

地区调度自动化系统双配置方案探讨

刘远龙

(华北电力大学 工商管理学院,河北 保定 071003)

摘要:为保证调度自动化系统对电网的实时监控,以确保电网的安全稳定运行,调度自动化系统采用双配置是必要的。当前调度自动化系统基本上采用双机、双网方案以避免出现的单点故障。详细介绍了调度自动化系统双配置的几种方案,如南京模式和东莞模式都具备“一侧维护,两侧共享”和“双系统互备功能”;三水、南网模式是小型简化的备用模式;滇东模式是双系统后备调度自动化系统。提出了地区调度自动化系统实现系统级双配置的方案:考虑最小系统集合的备用模式、利用现有的 2 套系统进行互为备用模式、系统采用分布式建设的备用模式。

关键词:地区调度;自动化系统;双配置

中图分类号: TM 734

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2007)10-0115-04

0 引言

目前,国内大多数变电站都采取了无人值班方式。早期建设的变电站也都在进行无人值班改造。因此,目前的电网已经基本形成了无人值班的运行模式。在这种运行模式下,对电网的监控和调度完全依赖调度自动化系统。一旦调度自动化系统完全故障,将使调度中心对电网运行状况完全失去监控,并且在这种情况下,也不可能有人力部署到各个变电站去执行就地监控。因此,必须保证调度自动化系统的可靠运行。

随着中国经济的飞速发展和人民生活水平的提高,用户对供电质量和供电可靠性也提出了更高的要求。调度自动化系统必须随时保持对电网的正确监控,以保证电网的正确运行。对于调度自动化系统全停的严重故障,对其停运时间都有严格的规定。例如,南方电网对于系统全停这种故障规定如果时间超过 1 h,就列为严重事故。

在考虑一次系统安全稳定运行的同时,调度自动化系统自身的安全稳定运行问题也提高到了越来越重要的地位。

1 当前调度自动化系统对系统后备的考虑

1.1 设备级冗余配置^[1]

国内目前的调度自动化系统基本上是采取双机、双网的冗余配置,即通过设备双配置的方式,来避免系统出现的单点故障,例如单网故障,或者 2 台互备的服务器其中一台故障。这种冗余配置能够解决系统内部的单点故障。

但是多年的实践表明,由于机器的可靠性问题,设备双配置冗余尚不足以保证系统的长期可靠运行。在多个调度自动化应用现场,都曾出现同一功能

的 2 台服务器先后故障,从而造成功能彻底丧失,直至系统完全瘫痪的情况。由此对调度自动化系统的安全运行造成了严重的后果。

此外,还有一些更加严重的情况需要予以考虑。对于系统发生更大规模的事故,导致整个系统所有机器的故障(例如由于调度大楼失电,流行病传播,甚至是地震、火灾及战争等自然和人为灾难等),由于主站设备的集中性和信息的集中性,系统的安全就显得极其脆弱,从而导致调度自动化系统对整个电网的调度、监控的完全瘫痪。

1.2 数据备份及远程数据备份^[2]

另一种常规的提高系统安全性的方法是建立数据备份。即系统定时自动(或人工)将调度自动化系统的数据进行备份。根据费用和时间的消耗不同,备份的方式众多。

1.2.1 数据备份

最便宜的方式是将调度自动化系统的数据进行简单的拷贝后,保存在其它地方。备份的数据可以保存在系统内的磁带上、硬盘上,也可以保存在 DVD 刻录盘上。一旦系统出现故障,可以将备份的数据再恢复到系统中,从而保证系统的运行。

这种方式的优点就是省钱,不需要配备昂贵的设备,费用很低。缺点首先是速度较慢。第一,一旦系统出现瘫痪,则系统长期运行积累的大量数据,要将系统数据恢复可能是一个漫长的过程,一般要达到天级。第二,这种备份方式仅仅可以实现数据备份,而一旦系统功能丧失,则仅仅有数据备份不足以实现功能恢复。第三,数据备份需要定期对数据进行备份操作,操作过程往往需要人工干预,从而增加维护的工作量。

数据备份的另一种方式是利用另一个数据库进行数据备份。数据可以由在运行系统自动同步到备份数据库中。这种方式需要安装另一个数据库,费用会有所增加,但是不需要人工干预,从而降低了维

护工作量。但是其恢复速度仍然很慢,仍然不具备功能恢复能力。

1.2.2 功能备份^[3]

一些商用备份系统厂商可以提供系统整体备份方案。它通过对当前在运行系统的实时镜像,在另一个系统中建立一个当前系统的完整备份。这一备份不仅包括数据,还包括程序,因此,它可以实现功能的备份。一旦在运行系统出现严重故障,不仅可以将备份系统中的数据进行恢复,还可以将备份系统中的程序进行恢复,从而具备了功能后备的能力。该方式的优点是具备了功能后备的能力,但是其缺点仍然是速度慢,因为由于恢复数据量巨大,造成恢复时间很长。另外,建设这样一个备份系统的投资也是非常巨大的。

2 调度自动化系统双配置要求的提出

当系统出现冗余配置的设备故障,或者发生系统整体故障的情况下,仅仅依靠设备的冗余双配置或其它常规的备份方式都无法满足调度自动化系统的高可靠安全运行的要求。为保证系统在上述重大故障情况下仍然能够实现对电网的正常调度,考虑调度自动化系统的双配置,即调度自动化系统的系统级后备就显得极为必要。

所谓系统双配置^[4],或者系统级后备,就是针对同一个调度管辖区域,配置功能基本相同的 2 套调度自动化系统,使其对所辖电网的调度监控功能实现后备,从而保证在其中一个系统整体瘫痪的情况下,仍然能够保证调度功能的正常实现。

3 目前已有的几种双配置方案介绍及评价^[5]

3.1 南京模式

南京供电公司于 1997 年采用南瑞公司的 OPEN-2000 系统作为其调度自动化主站系统。2003 年,南京供电公司决定建设一套 220 kV 集控系统。该集控系统也采用 OPEN-2000 系统的后继改进版本——OPEN-2000E。以该 220 kV 集控系统项目为契机,联合开发了南京供电公司调度自动化系统与 220 kV 集控系统的双系统互备。

该双系统由 2 个完全独立的系统——调度自动化系统(为 OPEN-2000)和 220 kV 集控系统(为 OPEN-2000E)组成。2 个系统均有各自独立的数据库服务器和前置子系统。其独特之处在于,2 个系统之间由连接路由器,通过 10 M 光纤网络连接在一起。通过该网络连接,实现了双系统互备的功能。

其主要有 3 项功能。

a. 2 个系统一侧维护,两侧共享。220 kV 集控系统不需要进行日常维护(如画图、建模等),而所有的维护工作都在调度自动化系统(即 EMS 系统)进行,然后所有的维护工作都通过连接路由器由系统自动同步到集控系统侧。从而实现了“一侧维护,

两侧共享”,以维护一套系统的工作量,保证了 2 套系统的正常运行。

b. 数据共享。由于连接路由器的存在,使 2 套系统之间还可以进行数据共享。例如当 EMS 系统某厂站通道故障,而集控系统正常时,则可以通过连接路由器,将集控系统的厂站数据转发到 EMS 系统侧。此外,当集控系统进行调度操作,例如挂牌、开关置位、遥测置数时,在 EMS 侧也可以显示同样的内容,反之亦然。

c. 系统互备。由于 EMS 系统与集控系统的调度范围基本类似,当其中一个系统因严重事件导致完全不可用时,则另一个系统可以代替其承担对所辖电网的正常调度监控功能。

南京局的 EMS 系统部署在其调度大楼,而其集控系统则部署在距离调度大楼约 4 km 以外的一个变电站内。因此,南京备用系统还是一个异地备用系统。

3.2 东莞模式

南京的双系统互备是在先有 EMS 系统,后有 220 kV 集控系统的条件下建设的。而东莞系统是在 EMS 系统与集控系统同时建设的条件下实现的。

东莞系统与南京系统极为类似,唯一的差别在于,EMS 系统与集控系统共用了一套数据库服务器和一套前置系统。与南京系统类似,其同样具备“一侧维护,两侧共享”和“双系统互备”功能。但由于 2 个系统采用一套前置子系统,因此不存在通道互备的功能。相比南京模式,东莞模式 2 个系统更加紧凑,总投资相对降低。但其缺点也是很明显的,即其前置系统成为 2 个系统的共同瓶颈,一旦前置子系统出现故障,将导致两侧系统均瘫痪。

为避免上述问题,东莞模式中特别开发了“N-2”功能,即当系统中任意 2 台主要服务器均故障的情况下,系统可以通过人工启动第 3 台服务器,来充当故障服务器的功能。该功能对于 2 台前置服务器同时故障的情况特别有意义。

3.3 广州模式

广州系统是在 2005 年在广东省电力公司批量招标中,采用了南瑞科技的新一代调度自动化系统——OPEN-3000 系统。该系统本身为一个调度集控一体化的系统,即在一个调度自动化系统中集成了调度和集控的功能。而且由于广州系统的数据量极为庞大,加上南网对系统连续不间断运行能力的高度重视,因此系统对可靠性的要求非常高。为此,广州系统采用了以其 DTS 子系统作为后备系统的模式。系统结构的特别之处在于,其 DTS 子系统也布置了第 3、4 网段,即数据采集网段,并增加配置了一台数据采集服务器,而主系统的数据采集网段有 2 根千兆网线与 DTS 的数据采集网段相通。

正常状态下^[6],DTS 子系统可以实现其调度员培训仿真系统的功能。当不启动 DTS 功能时,DTS 服务器作为整个系统的第 3 台前置服务器,承担系统前

置数据的网络部分的数据处理工作(模拟部分的数据处理工作由主系统的前置服务器承担)。即在正常运行方式下,系统中有 3 台前置服务器。这是 OPEN-3000 系统设计的新颖之处,即系统在任一个应用功能上可以根据需要配置多台服务器。

而一旦主系统发生严重故障,导致主系统,特别是前置系统故障,常规状态下,整个系统将由于没有实时数据而瘫痪。而在广州模式下,系统则可以通过前置采集网段到 DTS 的数据采集网段的千兆网线,实现前置数据的转移,由 DTS 子系统中配置的数据采集服务器承担前置数据的处理任务,从而保证了系统对实时数据的正常监视。而此时,DTS 子系统变成了主系统的备用系统。

广州模式的后备系统方案设计新颖独特,结构复杂,功能复杂,加上南网对系统可靠性的高要求和广州地调的大数据量,给广州系统的各项功能的实现带来了巨大的考验。

3.4 三水模式/南网模式

三水系统是位于广东佛山地区的一个县调系统。但是由于当地经济发达,其系统规模不亚于一般的地调。三水供电公司于 2003 年底同样出于系统可靠性的考虑,决定建设后备系统。经过研究,三水方案选用了建设一个小型的备用调度系统,整个后备系统只包括一台数据库兼 SCADA 服务器、一台前置服务器和一台维护工作站。系统按照单网配置,最大限度地降低了系统硬件造价。

三水备用系统建有完全独立的前置系统。其电网模型等静态数据由人工定期从主系统同步到备用系统中。正常情况下,其前置系统设为监听方式,主系统设为主站方式,下行命令由主系统下发,备用系统只实时接收厂站端的数据;一旦主系统发生全面故障,则备用系统全面接管主系统的数据,替代主系统实现调度监控功能。

与前几种模式不同,三水模式实际上是一个小型的简化的备用系统。功能设计及设备选型上只考虑短期接管主系统的主要的监控功能。因此在主系统故障、备用系统接管方式下,系统将运行在其性能边缘。

3.5 滇东模式^[7]

滇东模式不能算一个严格意义上的双系统后备,但是其方案中也有一部分后备的概念。滇东 EMS 系统为云南省辖的一个地调系统。它是作为云南省调系统的一个异地备用系统。2 个系统均采用 OPEN-2000 调度自动化系统。

云南省调系统内的部分重要数据在传给省调的同时,也给滇东发送一份,以备一旦省局的系统出现故障,滇东系统可以正常监视这些数据。日常维护时,省调的部分图形定期复制给滇东系统,而滇东系统则在本系统中人工维护数据库以接收上述数据。

如前所述,南京模式是一个异地备用系统,但是其物理距离也只有 4 km。而滇东模式则是一个距离

更远的异地备用系统。

3.6 澳门电力公司的 EMS 系统备用方式^[8]

澳门电力公司 EMS 系统采用的是 Siemens 公司的系统。在 EMS 主系统外,还建设了一个备用系统。其备用系统基本完整地包括了主 EMS 系统的所有主要设备,如数据服务器、前置服务器等,并且均为双机冗余配置。正常方式下,备用系统与主系统在网络上连通的,都可同时接收到实时数据。但在主系统正常时,备用系统只接收数据,而不参与主系统的数据处理,从而保证了主系统不会出现多主服务器的情况;而当主系统故障时,备用系统即可担当调度监控功能。

4 地区电网调度双配置方案

电网调度自动化系统是对安全性和可靠性要求非常高的计算机系统。目前的调度自动化系统已经按照设备双配置的要求,可以使系统的连续运行能力达到 99.9%。而剩余的 0.1% 的概率,尽管概率很小,但是一旦发生,仍然会对系统造成严重影响,因此考虑备用调度自动化系统非常必要^[9]。

第 1 种备用模式是考虑最小的系统集合,在考虑小概率事件的时候,就必须考虑效费比。因为如果为了避免小概率事件的发生而投入大笔资金,显然是不合理的。为此,如果单纯出于备用的目的而建设一个备用调度自动化系统,则显得性价比不高。或者即便是单纯出于备用目的而建设备用调度自动化系统,也不应该建设大型的系统,无论从硬件配置还是从软件配置角度而言,都只应该考虑最小的系统集合,其目的仅仅是考虑在短时间内替代主调度自动化系统,承担主调度自动化系统的主要监控功能,以为主调度自动化系统的恢复提供宝贵的时间。

第 2 种备用调度自动化系统的建设模式,是利用现有的 2 套系统互为备用。从目前的案例来看,这是一种主流的模式。因为一般调度中心都会有 2 到 3 套调度自动化系统,通常是一套调度自动化主站系统,一套集控系统(或区调调度自动化系统)。可以用调度自动化主站系统和集控系统(或区调调度自动化系统)建立互为后备的备用关系,实现调度自动化系统的双配置。这种模式的优势是非常明显的。首先是额外的投资并不多,这是因为 2 套系统都是必需的,其投资都已经落实,不存在单纯为了备用而建设的目的。在此基础上,只需要增加不多的硬件和软件投入,就可以实现双系统互备功能。因此,这是一种效费比很高的方式。

第 3 种模式,是调度自动化系统的分布式建设。目前国内有的调度自动化系统,可以支持一个调度自动化系统的分布式部署^[10]。首先,整个系统在一个应用功能上,可以布置多台服务器,例如,可以部署多达 4 台前置服务器。其次,这些服务器可以在网络可达的范围内,部署在不同的地点,而不象以往的调度自动化系统,所有的机器必须部署在同一个机

房。这种部署的优势就给调度自动化系统的备用提供了第 3 种可行方案,即一个调度中心仅配备一套调度自动化系统,但是在系统主要应用服务器上,可以配备多台服务器,并将这些服务器部署到网络可达的异地。正常运行时,所有的服务器都可以参与调度功能,并可以实现负载分担,从而充分利用所有的设备投资,并可以提高系统的运行性能;而一旦系统出现严重的故障,导致某地的系统不能正常工作,则另一地的系统仍然可以保持正常的调度功能。

这种分布式部署的模式,可以在保证系统设备投资得到充分利用的前提下,使系统具备备用功能。因此,也是一种效费比较高的模式。据了解,这种模式目前国内还没有应用实例,但是有些调度自动化厂家已经具备了这种功能。一旦有相关的应用,就可以开发出满足功能要求的产品。

5 结语

随着电力事业的不断发展,电力网络不断扩大,电力调度及其自动化的安全性、可靠性日益重要。对于重要的或大型的调度部门,出于安全性和可靠性要求的考虑,都有建设系统级互备的必要。在电力调度自动化领域,一直没有开发出比较适合电力调度自动化行业要求的相关产品。在国内众多电力调度企业和厂家的不断努力,目前在系统级备份方面已经取得了一定成果。目前,国内主要的调度自动化厂家都已经具备了较成熟的产品可供选择,并且可以提供多种备用模式。

参考文献:

- [1] 于尔铿,刘广一,周京阳. 能量管理系统(EMS):第一讲 EMS 的技术发展[J]. 电力系统自动化,1997,21(1):65-68.
YU Er - keng,LIU Guang - yi,ZHOU Jing - yang. Energy Management System(EMS):Part one,technical evolution of EMS[J]. Automation of Electric Power Systems,1997,21(1):65-68.
- [2] 金振东,刘觉. 90 年代电网自动化的发展方向[J]. 电力系统自动化,1995,19(6):5-10.
JIN Zhen - dong,LIU Jue. The trend in development of EMS/DMS for control centers in 90's[J]. Automation of Electric Power Systems,1995,19(6):5-10.

- [3] 蔡运清. 北美变电站自动化现状[J]. 电力系统自动化,1997,21(7):51-52.
CAI Yun - qing. Substation automation in North America[J]. Automation of Electric Power Systems,1997,21(7):51-52.
- [4] 金振东. 电网调度自动化系统及能量管理系统的发展[J]. 江苏电机工程,2002,13(5):34-37.
JIN Zhen - dong. The development of the dispatch automation system and energy management system of power network[J]. Jiangsu Electrical Engineering,2002,13(5):34-37.
- [5] 于尔铿,陈竞成,张学松,等. 地区电网调度自动化系统的应用功能[J]. 电网技术,1998,22(3):47-53.
YU Er - keng,CHEN Jing - cheng,ZHANG Xue - song,et al. Application functions for district power system dispatch automation[J]. Power System Technology,1998,22(3):47-53.
- [6] 张喜林,张子义,王书春,等. 地区电力调度 EMS 报警功能需求及算法[J]. 电力系统自动化,2005,29(10):76-78.
ZHANG Xi - lin,ZHANG Zi - yi,WANG Shu - chun,et al. Demands and suggestions of alarming functions for the district electric power dispatching EMS[J]. Automation of Electric Power Systems,2005,29(10):76-78.
- [7] 林虹. 调度自动化系统 EMS 应用软件在地区电网调度中的运用[J]. 南昌大学学报:工科版,2004,22(4):12-14.
LIN Hong. Application of EMS software for the automatic dispatching system in region's power network[J]. Journal of Nanchang University:Engineering & Technology,2004,22(4):12-14.
- [8] QIU B,GOOI H B. Web - based SCANDA display system for access via Internet[J]. IEEE Trans on Power System,2000,15(2):681-686.
- [9] 王丽娟. 地区电力调度 EMS 应用功能需求及算法[J]. 电力系统自动化,2002,26(16):5-10.
WANG Li - juan. Demands and algorithms for new applications of EMS for district power control center[J]. Automation of Electric Power Systems,2002,26(16):5-10.
- [10] 敬东,滕福生,张晓,等. 电力监控系统实时级互联的研究[J]. 电网技术,1999,23(14):54-56.
JING Dong,TENG Fu - sheng,ZHANG Xiao,et al. Study on the real - time basis interconnection of electric power supervisory and control systems[J]. Power System Technology,1999,23(14):54-56.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

刘远龙(1971-),男,江苏南通人,副处长,高级工程师,硕士研究生,从事电网调度运行管理工作(E-mail:ly710114@tom.com)。

Discussions on dual-configuration of areal dispatch automation system

LIU Yuan-long

(Business Management Institute,North China Electric Power University,Baoding 071003,China)

Abstract: The dual configuration of dispatch automation system is necessary for the real - time monitoring of power network to ensure its safe and stable operation. Current dispatch automation systems generally adopt dual-machine or dual-net scheme to avoid single-point breakdown. Several dual - configuration schemes are introduced,for example,Nanjing Pattern and Dongguan Pattern have the function of "one side maintenance,both sides sharing" and "two mutual standby systems";Sanshui Pattern and Southern Net Pattern are of small simplified standby system;Diandong Pattern is of dual system back - up dispatch automation system. The system - level dual - configuration patterns of areal dispatch automation system are presented:the backup pattern with smallest system configuration;mutual standby pattern with two existing systems;and distributed standby pattern.

Key words: areal dispatch; automation system; dual-configuration