

# 湖南省交通运输碳排放达峰研究

## Hunan Province Transportation Carbon Emissions Peaking Pathway Study

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 致谢                         | 01 |
| 执行摘要                       | 02 |
| (一) 摸清家底：湖南省交通领域二氧化碳排放特征   | 02 |
| (二) 情景分析：能源活动二氧化碳排放达峰年份和峰值 | 04 |
| (三) 达峰之路：3 个关键领域、7 项重点工程   | 05 |
| Executive Summary          | 10 |
| 第一章 湖南省交通运输二氧化碳排放现状分析      | 16 |
| 第二章 情景模型研究方法学              | 21 |
| (一) 碳排放预测范围                | 23 |
| (二) 计算模型选择                 | 23 |
| (三) 情景设定步骤                 | 23 |
| (四) 模型构建                   | 24 |
| (五) 情景设置                   | 24 |
| 第三章 情景模型研究结果               | 25 |
| (一) 达峰年和峰值                 | 26 |
| (二) 能源消费量                  | 26 |
| (三) 碳排放总量                  | 27 |
| (四) 主要输出结果                 | 28 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第四章 达峰情景分析               | 30 |
| (一) 总体情况                 | 31 |
| (二) 分部门碳排放情况             | 33 |
| (三) 终端相对减排情况             | 38 |
| 第五章 达峰目标、关键指标和重点工程       | 41 |
| (一) 达峰目标和关键指标            | 42 |
| (二) 重点工程                 | 45 |
| 第六章 政策建议                 | 51 |
| (一) 交通碳排放达峰需要强化政策策略      | 52 |
| (二) 大力提高燃油经济性和推广新能源车     | 53 |
| (三) 规划建设重点工程实现气候友好型现代化交通 | 55 |
| (四) 建设气候友好型交通体系就是民生工程    | 56 |
| 主要参考资料和文献                | 57 |

## 致谢

本研究课题是在能源基金会中国项目（EFC）支持下，由可持续发展合作研究所（ISC）和湖南省联创低碳经济发展中心（HILCC）联合完成。

课题组特别感谢湖南省生态环境厅、发改委、交通厅、统计局等单位和参与人员给予的大力帮助和支持。

报告编写过程中，本课题得到国内外专家同行的专业建议，参考了大量国内外文献和案例资料，在此一并表示感谢。同时感谢课题组所有成员的通力合作。

报告内容为课题组研究成果，目的为湖南省政府“十四五”交通专项规划和湖南省2030 达峰方案提供数据支撑和政策建议。报告成果不代表官方意见，欢迎各部门和专家学者提供宝贵意见。

资助机构：能源基金会



本项工作得到能源基金会资助

### 课题主要研究人员

可持续发展合作研究所（ISC）：潘涛，耿宇，史胜南

湖南省联创低碳经济发展中心：尹中昊，刘晶蕊，许勇，张繁

上海济邦投资咨询有限公司：曹晓静

## 执行摘要

实现碳达峰、碳中和是我国重大战略决策，着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展，是构建人类命运共同体的庄严承诺。编制能源、工业、建筑、交通等重点领域达峰行动方案是湖南省碳达峰工作整体部署的重要组成部分。面对双碳进程的紧迫性和挑战性，湖南省交通运输碳排放达峰需要回答以下两组核心问题：

### 1、在 2030 年碳达峰的硬目标下，刚需增长的湖南省交通运输领域何时实现碳达峰？峰值是多少？对标发达国家的 3000 万吨刚需增量可以减排多少？

### 2、碳达峰路径如何实现？达峰措施落地如何有效保障？

为此，在能源基金会的支持下，可持续发展合作研究所在长沙市、株洲市、湘潭市碳排放达峰路径研究的项目经验基础上，与湖南省联创低碳经济发展中心合作，就湖南省交通运输碳排放达峰路径进行了研究。课题组在 LEAP-GREAT 模型基础上，结合湖南省交通运输现状进行模型二次开发，采用公开数据作为研究基础，以 2019 年作为基准年，模拟了湖南省交通运输 2019 年 -2035 年能源碳排放趋势。通过定性和定量的系统研究，分析了湖南省交通领域碳排放达峰的可达性，开发出具体实施路径，可以作为湖南省交通运输低碳高质量发展的政策支撑。

#### （一）摸清家底：湖南省交通领域二氧化碳排放特征

“十三五”时期，湖南省综合交通运输体系建设取得了历史性成就，五年完成综合交通投资约 5500 亿元。铁路总里程 5630 公里，其中高铁 1986 公里，通达 12 个市州。公路总里程 24 万公里，其中高速公路 6951 公里，实现了县县通高速，实现全省高速公路 ETC 全覆盖。水运通航总里程 1.2 万公里，千吨级及以上航道 1211 公里，千吨级及以上泊位 114 个，创建岳阳港绿色港口。建成由长沙枢纽机场、张家界旅游干线机场以及岳阳、衡阳、怀化、常德、永州、邵阳支线机场构成的运输机场群。长沙轨道交通逐步成网，运营里程突破 160 公里。长株潭 1 小时通勤圈加速构建，全省 2 小时高铁圈、4 小时高速圈基本形成，长沙 4 小时航空经济圈不断拓展。2020 年，全省客货运输换算周转量 3262.7 亿吨公里。

课题组依据湖南省统计年鉴、能源平衡表和部门调研数据，对于湖南省交通运输领域二氧化碳排放进行了核算。结果表明，2019 年度总量为 4309.06 万吨，约占湖南省能源活动二氧化碳总排放的 12%。湖南省人均交通碳排放现状水平为 0.62 吨，略优于全国平均水平，仅为发达国家排放水平的 12%~39%。湖南省交通领域二氧化碳主要排放源来自社会车辆，各排放源分布情况详见图 1。

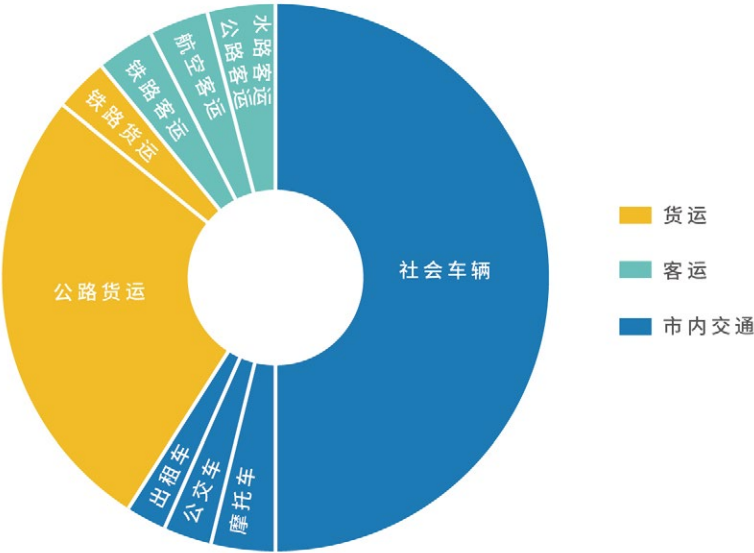


图 1 2019 年湖南省交通二氧化碳排放情况

## （二）情景分析：能源活动二氧化碳排放达峰年份和峰值

本研究根据活动水平、能源利用效率和能源结构，构建了冻结情景、基准情景和达峰情景，预测分析湖南省 2019 年 -2035 年交通运输能源活动碳排放情景，分析结果详见图 2。

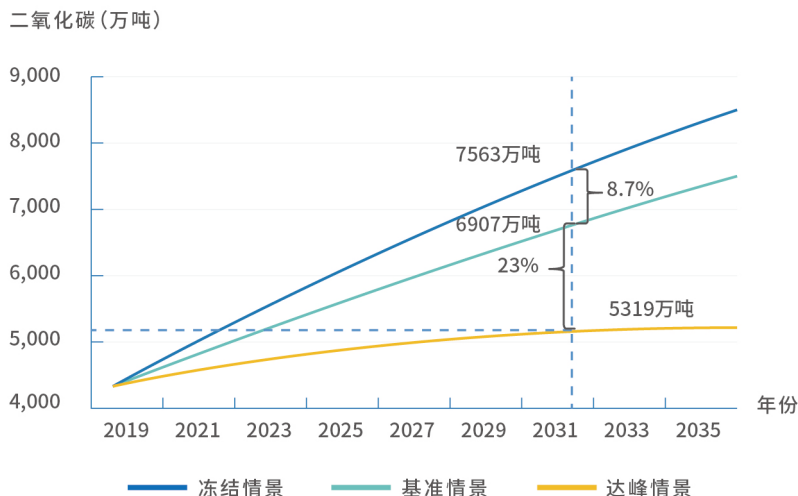


图 2 湖南省交通运输 2019 年 -2035 年不同情景下碳排放趋势

模拟研究结果表明，在基准情景下，如果按照目前既有政策延续和发展路径，2035 年之前湖南省无法实现交通运输领域的碳排放达峰，无法支撑全省完成 2030 年碳达峰目标。因此，湖南省必须采取更加积极的交通节能减排政策，充分调动市场和公众的参与，努力实现达峰目标。

课题组进一步对于达峰情景进行分析，研究结果表明：

- 在达峰情景下，湖南省能够实现在 2031 年左右实现交通碳排放达峰的目标，仅比总体碳达峰晚一年时间；
- 达峰总量为 5319 万吨二氧化碳，较 2019 年水平上升了 1010 万吨；
- 较基准情景 2031 年水平减排 23%，减排二氧化碳量达到 1588 万吨；
- 较冻结情景避免了 2244 万吨交通二氧化碳刚性排放；
- 用人均交通碳排放量不到 1 吨的较少排放实现了交通现代化（户均 1 辆私家车）的目标。

达峰情景和基准情景对比，能源结构和运输结构均发生较大变动，石油消费占比降低，电气化率提升，客运和货运都向公转水、公转铁靠拢。湖南省交通碳排放基准情景和达峰情景的（2035年水平）关键特征对比如下图3所示。

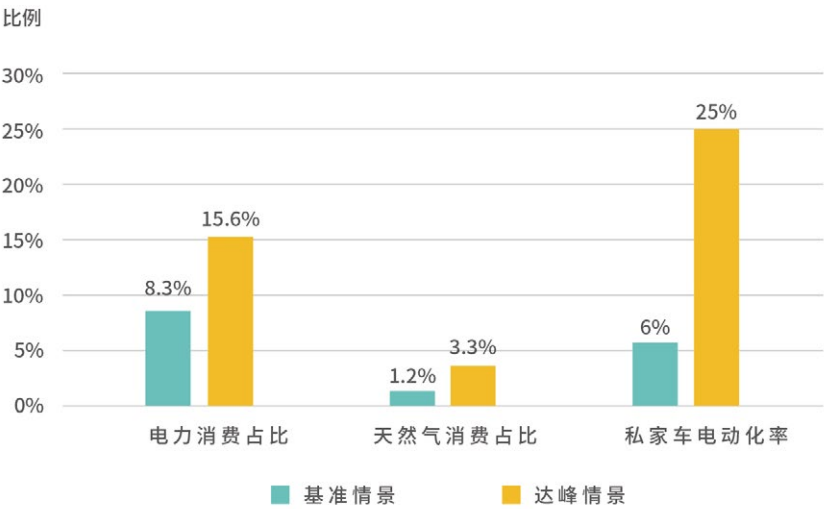


图3 湖南省交通运输碳排放基准情景和达峰情景的关键特征对比(2035年水平)

（三）达峰之路：3个关键领域、7项重点工程

在达峰情景下，自2019年至2035年，各部门碳排放量有升有降，其中，货运和客运碳排放量总体呈下降趋势，市内交通的碳排放量先上升后持续下降。货运和客运在交通排放中的占比呈下降趋势。（见图4）。

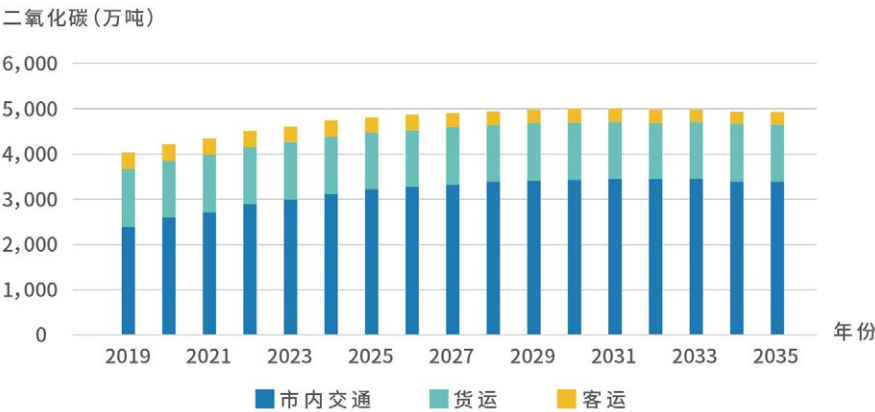


图4 达峰情景下各部门碳排放趋势

本研究建议将湖南省交通领域碳达峰目标分解成能效提升、运输结构优化、能源结构优化等 3 大领域措施，提出 12 项碳达峰行动目标、18 项监测指标（见表 1），作为部门管理、行业管理以及对企业、公众宣传的数据支撑基础。

表 1 湖南省交通运输碳达峰目标和监测指标一览表

| 领域     | 碳达峰行动目标    | 2025 年、2030 年、2035 年监测指标      |
|--------|------------|-------------------------------|
| 总体目标   | 1. 碳排放总量   | 1. 碳排放总量控制                    |
|        | 2. 能源消费总量  | 2. 总量控制                       |
|        | 3. 清洁能源占比  | 3. 占比提升                       |
| 能效提升   | 4. 货运节能    | 4. 单位周转量能耗下降                  |
|        | 5. 客运节能    | 5. 单位周转量能耗下降                  |
|        | 6. 公交车节能   | 6. 单位里程能耗下降                   |
|        | 7. 小汽车节能   | 7. 单位里程能耗下降                   |
| 运输结构优化 | 8. 公交优先    | 8. 全省公交分担率提升                  |
|        |            | 9. 增加公交专用道（城市主干道全覆盖）w         |
|        | 9. 货运结构优化  | 10-11. 水路、铁路货运周转量占比提升         |
|        | 10. 客运结构优化 | 12-13. 水路、铁路客运周转量占比提升         |
|        |            | 14. 建设潇湘绿道慢行系统（各市县域联网）        |
| 能源结构优化 | 11. 公交车电动化 | 15. 电动公交车保有量提升                |
|        | 12. 新能源车设施 | 16-18. 电动车保有量提升、新能源车量提升、加氢站布点 |

2019 年 -2031 年，交通碳达峰各项措施的减排效果如下图 5 所示。

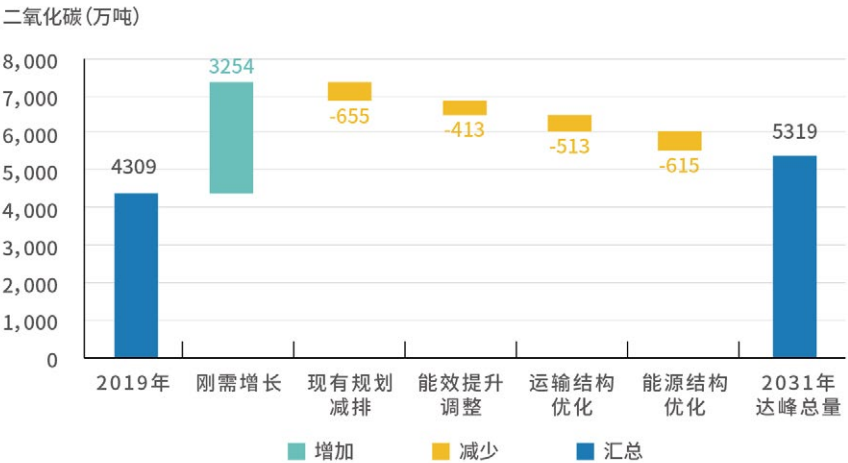


图 5 湖南省交通碳达峰不同措施减排量效果图

为保障碳达峰目标、指标、行动措施的实现，结合现有规划项目，根据减排量优先序，课题组进一步梳理并设计 7 大交通碳达峰重点工程（见下表 2）。重点建设长株潭一体化 1 小时通勤圈；建设机场高铁轨交快客联运的超级客运中心，实现 3+5 环长株潭城市群 2 小时城际圈，拓展 2 小时航空圈，打造湖南省各市州直通国内主要大中城市的 4 小时商务圈；建设公路铁路码头联运的超级物流中

心和产业链园区，充分发挥湖南水运长板；建设 10 个公交都市，试点无人驾驶微公交让每个市民出行通勤都舒适便捷；建设万里潇湘绿道串联全省城乡绿地、森林、湿地生态系统、风景名胜区和主要商务居住区。7 大重点工程规划和建设期从 2021 年到 2035 年，时间跨度 15 年，初步估算总投资 6300 亿元。建议下一阶段重点研究工程可行性和资金筹措方式。

表 2 湖南省交通碳达峰重点工程列表（2021-2030 年）

| 序号 | 重点工程名称       | 建设目标                                   |
|----|--------------|----------------------------------------|
| 1  | 长株潭都市圈通勤交通网  | 构建长株潭 1 小时通勤圈                          |
| 2  | 环长株潭城市群城际交通网 | 3+5 环长株潭城市群 2 小时城际直达                   |
| 3  | 公交都市及社区微公交网络 | 2030 年公交分担率达到 30%，公交电气化 100%，无人驾驶微公交试点 |
| 4  | 超级物流中心及产业链园区 | 14 个超级物流中心（公水铁联运）                      |
| 5  | 超级客运中心及配套    | 14 个超级客运中心（机铁交联运）                      |
| 6  | 潇湘绿道网络       | 建成 6 万公里潇湘健身步道，1 万公里潇湘绿道，减少机动车出行       |
| 7  | 双碳专项基础设施     | 支撑实现湖南省 2031 年交通碳达峰目标                  |

为顺利推进湖南省交通领域碳达峰路径的实现，必须依靠政策，强化三个方面策略。模型计算结果显示，落实各项政策策略，2031 年减排潜力将超过 1400 万吨，占碳达峰贡献率的 90% 以上。三项政策策略包括：

- (1) 通过提前淘汰老旧车辆，提高交通能效；
- (2) 通过实施公交优先，提升公交出行便利；
- (3) 通过鼓励新能源车推广，优化交通能源结构，提升交通电气化水平。

基于以上政策策略，本研究提出以下五项政策建议，供政府部门参考，进一步论证细化：

1、通过财政专项补贴车主方式，提前淘汰国四及以下排放标准柴油货车。

2、建立市场化报废机动车价值回收机制，鼓励老旧燃油车全面置换国六及以上燃油车或新能源车。

3、通过减免购置税，普及充电设施的方式，持续力推新能源车。

4、聚焦 7 大碳达峰重点工程，从财政预算、专项债、绿色债券、双碳专项基金等多渠道筹集建设资金，也可以通过政府与社会资本合作（PPP）方式，撬动社会力量共建交通现代化。

5、争取上级政府支持，论证试点部分燃油税返还地方机制，成立交通碳达峰专项基金，资金定向投入，提高公交出行效率和舒适度，减低出行碳足迹和成本。

建设气候友好型交通体系是民心所向，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，是建设人民城市的重要环节，有效促进跨方式、跨领域、跨区域、跨产业一体融合发展，打造互联互通的现代化交通体系，为新湖南建设提供有力支撑。

## Executive Summary

Achieving GHGs emissions peaking by 2030 and carbon neutrality by 2060 is a major strategic decision of China. At the sub-national level, provinces like Hunan have started to develop climate action plans for key sectors such as energy, industry, buildings, transportation, etc. This study aims to provide science-based and data-driven support for the Emission Peaking Roadmap (EPR) of Hunan's provincial transportation sector.

The research team uses the LEAP (Low Emissions Analysis Platform) model to simulate energy-related emission scenarios for the years from 2019 to 2035. In this study, two sets of questions are to be answered:

1. When will the peak be reached? At what kind of emission level?
2. What is the pathway for peaking emissions? What are the recommended climate actions for achieving the goal?

**Finding 1: The current transportation carbon footprint per capita is 0.62 metric tons, which is only 12% of the level in the United States.**

According to the carbon inventory calculation, transportation carbon emissions in the baseline year of 2019 are 43 million metric tons, accounting for approximately 12% of the province's total carbon emissions. The carbon footprint per capita is 0.62 metric tons, which is only 12% of the level in the United States. Almost half of the emissions come from private vehicles. Figure 1 depicts the fragmentation of emission sources.

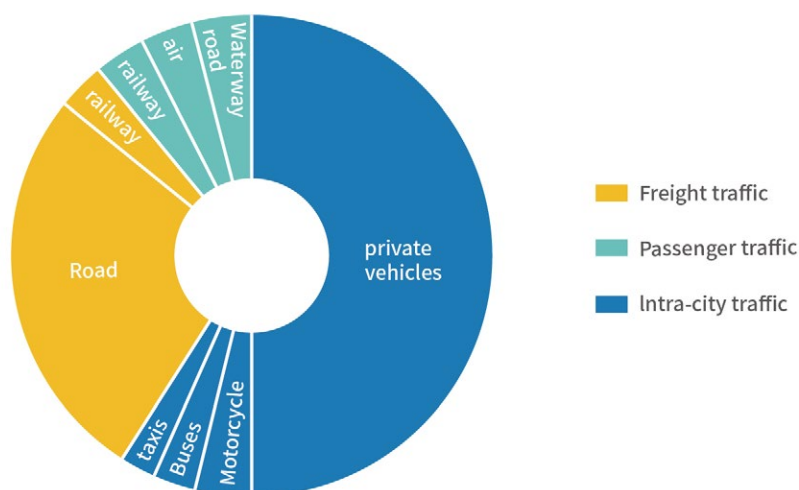


Fig. 1 Carbon emissions fragments in Hunan's transportation sector

**Finding 2: If the business-as-usual (BAU) scenario is followed, carbon emissions from the transportation sector will continue to rise, without emission peaking before 2035; therefore, more proactive policies and climate actions are urgently needed to realize the peak emission scenario by 2031.**

In the peak emission scenario, Hunan province will see transportation sector emissions peak at 53 million metric tons by 2031, 23% lower than in the BAU scenario, and will also be able to avoid a total of 22 million metric tons of carbon emissions compared with the frozen scenario in 2031 (see figure 2), which represents a conventional pathway pattern similar to the history emissions per capita in the countries like Japan or Sweden.

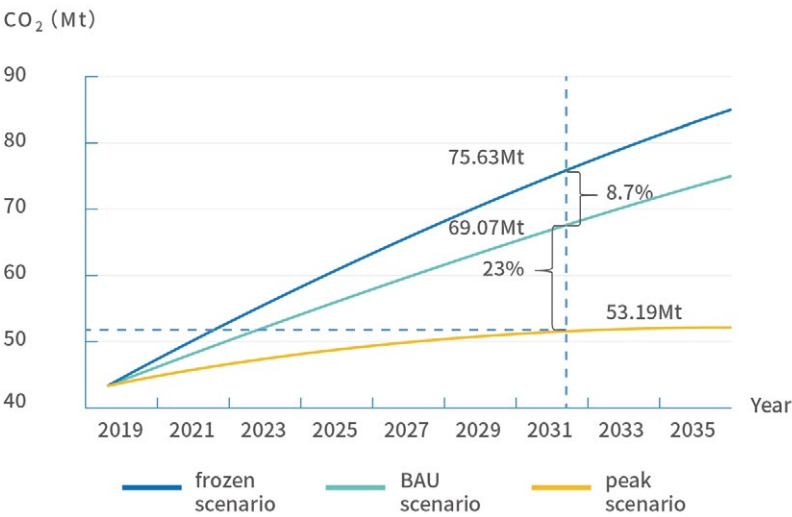


Fig.2 Scenario simulation of Hunan’s transportation carbon emission trends (2019-2035)

Figure 3 shows the major differences in scenario parameters. By the year 2035, EVs will account for 25% of passenger cars in the peak emission scenario, compared with only 6% in the BAU scenario. The fuel switch from gasoline to electricity will result in a doubling of electricity consumption in the transportation sector. Natural gas use will rise from 1% to 3% of total transportation energy use, which means the number of heavy-duty vehicles powered by natural gas will triple in the next 15 years assuming hydrogen power vehicles are still not popularly commercialized.

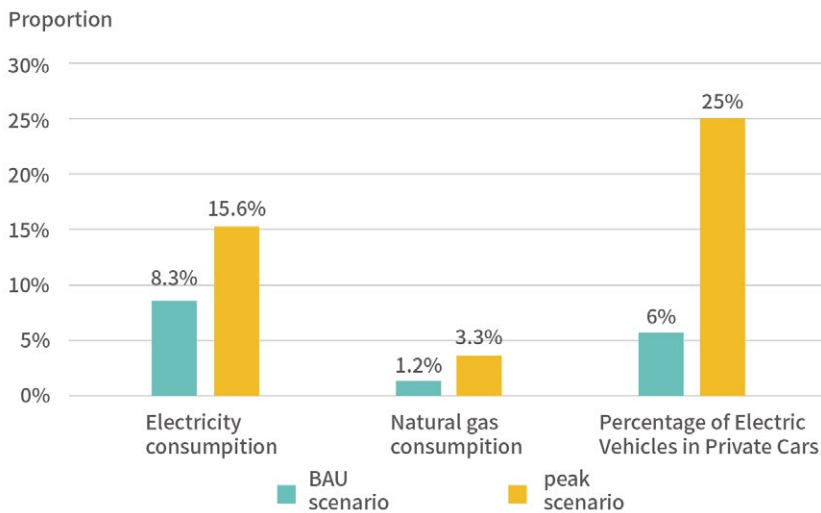


Fig.3 The comparison of the key characteristics of Hunan's transportation carbon emissions between BAU and the peak scenarios (on the level of the year 2035)

**Finding 3. The implementation of 3 major peak emission strategies will contribute to closing the 90% emission gap between BAU and peak emission scenarios, resulting in a carbon reduction of more than 14 million metric tons per year by 2031.**

The implementation of three major mitigation strategies, i.e., energy efficiency improvement, transportation structure optimization, and energy structure optimization will help achieve peak emissions by the year 2031. Figure 4 shows the forecasted demand-driven emission growth potential and cascaded reduction potentials of BAU measures and additional peak emission strategies. The total projected carbon reduction potential in the year 2031 will be 14.29 million metric tons when comparing the emission levels in the BAU and peak emission scenarios. Specifically, improving vehicle emission standards and phasing out old diesel trucks, as well as promoting public transportation and private renewable EVs, will be the major countermeasures.

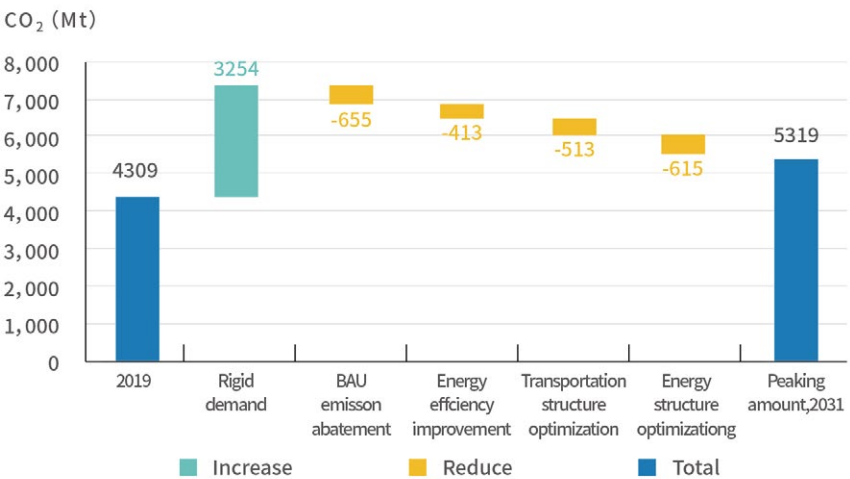


Fig. 4 Projected emission reduction potentials by peak emission strategies and measures

#### **Finding 4. The 7 climate infrastructure projects with a total investment of 630 billion RMB will pave the way towards peak emissions.**

Based on the existing development plan and prioritization of climate actions, this study has listed 7 climate infrastructure projects to be implemented in the time frame of 2021-2035. To be more specific, the projects are: 1) building a 1-hour commute cycle in the Changsha-Zhuzhou-Xiangtan city cluster; 2) building a 2-hour intercity city express railway system; 3) connecting airport, high-speed railway, and public transport systems to unify the Super Travel Centers; 4) building port + railway hubs as Super Logistic Parks; 5) upgrading public transportation systems and creating community-based mini-bus systems; 6) expanding green bikeways connecting city clusters and green spaces; 7) building low-carbon infrastructures supporting solar EVs, natural gas-powered heavy-duty vehicles, hydrogen vehicles, etc. The total investment is estimated to be 630 billion RMB which will be invested over the next 15 years.

#### **Policy advice: making the peak emission pathway possible**

It is very critical and urgent to make supportive policies to implement the climate actions for the '20s of this century. Specifically, this study proposes the following policy actions:

I) Provide subsidies to phase out diesel trucks that meet China IV and lower emission standards, ahead of the expiration schedule.

II) Establish a recycling market for used fuel passenger vehicles, and directly incentivize the purchase of vehicles that meet the most recent China VI emission standards or renewable energy vehicles.

III) Continue to waive the vehicle purchase tax and make EV charger facilities accessible in every neighborhood.

IV) Focus on the implementation of the 7 climate infrastructure projects. Leverage private investment through Public-Private Partnership (PPP) and apply innovative green finance mechanisms and tools.

V) Mobilize the political will for the relocation of gasoline tax revenue from the conventional pro-road construction mode to the pro-public transportation efficiency mode and reduce general travel costs and emissions.

As for the next step, it is recommended that an investment-grade feasibility study on those climate infrastructure projects be carried out shortly. And the policy recommendations can be further studied and discussed.

Let's build up a climate-friendly transportation system that makes peoples' travel more convenient and efficient, with a lower carbon footprint (<1 metric ton per capita) and an even lower budget.

# 01



湖南省交通运输二氧化碳排放现状分析

第一章

湖南省交通运输二氧化碳  
排放现状分析

“十三五”时期，湖南省综合交通运输体系建设取得了历史性成就，五年完成综合交通投资约 5500 亿元。铁路总里程 5630 公里，其中高铁 1986 公里，通达 12 个市州。公路总里程 24 万公里，其中高速公路 6951 公里，实现了县县通高速，实现全省高速公路 ETC 全覆盖。水运通航总里程 1.2 万公里，千吨级及以上航道 1211 公里，千吨级及以上泊位 114 个，创建岳阳港绿色港口。建成由长沙枢纽机场、张家界旅游干线机场以及岳阳、衡阳、怀化、常德、永州、邵阳支线机场构成的运输机场群。长沙轨道交通逐步成网，运营里程突破 160 公里。长株潭 1 小时

通勤圈加速构建，全省 2 小时高铁圈、4 小时高速圈基本形成，长沙 4 小时航空经济圈不断拓展。2020 年，全省客货运输换算周转量 3262.7 亿吨公里。

课题组依据湖南省统计年鉴、能源平衡表和部门调研数据，对于湖南省交通运输领域二氧化碳排放进行了核算。结果表明，2019 年度总量为 4309.06 万吨<sup>①</sup>，约占湖南省能源活动二氧化碳总排放的 12%，其中市内出行排放（2527.45 万吨，占比 58.7%；货物运输排放 1382.22 万吨，占比 32.1%；乘客运输排放 399.39 万吨，占比 9.3%。（见表 1.1 和图 1.1）。

表 1.1 2019 年湖南省交通运输温室气体排放清单

| 部门    |      | 二氧化碳排放量（万吨） | 范围一 | 范围二 | 范围三 |
|-------|------|-------------|-----|-----|-----|
| 市内出行  | 社会车辆 | 2146.98     | ✓   | ✓   | ✓   |
|       | 出租车  | 68.20       | ✓   | ✓   | ✓   |
|       | 公交车  | 90.96       | ✓   | ✓   |     |
|       | 摩托车  | 201.65      | ✓   |     |     |
|       | 轨道交通 | 19.66       |     | ✓   |     |
|       | 小计   | 2527.45     |     |     |     |
| 货物运输  | 公路货运 | 1276.56     | ✓   |     | ✓   |
|       | 铁路货运 | 65.86       | ✓   | ✓   | ✓   |
|       | 水路货运 | 23.68       | ✓   |     | ✓   |
|       | 航空货运 | 16.12       | ✓   |     | ✓   |
|       | 小计   | 1382.22     |     |     |     |
| 乘客运输  | 公路客运 | 118.57      | ✓   | ✓   | ✓   |
|       | 铁路客运 | 141.58      | ✓   | ✓   | ✓   |
|       | 水路客运 | 0.06        | ✓   |     | ✓   |
|       | 航空客运 | 139.19      | ✓   |     | ✓   |
|       | 小计   | 399.39      |     |     |     |
| 碳排放总量 |      | 4309.06     |     |     |     |

<sup>①</sup> 本数据为自下而上计算得出，与自上而下方法计算结果基本一致。

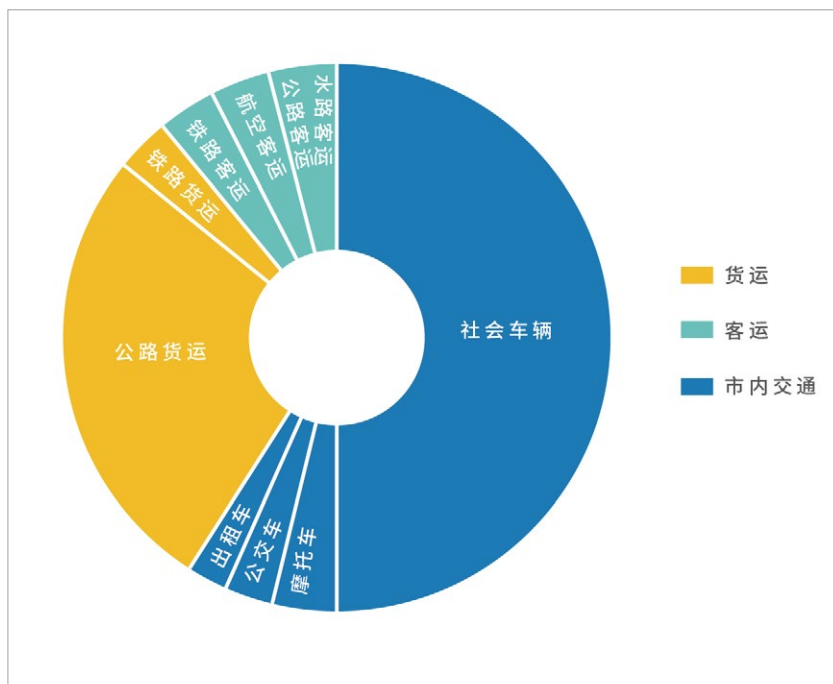


图 1.1 湖南省交通运输二氧化碳排放源分类和占比

其中“范围一”排放是指：发生在城市地理边界内的排放，即直接排放，例如城市内交通燃烧化石燃料造成的碳排放等。

“范围二”排放是指：城市地理边界内的活动消耗的调入电力和热力（包括热水和蒸汽）相关的间接排放，例如电动车充电耗能的间接排放等。

“范围三”排放是指：除“范围二”排放以外的所有其他间接排放，包括上游“范围三”排放和下游“范围三”排放，主要包括跨边界交通产生的排放等。

## 1. 市内出行交通碳排放

市内出行交通是湖南省交通领域最大的二氧化碳排放源，2019 年共排放 2527.45 万吨二氧化碳，在市内交通产生的二氧化碳排放中，社会车辆排放量最大，达到 2146.98 万吨，占比 85%；其次是摩托车，排放量 201.65 万吨，占比 8%；公交车和出租车排放分别排放 90.96 万吨和 68.02 万吨，分别占比 3.6% 和 2.7%；轨道交通（地铁）排放量 19.66 万吨，占比 0.8%。（详见图 1.2）

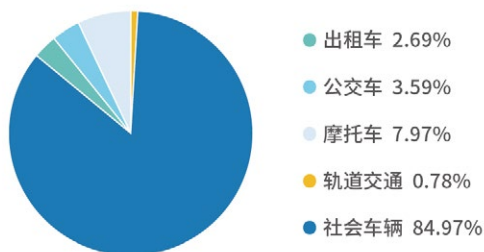


图 1.2 2019 年湖南省市内交通二氧化碳排放情况

## 2. 货物运输碳排放

2019 年湖南省货运共排放 1382.22 万吨二氧化碳，其中公路货运排放量最大，排放量 1276.56 万吨，占比达到了 92.4%；其次是铁路货运，排放量 65.86 万吨，占比 4.8%；水路货运和航空货运分别排放 23.68 万吨和 16.12 万吨，占比分别为 1.7% 和 1.2%。货运结构为公路 72.1%、铁路 18.7%、水路 9.2%、航空 0.04%。（详见图 1.3）

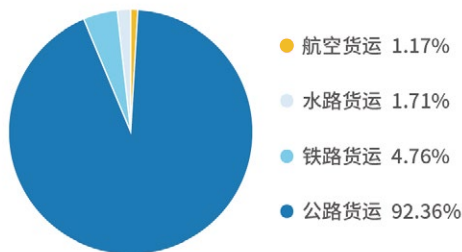


图 1.3 2019 年湖南省货运交通二氧化碳排放情况

## 3. 客运输碳排放

2019 年湖南省客运共排放 399.39 万吨二氧化碳，其中铁路客运排放量为 141.58 万吨，占比 35.5%；航空客运排放量为 139.19 万吨，占比 34.9%；公路客运排放量为 118.57 万吨，占比 29.7%；水路客运排放量为 0.06 万吨，占比 0.02%。客运结构为公路 26.1%、铁路 60.6%、水路 0.2%、航空 13.1%（图 1.4）。

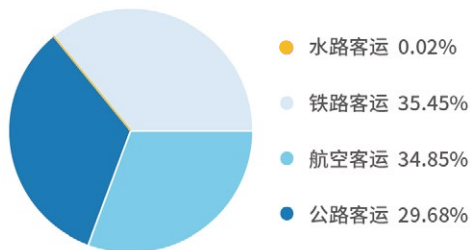


图 1.4 2019 年湖南省客运交通二氧化碳排放情况

湖南省人均交通碳排放现状水平为 0.62 吨，略优于全国平均水平，仅为发达国家的 12%~39%，详见图 1.5。

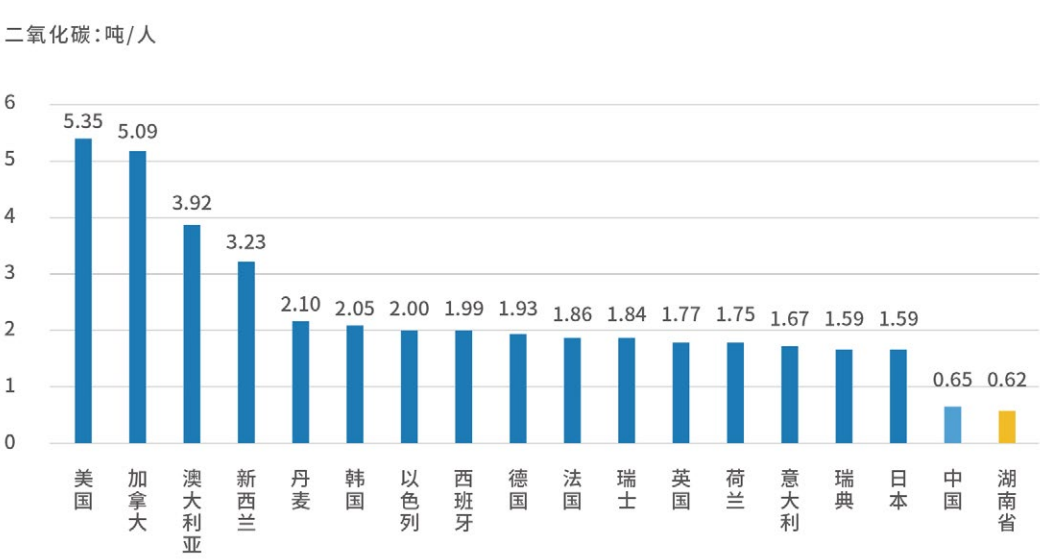


图 1.5 人均交通二氧化碳排放量对比

数据来源：国际能源署，<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy-highlights>

# 02



情景模型研究方法学

## 第二章

### 情景模型研究方法学

本研究采用的总体技术路线如图 2.1 所示

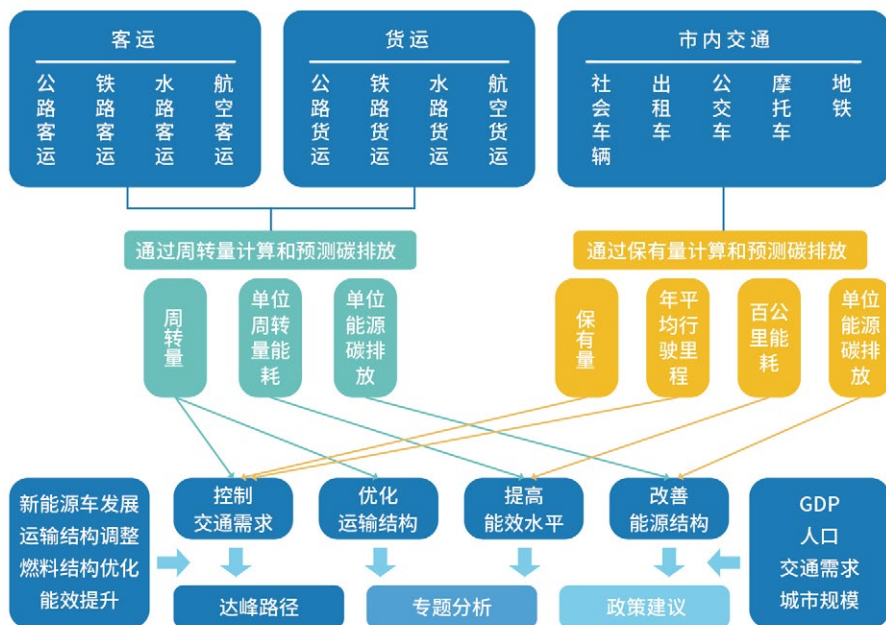


图 2.1 湖南省交通碳排放达峰路径总体技术路线

#### 注:

“客运”: 是指公路、铁路、水路、航空等所有营运客运。其中不包括: ①租赁客车; ②公共汽电车和出租汽车; ③公路养护、卫生救护、公安消防等工作专用车辆; ④在机场、港口作业区、车站为内部换乘而进行旅客运输的各种车辆; ⑤地铁。

“货运”: 是指公路、铁路、水路、航空等所有营运货运。其中公路车辆包括: 载货汽车、其它载货机动车和轮胎式拖拉机; 不包括: ①公路养护、车辆修理、城市环卫、公安消防、地质勘探、输配电线路建设和维护等专用车辆; ②在机场、港口作业区、车站内部为装卸而进行搬运的各种运输车辆; ③在驾校、试验场内供教学或实验使用的各种车辆。

“市内交通”: 上述“客运”之外的客运运输, 其中“社会车辆”是指民用汽车 (包括私家车和网约车)。

(一) 碳排放预测范围

本研究以 2019 年作为基准年，情景模拟了湖南省 2019 年 -2035 年交通领域能源活动碳排放趋势。

(二) 计算模型选择

交通能源需求与碳排放主要与人口规模、城镇化率、生活水平和能源结构等因素息息相关。为了探讨这些因素对湖南省交通碳排放达峰的影响，本研究以 GREAT 模型为基础，结合湖南省数据可得性，对该模型进行二次开发，采用情景分析方法，构建了**冻结情景、基准情景、优化情景和达峰情景**四种情景参数框架，模拟湖南省可能的交通能源活动产生的碳排放情景。

(三) 情景设定步骤

湖南省交通碳排放变化趋势是由两个综合变量决定的，一个是发展规模，另一个是碳排放强度。发展规模是由发展刚需（人口规模、发展速度、交通运输规模等一系列因素）决定的，而碳排放强度则是由发展特质（能源结构、能耗水平和技术水平等因素）决定的。达峰模拟的核心数据包就是一系列复杂影响因素在基准年现状值和情景年预测值的区间范围内，随年份耦合变化的数值集合。

本研究所采取的情景设定步骤如图 2.2 所示。

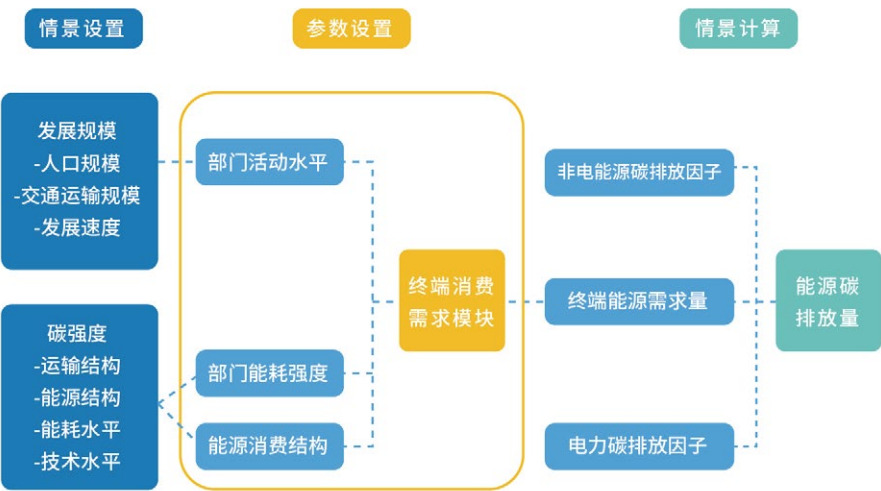


图 2.2 湖南省交通碳排放情景设定步骤

（四）模型构建

本研究根据湖南省交通能源活动碳排放来源，设置了货运、客运和市内交通共 3 个终端用能部门。终端各部门的活动水平和能源强度计算指标见表 2.1。

表 2.1 情景分析模型终端分部门活动水平和能源强度指标

| 部门   |      | 活动水平 | 能耗强度    |
|------|------|------|---------|
| 市内交通 | 公交车  | 车公里  | 百公里能耗   |
|      | 出租车  | 车公里  | 百公里能耗   |
|      | 社会车辆 | 车公里  | 百公里能耗   |
|      | 摩托车  | 车公里  | 百公里能耗   |
|      | 轨道交通 | 车公里  | 百公里能耗   |
| 货运   | 公路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 铁路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 水路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 航空   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
| 客运   | 公路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 铁路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 水路   | 周转量  | 单位周转量能耗 |
|      | 航空   | 周转量  | 单位周转量能耗 |

根据历史数据推算，本研究假设湖南省电网二氧化碳排放因子年均下降速度为 1%。

（五）情景设置

本研究根据活动水平、能源利用效率和能源结构，构建了冻结情景、基准情景和达峰情景。

**冻结情景**代表了维持基准年的能耗水平不变，按照线性发展水平进行的情景设定。

**基准情景**基于“十四五”规划等既有政策并假设未来政策延续进行情景设定。

**达峰情景**在基准情景之上设置了更高的能源效率、新能源车比重增加、运输结构调整、公交分担率提高等措施，同时对各项措施进行了不同组合进行了测试，最终选择了一个综合达峰情景。

# 03



情景模型研究结果

## 第三章

# 情景模型研究结果

### (一) 达峰年和峰值

模拟研究结果表明，在基准情景下，如果按照目前既有政策延续和发展路径，2035 年之前湖南省无法实现交通运输碳排放达峰，无法支撑全省完成 2030 年碳达峰目标。因此，湖南省必须采取更加积极的交通节能降碳减排政策，充分调动市场和公众的参与，努力实现达峰目标。

课题组进一步对于达峰情景进行模型分析，研究结果表明（图 3.2 所示）：

- 在达峰情景下，湖南省能够实现 2031 年左右实现交通碳排放达峰的目标，仅比总体碳达峰晚一年时间。
- 达峰总量为 5319 万吨二氧化碳，较 2019 年基准值上升了 1010 万吨。
- 较基准情景 2031 年水平减排 23%，减排二氧化碳量达到 1588 万吨。
- 较冻结情景避免了 2244 万吨交通二氧化碳刚性排放。
- 用人均交通碳排放量不到 1 吨的较少排放实现了交通现代化（户均 1 辆私家车）的目标。

### (二) 能源消费量

根据模型模拟结果，在 2035 年之前，湖南省交通能源消费总量除达峰情景以外均未出现峰值，达峰情景于 2033 年出现峰值，见图 3.1。

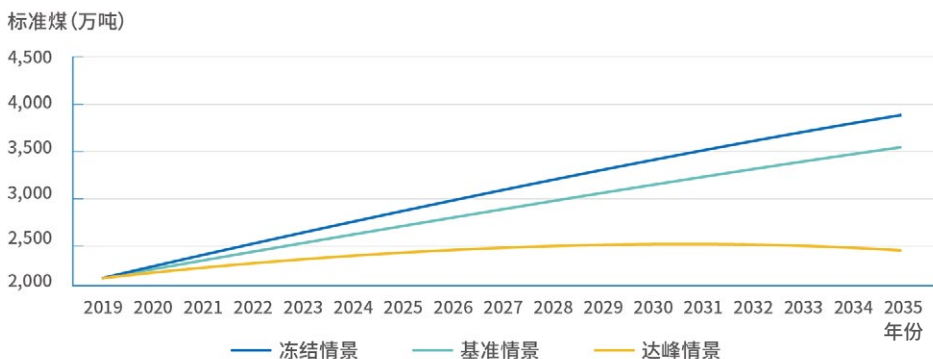


图 3.1 不同情景能源消费趋势

从能源消费结构优化看，2035 年油品消费总量基准情景为 3374 万吨标煤，达峰情景为 2178 万吨，分别占总体能源消耗的 90% 和 80%。预计在未来 15 年内燃油仍然在交通能源结构中占主要地位。不同的情景的能源结构有差异，基准情景里的油 - 气 - 电占比分别为 90.3%、1.2% 和 8.3%，达峰情景里的油 - 气 - 电占比分别为 80.2%、3.6% 和 16.5%，达峰情景的用电比例比基准情景接近翻倍。

(三) 碳排放总量

从碳排放总量看（见图 3.2、图 3.3、图 3.4），在基准情景下，2031 年湖南省交通碳排放量比冻结情景削减了 8.7%，2035 年未达峰；在达峰情景下，2031 年实现交通碳排放达峰目标，峰值为 5319 万吨二氧化碳，相对基准情景减排 23%，相对冻结情景减排 2244 万吨。

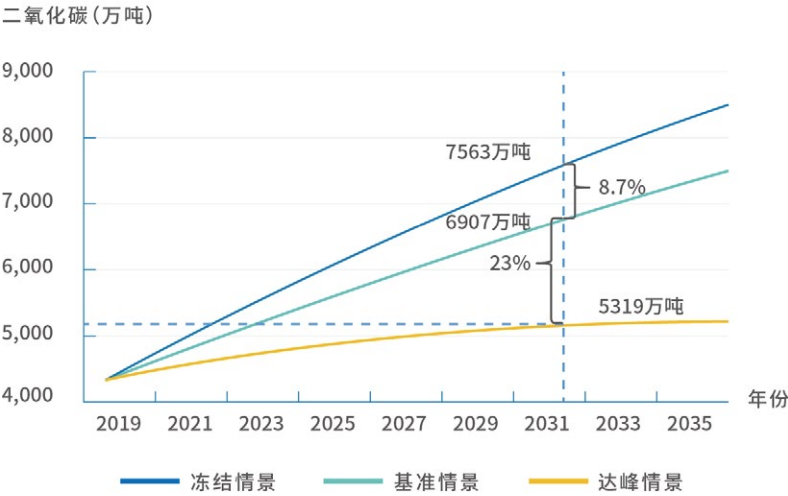


图 3.2 不同情景下湖南省交通碳排放总量趋势

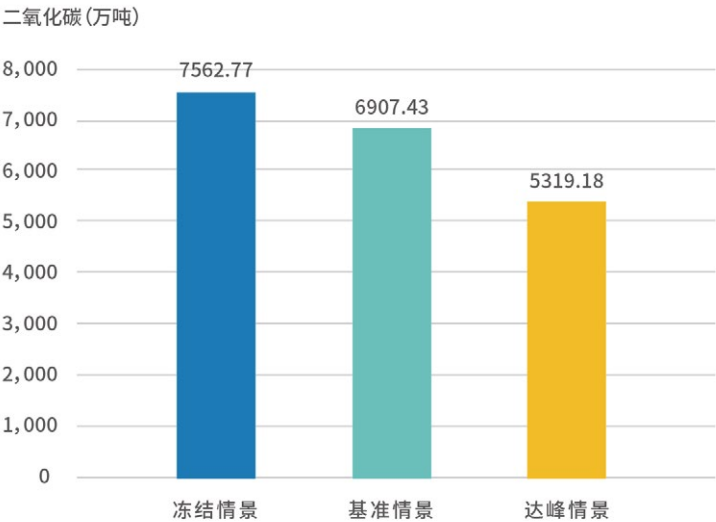


图 3.3 湖南省 2031 年（达峰年）不同情景下交通碳排放总量

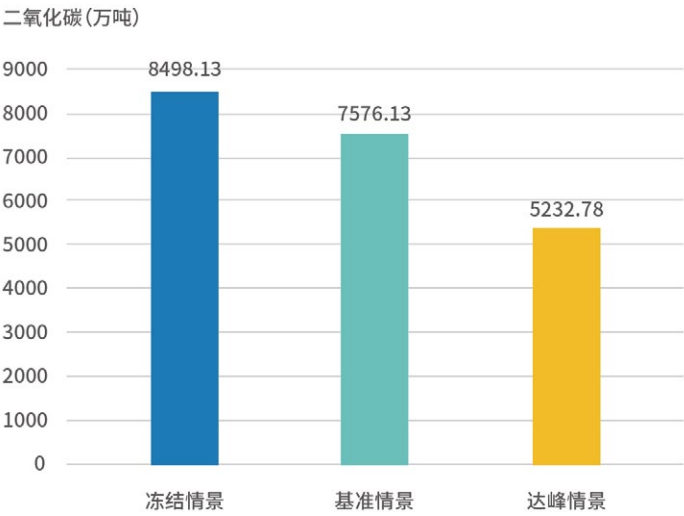


图 3.4 湖南省 2035 年不同情景下交通碳排放总量

(四) 主要输出结果

不同情景下的主要输出结果见表 3.1

表 3.1 不同情景的主要输出结果对比

| 参数            | 参数设置   |         |       |         |
|---------------|--------|---------|-------|---------|
|               | 年份     | 基准情景    | 优化情景  | 达峰情景    |
| 能源消费总量（万吨标煤）  | 2025 年 | 2815    | 2724  | 2549    |
|               | 2030 年 | 3299    | 3108  | 2704    |
|               | 2035 年 | 3735    | 3455  | 2716    |
| 电力消费总量（亿千瓦时）  | 2025 年 | 66.5    | 66.5  | 82.3    |
|               | 2030 年 | 85.1    | 81.1  | 116.5   |
|               | 2035 年 | 106     | 99.3  | 144.7   |
| 天然气消费总量（万吨标煤） | 2025 年 | 47.8    | 46.1  | 72.9    |
|               | 2030 年 | 49.3    | 46    | 88.8    |
|               | 2035 年 | 45.4    | 41.6  | 98.6    |
| 石油消费总量（万吨标煤）  | 2025 年 | 2570    | 2486  | 2229    |
|               | 2030 年 | 2997    | 2821  | 2265    |
|               | 2035 年 | 3374    | 3118  | 2178    |
| 电动社会车辆保有量（辆）  | 2025 年 | 524277  | 同基准情景 | 1209870 |
|               | 2030 年 | 1089840 |       | 2906240 |
|               | 2035 年 | 1373040 |       | 5721000 |
| 电动出租车保有量（辆）   | 2025 年 | 13103   | 同基准情景 | 同基准情景   |
|               | 2030 年 | 28466   |       |         |
|               | 2035 年 | 48950   |       |         |
| 电动公交车保有量（辆）   | 2025 年 | 45623   | 同基准情景 | 50691   |
|               | 2030 年 | 75002   |       | 87000   |
|               | 2035 年 | 111000  |       | 111000  |

根据模型模拟输出结果，在基准情景下，2035 年湖南省交通能源消费总量将增加到 3735 万吨标准煤，能源结构和运输结构未发生较大变化，能效提升不多。在达峰情景下，能源消费总量增幅不大，增加到 2716 万吨，相比基准情景减排约 1000 万吨标准煤，而且能源结构和运输结构均发生较大优化，石油消费占比降低，电气化率提升，客运和货运都向公转水、公转铁靠拢。湖南省交通碳排放基准情景和达峰情景的（2035 年水平）关键特征对比如下图 3.5 所示：

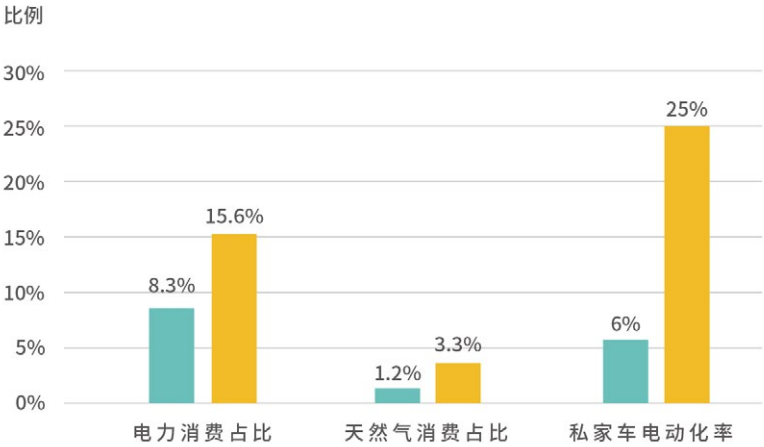


图 3.5 湖南省交通碳排放基准情景和达峰情景的关键特征对比（2035 年水平）

# 04

---

达峰情景分析

第四章

达峰情景分析

（一）总体情况

在达峰情景下，自 2019 年至 2035 年，各部门碳排放量有升有降，其中，货运和客运碳排放量总体呈下降趋势，市内交通的碳排放量先上升后持续下降。货运和客运在交通排放中的占比呈下降趋势。（见图 4.1）。

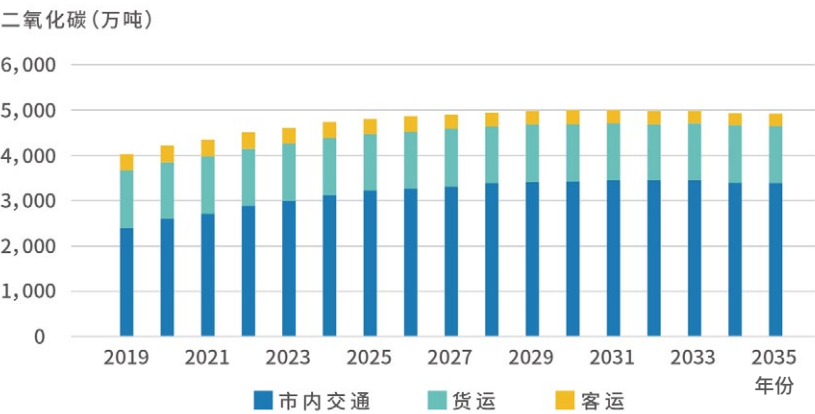


图 4.1 达峰情景下各部门碳排放趋势

表 4.1 达峰情景下各部门关键年份碳排放

| 部门类别 | 2025 年     |       | 2031 年（达峰） |       | 2035 年     |       |
|------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
|      | 总量<br>(万吨) | 占比    | 总量<br>(万吨) | 占比    | 总量<br>(万吨) | 占比    |
| 市内交通 | 3414.60    | 66.7% | 3666.08    | 68.9% | 3607.90    | 68.9% |
| 货运   | 1350.87    | 26.4% | 1336.72    | 25.1% | 1328.26    | 25.4% |
| 客运   | 351.79     | 6.9%  | 316.38     | 5.9%  | 296.62     | 5.7%  |

对比 2019 年和 2035 年的终端能源比例，湖南省交通能源结构发生较大变化，油品消耗占比从 92% 下降至 80%，天然气占比从 1.8% 提升至 3.3%，电力占比从 6.5% 提升至 15.6%，清洁能源（包括天然气、电力和非化石能源）比例从 8.3% 提升至 19.8%，年均增长率 5.6%。以物理量描述变化趋势，可以为湖南省交通部门和城市基础设施规划提供数据支撑。

- 电动车数量从 2019 年的 7 万辆增加到 2025 年的 121 万辆，2030 年的 290 万辆，2035 年的 572 辆，将占汽车保有量的 25%（图 4.2）。
- 电力消费量从 2019 年的 46.3 亿 kWh 提升至 2025 年的 82.3 亿 kWh 和 2030 年的 116.4 亿 kWh。
- 天然气消费量从 2019 年的 2.76 亿立方米提升至 2025 年的 5.48 亿立方米和 2030 年的 6.68 亿立方米。

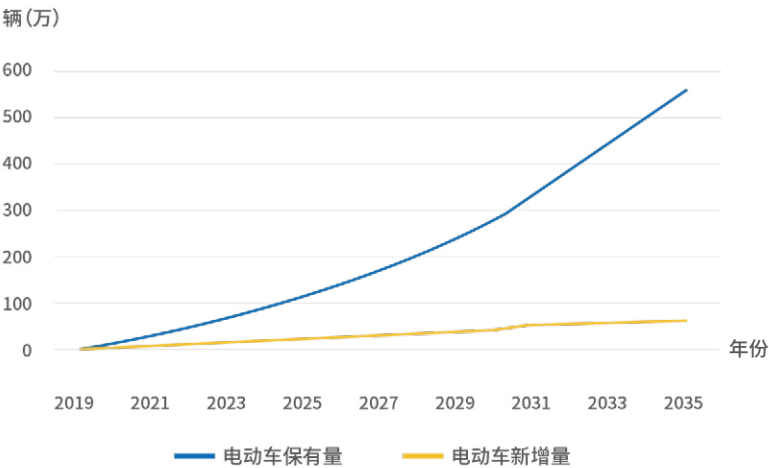


图 4.2 达峰情景下的湖南省电动车保有量增长趋势

湖南省人均交通碳排放预计在 2029 年达峰，峰值为 0.73 吨二氧化碳 / 人，优于发达国家碳排放，比基准年增加 18%，之后呈逐年下降趋势，下降速度趋缓，详见图 4.3。

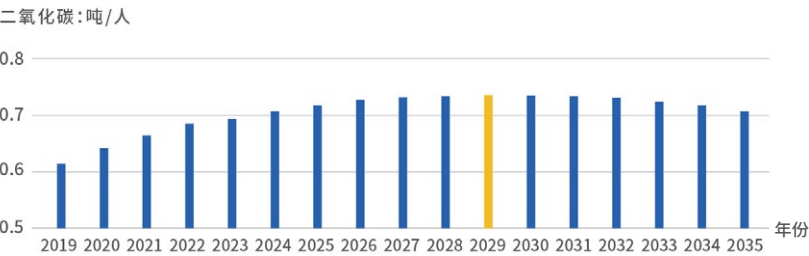


图 4.3 达峰情景下的湖南省人均交通碳排放量

(二) 分部门碳排放情况

① 市内交通

模型运行结果显示，无论在基准情景或是优化情景下，湖南省市内交通总能耗和碳排放总量都将持续增长（见图 4.4、4.5）。在达峰情景下，湖南省市内交通总能耗和碳排放分别于 2032 年和 2031 年达峰。其中，摩托车的能耗和碳排放持续下降，社会车辆的能耗和碳排放都呈现先升后降的态势，而公交车、出租车和地铁能耗和碳排放都随着经济增长而持续增长（见图 4.6）。

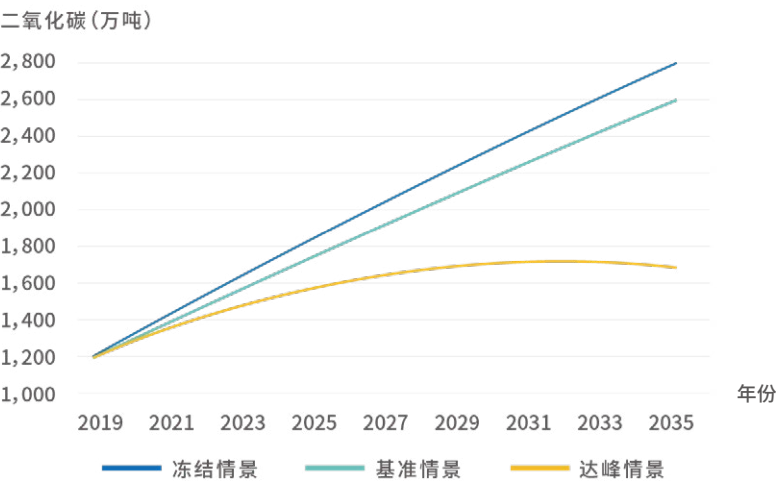


图 4.4 不同情景市内交通用能趋势

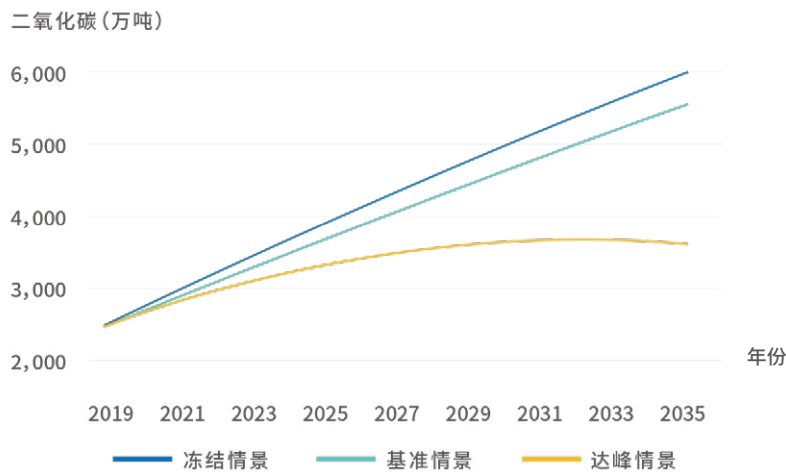


图 4.5 不同情景市内交通碳排放趋势

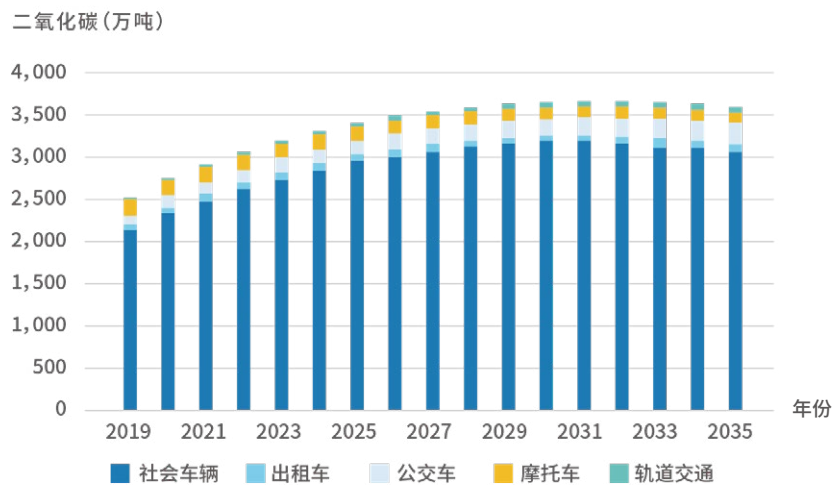


图 4.6 达峰情景下市内交通碳排放总量与结构

2 货运

模型运行结果显示,在所有情景下,湖南省货运总能耗和碳排放总量都将持续增长(见图 4.7、4.8)。其中,公路货运的能耗和碳排放持续下降,而水路、铁路和航空能耗和碳排放都随着经济增长而持续增长(见图 4.0)。

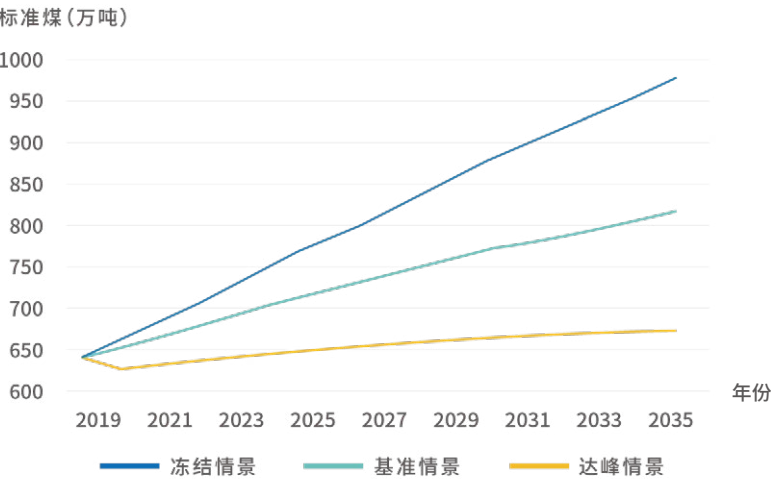


图 4.7 不同情景货运用能趋势

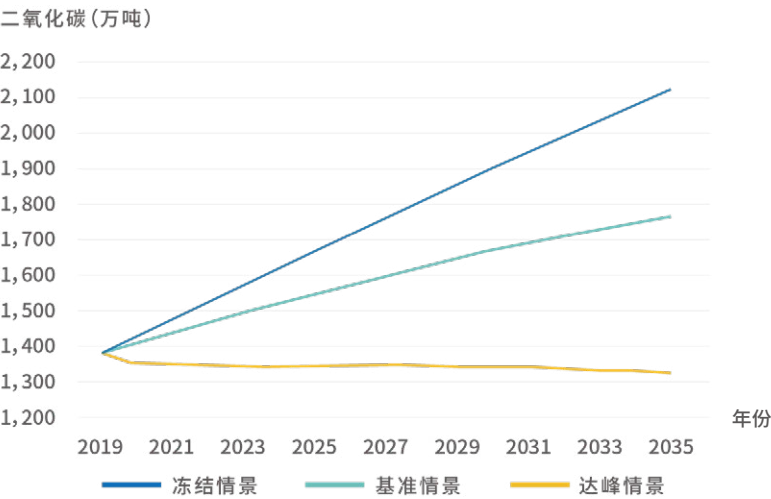


图 4.8 不同情景货运碳排放趋势

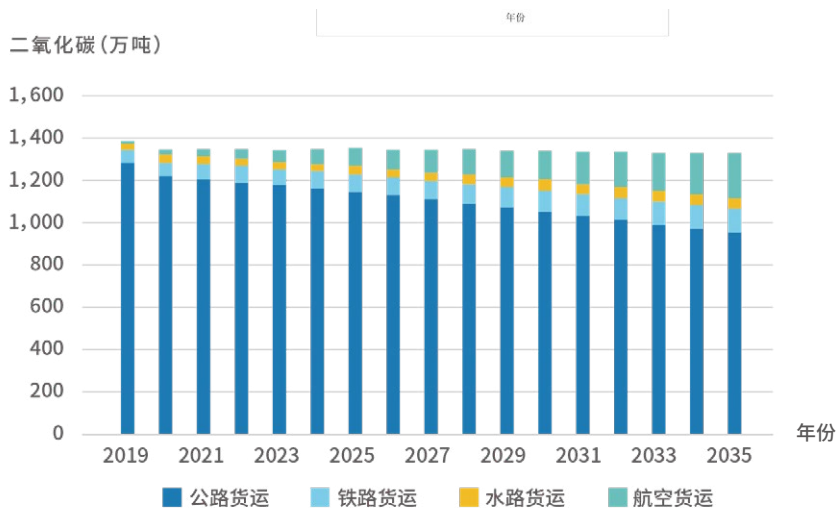


图 4.9 达峰情景下货运碳排放总量与结构

### ③ 客运

模型运行结果显示,在所有情景下,湖南省客运总能耗和碳排放总量都将持续下降(见图 4.10、4.11)。其中,公路客运的能耗和碳排放持续下降,而水路、铁路和航空能耗和碳排放都基本保持稳定(见图 4.12)。

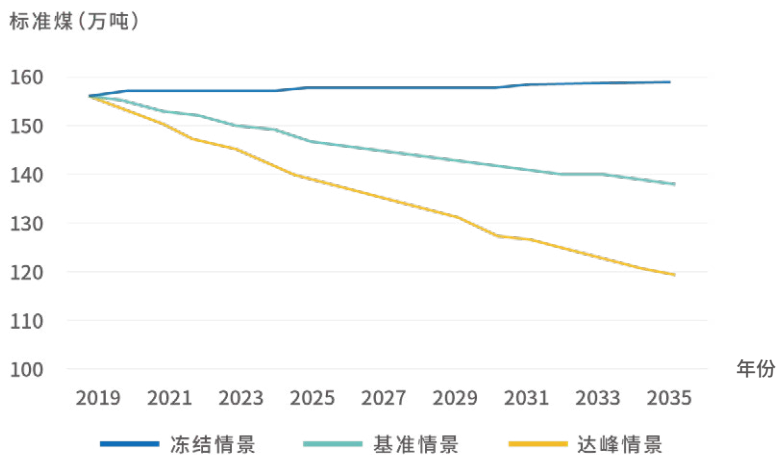


图 4.10 不同情景客运用能趋势

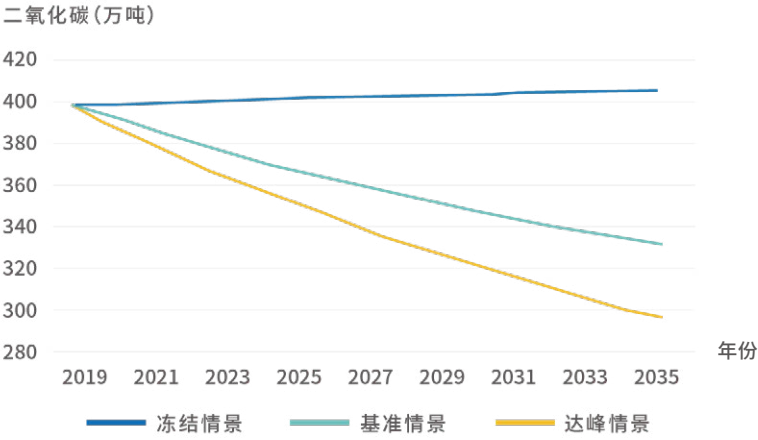


图 4.11 不同情景客运碳排放趋势

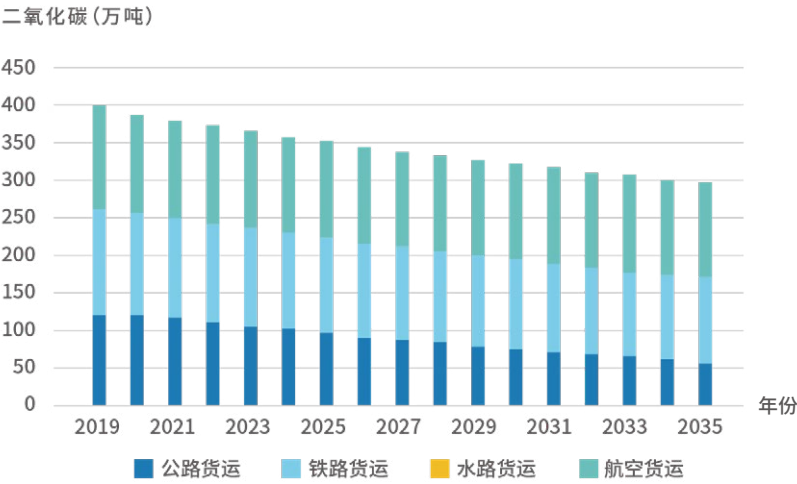


图 4.12 达峰情景下客运碳排放总量与结构

### （三）终端相对减排情况

在达峰情景中，2031 年湖南省交通碳排放总量为 5319 万吨，比基准情景相对减排 1588 万吨二氧化碳排放，减排率达到 23%。其中，相对减排贡献率最大的是市内交通，占 76%，其次是货运和客运，分别为 22% 和 2%（见图 4.13）。

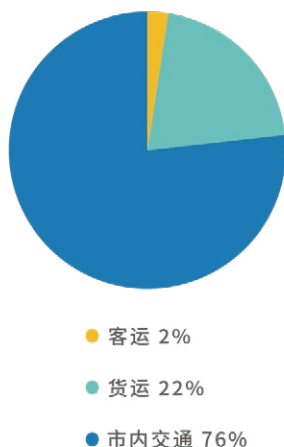


图 4.13 各部门达峰情景和基准情景相比的相对碳减排贡献率

通过与基准情景对比，分析了达峰情景下湖南省交通能效提升、运输结构优化、能源结构优化共三大领域措施的相对减排贡献率（见图 4.14、表 4.2）。减排措施按照减排贡献率从小到大进行排序如下，其中能源结构优化是减排量最大的措施，其次是运输结构和能效提升：

（1）公路货运、社会车辆、公交车、铁路各部门能效提升节能可实现相对减排 413 万吨二氧化碳，减排贡献率为 26.0%；

（2）市内交通、货运和客运的运输结构优化可实现相对减排 531 万吨二氧化碳，减排贡献率为 33.4%；

（3）以公交和社会车辆交通工具电动化清洁化和航空燃油替代为主的能源结构优化化可实现相对减排 645 万吨二氧化碳，减排贡献率为 40.6%。

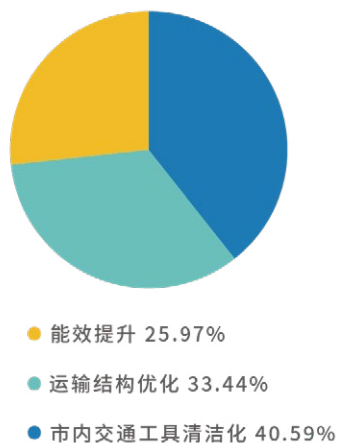


图 4.14 各达峰措施相对基准情景减排贡献率

表 4.2 各部门相对基准情景减排措施贡献

| 序号 | 主要达峰措施 | 分项行动措施                                 | 2031 年预测 |       |
|----|--------|----------------------------------------|----------|-------|
|    |        |                                        | 减排量(万吨)  | 占比    |
| 1  | 能效提升   | 1、推进淘汰国 4 及以下柴油货车                      | 66.3     | 4.2%  |
|    |        | 2、鼓励老旧燃油车全面置换国 6                       | 324.6    | 20.4% |
|    |        | 3、公交专用道全覆盖                             | 13.6     | 0.9%  |
|    |        | 4、铁路电气化长挂车                             | 8.0      | 0.5%  |
|    |        | 小计                                     | 412.5    | 26.0% |
| 2  | 运输结构优化 | 1、公交都市                                 | 422.9    | 26.6% |
|    |        | 2、智慧物流<br>3、多式联运<br>4、甩挂运输             | 94.2     | 5.9%  |
|    |        | 5、智慧共享出行<br>6、绿道联网<br>7、机铁联运           | 14.1     | 0.9%  |
|    |        | 小计                                     | 531.2    | 33.4% |
| 3  | 能源结构优化 | 1、公交车电动化                               | 17.9     | 1.1%  |
|    |        | 2、综合鼓励新能源汽车<br>3、公共充电桩全覆盖<br>4、物流车辆电动化 | 615.7    | 38.8% |
|    |        | 5、航空生物燃油                               | 11.0     | 0.7%  |
|    |        | 小计                                     | 644.6    | 40.6% |
| 合计 |        |                                        | 1588.2   | 100%  |

按照模型模拟结果，三大达峰措施为能效提升、运输结构优化和能源结构优化。

其中能效提升节能主要从公路货运、社会车辆、公交车、铁路入手，具体措施包含在淘汰国三柴油货车的基础上鼓励提前淘汰国四货车（2016年-2018年上牌车辆）、鼓励国二到国四的老旧燃油车全面置换成国六标准、修建扩建公交专用车道便于通勤高峰使用、铁路推广电气化长挂车等措施。

运输结构优化主要从市内交通、货运和客运入手，具体包括实现公交都市创建、建立社区公交微循环、发展智慧物流、加强多式联运和甩挂运输的推广、推行智慧共享出行、大力建设城市绿道，推进机铁轨联运、公水铁联运等措施。

能源结构优化主要从城市公交、社会车辆和航空燃油入手，具体包含大力推行公交车电动化、综合鼓励新能源小汽车、大力建设公共充电桩、实现城区、乡镇、高速、国道、码头、物流园区全覆盖、码头岸电、推行物流车辆电动化和扩大航空生物燃油使用等措施。

各项减排措施的效果如图 4.15 所示。

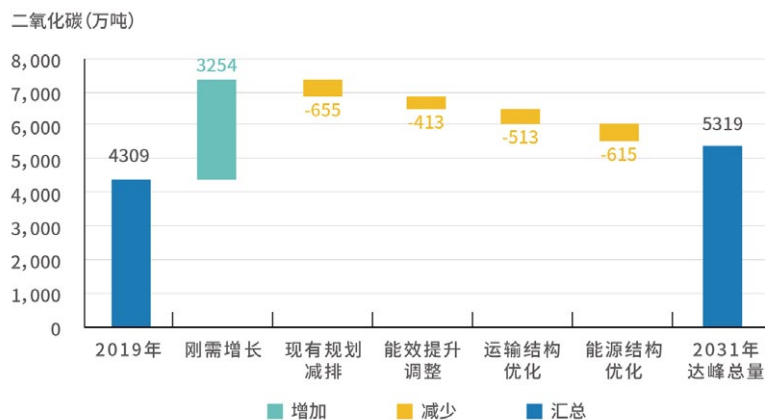


图 4.15 湖南省交通碳达峰不同措施减排量效果图

# 05

---

达峰目标、关键指标和重点工程

## 第五章

# 达峰目标、关键指标和重点工程

### （一）达峰目标和关键指标

在基准情景的基础之上，通过提升各类型交通工具的能源效率、增加新能源车在社会车辆、公交车和出租车中的比重、充分发挥交通枢纽的互联互通功能，调整货运和客运运输结构使其更加高效清洁、打通社区交通微循环提高市内公交分担率等措施，湖南省有望在 2031 年实现交通领域碳排放达峰目标。

表 5.1 显示 2031 达峰目标分解成能效提升、运输结构优化、能源结构优化等 3 大领域措施，并相应提出 12 项达峰行动目标，其中有 3 项总体目标和 9 项分项目标，以及 18 项监测指标，作为部门管理、行业管理以及对企业、公众宣传的数据支撑基础。

在 12 项交通达峰目标中，。总体目标分别为碳排放总量、能源消费总量、清洁能源占比。选取监测指标具体建议如下：

（1）碳排放总量控制不超过 5319 万吨二氧化碳，相比 2019 年增量控制不超过 1010 万吨二氧化碳。

（2）能源消费总量控制不超过 2716 万吨标煤，相比 2019 年增量控制不超过 233 万吨标煤。

（3）清洁能源替代，电力、天然气和可再生能源占比达到 19.79%（接近 20%），是 2019 年水平的 2.39 倍，年均增长 5.6%。

油品消费量从 2019 年的 1918 万吨下降至 2025 年的 2229 万吨，2030 年的 2265 万吨，2035 年的 2178 万吨。

电动车数量从 2019 年的 7.3 万辆增加至 2025 年的 121 万辆，2030 年的 290 万辆。2035 年电动车保有量比例达到 25%，电动私家车保有量达到 572 万辆，2035 年起，新增私家车电动化率 100%。

2031 交通碳达峰的 9 项分项目标，包括货运节能、客运节能、公交车节能、小汽车节能、公交分担率提升、货运结构优化、客运结构优化慢行系统、公交车电动化、新能源车设施等，各项目标均有具体监测指标量化要求。

（4）货运节能，2035 年单位周转量能耗比 2019 年的 1.41 千克标煤 / 百吨公里下降 31.9%，年均下降 2.4%；1000 吨级及以上泊位（危化品泊位除外）岸电设施配备率 100%；国四及以下排放柴油卡车鼓励逐步淘汰，2030 淘汰率 100%。

（5）客运节能，2035 年单位周转量能耗比 2019 年的 12.34 千克标煤 / 千人公里下降 20.9%，年均下降 1.5%；

（6）公交车节能，2035 年单位里程能耗比 2019 年下降 26.7%，年均下降 1.9%，电动公交车百公里能耗达到 84.7 千瓦时，柴油车百公里能耗达到 42 千克标煤；

（7）小汽车节能，2035 年单位里程能耗比 2019 年下降 34.6%，年均下降 2.6%，燃油车百公里能耗达到 7.7 千克标煤，电动乘用车百公里能耗达到 15.2 千瓦时；

（8）公交分担率提升，2035 年全省公交分担率提升至 35%，公交车保有量达到 110730 辆；长株潭一体化交通实现 1 小时公交通勤圈目标，社区微公交无人驾驶无缝对接方便出行。

(9) 货运结构优化, 多式联运水平提升, 水路货运周转量占比 2035 年提升至 16.6%, 铁路货运周转量占比 2035 年提升至 28%, 分别比 2019 年提升 9.3 个和 7.4 个百分点; 建设公路铁路码头联运的超级物流中心和产业链园区重点工程; 岳阳港等重要港口实现铁路码头无缝对接联运。

(10) 客运结构优化, 2035 年, 水路客运周转量占比提升至 1%, 铁路客运周转量占比提升至 70%, 分别比 2019 年提升 0.8 个和 9.4 个百分点; 建设机场高铁轨道联运的超级客运中心及配套重点工程, 实现 3+5 环长株潭城市群 2 小时城际圈拓展 2 小时航空圈, 形成以长沙国家中心城

市为枢纽的 4 小时高效商务圈。潇湘绿道串联全省城乡绿地、森林、湿地等生态系统和历史文化遗迹, 2030 年, 全省建成 6 万公里潇湘健身步道, 1 万公里潇湘绿道。

(11) 公交车电动化, 公交车 2030 年实现 100% 电动化, 社区微公交实现无人驾驶。

(12) 新能源车设施, 重要公共设施和场所充电桩普及比率达 100%。高速公路和国道干线服务区充电桩实现全覆盖, 公共充电桩数量增加至 2025 年的 25300 个, 2030 年的 50000 个。氢能源加气站实现突破, 到 2035 年前布点 190 家。

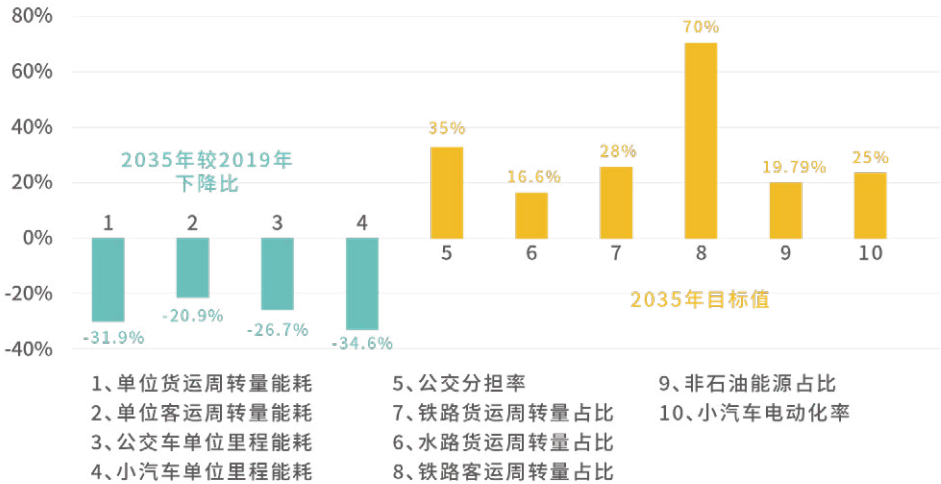


图 5.1 湖南省交通碳达峰部分指标示意图 (2035 年水平)

表 5.1 湖南省交通运输 2031 碳达峰目标和指标一览表

| 2031 达峰行动领域 |            | 2025 年目标                                    | 2030 年目标                                        | 2031 年达峰目标                                      |
|-------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 总体目标        | 1. 碳排放总量   | 碳排放量 5117 万吨二氧化碳                            | 碳排放量 5315 万吨二氧化碳                                | 碳排放量 5319 万吨二氧化碳并达峰                             |
|             | 2. 能源消费总量  | 总量不超过 2549 万吨标煤                             | 总量不超过 2704 万吨标煤                                 | 总量不超过 2716 万吨标煤                                 |
|             | 3. 清洁能源占比  | 占比达到 12.55%                                 | 占比达到 16.26%                                     | 占比达到 16.91%                                     |
| 能效提升        | 4. 货运节能    | 单位周转量能耗比 2019 年下降 16.7%                     | 单位周转量能耗比 2019 年下降 25.4%                         | 单位周转量能耗比 2019 年下降 26.7%                         |
|             | 5. 客运节能    | 单位周转量能耗比 2019 年下降 10.1%                     | 单位周转量能耗比 2019 年下降 16.2%                         | 单位周转量能耗比 2019 年下降 17.2%                         |
|             | 6. 公交车节能   | 单位里程能耗比 2019 年下降 12.1%                      | 单位里程能耗比 2019 年下降 23.6%                          | 单位里程能耗比 2019 年下降 24.3%                          |
|             | 7. 小汽车节能   | 单位里程能耗比 2019 年下降 14.2%                      | 单位里程能耗比 2019 年下降 24.4%                          | 单位里程能耗比 2019 年下降 26.5%                          |
| 运输结构优化      | 8. 公交优先    | 全省公交分担率提升至 26%<br>增加公交专用道（城市主干道全覆盖）         | 全省公交分担率提升至 30%<br>增加公交专用道（城市主城区全覆盖）             | 全省公交分担率提升至 31%                                  |
|             | 9. 货运结构优化  | 水路货运周转量占比提升至 13%<br>铁路货运周转量占比提升至 22.4%      | 水路货运周转量占比提升至 14.8%<br>铁路货运周转量占比提升至 25.2%        | 水路货运周转量占比提升至 15.2%<br>铁路货运周转量占比提升至 25.8%        |
|             |            | 水路客运周转量占比提升至 0.5%<br>铁路客运周转量占比提升至 63.4%     | 水路客运周转量占比提升至 0.8%<br>铁路客运周转量占比提升至 66.7%         | 水路客运周转量占比提升至 0.8%<br>铁路客运周转量占比提升至 67.3%         |
|             | 10. 客运结构优化 | 建设潇湘绿道慢行系统（各市区联网）<br>增加绿道慢行系统（全县域联网）        |                                                 | 绿道公里数达到 1 万公里                                   |
| 能源结构优化      | 11. 公交车电动化 | 电动车保有量比例达到 80%                              | 电动车保有量比例达到 100%                                 | 电动车保有量比例达到 100%                                 |
|             | 12. 新能源车设施 | 电动车保有量比例达到 9%<br>新能源车量 121 万辆<br>加氢站数量 70 座 | 电动车保有量比例达到 16.0%<br>新能源车量 290 万辆<br>加氢站数量 120 座 | 电动车保有量比例达到 17.8%<br>新能源车量 572 万辆<br>加氢站数量 190 座 |

(二) 重点工程

根据达峰目标、指标、行动措施，结合现有“十四五”规划项目，课题组进一步梳理，建议湖南省推进以下七大交通碳达峰重点工程，推动湖南省尽快实现交通碳达峰。

- 1

长株潭都市圈  
通勤交通网
- 2

环长株潭城市群  
城际交通网
- 3

公交都市及社区  
微公交网络
- 4

超级物流中心  
及产业链
- 5

超级客运中心  
及配套
- 6

潇湘绿道网络
- 7

双碳专项基础设施

重点工程 1、长株潭都市圈通勤交通网重点工程

- 目标

构建长株潭 1 小时通勤圈
- 内容

构建以长株潭都市圈为的交通一体化通勤网。加快建成长株潭城际轨道交通西环线一期工程，推动长株潭城际铁路“地铁化”运营，提升地铁口 - 家门口的多种交通工具接驳效率，试点社区无人驾驶微公交网络，补齐社区出行最后一公里短板。谋划新建长株潭轨道交通项目。长株潭都市圈轨道交通运营里程 2025 年达到 420 公里，推进长株潭轨道交通建管养运“一张网”。

加快推进潭州大道长沙莲坪大道口至长潭界段快速化改造、红旗路南延工程、长沙潇湘大道至湘潭沿江路、长沙新韶山路至湘潭昭山大道、湘潭昭云大道至株洲云峰大道、湘潭大道至株洲铜霞路、浏阳 X016 至芦淞区 X084 拓宽改造工程项目建设。有序建设长沙机场联络线至株洲华强路、长沙黄兴大道至株洲田心大道、长沙黄桥大道至湘潭伏林大道、长沙望雷大道至湘潭响水大道、长沙含浦大道至湘潭银盖路、长沙湘江大道至湘潭滨江路、株洲新东路至湘潭凤凰路等项目。谋划建设湘潭白云路东延线至芙蓉大道、湘潭商城路至株洲清水路等项目。

工程建设期 2021 年 -2030 年

**内容** 围绕扩大长株潭都市圈的辐射带动能力，推动“3+5”环长株潭城市群交通基础设施统筹协调发展，依托多向立体、内畅外联的运输主通道，重点打造以高速铁路、城际铁路、高速公路、国省干道为骨干的城际综合交通走廊，构建以长株潭都市圈为中心的“3+5”环长株潭城市群1.5—2小时城际交通网。

工程建设期 2021 年 -2030 年

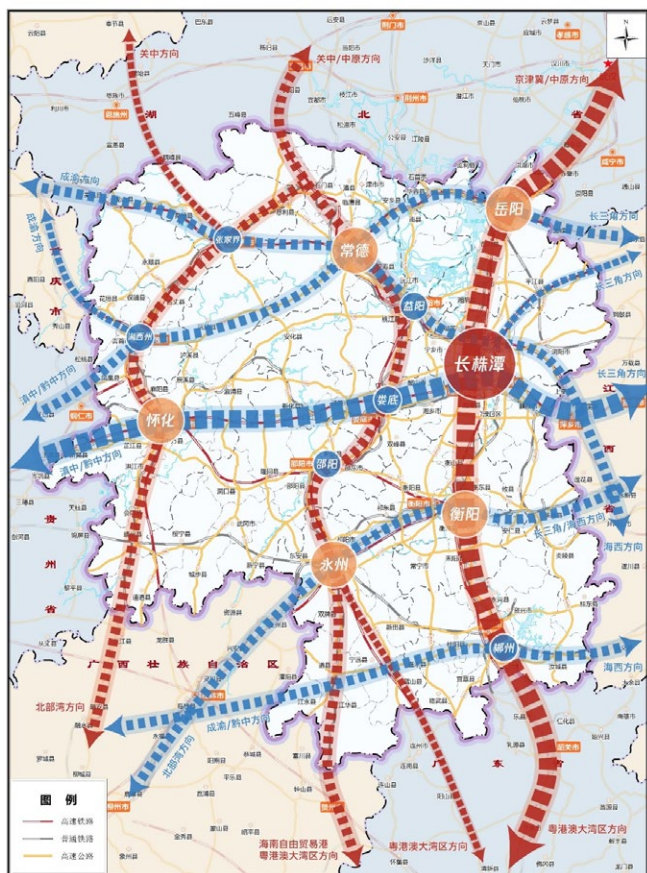


图 5.2 湖南省大交通布局示意图

### 重点工程 3、公交都市重点工程

**目标** 创建 10 个左右国家“公交都市”和省级公交优先示范城市，2030 年公交分担率达到 30%，试点社区微公交网络

**内容** 深入实施公交优先发展战略。建立以公共交通为主体的城市交通体系，通过实施科学的规划调控、线网优化、设施建设、信息服务等措施不断提高公共交通系统的吸引力，降低公众对小汽车的依赖，提高县级市及以上城市公共交通机动化出行的分担率，从源头上调控城市交通需求总量和出行结构，提高城市交通运行效率。

长株潭都市圈加快构建以轨道交通为骨干的大容量快速公共交通网络，持续提升地面公交服务质量，完善“最后一公里”公共交通网络。其余市州加快城市重要客流走廊快速公共交通系统建设。中小城市提高城区公共交通运营效率，优化线网布局。积极发展定制公交、夜间公交、社区公交、通勤班车等多层次、多品种公交服务。试点社区无人驾驶微公交网络。

深入推进公交都市、公交优先示范城市建设，争取创建 10 个左右国家“公交都市”和省级公交优先示范城市。提升公交站点覆盖率和服务水平，提高公交运行效率和精细化水平。鼓励各市州发展智慧公交、智能网联、共享交通等新型公共交通方式。

“十四五”期间，完成娄底市、常德市 2 个国家级“公交都市”验收，并逐步达到 7~8 个国家级“公交都市”。“公交优先示范城市”城市主干道都要全覆盖公交专用道。2030 年前，所有地级市州均按照“公交都市”标准创建。城市公交车辆电动化达到 100%。无人驾驶微公交网络逐步沿主要城市交通枢纽构建一个个 3 公里半径社区公交微循环，保证市民轨交出行无缝对接。

**工程建设期** 2021 年 -2035 年

10<sub>个</sub>

“公交都市”和省级公交优先示范城市

100%

城市公交车辆电动化

3000<sub>米</sub>

半径社区公交微循环

## 重点工程 4、超级物流中心及产业链重点工程

**目标** 全省各市州建设 14 个超级物流中心，打造公路铁路码头（公水铁）联运枢纽和产业链园区，充分发挥湖南水运长板

**内容** 优先利用现有物流园区以及港口、公路货运站、铁路货运站等设施，规划建设货运物流枢纽。加强货运枢纽多式联运设施建设，完善换装转运设施，拓展冷链物流、邮政快递服务功能，建设一批多式联运型和干支衔接型货运枢纽。加快铁路物流基地建设，推动实施长沙北（霞凝）、株洲田心、怀化西等 15 个铁路物流基地。推进大宗货物和中长途货物运输“公转铁、公转水”，火电、钢铁等重点行业大宗货物清洁运输比例达到 70% 以上。提升综合货运枢纽对产业园区的服务能力，形成与经济社会相适应、与产业发展和居民需求相配套的综合货运枢纽体系。超级物流中心必须坚持科技含量，搭建“智慧物流”+“智慧货运”的大平台，实现自动驾驶场景。

建设长沙传化公路港、长沙港铜官港区水运物流园、圆通速递华中管理区总部基地、深国际长沙综合物流港、长沙旺东物流园、株洲金山工业园产业新城、中车物流园、长株潭生产服务型物流枢纽（一力物流）、岳阳城陵矶新港港口物流园、衡阳东阳渡现代物流产业园、张家界国际航空物流园、益阳港铁公水多式联运物流园、郴州湘南国际物流园金伟公路物流集散中心、怀化佳惠农产品（冷链）物流产业园、怀化东盟国际物流产业园、湖南美夷新园物流园、常德德山物流产业园等项目。对重点港口进行环保提质改造，建设港口环保示范工程。将岳阳城陵矶老港环保提质改造二期工程、长沙港、常德港环保提质改造工程作为重点。

建设长沙北、长沙望城、株洲田心、湘潭东、衡阳南、郴州、益阳东、娄底西、邵阳东、永州北、岳阳、常德德山、怀化西、张家界、吉首等铁路物流基地。加强不同运输方式转运场站和“不落地”装卸设施建设，提升一体化转运衔接能力和货物快速换装便捷性。加快多式联运信息共享，研究推进多式联运“一单制”，创新运单互认标准与规范，推广应用集装箱多式联运运单和电子运单。鼓励铁路企业、航运企业培育成为多式联运经营人。深入推广甩挂运输，创新货车租赁、挂车共享、定制化等发展模式。研究推进集装箱、标准化托盘在不同运输方式间共享共用。

配套超级物流中心，构建以物流分拨中心、专业配送中心、末端配送网点三级网络为主的的城市配送体系，加大城市绿色货运配送示范工程实施力度。积极开展农村客货邮融合发展试点，强化“一网多用、一站多能、多点合一”的县乡村三级物流配送体系建设，优化城乡物流配送网络。积极构建“一核三区多基地”冷链物流格局，推动构建冷链物流联盟，加快补齐冷链物流短板。

每个市州建设 3-4 个城市物流中心，选址为高速出口，推进城际重型卡车和市内轻型物流电动车转换设施作为物流中心标配。建成 6 个以上城市绿色货运配送示范工程，创建 8 个左右多式联运示范工程。创建至少 3 个国家级农村物流服务品牌和 30 个交邮融合示范县。

**工程建设期** 2021 年 -2035 年

## 重点工程 5、超级客运中心及配套重点工程

**目标** 全省各市州建设 14 个超级客运中心，打造机场高铁轨交快客（机铁交）联运枢纽，实现 3+5 环长株潭城市群 2 小时城际圈，拓展 2 小时航空圈，打造湖南省各市州直通国内主要大中城市的 4 小时商务圈。

**内容** 建设空铁联运交通枢纽，打造现代综合交通联运体系。完善空铁联运交通枢纽建设，强化“交通连接”，重点加强机场与高铁站枢纽一体化、枢纽与城区一体化、枢纽与周边区域一体化；提升空铁联运交通枢纽服务功能，实现“服务连接”，重点是机场与高铁站间的服务标准一体化、枢纽与周边地区的服务联动。到 2025 年，长沙试点建设集高铁、机场等站场一体化的综合交通枢纽。到 2035 年，各市州均建成高效运行、服务提升、商业完善、产业优化的现代化综合交通枢纽。

加快旅客联程运输发展，发展高品质客运服务。优化完善多种运输方式的开行方案，推动长途、城际、城市客运系统融合，促进旅客联程运输在时间安排上的“无缝衔接”“随到随走”。加快铁路无轨站、城市候机楼建设，推动行李直挂等服务。提高客运联网售票和服务水平，普及应用机场、铁路、道路、水运电子客票，推进一站票务服务，优化跨方式安检流程，推动安检互认。培育旅客联程运输经营主体，创新一体化联运产品，实现自动驾驶场景。

同时规划建设约 31 个左右乡镇综合服务站，200 个乡镇综合运输服务站，400 个城乡客运线路末端村乡村首末站，100 个旅游公路综合服务站；实现至少 60% 的县市区达到城乡道路客运一体化示范县水平，力争至少 5 个县进入全国交通运输一体化试点，至少开展 10 个县市区农村水路客渡运公司化公交化试点工作。有条件的地区实施农村客运公交化改造。改善偏远地区轮渡通行条件，方便群众日常出行。加强客运服务人文关怀，推进客运场站无障碍设施建设，强化老弱病残孕等群体服务保障，推广应用低地板公交车。

**工程建设期** 2021 年 -2035 年

14<sub>个</sub>  
超级客运中心

3+5  
环长株潭城市群 2 小时城际圈

31<sub>个</sub>  
乡镇综合服务站

200<sub>个</sub>  
乡镇综合运输服务站

400<sub>个</sub>  
城乡客运线路末端村乡村首末站

100<sub>个</sub>  
旅游公路综合服务站

## 重点工程 6、潇湘绿道网络重点工程

**目标** 潇湘大地江河公园用绿道连接，减少机动车出行

**内容** 以道路为骨架，构建绿色旅游通道网络，建设内容包括车行风景道、森林骑行廊道、森林步道、城市绿道、森林康养步道与游览步道等。加快推进省级生态廊道建设，构建“三山”大尺度生态廊道、“一湖四水”中尺度生态廊道、“骨干路网”小尺度生态廊道、“一心一带九核”等生态廊道重要节点为主体的网状生态廊道和生物多样性保护网络体系。建设标准化湖南休闲绿道网络，打造湖南绿色休闲廊道和文化展示走廊，培育“骑行湖南”的绿道休闲品牌。加快城市休闲绿道网、乡村休闲绿道网和景区休闲绿道网建设。依托湘黔古道、湘粤古道、秦汉古道、潇贺古道、湘川古道、茶马古道等历史古道遗迹，建设一批国家休闲步道。依托丰富的森林资源，加快建设一批森林步道、森林骑行道、森林风景道。

潇湘绿道串联全省城乡绿地、森林、湿地等生态系统和历史文化遗迹，2030年，全省建成6万公里潇湘健身步道，1万公里潇湘绿道。

**工程建设期** 2021年-2030年

## 重点工程 7、双碳专项基础设施重点工程

**目标** 基础设施支持新能源和清洁能源汽车、船舶推广应用，实现湖南省2031年交通碳达峰目标

**内容** 加强交通能源基础设施一体化发展，重点推进交通枢纽站场、停车场、公路服务区等充电设施设备的建设，全面推广高速公路等领域隧道、桥梁智能绿色照明，鼓励公路、铁路等沿线合理布局光伏发电储电设施。

重要公共设施和场所充电桩普及率达100%。高速公路和国道干线服务区充电桩实现全覆盖，公共充电桩数量增加至2025年的25300个，2030年的50000个。鼓励利用交通设施和场地建设多能互补工程，物流中心、停车场、大型公建上盖建设光伏屋顶。

推动船舶受电设施建设，降低营运船舶单位运输周转量二氧化碳排放量，1000吨级及以上港口码头建设岸电，根据实际需求落实到泊位；推进水上LNG加注站和充电站的建设，新增5个及以上LNG加注站；推广节能环保船型，新增客运船舶全部采用新能源和清洁能源，试点航空生物燃油。

探索开展氢燃料电池货车应用，氢能源货运试点示范项目建设，加快建设加氢站等基础设施，建立氢气供应体系，满足氢能汽车的氢燃料需求。鼓励将利用率不高的加气站改建为加氢站，降低加氢站建设和运营的成本。鼓励在“六纵六横”的高速公路沿线建设加氢站和氢气储运中心，形成氢气运输通道。根据燃料电池汽车发展规模和推广速度，在各市州全面布局加氢站，形成完整的氢能基础设施网络。氢能源加气站实现突破，到2035年，累计建设190座以上加氢站。

**工程建设期** 2021年-2030年

# 06

---

政策建议

## 第六章

### 政策建议

#### (一)交通碳排放达峰需要强化政策策略

模拟研究结果表明,如果按照目前既有政策和发展路径延续(基准情景),2035年之前湖南省无法实现交通碳排放达峰。因此,湖南省必须采取更加积极的交通节能减排政策,充分调动市场和公众的参与,努力实现达峰目标。

在达峰情景下,湖南省能够实现在2031年左右实现交通碳排放达峰的目标,仅比国家总体碳达峰晚一年时间,达峰总量5319万吨二氧化碳,较基准情景减排23%,实现了人均不到1吨的较少排放实现了交通现代化(户均1辆车)的目标。

在达峰情景下,能源结构和运输结构将进一步优化,电动车数量大幅提升,2035年保有率相比基准情景翻两番(从6%提升至25%),清洁能源占比倍增(从10%增加到近20%),相应石油消费占比降低,公交分担率大幅上升,客运和货运都向公转水、公转铁靠拢。

要实现上述目标,需要依靠政策,强化三个方面策略:

**1. 通过提前淘汰老旧车辆,提高交通能效。**据模型计算,该措施可以提升减排潜力达到390万吨。

提升减排潜力达到

390 万吨

**2. 通过实施公交优先,提升公交出行便利。**据模型计算,该措施可以提升减排潜力达到423万吨。

提升减排潜力达到

423 万吨

**3. 通过鼓励新能源车推广,优化交通能源结构,提升交通电气化水平。**据模型计算,该措施可以提升减排潜力616万吨。

提升减排潜力达到

616 万吨

通过模型计算,如果落实以上三方面关键政策策略,2031年减排潜力将达到1429万吨,占交通碳达峰的贡献率为90%。需加以具体强化,确保湖南省交通运输碳排放能在较低峰值较早达峰。

基于以上政策策略,课题组进一步提出以下政策建议,供政府部门参考论证细化。

## （二）大力提高燃油经济性和推广新能源车

### 政策建议 1:

通过财政专项补贴车主方式，提前淘汰国四及以下排放标准柴油货车。

具体在政策制定上，建议交管部门考虑专项投入，补贴支持推进老旧车辆淘汰更新。货车有使用 10 年 +5 年的报废期限，2008 年上市的国三排放卡车基本上到 2020 年均已提前淘汰 70%。接下来国 4 排放标准是 2016 年上市，到 2018 年国 5 标准上市，所以基本上国 4 排放车辆都是 2016-2018 年间上市的。据《中国移动源环境管理年报》，2019 年我国柴油货车的保有量约 1900 万辆，约占全国汽车保有量的 7.6%，但其排放的氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、颗粒物（PM）分别占汽车排放总量的 78%、89.9%。其中国三及以下排放标准的柴油货车 739.3 万辆，占 38.6%；国 4 排放标准的柴油货车 678.5 万辆车辆，约占 35.4%。湖南省处于全国平均水平，估算国 4 及以下排放标准的柴油货车保有量约 50 万辆。建议湖南省打好老旧车淘汰攻坚战，摸清各市州老旧车遗存“家底”，结合“十四五”交通规划，制定中长期车辆淘汰专项整治计划，研究“十四五”和“十五五”期间各市州国四及以下货车限行逐步淘汰政策，减少交通污染物和二氧化碳排放。政策上考虑按平均每辆车 2 万元（离强制报废年限越短补贴越低）补贴提前淘汰柴油货车。预计到 2030 年前，100% 淘汰国 4 及以下标准排放柴油货车。补贴专项资金需求预计约 100 亿元（2020-2030 年 10 年内分批发放）。

### 政策建议 2:

建立市场化报废机动车价值回收机制，鼓励老旧燃油车全面置换国六及以上燃油车或新能源车。

私家乘用车没有强制报废年份，所以从法律上无法强制规定淘汰高排放的老旧车辆。通常政策上可以对于高排放的老旧车辆实行核心城区限行等措施限制其使用。湖南省私家车保有量接近 1000 万辆，如果采取财政补贴形式鼓励置换的话，相应成本过大。建议通过市场化报废机动车回收的剩余价值分享模式，建立回收价值反馈车主的机制，能够使每位车主置换新车时，根据车辆新旧程度，享受 5000 元 - 几万元不等的旧车回收抵扣优惠。政府通过扶持报废机动车产业也撬动了汽车产业循环经济的市场，未来湖南省旧车回收市场每年可回收车辆数量预计可达到 50 万辆水平，新增市场规模保守估计将达到 100 亿以上。预计到 2030 年，国 6 及以上排放标准车辆占市场燃油车保有量的 80% 以上，燃油经济性将大幅提升。

### 政策建议 3:

通过减免购置税，普及充电设施的方式，持续力推新能源车。

新能源车正处于快速普及阶段，模型计算结果表明，2020 年-2035 年间，电动车数量从 2019 年的 7.3 万辆将增加至 2025 年的 121 万辆，2030 年的 290 万辆，2035 年电动车保有量比例达到 25%，电动私家车保有量达到 572 万辆，新增私家车电动化率 100%。前期每年新增 30 万辆电动车，后期将每年新增接近 60 万辆。如此大的市场规模，如果延续“十三五”新能源车补贴政策，将大大超出了财政支付能力。建议政策上从减免购置税，普及充电站设施等措施鼓励国民采购新能源车，同时可逐步采取措施限制燃油车使用，通过收取燃油税、城市污染治理费等多种形式，提高燃油车使用成本，促进国民燃油车置换成新能源车。

鼓励中小营运货车电力出行，同时限制核心城区大型货车通行。鼓励中小营运货车转向电力运营，要求各物流园区标配充电设施，集约化运输减少城市物流运输成本及交通污染物排放。

营运网约车和出租车强制要求 2025 年前全部电动化，公交车实现 2030 年前全部电动化，并实现部分路线自动驾驶场景。

规划电动车充电站按市域 10 公里半径、城区 5 公里半径全覆盖，高速和国道干线服务区全覆盖。充电设施采用使用者付费原则，完全可以做到项目自平衡，无需财政投入补贴资金，前提是政府做好充电站用地规划。

(三) 规划建设重点工程实现气候友好型现代化交通

《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》（湘政办发〔2021〕50号）是湖南省综合交通领域“十四五”的行动纲领。本研究在官方规划基础上，根据碳达峰目标要求，梳理出7大碳达峰重点工程（见表6.1）。

政策建议 4:

聚焦7大交通碳达峰重点工程，从财政预算、专项债、绿色债券、碳达峰专项基金等多渠道筹集建设资金，也可以通过政府与社会资本合作（PPP）方式，撬动社会力量共建交通现代化。

表 6.1 湖南省交通碳达峰重点工程列表（2021-2030 年）

| 序号 | 重点工程         | 建设目标                         | 投资<br>(亿元) | 资金来源            |
|----|--------------|------------------------------|------------|-----------------|
| 1  | 长株潭都市圈通勤交通网  | 构建长株潭 1 小时通勤圈                | 2000       | 铁总、财政预算、专项债、PPP |
| 2  | 环长株潭城市群城际交通网 | 3+5 环长株潭城市群 2 小时城际直达         | 2000       | 铁总、财政预算、专项债、PPP |
| 3  | 公交都市         | 2030 年公交分担率达到 30%，公交电气化 100% | 700        | 财政预算、专项债        |
| 4  | 超级物流中心及产业链   | 14 个超级物流中心（公水铁联运）            | 700        | 企业、专项债、PPP      |
| 5  | 超级客运中心及配套    | 14 个超级客运中心（机铁轨交联运）           | 700        | 企业、专项债、PPP      |
| 6  | 潇湘绿道网络       | 建成 6 万公里潇湘健身步道，1 万公里潇湘绿道     | 100        | 财政预算、专项债、PPP    |
| 7  | 双碳专项基础设施     | 基础设施支撑实现湖南省 2031 年交通碳达峰目标    | 100        | 企业、专项债、PPP      |
| 总计 |              |                              | 6300       |                 |

7 大重点工程总投资 6300 亿元<sup>②</sup>，工程规划和建设期跨度 15 年，从 2021 年到 2035 年，跨越三个五年计划。

除工程建设和运营资金筹集外，为配合重点工程建设，并实现碳达峰目标，建议进一步配套各项具体落地政策，如土地、税收、奖励补贴、公交联运票价优惠、公交轨交建设运营一张网、5G 网络 + 高精准定位、慢行系统和休闲健康产业、吸纳低收入人群就业、企业及个人奖项荣誉等，努力实现气候友好型的现代化交通体系。

<sup>②</sup> 工程投资涵盖铁路交通城建等多部门组合项目估算，具体投资预算需下一步根据工程可行性分析逐一确定。

#### （四）建设气候友好型交通体系就是民生工程

##### 政策建议 5:

争取上级政府支持，论证试点部分燃油税返还地方机制，成立交通碳达峰专项基金，资金定向使用，提高公交出行效率和舒适度，减低出行碳足迹和成本。

2009 年中国启动实施燃油税费改革，征收成品油消费税（燃油税）以来，每年数以千亿的财税收入对于我国交通跨越式发展起到巨大的推动作用。但在当前双碳建设时间紧、任务重、资金短缺的挑战下，建议燃油税的征收和使用应进一步向绿色治理政策倾斜。机动车驾驶员通过缴纳燃油税形式，每升成品油在消费时支付了 1.52 元燃油税。这笔税收应当合法合规用于交通建设和绿色治理，尤其应当专项用于清洁能源公共交通工具和鼓励市民低碳出行。

建议湖南省政府和税务财政部门对接，争取上级政府支持，论证试点燃油税专项返还地方的机制，成立交通碳达峰专项基金，资金定向使用，政策形成组合拳，引导市民公共交通出行和绿道出行，减少私人自驾出行需求。利用信息化手段和共享经济模式，在不降低出行舒适度的前提下，减低出行成本和碳排放。

- 交通提高出行效率和舒适度的措施有：加快建设轨交骨架体系、扩建公交专用道、长株潭公交一体化、建设社区无人驾驶微公交系统使得家门口 - 地铁口的短驳便捷化、精准定位 + 无人驾驶等

- 减低出行成本的措施有：公共交通 60 岁以上老年卡免费、共享车等

- 减低出行碳足迹的措施有：绿道慢行系统、共享自行车、电动公交车、网约车和出租车、燃油车上牌拍卖（收益纳入专项双碳交通基金使用）、开放公共路灯电杆作为家用充电桩、机铁联运（减少飞机航程）、机关学校企业无车日、碳普惠积分等

本研究列举的多项政策措施在很多市州都已经在实操，还有些需要在下一步研究工作中和部门对接细化。有些政策是需要硬件配套的，有些是体制机制改革范畴，有些是需要政策为商业模式创新赋能。建议在下一阶段工作中，进一步研究重点工程可行性和经费筹措模式，燃油税返还地方成立交通碳达峰基金等重点政策事项，加快推进交通碳达峰项目落地实施，尽快促进湖南省交通碳达峰目标实现。

建设气候友好型交通体系是民心所向，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，是建设人民城市的重要环节，有效促进跨方式、跨领域、跨区域、跨产业一体融合发展，打造互联互通的现代化交通体系，为现代化新湖南建设提供有力支撑。

## 主要参考资料和文献

---

- 1.《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》.2021. 湖南省人民政府办公厅.
- 2.《湖南省交通运输“十四五”发展规划》(征求意见稿).2021. 湖南省交通运输厅, 湖南省交通规划勘察设计院有限公司.
- 3.《湖南省绿色交通“十四五”专项规划》(送审稿).2021. 湖南省交通运输厅.
- 4.《武汉市交通碳达峰路径研究》.2019.C40,WRI.
- 5.《中国移动源环境管理年报》.2021. 国家生态环境部.
- 6.《“十三五”及 2030 年交通部门节能目标研究》.2017. 国家发展和改革委员会能源研究所.
- 7.《昆明市交通领域减污降碳协同措施研究》.2020. 深圳市城市交通规划设计研究中心云南分院, 可持续发展合作研究所 (ISC).
- 8.《城市碳排放达峰路线图及行动计划模块化设计指南》.2019. 可持续发展合作研究所 (ISC) 潘涛等.
9. 国际能源署 . <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy-highlights>
- 10.OECD. 2019. Taxing Energy Use 2019: Country Note – China. <https://www.oecd.org/tax/tax-policy/taxing-energy-use-china.pdf>



