

乡镇级国土空间规划三维展示系统设计实现及应用分析

何畅

自然资源部经济管理科学研究所

DOI:10.12238/gmsm.v8i2.2153

[摘要] 为解决乡镇级国土空间规划布局立体度不佳问题,设计乡镇级国土空间规划三维展示系统,利用三维建模引擎构建多边形网格,完成乡镇级国土空间规划三维展示系统的初步构建。在此基础上,进行乡镇级国土空间规划三维展示系统的应用及效果验证,得出:乡镇级国土空间规划三维展示系统应用效果良好,较好地解决了乡镇级国土空间规划立体布局不佳问题,旨在提高乡镇级国土空间规划水平。

[关键词] 乡镇级; 国土空间规划; 三维展示系统

中图分类号: F323.24 文献标识码: A

Design, Implementation, and Application Analysis of a 3D Display System for Township level Land Spatial Planning

Chang He

Institute of Economic Management Science

[Abstract] To solve the problem of poor three-dimensional layout of township level land spatial planning, a three-dimensional display system for township level land spatial planning is designed. A polygon mesh is constructed using a three-dimensional modeling engine to complete the preliminary construction of the three-dimensional display system for township level land spatial planning. On this basis, the application and effectiveness verification of the three-dimensional display system for township level land spatial planning were carried out, and it was found that the application effect of the three-dimensional display system for township level land spatial planning was good, which effectively solved the problem of poor three-dimensional layout of township level land spatial planning and could assist township level land spatial planning.

[Key words] township level; National spatial planning; 3D Display System

前言

乡镇级国土空间规划涉及总体规划、详细规划、专项规划等,高度注重土地用途安排与全域空间要素管控^[1]。传统文件式国土空间规划方案存在立体位置关系不佳、交互性缺乏、直观性欠缺等问题。设计乡镇级国土空间规划三维展示系统,可以依托实景三维引擎的优势,实现真实环境的立体、直观展示与交互界面打造。因此,分析乡镇级国土空间规划三维展示系统设计实现及应用具有非常突出的现实意义。

1 乡镇级国土空间规划三维展示系统设计

1.1 总体架构设计

乡镇级国土空间规划三维展示系统是以三维建模引擎、地理信息系统(Geographic Information System, GIS)为驱动的三维可视化系统,系统架构为客户端/服务器(Client/Server, C/S)^[2]。其中,客户端是借助三维建模引擎与C++Cesium for Unreal插件编译而成的桌面端可执行程序,用于乡镇级国土空间三维场景渲染、可视化分析;服务器则是在GIS系统支持下的数据服

务端,用于乡镇级国土空间数据收集、清洗、存储等服务。乡镇级国土空间规划三维展示系统设计架构见图1。

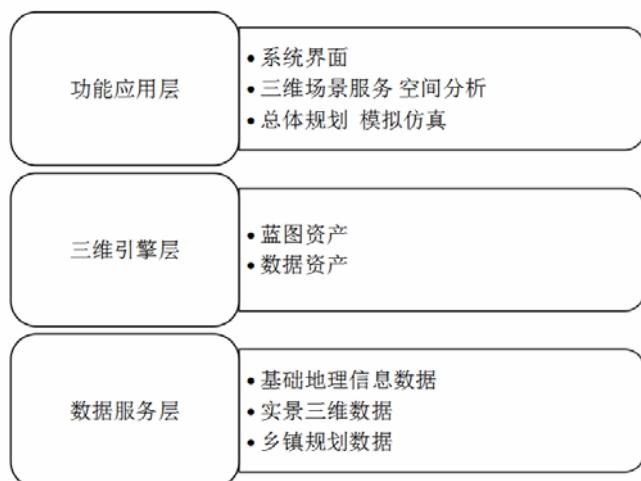


图1 乡镇级国土空间规划三维展示系统总体架构

由图1可知,乡镇级国土空间规划三维展示系统由数据服务层、三维引擎层、功能应用层构成。其中,功能应用层是乡镇级国土空间实景三维与仿真三维的集成,包括客户服务界面、乡镇级国土空间总体规划、三维场景服务、空间分析等模块;三维引擎层负责在平台管理工具引导配置环境内构建虚幻引擎,便于同服务层处理蓝图资产、数据资产;数据服务层负责提供乡镇级国土空间规划数据(含地理空间数据与乡镇级国土空间规划业务数据)查询与存储接口,查询服务支撑为GeoServer TMS(Tile Map Service,发布地图瓦片的服务协议),数据存储服务主要依托Post GIS空间数据库与PostgreSQL(Structured Query Language,结构化查询语言)关系数据库。

1.2 数据库设计

数据库是长时间存储在计算机内的数据集合,具有共享性、组织性、统一管理等特性^[3]。数据库设计是将现实世界乡镇级国土空间规划范围内存在的应用信息与业务数据抽象到一个数据库结构的过程。

(1) 乡镇级国土空间规划核心数据库主要涉及框架层、基础层多个层级。其中,在框架层,数据库内容包括全乡镇数字正射影像文档对象模型(Document Object Model,DOM)、测绘图像、基础地理数据库数字线划地图(Digital Line Graphic,DLG)数据、1:5万基础地理数据库数字高程模型(Digital Elevation Model,DEM)数据等;在基础层,乡镇级国土空间规划核心数据库包括历年土地利用现状数据库、土地利用规划数据库、乡镇地籍数据库、二调土地利用现状数据库等。

(2) 在乡镇级国土空间规划核心数据库要素抽离的基础上,选择西安1980坐标系作为平面坐标系,1985国家高程基准,利用高斯-克吕格投影3°分带,进行乡镇级国土空间规划核心数据库要素分类与编码。数据库要素分类局部见表1。

表1 数据库要素分类(局部)

要素	代码	分层	层代码	要素特征	属性表名
基础地理信息	1000000000	框架层	A11	polygon	XZQ
等高线	1000710000	基础层	A22	Annotation	DGZ
高程注记点	1000700000	基础层	A22	Annotation	GCZJD

由表1可知,乡镇级国土空间规划核心数据库要素分类方法为面线分类法,框架层、要素层编码通用大类、小类以及一级~四级分类十位数字层次码。

2 乡镇级国土空间规划三维展示系统实现

2.1 多边形网格建模

多边形网格建模是乡镇级国土空间规划三维展示系统实现的基础,涉及线位信息、布局节点、点位信息等三维列表,列表之间存在数据互通关系^[4]。其中,布局节点位于多边形网格中部;点位信息为乡镇级国土空间规划三维展示系统提供海量数据样本;线位信息根据乡镇级国土空间规划三维展示系统数据索引需求串联空间布局节点并更改节点排列形式,匹配空间布

局图像与乡镇级国土空间规划特征。

在设置乡镇级国土空间布局多边形网格建模条件时,兼顾布局节点现实位置与网格文件存储便捷性,打造以点位信息为底层,以线位信息为顶层,以空间布局节点为中间层的三维列表,见图2。

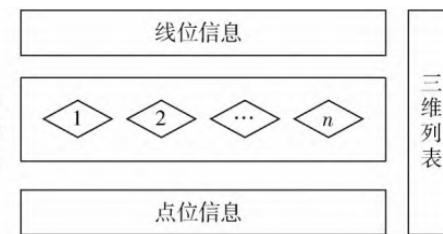


图2 乡镇级国土空间规划多边形网格建模结构

由图2可知,乡镇级国土空间规划多边形网格中线位信息是x轴、y轴、z轴方向数量分值,点位信息是空间布局节点在x轴、y轴、z轴方向的位置信息。考虑空间布局节点不重合布局要求,将多边形网格建模限制性布局条件设定为乡镇级国土空间规划三维展示系统引擎捕捉图像信息均具有空间性特征,不同方向布局转向角取值属于同一数值区间。

2.2 图像收集与处理

在多边形网格建模的基础上,收集、处理并合成乡镇级国土空间格局图像,是乡镇级国土空间规划三维展示系统实现的关键^[5]。在图像收集与处理环节,根据乡镇级国土空间规划区域小的特点,应用三维建模引擎,遵循虚拟与现实完整交互原则,进行空间格局图像的拼凑处理,以便在短时间内展示乡镇级国土空间规划所需点位信息、线位信息与布局信息。

(1) 在图像收集时,强调源于同一乡镇区域的小图像色浓度、色温一致。若小图像色差较大,则需借助三维建模引擎处理小图像边界色块节点,确保乡镇级国土空间规划三维展示系统展示点位、线位与布局节点信息的分辨率达标。

(2) 根据x轴、y轴、z轴三个空间坐标轴之间垂直关系,考虑乡镇级国土空间发展格局图像合成系数、空间规划系数与基于虚拟现实的布局图像拆分系数,利用多边形网格建模引擎,合成充分反映虚拟现实思想的高度真实图像。

(3) 在真实感图像合成后,利用Cesum for Unreal插件,进行乡镇级国土空间实景三维数据的切片处理并添加到三维场景内。同理,借助地籍数据,批量生成乡镇级建筑信息模型(Building Information Modeling,BIM)白膜并导入网格模型与三维仿真符号库,完成中心点坐标、比例、方向等参数的编辑。

2.3 功能实现

乡镇级国土空间规划三维展示系统功能是参考相关自然规划部门的实际需求,设计辅助规划(方案对比/规划图标/沿街分析/压站分析/设施覆盖范围)、乡镇国土空间总体规划(现状分析/区位范围/国土空间开发保护格局)、空间分析(天际线分析/可视域分析/通视分析/土方量分析/控高分析)、乡镇控制性详细规划(区位规划范围/现状分析/设计引导/土地使用规划控制

/规划结构及用地布局)、模拟仿真(天气模拟/日照模拟/淹没模拟/烟雾模拟)、村庄规划(区域发展规划范围/现状分析/支撑体系规划/规划目标及定位/产业发展引导/国土空间用途管制)、可视化(场景展示/视角重构/图层控制/规划模式切换)等。

(1) 为实现上述功能,借助3D场景和资产协作编辑的开放标准(Universal Scene Description, USD)描述通用场景的方式,统一三维建模引擎内多源数据格式。统一格式后,搭建乡镇级国土空间实景并完成空间数据、关系数据的材质映射编码^[6]。编码后,以元数据形式,将三维空间数据映射到静态网格体,转换为仿真三维符号,确保模拟仿真、乡镇级控制性详细规划、乡镇级国土空间总体规划、村庄规划等功能的顺利实现。

(2) 为实现可视化分析与辅助规划功能,依托非破坏性编辑的乡镇国土空间三维实景,对自然环境进行定制化处理。比如,创建项目工程Blueprint,输入光照、动态相机视角与视图原点坐标,利用Cesuim for Unreal插件与三维建模引擎编辑器进行非破坏性编辑,输出编辑器脚本蓝图、乡镇地形编辑与程序化制备,融合展示乡镇级国土空间规划地物。

3 乡镇级国土空间规划三维展示系统的应用

3.1 应用背景

选择某乡镇为乡镇级国土空间规划三维展示系统应用区域,区域未利用土地面积1451.2hm²,适宜开发土地面积352.5hm²,其中开发成耕地的潜力土地面积为125.2hm²。

3.2 应用效果

应用乡镇级国土空间规划三维展示系统后,该乡镇土地利用现状、城镇地籍数据、基础测绘数据、土地利用总体规划数据实现集成与动态对比,可以适应国土空间规划业务需求生成三维形象,为合理指导各类土地整治项目与农业生产、下一轮土地利用总体规划提供准确数据。统计系统应用效果可知,系统在平板端与个人电脑端展示效果无明显差异体积压缩率在5%以内,渲染帧率超出60Hz,达到最优流畅等级,且空间数据加

载数据在22s以内。表明三维展示系统应用效果良好,具有极大的推广空间。

4 总结

综上所述,三维展示系统是乡镇级国土空间规划的重要支撑之一。本文设计集数据服务层、三维引擎层、功能应用层为一体的三维展示系统框架与数据库,在多边形网格建模条件下,利用三维建模引擎完成真实感图形提取,确定实现空间分析、模拟仿真、辅助规划、可视化、村庄规划、乡镇级国土空间总体规划与详细规划等功能。进一步试点应用结果表明,乡镇级国土空间规划三维展示系统的应用效果良好,可以大幅度降低乡镇级国土空间规划时间,提高规划精准度,解决直观性不佳、立体度不佳等问题。

参考文献

- [1] 谢松.省际毗邻地区乡镇国土空间总体规划编制探索——以来安县汊河镇为例[J].中国住宅设施,2025,(01):121-123.
- [2] 马楚,王奕涵,周军元,等.构建自然资源三维数字空间模型的探索与应用[J].地理空间信息,2025,(02):74-77.
- [3] 刘昕哿,安国强,谭绪泉,等.市县级国土空间规划数据库建设存在的问题及相关建议——以山东省为例[J].山东国土资源,2025,(02):58-63.
- [4] 孙建华,李巍,袁伟哲,等.基于NeRF的城市实景高精度三维建模技术[J].测绘通报,2024,(04):129-134.
- [5] 李冬,许子弋.基于虚幻引擎的乡镇规划三维展示系统设计[J].资源环境与工程,2025,(01):114-120.
- [6] 颜俊君,佟涛,马泉来,等.近30年来河南省国土“三生”空间转型特征及其情景模拟[J].水土保持研究,2024,(04):374-382.

作者简介:

何畅(1990--),女,汉族,辽宁绥中人,研究生,中级工程师,研究方向: 国土空间规划、自然资源调查监测等。