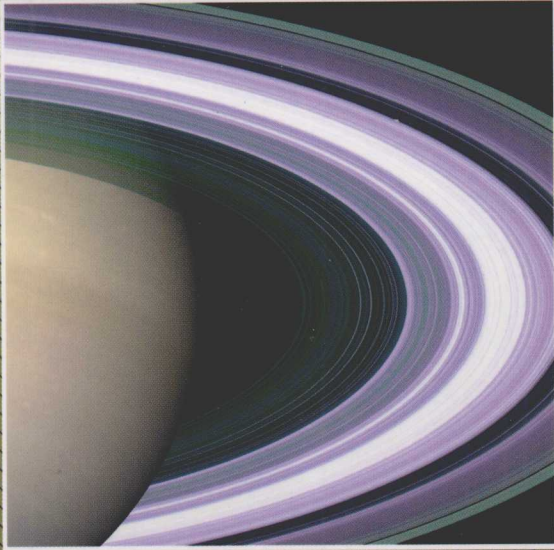




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校教材



吴信才 等编著

地理信息系统 原理与方法 (第二版)

*Principles and Methods of
Geographical Information Systems*

Second Edition



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校教材

地理信息系统原理与方法 (第二版)

Principles and Methods of Geographical Information
Systems, Second Edition

吴信才 等编著

ISBN 978-7-121-07399-8
地理信息系统原理与方法(第二版) 吴信才等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.1.
高等学校教材.

1. 地理信息系统—高等学校—教材 I6 P208

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2008)第161008号

责任编辑: 李少川

文字编辑: 董颖平

印 刷: 北京中石油印刷厂

发 行: 电子工业出版社

北京中石油印刷厂 邮编: 100076

开 本: 187mm×245mm 印张: 24.5 字数: 621千字

定 价: 2009年1月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 39.80元

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是高等学校“十一五”国家级规划教材，详细介绍了地理信息系统的原理与方法。全书共分 13 章，重点介绍了空间数据结构、GIS 的地理数学基础、地理信息系统数据输入、地理信息系统的数据处理、空间数据管理、数学空间的几何对象、空间分析、数字高程模型、空间数据挖掘与空间决策支持系统、GIS 的输出与地图可视化、地理信息系统工程与标准、地理信息系统的发展趋势等内容。

该书内容全面、针对性强，可作为地理信息系统、遥感、软件工程、测绘等专业本科生和研究生的教材，也可作为城市规划、国土管理、环境科学及相关专业研究和开发人员的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统原理与方法 / 吴信才等编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
高等学校教材
ISBN 978-7-121-07569-8

I. 地… II. 吴… 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 (2008) 第 161668 号

策划编辑: 冯小贝

责任编辑: 谭海平

印 刷:

装 订:

北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.25 字数: 621 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zits@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着信息技术的迅猛发展,以 GIS 为代表的空间信息技术水平迅速提高,应用领域不断扩大,人们对空间信息的要求在广泛性、精确性、快速性以及综合性等方面都越来越高。伴随着计算机技术、信息技术、空间技术的发展, GIS 正逐步建立起独立的理论体系和完整的技术系统,在国民经济建设和社会生活的各个方面发挥着越来越重要的作用。

经过近 40 年的发展,我国 GIS 无论是在理论、技术方面还是在应用方面都有了很大的发展,在某些方面已处于国际先进水平。

中国地质大学(武汉)信息工程学院,从 20 世纪 80 年代开始涉足 GIS 的研究,先后承担了原地矿部“八五”科技攻关项目、“九五”国家重中之重科技攻关项目、“十五”国家 863 项目、“十一五”国家 863 重点项目和“十五”、“十一五”国家支撑计划、国家自然科学基金项目等,经过 20 多年的不懈努力,积累了丰富的科研实践经验,创建了一套 GIS 技术方法及先进的 GIS 软件开发体系,培养了一支强大的科研技术队伍,建立了一个先进的教学科研基地(教育部 GIS 工程中心),研制出了具有国际先进水平的地理信息系统基础平台软件 MapGIS,该软件先后荣获地矿部科技成果一等奖,国家科技进步二等奖,在国家科技部组织的国产地理信息系统软件测评中连续十年名列榜首,成为国家科技部向全国推荐的首选地理信息系统软件平台。应用范围涉及地质、地理、石油、煤炭、有色、冶金、测绘、土地、城建、建材、旅游、交通、铁路、水利、林业、农业、矿山、出版、教育、公安、军事等 20 多个领域的专业与管理部门。

但是, GIS 在理论和技术上仍然面临着许多新的课题需要研究和探讨,如三维 GIS、时态 GIS、网络 GIS 和互操作 GIS 技术等; GIS 还必须和其他应用技术,比如遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、人工智能(AI)以及多媒体技术等相结合才有可能得到更大的发展,才能更好地满足社会对信息的需要,而怎样将这些技术结合在一起,也正成为人们研究的方向。

本书是在 2002 年版的基础上修编而成的。书中对原有的内容进行了增加、调整、删减等,针对近年来 GIS 的发展,新增了“网络地理信息系统”、“三维地理信息系统”、“空间数据挖掘与空间决策支持系统”和“地理信息系统工程与标准”等内容,比较充分地反映当前 GIS 的最新理论、技术、方法及发展趋势,可以满足广大 GIS 学习者、从业者和研究者的需要。

参加本书编著的人员还有谢忠、郭际元、吴亮、万波、郑坤、张发勇、林伟华、王

琪、晁怡、罗显刚、邢廷炎等。这些同志长期从事地理信息系统软件的研究和应用开发，具有丰富的实践经验，教材中融入了科研集体在近年取得的科研成果。

由于水平有限，再加上很多内容正处在研究探索之中，书中错误在所难免，欢迎同行专家和读者批评指正。

吴信才

2008年9月

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

吴信才

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 地理信息系统的基本概念	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 空间数据与地图	2
1.1.3 地理信息与地学信息	3
1.1.4 信息系统和地理信息系统	3
1.2 地理信息系统发展过程	4
1.2.1 地理信息系统的发展阶段	4
1.2.2 地理信息系统在我国的发展	5
1.3 地球信息科学与地理信息系统	6
1.3.1 地球信息科学	6
1.3.2 地理信息系统软件	7
1.3.3 地理信息系统类型	7
1.4 地理信息系统与其他相关学科系统间的关系	9
1.4.1 GIS 与地图学	9
1.4.2 GIS 与一般事务数据库	10
1.4.3 GIS 与计算机地图制图	10
1.4.4 GIS 与计算机辅助设计 (CAD)	11
1.4.5 GIS 与测绘学	11
1.4.6 GIS 与地理学	11
1.5 地理信息系统组成	12
1.5.1 计算机硬件系统	12
1.5.2 计算机软件系统	15
1.5.3 地理空间数据	17
1.5.4 应用分析模型	18
1.5.5 系统开发、管理和使用人员	18
1.6 地理信息系统功能和应用	19
1.6.1 地理信息系统功能	19
1.6.2 地理信息系统应用	21
习题	25

第 2 章 空间数据结构	26
2.1 空间认知模型	26
2.1.1 现实世界的认知过程	26
2.1.2 空间认知三层模型	27
2.2 空间实体模型	28
2.2.1 面向对象实体模型	28
2.2.2 MapGIS 空间实体模型	29
2.3 栅格数据结构	36
2.3.1 栅格数据的基本概念	36
2.3.2 栅格数据层的概念	36
2.3.3 栅格数据结构的表示	37
2.3.4 栅格数据的组织方法	38
2.3.5 栅格数据取值方法	39
2.3.6 栅格数据存储的压缩编码	40
2.4 矢量数据结构	45
2.4.1 实体式数据结构	45
2.4.2 拓扑数据结构	48
2.5 矢量与栅格数据结构的比较	51
2.5.1 矢量与栅格数据结构的比较	51
2.5.2 矢量、栅格数据一体化	52
2.5.3 矢量数据和栅格数据的选择	52
2.6 三维空间数据模型及结构	53
2.6.1 三维矢量模型及结构	54
2.6.2 三维体元模型及结构	55
2.6.3 三维混合数据模型及结构	60
习题	62
第 3 章 GIS 的地理数学基础	63
3.1 地球椭球体与大地控制	63
3.1.1 地球椭球体	63
3.1.2 大地控制	64
3.2 地图投影概述	67
3.2.1 地图投影的基本问题	67
3.2.2 地图投影的变形	67
3.2.3 地图投影的分类	69
3.2.4 地图投影与 GIS 的关系	71

3.2.5	GIS 中地图投影的配置与设计	72
3.3	地图投影的应用	73
3.3.1	地图投影的选择	73
3.3.2	中国 GIS 中地图投影的应用	74
3.4	地图投影的自动生成和转换	79
3.4.1	地图投影的自动生成	79
3.4.2	地图投影的转换	81
	习题	85
第 4 章	地理信息系统数据输入	86
4.1	GIS 数据来源	86
4.1.1	地图数据	86
4.1.2	遥感图像	86
4.1.3	测量数据	87
4.1.4	数字资料	87
4.1.5	文字报告	87
4.2	数据规范化和标准化	87
4.2.1	统一的地理基础	88
4.2.2	统一的分类编码原则	88
4.2.3	数据交换格式标准	88
4.2.4	标准的数据采集技术规程	88
4.2.5	数据标准化所面临的问题	89
4.3	数据输入	89
4.3.1	野外数据采集	89
4.3.2	地图数字化	91
4.3.3	数字摄影测量	93
4.3.4	遥感影像处理	94
4.3.5	现有数据转换	95
4.4	数据质量	95
4.4.1	数据质量问题	96
4.4.2	误差来源	98
	习题	99
第 5 章	地理信息系统的数据处理	100
5.1	数据编辑	100
5.1.1	窗口操作	100
5.1.2	图形数据编辑	104

5.1.3	属性数据编辑	107
5.2	多边形自动生成	107
5.3	空间数据的误差分析和校正	109
5.3.1	空间数据的误差分析	109
5.3.2	空间数据的误差校正	112
5.4	空间数据的压缩与光滑	113
5.4.1	数据压缩	113
5.4.2	曲线光滑(曲线拟合)	114
5.5	图形变换	114
5.5.1	几何变换	114
5.5.2	投影变换	118
5.6	图幅拼接处理	119
5.7	栅格数据与矢量数据的互相转换	121
5.7.1	矢量数据转换成栅格数据	121
5.7.2	栅格数据转换成矢量数据	124
	习题	124
第6章 空间数据管理		126
6.1	数据库的概念	126
6.1.1	数据库管理的文件方式	126
6.1.2	数据库系统管理数据的方式	127
6.1.3	数据库系统的构成	127
6.2	数据模型	127
6.2.1	传统数据模型	127
6.2.2	面向对象模型	130
6.3	图形数据与属性数据组织	134
6.3.1	地图数据的基本组成	134
6.3.2	图形数据的构模	135
6.3.3	专题属性数据构模	136
6.3.4	图形数据与专题属性数据的连接	136
6.3.5	地理实体信息框架	137
6.4	基于关系型数据库空间数据管理	138
6.4.1	全关系型数据库管理空间数据	139
6.4.2	Oracle Spatial 空间数据存储解决方案	145
6.5	空间索引	147
6.5.1	矩形范围索引	147
6.5.2	单元格网索引	148

6.5.3	R 树索引	151
6.5.4	四叉树编码索引	153
6.5.5	多级索引	156
6.5.6	索引技术比较	158
6.6	元数据	159
6.6.1	元数据的定义及其作用	159
6.6.2	元数据的分类	160
6.6.3	元数据的内容	162
6.7	栅格与影像数据库	164
6.8	时空数据模型	165
6.8.1	地理信息的时态性分析	165
6.8.2	时态 GIS 数据模型	166
	习题	167
第 7 章 数学空间的几何对象		168
7.1	距离空间 (度量空间)	168
7.2	欧氏空间	169
7.3	基于集合的几何空间	173
7.3.1	集合	173
7.3.2	关系	174
7.3.3	函数	176
7.3.4	凸集	177
7.4	拓扑空间	178
7.4.1	拓扑学的基本思想	178
7.4.2	点集拓扑	179
7.4.3	欧氏平面上的点集拓扑	187
7.4.4	欧氏平面的组合拓扑	190
7.4.5	网络空间	194
	习题	198
第 8 章 空间分析		199
8.1	空间分析的内容与步骤	199
8.2	空间度量算法	201
8.2.1	长度量算	201
8.2.2	角度量算	206
8.2.3	任意多边形面积量算	206
8.2.4	分布中心的计算	207

12	8.3	数据检索及表格分析	207
121	8.3.1	属性统计分析	208
121	8.3.2	布尔逻辑查询	208
121	8.3.3	空间数据库查询语言	208
121	8.3.4	重分类、边界消除与合并	209
122	8.4	叠置分析	209
121	8.4.1	栅格系统的叠加分析	210
121	8.4.2	矢量系统的叠加分析(拓扑叠加)	214
123	8.5	缓冲分析	217
121	8.5.1	缓冲分析概念	217
121	8.5.2	建立缓冲区的算法	218
122	8.6	网络分析	218
121	8.6.1	网络数据模型——几个基本概念	218
121	8.6.2	常规的网络分析功能	219
122	8.7	三维空间关系	224
121	8.7.1	三维空间拓扑关系	224
121	8.7.2	三维空间方向关系	226
122	8.8	地理信息系统的数学模型	227
121	8.8.1	建立数学模型的一般过程	227
121	8.8.2	数理统计分析模型	228
121	8.8.3	回归分析模型	231
121	8.8.4	线性规划模型	235
122	习题		238
123	第9章	数字高程模型	240
123	9.1	概述	240
121	9.1.1	数字高程模型概念	240
121	9.1.2	数字高程模型特点	240
122	9.2	DEM 数据分布特征	241
121	9.2.1	格网状数据	241
121	9.2.2	离散数据	241
122	9.3	DEM 的表示方法	242
121	9.3.1	数学方法	242
121	9.3.2	图形方法	243
121	9.3.3	DEM 三维表达方法	246
122	9.4	TIN 的生成方法	247
121	9.4.1	人工方法	247

9.4.2	程序自动建立	248
9.5	规则矩形格网的生成	251
9.5.1	网格化插值计算	251
9.5.2	网格尺寸的确定	251
9.5.3	空间插值方法	253
9.5.4	几种典型数据网格化插值方法的选择	258
9.6	DEM 的数据源和采样方法	258
9.7	DEM 的应用	259
9.7.1	DEM 的主要用途	259
9.7.2	DEM 的应用	260
9.8	DEM 分析的误差与精度	266
9.8.1	DEM 的误差研究概况	266
9.8.2	DEM 的误差来源	266
9.8.3	DEM 的误差分析	267
9.8.4	DEM 的误差评价模型	268
	习题	269
第 10 章	网络地理信息系统	271
10.1	概述	271
10.1.1	网络 GIS 的概念	271
10.1.2	网络 GIS 体系结构	272
10.1.3	网络 GIS 内容体系	274
10.2	分布式网络 GIS	275
10.2.1	分布式网络 GIS 概念	275
10.2.2	分布式主要技术	276
10.3	WebGIS	278
10.3.1	WebGIS 的概念	278
10.3.2	WebGIS 的分类与特点	278
10.3.3	WebGIS 的技术框架	280
10.3.4	WebGIS 实现技术	284
10.4	网络 GIS 的发展趋势	287
10.4.1	处理海量数据的功能	287
10.4.2	空间分析功能	288
10.4.3	网络三维可视化	288
10.5	MapGIS 网络平台简介	288
	习题	291

第 11 章 空间数据挖掘与空间决策支持系统	292
11.1 空间数据挖掘	292
11.1.1 空间数据挖掘的概念	292
11.1.2 空间数据挖掘的方法与过程	294
11.1.3 空间数据挖掘的应用	297
11.2 空间决策支持系统	299
11.2.1 空间决策支持系统的概念	299
11.2.2 空间决策支持系统的结构	300
11.2.3 空间决策支持系统的功能与应用	302
11.3 智能 GIS	303
11.3.1 智能 GIS 概述	303
11.3.2 智能 GIS 关键技术	304
习题	306
第 12 章 GIS 的输出与地图可视化	307
12.1 GIS 的输出	307
12.1.1 输出方式	307
12.1.2 GIS 的图形输出设备	307
12.2 地图符号	308
12.2.1 地图符号的实质	308
12.2.2 地图符号的分类	309
12.2.3 地图符号的设计要求	310
12.3 专题信息表达	311
12.3.1 专题地图的基本概念	311
12.3.2 专题地图的表示方法	313
12.3.3 专题地图的设计	318
12.4 电子地图	322
12.4.1 电子地图的定义	322
12.4.2 电子地图的种类	322
12.4.3 电子地图的特点	323
12.4.4 电子地图的设计	323
12.5 空间信息可视化	324
12.5.1 地图可视化	324
12.5.2 多媒体地学信息可视化	325
12.5.3 三维仿真地图可视化	325
12.5.4 虚拟环境	326

12.6	计算机地图出版系统	327
12.6.1	计算机出版系统的过程与工艺流程	327
12.6.2	计算机出版系统的优越性	327
	习题	328
第 13 章	地理信息系统工程与标准	329
13.1	地理信息系统的概念	329
13.2	地理信息工程建设过程	330
13.2.1	应用型地理信息系统设计步骤和方法	330
13.2.2	需求分析	330
13.2.3	系统设计	332
13.2.4	系统开发与实施	336
13.2.5	系统的评价和维护	339
13.3	GIS 标准	339
	习题	341
第 14 章	地理信息系统的发展趋势	342
14.1	互操作 GIS	342
14.1.1	传统 GIS 在数据标准化上的缺陷和面临的新课题	343
14.1.2	GIS 互操作的概念	344
14.1.3	开放式地理信息系统 (OGIS) 及其特点	345
14.1.4	OGIS 的组成部分	346
14.1.5	OGIS 的实现技术	348
14.2	GIS 的集成化	349
14.2.1	GPS、RS 与 GIS 的集成	349
14.2.2	GIS 多源空间数据集成	352
14.2.3	GIS 与应用模型集成	355
14.2.4	GIS 与专家系统的集成	356
14.2.5	GIS 应用平台集成	357
14.2.6	GIS 与多媒体技术集成	359
14.3	GIS 的大众化和信息服务	359
14.4	嵌入式 GIS	361
14.5	网格 GIS	363
14.5.1	网格 GIS 的概念	363
14.5.2	网格 GIS 体系结构	363
14.5.3	网格 GIS 实现技术	365
	习题	367
	参考文献	368

第1章 绪论

当今信息技术突飞猛进,信息产业获得空前发展,信息资源得到爆炸式扩张。多尺度、多类型、多时态的地理信息是人类研究和解决土地、环境、人口、灾害、规划、建设等重大问题时所必需的重要信息资源,是信息高速公路上的重要列车。信息时代人类对信息资源采集、管理、分析提出了很高的要求。系统论、信息论、控制论的形成,计算机技术、通信技术、卫星遥感等空间技术、自动化技术的应用,为信息资源的科学管理展示出更加广阔的前景。地理信息系统是在上述学科不断发展的历史背景下产生的,它是一门集计算机科学、信息科学、现代地理学、测绘遥感学、环境科学、城市科学、空间科学和管理科学为一体的新兴边缘学科。地理信息系统的迅速发展不仅为地理信息现代化管理提供契机,而且有利于其他高新技术产业的发展,可为人类提供规划、管理、决策的有用信息。

1.1 地理信息系统的基本概念

1.1.1 信息与数据

信息是现实世界在人们头脑中的反映。人们用数字、文字、符号、语言、图形、影像、声音等把它记录下来,进行交流、传递或处理。信息向人们提供关于现实世界各种事实的知识,例如,一个人的存在,可以由姓名、性别、年龄、籍贯、政治面貌、社会关系、职称、工资等方面的信息来描述,当一个人的情况发生变化时,如年龄变化、工资改变、政治进步等,均应及时地对反映他的信息进行更新。因此也可以说,信息是客观事物的存在及演变情况的反映。信息具有四方面的特点:① 客观性。信息是客观存在的,任何信息都是与客观事物紧密联系的,但同一信息对不同的部门来说会有完全不同的重要性。② 适用性。信息对决策是十分重要的,它可作为生产、管理、经营、分析和决策的依据,因而它具有广泛适用性。③ 传输性。信息可以在信息发送者和接收者之间传输,既包括系统把有用信息送至终端设备(包括远程终端)和以一定形式提供给有关用户,也包括信息在系统内各子系统之间的传输和交换。信息在传输、使用、交换时其原始意义不被改变。④ 共享性。现代信息社会中,信息共享是一个最基本的特征,共享使信息被多用户使用。随着科学的进步和社会的发展,信息已经与能源、材料一样重要。各个领域对于信息应用的要求越来越高,信息就是金钱,信息就是成功和胜利的保证,谁掌握了信息的脉搏,谁就是未来竞争的胜利者。要对信息进行加工、处理、管理、使用,就要把信息记录下来,记录信息的手段有数字、文字、符号、声音、图像等。对于计算机而言,数据是指输入到计算机并能由计算机进行处理的一切现象(数字、文字、符号、声音、图像等),在计算机环境中数据是描述实体或对象的唯一工具。数据是用以载荷信息的物理符号,没有任何实际意义,

只是一种数学符号的集合,只有在其上加上某种特定的含义,它才代表某一实体或现象,这时数据才变成信息。地理信息系统的建立,首先是收集数据,然后对数据进行处理。成功的GIS系统必须保证数据的正确表达及数据无误差传播。在不同阶段,数据在GIS处理框架中的赋存形态是不同的,同一实体在不同的GIS数据结构中,其描述数据表现为不同形式,甚至其数据在量上的值也是不同的。同一数据不同的人解释,其结果可能不同,必须保障正确地表达数据的语义信息,并使其在应用中能被正确地理解,保证用户间的数据流畅通。

信息与数据是不可分离的,有着十分密切的联系,即信息是数据的内涵,是数据的内容和解释,而数据是信息的表达。也就是说,数据是信息的载体,只有理解了数据的含义,对数据做解释,才能得到数据中所包含的信息。地理信息系统的建立过程就是信息(或数据)按一定方式流动的过程。在通常情况下,对信息和数据可不作严格区分,在不引起误解的情况下可以通用,如“数据处理”与“信息处理”在一般情况下有相同的含义。

1.1.2 空间数据与地图

研究自然总是从搜集个别的自然现象、物体的空间特征开始的。空间特征又称空间信息,空间信息可以从三个方面来描述:位置信息、非位置信息(属性信息)和时间信息。位置信息与非位置信息彼此独立地随时间发生变化。空间数据是以点、线、面等方式采用编码技术对空间物体进行特征描述及在物体间建立相互联系的数据集。位置信息用定位数据(亦称几何数据)来记录,它反映自然现象的地理分布,具有定位的性质;非位置信息用属性数据来记录,它描述自然现象、物体的质量和数量特征。例如,地面上的山峰,可以从其所在的经度和纬度得知其具体的位置,而相应地理位置上的峰顶高程数据就是属性数据;一个井泉,可以从地形图上确定它的地理坐标(几何数据),而井泉的地面高度、性质、涌水量等参数则是该井泉的一系列属性信息;地质学家研究断裂构造,一方面要搜集断层通过的确切地点(几何数据),另一方面要记录该断层在不同地点的产状、性质及断距(属性数据)。时间是空间物体存在的形式之一,空间和时间相互联系而不能分割,时间信息反映空间物体的时序变化及发展过程与规律,无论是几何数据还是属性数据,都是在某一时刻采集的空间信息,时间信息也可隐含在属性数据中。

空间数据的表示方法很多,空间信息的载体可以是以数字形式记录信息的磁盘,也可以是将信息记录在纸上的地图,最常用的也是人们最习惯的方法是以地图形式来表示空间数据。地图是表达客观事物的地理分布及其相互联系的空间模型,是反映地理实体的图形,是对地理实体的简化和再现。它不仅能反映客观事物的瞬时存在,而且能反映自然界的动态变化;不仅能反映某事物独立存在的属性,而且能反映诸事物的空间分布、组合和相互联系及其在时间中的变化。地图由点、线、面组成,它们被称为地图元素。例如,地图上的点可以是矿点、采样点、高程点、地物点和城镇等;线可以是地质界线、铁路、公路、河流等;面可以是土壤类型、水体、岩石类型等。地图元素由空间参考坐标系中的位置和非空间属性加以定义,地图通常是地理数据的二维表示,但也不排除多维表示,只是三维以上的表示难以在平面上描绘出来罢了。地图的图例起着说明作用,