编号：08 未经许可不得它用

国家信息中心2021年度青年人才基础研究项目成果

# 面向2060年“碳中和”目标的 汽车产业低碳发展战略研究

部 门：信息化和产业发展部

项目负责人：赵文博

目 录

[一、汽车领域碳减排对于我国“双碳”目标的实现至关重要 4](#_Toc93925802)

[（一）我国“双碳”目标的提出具有重大意义 4](#_Toc93925803)

[（二）我国“双碳”目标的实现面临巨大机遇 9](#_Toc93925804)

[（三）我国“双碳”目标的实现面临多重挑战 11](#_Toc93925805)

[（四）汽车领域碳排放对我国如期实现双碳目标至关重要 13](#_Toc93925806)

[（五）研究目标 18](#_Toc93925807)

[二、汽车运行阶段碳排放多场景测算模型 18](#_Toc93925808)

[（一）测算边界和模型逻辑 18](#_Toc93925809)

[（二）场景假设和参数设置 19](#_Toc93925810)

[三、测算结果与分析 26](#_Toc93925811)

[（一）汽车运行阶段燃料使用环节碳排放现状 26](#_Toc93925812)

[（二）新能源推广在汽车运行阶段碳达峰中发挥基础性作用 27](#_Toc93925813)

[（三）乘用车碳排放决定汽车运行阶段碳排放达峰情况 27](#_Toc93925814)

[（四）油耗水平降低和使用强度控制能够确保汽车运行阶段碳排放按时达峰，降低新能源汽车产业发展压力 29](#_Toc93925815)

[四、汽车产业针对运行阶段碳排放2030年达峰的低碳发展战略 30](#_Toc93925816)

[（一）加快发展新能源汽车，特别是在乘用车领域加速推广纯电动汽车 30](#_Toc93925817)

[（二）加强传统燃油车使用管理，着力推广低能耗燃油汽车，审慎对待燃油车禁售 31](#_Toc93925818)

[（三）着力推动货运结构和出行方式深层次变革。 32](#_Toc93925819)

[（四）推动道路交通运输智慧化发展 32](#_Toc93925820)

[五、未来研究方向 32](#_Toc93925821)

[（一）根据汽车全生命周期延伸碳排放研究范围 32](#_Toc93925822)

[（二）场景细化 33](#_Toc93925823)

[参考文献 33](#_Toc93925824)

面向2060年“碳中和”目标的 汽车产业低碳发展战略研究

摘 要

实现我国碳中和碳达峰战略目标意义重大、任务艰巨，需要各行各业共同努力。随着汽车保有量的持续上升，我国汽车使用领域碳排放重要性日益凸现，汽车使用领域能否稳定实现2030年稳定达峰对我国如期实现“双碳”目标至关重要。根据国务院印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》，到2025年新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的20%左右，到2035年纯电动汽车成为新销售车辆的主流。据此测算，尽管2030年新能源汽车保有量占乘用车保有量比重仍不足20%，但传统燃油车保有量在2030年后将进入缓慢增长阶段，至2034年达到峰值，汽车使用领域总碳排在2030至2035年间将处在平台期，碳排放峰值约10.7亿吨。与此同时，若2030年实现乘用车单车年均燃油消耗量与2020年相比下降20%，商用车保有量与2020年相比下降10%，在此情况下可实现汽车使用领域2030年稳定达峰，碳排放峰值约为10.4亿吨。为此，汽车使用领域碳减排需要多路径协同推进，乘用车新车销售电动化是实现2030年碳达峰的基础条件，降低传统燃油乘用车单车年均燃油消耗量和适当降低商用车保有量是共同助力实现2030年碳达峰目标的有效支撑。应加快新能源汽车普及，加大节能汽车推广力度，加强汽车使用管理，同时积极推动交通运输结构转型，以降低商用车，特别是重型客车的保有量。

## 一、汽车领域碳减排对于我国“双碳”目标的实现至关重要

### （一）我国“双碳”目标的提出具有重大意义

#### 1、我国提出“双碳”目标是对全球碳排放严峻形势的积极应对

（1）气候危机对全球碳排放提出了更为紧迫的温控目标

气候变化是人类面临的重大而紧迫的全球性挑战，对人类的生存和发展带来更为长期、更为深层次的挑战，气候问题是全球共同面临的非传统安全危机。过去几十年间，随着温室气体浓度的不断增加，气候变化和日益频发的极端气候事件越来越多地威胁到人类生存和健康，危害到陆地和海洋生态系统，带来生物多样性的丧失。政府间气候变化专门委员会（IPCC）报告阐述了气候变化带来的八大灾难性风险，并提出气候变化已经不是未来的挑战，而是眼前的威胁。世界经济论坛发布的《2020年全球风险报告》显示，未来10年的全球前五大风险全部与气候变化相关，全球经济约一半国内生产总值将受到气候风险冲击。

2015年，在《联合国气候变化框架公约》第21次缔约方会议上，各缔约方通过《巴黎协定》，为其后全球应对气候变化行动做出了安排，其长期目标是将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在2℃以内，并努力将其温度上升幅度限制在1.5℃以内。政府间气候变化专门委员会（IPCC）在1.5℃特别报告中提及，虽然1.5℃的升温幅度仍会产生气候影响，但与更高幅度的全球变暖水平相比，产生的破坏力较小，实现1.5℃温控目标有望避免气候变化给人类社会和自然生态系统造成不可逆转的负面影响。

（2）原有各国碳排放规划难以满足气候变化目标要求

联合国环境规划署对2015年10月1日前提交的国家自主贡献（NDCs）目标进行了评估（共146个国家，占全球碳排放约90%），评估显示各国NDCs并不能满足2℃目标。2019年，联合国环境规划署发布碳排放差距报告指出，如果《巴黎协定》中各国提交NDCs顺利兑现，21世纪末全球气温将提升3.2℃。世界气象组织（WMO）2020年发布的温室气体公报显示，2019年全球CO2平均浓度出现大幅增长全球升温趋势明显，对自然环境和人类生存发展带来重大的影响。2011-2020年平均温升相比工业化前（1850-1900年）增高了1.1℃。

政府间气候变化专门委员会（IPCC）研究认为，全球升温控制在1.5℃之内的减排目标要求全球碳排放在2030年前迅速降低至250亿吨，2030年实现全球净人为CO2排放量比2010年减少约45%，在2050年左右达到净零排放。根据当前各国减排承诺，全球截至2030年碳排放量预计为560亿吨，超过1.5℃减排目标的两倍。为此，《巴黎协定》的温控目标要求世界各国在2020年更新自身减排规划，做出更加严格的减排承诺。

近期，世界主要国家纷纷调整自身碳减排规划，做出碳中和承诺。截至2020年12月，国际上已经或者准备提出碳中和的国家共124个，覆盖全球GDP的75%、总人口的53%、碳排放的63%。其中，25个国家，包括前十大排放国中的中国、日本、德国、加拿大、英国和韩国，以纳入国家法律、拟立法或政策宣示的形式提出了自身碳中和目标（见表1），另有99个国家以口头承诺的方式提出了碳中和目标。

表1 已明确提出碳中和目标的主要国家及其承诺方式

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **国家或地区** | **碳中和目标年份** | **承诺方式** | **是否包含 所有温室气体** | **是否包含 中期目标** |
| **英国** | 2050 | 法律 | 是 | 是 |
| **法国** | 2050 | 法律 | 是 | 是 |
| **瑞典** | 2045 | 法律 | 是 | 是 |
| **丹麦** | 2050 | 法律 | 是 | 是 |
| **新西兰** | 2050 | 法律 | 是 | 是 |
| **西班牙** | 2050 | 拟立法 | 是 | 是 |
| **加拿大** | 2050 | 拟立法 | 是 | 是 |
| **韩国** | 2050 | 拟立法 | 尚不明朗 | 尚不明朗 |
| **德国** | 2050 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **瑞士** | 2050 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **奥地利** | 2040 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **挪威** | 2050 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **芬兰** | 2035 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **南非** | 2050 | 政策文件 | 是 | 是 |
| **中国** | 2060 | 政策文件 | 是 | 尚不明朗 |
| **日本** | 2050 | 政策文件 | 是 | 尚不明朗 |

数据来源：IEA公开资料整理

（3）我国在全球应对气候变化中发挥重大作用

随着过去几十年我国经济长期高速增长，碳排放总量和占世界碳排放比重均呈稳步增长态势，碳排放总量超过100亿吨，占世界碳排放比重超过30%，是世界最大的碳排放国（见图1）。中国的减排进程对于世界碳中和具有至关重要的作用。

图1 世界主要国家碳排放情况(单位：亿吨)

数据来源：IEA公开资料整理

中国历来是全球气候治理的强有力支持者，截至2020年底，我国已经超额完成了2015年提交的NDCs目标，如单位GDPCO2排放量在2018年比2005年下降了45.8%，提前完成2020年计划减少40%-45%的目标。面对全球提高减排力度和NDCs目标的诉求愈发强烈，中国适时提出“双碳”目标，做出中国提升减排力度的承诺，即中国CO2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。目前我国提出的2060年之前实现碳中和的目标，超出了《巴黎协定》2℃温控目标要求，预计将全球碳中和时间提前5-10年。同时，中国作为发展中大国，能源结构和发展方式的转变仍面临巨大的压力，当前提出“双碳”目标要求出台更快速度、更大力度的减排措施，这意味着承担更高的减排成本。

“双碳”目标是我国基于推动构建人类命运共同体的责任担当和实现可持续发展的内在要求而作出的重大战略决策，展示了我国为应对全球气候变化作出的新努力和新贡献，彰显了中国积极应对气候变化、走绿色低碳发展道路、推动全人类共同发展的坚定决心。这向全世界展示了应对气候变化的中国大国担当，使我国从应对气候变化的积极参与者、努力贡献者，逐步成为关键引领者。

#### 2、我国提出“双碳”目标是生态文明建设的系统延续和深化

（1）我国长期以来重视生态文明建设，各项举措成效显著

2012年，党的十八大报告提出生态文明建设，将生态文明建设纳入“五位一体”的总体布局，强调把生态文明建设放在突出地位，融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设的各方面和全过程。长期以来，中国高度重视气候变化问题，把积极应对气候变化作为国家发展的重大战略，把绿色低碳循环发展作为生态文明建设的重要路径，采取了一系列行动为全球气候治理做出了重要贡献。

“十二五”时期，《中华人民共和国经济和社会发展第十二个五年规划纲要》首次将碳排放强度作为约束性指标纳入规划，形成了包括能耗强度、碳排放强度、非化石能源消费占比等指标在内的应对气候变化目标体系，开展了包括能源双控、低碳省市试点、碳交易试点、碳排放目标责任制等多层面制度探索。同时，积极配合全球应对气候变化趋势，积极承担国际义务，直接推动了《巴黎协定》的达成。“十三五”时期，中国进一步深化应对气候变化的目标和行动，进一步延续此前多维度指标体系，强化了能源双控制度。2017年，国家发展和改革委员会发布《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》，标志着全国碳市场的正式启动。同时，中国开展了气候投融资相关的制度和实践探索，2020年10月，生态环境部、国家发展和改革委员会、中国人民银行等机构联合发布《关于促进应对气候变化投融资的指导意见》，对于指导气候投融资工作具有里程碑意义。在“十三五”期间，共计73个低碳试点省市以不同的方式提出了碳排放峰值目标，这些试点为国家层面提出“双碳”目标提供了实践基础。

我国长期致力于应对气候变化的政策和行动取得了显著的成效。截至2019年底，中国碳排放强度与2005年相比下降了48.1%，非化石能源占一次能源消费的比重达到了15.3%，能源消费量和CO2排放量的年均增长率由2005-2013年的6.0%和5.4%分别下降到了2013-2018年的2.2%和0.8%，实现了经济发展和碳排放逐步脱钩，提前完成了我国承诺的2020年减排目标。

（2）“双碳”目标的提出符合生态文明建设的新要求

满足人民日益增长的美好生活需要中的重要组成部分就是要满足人民日益增长的优美生态环境需要。全心全意为人民服务和人民利益至上的宗旨原则，促使中国共产党逐步深化对现代化与资源环境关系的认识。经过多年探索，最终形成了新时代统筹推进经济建设、政治建设、文化建设、社会建设和生态文明建设“五位一体”现代化总体布局，使“建设人与自然和谐共生的现代化”成为中国特色社会主义现代化事业的显著特征。探索过程中形成的习近平生态文明思想，是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要内容。正是从中国现代化建设的全局高度，习近平总书记多次强调，应对气候变化不是别人要我们做，而是我们自己要做，是我国可持续发展的内在要求。

在2020年12月举行的气候雄心峰会上，习近平主席进一步宣布，到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上。

#### 3、我国提出“双碳”目标是新时期高质量发展的重要战略举措

主要依靠化石能源高碳排增长模式，已经改变了人类赖以生存的大气环境，日益频繁的极端气候事件已开始影响人们的生产生活，现有的发展方式日益显示出不可持续的态势。中国仍然处于工业化、现代化关键时期，工业结构偏重、能源结构偏煤、能源利用效率偏低，使中国传统污染物排放和二氧化碳排放都处于高位，严重影响绿色低碳发展和生态文明建设，进而影响提升人民福祉的现代化建设。要实现新时期的高质量发展，就必须以经济社会发展全面绿色转型为引领，以能源绿色低碳发展为关键，加快形成节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路。

“双碳”目标对我国绿色低碳发展具有引领性，可以带来环境质量改善和产业发展的多重效应。首先，着眼于降低碳排放，有利于推动经济结构绿色转型，加快形成绿色生产方式，助推高质量发展。其次，“双碳”目标的提出有利于引导绿色技术创新，加快绿色低碳产业发展，在可再生能源、绿色制造、碳捕集与利用等领域形成新增长点，提高产业和经济的全球竞争力。

党的十八大以来，随着国家创新体系不断完善、相关产业政策的精准支持，我国绿色低碳领域的产业发展取得了明显成效，为积极发展注入了全新动能。目前我国风电、光伏、动力电池的技术水平和产业竞争力总体处于全球前沿。根据美国战略与国际研究中心（CSIS）的近期研究，中国在全球清洁能源产品供应链中占主导地位。太阳能光伏制造业中，中国拥有全球90%以上的晶圆产能、三分之二的多晶硅产能和72%的组件产能；在风力发电机的价值链中，中国拥有大约一半的产能；中国的锂电池制造业约占全球供应量的四分之三。这些支撑我国建成了全球最大规模的清洁能源系统、最大规模的绿色能源基础设施、最大规模的新能源汽车保有量，并为全球清洁能源产品的快速扩散和应用提供了坚强的后盾。

### （二）我国“双碳”目标的实现面临巨大机遇

#### 1、“双碳”目标与我国绿色发展方向相统一

党的十九大报告提出新时代社会主义现代化建设的目标和基本方略，并综合分析国际国内形势和我国发展条件，进行了两个阶段的安排和部署。2020—2035年第一阶段基本实现现代化，需要同时实现国内生态环境根本好转和落实国际减排承诺的“双达标”，促进经济社会高质量发展，并为2050年实现深度脱碳奠定技术和产业基础以及政策保障和市场环境。2035—2050年第二阶段建成社会主义现代化强国和美丽中国同时，需要更加突出控制2℃温升甚至1．5℃温升下减排路径的目标导向，主动承担与我国不断上升的综合国力和国际影响力相一致的国际责任。并从提升低碳转型的国际竞争力、影响力和领导力视野下，不断加大减排力度，到2050年实现近零排放的深度脱碳目标，体现我国综合国力和国际影响力世界领先的社会主义现代化强国的引领者地位。

十九届五中全会对绿色发展的阐述更加系统全面，强调“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生，广泛形成绿色生产生活方式，实现生态环境根本好转，建成美丽中国建设目标”规定了未来发展的重要特征和性质，将发展与应对环境气候挑战有机统一起来，加快经济社会发展的全面绿色转型。十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二零三五年远景目标的建议》提出要“坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念”，将绿色发展提高到新的高度。传统的发展思路认为碳减排是增加成本、阻碍发展的，但目前国际国内形势都发生了深刻变化，国际各大经济体都将碳减排作为经济转型发展的重要方向和抢占国际发展新秩序话语权的重要手段。

“双碳”目标与未来我国发展绿色转型的方向是统一的，绿色转型相关的一系列具体任务也均与碳减排紧密相关，不但逐步实现经济增长与碳排放脱钩，而且推动发展与碳减排协调统一。绿色发展的各项任务对“双碳”目标的实现均能起到良好的协同效果，为构建绿色低碳的生产生活方式、推动碳排放尽早达峰、达峰后稳中有降并实现碳中和奠定了重要基础。具体任务包括强化绿色发展的法律和政策保障，发展绿色金融，支持绿色技术创新，推进清洁生产，发展环保产业，推进重点行业和重要领域绿色化改造，推动能源清洁低碳，发展绿色建筑，开展绿色生活创建活动等。

#### 2、低碳技术加速变革为“双碳”目标的实现奠定技术基础

当前，全球正处在新一轮能源革命、技术革命浪潮中，全球产业链面临绿色重构，大量低碳技术不断涌现，低碳产业链不断完善，为“双碳”目标的实现奠定了技术基础。提升能源利用效率技术具有减排成效显著，减排成本较低等特点。能效提高技术主要包括在生产侧采用工业通用节能设备、能源梯次利用、实现循环经济等，在消费侧使用节能家电、进行垃圾分类、选择低碳出行方式等。能源系统的零碳化技术是实现碳中和愿景的必要条件之一，这需要以全面电气化为基础，全经济部门普及使用零碳能源技术与工艺流程，完成从碳密集型化石燃料向清洁能源的重要转变。主要包括成本有望持续下降的可再生能源电力（光伏、风能、水力）、核能、零碳氢能、可持续生物能，以及零碳能源综合利用服务（智能电网、电动汽车、储能）等。负排放技术可为以可再生能源为主的电力系统增加灵活性，这类技术主要包括农林碳汇，碳捕集、利用与封存应用（CCUS），生物质能碳捕集与封存（BECCS），以及直接空气碳捕集（DAC）等。

#### 3、新一代数字信息技术发展助力低碳转型

“绿色化”和“数字化”作为未来发展的两大重要趋势，是相辅相成、高度统一的，能源、建筑、交通等各大产业的数字化、智能化转型极大推动行业的低碳化。数字技术在提高能源资源利用效率、促进可再生能源开发利用、提升社会运行效率方面可以发挥重要作用。有研究指出，数字技术在能源、制造业、农业和土地利用、建筑、服务、交通等领域的解决方案，已经帮助减少15%的全球碳排放。由德国信息产业、电信和新媒体协会2020年完成的一项研究表明，数字技术可以减少全球温室气体排放量20%，并且在能源、交通领域特别有效，仅在德国，数字技术的使用到2030年将能够减少2900万吨CO2排放，约占总排放量的37%。我国在数字化、智能化领域有海量数据和丰富应用场景优势，将极大促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，促进绿色低碳发展与“数字经济”的融合，为低碳转型赋予发展新动能。

#### 4、独特的制度优势为碳减排提供有力保障

碳达峰、碳中和的实现面临巨大困难，仅靠市场力量难以实现，需要促进市场与政府在碳减排领域的有机结合，我国独特的制度优势可以在其中发挥重要作用，为解决气候环境问题提供新的治理工具。碳中和进程虽然符合全球未来发展方向，但其路径选择仍然具有很大的不确定性。这一方面要求我们集中优势资源，在产业转型升级，技术研发应用，金融制度保障等方面予以支持；另一方面要求促进政府、行业、企业、民众各方达成共识，制订明确的长期规划，逐步形成全社会转型绿色低碳生产生活方式的潮流。制度领域的优势使得我国有能力在碳减排的复杂局面下应对重大风险和挑战，制度和政策的制定保持传导性、延续性和稳定性，有力支持长期复杂的碳减排进程。

### （三）我国“双碳”目标的实现面临多重挑战

#### 1、排放规模和减排周期

当前，我国碳排放的规模超过100亿吨，占世界总碳排比重高达30%左右，从总量上看，我国将面临其他国家未曾面对过的减排总量。更为重要的是从时间周期上看，我国实现碳达峰与碳中和的时间周期较短。英、法等欧洲国家大致在20世纪8、90年代实现自然达峰，其后经历漫长平台期后开始缓慢下降，欧盟承诺的碳中和和碳达峰之间有50-70年时间。而我国则是在碳排放仍处在上升阶段时人为设定碳达峰时间，且从2030年碳达峰到2060年碳中和仅有30年时间，远少于欧美发达国家（见表2）。按照2060年达峰的时间表，2030年后我国碳排放需要年均降低8%-10%，将远超发达国家的减排速度和力度，实现周期短将对经济结构转型、技术创新、资金投入带来更高的要求。

表2 各国承诺从碳达峰到碳中和的过渡周期对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **国家或地区** | **碳中和目标年份** | **达峰年份** | **过渡期** |
| **英国** | 2050 | 1973 | 77 |
| **匈牙利** | 2050 | 1978 | 72 |
| **德国** | 2050 | 1979 | 71 |
| **法国** | 2050 | 1979 | 71 |
| **瑞典** | 2045 | 1976 | 69 |
| **芬兰** | 2035 | 2003 | 32 |
| **西班牙** | 2050 | 2007 | 43 |
| **奥地利** | 2040 | 2005 | 35 |
| **中国** | 2060 | 2030 | 30 |

数据来源：公开资料整理

#### 2、基础研发能力较弱

我国基础研发能力较弱的情况将对绿色低碳发展构成重大挑战。近些年来，我国基础研究投入大幅增加，总量位居全球前列，但与先发国家相比仍有较大差距。从投入研究看，“十三五”时期，我国基础研究投入增加1倍，从2015年的716.1亿元增加到2020年的1504亿元，基础研究占全社会研发总经费的比重首次超过6%，但与发达国家15%～20%左右的比重相比，特别是与美国相比，仍有很大差距。此外，我国基础研究投入结构不合理。我国在基础研究领域的投入以国家财政资金为主，占比达90%，企业、公益基金、慈善捐助等社会力量对基础研究的投入非常有限。同时，我国顶尖基础研究人才匮乏的问题仍较为突出，基础技术创新体系不够完善。随着国际形势的重大变化，未来国际间研发技术合作将面临更多阻碍，在一些关键的低碳技术上，我国亟待提升基础研发能力，突破关键技术，提高自主化程度。

#### 3、产业结构和发展阶段不利于碳减排

对比我国预计碳达峰时间和欧美碳达峰时间的经济发展水平，中国与欧美国家处在不同的发展水平阶段，中国需要在人均GDP相对较低、第二产业占比仍然较高的情况下实现碳达峰。2006年欧盟碳达峰时人均GDP为38822国际元，2007年美国碳达峰时人均GDP为55917国际元，而中国到2030年，人均GDP预计达到25000国际元左右，大大低于欧盟美国碳达峰时的人均GDP水平。同时，中国与欧美在达峰期具有不同的产业结构类型，中国需要承担制造业高能耗的压力实现碳达峰。2006年，欧盟碳达峰时服务业增加值占GDP比重为63.7%，2007年，美国碳达峰时服务业增加值占GDP比重为73.9%。中国服务业增加值占GDP比重从2019年的53.9%预计上升至2030年的62%左右，低于欧盟和美国。另一方面, 2006年，欧盟制造业增加值占GDP比重为15.8%，2007年，美国制造业增加值占GDP比重为12.7%。而中国制造业增加值占GDP比重到2030年预计仍在20%以上，制造业高能耗问题必然成为全国节能减排的重中之重。

#### 4、区域发展不平衡

我国区域间经济社会发展不平衡的问题突出，整体呈现出东高西低、南高北低的格局，区域经济的差距已经由总量差距转向增速差距。从碳排放的角度看，经济发展水平相对较高的地区碳排放总量增幅有限，部分地区已进入碳排放的平台期。这些地区虽然碳减排潜力大、能力强，但在经济发展的压力下，仍存在传统发展模式高能耗高碳排项目投资的倾向。相对而言，经济发展水平较低的地区仍有较大的经济增长需求，与之相应碳排放仍有一定的增长空间，短期内实现碳达峰难度较大。特别是化石能源富集的区域，传统化石能源的上下游行业在区域经济发展中占据较为重要的地位，碳减排对区域经济的冲击较大，需要妥善处理化石能源产业未来转型问题，否则碳中和目标下区域发展不平衡的问题将进一步加剧。

#### 5、国际环境的不确定性

碳达峰、碳中和进程需要国际社会共同推动，国家间在碳减排领域的有效合作历来是应对气候环境问题的重要保障，但国际形势也在发生长期性、根本性、结构性的变化，特别是反全球化潮流使得碳减排领域的国际合作阻碍重重。随着美国拜登政府的上台，预计美国将重返《巴黎协定》，着力推动美国主导的全球气候合作框架，中美之间仍难免分歧和竞争，气候问题不仅仅是中美两国达成合作的重要领域，也是双方国家利益相互博弈的关键平台。另一方面，发达国家借助气候问题构筑绿色壁垒的声音在不断增强，碳关税有可能成为提高贸易壁垒的保护主义的新发力点。美国已经提出具体政策，要求中国取消对煤炭和其他高排放技术“不合理”的出口补贴，要求中国在内的G20国家承诺终止高碳项目的出口融资补贴，欧盟方面也已明确将从2021年开始建立“碳边境调整机制”，中国需做好充分应对准备，应对国际局势对碳减排和经济发展带来的冲击。

### （四）汽车领域碳排放对我国如期实现双碳目标至关重要

#### 1、交通运输是推动低碳发展的重要领域

交通运输是国民经济中的基础性、先导性、战略性产业，行业快速发展的同时，高耗能高排放的问题日益凸显。交通运输的低碳绿色转型，意味着实现交通发展与碳排放增加的“脱钩”，碳减排进程的关键要求“退煤退油”中的“退油”压力主要由交通领域承担。未来一段时期，由于中国国民经济和交通运输仍将保持快速增长的态势，交通发展的技术水平和能源结构还未发生根本性转变，交通运输领域的碳排放总量还将持续增加。减排压力大，形势严峻。

图2 1990-2018我国碳排放内部结构变化

数据来源：IEA

（1）交通运输CO2排放总量增长迅速，重要性不断提升

随着我国经济的快速发展，全社会客运和货运周转量大幅增长，交通运输领域CO2排放量从2005年的不足5亿吨增长到当前约超过10亿吨，年均增长率超过5%。同时，交通运输CO2排放量占全国总排放量的比重也呈现逐年上升趋势，达到10%左右（见图2），且与世界平均水平25%相比，仍有较大增长空间。石油消费中，交通运输部门所占比重最高（见表3），是未来“退煤退油”的重点领域。

交通运输行业必须主动适应应对全球气候变化和全球可持续发展的新目标，抓牢能源革命和技术革命的新机遇，采取更加有力的技术手段和管理措施，走出交通运输低碳发展的新路。通过统筹交通基础设施空间布局，促进资源集约高效利用，优化交通运输结构，提升绿色交通分担率，推进绿色交通装备标准化和清洁化，提高运输效率，降低单位运输周转量能耗水平，改进交通运输燃料构成，推广电气化、氢燃料和生物燃料的利用，强化绿色交通理念等方式在交通运输现代化的发展进程中同步实现碳减排，有效支撑国家应对气候环境变化的战略。

图3 2020年我国石油消耗各行业所占比重

数据来源：IEA

（2）交通运输领域面临较大问题和挑战

交通运输作为终端用能环节，电气化的难度较高，面临较大技术瓶颈，低碳交通技术与装备水平有待进一步提升。节能低碳新技术、新产品、新材料、新工艺的研发和推广应用力度有待进一步加强，老旧高能耗、高排放的交通工具更新缓慢，使用清洁能源的运输设备应用缓慢，清洁能源基础设施建设不足。同时，交通运输低碳治理模式尚未形成，绿色低碳交通标准较为缺乏，统计监测、评价考核等基础能力薄弱。运输结构仍需优化，铁路水运等节约能源资源的运输方式未能得到充分发挥，绿色交通消费和出行模式尚未建立。

（3）交通领域碳达峰滞后将对整体达峰的时间产生较大影响

交通运输领域碳达峰面对较大困难，整体碳达峰进程有被交通运输领域拖后的风险。由于交通领域碳排放源较为分散、电气化难度高，按照发达国家经验，交通领域碳达峰一般比国家总体实现碳达峰晚5-10年（见表3）。目前国家正在编制电力、钢铁、有色、建材、石化等重点领域碳达峰实施方案，没有包括交通及汽车领域，如果交通领域碳排放达峰严重滞后于其他行业，则将影响整体达峰的时间。

表3 主要发达国家总体达峰是时间与交通领域达峰时间对比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **主要国家** | **交通部门碳达峰年份** | **总体碳达峰年份** |
| 美国 | 2007 | 2000 |
| 德国 | 1999 | 1990 |
| 法国 | 2001 | 1998 |
| 英国 | 2007 | 1991 |

数据来源：IEA

#### 2、汽车运行领域碳排放重要性日益凸显

（1）汽车运行领域减排是交通领域减排的核心

目前我国交通领域的碳排放结构中，以汽车运行为主体公路交通占比超过80%（见图4），远高于铁路、水运、航空等其他行业。结合我国国情和发达国家经验判断，汽车领域碳排放的重要性将日益凸显。从我国汽车产业发展看，当前汽车千人保有量约200辆，远低于发达国家500辆-800辆的水平，随着人民生活水平不断提高，未来汽车保有量仍将增加，带来巨大的碳排放压力。根据测算，2040年前，我国汽车保有量仍将保持持续增长，由当前约2.8亿辆增长至4.5亿辆，其中乘用车保有量是增长的主体。

图4 我国2019年交通领域碳排放结构

数据来源：机动车排污监控中心

目前我国汽车领域减排仍面临一些问题，一方面正在制订的的碳达峰实施方案和碳排放交易体系尚未覆盖汽车领域，另一方面，汽车领域的相关政策与“双碳”目标联系尚不够紧密，如双积分政策与碳排放之间未能建立联系，且尚未能覆盖商用车领域这一碳排放重点。最后，部分细分领域新能源推广未能有效针对碳排放重点领域，如当前新能源商用车应用主要集中在客车领域而中重卡是碳排放重点。

（2）汽车运行阶段的碳排放远高于汽车制造阶段

从汽车的全生命周期看，汽车产业从原材料的获取、产品的生产、使用直至产品使用后的处置过程中所产生的碳排放可以分成两个部分。一是汽车制造碳排放，包括汽车生产原料的开采、加工、生产制造、回收处理环节；二是汽车运行碳排放，包括各类车用能源的上游生产和下游使用两个阶段。根据《中国汽车低碳行动计划2020》研究，总体来看，汽车运行阶段的碳排放占全生命周期碳排放的绝对主体（见图5、图6），是汽车领域碳排放的核心。特别是汽车运行阶段中燃料使用环节，是传统燃油车运行阶段碳排放的主体，同时该环节碳排放受汽车产品结构的影响极大，是考察汽车产业碳排放的重点关注领域，因此，本次研究将该领域作为研究重点。而汽车制造阶段由于电气化程度较高，能耗强度较低且排放源相对集中易于管理，汽车产业在制造阶段的碳减排压力较轻，故未纳入本次研究。

图5 汽车运行阶段碳排放情况（单位：g CO2 eq/km ）

数据来源：汽车生命周期温室气体及大气污染物排放评价报告，中国汽车工程学会，2019

34

30

图6 汽车制造阶段碳排放情况（单位：g CO2 eq/km ）

数据来源：汽车生命周期温室气体及大气污染物排放评价报告，中国汽车工程学会，2019

### （五）研究目标

通过对汽车运行阶段燃料使用环节碳排放的测算，完成以下几项研究目标。

第一，测算汽车运行阶段燃料使用环节碳排放结构，明确减排重点。

第二，测算不同场景下汽车运行阶段燃料使用环节碳排放变化趋势，分析不同碳排放路径间的差异。

第三，评估针对汽车运行阶段燃料使用环节各类减排手段的效果。

第四，针对分析结果提出汽车运行阶段燃料使用环节碳减排策略建议。

## 二、汽车运行阶段碳排放多场景测算模型

### （一）测算边界和模型逻辑

#### 1、以汽车运行阶段中的燃料使用环节为本次研究测算边界

根据汽车领域碳排放的构成结构，汽车运行的碳排放占比超过90%，其中又以燃料使用碳排放为主体，且汽车运行碳排放发展路径决定了交通领域能否如期实现碳达峰，因此，本次研究将碳排放的测算边界划分至汽车运行阶段的燃料使用环节（见图7）。本次研究划定测算时间边界为2020年至2040年，主要针对我国碳达峰时间点2030年做出测算，同时考虑到不同场景下汽车碳达峰时间可能滞后，将测算时间延长至2040年。



图7 碳排放测算边界划分

#### 2、以能源消耗为核心测算汽车运行阶段燃料使用环节碳排放

从汽车保有量出发，结合不同细分领域的能耗水平和运行强度，测算汽车运行领域总能耗，再按照不同能源使用时的碳排放强度测算汽车运行阶段燃料使用环节碳排放，具体测算逻辑按照以下四个步骤进行（见图8）：

①通过销量预测梳理汽车保有量及其结构

首先划分乘用车、商用车，乘用车按照车辆级别进行进一步划分，商用车按照使用场景和大小进一步划分。

②汽车不同细分领域能源消耗强度和运行情况

不同使用场景的车辆具备不同的能耗强度和运行强度，能耗强度采用百公里能耗水平衡量，运行强度采用年均行驶里程衡量。

③分不同燃料类型汇总汽车运行总能耗

根据不同的燃料类型测算该类型燃料的总消耗，燃料类型分为汽油、柴油、电能、氢能、替代能源等。

④结合不同能源的碳排强度测算汽车运行燃料使用环节总碳排

不同能源在使用中释放的二氧化碳量有所差异，采用碳排强度测算不同能源的碳排放量，汇总形成汽车运行燃料使用环节总碳排。



图8 汽车运行阶段的燃料使用环节碳排放测算逻辑

### （二）场景假设和参数设置

#### 1、各场景均采用的基准假设

基准假设根据我国汽车市场发展趋势设立，是本研究测算汽车运行碳排放的前提，是所有场景共用的背景假设，共分为三个部分：

（1）汽车销量、保有量

由于我国当前汽车千人保有量约200辆，远低于发达国家500辆-800辆的水平，随着国民经济的不断发展，未来汽车保有量仍将持续增加。当前2.8亿辆左右保有总量在2030年达到约4.5亿量，保有量的增长主要由乘用车贡献，乘用车保有量由当前的超过2.2亿辆提升至2030年的超过4亿辆（见图9）。随着我国逐步进入工业化后期以及货运结构的转型，公路货运需求逐步趋于稳定，因此商用车的保有量未来趋势较为稳定，短期内有一定增长，中长期趋于稳定。

图9 2018至2040我国汽车保有量变化趋势（万辆）

数据来源：SIC预测

（2）汽车保有量内部结构

乘用车保有量的级别结构随着我国汽车领域的消费升级呈现出一定重心上移的趋势，但仍以A级家用车为汽车保有量的主体，长期来看汽车保有量的级别结构趋于稳定（见图10）。

图10 2018至2040我国乘用车保有量级别结构变化趋势

数据来源：SIC预测

商用车保有量的内部结构变化有两个重要特征，一是中重型货车保有量占比有一定减少，这是因为我国的工业化逐步进入后期，重化工业的高速增长期已过，对于大宗货物的道路物流需求减弱，继而带来中重型货车保有量占比的下降。二是微型货车保有量占比下降，微型货车多为农村地区的家用货用多用途车辆，随着城镇化进程的进一步推进，该类车辆的保有量比重也呈一定下降趋势（见图11）。

图11 2018至2040我国商用车保有量结构变化趋势

数据来源：SIC预测

（3）汽油、柴油使用环节碳排放强度

汽、柴油使用环节的碳排放强度采用下表中的系数，数据来源于政府间气候变化专门委员会（IPCC）公布的关于移动源燃料油的碳排放系数表（见表4）。

表4 汽、柴油碳排放系数

|  |  |
| --- | --- |
| **汽油使用环节碳排放系数** | 2.26kgCO2/L |
| **柴油使用环节碳排放系数** | 2.73kgCO2/L |

数据来源：程冬茹. 汽柴油全生命周期碳排放计算.中国石油大学(北京),2016.

#### 2、各场景不同的可变假设

（1）新能源汽车发展

发展新能源汽车是我国实现减排降碳的重要途径，当前主要分为纯电、插电混动和燃料电池三大路线，三大路线在汽车运行阶段燃料使用环节的减排效果有所差异。纯电动汽车和燃料电池汽车具有零排放和卓越的环境友好特性，对改善空气质量和气候环境具有重要作用。而插电混动技术路线的碳减排效果取决于在使用过程中使用电能驱动的程度，在当前阶段仍难以确定插电混动在碳减排领域的贡献程度。因此，本次研究的新能源汽车暂时仅包括在汽车运行阶段燃料使用环节零碳排的纯电以及燃料电池汽车的发展情况，并采用保有量渗透率衡量新能源汽车的发展程度。

从2015年开始，我国新能源汽车销量连续六年位居全球首位，2020年新能源汽车国内销量接近130万辆，占全球新能源汽车销量的40%左右（见表5）。新能源汽车对传统燃油车的替代不断提高，今年1-5月新能源汽车市场渗透率（新车销售占比）达到8.2%，其中新能源乘用车渗透率首次突破10%。

表5 2015-2020年中国新能源汽车销量及全球占比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 国内销量（万辆） | 国内新车销售占比 | 全球新能源汽车销量占比 |
| 2015 | 27.9 | 1.1% | 43.8% |
| 2016 | 46.7 | 1.7% | 52.2% |
| 2017 | 76.7 | 2.6% | 55.2% |
| 2018 | 124.2 | 4.4% | 57.2% |
| 2019 | 124.9 | 4.8% | 53.6% |
| 2020 | 127.6 | 5.0% | 39.9% |

数据来源：中国乘用车市场信息联席会

但仍应看到新能源汽车未来的发展面临一些问题，未来推广速度如何有待观察。首先，新能源汽车产品无法与燃油车形成全面竞争。当前，新能源汽车技术性能和使用环境还有待进一步优化，新能源汽车产品还不具备与燃油车全面竞争的优势。新能源汽车购车成本仍然很高，充电便利性仍显不足，二手车仍存在残值低的问题，新能源汽车综合性价比仍不具备优势，部分产品质量和可靠性还有待提升。其次，新能源汽车对全社会燃油车替代任重道远。当前，我国汽车年均销售2500万辆左右，新能源汽车占新车销量的比例只有5%。截止到2020年底，新能源汽车保有量达到500万辆左右，在全社会汽车保有总量的占比不足2%。较高的燃油车保有量仍将消耗相当可观的燃油，车用燃油消耗量不再持续增长仍具有较大挑战，汽车领域实现2030年碳达峰目标仍异常艰巨。因此，本报告将新能源汽车发展程度设为重要的可变假设，着重研究新能源汽车不同的发展速度将对汽车运行阶段燃料使用环节的碳排放带来何种影响。

（2）传统燃油车油耗变化

前文提到，截止到2020年底，新能源汽车保有量达到500万辆左右，在全社会汽车保有总量的占比不足2%。按照目前新能源汽车发展规划，到2025年新能源汽车销售占比达到20%，新能源汽车在全社会汽车保有量的占比也仅有6%；即使按照到2030年新能源汽车销售占比达到40%，新能源汽车销量达到1400万辆，新能源汽车在全社会汽车保有量的占比也仅有16%，仍有3.5亿辆左右燃油汽车。传统燃油车的油耗水平仍将极大程度影响汽车运行阶段燃料使用环节的碳排放，因此，传统燃油车油耗变化被设为重要的可变假设。

（3）汽车运行强度

未来随着汽车智能化不断发展以及城市交通环境的变化，汽车使用强度将产生较大变化，当前已出现多种限行政策以限制传统燃油车的使用，未来将对汽车运行阶段燃料使用环节的碳排放产生巨大影响。因此，汽车年均行驶里程代表汽车运行强度，其变化被设为可变假设。

#### 3、三种场景

（1）场景一：基准假设、新能源汽车发展停滞、传统燃油车油耗水平未能明显下降、汽车年均运行里程未受控制

该场景在当前已提出“双碳”目标的情况下并无现实发生的可能，但仍具备重要的参考价值。通过测算该场景下碳排放的变化路径可以模拟我国汽车运行领域使用环节碳排放自然发展的情况，借此能够对比研究新能源汽车推广、燃油车能耗水平下降以及使用强度降低在汽车运行阶段碳达峰发挥的效果。

（2）场景二：基准假设、新能源汽车稳定发展、传统燃油车油耗水平未能明显下降、汽车年均运行里程未受控制

相对于场景一，场景二增加新能源汽车稳定发展的条件，根据国务院印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》，到2025年新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的20%左右，到2035年纯电动汽车成为新销售车辆的主流。场景二根据此规划假设未来新能源汽车推广进程（见图12）。

根据《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》，场景二假设新能源渗透率不断稳步提升，在2025年达到20%左右，2030年超过40%，2035年超过50%。据此可以根据汽车报废规律推算在保有总量中新能源渗透情况，到2030年新能源在保有量中的渗透率超过15%（见图13）。后文将测算新能源汽车按照此速度发展，汽车运行阶段燃料使用环节的碳排放变化路径。

图12 2018至2040新能源销量渗透率变化

图13 2020至2040新能源保有量渗透率变化

（3）场景三：基准假设、新能源汽车稳定发展、乘用车传统燃油车油耗水平有所下降、乘用车年均运行里程有所下降

在场景二的基础上，场景三假设低能耗燃油车随着新能源汽车的发展也逐步获取一些市场份额，使得传统燃油车的平均油耗水平逐步，且汽车年均行驶里程受到管控有所降低。场景三中，低能耗燃油车保有量渗透率加速提升，长期因和新能源汽车争夺市场份额而渗透率增长逐步放缓（见图14）。同时，乘用车年均行驶里程有所下降，商用车年均行驶里程保持不变。后文将测算在此场景的假设条件下，汽车运行阶段燃料使用环节的碳排放变化路径。

图14 2020至2040低能耗燃油乘用车保有量渗透率变化

图15 2020至2040乘用车年均行驶里程变化（单位：km）

## 三、测算结果与分析

### （一）汽车运行阶段燃料使用环节碳排放现状

近年来随着我国汽车保有量的不断攀升，汽柴油消耗量呈现持续增长趋势，造成我国汽车领域碳排放持续提升。我国汽车领域汽柴油消耗总量由2010年的1.5亿吨左右逐步提升至2020年的接近2.5亿吨。根据测算，我国2020年汽车领域燃料使用环节碳排放总量约为9.7亿吨，约占我国碳排放总量的10%左右，其中商用车碳排放5.8亿吨，占比60%，乘用车碳排放3.9亿吨，占比40%（见图16-1）。

16-2

16-1

16-3

图16 当前汽车运行阶段燃料使用环节碳排放结构

商用车碳排放中，重型货车由于高能耗和高使用强度，碳排放占比超过50%（见图16-2），乘用车中，A级车由于其较高的保有量，碳排放占比接近50%（见图16-3）。

### （二）新能源推广在汽车运行阶段碳达峰中发挥基础性作用

分析场景一碳排放发展路线，可以看出如果新能源的发展停滞，汽车运行阶段燃料使用环节碳排放在2040年前均保持增长态势，虽然增速不断降低，但仍未明显进入平台期未能实现达峰。对比场景一和场景二碳排放路径，可以看出新能源汽车推广对于碳减排效果显著，如果按照当前新能源汽车推广规划，汽车运行阶段燃料使用环节碳排放在2030年左右进入平台期，2035年前可以看出明显的下降趋势实现达峰（见图17）。场景二中碳排放峰约值为10.7亿吨，较之当前碳排放水平将增长1亿吨。

由于我国汽车保有量仍将处于上升趋势，新能源推广是能够扭转碳排放走势的必要条件，但按照当前推广规划无法完全保证汽车运行阶段燃料使用环节实现2030左右年达峰，达峰时间将滞后3-5年。如需保证车运行阶段燃料使用环节2030年左右达峰，则需要进一步提升新能源汽车推广速度或者辅助采取其他减排措施。

图17 场景一、场景二碳排放发展路线（单位：万吨）

### （三）乘用车碳排放决定汽车运行阶段碳排放达峰情况

观察场景一和场景二下碳排放的商用车和乘用车结构（见图18、图19），可以看出在场景二中，由于新能源稳定发展的假设，商用车碳排放在2025年前出现了明显的下降趋势，在场景一中商用车碳排放也将在2025年前趋于稳定。由于商用车保有量，特别是重型货车保有量在中长期内趋于稳定，即便新能源在商用领域未能持续推广，商用车碳排放也将在2025年前进入平台期趋于稳定，新能源的稳定推广会带来碳排放的明显下降。也就是说，由于商用车自然增长已经接近饱和，虽然商用车碳排放在当前汽车运行阶段碳排放中占比达到60%，但未来增长空间有限，仅考察商用车领域的话，2030年前实现汽车运行阶段碳达峰不会面临较大挑战。

因此，真正决定汽车运行阶段碳排放达峰时间的关键是乘用车领域。随着未来乘用车保有量的不断提升，乘用车领域碳排放具有极大的增长潜力，乘用车碳排放将逐步成为汽车运行阶段碳排放的主体，其未来走势将决定汽车运行阶段碳排放能否在2030年左右完成达峰。

图18 场景一商用、乘用碳排放发展路线（单位：万吨）

图19 场景二商用、乘用碳排放发展路线（单位：万吨）

### （四）油耗水平降低和使用强度控制能够确保汽车运行阶段碳排放按时达峰，降低新能源汽车产业发展压力

观察场景二和场景三下碳排放发展路线（见图20），可以看出在2025年前，场景二和场景三的碳排放路线几乎重合，这说明在短期内油耗水平降低和使用强度控制对汽车运行阶段的减排效果并没有新能源推广显著。但在2025年后，场景三的碳排放路线较之场景二提前出现了明显的下降趋势，在2030年左右，场景二碳排放仍处在平台期时，场景三碳排放已处在下降路径中，实现了碳排放达峰。

由于当前新能源汽车各项成本仍比较高，绝大多数厂商尚未有能力通过新能源产品获取利润，加之财政补贴和购置税优惠政策已接近尾声，加大新能源汽车的推广力度对于整车企业压力较大，一味通过政策规划加速新能源汽车的发展将带来一定的风险。油耗水平降低和使用强度控制能够有效配合新能源汽车的推广，实现汽车运行阶段碳排放2030年左右按时达峰，降低整车企业发展压力，使新能源汽车的推广更加稳健。

图20 场景二、场景三碳排放发展路线（单位：万吨）

## 四、汽车产业针对运行阶段碳排放2030年达峰的低碳发展战略

### （一）加快发展新能源汽车，特别是在乘用车领域加速推广纯电动汽车

在乘用车领域充分发挥纯电技术路线运行阶段零碳排的特点，持续推动新能源汽车推广应用。按照碳达峰碳中和目标的要求，适时优化调整积分政策，确保新能源汽车发展规划目标有效落实。继续实施税收、路权、停车等优惠政策，提升新能源汽车相对于传统燃油车市场竞争力，加快促进新能源汽车市场需求快速增长。营运车辆领域大力推动全面电动化，通过营运牌照发放审核机制鼓励出租网约车辆加速电动化。鼓励支持新能源汽车领域技术创新，进一步降低动力电池成本，提升新能源汽车产品性能。优化新能源汽车使用环境，加强充换电基础设施建设，提升服务保障能力。加速推动出租网约、公务用车等领域全面电动化，通过营运牌照发放审核机制引导鼓励出租网约等运营车辆加速全面电动化。

实践证明，纯电驱动战略使我国抓住了百年未遇的动力蓄电池技术变革机遇，引领了全球汽车工业技术转型方向，充分体现了国家战略的正确性，电动化改变了延续百年的传统汽车产业链，成为我国汽车产业增强竞争力的重要基础。面对新能源汽车发展中面临的诸多难题和挑战，要充分发挥制度优势，迎难而上，突破发展瓶颈，进一步巩固初步形成的国际竞争优势；要坚持稳中求进，以技术创新引领产业链供应链，超前布局下一代动力电池等关键技术。进一步提升新能源汽车技术水平和产品性能，着力提升新能源汽车替代燃油车能力。抓住大数据、人工智能等数字化革命的机遇，推进汽车电动化与智能化的深度融合，突破车规级智能芯片、车载操作系统等关键智能化技术，培育智能化、电动化产业新业态，抢占新一轮技术革命与产业革命的战略高地。

继续强化新能源汽车政策支持力度。我国新能源汽车进入新的发展阶段，政策支持需要积极做出调整，从初期的选择性向普惠性转变。一方面，要保持政策稳定性，财政补贴政策逐步退出的同时，继续保持税收优惠政策。另一方面，要加大对新能源汽车使用的政策支持力度，提高政策精准性，重点发力停车、充电、通行等关键环节，让新能源汽车在路权、停车费、充电费等使用环境享受便利和优惠。鼓励商业模式创新，探索推广车电分离等新模式新业态。继续推进充电基础设施建设，统筹协调电网、物业管理、城市停车等相关利益关联方，加快构建适度超前的新能源汽车充电服务体系，鼓励开展换电模式应用。加快建立新能源汽车“走出去”的支持政策体系，引导企业抓住我国新能源汽车出口的窗口期，加快布局“一带一路”国家市场，让新能源汽车成为中国品牌走出去的新名片。

理性看待氢燃料电池汽车发展。国际上，发达国家纷纷布局氢燃料电池汽车产业，日本、韩国凭借多年技术积累引领世界燃料电池汽车发展。但是燃料电池汽车技术还不成熟，高昂的成本、基础设施安全等问题还未得到有效解决，燃料电池汽车成本下降还需要很长时间，截止到目前丰田燃料电池汽车销售也不足万辆，而且多数采取租赁形式。我国氢燃料电池汽车起步比较晚，关键技术与国际先进水平相比还有相当大的差距。因此，应该对氢燃料电池技术路线有一个清醒的认识，面向长远布局氢燃料电池的技术研发非常必要。但短期内，应坚持纯电驱动的技术路线不动摇，加大充电基础设施建设，促进纯电动汽车快速发展。对于氢燃料电池汽车产业发展，要加强顶层设计和战略谋划，统筹推进氢燃料电池汽车技术研发与产业化工作，以商用车为切入点长远布局 。

### （二）加强传统燃油车使用管理，着力推广低能耗燃油汽车，审慎对待燃油车禁售

引导地方政府通过区域限行、停车位管理等措施降低燃油车的使用强度。鼓励节能汽车的推广应用，扩大节能车的政策优惠，有效降低传统燃油车能耗水平，提升燃油经济性。引导老旧燃油车加快更新报废，鼓励二手车出口。

审慎对待燃油车禁售时间表问题。当前宣布“禁售”最积极最坚决的，均为目前人均收入高居前列的发达国家和地区，其实所谓禁售燃油车并非字面意思这么简单，也是有很多条件限制的，不同地区禁售车型内涵也不尽相同。我国与这些国家国情有很大不同，我国地域辽阔，各区域间经济社会发展不均衡，我国已是全球汽车生产和保有的第一大国，燃油汽车保有量已接近3亿辆，燃油车使用关系到千家万户，车用汽柴油是石化冶炼行业的重要应用领域，在使用终端还涉及加油服务。截止到2020年，我国建成使用加油站12万座，贸然采取燃油车禁售会对我国经济社会发展带来较大的负面影响。新能源汽车取代燃油车已成为历史的必然，发展新能源汽车的关键是提升新能源汽车产品竞争力，提高消费者对新能源汽车自主选择的意愿。盲目禁售燃油车并不能提升我国新能源汽车产业竞争力，恰恰相反，没有经过市场竞争的产品经不住考验，反而会对新能源汽车健康发展带来不利的影响。

### （三）着力推动货运结构和出行方式深层次变革。

加快推动国内运输结构转变，提升铁路、水运等货运方式占比，降低公路运输强度。大力推动城市物流车、公交车、市政环卫车、工程车辆、矿山港口重卡更新换代全面电动化。积极推广换电模式，提升电动商用车使用便利性，鼓励探索燃料电池、替代燃料等其他低碳技术路线以适应长途货运场景。

大力推动共享出行和公共交通出行发展，提升出行效率。近年来，随着互联网技术向出行领域不断渗透，出行即服务的理念逐步推广，除了互联网公司外，大量车企也将转型出行服务作为未来重要的战略方向。未来需要统筹汽车共享出行与智能交通协同规划，同时支持创新商业模式和数字平台创新发展，充分利用社会闲置的汽车资源，缓解交通拥堵和停车难问题。要进一步完善城市公共交通体系，提高地铁、城铁、公交的覆盖率和运力，有效承接城市客运需求，提升公共交通服务质量，发展多层次的公共交通服务，降低对私人交通工具的依赖。

### （四）推动道路交通运输智慧化发展

随着大数据、物联网、人工智能、云计算等新一代信息技术的发展，传统交通基础设施向新型智能化基础设施转变，从而带动交通运输服务向智能化发展，是未来解决交通拥堵、节能减排的有效方式。一是要发展智慧交通，建立实时、智能、高效的综合运输管理系统。加强道路基础设施的智慧化改造，实现道路智能化，从而与智能网联汽车形成智能交互，方便出行者规划路径，灵活选择交通工具，为交通出行提供更加精准高效的服务。二是发展智慧物流，以应对未来产业链供应链和消费物流的快速发展催生的物流需求。通过建设指挥物流平台，实现物流各个环节的精细化、动态化、可视化管理，提升车货匹配效率，合理规划货运路线，提升物流运作效率，降低物流导致的交通碳排放。三是打造智慧城市，用出行物流大数据指导城市规划，实现交通领域各城市其他领域的有效互动衔接，助力绿色交通发展。

## 五、未来研究方向

### （一）根据汽车全生命周期延伸碳排放研究范围

当前研究仅针对汽车运行阶段的燃料使用环节，虽然该环节是汽车领域排放的主体，但制造阶段和燃料生产阶段仍存在一定的碳排放，在长期影响我国碳中和进程。汽车制造产业链长、涉及行业门类多，汽车制造的碳减排路径将极大影响产业链上各个部门。例如，新材料、新工艺研发，完善废旧汽车、动力电池回收体系等方式均能在制造阶段碳减排中发挥重要作用，需要进一步深入研究。

### （二）场景细化

未来研究可以细化汽车保有量内部结构变化等假设，建立更多典型场景，深入研究汽车市场变化对汽车领域碳排放的影响。例如，除了新能源汽车和低能耗燃油汽车外，小型车在碳减排方面也有自身的优势，可以建立典型场景量化分析小型车的减碳效果，判断该细分领域在“双碳”目标要求下是否应该大力推广。

## 参考文献

1. 项目综合报告编写组．《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》综合报告［J］． 中国人口·资源与环境，2020，30( 11) : 1-25．
2. 中国汽车生命周期排放评价研究工作组．汽车生命周期温室气体及大气污染物排放评价报告［R］，中国汽车工程学会，2019．
3. 刘爽，赵涛，杨会亮，杨文谦．纯电动汽车生命周期碳排放影响因素的研究［R］，长城汽车股份有限公司技术中心，2021．
4. 凤振华，王雪成，张海颖，等. 低碳视角下绿色交通发展路径与政策研究[J]. 交通运输研究，2019，5（4）：37-45．
5. 吴俊利， 石清， 张哲任．电动汽车发展能否提前碳排放峰值———以浙江省为例［J］．环境工程，2018，第36 卷增刊：921-925．
6. 周博雅. 电动汽车生命周期的能源消耗、碳排放和成本收益研究[D].清华大学,2016.
7. 刘丽丽,刘同礼,金小香.电动汽车碳排放计算与跟踪评估的探讨[J].内燃机与配件,2022(01):196-198.
8. 程冬宏,高有山,弓旭峰,李思超.电动汽车与燃油汽车能耗排放对比分析[J].太原科技大学学报,2019,40(06):458-461.
9. 于杰.各国油耗及碳排放管理[J].汽车纵横,2016(11):39-43.
10. 孙涵洁.基于不同发电构成的电动汽车全生命周期成本碳排放分析[J].电工技术,2017(08):146-148.
11. 张聪,贾凤娇.基于居民出行的城市交通碳排放特征及节能减排策略[J].交通与运输,2020,36(03):76-79.
12. 李晓易,谭晓雨,吴睿,徐洪磊,钟志华,李悦,郑超蕙,王人洁,乔英俊.交通运输领域碳达峰、碳中和路径研究[J].中国工程科学,2021,23(06):15-21.
13. 程冬茹. 汽柴油全生命周期碳排放计算[D].中国石油大学(北京),2016.
14. 陈怡, 田川, 曹颖, 等. 中国电力行业碳排放达峰及减排潜力分析 [J]. 气候变化研究进展, 2020, 16 (5): 632-640.
15. 2020年中国移动源环境管理年报——第Ⅰ部分 机动车排放情况[J].环境保护,2020,48(16):47-50.
16. 2021年中国移动源环境管理年报(摘录一)[J].环境保护,2021,49(Z2):82-88.
17. 2021年中国移动源环境管理年报（摘录二）[J].环境保护,2021,49(19):60-70.
18. 袁志逸, 李振宇, 康利平, 等. 中国交通部门低碳排放措施和路径研究综述 [J]. 气候变化研究进展, 2021, 17 (1): 27-35.
19. 苏跃华. 中国商用车节能管理体系研究[D].吉林大学,2020.
20. 平新乔,郑梦圆,曹和平.中国碳排放强度变化趋势与“十四五”时期碳减排政策优化[J].改革,2020(11):37-52.
21. 钟超,刘宇,汪明月,史巧玲.中国碳强度减排目标实现的路径及可行性研究[J].中国人口·资源与环境,2018,28(10):18-26.
22. 刘燕灵,王屾.国内交通运输行业能耗现状统计分析[J].交通世界,2018(26):22-24.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2018.26.008.
23. 任静,周笑洋,丁文娟,卢红.从汽车增长看我国未来汽柴油需求增长趋势[J].中国石化,2017(07):39-40.
24. 赵子贤,邵超峰,陈珏.中国省域私人电动汽车全生命周期碳减排效果评估[J].环境科学研究,2021,34(09):2076-2085.DOI:10.13198/j.issn.1001-6929.2021.05.09.
25. 哈宁宁. 电动汽车全生命周期碳排放评估及对环境的影响[D].华北电力大学,2020.DOI:10.27139/d.cnki.ghbdu.2020.000082.

|  |
| --- |
| **项目组成员** |
| 王 华 | 信息化和产业发展部，高级分析师 |
| 周 洋 | 信息化和产业发展部，高级分析师 |
| 苗 雨 | 信息化和产业发展部，分析师 |
| 王佳硕 | 信息化和产业发展部，分析师 |
| 顾逸飞 | 信息化和产业发展部，分析师 |
| 周明瑞 | 信息化和产业发展部，分析师 |
| 闫胜贺 | 信息化和产业发展部，分析师 |
| 王辛宇 | 信息化和产业发展部，分析师 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |