

一种智能化电厂功角传输设备的研究与探讨

郭正 郭永耀 王飞 刘焯焯 张雅彬
冀建投寿阳热电有限责任公司 山西 晋中 030600

摘要：同步发电机的功角对电力系统稳定具有十分重要的地位，功角不仅是发电机稳定的一个重要状态量，也是反映发电机内部能量转换的一个重要参数，同样母线电压相量也是系统运行的主要状态变量，如果这些量能够直接测量，可以为电力系统的监控提供重要的原始数据。本文介绍了同步相量测量技术的基本原理和实现方法，分析了同步相量测量与功角测量之间的关系，概述了目前同步相量测量技术在功角测量方面的应用，指出了在同步相量测量装置中实现发电机功角的测量还有待进一步研究的问题

关键词：发电机功角；功角测量；PMU

引言：为电力系统的智能化和自动化发展提供有力支持：PMU通过高速通信网络将实时监测数据传输到主站，为电力系统的智能化和自动化发展提供了有力支持。通过对实时监测数据的分析，可以发现电网中的薄弱环节和潜在风险，为电力系统的规划和运行提供决策支持。

1 研究背景

随着电厂智能化水平的不断提升以及新技术的不断更新，电厂传统传输技术不断延伸，宽频测量处理单元是一个用于站端数据接收和转发的通讯装置，能够同时接收多个宽频测量装置的测量数据、召唤多个宽频测量装置的次/超同步录波文件，支持对接收到的宽频数据文件进行分析，同时能向多平面调度进行数据转发、文件传输。其中，信息交换、命令传递、规约的组织 and 解释、通道的编码与解码、卫星对时，采集资源的合理分配等众多功能。因此，为提升供电电网的可靠性，确保在工频运行方式下，所采集的电流、电压、功率、相角精度高，能真实的提供给电网和调度进行分析。

目前次同步振荡等事件屡有电网低频、高频事件发生，为了解决电厂传统测量手段在采样率和动态特性等方面的不足，提出了宽频测量方法，利用宽带测量处理单元，可实现数据接收、文件召唤、文件数据分析、同时也能向调度转发数据与文件传输，并且采用双网口宽频测量处理单元与宽频测量终端直接连接，获取宽频测量终端中的实时数据，因此通过装宽频测量处理单元与调度数据网连接，有效实现了数据可靠的信息交互。

2 主要研究内容

随着智能电厂、智慧电厂新技术的飞速发展，电厂作为能源供应的核心环节，其运行效率、安全性和智能化水平正受到前所未有的关注。功角（即功率角和相位

角）作为衡量电力系统稳定运行的重要指标，对于电厂的发电效率、负荷分配以及故障预警等方面具有至关重要的作用。然而，因电厂PMU装置无法满足电网自动化D5000传输要求，以及存在华北电网自动化无法查看到AGC、AVC投入情况等状态信号等瓶颈问题，现通过创新小组积极研究分析传输网口配置、通讯协议，从而从装置本身解决了PMU通讯不满足调度要求的“卡脖子”问题，因此，通过优化升级了宽频测量处理单元操作系统，更多的获取到电厂宽频测量数据并进行了分类，以及在各类数据之间建立关联关系并进行存储；进一步对宽频测量数据进行预处理分析和诊断分析，获得预处理分析文件和站域分析简报；并将宽频测量数据、预处理分析文件和站域分析简报传输到调度主站，并接收调度主站的操作控制指令。有效可靠的实现了多个宽频测量终端的测量数据、召唤多个宽频测量终端的次/超同步录波文件的接受发送实时传送的功能，最终实现了能向多平面调度进行数据转发、文件传输的能力。

3 关键技术及创新点

本课题实现了瞬态、暂态、稳态信号精确识别技术在此基础上研制了宽频带数据集群高精度传输，优化了宽频测量装置接入兼容功能，实现了多接入设备的有效存储转发。对于电厂实现自动化、智能化水平提升具有重要的意义。

3.1 关键技术

一种智能化电厂功角传输设备的研究与探讨项目在开展实施过程中，预计达到“冗余配置”的多站点接入方式技术，其次应用先进的PMU子站系统可为河北网调提供实时动态监测参数，且满足调度运行人员及时了解本厂电网和相领电网的运行情况，同时能够作为调度人员分析电网危险变化趋势及电网传输极限能力评估的重

要指标,使得调度运行人员可根据危险性采取必要的电网运载能力调整措施。具体性能指标:

3.2 采集技术研究

为了提高河北调控中心能够实时监测电力系统的动态稳定监测和分析能力,对PMU子站系统提出了更高要求,以加强对电力系统动态安全稳定的监控。子站通常直接测量线路、母线、机组机端的三相电压和电流,而测量发电机转子信号用来监测发电机的功角,以防所测量的机端电压电流估算功角偏差大。子站内部各测量单元之间通过内部以太网通信,因此本厂设备实现一发多收的功能,且为了保证厂内PMU系统不受外界干扰,采用了相互独立的数据集中处理单元,并通过调度数据网上送可靠的数据报文。^[4]

3.3 监测装置功能研究

根据PMU宽频测量技术,可实时监视功率、频率、电压等调度常规监测物理量的动态过程监视。

3.4 频率、电压动态监视

根据PMU系统工作站历史曲线图可有效的查询频率、电压的动态过程,数据变化间隔不低于100ms,曲线动态过程连续无间断,同时能够有效的上送本厂电网的机组运行状态及AVC、AGC投用情况,在调度操作或电网中出现异常情况时可辅助本厂快速处理电网故障,以防止本厂大面积停电事件的发生。

3.5 扰动识别

连续跟踪发电机组动态响应曲线,在频率突变、频率越限、电压跌落等异常情况,当满足预定条件时,可向调度运行人员发出告警信息,同时在PMU系统工作站上可以进行通道分析、频谱分析、序量分析,有效的为调度运行人员显示异常参数值。

3.6 系统低频振荡在线分析

连续跟踪发电机组电压相对相角、频率和功率动态曲线,实时计算分析动态曲线的频谱,当发现在0.2-2.5Hz范围内较强的弱阻尼振荡分量存在时,向运行人员发出告警信息。

3.7 离线数据分析功能

基于GB/T26865.2协议召唤宽频装置离线文件召唤并存储本地,给调度上送本地离线文件。

3.8 PMU系统采集电源优化

通过在PMU采集柜端子排中加入一路+110V和-110V直流电源,可实现机组一次调频投入/退出信号、机组一次调频动作/复归信号、机组AGC投运信号、机组PSS投入信号、机组AVR自动、机组AVR手动、机组低励限制动作、机组强励限制动作、机组V/Hz限制动作、机组定

子电流过负荷限制动作等开出遥信信号,有效地解决了因遥信信号不能正确地开出上送至调度控制中心的瓶颈问题。^[3]

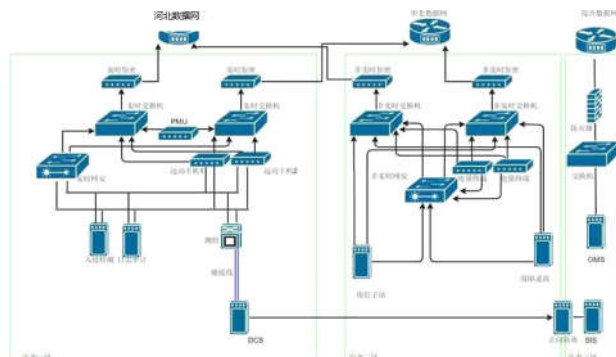


图1 河北数据网

4 创新点

依托原PMU系统采用同步相量集中管理装置与同步相量采集装置构成,且实时监测电网的运行状态,观测系统的稳定裕度,记录电压失稳、低频振荡等动态过程,实现电力系统安全预警、数据的传输、接受。由于原测量装置功能配置中只支持4台以上宽频装置接入,无法满足现有网调要求,经过技术攻坚小组的分析研讨,将应用带有宽频测量功能多接入方式来实现多台宽频测量装置的接入,从而实现电压、电流、功率、相角更可靠的接受及传送。^[1]

原测量系统上遥信信号无法传送至华北电网,经过将110V直流电接入装置电源输入端,经过内部配置、系统调试,通过110V的激励电源触发装置后,实现了装置“投入、退出”遥信信号的传输,同时能够达到调度实时监视PMU系统投入状态,确保PMU系统运行可靠性满足电力调度机构要求。

机组一次调频,通过对机组下发测试信号及频率偏差模拟电网频率扰动,实现调度远方对发电机组闭环一次调频,实时获取一次调频响应能力的真实数据及性能评价。

站端通信性能提升。宽频系统与站内监控目前使用的是GB/T 26865.2通信协议,系统建模除去告警、事件及状态监测外,若谐波/间谐波信号能上传监控,有利于实现宽频的管控。同时实现宽频测量装置提高电网对不同频率扰动分量的实时监测能力,实现宽频带数据统一精确测量,另外宽频测量装置与本地监控的通信,满足对电网动态信号的快速跟踪和监视。^[2]

5 效果及效益

5.1 项目推广及示范效应

通过PMU系统升级优化后,大大提高了企业生产的

智能化程度,对于员工在面向新事物和新工具的学习方面,也具有一定的推动作用。另外,经过对PMU系统升级优化后,也降低了设备的潜在风险,提高了生产安全性,也具有一定的安全效益。并且具有很好的推广意义,树立企业在电力系统中的形象。在同行业同领域中具有广泛的应用前景,值得推广及应用。

5.2 社会效益

新型PMU系统应用以来,彻底解决了多台宽频接入的瓶颈问题,同时消除了宽频装置遥信信号无法上送调度技术难点,进一步优化升级了PMU系统的触发激励源的连接方式,因此,PMU系统多接点接入瓶颈问题的研究、探讨及应用存在极高的社会意义,值得其他电厂推广应用。

5.3 经济效益

新型PMU系统投运以来,大幅度减少了因系统投入时间及设备故障造成的延时处理而带来的双细则考核和人工投入费用,提升了电厂经济效益。

5.3.1 双细则考核减少

年增加收入 = $2 \times 7 \times 100 \text{万} \times 50\% \times 0.39 \text{元/kWh} = 273 \text{万元}$

说明:因PMU系统链路中断、数据错误、数据质量位异常等问题造成双细则考核2次/月。根据《华北区域并网发电厂辅助服务管理实施细则和并网运行管理实施细则》,每次考核100万kWh,实际考核电量按50%计算,每度电均价0.39元。

结语

PMU功角相量监测装置屏在电力系统中具有重要的应用价值,可以提高电网的运行安全性和稳定性,为电力系统的智能化和自动化发展提供有力支持。随着电力系统的不断发展,PMU功角相量监测装置屏的应用前景将越来越广阔。

参考文献

- [1]张衍忠.同步相量测量装置的研究及应用[D].2009.
- [2]王正斐.电力系统故障限流器的研究[D].2008.
- [3]曾桂宏.500kV电网同步相量测量装置的应用研究
- [4]潘琼.水轮发电机转速功角测量仪的研制[D].2013.