

# 浅析三维 GIS 最新进展及其在 土木工程中的应用

张 敏

东华理工大学，抚州

**摘 要** | 三维 GIS 的发展为土木工程的决策提供了一个有力的工具。首先介绍了三维 GIS 的最新进展，然后分析了利用国产三维 GIS 软件—MAGIS 进行工程量计算、道路设计以及淹没区模拟的方法。研究结果说明三维 GIS 可以提高工作效率和决策能力，在土木工程领域具有广泛的应用前景。

**关键词** | 三维 GIS；土木工程；数值模拟；虚拟现实

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 引言

土木工程多数较为庞大而复杂，如何采用科学有效的设计方法以提高设计效率，怎样直观清晰地描述复杂工程建设的施工动态过程，是提高工程设计和现代管理水平的关键。因此，寻求新的技术和计算机辅助设计的方法成为必然趋势。GIS 是近年来迅速发展起来的一门地学空间数据与计算机相结合的新型空间信息技术，它把现实世界中对象的空间位置和相关属性有机地结合起来，

满足用户对空间信息的管理,并借助其特有的空间分析功能和可视化表达,进行各种辅助决策。但传统的 GIS 在二维方面发展较为成熟,它本质上是基于抽象符号的系统,不能给人以自然界的原本感受。土木工程在三维方面需求较多,二维 GIS 难以满足需要。随着图形学理论、数据库理论技术以及计算机虚拟现实技术的进一步发展,加之应用需求的强烈推动,三维 GIS 的出现和发展现已成为可能。与二维 GIS 相比,三维 GIS 对客观世界的表达能给人以更真实的感受,它以立体造型技术向用户展现地理空间现象,不仅能够表达空间对象间的平面关系,而且能描述和表达它们之间的垂向关系;三维 GIS 的发展,将对土木工程的发展提供一个有力的工具。

## 2 三维 GIS 进展

GIS 自身的早期软件产品对三维数据关注较少,近年来,随着图形学理论与技术在不同领域的应用与发展,用户对三维 GIS 的需求日益增强,三维 GIS 的良好应用前景,吸引了国内外众多 GIS 软件公司的目光,纷纷投入力量进行研究,迅速推出了一批具有三维可视化功能的 GIS 软件或模块,如 ESRI 公司的 ArcView 3D Analyst 扩展、Intergarph 公司的 Gro Media Terrain 模块、吉奥公司的 CCGIS 等。它们的功能主要集中在地形和建筑的表达、属性查询、可视化观察、可视化分析、空间量算等方面。下面详细介绍当前三维 GIS 取得的主要进展。

### 2.1 三维空间信息数据的采集

由于理论和技术水平的限制,三维空间信息的获取能力相对较弱一直是阻碍三维 GIS 发展的一个重要原因。一旦能够实现三维空间信息的实时廉价获取,三维 GIS 将会有更迅猛的发展。三维空间信息包括物体的三维表面信息和物体的三维体信息。其中表面信息的采集技术研究已经取得了重要进展,多种采集方法被提出并得到了广泛的应用,如地图数据采集法、实体测量法、摄影测量、相干合成孔径雷达遥感(INSAR)等基于影像的方法等。

## 2.2 三维空间数据模型

三维 GIS 的实现关键在于三维数据模型的建立。对空间实体及空间关系的准确、有效表达是三维空间建模的主要任务，它应具备以下功能：空间实体及空间关系的定义及描述与表达方法，空间实体和非空间实体之间的直接或间接关系的描述与表达、空间数据操作的分类定义及操作符号和操作规则描述、空间实体和非空间实体之间的相互制约机制及限定时间序列下的动态变化，空间数据的完整性及一致性检验规则等，目前提出的三维空间数据模型可分为 3 类，即：面模型、体模型和混合模型等。

## 2.3 三维空间关系

空间关系包括度量关系、拓扑关系和方向关系 3 类，它是指地理实体之间存在的一些具有空间特性的关系。对空间关系的研究主要集中在空间关系的语义问题、空间关系描述、空间关系表达、基于空间关系的查询分析、空间推理等方面。其中空间关系的描述与表达尤其重要，它的描述一般要考虑完备性、严密性、惟一性、通用性准则等几方面的因素。空间关系描述的主要方法有 3 种，即交叉方法、交互方法和基于 Voronoi 图的混合方法。目前在三维空间关系的描述中主要采用的是交叉方法，即将空间实体分解为几个部分，通过比较各组成部分的交集判定空间关系。

## 2.4 空间数据管理

空间数据管理是 GIS 的基本功能之一，是实现更复杂空间分析的基石。由于逼真的三维表示不仅具有多种细节层次的几何表达，还提供具有相片质感的表面描述，如逼真的材质和纹理特征及其他相关的属性信息，海量数据成为实现动态可视化的瓶颈问题。现在流行的关系型数据库如 Oracle、DB2、informix 等对三维数据的支持进行了探索，采用对象关系技术来存储三维数据。

## 2.5 三维空间信息可视化

可视化目前是三维 GIS 应用最为广泛的技术。目前，大多数三维 GIS 的三

维能力甚至被认为主要体现在三维可视化功能上,并且是区别于二维 GIS 最重要特征之一。视觉是人类理解空间的最有效途径,因而空间数据可视化是帮助人们认知空间的最有效工具,特别是在三维 GIS 中,空间数据可视化更是一项基础性的关键技术。随着计算机技术的发展,已经形成了 OpenGL、JAVA3D、DirectX 等一系列较为成熟的三维可视化平台,以及 VRML、GeoVRML 三维建模语言。

### 3 结语

三维 GIS 的空间分析功能和图形显示功能为工程设计和研究成果的可视化表达提供了有力的现代化手段,为工程科学决策提供了有力的分析工具,具有广泛的应用前景。但是目前,由于三维 GIS 还处于发展阶段,在土木工程领域的应用还不够深入。随着三维 GIS 的不断完善以及各类工程技术人员的广泛应用,三维 GIS 在土木工程中会起到越来越大的作用。

### 参考文献

- [1] 周微. GIS 在工程项目管理三维可视化中的应用研究 [D]. 武汉理工大学, 2010.
- [2] 张晓飞, 张子民, 毛曦, 等. 基于 3D GIS 的工程项目进度三维仿真系统 [J]. 测绘与空间地理信息, 2019, 42 (3): 75-77+81.
- [4] 王建山. GIS 系统在土木工程中的应用研究 [D]. 中国科学技术大学, 2003.

## A Brief Analysis of the Latest Progress of 3D GIS and its Application in Civil Engineering

Zhang Min

*East China University of Technology, Fuzhou*

**Abstract:** The development of 3D GIS provides a powerful tool for civil engineering decision-making. This paper first introduces the latest development of 3D GIS, then analyzes the methods of engineering calculation, road design and inundation area simulation using MAGIS, a 3d GIS software made in China. The results show that THREE-DIMENSIONAL GIS can improve work efficiency and decision-making ability, and has a broad application prospect in civil engineering.

**Key words:** 3D GIS; Civil engineering; Numerical simulation; Virtual reality