

ICS 29.240

K 45

备案号: 57153-2017

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

**DL/T 995 — 2016**

代替 DL/T 995 — 2006

---

## 继电保护和电网安全自动装置 检验规程

Testing regulations on protection and stability control equipment

2016-12-05 发布

2017-05-01 实施

---

国家能源局 发布



## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	1
5 常规变电站继电保护和电网安全自动装置的检验	2
6 智能变电站继电保护和电网安全自动装置检验	15
附录 A (资料性附录) 继电保护和电网安全自动装置状态检修	29
附录 B (规范性附录) 常用继电器检验项目	38
附录 C (规范性附录) 常规变电站各类装置检验项目	41
附录 D (规范性附录) 智能变电站合并单元和智能终端检验方法	46



## 前 言

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

本标准代替 DL/T 995—2006《继电保护和电网安全自动装置检验规程》，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 增加了智能变电站继电保护和电网安全自动装置检验规定和要求；
- 增加了继电保护和电网安全自动装置状态检修相关内容；
- 对常规变电站继电保护和电网安全自动装置检验时间、项目、要求等进行部分修改和完善。

本标准由中国电力企业联合会标准化管理中心提出。

本标准由电力行业继电保护标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国家电网华北电力调控分中心、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、华北电力科学研究院、冀北电力调度控制中心、冀北电力公司运检分公司、天津电力调度控制中心、天津电力科学研究院、河北电力公司检修分公司、广西电力调度控制中心、陕西电力调度控制中心、浙江电力调度控制中心、中国电力科学研究院有限公司、江苏电力科学研究院、浙江电力科学研究院、南京南瑞继保电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、许继电气股份有限公司。

本标准主要起草人：杨心平、王宁、孙集伟、刘宇、郭建勇、彭业、孟超、刘蔚、任俊、张永伍、张磐、王亚强、韩冰、胡建利、裘愉涛、周春霞、周栋骥、王松、朱晓彤、秦应力、张勇刚、樊占峰、戴光武。

本标准代替 DL/T 995—2006。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



# 继电保护和电网安全自动装置检验规程

## 1 范围

本标准规定了电力系统继电保护和电网安全自动装置及其二次回路各类检验的周期、内容及要求。

本标准适用于电网企业、并网运行发电企业及用户对继电保护和电网安全自动装置（以下简称保护装置）进行安装调试、运行维护等工作。

## 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 2900.15 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器
- GB/T 2900.50 电工术语 发电、输电及配电 通用术语
- GB/T 2900.57 电工术语 发电、输电及配电运行
- GB/T 7261—2016 继电保护及安全自动装置基本试验方法
- GB/T 14285—2006 继电保护及安全自动装置技术规程
- GB/T 20840.7—2007 电子式电压互感器
- GB/T 20840.8—2007 电子式电流互感器
- GB/T 22386—2008 电力系统暂态数据交换通用格式
- GB/T 25931—2010 网络测量和控制系统的精密时钟同步协议
- DL/T 478—2013 继电保护及安全自动装置通用技术条件
- DL/T 527—2013 继电保护及控制装置电源模块（模件）技术条件
- DL/T 587 微机继电保护装置运行管理规程
- DL/T 860（所有部分）变电站通信网络和系统
- DL/T 1501—2016 数字化继电保护试验装置技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 2900.15、GB/T 2900.50、GB/T 2900.57、GB/T 20840.7、GB/T 20840.8、DL/T 860 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

**继电保护系统 relay protection system**

由继电保护装置、合并单元、智能终端、交换机、通道、二次回路等构成，实现继电保护功能的系统。

## 4 总则

4.1 本标准是保护装置在检验过程中应遵守的基本原则。本标准内容不限于继电保护单体装置，还包括合并单元、智能终端、交换机、通道、二次回路等构成继电保护系统的设备。

4.2 各级继电保护管理及运行维护单位，应根据当地电网具体情况并结合一次设备的检修合理地安排年、季、月的检验计划。相关调度机构应支持配合，并做统筹安排。

4.3 保护装置检验工作应制定标准化的作业指导书及实施方案，其内容应符合本标准。

4.4 检验用仪器、仪表的准确级及技术特性应符合要求，并应定期校验。



4.5 微机型保护装置的检验，应充分利用其“自检”功能，着重检验“自检”功能无法检测的项目。

4.6 对于不停电检验工作，应考虑继电保护双重化配置及远、近后备保护配合，遵循任何电力设备不允许在无继电保护的条件下运行的原则。

## 5 常规变电站继电保护和电网安全自动装置的检验

### 5.1 常规检修检验种类及周期

#### 5.1.1 常规检修检验种类

常规检修检验分为三类：

- a) 新安装保护装置的验收检验；
- b) 运行中保护装置的定期检验（简称定期检验）；
- c) 运行中保护装置的补充检验（简称补充检验）。

##### 5.1.1.1 新安装保护装置的验收检验

新安装保护装置的验收检验，在下列情况进行：

- a) 当新安装的一次设备投入运行时；
- b) 当在现有的一次设备上投入新安装的保护装置时。

##### 5.1.1.2 运行中保护装置的定期检验

定期检验分为三种：

- a) 全部检验；
- b) 部分检验；
- c) 用保护装置进行断路器跳、合闸试验。

##### 5.1.1.3 运行中保护装置的补充检验

补充检验分为五种：

- a) 对运行中的保护装置进行较大的更改（含保护装置软件版本升级）或增设新的回路后的检验；
- b) 检修或更换一次设备后的检验；
- c) 运行中发现异常情况后的检验；
- d) 事故后检验；
- e) 已投运行的保护装置停电一年及以上，再次投入运行时的检验。

#### 5.1.2 定期检验的内容与周期

5.1.2.1 定期检验应根据本标准所规定的周期、项目及各级主管部门批准执行的标准化作业指导书的内容进行。

5.1.2.2 定期检验周期计划的制定应综合考虑所辖设备的电压等级及工况，按本标准要求的周期、项目进行。一般情况下，定期检验应尽可能配合在一次设备停电检修期间进行。220kV 电压等级及以上保护装置的全部检验及部分检验周期表见表 1 和表 2。



表1 全部检验周期表

编号	设备类型	全部检验周期 (年)	定义范围说明
1	微机型保护装置	6	包括装置引入端子外的交、直流及操作回路以及涉及的辅助继电器、操动机构的辅助触点、直流控制回路的自动开关等
2	非微机型保护装置	4	包括装置引入端子外的交、直流及操作回路以及涉及的辅助继电器、操动机构的辅助触点、直流控制回路的自动开关等
3	保护专用光纤通道, 复用光纤或微波连接通道	6	指站端保护装置连接用光纤通道及光电转换装置
4	保护用载波通道的加工设备(包含与通信复用、电网安全自动装置合用且由其他部门负责维护的设备)	6	涉及如下相应的加工设备: 高频电缆、结合滤波器、差接网络、分频器

表2 部分检验周期表

编号	设备类型	部分检验周期 (年)	定义范围说明
1	微机型保护装置	2~4	包括装置引入端子外的交、直流及操作回路以及涉及的辅助继电器、操作机构的辅助触点、直流控制回路的自动开关等
2	非微机型保护装置	1	包括装置引入端子外的交、直流及操作回路以及涉及的辅助继电器、操作机构的辅助触点、直流控制回路的自动开关等
3	保护专用光纤通道, 复用光纤或微波连接通道	2~4	指光纤头擦拭、收信裕度测试等
4	保护用载波通道的加工设备(包含与通信复用、电网安全自动装置合用且由其他部门负责维护的设备)	2~4	指传输衰耗、收信裕度测试等

5.1.2.3 制定部分检验周期计划时, 设备的运行维护部门可视保护装置的电压等级、制造质量、运行工况、运行环境与条件, 适当缩短其检验周期, 增加检验项目。具体如下:

- a) 新安装保护装置投运后一年内应进行第一次全部检验。在装置第二次全部检验后, 若发现装置运行情况较差或已暴露出了需予以监督的缺陷, 可考虑适当缩短部分检验周期, 并有目的、有重点地选择检验项目。
- b) 110kV 电压等级的微机型保护装置宜每 2 年~4 年进行一次部分检验, 每 6 年进行一次全部检验; 非微机型保护装置参照 220kV 及以上电压等级同类保护装置的检验周期。
- c) 利用保护装置进行断路器的跳、合闸试验宜与一次设备检修结合进行。必要时可进行补充检验。

5.1.2.4 母线差动保护、断路器失灵保护及电网安全自动装置中投切发电机组、切除负荷、切除线路或变压器等设备的跳合断路器试验, 允许用导通方法分别证实至每个断路器跳闸回路接线的正确性。

### 5.1.3 补充检验的内容

5.1.3.1 因检修或更换一次设备(断路器、电流和电压互感器等)所进行的检验, 应由运行维护单位继电保护部门根据一次设备检修(更换)的性质, 确定其检验项目。

5.1.3.2 运行中的保护装置经过较大的更改或装置的二次回路变动后, 均应由运行维护单位继电保护部门进行检验, 并按其工作性质确定其检验项目。



5.1.3.3 凡保护装置发生异常或装置不正确动作且原因不明时，均应由运行维护单位继电保护部门根据事故情况，有目的地拟定具体检验项目及检验顺序，尽快进行事故后检验。检验工作结束后，应及时提出报告，按设备调度管辖权限上报备查。

#### 5.1.4 检验管理

5.1.4.1 对试运行的新型保护装置，应进行全面的检查试验，并经网（省）公司继电保护运行管理部门审查。

5.1.4.2 因制造质量不良、不能满足运行要求的保护装置，应由制造厂负责解决，并向上级主管部门报告。

5.1.4.3 保护装置出现普遍性问题后，制造厂有义务向运行主管部门及时通报，并提出预防性措施。

#### 5.2 常规变电站检验工作应具备的条件

##### 5.2.1 仪器、仪表的基本要求与配置

5.2.1.1 保护装置检验所使用的仪器、仪表应检验合格，并应满足 GB/T 7261—2016 中的规定，定值检验所使用的仪器、仪表的准确级应不低于 0.5 级。

5.2.1.2 220kV 及以上变电站如需调试载波通道应配置高频振荡器和选频表。220kV 及以上变电站或集控站应配置一套至少可同时输出三相电流、四相电压的微机成套试验仪及试验线等工具。

5.2.1.3 继电保护班组应至少配置指针式电压表、电流表，数字式电压表、电流表，钳形电流表，相位表，毫秒计，电桥等；500V、1000V 及 2500V 绝缘电阻表；可记忆示波器；载波通道测试所需的高频振荡器和选频表，无感电阻，可变衰耗器等；微机成套试验仪。

建议配置便携式录波器（波形记录仪）、模拟断路器。

需要调试光纤纵联通道时应配置光源、光功率计、误码仪、可变光衰耗器等仪器。

##### 5.2.2 检验前的准备工作

5.2.2.1 在现场进行检验工作前，应认真了解被检验保护装置的一次设备情况及其相邻的一、二次设备情况，与运行设备关联部分的详细情况，据此制定在检验工作全过程中确保系统安全运行的技术措施。

5.2.2.2 应具备与实际状况一致的图纸、上次检验的记录、最新定值通知单、标准化作业指导书、合格的仪器仪表、备品备件、工具和连接导线等。

5.2.2.3 规定有接地端的测试仪表，在现场进行检验时，不允许直接接到直流电源回路中，以防止发生直流电源接地的现象。

5.2.2.4 新安装保护装置验收检验前的准备工作包括：

- a) 了解设备的一次接线及投入运行后可能出现的运行方式和设备投入运行的方案，该方案应包括投入初期的临时继电保护方式。
- b) 检查保护装置的原理接线图（设计图）及与之相符合的二次回路安装图，电缆敷设图，电缆编号图，断路器操动机构图，电流、电压互感器端子箱图及二次回路分线箱图等全部图纸以及成套保护、自动装置的原理和技术说明书及断路器操动机构说明书，电流、电压互感器的出厂试验报告等。以上技术资料应齐全、正确。若新装置由基建部门负责调试，生产部门继电保护验收人员验收全套技术资料之后，再验收技术报告。
- c) 根据设计图纸，到现场核对所有保护装置的安装位置是否正确。

5.2.2.5 对保护装置的整定试验，应按有关继电保护部门提供的定值通知单进行。工作负责人应熟知定值通知单的内容，核对所给定值是否齐全，所使用的电流、电压互感器的变比值是否与现场实际情况相符合（不应仅限于定值单中设定功能的验证）。



5.2.2.6 继电保护检验人员在运行设备上检验工作时，应事先取得发电厂或变电站运行人员的同意，遵照电业安全工作相关规定履行工作许可手续，并在运行人员利用专用的连片将保护装置的所有出口回路断开之后，才能进行检验工作。

5.2.2.7 检验现场应提供安全可靠的检修试验电源，禁止从运行设备上接取试验电源。

5.2.2.8 检查装设保护和通信设备的室内的所有金属结构及设备外壳均应连接于等电位地网。

5.2.2.9 检查装设静态保护和控制装置屏柜下部接地铜排已可靠连接于等电位地网。

5.2.2.10 检查等电位接地网与厂、站主接地网紧密连接。

### 5.3 常规变电站现场检验

#### 5.3.1 电流、电压互感器的检验

##### 5.3.1.1 新安装电流、电压互感器及其回路的验收。

检查电流、电压互感器的铭牌参数是否完整，出厂合格证及试验资料是否齐全，如缺乏上述数据，应由有关制造厂或基建、生产单位的试验部门提供下列试验资料：所有绕组的极性，所有绕组及其抽头的变比，电压互感器在各使用容量下的准确级，电流互感器各绕组的准确级（级别）、容量及内部安装位置，二次绕组的直流电阻（各抽头），电流互感器各绕组的伏安特性。

##### 5.3.1.2 电流、电压互感器安装竣工后，继电保护检验人员应进行下列检查：

- a) 电流、电压互感器的变比、容量、准确级应符合设计要求。
- b) 测试互感器各绕组间的极性关系，核对铭牌上的极性标志是否正确。检查互感器各次绕组的连接方式及其极性关系是否与设计符合，相别标识是否正确。
- c) 有条件时，自电流互感器的一次分相通入电流，检查工作抽头变比及回路是否正确（发电机—变压器组保护所使用的外附互感器、变压器套管互感器的极性与变比检验可在发电机做短路试验时进行）。
- d) 自电流互感器的二次端子箱处向负载端通入交流电流，测定回路的压降，计算电流回路每相与中性线及相间的阻抗（二次回路负担）。按保护的具体工作条件和制造厂家提供的出厂资料，来验算所测得的阻抗值是否符合互感器 10%误差的要求。

#### 5.3.2 二次回路检验

##### 5.3.2.1 在被保护设备的断路器、电流互感器以及电压回路与其他单元设备的回路完全断开后方可进行。

##### 5.3.2.2 电流互感器二次回路应进行下列检查：

- a) 检查电流互感器二次绕组所有二次接线的正确性及端子排引线螺钉压接的可靠性。
- b) 检查电流二次回路的接地点与接地状况，电流互感器的二次回路应分别且只能有一点接地；由几组电流互感器二次组合的电流回路，应在有直接电气连接处一点接地。

##### 5.3.2.3 电压互感器二次回路应进行下列检查：

- a) 检查电压互感器二次、三次绕组的所有二次回路接线的正确性及端子排引线螺钉压接的可靠性。
- b) 经控制室零相小母线（N600）连通的几组电压互感器二次回路，只应在控制室将 N600 一点接地，各电压互感器二次中性点在开关场的接地点应断开；为保证接地可靠，各电压互感器的中性线不得接有可能断开的熔断器（自动开关）或接触器等。独立的、与其他互感器二次回路没有直接电气联系的二次回路，可以在控制室也可以在开关场实现一点接地。来自电压互感器二次回路的 4 根开关场引入线和互感器三次回路的 2（3）根开关场引入线应分开，不得共用。电压互感器开口三角电压回路中不得接有可能断开的熔断器（自动开关）或接触器等。



- c) 检查电压互感器二次中性点在开关场的金属氧化物避雷器的安装是否符合相关规定。
- d) 新投入时, 检查电压互感器二次回路中所有熔断器(自动开关)的装设地点、熔断(脱扣)电流是否合适(自动开关的脱扣电流需通过试验确定)、质量是否良好, 能否保证选择性, 自动开关线圈阻抗值是否合适。
- e) 检查串联在电压回路中的熔断器(自动开关)、隔离开关及切换设备触点接触的可靠性。
- f) 测量电压回路自互感器引出端子到配电屏电压母线的每相直流电阻, 并计算电压互感器在额定容量下的压降, 其值不应超过额定电压的3%。

#### 5.3.2.4 二次回路绝缘应进行下列检查:

- a) 检查前应注意以下事项:
  - 1) 在对二次回路进行绝缘检查前, 应确认被保护设备的断路器、电流互感器全部停电, 交流电压回路已在电压切换把手或分线箱处与其他单元设备的回路断开, 并与其他回路隔离完好后, 才允许进行。
  - 2) 在进行绝缘测试时, 应注意: 试验线连接要紧固; 每进行一项绝缘试验后, 须将试验回路对地放电; 对母线差动保护, 断路器失灵保护及电网安全自动装置, 如果不可能出现被保护的所有设备都同时停电的机会时, 其绝缘电阻的检验只能分段进行, 即哪一个被保护单元停电, 就测定这个单元所属回路的绝缘电阻。
- b) 新安装保护装置的验收试验时, 从保护屏柜的端子排处将所有外部引入的回路及电缆全部断开, 分别将电流、电压、直流控制、信号回路的所有端子各自连接在一起, 用 1000V 绝缘电阻表测量各回路对地和各回路相互间绝缘电阻, 其阻值均应大于  $10\text{M}\Omega$ 。
- c) 定期检验时, 在保护屏柜的端子排处将所有电流、电压、直流控制回路的端子的外部接线拆开, 并将电压、电流回路的接地点拆开, 用 1000V 绝缘电阻表测量回路对地的绝缘电阻, 其绝缘电阻应大于  $1\text{M}\Omega$ 。
- d) 对使用触点输出的信号回路, 用 1000V 绝缘电阻表测量电缆每芯对地及对其他各芯间的绝缘电阻, 其绝缘电阻应不小于  $1\text{M}\Omega$ 。定期检验只测量芯线对地的绝缘电阻。
- e) 对采用金属氧化物避雷器接地的电压互感器的二次回路, 需检查其接线的正确性及金属氧化物避雷器的工频放电电压。
- f) 定期检查时可用绝缘电阻表检验金属氧化物避雷器的工作状态是否正常。一般当用 1000V 绝缘电阻表时, 金属氧化物避雷器不应击穿; 而用 2500V 绝缘电阻表时, 则应可靠击穿。

#### 5.3.2.5 新安装二次回路的验收检验应进行以下内容:

- a) 对回路的所有部件进行观察、清扫与必要的检修及调整, 所述部件包括与保护装置有关的操作把手、按钮、插头、灯座、位置指示继电器、中央信号装置及这些部件回路中端子排、电缆、熔断器等。
- b) 利用导通法依次经过所有中间接线端子, 检查由互感器引出端子箱到操作屏柜、保护屏柜、自动装置屏柜或至分线箱的电缆回路及电缆芯的标号, 并检查电缆簿的填写是否正确。
- c) 当设备新投入或接入新回路时, 核对熔断器(自动开关)的额定电流是否与设计相符或与所接入的负荷相适应, 并满足上下级之间的配合。
- d) 检查屏柜上的设备及端子排上内部、外部连线的接线应正确, 接触应牢靠, 标号应完整准确, 且应与图纸和运行规程相符合。检查电缆终端和沿电缆敷设路线上的电缆标牌是否正确完整, 并应与设计相符。
- e) 检验直流回路确实没有寄生回路存在。检验时应根据回路设计的具体情况, 用分别断开回路的一些可能在运行中断开(如熔断器、指示灯等)的设备及使回路中某些触点闭合的方法来检验。每一套独立的保护装置, 均应有专用于直接到直流熔断器正负极电源的专用端子对, 这一套保护的全部直流回路包括跳闸出口继电器的线圈回路, 都应且只能从这一对专用端子取得直



流的正、负电源。

f) 信号回路及设备可不进行单独的检验。

#### 5.3.2.6 断路器、隔离开关及二次回路的检验应进行以下内容：

- a) 继电保护人员应熟知：断路器的跳闸线圈及合闸线圈的电气回路接线方式（包括防止断路器跳跃回路、三相不一致回路等措施）；与保护回路有关的辅助触点的开闭情况、切换时间，构成方式及触点容量；断路器二次操作回路中的气压、液压及弹簧压力等监视回路的工作方式；断路器二次回路接线图；断路器跳闸及合闸线圈的电阻值及在额定电压下的跳、合闸电流；断路器跳闸电压及合闸电压，其值应满足相关规程的规定；断路器的跳闸时间、合闸时间以及合闸时三相触头不同时闭合的最大时间差，应不大于规定值。
- b) 断路器及隔离开关中的一切与保护装置二次回路有关的调整试验工作，均由管辖断路器、隔离开关的有关人员负责进行。继电保护检验人员应了解掌握有关设备的技术性能及其调试结果，并负责检验自保护屏柜引至断路器（包括隔离开关）二次回路端子排处有关电缆线连接的正确性及螺钉压接的可靠性。

5.3.2.7 新安装或经更改的电流、电压回路，应直接利用工作电压检查电压二次回路，利用负荷电流检查电流二次回路接线的正确性。

### 5.3.3 屏柜及保护装置检验

#### 5.3.3.1 检验时注意事项

检验时应注意如下问题以避免保护装置内部元器件损坏：

- a) 断开保护装置的电源后才允许插、拔插件，且应有防止因静电损坏插件的措施。
- b) 调试过程中发现问题要先找原因，不要频繁更换芯片。应更换芯片时，要用专用起拔器。应注意芯片插入的方向，插入芯片后需经第二人检查无误后，方可通电检验或使用。
- c) 检验中尽量不使用烙铁，如元件损坏等应在现场进行焊接时，要用内热式带接地线烙铁或烙铁断电后再焊接。所替换的元件应使用制造厂确认的合格产品。
- d) 用具有交流电源的电子仪器（如示波器、频率计等）测量电路参数时，电子仪器测量端子与电源侧绝缘应良好，仪器外壳应与保护装置在同一点接地。

#### 5.3.3.2 保护装置外部检查

保护装置外部应进行下列检查：

- a) 保护装置的实际构成情况是否与设计相符合，如：装置的配置、装置的型号、额定参数（直流电源额定电压、交流额定电流、电压等）。
- b) 主要设备、辅助设备的工艺质量，以及导线与端子采用材料的质量。保护装置内部的所有焊接点、插件接触的牢靠性等属于制造工艺质量的问题，主要依靠制造厂负责保证产品质量。进行新安装保护装置的检验时，试验人员只做抽查。
- c) 屏柜上的标志应正确完整清晰，并与图纸和运行规程相符。
- d) 检查安装在保护装置输入回路和电源回路的减缓电磁干扰器件和措施应符合相关标准和制造厂的技术要求。在保护装置检验的全过程应保持这些减缓电磁干扰器件和措施处于良好状态。
- e) 应将保护屏柜上不参与正常运行的连片取下，或采取其他防止误投的措施。
- f) 定期检验的主要检查项目：检查保护装置内、外部是否清洁无积尘；清扫电路板及屏柜内端子排上的灰尘；检查装置的小开关、拨轮及按钮是否良好；显示屏是否清晰，文字是否清楚；检查各插件印刷电路板是否有损伤或变形，连线是否连接好；检查各插件上元件是否焊接良好，芯片是否插紧；检查各插件上变换器、继电器是否固定好，有无松动；检查装置横端子排螺丝



是否拧紧，后板配线连接是否良好；按照装置技术说明书描述的方法，根据实际需要，检查、设定并记录保护装置插件内的选择跳线和拨动开关的位置。

### 5.3.3.3 绝缘试验

绝缘试验步骤及要求如下：

- a) 仅在新安装保护装置的验收检验时进行绝缘试验。
- b) 按照保护装置技术说明书的要求拔出插件。
- c) 在保护屏柜端子排内侧分别短接交流电压回路端子、交流电流回路端子、直流电源回路端子、跳闸和合闸回路端子、开关量输入回路端子、厂站自动化系统接口回路端子及信号回路端子。
- d) 断开与其他保护的弱电联系回路。
- e) 将打印机与保护装置连接断开。
- f) 保护装置内所有互感器的屏蔽层应可靠接地。在测量某一组回路对地绝缘电阻时，应将其他各组回路都接地。
- g) 用 500V 绝缘电阻表测量绝缘电阻值，要求阻值均大于  $20\text{M}\Omega$ 。测试后应将各回路对地放电。

### 5.3.3.4 通电检查

通电检查步骤及要求如下：

- a) 打开保护装置电源，装置应能正常工作。
- b) 按照保护装置技术说明书描述的方法，检查并记录装置的硬件和软件版本号、校验码等信息。
- c) 校对时钟。

### 5.3.3.5 工作电源检查

工作电源检查步骤及要求如下：

- a) 对于微机型保护装置，要求插入全部插件。
- b) 80%额定工作电源下检验：保护装置应稳定工作。
- c) 电源自启动试验：闭合直流电源插件上的电源开关，将试验直流电源由零缓慢调至 80%额定电源值，此时保护装置运行灯应燃亮，装置无异常。
- d) 直流电源拉合试验：在 80%直流电源额定电压下拉合三次直流工作电源，逆变电源可靠启动，保护装置不误动，不误发信号。
- e) 保护装置断电恢复过程中无异常，通电后工作稳定正常。
- f) 在保护装置上电掉电瞬间，保护装置不应发异常数据，继电器不应误动作。
- g) 定期检验时还应检查逆变电源是否接近 DL/T 527—2013 所规定的最低无故障工作时间，如接近应及时更换。

### 5.3.3.6 模数变换系统检验

模数变换系统检验应按以下进行。

- a) 检验零点漂移。进行本项目检验时，要求保护装置不输入交流电流、电压量。观察装置在一段时间内的零漂值满足装置技术条件的规定。
- b) 各电流、电压输入的幅值和相位精度检验。新安装保护装置的验收检验时，按照装置技术说明书规定的试验方法，分别输入不同幅值和相位的电流、电压量，观察装置的采样值满足装置技术条件的规定。全部检验时，可仅分别输入不同幅值的电流、电压量；部分检验时，可仅分别输入额定电流、电压量。
- c) 技术要求。应符合 DL/T 478—2013 中相应规定。



### 5.3.3.7 开关量输入回路检验

开关量输入回路检验应按以下要求进行：

- a) 新安装保护装置的验收检验时：在保护屏柜端子排处，按照装置技术说明书规定的试验方法，对所有引入端子排的开关量输入回路依次加入激励量，观察装置的行为。
- 按照装置技术说明书所规定的试验方法，分别接通、断开连片及转动把手，观察装置的行为。
- b) 全部检验时，仅对已投入使用的开关量输入回路依次加入激励量，观察装置的行为。
- c) 部分检验时，可随装置的整组试验一并进行。
- d) 技术要求：强电开入回路继电器的启动电压值不应大于 0.7 倍额定电压值，且不应小于 0.55 倍额定电压值，同时继电器驱动功率应不小于 5W。分别接通、断开开入回路，装置的开入显示正确。装置开关量输入定义采用正逻辑，即触点闭合为“1”，触点断开为“0”，开入量名称与标准要求描述一致。

如果几种保护共用同一开入量，应将此开入量分别传动至各种保护。

### 5.3.3.8 开关量输出触点及输出信号检查

开关量输出触点及输出信号检查应按以下要求进行：

- a) 新安装保护装置的验收检验时：在装置屏柜端子排处，按照装置技术说明书规定的试验方法，依次观察装置所有输出触点及输出信号的通断状态。
- b) 全部检验时，在保护装置屏柜端子排处，按照装置技术说明书规定的试验方法，依次观察装置已投入使用的输出触点及输出信号的通断状态。
- c) 部分检验时，可随保护装置的整组试验一并进行。
- d) 技术要求：保护装置的开出触点应能可靠保持、返回，接触良好不抖动，且装置的动作延时应能满足工程 and 设计要求。如果几种保护共用一组出口连片或共用同一告警信号时，应将几种保护分别传动到出口连片和保护屏柜端子排。

### 5.3.3.9 事件记录功能

#### 5.3.3.9.1 测试方法：

记录保护装置的动作报告信息、动作报告存储数量、动作报告分类以及这些能否转换为电力系统暂态数据交换通用格式。

#### 5.3.3.9.2 技术要求：

装置应能记录保护装置动作信息，保留 8 次以上最新动作报告。

装置记录的所有数据应能转换为 GB/T 22386—2008 所规定的电力系统暂态数据交换通用格式 (common format for transient data exchange, COMTRADE)。

装置记录的动作报告应分类显示。

装置应能提供运行、检修人员直接在保护装置液晶屏调阅和打印的功能，便于值班人员尽快了解情况和事故处理的装置动作信息；供专业人员分析事故和装置动作行为的记录。

### 5.3.3.10 安全稳定控制装置信息传送

5.3.3.10.1 测试内容。检查稳控系统各装置间的信息传输，电流、电压、频率、断面潮流、允切机组（负荷）容量等交流量传输，线路投停状态、TWJ/HWJ 状态、压板信息等开关量传输。

5.3.3.10.2 测试方法。查看稳控系统各装置间的信息传输。

5.3.3.10.3 技术要求。稳控系统主站、子站、执行站间应能正确传输交流量、开关量。



### 5.3.3.11 安全稳定控制装置启动判据

5.3.3.11.1 测试内容。检查装置的启动判据。

5.3.3.11.2 测试方法。模拟每一种启动判据分别满足启动条件，检查装置能否进入启动状态。

5.3.3.11.3 技术要求。依据实际工程具体要求，应能在满足任一种判据时，装置均应能进入启动状态。

### 5.3.4 整定值的整定及检验

5.3.4.1 整定值的整定检验是指将保护装置各有关元件的动作值及动作时间按照定值通知单进行整定后的试验。该项试验在屏柜上每一元件检验完毕之后才可进行。具体的试验项目、方法、要求视构成原理而异，一般须遵守如下原则：

- a) 每一套保护应单独进行整定检验，试验接线回路中的交、直流电源及时间测量连线均应直接接到被试保护屏柜的端子排上。交流电压、电流试验接线的相对极性关系应与实际运行接线中电压、电流互感器接到屏柜上的相对相位关系（折算到一次侧的相位关系）完全一致。
- b) 在整定检验时，除所通入的交流电流、电压为模拟故障值并断开断路器的跳、合闸回路外，整套保护装置应处于与实际运行情况完全一致的条件，而且不得在试验过程中人为地予以改变。
- c) 保护装置整定的动作时间为自向保护屏柜通入模拟故障分量（电流、电压或电流及电压）至保护动作向断路器发出跳闸脉冲的全部时间。
- d) 电气特性的检验项目和内容应根据检验的性质，保护装置的具体构成方式和动作原理拟定。

检验保护装置的特性时，在原则上应符合实际运行条件，并满足实际运行的要求。每一检验项目都应有明确的目的，或为运行所必须，或用以判别元件、装置是否处于良好状态和发现可能存在的缺陷等。

5.3.4.2 在定期检验及新安装保护装置的验收检验时，装置的整定检验要求如下：

- a) 新安装保护装置的验收检验时，应按照定值通知单上的整定项目，依据装置技术说明书或制造厂推荐的试验方法，对保护的每一功能元件进行逐一检验。
- b) 在全部检验时，对于由不同原理构成的保护元件只需任选一种进行检查。建议对主保护的整定项目进行检查，后备保护如相间一段、二段、三段阻抗保护只需选取任一整定项目进行检查。
- c) 部分检验时，可结合保护装置的整组试验一并进行。

### 5.3.5 纵联保护通道检验

5.3.5.1 对于载波通道的检查项目如下：

- a) 继电保护专用载波通道中的阻波器、结合滤波器、高频电缆等加工设备的试验项目与电力线载波通信规定的相一致。与通信合用通道的试验工作由通信部门负责，其通道的整组试验特性除满足通信本身要求外，也应满足继电保护安全运行的有关要求。在全部检验时，只进行结合滤波器、高频电缆的相关试验。
- b) 投入结合设备的接地刀闸，将结合设备的一次（高压）侧断开，并将接地点拆除之后，用1000V绝缘电阻表分别测量结合滤波器二次侧（包括高频电缆）及一次侧对地的绝缘电阻及一、二次间的绝缘电阻。
- c) 测定载波通道传输衰耗。部分检验时，可以简单地以测量接收电平的方法代替（对侧发信机发出满功率的连续高频信号），将接收电平与最近一次通道传输衰耗试验中所测量到的接收电平相比较。其差若大于3dB时，则须进行进一步检查通道传输衰耗值变化的原因。
- d) 对于专用收发信机，在新投入运行及在通道中更换了（增加或减少）个别加工设备后，所进行的传输衰耗试验的结果，应保证收信机接收对端信号时的通道裕量不低于8.686dB，否则保护不允许投入运行。



### 5.3.5.2 对于光纤及微波通道的检查项目如下：

- a) 对于光纤及微波通道可以采用自环的方式检查通道是否完好。光纤通道还可以通过下面两种方法检查通道是否完好：方法一，拔插待测光纤一端的通信端口，观察其对应另一端的通信接口信号灯是否正确熄灭和点亮；方法二，采用激光笔照亮待测光纤的一端而在另外一端检查是否点亮。
- b) 光纤尾纤检查及要求：光纤尾纤应呈现自然弯曲（弯曲半径大于 3cm），不应存在弯折的现象，不应承受任何外力，尾纤表皮应完好无损；尾纤接头应干净无异物，如有污染应立即清洗干净；尾纤接头连接应牢靠，不应有松动现象。
- c) 对于与光纤及微波通道相连的保护用附属接口设备应对其继电器输出触点、电源和接口设备的接地情况进行检查。
- d) 通信专业应对光纤及微波通道的误码率和传输时间进行检查，指标应满足 GB/T 14285—2006 的要求。
- e) 对于利用专用光纤及微波通道传输保护信息的远方传输设备，应对其发信功率（电平）、收信灵敏度进行测试，并保证通道的裕度满足运行要求。

5.3.5.3 传输远方跳闸信号的通道，在新安装或更换设备后应测试其通道传输时间。采用允许式信号的纵联保护，除了测试通道传输时间，还应测试“允许跳闸”信号的返回时间。

5.3.5.4 保护装置与通信设备之间的连接（继电保护利用通信设备传送保护信息的通道）应有电气隔离，并检查各端子排接线的正确性和可靠性。

### 5.3.6 操作箱检验

#### 5.3.6.1 操作箱检验应符合以下要求：

- a) 进行每一项试验时，试验人员须准备详细的试验方案，尽量减少断路器的操作次数。
- b) 对分相操作断路器，应逐相传动防止断路器跳跃回路。
- c) 对于操作箱中的出口继电器，还应进行动作电压范围的检验，其值应在 55%~70%额定电压之间。对于其他逻辑回路的继电器，应满足 80%额定电压下可靠动作。

#### 5.3.6.2 操作箱的检验根据厂家调试说明书并结合现场情况进行。并重点检验下列元件及回路的正确性：

- a) 防止断路器跳跃回路和三相不一致回路：  
如果使用断路器本体的防止断路器跳跃回路和三相不一致回路，则检查操作箱的相关回路是否满足运行要求。
- b) 交流电压的切换回路。
- c) 合闸回路、跳闸 1 回路及跳闸 2 回路的接线正确性，并保证各回路之间不存在寄生回路。

#### 5.3.6.3 新建及重大改造设备需利用操作箱对断路器进行下列传动试验：

- a) 断路器就地分闸、合闸传动。
- b) 断路器远方分闸、合闸传动。
- c) 防止断路器跳跃回路传动。
- d) 断路器三相不一致回路传动。
- e) 断路器操作闭锁功能检查。
- f) 断路器操作油压或空气压力继电器、SF<sub>6</sub> 密度继电器及弹簧压力等触点的检查，检查各级压力继电器触点输出是否正确，检查压力低闭锁合闸、闭锁重合闸、闭锁跳闸等功能是否正确。
- g) 断路器辅助触点检查，远方、就地方式功能检查。
- h) 在使用操作箱的防止断路器跳跃回路时，应检验串联接入跳合闸回路的自保持线圈，其动作电流不应大于额定跳合闸电流的 50%，线圈压降小于额定值的 5%。
- i) 所有断路器信号检查。



5.3.6.4 操作箱定期检验时可结合保护装置的整组试验一并进行。

### 5.3.7 整组试验

5.3.7.1 在做完每一套单独保护（元件）的整定检验后，需要将同一被保护设备的所有保护装置连在一起进行整组的检查试验，以校验各保护装置在故障及重合闸过程中的动作情况和保护回路设计正确性及其调试质量。

5.3.7.2 若同一被保护设备的各套保护装置皆接于同一电流互感器二次回路，则按回路的实际接线，自电流互感器引进的第一套保护屏柜的端子排上接入试验电流、电压，以检验各套保护相互间的动作关系是否正确。如果同一被保护设备的各套保护装置分别接于不同的电流回路时，则应临时将各套保护的电流回路串联后进行整组试验。

5.3.7.3 新安装保护装置的验收检验或全部检验时，可先进行每一套保护（指几种保护共用一组出口的保护总称）带模拟断路器（或带实际断路器或采用其他手段）的整组试验。

每一套保护传动完成后，还需模拟各种故障用所有保护带实际断路器进行整组试验。

新安装保护装置或回路经更改后的整组试验由基建单位负责时，生产部门继电保护验收人员应参加试验，了解掌握试验情况。

5.3.7.4 部分检验时，只需用保护带实际断路器进行整组试验。

5.3.7.5 整组试验包括如下内容：

- a) 整组试验时应检查各保护之间的配合、装置动作行为、断路器动作行为、保护起动故障录波信号、厂站自动化系统信号、中央信号、监控信息等正确无误。
- b) 借助于传输通道实现的纵联保护、远方跳闸等的整组试验，应与传输通道的检验一同进行。必要时，可与线路对侧的相应保护配合一起进行模拟区内、区外故障时保护动作行为的试验。
- c) 对装有综合重合闸装置的线路，应检查各保护及重合闸装置间的相互动作情况与设计相符合。为减少断路器的跳合次数，试验时，应以模拟断路器代替实际的断路器。使用模拟断路器时宜从操作箱出口接入，并与装置、试验器构成闭环。
- d) 将装置（保护和重合闸）带实际断路器进行必要的跳、合闸试验，以检验各有关跳、合闸回路、防止断路器跳跃回路、重合闸停用回路及气（液）压闭锁等相关回路动作的正确性，每一相的电流、电压及断路器跳合闸回路的相别是否一致。
- e) 在进行整组试验时，还应检验断路器、合闸线圈的压降不小于额定值的 90%。

5.3.7.6 对母线差动保护、失灵保护及电网安全自动装置的整组试验，可只在新建变电站（升压站）投产时进行。

定期检验时允许用导通的方法证实到每一断路器接线的正确性。一般情况下，母线差动保护、失灵保护及电网安全自动装置回路设计及接线的正确性，要根据每一项检验结果（尤其是电流互感器的极性关系）及保护本身的相互动作检验结果来判断。

变电站扩建变压器、线路或回路发生变动，有条件时应利用母线差动保护、失灵保护及电网安全自动装置传动到断路器。

5.3.7.7 对设有可靠稳压装置的厂站直流系统，经确认稳压性能可靠后，进行整组试验时，应按额定电压进行。

5.3.7.8 在整组试验中应检查以下问题：

- a) 各套保护间的电压、电流回路的相别及极性是否一致。
- b) 在同一类型的故障下，应该同时动作于发出跳闸脉冲的保护，在模拟短路故障中是否均能动作，其信号指示是否正确。
- c) 有两个线圈以上的直流继电器的极性连接是否正确，对于用电流起动（或保持）的回路，其动作（或保持）性能是否可靠。



- d) 所有相互间存在闭锁关系的回路, 其性能是否与设计符合。
- e) 所有在运行中需要由运行值班员操作的把手及连片的连线、名称、位置标号是否正确, 在运行过程中与这些设备有关的名称、使用条件是否一致。
- f) 中央信号装置或监控系统的有关光字、音响信号指示是否正确。
- g) 各套保护在直流电源正常及异常状态下(自端子排处断开其中一套保护的负电源等)是否存在寄生回路。
- h) 断路器跳、合闸回路的可靠性, 其中装设单相重合闸的线路, 验证电压、电流、断路器回路相别的一致性及与断路器跳合闸回路相连的所有信号指示回路的正确性。对于有双跳闸线圈的断路器, 应检查两跳闸接线的极性是否一致。
- i) 自动重合闸是否能确实保证按规定的方式动作并保证不发生多次重合情况。

5.3.7.9 整组试验结束后应在恢复接线前测量交流回路的直流电阻。工作负责人应在继电保护记录本中注明可以投入运行的保护和需要利用负荷电流及工作电压进行检验以后才能正式投入运行的保护。

#### 5.4 常规变电站与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统的配合检验

##### 5.4.1 检验前的准备

5.4.1.1 检验人员在与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统的配合检验前应熟悉图纸, 并了解各传输量的具体定义并与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统的信息表进行核对。

5.4.1.2 现场应制定配合检验的传动方案。

5.4.1.3 定期检验时, 可结合整组试验一并进行。

##### 5.4.2 检查项目

5.4.2.1 厂站自动化系统(含各种测量、控制装置和监控后台)新投入、全部检验、部分检查项目详见附录 C。

5.4.2.2 继电保护及故障信息系统新投入、全部检验、部分检查项目详见附录 C。

#### 5.5 常规变电站保护装置投运

##### 5.5.1 投入运行前的准备工作

5.5.1.1 现场工作结束后, 工作负责人应检查试验记录有无漏试项目, 核对保护装置的整定值是否与定值通知单相符, 试验数据、试验结论是否完整正确。盖好所有保护装置及辅助设备的盖子, 对必要的元件采取防尘措施。

5.5.1.2 拆除在检验时使用的试验设备、仪表及一切连接线, 清扫现场, 所有被拆动的或临时接入的连接线应全部恢复正常, 所有信号装置应全部复归。

5.5.1.3 清除试验过程中微机装置及故障录波器产生的故障报告、告警记录等所有报告。

5.5.1.4 填写继电保护工作记录, 将主要检验项目和传动步骤、整组试验结果及结论、定值通知单执行情况详细记载于内, 对变动部分及设备缺陷、运行注意事项应加以说明, 并修改运行人员所保存的有关图纸资料。向运行负责人交代检验结果, 并写明该装置是否可以投入运行。最后办理工作票结束手续。

5.5.1.5 运行人员在将保护装置投入前, 应根据信号灯指示或者用高内阻电压表以一端对地测压板端子电压的方法检查并证实被检验的保护装置确实未给出跳闸或合闸脉冲, 才允许将装置的连接片接到投入的位置。

5.5.1.6 检验人员应在规定期间内提出书面报告, 主管部门技术负责人应详细审核, 如发现不妥且足以危害保护安全运行时, 应根据具体情况采取必要的措施。



## 5.5.2 应用一次电流及工作电压加以检验

5.5.2.1 对新安装的保护装置，各有关部门需分别完成下列各项工作后，才允许进行 5.5.2 所列的试验工作：

- a) 符合实际情况的图纸与保护装置的技术说明及现场使用说明。
- b) 运行中需由运行值班员操作的连接片、电源开关、操作把手等的名称、用途、操作方法等应在现场使用说明中详细注明。

5.5.2.2 对新安装的或设备回路有较大变动的保护装置，在投入运行以前，应用一次电流及工作电压加以检验和判定，要求如下：

- a) 对接入电流、电压的相互相位、极性有严格要求的保护装置（如带方向的电流保护、距离保护等），其相别、相位关系以及所保护的方向是否正确。
- b) 电流差动保护（母线、发电机、变压器的差动保护、线路纵联差动保护及横差保护等）接到保护回路中的各组电流回路的相对极性关系及变比是否正确。
- c) 每组电流互感器（包括备用绕组）的接线是否正确，回路连线是否牢靠。
- d) 定期检验时，如果设备回路没有变动（未更换一次设备电缆、辅助变流器等），只需用简单的方法判明曾被拆动的二次回路接线确实恢复正常（如对差动保护测量其差电流、用电压表测量继电器电压端子上的电压等）即可。

5.5.2.3 用一次电流与工作电压检验，宜进行以下项目：

- a) 测量电压、电流的幅值及相位关系。
- b) 对使用电压互感器三次电压或零序电流互感器电流的保护装置，应利用一次电流与工作电压向装置中的相应元件通入模拟的故障量或改变被检查元件的试验接线方式，以判明装置接线的正确性。

注：由于整组试验中已判明同一回路中各保护元件间的相位关系是正确的，因此该项检验在同一回路中只须选取其中一个元件进行检验即可。

- c) 测量电流差动保护各组电流互感器的相位及差动回路中的差电流（或差电压），以判明差动回路接线的正确性及电流变比补偿回路的正确性。所有差动保护（母线、变压器、发电机的纵差、横差等）在投入运行前，除测定相回路和差回路外，还应测量各中性线的不平衡电流、电压，以保证保护装置和二次回路接线的正确性。
- d) 检查相序滤过器不平衡输出的数值应满足保护装置的技术条件。
- e) 对高频相差保护、导引线保护，须进行所在线路两侧电流电压相别、相位一致性的检验。
- f) 对导引线保护，须以一次负荷电流判定导引线极性连接的正确性。

5.5.2.4 对变压器差动保护，需要用在全电压下投入变压器的方法检验保护能否躲开励磁涌流的影响。

5.5.2.5 对发电机差动保护，应在发电机投入前进行的短路试验过程中，测量差动回路的差电流，以判明电流回路极性的正确性。

5.5.2.6 对于零序方向元件的电流及电压回路连接正确性的检验要求和方法，应由专门的检验规程规定。

对于使用非自产零序电压、电流的并联高压电抗器保护、变压器中性点保护等，在正常运行条件下无法利用一次电流、电压测试时，应与调度部门协调，创造条件进行利用工作电压检查电压二次回路，利用负荷电流检查电流二次回路接线的正确性。

5.5.2.7 保护装置未经本条所述的检验，不能正式投入运行。对于新安装变压器，在变压器充电前，应将其差动保护投入使用。在一次设备运行正常且带负荷之后，再由试验人员利用负荷电流检查差动回路的正确性。保护装置的检验项目见表 3。



表3 常规变电站保护装置检验项目

序号	检验项目	新安装	全部检验	部分检验	检验方法对应章条
1	检验前准备工作	√	√	√	5.2.2
2	TA、TV 检验	√	—	—	5.3.1
3	TA、TV 二次回路检验	√	√	√	5.3.2.2、5.3.2.3
4	二次回路绝缘检查	√	√	√	5.3.2.4
5	装置外部检查	√	√	√	5.3.3.2
6	装置绝缘试验	√	—	—	5.3.3.3
7	装置上电检查	√	√	√	5.3.3.4
8	工作电源检查	√	√	—	5.3.3.5
9	模数变换系统检验	√	√	—	5.3.3.6
10	开关量输入回路检验	√	√	√	5.3.3.7
11	输出触点及输出信号检查	√	√	√	5.3.3.8
12	事件记录功能	√	√	√	5.3.3.9
13	安全稳定控制装置信息传送和启动判据检查	√	√	√	5.3.3.10、5.3.3.11
14	整定值的整定及检验	√	√	—	5.3.4
15	纵联保护通道检验	√	√	√	5.3.5
16	操作箱检验	√	—	—	5.3.6
17	整组试验	√	√	√	5.3.7
18	与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统配和检验	√	√	√	5.4
19	装置投运	√	√	√	5.5

5.5.2.8 对用一次电流及工作电压进行的检验结果，应按当时的负荷情况加以分析，拟订预期的检验结果，凡所得结果与预期的不一致时，应进行认真细致的分析，查找确实原因，不允许随意改动保护回路的接线。

5.5.2.9 纵联保护需要在线路带电运行情况下检验载波通道的衰减及通道裕量，以测定载波通道运行的可靠性。

5.5.2.10 宜使用钳形电流表检查流过保护二次电缆屏蔽层的电流，以确定  $100\text{mm}^2$  铜排是否有效起到抗干扰的作用。当检测不到电流时，应检查屏蔽层是否良好接地。

## 6 智能变电站继电保护和电网安全自动装置检验

### 6.1 检验种类及周期

智能变电站继电保护、安全自动装置、合并单元、智能终端检验种类和检验周期同常规变电站要求，仅取消部分检验。基于 DL/T 860 标准的装置在运至现场安装调试之前，应进行集成联调。



## 6.2 智能变电站检验工作条件

## 6.2.1 仪器、仪表的基本要求和配置

## 6.2.1.1 仪器仪表配置

应配置以下仪器仪表：

- a) 常规配置：数字化继电保护试验装置，光电转换器，继电保护微机型试验装置。
- b) 调试电子式互感器及合并单元应配置：电子互感器校验仪、标准时钟源、时钟测试仪。
- c) 调试光纤通信通道（包括光纤纵联保护通道和变电站内的光纤回路）时应配置：光源、光功率计、激光笔、误码仪、可变光衰减器、法兰盘（各种光纤头转换，如 LC 转 ST 等）、光纤头清洁剂等仪器。
- d) 宜配置便携式录波器、便携式电脑、网络记录分析仪、网络测试仪、模拟断路器、电子式互感器模拟仪、分光器、数字式相位表、数字式万用表、光纤线序查找器。

## 6.2.1.2 仪器仪表要求

仪器仪表要求如下：

- a) 保护装置检验所使用的仪器、仪表应经过检验合格，并应满足 GB/T 7261—2016 中的规定，定值检验所使用的仪器、仪表的准确级应不低于 0.5 级。
- b) 数字化继电保护试验装置：应满足 DL/T 1501—2016《数字化继电保护试验装置技术条件》的要求。
- c) 电子互感器校验仪：提供模拟量输入端口和数字量输入光纤接口，适应输出为模拟量和数字量的电子式互感器；可以接受不同格式的 SV 报文（GB/T 20840.8—2002、DL/T 860.92）；提供时钟输出端口，适应需要外同步的电子互感器；具有准确度测量、额定延时测量、极性测试和 SV 报文离散性测试功能。
- d) 网络记录分析仪：能够进行实时抓捕网络报文，对 GOOSE、MMS、GB/T 25931—2010、DL/T 860.92 报文进行解析，并能根据 DL/T 860 9.2 报文绘制模拟量波形，且可另存为 COMTRADE 格式文件。
- e) 网络测试仪：可以对交换机进行性能测试，同时可以模拟网络背景流量，流量报文格式、大小、发送频率可以手工配置。
- f) 检验便携式电脑：具有 1 个及以上的 100M/1000M 以太网口，应专门用于检验测试。

## 6.2.2 检验测试系统

根据现场情况和试验条件，可以灵活采用以下几种方式进行智能变电站保护装置试验。

图 1 采用数字化继电保护试验装置进行保护装置的检验，保护设备和数字化继电保护试验装置之间采用光纤点对点连接，通过光纤传送采样值和跳合闸信号。



图 1 继电保护测试系统 1



图 2 采用数字化继电保护试验装置进行继电保护设备的检验。保护设备通过点对点光纤连接数字化继电保护试验装置和智能终端，智能终端通过电缆连接数字化继电保护试验装置。

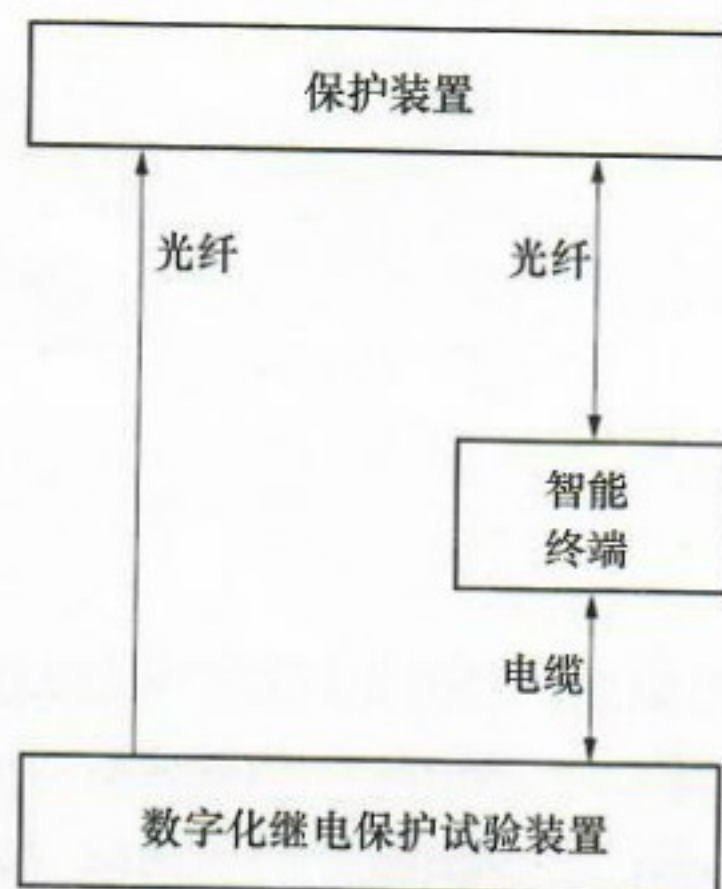


图 2 继电保护测试系统 2

图 3 针对采用电磁式互感器的场合，采用传统继电保护测试仪进行继电保护设备的检验。保护设备通过点对点光纤连接合并单元 MU 和智能终端，MU 和智能终端通过电缆连接传统继电保护测试仪。

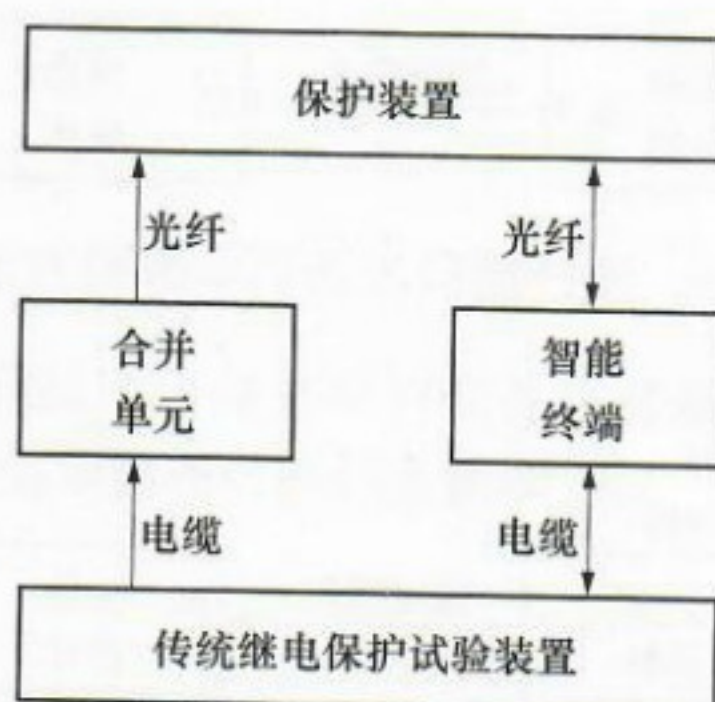


图 3 继电保护测试系统 3

### 6.2.3 检验前的准备工作

检验前应做以下准备：

- 熟悉全站 SCD 文件和继电保护装置的 CID 文件。
- 掌握采样值报文的格式（每个通道的具体定义），掌握 GOOSE 报文的格式（虚端子数据集的定义及对应关系）。
- 掌握全站网络结构和交换机配置。
- 掌握电子互感器、智能二次设备试验仪器仪表的使用。
- 其他内容同常规变电站。

## 6.3 智能变电站检验内容和方法

### 6.3.1 通用检验

通用检验适用于保护装置及相关设备，包括电子式互感器、合并单元、交换机、智能终端。



6.3.1.1 屏柜检查

见本标准 5.3.3.2 条和 5.3.3.3 条。

6.3.1.2 工作电源检查

见本标准 5.3.3.5 条。

6.3.1.3 设备通信接口检查

6.3.1.3.1 检验内容

检查通信接口种类和数量是否满足要求，检查光纤端口发送功率、接收功率、最小接收功率；  
光波长 1310nm 光纤：光纤发送功率：-20dBm~-14dBm；光接收灵敏度：-31dBm~-14dBm；  
光波长 850nm 光纤：光纤发送功率：-19dBm~-10dBm；光接收灵敏度：-24dBm~-10dBm；  
清洁光纤端口，并检查备用接口有无防尘帽。

6.3.1.3.2 检查方法

光纤端口发送功率测试方法：用一根跳线（衰耗小于 0.5dB）连接设备光纤发送端口和光功率计接收端口，读取光功率计上的功率值（见图 4），即为光纤端口的发送功率。

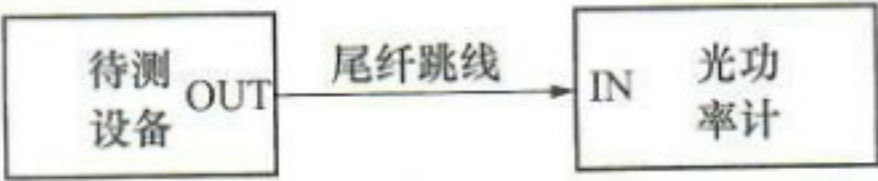


图 4 光纤端口发送功率检验方法

光纤端口接收功率测试方法：将待测设备光纤接收端口的尾纤拔下，插入到光功率计接收端口，读取光功率计上的功率值（见图 5），即为光纤端口的接收功率。

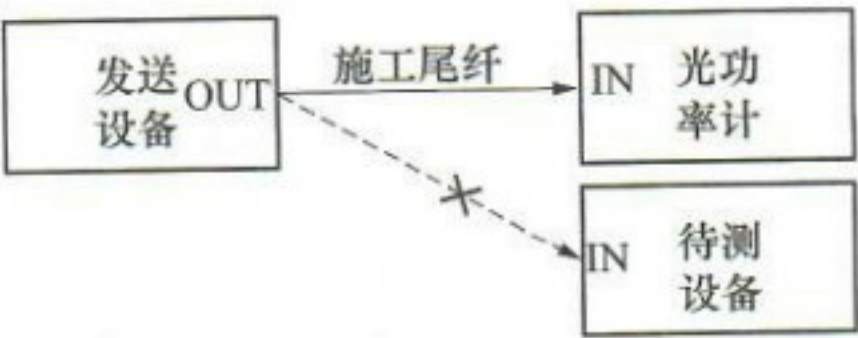


图 5 光纤端口接收功率检验方法

光纤端口最小接收功率测试方法步骤如下：

（1）用一根跳线连接数字信号输出仪器（如数字化继电保护试验装置）的输出网口与光衰耗计，再用一根跳线连接光衰耗计和待测设备的对应网口（见图 6）。数字化继电保护试验装置网口输出报文包含有效数据（采样值报文数据为额定值，GOOSE 报文为开关位置）。

（2）从 0 开始缓慢增大调节光衰耗计衰耗，观察待测设备液晶面板（指示灯）或网口指示灯。优先观察液晶面板的报文数值显示；如设备液晶面板不能显示报文数值，观察液晶面板的通信状态显示或通信状态指示灯；如设备面板没有通信状态显示，观察通信网口的物理连接指示灯。

（3）当上述显示出现异常时，停止调节光衰耗计，将待测设备网口跳线接头拔下，插到光功率计上，读出此时的功率值，即为待测设备网口的最小接收功率（见图 7）。

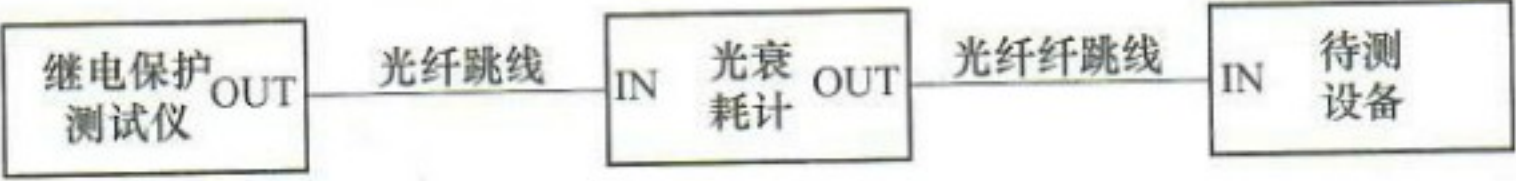


图 6 光纤端口最小接收功率检验方法步骤 1



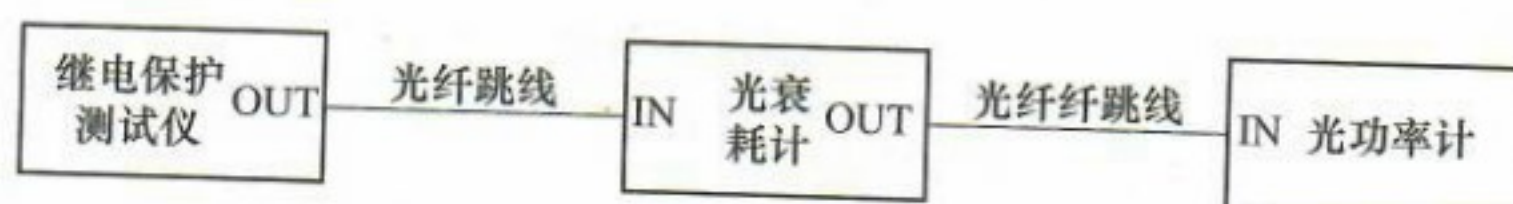


图7 光纤端口最小接收功率检验方法步骤3

#### 6.3.1.4 设备软件和通信报文检查

检查设备保护程序/通信程序/CID 文件版本号、生成时间、CRC 校验码，应与历史文件比对，核对无误；检查设备过程层网络接口 SV 和 GOOSE 通信源 MAC 地址、目的 MAC 地址、VLAN ID、APPID、优先级是否正确；检查设备站控层 MMS 通信的 IP 地址、子网掩码是否正确，检查站控层 GOOSE 通信的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、VLAN ID、APPID、优先级是否正确。

检查方法：通过故障录波器/网络记录分析仪抓取通信报文的方法来检查相关内容；或通过液晶面板读取相关信息；或通过便携式电脑抓取通信报文的方法来检查相关内容（见图 8）。将便携式电脑与待测设备连接好后，抓取需要检查的通信报文并进行分析。

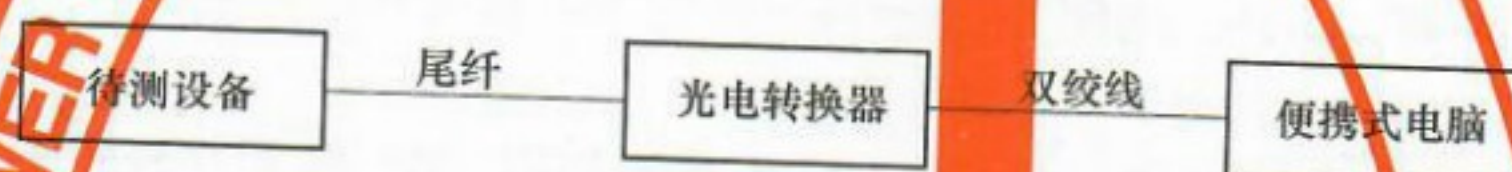


图8 通信报文内容检查方法

#### 6.3.2 互感器及合并单元的检验

##### 6.3.2.1 新安装电磁式电流、电压互感器及其回路的验收检验

参照本标准 5.3.1.1 条。

##### 6.3.2.2 电磁式电流、电压互感器安装竣工后，继电保护检验人员应进行的检查

参照本标准 5.3.1.2 条。

##### 6.3.2.3 电子式互感器检验

检查电子式互感器名牌参数，向相关试验人员了解。

#### 6.3.3 合并单元 MU 检验

##### 6.3.3.1 MU 发送 SV 报文检验

###### 6.3.3.1.1 检验要求

- (1) SV 报文丢帧率测试。检验 SV 报文的丢帧率，10 分钟内不丢帧。
- (2) SV 报文完整性测试。检验 SV 报文中序号的连续性，SV 报文的序号应从 0 连续增加到  $50N-1$  ( $N$  为每周波采样点数)，再恢复到 0，任意相邻两帧 SV 报文的序号应连续。
- (3) SV 报文发送频率测试。80 点采样时，SV 报文应每一个采样点一帧报文，SV 报文的发送频率应与采样点频率一致，即 1 个 APDU 包含 1 个 ASDU。
- (4) SV 报文发送间隔离散度检查。检验 SV 报文发送间隔是否等于理论值 ( $20/N\text{ms}$ ,  $N$  为每周波采样点数)。测出的间隔抖动应在  $\pm 10\mu\text{s}$  之内。



## 6.3.3.1.2 检验方法

将 MU 输出 SV 报文接入便携式电脑/网络记录分析仪/故障录波器等具有 SV 报文接收和分析功能的装置（见图 9），进行 SV 报文的检验。

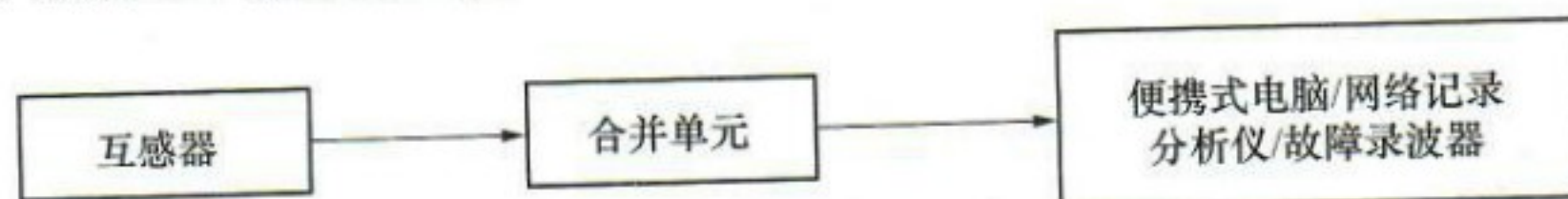


图 9 MU 发送 SV 报文测试图

采用图 9 所示系统抓取 SV 报文并进行分析。

a) SV 报文丢帧率测试方法。用图 9 所示系统抓取 SV 报文并进行分析，试验时间大于 10min。

丢帧率计算如下：

丢帧率 = (应该接收到的报文帧数 - 实际接收到的报文帧数) / 应该接收到的报文帧数

b) SV 报文完整性测试方法。用图 9 所示系统抓取 SV 报文并进行分析，试验时间大于 10min。

检查抓取到 SV 报文的序号。

c) SV 报文发送频率测试方法。用图 9 所示系统抓取 SV 报文并进行分析，试验时间大于 10min。检查抓取到 SV 报文的频率。

d) SV 报文发送间隔离散度检查方法。用图 9 所示系统抓取 SV 报文并进行分析，试验时间大于 10min。检查抓取到 SV 报文的发送间隔离散度。

## 6.3.3.2 MU 检修状态测试

MU 发送 SV 报文检修品质应能正确反映 MU 装置检修压板的投退。当检修压板投入时，SV 报文中的“test”位应置 1，装置面板应有显示；当检修压板退出时，SV 报文中的“test”位应置 0，装置面板应有显示。

## 6.3.3.3 MU 电压切换功能检验

给 MU 加上两组母线电压，通过 GOOSE 网给 MU 发送不同的刀闸位置信号检验 MU 的电压切换功能是否正常。具体切换逻辑满足电网运行要求。

## 6.3.3.4 MU 电压并列功能检验

给电压间隔 MU 接入任一组母线电压，将电压并列把手置于两母线并列状态，检验 MU 的电压并列功能是否正常，电压幅值、相位和频率是否一致。

## 6.3.3.5 MU 准确度测试

用继电保护测试仪给 MU 输入不同幅值和相位的电流、电压量，读取 MU 输出数值与继电保护测试仪输入数值，检查 MU 的精度是否满足技术条件的要求。

## 6.3.3.6 MU 采样延时测试

给 MU 输入交流模拟量，通过电子式互感器校验仪或故障录波器同时接收 MU 输出数字信号与继电保护测试仪输出模拟信号，检查 MU 接收交流模拟量到输出交流数字量的时间，计算 MU 采样延时。

测试要求同电子式互感器采样延时；MU 采样延时不大于 1ms。



### 6.3.3.7 MU 级联测试

给母线合并单元施加额定电压信号，并将其与间隔合并单元级联，通过 MU 测试仪检查级联后合并单元的采样延时不应大于 2ms，检查间隔合并单元输出的母线电压与施加的电压之间的误差应符合 GB/T 20840.7—2007 的 13.5 及 GB/T 20840.8—2007 的 13.1.3 部分的规定。

### 6.3.4 二次回路系统检验

#### 6.3.4.1 光纤通道检验

参照本标准 5.3.5.2 条。

#### 6.3.4.2 交换机检验

交换机检验包括以下内容：

- a) 配置文件检查：读取交换机的配置文件与历史文件比对，检查交换机的配置文件是否变更。
- b) 以太网端口检查：通过便携式电脑读取交换机端口设置，检查交换机以太网端口设置、速率、镜像是否正确。
- c) 生成树协议检查：通过读取交换机生成树协议配置检查交换机内部的生成树协议是否与要求一致。
- d) VLAN 设置检查：通过客户端工具或者任何可以发送带 VLAN 标记报文的工具，从交换机的各个口输入 GOOSE 报文，检查其他端口的报文输出，确定交换机内部的 VLAN 设置是否与要求一致。
- e) 网络流量检查：通过网络记录分析仪或便携式电脑读取交换机的网络流量。过程层网络根据 VLAN 划分选择交换机端口读取网络流量，站控层网络根据选择镜像端口读取网络流量，检查交换机的网络流量是否符合技术要求。

### 6.3.5 装置检验

#### 6.3.5.1 流量精度检查

##### 6.3.5.1.1 检验要求

各电流、电压输入的幅值和相位精度检验。检查各通道采样值的幅值、相角和频率的精度误差，满足技术条件的要求。

同步性能测试。检查继电保护装置对不同间隔电流、电压信号的同步采样性能，满足技术条件的要求。

##### 6.3.5.1.2 检验方法

各电流、电压输入的幅值和相位精度检验。按照继电保护装置技术说明书规定的试验方法，分别输入不同幅值和相位的电流、电压量，检查各通道采样值的幅值、相角和频率的精度误差。

同步性能测试。选取若干间隔，通过继电保护测试仪加入电流、电压信号给保护，观察保护的同步性能。



## 6.3.5.2 采样值品质位无效测试

## 6.3.5.2.1 检验要求

采样值无效标识累计数量或无效频率超过保护允许范围，可能误动的保护功能应瞬时可靠闭锁，与该异常无关的保护功能应正常投入，采样值恢复正常后被闭锁的保护功能应及时开放。

采样值数据标识异常应有相应的掉电不丢失的统计信息，装置应采用瞬时闭锁延时报警方式。

## 6.3.5.2.2 检验方法

通过数字化继电保护试验装置按不同的频率将采样值中部分数据品质位设置为无效，模拟 MU 发送采样值出现品质位无效的情况。测试方案如图 10 所示。

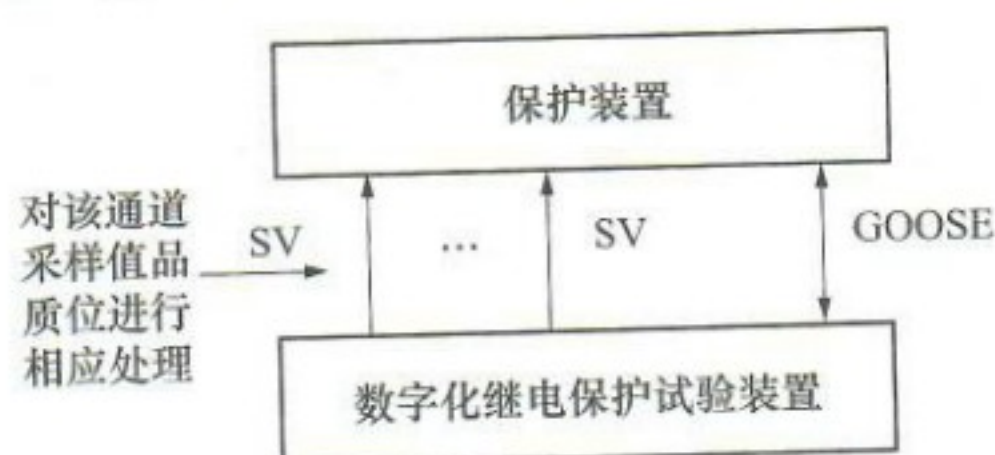


图 10 采样值数据标识异常测试接线图

## 6.3.5.3 采样值畸变测试

## 6.3.5.3.1 检验内容

对于电子式互感器采用双 A/D 的情况，一路采样值畸变时，保护装置不应误动作，同时发告警信号。

## 6.3.5.3.2 检验方法

通过数字化继电保护试验装置模拟电子式互感器双 A/D 中保护采样值中部分数据进行畸变放大，畸变数值大于保护动作定值，同时品质位有效，模拟一路采样值出现数据畸变的情况。测试方案如图 11 所示。

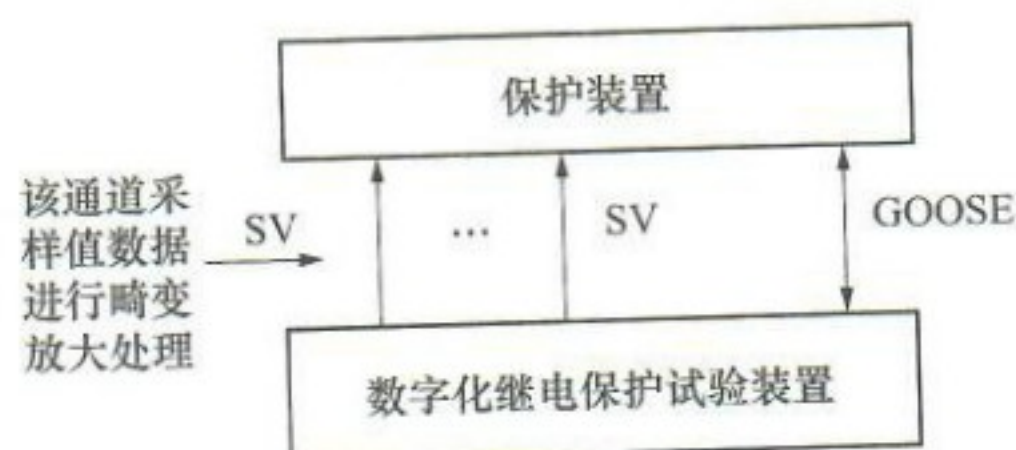


图 11 采样值数据畸变测试接线图

## 6.3.5.4 通信断续测试

## 6.3.5.4.1 MU 与保护装置之间的通信断续测试

1) MU 与保护装置之间 SV 通信中断后，保护装置应可靠闭锁，保护装置液晶面板应提示“SV 通信中断”且告警灯亮，同时后台应接收到“SV 通信中断”告警信号；



2) 在通信恢复后, 保护功能应恢复正常, 保护区内故障保护装置可靠动作并发送跳闸报文, 区外故障保护装置不应误动, 保护装置液晶面板的“SV 通信中断”报警消失, 同时后台的“SV 通信中断”告警信号消失。

#### 6.3.5.4.2 智能终端与保护装置之间的通信断续测试

1) 保护装置与智能终端的 GOOSE 通信中断后, 保护装置不应误动作, 保护装置液晶面板应提示应提示“GOOSE 通信中断”且告警灯亮, 同时后台应接收到“GOOSE 通信中断”告警信号;

2) 当保护装置与智能终端的 GOOSE 通信恢复后, 保护装置不应误动作, 保护装置液晶面板的“GOOSE 通信中断”消失, 同时后台的“GOOSE 通信中断”告警信号消失。

#### 6.3.5.4.3 检验方法

通过数字化继电保护试验装置模拟 MU 与保护装置及保护装置与智能终端之间通信中断、通信恢复, 并在通信恢复后模拟保护区内外故障。测试方案如图 12 所示。

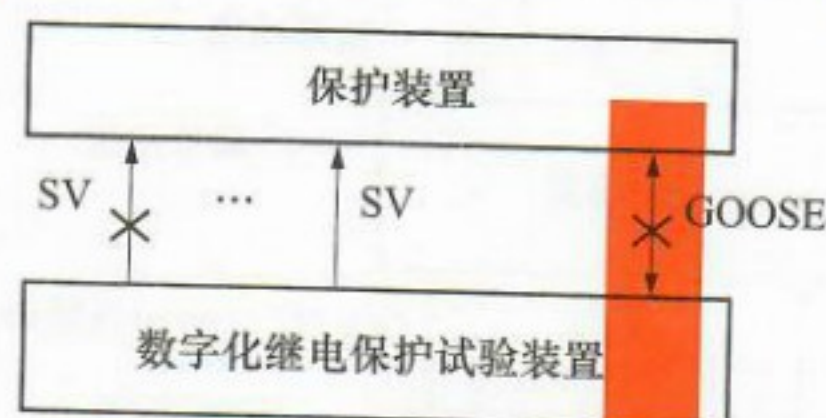


图 12 通信断续测试接线图

#### 6.3.5.5 采样值传输异常测试

##### 6.3.5.5.1 检验内容

采样值传输异常导致保护装置接收采样值通信延时、MU 间采样序号不连续、采样值错序及采样值丢失数量超过保护设定范围, 相应保护功能应可靠闭锁, 以上异常未超出保护设定范围或恢复正常后, 保护区内故障保护装置可靠动作并发送跳闸报文, 区外故障保护装置不应误动。

##### 6.3.5.5.2 检验方法

通过数字化继电保护试验装置调整采样值数据发送延时、采样值序号等方法模拟保护装置接收采样值通信延时增大、发送间隔抖动大于  $10\mu\text{s}$ 、MU 间采样序号不连续、采样值错序及采样值丢失等异常情况, 并模拟保护区内外故障。测试方案如图 13 所示。



图 13 采样值传输异常测试接线图

#### 6.3.5.6 检修状态测试

##### 6.3.5.6.1 检验内容

检验内容如下:



- a) 保护装置输出报文的检修品质应能正确反映保护装置检修压板的投退。保护装置检修压板投入后, 发送的 MMS 和 GOOSE 报文检修品质应置位, 同时面板应有显示; 保护装置检修压板打开后, 发送的 MMS 和 GOOSE 报文检修品质应不置位, 同时面板应有显示。
  - b) 输入的 GOOSE 信号检修品质与保护装置检修状态不对应时, 保护装置应正确处理该 GOOSE 信号, 同时不影响运行设备的正常运行。
  - c) 在测试仪与保护检修状态一致的情况下, 保护动作行为正常。
  - d) 输入的 SV 报文检修品质与保护装置检修状态不对应时, 保护应报警并闭锁。
- 以上检验要求实传。

#### 6.3.5.6.2 检验方法

通过投退保护装置检修压板控制保护装置 GOOSE 输出信号的检修品质, 通过抓包报文分析确定保护发出 GOOSE 信号的检修品质的正确性, 同时检查保护装置的动作行为。测试方案如图 14 所示。

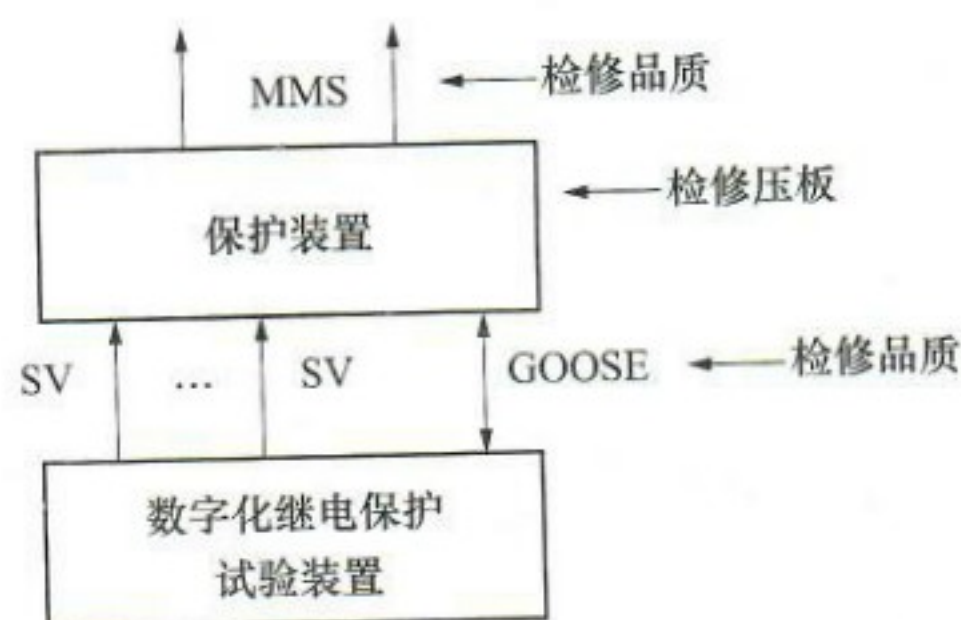


图 14 GOOSE 检修状态测试接线图

#### 6.3.5.7 软压板检查

##### 6.3.5.7.1 检查内容

检查设备的软压板设置是否正确, 软压板功能是否正常。软压板包括 SV 接收软压板、GOOSE 接收/出口压板、保护元件功能压板等。

##### 6.3.5.7.2 检查方法

检查方法如下:

- a) SV 接收软压板检查。通过数字化继电保护试验装置输入 SV 信号给设备, 投入 SV 接收软压板, 设备显示 SV 数值精度应满足要求; 退出 SV 接收软压板, 设备显示 SV 数值应为 0, 无零漂。
- b) GOOSE 开入软压板检查。通过数字化继电保护试验装置输入 GOOSE 信号给设备, 投入 GOOSE 接收压板, 设备显示 GOOSE 数据正确; 退出 GOOSE 开入软压板, 设备不处理 GOOSE 数据。
- c) GOOSE 输出软压板检查。投入 GOOSE 输出软压板, 设备发送相应 GOOSE 信号; 退出 GOOSE 输出软压板, 模拟保护元件动作, 应该监视到正确的相应保护未跳闸的 GOOSE 报文。
- d) 保护元件功能及其他压板。投入/退出相应软压板, 结合其他试验检查压板投退效果。

#### 6.3.5.8 开入开出端子信号检查

见本标准 5.3.3.7 条和 5.3.3.8 条。



### 6.3.5.9 虚端子信号检查

检查设备的虚端子（SV/GOOSE）是否按照设计图纸正确配置，要求如下：

- 通过数字化继电保护试验装置加输入量或通过模拟开出功能使保护设备发出 GOOSE 开出虚端子信号，抓取相应的 GOOSE 发送报文分析或通过保护测试仪接收相应 GOOSE 开出，以判断 GOOSE 虚端子信号是否能正确发送。
- 通过数字化继电保护试验装置发出 GOOSE 开出信号，通过待测保护设备的面板显示来判断 GOOSE 虚端子信号是否能正确接收。
- 通过数字化继电保护试验装置发出 SV 信号，通过待测保护设备的面板显示来判断 SV 虚端子信号是否能正确接收。

### 6.3.5.10 保护 SOE 报文的检查

传动保护装置，在变电站后台和调度端读取保护装置报文的时标和内容是否与保护装置发出的报文一致，应注意要采用传动继电保护动作逐一发出单个报文进行检查。

### 6.3.5.11 整定值的整定及检验

设置好设备的定值，通过测试系统给设备加入电流、电压量，观察设备面板显示和保护测试仪显示，记录设备动作情况和动作时间，并确认相应的保护功能和安全自动功能是否正常。

## 6.3.6 智能终端检验

### 6.3.6.1 动作时间测试

通过数字化继电保护试验装置发送一组 GOOSE 跳闸命令给智能终端，并接收智能终端的跳闸硬节点输出信号，记录报文发送与硬节点信号的时间差应不小于 7ms（参考图 15 所示方法）。



图 15 智能终端动作时间测试接线图

### 6.3.6.2 开入开出测试

通过数字化继电保护试验装置分别输出相应的分、合信号给智能终端，再接收智能终端发出的 GOOSE 报文（参考图 16 所示方法），解析相应的虚端子位置信号，观察是否与实端子信号一致。

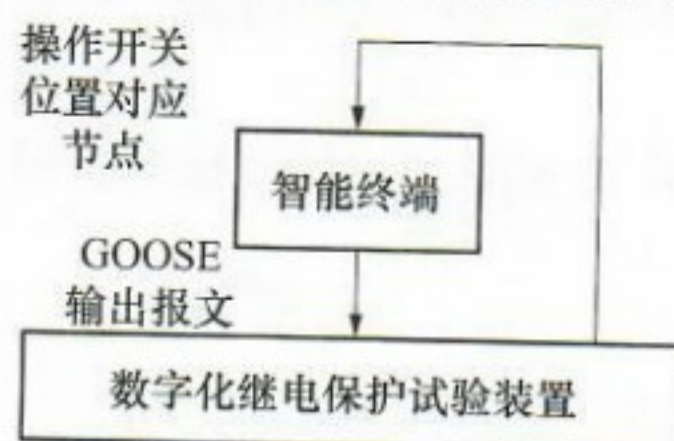


图 16 智能终端传送位置信号测试接线图



### 6.3.6.3 检修测试

#### 6.3.6.3.1 检验内容

智能终端检修压板置位时，发送的 GOOSE 报文“TEST”应为 1，应响应“TEST”为 1 的 GOOSE 跳、合闸报文，不响应“TEST”为 0 的 GOOSE 跳、合闸报文。

#### 6.3.6.3.2 检验方法

投退智能终端“检修压板”，察看智能终端发送的 GOOSE 报文，同时由测试仪分别发送“TEST”为 1 和“TEST”为 0 的 GOOSE 跳、合闸报文。

### 6.3.7 整组试验

整组试验是在装置单体试验的基础上，以 SCD 文件为指导，着重验证保护装置之间的相互配合，根据以下两种情况进行：

- a) 采用电子式互感器的场合，通过数字输出保护测试仪给保护装置加入电流、电压及相关的 GOOSE 开入，并通过接收智能终端开出的硬接点确定保护的动作行为，保护整组测试方案同常规保护。

要求：带断路器传动，且保护装置、智能终端的动作时间和整组动作时间误差在合理范围。

- b) 采用电磁式互感器的场合，通过模拟输出保护测试仪给合并单元 MU 加入电流、电压及相关的接点开入，并通过接收智能终端开出的硬接点确定保护的动作行为，保护整组测试方案同常规保护。

要求：带断路器传动，让两套保护同时动作，且保护装置、合并单元 MU、智能终端的动作时间和整组动作时间误差在合理范围。

### 6.3.8 与站控层及调控端的配合检验

#### 6.3.8.1 检验前的准备

6.3.8.1.1 检验人员在与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统的配合检验前应熟悉图纸，并了解各传输量的具体定义并与厂站自动化系统、继电保护及故障信息管理系统的信息表进行核对。

6.3.8.1.2 通过 SCD 文件检查各种继电保护装置的动作信息、告警信息、状态信息、录波信息和定值信息的传输正确性。

6.3.8.1.3 现场应制定配合检验的传动方案。

#### 6.3.8.2 检验内容

6.3.8.2.1 保护装置的离线获取模型和在线召唤模型，两者应该一致。重点检查各种信息描述名称、数据类型、定值描述范围。

6.3.8.2.2 检查继电保护发送给站控层及调控端的动作信息、告警信息、保护状态信息、录波信息及定值信息的传输正确性。

6.3.8.2.3 远方操作功能检查。继电保护设备应支持远方投退压板、修改定值、切换定值区、设备复归功能，并具备权限管理功能。

#### 6.3.8.3 检验方法

通过各种继电保护试验、通过保护装置的模拟传动功能、通过响应站控层设备的召唤读取等命令。



## 6.4 智能变电站装置投运

## 6.4.1 投入运行前的准备工作

6.4.1.1.1 检查全站 SCD 文件及相应 CRC 校验码, 所有被检设备的保护程序、通信程序、配置文件、CID 文件及相应 CRC 校验码是否都正确保存。

6.4.1.1.2 其他参照 5.5.1 条。

## 6.4.2 用一次电流及工作电压的检验

6.4.2.1.1 应根据一次设备潮流, 对需要检查电流电压相量的保护装置进行向量检查, 如发现保护装置向量与实际负荷向量不一致, 应首先检查合并单元 MU 显示向量与实际负荷是否一致, 再检查保护装置与 MU 向量是否一致, 根据检查结果对 MU 或保护装置配置参数进行修改。

6.4.2.1.2 双母线核相、定相操作: 用 1 路电源给一组母线充电, 合上母联开关, 通过母线电压间隔 MU 同时采集两组母线电压并进行幅值、相位和频率比较, 如一致则说明电压间隔 MU 二次核相成功。将母联开关断开, 用 2 路电源分别给两组母线充电, 通过母线电压间隔 MU 采集两组母线电压并进行幅值、相位和频率比较, 如一致则说明电压间隔 MU 二次定相成功。

6.4.2.1.3 其他参照 5.5.2。

6.4.2.1.4 检验项目见表 4。

表 4 智能变电站保护设备检验项目

序号	检验项目	对应章条	工厂联调验收	新安装检验	全部检验
1	检验前的准备工作	6.2.3	√	√	√
2	通用检验	屏柜检查	√	√	√
3		设备工作电源检查	√	√	√
4		设备通信接口检查	√	√	√
5		设备软件和通信报文检查	√	√	√
6		智能变电站配置文件检查	—	√	√
7	互感器及 MU 的检验	新安装电流、电压互感器及其回路的验收检验	6.3.2.1	—	√
8		电流、电压互感器安装竣工后, 保护人员应进行的检查	6.3.2.2	—	√
9		MU 发送 SV 报文检验	6.3.3.1	√	√
10		MU 检修状态测试	6.3.3.2	√	√
11		MU 电压切换检验	6.3.3.3	√	√
12		MU 电压并列功能检验	6.3.3.4	—	√
13		MU 准确度测试	6.3.3.5	√	√
14		MU 采样延时测试	6.3.3.6	√	√
15		MU 级联测试	6.3.3.7	√	√
16	二次回路系统检验	光纤回路正确性检查	6.3.4.1	—	√
17		光纤回路外观检查	6.3.4.1	—	√



表 4 (续)

表 4 (续)

序号	检验项目		对应章条	工厂联调 验收	新安装 检验	全部 检验
18	二次回路 系统检验	光纤衰耗检验	6.3.4.1	—	√	—
19		交换机配置文件检查	6.3.4.2	√	√	—
20		交换机以太网端口检查	6.3.4.2	√	—	—
21		交换机生成树协议检查	6.3.4.2	√	—	—
22		交换机 VLAN 设置检查	6.3.4.2	√	—	—
23		交换机网络流量检查	6.3.4.2	√	√	—
24		继电保护检验	交流量精度检查	6.3.5.1	√	√
25	采样值品质位无效测试		6.3.5.2	√	—	—
26	采样值畸变测试		6.3.5.3	√	—	—
27	通信断续测试		6.3.5.4	√	—	—
28	采样值传输异常测试		6.3.5.5	√	—	—
29	检修状态测试		6.3.5.6	√	√	—
30	软压板检查		6.3.5.7	√	√	√
31	开入开出硬接点信号检查		6.3.5.8	√	√	√
32	虚端子信号检查		6.3.5.9	√	√	√
33	保护 SOE 报文检查		6.3.5.10	√	√	√
34	整定值的整定及检验		6.3.5.11	√	√	√
35	智能终端检验	动作时间测试	6.3.6.1	√	√	—
36		开入开出检测	6.3.6.2	√	√	√
37		检修测试	6.3.6.3	√	√	√
38	整组试验		6.3.7	√	√	√
39	与调控系统、 站控层系统的 配合检验	与调控系统的配合检验	6.3.8	—	√	—
40		与站控层系统的配合检验	6.3.8	√	√	√
41	装置投运		6.4	—	√	—



## 附录 A

(资料性附录)

## 继电保护和电网安全自动装置状态检修

## A.1 总则

状态检修是企业以安全、可靠、环境、成本为基础,通过设备状态评价、检修决策,达到运行安全可靠,检修成本合理的一种检修策略。

开展继电保护设备运行巡视和专业巡检,为状态检修提供基础数据支撑,同时还应依靠检验检修、动作分析、装置自检、状态监测等多种措施和手段为状态评价的准确性提供技术支撑;对状态检修的装置及二次回路,开展状态信息收集、状态评价和检修决策等工作,状态评价 1 年内至少开展 1 次;状态检修检验计划应进行动态管理,依据状态评价结果,对装置及二次回路的检修类别和检修计划进行动态调整。在一次设备停电时,装置及二次回路宜根据需要进行检修。

## A.2 状态检修分类

## A.2.1 总则

继电保护装置及二次回路状态检修工作分停电检修和不停电检修。

停电检修分为 A 类检修、B 类检修、C 类检修,不停电检修为 D 类检修。

注:本标准中涉及的停电均指一次设备停电。

## A.2.2 检修分类

## A.2.2.1 A 类检修

A 类检修是指按照常规检修的全部检验要求进行的保护装置及二次回路检验,继电保护整屏更换、二次电缆全部更换等情况进行 A 类检修。

## A.2.2.2 B 类检修

B 类检修是指在常规检修的部分检验基础上,依据检修需要选择增加其他检验项目的继电保护装置及二次回路检验,继电保护辅助装置更换等情况进行 B 类检修。

## A.2.2.3 C 类检修

C 类检修是指按照常规检修的部分检验要求进行的继电保护装置及二次回路检验,对继电保护装置及二次回路进行常规性检查、维护和试验时进行 C 类检修。

## A.2.2.4 D 类检修

D 类检修是指高频通道测试、差流测试、红外测温等继电保护装置及二次回路检查或其他在一次设备不停电条件下可开展的检验,包括专业巡检和不停电维护。

## A.3 状态检修准备及注意事项

A.3.1 检修工作前应进行现场勘察,掌握作业现场的一、二次设备运行情况,收集设备状态评价报



告、缺陷记录等资料。

A.3.2 螺丝紧固工作宜使用扭矩螺丝刀，螺纹型端子拧紧力矩参照 GB 14048.1—2012 设置，具体要求见表 A.1。

表 A.1 常用端子螺丝拧紧力矩标准

常用螺丝拧紧力矩标准					
序号	螺纹直径 (mm)		拧紧力矩 (N · m)		
	米制标准值	直径范围	I	II	III
1	φ1.6	φ≤1.6	0.05	0.1	0.1
2	φ2.0	1.6<φ≤2.0	0.1	0.2	0.2
3	φ2.5	2.0<φ≤2.8	0.2	0.4	0.4
4	φ3.0	2.8<φ≤3.0	0.25	0.5	0.5
5	—	3.0<φ≤3.2	0.3	0.6	0.6
6	φ3.5	3.2<φ≤3.6	0.4	0.8	0.8
7	φ4.0	3.6<φ≤4.1	0.7	1.2	1.2
8	φ4.5	4.1<φ≤4.7	0.8	1.8	1.8
9	φ5.0	4.7<φ≤5.3	0.8	2.0	2.0
注 1：第 I 列：适用于拧紧时不突出孔外的无头螺钉和不能用刀口宽度大于螺钉根部直径的螺丝刀拧紧的其他螺钉。 注 2：第 II 列：适用于用螺丝刀拧紧的螺钉和螺母。 注 3：第 III 列：适用于不可用螺丝刀来拧紧的螺钉和螺母。 注 4：采用上述力矩标准值时不应超出制造商规定的力矩范围，螺纹直径等参数无法确定的，可按制造商规定的力矩标称值。					

A.3.3 运行巡视、专业巡检应准备好信息采集表等相关记录表单，维修检验应事先明确检验项目。

A.3.4 检修工作前应依据作业内容、标准化作业指导书，编制或校核已有的继电保护安全措施票。其他同常规检修部分。

A.4 停电情况下状态检修

A.4.1 适用范围

A.4.1.1 被评价为“严重状态”的继电保护装置及二次回路原则上应执行 A 类检修。“严重状态”是指设备某个状态量严重超出标准极限，或存在紧急反措工作未执行完毕，或存在紧急缺陷未消除，只能短期运行或立即停役的状态。

A.4.1.2 被评价为“异常状态”的继电保护装置及二次回路原则上应执行 B 类检修。“异常状态”是指设备某个状态量超过标准极限，或存在重要缺陷未消除，或存在重要反措工作尚未执行完毕，但仍能继续运行的状态。

A.4.1.3 被评价为“注意状态”的继电保护装置及二次回路原则上应执行 C 类检修。“注意状态”指设备某个或几个状态量接近标准极限，或存在一般缺陷未消除，或存在一般反措工作尚未执行完毕，但仍能继续运行的状态。

A.4.1.4 运行维护单位可根据继电保护装置及二次回路的状态评价情况，适当调整检修类别和检修计划；同一继电保护装置及二次回路前后两次停电检修最长时间间隔不得超过 6 年。

A.4.1.5 有下列情形之一的设备，原则上应提高原定检修级别并尽快执行：

- a) 运行中发现有异常，此异常可能是严重及以上缺陷所致；



- b) 在线监视手段显示设备状态不良;
- c) 存在可能危及设备安全运行的家族性缺陷;
- d) 继电保护装置及二次回路经受过不良工况的影响, 且无法确定设备状态;
- e) 自上次检修以来, 状态评价结果为“严重状态”或连续两次“异常状态”;
- f) 接近装置运行年限限值;
- g) 其他。

#### A.4.2 检修项目及要求

##### A.4.2.1 A、B、C 类检修项目及要

常规变电站 A、B、C 类检修项目及要

智能变电站 A、B、C 类检修项目及要

表 A.2 常规变电站继电保护装置及二次回路 A、B、C 类检修项目

序号	检修项目	A 类检修	B 类检修	C 类检修
1	外观检查	▲必选	▲必选	▲必选
2	回路检验	▲必选	△可选	—
3	二次回路绝缘检查	▲必选	▲必选	▲必选
4	逆变电源检查	▲必选	△可选	—
5	上电检查	▲必选	▲必选	▲必选
6	开关量输入回路检验	▲必选	▲必选	▲必选
7	输出触点及输出信号检查	▲必选	△可选	—
8	模数转换系统检验	▲必选	▲必选	▲必选
9	整定值的整定及检验	▲必选	△可选	—
10	纵联保护通道检验	▲必选	△可选	—
11	操作箱检验	▲必选	△可选	—
12	整组试验	▲必选	▲必选	▲必选
13	装置投运	▲必选	△可选	—

表 A.3 智能变电站继电保护装置及二次回路 A、B、C 类检修项目

序号	检修项目	A 类检修	B 类检修	C 类检修
1	屏柜检查	▲必选	▲必选	▲必选
2	电源检验	▲必选	△可选	—
3	交流量精度检验	▲必选	△可选	—
4	采样值品质位无效测试	▲必选	△可选	—
5	采样值畸变测试	▲必选	△可选	—
6	通信断续测试	▲必选	▲必选	▲必选
7	采样值传输异常测试	▲必选	▲必选	▲必选
8	检修状态测试	▲必选	▲必选	▲必选
9	软压板检查	▲必选	▲必选	▲必选



表 A.3 (续)

序号	检修项目	A 类检修	B 类检修	C 类检修
10	开入开出端子信号检查	▲必选	△可选	—
11	虚端子信号检查	▲必选	△可选	—
12	保护 SOE 报文检查	▲必选	▲必选	▲必选
13	整定值的整定及检验	▲必选	△可选	—
14	装置投运	▲必选	△可选	—

A.4.2.2 为确保无人值班变电站远方监控信息的准确性和及时性的要求，结合整组试验，应进行继电保护信息与故障录波器、变电站监控系统、调度端监控主站信号的核对。

A.5 不停电情况下状态检修应用范围

A.5.1 运行巡视主要适用于运行人员在二次设备运行条件下，对继电保护装置及二次回路运行状态进行的检查。

A.5.2 专业巡检主要适用于检修人员在二次设备运行条件下，对继电保护装置及二次回路运行状态进行的检查及检验。

A.5.3 不停电维护主要适用于一次设备不停电条件下，对二次回路有变动或异常、继电保护装置插件及参数有变更或异常、通道附属设备变动或异常等情况进行的检验。

A.5.4 不停电维护可依据实际维护需要，选择相应的项目实施，必要时相关保护应按维护工作需要改为信号或停用状态；受设备实际状态限制，检验项目可按照 A.5.3 条款执行。

A.5.5 被评价为“注意状态”的继电保护及二次回路，实施 C 类检修前宜加强运行巡视和专业巡检，引起状态劣化的状态量巡视及巡检周期相应缩短，原则上在正常状态巡视频次基础上增加一倍。

A.5.6 被评价为“异常状态”的继电保护及二次回路，实施停电检修前应加强运行巡视，提高运行巡视频次，引起状态劣化的状态量巡视及巡检周期相应缩短，原则上在正常状态巡视频次基础上增加两倍。

A.6 不停电情况下状态检修项目及要求

A.6.1 运行巡视项目及要求

A.6.1.1 运行人员应按照本规程的相关要求进行巡视，继电保护装置及二次回路运行巡视项目要求详见表 A.4。

表 A.4 继电保护装置及二次回路运行巡视信息采集表

变电所名称			天气情况			
间隔名称			保护装置名称			
巡视时间			巡视人员			
采集内容及记录						
序号	采集内容	采集数据			结果	说明
1	运行环境	环境温度：℃				
		环境湿度：%				
2	装置面板及外观检查	运行指示灯正常				
		液晶显示屏正常				
		检查定值区号与实际运行情况相符				



表 A.4 (续)

序号	采集内容	采集数据	结果	说明
3	屏内设备检查	各功能开关、方式开关及空气开关符合实际运行情况		
		保护压板（包括软压板）投入符合要求		
4	通信状况检查	与保护管理机及监控系统通信、GPS 对时中断 次（累计）		
5	高频通道检查	高频通道测试正常		
6	定值检查	核对装置定值与最新定值一致		
7	装置差流检查	装置运行中三相差流： 装置运行中三相电流：mA A		
8	直流支路绝缘检查	绝缘电阻：MΩ		
		周期内直流接地 次（累计）		
9	封堵情况检查	防火墙、防火涂料符合要求		
10	红外测温	继电保护装置及二次回路进行红外检查无异常		

A.6.1.2 运行环境检查依据 DL/T 587 要求执行。

A.6.1.3 装置面板及外观检查应包括运行指示灯、液晶显示屏，重合闸、备自投的充电情况及定值区号的检查。

A.6.1.4 屏内设备检查应包括各功能开关、方式开关（把手）、空气开关、压板投退（包括软压板）状态核对。

A.6.1.5 通信状况检查，应检查各间隔保护装置与监控系统通信和时钟对时的正确性。

A.6.1.6 在冰雪、雷电、雾霾等恶劣天气情况下应提高高频通道检查的频次。

A.6.1.7 应利用绝缘在线监测装置对所有保护和控制直流支路绝缘情况进行检查。

A.6.1.8 保护差流检查及红外测温检查要求在负荷高峰期间增加巡检次数。

A.6.1.9 检查端子箱密封情况和气体继电器防雨情况。

A.6.1.10 二次设备红外测温包括保护屏内继电保护装置及户外端子箱内电流二次回路、电压二次回路连接端子、直流电源回路接线端子等，应记录环境温度、装置最高温度、回路最高温度，检测项目见表 A.5。

表 A.5 二次设备红外测温检测项目

检验项目	检验内容
装置类二次设备检查	1. 装置面板 2. 装置内部（重点：电源插件） 3. 装置背板
交换机、通信设备检查（二次设备）	1. 机箱温度 2. 各通信端口 3. 风扇出风口
GPS 对时设备检查（二次设备）	1. 机箱温度 2. 风扇出风口
电流回路的检查	1. 保护电流回路 2. 故障录波器的电流回路 3. 遥测电流回路 4. 计量电流回路 5. 公用电流回路 6. 测控电流回路



表 A.5 （续）

检验项目	检验内容
交流电压（母线电压）回路的检查	1. 保护电压回路 2. 故障录波器的电压回路 3. 遥测电压回路 4. 计量电压回路 5. 公用电压回路 6. 熔断器、空气开关 7. 测控电压回路
交流电源电压回路的检查	1. 闸刀电源回路 2. 开关电源回路 3. 保护电源回路 4. 熔断器、空气开关 5. 测控电源回路
直流回路检查	1. 熔断器、空气开关 2. 控制回路 3. 直流小母线 4. 直流馈线电源回路 5. 保护电源回路 6. 测控电源回路

A.6.2 专业巡检项目及要求

A.6.2.1 检修人员应按照本规程的相关要求进行巡检，继电保护装置及二次回路专业巡检项目要求详见表 A.6。

表 A.6 继电保护装置及二次回路专业巡检信息采集表

变电所名称		天气情况		
间隔名称		保护装置名称		
巡检时间		巡检人员		
采集内容及记录				
序号	采集内容	采集数据	结果	说明
1	装置面板及外观检查	运行指示灯正常		
		液晶显示屏正常		
		检查定值区号和整定单号与实际运行情况相符		
		打印功能正常		
2	屏内设备检查	各功能开关及方式开关符合实际运行情况		
		电源空开及电压空开符合要求		
		保护压板（包括软压板）投入符合要求		
3	版本及定值检查	装置版本、定值与最新定值单一致		
4	高频通道检查	高频通道测试正常		
5	光纤通道检查	通道传输时间： <div>ms</div>		
		丢包率： <div>%</div>		
		误码率： <div>%</div>		



表 A.6 (续)

序号	采集内容	采集数据	结果	说明
6	模拟量检查	保护模拟量采样与测控采样的最大误差: %		
7	装置差流检查	装置运行中三相差流: mA 装置运行中三相电流: A		
8	开入开出回路检查	开入量检查符合运行状况:		
9	反措检查	符合最新反措要求		
10	二次回路检查	端子排(箱)锈蚀		
		二次接线松动		
		接地、屏蔽、接地网符合要求		
		电缆封堵符合要求		
11	红外测温	装置最高温度: °C 二次回路最高温度: °C		

A.6.2.2 装置面板及外观检查应包括运行指示灯、液晶显示屏,重合闸、备自投的充电情况及定值区号的检查。

A.6.2.3 屏内设备检查应包括各功能开关、方式开关(把手)、空气开关、压板投退(包括软压板)状态核对。

A.6.2.4 保护装置软件版本应符合主管部门确认的最新可运行版本,保护定值应与定值单一致。

A.6.2.5 线路保护检查应包括纵联保护通道检查,并保存有相关的数据记录。

A.6.2.6 模拟量检查要求比较一次电流同源的不同保护或测控装置上的交流显示值差异,或比较钳形电流表测量值与装置显示值差异,记录最大误差,还应记录保护装置上的差流数据和异常情况。

A.6.2.7 开关量输入回路检查时应核对装置开入显示与实际运行状况的一致性,装置异常告警等历史记录的检查参照 DL/T 587 要求执行。

A.6.2.8 反措检查应根据反措计划检查执行情况,并记录结果。

A.6.2.9 检查通信机房保护用设备运行情况。

A.6.2.10 检查端子箱密封情况和气体继电器防雨情况。

A.6.2.11 二次设备红外测温包括保护屏内设备及户外端子箱内的端子排,特别是电流二次回路、电压二次回路连接端子、直流电源回路接线端子等,应利用当前测量数据及历史数据开展分析,判断缺陷性质并确定针对性的处理措施。检测项目见表 A.6。

A.6.3 不停电维护项目及要求

A.6.3.1 根据维修需要,可选做继电保护装置及二次回路需要的维护项目,检修项目见表 A.7。

表 A.7 不停电继电保护装置及二次回路维护项目

序号	检修项目	维护要求条款	项目选择
1	电流、电压二次回路维护	A.6.3.2	△可选
2	控制回路维护	A.6.3.3	△可选
3	信号回路维护	A.6.3.4	△可选
4	高频通道维护	A.6.3.5	△可选
5	光纤通道维护	A.6.3.6	△可选
6	装置外部检查	A.6.3.9	△可选



表 A.7 (续)

序号	检修项目	维护要求条款	项目选择
7	装置上电检查	A.6.3.11	△可选
8	装置逆变电源检查	A.6.3.12	△可选
9	开入回路检验	A.6.3.13	△可选
10	开出回路检验	A.6.3.14	△可选
11	模数转换系统检验	A.6.3.15	△可选
12	保护定值检查	A.6.3.16、A.6.3.17	△可选
13	自动化、保护信息系统信号检查	A.6.3.18	△可选
14	装置投运前检查	A.6.3.19	△可选

**A.6.3.2 电流、电压二次回路维护**

对于电流、电压二次回路的维护主要包括外观及接线检查、接地检查、回路测量或检验，具体要求如下：

- 应核对相关电缆标签及回路编号正确一致；
- 应检查电缆外观有无破损、电缆外屏蔽接地的正确性和可靠性；
- 应通过红外辅助测温的方法检查电流回路连接片、电流回路端子短接片连接可靠性；
- 应检查电压空气断路器或熔丝、电压回路连接片、电压回路端子短接片连接正确性和可靠性；
- 可使用钳形电流表检测中性线电流、电缆外屏蔽接地线电流；
- 可使用回路多点接地仪、放电间隙动作信号辅助检查电压二次回路一点接地的正确性；
- 在电压回路、电流回路已可靠隔离情况下，可按照常规检修进行检查试验。

**A.6.3.3 控制回路维护**

对于控制回路的维护主要包括外观及接线检查、控制回路测量或检验，具体要求如下：

- 应核对相关电缆标签及回路编号正确一致；
- 应检查电缆外观有无破损、电缆外屏蔽接地的正确性和可靠性；
- 应检查控制直流空开或熔丝、回路端子短接片连接正确性和可靠性；
- 可利用操作箱指示灯检查、控制回路断线信号、保护装置开入对控制回路进行辅助检查；
- 在跳、合闸回路已可靠隔离情况下，可按照常规检修进行相关检查试验。

**A.6.3.4 信号回路维护**

对于信号回路的维护主要包括外观及接线检查、信号回路检查或检验，具体要求如下：

- 应核对相关电缆标签及回路编号正确一致；
- 应检查电缆外观有无破损、电缆外屏蔽接地的正确性和可靠性；
- 应检查信号电源直流空开或熔丝、信号回路连接片、端子短接片连接可靠性；
- 相关回路安措可靠隔离情况下，可按照常规检修进行信号回路传动方法检查。

**A.6.3.5 高频通道维护**

对于高频通道的维护主要包括外观及接线检查、通道测试或检验，具体要求如下：

- 应检查高频电缆双端标签及编号正确一致；
- 应检查高频电缆外观有无破损、电缆屏蔽接地的正确性和可靠性；
- 测定载波通道传输衰耗测量、专用收发信机通道裕量测量按照常规检修要求执行，测试前（向调度申请）相关高频保护应改信号。

**A.6.3.6 光纤通道维护**

对于光纤通道的维护主要包括外观及接线检查、通道检测或检验，具体要求如下：



- a) 继电保护利用通信设备传送保护信息的通道（包括直连光纤、复用光纤等通道），应核对光纤、电缆双端标签及编号正确一致，检查保护屏、光电转换接口屏等光缆、电缆外观有无破损，还应检查各端子排接线、通信接口连接的正确性和可靠性；
  - b) 应结合保护装置、通道接口装置告警信号、通道误码、通道延时、丢包等状态检查光纤通道连接可靠性；
  - c) 可使用高内阻电压表以一端对地测端量通道接口装置直流电源及输出触点、中间继电器电源及输出触点电压的方法，检查光纤通道设备运行状态；
  - d) 通道自环检查、接口继电器、误码率、传输时间以及收、发光功率（电平）试验要求按照检验规程执行；
  - e) 在远方跳闸等回路实施可靠安全措施后，可按照常规检修要求测试通道传输时间及“允许跳闸”信号返回时间。
- A.6.3.7 装置电源板、通信接口板、信号板、液晶面板、光纤接口板、管理板等插件更换或缺陷诊断时可采用不停电维护。
- A.6.3.8 除按照常规检修要求采取措施避免装置内部元器件损坏外，还应防范运行交直流电压、交流电流回路对装置维护的影响，防止回路开路、短路和异常接地。
- A.6.3.9 装置外部检查可按照常规检修要求执行。
- A.6.3.10 不停电维护时不宜进行装置绝缘试验。
- A.6.3.11 装置上电检查按照常规检修要求执行。
- A.6.3.12 逆变电源检查可按照常规检修执行，应进行逆变电源开关拉合试验，必要时可进行直流电源自启动性能检验。
- A.6.3.13 可参照运行设备实际状态检查开关量输入回路动作状态响应正确，可通过分别接通、断开连片及切换把手方法检查装置开关量输入回路响应正确性。工作前跳合闸回路、至其他运行保护及安全自动装置相关回路应做好安全措施。
- A.6.3.14 装置输出触点及输出信号检查可结合装置传动到出口连接片和保护屏柜端子排一并进行，工作前跳合闸回路、至其他运行保护及安全自动装置相关回路应做好安全措施。
- A.6.3.15 模数变换系统检验时可优先利用运行电压及电流检验幅值和相位精度，当运行电压、电流不满足测试条件时（超过装置技术条件的测试范围），可输入额定电流、电压量进行检验；涉及交流采样插件变更的，应按照常规检修要求进行模数变换系统零点漂移检验，可仅分别输入不同幅值的电流、电压量检验模数变换系统幅值和相位精度。
- A.6.3.16 装置整定值检验前应检查装置内部定值按定值单设置无误，软件版本符合要求。
- A.6.3.17 装置整定值的检验项目和内容应根据检验的性质、装置的具体构成方式和动作原理拟定，原则上应符合实际运行条件，并满足实际运行的要求；每一检验项目都应有明确的目的，或为运行所必须，或用以判别元件、装置是否处于良好状态和发现可能存在的缺陷等。
- A.6.3.18 结合装置整定值检验，可配合检查相关厂站自动化系统信号回路正确性和名称正确性。
- A.6.3.19 保护装置投运前的检查按照常规检修执行，对差动保护除测定各相回路、差回路的电流、电压数据外，还应测量各中性线的不平衡电流、电压数据。



附 录 B  
(规范性附录)  
常用继电器检验项目

**B.1 机电型时间继电器的检验**

**B.1.1 机电型时间继电器的全部检验项目**

**B.1.1.1** 测量线圈的直流电阻。

**B.1.1.2** 动作电压与返回电压试验，其部分检验可用 80% 额定电压的整组试验代替。

**B.1.1.3** 最大、最小及中间刻度下的动作时间校核、时间标度误差及动作离散值应不超出技术说明规定的范围。

**B.1.1.4** 整定点的动作时间及离散值的测定，可在装置整定试验时进行。

**B.1.2 机电型时间继电器的部分检验项目**

**B.1.2.1** 测量线圈的直流电阻。

**B.1.2.2** 动作电压与返回电压试验，其部分检验可用 80% 额定电压的整组试验代替。

**B.1.2.3** 整定点的动作时间及离散值的测定，可在装置整定试验时进行。

**B.2 电流（电压）继电器的检验**

**B.2.1 电流（电压）继电器的全部检验项目**

**B.2.1.1** 动作标度在最大、最小、中间三个位置时的动作与返回值。

**B.2.1.2** 整定点的动作与返回值。

**B.2.1.3** 对电流继电器，通以 1.05 倍动作电流及保护装设处可能出现的最大短路电流检验其动作及复归的可靠性（设有限幅特性的继电器，其最大电流值可适当降低）。

**B.2.1.4** 对低电压及低电流继电器，应分别加入最高运行电压或通入最大负荷电流，检验其应无抖动现象。

**B.2.1.5** 对反时限的感应型继电器，应录取最小标度值及整定值时的电流—时间特性曲线。定期检验只核对整定值下的特性曲线。

**B.2.2 电流（电压）继电器的部分检验项目**

**B.2.2.1** 整定点的动作与返回值。

**B.2.2.2** 对反时限的感应型继电器，应核对整定值下的特性曲线。

**B.3 频率继电器的检验**

**B.3.1 频率继电器全部检验项目**

**B.3.1.1** 调整或校验继电器内的调谐回路，并测量各元件的分布电压。

**B.3.1.2** 执行元件检验。

**B.3.1.3** 校核最大、最小、中间刻度的动作频率与返回频率。

**B.3.1.4** 对数字型继电器，检验各整定位置是否与技术说明书一致。



B.3.1.5 整定动作频率，并录取输入电压在 0.5 倍~1.1 倍额定电压下的动作频率特性  $Z_{DZ}=f(U)$ 。

B.3.1.6 如继电器装设地点冬季无取暖设备或夏季无良好的通风设备，其温度变化超过继电器保证误差范围时，应在室温变化较大的时期内，复核继电器受温度变化影响的动作特性，如离散值超过规定值应采取相应的措施。

### B.3.2 频率继电器的部分检验项目

B.3.2.1 整定动作频率，并录取输入电压在 0.5 倍~1.1 倍额定电压下的动作频率特性  $Z_{OP}=f(U)$ 。

B.3.2.2 如继电器装设地点冬季无取暖设备或夏季无良好的通风设备，其温度变化超过继电器保证误差范围时，应在室温变化较大的时期内，复核继电器受温度变化影响的动作特性，如离散值超过规定值，应采取相应的措施。

### B.4 静态继电器的检验

B.4.1 对于静态继电器，除需按各元件的基本检验项目进行外，尚需进行下列项目检验。

B.4.2 保护所用逆变电源及逆变回路工作正确性及可靠性的检验。

B.4.3 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况。

B.4.4 各指定测试点工作电位或工作电流正确性的测定。

B.4.5 各逻辑回路工作性能的检验。

B.4.6 时间元件及延时元件工作时限的测定。

B.4.7 对静态继电器，其部分检验项目如下：

B.4.8 对于静态继电器，除需按各元件的基本检验项目进行外，尚需进行下列项目检验。

B.4.9 保护所用逆变电源及逆变回路工作正确性及可靠性的检验。

B.4.10 各指定测试点工作电位或工作电流正确性的测定。

B.4.11 各逻辑回路工作性能的检验。

B.4.12 时间元件及延时元件工作时限的测定。

### B.5 气体继电器的检验

B.5.1 加压，试验继电器的严密性。

B.5.2 检查继电器机械情况及触点工作情况。

B.5.3 检验触点的绝缘（耐压）。

B.5.4 检查继电器对油流速的定值。

B.5.5 检查在变压器上的安装情况。

B.5.6 检查电缆接线盒的质量及防油、防潮措施的可靠性。

B.5.7 用打气筒或空气压缩器将空气打入继电器，检查其动作情况；如果有条件，亦可用按动探针的方法进行。

B.5.8 对装设于强制冷却变压器中的继电器，应检查当循环油泵启动与停止时，以及在冷却系统油管切换时所引起的油流冲击与变压器振动等各种运行工况时，继电器是否会误动作。

B.5.9 当变压器新投入、大小修或定期检查时，应由管理一次设备的运行人员检查呼吸器是否良好，阀门内是否积有空气，管道的截面有无改变。

B.5.10 继电保护人员应在此期间测定继电器触点间及全部引出端子对地的绝缘。

### B.6 中间继电器的检验

B.6.1 测定线圈的电阻。

B.6.2 动作电压（电流）及返回电压（电流）试验，定期检验时，可用 80% 额定电压的整组试验代替。



**B.6.3** 有两个线圈以上的继电器应检验各线圈间极性标示的正确性，并测定两线圈间的绝缘电阻（不包括外部接线）。

**B.6.4** 保持电压（电流）值检验，其值应与具体回路接线要求符合，电流保持线圈在实际回路中的可能最大压降应小于回路额定电压的 5%。

**B.6.5** 动作（返回）时间测定，只是保护回路设计上对其动作（返回）时间有要求的继电器及出口中间继电器和防止跳跃继电器才进行此项试验。

**B.6.6** 用于超高压的电网保护，直接作用于断路器跳闸的中间继电器，其动作时间应小于 10ms。

**B.6.7** 防止跳跃继电器的动作电流应与断路器跳闸线圈的动作电流相适应。在相同的实际断路器跳闸电流下，继电器的动作时间应小于跳闸回路断路器辅助触点的转换（跳闸时断开）时间。

**B.6.8** 定期检验时，出口中间及防止跳跃继电器的动作时间检验与装置的整组试验一起进行。

**B.6.9** 检查、观察触点在实际负荷状态下的工作状况。

**B.6.10** 干簧继电器（触点直接接于 110、220V 直流电压回路）、密封型中间继电器应以 1000V 绝缘电阻表测量触点（继电器未动作时的动合触点，及动作后的动断触点）间的绝缘电阻。



附 录 C  
(规范性附录)  
常规变电站各类装置检验项目

### C.1 电磁型保护的检验

C.1.1 对电磁型保护，除需按各元件的基本检验项目进行外，尚需进行下列项目检验：

- a) 外观检查；
- b) 回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 各逻辑回路以及有配合关系的回路之间的工作性能的检验；
- d) 定值测定、时间元件及延时元件工作时限的测定；
- e) 各输出回路工作性能的检验；
- f) 检验各信号回路正常；
- g) 保护装置的整组试验及整组动作时间的测定。

C.1.2 对于电磁型保护装置，除需按各元件的基本检验项目进行外，尚需进行下列项目检验：

- a) 外观检查；
- b) 回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 各逻辑回路以及有配合关系的回路之间的工作性能的检验；
- d) 各输出回路工作性能的检验；
- e) 定值测定；
- f) 保护装置的整组试验及整组动作时间的测定。

### C.2 继电保护专用电力线载波收发信机的检验

C.2.1 对继电保护专用电力线载波专用收发信机，其全部检验项目如下：

- a) 外回路绝缘电阻测定；
- b) 外观检查；
- c) 附属仪表和其他指示信号的校验；
- d) 检验回路中各规定测试点的工作参数；
- e) 检验机内各调谐槽路调谐频率的正确性；
- f) 测试发信振荡频率；
- g) 发信输出功率及输出波形的检测；
- h) 检验通道监测回路工作应正常；
- i) 收信机收信灵敏度的检测，可与高频通道的检测同时进行；
- j) 对用于相差高频保护的发信机要检验其完全操作的最低电压值，高频方波信号的宽度及各级方波的形状无畸变现象；
- k) 检验发信、收信回路应不存在寄生振荡；
- l) 检验发信输出在不发信时的残压应符合规定。

C.2.2 对继电保护专用电力线载波专用收发信机，其部分检验项目如下：

- a) 外回路绝缘电阻测定；
- b) 外观检查；



- c) 测试发信工作频率的正确性;
- d) 收发信机发信电平、收信电平及灵敏启动电平的测定;
- e) 检验通道监测回路工作应正常;
- f) 收信机收信灵敏度的检测,可与高频通道的检测同时进行。

### C.3 保护专用光纤接口装置的检验

C.3.1 对保护专用光纤接口装置,其全部检验项目如下:

- a) 附属仪表和其他指示信号的检验及外观检查;
- b) 装置继电器输出触点、装置接地及其电源检查;
- c) 模拟光纤通道的各种工况,检验机内各输出触点的动作情况;
- d) 检验通道监测回路和告警回路。

C.3.2 对保护专用光纤接口装置,其部分检验项目如下:

- a) 外观检查;
- b) 装置继电器输出触点、装置接地及其电源检查;
- c) 检验通道监测回路和告警回路。

### C.4 微型区域安全稳定控制系统(装置)检验项目

C.4.1 区域安全稳定控制系统(装置)全部检验项目:

- a) 外观检查;
- b) 交流回路的绝缘检查(仅对停电元件);
- c) 上电检查(时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及控制策略表逻辑、功能的检查);
- d) 逆变电源工作正确性及可靠性的检验;
- e) 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况;
- f) 数据采集回路正确性、准确性的测定;
- g) 各开出、开入回路工作性能的检验;
- h) 检验各信号回路正常;
- i) 外部通信通道及回路检查,命令传输正确性和可靠性检查;
- j) 装置整组试验(允许用导通方法分别证实到每个断路器接线的正确性);
- k) 远传信息及远方控制功能联合试验;
- l) 核对定值、检查控制策略。

C.4.2 区域安全稳定控制系统(装置)部分检验项目:

- a) 外观检查;
- b) 交流回路的绝缘检查(仅对停电元件);
- c) 上电检查(时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及控制策略表逻辑、功能的检查);
- d) 逆变电源工作正确性及可靠性的检验;
- e) 数据采集回路正确性、准确性的测定;
- f) 外部通信通道及回路检查;
- g) 装置整组试验(允许用导通方法分别证实到每个断路器接线的正确性);
- h) 核对定值、检查控制策略。



### C.5 微机型失步（振荡）解列、过频切机（解列）、低频切负荷（解列）、低压切负荷（解列）及备用电源自动投入装置检验项目

#### C.5.1 微机型失步（振荡）解列、过频切机（解列）、低频切负荷（解列）、低压切负荷（解列）及备用电源自动投入装置全部检验项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 交流回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 上电检查（时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检查）；
- d) 逆变电源工作正确性及可靠性的检验；
- e) 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况；
- f) 数据采集回路正确性、准确性的测定；
- g) 各开出、开入回路工作性能的检验；
- h) 检验各信号回路正常；
- i) 装置整组动作时间的测定；
- j) 装置整组试验（允许用导通方法分别证实到每个断路器接线的正确性）；
- k) 核对定值。

#### C.5.2 微机型失步（振荡）解列、过频切机（解列）、低频切负荷（解列）、低压切负荷（解列）及备用电源自动投入装置部分检验项目：

- a) 外观检查；
- b) 交流回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 上电检查（时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检查）；
- d) 逆变电源工作正确性及可靠性的检验；
- e) 数据采集回路正确性、准确性的测定；
- f) 装置整组试验（允许用导通方法分别证实到每个断路器接线的正确性）；
- g) 核对定值。

### C.6 厂站自动化系统中的各种测量、控制装置的检验项目

#### C.6.1 对厂站自动化系统中的各种测量、控制装置，其新投入和全部检验项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 交流回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 上电检查（时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检查）；
- d) 所用稳压电源及稳压回路工作正确性及可靠性的检验；
- e) 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况；
- f) 数据采集回路各采样值、计算值正确性的测定；
- g) 各开入、开出回路工作性能的检验；
- h) 各逻辑回路（手合、同期）工作性能的检验；
- i) 时间元件及延时元件工作时限的测定；
- j) 装置网络地址及设置的检查；
- k) 至监控系统和厂站自动化系统的通信和网络功能的检验；
- l) 各种告警信号的完好性。

#### C.6.2 厂站自动化系统中的各种测量、控制装置，其部分检验项目如下：

- a) 外观检查；



- b) 交流回路的绝缘检查（仅对停电元件）；
- c) 所用稳压电源及稳压回路工作正确性及可靠性的检验；
- d) 上电检查（时钟、保护程序的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检查）；
- e) 数据采集回路各采样值、计算值正确性的测定；
- f) 各开入、开出回路工作性能的检验；
- g) 各逻辑回路（手合、同期）工作性能的检验；
- h) 时间元件及延时元件工作时限的测定；
- i) 装置网络地址及设置的检查；
- j) 至监控系统和厂站自动化系统的通信和网络功能的检验；
- k) 各种告警信号的完好性。

### C.7 厂站自动化系统的监控后台的检验

C.7.1 对厂站自动化系统的监控后台，其新投入和全部检验项目如下：

- a) 所用稳压电源和不间断电源工作正确性及可靠性的检验；
- b) 所用计算机及其外围设备的工作正确性及可靠性的检验；
- c) 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况；
- d) 监控软件的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检验；
- e) 监控系统后台机与系统中各测量、控制、保护装置的通信和网络功能的检验；
- f) 监控系统数据库的正确性及完备性的检查；
- g) 各种数字、模拟信号及其计算值的正确性及完备性的检查；
- h) 监控系统实时监控程序各种功能（遥控操作、防误闭锁、权限设置、信号复归等）的正确性及完备性的检查；
- i) 各种实时监控信息的分类、合并及重要程度排序的正确性及完备性检查；
- j) 监控系统其他各子系统（报表、趋势分析等）的正确性及完备性检查；
- k) 监控系统与调度自动化系统的通信和网络功能的检验；
- l) 监控系统上送调度自动化系统的信息内容的正确性及完备性检查；
- m) 监控系统各种告警信号的完好性；
- n) 对监控系统的系统备份和数据备份检查。

C.7.2 对厂站自动化系统的监控后台，其部分检验项目如下：

- a) 监控软件的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检验；
- b) 监控系统后台机与系统中各测量、控制、保护装置的通信和网络功能的检验；
- c) 监控系统数据库的正确性及完备性的检查；
- d) 各种数字、模拟信号及其计算值的正确性及完备性的检查；
- e) 监控系统实时监控程序各种功能（遥控操作、防误闭锁、权限设置、信号复归等）的正确性及完备性的检查；
- f) 监控系统与调度自动化系统的通信和网络功能的检验；
- g) 监控系统各种告警信号的完好性；
- h) 对监控系统的系统备份和数据备份检查。

### C.8 继电保护及故障信息管理系统的检验

C.8.1 对于继电保护及故障信息管理系统，其新投入和全部检验项目如下：

- a) 所用稳压电源和不间断电源工作正确性及可靠性的检验；
- b) 所用计算机及其外围设备的工作正确性及可靠性的检验；



- c) 检查设计及制造部门提出的抗干扰措施的实施情况;
- d) 继电保护及故障信息管理软件版本号、校验码等程序正确性及完整性的检验;
- e) 继电保护及故障信息管理系统与系统中各保护装置的通信和网络功能的检验;
- f) 继电保护及故障信息管理系统数据库的正确性及完备性的检查;
- g) 各种保护信息的分类、合并及重要程度排序的正确性及完备性检查;
- h) 继电保护及故障信息管理系统其他各子系统(定值检查、录波分析等)的正确性及完备性检查;
- i) 继电保护及故障信息管理系统与厂站自动化系统、调度自动化系统或管理信息系统的通信和网络功能的检验;
- j) 继电保护及故障信息管理系统上送厂站自动化系统、调度自动化系统或管理信息系统的信息内容的正确性及完备性检查;
- k) 系统备份和数据备份。

**C.8.2** 对于继电保护及故障信息管理系统,其部分检验项目如下:

- a) 系统软件的版本号、校验码等程序正确性及完整性的检验;
- b) 继电保护及故障信息管理系统与系统中各保护装置的通信和网络功能的检验;
- c) 各种继电保护及故障信息管理系统数据库的正确性及完备性的检查;
- d) 继电保护及故障信息管理系统其他各子系统(定值检查、录波分析等)的正确性及完备性检查;
- e) 继电保护及故障信息管理系统与厂站自动化系统、调度自动化系统或管理信息系统的通信和网络功能的检验;
- f) 对保护信息采集系统的系统备份和数据备份。



## 附录 D

### (规范性附录)

#### 智能变电站合并单元和智能终端检验方法

#### D.1 合并单元光功率测试

##### D.1.1 测试内容

测试被测设备光纤端口发送功率、最小接收功率及光纤回路衰耗功率。

##### D.1.2 技术要求

D.1.2.1 光波长 1310nm 光纤：光纤发送功率：-20dBm~-14dBm；光接收灵敏度：-31dBm~-14dBm；

D.1.2.2 光波长 850nm 光纤：光纤发送功率：-19dBm~-10dBm；光接收灵敏度：-24dBm~-10dBm；

D.1.2.3 光波长 1310nm 光纤和 850nm 光纤回路（包括光纤熔接盒）的衰耗不大于 0.5dB。

##### D.1.3 测试方法

D.1.3.1 光口发射功率测试方法：将光功率计接入被测设备的光纤输出口进行测量；

D.1.3.2 光口接收功率测试方法：将继电保护测试仪与光衰耗计连接，并将光衰耗计接入被测设备，通过调整光衰耗计使装置输入信号达到最小的接收功率，监测装置接收的报文是否正常；

D.1.3.3 光纤回路衰耗测试方法：光纤回路一端加光源，另一端接光功率计，通过光源发送功率减去光功率计显示功率来获取光纤回路衰耗。

##### D.1.4 测试接线

测试接线见图 D.1。

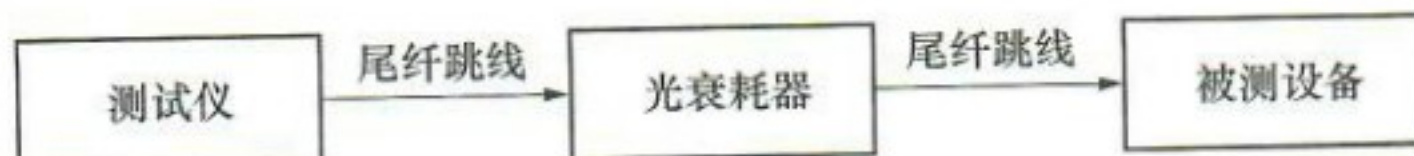


图 D.1 光功率测试图

#### D.2 合并单元 GOOSE 断链告警测试

##### D.2.1 测试内容

测试被测设备在 GOOSE 链路中断时，发出告警信号时间。

##### D.2.2 技术要求

被测设备 GOOSE 断链大于 2 倍生存时间时应能正确告警。

##### D.2.3 测试方法

D.2.3.1 使用测试仪在被测设备相应光口处施加其订阅报文。

D.2.3.2 测试仪停止发送 GOOSE 心跳报文的时间大于 2 倍生存时间。

D.2.3.3 查看并记录被测设备 GOOSE 链路中断是否告警。



### D.2.4 测试接线

测试接线见图 D.2。

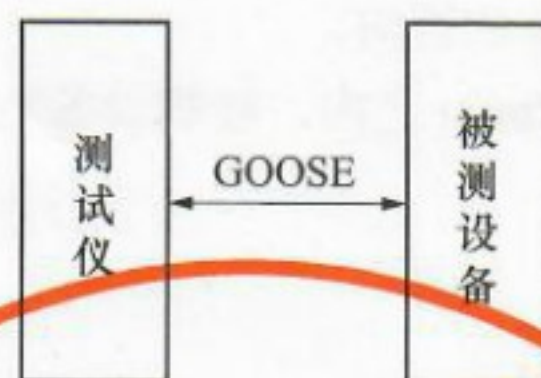


图 D.2 GOOSE 断链测试图

## D.3 合并单元同步性能测试

### D.3.1 对时误差测试

#### D.3.1.1 测试内容

检查被测设备与标准时钟源的对时误差。

#### D.3.1.2 技术要求

对时误差应不大于  $1\mu\text{s}$ 。

#### D.3.1.3 测试方法

D.3.1.3.1 标准时钟源同时给被测设备、时间同步测试仪授时；待被测设备对时稳定后，开始记录。

D.3.1.3.2 测量被测设备和标准时钟源输出的 1PPS 信号时间差的绝对值  $\Delta t$ 。

D.3.1.3.3 测得的  $\Delta t$  最大值即为最终测试结果，测试时间应持续 10min 以上。

#### D.3.1.4 测试接线

测试接线见图 D.3 对时误差测试图。

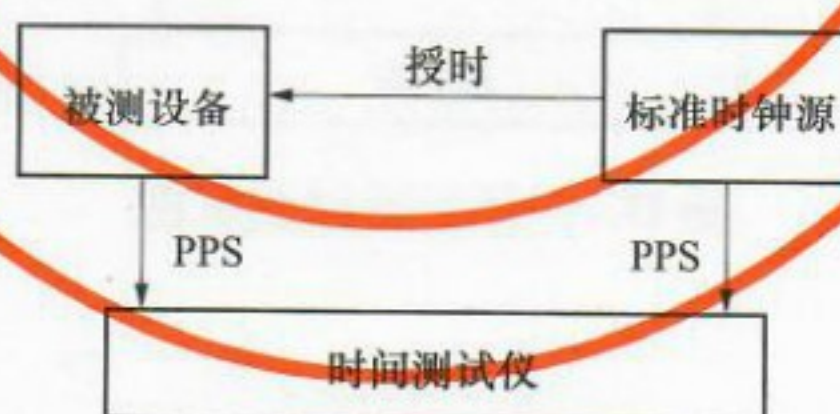


图 D.3 对时误差测试图

### D.3.2 守时误差测试

#### D.3.2.1 测试内容

当对时源信号丢失的情况下，合并单元 MU 应具备一段时间内保证对时精度的能力。

#### D.3.2.2 技术要求

MU 守时误差应小于  $4\mu\text{s}/10\text{min}$ 。



### D.3.2.3 测试方法

D.3.2.3.1 标准时间源同时给被测设备、时间同步测试仪授时；待被测设备对时稳定后（建议授时时间 10min 以上），撤销标准时钟源对被测设备的授时。

D.3.2.3.2 从撤销授时的时刻开始计时，10min 之内，被测设备与标准时间源间的对时误差应小于  $4\mu\text{s}$ 。

### D.3.2.4 测试接线

测试接线参见图 D.4 对时误差测试图。

## D.3.3 额定延时测试

### D.3.3.1 测试内容

测试 MU 一次电流、电压信号输入时间与 MU 数字量输出时间之差。

### D.3.3.2 技术要求

当 MU 不级联时，额定延迟不大于 1ms；当 MU 级联时，额定延迟不大于 2ms。测试出的额定延迟和 MU 声明的一致。

### D.3.3.3 测试方法

D.3.3.3.1 将同一个电压、电流源分别接入测试仪器和被测装置。

D.3.3.3.2 被测装置将发出的 SV 信号与测试仪器相连。

D.3.3.3.3 测试时间 2min。

### D.3.3.4 测试接线

额定延时测试接线如图 D.4 所示。

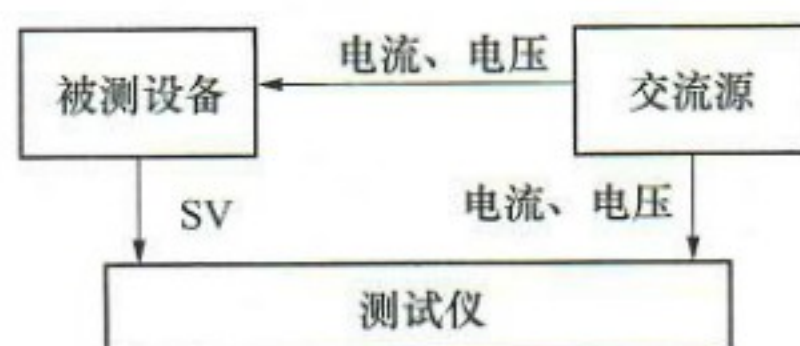


图 D.4 额定延时测试图

## D.3.4 离散值测试

### D.3.4.1 测试内容

测试 MU 采样报文输出稳定性。

### D.3.4.2 技术要求

点对点输出模式下，MU 采样值发送间隔离散值应不大于  $10\mu\text{s}$ 。

### D.3.4.3 测试方法

D.3.4.3.1 用测试仪记录接收到的每包采样值报文时刻，并据此计算出连续两包之间的间隔时间  $T$ ；



D.3.4.3.2  $T$  与额定采样间隔（例如采样频率 4kHz 时为 250 $\mu$ s）之间的差值（发送间隔离散值）应不大于 10 $\mu$ s，测试时间 10min 以上。

D.3.4.4 测试接线

D.4 合并单元丢帧测试

D.4.1 测试内容

测试 MU 采样报文输出可靠性。

D.4.2 技术要求

30min 内，数字量输入式 MU 应不丢帧。

D.4.3 测试方法

通过测试仪器检测 MU 是否会丢帧。

D.4.4 测试接线

测试接线参见图 D.5。

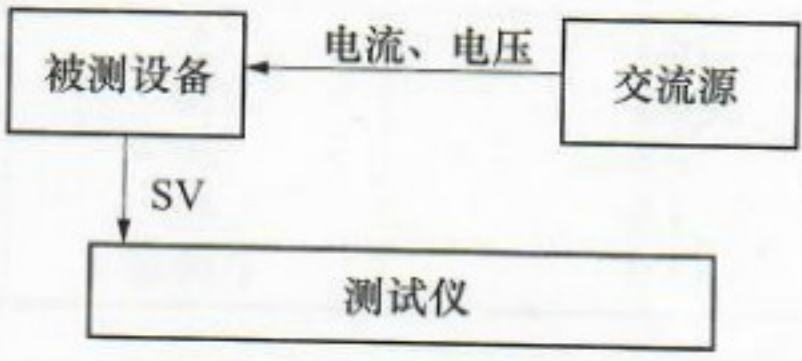


图 D.5 离散值测试图

D.5 合并单元稳态精度测试

D.5.1 测试内容

测试 MU 采样报文输出准确性。

D.5.2 技术要求

对 MU 施加电流电压值，需要符合下面指标。  
保护 TA 满足表 D.1，测量 TA 满足表 D.2，保护 TV 满足表 D.3，保护 TV 满足表 D.4。

表 D.1 误差限值（一）

准确级	电流误差 在额定一次电流下 %	相位差 在额定一次电流下		复合误差，在额定准确 限值一次电流下 %	最大峰值瞬时误差 在准确限值条件下 %
		( $^{\circ}$ )	rad		
5TPE 5P	$\pm 1$ $\pm 1$	$\pm 60$ $\pm 60$	$\pm 1.8$ $\pm 1.8$	5 5	10 —



表 D.2 误 差 限 值 (二)

准确级	幅值误差±1%	±相位差 在下列百分数额定电流下							
		(′)				rad			
		5	20	100	120	5	20	100	120
0.1	0.1	15	8	5	5	0.45	0.24	0.15	0.15
0.2	0.2	30	15	10	10	0.9	0.45	0.3	0.3
0.5	0.5	90	45	30	30	2.7	1.35	0.9	0.9
1.0	1.0	180	90	60	60	5.4	2.7	1.8	1.8

表 D.3 误 差 限 值 (三)

准确级	下列额定电压 (%) 下								
	2			5			X <sup>a</sup>		
	电压误差 ±1%	相位误差 ± (′)	相位误差 ±crad	电压误差 ±1%	相位误差 ± (′)	相位误差 ±crad	电压误差 ±1%	相位误差 ± (′)	相位误差 ±rad
3P	6	240	7	3	120	3.5	3	120	3.5
6P	12	480	14	6	240	7	6	240	7

<sup>a</sup> X 表示 100、120、150、190。

表 D.4 误 差 限 值

准确级	电压 (比值) 误差±1%	相位差 在额定一次电流下	
		(′)	rad
0.1	0.1	5	0.15
0.2	0.2	10	0.3
0.5	0.5	20	0.6
1.0	1.0	40	1.2
3.0	3.0	不确定	不确定

D.5.3 测试方法

通过交流源给 MU 施加交流量，测试仪器同源采集交流源给出的交流电流电压量，并接收 MU 发送的 SV 数据，由此计算出角差和比差。

D.5.4 测试接线

电流测试接线见图 D.6，电压测试接线见图 D.7。

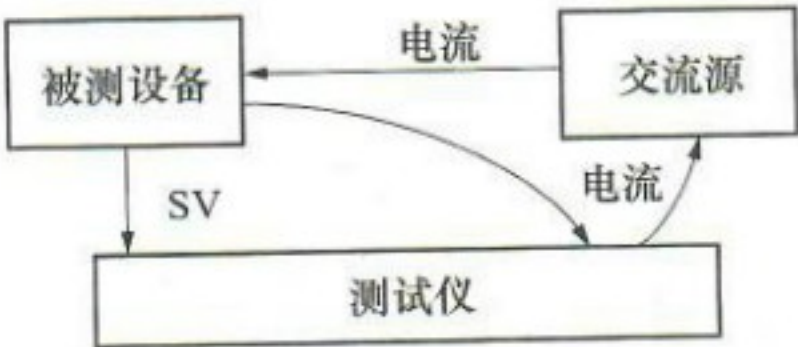


图 D.6 电流测试图

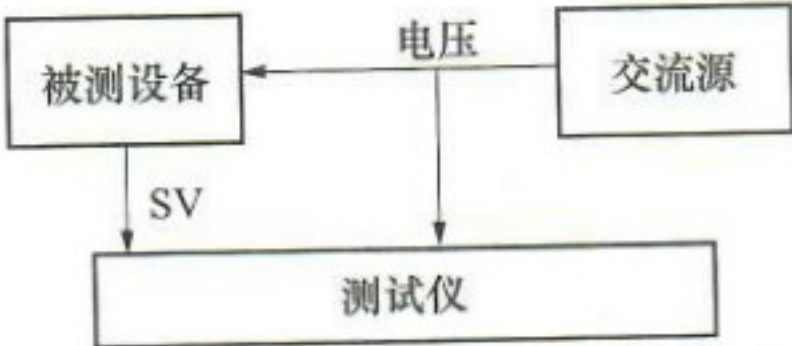


图 D.7 电压测试图



## D.6 合并单元检修测试

### D.6.1 测试内容

测试 MU 采样对检修把手的处理。

### D.6.2 技术要求

当 MU 检修把手投入的时候, 被测 MU 发出的 SV 所有数据品质应该置检修。当级联 MU 置检修的时候, 间隔 MU 发出的 SV 数据只有级联相关数据置检修, 其他就地采集的数据不置检修。

当 MU 检修把手投入运行的时候, 发送的 GOOSE 数据集置检修位; 当被测装置接收到的 GOOSE 数据集置检修位和被测装置的检修位不一致时, 装置接收到的相关数据无效; 一致时, 接收到的相关 GOOSE 数据有效。

### D.6.3 测试方法

通过测试仪器给 MU 施加级联 SV 报文和 GOOSE 订阅报文 (母线间隔 MU 无须级联), 对被测设备和测试仪的检修位进行投入和退出, 采用网络抓包工具或网络分析仪对 MU 发出的报文进行分析, 是否符合技术要求。

对被测设备接收 GOOSE 数据是否有效, 可以通过 MU 是否能够正常进行刀闸位置的接收和电压切换来判断。

### D.6.4 测试接线

检修测试接线见图 D.8。

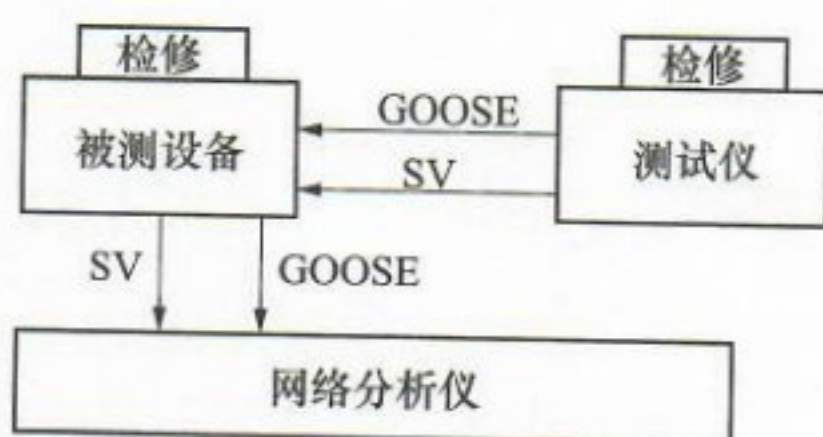


图 D.8 检修测试图

## D.7 断路器智能终端

D.7.1 通过保护、测控下发合/分开关、合/分刀闸等命令, 检查智能终端开出功能正常, GOOSE 报文上送位置信号正确, 通道关联正确。

D.7.2 模拟或实做开关本体的 SF<sub>6</sub> 压力低、控制回路断线等各种开关本体信号, 检查 GOOSE 报文上送位置信号正确, 通道关联正确。

D.7.3 投入/退出智能终端的检修压板, 检查智能终端检修状态上送正确。

D.7.4 根据不同智能终端操作回路的特点, 用继电保护测试仪在智能终端的操作回路上加上直流电压或直流电流, 调节直流电压或直流电流的大小, 检测相关继电器的动作情况。与断路器跳合闸线圈和控制器相连的继电器, 电流型继电器的启动电流值不大于 0.5 倍额定电流; 电压型继电器的动作电压范围为 55%~70%额定电压。

D.7.5 模拟主变重瓦斯动作等直跳信号, 检查直跳回路是否正常。

D.7.6 采用标准 4mA~20mA 表 (或标准小信号源) 输出 4mA~20mA 和 0V~5V 信号到智能终端, 检查智能终端的测量结果; 智能终端的测量精度应优于 0.5%。



**D.7.7** 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。智能终端收到保护跳闸命令后到开出硬接点的时间应 $\leq 7\text{ms}$ 。

## **D.8 本体智能终端**

**D.8.1** 通过测控下发合/分刀闸、调整挡位等命令，检查智能终端开出功能正常，GOOSE 报文上送位置信号正确，通道关联正确。

**D.8.2** 投入/退出智能终端的检修压板，检查智能终端检修状态上送正确。

**D.8.3** 模拟主变重瓦斯动作等直跳信号，检查直跳回路是否正常。

**D.8.4** 采用标准  $4\text{mA}\sim 20\text{mA}$  表（或标准小信号源）输出  $4\text{mA}\sim 20\text{mA}$  和  $0\text{V}\sim 5\text{V}$  信号到智能终端，检查智能终端的测量结果；智能终端的测量精度应优于  $0.5\%$ 。

---















中 华 人 民 共 和 国  
电 力 行 业 标 准  
继电保护和电网安全自动装置  
检 验 规 程  
DL/T 995—2016  
(代替 DL/T 995—2006)

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京博图彩色印刷有限公司印刷

\*

2018年4月第一版 2018年4月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 3.5印张 103千字  
印数 0001—2000册

\*

统一书号 155198·624 定价 54.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 最及时、最准确、最权威 的电力标准信息



155198.624