

城市地理信息系统软件工具及其应用

阎守邕 王世新 肖春生 董小民 武晓波

(中国科学院遥感应用研究所)

1992年11月7日收稿

摘 要

本文首先在分析城市地理信息系统(UGIS)应用任务、专业内容和技术要求的基础上,提出了我国UGIS的研究内容及其软件发展的工具模式;接着,以GRAMS软件为例,论述了UGIS软件工具的总体结构、主要功能和技术特点;最后,还结合一些具体的应用系统,如中国城市信息系统、城市水资源信息系统以及城市环境信息系统等,介绍了UGIS软件工具的不同使用方式以及给人们带来的实际好处。

关键词 城市 地理信息系统 软件工具

目前我国已有近500个大小不等的城市。它们分别是全国及各级地区的政治、经济、文化、教育和科研的中心,在整个国家社会经济和历史发展中,占据十分重要的地位,起着特别关键的作用。城市作为一个规模庞大、结构复杂、功能综合、因素众多、具有高度自适应性和强大组织能力的主动式、开放型生态系统^[1],不仅人口密集,各种资源消耗量大、经济发展迅速,环境状况变化显著,而且这些因素之间的相互关系紧密、相互作用速度快、强度大且局部的变化往往会波及整个城市,特别是在扩大改革开放的形势下,城市发展的步伐明显加快、与外界的联系不断拓宽,经常会有一些新的情况和问题出现,需要及时和准确地加以处理和解决。这样,城市现代化管理及其水平不断提高的问题,就更加尖锐和紧迫地提到日程上来了。根据国内外的大量经验表明:城市现代化管理急需城市地理信息系统(UGIS)的支持。一方面以地图为基础的UGIS为城市管理现代化提供了一种先进的高新技术手段,使之水平和效率不断提高;另一方面这种要求也为UGIS的技术发展、作用发挥以及效益显示,创造了明显优于其它地方的条件和机会。因而,UGIS一直是GIS领域中发展较早较快,应用较广较成熟的一个分支。

对于UGIS的建立、应用和完善而言,要经历一个由客观世界到观念世界,由观念世界到信息世界以及由信息世界返回客观世界的不断循环、螺旋式上升的过程,如图1所示^[1]。

因此,UGIS的开发内容与过程主要包括:

- (1) 通过对城市实体、关系和过程的深入调查研究,建立UGIS的概念模型;
- (2) 根据上述概念模型,利用UGIS软件工具(UGIST)或专门开发的软件,在计算机环境里建立UGIS;

1) 阎守邕、任伏虎,地理信息系统的研究内容与发展方向,地理信息系统软件开发的技术与方法,中国区域科学协会地理信息系统专业委员会,第1—22页,1992年7月。

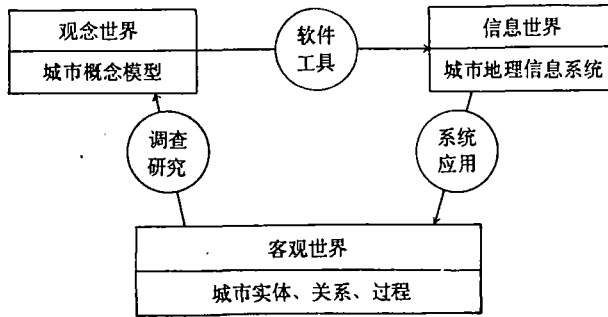


图 1 UGIS 开发的内容与过程

Fig. 1 Contents and Process of UGIS Development

(3) 利用 UGIS 对城市进行规划管理,并在此过程中不断考验和改进 UGIS。

这些内容与过程对 UGIS 而言,无疑都是缺一不可,十分重要的。然而,为了更有效地在我国发展和应用 UGIS,当前的工作重点应放在那里? 作者认为:从我国的实际情况出发,紧紧抓住其中 UGIST 的开发和应用是解决问题的关键所在,同时也是本文选题的主要原因。本文将从 UGIST 的需求分析、构成特点以及工具应用这 3 方面对此作进一步的论述。

一、需求分析

为了说明在我国尽快发展 UGIST 的重要性,本节将从 UGIS 的应用任务、技术内容和软件考虑这 3 个方面展开。

1. 应用任务

根据我国城市规划和管理工作的需要以及有关文件的规定,我们可以概括地把 UGIS 的应用任务、专业内容和技术要求在表 1 中列出。它们是发展 UGIS 及其软件工具的出发点和最终检验标准。

2. 技术内容

我们可以把表 1 中 UGIS 的应用任务、内容和要求,采用更为专业化的方式表达,如图 2 所示。图中包括了不同层次和类型的 UGIS、关键技术以及理论方法研究等内容,同时还给出了它们之间的相互关系。不难看出:UGIS 涉及的技术内容是十分广泛和复杂的,需要多方面专业和技术人员的密切配合,通力协作才能取得令人满意的成效。

3. 软件考虑

由上述表 1 和图 2 看出:UGIS 是一个多层次和多类型的 GIS 集合体。它们密切和城市环境及各种人类活动相联系,具有明显的实用价值和巨大的社会效益。然而,这些系统的建立和使用,除要求人们对城市实体、关系和过程有深入细致的调查研究,建

立起相应的 UGIS 概念模型而外, 还需要有适当的计算机软硬件支持。随着计算机软硬件性能的不断价格和价格的不断降低, 软件问题就显得越来越突出和重要了。

表 1 UGIS 的应用任务、内容和要求^{[1-4][1]}

Table 1 Applied tasks, Contents and Requirements of UGIS

应用任务		内容要求	专业内容	技术要求	备注
规	城市群体		1. 城市综合评价与分类 2. 城市群体时空变化规律 3. 城市体系发展规划	地图比例尺: 1:400 万—1:1200 万 全国范围, 统计型 GIS	微机
	城市区域		1. 区域分区评价及城市规模性质定义 2. 产业结构调整及生产力布局 3. 人口、资源、经济和环境综合协调发展	地图比例尺: 1:5 万—1:20 万 市管县范围, 空间型 GIS, 规划动态调整	
划	市区		总体规划: 城市各项发展建设的综合布置方案	地图比例尺: 1:5000—1:10000 规划区范围, 空间型 GIS, 规划动态调整	微机+工作站
			详细规划: 根据总体规划对城市近期建设项目作出具体布局规划。为城市各项工程设计依据。其中大多是居住区的详细规划。	地图比例尺: 1:500—1:1000 近期建设区范围, 空间型 GIS, 规划动态调整	
管	规划		用地管理: 用地申请、审批划拨、发放用地许可证, 查检处理违章事件	地图比例尺: 1:500—1:2000 规划区范围, 更新周期: 每月—每季, 空间型 GIS	微机+工作站+网络
	管理		建设管理: 建设申请、审查批准、发放建设许可证, 查检处理违章事件		
理	事务管理		为保证城市正常运行和维护而进行的各项日常事务管理工作, 包括户籍、房地产、能源、供应、交通、公用设施、环保、防灾、税收等	地图比例尺: 1:500—1:25000 市区范围, 更新周期: 实时—每月, 空间型 GIS	
科	专业理论		1. 城市体系及城市化研究 2. 城市分析管理模型研究		
	技术方法		1. UGIS 设计原理与方法 2. UGIS 软件开发技术 3. 城市遥感及其它数据获取、分析、制图技术 4. 我国 UGIS 发展战略研究		

1) 任伏虎等, 中国城市空间信息系统, 地理信息系统软件开发的技术与方法, 中国区域科学协会地理信息系统专业委员会, 第 151—155 页, 1992 年 7 月。

回顾国外 GIS 发展的历史和我们自己的切身体验, UGIS 软件问题的解决经历了两个不同的阶段, 或者说存在两种不同的发展模式, 即一对一的专用模式和一对多的通用

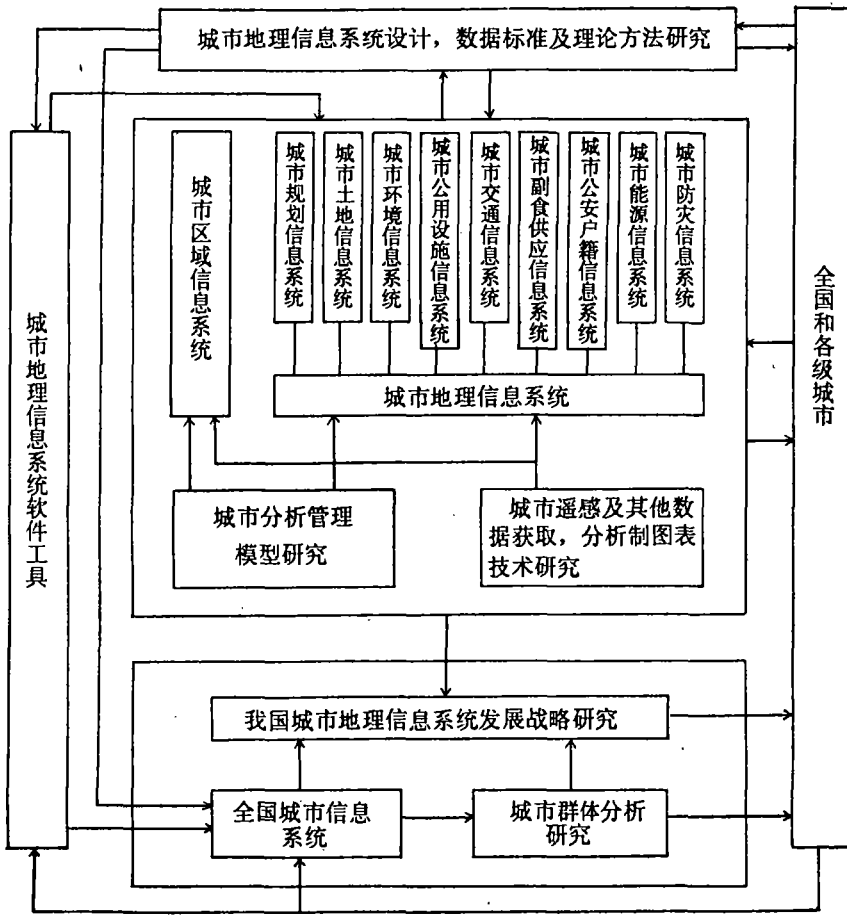


图 2 UGIS 的系统构成、关键技术和研究内容

Fig. 2 System Structure, Key Techniques and Research Contents of UGIS

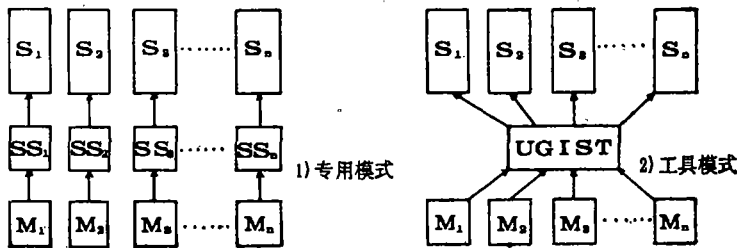


图 3 UGIS 软件发展模式

Fig. 3 Development Models of UGIS Software Systems

S——城市信息系统; SS——软件系统; M——系统概念模型。

或工具模式,如图 3 所示。图中 $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ 代表着不同层次和类型的 UGIS 系

式中,各系统均可充分利用 UGIST 提供的软件工具模块,使自己软件的开发量降到最低限度。这两种模式的比较在表 2 中给出。

表 2 UGIS 软件开发方式的比较

Table 2 Comparison between the Software Development Models of UGIS

比较项目 \ 开发模式	专用模式	工具模式
软件开发重复量	很大	很小
软件通用性	一对一, 差	一对多, 好
系统开发重点	整个系统, 共性个性兼顾, 重点不突出	应用模型, 着眼个性, 重点突出
系统开发周期	长	短
产出/投入比	一般	很高
软件商品化	困难	容易
流行时期	80 年代以前	80 年代及以后

从表 2 的比较看, UGIS 软件开发采用工具模式具有很多优点, 是一种多快好省的办法。

二、构成特点

UGIS 软件工具是在充分考虑了上述各级各类 UGIS 系统的应用任务、专业内容和技术要求, 并综合了其它应用领域的要求以及国内外已有 GIS 软件工具特点的基础上研制而成。它以各种系统的共性部分为主, 但也考虑了个性部分的需要, 研制了用户模型和界面生成的通用接口¹⁾。因此, 这种工具应用面十分广泛, 效果亦很明显。本文将作者研制的 GIS 软件工具——地学和遥感应用管理系统 (GRAMS) 为例, 具体来论述其构成与特点。

1. 总体结构

目前, 我们正在逐步研制和推出适用于不同档次机器和网络的 GRAMS 版本 GRAMS 作为 UGIS 的软件工具使用, 它的总体结构如图 4 所示。整个系统由 9 个主要模块组成, 各模块之间的箭头代表了数据流的方向, 无箭头的连线反映了控制信息的走向。不同模块的组合, 可以完成不同性质和内容的任务, 十分灵活方便。

1) 阎守邕、任伏虎, 地理信息系统的研究内容与发展方向, 地理信息系统软件开发的技术与方法, 中国区域科学协会地理信息系统专业委员会, 第 1—22 页, 1992 年 7 月。

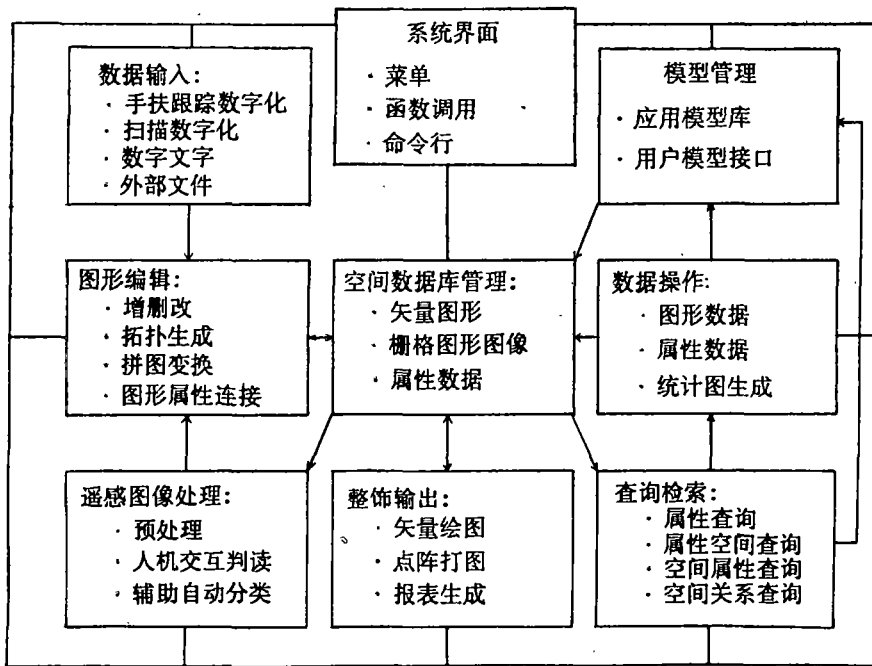


图 4 GRAMS 的软件结构

Fig. 4 Software Structure of GRAMS

2. 主要功能¹⁾

作为 UGIS 软件工具使用的 GRAMS，其主要功能如下：

(1) 数据输入：保证用户数据能有效地进入系统，主要包括图形手扶跟踪和扫描数字化、数字文字键入以及外部文件输入等；

(2) 图形编辑：保证图形数据完整无误地进入系统中的空间数据库，包括对各模块产生的图形数据的增删改、拓扑生成、拼接分幅、图形属性数据连接等；

(3) 遥感图像处理：使遥感数据成为 UGIS 的一个重要数据来源和更新手段，包括对遥感图像数据的几何改正、像图配准、人机交互判读以及辅助自动分类等；

(4) 查询检索：通过多种途径使用户及其它处理模块能灵活方便地获得它们所需的数据。查询方法包括属性查询、属性空间查询、空间属性查询以及空间关系查询等；

(5) 数据操作：对系统中的属性数据、图形数据分别或同时进行各种操作，如图形量算、图形迭加、缓冲区生成、DTM 以及统计图表生成等；

(6) 模型管理：一方面系统提供常用模型的模型库供用户使用；另一方面提供用户模型接口，使用户能充分利用他们自己的已有成果和 GRAMS 功能，完成各种分析评价、规划管理任务；

1) 阎守岱等, 地学和遥感应用管理系统的构成与特点, 地理信息系统软件开发的技术与方法, 中国区域科学协会地理信息系统专业委员会, 第 97—99 页, 1992 年 7 月。

(7) 整饰输出: 各模块产生的结果在此整饰然后以适当方式输出, 包括矢量绘图、点阵打图以及报表生成等;

(8) 空间数据库管理: 对系统中存贮的矢量图形、栅格图形图像以及属性数据进行管理和维护, 是系统的核心功能模块;

(9) 系统界面: 是沟通用户与系统之间的桥梁, 主要有菜单、函数调用以及命令行等方式, 还提供用户菜单生成的能力。

3. 技术特点¹⁾

作为 UGIS 软件工具使用的 GRAMS, 从技术上看有以下特点:

(1) GRAMS 是全部由我们自己用 C 语言开发的, 具有模块化结构, 易于维护扩充, 使用灵活方便;

(2) 对矢量图形、栅格图形图像及属性数据结构统一管理和操作, 并以人机交互工作方式为主, 实现了 GIS 和遥感图像处理的一体化;

(3) 提供实用、灵活、丰富和高效的图形输入编辑、遥感图像处理、数据操作、模型管理、整饰输出等功能, 成为用户发展自己的 GIS 应用系统、完成具体应用任务的有力工具;

(4) 定义了新的空间实体类型、多属性图形数据结构以及相应的数据操作算法与功能, 使 GRAMS 能更好地适应大比例尺城市地图的表达或处理;

(5) 系统界面对用户十分友好, 采用中文菜单、提示、图表注记和输出, 同时备有英文版本, 两者很容易相互切换使用。

三、工具应用

UGIS 软件工具的使用方式及其带来的一些实际好处分述如下:

1. 使用方式

UGIS 软件工具的使用方式, 一般说可以有 3 种主要的方式: 工具方式、核心方式以及重构方式(图 5)。

(1) 工具方式: UGIS 软件工具仅作为工具使用, 以解决某个或某些具体的问题为主要目标, 而不在于最终是否形成一个完整的应用系统。因此, 它多在完成紧急任务、争取新项目、开拓新领域以及现场直观演示时使用, 往往会收到立竿见影的效果。我们在进行全国城市群体研究时, 使用这种方式取得了一个个具体的成果。只是在最后把这些成果汇总并组织起来, 构成了一个演示性的中国城市空间信息系统(图 6)。²⁾

(2) 核心方式: UGIS 软件工具作为一个整体和基础被用来快速建造应用系统, 除

1) 阎守邕等, 地学和遥感应用管理系统的构成与特点, 地理信息系统软件开发的技术与方法, 中国区域科学协会地理信息系统专业委员会, 第 97—99 页, 1992 年 7 月。

2) 任伏虎等, 中国城市空间信息系统, 地理信息系统软件开发的技术与方法, 中国区域科学协会地理信息系统专业委员会, 第 151—155 页, 1992 年 7 月。

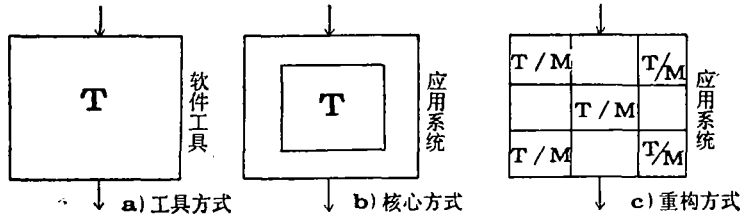


图 5 UGIS 软件工具使用方式

T——软件工具，T/M——软件工具模块

Fig. 5 Applied Models of UGIS Software Tools

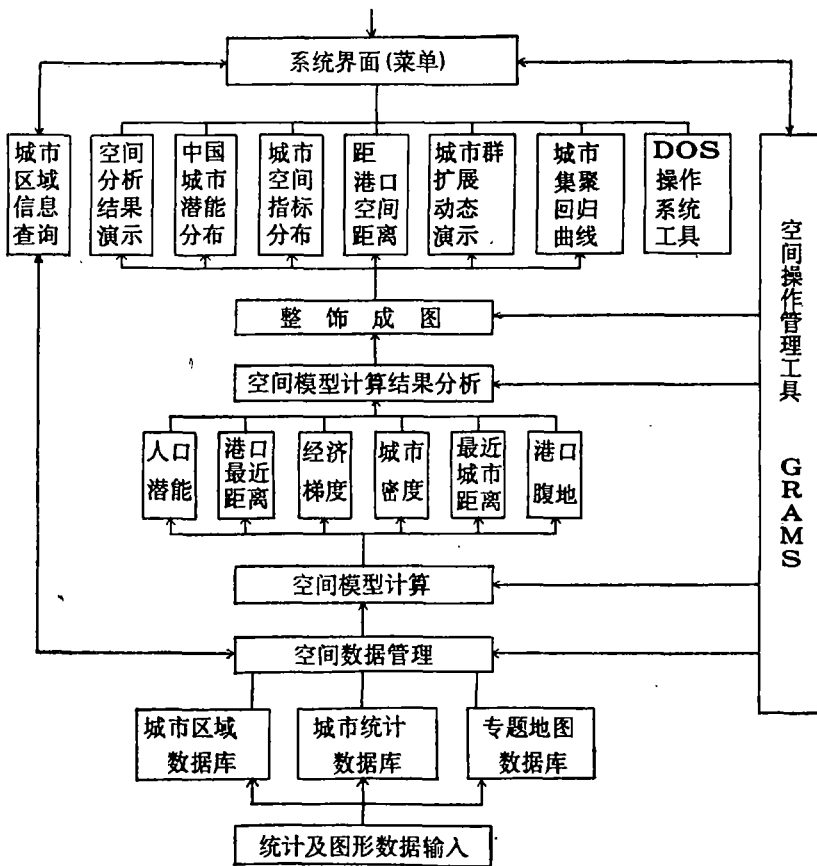


图 6 中国城市空间信息系统软件结构及工作流程图

Fig. 6 Software Structure and Flowchart of Chinese Urban Information System

一些专用模型软件需要开发外,整个工作量大大减少。因此,这种方式比较适合于以原型化方法来建立应用系统的情况,可以在很短的时间里取得足以说明问题的成果,使局面迅速拓宽。我们研制的城市水资源信息系统属于此列,如图 7 所示。

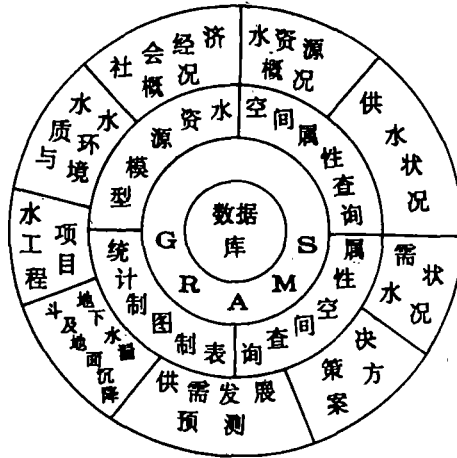


图 7 城市水资源信息系统的软件结构

Fig. 7 Software Structure of Urban Water Resources Information System

(3) 重构方式：UGIS 软件工具的一些模块将根据需要被分割出来纳入应用系统之中，以多快好省地完成系统的设计目标，投入运行。这种方式可较好地适应 UGIS 系统结构化分析和设计方法的需要。我们研制的城市环境信息系统即属此种情况。该系统的结构框图在图 8 中给出。¹⁾

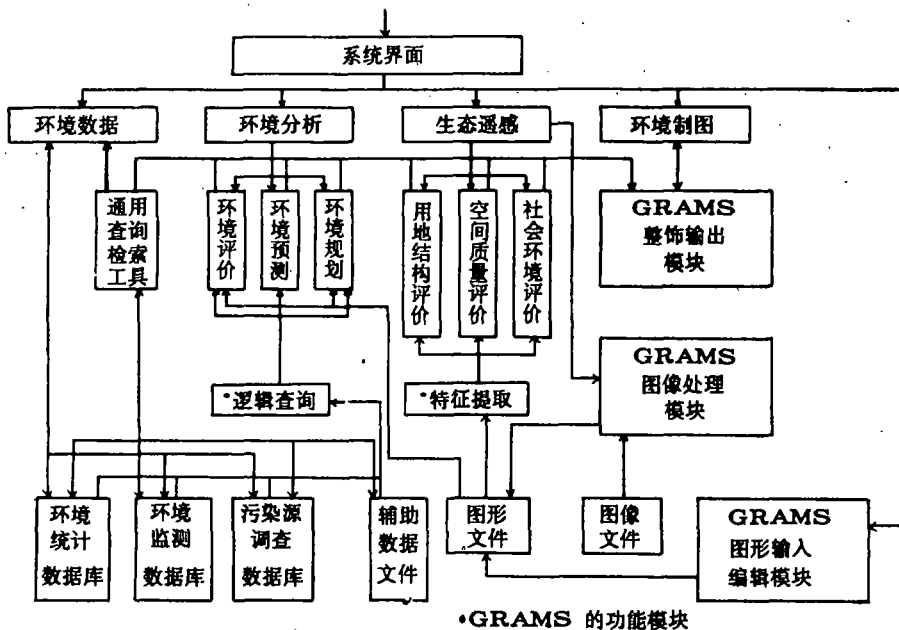


图 8 城市环境信息系统的软件结构

Fig. 8 Software Structure of Urban Environment Information System

1) 武晓波等,城市环境信息系统,地理信息系统软件开发的理论与方法,中国区域科学协会地理信息系统专业委员会,第 156—169 页,1992 年 7 月。

2. 具体实效

使用 UGIS 软件工具发展各级各类 UGIS 的实效,实际上在表 2 中已论及。在此将作进一步说明:

(1) UGIS 软件工具的应用,可以使各级各类 UGIS 应用系统软件开发的工作量大为减少,周期明显缩短,难度显著降低,有助于加速 UGIS 在我国的广泛发展和应用;

(2) 广泛地使用 UGIS 软件工具,可以较好地保证各级各类 UGIS 系统在数据,特别是图形数据结构上的一致性,从而有助于它们之间的信息流通、数据共享,并在较大范围里实现具有统一标准和分布式特点的 UGIS 系统;

(3) 软件工具较好地解决了各级各类 UGIS 系统软件中具有共性部分的开发,使应用系统研制人员能够集中较大精力,去解决系统中个性或专用部分软件的开发,从而保证整个系统具有较高的专业水平和较大的实用价值;

(4) UGIS 软件的广泛应用,不仅给各级各类系统的研制带来巨大的好处,而且也使它自己不断受益,即在大量使用的过程中,其性能会得到迅速改善,其内容和功能会不断丰富。这样就加速了 UGIS 软件工具的商品化,有助于我国 GIS 产业的形成和发展。

上述具体实效可能带来的经济效益,目前我们还不能用确切的数字说明,但是从国外的情况来看,其经济效益的数量是十分巨大的。

参 考 文 献

- [1] 刘培桐主编,环境学概论,高教出版社,1985年10月,第216—218页。
- [2] 中国大百科全书,建筑、园林、城市规划卷,中国大百科全书出版社,1985年。
- [3] 阎守邕,我国城市信息系统发展模式的探讨,空间遥感技术综合应用预测及效益分析,学术期刊出版社,1988年10月,第168—177页。
- [4] 阎守邕等,城市区域管理信息系统,资源与环境信息系统软件研究,测绘出版社,1990年10月,第98—112页。

Software Tool of Urban Geographic Information System And Its Applications

Yan Shouyong Wang Shixin Xiao Chunsheng Dong Xiaoming Wu Xiaobo

(Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences)

Urban Geographic Information System (UGIS) is a GIS branch with development rapid, application wide and benefit significant. The results, which got from the analysis of the applied tasks, thematic contents, technical requirements and system structure of UGIS and the comparison between the different models of software development, shows that: the development of UGIS software tools play a very important role in wide applications of UGIS in China. As one of UGIS software tools, the software structure, main functions and technical features of Geoscience Remote Sensing Application Management System (GRAMS) developed by the authors are presented. Moreover, through some UGIS applied systems, as samples, the different applied models of UGIS software tools and their benefits are described in the paper.

Key words City Geographic Information System Software Tool