

云计算在智能电网调度技术支持系统中的应用研究

陈小潮

(华东电网有限公司 华东电力调度通信中心, 上海 200002)

摘要: 建设智能电网调度技术支持系统过程中, 必须解决诸如: 海量数据的存储和处理、大计算量、系统的统一管理 and 弹性扩容、业务的灵活部署和调度, 以及计算和分析能力的集成等技术上的关键点和难点。结合云计算技术的相关特性, 就如何利用云计算的相关技术、优化支持系统基础平台建设进行探讨。

关键词: 智能电网; 调度; 智能电网调度技术支持系统; 云计算

基金项目: 华东电网有限公司重点科技项目 (D010008061)

作者简介: 陈小潮 (1963-), 男, 高级工程师, 从事电网调度信息管理工作。

中图分类号: TM 734 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-9529(2010)06-0800-05

Study on Application of Cloud Computation in Technical Support System of Smart Grid Dispatching

CHEN Xiaochao

(East China Electric Power Dispatching & Communication Center East China Grid Co., Ltd., Shanghai 200002 China)

Abstract During the construction of smart grid dispatching technical support system, many key points and difficulties must be addressed including massive data storage and processing, huge computational applications of security and stability assessment, unified management and flexible expansion of the system, flexible deployment and dispatching operations, integration of calculation and analysis capabilities. Based on the relevant characteristics of cloud computation, the related technologies using cloud computation and the optimization of platform in constructing smart grid dispatching technical support system were discussed.

Key words smart grid; dispatching; smart grid dispatching technical support system; cloud computation

建设统一的智能电网调度技术支持系统(以下简称支持系统), 是为了提高电网调度的信息化、自动化、互动化水平, 提升调度驾驭大电网能力、进行大范围资源优化配置的能力, 通过高效的调度运行机制, 在更大范围内实现调度业务的统一协调和优化, 适应国家电网快速发展和特高压电网安全稳定运行的需要, 满足华东电网公司电网调度一体化建设和运行的要求。

通过支持系统的建设, 将使未来的智能电网能够及时感知全景信息, 实现广域预警、动态自适应调整、智能痊愈计划决策、高度一体化的协调控制、核心信息可视化同步展现、统筹的精细化调度计划、规范的高效流程化管理、高效网络化信息通信等功能。实现各类调度之间应用功能的协调运行、系统维护与数据的同步。

1 云计算的概念和平台特点

云计算是指通过网络以按需、易扩展的方式获得 IT 设施和软件或任意其他的与互联网有关

的服务。从技术架构说, 云计算是 SOA 架构的延伸、虚拟化技术的扩展、分布式计算技术的演进、分布式资源的集中管理和智能调配机制的体现。云计算将扩大 IT 软硬件产品应用的外延, 并改变软硬件产品的应用模式。

云计算平台在计算机网络的基础上提供各种计算资源的统一管理和动态分配而实现云计算的目的。云计算平台以数据为中心, 以虚拟化技术为手段来整合分布在网络上的大量的服务器集群的处理能力, 并利用 SOA 架构为用户提供安全、可靠、便捷的各种应用数据服务; 用户可以在任何时间、地点, 用任何可以连接到网络的终端设备来访问这些服务。

(1) 计算资源对于用户是透明的

云计算平台将不同的资源和服务统一管理, 便于用户感知、查询和使用。用户无需关注这些资源和服务所处的地理位置、性能、故障等。

(2) 计算资源动态分配及弹性缩放

对分布的计算资源进行智能整合、统一管理

和动态分配计算资源,实现高度“弹性”的缩放和优化使用,用户不必关心具体的操作流程。

(3) 计算资源是通用和共享的

它为终端用户提供了通用的、集成的、便捷的使用所有计算资源的手段和人机交互接口。

2 智能电网调度技术支持系统中的云计算特性

(1) 基于 SOA 的体系架构

系统设计采用 SOA 架构,对各类应用进行服务封装,通过数据、消息、服务等总线,确保被封装成 SOA 服务的各类应用模块提供协同和构建灵活的应用,在支持系统基础平台中,所有的资源包括网络、存储、计算能力以及应用都可以以服务的形式,按单个或多个有机整合的方式向用户提供是实现云计算的必要条件。

(2) 互为备调

根据支持系统总体设计要求,各网省公司通过相同的数据、应用,建立备调系统,实现主、备调之间应用级的容灾和备用。同时,建立国网、华东、华中、华北的互为容灾,实现国调和“三华”调度的互为备调,主、备调之间,实现数据共享,必要时,可以接管其他调度中心的业务,进行电网调度,保障各级电网安全可靠运行。是实现云计算的应用前提。

(3) 安全可靠的网络环境

目前,国网公司调度二次系统已经完成了调度网络通信系统的第 2 平面建设,网络带宽和可靠性有了很大提高,满足了支持系统的远程应用、数据同步等功能的需求,能有效支撑云计算平台的应用与实现。

(4) 分布式计算

在支持系统中,安全校核类应用主要包括:静态安全校核、稳定分析、辅助决策和稳定裕度评估等。采用分布式并行计算平台支撑并行计算,由于计算量大,各相关网省公司都将部署大量的服务器支撑计算服务。云计算平台的资源管理功能,通过虚拟化技术,对各单位的服务器资源进行统一管理和调配,充分利用各单位的服务器资源,满足大计算量应用的需求。

(5) 海量数据存储和处理

在技术支持系统的建设和运行过程中,迫在眉睫的问题就是如何对大量智能终端所产生的超

大规模信息数据进行安全、可靠和高效地传输、存储和管理。并在此基础上,通过有效地分析处理指导电力企业在发电、输电、变电、供电、用电及调度过程中的正确决策和合理资源调配。因此,有效控制分布在网络上的众多组件之间的数据流向和顺序,使高速、可信、易于扩展和管理的数据交换、传输和存储等数据平台成为在支持系统基础平台设计中的关键点。

3 支持系统的云计算平台设想

3.1 系统架构

应用云计算的相关技术,通过统一数据和服务总线把各地分散的 IT 资源和相关电力基础设施用结构化的方式整合在一起,构成高可靠、高性能的云平台,通过动态负载均衡和统一的资源管理调配,构成强大的数据处理和计算分析能力,以支撑支持系统的高效运行,见图 1。

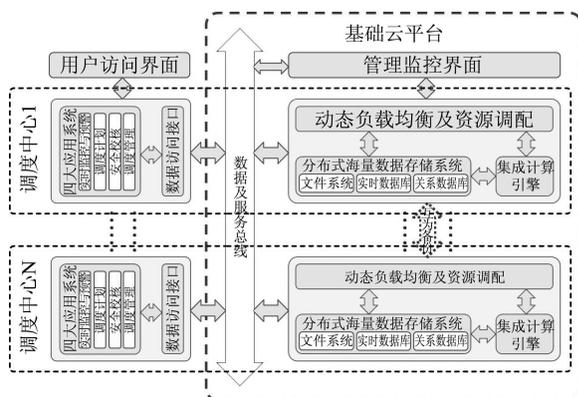


图 1 支持系统的云计算平台逻辑架构

图中虚线圈定的云计算平台部分包含了分布式数据服务总线这一核心组件以及分布式海量数据存储系统、集成计算引擎和动态负载均衡及资源调配系统等功能组件。整个平台通过分布式数据服务总线这一核心组件将各个功能组建通过统一的数据和控制信息传输和交换整合在一起,形成一个虚拟层,并对底层所有的物理硬件单元进行统一的管理和调配,从而达成硬件细节对上层应用的隔离和隐藏,保证各种业务应用通过通用的数据访问接口实现对各类资源高效可靠的访问和调用。同时,平台还包含一个统一的管理监控界面,方便系统管理员对系统所有组件的使用和运行状态进行实时的监控并按照需求进行及时的调整和调度。图中虚线还代表智能电网分布在不同区域的各个调度中心。通过全局运行的分布式

数据和服务总线,还可以将这些分散的调度中心有效地整合在一起,形成一个虚拟的超级调度中心,使得所有资源在全网范围内的灵活调配和弹性扩展成为可能,极大地提高整个支持系统的可用性。同时,各个调度中心还可以通过云计算平台形成互为备份关系,从根本上防止单点失效问题,保证系统安全可靠地运行。

3.2 数据及服务总线

在支持系统的建设中,现有网络和应用的复杂程度、业务系统的高安全性和实时性要求以及庞大的数据量都导致了系统内资源整合利用非常困难。这时候,能保护原有系统正常使用,又能提供不断扩展空间的分布式底层基础平台就非常重要。为了满足系统应用的多样性和业务的实时性要求,设计中的数据服务总线还应支持包括点对点、一点对多点、多点对一点和多点对多点在内的多种连接方式以及发布/订阅、请求/响应和队列等多种通信模式。另外,在数据服务总线的设计中还应加入高效的消息排序、同步、状态迁移和容错机制,防止系统的单点失效,保证系统的高可用性。

支持系统的云计算平台核心组件的数据服务总线必须具备如下的功能特点:支持灵活的网络拓扑结构,用户可以根据系统需求灵活地组建为树型、网状、星型等结构,并可以动态地调整结构;支持超大规模节点间超低时延的可靠消息传输;无单点失效,保证分布式系统在出现网络故障以及硬件损坏时系统的连续可用性;支持应用的动态添加和配置参数的动态修改,在整个系统不停机的情况下,可以扩展系统提供的应用服务;支持负载均衡和通信故障后的自动恢复;支持可扩展的消息协议,用户可自定义数据结构,加密等协议;支持从单一局域网到完全开放的复杂广域网等各种网络环境;在机器失效、进程失败及恢复、网络隔离和聚合时均能确保消息的可信度;强大的日志功能和多级日志可配,为查找和管理系统提供可靠保障;高效而简洁的API降低分布式系统开发难度;提供远程管理功能,使用户能很方便地调节系统参数、监控网络状况。

3.3 分布式海量数据存储系统

设想中的支持系统云计算平台中的分布式海量数据存储系统是一个跨平台共享、高可靠、可平滑扩展、使用和维护简单的高性能软件系统。它能够有效地解决智能电网在运行过程中收集和产

生的大量实时数据以及在长期的业务发展过程中积累下来的海量数据的存储和处理系列问题。它利用分布式数据管理技术,通过软件有效地整合网络上众多独立的存储节点来解决海量信息的存储和管理问题。在不增加新设备,不改变硬件物理位置的情况下,只要在原有的硬件及网络环境中安装基础云平台的存储系统,就可以建造1台虚拟的超级存储机,尤其面对PB数量级的数据容量和上亿个存储文件的处理需求时,在降低整体成本提高系统整体可用性上将发挥突出作用。支持系统基础云计算平台中的分布式海量数据存储系统包括分布式文件存储和分布式数据库2个子系统和1个数据库同步分发工具,用以在不同的应用环境下实现海量数据的存储、访问、同步以及实时迁移、复制、备份等诸多功能。

针对跨区域、异构分布式数据库的实时数据同步问题,海量数据存储系统的分布式数据库同步分发子系统提供了一种有效的虚拟化解决方案。它可以同时处理同一系统内的多个异构数据库系统之间的数据交换和同步。通过对各个数据库系统内数据的动态划分和管理,分布式数据库同步分发工具还可在一个或多个数据库中支持多个Master和Slave并存。在放宽对数据一致性要求的前提下,它可以绕过普通关系数据库的性能瓶颈,大大提高大型应用系统中数据库的响应速度和数据容量。

3.4 动态负载均衡及资源调配

未来智能电网的调度体系将是一个包含有为数众多且承担不同角色和任务的超大型网络,传统的方式是每个节点的角色职能通过手工部署的方式在系统构建初期建立,节点的角色一旦确定很难更改,这就造成当节点故障来临的时候,周边节点不能动态地顶替其功能角色,造成系统的部分瘫痪,如果一些关键节点出现故障,甚至可能出现全网停滞现象。这种静态的调度系统管理难度大,更严重的是随着系统运行规划的扩大,最终形成一个难以管理的复杂网络环境,给运行和维护留下了巨大的威胁。整合了动态负载均衡及资源调配机制的云计算平台可以很好地解决大规模系统的有效管理问题。它通过中心控制点一次性部署全网每个节点的角色职能,并且实时地侦测全网运行状态,收集重要节点和区域网络的压力负荷信息。基于这些信息,系统就可以动态地调整

和均衡全网范围内不同区域资源的压力负荷。在某些节点失效,或是网络小面积故障的情况下,失效部分的角色功能可以由临近节点暂时承担。在故障网络恢复之后,按照系统设定的策略重新接管自己的处理功能。

(1) 动态负载均衡及资源调配

管理中心支撑支持系统的云计算平台,提供4个主要功能:1)监控系统,监控全网健康状况和压力负载;2)认证管理,认证可以接入管理中心的工作节点;3)策略管理,定义管理全网工作节点的职责角色,通过策略的形式把预定义的角色和相关智能分发给全网的每个工作节点;4)决策中心,对智能电网调度体系全局的判断作出决策。

(2) 全网各种类型的控制节点

每个控制节点是智能电网调度体系小范围的调度和决策中心,比如省、市、县各级控制节点。

在动态负载均衡及资源调配机制的这种设计中,各个级别的调度中心不区分管辖区域大小、不区分角色智能,统一和管理中心直接通信。经过认证管理子系统的审核后,接入策略管理子系统,策略管理子系统根据整体系统策略下发对该调度中心的工作角色指派,而工作角色包含了此节点的权利范围和工作内容。当系统监控到某个或者几个节点失效,从全网中按照地域优先寻找工作负荷较低的其他节点,把失效节点的工作内容转移过来。当故障恢复的时候,计算能力重新转移回来。当业务变化或某些紧急情况发生时,整个系统的资源需要重新部署,策略管理子系统统一制定系统调整计划,通过分发新的策略重新规划系统中每个节点的角色和工作内容,各个节点在统一的时间点完成新角色切换。

3.5 作业调度和管理

支持系统的云计算平台将通过集中式的调度机制,对分布于不同地点的应用、设备、信息等资源实现基于业务作业的灵活调度和管理。它能够根据管理员的设置以及用户的实际需求,实现作业所需资源的自动选择、自动部署。同时,它还将实现对作业的弹性、按需的自动化调度,能够根据作业和资源制定调度策略,自动执行操作流程,实现所需资源的自动选择和关联,并提供和其他服务的接口,完成跨系统管理职能的协调。从而加速系统之间的作业流转,大幅提升作业执行效率,提高结果的可靠性,更

快、更好地完成任务。

3.6 权限管理及统一身份验证

权限管理功能为各类应用提供使用和维护权限的控制手段,是应用和数据实现安全访问管理的重要工具。在支持系统的云计算平台中,权限管理功能向应用提供用户管理和角色管理,通过用户与角色的实例化对应,实现多层次、多粒度的权限控制。同时,它还提供界面友好的权限管理工具,方便对用户的权限设置和管理。

3.7 集成计算引擎

设想中的云计算平台所集成的计算引擎将为支持系统提供大规模实时数据处理和分析计算的能力,从而有效地支撑智能电网调度系统的运行。该集成计算引擎通过集成多层次的计算资源,用分布和并行的计算方式解决支持系统在运行过程中的海量计算问题。智能终端传来的海量数据,从最外层的处理节点向内层的处理节点逐级提交,每个处理节点对信息进行分析处理,然后根据自己的角色决定下发管理命令还是继续将中间结果向更内层节点提交,直到最终完成整个处理任务。见图2。

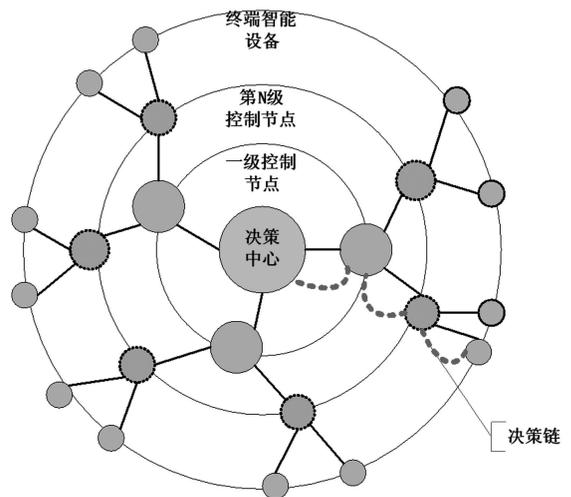


图2 集成计算引擎逻辑架构图

从图2中可以看出,整个体系分成若干个层次,信息从终端智能设备向决策中心传输,经过的控制节点构成一个固定的路径,这就是信息处理决策的路径。信息决策路径有别于传统解决方案利用大型机、小型机提高计算性能的方法,而将多台普通服务器聚合在一起,从纵横2个方向分解运算,把每台服务器需要处理的计算量减少到相当低的程度,从而把传统方式难以完成的海量

智能电网经济调度运行研究

王正风, 黄太贵

(安徽省电力公司 安徽电力调度通信中心, 合肥 230022)

摘要: 智能电网利用电网实时动态监测系统的动态监测和高级计算功能, 可进一步实现经济调度。利用 PMU 具备的动态测量电压、电流和相角的特点, 可实现电量的测量; 利用电网实时动态监测系统强大计算功能, 采用灵敏度方法在线进行电网经济运行分析, 可实现电网的经济调度; 利用电网实时动态监测系统, 可实现电网网损的在线计算分析和网损电量的统计, 从而为电网运行管理人员提供电网经济运行的有益信息和指导; 利用电网实时动态监测系统实现 AGC 和 AVC 的经济优化调控, 以提高电网运行的经济性。

关键词: 经济调度; 动态监测; 在线计算; 网损; 自动发电控制; 自动电压控制

作者简介: 王正风 (1976-), 男, 博士, 从事电力系统调度运行工作。

中图分类号: TM 711 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-9529(2010)06-0804-04

Study on Economical Dispatching and Operation of Smart Grid

WANG Zheng-feng, HUANG Ta-gui

(Anhui Electric Power Dispatching & Communication Center, Anhui Electric Power Company, Hefei 230022, China)

Abstract Smart grid can make more economical dispatching by using the dynamic monitoring and advanced computing function of the grid real time dynamic monitoring system: the electricity quantity can be measured by taking advantage of the features of PMU dynamically measuring the voltage, electricity current and phase angle; economical dispatching can be realized by applying the sensitivity method to online analyzes the economical operation of the grid based on the powerful function of the grid real time dynamic monitoring system; the operation and management personnel can be supplied with useful information and guidances by using the real time dynamic monitoring system to perform the online computation analysis of the net loss and the statistics of the lost electricity quantity; the more economical dispatching of AGC and AVC can be realized by using the grid real time dynamic monitoring system, to improve the economical efficiency of the grid operation.

Key words economical dispatching; dynamic monitoring; online computation; grid loss; automatic generation control; automatic voltage control

目前, 智能电网还没有一个明确的概念, 世界各国以及相关知名的企业均依据自身的特点进行

运算需求打散分配到决策路径上面的多台服务器, 转换成可解决的小规模计算问题, 从而通过这种层次化的计算体系解决海量数据高速计算处理问题。

云计算平台的集成计算引擎将赋予支持系统强大的计算处理能力, 特别是时间要求高、计算量大的应用, 能给调度业务相关人员提供足够的时间来响应紧急问题并将数据转化成信息用于快速决策, 从而更有效地确定现有的、正在发展的和潜在问题的解决方案, 并提交给系统管理人员进行判断。

4 结语

综上所述, 云计算相关技术的运用能够在解决支持系统核心基础平台的建设中遇到的海量数据存储和处理、系统统一调度和管理以及集成计算能力和协同工作机制等难点问题上发挥重要的和不可替代的作用, 从而极大地提高未来支持系统的分布式数据处理能力、资源优化配置能力、科学决策管理能力和灵活高效调控能力。

收稿日期: 2010-04-09

本文编辑: 邵振华