 若电能表停走告警已发生，若该告警没有恢复将不再上报停走告警。
- 2) 对电能表的正、反向总有功电量均进行判断。
- 3) 电能表停走告警发生时，计量差异告警应发生。

4.9.9.1.11 示度下降

(1) 定义

由于电能表故障，终端抄读电能表的电量表码值变小。

(2) 告警判断

终端轮询电能表的正、反向有功总电量，若后一次抄表周期抄读数据小于前一次数据则产生示度下降告警。

(3) 处理要求

- 1) 对电能表的正、反向有功总电量均进行判断；
- 2) 电能表电量走满自动复零不能判断为示度下降。

4.9.9.1.12 计量装置门开闭

(1) 定义

计量装置门开启和关闭。

(2) 告警判断

终端通过连接到计量装置门的门接点状态判断。

(3) 处理要求

- 1) 正常判断周期：读到变位后，为防止接点抖动，应在接点状态连续 2~4s 稳定后产生事件告警上报；
- 2) 遥信输入接点默认状态可设；
- 3) 默认状态由常开设置为常闭时或由常闭设置为常开时，应立即产生门开或门闭告警；
- 4) 上电时，门接点打开时产生事件告警并上报。

4.9.9.1.13 计量差异告警

(1) 定义

由指定的两个测量点（回路）（终端和电能表）的电量进行对比，当两者差值大于指定值时产生差动异常事件告警。

(2) 告警发生

采用电量数据判断：在同一电压电流回路中，当终端在一段周期内计量的电量数据（指此段时间内电量增量，下同）达到设定的采用差动比率报警的最小绝对差值（默认值因终端类型而不同，具体值等于终端在额定功率情况下正常运行 1 个小时所走的电量（二次值））后，当下一个抄表时间到达时，终端从起始到此时计量的电量与抄收到的电能表电量差动比例（ $|（电能表电量 - 终端电量） / 终端电量|$ ）大于差动比率报警阈值（默认 10%）时产生计量差异告警。

(3) 告警恢复

采用电量数据判断：若两个测量点采集电量数据的差动比例小于差动比率报警恢复阈值（默认 5%）时判断计量差异告警恢复。

(4) 处理要求

若终端和电能表没有安装在同一电压和电流回路中，该项告警应屏蔽。

4.9.9.1.14 电能表端钮盒开启告警

(1) 定义

电能表检测到端钮盒开启并记录。

(2) 告警判断

终端周期性检测电能表端钮盒开启次数，如果次数发生变化，则产生电能表端钮盒开启告警。

4.9.9.1.15 电能表盖开启告警

(1) 定义

电能表检测到表盖开启并记录。

(2) 告警判断

终端周期性检测电能表开盖次数，如果次数发生变化，则产生电能表盖开启告警。

4.9.9.2 用电异常告警

4.9.9.2.1 失压（缺相）

(1) 定义

失压是指在有负荷电流条件下，电能计量回路 PT 二次侧任意一相电压小于定值，通常指通过 PT 接入电能表，其 PT 二次侧发生故障，而供电线路正常，负荷正常用电的情况。

(2) 告警发生

电压小于启动电压（默认为 $78\%U_n$ ），电流大于启动电流（临界电流，默认为 $0.5\%I_b$ ），且持续时间大于设定的判断时间（默认为 1 分钟）。

对于三相三线终端，当任意一电压值（ U_{ab} 或 U_{cb} ）小于启动电压时，则表明有一相电压失压，然后找出电压值最大的电压元件，与最大电压无关的那一相电流大于启动电流，那么该相失压，如若 U_{ab} 最大且 I_c 大于启动电流，则 C 相失压，若 U_{cb} 最大且 I_a 大于启动电流，则 A 相失压，B 相无电流，不判断 B 相失压。

对于三相四线终端， U_a 、 U_b 、 U_c （相电压）任意一相或两相值小于等于启动电压且对应电流大于启动电流则判该相或该两相失压。

(3) 告警恢复

电压大于等于返回电压（默认为 $85\%U_n$ ），且持续时间大于设定的判断恢复时间（默认为 1 分钟）。

对于三相三线终端， U_{ab} 、 U_{cb} 都大于返回电压，则判断失压恢复。

对于三相四线终端，当失压电压值大于返回电压时，则判断失压恢复。

(4) 处理要求

- 1) 应主动上报事件发生时间、失压相别以及当时电量。
- 2) 停电时应记录当时状态以保证事件的完整性和连续性。
- 3) 应同时对终端和电能表的失压事件进行判断。

4.9.9.2.2 失流

(1) 定义

失流是指在供电电压正常的情况下，三相电流中某一相或两相电流小于定值，且其他相电流正常。

(2) 告警发生

三相电压中某相电压大于电能表的临界电压，三相电流中任一或两相电流小于临界电流（默认 0.5% 额定电流），且其他相线中有负荷电流大于返回电流（默认 5% 额定电流），且持续时间大于设定的判断时间（默认为 1 分钟）。

(3) 告警恢复

失流状态下相应相线的负荷电流大于等于返回电流（默认为 5% 额定电流），且持续时间大于设定的判断恢复时间（默认为 1 分钟）。

(4) 处理要求

- 1) 应主动上报告警发生时间、失流相别以及当时电量。
- 2) 停电时应记录当时状态以保证告警的完整性和连续性。

4.9.9.2.3 断相

(1) 定义

断相是指供电线路任意相发生故障，电压小于设定值，此时该相负荷也停止供电的情况。

(2) 告警发生

电压小于启动电压（默认为 $70\%U_n$ ），同时电流小于启动电流（临界电流，默认为 $10\%I_b$ ），且持续时间大于设定的判断时间（默认 5 分钟）。

对于三相三线终端，当任意一电压值（ U_{ab} 或 U_{cb} ）小于启动电压时，则表明有一相电压断相，然后找出电压值最大的电压元件，与最大电压无关的那一相断相（失压），如若 U_{ab} 最大且 I_c 小于启动电流，则 C 相断相；若 U_{cb} 最大且 I_a 小于启动电流，则 A 相断相。

对于三相四线终端， U_a 、 U_b 、 U_c （相电压）任意一相或两相值小于等于启动电压且对应的电流值小

于启动电流时，则判该相或该两相断相。

(3) 告警恢复

电压大于等于返回电压（默认为 $85\%U_n$ ），且持续时间大于设定的判断恢复时间（默认为 5 分钟）。

对于三相三线终端， U_{ab} 、 U_{cb} 都大于返回电压时，则判断断相恢复。

对于三相四线电能表和终端，断相电压值大于返回电压时，则判断断相恢复。

(4) 处理要求

- 1) 要求主动上报事件发生时间、断相相别等；
- 2) 停电时应记录当时状态以保证事件的完整性和连续性。
- 3) 应同时对终端和电能表的断相事件进行判断。

4.9.9.2.4 电压逆相序

(1) 定义

当三相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 的过零顺序不是 U_a 、 U_b 、 U_c 顺序关系时则判为电压逆相序。

(2) 告警判断

对于三相三线终端，通过 U_{ab} 、 U_{cb} 电压的过零顺序和过零间隔判断，以 2 个 U_{ab} 或 U_{cb} 过零周期计算电网频率周期 T （电网频率 $50\text{Hz} \pm 5\text{Hz}$ ，周期为 $20\text{ms} \pm 2\text{ms}$ ），若 U_{ab} 过零后至 U_{cb} 过零的时间 $\Delta T = 5/6T \pm 1\text{ms}$ 为正常，否则判为逆相序。

对于三相四线终端，若三相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 的过零顺序满足 U_a 、 U_b 、 U_c 的关系即为正常，否则判为逆相序。判断电压逆相序及恢复的持续时间应大于等于参数定值。

4.9.9.2.5 电流反极性

(1) 定义

电流反极性指某相电流二次侧回路（进线和出线接反）同名端接错造成计量错误。

(2) 告警判断

对于三相四线终端，当检测到 $90^\circ < \text{相角} < 270^\circ$ （此处相角是指各相电压与对应相电流的夹角，以各相电压为基准，顺时针方向为正）即判断告警发生；

当三相三线终端，A 相电流反极性条件： $120^\circ < \text{相角} < 300^\circ$ （此处相角是指 U_{ab} 与 I_a 之间的夹角，以 U_{ab} 为基准，顺时针方向为正）；C 相电流反极性条件： $60^\circ < \text{相角} < 240^\circ$ （此处相角是指 U_{ca} 与 I_c 之间的夹角，以 U_{ca} 为基准，顺时针方向为正）；B 相不判断。

判断电流反极性及其恢复的持续时间应大于等于参数设定值。

(3) 处理要求

- 1) 当电流大于 $5\% I_b$ 时才开始判断该相电流是否反极性。
- 2) 对自发电用户，由于可能出现反向潮流的情况，可考虑屏蔽该项功能。
- 3) 当终端与电能表安装在不同的回路时不对终端的电流反极性事件进行判断。

4.9.9.2.6 负荷过载

(1) 定义

测量点视在功率超过其设定的额定容量。

(2) 告警判断

测量点视在功率超过设定的该测量点额定容量* 设定的比例（默认值为 1.2），且持续时间超过设定的负荷过载判断持续时间（默认 15 分钟）就产生负荷过载告警。

测量点视在功率小于设定的该测量点额定容量* 0.95 时，且持续时间超过设定的负荷过载判断持

续时间（默认 15 分钟）就产生负荷过载恢复告警。

4.9.9.2.7 功率超定值

(1) 定义

终端的总加功率超过设定的时段功率定值 (kW) * 浮动系数。

(2) 告警判断

终端的总加功率（采用 5 分钟平均滑差功率）超过设定的时段功率定值 (kW) * 浮动系数（默认值 1.0），就产生功率超定值告警。

终端的总加功率（采用 5 分钟平均滑差功率）小于设定的时段功率定值 (kW) * 浮动系数（默认值 1.0），就产生功率超定值恢复告警。

4.9.9.2.8 过电压

(1) 定义

过电压指相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 任意一相电压超过设定值。

(2) 告警发生

任意一相电压超过设定值（默认值为 $1.2 U_n$ ）时，且持续时间超过设定的过电压持续时间（默认 15 分钟）就产生过电压告警。

(3) 告警恢复

过电压告警发生后，当该相电压小于设定值（默认值为 $1.05 U_n$ ），且持续时间超过设定的过电压恢复时间（默认 15 分钟）就产生该相过电压恢复告警。

4.9.9.2.9 电流过负荷

(1) 定义

某一相电流超过设定电流。

(2) 告警发生

任意一相电流超过设定值（默认值为 $1.3 I_b$ ）时，且持续时间超过设定的电流过负荷持续时间（默认 15 分钟）就产生电流过负荷告警。

(3) 告警恢复

过流事件发生后，任意一相电流小于 I_b ，且持续时间超过设定的电流过负荷持续时间（默认 15 分钟）就产生电流过负荷恢复告警。

4.9.9.2.10 无功过补偿

(1) 定义

无功过补偿是指总有功为正情况下，总无功为负且功率因数 $\cos \Phi$ 小于阈值的状况。

(2) 告警发生

总无功功率 < 0 ，总功率因数 $|\cos \Phi| < \text{设定值}$ （默认为 0.80），且持续时间超过设定值（默认 15 分钟，1~60 分钟可设置），判断发生无功过补偿。

(3) 告警恢复

在发生无功过补偿后，总功率因数 $|\cos \Phi| > \text{设定值}$ （默认为 0.90），且持续时间超过设定值（默认 15 分钟，1~60 分钟可设置），判断无功过补偿恢复。此时可能发生总无功变为正向，首先要恢复无功过补偿，之后再判断其它事件。

(4) 处理要求

当三相电流（三相三线为 2 相电流）平均值大于额定电流的 20%时才进行判断。

4.9.9.2.11 无功欠补偿

(1) 定义

无功欠补偿是指总有功为正情况下，总无功为正且功率因数 $\cos \Phi$ 小于阈值的状况。

(2) 告警发生

总无功功率 > 0 ，总功率因数 $\cos \Phi < \text{设定值}$ （默认值为 0.80），且持续时间超过设定值（默认 15 分钟，1~60 分钟可设置），判断发生无功欠补偿。

(3) 告警恢复

发生无功欠补偿事件后，总功率因数 $\cos \Phi > \text{设定值}$ （默认值为 0.90），且持续时间超过设定值（默认 15 分钟，1~60 分钟可设置），判断无功欠补偿恢复，此时可能发生总无功变为反向，首先要恢复无功欠补偿，之后再判断其它事件。

(4) 处理要求

当三相电流（三相三线为两相电流）平均值大于额定电流的 20%时才进行判断。

4.9.9.2.12 电压畸变

(1) 定义

电压畸变指任意一相电压畸变率大于设定值。

(2) 告警发生

任意一相电压畸变率超过设定值（默认值为 5%）时，且持续时间超过设定的电压畸变持续时间（默认 15 分钟）就产生该相电压畸变告警。

(3) 告警恢复

电压畸变告警发生后，当该相电压畸变率小于设定值（默认值为 3%），且持续时间超过设定的电压畸变恢复时间（默认 15 分钟）就产生该相电压畸变恢复告警。

(4) 处理要求

该相电压处于额定电压的 70%~130%范围以内才判断此告警。

4.9.9.2.13 电流畸变

(1) 定义

电流畸变指任意一相电流畸变率超过设定值。

(2) 告警发生

任意一相谐波电流允许值超过设定值（根据国标 GB/T 14549-93 计算得出的允许注入公共电网的谐波电流允许值）时，且持续时间超过设定的电流畸变持续时间（默认 15 分钟）就产生该相电流畸变告警。

(3) 告警恢复

电流畸变告警发生后，当该相谐波电流允许值小于设定值（根据国标 GB/T 14549-93 计算得出的允许注入公共电网的谐波电流允许值），且持续时间超过设定的电流畸变恢复时间（默认 15 分钟）就产生该相电流畸变恢复告警。

(4) 处理要求

当三相电流（三相三线为两相电流）平均值大于额定电流的 20%时才进行判断。

4.9.9.2.14 电流不平衡

(1) 定义

$$\frac{|I_{phase} - I_{average}|}{I_{average}}$$

电流不平衡率 = $\frac{|I_{phase} - I_{average}|}{I_{average}} \times 100\%$

其中, I_{phase} 是某相电流值, $I_{average}$ 是三相(两相)电流平均值

(2) 告警发生

电流不平衡率大于上限阈值(默认三相三线 30%, 三相四线 50%)并持续一定时间(默认 15 分钟), 则产生电流不平衡告警。

(3) 告警恢复

出现电流不平衡告警后, 电流不平衡率小于下限阈值(默认三相三线 25%, 三相四线 40%)并持续一定时间(默认 15 分钟), 则产生电流不平衡恢复告警。

4.9.9.2.15 电压不平衡

(1) 定义

不平衡度的表达式:

$$\begin{cases} \varepsilon_{U2} = \frac{U_2}{U_1} \times 100\% \\ \varepsilon_{U0} = \frac{U_0}{U_1} \times 100\% \end{cases} \dots\dots\dots$$

式中: U_1 ——三相电压的正序分量方均根值, 单位为伏(V);
 U_2 ——三相电压的负序分量方均根值, 单位为伏(V);
 U_0 ——三相电压的零序分量方均根值, 单位为伏(V);

(2) 告警发生

三相电压不平衡度大于上限阈值(电网正常运行时, 负序电压不平衡不超过 2%, 短时不得超过 4%; 接于公共连接点的每个用户引起该点负序电压不平衡度允许值一般为 1.3%, 短时不超过 2.6%)并持续一定时间(默认 15 分钟), 则产生三相电压不平衡告警。

(3) 告警恢复

出现三相电压不平衡告警后, 三相电压不平衡度小于下限阈值(电网正常运行时, 负序电压不平衡不超过 2%, 短时不得超过 4%; 接于公共连接点的每个用户引起该点负序电压不平衡度允许值一般为 1.3%, 短时不超过 2.6%)并持续一定时间(默认 15 分钟), 则产生三相电压不平衡恢复告警。

4.9.9.2.16 长时间闪变

(1) 定义

闪变是灯光照度不稳定造成的视感。长时间闪变值由由短时间闪变值推算出, 反应长时间(若干小时)闪变强弱的量值, 长时间闪变的基本记录周期为 2h。

(2) 告警发生

长时间闪变值大于上限阈值(电压等级小于等于 110kV 时为 1), 则产生三相电压不平衡告警。

(3) 告警恢复

出现长时间闪变值告警后, 长时间闪变值小于下限阈值(电压等级小于等于 110kV 时为 1), 则产

生长时间闪变值恢复告警。

4.9.9.2.17 零序电流偏大

(1) 定义

零相电流偏大指零相电流超过设定值。

(2) 告警发生

当零相电流超过上限设定值（默认值为 $25\%I_b$ ），且持续时间超过设定的判断时间（默认 15 分钟）就产生零相电流偏大告警。

(3) 告警恢复

零相电流偏大事件发生后，当零相电流小于下限设定值（默认值为 $15\%I_b$ ），且持续时间超过设定的判断时间（默认 15 分钟）就产生零相电流偏大恢复告警。

4.9.9.2.18 电能表拉合闸控制失败

(1) 定义

电能表拉合闸失败，记录该状态信息。

(2) 告警判断

终端收到主站发起的拉合闸控制命令帧后，在控制生效时间内，终端将下发相应的拉合闸命令给目标电表；如果在生效时间内控制执行没有成功，终端应主动上报拉合闸失败告警。

4.9.9.2.19 电能表抄表失败

(1) 定义

终端在一定时间内采集电能表数据失败。

(2) 告警判断

若终端在规定时间内（默认 3 天）无法采集电能表数据，则应产生抄表失败告警，并向主站上报，终端每日上报一次，直到恢复为止。

4.9.9.2.20 电能表剩余金额不足

(1) 定义

预付费电能表剩余金额少于预先设定门限值。

(2) 告警判断

预付费电能表剩余金额小于预先设定的门限值则产生剩余金额不足告警。终端每日轮询预付费类电表的剩余金额，若某预付费表剩余金额小于门限值则产生相应告警并上报，在预付费表发生该告警期间，终端保证每日上报一次，直到恢复为止。

4.9.9.3 其他告警

4.9.9.3.1 遥信变位

(1) 定义

遥信输入状态改变。

(2) 告警判断

终端通过检测遥信开关量的状态来判断。

(3) 处理要求

1) 正常判断周期：读到变位后，为防止抖动，应在接点状态连续 $2\sim 4s$ 稳定后产生告警并上报。

2) 遥信输入接点默认状态可设。

4.9.9.3.2 终端掉电

(1) 定义

终端因交流电压输入故障造成无法正常工作；一般情况下指通过 PT 接入的终端，其 PT 一次侧或二次侧发生故障，或供电线路停电。

(2) 告警判断

终端主电源电路不能正常工作。

(3) 处理要求

- 1) 至少具有与前置机通讯三次（上报失电时刻的日期、时间、有功、无功电量）的能力。
- 2) 能在掉电 5 分钟内检测异常（如有无电流、CT 一、二次是否短路等）并告警。
- 3) 终端掉电与终端失压可能同时发生，允许同时产生两类事件。

4.9.9.3.3 终端上电

(1) 定义

终端供电电压大于等于工作电压。

(2) 告警判断

终端由停电状态转为主电源工作转态。

(3) 处理要求

- 1) 主动上报正反向有功电量、四象限无功电量、正反向有功最大需量及发生时间等。
- 2) 终端上电与终端失压恢复可能同时发生，允许同时产生两类事件告警。

4.9.9.3.4 月通信流量越限

(1) 定义

终端当月通信流量超过预设流量门限值。

(2) 告警判断

若终端当月通信流量超过预先设置的流量门限值，则产生月通信流量越限告警。

(3) 处理要求

终端每日进行当月通信流量统计，若当月通信流量超过预设门限值则产生相应告警并上报，发生该告警期间，终端保证每日上报一次，直到跨月为止。

4.9.10 本地接口

4.9.10.1 信息显示

液晶屏采用 160*160 点阵显示，单个汉字点阵大小为 16*16，每行最多可显示汉字数 10 个（英文不超过 20 个），最多可显示 10 行，中英文字体采用宋体格式。

终端可显示测量数据、计算及记录参数，并可通过按键操作切换显示各类数据与参数。轮显量可以设置。

表 4.14 菜单显示内容

一级菜单	二级菜单	显示内容
交流采样		测量点当前三相电压、电流、频率、相角、有功功率、无功功率、功率因数、分相有功功率、

一级菜单	二级菜单	显示内容
	分相无功功率	
电能计量	当前数据	测量点当前三相电压、电流、频率、相角、有功功率、无功功率、功率因数、分相有功功率、分相无功功率
	历史日数据	测量点当日电量（有功总、尖、峰、平、谷、无功总）
	历史月数据	测量点当月电量（有功总、尖、峰、平、谷、无功总）
电能质量监测	谐波数据	各相电压、电流 19 及以下各次谐波含有率及总畸变率，当日及近 30 天总畸变率统计值，当月及近 3 月总畸变率统计值
	电压监测数据	分相电压合格率
		总电压合格率
	电压不平衡度超限统计数据	日（月）三相电压不平衡度最大值、最小值、平均值、95%概率值及极值发生时间，及超限的累计时间。
	电流不平衡度超限统计数据	日（月）三相电流不平衡度最大值、最小值、平均值、95%概率值及极值发生时间，及超限的累计时间
	功率因数区段统计数据	每日（月）功率因数超限值发生在各区段的累计时间
事件记录	需量事件	最近 10 次最大需量清零事件信息
	编程事件	最近 10 次编程事件信息
	失压事件	最近 10 次失压记录信息
	失流事件	最近 10 次失流记录信息
	断相事件	最近 10 次断相记录信息
	停电事件	最近 10 次停电记录信息
	清零事件	最近 10 次电量清零信息
	校时事件	最近 10 次电表校时信息
	表端钮盒开启事件	最近 10 次表端钮盒开启信息
	表盖开启事件	最近 10 次表盖开启信息
	箱门开闭事件	最近 10 次计量箱门开闭信息
	消息认证错误事件	最近 10 次消息认证错误信息
异常告警	可提供最新至少 400 条告警时间信息查询（包括告警代码、中文显示事件内容、发生时间等）	
参数设置与查询	通讯通道设置	可查询和设置包括：通信通道、主 IP 地址和端口、备用 IP 地址和端口、APN、用户名、密码等

一级菜单	二级菜单	显示内容
终端管理与维护	测量点参数设置	可查询和设置各测量点是否有效标志信息，各测量点协议、地址等
	限值参数查询	查看各种限值参数
	重启终端	重新启动终端
	液晶调节	可调节终端液晶显示对比度、背光亮度等
	状态查看	可查询各个测量点状态信息（包括电压断相、电流极性、电压相序等）以及终端状态信息（包括遥信、门节点、编程状态、停电统计等）
	低压抄表统计数据*	可显示用户表日、月数据抄读统计信息
	信号强度和电池电量	可查询正比于无线信号场强的指示和当前电池电量（终端电池指备用停电上报电池）
	无线实时状态	可提供终端连接无线网络的实时状态信息
	终端时间设置	查询和设置终端系统时间
	界面密码设置	界面操作的密码设置
	测试通道设置	查询和设置测试通道（上传测试口或者下行抄表口）
	终端编号	查看终端地市区县码和终端地址
	终端版本	可显示终端软、硬件版本以及计量版本等
注：（1）厂家依据自身设计要求可增加三级菜单目录 （2）表格中带*号菜单在下行通道接入用户表时生效。		

4.9.10.2 本地维护接口

终端应有本地维护 RS232 接口，通过维护接口设置终端参数，进行软件升级等。

终端具有远红外通讯接口，通过该通讯接口实现本地对终端数据读取和参数设置，通信速率缺省为 1200bps，通信协议应符合《中国南方电网有限责任公司计量自动化终端上行通信规约》。

进行维护时，终端应具有权限和密码管理等安全措施，防止非授权人员操作。

4.9.10.3 本地测试接口

应具有一路 RS-485 功能测试本地通讯接口，通信协议应符合《中国南方电网有限责任公司计量自动化终端上行通信规约》。

测试 RS-485 默认采用 9600bps，最高支持到 19200 bps，8 位数据位，1 位停止位，偶校验。

使用测试 RS-485 进行协议测试时，终端需关闭主动上报功能，数据由主站召测。

4.9.10.4 本地用户接口

本地通信接口中可有一路作为用户数据接口，提供用户数据服务功能。

4.9.10.5 开关量输入

开关量输入为无源的开 / 合切换触点，可配置成脉冲输入或遥信输入方式工作，每路状态量在稳定的额定电压输入时，其功耗 $\leq 0.05\text{W}$ 。

4.9.10.6 门接点输入

门接点输入为无源的开 / 合切换触点。

4.9.11 终端维护

4.9.11.1 终端启动

终端上电启动、复位重启或自恢复重启至具备全部功能（除主站登陆）的时间不应超过 20 秒。

4.9.11.2 自检自恢复

应具备自测试、自诊断功能，在终端出现死机、模块工作异常但没有损坏情况下，终端要求在 3 倍启动时间内检测发现该故障并完成自恢复。

终端掉线后应具备定时重新拨号功能，重拨间隔和重拨次数可设置。

4.9.11.3 终端复位

终端可通过本地或远程复位操作或命令分别对硬件、参数区、数据区进行初始化。

4.9.11.4 远程升级

终端可通过远程通信信道实现软件升级，并支持断点续传方式。

升级过程中，终端仍支持电能计量、本地数据采集功能；升级成功后，原有的终端参数以及存储数据不能改变。

详细升级流程时序图可参见《中国南方电网有限责任公司计量自动化终端上行通信规约》附录J。

4.9.12 电能表控制功能

终端支持主站命令对低压表实行远程控制功能。

当终端收到主站的“对电能表遥控拉闸”或“对电能表遥控合闸”命令后，若目标电表具备拉合闸功能，终端应立即向主站正常应答，而不必考虑受控电表是否已经真正动作。若目标电能表不具备拉合闸功能，终端应向主站返回异常。

在控制生效时间内，终端将下发相应的拉合闸控制命令给目标电表，并从目标电表检索控制的结果状态，如果在生效时间内，控制执行结果成功，终端应将“继电器变位”主动上报主站。如果确定控制执行结果没有成功，终端应将“电能表拉合闸失败”主动上报主站。

4.10 电磁兼容性要求

终端应能承受传导和辐射的电磁骚扰、静电放电等电磁兼容性相关试验的影响，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、工频磁场抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、射频场感应的传导骚扰抗扰度、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。试验具体要求见《中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端检验技术要求》相关条款规定。

试验等级和要求见表 9。

表 4.15 电磁兼容试验的主要参数

试验项目	等级	试 验 值	试 验 回 路
工频磁场抗扰度	高于 5 级	600A/m	整机
脉冲磁场抗扰度	高于 5 级	1200A/m	整机
阻尼振荡磁场抗扰度	高于 5 级	120A/m, 1MHz	整机
射频辐射电磁场抗扰度	高于 3 级	12V/m (80MHz~1000MHz)	整机
	高于 4 级	36V/m (1.4GHz~2GHz)	
射频场感应的传导骚扰抗扰度	3 级	10V (非调制)	电源端和保护接地端
静电放电抗扰度	高于 4 级	9.6kV, 直接, 接触放电	金属端子
		16.5KV, 外壳非金属部分的空气放电, 间接放电	外壳及耦合板
电快速瞬变脉冲群抗扰度	4 级	2.0kV (耦合)	通信线、脉冲信号输入线
	4 级	2.0kV	状态信号输入回路
	高于 4 级	4.2kV	电源回路
阻尼振荡波抗扰度	3 级	2.0kV (共模)	交流电压、电流输入, 状态信号输入回路
	4 级	2.5kV (共模) 1.25kV (差模)	电源回路
浪涌抗扰度	3 级	2.0kV (共模)	状态信号输入回路
	高于 4 级	6.0kV (共模), 20.0kV (差模)	电源回路
电压暂降和短时中断		3000:1(60%), 50:1, 1:1	整机

4.10.1 工频磁场抗扰度

磁场强度600A/m, 试验时终端正常工作, 功能和性能符合要求, 交流模拟量测量值允许改变量应不大于等级指数200%。

此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中磁场强度400A/m的定义。

4.10.2 脉冲磁场抗扰度

磁场强度1200A/m, 对终端施加X、Y、Z方向的脉冲磁场, 试验时终端正常工作, 功能和性能符合要求, 交流模拟量测量值允许改变量应不大于等级指数200%。

此项电磁兼容标准为公司内控标准, 南网规范中并无此项定义。

4.10.3 阻尼振荡磁场抗扰度

对终端施加X、Y、Z方向的阻尼振荡磁场, 磁场强度120A/m, 振荡频率1MHz, 试验时终端正常工作, 功能和性能符合要求, 交流模拟量测量值允许改变量应不大于等级指数200%。

此项电磁兼容标准为公司**内控标准**，南网规范中并无此项定义。

4.10.4 射频辐射电磁场抗扰度

试验条件：

1、**12V/m (80MHz~1000MHz)** 正弦波1kHz，80%幅度调制。此项标准相比《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中射频辐射电磁场抗扰度对应的试验条件**10V/m (80MHz~1000MHz)**，提高了20%。

2、**36V/m (1.4GHz~2GHz)** 正弦波1kHz，80%幅度调制。此项标准相比《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中射频辐射电磁场抗扰度对应的试验条件**30V/m (1.4GHz~2GHz)**，提高了20%。

试验时终端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的200%。

4.10.5 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。

试验电压施加于终端的供电电源端与保护接地端，试验时终端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%。

4.10.6 静电放电抗扰度

直接接触放电：正常使用时可以触及的金属端子，**±9.6kV**，正负极性各10次。此项标准相比《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中静电放电抗扰度对应的试验条件直接接触放电**±8kV**，提高了20%。

空气放电：正常使用时可以触及的非金属部分，包括按键、液晶、外壳缝隙、指示灯等，**±16.5kV**。此项标准相比《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中静电放电抗扰度对应的试验条件空气放电**±15kV**，提高了10%。

间接耦合放电：水平耦合与垂直耦合，**±16.5kV**，施加于终端各个侧面。此项标准相比《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中静电放电抗扰度对应的试验条件间接耦合放电**±15kV**，提高了10%。

终端在试验时应无损坏，允许出现短时通信中断和液晶瞬时闪屏，其他功能和性能应正常，试验后终端应能正常工作，存储数据无改变，功能与性能应符合要求，交流模拟量测量值准确度应满足要求。

4.10.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

试验条件：

1、状态量输入的每一个端口和保护接地端之间：**±2kV**，5kHz或100kHz，试验时间1mim/次，正负极性各5次。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件**±1kV**的定义。

2、终端交流电压、电流输入端的每一个端口和保护接地端之间：**±2kV**，5kHz或100kHz，试验时间1mim/次，正负极性各5次。

3、终端供电电源和保护接地端之间： $\pm 4.2\text{kV}$ ，5kHz或100kHz，试验时间1mim/次，正负极性各5次。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件 $\pm 4\text{kV}$ 的定义。

4、电容耦合夹将试验电压耦合至脉冲信号输入及通信线路(包括RS485)上， $\pm 2\text{kV}$ ，5kHz或100kHz，试验时间1mim/次，正负极性各5次。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件 $\pm 1\text{kV}$ 的定义。

试验中设备无损坏，允许短时出现通信中断和液晶瞬时闪屏，其他功能和性能应正常，试验后终端应能正常工作，功能和性能应符合要求。试验时交流模拟量测量值允许改变量应不大于等级指数的200%。

4.10.8 阻尼振荡波抗扰度

试验条件：

1、交流电压、电流输入，状态信号输入回路： 2kV (共模)，1MHz振荡频率，重复率400/s，正负极性各3次，测试时间60s。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件 1kV 的定义。

2、电源回路：1.25kV(差模)，1MHz振荡频率，重复率400/s，正负极性各3次，测试时间60s。

3、电源回路：2.5kV(共模)，1MHz振荡频率，重复率400/s，正负极性各3次，测试时间60s。

试验中设备无损坏，允许短时出现通信中断和液晶瞬时闪屏，其他功能和性能应正常，试验后终端应能正常工作，功能和性能应符合要求。试验时交流模拟量测量值允许改变量应不大于等级指数的200%。

4.10.9 浪涌抗扰度

试验条件：

1、电源电压两端口之间：试验电压 20kV ，1.2/50us，正负极性各1次，重复率10mim/次。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件 6kV 的定义。

2、电源电压端口与地之间：试验电压 6kV ，1.2/50us，正负极性各5次，重复率1mim/次。

3、状态量输入回路各端口与地之间：试验电压 2kV ，1.2/50us，正负极性各5次，重复率1mim/次。此项电磁兼容标准高于《Q/CSG 11109007-2013 中国南方电网有限责任公司配变监测计量终端技术规范》中对应试验条件 1kV 的定义。

试验中设备无损坏，允许短时出现通信中断和液晶瞬时闪屏，其他功能和性能应正常，试验后终端应能正常工作，功能和性能应符合要求。试验后交流模拟量测量值准确度应满足要求。

4.10.10 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

1、电压试验等级40%UT：从额定电压暂降60%，持续时间1mim，3000个周期，降落1次。

2、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)

3、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。

试验中及试验后终端应能正常工作，无损坏、无死机，存储数据无改变，试验后交流模拟量测试量值准确度、功能和性能应满足要求

4.11 连续通电稳定性

终端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。

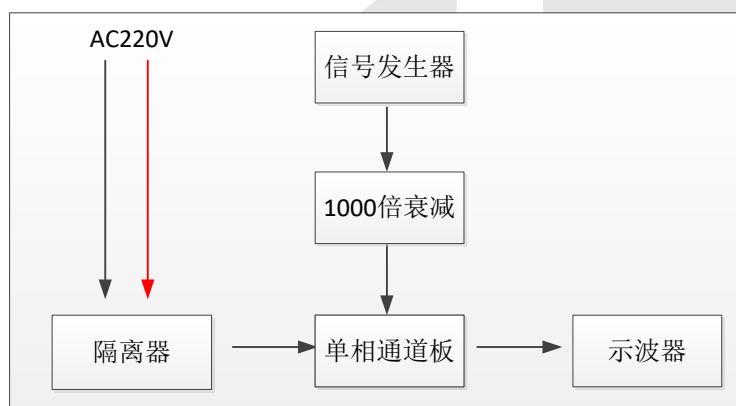
4.12 日计时误差

在参比温度和参比湿度环境下，对终端施加参比电压，时钟准确度不超过 0.328s/d。

全温度范围环境下，对终端施加参比电压，时钟准确度不超过 0.432s/d。

4.13 载波灵敏度(研发自测)

1、灵敏度环境搭建：AC220V源、大功率隔离衰减器（包含隔离器、1:1隔离变压器，目的是隔离衰减电源外部信号）、信号发生器、衰减器（衰减载波信号）、耦合器、示波器与待测设备（单相载波通道板、三相载波通道板、路由）



2、信号发生器参数设置：

输出中心频率的“FSK421kHz”信号，

——波形：正弦波

——调制方式：FSK（类型频移键控）

——FSK rate: 6.68KHZ

——HOP Freq:426KHZ

——Freq:416 KH

3、测试方法：

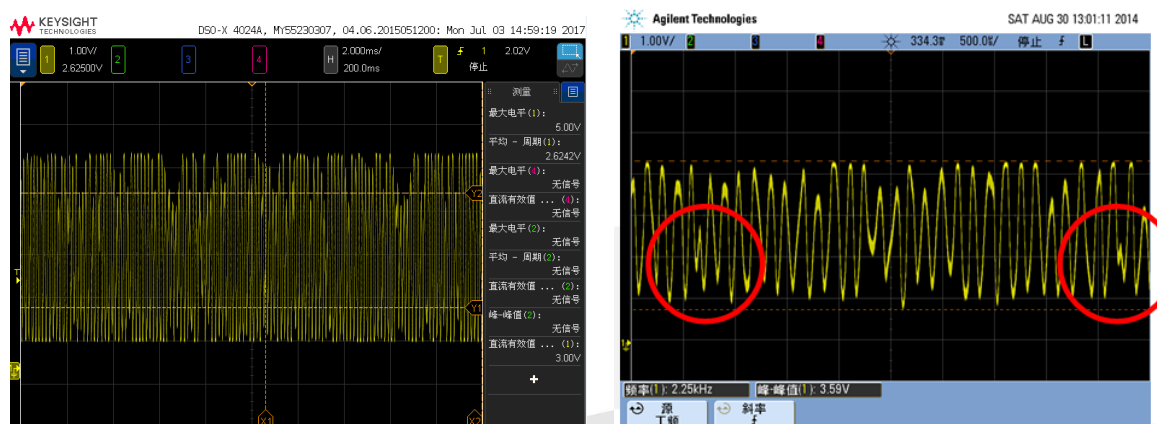
（1）首先，将上述设备连接好，表笔测试3361的11引脚和GND。

（2）先通电220Vac，再将信号发生器信号输出，调试载波信号幅值，观察示波器（窗口2ms每格，幅值1V每格）解调信号合格，确认输入信号幅值，即灵敏度。

（3）先将信号发生器关闭，再将待测设备电源断电，关闭示波器

4、测试要求：

一般要求载波信号幅值1V衰减60dB（1000倍，即1mV以内），测试调制解调芯片（MC3361或BL3361）的11引脚解调输出波形，（或要求载波通信长报文合格）



原则上要求500 μ s内不超过2个分叉；能够清晰识别波形轮廓，无毛刺干扰，相邻波形区分度高。

关闭信号发生器，待测试设备傅里叶变换421KHz无明显干扰

4.14 高低温测试

试验条件：

- 1、高温80℃，保温16小时后上电，上电0.5小时后开始测试。
- 2、低温-40℃，保温16小时后上电。上电0.5小时后开始测试。

试验中终端应能正常工作，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，高温80℃下液晶字迹显示应清晰，低温-40度以上条件下液晶应字迹显示清晰，允许刷屏变慢。

试验后恢复常温，终端应能正常工作，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，液晶显示正常。

4.15 USB 接口短路试验

1. 试样先上电，然后使用短接片短接USB插口；
2. 试样先使用短接片短接USB插口，再上电。

当USB短路后，不应影响产品的其他功能，不可重启。

4.16 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10min，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。

4.17 天线带电

终端正常供电(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。

4.18 天线干扰

将GPRS模块带SIM卡，将天线的发射位置，分别放置到主控芯片，电源芯片等干扰敏感点，然后上电启动，在GPRS模块上线过程中，终端不应出现复位，重启。电源芯片的输出没有跌落。

4.19 对讲机干扰（研发自测）

对讲机随机设置多个频段进行干扰测试，发射功率设置最大。

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。

4.20 电源缓升

将设备温度升至 $80(-40)^{\circ}\text{C}$ ，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。

4.21 电压跌落耐久测试

按照产品类别单相/三相供电，温度 $80(-40)^{\circ}\text{C}$ ，电压 $1.2U_n$ ，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

4.22 电压随机跌落(研发自测)

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。

4.23 热插拔试验

路由模块：终端产品 $120\%U_n$ 单相供电，带电插拔左模块（路由）50次，插拔过程中产品能够正常工作，插拔完成后路由模块功能应正常。

GPRS模块：终端产品 $120\%U_n$ 单相供电，带电热插拔GPRS模块50次，插拔试验后终端能够正常运行，GPRS通讯正常。试验过程中允许出现重启，但停止热插拔后产品要恢复正常工作，试验后要求功能正常；

4.24 电压反接运行

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。

4.25 三相四线零线虚接

终端三相分别供1.2倍额定电压，终端应正常工作，试验24h，实验后读取过压信息及温升。

4.26 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：

- 1) 第一步：0.5小时，温度达到 10°C ，湿度达到50%RH；
- 2) 第二步：0.5小时，温度保持 10°C ，湿度达到90%RH；
- 3) 第三步：0.5小时，温度保持 10°C ，湿度达到95%RH；
- 4) 第四步：3.5小时，温度达到 80°C ，湿度保持95%RH；
- 5) 第五步：0.5小时，温度降到 75°C ，湿度降至30%RH；
- 6) 第六步：1.0小时，温度降至 30°C ，湿度保持30%RH；
- 7) 第七部：0.5小时，温度降至 10°C ，湿度升至50%RH；

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。

4.27 日光辐射

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： $+55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

试验时间：4个周期或4天。试验后终端应无损坏，目测检验标志清晰度不受改变。

铭牌具有耐高温，防紫外线功能：铭牌经抗辐照强度 $0.83\text{W}/\text{m}^2 @ 340\text{nm}$ 的紫外线照射1000小时实验，不褪色，不变形。

4.28 盐雾试验

将样品非通电状态下放入盐雾箱，保持温度为 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于85%，喷雾72h后在大气条件下恢复1-2h。

测试后终端功能和性能应符合要求，外部金属部件无腐蚀和生锈情况。

4.29 充电器干扰试验

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。

4.30 电池放电电流检测

时钟电池和备用电池的在掉电和正常供电情况下的电流，需要测试。

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4uA，有外部电源情况下，反向充电电流不应大于5uA。

将电流表串联接入备用电池线路。在掉电状态下，测量电池的放电电流，放电电流不应大于100uA。

4.31 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°C ，湿度上升至75%；3小时内，温度升至 75°C ，湿度上升至95%；温度在 75°C ，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。

4.32 恒定湿热

测试持续时间：4天。

温湿度标准： $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 93 $\pm 3\%$ 湿度。

试验后产品在大气环境下静止1~2个小时的时间恢复，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。

4.33 高温耐久

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（直流）
- 5、衰减震荡波极限
- 6、辐射抗扰极限
- 7、电压相位改变
- 8、直流电源带载能力
- 9、耐压
- 10、冲击电压

4.34 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。

4.35 可靠性指标

终端的平均无故障工作时间（MTBF）不低于 10×10^4 h，年可用率 $\geq 99.99\%$ 。
终端应该能通过双 85 可靠性测试 1300 小时。200 小时确认一次。

4.36 包装要求

应符合 GB/T 13384—2008 可靠包装要求。

4.37 互换性要求

终端应可与多种标准通信单元匹配，完成数据采集的各项功能。集中器满足：

- a) 终端复位模块电平持续时间不小于 200ms。
- b) 终端与通信单元直接交互命令响应时间大于 6s。
- c) 终端与通信单元经信道交互命令响应时间不大于 90s。

模块指示灯状态：

a) 本地模块：

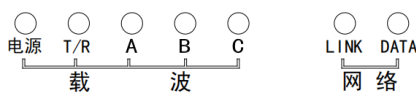


图 F-3 本地载波通信模块指示灯

电源灯：模块上电指示灯，红色灯亮时，表示模块上电，灯灭表示模块失电；

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。以太网上有数据交换时，DATA 等闪烁。

b) 远程模块：



图 E-2 远程通信模块指示灯

电源灯：模块上电指示灯，红色，灯亮表示模块上电，灯灭表示模块失电。

NET 灯：网络指示灯，绿色；

T/R 灯：模块数据通信指示灯，红色双色，红灯闪烁表示模块接收数据，绿灯闪烁表示模块发送数据；

带载能力要求：

a) 本地通信单元接口：

12V电源输出接口接入30欧姆纯阻性负载，应满足输出电压不低于12V。

b) 远程通信单元接口：

1、终端正常启动后，常态带载1.5A电流、电流上升沿不大于10uS，接口处5V电压不低于4.75V；

2、制作工装模拟模块5V转4V电路使用29302, 4V加3300uF电解，终端带电进行热插拔，瞬间5V电压不低于3.8V，终端无重启现象；



图 E-3 远程通信模块接口定义（俯视）

模块引脚编号	信号名称	信号方向 (针对模块)	功能描述
1、3、5	VDD 5V	电源输入	通讯模块电源输入，5V±0.25V，瞬时最大电流 1.5A

2	GND	电源输入	通讯模块电源地输入
4	USB-HP	USB 差分信号	USB HOST +
6	USB-HN	USB 差分信号	USB HOST -
7	GND	电源输入	通讯模块电源地输入
8	VDDUS B	电源输入	USB 接口专用电源输入, 5V±0.1V, 最大 电流 500mA。
9	RXD	输出	模块串口输出信号(3.3V/TTL)
10	RTS	输入	模块串口输入信号(3.3V/TTL)
11	GND	电源输入	通讯模块电源地输入
12	CTS	输出	模块串口输出信号(3.3V/TTL)
13	TXD	输入	模块串口输入信号(3.3V/TTL)
14	DTR	输入	模块串口输入信号(3.3V/TTL)
15	DCD	输出	模块串口输出信号(3.3V/TTL)
16	GND	电源输入	通讯模块电源地输入
17	RI	输出	模块串口输出信号(3.3V/TTL)
18	STATE3	输出	模块类型识别
19	STATE4	输出	模块类型识别
20	IGT	输入	通信模块控制信号, 为“1”时通信模块处 于工作模式(3.3V/TTL)
21	PCTRL	输入	模块电源控制信号, 为“0”时关断模块电 源(3.3V/TTL)
22	RST	输入	通信模块复位控制信号, 为“0”时通信模 块处于复位状态(3.3V/TTL)
23	NC	预留	预留信号, 暂无定义
24	STATE0	输出	模块类型识别
25	GND	电源输入	通讯模块电源地输入
26	STATE1	输出	模块类型识别
27	VCC3v3	电源输入	逻辑电路电源, 3.3V±0.3V, 最大电流 50mA
28	STATE2	输出	模块类型识别
29	VCC3v3	电源输入	逻辑电路工作电源, 3.3V±0.3V, 最大电 流 50mA
30	GND	电源输入	通讯模块电源地输入

远程模块接口定义说明

5 检验规则

5.1 项目和顺序

检验项目和建议顺序参照附录 A 标准测试项目。

标准测试项目

序号	试验项目	研发 D 版本样 机自测	生产 功能 检测	新品质量 全性能试 验(30 台)	设计变更 型式试验 (5 台)	可靠 性测 试	生产 QA/IPQ C 抽检	质量 转 V 认 证
----	------	--------------------	----------------	-------------------------	-----------------------	---------------	----------------------	------------------

1	外观、标志检查	√	√	√	√		√	√
2	电气间隙与爬电距离	√		√	√			√
3	功能检查	√	√	√	√		√	√
4	功率消耗试验(实验前)	√	√	√	√		√	√
5	电源影响试验	√		√	√			√
6	模拟量采集试验	√	√	√	√		√	√
7	频率影响试验	√		√	√			√
8	谐波影响试验	√		√	√			√
9	超量限值影响	√		√	√			√
10	电流不平衡影响	√		√	√			√
11	数据传输信道试验	√	√	√	√		√	√
12	带载能力测试	√	√	√	√		√	√
13	起动试验	√	√	√	√		√	√
14	潜动试验	√	√	√	√		√	√
15	静电放电抗扰度试验	√		√	√			√
16	浪涌抗扰度试验	√		√	√			√
17	EFT 试验	√		√	√			√
18	阻尼振荡波抗扰度试验	√		√	√			√
19	射频场感应传导骚扰抗扰度试验	√		√	√			√
20	射频电磁场辐射抗扰度试验	√		√	√			√
21	电压暂降与短时中断试验	√		√	√			√
22	工频磁场抗扰度试验	√		√	√			√
23	脉冲磁场抗扰度试验	√		√	√			√
24	阻尼振荡磁场抗扰度试验	√		√	√			√
25	温升试验	√		√	√			√
26	连续通电稳定性试验	√		√	√	√		√
27	热插拔试验	√		√	√			√

28	日计时误差试验	√	√	√	√		√	√
29	漏磁试验	√		√	√			√
30	485 耐 380V 电压误接试验	√		√	√			√
31	绝缘强度试验	√	√	√	√		√	√
32	冲击电压试验	√		√	√			√
33	绝缘电阻试验	√		√	√			√
34	抗接地故障试验	√		√	√			√
35	天线带电试验	√		√	√			√
36	高温试验	√		√	√			√
37	低温试验	√		√	√			√
38	恒定湿热试验	√		√	√			√
39	海南湿热试验	√		√	√			√
40	凝露试验	√		√	√	√		√
41	盐雾试验	√		√	√	√		√
42	日光辐射试验	√		√	√	√		√
43	防水试验	√		√	√			√
44	防尘试验	√		√	√			√
45	弹簧锤试验	√		√	√			√
46	振动试验	√		√	√			√
47	汽车颠簸试验	√		√	√			√
48	冲击试验	√		√	√			√
49	跌落试验	√		√	√			√
50	耐热和阻燃试验	√		√	√			√
51	USB 接口短路试验	√		√	√			√
52	天线干扰	√		√	√			√
53	对讲机干扰(研发自测)	√						
54	电源缓升	√		√	√			√
55	电压跌落耐久测试	√		√	√	√		√
56	电压随机跌落(研发自测)	√				√		

57	电压反接运行	√		√	√			√
58	三相四线零线虚接	√		√	√			√
59	充电器干扰试验	√		√	√			√
60	电池放电电流检测	√	√	√	√		√	√
61	备用电池充放电	√	√	√	√		√	√
62	高温耐久测试	√		√	√	√		√
63	功率消耗试验(试验后)	√		√	√			√
64	双 85 测试	√		√	√	√		√