

国土资源干部培训系列教材

土地信息技术

TUDI XINXI JISHU

李德仁 刘耀林 编著

地质出版社

国土资源干部岗位培训系列教材

土地信息技术

李德仁 刘耀林 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 摘 要

本书分七章向读者介绍土地信息管理技术的基本内容。内容有土地信息技术基础、数据的输入与输出、土地信息数据库、信息的处理与分析、土地信息系统工程、土地信息系统的设计与应用。本书的读者对象为具高中以上水平的土地管理工作者的。

图书在版编目 (CIP) 数据

土地信息技术/李德仁等编著. -北京:地质出版社, 2001. 11
国土资源干部岗位培训系列教材
ISBN 7-116-02949-4

I. 土… II. 李… III. 土地管理-信息技术-干部培训-教材
IV. F301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 065975 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

电话: (010) 82324508 (邮购组); (010) 82310976 (编辑室)

责任编辑: 陈军中 王 璞 陈 磊

责任校对: 王素荣

*

北京市增富印刷有限公司印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张: 7.5 字数: 188 千字

2001 年 11 月北京第一版·2001 年 11 月北京第一次印刷

印数: 1—3000 定价: 15.00 元

ISBN 7-116-02949-4

T·60

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

国土资源干部岗位培训系列教材

编审委员会成员

主	任	孙文盛			
委	员	王世元	王瑞生	甘藏春	仲伟志
		李烈荣	邵厥年	孟宪来	胡存智
		郭永祥	黄宗理	曾绍金	潘文灿
		潘明才	薛平		

前 言

国土资源干部岗位培训系列教材的编写是国土资源部组建之后立即着手进行的一项工作。历时两年，包括《国土资源行政管理》、《资源与环境知识读本》、《地矿行政导论》、《土地行政管理》、《国土资源执法监察实务》、《土地利用规划》、《土地利用管理》、《地籍管理》、《土地经济学》、《土地信息技术》、《乡镇土地管理》共 11 本培训教材，在 2000 年——一个新世纪的开端陆续问世，这标志着国土资源干部岗位培训事业将步入新的阶段。

编写这套系列教材含有这样的信念：国土资源是人类生存和发展的基本条件，是社会经济发展的重要物质基础；国土资源管理是国家重要的事业组成，高效的管理有赖于高素质的干部队伍，有效的培训能开拓视野、发展技能、开发潜力，提高广大干部在今日瞬息万变的世界中面对挑战、创造性行政的能力。作为培训学习的结果，我们的干部将变得更富有才干、充满活力。

培训不仅是一系列课程和活动，而且是日复一日，终其一生的过程。本系列教材旨在面向广大的国土资源管理干部，提供从事管理的知识与理论基础。毫无疑问，国土资源管理实践涉及的内容将比本系列教材更丰富、更生动，并充满创意。本系列教材作为管理入门，也明显存在着过于理论化，篇幅冗长，部分内容陈旧、重复，疏漏与错误难免的不足。尽管如此，本系列教材毕竟满足了干部岗位培训的教材需要，解决了有无问题。

本系列教材的完成得到了许多人的支持和鼓励，从各册教材的编著者，以至更多的为教材提出建设性反馈意见和付出辛劳的各级领导干部、专家、学者，在此一并表示感谢。

国土资源部人事教育司

目 录

前 言

第一章 概 论	(1)
第一节 土地信息技术	(1)
第二节 土地信息技术的地位与作用	(6)
第三节 土地信息系统	(11)
第四节 土地信息系统的产生、发展及趋势	(19)
第二章 土地信息技术基础	(25)
第一节 土地信息分类与编码	(25)
第二节 土地信息的空间参考系	(35)
第三节 地图的分幅与编号	(43)
第四节 土地信息的表示方法	(49)
第三章 数据的输入与输出技术	(56)
第一节 数据源	(56)
第二节 数据输入	(61)
第三节 数据输出与表达	(70)
第四节 空间数据质量	(76)
第四章 土地信息数据库	(83)
第一节 土地信息的数据模型	(84)
第二节 土地信息的数据结构	(91)
第三节 数据库管理系统	(104)
第四节 分布式数据库	(107)
第五节 数据仓库	(113)
第六节 数据库系统的运行与保护	(116)
第五章 土地信息处理与分析技术	(119)

第一节	空间处理方法	(119)
第二节	土地信息空间查询	(126)
第三节	土地信息的空间分析	(128)
第四节	土地评价模型	(133)
第五节	土地利用规划模型	(137)
第六节	土地定级估价模型	(142)
第六章	土地信息系统工程与标准化	(147)
第一节	土地信息系统工程	(147)
第二节	土地信息系统的网络工程	(157)
第三节	土地信息系统的标准化	(182)
第七章	土地信息系统的设计与应用	(188)
第一节	土地信息系统的设计	(188)
第二节	土地利用现状调查系统	(209)
第三节	地籍管理信息系统	(212)
第四节	城镇土地定级估价系统	(217)
第五节	建设用地管理系统	(227)
参考文献		(230)

第一章 概 论

第一节 土地信息技术

一、土地信息

1. 土地

土地是地球表面由地貌、土壤、岩石、水文、气候和植被等要素组成的自然经济综合体，它包含人类过去和现在的种种活动结果。具体讲，包括陆地、内陆水域、沿海滩涂和海洋。人类对土地的认识是随着科学技术的进步，生产力的发展，以及人类对利用土地、控制土地能力的增强，不断扩充和深化。

2. 土地信息

数据是表示和记录信息的文字、符号、图像和声音的组合（有意义的组合）。这种组合既具体生动地表示出信息的内容，也满足了处理、传播和使用的需要。数据包括数值数据和非数值数据，它是计算机处理的对象，也是计算机处理的结果。

信息可以理解为事物的特征及诸事物之间的相互联系的一种抽象反映。这种反映能被人们（通过各种途径和方法）认识和理解并作为知识来识别事物，从而达到认识世界、改造世界的目的。信息是客观世界的真实反映，或者说信息反映了客观世界。

信息和数据是两个相互联系、相互依存但又相互区别的概念。信息以数据的某种形式来表现，而数据则是表示信息的某种手段。一定形式的数据可表示某一确定的信息。例如，“全国现在在 12 亿人口”这样一条信息，它可以用汉语表达，也可以用

英语表达,还可以用声音或图表来表达。由此可见,信息具有某种稳定性的特征,它是更直接反映客观现实的概念。

土地信息是有关土地实体的性质、特征和变化状态的表征,它是对表达土地特征与现象之间关系的土地数据的解释。土地数据则是各种土地特征和现象间关系的符号化表示,包括空间位置、属性特征(简称属性)及时域特征三部分。空间位置数据描述地块所在位置,这种位置既可以根据大地参照系定义,如大地经纬度坐标,也可以定义为地物间的相对位置关系,如空间上的相邻、包含等;属性特征有时又称非空间数据,是属于一定地块、描述其特征的定性或定量指标。时域特征是指土地数据采集或地理现象发生的时刻/时段。时间数据对地籍数据分析非常重要,正受到土地信息系统学界越来越多的重视。空间位置、属性及时间是地理空间分析的三大基本要素。

二、信息技术

随着计算机、网络、通信技术的发展,信息高速公路的建设,国家空间数据基础设施以及“数字地球”战略的提出和推进,人类社会已经进入信息时代。

信息技术是一个广泛的概念,也是一个被称做 IT 的新兴产业,是以计算机技术为核心,包括网络技术、数据通信技术等技术体系的总称。

1. 计算机技术

计算机是信息技术的核心,自 1945 年第一台计算机诞生以来,计算机硬件、软件以及系统集成技术得到了飞速发展,使计算机系统正向智能化、集成化、综合化方向发展,极大地促进了社会和经济的进步。如计算机服务器技术的发展使科学计算和信息检索的效率大大提高;数据存贮技术、数据库技术可以支持对海量数据的存贮和快速检索;软件技术、组件技术可以满足将空间信息和非空间信息的混合管理及应用的复杂需求等。

2. 网络技术

“19 世纪是铁路的时代，20 世纪是高速公路的时代，21 世纪是信息网络的时代。”在信息需求的驱动下，人们努力将各自独立的计算机连在一起，构成各种各样的计算机网络，以达到共享计算机软硬件资源和信息资源的目的。随着网络速度越来越快、网络宽带越来越宽，因特网也从研究试用（1968 ~ 1986）、科研应用（1986 ~ 1995）阶段向着商业化和立体化（1995 ~ 2010）方向发展。进入 20 世纪 90 年代后，计算机网络已经成为全球信息产业的基石，高速发展的计算机国际互连，为大范围的信息交流和资源共享带来了前所未有的良好环境。计算机网络的广泛使用，改变了传统意义上的时间与空间的概念，对社会各个领域（包括人们的生活）产生了变革性的影响，促进了社会向信息化的大步迈进。

3. 数据通信技术

数据通信是 20 世纪 50 年代后期随着数字计算机的广泛应用而发展起来的，以信息技术和计算机技术为基础的新的通信方式。人们通过数字数据网 DDN、综合业务数据网 ISDN 等方式，就能对图、文、声、像等各种信息进行准确、快速、方便的传输。通信技术与计算机网络技术的结合，极大地改变了硬件资源、软件资源和信息资源的利用效率，开辟了人类信息开发利用的新时期。目前，通信技术领域各种物理信道的通信技术和通信方式，如地面通信和卫星通信、有线通信和无线通信、铜缆通信和光纤通信等都有了很大发展，我国也正在加紧修筑适应现代通信发展的“金桥”。

三、土地信息技术

土地信息技术属于信息技术，土地信息技术是研究土地信息的组成和相互联系的一般性规律，以及以空间处理技术为核心的，包括对土地信息获取、存储、处理、表达、分析应用等各种

技术体系的集成与融合的一门综合性学科。

从技术体系上,土地信息技术由以下几个方面的技术体系组成:①土地数据的获取与更新技术;②土地数据处理技术;③土地信息的提取与分析技术;④土地信息的传播技术;⑤土地数据库技术;⑥网络技术;⑦土地信息咨询服务体系;⑧土地信息的标准与互操作体系。

从技术形成上,土地信息技术是一个广泛的概念,它是地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、虚拟现实(VR)、多媒体技术(MULTIMEDIA)、网络技术(NETWORK)、专家系统技术(ES)、数据挖掘技术(DM)等高新技术以及常规的测量调查手段等的总称及其集成和融合。如图1-1。

1981年在Montreaux召开的国际测量师联合会第三次委员会

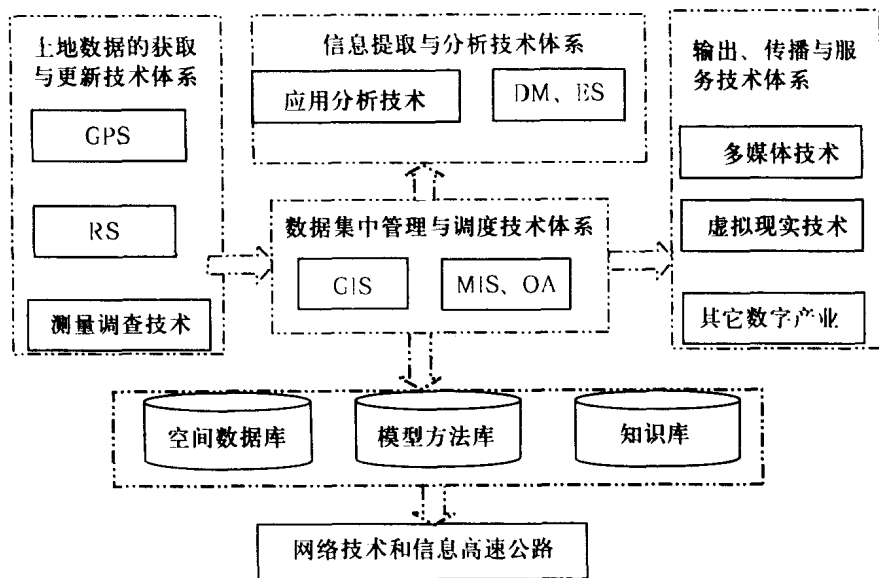


图 1-1 土地信息技术构成

对土地信息系统或土地相关信息系统 (IRIS) 作了如下定义: “土地信息系统是辅助法律、行政和经济决策的工具, 也是规划和研究的辅助设备。土地信息系统既包含某一特定地区的土地相关信息数据库, 也包含收集、更新、处理和传播数据的技术和方法。土地信息系统的基础是统一的空间坐标系, 用以建设系统内数据其他土地相关数据的联系。”

各种土地信息技术集成的结果往往是土地信息系统; 而土地信息系统本身也是土地信息技术。因而在讲土地信息技术时往往围绕土地信息系统的建立及其各个功能组成模块去进行讲述。

四、土地信息技术的特征

1. 土地信息技术是以空间处理技术为核心的各种高新 IT 技术的集合体

土地信息技术处理的对象, 即土地数据或土地信息首先具有空间性, 即建立在一定的参考坐标系下, 所有信息都与特定的空间目标 (空间实体) 相联系, 即空间信息既是土地信息的一部分, 又是其他土地信息的依托。一般来说, 土地信息的表达需以空间信息为前提条件, 否则, 就不属于土地信息的范畴。这是其与一般的信息技术的主要区别。

2. 土地信息具有显著时态性和特殊的复杂性

一般地讲, 时间、空间和属性是地理实体和地理现象本身固有特征, 是反映地理实体演变过程的重要组成部分, 为准确描述现实世界, 必须建立能表达时间、空间和属性的关系, 这是几乎所有空间信息系统, 如地理信息系统, 应主要研究的领域之一。

土地信息时态特征的显著性比其他空间信息系统所不及的。表现在土地信息变更的频繁程度、复杂程度和土地信息管理对土地信息变更的要求以及变更处理与否所造成的影响上面。信息的现势性和时态性是信息质量的重要构成, 更是其生命力的充分体现。土地信息系统的显著时态特征决定了时态性的正确实现是土

地信息系统生命力的体现,成了土地信息系统的灵魂所在。

同时土地数据是具有无缝的分布式层结构,包括多源多分辨率的、历史和现实的、矢量和栅格的数据,这些决定了土地信息系统的复杂性。

3. 土地信息技术具有先进性

土地信息技术往往采用开放平台、构件技术、动态互操作等最先进的技术方案。由于土地资源对人类的特殊重要性和土地信息作为空间信息的主体地位,使得土地信息技术总是站在信息技术或空间处理技术的前沿。一旦这些领域有新的发展,马上就会反映到土地信息技术中来。

第二节 土地信息技术的地位与作用

一、土地信息技术在现代土地管理中的地位和作用

“科学技术是第一生产力”。现代土地管理就是要充分利用土地信息技术,使土地资源得到科学合理的利用、开发、整治和保护,实现土地资源的永续利用与社会、经济、资源环境的协调发展,不断满足社会经济长期发展的需要,达到最佳的社会、资源环境和经济效益。

1. 信息获取手段自动化

随着人类进入信息社会,各类与土地相关的信息日趋膨胀,高技术促使了人类获取土地信息手段的自动化并保证了信息的现势性、准备性和完整性。人们可以利用 GPS 定位技术代替常规的三角和导线测量等;实现快速测量与定位;可以利用航空航天遥感技术。采集宏观现势性强的地表覆盖信息;可以利用 GIS 技术的采集功能,将各类现势、历史图文声像资料数字化;可以把卫星遥感技术与 GPS 技术相结合,促进定位高速自动化和多维分析技术的实用化;可以利用 GIS 技术辅助遥感数据的解译与提

取,提高遥感信息识别的精度和效率;可以利用计算机网络通信技术以及 GebGIS 技术,从其他政府部门、企业、个人等信息拥有者处及时获取相关土地空间或属性信息,尤其是最新土地变更情况等。

2. 业务办公信息化

现代社会要求准确高效业务办公。实现该要求的方式之一就是利用网络通信及 GIS 技术,结合土地管理工作业务流程,建成一个系统内容联网的土地管理,以土地规划管理、用地计划管理、土地审批管理、土地征用管理、土地登记管理、土地价格管理、土地监察管理、土地档案管理等为核心的集 GIS 与办公自动化为一体的图文办公信息系统,用于辅助日常业务办公,实现土地管理业务数据和图件资料的集成管理、联网图文查询以及项目联网办案。通过计算机网络环境把大量分散的文本或图形数据变成了系统内共享的综合信息资源,将业务工作流程网络化。各级工作人员均可在各自的办公室内,依据预定的不同权限,查询检索相关资料和业务数据,了解业务进展情况,处理自身职权范围内的业务工作等,不仅提高了工作效率,减少了错误,而且有力地支持了窗口式办公和公文督办制度。

3. 专家评价系统智能化

专家系统是模拟人的思维推理过程,利用大量专门知识解决各特定领域中的实际问题的计算机系统。土地评价工作历来就是一个复杂的系统工程,需要认真研究土地各构成因素,以土地合理利用为目标,在充分收集资料的基础上,运用多种方式和方法,反复综合多种评价结果才能得出最终结论。它不仅要求对异质异构海量信息进行快速计算,而且要求具备一定程度的智能化推理和经验积累能力。现代计算机技术的高度发展使得复杂计算已不成为问题。类似人工神经网络专家系统等的出现,则以其冗余性、自组织性、自学习性,能够较好地模拟人的并行性和分布性的思维推理过程,能够自动建立和表达复杂、模糊的特征间关

系而不必人为主观地进行约束，为各类土地评价专家系统的建立带来了极大的方便。这对于科学评价土地的适宜性、土地荒漠化程度、土地估价的合理性、土地分等定级的合理性以及土地规划的合理性等无疑具有相当重要的作用。

4. 决策科学化

网络技术和数据库技术实现了硬件、软件、信息资源更好更快捷的共享，实现了更大范围的信息综合协同处理，把原有的管理信息系统、决策支持系统、各种计算机辅助系统、专家系统提高到了一个新的水平。为有效管理各种土地信息，满足土地事务处理的需要，数据库系统作为数据管理手段，已被广泛应用于各种土地信息管理系统中。随着信息技术的飞速发展和人们不断提出新的需求，目前土地信息系统已不再局限于管理，而是面向决策处理。土地信息技术获取方式的自动化和现代化、土地评价系统的智能化、土地动态监测手段的现代化以及土地信息管理的网络化和业务办公的信息化等，均极大程度地促进了土地管理决策的科学化。人们在进行土地问题决策时，已不再仅仅凭借经验、直觉或团体智慧，而是通过利用各种现代化手段和充足的信息，科学进行决策。

5. 土地动态监测现代化

土地利用动态监测是及时、准确掌握土地利用状况，为政府决策以及各级土地管理部门制定管理政策和落实各项管理措施提供科学依据的重要手段。由于遥感对地观测技术具有覆盖面广、宏观性强、快速、多时相、丰富的综合信息等特点，已广泛应用于获取和提取各类专题土地信息。利用航空相片高几何分辨率与卫星影像的高分辨率的融合的复合多源遥感影像技术也得到了广泛应用和发展。此外，通过 GIS 技术进行土地评价及发展趋势预测、利用 GPS 技术作为主要定位手段的 3S 技术在土地动态监测中的综合运用，还可以更及时、可靠地获取信息以及实现信息的共享和辅助决策服务。

6. 土地信息管理网络化

土地信息是海量的、异构的, 不仅包含大量空间信息和属性信息, 还包含大量批文、图片以及声像资料, 加上土地信息变更频繁, 造成土地历史资料数据量庞大。如何利用 GIS 技术以及计算机通信网络技术有效管理组织各类土地信息, 使之可以方便的获取、存贮、管理和显示, 对土地利用进行有效的监测、模拟、分析和评价, 为土地管理提供全面、及时、准确和客观的信息服务和技术支撑, 已成为土地管理信息化建设的主要目标。

现代土地信息的分发与应用应采用 Web IS 技术, 依托国家公用通信网, 采用 INTRANET、INTERNET 技术, 建立一个使用和管理分层、技术体制统一的计算机通信网络, 面向管理、面向社会, 提供土地信息服务。全社会各政府机构、企事业单位、公司以及个人, 都可以通过 Internet 浏览或获取所关心的图形或其他相关土地信息, 共同使用这些信息并对之进行“挖掘”, 同时, 也可反馈回各类土地信息, 不断完善整个土地信息“仓库”, 充分发挥整个系统的社会效益。

二、土地信息技术在国民经济与社会发展战略中的地位 and 作用

人类经济形态由农业经济、工业经济逐步向知识经济过渡, 知识经济的最大特点: 不依赖于自然资源, 而是以人为本, 依托于信息资源, 数字化信息是知识经济的物质形式, 而信息资源的 80% 与空间信息有关, 而土地信息显然是空间信息的主体。

从社会需求看, 科技发展、工农业应用、商业经济、军事技术和人民生活等方面对土地相关信息有了空前巨大的需求。

这些决定了以管理和分析土地信息为主要目的的土地信息技术在今后将是制约经济发展的瓶颈之一, 同时也是国民经济的一个新的增长点之一。

由于当前世界所面临的几大问题, 如人口、资源、环境和粮

食等无一不和土地有关。土地与人口、土地与粮食、土地合理利用与管理已为世界各国所关注,成为科学研究的重要课题。土地信息技术有助于人们对地球环境的了解,以便制定可持续发展规划。如果“数字地球”实现,科学家可方便地获得地形、土壤类型、气候、植被、土地利用变化数据,亦可获得不同区域矿产、石油、森林等资源信息,应用空间分析与虚拟现实技术,模拟人类活动对生产和环境的影响,制定可持续发展对策。

土地信息技术使可持续发展战略的研究由静态的、类型和结构的研究转变为动态的、过程和机制的研究,并进一步发展为动态监测、优化调控和预测预报研究。例如土地覆盖动态演替研究,土地、粮食、人口系统的优化及预警分析,土地利用持续利用等,土地信息系统为这些研究提供了最佳的技术手段与技术保证。

三、土地信息技术在土地科学发展中地位与作用

土地科学是以土地为研究为对象,以土地的合理利用为研究核心的一门学科。土地利用进行的程序是:调查—评价—规划—决策—实施—监测,其实质是一个信息流动过程。因此,土地信息是从事土地科学理论与实践的基本条件。例如土地开发,土地资源优化配置,土地管理等均需要利用土地信息来认识和分析土地问题,减少不确定性,然后提出解决这些问题的办法并付诸实施。

1. 变革土地科学的发展模式

土地科学的研究对象极为复杂,涉及自然、经济、制度等多方面因素,但不论从事何种研究,以下三个问题是最基本的:①土地利用与土地关系发生的地点;②土地现象发生的特征;③各现象之间的相互关系。

传统的土地科学研究要回答这些问题,需要进行大量的、长期的、艰苦的野外调查,然后进行繁杂的室内分析、计算、制