

基于双阈值累计机会模型的双枢纽机场可达性分析 ——以北京市首都国际机场和大兴国际机场为例

陈越^{1,2}, 贾顺平¹, 赖瑾璇³, 季千喜¹, 李雯茜⁴, 许奇¹

(1. 北京交通大学交通运输学院, 北京 100044; 2. 利兹大学交通研究所, 西约克郡 利兹 LS2 9JT; 3. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037; 4. 中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

摘要: 构建考虑出行时间和出行费用双阈值的累计机会模型, 基于开源交通路径规划数据和职住分布数据, 测算北京双枢纽机场在不同接驳交通方式下的居住可达性和就业可达性。结果表明: 1) 大兴机场的开通显著提升了城市轨道交通方式下机场的可达性水平。在 1 h 城市轨道交通出行时间阈值内, 大兴机场可覆盖城市轨道交通线网周边近 50% 的居住人口和就业兴趣点, 相比首都机场单机场时期, 双枢纽机场的居住覆盖范围提升 38 个百分点, 就业覆盖范围提升 31 个百分点。2) 小汽车交通方式下, 大兴机场与首都机场的 1 h 可达区域在空间上形成互补格局; 公共交通方式下, 大兴机场具有明显优势, 对中心城区的覆盖效果显著优于小汽车。3) 在可达性建模中引入出行费用约束, 能够更准确地评估和比较小汽车与公共交通方式下的机场可达性。小汽车交通方式下, 在 2 h 出行时间和 210 元出行费用阈值内, 双枢纽机场几乎可覆盖全市所有职住资源; 公共交通方式下, 当出行时间阈值达到 2 h 时, 双枢纽机场可共同覆盖近 80% 的职住资源, 且达到同等覆盖率时所需出行费用远低于小汽车。

关键词: 城市轨道交通; 可达性; 机场陆侧交通; 双枢纽机场; 累计机会模型; 北京市

Accessibility Analysis of Dual-Hub Airports Based on a Dual-Threshold Cumulative Opportunity Model: A Case Study of Beijing Capital International Airport and Daxing International Airport

Chen Yue^{1,2}, Jia Shunping¹, Lai Jinxuan³, Ji Qianxi¹, Li Wenxi⁴, Xu Qi¹

(1. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, West Yorkshire, United Kingdom; 3. Beijing Urban Construction Design & Development Group Co., Ltd., Beijing 100037, China; 4. China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

Abstract: This paper constructs a cumulative opportunity model that incorporates dual thresholds for travel time and travel cost. Using open-source travel route planning data and residential-workplace distribution data, the paper estimates the residential and employment accessibility of Beijing's dual-hub airports under different connecting travel modes. The results indicate: 1) The opening of Daxing Airport significantly improves airport accessibility via urban rail transit. Within a 1-hour travel time threshold for urban rail transit, Daxing Airport can cover nearly 50% of the residential population and employment points of interest surrounding the urban rail network. Compared to the period when only Capital Airport was in operation, the residential coverage of the dual-hub airports increases by 38 percentage points, and employment coverage increases by 31 percentage points. 2) For private vehicle travel, the 1-hour reachable areas of Daxing Airport and Capital Airport form a spatially complementary pattern; for public transportation, Daxing Airport holds a clear advantage, with significantly better coverage of the central urban area compared to private vehicles. 3) Introducing travel cost constraints into the accessibility modeling allows for a more accurate assessment and comparison of airport accessibility via private vehicles and public transportation. For private vehicle travel, within a 2-hour travel time and a 210-yuan travel cost threshold, the dual-hub airports can cover nearly all employment and residential resources across the city; for public transportation, when the travel time threshold reaches 2 hours, the dual-hub airports can collectively cover nearly 80% of employment and residential resources, and the travel cost required to achieve the same coverage rate is significantly lower than that for private vehicle travel.

Keywords: urban rail transit; accessibility; airport land-side transportation; dual-hub airports; cumulative opportunity model; Beijing

收稿日期: 2025-04-24

基金项目: 国家自然科学基金项目“客货共运下城市轨道交通货运服务网络设计优化方法研究”(72471024)

作者简介: 陈越(1997—), 男, 湖北荆门人, 博士研究生, 研究方向为公共交通规划管理、交通大数据分析, 电子邮箱 22110284@bjtu.edu.cn。

通信作者: 赖瑾璇(1987—), 女, 湖南醴陵人, 博士, 高级工程师, 研究方向为城市轨道交通规划与管理, 电子邮箱 laijsxuan@bjucd.com。

引用格式: 陈越, 贾顺平, 赖瑾璇, 等. 基于双阈值累计机会模型的双枢纽机场可达性分析: 以北京市首都国际机场和大兴国际机场为例[J]. 城市交通, 2026, 24(3): 45-54.

Chen Yue, Jia Shunping, Lai Jinxuan, et al. Accessibility analysis of dual-hub airports based on a dual-threshold cumulative opportunity model: a case study of Beijing Capital International Airport and Daxing International Airport[J]. Urban Transport of China, 2026, 24(3): 45-54.

0 引言

民航高质量发展对于便利人民出行、促进区域发展和深化国际交流具有重要意义。近10年, 民航已成为综合交通运输体系中不可或缺的一部分, 年客运量从3.9亿人次·a⁻¹上升至新型冠状病毒感染疫情前高峰时期的6.6亿人次·a⁻¹, 旅客周转量在全社会总周转量中的占比提升近11个百分点至33%^[1]。《交通强国建设纲要》明确指出, 要构建多层次、一体化的综合交通枢纽体系, 依托京津冀等世界级城市群, 打造具有全球竞争力的国际航空枢纽^[2]。机场陆侧交通作为连接机场和城市的重要纽带, 其服务能力直接影响机场的有效辐射范围和运行效率。双枢纽机场已成为国内外诸多城市的选择^[3]。自2019年北京大兴国际机场通航以来, 北京市形成双枢纽机场运行的新格局。在此背景下, 研究双枢纽机场陆侧交通的服务能力, 对于优化机场接驳交通设施、提高机场可达性和集疏运效率、增强民航客运竞争力, 以及为其他超(特)大城市双枢纽机场提供规划借鉴, 具有重要意义。

既有研究主要聚焦于机场陆侧交通系统的评价和优化策略^[4-5], 但从可达性视角分析陆侧交通服务能力研究仍较为有限。黄洁等^[6]基于出行时间分析不同时间阈值下北京双枢纽机场的可达范围和居住人口, 测算其可达性水平; 余美红等^[7]利用空间阻隔模型评价虹桥机场陆侧交通的可达性状况。然而, 上述研究多侧重于交通要素, 主要依据出行时间计算可达性, 一方面忽略了出行费用对可达性的影响, 容易高估可达性水平、低估公共交通的竞争力^[8-9]; 另一方面对土地利用要素的关注不足, 较少结合职住空间分布特征开展深入分析^[10-11]。

鉴于此, 本文提出一种兼顾出行时间和

出行费用双阈值的累计机会模型, 基于北京双枢纽机场及其陆侧交通的实际运行数据, 测算不同接驳交通方式下的居住可达性和就业可达性, 系统评估机场陆侧交通服务能力。研究结果可为优化机场陆侧交通结构、促进民航与城市交通一体化发展提供决策参考。

1 研究区域与数据

1.1 研究区域

本文的研究对象为北京首都国际机场(以下简称“首都机场”)和北京大兴国际机场(以下简称“大兴机场”)。根据《2024北京市交通发展年度报告》^[12], 首都机场位于北京中心城区东北部, 年航班起降38万架次·a⁻¹, 进出港旅客5 287.9万人次·a⁻¹; 大兴机场位于北京南部边缘地区, 年航班起降29.3万架次·a⁻¹, 进出港旅客3 941.1万人次·a⁻¹。

上述报告显示, 北京市域面积16 411 km², 常住人口2 188万人。将全市所有区域按1 km栅格划分, 共得到16 982个研究单元。全市运营城市轨道交通线路27条, 包括首都机场线和大兴机场线两条机场专线, 最小发车间隔分别为11 min和9.3 min。对外客运数据显示, 公路营业性客运量5 353.2万人次·a⁻¹, 铁路旅客发送量15 055.4万人次·a⁻¹, 航空进出港旅客9 229.0万人次·a⁻¹, 分别占对外客运总量的18.1%, 50.8%和31.1%。可以看出, 民航客运在北京市对外交通体系中发挥着关键作用。

1.2 数据说明

可达性测算需依托交通和土地利用方面的多源数据。

交通方面, 主要使用来源于高德地图的交通路径规划数据。该数据能够反映实时的公共交通服务水平以及道路拥堵状况, 相较

于传统的静态出行时间估计,更加符合实际出行情况^[11]。具体包括:1)分别获取工作日高峰和平峰时段,大兴机场、首都机场至各栅格中心点之间的公共交通和小汽车路径规划数据,共计135 848条,字段涵盖出行距离、出行时间及出行费用,其中小汽车出行费用以出租汽车费用作为替代指标;2)获取大兴机场站和首都机场站(2号航站楼)至各城市轨道交通车站之间的轨道交通路径规划数据,共计764条,同样包含出行距离、出行时间及出行费用。数据获取时间为2024年9月。

土地利用方面,主要使用兴趣点(Point of Interest, POI)数据和细粒度居住数据,获取各研究单元内的职住分布特征。具体包括:1)获取研究区域内高德地图中公司企业类POI,共计127 062条,包括名称、经纬度及企业类别等字段;2)获取Worldpop提供的100 m分辨率人口数据(<https://www.worldpop.org/>),结合第七次全国人口普查数据,在市级、区级及街道层面对人口数据进行逐级校核和调整,最终得到研究区域内的细粒度居住人口数据。相较于传统统计数据,该类土地利用数据具有粒度细、更新快的特点,已广泛应用于就业可达性评价和出行行为分析的研究中^[8,13]。

2 研究方法

2.1 基于单阈值累计机会模型的机场城市轨道交通车站可达性评价方法

城市轨道交通是乘客抵离机场的重要交通方式之一。为评估乘客通过城市轨道交通系统从机场出发所能接触到的城市资源数量,本文采用传统的累计机会模型计算车站可达性^[7]:

$$A_i^n = \sum_j O_j^n f(t_{ij}),$$

$$f(t_{ij}) = \begin{cases} 1, & \text{若 } t_{ij} \leq t_0 \\ 0, & \text{若 } t_{ij} > t_0 \end{cases},$$

式中: A_i^n 为机场 i 城市轨道交通车站的可达性, $i=1$ 表示大兴机场, $i=2$ 表示首都机场; n 为城市资源类型, $n=1$ 表示居住资源, $n=2$ 表示就业资源; O_j^n 为城市轨道交通车站所在栅格 j 内的第 n 种城市资源数量/个; t_{ij} 为机场 i 城市轨道交通车站与其他城市轨道交通车站所在栅格 j 之间的出行时间/min; t_0 是出行时间阈值/min。

2.2 基于双阈值累计机会模型的机场可达性评价方法

在实际机场出行中,乘客往往利用城市轨道交通和其他公共交通方式进行组合出行。同时,研究表明小汽车仍然是乘客抵离机场最主要的交通方式^[14]。因此,有必要进一步测算公共交通和小汽车两种方式下的机场可达性。然而,不同出行方式的成本差异显著,传统单阈值累计机会模型仅考虑出行时间阈值内的可达机会数量,忽略了出行费用约束,容易高估可达性,无法准确衡量并比较公共交通和小汽车方式下的机场可达性。为此,本文提出基于出行时间和出行费用双阈值的累计机会模型:

$$A_i^{m,n} = \sum_j O_j^n f(t_{ij}^m, c_{ij}^m),$$

$$f(t_{ij}^m, c_{ij}^m) = \begin{cases} 1, & \text{若 } t_{ij}^m \leq t_0 \text{ 且 } c_{ij}^m \leq c_0 \\ 0, & \text{若 } t_{ij}^m > t_0 \text{ 或 } c_{ij}^m > c_0 \end{cases},$$

式中: $A_i^{m,n}$ 为机场 i 在第 m 种交通方式下对第 n 种城市资源的可达性,其中 $m=1$ 表示公共交通, $m=2$ 表示小汽车; O_j^n 为栅格 j 中第 n 种城市资源的数量/个; t_{ij}^m 为机场 i 与栅格 j 中心点之间在第 m 种交通方式下的出行时间/min; c_{ij}^m 为机场 i 与栅格 j 中心点之间在第 m 种交通方式下的出行费用/元; t_0 和 c_0 分别为出行时间阈值/min和出行费用阈值/元。

3 结果分析

3.1 城市轨道交通方式下的机场车站可达性

3.1.1 城市轨道交通车站周边职住分布

图1展示了北京市城市轨道交通车站周边的职住分布情况。从居住人口密度来看,密度最高的车站分布于地铁2号线与10号线之间的核心区域。此外,昌平区南部的回龙观一天通苑地区、通州副中心以及海淀东南部等区域的地铁车站周边,居住人口密度也较高。就业分布则更为集中,明显聚集于城市核心区域,如CBD、中关村、西二旗、丰台科技园等地。总体而言,北京市职住资源分布较为集中,而大兴机场和首都机场均距离职住密集区域较远。

3.1.2 机场城市轨道交通车站可达性对比

图2展示了大兴机场站和首都机场2号航站楼站至其他城市轨道交通车站之间的出行时间。在0.5 h出行时间阈值内,大兴机

场可与地铁10号线、19号线、14号线的换乘车站连通，最远可到达39 km之外的景风门站；而首都机场在此时间阈值内尚无法到

达距其最近的三元桥站。在1 h阈值内，大兴机场可覆盖四环以内的大部分车站以及西南方向地铁16号线、14号线、房山线的全

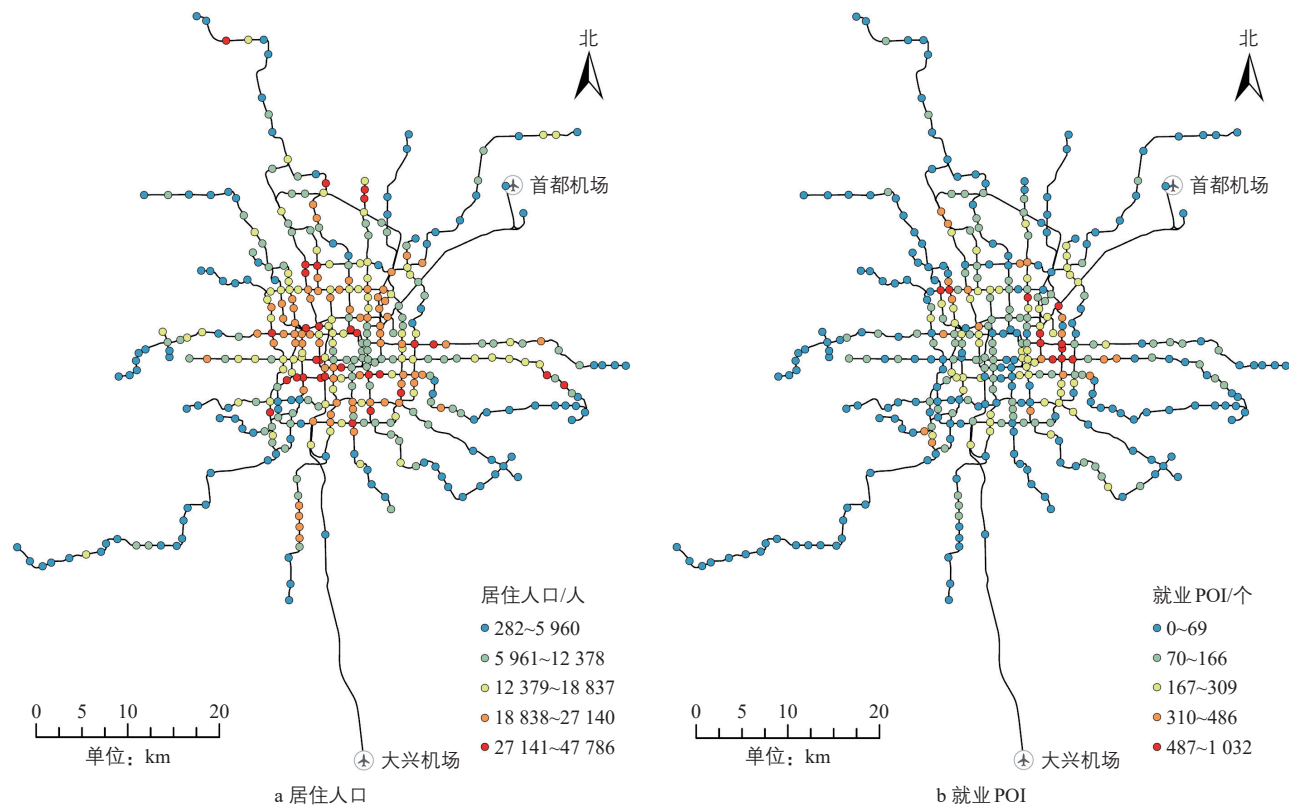


Fig.1 Distribution of jobs-housing in the 1 km-grid surrounding urban rail transit stations in Beijing

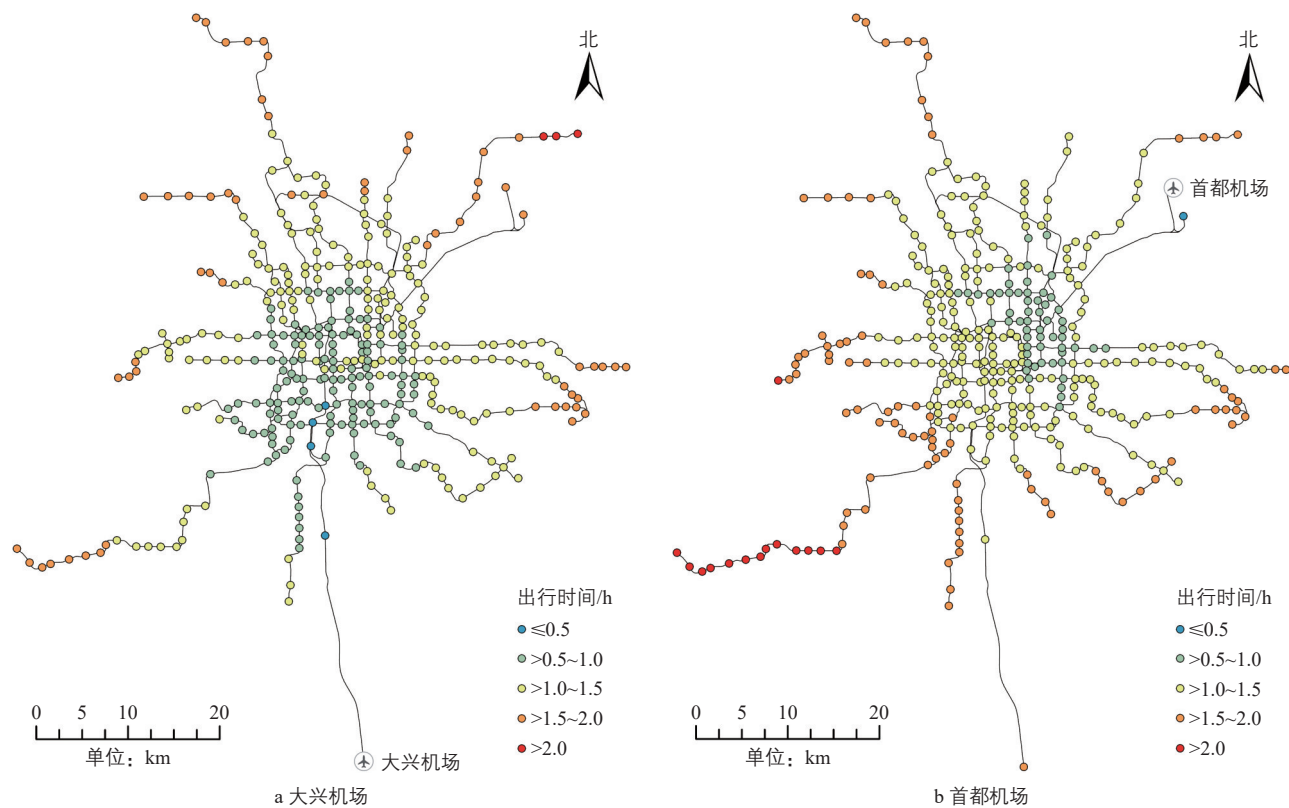


Fig.2 Travel times between Beijing's dual-hub airports and other urban rail transit stations

基于双阈值累计机会模型的双枢纽机场可达性分析——以北京市首都国际机场和大兴国际机场为例

49

部车站和4号线部分车站；首都机场则主要覆盖三元桥站、东直门站附近的地铁10号线、13号线、2号线、5号线的部分车站。当出行时间阈值扩大至2 h时，两个机场均可到达绝大部分车站，双枢纽机场之间的轨道交通出行时间约为1.7 h。

图3展示了典型出行时间阈值下，首都机场和大兴机场的居住可达性与就业可达性所覆盖的职住资源占城市轨道交通线网周边职住总量的比例。可以看出，大兴机场及其配套机场快线的开通显著提升了北京市整体的机场可达性水平。在1 h出行时间阈值内，大兴机场可以覆盖城市轨道交通线网周边近50%的居住人口和就业POI，使居住覆盖比例由首都机场单机场运营时的20%提升至双枢纽机场协同运行下的58%，就业覆盖比例由33%提升至64%。当出行时间阈值达到1.5 h后，双枢纽机场几乎可以覆盖城市轨道交通线网周边的全部职住资源。这在一定程度上说明，现有城市轨道交通系统能够较好地满足不同区域乘客抵离机场的出行需求。

3.1.3 重点区域分析

结合城市轨道交通车站周边的职住分布特征以及各车站至两大机场的城市轨道交通出行时间，可识别出居住和就业资源密集但双枢纽机场覆盖水平较差的典型区域，包括昌平南部回龙观一天通苑地区、通州城市副中心和房山区域。这些地区前往双枢纽机场的城市轨道交通出行时间普遍超过1.5 h，难以有效满足乘客前往机场的出行需求，亟须加强其与机场的城市轨道交通连接。针对昌平南部地区，应加快推进地铁19号线二期（北延及北延支线）建设，提升该区域与机场快线的换乘效率，构建城市西北方向连接大兴机场的快速交通廊道。针对通州城市副中心，应充分利用规划建设的副中心城市轨道交通网络（如M101线、新城联络线S6线等）及城际铁路联络线，实现两大机场与城市副中心之间的快速连接。针对房山地区，应进一步优化其与大兴机场线及相关接驳线路的换乘组织，并同步完善机场巴士接驳体系，以提升该区域的机场可达性水平。

3.2 小汽车和公共交通方式下的机场可达性对比

3.2.1 栅格职住分布

图4展示了各栅格的职住分布情况。可

以看出，高密度的中心城区构成了北京市的职住核心区域。中轴线延伸方向以及房山、亦庄、酒仙桥—望京、马连洼—西北旺等次级走廊，也兼具一定的居住和产业功能。昌平中南部、顺义中南部、怀柔南部、密云南部等外围地区呈现零散分布的职住集聚特征，且以居住功能为主。双枢纽机场周边区域的居住与就业密度均偏低，特别是大兴机场周边仍以低密度居住为主，需依托城市轨道交通快线与中心城区的职住核心圈实现高效联动。

3.2.2 出行时间与出行费用

图5展示了大兴机场和首都机场与各栅格中心点之间在小汽车和公共交通方式下的出行时间空间分布。小汽车出行时间的空间分布呈现以机场为中心、沿主要道路网络向外围逐层递增的趋势。大兴机场在1 h内可覆盖大兴区、通州区、丰台区大部分区域，以及房山东部、朝阳区南部等部分区域。首都机场在1 h内可覆盖顺义区、朝阳区大部分区域，以及昌平区东部、通州区北部、怀柔区南部等部分区域。综合而言，两机场小汽车1 h可达区域的面积大致相当。大兴机场开通后，双枢纽机场覆盖区域在空间上形成互补格局，但对东城区、西城区、海淀区的覆盖水平仍较低。双枢纽机场的重合服务区域较小，主要集中在朝阳区南部以及通州区中部。在2 h出行时间阈值内，首都机场和大兴机场分别可覆盖北京市73%和49%的区域。首都机场因其区位中心性较好而具有明显优势，而大兴机场对北部的昌平区、密云区、怀柔区覆盖能力相对不足。将出行时间阈值扩大至3 h后，首都机场几乎可以覆盖北京市所有地区，而大兴机场难以有效服务北部远郊区域。整体而言，在小汽车交通方式下，首都机场的可达范围优于大兴机场。

公共交通出行时间的空间分布则更加离

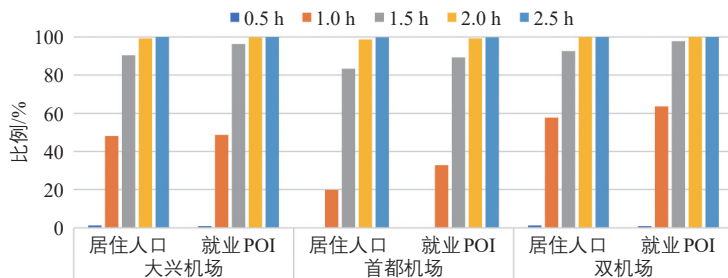


图3 北京市双枢纽机场在不同出行时间阈值下的城市轨道交通可达性分布
Fig.3 Distribution of urban rail transit accessibility for Beijing's dual-hub airports under different travel time thresholds

散,呈现以机场和城市中心为核心、沿主要公共交通线网向外围递增的趋势。相较于首都机场,大兴机场在1 h出行时间阈值内的可达区域具有明显优势,对中心城区的覆盖效果更好。其可达区域主要沿大兴机场线及与之相连的地铁19号线、10号线分布,覆盖范围包括西城区以及丰台区东部的大部分区域,这充分体现了城市轨道交通网络在公共交通体系中的骨干作用,以及采用机场快轨连接机场和中心城区的优越性。首都机场1 h可达地区局限于首都机场周边及东直门周边区域。当出行阈值扩大至2 h后,大兴机场与首都机场均可覆盖中心城区大部分区域。就非重合区域而言,大兴机场可达范围包括大兴区大部分区域以及房山区、昌平区的部分区域,首都机场则能更好地服务顺义区。双枢纽机场公共交通3 h以内的覆盖面积远小于小汽车,双枢纽机场至门头沟区、延庆区、密云区、怀柔区、平谷区等北京市外围地区的出行时间均超过3 h。相较于小汽车“门到门”的直达便捷,公共交通受其线网及运营组织方式影响,出行效率明显低于小汽车。

图6展示了大兴机场和首都机场与各栅格中心点之间在小汽车和公共交通方式下的出行费用空间分布。小汽车出行费用明显呈现以机场为中心、圈层递增的分布特征,主

要受出行距离影响。小汽车交通方式下,从两大机场出发覆盖全市大部分区域的出行费用约为600元以内。其中,大兴机场至中心城区的出行费用约为200元,而首都机场因距中心城区较近,出行费用相对较低,约为100元。公共交通出行费用受公共交通线网分布及具体出行路径选择影响,呈现出更强的空间异质性。从机场出发,100元以内可以到达全市绝大部分区域,30元左右即可到达中心城区。因此,在计算并比较两种方式的可达性时,若仅考虑出行时间因素,将高估小汽车的可达性(或低估公共交通的竞争力),产生评估偏差。

3.2.3 可达性对比

结合主要职住区域前往双枢纽机场的公共交通和小汽车出行时间与费用,本文选取出行时间1~3 h、出行费用30~300元范围内的10组双阈值组合(以0.5 h和30元为步长),对各组合下的可达性进行测算。表1展示了不同阈值组合下,首都机场和大兴机场的居住可达性与就业可达性所覆盖的职住资源占全市职住总量的比例。

就小汽车交通方式而言,在各阈值组合下,大兴机场的居住可达性与就业可达性占比均低于首都机场。例如,在1.5 h和120元的阈值下,大兴机场仅能覆盖全市8%的居住人口和6%的就业POI,而首都机场可以覆

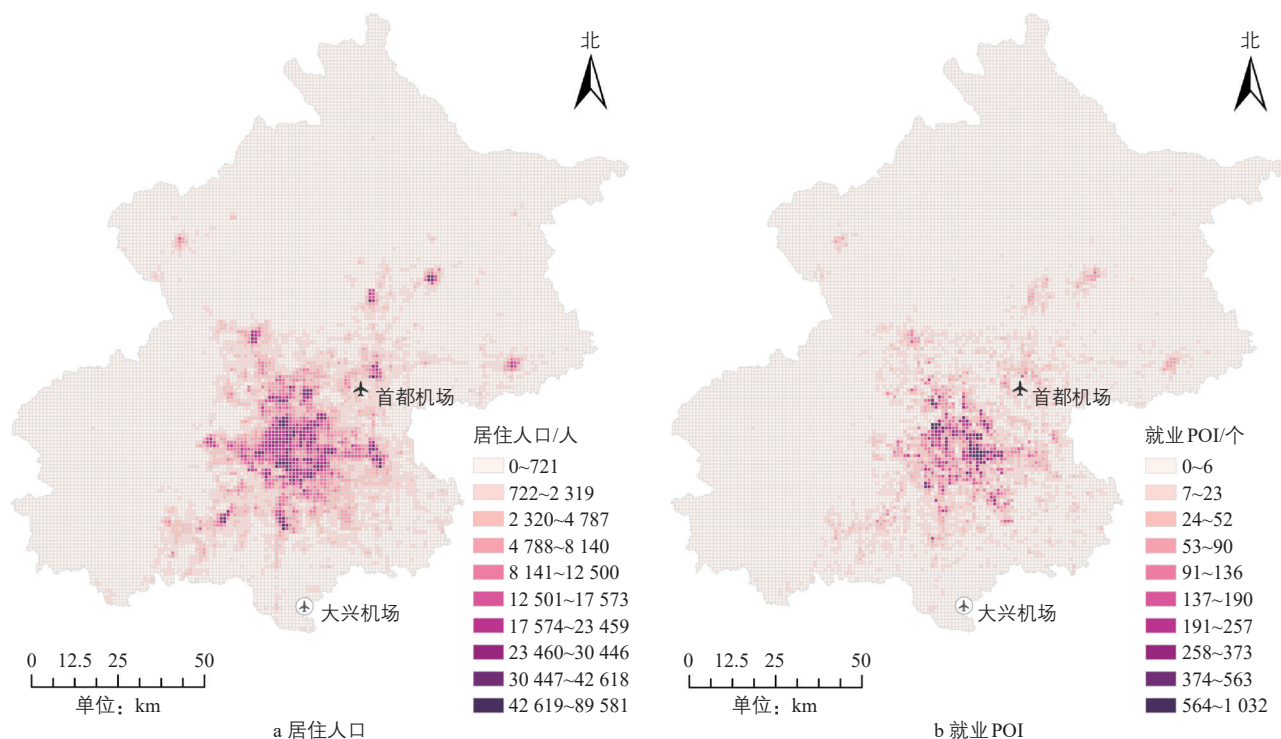


图4 北京市职住分布

Fig.4 Distribution of jobs-housing in Beijing

盖55%的居住人口和64%的就业POI。
公共交通方式则呈现与小汽车相反的趋势。在2 h出行时间阈值内，大兴机场的居住可达性与就业可达性占比均高于首都机场。在1 h和60元的阈值下，大兴机场可以覆盖全市11%的居住人口和12%的就业POI，而首都机场仅能覆盖3%的居住人口和6%的就业POI。当出行费用阈值从30元提升至60元后，大兴机场的公共交通竞争力进一步提高；此后随着出行费用阈值的继续

提高，可达性对费用变化的敏感性逐渐降低。当出行时间阈值达到2 h后，双枢纽机场各自可覆盖70%左右的居住人口和就业POI，二者共同覆盖的职住资源接近80%。这表明，尽管公共交通的可达区域相对有限，但其有效连接机场与全市主要职住资源，能够满足大部分出行需求，且实际出行费用多在60元以内，远低于小汽车。
在可达性建模中引入出行费用约束，能够更准确地评估并比较小汽车和公共交通方

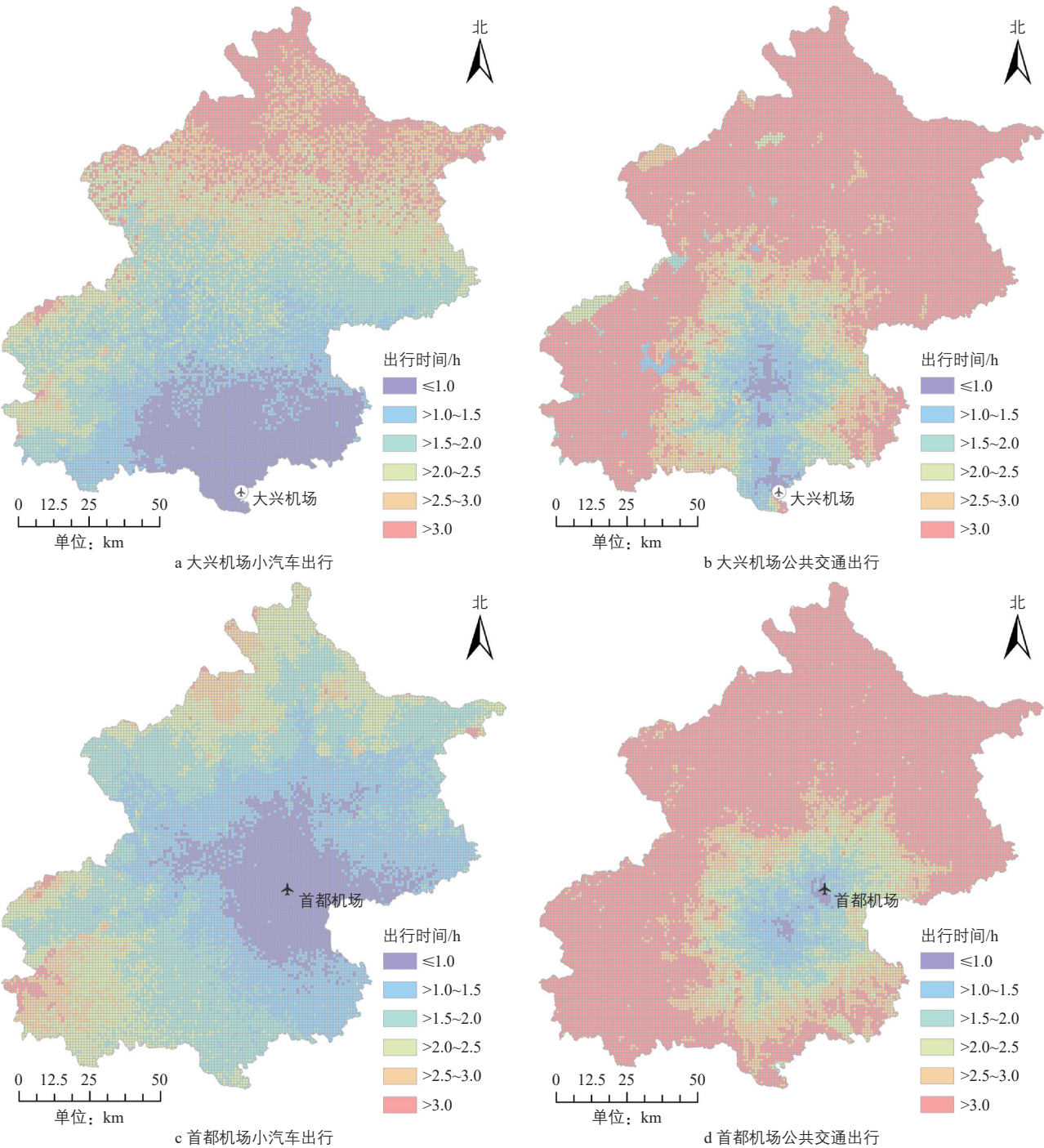


图5 北京市双枢纽机场不同接驳交通方式出行时间分布

Fig.5 Travel time distribution for different connecting travel modes at Beijing's dual-hub airports

基于双阈值累计机会模型的双枢纽机场可达性分析——以北京市首都国际机场和大兴国际机场为例

式下的机场可达性。双阈值累计机会模型提供了两种比较方式。1)相同时间与费用阈值下的可达性比较：在较低的出行时间和费用阈值下，公共交通具有明显优势，若仅考虑出行时间将低估公共交通的竞争力。2)相同可达性水平下所需时间与费用的比较：为实现约80%的双枢纽机场职住覆盖，公共交通需要2 h，出行费用约为60元，而小汽车需要1.5 h和150元。这也表明，传统单阈值方法将在一定程度上高估小汽车相对于公共交通的可达性优势。

3.2.4 重点区域分析

结合1 km 栅格尺度下的职住分布特征可见，双枢纽机场对昌平区、怀柔区、密云区和平谷区等北部地区的职住覆盖仍较为薄弱，公共交通出行时间大多在2 h以上，且小汽车出行费用较高。针对这些城市轨道交通覆盖不足或换乘不便的重点区域，一方面应增设直达或大站快车模式的机场巴士线路，另一方面应加快推进S6线、20号线等轨道交通线路的规划与建设，推动轨道交通多网融合发展，以改善北部地区与双枢纽机

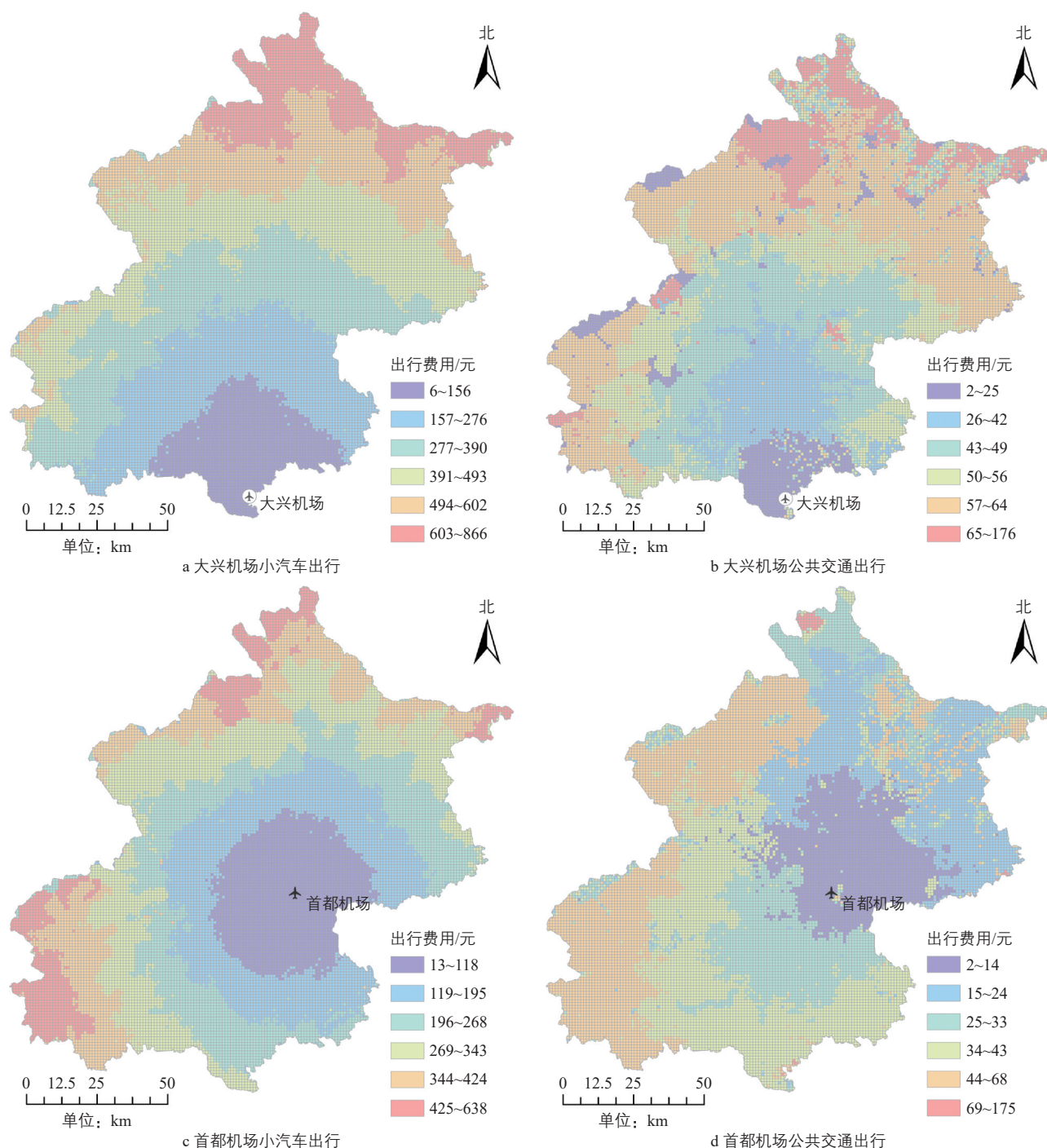


图6 北京市双枢纽机场不同接驳交通方式出行费用分布

Fig.6 Travel cost distribution for different connecting travel modes at Beijing's dual-hub airports

表1 双阈值组合下北京市双枢纽机场不同接驳交通方式的可达性占比

Tab.1 Accessibility coverage rates for different connecting travel modes at Beijing's dual-hub airports under dual-threshold combinations %

双阈值组合		大兴机场				首都机场				双枢纽机场			
时间阈值/h	费用阈值/元	小汽车		公共交通		小汽车		公共交通		小汽车		公共交通	
		居住人口	就业POI	居住人口	就业POI	居住人口	就业POI	居住人口	就业POI	居住人口	就业POI	居住人口	就业POI
1.0	30	0	0	1	1	2	2	3	6	2	2	5	7
1.0	60	1	1	11	12	11	11	3	6	1	11	14	18
1.0	90	3	3	11	12	29	34	3	6	32	37	14	18
1.5	120	8	6	46	59	55	64	35	48	63	70	54	65
1.5	150	18	19	46	59	66	75	35	48	77	86	54	65
1.5	180	36	41	46	59	73	81	35	48	89	95	54	65
2.0	210	61	68	68	76	90	94	65	73	97	99	76	82
2.0	240	71	76	68	76	93	96	65	73	98	99	76	82
2.0	270	75	80	68	76	95	97	65	73	98	99	76	82
3.0	300	85	89	90	93	98	99	91	95	99	100	94	96

注：可达性占比为时间阈值与费用阈值共同作用下居住可达性或就业可达性所覆盖的职住资源与全市居住人口或就业POI总量的比值。

场的交通联系。

此外，通过提取重要铁路枢纽所在栅格的路径规划数据，表2展示了大兴机场和首都机场与重要铁路枢纽在不同时段下小汽车和公共交通所需的出行时间与出行费用。对大兴机场而言，得益于机场快轨的便捷性，其与大部分铁路枢纽的公共交通出行时间小于小汽车出行时间，且除清河站和朝阳站外，基本1 h以内可达。而首都机场与大多数铁路枢纽的小汽车出行时间，尤其是平峰时段的出行时间仍远小于公共交通出行时间。因此，需要进一步强化首都机场与重要铁路枢纽的公共交通衔接，同时可配合空铁联程电子票、行李直挂等一体化服务措施，缩短乘客换乘时间、降低综合出行成本，从而进一步提升公共交通吸引力。

4 结束语

本文基于开源获取的交通路径规划数据和职住分布数据，利用传统累计机会模型和考虑出行时间与出行费用的双阈值累计机会模型，对北京市双枢纽机场不同接驳交通方式的可达性进行测算，系统分析了机场陆侧交通服务能力，并提出相应改善策略。研究得到如下结论：

1) 大兴机场的开通显著提升了北京市整体的机场城市轨道交通车站可达性水平。在1 h出行时间阈值内，大兴机场可以覆盖

表2 北京市双枢纽机场与重要铁路枢纽的出行时间与出行费用对比

Tab.2 Comparison of travel time and travel costs between Beijing's dual-hub airports and major railway hubs

起点	终点	小汽车			公共交通		
		高峰时段出行时间/h	平峰时段出行时间/h	出行费用/元	高峰时段出行时间/h	平峰时段出行时间/h	出行费用/元
北京站	大兴机场	1.6	1.4	158	1.1	1.1	39
北京西站		1.4	1.2	162	1.1	0.9	39
北京南站		1.0	0.9	154	0.8	0.8	38
北京北站		1.2	1.1	172	0.9	0.9	40
北京朝阳站		1.2	1.1	188	1.6	1.8	42
北京丰台站		0.8	0.8	155	1.0	1.0	39
清河站	首都机场	1.8	1.8	260	1.3	1.4	41
北京站		0.9	0.9	85	1.0	1.0	28
北京西站		1.5	1.2	117	1.4	1.4	30
北京南站		1.3	0.8	116	1.4	1.4	29
北京北站		1.2	0.7	92	1.1	1.1	29
北京朝阳站		0.6	0.5	66	1.3	1.5	27
北京丰台站		1.6	0.9	147	1.6	1.6	31
清河站		1.1	1.1	100	1.4	1.5	30

城市轨道交通线网周边近50%的居住人口和就业POI，使双枢纽机场居住覆盖范围提升38个百分点、就业覆盖范围提升31个百分点。与首都机场相比，大兴机场通过大兴机场线和地铁19号线提供的快速直达运输服务，更有效地满足了出行者使用城市轨道交

基于双阈值累计机会模型的双枢纽机场可达性分析——以北京市首都国际机场和大兴国际机场为例

通抵离机场的需求,进一步提升了公共交通出行的吸引力。

2) 在小汽车交通方式下,大兴机场和首都机场1 h可达区域在空间上形成互补格局;而在公共交通方式下,大兴机场1 h可达区域具有明显优势,且对中心城区的覆盖效果更优。基于双阈值累计机会模型的测算结果显示,大兴机场显著改善了北京市整体的机场可达性。在小汽车交通方式2 h出行时间和210元出行费用阈值下,双枢纽机场几乎可以共同覆盖全市所有职住资源。在公共交通方式1 h出行时间和60元出行费用阈值下,大兴机场可以覆盖全市11%的居住人口和12%的就业POI,远高于首都机场;当出行时间阈值扩大至2 h时,双枢纽机场可以共同覆盖近80%的职住资源。此外,研究表明在可达性建模中引入出行费用约束,能够更准确地评估并比较小汽车和公共交通方式下的机场可达性。

3) 未来应着力提升既有城市轨道交通线网与机场快线的换乘效率,加快推进19号线、20号线、S6线、M101线等轨道交通新线或延伸线的建设,推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通四网融合发展,并辅以灵活的机场巴士服务,以有效保障城市副中心、回龙观一天通苑等重点功能区,以及昌平区、怀柔区、密云区和平谷区等北部地区的机场出行需求。此外,需要特别加强首都机场与重要铁路枢纽之间的公共交通衔接,进一步提升公共交通方式的整体吸引力。

参考文献:

References:

- [1] 国家统计局. 2023年中国统计年鉴[R]. 北京: 国家统计局, 2023.
- [2] 新华社. 中共中央 国务院印发《交通强国建设纲要》[EB/OL]. (2019-09-19)[2025-04-20]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.
- [3] 陈彩媛, 张洋, 曾永松, 等. 民航“一市两场”分工模式研究[J]. 城市交通, 2023, 21(3): 70-76.
Chen Caiyuan, Zhang Yang, Zeng Yongsong, et al. Labor division mode of "one city, two airports" in civil aviation[J]. Urban Transport of China, 2023, 21(3): 70-76.
- [4] 郭继孚. 关于北京新机场陆侧交通布局的几点思考[J]. 综合运输, 2013, 35(11): 24-27.
Guo Jifu. Some thoughts on the land-side traffic layout of Beijing new airport[J]. Comprehensive Transportation, 2013, 35(11): 24-27.
- [5] 褚衍昌, 张慧娟, 艾艳博. 首都国际机场陆侧交通运行状态的评价研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2024, 43(8): 78-85.
Chu Yanchang, Zhang Huijuan, Ai Yanbo. Evaluation of traffic operation status on land-side of capital international airport[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (natural science), 2024, 43(8): 78-85.
- [6] 黄洁, 石雯茜, 陈娱. 居民出行视角下的北京市双枢纽机场可达性研究[J]. 地球信息科学学报, 2022, 24(5): 914-924.
Huang Jie, Shi Wenqian, Chen Yu. Accessibility of Beijing dual hub airports from the perspective of residential travel[J]. Journal of Geo-Information Science, 2022, 24(5): 914-924.
- [7] 余美红, 杨绪彪. 基于可达性的机场陆侧交通服务能力研究: 以虹桥机场为例[J]. 智能计算机与应用, 2019, 9(5): 158-160.
Yu Meihong, Yang Xubiao. Research on airport landside traffic service capacity based on accessibility: take Hongqiao airport as an example[J]. Intelligent Computer and Applications, 2019, 9(5): 158-160.
- [8] 许奇, 陈越, 黄靖茹, 等. 考虑出行费用的就业可达性分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2022, 22(2): 37-44.
Xu Qi, Chen Yue, Huang Jingru, et al. Job accessibility analysis considering travel cost[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2022, 22(2): 37-44.
- [9] 应习文, 石京. 大型枢纽机场可达性量化的初步研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2006, 6(6): 136-142.
Ying Xiwen, Shi Jing. Some studies of the accessibility of large aeronautic hub[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2006, 6(6): 136-142.
- [10] 潘海啸. 关注公共交通系统可达性: 从设施规模扩张向有效服务转变[J]. 城市交通, 2025, 23(1): 5-6.
Pan Haixiao. Focusing on the accessibility of public transportation systems: shifting from facility scale expansion to effective service provision[J]. Urban Transport of China, 2025, 23(1): 5-6.

(下转第8页)