

ICS 29.240.30
F 21
备案号: 21231-2007



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 533 — 2007
代替 DL / T 533 — 1993

电力负荷管理终端

Technical specification for power load management terminal unit

2007-07-20 发布

2007-12-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 定义 2

4 技术要求 2

4.1 分类和类型标识代码 2

4.2 气候和大气环境条件 2

4.3 机械影响 3

4.4 工作电源 3

4.5 结构 4

4.6 绝缘性能要求 5

4.7 数据传输信道 6

4.8 输入/输出回路要求 7

4.9 功能配置 7

4.10 功能和性能要求 9

5 试验方法 19

5.1 一般规定 19

5.2 结构和机械试验 20

5.3 气候影响试验 20

5.4 绝缘性能试验 21

5.5 电源影响试验 22

5.6 传输信道试验 22

5.7 功能和性能试验 26

5.8 电磁兼容性试验 31

5.9 连续通电的稳定性试验 34

5.10 可靠性验证试验 34

6 检验规则 35

6.1 检验分类 35

6.2 出厂检验 35

6.3 型式试验 35

6.4 项目和顺序 36

7 标志、运输、贮存 37

7.1 标志 37

7.2 运输 37

7.3 贮存 37

前 言

本标准是根据《国家发改委办公厅关于印发 2005 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业〔2005〕739 号）的安排进行修订。

与 DL/T 533—1993 版相比，有如下主要变化：

——名称改为“电力负荷管理终端”。

——技术要求（第 4 章）增加了终端分类和型号命名；功能项目进行了分类和补充，并分为功能配置（4.9 节）和功能、性能要求（4.10 节）两条；电磁兼容性要求（4.11 节）增加了辐射电磁场抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、浪涌抗扰度。

——试验方法（第 5 章）的试验条件（5.5.1 条）中的相对湿度按 GB/T 2421—1999 改为 25%~75%；专用无线电台性能试验主要参考了 GB/T 16611—1996 的试验方法（第 6 章）；电磁兼容性试验（5.8 节）参考了 GB/T 17626 系列标准，并对结果判定作了较详细描述。

——检验规则（第 6 章）的抽样方案（6.3.2 条）在保持不合格质量水平的条件下，由二次抽样方案改为一次抽样方案。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、重庆市电力公司、河南省电力公司、武汉供电公司、湖南省电力公司。

本标准主要起草人员：章欣、邵源、黄建军、李峰、刘五四、周纲、唐悦。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力负荷管理终端

1 范围

本标准规定了电力负荷管理终端的技术要求、试验方法和检验规则。

本标准适用于电力负荷管理终端的制造、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 2421 电工电子产品环境试验 第1部分：总则

GB/T 2423.1 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 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 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验C_b：设备用恒定湿热

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验F_c：振动（正弦）

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—1993 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 试验方法 成品的灼热丝试验方法和导则

GB/T 12192—1990 移动通信调频无线电话发射机测量方法

GB/T 12193 移动通信调频无线电话接收机测量方法

GB/T 16611—1996 数传电台通用规范

GB/T 16935.1—1997 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 17626.2 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.11 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17626.12 振荡波抗扰度试验

JB/T 6214—1992 仪器仪表可靠性验证试验及测定试验（指数分布）导则

DL/T 535 电力负荷管理系统数据传输规约

DL/T 597—1996 低压无功补偿控制器订货技术条件

DL/T 645 多功能电能表通信规约

DL/T 790.31—2001 采用配电线载波的配电自动化 第3部分：配电线载波信号传输要求 第1篇：频带和输出电平

YD/T 1028 800 MHz CDMA 数字蜂窝移动通信系统设备总技术规范：移动台部分

YD/T 1214 900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）设备技术规范：移动台

3 定义

下列定义适用于本标准。

3.1 电力负荷管理终端 power load management terminal unit

电力负荷管理终端是完成对客户侧实时用电数据、计量工况和事件等数据采集，并及时向电力负荷管理系统主站传送采集的数据和信息，以及能接收和执行主站的设置或控制等命令的设备，包括安装在公配变侧的无控制功能的终端。

3.2 功率定值闭环控制 closed-loop control for power

主站向终端下发客户功率定值等功率控制参数，终端连续监测客户用电实时功率。当实时功率超过功率定值时，终端发出音响（或语音）告警，告警结束自动按设定轮次和延迟时间依次动作输出继电器，控制客户端相应配电开关跳闸，直至实时功率下降到定值。该控制过程简称为功控。

3.3 电能定值闭环控制 closed-loop control for electric energy

主站向终端下发客户电能定值等参数，终端监测客户用电量，当用电量超过告警电能定值时，终端自动发出告警信号通知客户；当用电量超过电能定值时自动按设定轮次依次动作输出继电器，控制客户端相应配电开关跳闸。该控制过程简称为电控。

4 技术要求

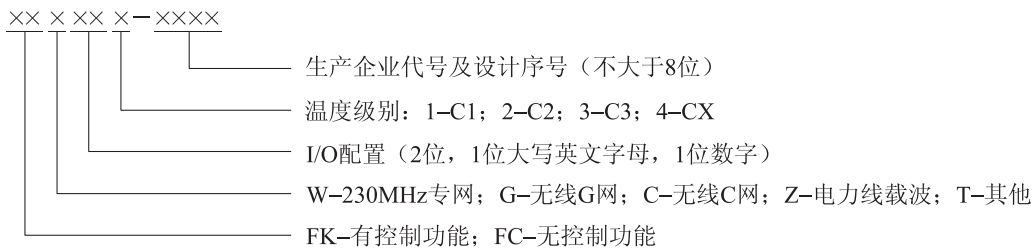
4.1 分类和类型标识代码

4.1.1 分类

终端设备按功能分为有控制功能和无控制功能两大类。按信道分为 230 MHz 专用无线网、无线公网（GSM/GPRS、CDMA 等）、电力线载波以及其他信道。

4.1.2 类型标识代码

终端类型标识代码如下：



其中 I/O 配置以大写英文字母及数字表示，分别为：A—模拟量输入；B—基本型；D—外接装置。2—2 路控制出/双位置状态入/脉冲入；4—4 路控制出/双位置状态入/脉冲入；8—8 路控制出/双位置状态入/脉冲入；X—大于 8 路控制出/双位置状态入/脉冲入。

4.2 气候和大气环境条件

4.2.1 气候环境条件

终端设备正常运行的气候环境条件见表 1。

表 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	C1	-5~+45	0.5	5~95	29
	C2	-25~+55	0.5	10~100	
户 外	C3	-40~+70	1	10~100	35
协 议 特 定	CX				
a 温度变化率取 5min 时间内平均值。					
b 相对湿度包括凝露。					

4.2.2 使用场所大气压力

终端设备使用场所大气压力分级见表 2。

表 2 大气压力分级

级 别	大 气 压 力 kPa	适 用 高 度
BB1	86~108	海拔 1000m 以下
BB2	66~108	海拔 3000m 以下
BBX	协议特定	

4.3 机械影响

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 $f \leq 60\text{Hz}$ ）；
- 加速度幅值：10 m/s²（频率 $f > 60\text{Hz}$ ）。

4.4 工作电源

4.4.1 一般要求

终端使用单相或三相供电。三相供电时，电源断相故障（三相三线供电时，断一相电压；三相四线供电时，断两相电压）的条件下，交流电源能维持终端正常工作。

4.4.2 额定值及允许偏差

- 额定电压：220V/380V/100V/57.7V，允许偏差-20%~+20%；
- 频率：50Hz，允许偏差-6%~+2%。

4.4.3 功率消耗

在守候状态下（不与主站通信的状态），采用 230MHz 电台的终端功率消耗应不大于 20VA；100V 供电时功率消耗应不大于 15VA；其他终端的功率消耗不大于 15VA。

4.4.4 失电数据和时钟保持

终端供电电源中断后，应有数据和时钟保持措施，按各类终端功能需求所应保存的数据，至少保持一个月。

4.4.5 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 10% 过电压的情况下，没有接地的两相对地电压将会达到 1.9 倍的标称电压；在此情况下，终端不应出现损坏。供电恢复正常后，终端应正常工作，保存数据应无改变。

4.5 结构

4.5.1 外壳及其防护性能

4.5.1.1 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。

4.5.1.2 阻燃性能

非金属外壳应符合 GB/T 5169.11 的阻燃要求，具体要求见本标准 5.2.3。

4.5.1.3 外壳防护性能

- a) 壁挂式终端外壳的防护性能应符合 GB/T 4208—1993 规定的 IP51 级要求，即防尘和防滴水。
- b) 落地柜式终端外壳的防护性能有两种情况：
 - 1) 主控板、输入输出部件、通信和电源部件等主要电子设备置于符合 IP51 级防护要求的封闭小机箱内时，外部机柜的防护等级可为 IP31 级，即防护直径（或厚度）大于 2.5mm 的固体物并防水；
 - 2) 不符合上述 1) 项规定时，外部机柜防护等级应为 IP51 级；
 - 3) 电缆进线孔应具备上述防护性能。

4.5.2 出线端子

- a) 终端对外的连接线应经过出线端子，出线端子及其绝缘部件可以组成端子排。出线端子的结构应与截面为 $1.5\text{mm}^2 \sim 2.5\text{mm}^2$ 的引出线配合。
- b) 端子排的绝缘强度应符合 4.6.2 的要求。
- c) 端子排的阻燃性能应符合 GB/T 5169.11 的阻燃要求，试验要求见本标准 5.2.3。
- d) 落地柜式终端的出线端子排应位于机柜内的下方或左、右两侧便于工作处，不打开柜门应无法触及端子排。

4.5.3 天线的引入

采用无线信道时，天线的引入方式应保证在不打开终端封印的情况下，无法使天线由终端上拔出或拆下。

4.5.4 接地端子

金属的外壳和端子盖板以及终端正常工作中可能被接触的金属部分，应连接到独立的保护接地端子上。接地端子应有清楚的接地符号。接地端子的直径应不小于 5mm。

4.5.5 电气间隙和爬电距离

裸露的带电部分对地和对其他带电部分之间，以及出线端子螺钉对金属盖板之间应具有表 3 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—1997 的

规定进行修正。

表 3 最小电气间隙和爬电距离

额 定 电 压 U 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
$250 < U \leq 380$	4	5

4.5.6 加封印

终端应能加封印：

——门应能加封印；

——落地柜式终端无门且小机箱为可抽出结构的，小机箱应能加封印，不拆除所加封印，小机箱无法抽出。

4.5.7 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。

4.6 绝缘性能要求

4.6.1 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见表 4。

表 4 绝 缘 电 阻

额定绝缘电压 U V	绝 缘 电 阻 要 求 M Ω		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。

4.6.2 绝缘强度

电源回路、交流电量输入回路、输入/输出回路各自对地和电气隔离的各回路之间以及输出继电器动合触点回路之间，交流回路进行工频耐压试验，直流回路进行直流耐压试验，应耐受如表 5 中规定的交流或直流试验电压，历时 1min 的绝缘强度试验。交流耐压试验泄漏电流应不大于 10mA，直流耐压试验的泄漏电流不大于 5mA。试验时不得出现击穿、闪络现象。

表 5 试 验 电 压 V

额定绝缘电压 U	试验电压有效值	额定绝缘电压 U	试验电压有效值
$U \leq 60$	500	$125 < U \leq 250$	2000
$60 < U \leq 125$	1500	$250 < U \leq 400$	2500

注：输出继电器动合触点间的试验电压不低于 1500V。

4.6.3 冲击电压

电源回路、交流电量输入回路、输出回路各自对地和无电气联系的各回路之间，应耐受如表 6 中规定的冲击电压峰值（冲击电压要求见本标准 5.4.4），正负极性各 5 次。试验时应无破坏性放电（击穿跳火、闪络或绝缘击穿）现象。

表 6 冲击电压峰值 V

额定绝缘电压 U	试验电压有效值	额定绝缘电压 U	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

4.7 数据传输信道

4.7.1 安全防护

主站与控制终端间的设置和控制报文的传输应有身份认证和加密措施。

4.7.2 通信介质

通信介质可采用无线、有线、电力线载波等。

4.7.3 数据传输误码率

专用无线、电力线载波信道数据传输误码率应不大于 10^{-5} ，微波信道数据传输误码率应不大于 10^{-6} ，光纤信道数据传输误码率应不大于 10^{-9} ，其他信道的数据传输误码率应符合相关标准要求。

4.7.4 通信规约

终端与主站的通信规约应遵循电力负荷管理系统数据传输规约的行业标准。终端与电能表的数据通信规约应支持 DL/T 645。

4.7.5 外部接口

1 路串行接口作为当地通信接口；至少 1 路 RS-485 作为电能表接口。传输速率可选用 600bit/s，1200bit/s，2400bit/s 或 9600bit/s 及以上。

4.7.6 专用无线电信道

4.7.6.1 工作频率

采用国家无线电管理委员会分配的频段和地方无线电管理委员会批准的频率点。

4.7.6.2 基本调制参数

基本调制参数见表 7。

表 7 基本调制参数

比特速率 bit/s	调制速率 bit/s	特征频率 Hz	调制方式	频率“0” Hz	频率“1” Hz	带宽 Hz
600	600	1700	FSK	2100	1300	1800
1200	1200	1700	FSK	2100	1300	1800
2400	2400	1800	MSK	2400	1200	2400
4800	2400	1700	4PSK	—	—	2400

4.7.6.3 接收机电性能

接收机电性能指标如下：

- a) 参考灵敏度：≤1μV（正常和极限工作温度）；

- b) 邻道选择性 ($\pm 25\text{kHz}$) : $\geq 70\text{dB}$;
- c) 杂散响应抗扰性: $\geq 65\text{dB}$;
- d) 互调抗扰性: $\geq 65\text{dB}$ 。

4.7.6.4 发射机电性能

发射机电性能指标如下:

- a) 输出载波功率: 一般为 $5\text{W} \sim 10\text{W}$, 特殊需要时不大于 25W ;
- b) 载波频率误差: 在 $\pm 7 \times 10^{-6}$ 范围内 (正常和极限工作温度);
- c) 发射频偏: $\leq 5\text{kHz}$;
- d) 杂散射频分量: $\leq 10\mu\text{W}$ (25W 电台不大于 -65dB);
- e) 启动时间: $\leq 30\text{ms}$ 。

4.7.7 无线公网信道

采用无线公网 (GSM/GPRS、CDMA 等) 时, 无线收发信模块的指标应符合通信行业标准 YD/T 1214 和 YD/T 1028 的要求。

4.7.8 电力线载波信道

采用电力线载波信道时, 其信号频带、输出功率等指标应符合 DL/T 790.31—2001 的规定。

4.7.9 其他信道

其他信道应符合相关标准规定。

4.8 输入/输出回路要求

4.8.1 输入回路

4.8.1.1 脉冲输入

终端脉冲输入回路应能与脉冲电能表相关标准规定的脉冲参数配合, 脉冲宽度优选值为 40ms 、 80ms 。

4.8.1.2 状态量输入

终端应至少配置 2 路开/合双位置状态及其他二进制状态信息。输入为不带电的开/合切换触点。

4.8.1.3 电压、电流模拟量输入

交流电流输入标称值为 $0\text{A} \sim 5\text{A}$, 电流输入回路功率消耗不大于 0.5VA ; 交流电压输入标称值为 100V 或 $100\text{V}/\sqrt{3}$, $220\text{V}/380\text{V}$, 输入回路功率消耗不大于 0.5VA 。

直流电压输入标称值宜选用 $0\text{V} \sim 5\text{V}$, 直流电流输入标称值宜选用 $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$ 、 $0\text{mA} \sim 10\text{mA}$ 。

4.8.2 控制输出回路

控制输出回路要求:

- 至少 2 路开/合双位置控制, 出口回路应有防误动作和便于现场测试的安全措施;
- 触点额定功率: 交流 $250\text{V}/5\text{A}$, $380\text{V}/2\text{A}$ 或直流 $110\text{V}/0.5\text{A}$ 的纯电阻负载;
- 触点寿命: 通、断上述额定电流不少于 10^5 次。

4.9 功能配置

终端的必备功能和选配功能见表 8。

表 8 终端的必备功能和选配功能

序 号	项 目		有控制功能		无控制功能	
			必 备	选 配	必 备	选 配
1	数据采集	状态量采集	√		√	
		电能表数据采集	√		√	
		脉冲量采集	√ ^a			√
		交流（电压、电流）模拟量采集		√		√
		直流模拟量采集		√		√
2	数据处理	实时和当前数据	√		√	
		历史数据	√		√	
		电能质量合格率统计		√		√
		电能表运行状况监测	√		√	
3	参数设置 和查询	时钟召测和对时	√		√	
		TA 变比、TV 变比及电能表常数	√		√	
		限值参数		√		√
		功率控制参数	√			
		电能量控制参数	√			
		终端参数	√		√	
		抄表参数	√		√	
		费率时段等参数	√		√	
4	控 制	功率定值闭环控制	√			
		电能量定值闭环控制	√			
		保电/剔除	√			
		遥控	√			
		无功就地平衡监控（无功补偿）		√		√
5	事件记录	重要事件记录	√		√	
		一般事件记录	√		√	
6	数据传输	与主站通信	√		√	
		中继转发		√		√
		与电能表通信	√		√	
7	本地功能	显示相关信息	√		√ ^b	
		客户数据接口		√		√
8	终端维护	自检自恢复	√		√	
		终端初始化	√		√	
		其他（软件远程下载等）		√		√
a 有交流（电压、电流）模拟量采集功能的终端，脉冲量采集功能可以作为选配。						
b 安装在公配变侧的终端，本地显示功能可以作为选配。						

4.10 功能和性能要求

4.10.1 数据采集

4.10.1.1 状态量采集

终端应实时采集位置状态和其他状态信息，发生变位时应记入内存并在最近一次主站查询时向其发送该变位信号或主动上报。

4.10.1.2 电能表数据采集

通过 RS-485 通信接口终端应能按设定的终端抄表日或定时采集时间间隔对电能表数据进行采集、存储，采集数据包括：有/无功电能示值、有/无功最大需量及发生时间、功率、电压、电流、电能表参数、电能表状态等信息，并在主站召测时发送给主站。终端记录和显示的电能表数据，应与所连接的电能表显示的相应数据一致。

4.10.1.3 脉冲量采集

终端应能接收电能表输出的脉冲，并根据电能表脉冲常数 K_P (imp/kWh 或 imp/kvarh)、TV 变比 K_{TV} 、TA 变比 K_{TA} 累积计算电能、1min 平均功率、最大需量；并记录当日、当月最大值和出现时间。脉冲输入累计误差应不大于 1 个脉冲，电能显示应不少于 6 位。功率和需量显示至少 3 位，功率和需量的转换误差在 $\pm 2\%$ 范围内。

4.10.1.4 交流电压、电流模拟量采集

交流模拟量采集要求：

a) 测量误差极限。终端可按使用要求选配电压、电流等模拟量采集功能，测量电压、电流、功率、功率因数等，测量误差见表 9。具有电压合格率统计功能的终端，其电压采样周期每秒至少 1 次，测量误差等级为 0.5。

表 9 测量误差等级及误差极限

测 量 量	电 压	电 流	功率、功率因数
误差等级	0.5/1	0.5/1	1/2
误差极限 %	$\pm 0.5/\pm 1$	$\pm 0.5/\pm 1$	$\pm 1/\pm 2$

b) 被测量的参比条件见表 10。

表 10 被测量的参比条件

被 测 量	参 比 条 件		
	电 压 %	电 流	功 率 因 数
有功功率	标称电压 ± 2	零到标称值内任一值	$\cos\varphi=1.0\sim 0.5$ (滞后或超前)
无功功率	标称电压 ± 2	零到标称值内任一值	$\sin\varphi=1.0\sim 0.5$ (滞后或超前)
相角或功率因数	标称电压 ± 2	标称值的 40%~100%	—

c) 影响量引起的改变量应满足表 11 要求。

表 11 影响量引起的改变量

影 响 量	标称值使用范围极限	改变量极限（误差等级指数） %
环境温度	表 1 的极限温度	100
电源电压	+20%~-20%	100
被测量的频率	47.5Hz~52.5Hz	100
被测量的谐波	5 次, 10%	200
被测量的超量限值	120%	50
电流不平衡	三相缺一相	100
高频振荡波抗扰度	—	200
电快速脉冲群抗扰度	—	200
工频磁场抗扰度	—	200
辐射电磁场抗扰度	—	200

4.10.1.5 直流模拟量采集

对一些非电气量监测点（如温度、压力等），经变换器转换成直流模拟量；终端可实时采集直流模拟量测量温度、压力等非电气量，测量误差在±1%范围内。

4.10.2 数据处理

4.10.2.1 实时和当前数据

终端应能生成存储表 12 所示实时和当前数据。

表 12 实时和当前数据

序 号	项 目	必 备	选 配
1	分路总加实时有功功率	√	
2	分路总加实时无功功率	√	
3	当日/月总加有功电能量（总、各费率）	√	
4	当日/月总加无功电能量（总、各费率）	√	
5	终端当前剩余电量（费）	√	√（无控制）
6	电能表当前各费率有/无功电能示值	√	
7	电能表各费率当前有功最大需量及时标	√	
8	实时三相总有功功率	√	
9	实时分相有功功率		√
10	实时三相总无功功率	√	
11	实时分相无功功率		√
12	实时电压、电流		√
13	A B C 三相断相统计数据及最近一次断相记录		√
14	当前 A B C 三相电压、电流 2~19 次谐波有效值		√
15	当前 A B C 三相电压、电流 2~19 次谐波含有率		√

续表 12

序 号	项 目	必 备	选 配
16	小时冻结电压、电流		√
17	终端版本信息	√	
18	终端时钟	√	
19	终端参数设置状态	√	
20	终端通信状态	√	
21	终端控制设置状态	√	
22	终端当前控制状态	√	√（无控制）
23	开关状态及变位标志	√	√（无控制）
24	终端事件计数器当前值	√	
25	终端告警事件标志状态	√	
26	电能表日历时钟及电能表状态信息	√	

4.10.2.2 历史日数据

终端能将采集的数据在日末形成各种历史日数据，并保存最近 7 天日数据，数据内容见表 13。

表 13 日 数 据 内 容

序 号	项 目	必 备	选 配
1	日正向有/无功电能示值、一/四象限无功电能示值（总、各费率）	√	
2	日反向有/无功电能示值（总、各费率）	√	
3	电能表日正向有/无功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	
4	电能表日反向有/无功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	
5	日正向有功电能量（总、各费率）	√	
6	日正向无功电能量（总、各费率）	√	
7	日反向有功电能量（总、各费率）	√	
8	日反向无功电能量（总、各费率）	√	
9	日分相最大有功功率及发生时间、有功功率为零时间	总 √	分相 √
10	日总及分相最大需量及发生时间	总 √	分相 √
11	电压统计数据		√
12	不平衡度越限累计时间		√
13	电流越限统计		√
14	视在功率越限累计时间		√
15	电能表断相数据、失压数据	√	
16	日电容器投入累计时间和次数		√
17	电容器累计补偿的无功电能量		√
18	日功率因数区段累计时间		√

续表 13

序 号	项 目	必 备	选 配
19	终端日供电时间、日复位累计次数	√	
20	终端日控制统计数据	√	√（无控制）
21	分路总加日最大、最小有功功率及其出现时间，有功功率为零日累计时间	√	
22	分路总加有功功率曲线	√	
23	分路总加无功功率曲线	√	
24	分路总加有功电能量曲线	√	
25	分路总加无功电能量曲线	√	
26	有功功率曲线（总及分相）	总 √	分相 √
27	无功功率曲线（总及分相）	总 √	分相 √
28	电压曲线		√
29	电流曲线		√
30	正向有功总电能量曲线	√	
31	正向无功总电能量曲线	√	
32	反向有功总电能量曲线		√
33	反向无功总电能量曲线		√
34	正向有功总电能示值曲线		√
35	正向无功总电能示值曲线		√
36	反向有功总电能示值曲线		√
37	反向无功总电能示值曲线		√
38	总功率因数曲线		√
39	A 相功率因数曲线		√
40	B 相功率因数曲线		√
41	C 相功率因数曲线		√
42	2~19 次谐波电流日最大值及发生时间		√
43	2~19 次谐波电压含有率及总畸变率日最大值及发生时间		√
44	谐波越限统计数据		√
45	直流模拟量越限累计时间、最大/最小值及发生时间		√

4.10.2.3 历史月数据

终端能将采集的数据在月末零点生成各种历史月数据，并保存最近一个月的月数据，数据内容见表 14。

表 14 月 数 据 内 容

序 号	项 目	必 备	选 配
1	正向有/无功电能示值（总、各费率）	√	
2	反向有/无功电能示值（总、各费率）	√	

续表 14

序 号	项 目	必 备	选 配
3	电能表正向有/无功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	
4	电能表反向有/无功最大需量及发生时间（总、各费率）	√	
5	月正向有功电能量（总、各费率）	√	
6	月正向无功电能量（总、各费率）	√	
7	月反向有功电能量（总、各费率）	√	
8	月反向无功电能量（总、各费率）	√	
9	月分相最大有功功率及发生时间、分相有功功率为零时间		√
10	月分相有功最大需量及发生时间、总有功最大需量及发生时间	总 √	分相 √
11	月电压统计数据		√
12	月不平衡度越限累计时间		√
13	月电流越限统计		√
14	月视在功率越限累计时间		√
15	月功率因数区段累计时间		√
16	终端月供电时间、月复位累计次数	√	
17	终端月控制统计数据	√	√（无控制）
18	分路总加月最大、最小有功功率及其发生时间，有功功率为零日累计时间	√	
19	分路总加超功率定值的月累计时间、月累计电能量		√
20	分路总加超月电能量定值的月累计时间、累计电能量		√
21	直流模拟量越限月累计时间、最大/最小值及发生时间		√

4.10.2.4 电能表运行状况监测

终端监视电能表运行状况，电能表发生参数变更、时钟超差或电能表故障等状况时，按事件记录要求记录发生时间和异常数据。

4.10.2.5 电能质量合格率统计

电能质量合格率统计主要有：

a) 电压合格率统计。按设置的电压上、下限值监测电压（测量间隔 1min），终端应记录每日电压不合格累计时间，最大、最小电压值和发生的时间。

b) 功率因数统计。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。

c) 谐波统计。按设置的电压、电流谐波限值对监测点的电压谐波、电流谐波进行分析，记录分相 2～19 次谐波电压含有率及总畸变率日最大值及发生时间。统计分相谐波越限数据，包括：分相总畸变电压含有率越限日累计时间、分相 2～19 次谐波电压含有率越限日累计时间、分相总畸变电流越限日累计时间、分相 2～19 次谐波电流越限日累计时间。

4.10.3 参数设置和查询

4.10.3.1 时钟召测和对时

终端应能接收主站的时钟召测和对时命令，对时误差应不超过 5s。终端时钟 24h 内走时误差应小于 1s。

电源失电后，时钟应能保持正常工作。

4.10.3.2 TA 变比、TV 变比和电能表常数

终端应能由主站或在当地设置和查询 TV 变比 K_{TV} 、TA 变比 K_{TA} 以及电能表脉冲常数 K_p (imp/kWh 或 imp/kvarh)。

4.10.3.3 限值参数

终端应能由主站设置和查询电压及电流越限值、功率因数分段限值、谐波越限值以及直流模拟量限值。

4.10.3.4 功率控制参数

终端应能由主站设置和查询功控各时段和相应控制定值、定值浮动系数等时段功控参数以及厂休功控、营业报停功控和当前功率下浮控参数，控制轮次及告警时间等。时段设置分辨率为 0.5h，功率单位为 kW 或 MW，显示有效位不少于 3 位，并可有 $10^{-3} \sim 10^2$ 的倍率。改变定值时应有音响（或语音）信号。

4.10.3.5 电能量控制参数

终端应能由主站设置和查询电能量定值、定值浮动系数等月电控参数和购电控和催费告警参数，以及控制轮次等。电能量单位为 kWh、MWh，显示有效位应不少于 6 位。设置参数时应有音响（或语音）信号。

4.10.3.6 终端参数

终端应能由主站设置和查询终端组地址、终端配置及配置参数、通信参数等，并能查询终端 ID。

4.10.3.7 抄表参数

终端应能由主站设置和查询抄表日、抄表时间、抄表间隔等抄表参数。

4.10.3.8 其他参数

终端应能由主站设置、查询电能量费率时段和费率、数据冻结参数以及设置定时发送数据任务。

4.10.4 控制

4.10.4.1 功率定值闭环控制

4.10.4.1.1 一般要求

功率定值闭环控制根据控制参数不同分为时段功控、厂休功控、营业报停功控和当前功率下浮控等控制类型。控制的优先级由高到低是当前功率下浮控、营业报停功控、厂休功控、时段功控。若多种功率控制类型同时投入，只执行优先级最高的功率控制类型。在参数设置、控制投入或解除以及控制执行时应有音响（或语音）告警通知客户。

4.10.4.1.2 时段功控

控制过程：

a) 主站依次向终端下发功控时段、功率定值、定值浮动系数、告警时间、控制轮次等参数，终端收到这些命令后设置相应参数。

b) 主站向终端下发时段功控投入命令，终端收到该命令后显示“时段功控投入”状态，当不在保电状态时，终端在功控时段内监测实时功率，自动执行功率定值闭环控制功能。闭环控制过程中应在显示屏上显示定值、控制对象、执行结果等。

c) 控制时段结束或时段功控解除后，应有音响（或语音）通知客户，允许客户合上由于时段功控引

起的跳闸开关。

4.10.4.1.3 厂休功控

控制过程：

a) 主站向终端下发厂休功控参数（功率定值、控制延续时间等）以及控制轮次等，终端收到这些命令后设置相应参数。

b) 主站向终端下发厂休功控投入命令，终端收到该命令后显示“厂休功控投入”状态，当不在保电状态时，终端在厂休日监测实时功率，自动执行功率定值闭环控制功能。闭环控制过程中应在显示屏上显示定值、控制对象、执行结果等信息。

c) 控制时段结束或厂休功控解除后，应有音响（或语音）通知客户，允许客户合上由于厂休功控引起的跳闸开关。

4.10.4.1.4 营业报停功控

控制过程：

a) 根据客户申请营业报停起、止时间，主站向终端下发营业报停功控参数，终端收到这些命令后设置相应参数。

b) 主站向终端下发营业报停功控投入命令，终端收到该命令后显示“营业报停功控投入”状态，当不在保电状态时，终端在报停时间内监测实时功率，自动执行功率定值闭环控制功能，并在显示屏上显示相应信息。

c) 营业报停时间结束或营业报停功控解除后，应有音响（或语音）通知客户，允许客户合上由于营业报停功控引起的跳闸开关。

4.10.4.1.5 当前功率下浮控

控制过程：

a) 主站向终端下发功率下浮控的功率计算滑差时间 M (min)、定值下浮系数 $k\%$ 等参数。终端收到这些参数后计算当前功率定值。

b) 终端收到当前功率下浮控制投入命令后，显示“当前功率下浮控制投入”状态，终端不在保电状态时，自动执行功率定值闭环控制功能，直至实时功率在当前定值之下。

c) 当前功率下浮控制解除或控制时段结束后，终端有音响（或语音）通知客户，允许客户合上由于当前功率下浮控制引起的跳闸开关。

4.10.4.1.6 功率控制的投入或解除

终端应能由主站远方投入或解除其功率定值闭环控制的功能，并有音响（或语音）告警通知客户和在显示屏上显示状态。功控解除，应自动撤消由功率定值闭环控制引起的跳闸控制，并有音响（或语音）通知客户。当终端处于保电状态时，不执行功率定值闭环控制的跳闸。

4.10.4.2 电能量定值闭环控制和告警

4.10.4.2.1 控制类型

电能量定值闭环控制可分为月电控、购电量（费）控、催费告警三种控制类型。

4.10.4.2.2 月电控

控制过程：

a) 主站依次向终端下发月电能量定值、浮动系数及控制轮次等参数设置命令，终端收到这些命令后

设置月电能定值、浮动系数及控制轮次等相应参数，并有音响（或语音）告警通知客户。

b) 主站向终端下发月电控投入命令，终端收到该命令后显示“月电控投入”状态，监测月电能，自动执行月电能定值闭环控制功能，闭环控制的过程中应在显示屏上显示定值、控制对象、执行结果等信息。

c) 月电控解除或月末 24 时，终端允许客户合上由于月电控引起的跳闸开关。

4.10.4.2.3 购电控

控制过程：

a) 主站向终端下发购电（费）控参数设置命令，包括购电单号、购电量（费）值、报警门限值、跳闸门限值、各费率时段的费率等参数，终端收到这些参数设置命令后设置相应参数，并有音响（或语音）告警通知客户。

b) 主站向终端下发购电量（费）控投入命令，终端收到该命令后显示“购电控投入”状态，自动执行购电量（费）闭环控制功能。终端监测剩余电能量，如剩余电能量（或电费）小于设定的告警门限值，应能发出音响告警信号；剩余电能量（或电费）小于设定的跳闸门限值时，按投入轮次动作输出继电器，控制相应的被控负荷开关。

c) 终端自动执行购电量（费）定值闭环控制的过程中应在显示屏上显示剩余电能量、控制对象、执行结果等信息。

d) 购电量（费）控解除或重新购电使剩余电能量（或电费）大于跳闸门限时，终端允许客户合上由于购电量（费）控引起的跳闸开关。

4.10.4.2.4 催费告警

控制过程：

a) 主站向终端下发催费告警参数设置命令，终端收到这些参数设置命令后设置相应参数，并有音响（或语音）告警通知客户。

b) 主站向终端下发催费告警投入命令，终端收到该命令后自动执行催费告警功能。终端在告警时间内发出音响（或语音）告警通知客户。当客户重新交费后，主站向终端下发催费告警解除命令，终止催费告警信号。

4.10.4.2.5 电能量控制的投入或解除

终端应能由主站远方投入或解除其当地按电能量闭环控制的功能，并有音响（或语音）告警通知客户和在显示屏上显示状态。

4.10.4.3 保电、剔除功能

终端接收到主站下发的保电投入命令后，进入保电状态，自动解除原有控制状态，并在任何情况下均不执行跳闸命令。终端接收到主站的保电解除命令，恢复正常执行控制命令。

终端接收到主站下发的剔除投入命令后，除对时命令外，对其他任何广播命令或终端组地址控制命令均不响应。终端收到主站的剔除解除命令，恢复到正常通信状态。

4.10.4.4 远方控制

4.10.4.4.1 跳、合闸

终端接收主站的跳闸控制命令后，按设定的告警延迟时间、限电时间和控制轮次动作输出继电器，控制相应被控负荷开关；同时终端应有音响（或语音）告警通知客户，并记录跳闸时间、跳闸轮次、跳闸前

功率、跳闸后 2min 功率（即跳闸后第 1 分钟至第 2 分钟的平均功率）等，显示屏应显示执行结果。

终端接收到主站的允许合闸控制命令后，应有音响（或语音）告警通知客户，允许客户合闸。

4.10.4.4.2 通信控制

终端接收到主站的允许/禁止通话和允许/禁止主动上报命令，控制终端的通话和主动上报通信功能。

4.10.4.4.3 无功补偿

终端按主站要求进行无功就地平衡控制：

a) 终端按主站下发的参数设置命令设置电压和功率因数的限值、延迟时间、间隔时间。

b) 终端采集监控点的电压、电流，计算电压、功率因数、无功功率/无功电流。当功率因数或无功功率或无功电流超设定范围，通过运算和逻辑判断来确定电容器组的投切，并动作相应控制输出，控制电容器组的投切，将功率因数控制在设定范围，实现无功就地平衡。

c) 电压超过限值时，闭锁控制输出；终端工作异常，应闭锁控制输出并报警。

4.10.5 事件记录

4.10.5.1 事件分类记录

终端根据主站设置的事件属性按照重要事件和一般事件分类记录。重要事件及一般事件按发生的时间顺序分两个队列记录，每个队列记录最大长度为 255 条，队列按先进先出方式刷新。每条记录的内容包括事件类型、发生时间及相关情况。

4.10.5.2 重要事件上报

对于主站设置的重要事件（如功控跳闸、电控跳闸、遥控跳闸、重要参数变更等），当事件发生后终端实时刷新重要事件计数器内容，做好记录并通过请求访问或直接主动上报将事件记录及时报告主站。

终端在执行功控跳闸、电控跳闸、遥控跳闸时，应记录跳闸时间、控制对象、跳闸时功率/电能量等信息。

控制定值、时段、TA 变比、TV 变比、电能表脉冲常数等重要参数设置改变时，终端应记录发生的时间。

4.10.5.3 一般事件记录

对于主站设置的一般事件（如终端停电、越限记录等），当事件发生后终端实时刷新一般事件计数器内容，做好事件记录，等待主站查询。

终端电源停电时，应记录每次停电的起止时间。

4.10.6 数据传输

4.10.6.1 与主站通信

与主站通信要求：

a) 终端应能按主站命令的要求，定时或随机向主站发送终端采集和存储的功率、最大需量、电能量、状态量等各种信息。

b) 与主站的通信规约应符合 DL/T 535。

c) 具有遥控功能的终端，相应设置、控制报文的传输应有安全防护措施。

d) 采用 230MHz 专用信道的终端应设长发限制，长发限制时间可以设置为 1min~2min。

4.10.6.2 中继转发

终端应能按需求设置为具有中继转发的功能。

4.10.6.3 与电能表通信

终端与电能表通信，按设定的抄收间隔抄收和存储电能表数据，并按主站命令的要求，将电能表数据传输给主站。

4.10.7 本地功能

4.10.7.1 显示相关信息

终端应有当地显示（包括汉字显示），显示当前用电情况、控制信息、抄表数据、终端参数、维护信息（地址、电能表连接状况）等。

4.10.7.2 客户数据接口

终端应具有本地数据接口，提供客户数据服务功能。根据客户需求，随机或定时向客户传送实时用电数据和参数（如功率因数、用电负荷曲线、定值参数、时段费率、购用电信息等）、供电信息（如停电通知、电价信息、催费信息等）、告警信息等。

4.10.8 终端维护

4.10.8.1 自检自恢复

终端应有自测试、自诊断功能，发现终端的主板、I/O 板、通信部件、时钟等工作异常应记录。

终端应记录每日自恢复次数。

4.10.8.2 终端初始化

终端接收到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，控制解除。

4.10.8.3 其他

其他功能包括：

a) 软件下载：终端软件可通过远程通信信道实现在线软件下载。

b) 终端版本信息：终端应能本地显示唯一的 ID 标识码（12 字节，低 4 字节为生产厂商代码，高 8 字节为设备编码。）和软件版本信息的功能，并可供主站召测。

4.11 电磁兼容性要求

4.11.1 电压暂降和短时中断

在电源电压突降及短时中断时，终端不应发生死机、错误动作或损坏，电源电压恢复后终端存储数据无变化，功能和性能符合本标准 4.10 的要求。试验电压具体要求参见本标准 5.8.2。

4.11.2 工频磁场抗扰度

终端应能抗御频率为 50Hz、磁场强度为 400A/m 的工频磁场影响而不发生错误动作，模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%，其他功能和性能符合本标准 4.10 的要求。试验具体要求参见本标准 5.8.3。

4.11.3 辐射电磁场抗扰度

终端应能承受工作频带以外如表 15 所示强度的射频辐射电磁场的干扰而不发生错误动作和损坏，模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%，其他功能和性能符合本标准 4.10 的要求。试验具体要求参见本标准 5.8.4。

表 15 高频振荡波、电快速瞬变脉冲群、浪涌、磁场试验的主要参数

试 验 项 目	等 级	试 验 值	试 验 回 路
高频振荡波	2	1.0kV（共模）	交流电压、电流输入，状态信号输入，控制输出回路
	4	2.5kV（共模），1.25kV（差模）	电源回路
电快速瞬变脉冲群		1.0kV（耦合）	通信线，脉冲信号输入线
	3	1.0kV	状态信号输入、控制输出回路（≤60V）
	4	2.0kV	交流电压、电流输入，控制输出回路（>60V）
		4.0kV	电源回路
浪 涌	2	1.0kV（共模）	状态信号输入，控制输出回路（≤60V）
	3	2.0kV（共模）	控制输出回路（>60V）
	4	4.0kV（共模），2.0kV（差模）	电源回路
射频辐射电磁场	4	10V/m	整机
工频磁场		400A/m	整机

4.11.4 静电放电抗扰度

终端在正常工作条件下，应能承受加在其外壳和人员操作部分上的 8kV 直接静电放电以及邻近设备的间接静电放电而不发生错误动作和损坏，试验具体要求参见本标准 5.8.5。

4.11.5 电快速瞬变脉冲群抗扰度

终端应能承受如表 15 所示强度的传导性电快速瞬变脉冲群的干扰而不发生错误动作和损坏，并能正常工作。试验具体要求参见本标准 5.8.6。

4.11.6 高频振荡波抗扰度

终端应能承受强度如表 15 所示的，由电源回路或信号、控制回路传入的 1MHz 的高频衰减振荡波的干扰而不发生错误动作和损坏，并能正常工作。试验具体要求参见本标准 5.8.7。

4.11.7 浪涌抗扰度

终端应能承受如表 15 所示强度的浪涌的干扰而不发生错误动作和损坏，并能正常工作。试验具体要求参见本标准 5.8.8。

4.12 连续通电的稳定性

终端在正常工作时，连续通电不少于 72h，其各项功能和性能应符合本标准 4.10 的要求。

4.13 可靠性指标

终端的可靠性指标是平均无故障工作时间（MTBF），规定 $MTBF \geq 2 \times 10^4 h$ 。

5 试验方法

5.1 一般规定

5.1.1 试验条件

5.1.1.1 气候环境条件

除非另有规定，各项试验均在以下大气条件下进行，即

- 温度：+15℃～+35℃；
- 相对湿度：25%～75%；
- 大气压力：86kPa～108kPa。

在每一项的试验期间，大气环境条件应相对稳定。

5.1.2 电源条件

试验时电源条件为：

- 频率：50Hz，允许偏差-2%～+1%；
- 电压：220V，允许偏差±5%。

5.1.3 试验设备

测量仪表的准确度应优于被测参数准确度的 1/3 以上。

5.1.4 整机试验的规定

根据 GB2421 的规定，在受试验设备限制的情况下，对尺寸较大的落地柜式终端进行本标准 5.2 和 5.3 规定的试验时，如果主控板、输入/输出部件、通信和电源部件等关键部件均组装在一个封闭机箱中，可以只对该机箱进行试验。

5.2 结构和机械试验

5.2.1 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，标牌文字、符号应清晰、耐久，接线应牢固；按本标准 4.5 的规定检查时，结构应符合要求。

5.2.2 间隙和爬电距离

按 GB/T 16935.1—1997 中第 4 章规定的测量方法用卡尺测量端子的电气间隙和爬电距离。

5.2.3 外壳和端子着火试验

在非金属外壳和有端子排及相关连接件的模拟样机上按 GB/T 5169.11 规定的方法进行试验，模拟样机使用的材料应与被试终端的材料相同。灼热丝顶部的温度为 750℃，灼热丝顶部施加在试验样品的端子排的某一端子上，试验时间为 30s。在施加灼热丝期间和在其后的 30s 内，观察样品的试验端子以及端子周围，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。

5.2.4 振动试验

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

- 频率范围：10Hz～150Hz；
- 位移幅值：0.075mm（频率范围不大于 60Hz）；
- 加速度幅值：10m/s²（频率范围大于 60Hz）；
- 每轴线扫频周期数：20。

试验后检查受试设备应无损坏和紧固件松动脱落现象，通电后无线电台灵敏度应符合本标准 4.7.6.3 的规定，数据采集和控制功能应满足本标准 4.10 相关条款的要求。

5.3 气候影响试验

5.3.1 高温试验

按 GB/T 2423.2 规定的 Bb 类进行, 将被试终端在非通电状态下放入高温试验箱中央, 升温至本标准 4.2 规定的最高温度, 保温 6h, 然后通电 0.5h, 测无线电台的灵敏度和载波频率应符合本标准 4.7.6.3 和 4.7.6.4 的规定, 数据采集和控制功能应满足本标准 4.10.1 和 4.10.4 相关条款的要求。

5.3.2 低温试验

按 GB/T 2423.1 规定的 Ab 类进行, 将受试终端在非通电状态下放入低温试验箱的中央, 降温至本标准 4.2 规定的最低温度, 保温 6h, 然后通电 0.5h, 测无线电台的灵敏度和载波频率应符合本标准 4.7.6.3 和本标准 4.7.6.4 的规定, 数据采集和控制功能应满足本标准 4.10.1 和本标准 4.10.4 相关条款的要求。

5.3.3 湿热试验

按 GB/T 2423.9 的规定进行试验。试验箱内保持温度 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(93\pm 3)\%$, 试验周期为 2d。试验结束前 0.5h, 在湿热条件下测绝缘电阻应不低于 $2\text{M}\Omega$ 。试验结束后, 在大气条件下恢复 1h~2h, 通电测无线电台的灵敏度应符合本标准 4.7.6.3 的规定, 数据采集和控制功能应满足本标准 4.10.1 和本标准 4.10.4 相关条款的要求; 检查终端金属部分应无腐蚀和生锈情况。

5.4 绝缘性能试验

5.4.1 试验要求

进行各项绝缘性能试验前, 应对终端进行自检, 所有结果和显示应正常。

绝缘试验时, 终端应盖好外壳和端子盖板。如外壳和端子盖板由绝缘材料制成, 应在其外覆盖以导电箔并与接地端子相连, 导电箔应距接线端子及其穿线孔 2cm。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。

5.4.2 绝缘电阻

在正常试验条件和湿热试验条件下, 按表 4 的测试电压在终端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, 其值应符合表 4 的规定。

5.4.3 绝缘强度

用 50Hz 正弦波电压或直流电压对以下回路进行试验, 时间 1min, 施加如表 5 规定的试验电压。

交流试验回路为:

- 电源回路对地;
- 输出回路对地;
- 交流工频电量输入回路对地 (试验时, 应将被试回路的接地线断开);
- 以上无电气联系的各回路之间;
- 输出继电器动合触点之间。

直流试验回路为状态输入回路对地和对其他回路。

5.4.4 冲击电压

冲击电压要求:

- 脉冲波形: 标准 1.2 / $50\mu\text{s}$ 脉冲波;
- 电源阻抗: $(500\pm 50)\Omega$;

——电源能量： (0.5 ± 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，试验电压按表 6 规定。

被试回路为：

——电源回路对地；

——输出回路对地；

——状态输入回路对地；

——交流工频电量输入回路对地（试验时，应将被试回路的接地线断开）；

——以上无电气联系的各回路之间。

5.5 电源影响试验

5.5.1 电源断相试验

按本标准 4.4.1 的要求进行电源断相试验，试验时终端应正常工作，数据采集和控制功能符合本标准 4.10.1 和本标准 4.10.4 的要求。

5.5.2 电源电压变化试验

将电源电压变化到本标准 4.4.2 规定的极限值时，被试终端应能正常工作，数据采集和控制功能应符合本标准 4.10.1 和本标准 4.10.4 的要求。

5.5.3 功率消耗

5.5.3.1 整机功率

在终端守候状态和发射机工作的两种情况下，用 1.0 级精度的交流电压表和电流表测电源回路的电流值（A）和电压值（V），其乘积数（VA）即为功率消耗，其值应符合本标准 4.4.3 的规定。

5.5.3.2 电压电流输入回路功率消耗试验

在输入额定电压和电流时，用高阻抗电压表和低阻抗电流表测量交流电压、电流输入回路的电流值和电压值，其乘积（VA）即为功率消耗，功率消耗应不大于 0.5VA。

5.5.4 数据和时钟保持试验

记录终端中已有的各项数据和时钟显示，然后断开供电电源 7d/3d 后，再合上电源，检查各项数据应无改变和丢失，时钟走时应正确。

5.5.5 抗接地故障能力试验

将单相 220V 供电的终端电源电压升至 1.9 倍的标称电压；三相供电的终端由三相四线试验电源供电，终端应工作正常，然后将终端电源的中性端与三相四线试验电源的地端断开，并与试验电源的模拟接地故障相（输出电压为零）连接，三相四线试验电源的另外两相的电压升至 1.1 倍的标称电压。试验时间 4h。试验后，终端不应出现损坏，保存数据应无改变，数据采集、控制功能符合本标准 4.10 的要求。

5.6 传输信道试验

5.6.1 数据传输误码率试验

终端通信接收模块的数据信号输出连接至安装误码测试软件的测试计算机的串行通信接口的 RxD 输入端，测试主机发 600 组误码测试帧序列，测试计算机接收的数据信号的误码率应符合本标准 4.7.3 的要

求。

5.6.2 通信规约试验

用规约测试软件检查各种命令的发送码序列和终端返回的码序列是否符合 DL/T 535 的规定。

5.6.3 专用无线电台电性能试验

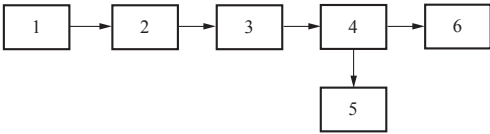
5.6.3.1 一般要求

测试时要求提供与被试终端接收机解调器性能一致的主站数据调制器，被试终端应提供接收机的解调数据信号测试点、发射频偏测试用数据“0”、数据“1”和发送控制（PTT）设置点等。

5.6.3.2 接收机电性能试验

5.6.3.2.1 接收灵敏度试验

参考灵敏度（数传）是指使接收机解调后数据信号误码率为 0.01 时的射频输入电平。参考灵敏度用微伏（ μV ）表示。



1—测试主机（数据信号源）；2—数据调制器（与待测终端接收机解调器性能一致）；
3—射频信号源；4—待测终端接收机；5—示波器；6—误码测试设备

图 1 接收机测试配置

按图 1 连接各设备，测试主站的数据调制器的调制信号连接到射频信号源的外调制输入，示波器和误码测试设备连接被试终端接收机的解调数据信号线（RD）。

测试步骤：

- a) 接收机静噪完全开启，置射频信号源的输出频率为被试终端电台的标称工作频率，外调制状态，调制频偏为 4kHz；
- b) 射频信号源先设置在较低输出电平上，使测试主机（数据信号源）输出误码测试码序列数据时，被试终端接收机的解调数据输出产生较高误码率（如 0.05）；
- c) 按每次 0.5dB 的步值增加射频信号输出电平，直至测试主机（数据信号源）输出误码测试码序列数据时被试终端接收机的解调数据输出的误码率恰好为 0.01，记录此时的输出电平读数 U_1 （ μV ）， U_1 即为参考灵敏度，应符合本标准 4.7.6.3 的要求。

无法进行误码测试的情况下，测试 12dB 参考灵敏度（音频），测量方法见 GB 12193。

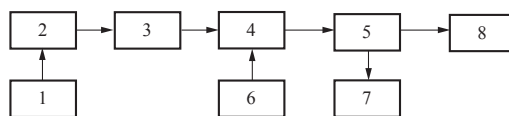
5.6.3.2.2 邻道选择性试验

邻道选择性是指接收机使邻道无用信号对期望响应的恶化影响尽量减少的能力。

测试步骤：

- a) 按图 2 连接各设备，先使射频信号源（2）不工作，按本标准 5.6.3.2.1 参考灵敏度的测量方法确定射频信号源（1）的输出电平（dB μV ），记为 C，然后将此电平增加 3dB。
- b) 使射频信号源（2）分别工作在工作射频为 $\pm 25\text{kHz}$ 的频率点上，调制频率为 1000Hz，调制频偏为 3kHz，输出射频电平在 C 的基础上增加 70dB。
- c) 按每次 0.5dB 的步值增减射频信号源（2）的射频电平，直至测试主机（数据信号源）输出数据

时, 被试终端接收机有连续解调数据输出; 记录此时射频信号源 (2) 的输出电平读数 D (dB μ V), 邻道选择性 S_2 (dB) 为: $S_2 = D - C$ 。 S_2 应符合本标准 4.7.6.3 的要求。



1—测试主机（数据信号源）；2—数据调制器；3—射频信号源（1）；
4—汇接网络；5—待测终端接收机；6—射频信号源（2）；7—示波器；8—误码测试仪

图 2 邻道选择性、杂散响应抑制测试配置

5.6.3.2.3 杂散响应抑制试验

杂散响应抑制是指接收机防止单独的无用杂散信号恶化接收机期望响应的能力。

按图 2 连接各设备, 示波器连接到被试终端电台音频输出端。

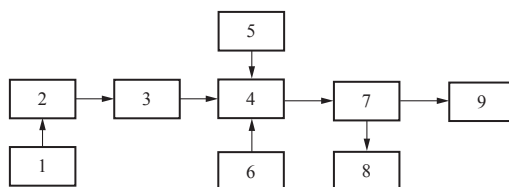
测试步骤:

- a) 按本标准 5.6.3.2.2a) 项所述方法调整射频信号源 (1) 的输出电平, 此时的输出电平 (dB μ V) 记为 E , 然后将此电平增加 3dB。
- b) 在射频信号源 (1) 不工作的情况下, 将被试终端置于静噪完全开启状态, 试验时可由连接在音频输出端的示波器上观察到噪声。
- c) 使射频信号源 (2) 工作在调制频率为 400Hz、输出频偏为 4kHz 的内调制状态, 其输出电平调整到比射频信号源 (1) 的输出电平大 90dB。
- d) 从接收机标称工作频率的 1/2 至 2 倍的范围连续改变射频信号源 (2) 的频率, 观察示波器, 记下示波器上出现干扰信号的所有频率点 (即杂散响应频率)。
- e) 使射频信号源 (1) 工作, 把射频信号源 (2) 的频率依次置于各杂散响应频率, 输出电平在 E 的基础上增加 70dB。按每次 0.5dB 的步值增减射频信号源 (2) 的射频电平, 直至测试主机 (数据信号源) 输出数据时, 被试终端接收机有连续解调数据输出; 记录此时射频信号源 (2) 的输出电平读数 (dB μ V)。
- f) 按上述方法记录各杂散响应频率下的射频信号源 (2) 的输出电平读数, 取最小者记为 F (dB μ V), 则杂散响应抑制 S_3 (dB) 为: $S_3 = F - E$ 。 S_3 应符合本标准 4.7.6.3 的要求。

5.6.3.2.4 互调响应抑制试验

互调响应抑制是指接收机防止两个具有特定频率关系的邻近无用信号恶化接收机期望响应的能力。

按图 3 配置连接各设备。



1—测试主机（数据信号源）；2—数据调制器；3—射频信号源（1）；4—汇接网络；
5—射频信号源（2）；6—射频信号源（3）；7—待测终端接收机；8—示波器；9—误码测试仪

图 3 互调响应抑制测试配置

测量步骤:

a) 先使射频信号源(2)和(3)不工作,按本标准 5.6.3.2.1 参考灵敏度的测量方法确定射频信号源(1)的输出电平(dB μ V)记为 G ,然后将此电平增加 3dB。

b) 将射频信号源(2)的载波频率 f_2 调节到 $f_1+25\text{kHz}$,调制频率为 1000Hz,调制频偏为 3kHz;射频信号源(3)的载波频率调 f_3 节到 $f_1+50\text{kHz}$,在未调载波状态下工作,使两台信号源的电平保持一致,并使误码率由高至低接近 0.01。

c) 按每次 0.5dB 的步值同步增减射频信号源(2)和(3)的输出电平值,使误码率等于 0.01,记录此时信号源(2)和(3)的输出电平值 H_1 。

d) 将射频信号源(2)、(3)的载波频率调到的 f_1 另一边,重复上述测量。也就是使 $f_2 = f_1 - 25\text{kHz}$, $f_3 = f_1 - 50\text{kHz}$,记下此时射频信号源(2)或(3)的输出电平值 H_2 。

e) 该终端接收机互调响应抑制 S_4 为: $S_4 = H - G$, 其中: H 为 H_1 和 H_2 中较小的一个。互调抗扰性 S_4 应符合本标准 4.7.6.3 的要求。

5.6.3.3 发射机电性能试验

5.6.3.3.1 输出载波功率试验

终端的收发信机天线端口连接到通信综合测试仪,使终端发信机处于发射状态,直接测量终端发信机的输出载波功率。未调整的输出载波功率应不小于本标准 4.7.6.4 的规定。在本标准 4.2 规定的极限温度下,输出载波功率的变化应小于 3dB。

5.6.3.3.2 载波频率误差试验

终端的收发信机天线端口连接到通信综合测试仪,使终端发信机处于未加调制的发射状态,直接测量终端发信机的输出载波频率。在本标准 4.2 规定的极限温度下,测得的频率与标称频率的最大误差应符合本标准 4.7.6.4 的规定。

5.6.3.3.3 发射频偏试验

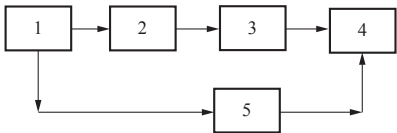
终端的收发信机天线端口连接频偏仪(通信综合测试仪),发射机在正常的数传状态下工作,发送数据“0”和数据“1”时频偏仪的指示即为发射频偏值,应符合本标准 4.7.6.4 的规定。

5.6.3.3.4 杂散射频分量试验

杂散射频分量用杂波功率计(选频功率计)直接测量,或按 GB 12192—1990 第 9 章的规定进行测量,结果应符合本标准 4.7.6.4 的规定。

5.6.3.3.5 启动时间试验

按图 4 连接各设备,终端的收发信机天线端口连接衰耗器,将衰减后的输出功率耦合至线性峰值检波器(峰值检波器的时间常数 $\tau \leq 2.5\text{ms}$),检波器输出接至示波器的垂直轴输入,同步控制同时控制发射机的启动和示波器的触发。



1—待测终端接收机；2—20dB 衰耗器；3—检波器；4—示波器；5—同步控制器

图 4 启动时间的测量

试验时，在启动同步控制的同时观察载波轨迹上升至稳定值的 70%所需的时间，取最大值即为发射机启动时间，其值应符合本标准 4.7.6.4 的规定。

5.6.3.4 公用通信网试验

采用公用通信网络的通信部件应提供有效的入网许可证明材料。

5.6.3.5 其他信道试验

其他信道的测试按相关标准。

5.7 功能和性能试验

5.7.1 一般要求

各项功能试验时，应将测试主机、被测试终端、输入信号源、控制输出负载、电能表和相应信道连接成一个测试系统，功能试验结果应符合本标准 4.10 的规定。

5.7.2 数据采集试验

5.7.2.1 状态量采集试验

在被试终端的状态量输入端子上连接切换触点，触点切换时测试主机应能正确显示状态的变化。

5.7.2.2 电能量数据采集试验

用 RS-485 通信线将电能表接口与终端接口连接，电能表通电后设置好尖、峰、谷、平各时段，并通以额定电流 I_N ，终端设置好抄收间隔。运行 24h 后，使连接电能表的电流为 0，测试主机召读电能表数据，记录主机显示的总及各时段电能量应与电能表显示的总及各时段电能量示值一致。测试主机召读的电能表其他各项数据也应与电能表显示的数据一致。

5.7.2.3 脉冲量采集试验

测试主机向被试终端置入电能表脉冲常数、电压、电流互感器变比，使 $K=1$ 。在确认终端显示值已清零后，以每分钟 12 个和 120 个脉冲的频率分两次向终端输入脉冲各 15min，计时误差应不大于 1s，分别记录每次的输入脉冲数 N_{12} 和 N_{120} ，终端显示的电能量值 E_{12} 和 E_{120} ，功率值 P_{12} 和 P_{120} ，需量值 MD_{12} 和

MD_{120} 。

电能量误差： $E_{12}-KN_{12}$ 和 $E_{120}-KN_{120}$ 的误差应不大于 ± 1 。

功率误差：

$$\frac{P_{12}-4KN_{12}}{4KN_{12}} \leq 2\% \tag{1}$$

$$\frac{P_{120}-4KN_{120}}{4KN_{120}} \leq 2\% \tag{2}$$

需量值误差:

$$\frac{MD_{12} - 4KN_{12}}{4KN_{12}} \leq 2\% \quad (3)$$

$$\frac{MD_{120} - 4KN_{120}}{4KN_{120}} \leq 2\% \quad (4)$$

以上各式中的 K 为:

$$K = \frac{K_v K_i}{K_p} \quad (5)$$

5.7.2.4 模拟量采集试验

5.7.2.4.1 电压、电流基本误差测量

保持输入电量的频率为 50Hz, 谐波分量为 0, 依次施加输入电压标称值的 60%、80%、100%、120% 和输入电流标称值的 5%、20%、40%、60%、80%、100%、120% 及 0, 读出标准表测量出的输入值 U_i 及 I_i , 测试主机读出的 U_0 及 I_0 , 按式 (6)、式 (7) 分别求出基本误差 E_u 及 E_i :

$$E_u = \frac{U_0 - kU_i}{F} \times 100\% \quad (6)$$

$$E_i = \frac{I_0 - kI_i}{F} \times 100\% \quad (7)$$

式中 k 为倍率, F 为输出基准值。电压基本误差 E_u 及电流基本误差 E_i 应符合本标准 4.10.1.2 的要求。

5.7.2.4.2 有功功率、无功功率基本误差测量

保持输入电压为标称值, 频率为 50Hz, 改变输入电流为标称值的 5%、20%、40%、60%、80%、100%, 分别记录标准表读出的输入有功功率 P_i 、无功功率 Q_i 和测试主机读出的有功功率 P_0 、无功功率 Q_0 , 按式 (8)、式 (9) 分别求出基本误差 E_p 及 E_q :

$$E_p = \frac{P_0 - kP_i}{F} \times 100\% \quad (8)$$

$$E_q = \frac{Q_0 - kQ_i}{F} \times 100\% \quad (9)$$

有功功率基本误差 E_p 及无功功率基本误差 E_q 应符合本标准 4.10.1.4 的要求。

5.7.2.4.3 功率因数基本误差测量

保持输入电压、电流为标称值, 频率为 50Hz, 改变相位角 φ 分别为 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$, 分别记录标准表读出的功率因数 PF_i 和测试主机读出的 PF_x , 按式 (10) 求出基本误差 $E \cos \varphi$:

$$E \cos \varphi = \frac{PF_x - PF_i}{F} \times 100\% \quad (10)$$

基本误差 $E \cos \varphi$ 应符合本标准 4.10.1.4 的要求。

5.7.3 数据处理试验

5.7.3.1 实时和历史数据存储试验

测试主机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本标准 4.10.2.1、4.10.2.2 和 4.10.2.3 的要求。

5.7.3.2 电能表运行状况监测试验

电能表运行状况监测试验在事件记录试验中进行。

5.7.3.3 电能质量合格率统计试验

5.7.3.3.1 电压合格率统计试验

测试主机向终端下发电压上、下限值，然后改变终端输入工频电压值，使其超上、下限值。测试主机发出相应数据查询命令，测试主机应显示出相应的电压不合格记录。

5.7.3.3.2 功率因数超限统计试验

测试主机向终端下发功率因数分段限值，然后改变终端输入工频电流的功率因数值，使其超限值。测试主机发出相应数据查询命令，测试主机应显示出相应的不合格记录。

5.7.4 设置和查询试验

5.7.4.1 时钟对时和走时误差试验

测试主机发出对时命令，终端的时钟显示应符合本标准 4.10.3.1 的要求。用标准秒表作为基准，记录终端时钟与基准的初始差值 S_1 ，24h 后再次记录终端时钟与基准的初始差值 S_2 ， $|S_2 - S_1|$ 的结果应小于 1s。

5.7.4.2 参数设置和查询试验

按本标准 4.10.3.2~4.10.3.8 的要求，用测试主机向被试终端设置各项参数，终端的显示以及主机召测到的结果应与设置参数值一致。

5.7.5 控制试验

5.7.5.1 功率定值闭环控制试验

5.7.5.1.1 时段功控试验

试验步骤：

- a) 测试主机依次向终端下发本标准 4.10.4.1.2 a) 项所述的参数，终端按设置值设置时段功控参数，并有音响（或语音）告警信号；
- b) 测试主机向终端发出“时段功控投入”命令，终端收到后有音响（或语音）告警并显示“时段功控投入”状态；
- c) 修改终端时钟，使其处在功控时段；调整终端输入脉冲频率或改变电能表的输入电流，使终端测量的实时功率超过设置值，终端动作应符合本标准 4.10.4.1.2 b) 项的要求；
- d) 降低输入脉冲频率或电能表的输入电流，使终端监测实时功率在规定时间内持续下降到设置值以下或达到保安值，终端应中止后续轮次的动作；
- e) 功控时段结束后或主机下发“时段功控解除”命令后，终端动作应符合本标准 4.10.4.1.2 c) 的要求。

5.7.5.1.2 厂休功控试验

试验步骤：

- a) 测试主机按本标准 4.10.4.1.3 的规定向终端下发厂休功控参数和控制轮次，终端按设置值设置厂休功控参数，并有音响（或语音）告警信号；
- b) 修改终端日期和时间，使其处在厂休功控时间段内；测试主机向终端下发“厂休功控投入”命令，终端应有音响（或语音）告警，并显示“厂休功控投入”状态；
- c) 调整终端输入脉冲频率或电能表的输入电流，使终端测出的实时功率超设置值，终端动作应符合本标准 4.10.4.1.3 b) 的要求；

d) 降低输入脉冲频率或电能表的输入电流,使终端测出的实时功率下降到设置值以下或达到保安值,终端应中止后续轮次的动作;

e) 厂休功控时间段结束或测试主机下发“厂休功控解除”命令后,终端动作应符合本标准 4.10.4.1.3 c) 的要求。

5.7.5.1.3 营业报停功控

试验步骤:

a) 测试主机按本标准 4.10.4.1.4 的规定向终端下发营业报停功控参数和控制轮次,终端按设置值设置营业报停功控参数,并有音响(或语音)告警信号;

b) 修改终端时间使终端处于营业报停功控时间段;

c) 测试主机向终端下发“营业报停功控投入”命令,终端应有音响(或语音)告警并显示“营业报停功控投入”状态;

d) 按本标准 5.7.5.1.2 d) 的方法使终端测量的实时功率超设置定值,终端动作应符合本标准 4.10.4.1.4 b) 的要求;

e) 营业报停功控时间段结束或测试主机下发“营业报停功控解除”命令后,终端动作应符合本标准 4.10.4.1.4 c) 的要求。

5.7.5.1.4 当前功率下浮控试验

试验步骤:

a) 测试主机按本标准 4.10.4.1.5 的规定向终端下发当前功率下浮控参数和控制轮次,终端按设置值设置当前功率下浮控参数,并有音响(或语音)告警信号;

b) 保持终端输入脉冲频率或电能表的输入电流不变,使终端测出的实时功率不变。测试主机向终端下发“当前功率下浮控投入”命令,终端应有音响(或语音)告警并显示“当前功率下浮控投入”状态,并按本标准 4.10.4.1.5 b) 的要求动作;

c) 按本标准 5.7.4.1.2 d) 的方法使终端测出的实时功率下降到定值以下,规定时间后终端应中止后续轮次的动作;

d) 测试主机向终端下发当前功率下浮控解除命令后,终端动作应符合本标准 4.10.4.1.5 c) 的要求。

5.7.5.2 电能量定植闭环控制试验

5.7.5.2.1 月电量控试验

试验步骤:

a) 测试主机按本标准 4.10.4.2.2 a) 的规定向终端下发月电控参数,终端按主站下发的值设置月电控参数,并有音响(或语音)告警信号;

b) 测试主机向终端下发“月电控投入”命令,终端有音响(或语音)告警并显示“月电控投入”状态;

c) 终端脉冲输入端输入脉冲或电能表运转,使月电能量依次超告警定值及控制定值,终端动作应符合本标准 4.10.4.2.2 b) 和 4.10.4.2.2 c) 的要求;

d) 月末 24 时或测试主机向终端下发“月电控解除”命令,终端有音响(或语音)告警信号。

5.7.5.2.2 购电量(费)控试验

试验步骤:

a) 测试主机按本标准 4.10.4.2.3 a) 的规定向终端下发购电量(费)控参数,终端按主站下发的值

设置购电量（费）控参数，并有音响（或语音）告警信号；

b) 测试主机向终端下发“购电控投入”命令，终端有音响（或语音）告警并显示“购电控投入”状态；

c) 终端输入脉冲或电能表运转，使剩余电能依次降到告警值和控制值，终端动作应符合本标准 4.10.2.3 b) 和 4.10.2.3 c) 的要求；

d) 重新购电或测试主机向终端下发“购电控解除”命令，终端动作应符合本标准 4.10.4.2.3 d) 的要求。

5.7.5.2.3 催费告警试验

试验步骤：

a) 测试主机按本标准 4.10.4.2.4 a) 的规定向终端下发催费告警参数；终端应修改催费告警参数，并有音响（或语音）告警信号；

b) 测试主机向终端下发“催费告警投入”命令，终端有音响（或语音）告警并显示“催费告警投入”，终端在告警时间段发出催费告警（或语音）信号；

c) 测试主机向终端下发“催费告警解除”命令，终端应停止催费告警。

5.7.5.3 保电、剔除功能试验

测试主机向终端发送保电投入命令后，终端进入保电状态，自动解除当前控制状态，终端处于保电状态。测试主机向终端发送遥控和功控、电控命令，终端应不执行跳闸命令。测试主机向终端发送保电解除命令后，终端应能执行跳闸命令。

测试主机向终端发送剔除投入命令后，除对时命令外，终端对其他任何广播命令或终端组地址命令均不响应。主机向终端发送剔除解除命令后，终端能接收广播命令和终端组地址命令。

5.7.5.4 远方控制试验

测试主机发出定时或随机控制命令（跳闸/允许合闸/紧急限电等）以及允许/禁止通话和允许/禁止主动上报命令，终端的动作应符合本标准 4.10.4.4 的要求。

5.7.5.5 无功补偿试验

根据客户负荷特点，测试主机向终端下发电压、功率因数、延迟时间等参数。

终端按 DL/T 597—1996 的 5.6 功能试验和 5.7 性能试验进行无功就地平衡监控功能和性能的试验。

5.7.6 事件记录试验

5.7.6.1 重要事件记录试验

按本标准 5.7.5.1 和 5.7.5.2 的试验方法多次重复功率和电能定量闭环控制试验以及遥控跳闸、运行异常情况，终端应有相应记录并能及时上报主站。测试主机向终端发出重要事件记录查询指令，测试主机显示的记录应符合本标准 4.10.5 的规定。

5.7.6.2 一般事件记录试验

测试主机向终端发出终端停电记录查询指令，测试主机显示的记录应符合本标准 4.10.5 的规定。

5.7.7 通信试验

5.7.7.1 与主站通信试验

用测试主机随时发出召测指令采集终端的各种数据和信息，并在整点时自动采集被试终端的各种数据和信息，终端应准确无误地向主站发送召测的数据和信息。有主动上报功能的终端应按定时发送数据任务设置的定时发送周期定时自动发送设定的数据项目。

5.7.7.2 中继转发试验

中继转发功能仅对有中继转发的终端进行测试。

5.7.7.3 与电能表通信试验

测试主机向终端发出各种抄表指令，终端应准确地返回电能表的各类数据。

5.7.8 本地功能试验

5.7.8.1 显示相关信息试验

在进行本标准 5.7.5.1 和 5.7.5.2 试验时，观察终端显示屏和信号灯应能正确显示设置值、控制信息以及各输出继电器的状态。

5.7.8.2 客户数据接口试验

将计算机连接到本地通信接口上应能查看到相关客户数据和信息。

5.7.9 终端维护试验

根据本标准 4.10.8 的要求，检查终端的各项维护功能。

5.8 电磁兼容性试验

5.8.1 一般要求

进行以下各项试验时，终端应按本标准 5.4.1 的要求接地。试验中，终端不应有任何误动作或损坏，并能正常工作。

5.8.2 电压暂降和短时中断试验

终端在正常工作状态，按 GB/T 17626.11 的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 电压试验等级 $40\%U_T$ （从额定电压暂降 60% ）

——持续时间：1min（3000 个周期）；

——降落次数：1 次。

b) 电压试验等级 $0\%U_T$ （从额定电压暂降 100% ）

——持续时间：1s（50 个周期）；

——中断次数：3 次，各次中断之间的恢复时间 10s。

c) 电压试验等级 $0\%U_T$ （从额定电压暂降 100% ）

——中断时间：20ms（1 个周期）；

——中断次数：1 次。

以上电源电压的突变发生在电压过零处。

试验中终端不应发生损坏或错误动作和死机现象。试验后终端工作正常，存储数据无改变，数据采集和处理，功控、电控和遥控功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

5.8.3 工频磁场影响试验

将终端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 $400A/m$ 的均匀磁场的线圈中心，终端在正常工作状态下，模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200% ，其他数据采集和控制等功能和性能应符合本标准 4.10 要求。

5.8.4 射频电磁场辐射抗扰性试验

按 GB/T 17626.3 的规定，并在下述条件下进行试验：

- 终端在正常工作状态（脉冲量输入和外接电能表）；
- 频率范围 80MHz~1000MHz；
- 严酷等级 3；
- 试验场强 10V/m；

对于无线通信系统，试验时终端天线应引出，终端在使用频带内不应发生错误动作；在使用频带外应能正常工作和通信，模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%，其他数据采集和控制等功能和性能符合本标准 4.10 的要求。其他信道的终端，试验时应能正常工作和通信，模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%，其他数据采集和控制等功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

5.8.5 静电放电抗扰性试验

静电放电抗扰性试验的试验条件中相对湿度为 30%~60%，其他试验条件同 5.1.1。

终端在正常工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），按 GB/T 17626.2 的规定，并在下述条件下进行试验：

- 接触放电；
- 严酷等级：4；
- 试验电压：8kV；
- 直接放电（在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分）及间接放电（终端各个侧面）；
- 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。

如终端的外壳为金属材料，则直接放电采用接触放电；如终端的外壳为绝缘材料，则直接放电采用空气放电，试验电压 8kV。

试验中终端不应出现错误动作和死机现象。终端应能工作正常，存储数据无改变，脉冲量采集功能和性能符合本标准 4.10 的要求。试验后数据采集、控制功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

5.8.6 电快速瞬变脉冲抗扰性试验

按 GB/T 17626.4 的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 终端在工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），试验电压分别施加于终端的状态量输入、控制输出（≤60V）的每一个端口和保护接地端之间。

- 严酷等级：3；
- 试验电压：±1kV（重复频率 5kHz）；
- 试验时间：1min/次；
- 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。

试验中终端工作正常，状态量输入端口试验时状态量采集及其他数据采集功能符合本标准 4.10 的要求。控制输出端口试验时不应出现错误动作，试验后控制功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

b) 终端在正常工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），试验电压分别施加于终端交流电压、电流输入端、控制输出的每一个端口（>60V）和保护接地端之间。

- 严酷等级：4；
- 试验电压：±2kV（重复频率 5kHz）；
- 试验时间：1min/次；
- 试验电压施加次数：正负极性各 3 次。

交流电压、电流输入端试验中终端工作正常，交流电压、电流测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%。

控制输出端试验时不应出现错误动作，数据采集功能符合要求；试验后控制功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

c) 终端在工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），试验电压施加于终端的供电电源端和保护接地端。

- 严酷等级：4；
- 试验电压：±4kV（重复频率 2.5kHz）；
- 试验时间：1min/次；
- 施加试验电压次数：正负极性各 3 次。

试验中终端的模拟量测量误差的改变量不大于误差等级指数的 200%，其他数据采集和控制功能及性能符合本标准 4.3.10 的要求。

d) 终端在正常工作状态下（脉冲量输入和外接电能表正常工作），用电容耦合夹将试验电压耦合至脉冲信号输入及通信线路上。

- 严酷等级：3；
- 试验电压：±1kV；
- 试验时间：1min/次；
- 施加试验电压次数：正负极性各 3 次。

试验时终端应正常工作和通信，数据采集和控制等功能和性能符合本标准 4.3.10 的要求。

5.8.7 高频振荡波抗扰性试验

终端在正常工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），按 GB/T 17626.12 的规定，并在下述条件下进行试验：

- 电压上升时间（第一峰）：75ns±20%；
- 振荡频率：1MHz±10%；
- 重复率：至少 400/s；
- 衰减：第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%；
- 脉冲持续时间：不小于 2s；
- 输出阻抗：200Ω±20%；
- 电压峰值：共模方式 2.5kV、差模方式 1.25kV（电源回路），共模方式 1kV（状态量输入、控制输出各端口以及交流电压、电流输入回路）；
- 试验次数：正负极性各 3 次。
- 测试时间：60s；

状态量输入端口试验时，终端的状态量采集和其他数据采集功能应符合本标准 4.10 要求；控制输出端口试验时终端应正常工作，控制输出无误动；试验后控制功能符合本标准 4.10 要求。

交流电压、电流回路试验时终端的交流电压、电流测量误差的改变量应不大于等级指数 200%。

电源回路试验时终端的性能应符合本标准 4.10 的要求，交流电压、电流测量误差符合要求，功率、电能量计算准确，抄表数据准确，状态量输入和控制功能正常。

5.8.8 浪涌抗扰性试验

终端在正常工作状态（脉冲量输入和外接电能表正常工作），按 GB/T 17626.5 的规定，并在下述条件下进行试验：

——严酷等级：4 级（电源回路），3 级（大于 60V 控制输出回路），2 级（状态量输入回路和不大于 60V 控制输出回路）；

——试验电压：2kV（电源电压两端口之间），4kV（电源电压各端口与地之间），1kV（状态量输入和不大于 60V 控制输出各端口与地之间），2kV（大于 60V 控制输出各端口与地之间）；

——波形：1.2/50 μ s；

——极性：正、负；

——试验次数：正负极性各 5 次；

——重复率：1min/次。

电源回路试验时终端应正常工作，功率、电能量计算、抄表数据准确；状态量输入和控制功能正常。

状态量输入端口试验时状态量采集及其他数据采集功能符合本标准 4.10 的要求。控制输出端口试验时终端应正常工作，控制输出无误动作；试验后交流电压、电流测量误差符合要求，控制功能和性能符合本标准 4.10 的要求。

5.9 连续通电的稳定性试验

终端在正常工作状态连续通电 72h，在 72h 期间每 8h 进行抽测，其数据采集和控制功能以及交流电压、电流的测量准确度应满足本标准 4.10 相关条款的要求。

5.10 可靠性验证试验

该试验在现场试运行考核中进行。试运行考核期应不少于 6 个月，并应包括该地区气候环境条件的最严酷时期。

按 JB/T 6214—1992 中的截尾序贯试验方案 4:6（ $\alpha = \beta = 0.2$ ， $D_m = 2$ ）进行，见表 16。

方案中各符号含义如下：

m_0 ——指定的可接受的平均无故障工作时间；

m_1 ——不可接受的平均无故障工作时间；

α ——生产方风险，实际的 $m = m_0$ 时产品被拒收的概率；

β ——使用方风险，实际的 $m = m_1$ 时产品被接收的概率；

D_m ——平均无故障工作时间鉴别比。

D_m 的计算公式为：

$$D_m = m_0 / m_1$$

已知 $D_m = 2.0$ ， $m_0 = 2 \times 10^4 \text{ h}$ ，所以 $m_1 = 4 \times 10^4 \text{ h}$ 。

表 16 4:6 合格判定表

失 效 数	累计试验时间 (m_0 的倍数)	
	拒 收 (不大于)	接 收 (不小于)
0	0.35	1.40
1		2.09
2		2.79

累积相关试验时间 T_k 为:

$$T_k = \sum_{j=1}^n T_{kj}$$

式中:

T_k ——第 k 次失效的累积试验时间, h;

n ——终端数, 台;

T_{kj} ——第 k 次失效时, 第 j 号终端的试验时间, h。

根据计算累积试验时间, 按表 16 进行下列判定:

- a) 如无故障发生, 则在 $1.4m_0$ 时间后可验收。
- b) 如在 $0.35m_0$ 时间内发生两台以上故障则拒收。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

6.2 出厂检验

6.2.1 项目和建议顺序

经调试合格的终端, 应按型号、生产批号相同者划分为组, 按组提供给质检部门按表 17 项目和建议顺序逐个进行检验。

6.2.2 不合格判定

检验中出现任一检验项目不合格时, 判该终端为不合格, 应重新进行调试或修理。

6.3 型式试验

6.3.1 周期

终端新产品或老产品恢复生产以及设计和工艺有重大改进时, 应进行型式试验。批量生产或连续生产的终端, 每 2 年至少进行一次型式试验。

可靠性验证试验在生产定型时进行, 或按客户要求, 在系统试运行中进行。

6.3.2 抽样

型式试验的样品应在出厂检验合格的终端中随机抽取。按 GB/T 2829 选择判别水平 I, 不合格质量水

平 $RQL=30$ 的一次抽样方案，即

$$[n \ A_c \ R_c]=[3 \ 0 \ 1]$$

式中：

- n ——样本大小；
- A_c ——合格判定数；
- R_c ——不合格判定数。

6.3.3 不合格分类

按 GB/T 2829 规定，不合格分为 A、B、C 三类。各类的权值定为：A 类 1.0，B 类 0.5，C 类 0.3。累计后小数值四舍五入取整。

6.3.4 合格或不合格判定

检验项目不合格类别的划分见表 17，当一个样本不合格检验项目的不合格权值的累积数大于或等于 1 时，则判为不合格品；反之为合格品。

对一个样本的某个试验项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。

6.4 项目和顺序

检验项目和建议顺序见表 17。

表 17 检验项目和建议顺序

建议 顺 序	检 验 项 目	要 求	检 验 方 法	出 厂 检 验	型 式 检 验	不合格 类 别
1	结构	4. 5	5. 2. 1, 5. 2. 2, 5. 2. 3	√	√	B
2	功能和性能	4. 10	5. 7	√ ^a	√	A
3	数据传输信道	4. 7	5. 6	√ [*]	√	A
4	电源影响（电压变化、功耗）	4. 4	5. 5	√ [*]	√	A/B ^b
5	连续通电稳定性	4. 12	5. 9	√ [*]	√	A
6	高温	4. 2	5. 3. 1	√ [*]	√	A
7	低温	4. 2	5. 3. 2	√ [*]	√	A
8	电压暂降和短时中断	4. 11. 1	5. 8. 2		√	A
9	工频磁场抗扰度	4. 11. 2	5. 8. 3		√	A
10	射频电磁场辐射抗扰度	4. 11. 3	5. 8. 4		√	A
11	静电放电	4. 11. 4	5. 8. 5		√	A
12	电快速瞬变脉冲群	4. 11. 5	5. 8. 6		√	A
13	振荡波抗扰度	4. 11. 6	5. 8. 7		√	A
14	浪涌抗扰度	4. 11. 7	5. 8. 8		√	A
15	绝缘电阻及绝缘强度	4. 6. 1, 4. 6. 2	5. 4. 2, 5. 4. 3	√ [*]	√	A
16	冲击电压	4. 6. 3	5. 4. 4	√ [*]	√	A
17	机械振动	4. 3	5. 2. 4		√	B

续表 17

建议 顺序	检 验 项 目	要 求	检 验 方 法	出 厂 检 验	型 式 检 验	不合格 类 别
18	湿热	4.2	5.3.3		√	B
注：出厂检验中“√”表示应做的项目，“√ [*] ”表示批次抽查的项目。						
a 功能和性能中数据采集、控制功能； b 其中功耗为 B 类。						

7 标志、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

终端上应有下列标志：

- a) 产品名称及型号；
- b) 制造厂名或商标；
- c) 制造日期及厂内编号；
- d) 射频频率。

7.1.2 接线标志

终端的端子盖板背面应有端子与外电路的连接线路图，接线端子应有下列清楚和永久性的标志：

- a) 交流电源相线端子应标以字母 L；
- b) 交流电源中线端子应标以字母 N；
- c) 保护接地端子应标以图形符号或字母 PE。

7.1.3 包装标志

终端的包装箱上应有下列标志：

- a) 标以“小心轻放”、“向上”、“防潮”等图示；
- b) 制造厂名；
- c) 产品名称、型号、产品执行标准号；
- d) 产品数量、体积、重量。

7.2 运输

包装完整的产品在运输过程中应避免雨、雪的直接淋袭，并防止受到剧烈的撞击和振动。

7.3 贮存

终端的贮存环境条件应符合：

- a) 温度：-25℃～+55℃；
- b) 相对湿度：5%～100%（包括凝露）；
- c) 无腐蚀性气体。