

输变电设备在线监测管理模式探讨

王铭民

(扬州供电公司, 江苏 扬州 225009)

摘 要:本文在分析目前输变电设备在线检测系统的应用现状、技术特点和管理模式的基础上, 结合“大运行”体系建设, 对输变电设备在线检测管理模式进行了思考和研究, 提出了由“大运行”体系主导输变电设备在线监测建设和运行管理的设想和实施方案。

关键词:输变电设备; 在线检测系统; 管理模式

1 输变电设备在线监测技术

1.1 技术简介

输变电设备在线监测技术是智能电网重要支撑技术, 可实现对输变电设备状态和运行环境的实

时监测、预警、分析和预测等功能。在线监测可分为设备非电气量监测、设备电气量监测、设备运行环境监测等三类, 主要技术应用见表 1。

表 1 在线监测主要技术应用

监测对象	在线监测技术	特征参量	监测缺陷	分类
变压器、高抗	油中溶解气体监测	6 种以上气体+微水或 H ₂ 、乙炔+微水	内部过热、放电、铁芯多点接地等、受潮	设备非电气量监测
	振动波谱监测	振动波谱的信号	内部故障	设备非电气量监测
	温度监测	顶层、底层油温和绕组温度	动态评估变压器的过负荷能力	设备非电气量监测
	局放在线监测	局部放电量	内部放电	电气量监测
	铁芯电流在线监测	铁芯电流	铁芯多点接地	电气量监测
	中性点电流监测	变压器不平衡电流和直流分量	直流输电线路对主变直流偏磁的影响	电气量监测
	套管绝缘在线监测	电容量、介损	局部电容屏击穿、绝缘老化、受潮	电气量监测
电流互感器、CVT、耦合电容器、套管	容性设备绝缘在线监测	电容量、介损、电流	电容屏击穿、绝缘老化、受潮	电气量监测
避雷器	泄漏电流在线监测	全电流、阻性电流、功率损耗	绝缘劣化、受潮	电气量监测
断路器	断路器动作特性在线监测	分合闸电流、储能电机电流及相关时间参数, 断路器动触头行程、速度	机构卡涩、液压渗漏、触头烧蚀	电气量监测
GIS、SF ₆ 断路器	局部放电在线监测	局部放电	内部放电、带电粒子等	电气量监测
	气体泄漏检测	激光、红外成像	气体泄漏	设备非电气量监测
	SF ₆ 微水、气体成分监测	微水、密度、SF ₆ 分解物	渗漏、放电等	设备非电气量监测
	覆冰监测	覆冰厚度、导线张力	机械损伤	设备非电气量监测
	导线弧垂监测	弧垂	高温高负荷线路交叉跨越电气距离不够	设备非电气量监测
	杆塔倾斜监测	倾斜度	杆塔倾斜	设备非电气量监测
	电能质量监测	供电频率、电压偏差、三相电压不平衡、谐波、闪变、电压暂降事件等	电能质量预警	电气量监测
输电线路	动态增容在线监测	导线温度和气象环境(环境温度、日照、风速等)	动态计算输电线路的输送容量	设备非电气量监测+
	风偏监测	导线风偏角	电气距离不够	设备运行环境监测
	导线温度监测	温度	导线过热	设备非电气量监测
	线路微风振动监测	导线相对于线夹的弯曲振幅值(峰峰值)及振动频率	线路疲劳断股	设备非电气量监测
输变电设备图像/视频	雷电定位	雷击时间和位置, 雷电流幅值和极性, 雷电回击次数	雷击跳闸	设备运行环境监测
	绝缘子泄漏电流监测	泄漏电流	绝缘劣化、污闪	电气量监测
	图像/视频监测	图片、可见光视频、红外视频	外观损伤、设备过热, 积污、积雪、覆冰等	设备运行环境监测
输变电设备环境气象	大气环境、微气象监测	气象局提供地面和高空常规探测资料。微气象监测数据: 气温、湿度、风速、风向、降水、气压、光辐射等	实时监测和预报对设备造成不良影响的恶劣气候	设备运行环境监测

1.2 主要特点

在线监测技术是传统设备监控的延伸，与传统的设备监控相比，在监测对象与内涵方面均有较大的拓展，一是增加了设备非电气量监测信息，如油浸设备的绝缘油中溶解气体监测，GIS/断路器SF₆微水、气体成分监测，线路微风振动监测等；二是扩大了设备电气量监测信息，如避雷器泄漏电流监测、变压器铁芯电流等；三是引入了设备运行环境信息，如视频图像信息、雷电定位信息、微气象信息等。

目前，在线监测技术和应用尚处于初期阶段，主要在 220kV 及以上输变电设备进行了应用，除智能变电站和少数重要 500kV 线路在线监测功能较全面外，其他输变电设备的在线监测应用较少，仅局限在视频监控、油中溶解气体监测和微气象等几种技术应用上。在线监测系统建设尚处于起步阶段，系统前端装置的稳定性、监测数据的准确性、分析判断的权威性 etc 仍有待进一步提高，主站系统建设输电与变电发展不平衡，省公司之间发展也不平衡，其管理模式也不统一。

1.3 应用前景

当前，大电网快速发展，安全运行重要性越来越大，对超大型非线性时变系统的可观测性需求也越来越强，原有监控信息已不能满足要求，客观上需要电网公司进一步深化集中监控，加强输变电设备的在线监测信息采集和分析。

2 输变电设备在线监测系统应用现状

2.1 总体情况

国网公司已发布了《输变电设备状态监测系统技术导则》、《基于 DL/T860 标准的变电设备在线监测装置应用规范》等 24 项技术标准，开发了输变电设备状态监测系统，截至 2011 年底，已在国网华北分部、华中分部以及山西、上海、江苏、浙江、湖北、河南、四川、重庆、陕西等多家省电力公司上线运行，主要由生产技术部牵头建设和管理，仅局限于“大检修”体系。

2.2 江苏、重庆公司在线监测系统建设情况

江苏公司多年来不同程度地开展了在线监测项目的探索和研究工作，取得了一定的经验与成效，江苏电科院搭建了设备在线监测平台，主要监测

220kV 及以上重点输变电设备的运行情况、气象环境等。在输电设备方面，可以集中监测雷电定位信息、绝缘子泄漏电流、导线温度、线路微风振动、视频图像等；在变电设备方面，可以集中监测视频图像、变压器油中溶解气体、避雷器泄漏电流、微气象、智能变电站状态等（其中，智能变电站状态监测包括：变压器温度、中性点电流、局部放电、振动波谱监测；GIS 气室温度、压力、微水含量以及特高频局部放电监测；断路器动作特性监测等）。

重庆公司作为国网公司输变电设备状态监测系统第二批试点单位，也积极开展了输变电设备状态监测工作，可以集中监测微气象、导线温度、弧垂、覆冰、风偏、杆塔倾斜、图像/视频、雷电定位等。

2.3 江苏、重庆公司在线监测管理模式

江苏公司输变电设备在线监测系统由省公司生产技术部归口管理，省电科院负责系统主站的建设、运行、维护，省检修分公司、市供电公司负责终端装置的建设、运行、维护。采用“前台监视，后台诊断”的运行模式，即省电科院监控人员负责在线监测报警数据监视，定期对在线监测数据进行巡查，专业技术人员负责对设备状态进行诊断分析。输变电设备在线监测信息采用“集中管理、分层应用”的方式，即在线监测数据统一上传省级设备在线监测平台，各级运行检修单位通过 Web 方式资源共享。

重庆公司输变电设备在线监测系统由市公司生产技术部归口管理，系统后台运维由市检修分公司负责管理，在线监测前端装置纳入输变电设备附属设施进行管理，由设备运维单位进行运行维护工作。目前，输变电状态监测系统部署在检修分公司渝西分部，负责 24 小时全天候监盘，各运维单位可随时进行访问、查询。对于系统自动告警（如：异常状态），由检修分公司反馈生产技术部对口专责，视异常信息状态进行不同级别的流转，信息汇报处理流程遵循生产信息汇报制度。

两家单位管理模式的相同点是：在线监测系统均由省（直辖市）公司生产技术部归口管理。在线监测前端装置纳入输变电设备附属设施进行管理，由输变电设备运维单位进行运行维护工作。在线监测系统统一部署，信息各单位共享。监视人员发现告警信息，均需要设备专业人员进行诊断分析。

两家单位管理模式的不同点是:江苏公司在线监测主站系统由省电科院负责运行维和实时监视,重庆公司则由市检修分公司负责。

3 优化输变电设备在线监测管理模式的设想

3.1 总体思路

适应电网发展实际,以提升电网运行绩效、提高电网整体协同控制水平为目标,在“大运行”体系建设的基础上,进一步整合电网调度和设备运行资源,将电网运行设备在线监测系统的建设和运行管理由“大检修”体系主导改为由“大运行”体系主导,根据大电网运行需要建设输变电设备在线监测系统,为电网和设备运行全方位管控水平的提升提供支撑,形成更为高效的电网运行体系,进一步提高驾驭大电网的控制能力。

3.2 优化的必要性

由“大运行”体系主导输变电设备在线监测建设和管理是大电网运行的客观要求。随着电网规模越来越大,电网互联快速发展,电力交换容量不断提高,电网安全运行的压力越来越大,客观上要求“大运行”体系开展对电网运行设备在线监测信息的集中监视,增加电网运行的辅助技术支撑手段,便于调度控制人员及时掌握关键设备的运行状态,实现超前预判,提前落实运行控制策略,一定程度上可以防范因设备突发故障导致的电网事故,提高驾驭大电网的调控能力。

由“大运行”体系主导输变电设备在线监测建设和管理是发挥资源配置最大效益的需要。当前在线监测技术应用尚处于起步发展阶段,监测覆盖面较小,未来发展方向应着眼于提高大电网安全运行水平上,才能发挥资源配置的最大效益。“大运行”体系的首要职责是保电网安全,客观上需要建设和管理在线监测系统的职能,进一步开发可提高电网安全运行的更深层次的应用,支撑大电网安全运行。

由“大运行”体系主导输变电设备在线监测建设和管理是适应技术进步的需要。随着电网智能化的进程,电网设备运行信息化、可视化手段不断完善,调度运行和设备运行专业技术日趋融合,技术发展要求“大运行”体系扩大对电网运行设备的监视范围,提高对电网运行设备的集中监控水平。

3.3 调整管理职能

在线监测技术是传统设备监控的延伸,在线监

测信息的集中监视可由调度监控人员承担,鉴于在线监测系统主要在 220kV 及以上输变电设备进行了应用,可在省、地两级调度控制中心将输变电设备在线监测告警信息纳入集中监视范围,并将在线监测专业管理职能纳入相应调度控制中心。

(1) 调整在线监测系统管理职能。将输变电设备在线监测系统的总体规划、建设和技术管理职能纳入调度控制中心。根据电网运行实际需要,加强对关键设备、重载设备、老旧设备、隐患设备的在线监测,提高电网运行安全水平。

(2) 调整在线监测运行管理职能。在调度控制中心已开展变电设备运行集中监控业务的基础上,将电网运行设备在线监测实时综合告警信息纳入调控中心集中监视范围,并承担系统运行管理职能,省电科院提供技术支持,进一步整合电网运行资源。

3.4 具体职责分工

(1) 省公司层面

调度控制中心:负责电网运行设备在线监测的归口管理,包括系统的规划、建设、运行和技术管理。开展省域内 500kV 变电站变电设备、500kV 输电线路在线监测信息的集中监视业务。

生技部:按照状态检修相关工作流程,组织开展设备状态分析评价、组织故障诊断、制定检修策略等工作。

省电科院、省检修分公司:开展在线监测信息的处理、分析和诊断,进行定期监视和状态跟踪,定期编制分析报告,提供技术支持;做好现场巡视检查和设备技术分析工作;负责在线监测系统的运行维护工作,负责 220kV 及以上输变电设备在线监测前端装置的运维工作。

(2) 地市公司层面

调度控制中心:开展地域内 220kV 变电站变电设备、220kV 输电线路在线监测信息的集中监视业务。

生技部:按照状态检修相关工作流程,组织开展设备状态分析评价、组织故障诊断、制定检修策略等工作(不承担 220kV 输变电设备管理的地市级公司除外)。

3.5 运行管理

采用“管理制度明晰职责,运行规程明确预案,监控人员前台监视,设备专家后台诊断”的运行管理模式。

管理制度明晰职责：调度控制中心组织编制在线监测管理制度，明晰调度控制中心、生技部门、设备运维单位、技术支撑单位等部门（单位）在系统规划、建设、运维、技术方面的工作职责和相关管理要求。

运行规程明确预案：调度控制中心组织相关设备专家、监测系统专家和调控运行专家编制在线监测运行规程，明确监测系统使用要求，针对各种可能的异常情况制定相应的处置预案。

监控人员前台监视：调度控制中心监控人员负责对在线监测系统实时告警信息进行监视，发现告警信号后立即按运行规程明确的处置预案进行处理。同时，调度员和监控员应做好有关事故预想。

设备专家后台诊断：运行规程处置预案中明确需其他单位提供专业分析和诊断后方可采取下一步措施的，监控员应立即按预案要求通知有关单位。生技部门、运维单位和技术支撑单位按照管理制度的分工要求履行各自职责，及时组织设备专家按照状态评价工作流程进行分析和诊断，并将最终结论和检修策略反馈给调度控制中心。

3.6 人员调配

调度控制中心需相应地增加输电、变电在线监测管理人员，负责在线监测系统规划、建设、运行和技术管理。目前在线监测系统建设还处于初期，布点少，功能亦不够完善，暂无需单独配置监视人员，可由当值监控员监视。

从远景来看，随着在线监测系统建设的不断发

展，布点覆盖面扩大将增加监视工作量，系统应用功能趋于完善对监视人员的应用水平也提出了较高要求，届时，需考虑增加配置相应的在线监测变电专业管理人员和专业监视人员。

4 结束语

当前，输变电设备在线监测仍需加快技术研发与转换，优先推广实用化的在线监测技术，加大成熟监测技术的应用覆盖面，提高在线监测系统和装置的运行可靠性；同时，需进一步开发完善输变电设备状态监测系统的综合诊断分析功能。

输变电设备在线监测技术的发展应用，为“大运行”体系对设备状态在线监测信息的实时集中监视创造了条件，客观上为输变电设备状态在线监测技术与调度控制运行专业的融合提供了可能。相信在“大运行”体系主导的管理模式下，输变电设备在线监测系统的建设和运行将更加符合大电网安全运行的要求和智能电网建设的需要。

作者简介：

王铭民（1974—），男，江苏扬州人，高级工程师，主要从事变电技术管理工作。