

# 面向电子政务的决策支持系统设计与实现

陈靖<sup>1,2</sup>, 李增智<sup>1</sup>, 王云岚<sup>1</sup>, 朱海萍<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学 计算机系统结构与网络研究所, 陕西 西安 710049; 2. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077;)

**摘要:**目前国内已掀起电子政务的应用热潮,但对电子政务如何建立系统且先进的数据工程体系并构造电子政务的决策支持系统尚不多见。在开发南海市区(镇)电子政务的决策支持系统中,利用软件工程开发方法、决策支持的构件化框架以及数据仓库和多维数据技术方面取得了良好效果,文中对其中的关键技术作概要介绍。

**关键词:**电子政务;决策支持;构件化框架;数据仓库

**中图分类号:** TN929.1    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1009-3516(2003)02-0062-05

在电子政务建设过程中,各级政府都建立了具有各自特点的管理信息系统(MIS)、办公自动化系统(OA)、地理信息系统(GIS)以及各级政府网站等,这些系统的建立为政府的信息化管理和服务带来了显著的社会效益。但是这些系统主要是对基层各部门或各系统的一些事务性工作给以支持和管理,没有打破部门封锁实现互联互通和信息资源优化配置,也就不可能对来自基层各部门蕴含着大量信息的数据进行综合分析、挖掘和利用,因此对高层的复杂管理决策问题没有提供足够支持。然而电子政务的决策支持系统建设是一项系统工程,涉及到诸多方面的工作,实现起来比较复杂。有鉴于此,南海市区(镇)电子政务系统的决策支持系统(Decision Support System on Electronical Governance,简称eGDSS)在方案制定过程中,不仅采用以满足特定功能需求为核心的面向应用的传统设计方法,更多地吸纳了以满足软件最大限度可复用性为目标、具有抽象性、柔性(能适应不同的具体应用)本质特征的面向对象软件框架的设计思想。主要体现在系统总体设计和开发方法两个关键方面,本文着重论述电子政务中决策支持系统的设计思想及实现。

## 1 eGDSS 总体设计

eGDSS系统遵循统筹规划、分布实施,联合共建、互联互通,安全可信、先进可靠,经济实用、灵活方便,统一标准、统一规范的原则,总体采用分层的设计思想即能较好地实现建设任务地分解,明确任务接口、缩短建设周期,又能提供系统对底层基础技术发展的良好适应性和扩展性。其体系结构如图1所示。

整个逻辑结构按照功能自下而上划分为4个层次:网络基础设施层、信任和授权基础设施层、政务应用支撑层和电子政务应用层。

网络基础设施层主要是为eGDSS提供政务信息及其它运行管理信息传输和交换的平台,是eGDSS体系的最终信息承载者,位于整个分层体系结构的最低层。南海市作为国家信息化建设综合试验区,早在99年就开始建设市、区(镇)、基层(各村委会、各城区)三级管理机构的光纤网络,并通过改造有线电视光纤网,实现村、居民家庭上网。个别作为eGDSS试点的区(镇),还在城区、农村安装了传感装置以及与网络连通的检测系统,能定时采集区(镇)环境数据。

信任和授权基础设施层主要在网络基础设施所提供支持的基础上,增加面向eGDSS应用的通用安全服务,为eGDSS应用提供一个通用的可信和授权计算平台,从而使eGDSS应用能够以便捷和灵活的方式构建

收稿日期:2002-06-18

基金项目:广东省南通市信息化建设基金资助项目

作者简介:陈靖(1963-),女,陕西西安人,副教授,博士生,主要从事智能决策支持、数据仓库研究。

自身的安全体系。该设施层采用率先在南海市建成的"中国电子政务应用示范性工程"(国家 863 项目)中具有自主知识产权的公钥基础设施(PKI)和特权管理基础设施(PMI)。在保证电子政务系统安全方面,PKI 通过南海市认证中心(CA)为上网人员及设备颁发的数字证书,实现确保业务的不可抵赖性、可鉴别性、完整性、机密性;PMI 通过授权管理机构(AA)为上网人员及设备颁发的属性证书,限制资源访问权限和业务处理权限。同时由于"中国电子政务应用示范性工程"具有较强的权威性和通用性,使南海市区(镇)电子政务系统与南海市级乃至更高级别的信息化系统实现互联互通、资源共享奠定了安全基础。

政务应用支撑层主要是在信任和授权基础设施层的基础上,针对 EGDSS 一些公共应用服务需求或特点进行归纳和抽象,一方面建立面向数据归集的业务数据库和 eGDSS 数据仓库,提供数据管理和决策支持的数据基础;另一方面建立面向 eGDSS 应用层的模块化构件或服务元素,包括各数据库与数据仓库之间控制数据归集的发送和接收中间件,以便有效地加速电子政务应用系统的设计和开发,提高软件的复用率和系统的性能价格比。在 eGDSS 较长期的数据积累过程中,始终采用建模技术<sup>[5]</sup>。数据库通过实体-联系建模,可以提供某组织信息需求的准确模型,此模型作为开发新系统和增强已有系统的知识框架,使项目从商谈的需求理解到开发过程中的数据库建立、程序设计以及系统测试都保持清晰的思路和准确的理解。而模型是独立于组织方式和存取方法,各业务系统开发小组可以在采取何种实现技术和如何与现存系统共存方面做出合理地选择和判断。同时模型可以协助数据仓库开发人员对已有各数据库系统的充分理解,准确完成数据的检验、整理、加工和重新组织,并将这些过程以数据模型和元数据的形式存放在数据仓库中,为仓库主题的不断建立和完善奠定基础。

电子政务应用层主要是在 eGDSS 应用支撑层所提供 eGDSS 应用公共服务构件的基础上,面向具体的 eGDSS 应用系统提供开发和应用的综合平台,是整个 eGDSS 体系面向最终用户的层面。要求满足:多样性、容错性、便利性、扩展性、一致性以及较好的联机帮助、错误提示和执行向导。主要包括:基于多层 C/S 或 B/S 结构的业务管理、办公管理;地理信息系统应用;决策支持系统的人机交互界面(又称为人机接口)、OLAP 应用;政府一站式服务网站、系统维护等。

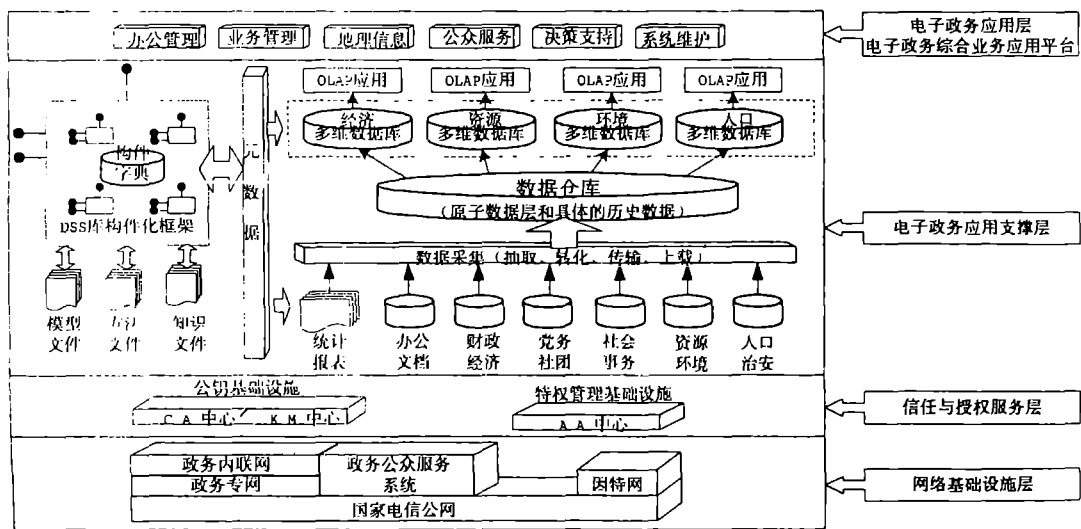


图 1 TownEG 体系结构

## 2 eGDSS 开发方法

eGDSS 采用软件工程面向对象的螺旋式构件化开发方法。

### 2.1 eGDSS 的螺旋式开发方法

螺旋式开发方法是在继承软件工程学传统的“瀑布方法”和“速成原型法”的基础上,针对电子政务不断发展变化的新型管理模式的特点而提出的(如图 2 所示)。该方法通过螺旋的不断扩展,能不断满足新客户的要求或客户的新要求,最终实现灵活地满足不同的要求,使项目各方均能从中受益,最大的优点是极大地

降低了修改工作的费用。同时通过快速实际地检查并反馈,开发人员与用户得到了充分的交互,在一定范围内支持了用户需求的动态变化;通过限制每次迭代的范围以及建立新版软件交付的短期目标,把系统的灵活性保持在较高水平。同时,不断的反复从技术角度难度不大,但却是数据仓库中主题区域不断扩展的过程,而这这对业务决策者来说却是意义重大的。

## 2.2 eGDSS 面向对象的构件化设计

考虑到面向对象的分析和设计方法,能够按问题领域的基本事务实现自然分割,按人们的思维方式建立问题领域的模型,更方便地遵循软件设计的抽象、信息隐藏和模块化的重要原则,更利于设计直接自然表现问题求解的软件系统。同时也增加了螺旋式开发方法的灵活性、适应性和快速性方面的优势。鉴于软件重用是业界追求的目标<sup>[4]</sup>,希望能像搭积木一样“装配”电子政务,构件这种客户机/服务器方式的规范化对象,就充当了积木的角色。当一个客户需要构件服务器对象的一些服务时,构件库核心服务负责生成该构件的服务器对象并且在客户对象和服务器对象之间建立初始连接。此后,构件库就不再参与客户对象和服务器对象之间的工作了,这两个对象可以自由地进行直接通信。本系统考虑到跨平台使用,采用 CORBA 分布式对象规范,经过几年分阶段的电子政务建设和开发,积累了不同重用层次的构件,建立了构件库及管理机制。在实践中,正是采用了这样一种充分体现构件优点的面向对象的螺旋式开发方法,可在最短时间内迅速搭建一个系统框架,使用户在尽早见到系统原型的基础上提出更清晰、具体的要求,然后在此基础上进行螺旋式开发。

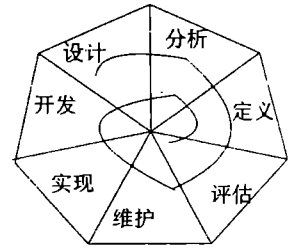


图2 螺旋式方法

## 3 eGDSS 的体系结构设计

### 3.1 eGDSS 急待解决的问题

实施电子政务的政府,将面临着来自管理模式和服务方式等诸多方面的难题,可归结为3个方面,第一,快速响应能力的要求。以往管理信息系统都是以政府事务处理流程高度稳定为基本假设的,如 OA 和 MIS,但在网络环境下,许多突发事件或机会常常需要政府快速而准确的决策,这无疑需要更深度的管理知本的支持才能完成。第二,行政管理创新能力的要求。创新是政府职能向网络社会拓展的需要,它不仅仅局限于行政方法和政务处理流程层面上的更新,而且也包括政府制定发展战略和公共政策的创新。而创新能力地提高,需要有历史、科学、准确和预测性信息的支持。第三,公务员素质要求。过去操作型管理只需要提供事实性知识或一些原理性知识(即所谓的 Know - What 和 Know - Why),电子政务中自助式服务要求公务员必须提高行政技能(即 Know - How),并能够确定在行政工作中应当寻求哪些专家的帮助(Know - Who)。这种素质的培养需要相关知识库的支持。而决策支持系统的作用在于,支持决策者在管理社会和服务社会的政策制定或协议形成等过程中,通过人机对话,拟定各种方案,反复调用系统中的数据、方法、模型、知识,模拟或预测方案的执行或实施效果,通过方案评估向决策者推荐可行的方案和应达到的指标,提供决策者参考。其特点主要表现在: DSS 所解决的问题多属半结构化问题;它所提供的功能是支持性的,而不是代替性的; DSS 服务对象是决策者(政府领导层),而不是领域的专业技术人员; DSS 着重于决策的结果和效益。上述电子政务中急待解决的半结构化或非结构化问题,为 DSS 引入电子政务提供了理论依据,同时也为正确、合理创建电子政务创造了条件。其次确定 DSS 设计方案后,在各 OLTP 应用进行系统整合的基础上构建数据仓库,挖掘和实现数据中潜在的信息价值,实现决策支持功能。

### 3.2 eGDSS 的解决方案

通过分析大量 DSS 实际运用案例,不论是采用传统的 SC 结构(Spragure 和 Carlson 提出的“对话、模型、数据”三部件结构),还是不断丰富的四库结构(数据库、模型库、方法库、知识库及相应各库的管理系统以及人机对话系统),在实际运用中都存在着共性问题:缺乏丰富的数据源、缺乏分析工具、缺乏各库间有机的结合。当前普遍流行的“数据仓库+联机分析处理(简称 OLAP)+数据挖掘”的 DSS 解决方案,较好地解决了数据基础和分析工具问题。但对于复杂和完整的决策支持系统,即使有数据仓库的支撑,模型库、方法库、知识库及各库间有机的结合也是不可或缺的。事实上,不同的 DSS 或具体 DSS 的不断深化完善,模型、方法、知识是不断变化的,是可变的动态部分,而各库组织结构和管理系统具有共性,一般包括:对象信息管理、对象描述、对象的使用与控制、对象的集成等几部分,是不变的静态部分。而框架正是提供对于特定领域一系

列相似问题的抽象解决方案,把握领域问题内全部问题集解决方案的不变的部分,其最终目标是能够动态地组装构件,实现软件的“即插即用”。为此在 eGDSS 开发中,建立了 DSS 库构件化框架。

### 3.2.1 eGDSS 库构件化框架

首先将模型库、方法库、知识库及相应各库的管理系统构件化,统称为 DSS 库构件。每个库构件由四部分组成:说明部分、接口部分、输入输出规范化部分和实现部分,其结构如图 3 所示。其中,构件说明部分是二级抽象部分,是辅助决策者的视图,它采用非形式化、自然语言的形式对构件的特征做出更为详细、准确的描述,主要记录构件的版本说明、构件的开发环境、构件的运行环境、构件的使用环境、构件功能的自然语言描述、构件的可复用信息。这样形成了构件的文档,适合于决策人员理解。构造部分和参数部分是一级抽象部分,是各库使用者的视图,该部分给出库构件的参数、库构件的接口、库构件的数据以及库构件运行后结果输出等信息。在这一层上,决策开发人员可以利用已有的模型库构件、方法库构件、知识库构件进行搭建决策支持系统。DSS 库构件底层是具体模型、方法、知识的实现部分,即按照一定的构件规范对具体 DSS 库构件进行编制,后两部分适合于编程人员使用和理解构件。

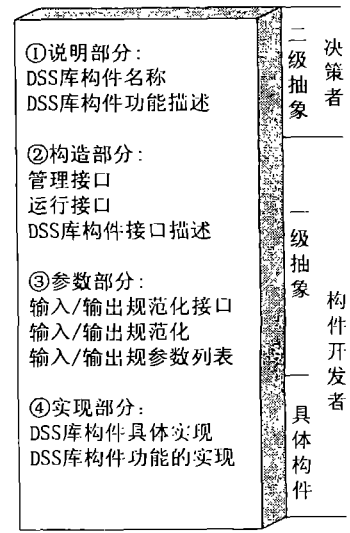


图 3 DSS 库的构件化结构

其次借助框架形式实现 DSS 库构件的静态与动态管理,以接口形式实现各库间的有机结合。经过模型库、方法库、知识库构件化描述,可以看出,构造部分和参数部分是 DSS 库构件共性部分, DSS 库构件化框架主要思想是在库构件化基础上,通过框架技术对库构件共性部分进行统一表达,以方便模型、方法、知识的管理、使用和组合<sup>[3]</sup>。DSS 库构件化框架包括:DSS 库信息获取、DSS 库规范化、DSS 库操作、DSS 库运行和 DSS 构件库等。

### 3.2.2 eGDSS 的数据仓库及 OLAP 设计

数据仓库是支持管理决策过程的、集成的、稳定的、不同时间的数据集<sup>[1]</sup>。本系统针对 eGDSS 的规模和特点,采用自顶向下的数据仓库和数据集市(也叫“多维数据库管理系统”)的体系结构<sup>[2]</sup>,具体是根据决策需要的不同应用主题及决策模型、方法和知识设计元数据,按照元数据把分布在不同地域或不同部门有关主题的信息,经过抽取、转换、传输和上载(简称 ETML)的数据采集过程,集成到数据仓库中,数据仓库包含了原子数据层和具体的历史数据。而多维数据库则是对数据和元数据进行更高意义的概括,采用星型(通过“维”形成超立方体结构)的数据模型来提高其可理解性和执行效率,运用 DSS 库构件化框架将模型库、方法库和知识库通过元数据结合在不同主题的多维数据库中,并在多维数据库上建立支持决策支持的支持联机分析处理(OLAP 应用),利用旋转(pivot)、切片(slice)或切块(dice)、向上归纳(roll up)、向下钻取(drill down)等操作剖析数据,结果可用多种可视化方式呈现,并通过报表输出,使用户能从多个角度、多侧面观察数据,从而深入了解其信息含义,为决策打下良好基础。其体系结构如图 1 中“电子政务应用支撑层”所示。

### 3.2.3 元数据和数据采集的实现

图 1 中元数据(metadata)是关于数据的数据。我们扩展了元数据的作用范围,用元数据描述和管理整个 DSS 的数据和环境,使元数据居于系统的核心地位。主要包括三方面内容:①核心元数据,包括各 OLTP 应用中心全局数据字典、DSS 库构件字典和数据仓库元数据,实现数据源的原始数据模式和数据仓库数据模式对象之间的转换及映射,以及在数据仓库上按电子政务数据的多维特性和模型、方法和知识构件相互结合建立多个多维数据库。②数据仓库采集元数据,包括数据采集任务的定义和参数,规定了数据采集何时采用何种方法执行数据抽取和转化的任务,并提供数据采集程序所需参考数据。③多维数据采集元数据,包括数据维的映射、数据汇总关系。数据维映射是数据仓库数据的潜在维关系和多维数据库数据的显示维关系的对应关系;数据汇总关系是指在多维数据库的基本数据上,按维表定义的层次关系进行数据汇总时的数据关系。

系统采用面向对象方法实现元数据,为各种元数据建立相应的元数据类,通过这些类的对象实例对所有的元数据进行存取和管理,元数据在系统引导用户逐步建立数据仓库和多维数据库的过程中自动生成,随着数据仓库和多维数据库的日常维护不断更新。系统还提供专门的元数据管理器,使管理员能够直接对元数

据进行维护,从而对整个系统进行有效的管理。

图1中数据采集是根据元数据从异构的各OLTP应用数据库中采集数据到数据仓库和多维数据库中。主要包括:数据读取器、数据清洗重整器、质量检验器、数据装载机以及任务执行监视器和任务分发器模块,这些模块协同工作完成数据仓库和多维数据库的数据采集任务。还可充分利用DBMS提供的丰富功能,采用SQL语言、存储过程、触发器等,以及异构数据库互联产品,透明地访问Oracle、DB2、Sybase等数据库中的数据。通过数据复制技术及定义一些数据之间传递关系,系统会通过同步或异步方式自动将符合规则的数据定时进行传递,保证数据的完整性、一致性。

在实践中,正是采用了这样一种充分体现构件优点的面向对象的螺旋式开发方法,可在最短时间内迅速搭建一个系统框架,使用户在尽早见到系统原型的基础上提出更清晰、具体的要求,然后在此基础上进行螺旋式开发。

## 4 结束语

具有决策支持功能的电子政务系统的建设是一项投入大、涉及面广、开发周期长的工程,以往的系统存在的最大问题就是,没有一个完整、系统且先进的数据工程体系。南海市区(镇)电子政务系统在电子政务系统规划、开发方法、决策支持构件框架以及数据仓库和多维数据技术的应用方面进行过有效尝试,为南海市信息化建设和电子政务的推广实施打下了良好基础,该系统已于2002年元月通过广东省科技成果鉴定。

### 参考文献:

- [1] Inmon W H. Building the Data Warehouse(second Edition)[M]. China: Machine Press, 2000.
- [2] 王 珊. 数据仓库技术于联机分析处理[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 赵新昱. DSS中广义模型服务器规范化研究与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2000, (6): 595 - 599.
- [4] 顾 明. 构件类和构件的概念及其定义语言和操作语言[J]. 软件学报, 1997, (9): 673 - 679.
- [5] 戴超凡. 基于COM的可视化集成建模环境的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2000, (6): 4 - 5.

(编辑: 门向生)

## Designing and Implementing of Electronic Governance Oriented Decision Support System

CHEN Jing<sup>1,2</sup>, LI Zeng-zhi<sup>1</sup>, WANG Yun-lan<sup>1</sup>, ZHU Hai-ping<sup>1</sup>

(1. Institute of Computer Architecture and Networks, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** Based on the research and development of Town Electronic Governance System in Nanhai city, this paper introduces the pivotal technique in designing and implementing decision support system of town electronic governance.

**Key words:** electronic governance; decision support system; component framework; data warehouse