

智能交通系统 (ITS) 系列丛书

交通 GIS 及其在 ITS 中的应用

王英杰 袁勘省 李天文 编著

中国铁道出版社

2004年·北京

内 容 简 介

本书共分6章,系统讲述了交通GIS的基本问题。第1章讲述了信息、地理信息与交通地理信息,GIS、交通GIS与国家空间信息基础设施等基本概念;第2章讲述了交通GIS的基础理论,包括计算机与地理信息科学基础知识,地理空间定位、地理信息分类与编码、空间数据结构与模型等理论;第3章讲述了交通GIS的技术方法,包括数据采集、空间数据库、专题制图、地理信息处理与传输等技术;第4章介绍了交通GIS的空间分析模型,包括图形量算、叠置分析、缓冲区分析、数字地形分析、地理相关与网络分析等模型;第5章讲述了基于交通特征和面向对象的交通空间网络建模、道路网多尺度数据建模与交通网络时空建模等问题;第6章介绍了GIS、GPS在智能交通中应用的问题,包括在车辆自导航、网络监控与智能公交系统中的集成应用问题。

本书可作为交通运输的政府部门、相关企事业单位、科研教学单位的领导、干部、科技人员、教师等的参考用书与培训教材;也可作为大专院校有关交通运输、系统科学与工程、信息管理与GIS等专业的高年级本科生选修课及研究生的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

交通GIS及其在ITS中的应用/王英杰,袁勘省,李天文编著. —北京:中国铁道出版社,2004.10

(智能交通系统(ITS)系列丛书)

ISBN 7-113-06205-9

. 交... . 王... 袁... 李... . 地理信
息系统—应用—交通运输—自动化 . U495

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第104203号

书 名 智能交通系统(ITS)系列丛书

交通GIS及其在ITS中的应用

作 者:王英杰 袁勘省 李天文

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:殷小燕

责任编辑:殷小燕

封面设计:陈东山

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:787×960 1/16 印张:19.25 字数:367千

版 本:2004年10月第1版 2004年10月第1次印刷

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 7-113-06205-9/U·1719

定 价:40.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:市电(010)51873147 路电(021)73147 发行部电话:市电(010)51873172 路电(021)73172

丛书编委会成员名单

(按汉语拼音排序)

名誉主编：蔡文沁 杨 钧

主 编：范耀祖 王笑京

副 主 编：蔡庆华 段里仁 贺国光 黄 卫

李江平 刘小明 陆化普 马 林

全永燊 史其信 王富章 王 炜

王英杰 徐建闽 杨 浩 杨晓光

杨兆升 于春全 袁宝军 张殿业

序

随着经济发展和技术进步，交通运输已经成为人们经济生活中不可缺少的重要组成部分。它对保证社会经济体系及日常生活的正常运转发挥着越来越大的作用。

近 20 年来，世界各国先后建立了四通八达的交通运输网络，但交通工具的增长速度远远高于道路和其他交通设施的增长，因此随之引起交通拥堵、环境污染、交通事故等一系列交通问题，也造成了巨大的物质与经济损失。这些情况表明，单纯依靠修建道路与交通设施和采用传统的管理方式来解决交通问题，不仅成本昂贵、环境污染严重，而且其缓解交通拥堵、提高交通运输效果也是十分有限的。

为此早在 30 多年前人们就提出了智能交通系统的概念，但对智能交通系统或智能运输系统（ITS）进行系统的研究则始于 20 世纪 80 年代。ITS 是将驾驶员、交通工具和道路、环境三位一体来考虑。广义上 ITS 应包括交通系统的规划、设计、实施与运营的管理实现智能化；而狭义上 ITS 则主要是指交通运输管理和组织的智能化。其实质就是采用现代高新技术对传统的交通运输系统进行改造而形成一种新型现代交通系统。也即是说，ITS 就是将先进的信息技术、传感技术、数据通信技术、自动控制技术、运筹学、图像分析技术、计算机网络以及人工智能等有效地综合运用于整个交通管理系统。在系统工程综合集成的总体思想指导下，建立起一种在大范围内全方位发挥作用的实时、准确、高效的运输综合体系。ITS 智能化的特征体现在：原理上是基于知识系统；系统功能上应至少具有判断能力、推理能力和学习能力，并应有辅助决策的作用；结构上应由机器感知、机器学习、机器识别及知识库等部分组成。

当然，ITS 并不意味着交通系统完全智能化。在组织或控制交通系统时，只是希望系统运行秩序化，即尽可能达到高度组织化的程度，利用计算机和其他设备部分地替代交通主体——人，完成部分预测、处理和决策。在交通系统管理中，更重要的还是人的参与。

ITS 的发展将推动交通运输进入信息时代，是 21 世纪现代化交通运输系统的发展方向。只有将“人和物的运载和运输”和“信息的运载和运输”融为一体，充分利用信息技术的最新成果，挖掘信息资源的最大潜力，才能大幅度提高运输效率和服务质量，满足日益增多的社会需要。

中国是当今世界交通基础设施建设发展最快的国家，但仍满足不了经济的快速发展和人民生活水平提高的要求，而且这一供需矛盾也日益突出。为此近十年来，我国也加速了 ITS 的研究，特别是国家在“九五”期间，原国家科委与十几个部委成立了全国智能运输系统协调指导小组及办公室，将全球定位系统 GPS（Global Positioning

System)、地理信息系统 GIS (Geographic Information System) 以及管理信息系统 MIS (Management Information System) 简称“3S”(GPS、GIS、MIS) 作为重点项目予以支持,并初步启动了 ITS 体系框架和标准体系的研究;“十五”期间,随着各项技术成熟与发展,ITS 应用已经成为社会的共识,为此科学技术部将“智能交通系统关键技术开发和示范工程”列入“十五”国家科技攻关计划的重大项目。目前该项目已经全面启动,首批确定了北京、上海、天津、重庆、广州、济南、青岛、杭州、深圳和中山 10 个城市作为智能交通试点示范城市。

我们相信,随着现代高科技的飞速发展,ITS 必将在我国有着良好的发展前景与非常广泛的应用领域。它的成功定会对未来的生活起着不可估量的重要作用。

本丛书的作者都是长期从事 ITS 研究的第一线工作人员。我们期望本丛书的出版将有助于推动我国 ITS 事业的积极探索与健康发展。

中国科学院院士
中国工程院院士



2002 年 10 月 20 日

丛书前言

随着经济全球化与科学技术日新月异的发展，人类社会文明进入了一个快速发展的新时期。知识经济的兴起，信息时代的到来，使很多传统领域都面临着革命性的变革。交通运输作为社会经济生活的一个重要方面，对保证社会经济体系的正常运转发挥着越来越大的作用。改革开放以来，我国经济和社会得到了快速的发展，高效、快捷的交通系统已成为社会经济发展的有力保障。在深入学习贯彻党的十六大精神、全面建设小康社会、走新型工业化道路的新时期，如何实现信息化带动工业化，如何利用信息技术改造与提升传统的交通运输业成为一个必须面对的问题。我国政府在“十五”国民经济发展纲要中明确指出：“交通建设要统筹规划，合理安排，扩大网络，优化结构，完善系统，推进改革，建立健全畅通、安全、便捷的现代综合运输体系。”特别是要以“信息化、网络化为基础，加快智能型交通的发展”。

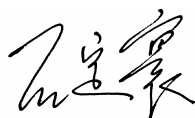
智能交通与运输系统是将计算机、通信等众多高新技术与传统交通运输融合的集成和应用，是集高新技术的研究开发、系统集成、产业化和推广应用为一体的系统工程，它涉及到国家和地方的诸多相关部门，其内容与广大人民群众切身利益直接相关。智能交通与运输系统技术的发展符合未来交通运输发展的方向，也将为我国高新技术产业的发展提供一个巨大的市场。因此在我国开展智能交通与运输系统的开发和应用，将对促进国民经济和社会的快速发展，增强国际竞争力有十分重要的意义。

2000年由科学技术部牵头成立了全国智能交通系统（ITS）协调指导小组及办公室。在国务院各有关部门的大力协同和配合下，地方政府及科研单位、院校、企业积极参与，经过不懈努力，取得了许多令人可喜的研究和建设成果，其中包括建立了国家级的智能交通系统工程技术研究中心，制定了中国智能交通发展战略和中国智能交通系统体系框架，一些城市编制了地方智能交通系统发展规划和体系框架，开发了各种智能交通应用系统，在某些关键技术和产品开发及产业化等方面也取得了令人瞩目的成绩。“十五”期间，科学技术部在国家科技攻关计划中设立了“智能交通系统关键技术开发和示范工程”项目，以及北京、上海、天津、重庆、广州、深圳、济南、青岛、杭州、中山等10个城市进行的试点示范工程等项目正在顺利实施。这些成绩得到了社会的广泛关注和认可，社会各界对通过智能交通系统建设、解决或缓解日益严重的交通问题寄予了厚望。

为了加快我国ITS的人才培养，提高ITS从业人员的专业素质，更好地促进我国ITS事业的快速、健康发展，在国内ITS领域有关专家的努力下将于2003年撰写智能交通系列丛书。

本套丛书涉及到与智能交通系统建设相关的体系框架原理与应用、标准体系原理与方法、评价技术、控制技术以及车辆定位、地理信息及智能交通系统研究文集等，是各位专家及作者努力攻关、积极思考和辛勤劳动的成果。在此，我谨代表科学技术部全国智能交通系统协调指导小组向参与丛书撰写的各位专家、学者表示衷心的感谢，希望大家的共同努力下，使中国 ITS 的研究和应用为国民经济和社会发展发挥更大的作用。

科学技术部秘书长

Handwritten signature in black ink, appearing to read '石定章' (Shi Dingzhang).

2002年12月

前 言

近 20 年来，随着地理信息系统（Geographical Information System，GIS）技术的发展，GIS 在交通运输管理中的推广应用在国内外受到极大重视。目前已被广泛地应用到智能交通与交通运输管理的各个方面，正在逐步发展成为一门新兴学科——交通地理信息系统（Geographical Information System for Transportation，即 GIS—T），可简称为交通 GIS。

众所周知，GIS 是一个采集、处理、存储、管理、分析与表达地理信息的系统，交通地理信息系统是其重要研究方向和应用领域之一。它以交通地理数据为基础，在计算机软硬件支持下，实现对交通地理信息的管理与分析。近些年来，交通 GIS 与全球定位系统（GPS）、网络技术、数字移动通讯技术、自动控制与人工智能等技术相结合，发展极其迅速，各类不同的应用系统层出不穷，已成为智能交通系统的不可分割的一部分。

我们在现有国内外大量文献资料的基础上，结合科研实践与学习体会，编写了这本《交通 GIS 及其在 ITS 中的应用》一书，较为系统地总结了目前交通 GIS 的有关理论、技术与方法和应用实践，希望能在我国蓬勃开展的 ITS 建设中发挥应有的作用。

本书按以下内容组织编写：第 1 章结论，讲述了信息、地理信息与交通地理信息的相关概念；GIS、交通 GIS 的定义、特点、分类、应用与发展，以及我国国家空间信息基础设施的基本概念，叙述了目前交通空间信息基础设施建设的发展概况。第 2 章为交通地理信息系统的基础理论，讲述了计算机和地理信息科学的基础知识与基本理论，后者包括地理空间定位、地理信息分类与编码、空间数据结构与数据模型、空间数据质量评价与控制、空间数据的元数据等理论。第 3 章为交通地理信息系统的技术方法，讲述地理数据采集、空间数据库、专题制图、地理信息处理与传输等技术。第 4 章为交通地理信息系统的分析模型，介绍了交通空间分析中图形量算分析、多边形叠置分析、空间缓冲区分析、数字地形分析、地理相关分析与网络图形分析等模型。第 5 章为交通地理信息系统的网络建模，按基于交通特征和面向对象方法的思路，介绍了交通网络的空间数据模型与数据结构、道路网多尺度数据建模与交通网络时空建模等问题。第 6 章为 GIS、GPS 在智能交通中的应用，在概述了 ITS 的基础上，分别简述了 GIS、GPS 在车辆自导航、网络监控和智能公交

等系统中的集成应用。

本书可作为各级政府有关交通管理部门和企事业单位的领导与广大干部、科技管理人员与技术人员，特别是有关公路、铁路、民航、水运等相关部门的管理决策者和科研开发人员的参考用书与培训教材；也可作为大专院校有关交通运输、系统科学与工程、信息管理与 GIS 等专业的高年级本科生选修课教材和研究生的教材使用。

在编写本书的过程中，得到了北京航空航天大学范耀祖教授的热情指导与支持，范教授在百忙之中，对初稿进行了审阅，并提出宝贵的修改意见，在此表示衷心地感谢。此外，在编写过程中，还得到了中国科学院地理科学与资源研究所苏莹、余卓渊等同志的帮助。特别要感谢的是中国铁道出版社殷小燕同志，在本书编辑出版过程中所给予的热忱帮助。

由于我们对交通地理信息系统的理论认识与应用实践还在不断提高之中，对涉及一些问题理解不足，书中难免出现这样或那样的问题，恳请读者能够批评指正。书中参考引用了大量已出版或发表的著作和文章，在这里表示诚挚的感谢，如有引述错误和曲解之处敬请予以谅解。

编著者

2004 年 3 月于北京

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 信息与交通地理信息	1
1.1.1 信 息	1
1.1.2 地理信息	3
1.1.3 交通地理信息	5
1.2 地理信息系统概述	7
1.2.1 信息系统与地理信息系统	7
1.2.2 地理信息系统的特征与分类	10
1.2.3 地理信息系统组成与应用领域	11
1.3 交通地理信息系统概述	12
1.3.1 交通地理信息系统的意义和定义	13
1.3.2 交通地理信息系统的功能和特点	14
1.3.3 交通地理信息系统的应用范围与发展	16
1.4 交通地理空间信息基础设施建设	23
1.4.1 我国国家空间信息基础设施概念框架	23
1.4.2 我国交通地理空间信息基础设施建设	27
第 2 章 交通 GIS 的基础理论	35
2.1 计算机基础理论	35
2.1.1 计算机系统的组成	35
2.1.2 计算机数字计算的原理	35
2.1.3 人与计算机交流	38
2.1.4 计算机操作系统	39
2.2 地理信息科学理论	43
2.2.1 地理信息科学的产生	43
2.2.2 地理信息科学体系	46
2.2.3 地理信息科学的发展	48
2.3 地理空间定位理论	49

2 目 录

2.3.1	地理空间参照系	49
2.3.2	WGS-84 地心坐标系	54
2.3.3	独立坐标系的转换法	55
2.3.4	大型 GIS 的数学基础问题	58
2.4	地理信息的分类与编码理论	60
2.4.1	分类编码的定义和作用	60
2.4.2	分类编码的原则	61
2.4.3	分类编码的方法	62
2.4.4	交通运输信息的分类系统	65
2.5	地理空间数据结构与数据模型理论	68
2.5.1	地理空间数据结构	68
2.5.2	地理空间数据模型	70
2.5.3	矢量数据结构及编码	72
2.5.4	栅格数据结构及编码	76
2.5.5	矢量和栅格数据转换	83
2.6	地理空间数据质量评价与控制理论	85
2.6.1	地理空间数据质量概念	85
2.6.2	地理空间数据质量评价	86
2.6.3	地理空间数据质量因素	87
2.6.4	地理空间数据质量问题	89
2.6.5	地理空间数据质量控制	91
2.7	地理空间数据的元数据理论	92
2.7.1	元数据概念与分类	92
2.7.2	地理空间数据元数据构成及标准	94
2.7.3	地理空间数据元数据的获取与管理	96
2.7.4	地理空间数据元数据的应用	97
第 3 章	交通 GIS 的技术方法	100
3.1	地理数据采集技术	100
3.1.1	地理数据采集技术概述	100
3.1.2	地图数字化数据采集技术	101
3.1.3	遥感数据采集技术	109
3.1.4	全球定位系统数据采集技术	114
3.2	地理空间数据库技术	124

3.2.1	关系数据库技术	125
3.2.2	面向对象数据库技术	130
3.2.3	空间数据库管理技术	133
3.3	专题制图技术	136
3.3.1	专题地图基本知识简述	136
3.3.2	专题制图在交通 GIS 中的应用	140
3.3.3	地图符号化技术	141
3.3.4	地图自动标注技术	142
3.3.5	地图模板技术	143
3.4	地理信息的处理技术	144
3.4.1	遥感信息的识别与提取技术	144
3.4.2	地理可视化技术	145
3.4.3	人工智能技术	146
3.4.4	虚拟现实技术	147
3.5	地理信息传输技术	149
3.5.1	地理信息传输原理	150
3.5.2	因特网技术	150
3.5.3	万维网技术	152
3.5.4	万维网地理信息系统技术	154
3.5.5	网格地理信息系统技术	155
第 4 章	交通 GIS 的分析模型	158
4.1	图形量算分析模型	158
4.1.1	几何参数量算模型	158
4.1.2	形状量算模型	160
4.1.3	分布中心量算模型	161
4.2	多边形叠置分析模型	162
4.2.1	叠置分析的一般概念	162
4.2.2	合成叠置与统计叠置	163
4.2.3	多边形叠置的基本方法	163
4.2.4	多边形叠置中的属性数据计算	165
4.3	空间缓冲区分析模型	168
4.3.1	缓冲区分析概念	168
4.3.2	栅格缓冲区的建立方法	169

4.3.3	矢量缓冲区的建立方法	170
4.4	数字地形分析模型	172
4.4.1	GRID 分析模型	172
4.4.2	TIN 分析模型	176
4.4.3	数字地形模型在交通中的常见应用	180
4.5	地理空间相关分析模型	181
4.5.1	地理空间相关性的概念	181
4.5.2	地理空间相关分析的计算方法	181
4.5.3	地理空间相关分析的理论模型	183
4.5.4	地理空间自相关显著性检验	184
4.6	网络图形分析模型	186
4.6.1	平面网络元素及其属性	186
4.6.2	传统 GIS 的平面网络分析功能	187
4.6.3	平面网络图形分析的一般算法	189
第 5 章	交通 GIS 的网络建模	193
5.1	基于特征的交通网络建模	193
5.1.1	基于特征的交通 GIS 概念	193
5.1.2	交通 GIS 中的交通特征类型	194
5.1.3	基于交通特征的空间数据模型	195
5.1.4	交通 GIS 空间网络数据模型	198
5.2	交通网络的空间数据结构	205
5.2.1	基于特征的 GIS 对空间数据结构的要求	206
5.2.2	交通网络分析对基于特征的数据结构要求	206
5.2.3	交通网络的空间数据结构设计及实现	213
5.2.4	交通网络时空数据库实现方法	219
5.3	道路交通网多尺度数据建模与分析	225
5.3.1	道路交通网多尺度数据模型与建模要求	225
5.3.2	道路交通网数据建模中的实体与关系	228
5.3.3	道路交通网多尺度数据建模中实体与关系分析	235
5.4	交通网络的时空建模与分析	238
5.4.1	时空棱镜及潜在路径区域特征	239
5.4.2	空间资源分配与交通网络空间中心服务范围	240
5.4.3	交通网络空间中心服务范围实现方法	241

5.4.4 交通网络的可达性评价	242
第 6 章 GIS、GPS 在智能交通系统中的应用	247
6.1 智能交通系统概述	247
6.1.1 ITS 的基本概念和目标	247
6.1.2 ITS 的结构体系与主要内容	249
6.1.3 ITS 的发展概况	253
6.1.4 ITS 的关键技术与解决办法	258
6.2 GIS、GPS 在车辆自导航系统中的应用	262
6.2.1 系统框架和软硬件平台	262
6.2.2 公用交通地理信息平台	262
6.2.3 地理定位数据的处理	264
6.2.4 交通网络分析	265
6.2.5 行路指南信息知识库的设计	266
6.2.6 实时交通信息融合技术	267
6.3 GIS、GPS 在车辆网络监控系统中的应用	268
6.3.1 传统车辆监控模式分析	268
6.3.2 车辆网络监控模式	270
6.3.3 车辆网络监控系统功能与优点	272
6.4 GIS、GPS 在智能公交系统中的应用	273
6.4.1 GIS、GPS 技术在智能公交系统中应用的问题	273
6.4.2 智能公交系统的设计与实现	277
参考文献	279

第 1 章 绪 论

1.1 信息与交通地理信息

1.1.1 信 息

1. 什么是信息

当今人类社会已迈入信息时代 (Information Era), “信息时代”的人类社会称为“信息社会”(Information Society), 在信息社会中信息成为人们日常经常使用的科学术语。那么, 信息究竟是什么?

“信息”一词出于英语“Information”, 中国大陆翻译为“信息”, 中国台湾地区称其为“资讯”。信息是一个复杂的概念, 至今国内外学术界还没有统一的权威性的定义。我们下面先对信息做一般性的描述, 然后再给出它的一般定义。

信息与知识、消息意思相近, 英文原意也是如此。信息的本质是事件、事物或物质特征的表征。由于每种事件、事物或物质都带有区别于其他事件、事物或物质的特性, 它们的存在必然是通过它们的特性表现出来。比如, 一个道路是通过它的形状、大小、色调及上面能行驶车辆等特性表现它的存在。我们的视觉“捕捉”到这一物体的光学特性, 听觉听到汽车叫声, 便判断出这一物体是道路, 从而得到道路就在这里的信息。信息是客观存在的, 它不随主观意志而转移, 我们不可能制造和改造信息, 只能认识信息。但是信息又不同于一般的客观存在, 它只能说是物质的而不能说其就是物质。因为它不能像一般物质一样, 可以任意分解; 也不能像一般物质那样, 由这种物质直接作用于另一种物质。信息可以传播, 传播以后自身并不损失与消耗, 也不降低它本身的价值, 相反却因为传播增加了自身的社会价值。

信息是通过信号、符号等人们可以认识的载体或媒介来传播的。比如物体、生物等外形颜色, 雷雨、海浪等声音, 化学药品的气味, 冷热气候的感觉, 语言文字的语音与语义等被人们所认识并在人们中传播。信息本身不能改造, 因为它是事实, 是客观存在, 但是它的载体是可以改造且变换的。正如一首诗、一部文学作品可以印制在这本杂志上或那本书上, 这里诗、文学作品是客观存在, 而书、杂志是载体。事实上所有科学对某个信息的采集过程就是实现这一信息转换和交流的过程。它将各种物质存在以及它的变化信息通过光、电、声、化学、力学等手段加以探测, 并将其载体——某种信号加以放大、转换和记录, 最后被人们所识别和接收。有许多信息由于

条件的限制，一部分人暂时认识不到，但它仍然客观存在，另一部分人或人们将来可以认识它们。比如一幅病人 X 光人体透视照片，当我们不是医生时，拿到这幅照片，看不到照片显示的病灶性状这一信息，但不等于它不存在。以后这个病人再看病时，它就是病人病状的历史信息记录，可作为下一个医生诊断的有用信息和科学依据。

2. 信息的定义

总结上述认识，我们就可给信息下这样一个定义：从本体论上说信息是物质或事物存在方式、运动状态和属性特征的反映。另外，从认识论层次看信息就是认识主体所感知的或所表述的事物或物质存在方式、运动状态和属性特征。其中所感知部分是外部世界向主体输入的信息；表述的部分是主体向外部世界输出的信息。这时主体就是人、生物或者机器系统。

上述定义是我国信息领域专家钟义信教授从广义本体论和认识论方面给信息所下定义的意思（钟义信，1996）。另外从狭义技术方面说，就可以用下面一段话来叙述，即我们可认为信息（information）是近代科学技术的一个专门术语：它是用数字、文字、符号、语言、图像、图形等介质来对事件、事物、现象、过程等的本质内容、数量和质量特征的描述。它向人们（或系统）提供关于现实世界新的事实、事件、事物、过程、想法（包括概念）等各种对象的知识。它在确定的范围内有着特定的含义，可作为生产、管理、经营、分析和决策的依据。

3. 信息的重要意义与发展

在今天的社会生活中，人们十分重视信息。事实上，人们对信息的重视并非从今天才开始的。举世闻名的万里长城上的烽火台，实际上就是古人用来传播信息的工具，这种用点燃烟火的方式一座接一座烽火台地向远方传递“敌人来了”的信息，在 2000 多年以前作为传播信息的手段就显示出它的能力。流传了几千年的节气、农家历，以及许许多多的农谣、谚语，都是给人们以信息，提醒人们适时春种、夏锄、秋收、冬藏。但是长期以来，信息没有被作为一门科学技术来研究，其原因，一方面固然是由于没有计算机这样的信息数据处理工具；另一方面主要的原因是因为过去的生产力没有像今天这样如此高度发展，生产周期如此短促，而生产技术却如此复杂，涉及的问题又如此之多。例如没有信息，不要说发展生产，甚至连日常生活都十分困难。有人说“没有技术的生产是愚蠢的生产，而没有信息的生产是盲目的生产”。在当今社会，信息已经和能源、物资、机械等并列在一起作为国民经济的基本要素，推动着社会生产力的不断发展。

“信息”这一词汇作为科技术语，于 20 世纪 60 年代初期开始在科技文献上出现，直到 80 年代初，随着微型计算机的普及，才普遍被人们所接受。社会生活对信息的强烈需求有力地推动了计算机技术的发展，而计算机技术从硬件的尺寸、价格、数据的存储空间、软件的工作速度、使用的便捷程度等方面不断地改进与提高，更好

地适应了人们对信息数据处理的需求。从 80 年代开始,各个学科、各个领域主动改变研究方式,引进计算机向着信息化方向发展,用计算机协助人们解决各自领域的问题。从这个时候起,计算机工作重心便由单纯的数字计算向信息处理转移。有资料表明,现今的计算机只有 24% 的工作量用做单纯的数值计算,而 76% 的工作量用做信息数据的存取、检索与处理。因而不少人将“计算机技术”一词改称为“计算机信息技术”。可见信息科学的发展是与计算机科学技术发展分不开的。现代计算机科学技术发展突飞猛进,为信息化和信息科学的发展提供了物质基础和有利条件。地理信息的发展就是明显的例证。

1.1.2 地理信息

1. 地理信息与地理实体

地理信息 (Geographical Information, 简称 GI) 是信息的重要组成部分,大约占信息总量的 80% 左右。有人认为地理信息是指那些直接、间接与地理空间位置的分布、时间的发展相关的自然、经济与人文等方面的物体、事实、事件、现象和过程等描述的总和。也有人认为地理信息是有关地理实体的性质、特征和运动状态的表征及一切有用的知识,是对表达地理实体与现象之间关系、特征的数据的解释。

地理实体是由各种地质、地貌、气象、水文、土壤、生物等所组成的自然地理及由农业、工业、交通等组成的经济地理和由文化、意识等组成的人文地理的客观体,它们内部及相互之间的作用与联系才会产生相应的地理信息。这种天然(客观)的地理信息是不以人们意志为转移的客观存在。地理客体中任何特定物体都具有发射、传递和接收、存储地理信息的性能,只是不同物体具有不同的频率或波长。发射地理信息的特定物体就是信源,接收地理信息的物体就是信宿,传递地理信息的物体就是信道。地理实体中本身就存在着许多特定的信源、信宿和信道所组成的客观地理信息系统,因此它能够记载地球自形成以来所经历的环境变迁。例如岩石中存在着围岩表明地质年代发生过岩浆的入侵,地层中沉积物中断表明地壳曾处于上升剥蚀期,沉积岩层中存在着煤、石油等矿藏表明地层是处于湿热气候环境的地质年代所形成的,地层中存在着硼化物、天然碱表明该地层是在干旱气候的湖泊环境中形成的,等等。由于地层可存储地质年代环境变化的信息,这样就使地理实体的四维(即空间三维再加上时间维)时空信息得到具体体现。即地质年代中的地理实体对信息的发射、传递和接收存储性能就使时间与空间,使物质、能量与信息都在地层的物质中得到和谐的统一。

2. 地理信息的定义以及与地球信息的关系

根据信息的定义,对地理信息的狭义的技术方面的定义可认为是关于那些直接或间接涉及相对于地球某个地点的现象的信息。关于地理信息广义的本体论和认识论方