



# 青岛鼎信通讯股份有限公司技术文档

---

## 青岛鼎信单/三相户变识别载波模块 企业标准

V1.2

2022 - 06 - 01 发布

2022 - 06 - 01

## 目 录

1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 定义 .....	5
4 技术要求 .....	5
4.1 环境条件 .....	5
4.1.1 参比温度及参比湿度 .....	5
4.1.2 温湿度范围 .....	5
4.2 机械影响 .....	5
4.2.1 机械振动 .....	5
4.2.2 跌落实验 .....	5
4.2.3 模拟汽车颠簸实验 .....	6
4.3 工作电源 .....	6
4.3.1 一般要求 .....	6
4.3.2 HPLC 户变识别载波模块功率消耗 .....	6
4.3.3 4uF 电容插拔试验（非通讯状态下） .....	6
4.4 功能要求 .....	7
4.4.1 载波通信 .....	7
4.4.2 HPLC 户变识别载波灵敏度（研发自测） .....	7
4.5 外观结构 .....	7
4.5.1 一般检测 .....	7
4.5.2 外壳与端子着火试验 .....	7
4.5.3 接线端子间隙和爬电距离 .....	7
4.6 绝缘性能要求 .....	8
4.6.1 绝缘电阻 .....	8
4.6.2 绝缘强度 .....	8
4.7 冲击电压 .....	8
4.8 数据传输信道 .....	8
4.8.1 宽带功率谱密度（研发自测） .....	8
4.8.2 宽带载波频率（研发自测） .....	9
4.9 电磁兼容性要求 .....	9
4.9.1 抗接地故障能力 .....	9
4.9.2 电压暂降和短时中断 .....	9
4.9.3 工频磁场抗扰度 .....	9
4.9.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度 .....	9
4.9.5 静电放电抗扰度 .....	10
4.9.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度 .....	10
4.9.7 阻尼振荡波抗扰度 .....	10

---

4.9.8 浪涌抗扰度.....	10
4.10 气候影响试验.....	11
4.10.1 高温试验.....	11
4.10.2 低温试验.....	11
4.10.3 湿热试验.....	11
4.10.4 双 85 试验.....	11
4.10.5 高温耐久试验.....	11
4.11 其他内控测试.....	11
4.11.1 波形测试.....	11
4.11.2 热插拔.....	11
4.11.3 充电器干扰器试验.....	11
4.12 单/三相户变识别模块特征电流注入功能检测试验.....	12
4.13 三相电相位差偏差验证.....	13
附录 A 单、三相户变识别载波模块检验项目.....	14

## 前 言

本标准是在《Q/GDW 1373-2013 1379.4-第 4 部分：通信单元检验技术规范》《Q/GDW11612.1-2016 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范第 2 部分：技术要求》

《Q/GDW11612.1-2016 低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 3 部分：检验方法》的基础上并结合南网规范起草的内控标准。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司载波产品线硬件部起草。

本标准主要起草人：滕绍伟、曹金龙、熊桂全、张希刚

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至青岛鼎信股份有限公司载波产品线。

## 单/三相户变识别载波模块企业标准

### 1 范围

本标准规定了单/三相户变识别载波模块的环境条件、工作电源、功能要求、技术指标、可靠性等方面的技术要求、检验规则以及运行质量管理等要求。

本标准主要适用对象为单相、三相户变识别载波模块系列产品，例如单相电网神经元、单相通道板(HBSB)、三相电网神经元、三相通道板(HBSB)（含三相四线和真三相户变识别载波模块），主要定义产品的外观结构、功能及性能、测试内容及方法，作为单相模块系列产品的内控依据。

### 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。当引用标准与本标准的要求有冲突时，应以本标准为准。

GB/T 4208-2008	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 15464-1995	仪器仪表包装通用技术条件
GB/T 17626.1-2006	电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论
GB/T 17626.2-2018	静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2016	射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2018	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 17626.6-2017	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 17626.10-2017	阻尼振荡磁场抗扰度试验
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 17626.12-2013	振荡波抗扰度试验
DL/T 533-2007	电力负荷管理终端
DL/T 645-2007	多功能电能表通信规约
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 11109005-2013	中国南方电网有限责任公司低压电力用户集中抄表系统采集器技术规范
Q/GDW 1364-2013	单相智能电能表技术规范
Q/GDW 1373-2013	1375.3-第 3 部分：采集器型式规范
Q/GDW 1373-2013	1374.2-第 2 部分：集中抄表终端技术规范
Q/GDW 1373-2013	1374.3-第 3 部分：通信单元技术规范
Q/GDW 1373-2013	1379.4-第 4 部分：通信单元检验技术规范
Q/GDW 11612.1-2016	低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 1 部分：总则
Q/GDW 11612.1-2016	低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 2 部分：技术要求
Q/GDW 11612.1-2016	低压电力线宽带载波通信互联互通技术规范 第 3 部分：检验方法

### 3 定义

Q/GDW 1373-2013和Q/GDW 11612.1-2016中确定的定义适用于本标准。

### 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

单相模块正常运行的气候环境条件见表 4.1。

表 4.1 气候环境条件分类

标准要求	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 <sup>3</sup>
国网标准	C2	-40~+70	1	10~100	35
南网标准	C3	-40~+75	1	10~100	35
企业标准	CX	-45~+85	1	10~100	35

a 温度变化率取 5min 时间内平均值。  
b 相对湿度包括凝露。

工作气候环境条件要求根据采购技术条件确定，推荐采用 CX 级别。

#### 4.2 机械影响

##### 4.2.1 机械振动

单相模块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/s<sup>2</sup>（频率>60Hz）；

扫频周期：20。

试验后设备无损坏、紧固件无松动脱落现象，数据采集功能满足要求。

##### 4.2.2 跌落实验

按内控跌落试验标准把控。

表 4.2 内控跌落试验标准

跌落试验	1、通用标准 样品按照安装角度进行跌落； 跌落次数：2 次 2、极限标准 6 面，按照 5-2-1-3-4-6 顺序进行； 跌落次数：1 次/面，共 6 次	试验后检查模块应无损坏和紧固件松动脱落现象，外观和功能应均正常
------	---	---------------------------------

#### 4.2.3 模拟汽车颠簸实验

参照 ISTA 1A 系列标准，无包装非工作状态下进行振动试验，试验后检查受试通信模块应无损坏和紧固件松动脱落现象，功能和性能应满足相关要求。

### 4.3 工作电源

#### 4.3.1 一般要求

强电工作电源电压：220V，允许偏差：20%~+20%。  
工作状态下，模块产生的交流磁通密度小于 0.5mT。

#### 4.3.2 HPLC 户变识别载波模块功率消耗

静态功耗：在模块非通信状态下，使用交直流电源对载波模块的VDD、VCC及交流220V进行供电，可用准确度不低于0.2级的标准表或其他合适方式分别测量VDD、VCC及交流220V回路静态有功功耗，累计值应符合要求（送检模块内控标准加严10%）。

动态功耗：在模块非通信状态下，使用交直流电源对载波模块的VDD、VCC及交流220V进行供电，可用准确度不低于0.2级的标准表或其他合适方式分别测量VDD、VCC及交流220V回路动态有功功耗，累计值应符合要求（内控标准加严10%）。

##### 4.3.2.1 功率消耗

此功耗要求适用于V1芯片版本和V2芯片版本户变识别载波模块。

国网单相 HPLC 户变识别载波模块：静态功耗 $\leq 0.52\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 1.72\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

国网单相 HPLC 户变识别载波模块（超级电容）：充电完成后（约 20 分钟），静态功耗 $\leq 0.52\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 1.72\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

上电启动时 12V 电流范围为 30mA~280mA。

南网单相 HPLC 户变识别载波模块：静态功耗 $\leq 0.6\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 1.72\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

南网单相 HPLC 户变识别载波模块（超级电容）：充电完成后（约 20 分钟），静态功耗 $\leq 0.6\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 1.72\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

上电启动时 12V 电流范围为 30mA~280mA。

国网三相 HPLC 户变识别载波模块：静态功耗 $\leq 0.65\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 2.6\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

国网三相 HPLC 户变识别载波模块（超级电容）：充电完成后（约 20 分钟），静态功耗 $\leq 0.65\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 2.6\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

上电启动时 12V 电流范围为 30mA~280mA。

南网三相 HPLC 户变识别载波模块：静态功耗 $\leq 0.7\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 2.6\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

南网三相 HPLC 户变识别载波模块（超级电容）：充电完成后（约 20 分钟），静态功耗 $\leq 0.7\text{W}$ ，动态功耗 $\leq 2.6\text{W}$ （50 $\Omega$  负载）。

上电启动时 12V 电流范围为 30mA~280mA。

国网单相 HPLC 户变识别载波模块包含：13 规范、规范通用、IR46；

南网单相 HPLC 户变识别载波模块包含：IR46；

国网三相 HPLC 户变识别载波模块包含：09 规范、13 规范、IR46；

南网三相 HPLC 户变识别载波模块包含：IR46；

#### 4.3.3 4uF 电容插拔试验（非通讯状态下）

#### 4.3.3.1 宽带 4 $\mu$ F 电容插拔试验

4 $\mu$ F电容模拟负载频繁切换，持续10分钟（通断次数 $\geq 100$ 次），对比实验前后静态功耗无明显偏差，试验后通信单元应能正常工作，功能和性能应满足Q/GDW 11612.2-2016中5.3的规定。

### 4.4 功能要求

#### 4.4.1 载波通信

##### 4.4.1.1 HPLC 户变识别载波通讯

常温下，采用图4.2所示测试电路，利用掌机监控使能功能自动抄收电能表的数据，抄收次数不少于400次，试验后统计通信成功率应大于99%。宽带衰减器使用68dB。

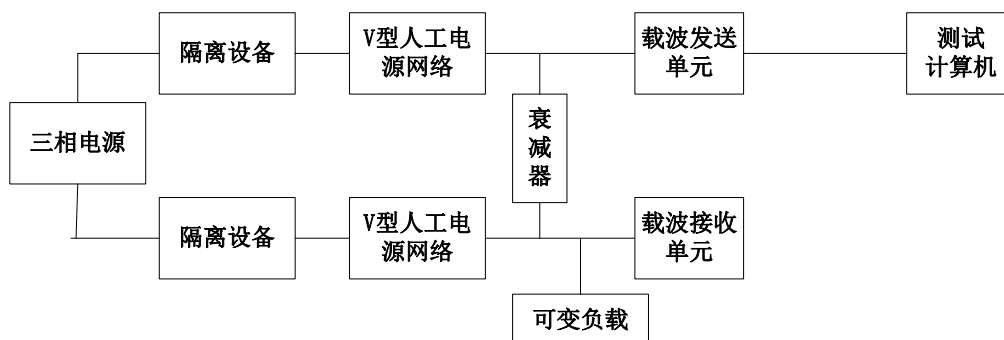


图 4.1 载波通信系统测试图

##### 4.4.2 HPLC 户变识别载波灵敏度（研发自测）

分别在市电和弱电的环境下，测试载波灵敏度，与上一版对比测试。

### 4.5 外观结构

#### 4.5.1 一般检测

外观检测，不应有凹凸痕、划伤、裂缝和毛刺，镀层不应脱落，标牌文字、符号应清晰、耐久。

#### 4.5.2 外壳与端子着火试验

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。

#### 4.5.3 接线端子间隙和爬电距离

表4.3 电压与爬电距离关系

额定电压 (V)	电气间隙 (mm)	爬电距离 (mm)
$\leq 25$	1	1.5
$\leq 250$	3	4



## 4.6 绝缘性能要求

### 4.6.1 绝缘电阻

在正常试验条件和湿热试验条件下，按照 Q/GDW 374.3—2013 中的要求，各电气回路对地和各电气回路间的绝缘电阻要求见表 4.4:

表 4.4 绝缘电阻要求

技术要求				
正常条件 $\geq 10M\Omega$ 湿热条件 $\geq 2M\Omega$	测试回路	测试电压 (V)	正常条件 ( $M\Omega$ )	湿热条件 ( $M\Omega$ )
	电源回路对地	500V	$\geq 10$	$\geq 2$
	通信回路对地	250V	$\geq 10$	$\geq 2$
	电源与通信回路间	500V	$\geq 10$	$\geq 2$

### 4.6.2 绝缘强度

HPLC户变识别模块，电源回路对地应耐受500V(<60V直流电源回路)或4000V(STA,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。

表 4.5 绝缘强度试验电压

技术要求	测试方案		
漏电流 $\leq 5mA$ ，施加时间1min，试验时终端无击穿、无闪络、无损坏。试验后终端能正常工作，数据采集功能满足要求。	测试回路	试验电压 (V)	漏电流(mA)
	电源回路对地	2600	$\leq 5$
	通信回路对地	500	$\leq 5$
	电源与通信回路间	2600	$\leq 5$

## 4.7 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 4.6 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 4.6 冲击电压峰

技术要求	测试方案		
每一回路正、负极性施加各 10 次，试验时终端无击穿跳火、无闪络、无损坏；试验后终端能正常工作，数据采集功能满足要求。	测试回路	试验电压 (V)	实际试验电压 (V)
	电源回路对地	5100	
	通信回路对地	500	
	电源与通信回路间	4100	
	试验时终端无击穿跳火、闪络、损坏现象：		

## 4.8 数据传输信道

### 4.8.1 宽带功率谱密度（研发自测）

表4.7 功率谱密度

方案	带内指标		带外指标
----	------	--	------

1-3M	低于-30dBm/Hz		低于-58dBm/Hz
2-6M	低于-35dBm/Hz		低于-58dBm/Hz

#### 4.8.2 宽带载波频率（研发自测）

表4.8 载波频率

方案	频率范围
1-3M	1MHz~3MHz
2-6M	2MHz~6MHz

### 4.9 电磁兼容性要求

#### 4.9.1 抗接地故障能力

电源过压额定值的 1.9 倍，过压时间 4h，模块不应损坏；供电电源恢复正常后模块不应该出现损坏，数据采集功能应符合要求。

#### 4.9.2 电压暂降和短时中断

模块在通电状态下，按 GB/T 17626.11—2008 的规定，并在下述条件下进行试验：

1) 电压暂降 $\Delta U=60\%$

暂降时间：1min，3000 个周期；

暂降次数：1 次；

2) 电压中断 $\Delta U=100\%$

中断时间：1s，50 个周期；

中断次数：3 次，各次中断之间的恢复时间为 10s；

中断时间间隔：10s；

3) 电压中断 $\Delta U=100\%$

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。

试验后模块无损坏或死机，工作正常，功能和性能符合要求。

#### 4.9.3 工频磁场抗扰度

将模块置于与系统电源电压相同频率（如 50Hz）的随时间正弦变化的、强度为 400A/m 的稳定持续磁场的线圈中心，通信单元在正常工作状态下，应符合相关的规定。窄带模块测试时使用 68dB 衰减。宽带模块测试时使用 30dB 衰减。

#### 4.9.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

模块在正常工作状态下，按GB/T 17626.6-2017的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 频率范围：150kHz~80MHz；

b) 试验电平：10V（非调制）；

c) 正弦波 1kHz，80%幅度调制。

试验电压施加于终端的供电电源端和保护接地端，试验时应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

#### 4.9.5 静电放电抗扰度

模块在正常工作状态下，按GB/T 17626.2-2018的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 试验电压：

接触放电和间接放电（1Hz 和 20Hz） $\pm 9\text{kV}$ ，正负极性各 10 次；

空气放电 $\pm 16.5\text{kV}$ ；

b) 直接放电。施加部位：在操作人员正常使用时可能触及的外壳和操作部分；

c) 间接放电。施加部位：模块各个侧面；

d) 每个敏感试验点放电次数：正负极性各 10 次。

试验时模块可以出现短时通信中断，其它功能和性能应正常；试验后模块应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

#### 4.9.6 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按GB/T 17626.4—2018的规定，并在下述条件下进行试验：

模块在工作状态下，试验电压施加于单相表的供电电源端和保护接地端：

a) 试验电压： $4\text{kV}$ ；

b) 重复频率： $2.5\text{kHz}$ 、 $5\text{kHz}$  或  $100\text{kHz}$ ；

c) 试验时间： $1\text{min/次}$ ；

d) 施加试验电压次数：正负极性各 3 次。

试验时可以出现短时通信中断，其它功能和性能应正常，试验后模块应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

#### 4.9.7 阻尼振荡波抗扰度

模块在正常工作状态下，按GB/T 17626.12-2013的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 电压上升时间（第一峰）： $75\text{ns}\pm 15\text{ns}$ ；

b) 振荡频率： $1\text{MHz}\pm 0.1\text{MHz}$ ；

c) 重复率：至少  $400/\text{s}$ ；

d) 衰减：第三周期和第六周期之间减至峰值的 50%；

e) 脉冲持续时间：不小于  $2\text{s}$ ；

f) 输出阻抗： $200\quad 40\quad \Omega$ ；

g) 电压峰值：共模方式 $\pm 2.5\text{kV}$ 、差模方式 $\pm 1.25\text{kV}$ （电源回路）；

h) 试验次数：正负极性各 3 次。

i) 测试时间： $60\text{s}$ 。

试验时可以出现短时通信中断，其它功能和性能应正常，试验后模块应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

#### 4.9.8 浪涌抗扰度

通信单元在正常工作状态下，按GB/T 17626.5—2008的规定，并在下述条件下进行试验：

a) 试验电压：电源回路间  $5\text{kV}$ （差模），电源回路间  $6\text{kV}$ （共模）；

b) 波形： $1.2/50\quad \mu\text{s}$ ；

c) 极性：正、负；

d) 试验次数：正负极性各 10 次；

e) 重复率：每分钟一次。

试验时，可以出现短时通信中断和液晶显示瞬时闪屏，其它功能和性能应正常，试验后终端应能正常工作，功能和性能应符合相关的规定。

#### 4.10 气候影响试验

##### 4.10.1 高温试验

模块（非带超级电容产品）在 85℃保温 6h，然后通电 0.5h，进行功能和性能测试，应符合技术规范要求。

带超级电容的产品，高温试验温度使用 70℃。

##### 4.10.2 低温试验

模块在-45℃保温 6h，然后通电 0.5h，进行功能和性能测试，应符合技术规范要求。

##### 4.10.3 湿热试验

按 GB/T 2423.3—2006 的规定进行。试验箱内保持温度（40±2）℃、相对湿度（93±3）%，试验周期为 48h。试验结束前 0.5h，在湿热条件下测绝缘电阻应不低于 2M。试验结束后，在大气条件下恢复 1h~2h，数据采集功能应符合要求。检查模块金属部分应无腐蚀和生锈情况。

##### 4.10.4 双 85 试验

1.2 倍  $U_n(264V)$ ，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 1000h。试验完成后，数据采集功能应符合要求。

带超级电容的模块做双 85 试验时，温度需更改为 70℃，试验完成后，外观及数据采集功能应符合要求。

##### 4.10.5 高温耐久试验

正常工作状态下，1.2 倍  $U_n(264V)$ ，80℃，加谐波影响，持续通电，每天进行一次断电后通电观察产品是否可以正常启动，观察指示灯运行是否正常，实验结束前 1 小时内测试温升。200h 后取出常温放置 2h 后，进行功能验证。

带超级电容的模块做耐久试验时，温度需更改为 70℃。

#### 4.11 其他内控测试

##### 4.11.1 波形测试

测试 HPLC 户变识别载波模块通讯时 TXD 波形：模块在开漏方式、高阻常态下，低电平电流驱动能力 $\geq 2mA$ ，在驱动 2mA 的负载电流时对地电压应 $\leq 0.4V$ 。

针对带超级电容的宽带模块，模块插到电能表上电正常工作后，在电能表断电瞬间测试模块 TXD\_PLC、STA\_PLC 拉低至低电平；产品检测到上电后，RXD\_PLC、TXD\_PLC 恢复高电平。

##### 4.11.2 热插拔

电表输入 120% $U_n$ ，正常供电，模块分别带电插拔 50 次，插拔过程中允许出现重启，但停止热插拔后产品要能正常工作，试验后模块无损坏或死机，工作正常，功能和性能符合要求。

##### 4.11.3 充电器干扰器试验

室温条件下，通过电动车充电器对模块施加干扰 6h，测试元器件温度不能 95℃，试验结束后模块正常工作。

#### 4.12 单/三相户变识别模块特征电流注入功能检测试验

单/三相户变识别模块具备400mA特征电流注入功能，中心频率833.3Hz，频点为783.3Hz±0.5Hz和883.3Hz±0.5Hz的特征电流，需要配合多表位表箱监测单元检测PWM信号使能特征电流发送功能，测试环境如下：

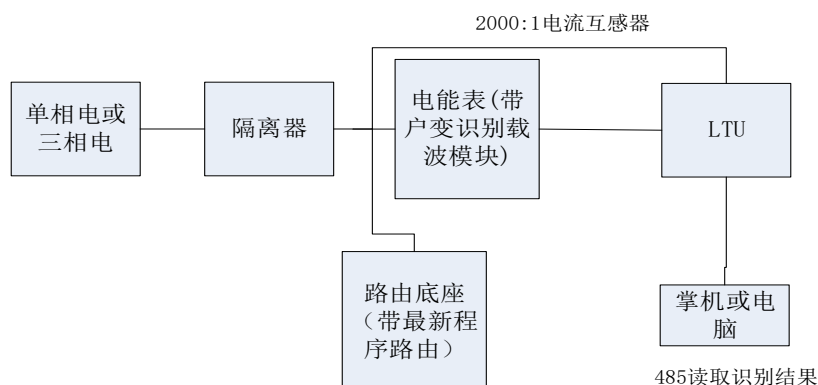


图4.2 测试环境

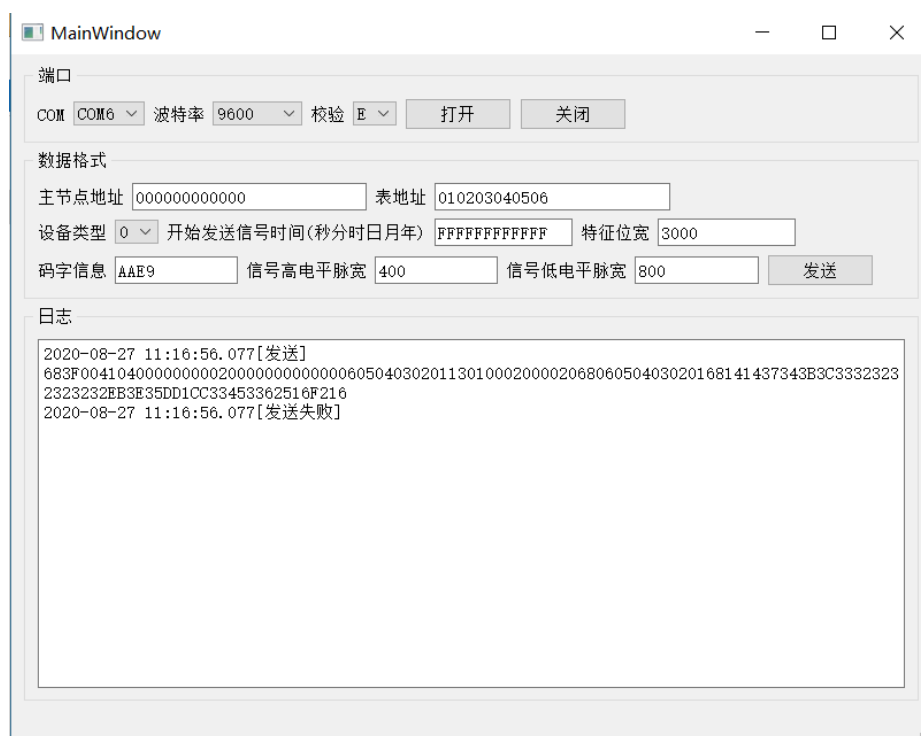


图4.3 串口报文

1、串口工具通过485端口发送清G55报文，报文：发送清除结果指令：68 01 00 00 00 00 00 68 14 05 38 34 3B 3C 34 01 16(该地址支持手动设置，即多表位表箱监测单元地址-000000000001，)响应报文：68 01 00 00 00 00 00 68 94 00 cs 16

2、路由、模块组网后，设置主节点地址，设置表地址，特征位宽设置3000，码字信息为AAE9，高电平位宽400，低电平位宽800，确认后发送，等待15s后，串口工具通过485端口读取识别报文：

读取：68 XX XX XX XX XX XX 68 11 04 38 33 3B 3C DE 16

接收：68 XX XX XX XX XX XX 68 91 0C 38 33 3B 3C 33 34 49 33 33 33 34 15 16

其中：0x34经-33H=0x01：表示识别到PWM信号，如果=0：表示没有识别到PWM信号，需要重新发一次。

#### 4.13 三相电相位差偏差验证

三相模块安装到电表上，在表台上标准的三相四线 $3\times 220/380\text{V}$ 供电。调整B相、C相的电压相位差，观察模块LED闪烁是否异常：

1、B相、C相分别单独调整相位差：相位差从标准相位逐步上调或下调 $10^\circ$ ，调整期间观察模块灯闪烁是否出现异常，并进行载波抄表确定模块没有死机；

2、B相相位差直接上调或下调 $10^\circ$ ，C相相位差从标准相位逐步上调或下调 $10^\circ$ ，调整期间观察模块灯闪烁是否出现异常，并进行载波抄表确定模块没有死机；

## 附 录 A 单、三相户变识别载波模块检验项目

单三相户变识别载波模块产品检测项目									
说明： 1、生产功能测试+QA/IPQC 抽检=全项功能测试，功能项不应该有漏项 2、试验项目各产品线根据自己实际需求可增加或者删减 3、“√”表示全检验收的项目，a 表示功能检验时，只检数据通信、参数配置和控制功能；“√*”表示抽样验收的项目。									
序号	试验项目	研发 D 版本样机自测	研发设计变更自测	生产功能检测	新品质量全性能试验 (35 台) (PA45 台)	设计变更型式试验 (8 台) (PA18 台)	可靠性测试	生产 QA/IPQC 抽检	质量认证
	试验大类/执行部门	研发	研发	工艺	质量	质量	质量	质量	质量
1	一般检测	外观检测	√	√	√ a	√	√		√
2		外壳着火试验	新外壳			新外壳			√
3		接线端子间隙和爬电距离	√			√			√
4	EMC	阻尼震荡波试验	√	√		√	√		√
5		工频磁场试验	√	√		√	√		√
6		传导抗扰度试验	√	√		√	√		√
7		雷击浪涌试验	√	√		√	√		√
8		群脉冲试验	√	√		√	√		√
9		静电试验	√	√		√	√		√

10	数据传输	窄带带内带外干扰	√	√		√	√			√
11		窄带发射频偏	√			√				√
12		窄带发射温升	√			√				√
13	电源类	功率消耗	√	√		√	√			√
14		4uF 电容插拔试验	√			√				√
15		抗接地故障能力	√	√		√	√			√
16		电压暂降和短时中断	√	√		√	√			√
17		电源缓升	√							√
18		热插拔	√	√		√	√			√
19		充电器干扰试验	√	√		√	√			√
20		三相电相位差偏差验证	√	√		√	√			√
21	高低温	高温试验	√	√		√	√			√
22		低温试验	√	√		√	√			√
23	机械影响	跌落试验	√			√				√
24		机械振动	√			√				√
25	绝缘性能	绝缘电阻	√	√		√	√			√
26		绝缘强度	√	√		√	√			√
27		冲击电压	√	√		√	√			√



28	可靠性	湿热测试	√			√				√
29		双 85 试验	√			√		√		√
30		高温耐久试验	√			√		√		√
31	载波通讯类	灵敏度测试	√	√						
32		载波通信	√	√		√	√			√
33		高低温对冲试验(窄带 PA 方案)	√	√		√	√			√
34		自激验证(窄带三极管方案)	√			√				√
35		波形测试	√	√		√	√			√
36	无线性能测试	无线通信测试	√	√		√	√			√
37		无线通信距离测试	√	√						
38	生产	功率消耗试验			√ a					
39		版本读取试验			√ a					
40		整机功能试验			√ a					
41		生产工艺说明	系统审批							
42		打标文件	系统审批							
43		BOM	系统审批							

## 版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	王国庆、张希刚、张琳、李少兴			
V1.1	熊桂全、张洪兴、孙永琦			增加 IR46 模块功耗数值
V1.2	熊桂全、张继浩			4.3.2.1 功耗消耗，增加 VI 芯片和 V2 芯片载波模块功耗要求