

# 土地信息系统

## 理论·方法·实践

周勇 聂艳 编著



化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土地信息系统理论·方法·实践/周勇, 聂艳编著.  
北京: 化学工业出版社, 2005. 4  
ISBN 7-5025-6941-3

I. 土… II. ①周…②聂… III. 土地资源-管理  
信息系统 IV. F301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029218 号

---

土地信息系统理论·方法·实践

周勇 聂艳 编著

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 张 娜

责任校对: 李 林

封面设计: 胡艳玮

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22¼ 字数 564 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6941-3

定 价: 46.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

土地信息系统 (Land Information System, LIS) 是以空间数据库为基础, 在计算机软硬件的支持下, 采集、管理、操作、分析、模拟和显示与土地相关的地理空间数据, 通过空间模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的土地信息并进一步得到应用与传播, 为科学土地管理提供决策服务而建立起来的计算机技术系统。它既是法律、行政和经济决策的重要参考, 也是规划和管理的辅助工具。从 20 世纪 60 年代开始, 在其不断的发展过程中已取得了巨大的成就, 并广泛应用于国土资源管理的各个部门。

土地信息系统是传统学科 (土地科学、测绘科学等) 和现代高新技术 (遥感技术、计算机技术、可视化建模技术等) 相结合的产物, 正在逐步发展成为一门处理土地空间数据的新兴的边缘交叉学科。随着 3S (GIS、GPS、RS) 技术、网络技术和土地信息技术之间的相互渗透, 其新的概念层出不穷, 技术日新月异, 土地信息系统正大踏步地走向全社会, 融入全社会, 造福全人类。

本专著是作者多年从事土地信息系统教学和科研工作的结晶。同时参考了国内外最新相关文献资料, 紧密结合数字地球、数学国土等国家重大工程, 全面概括了 20 世纪的土地信息系统科学的理论方法和技术体系。重点突出了土地信息系统的有关理论和开发技术, 并结合了 21 世纪土地信息系统的科学前沿、发展方向和作者的实践研究成果, 力图给读者一个全新的视野。

全书共分十一章, 主要包括 LIS 的基本概念、功能和国内外发展现状与趋势、土地信息与数据表达、土地信息的输入与输出、土地信息数据库建设、土地信息处理与分析方法、土地信息应用的基本模型、LIS 的开发技术及建设与评价、LIS 的应用实践等。本专著既有传统理论、最新发展方法介绍, 又包含土地信息系统的应用实践, 可作为本科生、研究生的教材或相关专业及管理部门的参考书和工具书。

本专著是在国家自然科学基金 (40271056、49801010) 和“国土资源大调查土地资源监测调查工程——湖北省农用地分等级与估价”等项目研究的基础上撰写的。编写过程中得到了湖北省国土资源厅娄人英、戴维斌、陈平等同志的细心指点; 得到了华中师范大学城市与环境科学学院曾菊新、曾浩、胡静、罗静等学者的无私帮助, 在此一并表示衷心的感谢。

土地信息系统学科正在不断的发展之中, 加之作者的水平有限, 书中可能会存在一些不足和错误之处, 诚请读者批评指正。

编 者

2005 年 3 月

# 目 录

## 第 1 篇 理 论 篇

第 1 章 土地信息系统概述 .....	3
1.1 土地信息系统基本概念 .....	3
1.1.1 概念 .....	3
1.1.2 重要特点 .....	3
1.1.3 基本任务 .....	4
1.1.4 主要功能 .....	4
1.2 土地信息系统国内外的研究现状 .....	5
1.2.1 国外发展历程 .....	6
1.2.2 国外几种不同发展类型介绍 .....	7
1.2.3 国内研究与应用现状 .....	8
1.3 土地信息系统及其建设中存在的问题 .....	11
1.3.1 LIS 中存在的问题 .....	11
1.3.2 LIS 建设中存在的问题 .....	12
1.4 土地信息系统的发展趋势 .....	15
1.4.1 土地信息技术方面 .....	15
1.4.2 LIS 应用方面 .....	17
第 2 章 土地信息与数据表达 .....	19
2.1 土地信息的基本特征与空间参考系 .....	19
2.1.1 土地信息的基本特征 .....	19
2.1.2 土地信息的空间参考系 .....	20
2.2 土地信息的表示方法 .....	23
2.2.1 用文字和数字表示 .....	23
2.2.2 用专题地图表示 .....	23
2.3 土地信息的数据模型 .....	27
2.3.1 层次模型 .....	28
2.3.2 网状模型 .....	29
2.3.3 关系模型 .....	30
2.3.4 面向对象模型 .....	30
2.3.5 时空模型 .....	33
2.4 土地信息的数据结构 .....	34

2.4.1	矢量数据结构	34
2.4.2	栅格数据结构	35
2.4.3	矢量栅格一体化数据结构	36
2.4.4	栅格数据与矢量数据比较分析	36
2.4.5	栅格和矢量数据结构相互转换	37
2.4.6	图形数据与属性数据建模	38
2.5	土地信息的可视化	39
2.5.1	几个基本概念	39
2.5.2	土地信息可视化的类型	39
<b>第3章 土地信息的数据输入和输出</b>		<b>43</b>
3.1	土地数据概述	43
3.1.1	土地信息的数据来源	43
3.1.2	土地数据的基本特征	44
3.1.3	土地数据的获取	45
3.2	土地数据的输入	45
3.2.1	土地数据的预处理	45
3.2.2	空间数据输入	47
3.2.3	属性数据的输入	50
3.2.4	属性数据与空间数据的连接	51
3.3	土地数据的编辑处理	52
3.3.1	空间数据的编辑	52
3.3.2	属性数据的编辑	54
3.4	土地数据的质量	54
3.4.1	数据质量问题	54
3.4.2	数据质量的几个基本概念	56
3.4.3	空间数据质量	57
3.5	土地数据的查询与输出	61
3.5.1	土地数据的查询	61
3.5.2	土地数据的输出	63
<b>第4章 土地信息数据库</b>		<b>66</b>
4.1	数据库的一般概念	66
4.1.1	数据库的概念及结构	66
4.1.2	数据库的主要特征	67
4.1.3	数据库系统的三级模式结构	68
4.1.4	数据库的功能和特性	69
4.1.5	数据库的种类	69
4.2	土地信息数据库的设计	70
4.2.1	数据库的设计目标	71
4.2.2	需求调查分析	71
4.2.3	土地信息数据库系统设计	72
4.3	数据库管理系统的设计	76

4.3.1	逻辑功能设计	76
4.3.2	软件结构设计	76
4.3.3	数据字典设计	77
4.3.4	数据库管理系统使用过程	78
4.3.5	数据库管理系统工作方式	78
4.4	土地信息数据库的数据分类与编码	78
4.4.1	土地信息分类	79
4.4.2	土地信息编码	80
4.5	土地信息数据库的实施、运行与维护	82
4.5.1	土地信息数据库模拟	82
4.5.2	土地信息数据库调试	83
4.5.3	土地信息数据入库	83
4.5.4	数据库系统的运行	83
4.5.5	数据库的维护	84
4.6	土地信息数据标准化和规范化	85
4.6.1	土地信息标准化、规范化的意义和作用	85
4.6.2	土地信息标准化的内容	86

## 第 2 篇 方 法 篇

第 5 章	土地信息的数据处理与分析方法	91
5.1	坐标系与坐标变换	91
5.1.1	坐标系	91
5.1.2	坐标系之间的变换	91
5.1.3	空间数据的图形变换	92
5.2	土地信息的空间分析与查询	97
5.2.1	空间分析的内容和步骤	98
5.2.2	缓冲区分析	99
5.2.3	叠置分析	101
5.2.4	网络分析	103
5.2.5	数字地形模型分析	106
5.3	空间数据的内插方法	111
5.3.1	空间插值的理论与概念	111
5.3.2	空间内插方法	112
5.4	土地评价数学方法	117
5.4.1	概述	117
5.4.2	建立数学模型的一般过程	117
5.4.3	层次分析法	118
5.4.4	主成分分析法	122
5.4.5	回归分析法	123
5.4.6	聚类分析法	126

5.4.7	物元分析法 .....	132
5.4.8	灰色关联度分析法 .....	134
<b>第6章</b>	<b>土地信息应用的基本模型 .....</b>	<b>137</b>
6.1	土地信息应用的理论基础 .....	137
6.1.1	概述 .....	137
6.1.2	基础理论 .....	138
6.2	土地生产潜力评价模型 .....	141
6.2.1	概述 .....	141
6.2.2	美国土地生产潜力评价系统 .....	142
6.2.3	国际土地生产潜力评价模型 .....	143
6.2.4	中国土地生产潜力评价模型 .....	147
6.3	土地适宜性评价模型 .....	152
6.3.1	概述 .....	152
6.3.2	土地适宜性评价分类系统 .....	153
6.3.3	土地适宜性评价的程序 .....	156
6.4	土地利用规划模型 .....	158
6.4.1	线性规划模型 .....	158
6.4.2	多目标线性规划模型 .....	160
6.4.3	DYNAMO 系统动力学软件 .....	161
6.5	土地信息预测模型 .....	163
6.5.1	灰色系统预测模型 .....	163
6.5.2	马尔科夫预测模型 .....	168
6.6	城镇土地定级估价模型 .....	169
6.6.1	定级因素的类型及模型 .....	169
6.6.2	定级因素分值计算方法 .....	170
6.6.3	级差收益测算模型 .....	176
6.6.4	土地收益计算模型 .....	176
6.6.5	基准地价计算模型 .....	177
6.6.6	基准地价更新模型 .....	177
<b>第7章</b>	<b>土地信息系统开发技术 .....</b>	<b>178</b>
7.1	系统开发方法 .....	178
7.1.1	软件的发展 .....	178
7.1.2	主要的软件开发方法 .....	178
7.2	UML 及其开发工具 .....	188
7.2.1	UML 概述 .....	188
7.2.2	UML 目标 .....	189
7.2.3	UML 语言体系结构及定义方式 .....	189
7.2.4	UML 架构 .....	190
7.2.5	UML 的应用领域 .....	191
7.2.6	常用的开发工具 .....	192
7.3	COM 技术与 COMGIS .....	193

7.3.1	概述	193
7.3.2	COM 技术的优点	194
7.3.3	组件式地理信息系统	195
7.3.4	OLE 和 Active	197
7.4	Web 技术与 WebGIS	200
7.4.1	万维网的基本概念及常用术语	200
7.4.2	万维网的技术特点及运行模式	202
7.4.3	WebGIS 的概述	204
7.4.4	互联网 GIS 的构架	207
7.4.5	互联网 GIS 的实现方法	208
7.5	workflow 技术	210
7.5.1	workflow 概述	210
7.5.2	workflow 管理系统	213
7.5.3	应用实例	216
<b>第 8 章</b>	<b>土地信息系统的建设与评价</b>	<b>218</b>
8.1	土地信息系统建设概述	218
8.1.1	土地信息系统的基本组成	218
8.1.2	土地信息系统开发流程	218
8.1.3	土地信息系统目标	220
8.1.4	土地信息系统建设的组织准备	221
8.2	系统分析与设计	222
8.2.1	系统分析	222
8.2.2	系统设计	223
8.3	系统组织实施与测试	227
8.3.1	系统组织实施	227
8.3.2	系统测试	228
8.4	系统维护、升级与评价	230
8.4.1	系统维护	230
8.4.2	系统故障分析	231
8.4.3	系统再开发与系统软件移植	231
8.4.4	系统评价的主要指标	231
<b>第 9 章</b>	<b>土地信息系统安全</b>	<b>233</b>
9.1	信息安全问题概述	233
9.1.1	信息安全的基本范畴	233
9.1.2	信息安全、信息保障与信息对抗的关系	234
9.1.3	信息安全的基本类型	234
9.1.4	信息安全风险	234
9.1.5	网络与信息安全	235
9.2	信息安全的威胁	235
9.2.1	威胁类型	235
9.2.2	威胁的主要表现	236

9.3 信息安全的策略 .....	237
9.3.1 信息安全防范措施 .....	237
9.3.2 信息安全技术系统设计 .....	240

## 第 3 篇 实 践 篇

<b>第 10 章 农用地分等定级与估价及其信息系统 .....</b>	<b>247</b>
10.1 农用地分等定级与估价的基本理论 .....	247
10.1.1 农用地的概念及特点 .....	247
10.1.2 农用地等、级、价的概念及基本关系 .....	248
10.1.3 农用地分等定级与估价的目的、意义 .....	249
10.1.4 农用地分等定级与估价的基本原则 .....	250
10.1.5 农用地分等定级与估价的理论依据 .....	251
10.1.6 农用地分等定级与估价的工作程序及成果体系 .....	252
10.1.7 农用地分等定级与估价成果应用范围 .....	253
10.2 农用地分等定级与估价数据库标准化 .....	254
10.2.1 研究意义及可行性分析 .....	255
10.2.2 国内外地理信息标准研究现状 .....	256
10.2.3 农用地分等定级估价信息的基本特征 .....	259
10.2.4 农用地分等定级与估价数据库预处理研究 .....	259
10.2.5 结论 .....	262
10.3 基于 UML 和 COM 的农用地分等定级与估价信息系统 .....	262
10.3.1 概述 .....	263
10.3.2 系统分析 .....	263
10.3.3 系统设计 .....	265
10.3.4 程序编码与测试 .....	270
10.3.5 系统评价 .....	271
10.3.6 系统特点及发展趋势 .....	272
10.4 ALEIS 应用——鄂州市农用地分等定级与估价 .....	273
10.4.1 鄂州市概况 .....	273
10.4.2 鄂州市农用地分等定级与估价项目概述 .....	275
10.4.3 鄂州市农用地分等 .....	276
10.4.4 鄂州市农用地定级 .....	281
10.4.5 鄂州市农用地基准地价评估 .....	287
<b>第 11 章 土地信息系统应用专题研究 .....</b>	<b>300</b>
11.1 江汉平原农用地质量评价指标系统的建立 .....	300
11.1.1 土地质量评价指标体系研究的必要性 .....	300
11.1.2 土地质量评价指标体系研究进展 .....	300
11.1.3 土地质量评价指标体系选取的依据、原则和方法 .....	301
11.1.4 江汉平原农用地评价指标体系的建立 .....	302
11.2 基于 GIS 和模糊数学方法的多方案下农用地多宜性评价 .....	316

11.2.1	土地适宜性评价的理论与方法	316
11.2.2	后湖农场流塘分场农用地多宜性评价	318
11.3	基于 GIS 和模糊物元贴近度聚类分析模型的耕地质量评价	327
11.3.1	研究区概况	328
11.3.2	试验材料与研究方法	328
11.3.3	宜都市耕地质量评价	330
11.3.4	小结	334
附录	几种常用地理信息系统 (GIS) 软件简介	335
1	概述	335
2	ARC/INFO 的数据结构及文件组织	335
3	基本模块及其功能	336
4	ARC/INFO 其他产品介绍	337
主要参考文献		342

## 内 容 提 要

土地信息系统是中国信息化发展的重要组成部分，其中很多重要的理论、方法与应用实践都值得去探索和总结。近年来，随着土地科学、测绘科学和信息技术的发展，中国土地信息系统的开发与应用取得了丰硕的成果，产生了一系列实用的土地信息系统，为中国土地资源的合理利用与管理、土地信息系统开发理论和技术的发展、完善做出了重要贡献。本书共分十一章，以土地信息系统的理论、方法与实践为主线，全面介绍了土地信息系统的基本理论、方法，土地信息的采集、输入、分析处理和输出，土地信息系统的分析、设计和应用等几个方面的内容。

全书力求在土地信息系统传统理论与方法的基础上，融入地理信息系统、软件开发、土地管理等相关领域的最新研究成果，并紧密联系国内目前主要的信息系统工程实践，为中国土地信息系统的建设与应用提供指导。各章节衔接严密有序，术语规范；内容丰富，且理论、方法和实践各部分比例恰当。

本书可作为高等院校土地资源管理、地理信息系统等相关专业本科生和研究生的教材或主要参考教材；可作为高等院校和科研院所从事土地资源管理、土地利用规划与地理信息系统应用等方面教学与科研工作者的参考书；也可作为国土资源管理系统人员的实用工具书。

# 第 1 篇 理论篇

# 第1章 土地信息系统概述

## 1.1 土地信息系统基本概念

### 1.1.1 概念

国际测量人员联合会（FIG）对土地信息系统（Land Information System，简称 LIS）的定义是：“LIS 是一种用于法律、行政管理 and 经济决策的工具，并辅助规划和开发。一方面，这种系统是由数据库组成，数据库中包含特定地区的与土地有关的空间配准数据；另一方面，该系统的组成部分还包括一些处理过程和技术手段，用于系统采集、更新、处理和发布数据。一个 LIS 的基本特点是系统内数据具有统一的空间参考系，便于对系统内的数据与系统外其他与土地有关的数据建立关联。”

LIS 是以空间数据库为基础，在计算机软硬件的支持下，进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用空间模型分析方法，适时提供多种空间和动态的土地信息并应用和传播土地信息，为决策服务而建立起来的计算机技术系统。它是法律、行政和经济决策的工具，也是规划和发展的辅助工具。LIS 的基础是统一的空间参照系，这样便于系统内的数据与其他与土地相关数据的连接。

因此，LIS 具有以下三个方面的特征：

- ① 具有采集、管理、分析和输出多种土地空间信息的能力；
- ② 以土地研究和土地决策为目的，以模型方法为手段，具有空间分析、多要素综合分析和动态预测的能力，并能产生多层次的土地信息；
- ③ 由计算机系统支持进行土地数据管理，并由计算机程序模拟常规的或专门的土地分析方法，作用于空间数据，产生有用信息；计算机系统的支持是 LIS 的重要特征，使 LIS 快速、准确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位和动态分析。

### 1.1.2 重要特点

LIS 由于其特定的面向目标，还具有与一般地理信息系统不同的特点。这些特点包括以下一些内容。

① 界面更加友好，系统更加智能化。LIS 是实用管理型信息系统，信息系统使用者是政府部门的土地管理工作人员，而一般地理信息系统通常是研究设计型信息系统，使用者通常是研究人员或工程设计人员。这个特点意味着 LIS 用户界面必须更加友好、更加智能化，否则系统难以推广。

② 严格的数据保护与保密措施。土地管理不同于其他一般的管理，土地的数据都具有严格的法律效力，进入系统的数据以及更改一个数据都必须有一定的法律程序。LIS 设计者必须采取严格的数据保护与保密措施，保护数据不被其他人篡改破坏。

③ 采用分布式数据库管理系统。LIS 数据量庞大，信息量大于一般的地理信息系统，土地信息种类繁多，关联十分紧密，造成土地信息数据结构复杂。一个 LIS 通常是多终端使用的，土地信息数据亦要被多层管理部门所使用，因而支持这样海量的数据管理必须采用分布式数据库管理系统，又必须以局域网与广域网相结合共同支持。

④ 模型复杂。LIS 不仅包括自然资源信息的管理，而且也包括资产信息的管理，因为土地既是一种重要的自然资源，又是一种重要的资产。对于资产管理，LIS 在模型上带有强烈的土地经济学、金融学的特征。它必须根据国家土地政策法律、土地市场管理法规、土地金融交易规律等领域的要求，制定数据处理数学模型。这种模型常常变异性很大，又需要将人们经验性的、难以定量的因素和约束条件考虑进模型中去，因而模型通常较为复杂。

⑤ 信息现势性要求高。LIS 对于信息的现势性要求比一般的地理信息系统强烈。土地自然属性的变化通常比较缓慢（自然灾害除外），而土地的社会经济属性的变化却很快，国家一项土地政策改变，常常使全国土地的社会经济属性发生剧烈改变。为解决 LIS 的现势性问题，通常需要一支地籍测量与调查的技术队伍，LIS 必须与现代测量工具有接口，使测量信息能立即录入系统的数据库。

### 1.1.3 基本任务

LIS 一般分为土地管理信息系统、土地评价信息系统、地产交易信息系统和将要在广大农村兴起的土地规划与利用信息系统。这四类系统互有联系，互有渗透，但又各自独立，多有其特定的目的与功能。有了这四类系统，广大城乡土地作为生产资料和商品的属性都能被充分地反映出来和科学地加以利用了。

无论建立哪一类 LIS，是综合性的还是专业性的，均要解决六个基本问题，也就是说 LIS 的基本任务有六个方面：

- ① 土地信息数据调查分析和选取；
- ② 数据规格化和标准化及数据库数据模型的建立；
- ③ 土地信息数据库的建立；
- ④ 土地信息数据的组织和管理方法；
- ⑤ 土地信息数据的分析和应用方法；
- ⑥ 成果输出。

### 1.1.4 主要功能

从某种意义上讲，LIS 可以认为是地理信息系统和管理信息系统的结合并具体运用于土地及其相关行业中的产物，因此，LIS 具有属性管理信息系统功能和空间信息处理功能，下面分类说明。

#### 1.1.4.1 空间信息处理功能

由于 LIS 是一种空间信息系统，因此，LIS 必须具有空间数据的采集及预处理、图形编辑、分层管理、信息查询、空间分析和图形输出以及图形数据和属性数据的连接等功能。

(1) 数据采集、检验与编辑 主要用于获取数据，通过对数据的检验和编辑保证 LIS 数据库中的数据在内容与空间上的完整性（即所谓的无缝数据库）、数据值逻辑一致、无错等。一般来说，LIS 数据库的建设占整个系统建设投资的 70% 或更多，并且这种比例在最近不会有明显的改变。因此，信息共享与自动化数据输入成为 LIS 研究的重要内容。目前可用于 LIS 数据采集的方法与技术很多，如手扶跟踪数字化仪、自动化扫描输入与遥感数据的集成最为人们所关注。

(2) 数据格式化、转换、概化 数据格式化、转换、概化通常称为数据操作。数据的格

式化是指不同数据结构的数据间变换,是一种耗时、易错、需要大量计算量的工作,应尽可能避免。数据转换包括数据格式化、数据比例尺的变换。在数据格式的转换方式上,矢量到栅格的转换要比其逆运算快速、简单。数据比例尺的变换涉及数据比例尺缩放、平移、旋转等方面,其中最为重要的是投影变换。许多软件系统都对常见的投影进行定义,如Arc/Info定义了几十种投影方式。数据概化包括数据平滑和特征提取等。

(3) 数据的储存与组织 这是一个数据集成的过程,也是建立 LIS 数据库的关键步骤,涉及空间数据和属性数据的组织。栅格模型、矢量模型或栅格/矢量混合模型是常用的空间数据组织方法。空间数据结构的选择在一定程度上决定了系统所能执行的数据与分析的功能。混合型数据结构利用了矢量与栅格数据结构的优点,为许多成功的地理信息系统软件所采用。目前,属性数据的组织方式有层次结构、网络结构与关系数据库管理系统等,其中关系数据库管理系统是目前应用最为广泛的数据库系统。

在土地数据组织与管理中,最为关键的是如何将空间数据与属性数据融合为一体。大多现行系统都是将两者分开储存,通过公共项(一般定义为地物标识码)来连接。这种组织方式的缺点是无法有效记录地物在时间域上的变化属性,数据的定义与操作相分离。

(4) 查询、统计、计算 查询、统计、计算是 LIS 以及许多其他自动化土地数据处理系统应具备的最基本的分析功能。

(5) 空间分析 空间分析是土地信息系统的核心功能,也是 LIS 与其他计算机系统的根本区别。分析模型指在 LIS 支持下,分析和解决问题的方法体现,它是 LIS 应用深化的重要标志。

(6) 显示 LIS 为用户提供了许多用于显示地理数据的工具,其表达形式既可以是利用计算机屏幕显示,也可以是诸如报告、表格、地图等拷贝图件,尤其要强调的是 LIS 的地图输出功能。一个好的 LIS 应能提供一种良好的、交互式的制图环境,以供 LIS 的使用者能够设计和制作出具有高品质的地图。

#### 1.1.4.2 属性管理信息系统功能

由于 LIS 中属性数据的种类繁多,包括产权登记、土地统计调查、土地定级与基准地价、土地利用规划与建设用地管理等信息,因此与一个实地实体相关的属性信息可能不下 10 多种,而且这些属性信息之间的依赖关系相当复杂,不能简单地用一个表格去管理这些信息。这就决定了 LIS 中应具有大量属性数据的输入、修改、检索、统计、输出及业务流程管理等功能。

除了属性数据和空间数据的处理功能,针对土地信息的特有性质,LIS 还必须具有土地信息的历史查询与反演、十分强劲的报表输出、任意大比例尺图件的自动生成和输出、多层次图文互查和实地分割合并的图文同步变更等功能。

## 1.2 土地信息系统国内外的研究现状

从学科上讲,LIS 属于土地科学的一部分,现代土地科学的研究,已经离不开 LIS 的支持,而 LIS 的普及和进步,必将促进土地科学的长足发展,尤其在土地利用方式方面可能实现新的突破。同时,因为 LIS 与地理信息系统的联系十分紧密,它的空间信息和某些技术方法都来源于测绘领域,所以,LIS 又是测绘科学的一部分。LIS 既是土地科学的一部分,又是测绘科学的一部分,这种双重性和边缘性决定了它的发展机遇和发展速度,就是

说，LIS 要在土地科学和测绘科学共同发展的基础上才能得到发展，而且发展速度也要受到制约。

虽然计算机技术在技术手段上起了关键性的作用，但地理信息系统/LIS 产生与发展的根本原因还是人类经济、社会活动的自身需要。第二次世界大战结束后，欧美各国开展了大规模的经济建设，物质形态急剧变化，使人们意识到必须对自己赖以生存的空间环境进行有计划的发展、保护与管理，因此，区域和城市规画逐渐受到重视。

### 1.2.1 国外发展历程

1960 年，加拿大政府准备对全国农业土地的利用和开发进行规画。这项工作的基础是收集比较全面的地图资料，对全国农业用地的投资开发效益进行评价。经过局部地区的试验后发现要在土地资源调查机构 (canada land inventory) 中新增 500 名熟练技术员，连续工作三年才能将有关的地图读一遍。显然，这是一项非常艰巨的工作。当时，用半导体晶体管代替电子真空管制作的电子计算机已经生产出来，因此就有人想到用计算机来储存、管理、分析地图。从 1962 年起，在加拿大政府的土地资源调查机构中开始了地图数字化的试验，利用当时最先进的计算机设备和软件，开发出了世界上第一个有实用价值的地理信息系统——加拿大 LIS。该系统在农业规画上取得了一定的效果。在技术方面，初步解决了地图手工数字化或自动扫描后矢量转换、地图数据和文字属性数据的连接、将大范围的连续地图分成一幅幅来处理以及不规则多边形按属性分类、面积量算、叠合等技术问题。与该系统差不多同时期，美国的纽约州、明尼苏达州等也研制了有实用价值的土地资源信息管理系统；与人口普查相结合，美国地质调查局从 1970 年起采用了手工与计算机相结合的拓扑型地图数据编码 (DIME)。与此同时，美国、英国、加拿大的一些大学 (如哈佛大学计算机制图与空间分析实验室) 在 20 世纪 60 年代从学术角度开始了计算机制图与空间分析，实验室条件很简陋，各门相关技术也还很幼稚，多数实用型系统建成后未能长期运行，但是在 60 年代后期所取得的成果为后来的发展奠定了重要的基础。

到了 20 世纪 70 年代，国际的学术组织开始交流、推广地理信息系统及其相关领域的学术思想和实践经验，一些大学也开始培养有关的技术人才或在对在职人员进行培训，各国各地政府也自行建立了不少为自己服务的实用性的地理信息系统或计算机地图制图、公共设施管理信息系统。但是，由于 LIS 技术的综合性、复杂性，付诸使用时投资大、周期长，与机构、组织的关系密切等，20 世纪 70 年代的地理信息系统主要在学术研究上有明显的进展，实用系统方面未获得长足的发展，仅是在 60 年代的基础上进行了巩固、改进、扩大而已。例如，从 1970~1976 年，美国地质调查所就建成了 50 多个信息系统，分别作为处理地理、地质和水资源等领域空间信息的工具。其他一些发达国家，如加拿大、德国、瑞典等国，也先后发展了自己的地理信息系统。同时，LIS(GIS) 软件在市场上受到欢迎，管理问题也开始受到重视。据 IGU 统计，在 20 世纪 70 年代约有 300 多个系统投入使用，其中较完整的系统软件就有 80 个之多。1980 年，《空间数据处理计算机软件》的报告，基本总结了 1979 年以前世界各国 LIS(GIS) 的发展概况。

进入 20 世纪 80 年代后，计算机产品的性能获得了突飞猛进的发展，价格不断下降，不少和土地信息系统相关的技术已逐步得到应用，60、70 年代许多关于失败或幸存的 LIS 的经验和教训得到了总结，还出现了一些研究商品化信息系统软件的专业公司和为建立实用性信息系统提供服务的专业机构以及提供通用数据的社会化服务机构。同时，人类对资源的规画和管理更加关注。80 年代中期，LIS 在发达国家得到了明显进展，在发展中国家也得到了一定程度的开发、应用。80 年代是 LIS(GIS) 在理论、方法和技术上趋向成熟的阶段。

例如土地利用规划、城市发展战略研究、人口的规划和安置等地理因素成为投资标准决策不可缺少的依据。

自 20 世纪 90 年代以来，随着土地信息产业的建立和地球数字化产品发展进入用户时代，社会对 LIS(GIS) 的认识普遍提高，对其需求也大幅度增加，LIS(GIS) 成为了许多机构（特别是政府决策部门）必备的工作系统。国家级乃至全球级的地理信息系统已成为大众关注的问题，地理信息系统已被列入“信息高速公路”计划。90 年代，集中在下列一些方向：空间信息分析的新模式和新方法；空间信息应用模型；LIS(GIS) 的效益评价；三维、四维空间数据结构和数据模型；人工智能和专家系统的引入；网络 LIS(GIS)；虚拟现实技术与 LIS(GIS) 的结合等。

### 1.2.2 国外几种不同发展类型介绍

目前，发达国家大多数都已完成了基于 GIS 和 Internet 技术的国家级 LIS 建设，在土地利用规划与地区经济发展方面发挥了重要的决策支持作用。一些发展中国家也在考虑使用先进的信息技术，提高土地管理中的科学化和信息化水平。以下是对几个国家不同类型的 LIS 建设现状的简要介绍。

#### 1.2.2.1 芬兰

芬兰的土地信息已有近 500 年的积累，负责土地信息管理工作的机构是国家土地测量署 (NLS)。20 世纪 70 年代末，NLS 开始对地籍登记中的属性数据进行数字化，并于 1994 年完成。属性数据储存在一个网络数据库中。80 年代中期，NLS 开始编制数字地籍索引图，并用 GIS 软件 (MAAGIS) 进行图件的矢量化和数据更新工作，1999 年完成了覆盖全国的矢量化图件数字储存工作。已有的信息系统存在很多问题，主要表现在：①地块单元的属性和数据分别储存在不同的系统中，大大增加了土地登记过程中产生错误的可能性；②不能充分利用目前先进的 GIS 软件进行有效的信息分析、查询和服务；③系统维护成本高昂；④系统总体体系结构不合理，造成工作效率低下。

由于上述问题，NLS 决定开发新的系统，选用了 Small World GIS 软件作为系统的开发工具，并在 1995~1997 年期间完成了系统的软件开发工作。在设计和开发新的系统 (JAKO) 过程中，特别重视系统信息服务的有效性和多样性，在技术上充分利用了目前先进的数据库和 GIS 技术，功能得到了很大的提高，尤其值得一提的是，NLS 每年完成大约 20 万个地块的测量和有关数据的更新、维护工作。JAKO 系统的数据采集部分包括从地籍测量到数据处理、登记的全过程，从而大大提高了数据采集、更新的效率。

在 JAKO 系统中，属性数据和（矢量格式）地图数据储存在同一个无缝关系型数据库中，该数据库具有多用户同时更新数据的功能。数据库中包含 400 多万个地块的数据，空间数据采用统一的坐标系（高斯-克鲁格投影）。空间数据还包括栅格格式的全国 1:20000 数字底图。数据库储存在位于赫尔辛基的一个 UNIX 服务器中，用地籍测量数据对使用的数据库进行更新和维护。由于该数据库支持功能支持“长期处理”，因此，在数据库更新过程中，用户可以不必“锁定”数据，这对土地信息管理来说是很重要的功能。

NLS 内大约有 1000 个工作人员使用 JAKO 系统，因此，系统界面设计很重要。针对地籍测量过程中需要处理大量的有关地块属性数据的特点，JAKO 采用“超文本用户界面”。

JAKO 系统的另一个显著特点是 Internet 服务功能，NLS 以外的用户可以通过 Internet，按照地块标识号进行土地信息查询。

#### 1.2.2.2 荷兰

在荷兰，负责土地信息管理与服务的机构是地籍署。自 1994 年以来，由于荷兰政府的