

ICS 29.240.01

F 21

备案号: 68964-2019

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1405.3 — 2018

---

## 智能变电站的同步相量测量装置 第3部分: 检测规范

Synchrophasor measurement unit for smart substation  
—Part 3: Test specifications

2018-12-25 发布

2019-05-01 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 ..... 1

4 缩略语..... 2

5 检测条件..... 2

6 检测用设备..... 3

7 检验与检测..... 3

8 检测规则..... 19

附录 A（资料性附录） 次同步振荡监测功能检测..... 23

附录 B（资料性附录） 时间同步监测功能检测..... 25



## 前 言

本标准主要定义了智能变电站的同步相量测量装置的技术要求和检验要求，分为以下三个部分：

- 第1部分：通信接口规范；
- 第2部分：技术规范；
- 第3部分：检测规范。

本部分是本标准的第3部分。

本部分与下列标准密切相关：

GB/T 26862—2011 电力系统同步相量测量装置检测规范

GB/T 26865.2—2011 电力系统实时动态监测系统 第2部分：数据传输协议

本部分按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本部分由中国电力企业联合会标准化中心提出。

本部分由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会（SAC/TC 82）归口。

本部分起草单位：中国电力科学研究院有限公司、中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司、国网电力科学研究院有限公司、国家电力调度控制中心、华北电力大学、南方电网电力调度控制中心、国电南京自动化股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、南京南瑞集团公司国电南瑞科技股份有限公司、国网吉林省电力有限公司、国网浙江省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、长园深瑞继保自动化有限公司、江苏金智科技股份有限公司、南京悠阔电气科技有限公司、北京博电新力电气股份有限公司、北京长城金点光迅科技股份有限公司。

本部分主要起草人：李劲松、张道农、于跃海、王永福、毕天姝、李金、黄鑫、杨文平、温富光、王亮、时伯年、许勇、侯明国、李立新、李强、刘灏、杨松、杜奇伟、黄少雄、姚楠、张小易、舒欣、裴茂林、彭志强、陈玉林、陈洪才、吴杰、邢晓刚、袁明军、房树超、赵铭洋、朱晓鹏、李国法。

本部分为首次发布。

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（北京市白广路二条一号，100761）。

## 智能变电站的同步相量测量装置 第3部分：检测规范

### 1 范围

本部分规定了智能变电站 SV（采样值）采样的同步相量测量装置的检测条件、检测用设备、检验与检测及检测规则。

本部分适用于智能变电站 SV 采样的同步相量测量装置（以下简称装置）在进行型式试验时应遵循的通用基本方法，并可作为工厂验收试验和现场试验的依据。

### 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 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 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626.12 电磁兼容 试验与测量技术 振荡波抗扰度试验

GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 19520.12 电子设备机械结构 482.6mm（19in）系列机械结构尺寸 第3-101部分：插箱及其插件

GB/T 22386 电力系统暂态数据交换通用格式

GB/T 26862—2011 电力系统同步相量测量装置检测规范

GB/T 26865.2—2011 电力系统实时动态监测系统 第2部分：数据传输协议

DL/T 280—2012 电力系统同步相量测量装置通用技术条件

DL/T 860（所有部分） 电气自动化通信网络的系统

DL/T 1405.1—2015 智能变电站的同步相量测量装置 第1部分：通信接口规范

### 3 术语和定义

GB/T 26862—2011、DL/T 280—2012 和 DL/T 1405.1—2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**同步相量测量单元 phasor measurement unit; PMU**

用于进行同步相量的测量、记录和传输的单元。智能变电站的同步相量测量单元的模拟量输入来

自合并单元的 SV 报文，开关量输入来自智能终端或其他间隔层设备的 GOOSE 报文。

3.2

**变电站相量数据集中器 substation phasor data concentrator; SPDC**

用于变电站同步相量测量数据接收和转发的通信单元。能够同时接收多个同步相量测量单元的数据，并能实时向多个通道转发测量数据，简称数据集中器。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CFG-1	configuration frame 1	配置帧 1
CFG-2	configuration frame 2	配置帧 2
IDCODE	identity code	身份识别码
SVID	sample values identity code	采样值识别码
THD	total harmonic distortion	总谐波畸变率

5 检测条件

5.1 试验的大气条件

试验的大气条件如下：

- a) 环境温度：+15℃～+35℃；
- b) 相对湿度：45%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa。

5.2 标准检测条件

检验装置功能与性能时，除检测项目中提出特殊检验的参量，其他检测条件按照如下标准检测条件设置：

- a) 交流电压幅值：额定相电压  $U_n=57.74V$ ；
- b) 交流电流幅值：额定电流  $I_n=1A$  或  $5A$ ；
- c) 基波频率：额定频率  $f_0=50.0Hz$ ；
- d) 传输频率：装置向主站传输实时动态数据的频率  $F_S=50Hz、100Hz$ ；
- e) 交流电压、电流同步相角：在  $-180^\circ\sim180^\circ$  之间任意初始相位，同步相角固定；
- f) 谐波含量：总谐波畸变率（THD）小于 0.2%；
- g) 三相对称信号：正序相位互差  $120^\circ$ 。

5.3 影响量的参比条件和改变量计算

检验装置功能与性能时，误差改变量依据 5.1 和 5.2 确定可能产生影响的参比条件。试验适用于单个参比值引起的误差改变量，按照公式（1）计算以等级指数百分数表示的误差改变量。

$$\text{误差改变量} = \left| \frac{\text{激励影响时误差} - \text{标准条件时误差}}{\text{标准条件时允许误差}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

5.4 误差计算

检验装置功能与性能时，误差的计算条件宜采用如下方法：从检测信号稳定输出后至少 1s 起始，至检测信号结束前至少 1s 终止为有效误差计算时间。一个有效的检测信号周期（如 10s 或一个调制检测周期）中可获得所有测量点的误差值的最大值作为误差计算结果。

本标准中，依据 DL/T 280—2012 中 4.4.8.1 的规定，幅值测量误差按照公式（2）计算，其中相电压幅值的基准值为 70V，电流幅值的基准值为 1.2A 或 6A。

$$\text{幅值测量误差} = \left| \frac{\text{幅值测量量} - \text{实际幅值}}{\text{幅值基准值}} \right| \times 100\% \quad (2)$$

依据 DL/T 280—2012 中 4.4.8.3 的规定，功率测量误差按照公式（3）计算，其中功率的基准值为 3 倍的电压基准值乘以电流基准值。

$$\text{功率测量误差} = \left| \frac{\text{功率测量量} - \text{实际功率值}}{\text{功率基准值}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

相角、频率和频率变化率的测量误差按照公式（4）计算。

$$\text{测量误差} = |\text{测量量} - \text{实际值}| \quad (4)$$

## 6 检测用设备

### 6.1 标准时间源

检测采用的标准时间源应满足以下要求：

- a) 检测工作使用的时间源，应经国家授权机构量值传递并标定准确度；
- b) 标准时间源相对 UTC 时间的准确度应不大于被测装置标称的时间准确度的四分之一，应具有 IRIG-B（DC）码及秒脉冲输出。

### 6.2 数字信号发生器

数字信号发生器应满足如下要求：

- a) 支持接收和发送符合 DL/T 860.92 的采样值报文；
- b) 支持接收和发送符合 DL/T 860.72 标准的 GOOSE 报文。

### 6.3 网络交换机

检测采用的网络交换机应满足以下要求：

- a) 至少具有 6 个以上的 100Mbit/s 网口；
- b) 时标误差优于 0.1μs，时标处理容量优于 400 组/s。

### 6.4 网络检测仪

检测采用的网络检测仪应满足以下要求：

- a) 至少具有 24 个以上的 100Mbit/s 网口；
- b) 能够产生可控流量的单播/组播/广播流量。

### 6.5 网络损伤检测仪

检测采用的网络损伤检测仪应满足以下要求：

- a) 具有 2 个以上 100Mbit/s 网口；
- b) 可产生变化的数据包延迟；
- c) 可产生错误数据包。

## 7 检验与检测

### 7.1 结构和外观检测

装置结构和外观检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：检测机箱尺寸、安全标志、铭牌标志、接地点标识等是否满足 GB/T 19520.12 所规定的要求。
- b) 检测方法：通过目测、直尺等工具观察和测量机箱尺寸、安全标志、铭牌标志、接地点标识等。

## 7.2 人机接口功能检测

装置人机接口功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 应显示电压、电流、频率、功率、越限告警、运行状态等信息；
  - 2) 应支持本地对装置进行参数配置和定值整定；
  - 3) 应支持远方参数配置。
- b) 检测方法：
  - 1) 装置上电后，通过装置面板查看电压、电流、频率、功率、越限告警、运行状态等信息；
  - 2) 通过装置面板进行参数配置和定值整定操作，查看操作的正确性；
  - 3) 通过远方进行参数配置，查看操作的正确性。

## 7.3 运行状态和异常告警检测

装置运行状态和异常告警检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 装置上电后应能上送装置信息，主要包括装置参数、装置温度、装置信息、硬件及程序版本信息和程序校验码等运行状态信息；
  - 2) 应具有装置异常报警功能，电源消失、装置故障、通信异常、时钟同步信号异常、SV 报文和 GOOSE 报文异常时应发出告警信号；
  - 3) 应具有告警输出接点；
  - 4) 可向当地监控系统发送装置运行状态和异常告警信息。
- b) 检测方法：
  - 1) 装置上电后，通过监控主机或是模拟监控主机查看装置运行状态；
  - 2) 通过模拟异常告警状态使装置产生相应异常告警，通过监控或是模拟监控查看异常告警信息；
  - 3) 查看是否具有告警输出接点。

## 7.4 装置功耗检测

装置功耗检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置电源最大功耗应不大于厂家提供的参数。
- b) 检测方法：使用伏安法测量装置电源回路功耗。

## 7.5 光功率检测

装置各种类型光接口的输出光功率检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 光波长 1310nm 光接口应满足光发送功率  $-20\text{dBm} \sim -14\text{dBm}$ ；
  - 2) 光波长 850nm 光接口应满足光发送功率  $-19\text{dBm} \sim -10\text{dBm}$ （百兆口）或  $-9.5\text{dBm} \sim -3\text{dBm}$ （千兆口）；
  - 3) 100Mbit/s 的光以太网接口（光波长 1310nm，多模）的接收灵敏度应满足：  $-31\text{dBm} \sim$

—14dBm;

- 4) 1000Mbit/s 的光以太网接口 (光波长 850nm, 多模) 的接收灵敏度应满足: -17dBm~-3dBm。

b) 检测方法:

- 1) 使用光功率计, 接到被测装置任一光口输出端进行测量;
- 2) 将光功率计设置到相应波长档位, 调整光衰减器, 使装置处于丢帧和正常通信的临界状态, 记录光功率计读数。

## 7.6 数据记录功能检测

### 7.6.1 动态数据记录功能检测

装置的动态数据记录功能检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 动态数据应能准确可靠地进行本地储存, 装置运行 5min 后应能正确记录动态数据, 存储时间应不少于 14d。
- b) 检测方法: 装置上电运行 5min 后, 比较相同时间装置记录的数据与往主站传送的数据的一致性, 并检查存储时间是否满足 14d 要求。

### 7.6.2 数据安全性检测

装置数据安全性检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求:
  - 1) 不应因直流电源中断、快速或缓慢波动及跌落丢失已记录的动态数据;
  - 2) 不应因外部访问而删除动态记录数据;
  - 3) 不提供人工删除和修改动态记录数据的功能;
  - 4) 按任意一个开关或按键, 不应丢失或抹去已记录的动态数据信息。
- b) 检测方法: 根据检测要求分别进行操作, 考察被试装置记录数据安全性能。

### 7.6.3 数据输出方式检测

装置数据输出方式检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求:
  - 1) 三相电压、电流相量显示;
  - 2) 具有幅值、相角、频率、频率变化率、有功功率、无功功率的显示;
  - 3) 具有通信通道状态、触发信息、时钟状态信息和报警信息的显示;
  - 4) 具有开关量的显示。
- b) 检测方法: 通过被试装置液晶显示屏幕查看相关信息。

### 7.6.4 数据传送功能检测

装置数据传送功能检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 数据集中器应具有响应主站召唤传送记录数据文件和实时动态数据的功能; 相量测量单元应具有响应数据集中器召唤传送记录数据文件和实时动态数据的功能。
- b) 检测方法: 通过主站或模拟主站操作及查看相关信息。

### 7.6.5 事件标识功能检测

装置事件标识功能检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求：当发生电压相量幅值和电流相量幅值越上限、电压幅值越下限、低频振荡、次同步振荡、收到继电保护或安全自动装置跳闸输出信号、收到人工启动记录命令等事件时，应建立事件标识，以方便用户获取事件发生时段的动态数据。
- b) 检测方法：使用用电气量或开关量模拟发生电压相量幅值和电流相量幅值越上限、电压幅值越下限、低频振荡等事件；使用开关量模拟收到继电保护或安全自动装置跳闸输出信号、收到人工启动记录命令等事件。在装置液晶界面查看是否有相应提示报文，并在模拟主站查看是否能实时接收到装置上送的事件报文。

#### 7.6.6 连续录波功能检测

装置连续录波功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：具备连续录波功能，每分钟形成一个文件，文件格式应能兼容 GB/T 22386 的要求，装置记录的采样率不应低于 1000 点/s，保存时间不少于 3d；
- b) 检测方法：装置上电 5min 后开始查看装置的连续录波文件夹内是否每分钟形成 1 个文件，采用录波分析软件以 COMTRADE 格式打开连续录波文件，查看其内容与所施加的模拟量是否一致，查看其采样频率。

#### 7.6.7 次同步振荡监测功能检测

装置次同步振荡监测功能的检测参见附录 A。

### 7.7 装置时间同步检测

#### 7.7.1 时间同步接口配置检测

装置时间同步接口配置的检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 相量测量单元应具有 RS485 电平或波长为 850nm 的多模 ST 光纤接口的物理对时接口，应可接收 IRIG-B 格式时间同步报文；
  - 2) 被测装置应具有至少一路时间同步告警硬接点。
- b) 检测方法：
  - 1) 检查被测装置的对时接口；
  - 2) 检查装置时间同步告警硬接点。

#### 7.7.2 装置对时准确度检测

装置的对时准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 相量测量单元从时间同步校准接口输出的对时信号的同步性能应优于  $1\mu\text{s/h}$ ；
  - 2) 数据集中器从网络接口输出的对时信号的同步性能应优于  $1\text{ms/h}$ 。
- b) 检测方法：
  - 1) 相量测量单元与 IRIG-B 同步 2h 后，使用时间同步检测仪测量相量测量单元输出的同步脉冲信号和外部标准时钟源脉冲信号之间的差值；
  - 2) 数据集中器与 IRIG-B 同步 2h 后，断开数据集中器的时间同步输入，采用时间同步检测仪测量数据集中器从网口发出的 NTP 对时信号与标准时间信号之间的差值。

#### 7.7.3 装置守时准确度检测

装置的守时准确度检测要求及检测方法如下：

## a) 检测要求:

- 1) 相量测量单元从时间同步校准接口输出的对时信号的守时性能应优于  $1\mu\text{s/h}$  (测量持续 2h);
- 2) 数据集中器从网络接口输出的对时信号的守时性能应优于  $1\text{ms/h}$  (测量持续 2h)。

## b) 检测方法:

- 1) 相量测量单元与 IRIG-B 同步 2h 后, 断开相量测量单元的时间同步输入, 测量相量测量单元时间同步校准接口输出的对时信号, 守时性能应不大于  $1\mu\text{s/h}$  (测量持续 2h);
- 2) 数据集中器与 IRIG-B 同步 2h 后, 断开数据集中器的时间同步输入, 测量数据集中器网络接口输出的 NTP 对时报文, 守时性能应不大于  $1\text{ms/h}$  (测量持续 2h)。

## 7.7.4 时间同步监测功能检测

相量测量单元和数据集中器的时间同步监测功能检测要求及检测方法参见附录 B。

## 7.8 静态性能检测

## 7.8.1 额定频率下的测量准确度检测

装置在额定频率下的测量准确度检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 装置在额定频率情况下输出的三相电压、电流相量, 正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 1 要求。
- b) 检测方法: 向装置施加电压幅值 ( $U$ ) 为  $0.1U_n \sim 2.0U_n$ , 电流幅值 ( $I$ ) 为  $0.1I_n \sim 2.0I_n$  范围内的三相对称检测信号, 记录装置输出的三相电压 (电流) 和正序电压 (电流) 的误差最大值。

表 1 额定频率时测量的误差要求

检测范围	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
$0.1U_n \leq U < 0.5U_n$	0.2%	0.5°	0.002Hz	0.01Hz/s
$0.5U_n \leq U < 1.2U_n$		0.2°		
$1.2U_n \leq U < 2.0U_n$		0.5°		
$0.1I_n \leq I < 0.2I_n$	0.2%	1°	—	
$0.2I_n \leq I < 2.0I_n$		0.5°		

## 7.8.2 频率偏移情况下的测量准确度检测

装置在频率偏移情况下的测量准确度检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 装置在频率偏移情况下输出的三相电压、电流相量, 正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 2 要求。
- b) 检测方法: 向装置施加基波频率为  $45\text{Hz} \sim 55\text{Hz}$  范围内的三相对称检测信号, 记录装置输出的三相电压 (电流) 和正序电压 (电流) 的误差最大值。

表 2 频率偏移情况下的测量准确度的误差要求

频率偏离量	幅值误差	电压相角误差	电流相角误差	频率误差	频率变化率误差
1Hz	0.2%	$0.2^\circ$	$0.5^\circ$	0.002Hz	0.01Hz/s
5Hz		$0.5^\circ$	$1^\circ$		

## 7.8.3 谐波影响下的测量准确度检测

装置在谐波影响下的测量准确度检测要求及检测方法如下:



- a) 检测要求：装置在谐波影响下输出的三相电压相量，正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 3 要求。
- b) 检测方法：向装置施加基波频率为 49.5Hz、50.0Hz 和 50.5Hz 的三相检测信号，任一相叠加 2 次~25 次、1%THD~10%THD 的谐波分量，记录装置输出的三相电压相量，正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量值。

表 3 谐波影响下的测量准确度的误差要求

谐波含量	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
10%THD 2 次~25 次	0.5%	1°	0.025Hz	3Hz/s

#### 7.8.4 幅值不平衡下的测量准确度检测

装置在幅值不平衡下的测量准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在幅值不平衡情况下输出的三相电压、电流相量，正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 1 要求。
- b) 检测方法：向装置施加电压幅值为  $0.8U_n \sim 1.2U_n$ 、相间幅值差为  $0.2U_n$ ，电流幅值为  $0.8I_n \sim 1.2I_n$ 、相间幅值差为  $0.2I_n$  范围内的三相检测信号，记录装置输出的三相电压、电流相量，正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量值。

#### 7.8.5 相位不平衡下的测量准确度检测

装置在相位不平衡下的测量准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在相位不平衡情况下输出的三相电压、电流相量，正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 1 要求。
- b) 检测方法：向装置施加三相对称基础上，任一相相角变化  $0^\circ \sim 180^\circ$  范围内的三相检测信号，记录装置输出的三相电压、电流相量，正序电压、电流相量和电压频率、频率变化率的测量值。

#### 7.8.6 带外频率影响下的测量准确度检测

装置在带外频率影响下的测量准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在带外频率影响下输出的三相电压相量、正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 4 要求。
- b) 检测方法：向装置施加基波频率为 49.5Hz、50.0Hz 和 50.5Hz，并在任一相叠加与装置实时传输速率相关的幅值为  $10\%U_n$ ，带外频率范围见表 4 的三相检测信号。记录装置输出的三相电压相量、正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量值。

表 4 传输速率与带外频率对照表

传输速率	带外频率范围	幅值误差	相角误差	频率误差
100Hz	100Hz ~150Hz	0.5%	1°	0.025Hz

#### 7.8.7 有功功率、无功功率测量准确度检测

装置有功功率、无功功率测量准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置输出的有功功率和无功功率的测量准确度误差应不大于 0.5%。
- b) 检测方法：向装置施加基波频率 49Hz~51Hz，功率因数角  $0^\circ \sim 90^\circ$  范围内的三相对称检测信号，记录装置输出的有功功率和无功功率的测量值。

## 7.9 动态性能检测

### 7.9.1 幅值阶跃响应时间检测

装置幅值阶跃响应时的准确度检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：装置输出的相量测量结果的响应时间应满足表 5 要求。
- 检测方法：向装置施加从  $U_n$ （或  $I_n$ ）进行  $10\%U_n$ （或  $10\%I_n$ ）的幅值阶跃变化，并保持变化前后相位一致的三相对称检测信号，记录装置输出的相量测量值。

表 5 幅值阶跃响应时间要求

传输频率 $F_s$	响 应 时 间 ms			
	幅值	相角	频率	频率变化率
50Hz	140	140	280	280
100Hz	70	70	280	280

### 7.9.2 相角阶跃响应时间检测

装置相角阶跃响应时的准确度检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：检测装置输出的相量测量结果的响应时间应满足表 6 要求。
- 检测方法：向装置施加相位发生  $90^\circ$  阶跃变化，并保持变化前后幅值一致的三相对称检测信号，记录装置输出的相量测量值。

表 6 相角阶跃响应时间要求

传输频率 $F_s$	响 应 时 间 ms			
	幅值	相角	频率	频率变化率
50Hz	140	140	280	280
100Hz	70	70	280	280

### 7.9.3 幅值调制检测

装置幅值调制时的准确度检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：检测装置在幅值调制信号的准确度应满足表 7 要求。
- 检测方法：向装置施加基波频率 49.5Hz、50.0Hz 和 50.5Hz，调制深度  $10\%U_n$ ，调制频率在 0.1Hz~5.0Hz 范围内三相对称检测信号，记录装置输出的测量值。

表 7 幅值调制影响测量的误差要求

调制频率 $f_a$	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
0.1Hz~5.0Hz	0.2%	$0.3^\circ$	0.025Hz	0.1Hz/s

### 7.9.4 相角调制检测

装置相角调制时的准确度检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：检测装置输出的三相电压相量，正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 8 要求。

- b) 检测方法：向装置施加基波频率为 49.5Hz、50.0Hz 和 50.5Hz，相角调制深度为  $5.7^\circ$  ( $0.1\text{rad}$ )，调制频率为 0.1Hz~5.0Hz 范围内的三相对称检测信号，记录装置的输出测量值。

表 8 相角调制影响测量的误差要求

调制频率 $f_a$	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
0.1Hz~5.0Hz	0.2%	$0.5^\circ$	0.3Hz	3Hz/s

### 7.9.5 幅值与相角同时调制检测

装置幅值与相角同时调制时的准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：检测装置输出的三相电压相量、正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 9 要求。
- b) 检测方法：向装置施加基波频率为 49.5Hz、50.0Hz 和 50.5Hz，幅值调制深度为  $10\%U_n$ ，相角调制深度为  $5.7^\circ$  ( $0.1\text{rad}$ )，调制频率在 0.1Hz~5.0Hz 范围内的三相对称检测信号，记录装置的输出测量值。

表 9 幅值与相角同时调制影响测量的误差要求

调制频率 $f_a$	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
0.1Hz~5.0Hz	0.2%	$0.5^\circ$	0.3Hz	3Hz/s

### 7.9.6 频率斜坡检测

装置在频率斜坡信号的准确度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置输出的三相电压相量、正序电压相量和电压频率、频率变化率的测量准确度应满足表 10 要求。
- b) 检测方法：向装置施加基波频率为 45Hz~55Hz，频率变化率为 1.0Hz/s 的检测信号，记录装置的输出测量值。

表 10 频率斜坡影响测量的误差要求

频率变化范围	幅值误差	相角误差	频率误差	频率变化率误差
45Hz~55Hz	0.2%	$0.5^\circ$	0.01Hz	0.2Hz/s

### 7.10 双通道双频率误差检测

装置双通道双频率检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：电压幅值测量误差应不大于 0.2%，相角误差应不大于  $0.5^\circ$ ，频率测量误差应不大于 0.002Hz。
- b) 检测方法：将装置一组三相电压输入  $1.0U_n$ 、49Hz 的电压信号，另一组三相电压输入  $1.0U_n$ 、51Hz 的电压信号，检测幅值误差、相角误差和频率误差。

### 7.11 电源影响检测

装置在电压允许偏差条件下检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在供电电压出现偏差时应能正常工作，功能、性能符合 7.9.1 要求。电压允许偏差分级表如表 11 所示。
- b) 检测方法：根据表 11 要求向装置电源回路施加相应的检测信号。

表 11 电压允许偏差分级表

级别	交流标称电压允许偏差 %	级别	交流标称电压允许偏差 %
AC1	-10~+10	DC1	-10~+10
AC2	-15~+10	DC2	-15~+10
AC3	-20~+15	DC3	-20~+15

## 7.12 环境条件影响检测

## 7.12.1 高温影响检测

装置在高温影响条件下检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：试验条件和方法按 GB/T 2423.2 规定。温度分级表如表 12 所示。
- 检测方法：根据 GB/T 2423.2 规定进行检测。

表 12 温度分级表

级 别	温 度 ℃	湿 度 %
C0	-5~+45	5~95
C1	-25~+55	10~100
C2	-40~+70	10~100
CX		特定

## 7.12.2 低温影响检测

装置在低温影响条件下检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：试验条件和方法按 GB/T 2423.1 的规定。温度分级表如表 12 所示。
- 检测方法：根据 GB/T 2423.1 规定进行检测。

## 7.13 绝缘性能检测

## 7.13.1 绝缘电阻检测

装置输入、输出端对地之间绝缘电阻检测要求及检测方法如下：

- 检测要求：检测电源对地绝缘电阻和通信接口对地绝缘电阻，检测时间不小于 5s。绝缘电阻要求如表 13 所示。
- 检测方法：用导电短接线分别将同类型回路短接，通过绝缘电阻表测量并记录电源对地绝缘电阻值和通信接口对地绝缘电阻值。

表 13 绝缘电阻要求

额定电压 $U$	绝缘电阻要求
$U \leq 60V$	$\geq 5M\Omega$ (用 250V 绝缘电阻表)
$U > 60V$	$\geq 5M\Omega$ (用 500V 绝缘电阻表)
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60V$ 的要求。	

7.13.2 绝缘强度检测

装置各输入、输出端对地之间绝缘强度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：检测电源输入对地绝缘强度和通信接口对地绝缘强度，设备的被试部分应能承受检测要求中规定的 50Hz 交流电压 1min 中绝缘强度试验，无击穿与闪络现象。绝缘强度要求如表 14 所示。
- b) 检测方法：使用绝缘耐压检测仪对装置的电源输入和通信接口施加表 14 的电压，记录装置承受情况。

表 14 绝缘强度要求

额定绝缘电压 $U$	试验电压有效值
$U \leq 60V$	500V
$60V < U \leq 125V$	1000V
$125V < U \leq 250V$	1500V (2500V)
注 1：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60V$ 的要求。 注 2：2500V 用于分散布置设备的电源回路。	

7.13.3 湿热条件下绝缘电阻检测

装置在湿热条件下各输入、输出端对地之间的绝缘电阻检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在恒定温度  $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $93\% \pm 3\%$  条件下，检测各输入、输出端对地之间绝缘电阻。试验时间不小于 5s。湿热条件下的绝缘电阻要求如表 15 所示。
- b) 检测方法：在恒定温度  $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 93% 的条件下，试验结束前 1h~2h 内，用绝缘电阻表测量各外引带电回路部分对外露非带电金属部分及外壳之间以及电气上无联系的各回路之间的绝缘电阻值。

表 15 湿热条件下绝缘电阻要求

额定电压 $U$	绝缘电阻要求
$U \leq 60V$	$\geq 5\text{M}\Omega$ (用 250V 绝缘电阻表)
$U > 60V$	$\geq 5\text{M}\Omega$ (用 500V 绝缘电阻表)
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60V$ 的要求。	

7.14 电磁兼容检测

7.14.1 静电放电抗扰度检测

装置的静电放电抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加表 16 规定的静电放电干扰的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 16 所示。
- b) 检测方法：静电放电抗扰度试验按 GB/T 17626.2 规定的方法进行。

表 16 静电放电干扰试验的主要参数

试 验 项 目	级别	试验值 (接触放电) kV	试验值 (空气放电) kV
静电放电干扰	3	6	8

### 7.14.2 射频电磁场辐射抗扰度检测

装置的射频电磁场辐射抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：射频辐射电磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.3 规定的方法进行。装置在施加射频辐射电磁场干扰的情况下应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 17 所示。
- b) 检测方法：射频电磁场辐射抗扰度试验按 GB/T 17626.3 规定的方法进行。

表 17 射频电磁场辐射干扰试验的主要参数

试 验 项 目	级 别	试 验 强 度 V/m
射频辐射电磁场	3	10

### 7.14.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度检测

装置的电快速瞬变脉冲群抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加表 18 规定的快速瞬变脉冲群干扰电压的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 18 所示。
- b) 检测方法：电快速瞬变脉冲群抗扰度试验按 GB/T 17626.4 规定的方法进行。

表 18 电快速瞬变脉冲群试验的主要参数

试 验 项 目	级 别	共模试验电压峰值 kV	试验回路
电快速瞬变脉冲群干扰	3	1.0	信号输入、输出回路
		2.0	电源回路

### 7.14.4 浪涌（冲击）抗扰度检测

装置的浪涌（冲击）抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加浪涌干扰的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 19 所示。
- b) 检测方法：浪涌（冲击）抗扰度试验按 GB/T 17626.5 规定的方法进行。

表 19 浪涌干扰试验的主要参数

试 验 项 目	级 别	共模试验电压峰值 kV	试验回路
浪涌干扰	3	1.0	信号输入、输出回路
		2.0	电源回路
注：差模试验电压为共模试验值的一半。			

### 7.14.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度检测

装置的射频场感应的传导骚扰抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在施加射频场感应的传导骚扰的情况下装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 20 所示。
- b) 检测方法：射频场感应的传导骚扰抗扰度试验按 GB/T 17626.6 规定的方法进行。

表 20 射频传导干扰试验的主要参数

试验项目	频率范围 150kHz~80kHz		
	级别	电压 (e.m.f)	
		$U_0/\text{dB}\mu\text{V}$	$U_0/\text{V}$
射频传导	2	130	3

7.14.6 工频磁场抗扰度检测

装置的工频磁场抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加工频磁场干扰的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 21 所示。
- b) 检测方法：工频磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.8 规定的试验方法进行。

表 21 工频磁场干扰试验的主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值
工频磁场	5	连续正弦波	100A/m

7.14.7 脉冲磁场抗扰度检测

装置的脉冲磁场抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置在施加脉冲磁场干扰的情况下装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 22 所示。
- b) 检测方法：脉冲磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.9 规定的试验方法进行。

表 22 脉冲磁场干扰的主要参数

试验项目	级别	脉冲磁场强度（峰值） A/m
脉冲磁场	3	300

7.14.8 阻尼磁场抗扰度检测

装置的阻尼磁场抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加阻尼磁场干扰的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 23 所示。
- b) 检测方法：阻尼磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.10 规定的试验方法进行。

表 23 阻尼磁场干扰试验的主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值（接触放电）
阻尼振荡磁场	3	衰减振荡波	30A/m

7.14.9 电压暂降、短时中断的抗扰度检测

装置的电压暂降、短时中断抗扰度条件检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在施加电压暂降、短时中断干扰的情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 24 所示。

b) 检测方法：电压暂降、短时中断抗扰度试验按 GB/T 17626.29 规定的方法进行。

表 24 电源暂降、短时中断的主要参数

试 验 项 目	级别	试验值	
		$\Delta U$	$\Delta t$
电压突降	1 级	30%	0.5s
	2 级	60%	0.5s
电压中断	1 级	100%	10ms
	2 级	100%	0.5s

7.14.10 振荡波抗扰度检测

装置的振荡波抗扰度检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：在电源回路、信号回路施加振荡波干扰情况下，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。具体要求如表 25 所示。
- b) 检测方法：振荡波抗扰度试验按 GB/T 17626.12 规定的方法进行，其中：
  - 1) 波形：衰减振荡波，包络线在 3~6 周期后衰减到峰值的 50%；
  - 2) 频率：100kHz 和 1MHz $\pm$ 0.1MHz；
  - 3) 重复率：100kHz 时至少 40 次/s，1MHz 时至少 400 次/s。

表 25 振荡波干扰试验的主要参数

试验项目	级别	共模试验电压峰值	试验回路
振荡波抗扰度	3	2.5	信号和电源回路
注：除平衡信号回路外，其他回路还需做差模试验。差模试验电压值为共模试验值的一半。			

7.15 耐冲击电压能力检测

装置耐电压冲击能力检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：电源回路应能承受标准雷电波 1.2/50 $\mu$ s 的短时冲击电压试验，试验电压的峰值为 1kV（额定绝缘电压 $\leq$ 63V）或 5kV（额定绝缘电压 $>$ 63V）。在电源回路施加正、负极性冲击电压各 3 次后，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。
- b) 检测方法：装置不上电，施加 1.2/50 $\mu$ s 正、负极性冲击电压各 3 次后，试验电压的峰值为 1kV（额定绝缘电压 $\leq$ 63V）或 5kV（额定绝缘电压 $>$ 63V）。试验结束后上电检查装置运行工况。

7.16 机械性能检测

装置的机械性能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：对装置施加频率 2Hz~9Hz，振幅 0.3mm；频率 9Hz~500Hz，加速度 1m/s<sup>2</sup> 的振动后，装置应无外观损坏，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。
- b) 检测方法：装置不上电，固定在电振动台上。振动频率范围为 2Hz~9Hz，振幅 0.3mm；频率 9Hz~500Hz，加速度 1m/s<sup>2</sup>，振动方向为三个轴向，每个轴向扫频循环 20 次。振动结束后上电检查装置运行工况。

7.17 连续通电稳定性检测

装置连续通电稳定性检测要求及检测方法如下：



- a) 检测要求：装置连续工作 72h，装置应能正常工作，功能、性能符合 7.8.1 要求。
- b) 检测方法：装置在常温工作条件下，连续通电运行 72h，装置应能正常运行，功能不丢失。满 72h 后检测装置的各项性能指标应满足要求。

## 7.18 传输规约检测

### 7.18.1 通信初始化过程检测

装置通信初始化过程的规范性检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：通信初始化过程的时间不应长于 5s；
- b) 检测方法：主站模拟通信软件在结束与装置的通信后，重新发起连接请求，装置应在 5s 内成功响应主站的连接请求。

### 7.18.2 实时数据通信流程与报文格式检测

装置实时数据通信流程与报文格式的规范性检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置按照不同速率传输实时数据报文，装置应按要求速率传输实时数据报文；检测速率需包含 100 帧/s、50 帧/s 和 25 帧/s 等几种情况；
- b) 检测方法：主站模拟通信软件通过改变 CFG-2 文件的“传送周期”字段，具体见 GB/T 26865.2—2011 表 6，通信流程应满足 GB/T 26865.2—2011 附录 A 要求。

### 7.18.3 离线数据通信流程与报文格式检测

装置离线数据报文格式与通信流程的规范性检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：报文格式应满足 GB/T 26865.2—2011 第 4 章要求；通信流程应满足 GB/T 26865.2—2011 附录 C 要求；
- b) 检测方法：依据 GB/T 26865.2—2011 第 4 章要求，通过主站模拟通信软件验证离线数据通信流程与报文格式的正确性。

### 7.18.4 实时数据传输速率整定检测

装置实时数据传输速率整定功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：报文格式应满足 GB/T 26865.2—2011 第 3 章要求；
- b) 检测方法：通过主站模拟通信软件验证实时数据传输速率整定功能正确性，通信流程应满足 GB/T 26865.2—2011 附录 A 要求。

### 7.18.5 离线数据通信流量控制功能检测

装置离线数据通信流量控制功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：装置应按照 GB/T 26865.2—2011 表 20 的要求传输离线数据文件；
- b) 检测方法：主站模拟通信软件通过改变传输命令帧的“帧长控制字”和“流量控制字”（见 GB/T 26865.2—2011 表 20），要求按照不同速率传输离线数据文件；被检测装置应按要求速率传输离线数据文件。

### 7.18.6 报文传输稳定性与丢包率检测

装置报文传输稳定性与丢包率检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
  - 1) 实时数据报文到达主站模拟通信软件所在计算机的时间间隔应一致；

- 2) 报文上送延时不大于 100ms;
- 3) 装置不应有报文丢失、时标重复、时标错序等现象。
- b) 检测方法: 主站模拟通信软件连续接收 1 min 的实时数据, 对报文传输间隔和延时进行统计分析。

#### 7.18.7 规约状态字正确性检测

装置规约状态字的规范性检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 状态字定义满足 GB/T 26865.2—2011 第 3 章表 4 的要求;
- b) 检测方法: 通过试验方法, 使装置产生“数据不可用”“装置异常”“同步异常”和“触发标志”等状态字置位, 并在模拟主站查看。

#### 7.18.8 数据一致性检测

装置的数据一致性检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 相同时间断面的数据数值应完全一致;
- b) 检测方法: 给装置加入三相电压和电流检测信号, 主站模拟通信软件记录完整 1min 的实时数据报文, 与装置产生的相同时间段离线数据文件进行数据比较。

#### 7.18.9 规约否定性检测

装置规约对异常报文处理的规范性检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 主站模拟通信软件向装置发送格式错误的 CFC-2 文件, 装置需返回“否定确认”命令, 不应有其他行为。错误报文格式包括“错误的同步字”“错误的校验字”“错误的 IDCODE”“与 CFG-I 配置项不符”等。
- b) 检测方法: 主站模拟通信软件向装置发送格式错误的 CFC-2 文件。

#### 7.18.10 多主站通信检测

装置支持多个主站的通信能力检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 装置应具有支持多主站的通信能力;
- b) 检测方法: 被测装置通过与多台通信规约检测仪相连, 模拟多个主站, 以不同速率或不同 CFG-2 对装置执行报文传输稳定性与丢包率检测项目。

### 7.19 SV 异常检测

#### 7.19.1 相量测量单元通道数据质量标识检测

装置应具备通道数据质量标识功能:

- a) 检测要求: 装置输出的所有相量通道数据、模拟量通道数据, 均需要进行通道数据质量标识。配置帧中以开关量通道表示通道数据质量配置, 被标识相量通道、模拟量通道的通道名称的第 13 个字符由“-”替换为“Q”。
- b) 检测方法: 模拟 SV 报文发送, 检查装置通道数据是否有质量标识。

#### 7.19.2 SV 报文品质及异常处理功能检测

装置应具备采样值报文品质及异常处理功能:

- a) 检测要求:

- 1) SV 报文中同步字段为失步时, 则与该 SV 报文相关的相量通道、模拟通道的数据质量标识应该置 1, 表示该通道数据不可用;
  - 2) 当 SV 报文中某一通道数据质量非“有效可用”时, 则与 SV 报文该通道相关的相量通道、模拟通道的数据质量标识应该置 1, 表示该通道数据不可用;
  - 3) 当装置测量得到的所有通道数据质量位均为不可用时, 应将数据帧中的 STAT 状态字段数据异常位置 1, 表示该装置数据不可用。
- b) 检测方法: 模拟 SV 报文品质及通道数据质量, 检查装置通道数据是否可用。

### 7.19.3 3/2 接线方式和电流计算功能检测

装置应具备 3/2 接线方式和电流计算功能:

- a) 检测要求:
- 1) 装置正常运行状态下, 处于检修状态的电压或电流采样值不参与和电流计算, 和电流与非检修合并单元的品质保持一致;
  - 2) 当装置检修状态下, 和电流正常计算, 所有通道的数据质量标识应该置 1, 表示该装置所有通道数据不可用, 应将数据帧中的 STAT 状态字段数据异常位置 1, 表示该装置数据不可用。
- b) 检测方法: 模拟装置处于正常运行状态及检修状态情况, 检查装置通道数据是否可用。

### 7.19.4 SV 配置异常检测

相量测量单元应具备以下 SV 异常检测功能:

- a) 检测要求: 装置收到的采样值报文配置不一致时, 装置应报警。
- b) 检测方法: 分别模拟 SV 报文的 SVID、组播 MAC 等参数异常, 检查装置的报警信号。

### 7.19.5 SV 中断检测 (品质位)

相量测量单元 SV 中断检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: MU 通信中断后, 装置应发出告警信号; MU 通信恢复后, 装置告警信号应自动返回。
- b) 检测方法: 模拟 MU 与装置通信中断后, 检查装置是否发出告警信号; 模拟 MU 通信恢复, 检查装置告警信号是否自动返回。

### 7.19.6 SV 采样数据标识异常检测

相量测量单元 SV 采样数据标识异常检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 当装置接收的采样值出现品质位无效或检修标识不一致时, 应正确告警。
- b) 检测方法: 分别模拟 MU 发送采样值出现品质位置无效、检修状态不一致的情况, 模拟故障检查装置是否发出告警信号。

### 7.19.7 采样数据丢帧检测

相量测量单元采样数据丢帧检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 装置接收采样值丢帧时应告警。
- b) 检测方法: 模拟合并单元发送的采样值出现丢帧, 检查装置是否告警。

## 7.20 DL/T 860 一致性检测

DL/T 860 一致性检测要求及检测方法如下:

- a) 检测要求: 装置通信规约满足 DL/T 860 规定的要求。

b) 检测方法：参考 DL/T 860.10 规定的检测方法。

## 7.21 网络压力检测

### 7.21.1 广播报文网络压力检测

装置在广播报文网络压力下检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：被测装置在线速 50% 的广播流量或组播流量下，各项应用功能正常，数据传输正确，性能未下降；
- b) 检测方法：将装置上电，并与报文发生器组网，使用网络检测仪生成广播流。

### 7.21.2 异常采样值报文网络压力检测

装置在异常采样值报文网络压力下检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：被测装置在线速 20% 的异常报文流量下，各项应用功能正常，数据传输正确，性能未下降；
- b) 检测方法：将装置上电，并与报文发生器组网，使用网络检测仪生成广播流。

### 7.21.3 采样值报文网络压力检测

装置在采样值报文网络压力下检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：被测装置在线速 10% 的正常报文流量下，各项应用功能正常，数据传输正确，性能未下降；
- b) 检测方法：将装置上电，并与报文发生器组网，使用网络检测仪生成广播流。

## 8 检测规则

### 8.1 检测分类

装置应通过下列检测：

- a) 型式试验；
- b) 质量抽检；
- c) 出厂检测。

型式试验、质量抽检、出厂检测项目见表 26。

表 26 检 测 项 目

检 测 项 目	检测要求及方法	型式试验	质量抽检	出厂检测
结构和外观检测	7.1	△	△	△
人机接口功能检测	7.2	△	△	△
运行状态和异常告警检测	7.3	△	△	△
装置功耗检测	7.4	△	△	△
光功率检测	7.5	△	△	△
数据记录功能检测	7.6	△	△	△
动态数据记录功能检测	7.6.1	△	△	△
数据安全性检测	7.6.2	△	△	△
数据输出方式检测	7.6.3	△	△	△

表 26 (续)

检 测 项 目	检测要求及方法	型式试验	质量抽检	出厂检测
数据传送功能检测	7.6.4	△	△	△
事件标识功能检测	7.6.5	△	△	△
连续录波功能检测	7.6.6	△	△	—
次同步振荡监测功能检测	7.6.7	△	△	—
装置时间同步检测	7.7	△	△	△
时间同步接口配置检测	7.7.1	△	△	—
装置对时准确度检测	7.7.2	△	△	△
装置守时准确度检测	7.7.3	△	△	△
时间同步监测功能检测	7.7.4	△	△	△
静态性能检测	7.8	△	△	△
额定频率下的测量准确度检测	7.8.1	△	△	△
频率偏移情况下的测量准确度检测	7.8.2	△	△	○
谐波影响下的测量准确度检测	7.8.3	△	△	○
幅值不平衡下的测量准确度检测	7.8.4	△	△	○
相角不平衡下的测量准确度检测	7.8.5	△	△	○
带外频率影响下的测量准确度检测	7.8.6	△	△	○
有功功率、无功功率测量准确度检测	7.8.7	△	△	○
动态性能检测	7.9	△	△	○
幅值阶跃响应时间检测	7.9.1	△	△	○
相角阶跃响应时间检测	7.9.2	△	△	○
幅值调制检测	7.9.3	△	△	○
相角调制检测	7.9.4	△	△	○
幅值与相角同时调制检测	7.9.5	△	△	○
频率斜坡检测	7.9.6	△	△	○
双通道双频率误差检测	7.10	△	△	○
电源影响检测	7.11	△	△	—
环境条件影响检测	7.12	△	△	—
高温影响检测	7.12.1	△	△	—
低温影响检测	7.12.2	△	△	—
绝缘性能检测	7.13	△	△	—
绝缘电阻检测	7.13.1	△	△	△
绝缘强度检测	7.13.2	△	△	—
湿热条件下绝缘电阻检测	7.13.3	△	△	—
电磁兼容检测	7.14	△	△	—
静电放电抗扰度检测	7.14.1	△	△	—

表 26 (续)

检 测 项 目	检测要求及方法	型式试验	质量抽检	出厂检测
射频电磁场辐射抗扰度检测	7.14.2	△	△	—
电快速瞬变脉冲群抗扰度检测	7.14.3	△	△	—
浪涌(冲击)抗扰度检测	7.14.4	△	△	—
射频场感应的传导骚扰抗扰度检测	7.14.5	△	△	—
工频磁场抗扰度检测	7.14.6	△	△	—
脉冲磁场抗扰度检测	7.14.7	△	△	—
阻尼磁场抗扰度检测	7.14.8	△	△	—
电压暂降、短时中断的抗扰度检测	7.14.9	△	△	—
振荡波抗扰度检测	7.14.10	△	△	—
耐冲击电压能力检测	7.15	△	△	—
机械性能检测	7.16	△	△	—
连续通电稳定性检测	7.17	△	△	△
传输规约检测	7.18	△	△	○
通信初始化过程检测	7.18.1	△	△	○
实时数据通信流程与报文格式检测	7.18.2	△	△	○
离线数据通信流程与报文格式检测	7.18.3	△	△	○
实时数据传输速率整定检测	7.18.4	△	△	○
离线数据通信流量控制功能检测	7.18.5	△	△	○
报文传输稳定性与丢包率检测	7.18.6	△	△	○
规约状态字正确性检测	7.18.7	△	△	○
数据一致性检测	7.18.8	△	△	○
规约否定性检测	7.18.9	△	△	○
多主站通信检测	7.18.10	△	△	○
SV 异常检测	7.19	△	△	○
相量测量单元通道数据质量标识检测	7.19.1	△	△	○
SV 报文品质及异常处理功能检测	7.19.2	△	△	○
3/2 接线方式和电流计算功能检测	7.19.3	△	△	○
SV 配置异常检测	7.19.4	△	△	○
SV 中断检测(品质位)	7.19.5	△	△	○
SV 采样数据标识异常检测	7.19.6	△	△	○
采样数据丢帧检测	7.19.7	△	△	○
DL/T 860 一致性检测	7.20	△	△	○
网络压力检测	7.21	△	△	○
广播报文网络压力检测	7.21.1	△	△	○
异常采样值报文网络压力检测	7.21.2	△	△	○
采样值报文网络压力检测	7.21.3	△	△	○
注: 表中符号“△”表示该项为必检项目; 符号“○”表示该项为可选检测项目, “—”代表该项目不需要测试。				

## 8.2 型式试验

下列情况下应进行型式试验：

- a) 新产品定型时；
- b) 技术、工艺或使用材料有重大改变时；
- c) 出厂检测结果与上次型式试验有较大差异时；
- d) 上次型式试验有效期满时；
- e) 停产后再生产时。

型式试验的样品数量为 1 台，型式试验周期为 4 年。

型式试验中出现故障或某一项或多项不合格时，应在查明故障原因并排除故障后，另抽取样品检测。再次检测中如又出现故障或某一项或多项不合格，本次型式试验判断为产品不合格。

## 8.3 出厂检测

对每台产品应进行出厂检测。出厂检测全部项目检测合格为该产品检测合格。任一项不合格，该产品为不合格，不能出厂。

## 8.4 质量抽检

检测机构对型式试验合格，并形成批量生产的产品进行质量抽检。抽样地点为制造厂仓库或用户仓库。抽检样本 10 台，抽取两台进行检测。检测项目全部合格判定产品为合格产品，任一项不合格判定产品不合格。

## 附录 A

(资料性附录)

## 次同步振荡监测功能检测

## A.1 次同步振荡功能检测

装置宜具备基于采样数据的次同步振荡监测功能，可将次同步振荡主导分量的幅值、频率上送调度主站。当电力系统发生次同步振荡时，PMU 启动采样数据录波，在数据帧的状态字中设置触发标志和原因，发出相应事件告警：

- a) 次同步振荡频率监视范围：10Hz~40Hz，频率分辨率要求为 1Hz。
- b) 次同步振荡判据：瞬时功率次同步振荡分量超过预设门槛值  $P_{sso}$  并持续  $Xs$ ； $P_{sso}$  与  $X$  数值可整定。
- c) 次同步振荡频率监视范围：10Hz~40Hz，频率分辨率要求为 1Hz。

## A.2 检测环境

次同步振荡监测功能检测环境如图 A.1 所示，由一台可产生间谐波信号的检测仪为 PMU 装置提供  $3U/3I$  输入，由时间同步装置为检测仪和 PMU 装置提供同步时钟信号。

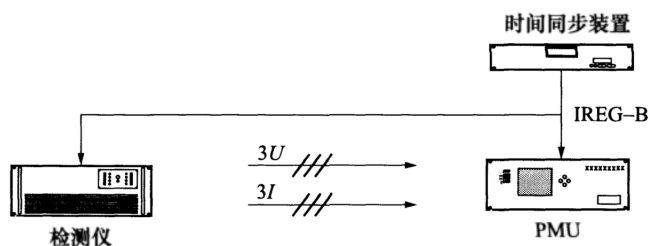


图 A.1 检测环境示意图

## A.3 间谐波信号产生方案

通过软件生成 Comtrade 数据文件，输出电压信号为三相额定电压，在额定三相电流上叠加  $10\%I_n$  间谐波信号作为输出电流信号，间谐波频率分别选取 10Hz、25Hz、40Hz，使用检测仪进行波形回放，作为 PMU 装置的信号输入。

## A.4 检测步骤

检测步骤如下：

- a) 被测 PMU 装置设置次同步振荡启动门槛值  $P_{sso}=10\%P_n$ ，持续时间设置为 10s；
- b) 利用软件产生包含间谐波的三相检测信号文件，令功率信号中包含的次同步振荡功率达到  $11\%P_n$ ，功率信号中包含的间谐波频率分别为 10Hz、25Hz 和 40Hz；
- c) 通过检测仪依次进行 Comtrade 数据回放；
- d) 检查 PMU 计算的次同步振荡频率和幅值是否与注入间谐波信号一致，间谐波频率应为 10Hz、25Hz、40Hz，间谐波信号幅值误差  $\leq \pm 1\%P_n$ ；
- e) 次同步振荡信号持续时间达到 10s 后，PMU 应发出告警，并触发录波。



## A.5 检测记录

次同步振荡监测功能检测记录表见表 A.1。

表 A.1 检 测 记 录 表

信 号	触发录波	间谐波频率	间谐波幅值
功率次同步谐波分量=11% $P_n$ , 10Hz			
功率次同步谐波分量=11% $P_n$ , 25Hz			
功率次同步谐波分量=11% $P_n$ , 40Hz			

附录 B  
(资料性附录)  
时间同步监测功能检测

B.1 模型和通信规约检测

装置模型和通信规约检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：
- 1) 被测装置时间同步自检状态信息定义应满足技术规范要求；
  - 2) 被测装置时间同步状态在线监测功能通信规约应符合相应标准要求。
- b) 检测方法：
- 1) 用模型检测工具检测被测装置模型是否和标准定义名称及类型一致；
  - 2) 模型检测无误后按图 B.1 搭建检测环境；
  - 3) 将时间同步监测功能检测仪器配置为被测装置应支持的规约类型，与被测装置相连；
  - 4) 被测装置的对时状态测量和设备状态自检应能够与仪器的标准检测软件正确建立连接和进行交互。

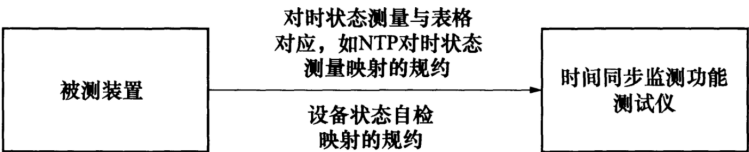


图 B.1 时间同步在线监测的协议检测

B.2 装置自检功能检测

装置状态自检功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：被测装置的状态自检功能应满足技术规范自检状态信息动作返回条件。
- b) 检测方法：
- 1) 按图 B.2 搭建检测环境；
  - 2) 时间同步监测功能检测仪设置在接收被测装置状态告警信号的模式；
  - 3) 设置时间检测仪的输出模拟表 B.1 所示场景，监测对时接口状态的行为，检测时，设置每个产生告警的场景前应先使告警返回；
  - 4) 设置时间检测仪的输出模拟表 B.2 所示场景，监测对时服务状态的行为，检测时，设置每个产生告警的场景前应先使告警返回；
  - 5) 设置时间检测仪的输出模拟表 B.3 所示场景，监测时间跳变侦测状态位的行为，检测时，设置每个产生告警的场景前应先使告警返回。

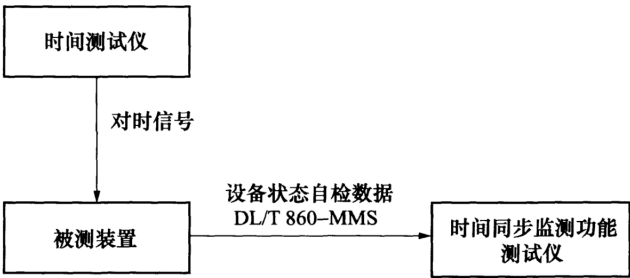


图 B.2 被测装置的设备状态自检功能检测原理图

表 B.1 被测装置对时接口自检功能检测及合格判据

序号	检测场景	合格判据
1	拔下或不连接对时电缆/光纤	产生对时接口状态告警
2	对时信号质量标志无效	产生对时接口状态告警
3	对时信号校验错	产生对时接口状态告警
4	插入或连接对时电缆/光纤且对时信号质量标志有效且校验正确	对时接口状态告警返回

表 B.2 被测装置对时服务状态自检功能检测及合格判据

序号	检测场景	合格判据
1	启动装置，不接入对时信号	对时服务状态告警，被测装置测量角度误差 $>0.5^{\circ}$
2	接入正确对时信号	对时服务状态返回，被测装置测量角度误差 $<0.5^{\circ}$
3	撤除正确对时信号	对时服务状态告警，被测装置测量角度误差 $<0.5^{\circ}$
4	撤除正确对时信号 1h	对时服务状态告警，被测装置测量角度误差 $<1.5^{\circ}$

表 B.3 被测装置时间跳变侦测状态自检功能检测及合格判据

序号	检测场景	合格判据
1	对时信号年跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
2	对时信号年跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
3	对时信号月跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
4	对时信号月跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
5	对时信号日跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
6	对时信号日跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
7	对时信号时跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
8	对时信号时跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
9	对时信号分跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
10	对时信号分跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
11	对时信号秒跳变增加 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
12	对时信号秒跳变减少 1	产生时间跳变侦测状态告警，装置守时
13	闰秒	不产生时间跳变侦测状态告警，装置正常同步
14	恢复变化前正常信号	时间跳变侦测状态告警返回，装置正常同步

**B.3 对时偏差监测功能检测**

装置对时偏差监测功能检测要求及检测方法如下：

- a) 检测要求：被测装置 NTP 监测报文应满足技术规范要求，对时状态测量功能见表 B.4。
- b) 检测方法：
  - 1) 按图 B.3 搭建检测环境；
  - 2) 设置时间检测仪的输出模拟产生表 B.4 所示的时间偏差量检测点，模拟被测装置不同对时偏差的场景，启动被测装置，使被测装置与对时信号同步，建立时间同步监测功能检测仪与被测装置之间的连接，记录时间同步监测功能检测仪显示的偏差测量值；

3) 关闭被测装置，设置下一个偏差量测量，再开启被测装置重新同步（输出突变被测装置不会同步）。

表 B.4 被测装置的对时状态测量功能的检测点及检测合格判据

模 拟 偏 差	合 格 判 据
0ms	偏差测量值的 30 次平均值不超过±3ms
4ms	偏差测量值的 5 次（去掉极值）平均值>+3ms
-4ms	偏差测量值的 5 次（去掉极值）平均值<-3ms

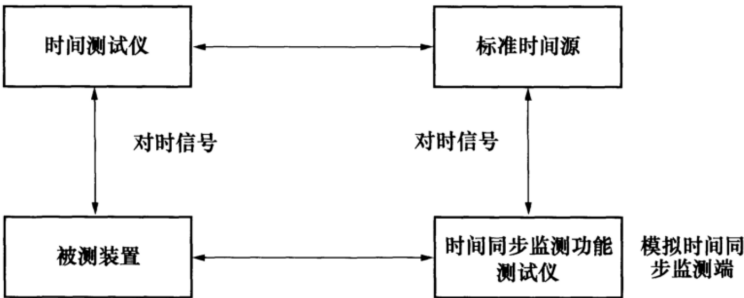


图 B.3 被测装置的对时状态测量功能检测原理图

中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
智能变电站的同步相量测量装置  
第 3 部分：检测规范  
DL/T 1405.3—2018

\*

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>)  
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

\*

2019 年 8 月第一版 2019 年 8 月北京第一次印刷  
880 毫米×1230 毫米 16 开本 2 印张 56 千字  
印数 001—500 册

\*

统一书号 155198·1531 定价 30.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 最及时、最准确、最权威 的电力标准信息



155198.1531