

# 基于三维环境下的国土空间规划设计

范荣盛

济南市城乡规划编制研究中心

**摘要：**本文简要分析三维技术方法在国土空间规划基础数据中的应用，重点强调三维技术方法在国土空间规划编制和实施中的应用，并以三维技术方法在国土空间规划评估及监督测评方面的应用作为切入点，对规划项目展示与评估三维化以及规划项目监督三维化，期望能够为相关人员提供参考，以此来加强三维环境下国土空间规划设计。

**关键词：**国土空间规划；三维规划；规划方法；空间发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.042

**引言：**随着科技的不断进步，三维技术方法在国土空间规划设计中扮演着越来越重要的角色。传统的二维规划方法已经不能完全满足复杂城市和区域的规划需求，因此，利用三维技术对国土空间进行更为全面、准确的分析和设计显得尤为必要。

## 一、三维技术方法在国土空间规划基础数据中的应用

### （一）现状基础数据的三维化还原

国土空间规划的基础数据涵盖了多个方面，包括土地利用现状、行政区划、遥感数据等基础底图数据，以及高程、土壤、地形、地貌、地质等土地数据，还包括建筑基底、建筑高度、建筑结构等人工环境数据，以及洪水水位线、蓄滞洪区、气象、森林植被分布、保护物种分布等自然资源环境数据。在二维层面的规划中，这些基础数据通常以数字、图表或二维图像的形式保存。随着三维规划方法的发展，这些数据可以通过生成三维地形环境模型、建筑模型以及自然资源环境模型的方式得以真实还原。

借助现状DEM地形数据或地理高程数据，结合遥感卫星图，可以生成三维地形环境模型<sup>[1]</sup>。建筑基底数据可以被参数化用于生成建筑模型，而对于复杂单体建筑，则可以采用倾斜摄影或单体建模技术。自然资源环境数据如森林、水体、动物等，可以在地形和人工环境数据三维化后，根据分布密度和位置进行相应建模，以尽可能真实、完整地还原现状环境，最终生成“数字孪生国土”。

### （二）国土空间规划指标的三维化

#### 1. 社会经济指标的三维化

社会经济指标在国土空间规划中扮演着重要角色，它们反映了一个地区的人口、经济总量以及不同区域之间的差异和联系<sup>[2]</sup>。在传统的二维规划方法中，这些指标通常以数值或不同颜色来区分不同地块，但在三维环境下，情况则大不相同。在三维环境中，从整体省份到微观城市分区，社会经济体量的大小可以通过体块的高度和颜色来直观展现。例如：人口密度、经济活力等指

标可以通过三维化的立体图形来呈现，而地区之间的联系度则可以通过立体图形的连接线来表现，这样可以更清晰地展示不同地区之间的联系强度。相比之下，三维社会经济指标更具直观性，而且可以根据基础数据的更新实时调整，满足国土空间规划对于时效性的需求。

#### 2. 资源环境指标的三维化

资源环境指标在国土空间规划中至关重要。在使用遥感测绘类型的地理空间数据时，三维环境比二维更具直观性，尤其是在考虑到大规模国土空间时<sup>[3]</sup>。三维环境能够更真实地再现地理特征，并能够同时整合各种类型的资源数据，如树木、河流以及气候条件等，使得这些数据可以在同一个视觉环境中呈现。随着社会经济发展的不断变化，一些高敏感性的资源环境指标，如森林覆盖率、土地利用效率以及资源开发强度等，它们在三维环境下的变化情况能够得到实时的监测和预警，从而帮助规划者更好地把握资源环境的变化趋势。

#### 3. 空间评价指标的三维化

空间评价指标的三维化是将传统的二维平面表达方式转变为更直观、更真实的三维表达方式<sup>[4]</sup>。通过三维化，可以更全面地展示空间特征、变化趋势以及空间关系，为规划和决策提供更准确、更全面的信息支持。常见的空间评价指标包括土地利用结构、土地利用强度、环境质量、人口分布等，通过在三维空间中呈现这些指标，可以使人们更容易理解和分析地理空间的特征和变化趋势，同时展示不同空间尺度和层次的信息，实现更全面地空间评价。

### （三）基础数据的三维化管理

基础数据的三维化管理是指将传统的二维基础数据转化为三维形式，并进行有效的组织、管理和利用。这种管理方法利用地理信息系统（GIS）和相关技术，将地理空间数据以立体形式呈现，包括地形地貌、建筑结构、自然资源分布等信息。通过三维化管理，可以更直观地理解地理空间特征，并为城市规划、土地利用、环境保护等决策提供可视化支持。同时，三维化管理也促进了基础数据的数字化、标准化和更新，提高了数据的可操作性和时效性，为空间信息的管理和应用带来了新的可能性。

## 二、三维技术方法在国土空间规划编制和实施中的应用

### （一）三维技术方法下的国土空间规划分析

#### 1. 三维方法下的国土空间规划双评价

在三维方法下的国土空间规划双评价是指基于三维环境的国土空间规划评价方法，包括对空间结构和资源环境的评估<sup>[5]</sup>。一方面，针对空间结构评价，三维方法允许从立体视角全面观察国土空间的布局 and 结构，包括

地形地貌、城市建筑分布、交通网络等，有助于准确把握国土空间的格局和特征。通过三维可视化技术，可以直观呈现不同区域之间的空间关系和连接程度，评估空间组织的合理性和协调性，为优化城乡结构和发展布局提供科学依据。另一方面，针对资源环境评价，三维方法能够将各种自然资源和环境因素以立体形式集成展现，如森林、水体、气候等，实现资源环境的综合分析和评估。通过对资源利用程度、环境质量状况等指标的三维化表达，可以全面了解资源环境的空间分布和变化趋势，为生态保护、资源合理利用等决策提供科学依据。如表1所示。

表1 三维方法下的国土空间规划双评价

评价内容	评价对象与指标	三维方法应用
空间结构评价	地形地貌、城市建筑分布、交通网络等	从立体视角全面观察国土空间的布局 and 结构
	空间组织的合理性和协调性	通过三维可视化技术直观呈现空间关系和连接程度
资源环境评价	自然资源（如森林、水体）、环境因素（如气候、土壤质量）等	将各种资源和环境因素以立体形式集成展现
	资源利用程度、环境质量状况等指标	通过三维化表达全面了解资源环境的空间分布和变化趋势

## 2. 三维环境下的国土空间规划分析

在三维环境下的国土空间规划分析涉及对地理空间数据进行立体化处理和综合分析，以更全面、准确地理解和评估国土空间的结构、功能和利用情况。为此需要通过整合地形地貌、建筑分布、交通网络等基础数据，三维环境呈现了国土空间的立体特征，使规划者可以从多维度、多角度理解空间结构和布局。通过利用三维可视化技术，规划者可以直观地观察不同区域之间的空间关系和连接程度，发现潜在的空间布局问题，并为优化城市规划、交通布局等提供参考依据。

此外，三维环境下还能够对资源环境进行立体化展现和分析，将森林、水体、气候等自然要素与人类活动集成在一起，全面评估资源利用状况和环境质量，为生态保护和可持续发展提供科学支持。同时，三维环境也为规划决策提供了更加直观、可视化的工具和平台，使规划者能够更加深入地理解规划方案的实施效果和可能影响，从而更加有效地制定和调整规划策略。因此，三维环境下的国土空间规划分析通过立体化展现和综合分析，提升了规划决策的科学性和可操作性，为促进国土空间的合理利用和可持续发展提供了重要支持。

## （二）三维技术方法下的国土空间规划设计

### 1. 三维参数化国土空间规划设计的方法

三维参数化国土空间规划设计方法是一种结合三维技术和参数化设计理念的新型规划方法。首先，该方法利用三维建模技术将地理空间数据以立体化形式呈现，包括地形地貌、建筑分布、交通网络等基础数据，从而使规划者能够在虚拟环境中直观、立体地感知和理解国土空间的结构和特征。

其次，通过参数化设计理念，将规划中的各种要素和指标以参数的形式进行表达和调整，使规划方案具有更高的灵活性和可操作性。例如：可以通过调整建筑高度参数来优化城市的空间布局，或者通过调整交通网络参数来改善交通流动性。此外，该方法还可以将环境保护指标、经济发展指标等各种规划目标以参数化的形式融入规划设计中，实现对不同发展方案的量化评估和比较。

最重要的是，三维参数化国土空间规划设计方法为规划决策提供了更加科学、直观的工具和平台，使规划者能够更加准确地预测和评估不同规划方案的效果和影响。通过不断调整和优化参数，可以实现规划方案的动态更新和优化，以适应不断变化的城市发展需求和环境条件。正因为如此，三维参数化国土空间规划设计方法不仅提升了规划的科学性和精准度，也为实现可持续、智慧城市的发展目标提供了重要支持。

### 2. 信息技术对国土空间规划设计方法的拓展

信息技术在国土空间规划设计方法中扮演着至关重要的角色，为规划工作提供了全新的拓展和可能性。首先，地理信息系统（GIS）的广泛应用使规划者能够收集、存储、管理和分析大量的地理空间数据，包括地形地貌、土地利用、人口分布等，为规划决策提供了科学的数据支撑。通过GIS技术，规划者可以快速绘制各种专题地图、空间分布图，直观展示国土空间的特征和变化趋势，为规划决策提供了可视化的参考。如图1所示。

其次，三维地理信息系统（3D GIS）的发展为国土空间规划设计方法带来了全新的视角和思路。通过3D GIS技术，规划者可以将地理空间数据以立体化的形式呈现，实现对地形地貌、建筑分布、交通网络等要素的立体化展示和分析。这种立体化的呈现方式不仅能够提升规划方案的可视性和直观性，还能够更加准确地模拟和评估不同规划方案的效果和影响，为规划决策提供了更加科学、合理的依据。

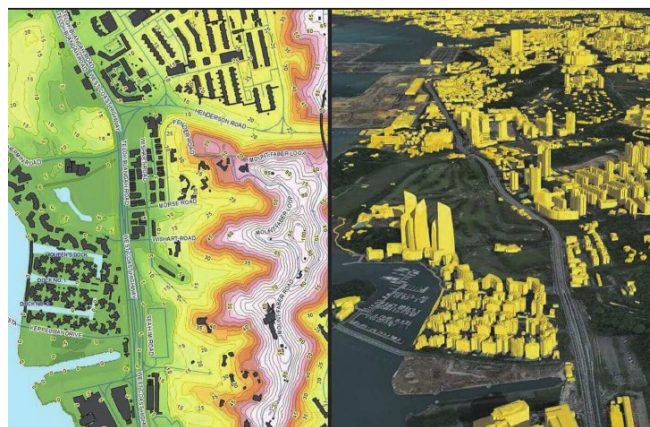


图1 城市空间的参数化建模

## （三）三维技术方法下的国土空间规划成果发布及公众参与

### 1. 多元化的公众参与方式

在三维技术方法下，国土空间规划的成果发布和公

众参与呈现出多元化的形式和途径。一方面，通过利用三维可视化技术，规划者可以将规划成果以生动直观的方式呈现给公众，例如：通过虚拟现实（VR）技术或沉浸式体验展示规划方案，让公众身临其境地感受规划效果，这种互动式的展示方式能够吸引公众的注意，提高他们对规划方案的理解和认同度。

另一方面，随着互联网和社交媒体的普及，规划者还可以通过在线平台和社交媒体渠道向公众发布规划信息，例如：通过规划官方网站、微博、微信公众号等发布规划公告、动态更新和互动交流。公众可以在这些平台上了解最新的规划进展，提出意见和建议，参与规划过程，实现规划决策的透明化和民主化。如表2所示。

表2 多元化的公众参与方式

成果发布和公众参与形式	描述	三维技术应用
三维可视化展示	利用虚拟现实（VR）技术或沉浸式体验展示规划方案，让公众身临其境地感受规划效果	通过三维可视化技术生动直观地呈现规划成果
在线发布	通过规划官方网站、微博、微信公众号等在线平台发布规划公告、动态更新和互动交流	在互联网和社交媒体平台上发布规划信息，实现与公众的及时互动
社交媒体互动	利用社交媒体平台进行规划信息的分享和互动，公众可以在平台上提出意见和建议，参与规划过程，实现规划决策的透明化和民主化	利用互联网和社交媒体渠道实现与公众的即时互动和信息传递

2. 三维可视化的数据集成、方案发布

在安排空间布局时，须处理众多数据，这些数据涵盖历史与现状的发展进展情况、计划的详尽内容，以及对将来的预估。在二维世界里，高层数据遮盖低层数据，数据维度的限制使其不能进行有效整合。二维规划借助众多独立成果呈现规划实际操作不断比较成果。例如：在拟定规划蓝图的过程中，需要多次对照高级规划蓝图、现有地形图表、生态约束条件以及市政基础设施等多个方面进行综合考虑。现有的二维GIS影像数据拥有地理空间信息集成优势需要繁复操作进行计算机层面识别无法同步集成直观成果发布问题导致规划信息传递滞后混乱设计图纸与实际效果偏差。

由于立体空间的实际存在，场所能够映射出现实的多个层面，并天然具备整合信息的能力。该方案可以统一整合地产、路网、构造物、自然景观、公共设施等实体资源，以及产业、居民等抽象资源，确保施工进度、设计理念、技术规格的协调，同时遵循必要的相关法规。因此，在一个项目中，所有相关数据能够被汇集至一个立体空间，进行自由的模拟巡游，借助时间线来审视往昔数据、剖析现在数据并展望未来数据。同时，依照客户的需求进行清晰且明显的要害信息标注，防止了在众多数据中迷失方向，像平面展示那样。得益于立体规划的促进，项目数据经过融合后，构建出一座智慧都

市图书馆，其广阔而宏伟，能够满足访客的精准需求。

三、三维技术方法在国土空间规划评估及监督测评方面的应用

(一) 规划项目展示与评估三维化

三维技术方法在国土空间规划评估及监督测评方面的应用主要体现在规划项目展示与评估的三维化上。通过三维地理信息系统（GIS）和虚拟现实技术，规划者可以将规划设计方案以立体化的方式呈现，包括地形、建筑物、交通网络等要素，使决策者和相关利益方能够更直观、全面地理解规划内容。这种立体化的展示方式能够使规划方案更具真实感和可信度，有助于评估其可行性和影响。同时，利用三维技术，可以模拟不同规划方案在实际空间中的效果，包括可视化环境影响、交通流量、土地利用等方面的变化，为规划评估提供科学依据，不仅提升了规划项目的透明度和公众参与度，也为决策者提供了更直观、准确的决策支持，从而促进了国土空间规划的科学性和可持续发展。

(二) 规划项目监督三维化

三维技术方法在国土空间规划评估及监督测评方面的应用体现在规划项目监督三维化上。通过三维地理信息系统（GIS）和虚拟现实技术，监管部门和相关利益方可以实时监测规划项目的实施情况，包括工程进度、资源利用、环境影响等方面的变化。这种立体化的监督方式使监管者能够更全面地了解项目进展和问题，及时调整和优化规划实施方案，确保规划目标的实现。同时，利用三维技术，可以对规划项目进行空间分析和模拟，识别潜在的问题和风险，为监督测评提供科学依据，不仅提高了监管效率和监督能力，也增强了公众对规划项目的信任度和参与度，从而促进了国土空间规划的质量和可持续发展。

结论：综上所述，基于三维环境的国土空间规划设计在城市和区域发展中具有重要意义。通过三维技术方法，规划者能够更全面、准确地了解城市和区域的空间特征、资源分布和环境状况，为制定科学有效的规划方案提供了有力支持。

参考文献

[1] 孙刚. 国土空间规划背景下交通详细规划体系探究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14 (08): 90-93.  
 [2] 李宁. 城乡规划与国土空间规划关系探究[J]. 四川建筑, 2024, 44 (01): 9-10+14.  
 [3] 刘天科. 在国土空间规划中描绘美丽中国画卷[J]. 中国国土资源经济, 2024, 37 (02): 1.  
 [4] 牛艳霞. 国土空间规划体系下乡村空间规划框架的优化策略[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45 (02): 43-45+48.  
 [5] 冯柳青. “双碳”目标下国土空间规划思路与策略探索[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (04): 4-6.

作者简介：范荣盛，男，1988年1月，山东省淄博市人，汉族，本科，职称：工程师，研究方向：国土空间规划专业。