3.3 城市交通模型分析

城市交通模型是用来描述、分析和预测城市内各种交通流动和交通系统行为的数学模型。这些模型能够帮助城市规划者和交通工程师理解交通流动的复杂性，评估交通策略和基础设施项目的潜在影响，并为交通系统的设计和管理提供决策支持。城市交通模型一般包括以下几个核心组成部分：交通生成、交通分布、模式选择和路网分配。

交通生成(Generation)：交通生成模型用于预测在特定地区或点产生的出行需求量。常用的方法包括回归分析，其中出行需求与人口、就业、收入等因素相关联。基础公式为：

Ti = f(Pi, Ei, Ii, ...)

其中，Ti表示区域i产生的出行需求量，Pi、Ei、Ii分别代表该区域的人口、就业和收入水平，f是描述这些变量与出行需求之间关系的函数。

交通分布(Distribution)：交通分布模型预测出行需求在不同目的地之间的分布。重力模型是常用的一种，其基于两地点之间的吸引力和阻力来预测流量。表达式为：

Tij = k

其中，TIJ表示从区域i到区域j的出行需求， Pi和Pj 是这两个区域的人口或其他相关属性， Cij是从i到j的交通成本（如距离、时间或费用），k 是常数， f 是阻力函数。

模式选择(Mode Choice)：模式选择模型用来预测出行者在不同交通方式（如步行、自行车、公共交通、私家车等）之间的选择。多项逻辑回归模型是一种常用方法：

Pijm =

其中， Pijm是选择交通方式m从i到j的概率， Vijm是交通方式m的效用函数，通常与时间、成本和舒适度相关， N是可选交通方式的总数。

城市交通模型分析是一项复杂而动态的工作，需要结合实际的城市特征、交通政策和技术进步进行不断的调整和优化。例如，随着智能交通系统和大数据技术的发展，实时交通数据的获取和处理能力显著提高，这为交通模型的精确性和实用性提供了更大的空间。此外，考虑到城市交通系统与经济、环境、社会等多个方面的相互影响，交通模型分析不仅需要技术和数学上的精确，还需具备跨学科的视角和综合分析能力。通过深入地分析城市交通模型，可以为城市交通规划和管理提供科学的决策支持，有效推动城市向低碳、高效、可持续的方向发展。

对于城市交通模型分析的几种方法（交通生成、交通分布和模式选择），它们在实际应用中确实发挥了重要作用，并对低碳城市交通的发展产生了深远影响。下面详细描述这些方法的作用和影响：

交通生成模型为城市交通规划提供了出行需求的基础数据。通过预测特定区域的出行需求量，规划者可以更好地理解人口密集区和商业区的交通需求，从而合理规划交通基础设施和服务，如增加公共交通服务频次、建设停车设施等。此外，交通生成模型也有助于预测未来的出行需求变化，为长期的城市发展规划提供依据。

交通分布模型的应用帮助城市规划者了解出行需求在不同目的地之间的分布情况。这对于优化交通网络布局、提高道路和交通设施的利用效率至关重要。例如，如果模型显示某一区域到中心商务区的出行需求特别高，那么可能需要通过增设公共交通线路、优化道路网络等措施来满足这一需求，从而减少私家车出行，降低交通拥堵和碳排放。

模式选择模型为城市提供了不同交通方式选择的洞察。这对于推广低碳出行方式尤为重要。通过分析居民在不同条件下对公共交通、自行车或步行等低碳出行方式的偏好，政府和规划者可以采取相应措施鼓励这些出行方式，如改善自行车道和人行道的设施、提供公共交通优惠等，进而有效减少城市的碳足迹。

总的来说，这些城市交通模型分析方法在实际中的应用对促进城市交通的低碳化、提高交通系统的效率和可持续性发展都起到了积极作用。通过这些方法的综合应用，城市交通规划者和决策者可以更科学、更精准地制定和实施交通政策和项目，有效应对城市发展中的交通挑战。

3.4 交通流分配模型

交通流分配模型是城市交通规划和管理中的重要工具，用于预测在给定的交通网络中，交通流量如何在各个路段之间分配。这一模型的核心是基于假设，即司机将选择使其总旅行时间最小的路径。最常用的交通流分配模型包括用户均衡（User Equilibrium, UE）模型和系统最优（System Optimal, SO）模型。

用户均衡模型基于Wardrop的第一原则，即所有出行者均选择自认为最优的路径，从而没有任何个体可以通过改变路径单独减少自己的旅行时间。用户均衡模型通常用以下数学形式表示：

ta(fa)=t0a(1+a())β

其中，ta(fa) 是流量为 (fa)时路段 a的旅行时间，t0a 是路段 a 在自由流条件下的旅行时间，fa是路段 a的流量，Ca 是路段a 的容量，a 和β是BPR函数（Bureau of Public Roads）的参数，用于描述流量与旅行时间之间的关系。用户均衡状态可以通过求解以下优化问题获得：

min

这是一个寻找网络流量配置 fa使得网络中所有路段的总旅行时间之和最小的过程。

系统最优模型基于Wardrop的第二原则，即选择路线分配方案使得整个网络的总旅行时间最小，即使这意味着个别出行者的旅行时间可能不是最小的。SO模型通常使用以下公式来表示：

min

这里的目标是最小化网络中所有路段的旅行时间与流量乘积之和，其中 和的定义与UE模型中相同。

这两个模型的理论基础源自于运输经济学和最优化理论。用户均衡模型反映了经济学中的纳什均衡概念，每个司机（或出行者）在选择路线时都会考虑其他司机的选择，最终达到一个动态平衡状态。系统最优模型则是从整体最优的角度出发，通过合理的交通流分配来实现整个系统效率的最大化，这通常需要通过交通管理和控制来实现。

这些模型的求解通常涉及复杂的数学运算，需要运用图论、最优化算法等数学工具，如线性规划、非线性规划、遗传算法等，以及计算机仿真技术。在实际应用中，这些模型可以帮助城市规划者和交通工程师评估不同交通策略和措施对交通流动性和系统效率的影响，为交通系统的设计和管理提供科学依据。

3.5 低碳优化模型

低碳优化模型旨在通过优化交通系统的运行和管理，减少交通领域的能源消耗和碳排放。这类模型通常结合了交通流分配原理和低碳策略，以实现交通系统的环境友好性和可持续性。

假设一个交通网络由一系列路段组成，每条路段的碳排放量不仅取决于该路段的车流量，还受到车速等因素的影响。一个简化的低碳优化模型可以表示为：

min

其中，是路段 a 在流量为和车速为 时的碳排放量。目标是找到一种流量分配 ，使得整个网络的总碳排放量最小。

碳排放量计算:碳排放量可以根据以下公式计算：

Ea(fa,va)=fa·ea(va)

其中，Ea(fa,va) 是路段a 在车速 va时每单位车流量的碳排放系数。碳排放系数可能随车速的变化而变化，反映了不同速度下车辆燃烧燃料的效率和排放特性。

约束条件:

流量守恒：对于网络中的每个节点，流入该节点的流量总和等于流出该节点的流量总和。

路段容量：每条路段的流量不能超过其最大容量。

该模型的理论基础在于系统最优原理和交通流理论。系统最优原理指出，通过合理分配交通流，可以达到整个系统效率最大化。而交通流理论则提供了车流量、车速与路段容量之间关系的理论框架。此外，环境科学中的碳排放计算方法为模型提供了计算每条路段碳排放量的依据。该模型的求解通常涉及复杂的非线性规划问题，可以采用拉格朗日乘数法、遗传算法、模拟退火等最优化算法来寻找最优解。通过求解该模型，可以得到一个在整个交通网络中碳排放最小的流量分配方案，为实施低碳交通政策和措施提供科学依据。

通过应用低碳优化模型，城市规划者和交通工程师可以评估和选择最有效的低碳策略，如提升公共交通效率、推广清洁能源车辆、优化道路网络等，从而促进城市交通系统的低碳化发展。

第四章仿真实验设计与实施——以郑州市为例

4.1 数据收集与预处理

在针对郑州市城市交通系统的低碳优化研究中，数据收集与预处理环节至关重要。首先，从郑州市交通管理局获取主要道路的交通流量数据，涵盖各类车辆的数量和类型，这些数据通常通过道路摄像头和交通感应器收集。同时，需要搜集郑州公共交通系统的运营信息，如公交和地铁的班次、乘客量和路线，这些数据可以从郑州市公共交通公司或相关的智能交通系统中获得。除此之外，还应考虑收集郑州市的环境数据，包括空气质量指数、温度和湿度等，这些信息可通过郑州市环境监测站或相关部门获取。收集到的数据随后需要进行预处理，包括数据清洗（排除异常值和缺失值的处理）、数据标准化（确保数据格式一致性）和数据整合（将不同来源的数据合并成统一格式），以确保数据的质量和一致性，为后续的分析和模型构建提供可靠的数据基础。

4.2 参数设置与调参策略

在针对郑州市城市交通系统的低碳优化研究中，精确的参数设置和调参对于模型的有效性和可靠性至关重要。考虑到郑州市的具体情况，以下是一些关键的参数设置和调参策略：

1.交通流量参数：根据郑州市不同路段的实际交通流量数据，设定各类车辆（如私家车、公交车、非机动车等）的日均流量参数。这些参数应反映高峰和非高峰时段的流量差异。

2.碳排放系数：设定不同类型车辆的平均碳排放系数。这些系数可以基于郑州市车辆使用的燃料类型（如汽油、柴油、电力等）和平均能耗来计算。碳排放系数的准确设定对于评估低碳交通策略的效果至关重要。

3.公共交通利用率：针对郑州市公共交通系统，设定公交车和地铁的平均乘载率和使用频率。这些参数应根据郑州市公共交通的实际运营数据来调整。

4.非机动车和步行比例：根据郑州市居民的出行习惯，设定非机动车出行（如自行车、电动自行车）和步行在总出行模式中的比例。

调参策略

1.灵敏度分析：对模型中的关键参数进行灵敏度分析，识别对模型输出影响最大的参数。通过调整这些关键参数，观察对模型结果的影响，以确定最敏感的参数。

2.实际数据校准：使用郑州市的实际交通数据（如交通流量计数、公共交通使用统计）来校准模型参数，确保模型能够准确反映郑州市的实际交通情况。

3.模型验证：通过与郑州市已实施的低碳交通措施的效果对比，验证模型参数的合理性。若模型预测的结果与实际观察到的效果一致，则表明参数设置合理；否则，需要进一步调整参数。

4.迭代优化：根据模型验证的结果，逐步调整和优化参数设置，采用迭代的方式逐步提高模型的准确性和预测能力。

通过以上参数设置和调参策略，可以确保郑州市城市交通系统低碳优化研究的模型能够有效地模拟实际情况，为制定和评估低碳交通策略提供准确的决策支持。

4.3城市交通碳排放的计算方法

城市交通碳排放计算是评估城市交通系统对环境影响的重要方法。通过准确计算不同交通模式和活动产生的碳排放量，可以帮助城市规划者和决策者识别减排潜力，制定有效的低碳交通策略。

城市交通碳排放的计算通常基于以下基本公式：

E =

其中：

E 表示总碳排放量；

n 为考虑的交通模式数量；

Di 代表第i 种交通模式的总行驶距离；

EFi 为第 i 种交通模式的单位距离碳排放因子。

碳排放因子（Emission Factor, EF）是指每单位活动（如每公里行驶）所产生的碳排放量，通常以公斤CO2每公里（kg CO2/km）来表示。不同交通模式（如汽车、公交、地铁、自行车）和能源类型（如汽油、柴油、电力）有不同的碳排放因子。

距离估算：计算城市交通碳排放的第一步是估算不同交通模式的总行驶距离。这通常通过交通调查、交通流量监测和车辆使用记录等方式获取数据。

选择碳排放因子：选择合适的碳排放因子对于准确计算碳排放至关重要。这些因子通常根据车辆类型、燃料类型和平均行驶条件等因素确定，并可从国际能源署（IEA）、政府环保机构或相关科学研究报告中获取。

不同交通模式的考虑：城市交通碳排放的计算需要考虑所有重要的交通模式，包括私人汽车、公共交通（如公交、地铁）、非机动交通（如自行车、步行，虽然这些模式的碳排放几乎可以忽略不计）等。

外部条件的影响：实际的碳排放还会受到交通流量、路况、驾驶行为等外部条件的影响。例如，在交通拥堵情况下，汽车的碳排放量会因频繁加速和减速而增加。 准确计算城市交通碳排放不仅可以帮助评估现有交通系统的环境影响，还能为制定减排策略提供科学依据。未来，随着新技术（如电动汽车、智能交通系统）的发展和应用，城市交通碳排放计算方法也将不断优化和更新，为实现城市交通的可持续发展提供更强有力的支持。

第五章 仿真结果分析与讨论

5.1模型参数设置

在城市交通模型中，参数设置对模型的准确性和可靠性至关重要。以下是一些关键参数的设置说明：

1.车辆流速参数：表示不同类型车辆（如私家车、公交车、货车等）在不同路况下的平均行驶速度。这些参数通常基于历史交通流数据和实地观测得到。

2.路段容量参数：每条道路或路段的最大承载能力，即单位时间内该路段能够安全通行的最大车辆数。这些参数可根据道路宽度、车道数、交通控制设施等因素确定。

3.交通需求参数：包括各个时间段内不同区域的出行需求量，通常通过交通调查和人口统计数据来估算。

4.碳排放因子：不同类型车辆单位行驶距离产生的平均碳排放量，可根据车辆类型、燃料类型和平均负载等因素确定。

5.交通模式分担率：指不同交通方式（如步行、自行车、私家车、公共交通等）在总出行中的比例，通常通过交通调查获得。

5.2优化算法

在城市交通模型中，优化算法用于寻找使得系统性能指标（如总旅行时间、总碳排放量等）最优的交通流分配方案。常见的优化算法包括：

1.线性规划（Linear Programming, LP）：适用于目标函数和约束条件都是线性关系的优化问题。LP的基本形式为：

minCTX

s.t.AX<b,x>0

其中，c、x、A和b是矩阵和向量，代表目标函数系数、决策变量、约束系数和约束值。

2.遗传算法（Genetic Algorithm, GA）：一种模仿自然选择和遗传学机制的搜索启发式算法，适用于解决复杂的优化问题。GA通过选择、交叉、变异等操作在解的种群中进行迭代搜索，以找到近似最优解。

3.用户均衡（User Equilibrium, UE）：基于Wardrop第一原则，即每个用户选择自己的最佳路径，使得所有使用者的旅行时间达到平衡。UE问题通常通过Frank-Wolfe算法等求解。

4.系统最优（System Optimal, SO）：追求整个系统性能的最优化，如最小化总旅行时间或总碳排放量。SO问题的求解可采用拉格朗日乘子法等方法。

在使用上述优化算法时，需要根据实际问题建立相应的数学模型。以最小化总旅行时间为例，目标函数可以表示为：

min

其中，A表示所有路段的集合， Ta(fa)表示路段a上的旅行时间函数，fa是路段a的流量。约束条件包括流量守恒约束，确保每个节点的流入流量等于流出流量，以及非负流量约束，确保所有路段的流量不为负值。流量守恒约束可以表示为：

min

其中，Aout 和 Ain分别表示从节点 i出发和到达节点 i 的所有路段集合，Qi 是节点 i的净流量（出发量减去到达量），N是所有节点的集合。

非负流量约束可以表示为：

Fa>0

通过求解上述优化问题，可以得到一个使得总旅行时间最小的路网流量分配方案。

优化算法的选择和应用需要考虑到实际问题的特性和复杂度。例如，当目标函数和约束条件都是线性的，线性规划方法是一个有效的选择。对于具有非线性目标函数或约束条件的问题，可能需要采用遗传算法或其他启发式算法来寻找近似最优解。

用户均衡和系统最优原则从不同的角度出发，分别追求个体出行者的旅行时间最小化和整个系统性能的最优化。在实际应用中，用户均衡更接近现实交通流的分布情况，而系统最优则提供了一个理想化的参考，指导城市交通规划和管理。

优化模型和算法的应用还需要结合实际交通网络的特点和数据情况进行调整。模型参数的准确设定对于结果的可靠性至关重要。此外，由于城市交通网络的复杂性和动态性，模型和算法需要不断地根据最新的交通数据和政策变化进行更新和优化。

总之，城市交通模型参数的设定和优化算法的应用对于分析和改善城市交通系统的性能，降低碳排放具有重要的作用。通过科学合理的模型建立和数据分析，可以为城市交通规划和管理提供有力的支持，推动城市交通向更加高效、低碳的方向发展。

5.3 仿真结果概述

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 策略 | 日均碳排放量：吨 | 公共交通使用率 | 非机动车出行比例 | 交通拥挤指数 |
| 基线情景 | 100.00 | 30.00 | 15.00 | 2.50 |
| 策略A-增加公交频率 | 95.45 | 42.55 | 16.22 | 2.30 |
| 策略B-推广非机动车 | 98.32 | 35.20 | 25.47 | 2.10 |
| 策略C-路网优化 | 90.76 | 36.80 | 18.50 | 1.85 |

表5.3

在对郑州市城市交通系统进行低碳优化策略的模拟分析中，数据显示"策略C - 路网优化"以其显著降低的日均碳排放量（90.76吨）和最低的交通拥堵指数（1.85）表现最为突出。这一成效的背后原因在于，路网优化通过改善交通流动性和减少车辆等待时间，有效降低了因拥堵而产生的额外碳排放。与此同时，"策略A - 增加公交频率"虽然在提高公共交通使用率（42.55%）方面取得了显著成效，但其对碳排放量的减少效果（95.45吨）相对较小。这可能是因为增加公交频率虽然促进了公共交通的使用，但也可能增加了公交车辆的运行数量，从而对碳排放量的减少产生了一定的抵消效果。而"策略B - 推广非机动车"通过提升非机动车出行比例（25.47%）显著改善了城市的碳排放情况（98.32吨），这体现了非机动车出行在降低城市碳排放中的潜力。非机动车出行不仅减少了对化石燃料的依赖，还减轻了城市交通拥堵，进一步降低了碳排放。这些分析结果揭示了低碳交通策略背后的复杂影响因素，指出了未来优化城市交通系统时需要综合考虑策略的直接和间接效应，以实现更有效的低碳转型。

5.4 交通流分配优化结果分析

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 辆/小时 | 基线情景流量 | 优化后流量 | 流量变化 | 基线情景旅行时间：分钟 | 优化后旅行时间 | 旅行时间变化 |
| 1 | 2150.75 | 1950.32 | -9.32 | 22.45 | 19.88 | -11.44 |
| 2 | 2600.40 | 2344.58 | -9.84 | 28.30 | 24.12 | -14.78 |
| 3 | 1850.62 | 1672.55 | -9.62 | 16.85 | 14.90 | -11.57 |
| 4 | 2900.17 | 2615.15 | -9.83 | 33.55 | 29.60 | -11.78 |

表5.4

从上述模拟数据可以看出，采取某种交通流优化策略后，郑州市各主要路段的车流量均有所减少，平均降幅约为9.65%，这表明优化措施有效地分散了交通流，减轻了部分路段的交通压力。同时，所有路段的旅行时间也相应减少，平均降幅约为12.39%，这意味着交通流动性得到了改善，驾驶者的出行效率得到提升。

具体来看，路段2在旅行时间上的减少最为显著，降幅达到了14.78%，这可能是因为该路段在优化措施中得到了特别关注，如改善了路面条件、增加了车道数量或优化了信号控制系统。这种显著的改进不仅减少了司机的等待时间，还可能通过减少车辆怠速运行而进一步降低了碳排放。

这些结果揭示了交通流优化措施的有效性，特别是对于那些在基线情况下压力较大、拥堵较为严重的路段。进一步的分析可能需要考虑优化措施的成本效益比，以及它们对整个城市交通网络的长远影响。此外，结合实际交通监控数据和驾驶者反馈，对模型进行校准和优化，将有助于更准确地评估不同交通管理策略的效果。

5.5低碳效益评估

在进行郑州市城市交通系统的低碳效益评估时，我们首先通过对比优化前后的交通流量和旅行时间数据，来量化交通效率的提升。降低的交通流量和缩短的旅行时间直接关联到能源消耗和碳排放量的减少，从而实现了交通系统的低碳化目标。进一步地，通过计算碳排放减少量，我们可以估算出相应的环境效益，如减少的温室气体排放对城市空气质量的改善，以及对全球气候变化减缓的贡献。此外，低碳交通系统的实施还带来了社会经济效益，包括提升公众健康水平、促进绿色出行习惯，以及增强城市交通系统的可持续性。通过综合评估这些低碳效益，我们不仅能够确认郑州市低碳交通策略的有效性，还能为未来的城市交通规划和管理提供科学依据和政策建议。这种低碳效益评估方法为城市提供了一种量化和综合考虑环境、社会与经济影响的途径，有助于推动城市交通系统朝着更加绿色、高效和可持续的方向发展。

6.2 模型应用与结果分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 策略 | 参数设置 | 总旅行时间 | 旅行时间较少率 |
| A | 公交半次增加20% | 9852 | 1.47% |
| A | 公交班车增加50% | 9623 | 3.76% |
| B | 非机动车道增加10% | 9975 | 0.25% |
| B | 非机动车道增加25% | 9789 | 2.10% |
| C | 优化5个关键点 | 9460 | 5.39% |
| C | 优化10个关键点 | 9204 | 7.95% |

表6.2

本研究通过应用交通流分配优化模型来探讨在郑州市CBD区域实施不同交通优化策略的效果。我们考虑了三种策略：增加公共交通的班次频率（策略A）、推广自行车及步行等非机动车出行方式（策略B）、以及对主要道路进行路网布局优化（策略C）。每种策略分别在不同的参数设置下进行了模拟，旨在评估其对减少总旅行时间的贡献。分析结果显示，三种策略均能在一定程度上减少CBD区域的总旅行时间，其中策略C——优化路网布局在提升交通效率方面最为有效，特别是当优化10个关键节点时，旅行时间减少率达到了7.95%。策略A——增加公共交通班次频率也表现出了明显的效果，尤其是当公交班次增加50%时，旅行时间减少了3.76%。而策略B——推广非机动车出行方式的效果相对较弱，即便非机动车道增加25%，旅行时间减少率也仅为2.10%。

通过这一分析，我们可以看出，在郑州市CBD区域实施路网布局优化是提高交通效率、减少碳排放的有效措施。同时，增加公共交通班次频率也是一个值得考虑的方案。推广非机动车出行方式虽然对减少旅行时间的直接影响有限，但从长期和可持续发展的角度来看，仍然具有重要意义。

6.3 政策建议与实施效果预测

首先，优化路网布局是提升郑州市CBD交通效率的关键措施。通过对10个关键交通节点的布局优化，我们预测总旅行时间可减少近8%，显著缓解高峰期的交通拥堵。具体建议包括改善主要干道的交通流向，设置合理的转向禁令，增设或优化现有的环形交通系统，以及通过智能交通系统调整信号灯配时，确保交通流的顺畅。此外，引入先进的交通管理技术，如基于大数据的交通流量预测和管理系统，能够实时监控交通状况并动态调整路网运行策略，进一步提高道路利用效率。

其次，增加公共交通的班次频率对于鼓励市民减少私家车使用、转而使用公共交通具有积极作用。预计公交班次增加50%时，CBD区域的总旅行时间可减少约3.76%。为实现这一目标，建议政府加大对公共交通系统的投入，包括增购公交车辆、提升站点服务设施、丰富线路网络以覆盖更广的区域，同时提供更优惠的票价政策以吸引乘客。此外，实施公交车道专用制度，确保公交车辆在繁忙时段的行驶效率，是提高公共交通吸引力的关键因素。

最后，虽然推广非机动车出行方式在模拟中对减少旅行时间的直接效果有限，但考虑到其在改善城市空气质量、促进健康生活方式等方面的长期益处，政府应继续鼓励和支持这一措施。这包括建设更多自行车道和步行道、提供安全便利的非机动车停放设施、以及开展宣传活动提高市民的环保出行意识。

综上所述，通过综合实施上述政策建议，预计不仅能有效缓解郑州市CBD区域的交通压力，提升交通系统的整体效率，还能促进城市的可持续发展，提高市民的生活质量。此外，随着城市交通管理智能化水平的提高和市民环保出行意识的增强，郑州市CBD区域的交通状况有望得到进一步的改善。

三、 研究结论

本研究针对郑州市中央商务区（CBD）的交通结构进行了综合分析和仿真实验，旨在探索有效的低碳优化策略以提升交通系统的效率和可持续性。通过模拟不同的交通优化策略——包括增加公共交通班次频率（策略A）、推广非机动车出行方式（策略B）、以及优化路网布局（策略C），本研究深入分析了各策略在不同参数设置下对总旅行时间的影响，并基于此提出了针对性的政策建议。

研究发现，路网布局的优化（策略C）对减少郑州市CBD区域的总旅行时间效果最为显著，特别是当涉及到10个关键节点的优化时，旅行时间减少率可达到7.95%，明显缓解了高峰时段的交通拥堵状况。其次，增加公共交通班次频率（策略A）也能有效降低总旅行时间，尤其是当公交班次增加50%时，旅行时间减少了3.76%。相比之下，推广非机动车出行方式（策略B）虽然对减少旅行时间的直接效果相对较弱，但从长期和全局的角度来看，对促进健康出行习惯、减少交通污染和提升城市生活质量具有重要意义。