

中华人民共和国国家标准

GB/T 34871—2017

智能变电站继电保护检验测试规范

Inspection specification of protection relay in smart substation

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总则	2
5 检测条件	2
5.1 检测的环境条件	2
5.2 检测的基准条件	2
5.3 检测用设备	3
6 检验与测试	3
6.1 ICD 模型测试	3
6.2 后台通信规范性测试	4
6.3 信息规范性测试	6
6.4 报文规范性测试	10
6.5 光口发射/接收功率电平测试	13
6.6 保护装置功能及基本性能测试	14
6.7 合并单元功能及基本性能测试	17
6.8 智能终端功能及基本性能测试	21
6.9 结构及外观检查	24
6.10 功率消耗测试	24
6.11 环境试验	25
6.12 电源影响试验	26
6.13 机械性能试验	27
6.14 绝缘试验	28
6.15 电磁兼容	29
6.16 动模试验	32
6.17 保护装置网络压力试验	36

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国家电力调度控制中心、中国南方电网公司电力调度控制中心、浙江电力调度控制中心、广东电力调度控制中心、冀北电力调度控制中心、山东电力调度控制中心、重庆电力调度控制中心、冀北电力科学研究院、浙江电力科学研究院、国网电力科学研究院、江苏电力科学研究院、河南电力科学研究院、湖南电力科学研究院、四川电力科学研究院、重庆电力科学研究院、南京南瑞继保电气有限公司、国电南京自动化股份有限公司、许继电气股份有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司。

本标准主要起草人：周春霞、艾淑云、徐鹏、钱建国、吴崇昊、陈桥平、高旭、余越、吴俊、孟超、温树峰、唐翼、朱维钧、李乃永、曾治安、姜振超、凌刚、卜强生、韩伟、王洪彬、戴光武、陈实、李旭、宋小舟、刘宏君、章立杨。

智能变电站继电保护检验测试规范

1 范围

本标准规定了智能变电站中采用模拟量采样、数字量直接采样、数字量网络采样方式,经 GOOSE 跳闸(包括直跳及网跳)的继电保护装置(以下简称保护装置)及相关设备(模拟量输入式合并单元、智能终端)检验测试的条件、项目、方法及结果的判定方法。

本标准适用于 110(66)kV 及以上电压等级智能变电站保护装置及合并单元、智能终端的检验测试。110(66)kV 以下电压等级的装置参照此标准执行。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ka:盐雾
- GB/T 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 7261—2016 继电保护和自动装置基本试验方法
- GB/T 11287—2000 电气继电器 第 21 部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇:振动试验(正弦)
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14537—1993 继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 14598.2 量度继电器和保护装置 第 1 部分:通用要求
- GB/T 14598.9—2010 量度继电器和保护装置 第 22-3 部分:电气骚扰试验——辐射电磁场抗扰度
- GB/T 14598.10—2012 量度继电器和保护装置 第 22-4 部分:电气骚扰试验——电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验
- GB/T 14598.11—2011 量度继电器和保护装置 第 11 部分:辅助电源端口电压暂降、短时中断和电压变化和纹波
- GB/T 14598.13—2008 电气继电器 第 22-1 部分:量度继电器和保护装置的电气骚扰试验 1 MHz 脉冲群抗扰度试验
- GB/T 14598.14—2010 量度继电器和保护装置 第 22-2 部分:电气骚扰试验——静电放电试验
- GB/T 14598.16—2002 电气继电器 第 25 部分:量度继电器和保护装置的电磁发射试验
- GB/T 14598.17—2005 电气继电器 第 22-6 部分:量度继电器和保护装置的电气骚扰试验——射频场感应的传导骚扰的抗扰度
- GB/T 14598.18—2012 量度继电器和保护装置 第 22-5 部分:电气骚扰试验——浪涌抗扰度试验
- GB/T 14598.19—2007 电气继电器 第 22-7 部分:量度继电器和保护装置的电气骚扰试验——工频抗扰度试验
- GB/T 14598.20—2007 电气继电器 第 26 部分:量度继电器和保护装置的电磁兼容要求
- GB/T 14598.303 数字式电动机综合保护装置通用技术条件

GB/T 15145 输电线路保护装置通用技术条件
GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
GB/T 17626.9—2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
GB/T 17626.10—1998 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
GB/T 19862—2005 电能质量监测设备通用要求
GB/T 20840.7—2007 互感器 第7部分:电子式电压互感器
GB/T 20840.8—2007 互感器 第8部分:电子式电流互感器
GB/T 25931 网络测量和控制系统的精密时钟同步协议
GB/T 26864—2011 电力系统继电保护产品动模试验
GB/T 32890—2016 继电保护 IEC 61850 工程应用模型
GB/T 32901—2016 智能变电站继电保护通用技术条件
DL/T 478 继电保护和安全自动装置通用技术条件
DL/T 670 母线保护装置通用技术条件
DL/T 671 发电机变压器组保护装置通用技术条件
DL/T 770 变压器保护装置通用技术条件
DL/T 860(所有部分) 变电站通信网络和系统
DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程

3 术语和定义

GB/T 20840.7—2007、GB/T 20840.8—2007、GB/T 32890—2016、GB/T 32901—2016 及 DL/T 860 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

- 4.1 本标准规定了采用模拟量采样、数字量直接采样、数字量网络采样方式,经 GOOSE 跳闸(包括直跳及网跳)的智能变电站继电保护检验测试中应遵循的基本原则。
- 4.2 保护测控集成装置中保护功能的检验测试应满足本标准要求。
- 4.3 本标准中所有与 SV 报文相关的测试仅针对采用数字量采样的继电保护及相关装置。

5 检测条件

5.1 检测的环境条件

检测的正常试验环境条件如下:

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

5.2 检测的基准条件

有准确度要求的,试验应在基准条件下进行。基准条件为:

- a) 环境温度:20 ℃±5 ℃;
- b) 相对湿度:45%~75%;
- c) 大气压力:86 kPa~106 kPa。

5.3 检测用设备

检测所使用的仪器、仪表、检测工具应经过检验合格，并应满足 GB/T 7261—2016 中的规定。

6 检验与测试

6.1 ICD 模型测试

6.1.1 ICD 模型静态测试

6.1.1.1 检验方法

用模型检测工具对 ICD 模型文件进行静态检测：

- a) ICD 文件的语法；
- b) ICD 提供的 IED 名称；
- c) 物理设备模型、服务器模型、逻辑设备模型；
- d) 每个 LD 下包含的逻辑接点类型和数量；
- e) ICD 文件中逻辑节点类型(LNodeType)、数据对象类型(DOType)、数据属性类型(DAType)、枚举类型(EnumType)、公用数据类(CDC)；
- f) 数据集名称；
- g) 报告控制块名称；
- h) ICD 文件中 LN、DOI、SDI、DAI 等实例；
- i) GOOSE 配置；
- j) SV 配置；
- k) IED 物理端口描述。

6.1.1.2 技术要求

技术要求如下：

- a) ICD 文件格式应符合 DL/T 860.6 规定的语法；
- b) ICD 提供出的 IED 名称都应为“TEMPLATE”；
- c) 物理设备建模原则、服务器建模原则、逻辑设备建模原则应符合 GB/T 32890—2016 中 6.1 要求；
- d) 每个 LD 最少包含 LLNO、LPHD 两个逻辑节点和 1 个其他应用逻辑接点；
- e) 逻辑节点类型(LNodeType)、数据对象类型(DOType)、数据属性类型(DAType)、枚举类型(EnumType)、公用数据类(CDC)应符合 GB/T 32890—2016 中的附录 A、附录 B 和 DL/T 860.74 要求；
- f) 数据集名称应符合 GB/T 32890—2016 中 7.4 要求，FCDA 的引用应有效，全部的 FCDA 不能跨 LD，FCDA 不能重复配置；
- g) 报告控制块名称应符合 GB/T 32890—2016 中 7.5 要求；
- h) 逻辑节点实例化建模、保护定值建模、故障录波与故障报告模型应符合 GB/T 32890—2016 中 6.2 要求；LN、DOI、SDI、DAI 等模型实例应与模版一致，不应存在 lnType 关键字与 inst 序号冲突的实例；
- i) GOOSE 配置应符合 GB/T 32890—2016 中 9.1.1 要求和 GB/T 32901—2016 中 4.14.1 要求；
- j) SV 配置应符合 GB/T 32890—2016 中 10.1.1 要求和 GB/T 32901—2016 中 4.14.1 要求；
- k) IED 物理端口描述规范应符合 GB/T 32890—2016 中 11.1 要求。

6.1.2 ICD 模型动态测试

6.1.2.1 检验方法

用客户端软件在线读取被测保护装置的模型，并与 ICD 中描述的模型比较一致性。

6.1.2.2 技术要求

在线读取的模型应与 ICD 描述的静态模型一致，包括模型结构、数据类型、模型值。

6.2 后台通信规范性测试

6.2.1 报告服务测试

6.2.1.1 检验方法

检验方法为：

- a) 分别选取一个 BRCB 和一个 URCB 实例在线设置 OptFlds 与 TrgOps 属性，并验证有效性，其中 OptFlds 按照 DL/T 860.72 中的要求逐一验证，TrgOps 验证 dchg、qchg、IntgPd 和 GI 属性；
- b) 使能一个 BRCB 实例，验证总召唤和周期上送缓存情况；
- c) 模拟周期性上送、总召唤、数据变化、品质变化及数据更新触发事件，检查形成报告的正确性；
- d) 创建或用事先定义一个数据集，增大成员数量，使其报告长度超过单个报文最大字节数；客户端配置一个 BRCB 关联到该数据集，OptFlds 序列号、报告时标和分段配置为 1，TrgOps 中设置 IntgPd 为 10000；使能该报告，验证完整性周期上送报告的子报告序号及时标是否符合 DL/T 860.72 的要求。

6.2.1.2 技术要求

技术要求为：

- a) 报告 OptFlds 与 TrgOps 属性可在线设置且有效；
- b) 报告总召唤时不缓存，报告顺序号不增加；周期上送时缓存，报告顺序号应递增；
- c) 报告原因与触发条件相符合；
- d) 报告的每个子报告以同样顺序号和唯一 SubSqNum 编号，第一个子报告的 SubSqNum 编号为 0 并且接下来的 SubSqNum 编号递增；多个子报告有相同的报告时标。

6.2.2 日志服务测试

6.2.2.1 检验方法

检验方法为：

- a) 客户端释放关联、异常终止关联期间模拟日志记录事件，客户端再次关联时读取日志记录；
- b) 模拟日志记录事件，然后将装置断电后重启，检查日志记录；
- c) 多次模拟日志动作事件，检查装置日志记录容量；
- d) 使用 QueryLogByTime(按时间查询日志)或 QueryLogAfter(按条目查询日志)服务调取装置日志记录；
- e) 分别在 LogEna 属性为 True 或 False 状态下，修改 LCB(日志控制块)的属性值。

6.2.2.2 技术要求

技术要求为：

- a) 日志记录应独立于通信,不受与客户端通信状态影响;
- b) 断电之前日志记录仍然存在,装置上电启动时,日志使能 LogEna 属性应自动设置为 True,触发条件 Trg0ps 属性应默认数据变化触发(dchg);
- c) 装置应掉电存储不少于 1 000 条日志记录,超出装置记录容量时,应循环覆盖最早的日志记录;
- d) 装置应支持按时间查询日志或按条目查询日志;
- e) 在 LogEna 为使能状态下,不可以修改 LCB 属性值,在非使能情况下,可以修改 LCB 属性值。

6.2.3 控制服务测试

6.2.3.1 检验方法

检验方法为：

- a) 控制远方复归对象 LLN0.LEDRs,检查装置行为;
- b) 控制装置软压板,检查变位情况。

6.2.3.2 技术要求

技术要求为：

- a) 装置应复归;
- b) 软压板应变位正确。

6.2.4 定值组服务测试

6.2.4.1 检验方法

检验方法为：

- a) 切换定值区;
- b) 修改当前定值区定值并确认;
- c) 修改非当前定值区定值并确认。

6.2.4.2 技术要求

技术要求为：

- a) 定值区成功切换;
- b) 当前定值区定值成功修改;
- c) 非当前定值区定值成功修改。

6.2.5 文件传输服务测试

6.2.5.1 检验方法

检验方法为：

- a) 检查保护录波文件目录;
- b) 召唤录波文件。

6.2.5.2 技术要求

技术要求为：

- a) COMTRADE 文件应包含在根目录下的“COMTRADE”文件目录内；
- b) 从被测装置中正确获取录波文件。

6.3 信息规范性测试

6.3.1 保护动作信息测试

6.3.1.1 检验方法

模拟保护装置动作，检查保护的动作报告（包括保护启动及动作过程中各相关元件动作行为、动作时序、故障相电压和电流幅值、功能压板投退状态、开关量变位状态、保护全部定值等信息）、录波文件〔包括启动时间、动作信息、故障前后的模拟量信息（含接入的电压、电流量）、开关量信息〕。

6.3.1.2 技术要求

6.3.1.2.1 保护的动作报告技术要求为：

- a) 继电保护装置的保护动作报告应为中文简述，包括保护启动及动作过程中各相关元件动作行为、动作时序、故障相电压和电流幅值、功能压板投退状态、开关量变位状态、保护全部定值等信息；
- b) 线路保护的动作报告应包含选相相别、跳闸相别、故障测距结果、距离保护动作时的阻抗值（可选），宜包含后加速、测距结果等信息。纵联电流差动保护动作时还应输出保护动作时的故障相差动电流；纵联距离保护动作时还应输出收发信（允许式为发信）和动作信息；距离保护动作时还应区分接地距离或相间距离动作信息、各段距离信息；
- c) 变压器保护的动作报告应包含差动保护动作时的差动电流、制动电流（可选）、阻抗保护动作时的阻抗值（可选）、复压过流保护动作电流，间隙过流保护动作电流信息、零序过电压保护动作电压等信息；
- d) 母线保护的动作报告应包含差动保护应输出故障相别、跳闸支路（可选）、差动电流、制动电流（可选）；母联失灵保护还应输出母联电流、跳闸支路（可选）；失灵保护还应输出失灵启动支路（可选）、跳闸支路（可选）、失灵联跳等信息。

6.3.1.2.2 保护的录波文件技术要求为：

- a) 应包括启动时间、动作信息、故障前后的模拟量信息（含接入的电压、电流量）、开关量信息等；
- b) 录波文件应按保护动作时间先后顺序排列；
- c) 录波文件名称：“IED 名_逻辑设备名_故障序号_故障时间_s(表示启动)/_f(表示故障)”；
- d) 保护事件、动作时序、故障相电压和电流幅值、功能压板投退状态、开关量变位状态、保护全部定值等信息均应包含在.hdr 文件当中。

6.3.2 继电保护告警信息测试

6.3.2.1 检验方法

模拟保护装置的各种告警状态，检查保护硬件告警、装置外部自检等信息。

6.3.2.2 技术要求

6.3.2.2.1 继电保护告警信息要求为：

- a) 继电保护装置应提供反映健康状况的告警信息；
- b) 继电保护装置告警信息应提供告警时间,如××××年××月××日××时:××分:××秒×××毫秒。

6.3.2.2.2 保护硬件告警信息要求为：

- a) 继电保护装置提供的硬件告警信息应反映装置的硬件健康状况,且宜反映具体的告警硬件信息(如插件号、插件类型、插件名称等)；
- b) 继电保护装置对装置模拟量输入采集回路进行自检的告警信息,如模拟量采集错等；
- c) 继电保护装置对开关量输入回路进行自检的告警信息,如开入异常等；
- d) 继电保护装置对开关量输出回路进行自检的告警信息；
- e) 继电保护装置对存储器状况进行自检的告警信息,如RAM异常、FLASH异常等。

6.3.2.2.3 保护软件告警信息要求为:继电保护装置应提供装置软件运行状况的自检告警信息,如定值出错、各类软件自检错误信号。

6.3.2.2.4 装置内部自检信息要求为：

- a) 继电保护装置应提供装置内部配置的自检告警信息；
- b) 继电保护装置应提供内部通信状况的自检告警,如各插件之间的通信异常状况。

6.3.2.2.5 装置外部自检信息要求为：

- a) 继电保护装置应提供装置间通信状况的自检告警信息,如载波通道异常、光纤通道异常、SV通信异常状况、GOOSE通信异常状况等；
- b) 保护装置应提供外部回路的自检告警信息,如模拟量的异常信息(CT断线、PT断线等)、接入外部开关量的异常信息(跳闸位置异常、跳闸信号长期开入等)。

6.3.3 保护功能闭锁信息测试

6.3.3.1 检验方法

模拟保护装置的各种保护功能闭锁状态。

6.3.3.2 技术要求

技术要求为：

- a) 保护功能闭锁信息应反映继电保护装置投入的保护功能失效的状态,包含了主保护、后备保护及失灵保护等功能失效的状态信息；
- b) 当保护功能闭锁后,该保护功能闭锁报文应在保护功能闭锁数据集(dsRelayBlk)中体现；
- c) 保护功能闭锁数据集信号状态采用正逻辑,“1”肯定所表述的功能,“0”否定所表述的功能；
- d) 保护功能闭锁数据集信号经装置功能压板和功能控制字闭锁;任一保护功能失效,且功能压板和功能控制字投入,则对应的保护功能闭锁数据集信号状态置“1”,否则置“0”。

6.3.4 继电保护在线监测信息测试

6.3.4.1 检验方法

在保护装置正常运行状态下,在客户端读取并检查当前运行状况监测信息,主要包括交流采样、定值区号、装置参数、保护定值、装置信息、装置运行时钟、开入及压板信息、内部状态监测等状态信息。

6.3.4.2 技术要求

技术要求为：

- a) 继电保护装置应提供当前运行状况监测信息,主要包括:交流采样、装置参数、保护定值、装置

信息、开入及压板信息、内部状态监视等状态,如表 1 所示;

- b) 保护装置应能提供其通过模拟量输入回路或 SV 获取的系统电压和电流数据。交流采样应包含以下内容:采样电流、电压幅值及差流值等;
- c) 装置参数数据集应包含要求用户整定的设备参数定值;
- d) Q/GDW 1396 规定的各定值区的保护定值和控制字应能正确上送;
- e) 保护装置应监测以下当前状态:保护功能压板、GOOSE 软压板、SV 接收软压板、远方操作压板、开关量输入、保护装置检修压板、重合闸充电状态、装置自检状态、装置告警及闭锁接点状态;
- f) 合并单元应监测以下当前状态:GOOSE 开关量输入状态、SV 输出状态、检修压板状态、装置自检状态、告警及闭锁接点状态;
- g) 智能终端应监测以下当前状态:GOOSE 开关量输入输出状态、硬接点开关量输入输出、检修压板状态、装置自检状态、告警及闭锁接点状态;
- h) 交换机应监测以下当前状态:告警接点状态。

表 1 保护装置在线监测信息

序号	监测类别	监测内容	数据集	备注
1	交流采样	采样电流、电压幅值及差流值	dsRelayAin	二次值
2	定值区号	保护当前运行定值区号	dsSetGrpNum	
3	装置参数	设备参数定值的名称和顺序	dsParameter	
4	保护定值	保护定值和控制字的名称和顺序	dsSetting	
5	装置信息	保护版本、对时方式、装置识别代码	—	
6	装置运行时钟	××××年××月××日××时:××分:××秒	—	
7	开入及压板信息	功能压板、开关量输入、检修压板等	dsRelayDin、dsRelayEna	
8	内部状态监视	工作电压、装置温度、光强等	dsAin	发送上下限 接收可只含下限

注:第 8 项中,光强监测的告警信号按照:发送光强监视上、下限;接收光强可只监视下限处理,通过 dsWarning 数据集上送。通道光强监测的告警定值不上送,取消通道光强监测的预警功能。

6.3.5 继电保护状态变位信息测试

6.3.5.1 检验方法

模拟保护装置的各种状态变位,检查继电保护状态变位信息,主要包括:保护遥信、保护压板、保护功能状态、装置运行状态。

6.3.5.2 技术要求

6.3.5.2.1 继电保护状态变位信息技术要求为:

- a) 继电保护状态变位信息应包括:保护遥信(dsRelayDin)、保护压板(dsRelayEna)、保护功能状态(dsRelayState)、装置运行状态(dsDeviceState)、远方操作保护功能投退(dsRelayFunEn);
- b) 继电保护装置应进行全过程的状态变位监视,输出变位信息;
- c) 继电保护装置的状态变位信息应包括压板投退状态、开关量输入状态、保护功能状态、装置运行状态、远方操作保护功能投退。

6.3.5.2.2 保护功能状态信息技术要求为:

- a) 保护功能状态数据集信号状态：“1”表示所表述的保护功能存在；“0”表示所表述的保护功能失去；
- b) 保护装置输出的保护功能状态应与保护功能实际状态一致；
- c) 装置故障或者外回路异常导致保护功能退出时，对应保护功能状态为“0”；
- d) 保护功能相关的功能压板和功能控制字投退导致保护功能退出时，对应保护功能状态为“0”；
- e) 保护功能相关的全部 SV、GOOSE 接收压板退出时，对应保护功能状态为“0”；
- f) 检修不一致导致保护功能退出时，对应保护功能状态为“0”；
- g) 其他导致保护功能退出时，对应保护功能状态为“0”；
- h) 装置允许重合闸时，重合闸功能状态置“1”，否则为“0”。

6.3.5.2.3 保护装置运行状态信息技术要求为：装置应提供运行状态信号，运行状态信号应与保护装置面板显示灯一一对应。

6.3.5.2.4 远方操作保护功能投退状态信息技术要求为：保护装置应提供远方操作保护软压板后相关保护功能投退信息，“1”表示所表述的保护功能压板投入且至少有一个相应保护功能控制字投入；“0”表示所表述的保护功能压板退出或相应保护功能控制字均退出。

6.3.6 继电保护中间节点信息测试

6.3.6.1 检验方法

模拟保护装置的动作、闭锁、告警逻辑，在客户端读取并检查继电保护中间节点文件。

6.3.6.2 技术要求

技术要求为：

- a) 中间节点文件后缀为.mid(中间文件)、.des 文件(描述文件)，传输方式采用 DL/T 860 的文件服务。保护动作信息应和该次故障的保护录波和中间节点信息关联；
- b) 中间节点信息宜满足逻辑图展示要求，逻辑图宜与保护装置说明书逻辑图一致、以时间为线索，可清晰再现故障过程中各保护功能元件的动作逻辑及先后顺序，并提供各保护元件的关键计算量作为动作依据。考虑到各厂家装置内部逻辑差异，各厂家应提供可嵌入调用的展示软件，与装置型号匹配；
- c) 保护装置宜提供中间节点计算量信息，中间节点信息可选择提供如电流、电压、阻抗、序分量、差动电流、制动电流等关键计算量，作为中间逻辑节点的辅助结果；
- d) 保护装置的中间节点文件时序应与保护装置的录波文件时序保持一致；
- e) 线路保护应包括启动元件、纵联距离保护元件、纵联零序方向元件、纵联差动、接地距离 I、II、III 段，相间距离 I、II、III 段，零序 II 段、零序 III 段、零序反时限、过电压、过流过负荷、三相不一致、重合闸、充电状态、PT 断线、CT 断线等关键逻辑结果；
- f) 变压器保护应包括纵差、零序差动(可选)、分侧差动、相间阻抗、接地阻抗、复压闭锁过流、零序过流、间隙过流、零序过压、反时限过励磁保护、CT 断线、过负荷等关键逻辑结果；
- g) 母线保护应包括差动保护、母联失灵保护、断路器失灵保护、CT 断线等关键逻辑结果；
- h) 断路器保护应包括失灵跟跳本断路器、失灵保护跳相邻断路器、充电过流保护、三相不一致保护、死区保护、重合闸、充电状态等关键逻辑结果；
- i) 高压并联电抗器应包括差动速断、差动保护、匝间保护、零序过流保护、主电抗器过电流保护、中性点电抗器过电流保护等关键逻辑结果。

6.3.7 装置日志记录及时标信息测试

6.3.7.1 检验方法

模拟保护装置动作、告警、状态变位,检查装置日志记录及保护装置显示、打印、上送信息、日志记录和录波的时标,主要包括:保护动作行为、告警、状态变位等信息。

6.3.7.2 技术要求

6.3.7.2.1 装置日志技术要求为:

- a) 装置日志中应包含动作、告警和状态变位等信息;
- b) 装置应掉电存储不少于 1 000 条日志记录,超出装置记录容量时,应循环覆盖最早的日志记录;
- c) 日志与通信无关,装置上电启动时,日志使能 LogEna 属性应自动设置为 True,触发条件 TrigOps 属性应默认数据变化触发(dchg);
- d) 客户端可使用 QueryLogByTime(按时间查询日志)或 QueryLogAfter(查询某条目以后的日志)服务调取装置日志记录。

6.3.7.2.2 保护装置信息时标技术要求为:

- a) 装置显示和打印的时标为本时区时间(24 小时制),格式应为:××××年××月××日××时:××分:××秒.××毫秒;
- b) 装置显示、打印时标和上送监控的时标应保持一致,其中时标精确到毫秒,按四舍五入处理;
- c) 装置的告警时标应为装置确认告警的时标;
- d) 保护装置的状态变位类信息的时标应为消抖后时标;
- e) 保护装置的保护动作信息的时标应通过保护启动时间、保护动作相对时间二者结合的方式来表现;
- f) 保护启动时间为保护启动元件的动作时刻;保护动作相对时间为保护绝对动作时刻与保护启动时刻的差,相对时间宜以毫秒为单位;
- g) 对于相对时间不能直接表征的,保护元件可用保护启动、保护动作两次动作报告来表征一次故障。

6.4 报文规范性测试

6.4.1 SV 报文接收测试

6.4.1.1 检验方法

模拟 SV 报文异常,主要包括:SV 报文的 MAC-Address、svID、APPID、confRev、通道数量等参数与装置配置不一致,SV 报文中额定延时 Delay 字段发生变化,SV 报文对应的品质中的 Validity 字段发生变化,SV 报文对应的品质中的 test 位发生变化。对于 SV 直接采样的保护装置,模拟 SV 报文间隔时间变化。

6.4.1.2 技术要求

技术要求为:

- a) SV 报文异常时,保护装置应闭锁与该 MU 数据相关且受影响的保护功能,电压合并单元 SV 报文异常应按 PT 断线逻辑处理;
- b) 保护装置根据收到的报文和采样值接收控制块的配置信息判断报文配置不一致时,按 SV 报

文异常处理，并给出相应报警信号；

- c) 当 SV 报文中额定延时 Delay 字段大于允许值时(允许值应不小于 2 ms)，保护装置应闭锁与该 MU 数据相关且受影响的保护功能；
- d) SV 报文对应的品质中的 Validity 变化，接收方应能正确识别并作出正确反应；
- e) SV 报文对应的品质中的 test 变化，接受方应能判断是否为检修状态下的采样数据，只有两者一致时才将该信号用于保护逻辑，否则应按相关通道采样异常进行处理；
- f) SV 直接采样的保护装置应监视 SV 报文发送间隔离散值，当超出保护装置允许范围(允许范围应不小于 10 μ s)时，应报警并闭锁相关保护功能。

6.4.2 SV 报文中断及恢复检查

6.4.2.1 检验方法

模拟 SV 报文与保护装置之间通信中断及恢复。

6.4.2.2 技术要求

通信中断后，保护装置应可靠闭锁并发岀告警信号；通信恢复后，保护装置告警信号应自动返回，保护功能应恢复正常。

6.4.3 GOOSE 报文发送测试

6.4.3.1 检验方法

检验方法为：

- a) 逐一修改 VLAN-ID、VLAN-PRIORITY、APPID、GOID、GoCBRef、DataSet、confRev、MAC-Address、T0、T1，核对 GOOSE 报文中标识与设置参数的变化是否一致；
- b) 检查 GOOSE 报文中“timeAllowedtoLive”参数是否正确；
- c) 模拟区内故障，对 GOOSE 输出报文中的 StNum、SqNum 的功能进行检查；
- d) 对 GOOSE 报文时间间隔进行检查；
- e) 检查保护装置重启后，第一帧 GOOSE 报文的 StNum、SqNum 是否正确；
- f) 检查保护装置重启后，输入量状态是否正确。

6.4.3.2 技术要求

技术要求为：

- a) GOOSE 报文中标识及报文发送间隔与设置参数的变化应一致；
- b) GOOSE 报文中“timeAllowedtoLive”参数应为“MaxTime”配置参数的 2 倍(即 2T0)；
- c) StNum、SqNum 应能正确识别并反映开关量变位情况；
- d) GOOSE 事件报文应至少连续发送 5 帧，发送间隔应为 T1、T1、T2、T3、……、T0；T1 不应大于 2 ms，GOOSE 心跳时间 T0 宜为 1 s~5 s；
- e) 保护装置重启后，第一帧 GOOSE 报文的 StNum 应为 1，SqNum 应为 1；
- f) 保护装置重启后，发送的 GOOSE 报文内容应反映当前所有当前装置的真实状态，不能误发报文。

6.4.4 GOOSE 报文接收测试

6.4.4.1 检验方法

模拟 GOOSE 报文中的 APPID、GOID、GOCBRef、DataSet、ConfRev 等参数异常。

6.4.4.2 技术要求

保护装置应能正确反映，并给出相应告警信号。

6.4.5 GOOSE 中断检查

6.4.5.1 检验方法

模拟保护装置接收 GOOSE 报文中断。

6.4.5.2 技术要求

GOOSE 通信中断时，保护装置接收的失灵开入应清零(无效)处理，位置信息应保持中断前状态，保护装置给出相应告警。在接收报文的允许生存时间(Time Allowed to live)的 2 倍时间内没有收到下一帧 GOOSE 报文时判断为 GOOSE 报文中断。

6.4.6 GOOSE 接收机制检查

6.4.6.1 检验方法

检验方法为：

a) 在单网模式下：

- 1) 模拟 StNum 递增，开入量实际未变位检查保护装置是否更新数据；
- 2) 模拟开入量发生变位，StNum 增加检查保护装置是否更新数据；
- 3) 模拟开入量发生变位，StNum 减小检查保护装置是否更新数据；
- 4) 模拟开入量发生变位，StNum 不变，SqNum 增加检查保护装置是否更新数据；
- 5) 模拟开入量发生变位，StNum 不变，SqNum 未增加检查保护装置是否更新数据。

b) 双网模式下：

- 1) 模拟 StNum 递增，开入量实际未变位检查保护装置是否更新数据；
- 2) 模拟开入量发生变位，StNum 增加检查保护装置是否更新数据；
- 3) 模拟开入量发生变位，StNum 减小检查保护装置是否更新数据；
- 4) 模拟开入量发生变位，StNum 未变化、SqNum 增加、不变检查保护装置是否更新数据；
- 5) 模拟开入量发生变位，StNum 未变化、SqNum 减小检查保护装置是否更新数据。

6.4.6.2 技术要求

技术要求为：

- a) 单网模式下：若两帧 GOOSE 报文的 StNum 相同，继续比较两帧 GOOSE 报文的 SqNum 的大小关系，若新接收 GOOSE 帧的 SqNum 大于上一帧的 SqNum，丢弃此 GOOSE 报文，否则更新接收方的数据。若两帧 GOOSE 报文的 StNum 不同，更新接收方的数据。
- b) 双网模式下：若两帧 GOOSE 报文的 StNum 相同，继续比较两帧 GOOSE 报文的 SqNum 的大小关系，若新接收 GOOSE 帧的 SqNum 大于等于上一帧的 SqNum，丢弃此 GOOSE 报文。若新接收 GOOSE 帧的 SqNum 小于上一帧的 SqNum，判断出发送方不是重启，则丢弃此报文，否则更新接收方的数据。若新接收 GOOSE 帧的 StNum 小于上一帧的 StNum，判断出发送方不是重启，则丢弃此报文，否则更新接收方的数据。若新接收 GOOSE 帧的 StNum 大于上一帧的 StNum，更新接收方的数据。

6.5 光口发射/接收功率电平测试

6.5.1 光口发送功率

6.5.1.1 检验方法

用光纤尾纤连接被测保护装置光纤发送端口和光功率计接收端口,记录光功率计显示的功率值,如图 1 所示,即为被测光口的发送功率。



图 1 光口发送功率测试方法

6.5.1.2 技术要求

光波长 1 310 nm 光接口应满足光发送功率为 $-20 \text{ dBm} \sim -14 \text{ dBm}$;光波长 850 nm 光接口应满足光发送功率为 $-19 \text{ dBm} \sim -10 \text{ dBm}$ 。

6.5.2 光口接收功率灵敏度

6.5.2.1 检验方法

利用光纤尾纤将输出功率可调的标准光源或光衰耗计串入发送装置(标准信号源)与接收装置之间,调节标准光源输出功率或光衰耗计,使接收装置出现异常或出现断链告警信息的临界点,如图 2 所示。使用光衰耗计进行测试时,将被测装置接收光口尾纤取下,接到光功率计上,记录此时的功率值,即为被测装置光口接收功率灵敏度,如图 3 所示。

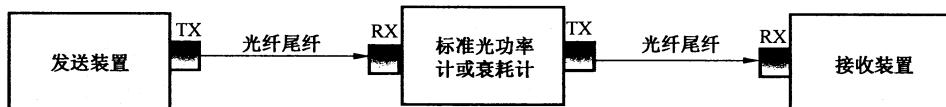


图 2 光口接收功率灵敏度测试方法步骤 1

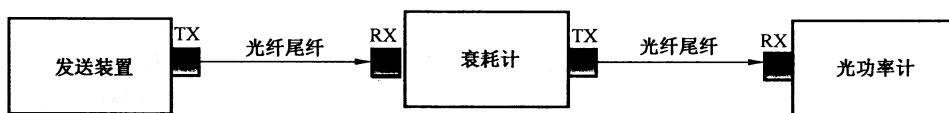


图 3 光口接收功率灵敏度测试方法步骤 2

6.5.2.2 技术要求

光波长 1 310 nm 光接口应满足光接收灵敏度为 $-31 \text{ dBm} \sim -14 \text{ dBm}$;光波长 850 nm 光接口应满足光接收灵敏度为 $-24 \text{ dBm} \sim -10 \text{ dBm}$ 。

6.6 保护装置功能及基本性能测试

6.6.1 总体要求

保护装置的基本功能及性能应满足相应标准 GB/T 14285、GB/T 14598.2、GB/T 15145、DL/T 478、DL/T 670、DL/T 770 等的相关要求。

6.6.2 测量准确度

6.6.2.1 检验方法

用继电保护试验装置给被试保护装置施加相应的电流、电压量,检查被试保护装置面板显示的电流、电压幅值测量值,并与试验装置施加量值进行比较。

6.6.2.2 技术要求

保护装置的电流测量范围为 $0.05I_N \sim (20 \sim 40)I_N$,在此范围内保护装置的测量精度均需满足测量误差不大于相对误差 5% 或绝对误差 $0.02I_N$ 。保护装置的电压测量范围为 $0.01U_N \sim 1.5U_N$,在此范围内保护装置的测量精度均需满足测量误差不大于相对误差 5% 或绝对误差 $0.002U_N$ 。

6.6.3 动作值及动作时间测试

6.6.3.1 检验方法

用继电保护试验装置给被试保护装置施加相应的电流、电压量,记录动作值及动作时间。

6.6.3.2 技术要求

在定值范围内动作值及动作时间应满足相应标准 GB/T 14285、GB/T 14598.2、GB/T 15145、DL/T 478、DL/T 995、DL/T 670、DL/T 770 等的相关要求。

6.6.4 软、硬压板检查

6.6.4.1 检验方法

检验方法为:

- a) 检查压板配置信息;
- b) 远方操作硬压板:投入远方操作硬压板,远方切换装置定值区,远方召唤保护装置“当前区的定值”,远方修改定值,远方投退软压板,就地切换装置定值区,就地修改定值,就地投退软压板;退出远方操作硬压板,远方切换装置定值区,远方修改定值,远方投退软压板,就地切换装置定值区,就地修改定值,就地投退软压板;
- c) 检修压板:投入检修压板,监视 GOOSE 报文及保护装置面板显示,进行装置参数、配置文件下装操作;退出检修压板,监视 GOOSE 报文及保护装置面板显示,进行装置参数、配置文件下装操作;
- d) GOOSE 出口软压板:投入 GOOSE 出口软压板,模拟保护元件动作,监视跳闸 GOOSE 报文;退出 GOOSE 出口软压板,模拟保护元件动作,监视跳闸 GOOSE 报文;监视压板状态的变化;
- e) SV 接收软压板:投入 SV 接收软压板,加入对应采样值模拟量,监视保护装置采样值显示,断开 SV 光纤链路,监视保护装置报文;退出 SV 接收软压板,加入对应采样值模拟量,监视保护装置采样值显示,断开 SV 光纤链路,监视保护装置报文;

- f) GOOSE 接收软压板：投入 GOOSE 接收软压板，加入对应失灵开入量，监视继电保护装置开入量显示，断开 GOOSE 光纤链路，监视装置报文；退出 GOOSE 接收软压板，加入对应失灵开入量，监视继电保护装置开入量显示，断开 GOOSE 光纤链路，监视继电保护装置报文。

6.6.4.2 技术要求

技术要求为：

- a) 除远方操作压板、检修压板采用硬压板外，其他压板应采用软压板；
- b) 投入远方操作硬压板后，远方能正确切换装置定值区，远方能正确召唤保护装置“当前区的定值”，能正确远方修改定值，能正确远方投退软压板，就地不能切换装置定值区，不能修改定值，不能投退软压板；退出远方操作硬压板后，不能远方切换装置定值区，不能远方修改定值，不能远方投退软压板，就地能正确切换装置定值区，能正确修改定值，能正确投退软压板；
- c) 检修压板投入时，保护装置上送带品质位信息的报文，检修压板本身不含品质位信息。面板指示灯或界面应有明显显示，参数、配置文件在检修压板投入时可下装；检修压板退出时，面板指示灯和界面显示恢复正常，参数、配置文件不可下装；
- d) GOOSE 出口软压板投入时，模拟保护元件动作及保护装置开出传动，能够监视到正确 GOOSE 跳闸报文；GOOSE 出口软压板退出时，模拟保护元件动作及保护装置开出传动，应该监视到正确的相应保护未跳闸的 GOOSE 报文；压板投退状态显示正确；
- e) SV 接收软压板投入时，加入的模拟量参与保护计算，对应的模拟量显示正确，断开对应 SV 光纤链路后，保护装置报对应间隔通信异常告警报文，并闭锁相关保护；SV 接收软压板退出时，加入的模拟量不参与保护计算，断开对应 SV 光纤链路后，保护装置无对应间隔的异常告警报文，不闭锁相关保护；
- f) GOOSE 接收软压板投入时，加入的开入量参与保护计算，对应的开入量显示正确，断开对应 GOOSE 光纤后，保护装置报对应接收装置异常告警报文；GOOSE 接收软压板退出时，加入的开入量不参与保护计算，断开对应 GOOSE 光纤后，保护装置无对应接收装置异常告警报文；
- g) 软压板功能检验应符合 GB/T 32890—2016 中 7.8 的要求。

6.6.5 通信接口测试

6.6.5.1 接口独立性检查

6.6.5.1.1 检验方法

从一个端口加广播、组播或单播报文，使保护装置掉电、重启，在保护装置重启及掉电过程中监视其他端口的数据。

6.6.5.1.2 技术要求

其他端口不应监视到相应的报文。

6.6.5.2 接口同步性检查

6.6.5.2.1 检验方法

模拟故障，检查保护装置各端口发送的 GOOSE 报文。

6.6.5.2.2 技术要求

保护装置各端口发送同一报文的最大时间差符合 GB/T 32901—2016 中 4.5.10 的要求。

6.6.6 采样延时补偿测试

6.6.6.1 检验方法

对于数字量直接采样的保护装置,设定不同 SV 报文具有不同的额定延时,检查被试保护装置中“和电流”、“差流”以及不同 SV 之间电流和电压的相角差。

6.6.6.2 技术要求

保护装置应补偿互感器及合并单元的采样延时,使保护装置采样同步,采样延时超出保护装置允许范围后闭锁相关保护并告警。保护装置“和电流”、“差流”测量误差不大于相对误差 5% 或绝对误差 $0.02 I_N$;相角误差不大于绝对误差 1° (额定电流、额定电压下测试)。

6.6.7 采样数据畸变测试

6.6.7.1 检验方法

模拟合并单元一路 A/D 连续发送异常采样数据(采样值品质位有效),包括电流采样值连续、不连续畸变放大,电压采样值连续、不连续畸变缩小等,异常数据值达到保护装置保护元件的动作门槛,另一路 A/D 采样数据正常。

6.6.7.2 技术要求

数字量输入采用两路 A/D,其中一路 A/D 数据异常时,保护装置不应误动作;在采样数据恢复正常后装置保护功能恢复正常。

6.6.8 采样数据品质位标识异常测试

6.6.8.1 检验方法

模拟合并单元发送采样值出现品质位无效和检修的情况,施加激励量,测试保护功能。

6.6.8.2 技术要求

当保护装置接收采样值出现品质位无效或检修标识,应正确告警。采样值无效标识累计数量或采样值无效的频率超过保护装置允许范围,可能误动的保护功能应瞬时可靠闭锁;采样值恢复正常后,保护装置功能恢复正常。

6.6.9 数字量输入双 AD 不一致的测试

6.6.9.1 检验方法

检验方法为:

- 模拟正常负荷运行工况下,一路 AD 异常,数值满足保护动作条件检查保护动作行为及告警信号;
- 模拟系统扰动工况下,一路 AD 数值满足保护动作条件检查保护动作行为及告警信号。

6.6.9.2 技术要求

技术要求为:

- 当一路 AD 出现异常时,保护装置应采取措施,防止保护误动作。
- 采样数据恢复正常后装置保护功能恢复正常。

6.6.10 保护装置重启测试

6.6.10.1 检验方法

检验方法为：

- a) 模拟保护装置重启；
- b) 保护功能软压板、GOOSE 发送软压板退出情况下，施加故障量，模拟保护装置重启。

6.6.10.2 技术要求

技术要求为：

- a) 在保护装置重启过程中，保护不能误动；
- b) 退出保护功能软压板，保护不能误动；退出 GOOSE 发送软压板，保护不应误出口。

6.7 合并单元功能及基本性能测试

6.7.1 采样精度试验

6.7.1.1 检验方法

合并单元供保护使用的各电流、电压回路依次加入额定电流、电压信号，分析合并单元输出的幅值和角度误差。

6.7.1.2 技术要求

技术要求为：

- a) 合并单元采集的用于测量的交流模拟量(包括幅值、频率、功率、功率因数等交流量)精度应符合 GB/T 13729—2002 的 3.5.2 的规定，用于保护的交流模拟量幅值误差应满足 GB/T 20840.7—2007 的 13.5 及 GB/T 20840.8—2007 的 13.1.3 的规定。交流模拟量的相位误差应满足 GB/T 20840.7—2007 的 12.5、13.4 及 GB/T 20840.8—2007 的 12.2、13.1.3 的规定。
- b) 合并单元测量 CT 误差应满足表 2 的要求。

表 2 合并单元测量 CT 误差要求

在下列额定电流下的 电流(比值)误差 %				在下列额定电流(%)下的相位误差											
				(°)								crad			
±5	±20	±100	±120	±5	±20	±100	±120	±5	±20	±100	±120	±5	±20	±100	±120
±0.75	±0.35	±0.2	±0.2	±30	±15	±10	±10	±0.9	±0.45	±0.3	±0.3	±0.75	±0.35	±0.2	±0.2

- c) 合并单元保护 CT 误差应满足表 3 的要求。

表 3 保护 CT 误差要求

额定一次电流下的 电流误差 %	相位误差		在额定准确限值电流 下的幅值误差 %
	(°)	crad	
±1	±60	±1.8	±5

d) 合并单元测量 PT 误差应满足表 4 的要求。

表 4 合并单元测量 PT 误差要求

电压(比值)误差 ϵ_u %	相位误差 ϕ_c	
	(')	crad
±0.2	±10	±0.3

e) 合并单元保护 PT 误差应满足表 5 的要求。

表 5 合并单元保护 PT 误差要求

在下列额定电压百分比下/%								
2			5			x^a		
电压误差 %	相位误差 (')	相位误差 crad	电压误差 %	相位误差 (')	相位误差 crad	电压误差 %	相位误差 (')	相位误差 crad
±6	±240	±7	±3	±120	±3.5	±3	±120	±3.5

注: x 为额定电压因数乘以 100。

6.7.2 频率影响试验

6.7.2.1 检验方法

使用继电保护测试仪分别输出 45 Hz、48 Hz、49 Hz、50 Hz、51 Hz、52 Hz、55 Hz 的电压/电流信号(三相平衡、初始相位角任意)给合并单元。分析合并单元输出的幅值和角度误差。

6.7.2.2 技术要求

测量 CT 和 PT 由频率改变引起的误差改变量(包括幅值和相位误差)应不大于准确等级指数的 100%, 保护 CT 的误差应满足原技术指标要求。

6.7.3 谐波影响试验

6.7.3.1 检验方法

使用继电保护测试仪向合并单元输出含谐波的额定电压、电流信号, 在基波上依次叠加 2 次~5 次(保护电流), 谐波含量为 20%。分析合并单元输出的幅值和角度误差以及谐波的谐波次数、谐波含量。

6.7.3.2 技术要求

技术要求为:

- a) 谐波次数与输入一致;
- b) 谐波下的基波幅值和相位误差改变量应不大于准确等级指数的 200%, 保护用电流互感器的误差应满足原技术指标要求;
- c) 谐波含量应满足 GB/T 19862—2005 中 5.2.2 的要求, 如表 6 所示。

表 6 谐波含量的要求

等级	被测量	条件	允许误差
A	电压	$U_h \geq 1\% U_N$ $U_h < 1\% U_N$	$5\% U_h$ $0.05\% U_N$
	电流	$I_h \geq 3\% I_N$ $I_h < 3\% I_N$	$5\% I_h$ $0.15\% I_N$
B	电压	$U_h \geq 3\% U_N$ $U_h < 3\% U_N$	$5\% U_h$ $0.15\% U_N$
	电流	$I_h \geq 10\% I_N$ $I_h < 10\% I_N$	$\pm 5\% I_h$ $0.5\% I_N$

注: U_N 为标称电压、 I_N 为标称电流、 U_h 为谐波电压、 I_h 为谐波电流。

6.7.4 过载能力试验

6.7.4.1 检验方法

使用继电保护测试仪施加交流电流、电压量。

6.7.4.2 技术要求

满足 DL/T 478 过载能力的相关要求。

6.7.5 同步、守时精度测试

6.7.5.1 检验方法

检验方法为:

- a) 同步误差的测试:通过合并单元输出的 1PPS 信号与参考时钟源 1PPS 信号比较获得。标准时钟源给合并单元授时,待合并单元对时稳定后,利用时间测试仪以每秒测量 1 次的频率测量合并单元和标准时钟源各自输出的 1PPS 信号有效沿之间的时间差的绝对值 Δt ,测试过程中测得的 Δt 的最大值即为最终测试结果示。测试时间应持续 10 min 以上。
- b) 守时误差的测试:合并单元接受标准时钟源的授时,待合并单元输出的 1PPS 信号与标准时钟源的 1PPS 的有效沿时间差稳定在同步误差阀值 Δt 之后,撤销标准时钟源对合并单元的授时,测试过程中合并单元输出的 1PPS 信号与标准时钟源的 1PPS 的有效沿时间差的绝对值的最大值即为测试时间内的守时误差。测试时间应持续 10 min 以上。

6.7.5.2 技术要求

技术要求为:

- a) 合并单元应能接收 GB/T 25931 或 IRIG-B 码同步对时信号。合并单元应能够实现采集单元间的采样同步功能,采样的同步精度误差不应超过 $1 \mu s$;
- b) 合并单元在外部同步信号消失后,在 10 min 内守时误差不应超过 $4 \mu s$ 。

6.7.6 采样值输出试验

6.7.6.1 检验方法

利用网络记录装置,记录合并单元输出的包含采样值的报文,分析报文格式。

6.7.6.2 技术要求

合并单元应能提供 DL/T 860.92 协议的接口。

6.7.7 报文实时、均匀性检测

6.7.7.1 检验方法

持续统计 10 min 内采样值报文的间隔时间与标准间隔时间之差。

6.7.7.2 技术要求

合并单元应无丢帧、失步、品质位异常等现象，报文间隔时间绝对误差应不大于 $10 \mu\text{s}$ 。

6.7.8 电压并列试验

6.7.8.1 检验方法

母线电压合并单元设置为 I 母、II 母并列状态，接入一组母线电压，模拟母联开关及刀闸位置、母线 PT 刀闸位置信息给合并单元，检查合并单元的两组母线电压的幅值、相位和频率。

6.7.8.2 技术要求

母线电压合并单元电压并列逻辑应满足运行的要求，且在电压并列过程中采样值不应误输出。

6.7.9 电压切换试验

6.7.9.1 检验方法

模拟母线电压和刀闸位置信息给按间隔配置的合并单元，观察母线电压采样值。

6.7.9.2 技术要求

对于接入了两段母线电压的按间隔配置的合并单元，根据采集的双位置刀闸信息，进行电压切换。切换逻辑应满足运行的要求，且在电压切换过程中采样值不应误输出、采样序号应连续。采集刀闸位置异常状态时报警。

6.7.10 合并单元级联试验

6.7.10.1 检验方法

检验方法：

- a) 母线电压合并单元输出的采样值给按间隔配置的合并单元，测试按间隔配置的合并单元输出母线电压采样值及品质位；
- b) 模拟母线电压合并单元延时大于 1 ms，查看按间隔配置的合并单元对母线合并单元数据的处理。

6.7.10.2 技术要求

技术要求为：

- a) 按间隔配置的合并单元应提供足够的输入接口，接收来自本间隔电流互感器的电流信号；若间隔设置有电压互感器，还应接人间隔的电压信号；若本间隔的二次设备需要母线电压，还应接收母线电压合并单元的母线电压信号；

- b) 按间隔配置的合并单元接收到母线电压合并单元采样数据延时应该在一定的范围(0 ms~1 ms)内,若采样数据延时超出此范围,按间隔配置的合并单元应报警且级联数据置无效标志。

6.7.11 检修试验

6.7.11.1 检验方法

检验方法为:

- a) 合并单元投入检修压板,测试采样数据品质中的检修位;
- b) 分别修改刀闸位置 GOOSE 报文的检修状态和合并单元检修状态,测试合并单元对 GOOSE 检修报文的处理。

6.7.11.2 技术要求

技术要求为:

- a) 合并单元检修投入时,发送的所有数据帧置检修;按间隔配置的合并单元,母线电压来自母线合并单元,仅母线合并单元检修投入时,则按间隔配置的合并单元仅置来自母线合并单元数据检修位;
- b) 合并单元接收的断路器、刀闸位置信息取自 GOOSE 报文时:当 GOOSE 报文中的检修状态与合并单元检修压板状态一致时,则将断路器、刀闸位置信息用于逻辑判别;当 GOOSE 报文中的检修状态与合并单元检修压板状态不一致时,则不将断路器、刀闸位置信息用于逻辑判别。

6.7.12 合并单元自诊断

6.7.12.1 检验方法

模拟合并单元电源中断、通讯中断等异常情况,测试合并单元采样值输出及自检信息的上送。

6.7.12.2 技术要求

合并单元应具有完善的自诊断功能,保证在电源中断、电压异常、采集单元异常、通讯中断、通讯异常、装置内部异常等情况下不误输出。合并单元应能够输出各种异常信号和自检信息。

6.8 智能终端功能及基本性能测试

6.8.1 跳闸回路动作时间检查

6.8.1.1 检验方法

用数字化继电保护试验装置给智能终端发送跳闸 GOOSE 命令,测量智能终端收到 GOOSE 报文与硬接点开出的时间差。

6.8.1.2 技术要求

装置从接收到保护跳闸 GOOSE 命令到装置跳闸继电器接点出口的动作时间应不大于 7 ms。

6.8.2 开入回路动作时间测试

6.8.2.1 检验方法

用数字化继电保护试验装置给智能终端开入遥信,测量智能终端收到硬接点开入与发出 GOOSE

报文的时间差。

6.8.2.2 技术要求

从开入变位到相应 GOOSE 信号发出(不含防抖时间)的时间延时应不大于 5 ms。

6.8.3 模拟量采样精度测试

6.8.3.1 检验方法

采用标准 4 mA~20 mA 表(或标准小信号源)输出 4 mA~20 mA 和 0 V~5 V 信号到智能终端,检查智能终端的测量结果。

6.8.3.2 技术要求

装置采集的模拟小信号精度误差在检验基准条件下不应大于额定值的 1%,其他条件下精度误差应不大于额定值的 2%。

6.8.4 日志功能测试

6.8.4.1 检验方法

检验方法为:

- a) 通过数字化继电保护试验装置模拟 GOOSE 变位信息;
- b) 通过数字化继电保护试验装置硬接点开出至智能终端;
- c) 拔下智能终端对时线,直到对时异常告警产生;
- d) 拔掉智能终端通信光缆,直到产生通信断链告警;
- e) 修改智能终端配置;
- f) 重启智能终端,通过调试软件查看智能终端是否对上述操作都进行了记录。即:接收 GOOSE 报文的时刻、来源;开入的时刻、变位通道;对时异常发生时间;修改配置的时刻;重启时刻等信息进行了记录。

6.8.4.2 技术要求

装置应具备日志功能。装置应以时间顺序记录运行过程中的重要信息,如收到 GOOSE 命令的时刻、GOOSE 命令的来源、开入变位时刻、开入变位内容、装置自检信息、装置告警信息、参数修改、配置下装、装置重启等,记录条数不少于 1 000 条。

6.8.5 断路器智能终端操作回路检查

6.8.5.1 检验方法

检验方法为:

- a) 将模拟断路器接入智能终端的操作回路,通过数字化继电保护试验装置模拟测控跳、合闸或模拟保护跳、合闸,模拟断路器应正确动作;
- b) 通过数字化继电保护试验装置给智能终端发送刀闸合分的 GOOSE 命令,智能终端的相应刀闸开出接点应正常动作;
- c) 通过手合或遥合方式将模拟断路器合上,智能终端发合后状态信号。通过手分或遥分方式将模拟断路器分开,合后状态信号复归;
- d) 在合后状态下让断路器任意相处于分位,网口发送事故总信号;

- e) 手动合闸后,网口应发送 SHJ 信号;手动分闸后,网口应发送 STJ 信号;
- f) 闭锁本套重合闸的检验方法为:遥合(手合)、遥跳(手跳)、TJR、TJF、闭重开入、本智能终端上电的“或”逻辑;
- g) 双重化配置智能终端时,输出至另一套智能终端的闭重接点的检验方法为:遥合(手合)、遥跳(手跳)、GOOSE 闭重开入、TJR、TJF 的“或”逻辑。
- h) 将智能终端操作电源断开,智能终端应能正确报出操作电源掉电信息;
- i) 智能终端的操作回路不接入模拟断路器,智能终端应报控制回路断线;
- j) 在电缆直跳开入接点上加上 220VDC /110VDC,智能终端跳闸出口正确动作,网口发送电缆直跳信号。

6.8.5.2 技术要求

技术要求为:

- a) 具有断路器分合闸控制功能,并提供至少一组跳闸接点和一组合闸接点;
- b) 具有刀闸的分合控制功能;
- c) 具有就地手合、手分断路器功能;
- d) 具有合后监视功能;
- e) 具有手合、手跳监视功能;
- f) 断路器智能终端闭重输出闭锁本套重合闸,逻辑为:遥合(手合)、遥跳(手跳)、TJR、TJF、闭重开入、本智能终端上电的“或”逻辑;
- g) 断路器智能终端闭重输出双重化配置智能终端时,应具有输出至另一套智能终端的闭重接点,逻辑为:遥合(手合)、遥跳(手跳)、GOOSE 闭重开入、TJR、TJF 的“或”逻辑;
- h) 具有操作电源掉电监视功能;
- i) 具有控制回路断线监视功能;
- j) 具有非电量电缆直跳监视功能。

6.8.6 本体智能终端操作回路检查

6.8.6.1 检验方法

通过数字式继电保护试验装置给智能终端发送合(分)刀闸,升挡(降挡\急停)等 GOOSE 报文,检查智能终端是否正确动作。

6.8.6.2 技术要求

本体智能终端应具备合(分)刀闸,升挡(降挡、急停)等功能。

6.8.7 检修压板功能测试

6.8.7.1 检验方法

检验方法为:

- a) 将智能终端检修压板投入后,检查智能终端发送的 GOOSE 报文是否带检修位;
- b) 用数字式继电保护试验装置模拟保护和测控给智能终端发送带检修位和不带检修位的 GOOSE 命令,智能终端接收保护、测控的信息后是否能正确反应。

6.8.7.2 技术要求

智能终端检修压板投入后发送的 GOOSE 报文应带检修位;智能终端检修压板投入后,接收保护、

测控的信息应能正确反应。

6.8.8 告警功能测试

6.8.8.1 检验方法

检验方法为：

- a) 断开智能终端工作电源,检查是否有电源中断告警接点;
- b) 拔下智能终端通信光纤,检查是否有通信中断告警;
- c) 拔下智能终端对时线,检测是否对时异常告警;
- d) 使用数字化继电保护试验装置模拟 GOOSE 断链(发送 GOOSE 报文的间隔 $> 4T_0$),检查是否有 GOOSE 断链告警。

6.8.8.2 技术要求

智能终端应具有完善的告警功能,如电源中断、通信中断、GOOSE 断链等。

6.8.9 跳(合)闸命令监测功能测试

6.8.9.1 检验方法

通过数字式继电保护试验装置给智能终端发送保护跳(合)闸和测控跳(合)闸的 GOOSE 报文,同时监视智能终端的 GOOSE 组网口是否确认收到命令。

6.8.9.2 技术要求

当智能终端接收到跳(合)闸命令后,应通过 GOOSE 组网口确认收到的跳(合)闸命令报文。

6.8.10 时钟同步精度测试

6.8.10.1 检验方法

通过对时装置同步时钟测试仪和智能终端,设定时钟测试仪在整秒(分)时刻开出硬接点给智能终端,检查智能终端发出的 GOOSE 中携带的时标。

6.8.10.2 技术要求

智能终端的同步精度误差不应超过 1 ms。

6.9 结构及外观检查

6.9.1 检验方法

按 GB/T 7261—2016 中第 5 章的规定和方法进行。

6.9.2 技术要求

结构及外观检查满足 DL/T 478 的要求。

6.10 功率消耗测试

6.10.1 检验方法

按 GB/T 7261—2016 中第 7 章的规定和方法进行。

6.10.2 技术要求

功率消耗测试满足 DL/T 478 的要求。

6.11 环境试验

6.11.1 高低温试验

6.11.1.1 检验方法

高低温试验时间应分别不少于 16 h, 试验温度根据使用场所进行选择:

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备按照低温 -10 °C、高温 55 °C 进行温度试验;
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备按照低温 -40 °C、高温 85 °C 进行温度试验。

6.11.1.2 技术要求

在试验过程中施加规定的激励量, 保护装置的动作值、动作时间、采样精度等主要性能指标要求同正常试验条件。

6.11.2 温度贮存试验

6.11.2.1 检验方法

高低温贮存试验时间分别不少于 16 h, 温度根据使用场所选择:

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备按照低温 -25 °C、高温 70 °C 进行温度贮存试验;
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备按照低温 -40 °C、高温 85 °C 进行温度贮存试验。

6.11.2.2 技术要求

试验结束后, 放在室温下恢复 2 h, 保护装置电气性能应满足产品标准要求, 外观检查零部件的材料不应出现不可恢复的损伤。

6.11.3 耐湿热性能试验

6.11.3.1 检验方法

保护装置按下列规定之一的方法进行试验:

- a) 试验条件和方法按 DL/T 478 中恒定湿热试验的规定;
- b) 试验条件和方法按 DL/T 478 中交变湿热试验的规定。

6.11.3.2 技术要求

绝缘电阻、介质强度满足 DL/T 478 的要求。

6.11.4 温度变化试验

6.11.4.1 检验方法

按照 DL/T 478 规定的方法进行试验。

6.11.4.2 技术要求

温度变化试验满足 DL/T 478 的要求。

6.11.5 IP 防护等级试验

6.11.5.1 检验方法

按照 GB/T 4208—2008 规定的方法进行试验。

6.11.5.2 技术要求

技术要求为：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备按照 GB/T 4208—2008 中 13.2 中规定的方法进行；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备按照 GB/T 4208—2008 中 13.4 中规定的方法进行防尘试验、GB/T 4208—2008 中 14.1 的规定进行喷嘴试验。

6.11.6 盐雾试验

6.11.6.1 检验方法

按照 GB/T 2423.17—2008 中规定的方法进行试验。

6.11.6.2 技术要求

技术要求为：

- a) 室外智能控制柜安装的设备按照 GB/T 2423.17—2008 中第 6 章规定的试验方法进行，试验周期为 24 h。进行目测检查，并进行必要的电气及机械性能测试；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备按照 GB/T 2423.17—2008 中第 6 章规定的试验方法进行，试验周期为 96 h。进行目测检查，并进行必要的电气及机械性能测试。

6.12 电源影响试验

6.12.1 辅助激励量电压波动影响试验

6.12.1.1 检验方法

将直流电源电压分别调整至标称的极限值 $80\%U_n$ 和 $115\%U_n$ 时，测试保护装置的动作值、动作时间、采样精度等主要性能指标。

6.12.1.2 技术要求

满足 GB/T 14598.11—2011 的要求。

6.12.2 直流电压跌落试验

6.12.2.1 检验方法

按 GB/T 14598.11—2011 规定的方法进行试验。

6.12.2.2 技术要求

满足 GB/T 14598.11—2011 的要求。

6.12.3 直流电源中断试验

6.12.3.1 检验方法

按 GB/T 14598.11—2011 规定的方法进行试验。

6.12.3.2 技术要求

满足 GB/T 14598.11—2011 的要求。

6.12.4 直流中交流分量(纹波)

6.12.4.1 检验方法

按 GB/T 14598.11—2011 规定的方法进行试验。

6.12.4.2 技术要求

满足 GB/T 14598.11—2011 的要求。

6.13 机械性能试验

6.13.1 振动

6.13.1.1 振动响应

6.13.1.1.1 检验方法

按照 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的方法进行：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应能承受严酷等级为 1 级的振动响应能力；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备应能承受严酷等级为 2 级的振动响应能力。

6.13.1.1.2 技术要求

振动响应试验产生的变差应满足产品标准的要求。试验结束后保护装置无紧固零件松动、机械损坏现象；有关性能应满足产品标准的要求。

6.13.1.2 振动耐久

6.13.1.2.1 检验方法

按照 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的方法进行：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应能承受严酷等级为 1 级的振动耐久能力；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备应能承受严酷等级为 2 级的振动耐久能力。

6.13.1.2.2 技术要求

保护装置无紧固零件松动、机械损坏现象；振动后通电测试，性能正常。

6.13.2 冲击

6.13.2.1 冲击响应

6.13.2.1.1 检验方法

按照 GB/T 14537—1993 中 4.2.1 规定的方法进行：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应能承受严酷等级为 1 级的冲击响应能力；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备应能承受严酷等级为 2 级的冲击响应能力。

6.13.2.1.2 技术要求

冲击响应试验产生的变差应满足产品标准的要求。试验结束后保护装置无紧固零松动、机械损坏现象；有关性能应满足产品标准的要求。

6.13.2.2 冲击耐久

6.13.2.2.1 检验方法

按照 GB/T 14537—1993 中 4.2.2 规定的方法进行：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应能承受严酷等级为 1 级的冲击耐久能力；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备应能承受严酷等级为 2 级的冲击耐久能力。

6.13.2.2.2 技术要求

保护装置无紧固零件松动、机械损坏现象；冲击后通电测试，性能正常。

6.13.3 碰撞

6.13.3.1 检验方法

按照 GB/T 14537—1993 中 4.3 规定的方法进行：

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应能承受严酷等级为 1 级的碰撞能力；
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备应能承受严酷等级为 2 级的碰撞能力。

6.13.3.2 技术要求

保护装置无紧固零件松动、机械损坏现象；碰撞后通电测试，性能正常。

6.14 绝缘试验

6.14.1 绝缘电阻

6.14.1.1 检验方法

按 DL/T 478 规定的方法进行试验。

6.14.1.2 技术要求

满足 DL/T 478 的要求。

6.14.2 介质强度

6.14.2.1 检验方法

按 DL/T 478 规定的方法进行试验。

6.14.2.2 技术要求

满足 DL/T 478 的要求。

6.14.3 冲击电压

6.14.3.1 检验方法

按 DL/T 478 规定的方法进行试验。

6.14.3.2 技术要求

满足 DL/T 478 的要求。

6.15 电磁兼容

6.15.1 1 MHz 脉冲群抗扰度试验

6.15.1.1 检验方法

1 MHz 和 100 kHz 脉冲群抗扰度试验按 GB/T 14598.13—2008 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,通过 3 级脉冲群抗扰度试验。

6.15.1.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.13—2008 中第 8 章的验收准则。

6.15.2 静电放电抗扰度试验

6.15.2.1 检验方法

静电放电抗扰度试验按 GB/T 14598.14—2010 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,通过 4 级静电放电试验。

6.15.2.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.14—2010 中第 8 章的验收准则。

6.15.3 辐射电磁场抗扰度试验

6.15.3.1 检验方法

辐射电磁场抗扰度试验按 GB/T 14598.9—2010 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—

2007 中 4.2 的要求进行,根据保护装置的安装环境确定试验等级:

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备、室外智能控制柜安装的设备应通过 3 级 10 V/m 磁场试验;
- b) 室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备通过 3 级 10 V/m 及 20 V/m 磁场试验。

6.15.3.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.9—2010 中第 8 章的验收准则。

6.15.4 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验

6.15.4.1 检验方法

电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验按 GB/T 14598.10—2012 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,根据保护装置的安装环境确定试验等级:

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备通过 A 级电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验;
- b) 室外智能控制柜安装的设备、室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备通过 A 级电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验。

6.15.4.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.10—2012 中第 8 章的验收准则。

6.15.5 浪涌抗扰度试验

6.15.5.1 检验方法

浪涌抗扰度试验按 GB/T 14598.18—2012 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,根据保护装置的安装环境确定试验等级:

- a) 安装于保护小室内的保护屏柜、安装室内就地化安装的设备通过 3 级浪涌抗扰度试验;
- b) 室外智能控制柜安装的设备、室外的、直接就地化安装及与一次设备集成安装的设备需通过 3 级和 4 级浪涌抗扰度试验。

6.15.5.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.18—2012 中第 8 章的验收准则。

6.15.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

6.15.6.1 检验方法

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验按 GB/T 14598.17—2005 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,通过 3 级射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

6.15.6.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.17—2005 中第 8 章的验收准则。

6.15.7 工频抗扰度试验

6.15.7.1 检验方法

工频抗扰度试验按 GB/T 14598.19—2007 规定的方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.2 的要求进行,通过 A 级工频抗扰度试验。

6.15.7.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.19—2007 中第 8 章的验收准则。

6.15.8 工频磁场抗扰度试验

6.15.8.1 检验方法

工频磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.8—2006 规定的检验方法进行,通过 5 级工频磁场抗扰度试验。

6.15.8.2 技术要求

应符合 GB/T 17626.8—2006 中第 9 章试验结果的评定。

6.15.9 脉冲磁场抗扰度试验

6.15.9.1 检验方法

脉冲磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.9—2011 规定的检验方法进行,通过 5 级脉冲磁场抗扰度试验。

6.15.9.2 技术要求

应符合 GB/T 17626.9—2011 中第 9 章试验结果的评定。

6.15.10 阻尼振荡磁场抗扰度试验

6.15.10.1 检验方法

阻尼振荡磁场抗扰度试验按 GB/T 17626.10—1998 规定的检验方法进行,通过 5 级阻尼振荡磁场抗扰度试验。

6.15.10.2 技术要求

应符合 GB/T 17626.10—1998 中第 9 章试验结果的评定。

6.15.11 直流电源输入端口纹波抗扰度试验

6.15.11.1 检验方法

直流电源输入端口纹波抗扰度试验按 GB/T 14598.11—2011 规定的试验方法进行。

6.15.11.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.11—2011 中第 8 章的验收准则。

6.15.12 电磁发射试验

6.15.12.1 检验方法

电磁发射试验按 GB/T 14598.16—2002 规定的检验方法进行。试验部位按 GB/T 14598.20—2007 中 4.1 的要求进行传导发射和辐射发射试验。

6.15.12.2 技术要求

应符合 GB/T 14598.16—2002 第 7 章的合格判据。

6.16 动模试验

6.16.1 试验系统

根据保护装置技术特点组建测试系统,如图 4~图 8 所示,数字量采样的测试系统包括合并单元、智能终端、保护装置、网络交换机、数字式录波器、动态模拟系统等;模拟量采样的测试系统包括智能终端、保护装置、网络交换机、数模混合式录波器、动态模拟系统等。动模试验系统方案宜参照 GB/T 26864—2011 执行。

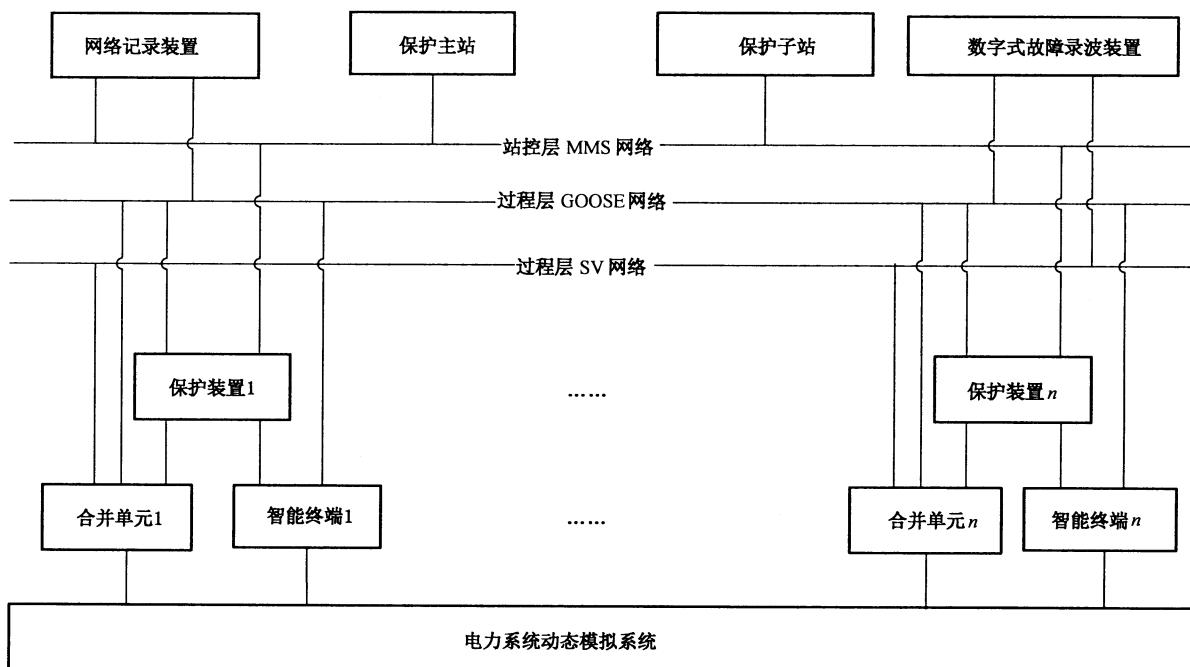


图 4 数字量采样直采直跳方式的测试系统示意图

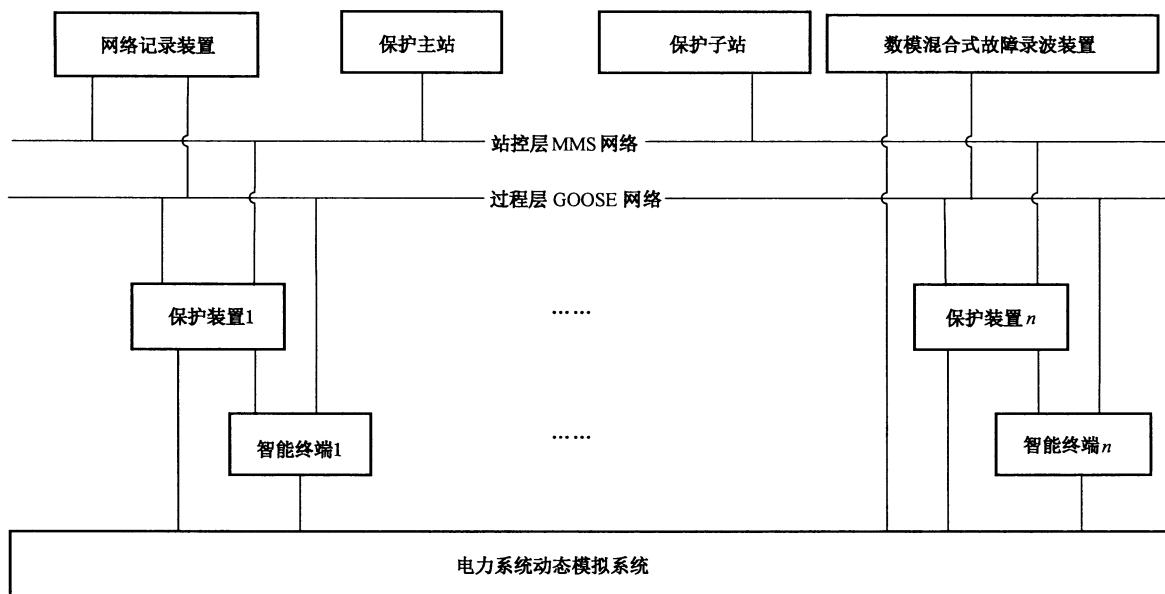


图 5 模拟量采样直采直跳方式的测试系统示意图

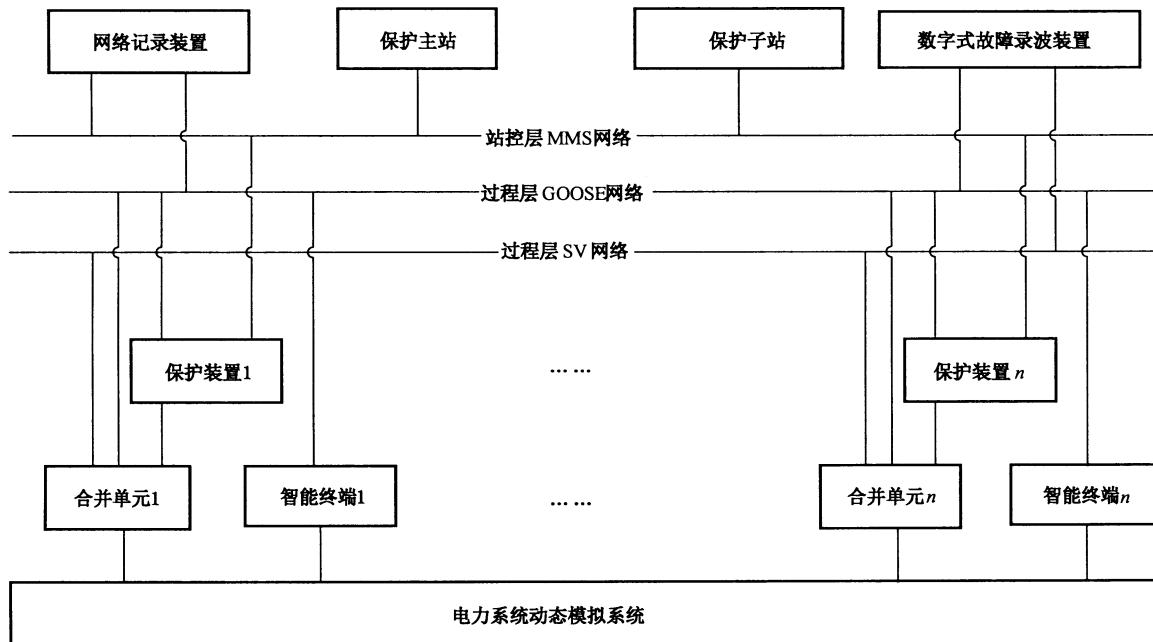


图 6 数字量采样直采网跳方式的测试系统示意图

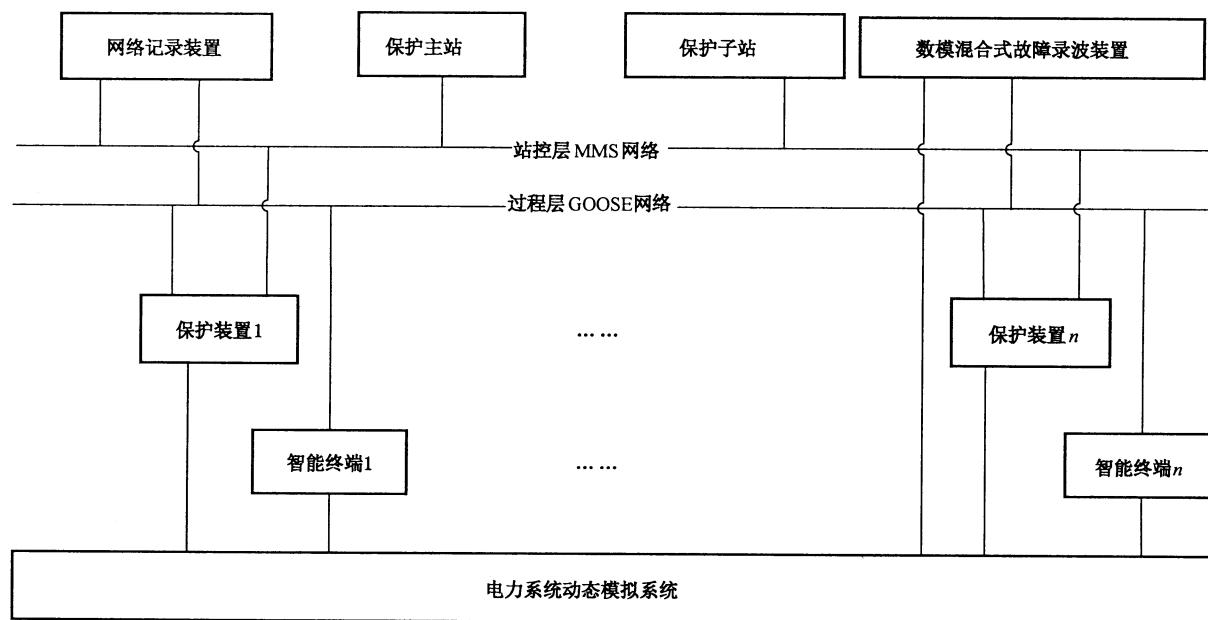


图 7 模拟量采样直采网跳方式的测试系统示意图

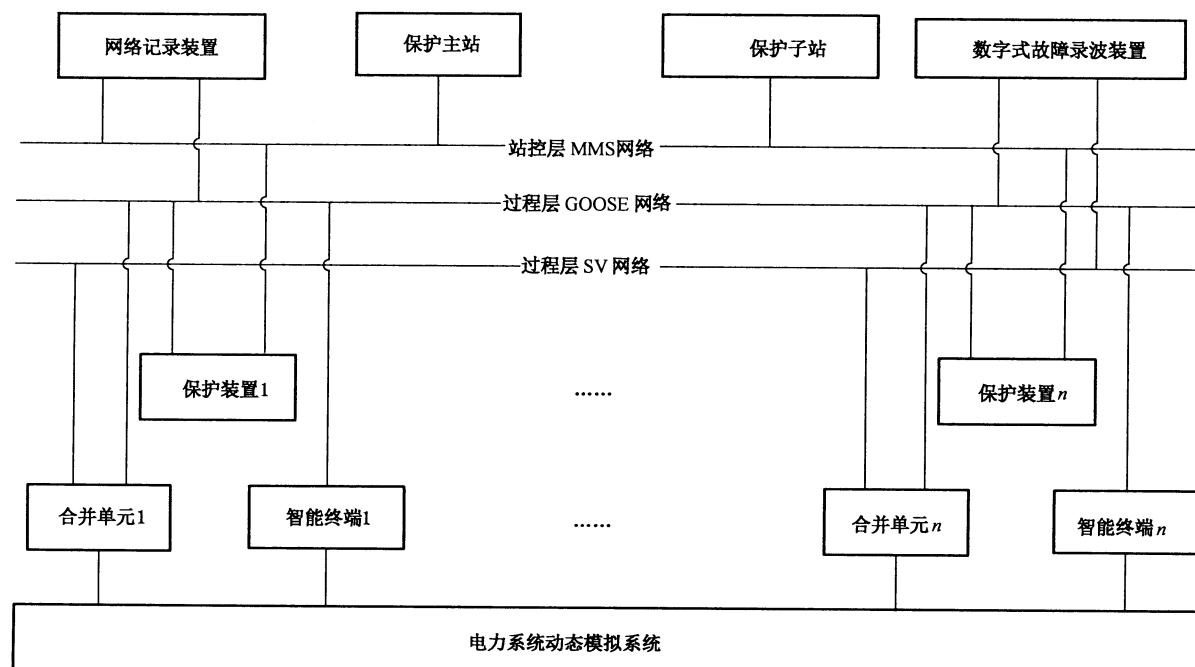


图 8 网采网跳方式的测试系统示意图

6.16.2 常规动模试验项目

6.16.2.1 检验方法

常规动模试验项目包括 GB/T 26864—2011 中规定的线路保护、母线保护、变压器保护及并联电抗器保护的试验项目。按 GB/T 26864—2011 中相应规定进行常规操作及故障模拟测试项目。

6.16.2.2 技术要求

保护装置的基本功能及性能应满足以下相应标准的规定：GB/T 14285、GB/T 14598.2、GB/T 14598.303、GB/T 15145、DL/T 478、DL/T 995、DL/T 670、DL/T 671、DL/T 770。

6.16.3 检修机制配合性能测试

6.16.3.1 检验方法

检验方法为：

- a) 模拟 SV 检修，包括所有 MU 都不检修，保护不检修；所有 MU 都检修，保护不检修；所有 MU 都检修，保护检修；任意一个 MU 检修，保护检修；任意一个 MU 不检修，保护检修五种情况，并分别模拟保护区内外故障；
- b) 模拟 GOOSE 检修，包括保护不检修，所有智能终端不检修，保护动作；保护检修，所有智能终端检修，保护动作；保护不检修，任意一个智能终端检修，保护动作；保护检修，任意一个智能终端不检修，保护动作四种情况，并分别模拟保护区内外故障；
- c) 模拟保护装置带检修压板重启保护装置。

6.16.3.2 技术要求

技术要求为：

- a) 保护装置应将接收的 SV 报文中的 Test 位与保护装置自身的检修压板状态进行比较，只有两者一致时才将该信号用于保护逻辑，否则应发出告警信号并闭锁相关保护；
- b) GOOSE 接收端装置应将接收的 GOOSE 报文中的 test 位与装置自身的检修压板状态进行比较，只有两者一致时才将信号作为有效进行处理或动作；
- c) 保护装置带检修压板应能正确重启保护装置，不应有异常报文。

6.16.4 通讯异常试验

6.16.4.1 检验方法

检验方法为：

- a) 模拟电流合并单元与保护装置之间因电流合并单元断电、光纤中断或交换机异常等原因造成通信中断、后又通信恢复的情况，并在通信恢复后分别模拟保护区内外故障；
- b) 模拟电压合并单元与保护装置之间因电压合并单元断电、光纤中断或交换机异常等原因造成通信中断、后又通信恢复的情况，并在通信恢复后分别模拟保护区内外故障；
- c) 模拟保护装置与智能终端之间因智能终端断电、光纤中断或交换机异常等原因造成通信中断、后又通信恢复的情况，并在通信恢复后分别模拟保护区内外故障；
- d) 模拟保护装置与站控层网络间因光纤中断造成的通信中断，模拟保护区内外故障。

6.16.4.2 技术要求

技术要求为：

- a) 电流合并单元与保护装置之间通信中断后，保护装置应告警并闭锁保护，在通信恢复后保护装置功能恢复正常；因电流合并单元断电造成的通信中断，在保护装置上电保护不应误动；
- b) 电压合并单元与保护装置之间通信中断后，保护装置应告警，电流差动保护逻辑保留，母线区内故障应正确动作；在通信恢复后保护装置功能恢复正常；因电压合并单元断电造成的通信中断，在保护装置上电保护不应误动；

- c) 保护装置与智能终端之间通信中断后,保护装置应告警 GOOSE 断链,保护动作不受影响;在通信恢复后保护装置告警返回;因智能终端断电造成的通信中断,在保护装置上电保护不应误动;
- d) 保护装置与站控层网络之间的通信异常不应影响保护装置的性能。

6.16.5 合并单元失步测试

6.16.5.1 检验方法

检验方法为:

- a) 模拟电流合并单元同步信号丢失导致同步异常、及恢复同步过程,并在同步异常及恢复过程中分别模拟保护区内、外故障;
- b) 模拟电压合并单元同步信号丢失导致同步异常、及恢复同步过程,并在同步异常及恢复过程中分别模拟保护区内、外故障;
- c) 模拟合并单元间不同步及恢复同步过程,并在不同步及恢复同步过程中分别模拟保护区内、外故障。

6.16.5.2 技术要求

保护装置性能不应受合并单元同步状态的影响。

6.17 保护装置网络压力试验

6.17.1 检测系统

直采直跳方式下,采用数字量采样的保护装置网络压力测试可采用图 9、图 10 所示的检测系统。直采网跳、网采网跳(SV、GOOSE 独立组网)、网采网跳(SV、GOOSE 共网)及采用模拟量输入的保护装置参照搭建检测系统。

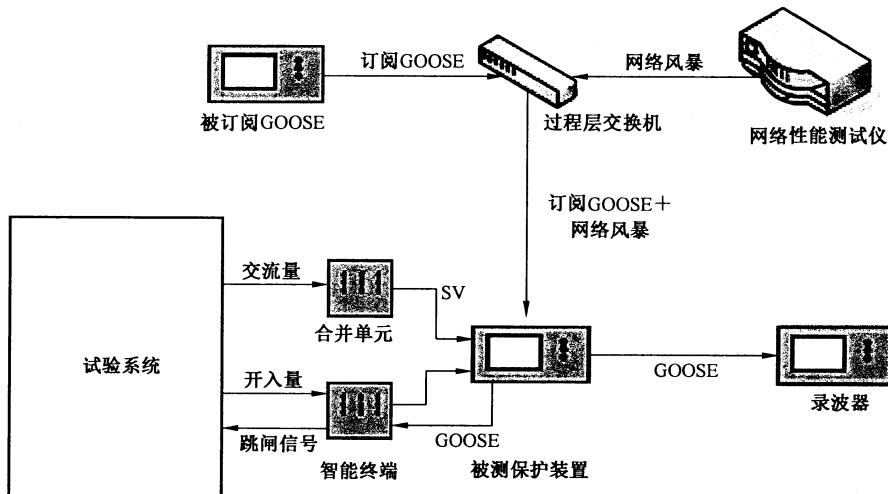


图 9 保护装置过程层网络压力检测系统

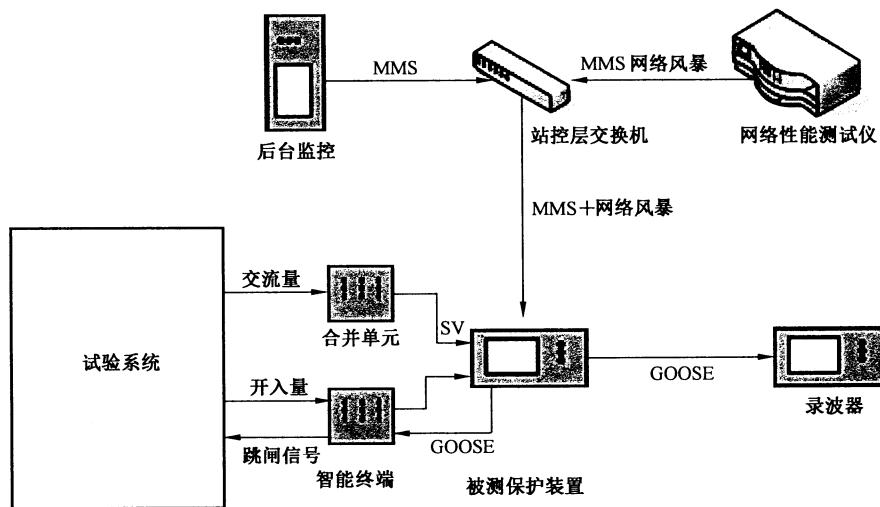


图 10 保护装置站控层网络压力检测系统

6.17.2 非订阅报文过程层网络压力测试

6.17.2.1 检验方法

在原有网络数据流量的基础上使用网络测试仪通过交换机对组网口分别施加非订阅 GOOSE、SV、ARP 等类型的报文,注入流量(100 M 减去实测基础流量),网络压力持续时间不小于 2 min。网络压力持续过程中,模拟区内外故障及与各订阅 GOOSE 控制块报文相关的故障(如断路器失灵、死区故障或手合断路器于故障等),查看保护装置动作情况。非订阅 GOOSE 压力报文变化类型可设置为重复报文(stNum 不变, sqNum 不变)、心跳报文(stNum 不变, sqNum 递增)、变位报文(stNum 递增, sqNum 为 0, 通道无变化),SV 报文为重复报文(smpCnt 不变, 报文内容不变),加入的非订阅报文类型参考表 7。

表 7 施加非订阅报文类型

	MAC	APPID	测试流量指标	报文类型
非订阅报文 1	订阅	非订阅(随机)	100 M 减去实测基础流量	GOOSE: 重复报文, 心跳报文, 变位报文; SV: 重复报文
非订阅报文 2	非订阅(随机)	订阅	100 M 减去实测基础流量	GOOSE: 重复报文, 心跳报文, 变位报文; SV: 重复报文
ARP 广播报文			100 M 减去实测基础流量	—

6.17.2.2 技术要求

保护装置应至少不受上述两种非订阅报文之一的影响,不应受 ARP 广播报文网络风暴影响,保护装置运行正常,不误动、不误发报文,不应出现死机、重启等异常现象,保护装置面板不应有异常告警;发生区内故障时,保护装置应能可靠动作,发生区外故障时,保护装置不应误动。保护装置应能正确接收

点对点口及组网口订阅 GOOSE 控制块报文的状态变位或联闭锁信号并正确动作。

6.17.3 订阅 GOOSE 报文过程层网络压力测试

6.17.3.1 检验方法

在原有网络数据流量的基础上使用网络测试仪通过交换机对保护装置组网口施加单个或多个订阅 GOOSE 报文, 网络压力持续时间不小于 2 min。网络压力持续过程中, 模拟区内外故障及与各订阅 GOOSE 控制块报文相关的故障(如断路器失灵、死区故障或手合断路器于故障等), 查看保护装置动作情况。施加的报文类型如下:

- a) 订阅 GOOSE 重复报文压力测试: stNum 不变, sqNum 不变, 注入流量最小为 1 M, 最大为 100 M 减去实测基础流量;
- b) 订阅 GOOSE 心跳报文压力测试: stNum 不变, sqNum 递增, 每控制块 GOOSE 变化报文 0.833 ms 发送 1 帧;
- c) 订阅 GOOSE 变位报文压力测试: stNum 递增, sqNum 为 0, 每控制块 GOOSE 变化报文 0.833 ms 发送 1 帧;
- d) 订阅 GOOSE 变位报文雪崩测试: 同时发送多个订阅 GOOSE 控制块 stNum 递增 sqNum 为 0 的变位报文, 每控制块 GOOSE 变化报文 1 s 发送 1 帧。

6.17.3.2 技术要求

保护装置运行正常, 不误动、不误发和发生网络压力的订阅控制块无关的异常报文, 不应出现死机、重启等异常现象, 保护装置面板不应有和发生网络压力的订阅控制块无关的异常告警; 发生区内故障时, 保护装置应能可靠动作, 发生区外故障时, 保护装置不应误动。保护装置应能正确接收点对点口及组网口其他订阅 GOOSE 控制块报文的状态变位或联闭锁信号并正确动作。

6.17.4 采用数字量输入的保护装置的订阅 SV 报文过程层网络压力测试

6.17.4.1 检验方法

在原有网络数据流量的基础上使用网络测试仪通过交换机对直采保护装置的点对点口及网采保护装置的 SV 采样组网口施加单个订阅 SV 报文(SmpCnt 不变, 报文内容不变), 注入流量最小为 1 M, 最大为 100 M 减去实测基础流量, 网络压力持续时间不小于 2 min。网络压力持续过程中, 模拟区内外故障及与各订阅 GOOSE 控制块报文相关的故障(如断路器失灵、死区故障或手合断路器于故障等), 查看保护装置动作情况。

6.17.4.2 技术要求

保护装置运行正常; 不应误动, 不误发和发生网络压力的订阅控制块无关的异常报文; 发生区内故障时, 与订阅压力数据流无关的保护功能应能可靠动作; 不应出现死机、重启等异常现象, 保护装置面板不应有和发生网络压力的订阅控制块无关的异常告警; 与订阅压力数据流相关的保护功能不能正常运行时应有正确告警; 保护装置应能正确接收订阅 GOOSE 控制块报文的状态变位或联闭锁信号。

6.17.5 订阅报文网络压力极限测试

6.17.5.1 检验方法

在原有网络数据流量的基础上使用网络测试仪通过交换机对保护装置组网口施加单个订阅 GOOSE 报文, 网络压力持续时间不小于 2 min。网络压力消失后, 模拟区内外故障及与各订阅

GOOSE 控制块报文相关的故障(如断路器失灵、死区故障或手合断路器于故障等),查看保护装置动作情况。施加的报文类型如下:

- a) 订阅 GOOSE 心跳报文压力极限测试:stNum 不变,sqNum 递增,注入流量为(100 M 减去实测基础流量);
- b) 订阅 GOOSE 变位报文压力极限测试:stNum 递增,sqNum 为 0,注入流量为(100 M 减去实测基础流量)。

6.17.5.2 技术要求

保护装置在订阅报文网络压力测试条件下应运行正常,不误动、不误发报文,不应出现死机、重启等异常现象。网络压力消失后保护装置正常运行,发生区内故障时,保护装置应能可靠动作,发生区外故障时,保护装置不应误动,保护装置应能正确接收点对点口及组网口订阅 GOOSE 控制块报文的状态变位或联闭锁信号并正确动作。

6.17.6 站控层网络压力测试

6.17.6.1 检验方法

去除站控层交换机广播风暴抑制,在原有网络数据流量的基础上使用网络测试仪向交换机端口注入广播报文(ARP、UDP、TCP),注入流量最小为 1 M,最大为 100 M 减去实测基础流量。网络压力持续过程中,模拟区内外故障及与各订阅 GOOSE 控制块报文相关的故障(如断路器失灵、死区故障或手合断路器于故障等),查看保护装置动作情况。

6.17.6.2 技术要求

保护装置不应受站控层广播报文网络风暴影响,保护装置运行正常,不误动、不误发报文,不应出现死机、重启等异常现象;保护装置面板不应死机,不应有异常告警;发生区内故障时,保护装置应能可靠动作,发生区外故障时,保护装置不应误动。保护装置应能正确接收点对点口及组网口订阅 GOOSE 控制块报文的状态变位或联闭锁信号并正确动作。