

# 地理信息系统 (GIS) 开发工程师案例精选

王占全 赵斯思 徐 慧 编著



- ◆ 基于MapStudio的消防管理系统
- ◆ 基于GeoMedia的地籍信息系统
- ◆ 基于MapObjects的公交车辆定位调度系统
- ◆ 基于MapObjects的城市智能交通信息系统
- ◆ 基于MapX的房屋测绘管理系统
- ◆ 基于MapX的社会资源统计系统

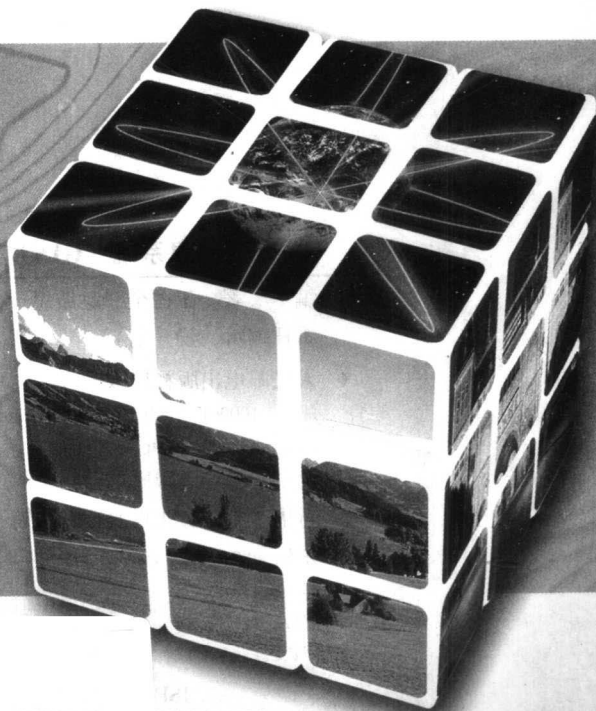
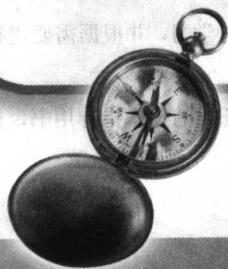


源代码光盘  
CD-ROM

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 地理信息系统 (GIS) 开发工程师案例精选

王占全 赵斯思 徐 慧 编著



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

## 图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统 (GIS) 开发工程案例精选 / 王占全, 赵斯思, 徐慧编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2005.10

ISBN 7-115-13767-6

I. 地... II. ①王...②赵...③徐... III. 地理信息系统—软件开发 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 115487 号

### 内 容 提 要

本书是一本详细介绍地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 商业化软件开发的书籍, 书中介绍了目前主流的 GIS 开发技术, 比如基于 Visual C++/Visual Basic 的 GIS 开发技术、MapObjects 开发技术、MapX 开发技术以及 GeoMedia 开发技术等。

同时, 书中精选了大量具有商用价值的工程案例, 包括基于 MapStudio 的消防管理系统、基于 GeoMedia 的地籍信息系统、基于 MapObjects 的公交车辆定位调度系统、基于 MapObjects 的城市智能交通信息系统、基于 MapX 的房屋测绘管理系统以及基于 MapX 的社会资源统计系统。

本书附带的光盘中包含了每个工程案例的较完整的源代码, 读者可以方便地进行学习, 并根据需要进行二次开发。

本书内容实用、结构清晰、案例丰富, 可以作为科研单位、企业进行 GIS 相关开发的技术指导用书, 也可作为高等院校相关专业课程设计、毕业设计的学习和指导用书。

### 地理信息系统 (GIS) 开发工程案例精选

◆ 编 著 王占全 赵斯思 徐 慧

责任编辑 汤 倩

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 44

字数: 1112 千字

2005 年 10 月第 1 版

印数: 1—4 000 册

2005 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13767-6/TP·4887

定价: 78.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

# 前 言

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 是整个地球或部分区域的资源、环境在计算机中的缩影。严格地讲, 它是反映人们赖以生存的现实世界 (资源或环境) 的现状与变迁的各类空间数据及描述这些空间数据特征的属性。

GIS 是 20 世纪 60 年代中期发展起来的技术。至今已成为一门涉及测绘科学、环境科学、计算机技术等多学科的交叉科学。如今, 地理信息系统已在资源开发、环境保护、城市规划建设、土地管理、交通、能源、林业等方面得到了具体的应用。

虽然已出版的关于 GIS 的书籍也有一些, 但是大部分以理论介绍为主, 很少涉及实际的应用。要将理论应用于具体的工程中, 甚至商业化的软件开发中, 还需要很多复杂的设计和实现步骤。本书精选了 7 个综合性较强的工程案例, 涵盖了当前 GIS 开发领域的热点问题, 非常有助于读者深入地体会和实践 GIS 开发技术的方方面面。

本书的特色如下:

- ✓ 提供了具有商用价值的工程案例, 比如消防管理系统、地籍信息系统、公交车辆定位调度系统、城市智能交通信息系统、房屋测绘管理系统以及社会资源统计系统等;
- ✓ 介绍了常用的 GIS 二次开发方法, 比如 MapObjects、MapX 以及 GeoMedia 的安装和详细的使用方法;
- ✓ 涵盖了大量的编程技术及技巧, 比如如何使用 Visual C++/Visual Basic 开发 GIS, 如何将 GIS 技术与 GPS、无线通信技术相结合等;
- ✓ 光盘中提供了每个案例的较完整的源代码, 便于读者深入学习 GIS 的开发思路和方法, 并根据需要进行二次开发。

本书由华东理工大学计算机系王占全老师主编, 参与写作的还有赵斯思、徐慧、王申康、赵玉玺、俞天白、周祖煜和曹衍龙等。

在编写过程中, 我们精益求精, 但难免存在一些不足之处, 如果读者使用本书时遇到问题, 可以发 E-mail 到 [forway@zj.com](mailto:forway@zj.com) 或者 [tangqian@ptpress.com.cn](mailto:tangqian@ptpress.com.cn) 与我们联系。

编 者

# 光盘使用必读

为了方便读者学习，本书附带了一张光盘，下面对光盘内容及使用方法进行简要的介绍。

## 一、光盘的运行环境

硬件环境：CPU 的主频在 500MHz 以上、内存在 128MB 以上。

软件平台：操作系统为 Windows 98/Me/NT/2000/XP/2003（推荐使用 Windows 2000/XP），调试环境为 Visual C++ 6.0、Visual Basic 6.0，后台数据库采用 SQL Server 或者 Access，GIS 开发平台采用了 MapObject、MapX 以及 GeoMedia。

## 二、光盘的使用方法

打开光盘（如图 1 所示），将光盘中的源代码拷贝到硬盘，去掉其只读属性（否则可能无法正常使用这些源程序），依据光盘目录，可对程序进行编译、测试等。

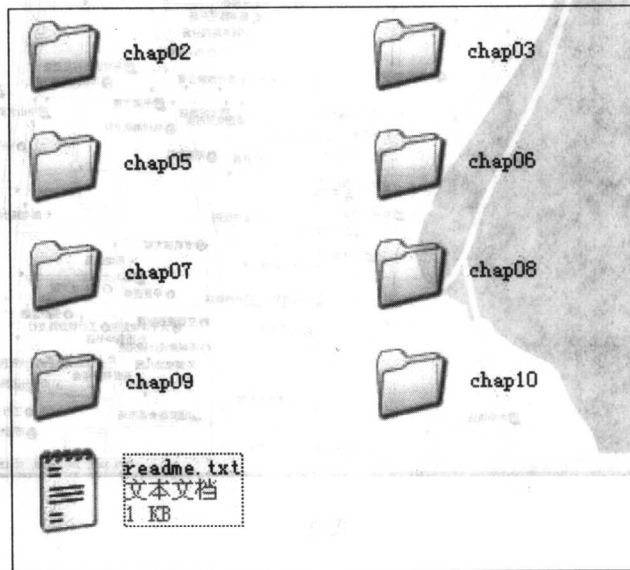


图 1

### 三、案例配置及使用说明

新资讯光盘

下面以第 5 章, 基于 MapStudio 的消防管理系统为例, 详细说明如何配置和使用光盘中的源代码。本例中没有使用第三方软件, 全部是使用 Visual C++ 来实现的, 配置过程如下。

- (1) 安装 SQL Server, 设置 SQL Server 的用户名为 “as”, 密码用户自定义设置。
- (2) 创建名为 “c119” 的新数据库。
- (3) 还原数据库, 数据库文件为 “chap05\db\c119”。
- (4) 创建 SQL Server 登录账号, 账号名称为 “c119”, 密码为 “c119”。
- (5) 注册 ODBC, 名称为 “c119”, 验证用户名为 “c119”, 密码为 “c119”。
- (6) 运行 “chap05\db\reg.reg” 文件, 写入注册表信息。
- (7) 直接运行 “chap05\code\Lib\MapStudio.exe” 文件, 执行结果如图 2 所示。

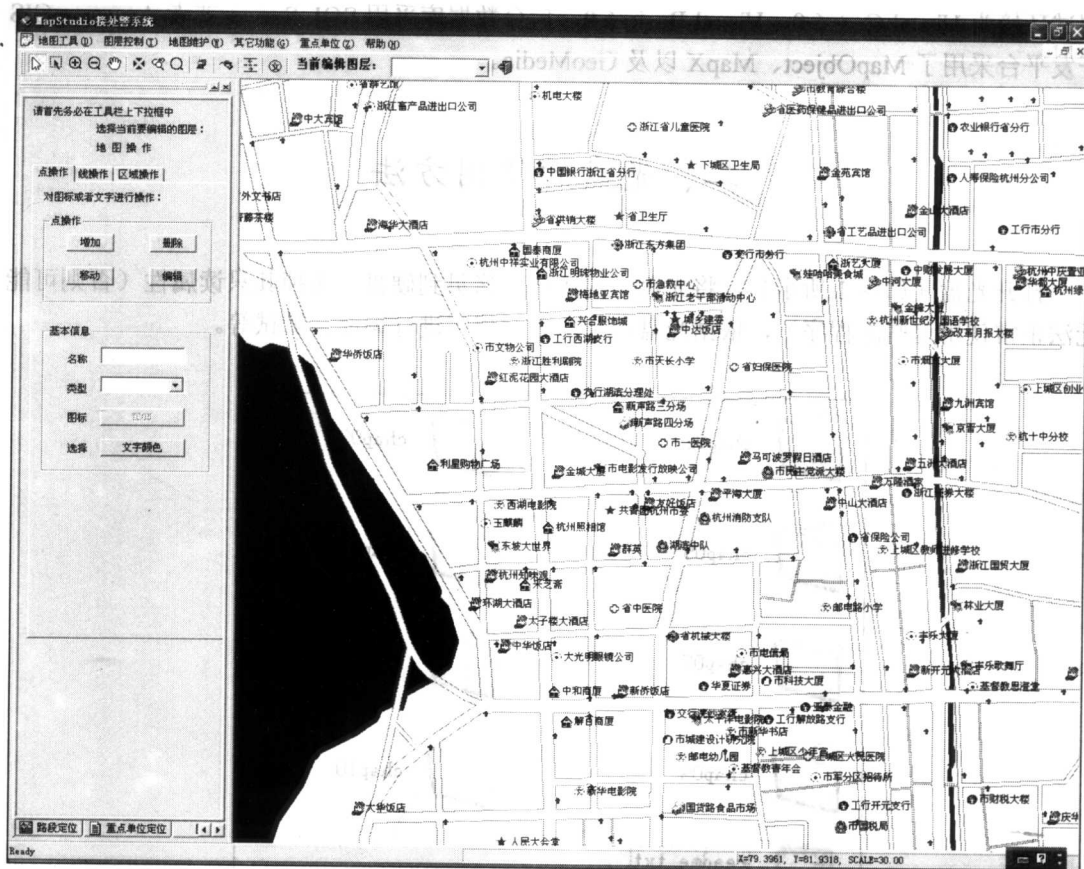


图 2

注意: 本书其他例题的使用可以参照相应光盘目录下的详细说明。

# 目 录

第 1 章 GIS 概述	1
1.1 GIS 的发展历史	1
1.2 GIS 的基本功能	3
1.3 GIS 的发展趋势	3
1.4 主要 GIS 软件介绍	6
1.4.1 Arc/Info 系列	6
1.4.2 Intergraph GIS 系列	7
1.4.3 Bentley 系列	8
1.4.4 MapGIS 系列	9
1.5 GIS 常用开发方式	9
第 2 章 MapObjects 开发技术	11
2.1 MapObjects 简介	11
2.2 MapObjects 支持的文件类型	11
2.2.1 Shape 文件	12
2.2.2 Arc/Info 图层	12
2.2.3 SDE 图层	12
2.2.4 CAD 文件	13
2.2.5 图像文件	13
2.3 MapObjects 对象纵览	14
2.3.1 地图显示对象	14
2.3.2 数据访问对象	15
2.3.3 几何图形对象	16
2.3.4 地址匹配对象	16
2.3.5 投影对象	16
2.4 初次使用 MapObjects	17
2.4.1 安装 MapObjects	17
2.4.2 在 VB 中装入 MapObjects 控件	18
2.4.3 编写第一个 MapObjects 程序	19
2.5 使用图层	21
2.5.1 MapObjects 的图层	21
2.5.2 添加 Shape 文件图层	21
2.5.3 添加 SDE 图层	22
2.5.4 添加 Arc/Info Coverages	23

2.5.5	添加 CAD 文件	24
2.5.6	添加图像层	24
2.5.7	访问加入到 Map Control 中的图层	25
2.5.8	删除 Map Control 中的图层	25
2.6	控制图层	25
2.6.1	Refresh 方法	26
2.6.2	改变图层的次序	26
2.6.3	地图坐标与控制坐标	27
2.6.4	改变 Map Control 的当前显示范围	27
2.6.5	动态跟踪图层	31
2.7	几何对象	32
2.7.1	点对象	32
2.7.2	点集	33
2.7.3	矩形对象	33
2.7.4	线对象	34
2.7.5	多边形对象	35
2.7.6	椭圆对象	36
2.7.7	空间分析操作	36
2.7.8	实例——几何对象的空间分析操作	40
2.8	着色地理对象	46
2.8.1	Symbol 对象	46
2.8.2	Renderer 对象	49
2.8.3	ValueMapRenderer 对象	51
2.8.4	ClassBreaksRenderer 对象	53
2.8.5	DotDensityRenderer 对象	58
2.8.6	ChartRenderer 对象	60
2.8.7	LabelRenderer 对象和 LabelPlacer 对象	61
2.8.8	EventRenderer 对象	70
2.8.9	ZRenderer 对象	79
2.8.10	GroupRenderer 对象	86
2.8.11	DrawShape 和 DrawText 方法	89
2.8.12	地图输出方式	92
2.9	查询地理对象获取属性数据	94
2.9.1	DataConnection 对象	94
2.9.2	GeoDataset 对象	96
2.9.3	Recordset 对象	96
2.9.4	查询地理对象	121
第 3 章	MapX 使用详解	139
3.1	MapX 简介	139



3.2	MapX 的对象和集合	140
3.2.1	Map 对象	140
3.2.2	Layers 集合及 Layer 对象	141
3.2.3	GeoSet 对象	141
3.2.4	Dataset 集合	141
3.2.5	Annotations 集合	141
3.3	初次使用 MapX	142
3.3.1	安装 MapX	142
3.3.2	在 VB 中装入 MapX 控件	143
3.3.3	编写第一个 MapX 程序	143
3.4	使用图层	145
3.4.1	MapX 的图层和图层集	146
3.4.2	设定 GeoSet	146
3.4.3	使用属性页添加图层	147
3.4.4	使用 LayerInfo 对象	147
3.4.5	控制 Layer 集合	148
3.4.6	控制图层	154
3.4.7	实例——操作 Layer 集合及图层	156
3.5	MapX 中的专题图	162
3.5.1	Themes 集合和 Theme 对象	163
3.5.2	范围专题图	165
3.5.3	个别值专题图	166
3.5.4	点密度专题图	166
3.5.5	分级符号专题图	167
3.5.6	柱状专题图	167
3.5.7	饼状专题图	168
3.5.8	实例——使用专题图	169
3.5.9	地图的导出	173
3.6	使用 MapX 中的数据	174
3.6.1	数据绑定	174
3.6.2	特征集和选择集	178
3.6.3	修改地理特征	188
第 4 章	GeoMedia 开发技术概述	199
4.1	GeoMedia 的特点	199
4.2	GeoMedia 的核心产品	200
4.2.1	GeoMedia Professional	200
4.2.2	GeoMedia WebMap 与 WebMap Pro	201
4.3	GeoMedia 的开发方式	201
4.4	GeoMedia 的开发包	202

4.5	GeoMedia 开发实例——创建工作空间	204
<b>第 5 章</b>	<b>基于 MapStudio 的消防管理系统</b>	<b>208</b>
5.1	MapStudio 系统简介	208
5.2	MapStudio 系统的特点与功能	208
5.3	MapStudio 系统的架构及实现	210
5.3.1	硬件平台	210
5.3.2	消防管理系统的结构概述	210
5.3.3	MapStudio 系统的开发流程	211
5.3.4	MapStudio 系统的分层结构	212
5.3.5	MapStudio 系统的工作流程	213
5.3.6	用面向对象的思想理解 MapStudio 系统类	213
5.3.7	MapStudio 的主要基类程序实现	221
5.4	MapStudio 地图系统的模块设计	235
5.4.1	系统数据库的相关功能实现	235
5.4.2	图形管理	245
5.4.3	图形编辑	277
5.4.4	图层管理	316
5.4.5	接警模块设计	321
5.4.6	数据库的设计及配置	346
<b>第 6 章</b>	<b>基于 GeoMedia 的地籍信息系统</b>	<b>362</b>
6.1	系统简介	362
6.2	系统的基本特点与功能要求	362
6.2.1	系统特点	362
6.2.2	系统主要功能	363
6.3	系统的架构及实现	364
6.3.1	硬件平台	364
6.3.2	GIS 平台	364
6.3.3	系统工作流程	365
6.4	系统各模块设计	366
6.4.1	登录界面设计	367
6.4.2	用户主界面设计	371
6.4.3	工具栏与下拉菜单设计	375
6.4.4	地籍数据库管理与图层管理	375
6.4.5	图形浏览	384
6.4.6	图形编辑	416
6.4.7	信息查询	425
6.4.8	数据录入	437
6.4.9	图形输出	453
6.4.10	量算工具	462

6.4.11 数据服务	465
6.4.12 系统维护	467
6.5 数据库配置	470
<b>第 7 章 基于 MapObjects 的公交车辆定位调度系统</b>	<b>472</b>
7.1 系统简介	472
7.2 系统基本特点与功能要求	473
7.2.1 系统特点	473
7.2.2 系统主要功能	473
7.3 系统架构及实现	474
7.3.1 硬件平台	474
7.3.2 指挥监控中心	475
7.3.3 公交车辆车载系统	480
7.3.4 公交站台信息系统	481
7.3.5 差分 GPS 系统	482
7.3.6 通信网关的设计	506
7.4 系统关键技术与算法	508
7.4.1 集中差分 GPS 技术	508
7.4.2 单片机控制手机收发短信息	508
7.4.3 外部短信息实体	509
7.4.4 网关软件的设计	509
<b>第 8 章 基于 MapObjects 的城市智能交通信息系统</b>	<b>510</b>
8.1 系统简介	510
8.2 系统基本特点与功能要求	510
8.2.1 系统特点	510
8.2.2 系统主要功能	511
8.3 系统各模块设计详解	512
8.3.1 用户主界面设计	512
8.3.2 工具栏与下拉菜单设计	515
8.3.3 图层读入	516
8.3.4 图例显示	529
8.3.5 鹰眼窗口	534
8.3.6 缩放功能	538
8.3.7 图形编辑	547
8.3.8 信息查询	569
8.3.9 查询结果处理	589
8.3.10 数据统计	610
8.3.11 测量工具	624
<b>第 9 章 基于 MapX 的房屋测绘管理系统</b>	<b>630</b>

9.1	系统简介	630
9.1.1	系统配置	630
9.1.2	总体功能需求	630
9.1.3	绘制房屋平面图	631
9.1.4	平面图属性设置	633
9.1.5	平面图面积计算	634
9.1.6	系统辅助功能	634
9.1.7	系统维护	636
9.2	UML 系统建模	636
9.2.1	建立用例视图	636
9.2.2	建立时序视图与协作视图	640
9.3	数据库的创建与配置	641
9.3.1	PowerDesign 数据库建模	641
9.3.2	创建数据库	642
9.4	系统程序实现	644
9.4.1	设计概况	644
9.4.2	主界面设计	645
9.4.3	模块文件设计	649
9.4.4	图层控制功能设计	651
9.4.5	平面图属性设置功能设计	654
9.4.6	平面图面积计算功能设计	657
9.4.7	系统辅助功能设计	659
9.4.8	MapX 控件事件编程	660
9.4.9	系统维护功能设计	661
9.5	项目总结	661
<b>第 10 章</b>	<b>基于 MapX 的社会资源统计系统</b>	<b>662</b>
10.1	系统简介	662
10.2	系统基本特点与功能要求	662
10.2.1	系统特点	662
10.2.2	系统主要功能	663
10.3	系统实现	663
10.3.1	系统中的重要窗体	663
10.3.2	系统主界面设计	664

# 第 1 章 GIS 概述

地理信息系统 (Geographic Information System) 通俗地讲,它是整个地球或部分区域的资源、环境在计算机中的缩影。严格地讲,它是反映人们赖以生存的现实世界(资源或环境)的现状与变迁的各类空间数据及描述这些空间数据特征的属性。在计算机软件 and 硬件的支持下,以一定的格式输入、存储、检索、显示和综合分析应用的技术系统。它是一种特定而又十分重要的空间信息系统,它是以采集、存储、管理、处理分析和描述整个或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。进入 20 世纪 90 年以来,地理信息系统在全球得到了空前迅速的发展,广泛应用于各个领域,产生了巨大的经济效益和社会效益。

GIS 是 20 世纪 60 年代中期开始发展起来的技术。它最初用于解决地理问题,至今已成为一门涉及测绘科学、环境科学、计算机技术等多学科的交叉科学。1963 年加拿大测量学家 R.F Tomlinson 首先提出了地理信息系统这一术语,并建成世界上第一个 GIS——加拿大地理信息系统 CGIS,并用于自然资源的管理和规划。不久,美国哈佛大学提出了较完整的系统软件 SYMAP。这可算是 GIS 的起步。20 世纪 70 年代以后,由于计算机软硬件水平的提高,促使 GIS 朝着实用方向迅速发展,一些经济发达国家先后建立了许多专业性的 GIS,在自然资源管理和规划方面发挥了重大的作用。比如 1970~1976 年,美国国家地质调查局就建成了 50 多个信息系统。其他国家,如加拿大、德国、瑞典和日本等相继发展了自己的 GIS。20 世纪 80 年代后兴起的计算机网络技术使地理信息的传输时效得到了极大的提高,它的应用从基础信息管理 with 规划转向更复杂的实际应用,成为辅助决策的工具,并促进了地理信息产业的形成。到 1995 年,市场上有报价的 GIS 软件已达上千种,并且涌现出了一些有代表性的 GIS 软件。

我国 GIS 的发展较晚,经历了 4 个阶段,即起步(1970~1980)、准备(1980~1985)、发展(1985~1995)和产业化(1996 以后)。目前 GIS 已在许多部门和领域得到应用,并引起了政府部门的高度重视。从应用方面看,地理信息系统已在资源开发、环境保护、城市规划建设、土地管理、农作物调查与结产、交通、能源、通信、地图测绘、林业、房地产开发、自然灾害的监测与评估、金融、保险、石油与天然气、军事、犯罪分析、运输与导航、110 报警系统、公共汽车调度等方面得到了具体应用。一批地理信息系统软件已研制开发成功(如 GeoSTAR, CityStar, MapGIS 等),一批高等院校已设立了一些与 GIS 有关的专业或学科,一批专门从事 GIS 开发的高新技术产业相继成立。

## 1.1 GIS 的发展历史

### 1. 国际发展状况

综观 GIS 发展,尤其是北美地区的发展情况,可将地理信息系统发展分为以下几个阶段。

(1) 20 世纪 60 年代, 地理信息系统开拓期, 注重于空间数据的地学处理。例如, 处理人口统计局数据 (如美国人口调查局建立的 DIME)、资源普查数据 (如加拿大统计局的 GRDSR) 等。许多大学研制了一些基于栅格系统的软件包, 如哈佛的 SYMAP、马里兰大学的 MANS 等。综合来看, 初期地理信息系统发展的动力来自于诸多方面, 如学术探讨、新技术的应用、大量空间数据处理的生产需求等。

(2) 20 世纪 70 年代, 地理信息系统的巩固发展期, 注重于空间地理信息的管理。这种发展应归结于以下几方面的原因: 一是资源开发、利用乃至环境保护问题成为政府首要解决的难题, 而这些都需要一种能有效地分析、处理空间信息的技术、方法与系统。二是计算机技术迅速发展, 数据处理加快, 内存容量增大, 超小型、多用户系统的出现, 尤其是计算机硬件价格下降, 使得政府部门、学校以及科研机构、私营公司也能够配置计算机系统。第三, 专业化人才不断增加, 许多大学开始提供地理信息系统培训, 一些商业性的咨询服务公司开始从事地理信息系统工作, 如美国环境系统研究所 (ESRI) 成立于 1969 年。这个时期地理信息系统发展的总体特点是: 在继承 20 世纪 60 年代技术基础之上, 充分利用了新的计算机技术, 但系统的数据分析能力仍然很弱; 在地理信息系统技术方面未有新的突破; 系统的应用与开发多限于某个机构; 专家个人的影响削弱, 而政府影响增强。

(3) 20 世纪 80 年代, 地理信息系统大发展时期, 注重于空间决策支持分析。地理信息系统的应用领域迅速扩大, 从资源管理、环境规划到应急反应, 从商业服务区域划分到政治选举分区等, 涉及到了许多的学科与领域, 如古人类学、景观生态规划、森林管理、土木工程以及计算机科学等。许多国家制定了本国的地理信息发展规划, 启动了若干科研项目, 建立了一些政府性、学术性机构。比如我国于 1985 年成立了资源与环境信息系统国家重点实验室, 美国于 1987 年成立了国家地理信息与分析中心 (NCGIA), 英国于 1987 年成立了地理信息协会。这个时期地理信息系统发展最显著的特点是商业化实用系统进入市场。

(4) 20 世纪 90 年代至今, 地理信息系统的用户时代。一方面, 地理信息系统已成为许多机构必备的工作系统, 尤其是政府决策部门在一定程度上由于受地理信息系统影响而改变了现有机构的运行方式、设置与工作计划等。另一方面, 社会对地理信息系统认识普遍提高, 需求大幅度增加, 从而导致地理信息系统应用的扩大与深化。国家级乃至全球性的地理信息系统已成为公众关注的问题, 例如地理信息系统已列入美国政府制定的“信息高速公路”计划; 我国的“21 世纪议程”和“三金工程”也包括地理信息系统。毫无疑问, 地理信息系统将发展成为现代社会最基本的服务系统。

## 2. 国内发展状况

我国地理信息系统方面的工作自 20 世纪 80 年代初开始。以 1980 年中国科学院遥感应用研究所成立全国第一个地理信息系统研究室为标志。地理信息系统进入发展阶段是从第 7 个五年计划开始。地理信息系统研究作为政府行为, 正式列入国家科技攻关计划, 开始了有计划、有组织、有目标的科学研究、应用实验和工程建设工作。

自 20 世纪 90 年代起, 地理信息系统步入快速发展阶段。在地理信息系统的区域工作重心上, 出现了“东移”和“进城”的趋向, 促进了地理信息系统在经济相对发达、技术力量比较雄厚、用户需求更为急迫的地区和城市首先实用化。这期间开展的主要研究及今后尚需进一步发展的领域有: 重大自然灾害监测与评估系统的建设和应用; 重点产粮区主要农作物估产; 城市地理信息系统的建设与应用; 建立数字化测绘技术体系; 国家基础地理信息系统

建设与应用；专业信息系统与数据库的建设和应用；基础通用软件的研制与建立；地理信息系统规范化与标准化；基于地理信息系统的数据库产品研制与生产。同时经营地理信息系统业务的公司逐渐增多。

## 1.2 GIS 的基本功能

(1) 空间数据输入。这通常被认为是长期困扰 GIS 发展的“瓶颈”，不仅因为在建立 GIS 的最初阶段，数据采集和转换的经费往往高达整个系统的 70%~80%，更主要的是技术上的原因。空间数据输入通常的做法是把传统地理信息的载体——地图数字化。目前 GIS 软件中手持跟踪数字化的方法普遍使用，扫描数字化技术及转化成矢量数据库的技术也日趋成熟并已商品化（如 ESRI 公司的 ARCSCAN）。虽然扫描数字化大大提高了图形数据输入的效率 and 精度，但数字化后的编辑和属性数据的输入工作依然很繁重。

近年来，GPS 技术的出现和遥感影像的使用对 GIS 产生了巨大的影响。GPS 集成到 GIS 中，使实时获取野外数据取得进展。

(2) 空间数据存储和检索。传统的 GIS 将空间数据或属性数据分开管理，空间数据用文件系统管理，属性数据用关系数据库（RDBMS）管理，对空间数据的管理无法满足客户/服务器的环境下多用户共享、安全性、完整性、一致性、并发控制等要求，在客户端进行空间数据的可视化分析，必须先从服务器端下载。目前，各大 GIS 厂商都推出了自己的解决方案。如 ESRI 公司的 SDE（Spatial Data Engine），MapInfo 公司收购了 Unisys 的 SpatialWare，Intergraph 公司则与 Oracle 结成技术联盟，支持 Oracle 的 SDO（Spatial Data Option）。

目前空间数据引擎技术流行的做法是以当前的关系数据库为基础，进行扩充和完善。在数据存储和组织上，将空间数据项作为单独的列加入到关系数据库的表中，用户可像通常那样对表中数据进行查询、合并等，还可以进行由空间数据查属性和由属性查目标的空间分布等操作。

(3) 数据处理和分析。相比之下，GIS 在这一方面的进展并不令人满意，其问题在于 GIS 的开发者往往对空间数据的分析与模型化，特别是空间统计方面知之甚少，而精通分析与模型化技术的数学专家却对 GIS 了解不多。在标准的商业系统中，仍然没有基本的通用的空间分析程序，而且也没有基本的通用模型化工具（Openshaw）。

(4) 数据输出。GIS 与地图有着天然的联系。GIS 的核心功能，即分析功能是在交互式动态数字地图的基础上实现的，GIS 数据处理和分析的结果以地图的形式输出给用户，是最直观的，它跨越了语言的障碍。地图输出随着 Internet 和 WWW 网络技术在 GIS 中的应用走进了千家万户，GIS 的地理信息和地图数据输出跨越了时间和空间的障碍。任何用户可以在任何时间、任何地点通过互联网络去访问 Web 服务器上安装的 GIS（万维网 GIS、WebGIS），可以在自己的定制界面上获得地图信息、制作专题地图、进行地理分析等。

## 1.3 GIS 的发展趋势

(1) WebGIS。在 Internet 上，大量的应用正由传统的 Client/Server（客户机/服务器）方

式向 Browser/Server (浏览器/服务器) 方式转移, GIS 技术也是如此。GIS 技术和 Internet 技术的融合, 正逐渐形成一种新的技术, 称之为 WebGIS。和传统的基于 Client/Server 的 GIS 相比, WebGIS 有如下优点。

- 更广泛的访问范围。客户可以同时访问多个位于不同地方的服务器上的最新数据, 而这一 Internet/Intranet 所特有的优势大大方便了 GIS 的数据管理, 使分布式的多数据源的数据管理和合成更易于实现。
- 平台独立性。无论服务器/客户机是何种机器, 无论 WebGIS 服务器端使用何种 GIS 软件, 由于使用了通用的 Web 浏览器, 用户就可以透明地访问 WebGIS 数据, 在本机或某个服务器上分布式部件的动态组合和空间数据的协同处理与分析, 实现远程异构数据的共享。
- 降低系统成本。传统 GIS 在每个客户端都要配备昂贵的专业 GIS 软件, 而用户使用的经常只是一些最基本的功能, 这实际上造成了极大的浪费。WebGIS 在客户端通常只需使用 Web 浏览器 (有时还要加一些插件), 其软件成本与全套专业 GIS 相比明显要节省得多。另外, 由于客户端的简单性而节省的维护费用也不容忽视。
- 更简单的操作。要推广 GIS, 使 GIS 系统为广大的普通用户所接受, 而不仅仅局限于少数受过专业培训的专业用户, 就要降低对系统操作的要求。通用的 Web 浏览器无疑是降低操作复杂度的最好选择。

目前, WebGIS 在 Internet/Intranet 上的应用为典型的三层结构, 包括客户机、应用服务器与 Web 服务器、数据库服务器。这种方式又称瘦客户机系统。瘦客户机系统是指在客户机端没有或者有很少的应用代码。在以往的终端和主机的体系结构中, 所有系统都是瘦客户机系统。现在随着 Internet 技术以及 Java、ActiveX 技术的出现, 瘦客户机系统又重新出现。客户机负责数据结果的显示和用户请求的提交; 地图应用服务器和 Web 服务器负责响应和处理用户的请求; 而数据库服务器负责数据的管理工作。所有的地图数据和应用程序都放在服务器端, 客户端只是提出请求, 所有的响应都在服务器端完成, 只需在服务器端进行系统维护即可, 因此大大降低了系统的工作量。

(2) GIS 协助海量数据管理。GIS 技术的瓶颈之一就是如何解决海量空间数据管理问题。对于一个城市级的 GIS 系统, 其数据量极其巨大, 一般可达到 GB 的数据量级。例如沈阳市 1:500 的基础地图就有 2.4GB。传统的基于文件的管理方式显然不能处理这些问题, 而利用面向对象的大型数据库技术则能够有效地解决这一问题。

在面向对象的空间数据库中, 海量地图数据的使用变得更加简单: 只需建立单一图层, 不必再进行分幅处理。如果用户原来的数据源是分幅的, 可将其全部存储到一个图层中, 数据库将自动对其进行拼接和索引处理, 即可形成一个完整的图层。在应用时, 客户端只需极少量的编程 (实际上只是指定数据源), 就可实现对数据库里数据的动态显示。数据库会根据当前地图客户端的显示视野, 自动将此范围内的图形检索出来, 并送到客户端显示。因此, 即使服务器端的数据是 GB 级的, 在客户端的数据量却仅是几十到上百 KB, 大大减轻了客户端系统的配置需求, 并减轻了网络流量。

(3) 高分辨率遥感与 GIS 结合。现在, 高分辨率的遥感影像已逐渐应用到商业领域当中, 其最高精度可以达到 1m 左右。高分辨率遥感影像意味着什么? 它意味着人们在数据采集和数据更新上的一场革命。在传统的地图数据采集过程中, 人们是采用手工作业方式, 这要耗费大量的人力和物力, 而且数据更新的周期很长。但是, 利用卫星拍摄的高分辨率的遥感影



像,人们可以迅速得到几周前甚至几天前的最新更新数据,使得数据更加真实准确,成本还可以降低十几倍。高分辨率的遥感影像在商业领域有很多应用,如国土资源统计、灾害评估、自然环境监测以及城建规划等各个领域。

(4) OpenGIS——开放式GIS。开放式地理信息系统(OpenGIS)是指在计算机和通信环境下,根据行业标准和接口所建立起来的地理信息系统。它不仅使数据能在应用系统内流动,还能在系统间流动。OpenGIS使不同的地理信息系统软件之间具有良好的互操作性,以及在异构分布数据库中实现信息共享的途径。OpenGIS规范是由开放地理信息系统协会(OpenGIS Consortium,简称OGC)制定的一系列开放标准和接口。OGC的目的是通过信息基础设施,把地理空间数据资源集成到主流的计算技术中,促进可互操作的商业地理信息处理软件的广泛应用。OpenGIS要具有下列特点。

- 互操作性:不同地理信息系统软件之间连接、信息交换没有障碍。
  - 可扩展性:硬件方面可在不同软件、不同档次的计算机上运行,软件方面增加新的地学空间数据和地学数据处理功能。
  - 技术公开性:开放思想主要是对用户公开,公开源代码及规范说明是重要的途径之一。
  - 可移植性:独立于软件、硬件及网络环境,不需修改便可在不同的计算机上运行。
- 除此之外,还有诸如兼容性、可实现性、协同性等特点。

(5) 虚拟GIS。虚拟GIS就是GIS与虚拟现实技术(Virtual Reality)的结合。VR技术是当代信息技术高速发展,并与其他技术集成的产物,是一种最有效地模拟人在自然环境中视、听、动等行为的高级人机交互技术。虚拟技术的一个特点是将过去认为只擅长于处理数字的单维信息的计算机发展成也擅长于处理适合人的特性的多维信息的计算机。由于技术的限制,目前还未能开发出适用于遥感和GIS用户需要的真三维可视化的数据分析软件包。目前虚拟GIS的研究主要集中在虚拟城市。

(6) 多媒体GIS(MGIS)。多媒体技术(Multia-Media)是一种集声、像、图、文、通信等为一体,并以最直观的方式表达和感知信息,以形象化的、可触摸(触摸屏)的甚至声控对话的人机界面操纵信息处理的技术。应用多媒体技术能够对GIS的系统结构、系统功能及应用模式的设计产生极大的影响,使得GIS的表现形式更丰富、更灵活、更友好。

(7) 三维GIS(3D GIS)。在许多地学研究中,人们所要研究的对象是充满整个3D空间的,如大气污染、洋流、地质模型等,必须用一个 $(x, y, z)$ 的3D坐标来描述。在3D GIS中,研究对象是通过空间 $x$ 、 $y$ 、 $z$ 轴进行定义,描述的是真3D的对象。到目前为止,虽然有3D GIS系统问世,但其功能远不成熟,其拓扑关系模型一直没有完全解决;另外三维基础上的数据量十分大,很难建立一个有效的、易于编程实现的三维模型;计算机海量数据的处理为三维GIS提供了基础。

(8) 时态GIS(TGIS)。人们都在一定的空间和时间环境中生存并从事各种社会活动。从信息系统尤其是GIS的实用角度出发,时间可以看成是一条没有端点、向过去和将来无限延伸的线轴,它是现实世界的第四维。时间和空间不可分割地联系在一起,跟踪和分析空间信息随时间的变化,应当是GIS的一个合理目标。这样的GIS就被称为时态GIS(Temporal GIS)。记录历史数据有时候是非常重要的。TGIS不仅应包括回顾过去的历史数据,还应包括展望未来的规划数据。时态GIS的组织核心是时空数据库,其概念基础则是时空数据模型。虽然人们已分别在时态数据库和空间数据库研究方面取得很大进展,但是“时态”+