

版本信息

版本		日期
第一版	V1.0	2015 年 12 月

本手册是北京博电新力电气股份有限公司的出版物。任何形式的复制均需征得北京博电新力电气股份有限公司的同意。

本手册只代表出版时的技术动态。手册中的产品信息、说明以及所有技术数据均不具有合同约束力。北京博电新力电气股份有限公司保留随时对技术、配置进行修改而不另行通知的权利。北京博电新力电气股份有限公司对本手册中所有内容具有最终解释权。

目 录

1. 概述	5
1.1 适用范围	5
1.2 设计用途	5
1.3 装置特点	6
1.4 系统架构	7
2. 技术参数	8
2.1 供电电源	8
2.2 以太网通讯接口	8
2.3 弱信号模拟量输出	9
2.4 开关量	10
2.5 同步接口	10
2.6 机械参数	10
2.7 绝缘	11
2.8 振动和冲击	11
2.9 电磁兼容 (EMC)	11
2.10 运行环境	11
3. 硬件介绍	12
4. 交换机性能测试软件操作说明.....	15
4.1 主界面说明:	15
4.2 VLAN 测试	16
4.3 基本测试	17
4.3.1 吞吐量测试	17
4.3.2 时延测试	18
4.3.3 丢包率测试	19
4.3.4 背靠背测试	20
4.4 扩展测试	21
4.4.1 错误帧测试	21
4.4.2 MAC 学习测试	22
4.4.3 MAC 缓存测试	22
4.4.4 广播吞吐量测试	23
4.4.5 广播时延测试	24
4.4.6 最大转发率测试	25
4.5 优先级测试	25
5. 压力测试软件操作说明.....	27

5.1 主界面	27
5.2 系统参数设置	28
5.3 网络压力参数设置	30
5.3.1 主背景报文设置	30
5.3.2 辅助报文设置	36
5.3.3 接收与发送控制	37
5.4 测试报告	40
6 继保软件功能	42
6.1 系统设置	42
6.2 IEC61850 配置	43
6.2.1 SMV 配置	44
6.2.2 GOOSE 配置	50
6.2.3 SV、GOOSE 自动配置	53
6.3 软件介绍	57
6.3.1 IEC 模型文件保存功能	57
6.3.2 采样异常模拟功能	57
6.3.3 GOOSE 异常模拟功能	59
6.3.4 MMS 读取功能	59
6.3.5 数字报文测试单元	61
7. 简单故障排除	62

前 言

本手册目的是让使用者熟悉 PNA702 系列智能测试仪（以下简称测试仪），并指导在各种不同应用领域中如何正确使用。

本手册涵盖有关如何安全、正确和有效使用测试仪的重要信息，帮助用户避免一些危险情况，减少维修费用和故障时间，同时也有助于提高测试仪的可靠性和使用寿命。

本手册应该在测试仪使用现场备用，所有使用测试仪的人员均应阅读本手册。

注意：本手册只对测试仪的硬件及 IEC61850 相关配置详细说明。需了解更多关于测试仪的软件测试方法，请参阅《PowerTest 软件使用说明书》或 PowerTest 软件在线帮助。

安全规程

在操作测试仪前，请仔细阅读以下安全规程：

- 不推荐在不理解本手册内容时使用测试仪，只能由接受过相关培训的人员操作

使用规则

- 只允许在符合技术条件的情况下使用。使用应符合工作现场和应用的安全规则。注意用户手册和软件文档中提供的信息
- 只能在“设计用途”中指定的领域中应用
- 未经允许禁止打开测试仪机箱和前面板

安全操作流程

- 测试仪必须使用带有保护接地的电源插座
- 禁止将前面板的任何连接插头连到保护地
- 禁止向插口或者通风槽中插入物体
- 不要将测试仪置于潮湿或有结露的环境中运行
- 不要将测试仪置于有易燃气体和水蒸汽的环境中运行

更换电源保险

- 拔出装置电源线
- 用平头改锥轻轻撬开装置背板电源插座上方抽屉样式的保险护盖
- 取出旧保险，更换新保险，保险型号为 1A/250V
- 扣好保险护盖

清洁

- 在不带电状态下，可使用软布蘸少量水清洁测试仪外表面，清洁时应避免将水流进测试仪内部。

1. 概述

1.1 适用范围

PNA702 系列智能测试仪可以模拟合并器 (MU) 按照 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2 或 IEC60044-7/8 (即 FT3) 帧格式传送采样值, 也可模拟电流互感器、电压互感器变换后的弱信号模拟量输出, 通过订阅、发布 GOOSE 报文或接收、输出开关量硬接点信息, 对数字保护、电表等智能电子设备进行闭环测试。测试仪将电压、电流量按照 IEC61850 协议打包并实时传送到被测设备, 而被测对象的动作信号通过测试仪的开关量输入接点或 GOOSE 报文传输到测试仪, 测试仪按照一定试验方式实时改变输出量的幅值和相位, 实现数字化保护、仪器仪表、智能操作箱的闭环测试。

PNA702 系列智能测试仪具有 12 路弱信号模拟量输出通道, 模拟量输出通道可灵活配置, 用户可以根据数字变电站保护实际情况灵活选择电压、电流通道的。

PNA702 网络测试仪通用测试软件是依据 RFC2544 与 RFC2889 文档中的标准专门为网络交换设备而研发的测试软件, 该软件可用于测试智能变电站网络设备的 VLAN 划分, 基本性能, 网络优先级等, 同时亦可保护、测控、计量网络设备在不同网络负载工况下的性能和指标。最终起到提前发现, 查找问题, 协助消除智能变电站设备可能存在的隐患和威胁的作用。

产品主要依据的技术标准及规范如下:

- 1) Q/GDW-2011 智能变电站继电保护测试规范
- 2) Q/GDW 429-2010 智能变电站网络交换机技术规范
- 3) DL/T 860 变电站网络和系统
- 4) Q/GDW 396 IEC61850 工程继电保护应用模型
- 5) Q/GDW 411-2010 智能变电站继电保护技术规范

1.2 设计用途

由上位机 PowerTest (PNA702) 软件控制测试仪输出, 软件可在 WindowsXP、Win7 上运行。测试仪采用 10/100M 以太网接口与上位 PC 机连接。

测试仪可测试如下几种保护:

- 1) 方式 1: 输入的电压、电流为数字量 (满足 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、FT3 格式), 开入、开出采用硬接点连接;
- 2) 方式 2: 输入的电压、电流为数字量 (满足 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、FT3 格式), 跳、合闸等状态量采用 GOOSE 传递;
- 3) 方式 3: 输入的电压、电流为弱信号模拟量, 开入、开出采用硬接点连接;
- 4) 方式 4: 输入的电压、电流为弱信号模拟量, 开入、开出采用 GOOSE 报文传递。
- 5) 交换机 VLAN 搜索: 搜索交换机 VLAN 划分的结果, 自动显示各个端口的 VLAN ID

设置;

- 6) 交换机基本性能测试: 交换机的吞吐量、丢包率、时延、背靠背等基本指标和性能的测试;
- 7) 交换机扩展性能测试: 交换机的错误帧、MAC 学习速率、MAC 地址缓存、广播吞吐量、广播时延、最大转发率等指标和性能的测试;
- 8) 交换机优先级测试: 测试交换机对报文优先级的支持状况;
- 9) 交换机压力测试: 模拟网络上的压力报文 (TCP、ARP、UDP、SMV、GOOSSE) 和正常的工作报文, 将这些报文输出到被测设备端, 并观察被测设备的工作情况。对被测设备的工作性能进行评估。

1.3 装置特点

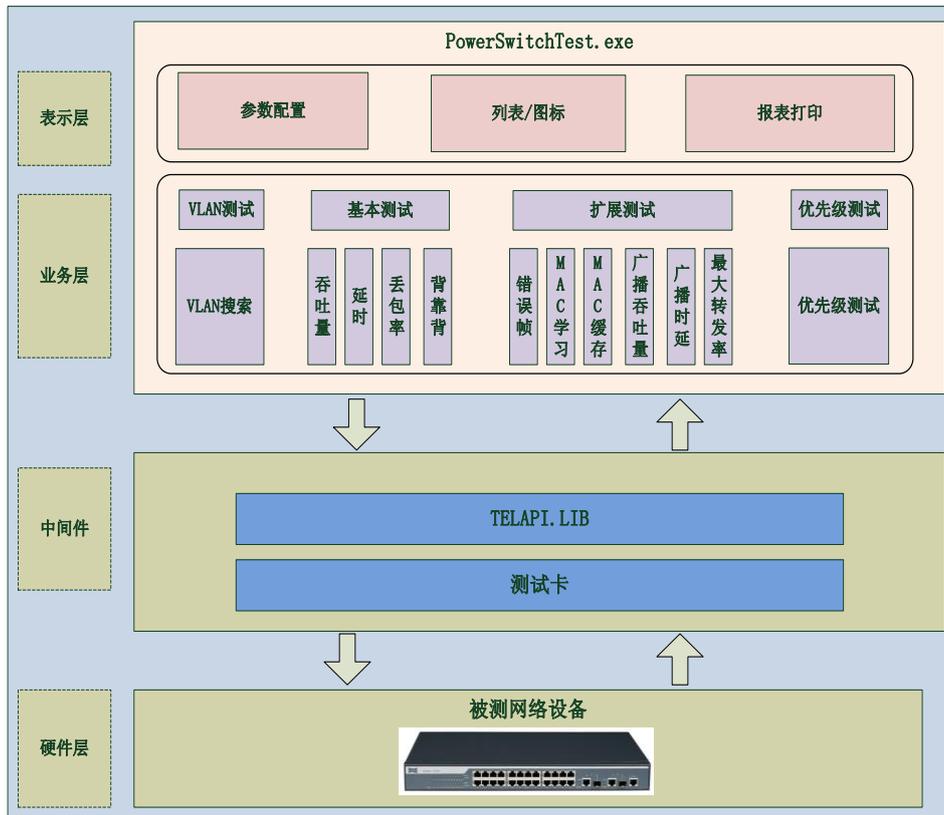
- 用于测试智能变电站网络交换机, 将交换机性能测试与 61850 测试结合, 实现智能变电站网络交换机的性能测试、网络压力测试和智能 IED 的功能测试;
- 交换机 VLAN 校验: 验证交换机 VLAN 划分是否正确, 可自动搜索交换机 VLAN 划分设置, 形成 VLAN 划分表;
- 网络交换设备基本性能测试: 测试网络交换设备吞吐量、丢包率、时延、背靠背等指标, 支持标准帧长或自定义帧长方式测试;
- 支持错误帧过滤机制测试, 包括超长帧、超短帧、CRC 错误等测试;
- 优先级测试: 测试报文优先级
- 网络负载测试: 测试变电站交换机各端口网络负载流量, 可测量各端口的总流量、SV 报文流量、GOOSE 报文流量、及以太网报文流量;
- 网络压力测试: 测试智能变电站网络系统中 IED 设备在不同网络压力数据流下的反应和指标, 网络压力测试可同时输出通用 SV/GOOSE 压力数据流及流量机制数据流, 流量机制数据流支持以太网、SV、及有效 GOOSE 背景报文或无效 GOOSE 背景报文, 各种报文的比例及流量可配置, 在压力数据流输出时, 可配合输出业务数据流, 实现故障模拟、状态序列、智能终端延时测试等;
- IED 及网络系统压力测试: 对保护、测控、计量、合并单元 (MU)、智能终端、网络报文记录等智能变电站 IED 设备进行不同流量背景下的动作行为或关键指标测试, 压力流量支持普通 IP 报文, 也可支持基于 IEC61850 的 SV 报文及 GOOSE 报文, 压力施加过程中可模拟故障测试过程;
- 智能终端传输延时测试: 可在压力数据流下测试智能终端 GOOSE 开入转硬接点开入、及硬接点开入转 GOOSE 开出的传输延时
- 自动解析 SCD 文件或 PCAP 文件, 实现对采样值、采样通道信息、GOOSE 信息或网络报文信息的自动配置
- 具有 GPS、IRIG-B、IEEE1588 同步对时功能
- 支持数字继电保护测试功能

1.4 系统架构

系统共分为 4 层，分别是表示层、业务层、中间层、硬件层。

系统最底层为硬件层，主要是网络交换设备，中间层 TELEAPI.LIB 和测试卡完成与硬件层的通信并将通信结果发送至业务层，业务层获取到通信结果后进行数据的统计及分析，最终将测试结果在表示层中以列表或图像的方式提供给上层用户，用户可根据测试结果对交换机性能得出测试结论，亦可通过报表的方式对测试结果进行打印。

- 表示层：实现上层应用。包括展示测试结果、设置测试参数、打印测试报表等各项功能
- 业务层：实现对交换设备各项性能指标的测试，主要通过调用中间层所提供的测试 API 完成各模块
- 中间层：整个系统的核心模块。包括通用的测试 API 及测试卡
- 硬件层：网络交换设备



系统架构图

2. 技术参数

2.1 供电电源

主电源	
额定电压	220V (AC)
允许范围	100V ~ 240V (AC)
额定频率	50Hz
允许频率	40 ~ 60Hz
电流	1A(max)

2.2 以太网通讯接口

电以太网通讯口：用于与上位 PC 机通讯	
型号	10/100Base-TX (10/100Mbit、双绞线、自动交叉)
端口数量	2 个
接口类型	RJ45
电缆型号	5 类双绞线
状态指示	LED 绿(点亮)：有效连接 LED 黄(闪烁)：有数据交换

光纤通讯接口：用于 IEC61850-9-2、GOOSE 通讯、1588、网络报文通讯	
型号	100/1000Base-FX (100Mbit、光纤、全双工)
端口数量	8 对
接口类型	LC
光缆型号	62.5/125 μ m(多模光纤, 橘红色)
波长	1310nm
传输距离	>1km
状态指示	Link(点亮)：有效连接 Rx 或 Tx(闪烁)：有数据交换

前面板以太网通讯接口：用于 IEC61850-9-1/2、GOOSE、1588、网络报文通讯	
型号	100/1000Base-FX (100/1000Mbit、双绞线、自动交叉)

端口数量	4 对
接口类型	RJ45
电缆型号	5 类双绞线
状态指示	LED 绿(点亮): 有效连接 LED 黄(闪烁): 有数据交换

前面板 FT3 接口: 用于 IEC60044-7/8 的 FT3 通讯	
采用标准	IEC60044-7/8
端口数量	8 个
接口类型	ST
光缆型号	62.5/125 μ m(多模光纤, 橘红色)
波长	850nm
传输距离	>1km
状态指示	HD 绿(点亮): 有效连接

2.3 弱信号模拟量输出

信号幅值	
输出通道	12 路
设置范围	AC: 0 ~ 7.07Vrms(有效值) DC: 0 ~ 10V
Max. 输出电流	10mA
准确度	0.07 ~ 7.07Vrms: 误差<0.2% 0.02 ~ 0.07Vrms: 误差<1%
分辨率	250 μ V
失真率(THD%)	<0.1%
频率	
正弦信号	10 ~ 1000Hz
暂态信号	DC ~ 10.0kHz
准确度	0.002% (工频下, 误差 1mHz)
分辨率	0.001Hz
相位	
相角范围	0 到 359.9°
准确度	<0.1°, 50/60Hz
分辨率	\pm 0.01°

2.4 开关量

8 对开关量输入 (A-H)	
开入特性	30V ~ 250V (DC)或空接点 (自动识别)
采样频率	10kHz
时间分辨率	100 μ s
最大测量时间	1.50 $\times 10^5$ s
计时误差	± 1 ms (0.001s ~ 1s) $\pm 0.1\%$ (1s ~ 1.50 $\times 10^5$ s)
防抖动时间设置范围 (软件设置)	0ms ~ 25ms
电气隔离	8 对开入电气隔离
门槛阻抗参数 (空接点)	5k Ω ...13k Ω

4 对开关量输出 (1-4)	
类型	空接点不分极性 (软件控制)
交流容量	Vmax: 250V (AC) /Imax: 0.5A
直流容量	Vmax: 250V (DC) /Imax: 0.5A
4 对开关量输出 (5-8)	
类型	快速接点输出, 响应速度为 100 μ s
交流容量	Vmax: 220V (AC) /Imax: 0.5A
直流容量	Vmax: 220V (DC) /Imax: 0.5A

2.5 同步接口

仪器可提供以下三种方式的同步接口:

- IEEE 1588 同步: 任一光纤通讯接口均可用作 IEEE 1588 对时
- GPS 同步接口: 内置 GPS 接收装置
- 光 IRIG-B 码接口: 接口类型 ST, 连接光纤 62.5/125 μ m(多模光纤)ST-ST

2.6 机械参数

尺寸和重量	
重量	9kg
长 \times 宽 \times 高 (W \times H \times D)	315mm \times 355mm \times 145mm

2.7 绝缘

绝缘电阻	
测试环境	室温、湿度小于 75%
供电电源对地（机箱金属外壳）	1000V 摇表测试，绝缘应不小于 300MΩ
开关量对地（机箱金属外壳）	500V 摇表测试，绝缘应不小于 50MΩ
各对开关量接点间	500V 摇表测试，绝缘应不小于 50MΩ
绝缘强度	
测试环境	室温、湿度小于 75%
供电电源对地（机箱金属外壳）	能承受 1.5kV 工频电压，并保持 1min，装置不应出现击穿或飞弧现象
开关量对地（机箱金属外壳）	能承受 1kV 工频电压，并保持 1min，装置不应出现击穿或飞弧现象

2.8 振动和冲击

动态	
振动	测试依据 IEC68-2-6（操作模式） 频率范围 10...150Hz，加速度连续 2g(20m/s)，10 周波/轴
冲击	测试依据 IEC68-2-27（操作模式）15g/11ms，半波正弦

2.9 电磁兼容（EMC）

EMC	
静电放电干扰	II 级：接触放电 4kV，空气放电 4kV
电磁场辐射干扰	II 级：场强 3V/m
1M 脉冲群干扰	II 级：共模 1kV，差模 0.5kV

2.10 运行环境

气候	
操作温度	-5 到 +45℃
存储和运输	-20 到 +70℃
湿度	5 到 90% 相对湿度，不结露

3. 硬件介绍

以下对PNA702的前后面板结构进行说明，PNA702前面板中以太网通讯接口数量为8对、FT3输出接口为8对。

PNA702测试仪右侧面板示意图见图3-1所示，左侧面板示意图见图3-2所示。

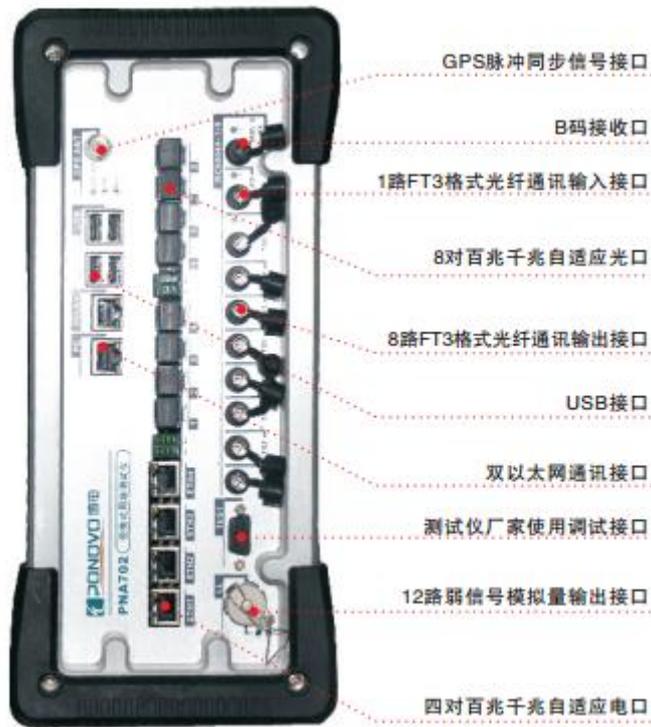


图 3-1 右侧面板示意图



图 3-2 右侧面板示意图

表 3-1 PNA702 左右侧面板端子功能定义表

编号	名称	功能	
1	1-8 光以太网接口	8 对光以太网通讯接口用于传输网络报文、SMV 报文、Goose 报文	光纤插座 : 左边 TX (发送), 右边 RX (接收) SPD 指示灯 : 装置上电后, 若光纤通信接口初始化正常, Link 灯点亮 Rx/Tx 指示灯 : 当有数据交换时, 指示灯点亮 (Rx 为接收, Tx 为发送)
2	1-4 电以太网接口	4 个电以太网通讯接口用于传输网络报文、SMV 报文、Goose 报文	
3	ETHERNET	以太网通讯接口	

4	TEST	测试仪厂家使用调试接口	
5	TX1、...、TX8	FT3 输出	8 路 FT3 格式的光纤通讯接口，输出 FT3 格式的采样值报文，当有数据交换时，旁 Tx 指示灯闪烁
6	RX	FT3 输入	1 路 FT3 格式的光纤通讯接口，接收 FT3 格式的采样值报文，当有数据交换时，旁 Rx 指示灯闪烁
7	IRIG-B RX	B 码接收	接收 IRIG-B 光 B 码同步时钟信号 当接收到对时信号后，旁 Rx 指示灯闪烁
8	GPS ANT	GPS 脉冲同步信号外接天线接口，内置 GPS	GPS LOCK: 当接收到的 GPS 信号有效时，灯点亮 PPM: 每分钟闪烁一次 PPS: 每秒钟闪烁一次
9	LL OUTPUT	12 路弱信号模拟量输出，当有模拟量输出时，Tx 指示灯闪烁	
10	电源 AC220V	上方为：电源开关 中间为：抽屉样式的保险护盖，内置一工作保险、一备用保险 下方为：电源插座	
11	开关量输入	8 路开关量输入	
12	开关量输出	8 路开关量输出	

4. 交换机性能测试软件操作说明

4.1 主界面说明：

PNA702 网络测试仪的通用测试软件启动后进入测试主界面，如图 4-1 所示，测试主界面包括：菜单栏、工具栏、数据监测区、图形显示区四部分，其中菜单栏是对软件总体功能参数的设置，以及测试过程的控制，包括：文件、设置、测试、帮助四项；工具栏可实现

辅助测试操作及显示内容切换，工具栏中各按钮含义详见表 4-1；数据监测区用来显示测试的过程和结果；图形显示区用来对相关的测试结果进行图形显示；

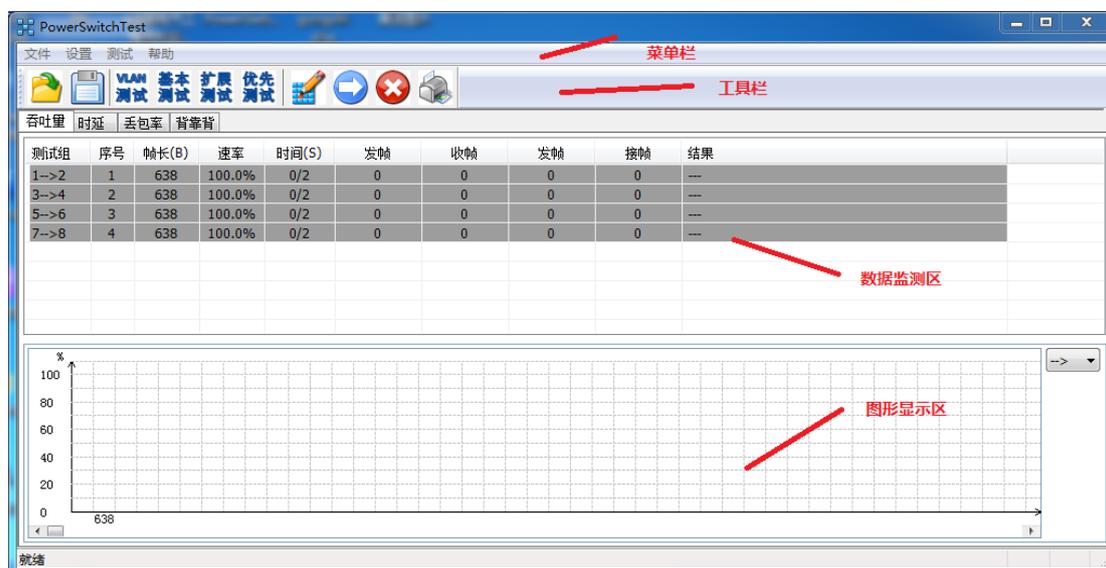


图 4-1 通用测试主界面

表 4-1 通用测试主界面工具栏说明

图标	含义说明	备注
	打开已保存的测试模板文件	
	保存当前测试作为模板文件	
	VLAN 测试	对交换机的 VLANID 进行测试
	基本测试	对通用测试的基本项进行测试

	扩展测试	对交换机进行扩展项的测试
	优先测试	对交换机端口的优先级进行测试
	设置测试的参数配置	
	开始测试	
	停止测试	
	打印报表	

4.2 VLAN 测试

功能栏中点击【VLAN 测试】切换至 VLAN 测试功能，VLAN 测试验证交换机 VLAN 划分是否与设置的一致，装置可自动搜索交换机 VLAN 划分，并形成 VLAN 测试结果图或结果表。一次测试最多支持 8 个端口，如果交换机测试端口大于 8 个，则需要分组测试。

根据交换机的端口数将测试分组，如 16 口交换机，分为 2 组进行测试，每一组测试 8 对接口；进行第一组测试时，将装置 1~8 口测试线与交换机的 1~8 口一一对接，测试完

第一组后会自动弹出对话框，提示更改为第二组接线，即将 9~16 口与交换机的第 9~16 口一一对接。



图 4-2 VLAN 测试参数配置

设置的参数分析:

[交换机端口数]: 8/16/24 可以任意选择一个, 8 个位一组, 最多 3 组;

[VLAN 搜索范围一]: 测试时 VLANID 的范围, 超出该范围的不测试, 范围为 1~4094;

[VLAN 搜索范围二]: 可以选择, 如果选中, 也对该范围内的 VLANID 进行测试;

列表中的内容是对选择那些测试端口的设置;

4.3 基本测试

功能栏中点击【基本测试】切换至交换机基本性能测试功能, 基本性能测试包括交换机的吞吐量、时延、丢包率、背靠背 4 个指标测试。

4.3.1 吞吐量测试

吞吐量就是指在没有数据帧丢失的情况下, 交换机能够接受并转发的最大速率。测试帧长一般采用 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 和 1518 字节等 7 种不同长度的数据帧按照双向发送来测试, 测试时长一般限定为 120s, 测试方法通常采用二分法来找到最大的转发速率。



图 4-3 基本测试--吞吐量测试参数设置

设置的参数说明: (基本测试的 4 种测试设置基本相同, 后面三种测试设置中相同的地方不在重复阐述)

[测试时间]: 测试过程进行的时间;

[帧长设置]: 分为随机、步长、常规 3 种可以选择的方式;

[随机]: 帧长为设定的最小值和最大值之间的任意一个;

[步长]: 帧长为从最小值开始, 然后按照[STEP]累加, 直到最大值, 最终为多个帧长;

[常规]: 默认的为 7 个帧长，可以对其进行添加、修改和删除；

[两分法]: 其中[速率精度]只对两分法有效，当二分到[速率精度]时，结束搜索；

[步长递减]: 其中[步长]只对步长递减有效，从最大值开始，每次递减[步长]设置的值进行搜索；

[配置端口]: 列表中的内容是对端口进行配置的结果，点击[配置端口]出现如下界面：



图 4-4

[A 端口]: 端口 1 到的端口 8；

[B 端口]: 端口 1 到的端口 8，选择的端口不能与[A 端口]相同；

[>>]: 添加选好的测试组，每次只能添加一个；

[<<]: 还原选中的测试组，每次只能还原一个；

[默认]: 默认的端口配置；

[清空]: 将[已添加测试组]中的内容清空；

[数据流向]: 双击可以修改数据流向；

[VLAN]: 在指定的 VLANID 下发送数据；

4.3.2 时延测试

时延就是指在没有数据帧丢失的情况下，交换机从接收数据到发送数据之间的时间差，时延分两种，一种是“直通转发时延”，另一种是“存储转发时延”。

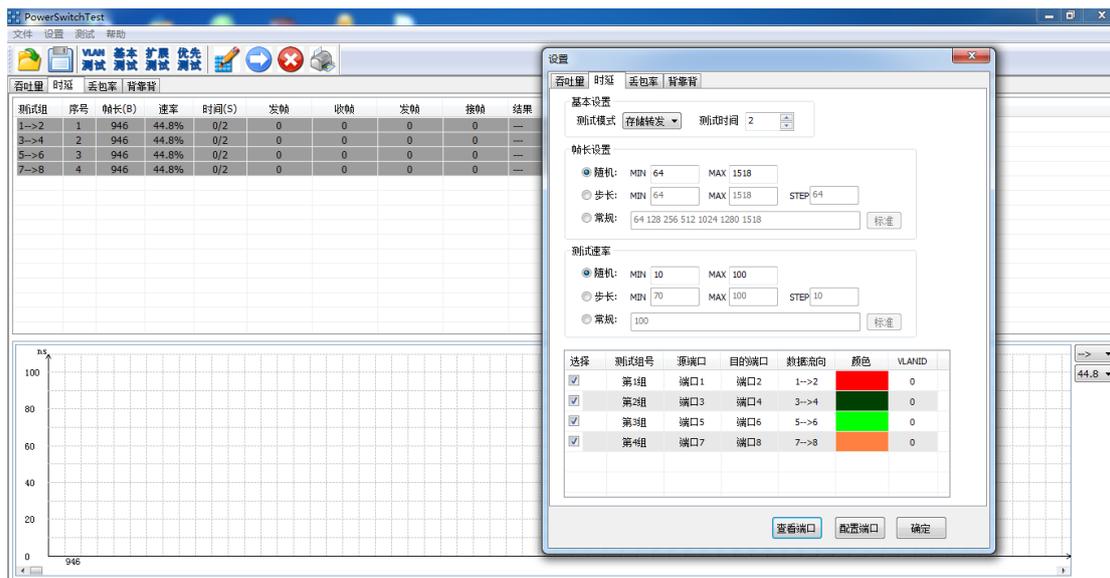


图 4-5 基本测试--时延测试参数设置

设置的参数说明:

[测试模式]: 分为存储转发和直通转发;

测试速率的设置是时延、丢包率、背靠背测试都有的, 后面不再重复说明;

[随机]: 速率为设定的最小值和最大值之间的任意一个;

[步长]: 速率为从最小值开始, 然后按照[STEP]累加, 直到最大值, 最终为多个帧长;

[常规]: 默认的速率为 100, 可以对其进行添加、修改和删除;

4.3.3 丢包率测试

丢包率是接收端口数据包丢失部分与发送端口数据包发送总数的比值。它用来测试被测设备应该转发但被丢失的帧的百分比。测试帧长一般采用 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 和 1518 字节等 7 种不同长度的数据帧按照双向发送来测试, 对于 TOKEN RING 口可达 8188 字节。

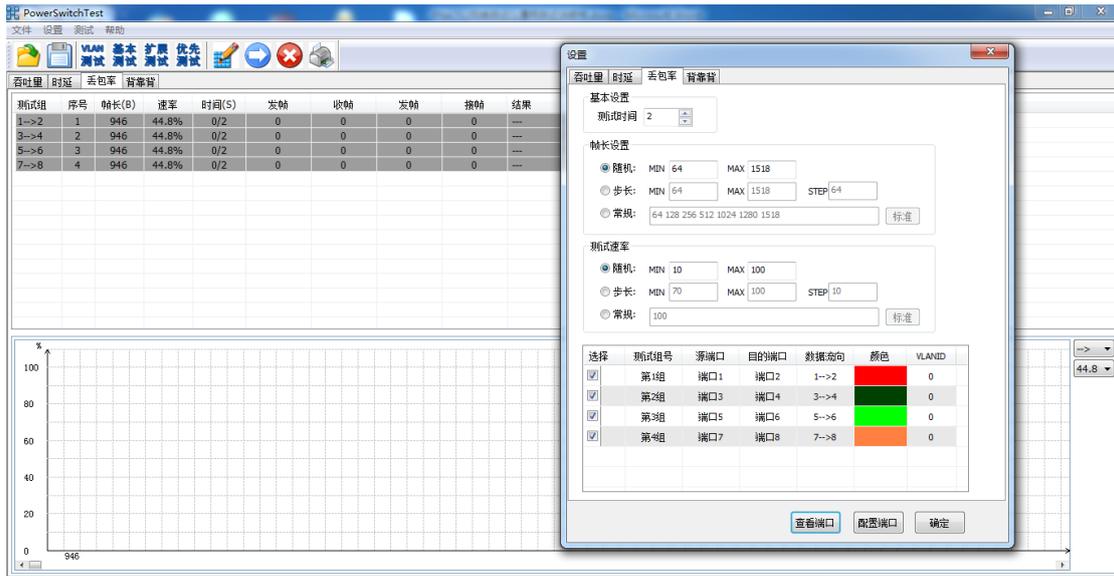


图 4-6 基本测试--丢包率测试参数设置

设置参数的方法与时延测试设置基本相同。

4.3.4 背靠背测试

背靠背就是指在最小帧间隔(最大帧速率)的情况下交换机能够发送数据包并且无丢包时的最大突发总包数。它主要用来测试被测设备的缓冲能力。测试帧长一般采用 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 和 1518 字节等 7 种不同长度的数据帧按照双向发送来测试, 测试时长一般限定为 120s, 测试方法通常采用二分法来找到最大的突发数。

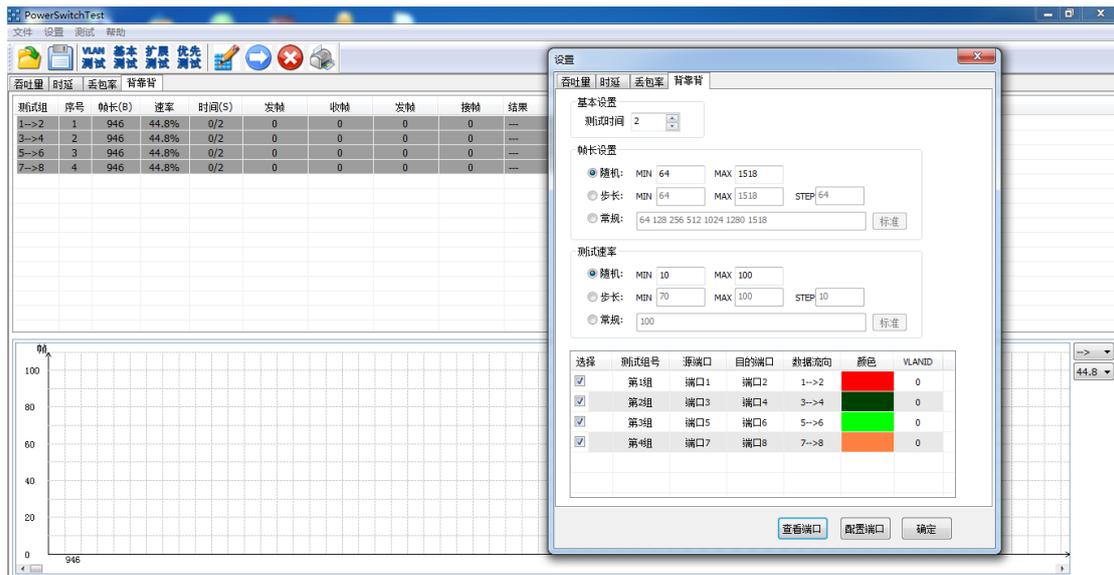


图 4-7 基本测试--背靠背测试参数设置

设置参数的方法与时延测试设置基本相同。

4.4 扩展测试

功能栏中点击【扩展测试】切换至交换机扩展性能测试功能，扩展性能测试包括交换机的错误帧、MAC 学习、MAC 缓存、广播吞吐量、广播时延、最大转发率测试 6 个指标测试。

4.4.1 错误帧测试

错误帧指交换机过滤错误帧的能力，通常情况下交换机接收到错误帧后不应转发出去，但如果交换机支持错误帧则另当别论。错误帧的类型通常包括以下几种类型：超短帧(小于 64 字节)，超长帧(大于 1518 字节) CRC 错误帧等。在进行测试时，一般只设置测试时长和错误帧类型，然后向交换机发送错误帧，同时在接收端口看是否能够接收到数据，如果交换机不支持错误帧并且接收到数据则认为测试失败。

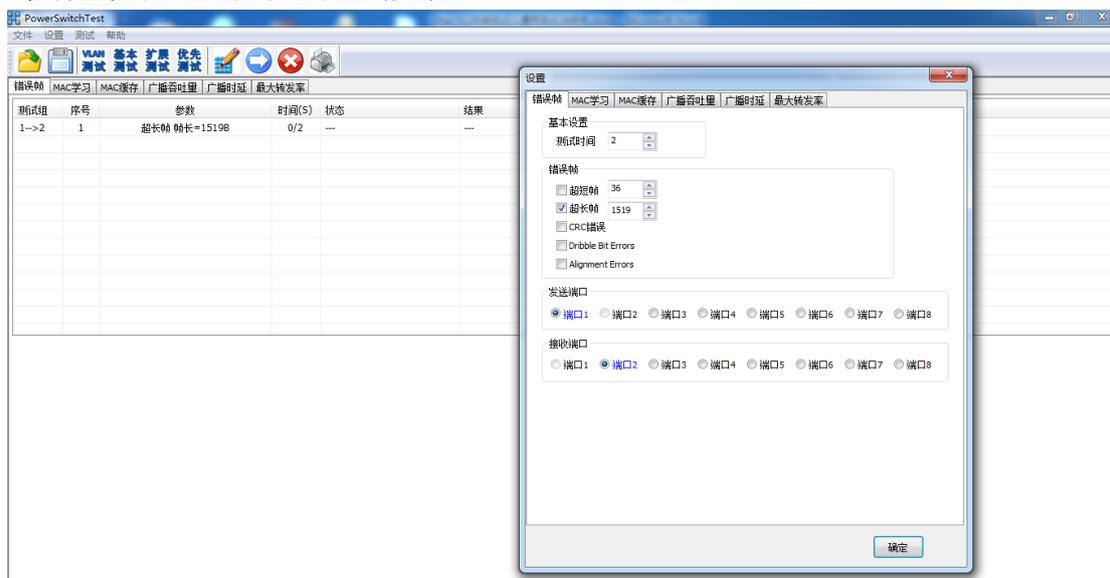


图 4-8 扩展测试--错误帧测试参数设置

设置的参数说明：（目前只支持[超长帧]的错误帧测试）

[测试时间]：测试过程需要的时间；

[超短帧]：通常小于 64 字节；

[超长帧]：通常大于 1518 字节；

[CRC 错误帧]：CRC 错误码校验；

[发送端口]：发送数据帧的端口，单选；

[接收端口]：接收数据帧的端口，单选；

4.4.2 MAC 学习测试

MAC 学习是用来测试交换机学习 MAC 地址的能力,测试时指定学习的速率(范围值)和需要学习的 MAC 地址个数(定值),首先以某种速率进行测试,如果测试成功,那么就将学习速率提高并重新测试;如果测试失败则降低学习速率重新测试,直至得出最终能够完全学习到所有 MAC 地址的临界速率。

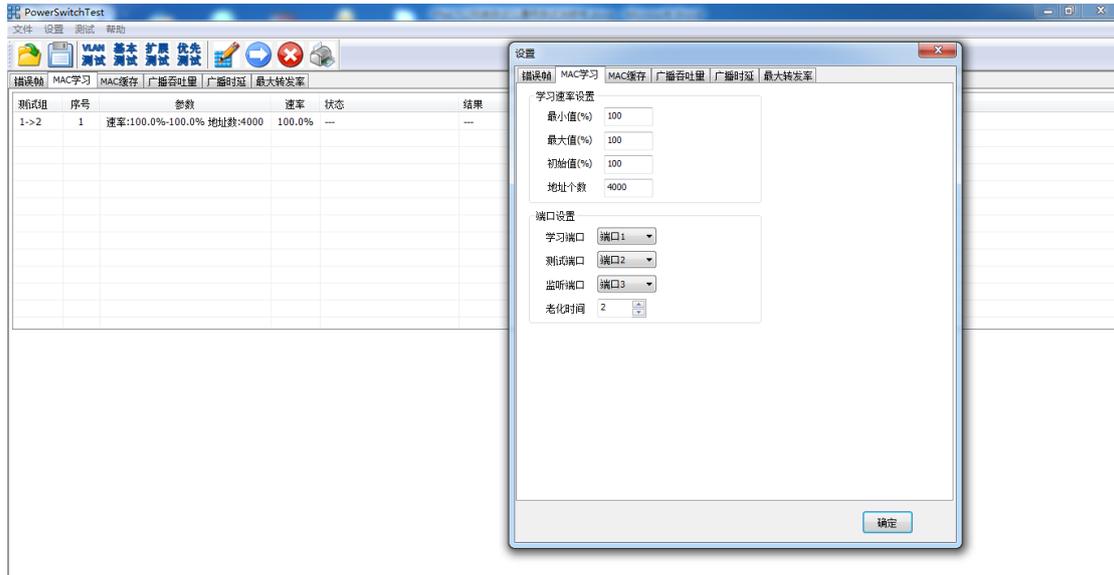


图 4-9 扩展测试--MAC 学习测试参数设置

设置的参数说明:

[最小值]: 学习速率最小值;

[最大值]: 学习速率最大值;

[初始值]: 学习速率测试时的初始值;

[地址个数]: 学习多少个地址数;

[学习端口]: 从端口 1 到端口 8 可选,但不能与[测试端口]和[监听端口]任何一个相同;

[测试端口]: 从端口 1 到端口 8 可选,但不能与[学习端口]和[监听端口]任何一个相同;

[监听端口]: 查看该端口是否能收到数据帧从端口 1 到端口 8 可选,但不能与[测试端口]和[学习端口]任何一个相同;

[老化时间]: 测试一次后需要等待交换机清除缓存的时间,通常为 120s;

4.4.3 MAC 缓存测试

MAC 缓存是用来测试交换机学习 MAC 地址的能力,测试时指定学习的 MAC 地址数量(范围值)和需要学习的速率(定值),首先以某个 MAC 地址数量进行测试,如果测试成功,那么就将 MAC 地址数量提高并重新测试;如果测试失败则降低 MAC 地址数量重新测试,直至得出

最终能够完全学习到所有 MAC 地址的临界值。



图 4-10 扩展测试--MAC 缓存测试参数设置

设置的参数说明:

[最小缓存]: 缓存范围从 1 到 8192;

[最大缓存]: 缓存范围从 1 到 8192;

[初始缓存]: 缓存范围从 1 到 8192;

[学习速率]: 发送数据帧的速率;

[学习端口]: 从端口 1 到端口 8 可选, 但不能与[测试端口]和[监听端口]任何一个相同;

[测试端口]: 从端口 1 到端口 8 可选, 但不能与[学习端口]和[监听端口]任何一个相同;

[监听端口]: 查看该端口是否能收到数据帧从端口 1 到端口 8 可选, 但不能与[测试端口]和[学习端口]任何一个相同;

[老化时间]: 测试一次后需要等待交换机清除缓存的时间, 通常为 120s;

4.4.4 广播吞吐量测试

广播吞吐量就是指在没有数据帧丢失的情况下, 交换机能够接受并转发数据帧的最大速率。测试帧长一般采用 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 和 1518 字节等 7 种不同长度的数据帧按照双向发送来测试, 测试时长一般限定为 120s, 测试方法通常采用二分法来找到最大的转发速率。



图 4-11 扩展测试--广播吞吐量测试参数设置

设置的参数说明：（设置参数与吞吐量参数设置基本相同，不同点如下）

[发送端口]：发送数据帧的端口，单选；

[接收端口]：接收数据帧的端口，可以多选；

4.4.5 广播时延测试

广播时延就是指在没有数据帧丢失的情况下,交换机发送端口发送数据的时间和每个接收端口收到数据的时间之间的差值。时延分两种，一种是“直通时延”，一种是“存储转发时延”。

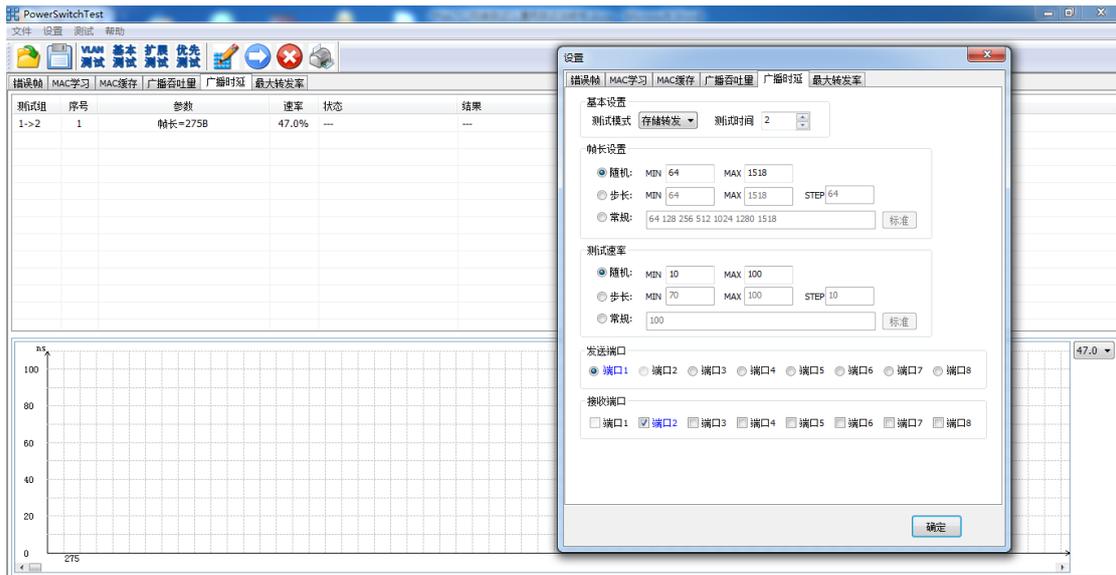


图 4-12 扩展测试--广播时延测试参数设置

设置的参数说明：（设置参数与时延参数设置基本相同，不同点如下）

[发送端口]：发送数据帧的端口，单选；

[接收端口]：接收数据帧的端口，可以多选；

4.4.6 最大转发率测试

最大转发率就是指在没有数据帧丢失的情况下，交换机所有端口能够接受并转发的最大速率。测试帧长一般采用 64, 128, 256, 512, 1024, 1280 和 1518 字节等 7 种不同长度的数据帧按照双向发送来测试，测试时长一般限定为 120s，测试方法通常采用二分法来找到最大的转发速率。

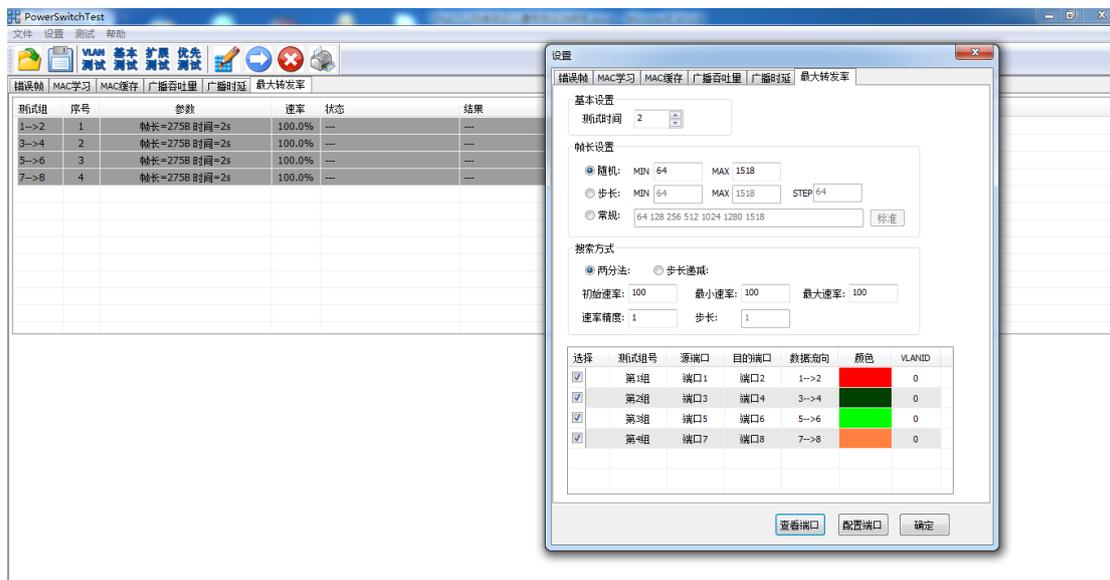


图 4-13 扩展测试--最大转发率测试参数设置

设置的参数与通用测试中的吞吐量测试设置相同。

4.5 优先级测试

优先级测试是指交换机对带有不同优先级帧的传输处理和过滤机制。测试优先级的数据帧必须带有优先级标志，这个标志位于 VLAN 标签的“User Priority”字段，取值范围为 0-7，值越大数据帧的优先级越高。交换机接收到具有优先级的数据帧后，将根据传输等级表把数据帧映射为相应的传输等级，然后依据传输等级的权重级别来决定各个传输等级的帧的转发，传输等级高的帧将得到高处理概率，传输等级低的帧将得到低处理概率。也就意味着高优先级的数据帧丢包率会低于低优先级的数据帧。

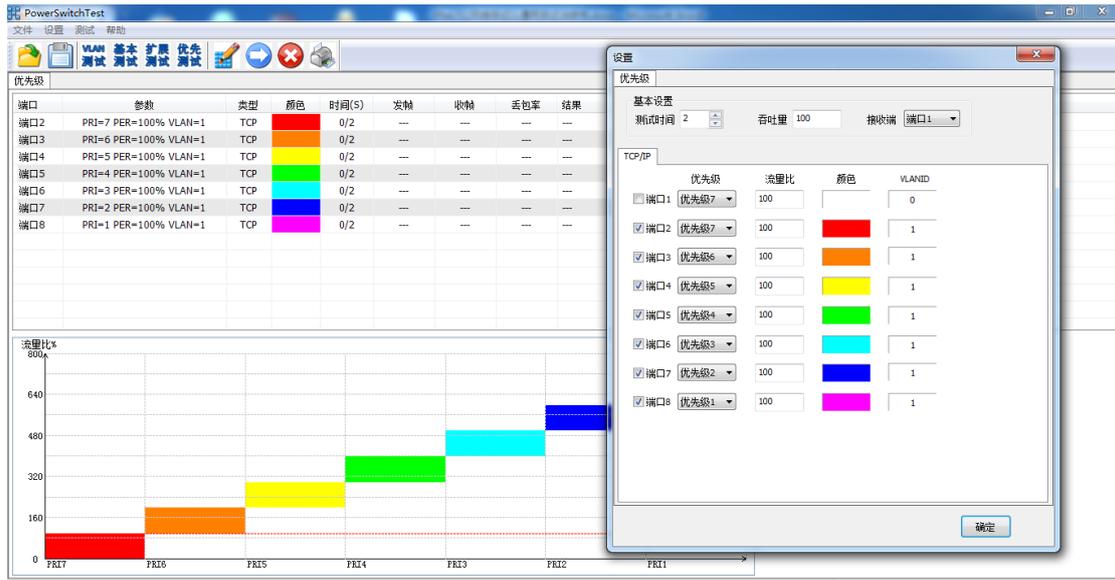


图 4-14 优先级测试参数设置

设置的参数说明:

[测试时间]: 测试该功能的时间;

[吞吐量]: 范围是 1 到 100;

[接收端]: 接收数据帧的端口, 范围是端口 1 到端口 8;

[优先级]: 范围是优先级 1 到优先级 7;

[流量比]: 范围是 1 到 100;

[颜色]: 双击可以进行修改;

[VLANID]: 不能是 0;

5. 压力测试软件操作说明

在智能变电站网络中，PNA702 可以对保护、测控、计量、MU、智能终端、网络报文记录等 IED 设备在不同网络负载情况下的性能进行测试，以便尽早发现 IED 设备在网络压力下的隐患。在测试中，PNA702 可以模拟网络上的压力报文 (TCP、ARP、UDP、SMV、GOOSSE) 和正常的工作报文，将这些报文输出到被测设备端，并观察被测设备的工作情况。对被测设备的工作性能进行评估。在压力测试下可进行的性能测试如下：

- 1、 继电保护装置的压力测试；
- 2、 合并单元的压力测试；
- 3、 压力背景流量下智能终端跳闸 GOOSE 延时测试；
- 4、 智能终端网口独立性测试；
- 5、 网络报文记录装置压力背景下的性能测试；
- 6、 网络系统 GOOSE 压力测试

在压力测试模块中，背景报文由本系统进行模拟构建，正常的工作报文由相关的测试系统构建。

背景流量按照时间上的先后关系，是由多个状态序列构成，状态和状态之间的切换由特定的条件触发，目前本系统支持两种触发方式：时间触发、手动触发。

时间触发是指有背景报文构成的流量持续一定的时间，当持续时间耗尽后，自动切换到下一个由背景报文流量构成的状态。

手动触发是指背景报文构成的流量持续发送，知道用户手动切换到下一个由背景报文构成的流量状态。

5.1 主界面

双击 PNA702.exe 将自动进入主界面，如下图所示：

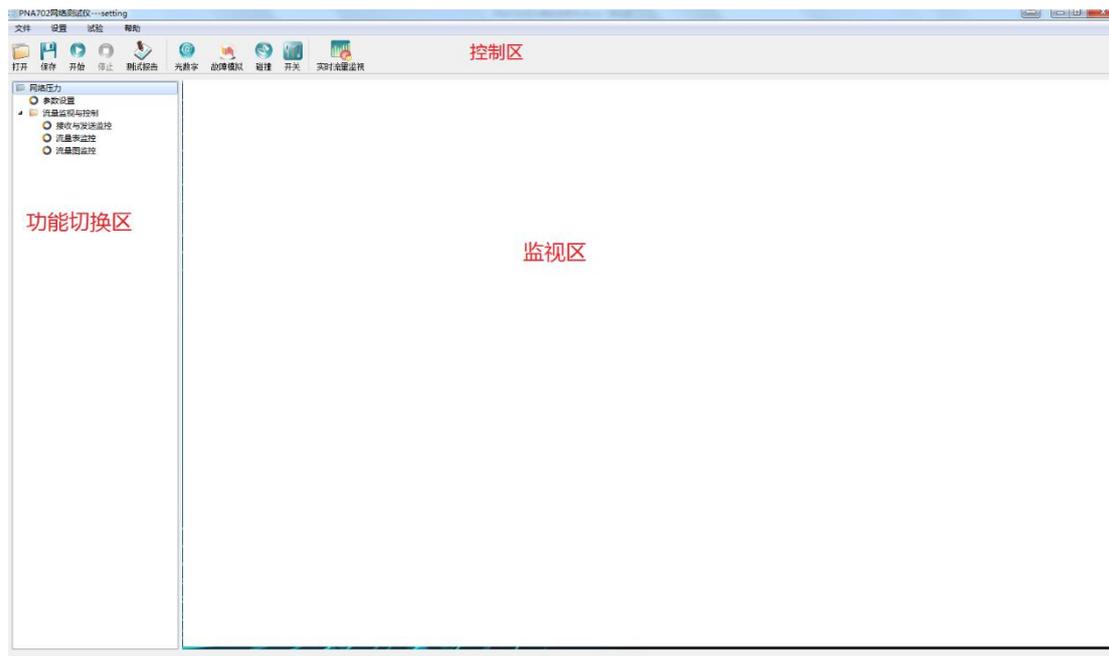


图 5-1

界面按照逻辑分工，可分为功能切换区、监视区、控制区。

- 功能切换区分为参数设置、流量监视和控制两个部分
参数设置部分可对状态序列中的状态进行设置。

流量监视和控制部分可对测试过程中的报文流量进行监视。按照监控内容的不同，可分为接收与发送监控、流量表监控、流量图监控

- 监视区是功能切换区所对应的设置和监控视图，这部分随着功能切换区中用户的选择，而显示所对应的内容。
- 控制区是对测试进行控制的区域。在控制区包含有以下控制功能：

测试配置文件的打开、保存

测试的开始、停止

输出测试报告

切换到其他模块。这些模块包括：光数字模块、故障模拟模块、碰撞模块、开关模块

实时流量监视

5.2 系统参数设置

在本系统使用之前必须对软件系统硬件进行设置。点击菜单栏中的<设置>---<系统参数设置>，将弹出以下界面：



图 5-2

- 主机 IP 地址

802 工控机的 IP 地址。如果本软件运行在 802 工控机上，那么地址可配置为：127.0.0.1。如果本软件与工控机运行在不同的主机上，那么此处填写 802 工控机的 IP 地址。

- 端口速率

设置报文发送端口的速率。目前有两个选项：100Mbps，1000Mbps，默认配置是 100Mbps

- 1-4 号端口输出方式

输出方式有两个选项：光口输出、电口输出。

如果选择光口输出，那么报文将通过 LC 光口输出报文

如果选择电口输出，那么报文将通过 RJ45 口输出报文

默认为光口输出。

- 电口参数

当选择电口输出的时候，需要对电口输出进行进一步设置。

其中包括工作方式：全双工、半双工

协商方式：自适应、固定方式

当对以上参数设置完毕后，可点击确定按钮进行保存。如果仅仅想浏览一下设置或者并不想保存设置，可点击取消按钮。

5.3 网络压力参数设置

5.3.1 主背景报文设置

在进行压力测试前还需要对状态或者状态序列进行设置。默认状态下不支持状态序列，当前只有一个状态。要对状态或者状态序列进行设置，可点击功能切换区中的参数设置分支。点击后监视区出现如下界面：

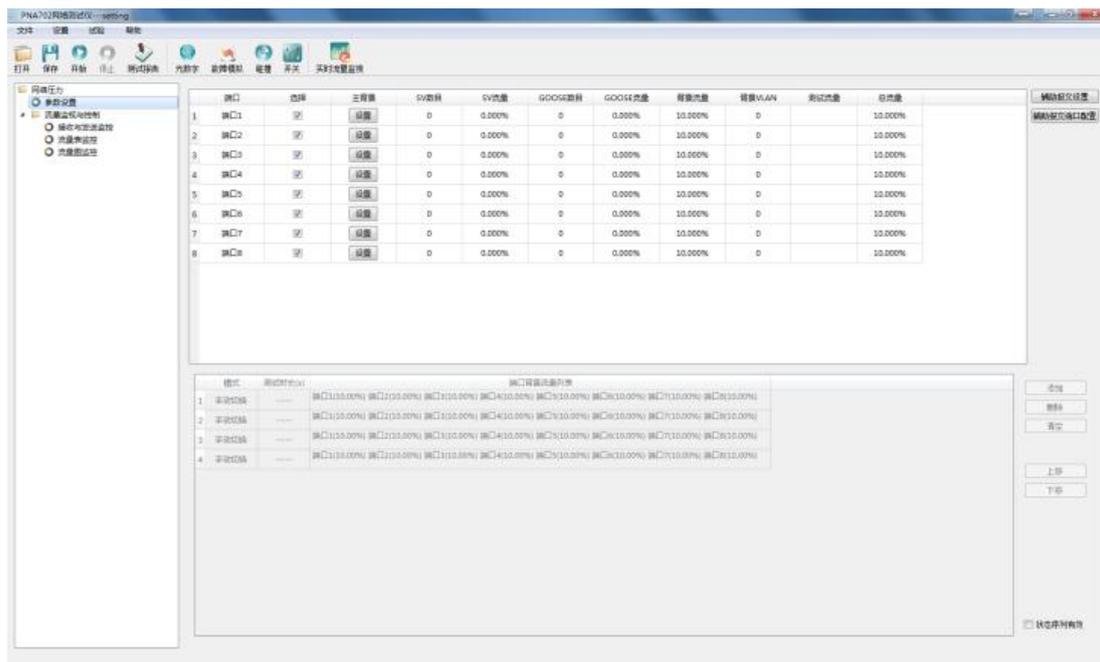


图 5-3

如果需要支持状态序列，可点击右下角的“状态序列”选择框。当使能状态序列的时候，才可以对状态序列进行添加、删除、清空、上移、下移，触发方式、流量的设置。

本系统的发送端口共有 8 个，在监视区的上半部，如下图所示：



图 5-4

可对当前状态或者默认的状态进行详细配置。现在对列表中的各列进行详细说明。

主背景报文的设置

选择列

当选中“选择”一列中的“□”时，表示该端口被选中并将进行输出。

当未选中“选择”一列中的“□”时，表示该端口未被选中，不会进行报文输出。

主背景

点击主背景列中的按钮，可对该行端口的主背景报文进行设置。点击该按钮将弹出如下界面：

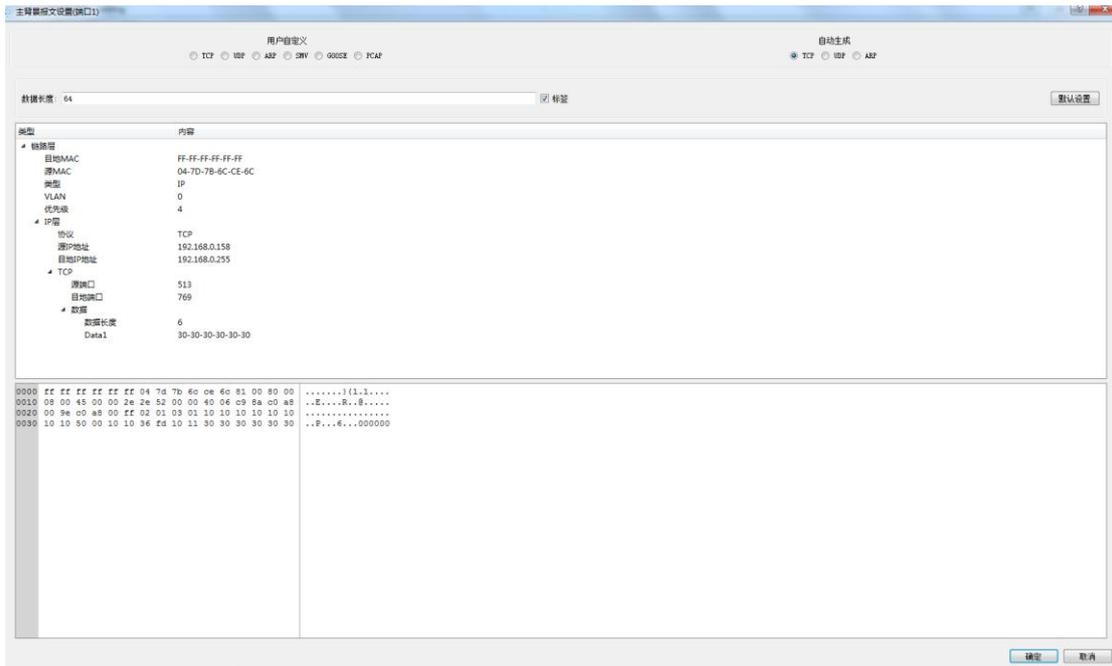


图 5-5

主背景报文分为两组：用户自定义、自动生成，这两组只能二选一，选择构建报文的方式。

用户自定义下，可生成 TCP、UDP、ARP、SMV、GOOSE 或者从 PCAP 文件中载入报文

自动生成下，可自动生成 TCP、UDP、ARP 报文

- TCP、UDP、ARP 报文生成。设置界面如下：

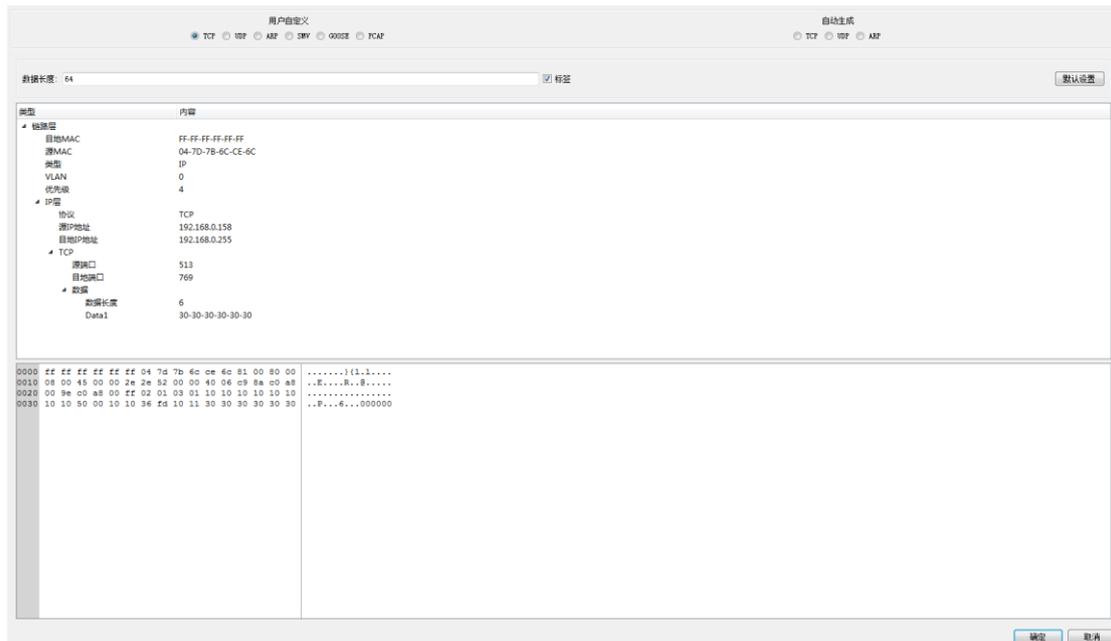


图 5-6

数据长度。可对 TCP、UDP、ARP 报文的总长度进行设置，报文之后将自动填充报文内容

标签选择框。选中后将在报文中加入 VLAN 和优先级字段

默认按钮。点击该按钮将生成默认的 64 字节的带标签 TCP、UDP、ARP 报文

如果对 IP 头和 TCP、UDP、ARP 头进行设置，可在树形控件的对应域进行修改

下半部分是报文内容的二进制显示。

- SMV 报文生成。设置界面如下：

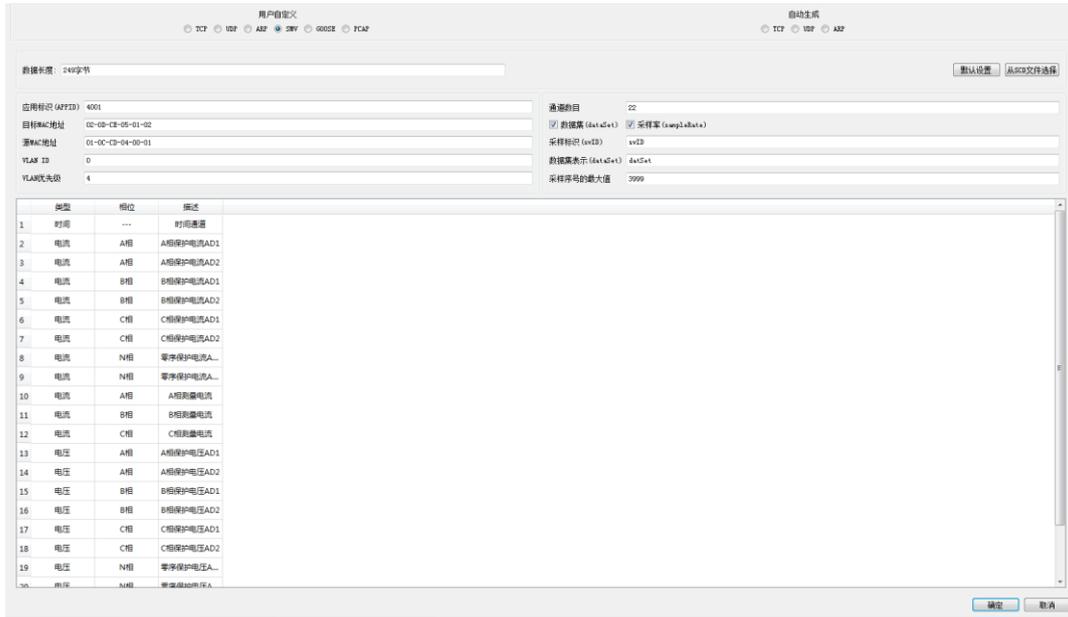


图 5-7

默认按钮。点击该按钮将生成默认的 249 字节的默认 SMV 报文其他字段。如果想对 SMV 报文的其他部分进行设置，可修改相应的字段载入 SMV 报文。如果有 SCD 文件，那么也可以从该文件中导入 SMV 报文。

- GOOSE 报文生成。设置界面如下：

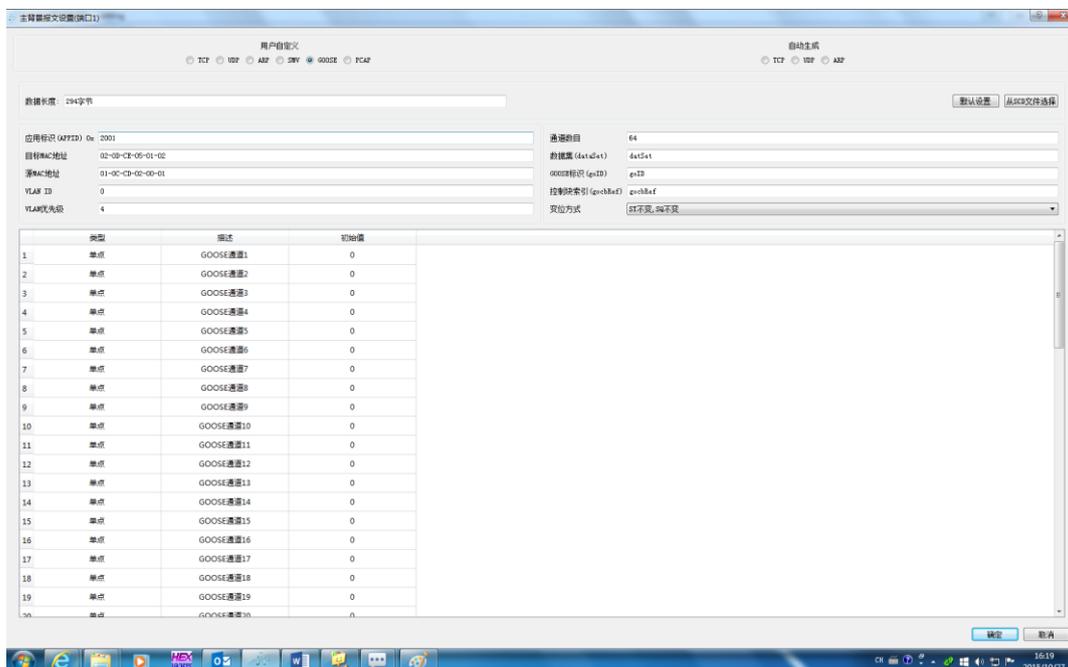


图 5-8

默认按钮。点击该按钮将生成默认的 294 字节的默认 GOOSE 报文
其他字段。如果想对 GOOSE 报文的其他部分进行设置，可修改相应的字段
载入 GOOSE 报文。如果有 SCD 文件，那么也可以从该文件中导入 GOOSE 报文。
从 PCAP 文件中导入报文。设置界面如下：

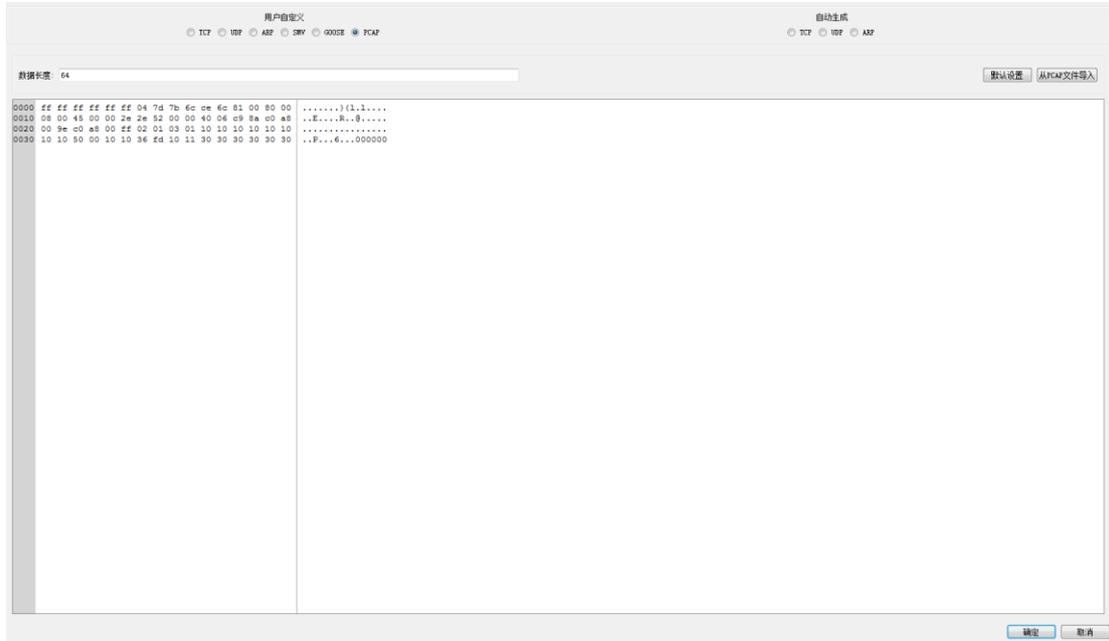


图 5-9

默认按钮。点击该按钮将生成默认的 64 字节的默认 TCP 报文
从 PCAP 文件导入按钮。点击该按钮将弹出如下界面：

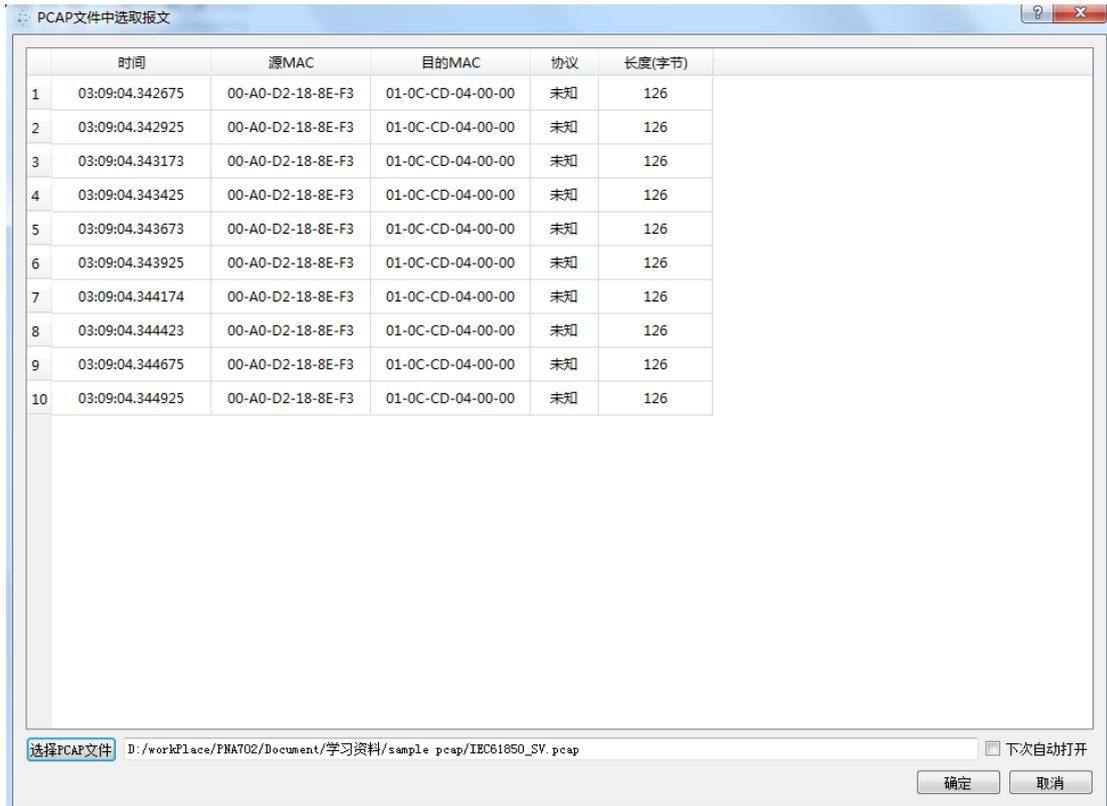


图 5-10

点击选择 PCAP 文件按钮，将弹出文件选择对话框，

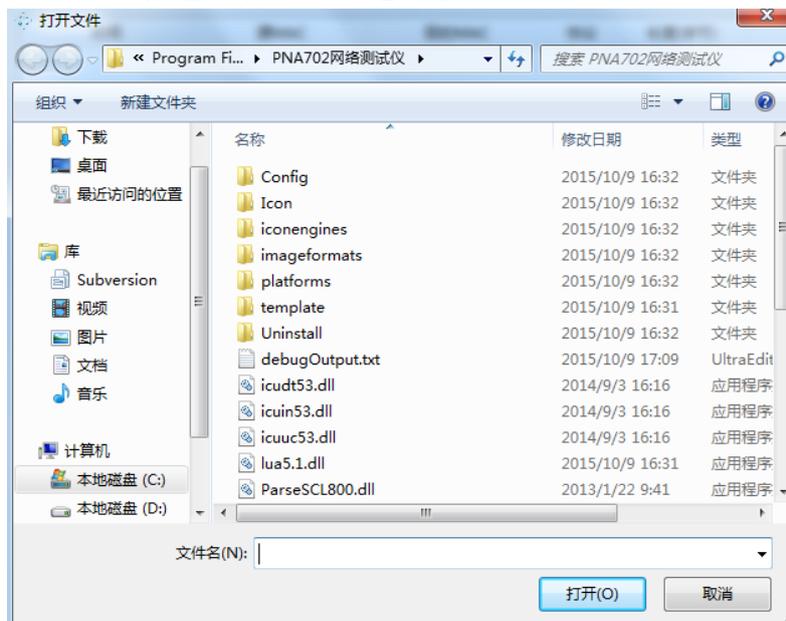


图 5-11

在对话框中可对 PCAP 文件进行选择。

如果选中“下次自动打开”选择框,那么本软件将记忆住上次选择的文件,下次选择报文时,将自动打开上次的 PCAP 文件。

在对话框的列表中,用户可选择一个报文条目,作为导入的 PCAP 报文。

背景流量

本列是背景报文的流量设置,单位端口标称流量的百分比。如用户输入 50,将自动转换为 50%

背景 VLAN

该列是用户设置的主背景报文的 VLAN 设置。如果主背景报文不包含 VLAN 字段,那么该设置无效,如果主背景报文包含 VLAN 字段,那么该处的设置将作为主背景报文的 VLAN 设置。

测试流量

是测试过程中的总流量

总流量

表示主背景流量和 SV 流量、GOOSE 流量流量的总和。

SV 数目、SV 流量、GOOSE 数目、GOOSE 流量

这里的 SV 报文和 GOOSE 报文属于辅助背景报文。默认情况下 SV 报文和 GOOSE 报文各四条,但并未分配发送的端口。

5.3.2 辅助报文设置

辅助报文的设置包括报文的设置和端口的分配。点击辅助报文配置按钮可对辅助报文进行设置。点击该按钮将弹出如下界面:

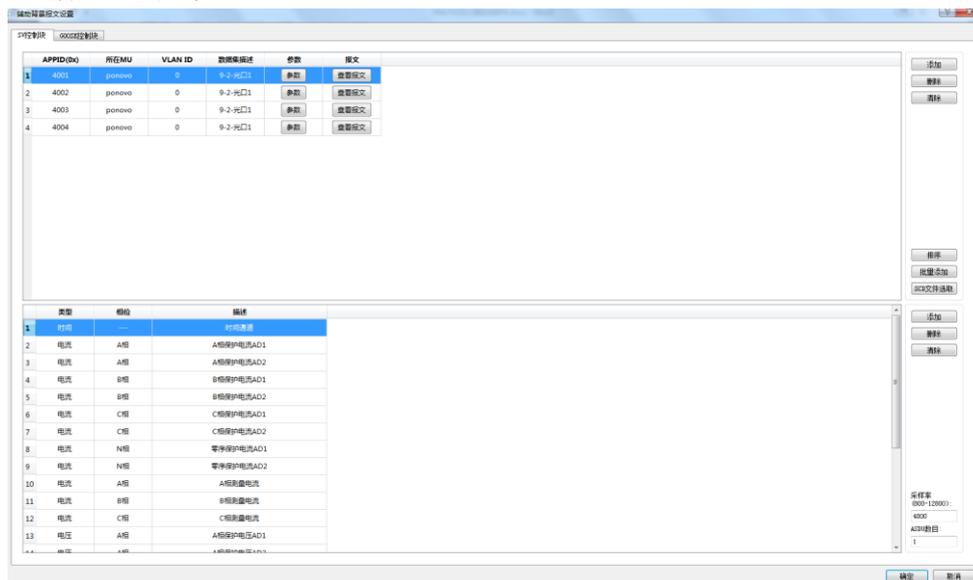


图 5-12

在该界面下可对辅助报文中的 SMV 报文和 GOOSE 报文进行设置。

辅助报文的端口分配

点击辅助报文端口分配，可将设置的辅助端口分配到发送端口，从而设置辅助报文通过那个端口进行发送。点击按钮后弹出如下界面：

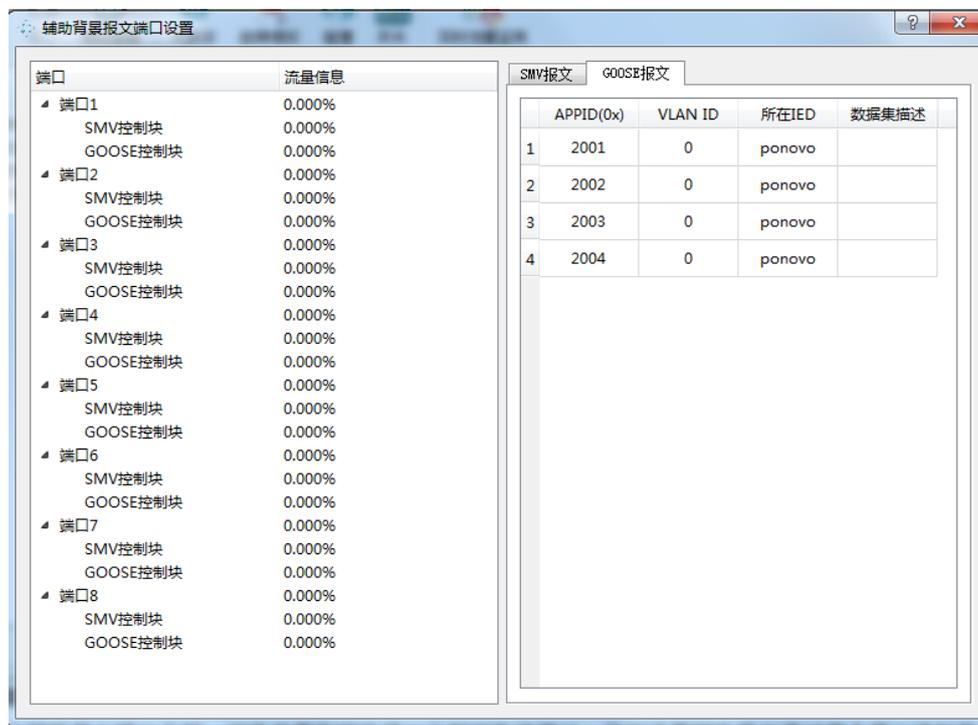


图 5-13

在该界面中，将右侧的 GOOSE 报文或者 SMV 拖到左侧的端口上，即完成了辅助报文和发送端口的关联。如果需要取消该关联，只需将该报文再从左侧拖动到右侧。

当完成辅助报文的关联后，在当前状态或者默认的状态进行详细列表的“SV 数目、SV 流量、GOOSE 数目、GOOSE 流量”列将显示当前的辅助报文的配置和分配情况。

5.3.3 接收与发送控制

5.3.3.1 接收与发送监控

在开始测试之后，点击功能切换区的“接收与发送监控”分支，将显示如下界面：

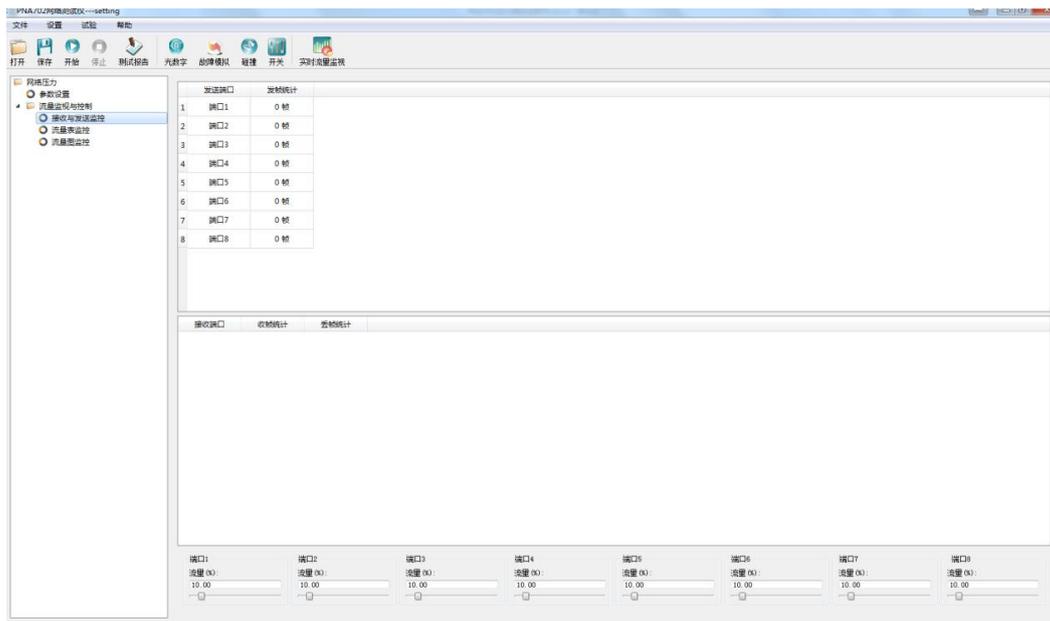


图 5-14

在该界面将显示端口的发送和接收帧数情况,在下部的端口设置部分,当未启动流发送时,可对主背景流量进行调整。

5.3.3.2 流量表监控

在开始测试之后,点击功能切换区的“流量表监控”分支,将显示如下界面:

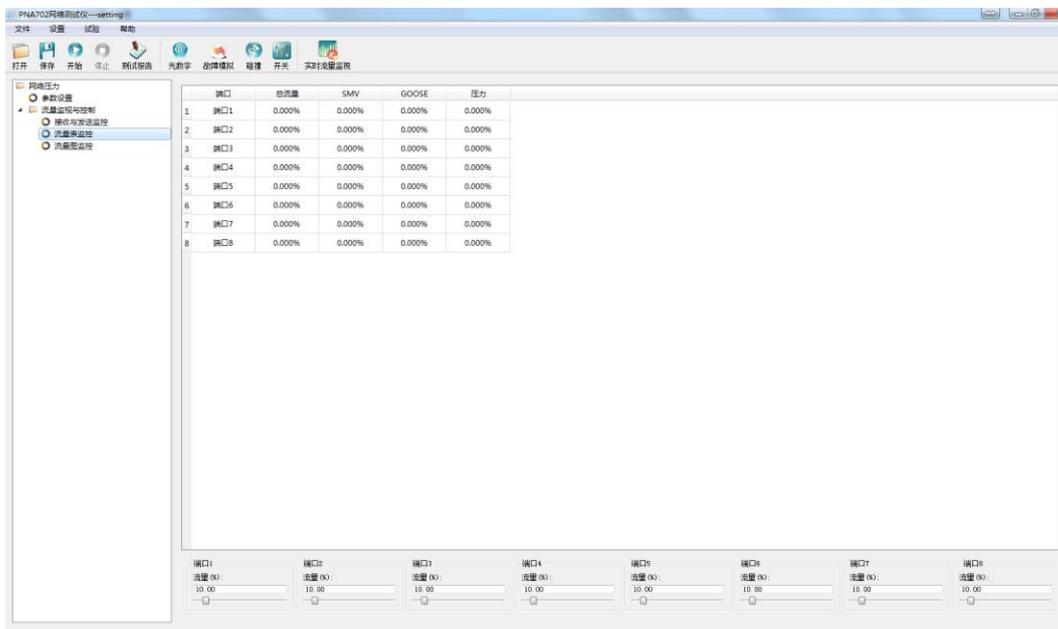


图 5-15

在该界面将根据端口的报文类型进行流量的统计。在下部的端口设置部分，当未启动流发送时，可对主背景流量进行调整。

5.3.3.3 流量图监视

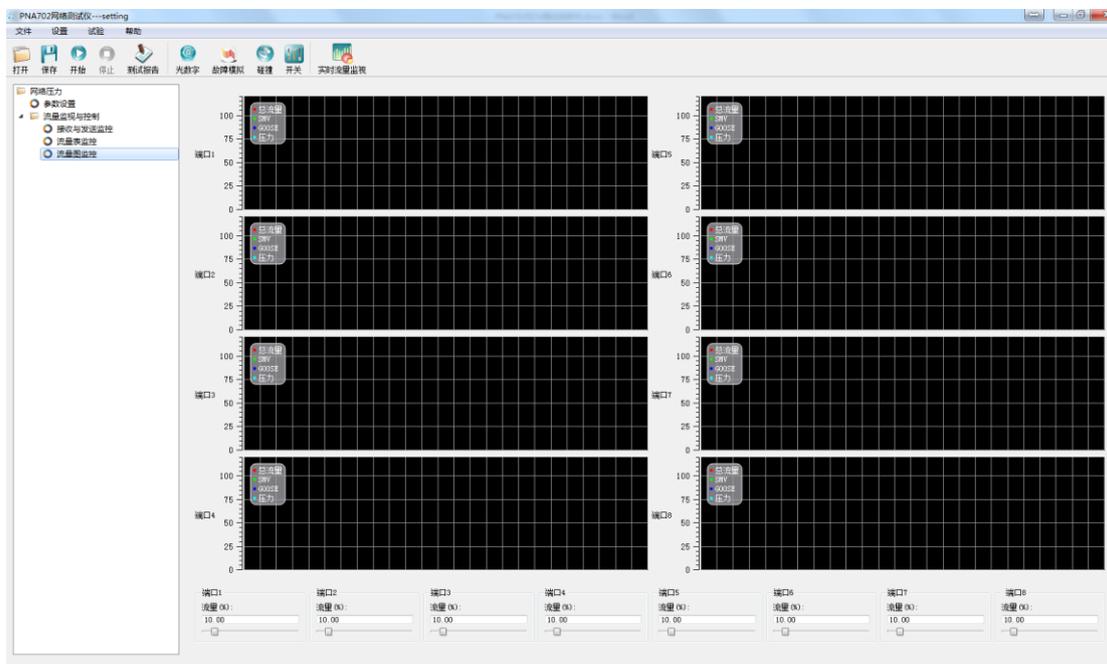


图 5-16

在该界面将根据端口的报文类型进行流量的统计，显示的方式为流量随时间变化的情况。在下部的端口设置部分，当未启动流发送时，可对主背景流量进行调整。

5.3.3.4 实时流量监视

点击控制区的实时流量监视按钮，将弹出如下界面，用户可以以表计的形式观察端口流量的发送情况。

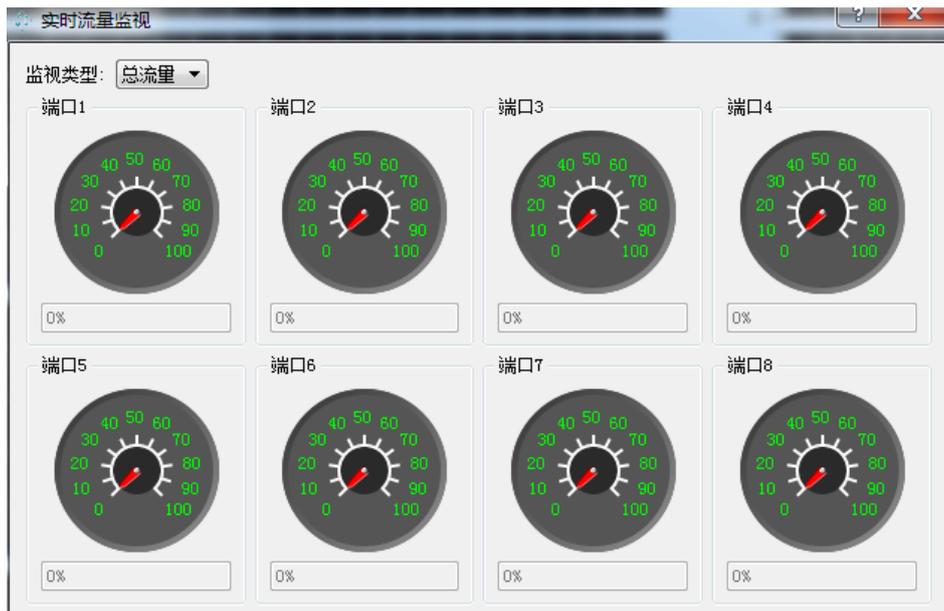


图 5-17

5.4 测试报告

点击功能区上的测试报告按钮，将显示当前的测试报告预览页。



图 5-18

报告分为两页，第一页为表格，第二页为图表。

报告也可以导出，在“文件”菜单下的导出报告条目下有两个选项“导出为 WORD”和导出为“ODT 文档”两个选项，这两种文件使用 word 软件都可以打开，如有必要用户可进一步进行编辑。

6 继保软件功能

6.1 系统设置

该测试仪和传统测试仪相比，测试方法相同，主要区别是和保护装置的信息交互接口发生了变化。测试时需要配置采样值接口及 GOOSE 在软件上配置。下面介绍具体配置方法，图 6-1-1 为 PowerTest 软件启动后的主界面。



图 6-1-1 主界面



图 6-1-2 系统参数设置

在软件主界面图 6-1-1“设置”中点击“系统/IEC 设置”按钮后，弹出图 4-1-2 所示“系统/IEC 设置”界面。测试前，根据被测保护装置的通讯规约选择相应数字报文类型，例如：“IEC61850-9-1”、“IEC61850-9-2”、“IEC60044-8（国网）”、“IEC60044-8（南瑞）”、“采集器输出（国网）”、“采集器输出（许继）”、“弱信号输出”。当数字报文类型选择为“弱信号输出”时，测试仪模拟量输出通道“Ua`、Ub`、Uc`、Uz`、Ia`、Ib`、Ic`、Iz`”为弱信号关联通道输出，需对弱信号输出设置中的 PT 变比、CT 变比进行设置；当数字报文类型选择“IEC61850-9-2”时，采样值输出为满足 IEC61850-9-2 通讯规约的光数字信号，因 9-2 按一次值输出，此时报文输出方式默认“一次值”输出，需要对 PT、CT 变比进行相应的设置。

注：

(1)、IEC61850-9-2 输出时，在使用除“报文测试”中的测试组件时，第一、二、三、四组 CT/PT 变比分别对应：“Ua、Ub、Uc、Uz、Ia、Ib、Ic、Iz”，“Ua`、Ub`、Uc`、Uz`、Ia`、Ib`、Ic`、Iz`”；“Usa、Usb、Usc、Usz、Isa、Isb、Isc、Isz”和“Uta、Utb、Utc、Utz、Ita、Itb、Itc、Itz”。当使用报文测试中的测试组件时，第一组、第二组、第三组、第四组 CT/PT 变比分别对应四个采样值输出控制块。

(2)、参数设置方式选择一次或二次只跟测试组件的参数界面的显示有关，实际输出一数值或二次值由报文输出方式的选择决定。当参数设置方式和报文输出方式所选的方式不一致时，需设置 CT/PT 变比。

(3)、B 码正、负逻辑分别对应于现场 B 码源是采用上升沿触发还是下降沿触发，当选择错误时会影响测试仪与时钟源的同步，无法捕捉到时钟源。

(4)、光纤连线选择“单回”时，支持测试仪光口只收不发或者只发不收，不影响“双回（测试仪光口必需一发一收）”的使用，反则不行。

(5)、光纤连线选择单回时测试仪链路灯将不再生效，为常亮。光纤连线选择双回时，在收发接线正确时，测试仪链路灯才能点亮。

(6)、试验时，务必要正确选择相应的报文输出格式，否则会影响试验。

(7)、“应用”为保存当前所设置的所有参数，但不退出设置界面；“确定”为保存当前所设置的所有参数，且退出设置界面。

(8)、弱信号输出设置：可选择弱信号与 IEC61850-9-2/IEC60044-8 报文是否同时输出。

(9)、被测装置 IP 地址：为测试仪软件与被测装置通讯时，被测装置的 IP 地址。

6.2 IEC61850 配置

在4-1.2中的“测试仪类型”选择“数字式测试仪”后激活“SMV”、“GOOSE订阅”、“GOOSE发布”，弹出图6-2所示设置界面。通过该配置界面，能实现对SV、GOOSE报文的订阅以及发布的手动或自动配置。

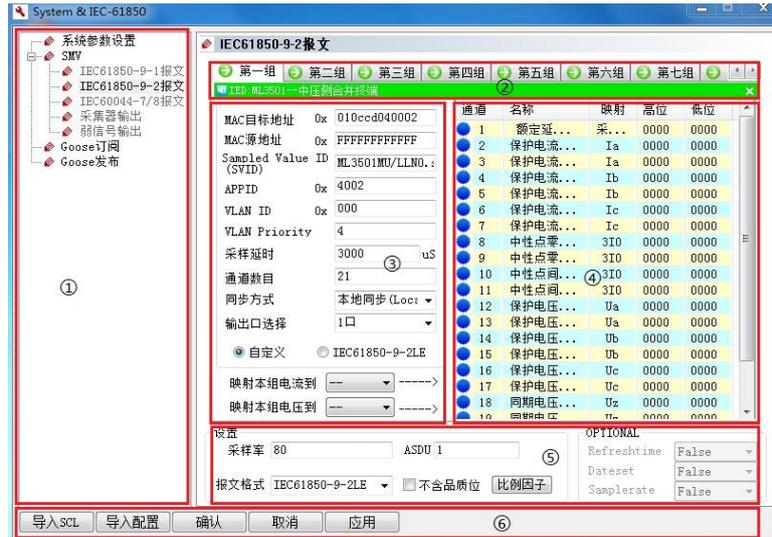


图 6-2 IEC 配置界面

- ① 配置切换区：用于选择打开所需的试验配置界面；
- ② 控制块切换区：用于切换所需设置的 SV/GOOSE 控制块，并显示相应间隔的描述信息；
- ③ 报文参数设置区：对当前的 SV/GOOSE 报文信息进行设置，以及报文输出光口的选择；
- ④ 通道设置区：对当前的 SV/GOOSE 报文信息的通道进行映射；
- ⑤ 公共参数配置区：放置多组报文的共同配置参数，配置修改后所有组报文均统一修改；
- ⑥ 界面功能区：有 SCD 文件或者许继 XML 文件的情况下可对报文信息进行自动配置，并将所有配置信息保存。

6.2.1 SMV 配置

装置能以 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、IEC60044-7/8、采集器串行等格式报文输出及弱信号模拟量输出。

6.2.1.1 IEC61850-9-1 协议配置

点击 SMV 中的“IEC61850-9-1 报文”即进入 9-1 报文的设置界面，如图 6-2-1。

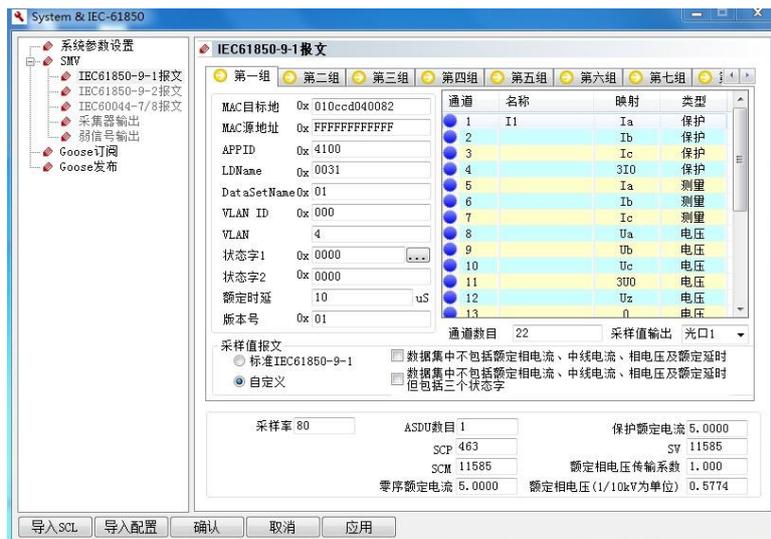


图 6-2-1 IEC61850-9-1 配置界面

有以下参数设置：

- **采样率**：每周波的采样点数，该值应与被测保护装置一致，目前数字保护一般设为 200。
- **ASDU 数目**：应用服务数据单元，该值与被测保护装置的设置相同。
- **MAC 目标地址**：介质访问控制目标地址，该值应与被测保护值相同，否则可按照广播方式设置，采取默认值 FFFFFFFF。
- **MAC 源地址**：一般不必进行设置。
- **SCP**：保护用电子式电流互感器（二次变换器比例系数），一般默认值为 463。
- **SCM**：测量用电子式电流互感器（二次变换器比例系数），一般默认值为 11585。
- **SC(3I0)**：中性线电子式电流互感器（二次变换器比例系数），一般默认值为 463。
- **SV**：相电压用电子式电压互感器（二次变换器比例系数），一般默认值为 11585。
- **APPID**：应用标示符，与被测保护装置值一致。
- **LDName**：逻辑节点的名字，该值应与被测保护装置值一致。
- **VLAN ID、VLAN Priority**：虚拟局域网标示与优先级，当测试连接交换机时需设置。
- **状态字 1、状态字 2**：一般不必进行设置。

6.2.1.2 IEC61850-9-2 协议配置

点击 SMV 中的“IEC61850-9-2 报文”即进入 9-2 报文的设置界面，如图 6-2-2。

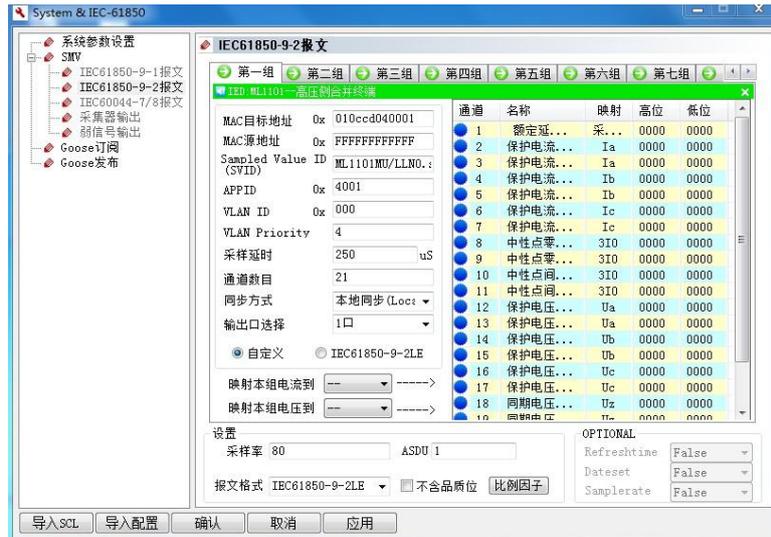


图 6-2-2 IEC61850-9-2 报文设置界面

采样率、ASDU 数目、SVID、APPID、MAC 目标地址的设置应与保护相同。

同步方式：一般选择为“采样值已同步”。

比例因子：1Bit 所代表的电压、电流值。一般电压默认为 0.01，电流默认为 0.001。

注：如有不同的比例因子可分别应用于四组比例因子中，分别对应“Ua...Ic”、“Ua`...Ia”、“Usa...Isa”、“Uta...Ita”

采样延时：用于设置通道固有延时。

通道数目：每一帧报文中包含的采样通道的数目。对于 IEC61850-9-2 协议，通道数目是可设置的，其值应与被测保护装置的通道数目相同。

VLAN ID、VLAN Priority：虚拟局域网标示与优先级，当测试连接交换机时需设置。

报文格式：可选择 IEC61850-9-2、IEC61850-9-2LE 两种报文输出格式。

不含品质位：勾选后，测试仪所输出的 9-2 报文中不包含 4 个字节的品质位。

高位，低位：即为“品质因数”，点击相应通道的低品质位，即弹出一个下拉的框



“<编辑>品质因数”，点击后进入品质因数细化界面如图 6-2-3，设置完毕确定后，

即自动设置好相应通道的品质因数，填到该通道的低位上，并支持在相应通道的低位处直接输入值。品质因数默认值为 0000 0000(正常运行)。



6-2-3 品质细化

6.2.1.3 IEC60044-7/8 协议配置

点击 SMV 中的“IEC60044-7/8 报文”即进入 FT3 报文的设置界面，如图 6-2-4。



图 6-2-4 60044-7/8 (FT3) 设置界面

FT3 采样值配置界面基本与 IEC61850-9-1 的采样值配置界面相同，不同之处在于 FT3 配置界面需配置被测保护装置采样率、波特率，该值应与被测保护装置值相同。

采样率、ASDU 数等参数说明详见“6.2.1.1 IEC61850-9-1 协议配置”中介绍。

报文格式：根据被测保护装置的报文格式，选择合适的 FT3 报文格式，“国网格式”即为“可扩展 60044-7/8”输出。

LDName：逻辑设备名，该值应与被测保护装置的设置相同。

LNName：逻辑节点名，该值应与被测保护装置的设置相同。

DataSetName: 该值应与被测保护装置的设置相同，默认值为0xFE。

额定相电流: 设置额定相电流为1A或5A，该值应与被测保护装置的设置相同。

额定中线电流: 设置额定中线电流为1A或5A，该值应与被测保护装置的设置相同。

额定相电压: 额定相电压默认值为57.735V。

额定延时: 设置互感器的额定延时。

状态字: 设置 SMV 的状态字 1 及状态字 2，点击“状态字 1”旁  弹出“状态字定义”对话框，（见图 6-2-5 所示）根据被测保护装置的设置值，可对状态字 1 及状态字 2 的每一位进行设置。设置完毕后，点击“确定”。

注：FT3为光串口输出，默认第一组到第六/八组的采样值报文分别为测试仪FT3发送的TX1、TX2、TX3到TX6/8物理通道输。



6-2-5 状态字细化定义

6.2.1.4 采集器输出协议配置

点击 SMV 中的“采集器输出”即进入采集器的设置界面，如图 6-2-6 所示。

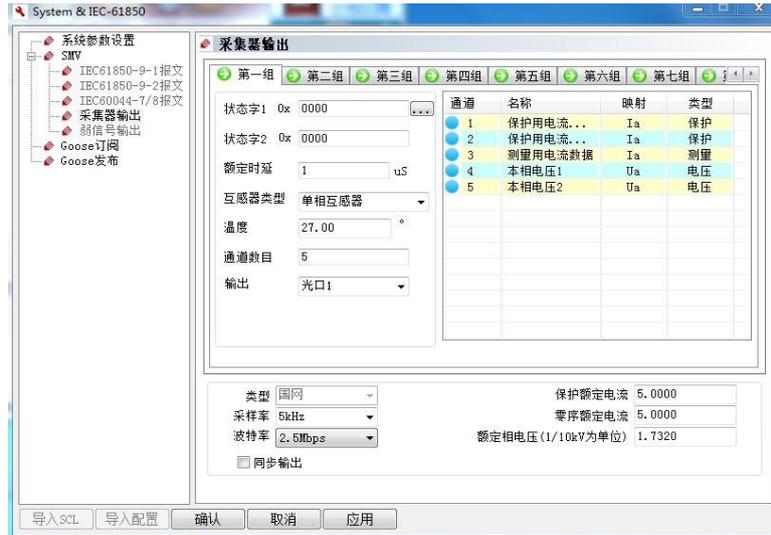


图 6-2-6 采集器输出配置界面

状态字 1/2、额定时限：设置应与采集器设置相同。

互感器类型：三相电流电压互感器、三相电压互感器、三相电流互感器、单相互感器、两条母线电压、三条母线电压，选择应与现场互感器类型相同。

同步输出：采集器输出的报文格式，勾选为同步方式，不勾选为异步方式。

类型：采集器输出的报文格式，目前支持许继格式及国网格式的采集器输出。

6.2.1.5 弱信号输出配置

点击 SMV 中的“弱信号输出”即进入弱信号的设置界面，如图 6-2-7 所示。

序号 1~12 对应 PNA702 系列弱信号输出的物理通道号，12 个通道均可灵活配置到软件输出变量上，变比为软件显示电流电压与测试仪实际输出电压值之间的比值。

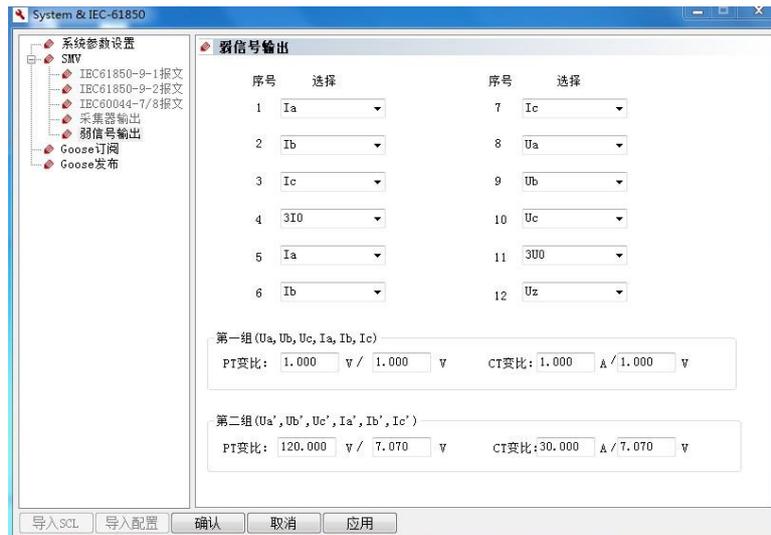


图 6-2-7 弱信号设置界面

6.2.2 GOOSE 配置

GOOSE 配置包括 GOOSE 订阅和 GOOSE 发布，在软件主界面“设置”中点击“系统/IEC 设置”按钮后，弹出图 6-2-8 所示界面。点击 GOOSE 定义进入 GOOSE 订阅界面（见图 6-2-8 所示）、点击 GOOSE 发布进入 GOOSE 发布界面（见图 6-2-9 所示）的配置。

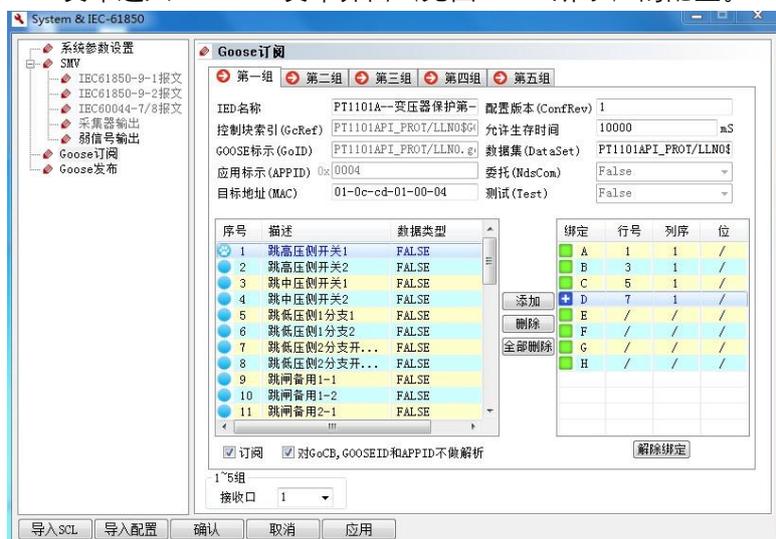


图 6-2-8 GOOSE 订阅配置界面

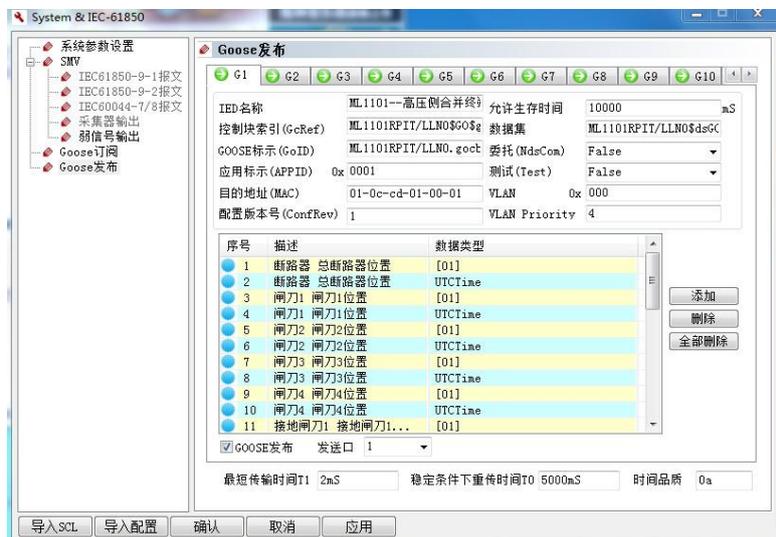


图 6-2-9 GOOSE 发布配置界面

6.2.2.1 GOOSE 订阅

测试仪接收 GOOSE 信号，必须先订阅 GOOSE，GOOSE 订阅可订阅多个 MAC 地址下的信息。

订阅时，需要配置下列参数：1) 控制块索引 (GoRef); 2) GOOSE 标示 (GoID); 3)

应用标示 (APPID); 4) 目的地址 (MAC), 或勾选“对 GoRef、GoID、APPID 不做解析”, 只配置“目的地址 (MAC)”以保证测试仪可靠收到 GOOSE 信息。

将 GOOSE 中数据 (比如: 跳闸信号) 绑定到测试仪的“开入量 (A-H)”, 当测试仪接收到 GOOSE 信息时, 可将该信息状态变化情况反映到测试仪相应的开入上, 测试软件根据该开入的状态判断保护动作情况, 记录动作时间。

如图 6-2-8 可以将 GOOSE 中的数据绑定到开入 A~H 上去, 对应后面的行号、列序、位都会发生相应的变化, 解除绑定即取消目前绑定的数据集。

行号: 对应待测试的数据是 Dataset 下的第几个数据, 序号是从 1 开始;

列序: 对应数据集中有结构体的数据, 1 代表该结构体中从左边开始的第一个数据, 2 代表该结构体中从左边开始的第二个数据;

位: 对应数据集中有双位置或者位串的数据, 从右边开始第一个数为第“1”位, 例如[1000], 需要对 1 进行映射时, 即对应的位为 4。



例: 将左上图数据集中数据序号为 1 的结构体类型数据中的“[10010]”中从右数的第二个“1”绑定在了开入量 B 上, 我们可以看到右上图开入量框中, 开入量 B 的行号为 1, 与数据集数据集中的数据序号一致, “列序”为“2”对应着结构体数据中从左数第二个数据“[10010]”, “位”为“2”对应着此字符串中从右数第二位“1”所在的位数。

注: 可把 5 组 GOOSE 信息选择测试仪任意光口进行接收订阅。

6.2.2.2 GOOSE 发布

测试仪不但可以接收 GOOSE 信息, 完成保护装置的闭环测试, 而且可以模拟其它智能设备发布 GOOSE 信息。比如若测试保护的重合闸时间, 测试仪需要模拟智能操作箱发布断路器位置的 GOOSE 信号给保护装置以使其满足允许重合的逻辑。

GOOSE 信息在变电站内通过组播方式来传输, 变电站的智能设备 (如保护装置) 接收 GOOSE 信息时首先要判断 GOOSE 参数是否和其订阅的参数匹配, GOOSE 参数以及 GOOSE 数据 (Data) 的数据结构需要和保护装置的配置完全一致才接收。

GOOSE 参数具体含义如下:

- GOOSE Control Reference (控制块索引 GoRef), 可视位串, 最大 65 字节
- GOOSE 标示 (GoID): The GOOSE Identifier (string), GOOSE 标示, 可视位串, 最大 65 字节

- 应用标示 (APPID): GOOSE application identifier, 应用标示
- 目的地址 (MAC): 组播地址, 范围 01-0C-CD-01-00-00 到 01-0C-CD-01-01-FF
- 允许生存时间 (Time Allowed to Live): 单位为毫秒
- 数据集 (DatSet): 可视位串, 最大长度为 65 字节
- 委托 (NdsCom): 布尔值
- VLAN ID、VLAN Priority: 虚拟局域网标示与优先级, 当测试连接交换机时需设置。
- 最短传输时间 T1: 事件发生后最短的重发时间间隔, 为毫秒级时间, 一般默认为 2ms
- 稳定条件下重传时间 T0: 稳定条件下 (长时间内无事件发生) 报文重发时间, 一般默认为 5000ms

在 GOOSE 发布时需设置:

- 允许生存时间: GOOSE 报文在传输时, 当超过这个时间, 如保护装置没有接收到报文, 则会判 GOOSE 断链, 一般默认为 10000ms
 - 测试 (Test): GOOSE 报文的检修位, 一般默认为 FALSE, 需要做检修位测试时设置为 True
- Goose 发布配置要与保护装置接收的 goose 信息配置完全一致, 它包括: 控制块索引 (GoRef)、GOOSE 标示 (GoID)、应用标示 (APPID)、目标地址 (MAC)、配置版本 (ConfRev)、允许生存时间 (time Allowed to live)、数据集 (dataset)、委托 (NdsCom)、测试 (Test), 配置完这些信息后还要配置数据集中具体的数据, 数据个数与数据类型也必须一致, 以上信息只要有一项不一致, 保护装置将不能正确接收到 goose 信息。

GOOSE 数据 (Data) 的数据类型:

GOOSE 发布数据中可编辑的数据类型有七种 (BOOLEAN、Unsigned Integer、UTCTime、BitString、Float、双位置遥信、Structure), 见表 6-2 所示。

表 6-2 数据类型的表达方式

数据类型		数值表达方式	
Boolean		True or False (大小写均可) or Out1 (2, 3, 4) 若数据值为 Out1 那么该数据就和开出进行了关联, 其值由开出状态控制。	
Unsigned Integer		无符号十进制整数 (例如: 12)	
UTC Time		UtcTime (大小写均可)	
BitString		[1、0 组成的位串] (例如: [110000])	
Float		mm.yy (例如: 1.2)	
双位置遥信	[10]	合位 or Out1(x)_Dbpos	若数据值为 Out (x) _Dbpos 那么该数据就和开出进行了关联, 其值由开出状态控制。
	[01]	分位 or Out1(x)_Dbpos	
	[11]	故障态	
	[00]	检修态	
Structure		结构体 (例如: <Boolean, utctime>)	

GOOSE 参数以及 GOOSE Dataset 的数据结构有两种获得途径:

- 1) 通过保护装置厂家或变电站提供。
- 2) 通过抓 GOOSE 报文的方式获得。

注: 可把 12 组 GOOSE 配置到测试仪任意口进行发送。

6.2.3 SV、GOOSE 自动配置

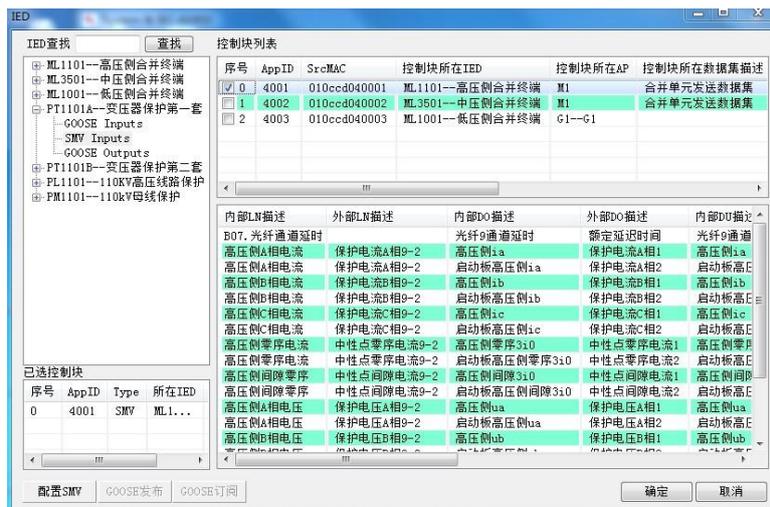
IEC 配置除了可以对 SV (9-1、9-2、FT3 等) 采样值报文、通道、GOOSE 报文进行手动配置外, 还提供自动方式对报文及通道进行配置:

- (1) 导入模型配置文件 SCD、CID、ICD (系统集成商提供)
- (2) 导入许继 XML 格式的模型配置文件

在 IEC 配置界面中点击“导入 SCL”可一次性把配置文件中的 SMV、GOOSE Input、GOOSE Output 信息配置到软件的 SMV, GOOSE 订阅与发布上面。

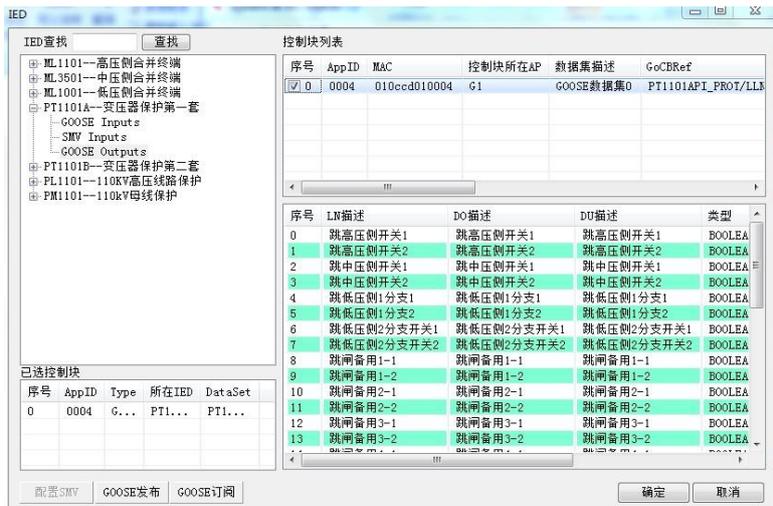
配置步骤:

- 1) 首先导入 SCD 文件, 找到所需间隔信息。



6-2-10 导入 SCD 文件界面 (采样部分)

- 2) 选择所需 SMV Inputs (针对于保护) 或 SMV Outputs (针对于合并单元) 控制块, 如图 6-2-10。打钩后激活左下角的“配置 SMV”, 点击后即完成相应 SMV 信息的导入, 如继续选择可继续顺序导入 SV 信息。
- 3) 选择所需 GOOSE 控制块, 打钩后激活左下角的“GOOSE 发布”与“GOOSE 订阅”, 可以把 SCD 中的 GOOSE 控制块导入到软件的订阅 (接收 GOOSE) 与发布 (发送 GOOSE), 如图 6-2-11。



6-2-11 导入 SCD 文件 GOOSE 部分

- 4) 全部配置完毕后点击确定，依次在 SMV、GOOSE 订阅与 GOOSE 发布弹出以下界面如图 6-2-12，依次把刚才所配置的 SMV、GOOSE 订阅与 GOOSE 发布信息自动匹配到软件界面中。可任意指定导入开始组。



图 6-2-13 自动匹配界面

- 5) 点击确定后即完成了报文的自动配置。包括 SMV 如图 6-2-14、GOOSE 订阅如图 6-2-15、GOOSE 发布的设置如图 6-2-16

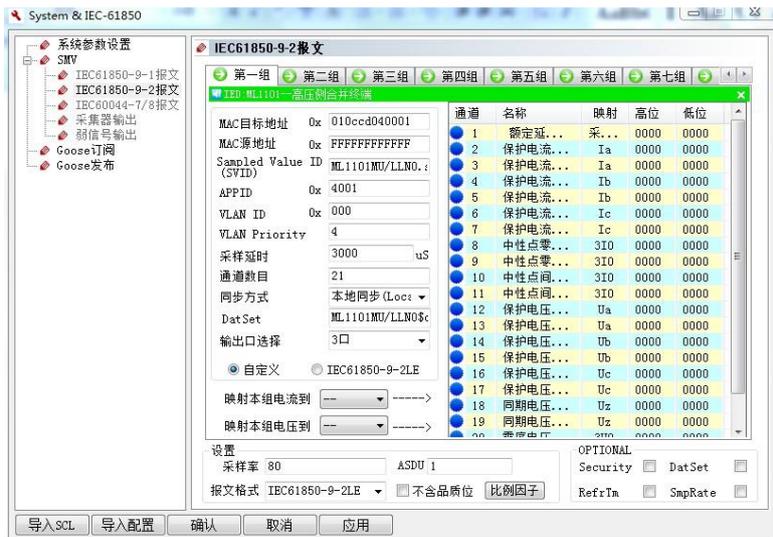


图 6-2-14 自动配置后采样报文界面

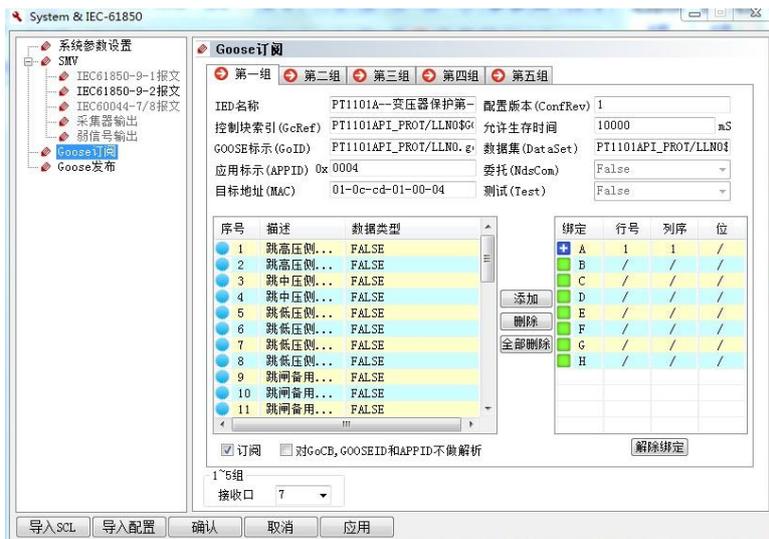


图 6-2-15 自动配置后 GOOSE 报文信息界面

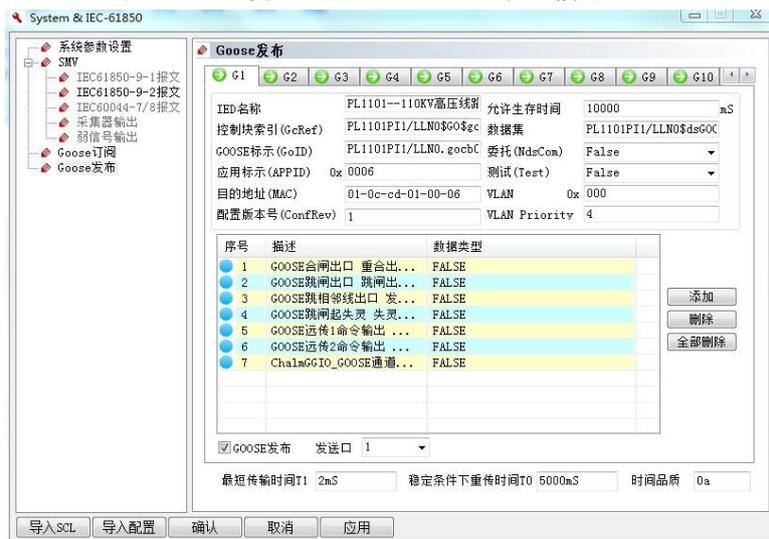


图 6-2-16 自动配置后 GOOSE 发布界面

备注:

(1) SMV 导入信息后通道为自动映射，按照先后顺序关联到软件的 G1~G4 组，如需要手动修改通道映射，可按“映射本组电流/电压到”按钮一步修改本组电流、电压到软件相应的 G1~G4 中。

(2) GOOSE 发布为模拟智能终端或其它 IED 给所需测试的 IED 发跳闸、合闸、断路器位置等信号，软件不仅可以导入当前 IED 的 GOOSE Inputs，也可以导入所要模拟的智能终端的 GOOSE Outputs。

(3) 状态序列 (4U, 3I)、状态序列 (6U, 6I) 每个测试项，点 GOOSE 发布数据可以与开出 1~开出 8 关联，进行实时控制。

(4) 数据类型为 BOOL 量时，可选择 OUT1, OUT2, ……，OUT8，则将该数据关联到

开出 1、开出 2、……、开出 8 上。双位置[01]、[10]可以编辑为：OUT1_DBPOS、OUT2_DBPOS、……、OUT8_DBPOS，实现将双位置合分位与开出 1、开出 2、……、开出 8 状态关联。

- 1) 在 Goose 控制块列表中选择 Goose 控制块，确定后如图 6-2-16 所示。
- 2) 打开测试组件界面，在参数设置去中点击“GOOSE 发布”页后，点击“导入”，则导入所配置的 GOOSE 块如图 6-2-17 所示。



图 6-2-17 测试界面导入“GOOSE 发布”

导入许继 NPI 格式配置文件：

- 1) 导入 NPI 格式采样值信息，选择 XML 文件后，打开界面如图 6-2-18 所示。

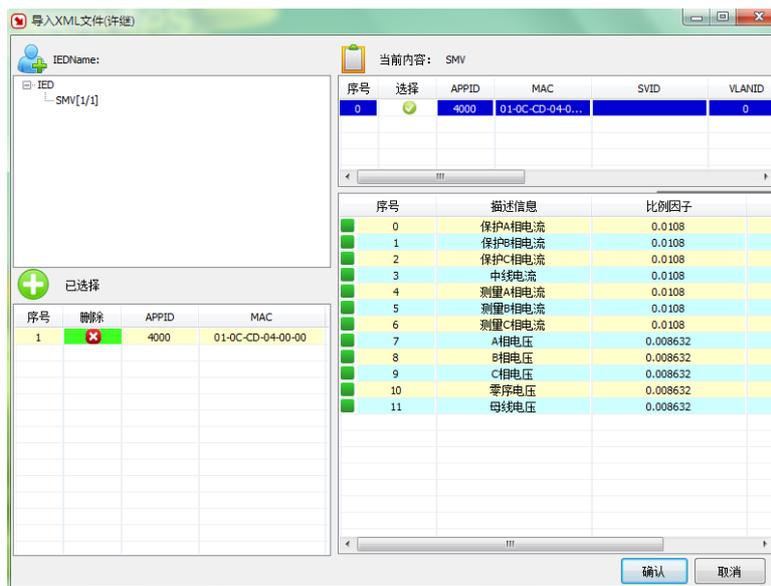


图 6-2-18 NPI 格式采样值信息

2) 导入 NPI 格式 GOOSE 报文信息后, 如图 6-2-19 所示。

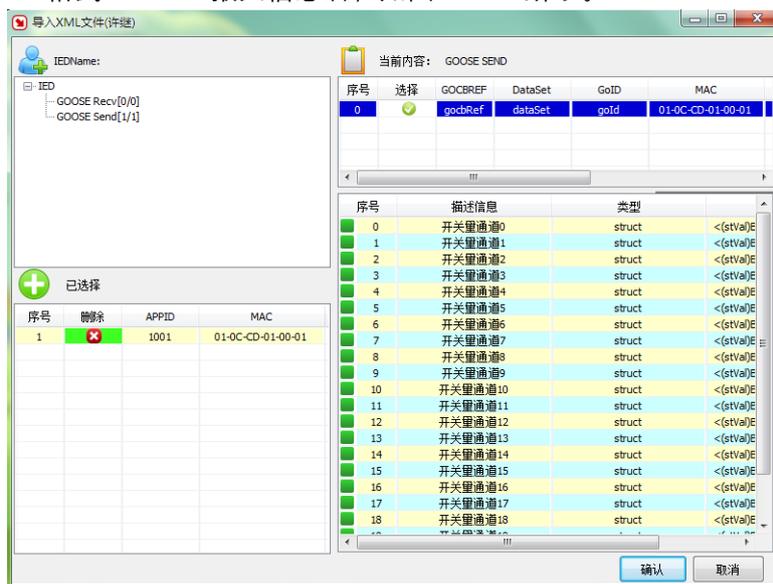


图 6-2-19 NPI 格式 GOOSE 报文信息

6.3 软件介绍

6.3.1 IEC 模型文件保存功能

主菜单设置子菜单中的“保存配置文件”可以将采样和 GOOSE 的配置参数全部保存下来, 下次使用时通过“导入配置文件”导入采样值和 GOOSE 信息, 节省了复杂的配置过程, 使操作配置过程方便快捷, 在任意测试组件菜单栏“设置”中, 可保存 IEC 模型文件。见图 6-3-1 所示。

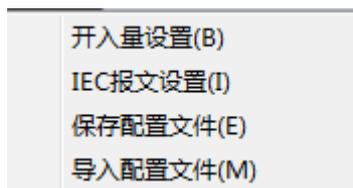


图 6-3-1 IEC 配置文件保存和导入

6.3.2 采样异常模拟功能

在软件的“通用试验扩展”、“状态序列”测试组件中可以进行 IEC61850-9-1/2、FT3 的异常状态模拟测试, 用于测试保护装置在各种异常情况下动作性能。

“通用扩展”的“SV 异常模拟”界面, 运行后点击“SV 异常模拟”即测试仪开始输出异常报文,

“状态序列扩展”采用“ 模拟状态 1 采样报文异常”，选择需要异常模拟的测试点，软件运行后即测试仪在此状态输出异常报文。

异常数据可设每周波、每秒、每分钟、每小时、每天为单位任意设置；在“SV 异常模拟”界面（如图 6-2-3 所示），点击“异常点设置”按钮可设置一个周波里的任意异常点如图 6-3-3。



图 6-3-2 SV 异常界面



图 6-3-3 异常点设置

丢帧测试：用于模拟采样值在网络传输时，由于各种原因丢失一个或多个采样值报文的情况。

数据异常（飞点）测试：模拟互感器故障，某段时间内的采样值出现异常的情况。

序号跳变测试：模拟网络延时情况。

多个采样值报文序号偏差测试：用于设置多个 SV 控制块之间采样序号 SmpCnt 之间的差，用于模拟多个 MU 失步。

失步测试：用于模拟 MU 运行过程中失步的情况。该功能将采样值报文中的同步标志置为失步，只对 IEC61850-9-2 有效，因其它格式报文没有同步标志。

品质测试:

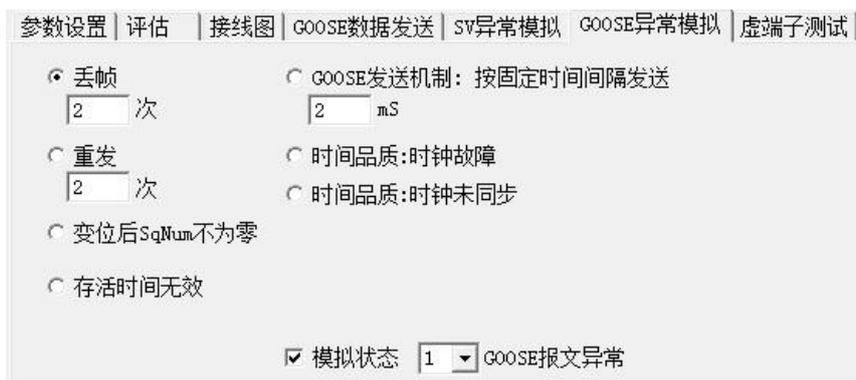
- 1、品质无效测试: 与同步标志类似, 将采样值报文中数据的品质位设置为无效 (00 00 00 01), 只针对 IEC61850-9-2 使用, 因其它格式报文没有同步标志。
- 2、品质检修测试: 模拟现场 MU 检修压板的投入与退出, 检修压板投入后相应报文中的品质位将会置检修 (00 00 08 00), 只针对 IEC61850-9-2 使用, 因其它格式报文没有检修标志。

抖动测试: 模拟采样间隔发生改变后 SV 报文对保护装置的影响 (只针对于国网)。

6.3.3 GOOSE 异常模拟功能

在软件的“状态序列扩展”测试组件中可以进行 GOOSE 的异常状态模拟测试, 用于测试智能 IED 设备在异常情况下的工作。

如下图 6-3-4, 异常情况可模拟 GOOSE 丢帧、重发、变位后 SqNum 不为零、存活时间无效等异常。



6-3-4 GOOSE 异常

注明: GOOSE 在没有变位的情况下每发送一帧报文, 报文中的 sqNum 累计加 1, 当出现 goose 新事件后 (变位) 发送的下一帧报文 sqNum 清零, stNum 加 1, 以此类推。

- (1)、GOOSE 丢帧: GOOSE 在没有变位的情况下, 发送的报文中的 sqNum 出现丢失;
- (2)、GOOSE 重发: GOOSE 在没有变位的情况下, 发送重复的 sqNum 的报文;
- (3)、变位后 sqNum 不为零: GOOSE 变位后, stNum 加 1, sqNum 不清零, 为 1;
- (4)、存活时间无效: 发送的 GOOSE 报文中允许生存时间 (Time Allowed to Live) 为 0;
- (5)、GOOSE 发送机制: 设置后 goose 以所设置的间隔一直发送报文;
- (6)、时间品质: 模拟时间品质的异常, 有时间故障、时间未同步两种异常情况模拟。

6.3.4 MMS 读取功能

PowerTest 软件可通过 MMS 读取保护的定值、遥测值、跳闸报告信息。

测试界面中点击“整定值”打开通信规约选择“IEC61850” (还包括南瑞 103 和南自 103 规

约)，输入正确的保护 IP 地址后，读取被测装置定值，见图 6-3-5 所示。

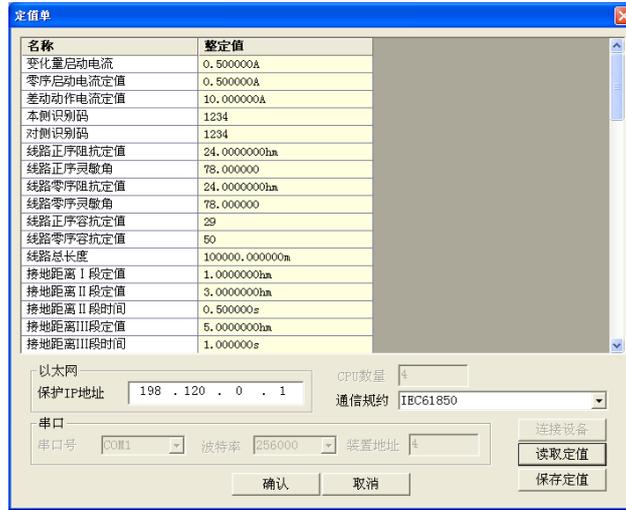


图 6-3-5 读取定值

测试界面中，点击“遥信值”按钮，通信规约选择 IEC61850，输入正确的保护 IP 地址后，获得保护遥测值，见图 6-3-6 所示。

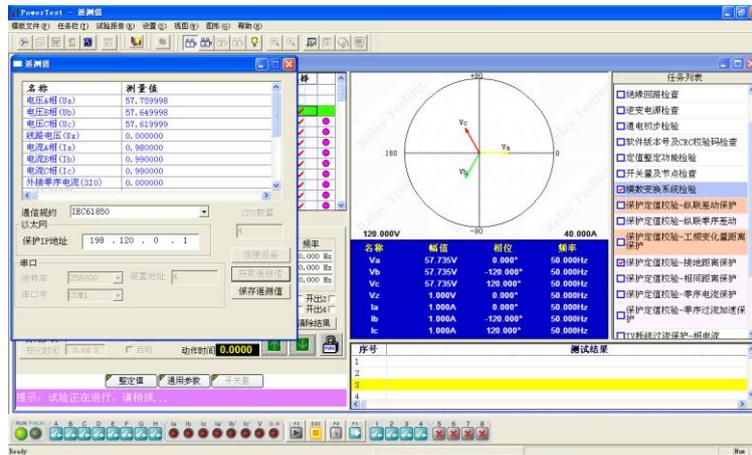


图 6-3-6 读取遥测

测试界面工具栏中，点击“IED 报告”按钮，通信规约选择 IEC61850，输入正确的保护 IP 地址后可试验中读取被测装置动作报文，并记录到试验报告中，见图 6-3-7 所示。

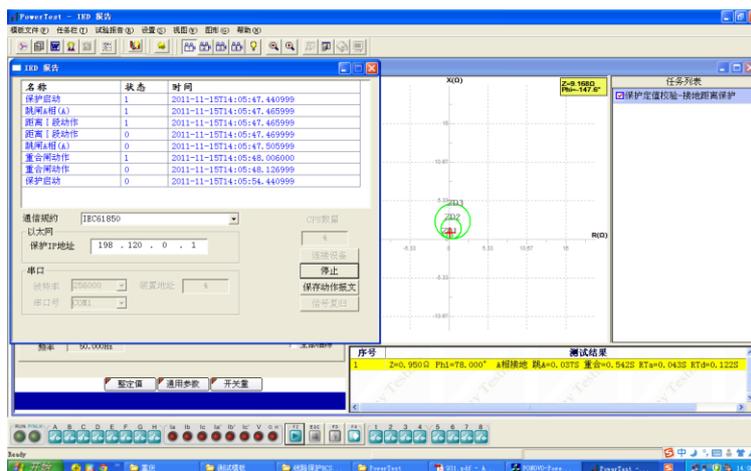
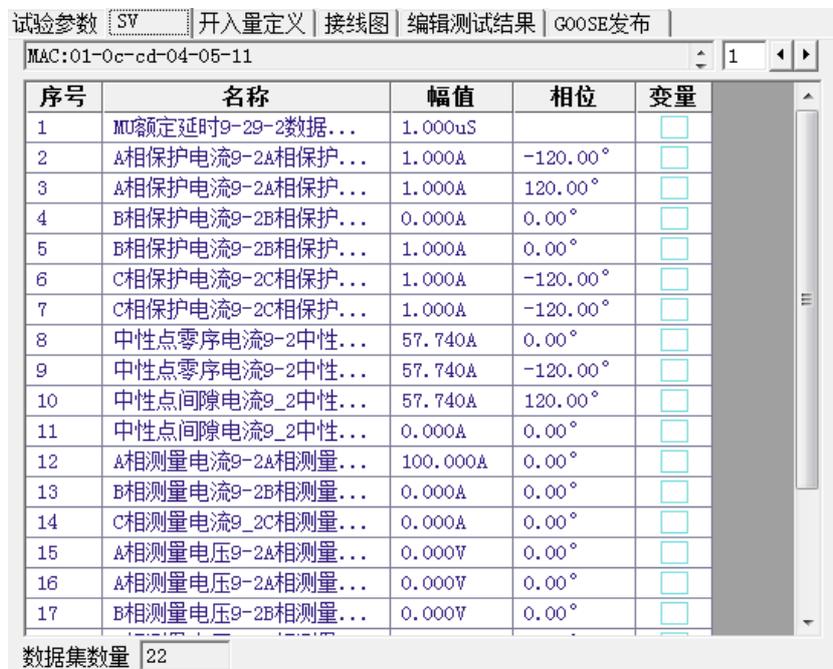


图 6-3-7 读取报告

6.3.5 数字报文测试单元

数字报文测试组件的 SV 界面如图 6-3-8，可以任意设置每个通道的幅值、相位，可用手动或自动方式进行测试，完全脱离了传统测试界面的局限性，目前开放通用单元及状态序列单元。



6-3-8 报文测试 SV 设置界面

7. 简单故障排除

当 PNA702 系列在使用中出现故障时:

- 1) 查阅软件用户手册或测试软件的在线帮助, 寻求最快的解决方式;
- 2) 检查故障是否重复出现, 并记录下来;
- 3) 当测试仪打开后电源指示灯不亮, 有以下两种可能:
 - 测试仪可能没有电源供电;
 - 测试仪的保险丝断了。
- 4) 在软件上点击联机运行按钮, 总提示联机失败:
 - 检查与测试仪连接的计算机必须安装有 10/100M 以太网卡, 没有网卡的计算机可以插入外插式网卡。网卡应安装好操作系统兼容的或自带的驱动程序, 运行正常。已安装网卡的计算机应能正常登录 Internet。
 - 查看网线是否连接。
 - 查看主机电源是否打开。
 - 查看 PowerTest 软件界面上设置的通讯口方式是否选择正确。
 - 检查 IP 地址的设置是否正确: 192.168.1.XXX (XXX 不能为 153)。
- 5) 保护电流或电压采样值加不上:
 - a) 电流、电压全部无输出, 请检查:
 - 能否正常联机, 联机后运行灯是否长亮, Link 灯是否闪亮;
 - 报文配置是否正确;
 - 输出报文跟光口的配置是否对应;
 - 是否因试验人员将光网口的左边 TX (发送), 右边 RX (接收) 反接, 造成 Link 灯不亮, 应进行链路检查。
 - b) 电流输出正常、电压无输出或输出不正常或电压输出正常、电流不正常, 请检查:
 - 电压是否设定输出值;
 - 是否将实际的电压通道配成 0 或者配错位。
- 6) 电流、电压输出量不准确:
 - IEC61850-9-1/60044-8 里面 SCP, SCM, SV 是否与保护装置相同;
 - IEC61850-9-2 里面 CT, PT 变比, 电压/电流比例因子是否与保护装置相同;
 - 通道配置是否与现场电流电压的顺序一致。
- 7) GOOSE 订阅不到:
 - 订阅信息 (MAC 地址、APPID 等) 是否配置正确;
 - 确定光网口 TX, RX 是否反接、光纤是否有问题;
 - 确定 IED 智能装置是否发出相应 GOOSE 信息。
- 8) GOOSE 发布 IED 收不到:
 - 发布信息 (MAC 地址、APPID 等) 是否配置正确;

- 相应测试界面中是否在“GOOSE 发布”中导入所需发布的 GOOSE;
 - 数据集个数、类型是否与 IED 所需接收的一样;
 - 确定光网口 TX, RX 是否反接、光纤是否有问题。
- 9) 拨打 24 小时技术支持电话 (**4006800650**) 寻求帮助。

产品规格可能随时更改，恕不另行通知

欲了解产品详情，敬请致电博电总部或各地派出机构 24小时技术服务热线: 400-680-0650

北京博电新力电气股份有限公司 电话: 010-58526100

地址: 北京市北京经济技术开发区经海三路139号 100176 国际部电话: 010-59089666

内蒙古东、辽宁: 024-31314420/31328422 浙江、福建: 0571-88867519/0591-62700989

广东、海南: 020-38105422 江苏、安徽: 025-83344651

西藏、四川、云南: 028-85257761/6057 重庆: 023-68625013

贵州、广西: 0771-5618014 山东: 0531-87923775

湖南、湖北、江西: 027-59521918/1919 黑龙江、吉林: 0451-87535873

河北南、河南、山西: 0371-67170077/0078 新疆: 0991-6871822

内蒙古西、陕西、甘肃、宁夏、青海: 029-89379801 北京、天津、河北北: 010-51926050

上海: 021-62036771 南京技术服务部: 025-83344652/4653

<http://www.ponovo.cn>



2015-12 第一次印刷