

低碳交通系统中的能源–排放–健康多目标优化建模研究

在“双碳”战略背景下，交通领域作为能源消费和碳排放的重要来源，其绿色低碳转型已成为实现碳达峰、碳中和目标的关键环节。近年来，随着城市机动车保有量持续增加，交通系统所带来的碳排放、空气污染及健康风险问题日益严峻。据统计，交通排放是城市 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 和臭氧的重要来源之一，直接影响城市居民的呼吸系统健康与生活质量。因此，亟需构建一种系统化、多目标的优化模型，综合考虑能源效率、污染控制与健康效益，引导交通系统向绿色、健康和可持续发展方向。

传统交通优化模型多以时间成本或能耗最小化为核心目标，忽略了污染物的暴露路径及其对人群健康的长期影响，难以满足城市精细化治理的需求。当前研究趋势逐步向跨学科集成转变，结合能源–环境–健康等多维因素进行协同优化，已成为推动交通系统绿色转型的重要方向。

本研究聚焦于低碳交通系统中的能源–排放–健康多目标协同优化问题，在构建交通出行行为、能耗排放因子与人群暴露模型的基础上，开发融合交通网络特征、排放扩散规律与健康暴露响应函数的多目标优化框架。研究内容主要包括：

(1) 构建基于实时交通数据的能耗与污染排放评估模型；(2) 结合气象与人群活动数据，建立污染物暴露与健康损害定量评估方法；(3) 基于多目标优化算法（如 NSGA-II、MOEA/D 等），设计不同交通策略下的协同优化方案，权衡交通效率、能源消耗与健康影响之间的复杂关系。

本研究拟为城市交通政策制定提供科学支持，推动从“交通效率导向”向“低碳与健康并重”的治理理念转型，为城市可持续交通系统的构建提供理论支撑与技

术路径。