

Weifang Power Supply Company Power Grid Automation System Network Structure Outline

ZHU Xiao-geng

(Weifang Power Supply Company Dongfeng Street Weifang City 425)

sdwfzhxg@163.com

Abstract: With the technology development and smart power grid construction, secondary system of power grid network structure became more complex. Summary power automation system network structure. Data prepare for the maintenance and expansion of power grid automation system. In accordance with the security protection for secondary system of power grid, consider secondary system of power grid as a whole. Introduce WeiFang Power Supply Company secondary system of power grid network structure and communication between systems. After elaborate summary, the following conclusions can be drawn: Secondary system of power grid network structure is redundancy mutual support network structure and dedicated structure. Energy management system, Dispatching Digital Network and substation automation system network structure Safe and reliable. Secondary system of power grid gradually opening up. System communication widely based on network. Dispatching Digital network interconnect energy management system and substation automation system. Many new technologies applied on it. How to manage secondary system of power grid network, it is need to analyze and solve problems.

Keywords: electric power system & automation; secondary system of power grid; electric power system automation; network structure

潍坊供电公司自动化系统网络结构概述

朱晓耕

(潍坊供电公司, 山东省潍坊市潍城区东风西街 425 号潍坊市供电公司调度所自动化班 261021)

sdwfzhxg@163.com

【摘要】 随着技术的发展和智能电网建设, 电力二次系统网络结构逐渐复杂。总结自动化系统网络结构, 为自动化系统的维护和扩展做好资料准备。按照电力二次系统安全防护相关规定, 从电力二次系统整体考虑, 介绍了潍坊供电公司自动化系统网络拓扑结构和不同应用系统间的通讯方式。经过阐述总结, 自动化系统网络结构冗余互备, 网络专用; 系统能量管理系统、调度数据网和变电站自动化系统安全可靠; 电力二次系统逐渐开放, 网络通讯规约广泛应用。能量管理系统网络和变电站自动化系统网络通过调度数据网互联。很多新技术在此基础上应用。怎样管理电力二次系统网络, 是需要分析和解决的问题。

【关键词】 电力系统及其自动化; 电力二次系统; 电力系统远程自动化; 网络结构

0 引言

自动化系统是现代电力系统的重要组成部分, 在电网调度、实时监控、电网在线分析等方面发挥着不可替代的作用。随着自动化技术的发展和智能电网建设, 自动化系统功能逐渐复杂, 设备逐渐增多, 不同专业间联系更加紧密。在调度数据网的功能日益完善, 电力系统自动化网络通讯规约的广泛应用的情况下, 自动化网络越来越开放。将电力二次系统作为一个整体, 基于安全防护原则, 对电力自动化系统的网络拓扑结构、设备架构和应用关联进行整理和分析, 有利于自动化系统的维护和扩展。

1 电力二次系统网络安全防护原则

根据国家经贸委 [2002] 第 30 号令《电网和电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护的规定》和国家电力监管委员会第 5 号令《电力二次系统安全防护规定》。电力二次系统分为生产控制大区和管理信息大区。其中生产控制大区包括安全区 I (控制区) 和安全区 II (非控制区)。管理信息大区包括安全区 III (生产管理区) 和安全区 IV (管理信息区)。在“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则下, 安全防护原则如图1所示:

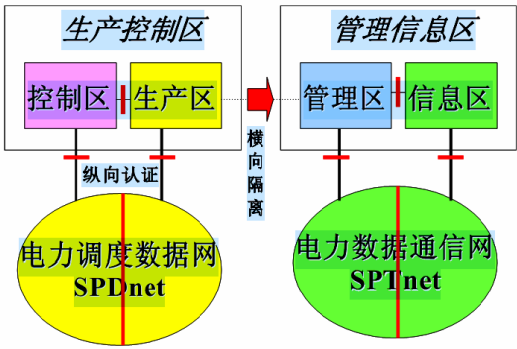


Figure 1. Schematic diagram of security protection

图1 安全防护原则示意图

随着电力二次系统的开放和调度数据网建设的深入，防范黑客及恶意代码对电力二次系统的侵害逐渐重要。变电站自动化系统使用网络规约实现站控层、间隔层、远程自动化系统间的数据通讯。电力二次系统已经由相对独立的子系统变成比较开放、相互联系的网络结构。黑客及恶意代码对电力二次系统的侵害可能造成非常严重的电力系统事故。基于安全分区的拓扑结构和相关的安全防护措施，可以有效防范此类事故的发生。因此，远程自动化系统网络拓扑结构必须基于安全分区，并且具备相关的安全防护措施和设备

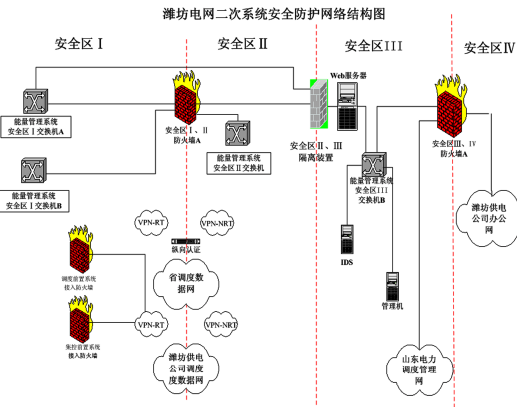


Figure 2. Schematic diagram of WeiFang Power Supply Company automation system network structure

图2 潍坊供电公司自动化系统安全防护网络结构示意图

潍坊供电公司自动化系统网络安全区 I 和安全区 II、安全区 III和安全区 IV通过防火墙联接。安全区 II、安全区 III之间通过隔离装置联接。在安全区 III部署入侵检测装置（IDS）。

2 潍坊供电公司能量管理系统现状和拓扑结构概述

潍坊供电公司能量管理系统包括调度主站和集控站两套系统。设备覆盖安全 I、II、III区。调度主站能量管理系统主要功能有SCADA、FES、PAS、DTS、ESCA等。集控站能量管理系统，主要功能有SCADA、FES、AVC。

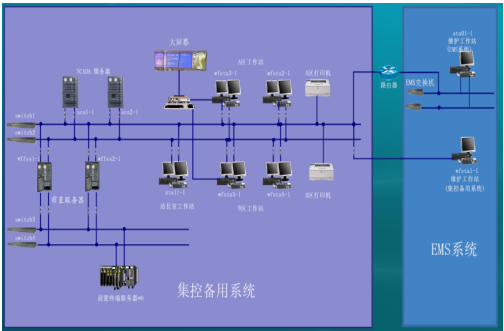


Figure 3. Schematic diagram of WeiFang Power Supply Company energy management system master station network structure

图3 潍坊供电公司能量管理系统调度主站网络结构

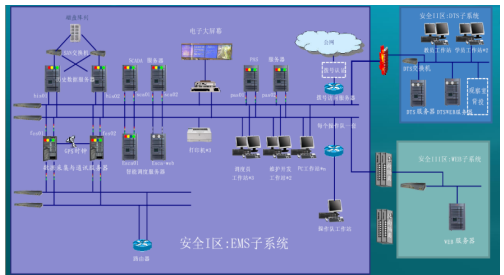


Figure 4. Schematic diagram of WeiFang Power Supply Company energy management system concentration control station network structure

图4 潍坊供电公司能量管理系统集控站网络结构

Table 1. WeiFang Power Supply Company energy management system run important applications and devices in security zones

表1 潍坊供电公司能量管理系统在各安全区主要运行应用及设备

调度主站主要运行应用	所属安全区	服务器数量	服务器简称
数据收集和监控 (SCADA)	安全区 I	2	sca01、sca02
历史数据存取(HIS)	安全区 I	2	his01、his02
数据采集和处理 (FES)	安全区 I	2	fes01、fes02

高级应用软件(PAS)	安全区 I	2	pes01、pes02
调度员培训模拟系统(DTS)	安全区 II	2	dts01、dtsweb
web 信息发布(WEB)	安全区 III	1	web01
智能调度(ESCA)	安全区 I	2	Esca01、Esca01-web
集控站主要运行应用			
数据收集和监控(SCADA)	安全区 I	2	sca1、sca2
数据采集和处理(FES)	安全区 I	2	wffes1、wffes2

潍坊供电公司能量管理系统采用双网结构，负载均衡方式运行。SCADA、HIS、FES等重要服务器冗余配置。调度主站系统的安全区 I、安全区 II、前置网络和集控站系统的安全区 I、前置网络采用双网结构，使用两台交换机组成了不同网段的两套网络。两台交换机通过trunk口互联，实现两套网络间数据传输。集控站系统安全区 I 与调度主站安全区 I 系统通过交换机和路由器联接。

潍坊供电公司能量管理集控站系统集冗余备用与集控运行于一体，与能量管理系统调度主站异地建设，具备与能量管理系统调度主站的通道级、前置级和系统级三级互备功能，真正实现了调度自动化系统异地冗余备用。

调度主站系统和集控站系统在安全区 I 组成相对独立的网络结构和应用系统。集控站系统和调度主站系统的SCADA和FES功能信息共享，互为备用。从而实现了能量管理系统的异地冗余备用，以满足重大自然灾害、紧急事件发生时调度、变电运行人员对电网的监控需要。

集控站系统的AVC功能使用使用单独的AVC系统。AVC系统借助接口程序从SCADA应用中读取实时数据，遥控命令也是由接口程序传送到SCADA应用，再由SCADA应用执行操作命令，确保能在一段时间内对同一设备只有一个操作命令。AVC系统与SCADA系统无内部耦合性，不影响SCADA系统的内部物理结构和逻辑结构。为方便维护，AVC系统在调度主站侧设置维护工作站。AVC系统与集控站系统数据通过调度数据网传输数据，使用网络规约IEC-104。

按照二次系统网络安全防护原则。安全区 I、安全区 II 交换机通过防火墙联接。安全区 II、安全区 III 交换机通过正向隔离装置联接。安全区 III 交换机和安

全区IV网络通过防火墙联接。安全区 I 的SCADA向安全区 III 的WEB发送数据，通过隔离装置连接至安全区 III 的WEB服务器。

3 调度数据网拓扑结构概述

山东电力调度数据网分为省调数据网（三级网、骨干网）和地区调度数据网（四级网，接入网）。本文重点讨论地区调度数据网的设备结构。潍坊供电公司调度数据网主要包括核心节点和变电站节点之间的互连网络。

3.1 核心节点局域网拓扑

潍坊供电公司调度数据网核心节点采用网状拓扑结构互联，由三台核心路由器和四台核心交换机组成。核心节点局域网分为核心层单节点和核心核心层双节点两种方式。地调中心采用核心层双节点方式。奎文监控中心采用核心层单节点方式。地区网的MPLS/VPN组网为一个单独的自治域（AS），并通过千兆以太网与骨干网地调核心路由器实现跨域互联。如下图所示

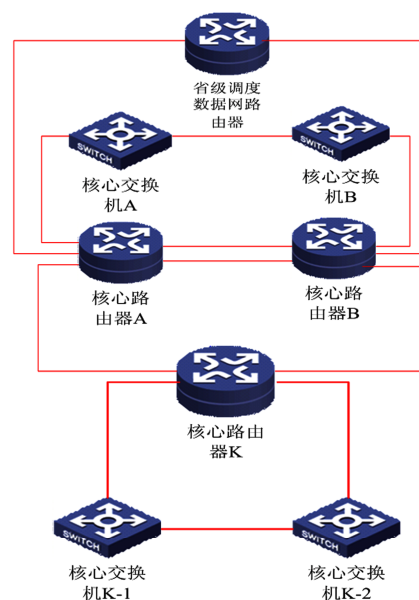


Figure 5. WeiFang Power Supply Company Dispatching Digital Network core node is network structure

图 5 潍坊供电公司调度数据网核心节点网络结构

3.2 变电站节点局域网拓扑

变电站节点只有一台接入路由器和一台接入交换机，为提高可靠性，采用双链路互连方式。

3.3 应用系统接入方式

应用系统接入采用方式为：路由器上开VLAN端



Figure 6. Schematic diagram of access node is switches and routers connection

图 6 接入节点交换机、路由器互联示意图

口,用 Trunk 方式连接二层交换机,交换机上根据 VPN 的情况分别划分相应的 VLAN。VPN 划分基于安全分区,VPN-RT 对应安全区 I,VPN-NRT 对应安全区 II。不同 VPN 之间不能联通。VPN 内部的不进行隔离和控制。一种应用系统接入业务对应于 1 个 VPN。

Table 2. Applications access Dispatching Digital Network in security zones

表 2 各安全区接入调度数据网的应用系统

应用系统名称	所属安全区	是否与能量管理系统通讯
五防系统	安全区 I	是
AVC 系统	安全区 I	是
变电站自动化系统	安全区 I	是
发电计划	安全区 II	否
负荷预测	安全区 II	否
地方电厂管理	安全区 II	是
保护信息系统	安全区 II	否
检修申请	安全区 III	否

保护信息系统通过调度数据网与变电站内子系统通讯。地方电厂管理通过调度数据网与电厂内子系统通讯。如何管理接入调度数据网的应用系统。在电力二次系统管理的角度上,需要规划和记录哪些数据。这需要在今后工作中分析并总结。

3.4 地区调度数据网改造

调度数据网基于单一路由平面的网络,大部分业

务支持为单机方式,设备双重化,无疑能提高网络可靠性。在单一平面网络中,由于耦合度较高,网络设备和系统缺陷,容易影响网络的可用性。双平面网络由于平面间的相对独立性,通过与业务层面的配合,业务可通过正常网络平面实现转发,可有效规避该问题对业务的影响。在业务系统可靠性要求较高的情况下,双平面网络具有较高的业务保障能力。调度数据网作为调度核心业务数据通信平台,将采用双平面方式构建,通过对全网的统一规划,全面满足调度业务的实时性、可靠性、安全性要求,同时通过网络结构的调整,实现可持续发展。

随着国家电网调度数据网扩充工程第二平面建设和第一平面改造,山东电力调度数据网将进行相应的扩建和改造。潍坊供电公司调度数据网(四级网)已经改造为接入网,并在变电站节点加装第二台路由器。建设完成后调度数据网将为电网调度在提供更加安全可靠生产控制数据传输,为备用调度建设及智能调度技术支持系统提供可靠的技术支撑。

4 变电站站控层网络结构概述

本文重点讨论新建变电站站控层的网络结构。新建变电站中站控层、间隔层和远程自动化系统的通讯使用网络规约。能量管理系统、保护信息系统、五防系统等不同应用系统通过调度数据网与变电站自动化系统相连。

潍坊供电公司变电站自动化系统型号以 RCS9700、NS2000 和 CSC-2000 为主。新建变电站自动化系统与远程自动化系统通讯使用远动通讯规约 IEC101 和 IEC104。IEC101 规约和 IEC104 规约不能打包上送变电站保护信息。因此变电站保护信息在总控装置中转为遥信上送。

新建变电站自动化系统采用多机分布式结构。不同型号变电站自动化系统的网络结构类似。

站控层网络采用两台交换机组成 A、B 双以太网结构。总控装置采用双机热备结构,一般由两台总控单元组成。后台机完成变电站的实时监控和操作功能,一般由两台计算机组成。保护装置、测控装置、总控装置等设备使用 IEC103 规约通过站控层网络与其他装置通讯。保护管理机实现总控与其他厂家保护装置通讯。配电设备组屏采用分散式组屏结构,将测控、保护四合一装置安装在各个开关柜中。因此配电室安装两台交换机,与站控层交换机机联,实现四合一装置的通讯。保护信息工作站通过调度数据网与保护与

故障信息主站通讯。

总控装置有四条独立的远动通道。两条专线通道连接至通讯屏音配架,使用IEC101规约与调度主站和集控站前置机通讯。两条网络通道连接至调度数据网交换机,使用IEC104规约与调度主站和集控站前置机通讯。。

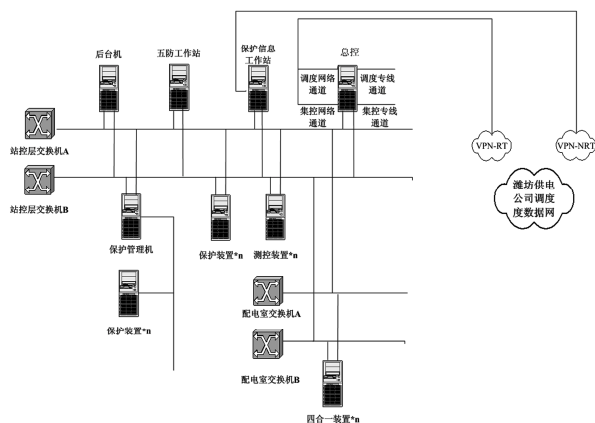


Figure 7. Schematic diagram of substation automation system network structure

图 7 变电站自动化系统网络结构示意图

4 结束语

潍坊自动化系统网络结构基于安全分区,符合安全防护要求。能量管理系统具备设备级、通道级、前置级和系统级的互备功能。潍坊供电公司调度数据网

为安全 I、II 区部分业务间的通讯建设,核心节点采用网状拓扑结构互联,变电站节点采用双链路互连方式,网络结构比较可靠。潍坊供电公司新建变电站自动化系统采用多机分布式结构,网络、设备、远动通道等冗余配置,系统开放。

能量管理系统网络与变电站自动化系统网络通过调度数据网互联。在此基础上可以应用很多新技术。同时电力二次系统网络安全防护更加重要。怎样管理电力二次系统网络,是需要整理和分析的问题。

致谢

感谢潍坊电机工程协会、调度所自动化班同事指导。感谢编辑和审稿的意见和工作。谢谢

References (参考文献)

- [1] IEC60044 - 8. Instrument Transformers-part 8: Electrical Current Transducers[S]. 2002.
- [2] IEC61850 - 9 - 1. Communication Networks and Systems in Substations-part 9 - 1: Specific communication Service Mapping-sampled Value Over Serial Unidirectional Multidrop Point to Point Link[S]. 2003.[3]Fairley P. "The unruly power grid," .IEEE Spectrum.vol. 41, August 2004: 22-27.
- [3] Sun Sizheng Wangj Jin Shen Benyun Scheme of Digital substation automation system[J] . RELAY, 2007, 35(22):72-74
孙司正,王晋,盛本云,等.数字化变电站自动化系统方案探讨[J].继电器,2007,35(22):72-74
- [4] Sun Xiuyun Communication technology applications in the digital substation Guangdong Power Transmission Technology, 2007(3):61-62
孙淑秀.数字化变电站通信技术的应用[J].广东输电与变电技术,2007(3):61-62