

OPEN-3000 调度自动化系统在安阳地调的应用分析

马冬雪

(安阳供电公司, 河南 安阳 455000)

摘要: OPEN-3000 系统在其可靠性、安全性、开放性、方便性等方面存在很大的优势。在对安阳电网自动化主站系统功能要求的分析与对各模块性能描述的基础上, 介绍了 OPEN-3000 系统的数据处理方式以及安全防护措施; 最后展望了电网调度自动化系统的发展方向, 并对 OPEN-3000 系统在提高电力系统运行水平中所起的作用进行了展望。

关键词: EMS; IEC-60870; SCADA; 多源; 安全防护

Analysis of OPEN-3000 dispatching automation system in Anyang Power Dispatching Center

MA Dong-xue

(Anyang Power Supply Company, Anyang 455000, China)

Abstract: In the reliability, security, openness and convenience, OPEN-3000 system has a great advantage. On the basis of analysis of the system functional requirements and modules functional description of Anyang power automation system, this paper studies the data processing methods and safety precautions of OPEN-3000. Finally, this paper looks into the future of dispatching automation system development and shows a wide and good application prospect of the OPEN-3000 system in increasing the level of its operation.

Key words: EMS; IEC-60870; SCADA; multi-source; security

中图分类号: TM73 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)24-0215-05

0 引言

安阳供电公司是大型一类和一流供电企业, 担负着安阳市及其所辖林州、安阳、滑县、内黄、汤阴的电网规划建设和供供电任务。是河南电网的“北大门”, 确立了华北、华中两大区域电网联网的重要枢纽地位, 安阳供电公司下属六个集控站, 拥有 49 个公司属变电站。安阳地调原 DF8002 型调度自动化实时监控系, 于 1998 年 12 月投入运行。该系统自投运以来, 为安阳电网的安全、经济运行发挥了很大的作用, 可由于运行时间过长, 已经出现了一些问题, 主要表现为 EMS 系统可靠性差, EMS 系统功能简单, 无功优化系统无法正常运行, 备份系统无法完成。而根据安阳电网“十一五”规划, 至 2010 年, 安阳供电区电网规划将再新增变电站 18 座, 安阳地调的调度对象将从现在的 60 个增加到 80 余个, 再考虑与省调间的计算机数据通信, 主站系统的采集量将急剧增加, 这就要求系统必须扩容升级以具备足够的接收和处理能力。系统应采用开放式结构、提供冗余的、支持分布式处理环境的网络系统。网络配置采用千兆双光纤以太网,

主要节点服务器及工作站操作系统采用 UNIX 操作系统, 数据库采用 ORACLE 数据库系统, 硬件部分采用 64 位、多 CPU、双电源系统符合国际标准的高端服务器, 软件部分采用符合 IEC 61970 标准的第三方应用软件的接入, 实现即插即用, 跨平台设计的自动化系统调度员人机界面显示与操作完全相同。经过多种因素的考虑, 决定选用国电南瑞出品的 OPEN-3000 系统。

OPEN-3000 的设计遵循 IEC 61970 规约, 所提供的系统管理、商用数据库、实时数据库、人机界面、权限、告警、多上下文支持、CASE 管理等全面的服务为应用功能的实现提供了强大的技术支持, 并且可以单独或同时支持 EMS、DMS、WAMS 与公共信息平台等应用系统。系统在开放性、可靠性、方便性等方面都有明显的特征。

1 调度自动化主站系统的功能要求

1.1 SCADA

SCADA 是 EMS 系统的基础应用, 由前端数据采集装置和 I/O 节点、SCADA 节点、网络通讯节点、历史节点组成。SCADA 功能包括: 数据采集和处

理、控制和调节、事故追忆 (PDR)、报警处理、历史数据处理、报表管理、趋势记录、人机联系、模拟盘控制及系统时钟等。

1.2 外部网络通信

外部网络通信实现本系统与省调 EMS、配网自动化系统、监控系统、电量采集系统、辖内市 (县) 调 SCADA 系统间的实时数据通信, 此外还包括与 MIS、DMIS 系统间的实时数据通信。外部网络通信基于客户/服务器模式, 上级为主站即客户端, 下级为子站即服务器端, 通信规约采用 TCP/IP, 应用层协议采用原能源部《电力系统实时数据通信应用层协议》(DL476-92) 或 IEC60870-6TASE2 协议。与外部网络互连必须设置防火墙并考虑与外网的物理隔离机制, 必须有网络访问安全策略, 以确保系统安全。

1.3 实时信息发布系统

实时信息发布系统, 主要为领导层和其它生产管理部门提供显示电力生产实时工况、历史数据及统计分析数据等功能。该系统能共享 SCADA/EMS 的实时数据、历史数据、画面和报表等资源, 系统应基于 WEB 技术并支持其他模式。

1.4 高级应用软件 PAS

应用功能软件 PAS 与 SCADA 必须是一体化设计, 其由多个功能模块组成, 本期选用网络拓扑、状态估计、调度员潮流、负荷预报、短路电流计算、无功电压优化及静态安全分析等六个功能模块。PAS 整个软件分为实时态和研究态两种方式运行, 其中状态估计、调度员潮流等运行在实时态, 运行在研究态的应用包括应用功能的所有应用。实时态应用软件根据电网运行的实时数据进行电网安全分析, 并为研究态应用软件提供基态数据; 研究态应用软件分析、检查当前、过去或未来时刻的电网运行状态, 给出提高系统运行性能可能的控制策略。自身必须具有强大的自诊断功能; PAS 高级应用软件可以在 ALPHA、SUN 以及 PC 机上运行, 各个模块功能独立, 特点鲜明, 真正实现了软件的跨平台运行功能; 采用 IEC-61970 CIM 国际标准, 模型参数中采用了 CIM 中定义的标准, 具有零序网参数。只要输入各种设备的物理模型参数, 即可由程序自动生成数学模型参数, 也可直接输入参数的有名值或标么值。

1.5 调度员培训仿真 DTS

DTS 能够模拟电力系统的静态和动态响应以及事故恢复过程, 使学员能在与实际控制中心完全相同的调度环境中进行正常操作、事故处理及系统恢复的培训, 掌握 EMS 的各项功能, 熟悉各种操

作, 在观察系统状态和实施控制措施的同时, 高度逼真地体验系统的变化情况, 提供对调度员进行正常操作、事故处理及系统恢复的训练, 尤其是事故时快速反应能力的训练。提供电网调度运行控制模拟培训、EMS 系统应用操作模拟培训的功能。

2 EMS 模块简介

安阳公司的 EMS 系统主要有五大功能 SCADA, FES, PAS, DTS 与 AVC。

2.1 FES

前置系统作为 EMS/SCADA 系统中实时数据输入、输出的中心, 主要承担了调度中心与各所属厂站之间、与各个上下级调度中心之间、与其它系统之间以及与调度中心内的后台系统之间的实时数据通信处理任务, 也是这些不同系统之间实时信息沟通的桥梁。信息交换、命令传递、规约的组织 and 解释、通道的编码与解码、卫星对时、采集资源的合理分配都是前置系统的基本任务, 其它还有通讯报文监视与保存、站多源数据处理、为站端设备对时、设备或进程异常告警、维护界面管理等任务。

2.2 SCADA

SCADA 是架构在统一支撑平台上的应用子系统, 是 OPEN-3000 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, 为其他应用提供全方位、高可靠性的数据服务。主要实现以下功能: 数据处理、数据计算与统计考核、控制和调节、人工操作、事件和报警处理、拓扑着色、趋势记录、事故追忆及事故反演等。SCADA 子系统处理 FES 子系统采集上来的实时数据, 是调度员的眼睛和操作工具, 用户的数据监视和操作, 如远方遥控等都依赖于 SCADA 子系统提供的强大丰富的功能, 特别是随着电力系统无人值班站的增多, 许多原来在厂站端处理的事情, 现在需要主站端的调度员根据系统实时运行情况, 及时地调度处理。所以, 正确理解 SCADA 的基本数据, 掌握 SCADA 的操作, 快速响应、即时解决系统出现的问题, 就显得十分重要。系统为了安全高效地实现 SCADA 应用的监控功能, 在任何重要的控制操作执行之前, 系统自动检查口令和安全性, 任何操作或事件都能记录、存储或打印出来。

实时系统中的 SCADA 应用分布呈多态分布, 分别为未来态, 实时态、研究态、SCADA 子系统以实时库为中心, 将多种类型的实时数据保存至实时库。

2.3 PAS

PAS 整个软件分为实时态和研究态两种方式运

行,其中状态估计、调度员潮流等运行在实时态,运行在研究态的应用包括应用功能的所有应用。实时态应用软件根据电网运行的实时数据进行电网安全分析,并为研究态应用软件提供基态数据;研究态应用软件分析、检查当前、过去或未来时刻的电网运行状态,给出提高系统运行性能可能的控制策略。

准确而完整的数据库是电力系统应用软件成功应用的基础。由于在数据现场采集、传送过程中各个环节中可能存在干扰,使得主站侧获得的遥测数据存在不同程度的误差和不可靠性。此外,由于测量装置在数量上及种类上的限制,往往无法得到电力系统分析所需要的完整、足够的数据库。为提高遥测测量的可靠性和完整性,需进行状态估计。通过运行状态估计程序能够提高数据精度,滤掉不良数据,并补充一些量测值,为电力系统高级应用程序的在线应用提供可靠而完整的数据。

2.4 AVC

通过调度自动化系统采集各节点遥测、遥信等实时数据以各节点电压合格、关口功率因数为约束条件,进行在线电压无功优化分析与控制,实现主变分接开关调节次数最少和电容器投切最合理、电压合格率最高和输电网损率最小的综合优化目标,最终形成控制指令,通过调度自动化系统自动执行,实现了电压无功优化运行闭环控制。

2.5 DTS

DTS 是新一代调度员培训仿真系统,可以用于调度员培训、电网安全经济分析、事故演习和分析、运行计划研究和制定,可以十分方便地利用实时数据进行在线培训,可以提供“操作票”和应用于操作票,以最严重的开断操作来考察培训调度员处理严重事故的能力,为避免系统发生误调度起到重大作用。主要功能有倒闸操作模拟和调度综合业务管理^[1]。

3 OPEN-3000 数据处理方式

3.1 多源数据处理技术

多源数据是指对于实时数据库中的某一数据点拥有多个数据来源。它有两层含义,其一为对于某一厂站的同一测点,由不同数据通信方式(常规 RTU、变电站综合自动化、网络 RTU、与外部系统通信)获取的数据;其二为状态估计、操作员置数等软件或人工操作产生的数据。OPEN-3000 创新地应用了站多源与点多源相结合的多数据源设计,有效地减少了用户的维护量,提高了多源数据处理的效率^[2]。

3.2 FES 子系统数据流

FES 子系统采集的远方数据信号通过专线通道或网络通道输送到终端服务器或路由器,此时的数据信号没有经过处理,称为生数据。由 3#、4# 网段组成绿色通道,将生数据送入数据采集服务器,处理后成为熟数据,再通过 1#、2# 网段,将熟数据送入 SCADA 服务器,成为系统数据。FES 子系统结构框图如图 1 所示:

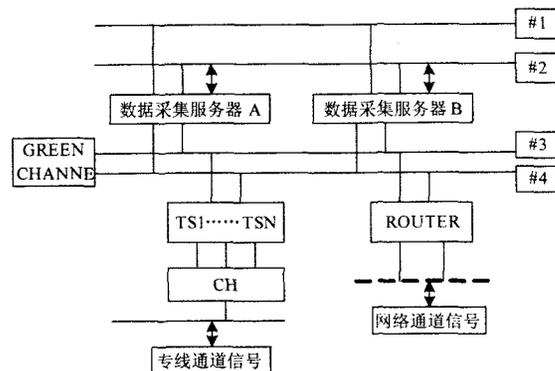


图 1 FES 子系统结构框图

Fig.1 FES sub-system block diagram

3.3 SCADA 子系统数据流

实时系统中的 SCADA 应用分布呈多态分布,分别为未来态,实时态,研究态,SCADA 子系统与 FES 子系统通过支撑平台的消息总线交互数据,按照功能及类型主要划分为四类数据通道:

- (1) 上行实时数据通道:遥测、遥信、遥脉等实时数据, FES→SCADA;
- (2) 上行控制数据通道:遥控、遥调返回信息, FES→SCADA;
- (3) 下行实时数据通道:实时数据召唤请求, SCADA→FES;
- (4) 下行控制数据通道:遥控、遥调请求数据, SCADA→FES。

SCADA 实时库与商用库之间主要通过如下两种方式联系:

- (1) 数据下装:通常在 SCADA 应用启动时,需从商用库下装相关的表至服务器,建立 SCADA 实时库;
- (2) 数据采样:通过采样服务,保存历史数据。内部数据流如图 2 所示。

4 OPEN-3000 系统安全防护措施

为了确保电网调度自动化系统及调度数据网络的安全,抵御黑客、病毒、恶意代码等各种形式的恶意破坏和攻击,特别是抵御集团式攻击,防止地

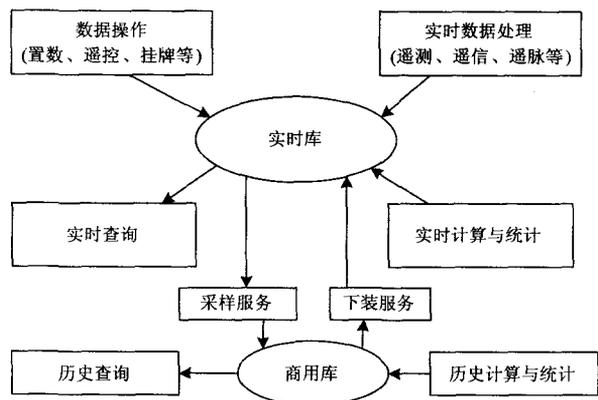


图2 SCADA系统实时库内部数据流

Fig.2 Internal data flow of real-time library in SCADA system

区电力二次系统的崩溃或瘫痪，以及由此造成的电力系统事故或大面积停电事故。依据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》和原国家经贸委第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》特制定了地区调度中心电力二次系统安全防护方案^[3]。

本方案确定了电力二次系统安全防护体系的总体框架，细化了电力二次系统安全防护总体原则为“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”。主要针对基于网络的生产控制系统，重点强化边界防护，提高内部安全防护能力，保证电力生产控制系统及重要数据的安全^[3]。

4.1 安全分区

安全分区是电力二次系统安全防护体系的结构基础。供电企业内部原则上划分为生产控制大区和管理信息大区。生产控制大区可以分为控制区（又称安全区I）和非控制区（又称安全区II）。在满足安全防护总体原则的前提下，可以根据应用系统实际情况，简化安全区的设置，但是应当避免通过广域网形成不同安全区的纵向交叉连接。主系统位于安全区I，DTS子系统位于安全区II，WEB子系统位于安全区III，安全区I与安全区II使用防火墙，安全区I与安全区III之间设置正向与反向专用物理隔离装置。

自动化系统结构如图3所示。

4.2 安全防护措施

地区调度中心二次系统主要包括调度自动化系统（SCADA、PAS等）、电能量计系统、调度员培训模拟系统、调度生产管理系统和电力调度数据网络等，根据安全分区原则，结合调度中心应用系统和功能模块的特点，将各功能模块分别置于控制区、非控制区和管理信息大区。安全防护措施可以根据

以下具体情况进行^[4]。

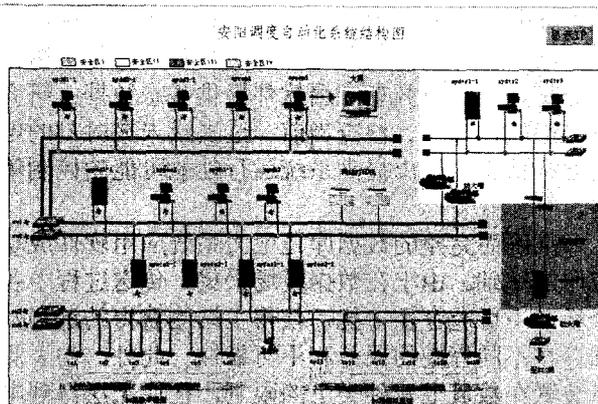


图3 安阳调度自动化系统结构图

Fig.3 Anyang dispatching automation system structure diagram

1) 备份与恢复

定期对关键业务的数据与系统进行备份，建立历史归档数据的异地存放，关键主机设备、网络设备或关键部件应当进行相应的冗余配置。控制区的业务应采用热备份方式。

2) 恶意代码防范

安装瑞星杀毒软件与防火墙，定期对系统进行扫描。禁止生产控制大区与管理信息大区共用一套防恶意代码管理服务器。

3) 防火墙技术

硬件防火墙部署在安全区I与安全区II之间，实现两个区域的逻辑隔离，报文过滤、访问控制等功能，并禁止访问E-mail。

4) 入侵检测技术

识别入侵企图或异常现象，实时报警，主动响应。

5) 安全WEB服务

在非控制区的接入交换机应当支持使用HTTPS进行WEB浏览HTTPS: HTTP OVERSSL OVER TCP在传统的WEB浏览之前，添加正向隔离，并使用数字证书进行身份验证，应用数据加密传输^[5]。

6) 计算机系统访问控制

能量管理系统、厂站端生产控制系统等业务系统，应当逐步采用电力调度数字证书，对用户登录本地操作系统、访问系统资源等操作进行身份认证，根据身份与权限进行访问控制，并且对操作行为进行安全审计。

7) 远程拨号访问

通过远程拨号访问生产控制大区，要求远方用户使用安全加固的操作系统平台，进行登录认证和访问认证。对于通过拨号服务器访问本地网络的远

程拨号访问的方式,应当采用网络层保护,应用 VPN 技术建立加密通道,对于以远方终端直接拨号访问的方式,应当采用链路层保护,使用专用的链路加密设备。远程用户登录后的操作行为,应该进行严格的安全审计^[5]。

5 总结

随着电力系统新技术的发展和以安全为主的一体化经营的电力生产、输送、分配和消费过程,逐步走向以安全和经济为同等目标的开放电力市场的要求,对电网调度达到安全运行的分析型调度水平的要求,地区电网调度自动化系统的发展方向具体为:功能的丰富,包含原有能量管理功能、电网运行方式综合计算、检修计划制定、电力市场运营、电能量计量计费等的综合应用系统;平台的统一,将电网调度中各种原理上相关的孤立计算软件的应用集成到统一的平台上。OPEN-3000 调度自动化系统的投入使用,为电网安全、稳定运行和电网计算、分析和研究提供了科学、实用的技术手段和新的保障,随着对调度自动化系统进一步的完善,自动化系统的性能会更加优越,大大提高调度运行人员的工作效率。

(上接第 214 页 continued from page 214)

母线的接线从端子排上甩开并引入故障录波器相应电压回路(所引入的 N600 在故障录波器屏接地),使南、北母开口三角回路不经电压切换继电器并联在一起,然后进行拉、合北母 PT 刀闸的操作,故障录波器均启动,从录波图上可以看到,三相电压对称,幅值正常,波形无畸变(北母 PT 二次快速开关在断开位置),北母开口三角有电压产生,其波形与跳闸当天的波形非常相似,而南母开口三角则没有电压产生。

(5) 在事故发生当天,由于跳闸当时操作人员是手动拉开北母 PT 刀闸,操作比电动拉开刀闸所用时间要长,从当时的录波图上看 B 相电压最大时超过 72 V,超过 66 V 的时间在 500 ms 以上,而 I 岗钩 2、II 岗钩 2 过电压保护的整定值为 66 V,延时为 0.5 s。致使 I 岗钩 2、II 岗钩 2 的过电压保护正确动作出口跳 I 岗钩 2、II 岗钩 2 开关。

4 结束语

这种用隔离开关拉合 PT 的操作,是典型的正

参考文献

- [1] 孟祥萍. 电力系统远动与调度自动化[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [2] 李锡红. 市北局 OPEN3000 调度自动化系统实现多源数据的方式[J]. 贵州电力技术, 2007.
- [3] 辛耀中, 卢长燕. 电力系统数据网络技术体制分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (21): 1-6. XIN Yao-zhong, LU Chang-yan. Analysis of Data Network Technology Architecture for Power System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (21): 1-6.
- [4] 余建斌. 黑客的攻击手段及用户对策[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1998. 65-98.
- [5] 刘海霞. 基于标准化平台的自动化集成系统(硕士学位论文)[D]. 北京: 华北电力大学, 2007.

收稿日期: 2009-07-14

作者简介:

马冬雪 (1985-), 女, 本科, 现从事调度自动化系统维护工作。E-mail: xiaoxiangfeizi2002@yahoo.com.cn

常操作, 由于绝大多数变电站未投入过电压保护, 因此没有出现类似情况, 这种现象未引起重视。如果变电站要继续投入过电压保护, 并保证不因拉合 PT 的操作而误动, 可采取每次操作母线 PT 刀闸时先退出过电压保护, 待操作结束后再投入过电压保护; 或者我们在 PT 端子箱内, 开口三角绕组的二次引出线加装刀闸。

参考文献

- [1] Kennedy J, Eberhart R C. Particle Swarm Optimization[A]. in: Proceedings of IEEE International Conference on Neutral Networks[C]. Perth(Australia): 1995.1942-1948.

收稿日期: 2009-02-24; 修回日期: 2009-04-16

作者简介:

赵新卫(1973-), 男, 工程师, 长期从事电力系统二次保护设计和研发工作。E-mail: zhaoxinwei2001@163.com