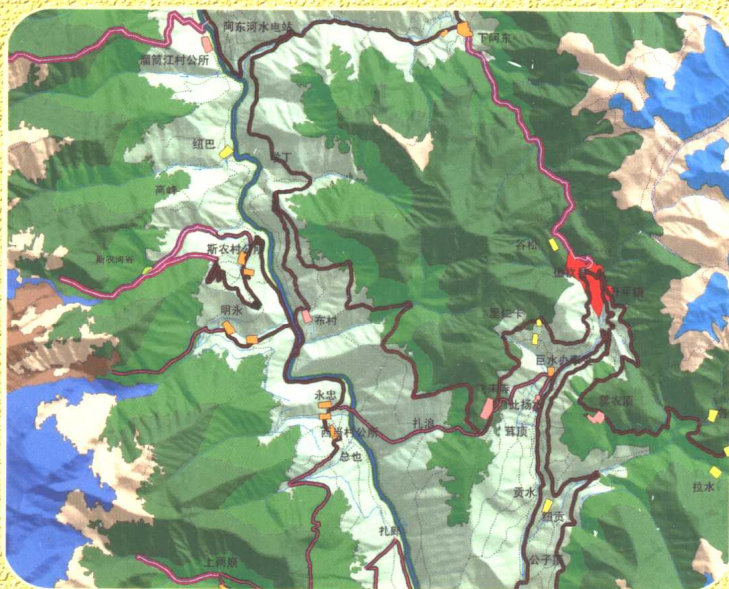




罗云启 曾 琨 罗 毅 编著

数字化地理信息系统建设

与MapInfo高级应用



清华大学出版社

数字化地理信息系统建设 与 MapInfo 高级应用

罗云启 曾 琨 罗 毅 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书介绍数字地球、数字城市、数字行业的理论基础,并详细介绍地理信息系统在各个行业的用途、实现的方法和实施步骤。本书还详尽介绍了用于地图矢量化、空间数据采集、信息可视化等的实用性工具软件,并且列举了大量使用 MapInfo 软件建立的地理信息系统工程实例。全书的指导思想是理论与实践相结合,全面普及数字化知识,指导数字化实践,帮助读者解决实际工作中遇到的操作、制图、编程等问题。

本书适合在读大学生、硕士研究生、博士研究生作为参考资料,并可供致力于 GIS 开发、利用、研究的生产一线工作者以及 GIS 爱好者阅读。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

数字化地理信息系统建设与 MapInfo 高级应用/罗云启,曾琨,罗毅编著. —北京:清华大学出版社,2003

ISBN 7-302-06391-5

I. 数... II. ①罗...②曾...③罗... III. ①地理信息系统②计算机制图—应用软件, MapInfo IV. P208②TP391.72

中图版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 018782 号

出 版 者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.com.cn>

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

策划编辑:王景先

责任编辑:刘 颖

印 刷 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:32.25 字数:763 千字

版 次:2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-06391-5/TP·4818

印 数:0001~4000

定 价:48.00 元

序

随着 21 世纪的来临,一个新型的信息社会和空间时代即将展现在人们面前。作为信息领域的重要组成,地理信息系统(GIS)将在国民经济建设中发挥更加重要、更加积极的作用。

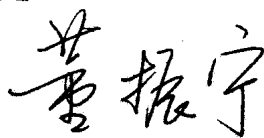
过去, GIS 一直被认为是一项专门技术,其应用主要是测绘、制图、资源、规划和环境管理等领域。随着技术的发展和需求的增大, GIS 应用日趋广泛,它不但在资源和环境管理与规划中成功应用,而且成为设施管理和工程建设的重要工具,同时还进入物流配送、商业选址以及人们的日常生活领域之中。GIS 的社会地位也发生了明显的变化,它和数据库、通信等技术一样,正在融入信息技术(IT)的主流,已经成为信息技术的重要组成部分,并为其他信息技术提供空间信息处理和分析功能,深化信息技术的应用。同时 GIS 技术也成为数字城市的重要支撑技术。

现在数字化浪潮席卷全球,随之而来的各种行业的数字化已提到议事日程,如数字北京、数字福建、数字黄河等。如何面对数字化的潮流,在本职工作中扎实有效地运用这些技术,是每个计算机工作者的热切愿望。我国信息化所面临的挑战也是十分严峻的,任重而道远,关键在于培养更多的掌握地理信息技术的综合性人才。

近年出版了一系列关于地理信息系统的书籍,其中有些侧重于科学原理阐明,有些侧重于专业部门的应用。罗云启高工等以其深厚的水利专业造诣与计算机软件开发丰富实践,融会贯通化为一体,又着眼于基层地理信息系统的建设,求实创新,图文并茂,深入浅出,既介绍地理信息系统的基础理论、实现方法,又介绍了当今地理信息系统中最新的核心技术,融理论、实践、操作、数据处理和系统建立为一体,推出这部理论联系实际的好书籍,是非常难能可贵的。

当今的 GIS 软件层出不穷,MapInfo 是比较常用的软件之一。随着技术不断发展,MapInfo 公司推出完整的 MapInfo 产品线,包括基于独立 PC 和 Client/Server 体系结构的 MapInfo Professional;基于 ActiveX 技术的地图控件 MapX;基于 Internet/Intranet 体系结构的地图应用服务器 MapXtreme for Windows 和 MapXtreme for Java;在服务器端进行空间分析和数据存储的空间数据服务器 Spatialware;以及最近推出的基于无线 LBS 应用的 MapXtend 和 MiAware。以帮助有各种需求的用户实现数据信息可视化、思维可视化。实现了地图与数据的完美结合,以数据可视化的方式,提供一种崭新的决策支持方法。

软件的价值在于成功的应用,希望此书的出版能帮助广大读者迅速掌握数字城市的理论,掌握 MapInfo 系列产品的软件操作和开发技巧,并得到读者的欢迎。



北大方正 MapInfo 技术总监

前 言

地理信息系统(GIS)是利用电子计算机及其外部设备采集、存储、分析和描述整个或部分地球表面与空间信息的系统。简单地讲,它是在一定的地域内,将地理空间信息和一些与该地域地理信息相关的属性信息结合起来,达到对地理和属性信息的综合管理。

从外部来看,地理信息系统表现为计算机软硬件系统;而其内涵是由计算机程序和地理数据组织而成的地理空间信息模型,是一个逻辑缩小的、高度信息化的地理系统。

进入新世纪以来,地理信息系统无论是在理论上还是应用上都处在一个飞速发展的阶段,不仅应用于多个领域的建模和决策支持,如城市管理、区划、环境整治等,也成为信息时代重要的组成部分之一,而且已经渗入到政府决策、行业办公、事务处理之中。尤其是“数字地球”概念的提出,更进一步推动了 GIS 的发展。与此同时,社会各个领域对 GIS 技术的需求出现了空前旺盛的局面,这不仅体现在政府办公和环境决策,商业部门、社会服务业也利用 GIS 进行客户研究。GIS 应用的领域涉及到社会的各个方面,尤其是对投资环境的分析,包括区位论、城市土地经济理论、城市空间经济学、城市交通经济学、模糊数学、层次分析法、统计方法、数据库方法和专家系统法等。

由于社会对 GIS 人才的大量需求,全国许多高校都开始了 GIS 专业人才的培养。如何解决当前 GIS 人才出现的断层现象,如何满足当前各个领域对 GIS 人才的需求,如何以具有计算机技术的技术骨干为基础培养出地理信息的人才,是本书的初衷和最大心愿。

本书结合几年来各方面读者反映的问题,进行了全面地综合、筛选,总结出普遍存在的问题,并给出解决的方法。基于具有实际性、操作性、应用型、操作简单、学用结合的考虑,本书详尽分析了 GIS 在各行各业的实际应用,给出能在不同领域中通用的地理信息建设的整体分析、实施、应用的过程,各章自成体系,各章之间的联系又十分紧密。为适应读者对 MapInfo 的期望,重点介绍了 MapInfo 6.X 的新增加功能,以期读者在实际工作中解决更多的问题。

GIS 与其他任何系统有着本质的区别,运行时需要图形、数据和应用程序,三者缺一不可,由于介质的限制,不能在书中承载,为方便读者学习、开发,作者将本书中介绍的典型程序源代码、地图数据处理工具、专用软件等另外刻录成光盘,此光盘不作为配书盘出售(书中提到的配套光盘即指本光盘),感兴趣者可与作者联系:

电话: (0)13605211504

电子信箱: xzlycn@163.net

本书 1、3、5、7 章由罗云启编写,8、9 章由董振宁、曾琨编写,2、4、6、10 章为罗毅编写,全书由罗云启统稿。

在此感谢北京慧图信息科技开发有限公司和北京灵图软件技术有限公司为本书提供技术资料和丰富的应用案例,对采用有关单位的资料和案例也一并表示感谢。

本书的完成，得到了许多同行和各个领域朋友的关怀和支持，北大方正 MapInfo 技术总监董振宁为本书作序，并对部分章节进行修改，在此表示衷心的感谢。

由于本书在编写过程中时间仓促，难免有疏漏或错误之处，敬请各位专家学者不吝指正。

罗云启

2002 年 8 月 15 日

目 录

第 1 章 数字化浪潮.....	1
1.1 数字地球概论	1
1.1.1 数字地球的产生背景 及其概念	2
1.1.2 数字地球核心技术综述.....	6
1.1.3 国家信息基础设施和国家 空间数据基础设施	9
1.2 数字城市概论	10
1.2.1 数字城市概论	10
1.2.2 城市地理信息系统的历史 和现状	11
1.2.3 城市地理信息系统的 内容、功能和特点	12
1.2.4 当前我国城市地理信息系统 发展中应注意的几个问题.....	14
1.2.5 城市地理信息系统的框架 结构	15
1.2.6 城市地理信息系统的硬、 软件配置	16
1.2.7 城市地理信息系统的数 据组织	17
1.2.8 数据结构	17
1.2.9 数据的组织和管理	17
1.2.10 城市地理信息系统的 标准化	18
1.2.11 当前要解决的问题	19
1.3 地理信息系统	20
1.3.1 地理信息系统的类型	20
1.3.2 实用型地理信息系统	23
1.3.3 地理信息系统的应用	25
1.3.4 地理信息系统的功能	27
1.3.5 地理信息系统最新发展动态...	30

1.4 地理信息系统的标准化	32
1.4.1 地理信息系统标准化的 重要性	32
1.4.2 GIS 标准化的作用	34
1.4.3 GIS 标准化的内容	35
1.4.4 GIS 标准化与信息技术 标准化的发展.....	37
1.4.5 空间数据标准与信息技术 标准结合	38
1.5 3S 技术及应用	39
1.5.1 GPS 概论	39
1.5.2 遥感概论	41
1.5.3 GIS 与 RS 的集成及具体 技术	46
1.5.4 GIS 与 GPS 的集成及具体 技术	47
1.5.5 3S 集成综述	48
1.6 定位服务.....	49
1.7 智能化的车辆监控系统—— TopMap GPS.....	51
1.7.1 基本功能	51
1.7.2 主要特点	55
1.7.3 运行环境	58
第 2 章 地图的基础知识.....	59
2.1 地图的特性与定义.....	60
2.1.1 地图的特性	60
2.1.2 地图的定义	63
2.1.3 地图的功能	64
2.2 地图的分类.....	67
2.2.1 地图分类的原则.....	67
2.2.2 地图的内容	69

2.3 地图的定向	70	3.2.1 结构化设计模式	110
2.4 地图比例尺	71	3.2.2 现代原型化设计模式	111
2.4.1 地图比例尺的定义	71	3.2.3 面向对象的设计模式	112
2.4.2 地图比例尺的形式	71	3.3 GIS 的数学模型	114
2.4.3 地图比例尺系统	72	3.3.1 现行 GIS 数学模型	114
2.4.4 比例尺的精度	73	3.3.2 GIS 数据的基本结构	115
2.5 地图的坐标系	73	3.3.3 非地理属性数据的组织 方法	115
2.6 地图的投影	75	3.3.4 图形编码法	116
2.6.1 地图投影的概念	75	3.4 城市地理信息系统总体设计	117
2.6.2 几何投影	75	3.4.1 城市地理信息系统设计 概述	117
2.6.3 非几何投影	76	3.4.2 城市地理信息系统的设计 流程	118
2.6.4 中国各种地图投影	76	3.4.3 数据库设计	121
2.6.5 高斯-克吕格投影	76	3.4.4 标准化设计	122
2.7 地形图的分幅和编号	78	3.4.5 软、硬件配置	126
2.7.1 地形图的分幅	78	3.4.6 系统开发计划、经费预算和 组织实施	127
2.7.2 分幅编号	79	3.4.7 城市地理信息系统总体设计 方案论证和审批	128
2.8 地图的语言	81	3.5 系统实施和评价	129
2.8.1 地图语言的概述	81	3.5.1 系统实施	129
2.8.2 地图的色彩	81	3.5.2 系统总体功能评价	130
2.8.3 色彩的属性及其利用	81	第 4 章 空间数据信息的采集	132
2.8.4 色彩的感觉与象征意义 的利用	82	4.1 空间数据概述	132
2.8.5 色彩的配合	83	4.1.1 空间数据信息源	133
2.9 地图的符号	83	4.1.2 空间数据信息的质量、精度 与误差	136
2.9.1 地图符号的功能与本质	84	4.2 地图的选取	140
2.9.2 地图符号系统	85	4.2.1 矢量化基础地图的选取	140
2.9.3 地图符号的设计	86	4.2.2 多幅地图的联合应用	141
2.9.4 依比例符号和不依比例 符号	87	4.2.3 图形拼接	143
2.9.5 符号的分类	87	4.3 矢量地图的分层	144
第 3 章 数字化地理信息系统的 建设方法与步骤	90	4.3.1 矢量地图的分层原则	144
3.1 地理信息系统的平台选择	90	4.3.2 矢量地图的分层的具体 示例	144
3.1.1 系统软件功能评价	90	4.4 点对象矢量化	148
3.1.2 ESRI 产品系列	95		
3.1.3 MapInfo 产品系列	97		
3.1.4 TopMap 系统软件介绍	98		
3.2 地理信息设计模式	110		

4.5 线对象矢量化	158	5.2.6 在 MapInfo 窗口中播放 视频	227
4.6 区域对象(边界)矢量化	160	5.3 信息的实时化及其实现	228
4.7 Raster2Vector 3.x 高级光栅 矢量化软件使用指南	164	5.3.1 在 MapInfo 地图中显示 实时数据	228
4.7.1 主要特点	167	5.3.2 GPS 监控系统的程序设计	230
4.7.2 运行环境	169	5.4 信息的多维化及其实现	231
4.7.3 系统环境和菜单命令 介绍	169	5.4.1 多维化分析	231
4.7.4 操作实例	176	5.4.2 空间多维化的表现	231
4.8 VP Hybrid CAD 光栅矢量化 软件	179	5.5 MapInfo 的信息输出	233
4.9 修改图层属性数据	181	5.5.1 对话框方式的显示	233
4.10 历史数据的利用	182	5.5.2 消息框的输出和位置与 尺寸	234
4.10.1 历史数据与地图对象 关联	182	5.5.3 保存窗口	235
4.10.2 模糊字段匹配	182	5.5.4 打印窗口	236
4.11 如何保证 MapInfo 屏幕数字化 地图的精度	185	5.6 等值线、等值面绘制软件系统 使用指南	238
第 5 章 实现信息的可视化、形象化、 实时化和多维化	189	5.6.1 等值线、等值面在地理 信息中的应用	239
5.1 信息的可视化及其实现	194	5.6.2 Vertical Mapper 的安装 方法	240
5.1.1 二维统计图	194	5.6.3 Vertical Mapper 的菜单 命令	242
5.1.2 三维统计图	200	5.6.4 等值线的绘制方法和步骤	244
5.1.3 专题图	203	5.6.5 等值面的绘制方法和步骤	251
5.1.4 等值线、等值面的数据 结构与数据的采集	207	5.6.6 利用 Vertical Mapper 进行 三维图形绘制	254
5.1.5 利用 MapInfo 6.5 进行三维 (数据高程模型)地图的 绘制	210	5.7 三维 GIS 平台 VR Map 系统软件 介绍	258
5.2 信息的形象化及其实现	212	5.7.1 应用范围	258
5.2.1 动态电子地图	213	5.7.2 产品构架	259
5.2.2 河道水资源调度动态 电子地图	214	5.7.3 体系结构	259
5.2.3 大型油库消防预案动态 电子地图	217	5.7.4 基于节点的空间描述 模型	260
5.2.4 在 MapInfo 窗口中显示 照片	217	5.7.5 自定义与二次开发	261
5.2.5 全景动态照片软件介绍	222	5.7.6 用户化界面	262
		5.7.7 多源数据的管理	264
		5.7.8 新技术特征	265
		5.7.9 新功能特征	266

第 6 章 MapInfo Professional 6.5**新增功能及其应用268**

- 6.1 MapInfo Professional 6.5 新增
功能概述268
- 6.2 MapInfo Professional 6.5 环境新增
命令详析274
 - 6.2.1 文件菜单与工具菜单变化.....274
 - 6.2.2 编辑菜单增强了对象
处理功能277
 - 6.2.3 查询菜单增加了反选
功能281

第 7 章 利用 MapBasic 建立地理**信息系统方案与实例282**

- 7.1 建立地理信息系统的步骤和方法283
 - 7.1.1 确定本领域中地理信息
系统的需求283
 - 7.1.2 二次开发语言的定位283
 - 7.1.3 地图数据的组织283
 - 7.1.4 地理信息应用系统的
程序组织284
- 7.2 关于 MapBasic284
 - 7.2.1 MapBasic 概述284
 - 7.2.2 MapBasic 的优点285
- 7.3 大型地理信息应用系统的程序
组织288
 - 7.3.1 以工程方式组织
MapBasic 程序288
 - 7.3.2 调用标准语句和函数定义
Include 语句289
- 7.4 大型地理信息应用系统的地图
组织291
 - 7.4.1 图层显示控制292
 - 7.4.2 图层分层设计293
 - 7.4.3 使用 Oracle Spatial.....294
- 7.5 界面设计与实施295
 - 7.5.1 系统开始运行时的启动
界面295
 - 7.5.2 系统运行的命令菜单296

7.5.3 系统运行过程中的对话框 297

7.6 地图应用 300

7.6.1 地图应用的意义 300

7.6.2 地图的选取 300

7.6.3 选择不同的地图 300

7.6.4 地图的显示应该有漫游、
放大、缩小功能 301

7.6.5 地图的空间定位功能 302

7.7 信息的查询 304

7.7.1 地理信息系统的查询模式 304

7.7.2 文本结果的查询统计 304

7.8 空间测量 306

7.8.1 求区域的面积 306

7.8.2 求统计值和范围值 307

7.9 在 MapInfo 地图中实现屏幕单击 307

7.9.1 自定义鼠标的双击事件 307

7.9.2 自定义鼠标的右键功能 309

7.9.3 如何实现全屏幕查询 310

7.9.4 自定义选择工具同时选中
所有图层中的对象 310

7.9.5 突出显示选中的点对象 311

7.10 LY-zdsc 2.0 系统自动生成软件

使用方法 312

7.10.1 软硬件要求 312

7.10.2 LY-zdsc 2.0 系统安装 313

7.10.3 LY-zdsc 2.0 的运行和菜单
命令介绍 314

7.10.4 选择启动界面 316

7.10.5 输入菜单表 317

7.10.6 菜单项的预检验 319

7.10.7 固化模块的建立 319

7.10.8 建立图层控制模块的
操作 3207.10.9 建立空间定位固化模块
的操作 321

7.10.10 系统自动生成 321

7.11 剖析典型 GIS 需求与实现方法一

——水资源管理决策支持系统 324

7.11.1 问题的提出 324

7.11.2 系统需求分析.....	325	8.3.6 检查图层的图元类型.....	369
7.11.3 系统功能的要求.....	325	8.3.7 图层缩放	369
7.11.4 地理信息系统软件的 确定.....	326	8.3.8 为图层生成标注.....	370
7.11.5 各子系统的功能设计.....	326	8.3.9 注释	372
7.11.6 建立地图和地图数据.....	331	8.3.10 栅格图像	372
7.11.7 建立系统框架.....	333	8.3.11 动态图层	373
7.11.8 编写各子系统代码.....	335	8.3.12 绘制图层	374
7.11.9 地理信息系统中文献检索 的实现方法.....	336	8.4 Features 和 Selections.....	374
7.12 剖析典型 GIS 需求与实现方法二 ——地震信息管理应用系统.....	337	8.4.1 基本概念	374
7.12.1 地震信息系统的需求 分析.....	337	8.4.2 使用 Features 集合	375
7.12.2 地震信息系统的实现 方法与步骤.....	338	8.4.3 使用 Selection 集合.....	377
第 8 章 使用 MapInfo MapX 建立地理 信息系统	341	8.5 在地图中查找图元.....	381
8.1 MapX 概述	341	8.5.1 Find 对象.....	381
8.1.1 MapX 入门	341	8.5.2 精确搜索边界.....	382
8.1.2 MapX 的 Geoset 地图管理 环境解析	349	8.5.3 结果代码	382
8.1.3 在 Visual Basic 添加 Map 控件	355	8.6 MapX 的工具	383
8.1.4 地图化概念	357	8.6.1 MapX 工具概述	383
8.2 MapX 基础	358	8.6.2 创建自定义工具.....	385
8.2.1 Map 对象.....	359	8.6.3 创建多边形绘制工具.....	388
8.2.2 图层.....	361	8.7 数据绑定.....	389
8.2.3 GeoSets.....	361	8.7.1 数据绑定的概念.....	389
8.2.4 DataSets.....	363	8.7.2 怎样向地图添加数据.....	389
8.2.5 Annotations.....	363	8.7.3 DataSet 对象和 DataSets 集合	389
8.2.6 创建对象	364	8.7.4 使用 Fields 集合.....	392
8.3 按图层地图化	365	8.7.5 使用 GeoDictionary 进行 数据绑定	395
8.3.1 图层集合的属性	365	8.7.6 数据绑定使用的 MapX 事件	396
8.3.2 Layers 集合的方法.....	366	8.8 从 DBMS 中访问数据.....	396
8.3.3 图层对象	368	8.8.1 访问远程空间数据.....	396
8.3.4 图层顺序	369	8.8.2 Oracle 8i 支持.....	397
8.3.5 检查图层类型	369	8.8.3 DBMS LayerInfo 参数	398
		8.8.4 访问属性数据.....	399
		8.8.5 MapInfo Map Catalog.....	400
		8.8.6 地图化 DBMS 表	401
		8.9 专题图.....	403
		8.9.1 什么是专题制图.....	403
		8.9.2 规划专题地图.....	403

8.9.3	Themes 集合	403
8.9.4	专题制图的类型	405
8.9.5	操作专题地图	408
8.9.6	自定义专题图例	410
8.10	逐层细化图层	410
8.10.1	逐层细化应用程序 开发步骤	410
8.10.2	准备逐层细化图层	411
8.10.3	创建逐层细化和卷 起工具	412
8.10.4	逐层细化图层的限制 和要求	413
8.11	输出地图	414
8.11.1	输出地图	414
8.11.2	ExportSelection 属性	415
8.11.3	打印地图	415
8.12	发布 MapX 应用程序	416
8.12.1	MapX 客户安装项目和 步骤概览	416
8.12.2	安装 MapX OCX	416
8.12.3	安装地图和 Geoset	418

第9章 大型网络地理信息系统 建设方案

9.1	WebGIS 的发展趋势	420
9.2	MapXtreme 简介	421
9.2.1	MapXtreme 产品的技术 特点	421
9.2.2	MapXtreme for Java 功能简介	422
9.2.3	MapXtreme for Windows 功能简介	425
9.2.4	MapXtreme for Windows 与 MapXtreme for Java Edit 功能比较	426
9.2.5	MapXtreme 应用程序的 工作流程	427
9.3	利用 MapXtreme 构建企业级 Internet/Intranet 地图应用	428

9.3.1	开发企业级的 MapXtreme 地图应用示例	428
9.3.2	基于 MapXtreme 构建企业级 的 WebGIS 应用框架结构	429
9.4	MapXtreme 常见问题集锦	433
9.4.1	如何安装 MapXtreme for Java+Tomcat	433
9.4.2	如何解决 MapXtreme for Java 与 Weblogic 的安装 配置问题	434
9.4.3	如何找到 MapXtreme for Windows 安装后 mapborker 无法启动的原因	434
9.4.4	Web 服务器和 MapXtreme 地图服务器分离在两台 机器上该如何处理	435
9.4.5	如何控制 MapXtreme 生成 图片的精度和大小	435
9.4.6	为什么在 MapXtreme for Java 里图层标注不能显示或 显示为乱码	435
9.4.7	如何在 MapXtreme 里实现 地图鹰眼功能	436
9.4.8	在 MapXtreme 如何让查询 选中的目标高亮显示	436
9.4.9	利用 MapXtreme for Java 如何 在 Oracle 空间数据库 添加新图层	437
9.4.10	如何通过 MapXtreme 访问 外部数据	438
9.5	TopMap World 简介	439
9.5.1	TopMap World 概述	439
9.5.2	基本功能	440
9.5.3	主要特点	442
9.5.4	运行环境	443

第10章 数字化地理信息系统 应用成果展示

10.1	地图化的电子政府	444
------	----------------	-----

10.2 基于 Internetweb 技术的城市 旅游 GIS 系统.....446	10.19 地理信息系统在数字林业中 的应用..... 468
10.3 地理信息系统在民航事业 中的应用.....448	10.20 防汛防旱地理信息系统..... 469
10.4 铁路地理信息系统.....449	10.21 GIS 在江西省防汛指挥决策 支持系统中的应用..... 472
10.5 地理信息系统在城市通信中 的应用.....450	10.22 地理信息在宁夏洪水预测系统 中的应用..... 473
10.6 电力 GIS 应用管理系统案例.....452	10.23 地理信息在环境信息中的应用..... 474
10.7 国家粮库信息及智能决策 系统.....454	10.24 降水量统计分析专家系统..... 475
10.8 公交调度指挥系统的开发.....455	10.25 企业设施管理地理信息系统..... 478
10.9 地理信息系统在城市智能交通 运输中的应用.....456	10.26 矿产管理地理信息系统..... 479
10.10 地理信息系统在城市规划中 的应用.....457	10.27 油田地理信息应用..... 479
10.11 公安 122 指挥中心接处警系统.....457	10.28 地理信息在管网中的应用..... 481
10.12 地理信息系统在商业与销售中 的应用.....458	10.29 医疗急救指挥信息系统..... 483
10.13 地理信息系统在有线电视行业 中的应用.....460	10.30 医疗资源管理信息系统..... 484
10.14 地理信息在银行系统中的应用.....461	10.31 税收监控地理信息系统..... 485
10.15 地理信息系统支持的土地资源 信息系统.....462	10.32 工商信息管理综合系统中的 应用..... 487
10.16 城镇地籍管理系统.....465	10.33 12315 消费与投诉举报系统..... 489
10.17 地理信息在建设项目管理中 的应用.....466	10.34 报业管理系统中的 GIS 应用..... 489
10.18 地理信息系统在文物保护中 的应用.....467	10.35 房地产企业综合管理地理信息 系统..... 492
	10.36 教育系统评估管理可视化系统..... 494
	10.37 农作物病虫害防治决策支持 系统..... 494
	10.38 经济开发区地理信息应用..... 497
	10.39 三维立体模型 VRMap2.0 在各行 各业中的应用..... 498

第 1 章 数字化浪潮

进入 21 世纪以来,科学技术在改变世界面貌和人类生活中发挥着巨大的作用,信息时代正步履铿锵地走来,人们日益强烈地感受到科技进步的恢弘之势,并发现空间技术已潜移默化地应用在日常生活和社会实践中。地理信息系统这一边缘交叉学科成为有识之士学习和掌握的热点,遥感卫星图像和全球卫星定位系统结束了漫漫长路上的贵族生涯、在各个领域中扮演重要角色。

不难发现,无论是信息化技术还是空间技术的应用,都是围绕着数字化这一永恒的主题展开的。数字化是所有知识中的核心技术,是人类重新认识世界、改造世界的锐利武器,数字技术正逐步取代模拟技术。在充分认识到数字化的优越之处、在计算机硬件和软件迅猛发展的同时,接踵而来的是人类将要对自身生存的环境进行数字化。这一数字化浪潮将使人类又一次改变自己的命运,将继工业化以来再一次推动全球的科技进步,成为现代社会进步的决定力量,使经济增长出现又一璀璨的亮点。

1.1 数字地球概论

地球自诞生以来就积累了大量自身的及与其相关的各种生命信息,这是客观存在的物质现象。因此,地球上的生物和非生物始终被地球庞大的信息场笼罩着,并记忆着这些信息。但地球上的生物和非生物又从来没有被科学地、系统地、自然地、客观地表达出来,造成各种固有的误解和矛盾,不利于地球上的生物和非生物的持久生存和发展。

地球上的高等智慧生物——人类发现了一些自然规律、社会规律和思维规律,由此取得空间技术、电子技术、通信技术、计算机技术、生物技术、管理科学和思维科学等的成果,并试图用其来表达和认识世界,以便找到更多的自然规律、社会规律和思维规律,解决自然界、人类社会和人类思维本身和相互之间的各种矛盾,促使人类文明的进步。

数字地球是人类以数字的形式再现的地球信息场,是信息化的地球。数字地球是指以地球坐标为依据的、具有多分辨率的、由海量数据组成的、能立体表达的虚拟地球。数字地球也可以认为是以地理位置为主线的所有信息的数字表示,是人类文明的全面总结,是更高意义上的大百科全书。它实现了人类对客观世界认识的一次质的飞跃,同时意味着人类对客观世界的认识和改造能力的质的提高,具有巨大的社会、经济和战略意义。

数字地球也就是信息化地球,即地球的信息模型,建立数字地球就是把地球上每一个角落的信息都收集起来,按照地球上的地理坐标,建立一个完整的信息模型,其实质是根据地球的地理坐标,获取、存储和显示有关的多种多样的资源环境和社会数据,将它们适当地存储、连接,提供给社会共享。

如今,信息技术革命席卷全球,使人类对地球空间数据进行处理、分析的技术手段和观念发生了翻天覆地的变化,在这种情况下,人们可以把有关地球的大量的、多分辨率的、三维的、动态的数据按地理坐标集成起来,形成一个数字地球,借助于这个数字地球,人们无论走到哪里,都可以按地理坐标了解地球上任何一处、任何方面的信息。

数字地球是对真实地球及其相关现象统一性的数字化重现和认识,核心思想有两点:一是用数字化手段统一地处理地球问题;二是最大限度地利用信息资源。数字地球由下列体系构成:数据获取与更新体系、数据处理与存储体系、信息提取与分析体系、数据与信息传播体系、数据库体系、网络体系和专用软件体系等。数字地球可以包容 80% 以上的人类信息资源,是未来信息资源的主体核心。

数字地球包括地球信息的获取、处理、传输、存储管理、检索、决策分析和表达等内容,它外在表现为超大型并行、互连和智能的计算机管理信息系统,也包括空间、地下和地面的各种传感器、计算机网络、计算机数据处理中心、生物和非生物的信息前端、终端及载体等,它们是数字地球的基础设施。从狭义的地理学技术来看,数字地球技术主要包括地理信息系统(GIS)、遥感(RS)和全球定位系统(GPS)等技术。

1.1.1 数字地球的产生背景及其概念

数字地球与其说是一门技术,不如说是一个政策,它是 GIS 应用发展的顶点。数字地球(Digital Earth, DE)的概念最早出现于 1997 年下半年,1998 年戈尔在一次演讲中将数字地球正式提了出来。数字地球的提出是建立在人类科学技术发展成果的基础上,有其深刻的社会、经济背景。

数字地球的科学背景,包括地理信息科学、地球信息科学等一系列学科,这些学科的发展为数字地球的产生打下了理论基础,对地观测系统以及计算机网络的发展为数字地球提供了技术支持,全球变化和可持续发展的研究对数字地球的出现起到了推动作用(图 1.1)。

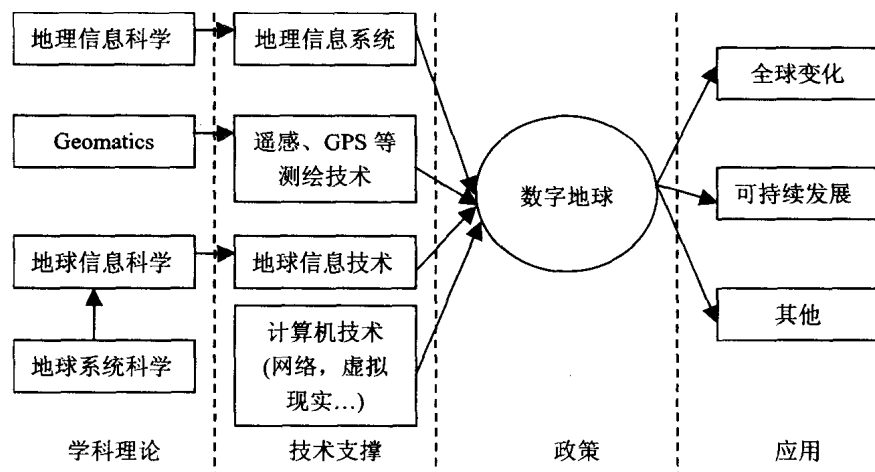


图 1.1 数字地球和其他理论技术的关系

数字地球的基本概念,可以归纳为以下 3 个方面:

(1) 数字地球是指数字化的三维显示的虚拟地球,或指信息化的地球,包括数字化、

网络化、智能化和可视化的地球技术系统;

- (2) 实施数字地球计划, 需要有政府、企业和学术界的共同协力参加。实施数字地球计划是社会的行为, 需要全社会的关心和支持;
- (3) 数字地球是一次新的技术革命, 将改变人类的生产和生活方式, 进一步促进科学技术的发展和推动社会经济的进步。

与地球信息科学、地理信息科学、Geomatics 等一系列学科概念以及遥感、GPS、Internet 等技术名词相比, 数字地球更像是一项技术政策, 在一定程度上涵盖了上述的领域, “更加通俗易懂, 是一个面向社会的号召, 实际上, 数字地球就是要求地球上的信息全部实现数字化”。

数字地球的基础技术, 由遥感、遥测、地理信息系统、Internet 等组成, 遥感、遥测等提供获取数据的手段, 地理信息系统进行数据的管理、存储、分析和表现, 通过 Internet 实现数据的传输与发布, 这样构成了数字地球技术系统的基本框架(图 1.2)。

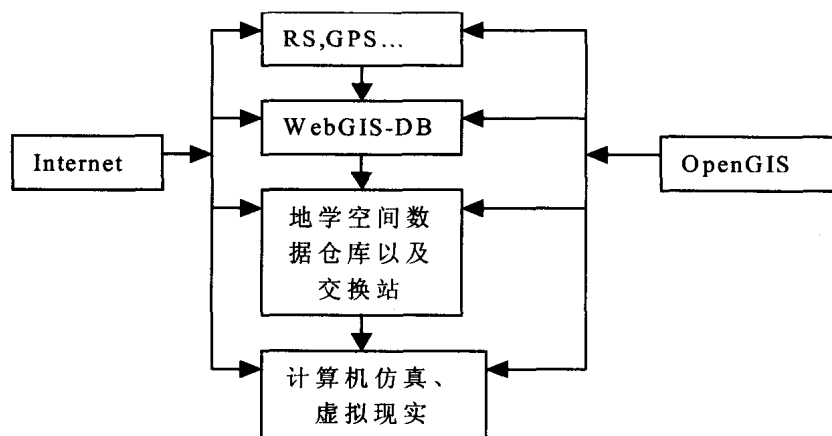


图 1.2 数字地球技术的基本框架示意图

数字地球: 展望 21 世纪我们这颗行星

1998 年 1 月 31 日发表于加利福尼亚科学中心

(艾尔·戈尔)

技术创新的新浪潮使我们能够大量地获得、存储、处理和显示关于我们行星的各种环境和文化现象信息。如此大量的信息构成了“地理坐标系”, 它涉及地球表面每一个特定的地方。

利用卫星对地面遥感形成“地球空间”(轨道)信息流, 并将其中未经加工有用部分的数据转变成可供使用的信息。地球资源技术卫星能够每两星期对地表进行一次完整的成像, 而且它已持续收集了 20 多年。尽管对这类信息有着巨大的需求, 但大多数图像还不能被人们使用, 因此它们只能被存储在电子数据库中。我们现在一方面表现出对知识的贪得无厌, 另一方面是大量数据仍然根本未被使用过。

问题之一是用什么方法把信息显示出来。有人曾经说我们是否能用计算机术语来描述人脑, 然而, 人脑的比特率比计算机低, 但却具有极高的分辨率。例如, 研究表明, 由于人脑比特率低, 因此, 很难在短时间记住 7 条以上的数据。但是, 如果这些信息被排列在一个相互可以被识别的模型内, 如人类的脸或银河星系, 人脑则能够同时吸收成千上万条

信息。

过去我们通常利用 Macintosh 和 Windows 操作系统提供的桌面图形来进行(实现)人机对话,事实上,这些工具现在已经不适合新的挑战。我相信我们需要一个“数字地球”,一个多种分辨率,一个三维的表述方式,使我们能嵌入巨大数量的地理坐标系数据。例如,设想一位少年去本地的博物馆参观数字地球展览。在戴上显示头盔后,他看见地球从太空中出现,使用数据手套放大电子图像;使用越来越高的分辨率,看见大陆,然后是乡村、城市,最后是私人住房、树木和其他天然和人工的物质。他采用类似“魔毯骑乘”通过地形的三维视图,眼前被发现的行星区域引起他探究的兴趣。当然,地形仅仅是他能与之相互作用的多种数据之一。利用声音识别能力系统,他能够请求关于陆地覆盖、植物和动物的物种分布、实时天气、道路、政治范围以及人口的信息。他也能使他和其他学生收集的作为全球环境的一部分信息具体化。这些信息能被天衣无缝地融入数字地图或者地形数据。通过使用数据手套单击一个连接按钮,他能够获得他所看见的事物的更详细的信息。例如,为全家去黄石国家公园度假做准备,他计划徒步去看天然喷泉,他刚刚阅读到关于野牛和洛杉矶山羊的知识。事实上,在他离开故乡的博物馆之前他能够进行虚拟旅行。

他可以不受限制穿越空间,同样也能穿越时间。在进行虚拟的去巴黎参观卢浮宫的场景旅游之后,他通过对时间的反向移动,学习法国的历史,细读被数字地球表面覆盖的数字化地图、新闻短片、口述历史、报纸等主要的原始资料。他向自己的电子邮件信箱发送一些有用的信息,以便今后学习。时间序列从这里延伸到遥远的过去,能以天、年、世纪、甚至是地质学的纪元,因为那些场合有利于他对恐龙的了解。

显然,没有一个政府、企业或学术界能单独从事这项工作。像全球性网络,它需要成千上万的私人、公司、大学研究者以及政府组织的共同努力。虽然,作为数字地球的一些数据是公共信息,但数字地球也可以成为公司销售大量商用图像和有偿信息服务的数字化市场。它也可以变为一个“没有墙壁的实验室”,科学家可以在这里通过研究寻求理解人类和环境之间复杂的、相互依存的关系。

1. 创建数字地球需要的技术

虽然以上情节似乎有些像科幻小说,但大多数建造数字化地球需要的技术和能力已经实现或正在开发。当然,数字地球的能力将追随时间不断地进化,我们将有能力在 2005 年对 2020 年的数字化地球进行一次原始的比较。下面一些技术是需要的:

● 计算科学

直到计算机的出现,实验和理论两种创造知识的方法长期以来被限制,实验科学家对所要进行研究的现象的观察太艰难,这些现象不是太小就是太大,不是太快就是太慢,它们存在要么不到 10 亿分之一秒要么超过 10 亿年。另一方面,纯粹的理论不能预报像雷雨或飞机上的空气流动那样复杂的自然现象。随着高速计算机作为新工具开始被使用,我们才能模拟那些不容易观察到的现象,并且同时能更好地理解已经观察到的数据。按这种方法,计算科学允许我们突破实验和理论科学的局限性。

● 大规模存储

数字化地球将要求存储 10^{15} 字节的信息。