

# The 3D Digital Community's Modeling Based on the Joint Application of GIS and BIM

Zhilan Peng, Huiying Gao, Jing Jia

Ocean University of China, Qingdao Shandong  
Email: 378023919@qq.com

Received: Jan. 8<sup>th</sup>, 2016; accepted: Feb. 25<sup>th</sup>, 2016; published: Feb. 29<sup>th</sup>, 2016

---

## Abstract

This is a case study to establish a digital community model, utilizing the functions of GIS (Geographic Information System) about outdoor macro modeling and geographic information analysis as well as the features with project properties of BIM (Building Information Model), and to build a community model by means of tools such as ArcGIS and Revit. The paper have made a preliminary discussion about the combination of three-dimensional GIS model and BIM model, simultaneously proposed the prospect about its application in the future digital city, even the Smart City.

## Keywords

Three-Dimensional Digital City, GIS, BIM, Three-Dimensional Modeling, Integrated Applications

---

## 基于GIS和BIM联合应用的三维数字小区建模

彭志兰, 高惠瑛, 贾 婧

中国海洋大学, 山东 青岛  
Email: 378023919@qq.com

收稿日期: 2016年1月8日; 录用日期: 2016年2月25日; 发布日期: 2016年2月29日

---

## 摘 要

本研究以一个数字小区模型的建立为例, 利用GIS(地理信息系统)的宏观室外建模及地理信息分析查询等功能和BIM(建筑信息模型)带有建筑工程属性的特点, 借助ArcGIS和Revit等工具来建造小区模型。同时文中对三维GIS模型及BIM模型的结合进行初步探讨, 并对其在未来数字城市乃至智慧城市中的应用提出展望。

## 关键词

三维数字城市, GIS, BIM, 三维建模, 集成应用

## 1. 引言

在我国的研究领域,关于智慧城市、数字城市的建设是一个热点问题,随着城市信息化的飞速发展,数字城市的设计与实现也取得了不错的效果。不少高校都已经建立了自己的数字校园,数字小区的建立也屡见不鲜,更有城市已经完成了三维数字城市的建立,武汉市 2011 年建成的三维数字城市模型,是我国第一个成功建立并已使用的真三维城市模型[1]。要想建立利用现代信息化管理的数字城市,首先要建立精准的三维城市模型,目前已有数字模型的建立大多是基于三维 GIS 和 Sketchup、3DsMax、AutoCAD 等软件,生成的建筑模型只能实现外观上的可视化,没有工程属性,不能抽取施工图纸,也不能导出材料报表等信息。所以,将善于管理空间数据的 GIS 与包含大量工程信息的 BIM 结合,必然会为三维数字城市的发展注入新的血液。

GIS 和 BIM 都可以单独在数字城市的建设中构建三维模型,但两种技术构建的模型都有其各自的优缺点。GIS 是处理空间数据(信息)的一项核心技术,在城市设计规划的各个阶段都可以发挥重要作用,包括制图、建模、空间分析、管理等各个方面。在数字城市建设中 GIS 技术可以用于评价城市用地适宜性、进行城市三维场景模拟、进行地形和景观视域分析、进行交通网络分析、开展空间格局分析等方面。本研究用三维 GIS 技术来构建数字小区的三维场景模型,并进行查询等空间分析。

科学技术的飞速发展下,仅仅是宏观室外三维建模已无法满足三维数字城市的完美建立,还要进行建筑物内部和内部设施的三维建模。而 BIM 这种用来对建筑物进行内部信息管理和可视化的模型无疑是十分符合要求的。BIM 技术在建立建筑工程虚拟模型的同时,可以保存与提供完整的建筑工程信息库。它不但包含了建筑物的可视化信息,也包含建筑物内部构件的物理性质、相关功能特性和建筑项目的全寿命周期信息[2],甚至能从四维乃至更多维的角度对建筑工程进行分析。虽然 BIM 技术的主要功能与优势针对的对象是独立的建筑个体,在与周围环境的影响分析方面依然有很大的局限性,但建筑作为城市的血肉,其模型构建的逐步精细化要求决定了 BIM 技术在三维数字城市建模上应用的必然性。将 GIS 的宏观优势和 BIM 的细节优势结合以弥补各自的不足之处,从而实现数字城市的最大应用功能,是未来数字城市发展的趋势所在。

## 2. 基于三维 GIS 的建模

三维 GIS 建造的是带有地理坐标的、可以进行地理数据空间分析的利于宏观规划的模型, ArcGIS 中可以用来建造三维场景的工具具有 ArcScene 和 ArcGlobe,而此次数字小区的建模过程则应用 ArcMap、AutoCAD 和可以显示局部三维透视场景的 ArcScene 来建造小区的场地高程模型和树木、景观等地物模型,至于建筑模型则结合后续 BIM 模型导入。

### 2.1. 基础数据处理

#### 1)数据准备

此次某小区场地规划模型使用的基础数据包括一张 dwg 格式的地形图和一张 dwg 格式的小区总平面图。使用之前检查地形图的等高线与登高点是否带有高程属性,若没有,则事先手工输入。

#### 2)数据处理技术路线及注意事项

数据处理过程如图 1 所示。

在 ArcGIS 10 以上的版本中, dwg 格式的数据都可以直接读取。其工作原理是将 dwg 格式的数据以只读要素集的方式显示, 是一种虚拟的数据模型, 当 CAD 数据加载到 ArcMap 后, 会以点、线、面、多面体、注记五种虚拟的 shp 要素类显示, 且这些要素类具有带有 CAD 属性的属性表[3]。所以, 在生成地表面 TIN 文件过程中, 只直接将第一步得到的等高线和高程点的 dwg 文件直接加载到 ArcMap 中, 然后对该 dwg 要素集下的 Polygon、Polyline、Point 要素类使用[3D Analysis]工具, 依据其高程属性创建 TIM 数据。

CAD 数据加载到 ArcMAP 的过程中, 图形较复杂的可能会出现识别错误, 在进行矢量化时, 对于简单明了的点数据可直接运用 ArcMap 软件工具将虚拟的只读 shp 要素类导出为可编辑的 shp 文件, 复杂的面图层则需采用描图法进行矢量化。

## 2.2. 数据 3D 可视化与符号化

### 1) TIN 地表面的 3D 可视化与符号化

ArcMap 中只能查看数据的二维效果, 可以通过 ArcScene 查看三维效果, 并且可以通过符号化来增强显示效果。在 ArcScene 中加载 TIN 格式的地表面数据, 在属性对话框中设置图层的渲染效果、符号化方式。若场地起伏效果不明显, 可更改 Scene 图层场景属性中的垂直夸大设置。

### 2) 景观、绿化等地物模型的 3D 可视化与符号化

将矢量化后的各个地物图层加载到 ArcScene 中, 设置各个图层基于 TIM 地表面浮动。对于块状景观可由面状 shp 图层拉伸得到, 面状墙体可由线状 shp 图层拉伸得到, 面图层符号化生成道路、草地等, 路灯、树木、公共场所休息椅、汽车等地物则可以直接由点符号化生成。最后, 通过调整角度调整显示效果。

### 3) 三维漫游

ArcScene 可以进行较逼真的三维漫游模拟, 并且漫游到一定场景后可以保存场景, 方便以后再次查看。

## 3. 基于 BIM 技术的建模

BIM 技术在大型建筑物的项目全寿命周期管理中往往发挥着巨大的作用, 其 3D 可视化功能为项目的设计和施工阶段提供了巨大的便利。目前基于 BIM 技术的三维设计软件主要有 ArchiCAD、Revit、TriForma 等, Revit 是相对来说应用较广泛、功能也较强大的 3D 建模软件。

### 3.1. Revit 建模过程

Revit 建模是基于三维环境的, 在建模过程中就赋予各构件工程材质信息, 并可以进行碰撞检测, 减少设计失误[4]。其建模过程的技术流程如图 2 所示。

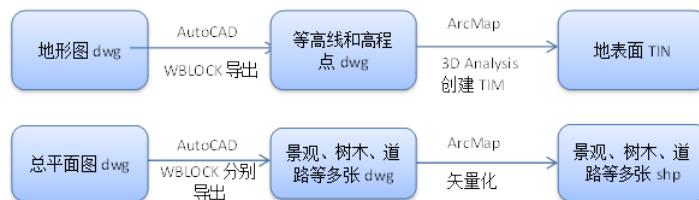


Figure 1. 3D GIS modeling's based date processing route  
图 1. 三维 GIS 建模基础数据处理技术路线

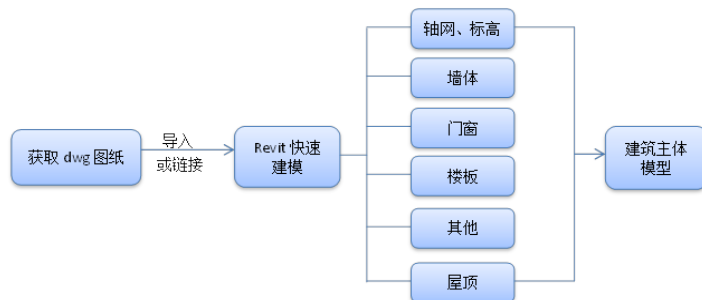


Figure 2. Revit modeling process  
图 2. Revit 建模流程

### 3.2. 数据模型标准及数据转换

目前大多数 BIM 都支持 IFC(Industry Foundation Classes)标准, 提供 IFC 标准的数据交换接口[5]。IFC 数据模型标准于 1995 年由 IAI(International Alliance for Ineteroperability)提出, 主要是为了使建筑业内的不同专业或不同软件可以实现数据的共享和交互[6]。IFC 模型标准把空间结构分为场地、建筑、楼层和空间四个层次, 包含场地(IFC Site)、建筑(IFC Building)、楼层(IFC Building Storey)、柱(IFC Colum)、梁(IFC Bbeam)、楼板(IFC Slab)、墙(IFC Wall)等建筑对象[7]。不同 BIM 软件的模型信息都可以转换为 IFC 标准文件, 使建筑模型能以同一标准格式的数据表达和流通。IFC 标准是一种具有很好的自描述能力的大众流通的数据文件, 具有一定的平台无关性特点, 而这些特点为 IFC 数据与其他数据模型的交流提供了可能性。IFC 的场地(IFC Site)对象中的三个描述地理信息的属性: 纬度(Rel Latitude)、经度(Rel Longitude)、高度(Ref Elevation), 为与 CityGML(City Geography Markup Language)数据模型的交互提供了接口, 使 BIM 与 GIS 的集成具有了数据基础。

## 4. GIS 与 BIM 联合途径研究

### 4.1. 建筑几何语义信息共享

GIS 通用的数据模型标准 CityGML(City Geography Markup Language)包含建筑对象几何、语义、拓扑、外观等方面的属性, 可以表达常见建筑对象的类型及相互关系, 它定义的是一种表面模型, BIM 通用的数据模型标准 IFC(Industry Foundation Classes)定义的则是一种实体模型[8]。City GML 和 IFC 标准在语义信息、模型外观和应用尺度上都有各自的优缺点和适用领域, 所以寻求一种 IFC 与 CityGML 建筑几何语义信息能完整共享的合理可行的方法, 是未来 GIS 与 BIM 集成应用的基础。

### 4.2. 软件平台基础

GIS 模型与 BIM 模型及其各自的功能目前都只能在各自的软件平台实现, 鉴于 GIS 和 BIM 集成的强大优势, 寻求 GIS 与 BIM 可以联合使用的软件平台, 也是当今数字城市发展的一个迫切问题。曹国等人提出的利用 WorldWind 平台的方法一定程度上能实现 BIM 与 GIS 的集成[9]。在 WorldWind 平台中展示三维建筑的宏观地理信息位置, 同时无缝衔接三维建筑漫游系统, 使得在任何一个地理空间位置都可以无缝切换到三维建筑漫游系统中, 进行建筑物内部的漫游与展示。GIS 模型与 BIM 模型集成的软件平台的开发尚在起步阶段, 还需要更多人的投入和努力。

### 4.3. 三维模型转换

若不借助其他软件平台, BIM 三维模型是不能直接添加到 GIS 系统中展示的, 必须先将三维模型转

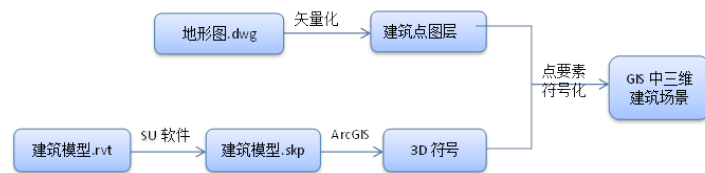


Figure 3. Transfer of BIM model into the GIS data process  
图 3. BIM 模型转换到 GIS 场景数据流程

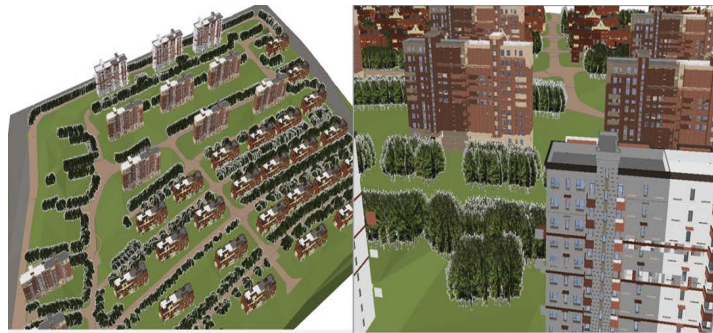


Figure 4. Three-dimensional digital district scene graph  
图 4. 三维数字小区场景图

化为 GIS 系统可以使用的数据格式。ArcScene 中[3D Analysis]功能模块可以进行简单的模型格式转换处理，可以将一些通用 3D 软件格式的模型转换为 ArcGIS 多面体格式，再在 ArcGIS 中加载使用。本次建模使用符号化的方式实现三维建筑模型的添加和可视化[10]，其数据处理流程如图 3。

依据上述流程转换数据，将各种建筑物依次添加到 GIS 三维小区场景中，得到数字小区三维模型如图 4。

## 5. 结论与展望

本次研究综合运用了 GIS 和 BIM 两方面的技术，最终建成数字小区三维模型。与二维 GIS 相比，三维 GIS 更接近人的视觉习惯，能够表达更多的信息。在三维 GIS 小区模型中，我们可以完成对地理数据的存储、查询、分析、显示等功能。三维 GIS 模型除了可以使用二维 GIS 中常见的最短路径分析、缓冲区分析等功能来规划逃生路径及进行噪音分析外，还可以进行日照分析、视域分析和天际线分析等，同时也支持小区场景内的漫游。现如今三维 GIS 与 BIM 模型能联合到同一个平台的只有外观展示功能，只能在建模过程中搭配使用，其各自的强大分析功能依旧没有一个很好的办法集成，BIM 模型虽然能放到 GIS 平台展示，但其开展 3D 室内漫游，进行建筑内部管线搭设布局、碰撞检测，抽取施工图纸等功能只能在 BIM 软件中做到。就目前的研究成果来看，虽然曹国等人已经完成了平台的无缝对接，但也只针对单一的软件和较好的硬件条件，大多数的 GIS 软件和 BIM 软件不能对接，对大多数人来说没有普适性。数字城市势必会发展到大大小小各个城市，如何找到一种高效有用的办法，使 GIS 还 BIM 在功能上完美集成，不但是数字城市，也是未来智慧城市发展的一大技术难题。

## 参考文献 (References)

- [1] 朱庆. IS 及其在智慧城市中的应用[J]. 地球信息科学, 2014(3): 151-157.
- [2] 杨俊杰. BIM 技术在三维数字城市建设中的应用[J]. 科技经济市场, 2014(3): 11-12.
- [3] 江晓鹏, 方源敏, 黄贝莹. ArcGIS 环境下 CAD 数据转换模型构建[J]. 昆明理工大学学报, 2014(8): 37-42.

- [4] Di Giuda, G.M., Villa, V. and Piantanida, P. (2015) BIM and Energy Efficient Retrofitting in School Buildings. *6th International Building Physics Conference, IBPC2015*.
- [5] 张邻. 基于 BIM 与 GIS 技术在场地分析上的应用研究[J]. 四川建筑科学研究, 2014(10): 327-329.
- [6] 李德超, 张瑞芝. BIM 技术在数字城市三维建模中的应用研究[J]. 土木工程信息技术, 2012(3): 47-51.
- [7] Nour, M. and Beucke, K. (2008) An Open Platform for Processing IFC Model Versions. *Tsinghua Science and Technology*, **13**, 126-131. [http://dx.doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\)70138-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70138-X)
- [8] 汤圣君, 朱庆, 赵君峤. BIM 与 GIS 数据集成: IFC 与 CityGML 建筑几何语义信息互操作技术[J]. 2014(8): 11-17.
- [9] 曹国, 高光林, 丘衍航, 曹君. 基于 WorldWind 平台的建筑信息模型在 GIS 中的应用[C]. 第四届工程建设计算机应用创新论坛论文集. 上海, 2013: 239-245.
- [10] 洪亮, 杨和娇, 杨昆. 基于 SketchUp 和 ArcGIS 的三维数字校园设计与实现[J]. 地理空间信息, 2014(2): 84-87.