

ICS 29.240.01

F 21

备案号: 68989-2019

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1898 — 2018

智能变电站监控系统测试规范

Testing specifications for smart substation monitoring
and control system

2018-12-25 发布

2019-05-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 测试条件及要求	1
5.1 测试环境	1
5.2 仪器仪表	1
5.3 监控系统	2
5.4 测试要求	2
6 功能测试内容及方法	2
6.1 二次回路检查验证	2
6.2 运行监视功能	2
6.3 操作与控制功能	5
6.4 信息综合分析与智能告警应用功能	9
6.5 辅助监控系统应用功能	13
7 性能测试内容及方法	14
7.1 系统响应时间	14
7.2 系统负荷率指标测试	15
7.3 时间同步精度测试	16
7.4 双网切换测试	17
7.5 双机切换测试	17
7.6 雪崩测试	17
附录 A (资料性附录) 智能变电站监控系统测试汇总表	19

前 言

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

本标准由中国电力企业联合会提出。

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

本标准起草单位：国网河南省电力公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网河南省电力公司、长园深瑞继保自动化有限公司、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、国电南瑞科技股份有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：杨海晶、周凤珍、石光、杨威、韩伟、李斌、李劲松、张景超、郑永康、侯林、吕晓俊、彭奇、裴玉龙、李江林、方磊、卜强生、袁宇波。

本标准为首次发布。

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）。

智能变电站监控系统测试规范

1 范围

本标准规定了智能变电站监控系统测试的条件、内容和方法。

本标准适用于新建及改扩建智能变电站监控系统的测试。

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 13729—2002 远动终端设备

GB/T 26866 电力系统的时间同步系统检测规范

GB/T 30155 智能变电站技术导则

DL/T 860 (所有部分) 电力自动化通信网络和系统

DL/T 995—2016 继电保护和电网安全自动装置检验规程

DL/T 1171 电网设备通用数据模型命名规范

DL/T 1403—2015 智能变电站监控系统技术规范

DL/T 1404 变电站监控系统防止电气误操作技术规范

DL/T 5149—2001 220kV~500kV 变电所计算机监控系统设计技术规程

3 术语和定义

GB/T 30155、DL/T 860、DL/T 1403—2015 界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

COMTRADE	common format for transient data exchange	瞬态数据交换的通用格式
CPU	central processing unit	中央处理器
IED	intelligent electronic device	智能电子设备
MU	merging unit	合并单元
SNTP	simple network time protocol	简单网络时间协议
SOE	sequence of event	事件顺序记录
UPS	uninterrupted power supply	不间断电源
VQC	voltage quality control	电压无功控制

5 测试条件及要求

5.1 测试环境

测试环境应遵循 DL/T 1403—2015 和 DL/T 5149—2001 的要求。

5.2 仪器仪表

测试用仪器、仪表应满足以下要求：

- a) 智能变电站监控系统测试所需仪器、仪表应经具有检验资质的部门检定合格并在有效期内;
- b) 测试用仪器、仪表准确度等级应满足 GB/T 13729—2002 中 4.2.2 和 GB/T 26866 的要求。

5.3 监控系统

监控系统测试前应具备以下条件:

- a) 监控系统应有具备资质的检测机构出具的检验合格报告;
- b) 监控系统的监控主机、数据通信网关机、综合应用服务器、数据服务器、测控装置以及与监控系统相连的保护装置、合并单元、智能终端、交换机、时间同步装置、辅助控制系统等已通过检验;
- c) 相关设备间的通信光纤、网线、对时线等连接介质均已按设计要求连接完毕,交换机、数据通信网关机、防火墙等已正确配置,相关设备均已连通,无通信告警等异常信息;
- d) 被测系统已按要求配置完成。

5.4 测试要求

智能变电站监控系统测试相关要求见附录 A。

6 功能测试内容及方法

6.1 二次回路检查验证

6.1.1 电缆回路

6.1.1.1 测试内容

测试电缆回路绝缘电阻,相关指标应满足 DL/T 995—2016 中 5.3.2 的要求。

6.1.1.2 测试方法

将电缆回路完全断开,用 1000V 绝缘电阻表分别测量各回路对地和各回路之间的绝缘电阻。

6.1.2 光纤回路

6.1.2.1 测试内容

测试光纤回路衰耗,光纤回路(包括光纤熔接盒)的衰耗应不大于 0.5dB。

6.1.2.2 测试方法

光纤回路一端加光源,另一端接光功率计,用光源发送功率减去光功率计显示功率得到光纤回路衰耗。

6.2 运行监视功能

6.2.1 测试接线

运行监视功能测试宜采用图 1 所示接线。

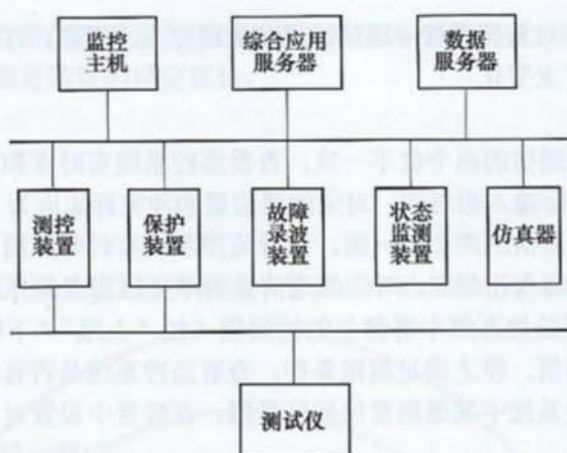


图1 运行监视功能测试图

6.2.2 数据采集

6.2.2.1 测试内容

数据采集功能测试的重点是数据收集的正确性，进行适应性测试和持续性测试。

6.2.2.2 测试方法

一般采用检查测试结果，查看数据发送和接收的正确性：

- 状态量和量测量接收测试。随机改变装置的遥信状态，通过监控系统主机检查遥信状态的正确性、SOE 上送的及时性及遥信变位是否优先主动上送，是否产生一个对应的报警和事件。随机改变装置的量测值，去除实时库中各个量测量的越限设置和非法判断设置等标志，通过监控系统主机检查量测值是否与设置的值一致。
- 量测数据带时标品质信息的正确性测试。设置死区为 0，在量测幅值发生变化的时刻标注时标，检查被测装置量测量的时标准确度；投退装置检修压板，检查监控系统能否正确反映所采集相关装置数据的品质信息。
- 故障录波数据的采集测试。用测试仪给装置加故障量，保护装置生成录波文件，检查该文件是否为 COMTRADE 标准格式，文件名是否包含故障时间。
- 智能装置的通信测试。设置智能装置上的状态量和遥测量，查看监控系统图形界面能否正确显示；监控系统连续运行 72h 后，是否有通信异常告警信息。
- 数据刷新召唤测试。设定数据刷新周期，改变数据源上送值，检查监控界面是否及时反映数据源的变化。

6.2.3 数据处理

6.2.3.1 测试内容

数据处理测试内容包括遥信处理测试、遥测处理测试和统计计算测试。

6.2.3.2 测试方法

测试方法如下：

- 取反测试：设置监控系统某遥信取反标志，查看实时库中对应遥信是否与实际遥信状态相反。

- b) 人工置数影响测试：对监控系统中遥信或遥测量进行人工置数，在装置上改变对应的遥信或遥测值，检查实时库有无变化。
- c) 双遥信测试：
 - 1) 在装置中设定双遥信的两个位不一致，查看监控系统实时库和图形界面中，双遥信点的输出结果是否与实际输入相对应，对应的遥信量的冲突标志应为“假”(F)。
 - 2) 在装置中设定双遥信的两个位一致，查看监控系统实时库和图形界面中，双遥信点的输出结果是否与实际输入相对应，对应的遥信量的冲突标志应为“真”(T)。
- d) 遥测越限测试：设置监控系统中遥测量的越限值（如“上限”“下限”“上上限”“下下限”），在装置中改变该遥测值，使之满足越限条件，查看监控系统是否有相应的记录和事件变化。
- e) 零漂测试：设置监控系统中某遥测量的死区范围，在装置中设置对应遥测值，查看遥测值显示是否为 0。
- f) 合理性判断测试：设置监控系统某遥测量的最大非法值、最小非法值和系数等参数，在装置中改变该遥测值，查看监控系统对应遥测的不合理标志是否正确变化。
- g) 报表功能测试：制作相应日报表、月报表和年报表，查看报表是否能完成重要设备的状态量、量测量的统计与计算。
- h) 安全运行天数计算测试：设置厂站的安全运行天数为 0，在监控系统连续运行 48h 后，查看厂站的安全运行天数是否计算正确。

6.2.4 历史数据存储

6.2.4.1 测试内容

历史数据存储测试内容包括瞬时值存储测试、平均值存储测试、统计数据存储测试、设备运行状态存储测试和存储能力测试。

6.2.4.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 瞬时值存储测试：
 - 1) 设置监控系统中一个遥测参数、一个遥信参数和一个电能参数，修改存储周期为一个大于 0 的时间，指定存盘类型为瞬时值。
 - 2) 设置装置按既定的规律发送对应的数据，每隔一个存储周期，查看数据库中存储数据是否与装置发送一致。
- b) 平均值存储测试：
 - 1) 设置监控系统中一个遥测参数，修改存储周期为一个大于 0 的时间，指定存盘类型为平均值。
 - 2) 设置装置按既定的规律发送对应的数据，每隔一个存储周期，查看数据库中存储值是否与装置发出的数值相匹配。
- c) 统计数据存储测试：断开监控系统外部对时，人为调整监控系统时间为零点前 3min~5min，零点后查看监控系统，检查前一天的日统计数据是否已存储。
- d) 设备运行状态存储测试：断开监控系统外部对时，人为调整监控系统时间为零点前 3min~5min，改变相应设备的运行状态（检修、故障、正常运行等），零点后查看监控系统，检查前一天的设备运行状态是否已正确统计。
- e) 存储能力测试：
 - 1) 设置监控系统参数至最大容量，把所有参数都设置为系统最小存储周期。

- 2) 设置装置的所有量值按既定的规律变化,连续运行 3 天后,查看历史库,检查数据存储的连续性,是否满足装置的设定规律。

6.2.5 实时信息显示

6.2.5.1 测试内容

测试状态量和量测量在监控系统图形界面及告警窗口中的多样化显示。

6.2.5.2 测试方法

测试方法如下:

a) 曲线、棒图、饼图显示测试:

- 1) 调出含有曲线图元的图形,经过一定的时间后,检查监控系统能否自动在已有曲线的末端添加这一时间段的数据并连接成一条连续的曲线。
- 2) 调出含有棒图图元的图形,修改棒图所对应的遥测值,检查棒图的高度变化和实际数据的大小相一致。
- 3) 调出含有饼图图元的图形,修改饼图所对应的遥测值,检查图形大小的变化是否与该遥测值在遥测值总和中所占比值相一致。

b) 状态量显示测试:改变遥信值,查看遥信量在监控系统界面上对应的图元或光字牌是否正确闪烁、是否给出颜色提示,不合理的遥信量是否置异常标志。

c) 量测量显示测试:改变遥测值,查看遥测量能否利用背景和背景色彩的变化显示对应遥测所处的状态,不合理的量测量是否置异常标志。

d) 潮流显示测试:设置监控系统中某线路或主变压器的有功、无功值,查看监控系统主界面是否通过流动线等方式展示潮流方向,并显示线路或主变压器的有功、无功等信息。

e) 运行展示测试:

- 1) 打开监控系统主界面,查看电网运行数据、设备状态数据、运行工况数据等是否在一幅图上实现变电设备的全方位运行展示。
- 2) 打开监控系统间隔分图界面,查看一次设备各种状态参量(运行参数、状态参数、实时波形、曲线、音响、颜色效果等)是否在分图界面进行信息的综合展示。

f) 告警显示测试:打开监控系统实时告警界面,查看告警界面是否对电网运行状态以及站内重要设备的运行工况,提供多种信息告警方式(如最新告警提示、变色或闪烁、推图、音响提示、语音提示、告警确认等)。

6.3 操作与控制功能

6.3.1 站内操作与控制测试

6.3.1.1 遥控测试

6.3.1.1.1 测试内容

在监控系统中,对断路器或隔离开关等设备进行操作,检查操作过程中各个步骤的执行结果。

6.3.1.1.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 对控制对象发出遥控命令, 检查监控系统和装置接收选择、返校、执行遥控命令的正确性。
- b) 对控制对象发出遥控命令, 当返校失败时, 检查装置能否实现逻辑闭锁功能。
- c) 在装置上进行远方、就地控制方式切换, 测试遥控功能是否正常。
- d) 检查装置完成执行控制命令后, 返回控制信息的正确性。
- e) 当装置置检修状态时, 检查能否闭锁正常遥控出口。

6.3.1.2 变压器分接头调节

6.3.1.2.1 测试内容

检查变压器分接头调节控制方式, 查看变压器分接头调节结果的正确性。

6.3.1.2.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 选择变压器分接头调节对象, 在其操作菜单上选择遥调升、遥调降命令, 查看系统界面上的挡位值, 检查遥调结果是否正确, 变压器挡位是否正确调节。
- b) 遥调升或降的过程中, 选择急停命令, 检查系统界面和变压器挡位调节能否立即停止。

6.3.1.3 同期操作测试

6.3.1.3.1 测试内容

测试监控系统检无压合闸和检同期合闸功能, 查看同期操作功能的正确性。

6.3.1.3.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 模拟符合检无压合闸和检同期合闸的同期操作条件, 在系统界面上选择同期操作对象, 选择检无压合闸和检同期合闸操作, 检查装置能否正确合闸, 并将操作记录上送至监控主机。
- b) 模拟不符合检无压合闸和检同期合闸的同期操作条件, 做同期操作, 检查装置是否合闸失败, 并将操作失败的记录上送至监控主机。

6.3.1.4 人工置状态测试

6.3.1.4.1 测试内容

测试监控系统的人工置数、标志牌管理和告警抑制的功能。

6.3.1.4.2 测试方法

测试方法如下:

a) 人工置遥信测试:

- 1) 在监控系统中人工置遥信, 查看系统界面和装置上该遥信是否不再刷新;
- 2) 对某遥信执行人工置遥信后, 解除人工置遥信, 用装置改变该遥信的值, 查看系统界面上该遥信的状态是否恢复刷新。

b) 人工置遥测测试:

- 1) 在监控系统中人工置遥测, 查看系统界面和装置上的遥测值是否不再刷新;

- 2) 对某遥测执行人工置遥测后,解除人工置遥测,用装置改变遥测数据,查看系统界面上的遥测值是否恢复刷新。
- c) 设备挂摘标识牌测试:
 - 1) 设置设备“警示”状态,检查能否在该设备图元的特定位置上挂上标识牌,并检查设备是否禁止操作;
 - 2) 执行摘除设备标识牌操作后,查看系统界面上设备所挂标识牌是否能立即消失,设备是否能恢复正常的操作。
- d) 告警抑制测试:
 - 1) 在装置侧模拟遥信频繁报警,设置监控系统的抑制遥信告警功能,查看是否能抑制遥信的频繁告警;
 - 2) 解除监控系统的告警抑制,查看遥信能否实现告警功能。

6.3.1.5 安全性检查测试

6.3.1.5.1 测试内容

测试监控系统操作员和监视员的互监视功能,查看操作过程的日志统计结果。

6.3.1.5.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 在系统界面上分别进行遥控、挡位调节等控制操作时,查看是否要求输入操作员和监视员口令。
- b) 用无操作权限的用户操作,检查能否操作成功。
- c) 在不具备控制权限的工作站上进行操作,检查能否操作成功。
- d) 双席操作时,检查是否要求监护员确认。
- e) 用无监护权限的用户进行监护,检查能否监护成功。
- f) 检查操作过程中每一步是否都有提示,并记录在历史库,包括操作人员姓名、操作对象、操作内容、操作时间和操作结果等。

6.3.2 顺控测试

6.3.2.1 测试内容

测试顺控源态和目标态的转换操作及其反向操作功能,如图2所示。

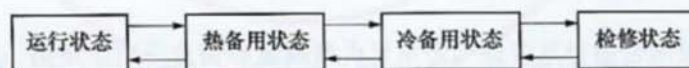


图2 顺控态转换示意图

6.3.2.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 检查操作界面是否支持调用存票、预演、执行、暂停、继续、终止等进度控制功能。
- b) 检查在预演之前,顺控票是否能执行。
- c) 调用存票,并预演执行,检查能否暂停、继续、终止等进度控制。
- d) 在顺控票执行过程中模拟与装置通信中断、断路器拒动等异常情况,在操作票操作步骤中添加人工确认,检查监控系统能否正确响应。

- e) 查看顺序控制能否通过辅助节点状态、量测值变化等信息自动完成每步操作的检查工作。
- f) 顺序控制操作过程中, 检查告警窗中是否有相应的告警信息, 并具备详细的日志存储。

6.3.3 防误闭锁测试

6.3.3.1 站控层“五防”闭锁测试¹⁾

6.3.3.1.1 测试内容

测试监控系统“五防”逻辑的正确性, 应满足 DL/T 1404 的要求。

6.3.3.1.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 检查监控系统是否具备“五防”逻辑功能。
- b) 在监控系统上模拟不符合“五防”逻辑的误操作, 检查监控系统能否终止此误操作, 查看告警窗是否有此误操作报警。

6.3.3.2 间隔层“五防”闭锁测试

6.3.3.2.1 测试内容

解除监控系统的“五防”逻辑, 查看间隔层装置联闭锁功能的正确性。

6.3.3.2.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 解除监控系统“五防”闭锁功能, 执行误分、误合等操作, 检查间隔层“五防”闭锁是否拒绝执行这些误操作。
- b) 在“五防”闭锁逻辑中添加量测量判断条件, 检查间隔层的防误逻辑能否对采集的相关量测量正确判断。

6.3.4 VQC 电压无功控制

6.3.4.1 界面功能测试

6.3.4.1.1 测试内容

对于采用九区图无功优化控制策略的监控系统, 在装置中设置电压和电流等量测量, 模拟各个运行区域, 检验各个控制区域的动作逻辑是否符合要求。查看 VQC 系统在九区示意图中的运行情况, 测试动作逻辑的准确性和设备动作的正确性。

VQC 电压无功控制策略如下:

- a) 区域 0: 不越限, 不采取措施, 单参数越限单一措施。
- b) 区域 1、5: 调分接头。
- c) 区域 3、7: 投切电容器, 双参数越限按合理顺序的复合措施。
- d) 区域 4、8: 投切电容器, 若需要再调分接头。

1) 五防即为防止误分、合断路器; 防止带负荷分、合隔离开关; 防止带电挂(合)接地线(接地开关); 防止带地线送电; 防止误入带电间隔。

e) 区域 2、6: 调分接头, 若需要再投切电容器。

VQC 九区示意图如图 3 所示。

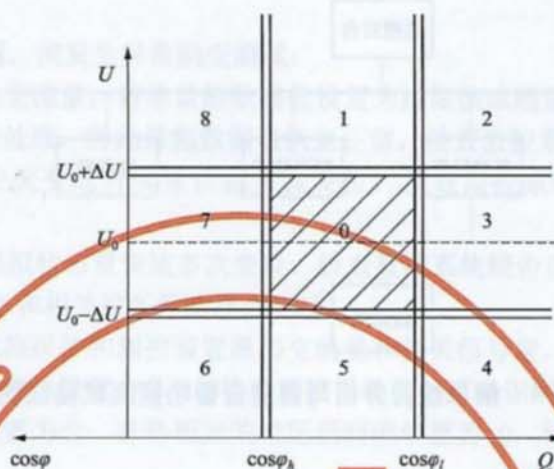


图 3 VQC 九区示意图

6.3.4.1.2 测试方法

测试方法如下:

- 检查是否具有能查询每次计算前后的各种对比信息。
- 检查能否生成自动电压无功控制操作的操作记录。
- 在装置侧设置电压和电流等量测量, 模拟各个运行区域, 根据参数设置情况, 检查能否在九区图中运行, 动作逻辑是否符合要求, 一次设备动作是否正确; 并在自动控制过程中, 模拟软硬件故障, 检查系统能否停止控制操作, 并保持设备的状态。

6.3.4.2 闭锁功能测试

6.3.4.2.1 测试内容

查看设备的量测量或状态量数据异常时, 系统实现闭锁功能的正确性。

6.3.4.2.2 测试方法

测试方法如下:

- 遥测闭锁测试: 模拟电压和负荷等量测量为异常值, 检查系统能否闭锁相应操作。
- 遥信闭锁测试: 模拟装置状态量为异常值, 检查系统能否闭锁相应操作。
- 逻辑闭锁测试:
 - 设置电容器或电抗器的开关位置与电压、电流等量测值不匹配, 检查系统能否闭锁相应操作;
 - 检查系统是否具有解锁功能, 检查解锁是否提供人工解锁和自动解锁两种方式。

6.4 信息综合分析与智能告警应用功能

6.4.1 测试接线

信息综合分析与智能告警应用测试宜采用图 4 所示接线。

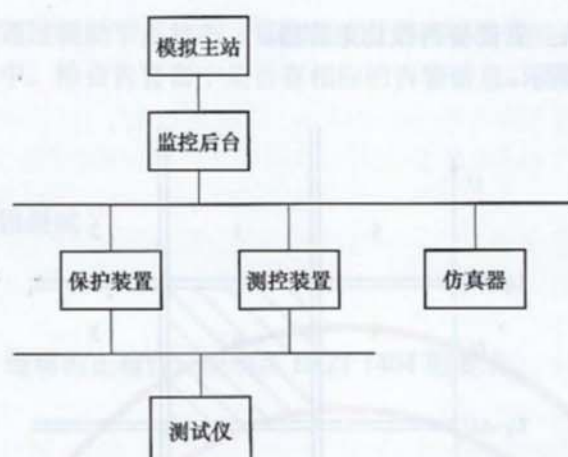


图4 信息综合分析 with 智能告警功能测试接线图

6.4.2 数据辨识

6.4.2.1 数据合理性测试

6.4.2.1.1 测试内容

测试监控系统及主站端在各种量测数据不合理情况下的工作情况。

6.4.2.1.2 测试方法

测试方法如下：

a) 母线、厂站的功率量测总和与不平衡测试：

- 1) 在母线各支路的量测点施加交流量，使母线的功率量测平衡，改变某一支路的功率量测，检查监控系统能否正确识别出母线功率不平衡状态；
- 2) 在厂站电源侧和负荷侧的量测点施加交流量，使厂站的功率量测平衡，改变其中一侧的功率量测，检查监控系统能否正确识别出厂站功率不平衡状态。

b) 变压器各侧的功率量测不平衡测试：在变压器各侧的量测点施加交流量，使变压器各侧功率量测平衡，修改某一侧的功率量测值，检查监控系统能否正确识别出变压器各侧的功率量测不平衡状态。

c) 并列运行母线电压量测不一致测试：

- 1) 在并列运行的母线的各电压量测点施加交流量，使各母线电压量测保持一致；
- 2) 修改某一条母线的电压量测值，检查监控系统能否正确识别出并列母线电压量测不一致状态。

d) 同一量测位置的有功、无功、电流、电压、功率因数数量测不匹配测试：用仿真器模拟同一间隔的有功、无功、电流、电压、功率因数数量测值，使各量测值满足正常运行条件下的逻辑关系，修改其中某一项量测数据，检查监控系统能否正确识别出该间隔下不同量测数据之间的不匹配状态。

6.4.2.2 不良数据测试

6.4.2.2.1 测试内容

测试监控系统在量测值、状态量、运行方式等信息不一致时的工作情况。

6.4.2.2.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 量测值不在合理范围，或发生异常跳变测试：
 - 1) 给测控装置施加交流量，将某量测数据值设置为越限值或超量程值，检查监控系统能否正确识别并做相应处理，将此量测数据值恢复正常，检查监控系统能否恢复正常运行状态；
 - 2) 模拟量测值发生突变或开关量快速多次变位，检查监控系统能否正确识别出数据异常跳变。
- b) 状态量抖动测试：模拟状态量快速多次变位，检查监控系统能否正确识别出数据抖动。
- c) 断路器/隔离开关状态和相关设备量测冲突测试：
 - 1) 对某一间隔的线路保护和测控装置施加交流量和开关信号量，将断路器位置设置为分，并将相应的电流量测值设置为非 0，检查监控系统能否正确识别并做相应处理；
 - 2) 将断路器位置设置为合，并将相应的电压量测值设置为 0，检查监控系统能否正确识别并做相应处理。
- d) 断路器/隔离开关状态和实时监控标志牌信息冲突测试：
 - 1) 在监控系统中对某一断路器或隔离开关进行挂牌操作（如挂检修牌、停用牌等）；
 - 2) 在测控装置上施加开关量模拟该断路器或隔离开关处于合位，检查监控系统能否正确识别；
 - 3) 在测控装置上施加交流量使其电流量测值不为 0，检查监控系统能否正确识别。
- e) 变压器各侧的母线电压和有功、无功量测值与有载调压分接头位置不一致测试：
 - 1) 在变压器各侧量测点施加交流量，模拟正常运行环境下的量测数据；
 - 2) 将变压器分接头设置为上调或下调几个挡位，检查监控系统能否正确识别出分接头位置不一致；
 - 3) 将变压器分接头位置恢复，检查监控系统能否恢复正常运行状态；
 - 4) 修改变压器低压侧电压量测值，检查监控系统能否正确识别出分接头位置不一致；
 - 5) 恢复变压器低压侧电压量测值，检查监控系统能否恢复正常运行状态。

6.4.3 智能告警

6.4.3.1 告警信号的分类和命名规范性测试

6.4.3.1.1 测试内容

测试全站告警信息上送时命名格式和信息分类。

6.4.3.1.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 模拟产生电网故障、设备故障信号，检查监控系统是否将该类信号划分为事故信息。
- b) 模拟产生设备运行异常信号，检查监控系统是否将该类信号划分为异常信息。
- c) 模拟产生开关类设备状态改变信号，检查监控系统是否将该类信号划分为变位信息。
- d) 模拟产生重要遥测量超出报警上、下限信号，检查监控系统是否将该类信号划分为越限信息。
- e) 模拟产生隔离开关、接地开关位置信号、主变压器运行挡位，以及设备正常操作时的伴生信号（如保护压板投/退，保护装置、故障录波器、收发信机的启动，异常消失信号，测控装置就地/远方等），检查监控系统是否将该类信号划分为告知信息。

- f) 使用模拟主站工具与站端监控系统通信,模拟产生告警信号,检查监控系统上送的告警信息,是否按照“级别、时间、设备、事件、原因”五段式进行描述,设备命名格式是否满足 DL/T 1171 相关要求。

6.4.3.2 告警抑制功能测试

6.4.3.2.1 测试内容

测试当发生雪崩或重复冗余告警时监控系统智能告警模块的告警抑制功能。

6.4.3.2.2 测试方法

测试方法如下:

- 从数据库中查找属于同一故障的多个设备的告警信号(设备异常、网络异常、GOOSE 中断等),同时在多个装置上模拟告警信号,查看告警窗是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否只产生一条告警信息。
- 模拟变电站正常操作,如倒闸、遥控、切负荷、倒母线等,操作过程中模拟油泵启动、电动机运转等信号,查看告警窗是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否没有油泵启动、操作成功、返校正确、联闭锁等告警信号。
- 模拟同时发生多条事故、异常、变位、越限、告知信息告警,查看告警窗是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否只显示高优先级别的告警信号。
- 短时间内连续多次模拟同一条告警信号,查看告警窗是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否只有一条告警信息。

6.4.3.3 告警屏蔽功能测试

6.4.3.3.1 测试内容

测试监控系统在设备检修、试验、故障、退出运行时智能告警模块的告警屏蔽功能。

6.4.3.3.2 测试方法

测试方法如下:

- 投入设备的检修压板,模拟该设备的告警信号,查看告警窗中是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否没有相关告警信号。
- 在监控系统操作界面上将某设备挂上故障或退出运行标识牌,使之处于故障或退出运行状态,模拟该设备的告警信号,查看告警窗中是否记录了所有告警信息,查看智能告警窗是否没有相关告警信号。

6.4.3.4 告警信号的关联性分析功能测试

6.4.3.4.1 测试内容

测试智能告警模块的信号关联性分析功能。

6.4.3.4.2 测试方法

测试方法如下:

- 进行正常的顺序控制操作,操作完成后检查告警窗口是否记录操作过程中产生的所有告警信

号,智能告警窗口是否只显示一条顺序控制操作信号。

- b) 按时序模拟产生电网故障的各类信号(保护动作、开关变位、重合闸等),查看告警窗中是否记录了所有告警信息并对告警信息进行正确分类梳理,智能告警窗是否记录主要告警信息及故障分析结果,查看监控系统能否自动推理出相应的处理预案。
- c) 通过配置工具对告警逻辑和关联信号进行配置,模拟产生相关告警信号,查看智能告警窗是否按所配置的逻辑显示告警推理结果。

6.4.3.5 告警信息查询功能测试

6.4.3.5.1 测试内容

测试告警信息在不同条件下的查询功能。

6.4.3.5.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 按厂站、间隔、设备查询告警记录,检查监控系统能否以选定的关键字过滤告警信息,查询结果是否正确。
- b) 按日、月、年等多种时段查询告警记录,检查监控系统能否以选定的时间条件过滤告警信息,查询结果是否正确。
- c) 按厂站、间隔、设备和时间等多种条件进行组合查询,检查查询结果是否正确。

6.4.3.6 告警简报测试

6.4.3.6.1 测试内容

测试告警简报的生成及内容格式。

6.4.3.6.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 在智能告警窗口选择某条告警记录,检查能否正确生成相应的告警简报。
- b) 核对告警简报内容格式是否符合 DL/T 1403—2015 中附录 C 的要求。

6.4.3.7 故障分析报告测试

6.4.3.7.1 测试内容

测试故障分析报告的生成及内容格式。

6.4.3.7.2 测试方法

测试方法如下:

- a) 给保护装置施加交流量,模拟发生电网故障,检查监控系统能否正确生成故障分析报告。
- b) 打开故障分析报告,核对其内容格式是否符合 DL/T 1403—2015 中附录 E 的要求。

6.5 辅助监控系统应用功能

6.5.1 一体化电源

6.5.1.1 测试内容

测试与一体化电源 IED 装置的联动控制。

6.5.1.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 将一体化电源 IED 装置或仿真器接入到站控层网络中，通过该装置上送与一体化电源 IED 有关的交流、直流、UPS、通信电源等站内电源设备运行状态数据。
- b) 设置一体化电源 IED 装置工作在以下状态或用仿真器发出以下信息：交流输入过压、欠压、缺相，直流母线过压、欠压，电池组过压、欠压，模块故障，电池单体过压、欠压等。
- c) 检查监控系统能否收到告警信息，同时视频监控能否自动切换至故障发生位置。

6.5.2 安全防范

6.5.2.1 测试内容

测试与安全防护 IED 装置的联动控制。

6.5.2.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 将安全防护 IED 装置或仿真器接入到站控层网络中，分别用仿真器发出以下告警信息：红外对射报警、电子围栏报警、烟雾报警、火灾报警、非法闯入、门长时间未关闭及非法卡刷卡等。
- b) 检查监控系统能否收到告警信息，同时视频监控能否自动切换至告警发生位置。

6.5.3 环境监测

6.5.3.1 测试内容

测试与环境监测 IED 装置的联动控制。

6.5.3.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 在监控系统上对照明系统进行远程控制，检查控制信号能否发出，遥控过程中视频监控能否自动切换至被控照明系统。
- b) 在监控系统上对空调的启停、升温、降温，风机的启停、风量调整以及水泵的启停进行远程控制，检查控制信号能否发出，遥控过程中视频监控能否自动切换至被控位置。
- c) 模拟运行环境参数超过限值的变化，例如温度、水位等，检查监控系统能否实现自动控制调节，遥控过程中视频监控能否自动切换至被控位置。

7 性能测试内容及方法

7.1 系统响应时间

7.1.1 测试接线

系统响应时间测试宜采用图 5 所示接线。



图5 系统响应时间性能测试接线示意图

7.1.2 测试内容

监控系统运行情况下，测试当数据变化时系统响应时间、画面响应时间和在线热备用双机自动切换及功能恢复时间。系统响应时间应满足 DL/T 1403—2015 中 8.1 的要求。

7.1.3 测试方法

测试方法如下：

- a) 遥测量变化传输到监控主机时间测试：
 - 1) 设置监控系统相应遥测值数据的上、下限；
 - 2) 用秒脉冲触发模拟源输出，设置该量测量越上限或越下限变化，使遥测量超越限值变化，产生监控系统遥测越限告警；
 - 3) 遥测越限告警所带时标显示的时间减去秒脉冲时间即为遥测变化传输到监控系统的时间。
- b) 状态量变位传输到监控主机时间测试：
 - 1) 用秒脉冲触发状态信号仿真器上断路器的跳闸/合闸变位，系统产生遥信变位告警；
 - 2) 遥信变位告警中所带时标显示的时间减去秒脉冲时间即为状态量变位传输到监控主机的实际时间。
- c) 遥控执行时间测试：
 - 1) 在监控系统图形界面上对断路器做完整的遥控操作；
 - 2) 操作完成后，系统产生遥信变位告警；
 - 3) 遥信变位告警中所带时标显示的时间减去遥控执行报文下发的时间即为遥控执行时间。
- d) 调阅画面响应时间测试：
 - 1) 点击图形接口调出任一有实时数据的画面；
 - 2) 记录从输入命令开始直到所调画面全部显示完毕的时间。
- e) 画面数据刷新周期时间测试：根据需要设置画面刷新周期，刷新周期时间最低不小于 1s，检查画面刷新的正确性。
- f) 在线热备用双机自动切换及功能恢复时间测试：
 - 1) 模拟主服务器故障，切换至备用服务器；
 - 2) 记录从主服务器故障发生到自动切换完成的时间。

7.2 系统负荷率指标测试

7.2.1 测试内容

测试监控系统正常运行和事故工况下 CPU 平均负荷率和网络平均负荷率，应满足 DL/T 1403—2015 中 8.1 的要求。

7.2.2 测试方法

测试方法如下：

a) CPU 正常负荷率测试：

- 1) 监控系统正常运行条件下，完成系统各项模拟操作（遥控、遥测、人工置数等）；
- 2) 利用 CPU 负荷率监视工具测试并记录主机的 CPU 平均负荷率。

b) 事故下 CPU 负荷率测试：

- 1) 监控主机通过模拟系统发生事故时的工况条件，数据量设置为 50% 的背景数据流量、30% 实际应用数据；
- 2) 利用 CPU 负荷率监视工具测试并记录监控主机的 CPU 平均负荷率。

c) 网络正常负荷率测试：

- 1) 监控系统正常运行条件下，完成系统各项模拟操作（遥控、遥测、人工置数等）；
- 2) 利用网络性能监视工具，测试并记录网络的平均负荷率。

d) 事故下网络负荷率测试：

- 1) 监控系统通过模拟系统发生事故时的工况条件，数据量设置为 50% 的背景数据流量、30% 实际应用数据；
- 2) 利用网络性能监视工具，测试并记录网络的平均负荷率。

7.3 时间同步精度测试

7.3.1 站控层设备

7.3.1.1 测试内容

测试站控层设备本地时间能否被正确校正，并在校时源中断时产生异常告警。

7.3.1.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 采用图 6 所示接线，设置站控层设备的本地时间与时钟源在年、月、日、时、分、秒等各字段均不一致，接入 SNTP 校时信号，被测设备的本地时间应能被正确校正，年、月、日、时、分、秒等各字段应与时钟源时间保持一致。
- b) 中断 SNTP 校时信号，检查被测设备能否产生校时异常告警。

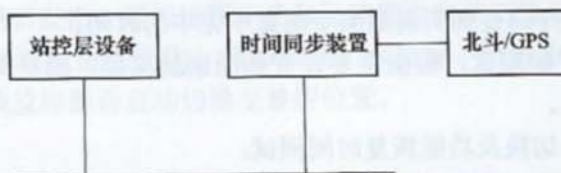


图 6 站控层设备对时精度测试图

7.3.2 间隔层和过程层设备

7.3.2.1 测试内容

测试间隔层和过程层设备时间能否被正确校正且误差满足 DL/T 1403—2015 中 8.1 的要求。

7.3.2.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 采用图 7 所示结构，将标准时钟输出空节点信号接至需授时设备开入端子（如检修、远方操作等）；
- b) 将设备记录的 SOE 时间同标准时钟进行对比计算误差。

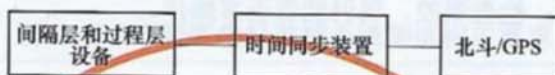


图 7 间隔层和过程层设备测试图

7.4 双网切换测试

7.4.1 测试内容

测试监控系统在 A、B 双网切换条件下完整记录所有变化信息的正确性。

7.4.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 监控系统 A、B 双网正常运行，断开 A 网，同时在间隔层装置上模拟保护事件、遥信变位等信息，检查监控系统是否完整记录所有变化信息；
- b) 监控系统 B 网单独运行，恢复 A 网并断开 B 网，同时在间隔层装置上模拟保护事件、遥信变位等信息，检查监控系统是否完整记录所有变化信息。

7.5 双机切换测试

7.5.1 测试内容

测试监控系统双机切换的情况下，系统通信不受影响且切换过程中无数据丢失。双机切换过程所需时间应满足 DL/T 5149—2001 中 6.14.2 的要求。

7.5.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 监控系统双机正常运行，服务器 1 为主机，服务器 2 为备机。在间隔层装置上模拟产生连续的遥信变位信息，切换服务器 2 为主机，记录双机切换时间，并检查服务器是否切换成功及数据是否丢失。
- b) 监控系统双机正常运行，服务器 1 作为主机，服务器 2 为备机。在间隔层装置上不断模拟产生遥信变位信息，此时关闭服务器 1，检查系统能否自动切换服务器 2 为主机且过程中信息不丢失。

7.6 雪崩测试

7.6.1 测试内容

根据 DL/T 860 提供的模型参数，测试在监控系统信息量急剧增加的条件下，站控层设备的工作情况、事件记录的完整性、事件顺序记录的真实性及能否完整反映信息的变化。

7.6.2 测试方法

测试方法如下：

- a) 在 50% 的背景数据流量、30% 实际应用数据下，数据流量加上后 10s 内检查系统的运行状况。
- b) 使用仿真器自动模拟进行遥测值越限，遥信变位，遥控、遥调测试，记录系统的处理情况。
- c) 将系统的处理情况与仿真器的设置值做比较，检查系统能否正确处理并显示遥信、遥测数据并生成正确的告警信息；检查遥控、遥调能否正常操作。

附 录 A
(资料性附录)

智能变电站监控系统测试汇总表

智能变电站监控系统测试相关要求见表 A.1。

表 A.1 智能变电站监控系统测试相关要求

序号	测试项目	要求及指标	测试结果	备注
1	电缆回路	各回路对地和各回路之间的绝缘电阻, 相关指标应满足 DL/T 995—2016 中 5.3.2 的要求		
2	光纤回路	光纤回路(包括光纤熔接盒)的衰耗不大于 0.5dB		
3	状态量、量测量接收测试	DL/T 860 协议通信, 监控画面或实时库能够查看数据		
4	量测数据带时标品质信息的正确性测试	DL/T 860 协议通信, 监控系统能识别数据的品质信息		
5	故障录波数据的采集测试	DL/T 860 协议通信, 波形文件为 COMTRADE 标准格式, 文件名带故障时间		
6	变电设备状态监测 IED 的通信测试	DL/T 860 协议通信, 连续运行 72h 以上		
7	数据刷新召唤测试	正确性、持续性		
8	取反测试	设置取反标志或取消取反标志, 查看遥信状态		
9	人工置数影响测试	人工置数或取消数, 查看遥信遥测数据能否刷新		
10	双遥信测试	改变双遥信的输入, 查看图形界面和实时库的状态显示		
11	遥测越限测试	使遥测值越限, 查看监控系统有无告警提示		
12	零漂测试	修改实时库中变化死区值, 查看画面数据刷新		
13	合理性判断测试	设置非法值参数, 检验监控系统能否识别		
14	报表功能、瞬时值、平均值存储测试, 统计数据存储测试	对有功、无功功率总加, 瞬时值, 平均值, 最大值, 最小值, 越限次数, 动作次数, 发生时间进行记录统计		
15	安全运行天数计算	正确记录系统安全运行的天数		
16	存储能力测试	数据存储要准确连续		
17	曲线、棒图、饼图显示测试	图形的变化趋势要求与数据的变化相匹配		
18	状态量、量测量显示测试	异常数据要有提示标记, 数据变化后相应的图元能够闪烁或是颜色区分		
19	潮流显示测试	用箭头或其他方式展现潮流的方向和大小变化		
20	运行展示测试	主界面或间隔分图显示信息准确全面		
21	告警显示测试	有最新告警提示、变色或闪烁、推图、音响提示、语音提示、告警确认等多种告警显示		
22	站内遥控测试	采用选择—返校—执行三步原则, 应显示选择结果, 当“返校”正确时, 进行“执行”操作		

表 A.1 (续)

序号	测试项目	要求及指标	测试结果	备注
23	变压器分接头调节测试	采用直接控制方式逐挡调节, 应具备分接头滑挡和急停等控制功能		
24	同期测试	支持检无压合闸和检同期合闸两种同期操作, 应准确反应检无压合闸和检同期合闸成功和失败的操作步骤		
25	人工置状态测试	人工置状态或者解除置状态, 检查监控系统和装置的“四遥”数据能否继续刷新		
26	安全性检查测试	遥控执行过程中, 需满足操作员和监护员的互监视功能, 控制操作需有监护人监护		
27	顺控测试	应具备完整的顺序控制功能, 包括调用存票、预演、执行、暂停、继续、终止等进度控制		
28	防误闭锁测试	监控系统和装置侧均应具备防误闭锁功能, 保证遥控操作功能的正确执行		
29	VQC 电压无功控制测试	应具备无功调节、运行监视和闭锁等功能		
30	数据合理性测试	能识别各类功率不平衡、量测数据之间逻辑关系不正确等不合理情况		
31	不良数据测试	能对量测值和状态量的准确性进行分析, 辨识不良数据		
32	告警信号的分类和命名规范性测试	告警信号的分类符合 DL/T 1403—2015 中附录 B 的要求, 设备命名格式符合 DL/T 1171 要求		
33	告警抑制功能测试	对于不同设备产生的反映同一事件的冗余告警, 只应告警一次。可抑制操作过程中产生的正常过程信号。当出现“雪崩”时, 可抑制大部分非关键告警, 只保留高优先级的告警		
34	告警屏蔽功能测试	当设备检修或试验时, 应自动屏蔽检修品质位置的告警信息。对于挂上故障或退出运行标识牌的设备, 应自动屏蔽其告警信息		
35	告警信号关联性分析功能测试	可对正常操作过程中产生告警信号的关联性分析, 一次操作(包括顺序控制)只产生一个告警。可对故障条件下产生告警信号的关联性分析, 给出电网或设备故障的分析结果		
36	告警方式测试	支持图像、声音、颜色等方式		
37	告警信息查询功能测试	支持多种历史查询方式, 如厂站、间隔、设备、时间等查询条件		
38	告警简报测试	告警简报格式符合 DL/T 1403—2015 中附录 C 要求		
39	故障分析报告测试	故障分析报告格式符合 DL/T 1403—2015 中附录 E 要求		
40	一体化电源	监控系统能够收到告警信息, 同时视频监控能够自动切换至故障发生位置		
41	安全防范	监控系统能够收到告警信息, 同时视频监控能够自动切换至告警发生位置		
42	环境监测	监控系统能够实现自动控制调节, 遥控过程中视频监控能够自动切换至被控位置		
43	模拟量响应时间	$\leq 2s$		
44	状态量响应时间	$\leq 1s$		
45	遥控执行时间	$\leq 2s$		
46	实时画面响应时间	$\leq 2s$		

表 A.1 (续)

序号	测试项目	要求及指标	测试结果	备注
47	其他画面响应时间	$\leq 3s$		
48	画面刷新周期	$\geq 1s$		
49	在线热备用双机切换时间	$\leq 30s$		
50	CPU 正常平均负荷率	$\leq 30\%$		
51	事故下 CPU 平均负荷率	$\leq 50\%$		
52	网络正常平均负荷率	$\leq 20\%$		
53	事故下网络平均负荷率	$\leq 40\%$		
54	站控层设备时间同步精度测试	设备本地时间应能与时间源保持一致, 设备应能产生异常告警		
55	间隔层和过程层设备时间精度测试	设备能被正确校正, 并且误差不大于 1ms		
56	双机切换测试	服务器主备状态应正确变化, 切换过程中信息不丢失, 且切换时间小于或等于 30s		
57	雪崩测试	系统能正确处理并显示遥信、遥测数据并生成正确的告警信息, 遥控、遥调操作正常		

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
智能变电站监控系统测试规范
DL/T 1898—2018

*

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

*

2019年6月第一版 2019年6月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 43千字
印数 001—500册

*

统一书号 155198·1473 定价 23.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题,我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.1473