

500kV 无人值班变电站集中监控系统的方案研究

张国秦，周 薇，刘桂敏

（南瑞集团/南京中德保护控制系统有限公司，江苏 南京 210061）

摘 要：随着电网建设的加快和国网公司集约化、精细化管理的要求，越来越多的 500kV 变电站要求实现无人值班，这就迫切要求加强对 500kV 无人值班变电站远方集中监控系统建设方案的研究，提升 500kV 变电站的技术和管理水平，将高素质的人力资源集中配备在调度集控中心和操作队，解决潜在的人力资源问题，减少人为误操作，提高经营效益和效率。

关键词：500kV 变电站；无人值班；集中监控系统；方案

0 引言

为响应国网公司集约化发展和精细化管理的要求，提高经营效益和效率，又好又快建设“一强三优”现代公司，越来越多的 500kV 变电站开展无人值班技术的研究。要实现无人值班，一方面依赖于变电站本身安全、可靠、可控的良好性能和自动化水平，另一方面还必须建立功能完善、安全可靠的集中监控系统，并制定健全的运行管理体制。

方案合理、安全可靠、技术先进、功能全面、运行管理制度健全的集中监控系统，是实现 500kV 无人值班变电站的必要条件和重要保证。

1 研究目标

目前，500kV 电网仍是电力运输依赖的主干网架，500kV 变电站的安全运行极为重要，由于监视、控制、保护等方面的任何失误，不仅可能影响变电站自身的安全运行，还可能导致负荷损失，甚至对系统稳定产生影响。

通过对 500kV 无人值班变电站远方集中监控系统建设方案的研究，建设一套安全可靠、功能完善、技术先进的集控系统，为提升 500kV 变电站的技术和管理水平提供支撑，将高素质的人力资源集中配备在调度集控中心和操作队，解决潜在的人力资源问题，减少人为误操作。

2 系统介绍

远方集中监控中心的主要职能就是在远方对辖区内无人值班变电站进行远方集中监视和控制。

具体为：监控中心接收变电站上传的遥测、遥信等实时信息以及部分主要设备运行工况、变电站视频监视信息等，实现对变电站的监视，负责变电运行的相关管理、维护和设备操作，同时对上级调度计划、命令、申请、批复进行实施。

500kV 集中监控中心在电网运行中处于极其重要环节，监控中心的合理设置，可以使得定期巡视和异常状况紧急处理变得更加方便，大大节省人力和车辆的投入。完善可靠、功能强大的集中监控系统是变电站实现无人值班的必要条件，是保障电网安全、稳定、可靠运行的重要支撑。

500kV 无人值班变电站信息种类繁多，包括常规远动信息、线路保护、故障测距和联络电话等。500kV 无人值班变电站至监控中心的典型信息如图 1 所示。

3 系统功能

根据无人值班变电站的信息类型和对集中监控中心功能需求，通常集中监控系统包括以下功能子系统：

（1）SCADA 子系统，SCADA 子系统功能是集控站系统的核心功能，监视变电站是否正常运行或发生故障，分析故障类型性质，并能安全准确地进行远方调控。集控站系统除了具备 SCADA 系统常规功能外还要具备安全（权限管理等）功能、图形子系统、报表子系统、报警信息系统、趋势曲线、事故追忆、网络通信软件、接口软件、无功优化电压调节及两票管理功能等。

（2）集控防误子系统，集控站与被控站应具

备完善的防止误操作功能，执行国家电网公司有关规定、标准；具备遥控闭锁功能，系统具有站内五防和网络拓扑五防功能，开票、模拟、预演和遥控执行每一个环节都必须严格经过五防校验。

集控防误子系统的建设需与无人值班变电站防误闭锁方案相结合。既要满足规程和反措要求，又要方便远方遥控操作。

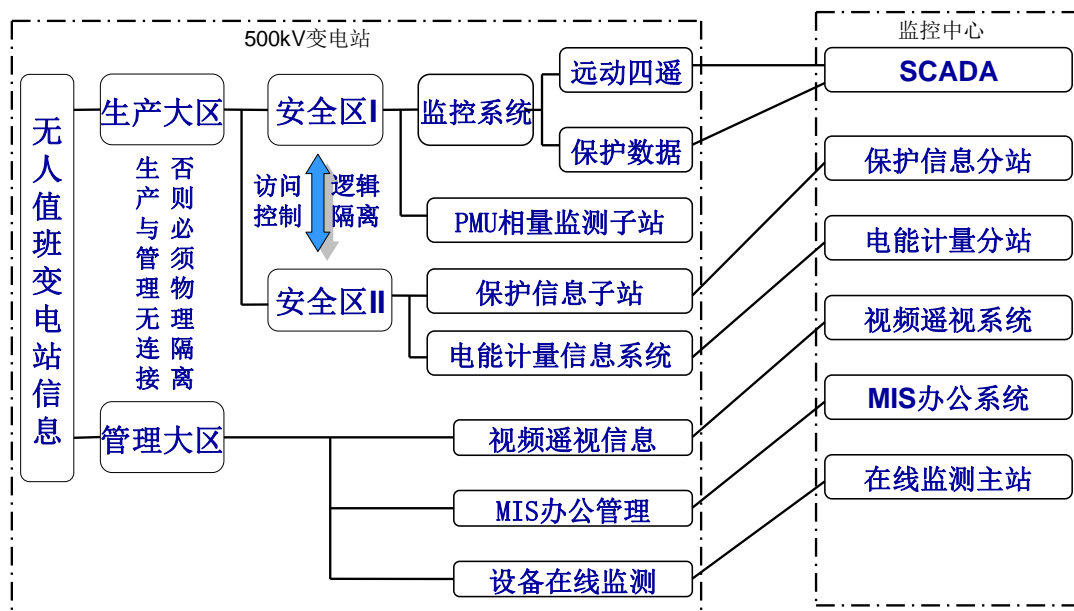


图 1 500kV 无人值班变电站至监控中心的典型信息示意图

（3）保护信息管理子系统，系统应能集中处理和监视不同型号微机保护装置的保护信息、告警和动作信息等，并且提供友好的人机界面，供用户索取有关信息和报告，条件具备时还可以对保护功能实现远方投退、定值区切换等遥控，可采用网络 103 规约或 104 规约。

（4）综合信息管理子系统（MIS），完成变电站的管理上需求。管理信息网络在集控站的应用有：变电站视频信号的传输、缺陷闭环管理、设备档案管理、检修和巡视操作人员利用移动电脑实现办公自动化（OA）、电子邮件、生产流程管理、变电设备巡检系统应用等，属于安全区 IV。集控站管理信息网络遵循星型分层结构（在有条件的情况下采用环网结构），应保证与调度数据网的安全隔离，在条件允许时，集控站管理信息网络应使用专用光纤，不经过 SDH 传输。

（5）远程图像监控子系统：遥视功能，实现对变电站现场环境的监视，监视设备的运行情况，同时满足防火、防盗的要求，还应具备设备过热监测等功能，采用 TCP/IP 和组播技术。图像监控系统信息传送至监控中心，监控中心内视频管理机与

综合管理信息网络联接。各受控站监视图像监控信息经过编码器，用 RJ45 接口经综合管理信息网络交换机接入集控站。

（6）设备在线监测子系统：实现对避雷针、变压器等重要一次设备的在线状态监测，更好的实现对变电站设备的监视控制。线监测等管理信息，采用 MIS 数据网承载传输。

此外，为满足本地区 500kV 变电站运行管理规定的需要，还可以在监控中心相应设置故障信息分站系统、电能计量分站系统等。监控中心以网络 II 区通信方式接受各被控变电站故障录波器和电能量系统上传的数据，并进波形分析和完成上网侧计费关口点的电能量数据采集工作等。

3 软硬件设计

500kV 集中监控系统采用基于中间件的分布式体系结构，软件模块化和标准化，功能扩展方便，软件裁剪容易，硬件配置灵活，可满足从集控站配置的要求。

硬件上，系统由服务器和 workstation 通过分区安全防护的局域网构成，服务器通常包括冗余配置的数

据采集、数据通信和数据管理等数据服务器以及 SCADA 等应用服务器，服务器和工作站可以是来自不同厂家的混合平台。系统采用功能分布式的设计和全分布的网络体系结构，主干网络用以太网的双网构成，所有应用软件应按功能分布在各台服务器和工作站上，保证系统的负荷均衡和网络负荷最小，无论是单网故障，还是网上节点内的单点网络故障都不得丢失系统功能和数据。网络采用“C/S”结构，数据图形的收发、处理等主要任务都由主站系统服务器完成，监控工作站等通过开放局域网对数据进行访问控制。

软件上，由支持平台和应用软件遵循 IEC 61970 CIM 标准，符合国际标准，支持平台分为中间件、数据库管理和公共服务（图形、报表、告警、权限管理等）三层。系统软件支持分布式信息处理，使各功能处理模块实现动态分布和自动平衡，确保系统可靠性不依赖单个功能节点；支撑软件须遵循 IEC 61970 CIM 标准，采用中间件技术，支持应用层开放，做到图模库一体化。应用软件集成集控 SCADA、拓扑五防、保护信息处理功能、告警专家系统等，实现数据的综合关联应用，提高对变电站监视水平和操作的正确性，使集控系统的自动化程度达到新的水平。

4 关键技术

针对地调统一维护管理模式下的 500kV 无人值班变电站集中监控系统，提出与地区调度自动化系统统一平台一体化建设，实现图模库的完全共享。

保护管理功能集成：将保护信息管理及控制功能集成到调度/500kV 集控一体化系统中，通过拓扑方式建立继电保护（二次设备）与被保护对象（一次设备）之间的动态关系，实现关联应用。系统对保护功能的控制既兼容 IEC60870-5-103 规约方式，也支持 IEC 870-5-104 规约常规遥控方式。将保护/安自信息管理及控制功能集成集控/调度一体化系统中，提高集控系统的电网事故分析、事故处理和信息综合运用能力，使集控系统的自动化程度达到新的水平。

责任分区及信息分层分流：将所有接入的信息按照变电站以及电压等级划分为不同的责任区域，根据调度、监控运行管理的不同需求划分；所有的

实时信息根据责任区的设置分流到不同的结点（工作站）上，由各结点按责任区域和操作权限进行处理。满足了调度员和集控值班员的不同需求，避免信息相互干扰，同时使得网络信息吞吐量减少，整个系统性能提高。

实时信息分析处理告警：根据信号的类型、实时性、重要性以及责任区进行合理分类分层，进行多种形式的告警处理，大大提高监控人员的工作效率和准确性。

5 方案应用

以苏州地区某 500kV 集中监控系统建设为例：为满足苏州 500kV 无人值班变电站投运的迫切需要，建设一套符合今后调度自动化系统平台技术要求的远方集中监控系统。集中监控系统配置图见图 2。

系统采用功能分布式的设计和全分布的网络体系结构，主干网络用以太网的双网构成，所有应用软件应按功能分布在各台服务器和工作站上，保证系统的负荷均衡和网络负荷最小，无论是单网故障，还是网上节点内的单点网络故障都不影响系统功能。保证系统的可靠性。

远方监控中心集控系统应由前置机、人机联系工作站等组成，并用开放式网络局域网交换技术实现连接。

前置机由通信网络接口、通信控制器等构成，完成接收各无人值班变电站上送的信息，并发送监控中心的控制命令。前置机应能完成监控中心与调度中心之间的通信任务。

服务器由系统服务器、操作员站、维护工作站等组成。主控系统运行监控软件，完成对采集信息的处理、存储、显示以及信号的告警，主控系统能形成控制变电站运行的各种遥控和遥调命令。

人机联系系统由显示器、打印机和键盘等计算机外部设备及调度模拟屏构成。为运行人员提供操作和控制的界面，完成事件告警、报表打印和操作记录等功能。

应采用合理的通信机制，防止出现通信的“瓶颈”，要高效地使用网络和各节点的运算处理能力，支持和管理网络中各个节点实现数据共享，保证系统和网络的安全、可靠和高效。

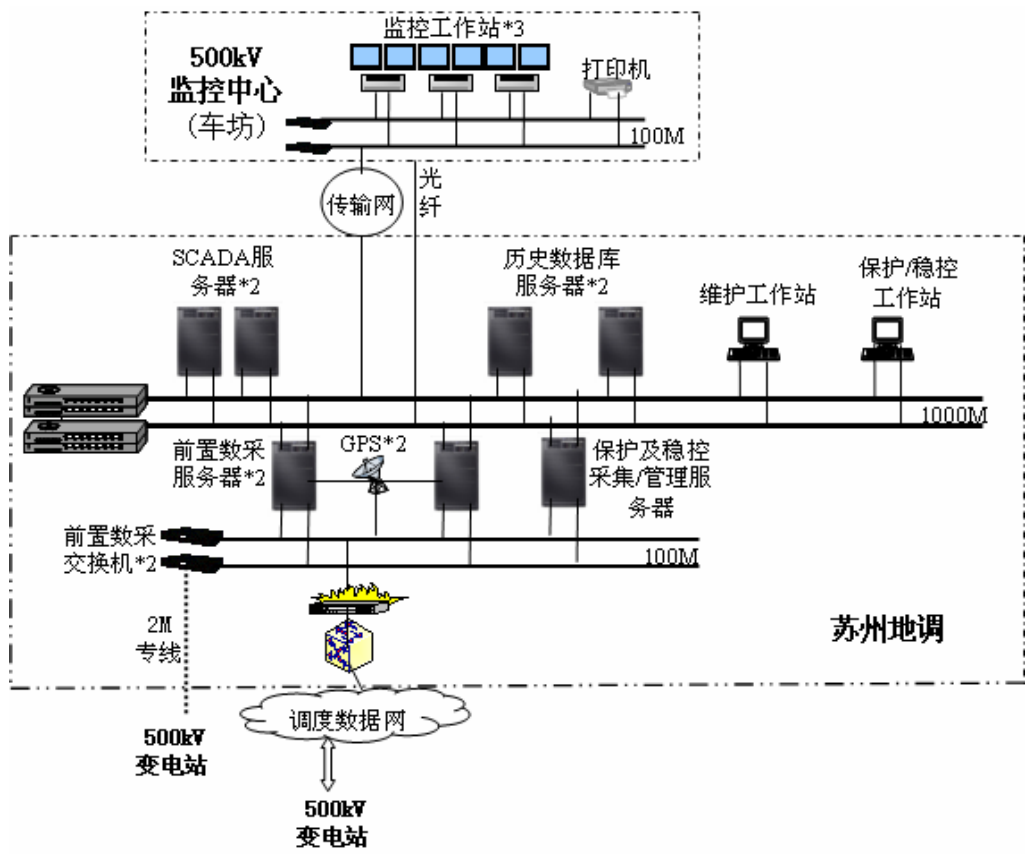


图 2 苏州 500kV 集中监控系统的结构方案

6 结束语

500kV 无人值班变电站集中监控系统的建设将提高电网的自动化和管理水平，为电网的安全经济运行提供有力保障，缓解电网发展与人员紧缺之间的矛盾。

500kV 远方集控中心的规划和建设应考虑综合经济效益。当辖区站点数量多，实施集中监控方案有经济优势，或运行人员数量确实难以满足常规有人值班方案时，适合规划建设监控中心。

参考文献：

[1] 程碧祥. 电力调度自动化系统中事故告警的探讨[J]. 电力信息化, 2008(03).
[2] 熊德智. 500kV 电网运行集控中心关键系统的设计[D]. 长沙:长沙理工大学, 2010.

[3] DL/T 667—1999, idt IEC60870-5-103:1999 远动设备及系统第 103 篇继电保护设备信息接口配套标准[S].
[4] 汪晓彤. 新型电力地区调度远动主站配置方案探讨[J]. 安徽电气工程职业技术学院学报, 2009(03).

作者简介：

张国秦（1979- ），男，江苏盐城人，工程师，从事调度自动化监控系统的研究和开发，E-mail：zhang5463@sina.com；
周 薇（1980-），女，江苏南京人，计算机应用专业，从事变电站自动化的相关工程应用；
刘桂敏（1977- ），女，河南商丘人，电力系统自动化专业，从事变电站自动化设计。