

# 地县一体化调度自动化系统在南通电网的应用

缪建国<sup>1</sup>, 李云鹏<sup>1</sup>, 徐春雷<sup>2</sup>

(1.南通供电公司,江苏南通 216006;2.江苏省电力公司,江苏南京 210024)

**摘要:**介绍了南通电网地县一体化调度自动化系统的总体设计、建设模式以及功能特点。实际应用表明,该系统主要功能满足了地县两级调度日常运行维护的需要,为智能电网调度技术支持系统向地、县两级延伸进行了有益探索。

**关键词:**广域;分布式;地县一体化;调度自动化;系统

**中图分类号:**TM734

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2011)05-0057-04

计算机、网络通信技术的发展,深刻改变了电网的控制技术,调度自动化系统已经发展成为以计算机技术为核心的电网生产控制系统<sup>[1]</sup>。目前,江苏省内地、县两级调度都建有各自独立的调度自动化系统,亦称为能量管理系统(EMS),上下级调度自动化系统之间通过数据转发实现信息共享。随着电网的快速发展和技术的不断进步,地县两级调度之间的联系越来越紧密,一体化调度运行要求也越来越高,为实现地县调数据资源、技术资源、设备资源的共享,节约人力维护以及系统建设成本,提高调度自动化系统的可靠性,南通供电公司作为试点单位在全国率先建设、应用了地县一体化调度自动化系统。

## 1 电网概况

南通电网包括一市五县6个供电公司。截至到2010年12月,地区电网拥有20 kV及以上变电所227座(其中500 kV变电所2座,220 kV变电所26座,110 kV及以下变电所199座),2010年地区最高网供负荷为399.7万kW,最高用电负荷为412.3万kW。

南通电网光传输网络已经覆盖了全地区所有35 kV及以上变电站,网络结构分为汇聚层及接入层两层:汇聚层网络为市一县光传输网,接入层网络为城区光传输网及县域光传输网。其调度自动化主站原采用南瑞科技OPEN-3000 EMS系统,该系统于2006年5月投运,系统具备FES/SCADA/PAS/DTS等应用,共采集178个厂、站实时信息,系统接入厂站采用网络、专线通信方式,通信规约有104,101,CDT,DISA等。

## 2 系统模式

### 2.1 地调主系统建设模式

南通电网地县一体化调度自动化主系统结构

收稿日期:2011-04-25;修回日期:2011-05-27

如图1所示,系统的核心部分设置在南通地调,主系统结构与传统地调系统类似,但在具体配置上存在一定的差异,其建设规模与容量设计应能满足南通电网自动化数据采集与处理的10年发展要求。在传统模式基础上重点考虑了如下技术要求:网络配置需满足多个县调同时高速接入的要求;硬件配置需满足大数量存储和处理的容量及性能要求;软件配置需满足系统远程互联后的功能及性能要求<sup>[2]</sup>。

### 2.2 县调子系统建设模式

针对县调在电网规模、电网结构、技术力量、设备资源、管理等方面的特点和差异,启东、如皋、海安县调采用远程终端模式,如东、海门县调选用广域分布式采集模式建设。

#### 2.2.1 远程终端模式

远程终端模式是最基本的接入模式,主系统设置在地调,县调只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、运行维护人员席位配置。远程终端模式结构如图2所示,系统结构简单清晰,硬件投资很少,软件实现相对方便,系统管理和维护也比较简单。该模式的县调不具备数据采集能力,一方面,随着县调规模的扩大或互联县调节点的增加将加重地调主系统数据采集的负担,导致系统性能降低;另一方面,县调系统运行的可靠性相对较低,在地调主系统异常或地县联网中断等故障情况下,县调系统将退出,影响县调监控。

#### 2.2.2 广域分布式数据采集模式

广域分布式采集模式结构如图3所示,除配置各类工作站外,县调具备数据采集能力,还配置前置服务器及相关的采集装置,按就近采集的原则负责该县域内变电站的数据采集、汇总,再送至地调主系统的后台统一处理。该模式降低了地调主系统的采集负担,可扩展性较强,地调主系统的采集性能不会随县调规模的扩大或互联县调节点的增加而降低。在地调主系统异常或地县联网中断等故障导致的分区解列运行情况下,依赖2台数据采集服务器,县调

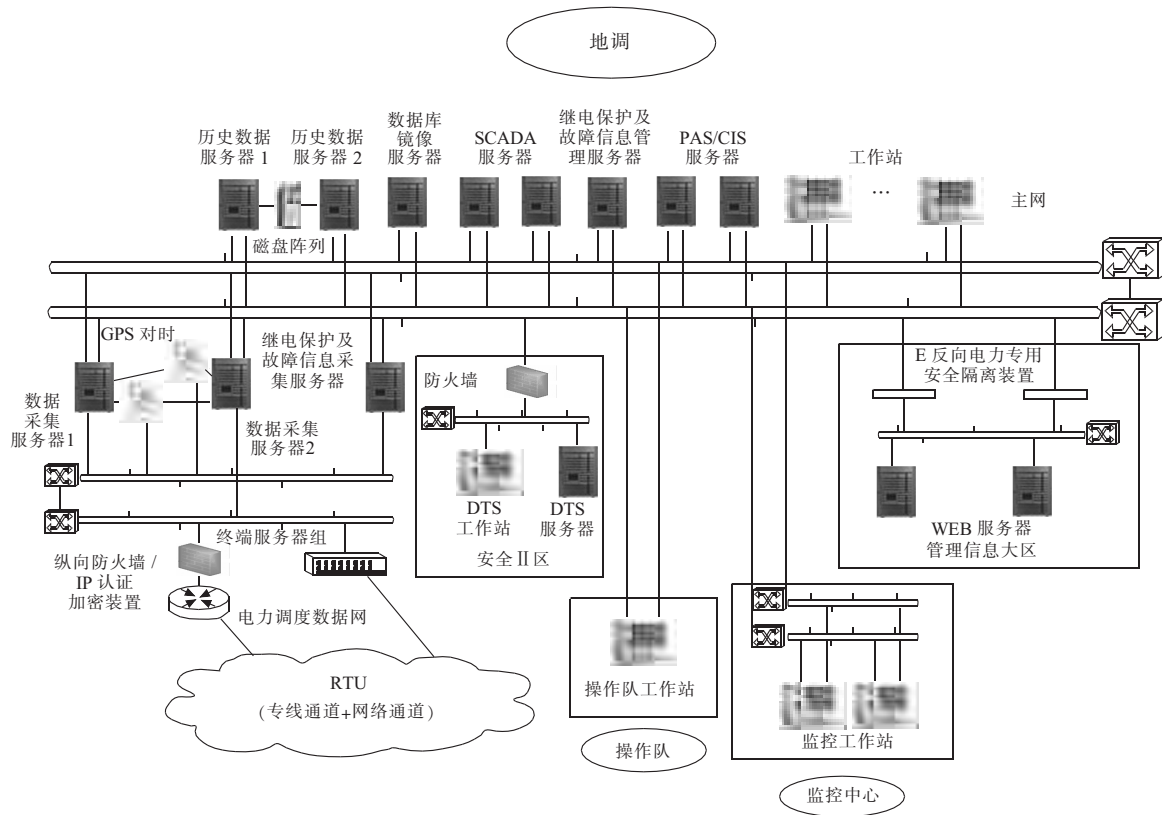


图 1 地县一体化系统中地调主系统结构

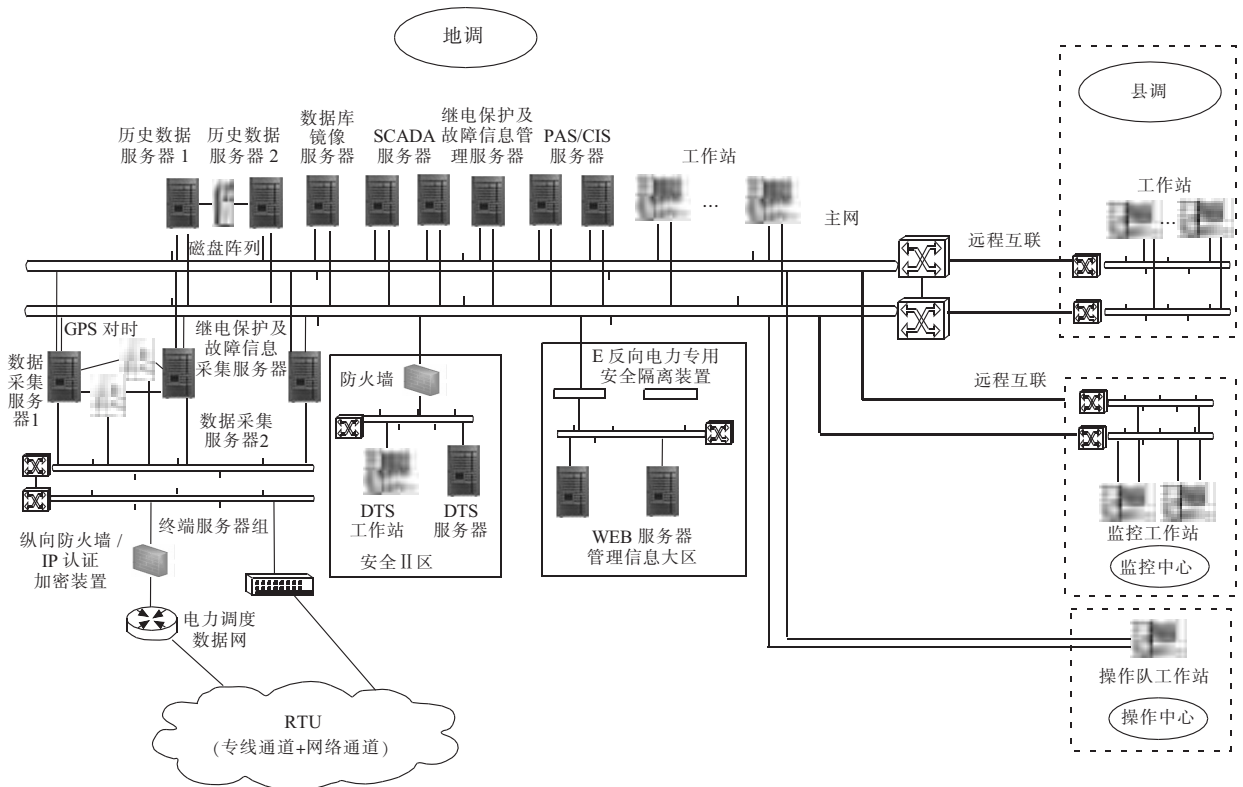


图 2 县调远程终端模式系统结构

子系统具备短期独立运行能力，实时监控功能仍可正常运行，可以将故障带来的影响降至最小。

2.3 备用系统建设模式

考虑调度自动化系统在实际运行中的重要性，在海门县调建设了一套备用系统。备用系统用于电网模型、图形、参数、历史数据及核心文件的在线实

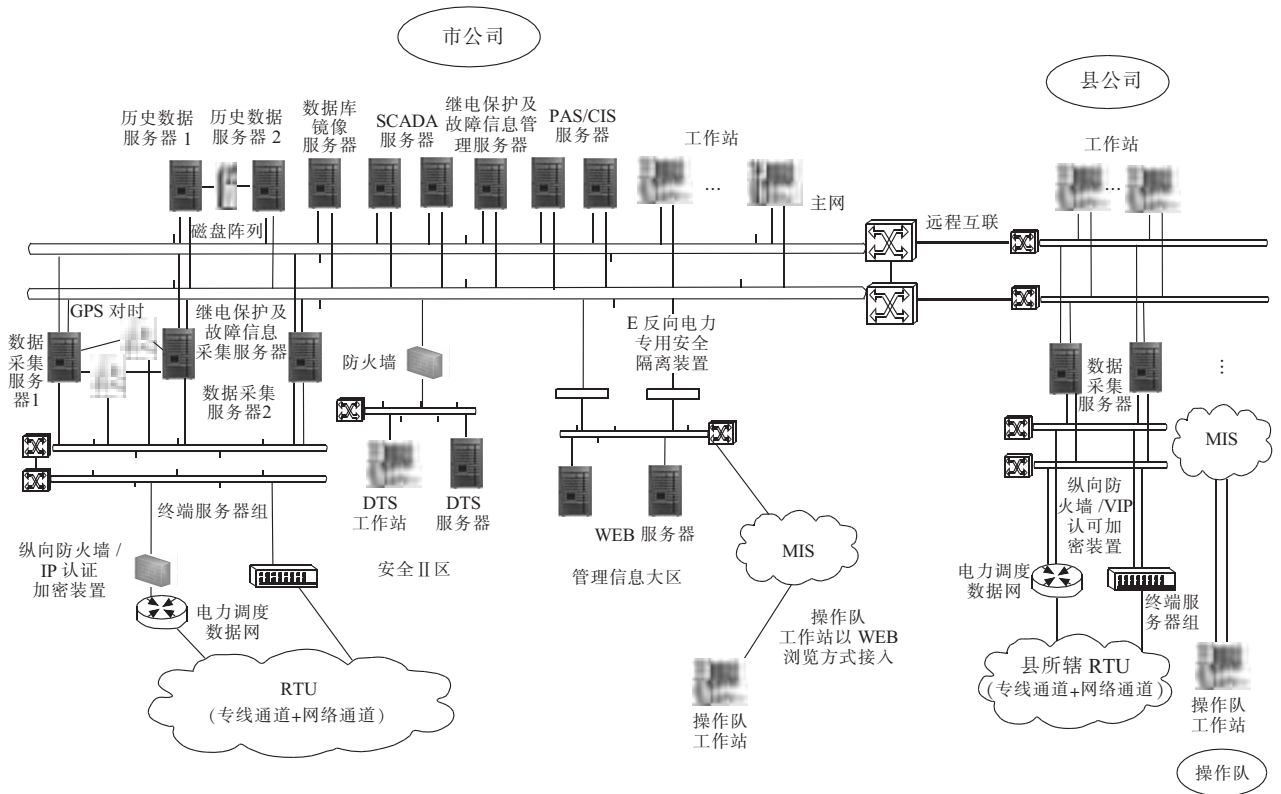


图3 县调广域分布式数据采集模式系统结构

时备份,以便灾难性事故发生时系统快速恢复和电网数据资源的保护。作为一体化调度自动化系统的热备用系统,具备主系统的全部功能。配置了备用数据库服务器、SCADA应用服务器、PAS应用服务器各1台,并通过网络方式独立采集完整的全网实时数据。

### 3 系统功能

系统实现了南通地调和5个县调所辖变电站支撑平台、广域分布式数据采集与监视、变电站集中监控中心应用、地县一体化PAS、地县一体化DTS、地县一体化电压无功优化控制(AVQC)等功能。

#### 3.1 支撑平台功能

系统具有多层结构的支撑平台,为应用软件提供了统一、高可用率、容错的环境。支撑软件的功能包括集成总线层、数据总线层(包括实时数据库管理和商用关系型数据库管理)和公共服务层(包括人机界面、系统管理、报表管理、权限管理、告警服务、WEB服务、系统诊断等)。支撑平台提供标准的用户开发环境,包括如下子模块:数据库及其管理系统、网络管理、图形管理、系统管理、公共服务、WEB站点通信、报表系统及管理、开放和基于标准的软件开发接口。

(1) 通信链路质量检测功能。系统主干网络的N-0.5通信链路质量检测方法主要针对广域网络中

出现的链路半故障状态提出解决方案,在丢包率超过告警限值时向管理人员发出告警,提醒值班人员及时对链路进行切换。

(2) 基于时标事件驱动和分区域数据拼接的多岛全息同步。当系统模型数据发生改变时,系统会自动记录时标,对相应的事件进行归档。同样在系统出现断网/恢复、解列/并列情况下,系统也会记录对应的事件,通过对历史的分析,可以萃取出在系统断网或者解列期间模型发生的变化,系统恢复正常后,就可根据归档记录进行模型的同步和恢复操作。

(3) 基于网络监听和主动报告的广域远程互联主干网络非法节点入侵检测。地县一体化调度自动化系统是一个广域分布的实时应用系统。系统对于非法进入的节点进行实时报警,及时定位,保障了调度自动化系统内部网络的安全运行,有利于工作人员排查内部非法接入的问题。

#### 3.2 广域分布式SCADA功能

广域分布式SCADA是架构在统一支撑平台上的具体应用,也是调度自动化系统的最基本应用,用于实现完整的、高性能的实时数据采集和监控功能。实际应用中主要实现以下功能:数据采集和处理、数据计算和统计考核、控制和调节、调度员操作、事件和告警处理、网络拓扑着色、事件追忆、事件顺序记录(SOE)及广域分布式数据采集。

为了确保图、模、库的正确性和一致性,系统管



理上要求地县调需独立、互不干扰地维护各自区域的图形、模型等信息,通过责任区划分和权限配置等技术手段避免维护人员误改其他调度的图模数据,提升系统可用性。

### 3.3 变电站集中监控中心应用功能

变电站集中监控应用功能主要实现对厂站电气一次设备以及二次设备的集中监视和控制,适应变电站无人值班的需求。监控应用功能主要包括责任区管理、告警分层分类显示与辅助分析以及控制与调节等。

### 3.4 地县一体化 PAS 功能

电力应用软件是基于实时数据基础之上的高级分析、预测、仿真和闭环控制功能,主要包含:网络建模、实时序列、状态估计、调度员潮流、负荷预报、静态安全分析、无功电压优化、短路电流计算、网络等值接口、地县一体化电网模型及计算分析、分布式终端与多研究模式及一体化计算分区统计等功能。

### 3.5 地县一体化 DTS 功能

地县一体化系统中,DTS 同时满足地调和县调的应用需求,支持面向地县一体化的完整电网模型,支持低电压等级的调度员培训仿真,能够正确仿真低电压等级的辐射型结构、不接地特性,以及低电压等级保护及自动装置的动作行为。

实现地、县调共享 1 套 DTS 软件和基于 B/S 模式的电网联合反事故演习,主要包含:电网仿真、教员控制、监控中心仿真、地县一体化联合演习、信息分层等功能。

### 3.6 地县一体化 AVQC 功能

AVQC 根据数据采集系统采集到的遥测量、状态量、保护信号等,进行在线分析和计算,后通过计算机网络输出控制执行命令,自动或在人工监督模式下调节变压器分接头和投退电容器,使得输出电压以及无功功率在合格范围之内,以达到保证供电质量和减少网络损耗的目的。

AVQC 功能支持站内平衡、区域平衡和全网平衡,并且留有对上级自动电压控制(AVC)系统的接口,主要包含:多模式监视、防护、计算的基本功能;闭环控制;协调安全策略;单变电站的电压无功控制模式;全局无功优化的模式;全局/单站结合模式等功能。

## 4 应用效果

### 4.1 实现信息资源共享

地县一体化调度自动化系统应用后,地、县调在统一、规范的管理和技术标准下,实现了资源共享。例如:地县之间不再需要数据转发就实现了所有数

据的共享,节约了通信通道资源;数据、模型、参数、画面等的源端维护,全网共享,大幅提高应用分析结果的准确性,降低了系统维护工作量和运行维护成本。此外,系统在对外提供数据共享方面优势明显,大大减少了对外系统接口数量,能较好地适应生产经营对一次电网数据应用不断增加的需求,其可分可合的特点也大大减小区划调整、管理体制变革对电网生产控制的影响。

### 4.2 提高了运行监视水平

地县一体化调度自动化系统应用前,县调只在正常工作日的工作时间有人值班,且无运行监视系统,值班质量依赖于值班员人工巡视,存在假日、非工作时段覆盖盲点。尽管地调实行 24 h 值班,有专门运行监视系统,但值班员只能通过转发数据发现县域系统内的部分问题,大部分问题不能主动及时发现,缺陷往往只有在用户申报后才能处置,更不能对系统潜在问题(如数据库容量越限等)预警式发现、处理。地县一体化后实现了地区集中监视,大大提高了运行监视水平。

### 4.3 确保系统安全

为保证系统图、模、库及自动化系统维护的安全性,通过区域、厂站、节点之间的多重关联和级联组合关系,结合权限管理,可保证地县调分区维护的安全性和一致性。同时,通过全局模型同步的方式,各个区域维护的模型又能够在一体化系统中完全共享。既实现共享,又确保安全。

### 4.4 故障处理从容不迫

在县域子系统解列情况下,子系统前置服务器会自动启动 SCADA 应用,保证在极端情况下,可以继续实现监视和控制功能,系统监控功能不会丧失。子系统在系统解列期间可以作为独立的系统正常运行至少 10 d 以上,子系统在解列期间的实时告警、操作(告警抑制、置牌、封锁等)信息及采样数据解列恢复后能够完整地同步至主系统,确保系统功能的完备和数据的完整。

同时系统具备的网络管理、非法用户入侵检测、前置网络通道故障定位等功能,给运行维护带来了极大便利。

## 5 结束语

地县一体化调度自动化系统实现了地县两级调度软、硬件资源共享,减少对外系统接口数量,使县调系统应用功能和水平得到大幅度提升,其“容灾模式”为地区、县公司统一解决系统灾备问题提供了理想的解决方案。

(下转第 63 页)

- [1] DL400—1991, 继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [3] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.

于炳其(1979-)男, 江苏江阴人, 技师, 从事电力系统继电保护技术工作;

刘春光(1979-)男, 江苏如皋人, 技师, 从事电力系统继电保护技术工作;

陈 韬(1981-)男, 江苏无锡人, 技师, 从事电力系统继电保护技术工作。

作者简介:

## The Solution Scheme of 500 KV Side Switches of Main Transformers without Short-lead Wire Protection in Doushan Substation

YU Bing-qi<sup>1</sup>, LIU Chun-guang<sup>1</sup>, CHEN Tao<sup>2</sup>

(1. Jiangyin Power Supply Company, Jiangyin 214400, China; 2. Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214061, China)

**Abstract:** When the 220 KV system is fully cut-off during renovation, there is no short-lead wire protection between two side switches of No.1 & No.2 main transformers in 500KV Doushan substation. Therefore, a dead zone fault must be caused if something wrong happened to this substation. In this thesis, we decided to choose a scheme that is "To satisfy requirements of short-lead wire protection by updating external circuit and internal logic of main transformers' differential protection" after serious discussion of two additions of short-lead wire protections. The scheme is proven to satisfy the requirements of short-lead wire protection.

**Key words:** main transformation differential protection; short-lead wire protection; dead zone fault; scheme

(上接第 60 页)

参考文献:

- [1] 周京阳, 于尔铿, 吴 津. 能量管理系统(EMS). 第 3 讲数据收集与监视(SCADA)[J]. 电力系统自动化, 1997, 21(3):73-76.
- [2] 黄邵远. 地县级调度自动化一体化主站系统建设思路[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(20):100-103.

缪建国(1967-), 男, 江苏南通人, 工程师, 从事通信运行维护工作;

李云鹏(1978-), 男, 江苏南通人, 工程师, 从事电力系统自动化工作;

徐春雷(1976-), 男, 江苏南通人, 高级工程师, 从事电力系统自动化管理工作。

作者简介:

## The Application of City-county Incorporate Dispatching Automation System in Nantong Power Grid

MIAO Jian-guo<sup>1</sup>, LI Yun-peng<sup>1</sup>, XU Chun-lei<sup>2</sup>

(1. Nantong Power Supply Company, Nantong 216006, China; 2. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** In the paper, the overall design, construction mode, functions and characteristics of the city-county incorporate dispatching automation system in Nantong power grid. The practical applications show that the system can satisfy the needs of daily operation and maintenance of city-county power grid. It is also a beneficial exploration, which makes a solid foundation for smart grid dispatching technical supporting system into the level of city and county.

**Key words:** wide area; distributed; city-county; dispatching automation; system

## 广告索引

江苏华电戚墅堰发电有限公司	封面	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
江苏南瑞帕威尔电气有限公司	封二	扬州浩晨电力设计有限公司	(黑白) 文前 1
南京南瑞继保电气有限公司	前插 1	江苏华鹏变压器有限公司	封三
《江苏电机工程》协办单位	前插 2, 3	南京南瑞集团公司	封底