引文格式：林勇军,梁瑞松. 自然资源三维分析系统框架研究与应用探索[J]. 地理空间信息, 2024, 22(6): 74-76. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.06.017

自然资源三维分析系统框架研究与应用探索

林勇军[1]，梁瑞松[1]
（1. 深圳市规划国土发展研究中心，广东 深圳 518034）

摘　要：在数字政府和实景三维中国建设的背景下，三维地理空间信息系统将迎来巨大的发展机遇和应用前景，如何建设和应用三维地理空间信息系统是当前自然资源领域的重要研究课题。通过对自然资源三维分析系统的建设思路与解决方案进行研究，提出相应的设计方法和技术路线。基于这些研究初步搭建了自然资源三维分析原型系统，并在系统中探索了几个常用的自然资源应用场景，为后续类似的自然资源三维分析系统设计、建设和应用提供经验参考。

关键词：自然资源；三维分析；系统框架；应用场景
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）06-0074-03

Framework Research and Application Exploration of 3D Analysis System for Natural Resources

LIN Yongjun[1], LIANG Ruisong[1]
(1. Shenzhen Urban Planning and Land Resource Center, Shenzhen 518034, China)

Abstract: Under the background of digital government and real sense 3D China construction, 3D geospatial information system will usher in great development opportunities and application prospects, and how to build and apply 3D geospatial information system is an important research topic in the field of current natural resources. Based on the research of construction ideas and solutions of natural resources 3D analysis system, we put forward the corresponding design methods and technical routes. Then, we preliminarily built a natural resource 3D analysis prototype system based on these results, and explored several common application scenarios of natural resources in the system, which could provide empirical reference for the similar design, construction and application of natural resource 3D analysis system.

Key words: natural resource, 3D analysis, system framework, application scenario

在数字政府、智慧城市和实景三维中心建设浪潮的带动下[1-2]，国内各地理信息技术公司都在开发自己的三维技术和系统平台[2-5]。国外在通用领域也出现了应用广泛且性能较稳定的三维GIS软件平台[6]。在专业领域有包括ESRI公司的ArcScene、ArcGlobe和ArcGISPro等软件产品，以及Skyline公司的PhotoMesh、TerraBuilder、SkylineGlobe、TerraExplorer等软件产品，为三维数据提供了成熟丰富的专业分析能力，能满足用户专业化应用需求。本文基于开源的Cesium平台，开展自然资源三维可视化系统的研究工作[7]。

1　系统总体框架设计

三维可视化分析系统总体框架自下而上从层次上主要分为基础设施层、数据层、服务层和应用层，并以系统建设相关的标准规范体系和安全保障体系作为整个系统的基础保障（图1）。

1.1　基础设施层

基础设施层主要包括计算资源、存储资源、网络资源、服务虚拟资源。

1.2　数据层

系统数据层主要是支撑系统运行的数据资源体系，主要包括基础数据、业务数据、三维数据等，同时还包括互联网数据（API数据接口）、各种外部服务型空间数据（如 WMS、WMTS 等 OGC 服务数据）以及用户本地数据等。

1.3　服务层

服务层主要是网页三维可视化分析系统的后端处理中心，系统通过服务层将数据层的各类型数据实现数据 web 服务化，包括 terrain 地形服务、倾斜摄影或三维模型数据 3DTiles 服务、WFS/WMS/WMTS 等 OGC 服务、GeoServer 空间服务、ArcGISMapServer 服务、Web 模型服务以及 Web Services API 服务等，能为系统前端提供丰富多样的 web 化数据资源和分析服务。

1.4　应用层

系统应用层主要是负责系统前端实际应用层面的功

收稿日期：2023-03-09。
项目来源：国土资源部城市土地资源监测与仿真重点实验室开放基金资助项目（KF-2015-01-036）。
第一作者简介：林勇军（1985—），硕士研究生，高级工程师，研究方向为土地资源管理和地理信息系统，E-mail：284158541@qq.com。

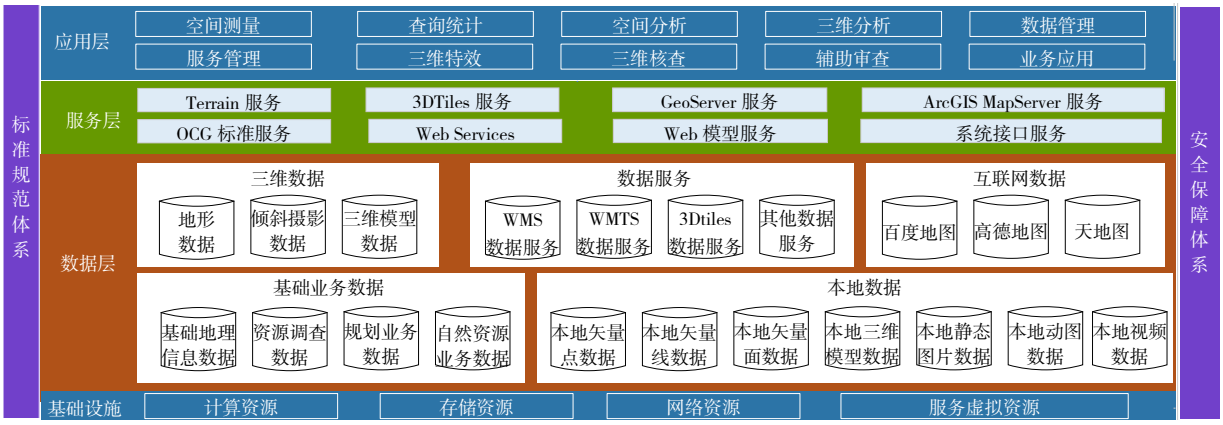


图1　系统总体框架设计图

能实现，主要包括三维通用功能、空间分析功能和业务应用功能等，其中通用功能主要是实现三维系统的通用性和基础性功能，如数据管理、数据浏览、查询统计等基础性功能；三维空间分析功能是三维系统中的核心功能模块，主要用于对三维空间数据进行空间计算或拓扑分析的专业功能，如地形剖面分析、填挖方计算、三维模型压平分析、高程分析、坡度分析等；业务应用功能则更多是从业务应用场景出发设计的系统功能，其中很多业务应用功能需要二三维共同搭配使用效果更佳，如现状核查、地块选址、管制要素辅助审查、三维不动产登记等。

2　数据资源组织

数据资源是系统建设的基础。三维可视化分析系统数据资源体系根据自然资源领域业务类型和数据特点大致可分为现状数据、规划数据、管理数据、专题数据、社会经济数据、区域城市数据、三维数据、新型数据、互联网数据及接口服务类数据等十大类[8]，数据资源体系设计图详见图2。

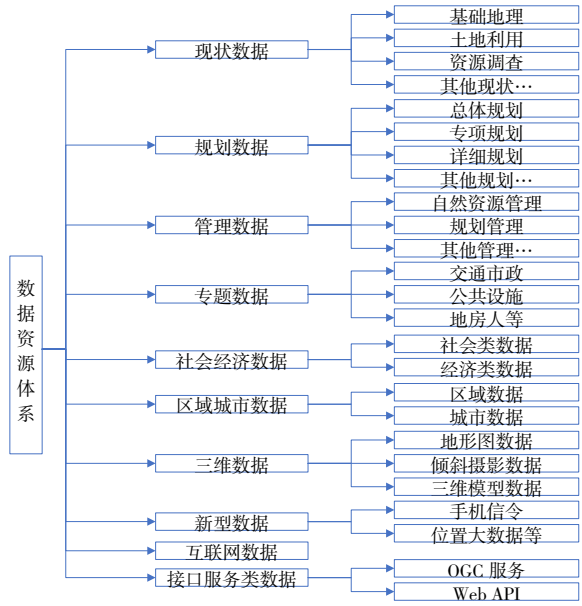


图2　数据资源体系设计图

3　系统三维功能框架

围绕自然资源信息化业务需求，三维可视化分析系统功能框架大致可分为二维功能和三维功能，其中二维功能主要是传统的GIS系统空间应用分析类功能，关于系统的三维功能大体上分为三维通用功能、空间分析功能、三维效果功能3个部分。

3.1　三维通用功能

系统的三维通用功能模块主要是实现对三维可视化分析系统的通用性和基础性操作，包括图层数据管理、数据查询统计、二三维模式切换、数据导航浏览、空间测量、数据加载、图形要素绘制等基本功能。其中空间测量包括长度测量、面积测量、三角测量及高程测量；数据加载包括加载矢量点数据、线数据、面数据、gltf和glb等格式的三维模型数据、图片数据和视频数据等；图形要素绘制包括点要素绘制、线要素绘制、面要素绘制及相关立体要素绘制等。

3.2　空间分析功能

空间分析功能模块是三维可视化分析系统在三维场景下进行空间计算或拓扑分析的核心功能，主要包括环视分析、可视域分析、通视分析、坡度分析、高程分析、洪水淹没分析、路径漫游分析、环绕分析、地形剖面分析、填挖方计算、三维模型压平分析、透明地表分析、热力图分析、OD流量分析、环境风场分析、环境日照分析、城市天际线分析等。其中高程分析、坡度分析、地形剖面分析、填挖方计算等主要是基于地形数据进行的空间分析；三维模型压平分析、环境日照分析、城市天际线分析等主要是基于倾斜摄影或三维模型进行的空间分析。三维功能应结合具体业务需要，还可以扩展业务应用类分析功能，如三维选址分析、三维核查分析、设计方案辅助审查等。

3.3　三维效果功能

三维可视化分析系统的优势在于三维可视化表达，而三维可视化相比二维能给人更加直观真实的视觉冲击和体验，直观真实的三维可视化表达往往能更

加清晰地阐述相关展示内容和意图。三维效果功能模块包括环境效果、流动效果、要素效果和粒子系统效果等功能，其中环境效果功能是模拟真实世界中光线和气候的可视化效果，如下雨、下雪、云雾、黑夜等，流动效果功能和要素效果功能可以结合起来，如点线面体等要素扩散、道路流量、道路闪烁、动态飞线、动态抛物线等；粒子系统效果功能主要是用来表达生活中的一些动态场景[9]，如着火场景、烟雾场景等。以上只是三维效果中的一部分，在实际工作当中，三维可视化展示往往是需要结合具体的业务场景去定制化设计，通常是需要多种效果综合表达。

4 应用探索

随着三维展示技术和三维基础底板数据采集手段的逐步成熟，逐步出现了多样化的自然资源三维应用场景。本文将对自然资源领域常用的应用场景进行了讨论和探索。

4.1 成果展示汇报

三维可视化展示是三维系统区别传统二维系统的最大特点，在三维场景下对项目成果进行展示和汇报将会显著提升汇报效果，如将项目成果在倾斜摄影等三维数据场景下进行展示，能清晰地展示成果所处的真实环境和空间布局走向。本文分别以控制性详细规划、地质遗迹保护区专项规划成果、OD流量分析图为例在可视化分析系统中进行展示汇报（图3）。

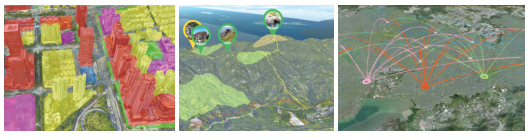


图3 三维可视化成果展示汇报示例图

4.2 现状比对核查

实景三维数据可广泛应用于内业勘查、现状核查分析，一定程度上可代替传统的外业勘查工作，将待核查用地图班叠加到实景三维数据场景中即可了解图斑周边的真实现状情况，能节省大量的外业人力物力时间成本，提高现状核查效率。如应用在常见的用地选址中，可将待选地块叠加至实景三维数据中来核查地块的自然条件、生态情况、建设情况、周边交通和设施情况等（图4），为用地选择的可行性和实施性提供决策参考。

4.3 辅助城市设计

城市设计是将抽象的城市规划转换成具象的实施方案的过程，城市设计的成果本身就是三维模型，因此更适合在三维更直观具象的环境中进行展示和分析（图5），可利用三维可视化分析系统对不同设计方案进行展示和对比、日照光线分析、视线遮挡分析、建筑限高分析、方案剖面分析、方案合规性审查等等，能为技术人员和决策者更好地辅助设计、辅助审查和决策[10-11]。

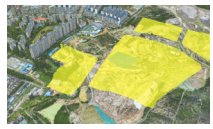


图4 地块现状核查示例图

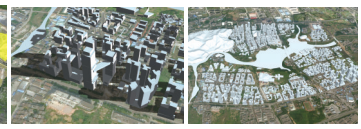


图5 设计方案展示和分析示例图

5 结 语

本文主要对自然资源三维分析系统的建设思路、系统总体框架、数据组织方式、三维功能及其应用进行了探讨，相关讨论和研究是从实际业务工作认知和需求角度出发开展的，而不同地域和不同应用方向在具体业务需求和系统要求等方面存在很大差异，同时也需认识到目前自然资源领域三维地理空间信息系统仍然存在一些挑战和不足[12]。因此在建设类似的自然资源三维分析系统时应根据当地实际特点和工作需要因地制宜地开展设计和建设。

参考文献

[1] 李俊金. 基于Cesium的三维实景可视化技术研究[D].郑州：信息工程大学,2017

[2] 谈琼,张涛,丁乐乐,等. 基于Cesium的多源三维数据可视化与分析平台设计与开发[J]. 测绘与空间地理信息,2022,45(6):120-123

[3] 杨姣,夏年业,李勇. 基于S3M的油气行业井站三维设计模型转换方法改进[J]. 测绘,2022,45(3):136-140

[4] 《全空间三维模型数据格式及服务接口规范》(M3D)解读三:匠心独运凝练优势[EB/OL]. (2021-04-26)[2023-03-09]. https://www.mapgis.com/index.php?a=shows&catid=33&id=88.

[5] 苏光远.基于WebGIS的倾斜摄影三维模型可视化应用研究[D].西安:长安大学,2021

[6] 曹浩泽. 3D Tiles定义解析与生产规范设计[D].武汉:武汉大学,2018

[7] 林勇军,周丹,邹海翔,等. 深圳智慧规划信息平台功能框架与应用探讨[J]. 规划师,2022,38(8):126-131

[8] 刘恒星. 基于粒子系统的Web数字地球海洋矢量场数据动态可视化方法[D]. 北京:中国科学院大学(中国科学院遥感与数字地球研究所),2017

[9] 各地加速布局实景三维中国建设[J]. 海洋测绘,2022,42(5):36

[10] 郭昊,商容轩,米加宁. 智慧城市:理论缘起、进展与未来方向:基于文献挖掘的发现[J]. 电子政务,2022(10):1-11

[11] 黄欣然,江文萍,刘一飞,等. Cesium环境中三维场景数据的加载优化策略[J]. 测绘地理信息,2022,47(增刊):94-98

[12] 童欣. 面向视觉概念构建的三维形状空间学习:挑战与研究进展(英文)[J]. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2022, 23(09):1290-1298.