

# 基于实时信息的运方管理与决策支持系统

毛安家<sup>1</sup>, 余加喜<sup>1</sup>, 王宗义<sup>1</sup>, 郭志忠<sup>1,2</sup>

(1. 哈尔滨工业大学电气工程系, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 许继电力科学研究院, 北京 100085)

**摘要:** 针对传统普遍使用的运行方式分析与决策支持软件系统存在图形化功能较弱、数据维护复杂以及数据的实时性较差等不足, 设计了一套基于调度实时数据的、图形功能强大的运方管理与决策支持系统。该系统采用通用的服务器/客户机模式, 并通过 CORBA 编程技术和 CIM 建模方式, 有效地解决了用户计算资源的异构问题和数据的互操作问题。由于使用了面向对象技术, 通过精心设计电力系统对象和计算分析器对象, 成功地实现了模型与计算的分离, 使得系统运行更为高效, 维护更为方便。通过与黑龙江省电力有限公司调度运方科合作, 该系统更加符合现场需求, 具有较大的实用价值。

**关键词:** 运行方式; 实时数据; CORBA; CIM

**中图分类号:** TM732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)22-0054-04

## 0 引言

运行方式(简称运方)的安排是电力调度中心(一般为省级以上的调度部门)一项十分重要的任务, 它对指导电力生产和系统安全经济运行都有着十分重要的意义, 因此, 在电力调度的运方科, 亟需一套运行方式管理与决策支持的软件系统。

目前, 在我国电力调度运方科使用得最为普遍, 同时也是最为权威的系统是电科院的 PSASP (Power System Analysis Software Package) 系统<sup>[1]</sup>。该系统由用户界面和算法内核组成, 其中用户界面为 Visual Foxpro 制作, 算法内核由适合大规模计算的 Fortran 或 C 语言制作, 经过近 30 年的不断开发和更新以及国内多家用户的运行经验积累, 该系统也日趋完善, 受到用户越来越多的好评。但是, 随着自动化水平的不断提高, 由此而来用户的需求也跟着不断提高, 在这样的条件下, PSASP 系统也暴露出一些弱点, 主要表现在:

- 1) 用户界面图形化功能比较弱, 在图形上直接进行可视化操作比较困难, 而这正是用户所需求的。
- 2) 数据实时性较差。系统以过去某个时间段面数据为基础, 从孤立的数据库(实际上就是 Foxpro 的 DBF 文件)读入数据, 用户需要花费大量时间来准备一套数据以及对这套数据进行维护。
- 3) 不能充分利用现有自动化成果, 造成资源大量浪费。由于不能充分利用 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) 的实时数据, 使得用户制作的方式有可能不能满足实际运行需要, 同时, 也使得运方制作人员维护数据困难。

在这样的背景下, 我们和黑龙江省电力有限公司调度运方科合作, 设计开发了一套图形功能强大的、基于调度实时数据的运方管理与决策支持系统 OMM&DSS (Operation Model Management and Decision Support System)。

## 1 用户现场及需求分析

在电力调度运方科, 往往根据工作关注的对象不同而将工作分为若干专业, 负责各专业具体工作的人员称为专工。例如, 在黑龙江省电力有限公司调度运方科就分为设备管理、电压管理、网损管理、检修管理、定值管理、运方管理等等专业。可以看出, 这样的一套运方管理与决策支持系统, 糅合了电力系统部分 MIS 和部分 EMS 功能, 因此, 设计这套系统, 必须兼顾这两方面的内容。

运方科各专业虽然相对独立, 但同时还相互联系和制约。例如, 设备管理专业虽然只管理设备台账和维护设备参数, 负责设备的添加、删除、修改等工作, 但运方管理、电压管理、网损管理等几个专业在作理论分析时恰恰需要利用这些设备的参数(阻抗、容量、额定值等等)和运行信息; 定值管理虽然不需要设备参数, 但需要了解设备的运行信息来判断自动装置的运行情况。在运方科分设的这些专业当中, 最为复杂和重要的专业是运方管理专业, 该专业负责历史方式的管理和未来运行方式的安排。在安排未来运行方式时, 需要对系统进行未来负荷预测, 并对可能的运行方式进行(最优)潮流分析, 预想事故分析(即静态安全分析)和暂态稳定分析, 以便为系统将来的运行安排一种合理的运行方式。

基于实时信息的运方管理与决策支持系统的设计理念就是,将当前方式的系统信息引入到方式分析中,在系统变化比较平稳的情况下,分析未来短期内可能出现的运行方式,为运方管理专工在安排方式提供决策支持。

## 2 基于实时信息的运方管理与决策支持系统设计

### 2.1 系统结构设计

由于多个用户同时使用实时数据,而调度系统的数据库(包括关系库和内存库)相对封闭,考虑到安全因素,我们的系统不应对原有的调度系统有任何影响。综合考虑,我们的系统采用如图1所示服务器/客户机结构。

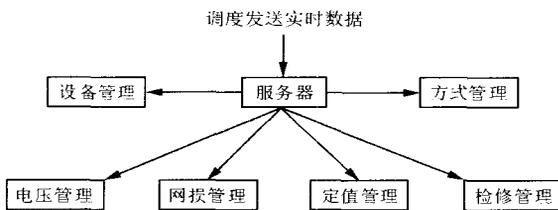


图1 运方管理与决策支持系统配置图

Fig. 1 Configuration of the OMM&DSS

服务器接收由调度系统发送过来的实时数据,各专工客户端则实时地从本服务器取得数据。可以看出,这里的服务器起了中转站的作用,它将各专业终端系统和调度系统隔开,使得各专业对数据的操作局限在本系统内部,从而不会因为操作人员的误操作而导致调度系统数据的破坏(在调度运方科,方式管理专工需要经常修改某些参数和数据来获得一个合理的运行方式)。

这里还有一个值得注意的问题是对实时数据的理解以及对实时数据的利用,不同的专业对数据的要求不尽相同,例如设备管理专业关注的只是设备台账,不需要实时数据;而定值管理需要根据设备运行状态和运行规定来判断装置的运行情况,需要设备实时运行状态信息。网损管理和电压管理专业则需要量测数据,以便对网损和电压进行实时统计和分析。由于本系统不负责状态估计,因此,要求调度发送过来的数据为经过状态估计后的熟数据,运方分析与制定主要依赖于这些熟数据。注意,这里的实时数据是相对的,不一定和SCADA实时数据一致,特别是为运方管理而用的熟数据,其刷新频率可以是几分钟乃至几小时,因为安排未来(主要是明天)运行方式时,只需要知道近期系统状态即可。

如此设计虽然结构简单,但不可避免地涉及到网络编程和数据的互操作问题,更为糟糕的是还有可能面对计算资源的异构性问题。因为在电力调度中心,用作服务器的计算机多为运行Unix系统的工作站或服务器,而各科室的专工一般使用运行Windows系列的微机。我们使用CORBA(Common Object Request Broker Architecture)和CIM(Common Information Model)解决了这些问题,前者用来屏蔽网络编程和资源的异构问题,后者则主要是针对数据的互操作问题。

本文不想过多地讨论CORBA和CIM本身,有关这方面的知识,对于前者,读者可以查阅相关文献<sup>[2~4]</sup>,对于后者,读者可以查阅相关文献<sup>[5,6]</sup>。这里只说明一点,CORBA并不是编程语言,它只是一种规范,用IDL(Interface Definition Language)定义了若干通用接口和属性,不同的ORB(Object Request Broker)供应商,可以采用不同的编程语言和技术来实现它们,只要保证采用相同规范和协议即可(因为采用了相同规范和协议,各ORB供应商的实现之间可以无缝连接和通信),因此,这就导致了CORBA接口到多种编程语言的映射问题,而这正是大家所期望的。例如,对于性能要求较高的组件和模块,采用IDL到C/C++映射,以使用效率较高的C/C++语言来实现,而对于客户程序,可以采用IDL到VB、PYTHON或JAVA映射,用图形界面功能较为强大的VB等来实现。CIM则是IEC(International Electrotechnical Commission)在EPRI CCAPI(Control Center Application Programming Interface)基础上为EMS定义的一套应用程序接口,由若干个包(Package)组成。这套应用接口比较庞大,涉及到电力系统方方面面,甚至深入到生产管理等方面。因此,我们在套用这套标准时,常根据应用需要来选取它的一个子集来实现它,对于本系统,主要选取的是Core包和Wires包中部分组件。

### 2.2 运方管理模块设计

本系统的设计,充分体现了面向对象的思想,比较有代表性的是运方分析与管理模块,这部分是整个系统中最为核心的部分,本文将以此为例,介绍本系统设计思想。

方式分析专工的主要工作是对当前系统运行情况以及未来系统可能出现的情况进行各种分析,以便为将来某个时间段安排一种合理的运行方式。这些分析工作包括潮流计算、静态安全分析、有功校核、无功电压控制、联络线潮流控制、暂态稳定分析

等等。这些不同的分析功能模块,组成一个个“分析器”对象,所有这些分析器对象分析的都是同一个系统,只不过是分析侧重点不同,用到的数据部分不同而已,因此,自然想到在内存(库)保留一个电力系统对象,各个分析器对象都对这个对象进行分析。用 UML (Unified Modeling Language) 描述如图 2 所示。

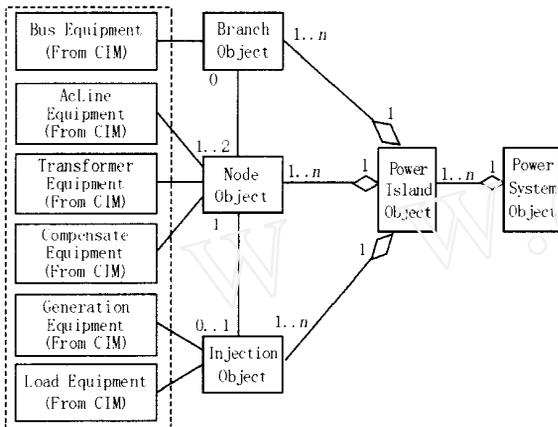


图 2 OMM&DSS 内存库逻辑结构

Fig. 2 Logical structure of the OMM&DSS memory database

图中虚线框表示服务器从调度中心取得的数据,数据结构按 CIM 定义,然后将这些数据抽象成分析计算用的节点、支路、注入对象模型,并且由这些对象聚合成电气岛对象,电力系统对象就是由若干个电气岛组成的对象。各对象维护自身的属性,对于电气岛对象,其静态属性就是导纳矩阵,一旦电气岛对象创建,其属性(导纳矩阵)就已经生成,各分析器对象对电力系统进行分析时,直接通过电力系统对象来获取电气岛的属性——导纳矩阵,而不必重新计算。显而易见提高了计算效率。

各“分析器”被设计为数据无关的对象,即分析器分析的对象为电力系统对象,而不再像传统算法程序那样着眼于节点支路等等数据结构的细节<sup>[7, 8]</sup>,因为这些细节,隶属于电力系统对象,由电力系统对象负责维护和管理。这样做的好处不只是充分体现了面向对象的程序设计思想,而且在分析互联系统时,可以根据分析问题的需要,对不同子系统在电力系统对象中按不同的方式建模,而不必改动分析器程序。

### 2.3 系统实现

本系统所面临的网络问题和资源异构问题主要是在不同系统(硬件和软件)之间互相传递数据的问题,因此,本系统采用的 CORBA 代理是一个极为精

简的 ORB,它的映射语言为 C++。根据各专业所需要传递的数据格式来定义接口,例如,下面所示部分接口是为设备管理专业而定义。

```

/* Interface Definition of OMM&DSS */
Module OMADS
{
    struct RecordBu // 母线设备表结构定义
    {
        long m-nID; // ID
        Str16 m-sName; // 厂变名
        Str16 m-sInst; // 安装地点
        .....
    };
    exception OprFailed // 操作异常接口
    {
        long errcode; // 错误代码
        string where; // 出错地点
        .....
    };
    interface Srv-EquMan // 设备管理接口
    {
        void AddBuRecord( in RecordBu buRcd ) raises( OprFailed );
        ..... // 添加新母线
        ..... // 添加其他类型设备
        void DelBuRecord( in long rcdID ) raises( OprFailed ); // 删除指定 ID 母线
        ..... // 删除其他类型设备
        void ModBuRecord( in RecordBu rcd ) raises( OprFailed ); // 修改母线纪录
        ..... // 修改其它类型设备
        ..... // 其他操作
    };
    .....
}

```

编译此接口(idl)文件,就会得到和接口定义相对应的头文件和实现存根(stub)文件,根据生成的头文件,就可以编写代码来实现接口所定义的 CORBA 对象,再根据 CORBA 对象的生命周期和激活策略来编写服务器程序,为各个专业编写客户程序,然后将它们和存根文件一起编译就能够得到服务器程序和客户程序。在整个过程中,我们并没有关心网络问题(当然,设计一个高效优良的 CORBA 程序,在设计接口时应充分考虑网络的性能),也没有关心不同硬件软件系统之间的交互问题,而这正是 CORBA 提出的初衷。

本系统开发工具为 Microsoft Visual C++ 6.0,图形系统采用 AutoVision,在它上面进行二次开发,已

于近期交付黑龙江省电力有限公司调度运方科使用,并已得到用户的初步认可。

### 3 结束语

本系统的设计由于采用调度实时数据,使得运行方式安排更具有实际依据;同时,由于数据是实时的,运方工作人员的数据维护量大大降低,极大地提高了工作效率。因为采用了 CORBA 编程技术,使得系统可以轻易地跨越不同的硬件和软件平台,提高了系统的可移植性和互操作性。另外,采用了功能强大的图形系统,使得用户操作更为直观和方便。该系统在运行方式管理与决策支持能发挥积极作用,随着运行经验的积累和本系统的不断改进和完善,可以预见,这样的基于实时数据的运方管理与决策支持系统,将为创建先进的电力企业做出一定的贡献。

### 参考文献:

- [1] 中国电力科学研究院(China Electric Power Research Institute). 电力系统分析综合程序[CP]6.1版(Power System Analysis Software Package, Version 6.1)[Z]. 2001.
- [2] Henning M, Vinoski S. 基于 C++ CORBA 高级编程(Advanced CORBA Programming with C++) [M]. 徐金梧,等译(XU Jin-wu, et al Trans). 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 2000.
- [3] OMG. CORBA 系统结构、原理与规范(The Common Object Request Broker: Architecture and Specification) [M]. 北京:电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000.
- [4] Otte R, Patrick P, Roy M. CORBA 教程:公共对象请求代理体系结构(Understanding CORBA: The Common Object Request Broker Architecture) [M]. 李师贤,等译(LI Shi-xian, et al Trans). 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 1999.
- [5] Draft IEC 61970-1999, Energy Management System Application Program Interface (EMS - API) [S].
- [6] 李晓露,石东源,丁振华,等(LI Xiao-lu, SHI Dong-yuan, DING Zherr-hua, et al). EMS 的 MAS 体系结构研究(Study on MAS Architecture of EMS) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2001, 25(11): 36-40.
- [7] 西安交大,清华大学,浙江大学,等(Xi an Jiaotong University, Tsinghua University, Zhejiang University, et al). 电力系统计算(Power System Calculation Applied to Digital Computers) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1979.
- [8] Soman S A, Khaparde S A, Pandit S. Computational Methods for Large Sparse Power Systems Analysis, An Object Oriented Approach [M]. Kluwer Academic Publishers, 2002.

收稿日期: 2004-03-10; 修回日期: 2004-04-15

#### 作者简介:

毛安家(1975 - ),男,博士研究生,研究方向为电力系统分析与控制,电力系统网格计算; E-mail: angel-maoyang@sohu.com

余加喜(1980 - ),男,硕士研究生,研究方向为计算机技术在电力系统中的应用;

郭志忠(1961 - ),男,教授,博士生导师,研究方向为电力系统稳定,电力市场,光电技术及计算机技术在电力系统中的应用。

### Operation model management and decision support system based on real time data

MAO An-jia<sup>1</sup>, YU Jia-xi<sup>1</sup>, WANG Zong-yi<sup>1</sup>, GUO Zhi-zhong<sup>1,2</sup>

(1. Dept of Electrical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;

2. XI Electric Power Research Institute, Beijing 100085, China)

**Abstract:** To the deficiency of the traditional power operation model management and decision support software in visualization, data maintenance and lack performance of real-time data, this paper designs a software system based on the real-time data of dispatch system, which has powerful visualization functions and is easy for data maintenance. The system uses the pervasive server/client structure, effectively solves the problem of calculation resource heterogeneity and data mutual operation by means of CORBA programming technology and CIM modeling method. With an object-oriented technique, power system objects and calculating analyzer objects are subtly designed, the modeling and calculating are successfully separated, so the system runs in high performance and is easy to maintain. Through cooperation with the dispatch center of Heilongjiang Electrical Power Company, the system becomes more accorded with the factual demands and have more practical value.

**Key words:** operating model; real-time data; CORBA; CIM