

文章编号: 1009-6000(2011)05-0034-08

中图分类号: G202 文献标识码: B

基金项目: 本文为“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAJ14B06)和江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目(江苏省教育厅苏教师[2008]16号)研究的部分成果。

作者简介: 吴晓(1972-),男,籍贯福建惠安,博士,东南大学建筑学院副院长、教授、博士生导师;

高源(1975-),女,籍贯江苏扬州。东南大学建筑学院博士、副教授;

方宇,女,东南大学建筑学院城市规划系2008级硕士研究生;

王松杰,男,东南大学建筑学院城市规划系2008级硕士研究生。

面向城市设计的地理信息系统应用 刍议

The Application of GIS in Urban Design

吴晓 高源 方宇 王松杰

WU Xiao GAO Yuan FANG Yu WANG Song-jie

摘要:

地理信息系统(GIS)通过计算机图形和数据库的融合,衍生出空间分析与可视化表达的强大功能,从而为城市设计提供新型的空间分析工具和决策辅助工具。本文面向城市设计,在分类阐述GIS三大基本职能的基础上,结合实践项目,具体探讨了GIS在城市设计中的不同应用策略。

关键词:

地理信息系统;城市设计;应用

Abstract: With the combination of calculator figure and database, GIS can provide powerful functions in special analysis and visualization as a new analysis & decision-making tool in urban design. Based on the introduction to basic functions of GIS, the paper discusses various application strategies of GIS in urban design practices.

Key words: Geographic Information System(GIS); urban design; application

地理信息系统(GIS, Geographic Information System)由计算机系统、地理数据和用户组成,是一种通过采集、存储、管理、检索、表达地理空间数据,进而分析和处理海量地理信息的通用技术。

1 GIS面向城市设计的基本职能

面向城市设计的重要对象——城市空间环境,GIS可以通过计算机图形和数据库的融合,实现地理位置与相关属性的有机结合,并凭借其空间分析和可视化表达的强大功能,为城市设计提

供新型的空间分析工具和决策辅助工具。目前其基本职能主要集中在三个方面:

1.1 基本职能一:空间数据的采集整理及数据资料库的建构

除了为城市设计者提供数字化地图及其关联数据外,GIS还可以将通过现场踏勘、社会调查所得的各种数据及资料与数字化地图数据进行系统化整合,并对相关信息进行贮存、编辑、管理及可视化处理,建构城市设计所需的物质性空间数据、社会-经济数据、历史数据资料库(表1)。

其中,物质性空间数据的采集与建

库更是城市设计展开的基础性前提。这在实践操作中可以通过统一制定现场信息调研表、统一安排现场调研方式(包括照片的拍摄角度等)、统一设定调研数据建库路径的方式,完成从基地信息记录到数据资料库建立的数字化过程。表2 即是根据数据资料库建构的具体要求,专门面向历史敏感地段的建筑系统而制定的一份现场信息调研表,涉及建造年代、建筑质量、风格、高度等多重因子,可为基地环境的总体把握和现状建筑多元化拆建策略的确立提供相对全面客观的依据(表2)。

1.2 基本职能二: 空间查询与分析

对于城市设计而言,空间查询和分析功能是GIS系统最为重要的功能。结合建成的GIS数据库,既可按照横向系统类型进行分项查询、逐层叠加,把握空间系统及各空间要素的构成关系,也可以按照发展历程的时间维度进行纵向检索,全面认识空间形态演变过程。而且,GIS技术平台通过与其他分析工具相结合,有效整合了城市空间的物质形态、尺度和时间多种维度的相关信息,

从而为城市设计者系统分析海量城市空间数据信息提供了有力保障。

该职能的应用包括三个层次:空间要素及属性检索、空间特征及拓扑叠加分析、空间系统及模型分析。尤其是后者,设计者可以在对空间系统中的单个对象以及空间特征的信息资料进行逐项分析的基础上,利用GIS技术平台建立空间系统模型,并结合三维模型分析、数字地形高程分析等不同的模型分析和统计计算方法,完成针对空间系统的多要素综合分析,为城市空间环境整体优化提供可靠依据。

如南京老城高度的城市设计研究,即是选取历史、景观、人口密度、可达性、地价、可建设程度等六方面因子,综合运用GIS和CAAD技术,进行了一系列带有空间属性的数据分析,形成一套适应于我国城市建设管理的城市设计研究成果,为南京城市建设管理提供了有效的技术支持(图1)。

1.3 基本职能三: 可视化表达与输出

在城市设计中,通过GIS处理空间数据,其中间过程和最终结果都能够以

可视化方式表达和输出;而且设计者可以主动选择显示的对象与形式,不仅可以输出包括全部信息在内的全要素地图,也可以分层输出各种专题图、各类统计图表等资料,相应的图形化空间数据还可放大或缩小显示,这就为城市设计者提供了全面、系统、直观的分析工具。

近年来,伴随着不少与GIS相接驳的软件开发、某些空间分析理论和工具的植入,以及与CAD、虚拟现实等数字化技术的综合运用,GIS在城市设计中的应用范围已逐步突破上述三大基本职能,得到了相应拓展,并衍生出空间句法分析、3DGIS仿真、WebGIS等外延职能,这里不再一一赘述。下文将结合一例城市设计的实践项目,重点针对GIS应用的基本职能加以诠释。

2 GIS面向城市设计的应用示例

2008年8~11月间,杭州高新(滨江)区人民政府和杭州市规划局共同举办了一次规模盛大的“中国·杭州·滨江新城概念规划国际竞赛”。笔者有幸参与了本次竞赛,并经过形式和内容不

表1 城市设计所需的基础数据及其构成

城市设计所需的数据类型	主要系统构成	具体因子信息
物质性空间数据	建筑系统数据	平面、高度、面积、年代、质量、风格、色彩等
	开放空间系统数据	几何特征、界面形态等
	景观系统数据	绿化及树木的类属、高度、树冠尺寸、林相、郁闭度等
	道路交通系统数据	层级构成、空间分布、形态结构等
社会-经济数据	社会系统数据	使用者及居民的文化水平、阶层分布等
	经济系统数据	建筑及土地权属、税收、收入及产权变更
	环境系统数据	交通流量、气候、水文等
历史数据	与作为设计对象的	历史沿革、相关遗产档案、典故等
	空间环境相关的历史数据	

表2 基于数据资料库建构的历史敏感地段现状建筑的信息调研表

建筑名称		建筑位置		典型建筑平面测绘				
现状功能	文物等级	建造年代	建筑质量	建筑层数	建筑风格	周边街巷尺度	照片拍摄方向	照片编号
1 居住	1国家	1明代	1较好	1三层以下	1 现代			1
2 公建	2省级	2清代	2一般	2三—六层	2 近代	高宽比		2
3废弃	3市级	3民国	3较差	3小高层	3 传统			3
	4其他	4 1950～70年代	4危旧	4高层	4 其他			
		5 1980年代后						

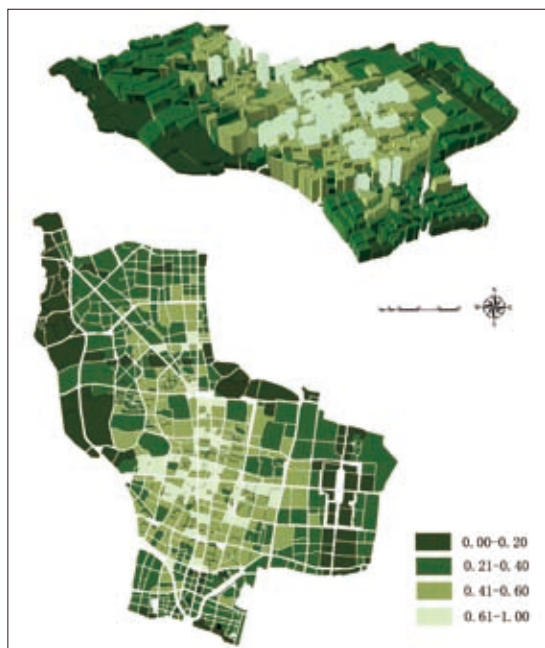


图1 GIS在南京老城高度城市设计研究中的应用示例

* 资料来源为：南京老城高度城市设计研究文本（东南大学建筑学院，王建国教授主持）。

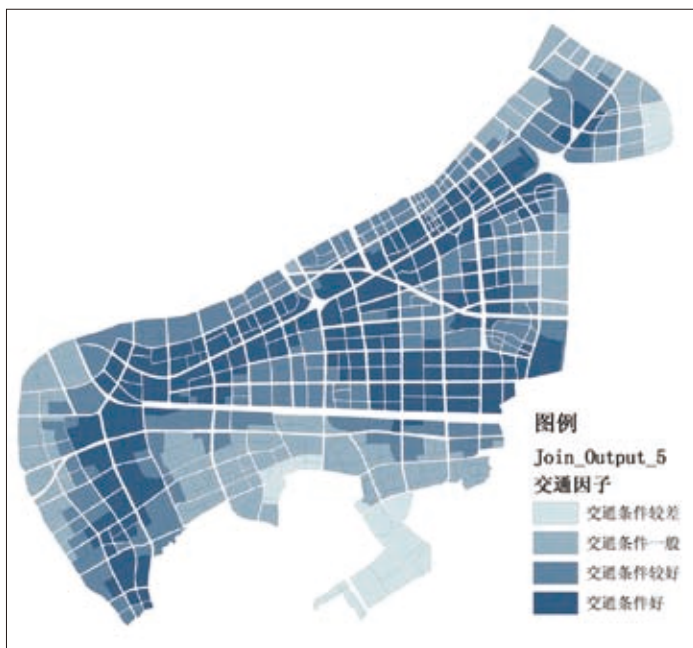


图2 基于GIS的交通综合因子分布图

同的三轮投标，从93家单位参与的激烈竞争中脱颖而出，顺利入围前三名。

本次国际竞赛的主旨是针对杭州滨江新区未来发展的固有瓶颈——因长期工业开发区的发展模式而带来的城市功能的失衡和弱化，作出积极的应对和调整，弥补上轮规划的缺失，补充、优化和升级城市功能，实现从区到城的实质性跨越，最终将滨江新城打造为集居住、商务、商业、产业、教育、娱乐于一体的功能完整的复合型国际科技新城。

其中，第三轮竞赛专门提出了有关空间形态优化的重点要求，从而使城市设计成为本次概念规划的空间落实和核心内容所在。而在整个设计过程中，笔者继续探讨和拓展着城市设计与GIS相结合的多元可能性，在充分发掘GIS空间分析职能的前提下，多目的、多梯次地引入了GIS分析技术：其一是基于现状的用地潜力分析；其二则是面向规划的空间形态导控。

2.1 基于GIS的用地潜力评析

2.1.1 评析概述

GIS分析的目标：强化“现状分析”作为规划先导依据的科学性；

GIS分析的对象：用地潜力，即确定同各片现状用地相匹配和适宜的功能与性质；

GIS分析的要点：基于交通结构、土地利用、生态环境、人文历史、空间景观等现状数据的采集梳理和量化分析，实现对用地潜力和适宜性的综合性评价；

GIS分析的因子：包括交通因子、历史保护因子、土地价格因子、改造难度因子、生态因子等五个一级因子。除交通因子的确定是依据规划路网外，其他因子均是依据现状数据划定分级。

2.1.2 基于GIS的分项单因子评析

(1) 交通因子。

根据交通路网规划图，将路网、站点与基础土地单元叠加，共同分析计算地块的交通区位价值。相对复杂的交通

因子由四个二级评价因子组成：主干路因子、次干路因子、快速路岔口因子和地铁站点因子。最终根据不同因子的重要程度，将四个二级评价因子加权，可以得出每个地块的交通因子综合等级。权重赋值分配公式如下：

地铁因子 * 0.6 + 快速路岔口因子 * 0.1 + 主干路因子 * 0.2 + 次干路因子 * 0.1 = 综合交通因子

为了与其他四个一级因子相配合，根据交通综合因子数据的自然分布特征，将其分为1、2、3、4四个等级赋值，数值越大，在图上的色彩就越深，表示交通区位条件越好，可为经济发展和社会生活提供更好的区位优势 and 支撑条件（图2）。

(2) 历史保护因子。

滨江新城有两个历史文化街区：西兴老街和长河老街。根据《历史文化名城保护规划规范》的相关规定，同时参考同类规划成果及新城现实条件，可以

在核心保护区周围 100m 和 150m 范围内,分别划定建设控制区和风貌协调区。

历史保护等级越高对建设强度的限制也就越高,经济效益也就越低,因此根据保护的不同层次,分别将保护区、建设控制区、风貌协调区、其他区域赋值 1、2、3、4 作为历史文化因子数值。发现滨江新城受历史文化资源保护的要求制约较少,拥有较大的开发强度和潜能(图 3)。

(3) 地价因子。

土地作为城市发展的稀缺资源,其价格在城市用地的开发效益方面也起着重要作用。地价越高,其商业价值也就越高,越适宜商务商业服务等功能的高强度集聚开发。

由于滨江新城还处于发展的初期,很多条件并未成型,因此交通条件相对于商业繁华程度、基础设施等因素,更具有决定性作用。因此根据各地块距离主城区的远近、地铁交通的覆盖率、生

态环境的优劣大致将地价分为低、中、高三个层次,分别赋值 1、3、4 作为地价因子数值。发现沿钱塘江边与江南大道两侧地块是高地价的主要分布区域(图 4)。

(4) 改造难度因子。

很多地块由于已经开发或是已批待建,在短期内很难改变其使用功能,而历史文化街区、生态敏感区等保护区,也给今后的改造带来了客观阻碍。

将这些限制因子根据现实条件量化,将用地分为不可改造用地、长期难改造用地、短期难改造用地、不可改造用地,分别赋值 1、2、3、4 作为改造难度因子的数值。发现滨江新城东北部和西南部有较大范围的易改造用地由于未出让用地较多,可以考虑大规模的新项目开发新发展计划(图 5)。

(5) 生态因子。

生态因子是土地发展潜力的重要因素,也是城市特色的主要体现。它对用

地潜力的影响体现在两个方面:

其一、对于经济效益的阻碍效应。环境敏感度高的区域不宜作为大规模开发的商业金融区以及工业区,因此在经济效益评价体系中体现为负作用;

其二、对于生态性和宜居性的促进效应。生态环境良好的区域由于生态因子表现出正相关特征,更适合做居住区、公共活动空间、生态公园等。

根据杭州市生态区分布图,并将靠近山、河、江、湖的地块等级适当提高,按照生态保护区、生态敏感区、生态开放区、建设性开放区分别赋值 1、2、3、4 作为生态因子数值。发现沿钱塘江、南部山区地块以及北塘河、新浦河、大时代河沿岸地块的生态敏感性较高,可考虑将其规划为沟通钱塘江与南部山区的生态廊道(图 6)。

2.1.3 基于GIS的综合多因子评析

综合上述分项单因子的评析结果,同时借助 GIS 技术的多因子分析能力,

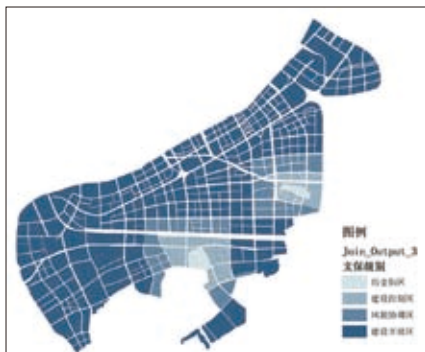


图3 基于GIS的历史保护因子分布图

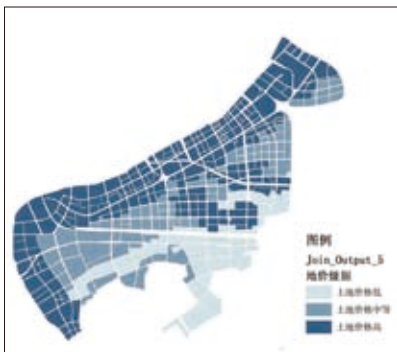


图4 基于GIS的土地价格因子分布图

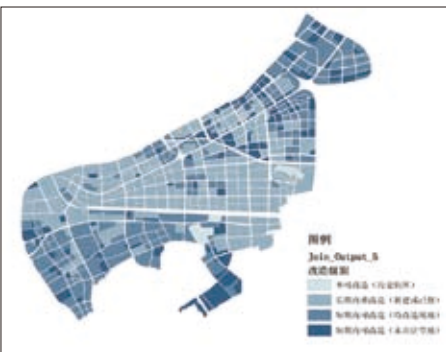


图5 基于GIS的改造难度因子分布图

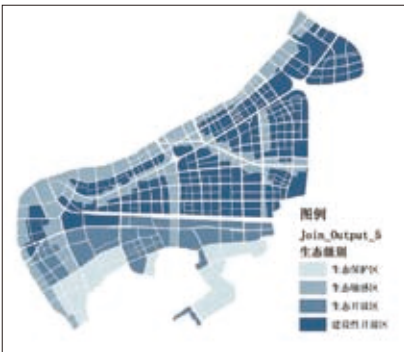


图6 基于GIS的生态因子分布图

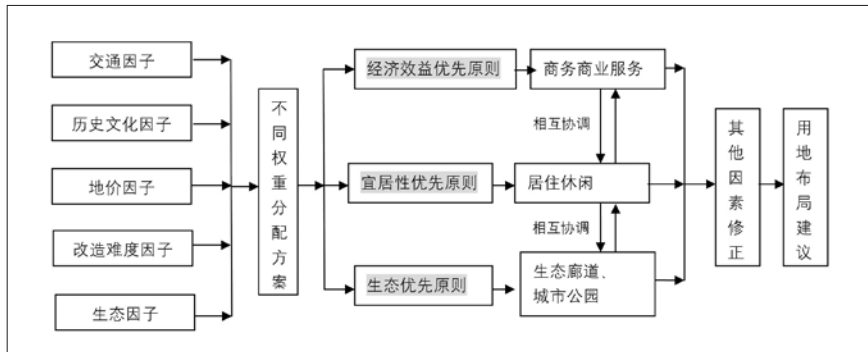


图7 基于GIS的综合多因子评析框架

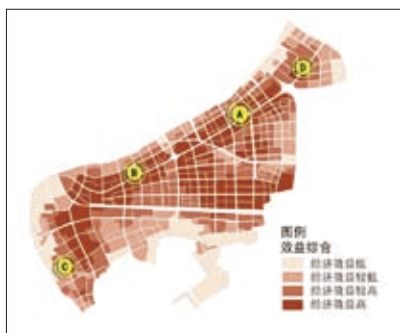


图8 基于GIS的效益综合因子分布图

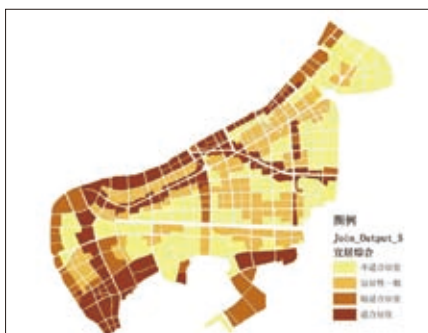


图9 基于GIS的宜居综合因子分布图



图10 基于GIS的生态综合因子分布图

可以根据不同导向多角度地把握城市用地潜力(图7)。

(1) 经济效益优先导向下的商业用地布局。

城市商务商业服务用地的选择与经济效益的最大化有着直接关联,因此在选址上要将各类影响开发收益的因素纳入评价公式,并根据作用大小分别赋值,叠合五个一级因子加以评价。其评价公式为:

$$[\text{交通因子}] \times 0.6 + [\text{生态因子}] \times 0.1 + [\text{文保因子}] \times 0.1 + [\text{地价因子}] \times 0.1 + [\text{改造因子}] \times 0.1 = \text{效益综合评价得分}$$

结论:①商务商业服务用地最适宜的选位主要在江南大道和轨道六号线两侧呈带状分布,可以考虑从中选择几处发展基础较好的地段作为密集开发和重点发展区;

②中部平均效益较好的用地,可以考虑作为工业等用途,沿时代大道的高效益地段则可以考虑产业高端职能(如研发和信息)的集中开发;

③滨江地区和南部山区周围效益一般,不宜作为产业用地和高强度开发用地。

建议:在此基础上,可以综合考量滨江新城的发展现状,从中选择四个点作为未来相对集聚的高强度开发地段(图8)——

A点依凭现有良好的建设基础,可围绕着星光大道集群开发,进一步拓

展星光大道总部区的规模效应和辐射范围;

B点 同样依凭先期开发的优势,可依托于公建中心高强度开发,形成以商业服务为功能定位的综合发展区;

C点 拥有综合化的交通体系和未出让用地最多、现状制约最少的优势条件,且紧邻旅游资源和自然要素,有望通过集聚开发来拉动和刺激规模化的旅游休闲经济;

D点 作为奥体中心的选址区,拥有巨大的商业发展和土地增值潜力,可以作为未来开发的重点。

(2) 宜居性优先导向下的居住用地布局。

城市居住用地的选择要重点参考生态环境的因子作用,同时适当兼顾交通区位、土地价格等因素。其评价公式如下:

$$[\text{交通因子}] \times 0.3 + (-[\text{生态因子}]) \times 0.6 + [\text{地价因子}] \times 0.1 = \text{宜居性综合因子}$$

结论:①适宜居住的用地主要呈半环状沿钱塘江和南部山区分布;

②中部适于居住的用地主要沿时代大道、北塘河、新浦河延伸,形成三条宜居廊道;其他用地从舒适性的角度来看则多不适合于居住,东部地区亦然;

建议:①建议在沿江沿山的半环状区域内设置居住区,与商业商务、产业用地相配合,可在一定程度上实现职住

平衡的状态。

②在贯穿中部的三条廊道中,由于穿越现状工业用地或是紧邻公共水景观和历史文化资源,即使是居住开发也需严控其档次和强度(图9)。

(3) 生态性优先导向下的开放空间——生态廊道布局。

生态开放空间的选择,必须综合考虑土地现状开发、经济效益等因素。其评价公式如下:

$$(-[\text{生态因子}]) \times 0.6 + (-[\text{地价因子}]) \times 0.2 + [\text{改造因子}] \times 0.2 = \text{生态综合因子}$$

结论:①滨江新城的生态区分布同宜居性评析强关联,同样呈半环和三条廊道形态;

②相对而言,南部山区周边的生态效益最佳,可作为城市公园或者旅游休闲等低密度开发模式的城市公共空间。

建议:①中部沿新浦河、时代大道、北塘河地块可以考虑打造生态廊道,在为人们提供休闲游憩活动场所的同时,还可链接钱塘江与南部山区,优化地区生态网络。

②结合滨江休闲绿地,建议以生态环境要求更高的居住开发为主,局部穿插混合商务商业服务用地,同时设置滨江步道(图10)。

以上述用地潜力的评析作为重要依据,可以大致推导出生成规划用地的整体格局(图11、图12)。

2.2 基于GIS的空间形态导控

2.2.1 评析概述

GIS 分析的目标：根据既定的土地利用格局，重点从三维角度强化空间形态的规划合理性；

GIS 分析的对象：空间形态，关键是确定同各片规划用地相匹配和适宜的高度区划；

GIS 分析的要点：以土地、交通、生态等支撑系统确定的建构策略和规划成果作为基础性因子和先导性依据，实现对空间形态的综合性引导。

GIS 分析的因子：包括历史保护因子、重点发展区因子、交通可达性因子、土地价格因子、用地性质因子、生态廊道因子、生态保护因子等七个一级因子。

2.2.2 基于GIS的分项单因子评析

(1) 历史保护因子。

为保护规划范围内长河历史街区的风貌，按照保护区、建设控制区和风貌协调区三个保护层次，分别在其范围内对建筑的高度提出控制，GIS 分析图中地块色彩越深，表示越适宜高强度开发。

(2) 重点发展区因子。

土地系统中规划的五大重点发展区，是滨江新城近期建设的优先培育区。选取各发展区的核心功能区作为近期建设的生长点，不但会对滨江新城的近期建设起到催化作用，还将拉动其周边地区

的发展，并影响高层建筑的聚集。

(3) 交通可达性因子。

交通系统是影响空间形态发展的关键要素之一，其中城市用地的交通可达性是制约和影响高层建设的主要因素之一。GIS 分析图中色彩越深的地块，其交通可达性越高，其用地经济价值和开发潜力越大，就越有可能承载高强度的集聚开发。

(4) 土地价格因子。

土地是城市建设的基础。市场经济条件下，土地价格是土地开发建设的主要成本，是高强度开发的直接推动力。GIS 分析图中色彩越深的地块，土地价格越高，越有可能实现高强度的集群开发。

(5) 用地性质因子。

用地性质能够反映城市现实及未来的发展需求，是影响地块高度和开敞度的基本要素之一。根据土地系统的利用规划图，按照不同的用地性质进行等级判断，进行量化。GIS 分析图中色彩越深的地块，就其用地性质而言，建造高层建筑的潜力和可能性越大。

(6) 生态廊道因子。

以生态优先、自然和谐为原则，我们在用地潜力评析和支撑系统建构中重点打造了三条对生态环境和生活品质产生重要影响的廊道。根据生态系统和景

观系统的廊道控制图，将城市中不同性质廊道对城市开敞度的要求进行量化评价，GIS 分析图中颜色深色部分，表示与廊道关系不大，可以进行较高强度开发。

(7) 生态保护因子。

城市生态格局关系到城市的生态安全。将滨江新城的生态敏感区及内部滨水区域划出范围，依据不同的类别提出控制要求，GIS 分析图中颜色越深表示生态敏感度越低，越适合进行高强度的开发。

2.2.3 基于GIS的整体形态优化

通过 GIS 综合以上七个单因子分析结果，计算出每个地块的综合指标，所得分值为高度影响的最终评价数据。根据 GIS 计算结果得出的数据特征，将不同地块进行分类。地块所处位置得分越高，颜色就越重，城市设计对其整体高度的限定也就越高，反之则低。以此为原则，可将滨江新城的地块划分为五种类型，并用 ArcScene 生成城市空间的形态模型（见图 14）：

(1) 100m 高层建设区：原则上可以放开对高层建筑的控制，或是对高层建筑的高度没有限制。可以根据地块所处的区位条件与用地功能来确定建筑的高度。

(2) 50 ~ 100m 高层区：在满足规划的前提下，根据地块功能与区位，建



图11 土地利用规划图



图12 总平面图

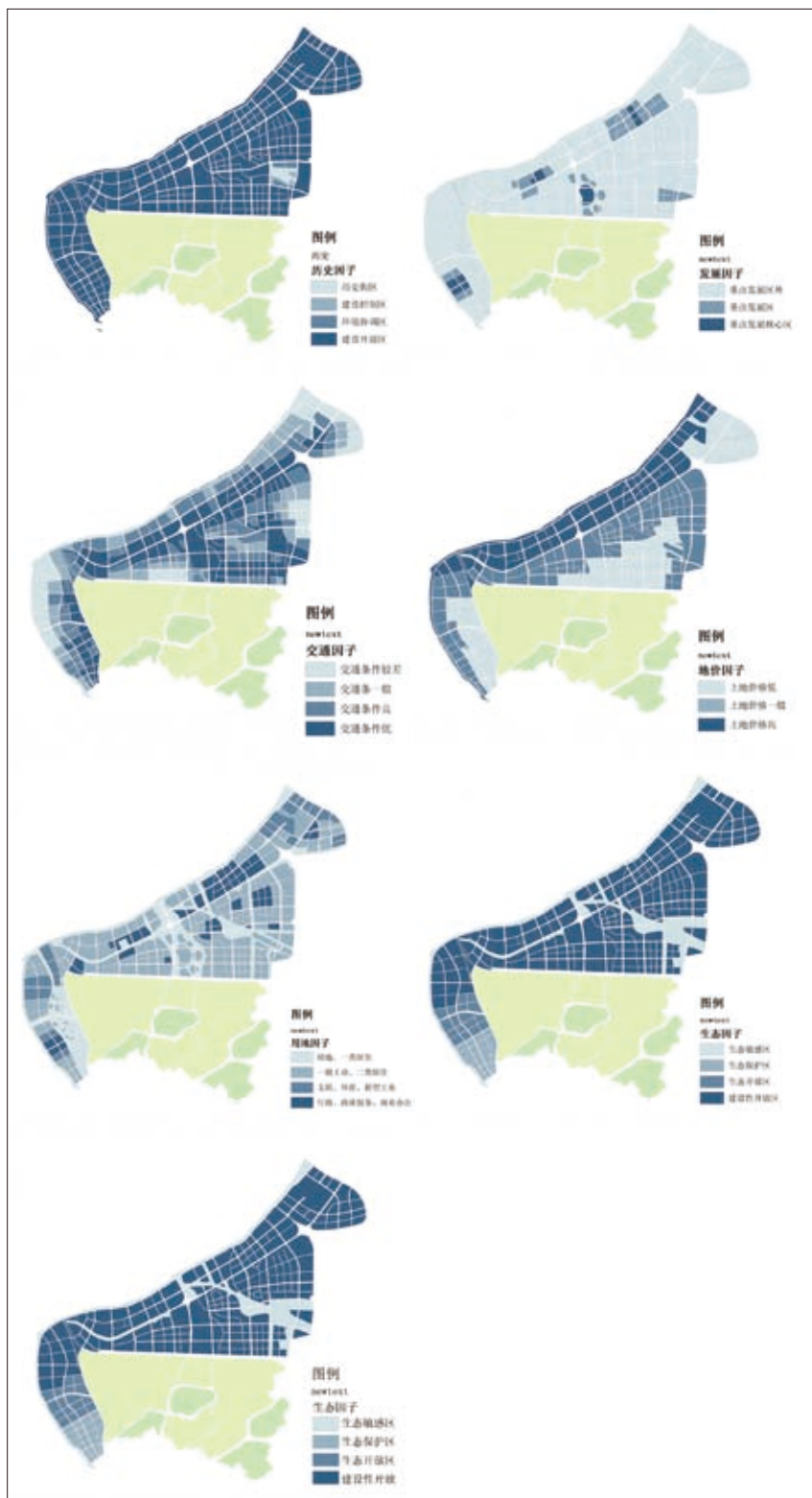


图13 基于GIS的分项单因子分布图（空间形态导控）

筑平均高度宜控制在 100m 以下，局部重点地段可有所突破。

(3) 24 ~ 50m 高层区：综合考虑各方面影响因素，建筑平均高度宜控制在 50m 以下，局部地段可适当突破。

(4) 0 ~ 24m 建筑区：此类街区多受到历史要素、生态要素、景观要素的限制，建筑平均高度需控制在 24m 以下，局部地块根据区位条件与用地功能可有所突破。

(5) 禁建区：此类地块多为生态敏感地区，应该严格禁止建设。

以生成的空间形态引导模型为基础，根据现实条件、规划理念和系统建构作为修正标准和参照依据，项目组又采取以下调整策略，以实现整体形态的优化与整合——

构筑水绿双环，彰显三大生态廊道与楔形绿地；结合星光大道总部区、公建中心和三化厂地段，沿江南大道和浦沿路，强化三组相对集聚的高强度开发集群；整体优化和打造两岸错落有致、高潮迭起的钱江滨水天际线等等（图 15 和图 16）。

3 结语

笔者曾多次在城市设计的项目实践中探讨 GIS 分析技术的应用方式与策略，尝试着拓展城市设计与 GIS 相结合的多元可能性，进而提升城市设计的合理性和手段先进性。杭州滨江新城的概念规划随着城市设计内容的重点介入，也同样延续了这一思路。虽然 GIS 的引用仍限于其基本职能（尤其是空间分析职能）的充分发掘，但是项目组还是根据不同的目标、对象和因子，对 GIS 技术进行了多梯次的组合运用，其介入的程度超越了以往的很多项目。有些许心得和体会，也必然存在着值得商榷的不足之处，且与学界同仁交流和探讨。

（注：“中国·杭州·滨江新城概念规划”项目组成：项目主持人：吴晓

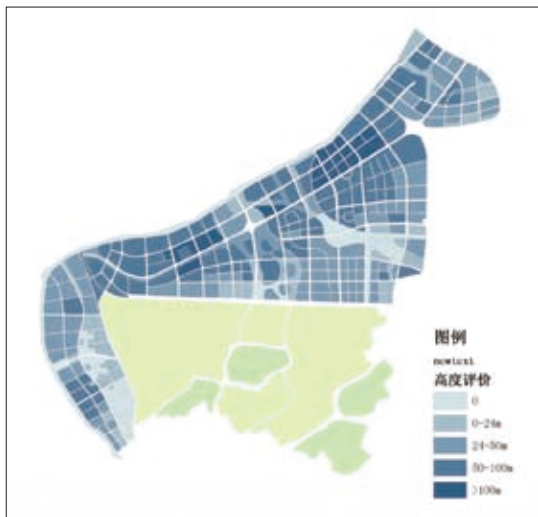


图14 基于GIS的空间形态引导模型图

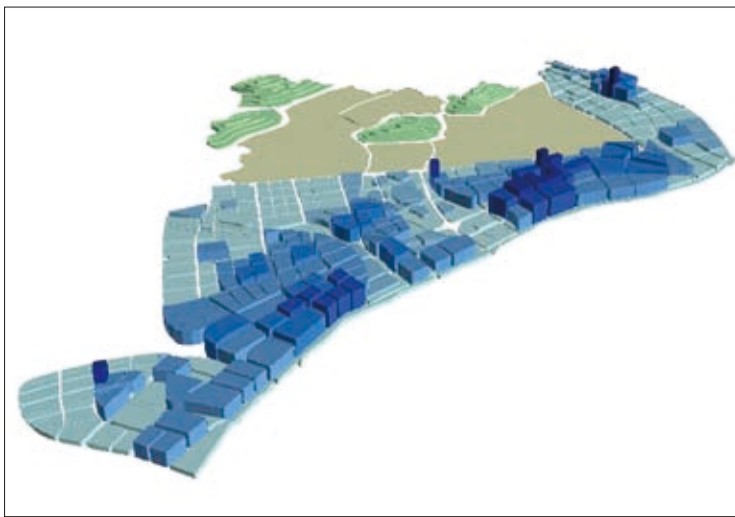


图15 经优化的整体空间形态模型图



图16 空间形态鸟瞰图

专项负责人：高源，朱彦东，王兴平

项目组成员：金超，徐华林，王松杰，方宇，胡畔，袁新国等)

参考文献：

- [1] 王建国，高源，胡明星．基于高层建筑管控的南京老城空间形态优化 [J]．城市规划，2005，1：45—53．
- [2] 迟伟．虚拟现实技术在城市设计中的实践 [J]．世界建筑，2000，10：56—60．
- [3] 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，2004，8：75—78．
- [4] 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．

(上接 33 页)

社会、经济发展的不确定性。

对于新建区，从提高土地利用效率应当鼓励开发建设，并应在市场经济条件下房地产开发可行性的要求，确保容积率的下限取决于房地产开发可行的最低强度，即经济容积率（在开发一定用途的宗地时，能取得的最低经济利润行业法定利润时得到的容积率大小）。容积率的上限则应参考基于效率下的开发强度分区模型，并综合考虑具体因素，得出最佳的开发控制强度。

4 结语

从西北地区东部带形城市新建区的实际特点出发，综合考虑多方面的影响因素，并借助相应的数学模型，从而得到多种因素影响下的开发强度控制指标体系。但不论是从方法体系还是技术应用层面都还面临着很多问题，需要进一步探索和创新。

注释：

① 主要包括陕西省、宁夏回族自治区和甘肃

省兰州市以东地区。

参考文献：

- [1] 黄明华，马琰，杨辉．城市发展及城市总体规划的适应性 [A]，2006 中国城市规划年会论文集（上）[C]．北京：中国建筑工业出版社，2006．
- [2] 效率和公平视角下的小城镇开发强度分区研究——以陕西洛川城区控制性详细规划为例 [J]．城市规划，2009，(3)．
- [3] 付磊．城市密度分布及其规划策略——深圳经济特区实证研究 [D]．上海：同济大学硕士学位论文，2003．