

ICS 17.220

N 22

备案号: 40014-2013

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 698.36 — 2013

代替 DL/T 698 — 1999

---

## 电能信息采集与管理系统

### 第 3—6 部分: 电能信息采集终端技术规范 — 通信单元要求

Data acquisition and management system for electrical energy  
part 3-6: technical specification of electrical energy data acquisition terminal-  
communication unit requirement

2013-03-07 发布

2013-08-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 技术要求 .....	2
5 试验方法 .....	9
6 检验规则 .....	24
7 标志、运输、储存 .....	24

## 前 言

本标准是对 DL/T 698—1999《低压电力用户集中抄表系统技术条件》的修订。原 DL/T 698—1999《低压电力用户集中抄表系统技术条件》只是解决城市电网一户一表改造工程后大量低压用户的电能量采集，已经不适应当前电力生产经营管理和电力营销技术的发展。为适应当前电力营销信息管理现代化的要求和发展，修订的标准扩展为电力系统各类终端侧电能实时信息的采集与管理系統。

修订后 DL/T 698《电能信息采集与管理系統》由下列部分组成：

- DL/T 698.1《电能信息采集与管理系統 第1部分：总则》；
- DL/T 698.2《电能信息采集与管理系統 第2部分：主站技术规范》；
- DL/T 698.31《电能信息采集与管理系統 第3-1部分：电能信息采集终端技术规范—通用要求》；
- DL/T 698.32《电能信息采集与管理系統 第3-2部分：电能信息采集终端技术规范—厂站采集终端特殊要求》；
- DL/T 698.33《电能信息采集与管理系統 第3-3部分：电能信息采集终端技术规范—专变采集终端特殊要求》；
- DL/T 698.34《电能信息采集与管理系統 第3-4部分：电能信息采集终端技术规范—公变采集终端特殊要求》；
- DL/T 698.35《电能信息采集与管理系統 第3-5部分：电能信息采集终端技术规范—低压集中抄表终端特殊要求》；
- DL/T 698.36《电能信息采集与管理系統 第3-6部分：电能信息采集终端技术规范—通信单元要求》；
- DL/T 698.41《电能信息采集与管理系統 第4-1部分：通信协议—主站与电能信息采集终端通信》；
- DL/T 698.42《电能信息采集与管理系統 第4-2部分：通信协议—集中器下行通信》；
- DL/T 698.43《电能信息采集与管理系統 第4-3部分：低压电力线载波通信协议》；
- DL/T 698.44《电能信息采集与管理系統 第4-4部分：微功率无线通信协议》；
- DL/T 698.45《电能信息采集与管理系統 第4-5部分：面向对象的互操作性数据交换协议》；
- DL/T 698.51《电能信息采集与管理系統 第5-1部分：功能测试》；
- DL/T 698.52《电能信息采集与管理系統 第5-2部分：远程通信协议一致性测试》。

本部分是 DL/T 698《电能信息采集与管理系統》的第3-6部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由电力行业电测量标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：中国电力科学研究院、重庆市电力公司、江苏省电力公司、国网电力科学研究院、北京市电力公司。

本部分主要起草人：刘宣、郑可、孟宇、李新家、李云峰、赵成、杨凤海、唐悦、阿辽沙·叶。

本部分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管理中心（北京市白广路二条1号，100761）。

# 电能信息采集与管理系统

## 第 3—6 部分：电能信息采集终端技术规范

### —通信单元要求

#### 1 范围

本部分规定了电能信息采集与管理系统中采集终端通信单元的技术要求和试验方法，包括结构、工作环境、基本传输特性、电气安全以及电磁兼容性等技术要求和试验方法。安装在电能信息采集终端中的通信单元同时应符合相应采集终端的技术规范要求。

本部分适用于电能信息采集与管理系统中的独立通信单元以及安装在采集终端和电能表中的通信单元的制造、检验、使用和验收。

#### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.1—2008 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 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验

GB 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 6113.102—2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1—2 部分：无线电骚扰和抗扰度测量设备 辅助设备 传导骚扰

GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 12192—1990 移动通信调频无线电话发射机测量方法

GB/T 12193—1990 移动通信调频无线电话接收机测量方法

GB 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

DL/T 645—2007 多功能电能表通信协议

DL/T 698.31—2010 电能信息采集与管理系统 第 3—1 部分：电能信息采集终端技术规范—通用要求

DL/T 698.42 电能信息采集与管理系统 第 4—2 部分：通信协议—集中器下行通信

YD/T 1099—2005 以太网交换机技术要求

YD/T 1141—2007 以太网交换机测试方法

YD/T 1215—2006 900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）设备测试方法：移动台

YD/T 1312.8—2004 无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第 8 部分：短距离无线电设备（9kHz～40GHz）

YD/T 1475—2006 接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）

YD/T 1531—2006 接入网设备测试方法——基于以太网方式的无源光网络（EPON）  
YD/T 1809—2008 接入网设备测试方法——以太网无源光网络（EPON）系统互通性  
YDC 023—2006 800MHz CDMA 1x 数字蜂窝移动通信网设备测试方法：移动台 第1部分 基本无线指标、功能和性能  
微功率（短距离）无线电设备的技术要求（中华人民共和国信息产业部信部无〔2005〕423号）  
ANSIX3.230—1994 信息技术 光纤信道—物理和信令发送接口（FC-PH）  
FCC Part 15—2003 美国联邦通信委员会 第15部分 射频设备（RADIO FREQUENCY DEVICES）  
IEC 61000—3—8：1997 电磁兼容性（EMC）第3部分：限值 第8节：低压电气设施上的信号传输发射电平、频带和电磁骚扰水平  
IEEE 802.3—2008 信息技术 系统间的通信和信息交换 局域网和城域网 特殊要求 第3部分：载波检测多址存取 采用冲突检测（CSMA/CD）的存取方法和物理层规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

**通信单元 communication unit**

用于电能信息采集与管理系统主站与采集终端之间、集中器与采集器，以及采集终端与电能表之间本地通信的通信模块或通信设备。

3.2

**1000BASE-X**

满足 ANSIX3.230—1994 标准接口要求，符合 IEEE802.3 标准要求的采用多路访问/冲突检测方法的物理层规范的接口。

3.3

**1000BASE-LX**

在多模或单模光纤上使用长波长激光设备的 1000BASE-X。

3.4

**1000BASE-SX**

在多模光纤上使用短波长激光设备的 1000BASE-X。

4 技术要求

4.1 气候环境条件

通信单元正常运行的工作环境应符合电能信息采集终端的要求。气候环境条件分类见表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 <sup>a</sup> ℃/min	相对湿度 <sup>b</sup> %	最大绝对湿度 g/m <sup>3</sup>
遮蔽场所	C2	-25~+55	0.5	10~100	29
户外	C3	-40~+70	1		35
协议特定	CX	—			

<sup>a</sup> 温度变化率取 5min 时间内平均值。  
<sup>b</sup> 相对湿度包括凝露。

4.2 工作电源

通信单元可采用工频交流电源或直流电源，交流电源电压允许偏差为额定值的-20%~+20%，直流电源电压允许偏差为额定值的-5%~+5%。

交流单相或三相四线电源供电时，应有抗三相四线配电网单相接地故障的能力，耐受 1.9 倍标称电压 4h。工作状态下所产生的交流磁通密度小于 0.5mT。

安装在终端或电能表的通信单元的功耗要求见表 2。

表 2 通信单元的功耗要求

通信单元类型	静态功耗	动态功耗
低压窄带电力线载波	三相电能表：≤0.35W； 单相电能表：≤0.25W； 终端：≤1W	三相电能表：≤2.5W； 单相电能表：≤1.5W； 终端：≤6W
低压宽带电力线载波	—	终端：≤6W
微功率无线	三相电能表：≤0.35W； 单相电能表：≤0.25W； 终端：≤1W	三相电能表：≤2.5W； 单相电能表：≤1.5W； 终端：≤2.5W

4.3 结构

4.3.1 一般要求

通信单元结构根据安装要求可为无外封装的通信模块或有机壳封装的通信设备。模块的尺寸和接口应符合各类终端型式规范的要求。

4.3.2 外壳及其防护性能

有机壳封装的外置式通信单元其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。外壳防护性能应符合 GB 4208—2008 规定的 IP51 级要求。

非金属外壳应符合 GB/T 5169.11—2006 的阻燃要求，试验温度为 650℃，试验时间为 30s。

4.3.3 接线端子

对外的连接线应经过接线端子，交流电源端子的结构应与截面积为 1.5mm<sup>2</sup>~2.5mm<sup>2</sup> 的引出线配合。其他弱电端子的结构应与截面积为 0.5mm<sup>2</sup>~1.5mm<sup>2</sup> 的导线配合。

绝缘强度应符合 4.5.2 的要求，阻燃性能应符合 GB/T 5169.11—2006 的阻燃要求，试验温度为 650℃，试验时间为 30s。

4.3.4 金属部分的防腐蚀

在正常运行条件下可能受到腐蚀，或生锈的金属部分，应有防锈、防腐的涂层或镀层。在 5.3.3 湿热试验条件下应无腐蚀或生锈。

4.4 通信功能和基本传输性能

4.4.1 EPON 接入网设备

4.4.1.1 基本要求

4.4.1.1.1 EPON 系统构成

基于以太网方式的无源光网络（EPON）系统由局端的光线路终端（OLT）、用户侧的光网络单元（ONU）以及光分配器（ODN）组成，是采用点到多点结构的单纤双向光接入网络系统，上、下行使用不同工作波长。

4.4.1.1.2 网络侧接口和用户侧接口

网络侧接口：应支持千兆以太网接口（GE），可选支持 10M/100M 双绞线以太网接口、万兆带宽光纤接口。

当 OLT 存在多个无源光网络（PON）接口时，应提供至少 2 个 GE 上连接口。对于提供时分复用

(TDM) 数据专线业务的多业务 OLT 设备, 网络侧应支持 E1 接口或者 STM-1 接口。

用户侧接口: 至少具备一个 10/100BASE-T 接口, 可以包括一个或多个 FE、GE、RS-232 接口、RS-485 接口、E1 接口等。

4.4.1.1.3 基本功能要求

OLT、ONU 应符合 YD/T 1475—2006 的功能要求, 具有动态带宽分配、业务 QoS 保证、信息加密、ONU 认证、虚拟局域网 (VLAN)、帧过滤等功能, 以及对系统设备进行配置管理、故障管理、性能管理和安全管理等操作管理维护。

4.4.1.2 OLT、ONU 光接口特性

4.4.1.2.1 工作波长

EPON 系统为单纤双向系统, 上行工作波长为 1260nm~1360nm, 下行工作波长为 1480nm~1500nm。

4.4.1.2.2 平均发射功率

平均发射功率要求见表 3。

表 3 平均发射功率

方 向	测试点	平均发射功率 (最大) dBm	平均发射功率 (最小) dBm	平均关断发射功率 dBm	传输距离 km
1000BASE-PX10-D	OLT 发	2	-3	≤-39	10
1000BASE-PX10-U	ONU 发	4	-1	≤-45	10
1000BASE-PX20-D	OLT 发	7	2	≤-39	20
1000BASE-PX20-U	ONU 发	4	-1	≤-45	20

4.4.1.2.3 接收灵敏度

接收灵敏度是指达到误码率 BER<10<sup>-12</sup> 时能接收到的最低平均光功率, 接收灵敏度要求见表 4。

表 4 接 收 灵 敏 度

方 向	测 试 点	接收灵敏度 (最大) dBm
1000BASE-PX10-D	OLT 收	-24
1000BASE-PX10-U	ONU 收	-24
1000BASE-PX20-D	OLT 收	-24
1000BASE-PX20-U	ONU 收	-27

4.4.1.3 基本传输特性

基本传输特性如下:

- a) 在多模光纤上, 以 1000Mb/s 速率, 分路比至少为 1:32, OLT 和 ONU 之间的最大传输距离不小于 10km;
- b) 在多模光纤上, 以 1000Mb/s 速率, 分路比至少为 1:16, OLT 和 ONU 之间的最大传输距离不小于 20km;
- c) 误比特率≤10<sup>-12</sup>。正常条件下, 2048Kb/s 通道的 24h 测试, 误比特率为 0。

4.4.2 以太网交换机

4.4.2.1 功能和性能要求

以太网交换机应具有 YD/T 1099—2005 要求的以太网接口、逻辑链路层、数据帧转发、数据帧过

滤、数据帧转发/过滤信息维护、运行维护、网络管理等功能。

以太网交换机的性能指标应满足 YD/T 1099—2005 第 9 章相关要求，设备吞吐量（所有端口同时收发数据速率的总和）应不小于所有端口收发数据速率的总和（半双工）或不小于所有端口收发数据速率总和的 2 倍（全双工），数据包传输时延应小于 500ms。

#### 4.4.2.2 接口传输特性

1000BASE 接口的主要性能见表 5，其他性能以及 10Gb/s 接口等性能应符合 YD/T 1141—2007 的 5.1 接口功能测试的结果要求。

表 5 接口性能

接口类型	中心波长	发送光功率	接收灵敏度	误码率	传输距离
1000BASE-SX	770nm~860nm	-9.5dBm~-4dBm	≤-19dBm	10 <sup>-11</sup>	275/550m
1000BASE-LX	1270nm~1355nm	-11.5dBm~-3dBm	≤-17dBm	10 <sup>-11</sup>	550/5000m

#### 4.4.3 无线公网传输特性

应采用国家无线电管理机构对于某种业务的相应设备所规定的工作频率范围。如 GSM、800MHz CDMA 的工作频率与射频性能要求见表 6。

表 6 GSM、800MHz CDMA 的工作频率和射频性能要求

指标	GSM900	GSM1800	CDMA
频率范围	Tx: 890MHz~915MHz Rx: 935MHz~960MHz	Tx: 1710MHz~1785MHz Rx: 1805MHz~1880MHz	Tx: 825MHz~835MHz Rx: 870MHz~880MHz
参考灵敏度	<-102dBm (4 级和 5 级)	<-102dBm (4 级和 5 级)	<-105dBm/1.23MHz
输出功率误差	±6dB (最大功率控制级)	±6dB (最大功率控制级)	+2/-4dB
载波频率误差	在 ±1×10 <sup>-7</sup> 范围内	在 ±1×10 <sup>-7</sup> 范围内	-300Hz~+300Hz
RMS 相位误差	±5°	±5°	—

#### 4.4.4 230MHz 无线通信单元

##### 4.4.4.1 一般要求

数传电台配接外部天线的射频连接器优先选用 BNC 和 N 型，接口特性阻抗应为 50Ω。

数传电台应有电源反接、故障长发保护措施。

##### 4.4.4.2 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。

##### 4.4.4.3 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 bps	调制速率 bps	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
9600	9600	1700	GMSK	—	—	9600



对于通信速率大于 9600bps 的可采用 4-FSK 等数字调制方式。

4.4.4.4 发射机电性能

发射机电性能指标见表 8。

表 8 发射机电性能

项 目	指 标
载波频率误差	在 $\pm 7 \times 10^{-6}$ 范围内（正常和极限工作温度）
输出载波功率	一般为 5W~10W，特殊需要时不大于 25W
数传频偏	$\leq 5\text{kHz}$
杂散射频分量	$\leq 10\mu\text{W}$ （25W 电台 $\leq -65\text{dB}$ ）
发射启动时间	$\leq 30\text{ms}$

4.4.4.5 接收机电性能指标

接收机电性能指标见表 9。

表 9 接收机电性能

项 目	指 标 要 求
参考灵敏度	$1\mu\text{V}$ （正常和极限工作温度）
邻道选择性（ $\pm 25\text{kHz}$ ）	70dB
杂散响应抑制	$\geq 65\text{dB}$
互调抑制	$\geq 65\text{dB}$

4.4.5 电力线载波通信单元

4.4.5.1 中压电力线载波

4.4.5.1.1 工作频率

工作频率范围宜采用 3kHz~500kHz。

4.4.5.1.2 标称阻抗

标称输入/输出阻抗为 75 $\Omega$ （不平衡式），3kHz~30kHz 频率范围内标称阻抗可小于 75 $\Omega$ （不平衡式）。

4.4.5.1.3 标称信号输出功率

信号输出功率分为 1W 级和 5W 级，其限值分别为：

- a) 1W 级：3kHz 处限值为 1000W，随频率增加每 10 倍频程减少 30dB，直至 30kHz 处限值为 1W，30kHz 以上不超过 1W；
- b) 5W 级：3kHz 处限值为 1000W，随频率增加每 10 倍频程减少 30dB，直至 17.5kHz 处限值为 5W，17.5kHz 以上不超过 5W。

4.4.5.1.4 带外输出限值

工作频带外输出限值见表 10。

表 10 带外输出限值

频率范围 kHz	骚扰电平限值（准峰值）	测量带宽
30~70	0dBm（1mW）	200Hz
70~140	-10dBm（100 $\mu\text{W}$ ）	9kHz
140~200	-15dBm（约 35 $\mu\text{W}$ ）	9kHz
> 500	<10 $\mu\text{W}$	9kHz

4.4.5.2 低压窄带电力线载波

4.4.5.2.1 信号频率

采用低压电力线窄带载波通信时，其载波信号频率范围应为 3kHz~500kHz。

4.4.5.2.2 输出信号电平限值

输出信号电平限值见表 11，电平测量均在 GB/T 6113.102—2008 第 4 章和附录 A 的 50Ω/50μH+5Ω (9kHz~150kHz) 和 50Ω/50μH (>150kHz) 的 V 型人工电源网络上。

表 11 输出信号电平限值

工作频率 kHz	输出电平限值（准峰值）	测量带宽
3~9	134dB (μV)	200Hz
9~95	带宽<5kHz, 134dB (μV) ~120dB (μV) (随频率呈线性下降); 带宽≥5kHz, 134dB (μV)	200Hz
95~148.5	134	200Hz
148.5~500	66~56 (随频率呈线性下降)	9kHz

4.4.5.2.3 带外传导骚扰电平限值

带外传导骚扰电平限值见表 12。

表 12 带外传导骚扰电平限值

频率范围 kHz	骚扰电平限值（准峰值） dB (μV)	测量带宽
9~150	66~89	200Hz
150~500	56~66	9kHz
>500	56	9kHz

4.4.5.3 低压宽带电力线载波

4.4.5.3.1 系统网络管理要求

低压宽带电力线载波通信单元应具有网络配置管理、故障管理、性能管理、安全管理等网络管理功能。

4.4.5.3.2 工作频带

宽带电力线载波的基本频带为 1MHz~30MHz，扩展频带为 30MHz~100MHz。

4.4.5.3.3 功率频谱密度

发送功率频谱密度在工作频带内不大于-50dBm/Hz，工作频带外不大于-80dBm/Hz。

4.4.5.3.4 辐射骚扰限值

参考 FCC part 15-2003 的 G 低压电力线宽带接入设备的要求，在 9kHz~30MHz 频带内的辐射骚扰限值见表 13。

表 13 9kHz~30MHz 频带内辐射骚扰限值

频率 MHz	场强 μV/m	测量距离 m
0.490~1.705	24 000/F (kHz)	30
1.705~30	30	30
0.009~0.490	2400/F (kHz)	300

30MHz 以上频带的辐射骚扰限值见表 14。

表 14 30MHz 以上频带的辐射骚扰限值

频率 MHz	10m 处场强（平均值） dB $\mu$ V/m
30~230	A 级：40，B 级：30
230~1000	A 级：47，B 级：37
注：用户侧设备要求达到 B 级，非用户侧设备可为 A 级。	

4.4.5.3.5 吞吐量

在 1:1 吞吐量测试条件下，测试包长为 64、128、256、512、1024、1280、1518 字节，测试时间为 20s，平均吞吐量应不小于 2Mb/s。

在 1:4 吞吐量测试条件下，测试包长为 64、128、256、512、1024、1280、1518 字节，测试时间为 20s，平均吞吐量的最小值应不小于 512Kb/s。

4.4.5.3.6 网络时延

1:1 时延测试中，测试包长为 1518 字节下的上行、下行时延，测试时间 20s，网络时延应小于 30ms。

4.4.5.3.7 长时间传输性能

系统在 1:1 的情况下，1518 字节帧长，90%吞吐量，2h 测试时间的情况下，上、下行丢帧率应小于  $10^{-2}$ 。

4.4.6 微功率无线通信单元

4.4.6.1 工作频率和收发电性能

按照《微功率（短距离）无线电设备的技术要求》，推荐表 15 的工作频率及收/发电性能。

表 15 工作频率及收/发电性能

工作频率 MHz	发射功率限值 mW	占用带宽 kHz	频率容差	接收灵敏度 dBm
433~434.79	20	400	—	-105
470~510	50	200	$100 \times 10^{-6}$	-105

4.4.6.2 杂散辐射

最大功率发射时杂散辐射限值：频率范围 30MHz~1GHz 时为-36dBm，频率范围 1GHz~5GHz 时为-30dBm；

待机或空闲状态的杂散辐射限值：频率范围 30MHz~5GHz 时为-47dBm。

4.5 绝缘性能要求

4.5.1 绝缘电阻

各电气回路对地和各电气回路之间的绝缘电阻要求见表 16。

表 16 绝 缘 电 阻

额定绝缘电压 V	绝缘电阻 M $\Omega$		测试电压 V
	正常条件	湿热条件	
$U \leq 60$	$\geq 10$	$\geq 2$	250
$60 < U \leq 250$	$\geq 10$	$\geq 2$	500

#### 4.5.2 绝缘强度

电源回路对地应耐受 500V (<60V 直流电源回路) 或 2500V (220V 交流电源回路) 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, 泄漏电流应不大于 5mA。

#### 4.5.3 冲击电压

电源回路、信号输入回路、信号输出回路各自对地和输入回路、输出回路和电源回路之间, 应耐受表 17 中规定的冲击电压峰值, 正负极性各 5 次。试验时应无破坏性放电 (击穿跳火、闪络或绝缘击穿) 现象。

表 17 冲击电压限值

试验回路	冲击电压峰值 V	试验回路	冲击电压峰值 V
直流电源对地	500	信号输入回路对输出回路	500
交流电源对地	5000	信号输入回路对电源回路	4000
信号输入/输出对地	500	信号输出回路对电源回路	4000

#### 4.6 电磁兼容性要求

通信单元应能在表 18 所列的电磁骚扰环境下正常工作, 骚扰对通信单元工作的影响程度用试验结果评价等级表示。

评价等级 A: 骚扰对通信单元工作无影响, 试验时和试验后通信单元均能正常通信。

评价等级 B: 骚扰使通信单元暂时丧失通信功能, 骚扰后不需人工干预, 5min 内能自行恢复通信功能。

电磁兼容性要求见表 18。

除电力线载波和微功率无线通信单元, 通信单元的无线电干扰抑制应符合 GB 9254—2008 的 B 级设备的要求。

表 18 电磁兼容性要求

电磁骚扰源	严酷等级	骚扰施加值	施加端口	评价等级要求
工频磁场	—	400A/m	整机	A
射频辐射电磁场	3	10V/m (80MHz~1GHz)	整机	A
	4	30V/m (1.4GHz~2GHz)	整机	A
静电放电	4	8kV	外壳和操作部分	A/B
电快速瞬变脉冲群	3	1.0kV (耦合)	通信线	A
	4	4.0kV	电源端口	A/B
振荡波	2	1.0kV (共模)	信号输入/输出端口	A/B
	4	2.5kV (共模), 1.25kV (差模)	电源端口	A/B
射频场感应的传导骚扰	3	10V	电源端口	A
浪涌	2	1.0kV (共模)	信号输入/输出端口	A/B
	4	4.0kV (共模), 2.0kV (差模)	电源端口	A/B

### 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:

- 温度:  $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ ;
- 相对湿度:  $25\% \sim 75\%$ ;
- 大气压力:  $86\text{kPa} \sim 108\text{kPa}$ 。

在每一项目的试验期间, 大气环境条件应相对稳定。

#### 5.1.1.2 电源条件

试验时电源条件为:

- 频率:  $50\text{Hz}$ , 允许偏差为 $-2\% \sim +1\%$ ;
- 电压:  $220\text{V}$ , 允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

#### 5.1.2 试验设备

标准设备的准确度应优于被测设备的准确度 2 个等级以上。

#### 5.1.3 试验方法

通信单元的试验可单独进行, 也可与合格的采集终端连接在一起同时进行。

### 5.2 结构试验

#### 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。

#### 5.2.2 间隙和爬电距离

按 GB/T 16935.1—2008 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—2006 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  $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ , 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。

### 5.3 气候影响试验

#### 5.3.1 高温试验

按 GB/T 2423.2—2008 规定的 Bb 类进行, 将被试通信单元在非通电状态下放入高温试验箱中央, 升温至本部分 4.1 条规定的最高温度, 保温 6h, 然后通电 0.5h, 通信功能和传输性能应满足 4.4 条相关要求。

#### 5.3.2 低温试验

按 GB/T 2423.1—2008 规定的 Ab 类进行, 将受试通信单元在非通电状态下放入低温试验箱的中央, 降温至本部分 4.1 条规定的最低温度, 保温 6h, 然后通电 0.5h, 通信功能和传输性能应满足 4.4 条相关要求。

#### 5.3.3 湿热试验

按 GB/T 2423.3—2006 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, 受试通信单元的通信功能和传输性能应满足 4.4 的相关要求。

### 5.4 绝缘性能试验

#### 5.4.1 绝缘电阻

在正常试验条件和湿热试验条件下, 按表 16 的测试电压在通信单元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 4.5.1 的规定。

#### 5.4.2 绝缘强度

用  $50\text{Hz}$  正弦波电压对以下回路进行试验, 时间 1min, 施加 4.5.2 条规定的试验电压。被试回路为:

- 电源回路对地；
- 信号输入、输出回路对地；
- 以上无电气联系的各回路之间；
- 交流电源和直流电源间。

通信单元试验时不得出现击穿、闪络现象，泄漏电流应不大于 5mA。

5.4.3 冲击电压

冲击电压要求：

- 脉冲波形：标准 1.2/50μs 脉冲波；
- 电源阻抗：500Ω±50Ω；
- 电源能量：0.5J±0.05J。

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 17 的规定。

被试回路为：

- 电源回路对地；
- 信号输入、输出回路对地；
- 以上无电气联系的各回路之间。
- RS-485 接口与电源端子间。

试验时通信单元应无破坏性放电（击穿跳火、闪络或绝缘击穿）现象。

5.5 电磁兼容性试验

5.5.1 一般要求

以下试验规定了通信单元的电源、输入、输出等端口以及外壳的电磁兼容性试验方法，各种类型的通信单元可根据其配置进行相应的试验。

5.5.2 试验结果评价

试验结果的评价适用于所有通信单元，试验结果应依据通信单元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 19。

A 级：试验时和试验后通信单元均能正常工作，不应有任何损坏、死机、复位现象。

B 级：试验时可出现短时通信中断，试验后无需人工干预，通信单元应可以自行恢复。

表 19 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
电压暂降和短时中断	—	A
工频磁场抗扰度	A	A
射频电磁场辐射抗扰度	A	A
射频场感应的传导骚扰	A	A
静电放电抗扰度	A/B	A
电快速瞬变脉冲群抗扰度	A/B	A
阻尼振荡波抗扰度	A/B	A
浪涌抗扰度	A/B	A

5.5.3 试验方法

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、电快速瞬变脉冲群抗扰度、静电放电抗扰度、振荡波抗扰度、浪涌抗扰度各项的试验方法见 DL/T 698.31—2010 相应条款。

无线电干扰抑制试验按 GB 9254—2008 台式设备的试验方法进行，连接线路应使用长度为 1m 的无屏蔽电缆。除电力线载波和微功率无线通信单元外，通信单元的无线电干扰抑制应符合 GB 9254—2008 的 B 级设备的要求。

## 5.6 通信功能与传输特性试验

### 5.6.1 EPON 无源光网络通信单元

#### 5.6.1.1 检验项目

检验项目见表 20，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 20 EPON 通信单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	功能	基本功能	√	√
2	光接口特性	工作波长	√	√
3		平均发射功率	√	√
4		接收灵敏度	√	√
5	传输性能	传输距离	√	√
6		误比特率	√	√

#### 5.6.1.2 试验方法

OLT、ONU 设备按照 YD/T 1531—2006、YD/T 1809—2008、GB 9254—2008 的要求测试，测试结果应符合 4.4.1 的要求。

### 5.6.2 以太网交换机

#### 5.6.2.1 检验项目

检验项目见表 21，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 21 以太网交换机检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	功能和性能	数据帧转发/过滤	√	√
2		网络管理	√	√
3		吞吐量	√	√
4		传输时延	√	√
5	接口传输特性	中心波长	√	√
6		发射光功率	√	√
7		接收灵敏度	√	√
8		误码率	√	√

#### 5.6.2.2 试验方法

各检验项目的测试方法按照 YD/T 1141—2007 的相应要求进行，测试结果应符合 4.4.2 相应要求。

### 5.6.3 无线公网通信单元试验

#### 5.6.3.1 检验项目

检验项目见表 22，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 22 无线公网填写单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	功能测试	无线服务运营商显示	√	√
2	业务测试	短消息业务	√	√
3	GPRS 功能测试	GPRS 附着测试	√	√
4	信号发射测试	相位误差和频率误差	√	√
5		发射机输出功率	√	√
6	信号接收测试	参考灵敏度	√	√

5.6.3.2 功能测试

在待机状态下查看终端屏幕，应当显示当前无线服务运行商的标识。

5.6.3.2.1 业务测试项目

采用在实际 GSM 网络上进行拨打验证的方法测试，通过进行各种网络应用业务的测试，验证通信单元的业务能力。

正确配置通信单元的连接，逐一使用现有主要短信息业务，要求通信单元在各种情况下都成功收/发短消息。

5.6.3.2.2 GPRS 功能测试

测试方法：

- a) 确认网络 GPRS 业务已开通，通信单元关机处于 GPRS 覆盖区域；
- b) 通信单元开机，进行 GPRS 附着；
- c) 激活一个分组数据协议上下文；
- d) 向网络发送数据；
- e) 去激活分组数据协议上下文。

预期结果：

- a) 通信单元正常执行 GPRS 附着程序。
- b) 通信单元正常执行分组数据协议上下文激活程序。
- c) 通信单元正常去激活分组数据协议上下文。

5.6.3.3 信号发射测试

5.6.3.3.1 GPRS 信号发射测试

5.6.3.3.1.1 相位误差和频率误差

要求：

- 通信单元载波频率误差应小于  $1 \times 10^{-7}$ 。
- 每一个突发脉冲的均方根值（RMS）相位误差都不应超过  $5^\circ$ 。
- 每一个突发脉冲的有用部分的相位最大峰值误差不超过  $20^\circ$ 。

测试方法：

对突发脉冲进行取样，得到其相位轨迹，将此相位轨迹与理论的相位轨迹相比较，从两条轨迹得出的回归线可以用来指示频率误差，而与此回归线的相位偏差便是测量的相位误差，峰值相位误差是指偏离回归线最远的值，RMS 值是所有取样值的均方根平均值。

初始条件：

通信单元通过射频（RF）电缆与测试设备（TE）相连，根据通用呼叫建立程序建立一个分组通信，TE 指令通信单元以最多的时隙进行发射。TE 激活加密模式，TE 指令通信单元完成分组数据传输信道（PD TCH）的环回。



测试程序:

- a) TE 对通信单元发射的最后一个时隙的脉冲进行均匀采样, 最小采样率不小于 294 个采样点/脉冲;
- b) TE 根据已知的比特模式和调制器的定义, 计算出期望的相位轨迹;
- c) 根据测试方法 a) 和 b) 中得到的两条相位轨迹计算出相位轨迹的误差, 通过此相位轨迹误差做出一条线性回归线, 该回归线的斜率即为频率误差, 每个采样点与回归线间的差值就是该点的相位误差, TE 计算相位误差均方根值;
- d) 对通信单元发射的 20 个脉冲重复测试方法 a) ~c) 项。

预期结果:

20 个脉冲中测得的相位误差和频率误差均应满足一致性要求。

#### 5.6.3.3.1.2 发射机输出功率和脉冲定时

要求:

- a) 通信单元的最大输出功率应满足表 6 中的规定, 根据其功率级别容限范围为  $\pm 2\text{dB}$ 。
- b) 通信单元的功率控制级应具有预期功率级别相应的最低功率控制级至最高功率控制级, 具有表 6 中规定的标称输出功率, 其容限等于  $\pm 3$ 、 $\pm 4$  或  $\pm 5\text{dB}$ 。

#### 5.6.3.3.2 CDMA 无线发射测试

CDMA 无线发射测试方法参照 YDC 023—2006。

#### 5.6.3.4 信号接收测试

##### 5.6.3.4.1 GPRS 信号接收测试

测试项目和方法参照 YD/T 1215—2006 中 6.2.3 条执行。

##### 5.6.3.4.2 CDMA 无线接收测试

CDMA 无线接收测试方法参照 YDC 023—2006。

#### 5.6.4 230MHz 无线专网通信单元

##### 5.6.4.1 检验项目

检验项目见表 23。

表 23 230MHz 无线专网通信单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式试验	出厂检验
1	数据传输信道试验	数据传输误码率	√	√
2	发射机电性能试验	输出载波功率试验	√	√
		载波频率误差试验	√	√
		发射频偏试验	√	√
		杂散射频分量试验	√	√
		启动时间试验	√	√
3	接收机电性能试验	接收灵敏度试验	√	√
		邻道选择性试验	√	√
		杂散响应抑制试验	√	√
		互调响应抑制试验	√	√

##### 5.6.4.2 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相关的要求。

5.6.4.3 电台电性能试验要求

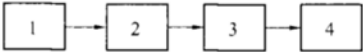
测试时要求提供与被试通信单元接收解调器性能一致的主站数据调制器，被试通信单元应提供接收的解调数据信号测试点、发射频偏测试用数据“0”、数据“1”和发送控制（PTT）设置点等。

数话兼容通信单元可在通话方式下测量，测量方法见 GB 12192、GB 12193。

5.6.4.4 发射机电性能试验

5.6.4.4.1 输出载波功率

被测通信单元的天线端口连接到通信综合测试仪或矢量分析仪（矢量分析仪设置为频谱分析方式），使通信单元的发信机处于发射状态，直接测量发信机的输出载波功率，其值应符合 4.4.4.4 的相关规定。在 4.1 规定的极限温度下，输出载波功率的变化应小于 3dB。发射测量配置见图 1。



1—数据信号源；2—被测通信单元；3—功率衰耗器；4—通信综合测试仪/矢量分析仪

图 1 发射测量配置

5.6.4.4.2 载波频率误差

被测通信单元的天线端口连接到通信综合测试仪或矢量分析仪（矢量分析仪设置为频谱分析方式），使通信单元发信机处于发射状态，直接测量发信机的输出载波频率，其值应符合 4.4.4.4 的相关规定。在 4.1 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 4.4.4.4 的相关规定。

5.6.4.4.3 发射频偏

被测通信单元的收发信机天线端口连接频偏仪或通信综合测试仪，发射机在正常的数传状态下工作，数据信号源发送数据“0”和数据“1”时频偏仪的指示即为发射频偏值，应符合 4.4.4.4 的相关规定。

使用矢量分析仪测试时，分析仪设置矢量分析方式、中频触发和 FM 解调方式，调频主时间窗口刻度设置为 1kHz/格，在分析仪上读取数传频偏。

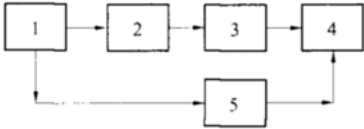
5.6.4.4.4 杂散射频分量

杂散射频分量用杂波功率计或选频功率计直接测量，结果应符合 4.4.4.4 的相关规定。

使用矢量分析仪测试时，分析仪设置为宽带频谱分析方式，分辨带宽设置到足够测量的动态范围，显示踪迹采用保持方式，记录被测通信单元发射主频以外的最大信号的频率和功率。

5.6.4.4.5 启动时间

按图 2 连接各设备，被测通信单元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为  $\tau \leq 2.5\text{ms}$ ），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。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。



1—被测通信单元；2—功率衰耗器；3—峰值检波器；4—示波器；5—同步控制

图 2 启动时间测量配置

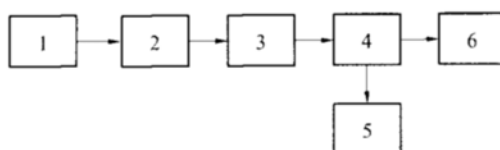
5.6.4.5 接收机电性能测试

5.6.4.5.1 接收灵敏度

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（ $\mu\text{V}$ ）表示。

按图 3 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

码测试设备连接被测通信单元的解调数据信号线 (RD)。数据调制器和射频信号源也可用矢量信号源替代。



1—数据信号源；2—数据调制器；3—射频信号源；4—被测通信单元；5—误码测试仪；6—示波器

图3 接收机测量配置

测量步骤：

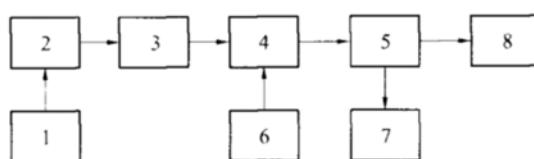
- 接收机静噪完全开启，置射频信号源的输出频率为被测通信单元接收的标称工作频率，射频信号源设置为外调制状态，调制频偏为 4kHz；
- 射频信号源先设置在较低输出电平上，使测试主机（数据信号源）输出误码测试码序列数据时，被测通信单元的解调数据输出产生较高误码率（如 0.05）；
- 按每次 0.5dB 的步值增减射频信号源输出电平，直至测试主机（数据信号源）输出误码测试码序列数据时被测通信单元的解调数据输出的误码率达到规定值（误码率等于 0.01），记录此时的输出电平读数  $U1$  ( $\mu V$ )；
- 重复步骤 c) 3 次，取 3 次读数的平均值即为参考灵敏度  $U1$ ， $U1$  应符合 4.4.4.4 的要求。

#### 5.6.4.5.2 邻道选择性

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。

测量步骤：

- 按图 4 连接各设备，先使无用射频信号源不工作，按参考灵敏度的测量方法确定有用射频信号源的输出电平 ( $dB\mu V$ )，记为  $C$ ，然后将此电平增加 3dB。
- 使无用射频信号源分别工作在工作射频为  $\pm 25kHz$  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。
- 按每次 0.5dB 的步值增减有用射频信号源的输出电平，直至测试主机（数据信号源）输出数据时，被测通信单元有正确解调数据输出（误码率等于 0.01）；记录此时无用射频信号源的输出电平读数  $D$  ( $dB\mu V$ )，邻道选择性  $S_2$  (dB) 为： $S_2 = D - C$ 。 $S_2$  应符合 4.4.4.4 的要求。



1—数据信号源；2—数据调制器；3—有用射频信号源；4—汇接网络；

5—被测通信单元；6—无用射频信号源；7—示波器；8—误码仪

图4 邻道选择性、杂散响应抑制测量配置

#### 5.6.4.5.3 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 4 连接各设备，示波器连接到被测通信单元的 RD 输出端。

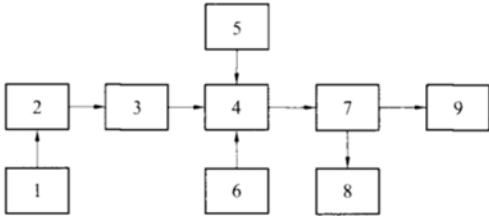
测试步骤：

- 将被测通信单元置于静噪完全开启状态，关闭无用射频信号源，置有用射频信号源（或工作在模拟输出方式的矢量信号源）输出电平为  $100dB\mu V$ 、输出频偏为 4kHz 的调制状态，射频输出频率在规定范围内（接收机标称工作频率的  $1/2 \sim 2$  倍）从低到高以适当的步值缓慢扫描，用示波器数传接口 RD 信号，一旦 RD 波形明显改善，则微调频率，以确定该频点的正确位置，记下这些频点作为杂散响应频率点。

- b) 置有用射频信号源（或工作在矢量输出方式的矢量信号源）的输出频率为接收标称工作频率，按参考灵敏度测量方法调整有用射频信号源（或矢量信号源）的输出电平，此时的输出电平（dBμV）记为  $E$ ，然后将此电平增加 3dB。
- c) 将无用射频信号源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 65dB。按每次 0.5dB 的步值增减无用射频信号源的射频电平，直至数据信号源输出数据时，被测通信单元 RD 有连续解调数据输出（误码率为 0.01）；记录此时无用射频信号源的输出电平读数（dBμV）。
- d) 按上述方法记录各杂散响应频率下的无用射频信号源的输出电平读数，取最小者记为  $F$ （dBμV），则杂散响应抑制  $S_3$ （dB）为： $S_3 = F - E$ 。 $S_3$  应符合 4.4.4.4 的要求。

5.6.4.5.4 互调响应抑制

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 5 配置连接各设备，图中数据调制器和有用射频信号源可用矢量信号源替代。



1—数据信号源；2—数据调制器；3—有用射频信号源；4—汇接网络；5—无用射频信号源 US1；  
6—无用射频信号源 US2；7—被测通信单元；8—误码测试仪；9—示波器

图 5 互调响应抑制测量配置

测量步骤：

- a) 先使无用射频信号源 US1 和 US2 不工作，按参考灵敏度的测量方法确定有用射频信号源的输出电平（dBμV）记为  $G$ ，然后将此电平增加 3dB。
- b) 将无用射频信号源 US1 的载波频率  $f_{US1}$  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 US2 的载波频率  $f_{US2}$  调节到  $f_1 + 50\text{kHz}$ ，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 的步值同步增减无用射频信号源 US1 和 US2 的输出电平值，使误码率等于 0.01，记录此时信号 US1 和 US2 的输出电平值  $H_1$ ；
- d) 将无用射频信号源 US1、US2 的载波频率调到的  $f_1$  另一边，重复上述测量。也就是使  $f_{US1} = f_1 - 25\text{kHz}$ ， $f_{US2} = f_1 - 50\text{kHz}$ ，记下此时无用射频信号源 US1 或 US2 的输出电平值  $H_2$ ；
- e) 该通信单元接收机互调响应抑制  $S_4$  为： $S_4 = H - G$ 。式中： $H$  为  $H_1$  和  $H_2$  中较小的一个。互调干扰性  $S_4$  应符合 4.4.4.4 的要求。

5.6.5 中压电力线载波通信单元

5.6.5.1 检验项目

检验项目见表 24，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 24 中压电力线载波通信单元检验项目

序号	检测项目	型式检验	出厂检验
1	信号频率	√	√ <sup>a</sup>
2	标称输出功率	√	√ <sup>a</sup>
3	带外输出限值	√	√ <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 批次检验。

5.6.5.2 测试方法

使被试设备处于连续发送状态，用选频表或频谱仪直接测量工作频率和输出功率。

5.6.6 低压窄带电力线载波通信单元

5.6.6.1 检验项目

检验项目见表 25，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 25 低压窄带电力线载波通信单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	通信单元输出性能试验	信号频率	√	√
		最大输出信号电平	√	√
		使用频带外的干扰电平	√	—
		发射频率偏移测试	√	—
2	发射性能	发射温升	√	—
		发射频率温度漂移测试	√	—
3	接收性能测试	接收频率偏移容限测试	√	—
4	传输性能测试	通信成功率测试	√	—
5	功耗测试	静态功耗	√	—
		动态功耗	√	—
6	通信协议	协议一致性	√	—

5.6.6.2 输出性能

5.6.6.2.1 载波信号频率和电平的测试

载波信号频率和电平的测试电路见图 6。

图 6 中虚线框内 T 网络为 GB/T 6113.102—2008 第 4 章和附录 A 的 50mH 与 5Ω 的串联回路和 50Ω 并联的 V 型人工电源网络，频率 9kHz~800kHz 的各元件值见表 26。频谱仪的峰值检测器带宽分辨率应选择 200Hz。

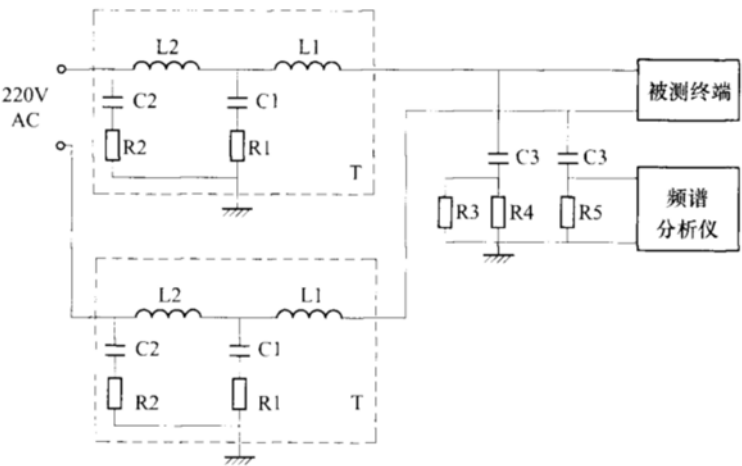


图 6 载波信号频率和电平测试

表 26 元 件 值

元件	R1	R2	R3	R4	R5	L1	L2	C1	C2	C3
值	5Ω	10Ω	1000Ω	50Ω	50Ω	50μH	250μH	8μF	4μF	0.25μF

利用频谱分析仪和图 6 中规定的人工电源网络，对被测设备进行载波信号频率和电平测试。

5.6.6.2.2 信号最大输出电平和干扰电平

使被试设备处于连续发送状态，用频谱仪在载频频带内找出输出电平最高点，此时的电平值记作 V1。在载频频带外找出输出电平最高点，此时的电平值记作 V2。V1 和 V2 的值应符合相关的要求。

5.6.6.2.3 发射频率偏移

发射频率偏移应不大于±0.25%，且不大于带宽范围的 5%。

5.6.6.2.4 发射温升

载波发送单元以“空闲时间 2s”连续发射 30min，载频负载为 2Ω时，在环境温度为 40℃时，温升应小于 25K。测试电路见图 7。

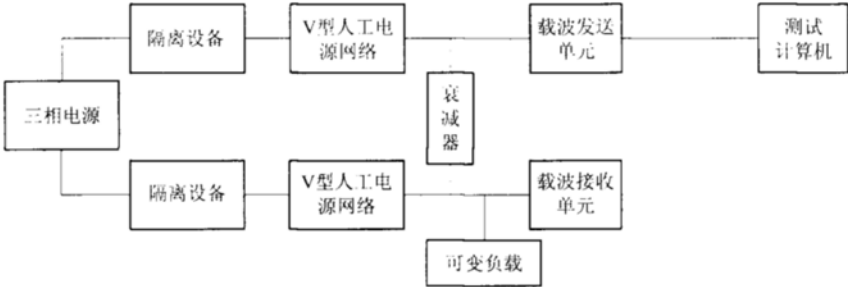


图 7 发射温升测试配置

5.6.6.2.5 通信成功率

a) 常温条件下通信测试。

采用图 7 测试电路，测试机软件以 15min 的抄收间隔自动抄收不少于 6 块电能表的数据，抄收次数不少于 400 次，记录每次抄收的数据，试验后统计通信成功率应大于 97%。

b) 高温条件下通信测试。

在高温试验时，测试机软件以 5min 的抄收间隔自动抄收不少于 6 块电能表的数据，抄收次数不少于 30 次，记录每次抄收的数据，试验后统计通信成功率不低于 95%。

c) 低温条件下通信测试。

在低温试验时，测试机软件以 5min 的抄收间隔自动抄收不少于 6 块电能表的数据，抄收次数不少于 30 次，记录每次抄收的数据，试验后统计通信成功率不低于 95%。

5.6.6.2.6 发射频率温度漂移

在 4.1 规定的极限温度下（高温和低温试验时），测量发射频率，其漂移值不大于 20ppm。

5.6.6.2.7 协议一致性试验

用测试台和协议测试软件进行协议一致性测试。

集中器用载波模块与集中器的接口通信协议应符合 DL/T 698.42。

电能表用载波模块与电能表通信协议应符合 DL/T 645。

5.6.6.2.8 静态功耗试验

用精度为 1.0 级的交流功率计测量通信单元的静态功耗，应符合 4.2 规定。

5.6.6.2.9 动态功耗试验

用精度为 1.0 级的交流功率计测量通信单元的动态功耗，应符合 4.2 规定。

5.6.7 低压宽带电力线载波试验

5.6.7.1 检验项目

检验项目见表 27，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 27 低压宽带电力线载波通信单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	基本测试	工作频段测试	√	√
2		发射功率谱密度	√	√
3		辐射骚扰限值	√	√ <sup>a</sup>
4	通信性能	通信速率测试	√	√ <sup>a</sup>
5		网络时延测试	√	√ <sup>a</sup>
6		丢包率测试	√	√ <sup>a</sup>
7		节点容量测试	√	√ <sup>a</sup>
8		长时间传输性能测试	√	√ <sup>a</sup>
9	功能测试	配置管理	√	√ <sup>a</sup>
10		安全管理	√	√ <sup>a</sup>
11	功耗测试	静态功耗	√	√ <sup>a</sup>
12		动态功耗	√	√ <sup>a</sup>

<sup>a</sup> 批次检验。

5.6.7.2 试验方法

5.6.7.2.1 试验网络

试验网络结构见图 8。

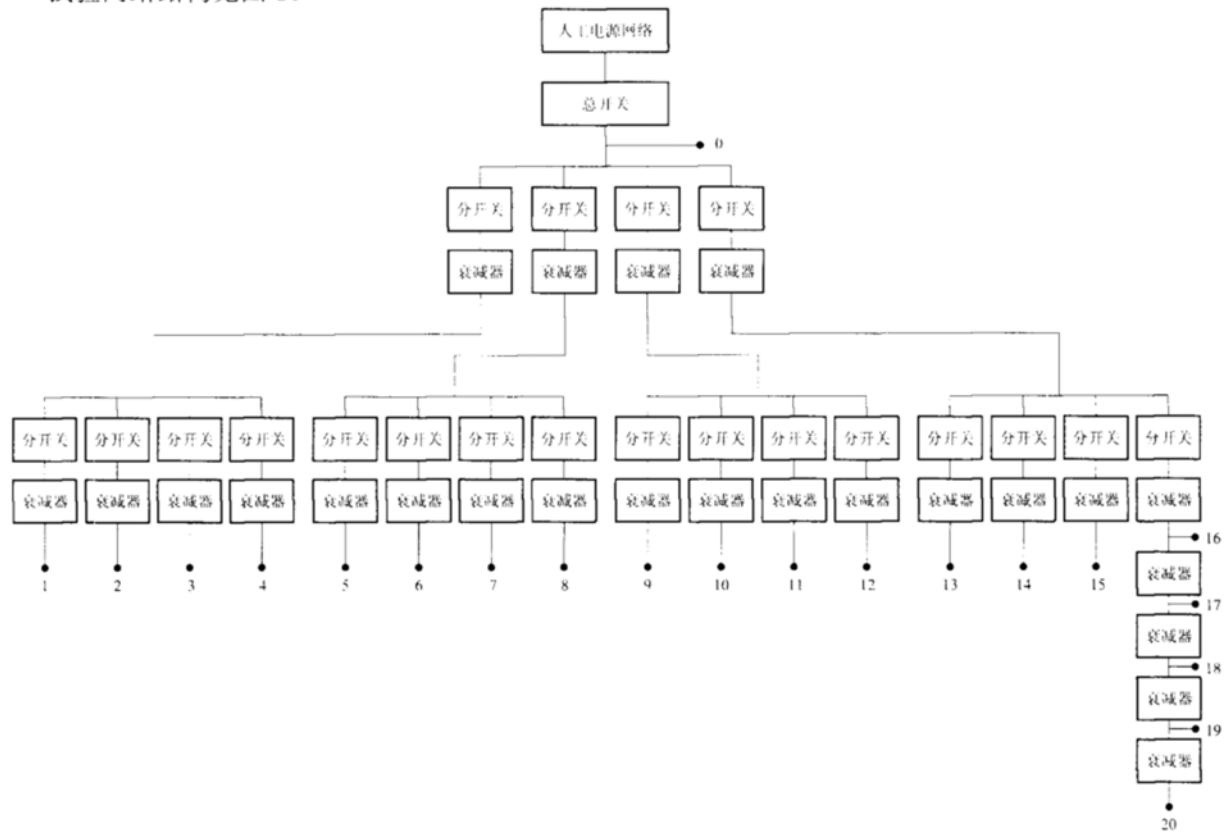


图 8 试验网络结构（仅供参考）

#### 5.6.7.2.2 工作频段试验

按图 9 配置各测试设备，计算机利用测试软件向被测设备发信号，使被测设备处于连续发送状态，通过 PLC 信号取样器将信号送到频谱分析仪，频谱分析仪测量出载波信号最大输出电平  $p_{\max}$ ，找出较  $p_{\max}$  低 20dB 的上下两个频率分别记作  $f_1$  和  $f_2$ ， $B=f_2-f_1$ ，其频率范围应符合 4.4.5.1 要求。

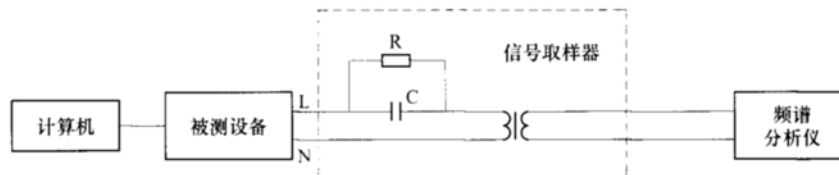


图 9 测试配置

#### 5.6.7.2.3 功率谱密度试验

按图 9 配置，计算机利用测试软件向被测设备发信号，使被测设备处于连续发送状态，通过 PLC 信号取样器将信号送到频谱分析仪，频谱分析仪测量出发射功率谱密度，积分带宽 100kHz 在工作频带内不大于 -50dBm/Hz，工作频带外不大于 -80dBm/Hz。

#### 5.6.7.2.4 辐射骚扰限值

按照 GB 9254—2008 的试验方法，测量宽带通信单元的辐射骚扰值，测量结果应符合 4.4.5.3 的相关要求。

#### 5.6.7.2.5 通信速率（吞吐量）试验

在标准试验网络环境中，分别将集中器电力线宽带通信单元、采集器电力线宽带通信单元的通信测试口与网络性能测试仪各端口相连。

1:1 吞吐量测试中，设置网络性能分析仪，向采集器电力线宽带通信单元发送不同长度的测试包，测试包长为 64、128、256、512、1024、1280、1518 字节下的上行、下行吞吐量，测试时间为 20s，平均吞吐量应不小于 2Mb/s。

1:4 吞吐量测试中，设置网络性能分析仪，向采集器电力线宽带通信单元发送不同长度的测试包，测试包长为 64、128、256、512、1024、1280、1518 字节下的上行、下行吞吐量，测试时间为 20s，平均吞吐量的最小值应不小于 512Kb/s。

#### 5.6.7.2.6 网络时延

在标准试验网络环境中，分别将集中器电力线宽带通信单元、采集器电力线宽带通信单元的通信测试口与网络性能测试仪各端口相连。

1:1 时延测试中，设置网络性能分析仪，向采集器发送不同长度的测试包，测试包长为 1518 字节下的上行、下行时延，测试时间 20s，网络时延应小于 30ms。

#### 5.6.7.2.7 长时间传输性能

在标准试验网络环境中，分别将集中器电力线宽带通信单元、采集器电力线宽带通信单元的通信测试口与网络性能测试仪各端口相连。

设置网络性能分析仪，向采集器发送不同长度的测试包，测试包长为 1280 字节下，测试时间为 2h，90%吞吐量的上行、下行丢包率应小于  $10^{-2}$ 。

#### 5.6.7.2.8 配置管理

测试过程：

- a) 打开电力线宽带通信单元配置管理程序；
- b) 配置电力线宽带通信单元的 IP 地址、子网掩码；
- c) 配置电力线宽带通信单元的工作频段；
- d) 配置电力线宽带通信单元的功率谱密度。



通信单元应能成功完成上述配置。

5.6.7.2.9 安全管理

a) 测试项目：用户登录。

测试过程：

- 1) 启动网管系统；
- 2) 输入用户名和口令。

预期结果：

如果用户名和口令正确，网管系统正常启动，否则提示用户重新输入。

b) 测试项目：添加、删除和修改操作用户。

测试过程：

- 1) 启动用户管理程序；
- 2) 添加、删除和修改操作用户；
- 3) 添加两个具有不同操作权限的用户（用户 A 和用户 B），验证用户 A 和用户 B 是否只能在自己的权限范围内对设备进行操作。

预期结果：

在添加、删除和修改操作用户后，用户被添加、删除或者属性更改，更改属性包括用户名、口令、级别、可以操作的设备和可以执行的口令。

在添加两个具有不同操作权限的用户后，用户 A 和用户 B 只能在自己的权限范围内对设备进行操作。

5.6.7.2.10 功耗

用精度为 1.0 级的交流功率计测量通信单元的功耗，应符合 4.2 规定。

5.6.8 微功率无线通信单元试验

5.6.8.1 检验项目

检验项目见表 28，出厂检验由通信单元生产厂商提供检验报告。

表 28 短距离无线通信单元检验项目

序号	项 目 类 别	检 测 项 目	型式检验	出厂检验
1	无线射频指标测试	接收灵敏度测试	√	√
2		接收信号频率偏移容限测试	√	√ <sup>a</sup>
3		接收信号功率承受容限测试	√	√ <sup>a</sup>
4		发送功率测试	√	√
5		发送功率带内平坦度测试	√	√ <sup>a</sup>
6		发送信号频率偏移测试	√	√ <sup>a</sup>
7		发送信号矢量幅度误差	√	√ <sup>a</sup>
8		发送信号成功率测试	√	√ <sup>a</sup>
9	骚扰测量	骚扰测量	√	√ <sup>a</sup>
10	功耗测试	静态功耗	√	—
		动态功耗	√	—
11	通信协议	协议一致性	√	—
<sup>a</sup> 批次检验。				

## 5.6.8.2 试验方法

## 5.6.8.2.1 无线射频指标试验

无线射频测试宜选择在屏蔽室或屏蔽箱内进行，测量环境条件、被测样品布置以及测量设备要求参照 GB 9254—2008 第 8 章和第 9 章。

- a) 接收灵敏度测试：信号发生器发送强度为 $-90\text{dBm}$ 的标准短距离无线信号，由被测设备接收，被测设备应能正确接收并识别所发送的无线信号。
- b) 接收信号频率偏移容限测试：信号发生器发送强度为 $-60\text{dBm}$ ，频率偏移信道中心频率 $\pm 60\text{ppm}$ 的标准短距离无线信号，由被测设备接收，被测设备应能正确接收并识别所发送的无线信号。
- c) 接收信号功率承受容限测试：信号发生器发送强度为 $-20\text{dBm}$ 的标准短距离无线信号，由被测设备接收，被测设备应能正确接收并识别所发送的无线信号。
- d) 发送功率测试：被测设备发送无线射频信号，由频谱仪检测其信号强度应符合 4.4.6.1 的要求。
- e) 发送功率带内平坦度测试：被测设备发送最大功率无线射频载波信号，测试至少三个短距离无线信道如 0C, 13, 1B 等，由频谱仪检测并分析功率平坦度。
- f) 发送信号频率偏移测试：被测设备发送最大功率无线射频载波信号，由频谱仪检测载波信号中心频率偏移量，测试结果应符合 4.4.6.1 的要求。
- g) 发送信号矢量幅度误差（EVM）测试：被测设备发送最大输出功率的短距离无线射频调制信号，由频谱仪检测其信号，并由分析软件分析信号质量。
- h) 发送信号成功率测试：被测设备发送功率为 $-60\text{dBm}$ 的短距离无线射频调制信号，由短距离无线标准节点检测并识别其所发送的信号。

## 5.6.8.2.2 骚扰试验

- a) 试验条件：按照 YD/T 1312.8—2004 第 4 章，I 类设备试验。
- b) 骚扰测量项目：见表 29。
- c) 骚扰测量方法：按照 YD/T 1312.8—2004 第 8 章的测试方法，测试结果应满足 4.4.6.2 的限值要求。

表 29 骚扰测量项目

测量项目	适用端口
传导杂散骚扰	天线连接器端口
辐射杂散骚扰	整机
连续骚扰	辅助设备的机壳端口
	信号/控制端口
	DC 电源输入/输出端口
	AC 电源输入/输出端口

## 5.6.8.2.3 功耗

用精度为 1.0 级的交流功率计测量通信单元的功耗，应符合 4.2 规定。

## 5.6.8.2.4 协议一致性试验

用测试台和协议测试软件进行协议一致性测试。集中器用微功率无线与集中器的接口通信协议应

**DL / T 698.36 — 2013**

符合 DL/T 698.42。电能表用微功率无线与电能表通信协议应符合 DL/T 645。

## **6 检验规则**

检验规则参照 DL/T698.31—2010 第 6 章规定。

## **7 标志、运输、储存**

参照 DL/T698.31—2010 第 7 章的规定。

---

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
电能信息采集与管理系统  
第 3-6 部分：电能信息采集终端技术规范  
—通信单元要求

DL/T 698.36—2013  
代替 DL/T 698—1999

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1.75 印张 49 千字  
印数 0001—3000 册

\*

统一书号 155123·1623 定价 15.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换  
版 权 专 有 翻 印 必 究



155123.1623

上架建议：规程规范/  
电力工程/供用电

