

21世纪高等院校教材

# 地理信息系统 设计与开发

陈正江 汤国安 任晓东 编著



科学出版社

[www.sciencepress.com](http://www.sciencepress.com)

21 世纪高等院校教材

# 地理信息系统 设计与开发

陈正江 汤国安 任晓东 编著

西北大学新世纪教学改革与教材建设项目

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是作者在多年从事 GIS 教育、科研与应用开发的基础上,结合最新 GIS 开发技术编写而成的。书中的大部分内容来自作者的教学与科研实践,其中有关 GIS 基础软件平台与 GIS 控件开发的介绍,更是作者对自己开发的具有一定代表性的 GIS 基础软件的技术与经验的总结。书中首先系统地介绍了与 GIS 有关的概念、分类、流行开发工具等基本知识;接着,介绍了应用型地理信息系统设计、开发的基本方法和相关技术;在此基础上,以 ArcInfo 下的 AML, MapInfo 下的 MapBasic 和 MapX 为例,分别介绍了基于宏语言、专用开发语言和基于组件的 GIS 开发;最后,作者结合 GIS 基础平台软件的研究与开发实践,较系统地介绍了 GIS 基础软件和 GIS 控件的开发技术,并给出了具体的应用案例。

本书既可作为高等院校 GIS 专业、测绘专业本科生的教材或课外参考书,又可作为从事 GIS 教学、技术研究、应用系统开发的教师、技术人员、软件工程师及相关专业研究生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统设计与开发/陈正江等编著. —北京:科学出版社,2005  
21 世纪高等院校教材  
ISBN 7-03-014577-1

I. 地… II. 陈… III. 地理信息系统-高等学校-教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 116794 号

责任编辑:杨 红 王日臣/责任校对:张 琪

责任印制:钱玉芬/封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005 年 2 月第一次印刷 印张: 24 1/4

印数:1—3 000 字数: 470 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换<双青>)

# 前 言

在信息化技术迅速发展的现代社会,信息系统技术获得了极大的发展。地理信息系统(geographic information system,简称 GIS)更是将现代信息管理技术与经常和人们打交道的地理信息及其图示模型结合了起来,从而将信息系统技术推向了更为广阔的应用领域。现在,GIS 技术的应用,已不仅仅局限于测绘、地矿、制图、交通、资源与环境管理等传统领域,其在设施管理、土地利用、物种保护、工程建设、城市规划、灾害防治、灾害评估等领域也愈来愈扮演着重要的角色。此外,GIS 还进入了军事战略分析、商业策划、文物考古和文化教育等更为广阔的领域,甚至还和其他科学技术结合,进入了普通人的生活,成为一种广泛应用的技术。可以说,GIS 技术的应用,正在逐渐地改变着当今的世界。地理信息系统的设计与开发技术,愈来愈受到广大地学工作者、信息技术从业者及其他相关学科研究人员及大、中专教师和大学生的欢迎。

本书紧密结合作者在近年来的教学与科研实践,通过对几种 GIS 系统软件的使用、应用系统开发、GIS 基础软件与实验控件开发的介绍,力求将自己最新的研究成果及开发经验贡献给读者。全书共分为 8 章:第 1 章系统介绍了 GIS 的有关概念、分类、软硬件、空间数据模型、空间数据质量、流行开发工具等基础知识;第 2 章则从地理信息系统设计的角度,论述了应用型地理信息系统设计与开发的基本方法及有关知识;第 3~5 章分别以 ArcInfo 下的 AML 宏语言、MapInfo 下的 MapBasic 专用开发语言及 MapInfo 的 MapX 控件为例,系统介绍了基于宏语言的开发、基于专用开发语言的开发及基于组件的 GIS 开发技术;第 6、7 章结合作者有关 GIS 基础软件开发的研究实践,系统介绍了 GIS 基础软件及 GIS 控件的开发技术,并较详细介绍了作者“面向区域”GIS 控件的设计思想;第 8 章以作者新近完成的两个科研项目为例,着重介绍了使用第 6 章介绍的基础软件开发方法和第 7 章介绍的“面向区域”GIS 控件开发应用系统的设计经验。

本书在编写过程中得到西北大学首批“新世纪教学改革与教材建设”项目资助。由陈正江(第 1、2、4、6、7、8 章),汤国安、王春(第 3 章),任晓东、张兴国(第 5 章)共同编写完成。陈正江、汤国安统稿,梁小英、刘晓协助进行了文字校对,在此一并致谢。

由于作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

陈正江

2004 年 8 月于西北大学

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 地理信息系统设计与开发基础</b> .....	1
1.1 地理信息系统的概念、产生和发展趋势.....	1
1.1.1 信息与信息系统 .....	1
1.1.2 地理信息系统 .....	1
1.1.3 地理信息系统的产生 .....	3
1.1.4 当代地理信息系统的发展趋势 .....	4
1.2 地理信息系统的分类 .....	6
1.2.1 应用型地理信息系统 .....	6
1.2.2 工具型地理信息系统 .....	7
1.3 地理信息系统的硬、软件环境.....	8
1.3.1 地理信息系统的硬件系统 .....	8
1.3.2 地理信息系统的软件模块 .....	9
1.3.3 地理信息系统的硬、软件选择 .....	14
1.4 地理信息系统的空间数据模型.....	16
1.4.1 矢量数据及其拓扑关系模型.....	16
1.4.2 栅格数据模型.....	17
1.4.3 属性数据及其表示.....	18
1.4.4 空间数据与属性数据的连接.....	19
1.4.5 数据模型与 GIS 功能之间的联系 .....	20
1.5 空间数据质量及其控制.....	20
1.5.1 GIS 空间数据质量的概述.....	20
1.5.2 GIS 空间数据质量的内容.....	22
1.5.3 GIS 空间数据质量的控制.....	23
1.6 流行开发工具及其分类.....	26
1.6.1 GIS 开发工具简介.....	26
1.6.2 GIS 二次开发工具的分类.....	28
习题 .....	32
<b>第 2 章 地理信息系统设计与开发方法概述</b> .....	34
2.1 信息系统设计与开发的基本方法.....	34

2.1.1	结构化生命周期法	34
2.1.2	原型化方法	37
2.1.3	面向对象方法	39
2.2	地理信息系统设计的特点、内容、步骤和方法概述	42
2.2.1	GIS设计的特点	42
2.2.2	GIS设计的内容	42
2.2.3	GIS设计的步骤	43
2.2.4	GIS设计方法概述	44
2.3	需求分析	44
2.3.1	需求分析的内容	44
2.3.2	可行性研究	45
2.3.3	可行性研究报告	46
2.3.4	需求分析和可行性研究的一般原则	47
2.4	系统总体设计	47
2.4.1	系统总体设计的内容	47
2.4.2	系统总体设计的步骤	49
2.4.3	系统总体设计的基本要求	51
2.4.4	系统总体设计应把握的基本原则	52
2.5	系统详细设计	52
2.5.1	GIS功能设计	52
2.5.2	地理数据库设计	53
2.5.3	应用模型与方法设计	55
2.6	GIS软件设计	56
2.6.1	应用型GIS软件设计的基本特点	56
2.6.2	信息描述	57
2.6.3	软件设计方法	60
2.7	用户界面设计	61
2.7.1	用户界面的作用	61
2.7.2	用户界面设计的原则	62
2.7.3	用户界面的主要类型及主要界面组件	63
2.7.4	GIS中常用的其他界面技术	67
	习题	69
<b>第3章</b>	<b>基于宏语言的GIS开发——以ArcInfo的AML为例</b>	<b>71</b>
3.1	GIS宏命令语言与ArcInfo系统简介	71
3.1.1	GIS宏命令设计语言	71
3.1.2	ArcInfo系统简介	72

3.2	ARC 宏命令设计语言 AML .....	74
3.2.1	AML 语言基础 .....	74
3.2.2	AML 程序功能 .....	80
3.2.3	AML 程序运行 .....	87
3.3	AML 界面设计 .....	91
3.3.1	AML 菜单类型 .....	91
3.3.2	AML 菜单文件 .....	93
3.3.3	AML 格式菜单 .....	96
3.3.4	输入源 THREAD .....	103
3.3.5	AML 程序界面设计 .....	107
3.4	AML 例程剖析 .....	111
3.4.1	ArcInfo 项目管理 .....	111
3.4.2	ArcInfo 数据处理 .....	112
3.4.3	ArcInfo 空间分析 .....	114
	习题 .....	116
<b>第 4 章</b>	<b>MapInfo 及其二次开发语言</b> .....	<b>119</b>
4.1	MapInfo 系统概述 .....	119
4.1.1	MapInfo 与桌面地理信息系统 .....	119
4.1.2	MapInfo 的主要技术特点 .....	120
4.1.3	MapInfo 地图组织 .....	122
4.2	MapBasic 语言 .....	128
4.2.1	语言基本特点 .....	129
4.2.2	MapBasic 语法 .....	130
4.2.3	过程与函数 .....	136
4.2.4	程序基本结构 .....	138
4.3	基于 MapBasic 的应用系统开发 .....	138
4.3.1	MapBasic 集成开发环境 .....	138
4.3.2	创建用户界面 .....	142
4.3.3	表操作 .....	151
4.3.4	图层管理与窗口操作 .....	154
4.3.5	文件读写操作 .....	162
4.3.6	地理信息查询 .....	164
4.3.7	地理分析 .....	169
4.3.8	专题制图 .....	172
4.3.9	程序设计实例 .....	175
4.4	跨平台集成 MapInfo .....	180

4.4.1	什么是跨平台集成 MapInfo .....	180
4.4.2	集成地图的技术要求 .....	181
4.4.3	集成地图的方法 .....	181
4.4.4	步骤与实例 .....	185
	习题 .....	190
<b>第5章</b>	<b>基于组件的开发——以 MapX 为例</b> .....	192
5.1	概述 .....	192
5.1.1	MapX 简介 .....	192
5.1.2	MapX 的安装 .....	193
5.1.3	Geoset Manager .....	193
5.1.4	应用程序的结构与数据组织 .....	196
5.2	用 VC++ 开发基于 MapX 的 GIS 应用程序 .....	199
5.2.1	用 VC++ 的应用程序向导建立单文档应用程序 .....	199
5.2.2	给应用程序 BasGIS 加入 MapX 控件 .....	200
5.2.3	在应用程序中实现地图显示和操作 .....	201
5.2.4	实现地图图层管理 .....	211
5.2.5	实现图层中图元的管理 .....	217
5.3	用 Visual Basic 开发基于 MapX 的 GIS 应用程序 .....	234
5.3.1	Visual Basic 简介 .....	234
5.3.2	基于 VB 和 MapX 开发应用程序的过程 .....	236
5.3.3	应用开发实例——陕西省旅游信息系统 .....	241
	习题 .....	265
<b>第6章</b>	<b>开发 GIS 基本系统——以 DigMap 为例</b> .....	267
6.1	使用专业开发工具与自行开发 GIS 基本系统的优缺点比较 .....	267
6.1.1	使用专业开发工具进行 GIS 应用开发的优点与不足 .....	267
6.1.2	自行开发 GIS 基本系统的优点与缺点 .....	268
6.2	GIS 基本系统的功能要求 .....	270
6.2.1	矢量图形系统 .....	271
6.2.2	遥感和栅格数据处理系统 .....	272
6.2.3	属性数据管理及其数据库系统 .....	275
6.2.4	矢量空间数据元素与属性数据库的连接 .....	278
6.2.5	完整的空间数据管理、查询、统计、分析和图形图像输出功能 .....	278
6.3	空间数据模型设计 .....	279
6.3.1	DigMap 的矢量数据模型 .....	279
6.3.2	DigMap 数据模型间的联系与组织 .....	283
6.4	空间数据管理与数据库设计 .....	284



6.4.1	地理信息的分层组织 .....	284
6.4.2	数据层的类型属性 .....	285
6.4.3	空间数据管理 .....	287
6.4.4	空间数据库设计 .....	288
6.5	矢量空间数据的输入与编辑 .....	290
6.5.1	矢量数据输入、编辑作业的任务管理 .....	290
6.5.2	空间数据编辑 .....	298
6.5.3	写入空间数据库 .....	299
6.6	矢量空间数据查询、检索的基本算法 .....	299
6.6.1	点的抓取 .....	299
6.6.2	折线、弧段的抓取 .....	300
6.6.3	多边形的抓取与多边形拓扑 .....	301
6.7	栅格数据处理 .....	303
6.7.1	栅格数据的存储组织与处理模式 .....	303
6.7.2	矢量数据的栅格化 .....	305
6.7.3	栅格数据的压缩编码 .....	305
6.8	基于数字高程矩阵的地表形态分析 .....	308
6.8.1	获取数字高程矩阵数据 .....	308
6.8.2	基于数字高程矩阵的地形分析 .....	309
6.8.3	栅格数据的叠加分析 .....	311
6.9	空间数据的显示 .....	312
6.9.1	Windows 的绘图机制与设备描述表 .....	312
6.9.2	按比例缩放与坐标系统 .....	314
6.9.3	裁剪、有效化及设备描述表的控制 .....	316
6.9.4	绘图函数 .....	317
6.9.5	按属性值大小渲染多边形区域 .....	320
6.9.6	面要素透明叠加显示 .....	321
6.10	多媒体数据及其他数据的管理与展示 .....	322
6.10.1	多媒体信息的组织管理 .....	322
6.10.2	多媒体信息的种类与形式 .....	324
6.10.3	多媒体数据的展示 .....	325
	习题 .....	325
<b>第7章</b>	<b>GIS 组件开发 .....</b>	<b>326</b>
7.1	组件技术基础 .....	326
7.1.1	从 DDE 到 OLE1 .....	326
7.1.2	可视化 BASIC 与 VBX .....	327

7.1.3	OLE2 与 COM .....	327
7.1.4	ActiveX .....	328
7.2	GIS 开发技术组件化的意义 .....	329
7.2.1	为应用系统提供了全新的集成方法 .....	329
7.2.2	提高了在开发语言选择上的灵活性 .....	330
7.2.3	增强了 GIS 软件的包容性 .....	330
7.2.4	提高了 GIS 技术的通用性 .....	330
7.2.5	具有较强的伸缩性 .....	330
7.2.6	方便了可视化程序设计的实现 .....	331
7.3	GIS 控件开发——以 MapG 为例 .....	331
7.3.1	通用型 GIS 控件的功能设计 .....	331
7.3.2	MapG 的主要属性 .....	333
7.3.3	方法 .....	334
7.3.4	事件 .....	336
7.3.5	控件使用 .....	338
7.4	面向区域的 GIS 控件 .....	341
7.4.1	面向区域 GIS 控件的概念 .....	341
7.4.2	面向区域 GIS 控件的特点 .....	342
7.5	面向区域的 GIS 控件的技术组织 .....	343
7.5.1	图形数据对象及其表示 .....	343
7.5.2	图层及其类型属性 .....	344
7.5.3	数据库组织 .....	344
7.5.4	SxGMP 的属性、事件与方法 .....	345
7.6	面向区域 GIS 组件的开发方法 .....	347
	习题 .....	348
<b>第 8 章</b>	<b>GIS 应用系统开发实例 .....</b>	<b>349</b>
8.1	陕西省生态环境数据库系统(SxEnv) .....	349
8.1.1	系统特点及其实现的主要功能 .....	349
8.1.2	生态环境信息的数据分类 .....	352
8.1.3	定义和生成地理查询对象 .....	352
8.1.4	地理查询对象的“GIS 化” .....	354
8.1.5	生态环境数据的统计分析 .....	356
8.1.6	查询数据库与报表制作 .....	357
8.2	陕西省人口地理系统 .....	357
8.2.1	区域人口分析的主要内容 .....	358
8.2.2	人口地理信息系统的功能分析 .....	360

8.2.3 人口地理信息系统的基础数据 .....	362
8.2.4 陕西省人口地理信息系统(SxPGIS)的设计与开发 .....	364
习题 .....	370
<b>主要参考文献</b> .....	<b>371</b>

# 第1章 地理信息系统设计与开发基础

## 1.1 地理信息系统的概念、产生和发展趋势

### 1.1.1 信息与信息系统

在信息化极为普及的现代社会,“信息”一词为各行各业的人们广泛使用,但什么是信息?它的本质是什么?却并不是容易回答的问题。

学术界目前对“信息”仍未形成完全一致的定义。信息论的创始人香农认为,“信息是用以消除随机不确定性的东西”。显然,这只是从信息的某种作用或功能而定义信息的。而控制论的创始人维纳则认为,“信息是我们适应外部世界,并且使这种适应为外部世界所感知的过程中,同外部世界进行交换内容的名称”(维纳,1978)。还有人将信息理解为集合的变异度、事物的差异或关系,以及系统的有序性等。

信息的极其普遍性,反而难以使人们对这一充满哲学意义的,同时也是物质世界基本性质之一的科学定义完全形成,但这并未妨碍人们对信息的使用。信息技术带动下的信息产业正在成为当代人类社会一个新兴的、并快速增长的产业。信息化的管理、信息化的决策已经成为现代化管理工作与决策工作的时尚,人们无时无刻不在关注着自己感兴趣的信息,并一再地验证着它的重要性。

信息在现代社会中的重要性逐渐产生了专司信息收集、管理、处理和分析的组织机构,这就是“信息系统”。而现代计算机技术的发展,又使得“信息系统”与计算机的硬、软件之间产生了紧密的联系。

信息系统就是以现代计算机技术为主要工具,专门收集、管理、加工、处理和输出信息,并使之服务于某一应用目的的技术与组织体系。

信息系统是现代管理与决策工作的重要手段。在现代社会中,各种各样的管理信息系统、咨询服务系统、决策支持系统乃至模仿专家思维与决策过程的专家系统都在夜以继日地帮助人们进行着规划、管理、决策、事务处理及信息咨询,极大地提高了人们的工作效率,成为当代社会生活中的一大亮点。

### 1.1.2 地理信息系统

在更多的时候,人们规划、管理、决策、处理事务及信息咨询的信息内容常常要求必须与周围的地理环境和地理位置相联系,就像人们经常使用的地图或图纸,不仅要求能表达事件发生的过程和结果,而且还要求能表达事件发生的地点、周围环

境,以及与其他事物之间的空间相互关系等——处理和“使用地理信息”。这就诞生了地理信息系统(geographical information system,简称 GIS)。

从地理信息系统的专业角度看,可以将人们经常使用的信息划分为两类,即空间信息和非空间信息。所谓空间信息,就是信息本身就包含有形状、分布、空间定位、空间相互关系等内容,如一条道路,一座桥梁,一幢建筑物,一个行政区,一个天体单元等。

地理信息是人们应用最多的空间信息。根据统计,人们日常使用信息的 80% 以上都是地理信息。远在四千多年前,人们就知道了使用地图,从而掌握与地理空间信息打交道的直观、简易的方法。而现代科学技术的发展,又将人们带入了一个前所未有的信息时代,计算机的使用和数据库技术的快速发展更使得人们学会了用信息系统管理和使用信息。

地理信息系统就是能够输入、存储、管理并处理分析地理空间数据的信息系统。地理信息系统是在管理信息系统技术之后形成的,这从另一个方面说明了地理信息系统是信息系统技术发展的高级阶段的产物。这主要是由于以下原因。

### 1. 地理信息系统具有更为丰富、也更为复杂的数据类型

早期发展的各类管理信息系统、决策支持系统、办公自动化系统乃至专家系统等,处理的信息类型多是文字、数字、货币、日期、布尔值等。后来发展了多媒体技术,数据类型相对复杂了一些,但是,这些数据还都没有地理空间数据类型复杂和多样。地理信息系统要求用空间信息构筑整个系统的信息框架,因而除了要求处理与其他管理信息系统一样的各种数据类型之外,还必须大量地处理地理空间数据。地理空间数据有它独特的表示方式,一般都具有更为复杂的数据结构。一个地理信息系统的功能,在更大程度上取决于它对空间数据的表达与处理能力。

### 2. 地理信息系统一般要求处理更为庞大的数据量

地理信息系统一般都是地球表面特定地理区域空间,即“地理系统”综合的或某一方面的计算机模型。由于地理系统自身的复杂性,地理信息系统处理的问题一般也都涉及多变量、高阶次、多回路、复杂、时变的非线性问题。相应地,描述它的计算机模型也必然涉及到大量的各类变量,以及描述这些变量运行环境与运动规律的其他相关数据,所以,地理信息系统一般都要要求处理更为庞大的数据量。

### 3. 地理信息系统对计算机硬、软件有更高的技术要求

处理数据类型的复杂性和处理数据量的更为庞大必然对计算机系统的硬、软件系统有更高的技术要求。所以,地理信息系统对计算机硬、软件的要求是相对较高的。早期使用的地理信息系统,其硬件一般都是具有大存储空间和较强图形图像处理能力的中、小型计算机系统或图形工作站。但随着计算机技术——特别是计算机硬件技术的快速发展,微型计算机性能/价格比一再提高,实用的地理信息系统才得以在高档微型计算机系统下运行。但地理信息系统对计算机的性能要求

是没有止境的,足够大的内、外存储器容量,稳定、快速和复杂数据处理能力的 CPU,良好的图形显示器和适配器等都是地理信息系统永恒的目标。

#### 4. 地理信息系统具有更为广泛和更为复杂的应用

功能各异的各类信息系统所具有的功能,都是以数据库中丰富的数据为基础的。由于地理信息系统一般都具有内容丰富、体积庞大、应用面宽的数据库,所以,一般的地理信息系统也都具有更为广泛和更为复杂的应用。如一个综合性的地理信息系统,数据库内容一般都涉及到区域的地形、地貌、气候、水资源、土地利用、行政、人口、产业结构、生态环境等方方面面的数据信息,只要数据精度满足应用要求,外加相应的各种分析模块,它就可以用来进行工程设计、土地规划、资源配置决策、土地生产潜力计算、产业结构调整、城市与区域规划等各种应用,在区域生态环境建设和国民经济发展研究中扮演极为重要的角色。

### 1.1.3 地理信息系统的产生

地理信息系统最早萌芽于北美,20世纪60年代初,加拿大的 Roger F. Tomlinson 和美国的 Duane F. Marble 在不同的地方、从不同角度提出了地理信息系统的构想。Tomlinson 于 1962 年提出利用数字计算机处理和分析大量的土地利用数据,并建议加拿大土地调查局建立加拿大地理信息系统——CGIS。到 1972 年,CGIS 全面投入运行,成为世界上第一个运行的地理信息系统。CGIS 提出的地理数据模型、栅格-矢量数据相互转换,及空间数据、属性数据连接和空间数据在空间上分块、内容上分层等基本的设计思想,为地理信息系统技术后来的发展起到了奠基的作用。

几乎在同一时间,美国的 Duane F. Marble 在西北大学研究了利用数字计算机研制数据处理软件系统,以支持大规模城市交通研究,并提出了地理信息系统软件系统的思想。来自美国西北技术研究所的 Howard Fisher 教授在福特基金的资助下,建立了哈佛大学计算机图形与空间分析实验室,开发了 SYMAP/ODYSSEY 等软件包,其中,SYMAP 对当今的栅格地理信息系统有相当影响,而 ODYSSEY 则被认为是矢量地理信息系统的原型。

其实,地理信息系统是计算机地理制图和计算机图像处理技术发展的必然产物。在 20 世纪 60 年代,随着世界经济的快速发展,对地形图的数量和质量提出了更高要求,一般的手工作业方式已远远不能满足地形图生产的要求,也不能对地面日新月异的发展变化及时进行更新,而计算机技术的发展,就使得使用计算机进行地图制图成为了客观上的必然。而另一方面,航空和航天遥感技术的发展,又使得人们必须寻找遥感资料的快速与高精度的处理方法,这同样要用到计算机。这两方面的共同要求,就必然刺激计算机图像处理技术的快速发展。

由于计算机地理制图和计算机图像处理都主要是针对地球表面的地理对象而进行的,所以,两者之间必然有相同的基础和存在着许多共同的部分,如投影、误

差、控制点、比例尺等图幅控制信息以及地名、行政界、交通、河流、居民点等基础地理信息；更为重要的一点是，两者又往往是同一技术过程的不同阶段。也就是说，计算机图像处理 and 计算机地理制图往往是同一批人，从事同一项研究而进行的不同阶段的工作，所以，人们很自然地会将它们结合起来。随着技术的发展，将两者基础的部分和共同的部分统一为一致的理论 with 一致的方法，从而产生了地理信息系统。

当由计算机地理制图和计算机图像处理产生了地理信息系统，地理信息系统就不再是纯粹的计算机地理制图系统 or 纯粹的计算机图像处理系统，并再也不是此两者功能的简单相加，而是有了更为广阔的应用领域 and 更深层次的用途。

### 1.1.4 当代地理信息系统的发展趋势

地理信息系统自 20 世纪 60 年代产生以来，发展已接近 40 年的历程。它极大地拓宽了信息系统技术的应用范围 and 应用深度，特别是随着计算机硬、软件技术的快速发展，地理信息系统技术也发生着日新月异的变化，目前正处在一个极快的发展阶段，其应用已不仅限于测绘、地矿、制图、资源与环境管理等传统领域，其在设施管理、交通运营、工程建设、城市规划、灾害防治、灾害评估、文物考古等领域中也扮演着重要的角色。此外，地理信息系统还进入了军事战略分析、商业策划和文化教育等更为广泛的领域，甚至还和其他科学技术结合，进入了普通人的生活。其目前的发展趋势，主要集中在以下几个方面。

#### 1. 面向大型的应用和面向公众的应用均加速发展

在大型工程方面，如美国内务部土地管理局的自动土地与矿产资源系统 (ALMRS) and 森林局 615 工程，仅硬件 and 软件的耗资就高达 12 亿多美元；美国海军的海图计划，建库的费用也在数亿美元。另一方面，一些面向公众的应用，如城市交通咨询、旅游景点咨询等也通过计算机网络将各种空间信息传送到千家万户。如美国已有城市试验通过电视有线网向公众发布城市交通、市政设施等空间信息；香港地政署与香港旅游协会 (TA) 也正着手建立香港旅游信息系统，该系统的基础数据直接来源于地政处的大型数据库，旅游信息则由旅游部门提供。计划首先在旅游热点地区安装触摸屏，游客可以通过触摸屏直接了解香港的地理和旅游信息。

#### 2. GIS 应用的微机化

随着计算机硬件技术的飞速发展，使原来主要运行于图形工作站上的地理信息系统大都转而面向个人电脑 and 微型计算机系统。这一变化的实践意义远远超过了它在技术上的进步。由于微机、个人电脑的数量之多，及分布之广远非任何计算机系统可以相比，这实际上也就使得 GIS 这一新兴的技术可以迅速地普及到千家万户 and 社会的各个领域，成为“寻常百姓”可以共享的技术，这无疑极大地拓宽了 GIS 的市场，也同时刺激了 GIS 技术的快速发展。

### 3. GIS 的网络化和 Web GIS

随着计算机网络技术的发展与普及,基于网络的分布式地理信息系统已成为大、中型地理信息工程的必然选择。特别是基于政府的,或基于大、中行业的信息系统要求能实时、快速地连接各行政组织和基层单位快速变化着的各种信息,以便及时调整方案或做出决策,就必须建立全组织的基于网络的地理信息系统。而有的地理信息系统,如城市交通管理信息系统、铁路运输调度系统等,其环境就必须是基于网络的。

另一方面,Internet 的快速普及也极大地改变了人们的工作和生活。基于 Internet Browser/Server 的应用模式已成为一种工业标准,被广泛地应用于信息的发布、检验等诸多领域,成为世界上最大的信息网。因而在 Internet 上发布和传输地理信息,使人们也能像在地理信息系统中一样用浏览器浏览和查询地理信息,甚至进行简单的地理分析,也成为众所向往的一种趋势。

### 4. GIS 与遥感及 GPS 的结合

遥感实时、快速和大范围获得地面变化着的各种地理信息的能力使得遥感和 GIS 相结合的系统在许多关乎国民经济、人民生命财产安全和国家中、长期战略规划的应用中表现出了无可比拟的优越性。如在农作物估产、水土资源利用规划、交通能源规划、环境监测、森林火灾预警、干旱洪涝灾害防治等领域,地理信息系统和遥感数据采集系统相互配合、互为补充,就能及时、准确地将遥感实时观测数据与 GIS 中的基础地理数据、DEM 数据、地名数据、社会经济统计数据相结合,并通过 GIS 各种空间分析模型和空间分析算法,获得各种需要的分析结果和决策信息。

GPS(global position system,即“全球定位系统”)是一种快速、高精度地获得地面定位信息的新技术。GIS 和 GPS 相结合的系统在城市交通管理、智能化交通指挥系统中显示了强大的功能,如通过车载 GPS 系统,出租车公司就可以对全公司的车辆进行动态管理,并可以在车内进行路线选择;GPS 用于野外调查,可以大大提高野外调查的工作效率。所以,GIS 与 GPS 的结合,也是 GIS 当前应用领域发展的重要方向之一。

### 5. GIS 的智能化

GIS 的智能化,是指 GIS 与专家系统的结合。随着当前地理信息系统应用的不断扩展和深入,大型应用中要求处理或要求决策的问题愈来愈复杂,其中相当一部分问题是数学模型或其他模型难以胜任的,这就要求地理信息系统与专家系统相结合,以借助于专家的知识 and 经验,模拟专家的决策方法,从而使复杂的决策问题相对简化。



## 1.2 地理信息系统的分类

简单地说,地理信息系统就是能处理、分析地理空间数据的一类信息系统。按照地理信息系统的应用特点,可以将地理信息系统分为两类——应用型地理信息系统和工具型地理信息系统。

### 1.2.1 应用型地理信息系统

所谓应用型地理信息系统,就是与特定的地理区域相联系的、具有明确应用目的的地理信息系统。或简单地说,就是广大用户为解决特定应用问题而建立的地理信息系统。作为应用型的地理信息系统,一般具有如下特点。

#### 1. 区域性特点

应用型的地理信息系统,一般都针对特定的地理区域,或者说与特定的地理区域相联系。如:“陕西省生态环境数据库系统”、“塔里木河水资源管理信息系统”、“西安市房地产管理信息系统”、“加拿大地理信息系统”等,系统名称前往往都冠以区域名称,即指明了系统的区域性。

#### 2. 应用目的性特点

应用型的地理信息系统,一般都具有更为明确的应用目的和使用对象。如“塔里木河水资源管理信息系统”,明确指明其应用目的就是管理塔里木河的水资源,它的使用对象只能是对塔里木河水资源具有检查、规划、协调与调配权力的国家或地方机构。“西安市交通管理信息系统”,则明确它的应用目的就是管理西安市的交通,它的使用对象只能是城市的交通管理部门等。

#### 3. 核心应用模型

应用型的地理信息系统,特别是专业性的地理信息系统,一般以一个到几个核心的应用分析模型(或模型群)作为系统的核心应用模型。这些应用模型,有的是地理信息系统常规的应用分析方法或者模型——如邻域分析、缓冲区分析、最短路径分析、泰森多边形分析、地形分析、空间叠置分析等的简单使用或各种组合,但更多的是以这些常规的应用分析方法或模型为基础,结合本专业的新理论与新技术而建立的专业应用模型。

#### 4. 专业的用户界面

应用型的地理信息系统,一般都结合专业的应用问题并针对特定的用户群体建立完全专业化和用户化的系统界面。一般不出现面向地理信息系统专业的名词或术语;界面的布局、组件的使用也都更接近特定专业的用户习惯与行业规范。如水土保持或资源环境管理信息系统,在要求使用缓冲区分析模型建立河流沿岸一定宽度范围内的植被重点保护范围时,就可能在其相应的菜单项中直接使用“确定