

## 电力系统实时动态监测主站系统检测规范前期研究

董耀<sup>1</sup> 史杰<sup>1</sup> 张艳霞<sup>1</sup> 薛琴<sup>1</sup> 景小东<sup>2</sup>

1 国网青海省电力公司海西供电公司, 青海 格尔木 816000

2 青海绿能数据有限公司, 青海 西宁 810000

**[摘要]** 目前我国的电力系统的实时动态监测主站系统的技术发展已经取得了阶段性的发展, 对于目前的主站系统的检测规范而言, WAMS 主站系统的检测标准化和系统化的完善对于我国电力系统的发展非常重要, 因此文中的主要研究内容是分析目前 WAMS 主站系统的应用和目前的仿真主站检测流程, 对于目前的 WAMS 主站系统检测提出更加标准化的检测内容, 促进我国电力系统实时动态监测系统的发展。

**[关键词]** 相量量测; WAMS 主站; 调度中心; 检测规范

DOI: 10.33142/hst.v5i4.6604

中图分类号: TM933.313

文献标识码: A

### Preliminary Study on Power System Real-time Dynamic Monitoring Master Station System Detection Specification

DONG Yao<sup>1</sup>, SHI Jie<sup>1</sup>, ZHANG Yanxia<sup>1</sup>, XUE Qin<sup>1</sup>, JING Xiaodong<sup>2</sup>

1 Haixi Power Supply Company of State Grid Qinghai Electric Power Company, Golmud, Qinghai, 816000, China

2 Qinghai Green Energy Data Co., Ltd., Xining, Qinghai, 810000, China

**Abstract:** At present, the technical development of the real-time dynamic monitoring master station system of China's power system has achieved phased development. For the detection specifications of the current master station system, the detection standardization and systematic improvement of the WAMS master station system are very important for the development of China's power system. Therefore, the main research content of this paper is to analyze the application of the current WAMS master station system and the current simulation master station detection process, For the current WAMS master station system detection, a more standardized detection content is proposed to promote the development of real-time dynamic monitoring system of power system in China.

**Keywords:** phasor measurement; WAMS master station; dispatching center; test specification

#### 引言

我国的电力系统的实时动态监测主站系统监测技术的发展可以追溯到上个世界末, 相量测量系统 (PMU) 的发展引入为我国的电力系统的动态监测提供了技术支出和发展动力, PMU 的主要特点是可以根据电力系统的实时数据显示与 GPS 相结合同步监测电力系统的主站系统。再加上目前我国电力系统的发展, 技术 PMU 技术的动态监测技术已经发展为我国的电力系统实时监测的主要动态监测技术。我国的电力系统的动态监测技术引进了 2500 台的 PMU 机组, 现在已经发展为世界上最多 PMU 设施的国家之一, 因此动态监测技术已经发展非常成熟。2003 年, 我国的北方、东南部等地基金建立了完整的 WAMS 系统, 主要用于识别电力系统的干扰, 评估电厂的调频。目前随着 PMU 设施和 WAMS 系统的发展和成熟, 对于规范化电力系统的检测非常关键。为了满足目前的电力系统对于 PMU 设施和 WAMS 系统发展的技术需求, 需要制定更加科学、系统的动态监测系统规范, 使其监测技术标准化、完善化。目前在 WAMS 系统发展过程中, 对于实际的应用还没有很多的文献研究和理论成果, 同时对于 WAMS 系统仍然欠缺专业的评估系统和评估方法, 对于检测系统的软件和硬件的性能还没有

系统化的检测标准和技术, 因此本文的主要研究重点是针对目前 WAMS 系统的发展, 对于主站的系统评估设计评估方法, 同时总结出可以稳定反映主站系统稳定性的评价指标。

#### 1 WAMS 主站系统

WAMS 主站系统通常安装于我国省级的电力系统中, 因此使用较为广泛。在相量测量系统技术发展基础上的 WAMS 主站系统主要分为三个方面, 第一个是现场 PMU 数据采集部分, 也可以称之为数据记录仪 (PDC), 第二个方面是基于电力传输网络的数据传输组件, 最后一个是电网传输主站的数据处理和应用部分终止。这三个部分组成一个完整、系统的 WAMS 系统的动态监测技术流程。从使用角度出发, 对于 WAMS 系统的监测的测试内容进行整合, 包括监测的基本硬件系统, 系统软件与最终的评估系统。对于该系统的评估流程如下: 首先, 是对于 WAMS 系统的主站评估, 主要识别和评估 WAMS 系统主要设备的使用情况和使用环境。其次是评估 WAMS 系统的主要系统软件的基本功能和使用性能, 检测设备的正常运行状态, 评估系统的使用效率和使用年限等基本信息。第三是对于 WAMS 系统的最终评估系统, 主要包括系统的功能水平, 操作速率、计算速率、计算精度等。对于 WAMS 系统的整体评估

需要考虑多方因素,在完整的评估流程结束之后给予最客观的评价,同时对于系统中的硬件和应用程序的性能需要确保其在运行状态的稳定性和有效性。

## 2 WAMS 主站系统评估方法

系统设备评估方法是 WAMS 主系统正常工作的基础。硬件性能和环境是限制系统整体性能的因素。基本系统硬件包括前端计算机、数据采集服务器、实时应用服务器、历史数据服务器、图形监控工作站和电源。基本系统设备是中心站系统的重要组成部分,影响设施寿命和性能的因素包括温度、湿度、大气压力、爆炸风险、腐蚀性气体和导电粉尘、严重霉菌、剧烈震动冲击源。系统主系统性能评估 WMS 主系统所需的基本系统功能假定为系统评估的深层内容。它主要包括数据采集、数据传输、数据处理、数据存储和管理以及其他系统功能。系统功能的基本特征包括系统响应时间、主站加载速度、数据错误和系统权限管理。系统所需的其他功能包括告警、制表与打印、通信监视功能、动态监控、远程维护和故障排除。必要的应用功能包括低频振动监测和分析、电网干扰检测、发电机一次调频评估、电力系统模型和参数验证。相应的应用功能指标是振动频率计算的误差要求、低频振动报警的准确性、电网干扰报警的准确性、发电机一次调频正确识别率、一次调频分析结果能够保存的时间、电力系统模型和参数的准确度、稳定性、允许误差,确定了各应用的计算效率。

## 3 主站检测

### 3.1 硬件设备和网络联结检验

在满足配送需求的中心站系统的基础上,检查硬件设施、数据采集服务器及其编号、实时应用服务器及其编号、历史数据服务器及其编号、传输工作站及其编号,台数及其编号包含并验证交流电源和不间断电源 UPS;中心站系统设备之间的通信是否正常,或主站与主站或者主站和副站之间的通信是否正常。

### 3.2 功能检验

首先,系统的基本功能。系统的基本功能包括数据采集和监控功能、数据传输功能、数据处理和操作功能、数据存储和管理功能、报警功能、图形功能、制造和打印功能、通信监控和管理功能。其次,动态监控功能。确保检测系统的同步电势、工作角度、数据检测和控制信号。最后,应用程序功能。它具有实时数据的低频振动分析功能,监测不同的振动状态,并提供每个振动状态的详细信息,确保数据主站的检测效率。

### 3.3 功能与性能测试

(1) 协议测试。变电站和主站的协议测试内容包括控制管的建立、数据管的建立、cfg-1 文件查询、cfg-2 文件下载、cfg-2 文件查询、开放式实时数据传输、网络数据触发、实时数据传输控制管连接状态检测,包括管道关闭。WAMS 主站之间的协议测试包括实时通信管道建立、cfg-1 文件查询、cfg-2 文件查询、cfg-2 文件下载、实

时数据传输打开、实时数据传输关闭、通道连接状态检测、实时通信管道关闭。

(2) 传输延迟测试。首先,提供了一个控制管和一个数据管。传输时间开始时,主站通过控制管发送“实时数据传输开始”,变电站接收“实时数据传输开始”命令,变电站通过数据管通过 cfg-2 文件定期发送实时数据消息,主站从数据管接收实时数据消息,成功接收实时数据,传输时间结束。时间比较基于主机站中计算机的内部时间  $\mu$ ,它可以通过 API 函数获得计时器频率和周期计算时间。

(3) 测试数据和数据结构的准确性。打开主站接收到的测试数据,查看相应值是否与变电站采样的电压一致,电压、电流、功率、频率、相角、功率因数、发电机工作角、励磁电压、励磁电流是否完整。

(4) 性能指标测试。(一)①系统性能指标测试。从主机到主机的数据采集和传输时间显示  $\leq 1s$ 。实时视频呼叫响应时间主实时数据服务器机自动切换时间如果电网正常,服务器 CPU 负载率为图形工作站平均 CPU 负载 20%(平均 5 分钟);停电时主站平均局域网负载,服务器 CPU 负载率 50%(平均 10s);图形工作站平均 CPU 负载 50%(平均 10 秒);历史数据和变电站本地数据之间的平均局域网负载错误请求、电压宽度值错误电流宽度错误相角和发电机功角错误频率错误变电站本地存储 0.5%的断电。收集的其他金额的误差为 0.5%,并且该值存储在变电站的本地。②应用程序性能指标测试。在低频振动试验中,读取历史数据,检查低频振动的频率,计算准确低频振动分析的频率,并计算准确低频振动报警的频率。进行模拟分析以准确计算分析警报的数量。上述统计数据必须确保低频振动报警的准确率为 99.9%以上。当条件满足时,可以保证网络干扰检测、发电机一次调频评估和电力系统模型参数验证,计算精度达到 95%以上。

## 4 仿真主站软件实现

### 4.1 实时数据通信交互实现

对于仿真主站的软件设计中,首先一个非常重要的技术检测标准就是需要实现实时的数据通信交互,加强与 PDC 之间的实时通信效率需要有效保障。在于 TCP/IP 达成通信协议的前提下,利用建立数据流管道完成仿真主站与 PDC 之间的实时数据传输,对数据检测需要明确在仿真主站和 PDC 之间需要有效检测数据的传输命令、数据存储命令、数据双向输送命令等的准确性和完整性,确保每一个数据的准确无误。建立数据流管道的主要流程为:首先,建立一个数据传输管道的模拟服务端口,同时数据模拟的方式有效监测数据传输过程中的服务端口的实践情况,同时等待 PDC 的请求通过建立有效的 TCP 连接。其次,PDC 在完成数据接收之后需要创建一个数据流管道将所接收到的数据信息准确无误的传输至仿真主站。第三步是在仿真主站接收到 PDC 传输的数据信息之后,建立一个可以有效连接仿真主站和 PDC 端的连接通道。最后是当仿真主机

之间的通道达成有效连接之后可以通过控制端向 PDC 端发送实时数据传送激活命令,可以有效完成仿真主站与 PDC 之间的数据传输。建立监测管道的主要流程为:首先, PDC 端在完成实施拦截数据服务之后需要等待仿真主站的命令,在接收到请求与 TCP 建立有效连接命令之后立即进入运行状态,同时在收到命令之后, PDC 需要创建一个连接仿真主站与自身的一个控制管道,然后在仿真主站完成控制关于 PDC 之间的哟徐爱哦传输命令之后,需要有效监测仿真主站和 PDC 之间的数据控制管道的数据传输效率,实现两者之间的传输效率,同时仿真主站可以显示其获得的实时有效数据传输资料。

#### 4.2 离线数据通信交互实现

离线数据传输管是一个独立的 TCP 连接,它不连接到数据流管和控制管,但主要传输事件检测帧、传输命令帧和离线数据帧。建立离线数据传输管道的过程如下:1) PDC 实时拦截离线数据传输服务端口,等待模拟主站创建 TCP 连接。2) 模拟主站主动向 PDC 传输应用程序,以创建离线数据传输路径。3) 如果在接收到应用程序后当前链路模式为空,则 PDC 将与仿真主站建立脱机数据传输管道。成功实现离线数据管后,模拟主机使用广播脚本框架发送命令,并将存储的内容检索到 PDC。PDC 对传输的内容进行编码,并根据仿真主站的请求将离线数据传输到仿真主站。仿真主站在接收到脱机数据后将本地磁盘存储为文件,并提供数据分析和显示功能。

#### 4.3 报文解析及展示电力系统实时动态监测系统

传输规约仿真主站注重效率和实用性。仿真主站可以显示应用层的所有通信消息,并快速分析通信消息。该系统设计可以显著降低仿真主站的安装和设计复杂度,提高运行效率。(1) 消息分析侧重于分析数据流管道和管理管道之间的交互消息,对所有帧的传输没有限制。首先,发送一个同步密码,最后发送一个校验字。首先,发送多个字的顶层,所有帧使用相同的顺序和格式(ASCII 字符传输顺序和显示顺序匹配),以及(2) 实时显示数据,以便于准确比较显示数据。一旦数据流管道建立, PDC 开始定期传输数据消息,模拟主机实时分析每个数据消息屏幕。为了通过快速更新图像来避免界面闪烁,在数据更新时执行比较,并且仅当数据改变时更新修改部分的内容

#### 4.4 数据文件存储数据

该文件同步存储在三个级别的数据存储、应用程序消息存储和在线消息存储中。(1) 相位数据的同步记录。仿真主站根据 PDC 中存储的离线文件的格式,以 dyn 格式存储数据文件。dyn 格式文件有助于独立分析和显示台站的数据。(2) 记录应用程序消息。由于数据流管道中存在大量数据消息,因此仿真主站界面只能存储大量交互消息。因此,应用程序消息会根据文件大小或时间长度进行排序,并存储为日志文本。历史交流有助于听取互动信息。(3) 网络报文存储。网络报文对于主要问题的分析和错误定位

非常重要,因为主要模拟站可能会邀请 WinPcap 驱动程序以 pcap 格式存储网络消息。由于查询和数据包恢复的效率,消息文件会根据大小进行阻止和存储。可以使用 ethereal、Wireshark 和其他工具查看和组织保存的消息。

#### 5 仿真主站软件的应用

在目前的仿真主站软件的应用中,结合目前的电力系统的动态实时监测系统,在 PMU 和 PPDC 的开发过程中需要提高准确度和精度的检测测试实验,在测试过程中,确保仿真主站可以独立完成实时数据访问、分析和显示、离线数据调用,并自动完成所有流程协议一致性检测、离线数据文件连续性、数据完整性和数据差异检测。它还支持实时扩展测试示例,并打开命令传输界面。用户可以自定义测试目标,自动分析消息,并将测试人员从许多消息分析的复杂任务中释放出来。功能符合统计和性能指标。测试过程中,仿真主站无程序响应故障或数据交互异常,运行稳定可靠,可进行长时间连续复制测试。

#### 6 结语

在我国的电力系统的动态监测主站系统规范过程中,对于仿真主站的有效研发,对于 PMU 与 PDC 的模拟测试的发展提供了更有效的参考,同时在系统实时监测的过程中减少了人力资源的投入,提高了系统动态监测结果的有效性,对于目前我国电力系统的动态监测系统的引入有非常重要的发展潜力。动态监测系统的主站系统检测不仅需要可以与多个 PDC 完成有效通信的能力,同时还需要具备可以有效将存储转为实时数据,可以有效进行数据整合的能力,因此对于目前的电力系统的仿真主站的发展,提高系统的稳定性、科学性、效率更为重要。

#### [参考文献]

- [1]侯俊飞,严春香,李国杰,等.电力系统实时动态监测系统传输规约仿真主站的开发与应用[J].电气应用,2019,38(12):45-50.
- [2]谈树峰.电力系统实时动态监测系统数据传输规约检测[J].广东电力,2015,28(8):61-65.
- [3]程佳,邢颖.电力系统实时动态监测主站系统检测规范前期研究[J].山东工业技术,2014(18):217.
- [4]赵昆,邹昱,邢颖,等.电力系统实时动态监测主站系统检测评估方法研究[J].电力系统保护与控制,2014,42(10):71-76.

作者简介:董耀(1978-)男,本科,副高级工程师,研究方向城市智能电网优化研究与应用、变电设备运维管理等;史杰,(1989-)男,本科,工程师,研究方向为企业运营监测管理与数据挖掘;张艳霞(1980-)女,本科,副高级工程师,研究方向为企业运营监测管理与数据挖掘;薛琴(1984-)女,本科,工程师,研究方向为企业运营监测管理与数据挖掘;景小东(1981-)男,硕士,副高级工程师,研究方向为信息通信网络安全建设及数据挖掘、调度自动化系统安全建设及数据挖掘。