引文格式：李永鑫,赵雪,詹琪琪,等. 面向自然资源管理的实景三维应用设计方案评价模型[J]. 地理空间信息, 2025, 23(5): 106-108. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2025.05.023

面向自然资源管理的实景三维应用设计方案评价模型

李永鑫[1]，赵　雪[2*]，詹琪琪[3]，杨佳佳[4]
（1. 自然资源部第三地理信息制图院，四川 成都 610100；2. 四川省时空纵横信息科技有限公司，四川 成都 610100；
3. 中国地质调查局军民融合地质调查中心，四川 成都 610100；4. 四川省国土科学技术研究院，四川 成都 610100）

摘　要：实景三维作为国家重要的新型基础设施，能为经济社会发展和各部门信息化提供统一的时空数据基底。由于实景三维应用场景的技术成本高、涉及领域丰富、且缺乏权威统一的评价体系，导致项目资源投入差异显著。为实现项目资源的合理分配，通过具体实例，利用层次分析法构建了一种适用于自然资源管理领域的实景三维应用设计方案评价模型。模型从技术性、经济性、创新性和预期效益等维度为耕地保护案例确定了最优的实施方案，弥补了自然资源领域实景三维应用设计方案评估的研究空白，对实景三维应用体系建设具有重要意义。

关键词：实景三维应用；自然资源管理；评价
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）05-0106-03

Evaluation Model of 3D Real Scene Application Design Plans for Natural Resource Management

LI Yongxin[1], ZHAO Xue[2], ZHAN Qiqi[3], YANG Jiajia[4]
(1. The Third Geo-information Mapping Institute of Ministry of Natural Resources, Chengdu 610100, China;
2. Sichuan Gallop Ahead Spatiotemporal InfoTech Limited, Chengdu 610100, China;
3. Civil-Military Integration Center of China Geological Survey, Chengdu 610100, China;
4. Sichuan Institute of Land Science and Technology, Chengdu 610100, China)

Abstract: As a new essential infrastructure for China, the 3D real scene provides a unified spatio-temporal data foundation for economic and social development, as well as for information technology across various sectors. However, high technical costs, the wide range of applicable fields, and the absence of standardized evaluation system have resulted in significant disparities in resource allocation across projects. To achieve rational distribution of project resources, we used analytic hierarchy process to develop an evaluation model of 3D real scene application design plans for natural resource management. By integrating multiple dimensions such as technical feasibility, economic viability, innovation, and expected benefits, the evaluation model identified the optimal implementation plan for farmland protection cases, which could fill the research gap of 3D real scene application design plan evaluation in the field of natural resources, holding significant importance for the construction of 3D real scene application system.

Key words: 3D real scene application, natural resource management, evaluation

随着实景三维被列入新型基础测绘产品，实景三维中国逐渐成为国家重要的信息基础设施。2023 年 3 月自然资源部办公厅印发《实景三维中国建设总体实施方案》，全国各地同步启动实景三维建设。实景三维技术在自然资源管理领域的应用[1-2]已成为推动行业数字化转型的关键力量[3]。然而，当前实景三维应用体系建设缺乏权威统一的指导文件，主要根据其表现形式、表达内容和应用领域进行分类分级[4]，分类标准简单，且未针对实景三维应用，形成科学系统的评价机制[5-10]，在一定程度上限制了实景三维技术效能的发挥和应用的推广。国内外学者[11-13]对传统工程项目管理与设计方案评价进行了大量研究，其中层次分析法（AHP）被广泛应用于风险评价、方案比选和影响评价等项目管理决策环节。因此，本文拟引入 AHP 方法，结合技术性、经济性、创新性等多个维度的评价指标，构建一套适用于自然资源管理的实景三维应用设计方案评价模型，以确保项目资源合理分配，推动实景三维技术在自然资源领域的广泛应用和

项目来源：四川省自然资源厅科研资助项目（KJ-2024-022）；四川省测绘地理信息学会科技开放基金资助项目（CCX202406）；实景三维四川建设资助项目（N5100012024001302）。
第一作者简介：李永鑫（1986—），硕士，高级工程师，从事实景三维技术研究与应用工作，E-mail：317307006@qq.com。
通信作者：赵雪（1993—），硕士，工程师，从事实景三维技术研究与应用工作，E-mail：448291315@qq.com。

深入发展[1]。

1　应用设计方案评价指标体系

1.1　体系建设原则

自然资源管理中实景三维应用设计方案评价体系建设遵循需求导向、数据特性、多维度考量、高级定级、数据安全性等原则[14]，其中需求导向是指分级应根据不同部门的特点，确保数据的实用性和有效性，满足各类用户需求；数据特性是指分级应根据数据的几何精度、语义信息、覆盖范围等特性，确保数据的准确可靠；多维度考量是指分级应从多个视角和维度进行综合考虑；高级定级是指分级时若包含多个级别的数据项，则整体定级应遵循就高原则；数据安全性是指分级过程中必须始终将数据的安全性作为首要考虑，确保数据不被损害或泄露。

1.2　评价指标

本文从技术、经济、创新、效益4个方面考虑，选择了层次、范围、分辨率等12个定量和定性指标，共同构成了应用设计方案评价指标体系，具体包括技术性指标（层次、范围、分辨率、信息化程度、共享程度）、经济性指标（经费使用效率）、创新性指标（新技术应用、新装备应用）、预期效益指标（预期科技成果、预期经济效益、预期社会效益、预期生态效益）。

1.3　评价指标等级划分

1）层次等级划分。通过跨业务、跨单一需求在丰富的场景中分析、判断、决策能有效推动应用的系统化。基于层次将应用场景分为单项应用场景、单一板块应用场景（单一自然资源业务板块中的多项业务）和多跨应用场景（多个自然资源业务）。其中，自然资源管理业务板块分为10类，具体包括自然资源调查监测（基础调查、专项调查、综合动态监测）、国土空间规划、用途管制与开发利用（用地管理、用地监管、用地审查）、国土空间生态修复、地质灾害防治与应急（地质灾害情况监测、计算、灾害风险分区和评价、预警与监测监管）、自然资源和不动产登记（自然资源和不动产登记业务办理和监测监管）、矿产资源开发与监管（矿业权审批、矿产资源储量统计、矿产资源开发利用与监管）、督察执法（督察执法问题监测监管）、耕地保护（永久基本农田监管、耕地“非农化”“非粮化”监测）和其他。

2）范围等级划分。实景三维的范围影响着应用的层级和宏观程度。根据应用场景范围分为国家级、省级、市级、区县级、乡镇级、村级、小区级7个等级。

3）分辨率等级划分。实景三维的分辨率越高，提供的细节越多，精细化管理程度越高。根据应用场景中实景三维数据的分辨率分为低分辨率（分辨率≥5 m）、中分辨率（0.05 m < 分辨率 < 5 m）、高分辨率（分辨率≤0.05 m）3个等级。

4）信息化程度等级划分。应用的信息化程度越高，能够实现的功能越完善。根据应用场景的信息化程度分为5个等级，即初始级，可简单空间展示；规范级，可实现三维测量与空间规划；精细级，可实现二三维数据一体化管理、属性查询、空间分析；优化级，可实现数据的动态管理和查询、实时处理和分析、自然资源动态监测和预警；智能级，可利用人工智能、机器学习等技术对三维场景进行智能识别和分析，实现三维场景的自动化监测和预警、自然资源的智能管理和决策，数据处理和分析结果能实时反馈到业务流程中，形成闭环管理。

5）共享程度等级划分。实景三维成果可能存在涉密属性，其脱密标准化作业流程已在制定中，在应用场景的搭建中也会涉及各类涉密数据，因此根据应用场景中是否包含涉密信息分为4个等级，即绝密级，包含绝密级测绘成果或涉及国家安全、国防建设、领土完整等核心利益的高度敏感信息；机密级，包含机密级测绘成果或对国家安全、经济发展有重要影响的信息；秘密级，包含秘密级测绘成果或对业务管理有一定影响的信息；无密级，脱密处理后的测绘成果或公开的业务信息，不涉及敏感或机密内容。

6）定性指标等级划分。经费使用效率、新技术应用、新装备应用、预期科技成果、预期经济效益、预期社会效益、预期生态效益属于定性指标，采用专家打分法进行分级。邀请行业内5位专家对定性指标进行评判，等级分为优、良、中、差、劣，对应的评分为5、4、3、2、1。将专家得分之和分为5个等级：一级（1~5分）、二级（6~10分）、三级（11~15分）、四级（16~20分）、五级（21~25分）。

2　应用设计方案评价

1）指标权重确定。本文通过AHP方法确定指标权重，利用专家评分法确定因素间的相互重要性，判断矩阵元素 a_{ij} 的含义见表1。

2）归一化处理。由于各指标分级的方式不同，因此需对不同维度下的评价等级进行归一化处理，将不同量纲、不同数量级的数据转变成具有相同量纲、相同数量级的具有可比性的数据。

表1 判断矩阵的元素与含义

a_{ij}	含义
1	具有同样重要性
3	前者比后者稍重要
5	前者比后者明显重要
7	前者比后者重要得多
9	前者比后者极重要
2,4,6,8	两个因素的相对重要性为上述描述的中间
$a_{ji}=1/a_{ij}$	若前者对后者有上述取值，则后者对前者有其倒数

3）综合得分计算。确定评价指标的权重和量化分数后，计算各方案的综合评分。

$$D=\sum_{j=1}^{n}w_j p_j$$

式中，n 为评价指标数量；p_j 、w_j 分别为指标 j 的量化分数和权重。

3 案例分析

耕地是宝贵的资源，为实现基于实景三维的耕地智能化管理新模式，本文设计了3种应用方案：①方案一为构建0.03 m城市级实景三维，基于北斗网格码完成示范区耕地统一空间编码，搭建电子围栏，并安装无人机机巢和智能视频监控装置，进行全天候动态监管，实时发现并预警耕地变化信息，采用视频AI识别算法对摄像头视域范围内的耕地进行实时监测预警，实现耕地保护的智慧监管和快速响应，建成智慧农田示范区，推动耕地保护工作向三维可视化、现实虚拟化、决策智慧化发展，开展多项技术研究，预期形成多篇高质量论文等科技成果；②方案二为构建0.5 m分辨率实景三维，结合时间序列数据，分析耕地面积、质量的变化趋势，识别耕地变化并发出预警，为管理部门提供依据，辅助精准决策与执行，开展相关技术研究，预期形成相应研究成果报告；③方案三为构建1 m分辨率实景三维，直观展示耕地流入流出地块、“非农化”“非粮化”地块、进出平衡储备耕地分布情况，耕地流入、流出图斑在两期影像中的变化情况，实现耕地专题统计图表在线浏览，为耕地补划、整治恢复、流入流出监管提供科学依据。3种方案的层次、范围等指标的等级，定性指标得分见表2。

1）本文利用AHP方法计算指标权重，先计算一级指标权重，再计算二级指标权重，最终指标权重见表3。

2）通过整理设计方案资料，计算得到各定量指标的分数，并聘请专家对定性指标进行评价，得到定性指标分数。归一化处理后得到量化分数，结果见表4。

表2 设计方案指标情况

评价指标	方案一	方案二	方案三
层次	单一板块应用场景	单一板块应用场景	单一板块应用场景
范围	村级	村级	村级
分辨率	高分辨率	中分辨率	中分辨率
信息化程度	智能级	优化级	精细级
共享程度	秘密级	秘密级	秘密级
经费使用效率	16分	19分	22分
新技术应用	21分	18分	17分
新装备应用	19分	18分	9分
预期科技成果	18分	11分	6分
预期经济效益	13分	17分	16分
预期社会效益	23分	19分	17分
预期生态效益	12分	11分	13分

表3 指标权重值

一级指标	权重	二级指标	权重
技术性指标	0.46	层次	0.04
		范围	0.06
		分辨率	0.18
		信息化程度	0.09
		共享程度	0.09
经济性指标	0.28	经费使用效率	0.28
创新性指标	0.10	新技术应用效果	0.03
		新装备应用效果	0.02
		科技成果质量	0.05
效益指标	0.16	经济效益	0.05
		社会效益	0.08
		生态效益	0.03

表4 各方案评价指标的量化分数/分

评价指标	方案一	方案二	方案三
层次	0.50	0.50	0.50
范围	0.17	0.17	0.17
分辨率	1.00	0.50	0.50
信息化程度	1.00	0.75	0.50
共享程度	0.67	0.67	0.67
经费使用效率	0.75	0.75	1.00
新技术应用	1.00	0.75	0.75
新装备应用	0.75	0.75	0.25
预期科技成果	0.75	0.50	0.25
预期经济效益	0.50	0.75	0.75
预期社会效益	1.00	0.75	0.75
预期生态效益	0.50	0.50	0.50

3）结合指标权重得到各方案的综合得分，方案一为77.30分，方案二为63.30分，方案三为65.80分，因此确定方案一为最终方案。

4 结 语

实景三维中国旨在为各行业数（下转第128页）