



中国城市绿色出行及其碳排放分析报告



前言

“碳达峰、碳中和”的双碳目标是我国的长期国家战略，是一场广泛而深刻的系统性变革。交通行业碳排放约占我国碳排放总量的 10%，是我国的重要碳排放源，其中道路运输占比更是达到了 80% 以上。城市客运是道路运输碳排放的主要贡献者之一，针对城市绿色交通转型，2021 年《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》中指出，应加快城市轨道交通、公交专用道、快速公交系统等大容量公共交通基础设施建设，加强自行车专用道和行人步道等城市慢行系统建设。

近年来，随着城市公交优先发展战略的深入实施与绿色出行理念的不断深入，城市绿色出行取得了显著成效。为量化分析我国典型城市绿色出行成本、效果、减碳潜力与影响因子，进而为城市绿色出行政策的制定与调整提供更精准的决策指导，北京数城未来科技有限公司与北京智汇绿行科技中心（普通合伙）合作编制此《中国城市绿色出行及其碳排放分析报告》。

本报告从我国城市客运运行状况、碳排放量和减碳潜力、绿色出行影响因素以及政策建议几个部分展开分析，研究基于大数据和人工智能建模方法，量化城市客运相关指标，描述各级城市的客运情况，针对不同层级城市客运特征分别估算绿色出行的减碳潜力，同时从社会经济、基础设施建设、人口结构和政策实施四个方面分析各因素对绿色出行的影响。最后，报告总结上述研究结论，从城市空间结构、慢行系统建设、公共交通服务水平、绿色装备、绿色出行文化形成等方面为绿色出行的推广与优化提供政策建议。

致谢

本研究由北京数城未来科技有限公司和北京智汇绿行科技中心（普通合伙）共同统筹撰写。在此感谢能源基金会对报告提供资金支持，并对相关专家在研究与撰写过程中提供数据、文字支持和提出宝贵修改意见表示由衷感谢。

第 1 章 研究背景与目标	4
1.1 城市客运出行的发展现状	6
1.1.1 国内发展现状	6
1.1.2 国际发展状况	11
1.2 研究目标	14
第 2 章 研究方法 & 研究范围	15
2.1 绿色出行水平的衡量方式	15
2.2 城市客运交通碳排放计算方法	15
2.2.1 计算方法与流程	15
2.2.2 研究范围	17
2.2.3 数据获取	18
第 3 章 城市客运总体运行情况分析	20
3.1 全国总体情况	20
3.1.1 人均日出行次数	20
3.1.2 出行方式分担率	20
3.1.3 平均单次出行距离	21
3.1.4 能源类型	23
3.2 分城市层级情况	24
3.2.1 人均总出行次数	25
3.2.2 出行方式分担率	25
3.2.3 平均单次出行距离	27
第 4 章 城市客运交通碳排放及绿色出行减碳潜力	29
4.1 全国总体水平	29
4.1.1 总碳排放	29
4.1.2 人均碳排放	29
4.2 分城市层级情况	30
4.2.1 总碳排放量	30
4.2.2 人均年碳排放	32
4.3 绿色出行减碳潜力分析	34
第 5 章 绿色出行影响因素	37
5.1 小汽车出行比例影响要素分析	37
5.2 公共交通出行比例影响要素分析	40
5.3 慢行（步行和自行车）出行比例影响要素分析	44
第 6 章 政策建议	46

关于作者

北京数城未来科技有限公司 首席市场官 董男

北京数城未来科技有限公司 首席技术官 辜培钦

北京数城未来科技有限公司 高级数据分析师 姚小艺

北京智汇绿行科技中心（普通合伙） 执行主任 梁金栋

北京智汇绿行科技中心（普通合伙） 环境咨询师 田丹晖

北京智汇绿行科技中心（普通合伙） 环境咨询师 李金虎

北京智汇绿行科技中心（普通合伙） 数据实习生 狄金灿

免责声明

— 若无特别声明，报告中陈述的观点仅代表作者个人意见，不代表能源基金会的观点。能源基金会不保证本报告中信息及数据的准确性，不对任何人使用本报告引起的后果承担责任。

— 凡提及某些公司、产品及服务时，并不意味着它们已为能源基金会所认可或推荐，或优于未提及的其他类似公司、产品及服务。

图 1 城市客运交通结构与绿色出行	4	图 24 各类城市公交车单次出行距离分布规律	28
图 2 中国绿色出行政策梳理	8	图 25 各类城市地铁出行距离分布规律	28
图 3 北京市 2000—2021 年交通出行方式结构变化图	10	图 26 城市客运各出行方式碳排放量占比	29
图 4 哥本哈根超级自行车道	13	图 27 城市客运各能源碳排放量占比	29
图 5 纽约曼哈顿地区	14	图 28 城市客运年人均碳排放分布图	29
图 6 计算框架	16	图 29 各类城市年均城市客运总碳排放量分布规律	30
表 1 城市分级	17	图 30 不同级别城市年均城市客运碳排放排名	30
图 7 三种数据获取方法	18	图 31 各类城市年人均城市客运碳排放分布规律	32
图 8 各级城市采信数据覆盖情况	19	图 32 各城市层级年人均碳排放量排名	33
图 9 人均日出行次数分布图	20	图 33 绿色情景下年碳排放总量分布图	34
图 10 各出行方式分担率占比	20	图 34 四类城市绿色情景碳排放、减碳量及减碳潜力	34
图 11 绿色出行分担率分布图	21	图 35 绿色情景下人均碳排放量分布图	35
图 12 各出行方式平均出行距离	21	图 36 四类城市绿色情景人均碳排放、减碳量及减碳潜力	35
图 13 小汽车单次平均出行距离分布图	21	图 37 各城市层级人均碳排放降低量排名	36
图 14 公交车单次平均出行距离分布图	22	表 2 影响城市居民出行方式的因素	37
图 15 地铁单次平均出行距离分布图	22	图 38 影响小汽车出行分担率的因素排名	38
图 16 小汽车和公交车能源类型比例	23	图 39 人均 GDP 和小汽车出行分担率分布规律	39
图 17 2018 年各类城市公交车能源类型比例	23	图 40 影响公共交通出行分担率的因素排名	41
图 18 分城市层级各出行分担率情况	24	图 41 公交线路密度和公共交通出行分担率分布规律	42
图 19 各类城市人均日出行次数分布规律	25	图 42 有无公交示范都市与公共交通出行分担率分布规律	43
图 20 各类城市小汽车出行分担率分布规律	25	图 43 影响慢行出行分担率的因素	44
图 21 各类城市公共交通出行分担率分布规律	26	图 44 老年人口比例和慢行出行分担率分布规律	45
图 22 各类城市慢行分担率分布规律	27	图 45 广州市 2019—2021 年中心城区全方式出行结构	48
图 23 各类城市小汽车单次出行距离分布规律	27	图 46 上海“十五分钟生活圈”构成结构	49
		图 47 北京自行车高速路	51

第 1 章 研究背景与目标

什么是绿色出行？

根据交通运输部和国家发展改革委印发的《绿色出行创建行动方案》相关定义，绿色出行是城市客运交通的重要组成部分，是指采用城市轨道交通、公共汽电车、自行车和步行等对环境影响较小的交通出行方式¹。这些交通方式或者采用集约化出行，提高了出行效率，或者采用单位碳排放强度较低的交通工具或形式，因此大气污染物排放和碳排放水平都很低，是绿色、低碳的客运交通出行方式。相对于绿色出行的交通方式，城市客运交通方式还包括以汽油、柴油等化石能源驱动的私家车、网约车等非集约化的交通方式，城市空间占用和人均碳排放都相对较大，对环境影响也相对较大。



* 本研究中的绿色出行包括新能源小汽车（仅限于本研究）

图 1 城市客运交通结构与绿色出行



绿色出行的主要实施方式

- ①减少个人机动车辆的使用，尤其是减少个人高污染高排放车辆的使用；
- ②提倡发展慢行系统，包括步行和自行车等；
- ③提高公共交通在出行中的比例；
- ④提倡使用清洁干净的能源和车辆等。

绿色出行有助于减少交通运输部门的碳排放，提高整体交通效率。

绿色出行对减污降碳的作用

2020年9月，习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上正式宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”交通部门是碳排放的重要部门，道路运输在整个交通运输领域碳排放占比最高，约占80%以上，其中城市客运出行碳排放占道路运输碳排放量的40%左右，由此成为控制碳排放的重点方向。在“双碳”的目标背景下，城市客运面临着严峻的减排压力，控制其碳排放成为交通领域减污降碳的重点发展方向。

与私人机动化出行方式相比，公交车出行的人均碳排放量约是小汽车出行的1/142，轨道交通出行人均碳排放是小汽车出行的1/12左右，而自行车及步行等慢行出行方式则几乎可以达到零排放。因此，推广绿色出行对城市客运交通节能减排具有重要作用。

1.1 城市客运出行的发展现状

1.1.1 国内发展现状

1) 政策要求

党的十八大以来，交通运输部深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，统筹推进交通运输节能减排和环境保护工作，加快推动行业绿色低碳转型，发布了一系列政策推广促进绿色出行。2012年组织开展国家“公交都市”建设示范工程，2013年发布了“公交优先战略”。2019年以来，国家越来越重视城市客运的绿色低碳化，加大了支持绿色出行政策的力度。2019年发布的《绿色出行行动计划（2019—2022年）》和2022年发布的《绿色出行创建行动方案》，定义了绿色出行的方式，并从绿色出行比例、绿色出行服务满意率等方面明确了创建目标。

◆ 公交都市

2011年11月9日，根据《交通运输“十二五”发展规划》，交通运输部决定在“十二五”期间组织开展国家“公交都市”建设示范工程。优先选择城市人口较为密集，公共交通需求量大，城市公共交通发展水平较高，城市轨道交通或快速公交系统发展较快，城市人民政府对城市公共交通发展有明确的扶持政策的大中城市。2022年3月28日，为深入实施城市公共交通优先发展战略，规范国家公交都市建设示范工程管理，促进国家公交都市提质扩面，交通运输部制定了《国家公交都市建设示范工程管理办法》。

◆ 《绿色出行行动计划（2019—2022年）》

2019年6月3日，多部门联合印发的《绿色出行行动计划（2019—2022年）》明确指出“坚持公共交通优先发展，努力建设绿色出行友好环境、增加绿色出行方式吸引力、增强公众绿色出行意识，进一步提高城市绿色出行水平。”到2022年，初步建成布局合理、生态友好、清洁低碳、集约高效的绿色出行服务体系，绿色出行环境明显改善，公共交通服务品质显著提高、在公众出行中的主体地位基本确立，绿色出行装备水平明显提升，人民群众对选择绿色出行的认同感、获得感和幸福感持续加强。

◆ 《绿色出行创建行动方案》

2020年7月24日，交通运输部和国家发展改革委印发关于《绿色出行创建行动方案》的通知，明确通过开展绿色出行创建行动，倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，引导公众优先选择公共交通、步行和自行车等绿色出行方式，降低小汽车通行量，整体提升我国绿色出行水平。以直辖市、省会城市、计划单列市、公交都市创建城市、其他城区人口100万以上的城市作为创建对象，鼓励周边中小城镇参与行动。到2022年，力争60%以上的创建城市绿色出行比例达到70%以上，绿色出行服务满意率不低于80%。公交都市创建城市将绿色出行创建纳入公交都市创建一并推进。要努力达成创建标准，实现绿色出行成效显著，推进机制健全有效，基础设施更加完善，新能源和清洁能源车辆规模应用，公共交通优先发展，交通服务创新升级，绿色文化逐步形成。

2) 国内实践情况

近年来，随着城市公交优先发展战略的深入实施和绿色出行发展理念的不断深入，我国城市绿色出行取得显著成效。根据高德地图《2022年度中国主要城市交通分析报告》显示，大部分城市居民“绿色出行意愿”较高。2023年6月29日，生态环境部环境与经济政策研究中心发布的《公民生态环境行为调查报告（2022年）》中指出，公众的低碳出行情况总体良好，75.3%的受访者在多数情况下能做到“前往较近的地点时，选择步行或骑自行车、电动车”，64.2%的受访者在多数情况下能做到“远途旅行时，在有条件的情况下尽量选择地面交通”，61.3%的受访者在多数情况下能做到“前往较远的地点时，选择乘坐公共交通”。

但现阶段中国城市客运绿色出行仍存在问题。目前我国城市出行仍存在负外部性，城市交通基础设施的增长无法满足居民日益增长的出行需求，且私家车出行意愿仍居高不下。根据《典型城市绿色出行发展研究报告》，私家车出行仍是绿色出行外的主要选择，36个典型城市中，18个城市选择私家车出行与选择公共交通出行的人群比例相当，高于选择出租车、摩托车出行的人群比例。《公民生态环境行为调查报告（2022年）》显示阻碍公众选择低碳出行的主要因素是“公交地铁站点远、换乘多”（43.4%），“公交地铁不准时、等待久”（35.1%），以及“周边共享电/单车少或有故障，去公交站点不方便”（21.3%）等。



中国绿色出行政策梳理



图2

案例——北京

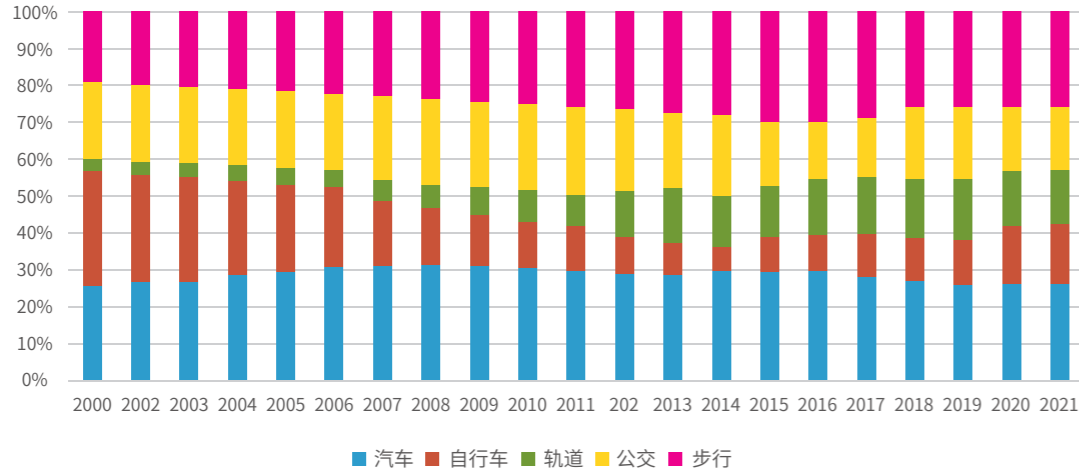


图3 北京市2000—2021年交通出行方式结构变化图

根据2000—2021年北京交通发展研究院发布的《北京市交通发展年度报告》统计，历年交通出行结构变化如下图所示。小汽车出行分担率呈现先增后降的趋势，降低出现在2008年后；相反，自行车出行分担率呈现先降后增趋势；公交出行分担率和轨道交通出行分担率呈现互补态势，但整体公共交通出行分担率增加；步行分担率一直增长。

北京市过去二十年城市客运交通出行结构的变化很好地展示了城市客运出行方式的发展规律。在经济发展初期，机动化率较低，慢行分担率较高；随着经济的高速发展，人均小汽车保有量的快速增长，小汽车出行分担率上升，同时城市大力发展公共交通基础设施的建设，因此公共交通出行分担率也在上升；近年来随着机动车的饱和，城市慢行和公共交通系统的完善，以及居民绿色出行意识的提升，小汽车出行分担率开始下降，公共交通出行分担率和慢行分担率相应上升。



图源网络

1.1.2 国际发展状况

1) 总体描述

世界上半以上的人口居住在城市，随着城镇化进程的不断加快，许多城市正在利用各种策略来促进绿色出行的普及与发展。主要措施包括：

① 规划发展紧凑型城市，改善公共交通和基础设施，推动高密度居住与城市轨道交通相结合的交通导向型发展，同时将公共交通网络和步行、自行车等其他“最后一公里”的解决方案整合起来。

② 从行为上改变城市居民的出行习惯，政府实施政策干预和投资引导绿色出行，例如开展教育活动和公众宣传，实施价格措施引导居民选择低排放出行方式，在部分区域实施强制措施限制高排放运输活动。

③ 多方协作促进绿色出行，充分发挥各种社会组织、企业和团体的作用。

④ 出台各种法律法规以保障慢行交通的路权，提高慢行出行环境的安全性。



图源网络

2) 各地实践

◆ 欧洲——多政策实施促进绿色出行

根据联合国欧洲经济委员会 2021 年 5 月《维也纳宣言》和《泛欧自行车出行总体规划》³ 政策要求，欧洲国家需要向更加绿色和健康的交通和出行模式转型，促进步行和骑行，提升道路安全和减轻交通拥堵。

实施空间规划，为交通系统留出公共空间。交通系统在设计过程中应鼓励步行、骑行和其他非机动车出行的方式，重点关注行程的起点和终点，以及途中的方便换乘。增加对公共交通领域的投资。以法国为例，为了在疫情过后增加民众对于公共交通系统的信心，从国家复苏计划中拨出 12 亿欧元投资地铁、有轨电车、公共汽车和城际铁路等公共交通服务，在人口最为密集的都市区域提供生态友好的出行方案。鼓励电动出行。在欧洲区域内，对于电动车、电动自行车和电动摩托车的使用正在日益普及，同时对电动出行工具的速度和道路优先使用权做出清晰的规定，确保使用安全，让电动与传统交通工具能够和谐共存。支持步行和骑行等可持续的健康交通模式。《泛欧自行车出行总体规划》中要求，欧洲国家制定一项覆盖全欧洲的长期骑行推广计划，目前多个国家的交通、健康和环境部正在推进中。

◆ 哥本哈根——依托城市特色倡导绿色出行

哥本哈根是丹麦的政治、经济和文化中心，面积约 90 平方公里，总人口约 64 万。20 世纪 60 年代，哥本哈根与大部分城市一样，面临机动车数量增长、交通拥堵和环境污染等问题。2009 年，哥本哈根市政府就发布了《CPH 2025 气候规划》⁴，提出在 2025 年建成全球首个“碳中和”城市的目标。

《CPH 2025 气候规划》对城市客运交通出行方面也提出了相应的目标。到 2025 年，步行、自行车出行和公交出行占比达到 75% 以上，提高公共交通吸引力并降低其能耗，加强智能交通控制和管理以及开展绿色出行宣传鼓励市民环保出行等。同时，作为全球领先的骑行城市，哥本哈根打造了总长约 750 公里的高品质超级自行车道旗舰项目，引导居民采取零排放的慢行出行方式，提高慢行交通出行率和品质，保障慢行交通者的路权。

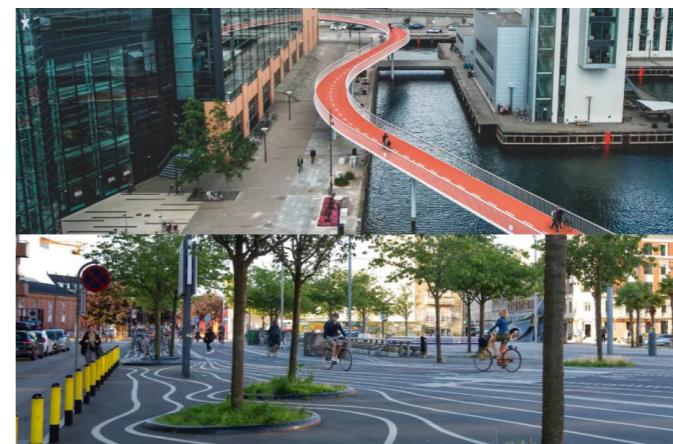


图 4 哥本哈根超级自行车道

◆ 东京——多方协作促进绿色出行，保障慢行路权

社会团体多方协作，促进绿色出行的社会共治。政府每年与相关组织合作开展“站前自行车停车清洁活动”，广泛宣传呼吁东京市民合法停放自行车。活动期间，一是开展大范围的宣传活动，包括在公共设施、车站、电车、公交车等处张贴宣传海报，利用街头大屏幕、数字标牌播放宣传视频，使用社交媒体进行宣传公告等；二是加强自行车清理活动，借助社会团体等各方力量集中对轨道站点周边等重点区域的违规停放自行车进行清理。通过长时间周期性的自行车停车清洁活动，良好的自行车出行和停放氛围在政府、社会团体以及市民之间构建起来，形成绿色出行的社会共治模式，推动市民主动选择骑行的绿色出行方式⁵。

同时，日本的法律法规非常重视行人路权。《道路交通安全法》规定在机动车和行人同时过街时，行人有优先通行权⁶。



◆ 纽约——核心区域收取小汽车通行费用于补贴绿色出行建设

据美联社报道，纽约市的一项新计划⁷已获得美国联邦政府批准，该计划将对进入曼哈顿游客最多地区的车辆收取高额通行费，此举意在减少交通拥堵、改善空气质量并为城市公共交通系统筹集资金。

预计该计划最早于 2024 年春季启动，届时该地区将成为美国首个获批对车辆收取额外通行费的地区，拟定高峰时段的通行费约为 23 美元，非高峰时段的通行费为 7—17 美元，夜间时段为 5—12 美元。新的通行费计划预计每年产生 10 亿美元收入，这些资金将用于升级纽约的地铁、公交车和通勤铁路系统，其中绿色环保的电动化公交车将是重要投资方向。



图 5 纽约曼哈顿地区

1.2 研究目标

随着城市“双碳”目标的设定和高质量发展的要求，我国各级城市都开展了绿色出行创建活动，但目前尚缺乏完整的计算方法和核算体系以综合评估城市出行状况和碳排放水平。绿色出行政策和行动的成本效果及节碳潜力缺乏量化分析，因而难以精准指导城市因地制宜地出台优化方案推广绿色出行。同时，由于缺少对绿色出行的效果评估和量化分析，公众对绿色出行的重大意义了解不深，参与意识不足，特别是经历疫情后，绿色出行的公众支持亟需重建。

本报告以中国城市为研究单元，聚焦我国 367 个地级市客运交通，研究各出行方式的占比，通过基于大数据、文献调研和人工智能建模等方法，量化城市客运二氧化碳排放量，系统分析绿色出行对减少碳排放的效果。本研究旨在引导城市公众和管理部门了解自己所在城市在绿色出行推广方面的进展和国内所处水平，积极参与绿色出行创建的实践活动，将绿色出行与政策规划进行有效链接，并激励中国城市政府积极采取碳减排政策，促进城市居民交通行为的改变，加快绿色交通的发展，减少城市客运交通碳排放。

第 2 章 研究方法及其研究范围

2.1 绿色出行水平的衡量方式

绿色出行水平一般用“绿色出行分担率”指标来评估：

$$\text{绿色出行分担率} = \frac{\text{绿色交通出行次数}}{\text{全部出行次数}} \times 100\%$$

其中，绿色交通出行次数包括采用城市轨道交通、公共汽电车、自行车和步行等绿色交通方式的出行次数。

2.2 城市客运交通碳排放计算方法

本报告基于大数据和统计调研分析，细致刻画城市居民的出行活动特征，由此计算城市客运交通的碳排放。该方法首先量化城市层面居民交通出行总量，并通过大数据和调研分析确定不同交通模式的出行次数、单次出行距离和排放强度，以此为基础估算中国城市客运交通的碳排放。

2.2.1 计算方法与流程

客运碳排放计算公式如下，计算客运碳排放需要获取不同客运方式的出行特征参数（包括各种出行方式的分担率、平均单次出行距离、人均日出行次数、负荷系数）以及碳排放系数（包括能耗系数、能源比例和含碳量）。

$$\text{城市客运碳排放} = \frac{\text{人口} \times \text{各种出行方式的分担率} \times \text{平均单次出行距离} \times \text{人均日出行次数}}{\text{负荷系数}} \times \text{能耗系数} \times \text{能源比例} \times \text{含碳量}$$

其中，

- ◆ **出行分担率**：指各出行方式的出行次数占总出行次数的比例；
- ◆ **平均单次出行距离**：指各出行方式的平均单次出行距离；
- ◆ **人均日出行次数**：指平均每天每人出行的次数；
- ◆ **负荷系数**：也称载客率，指载具的平均载客量；
- ◆ **能耗系数**：指各交通工具每百公里运行消耗的能源量；
- ◆ **能源比例**：指某交通工具使用各种类型能源的占比；
- ◆ **含碳量**：指不同类型能源的碳元素的质量百分比。

对比传统基于运输工具保有量的城市客运交通碳排放的计算方法，采取基于出行活动的方法有以下优势：

- ◆ 有助于更清楚地定义统计边界，更真实地反映城市内部的客运活动；
- ◆ 反映了城市在人口、经济、城市规划建设、交通基础设施、城市交通工具等方面的真实发展
- ◆ 可以更好地反映政策与措施之间的效果；
- ◆ 大数据可以实现高时空分辨率的模拟计算，因此可以对不同尺度的客运交通减碳问题有的放矢地提出解决方案。

城市客运交通碳排放计算方法流程如下：

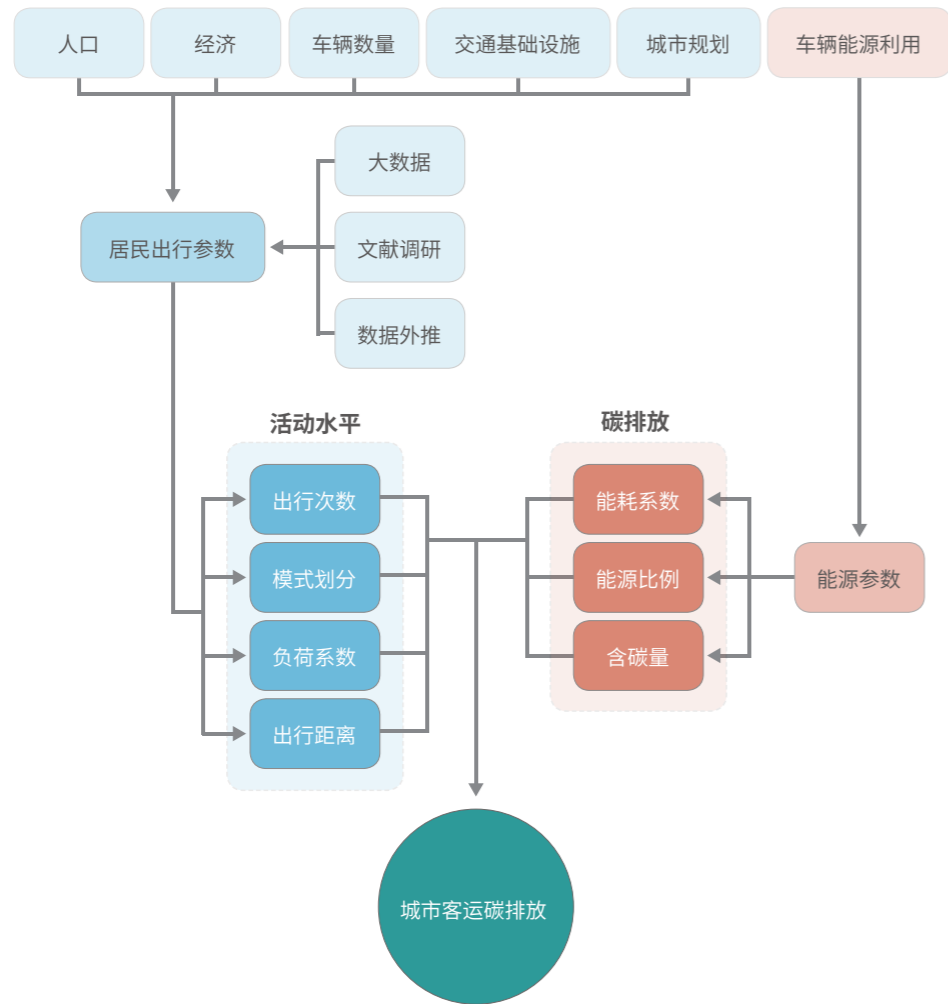


图6 计算框架

2.2.2 研究范围

1) 时间范畴。本研究选用2018年作为报告研究年份，主要考虑数据可得性，以及2020年到2022年受疫情影响，出行活动水平处于非正常情况，难以反映城市客运绿色出行政策和实践的总体趋势。随着疫情的结束和绿色出行发展重回正轨，未来研究中将采信最近的年代数据以反映绿色出行发展状况。

2) 研究范围。本研究的城市地理边界为地级行政区域，根据国务院第七次全国人口普查领导小组办公室编制的《2020中国人口普查分县资料》，以中国367个地级市（除香港、澳门及台湾地区）的绿色出行水平和城市客运交通出行碳排放为研究目标。

3) 城市分级。城市发展阶段，城市规模和空间形态等因素都对城市客运交通出行产生重大影响，为保证结果的可比性，本研究根据《国务院关于调整城市规模划分标准的通知》将全国367个地级市进行分类，主要分为五类，如下表所示。

表1 城市分级

城市分类	数量	城市
超大城市	7	北京, 上海, 广州, 深圳, 重庆, 成都, 天津
特大城市	14	武汉, 东莞, 西安, 杭州, 佛山, 南京, 沈阳, 青岛, 济南, 长沙, 哈尔滨, 郑州, 昆明, 大连
I型大城市	14	南宁, 石家庄, 厦门, 太原, 苏州, 贵阳, 合肥, 乌鲁木齐, 宁波, 无锡, 福州, 长春, 南昌, 常州
II型大城市	70	兰州, 惠州, 唐山, 海口, 徐州, 烟台, 洛阳, 珠海, 西宁, 南通, 银川, 襄阳, 昆山, 泉州, 芜湖等
中小城市	262	鄂尔多斯, 韶关, 阳江, 阜阳, 南阳, 玉林, 三亚, 驻马店, 内江, 石河子, 安庆, 毕节, 庆阳等



2.2.3 数据获取

数据获取方法。数据获取方法参见图 7，首先选取部分城市采取大数据的分析方法，其次采取文献调研的方法并与大数据方法进行交叉验证，最后对于缺乏大数据和统计文献数据以及统计文献时效性较差的城市，采用机器学习方法外推。

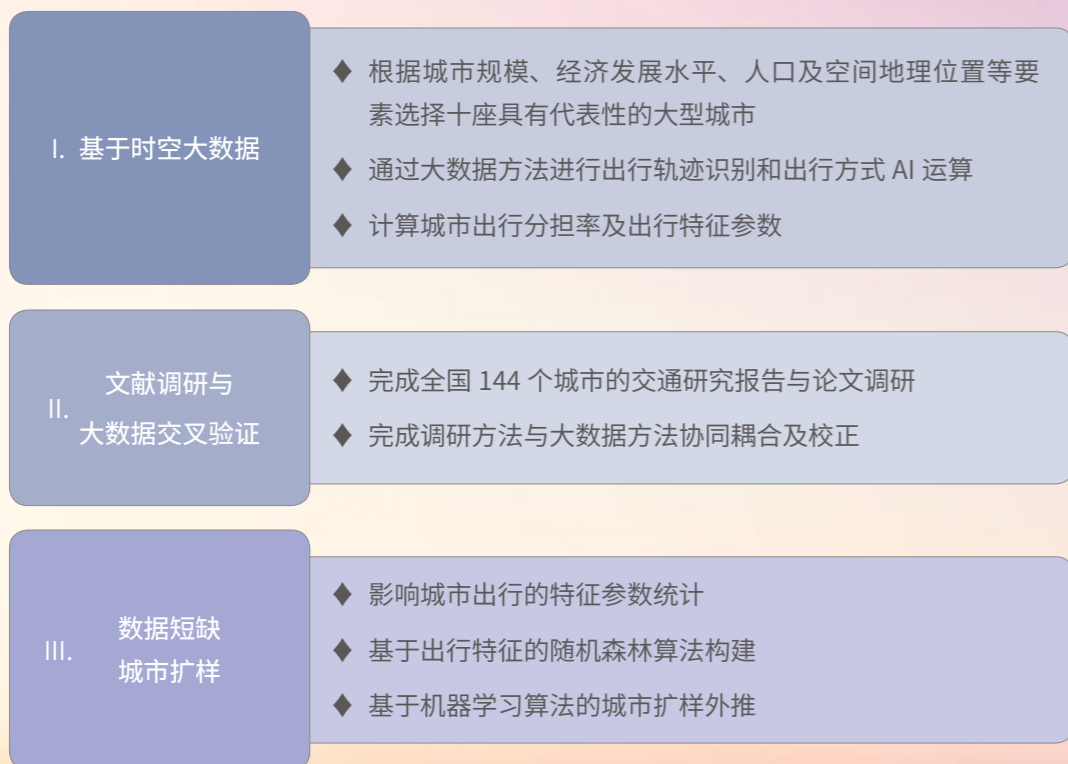


图 7 三种数据获取方法

数据清洗与采信。结合三类数据获得方法的准确性，在分析全国城市客运碳排放总量时，采信全部 367 个地级城市数据；在进行单一城市分析和排名时，采信具有大数据支持和统计数据可靠结果的其中 85 个城市（覆盖各级城市情况见图 8）。

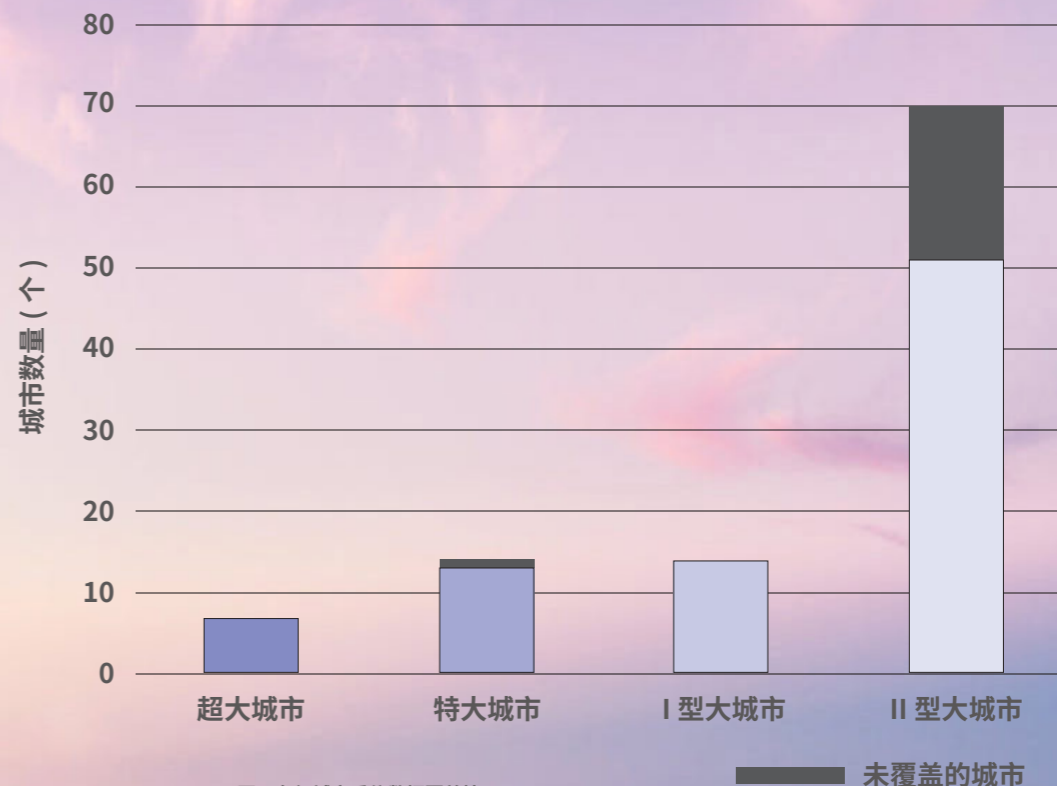


图 8 各级城市采信数据覆盖情况

第3章 城市客运总体运行情况分析

3.1 全国总体情况

3.1.1 人均日出行次数

如图9所示，全国各城市居民人均单日出行次数平均值为2.55次，大部分城市的日均出行量分布在2.16—2.82次，人均日出行次数差别不大。

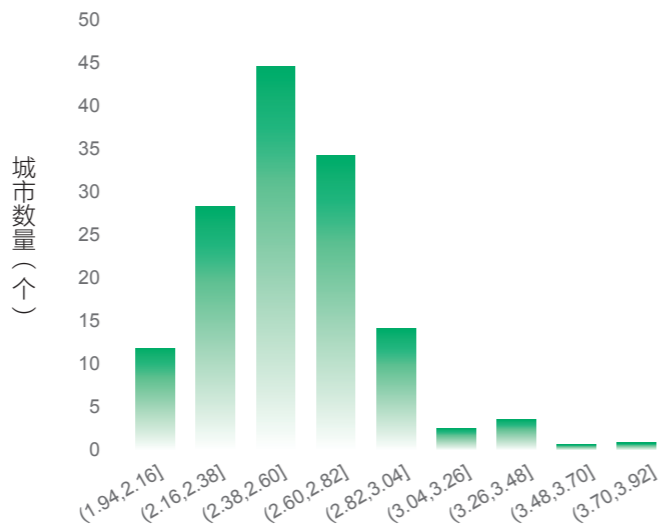


图9 人均日出行次数分布图

3.1.2 出行方式分担率

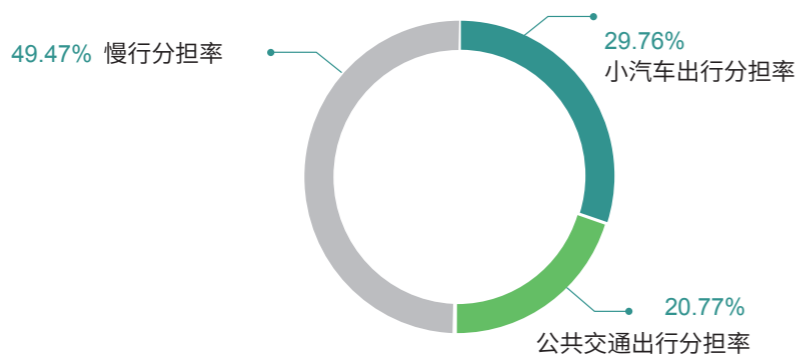


图10 各出行方式分担率占比

根据上述获取的数据及计算方法得到的85个城市客运出行方式占比如图10所示，小汽车出行分担率平均为29.76%，公共交通出行分担率平均为20.77%，慢行分担率平均为49.47%，绿色出行分担率（包括公共交通和慢行）为70.24%。

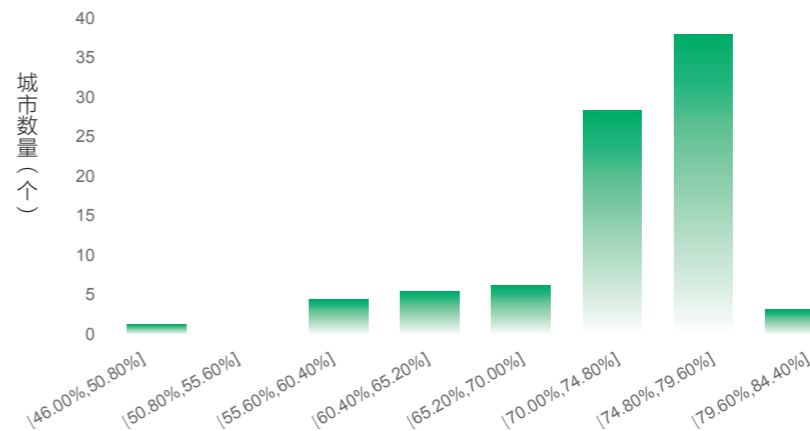


图11 绿色出行分担率分布图 出行分担率 (%)

根据图11可以看出，大部分城市的绿色出行分担率分布在69.40%—81.10%之间，基本达到《绿色出行创建行动方案》中“到2022年，力争60%以上的创建城市绿色出行比例达到70%以上”的目标。值得注意的是极少数城市的绿色出行分担率较低（低于50%），小汽车出行分担率依然居高不下。

3.1.3 平均单次出行距离

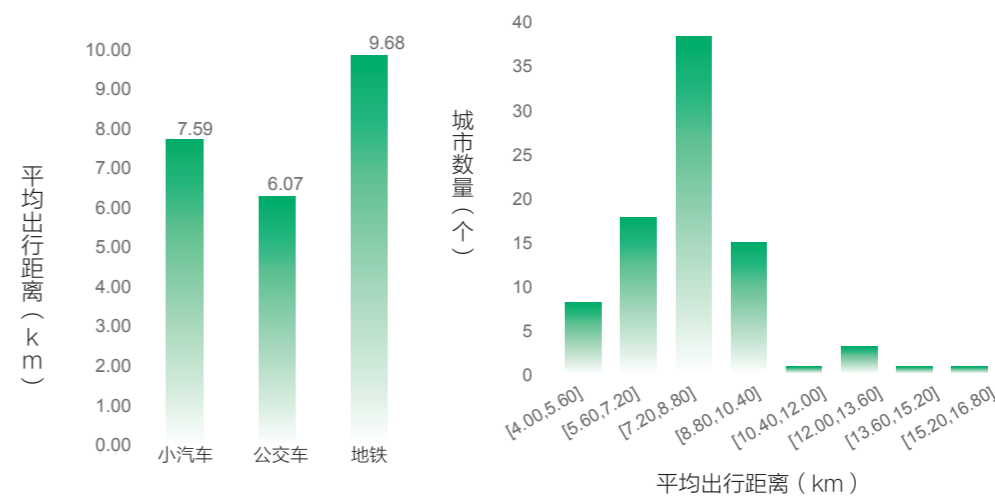


图12 各出行方式平均出行距离

85个城市各出行方式的平均出行距离如图12所示，小汽车单次平均出行距离为7.59km，公交车为6.07km，地铁平均出行距离最长为9.68km。其中地铁单次出行距离较长的原因是目前建设地铁的城市总体城市规模较大，居民出行距离偏长。

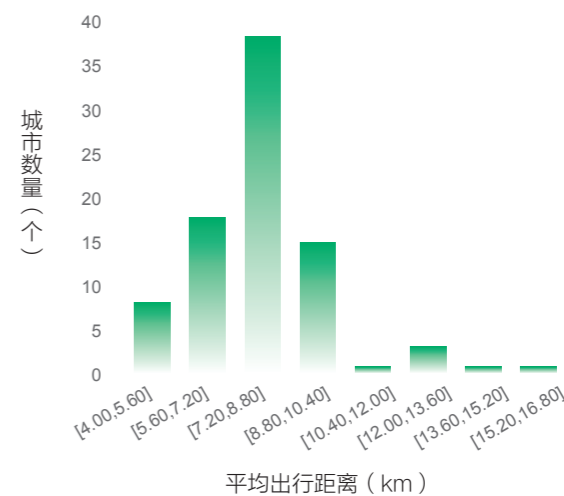


图13 小汽车单次平均出行距离分布图

图13反映了85个城市的小汽车出行距离分布情况，从中可以看到各城市小汽车单次平均出行距离大部分分布在5.6—10.4km之间。

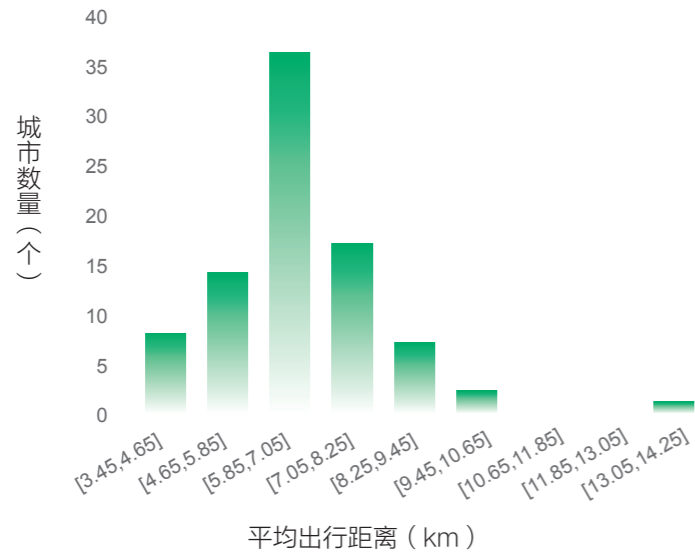


图 14 公交车单次平均出行距离分布图

从图 14 可看出，公交车单次平均出行距离大部分分布在 5.7—7.9km 之间。

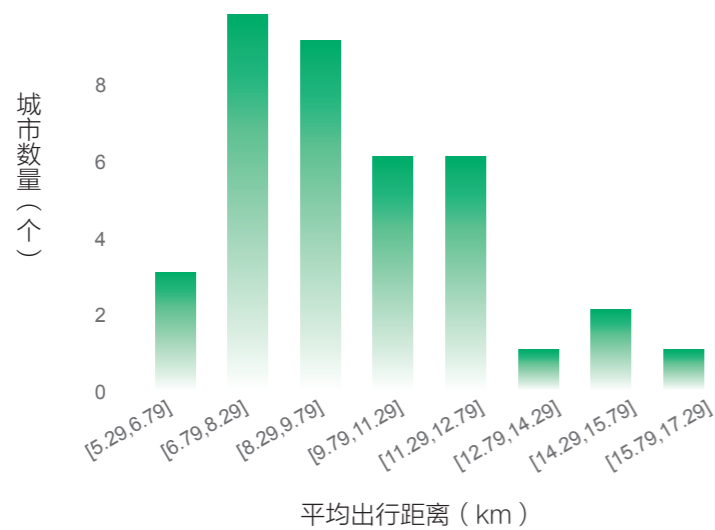


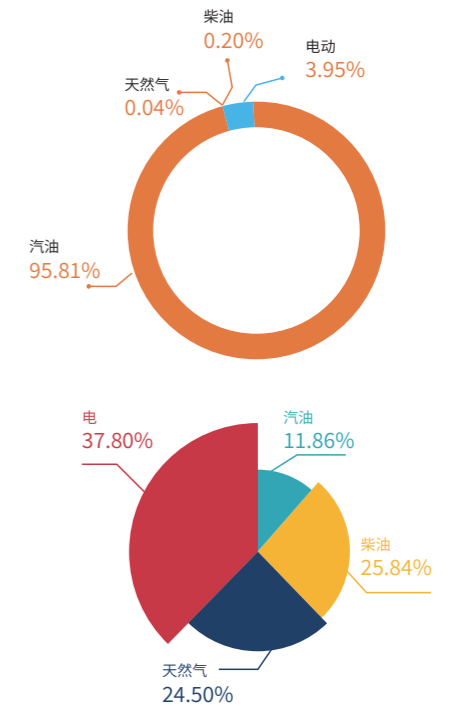
图 15 地铁单次平均出行距离分布图

各种出行方式的平均出行距离也反映了城市规模、交通基础设施建设和城市规划。

3.1.4 能源类型

总体来看，机动车能源类型主要包括汽油、柴油、天然气和电力，不同能源类型的机动车占该类机动车保有量的比例参见图 16。其中小汽车汽油占比为 95.81%，其次的电动汽车占比 3.95%，柴油和天然气占比非常低，分别为 0.2% 和 0.04%。与小汽车能源类型不同，各地公交车能源类型以电力和柴油为主，分别为 37.80% 和 25.84%，天然气为 24.50%，汽油为 11.86%。地铁能源类型均为电力。

图 16 小汽车和公交车能源类型比例



如图 17 所示，四类城市的公交车能源类型中，电动车占比基本过半，超大城市公交车的电动化率最高。

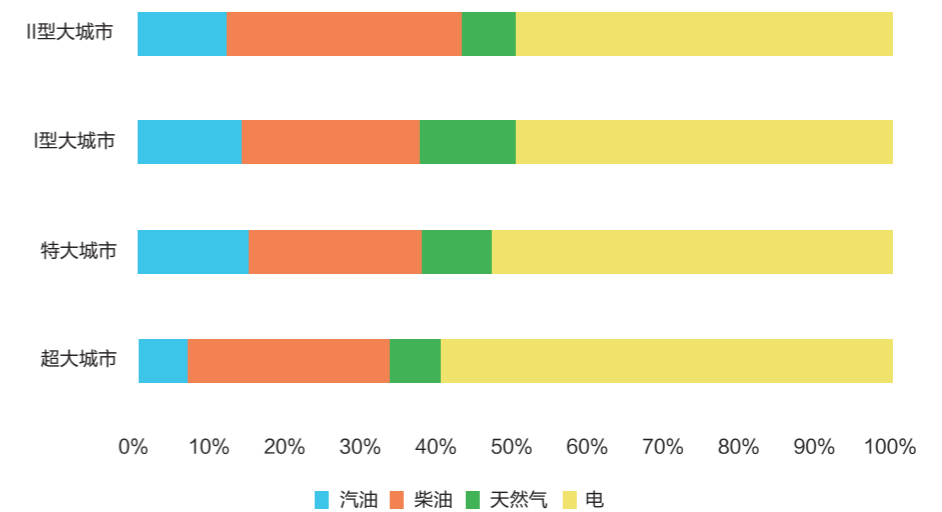


图 17 2018 年各类城市公交车能源类型比例

2) 公共交通出行分担率

公共交通出行分担率从超大城市到II型大城市呈现由高到低的趋势。超大城市公共交通出行分担率均值为37.34%，特大城市为33.80%，I型大城市为33.22%，II型大城市为22.90%，反映了公共交通发展水平与城市发展水平高度相关。超大、特大城市往往注重城市公共交通服务水平和基础设施建设，上述城市均建有地铁轨道系统，高效便捷的服务提高了公共交通出行比例，为交通低碳发展提供了较好的基础。

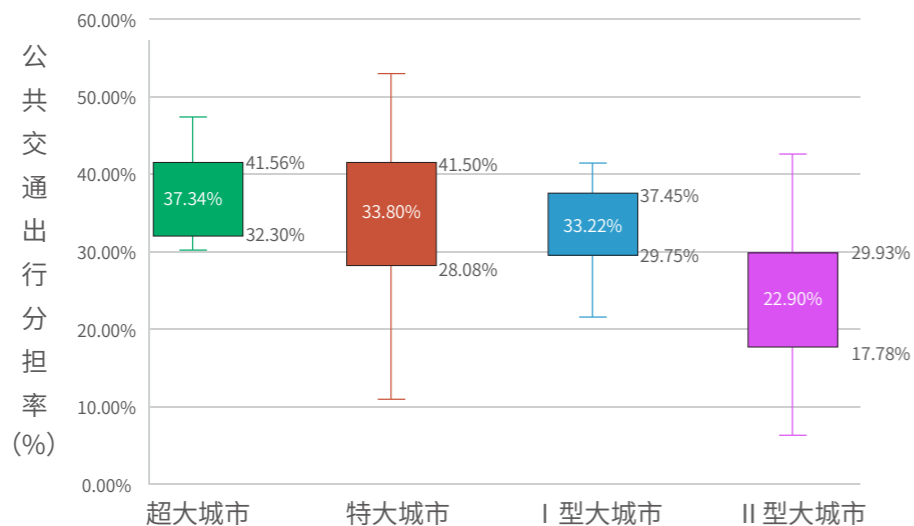


图 21 各类城市公共交通出行分担率分布规律

3) 慢行分担率

与公共交通出行分担率相反，慢行分担率从超大城市到II型大城市呈现由低到高的趋势。超大城市慢行分担率均值为36.14%，特大城市为38.12%，I型大城市为38.69%，II型大城市为50.95%。其原因是因为超大、特大城市城市规模尺度较大，组团功能不够完善，城市无序蔓延，导致城市出行距离拉长，大部分平均出行长度超过了步行和自行车的适用范围，因而慢行出行比例降低。这也反映了我国超大、特大城市在空间组团建设、TOD发展和十五分钟生活圈建设方面存在缺陷，城市功能混合度不够，产城分离造成出行距离较长。I型、II型大城市是我国未来城市发展的主力军，目前慢行分担率处于较好水平，但随着未来的建设和发展，有可能步我国超大、特大城市的后尘，因此应该积极调整城市空间结构，通过国土空间规划和有机更新手段，促进功能混合，完整社区建设，形成有序的TOD发展模式，提供保证城市绿色出行分担率的基础条件。

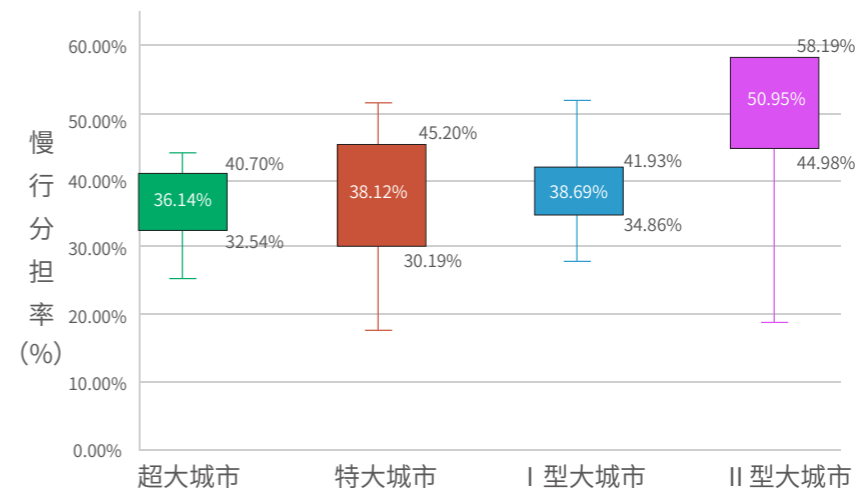


图 22 各类城市慢行分担率分布规律

3.2.3 平均单次出行距离

1) 小汽车出行距离

小汽车单次平均出行距离呈现由高到低的分布规律，超大城市的小汽车单次平均出行距离高于其他三类城市，特大城市较长，I型大城市和II型大城市差距不大。超大城市小汽车出行距离均值为10.41km，特大城市为8.56km，I型大城市为7.61km，II型大城市为7.53km。

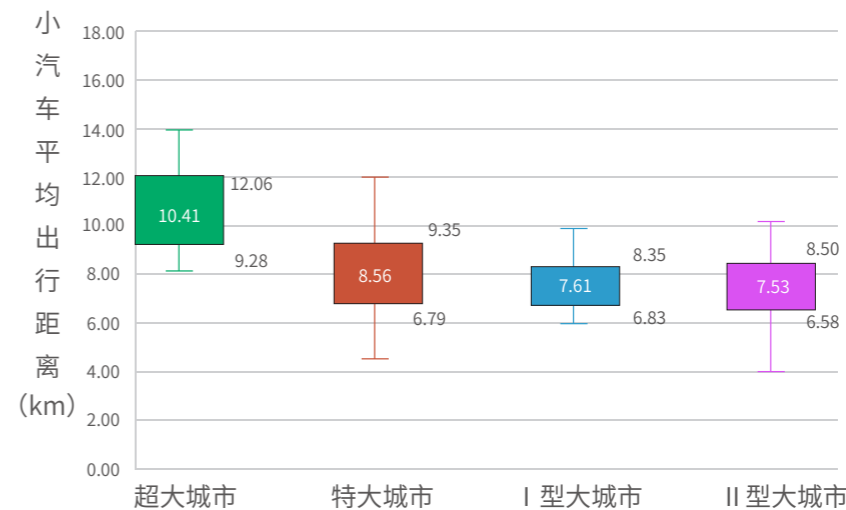


图 23 各类城市小汽车单次出行距离分布规律

2) 公交车出行距离

从图 24 看出，超大城市公交车出行距离均值为 8.44km，特大城市为 6.31km，I 型大城市为 6.96km，II 型大城市为 6.32km。超大城市的公交车平均出行距离较其他三种城市长，这与城市规模偏大相关，其他三种城市差距不大。

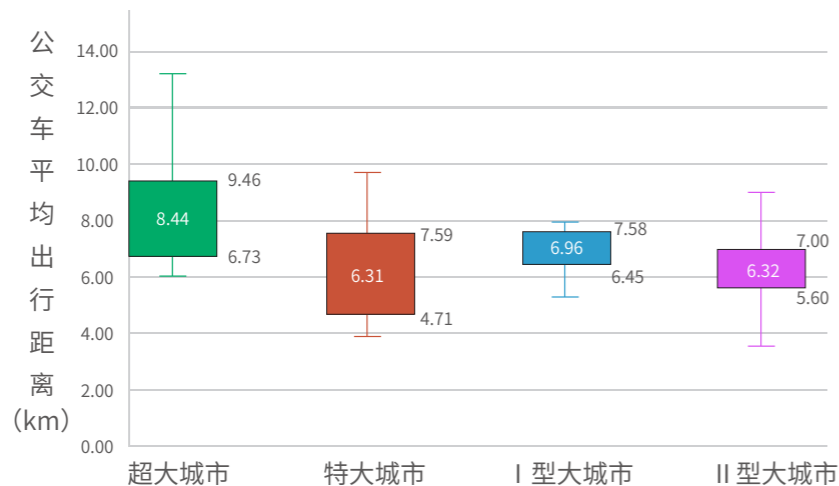


图 24 各类城市公交车单次出行距离分布规律

3) 地铁出行距离

如图 25 所示，超大城市地铁平均出行距离为 13.21km，特大城市为 8.61km，I 型大城市为 9.30km，II 型大城市为 8.82km。超大城市地铁出行距离远高于其他三类城市，这与超大城市规模远大于其他城市，且这类城市地铁线路发达有关。

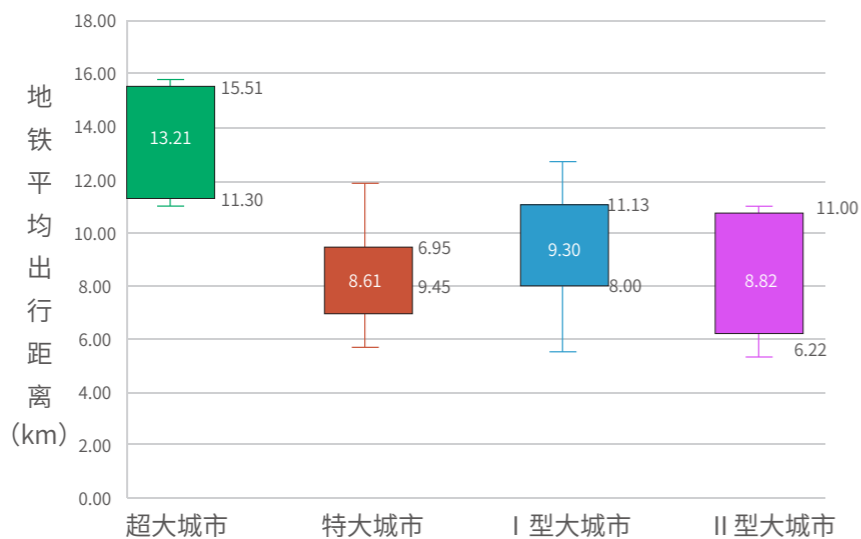


图 25 各类城市地铁出行距离分布规律

第 4 章 城市客运交通碳排放及绿色出行减碳潜力

4.1 全国总体水平

4.1.1 总碳排放

本文采用“自下而上”的方法，分别对全国 367 个城市客运交通碳排放进行计算（具体方法参见第二章），然后对各个城市客运交通碳排放结果进行加和，得到我国城市客运总碳排放。以 2018 年为计算基年，全国城市客运碳排放总量为 3.6 亿吨，其中小汽车出行占比 88.44%，地铁出行占比 6.49%，公交车出行占比 5.06%。

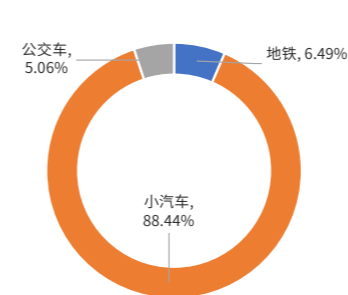


图 26 城市客运各出行方式碳排放量占比

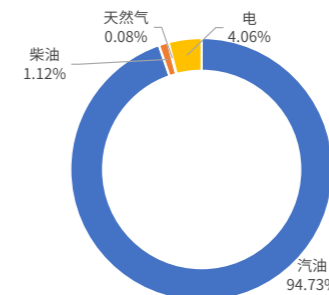


图 27 城市客运各能源碳排放量占比

城市客运碳排放中绝大部分来自汽油，占比为 94.73%，电占比为 4.06%，柴油占比为 1.12%，天然气占比为 0.08%。

4.1.2 人均碳排放

1) 全国平均

根据计算结果，我国居民城市客运人均碳排放放在 0.28 吨/年。根据统计结果折算，我国城市居民人均生活碳排放总量（包括居民生活和商业用能以及客运交通）为 1.05 吨/年。交通出行碳排放占居民生活排碳很大一部分，为 26.67%。

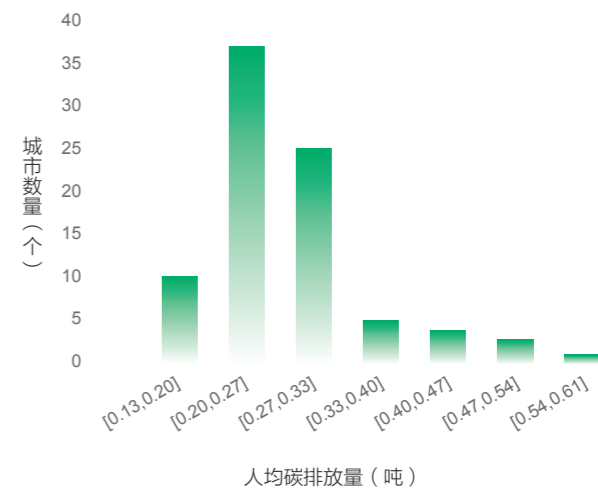


图 28 城市客运人均碳排放分布图

2) 人均碳排放分布

我国城市客运交通人均碳排放分布如图 28 所示，绝大部分城市居民出行碳排放放在 0.19—0.39 吨/年之间。应该注意到，部分城市居民出行碳排放达到 0.45 吨/年以上，反映了上述城市交通结构或者城市空间结构相对不合理，大部分居民出行采用了长距离、高碳强度的出行方式。

4.2 分城市层级情况

4.2.1 总碳排放量

整体来看，四类城市中超大城市的年均总碳排放量远高于其他三类城市。超大城市年均碳排放量均值为 673.82 万吨，特大城市为 264.30 万吨，I 型大城市为 188.54 万吨，II 型大城市为 132.77 万吨。结合第三章的分析，人口众多，小汽车保有量高，长距离小汽车出行，是城市碳排放较高的重要原因。我国城市仍然处于快速增长期，城市在不断发展的同时面临“双碳”和高质量发展的挑战，尽快发展绿色交通，避免我国特大城市已经形成的高碳出行方式迫在眉睫。

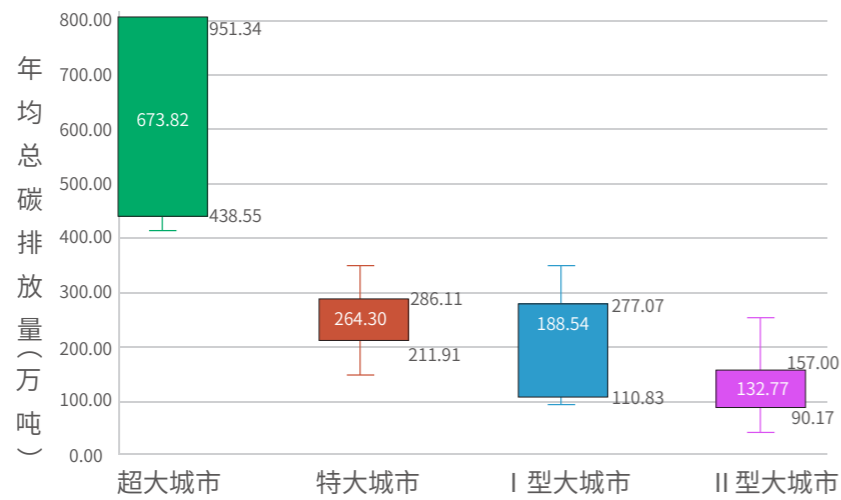


图 29 各类城市年均城市客运总碳排放量分布规律

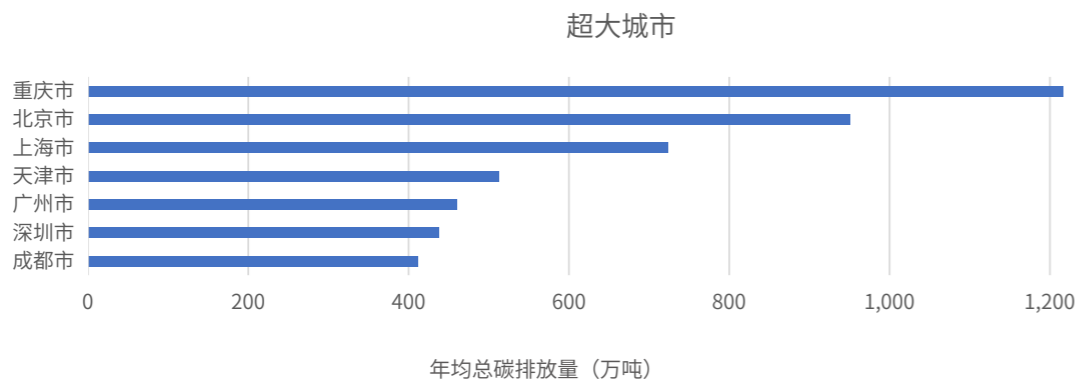


图 30 展示了不同层级各城市年均总碳排放量的排名。超大城市中重庆的年均碳排放量超过了千万吨，这与重庆市大面积依托山地修筑建设有关，对比其他平原城市，重庆慢行交通发展较为困难，因此小汽车分担率较高，导致年碳排放量较高；北京市年碳排放量较高的原因可能是小汽车平均出行距离较长且北京市人口较多；成都市在超大城市的年均碳排放量排名中最低，不单纯因为小汽车平均出行距离较短，人口相对较少，更是因为小汽车出行分担率较低，绿色出行分担率较高。特大城市中青岛市年均总碳排放量偏高的原因是小汽车出行分担率较高且小汽车平均出行距离较长。

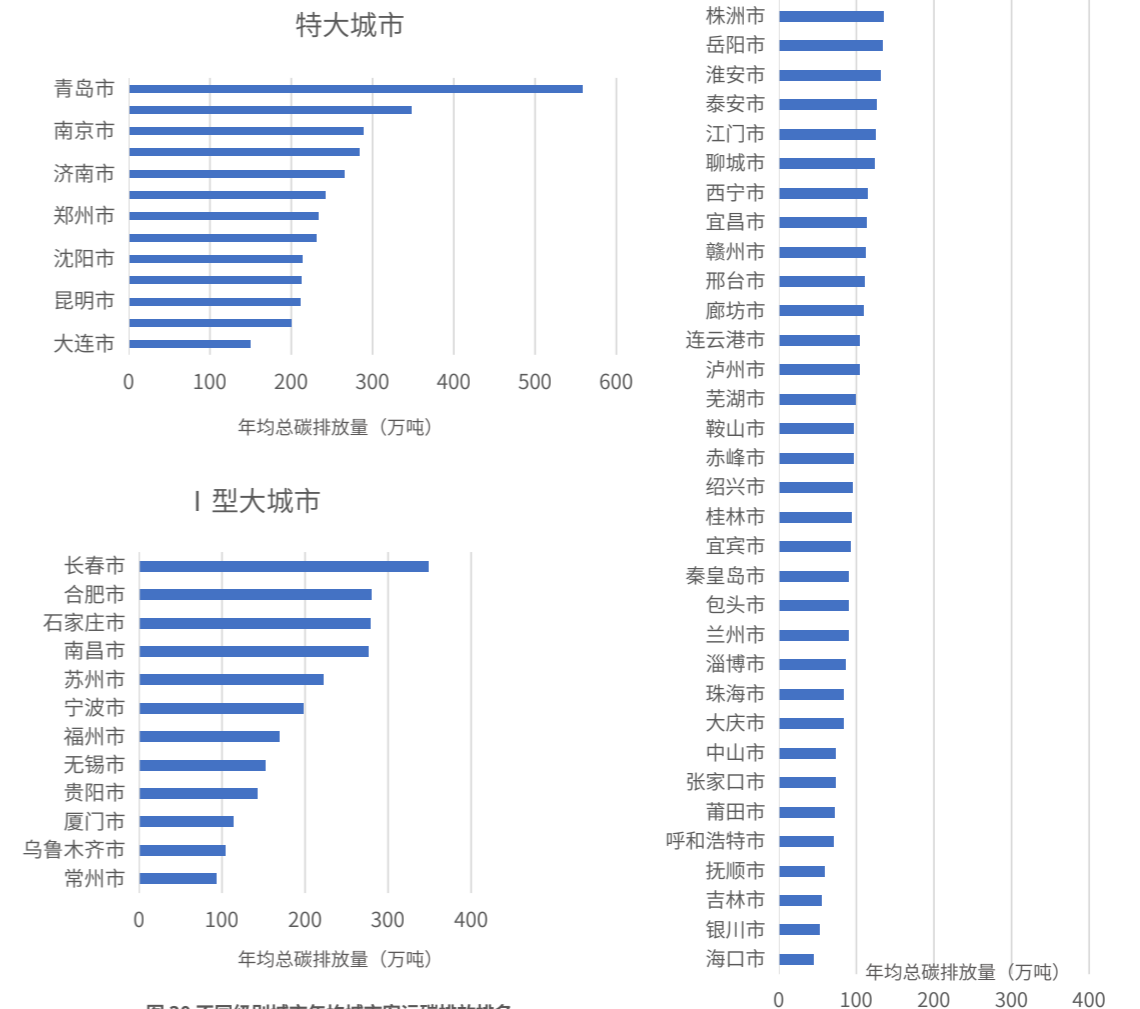


图 30 不同级别城市年均城市客运碳排放排名

4.2.2 人均年碳排放

图 31 展示了不同级别城市人均碳排放的分布情况，四类城市客运人均碳排放差别不大，但整体来看超大城市的人均碳排放量较高，可能是因为这类城市小汽车出行距离较长，特大城市和 I 型大城市的人均碳排放量较高可能与小汽车分担率较高相关。超大城市人均年碳排放量均值为 0.34 吨，特大城市为 0.29 吨，I 型大城市为 0.28 吨，II 型大城市为 0.26 吨。

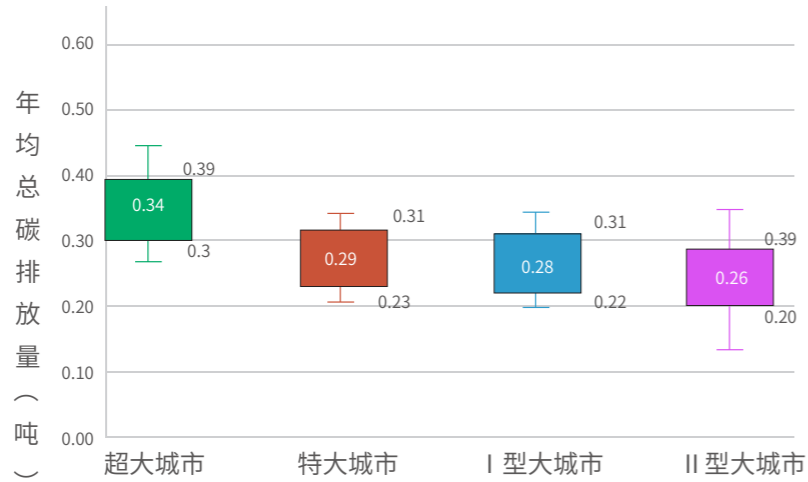


图 31 各类城市年人均城市客运碳排放分布规律



图 32 展示了不同级别城市年人均客运碳排放排名。小汽车分担率和小汽车平均出行距离基本决定了人均年碳排放量的高低，与年均总碳排放量排名不同，部分城市的年总量虽较高，但由于城市人口基数较大，因此人均量较低。

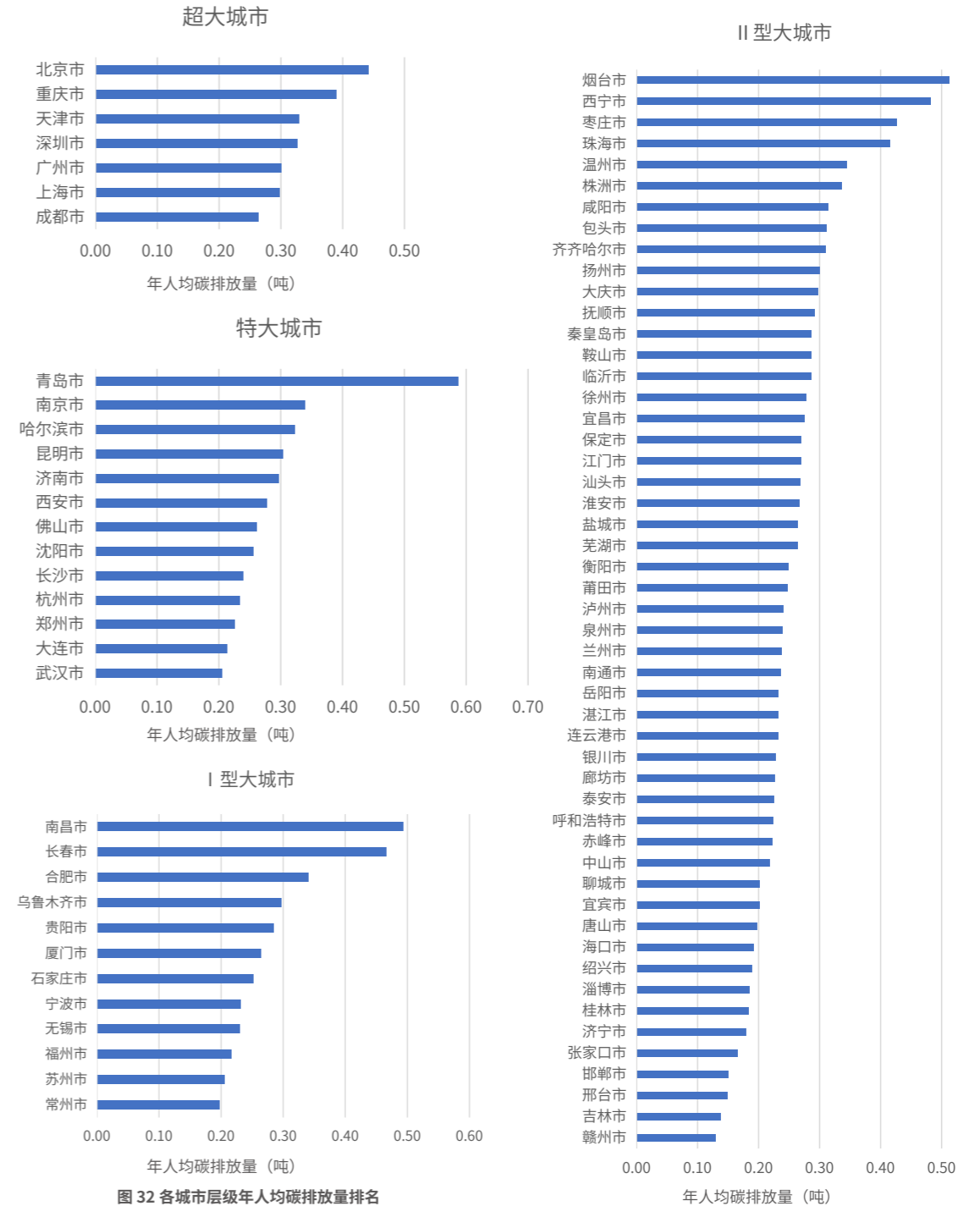


图 32 各城市层级年人均碳排放量排名

4.3 绿色出行减碳潜力分析

本报告根据北京市人民政府 2022 年 8 月发布的《雄安新区建设海绵式交通体系》对雄安新区的相关绿色出行规划指标，对全国城市进行绿色出行情景分析。雄安新区正拟打造的绿色交通体系，其绿色出行比例将达到 90%，公共交通占机动化出行比例将达到 80%。因此，假设未来所有城市绿色出行分担率达到 90%，即小汽车出行分担率为 10%，公共交通出行分担率达到 40%，其中公交车出行分担率和地铁出行分担率均为 20%，慢行分担率为 50%，公交车电动化率达到 80%。人均日出行次数、平均出行距离、小汽车电动化率以及各交通工具的载客量保持不变，下称绿色情景。

根据前述所及的计算方法得到 85 个城市的城市客运碳排放总量，如图 33 所示。大部分城市的年碳排放总量基本分布在 16.50 万—142.50 万吨之间，只有极少部分城市总量在 300 万吨以上，可能与小汽车平均出行距离较长和小汽车电动化率较低有关。

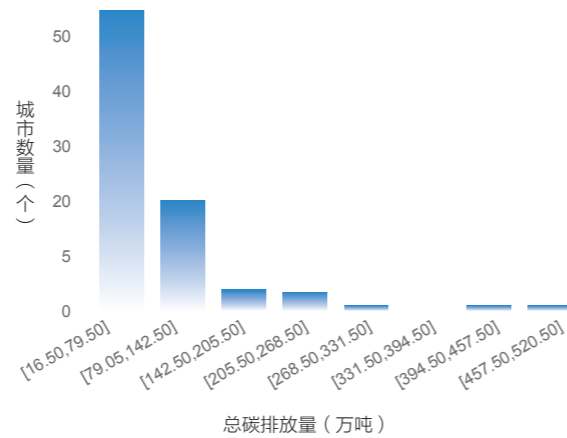


图 33 绿色情景下年碳排放总量分布图

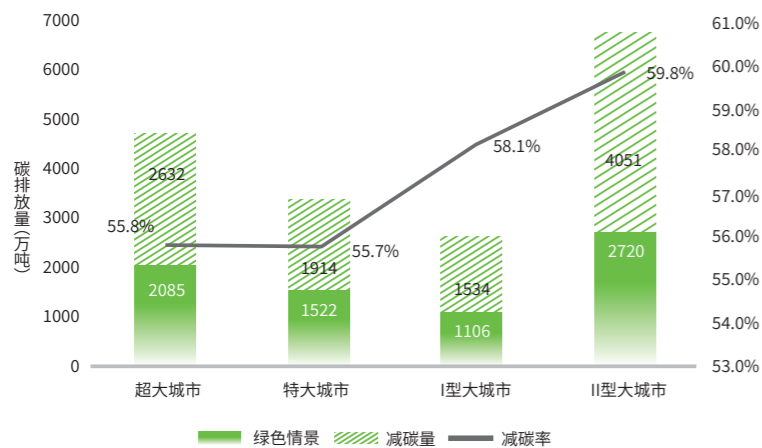


图 34 四类城市绿色情景碳排放、减碳量及减碳潜力

各级城市在绿色情景下，相对 2018 年（基准情景）碳排放的减碳量参见图 34，四类城市的减碳率均高于 50%，其中 II 型大城市的减碳率最高达到了近 60%。超大城市和特大城市现阶段的绿色出行比例已经较高，因此减碳率较低，这两类城市在进一步提升绿色出行分担率的同时仍要通过降低小汽车平均出行距离或提升绿色装备的应用达到城市客运减排的效果；I 型大城市和 II 型大城市现阶段的小汽车出行分担率较高或公共交通出行分担率较低，因此提高绿色出行水平对这两类城市作用极大。

绿色情景下人均碳排放量也出现了大幅下降，大部分城市人均碳排放量分布在 0.08—0.15 吨之间。四类城市的人均减碳率均高于 55%，其中 II 型大城市的减碳率更是高达 61.28%，进一步说明提升绿色出行水平对降低城市客运碳排放的重要性。

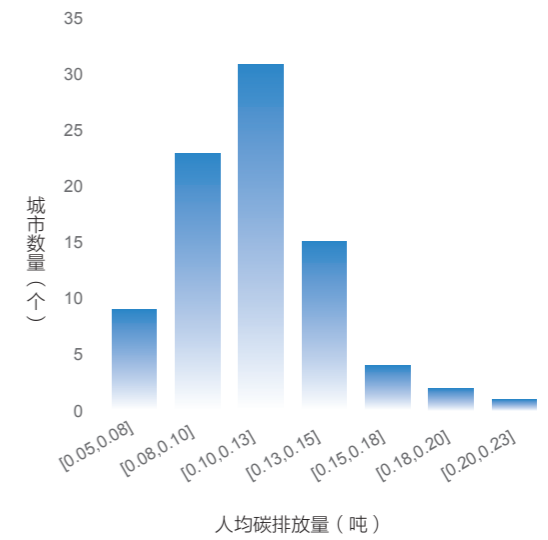


图 35 绿色情景下人均碳排放量分布图

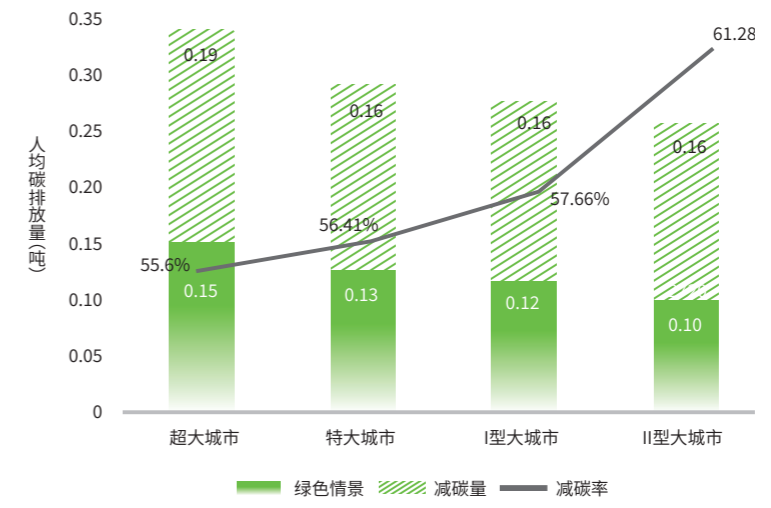


图 36 四类城市绿色情景人均碳排放、减碳量及减碳潜力

四类城市人均碳排放降低量如图 37 所示。超大城市中北京和重庆的减碳潜力较高，由于北京市小汽车平均出行距离较长，因此降低小汽车出行分担率对于减排具有较大潜力；重庆市现阶段小汽车出行分担率较高且慢行分担率较低，因此提高绿色出行分担率也有很高的减碳潜力。广州市在超大城市中减碳潜力最低，这意味着目前广州市绿色出行水平较好，未来要结合其他措施进一步降低城市客运碳排放。特大城市中青岛市减碳量最大，根据前述分析，青岛市目前小汽车出行分担率较高，因此潜力最大。值得注意的是大部分 II 型大城市减碳潜力虽然较低，但亟需政策引导居民选择绿色出行，避免这些城市未来随着城市发展和经济水平提高出现小汽车出行分担率大幅增长。

第 5 章 绿色出行影响因素

本报告采用统计学的方法，并选取了社会经济发展、城市基础设施建设水平、人口社会结构和政策实施四个维度对影响城市居民出行方式的因素进行了分析。

表 2 影响城市居民出行方式的因素

维度	影响因素
社会经济发展	人均 GDP、人均小汽车拥有量、人口、人口密度
城市基础设施建设水平	人均建成区面积、建成区路网密度、人均行政区面积、公交线路密度、建成区公交长度、公交线路长度、有无地铁
人口社会结构	老年人口比例、成年人口比例
政策实施	公交示范都市、限行政策、限购政策

5.1 小汽车出行比例影响要素分析

小汽车出行影响因素分析参见图 38，图中红色标识表明该要素与小汽车出行正相关，即该要素增长会促进居民对小汽车出行的选择。蓝色标识表明该要素增长会促使居民选择非小汽车的绿色出行方式，对交通出行减排有利。紫色标识表明该要素对小汽车出行的影响相对较小*。要素的水平柱长度反映了该要素对出行影响的敏感程度。另外值得注意的是很多社会经济指标是社会发展的历史趋势和人文社会环境决定的固定性因素，这些因素虽然有可能对居民选择绿色出行造成影响，但仍然是社会发展的正向驱动力，因而很难在城市交通发展的层面进行改变，我们关注的重心，应该是通过政策和城市建设可以改变的影响因素。

影响小汽车出行的主要因素包括社会经济发展和城市基础设施建设水平，具体分析结果如下：

社会经济发展要素。人均 GDP 和人均小汽车拥有量对小汽车出行分担率的影响较大，而且均为正相关要素，反映了经济发展在我国现阶段还是推动城市私人交通机动化的重要因素。

城市基础设施建设水平。人均建成区面积和城市集约化发展密切相关，提高城市发展质量，形成集约化高密度发展模式，对于城市绿色出行具有重要的现实意义。人均建成区面积越大，小汽车出行分担率越高，这反映了城市发展过程中，无序蔓延会带来小汽车出行的无限制增长。公共交通和城市基础设施的建设与小汽车出行形成负相关关系，反映了城市公共交通及道路网越发达，越容易为城市居民提供更加丰富的出行选择和更加舒适的出行体验，因而居民选择绿色出行的比例也就越高。

* 本报告将相关性绝对值小于 0.01 的要素视为相关性较小

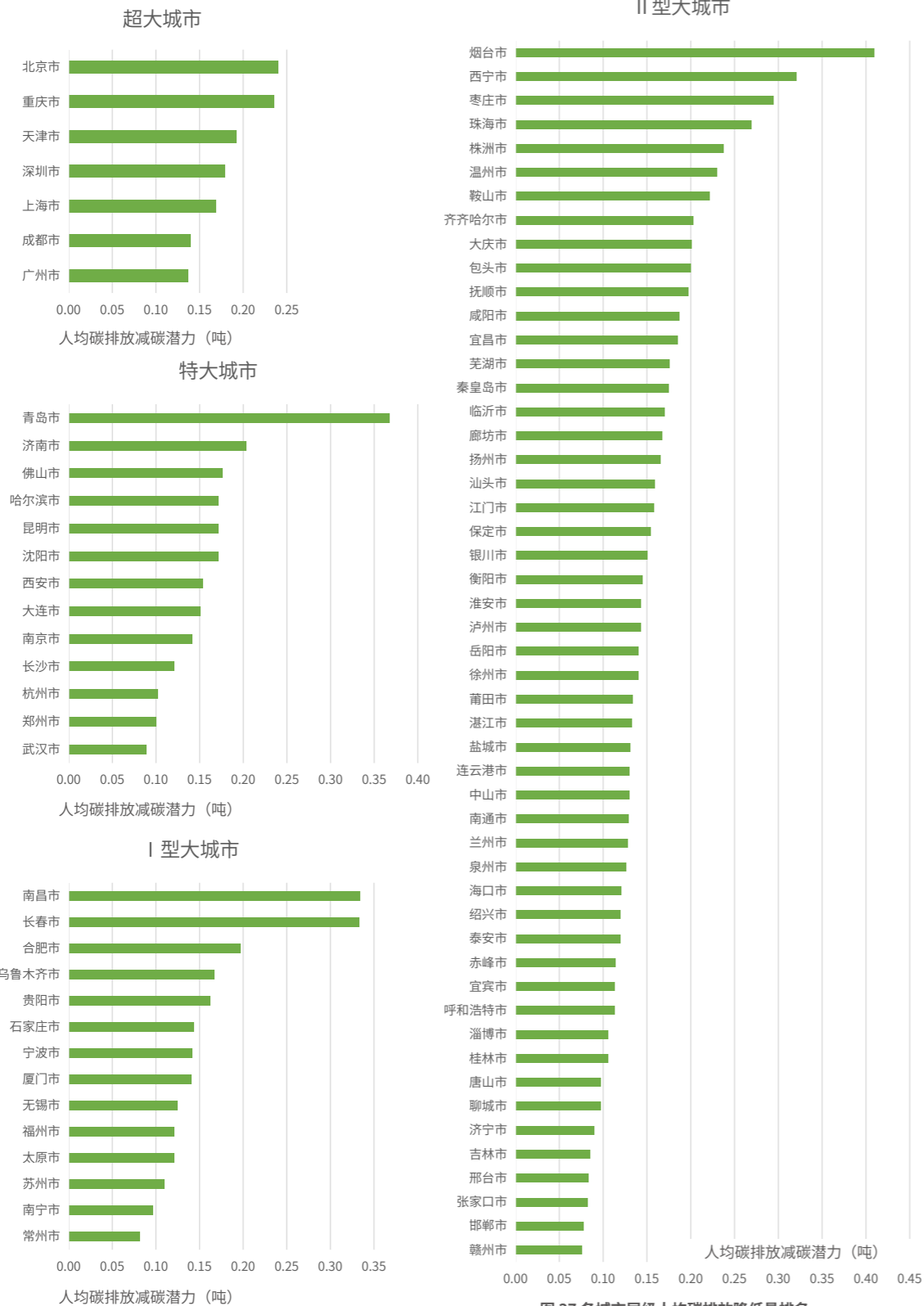


图 37 各城市层级人均碳排放降低量排名

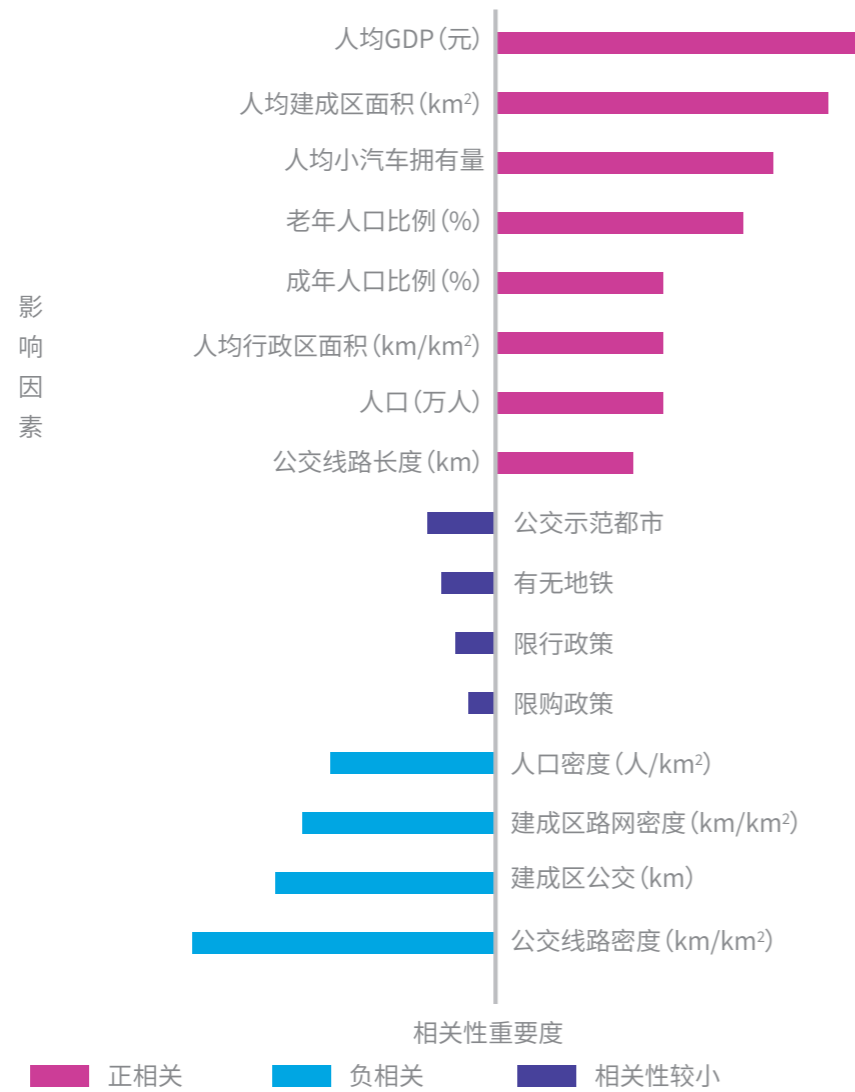


图 38 影响小汽车出行分担率的因素排名

人口社会结构。人口结构和人口总量特别是老年人比例对小汽车出行有一定的正向影响，精细化设计和提供不同类型交通服务是提高绿色出行的重要手段。

政策实施。我们通过政策指标对小汽车出行分担率的相关性进行分析，可以看到，公交示范都市政策和限行限购政策对小汽车出行分担率影响较小，这一结论也反映了社会经济和价值体系变化的复杂性和城市居民行为习惯转变的困难性，单一简单政策的效果很难短期发挥作用。同时政策实施的影响具有一定的滞后性，其效果需要一定时间才能反映出来。

图 39 展示了不同级别城市的小汽车出行与城市发展经济水平的关系。随着经济水平的发展，小汽车分担率呈现先增长再下降的趋势；超大城市机动车过于饱和、城市道路拥堵，使用小汽车的社会成本和出行体验都下降，而且居民可选择出行方式较多，居民绿色出行意识较高，所以小汽车出行分担率反而较低；特大城市和 I 型大城市正处于经济发展的阶段，城市建设和居民购买使用小汽车的意愿较强，小汽车出行分担率较高；II 型大城市经济发展水平较前三种城市偏低，机动车保有量也较低，小汽车分担率也相应较低。我国城市小汽车出行的变化趋势侧面体现了类似库兹涅茨曲线的形态，即随着社会的发展和人民对环境问题的关注，不同领域的环境影响呈现先上升到顶点再下降的倒 U 型发展趋势。

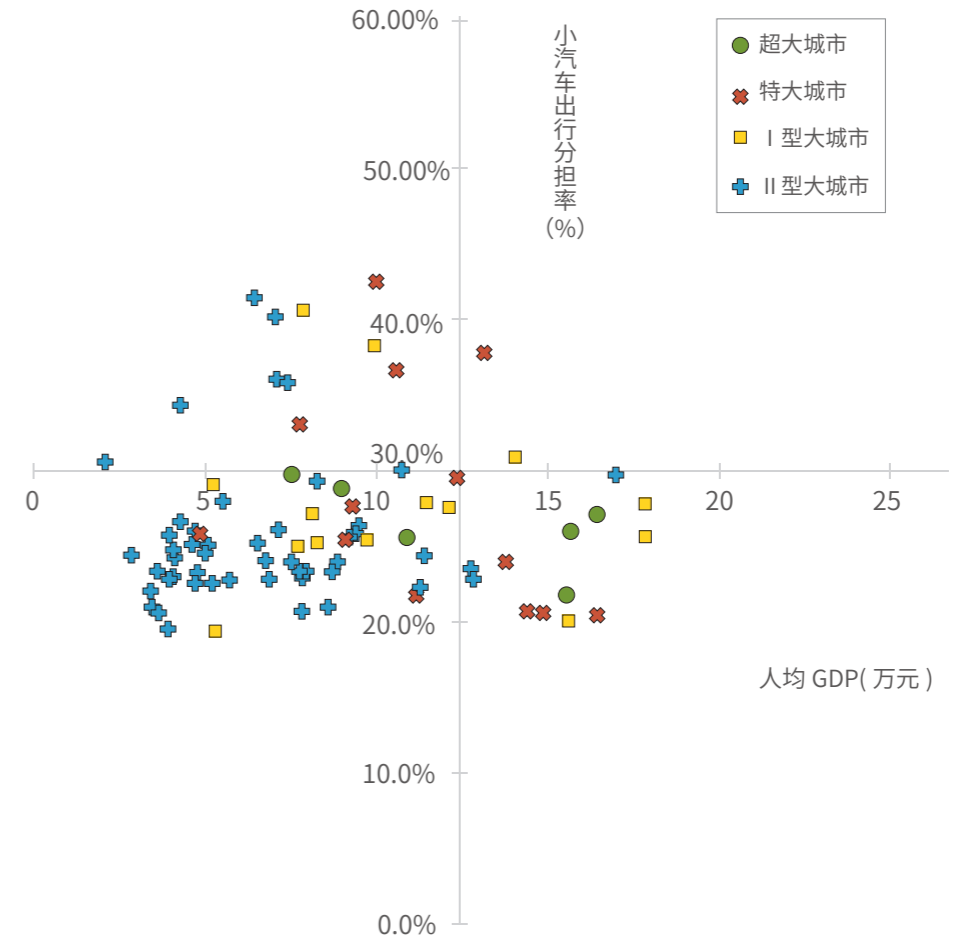


图 39 (1) 人均 GDP 和小汽车出行分担率分布规律

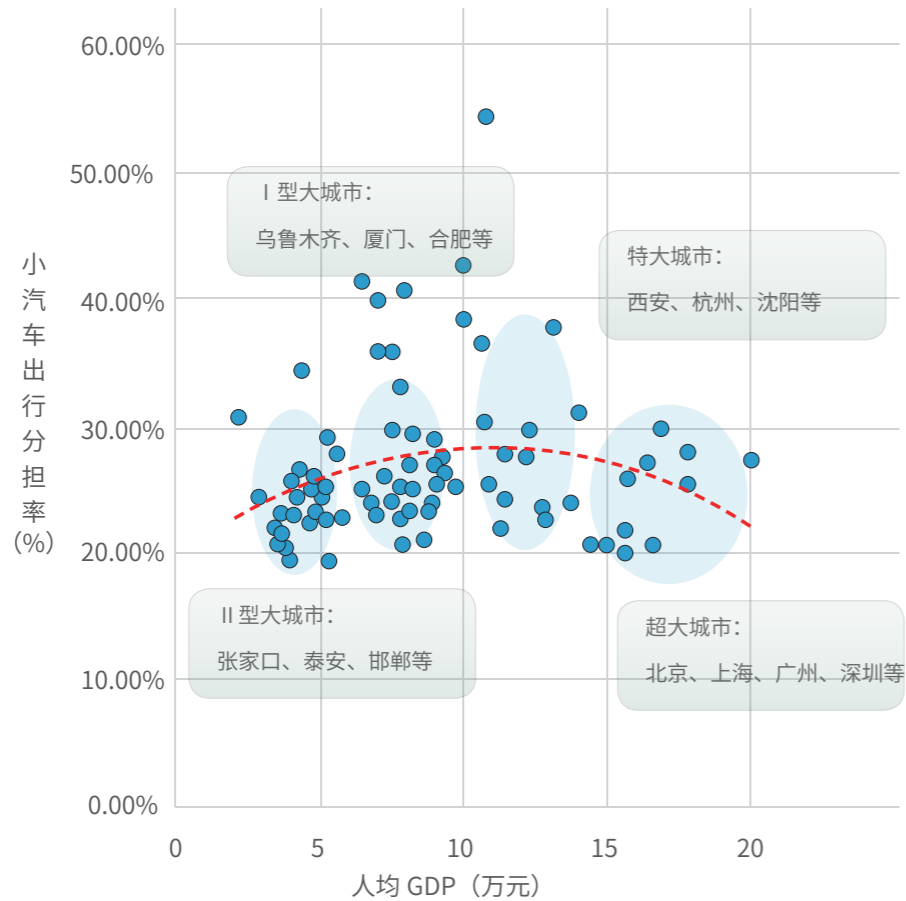


图 39 (2) 人均 GDP 和小汽车出行分担率分布规律

5.2 公共交通出行比例影响要素分析

公共交通出行比例的影响因素分析参见图 40。红色标识表明该因素的增长促进居民选择公共交通出行，蓝色标识表示该要素的增加造成公共交通出行分担率的下降。影响公共交通出行分担率的主要因素是城市基础设施建设水平和社会经济水平。

城市基础设施建设水平。很大程度影响了公共交通出行分担率，建成区公交车线路长度和密度与公交出行比例相关性非常高且呈正相关，公交出行比例与城市人均面积、建成区路网密度相关性也较高且呈正相关。

社会经济水平。对公共交通出行分担率的影响也很大，且具有正向推动的作用，主要体现在人均 GDP 和人均公交车标台，一个城市的社会发展水平和公交车保有量直接影响了居民是否选择公共交通出行。

政策实施。相比小汽车出行影响的复杂性，从 2012 年开始实施的公交都市建设示范城市政策也对公共交通出行分担率有很大的正向影响，因此政策实施是提高公共交通出行分担率的重要手段之一。公共交通出行分担率的分析表明，公共交通服务水平的提升和基础设施的保障可以使机动化出行转化为集约化的公交出行而不是个体化的高碳小汽车出行，同时进一步提升公共交通服务水平和服务质量对于吸引城市客运客流使用公交，实现交通碳达峰意义重大。

人口社会结构。老年人口比例很大程度影响了公共交通出行分担率，老年人口越多则该城市的公共交通出行分担率越高。

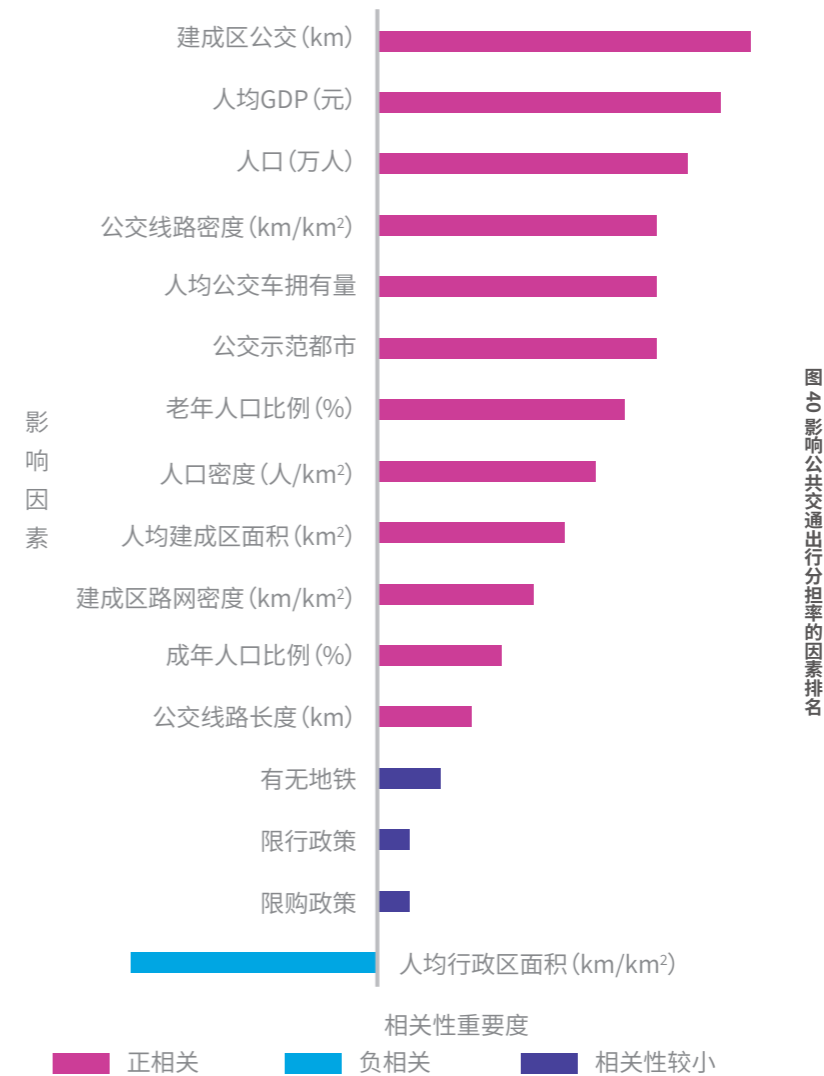


图 40 影响公共交通出行分担率的因素排名

图 41 反映了不同类型城市的公交线网密度与公共交通出行比例的关系。整体来看，公交线路密度越大，公共交通出行分担率越高。比较而言，发达城市处于公共交通分担率和公交线路网密度双高的状态，而处于发展阶段前期的 II 型大城市则基本分布在第三象限，意味着这些城市公共交通基础设施较为薄弱，因而公共交通出行分担率较低。这些城市应该大力推进公交优先的概念，从而保证在机动化发展的过程中，公共交通与小汽车的选择竞争处于优势位置，保证城市客运交通的绿色发展。

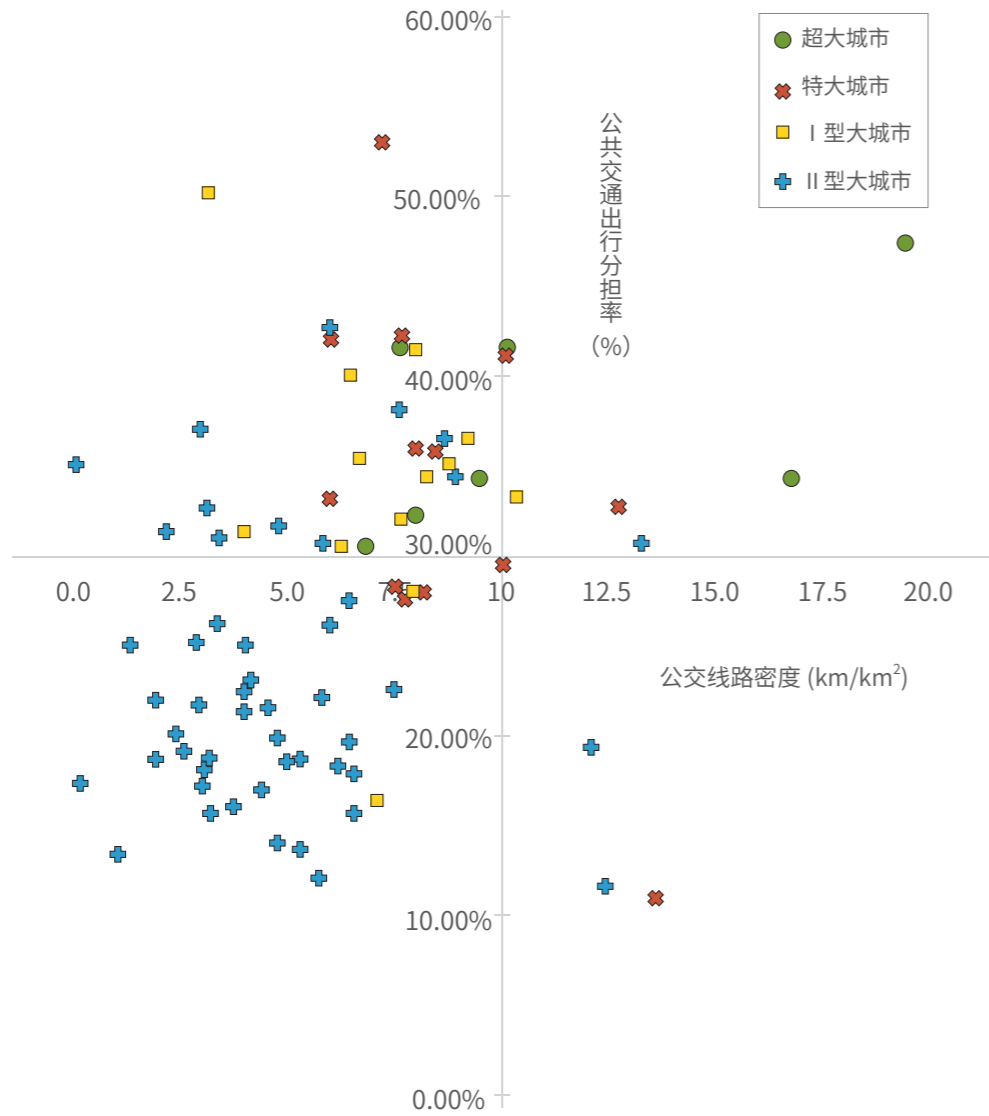


图 41 (1) 公交线路密度和公共交通出行分担率分布规律

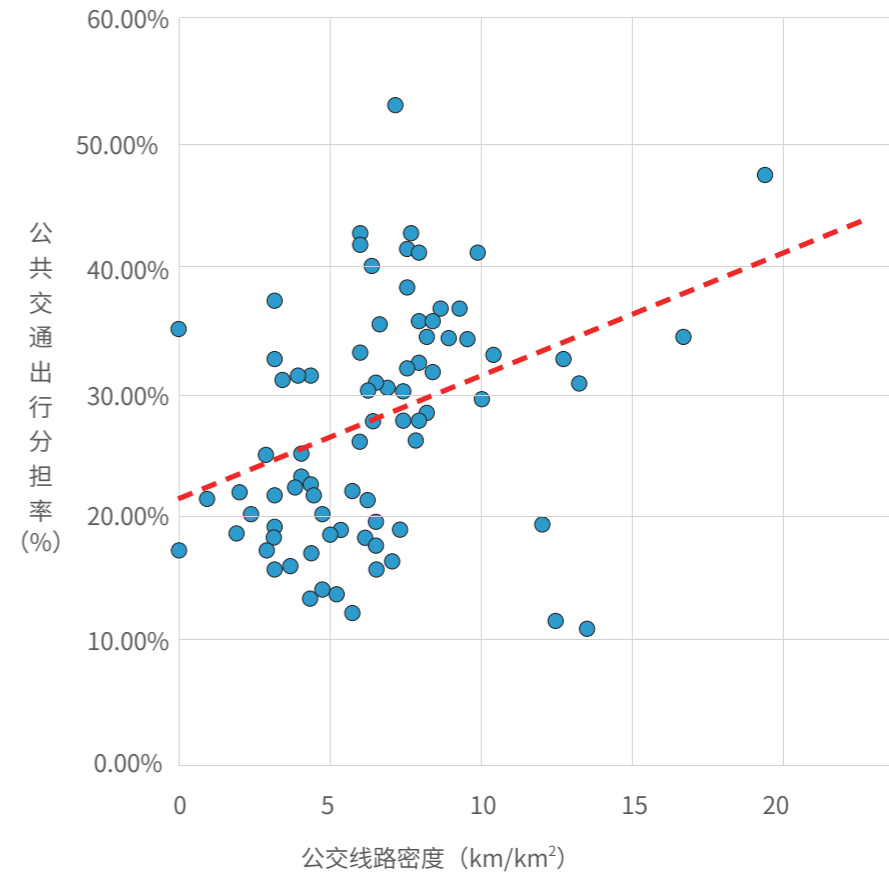


图 41 (2) 公交线路密度和公共交通出行分担率分布规律

2012 年交通运输部正式启动国家“公交都市”创建工作，截至 2023 年 1 月，已公布六批国家公交都市建设示范城市，共有 76 个城市被命名为国家公交都市建设示范城市。从图 42 可以看出，“公交都市”的公共交通出行分担率整体高于其他城市。

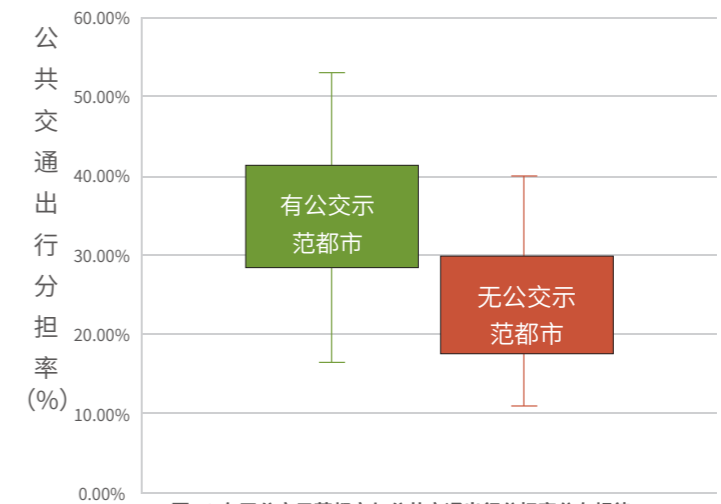


图 42 有无公交示范都市与公共交通出行分担率分布规律

5.3 慢行（步行和自行车）出行比例影响要素分析

图 43 展示慢行出行比例的影响因素，政策实施和社会人口构成对慢行分担率影响较大。

社会人口结构。老年人口比例与慢行分担率呈现正相关，老年人出行多数选择公共交通和慢行，因此老年人口越多的城市慢行分担率也相应较高。

政策实施。公交都市建设示范城市影响也很大，在将部分小汽车出行转化为公共交通出行的同时也提高了慢行出行的分担率。

社会经济水平。在现阶段社会经济水平与慢行分担率呈现负相关，即人均 GDP 越高慢行分担率反而越低，这是因为现阶段随着城市的扩展，我国大城市个体交通机动化的趋势仍然明显，随着经济的发展居民仍然优先选择购买机动车和小汽车出行。

城市基础设施建设水平。

现阶段也对慢行分担率有负面影响，城市的飞速扩张和大量机动车道路的建设，特别是城市粗放式发展，也会很大程度影响居民选择机动车出行，且大量机动车道路和小汽车出行会进一步压缩慢行道路的空间，降低慢行出行的安全性，从而导致慢行分担率的下降。另外值得注意的是，公共交通出行和慢行出行具有一定的竞争关系，随着城市的扩展和机动化的发展，部分慢行出行转化为机动化出行，在公共交通设施服务水平较高的大城市，很多慢行出行快速转化为公共交通出行，城市应该平衡好慢行出行和机动化出行的关系。

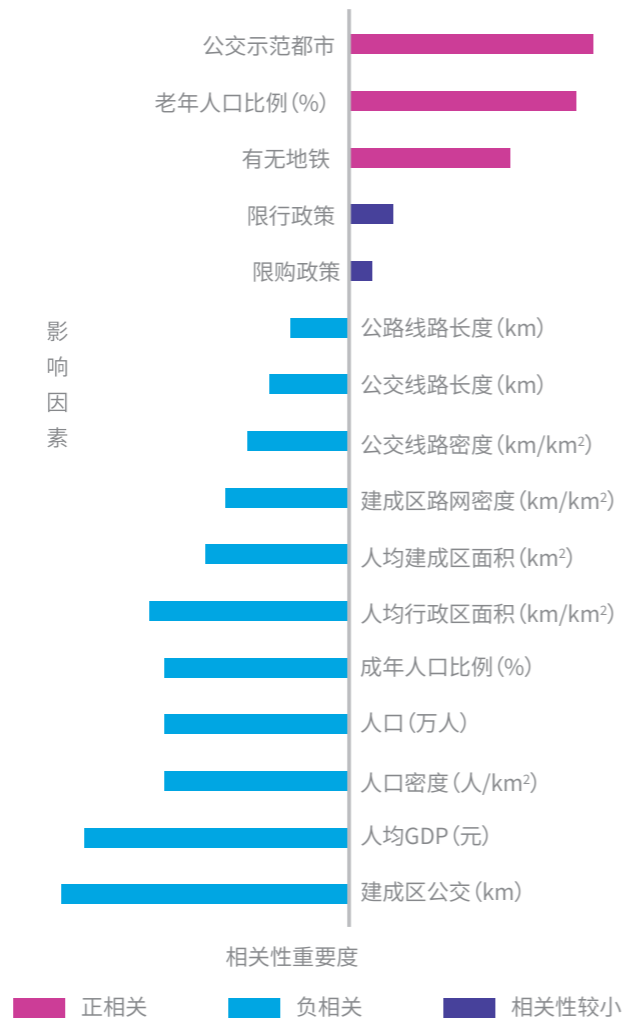


图 43 影响慢行出行分担率的因素

不同类型城市老年人口比例与慢行出行比例的分析如图 44 所示，II 型大城市的老年人口比例和慢行出行分担率均较高，老年人口比例越大慢行出行分担率越高。因此，中国较小的城市由于老年人口较多，在经济发展的同时更需关注慢行出行，保障老年人出行的路权、便捷性和安全性等。

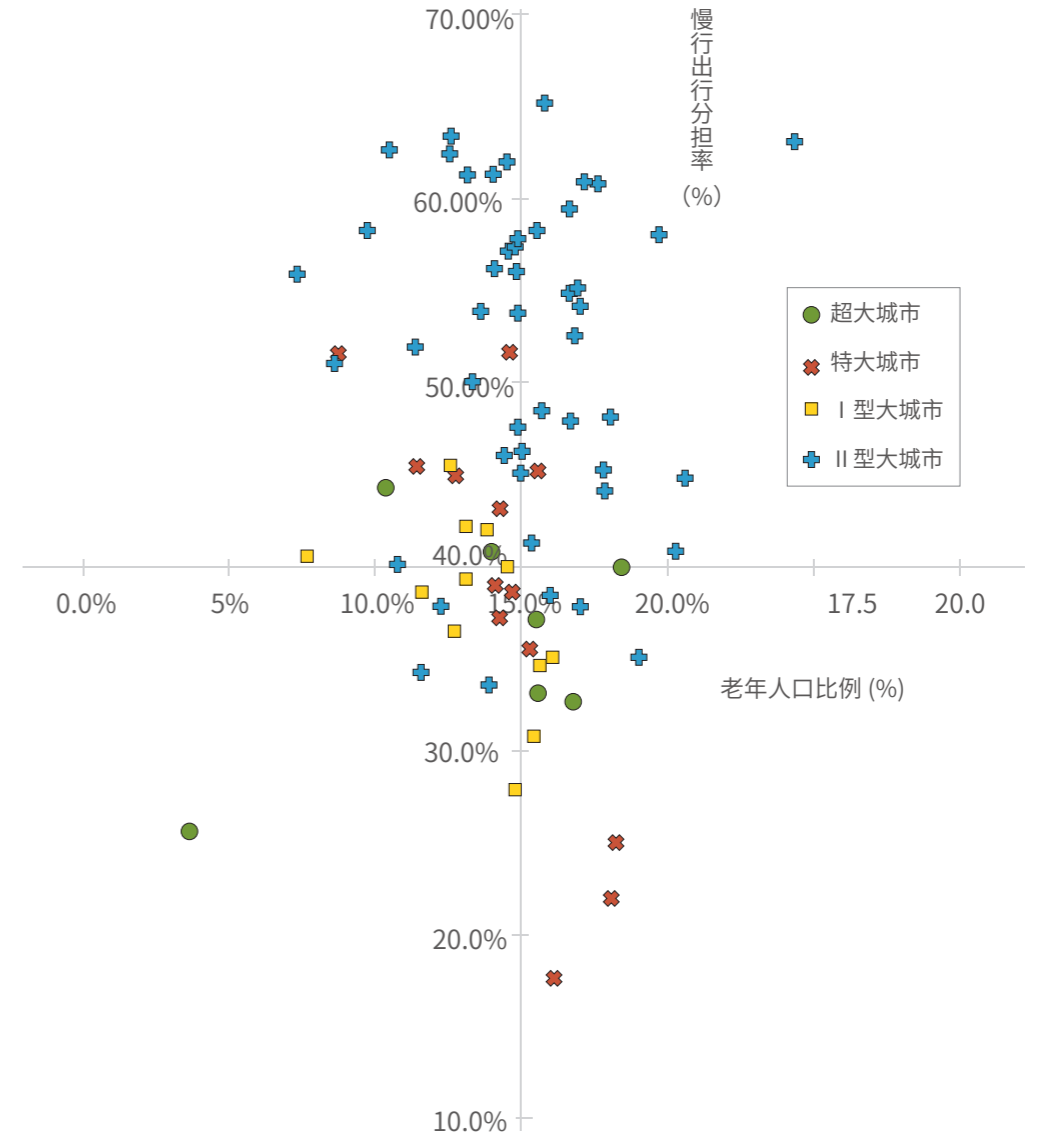


图 44 老年人口比例和慢行出行分担率分布规律

第 6 章 政策建议

通过本研究发现，绿色出行的出行量占各种出行方式的约 70%，但实际碳排放量只约占 5%，因此提高绿色出行的占比对城市客运减碳潜力巨大。

对于城市客运碳减排，不能单纯依靠零排放车辆或电气化交通，还要同时通过政策引导降低小汽车出行分担率，增加公共交通和慢行出行比例。随着越来越多的城市居民骑自行车或步行以及乘坐公共交通工具，碳排放、空气质量、噪音和拥堵等诸多“城市病”将得到极大改善。结合前述章节城市绿色出行的数据分析结果，提出促进绿色出行的建议。

第一、优先发展公共交通。

推动形成城市公共交通引领城市发展的模式，确立城市公共交通的主体地位，完善基础设施，使公共交通出行分担率不断提升。

第二、优化城市道路网络配置，实现多层次网络融合发展。

在城市的发展过程中，随着道路网的扩张难免会产生机动车道压缩非机动车道空间的情况，因此需要科学合理的城市道路网规划，开展人性化、精细化道路空间和交通设计，不断优化公共交通和慢行等绿色交通路权分配，均衡道路交通资源。

第三、优化空间结构，实现高密度集约化 TOD 模式发展。

通过合理的城市和交通规划，例如以公共交通为导向的城市发展（TOD），合理配置城市布局，通过集约化、混合化的用地布局促进城市发展的良性循环，控制无序蔓延，通过 15 分钟生活圈等空间服务体系构建推动短途慢行生活方式，从而减少城市客运碳排放。

第四、优化慢行系统，构建安全、连续和舒适的城市慢行交通体系。

在加大城市慢行系统建设的同时，更要注重为慢行者提供一个独立且安全的出行环境，实施机非分离，减少混合交通，加大对占用非机动车道等违法行为的执法力度。根据本报告第四章的分析，我们发现老年人口多的城市慢行分担率较高，因此保障老年人出行的便捷性也至关重要。

第五、提高公共交通服务水平，实现多元定制化公交服务。

近年来，随着城市建设不断加快，市民出行需求也更加多元化，因此需要构建多样化公共交通服务体系，为城市居民提供例如定制公交等新型服务。优化公共交通线路网，降低乘客出行时间，同时保障“最后一公里”接驳换乘的便捷性。优先在城市中心城区及交通密集区域形成连续、成网的公交专用道，并且加大监管力度。开发公共交通智慧乘车体系，提高无障碍城市公交车辆的比例。

第六、培养公众绿色出行文化。

开展绿色出行宣传，提升公众对绿色出行的认知度和接受度，培养城市居民绿色出行的习惯。

第七、抑制小汽车使用强度。

通过一系列政策引导鼓励小汽车车主主动放弃使用小汽车，探索小汽车停驶的优惠政策，在重点区域可以采取“分时段、分路段”的管控措施以降低小汽车使用强度。

第八、加快推进绿色交通工具的应用。

根据上述研究发现城市客运碳排放中小汽车碳排放占绝大部分，应从城市公共交通入手，优先实现公共交通全面清洁化，最终带动新能源私家车的应用。同时，加快充电基础设施建设，构建便利高效的充电网络体系。

广州——优化空间结构，实现高密度集约化 TOD 模式发展

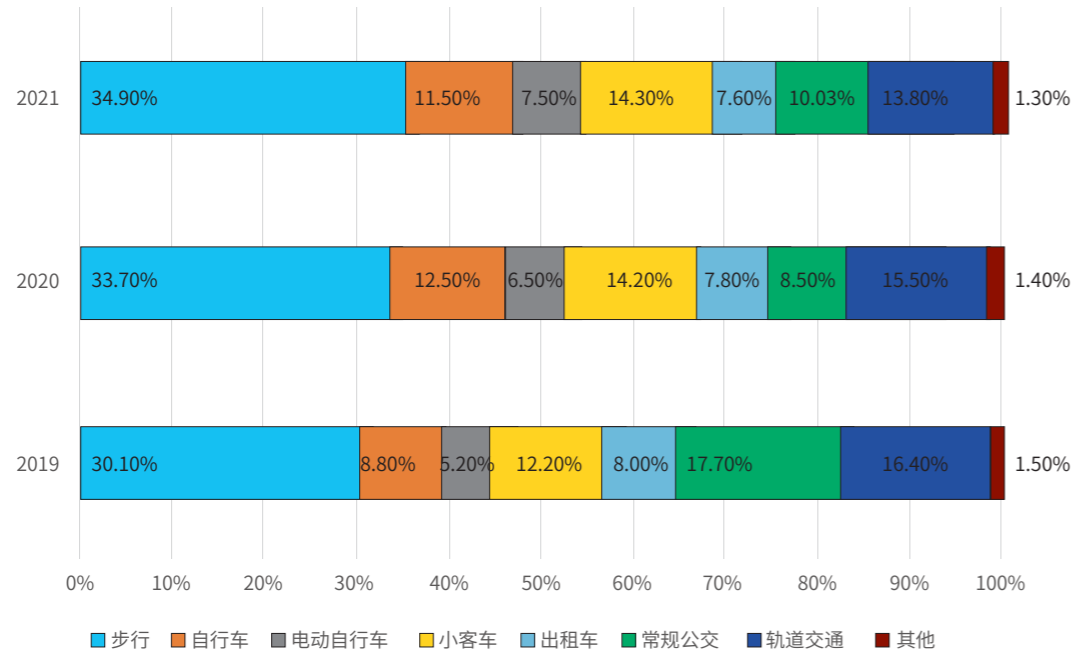


图 45 广州市 2019—2021 年中心城区全方式出行结构⁸

充分利用轨道交通资源提升网络效应和加强空间协同发展。树立“建轨道就是建城市”理念，充分利用轨道交通资源支撑和引导城市空间发展显得尤为重要与迫切。加快推进 TOD 规划建设进程，强化轨道站点 TOD 综合开发顶层设计，实现开发模式由“单站开发”向“片区统筹”转变。从城市轨道交通网络对城市公共服务中心和城乡体系等重要节点的支撑来看，现状轨道交通已实现对次级以上公共服务中心，以及中心城区、南沙副中心和外围综合城区等城乡体系节点覆盖。轨道交通支撑了廊道集约型发展，站点人口与就业岗位集聚明显，沿轨道交通轴线人口岗位密度明显更高。全市轨道站点 800 米范围内人口、就业密度分别为 2.1 万人 / 平方公里、1.3 万个 / 平方公里，是非轨道覆盖区域的 3 倍和 4.1 倍。

上海“十五分钟生活圈”——提升城市混合度，降低出行距离

2023 年 2 月，上海市规划资源局发布《上海市“15 分钟社区生活圈”行动工作导引》，指出要打造在市民步行 15 分钟可达的空间范围内，完善教育、生活、就业、医疗、娱乐等基本服务设施，打造“宜居、宜业、宜游、宜学、宜养”的社区生活圈，构建以人为本、低碳韧性、公平包容的“社区共同体”⁹。

同年 3 月，上海首批试点打造“15 分钟社区生活圈”的长宁区新华路街道便在全市率先启动推进第二轮“15 分钟社区生活圈”行动规划。新华路街道称，街道第一轮“15 分钟社区生活圈”规划了 109 个项目，目前开工率达到 82%，完成率达 67%。相比于第一轮打造的“从无到有”，第二轮更注重“从有到优”，通过提升城市混合度，降低居民出行距离，甚至采用近零排放的步行或骑行，从而有效降低碳排放。

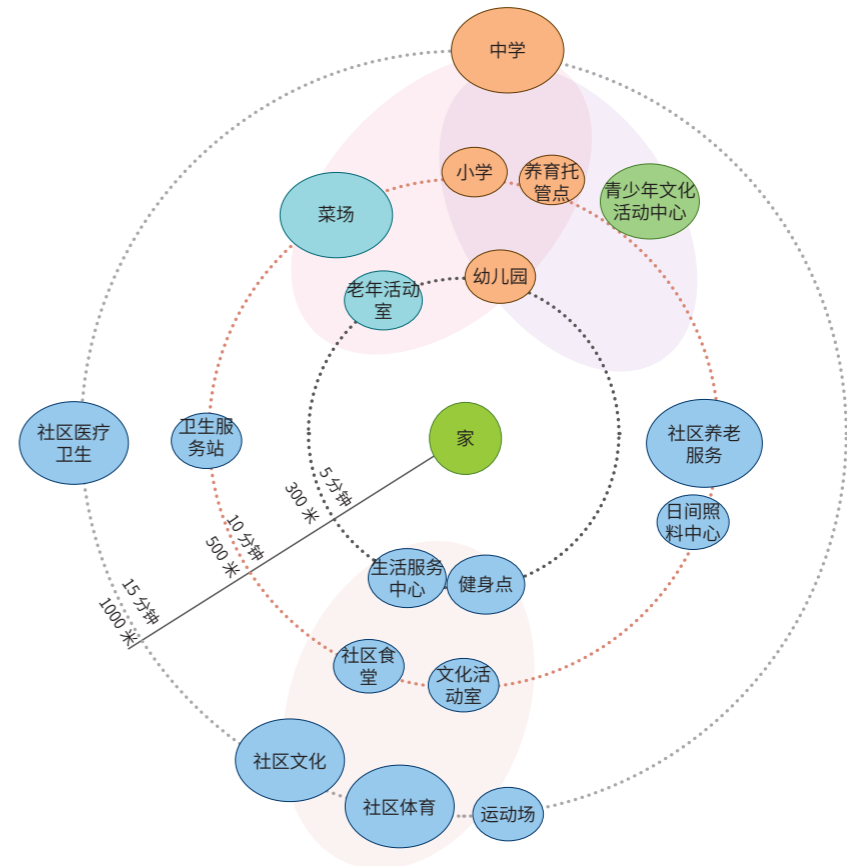


图 46 上海“十五分钟生活圈”构成结构

北京——加强绿色交通基础设施建设，优化慢行系统

2023年5月，北京市人民政府发布《2023年北京市城市慢行系统品质提升行动工作方案》¹⁰，从“街道空间更加活力、各类设施更加融合、治理模式更加协同、环境氛围更加友好、居民出行更加健康”等五方面，持续推进城市慢行系统发展，不断提升慢行交通出行品质，鼓励和支持市民更多采用“步行+自行车骑行”的出行方式，提高市民慢行出行的获得感。

多举措保障非机动车道路权，持续开展重点道路及立交桥区治理。针对路面宽度12米以上道路已设置非机动车道路段，采用多种方式进行拓宽，保障其通行宽度达到2.5米以上；针对路面宽度12米以上机非混行路段，采用增设绿化隔离、施划地面标线等多种形式设置独立自行车道，保障自行车独立路权；针对路面宽度小于等于12米的机非混行道路，采用增设慢行优先标识等形式，强化自行车路权。同时增加步道通行空间，针对步道通行宽度不足2米的路段，增设树池盖板7000个，并加强既有树池盖板的维护管理，保证平整完好。完成全市8000处“骑沿井”问题治理，消除安全隐患，方便市民出行。加快推进重点道路环境整治提升，在道路环境整治提升中因地制宜提升慢行环境品质；持续开展路口及立交桥区治理，针对出行不便路口进行专项排查，通过增设安全岛、调整路口断面结构、优化交通流线组织、加强交通秩序管理等措施，保障路口的自行车和行人过街的安全性和舒适性。

持续推动水、路、绿三网融合，开展滨水空间三网融合试点。今年，将继续推动水、路、绿三网融合，完成地标《城市道路慢行系统、绿道与滨水慢行路融合规划设计标准》编制工作，指导城市道路慢行系统、绿道系统以及城市滨水慢行路的融合设计。2023年北京市已经建成的滨水慢行系统达到了300公里，未来还将推进40.2公里西山绿道、城市副中心2.7公里步行和自行车系统示范段等工程建设，全面打造景美路畅的慢行环境，到2035年全市将建成1109.6公里的滨水慢行系统¹¹。

提升慢行系统舒适度，鼓励市民慢行出行。提升慢行出行舒适度，建设林荫化道路20条，完成垂直绿化示范立交桥20处，增加步行骑行舒适度。

图 47 北京自行车高速路
图源网络



定制公交——进一步提高公共交通服务水平和基础设施供给

定制公交也称商务班车，是从家到工作单位、从工作单位到家的一站直达式班车。用户可以通过专门的网站或 APP 提出自己的需求，公交集团则根据需求和客流情况设计出公交线路¹²。全国已有上海、淮安、北京、沈阳、天津、成都、济南、哈尔滨、福州、厦门、徐州等多个城市陆续开通了定制公交服务。

定制公交的用户多数为通勤群体，出行热点大部分为集中居住区和商务区，根据乘客需求集中设置上下车站点，中途不设站，选取高/快速路、城市环路，并且可以走公交专用道，快速直达目的地，尽量实现点对点服务，无需换乘；通过一人一座保障乘车舒适度，既不用挤地铁公交，也不用劳心驾驶，可以在车上适当休息。

北京公交集团于 2013 年推出了定制公交服务，截至 2023 年，定制公交开行线路近 500 条，近 2023 年上半年就新增了 137 条线路，环比增长了 210%，日发车次数超过 2000 趟，高峰期客运量已超过 4.8 万人。居住区大部分分布在例如通州的土桥、果园、梨园、临河里等，京通快速路沿线管庄、北苑等地区，北部区域的回天地区、立水桥、昌平城区等，西部有鲁谷、衙门口、门头沟城区等地，南部主要集中在黄村、清源、西红门等地。商务区则集中在国贸、中关村、金融街、王府井等地。



进一步提高公共交通服务水平，进行适老化改造，提供丰富舒适的绿色出行模式服务

2023 年 4 月，交通运输部办公厅印发《2023 年持续提升适老化无障碍交通出行服务工作方案》，其中指出扩大出租汽车电召和网约车“一键叫车”服务覆盖面，新打造敬老爱老城市公共汽电车线路 1000 条，推动城市客运无障碍设施设备更新改造，加快低地板及低入口城市公共汽电车推广应用。开展城市轨道交通“爱心预约”乘车服务，通过微信公众号、小程序等渠道为老年人、残疾人等乘客提供预约服务¹³。

截至 2023 年合肥市全市已开通敬老爱老公交线路 109 条，并开发完善了“合肥智慧公交”APP，助力老年人便捷出行。同时，在营业的轨道线路中 144 个轨道交通站点共配备 288 个无障碍渡板，为残疾人、老年乘客等提供便利，将“无障碍和人性化设施完备、完好情况及标识情况”等纳入乘客满意度评价指标体系¹⁴。

绿色出行碳普惠项目——激励引导公众绿色出行，培养绿色出行意识

北京交通发展研究院联合北京市应对气候变化管理事务中心等机构共同推出了“绿色出行碳普惠项目”¹⁵，通过提供优质的绿色出行信息化服务和可持续的运营发展模式的方式，引导公众主动选择步行、骑行、公交、轨道等绿色出行方式，培养绿色出行理念，最终使居民主动选择绿色低碳的出行方式。

该项目基于北京 MaaS 平台，其用户超 3000 万人，日均服务绿色出行 600 余万人次，参与绿色出行碳普惠人数突破 320 万人，绿色出行碳普惠减排量 37 万余吨。2021 年 10 月，该项目达成了 2.45 万吨减排量的交易，目前还有 10 万吨减排量已完成核证即将交易。

深圳、柳州——加快推进绿色装备的应用，推广新能源汽车，改变交通出行能源结构

深圳——世界第一个公共交通全面电气化的城市¹⁶

2017 年，深圳在全球率先实现公交车 100% 纯电动化；2018 年，深圳成为全球推广应用纯电动巡游车规模最大的城市；到 2020 年底，深圳再次成为全国首个实现网约车全面纯电动的城市。深圳市政府、深圳巴士集团与比亚迪合作共同推广新能源公交车，同时激励技术创新，开发多方协同的商业模式，升级数字化管理和员工培训系统，有效应对充电设施建设的挑战，并带来了良好的经济和环境收益。



柳州——中国“新能源之都”

截至 2022 年底，柳州市新能源汽车保有量达 15.37 万辆，2022 年新能源汽车渗透率达 53.3%，在全国城市中排名领先¹⁷。2022 年 12 月，广西壮族自治区政府办公厅出台《关于支持柳州市打造国际新能源汽车产业高地的意见》，支持将柳州市打造成国际新能源汽车产业高地，以产业带动城市新能源汽车渗透率的提高，从而大幅降低传统燃油小汽车出行带来的高额碳排放。



图源网络

参考文献

1. 交通运输部. 国家发展改革委. 2020.《绿色出行创建行动方案》
2. 国家发展改革委. 2022.《战略性复兴城市自行车交通巧促进城市双碳目标实现》
3. UNECE. 2019. Seventeenth session of the Steering Committee of the Transport, Health and Environment Pan-European Programme
4. The City of Copenhagen Technical and Environmental Administration. 2009. Copenhagen - Carbon Neutral by 2025 <https://democracy.york.gov.uk/documents/s136538/Annex%20D%20-%20Copenhagen%20-%20Carbon%20Neutral%20by%202025.pdf>
5. 日本内阁. 1960.《道路交通安全法》
6. 东京都都民安全推进部. 2009.《东京都自行车安全使用促进计划》
7. CNBC. 2023. New York Gov. Hochul touts NYC as first U.S. city to move forward with traffic congestion pricing.
<https://www.cnbc.com/2023/06/27/feds-give-green-light-to-nyc-congestion-pricing-plan-for-next-year.html>
8. 广州市规划和自然资源局. 广州市交通规划研究院有限公司. 2021.《2021 广州市交通发展年度报告》
9. 上海市规划资源局. 2023.《上海市“15 分钟社区生活圈”行动工作导引》
10. 北京市交通委员会. 2023.《2023 年北京市城市慢行系统品质提升行动工作方案》
11. 央广网. 2023.《北京：9 条滨水骑行线路 通勤健身来“慢”游》
https://travel.cnr.cn/2011/vpd/gny/news/20230628/t20230628_526306123.shtml
12. 中国经济网. 2023.《游景点更舒适 北京一天 4.8 万人次“定制”公交出行》http://www.ce.cn/cysc/newmain/yc/jsxw/202306/28/t20230628_38608455.shtml
13. 交通运输部办公厅. 2023.《交通运输部办公厅关于印发 2023 年持续提升适老化无障碍交通出行服务等 5 件更贴近民生实事工作方案的通知》
14. 安徽省交通厅. 2023.《合肥市交通运输局多措并举做好适老化交通出行服务》
15. 北京市交通发展研究院. 2023. 我院申报的“绿色出行碳普惠项目”成功入选“2023 年十佳公众参与案例”名单
<https://mp.weixin.qq.com/s/VtInvCg788RAAoUP1ARSQ>
16. The World Bank. 2021. Electrification of Public Transport: A Case Study of the Shenzhen Bus Group
17. 柳州日报. 2023.《我市开展充电基础设施地方立法助力打造国际新能源汽车产业高地 将“柳州模式”打造成“全国样板”》
http://www.liuzhou.gov.cn/zjlz/xwzx/lzyw/t19700101_3221369.shtml





北京数城未来科技有限公司
邮箱: info@citydnatech.com
联系方式: (+86) 010-85306385
地址: 北京市朝阳区东三环中路 24 号乐成中心 B 座 30 层



北京智汇绿行科技中心 (普通合伙)
邮箱: business@smart-trans.net
地址: 北京市朝阳区东大桥路 8 号 SOHO 尚都南塔 2103