

基于 GIS 的港口管理计算机集成信息支持系统研究

Computer Integrated Information Support System for Harbor Management Based on GIS

林燕芬 (复旦大学环境科学与工程系 上海 200433)

顾卓琳 (上海市港口管理局 上海 200433)

顾洪祥 余琦 马蔚纯 (复旦大学环境科学与工程系 上海 200433)

摘要:本文采用组件式地理信息系统(ComGIS)技术,基于 ArcObjects 开发了上海港岸线资源、港口水域工程设施信息管理系统。该系统着眼于政府宏观层面对岸线资源与港口设施的管理,在对相关数据及用户需求进行充分调研和分析的基础上,进行系统结构、功能和数据库设计。

关键词:计算机集成信息支持系统 港口管理 组件式 GIS ArcObjects

1 引言

近年来,包括地理信息系统(Geographical Information System, GIS)、网络技术、分布式数据库等在内的信息化技术获得了迅猛发展,为港口信息化建设提供了新的技术支持和手段。本文将在探讨我国港口管理信息支持系统开发总体模式的基础上,采用组件式 GIS 技术,重点研究政府宏观层面对岸线资源与港口设施相关信息的管理,并以上海港岸线资源、港口水域工程设施信息管理系统为例,进行实例开发。

2 我国港口管理信息支持系统开发

2.1 系统开发的原则

(1) 总体规划,分步实施,逐步完善。由于在我国港口管理中,政府行政主导往往具有重要影响,因此必须采取政府主导与推进、企业跟进与配合的模式,进行总体规划。同时系统开发的复杂性又决定了其必须分步实施,遵循循序渐进,逐步完善的原则。

(2) 以管理需求为导向,系统的实用性与技术的先进性相结合。港口管理信息支持系统首先是一个实用系统,其目标是以高效的计算机操作提高管理水平和工作效率,因此在系统的分析、设计、数据的采集、整理和功能实现上,将面向业务管理和实际应用。同时,应采用先进的实用技术,为系统功能的实现提供技术保障,体现实用性与先进性的结合。

(3) 遵循当代信息系统开发的一般准则。包括:

① 标准化设计的原则;② 开放性原则;③ 可维护性原则;④ 可扩充性原则。

(4) 安全性。由于港口管理信息支持系统直接涉及港口业务管理和大量与之相关的数据、资料,因此系统安全极为重要。

2.2 系统建设的层次结构

港口管理计算机集成信息支持系统不是单一的一个系统,而是由一系列不同层次、不同功能的子系统构成的软件系统框架。从总体结构上,可以将其分为三个层次:政府宏观管理层次、港务企业集团层次和码头经营单位层次。

2.3 港口管理信息化的技术支持

(1) 地理信息系统技术。GIS 在国外港口管理方面的应用主要是对海岸线、旅游设备或海岸资源的数据进行管理、更新和显示,一些具有代表性的 GIS 软件已被成功应用于巴拿马运河、悉尼港、德国联邦水运管理局等重要项目中。近几年来在我国,GIS 也开始被应用于港口岸线、海岸带资源的管理中。

(2) 网络及其相关技术。港口管理计算机集成信息支持系统将主要涉及“内网”和“专网”,充分运用快速发展的 Internet/Intranet/Extranet 技术,采用 B/S 软件体系结构,同时采取适用的网络访问控制、专用防火墙、服务器认证等,建立系统的 PDDR(保护、监测、防

御、恢复)机制,确保网络安全。

(3) 分布式数据库技术。港口的信息化管理涉及多个层次,每一层次又关系到多个机构,例如在政府管理层面就可能涉及到岸线资源规划、港务监督、航务监督、安全监督、码头管理、岸线管理等多个职能部门,在业务上它们拥有并需要处理各自的数据,也需要彼此之间的交换和处理,实现数据共享,这就需要分布式数据库技术。

3 实例研究——上海港岸线资源、港口水域工程设施信息管理系统

3.1 系统开发的背景

上海港区的地域分布较广,从作业量上已经成为综合性的世界级大港,而管理水平,尤其是政府宏观管理相对落后,提高港口和航运管理水平成为上海港建设国际一流港口亟待解决的问题。

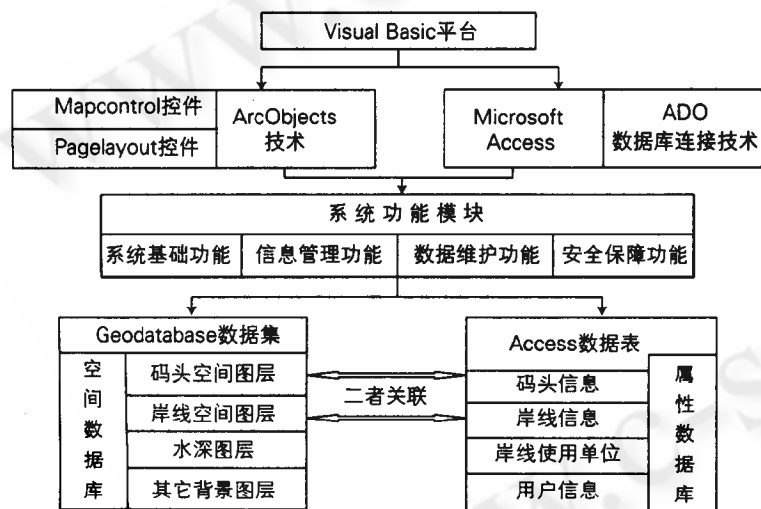


图 1 系统总体结构简图

基于上述背景,结合政府港口管理的职能特点,设计相应的功能,研究开发“上海港岸线资源、港口水域工程设施信息管理系统”。该系统是一个局级港口信息管理系统,在整个港口管理计算机集成信息支持系统框架中,处于政府宏观管理的层次。系统采用地理信息系统为主要技术平台,在数据分区域存储和管理的基础上,实现对上海港全港域范围内岸线资源(码头前沿线、规划驳岸线)和水域工程设施(以码头为主)及其相关属性数据的统一存储、管理、维护以及查

询、检索和统计。它将为上海市港口管理局研究和制定上海港发展战略及其规划,有效整合和配置港口资源提供辅助支持。

3.2 系统分析

3.2.1 数据分析

包括空间数据和属性数据分析两部分,由于港口岸线资源与水域工程设施具有明显的地理空间分布的特征,地理空间数据在整个系统数据库中占有重要位置,因此,采用面向图形的思想,重点分析空间数据及其相关联的属性数据。

在收集、整理与系统相关数据的基础上,对各类数据进行分类、识别,按照相应的规范和要求对数据进行编码和规范化处理,并对数据的准确性、可靠性和一致性进行检验,分析数据和数据收集存在的问题,为数据库结构设计奠定基础。

3.2.2 用户需求分析

通过与用户不断的交流、沟通和咨询,确定系统应实现以下主要功能:

(1) 图形显示、注记、缩放,距离测量等。通过对地物要素具有地理意义的,精确的显示和分析,辅助港口资源的规划与管理,如岸线规划、码头选址和水域工程设施建设控制等。

(2) 岸线资源,港口水域工程设施管理,系统可在岸线、水域工程设施图层实现空间数据和属性数据灵活多样的双向查询,并可实现相应的统计分析。

(3) 数据的更新维护及专题图输出,系统提供工具,使用户能对空间数据和属性数据进行编辑、修改,并提供整饰工具,便于用户制作专题地图。

(4) 系统的安全保障,由于系统涉及的岸线与水域工程设施数据均是国家重要的基础资料,因此对系统的安全性要求较高。系统通过用户权限限制和完善的数据备份机制以保证数据的安全性。

3.3 系统设计

系统总体结构如图 1 所示,整个系统以组件式 GIS 和面向对象的程序设计环境为技术支持,最底层为系统的空间数据库和属性数据库,码头与现状岸线图层分别与外部属性数据库相连;中间层为系统的功能模块;最

高层为 Visual Basic 开发环境,以此为技术平台实现 GIS 组件 ArcObjects 和 Access 属性数据库的接合。

由于本系统是一个空间型的信息管理系统,因此引入面向图形的思想,进行数据库设计。

对于空间数据库,系统采用 Arc/Info Geodatabase 的空间数据结构,并采用区域分幅的方法,建立相应的数据集(DataSet)。Geodatabase 结构是 ESRI 推出的新一代空间数据结构,适用于对大区域范围海量空间数据的一体化存储和管理,以数据集的形式提供空间数据分层和分幅管理。

系统结合区域分幅和分层机制统一存储和管理上海港全港域范围的空间数据。空间数据的区域分幅可以提高系统运行的速度,也有利于对整个空间数据进行有效的管理。整个空间数据库分为 7 个区域:黄浦江上游段;黄浦江南延伸段;黄浦江中段;黄浦江北延伸段;长江口南岸段;杭州湾北岸;崇明岛、长兴岛、横沙岛三岛沿岸,每个区域建立相应的数据集。空间数据的分层是按照空间数据的性质和特征,将各类空间数据进行归纳和分类,在分类的基础上划分专题图层(见表 1)。

表 1 主要专题图层的划分

图层名称	空间要素	特征类型	是否关联属性数据库	数据来源
码头	固定码头及浮码头	Polygon	是,与《上海港码头泊位基本情况》关联	从 1:2000 上海港沿线全要素地形图中提取要素并转换
现状岸线	黄浦江范围为码头前沿控制线,其他地域为规划驳岸线	Arc	是,与岸线、使用单位、水域设施三个数据库关联	①纸质图的数字化,②AutoCAD 图形文件的转换,③输入坐标点自动生成
等深线	长江口南岸,杭州湾北岸水域等深线	Arc	是,图层属性表存储各等深线的深度	AutoCAD 图形文件的转换
其它水域工程设施	排水管、引水管、钢护桩等	Polygon/Arc	是,图层属性表存储水域工程设施的属性特征	纸质图数字化
管线、隧道	供气管线、排水管线、高压管线、隧道等	Arc	是,图层属性表存储管线、隧道的属性特征	纸质图数字化
房屋建筑	沿岸的房屋,建筑	Polygon	否,仅为背景图层	从 1:2000 上海港沿线全要素地形图中提取要素并转换
常年河、常年湖	河流、湖泊	Arc	否,仅为背景图层	从 1:2000 上海港沿线全要素地形图中提取要素并转换
道路、桥梁及附属设施		Arc	否,仅为背景图层	从 1:2000 上海港沿线全要素地形图中提取要素并转换
铁路及附属设施		Arc	否,仅为背景图层	从 1:2000 上海港沿线全要素地形图中提取要素并转换

3.4 系统实现

3.4.1 系统实现的技术支持

组件式 GIS (Components GIS, 缩写为 ComGIS) 体现了当代 GIS 的最新发展。它基于标准的组件式平台,各个组件之间不仅可以进行自由、灵活的重组,而且具有可视化的界面和使用方便的标准接口,可以与传统的 MIS、OA 等系统有机集成,也便于与各种专业化的组件实现无缝连接,克服传统 GIS 与其他系统难于集成的缺点。基于 ComGIS 的多种优势,国际上许多 GIS 公司把开发组件式软件作为重要的发展策略,推出了一系列 ComGIS 软件。如 ESRI 的 ArcObjects; Intergraph 公司的 GeoMedia; Mapinfo 公司的 MapX 组件产品。国内也有研究单位和大学研制了自己的组件式 GIS 软件,如 MapGIS 组件开发平台、GeoMap 和 Su-

per MapObjects 等。其中,ArcObjects 是当前基于 COM 的 ComGIS 软件的代表,本系统采用 AO 作为系统开发的 GIS 平台。

ArcObjects 是 ESRI 整合了 GIS 与数据库、软件工程、人工智能、网络技术以及其它多方面的计算机主流技术,开发出的新一代 GIS 平台。它是一个很大的 COM 模型,具有 807 个组件,998 个接口,6583 个方法。其中每一个组件定义有不同的类,类下面定义了不同接口,接口中包含不同的属性和方法。ArcObjects 使用的类大都包含在 esriCore. olb 对象库中,有三种不同的类,分别是抽象类,组件类和普通类,类之间的关系主要有类型继承、创建、组成以及关联等(图 2)。

由于 ArcObjects 的对象模型众多,结构极为复杂,ESRI 将其按应用领域分为 ArcMap, ArcMap Editor, Ap-

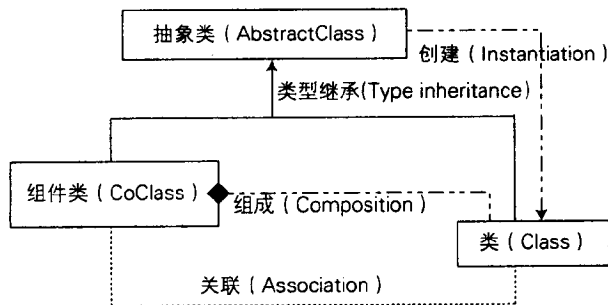


图 2 ArcObjects 类之间的关系

plication Framework, ArcCatalog, Display, Geodatabase 等 13 个应用子系统,每个子系统有其相应的对象模型图 (OMD, Object Modeling Diagrams),说明类的作用以及它们之间的层次关系。

应用 ArcObjects 进行系统开发的方式主要有三种:

(1) 利用 ArcGIS 桌面应用程序内置的 VBA 宏进行客户化。这种方式可以在桌面软件上进行功能扩展或定制其他服务;缺点在于不能脱离桌面软件独立运行。

(2) 在 AO 组件基础上进一步包装自己的 COM 组件。即新生成一个 DLL, EXE 或 OCX 工程,引用 ArcObjects 库,定义自己的接口和功能,底层功能的实现仍依赖于 ArcObjects。这种开发方式具有最大的灵活性,所写的组件既可挂到 ArcGIS 桌面应用中,也可用于独立的应用程序中,但需要较高的组件开发技术。

(3) 开发独立的 EXE 应用程序,即新建一个 EXE 工程,将 ArcObjects 库引入,然后编写代码完成特定功能。这种开发方式的优点在于:开发者直接引用 ArcObjects 组件库中所需组件,构造所需的应用程序,从而加快应用程序的开发;提供一个全新用户化界面,能脱离 ArcGIS 桌面软件而独立运行,但开发难度较大。

本系统采用第三种方式进行开发。

3.4.2 系统功能实现

系统开发兼顾技术的先进性和实用性,采用组件式地理信息系统开发平台 ArcObjects,以 Visual Basic 为宿主语言实现系统的各项功能。从功能实现上,系统按其应用层次,可分为基本功能、信息管理功能、数据维护更新功能以及系统安全性保障四大功能模块。

(1) 系统基本功能。基本功能包括图形显示、鹰眼导航、图形整饰、打印输出以及距离测量。图形显示功

能能将系统中所有的空间图层以分层或综合方式,采用专题地图的规范进行显示,能实现放大、缩小、漫游等图层基本操作。在图形缩放过程中,实现对地理要素的动态注记和疏密协调,提供良好的视觉效果。对于图形显示窗口所浏览的画面,系统自动进行帧式存储和闪式存储,在需要的时候可进行多级回退,前进的浏览操作。鹰眼导航功能则是提供随主图变化而动态更新的缩略图,便于全局观看。图形整饰功能提供整饰工具箱,用户在整饰视图界面下可以进行添加图名、图例、比例尺等操作,进行专题图制作。打印输出功能使用户不仅可将用户编辑完成的专题地图或用户所关心的当前图形在打印机或绘图仪上输出,也可将上述图形转换为栅格图像,转存为某一格式的图像文件。用户还可以通过系统所提供的工具,测量图上任意两点间的距离。

(2) 信息管理功能。信息管理是本系统的主要功能,可分为岸线和港口水域工程设施信息管理两个方面。

这两个方面的管理均包括查询检索和统计分析两个功能。查询检索功能提供空间和属性信息的双向查询,从空间到属性的查询有点查询和区域查询两种方式,从属性到空间采取结构化查询的模式,由用户设定一个或多个条件进行精确或模糊查询。

统计功能则可在查询结果的基础上,选择某些信息进行统计,也可根据用户的要求,设定条件对相关信息进行统计,统计结果可以各类统计图或表格形式显示。

(3) 数据更新维护功能。系统支持空间数据和属性数据的添加、删除及修改。用户可以对原有码头和岸线的属性数据进行编辑、修改;也可以按照一定的要求,对码头或岸线空间图层进行修改,包括增加新建的码头或新规划的岸线段,对原有的码头和岸线的空间数据进行修改等,并在此基础上,修改相应的属性数据。

对于添加新的空间要素,系统提供三种方式:

① 采用屏幕数字化方式,由用户对相应的空间对象进行编辑、修改或增加新的空间对象;

② 采用输入坐标的方式,增加新的空间对象(新建码头或新规划的岸线);

③ 运用数字化仪输入新的空间对象。

(4) 系统安全保障功能。通过对用户进行分级管理和用户权限限制来增强系统安全性。将用户分为普通

用户、高级用户和系统管理员,不同类型的用户设定不同的使用权限。系统管理员拥有用户管理的职能,高级用户具有数据维护、输出的权限。

4 结语

上海港岸线资源、港口水域工程设施信息管理系统在整个港口管理计算机集成信息支持系统框架中,处于政府宏观管理的层次。它针对目标区域的实际情况,在 Visual Basic 环境下,采用目前先进的组件式 GIS 平台 ArcObjects,实现包括多个图层与属性数据的综合查询、定位、统计及数据更新维护在内的多种信息管理功能。实际运行表明,系统使用方便,分析结果准确,有一定的先进性,是自上而下开发港口管理计算机集成信息支持系统,实现整个港口从政府到企业全面、实时信息化管理的有益开端。

参考文献

1 高复先,港口信息系统集成与港口现代化信息网络

[J],交通与计算机,1999,17(1):21-25。

- 2 王也平、赵艺声、方祥麟,港口船舶交通管理信息系统的设计[J],大连海事大学学报,1997,23(2):10-13。
Wang Ye - ping, Zhao Yi - sheng, Fang Xiang - lin. Design of vessel traffic management information system in harbor area. Journal of Dalian Maritime University[J], 1997, 23(2): 10 - 13
- 3 徐晓卉,秦皇岛港信息系统的设计及应用[J],中国港口,2001(04):34。
- 4 陈晓,港口岸线计算机管理系统的设计[J],中国水运,2001(11):28-29。
- 5 周志旭、戴江红,港口信息化建设思路探讨[J],交通与计算机,2001,19(4):34-36。
- 6 Chang Kangtsung. Introduction to Geographic Information Systems, first edition (M). The McGraw - Hill Companies, Inc., 2002
- 7 陈述彭、鲁学军、周成虎,地理信息系统导论(M),北京 科学出版社,2000。