

地理信息系统设计与实现

吴信才 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以地理信息系统设计和应用为主线,系统介绍了地理信息系统设计的特点、方法、过程和实现技术。全书共分 11 章,包括地理信息系统概述、应用型 GIS 系统分析、总体设计、功能设计、GIS 数据库详细设计、GIS 应用模型分析、GIS 输入与输出设计、GIS 实施、GIS 管理与维护、GIS 设计实例,以及应用型 GIS 应用示范等。

本书针对性强、适用性广,可作为地理信息系统工程、土地管理、城市规划等专业本科和研究生的教材,也可供地球科学、信息科学以及相关专业的研究和开发人员阅读参考。

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

地理信息系统设计与实现/吴信才等编著. —北京:电子工业出版社,2002.3

ISBN 7-5053-7483-4

I. 地… II. 吴… III. 地理信息系统—系统设计 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 007335 号

责任编辑:沈艳波

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:14.5 字数:371 千字

版 次:2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印 数:7 000 册 定价:22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

地理信息系统经过近 40 年的发展,已进入了一个新的发展时期,年增长率达 35%,出现了诸如 ARC/INFO, MicroStation, Geo Media, MAPGIS, Geostar 等著名软件。随着计算机的发展和数字化信息产品在全世界的普及,地理信息系统应用已深入到各行各业,其应用和产业发展已成为势不可挡的国际潮流,现在的问题不再是讨论是否使用地理信息系统,而是讨论如何利用地理信息系统获取经济效益及扩大应用范围和提高开发水平的问题。

在我国, GIS 研制与应用起步较晚,但发展势头迅猛,经过几十年的努力,现已建立了若干 GIS 研究机构和实验基地。中国地质大学(武汉)从 20 世纪 80 年代开始涉及 GIS 研究,率先研制成功中国第一套彩色地图编辑出版软件“MAPCAD”,实现了彩色地图的输入、编辑、出版全过程计算机化,彻底改变了千百年来繁杂的手工制图状况,引发我国传统地图出版行业的重大变革,此项目荣获国家科技进步二等奖。研制开发出具有自主知识产权的 GIS 软件“MAPGIS”,打破了长期以来国外 GIS 软件一统天下的局面,在国家科技部主持的 GIS 软件测评中连续多年名列第一,成为国家推荐的首选 GIS 平台软件。

GIS 应用范围的扩大必将推动 GIS 技术的发展。目前从事 GIS 研究开发及应用的人员迅猛增加, GIS 在我国已显示出巨大的潜在市场,社会对 GIS 专业人才的需求日益增加。为了适应形势的要求,加速人才培养,中国地质大学(武汉)设立了“地理信息系统”专业,经过几年的努力,专业发展有了新的起色,课程建设、师资培养、教材建设等已取得了可喜的成绩。教材《地理信息系统设计与实现》的编写是整个教材建设的一项重要内容。希望本教材的出版能有助于地理信息系统开发、管理、应用型人才的培养。

参加本书编著的人员还有郑贵洲、谢忠、周顺平、曾文和徐世武。这些同志长期从事地理信息系统软件的研究和应用开发工作,具有丰富的实践经验,教材中融入了科研集体近年来取得的科研成果。

由于编写时间紧,编者水平有限,难免出现错误和不足之处,敬请读者提出宝贵意见。

吴信才
2002.1

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 地理信息系统基本概念	1
1.1.1 信息	1
1.1.2 地理信息	1
1.1.3 信息系统	1
1.1.4 地理信息系统	2
1.2 地理信息系统的类型	2
1.2.1 工具型地理信息系统	2
1.2.2 应用型地理信息系统	2
1.2.3 大众地理信息系统	3
1.3 地理信息系统应用	3
1.3.1 地理信息系统应用特点	3
1.3.2 地理信息系统应用领域	4
1.4 应用型地理信息系统设计的内容与过程	5
1.4.1 应用型 GIS 设计内容	5
1.4.2 应用型地理信息系统开发和实现的阶段及过程	5
习题	6
第 2 章 应用型 GIS 系统分析	7
2.1 需求分析	7
2.1.1 现状调查	7
2.1.2 表和清单	14
2.1.3 数据流程图	15
2.1.4 数据字典	17
2.2 可行性分析	19
2.2.1 理论分析	19
2.2.2 技术水平	19
2.2.3 经费估算	20
2.2.4 财力状况	20
2.2.5 社会效益	20
2.2.6 支持程度	22
2.2.7 进度预测	22
习题	22
第 3 章 应用型 GIS 总体设计	23
3.1 系统目标的确定	23

3.1.1	确定目标的原则	23
3.1.2	具体目标确定	24
3.2	系统总体设计基本原则	24
3.3	模块或子系统设计	25
3.4	系统组网方案	26
3.5	硬件配置	29
3.6	软件设计	30
3.7	代码设计	31
3.7.1	代码的作用	31
3.7.2	代码的种类	32
3.7.3	代码的类型	36
3.7.4	代码设计原则	36
3.7.5	代码设计的步骤	36
3.7.6	代码校验方法	37
3.8	人机对话设计	38
3.8.1	人机对话设计的原则	38
3.8.2	人机对话方法	38
3.8.3	图形用户界面设计	39
	习题	40
第 4 章	应用型 GIS 功能设计	41
4.1	总体模块功能	41
4.2	属性数据库管理子系统的结构与功能设计	42
4.3	图形数据库管理子系统的结构与功能设计	43
4.4	功能设计的原则	45
4.5	应用型 GIS 功能设计实例	45
	习题	48
第 5 章	应用型 GIS 数据库详细设计	49
5.1	GIS 数据库设计的概念	49
5.2	应用型 GIS 数据库设计目标	50
5.3	应用型 GIS 数据库设计	50
5.3.1	概念化设计	50
5.3.2	数据库逻辑设计	53
5.3.3	数据库物理设计	61
5.4	空间数据与非空间数据连接	65
5.5	空间数据库的管理	67
	习题	69
第 6 章	应用型 GIS 应用模型分析	70
6.1	应用模型概述	70

6.1.1	模型	70
6.1.2	应用模型的作用	71
6.1.3	应用模型分类	72
6.2	模型建立方法	78
6.2.1	模型化一般方法	78
6.2.2	逻辑原理	78
6.2.3	数据统计方法	81
6.2.4	空间分析函数	86
6.2.5	应用模型重用	87
	习题	91
第 7 章	应用型 GIS 输入与输出设计	92
7.1	应用型 GIS 输入设计	92
7.1.1	输入设计的原则	92
7.1.2	输入设计的内容	92
7.1.3	数据记录格式设计	94
7.1.4	输入数据的校验方法	95
7.2	应用型 GIS 输出设计	97
7.2.1	输出设计的基本要求	97
7.2.2	输出设计的内容	97
7.2.3	图形输出设计	97
7.2.4	表格输出设计	98
	习题	99
第 8 章	应用型 GIS 实施	100
8.1	系统实施阶段的任务	100
8.2	程序编制方法	101
8.2.1	编程方法	101
8.2.2	编程技巧	105
8.3	系统评价	106
8.3.1	软件功能评价	106
8.3.2	系统总体功能评价	110
8.4	系统实验	110
8.4.1	实验目的	111
8.4.2	系统实验主要过程	111
	习题	112
第 9 章	应用型 GIS 管理与维护	113
9.1	应用型地理信息系统管理	113
9.1.1	质量管理	113
9.1.2	项目管理	114

9.2	应用型地理信息系统维护	116
9.2.1	维护的内容	116
9.2.2	维护的类型	116
9.2.3	系统维护的管理	117
	习题	117
第 10 章	应用型 GIS 设计实例	118
10.1	供水管网信息管理系统	118
10.1.1	系统分析	118
10.1.2	系统总体设计	118
10.1.3	功能设计	121
10.1.4	数据库详细设计	122
10.1.5	应用模型分析	127
10.1.6	输入、输出设计	127
10.2	电力网络地理信息系统	128
10.2.1	系统分析	128
10.2.2	系统总体设计	128
10.2.3	功能设计	130
10.2.4	数据库详细设计	132
10.2.5	应用模型分析	147
10.2.6	输入、输出设计	147
10.3	土地管理信息系统	148
10.3.1	系统分析	148
10.3.2	系统总体设计	148
10.3.3	功能设计	150
10.3.4	数据库详细设计	156
10.3.5	应用模型分析	163
10.3.6	输入、输出设计	163
	习题	163
第 11 章	应用型 GIS 应用示范	164
11.1	系统建库和图形管理	164
11.1.1	初始数据采集与系统建库	164
11.1.2	变更数据采集与建库	165
11.1.3	初始建库操作	165
11.1.4	常用图形编辑	168
11.1.5	解析编辑	171
11.1.6	属性编辑	173
11.1.7	标签编辑	174
11.2	地籍管理流程	174

11.2.1	初始（设定）登记	176
11.2.2	变更登记	190
11.2.3	抵押登记	191
11.2.4	出租登记	193
11.2.5	他项权利登记	194
11.2.6	注销登记	195
11.2.7	查封登记	195
11.3	地籍信息查询	196
11.3.1	流程查询	196
11.3.2	图数互查	197
11.3.3	历史查询	204
11.3.4	宗地三维飞行预示	205
11.4	地籍信息统计	206
11.4.1	日常统计	207
11.4.2	台账统计	209
11.5	地籍数据输出	211
11.5.1	宗地图的输出	211
11.5.2	标准图幅的输出	212
11.5.3	自定义图幅的输出	213
11.5.4	分类面积表的输出	214
11.5.5	国土证的输出	214
11.5.6	他项权利证的输出	215
11.5.7	街坊宗地面积的输出	215
11.6	系统日常维护	216
11.6.1	工作流程维护	216
11.6.2	图、表、卡模板维护	217
11.6.3	数据维护	218
	习题	219
	参考文献	220

第1章 概 论

人类在 21 世纪将全面进入信息时代，有关地球科学问题的研究需要以信息科学为基础，并以现代信息技术为手段，地理信息系统是与人类生存、发展、进步密切相关的一门信息科学与技术，是地球空间信息科学的重要组成部分，是信息产业的重要支柱，它被广泛应用于国民经济的许多部门，如城市规划设计、资源环境管理、生态环境监测与保护、地质勘探测量、城市管网配电网、灾害监测防治等领域，越来越受到人们的重视，各国已经制定了不少耗资巨大的地理信息系统研制计划，随着工具型地理信息系统软件不断成熟，人们开始把目光转向应用型地理信息系统的设计与开发。

1.1 地理信息系统基本概念

1.1.1 信息

信息是近代科学的一个专门术语，已广泛应用于社会各个领域，信息概念已渗入到信息论、控制论、生物学、管理科学等许多领域。关于信息有各种不同的定义，狭义信息论将信息定义为“两次不定性之差”，即指人们获得信息前后对事物认识的差别。广义信息论认为：信息是主体与外部客体之间相互联系的一种形式，是主体和客体之间的一切有用的消息和知识，是表征事物特征的一种普遍形式。在信息系统中，信息是向人们或机器提供关于现实世界各种事实的知识，是经过加工后的数据，是数据、消息中所包含的意义，它不随载体的物理设备形式的改变而改变。

1.1.2 地理信息

地理信息是指空间地理分布的有关信息，它表示地表物体和环境固有的数量、质量、分布特征、联系和规律的数字、文字、图形、图像等的总称。

地理信息属于空间信息。它与一般信息的区别在于它具有区域性、多维性和动态性。区域性是指地理信息的定位特征，且这种定位特征是通过公共的地理基础来体现的。例如，用经纬网或公里网坐标来识别空间位置，并指定特定的区域。多维性是指在二维空间的基础上实现多个专题第三维结构。例如，在一个地面点上，可取得高程、污染、交通等多种信息。动态性是指地理信息的动态变化特征，即时序特征，从而使地理信息能够以时间尺度划分成不同时间段的信息。这就要求及时采集和更新地理信息，并根据多时相数据和信息来寻找时间分布规律，进而对未来作出预测和预报。

1.1.3 信息系统

信息系统是具有采集、处理、管理和分析功能的系统，它能为企业部门或组织的决策过程提供有用信息，在信息社会中，我们所说的信息系统大部分都由计算机系统支持，信息系统不只是单纯的计算机系统而是辅助企业管理的人机系统。随着计算技术的发展，不同领

域的各种信息系统相继出现,如图书情报信息系统、商业服务管理系统、财务管理信息系统、学籍管理信息系统等。

1.1.4 地理信息系统

地理信息系统 (Geographic Information System, 简称 GIS) 这一术语是 1963 年由 Roger F.Tomlinson 提出的,20 世纪 80 年代开始走向成熟,但对 GIS 没有统一的定义。不同的研究方向,不同的应用领域,不同的 GIS 专家,对它的理解是不一样的。有人认为 GIS 是以计算机为工具,具有地理图形和空间定位功能的空间型数据管理系统。有人认为 GIS 是在计算机硬件和软件支持下,运用系统工程和信息科学理论,科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据,以提供对规划、管理、决策和研究所需信息的空间信息系统。中国地质大学吴信才教授认为 GIS 是处理地理数据的输入、输出、管理、查询、分析和辅助决策的计算机系统。虽然这些定义不同,但基本内容大同小异,仔细分析一下,所有定义都是从三方面考虑的。① GIS 使用的工具:计算机软、硬件系统;② GIS 研究对象:空间物体的地理分布数据及属性;③ GIS 数据建立过程:采集、存储、管理、处理、检索、分析和显示。地理信息系统的主要特征是存储、管理、分析与位置有关的信息。因此也可以这样定义:GIS 是在计算机软、硬件支持下,采集、存储、管理、处理、检索、分析和显示空间物体的地理分布数据及与之相关的属性,并以回答用户问题等为主要任务的技术系统。

1.2 地理信息系统的类型

地理信息系统按内容、功能和作用可分为两类:工具型地理信息系统和应用型地理信息系统。

1.2.1 工具型地理信息系统

工具型地理信息系统也称地理信息系统开发平台或外壳,它是具有地理信息系统基本功能,供其他系统调用或用户进行二次开发的操作平台。

地理信息系统是一个复杂庞大的空间管理信息系统。用地理信息系统技术解决实际问题时,有大量软件开发任务,如各用户重复开发对人力、财力是很大的浪费。工具型地理信息系统为地理信息系统的使用者提供一种技术支持,使用户能借助地理信息系统工具中的功能直接完成应用任务,或者利用工具型地理信息系统加上专题模型完成应用任务。目前国外已有很多商品化的工具型地理信息系统,如 ARC/INFO,GENAMAP,MAPINFO,MGE 等。国内近几年正在迅速开发工具型地理信息系统,并取得了很大的成绩,已开发出 MAPGIS,Geostar,Citystar 等。

1.2.2 应用型地理信息系统

应用型地理信息系统是根据用户的需求和应用目的而设计的一种解决一类或多类实际应用问题的地理信息系统,除了具有地理信息系统基本功能外,还具有解决地理空间实体及空间信息的分布规律、分布特性及相互依赖关系的应用模型和方法。它可以在比较成熟的工具型地理信息系统基础上进行二次开发完成,工具型地理信息系统是建立应用型地理信息系统的一条捷径;应用型地理信息系统也可以是为某专业部门专门设计研制的,此系统针对性

明确，专业性强，系统开销小。应用型地理信息系统按研究对象性质和内容又可分为专题地理信息系统和区域地理信息系统。

1. 专题地理信息系统 (Thematic GIS)

专题地理信息系统是具有有限目标和专业特点的地理信息系统，为特定专门目的服务。如水资源管理信息系统、矿产资源信息系统、农作物估产信息系统、水土流失信息系统和中地公司研制的地籍管理地理信息系统、土地利用信息系统、环境保护和监测系统、城市管网系统、通信网络管理系统、配电网管理系统、城市规划系统、供水管网系统等都属于应用型地理信息系统。

2. 区域地理信息系统 (Regional GIS)

区域地理信息系统主要以区域综合研究和全面信息服务为目标。可以有不同的规模，如国家级、地区或省级、市级和县级等为各不同级别行政区服务的区域信息系统，也可以有以自然分区或流域为单位的区域信息系统。如加拿大国家地理信息系统、日本国土信息系统等面向全国，属于国家级的系统；黄河流域地理信息系统、黄土高原重点产沙区信息系统等面向一个地区或一个流域，属于区域级的系统；北京水土流失信息系统、铜山县土地管理信息系统等面向地方，属于地方一级的系统。

1.2.3 大众地理信息系统

大众地理信息系统既不同于工具型地理信息系统，也不同于应用型地理信息系统，它是一种面向大众、不涉及具体专业的信息系统，使用者只需要有一般的计算机常识就可以了。例如：为了普及和加强国民的环境意识而开发出的环境教育信息系统就属于这种类型，它既不要求受教育对象有专业的环境知识，也不要求有专业的计算机知识，只需熟悉一般的计算机操作即可。

1.3 地理信息系统应用

1.3.1 地理信息系统应用特点

1. GIS 应用领域不断扩大

地理信息系统已在许多领域得到广泛应用，目前应用领域已发展到 60 多个。主要应用领域涉及地质、地理、测绘、石油、煤炭、冶金、土地、城建、建材、旅游、交通、铁路、水利、农业、林业、环保、教育、文化、军事等。

2. GIS 应用研究不断深入

GIS 早期应用强调制图和空间数据库管理，这些应用逐渐地发展为强调制图现象间相互关系的模拟，大多数应用都包括了制图模拟，如地图再分类、叠加和简单缓冲区的建立等。新的应用集中体现在空间模拟上，即利用空间统计和先进的分析算子进行应用模型的分析 and 模拟。

3. GIS 应用社会化

由于重视对 GIS 人才的培养，GIS 的用户数量每年以 2~6 倍的速度增长，呈现社会化应用趋向，成为人们科研、生产、生活、学习和工作中不可缺少的工具和手段。

4. GIS 应用全球化

继美国之后，日、英、德、澳等国以及亚洲、非洲的许多国家相继宣布了自己在信息领域的发展规划和蓝图，地理信息系统技术的应用正席卷全球，在美国、西欧和日本等发达国家，已建立了国家级、洲际之间以及各种专题性的 GIS，GIS 应用国际化、全球化已成为一种趋势。

5. GIS 应用环境网络化、集成化

在地理信息系统中，有很多基础数据，它们是社会共享资源，如基础地形库，人口、资源库，经济数据库。因此，必须建立国家及省、市地区级基础数据库。在发达国家，常由政府投资建立实用基础数据库，由应用部门投资建立专业数据库。用户可通过网络及时地获取正确的基础数据。在中国已建立了 1:1 000 000 国家基础空间数据库，1:250 000 地形数据库，显然网络化能提高这些数据的利用率，这是发展的必然趋向。

此外，由于各行各业中信息数量的日益增长，信息种类及其表达的多样化，各种集成环境对地理信息系统的推广应用十分重要，如 3S 集成系统等。

6. GIS 应用模型多样化

GIS 在专业领域中的应用，需开发本专业模型，随着专业的不断发展，GIS 应用模型越来越多，既有定量模型，又有定性模型，既有结构化模型，又有非结构化模型。GIS 在专业中的应用能否成功与模型开发的成败息息相关。

1.3.2 地理信息系统应用领域

地理信息系统又名空间信息系统，因此，与空间位置有关的领域都是地理信息系统的重要应用领域。

GIS 应用和环境评价和监测系统方面，主要用于环境影响评价、污染评价、灌溉适宜性评价、灾害监测（森林火灾、洪水灾情、救灾抢险等）、生态系统的研究、生物圈遗迹管理、自然资源管理等。

GIS 在土地和资源评价管理方面，广泛应用于土地管理、水资源清查、矿产资源评价（矿产预测、矿产评价、工程地质、地质灾害）中。

GIS 在市政工程建设方面，应用于公共供应网络（电、气、水、废水）、电信网络、交通领域、区域和城市规划、道路工程中。

GIS 可为政府和企业提供极为有力的管理、规划和决策工具。它可用于企业生产经营管理、税收、地籍管理、宏观规划、开发评价管理、交通工程、公共设施使用、道路维护、市区设计、公共卫生管理、经济发展、赈灾服务等。

由于 GIS 强有力的数据管理、处理、显示和制图功能，测绘制图部门可利用 GIS 技术实现计算机制图设计、数据存储、编辑加工及自动化生产，采用 GIS 技术便于地图修改、更新，缩短成图周期，大大提高劳动部门生产率。

一个新的趋势是将具体的模型与 GIS 方法结合起来用于规划管理，如噪声分析、环境污染、公共供应网络模型、旅游规划模型、航空、生态生物学模型等。

1.4 应用型地理信息系统设计的内容与过程

1.4.1 应用型 GIS 设计内容

应用型地理信息系统设计的主要内容如下。

1. 系统总体设计

系统总体设计包括系统目标和任务、模块子系统设计、计算机系统选择、软件设计、代码设计及界面设计等。

2. 数据库详细设计

数据库详细设计包括概念设计、逻辑设计、物理设计和数据模型选择等。

3. 系统功能设计

系统功能设计包括总体模块功能设计、属性数据库管理系统结构与功能设计、图形数据库管理系统结构与功能设计。

4. 应用模型和方法设计

应用模型和方法设计包括常用应用模型设计、方法设计等。

5. 输入、输出设计

1.4.2 应用型地理信息系统开发和实现的阶段及过程

应用型地理信息系统的建立过程是一项耗费大量人力、物力、财力和时间的系统工程。为了使系统开发达到预期目标，就必须针对组织、机构管理和计算机信息系统的特点，根据软件工程思想，采用科学的开发步骤和技术，对系统建立的全过程进行控制与协调，应用型地理信息系统开发和实现的阶段及过程如表 1-1 所示。

表 1-1 应用型 GIS 开发阶段及过程

阶段	内 容	用 户	管 理 人 员	开 发 人 员
系 统 分 析	需求分析	1.提出所要解决的问题 2.指出所需要的信息 3.详细介绍现行系统 4.提供各种资料和数据	1.批准开始研究 2.组织开发队伍 3.进行必要培训	1.吸取用户要求 2.回答用户的问题 3.详细调查现行系统 4.搜集资料和数据 5.总结和分析
	可行性研究	1.评价现行系统 2.协助提出各种方案 3.选择最适宜的方案	1.审查可行性报告 2.决定是否开发	1.提出多种备选方案 2.与用户一起讨论各方案的优劣 3.开发的费用估计和时间估计
系 统 设 计	总体设计	1.讨论子系统模块的合理性并提出看法 2.对设备选择发表看法	1.鼓励用户参加系统设计 2.要求开发人员多听用户意见	1.说明系统目标和功能 2.子系统和模块划分 3.计算机系统选择
	详细设计	1.讨论设计和用户界面的合理性 2.提出修改意见	1.听取用户有关系统界面的反映 2.批准转入系统实施	1.软件设计 2.代码设计 3.功能设计 4.数据库设计 5.用户界面设计 6.输入、输出设计

续表

阶段	内 容	用 户	管 理 人 员	开 发 人 员
系 统 实 施	编程	随时准备回答一些具体的业务问题	监督编程进度	分头进行编程和调试
	调试	1.评价系统的总调 2.检查用户界面的良好性	1.监督调试的进度 2.协调用户与开发人员的不同意见	1.模块调试 2.分调(子系统调试) 3.总调(系统调试)
	培训	接受培训	1.组织培训 2.批准系统转换	1.编写用户手册 2.进行培训
运 行 维 护	运行和维护	1.按系统的要求定期输入数据 2.使用系统的输出 3.提出修改和扩充意见	1.监督用户严格执行操作规程 2.批准适应性和完善性维护 3.准备对系统全面评价	1.按系统要求进行数据处理工作 2.积极稳妥地进行维护
	系统评价	参加系统评价	组织系统评价	1.参加系统评价 2.总结经验教训

习 题

1. 地理信息系统包括哪几种类型? 各有何特点?
2. 地理信息系统主要应用于哪些领域?
3. 简述地理信息系统设计的主要内容和过程。

第2章 应用型GIS系统分析

系统分析的基本思想是从系统观点出发,通过对事物进行分析和综合,找出各种可行的方案,为系统设计提供依据。它的任务是对系统用户进行调查研究,对选定的对象进行需求分析和可行性分析,在明确系统目标基础上,开展对新系统的深入调查研究和分析,最后提出新系统的结构方案。系统分析是使设计达到合理、优化的重要步骤,这个阶段工作深入与否,直接影响到将来新系统的设计质量,因此必须给予高度重视。

2.1 需求分析

系统需求分析是在对用户进行深入细致的调查基础上进行的,它是应用型地理信息系统设计的基础,是通过与系统潜在用户进行书面或口头交流,将收集的信息根据系统软件设计的要求归纳整理后,得到对系统概略的描述和可行性分析的论证文件。全面深入地了解掌握用户需求是进行优良的系统设计的关键,也是系统生命力的保证,需求分析使GIS开发者可以明确地了解用户对GIS内容和行为的期望和需求。

需求分析的过程实际上是一个继承与发展的过程。“继承”首先要求全面调查、了解目前组织机构内的常规工作,理解其间的运作及关键性步骤。继承的过程是一个学习和认识的过程,它以对各类数据内容和行为进行调查的方式为主。“发展”则是基于对现有的数据和机构组织理解的基础之上,用新的观点和GIS的技术来更有效地完成同样的日常任务。有时这种发展的过程只是简单地提高工作效率,而有时可能是天翻地覆的变化,甚至会引起整个机构全面改革,所以发展是一个改革和创新过程,该过程以分析和创造为主。

2.1.1 现状调查

现状调查主要是调查各级、各方用户对应用型地理信息系统的总体功能要求及对各子系统的具体要求,然后由此来确定系统的基本服务对象和内容,划定系统的边界,建立系统的概念模型,选择合适的软、硬件配置。在分析用户需求时,应当同时兼顾目前和将来,以便使系统结构趋向合理,易于扩充和转换,使系统功能保持最佳状态。根据国内外的经验与教训,用户调查工作一定要走在系统设计最前面。

现状调查的目的是学习、了解机构内现有的运作,通常可以采用以下方式:① 面谈;② 电话访谈;③ 参观;④ 问卷;⑤ 索取有关的资料并加以学习和理解;⑥ GIS 专题报告等。这6种方式经常被结合起来一起使用。一般来说,应该以参观和面谈开始,参观不仅可以对机构的组织和运作得到感性的体会,还可以找到较适当的接洽人以便各种后续工作的开展。在参观一个机构之前,GIS专家应该准备出一套表格和备忘录,以便在参观过程中一一了解。参观的目的是为了对一个机构的总体情况作一个粗略但全面的调查,然后可以根据参观的结果和所取得的材料制定下一步应采取的方案。详细的问卷调查方式和面谈方式又常常是更详细地了解具体情况的好办法,这两种方式均要求GIS专家将参观、了解到的各种信息分门别类地加以组织,然后确定新的具体问题,由机构内的各类有关人员作出详细回答。

这种问题的提出常常需要有经验的 GIS 专家来确定，问题提出的质量直接关系到信息获得的质量。

面谈和电话访谈又要求 GIS 专业人员有很好的人际交流水平。在西方国家里，有人际交流水平的专业人员是一种财富，具有很高的价值，所以 GIS 专业人员不仅要在技术上保持优势，也应该在各种人际交往技巧上加以训练。只有这样，才能在工作上做到左右逢源、游刃有余。

索取资料是可以多次使用的一种方式，它可以贯穿在整个需求分析过程中，参观、访谈之后均可能会或多或少地索取相应的文件和资料。

以上 5 种方式均是 GIS 专业人员向 GIS 数据库的需求机构了解和获取信息的途径。第 6 种 GIS 专题报告则是由 GIS 专业人员输出信息。这一步通常是极为必要的，尤其是在对大型数据库建设过程中要求有多个部门参加的机构。通过报告，GIS 专业人员可以将 GIS 的基本知识、各种功能、优点介绍给用户，使他们对 GIS 有一个清楚的了解。该步骤通常应发生在面谈和问卷以前，参观之后。GIS 专业人员可以在报告过程中使用各种报告讲演技术，也可以展示以往成功的系统，以给用户更感性的认识，在报告过程中应鼓励用户提出各种问题，并以通俗的语言回答，同时报告会的参加人数不应太多，以便确保效果。

现状调查一般包括以下几个方面。

1. 用户情况调查

(1) 用户类型

应用型地理信息系统是面向用户的，有其特定的目的，应用情况不同，对 GIS 有不同的要求。按用户的专业可作如下分类。

① 具有明确而固定任务的用户。这类用户希望用 GIS 来实现现有工作业务的现代化，改善数据采集、分析、表示方法及过程，并用以对工作领域的前景进行评估，以及对现有技术方法更新改造等。这类用户是一些典型的测量调查和制图部门。他们已投入大量资金来开发应用软件，一旦开始就不会改变。这类用户对 GIS 软件公司有很大吸引力，并形成了特殊的用户集团。他们所要解决的问题确定无疑，而且可以解决。

② 部分工作任务明确、固定，且有大量业务有待开拓与发展，因而需要建立 GIS 来开拓他们的工作。这类用户的信息需求和对 GIS 的要求只能是部分已知。这类用户是以行政或生产管理部门为主，也包括进行系列专题调查的单位，例如全国性的土壤调查、森林调查、水资源调查等单位，以及进行特殊项目调查和研究工作的单位。这些单位或部门是 GIS 的潜在用户，因为他们很想把空间数据组织在一起，形成统一的系统，供各职能机构使用。其中一些用户的基本要求是建立大型地理信息系统，该系统除供本部门使用外还能供第一类用户使用。但数据标准问题、数据结构和精度等问题却很难解决，各部门的侧重点不同，数据形式不同，业务处理流程不同，对系统功能的要求也各异。另外，计算机公司通常不打算把大量资金投放到建立销售量较小的应用型 GIS 上去，除非买方付给巨额经费去建立特殊的系统。再者，由计算机专业人员独立完成的行业应用系统也往往是闭门完成，难以实用。可行的办法是应用部门聘用自己的软件人员或与 GIS 开发者合作，对通用的 GIS 进行二次开发与改造。

③ 用户的工作任务不确定。各项工作的不同要求，导致对信息的需求是未知的或是可变的。一般情况下，高等院校和科研机关多属这种情况。他们将地理信息系统作为科学研究工具，或者是为了开发新的地理信息系统技术等。这类用户所需要的 GIS 差别较大，有的

希望有功能全面的 GIS 来从事各种科研工作,有的则希望在功能一般的 GIS 基础上开发和研制成多功能的应用型 GIS。

综上所述,可将目前国内地理信息系统领域主要涉及的部门或行业、人员大致分为 3 类,即:

——基层生产管理部门,用于对资源与环境信息和社会经济统计信息的存储管理和规划决策;

——地学科研人员,用于对资源与环境信息进行系统综合分析和模拟实验,以发现自然规律,特别是空间规律;

——地理信息系统科研和教学部门,用于 GIS 的理论和方法研究以及教学实践活动等。

(2) 用户范围及其应用期限

用户所需要的 GIS 类型很大程度上取决于 GIS 应用的工作性质、工作领域。人们在设计应用型地理信息系统时,必须严肃认真地考虑建立 GIS 的应用范围和它的应用期限。

全国性地理信息系统需致力于陈旧数据的更新、严格控制数据采集的格式和精度、数据处理标准化等。全国性的地理信息系统有两种不同的情况,一种是国土面积不大的国家,在建立全国性系统时,可按区域性要求甚至按各行业部门的要求,建立国家级系统,该系统处理全国的业务。另一种是国土面积较大的国家(如中国),全国性系统并不意味着整个国家只有一个地理信息系统,而是按基本相同的系统组织和结构,以及绝对一致的数据格式和精度,建立多个系统,分片处理相同的业务。全国性的地理信息系统还有一种解释,即以分级结构的形式建立包罗万象的系统,从中央系统到各级地方系统,数据的详细程度不断增加,无论中央系统还是地方系统都处理各种业务。

只用于短期项目的系统,应具有数据采集、数据输入、数据分析处理及信息输出的特点和能力,但不要求包括大而复杂的数据库管理与维护方面的功能。用于长期项目的系统,一般包括大型数据库,就目前的技术条件来讲未必能在任何时候对数据库的任何部分进行访问,也许将来使用新的存储介质和存储方法后能解决这一问题。在问题没有解决之前,只要要求 GIS 能按一定的精度方便地处理整个调查区域内的各类数据。当长期使用项目的系统用于特殊项目时,不应改变长期使用目标,而应在此基础上按特殊项目的要求发展专用软件。应着重强调的是,开发新的应用软件对任何一个 GIS 来说是必不可少的。

具有长期应用目标的地理信息系统,还会遇到硬件和软件更新的问题。硬件设备(包括计算机本身)从新型号推出算起,大约能维持 5 年的优势之后,更先进的硬件设备又将问世,原设备不仅在技术上显得落后,而且工作效率也开始降低。计算机软件的发展更是快得惊人,虽然软件发展的明显趋势是改善编程系统,并使计算机软件很容易地从一台计算机传送到其他机器上,但目前计算机软件市场上的大多数软件包是针对某一特定机型和它的操作系统设计的,或是根据特定的应用目的而设计的,使正在筹建 GIS 的用户,稍有不慎就可能造成经济损失。每一地理信息系统都有本身的软件控制的数据结构,如果软件改变,数据结构也不得不改变。对全国性资源清查来说,这个问题引起的数据转换工作量是很大的,而这种转换又必不可少,没有人乐意将好不容易收集起来的数据置之不用而去重新采集。

(3) 用户研究领域

此项调查重点是了解用户的研究领域状况,用户研究的方向和深度,用户希望 GIS 解决哪些实际应用问题,以确定系统设计的目的、应用范围和应用深度,为以后总体设计中系统的功能设计和应用模型设计提供科学、合理的依据。例如,如果用户对象是政府领导层或