



NT705-F 电子式互感器分离测试系统

说明书

编写 顾晋文

审核 罗 强

标准化 周东顶

批准 汤汉松

江苏凌创电气自动化股份有限公司

本说明可能会被修改，请核实实际产品和说明书版本是否相符

2017年08月04日，第1版，第次印刷。

江苏凌创电气研发部监制

目录

注意事项

1 简介	1
1.1 主要功能	1
1.2 主要特点	2
2 主要技术指标	4
2.1 参照标准	4
2.2 使用条件	4
2.3 仲裁基准环境	5
2.4 技术参数	5
2.5 保修范围	7
3 系统结构	8
3.1 系统结构图	8
3.2 结构说明	9
4 稳态校验系统使用说明	10
4.1 功能说明	10
4.1.1 参数配置	10
4.1.2 监测信息	14
4.1.3 校验结果显示	14
4.1.4 波形显示	16
4.1.5 关于	16
4.1.6 试品状态告警灯	17
4.1.7 通道配置	17
4.1.8 时间测试	18
4.1.9 信号分析	22
4.1.10 系统状态告警灯	23
4.1.11 试验次数	24
4.1.12 程序状态栏	24
4.1.13 程序提示信息	24
4.1.14 程序控制按钮	24
4.2 测试须知	24
4.3 试验报告	25
5 暂态校验系统使用说明	28
5.1 功能说明	28
5.1.1 系统操作流程	28
5.1.2 参数配置	29
5.1.3 测量结果显示	32
5.1.4 暂态校验结果显示	33

5.1.5 波形绘制与控制.....	34
5.1.6 比率	35
5.1.7 合并单元配置信息.....	35
5.1.8 GOOSE 信息.....	35
5.1.9 系统状态告警灯.....	35
5.1.10 程序提示信息.....	36
5.1.11 程序状态栏.....	36
5.1.12 程序控制按钮.....	36
5.1.13 信号源输出.....	37
5.2 暂态试验注意事项.....	42
5.3 试验报告	43
6 问题及解决	44
7 外形及尺寸	45
附录 A IEC61850-9-1 输出接口标准	46
附录 B IEC61850-9-2LE 输出接口标准	57
附录 C IEC61850-9-2 输出接口标准	60
附录 D IEC60044-8 FT3 输出接口标准	62
附录 E 互感器误差限值.....	66

注 意 事 项

1. 严格遵循所进行试验的检测规范、安全规则，严禁一切违规操作。
2. 当在高压区域进行测试时，要遵循高压测试设备安全操作规程规范。
3. 带电试验过程中，不得随意断开及连接一次侧模拟量传输线和二次侧的模拟量传输线。
4. 注意所有试验设备和仪器的额定值、接线方式，防止高压、过载、断线等所造成的人身伤害和设备损坏。
5. 光纤接头和跳线注意防尘，光纤勿强力弯折挤压。
6. 对于使用和维护不当等人为原因造成的仪器损坏及其他损失，制造厂商/分销商不负任何责任。
7. 禁止自行拆开测试仪机箱，自行拆开测试仪意味着所有的质保失效。
8. 勿在潮湿和易燃易爆环境下试验。

试 验 前 ， 请 注 意 ：

- 请注意所有输入端口的量程，切勿超量程工作！
- 切勿将电流信号接入电压输入端子！
- 切勿将电压信号接入电流输入端子！
- “前置单元”在试验完毕后尽量关闭电源开关；当电池电压偏低时及时充电。
- 接地端子可靠接地！

1 简介

随着数字化变电站以及智能电网的发展，电子式互感器和光学互感器逐步取代油绝缘电磁式互感器和 SF6 气体绝缘电磁式互感器是必然趋势，其工程应用也日益普及。电子式互感器一般由互感器传感头、远端模块以及合并单元三部分组成，“NT705-F 电子式互感器分离测试系统”可对各类新型的 0.1 级~10 级的电子式互感器进行传感头、远端模块及 MU 的分离测试，实现电子式互感器的准确度校验、暂稳态特性试验、时间特性测试、整体与分体测试、故障定位等。

本系统可以用于实验室、出厂和现场等试验场合。

1.1 主要功能

- (1) 支持电子式互感器的传感头、远端模块及 MU 的分离式测试
- (2) 支持“南京新宁光电互感器”，“国电南自”，“行标 282 同步方式”，“行标 282 异步方式”，“国网 426 同步方式”，“国网 426 异步方式”，“许继同步方式”，“许继异步方式”，“长园深瑞”，“南瑞继保”等各主流厂家电子式互感器远端模块的测试。
- (3) IEC61850-9-1，IEC61850-9-2LE，IEC61850-9-2，IEC60044-8 FT3，国网公司 FT3 输出式电子式互感器的协议一致性测试
- (4) 电子式互感器及合并单元的稳态准确度校验
- (5) 电子式互感器及合并单元的暂态特性试验
- (6) 电子式互感器及合并单元绝对延时时间测试
- (7) 电子式互感器 MU 发送报文的时间抖动特性测试
- (8) 电子式互感器 MU 发送报文的丢包数及丢包率统计
- (9) 电子式互感器 MU 多通道测试
- (10) 电子式互感器输出信号分析
- (11) 电子式互感器 MU 自检及错误标处理机制测试
- (12) 电子式互感器输出录波
- (13) 电流电压相位核对
- (14) 合并单元级联测试
- (15) 7 路传感头仿真输出与 6 路远端模块仿真输出
- (16) 暂态过程仿真计算与暂态信号输出
- (17) 罗氏线圈的微分信号仿真输出
- (18) 多路采集器异步采样与延时差异仿真测试
- (19) 采集器的丢帧及状态变位等异常情况的定量仿真测试
- (20) 传统互感器校验

1.2 主要特点

该测试系统具有以下特点：

(1) 电子式互感器的分离测试

可同时进行电子式互感器本体小信号输出精度测试、电子式互感器采集器输出精度测试、数字量合并单元测试以及电子式互感器整体测试，实现电子式互感器的中间传变过程的管控，每个环节把控，实现电子式互感器的过程控制以及各部件的分离测试与管控，大大提高电子式互感器的准确性以及可靠性。

(2) 远端模块的测试与仿真

支持“南京新宁光电互感器”，“国电南自”，“行标 282 同步方式”，“行标 282 异步方式”，“国网 426 同步方式”，“国网 426 异步方式”，“许继同步方式”，“许继异步方式”，“长园深瑞”，“南瑞继保”等各主流厂家电子式互感器远端模块的协议。

可以仿真上述厂家电子式互感器数字量协议的输出，可以模拟其异步与同步，可以控制不同 ECT/EVT 采集器报文发送的异步时间，可以模拟 ECT/EVT 采集器报文的各种异常，可以仿真罗氏线圈原理电子式互感器的微分信号。

(3) 全面的测试功能

能够同时完成 MU 的三相电流三相电压的准确度、时间特性、状态标志、丢包率、电流电压相位核对等的相关测试，涉及到 MU 功能和性能的各个环节。

暂态能够实现手动启动录波和突变量启动录波，计算信号的频率、有效值及频率等参数，能分析复合误差、衰减时间常数、最大瞬时误差电流、最大峰值瞬时误差等指标。同时具备被试品的协议一致性分析、丢点统计、波形绘制、光标拖动、报告生成、COMTRADE 录波、事后分析等功能。

(4) 与各电子式互感器厂家接口

能够对目前国内外的各类输出数据实现对接：IEC61850-9-1、IEC61850-9-2LE、国网 IEC61850-9-2、IEC60044-8FT3、国网 FT3 等。FT3 接口能够 5M，10M 带宽自适应。上述各类接口采用自适应方式，无需特殊配置额定值、采样率、带宽、ASDU 数目等信息，具备较强的适应性。

(5) 精度高

基于 24 位低失调漂移高信噪比的 ADC 设计精密采集模块，合理的系统结构布局及抗干扰措施，完善的滤波测量算法，系统精度达到 0.05%，两路模拟同步采样时差在 0.5 μ S 以内。精度校验结果不受系统一次电量频率波动的影响。绝对延时、时间抖动测试精度优于 2 μ S。

(6) 额定延时时间可以自适应补偿。

不同 MU 的额定延时时间各不相同，在测试前和录波后，测试仪都能根据设定的该额定参数，实现与标准信号的同步。

(7) 完善的自检和提示

系统可长时间稳定运行，性能不随时间发生改变；充分考虑各种可能的试验异常情况，对异常情况能及时检测并明确告警，不会影响测试系统的运行。

(8) 易用便携

人机界面简洁明了,较强的自适应和兼容性避免了和 MU 测试时的繁琐配置和调试,实现了使用上的简易。测试仪结构紧凑、体积小、重量轻、携带运输安全方便,采用通用 USB 接口和以太网接口与笔记本电脑连接。

该测试系统广泛应用于电力、交通、机械及相关行业内的生产单位、运行单位、检测机构、科研院所等。

2 主要技术指标

2.1 参照标准

- IEC 60044-7:1999 Instrument transformers-Part7:Electronic voltage transformers
(GB/T20840.7 -2007 电子式电压互感器)
- IEC 60044-8:2002 Instrument transformers-Part8:Electroniccurrent transformers
(GB/T20840.8 -2007 电子式电流互感器)
- GB 1207-2006 电压互感器
- GB 1208-2006 电流互感器
- IEC 61850-9-1 Specific Communication Service Mapping (SCSM) -Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link
- IEC 61850-9-2 Specific Communication Service Mapping (SCSM) -Sampled values over ISO/IEC 8802-3
- Implementation guideline for digital interface to instrument transformers using IEC61850-9-2
- JJG313-1994 测量用电流互感器检定规程
- JJG314-1994 测量用电压互感器检定规程
- JJG 1021-2007 电力互感器检定规程
- JJG169-1993 互感器校验仪检定规程
- Q/GDW 441-2010 智能变电站继电保护技术规范
- Q/GDW 690-2011 电子式互感器现场校验规范
- DL/T 1100.1-2009 电力系统的时间同步系统 技术规范
- GB16847-1997 保护用电流互感器暂态特性技术要求
- DL/T 553-1994 220-500kV 电力系统故障动态记录技术准则
- DL/T281-2012 《合并单元测试规范》
- GB/T14598.14-2010 静电放电试验
- GB/T14598.18-2007 浪涌干扰试验
- GB/T 14598.10-2007 快速瞬变干扰试验

2.2 使用条件

1. 工作温度：-10℃~55℃；
2. 存储温度：-25℃~+85℃；
3. 相对湿度：0~95%，无凝露；
4. 海拔：3000 米以内；

2.3 仲裁基准环境

1. 工作温度：23℃±2℃；
2. 相对湿度：45%~75%；

2.4 技术参数

1. 稳态校验系统

- 比差测试精度：0.05%
角差测试精度：2'
频差测试精度：0.002Hz
复合误差测试精度：0.2%
延时测试精度：1us
离散度测试精度：20ns

2. 暂态测试系统

- 最大峰值误差测试精度：1%
衰减时间常数测试精度：2%
暂态延时测试精度：5us；

3. 模拟小电压输入通道

- 测量限值：±5V（峰-峰值）；
带宽：5KHz；
测量精度：0.05%；
多通道同步误差：≤0.5μS；
最大无损坏输入电压：±10V（峰-峰值）
输入阻抗：1MΩ

4. 电流通道的

- 额定输入：5A 和 1A
线性范围：0~1.2 倍额定
最大允许输入：2 倍额定；

电压通道

- 额定输入：100V
线性范围：0~1.2 倍额定；
最大允许输入：1.5 倍额定；

5. 暂态前置单元

- 电压测量限值：±10V（峰-峰值）；
电流测量范围：0~40 倍额定（额定 5A）；
带宽：5KHz；
测量精度：0.1%；

多通道同步误差： $\leq 0.5\mu\text{s}$ ；
最大无损坏输入电压： $\pm 20\text{V}$ （峰-峰值）
输入阻抗： $50\text{K}\Omega$
工作时长： 连续工作时间不低于 18 小时
充电时长： 约 3.0 小时

6. 数字输入电压

IEC61850-9-1, FT3: 额定电压参数 11585 (OX2D41)

IEC61850-9-2: 数字量 1 为 10mV

7. 数字输入电流

IEC61850-9-1, FT3: 额定保护电流 463 (OX 1CF), 额定测量电流 11585 (OX2D41)

IEC61850-9-2: 数字量 1 为 1mA

8. FT3 输入

波特率（编码后时钟频率）： 5M/10M/20M 自适应；

采样率： 自适应；

ST 接头： 850nm 波长

9. 同步光脉冲接口

ST 接头： 850nm 波长；

同步 1 端子： 秒脉冲输出；

同步 2 端子： IRIG-B 码输出；

1PPS 和 IRIG-B 自适应接收

10. 小模拟电压输出

幅值： $\pm 5\text{V}$ （峰-峰值）

精度： 0.2%

路数： 7 路

11. 数字量输出

支持协议：“南京新宁光电互感器”，“国电南自”，“行标 282 同步方式”，“行标 282 异步方式”，“国网 426 同步方式”，“国网 426 异步方式”，“许继同步方式”，“许继异步方式”，“长园深瑞”“南瑞继保”等

路数： 6 路

多路同步精度： 40ns

12. 通信接口

10/100M 以太网

13. 供电方式

220V 交流供电。

2.5 保修范围

整机提供一年免费保修，超出免费保修期的模块收取维修成本。终身维护。

3 系统结构

3.1 系统结构图

测试系统的结构示意框图如下：

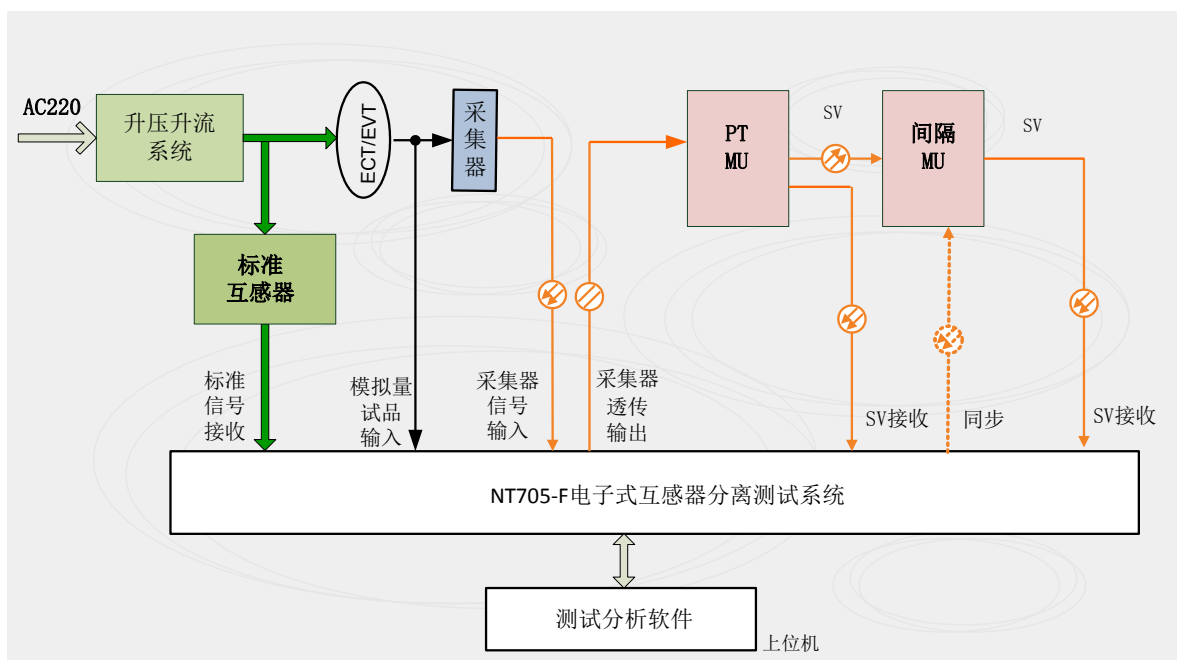


图 1 传感器+采集器+MU 测试示意图

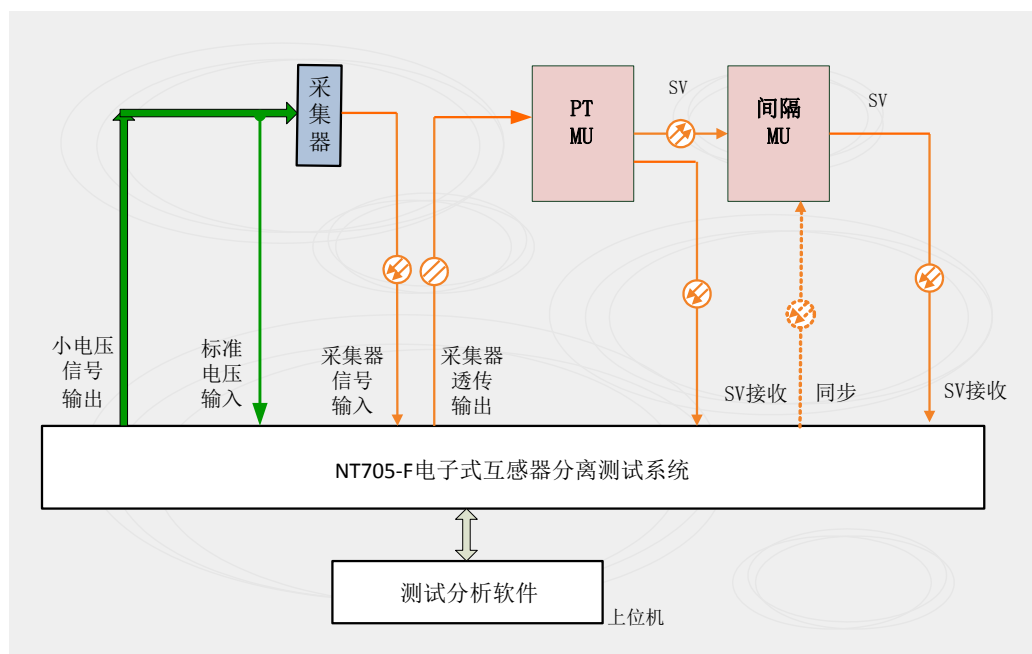


图 2 采集器+MU 测试示意图

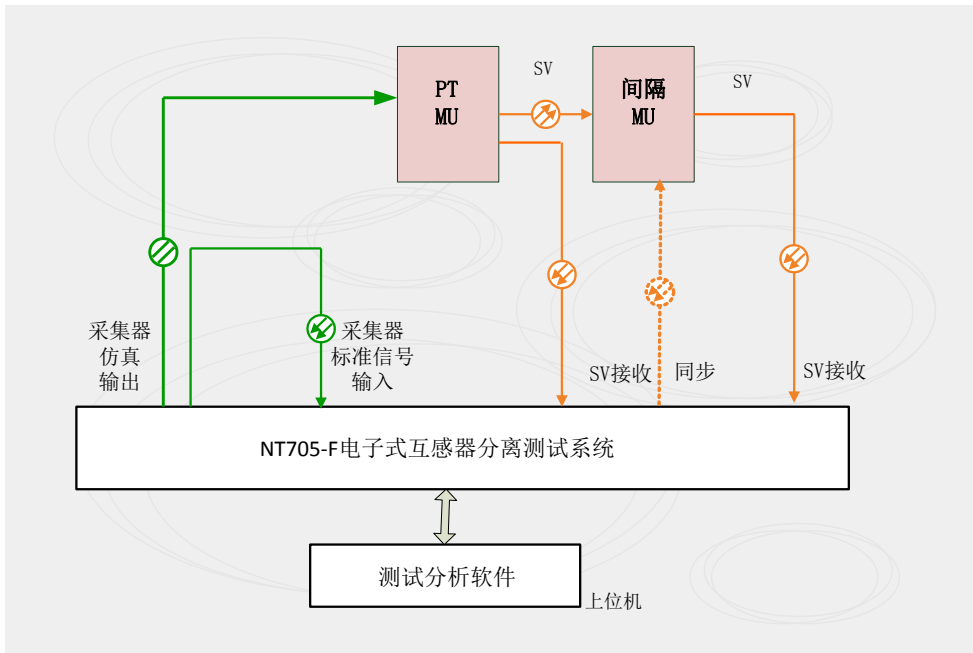


图 3MU 测试示意图

3.2 结构说明

图 1 所示测试系统在电子式互感器一次侧进行升压或升流，通过标准电压互感器或标准电流互感器输出标准源信号进入校验仪。同时将传感头输出的模拟量、采集器输出的串行数字量、合并单元输出的 SV 报文接入校验仪，完成电子式互感器的分离同步测试。NT705-F 测试系统接收 MU 的以太网输出或 FT3 输出，同步光信号的连接不是必须要求，基于延时时间同步时可以不连接。

图 2 所示是针对采集器和 MU 作为被测对象的示意图，NT705-F 测试系统仿真电子式互感器的传感头信号输出，接入采集器前段，完成采集器输出和合并单元输出的测试。测试系统可以仿真 LPCT、分压器、以及罗氏线圈微分信号输出。

图 3 所示是针对 MU 作为被测对象的示意图，NT705-F 测试系统仿真电子式互感器的采集器信号输出，接入 MU，完成合并单元的测试。测试系统可以仿真“南京新宁光电互感器”，“国电南自”，“行标 282 同步方式”，“行标 282 异步方式”，“国网 426 同步方式”，“国网 426 异步方式”，“许继同步方式”，“许继异步方式”，“长园深瑞”，“南瑞继保”，“IEC61850-9-2LE”等协议的信号源。

测试系统的校验仪与上位机通过以太网方式通信，相对于其他总线接口方式，具有极大的通用性和便携性。上位机的“测试分析系统”中稳态系统采用高精度算法及频率跟踪处理，进行数据分析，计算采样值的频率、相位、幅值，完成信号分析、相位核对、波形绘制、数据统计、报告生成等所有功能。暂态系统能够进行手动启动录波和突变量启动录波，以 COMTRADE 格式存储录波文件，便于事后分析。采用高精度算法及频率跟踪处理，进行数据分析，得到被试品的频率、有效值、相位参数，并能分析复合误差、衰减时间常数、最大瞬时误差电流、最大峰值瞬时误差、暂态绝对延时时间、延时修正时间。软件同时完成波形绘制、实时分析、报告生成等功能。

4 稳态校验系统使用说明

在使用本测试系统上位机软件时，请修改电脑本地连接 IP 地址为：192.168.0.xx
稳态校验系统软件主界面如下图所示：



图 4 稳态软件主界面图

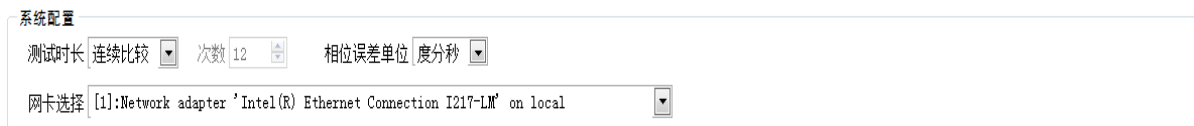
4.1 功能说明

程序界面各部分功能，按上图标注依次说明如下：

4.1.1 参数配置

对应主界面图标标注 1。

4.1.1.1 系统配置



☞ 测试时长

设定需要进行校验试验的方式。选择项为“指定次数”或“连续比较”或“周期循环”，当选择“指定次数”，程序比较的次数达到设定值时，会自动生成试验报告，并结束程序运行。当选择“连续比较”，次数设置项自动变灰，试验会一直进行下去，无固定校验次数，直到手动停止运行。当选择“周期循环”，程序会在设定的“单循环次数”达到时，自动生成试验报告，再重新统计，循环操作，直到手动停止运行。

☞ 相位误差单位

设定相位误差数据是以“度分秒”为单位，还是以“分”为单位。1度=60分；1分=60秒。

🔍 网卡选择

当进行数字量输出式互感器校验时，系统自动检测可供使用的网卡并列表，需根据上位机电脑所用的网卡进行选择，选择有线网卡。

4.1.1.2 标准源配置

标准源配置				
标准源1:	来源: 电流	额定一次值(A): 600.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值
标准源2:	来源: 电流	额定一次值(A): 1000.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值
标准源3:	来源: 电流	额定一次值(A): 1000.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值
标准源4:	来源: 电流	额定一次值(A): 1000.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值
标准源5:	来源: 电流	额定一次值(A): 1000.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值
标准源6:	来源: 电流	额定一次值(A): 1000.000000	额定二次值(A): 5.000000	输出显示方式: 一次值

🔍 来源

根据标准源接入方式选择标准源，“电流，电压（100V），电压（5V），数字接收端口”表示标准源由校验仪的“电流，电压（100V），电压（5V）”模拟量输入端口接入或者从“数字接收端口”接入。“数字接收端口”接收由数字信号源输出接口发出的数字信号。

注：

电流通道量程：线性范围：0~1.2倍额定；最大允许输入：2倍额定；

电压通道量程：线性范围：0~1.2倍额定；最大允许输入：1.5倍额定；

数字信号源输出：通过暂态软件中的数字信号源输出界面配置。

🔍 额定一次值；额定二次值

根据标准源侧的电流标准互感器和电压标准互感器的试验接线来设置该值。

🔍 输出显示方式

“一次值”是指一次侧所加的电流电压值，“二次值”是指外部标准互感器接入到校验仪的模拟信号大小。主界面标注2监测信息处的“电量监测”中，有效值的显示方式会根据该值的设定进行改变。标注3处的波形绘制，以及校验结果也会根据此设定值进行相应改变。

4.1.1.3 试品配置

试品配置					
试品1	试品2	试品3	试品4	启用	试品1 <input checked="" type="radio"/> 试品2 <input type="radio"/> 试品3 <input type="radio"/> 试品4 <input type="radio"/>
被试品类型: IEC61850-9-2LE输出式		同步方式: 绝对延时法	FT3类型: 1		
额定延时(ms): 0.000	额定相位偏移(度): 0.000	目标MAC地址: 00F00F1FFFF0	停用MAC: <input checked="" type="checkbox"/>	额定一次: 电流(A): 600	电压(kV): 600

🔍 启用

开始试验前，根据试验需求，选择启用“试品1”，或“试品2”，或“试品3”，或“试品4”，选择后该按钮将会点亮变绿。

🔍 被试品类型

开始试验前，根据被测互感器的输出类别，选择“模拟量输出式”，或“IEC61850-9-1输出

式”，或“IEC61850-9-2LE 输出式”，或“IEC61850-9-2 输出式”，或“FT3 输出式”，或“武汉国家计量站 9-1 输出式”。该配置选项在程序启动后，仍允许改变，也允许先停止程序的运行，再进行改变。

➤ 同步方式

根据试验同步方式，选择“绝对延时法”，或“同步脉冲法”。

➤ FT3 类型

被测互感器类型为“FT3 输出式”时，选择 FT3 类型，“FT3 类型自适应”，或“IEC60044 版 FT3”，或“国网版 FT3”，或“行标 10 版同步”，或“行标 10 版异步”，或“国网 14 标准同步”，或“国网 14 标准异步”，或“新宁光电互感器本体”，或“许继电气互感器本体_同步”，或“许继电气互感器本体_异步”，或“国网南自互感器本体”，或“南瑞继保互感器本体_GIS”，或“长远深瑞互感器本体”，或“南瑞航天互感器本体”。该配置选项在程序启动后，仍允许改变，也允许先停止程序的运行，再进行改变。

➤ 额定延时

根据被试品所提供的参数来设置，单位“毫秒”。试验开始前应由被试品生产商提供该参数。

➤ 额定相位偏移

根据被试品所提供的参数来设置，单位“度”。试验开始前应由被试品生产商提供该参数，试验过程中该项可以进行改动。

➤ 目标 MAC 地址

根据需要接收的 IEC61850-9-1 采样值报文所对应的以太网目标 MAC 地址来设定此参数，十六进制，可同时接收多路合并单元进行测试，配置多路不同的 MAC 地址。

➤ 停用 MAC

如果试品的合并器数据和校验仪是点对点直连，不存在发送多个 MAC 地址的采样值报文情况，则可以勾选此项，停用 MAC 地址过滤功能。同时发送多个 MAC 地址的采样值报文时，则不勾选此项，并指定所测试品对应的 MAC 地址。

当“4.1.1.3 试品配置”中“被试品类型”为“模拟量输出式”时，此处界面如下：

当“4.1.1.3 试品配置”中“被试品类型”为“IEC61850-9-1 输出式”或“武汉国家计量站 9-1 输出式”时，此处界面如下：

当“4.1.1.3 系统配置”中“被试品类型”为“IEC61850-9-2LE 输出式”或“IEC61850-9-2 输出式”时，此处界面如下：

试品配置

试品1 试品2 试品3 试品4 启用 试品1 试品2 试品3 试品4

被试品类型 IEC61850-9-2输出式 同步方式 绝对延时法 FT3类型 新宁光电互感器本体

额定延时(ms) 0.000 额定相位偏移(度) 0.000 目标MAC地址 C0F00F1FFFF0 停用MAC 额定一次:电流(A) 600 电压(kV) 600

数字量:保护电流 463 测量电流 11585 电压 11585

当“4.1.1.3 试品配置”中“被试品类型”为“FT3 输出式”时，此处界面如下：

试品配置

试品1 试品2 试品3 试品4 启用 试品1 试品2 试品3 试品4

被试品类型 FT3输出式 同步方式 绝对延时法 FT3类型 新宁光电互感器本体

额定延时(ms) 0.000 额定相位偏移(度) 0.000

数字量:保护电流 463 测量电流 11585 电压 11585

➤ 额定相位偏移，额定延时

上述参数的设置均同上。因为 IEC61850-9-2 中以 32 位整型数据来传输实际一次值，无一次额定参数值，当传输电流值时，数字量 1 代表 1mA，传输电压时，数字量 1 代表 10mV，所以此处的“通道配置”中，配置项为电压和电流选项。

➤ 额定一次：电流；电压

因为 IEC61850-9-2 协议中不传送额定一次值，所以此处需要手动配置试品的额定一次值，此处的设定值根据被测各条线路或间隔的互感器的一次额定值或者合并单元的一次额定值进行配置。

➤ 目标 MAC 地址

根据需要接收的 IEC61850-9-2 采样值报文所对应的以太网目标 MAC 地址来设定此参数，十六进制，可同时接收多路合并单元进行测试，配置多路不同的 MAC 地址。

➤ 停用 MAC

如果试品的合并器数据和校验仪是点对点直连，不存在发送多个 MAC 地址的采样值报文情况，则可以勾选此项，停用 MAC 地址过滤功能。同时发送多个 MAC 地址的采样值报文时，则不勾选此项。

4.1.1.4 报告配置

报告配置

报告存储 C:\Users\Administrator\Desktop\合并单元测试\1

校验试验员 试验员A 备注信息 无

报告相关信息在此设定，包括报告存储路径及报告文件名，试验员姓名及备注信息，文件格式选择通用格式 (*.*)。注意，如果此处的报告存储路径及格式设置不正确时，会影响报告文件的生成。

4.1.2 监测信息

对应主界面图标注 2。 界面如下图：



图 5 稳态软件监测信息界面

监测信息包括试品 1、试品 2、试品 3、试品 4 每路试品的配置信息以及监测信息。

标注 1 为试品配置信息，MU 配置信息在启动校验时对报文进行一次解析。

标注 2 为 MU 监测信息，MU 监测信息则是在试验过程中连续监测统计。

合并器的配置信息需要和实际互感器参数相一致，因为 MU 配置的额定参数不正确会造成报文解析的失败以及被试互感器采样值的不正确，影响校验结果。

当被试互感器为数字量输出式时，从数据报文中提取采样值的计数器值，从而判断是否有丢包情况发生，丢包次数在此显示。当发现丢包时，本次不进行误差校验。

能够同时监测多台合并单元信息。

4.1.3 校验结果显示

对应主界面图标注 3。 界面如下图：

图 6 稳态软件测试试验界面

标注 1 为测试结果显示。包括标准源以及各试品各通道的单位，有效标，比率，频率，有效值，相位，直流，频差，比差，相位误差，复合误差。“比率”是指从标准源侧看，一次电压或一次电流的实际值相对“标准源配置”中“额定一次值”的百分比。

标注 2 为相位基准配置下拉菜单，根据试验需要选择相位核对的参考基准，基准相位为 0 度。

标注 3 为校验结果显示。包括比差，相位误差，复合误差的最大值，最小值，均值以及方差。测试试验是将 MU 的测试结果，包括基频频率、基频幅值、基频相位，分别与标准源的基频频率、基频幅值和基频相位进行比对，得出频差、比差和相位差，以及复合误差。

比差(%) = (试品基波有效值 - 标准源基波有效值) / 标准源基波有效值

频差(HZ) = 试品基波频率 - 标准源基波频率

相位误差 = (试品基波相位 - 标准源基波相位) - 额定相位误差 - 额定延时时间对应角度

注：在数字量输出的电子式互感器校验中，“相位差”和“相位误差”有不同的概念，相位差中除了包含相位误差外，还有额定相位偏移和额定延时时间造成的相位移，详见 IEC60044-7 (GB/T 20840.7) 和 IEC60044-8 (GB/T 20840.8) 标准中对“相位误差”的说明。

在稳态下，复合误差为下列两者之差的方均根值：一次电流瞬时值，和实际二次输出瞬时值乘以额定变比。以模拟量输出为例：

$$\text{复合误差}(\%) = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [K_{ra} u_s(t) - i_p(t - t_{dr})]^2 dt}$$



I_p ：一次电流基波的方均根值； T ：一个周波周期； K_{ra} ：额定变比； u_s ：二次电压； i_p ：一次电流； t ：时间瞬时值； t_{dr} ：额定延时时间；详见 GB/T 20840.8-2007 的 3.3.4 和附录 E6.3.2。

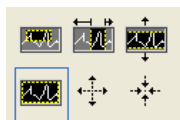
4.1.4 波形显示



标注 1 为通道号选择。从合并单元（MU）数据集的多路数据通道中选择某一路采样数据进行试验波形的显示。

标注 2 为波形显示。对每次比对所采集到的标准源信号，被测 MU 信号进行波形绘制，同时得出被试 MU 相对标准源的差值信号，各个波形以不同的颜色加以区分，绿色为标准源波形，黄色为试品波形，红色为差值波形。此处的波形幅值受到 4.1.1.3 和 4.1.1.4 中的“输出显示方式”的控制。

波形的控制可以点击控制图标：，第一个为光标拖动；第二个  为波形缩放，其子图标如下：



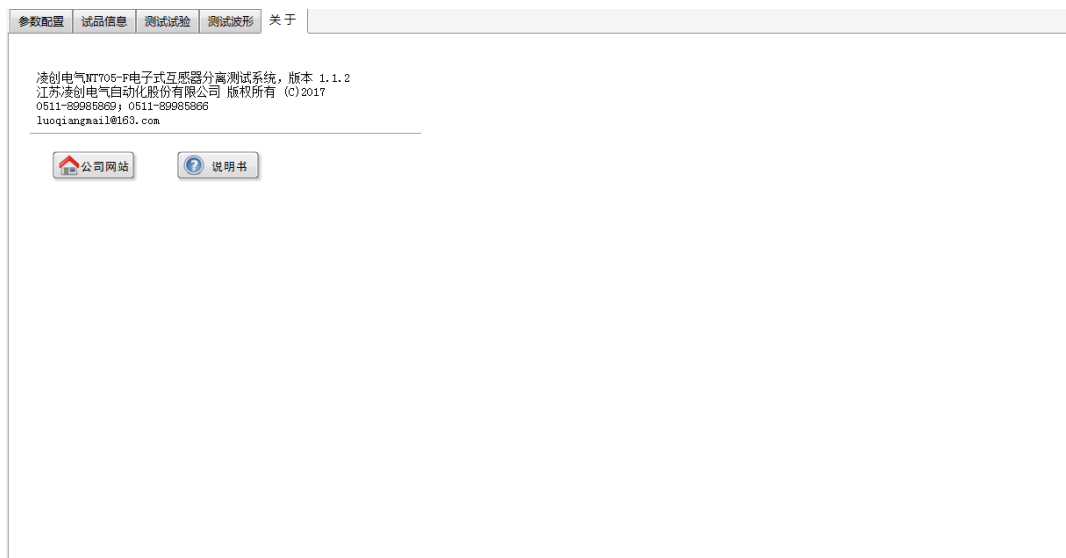
功能依次为：所选窗口放大，横向放大，纵向放大，全屏显示，整体放大，整体缩小。

第三个图标  为波形的拖拽。

波形窗口点击右键可以进行波形图像的清除，标注和导出，以及坐标的调整等。

4.1.5 关于

对应主界面图标 5。界面如下图：



关于本软件的简要说明及联系方式。

4.1.6 试品状态告警灯

试品无效告警灯说明：通过读取试品上送的通道有效标，来判断试品数据是否异常。

对应主界面图标 6 与标注 7。分别为试品告警灯和校验仪告警灯两类，告警灯红色亮起表示该事件发生。

对策：检查试品的采样回路和试品发送的数据有效标是否正确。

4.1.7 通道配置

对应主界面图标 8。点击按钮出现子界面，子界面如下图：



标注 1 为试品通道快速配置。为通道配置快捷下拉菜单，可以快速进行通道选取、通道类型、通道对应标准源全选操作。

标注 2 为试品通道配置界面。

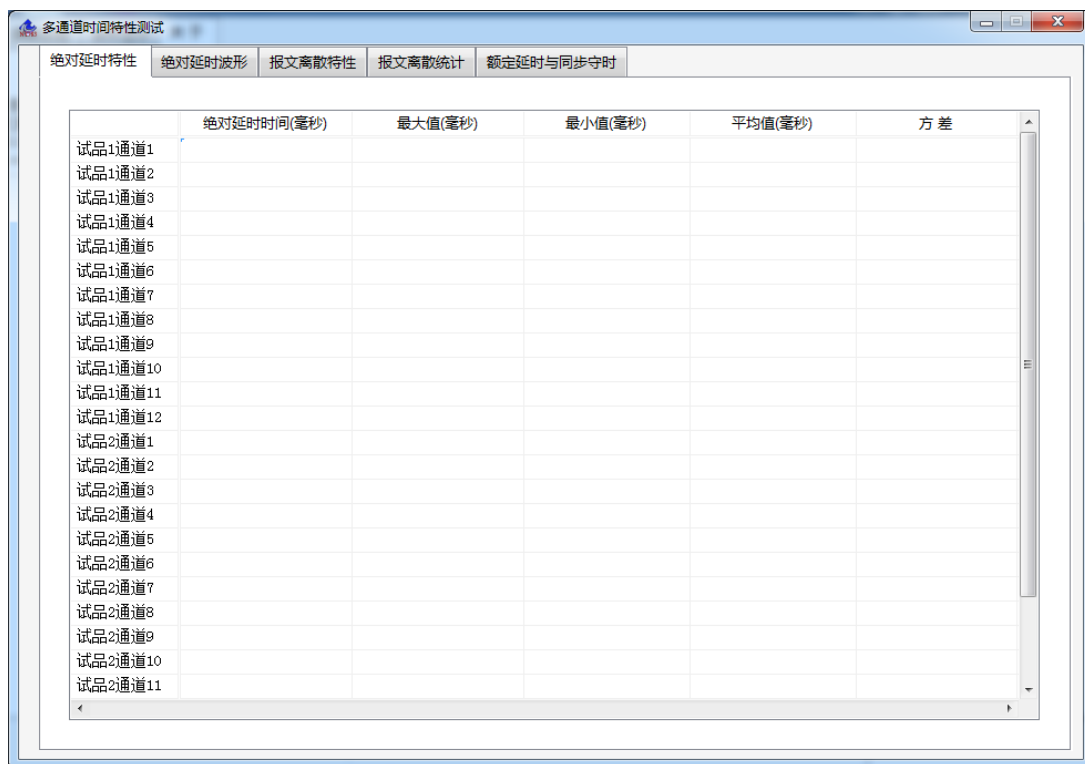
通道选取：可对每路试品通道进行选取，选中时表格显示绿色，再次点击即可取消选中。

通道类型：可对每路试品通道类型进行电流、电压或者延时时间选取。

通道对应标准源：可对每路试品对应标准源进行选取。

4.1.8 时间测试

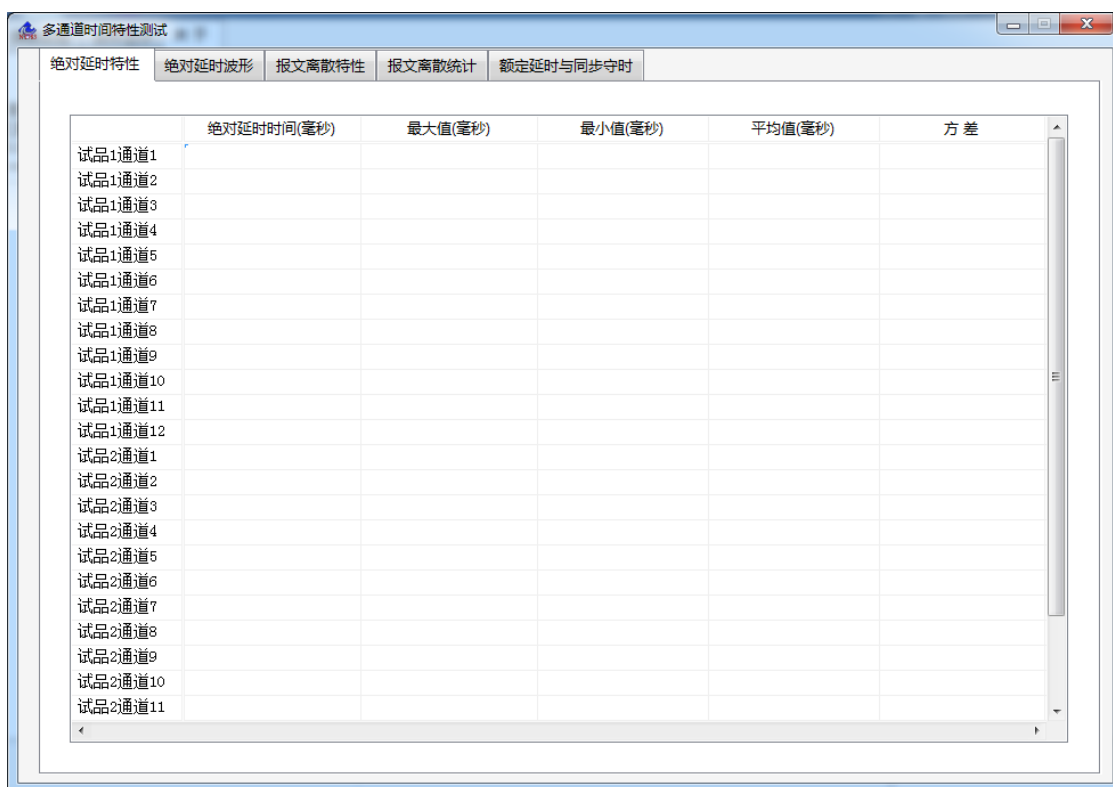
对应主界面图标标注 9。点击按钮出现子界面，子界面如下图：



多通道时间特性测试包括五个功能，即绝对延时特性，绝对延时波形，报文离散特性，报文离散统计，额定延时与同步守时。详细说明如下：

➤ 绝对延时特性

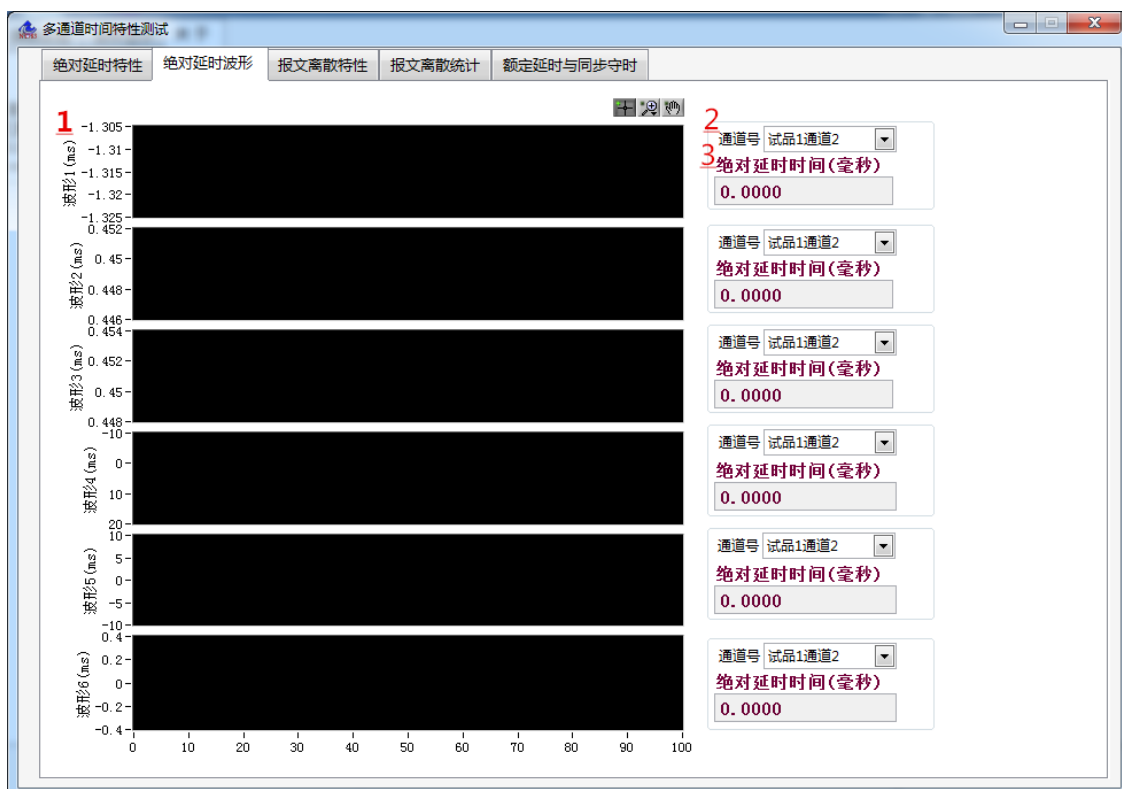
绝对延时特性功能，如图示：



	绝对延时时间(毫秒)	最大值(毫秒)	最小值(毫秒)	平均值(毫秒)	方差
试品1通道1					
试品1通道2					
试品1通道3					
试品1通道4					
试品1通道5					
试品1通道6					
试品1通道7					
试品1通道8					
试品1通道9					
试品1通道10					
试品1通道11					
试品1通道12					
试品2通道1					
试品2通道2					
试品2通道3					
试品2通道4					
试品2通道5					
试品2通道6					
试品2通道7					
试品2通道8					
试品2通道9					
试品2通道10					
试品2通道11					

本界面为所测的每台合并单元的各个通道的绝对延时时间，单位为毫秒。以及绝对延时时间的统计值，包括最大值，最小值，平均值以及方差。

➤ 绝对延时波形

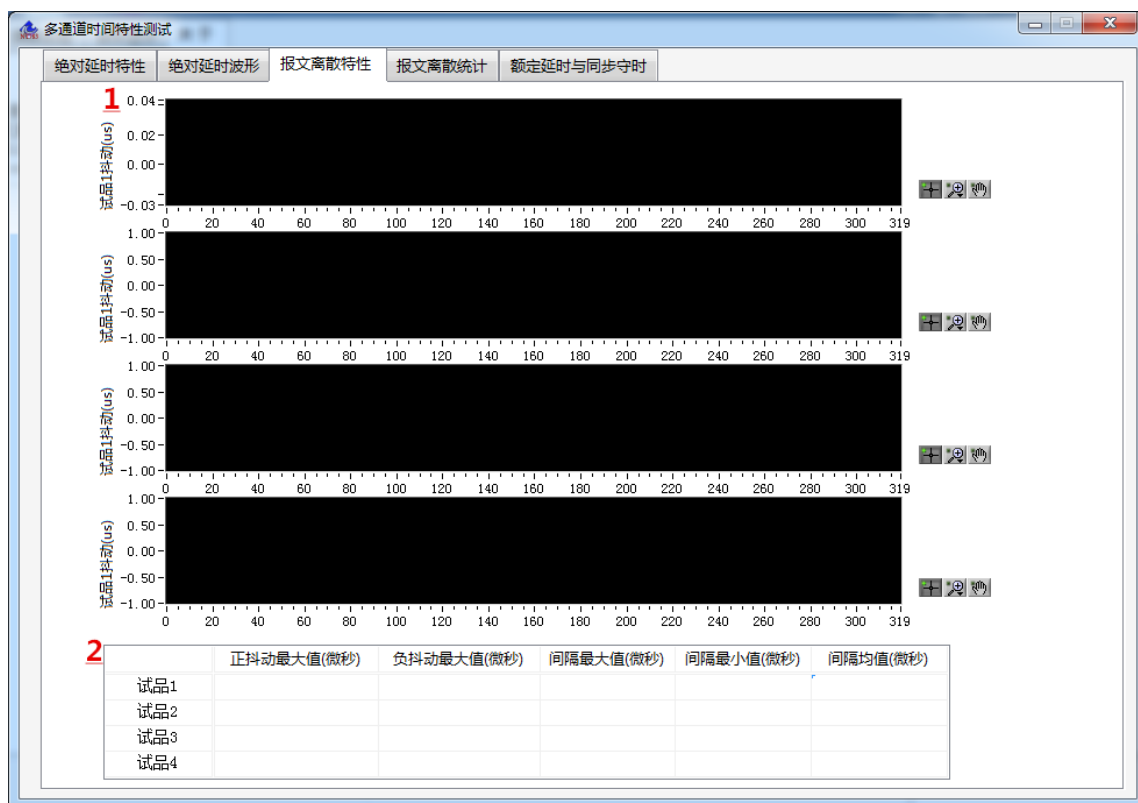


标注 1 为绝对延时时间的图形绘制。本次所测的绝对延时时间，单位为毫秒。

标注 2 为通道号选择。

标注 3 为本次所测的绝对延时时间，单位为毫秒。

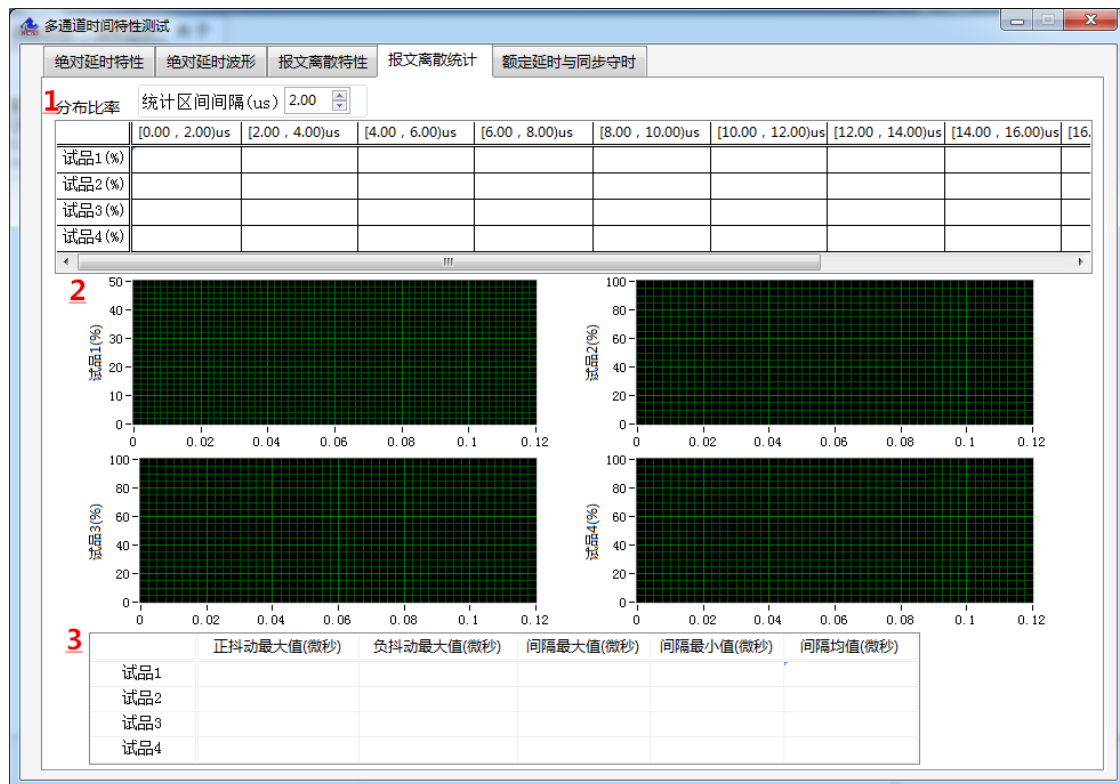
② 报文离散特性



标注 1 为本次所测的合并单元（MU）报文抖动时间的图形绘制。

标注 2 为本次所测的合并单元（MU）采样值报文时间特性，包括报文正抖动最大值，报文负抖动最大值，报文与报文之间的时间间隔最大最小值，报文间隔均值，均以微秒为单位。

② 报文离散统计

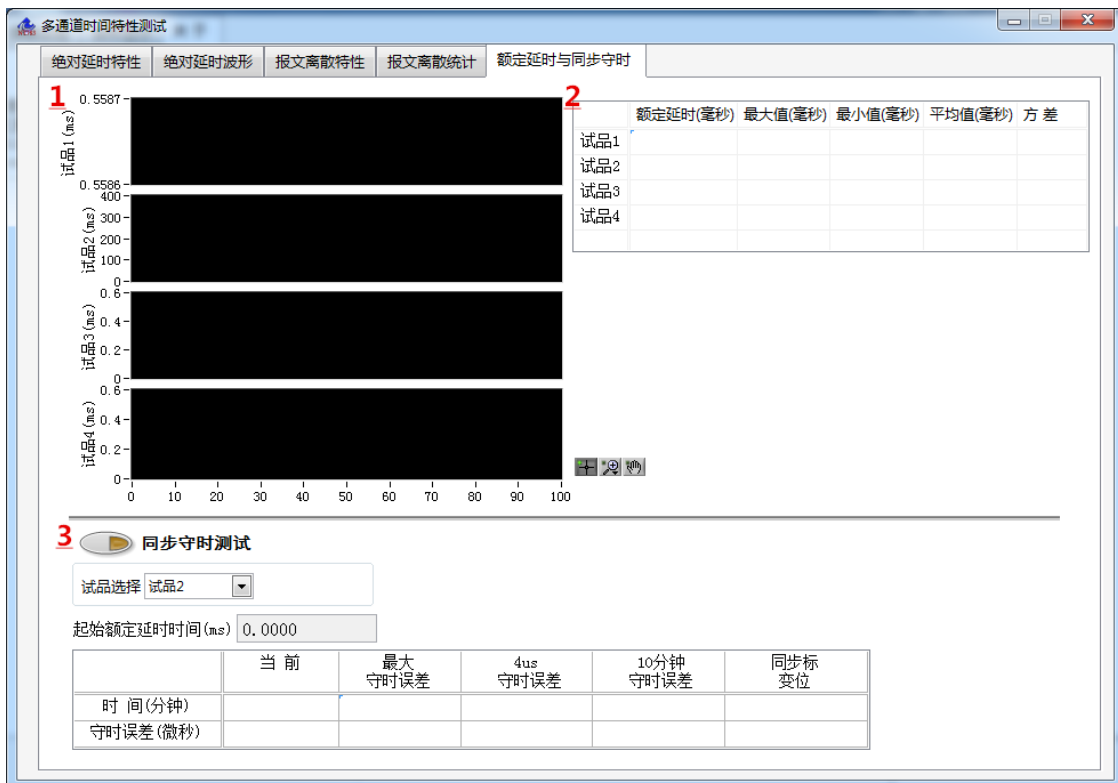


标注 1 为每段区间间隔内各个试品的分布比率。统计区间间隔以微妙为单位。

标注 2 为报文抖动分布比率表的图形绘制。

标注 3 为本次所测的合并单元 (MU) 采样值报文时间特性，包括报文正抖动最大值，报文负抖动最大值，报文与报文之间的时间间隔最大最小值，报文间隔均值，均以微妙为单位。

➤ 额定延时与同步守时



标注 1 为额定延时时间的图形绘制。

标注 2 为上述标注 1 处的额定延时时间的统计值，包括最大值，最小值，平均值和方差。

标注 3 为同步守时测试功能，测试前保证 MU 处于同步状态，开始测试时，断开同步信号并点击“同步守时测试”按钮。标注 1 处显示整个测试过程中的额定延时图形，在标注 3 的表格中统计当前已守时时间及当前的守时误差，最大守时误差及发生时刻，4 微妙守时误差及发生时刻，10 分钟守时误差及发生时刻，同步标变位（由同步变为失步）发生时刻及对应的守时误差。

注：

1. 绝对延时时间：指电子式互感器一次侧工频模拟量出现某一量值的时刻，到MU将该模拟量对应的数字采样值送出的时刻，两时刻之间的时间间隔。
2. 额定延时时间：指MU接收到同步信号将采样计数器清0时刻，到MU将0号计数器的采样值送出的时刻，两时刻之间的时间间隔。

4.1.9 信号分析

对应主界面图标 10。点击按钮出现子界面，子界面如下图：

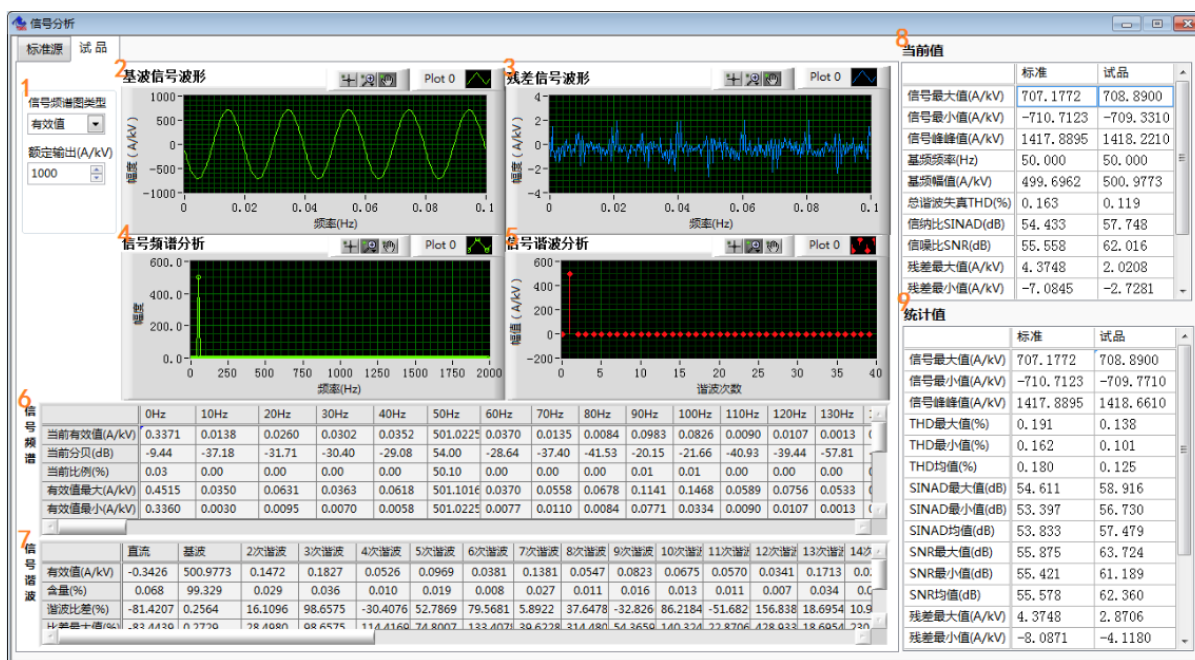


图 11 信号分析子界面

当需要对电子式互感器的输出进行频谱分析，谐波分析，信噪比计算，谐波失真率计算时，选择此功能。

标注 1 配置项，包括：信号频谱图类型以及额定输出。

➤ 信号频谱图类型

选择标注 4 “信号频谱”中的波形类型，为“有效值”，或“分贝”，或“比例”。

➤ 额定输出

根据测试电流、电压的额定值进行配置，该配置影响到标注 6 中的比例值计算。

标注 2 是输入信号中提取出的基波信号波形的绘制。

标注 3 是输入信号中去掉基波信号后的残差信号波形绘制。

标注 4 为输入信号的频谱分析图形绘制。

标注 5 为输入信号的谐波分析图形绘制。

标注 6 为输入信号的频谱分析表格显示，包括当前有效值 (A/kV)、当前分贝 (dB)、当前比例 (%)。以及统计值：有效值最大值 (A/kV)、有效值最小值 (A/kV)、有效值均值 (A/kV)、分贝最大值 (dB)、分贝最小值 (dB)、分贝均值 (dB)、比例最大值 (%)、比例最小值 (%)、比例均值 (%)。

$$\text{比例}(\%) = \text{有效值} \times 100 / \text{额定输出}$$

标注 7 为输入信号信号谐波分析表格显示，包括有效值 (A/kV)、含量 (%)、谐波比差 (%)、谐波比差最大值 (%)、谐波比差最小值 (%)、谐波比差均值 (%)。

$$\text{谐波比差}(\%) = (\text{试品谐波有效值} - \text{标准源谐波有效值}) \times 100 / \text{标准源谐波有效值}$$

标注 8 为标准源和试品信号的当前信号分析结果值。包括输入信号最大值 (A/kV)、输入信号最小值 (A/kV)、输入信号峰峰值 (A/kV)、基频频率 (Hz)，基频幅值 (A/kV)，总谐波失真率 THD (%)，信纳比 SINAD (dB)，信噪比 SNR (dB)，残差最大值 (A/kV)，残差最小值 (A/kV)，残差峰峰值 (A/kV)，残差基波比 RFR (%)。

$$\text{总谐波失真率 THD}(\%) = 100 \left(\frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots}}{A_1} \right)$$

$$\text{信纳比 SINAD}(\text{dB}) = 20 \lg \left(\frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + N^2}}{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + \dots + N^2}} \right)$$

$$\text{信噪比 SNR}(\text{dB}) = 20 \lg \left(\frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + N^2}}{N} \right)$$

$$\text{残差基波比 RFR}(\%) = 100 \left(\frac{\sqrt{A_0^2 + A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots + N^2}}{A_1} \right)$$

A_0 是直流分量， A_1 是基频分量， A_2 是 2 次谐波， A_3 是 3 次谐波..... N 是噪声。

标注 9 为标注 8 的统计值。包括输入信号最大值 (A/kV)、输入信号最小值 (A/kV)、输入信号峰峰值最大值 (A/kV)、THD 最大值 (%), THD 最小值 (%), THD 均值 (%), SINAD 最大值 (dB), SINAD 最小值 (dB), SINAD 均值 (dB), SNR 最大值 (dB), SNR 最小值 (dB), SNR 均值 (dB), 残差最大值 (A/kV), 残差最小值 (A/kV), 最大残差峰峰值 (A/kV), RFR 最大值 (%), RFR 最小值 (%), RFR 均值 (%)。

4.1.10 系统状态告警灯

对应主界面图标注 6。告警灯红色亮起表示该事件发生。

序号	名称	说明及处理对策
1	试品中断	说明：指示试品与校验仪的连接发生中断。 对策：检查试品和接线是否发生异常。
2	试品丢点	说明：指示后台校验系统判别到试品上送数据的采样节拍不连续，有丢点。 对策：检查试品的数据发送。

3	试品同步异常	说明：指示试品上送的“已同步”标无效，或者校验系统判别到试品上送的采样值报文到达时刻，与标准源采样数据到达时刻偏差 400ms 以上。 对策：检查试品的同步回路和试品的数据发送。
4	试品 CRC 出错	说明：当进行 FT3 的校验时，指示接收到的数据发生 CRC 校验出错。 对策：检查试品数据发送。
5	模拟采样异常	说明：校验仪检测到模拟采集板卡工作异常时即告警。 对策：1. 确认校验仪装置驱动是否正确安装。 2. 确认上位机与校验仪的 USB 通信线正确可靠连接，尝试重新拔插该 USB 线，让上位机重新自动识别板卡并自动加载对应驱动。 3. 确认装置是否已授权，若未授权请联系厂家。
6	过载	说明：指示模拟量采集过载，实际输入大于校验系统测量范围。 对策：迅速降低外部模拟量的输入至测量限制以下，停止校验软件的运行，防止过压对校验仪造成永久损坏。确认电压正常后再启动系统。
7	同步信号异常	说明：校验仪检测到内部同步模块工作发生异常时即告警。 对策：检查校验仪的供电是否正常，无法解决时请联系厂家。
8		
9		

4.1.11 试验次数

对应主界面图标注 11。显示当前试验已比较的次数。

4.1.12 程序状态栏

对应主界面图标注 12。校验系统软件运行阶段的状态信息，包括测试温度，电源电压、频率以及畸变率和软件运行时间。

4.1.13 程序提示信息

对应主界面图标注 13。校验系统软件运行阶段的相关信息提示。

4.1.14 程序控制按钮

对应主界面图标注 14。点击程序左上角后，程序即进入校验试验前的配置阶段。

当配置完毕后，点击“启动校验”按钮，即进入校验试验。

试验过程中若需要对实验数据重新统计，点击“重新统计”按钮即可。

在实验进行中间可点击“生成报告”，可以对点击前的试验数据生成报告，且实验不中断。

“停止”按钮可随时停止校验试验的进行。

4.2 测试须知

“NT705-F 电子式互感器分离测试系统校验仪”可以对符合 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2LE、IEC61850-9-2、IEC60044-8 FT3，许继电气互感器本体以及国网版 FT3 标准的合并单元 MU 进行测试。

试，不限于特定的采样率、量程标志、额定值和 ASDU 数目等参数，均能自适应接口。测试系统会按照标准对 MU 协议进行正确性验证。

需要注意如下要点：

1. 必需在“系统配置”中正确选择被较 MU 类别。
2. 保证 MU 的数据采集与标准源采集的同步。

NT705-F 有 4 路同步信号输出，同步法测试时必需确保参与校对试验的两路信号采集是受到是同一个同步源的控制，否则会造成相位差计算的不准确。采用“绝对延时法”来进行 MU 测试时，被试品不要求接收同步信号。

3. 正确的误差计算结果基于正确的参数配置

试验中应按照 4.1.1 中的参数配置说明，进行相关数据的正确设定，标准源配置或试品配置失误会造成试验误差结果计算的错误。

4. 试品配置

在参数配置中的“试品配置”中，“通道号”，“通道配置”或“目标 MAC 地址”等被试品参数应该准确，不同的配置会得出不同的信号幅值，造成误差结果计算的不准。

5. 合并单元配置信息

“合并单元信息”是从以太网报文中，按照协议规范解析出来。试验的进行都是基于这些配置信息进行，所以 MU 配置不准确会造成报文解析的失败或测试结果的不准。

4.3 试验报告

被试品名称、报告名称和报告存储路径都有默认值，当存储路径和文件名不变时，后续试验报告将在原来报告文件后面追加。

精度校验报告格式如下：

· 问题及解决 ·

1	A	B		C		D		E		F		G		H		I		J		K	
		比差 (%) 最大值	比差 (%) 最小值	比差 (%) 平均值	比差 (%) 最大值	比差 (%) 最小值	比差 (%) 平均值	方差	相位误差 最大值	相位误差 最小值	相位误差 平均值	相位误差 最大值	相位误差 最小值	相位误差 平均值	方差	相位误差 最大值	相位误差 最小值	相位误差 平均值	方差	相位误差 最大值	相位误差 最小值
2	试品1通道1	-100	-100	-100	-100	-100	0	176度40分15秒	-168度34分58秒	4度24分8秒	12643.8266	489.0747	379.1316								
3	试品1通道2	1249.3823	479.7704	728.1043	30241.9458	128度40分5秒	-177度27分1秒	-18度39分29秒	11062.0258	6082.8477	3583.1018										
4	试品1通道3	-77.8256	-53.3568	-68.0721	39.0434	142度51分22秒	-178度48分48秒	-37度31分14秒	8844.7091	213.144	191.421										
5	试品1通道4	-100	-100	-100	0	172度47分43秒	-178度43分49秒	32度56分44秒	8222.5672	135.1445	130.4626										
6	试品1通道5	-100	-100	-100	0	157度46分32秒	-167度14分23秒	-25度42分1秒	14244.9565	163.3873	155.0338										
7	试品1通道6	1226.7756	811.2002	1012.3418	17421.6512	150度7分26秒	-173度55分31秒	7度51分14秒	9109.1648	51703.6211	35556.1445										
8	试品1通道7	1365.1559	746.4129	1027.2017	22799.7941	161度43分41秒	-169度41分23秒	4度10分10秒	12290.3748	48329.3748	33279.1445										
9	试品1通道8	1344.0286	799.1923	1051.6909	24904.7097	176度10分52秒	-174度5分26秒	-18度3分56秒	11798.1372	50265.5352	35427.5937										
10	试品1通道9	1347.1638	709.1321	977.4725	26412.1233	152度21分46秒	-184度50分50秒	-9度54分32秒	9987.9691	46856.4727	32945.0977										
11	试品1通道10	1239.8424	733.8851	961.2694	19600.3231	171度24分25秒	-177度13分58秒	7度40分44秒	12247.875	44712.5977	31205.1923										
12	试品1通道11	1260.0413	767.3834	1034.4583	16151.8574	179度31分12秒	-168度42分43秒	28度29分24秒	10349.6735	48092.1016	33503.2227										
13	试品1通道12	5.196	-50.0887	-32.1234	159.4131	171度45分26秒	-162度9分37秒	-5度17分33秒	11302.4274	1532.3472	1082.6417										
14	试品1通道13	25.7206	-22.5346	-0.4018	166.9933	168度11分55秒	-177度56分4秒	1度43分55秒	10283.5403	2105.4656	1682.161										
15	试品1通道14	158.3707	64.2327	95.765	635.3889	169度15分9秒	-162度35分12秒	31度50分48秒	9252.3527	6440.5229	3910.4216										
16	试品1通道15	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
17	试品1通道16	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
18	试品1通道17	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
19	试品1通道18	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
20	试品1通道19	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
21	试品1通道20	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
22	试品1通道21	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
23	试品1通道22	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分23秒	0度31分53秒	9575.9509	1868.7231	1332.6682										
24	试品1通道23	-97.2216	-93.6704	-96.0242	0.9532	152度58分16秒	-166度41分59秒	-4度12分49秒	8647.7439	118.988	112.1229										
25	试品1通道24	680.257	268.4037	391.8817	14588.9133	140度8分48秒	-166度46分4秒	-7度56分33秒	8482.6988	1405.7601	846.2742										
26	试品1通道25	1465.2543	627.5062	879.7106	54230.3921	168度32分5秒	-154度39分14秒	8度37分30秒	8812.3651	2834.1743	1757.0505										
27	试品2通道1	-100	-100	-100	0	164度19分48秒	-134度18分37秒	23度9分0秒	10955.4006	523.2471	326.9399										
28	试品2通道2	302.0836	104.4536	179.393	2394.7751	167度24分10秒	-166度13分36秒	-5度53分44秒	9524.3287	1508.0256	1077.7457										
29	试品2通道3	287.9344	85.7652	171.0305	2459.9866	179度25分34秒	-160度28分8秒	17度22分23秒	11997.083	1385.9349	953.1026										
30	试品2通道4	-100	-100	-100	0	173度49分23秒	-173度44分22秒	0度31分53秒	9575.951	1868.7231	1332.6682										
31	试品2通道5	-100	-100	-100	0	170度49分23秒	-173度44分22秒	0度31分53秒	9575.951	1868.7231	1332.6682										

绝对延时时间校验的报告如下:

1	A	B	C	D	E
		最大值(毫秒)	最小值(毫秒)	平均值(毫秒)	方差
2	试品1通道1	33.4221	-35.0256	-0.8728	496.9589
3	试品1通道2	0.7036	-0.8933	0.0578	0.1618
4	试品1通道3	1.392	-0.4687	0.1694	0.1696
5	试品1通道4	9999	-9999	-2499.75	97806522.72
6	试品1通道5	9999	-9999	1666.5	101428986.5
7	试品1通道6	1.2812	-1.85	-0.0507	0.3416
8	试品1通道7	0.6481	-0.5282	-0.0134	0.1143
9	试品1通道8	1.4196	-0.9479	0.0239	0.2524
10	试品1通道9	10.5331	-1.2792	0.4748	4.902
11	试品1通道10	4.647	-2.4885	0.1929	1.6543
12	试品1通道11	0.462	-2.6913	-0.1813	0.3367
13	试品1通道12	7.6827	-4.0402	0.4056	4.7279
14	试品1通道13	1.1853	-7.9444	-0.2589	2.8321
15	试品1通道14	0.562	-0.4615	-0.0621	0.0734
16	试品1通道15	9999	-9999	833.25	103602464.8
17	试品1通道16	9999	-9999	833.25	103602464.8
18	试品1通道17	9999	-9999	833.25	103602464.8
19	试品1通道18	9999	-9999	833.25	103602464.8
20	试品1通道19	9999	-9999	833.25	103602464.8
21	试品1通道20	9999	-9999	833.25	103602464.8
22	试品1通道21	9999	-9999	833.25	103602464.8
23	试品1通道22	9999	-9999	833.25	103602464.8
24	试品1通道23	0.3709	-0.3503	0.0097	0.0499
25	试品1通道24	0.403	-0.3117	0.0231	0.0477
26	试品1通道25	0.388	-0.383	-0.0163	0.0541
27	试品2通道1	26.6275	-32.579	-4.5896	430.5963
28	试品2通道2	0.4698	-0.8784	-0.0256	0.1232
29	试品2通道3	0.523	-1.1755	-0.0819	0.1679
30	试品2通道4	9999	-9999	833.25	103602464.8
31	试品2通道5	9999	-9999	833.25	103602464.8

离散特性统计的报告如下:

1	A	B	C	D	E	F
		正抖动最大值(微秒)	负抖动最大值(微秒)	间隔最大值(微秒)	间隔最小值(微秒)	间隔均值(微秒)
2	试品1	0.61	-0.09	250.44	249.44	250
3	试品2	0.61	-0.09	250.44	249.44	250
4	试品3	0.61	-0.09	250.44	249.44	250
5	试品4	0.61	-0.09	250.44	249.44	250
6						

离散分布比率的报告如下:

・ 问题及解决 ・

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		[0.00, 2.00)us	[2.00, 4.00)us	[4.00, 6.00)us	[6.00, 8.00)us	[8.00, 10.00)us	[10.00, 12.00)us	[12.00, 14.00)us	[14.00, 16.00)us	[16.00, 18.00)us	[18.00, 20.00)us
2	试品1(%)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	试品2(%)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	试品3(%)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	试品4(%)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5 暂态校验系统使用说明

“NT780 合并单元 (MU) 测试系统_暂态”软件主界面如下图所示

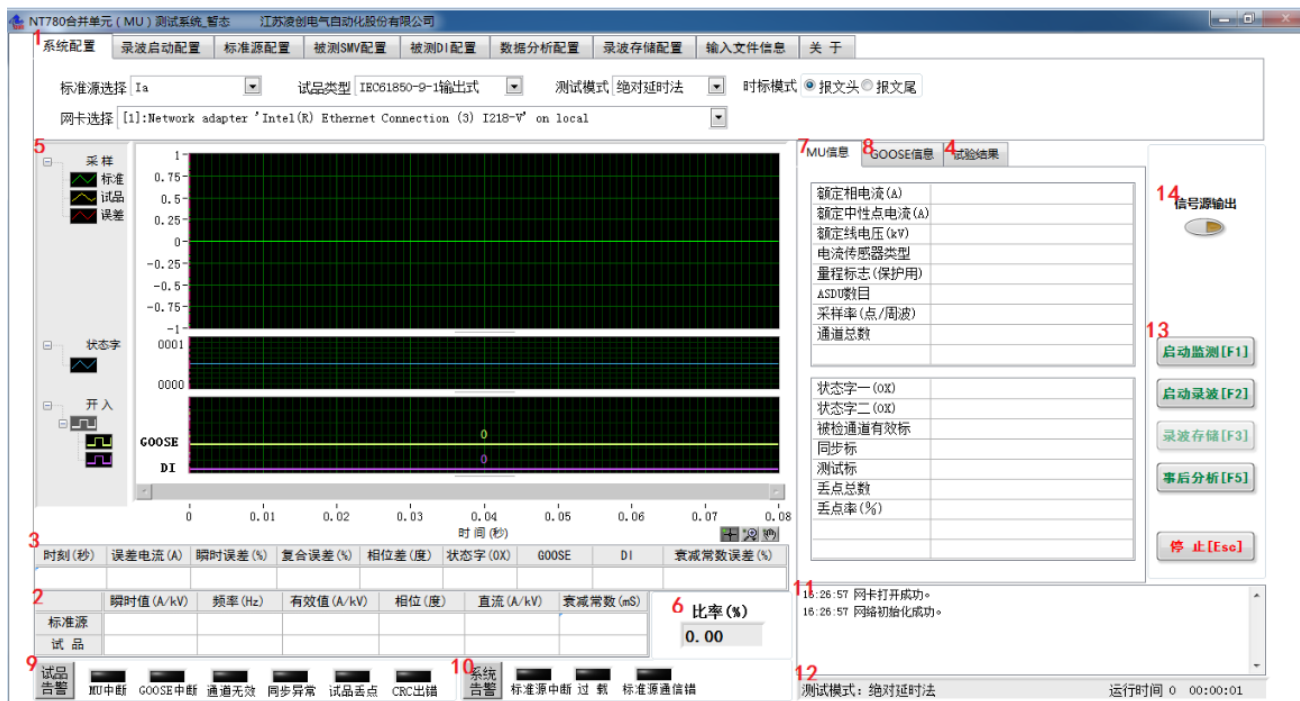


图 5 暂态软件主界面图

5.1 功能说明

5.1.1 系统操作流程

当进行暂态试验时，基本操作流程如下：

1. 试验接线，装置上电。保证校验系统、标准源侧试验设备、辅助的监测仪器仪表、安全接地线、以及试品接线无误。建议先给二次系统上电，观察试品和校验仪器都正确连接和正确显示后，再按照试验相关操作指导进行后续的其他试验设备上电。

2. 系统配置。在校验软件的主界面中，依次进行“系统配置”、“标准源配置”、“试品配置”、“录波配置”，为暂态试验的正确数据采集和正确录波提前做好配置。

3. 启动监测。点击主界面上的“启动监测[F1]”按钮，系统开始接收数据并显示，此时观察标准源数据和试品数据是否正常，是否有告警灯点亮。如果有异常，查找原因并在试验前消除异常。

4. 启动录波。上述“启动监测”无异常后，可以点击主界面的“启动录波[F2]”按钮，进入录波阶段，可以手动启动录波，也可以系统自判突变变量启动录波。录波完成后，可以进行录波数据的分析，得出暂态校验的试验结果。

5. 录波数据存储。当试验完成后可以根据需要，点击“录波数据存储[F3]”按钮，对当前的录波数据进行 COMTRADE 格式的存储。

6. 当进行录波数据的事后分析时，则只需要在校验系统主界面上，点击“事后分析[F5]”按钮

即可打开录波数据文件，进行事后波形回放和分析。

5.1.2 参数配置

对应主界面图标注 1。

5.1.2.1 系统配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
标准源选择	Ia	试品类型	IEC61850-9-1输出式	测试模式	绝对延时法	时标模式	<input checked="" type="radio"/> 报文头 <input type="radio"/> 报文尾	
网卡选择	[1]:Network adapter 'Intel(R) Ethernet Connection (3) I218-V' on local							

☞ 标准源选择

开始实验前，根据标准源接入方式选择标准源，“前置单元”表示标准源由前置单元输入端口接入；“Ua ,Ub ,Uc ,Ia ,Ib ,Ic”表示标准源由校验仪的“Ua ,Ub ,Uc ,Ia ,Ib ,Ic”输入端口接入。“标准源端口”表示标准源由数字信号源输出口发出通过采集器输入口接入。

前置单元模拟量测量量程：电压测量限值：±10V（峰-峰值）；电流测量范围：0~40 倍额定

电流通度量程：线性范围： 0~1.2 倍额定；最大允许输入：2 倍额定；

电压通道量程：线性范围： 0~1.2 倍额定；最大允许输入：1.5 倍额定；

数字信号源输出：通过功能选择中的数字信号源输出界面配置。

☞ 试品类型

开始试验前，根据被测互感器的输出量类别，选择“模拟量输出式”，或“IEC61850-9-1 输出式”，或“IEC61850-9-2LE 输出式”，或“IEC61850-9-2 输出式”，或“FT3 输出式”。该配置选项在进入“启动监测”之后，会进入灰色显示状态，不允许改变。若要改变此值，应先停止程序的运行，重新配置。

☞ 测试模式

根据试验要求选择测试模式，选项包括“绝对延时法”和“同步法”。

注：“绝对延时法”，指校验仪接收到MU的采样值报文后，由校验仪实时打上时标，和标准源信号在同一个时间轴上对齐，实现标准源和试品的同步。“同步法”，指校验仪接收到MU采样值报文后，按照报文中自带的采样计数器，和标准源信号对齐，实现标准源和试品的同步。

“绝对延时法”不要求MU是否接收同步信号；“同步法”要求MU接收同步信号。

☞ 时标模式

根据实验要求选择“报文头”或者“报文尾”。

☞ 网卡选择

系统自动检测可供使用的网卡并列表，需根据上位机与校验仪实际网络接线进行选择。

5.1.2.2 录波启动设置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
<input type="checkbox"/> 手动启动 <input checked="" type="checkbox"/> 标准源突变启动 <input checked="" type="checkbox"/> 试品突变启动 <input type="checkbox"/> 试品状态字变位启动								
						录波时间(秒)	3.0	
标准源突变启动值(A/kV)		900.0000		试品突变启动值(A/kV)		900.0000		状态屏蔽字(0x)
								FFFFFFF

④ 启动录波方式

配置录波启动方式。包括手动启动、标准源突变启动、试品突变启动和试品状态字变位启动四种方式。当选择“标准源突变启动”和“试品突变启动”时，还需配置“标准源突变启动值”和“试品突变启动值”；当选择“试品状态字变位启动”时，还需配置“状态屏蔽字”，“状态屏蔽字”与MU上送的“通道品质字”进行“与”运算，与运算结果如果发生变位则会启动录波。

④ 录波时间

启动录波后记录的数据时长。

④ 标准源突变启动值

当选择录波启动方式为“标准源突变启动”时，需配置启动门槛电压。当：

$|i\varphi(t) - 2 \times i\varphi(t-T) + i\varphi(t-2T)| > \text{突变启动值}$ ； T 为一个周波时长 20ms

则启动录波，标准源突变录波时记录启动前 300ms 的数据。

④ 试品突变启动值

当选择录波启动方式为“试品突变启动”时，需配置启动门槛电压。当：

$|i\varphi(t) - 2 \times i\varphi(t-T) + i\varphi(t-2T)| > \text{突变启动值}$ ； T 为一个周波时长 20ms

则启动录波，试品突变录波时记录启动前 300ms 的数据。

5.1.2.3 标准源配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
额定一次值(A/kV) 1000 额定二次电压(A) 5								

④ 额定一次值；额定二次电压

按照标准源信号的外部接线变比来设置该值。“额定一次值”为外部标准侧变比的额定一次值，“额定二次电压”为额定一次值对应的转化成的二次小电压值。该电压直接接入校验系统的“校验仪前置单元”标准电压输入端子。

④ 接入方式

“接入方式”分电压接入与电流接入，根据实际标准源的接入方式设置。

电压接入是指标准源信号已经在校验仪前置单元外部转换成了峰值 10V 以内的小电压信号（整个试验过程中需确保峰值均在 10V 以内，以防过压损毁校验仪前置单元），该信号直接从校验仪前置单元的“标准电压”端子接入。

电流接入是指标准源二次侧暂态保护电流，直接接入到校验仪前置单元的 5A 端子，额定电流 5A，量程可达 40 倍额定。

5.1.2.4 被测 SMV 配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
目标MAC地址 <input type="text" value="FFFFFFFFFF"/> <input type="checkbox"/> 停用MAC <input checked="" type="checkbox"/> 试品通道号 <input type="text" value="12"/> 通道配置 <input type="text" value="电压"/>								
额定相位偏移(度) <input type="text" value="-0.0000"/> 额定延时时间(毫秒) <input type="text" value="0.000"/> 额定对称短路电流倍数 <input type="text" value="20"/>								

➤ 目标 MAC 地址

根据需要接收的 IEC61850-9-2 采样值报文所对应的以太网目标 MAC 地址来设定此参数，十六进制。

➤ 停用 MAC

如果试品的合并器数据和校验仪是点对点直连，不存在发送多个 MAC 地址的采样值报文情况，则可以勾选此项，停用 MAC 地址过滤功能。

➤ 试品通道号

从合并单元（MU）数据集的多路数据通道中选择某一路采样数据进行试验。此处可选的最大通道号是从 MU 报文中解析出的最大通道数。

➤ 通道配置

根据所选“通道号”对应的信号类别来设置此项：电压、测量电流、保护电流、或者零序电流。

➤ 额定相位偏移

根据被试品所提供的参数来设置，单位“度”。试验开始前应由被试品生产商提供该参数。

➤ 额定延时时间

根据被试品所提供的参数来设置，单位“毫秒”。试验开始前应由被试品生产商提供该参数。

➤ 额定对称短路电流倍数

电子式互感器的额定参数，此值需要由试品制造方提供。

注：额定对称短路电流倍数是具有暂态性能的保护用电流互感器的 K_{ssc} ，其标准值为：

3, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, 20, 25, 30, 40, 50, 下标线为优先值

➤ 额定一次值；额定二次电压

当试验选择为模拟量测试时，按照标准源信号的外部接线变比来设置该值。“额定一次值”为外部标准互感器的额定一次值，“额定二次电压”为额定一次值对应的转化成的二次小电压值。该电压直接接入校验系统的“校验仪前置单元”。

5.1.2.5 被测 DI 配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
GOOSE目标MAC <input type="text" value="010CCD010000"/> GOOSE通道号 <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="checkbox"/> 通道或 <input type="checkbox"/> DI输入通道 <input type="text" value="A"/> <input checked="" type="checkbox"/> 通道或 <input type="checkbox"/>								

➤ GOOSE 目标 MAC

根据需要接收的 GOOSE 报文的以太网目标 MAC 地址来设定此参数，十六进制。

☉ GOOSE 通道号

从 GOOSE 数据集中选择一路“虚端子”号进行试验，GOOSE 数据集中的所有 BOOL 量构成“虚端子”排，序号从 1 开始依次递增。此处可选的最大通道号是从 GOOSE 报文中解析出的最大通道数。

“通道或”选项选中后，所有 GOOSE 通道值取逻辑“或”。

☉ DI 输入通道

选择一路开关量输入通道进行试验。

“通道或”选项选中后，所有开关量输入通道值取逻辑“或”。

5.1.2.6 数据分析配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
复合误差统计时长(毫秒) <input type="text" value="60"/> 衰减时间常数统计时长(毫秒) <input type="text" value="70"/>								

复合误差统计时长是拖动光标计算复合误差时，向光标所处时刻之后所取的数据时间窗长度。衰减时间常数统计时长是拖动光标计算直流分量衰减时间常数时，向光标所处时刻之后所取的数据时间窗长度。复合误差和衰减时间常数的计算方式见 5.1.4。

5.1.2.7 录波存储配置

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
试品名称 <input type="text" value="T001"/> 校验试验员 <input type="text" value="a"/> 备注信息 <input type="text" value="无"/>								

此处配置录波文件包含的额外信息。

5.1.2.8 输入文件信息

系统配置	录波启动配置	标准源配置	被测SMV配置	被测DI配置	数据分析配置	录波存储配置	输入文件信息	关于
录波时间 <input type="text"/> 文件名 <input type="text"/>								
试品名 <input type="text"/> 试验员 <input type="text" value="试验员A"/> 备注信息 <input type="text" value="无"/>								

COMTRADE 格式的暂态误差试验数据，可以事后录入，进行事后分析。录入的文件相关信息在此显示。

5.1.2.9 关于

关于本软件的简要说明及联系方式。

5.1.3 测量结果显示

对应主界面图标注 2。“标准源”和“试品”的测量结果分开显示，包括：瞬时值、频率值、

有效值、相位值、直流及衰减常数。

5.1.4 暂态校验结果显示

对应主界面图标注 3, 4。

标注3是指波形窗口中光标所指时刻的实时数据。界面显示出光标所处时刻，误差电流，瞬时误差，复合误差，相位差，状态字，GOOSE，DI和衰减常数误差等值。

标注 4 是指暂态试验录波完成后，系统会对整个试验数据统计，并显示出该次试验的最大瞬时误差电流值、最大峰值瞬时误差、对应的发生时刻以及时间特性相关结果，包括：

➤ MU 额定延时

指 MU 接收到同步信号将采样计数器清 0 时刻，到 MU 将 0 号计数器的采样值送出的时刻，两时刻之间的时间间隔。

➤ 标准源突变时刻

指暂态过程中标准源信号突变量大于启动门槛的时刻，突变量启动公式为： $|i\phi(t) - 2 \times i\phi(t-T) + i\phi(t-2T)| >$ 突变启动值。

➤ 试品突变时刻

指暂态过程中试品信号发生突变的时刻，突变量计算公式同上。

➤ 延时修正时间

记录由突变时刻和相位综合得到的时间误差补偿量。

➤ 暂态绝对延时

指暂态过程中电子式互感器一次侧工频模拟量出现某一量值的时刻，到 MU 将该模拟量对应的数字采样值送出的时刻，两时刻之间的时间间隔。暂态绝对延时=试品突变时刻 - 标准源突变时刻 - 延时修正时间。

➤ 起始突变时刻

指标准源信号开始发生突变的起始时刻，由软件自动检索得到，该时刻不会晚于上述“标准源突变时刻”。

➤ GOOSE 变位时刻

指 GOOSE 报文状态标发生变位的时刻。

➤ GOOSE 延时

GOOSE延时= GOOSE变位时刻 - 起始突变时刻

➤ DI 变位时刻

指 DI 发生变位的时刻。

➤ DI 延时

DI延时= DI变位时刻 - 起始突变时刻。

➤ 保护动作延时

保护动作延时= GOOSE 延时 - 暂态绝对延时。

☉ 智能终端延时

智能终端延时= DI延时 - GOOSE延时，也即：DI变位时刻- GOOSE变位时刻。

注：

1. 瞬时误差电流

指二次电流瞬时值 (i_s)和额定电流比 (K_n) 的乘积与一次电流瞬时值(i_p)的差值：(见 GB16847-1997 保护用电流互感器暂态特性技术要求 3.2；或见GB/T 20840.8-2007电子式电流互感器3.3.12)

$$i_e = K_n i_s - i_p$$

在同时具有交流和直流分量时，所含各分量分别如下表示：

$$i_e = i_{eac} + i_{edc} = (K_n i_{sac} - i_{pac}) + (K_n i_{sdc} - i_{pdc})$$

2. 最大峰值瞬时误差

在规定的工作循环中的最大瞬时误差电流，表示为额定一次短路电流峰值的百分数。见 GB16847-1997 保护用电流互感器暂态特性技术要求 3.3；或见 GB/T 20840.8-2007 电子式电流互感器 3.3.13.

$$\hat{\varepsilon} = 100 \times \hat{i}_e / (\sqrt{2} \times I_{PSC}), \%$$

其中， \hat{i}_e ：最大瞬时误差电流；

I_{PSC} ：暂态特性的额定一次短路电流， $I_{PSC} = K_{SSC} \times I_{pr}$ ；

K_{SSC} ：暂态特性的额定对称短路电流倍数；

I_{pr} ：额定一次电流；

3. 复合误差

详见 GB/T 20840.8-2007 的附录 E6.3.2。其中 I_p 取一次电流基波的均方根值。

复合误差统计时长可整定。

4. 直流分量的衰减时间常数

统计的时间窗起始时刻为光标所处时刻，设时间窗的起始阶段直流分量为 D_1 ，时间窗终止阶

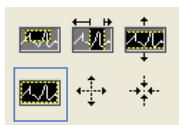
段的直流分量为 D_2 ；由公式： $i(\text{直流}) = \text{Amp} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$ ，计算衰减时间常数： $\tau = \frac{-\Delta t}{\ln \frac{D_2}{D_1}}$

其中， Δt 为时间窗的长度。 τ 的取值范围限定为：[1, 999] ms。


5. 1. 5 波形绘制与控制

对应主界面图标注 5。该窗口会在系统监测中，显示一次侧的电流波形。在暂态试验录波完成后，显示录波波形和瞬时误差电流。各个波形以不同的颜色加以区分。


波形的控制可以点击控制图标：；第二个  为波形缩放，其子图标如下：



功能依次为：所选窗口放大，横向放大，纵向放大，全屏显示，整体放大，整体缩小。

第三个图标为波形的拖拽。

波形窗口点击右键可以进行波形图像的清除，标注和导出，以及坐标的调整。

当录波完成后，为了拖动显示窗口中的光标，需先选中第一个图标。

5.1.6 比率

对应主界面图标注 6。“比率”是指从标准源侧测量到的实际一次电压或一次电流值，相对于试品额定一次值的百分比。

5.1.7 合并单元配置信息

对应主界面图标注 7。当被试互感器不是模拟量输出式时，被试互感器合并器（MU）的配置信息从采样值以太网报文中解析出来，在此处显示。当为“模拟量输出式”时，此处信息变灰，表示无效。

合并单元配置信息包括配置信息和状态信息两部分，配置信息在启动校验时对报文进行一次解析，状态信息则是在试验过程中连续监测统计。

合并器的配置信息需要和实际互感器参数相一致，因为 MU 配置的额定参数不正确会造成报文解析的失败以及被试互感器采样值的不正确，影响校验结果。

当被试互感器为数字量输出式时，从数据报文中提取采样值的计数器值，从而判断是否有丢包情况发生，丢包次数在此显示。当发现丢包时，本次不进行误差校验。

5.1.8 GOOSE 信息

对应主界面图标注 8。GOOSE 信息为试验开始后从 GOOSE 报文中解析出的相关信息。

5.1.9 系统状态告警灯

对应主界面图标注 9 和标注 10。分为试品告警灯和系统告警灯两类，告警灯红色亮起表示该事件发生。

序号	名称	说明及处理对策
试品告警		
1	MU 中断	说明：指示上位机未接收到 MU 采样值报文。 对策：检查 MU 和接线是否发生异常，检查 MU 数据发送是否正确，上位机的“试品配置”与 MU 采样值报文是否一致。
2	GOOSE 中断	说明：指示上位机未能接收到 GOOSE 报文。1.5 倍“允许存活时间”内未收到报文则告警；初始“允许存活时间”为 10 秒 对策：检查 GOOSE 发送是否正确；GOOSE 接线是否正确；“被测开关量”配置是否正确。

3	通道无效	说明：通过读取试品采样值报文上送的通道有效标，来判断试品数据是否异常。 对策：检查试品的采样回路和试品发送的数据有效标是否正确。
4	同步异常	说明：指示试品采样值报文上送的“已同步”标无效，或者后台校验系统判别到试品上送的采样值报文到达时刻，与标准源采样数据到达时刻偏差 400ms 以上。 对策：检查试品的同步回路和试品的数据发送。
5	试品丢点	说明：指示后台校验系统判别到试品采样值报文上送数据的采样节拍不连续，有丢点。 对策：检查试品的数据发送。
6	CRC 出错	说明：当进行 FT3 的校验时，指示接收到的数据发生 CRC 校验出错。 对策：检查试品数据发送。
系统告警		
1	前置中断	说明：指示校验仪的前置单元与校验仪的连接发生中断。 对策：检查校验仪前置单元是否上电；前置单元与校验仪的光纤连接是否发生异常
2	过载	说明：指示模拟量采集过载，实际输入电压峰值大于 5V，大于校验系统测量范围。 对策：迅速降低外部模拟量的输入到测量限值以下，防止过压对校验仪造成永久损坏。
3	前置通信错	说明：指示校验仪接收到的前置单元数据出错。 对策：检查前置单元电源是否偏低，光纤及光纤端口是否有损坏。
4	电池电压偏低	说明：校验仪前置单元的电池电压偏低，电池需要及时充电。当指示灯闪烁时，指示前置单元电压极低已经无法正常工作。 对策：给电池充电。


5.1.10 程序提示信息

对应主界面图标注 11。校验系统软件运行阶段的相关信息提示。

5.1.11 程序状态栏

对应主界面图标注 12。校验系统软件运行阶段的状态信息，包括测试模式和运行时间，测试模式包括同步法和绝对延时测试法。

5.1.12 程序控制按钮

对应主界面图标注 13。点击程序左上角后，程序即进入校验试验前的配置阶段，当配置完毕后，点击主界面上的“启动监测[F1]”按钮，系统开始接收数据并显示，此时观察标准源数据和试品数据是否正常，是否有告警灯点亮。如果有异常，查找原因并消除异常。

上述“启动监测”无异常后，可以点击主界面的“启动录波[F2]”按钮，进入录波阶段，可以手动启动录波或突变量启动录波。

录波完成后，可以进行录波数据的分析，得出暂态校验的试验结果。当试验完成后可以根据需要，点击“录波数据存储[F3]”按钮，对当前的录波数据进行 COMTRADE 格式的存储。

当进行录波数据的事后分析时，则只需要在校验系统主界面上，点击“事后分析[F5]”按钮

即可打开录波数据文件，进行事后波形回放和分析。

5.1.13 信号源输出

对应主界面图标 14。点击按钮，弹出信号源输出控制子界面。详见如下：

5.1.13.1 信号源输出控制界面

信号源输出控制界面如下图：



图 5 暂态软件信号源控制子界面

标注 1 分别为数字信号源输出详细配置。详见 4.1.13.2

标注 2 分别为模拟信号源输出详细配置。详见 4.1.13.3

标注 3 为波形预览功能。详见 4.1.13.4。

标注 4 为录波回放功能。详见 4.1.13.5。

标注 5 为噪声试验，采样点异常试验和振荡实验功能。暂时未启用。

标注 6 为导出配置和导入配置，将界面上配置的数据以文档形式导出，可以在下一次试验时直接导入配置方便试验。

标注 7 为各出口的启用控制。启用某端口后，采用绿色指示灯来指示。

标注 8 为程序控制按钮，点击“刷新参数”可以连接装置和下发配置数据；点击“启动输出”可以启动端口数据发送；点击“启动输出”可以停止端口的数据发送。

标注 9，为软件运行的信息显示框。

4.1.13.2 数字信号源输出

数字信号源输出界面如下图：



图 6 数字信号源控制子界面

标注 1 为输出口配置，开始试验前，根据本次试验的需要对数字信号源的所有输出口进行配置，包括协议类型，每周波采样点数，端口类型及各输出口的配置项。

输出口 1、2、3、4、5、6 “协议类型” 配置选项包括“南京新宁光电互感器”，“国电南自”，“行标 282 同步方式”，“行标 282 异步方式”，“国网 426 同步方式”，“国网 426 异步方式”，“许继同步方式”，“许继异步方式”，“南瑞继保（GIS）”，“长园深瑞”，“PT 合并单元”，“标准源信号”，以太网口“协议类型”配置选项为“IEC61850-9-2LE”。

④ 每周波采样点数

设定输出口数据发送的每周波采样点数；

注：试验时，标准源信号的每周波采样点数与试品的每周波采样点数应一致。

④ 端口类型

开始试验前，根据试验要求选择各端口类型，以仿真不同的互感器类别。

④ 通道总数

根据选定的“端口类型”来确定实际需要的数据通道总数。

④ 异步时间

设定本端口与“端口异步基准”之间的数据发送异步时间。

④ 同步脉冲触发

设定本端口是否通过“脉冲 1”或“脉冲 2”端子接收合并单元的同步脉冲，选择“是”即输出口将按照合并单元同步脉冲采集数据并且发送；选择“否”即输出口按照本仪器自身的脉冲节拍采集数据并且发送。

④ 丢点方式

设定本端口丢点的方式。选项有“连续丢”、“间歇丢”、“持续丢”和“不丢”。

④ 丢点数/总点数

设定本端口的丢点数和总点数。

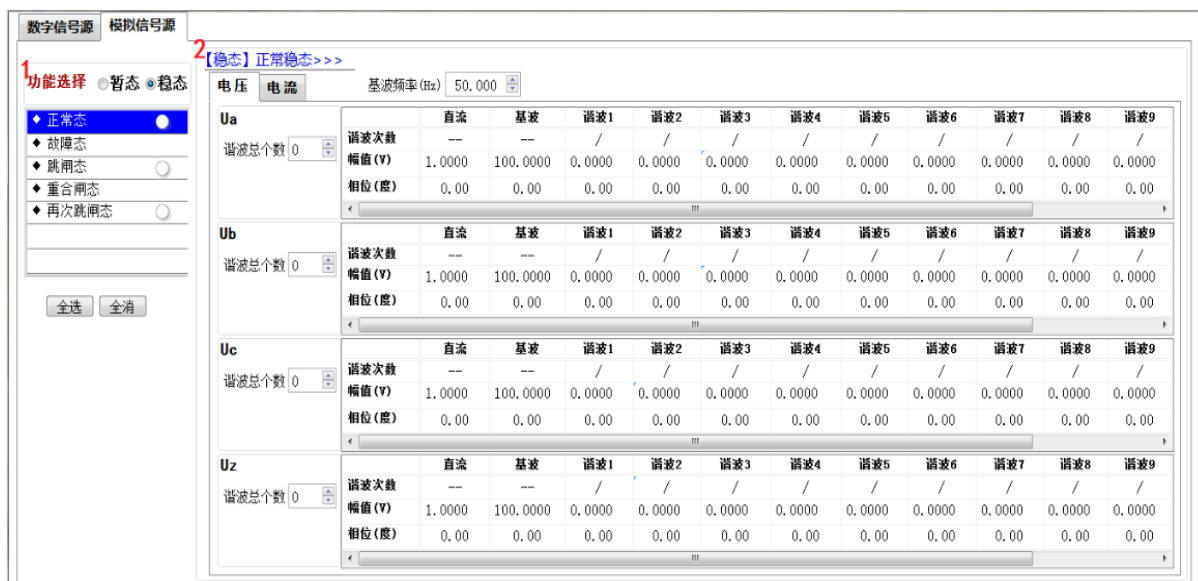


图 7 模拟信号源控制子界面

标注 1 为功能选择。总共可配置 5 个状态，即“正常稳态”，“故障态”，“跳闸态”，“重合闸态”和“再次跳闸态”；选择某一个状态后，该状态会呈现出蓝色背景，在标注 3 和标注 4（红色方框选中的区域）处的所有值即为当前选择状态的值。选中某个状态后面的小圆框，表示该状态将被启用，未启用的状态将在数据输出时被忽略。通过“全选”“全消”可快速进行状态选中操作。

标注 2 为状态的配置项。可以配置所选择状态的持续时间（单位：秒）、基波频率（单位：赫兹）以及电压，电流输出端口的具体配置。

➤ 谐波总个数

根据试验需求设置基波信号中总共包含多少个谐波信号。

➤ 具体信号参数值

具体配置信号参数值，包括直流分量幅值，基波分量幅值和相位，谐波分量的次数，幅值和相位。

4.1.13.4 波形预览

波形预览界面如下图：

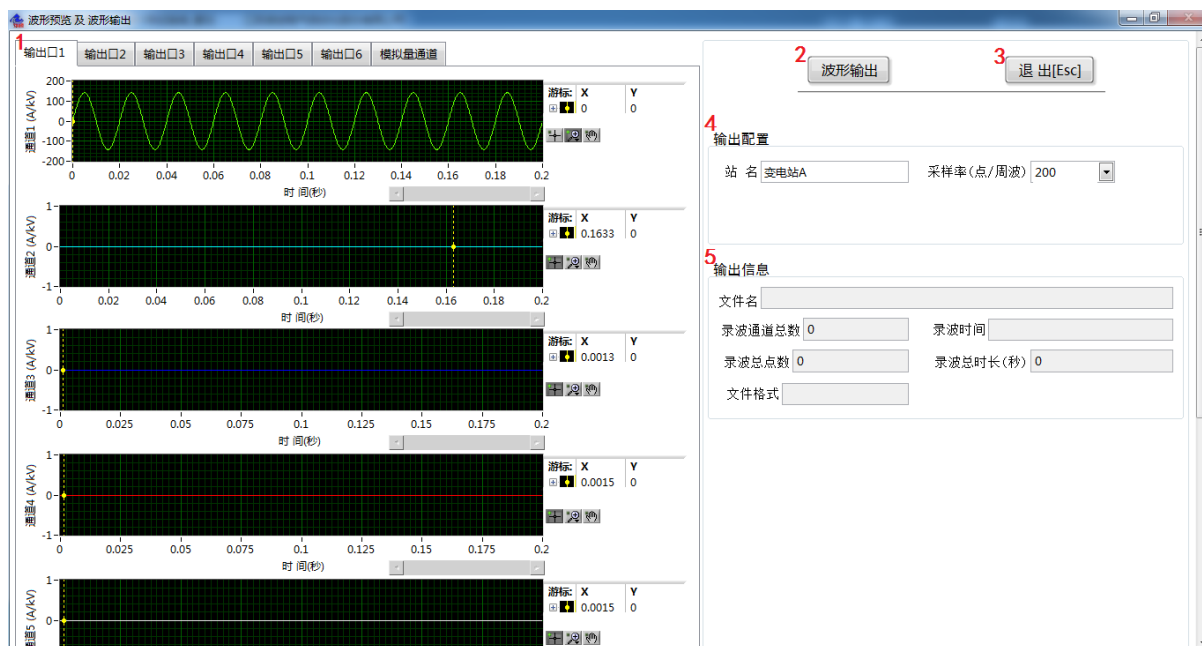


图 8 波形预览子界面

当界面配置参数后此处有相应波形显示，可以便于直观的了解配置参数，也可以将输出波形配置保存，下次试验时通过录波回放功能回放波形进行试验。

标注 1 为波形显示区域。

波形的控制可以点击控制图标：；为了拖动显示窗口中的光标，需先选中第一个图标 .

标注 2 为“波形输出”按钮，点击可以将波形配置保存。

标注 3 为“退出”按钮，点击退出此界面。

标注 4,5 为波形输出的配置信息和输出信息。

4.1.13.5 录波回放

录波回放界面如下图：

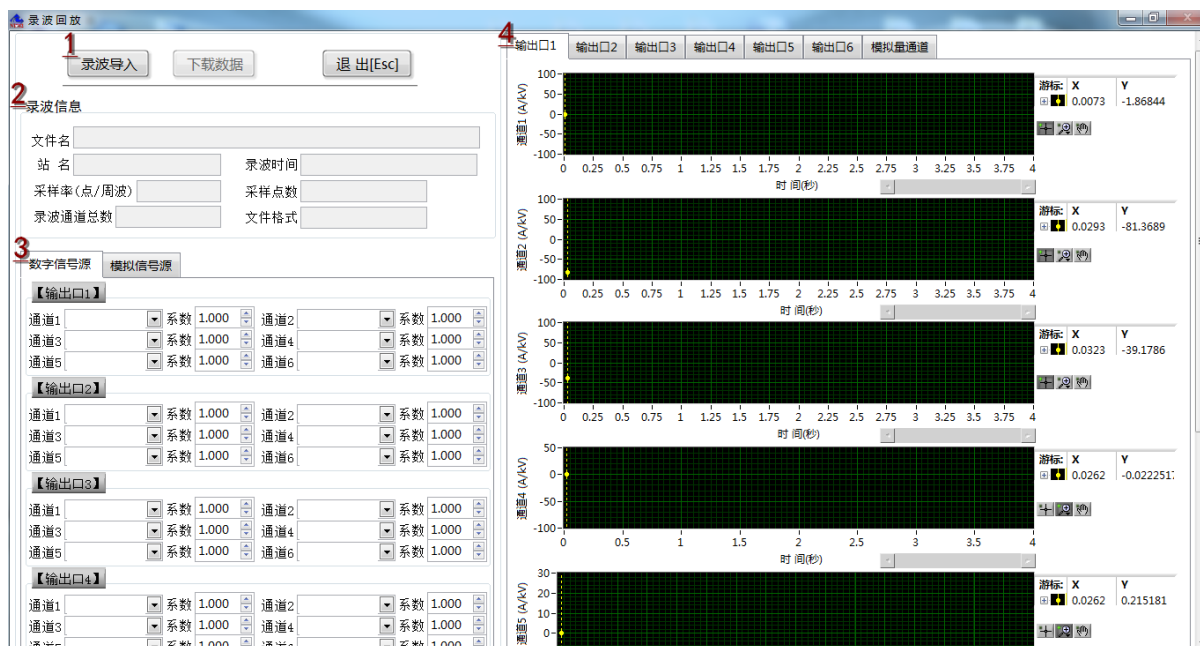



图 9 录波回放子界面

标注 1 为程序控制按钮，点击“录波导入”可以将录波文件导入软件，点击“下载数据”可以下载标注 3 配置好的数据。点击“退出”退出此界面。

标注 2 为导入录波的相关信息。

标注 3 可以配置每个输出口每个通道的输出波形，输出波形选自导入的录波文件。

标注 4 为导入录波文件的波形显示。

波形的控制可以点击控制图标：；为了拖动显示窗口中的光标，需先选中第一个图标 。

5.2 暂态试验注意事项

1. 启动录波前，需先对各配置项正确配置

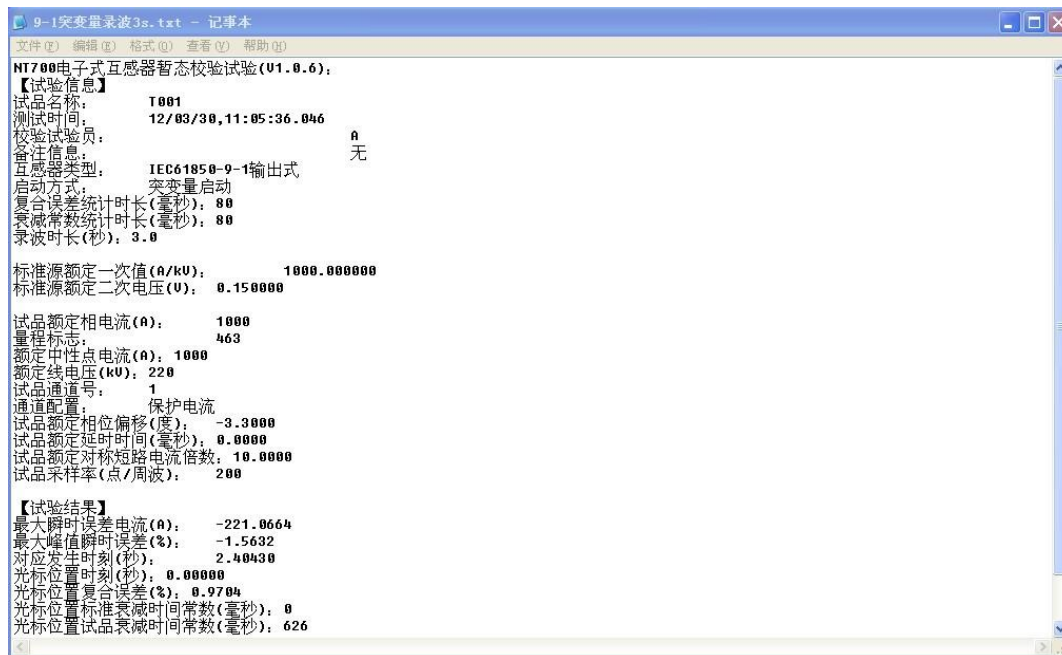
录波前，启动监测可以显示出当前的采样值和告警状态，用户可以检查系统是否正确配置，是否有影响录波的告警状态存在。当配置正确后，可以单击“启动录波”按钮来进入录波状态。

2. 试验数据存储会产生 3 个文件

试验录波数据以 COMTRADE 文件格式存储，该格式标准，可以参见：DL/T 553-94 220~550KV 电力系统故障动态记录技术准则。文件共三个，名称相同，以扩展名相区分，分别为.CFG, .DAT, .TXT。前两个文件包含录波数据，最后一个文件包含了文件存储时系统的配置信息以及试验报告。

5.3 试验报告

校验报告格式如下：



6 问题及解决

一、提示信息栏告警

若软件运行过程中提示信息栏出现以下告警：

序号	提示信息栏内容	说明及处理对策
1	模拟量采集失败！	请停止软件，尝试重新拔插该 USB 线，让上位机重新自动识别校验仪装置并自动加载相应驱动；
2	无法打开所选网卡！！	在进行数字量输出式互感器校验时可能出现上述告警，请确认网卡是否已经正确选择，所选的网卡是否工作正常，驱动程序 WinPCap 是否正确安装。
3	读取 MU 采样值报文超时！！	请查看：网络是否意外断开，网络中是否在传输数据。 在 IEC61850-9-2LE 和 IEC61850-9-2 的检验试验中，如果以太网中无法接收到匹配的目标 MAC 地址的报文，会有上述告警。请在“试品配置”中，正确配置“目标 MAC”地址。
4	无法获取 0 号 ASDU！！	说明：数字量输出的电子式互感器，在接受到同步脉冲信号时刻，将当前采样点计数器设为 0。校验仪从以太网数据报文中提取采样点计数信息，如果无法找到计数器等于 0 的采样点，将会提示上述告警信息。附录为数字接口标准供参考，具体见 IEC60044、IEC61850-9。
5	ASDU 数目非预期！！	请确定报文类型的正确性。
6	MU 丢点！！	请确定合并单元报文是否丢点。

7 外形及尺寸



宽 410mm，高 210mm，深 400mm。

仪器重量：17kg，含包装及附件 31kg。

附录 A IEC61850-9-1 输出接口标准

● 概述

IEC 61850-9-1 推荐物理层和链路层使用光纤以太网，应用层的应用规约数据单元参照 IEC-61850-9-1 的规定，应用服务数据单元参照 IEC 60044-8 的数字输出技术要求的应用层的规定。

使用同步脉冲来实现多个合并器采样时间的一致性。

● 物理层

IEEE 802.3 规定的 100Base-FX 或 IEEE 802.3 规定的 10Base-FL 光纤传输系统作为数据输出的物理层。若配有 IEEE 802.3 规定的 10Base-T 双绞线介质仅用于试验，不可用于实际运行。

建议采样 BFOC 连接器（即 ST 型连接器），也可使用 SC 型连接器。

光纤传输系统通常采用两条光纤以便支持链路监视(link supervision)，但需要多点传输的场合可使用单向光纤传输。

● 链路层

以太网地址

地址域由全部“1”组成的以太网广播地址应被用作目标地址的缺省值。因此发送侧没有必要进行地址配置。然而作为一个可选性能，目标地址应当是可配置的，例如，通过改变组播传送地址可以借助交换机将合并单元与间隔层设备连接。

当使用交换机时源地址应使用唯一的以太网地址，不使用交换机时不要求地址的唯一性。源地址都根据 IEC 61850-9-2 部分的附录 C 规定的范围 01-0C-CD-04-00-00~01-0C-CD-04-01-FF 选取。

优先权标记/虚拟局域网

按照 IEEE 802.1Q，优先权标记用于把和保护相关的时间紧迫、高优先级的总线传输与量大而优先级又低的总线负载分离开来。

标记头的结构：

8 位 位组		8	7	6	5	4	3	2	1
1	TPID	0x8100							
2									
3	TCI	User priority			CFI	VID			
4		VID							

TPID 值：0x8100

User Priority：三位，User priority 的值应在配置时进行设置，以便将模拟量采样值和时间紧迫的、保护相关的 GOOSE 信息与低优先级的总线负载相区别。缺省的优先级为 4。

CFI：一位[0]，Length 后无嵌入的 RIF 域/以太网标记帧中有类型域。

VID: 支持虚拟局域网是一种可选的机制, 如果采用了这种机制, 那么配置时应设置虚拟局域网标识(VID)。另外, 虚拟局域网标识 VID 缺省值为 0。

以太网类

基于 ISO/IEC 8802-3 MAC 子层的以太网类型将由 IEEE 著作权注册机构进行注册。所注册的以太网型(Ethertype)值为 88-BA(16 进制)。模拟量缓冲区的更新是直接映射到所保留的以太网类型和以太网类型 PDU 上。

以太网类 PDU 结构:

8 位位组	8	7	6	5	4	3	2	1
1	EtherType							
2								
3	APPID							
4								
5	Length							
6								
7	Reserved1							
8								
9	Reserved2							
10								
11	APDU							
...								
m+2								

APPID: 应用标识。APPID 用于选择包含模拟量采样值的信息和用于区别关联的应用。为模拟量采样值保留的 APPID 值范围是 0x4000~0x7FFF。缺省值为 0x4000。缺省值表示 APPID 没有被配置。配置系统时将强烈推荐将 APPID 配置为系统中的唯一值。

Length: 包括从 APPID 开始的以太网型 PDU 的 8 位位组的数目, 其值为 8+m(m<1480)。

Reserved1/Reserved2: 用于将来的标准化应用。

APDU: 应用规约数据单元。

- 应用层—应用规约数据单元 (APDU)

映射提供在 APDU 被递交到传输缓冲区以前将若干个应用服务数据单元 (ASDU) 连接成一个 APDU 的性能。被连接为一个 APDU 的 ASDU 的数目是可以配置的并与采样速率有关。为减少应用的复杂性, ASDU 的连接不是动态可变的。

详细资料如图 1 所示。

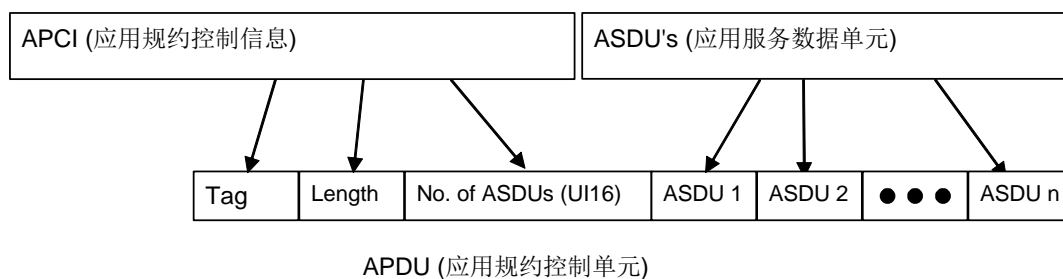


图 1 若干 ASDU 合成一帧的串连

与基本编码规则(BER)相关的 ASN.1 语法被用来对在过程层传输的模拟量采样值信息进行编码。

为进行传送，模拟量采样值缓冲区按下表详述的方法进行编码。

表 1 用于模拟量采样值缓冲区传送的编码

按 IEC61850-7-2 篇的抽象缓冲格式		本标准中的代码	备注
属性名称	属性类型		
		8 位位组: tag	Tag 按 ASN.1 基本编码规则编码。
		8 位位组串: Length	Length 按 ASN.1 基本编码规则编码。
		UI16: ASDU 的数目	被链接成一个 APDU 并被写入采样值缓冲区的 ASDU 的数目。
MsvID	VISIBLE STRING	8 位位组串	MAC 广播地址是以太网报头的一部分。
		UI16: Length	当报头加入加入的 ASDU 的长度
OptFlds	PACKED LIST		未映射
DatSet	ObjectReference		
LNName		UI8:	
DataSetName		UI8:	
LDName		UI16:	
Sample[1...n]	数据集 实例成员的值	公共数据类的编码	参见编者注
SmpCnt	INT16U	UI16	计数器规范参见 IEC 60044-8
RefrTim	TimeStamp		未映射
ConfRev	INT32U	UI8	配置信息的版本号, 逻辑设备配置每改变一次加 1, 缺省值为 NULL
SmpSynch	BOOLEAN		参见 IEC 60044-8 状态字的“NotSynch”属性
SmpRate	INT16U	UI8	0=未定义; 1~255=与 f_r 相应的每周波采样值的数目
注: 为对采样值进行编码, 对 SIG 采用了公共数据类编码规则。基本数据集中的采样值和状态属性的映射按照 IEC 60044-8 的规范进行了优化。并不要求所有的互感器都连接到合并器。在基本数据集中电流或者电压未采用的值发送时置 0, 并且置相应的数据无效标志位。			

APDU 的 Tag 的类型为上下文说明 (10B), 格式为基本格式 (0), 值为 9-1-PDU (0), 按 ASN.1 编码为 0x80。

APDU 的 Length 表示数据域的长度。假定数据域的字节数为 n 。按 ASN.1 的编码规则, 当 $n \leq 127$ 时 Length 只有一个字节, 值为 n ; 当 $n > 127$ 时, Length 有 2~127 字节, 第一个字节的 Bit7 为 1, Bit0~6 为 Length 总字节数减 1, 第二个字节开始给出 n , 基于 256, 高位优先。

APDU 的数据域包括 ASDU 的数目和若干 ASDU。ASDU 的数目为双字节无符号整数, 高位优先。

- 应用层—应用服务数据单元 (ASDU)

应用服务数据单元为 IEC 60044-8 的通用数据帧。应用服务数据单元还包含了一些标识符 (如逻辑节点名、逻辑设备名等) 以和 IEC 61850-9-1 兼容。

数据集长度

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

长度域包含随后的数据集长度。这个长度不包括长度域本身。按 IEC 60044-8 规定，长度总是 44（十进制）。

逻辑节点名(LLName)

类型为 8 位枚举型，值域为<0..255>。

逻辑节点名总为 2。

数据集名(DataSetName)

类型为 8 枚举型，值域为<0..255>。

数据集名是唯一的数字，用于标识数据集结构，也就是数据通道的分配。这里允许的取值有 01 或 0xFE（十进制 254）。

表 2 定义了 DataSetName 为 01 时数据通道到信号源的分配。

表 2—DataSetName=01（通用应用）的数据通道映射

DataSetName	01			
	信号源	对象路径名	参考值	比例因子（见表 3）
数据通道 1	A 相电流. 保护用	PhsATCTR. Amps	额定相电流	SCP
数据通道 2	B 相电流. 保护用	PhsBTCTR. Amps	额定相电流	SCP
数据通道 3	C 相电流. 保护用	PhsCTCTR. Amps	额定相电流	SCP
数据通道 4	零序电流	NeutTCTR. Amps	额定零序电流	SCM
数据通道 5	A 相电流. 测量用	PhsA2TCTR. Amps	额定相电流	SCM
数据通道 6	B 相电流. 测量用	PhsB2TCTR. Amps	额定相电流	SCM
数据通道 7	C 相电流. 测量用	PhsC2TCTR. Amps	额定相电流	SCM
数据通道 8	A 相电压	PhsATVTR. Volts	额定相电压	SV
数据通道 9	B 相电压	PhsBTVTR. Volts	额定相电压	SV
数据通道 10	C 相电压	PhsCTVTR. Volts	额定相电压	SV
数据通道 11	零序电压	NeutTVTR. Volts	额定相电压	SV
数据通道 12	母线电压	BBTVTR. Volts	额定相电压	SV

注 对象路径名参见 IEC 61850-9-1。

DataSetName 为 0xFE 时表示特殊应用数据集，在表 10 的通道映射不能满足应用要求时使用。这时合并器将通过一定形式将数据集定义提供给二次设备。

DataSetName 的值不能在运行时改变，也就时说在出厂前的设计和配置时便确定数据通道的分配。

逻辑设备名(LDName)

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

逻辑设备名在一个变电站中是唯一的，用于标志数据集的来源。逻辑设备名可以在安装时设置。

额定相电流 (PhsA. Artg)。

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

注：参照 IEC 61850-7-4 每相可以拥有自己的额定值。为了信息模型能被通用数据集包含，我们选择 A 相代表三相。

给出额定相电流，单位是安培。

注：这个值是可选的。如果不使用这个值，用 0 替代它。这时应象使用传统互感器一样设置接收者。如果不设置接收者，就必须传送它，这样可以减少设备配置错误的风险，也可简化设置工作。

额定零序电流 (Neut. Artg)。

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

给出额定零序电流，单位是安培。

注：这个值是可选的。如果不使用这个值，用 0 替代它。这时应象使用传统互感器一样设置接收者。如果不设置接收者，就必须传送它，这样可以减少设备配置错误的风险，也可简化设置工作。

额定相电压和额定零序电压 (PhsA. Vrtg)。

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

注：参照 IEC 61850-7-4 每相可以拥有自己的额定值。为了信息模型能被通用数据集包含，我们选择 A 相代表三相和零序电压额定值。

给出额定相电压，单位是 $1/(\sqrt{3} \times 10)$ kV。这样选择单位是为了避免换算时产生误差。

例如互感器额定电压为 500kV，则额定相电压为 $500/\sqrt{3}$ kV，在数据帧里表示为 $500/\sqrt{3} \times \sqrt{3} \times 10 = 5000$ 。

注：这个值是可选的。如果不使用这个值，用 0 替代它。这时应象使用传统互感器一样设置接收者。如果不设置接收者，就必须传送它，这样可以减少设备配置错误的风险，也可简化设置工作。

额定延迟时间

类型为 16 位无符号整数，值域为<0..65535>。

给出模数转换和数据处理带来的延时的额定值，单位是 μs 。

设发数据帧开始发出时刻为 t_c ，这一帧数据表示的电流电压在一次侧出现的时刻为 t_p ，则延迟时间为 $t_c - t_p$ 。

互感器额定延迟时间为 $500 \mu s$ ，允许误差范围 $-100\% \sim +10\%$ 。

数据通道 1~数据通道 12 (DataChannel#1~DataChannel#2)

类型为 16 位整数，值域为<-32768..32767>。

12 个数据通道给出各个信号源的瞬时值，通道分配由数据集名决定，参见数据集名的说明。保护用相电流的比例因子由保护用电子式电流互感器额定输出值确定，测量用相电流的比例

因子由测量用电子式电流互感器额定输出值参见下表。

	测量用 CT (参比因子 SCM)	测量用 PT (参比因子 SV)
额定值 (量程标志=0)	2D41 H (十进制: 11585)	2D41 H (十进制: 11585)
额定值 (量程标志=1)	2D41 H (十进制: 11585)	2D41 H (十进制: 11585)
注 1: 表中所列 16 进制数值, 在数字侧代表额定一次电流 (方均根值)。 注 2: 测量用电流互感器能测量 2 倍额定一次电流, 不发生溢出。 注 3: 测量用电压互感器能测量 2 倍额定一次电压, 不发生溢出。		

例如一个保护用电子式电流互感器的一次额定电流为 4000A (有效值), 额定输出 (SCP) 为 0x01CF (有效值, 量程标志为 0)。数据通道输出的数值, 如 0x2DF0 对应一次电流瞬时值为 $(0x2DF0/0x01CF) \times 4000A = 101598A$ 。

如果发生溢出, 正溢出的输出码为 0x7FFF, 负溢出的输出码为 0x8000。

如果传感器输出的是电流的导数, 则比例因子应考虑一次电流的额定角频率 ($\omega = 2 \times \pi \times f_r$)。

相电压、零序电流和零序电压的比例因子类似于相电流。

零序电流如果是由三相电流计算而来, 在任一相溢出时就按溢出处理。零序电压也一样。

采样计数器 (SmpCtr)

类型为 16 位无符号整数, 值域为 <0..65535>。

这个 16 位采样计数器用于检查数据内容是否被连续刷新。每发送一个新的采样数据集, 计数器增加 1, 溢出后回到 0 重新开始计数。

当合并器使用同步脉冲时, 计数应随每一个同步脉冲出现时清零。一次采样与同步脉冲重合时的数据集计数器应赋值为 0。

采样速率 (SmpRate)

类型为 8 位无符号整数, 值域为 <0..255>。

给出额定频率下每周波时间内输出的采样数据集数目, 为 0 时无意义。这里采样速率等于互感器的数据速率。

配置版本号 (SmpRate)

类型为 8 位无符号整数, 值域为 <0..255>。

在每次修改逻辑设备配置时增加 1, 缺省值为 0。

状态字 (StatusWord#1 和 StatusWord#2)

类型为 16 位布尔量集。

它们的解释见图 2 和图 3。

如果某个数据通道未使用，则其响应的状态标志置为无效，数据通道内容置为 0x0000。

如果一个传感器故障，其相应的状态标志置为无效，并将需要维护标志 (LPHD. PHHealth) 置位。

在唤醒期间数据无效，所有的数据无效标志和唤醒指示标志都置位。

同步脉冲丢失或无效标志在下面逻辑满足时置位：[[同步脉冲丢失 或 同步脉冲无效] 与 [合并器的内部时钟漂移大于额定相位误差限制的二分之一]]。

	解释		备注
第 0 位	需要维护 (LPHD. PHHealth)	0: 正常 1: 告警 (需要维护)	
第 1 位	模式 (LLN0. Mode)	0: 正常运行 1: 测试	
第 2 位	唤醒期间指示 唤醒期间数据无效指示	0: 正常, 数据有效 1: 唤醒期间, 数据无效	在唤醒期间被置位
第 3 位	合并器同步方式	0: 不能使用插值算法同步 1: 可以使用插值算法同步	
第 4 位	合并器同步标志	0: 采样已同步 1: 同步丢失或无效	如果使用插值算法, 这个位将总是 1
第 5 位	数据通道 1 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 6 位	数据通道 2 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 7 位	数据通道 3 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 8 位	数据通道 4 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 9 位	数据通道 5 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 10 位	数据通道 6 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 11 位	数据通道 7 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 12 位	电流传感器类型	0: 电流值 1: 电流的导数	在使用 Rogowski 线圈且没有积分环节时置位。
第 13 位	量程标志	0: 保护电流比例因子 SCP = 0x01CF 1: 保护电流比例因子 SCP = 0x00E7	
第 14 位	备用		
第 15 位	备用		

图 2 一状态字 1 (StatusWord#1)

	解释		备注
第 0 位	数据通道 8 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 1 位	数据通道 9 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 2 位	数据通道 10 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 3 位	数据通道 11 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 4 位	数据通道 12 无效标志	0: 数据有效 1: 数据无效	
第 5 位	备用		
第 6 位	备用		
第 7 位	备用		
第 8 位	自定义		
第 9 位	自定义		
第 10 位	自定义		
第 11 位	自定义		
第 12 位	自定义		
第 13 位	自定义		
第 14 位	自定义		
第 15 位	自定义		

图 3 一状态字 2 (StatusWord#2)

应用服务单元 (ASDU) 内容

		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
字节1	报头	msb							
字节2		数据长度 (=44dec)							
字节3		lsb							
字节4	数据集	msb							
字节5		逻辑节点名 (LNName=02)							
字节6		lsb							
字节7		msb							
字节8		数据集名 (DataSetName)							
字节9		lsb							
字节10		msb							
字节11		逻辑设备名 (LDName)							
字节12		lsb							
字节13		msb							
字节14	lsb								

字节15	msb	数据通道 1	
字节16		(DataChannel#1)	lsb
字节17	msb	数据通道 2	
字节18		(DataChannel#2)	lsb
字节19	msb	数据通道 3	
字节20		(DataChannel#3)	lsb
字节21	msb	数据通道 4	
字节22		(DataChannel#4)	lsb
字节23	msb	数据通道 5	
字节24		(DataChannel#5)	lsb
字节25	msb	数据通道 6	
字节26		(DataChannel#6)	lsb
字节27	msb	数据通道 7	
字节28		(DataChannel#7)	lsb
字节29	msb	数据通道 8	
字节30		(DataChannel#8)	lsb
字节31	msb	数据通道 9	
字节32		(DataChannel#9)	lsb
字节33	msb	数据通道 10	
字节34		(DataChannel#10)	lsb
字节35	msb	数据通道 11	
字节36		(DataChannel#11)	lsb
字节37	msb	数据通道 12	
字节38		(DataChannel#12)	lsb
字节39	msb	状态字 1	
字节40		(StatusWord#1)	lsb
字节41	msb	状态字 2	
字节42		(StatusWord#2)	lsb
字节43	msb	采样计数器	
字节44			lsb
字节45	msb	采样速率	lsb
字节46	msb	配置版本号	lsb

图 4 一应用服务单元帧结构

● 以太网通信帧结构描述

字节	8	7	6	5	4	3	2	1
1	报头							
2								
3								
4								

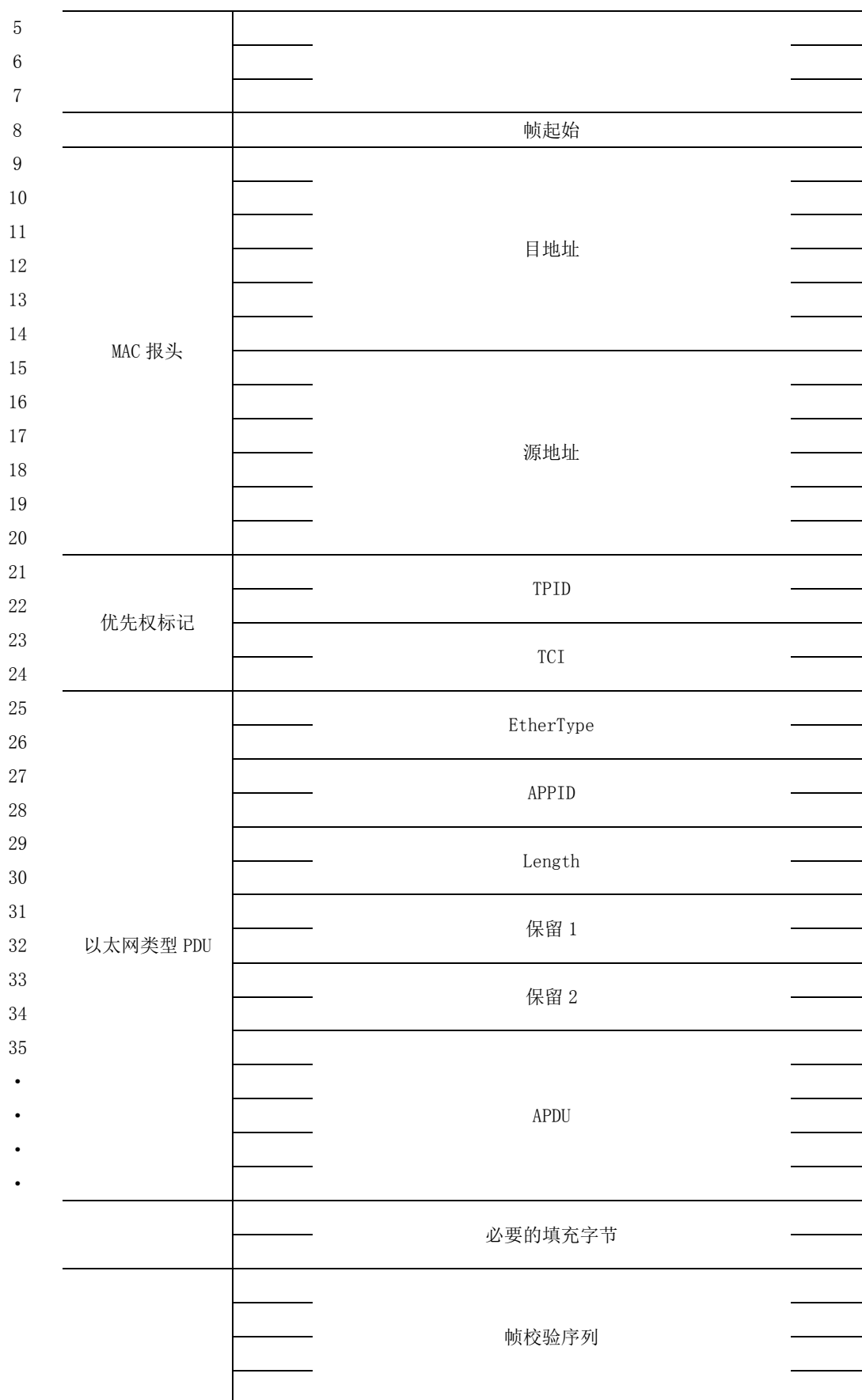


图 5 以太网通信帧结构

附录 B IEC61850-9-2LE 输出接口标准

- 采样值控制块

在 IEC61850-9-2LE 中有两种采样值控制块（MSVCB）的配置，其对应的差异性如下：

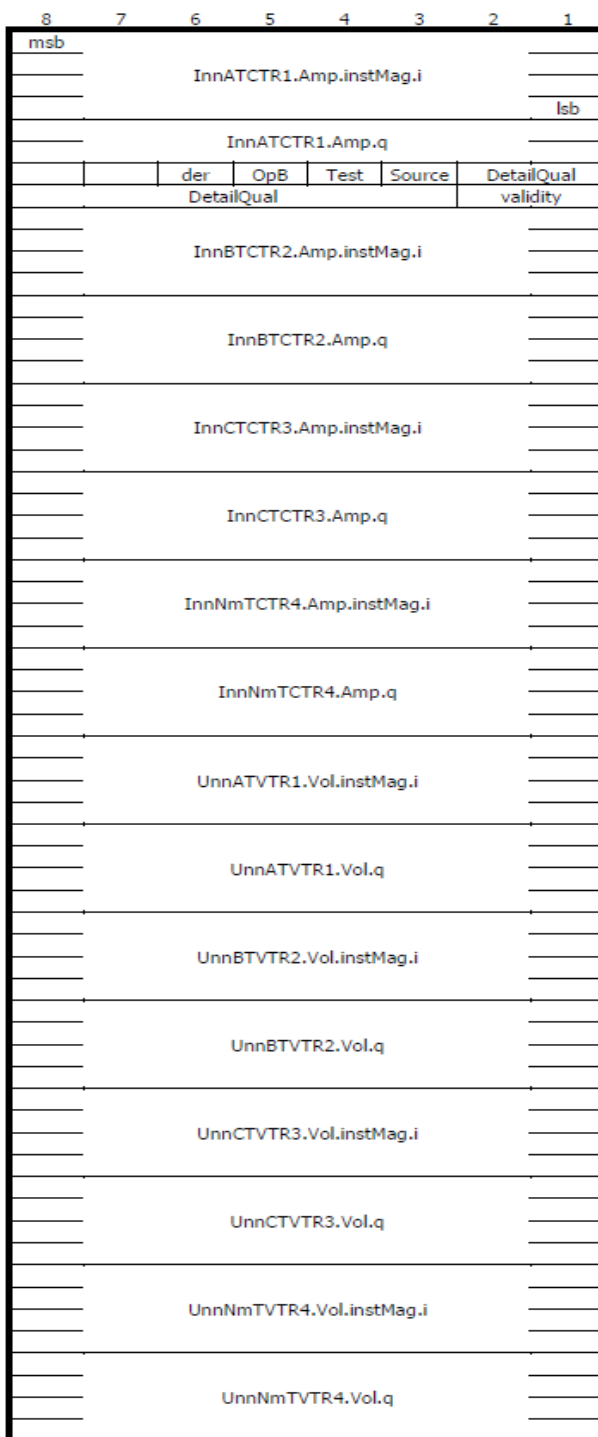
Attribute Name	Value MSVCB01	Value MSVCB02	Comment
MsvCBNam	MSVCB01	MSVCB02	
MsvCBRef	xxxxMU _{nn} /LLN0\$MSVCB01	xxxxMU _{nn} /LLN0\$MSVCB02	
SvEna	TRUE / FALSE	TRUE / FALSE	Value is defined by configuration (see clause 7.3)
MsvID	xxxxMU _{nn} 01	xxxxMU _{nn} 02	xxxxMU _{nn} is the LDName; 01/02 is the number of the MSVCB instance
DatSet	xxxxMU _{nn} /LLN0\$PhsMeas1	xxxxMU _{nn} /LLN0\$PhsMeas1	
ConfRev	1	1	
SmpRate	80	256	
OptFlds			
refresh-time	TRUE / FALSE	TRUE / FALSE	
sample-synchronized	TRUE	TRUE	
sample-rate	FALSE	FALSE	

NOTE – since this implementation guideline defines both the datasets used for the transmission of the sampled values as well as the values of the MSVCB, the attribute ConfRev always has the same value.

- 数据集

数据集 PhsMeas1 的编码如下图所示：

Octet



● APDU

对应上述的“MSVCB02”的 APDU 数据实例如下：

附录 C IEC61850-9-2 输出接口标准

● 采样值控制块

MMS component name	MMS TypeDescription	r/w	m/o	Condition	Comments
MsvCBNam	ObjectName	r	m		MMS object name: the value of this component shall be of the format of ObjectReference and shall be limited to VMD or Domain scoped NamedVariableLists.
MsvCBRef	ObjectReference	r	m		MMS object name: the value of this component shall be of the format of ObjectReference and shall be limited to VMD or domain scoped NamedVariableLists.
SvEna	Boolean	r/w	m		TRUE = transmission of sampled value buffer is activated. FALSE = transmission of sampled value buffer is deactivated.
MsvID	Visible-string	r	m		System wide unique identification.
DatSet	ObjectReference	r	m		MMS object name: the value of this component shall be of the format of ObjectReference and shall be limited to VMD or Domain scoped NamedVariableLists.
ConfRev	Integer	r	m		Count of configuration changes regard to MSVCB.
SmpRate	Integer	r	m		Amount of samples per period.
OptFlds					
refresh-time	Boolean				TRUE = SV buffer contains the attribute "RefrTm" FALSE = attribute "RefrTm" is not available in the SV buffer.
sample-synchronised	Boolean	r	m		TRUE = SV buffer contains the attribute "SmpSynch". FALSE = attribute "SmpSynch" is not available in the SV buffer.
sample-rate	Boolean	r	m		TRUE = SV buffer contains the attribute "SmpRate". FALSE = attribute "SmpRate" is not available in the SV buffer.

附录 D IEC60044-8 FT3 输出接口标准

- 一般要求

有关数字接口的物理层和链路层，允许有两种技术方案。一种采用 IEC 61850-9-1 所述的以太网，另一种在此描述。两种情况的应用层相同。实现在此所述的方案，可采用同步脉冲或者插值法，从多个合并单元得到时间相关的一次电流和电压样本。依据 IEC 61850-9-1 的以太网链接通常采用同步脉冲。

- 物理层

合并单元到二次设备的联结，可用光纤传输系统或铜线型传输系统实现。在以下条款中，分别叙述这两种系统。

通用帧的标准传输速度为2.5Mbit/s。采用曼彻斯特编码。首先传输MSB（最高位）。

曼彻斯特编码：从低位转移到高位为二进制1，从高位转移到低位为二进制0，见下图说明：

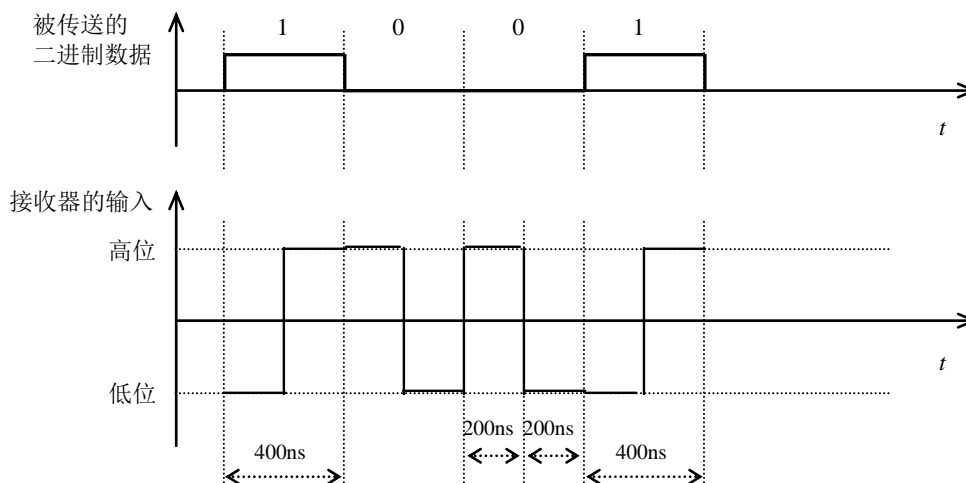


图 1 曼彻斯特编码

- 光纤传输

高位定义为“光线亮”，低位定义为“光线灭”。

- 链路层

此链路层选定为 IEC 60870-5-1 的 FT3 格式。此格式的优点是：

良好的数据完整性，

其帧结构使它有可能用于高速率的多点网络同步数据链接。

链接服务类别为 S1: SEND / NO REPLY（发送 / 不回答）。这实际上反映了互感器连续和周期性地传输其数值并不需要二次设备的任何认可或应答。

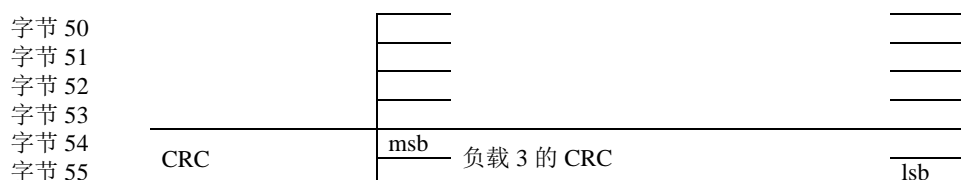
传输规则：

R1 空闲状态是二进制 1。两帧之间按曼彻斯特编码连续传输此值 1，为了使接收器的时钟容易同步，由此提高通讯链接的可靠性。两帧之间应传输最少 70 个空闲位。

R2 帧的最初两个八位字节代表起始符。

R3 16 个八位字节用户数据由一个 16 比特校验序列结束。需要时，帧应填满缓冲字节，以完成给定的字节数。

R4 由下列多项式生成校验序列码：



其中：CRC 为“循环冗余码”，msb 为“最高位”，lsb 为“最低位”。

图 2 依据 FT3 的帧格式

● 数据类型规范

为了与未来的标准 IEC 61850-9-1 相一致，定义了数据帧所包含的几个识别符（例如，逻辑节点名和逻辑设备名）。

◆ 数据集长度

Length := UI 16[1..16], <0..65535>

长度字段包括下述数据集的长度。长度用八位字节给出，按无标题（长度和数据群）数据集的长度计算。本标准定义的点对点链接的长度是 44（十进制）。

◆ 逻辑节点名 (LNName)

LNName = ENUM8 <0..255>

本标准定义的点对点链接的逻辑节点名 (LNName) 值是 02。

◆ 数据集名 (DataSetName)

DataSetName = ENUM8 <0..255>, 参见 IEC61850-9-1。

◆ 逻辑设备名 (LDName)

LDName = UI 16, <0..65535> 参见 IEC61850-9-1。

◆ 额定相电流 (PhsA. Artg)

PhsA.Artg := UI 16 <0..65535> 参见 IEC61850-9-1。

◆ 额定中性点电流 (Neut. Artg)

Neut.Artg := UI 16 <0..65535> 参见 IEC61850-9-1。

◆ 额定相电压和额定中性点电压 (PhsA. Vrtg)

PhsA.Vrtg := UI 16 <0..65535> 参见 IEC61850-9-1。

◆ 额定延迟时间

tdr := UI 16 <0..65535>

额定延迟时间以微秒 (μs) 数给出。

◆ 数据通道 DataChannel #1 至 DataChannel #12

DataChannel #n := I 16 <-32768...32767> (即 16 比特线型 2s 补码)

注：参见 IEC61850-9-1。

◆ 样本计数器 (SmpCtr)

SmpCtr = UI 16[1..16] <0..65535>

<0..65535> := 顺序计数 参见 IEC61850-9-1。

◆ 状态字 (StatusWord #1 和 StatusWord #2)

StatusWord #n = BS 16

状态字StatusWord #1和StatusWord #2的说明参见IEC61850-9-1。

◆ 帧的存储内容

		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
字节 1	前导	数据集合长度								
字节 2		(= 44 十进制)								
字节 3	数据集	LNName (=02)								
字节 4		DataSetName								
字节 5		LDName								
字节 6										
字节 7		额定相电流								
字节 8		(PhsA.Artg)								
字节 9		额定中性点电流								
字节 10		(Neut.Artg)								
字节 11		额定相电压								
字节 12		(PhsA.Vrtg)								
字节 13		额定延迟时间								
字节 14		(t _{dir})								
字节 1		数据集	DataChannel #1							
字节 2										
字节 3	DataChannel #2									
字节 4										
字节 5	DataChannel #3									
字节 6										
字节 7	DataChannel #4									
字节 8										
字节 9	DataChannel #5									
字节 10										
字节 11	DataChannel #6									
字节 12										
字节 13	DataChannel #7									
字节 14										
字节 15	DataChannel #8									
字节 16										
字节 1		DataChannel #9								
字节 2										
字节 3		DataChannel #10								
字节 4										
字节 5		DataChannel #11								
字节 6										
字节 7		DataChannel #12								
字节 8										
字节 9		StatusWord #1								
字节 10										
字节 11		StatusWord #2								
字节 12										
字节 13		SmpCnt (样本计数器)								
字节 14										
字节 15		为 IEC 61850-9-1 未来的规范保留								
字节 16		为 IEC 61850-9-1 未来的规范保留								

图 5 通用帧

附录 E 互感器误差限值

1. 测量用电流互感器

在额定功率及额定功率因数下任一数值时，测量 CT 的电流误差（比值差）和相位差应不超过下表所列限值。

测量用电子式 CT 的误差限值

准确级	电流误差（±%） 在下列额定电流（%）时					相位差（±′） 在下列额定电流（%）时				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0.1	—	0.4	0.2	0.1	0.1	—	15	8	5	5
0.2S	0.75	0.35	0.2	0.2	0.2	30	15	10	10	10
0.2	—	0.75	0.35	0.2	0.2	—	30	15	10	10
0.5S	1.5	0.75	0.5	0.5	0.5	90	45	30	30	30
0.5	—	1.5	0.75	0.5	0.5	—	90	45	30	30
1	—	3.0	1.5	1.0	1.0	—	180	90	60	60

对 3 级和 5 级，在额定频率下的电流误差应不超过下表所列值：

准确级	电流误差，±%（在下列额定电流百分数时）	
	50	120
3	3	3
5	5	5

3 级和 5 级的相位误差不作规定。

2. 测量用电压互感器

在额定功率及额定功率因数下任一数值时，测量 PT 的电压误差（比值差）和相位差应不超过下表所列限值。

测量用电子式 PT 的误差限值

准确级	电压误差（±%） 在下列额定电压（%）时					相位差（±′） 在下列额定电压（%）时				
	20	50	80	100	120	20	50	80	100	120
1	—	—	1.0	1.0	1.0	—	—	40	40	40
0.5	—	—	0.5	0.5	0.5	—	—	20	20	20
0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	20	15	10	10	10
0.1	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	10.0	7.5	5.0	5.0	5.0

3. 保护用电子式电流互感器

在额定频率下的电流误差、相位误差和复合误差，以及规定暂态特性时在规定工作循环下的最大峰值瞬时误差，应不超过下表所列值。误差限值表中所列相位误差是对额定延迟时间补偿后

余下的数值。

保护用电子式 CT 的误差限值

准确级	电流误差, $\pm\%$ (在额定一次电 流时)	相位差(在额定一次电 流时)	复合误差, % (在额定准确限 值一次电流时)	最大峰值瞬时误差, % (在准确限值条件下)
		$\pm(')$		
5TPE	1	60	5	10
5P	1	60	5	—
10P	3	—	10	—

4. 保护用电子式电压互感器

保护用电子式电压互感器的标准准确级为 3P 和 6P。在 5% 额定电压和额定电压因数相对应的电压下, 电压误差和相位误差的限值相同。2% 额定电压下的误差限值为 5% 额定电压下对应值的 2 倍。若电子式电压互感器在 5% 额定电压下和在上限电压 (即额定电压因数为 1.2、1.5、或 1.9 相对应的电压) 下的误差限值不相同, 应由制造方和用户协商确定。

保护用电子式 PT 的误差限值

准确级	在下列额定电压 U_p/U_{pr} 下					
	2%		5%		x% (额定电压因数下)	
	电压误差 ($\pm\%$)	相位误差 (\pm')	电压误差 ($\pm\%$)	相位误差 (\pm')	电压误差 ($\pm\%$)	相位误差 (\pm')
3P	6	240	3	120	3	120
6P	12	480	6	240	6	240



江苏凌创电气自动化股份有限公司

Jiangsu LingChuang Electric Automation Co., Ltd.

地址：江苏镇江市高新技术产业开发区南纬四路 36 号 4108

邮编：212009

电话：0511-89985866

传真：0511-89985816