

文章编号: 0494-0911(2011)03-0029-05

中图分类号: P208

文献标识码: B

# 面向城市规划的虚拟景观建设方法的探讨与应用

王海鹰,张新长,康停军

(中山大学地理科学与规划学院,广东广州510275)

## Discussion and Application of the Method of Virtual Landscape Construction for Urban Planning

WANG Haiying, ZHANG Xinchang, KANG Tingjun

**摘要:**随着“数字地球”理论与技术的不断发展,利用三维GIS技术辅助城市规划已经成为行业发展的新趋势。提出一种快捷、有效的城市规划虚拟景观建设路线方法,并基于Skyline组件开发虚拟规划仿真系统,可利用该系统对城市规划虚拟景观的应用进行研究,为城市规划提供辅助决策服务。

**关键词:** Skyline; 虚拟景观; 城市规划; 三维GIS

### 一、引言

随着数字时代的来临与信息技术的飞速发展, GIS技术已经深入应用到国土、规划、土地管理<sup>[1-3]</sup>等各个行业。传统的GIS系统对于三维空间信息的管理、表示与分析能力存在不足,已经不能完全满足规划工作的需要,三维GIS就是在这样的需求背景下产生的。三维GIS可以生成一个场景逼真的虚拟三维城市,规划人员可以利用系统强大的三维可视化功能和计算分析能力进行深度应用<sup>[4]</sup>,促进城市合理规划,实现规划人员的设计蓝图。

本文以增城市广州东部汽车产业基地虚拟规划仿真为例,在TerraSuite技术框架下,通过融合DEM和DOM数据实现三维地形仿真。研究了一种有效的三维模型建设方法,完成面向城市规划的虚拟景观建设。开发了虚拟规划仿真系统,利用该系统对此区域进行了案例研究,通过空间漫游、方案对比、规划成果展示与审批、规划信息查询与分析等方式,为解决城市规划问题提供了一种有效的辅助决策手段。

### 二、景观建设的平台选择与分析

#### 1. TerraSuite 架构

针对研究区虚拟规划仿真的具体需求,选择TerraSuite系列软件作为三维GIS软件平台。TerraSuite具有灵活、简便的建模工具,稳定的软件功能以及组件化的软件体系,是独立于硬件之外,多平

台、多功能的软件系统。

Skyline TerraSuite包含以下三类产品<sup>[5]</sup>。

1) TerraBuilder。它是迅速创建、编辑和维护三维地形数据库的合成软件。它能够结合影像、DEM、矢量数据,简洁、快速地创建三维地形数据集。

2) TerraExplorer Pro。它是创建、编辑、注记和发布照片实景效果三维场景的强大、便捷的软件工具。

3) TerraGate。它是基于网络实时传输海量三维地理数据的高性能服务器软件,允许用户通过网络来访问地形数据库。

#### 2. 三维建模工具

模型的格式标准与质量对于建立一个成功的三维GIS系统来说是至关重要的。因此,在三维建模软件选择上,要考虑通用性、简洁性等原则。笔者选择Google SketchUp<sup>[6]</sup>与MultiGen Creator<sup>[7-8]</sup>软件作为建模的基本平台。

Google SketchUp软件能面向设计过程,界面简洁、易学易用、命令少,避免了其他三维设计软件的复杂性,并且生成的模型简洁、精细,便于导出渲染。利用它能够快速、高效、低成本地构建城市三维景观模型,并且,通过该软件生成的模型具有很好的通用性,可以方便地转化Skyline系统所支持的格式。

在使用Google SketchUp进行建模和转换时,通常会产生大量冗余的点、线、面,这些模型必须在转化的中间阶段进行精简优化。采用实时仿真建模软件MultiGen Creator对三维模型进行优化处理。MultiGen Creator不仅具有强大的多边形建模功能,

收稿日期: 2010-11-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40971216)

作者简介: 王海鹰(1980—),男,湖南益阳人,博士生,主要研究方向为土地利用时空结构变化模拟与三维GIS。

而且有独创的用于描述三维虚拟场景的层次化 OpenFlight 数据结构。其模型数据库可以在获得极高渲染效率的同时保证实时交互的灵活性,为三维模型的精简与优化提供了面合并、点合并、LOD 技术、数据结构工具和 Vsimply 工具等,能够最大限度地减少数据量。

### 三、区域概况与数据准备

广州东部汽车产业基地北至南香山山脚、南至荔新公路、东至仙宁公路西面、西至东凌公司用地,总规划面积约 38 km<sup>2</sup>,基地以汽车整车及零部件、商贸物流业为主。本研究区为广州汽车城产业基地的核心区域,包括广州本田等十几家大型企业,共约 8 km<sup>2</sup>。

研究需要准备的数据如下:① DEM 数据:38 幅 DEM 数据,5 m 网格;② DOM 数据:16 幅高精度航

空影像,分辨率 0.2 m;③ DLG 地形图:38 幅 1:2 000 DLG 地形数据;④ 测量及详规 DWG 数据:研究区内的竣工测量验收数据以及详规数据;⑤ 纹理照片:研究区内相关单位建筑及周边环境详细纹理照片。

将所需 DLG 地形图、竣工测量图、详规图转成矢量文件,坐标系采用 1980 西安坐标系。

### 四、面向城市规划的虚拟景观建设

#### 1. 虚拟景观建设流程设计

结合研究区虚拟规划的需求分析,提出一种行之有效的虚拟规划景观建模方法。该方法如图 1 所示,虚拟规划模型建设主要分为三维地形模型建设、三维建筑模型建设与城市基础设施建设三个部分。

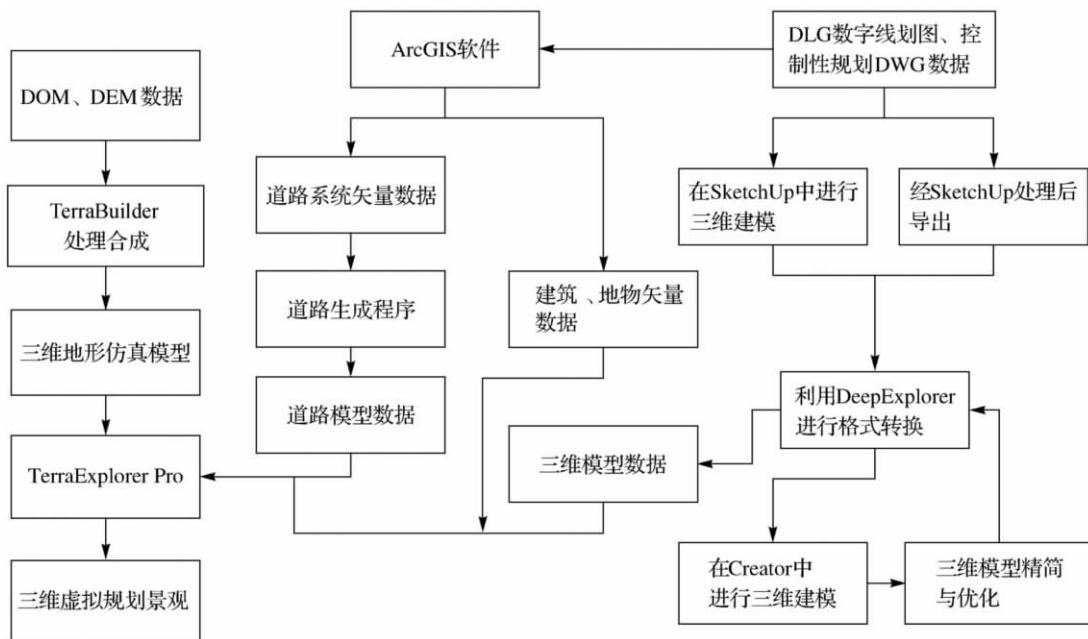


图1 虚拟规划景观建设流程

#### 2. 生成三维地形模型

利用 TerraSuite 的 TerraBuilder 软件对三维基础空间数据进行处理、建立、更新和维护<sup>[9]</sup>。需要的原始数据主要是 DEM 数据和 DOM 数据,其中 DEM 数据除了可以对虚拟城市地表进行描述,还可以为虚拟规划城市的三维模型提供地面高程起算基准。DOM 数据提供了城市地表的真实色彩与纹理特征,可以对城市进行直观描述,也可以提供城市规划等方面的基本信息。

首先,建立一个新的工程并指定 WGS-84 坐标

系统和椭球信息,将 DOM 数据与 DEM 数据配准并设置为同一投影坐标系下(1980 西安坐标系,高斯-克吕格投影,DEM 一般为 TIFF 格式,DOM 为 IMG 格式)。利用七参数法将数据转换到 WGS-84 坐标下,将数字高程与影像数据叠合生成基于真实世界的三维数字地形场景。

#### 3. 制作三维建筑模型

三维建筑模型可分为精细建筑模型与批量建筑模型<sup>[12]</sup>,对于城市的重点单位要进场拍摄详细的纹理照片,进行精细三维几何建模,以满足项目需

求,确保三维模型的可视化质量。在进行精细模型建模时,要按照三维模型建设与检查流程进行检查,如图2所示。

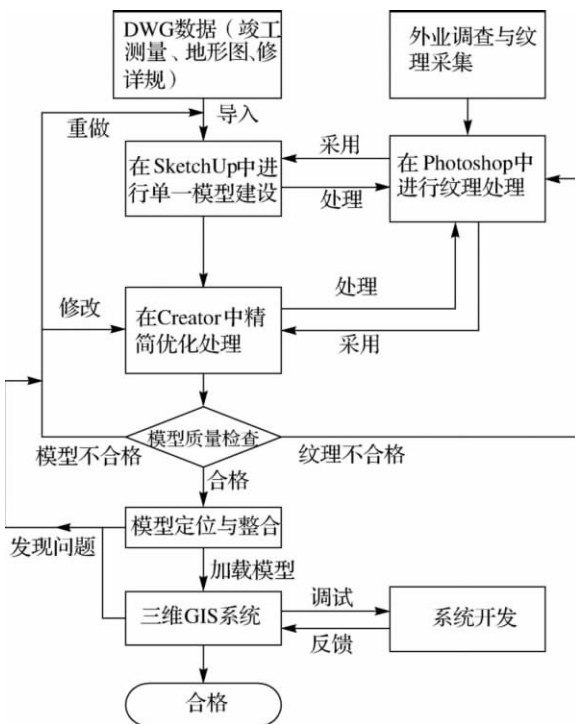


图2 三维模型建设与检查流程

### (1) 精细建筑模型

进行精细建模时,要将竣工测量图或详规图作为底图,利用 SketchUp 或 Creator 等建模工具对城市建筑进行建模,之后进行精简、优化及转换,如图2所示。模型质量要重点检查模型大小、纹理命名、大小、尺寸和宽高比等指标。调整优化模型的数据结构,设置模型表面的主颜色、可选颜色、渲染状态等属性。

对于规划未建模型,要将模型处理成半透明化用以表示规划未建的建筑。如图3所示,调整规划建筑与现实建筑在纹理色调与透明度方面的对比差异。

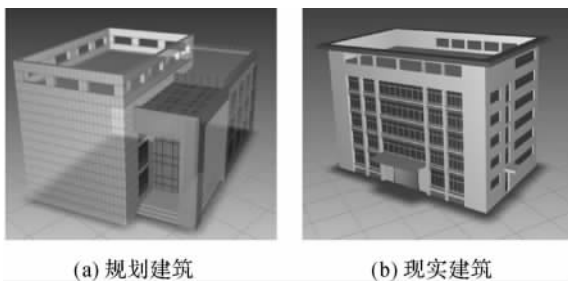


图3

### (2) 批量建筑模型

对于一般的建筑物模型则不需精细建模,可以利用 1:2 000 的 DLG 数据获取建筑的面状图形。利

用 ArcGIS 软件的最近距离方法赋予建筑图形相应的建筑类型及层数、层高等相关属性,建立建筑图形与建筑属性信息的关联。通过 TerraExplorer Pro 导入建筑面状矢量数据生成建筑物,利用 VBScripts 函数表达式计算求得每栋楼的高度。再对模型的墙面进行纹理贴图,生成具有真实感的三维建筑模型,如图4所示。

本文利用该方法批量生成了 23 382 栋三维建筑模型。以流模式加载后,系统运行流畅。



图4 批量生成的建筑模型

### (3) 城市基础设施模型

要生成虚拟城市景观,需要大量的地物模型。为使系统运行流畅,不产生迟滞感,需通过流模式、模型简化、纹理压缩、纹理共享、Billboard 等技术对地物模型进行优化。

不同地物的制作方法有所不同,对于天空、桥梁、花坛等实体模型,采用图2的技术路线进行制作;对于路灯、树木模型,采用 Billboard 及纹理共享技术大批量自动生成;对于道路系统,通过自主开发的道路生成程序,利用线状 SHP 数据生成城市道路。

## 4. 城市规划虚拟景观模型整合与生成

面向城市规划虚拟景观是由三维地形模型、三维建筑模型与城市基础设施模型三个部分组成。因此要在 TerraExplorer Pro 中将三个部分分别加载<sup>[10]</sup>,形成一个完整的城市规划虚拟景观。

### (1) 三维模型定位

三维实体建模模型通常是在模型坐标参考系中描述的。该坐标系只是一种相对于模型位置的局部坐标系。因此,在将三维实体模型导入城市规划虚拟景观时,需要对三维实体模型进行定位,赋予真实的空间地理坐标。利用手工方法可以进行定位,但是坐标不精确,而且还需要花费大量的时间,并且在以后的模型更新、编辑、信息读取中会出现很多问题。本文研究出一种矢量关联方法,可以实现大批量的三维实体模型在虚拟景观中的快速、

准确定位。

具体做法就是:在模型 CAD 底图中选择建筑图形的一边脚点,记录其精确坐标值。并根据其坐标点转换为点状的 SHP 数据格式。在 Creator 中找到实体模型的相应脚点,将其脚点坐标平移到模型的局部坐标系原点,保存后以\* .x 格式导出。然后,在 Terra-Explorer Pro 中导入点矢量文件,利用矢量关联方式将所有的\* .x 格式的实体模型批量导入虚拟景观。

(2) 三维模型整合

在三维实体模型的建设过程中,为达到在虚拟景观中运行流畅清晰、模型读取方便等目的,必须对模型进行整合处理。整合内容通常有:对三维地形的改造处理、对精细模型矢量文件的处理与统一加载、对批量生成建筑的加载与流模型处理、对于地物实体模型的集成与加载、对 Billboard 模型的矢量文件整理与加载、道路模型的转换与地形的叠加整合。最终,要形成虚拟景观的目录体系,通过目录体系可以有效地管理虚拟景观的模型。最终生成的城市规划虚拟景观如图 5 所示。



图 5 面向城市规划的虚拟景观

五、面向城市规划的虚拟景观应用

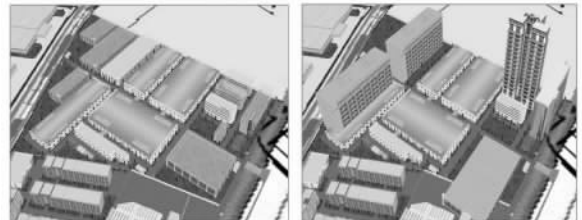
结合城市规划实际需求,设计开发了三维城市规划辅助审批系统。该系统除实现了三维 GIS 系统的三维漫游、路径浏览等基本功能以外,还为城市规划人员提供了测量、阴影分析、对象查询、方案比较、视域分析等多种三维辅助规划功能。笔者利用该系统,结合城市规划虚拟景观,进行了以下城市规划辅助规划的应用研究。

1. 规划成果展示与审批

在规划设计过程中,一般会有几种不同的设计方案。在虚拟景观空间中,可以真实地展示与查询规划成果,直观地表达设计思想,进行经济统计分析,提高规划决策的科学性。规划设计人员可以实时地切换不同的方案,在同一观察点或同一个观察序列中感受不同的三维景观,比较各方案的合理性以及环境美学效果。还可以通过模型生成工具,现

场生成规划方案,对规划方案进行方位、大小、角度的修改,通过比较后获得最佳的效果<sup>[11]</sup>。

由图 6 比较可知,规划方案一的规划建筑是工业厂房,规划方案二的规划建筑是居民住宅,不符合相关的土地使用规定。因此,选择方案一作为厂区二期建设依据。



(a) 规划方案一 (b) 规划方案二

图 6 规划方案比较

2. 信息查询及分析评估

系统提供了三维可视化环境下的信息查询、分析和统计功能,通过综合使用这些功能可以详细研究规划区域的土地、道路、交通等情况,可方便地了解研究区的现状与规划信息,同时还可以查阅相关经济文化信息,更好地制定规划方案。

通过对规划建筑与已建成建筑的透明度设置,可以很清晰地看到厂区的规划建筑与已建建筑的分布格局。对厂区各建筑进行属性查询,可以得到建筑总面积、建筑编号、耐火等级、所属单位、占地面积、建筑类型等建筑属性信息,如图 7 所示。

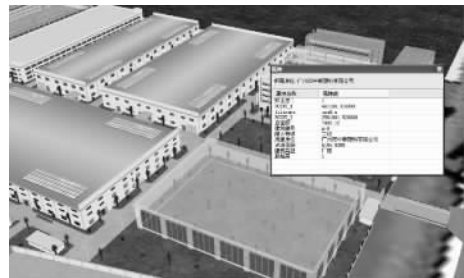


图 7 属性查询

进一步可以利用面积计算工具得到厂区的用地面积和总建筑面积,进而得到厂区的容积率,判断其是否符合工业用地规划标准<sup>[12]</sup>。利用水平、垂直距离工具获得规划建筑的高度、建筑楼距。利用阴影分析工具可以得到建筑在某时间段内的日照总时间,还可以通过视域分析检查规划建筑高度相对于周边建筑是否合适。

六、结束语

通过实践检验,证明本文提出的面向城市规划

的虚拟景观建设方法与技术流程是可行的、有效的。研究开发的三维城市规划辅助审批系统可作为规划成果展示与评审、规划信息查询和分析评估的应用平台,为城市新区建设、三旧改造、征地拆迁等项目提供辅助规划决策支持。系统以其强大的数据管理、空间分析及三维可视化功能,促进了城市规划辅助设计从二维平面走向三维空间,其规划方案的表现形式从传统效果图、沙盘模型走向三维浸入式互动体验,很大程度上改变了城市规划设计与审批的工作方式,弥补了传统城市规划审批过程中的一些不足。

### 参考文献:

- [1] 郭宏慧. 地理信息系统的应用现状和发展趋势分析[J]. 河北农业科学, 2009, 13(1): 140-142.
- [2] 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.
- [3] 毛迎丹, 黄作维. 基于 WebGIS 的土地资源地理信息服务系统研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(6): 2485-2486.
- [4] 王军, 周伟, 田鹏, 等. 城市三维基础地理信息系统在城市规划中的应用[J]. 工程勘察, 2010(11): 56-61.
- [5] 东方道迩 GIS 事业部. Skyline 软件产品概述[EB/OL]. 2005-09-20. <http://www.skysymbol.com.cn/pro/pro6.htm>.
- [6] 徐昌荣, 孙涛, 仲军华. ArcGIS 结合 SketchUp 辅助城市规划的综述[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(34): 15132-15134.
- [7] 黄艳芳, 祝国瑞, 庞前聪. 3DS MAX 和 MultiGen Creator 相结合的虚拟城市建模方法[J]. 测绘信息与工程, 2005, 30(5): 37-39.
- [8] 洪光, 李洪儒, 牟建. 基于 Creator 的三维模型的简化研究[J]. 计算机仿真, 2004, 21(1): 57-58.
- [9] 王爱国, 刘春雷, 胥存华. 3D GIS 技术在国土资源信息管理中的应用[J]. 现代测绘, 2007, 30(2): 44-46.
- [10] 史翔, 孙红丽, 孔凡伟. 数字城市三维城市规划信息系统的实现: 以“数字潍坊”为例[J]. 矿山测量, 2008(6): 55-58.
- [11] 黄丽娜, 费立凡, 庞前聪, 等. 城市规划仿真审批系统开发: 以海口市三维仿真规划审批系统为例[J]. 测绘信息与工程, 2007, 32(1): 18-20.
- [12] 刘增良, 陈品祥, 贾光军, 等. 虚拟现实技术在城市规划管理中的应用研究与实践[J]. 测绘通报, 2010(5): 45-47.

(上接第 21 页)

3) 针对新型工程研究相应的理论和方法。由于工程测量理论和技术与建设工程的类型和特点有关,不同类型的工程其测量的要求和方法也不尽相同。我国当今正处在基础工程建设的高速发展时期,不同类型的工程对测绘技术提出了不同要求,因此,施工测量技术也应根据工程的具体变化进行相应的调整和发展。例如,传统施工控制网的特点是范围小、精度高,采用特殊的投影面,在当前高速公路、高速铁路建设中,这种特征将不复存在,因此,针对这类超长距离的线型工程,如何建立既满足整体精度要求,又符合局部特殊要求的施工控制网将成为新的研究内容。

4) 服务范围的进一步拓展。传统的工程测量理论和技术主要是针对土木工程建设的,由于我国国民经济的飞速发展,特别是制造业的崛起和发展,许多新兴的行业对测绘技术也提出了相应的要求,例如,在船舶建造行业,我国每年的船舶建造总吨位居世界前列,但建造中所采用的测控技术仍是最原始的基本方法,因此,该行业迫切需要符合

船舶建造特点和要求的测控理论和技术,以满足数字化造船的要求。

### 五、结束语

任何一个学科的发展都要经过产生、提高和完善等阶段,在每一个阶段的发展过程中,都需要长期的积淀,以积累迈向新的更高阶段的能量。工程测量学科曾经有着相当辉煌的历史,目前的沉寂只是为了达到更高层次的蓄势,相信在不远的将来,在广大测绘工作者的共同努力下,工程测量学科会得到一个快速的发展。

### 参考文献:

- [1] 张正禄. 工程测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005.
- [2] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京: 测绘出版社, 1995.
- [3] 岳建平, 田林亚. 变形监测技术与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [4] 陈永奇, 等. 变形监测分析与预报[M]. 北京: 测绘出版社, 1998.