

[控制系统]

基于智能电网调度控制系统的地县一体化方案的研究

文/南瑞集团（国网电力科学研究院） 金鑫 李靖 林展华 叶飞

为满足地、县电网调度控制业务分层分区调度运行与监控的实际需要，适应未来高灵活性和高可靠性电网的要求；结合县调在电网规模、技术力量、地县需求差异、电网结构、设备资源及管理方式等方面的特点，遵循智能电网调度控制系统技术规范和标准，提出基于智能电网调度控制系统的地县一体化系统建设方案，可采用“远程终端模式”“分布式采集模式”和混合式系统模式三种方案，以满足不同区县电网差异化要求。通过在不同地区的实际应用证明，三种方案分别适应了不同情况下的地县调度业务要求，满足了智能电网调度系统未来发展的要求。

目前我国电网已进入特高压交直流混合电网、全面建设坚强智能电网的新发展阶段，国、网、省、地、县五级电网之间的联系日益紧密，作为电网的中枢系统，电网调度领域迎来了调度技术支持系统的创新变革，随着计算机技术和智能电网的全面发展，调度技术支持系统已经能够处理大量的实时数据；光纤通道已经贯通到各个县级电业局，各县级电业局共用地级调度技术支持系统在技术上没有瓶颈，地县一体化的调度技术支持系统已经成为优选建设模式。智能电网调度控制系统的前期研发以及网省级电网模型和应用需求为地县一体化打下了基础。但电网结构决定了地县级电网应用需求与国、网、省级电网有较大差异，各地区电网结合地、县级电网及调度生产管理特征，需要提供地县一体化多种建设方案，为智能电网调度自动化系统向地县级调度推广应用做出探索。

智能电网调度控制系统简介

智能电网调度控制系统统筹各级电网电力调控机构的生产和管理需求，遵循面向服务架构

（SOA）的思想，具有自描述功能的实时动态消息总线、具有安全认证功能的简单服务总线、支持跨区传输的简单消息邮件总线、基于标准应用层协议的实时数据通信总线等四类传输总线，可实现“横向集成到边、纵向贯通到底”；提供标准规范的交换服务、模型服务、数据服务、图形服务和应用服务，实现电网模型、图形和实时数据在调度系统内各个专业之间以及调度系统之间的交换和共享，达到“源端维护、全局共享”，构建一个面向应用、安全可靠、全国产化、高安全等级的电网调度技术支持系统支撑平台，研究开发面向测点、设备、断面、电网全方位多层次的电网实时稳态监控等基本应用功能，实现各级电网调度技术支持系统的一体化运行、维护和使用。图1所示为智能电网调度控制系统业务功能框架。

目前，智能电网调度控制系统已经在国调中心，各网省调度中心进行全面建设，随着实用化程度越来越高，作为各级调度中心系统的支撑平台已经日趋成熟，其技术先进性可支撑未来10年各级电网发展需要，当前，新一代地、县级电网调度控制

系统尚未建设,针对地县电网调度控制系统的数据容量、电网应用需求等特点,提出基于智能电网调

度控制系统的地县一体的建设模式以适应智能化大电网的发展需要。

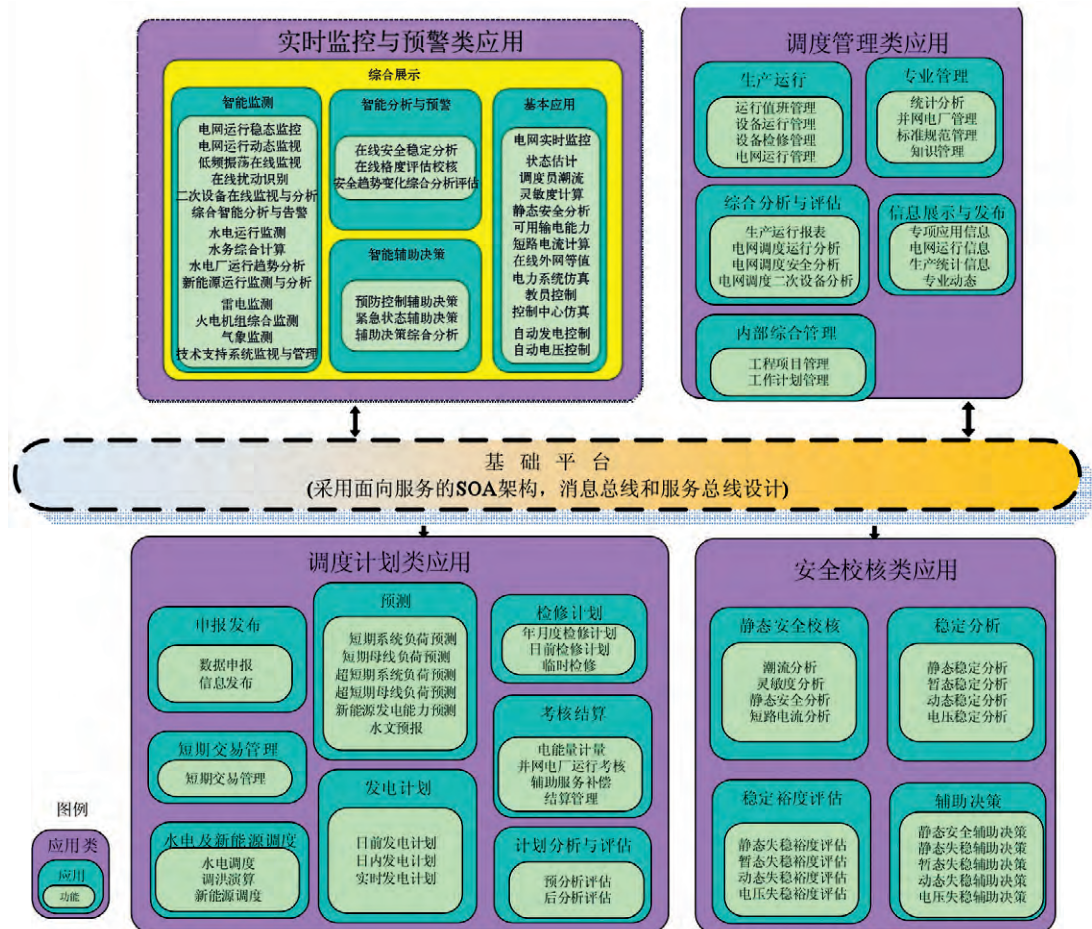


图1 智能电网调度控制系统业务功能框架

地县电网调度控制系统的现状

目前,基于智能电网的智能调度系统没有开始在县调大规模推广,地县系统大都是地调和县调系统,业务独立分开,并没有一体化设计,两套系统无本质上的联系,仅仅是数据上的交互,县调对地调仅存在数据的转发,业务没有相互协调配合,目前的县调和地调系统的关联关系大致如图2所示。

按照国家最新的关于二次安全防护管理的要求,县调系统要逐步完成符合国家二次安全防护要求的县调自动化系统的专用网络和边界防护的改造。目前,有些地区已完成地区调度数据网建设,可进一步完成县调及其厂站接入工作。未完成地区调度数据网建设的地区局,可在方案初设时考虑县级调度的接入端设备和县级调度所辖厂站的接入点等内容。与此同时,有些地区已经开通地调与县级调度中心带宽不低于622 MB的调度数据专用通信通道,并逐步实现县调通信网络成环,满足不同路由

的主备双通道,满足了地县一体数据传输的要求。

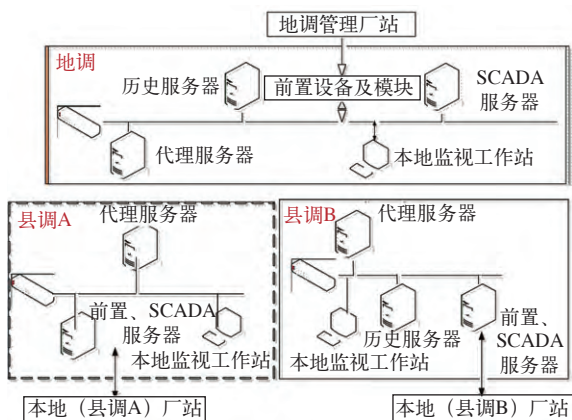


图2 现行地县系统关系图

地县一体化功能需求

地县一体化调控系统面向地区和县级调度、变电集控各专业,功能上实现实时监控与分析、调度计划和调度管理三类应用,需要具体满足以下功能。

1) 电网模型、数据、图形等统一在地调维护,并向全系统统一发布。

2) “地→县”当网络故障恢复时的数据能够保持一致性和完整性。包括实时数据、历史数据、历史告警、操作数据等。

3) 在地调可以监视各个县调系统的运行状态,如节点状态、应用状态、进程状态等。

4) 对于县调系统兼作备调的情况,要求其他县调可以随时切换主调数据源或者备调数据源。主备系统间具备图模库统一维护“应用互备”前置采集互备功能,实现异地互备化,提高系统可靠性。

5) 支持地县调广域互联与安全运行与应用需求差异性。由于各子系统物理上网络成环,实际运行中也存在用户桥接工作站等使用不当引起的网络成环风险,因此,需要在设计上充分考虑网络的冗余性与可靠性,抑制各种运行状态下的网络风暴,支持地县一体化应用需求差异性,在满足提高系统安全和可靠性前提下,需要充分考虑地县配置的灵活性和方便性。

6) 满足数据共享技术。地县一体化调控系统采用分布式实时数据库、多区域模型共享等技术,建立地县一体化电网模型分区管理及数据交互机制,提供地县一体化上下级应用支持功能,系统需遵循的智能电网调度控制系统远程代理及服务封装规范,支撑地县一体化系统与省调系统远程浏览。

7) 满足业务升级原则。在地调端部署主要的软、硬件设备和前置采集设备,并实现所有地调和县调日常业务,在日常监控情况下,县调端采用KVM等手段利用“远程工作站”(后简称“远程终端”)进行系统维护和运行监视。根据县调实际情况可部署简易系统,最终过渡到仅地调部署系统,县调仅需远程终端进行使用和维护的方式。为实现地县一体化系统容灾备用,需考虑在县调实施地调全备调部署能力。

8) 遵循智能电网调度控制系统统一的规范和标准。地县一体化调控系统需继承智能电网调度控制系统的所有标准及规范,便于继承和发挥智能电网调控系统全面升级和无缝连接特点,保障地县一体化系统技术优势和领先地位。系统的研发和建设坚持遵循标准化和自主创新并举的原则,实现一体化、集成化、智能化的设计,面向未来智能

电网的实际需要,确保大电网安全稳定运行。

地县一体化方案的研究

基于对目前地县电网调度系统现状和地县一体化调度系统的功能需求分析,地县一体化调控系统需要把地区调度自动化系统和分布在该地区各县的县调自动化系统进行广域远程互联,使之逻辑上成为一套调度自动化系统,实现数据资源、技术资源、设备资源的共享,节约系统建设成本及维护成本,提高调控系统的可靠性,实现异地容灾与备用,适应大二次系统的管理整合,进而为电网一次系统的管理变革提供技术支持。

针对县调在电网规模、电网结构、技术力量、设备资源及管理方式等方面的差异和特点,地县一体化系统建设模式可采用远程终端模式、分布式采集模式和混合式系统模式三种方式。

1. 集中式地县一体化模式的研究

远程终端模式(集中采集模式)是最基本的接入模式,主系统设置在地调,县调仅配置若干台远程工作站,远程终端的数量根据县调调度员席位、运行维护人员席位进行设置。系统数据采集、处理、分析、应用功能和设备均在地区调度机构布置。地区负责所有厂站接入通道调试。县级调度机构利用系统的远程工作站实现所辖厂站自动化信息图、库、模自动化信息分区维护和生产调度。

此方案的优势在于系统体系结构简单清晰,硬件投资小,软件实现较方便,系统管理和维护相对简单。

该方案中县调不具备数据采集能力,随着县调规模扩大或互联县调节点增加,将加重地调主系统数据采集的负担,导致系统性能下降;同时,县调系统运行可靠性相对较低,在地调主系统异常或地

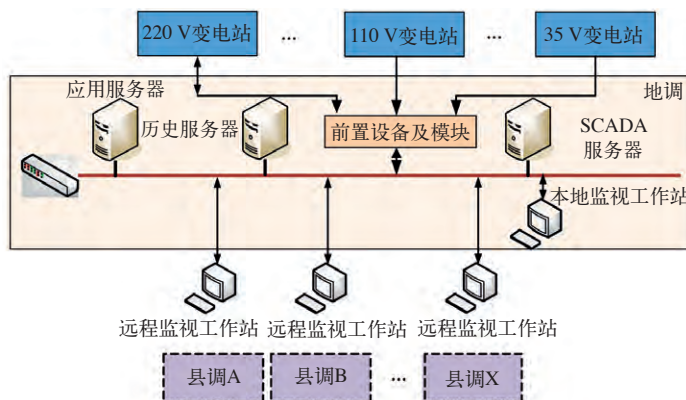


图3 集中采集模式地县一体化调控技术支持系统网络拓扑

县联网中断等故障情况下,县调系统将退出从而影响县调的监控。因此,该方案适用于地理位置近、数据规模小且运行要求相对较低的县调。

2. 基于分布式数据采集的地县一体化模式的研究

分布式数据采集模式中,县调具备数据采集能力,县调除配置各类工作站外,还配置独立前置采集设备,负责采集当地所辖电网数据,并通过系统主干延伸网络实时传送到地调主站系

统。系统数据处理、分析、应用功能和大部分设备(除县调侧前置采集设备)在地区调度机构布置。地区负责直接接入地调主站系统的厂站接入通道调试,县调负责直接接入县调前置采集设备的厂站接入通道调试。县调利用系统的远程工作站实现所辖厂站自动化信息图、库、模自动化信息分区维护和生产调度。分布式数据采集模式如图4所示。

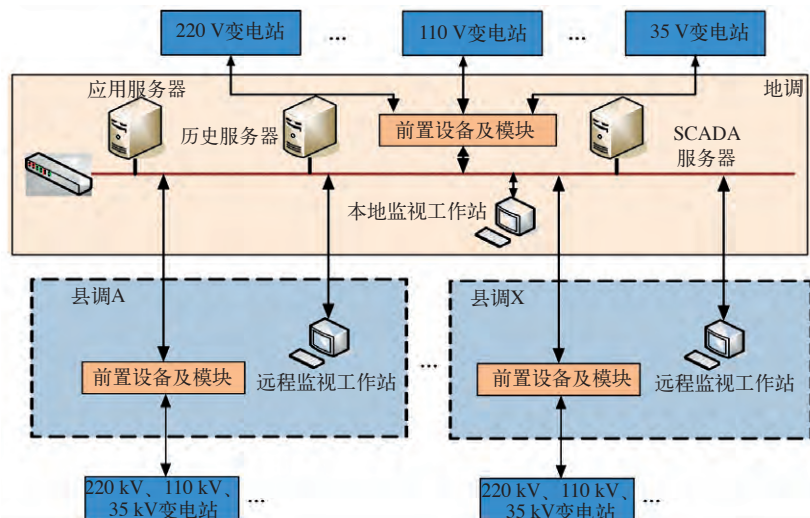


图4 分布式数据采集模式的地县一体化调控技术支持系统网络拓扑

分布式数据采集模式的优势在于:

1) 节约大量通道资源。如县调存在相当数量的专线通道,可按照就近原则进行广域分布式采集,有效节约投资。

2) 有效分担采集任务。该模式有效降低了主系统的采集负担,可扩展性较强,地调主系统的采集性能不会随县调规模的增大或互联节点的增加而降低。

3) 具备独立运行能力。在地调主系统异常或地县联网终端等故障导致的分区分解运行情况下,依赖数据采集服务器,县调系统具备短期独立运行能力,可将故障影响降至最小。

4) 灵活适应管理体制。该模式能够很好地适应管理体制,在地县分级调度体系下,县调自动化人员除维护自动化系统外,还承担其他系统维护职责。如管理体制发生变化,县调人员全部集中到地调,系统软件也无需修改,只需将县调相应的采集设备集中到地调即可。

然而,分布式数据采集模式的系统结构相对复杂,需要一定的硬件投资,功能要求较高,特别是需要突破传统的双前置服务器的限制,分区管理和

维护相对复杂,需要制订相应的管理和维护规范。此模式适用于地区所辖厂站数量较多、通信资源较差的县调。

2. 混合式地县一体化模式的研究

混合式地县一体化建设模式中,在地调侧建设一套完整的系统,在部分县调建设简易系统(简易系统需要安装D5000平台和商用数据库,应用上仅部署前置、SCADA、模型同步等,可部署在同一台服务器上也可以分别部署,如图5中的县调A所示),选取某个县调建设地调的备用系统(如图5中的县调B所示)。正常情况下,各个县调通过远程工作站进行系统监视与日常维护,将相应信息同步至简易县调和地调备用系统中。当部署简易系统的县调与地调之间出现网络解列时,通过启动简易系统功能,可在异常情况下对本县调信息进行当地监视与控制。当主调系统出现故障时,可以启动部署在县调的备用调度系统来接管主调工作,保障系统连续运行。此时各县调的远程工作站需要修改相应配置,与备用调度相连,不影响地调和所辖各县调的日常监视与控制功能,混合式地县一体化建设模式如图5所示。

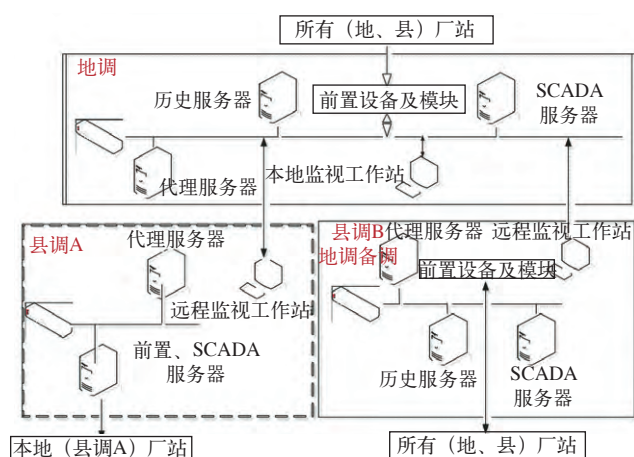


图5 混合式系统建设的地县一体化调控技术支持系统网络拓扑

混合式地县一体化建设的优势在于：

- 1) 节省了部分硬件资源，在正常运行条件下，各县调与地调统一维护，统一管理。
- 2) 因地制宜，分阶段建设。充分考虑到某些县调因地域较广，网络环境差的条件，为逐步实现“远程工作站”模式奠定基础。
- 3) 系统互备机制。考虑到县调系统兼作备调的情况，地调主调因网络等其他原因故障不会影响调度生产，做到系统互备。
- 4) 县调独立分担任务。考虑到县调与地调之间网络解列后，县调系统具备短期独立运行能力，可将故障影响降至最小。

混合式系统建设的系统结构更为复杂，需要一定的硬、软件投资，功能要求较高，特别是需要突破传统的系统单一互备模式。县调系统与地调主调、备调系统之间的模型、图形、数据等同步难度较高，分区管理和维护相对复杂，需要在现有的技术上取得突破。此模式适用于地区所辖县调中多数县调网络资源好，一些县调网络资源差的环境。此模式随着网络等硬件环境和软件条件逐步完善和提升，最终实现地调一套系统，县调采用远程终端方式的地县一体化建设模式。

应用情况

针对不同地区电网结构以及地理位置的不同情况，三种方案分别应用在不同的区域。远程终端模式目前已经在大连市调瓦房店、庄河等地县调得到应用，大连地调负责所有厂站接入通道调试。瓦房店、庄河等县级调度机构利用系统的远程工作站实现所辖厂站自动化信息图、库、模自动化信息分区

维护和生产调度。分布式数据采集模式目前已经在铁岭市开原县调、西丰、铁法县调得到应用。铁岭地调负责直接接入地调主站系统的厂站接入通道调试，开原西丰等县调负责直接接入县调前置采集设备的厂站接入通道调试。西丰县调利用系统的远程工作站实现所辖厂站自动化信息图、库、模自动化信息分区维护和生产调度。混合式地县一体化建设模式目前已经在福州地县一体化工程中得到应用，满足了福州地区闽清、闽侯等地区电网调度需要。通过具体应用表明调度地县一体化方案明显比旧有的独立地县系统投资额度大大减少。通过下表可以看出，地县一体化模式与旧有独立的地调县调模式相比投资成本大大降低，建设周期大大缩短。地县一体三种模式中远程终端模式成本最低，建设周期最短，在条件具备地区具有建设意义。

表 不同地县方案的效果对比表

地调区域	地县一体系统采用方案	地县独立调度系统（旧）			地县一体化系统（新）		
		投资金额/万元	服务器数量/台	建设周期/月	投资金额/万元	服务器数量/台	建设周期/月
大连区域	远程终端模式	1 830	60	15	700	25	7
铁岭区域	分布式数据采集模式	1 760	56	14	1 000	30	9
福州区域	混合式地县一体化建设模式	2 100	72	13	1 500	52	10

结束语

智能电网在国、网、省调系统的全面推广，以及国家要求提升电网二次安全防护的要求下，电网通信设备得到进一步改造，为地县一体化建设打下了基础。地县一体化模式下，采用广域远程互联系统结构，通过通信专用通道网络把地调、各县调的主干网互联，组成广域分布式地县一体化调度自动化系统。地调内部为典型的调度自动化系统局域网配置，包括双网结构的主干网以及独立的采集网；县调内部则根据不同的建设模式采用不同的网络配置。根据不同地区的电网结构，地理位置以及通信建设水平等不同因素提出了三种建设方案，最终在不同地区得到了应用，通过应用表明，地县一体化大大节省了建设成本和建设周期，进一步提高了电网的智能化水平。EA

（收稿日期：2016.09.18）

（编辑：杨得润）

基金项目：国家电网广域全景分布式一体化电网调度技术支持系统关键技术与平台开发项目（项目编号：SKJSKF【2008】661）