

电力调度主备系统同构与异构模式技术比较研究

刘欣, 王海华

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的]为加快推进我国各级电力调度备用调度建设,提高我国电力调度灾备水平,有必要对我国各地区电力调度主备系统建设普遍存在的系统同异构建设模式问题进行研究。[方法]按照“同步运行、无缝切换”、“单边维护、双向同步”的技术原则建设电力调度主备系统,因不同厂家间存在产品机理差异及技术壁垒等原因,采用同构模式与异构模式建设的难度及技术路径存在较大的差异。[结果]文章结合长期的电力系统工作经验及对电力调度主备系统的深入理解,通过对电力调度主备系统采用同构模式和异构模式两种不同建设路线进行技术比较研究,提出了两种建设模式下实现主备调功能的技术关键点,并从安全性、可靠性、建设复杂度、运维工作量、技术贡献度、投资回报率及资产利用率等关键指标对两种建设模式进行了建设效用评价和优缺点对比分析。[结论]根据研究分析的结论,提出了建设电力调度主备系统的一些建议,为各地区电力调度备用系统的建设提供决策参考。

关键词: 调度自动化; 主备系统; 同构模式; 异构模式

中图分类号: TM73

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2018)S1-0189-05

A Comparative Study of Homogeneous and Heterogeneous Construction Mode for the Active and Standby Power Dispatch Systems

LIU Xin, WANG Haihua

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] To accelerate the construction of standby power dispatch systems at all levels control centers and improve the disaster recovery level of power dispatching, it is necessary to study the ubiquitous technical difficulties of homogeneous and heterogeneous architecture modes in the construction of the active and standby power dispatch systems in all regions of China. [Method] According to the construction principles of “synchronous operating, seamless handover” and “one-sided maintain and bilateral synchronization”, the differences of products and the technical barricade between different manufacturers made significant divergence when it came to comparing homogeneous-architecture construction and heterogeneous-architecture construction. [Result] Basing on long-term work experience and deep understanding of the active and standby power dispatch system, this paper analyzes the main technical difficulties of the two kinds of construction modes, the technical key points have been summarized. With the help of key indicators such as security, reliability, construction complexity, maintenance workload, technical contribution, ROI and assets activity ratio, construction engineering evaluation and analysis of advantages and disadvantages have being given in this paper. [Conclusion] According to the conclusion of the research, some suggestions are put forward, which could provide some guidance for further construction decision concerning the standby power dispatch system in China.

Key words: active; standby dispatch system; homogeneous-architecture; heterogeneous-architecture

随着电网调度自动化业务的不断发展,电力调

度中心汇集了越来越多的系统,调度自动化系统应用也越来越成熟,这些调度自动化系统的良好、稳定、可靠运行为电网安全、经济调度提供了坚实的技术基础,同时这些系统及其数据的可用性直接影响电网的调度以及电网的安全运行^[1]。

收稿日期: 2017-11-22 修回日期: 2018-03-06

基金项目: 中国能建广东院科技项目“电力调度控制中心主站系统数据流分析及其优化方案研究”(EX02131W)

近年来,国内外不断发生一些重大停电事故,如巴西大停电、美加大停电、瑞典大停电等,造成了巨大的经济损失和社会影响;中国四川7.8级大地震,南方雨雪凝冻天气等自然灾害给电网运行带来毁灭性的打击;非典型性肺炎和H1N1病毒也对电网调度管理产生威胁。上述任何一项事故及灾难事件都给电网的安全稳定运行带来不同程度的危害,造成不可估量的经济损失和社会影响^[2]。所以在这些危险因素近年来频繁发生的重重考验下,建设电力调度备用系统是非常必要的,可以提高电网调度的抗灾能力及应对突发事件的处理能力,为社会经济的高速发展提供安全可靠的电力保障^[3]。

我国部分地区要求备调系统按照“同步运行,无缝切换”、“单边维护、双向同步”原则建设和运行,实现主备调人员同步值班与系统无缝切换,确保在各种极端情况下调度指挥与控制不中断^[4]。根据主备调系统选用产品型号的差异,备调系统的建设模式可分为两种:一种是备调系统与主调系统采用同一厂家且同一型号系列的产品,这种模式称之为“同构模式”;另一种是备调系统与主调系统采用不同厂家产品或同一厂家不同型号系列的产品,这种模式称之为“异构模式”,如图1所示。

因产品机理差异及不同厂家间存在技术壁垒等原因,采用“同构模式”与“异构模式”建设备调系

统,其技术难度及技术路径存在较大的差异。本文通过对主备系统“同构模式”与“异构模式”建设的难点分析,并选定关键指标进行工程化评价,为我国各地区电力调度备用系统的建设提供决策参考。

1 技术关键点分析

1.1 技术关键点

电力调度主备系统要求以对等模式建设,可动态切换主备调角色,其中主调侧作为同步的发送者,备调侧作为同步的接收者^[5]。主备调系统间应具备完备的自动同步机制,不仅完成图形、模型、参数的同步,而且将人工置数、挂牌等操作数据也进行同步^[6]。备调系统应满足基本免维护的要求,并具备防止因主调系统功能、数据等异常影响备调系统正常运行的保障措施^[7]。

电力调度主备系统之间需进行必要的信息交互,内容包括电网模型数据、参数、计算公式、图形、实时数据、历史数据以及操作信息^[8]。模型遵循《图、模信息共享 CIM/XML 规范》及《图、模信息共享 CIM/XML 文件格式》标准要求进行交互^[9]。公共图形遵循《图、模信息共享 SVG 图形规范》及《图、模信息共享 SVG 图形文件格式》标准进行交互。主备系统之间的操作信息基于 WebService 的操作交互。另外,无论是同构模式还是异构模式,电力调度主备系统都要做到关键参数全部一致,要注重遥控序位的一致性^[10]。

电力调度主备系统建设技术关键点具体要求及现状情况如下:

1) 设备模型同步

设备模型包括一次设备模型、二次设备模型以及通道、点号等参数,其中一次设备模型标准化程度高,二次设备模型以及通道、点号等因厂家型号不同差异性较大。

2) 应用模型同步

AGC、AVC、断面、告警及计算公式等应用模型的定义和特定的应用逻辑相关,这类模型的标准化程度较低。

3) 图形界面一致性

图形界面主要有单线图、潮流图和应用画面。其中单线图和潮流图可以从一次设备模型自动生成,标准化程度很高;应用画面如 AGC, AVC,

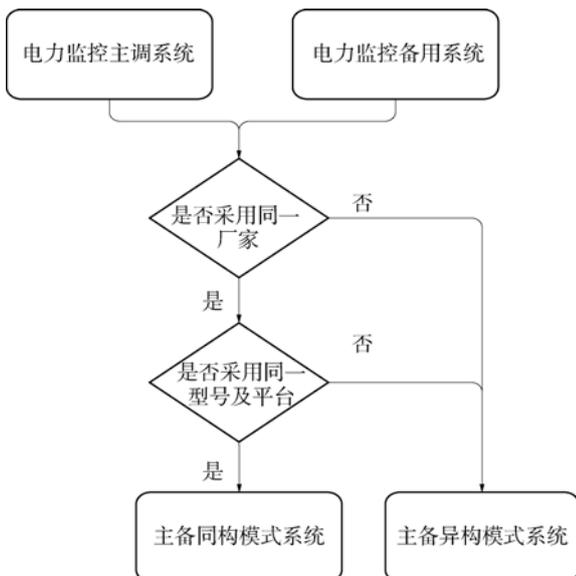


图1 主备同构模式和异构模式的区分

Fig. 1 Differences between homogeneous-architecture and heterogeneous-architecture

PAS 等的分析控制画面, 标准化程度低。

4) 人员操作信息同步

人员操作包括挂牌、置数、计划值修改、告警处理等, 人员操作只能在主备调的一侧进行, 并将操作信息同步到对侧。

5) 数据对比和切换

主备系统数据需进行实时对比, 当数据差异过大时需告警并及时查找原因。外部应用如综合防御、CPS 考核等依赖于实时数据和历史数据, 当主备调切换时, 这些应用的数据源也要相应切换。主备调保证对外部应用接口不变, 只是服务地址的切换。

6) 控制权切换

为避免混乱, 在同一时刻对电网具备控制权限的系统只能是主备系统之一, 控制权作为整体切换, 包括遥控、计划值等手工操作以及 AGC、AVC 等自动操作。

1.2 同构模式技术分析

同构系统间同步主要采取紧耦合的方式实施, 即图形、模型、数据等采用内部私有格式, 或直接使用数据库同步方式实现, 可以看作是一套系统部署于两个机房。

同构模式主备同步的技术难度相对较低, 技术关键点是控制权的切换和异常情况后的数据恢复。

1) 控制权的切换

获取控制令牌的系统为主调侧, 所有应用均需读取控制令牌, 以决定是否以下发控制指令。控制权的切换必须由人工确认, 正常情况下一侧释放后另一侧才能获取, 在异常情况下可人工强制

获取。

2) 异常情况的数据恢复

正常情况下主备调两侧的同步, 主要以增量的方式自动进行; 在异常情况下, 如断网后的恢复, 需要对侧以全量同步的方式将图、模、数进行复制来保证一致, 并且由人工判定基准源。

1.3 异构模式技术分析

相比于同构主备系统, 异构主备系统间的同步采用松耦合的方式实施, 即图形、模型、数据等采用公共标准或双方约定的格式交互。目前在通信层面可以实现数据总线的标准化, 但在语义层面很难标准化, 尤其是和应用逻辑有关的模型和数据等, 需要较多的人工维护。主要技术难点如表 1 所示。

1.4 小结

采用同构模式或异构模式建设各地区的备调系统, 技术上均有实现路径。若采用同构模式建设电力调度备用系统, 需要解决控制权切换及异常情况下数据同步的问题, 技术难度较低。

若采用异构模式建设电力调度备用系统, AGC、AVC 等应用模型同步、控制权切换等存在较大的技术难度, 有大量的技术工作需要开展。

2 建设效用分析

2.1 关键指标评价

为了便于评价同构模式和异构模式主备系统的建设效用, 本文选取安全性、可靠性、建设复杂度、运维工作量、技术贡献度、投资回报率及资产利用率等作为工程建设效用的评价指标。

1) 安全性评价

表 1 异构模式主要技术难点

Tab. 1 The technical difficulties of heterogeneous-architecture

技术点	同步项	技术难点	开发量
设备模型同步	一次设备模型及参数	遵循 CIM 模型, 标准化程度高。存在结构定义的差异, 需格式转换	小
	二次设备模型及参数	遵循 61850 模型, 标准化程度高。存在结构定义的差异, 需格式转换	小
	采集参数	模型简单, 可通过 XML 文件进行标准化交互	小
应用模型同步	断面、计划值等	模型简单, 可通过 E 格式文件进行标准化交互	小
	公式类计算模型	带复杂逻辑的公式难以统一描述, 需双方约定格式进行同步	中
	AGC、AVC 等控制模型	难以标准化, 需双方约定格式进行同步	中
图形界面一致性	单线图、潮流图	标准化程度高, 可通过 SVG 进行标准化交互	小
	分析控制画面	与实现方式紧密相关, 难以标准化, 需双方约定格式进行同步	大
人员操作同步	挂牌、计划值修改等, 告警处理	服务封装并增加适配器, 需双方约定格式进行同步	中
控制权切换	遥控等手工操作、AGC、AVC 等自动操作	难以标准化, 需双方约定格式进行交互	大

安全性是指主备调系统符合安全防护要求,在运行过程中应不影响电力系统的安全性,不因系统本身的故障或错误导致电网安全事故;不扩大故障范围,系统单一故障不具备传递性,不因主调系统或备调系统同一类型故障引发对侧故障发生。

异构模式由于主备系统采用不同架构,其家族性故障对侧间传导性低于同构模式。并且异构模式可以通过主备系统安全防护功能差异化设计,避免因同一攻击导致主、备调电力监控系统同时失效。

从运行风险分析,异构系统由于在同步方面技术尚不成熟,控制闭锁条件及模型同步信息如没有及时更新,有引发 AGC、AVC 误调事故发生的风险。

综合分析,异构模式的运行风险高于同构模式,安防风险低于同构模式。

2) 可靠性评价

可靠性是指主备调系统关键功能运行稳定可靠,系统可用率高、容错性好,具备良好的冗余性,可消除单点故障。

异构模式主备系统因在不同平台开发,厂家间存在技术壁垒,其数据及操作一致性复杂且无充分的技术标准做支撑,技术复杂度高,其可靠性低于同构模式。

3) 建设复杂度评价

建设复杂度是指实现主备调所需功能所采用的技术手段或措施的复杂程度,一般情况下技术复杂度越高的系统,其建设复杂度及建设工期会越高。

异构模式建设备调系统在数据、图模、界面等一致性方面,需要解决较多工程化问题,技术复杂性高,其建设复杂度大幅高于同构模式。

4) 运维复杂度评价

运维复杂度是指对主备调系统建成后,发现并排除系统隐患及故障,保证应用功能正常运行所采用的技术措施的复杂程度。

异构模式主备系统建设,需采用一些特定技术及非标准接口,稳定性尚待提升,其运维复杂度大幅高于同构系统模式。

5) 运维工作量评价

运维工作量是指在主备调系统建成投运后,为保证其应用功能正常运行所投入的人工工作量。

在打通技术壁垒,实现主备调数据完全自动同步及保证一致性的情况下异构模式主备系统与同构

模式主备系统的运维工作量一致。但在目前技术现状下,异构模式主备系统的数据尚不能实现完全自动同步,部分数据还需要人工分别维护,其运维工作量大幅高于同构模式。

6) 技术贡献度评价

技术贡献度是指在建设主备调系统过程中,研究并形成了新的推动生产力发展的技术标准及技术方案,具有广泛的推广价值。

与建设复杂度相对应,采用异构模式建设主备系统过程中,会形成一系列工程化案例,整合厂家技术思路,提高行业标准化水平,其技术贡献度高于同构模式。

7) 投资回报率评价

投资回报率是指在系统功能建成后,建设投资及运维投资之和与取得的安全保障之比。

异构模式主备系统建设投资高,运维难度大,后续维护成本高,其投资回报率低于同构模式。

8) 资产利旧率评价

资产利旧率是指系统建成后,对建设单位原系统的资产利旧情况。

异构模式建设备调系统可以充分利旧已有系统,可大幅提升资产价值,资产利旧率明显优于同构模式。

2.2 小结

对比同构模式和异构模式的主备调建设关键指标评价,异构系统主要劣势在于实现主备双向同步的技术难度较高,需要主备系统两个厂家密切配合,且建成后维护工作量较大。

同构模式主要劣势在于使用紧耦合方式,一般情况下需同期建设、同期发展,在现有主调系统已服务多年的情况下,待主调系统升级换代时,退运系统利旧问题难以解决,会造成大量投资浪费。

最终模式的选择,需要各地区调控中心根据系统现状和技术条件,主要从安全可靠、运维工作量、综合投资等方面进行系统性分析,充分论证后谨慎实施。

3 结论

本文对电力调度主备系统采用同构模式和异构模式两种不同建设路线进行详细的技术分析对比,总结了两种建设模式的技术关键点和优缺点,提出了建设备调系统的一些建议,为各地区电力调度备

用系统的建设提供决策参考。

参考文献:

- [1] 王治华, 葛剑飞, 顾立新. 数据保护技术在上海电网调度自动化系统中的应用 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29(5): 93-96.
- [2] 高道春, 何金定, 邵其专, 等. 备用调度建设运行管理方案 [J]. 云南电力技术, 2016, 44(6): 18-20.
GAO D C, HE J D, SHAO Q Z, et al. Discuss on program of constructing and operation management of alternate dispatching [J]. Yunnan Electric Power, 2016, 44(6): 18-20.
- [3] 周华锋, 易仁波, 王玉琴. 南方电网一体化运行智能系统灾备建设模式初探 [J]. 南方电网技术, 2014, 8(2): 9-14.
ZHOU H F, YI R B, WANG Y Q. A preliminary version of the construction patterns for the disaster recovery system in CSG integrational operation smart system [J]. Southern Power System Technology, 2014, 8(2): 9-14.
- [4] 王玉琴, 潘凯岩, 刘海波. 区域灾备系统在 EMS 系统中的建设探究 [J]. 电气技术, 2016(12): 113-116 +129.
WANG Y Q, PAN K Y, LIU H B. Investigation of regional disaster recovery system construction based on EMS [J]. Electrical Technology, 2016(12): 113-116 +129.
- [5] 孙惠. 华东国调一体化互备系统关键技术的探讨和实践 [J]. 电网与清洁能源, 2015, 31(8): 26-30.
SUN H. Research and practice on key technologies of mutual standby system for east China power dispatch center and national power dispatch center [J]. Power System and Clean Energy, 2015, 31(8): 26-30.
- [6] 米为民, 韦凌霄, 钱静, 等. 基于 CIM-XML 的电网模型合并方法在北京电力公司调度系统中的应用 [J]. 电网技术, 2008, 32(10): 33-37.
MI W M, WEI L X, QIAN J, et al. Application of CIM & XML based combination method of power network models in dispatching system of Beijing electric power corporation [J]. Power System Technology, 2010, 32(10): 33-37.
- [7] 周华锋, 王玉琴, 易仁波, 等. OS2 服务注册容灾方法探究 [J]. 电气技术, 2015(11): 77-82.
ZHOU H F, WANG Y Q, YI R B, et al. Exploration on the method of service registry for disaster recovery in OS2 [J]. Electrical Technology, 2015(11): 77-82.
- [8] 林其友, 高振华, 陈嘉庚, 等. 调度自动化系统紧急容灾备份方案 [J]. 电力自动化设备, 2009, 29(12): 98-100.
LIN Q Y, GAO Z H, CHEN J G, et al. Emergency scheme of dispatch automation system anti-disaster backup [J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(12): 98-100.
- [9] 郑文杰, 陈小军, 李波, 等. GIS 与配网自动化系统图模交互实践研究 [J]. 南方能源建设, 2014, 1(1): 34-37.
ZHENG W J, CHEN X J, LI B, et al. Practical research on graph and model exchange between GIS and distribution automation system [J]. Southern Energy Construction, 2014, 1(1): 34-37.
- [10] 麦绍辉, 梁寿愚. 备用调度 EMS 系统的数据同步解决方案 [J]. 电力系统通信, 2010, 31(7): 46-49.
MAI S H, LIANG S Y. Data synchronization solution for standby dispatching EMS system [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2010, 31(7): 46-49.

作者简介:

刘欣(通信作者)

1987-, 男, 湖北黄梅人, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行及研究工作 (e-mail) liuxin@gedi.com.cn。



LIU X

王海华

1981-, 女, 天津市人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行及研究工作 (e-mail) wanghaihua@gedi.com.cn。

(责任编辑 高春萌)