

基于 GIS 的城市设计工作方法探索

Urban Design Methods Based on Geographic Information System

洪成 杨阳

Hong Cheng, Yang Yang

摘要：基于 AutoCAD 的城市设计工作方法存在设计与分析相独立、成果无法直接输入管理信息系统等问题，造成设计与问题研究、公众参与、规划管理等工作之间信息流通不畅，也不契合现代城市设计自身的特质。为此，提出基于 GIS 的城市设计工作方法，并建立起该方法的基本框架和步骤。在此基础上，基于 ArcGIS10.0 这一软件平台在多个城市设计项目中初步实践了这一方法，并总结该方法的优势和劣势，提出未来可能的发展方向：GIS 是城市设计中多种技术、多种软件平台、多来源信息、多个工作阶段相互整合的主要平台。

Abstract: Currently there exist some problems in urban design methods based on AutoCAD. For instance, it leads to the separation between design and analysis, and the inability to input the design results into management information system. That is negative impact on the information flow between design, research, public participation and management, and also does not fit the peculiarity of the present age urban design. Therefore, this article proposes a method based on GIS, and establishes its basic framework and steps. In addition, the author introduces this method in multiple urban design projects. Based on the experience, this article summarizes its advantages and disadvantages, and presents the possible direction of future development: GIS acts as the main integration platform of the multiple technologies, software, information, and working stage in urban design work.

关键词：城市设计；GIS；工作方法

Keywords: Urban Design; GIS; Methods

作者：洪成，上海同济城市规划设计研究院，助理规划师。

343417811@qq.com

杨阳，上海同济城市规划设计研究院，助理规划师

1 研究背景

1.1 城市设计内涵的发展

现代城市设计弥补了城市规划与建筑学之间的空隙，它是城市规划的延伸和具体化，并已成为我国重要地区建设中不可缺少的前期指导性工作。

城市设计自 1980 年代传入我国以来，学术界和实践对它的认识就在不断地演化和发展。《城市规划原理》（第四版）在综合分析各家之言的基础上将“城市设计”的概念概括总结为：“根据城市发展的总体目标，融合社会、经济、文化、心理等主要元素，对空间要素做出形态的安排，制定出指导空间形态设计的政策性安排。”^[1]

笔者总结当前主要研究成果，结合自己的实践认知，认为可以从三个层面对城市设计的内涵进行阐释。首先，在空间层面上，城市设计关注城市空间形态的美学与艺术特质，以营造适合人居住的良好空间环境为目标。其次，在时间层面上，城市设计是超越三维空间的四维概念，时间是重要的影响因素：一方面其实施环境在不断变化，另一方面，其需要理解空间中人类不同活动的时间组织^[2]。最后，管理层面，当代城市设计关注对其目标实现过程的控制和引导，具有极强的公共政策属性^[3]。

综上，当代城市设计具有系统协调性、动态变化性、公共政策性等特质。当城市设计的工作方法和平台与这些特质相适应时，才能更好地服务于城市发展建设。

1.2 城市设计工作方法的变迁

传统的城市设计以手绘方案图和手工制作模型的方式进行，不仅费时费力，而且修改起来工作量大。随着计算机技术的发展，从 1950 年代起，以 AutoCAD 为代表的电子绘图技术在城市设计中推广开来，目前我国实践中的城市设计工作以其为主要平台，结合其他工具进行方案设计和成果制作。

AutoCAD 的优势在于其绘图思路与手工绘图基本一致，因而具有绘图的直接性，但其缺陷在于图形的语意模糊^[4]，设计师用来表达自己设

计意图的图层、色块、线型等信息对于非专业人士来说难以理解，计算机也无法直接识别，因此 AutoCAD 输出的设计成果一般需用专门软件进行渲染后才能提交给甲方，还需经过格式转换才能输入地方规划管理信息系统，这在城市设计系统性、过程性、政策性等特征越来越明显的今天，面临着图纸工作量大、信息流通不畅等问题。

1.3 参数化设计的兴起

1990 年代以来，参数化设计成为建筑领域的热门话题，其基本思想是把设计“参变量”化，借助计算机语言将影响设计的重要因素组织在一起，形成参数模型，设计师用计算机管理数据模型来完成形态设计和后续的图纸工作^[5,6]。

建筑参数化设计出现于 1990 年代，国外部分建筑院校最早开始这方面的研究，之后一些先锋建筑师开始将其应用于实际的建筑项目。在探索过程中，部分学者认为参数化思想在城市设计层面也可以有效运用，英国 AA 学院和中国清华大学等高校在教学和设计实践中已进行过这一层面的探索。

参数化设计在国内建筑设计中应用时间较短，在城市设计领域的应用就更少了，但这一思想可以为城市设计工作提供良好的思路和借鉴：把握技术革新，利用建模思想来发掘设计基地中重要特征之间，以及这些特征与设计结果之间的内在关系，从而解构设计本身，让设计师从更高的层面介入设计工作，营造对形式、功能和环境特征三方面都敏感的设计系统。

2 观点的提出：基于 GIS 的城市设计工作方法

2.1 基本思路和框架

综上所述，当代城市设计的发展对其工作方法提出越来越高的要求，同时参数化设计等新思想和工具给城

市设计工作方法带来新的启示。基于此，本文提出基于 GIS 的城市设计工作方法。

方法的核心是将 GIS 作为城市设计各方面工作的主要整合平台，在项目前期创建设计基地的地理信息数据库，整合基地多方面、多来源信息；在方案设计阶段嵌入地理分析，动态反馈设计过程，并以参数化方式制作成果图纸；工作后期结合 WebGIS 和虚拟现实技术进行方案评审和公众参与；最后以 GIS 数据格式递交设计成果，输入地方规划管理信息平台，参与规划管理，并可作为现状或上位规划资料输入其他城市设计项目的数据库（图 1）。

2.2 国内相关研究

笔者在“中国知网”平台搜索 2003—2013 年间有关 GIS 在规划领域应用的文献，共找到 222 篇，其中规划管理方面 91 篇，总体规划设计方面 52 篇，控制性详细规划方面 28 篇，城市设计方面 17 篇，此外还有 34 篇有关 GIS 的教学和在其他专项规划中的应用。可以看出，当前国内对 GIS 结合城市规划的研究偏重于规划管理和宏观层面的规划，而在城市设计中的应用研究还比较少。

国内关于 GIS 在城市设计中应用的研究成果可以概括成三类：第一类是结合具体的城市设计项目，介绍在设计实践中对 GIS 的应用，如吉国华等人在拉萨江苏大道城市设计中应用 GIS 对建筑高度控制规划进行的研究^[7]，王

成芳在佛山市云东海中心区设计等项目中对 GIS 辅助设计分析的探索^[8]；第二类是尝试在 GIS 中建立量化和可视化分析模型，用来解决城市设计中的某一类问题，如王级武等人以 GIS 方法评估设计方案节能效应的研究^[9]，张霞等以 GIS 进行景观视域分析的研究^[10]；第三类是针对 GIS 本身的技术特征，探讨其在城市设计中可能的应用方面，如钮心毅对 GIS 可视化技术和 WebGIS 在城市设计中应用的设想^[11]，顾朝林等用 GIS 基本功能和扩展模块辅助城市设计过程的尝试^[12]，朱庆等对数码城市 GIS 技术及其在不同层次城市设计中应用的探讨^[13]。

综上，目前国内还没有从城市设计整个工作流程的角度研究 GIS 应用的成果。而笔者认为，当今城市设计的系统性、动态性、政策性特质正好与 GIS 的优势有机契合，基于 GIS 的城市设计工作方法研究具有一定的探索价值。

2.3 国外相关研究

GIS 起源于 1960 年代的加拿大和美国，传统 GIS 在国外城市规划业务中的应用包括地图处理、规划管理、分析与决策支持、公众参与四个方面^[14]，其中与城市设计工作过程相关程度最高的是地图处理和公众参与两方面。

地图处理方面，针对城市设计形象思维和空间造型的要求，多位国外学者探索了三维 GIS 与虚拟现实技术结合，应用于城市设计方案模拟的方法。较早的研究有巴蒂（Batty）等人对 GIS 和虚拟城市环境结合的研究，这项研究在技术分析的基础上，提出 GIS 技术在城市设计中应用的可行性和实例^[15]。爱德华·韦布（Edward Verbree）等人用 GIS 模拟城市设计形态，根据不同的模拟方法，形成三种平面、模型和世界三种视图模式，并比较了其表达效果和适用对象^[16]。

GIS 运用于公众参与的较早案例是

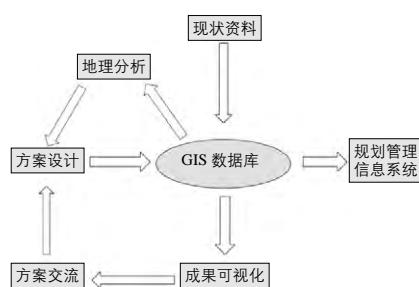


图 1 基于 GIS 的城市设计工作方法流程

1998 年的芝加哥皮尔森社区规划，规划团队选用 GIS 和画家素描作为可视化工具，辅助社区成员参与规划。这一工作分为建立 GIS 数据库和实施公众参与两个方面，在规划前期就引入公众参与，并通过结合大量的图片、影像等多媒体信息，提高了参与者的兴趣和理解程度^[17]。虽然这一案例的对象是社区规划，但其应用手段和特点与城市设计类似，其经验也值得城市设计工作参考。

2008 年以来，地理设计 (Geo-Design) 成为国外 GIS 领域的热门话题，其基本思想是“将地理分析带入设计流程，使最初的设计草图可即刻进行适用性评价”，其重点在于“在设计流程中掌握并运用地理信息”^[18]，而不仅限于前期的分析和对设计的事后评估。地理设计的基本思想可以在人地和谐、道法自然等传统理念中找到渊源，其近代渊源被认为是麦克哈格 (Ian McHarg) 所著的《设计结合自然》，该书提出“设计应充分考虑社会与自然问题”，并通过引入多学科研究方法，创建出一套完整的景观和规划设计工作方式^[19]。在麦克哈格的工作基础上，卡尔·斯坦尼兹 (Carl Steinitz) 等多位学者又不断地发展出新的成果，促使规划设计与地理科学更为紧密地结合起来。

2008 年在美国召开的“GIS 与设计中的空间概念”会议首次提出“地理设计”这一概念。2010 年，首届“地理设计峰会”在美国环境系统研究所公司 (ESRI) 总部召开，到 2013 年已成功举办四届，成为推动地理设计发展最重要的学术会议。最早的地理设计工具是 ESRI 在 1990 年代初发布的 ArcCad，目前较成熟的工具是 ESRI 在 2006 年发布的 ArcGIS 扩展模块——ArcSketch，这一模块提供在 ArcGIS 环境下快速创造形体的功能，从而使设计人员可以直接在 GIS 环境中进行草图设计，目前其功能已被整合进 ArcGIS10.0 软件。

地理设计处于设计与地理信息系统综合交叉区域，目前其理论、方法、工具的发展都还不成熟，但它在包括城市设计在内的多个尺度的设计领域有着广泛的前景。

综上，目前国外并没有直接针对 GIS 在城市设计工作全程中应用的研究，但关于 GIS 结合规划设计的多方面工作都已有较成熟的探索，其研究和实践经验值得国内借鉴。

2.4 研究可行性分析

国内 GIS 在城市设计领域的应用较少，其重要原因是存在技术难点，即传统 GIS 在三维空间分析和方案绘制方面能力不足。但近年来以三维 GIS 和地理设计工具为代表的 GIS 新技术迅速发展，笔者认为，目前城市设计的大部分工作都已经能够在 GIS 环境中完成 (表 1)，这使得基于 GIS 的城市设计方法成为可能。

3 基于 GIS 的城市设计工作方法的特点和优势

目前，最通用的 GIS 软件平台是 ArcGIS10.0，笔者以此为主要平台，在多个城市设计项目中对上述思路进行了实践，取得了初步成果。

3.1 资料收集与分析

城市设计工作开端于资料收集和现状分析。目前直接用项目资料库汇总

电子资料的方式效率较低，由于现状信息分散在多幅独立的图纸和文件中，设计师难以形成对基地的完整认识。

GIS 的优势之一就是对多来源海量信息的高效组织和管理。基于 GIS 的城市设计工作方法从项目开始就基于 ArcGIS 平台建立起基地的地理信息数据库，以分图层的形式输入多源资料，从而将基地各方面信息汇总在以空间地理坐标为基础的同一个平台上，并实现双向查询和关联 (图 2)。

建成数据库之后，设计者就可以根据基地特点和设计目标，直接运用 ArcGIS 空间分析手段对基地进行专题分析，如地形分析、现状建设、设施服务区评价等。在各专项分析的基础上，可利用 ArcGIS 叠加分析技术，在叠加两个或多个数据层的基础上得出新的数据层，从而发掘不同信息之间的关系，深化对基地的理解。依据影响设计的重要参变量，可用上述手段建立参数模型，对基地的用地适宜性、用地价值等进行综合评价，为精细化方案设计提供依据 (图 3)。

近年来，随着 GIS 三维分析技术的迅速发展，在 ArcGIS 中已可以快速创建基地三维场景模型，让设计师直观感受地形地貌和场地氛围，并可进行景观视域、工程土方等三维定量分析，从而将城市设计前期分析从传统的二维拓展到三维，强化了对空间的把握能力 (图 4)。

表 1 城市设计基本工作内容与 GIS 基本功能对应表

城市设计工作		GIS 功能					
工作阶段	工作内容	空间叠加	地理设计	三维分析	网络分析	空间分析	信息管理
资料收集与分析	资料输入	√					
	现状分析	√		√	√	√	
方案创作	草图绘制	√	√				
	方案深化	√	√	√	√	√	
	方案比较	√		√	√	√	
	成果输出	√		√	√	√	
成果递交和反馈	成果汇报	√		√			
	公众参与						√
管理实施	空间管理						√

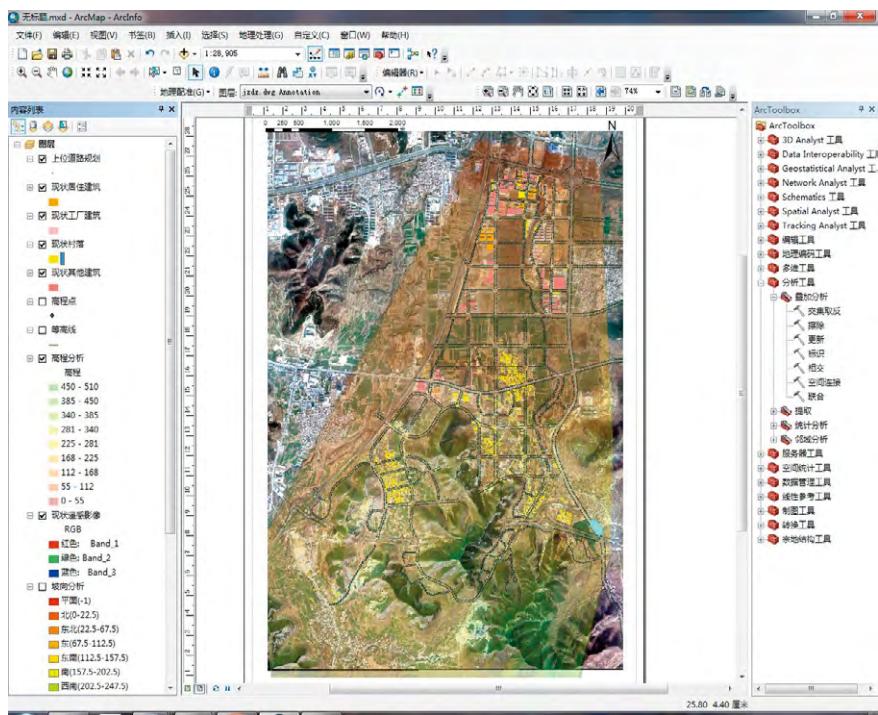


图 2 以 ArcGIS 为平台整合基地现状资料

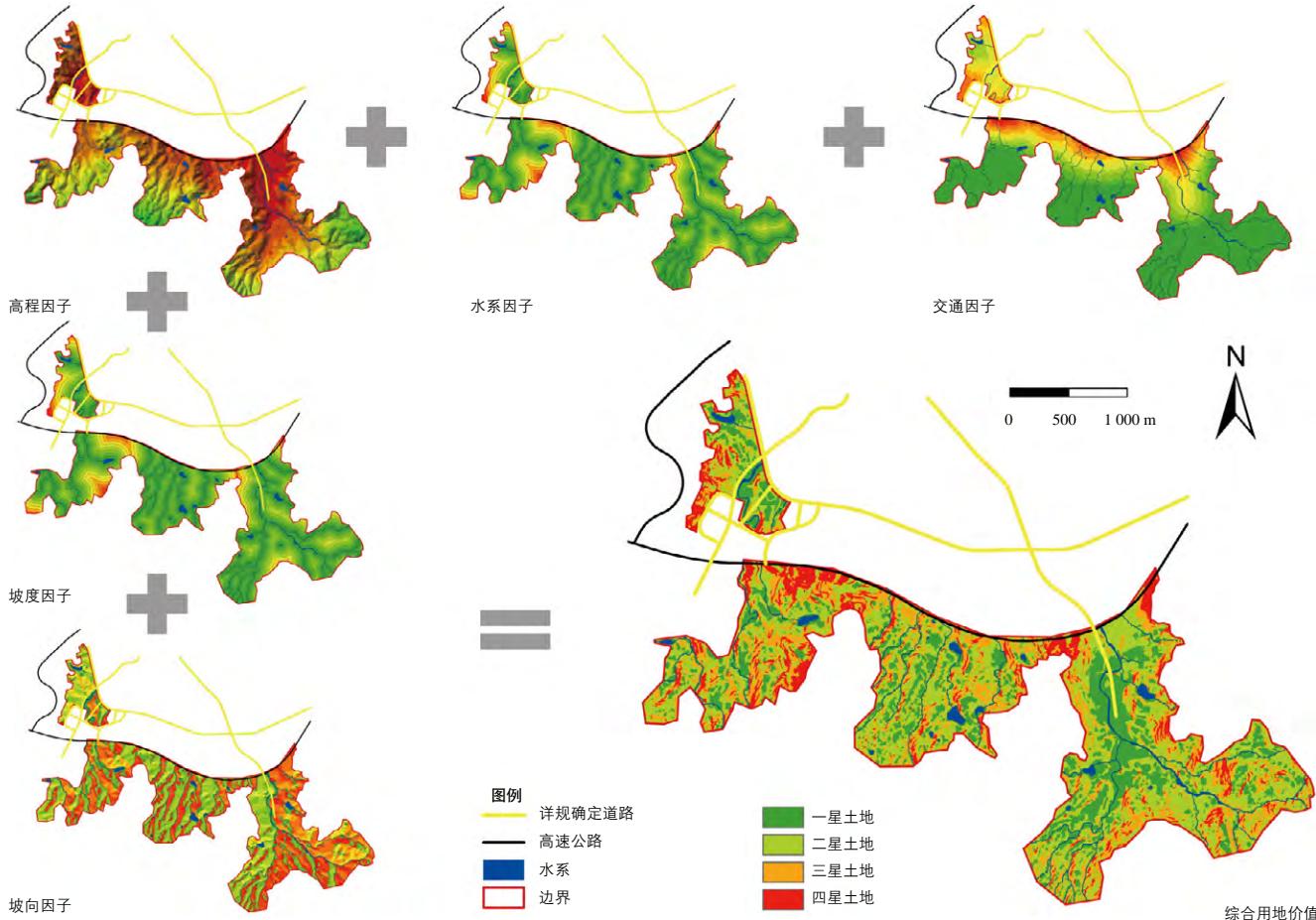


图 3 基于 ArcGIS 的用地价值评价

3.2 方案创作

目前城市设计方案创作主要以先手绘草图，然后在 AutoCAD 中进行二维深化设计的方式进行。这种方法的优势在于制图的直接性，劣势在于整个工作过程始终是面向设计结果的，而不是面向设计过程的，造成方案设计与前期的现状分析及后期的方案分析之间的割裂。且这种方法的后期工作（分析图制作、指标统计等）相当费时费力，方案调整一次就得重新做一次，导致设计师花费过多的时间和精力。

基于 GIS 的城市设计工作方法在这一阶段运用地理设计工具，直接在现状分析图上进行草图设计，从而真正地将设计与分析结合起来（图 5）。在方案深化和多方案比较的工作中，凭

借 ArcGIS 参数化建模的优势，方案的每一次调整，其指标统计和专题分析结果都可以半自动刷新，从而动态实时地反馈方案设计，实现方案设计和方案分析的高度融合（图 6—图 8）。

成果输出阶段，在 GIS 中显示或隐藏特定的数据层就可以直接输出方案和分析图纸，无需后期加工（图 9）。由于这种参数化制图的工作量比利用 AutoCAD、Photoshop 等方式小得多，设计师得以从繁重的图纸绘制工作中解放出来，从而聚焦于设计本身。

此外，相对于以前的版本，利用 ArcGIS10.0 的三维可视化技术可即时为设计方案创建多角度三维场景，对设计推敲和成果表达都有很大的帮助（图 10—图 12）。

3.3 成果交流与反馈

成果交流包括与项目甲方的交流以及公众参与两个方面。

常用的与甲方交流的方式是在项目会议上汇报 PPT 文件等，这种方式要求设计者在每次交流之前花大量精力制作汇报文件，同时文件中的信息是静态的、缺少空间坐标的，常常难以满足实际交流中的信息需求。

目前我国公众参与的制度和方法并不成熟，参与范围的广泛性、反馈的便利性和有效性都不尽理想。可以预料，随着社会的发展，公众参与在城市设计中的地位会越来越高。

基于 GIS 的城市设计可以将数据库引入汇报交流，根据交流需要随时在 ArcGIS 平台上调取现状和方案信息，

运用可视化手段进行分析和对比，为观点的交流和确定提供精确依据，从而大大提升交流的质量，同时减少制作汇报文件的工作量。

随着网络技术的发展，基于 WebGIS 和可视化技术的公众参与形式在国外已经得到应用，并被证明是一种有效的公众参与手段^[20]。这一手段将城市设计的成果以直观、有趣、易理解的形式表达出来，并发布在网络上，任何人都可以浏览、查询和评论，并通过网络将意见反馈给主管部门和设计者。国内在这方面有很大的发展空间，例如，最简单的方法就是将 ArcGIS 创建的方案模型导入谷歌地球平台，让民众可以多角度查看方案并发表意见（图 13，图 14）。



图 4 基于 ArcGIS 的基地三维分析

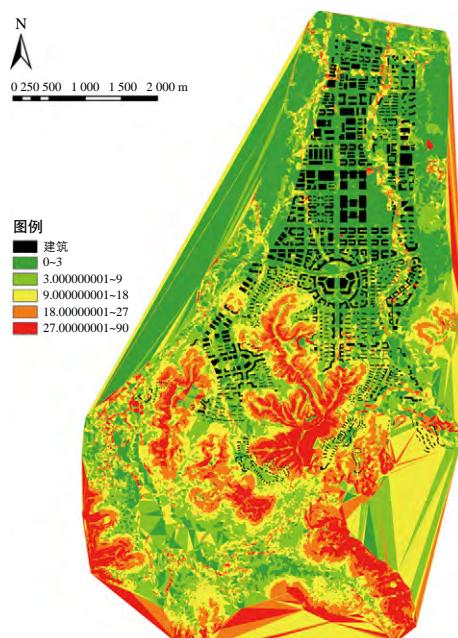


图 5 ArcGIS 中在分析图上绘制方案

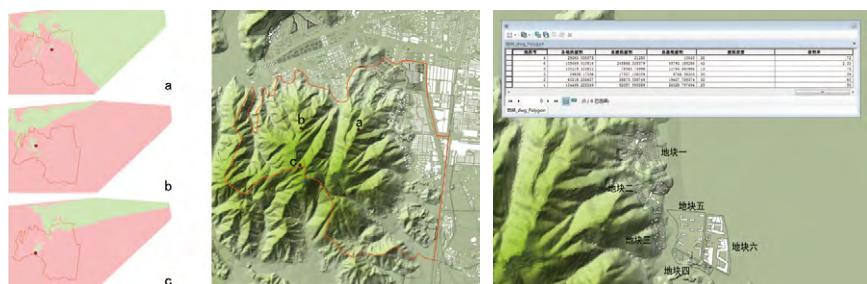


图 6 ArcGIS 以视域分析反馈观景点设计



图 7 ArcGIS 的即时指标统计

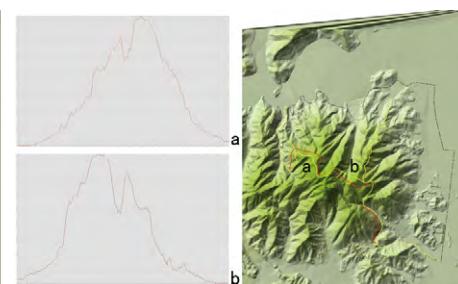


图 8 ArcGIS 以道路剖面分析反馈道路设计

3.4 规划管理实施

目前,我国许多城市都已建起规划管理信息系统(UPMIS),作为城市设计实施管理的重要平台。AutoCAD输出的设计成果由于缺乏空间信息,是无法直接输入 UPMIS 的,这是造成城市设计编制和实施管理之间信息生态链断裂的重要技术原因。目前较通行的解决方法是对 AutoCAD 的设计成果重新编码后输入 UPMIS,这一过程给规划管理工作带来额外的大量工作量,

也容易造成信息的损失。

基于 GIS 的城市设计方法从项目之初就建立起设计基地的地理信息数据库,整个设计过程实际上就是在 GIS 环境中逐步输入设计和分析的信息,在工作结束时便形成完整的项目数据库,包含基地现状和方案设计两方面信息,并且这些信息可以被 UPMIS 自动识别,从而大大降低了数据交流共享的技术门槛。项目数据库中的成果被输入 UPMIS 后,就可以在 GIS 平台

上开展信息发布、规划实施、建设项目评估等工作了,同时可作为现状或上位规划资料输入其他城市设计项目,进而大幅度提升数据的使用效率,在城市设计不同工作阶段之间形成一个完整的信息生态链(图 15)。

4 结论与展望

上文分析和实践可以说明,基于 GIS 的城市设计工作方法是可行的,并有很大的发展空间。这一方法有如下

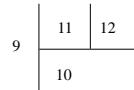


图 9 ArcGIS 生成的城市设计图纸

图 10 ArcGIS 生成的方案高度分析

图 11 ArcGIS 生成的动画截屏

图 12 ArcGIS 快速生成的方案模型

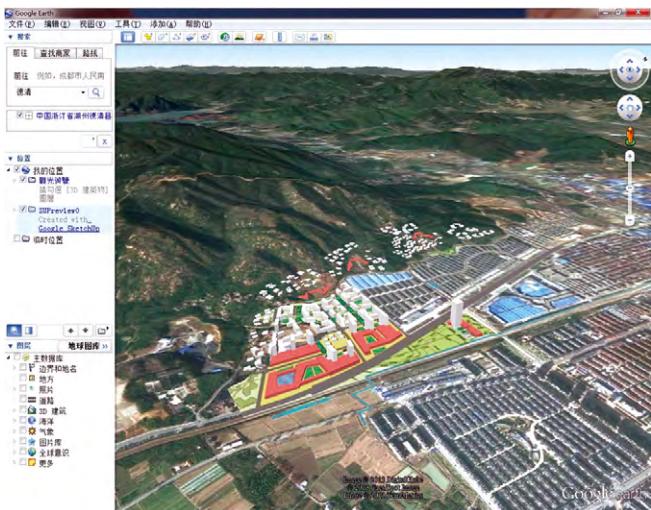


图 13 将方案模型导入谷歌地球

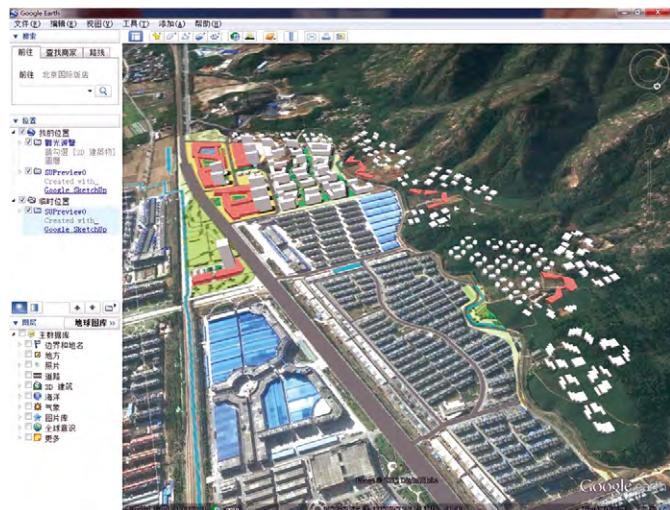


图 14 在谷歌地球中多角度查看设计方案

优势：建立起城市设计的全生命周期信息管理平台，大大提升数据的使用、交流和共享效率；将地理分析嵌入方案设计过程，符合现代城市设计深入分析、精细设计的发展方向（这可以看作地理设计思想在城市设计领域的实践）；在参数化建模基础上，由计算机半自动完成制图工作，从而让设计师从大量的制图工作量中解放出来，得以将重点放在分析研究和方案设计本身（这可以看作参数化思想在城市设计领域的初步实践）。

目前，基于 GIS 的城市设计方法在实践应用中还面临不少瓶颈，对习惯传统方法的城市设计师来说，GIS 的数据结构和操作界面并不符合他们的思维和设计习惯。本文并非要求城市设计师摒弃传统的工作方式和习惯，而是从技术发展的角度提出新的可能与展望。近年来，虽然城市设计的主要工作平台依然是 AutoCAD，但已有不少城市设计团队开始使用 GIS 平台和其他新技术进行工作支撑。可以预见，城市设计工作在相当长的时间内会同时应用包括 GIS 在内的多种技术和工具，而 GIS 因其独特优势，非常适合成为多种技术、多个软件平台、多来源信息乃至多个工作阶段相互整合的重要平台，因此，笔者认为未来 GIS 在城市设计工作中的参与程度会越来越高，基于 GIS 平台可能成为城市设计的主要工作方法。

自人类进入信息时代以来，信息处理和交流对于各行各业的发展都起到越来越重要的影响。信息化的发展在推动着城市设计工作往科学化、合理化和精细化方向发展的同时也会彻底改变其运作规则，本文提出的基于 GIS 的城市设计方法是对这一进程的响应和推动。**UPI**

注：本文图表均为作者自绘

参考文献

- [1] 吴志强, 李德华. 城市规划原理 (第四版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 554-557.
- [2] 董禹, 金广君. 试论城市设计中的时间维度 [J]. 华中建筑, 2007, 25(5): 138-140.
- [3] 金广君, 刘堃. 我们需要怎样的城市设计 [J]. 新建筑, 2006 (3): 8-13.
- [4] 牛强, 宋小冬, 周婕. 基于地理信息建模的规划设计方法探索——以城市总体规划设计为例 [J]. 城市规划学刊, 2013(1): 90-96.
- [5] 徐丰. 参数化城市主义——一个理解城市新的角度 [J]. 城市建筑, 2010 (6): 47-50.
- [6] 黄蔚欣, 徐卫国. 基于参数化设计方法的城市形态生成 [J]. 新建筑, 2012 (1): 10-15.
- [7] 吉国华, 童滋雨. 拉萨江苏大道城市设计中建筑高度的控制 [J]. 新建筑, 2010(1): 125-128.
- [8] 王成芳. GIS 等多技术融合辅助城市规划设计及应用 [J]. 南方建筑, 2009(5): 76-79.
- [9] 王纪武, 葛丹东. 节能目标下的城市设计方法 [J]. 浙江大学学报 (工学版), 2009, 43(8): 1538-1542.
- [10] 张霞, 朱庆. 基于数码城市 GIS 的视觉分析方法 [J]. 国际城市规划, 2010, 25(1): 66-70.
- [11] 钮心毅. 地理信息系统在城市设计中的应用 [J]. 城市规划汇刊, 2002(4): 41-45.
- [12] 姚静, 顾朝林, 张晓祥, 等. 试析利用地理信息技术辅助城市设计 [J]. 城市规划, 2004, 28(8): 75-78.
- [13] 朱庆, 张霞. 数码城市 GIS 与城市设计 [J]. 云南师范大学学报 (哲学社会科学版), 2008, 40(4): 8-13.
- [14] 宋小冬, 钮心毅. 城市规划中 GIS 应用历程与趋势——中美差异及展望 [J]. 城市规划, 2010 (10): 23-29.
- [15] Batty M, Dodge M, Jiang B, Smith A. GIS and Urban Design[M] // Geographical Information and Planning: European Perspectives, London, New York, Berlin: Springer-Verlag, 1999.
- [16] Verbeeck Edward, Vanmaren Gert, Germs Rick, Jansen Frederik, Kraak M-J. Interaction in Virtual World Views Linking 3D GIS with VR[J]. Geographical Information Science, 1999(13): 385-396.
- [17] Al-Kodmany K. Public Participation: Technology and Democracy[J]. Journal of Architecture Education, 1999 (53): 220-228.
- [18] 杰克·丹哲芒, 马劲武, 李乃聪, 等. 地理信息系统：设计未来 [J]. 中国园林, 2010, 26(4): 19-26.
- [19] Ian McHarg. 设计结合自然 [M]. 黄经纬, 译. 天津: 天津大学出版社, 2010: 22-30.
- [20] 韩肇生, 彭震. GIS 在国外城市规划中的应用 [J]. 国外城市规划, 2001(1): 42-44.

(本文编辑：许致)

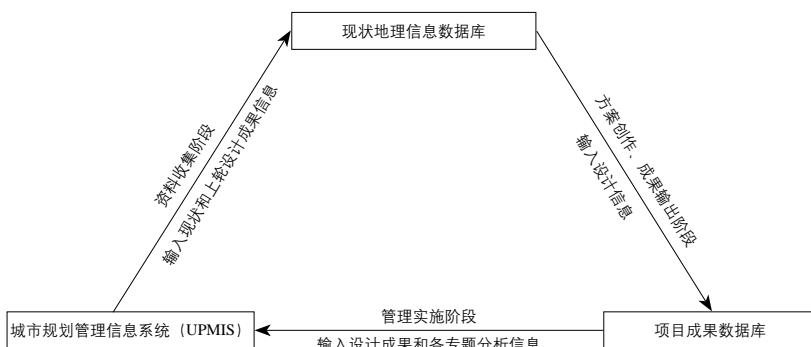


图 15 基于 GIS 的城市设计信息生态链