

# 立体城市交通规划评价体系研究

## ——以杭州苕溪双铁上盖项目为例

马戈<sup>1</sup>, 李岩<sup>1</sup>, 郭佳樑<sup>2</sup>, 李君丰<sup>2</sup>, 潘悦<sup>2</sup>

(1. 杭州市西站枢纽开发有限公司, 浙江 杭州 311121; 2. 中国建筑设计研究院有限公司, 北京市 100044)

**摘要:** 立体城市是缓解城市快速扩张、提升城市整体品质的重要设计理念, 交通系统是支撑立体城市生活的重要部分, 亟须建立与之适配的交通规划评价体系。立体城市开发区域具有交通系统集约化、交通系统高效化、交通系统立体化等交通特征。针对立体城市开发区域交通特征, 构建了由交通系统便捷性、交通运行高效性、交通规划立体性3个评价维度, 共15项指标组成的指标体系, 并利用层次分析法确定了指标权重。以杭州苕溪双铁上盖项目为例, 通过方案静态测算与仿真建模分析相结合的方法对指标进行计算, 对计算结果进行分析, 提出了规划优化方向, 验证了该指标体系的可行性。

**关键词:** 立体城市; 城市交通规划; 评价指标体系; 层次分析法; 上盖开发

中图分类号: U121

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)05-0032-06

## Research on the Evaluation System for Transportation Planning of Three-dimensional Cities: A Case Study of Hangzhou Tiaoxi Double Upper Cover Development

MA Ge<sup>1</sup>, LI Yan<sup>1</sup>, GUO Jialiang<sup>2</sup>, LI Junfeng<sup>2</sup>, PAN Yue<sup>2</sup>

(1. Hangzhou West Railway Station Hub Development Co., Ltd., Hangzhou 311121, China; 2. China Architecture Design & Research Group, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The three-dimensional city (3D City) is a key design approach to mitigate urban sprawl and enhance city quality. The transportation system serving as a critical supportive component needs a corresponding transportation planning evaluation framework. 3D City areas are characterized by integrated transportation systems, high operational efficiency, and multi-layered spatial organization. To address these features, an evaluation system was developed, comprising 15 indicators across three dimensions: transportation accessibility, operational efficiency, and three-dimensional planning. Indicator weights were determined using the Analytic Hierarchy Process. Taking Hangzhou Tiaoxi Double Upper Cover Development Project as a case study, the indicators were calculated through static assessment and simulation modeling. Analysis of the results identified optimization strategies for planning and verified the feasibility of the proposed evaluation system.

**Keywords:** three-dimensional city; urban transportation planning; evaluation index system; analytic hierarchy process; upper cover development

## 0 引言

随着我国城镇化水平的迅速提升, 大量的人口

与产业在城市空间内快速聚集, 在加速城市发展的同时也增加了城市土地供应的压力, 导致了城市范围的扩张与人居环境的退化。在此背景下, 立体城市理念成为了城市发展的重要策略。

立体城市理念最早由勒·柯布西耶于1945年创立, 并由冯仑在2009年哥本哈根气候大会中正式提出。该理念要求在较小空间中, 通过垂直空间的集约化设计有机整合分散在地面的混合城市功能, 实现减少土地资源需求、推动城市可持续发展的目标<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2025-11-19

基金项目: “十四五”国家重点研发计划项目(2023YFC3804100)——双碳目标下的建筑城市一体化与立体化关键技术研究之子课题(2023YFC3804105)——双碳目标下的建筑城市一体化与立体化综合示范

作者简介: 马戈(1979—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事交通建筑设计管理、城市交通规划工作。

通信作者: 李君丰(1993—), 男, 硕士, 工程师, 从事城市交通规划工作。电子信箱: yingzili@163.com

国际上,日本早在2000年便已正式提出了“立体城市规划”的概念,允许城市建筑、道路、市政设施在地上地下空间范围内进行立体开发<sup>[2]</sup>。韩国首尔市近年来也开展了针对城市中心空间的立体空间发展规划研究<sup>[3]</sup>。

在国内,2015年,中央城市工作会议强调了城市立体紧凑发展的理念。2018年,自然资源部国土空间规划局的重组标志着城市发展由平面的土地利用转向立体空间发展的新时期<sup>[4]</sup>。在实践方面,深圳湾超级总部基地区域规划了极为完善的立体慢行系统与大规模地下环路,是立体城市理念的典型应用区域<sup>[5]</sup>。

交通系统是立体城市的重要支撑要素。牛斌等认为,立体城市将城市不同功能空间进行立体化排布,形成更集约一体、相互连通的空间环境,需要通过完整的立体交通系统,实现功能连接与城市空间的立体整合<sup>[6]</sup>。针对立体城市交通系统,杨青娟等认为,立体城市具有交通立体化、功能复合化、空间三维化、活动立体化的特征,应关注交通、建筑、公共空间等物质要素与社会经济要素的协同发展<sup>[4]</sup>。王静雅则指出,立体城市应通过立体化的空间布局提升城市空间组织的有序性和便捷性,并提升城市交通总体效率<sup>[7]</sup>。

总体来看,国内立体城市的规划、建筑研究起步较晚,针对立体城市交通系统的研究以定性分析为主,定量评估不足。本文研究基于立体城市理念,聚焦立体城市区域,构建交通规划评价指标体系,并结合杭州苕溪双铁上盖项目案例进行评估。

## 1 立体城市区域交通特征

### 1.1 交通系统集约化

立体城市区域具有高开发强度、高功能混合度、公共空间立体化、空间组织竖向化等特征。为了满足高密度开发所产生的集中交通需求,立体城市区域需要以轨道交通系统为骨干,以TOD模式为导向,通过交通与建筑相结合的设计模式高效利用城市三维空间,从而搭建高度集约、便捷的立体交通系统<sup>[8]</sup>。

为了实现这一目标,立体城市区域交通系统应在合理的设施规模的基础上,以TOD理念为指引,提升公共交通站点覆盖率,以轨道站点为核心构建便捷换乘的中小型综合交通枢纽,强化区域交通一体化程度。同时,应提升建筑交通一体化设计水平,将

建筑与轨道交通、公共交通站点、慢行廊道等交通设施进行一体化设计,尽可能缩短建筑与站点之间的步行距离,赋予建筑“交通节点”的功能,实现“出站即到达”的零距离出行目标,在提升多样化交通衔接程度的同时为建筑引流,提升城市经济活力与土地商业价值。

### 1.2 交通系统高效化

高效性是交通系统的基本要求与基础属性<sup>[9]</sup>。立体城市区域的高强度开发将带来大量交通需求,给区域的公共交通、道路交通系统带来巨大压力。因此,立体城市区域需要更高效的交通系统以支撑城市的正常运行,提升城市生活的舒适性。

在规划设计时,区域应通过合理规划城市路网、分离人车交通系统、规划共享停车通道等措施提升整体车行交通效率,减少车行交通对地面空间的占用,并进行科学的量化评估。

### 1.3 交通系统立体化

立体城市区域强调多基面空间的利用,立体化的道路交通、公共交通、慢行交通系统则是连接不同基面的关键要素。不同基面的空间元素可通过便捷多样的交通系统相互连接,形成重叠型的立体网络,以实现交通系统的高效化、多样化,还可通过人车交通立体化分流提升城市空间的舒适性<sup>[10-11]</sup>。

在规划设计时,立体城市区域应首先在地下、地面、地上等各基面规划相应的平面交通网络,通过垂直交通节点、连廊、坡道等多种方式进行连接,并在主要节点上采用人车立体分流设计,最终形成高连通性、可达性的中观立体交通网络。

## 2 立体城市区域交通规划评价

### 2.1 评估体系逻辑框架

层次分析法是一种将定性分析与定量分析方法相结合的多目标决策分析方法,具有系统化、层次化的特征,适合多目标决策的交通系统评估<sup>[13]</sup>。

本次研究采用层次分析法作为基础评价方法,遵循科学性、系统性、可操作性、定性定量相结合的原则,选取具有多方面代表性、可获得、可计算的指标<sup>[8]</sup>,结合专家打分法确定指标权重,以立体城市理念及交通特征为理论基础,构建综合评估体系。

### 2.2 评价指标选取

目前国内尚无立体城市交通系统评价相关研究。针对其他交通系统,董晓峰等从出行方式、出行便捷、出行环境、社会环境和空间布局等5个方面对

城市生态交通系统进行了评价<sup>[14]</sup>;秦韶阳等从便捷、高效、安全、绿色、经济等5个方面对城市群综合交通系统进行了评价<sup>[15]</sup>;肖红波则从交通设施、交通功能、交通管理、交通发展协调等4个方面对城市综合交通系统进行了评价<sup>[16]</sup>。不同的评价体系均选取了与交通设施规模(尤其是公共交通设施规模)、交通运行情况、交通换乘效率相关指标以考察系统的便捷性与高效性。其次选取了相关针对性指标以考察系统在生态、经济、管理等方面的水平。

基于以上研究,评估体系从立体城市交通系统集约化、高效化、立体化的特征出发,选取交通系统便捷性、交通运行高效性、交通规划立体性3项一级指标,15项二级指标构建评价体系。其中,交通系统便捷性是城市交通系统的基本要求与目标,交通运行高效性是保证交通系统稳定运行的重要标准,交通规划立体性是立体城市交通系统的核心实现手段。各项指标评价标准主要参考《城市综合交通体系规划标准》、《城市步行和自行车交通系统规划标准》、美国《道路通行能力手册》等规范与技术文件,并以深圳湾超级总部区域规划方案为标杆进行对比评价。

### 2.2.1 交通系统便捷性指标

立体城市区域交通系统集约化特征对各交通模式设施使用的便捷度提出了要求,应关注不同交通设施的覆盖率、相互衔接程度及总体规模,提升交通系统便捷性。

交通系统便捷性选取轨道站点800 m半径覆盖率、轨道站点出入口与建筑结合率、轨道站点末端可达性、轨道交通与常规公交换乘距离、公交站点300 m半径覆盖率、垂直交通节点200 m覆盖率、城市支路网密度、公交专用道设置率、慢行网络密度等9项指标进行评估。其中,利用轨道站点、公交站点、垂直交通节点覆盖率,评估区域中观公共交通、立体交通节点规划的便捷性;通过轨道站点出入口与建筑结合率、轨道站点末端可达性、轨道交通与常规公交换乘距离指标则,评价节点微观接驳交通设计、建筑一体化设计的便捷性;采用城市支路网密度、公交专用道设置率、慢行网络密度,反映整体规划车行、公交、慢行网络的规模与便捷性。

### 2.2.2 交通运行高效性指标

立体城市区域交通系统高效性特征对区域交通运行效率提出了要求。规划阶段,应利用交通仿真等方法对系统运行效率进行整体量化评估,确保交

通系统高效运行。

交通运行高效性选取了路网加权平均饱和度、主干路高峰平均运行速度、交叉口车均延误水平等3项指标进行评估。其中,利用路网加权平均饱和度对道路效率进行整体性评估;分析主干路高峰平均运行速度、交叉口车均延误水平,评价道路系统骨干部分、节点运行情况。

### 2.2.3 交通规划立体性指标

立体城市区域交通系统立体化特征对区域交通立体化规划水平提出了要求。区域应充分利用城市立体空间规划交通系统,以满足高度聚集人群的交通需求、提升交通效率与可达性。

交通规划立体性选取了停车设施立体共享比例、立体慢行系统连通比例、立体分流节点比例等3项指标进行评估。其中采用停车设施立体共享比例、立体慢行系统连通比例分别评估了车行交通、慢行交通的立体空间利用情况;利用立体分流节点比例,对立体化交通规划对区域交通系统的整体影响水平进行评估。

## 2.3 评价指标权重分配

本次研究邀请了交通、规划、建筑专业的15位专家,采用1-9标度法对准则层和指标层的重要性进行独立打分,构建判断对比矩阵,并利用SPSSPRO对各判断对比矩阵的一致性进行检验,计算得到一致性比例(CR)均小于0.1,一致性检验通过。因此,可得到各判断对比矩阵中最大特征值对应的特征向量,并通过加权计算得到准则层、指标层的权重值(见表2)。

表1 准则层判断对比矩阵

| 指标 | B1  | B2 | B3  |
|----|-----|----|-----|
| B1 | 1   | 3  | 1   |
| B2 | 1/3 | 1  | 1/3 |
| B3 | 1   | 3  | 1   |

## 3 苕溪双铁上盖地段交通规划评价

杭州市苕溪双铁上盖项目位于杭州西站西北方向约4 km,总开发规模达438.68万m<sup>2</sup>。项目依托杭州西动车所、仓前车辆段两大轨道交通设施,构建了国内首个双铁联动的超级上盖集群,打造了基于大型人工建筑的立体城市区域。

### 3.1 交通系统便捷性分析

轨道交通800 m半径覆盖率:区域共设置轨道站点3处,轨道站点800 m范围覆盖率达到97.7%,轨道

表2 立体城市区域交通规划评价指标体系

| 层次           |         |       |     | 指标                                              | 标准范围      | 权重/%  |
|--------------|---------|-------|-----|-------------------------------------------------|-----------|-------|
| 目标层          | 准则层     | 权重/%  | 指标层 |                                                 |           |       |
| 立体城市区域交通规划评价 | 交通系统便捷性 | 42.86 | 1   | 轨道站点800 m半径覆盖率/%                                | 65~100    | 9.25  |
|              |         |       | 2   | 轨道站点出入口与建筑结合率/%                                 | 0~100     | 2.09  |
|              |         |       | 3   | 轨道站点末端时间可达性/min                                 | 0~10      | 5.02  |
|              |         |       | 4   | 轨道交通与常规公交换乘距离/m                                 | 50~100    | 2.66  |
|              |         |       | 5   | 公交站点300 m半径覆盖率/%                                | 50~100    | 5.85  |
|              |         |       | 6   | 垂直交通节点200 m覆盖范围/%                               | 0~60      | 4.14  |
|              |         |       | 7   | 城市支路网密度/( $\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$ )    | 0~8       | 3.90  |
|              |         |       | 8   | 公交专用道设置率/%                                      | 0~100     | 1.13  |
|              |         |       | 9   | 慢行网络密度/( $\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$ )     | 0~20      | 8.82  |
|              | 交通运行高效性 | 14.29 | 10  | 区域加权平均路网饱和度                                     | 0.35~1.00 | 2.86  |
|              |         |       | 11  | 主干路高峰平均运行速度/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) | 20~50     | 5.71  |
|              |         |       | 12  | 交叉口车均延误水平/s                                     | 0~60      | 5.71  |
|              | 交通规划立体性 | 42.86 | 13  | 停车库设施立体共享比例/%                                   | 0~60      | 4.70  |
|              |         |       | 14  | 立体慢行系统连通比例/%                                    | 0~75      | 24.91 |
|              |         |       | 15  | 立体分流节点比例/%                                      | 0~60      | 13.25 |

站点使用便捷性极强(见图1)。

轨道站点出入口与建筑结合率:区域3个轨道交通站点均规划与周边商业、商住建筑地下连通,利用

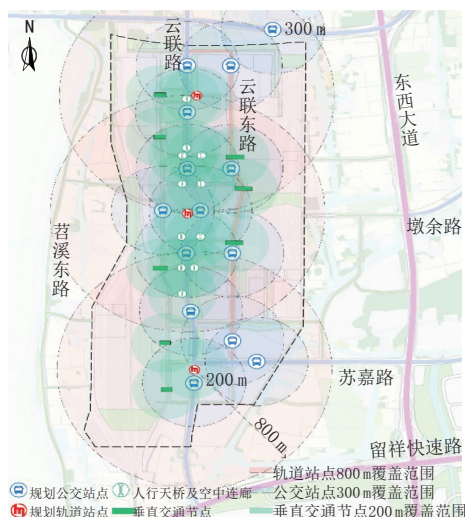


图1 轨道与公交站点覆盖范围

建筑内部空间设置至少2个出入口,结合率为100%。

轨道站点末端可达性:区域各个站点至其800 m服务范围内各地块的平均接驳距离均为188.3 m,平均接驳时间约为3 min,轨道站点末端可达性较高。

轨道交通与常规公交换乘距离:区域内3个轨道站点出入口周边均设有至少1组常规公交站点,平均步行距离约为53 m,换乘便捷性高。

公交站点300 m覆盖率:区域共设置常规公交站点14组,其300 m覆盖范围约2.08  $\text{km}^2$ ,覆盖率约为67.1%,覆盖率一般(见图1)。

垂直交通节点200 m覆盖范围:区域共设置垂直交通节点22个,衔接轨道站点、空中连廊、上盖社区等空间,其200 m覆盖率约为42.9%。垂直交通节点基本实现了中央核心区域全覆盖,但对核心区以外空间覆盖相对较弱(见图1)。

城市支路网密度:区域支路网密度约为4.5  $\text{km}/\text{km}^2$ 。项目受杭州西动车所、仓前车辆段两处超大交通设施用地的限制,形成了狭长的用地空间,城市支路网设置条件受限,密度较低。

公交专用道设置率:公交专用道要求设置于单向车道数大于等于3的路段。区域2条主干路均规划设置公交专用道,设置率为100%,能够满足区域常规公交高效运行需求。

慢行网络密度:区域规划了多条公园绿道、滨水步道,并沿区域中轴规划立体慢行网络串联双铁上盖区域与轨道交通站点,形成了多维、便捷、高效的立体慢行系统。区域慢行网络密度约18.5  $\text{km}/\text{km}^2$ ,密度较高。

### 3.2 交通运行高效性分析

区域加权平均路网饱和度:Vissim微观交通仿真软件是进行交通规划方案评价的有效工具<sup>[17]</sup>。研究利用Vissim对区域路网进行建模,仿真计算结果显示区域路网加权平均饱和度为0.41,饱和度较低,整体路网平均运行效率较高。

主干路高峰平均运行速度:Vissim仿真结果显示区域主干路高峰小时平均运行速度约为40.2  $\text{km}/\text{h}$ ,运行速度较高,区域干路通行效率较高(见图2)。

区域平均车行延误水平:Vissim仿真结果显示,区域内交叉口车均延误约为21.15 s,平均服务水平为C级,交叉口总体延误水平适中。

### 3.3 交通规划立体性分析

停车库共享比例:区域共计有42个地块,其中中央区5个、上盖区16个地块采用了停车共享措施,占

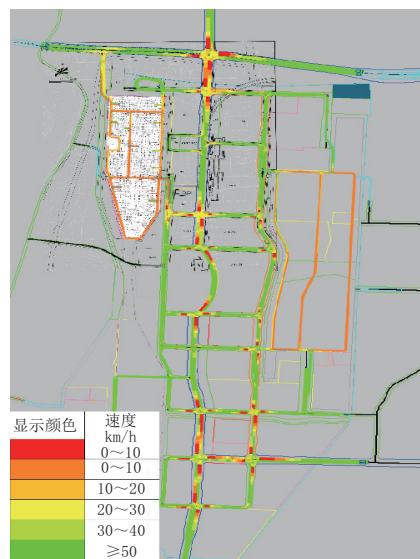


图2 区域车行交通仿真车行速度分析

到总地块数量的50%,比例较高,有利于提升停车效率,分散地面交通压力。

立体慢行系统连通比例:区域立体慢行系统共连通28个地块,占到总地块数量的66.6%。项目充分利用城市公共建筑空间打通立体慢行路径,实现了地上、地面、地下3个主要基面的交通一体化。

立体分流节点比例:区域路网共存在31处人车冲突节点,其中15处可利用立体慢行系统跨越,立体分流节点比例为48.4%,能有效提升行人安全体验及车行效率。

3.4 整体指标计算

为进行综合评价,对指标体系进行标准化处理。在15项指标中,轨道站点末端时间可达性、轨道—公交换乘距离、交叉口车均延误、加权平均路网饱和度为负向指标,标准化计算公式为:

$$C_i = \begin{cases} 0, & y_i > M_{\max} \\ 100 \times \frac{M_{\max} - y_i}{M_{\max} - M_{\min}}, & y_i \in [M_{\min}, M_{\max}] \\ 100, & y_i < M_{\min} \end{cases}$$

其余指标均为正向指标,标准化计算公式为:

$$C_i = \begin{cases} 100, & y_i > M_{\max} \\ 100 \times \frac{y_i - M_{\min}}{M_{\max} - M_{\min}}, & y_i \in [M_{\min}, M_{\max}] \\ 0, & y_i < M_{\min} \end{cases}$$

式中: $C_i$ 为标准化处理后的指标*i*取值; $y_i$ 为指标*i*实际数值; $M_{\min}$ 为指标标准范围最小值; $M_{\max}$ 为指标标准范围最大值。

对各评价指标进行标准化处理,根据各指标权重赋值计算,得到指标得分与综合得分(见表3)。

表3 苕溪双铁上盖项目综合评价结果

| 编号   | 指标                                | 权重/%  | 数值    | 加权得分 |
|------|-----------------------------------|-------|-------|------|
| 1    | 轨道站点800 m半径覆盖率/%                  | 9.25  | 97.7  | 8.6  |
| 2    | 轨道站点出入口与建筑结合率/%                   | 2.09  | 100.0 | 2.1  |
| 3    | 轨道站点末端时间可达性/min                   | 5.02  | 3.1   | 3.5  |
| 4    | 轨道交通与常规公交换乘距离/m                   | 2.66  | 53.0  | 2.5  |
| 5    | 公交站点300 m半径覆盖率/%                  | 5.85  | 67.1  | 2.0  |
| 6    | 垂直交通节点200 m覆盖范围/%                 | 4.14  | 42.9  | 3.0  |
| 7    | 城市支路网密度/(km·km <sup>-2</sup> )    | 3.90  | 4.5   | 2.2  |
| 8    | 公交专用道设置率/%                        | 1.13  | 100.0 | 1.1  |
| 9    | 慢行网络密度/(km·km <sup>-2</sup> )     | 8.82  | 18.5  | 8.2  |
| 10   | 区域加权平均路网饱和度                       | 2.86  | 0.41  | 2.6  |
| 11   | 主干路高峰平均运行速度/(km·h <sup>-1</sup> ) | 5.71  | 40.2  | 3.8  |
| 12   | 交叉口车均延误水平/s                       | 5.71  | 21.2  | 3.7  |
| 13   | 停车库设施立体共享比例/%                     | 4.70  | 50.0  | 3.9  |
| 14   | 立体慢行系统连通比例/%                      | 24.91 | 66.6  | 22.1 |
| 15   | 立体分流节点比例/%                        | 13.25 | 48.4  | 10.7 |
| 综合得分 |                                   |       |       | 80.0 |

3.5 综合评价

苕溪双铁上盖项目交通系统综合评价得分为80分,整体规划为中等偏上水平。

项目在交通系统便捷性方面表现一般。项目在轨道站点覆盖率(97.7%)、轨道站点出入口与建筑结合率(100%)、较短的轨道末端接驳时间(3 min)、轨道—公交换乘距离(53 m)、公交专用道设置(100%)、慢行网络密度(18.5 km/km<sup>2</sup>)方面表现良好。另一方面,受到区域大规模轨道交通设施的影响,公交站点覆盖率(61.7%)、城市支路网密度较低(4.5 km/km<sup>2</sup>),公交站点的使用便捷性相对不足,较小的支路网规模可能限制到发交通的通行便捷性。

项目在交通运行高效性方面得分尚可。区域加权平均路网饱和度较低(0.41),区域主干路运行速度(40.21 km/h),交叉口延误(21.15 s,C级)水平可接受,证明城市路网整体实现了量能匹配,但受客观条件影响,区域干路数量较少,汇聚了较多交通量,压力相对较高。

项目在交通规划立体性方面得分较高。较高的停车库设施立体共享比例(50%)、立体慢行系统连通比例(66.6%)和立体分流节点比例(48.4%)证明项目充分利用了地上、地下空间,构建了立体高效的车行、慢行网络。

为了弥补区域交通系统在公交站点设置率、支路网密度、运行效率等方面的不足,项目应进一步增加衔接常规公交系统与轨道交通站点的上盖微循环公交系统。利用上盖首层车行空间合理规划公交站点,提升公交站点覆盖率。项目还应优化地块内部微观交通系统组织,合理利用地块内部空间增设公共通道,优化交叉口信号配时方案,以增加路网密度、提高节点通行效率,提升整体交通服务水平。

## 4 结 语

立体城市设计理念是应对城市无序扩张,打造高密度城市空间与提升生活品质的重要技术路径。而连通、高效、高品质的立体交通系统是实现立体城市功能的关键支撑。立体城市区域需要从便捷性、高效性、立体化等层面,利用静态数据测算、动态仿真测试相结合的方法对其交通系统进行综合性评估。

研究成果基于立体城市理念,提炼了立体城市区域的交通特征,构建了国内首个立体城市交通系统评价指标体系,对于合理评估立体城市交通规划方案,识别问题节点,提出优化措施等方面具有重要意义。

### 参考文献:

[1] 吕雄鹰. 立体城市的多模式绿色交通系统研究——以成都立体城

市为例[J]. 上海城市规划, 2015(3): 116-122.

[2] 周玲娟,孔倩. 日本城市立体开发政策及相应实践[J]. 国际城市规划, 2024, 39(3): 154-159.

[3] 朴勋,孟令康,王天爱. 城市再生理念下的首尔立体城市发展对青岛的启示[J]. 城市建筑, 2025, 22(1): 74-77.

[4] 杨青娟,罗克乾,沈中伟. 紧凑城市立体化发展机制研究[J]. 新建筑, 2020(6): 5-10.

[5] 深圳湾超级总部基地开发建设指挥部办公室, MVA弘达交通咨询(深圳)有限公司, SUTPC深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司. 深圳湾超级总部基地片区综合交通提升规划与交通详细规划[R]. 深圳: 深圳湾超级总部基地开发建设指挥部办公室, 2019.

[6] 隋郁,戴伯威,牛斌,等. 对话牛斌、杨旭、褚冬竹: 立体城市在中国的发展与未来[J]. 建筑实践, 2023(11): 64-87.

[7] 王静雅. 高密度中心区“立体城市”实施路径探索[J]. 城市建筑, 2024, 21(18): 113-116.

[8] 杨金鹏. 集成与织补——北京立体城市三十年的探索与实践[J]. 建筑实践, 2023(11): 108-121.

[9] 陈涛. 基于系统科学理论的城市道路交通拥挤预测与控制模型研究[D]. 南京: 东南大学, 2005.

[10] 林云峰. 解构多维度下中国香港城市的立体化发展[J]. 建筑实践, 2023(11): 28-41.

[11] 庄宇,陈杰. 探索高密度下的立体城市[J]. 时代建筑, 2023(2): 6-13.

[12] 刘东波. 高速公路ETC交通效益评价研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(4): 182-186.

[13] 孙伟. 层次分析法应用研究[J]. 市场研究, 2008(12): 35-39.

[14] 董晓峰,张亚娟,张启,等. 基于AHP的中新天津生态城生态交通系统规划建设评价[J]. 生态学杂志, 2021, 40(4): 1222-1232.

[15] 秦韶阳,赵德,章国梁,等. 交通强国背景下的城市群综合交通系统评价指标体系构建[J]. 现代交通与冶金材料, 2022, 2(3): 10-17.

[16] 肖红波. 城市综合交通系统评价指标体系及评价方法[J]. 交通科技, 2009(3): 87-90.

[17] 李大鹏,贺玉龙,高彦超. 基于Vissim仿真系统的交通规划方案评价研究[J]. 道路交通安全, 2016, 16(3): 7-12; 22.