

基于 IEC 61970 标准的电网调度自动化系统体系结构

张慎明, 黄海峰

(国家电力公司电力自动化研究院, 江苏省南京市 210003)

摘要: 分析了传统电网调度自动化系统的结构, 提出了一种遵循 IEC 61970 标准的新一代系统的体系结构。从横向看, 该结构是基于公用对象请求代理机制的分布式集成框架; 从纵向看, 该结构是基于 CIM/CIS 标准接口的多分层开放型支撑体系。在这种体系结构下, 讨论了新的支撑平台概念。特别指出: 实时数据库系统宜采用集对象、关系和层次 3 种特性于一体的模型, 同时满足 CIM、用户和遗留系统的要求, CIS 接口宜采用 CDA、面向 CIM 模型的导入和导出以及专用实时 CIS 相结合的方法, 并根据 IEC 61970 标准的修订进展情况做相应调整。

关键词: 调度自动化; IEC 61970; 电网; 体系结构; EMS; SCADA

中图分类号: TM76; TM734

0 引言

随着电力系统的发展和电力体制改革的深化, 为保证电网安全、优质和经济运行以及电力市场的有序运行, 电力调度中心可能同时运行有多个应用系统, 例如能量管理系统(EMS)、电能量计量系统、调度生产管理系统、配电管理系统(DMS)和电力市场技术支持系统等; 每个系统中可能同时包括了多个应用, 例如 EMS 包括 SCADA, AGC, 网络分析和 DTS 等应用。这些系统或应用存在如下需求: ①需要交换数据, 共享信息, 包括实时信息和非实时信息两种; ②来源于不同的开发商, 需要异构和互操作; ③需要不断扩展新的应用或系统, 并降低接口的难度和成本。为此, IEC 第 57 技术委员会的 13 工作组推出了主站侧各应用系统接口的系列标准 IEC 61970, 以满足上述需求, 其主要部分以 CIM 描述电网的公用信息^[1~3]、以 CIS 访问电网的公用信息^[4,5], 其理想目标是实现“即插即用”, 当前目标是解决互联和异构的问题。

本文从体系结构角度探讨了电网调度自动化系统如何贯彻 IEC 61970 标准。

1 传统的体系结构

电网调度自动化系统发展至今已经历了 3 代。这 3 代系统的结构可归纳为主机终端结构、客户-服务器结构和功能分布结构 3 种, 如图 1 所示。

目前流行的基于 RISC/Unix 的开放式、分布式第 3 代电网调度自动化系统属于图 1(c)所示的情

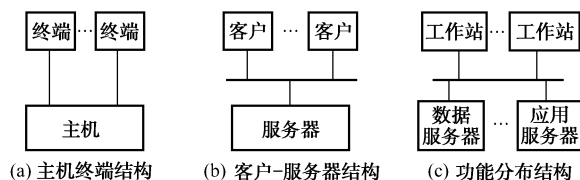


图 1 传统系统的体系结构

Fig. 1 Architecture of the traditional system

况, 它实质上是一种复杂的客户-服务器结构, 将服务器分为数据服务器和应用服务器, 是一种功能分布型结构。这种结构对电力系统公用信息的描述都是私有的, 没有类似 IEC 61970 标准中 CIM 的统一“工作语言”, 数据通信由专用的网络管理软件支撑, 是一种有限程度的开放式结构。

2 体系结构的评价标准

调度自动化体系结构的好坏可从开放性的 3 个方面即分布性、可移植性和互操作性来评价。分布性是指系统的功能由网络联结的许多硬件和软件共同协调完成, 而不是靠“单干”; 可移植性是指系统的应用可以在不同的硬件和软件平台上运行, 不同的平台往往有不同的版本; 互操作性是指当系统扩展时, 扩展的部分与原来的部分能透明进行交互, 进行“无缝”联结。从本质而言, 分布性与可移植性和互操作性没有必然的关系, 当分布式系统是由同一硬件和软件平台组成时, 没有可移植性问题, 当分布式系统的硬件和软件结构固定, 不再进行扩展时, 没有互操作性问题。然而, 事实上, 分布式系统往往要由不同种类的硬件和软件组成, 是“跨”平台的异构系统, 分布性需要与可移植性结合; 另一方面, 分布式系统往往要不断扩展结构和功能, 提供标准的接口对外互

联,分布性需要与互操作性结合。因此,能同时满足分布性、可移植性和互操作性的体系结构无疑是开放性最好的体系结构,如图 2 所示。

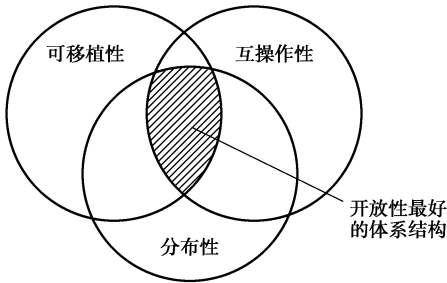


图 2 开放体系结构的 3 个特性
Fig. 2 Three characteristics of the open architecture

3 体系结构的横向分析

根据体系结构的评价标准,从横向平面的角度,新一代系统的体系结构应采用面向对象的技术将各种应用按组件接口规范,例如 CORBA(公用对象请求代理体系结构)进行封装,形成可以即插即用的组件,用代理技术使组件在不同的软硬件系统上分布化,从而构成一种基于对象请求代理(ORB)互操作机制的分布式对象结构,如图 3 所示。

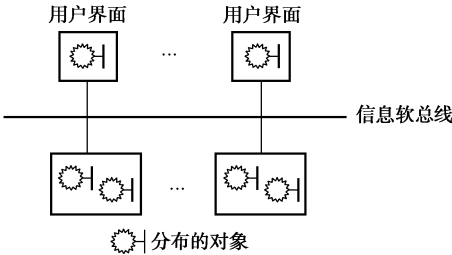


图 3 分布式对象结构
Fig. 3 Architecture of the distributed objects

这种分布式对象结构具有硬件设备无关性、操作系统无关性、系统故障无关性、升级扩展无关性、编程语言无关性、位置无关性和移植无关性等特点。目前,流行的分布式对象结构有 CORBA,DCOM 和 EJB。DCOM 偏重于桌面,EJB 偏重于 Java,CORBA 是 OMG 组织制定的比较成熟的规范。调度自动化系统建议选择 CORBA 产品。对于 CORBA,有两种认识上的误区。一种误区是认为 CORBA 的效率不高,不能用于调度自动化系统。与传统系统中支撑平台的三大件之一的网络管理子系统相比,CORBA 效率不是很高,主要原因在于采用对象代理方式,异构平台上组件之间相互通信是建立在 TCP/IP 之上的应用层协议 IIOP,而传统的网络管理是直接采用 TCP/IP 协议。但采用 CORBA 的意义不仅仅是解

决系统通信问题,它是贯彻 CIM/CIS(IEC 61970)和 UIB(IEC 61968)的一个系统集成框架,可解决系统异构和系统互联问题。选择合适的组件粒度可满足实时性要求。另一种误区是在现阶段将 CORBA 组件的运用范围扩大化。即插即用是软件的理想目标,由于前一种误区中 CORBA 的效率问题,组件的粒度不宜选得太小,运用 CORBA 技术比较现实的目标是减少系统接口的成本和时间,应用宜外部加封套和全部组件化两者相结合。

4 体系结构的纵向分析

从纵向平面的角度看,与传统系统相比,CORBA 是一种通信中间件,屏蔽了底层的操作系统和硬件的差异性,可以真正建立在异构平台上,实现分布式应用,如图 4 所示。

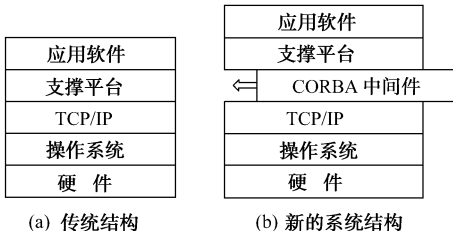


图 4 系统体系结构的纵向示意图
Fig. 4 Vertical diagram of the system architecture

图 4(a)中的支撑平台通常主要包括数据库管理、网络管理和图形管理;图 4(b)中的支撑平台采用多层结构,其层次结构如图 5 所示。

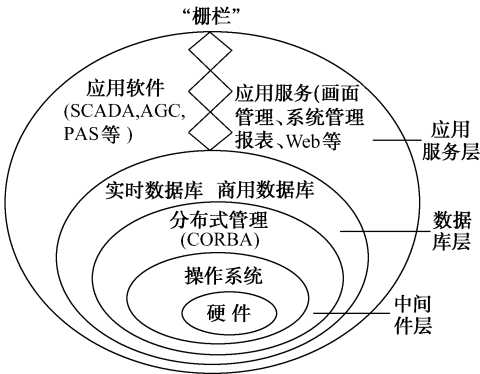


图 5 新的系统支撑平台结构
Fig. 5 Structure diagram of the new support platform

新的系统支撑平台包括以下层次:

- a. 硬件层:包括 Alpha,SUN,HP,IBM 等工作站、PC 机和其他硬件设备。
- b. 操作系统层:包括 Digital Unix,SUN Solaris,IBM AIX,HP-UX,Linux 和各种 Windows 操作系统。
- c. 分布式管理层:以 CORBA 为框架的软件信

息总线,包括完成通信的核心 ORB 以及相关的服务等,屏蔽了底层硬件和操作系统的差异。

d. 数据库层:包括实时数据库和商用数据库。商用数据库用来存放非实时和偶然访问的数据。实时数据库依托底层的分布式管理层构成分布式实时数据库,保证了实时数据的同步。实时数据库具有同一数据库实体对应关系、层次和面向对象 3 种数据模型的特性。关系型模型面向用户,用户对实时数据库的浏览和操作用关系库中的二维表,简单、方便和可靠;用层次型模型面向原有系统的应用软件;而对大部分应用软件和用应用服务则用面向对象的模型,直接映射 CIM。数据库层的结构如图 6 所示。图中,CDA(common data access)是一种非实时的 CIS 接口,用于对 CIM 的非实时访问和偶然的数据同步^[5];导入/导出接口直接面向 CIM 结构,用于整个系统网络模型的导入/导出,例如以 CIM/XML 的格式可以进行系统的互操作^[6];实时 CIS 按照 IEC 61970 中组件接口规范框架结合具体应用实现^[4];私有接口为对内存地址直接进行操作的快速访问接口或高效的 API 函数访问接口;实时数据库支持 ODBC 和 SQL 等标准数据库访问方式。

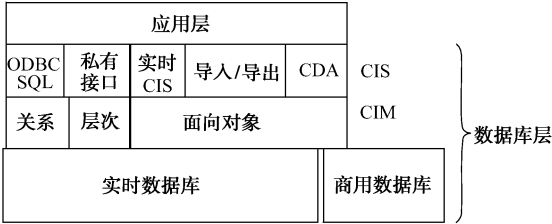


图 6 新一代系统的数据库结构

Fig. 6 Database structure of the advanced system

e. 应用层:包括应用软件和用应用服务。应用软件包括 SCADA, AGC, 网络分析和 DTS 等电力系统应用软件;应用服务是指为应用软件提供显示、管理等服务工具的服务,包括图模库一体化图形管理,报表、曲线、报警等显示工具,以及系统管理和安全管理等。应用软件和用应用服务通过一道“栅栏”相连,具有以下含义:①应用服务和应用软件从本质上没有区别,应用服务偏向于通用的工具,应用软件偏向于解决业务领域的问题,应用软件可以通过“栅栏”看到哪些工具可以使用,但不能跨越“栅栏”修改;应用服务和应用软件可以相互转化,例如拓扑分析作为一种通用工具,可以从应用软件放入应用服务层;②应用软件与实时数据库有多种标准和非标准的接口,但应用服务与实时数据库的接口必须是标准的,能“即插即用”,应用服务可以用做第三方的标准工具,也可用于其他系统;③如图 7 所示的结构是一种

误区,容易使图形、报表和曲线等与应用软件例如 SCADA 捆绑在一起,同一工具只能用于个别应用,平台层次不清晰。

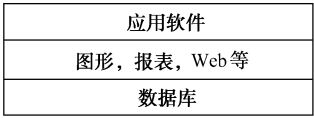


图 7 一种支撑平台结构的误区

Fig. 7 Bad structure of the support platform

与传统系统不同,新系统的应用服务层的图形管理应包括两部分:一部分是基于 CIM 的图模库一体化的制作厂站单线图的工具,自动生成包括拓扑关系的电网模型和系统图;另一部分用来显示系统的信息例如数据库浏览器浏览实时、历史和应用软件的数据,用于显示报表、曲线、报警等信息的工具,用于根据实时数据库中 CIM 网络模型自动绘制单线图 and 系统图。另外,新系统应加强系统管理功能,包括配置管理、安全管理、任务管理、权限管理、打印管理、时钟管理和日志管理等。

典型的应用软件结构如图 8 所示。图中:网络分析包括网络拓扑、状态估计、调度员潮流、负荷预报、静态安全分析、快速暂态分析、理论网损计算等;优化控制包括最优潮流、无功优化等;模拟培训包括调度员培训仿真和电力市场交易员培训仿真。新系统与其他系统的集成应根据紧密程度加以区分,例如在数据库层的集成、在 CORBA 分布式管理层的集成等。

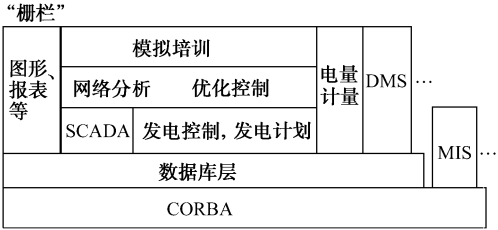


图 8 应用软件结构示意图

Fig. 8 Structure diagram of the application software

5 结论

笔者认为,要彻底贯彻 IEC 61970 标准,新一代调度自动化系统宜采用 CORBA 作为系统框架,但目前组件粒度不能太小,组件可用面向对象技术或加封套的方法实现。新系统应建立多层结构的支撑平台,提供不同紧密程度的集成。支撑平台的核心层实时数据库建议采用集关系、层次和对象 3 种特性于一体的模型,既能映射 CIM,又能兼容老系统和向用户提供简单可靠的界面。CIS 部分建议 CDA、

(上接第 47 页 continued from page 47)

面向 CIM 结构的导入和导出以及专用实时 CIS 相结合,并根据 IEC 61970 标准的修订进展情况做相应调整。

参 考 文 献

- 1 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 301: Common Information Model (CIM)
- 2 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 302: Common Information Model (CIM) Financial, Energy Scheduling, and Reservation
- 3 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 303: Common Information Model (CIM) SCADA

- 4 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 401: Component Interface Specification Framework
- 5 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 402: Common Data Access Facility
- 6 Draft IEC 61970. Energy Management System Application Program Interface(EMS-API),Part 501: CIM RDF Schema

张慎明(1970—),男,硕士,工程师,从事 DTS,EMS 和调度自动化支持平台的研究工作。E-mail: zsm7005@nari-china.com

黄海峰(1969—),男,博士,工程师,从事分布式计算和计算机网络的应用研究工作。

ARCHITECTURE OF POWER DISPATCHING AUTOMATION SYSTEM BASED ON IEC 61970 STANDARD

Zhang Shenming, Huang Haifeng

(Nanjing Automation Research Institue, Nanjing 210003, China)

Abstract: The paper analyzes the frameworks of the traditional power dispatching automation systems and introduces a kind of architecture of a new advanced power dispatching automation system based on IEC 61970 standard. The architecture is a distributed integration frame based on common object broker mechanism on the view of horizontal plane and it is an open support system with multi-layer based on CIM/CIS standard interface on the view of vertical plane. Under this architecture, the author discusses the new concept of support platform, and particularly points out that the real-time database management system should use the model combined with the relational features, hierarchical features and object oriented features to meet with CIM, customers and legacy systems and the CIS interface should use CDA methods, import and export orienting CIM data model and must modify them with the revision of IEC 61970 standard.

Key words: dispatching automation; IEC 61970; power network; architecture; EMS; SCADA.