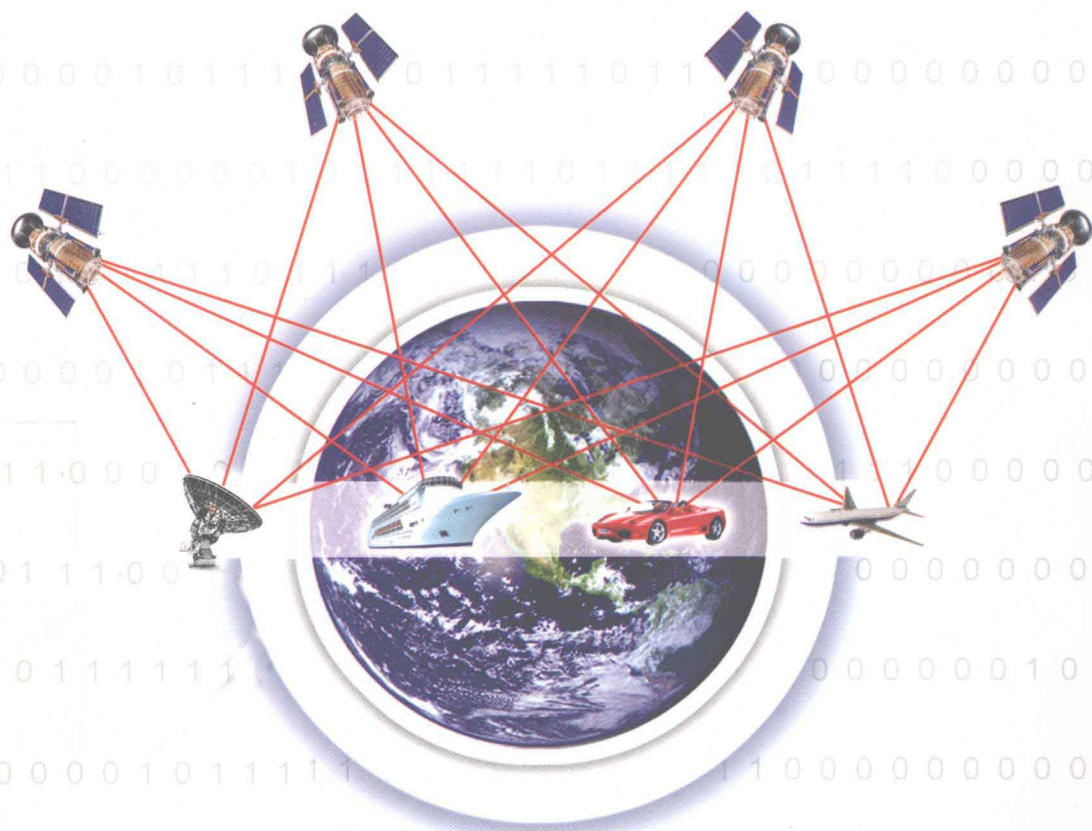


高等学校
测绘工程专业核心课程规划教材

城市空间信息学

主编 杜明义



WUHAN UNIVERSITY PRESS

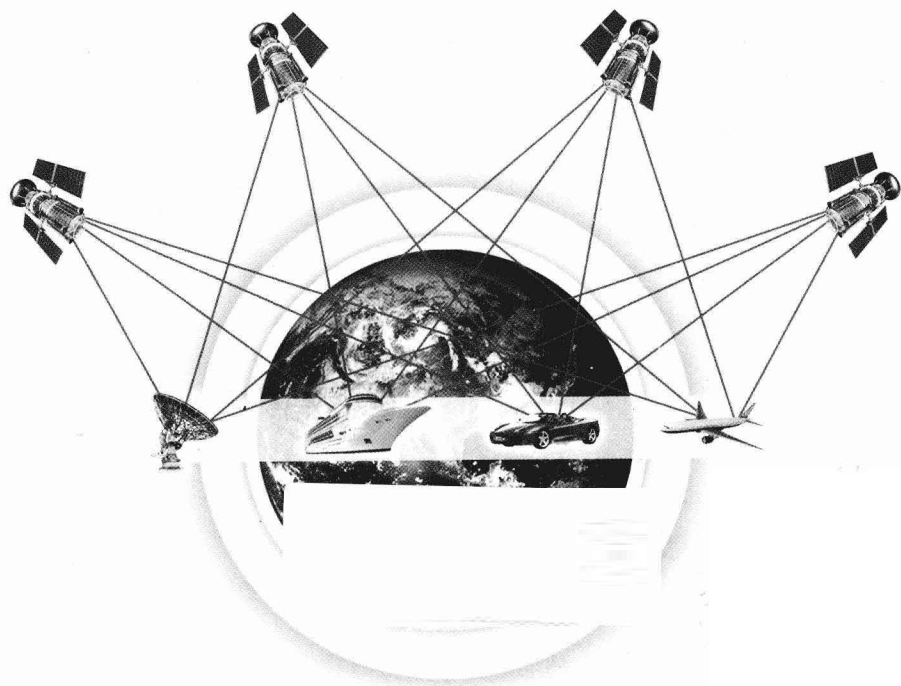
武汉大学出版社

高等学校
测绘工程专业核心课程规划教材

城市空间信息学

主编 杜明义

参编 李英冰 蔡国印 刘 扬



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市空间信息学/杜明义主编. —武汉:武汉大学出版社,2012.7
高等学校测绘工程专业核心课程规划教材
ISBN 978-7-307-09961-6

I. 城… II. 杜… III. 城市空间—地理信息系统—高等学校—教材
IV. TU984.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 138904 号

责任编辑:王金龙 责任校对:黄添生 版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北睿智印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:373千字 插页:1

版次:2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷

ISBN 978-7-307-09961-6/TH·108 定价:30.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校测绘工程专业核心课程规划教材
编审委员会

主任委员	
宁津生	武汉大学

武汉大学

副主任委员	
贾文平	解放军信息工程大学
李建成	武汉大学
陈 义	同济大学

解放军信息工程大学

武汉大学

同济大学

委员	
宁津生	武汉大学
贾文平	解放军信息工程大学
李建成	武汉大学
陈 义	同济大学
汪云甲	中国矿业大学
刘雁春	海军大连舰艇学院
靳奉祥	山东科技大学
岳建平	河海大学
宋伟东	辽宁工程技术大学
李永树	西南交通大学
张 勤	长安大学
朱建军	中南大学
高 飞	合肥工业大学
朱 光	北京建筑工程学院
郭增长	河南理工大学
刘爱松	武汉大学出版社

武汉大学

解放军信息工程大学

武汉大学

同济大学

中国矿业大学

海军大连舰艇学院

山东科技大学

河海大学

辽宁工程技术大学

西南交通大学

长安大学

中南大学

合肥工业大学

北京建筑工程学院

河南理工大学

武汉大学出版社

序

根据《教育部财政部关于实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》中“专业结构调整与专业认证”项目的安排，教育部高教司委托有关科类教学指导委员会开展各专业参考规范的研制工作。我们测绘学科教学指导委员会受委托研制测绘工程专业参考规范。

专业规范是国家教学质量标准的一种表现形式，是国家对本科教学质量的最低要求，它规定了本科学生应该学习的基本理论、基本知识、基本技能。为此，测绘学科教学指导委员会从2007年开始，组织12所测绘工程专业的高校建立了专门的课题组开展“测绘工程专业规范及基础课程教学基本要求”的研制工作。课题组根据教育部开展专业规范研制工作的基本要求和当代测绘学科正向信息化测绘与地理空间信息学跨越发展的趋势以及经济社会的需求，综合各高校测绘工程专业的办学特点，确定专业规范的基本内容，并落实由武汉大学测绘学院组织教师对专业规范进行细化，形成初稿。然后多次提交给教指委全体委员会、各高校测绘学院院长论坛以及相关行业代表广泛征求意见，最后定稿。测绘工程专业规范对专业的培养目标和规格、专业教育内容和课程体系设置、专业的教学条件进行了详尽的论述，提出了基本要求。与此同时，测绘学科教学指导委员会以专业规范研制工作作为推动教学内容和课程体系改革的切入点，在测绘工程专业规范定稿的基础上，对测绘工程专业9门核心专业基础课程和8门专业课程的教材进行规划，并确定为“教育部高等学校测绘学科教学指导委员会规划教材”。目的是科学统一规划，整合优秀教学资源，避免重复建设。

2009年，教指委成立“测绘学科专业规范核心课程规划教材编审委员会”，制订“测绘学科专业规范核心课程规划教材建设实施办法”，组织遴选“高等学校测绘工程专业核心课程规划教材”主编单位和人员，审定规划教材的编写大纲和编写计划。教材的编写过程实行主编负责制。对主编要求至少讲授该课程5年以上，并具备一定的科研能力和教材编写经验，原则上要具有教授职称。教材的内容除要求符合“测绘工程专业规范”对人才培养的基本要求外，还要充分体现测绘学科的新发展、新技术、新要求，要考虑学科之间的交叉与融合，减少陈旧的内容。根据课程的教学需要，适当增加实践教学内容。经过一年的认真研讨和交流，最终确定了这17门教材的基本教学内容和编写大纲。

为保证教材的顺利出版和出版质量，测绘学科教学指导委员会委托武汉大学出版社全权负责本次规划教材的出版和发行，使用统一的丛书名、封面和版式设计。武汉大学出版社对教材编写与评审工作提供必要的经费资助，对本次规划教材实行选题优先的原则，并根据教学需要在出版周期及出版质量上予以保证。广州中海达卫星导航技术股份有限公司对教材的出版给予了一定的支持。

目前,“高等学校测绘工程专业核心课程规划教材”编写工作已经陆续完成,经审查合格将由武汉大学出版社相继出版。相信这批教材的出版应用必将提升我国测绘工程专业的整体教学质量,极大地满足测绘本科专业人才培养的实际要求,为各高校培养测绘领域创新性基础理论研究和专业化工程技术人才奠定坚实的基础。

二〇一二年五月十八日

前 言

城市空间是地球空间上人居环境相对集中的地区，也是城市居民生产、生活所必需的活动空间。城市空间信息即是与城市这个特殊的区域相关联的地理空间信息的总称。城市空间信息科学是地球空间信息科学的一个重要组成部分。城市空间信息学是在地球空间信息的框架下，利用地理信息科学的技术、方法来解决、研究城市中的问题，包括城市空间数据的获取、处理、管理、分析和可视化等问题，并最终为建立数字城市乃至智慧城市服务。

《城市空间信息学》是教育部高等学校测绘学科教学指导委员会规划的《高等学校测绘工程专业核心课程规划教材》之一。本书共分 11 章，其中，第 1 章到第 5 章为本书的理论基础，主要包括城市空间信息的描述、获取、组织、表达以及管理等内容；第 6 章到第 11 章为城市空间信息的应用部分，主要介绍了城市规划与管理、城市交通、城市部件、城市管网、城市应急以及基于位置服务的信息管理等内容。每章结束后附有思考题供学生对所学过的知识进行梳理。

本书由北京建筑工程学院杜明义教授负责全书的总体设计、组织、审校以及定稿等工作，并负责本书第 1 章、第 2 章内容的编写。武汉大学李英冰教授负责本书第 3 章、第 5 章、第 10 章和第 11 章以及第 6 章部分内容的编写工作。北京建筑工程学院蔡国印副教授负责本书第 4 章、第 6 章部分、第 7 章和第 9 章内容的编写工作。北京建筑工程学院刘扬副教授负责本书第 8 章内容的编写工作。本书的编辑出版得到了北京建筑工程学院副校长朱光教授、测绘学院院长王晏民教授的大力支持，得到了北京建筑工程学院测绘与城市空间信息学院在技术和经费上的支持，武汉大学出版社王金龙主任为本书的出版付出了辛勤的劳动。在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者予以批评指正。

编 者

2012.4.10 于北京

目 录

第 1 章 城市空间信息学概述	(1)
1.1 城市空间信息	(1)
1.1.1 数据、信息、知识和智慧	(1)
1.1.2 空间数据和空间信息	(4)
1.1.3 城市空间信息	(5)
1.2 城市空间信息学的学科基础	(6)
1.3 城市空间信息学的应用范畴	(7)
1.3.1 数字城市概念及内涵	(7)
1.3.2 数字城市的功能	(9)
1.3.3 数字城市系统的主要构成要素	(11)
第 2 章 城市空间信息的描述	(14)
2.1 城市空间认知	(14)
2.2 城市空间关系	(15)
2.2.1 空间拓扑关系	(15)
2.2.2 顺序空间关系	(17)
2.2.3 度量空间关系	(18)
2.2.4 城市地物空间关系的表达	(18)
2.3 城市空间参照系统	(19)
2.3.1 地球的几何模型	(19)
2.3.2 坐标系	(19)
2.3.3 坐标系的转换	(20)
2.4 城市空间数据模型	(26)
2.4.1 栅格数据模型	(26)
2.4.2 矢量数据模型	(26)
2.4.3 矢量-栅格一体化模型	(27)
2.4.4 网络数据模型	(27)
2.4.5 时空数据模型	(28)
2.4.6 面向对象的数据模型	(29)
2.4.7 三维数据模型	(30)
2.5 城市空间数据结构	(36)
2.5.1 矢量数据结构	(37)

2.5.2	栅格数据结构	(41)
2.5.3	三维数据结构	(48)
2.5.4	DEM	(51)
2.6	空间数据转换	(58)
2.6.1	矢量数据结构向栅格数据结构的转换	(59)
2.6.2	栅格数据结构向矢量数据结构的转换	(61)
第3章	城市空间信息的获取	(63)
3.1	城市地下空间信息的获取	(63)
3.1.1	管线探测仪	(63)
3.1.2	测地雷达	(64)
3.1.3	全站仪	(65)
3.1.4	水准仪	(69)
3.1.5	激光扫描仪	(73)
3.2	城市地上与地表空间信息的获取	(75)
3.2.1	遥感	(75)
3.2.2	全球定位系统	(82)
3.2.3	摄影测量	(97)
3.2.4	移动道路测量系统	(100)
3.3	属性信息的获取	(101)
3.3.1	纸质地图和电子地图的属性获取	(101)
3.3.2	航空摄影测量图片信息的获取	(101)
3.3.3	遥感影像属性信息的获取	(102)
第4章	城市空间信息的可视化表达	(103)
4.1	城市空间信息的符号表达和专题图	(103)
4.1.1	空间数据可视化的基本概念	(103)
4.1.2	可视化的一般原则	(104)
4.1.3	可视化的表现形式	(109)
4.2	城市空间信息的三维表达	(112)
4.2.1	三维城市模型数据内容基本构成	(112)
4.2.2	三维城市模型中的空间对象属性	(113)
4.2.3	地形三维可视化	(114)
4.2.4	城市三维空间数据的可视化	(116)
4.2.5	地下城市空间信息三维可视化	(122)
第5章	城市空间信息的数据库建设	(125)
5.1	空间数据库概述	(125)
5.1.1	空间数据库的定义与特征	(125)

5.1.2 城市空间信息的管理方式	(126)
5.1.3 数据库系统平台简介	(127)
5.2 城市空间数据库建设	(128)
5.2.1 城市地形信息的数据库建设	(128)
5.2.2 城市地物信息的数据库建设	(130)
5.2.3 城市影像库建设	(132)
5.3 空间数据库的语言结构	(134)
5.3.1 空间数据的表达模型与空间对象关系	(134)
5.3.2 Oracle Spatial	(135)
5.3.3 SQL Server2008	(136)
第6章 城市规划与管理信息系统	(139)
6.1 城市规划管理的信息支持	(139)
6.1.1 城市规划理念的转变	(139)
6.1.2 城市规划对信息技术的要求	(140)
6.1.3 现代信息技术在城市规划与管理信息中的作用	(141)
6.2 城市规划与土地海量数据地学计算	(143)
6.2.1 城市土地利用空间优化	(143)
6.2.2 城市土地适宜性评价	(145)
6.2.3 城市地域空间扩展预测	(149)
6.3 城市空间聚类分析	(151)
第7章 城市交通地理信息系统	(155)
7.1 城市交通地理信息系统概述	(155)
7.1.1 基本概念	(155)
7.2 城市交通地理信息系统的数据采集	(157)
7.2.1 GIS-T 数据的类型	(157)
7.2.2 GIS-T 数据的采集方法	(160)
7.3 城市交通地理信息系统的数据组织和管理	(161)
7.3.1 平面数据模型和非平面数据模型	(161)
7.3.2 线性参照系和动态分段	(162)
7.3.3 网络结构	(164)
7.4 城市交通地理信息系统的应用	(165)
7.4.1 最优路径分析	(165)
7.4.2 网络流	(169)
第8章 网格化城市管理系统	(172)
8.1 网格化城市管理概述	(172)
8.1.1 网格及其特征	(172)

8.1.2	网格化城市管理	(173)
8.2	网格化城市管理的业务流程	(175)
8.2.1	传统城市管理业务流程概述	(175)
8.2.2	网格化城市管理业务流程概述	(176)
8.2.3	网格化城市管理业务流程的核心机构	(177)
8.3	网格划分与管理部件(事件)信息采集	(178)
8.3.1	单元网格的划分	(178)
8.3.2	管理部件的信息采集	(180)
8.3.2	管理事件的信息采集	(181)
8.3.4	移动测图技术在管理部件坐标采集中的应用	(183)
8.4	网格化城市管理系统设计与实现	(184)
8.4.1	系统的体系结构	(184)
8.4.2	系统的组成	(186)
8.4.3	系统的关键技术	(189)
8.5	网格化城市管理的应用	(190)
8.5.1	各地的网格化应用与拓展	(190)
8.5.2	应用后总体效果	(192)
第9章	城市管网信息系统	(195)
9.1	城市管网系统建设概述	(195)
9.1.1	基本概念	(195)
9.1.2	系统的建设目标与组成	(196)
9.1.3	系统的服务功能	(198)
9.2	城市管网数据管理	(199)
9.2.1	管线数据来源及特点	(199)
9.2.2	管线数据处理与建库	(200)
9.2.3	地下管线图的绘制	(203)
9.3	城市管网系统设计与开发	(207)
9.3.1	地下管网系统建设的意义及一般规定	(208)
9.3.2	地下管网信息系统总体结构	(208)
9.3.3	地下管网信息系统的基本功能	(210)
9.3.4	地下管网信息系统的数据库设计	(212)
9.3.5	地下管网信息系统的开发	(213)
第10章	城市灾害应急管理系统	(217)
10.1	城市灾害概述	(217)
10.2	城市灾害的监测与预警体系	(219)
10.2.1	组合定位理论研究 with 软件实现	(220)
10.2.2	自动化实时监测的解决方案研究	(220)

10.2.3	预警系统的建设	(221)
10.2.4	环境与灾害监测信息发布系统的建设	(221)
10.3	城市灾害应急管理的支撑体系	(222)
10.3.1	应急管理体系的组成	(222)
10.3.2	应急预案	(223)
10.4	城市灾害应急管理系统	(223)
10.4.1	美国国家应急管理系统	(224)
10.4.2	防汛抗旱管理系统	(224)
第 11 章	城市位置服务信息管理与发布系统	(226)
11.1	连续运行跟踪站(CORS)系统组成	(226)
11.2	城市位置服务的信息管理系统	(228)
11.2.1	CORS 数据管理系统设计	(229)
11.2.2	CORS 数据管理系统的开发	(229)
11.3	城市位置服务的信息发布系统	(230)
11.3.1	数据分发系统的开发	(230)
11.3.2	数据质量检查系统开发	(231)
参考文献		(233)

第 1 章 城市空间信息学概述

城市空间是地球空间上人居环境相对集中的地区，也是城市居民生产、生活所必需的活动空间。因此，城市空间信息科学是地球空间信息科学的一个重要组成部分。本章主要介绍城市空间信息的基本概念，空间信息与城市空间信息，空间信息的学科基础以及城市空间信息的应用等。

1.1 城市空间信息

在当今信息时代，信息和知识已经成为生产力发展的决定性因素。信息的载体多为数据，对信息的进一步理解和挖掘则为知识，而智慧则是知识的融会和贯通。

1.1.1 数据、信息、知识和智慧

1. 数据

数据是指那些未经加工的事实或着重对某一特定现象的客观描述，也就是人们为了反映客观世界而记录下来的可以鉴别的符号，它是客观事物的性质、属性、位置以及相关关系的抽象表示，是构成信息和知识的原始材料。数据是一种最普通也最关键的信息，其普通是由于其广泛存在，其关键在于其是形成信息、知识和智慧的源泉。数据可以是数字、字母或其他符号，也可以是图像、声音或者味道。比如“北京 2010 年 12 月 21 日 10 时的气温为 3 摄氏度”即为最普通的天气预报气温数据。

数据的载体多种多样，一些数值、字符、图表类型的数据在计算机出现以前多以数据、纸张、照片等形式出现，而声音、视频等大都保存在磁带中。计算机的出现推动人类社会进入了数字时代，从而使当今社会中的绝大多数数据都以数字化的形式存在。对于任何类型的数据，如数字、文字、符号、声音、图像等，都必须转换成二进制数值的方式才能被计算机所接受。数据的集合即为数据库(数据库将在第 5 章中详细介绍)。

2. 信息

有关信息的定义有很多种，它们都从不同的侧面、不同的层次揭示了信息的特征与性质，但同时也都有这样或那样的局限。一般而言，信息一词有狭义和广义之分。狭义的信息理解为与数据等同。广义的信息指的是可以数字化的一切事物。信息是为了某些应用目的，经过了选择、组织和处理后的数据，或者是经过解释后的数据。人们一般说到的信息多指信息的交流，信息只有经过交流或传播，才能够被人们所利用。信息交流的范围、速度、形式及信息容量都产生了巨大的变化，这些变化不可避免地带来了信息量爆炸性的增长，促使人们发明更快、更有效的方法去处理和传播信息，又推动了信息革命的发展。

信息的生产通常成本很高，但是一旦经过了数字化，其生产和分发就很便宜。比如，

地理数据集,采集和合成成本很高,但是拷贝和传播却很便宜。信息的另一个特性就是在处理或者与其他的信息合并时很容易对其增加数值。地理信息系统(GIS)就提供了很过合并多种数据源信息的工具。

信息具有以下重要性质(边馥苓,2006):

(1)普遍性:信息是事物运动状态和状态变化的方式,因此,只要有事物的存在,只要事物在不断地运动,就会有它们运动的状态和状态变化的方式,也就存在着信息,所以信息是普遍存在的,即信息具有普遍性。

(2)无限性:整个宇宙时空中,信息是无限的,即使是在有限的空间中,信息也是无限的。一切事物运动的状态和方式都是信息,事物是无限多样的,事物的发展变化更是无限的,因而信息是无限的。

(3)相对性:对同一个事物,不同的观察者所能获得的信息量可能不同。

(4)传递性:信息可以在时间上或在空间中从一点传递到另一点。

(5)变换性:信息是可变换的,它可以用不同载体以不同的方式来载荷。

(6)有序性:信息可以用来消除系统的不定性,增加系统的有序性。获得了信息,就可以消除认识主体对于事物运动状态和状态变化方式的不定性。信息的这一性质对人类具有特别重要的价值。

(7)动态性:信息具有动态性质,一切信息都随时间而变化,因此,信息也是有时效的。信息是事物运动的状态和状态变化的方式,事物本身在不断发展和变化,因而信息也会随之变化。脱离了母体的信息因为不再能够反映母体的新的运动状态和状态变化方式,它的效用就会降低,以致完全失去效用,这就是信息的时效性。所以,人们在获得信息之后,并不能就此满足,要及时让信息发挥效用,并不断进行补充和更新。

(8)无损耗性:信息不同于能量,信息在传输过程中不会发生损耗。

数据和信息的关系:

数据是描述客观事实、概念的一组文字、数字或符号等,它是信息的素材,是信息的载体和表达形式。信息则是经过加工了的用于帮助人们做出正确决策的有用数据,它的表达形式是数据。

根据不同的目的,可以从原始数据中得到不同的信息,同时也并非一切数据都能产生信息。可以认为,数据是处理过程的输入参数,而信息则是输出结果。

3. 知识

知识并非简单地从大量信息中提取出来,知识可以认为是基于某一特定的经验、目的或者应用而人为的解译了的信息。比如,书本或者网络或者地图上的信息只有经过读者阅读和理解后才能变为知识。不同的读者对象,对信息解译和使用的方式也存在很大不同,这主要依赖于作者以后的经验、技能和需求。

知识分为两类:隐性(tacit)知识和编码(codified)知识。如果知识能够记录下来并能够很容易的传播给其他人,那么这类知识就是可编码的知识。编码知识是可以用语、图形、符号、数字等明确地表示、表达、处理加工和传递的知识。它是潜在的可共享的知识。包括所谓事实知识(know-what)、原理知识(know-why)等。编码知识可以通过一定的信息技术手段转化为能为计算机所加工处理和传递的信息单位——比特(bit)。而隐性知识则不易获取且较难传播,包括信仰、隐喻、直觉、思维模式和所谓的“诀窍”(know-

how), 其特点是: ① 无意识性, 即意会知识的拥有者常常并没有意识到自己拥有的意会知识; ② 环境依赖性, 即意会知识作用的发挥依赖特定的环境或氛围; ③ 个体性, 指意会知识的主要存在载体是个体; ④ 来源于长期的经验体验, 比如技能知识(know-how)和人力知识(know-who)等, 即属于隐性知识。隐性知识(tacit knowledge)是不能编码的知识, 或者根据目前的理解和技术手段难以编码和估量的知识, 它们不能被转化为比特的形式。对个人而言, 掌握对组织有价值的独特的隐性知识无疑是重要的竞争性资源。具有同样教育背景的人, 由于工作经历的不同, 可能形成个人能力的巨大差异, 其实质就是隐性知识的差异。人们通过学习可以增加显性知识的存量, 但这不能使其成为专家(百度百科, <http://baike.baidu.com/view/3776555.htm>)。

知识和信息的关系(Paul A. Longley, et al., 2005):

(1) 知识意味着博学。信息可以独立存在, 但是知识却与人密切相关。

(2) 与信息比较, 知识很难与有学问之人分开。人与人之间知识的传送、接受以及传播或者量化要比信息困难很多。

(3) 知识需要不同的同化, 我们消化知识而非拥有知识。虽然我们可能怀有相互冲突的信息, 但是却很少拥有相互冲突的知识。

4. 智慧

相对于数据、信息和知识, 给出智慧的定义则更困难。一般而言, 智慧用于基于可用知识和证据, 且具有意见分歧的决策或策略的制定。智慧是高度个性化的, 很难在群体中达成共识。智慧在决策制定的层次结构中处于最高层次, 也是人类认知的知识层次中的最高一级。智慧同时也是人类区别于其他生物的重要特征。我们经常看到一个人满腹经纶, 拥有很多知识, 但不通世故, 被称做书呆子。也会看到有些人只读过很少的书, 却能力超群, 能够解决棘手的问题。我们会认为后者具有更多的智慧。表 1.1 从决定制定的角度来给出数据、信息、知识和智慧的比较。

表 1.1 决策支持层次结构序列

决策支持层次结构	共享程度的难易	GIS 实例
智慧	不可能达成共识	持股人共同制定和所有人都接受的策略
知识	很难共享, 尤其是对于隐性知识而言	关于位置和所关心问题的个人知识
信息	易于共享	由未经处理的地理事实所组成的数据库的内容
数据	易于共享	原始的地理事实

总而言之, 数据是使用约定俗成的关键字, 对客观事物的数量、属性、位置及其相互关系进行抽象表示, 以适合在这个领域中用人工或自然的方式进行保存、传递和处理; 信息是有一定含义的, 有逻辑的、经过加工处理的、对决策有价值的数据流; 通过人们的参与对信息进行归纳、演绎、比较等手段进行挖掘, 使其有价值的部分沉淀下来, 并于已存在的人类知识体系相结合, 这部分有价值的信息就转变成知识; 而智慧则是人类基于已有的知识, 针对物质世界运动过程中产生的问题根据获得的信息进行分析、对比、演绎找出解决方案的能力。这种能力运用的结果是将信息的有价值部分挖掘出来并使之成为知识架构的一部分。简言之, 数据即为事实的记录。信息即为加入了人为理解的数据。知识即为

解决问题的技能，智慧则是知识的融合、贯通和选择。

1.1.2 空间数据和空间信息

空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会、人文、经济数据，可以是图形、图像、文字表格和数字等。空间数据所表达的信息即为空间信息，反映了空间实体的位置以及与该实体相关联的各种附加属性的性质、关系、变化趋势和传播特性等的总和。在实际应用中，空间数据与空间信息等同。

空间信息具有定位、定性、时间和空间关系等特性。定位是指在已知的坐标系里空间目标都具有唯一的空间位置；定性是指有关空间目标的自然属性，它与目标的地理位置密切相关；时间是指空间目标随时间的变化而变化；空间关系通常用拓扑关系表示。

空间数据描述的是现实世界各种现象的三大基本特征：空间、时间和专题属性(国家测绘地理信息局国土测绘司，<http://gts.sbsm.gov.cn/article/chkj/chkp/dlxxxt/200709/20070900001690.shtml>)。

1. 空间特征

空间特征是空间信息系统所独有的，是区别于其他信息的一个显著标志。空间特征是指空间地物的位置、形状和大小等几何特征，以及与相邻地物的空间关系。空间位置可以通过坐标来描述。GIS 中地物的形状和大小一般也是通过空间坐标来体现。即使是长方形的实体，大多数 GIS 软件也是由 4 个角点的坐标来描述。而 GIS 的坐标系统也有相当严格的定义，如经纬度地理坐标系、一些标准的地图投影坐标系或任意的直角坐标系等。空间特征不但令物体的位置和形态的分析成为可能，而且还是空间实体相互关系处理分析的基础。如果不考虑地理物体的空间性，空间分析就失去了意义。

日常生活中，人们对空间目标的定位不是通过记忆其空间坐标，而是确定某一目标与其他更熟悉的目标间的空间位置关系，如一个学校是在哪两条路之间，或是靠近哪个道路叉口，一块农田离哪户农家或哪条路较近等。通过这种空间关系的描述，可在很大程度上确定某一目标的位置，而一串纯粹的地理坐标对人的认识来说几乎没有意义。没有几个人知道自己家里或办公室的确切坐标。而对计算机来说，最直接最简单的空间定位方法则是使用坐标。

在地理信息系统中，直接存储的是空间目标的空间坐标。对于空间关系，有些 GIS 软件存储部分空间关系，如相邻、连接等关系。而大部分空间关系则是通过空间坐标进行运算得到，如包含关系、穿过关系等。实际上，空间目标的空间位置就隐含了各种空间关系。

2. 时间特征

严格来说，空间数据总是在某一特定时间或时间段内采集得到或计算得到的。由于有些空间数据随时间的变化相对较慢，因而，有时被忽略。而在许多其他情况下，GIS 的用户又把时间处理成专题属性，或者说，在设计属性时，考虑多个时态的信息，这对大多数 GIS 软件来说是可以做到的。但如何有效地利用多时态势数据在 GIS 中进行时空分析和动态模拟，目前仍处于研究阶段。

3. 专题特征

专题特征亦指空间现象或空间目标的属性特征，它是指除了时间和空间特征以外的空

间现象的其他特征,如地形的坡度、坡向、某地的年降雨量、土地酸碱度、土地覆盖类型、人口密度、交通流量、空气污染程度等。这些属性数据可能为一个地理信息系统派专人采集,也可能从其他信息系统中收集,因为这类特征在其他信息系统中都可能存储和处理。

1.1.3 城市空间信息

城市空间信息即是与城市这个特殊的区域相关联的地理空间信息的总称(余柏菴, 2009)。城市是地表上人居环境相对集中的地区,也是城市人们生产、生活所必需的活动空间。城市空间是以地表为依托,向空中和地下略有延伸的立体空间。因此,城市空间可以划分为地表、地上和地下三个部分,相应地,可以将城市地物划分为地表地物、地上地物和地下地物:

- (1)地表地物:地形、植被、建筑物、构筑物、道路等。
- (2)地上地物:桥梁等。
- (3)地下地物:地铁、地下管线、地下水等。

此外,城市中还有一些有意义的空间现象,如行政界线、地籍界线、温度场、降雨量和人口分布等。

这些城市空间信息具有以下一些共同的特点(唐宏、盛业华, 2000):

(1)城市地物一般直接与地表相连或邻近。沿地面方向上,彼此独立性较强,以关联关系为主;在垂直方向上,存在覆盖或部分覆盖的方位关系,这种关系大多数是以地表为中介进行传递,即很少存在空间地物之间的覆盖且邻接的空间关系;因此,城市空间地物之间的三维空间关系较简单。

(2)城市地物由人工地物和自然地物组成,并以人工地物为主,人工地物多为规则地物,可以方便地进行模拟,即可以利用三维造型工具进行三维建模。

(3)绝大多数城市空间地物是根据人们的不同需要而设计和建造的,因此,它们具有动态变化的特点。

(4)城市空间现象变化多为空间位置到属性值的变换函数,即空间现象也是一种空间场。

城市空间基础信息指的是在一定尺度下,能完整地描述城市自然和社会形态的地物地貌信息(如建筑物、道路、水系、绿地等)、管理境界信息(各级行政管理单元边界,如市、区、街道办事处和重要单位界域及地理分区等)以及它们的基本属性信息。这里的空间基础信息不仅包括城市测绘所关心的地形信息,而且包含有关管理境界等信息以及它们相对应的基本属性信息。

与全国范围的中小比例尺空间基础信息相比,城市空间基础信息具有尺度大、空间分辨率高、内容丰富、老化速度快、获取与更新所需时间长、生产费用高等特点(钱健、谭伟贤, 2007)。

就城市部门和行业应用所涉及的基础空间信息类型而言,共包含7类控件数据,即大地测量控制、正射影像、数字高程、交通、水文、行政单元和地籍及相关数据(李成名等, 2005;肖建华等, 2006)。

(1)大地测量控制数据:大地测量控制点坐标是获得其他地理特征的精确空间位置的