

地理信息系统理论与应用丛书

王家耀 著

# 空间信息系统原理



科学出版社

地理信息系统理论与应用丛书

# 空间信息系统原理

王家耀 著

科学出版社

2001

## 内 容 简 介

本书是作者多年从事教学与科研工作的总结。书中分别论述了地球空间信息科学概念、空间信息系统基础理论和空间信息系统及其结构与功能,地图数据采集、遥感数据采集、GPS数据采集和3S技术集成,地理空间认知模型与地理数据模型分析、面向对象的地理数据模型、时空数据模型,数字高程模型及其数据结构、不规则三角网(TIN)的建立和规则格网数字高程模型(DEM)的建立,空间图形的代数变换、图形空间关系、空间分析,空间数据的多尺度特征与自动综合、空间数据可视化,现代空间信息系统的核心技术、空间信息系统的新发展。

本书可作为地图制图学与地理信息工程、地图学与地理信息系统等学科专业的博士生的教学参考用书,亦可供从事测绘科学与技术、地理信息系统研究与应用领域的科技人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

空间信息系统原理/王家耀著. -北京:科学出版社,2001  
(地理信息系统理论与应用丛书)  
ISBN 7-03-009121-3

I.空… II.王… III.地球-空间测量;大地测量-地理信息系统 IV.P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第02124号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2001年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2001年5月第一次印刷 印张:23 1/2

印数:1—3 000 字数:538 000

定价:46.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 序 言

因特网上的信息流,辐射到全世界的城市、乡村和智能小区。跨国公司涌现,经济区域重组的新潮流,资源再分配和环境全球变化的大趋势,扑面而来,令人目不暇接。战争也不再分什么前线和后方。生活在21世纪“地球村”里的人们,每天都要和数字化的世界打交道。信息领域的科学家、企业家和工程师们,更是夜以继日,面对着电脑屏幕,考虑海量数据的处理、存储、分析、模拟和显示。其中不仅有产业化、工程化的优化管理与技术创新问题,还有更深层次的科学原理、数据挖掘和知识创新问题。当今空间时代与信息社会,人们生活在量化的“数字地球”之中,不仅要善于掌握和运用海量的统计数据仓库,还要随时随地明确自己生存和生活空间的“定位”。凡事都要做到既不错位,也不越位,又不缺位!这就是“空间定位系统”的实质和社会需求。

辛勤耕耘才能培育出生机勃发的伊甸,磁性的核心才能生成璀璨的晶体。《空间信息系统原理》是王家耀教授指导下的研究集体的力作,是为迎接信息时代新世纪奉献给青年博士、硕士研究生的专业参考书。它既是一部知识创新的专著,又是一部起点很高的新教材。对于推进我国信息领域的原始创新和自主开发,必将产生非常深远的影响。

有幸先睹为快,受益匪浅。深感这是一部内容非常丰富,引人入胜的著作。捧读本书,就像是走进一座辉煌的宫殿,或是一家宏大的博物馆,也许会有些眼花缭乱、扑朔迷离的感觉。我建议读者们不要停留在表面上某些名词术语、定义的推敲,而是赶快深入堂奥,去领悟其中闪光的学术观点,去寻求其中原始创新的启示。例如,《空间信息系统》这个中文名词,在航天专家们乍一看来,也许理解为“天地一体化”的测控、通信与传输的工程系统。仔细阅读,就会认同本书的初衷,主要是讨论宇宙间的时、空坐标系下的多维分析、转换与表述的科学原理与技术问题。广义的“空间”包含着地球,大于地球而更加抽象;而狭义的“地球空间”则是指地球信息中

具有空间特性的一部分。时间和空间在哲学上是并存的,而在信息工程技术中往往又是可以相互转换的。这只是我个人学习本书的理解和体会,未必完全正确,也未必得到您的认可。斗胆把自己的学习心得写下来,一则表示自己作为本书一个真实读者的敬意,以此就正于作者和读者朋友;二则表示衷心的祝贺,为本书的成功而雀跃欢呼!

陈述彭

新世纪的前夕

## 前 言

空间信息系统(spatial information system, SIS)是地球空间信息科学(geo-spatial information science-geomatics)的技术系统,它是基于计算机技术和网络通信技术的解决与地球空间信息有关的数据获取、存储、传输、管理、分析与应用等问题的信息系统。

空间信息系统是地理信息系统(geographic information system, GIS)、土地信息系统(land information system, LIS)、地籍信息系统(cadastral information system)等的总称,在人类面临的全球性环境问题的解决,经济与信息的全球化,国家经济战略、安全战略和政治战略的研究与决策,自然资源的调查、开发与利用,区域和城市的规划与管理,自然灾害预测和灾情监控,工程设计、建设与管理,环境监测与治理,战场数字化建设与作战指挥自动化等诸多方面,空间信息系统都有着十分广泛的应用。

空间信息系统是实现“数字地球”战略目标的有效技术途径。“数字地球”是为实现各自的国家目标服务的。在“国家”这种群体形式存在的今天,谁掌握了“数字地球”,谁就可以对本国及世界其他国家的经济、军事及其他相关状况了如指掌,成为制定和实现国家经济战略、安全战略和政治战略目标的重要工具(李树楷、薛永祺 2000)。数字地球主要包括三个部分:一是可联网的、分布式的地球数据库,有大量的地理空间信息;二是一个三维界面和一个多分辨率浏览器;三是具有集成和显示不同数据源信息的机制。可以认为,数字地球就是三维或四维多媒体或超媒体的地球空间信息系统(geo-spatial information system),简称空间信息系统。

空间信息系统是复杂的技术系统,涉及到数据获取、存储、管理、传输、分析和利用诸多方面,但其核心是空间信息获取、空间数据模型、数字高程模型、空间关系与空间分析、空间数据的多尺度显示与可视化。同时,作者在多年从事该领域的研究生教学和科研工作的实践中深刻体会到,掌握空间信息系统方方面面的技术是非常必要的,但仅此又是不够的,还必须深刻理解空间信息系统的基础

理论,特别是地学基本规律。理论是技术的先导,没有先进理论指导的技术是盲目的技术,没有先进技术支持的理论是落后的理论。这是千真万确的。另外,空间信息系统科学是多学科交叉的综合性学科,随着计算机科学技术、空间科学技术、信息科学技术及其他各相关科学技术的发展,空间信息系统技术发展十分迅速,了解空间信息系统发展前沿技术是非常重要的。以上就是作者把空间信息系统科学基础、空间信息获取、空间数据模型、数字高程模型、空间关系与空间分析、空间数据的多尺度特征与可视化、空间信息系统前沿技术等作为本书的七个部分的用心所在。

撰写一部空间信息系统原理的博士生参考用书是作者多年的愿望。自1993年以来,作者主持大型GIS设计和研究,指导一大批博士后、博士和硕士在该领域做了大量研究工作。例如,崔铁军(博士后)关于高质量数字高程模型研究、王青山(博士)关于面向对象地理数据模型研究、翟京生(博士后)关于空间图形代数变换研究、武芳(博士)关于数字地图自动综合研究、蔡少华(博士)关于图形空间关系研究、白玲(博士)关于GIS中地理网络分析的研究等这些研究成果,为本书的撰写奠定了坚实的基础。因此,可以说,这本书是作者多年从事科学研究、研究生培养等工作的结晶。还应该说明的是,本书总结和吸收了该领域近期许多学者的理论与技术成果,对此,作者尽可能在书中的相关部分作了注明,在此向这些成果的作者表示深深的谢意。

本书内容共七个部分20章。第一部分:空间信息系统科学基础。包括地球空间信息科学概念(第一章),空间信息系统基础理论(第二章),空间信息系统及其结构与功能(第三章)。第二部分:空间信息获取。包括地图数据采集(第四章),遥感数据采集(第五章),GPS数据采集(第六章),3S技术集成(第七章)。第三部分:空间数据模型。包括地理空间认知模型与地理数据模型分析(第八章),面向对象的地理数据模型(第九章),时空数据模型(第十章)。第四部分:数字高程模型。包括数字高程模型及其数据结构(第十一章),不规则三角网(TIN)的建立(第十二章),规则格网数字高程模型(DEM)的建立(第十三章)。第五部分:空间关系与空间分析。包括空间图形的代数变换(第十四章),图形空间关系(第十五章),



空间分析(第十六章)。第六部分:空间数据的多尺度特征与可视化。包括空间数据的多尺度特征与自动综合(第十七章),空间数据可视化(第十八章)。第七部分:空间信息系统的前沿技术。包括现代空间系统的核心技术(第十九章),空间信息系统技术的新发展(第二十章)。内容的选择主要是考虑到硕士生在该学科领域已有的基础和博士生教学参考的需要,当然也与作者在该领域的研究进展有关。书中的每一章都有一个简短小结并给出了进一步研究的主要参考文献,当然,随着科学研究的不断深入,研究生在学习过程中还可增选一些书中未列入的参考文献。

本书撰写过程中得到了老一辈著名科学家陈述彭院士的指导和帮助,我们表示崇高的敬意。

由于作者水平和知识面有限,加之时间仓促,本书不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2000年7月



# 目 录

序言  
前言

## 第一部分 空间信息系统科学基础

<b>第一章 地球空间信息科学概念</b> .....	1
§ 1.1 地球系统科学 .....	1
§ 1.2 地球信息科学 .....	2
§ 1.3 地理信息科学 .....	3
§ 1.4 地球空间信息科学 .....	4
参考文献 .....	5
<b>第二章 空间信息系统基础理论</b> .....	6
§ 2.1 地理系统理论 .....	6
§ 2.2 地理信息理论 .....	8
§ 2.3 地理(地球)空间认知理论 .....	9
参考文献 .....	11
<b>第三章 空间信息系统及其结构与功能</b> .....	12
§ 3.1 空间信息系统的基本概念.....	12
§ 3.2 空间信息系统的结构与功能.....	12
参考文献 .....	14

## 第二部分 空间信息获取

<b>第四章 地图数据采集</b> .....	15
§ 4.1 作用和问题.....	15
§ 4.2 数字地图图像分析与识别的数学形态学方法.....	15
§ 4.3 数字地图图像分析与识别的人工神经网络方法.....	31
参考文献 .....	46
<b>第五章 遥感数据采集</b> .....	47
§ 5.1 遥感对地观测.....	47
§ 5.2 信息提取.....	57
§ 5.3 遥感影像应用.....	67
参考文献 .....	70
<b>第六章 GPS 数据采集</b> .....	72
§ 6.1 GPS 在空间数据获取中的作用 .....	72
§ 6.2 GPS 的构成 .....	72

§ 6.3 GPS 定位的基本原理和方法 .....	74
§ 6.4 GPS 差分定位 .....	77
§ 6.5 GPS 在 GIS 中的应用 .....	80
参考文献 .....	82
<b>第七章 3S 技术集成</b> .....	<b>83</b>
§ 7.1 问题的提出 .....	83
§ 7.2 3S 技术集成的概念 .....	83
§ 7.3 3S 技术集成中的理论和关键技术 .....	84
§ 7.4 3S 技术的实用集成模式 .....	85
参考文献 .....	89

### 第三部分 空间数据模型

<b>第八章 地理空间认知模型与地理数据模型分析</b> .....	<b>90</b>
§ 8.1 地理空间与地理空间实体 .....	90
§ 8.2 地理空间认知与抽象 .....	92
§ 8.3 地理空间认知模型 .....	94
§ 8.4 地理数据模型的现状与发展 .....	96
参考文献 .....	106
<b>第九章 面向对象的地理数据模型</b> .....	<b>108</b>
§ 9.1 面向对象的基本思想和概念 .....	108
§ 9.2 标准建模语言 UML 和相应的开发工具 .....	111
§ 9.3 面向对象地理数据模型(OOGDM)实例 .....	114
参考文献 .....	135
<b>第十章 时空数据模型</b> .....	<b>136</b>
§ 10.1 时空 GIS 概念 .....	136
§ 10.2 三维数据模型 .....	137
§ 10.3 时态空间数据模型 .....	145
§ 10.4 超地图四维时空数据模型 .....	152
参考文献 .....	156

### 第四部分 数字高程模型

<b>第十一章 数字高程模型及其数据结构</b> .....	<b>158</b>
§ 11.1 基本概念 .....	158
§ 11.2 离散点数字高程模型 .....	160
§ 11.3 不规则三角网数据结构 .....	161
§ 11.4 等高线的数据结构 .....	165
§ 11.5 断面线 DEM .....	166
§ 11.6 规则格网 DEM 的数据结构 .....	167
§ 11.7 混合式 DEM 数据结构 .....	168

§ 11.8 不同数据结构的比较·····	168
参考文献·····	170
<b>第十二章 不规则三角网(TIN)的建立</b> ·····	172
§ 12.1 基于矢量方式构建 TIN·····	172
§ 12.2 基于栅格方式构建 TIN·····	174
§ 12.3 基于矢量方式约束条件下 TIN 的构建·····	175
§ 12.4 基于栅格方式约束条件下 TIN 的构建·····	181
§ 12.5 由等高线建立 TIN·····	182
参考文献·····	184
<b>第十三章 规则格网数字高程模型(DEM)的建立</b> ·····	187
§ 13.1 利用离散点建立规则格网 DEM·····	187
§ 13.2 提高内插算法速度的两种途径·····	194
§ 13.3 从 TIN 到规则格网 DEM 的转换·····	197
参考文献·····	203

## 第五部分 空间关系与空间分析

<b>第十四章 空间图形的代数变换</b> ·····	205
§ 14.1 空间图形代数的概念·····	205
§ 14.2 空间图形的数学特征·····	205
§ 14.3 单元空间的代数变换·····	207
§ 14.4 单元拓扑的代数变换·····	210
§ 14.5 单元逻辑的代数变换·····	212
§ 14.6 单元形态的代数变换·····	215
参考文献·····	219
<b>第十五章 图形空间关系</b> ·····	220
§ 15.1 图形空间关系的概念与理论基础·····	220
§ 15.2 图形空间关系的数学模型·····	223
§ 15.3 图形空间关系的表示模型·····	237
§ 15.4 图形空间关系的自动构建·····	242
参考文献·····	259
<b>第十六章 空间分析</b> ·····	261
§ 16.1 空间分析的概念框架·····	261
§ 16.2 网络分析·····	264
§ 16.3 缓冲区分析·····	292
§ 16.4 叠置分析·····	309
参考文献·····	313

## 第六部分 空间数据的多尺度特征与可视化

<b>第十七章 空间数据的多尺度特征与自动综合</b> .....	314
§ 17.1 空间数据的多尺度特征.....	314
§ 17.2 空间数据自动综合的基本理论与方法.....	318
§ 17.3 自动综合系统的构成.....	324
参考文献.....	331
<b>第十八章 空间数据可视化</b> .....	333
§ 18.1 空间数据可视化的基本概念.....	333
§ 18.2 地形三维可视化.....	334
§ 18.3 地面建筑物三维可视化.....	336
§ 18.4 GIS 环境下空间数据的多尺度显示.....	338
参考文献.....	342

## 第七部分 空间信息系统的前沿技术

<b>第十九章 现代空间信息系统核心技术</b> .....	343
§ 19.1 空间数据获取与组织——空间数据基础设施.....	343
§ 19.2 空间数据传输——高速、大容量计算机通信网络技术.....	345
§ 19.3 空间数据管理——空间数据仓库技术.....	346
§ 19.4 空间数据共享——空间数据元数据标准.....	348
参考文献.....	352
<b>第二十章 空间信息系统技术的新发展</b> .....	353
§ 20.1 超媒体网络 GIS(Web GIS).....	353
§ 20.2 构件式 GIS(Com GIS).....	355
§ 20.3 开放式 GIS(Open GIS).....	360
参考文献.....	363

# 第一部分 空间信息系统科学基础

## 第一章 地球空间信息科学概念

### § 1.1 地球系统科学

地球系统科学(earth system science)是研究地球系统的科学。地球系统,指的是由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈(包括人类本身)等四大圈层组成的作为整体的地球。它包括了自地心到地球的外层空间的十分广阔的范围,是一个复杂的非线性系统,在它们之间存在着地球系统各组成部分之间的相互作用,物理、化学和生物三大基本过程之间的相互作用,及人与地球系统之间的相互作用。所以,地球系统科学是一门新的综合性学科,它是将构成地球整体的大气圈、水圈、岩石圈和生物圈等作为一个相互作用的系统,研究其间物理的、化学的和生物的过程,并与人类生活和活动结合起来,借以了解现在和过去,预测未来(黄秉维 1996)。

地球系统科学作为一个完整的、综合性的观点,是 20 世纪 80 年代中期提出的一个新兴科学前沿领域。它的产生和发展是人类为解决所面临的全球性环境问题的需要,也是科学技术向深度和广度发展的必然结果。

就解决人类面临的全球性环境问题而言,我们经常说,气候变暖、沙漠化、人口增加是当今人类面临的三大问题。今天,残酷的事实使我们认识到,人类面临的环境问题的严重性在于它们已不再只是局部或区域性问题,而是跨越国界的全球性问题。气候变暖,臭氧洞的形成和扩大,沙漠化和水资源短缺,植被破坏和物种大量消失,以及由此而带来的频繁的沙尘暴现象,有哪一个不是全球面临的共同问题! 这些重大的环境问题,就科学内容而言已经远远超出了单一学科的范围,而涉及到大气、海洋、土壤、生物等各类环境因子,又与物理、化学和生物过程密切相关。因此,只有从地球系统的整体着手,才有可能弄清这些问题产生的原因并寻找到解决问题的办法。这里要特别指出的是,上述重大全球环境问题主要是人类的不合理开发利用地球资源所造成的,就影响的强度和速度而言已经接近自然变化,并还在继续加剧,这就有可能对未来人类的生存环境产生长远的不可逆转的后果。这个残酷的事实迫使人们从全球的角度来制定对策,控制和调整人类自身的行为,使整个地球环境朝着有利于人类的方向发展。在这个意义上,中国政府近期采取的在黄河、长江中、上游地区退耕还林的政策,可以说是一个长远的战略性的举措。

从科学技术的发展来看,地球观测技术的发展,特别是由全球定位系统(GPS)、卫星遥感(RS)和地理信息系统(GIS)组成的地球观测系统,提供了对整个地球系统进行长期的、立体监测的能力,为收集、处理和分析地球系统变化的海量数据,建立复杂的地球系统的数学模型提供了工具。只有科学技术的发展再加上自然科学各分支学科自身的进步,

才有可能从整体上研究整个地球系统及其变化(符淙斌 1998)。

由于地球系统科学面对的是综合性问题,应该采用多种科学思维方法,这就是大科学思维方法,包括系统方法、分析与综合方法、模型方法。

系统方法:是地球系统科学的主要科学思维方法,因为地球系统科学本身就是将地球作为整体系统来研究的。这一方法体现了在系统(综合)观点指导下的系统分析和在系统分析基础上的系统综合的科学认识的过程。

分析与综合统一的方法:从地球系统科学的概念和所要解决的问题来看,分析与综合统一也是地球系统的科学思维方法,包括从分析到综合的思维方法和从综合到分析的思维方法,实质上是系统方法的扩展和具体化。

模型方法:针对地球系统科学所要解决的问题及其特点,建立正确的数学模型,是地球系统科学的主要科学思维方法之一,因为在地球系统科学研究中,卫星遥感技术提供了大量的原始数据,数学模型应该也有可能广泛应用于地球系统科学研究,采用现代计算方法,得出全球变化与区域可持续发展的规律。

关于地球系统科学的研究内容,目前得到国际公认的主要包括气象和水系、生物化学过程、生态系统、地球系统的历史、人类活动、固体地球、太阳影响等。

综上所述,可以认为,地球系统科学就是研究组成地球系统的各个圈层(子系统)之间的相互联系、相互作用机制,地球系统变化规律和控制变化的机理,从而为全球变化预测建立科学基础,并为地球系统的科学管理提供依据。

## § 1.2 地球信息科学

地球信息科学(geo-informatics, 或 geo-information science, 简称 GISci)是地球系统科学的组成部分,是研究地球表层信息流的科学,或研究地球表层资源与环境、经济与社会综合信息流的科学。就地球信息科学的技术特征而言,它是记录、测量、处理、分析和表达地球参考数据或地球空间数据学科领域的科学。

“信息流”这一概念是陈述彭院士(1992)针对地图学在信息时代面临的挑战而提出的。他认为,地图学的第一难关是解决地球信息源的问题。在16世纪以前,人类曾经以最艰苦的探险,组织最庞大的队伍和采用当时最先进的技术装备去解决这个问题;到了16~19世纪,地图信息源主要来自大地测量及建立在三角测量基础上的地形测图;20世纪前半叶,地图信息源主要来自航空摄影和多学科综合考察;20世纪后半叶,地图信息源主要来自卫星遥感、航空遥感和全球定位系统(GPS);21世纪,地图信息源将主要来自小卫星群。但是,一个明显的事实是,无论地图信息源是什么,其信息流程都明显表现为:信息获取→存储检索→分析加工→最终视觉产品。特别是当今信息化、网络化时代,信息更不是静止的,而是动态的,表现在“信息获取→存储检索→分析加工→最终产品→提供服务”的整个过程中。

地球信息科学属于边缘科学、交叉科学或综合科学。它的基础理论是地球科学理论、信息科学理论、系统理论和非线性科学理论的综合,是以信息流作为研究的主体,即研究地球表层的资源、环境和社会经济等一切现象的信息流过程,或以信息作为纽带的物质流、能量流,包括人流、物流、金融流(资金流)等等的过程,都被认为是信息流所引起的。

国内外的许多著名专家都认为(陈俊勇 1997),地球信息科学的主要技术手段包括遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)等高新技术,即所谓的3S技术。或者说,地球信息科学的研究手段,就是由RS、GIS和GPS构成的对地观测系统。其运作特点是,在空间上是观测地球的整体,而不是局部;在时间上是长期的,而不是短时间的;在时序上是连续的,而不是间断的;在时相上是同步的、协调的,而不是异相的、分属于不同历元的;在技术上不是孤立的,而是RS、GIS和GPS三种技术的集成。在对地观测系统中,对地信息的获取或采集,主要是利用卫星遥感技术,但在获取遥感影像的同时,还必须同步地获取由GPS技术求得的相应瞬间卫星平台和地面的三维定位信息,这些由RS和GPS所获取的信息必须数字化后进入GIS加以存储、处理、分析和更新,才有可能用于有效的研究。

### § 1.3 地理信息科学

地理信息科学是信息时代的地理学,是地理学信息革命和范式演变的结果。它是关于地理信息的本质特征与运动规律的一门学科,它的研究对象是地理信息,它是地球信息科学的重要组成部分。

地理信息,是关于自然、人文现象的空间分布与组合的信息,它表征地理环境的数量、质量、分布特征、内在联系和运动规律。空间,是地理环境存在的一种状态。地理信息存储于一定的载体,并能从一个载体传递至另一个载体,形成所谓的信息流。数字地理信息是计算机化或二进制的地理信息,数字地理信息化过程是数字地理信息采集、存储、传输、分析、表达和应用的全过程。

地理信息科学的提出与理论创建,来自于两个方面:第一,技术与应用驱动,这是一条从实践到认识,从感性到理论的思想路线;第二,科学融合与地理综合思潮的逻辑扩展,这是一条理论演绎的思想路线。两者相互交织,相互促动,共同推进地理学思想发展、范式演变和地理信息科学的产生(杨开忠、沈体雁 1998)。地理信息科学本质上是在两者的推动下地理学思想演变的结果,是新的技术平台、观察视点和认识模式下地理学的新范式,是信息时代的地理学。人类认识自己赖以生存的地球表层系统,经历了从经典地理学到地理信息科学的漫长历史时期。不同的历史阶段,人们以不同的技术平台,从不同的科学视角出发,就会得到关于地球表层的不同的认知模型(闻国年、吴平生、周晓波 1999)(图 1.1)。

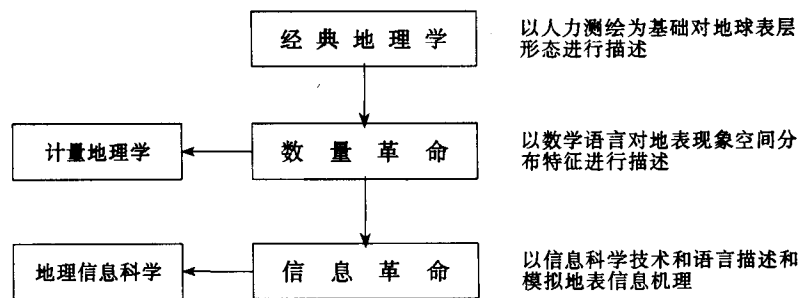


图 1.1 从经典地理学到地理信息科学



地理信息科学的研究内容,包括理论、技术和应用等三个层次,它们构成了地理信息科学的内容体系(图 1.2)。

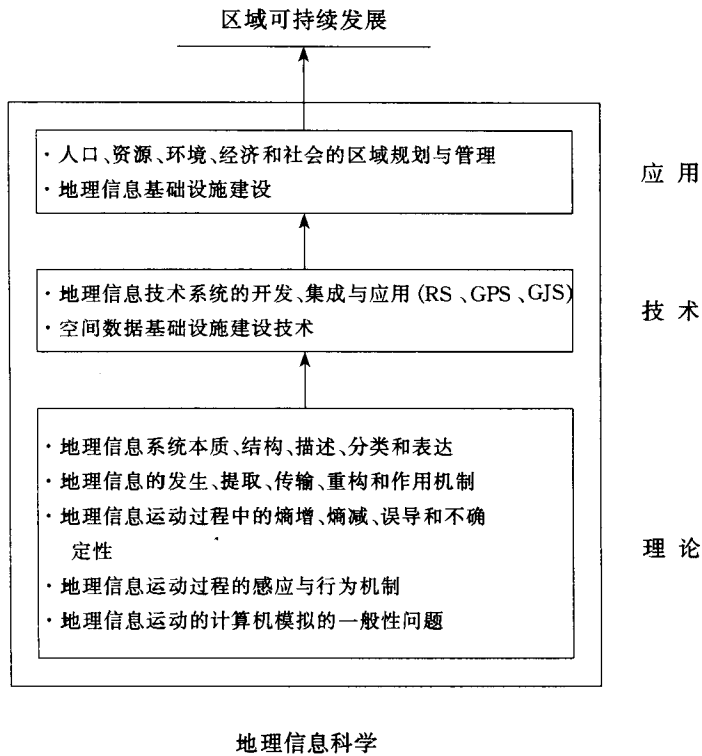


图 1.2 地理信息科学的内容体系

## § 1.4 地球空间信息科学

地球空间信息科学 (geo-spatial information science-geomatics), 是以全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)、遥感 (RS) 等空间信息技术为主要内容, 并以计算机技术和通讯技术为主要技术支撑, 用于采集、量测、存储、管理、分析、显示、传输和应用与地球和空间分布有关的数据的一门综合性和集成性的信息科学和技术 (李德仁、李清泉 1998), 是地球信息科学的重要组成部分。地球空间信息, 广义上指各种机载、星载、车载和地面测地遥感技术所获取的地球系统各圈层物质要素存在的空间分布和时序变化及其相互作用的信息的总体。

近二三十年来, 空间定位技术、航空航天遥感技术、地理信息系统技术和计算机网络等现代技术的发展及其相互渗透, 逐渐形成了地球空间信息的集成化技术系统, 使得人们能够快速及时和连续不断地获得有关地球表层及其环境的大量几何与物理信息, 形成了地球空间信息流和数据流, 从而促成了地球空间信息科学的产生。地球空间信息科学不仅包含了现代测绘科学技术的全部内容, 而且体现了多学科的交叉与渗透, 并特别强调了计算机技术的应用; 它不局限于数据的获取和采集, 而是强调从采集到存储、管理、处理、分析、显示和发布的全过程。地球信息科学的这些特点, 标志着测绘科学由单一学科走向

多学科的交叉与渗透;从利用地面测量仪器进行局部地面数据采集到利用各种机载、星载传感器实现对地球整体的、连续的、长时间的数据采集;从提供静态测量数据和地图产品到实时/准实时提供随时空变化的测量数据和地图产品。

地球空间信息科学的主要研内容,包括地球空间信息的基准、标准化、时空变化、组织、空间认知、不确定性、解译与反演、表达与可视化等基础理论,及空间定位技术、航空航天遥感技术、地理信息系统技术和数据通讯技术等基础技术。

**小结:**本章介绍了地球系统科学、地球信息科学、地理信息科和地球空间信息科学等四个概念。地球系统科学、地球信息科学、地理信息科学是三个不同层次的概念,研究的侧重面也不一样。地球系统科学是最高层次的,着重系统、全局、宏观地球系统理论研究;地球信息科学是地球系统科学的组成部分,着重研究地球观测系统的基础理论与技术理论;地理信息科学是地球信息科学的组成部分,着重研究地理信息的本质特征和运动规律。地球空间信息科学是地球信息科学的重要组成部分,但比地理信息科学的概念要广,研究的重点与地球信息科学的接近,但更侧重于技术、技术集成与应用,更强调“空间”概念。

关于地球空间信息科学及与比有关的地球系统科学、地理信息科学,以及地球空间信息科学和地理信科学的技术系统——空间信息系统与地理信息系统,都还有许多问题要进一步研究,但是正如作者在本书前言中所一再强调的,我们研究、了解(更确切)地球系统科学、地球信息科学、地理信息科与地球空间信息科学的概念、内涵和本质的目的,是要把空间信息系统或地理信息系统放在更高层次的地学理论上理解,而这对于从事空间信息系统或地理信息系统研究与开发的人们确实是重要的。

## 参 考 文 献

- 陈述彭. 1996. 地球信息科学刍议. 地球信息(试刊). 8~12
- 陈述彭,何建邦,承继成. 1997. 地理信息系统的基础研究——地球信息科学. 地球信息, (3):11~20
- 陈俊勇. 1997. 地球系统科学与卫星对地观测系统. 地球信息, (1):12~15
- 符淙斌. 1998. 地球系统科学. 见:地球系统科学——中国进展·世纪展望. 陈述彭主编. 中国科学技术出版社. 4~5
- 黄秉维. 1996. 论地球系统科学与持续发展战略科学基础(1). 地理学报, 51(4):350~353
- 李德仁,李清泉. 1998. 地球空间信息科学的兴起与跨世纪发展. 见:科技进步与学科发展. 周光召主编. 中国科学技术出版社. 448~452
- 林井俊治. 1997. 地球信息科学新时代的思考. 地球信息, (2):16~18
- 阚国年,吴平生,周晓波. 1999. 地理信息科学. 北京:科学出版社
- 裴相斌. 1997. 地球系统科学的几点哲学思考. 地球信息, (1):30~33
- 杨开忠,沈体雁. 1998. 论地理信息科学. 地球信息, (1):21~28