

规划支持系统研究进展及框架体系初探

龙 瀛

【摘要】 首先对计算机辅助规划系统进行了历史沿革分析,重点对规划支持系统这一领域的国际国内相关研究进展进行介绍,并结合多方面的研究工作,对规划支持系统的定义、发展目标和开发模式进行深入分析,同时针对规划支持系统相关的概念进行了辨析。最后给出适合我国规划行业实际情况的,以地理系统分析理论、地理信息技术、专业规划模型、可视化技术等为主要构成要素的规划支持系统框架体系,作为规划人员编制规划的重要参考,它可以推动城市规划编制中新技术应用的层次,促进规划编制向“量化”的方向发展,借以改善规划编制的效率,并提高规划编制的科学性。

【关键字】 计算机辅助规划;规划支持系统;框架体系;地理系统分析;专业规划模型

1 计算机辅助规划

城市规划是一相对比较传统的领域,已经经历了上千年的发展,自从在计算机出现之初老一辈规划工作者用磁带存储介质的计算机进行简单的数据计算,就开始了计算机的应用历程。计算机技术的出现,一方面提高了城市规划工作的效率、精确性和科学性,一方面也促进了学科的发展。在城市规划过程中所使用的计算机软件系统,就是计算机辅助规划(Computer Aided Planning, CAP)系统最为明了和简单的定义。计算机软件产品更新换代日益频繁,规划工作者所采用的计算机辅助规划系统也随之发生了重大的变化,从最初的简单计算功能,到后来的基本的绘图功能,再至目前广为使用的辅助规划工具 Autodesk AutoCAD、Adobe Photoshop 和 ESRI ArcGIS 等。目前在城市规划编制的各个阶段,计算机的应用一般都比较普遍,经常涉及的软件工具如表 0-1 所示。

表 0-1 规划各阶段所采用的工具一览表

工作阶段	实现目标	应用软件
基础图纸	遥感影像处理/图斑分类识别	Erdas Imagine/Photoshop
	地形图整理	Autocad/R2V
	用地/类型/面积识别、分类	ArcGIS/Excel
前期调研	入户调查及数据整理	Excel
	数据叠合/生成 GIS 数据库	ArcGIS
	数据库分类/建立查询与计算	Access
基础图纸处理	遥感影像处理/图斑分类识别	Erdas Imagine/Photoshop
	建成区边界矢量化整理	Autocad/Raster2Vector
数据整理	面积统计及 GIS 数据库生成	ArcGIS
	面积数据整理及统计	Excel
	人口工业等社会经济数据整理	Excel
数据分析	相关分析/回归分析	SPSS
研究设计	社会经济数据分析	SPSS
	体块模型	SketchUp
	研究文本	Word
	方案设计及工程图纸	Autocad/Cards
绘图及成果表现	工程图纸	Autocad
	图纸着色及修饰	Photoshop
	三维模型及表现图	3dsMAX
	设计分析图	Photoshop/Illustrator
	多媒体演示	Director

计算机技术在城市规划中的应用日益广泛，主要用于辅助城市规划的编制、研究等工作。“计算机辅助规划”的具体技术内涵是结合相关的规划理论，引入各种计算机软硬件技术，来推进规划工作的完成，在整个规划过程中，CAP 系统一直担任着规划数据的存储、管理、计算、查询和表达等功能。目前的计算机辅助规划技术，已经广泛应用于区域规划、城市规划、专项规划的各个领域。随着计算机技术的发展，计算机辅助规划的内涵和外延都发生了较大的变化，可以说 CAP 是一含义广泛且不断演变的概念。

计算机最初应用于规划是在 20 世纪 50 年代末，从 20 世纪 80 年代前期开始，随着硬件水平的提高、成本革命性的降低、大众软件的发展以及地理信息系统的兴起，CAP 系统发生了显著的变化，规划界使用计算机已日趋广泛。在城市规划领域，不同阶段的计算机技术发展水平，往往也对应着计算机辅助规划系统形式的重要变革，主要经历了规划算法、简单规划模型、电子数据处理系统、信息管理系统（MIS）、决策支持系统（DSS）、地理信息系统（GIS）、空间决策支持系统（SDSS）等多个阶段（计算机辅助规划系统沿革如图 1 所示，国外 CAP 相关技术产生的时间如图 2 所示）。

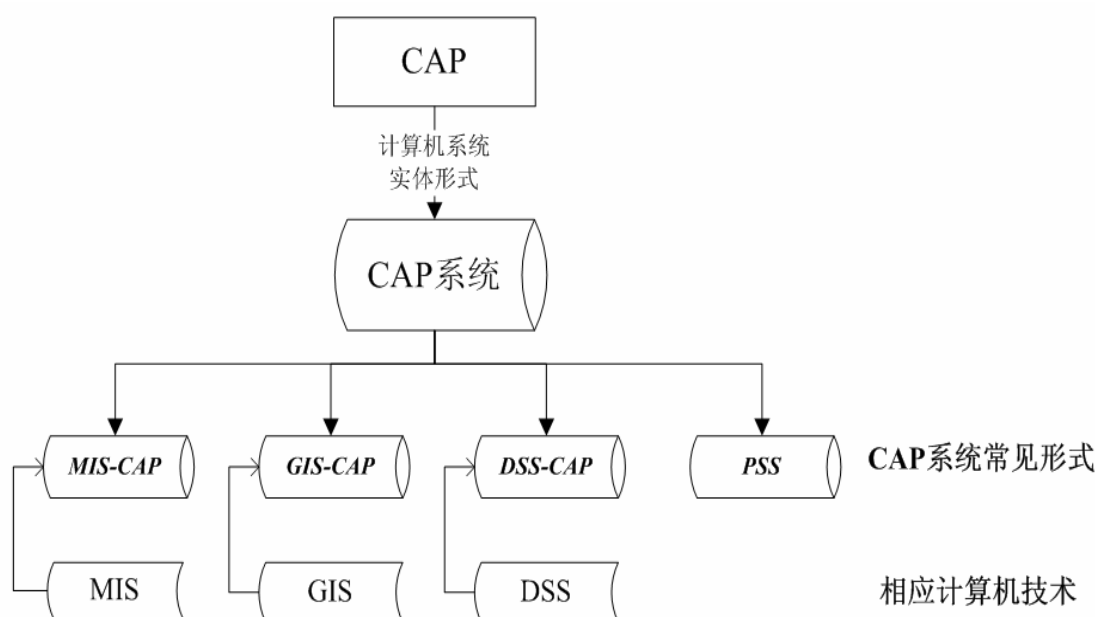


图 1 CAP 系统沿革示意图

（1）规划算法阶段：这一阶段的 CAP 系统仅仅是较为简单的规划算法，这些算法大多由 Fortran 语言编写、在 DOS 下执行，可以说这些简单的规划算法是 CAP 系统的雏形，实现了 CAP 系统最为核心的功能。这种形式的 CAP 系统的局限性在于用户在利用这些软件包求解实际的规划问题时，必须严格符合系统界定的有关条件，同时这种形式的 CAP 系统输入输出一般都是文本文件，具有较大的局限性。

（2）MIS-CAP 阶段：20 世纪 60 年代初，Gallanher 提出了 MIS 的构想，随后 MIS 得以广泛的应用，在这样的背景下，一些研究者开发了管理信息系统，即 MIS-CAP，为规划的编制提供信息服务。这一阶段的 CAP 系统主要功能基本上是规划相关数据的储存、管理和一般业务性数据的处理，具有一定的模拟预测功能，但其空间数据处理和决策分析的功能相当薄弱。

（3）GIS-CAP 及 DSS-CAP 阶段：20 世纪 90 年代以来，是计算机软硬件技术发展的黄金时期，相关计算机技术的出现促进了 CAP 系统的快速发展，出现了以 GIS 为核心的 GIS-CAP 系统、以 DSS 为核心的 DSS-CAP 系统以及二者的集成 SDSS-CAP 系统（胡金柱，1989）。这类系统在处理规划的空间数据和解决半结构化决策问题方面，取得了较大的进步，这方面的研究，曾一度是国外一些国家的研究重点。

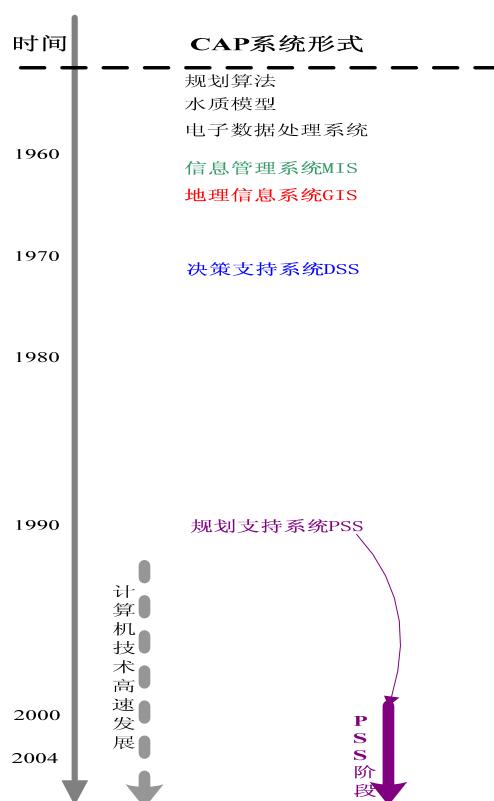


图2 CAP 系统形式及其相关应用时间序列图

目前，以面向对象技术、GIS 技术、网络技术、组件技术、数据库技术和可视化技术等为代表的计算机技术日益成熟，这也促进了新一代计算机辅助规划系统——规划支持系统（PSS，Planning Support System）——的产生，由此 CAP 系统进入了新的发展阶段。

2 研究进展

计算机技术最初应用于规划是在 20 世纪 50 年代末和 20 世纪 60 年代，PSS 的理念也是在那一阶段提出的，规划界的电脑巨人 Britton Harris（1960）一直希望建立一套方法来集成专业模型与规划方案生成，并开发了几个修正的计算机模型。

1989 年，由 Britton Harris 提出了 PSS 的概念（刘楷，2003），10 年后被广泛接受。

1993 年，Britton Harris 等（1993）探讨了 GIS 和 PSS 的关系，并提出了对 PSS 的两点核心要求，其中一个要求是“sketch planning”，即概略规划，可以进行规划方案的寻优，另一个要求是需要广泛的工具来识别所建立的规划方案或决策的实施效果。

1995 年，Batty 提到过鼓舞人心的、一部分人认为是实事求是的标准化桌面规划支持系统的远景发展目标。它主要强调了计量领域和非计量领域（如政治决策）的交互界面。

1996 年，Batty 和 Dansham 通过展示预测模型和规范模型是如何嵌入 GIS 作为框架的，进一步地证明计算机使用的可选择性和灵活性。他们特别关心的是如何证明定位—分配方法能够与 GIS 有效连接，以形成 PSS 的基础部分。

1997 年，Richard E. Klosterman（1997）对城市规划和信息技术进行了多年序列分析，认为当前 PSS 所需要的分析、显示模块在原型方面都比较成熟，最为困难的任务是对这些模块进行集成，形成服务于用户的完整系统，由

此,他提出了数据管理模块、分析模块、显示模块等的标准化的建议。

1998 年,鉴于早期 PSS 的开发一般都是松散结合的工具集,Bishop (1998) 建议采用统一的界面,实现工具集的集合,以此模式开发 PSS 系统。同时,Bishop 对之前的规划支持系统开发情况进行了综述性研究。

1999 年,Lewis D. Hopkins (1999) 提出了结合当时计算机技术和模型工具的 PSS 的详细系统框架结构,该框架结构的核心是地理模型和规划要素,包括居民、 workflow、投资、设施、法规、GIS 功能组件等。但作者也坦言,他提出的只是 PSS 的系统框架结构,而并没有以此框架尝试开发一个具体的 PSS。

2000 年~2001 年,基于 Internet 建立了全世界范围 PSS 系统的名录 (Stan Geertman 和 John Stillwell, 2004)。

2001 年, Richard K. Brail 和 Richard E. Klosterman 等联合出版了《Planning Support System: Integrating Geographic Systems, Models and Visualization Tools》一书 (ESRI 出版社),该书是 PSS 最早的专著。该书由之前关于规划支持系统方面发表的 15 篇学位论文构成,分为规划支持系统纵览、模拟与方案生成、可视化三个部分。

2002 年, Stillwell (2002) 出版了《Planning Support System in Practice》一书 (Springer 出版社),作者在书中提出在规划过程中通过引入 PSS 来促进公众参与的理念和实际范例,重点分析了基于可视化、元胞自动机、多个体系统、案例推理系统、模糊算法等技术的规划支持工具,并介绍了战略规划、土地利用规划、基础设施规划、环境规划等各类规划中的 PSS 应用实例。整体上该书属于一本以案例为线索的规划支持系统专著。

2003 年,我国同济大学的硕士研究生刘锴在《国外城市规划》杂志上发表了 Awais Latif Piracha 等人撰写的“Planning Support System as an Innovative Blend of Computer Tools: An Approach for Guiding Decisions on Industrial Locations in Punjab Province, Pakistan”一文的译文——“与计算机技术创造性结合的规划支持系统”,首次在公开发表物上将规划支持系统的概念引入国内;

2004 年, Stan Geertman 和 John Stillwell (2004) 等人对名录进行详细分析并识别各类具有代表性的 PSS 系统的主要特征,并给出了 PSS 的未来发展趋势。

2005 年,我国武汉大学的杜宁睿和李渊在《武汉大学学报(工学版)》发表了“规划支持系统(PSS)及其在城市空间规划决策中的应用”一文,同样引入了规划支持系统的概念,并应用目前的主要规划支持系统之一“WHAT IF?”应用于我国的规划实践中。

2006 年,叶嘉安出版了《地理信息与规划支持系统》一书,该书的模式和《Planning Support System in Practice》一书比较类似,介绍了作者在规划支持系统方面的不同实践案例。

随着 PSS 研究的增多,以及计算机技术的不断进步,计算机技术在城市规划和环境规划领域应用方面,已有每年一度的“计算机在城市规划管理中应用 (Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, CUPUM)”会议,就这一方面的研究问题进行交流 and 讨论 (P. Rizze, 1999)。

目前欧美一些国家已经开发了一些用于实际操作的规划支持系统,主要有目前美国使用最广泛的关于土地利用规划等方面的 INDEX, 基于情景分析方法开发的面向政策的用于土地利用规划、城市规划等方面的 WHAT IF?, 以交互式分析、模拟 3D 现实环境以及协作式的社区理念而著称的 CommunityViz, 用于量化城市森林和城市绿地、城市公园等所带来的生态效益并对其进行规划管理的 CITYgreen, 系统模型与计算机游戏结合的用于公众参与、决策支持、对未来情景预测的 GB-QUEST, 集成了丰富的生物学信息和政策信息的用于生物多样性保护的 NatureServe Vista, 用于水资源评价和规划的 WEAP, 用于交互式的多因素土地资源多准则评价的 AEZWIN, 基于水资源动态分析空间模型的用于分析地区生态、社会、经济功能及其相互之间关系的 WadBOS, 从物理、环境、经济、社会等方面针对海岸管理问题的 RAMCO, 国际领先的面向多准则决策问题的 Expert Choice, 已商业化的基于有限选择方案的 DEFINITE, 用于与公众交互、同步地传递规划信息的可用于多个领域的 BLM ePlanning。

总体上, PSS 最初是由国外学者提出,近年来在国外已经有了较大的进展。规划支持系统在指导城市规划的过程中取得了学术界和应用界一致的认可,在提高规划的科学性、提高规划编制效率、改善规划成果的表达效果等方面,具有传统的信息系统无法比拟的优势。而近几年, PSS 的概念才引入国内,从发表的学术论文和专著看,有变热的趋势。

对于目前关于 PSS 发表的国外、国内的基本专著看,一般都是侧重于从案例的角度进行规划支持系统的介绍,而对其理论基础、设计开发模式等方面的介绍很为薄弱。

需要指出的是,在国际国内主要学术数据库中以“planning support system”为【关键词】或者题名进行搜索,一般搜索结果并不是本文所指的规划支持系统的范畴,而是规划决策支持系统(Planning DSS)。

3 规划支持系统

3.1 系统定义

Stillwell 在其专著中提出,规划支持系统是基于地理信息技术的由规划理论、信息、方法、工具等构成的,用于各尺度公共或个人规划任务的专业工具集(Stillwell, 2002)。可以说,每一个规划支持系统都包括规划师用来分析和处理特定规划事务的一套特定组件,这些组件可以是数据集、计算机算法,也可以是可视化组件、规划理论、规划模型等。规划支持系统通过交换信息用于支持规划过程,也可以辅助规划方案的生成。

Klosterman 在其专著中,综合 Han、Kim 等人的研究成果,认为规划支持系统类似于决策支持系统,主要用于提供交互式的、集成式的、参与式的方式来处理非常务性、非结构性的规划问题。

它更应该关注长期的战略性的问题,而不像 DSS 那样用于个人或个体组织处理短期的政策制定问题。PSS 并不是一个可以替换目前规划师所采用的软件工具的全新的计算机辅助规划技术,而应该是一个集成了有利于规划开展的信息技术框架。它不应该是某一种或某一类技术,而应该是采用所有适合特定规划目的的一系列工具。任何一个复杂的 PSS 都应该采用一整套适用不同功能的信息技术。

总体上,Klosterman 认为 PSS 更应该是一套松散集成在一起的工具集,其中每个工具在规划过程中实现特定的功能,总体上构成了一套信息技术框架。

Harris、Batty 等人认为,规划支持系统不应该被认为是封闭的由众多能够接收原始数据并自动生成规划方案的计算机模型构成的系统,它应该是提供了一套实现规划师、公众、政府之间交互的规划信息框架,包含一系列与现实世界相关的结构性的可利用的而不是原始数据,同时还包括一整套软件工具用于分析、预测、制定决策。它还应该支持各方之间的信息交互,并能动态、快速地产生新的规划方案。

在对相关文献对规划支持系统的定义进行调研的基础上,结合目前计算机技术的发展和规划领域的研究进展,笔者对规划支持系统的概念进行了整合:规划支持系统应该是一系列计算机软件工具的集合,它是与计算机软硬件技术同步发展的,主要建立在地理系统分析理论、规划模型、地理信息技术、可视化等理论和技术的基礎上。目前构成规划支持系统的一系列工具多为松散联结方式,但其终极目标是紧密一体式集成。系统性、动态性、交互性是规划支持系统的基本特征。

PSS 是基于计算机的方法和模型的综合,能够实现辅助规划的功能。PSS 并不是传统的计算机信息技术在城市规划领域的简单应用,而是将城市规划自身的基础理论以专业规划模型的形式,溶入到最为先进的信息技术中,相比信息技术在城市规划中的简单应用,这种模式赋予信息技术以灵魂,能够保证规划理论和知识通过信息技术得到更有效的应用,提高规划编制的效率,并通过先进的可视化技术进行规划成果的最终表达。

系统目标

在近十年规划支持系统的实际应用中,使用 PSS 是否可以产生更好的规划效果? PSS 是否可以通过促进更好规划的编制提高人们的生活质量? PSS 是否可以促进“为公众规划”向“与公众规划”的变革?实际上,一方面因为规划师的意识,一方面因为 PSS 自身的发展阶段和发展水平,在 PSS 的应用过程中目前还存在着一系列的问题:

1、城市规划师和城市设计者一般都存在抵触系统分析理论和计算机模型的情况,相应的意识普遍不高,相比经济师使用电子表格、医药专家使用 ECG 技术,认为地理分析技术、规划模型是不可或缺工具的规划师的比例仍然非常低;

2、21 世纪初的规划实践中采用地理信息技术或规划模型还远远不是世界范围的,也远远没有被有效地集成到具体的规划编制过程中;

3、1998 年 Klosterman 曾提出,规划支持工具的应用情况,和十年之前没有太多进步,虽然前景似乎比较令人兴奋,但也可能以后 25 年在规划中新工具的应用仍然令人失望;

4、规划师从事的分析任务的多样性、商业软件开发费用高昂、目标市场小等原因,都导致了规划支持工具将继续落后于其他领域软件的发展;

5、GIS 虽然应用于一些规划实践中,但一般仍然停留在数据统计、专题图制作等初级阶段,其对规划的决策分析过程的影响依旧很小。

同时,原有的规划过程主要是通过分析/研究决定规划、教育公众规划方案、宣告规划、保护规划和规划师自己。实践证明,原有的规划流程并不具有很好的效果,所以公众参与的视角也在变化。

鉴于规划支持系统在实际应用中存在的问题和规划编制自身的转变需求,对现阶段和下一阶段规划支持系统的基本发展目标如下:

- 1、系统中的模型和方法应“尽可能的简单,而不是尽可能的多”,容易理解、容易使用是系统最基本的需求;
- 2、系统基于 GIS 和网络是不可阻挡的发展趋势;
- 3、系统能够根据客观条件和主观因素的变化进行快速的反馈;
- 4、系统应能够揭示规划政策或方案对未来产生的影响;
- 5、系统设计应便于公众参与的开展,能够综合公众建议,辅助进行方案或政策的调整;
- 6、系统应具有友好的用户界面;
- 7、系统应便于多个规划方案的生成。

上面所列的是一个规划支持系统应该满足的基本条件,是规划支持系统发展的基本目标,目前国际上典型的 PSS,一般都符合其中的多数条件。计算机技术的进步和规划理论的成熟,将进一步推进 PSS 的发展,PSS 定将向更高的目标发展,以目前的眼光来看,PSS 的中级目标应该是:

- 1、各模块紧密集成在一起的灵活的、界面友好;
- 2、可以根据特定的任务帮助用户选择适当的分析或预测工具,辅助用户采用最为恰当的方法解决问题;
- 3、利用 PSS 建立已有的各个尺度的空间或属性数据与分析模型的恰当链接;
- 4、运行适当的模型来分析不同规划方案或政策实施的效果的影响;
- 5、以地图、表格、视频、音频等形式同步显示分析或规划结果。
- 6、总体上,规划支持系统的终极目标是易用、灵活、智能、紧密、高效,什么人都可以用,适应各种数据/方法/模型/流程/表现方面的变化,适合各个尺度、各种数据、各种大小的研究区域,适合各种研究深度。

4 系统开发

4.1 GIS 与模型

纵观 GIS 在国外城市规划等领域的应用,可以发现其最主要的弱势在于它和模型的集成不够紧密。按照模型与 GIS 结合的紧密程度可以分为松散联结(Loose coupling)、紧密联结(Tight coupling)和完全集成(Full integration)三种形式(Harris, 1989; Harris, 1993; Batty, 1995; Klosterman, 1995)。

松散联结,主要实现 GIS 和模型之间的数据导入导出,数据从 GIS 中导出到模型中作为模型输入,而模型的输出也可以返回到 GIS 进行显示和进一步的空间分析。这种结合一般不需要代码的编写,也是现阶段使用最多的一种结合方式,但往往要求用户对 GIS 和模型同时非常熟悉,同时需要的工作量较大。

紧密联结,是在 GIS 环境中编写模型程序,即利用 GIS 专业软件提供的二次开发语言,对软件进行二次开发,把模型的算法用 GIS 专业软件的二次开发语言表达出来,实现模型与 GIS 的数据交换;这种结合方式需要开发者有程序设计基础,现阶段使用比较多,相比松散联结方式,应用效率有明显提高。

完全集成,是把模型和 GIS 集成在一起,采用二次开发技术,直接在模型中进行数据的计算获得、分析、表达,同时也可以进行参数的率定、灵敏度分析、不确定性分析等工作。

目前多用 VB 或者 VC 等 OOP (面向对象编程) 语言对 MO 或 AO 等 GIS 专业组件进行二次开发, 在一个平台上的同一界面实现 GIS 与模型的结合都属于完全集成。这种趋势目前正在不断增强, 这就把规划者从自己设计模型中解脱出来。然而, 除非大部分的常用模型都能与 GIS 完全集成, 否则对其他两种结合方式的需求仍会依然存在。

4.2 开发模式探讨

对于规划支持系统, 其内部的模型与 GIS 的结合方式, 上面提到的三种都存在, 只是不同的 PSS 发展阶段, 适用不同的结合模式, 现阶段的 PSS 中模型与 GIS 的结合还处于松散联结阶段, 需要的开发工作一般较少, 而完全集成, 则是规划支持系统的远景发展目标。

无论采用哪一种结合模式, 都应该满足上文提到的规划支持系统的基本目标, 也都应该了解采用哪些规划模型和量化方法, 本文不对松散联结的 PSS 作过多介绍, 因为在下一章的规划支持系统基础部分, 提供了松散联结开发模式的基本素材, 读者只需对其进行组装即可。

这种模式的核心思想是将构成规划支持系统的六个核心要素采用组件的方式进行封装, 进而采用统一的 COM 标准进行要素之间的集成, 以构成完全集成的规划支持系统。系统的开发过程中, 尽量采用模型与功能模块、功能模块之间紧密集成的方式进行开发, 这种方法需要较多的开发工作, 但是可以显著提高规划效率。

系统总体结构方面, 可以采用分层分模块进行开发, 系统主要分为四个层次——系统底层、系统应用基础层、系统应用层和统一用户界面 (龙瀛, 贾海峰, 2004)。其中系统底层是在 COMGIS、COM 和 Geodatabase 数据模型的基础上, 开发符号库、仿真模型库、数据库、模型库和知识库, 该层是系统开发的基础; 系统应用基础层主要实现数据标准化、编辑、表达和模拟等功能; 系统应用层主要按照专业分为空间、生态、交通和市政规划等模块; 统一用户界面向用户提供进入各应用层模块的接口。

相关概念辨析

下面就与规划支持系统相关的常见的概念进行辨析, 以了解规划支持系统与其的区别和联系。

4.3 CAP 与 CAD

“计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)” 的概念早于 CAP, 发展也较 CAP 成熟。CAD 与 CAP 的不同之处主要体现在以下几方面:

1、系统的侧重点不同: CAD 系统侧重于设计, 而 CAP 系统则更侧重于数据管理、查询、分析、计算、表达等。在 CAD 与 CAP 共同涉足的领域, 如城市规划、城市工程规划, 由于 CAD 的出现较 CAP 早, 所以这一领域曾一度为 CAD 系统所占领, 随着 CAP 系统的出现和完善, 鉴于 CAD 系统和 CAP 系统的侧重点不同, 操作平台正由 CAD 系统向 CAP 系统过渡;

2、应用领域不同: CAD 的应用领域较为广泛, 如建筑、机械、服装设计等, 在城市规划领域也有所应用, 而 CAP 的应用主要是各类规划领域, 不及 CAD 应用广泛;

3、软件成熟度不同: 目前很多行业的 CAD 软件已较为成熟, 具有较强的通用性, 而 CAP 软件的发展较为缓慢, 且一般是针对某一规划项目而设计开发, 通用性较差。

4.4 PSS、GIS 和 SDSS

PSS (规划支持系统, Planning Support System), 是 CAP 系统的一种形式, 一般是以 GIS 和规划专业模型为核心的集成系统, 用于实现特定的规划辅助功能, 它通常通过一个由共用的界面和一套工具集的集成环境为规划者提供相关支持; GIS 是通用的空间数据生成、处理、编辑和表达的平台, 包括众多的空间分析模型, 兼具空间表达功能。它具有较为广泛的应用, 目前有较多的商业 GIS 软件如 ESRI ArcGIS、MapInfo Professional 和 IDRISI 等。

大多数情况下, 实现特定功能的 GIS 是 PSS 的重要组成部分; 而 SDSS (空间决策支持系统, Spatial Decision Support System), 即有空间数据支持的决策支持系统 (Decision Support System, DSS)。

PSS、GIS 和 SDSS 有较多的共同点, 都可以在规划过程中起到规划辅助的功能, 都是 CAP 系统的一种形式。在欧洲, 就有一种观点, 即将 PSS 称之为空间决策支持系统 SDSS。因而在概念上常常不容易将它与 SDSS 相区别。事实上二者既相互联系又各有侧重。Geertman 和 Stillwell 认为 PSS 和 SDSS 最主要的共同特点就是应用强大的信息技术和

已有的专业知识帮助规划者和决策者了解规划和决策环境,从而提高规划和决策的效率和准确率,这种认识反应了二者之间的紧密联系(杜宁睿,李渊,2005)。二者的区别在于:

1、PSS 一般应用于对重大问题和未来发展战略提供多种可能性的分析,以进行比较、交互式讨论和沟通,从而最终达到辅助决策的目的;而 SDSS 则侧重于对具体问题和目标提供决策方案。

2、PSS 的使用者一般是具有规划技术背景的规划师和对规划感兴趣的公众群体,而 SDSS 的使用者一般是决策者或决策分析者。

3、PSS 侧重于计算、表达等功能,而 SDSS 则侧重于决策的制定。

总体上 PSS 与 GIS、SDSS 的主要区别在于:PSS 是“量体裁衣”专门用于支持规划相关任务的计算机系统。

三、城市规划管理信息系统、城市规划信息系统、城市规划决策支持系统

城市规划的编制和管理工作中一般都涉及信息系统的应用,国内文献中出现的该领域信息系统的名称主要有城市规划管理信息系统、城市规划信息系统和城市规划决策支持系统等,有必要对齐概念进行辨析,以明确本文所研究的规划支持系统与相关概念的区别和联系。

1、城市规划管理信息系统

按目前的城市规划体系,规划的主要业务可分为规划编制和规划管理两大部分。城市规划管理的主要职责是城市用地的规划和建设工程的管理,其业务工作主要包括规划编制成果管理、建设申请审批、规划实施的监督检查、内部业务档案管理、对外信息服务等,数据要求较为复杂。

主要依托的技术包括计算机网络、数据库管理系统、图形处理系统、工作流处理系统,这就需要城市规划管理信息系统(UPMIS, Urban Planning Management Information System)一方面应根据城市规划管理部门的工作内容和业务流程,提供辅助日常办公与文档处理的功能,另一方面还要具有集成管理海量图文数据并实现基于网络的数据传输与处理的功能(宋小冬,2006)。

城市规划管理信息系统所服务的目前主流的城市规划管理系统一般都融合了办公自动化和地理信息系统,保证规划管理部门的办公流程管理与地理信息的集成,主要目的在于规划管理信息化、业务流程自动化、图文传递网络化、办案办公协同化、跟踪督办现代化、决策分析科学化(严荣华等,2001)。

城市规划管理信息系统与本文提及的规划支持系统的核心区别在于,城市规划管理信息系统主要应用于规划管理方面,实现的主要功能是规划管理部门的办公自动化,而规划支持系统主要应用于规划编制方面,实现的主要功能是系统分析、科学决策。

2、城市规划信息系统

城市规划信息系统(Urban Planning Information System, UPIS)是利用计算机技术对城市规划信息进行获取、处理、存储、管理分析及辅助决策支持的系统,其所包括的信息可分为:

1)支持城市规划的信息,如基础地形、地质、地籍、社会经济统计、地价信息等。

2)规划产生的信息,如规划的法规、规章、规范、图则等,这是规划编制、规划立法和规划管理的最终结果和趋势(孙汉青,卢明山,2002)。

一个完善的城市规划信息系统是以城市规划数据库为核心,将计算机技术、通信技术、网络技术、地理信息系统技术、遥感技术、城市规划及系统科学的理论和方法综合应用于城市规划与管理事务的图文一体化技术集成系统。

城市规划信息系统不仅涉及规划编制、规划管理和规划方法的相关内容,还包含了城市管理其他方面的内容。城市规划信息系统不仅对政府的各部门管理和决策提供科学的宜居,而且也广大的市民提供服务(丁建伟等,2001;陈顺清,1998)。

3、城市规划决策支持系统

决策支持系统是以管理科学、运筹学、控制论和行为科学为基础,以计算机技术、仿真技术和信息技术为手段,针对半结构化的决策问题,支持决策活动的具有智能作用的人机系统(蒋恒恒,罗玉军,2002)。其主要由数据库、模型库、知识库和方法库构成。

而城市规划决策支持系统 (Urban Planning Decision Support System, UPDSS) 从本质上是一种决策支持系统, 其以城市规划数据库为核心, 计算机技术、通信技术、网络技术、地理信息系统技术、遥感技术、城市规划及系统科学的理论和方法综合应用于城市规划与管理事务的图文一体化技术集成系统, 其目标是实现城市规划信息的采集、传输、存储、加工、维护、使用以及动态更新、统计分析和辅助决策等功能 (张妍, 尚金城, 2002)。

4、对比分析

(1) 城市规划管理信息系统与本文提及的规划支持系统的核心区别在于, 城市规划管理信息系统主要应用于规划管理方面, 实现的主要功能是规划管理部门的办公自动化, 而规划支持系统主要应用于规划编制方面, 实现的主要功能是系统分析、科学决策。

(2) 城市信息系统是城市信息系统既可应用于城市规划编制, 又可应用于城市规划管理, 可以说是城市规划管理信息系统的数据基础, 一般仅具有数据统计、分类等功能, 弱于辅助规划或辅助决策功能;

(3) 城市规划决策支持系统作为一种决策支持系统, 相比规划支持系统, 二者的区别类似 SDSS 与 PSS 的区别。但总体上, 城市规划决策支持系统比较接近规划支持系统。

系统框架体系

PSS 对决策者来说不仅是一个决策支持系统, 它同时还提供工具、模型和规划所需的信息。

PSS 有一整套相关信息技术的集成 (如 GIS、电子表格、模型和数据库), 它们在规划的不同阶段有着不同的应用。

GIS 的地理信息处理、图形显示和建模能力, 专业规划模型的决策支持功能, 以及可视化技术良好的方案表达能力, 使得地理信息技术、专业规划模型和可视化技术成为 PSS 的重要组成部分, 一般的 PSS 系统结构框图如图 3 所示。

在基本要素的支持下, 实现了相应的辅助规划功能模块, 由统一的用户界面提供用户访问 PSS 的接口。

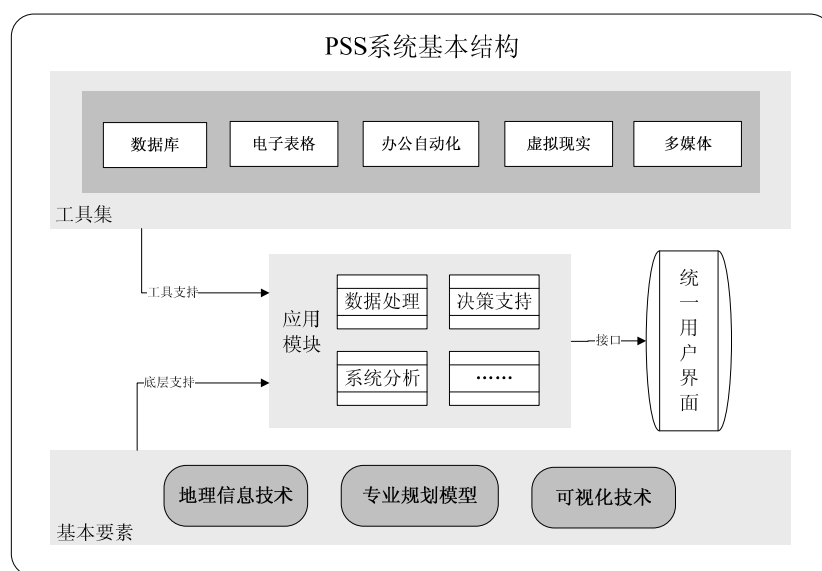


图3 PSS 系统基本结构框图

规划支持系统是辅助规划的信息技术的框架, 它的框架体系主要包括地理系统分析理论、地理信息技术、专业规划模型、可视化技术和其他计算机技术等几方面的内容, 对于一个完整的、综合的规划支持系统, 以上五个要素缺一不可, 其中地理系统分析理论提供了规划分析的一套基本理论框架和方法集, 地理信息技术提供了空间数据获取、分析和表现的平台, 专业规划模型提供了规划领域最为核心、先进的规划理念, 可视化技术保证规划过程、规

划结果的更加容易理解,其他计算机技术如网络技术、多媒体技术等,保证了规划编制过程的交流和公众参与。规划支持系统的框架体系是其设计、开发和应用规划支持系统的理论和技术基础,笔者在即将出版的《规划支持系统理论与实践》一书研究的基础上,提出了下面的规划支持系统框架体系。

表 0-1 地理系统分析理论

类别	方法名称	软件名称
系统预测		
	定性预测	
	回归预测	
	人工神经网络	
	时间序列分析预测	
	贝叶斯预测	
	灰色预测	
	概率预测	
系统模拟		
	系统仿真	
	系统动力学	
	蒙特卡洛方法	
	人工神经网络	
	自组织理论	
	元胞自动机	
	基于 Agent 建模	
	CAS 理论	
	综合集成法	
系统评价		
	模糊综合评价	
	层次分析法	
	相关分析	
	聚类分析	
	主成分分析	
	投入产出分析	
	小波分析	
	分形理论	
	灰色关联分析	
	趋势面分析	
系统优化		
	线性规划	
	整数规划	
	非线性规划	
	多目标规划	
	灰色规划	
	动态规划	
	遗传算法	
	模拟退火算法	
	网络分析	
系统决策		
	风险型决策	
	效用理论	
	不确定型决策	

类别	方法名称	软件名称
	多准则决策	
	贝叶斯决策	
	马尔可夫决策过程	
	灰色决策	
相关软件		
	统计分析软件	
		SAS
		SPSS
	数值计算软件	
		MATLAB
	最优化问题软件包	
		LINDO API
		LINGO
		What's Best!
	建模工具及仿真平台	
		SWARM
		Repast
		StarLogo
		MATLAB Simulink
		Vensim

表 0-2 地理信息技术

类别 1	类别 2	方法名称
地理信息系统		
	ArcGIS 扩展模块	
		Spatial Analyst
		3D Analyst
		Geostatistical Analyst
		Survey Analyst
		Tracking Analyst
		网络分析
	ArcGIS Toolbox	
		三维分析工具
		分析工具
		制图工具
		格式转换工具
		数据管理工具
		地理编码工具
		地理统计分析工具
		线性参考工具
		空间分析工具
		空间统计工具
	功能划分	
		地理数据、地图和自动化
		输入、存储和编辑
		空间分析
		GIS 输出
		GIS
遥感技术		
	Eardas Imagine 模块	

类别 1	类别 2	方法名称
		数据输入输出
		数据预处理
		数据分类
		数据解译
		数据管理
		制图工具
		矢量处理模块
		雷达模块
		三维虚拟 GIS 模块
		正射影像模块
		C 开发工具包
		大气校正模块
		子像元模块
		数字摄影测量套件
	遥感图像处理技术	
		遥感图像校正技术
		遥感图像增强技术
		遥感图像融合技术
		遥感图像分类技术

表 0-3 专业规划模型

模型类别	模型名称	模型具体名称
城市模型		
	DRAM/EMPAL	
	MEPLAN/TRANUS	
	CUF	
	UrbanSim	
	Place3s	
	TLUMIP	
	IRPUD	
	SLEUTH	
	POLIS	
	KIM	
	Metrosim	
	DELTA	
空间相互作用模型		
	牛顿模型	
	Clark 模型	
	Wilson 模型	
	零售引力法则	
	劳力模型	
区位模型		
	杜能区位	
	韦伯区位	
	帕兰德区位	
	廖什原理	
	Voronoi 多边形	
	阿朗索地租理论	
	过滤论	
	互换论	
区域结构模型		
	杜能结构	
	克里斯泰勒结构	
	韦伯结构	

模型类别	模型名称	模型具体名称
	西蒙模型	
	城镇体系递阶规模模型	
	中心-腹地结构	
	枢纽-网络结构	
	中心地理论	
	城市首位度模型	
生态环境模型		
	非点源污染模型	
		HSPF
		AGNPS
		SWAT
		USLE
		WEPP
		ANSWERS
	水质模型	
		S-P 模型
		MIKE 模型体系
		QUAL 模型体系
		WASP
		BASINS
		HSPF
		CE-QUAL-R1 CE-QUAL-W2
		Vollenweider
	地下水模型	
		MODFLOW
		GMS
		FEFLOW
		Visual Groundwater
		MT3DMS
	景观生态学模型	
		物种-面积模型
		M-W
		Levins
		Spatial Explicit Model
		JABOWA
	大气污染扩散模型	
		点源扩散的高斯模型
		ISC3
		CALPUFF
		ADMS
		UAM
		Model-3
		SMOKE
城市经济模型		
	城市经济增长模型	
		凯恩斯乘数模型
		Harrod-Domar Model
		Solow Growth Model
		米德模型
		累积因果模型
	空间经济学模型	
		D-S
		CP
		FC

模型类别	模型名称	模型具体名称
		FE
		GS
		垂直联系系列模型
	其他经济模型	
		希克斯-汉森模型
		总需求-总供给模型
		MPS
		DRI 模型
人口模型		
	马尔萨斯人口模型	
	Logistic 人口模型	
	Leslie 人口模型	
	刘易斯二元经济模型	
	托达罗人口流动模型	
	人口再分布理论	
交通模型		
	车辆跟驰模型	
		刺激-反应模型
		安全距离模型
		生理-心理模型
		模糊推理模型
		STCA 模型
	交通排队模型	
	交叉口延误模型	
		稳态延误模型
		瞬态延误模型
		无信号交叉口延误模型
	宏观交通流模型	
		出行时间模型
		一般路网模型
	交通仿真软件	
		PARAMICS
		AIMSUN2
		INTEGRATION
		TSIS
		VisSim
		TRANSYT
		TRIPS
		Cube
		TransCAD
		EMME/2
市政模型		
	管网模型	
		WaterCAD 给水管网模型
		MIKE URBAN
		StormCAD
		SewerCAD
		Stoner/SynerGEE

模型类别	模型名称	模型具体名称
	雨水径流模型	
		SWMM
		STORM
		MOUSE
		POLLUTE
		Wallingfod
	能源模型	
		BESOM
		MIARKAL
		LEAP

表 0-4 可视化技术

类别	技术分类/软件名称	技术名称
关键技术		
	城市三维数据获取	
	三维城市建模	
		地形三维模型建立技术
		建筑物三维模型建立技术
		城市三维建模技术
	可视化效果表达	
		色彩和明暗
		光照和阴影处理
		纹理贴图
		雾化
		混合和透明度
相关软件		
	OpenGL	
	vrml	
	Multigen Creator/Vega	
	Java3D	
	VRMap	
	IMAGIS	
	Civil 3D	
	Gvitech CithMaker	

表 0-5 其他计算机技术

序号	技术名称
1	面向对象编程
2	组件技术
3	空间数据库
4	空间数据挖掘
5	网络技术
6	多媒体技术

5 结论与建议

本研究在对规划支持系统国际国内研究进展进行综述的基础上,对规划支持系统的定义、发展目标和开发模式进行了深入分析,并提出了笔者自己的见解,基于此所提出的规划支持系统框架体系,可以作为城市规划编制的重要参考,有在规划行业推广的潜能,开展该方面的研究,主要具有如下方面的意义:

- (1) 可以促进规划编制向“量化”的方向发展,提高规划编制的效率、规划成果的精确性和科学性;
- (2) 地理系统分析技术是规划支持系统框架体系的重要构成之一,通过将规划区域作为一个系统来考虑,采用地理系统分析理论来分析研究区域,将有助于改善规划编制的视角,促进规划理念的提升;
- (3) 通过专业规划模型的引入,可以扩大规划人员的专业视野,将国际的研究前沿引入规划,提高规划的理论水平;通过可视化技术的应用,可以提高规划编制过程的直观性和规划成果的易读性,也从技术上保证了公众参与的可行性;
- (4) 可以提高规划中应用 GIS 的层次,第一个层次是用 GIS 来组织数据,第二个层次是用 GIS 来作一些基本的数据分析、成果输出,而第三个层次就是有想法地应用 GIS (Thinking in GIS & Model)。

目前,笔者正在开展“规划支持系统框架体系及北京城市模型研究”课题的研究工作,在其中将继续对规划支持系统的框架体系进行深入研究。由于规划支持系统是一个国际前沿的研究领域,该方面的研究和应用正处于探索阶段,谨希望本文能够抛砖引玉,能够在不久的将来看到更多的国内同行一起来推动我国规划支持系统领域的研究不断走向深入。

参考资料

1. Batty M. Planning support systems and the new logic of computation[C]. Regional Development Dialogue, 1995, 16: 1-17
2. Bishop, I. Planning support: hardware and software in search of a system[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 1998, 22(3): 189-202
3. Harris B, Batty M. Locational models, geographic information, and planning support systems[J]. Journal of Planning Education and Research, 1993, (12): 184-98
4. Harris B. Beyond geographic information systems: computers and the planning professional[J]. Journal of the American Planning Association, 1989, 55: 85-92
5. Harris, B. Plan or Projection: An Examination of the Use of Models in Planning[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1960, 26(4): 365-272
6. Hopkins, Lewis D. Structure of a Planning Support System for Urban Development[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 1999, (26): 333-343
7. Klosterman R E. Planning support systems[C]. In Wyatt R, Hossain H (eds) Proceedings, Fourth International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Melbourne, 1995, July, (1): 19-35
8. Klosterman, Richard E. Planning support systems: A new perspective on computer-aided planning[J]. Journal of Planning Education and Research, 1997, 17(1)
9. P. Rizze. Computers in urban planning and urban management at the turn of the millennium[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 1999, (23): 147-150.
10. Stan Geertman, John Stillwell. Planning support systems an inventory of current practice[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2004, (28): 291-310
11. Stillwell, J. Planning Support Systems in Practice (Advances in Spatial Science)[M]. Springer, 2002.
12. 陈顺清. 试论城市规划信息系统(UPIIS) [J]. 城市规划, 1998, 22(6)
13. 丁建伟, 谢明, 黄伟. 城市规划信息系统的可持续发展[J]. 城市规划, 2001, 25(8)
14. 杜宁睿, 李渊. 规划支持系统(PSS)及其在城市空间规划决策中的应用[J]. 武汉大学学报(工学版). 2005, 38(1): 137-142
15. 胡金柱. 模糊决策与决策支持系统[M]. 武汉: 华中师大出版社, 1989
16. 蒋恒恒, 罗玉军. GIS 技术在城市建设决策支持系统中的应用初探[J]. 电脑与信息技术, 2002, 3
17. 刘楷 译. 与计算机技术创造性结合的规划支持系统[J]. 国外城市规划建设, 2003, 18(5): 15-20
18. 龙瀛, 贾海峰. 城市公用事业设施管理 AF-FM-SS-RM 解决方案初步研究[J]. 测绘通报, 2004, 12
19. 宋小冬. 城市规划管理信息系统建设的一般途径[J]. 城市规划, 2006, 30(1)
20. 孙汉青, 卢明山. 城市规划信息系统初探[J]. 测绘软科学研究, 2002, 8(4)
21. 严荣华, 王良发, 等. 城市规划管理信息系统的开发与实践[J]. 测绘通报, 2001, 8
22. 张妍, 尚金城. 开发区环境规划决策支持系统的研制与应用[J]. 科学学与科学技术管理, 2002, 5

作者简介

龙 瀛: (1980-), 男, 吉林四平人, 硕士, 北京市城市规划设计研究院, 工程师, 中国城市规划学会会员。主要研究方向为规划支持系统、区域及城市生态环境规划和水集成系统规划。