

建成环境与交通出行耦合机理及规划调控关键技术

（一）立项背景

随着大城市交通供求矛盾的进一步激化，交通规划与土地利用协同规划效果不佳所带来的恶果不仅一直为理论工作者所关注，更已引起规划界和政府部门高度重视，建成环境与交通出行的关系研究方兴未艾。中共中央、国务院印发的《交通强国建设纲要》提出要“加强城市交通拥堵综合治理，优先发展城市公共交通，鼓励引导绿色公交出行，合理引导个体机动化出行”。《国家综合立体交通网规划纲要》提出“推进以公共为导向的城市土地开发模式”、“完善公共交通引导土地开发的相关政策”和“建立国土空间规划等相关规划与交通规划协调机制和动态调整管理政策”。

（二）项目技术方案及创新成果

面向城市交通治理的重大理论与技术需求，项目遵循“复杂数据可计算→决策行为可学习→交通需求可推演→规划调控可应用”的研究思路，沿着行为认知、需求认知到规划调控这一研究主线，在多维度交通行为形成机理、多模式交通需求时空推演、交通土地整合规划及调控等方面取得了创新成果，系统提出了数据与理论驱动下解析建成环境与交通出行耦合关系的理论方法体系及规划调控关键技术。

(1) 建成环境与多维度交通行为耦合建模技术

针对时空耦合、交互关联等引发的交通出行行为精准解析的难题，提出了基于移动出行轨迹与建成环境多源数据融合方法，发明了多维度城市交通出行行为建模方法，实现了复杂、异构条件下建成环境与交通出行行为精准解耦。

本项目通过增强稀疏数据，实现移动出行轨迹与建成环境的多源数据融合；微观上，首次提出交通出行行为空间异质性的概念，基于随机效用理论和系统动力学理论，建立了建成环境与交通方式选择、出行路径、交通出行距离等典型行为耦合关系模型体系，刻画了交通出行行为时空特征形成机理，实现了交通行为的多维度联立解析分析。通过系统解析建成环境与交通行为耦合机理，提高了城市与交通规划的精细化和适应能力。

(2) 建成环境与多模式交通需求耦合建模技术

针对多模式交通需求时空动态演化和非线性耦合等难题，提出了多模式交通需求时空演化规律揭示方法，建立了建成环境与多模式交通需求形成耦合关系模型体系，利用提出的非线性和时空信息融合方法进行刻画，明确了交通分区尺度下建成环境不同要素与多模式交通需求的耦合关系。

本项目基于时空地理理论，建立了时变向量自回归模型，刻画了多模式交通出行需求之间的耦合关系及时变特征；在此基础上，基于复杂网络理论，建立了建成环境与轨道交通需求、常规公交需求、出租车出行需求等耦合关系模型体系，刻画了交通分

区尺度下多模式交通需求的形成演化机理，实现了交通需求的多模式联立推演分析。通过系统解析建成环境与交通需求耦合机理，为实现城市与交通规划空间资源的有效配置提供关键支撑。

(3) 公交导向下土地利用与交通整合规划建模技术

针对多主体目标下的时空建模连续性差和面向规划模型的交通与土地耦合交互建模等难题，在多主体目标量化表达和确定交通需求结构目标的基础上，提出了基于耦合机理的土地利用与交通协调关系评估及整合规划模型体系，实现了在区域、干线和站点三个层次的绿色出行调控。

本项目在面层面，基于模式识别理论，利用公交大数据，提出了挖掘通勤时空特征及识别职住空间挖的模型方法；在线层面，提出了利用非线性微分方程和数据包括分析方法，刻画了公交干线与沿线土地利用的互动及协调关系；在点层面，基于耦合机理，建立了公交导向下土地利用与交通整合规划双层模型。实现了基于耦合机理的多层次协同规划调控，提升了土地利用与交通规划的定量化和科学性。

将上述创新成果进行集成，建立了从数据到模型到程序，从行为解析到需求推演再到规划调控的城市交通与空间规划决策支持技术体系，形成了面向部委和地方决策支持的三类典型应用。

(三) 项目实施效果

在理论方法，本项目面向交通地理领域基础和前沿问题开展研究，项目成果出版中英文专著 6 部（入选住建部十三五规划教

材 1 部), 发表高质量期刊论文 38 篇, 其中 SCI 与 SSCI 收录 30 篇(Q1 区论文 24 篇, ESI 高被引论文 9 篇), 授权发明专利 8 项, 软件著作权 5 项。牵头研制国家标准《城市公共汽电车运行状况评价规范》(已报批) 和行业标准《城市公共交通运输管理与服务数据交换规范》(现行) 2 项, 参与研制国家标准《城市交通运行状况评价规范》(现行) 1 项。

在实践方面, 本项目研究成果已被**交通运输部**采纳, 为综合运输服务示范城市建设和雄安新区现代综合交通运输体系建设提供了重要支撑。成果已被北京市规划和自然资源委员会、北京市交通委员会分别应用于最新版《北京城市总体规划》、《北京市综合交通体系规划》和《北京市轨道交通线网规划》编制中, 以及北京城建设计发展集团在北京苹果园地铁站改造、地铁 13 号线扩能提升工程(拆分) 等项目中。项目研究成果得到具有国际影响力的杂志《New Scientist》、《参考消息》和《澎湃新闻》等报道。

(四) 项目科技成果评价

2021 年 4 月 1 日, 中国地理信息产业协会组织专家对项目科技成果进行了评价。专家一致认为, 项目“**成果创新显著, 总体居于国际先进水平, 其中在基于空间异质性的交通行为分析和非线性耦合关系度量方面达到国际领先水平**”。