



# 地理信息系统 实践与行业应用

吴秀芹 李瑞改 王曼曼 董贵华 编著

清华大学出版社

# 地理信息系统实践与行业应用

吴秀芹 李瑞改 王曼曼 董贵华 编著

清华大学出版社

## 内 容 简 介

本书以美国 Esri 公司的主打产品 ArcGIS 系列为技术支持,在介绍 GIS 基本功能的基础上,分篇章介绍了 GIS 在各行业的应用,旨在推动 GIS 的普及和与各行业融合。全书分为上下两篇,上篇是 GIS 理论篇,下篇为 GIS 行业应用篇。其中,上篇分为 GIS 概论、GIS 的地理基础、空间数据的表达、空间数据的获取与处理、GIS 数据组织与管理、GIS 空间分析、GIS 制图输出共 7 章;下篇分为国内外常用 GIS 软件介绍, GIS 在地理学、农业、林业、环境科学、交通领域、物流管理、电力行业、水文与水务及公共安全中的应用共 10 章。可操作性强是本书的突出特点,下篇的各章都配有案例,读者可以利用配套的案例数据,按书中步骤进行操作,直至专业目标实现。

本书可作为高等院校或科研机构地理、农林和环境科学等专业的本科生和研究生教材,也可供从事国土资源管理、城市规划、生态监测和市政建设等部门的科技工作者阅读参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统实践与行业应用/吴秀芹等编著.--北京:清华大学出版社,2013  
ISBN 978-7-302-34372-1

I. ①地… II. ①吴… III. ①地理信息系统 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 257362 号



责任编辑:柳萍 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:32.75 字 数:795 千字

(附光盘 2 张)

版 次:2013 年 12 月第 1 版

印 次:2013 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:69.00 元

产品编号:039623-01

历经半个世纪的发展,地理信息系统(Geographic Information System, GIS)的应用已从最初的地学领域扩展到测绘、国土、环境、水利、农业、林业和矿产等传统资源管理和城市规划、应急、交通、旅游、市政、卫生和统计等国民经济的重要领域。而随着互联网的普及, GIS 也必将像电话机一样加速普及到千家万户。然而, GIS 专业的学习目前还仅限于地学相关专业和部分信息科学类相关的专业。GIS 知识及技能的传播和 GIS 未来的普及化发展趋势显然是不对称的,《地理信息系统实践与行业应用》这本书就是针对此现状编写的。

本书的出版除了内容简介中所述外,还有一点初衷是该书将与我写作团队已出版的另两本书(《GIS 原理与实践》,2011;《Arcgis 9 地理信息系统应用与实践》,2007)形成 GIS 基础、GIS 软件操作和 GIS 行业应用的学习系列。而从笔者近 10 年的教学经验来看,北京林业大学所开设的研究生课程“GIS 原理与应用”,每年都有很多外专业的学生来选修,其中有园林专业的、城规专业的、林学专业的、生物专业的,甚至还有经管和数学专业的,这一方面说明了 GIS 功能的强大,同时也反映出当前各行业对 GIS 的广泛需求。但这些专业的学生和研究者往往不需要对 GIS 涉猎太深,只要能利用其解决专业问题即可,本书恰好能满足这些专业人士的需要。基于此,本书也力图做到涵盖面广,以架起 GIS 与各行业之间的桥梁。

本书结构框架由吴秀芹拟定。各章作者如下:

第 1~2 章 李瑞改(东北林业大学)

第 3 章 董贵华(中国环境监测总站)

第 4 章 李瑞改

第 5 章 李林辉(东北林业大学)

第 6 章 董贵华

第 7 章 黄昌胜(佳木斯勘察测绘研究院)、李瑞改

第 8~9 章 李瑞改

第 10 章 于凤荣(东北农业大学)

第 11 章 李瑞改

第 12 章 董贵华、李瑞改

第 13 章 董贵华

第 14~17 章 王曼曼、吴秀芹(北京林业大学)

全书由吴秀芹统稿,王曼曼、郭继凯和庞超参与了校稿工作。清华大学出版社的柳萍老师为本书的策划和编写提供了很好的建议及出版方面的支持,在此一并致谢。

书稿文字量大,图表繁多,加之作者水平有限,书中疏漏和错误之处恳请广大读者批评、指正。

编者

2013年11月

## 上篇 GIS 理论篇

第 1 章 地理信息系统概论	3
1.1 地理信息系统的基本概念	3
1.2 地理信息系统的组成	6
1.3 地理信息系统的主要功能	9
1.4 地理信息系统的学科体系	10
1.4.1 地理信息系统的学科定义	10
1.4.2 地理信息系统的学科特点	10
1.5 本书基础部分案例	11
第 2 章 地理信息系统的地理基础	12
2.1 地球椭球	12
2.1.1 大地水准面和大地球体	12
2.1.2 地球椭球体及其元素	13
2.1.3 总地球椭球	13
2.2 大地坐标系和空间直角坐标系	14
2.2.1 大地坐标系	14
2.2.2 空间直角坐标系	15
2.3 地图投影	15
2.3.1 地图投影的种类	15
2.3.2 高斯-克吕格投影	17
2.4 地形图分幅与编号	17
2.4.1 投影分带的概念	17
2.4.2 地形图分幅与编号概述	18
2.4.3 地理格网和方位角	19
第 3 章 空间数据的表达	22
3.1 空间数据	22

3.1.1	地图上的地理空间数据	22
3.1.2	空间数据的类型	23
3.1.3	空间数据的来源	24
3.1.4	空间数据的关系	24
3.2	GIS 空间数据模型	25
3.2.1	场模型与栅格数据模型	25
3.2.2	要素模型与矢量数据模型	30
3.2.3	栅格数据与矢量数据间的转换	34
3.2.4	TIN 数据模型	35
3.2.5	面向对象的空间数据模型: Geodatabase	36
3.3	GIS 数据结构	38
3.3.1	基于栅格数据模型的数据结构	38
3.3.2	基于矢量数据模型的数据结构	40
<b>第 4 章</b>	<b>空间数据的获取与处理</b>	<b>44</b>
4.1	空间数据采集	45
4.1.1	图形数据的采集	45
4.1.2	属性数据的采集	51
4.1.3	空间数据和非空间数据的连接	52
4.1.4	空间数据转换	52
4.2	空间数据的编辑与录入后的处理	55
4.2.1	误差或错误的检查与编辑	56
4.2.2	投影转换	56
4.2.3	图幅拼接	58
4.2.4	数据裁切	59
4.2.5	拓扑生成	59
<b>第 5 章</b>	<b>GIS 数据组织与管理</b>	<b>61</b>
5.1	空间区域框架与组织结构	61
5.1.1	空间区域框架	61
5.1.2	图层组织结构	62
5.1.3	地理实体信息框架	63
5.2	空间数据格式	64
5.2.1	ESRI 的几种空间数据格式	64
5.2.2	基于关系型空间数据组织	72
5.3	元数据	74
5.3.1	空间元数据定义及其作用	74

5.3.2	空间元数据的分类 .....	75
5.3.3	空间数据元数据中所用到的概念 .....	76
5.3.4	空间数据元数据的标准 .....	77
5.3.5	空间数据元数据的应用 .....	78
5.3.6	空间数据元数据的获取与管理 .....	78
<b>第 6 章</b>	<b>GIS 空间分析 .....</b>	<b>80</b>
6.1	空间数据基本分析 .....	80
6.1.1	空间查询 .....	80
6.1.2	空间数据量算 .....	81
6.1.3	叠加分析 .....	83
6.2	矢量数据分析 .....	83
6.2.1	叠加分析 .....	83
6.2.2	缓冲区分析 .....	87
6.2.3	空间插值 .....	88
6.2.4	网络分析 .....	91
6.3	栅格数据分析 .....	92
6.3.1	栅格数据的聚类、聚合分析 .....	92
6.3.2	栅格数据的信息复合分析 .....	94
6.3.3	栅格数据的追踪分析 .....	95
6.3.4	栅格数据的窗口分析 .....	97
6.3.5	基于 DEM 的地形分析 .....	99
6.4	空间统计分类分析 .....	103
6.4.1	主成分分析 .....	103
6.4.2	层次分析 .....	103
6.4.3	系统聚类分析 .....	106
6.4.4	判别分析 .....	108
<b>第 7 章</b>	<b>空间数据的表现与产品输出 .....</b>	<b>110</b>
7.1	专题地图设计 .....	111
7.1.1	专题地图的基本要素 .....	111
7.1.2	制图区域范围的确定 .....	112
7.1.3	图幅基本轮廓的设计 .....	112
7.1.4	专题信息表现 .....	113
7.1.5	地图符号的设计与制作 .....	114
7.2	地理信息的可视化 .....	116
7.2.1	基本概念 .....	116



7.2.2	地理信息的二维可视化	118
7.2.3	地理信息的三维可视化	119
7.3	地理信息系统产品输出	120
7.3.1	地理信息系统输出产品类型	120
7.3.2	电子地图	121

## 下篇 GIS 行业应用篇

第 8 章	国内外常用 GIS 软件介绍	127
8.1	ESRI 公司的 ArcGIS 系列	127
8.1.1	ArcGIS 简介	128
8.1.2	ArcGIS 的结构体系	128
8.1.3	ArcGIS 的特点	133
8.2	ESRI 公司的 ArcView 软件	135
8.2.1	ArcView 简介	135
8.2.2	ArcView 的组成	136
8.2.3	ArcView 的特点	137
8.3	Pitney Bowes Business Insight 公司的 MapInfo 软件	137
8.3.1	MapInfo 简介	138
8.3.2	MapInfo 的组成	138
8.3.3	MapInfo 的特点	144
8.4	美国 Intergraph 公司的 GeoMedia 系列软件	147
8.4.1	GeoMedia 系列软件简介	147
8.4.2	美国 Intergraph 公司的系列软件体系结构	148
8.4.3	GeoMedia 的特点	151
8.5	Skyline 公司的 Skyline TerraSuite 软件体系	152
8.5.1	Skyline TerraSuite 产品简介	152
8.5.2	产品体系结构	153
8.5.3	产品特点	156
8.6	Autodesk 公司的 AutoCAD Map 3D 软件	156
8.6.1	Autodesk 公司的 GIS 系列软件简介	157
8.6.2	AutoCAD Map 3D	158
8.6.3	Autodesk MapGuide	160
8.6.4	Autodesk Topobase	165
8.6.5	Autodesk LandXplorer	165
8.6.6	AutoCAD Raster Design	166
8.7	中地数码集团的 MapGIS 产品	167
8.7.1	MapGIS 简介	168
8.7.2	MapGIS 的体系结构	168

8.7.3	MapGIS 产品特点 .....	170
8.8	超图公司的 SuperMap GIS 系列产品 .....	171
8.8.1	SuperMap 产品简介 .....	172
8.8.2	SuperMap 产品体系结构 .....	173
8.8.3	SuperMap 软件特点 .....	179
<b>第 9 章</b>	<b>GIS 在地理学中的应用 .....</b>	<b>181</b>
9.1	GIS 在地理学中的应用方向 .....	181
9.1.1	GIS 制图与分析 .....	182
9.1.2	资源的调查与管理 .....	183
9.1.3	灾害管理 .....	186
9.1.4	区域规划与管理 .....	187
9.2	案例 1——GIS 在土地利用及景观格局变化、模拟中的应用 .....	187
9.2.1	项目技术方案 .....	188
9.2.2	案例实施过程 .....	195
9.3	案例 2——GIS 在生态系统健康评估中的应用 .....	206
9.3.1	项目技术方案 .....	207
9.3.2	项目实施过程 .....	211
<b>第 10 章</b>	<b>GIS 在农业中的应用 .....</b>	<b>233</b>
10.1	GIS 在农业中的应用方向 .....	233
10.1.1	GIS 在农业资源调查中的应用 .....	234
10.1.2	GIS 在农作物估产中的应用 .....	234
10.1.3	GIS 在精准农业中的应用 .....	237
10.1.4	GIS 在耕地地力评价中的应用 .....	238
10.1.5	GIS 在农业灾害监测中的应用 .....	238
10.2	案例 1——GIS 在农业资源调查中的应用 .....	240
10.2.1	遥感影像几何校正 .....	240
10.2.2	大豆空间分布数据采集 .....	244
10.2.3	大豆重茬面积计算 .....	248
10.3	案例 2——GIS 在农作物估产中的应用 .....	252
10.3.1	遥感影像校正 .....	252
10.3.2	水稻空间分布数据的采集与面积计算 .....	256
10.3.3	水稻总产预测 .....	258
<b>第 11 章</b>	<b>GIS 在林业中的应用 .....</b>	<b>265</b>
11.1	GIS 在林业中的应用概述 .....	266
11.1.1	GIS 在林业专题图制作中的应用 .....	266
11.1.2	GIS 在森林资源调查与监测中的应用 .....	267

11.1.3	GIS 在森林资源管理中的应用	270
11.1.4	林业地理信息系统的建立与应用	274
11.2	案例 1——GIS 在森林资源二类调查与林业专题图制作中的应用	276
11.2.1	技术方案	276
11.2.2	案例操作过程	283
11.3	案例 2——GIS 在森林火险评估及森林火灾损失评估中的应用	295
11.3.1	技术方案	297
11.3.2	案例操作过程	300
<b>第 12 章 GIS 在环境科学领域的应用</b>		<b>308</b>
12.1	GIS 在环境科学中的应用方向	308
12.1.1	GIS 在环境科学中的应用优势分析	309
12.1.2	GIS 在环境科学中的应用方向	310
12.2	工业污染源大气污染扩散模拟及大气影响评价	316
12.2.1	研究区概况	317
12.2.2	项目技术与实施方案	317
12.2.3	项目实施过程	325
12.3	GIS 在大气泄漏事故环境风险预测系统中的应用	346
12.3.1	背景	346
12.3.2	研究方法	347
12.3.3	评价过程	350
<b>第 13 章 GIS 在交通领域的应用</b>		<b>357</b>
13.1	GIS 在交通领域的应用方向	357
13.1.1	GIS 在交通规划中的应用	358
13.1.2	GIS 在交通建设尤其是公路建设中的应用	362
13.1.3	GIS 在交通设施管理中的应用	363
13.1.4	GIS 在交通运输管理中的应用	365
13.1.5	GIS 在智能运输系统中的应用	365
13.1.6	GIS 在城市道路设计中的应用	365
13.2	案例 1——GIS 在广州市智能交通管理中的应用	365
13.2.1	背景	365
13.2.2	研究方法	366
13.2.3	GIS-T 的高层应用	369
13.3	案例 2——基于 GIS 的呼和浩特市公交查询系统的设计	369
13.3.1	背景	369
13.3.2	研究方法	370
13.3.3	公交查询系统的实现	371
13.4	案例 3——GIS 基础数据在交通规划建模中的应用(以 TransCAD 为例)	372

13.4.1	背景 .....	372
13.4.2	模型的导入 .....	373
13.4.3	模型的设置 .....	374
13.4.4	模型的简单应用 .....	375
13.5	总结 .....	376
<b>第 14 章</b>	<b>GIS 在物流管理领域的应用 .....</b>	<b>377</b>
14.1	GIS 在现代物流管理中的应用方向 .....	378
14.1.1	运输配送 .....	378
14.1.2	动态监管 .....	381
14.1.3	信息管理 .....	383
14.1.4	未来的应用趋势 .....	383
14.2	案例 1——GIS 在物流配送中的应用 .....	386
14.2.1	构建道路几何网络 .....	386
14.2.2	最优路径分析 .....	395
14.3	案例 2——GIS 在物流中心选址中的应用 .....	398
14.3.1	派生数据 .....	400
14.3.2	重分类数据 .....	403
14.3.3	综合选址分析 .....	406
<b>第 15 章</b>	<b>GIS 在电力领域的应用 .....</b>	<b>408</b>
15.1	电力 GIS 的发展现状 .....	409
15.1.1	传统的电力 GIS .....	409
15.1.2	电力 AM/ FM/ GIS .....	410
15.1.3	国内外应用现状对比 .....	410
15.2	GIS 在电力领域中的应用方向 .....	411
15.2.1	电力设备管理 .....	411
15.2.2	电网运行 .....	413
15.2.3	调度管理与维护 .....	414
15.2.4	输变电管理 .....	416
15.2.5	配电网规划 .....	417
15.2.6	营销管理 .....	418
15.3	案例 1——GIS 在电力统计中的应用 .....	420
15.3.1	风电场空间布局及查询统计 .....	420
15.3.2	发电装机容量分布图 .....	429
15.3.3	发电装机容量构成分布图 .....	431
15.3.4	发电充裕度指标分级图 .....	434
15.4	案例 2——GIS 在输电线路工程环境影响评价中的应用 .....	435
15.4.1	输电线沿线植被类型空间分布 .....	435

15.4.2	输电线路沿线自然保护区分布(以甘肃省段为例)	440
15.4.3	敏感区影响预测及保护措施	444
<b>第 16 章</b>	<b>GIS 在水文与水务领域的应用</b>	<b>445</b>
16.1	GIS 在水文水资源中的应用方向	445
16.1.1	水资源评价与规划	445
16.1.2	水资源管理	446
16.1.3	水文模拟及水文分析	447
16.1.4	防洪减灾	449
16.1.5	水环境监测和水资源保护	451
16.1.6	水土保持	452
16.2	GIS 在水务领域中的应用方向	452
16.2.1	建立城市地下管网 GIS 的必要性	453
16.2.2	GIS 在地下管网管理中的作用	454
16.2.3	GIS 在给排水管网应用中的情景分析	455
16.3	案例 1——GIS 在水资源水文分析及旱涝气候区划中的应用	457
16.3.1	水资源水文分析	457
16.3.2	河南省旱涝气候区划	468
16.4	案例 2——GIS 在洪水灾害评估中的应用	474
16.4.1	洪水淹没模拟分析	474
16.4.2	洪水灾害风险评估	476
<b>第 17 章</b>	<b>GIS 在公共安全领域的应用</b>	<b>478</b>
17.1	综合应急管理过程中的重要环节	479
17.1.1	评估规划	479
17.1.2	预防准备	479
17.1.3	快速反应	479
17.1.4	灾情缓解	480
17.1.5	恢复重建	480
17.2	GIS 在城市公共安全领域的应用	480
17.2.1	风险隐患监测防控	481
17.2.2	预案制定、评估与调整	481
17.2.3	公共安全应急决策	481
17.2.4	公共安全应急指挥	482
17.2.5	公共安全应急评估	483
17.2.6	公共安全模拟演练	483
17.3	案例 1——GIS 在城市公共安全综合应急救援中的应用	484
17.3.1	化工厂毒气泄漏分析决策	484
17.3.2	城市道路积水应急管理分析	490

17.3.3	城市应急避难场所的选择 .....	494
17.4	案例 2——GIS 在犯罪制图中的应用 .....	496
17.4.1	GIS 在犯罪制图中的应用方向 .....	496
17.4.2	举例——犯罪热点分析 .....	497
<b>参考文献</b> .....		<b>502</b>

上篇

# GIS 理论篇





# 地理信息系统概论

近年来,随着地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术的不断发展, GIS在国民经济中的地位日趋重要,应用领域越来越广泛。什么是GIS? 一个完整的GIS由哪些要素组成? GIS能够完成哪些功能? GIS的明天在哪里? 如何理解GIS学科体系? 这些问题的解决对于理解GIS的概念具有十分重要的意义。

## 本章学习内容

- GIS的基本概念
- GIS的结构与功能
- GIS与相关学科及技术的关系
- GIS应用构成及发展

近年来,随着我国经济建设不断推进,粗放的经济发展模式和对资源的过度开采及不合理利用,导致我国的生态环境问题日益严重。目前,生态环境问题成为影响经济持续发展,影响人民生活水平提高,影响社会稳定的重大问题,亟待得到解决。而以地球表层空间系统为研究对象的地理学,以其区域性和综合性的研究视角,在解决这些生态环境问题中具有得天独厚的条件,得到了足够的重视。但是,地理学的传统研究方法在当前社会的强大需求面前有时也表现得苍白无力,需要在研究方法方面进行变革。在这种背景下,地理信息系统逐渐进入公众的视野,并得到了广泛的应用。目前,作为一门具有广泛而深入的应用背景的新兴交叉学科,地理信息系统在国土资源管理、生态监测、宏观决策、灾害预警与防灾减灾、公共卫生、数字林业、精准农业等多方面发挥着越来越重要的作用。它能够在很大程度上,提高地理决策的准确性和科学性,完善信息的展示方式,展示出更加广阔的前景。

本章将就地理信息系统的基本概念、研究内容和学科发展进行介绍。

## 1.1 地理信息系统的基本概念

### 1. 信息和数据

狭义信息论将信息定义为“两次不定性之差”,即指人们获得信息前后对事物认识的差