

智能化电力调度数据专网建设方案研究

周雅

(许昌学院电气信息工程学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 针对电力调度自动化的发展趋势, 分析了目前地市电网调度自动化网络存在的不足和问题。结合智能电网在调度数据专网方面的相关背景技术和标准, 提出了地市调度数据专网的建设方案。最后根据许昌地市实际情况, 具体描述了许昌地区调度数据专网建设方案。该方案可作为调度数据专网规划、自动化网络应用及智能调度等方面工作的参考和借鉴。

关键词: 调度数据网; 电力自动化; 智能调度; 网络规划

Analysis on intelligent construction scheme for power dispatching data network

ZHOU Ya

(College of Electricity and Information Engineering, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: According to the development trend of power dispatch automation system, the paper analyzes the deficiencies and problems of current network dispatching automation system to city. The deficiencies of the existing network are summarized combined with the background technology and standards of smart grid dispatching data network in the network. Finally, according to the actual situation of Xuchang City, the construction plan of Xuchang area dispatching data network is described in detail. The scheme can be used as the reference of dispatching data network planning, automation network application and intelligent scheduling and other aspects of the work.

Key words: dispatching data network; electric power automation; intelligent dispatching; network planning

中图分类号: TN393.1 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2015)06-0133-05

0 引言

随着电力系统“三集五大”体系改革的不断深入和智能电网的快速发展, 在电网的安全、经济、优质运行中, 电网调度自动化系统所占的地位越发重要, 发挥的作用也越来越大, 与此同时, 智能电网的发展对调度驾驭大电网的能力提出了新的更高的要求, 因此, 调度智能化的研究和建设工作迫在眉睫。然而, 调度的智能化又离不开调度自动化系统, 而自动化系统更需要坚强的通信网络作支撑, 因为变电站自动化系统是调度自动化系统的数据源, 更是各种控制行为的执行者, 如果由于网络通信中断引起误动、数据中断、拒动、上传数据紊乱、整定参数的错误更改等, 将严重威胁到电力系统的安全稳定运行, 更有甚者将引发灾难性的事故^[1-5]。

目前, 随着国家电力数据专用网建设的不断深

入, 数据网络在电力系统中日益广泛的应用, 甚至成为了重要的基础性设施, 尤其是随着远动自动化系统网络化的步伐加快, 作为自动化系统的重要支撑平台, 电力调度数据专网建设的重要性也日益突出^[6-8]。

1 地市电力自动化网络存在的问题

1.1 网络可靠性低

目前, 各地市公司的电力自动化网络基本上都是简单的星型结构, 未实现网络分层, 地调主站作为网络核心, 各子站为网络末端, 主站与各子站间均为端到端连接, 每条网络链路路由均没有保护路径, 网络可靠性低。

1.2 传输速率受限^[9]

由于网络结构和传输机制的限制, 目前主站和子站间的自动化信息都是采用传统的串口连接, 传输速率仅有 64 kb/s, 传输速率严重受限。

1.3 传输路由便利性差

现有的网络结构, 仅能实现子站与主站间的相

基金项目: 河南省教育厅科学技术研究重点项目(14B480004);
许昌学院优秀青年骨干教师资助项目

互联络，但目前变电站运维实际上仍采取大量的集控模式运行，结合现有的自动化网络模式，子站信息需要上传至相对应的集控站，就必须经过主站跳接，信息传输路由不够便利，也为日常的网络运维增加了困难。

2 地市电力调度数据专网建设方案

2.1 技术背景

国家电力调度数据网络由骨干网和各级调度接入网两部分组成，骨干网用于数据的传输和交换，接入网用于各变电站接入。

骨干网采用双平面架构模式(即骨干网第一平面和骨干网第二平面)，分别由国调、网调、省调和地调节点组成。其中省级以上节点构成骨干网的核心层，地调(包括省调备调)节点构成骨干网的骨干层。

接入网由各级调度接入网及国调接入网、网调接入网、省调接入网和地调接入网组成，其中各级调度接入网又分别通过两个节点分别接入骨干网双平面。

220 kV 及以上变电站按双机配置，分别接入不同的接入网中，110 kV 及以下变电站按单机配置，接入地调接入网中。即国调直调变电站应接入国调接入网和网调接入网，网调直调变电站应接入网调接入网和省调接入网，省调直调变电站应接入省调接入网和地调接入网，地调直调变电站和县调应接入地调接入网。国家电力调度数据网络整体架构模式如图 1 所示。

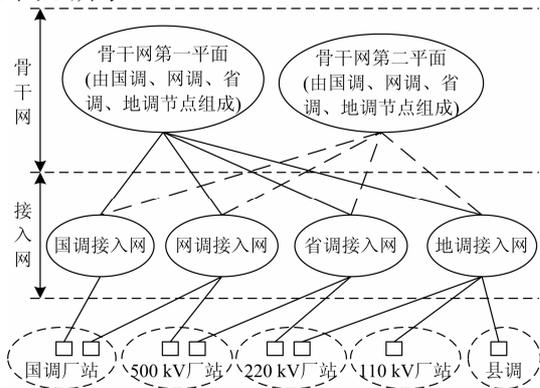


图 1 国家电力调度数据网络整体架构模式

Fig. 1 Architecture model of the national electric power dispatching data network

2.2 网络结构^[10]

根据国家电力调度数据网络的总体技术方案和网络拓扑的相关设计要求，地市电力调度数据专网网络构架采用分层结构，即分为核心层、汇聚层和接入层。

核心层：采用双核心结构，第一核心设置在地调，第二核心设置在地区通信第二出口(即第二汇聚点)。第一核心作为地调接入网第一出口，采取背靠背方式上联至本地骨干网双平面节点，第二核心作为调度接入网第二出口，采用 155 M 的 CPOS 口上联至其他地调或省调骨干网双平面节点。

汇聚层：设置在各县调和 220 kV 枢纽变电站，其中，县调汇聚节点仍采用双节点方式，第一汇聚节点设置在各县调，第二汇聚节点设置在县调管辖范围内 110 kV 枢纽变电站(可选县网通信网第二汇聚点)，核心和汇聚节点采用 CPOS 方式互联。其中县调两个汇聚节点之间采用 8×2 M 互联，各汇聚节点又分别通过 8×2 M 上联至两个不同的核心节点。

接入层：设置在 220 kV 及以下变电站。其中，地调直调变电站原则上通过 2×2 M 就近接入到两个不同的 220 kV 枢纽变电站汇聚节点，县调直调变电站原则上通过 2×2 M 接入县调两个汇聚节点。

2.3 网络带宽

地市电力调度数据专网第一、第二核心节点间采用 155 M 带宽互联；第一核心节点与骨干网双平面采用 1 000 M 带宽互联；第二核心节点与骨干网双平面采用 155 M 带宽互联。

县调第一、第二汇聚节点间通过 8×2 M 带宽互联；两个核心和汇聚节点间采用 8×2 M 带宽互联。

地调直调变电站通过 2×2 M 接入两个不同的 220 kV 汇聚层节点或核心节点；县调变电站通过 2×2 M 接入所属县调两个汇聚节点。

2.4 网络拓扑

根据国家电力调度数据网络的网络拓扑结构总体设计要求，结合河南省各地市公司的实际情况，在地市电力调度数据专网网络拓扑结构设计方面大致分为了三种，第一种为既有县调也有 220 kV 变电站作为汇聚节点的地市(网络拓扑如图 2 所示)；第二种则是有县调但没有 220 kV 变电站作为汇聚节点的地市(网络拓扑如图 3 所示)；第三种是既没有县调也没有 220 kV 变电站作为汇聚节点的地市(网络拓扑规划如图 4 所示)。

其中，平顶山、安阳、三门峡、许昌、商丘、濮阳、周口、驻马店和信阳 9 个地市调度数据专网属于第一种设计规划；漯河和鹤壁 2 个地市网络属第二种设计规划，济源的网络属于第三种规划设计。

2.5 业务接入

2.5.1 接入业务类别

电力系统中应用业务有很多种分类方法，其中最主要的包括生产控制业务和管理信息业务两大类。地市电力调度数据专网主要担负着地区电网调度自动

化系统相关生产控制业务数据的传输任务。变电站接入业务类别详见表 1 所示。

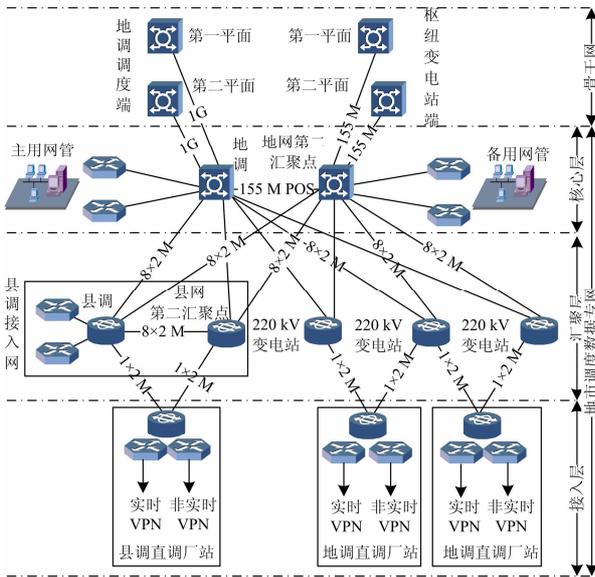


图 2 地市调度数据网网络拓扑规划结构图一

Fig. 2 One network topology planning structure of local dispatching data network

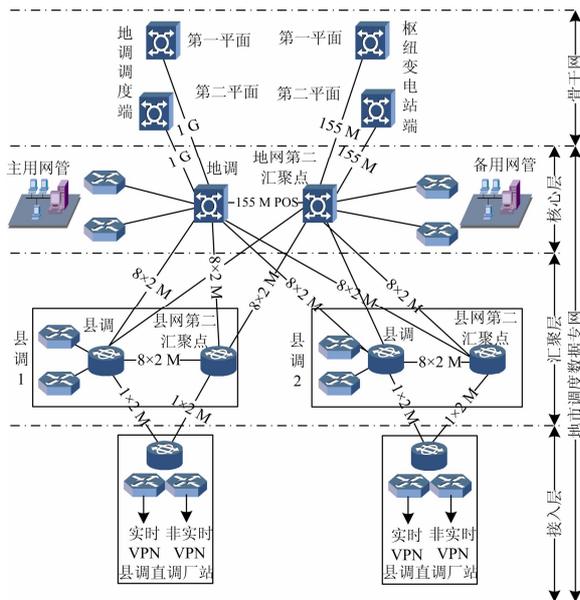


图 3 地市调度数据网网络拓扑规划结构图二

Fig. 3 Two network topology planning structure of local dispatching data network

2.5.2 业务接入方式

变电站端业务系统均通过提供的实时和非实时交换机进行接入。调度端(县调除外)应用系统应统一接入骨干网,变电站端应用系统接入相应接入网。

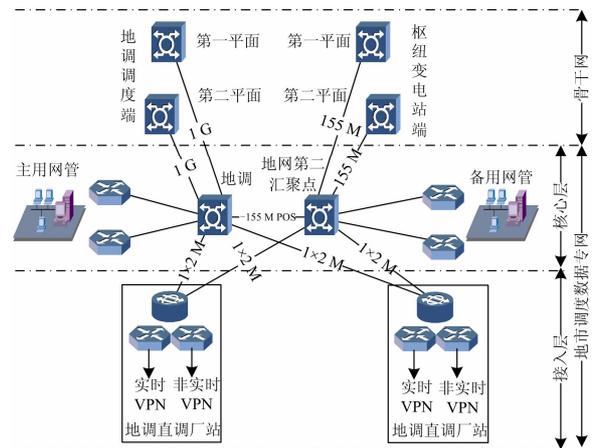


图 4 地市调度数据网网络拓扑规划结构图三

Fig. 4 Three network topology planning structure of local dispatching data network

表 1 变电站接入业务类别一览表

Table 1 Station access business category list

业务类别	安全 I 区(接入实时交换机)			安全 II 区(接入非实时交换机)		
	监 控	告警直传	PMU	计 费	保 护	电 力 市场
220 kV 及以上变电站	●	●	●	●	●	
110 kV 及以上变电站	●	●				
省调直调电厂	●		●	●	●	●

说明: ● 代表需要接入

220 kV 及以上变电站: 变电站端业务系统两个网口应接入不同的接入网, 同时还要与相应的主站均进行双平面调试, 调试规则为: 省调接入网对应所有调度主站第一平面, 地调接入网对应调度主站第二平面, 两个平面实现完全互备。

110 kV 及以下变电站: 变电站端业务系统应至少具备 1 个网口直接接入地调接入网, 同时完成与地调主站双平面的对调。

3 许昌电力调度数据专网建设方案

通过上述对地市调度数据专网建设的研究、分析以及网络结构的规划设计, 下面以许昌地区为例, 结合许昌电网发展实际, 具体讨论制定许昌电力调度数据专网建设问题。

3.1 许昌地区通信网现状^[11]

许昌地处河南中部, 许昌电网规模在全省处于

中间水平,辖区共计拥有 220 kV 变电站 9 座,110 kV 变电站 41 座,下辖 5 个县公司,110 kV 及以上变电站光纤通信覆盖率达 100%,县网光传输网覆盖 35 kV 变电站覆盖率达 87%,整体光纤覆盖率在全省处于中上等水平。

地网光传输网已形成两个 622 M 骨干环和 5 个 155 M 接入环,2014 年将对地区传输网进行完善改造,年底最大网络传输容量将达到 2.5 G,接入环带宽将以 622 M 为主,满足建立调度数据专网所需的通道带宽要求。

地市电力自动化网络主要以串行通信为主,仅有许昌调度 1 座主站,自动化网络仍是简单的星型网络结构,主站与子站间为点对点通信方式,为了提高网络的可靠性,对新建变电站采取了双通道模式,即每座子站与主站间建立 2 条 64 kb/s 的自动化通道,从而实现主备冗余,没有建立地市调度数据专网。

3.2 许昌电力调度数据专网拓扑规划^[12-14]

根据国家电力调度数据网络总体技术方案要求,许昌地市电力调度数据专网网络结构采取分层架构,包括核心层、汇聚层和接入层。

核心层:设置在许昌地调和地网通信网第二汇聚点即 220 kV 薛城变。

汇聚层:结合许昌电网结构现状,出于方便网络组建和后期业务接入的目的,作为汇聚层的 220 kV 变电站应选择在负荷比较集中的站点为宜,因此,确定将 220 kV 襄城变、220 kV 付庄变、220 kV 钧州变、220 kV 颍川变 4 个站点定为汇聚点;另外,5 个县调及其通信网第二汇聚点也作为汇聚节点设计。

接入层:地市局管辖的 110 kV 及以上电站作为接入层节点,包括 4 座 220 kV 变电站和 36 座 110 kV 变电站。

许昌电力调度数据专网网络拓扑如图 5 所示。

3.3 网络建设中的难点分析

本次许昌电力调度数据专网建设为新建项目,建设初期在以下几个方面存在一定的困难,需结合工程实际做重点研究:

(1) 网络设计方案的合理性,以及网络运行稳定性需要较长时间的实际检验。

(2) 使用设备自身的可靠性和稳定性能否经受住电力系统特殊运行环境的考验。

(3) 地区电力通信网的承载能力能否满足网络建设所需的大量通信通道这一建设需求。

(4) 业务接入后,系统性能指标是否能达到预期目标。

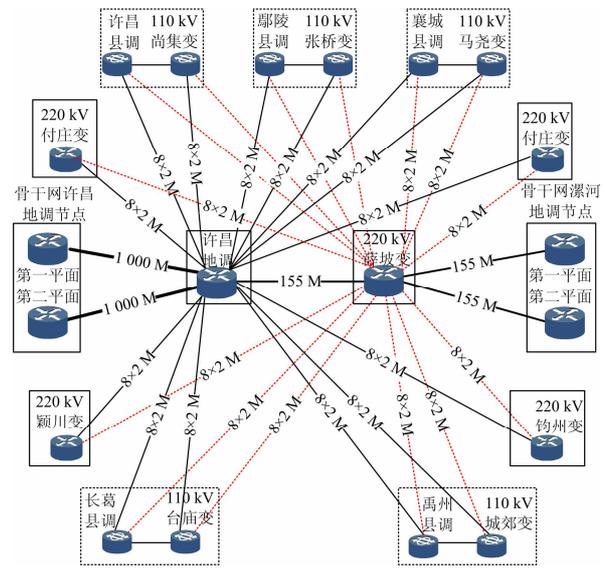


图 5 许昌电力调度数据专网网络拓扑图

Fig. 5 Network topology of Xuchang private network electric power dispatching data

(5) 网络建设需要大量的工程组织与协调,部门间的协作水平会不会导致工程严重滞后。

4 结语

电力调度数据专网对于电力自动化系统将是一个强有力的支撑,也必将对未来的调度智能化建设起到关键性的作用。但调度数据专网对地市供电公司仍属于新鲜事物,因此,在规划、设计、建设过程中势必还会出现许多突发的难题,这就需要我们不断进行研究、分析,进一步掌握有关调度数据网络最新的技术和原理,为日后网络的运行维护奠定坚实的理论基础,使地市电力调度数据网络更好地满足安全性、实时性的要求,真正为电力生产管理控制搞好服务,使我们的电网向着智能电网这一战略目标大踏步的前进。

参考文献

[1] 谈苏伟. 中国南方电网调度自动化实时通信的现状分析和研究[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(22): 109-114.
TAN Suwei. Analysis and research of real-time communication current situation in power dispatch automation for China South Power Grid[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(22): 109-114.

[2] 姚建国, 杨胜春, 高宗和, 等. 电网调度自动化系统发展趋势展望[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(13): 7-11.
YAO Jianguo, YANG Shengchun, GAO Zonghe, et al. Development trend prospects of power dispatching

- automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(13): 7-11.
- [3] 高明, 袁玲, 李文云, 等. 电力调度系统信息化的几个问题探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(14): 138-142, 154.
GAO Ming, YUAN Ling, LI Wenyun, et al. Study on several problems of power dispatching system information construction[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(14): 138-142, 154.
- [4] 蔡洋, 王积荣, 石俊杰, 等. 我国电网调度自动化系统大发展的十年[J]. 电力系统自动化, 1992, 16(6): 7-12.
CAI Yang, WANG Jirong, SHI Junjie, et al. Ten years' development for electrical power dispatching automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 1992, 16(6): 7-12.
- [5] 王建华, 荣命哲, 耿英三. 数字化电力设备的概念与内涵[J]. 电工技术学报, 2009, 24(6): 138-145.
WANG Jianhua, RONG Mingzhe, GENG Yingsan. Concept and connotation of digital electrical equipment[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2009, 24(6): 138-145.
- [6] 谭贤柱, 张众发. 电力调度数据网建设研究[J]. 电力系统通信, 2012, 33(241): 15-19.
TAN Xianzhu, ZHANG Zhongfa. Research on construction of electric power dispatching data network[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2012, 33(241): 15-19.
- [7] 管爱东, 郑建国, 周明全. IP over SDH 技术在电力系统数据网中的应用[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(7): 195-200.
GUAN Aidong, ZHENG Jianguo, ZHOU Mingquan. Application of IP over SDH technology in power system data net[J]. Computer Technology and Development, 2006, 16(7): 195-200.
- [8] 李高望, 鞠文云, 段献忠, 等. 电力调度数据网传输特性分析[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(22): 141-148.
LI Gaowang, JU Wenyun, DUAN Xianzhong, et al. Transmission characteristics analysis of the electric power dispatching data network[J]. Proceedings of the CSEE, 2012, 32(22): 141-148.
- [9] 王亚非, 胡四全, 马力. 基于 GPRS 网络的调度备用通道[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(16): 80-83.
WANG Yafei, HU Siqian, MA Li. Dispatch backup channel based on GPRS network[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(16): 80-83.
- [10] 陈昌松, 段善旭, 殷进军. 基于神经网络的光伏阵列发电预测模型的设计[J]. 电工技术学报, 2009, 24(9): 153-158.
CHEN Changsong, DUAN Shanxu, YIN Jinjun. Design of photovoltaic array power forecasting model based on neutral network[J]. Transactions of China Electro technical Society, 2009, 24(9): 153-158.
- [11] 董张卓, 唐明, 李宁. 电力调度主站的网络管理系统[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(18): 62-64.
DONG Zhanghuo, TANG Ming, LI Ning. Network management in master station of electric power systems dispatch[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(18): 62-64.
- [12] 戚佳金, 刘晓胜, 张良. 一种低压配电网电力线载波通信网络中继算法[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(14): 73-78.
QI Jiajin, LIU Xiaosheng, ZHANG Liang. A power-line carrier communications relay algorithm for low-voltage distribution[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(14): 73-78.
- [13] 王少威, 万山明, 周理兵, 等. 利用蚁群算法辨识 PMSM 伺服系统负载转矩和转动惯量[J]. 电工技术学报, 2011, 26(6): 18-25.
WANG Shaowei, WAN Shanming, ZHOU Libing, et al. Identification of PMSM servo system's load torque and moment of inertia by ant colony algorithm[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2011, 26(6): 18-25.
- [14] 章小强, 管霖, 王同文. 针对特征选择问题的改进蚁群算法及其在电力系统安全评估中的应用[J]. 电工技术学报, 2010, 25(12): 154-160, 166.
ZHANG Xiaoqiang, GUAN Lin, WANG Tongwen. Kernel feature identification based on improved ant colony optimization algorithm for transient stability assessment[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2010, 25(12): 154-160, 166.

收稿日期: 2014-06-18; 修回日期: 2014-09-12

作者简介:

周雅(1982-), 女, 硕士, 讲师, 从事电力系统通信, 信号与信息处理研究. E-mail: zhoyatop@126.com

(编辑 魏小丽)