

“双碳”目标下我国汽车产业低碳发展战略研究

乔英俊¹, 赵世佳², 伍晨波³, 臧冀原¹

(1. 中国工程院 战略咨询中心, 北京 100088; 2. 工业和信息化部 装备工业发展中心, 北京 100846;
3. 中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆 401122)

摘要:习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会作出“碳达峰、碳中和”郑重承诺, 为全社会绿色低碳发展指明了方向、明确了目标。汽车全产业链碳排放在社会总体碳排放中占据重要地位, 全球主要国家和地区纷纷将汽车产业作为推进碳减排的重要抓手。为此, 系统阐述汽车产业低碳发展的形势和意义, 深入分析汽车产业低碳发展重点技术方向以及面临的挑战和问题, 提出汽车产业全产业链低碳发展路径和对策建议, 对我国科学制定汽车产业低碳发展战略和推进“双碳”目标的实现具有一定参考价值和意义。

关键词:碳达峰、碳中和; 汽车产业; 低碳; 发展战略

中图分类号: U46 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-0566(2022)06-0031-10

Research on Low-Carbon Development Strategy of China's Automotive Industry with the “Carbon-Peak and Carbon-Neutrality” Goal

QIAO Yingjun¹, ZHAO Shijia², WU Chenbo³, ZANG Jiyuan¹

(1. The CAE Strategic Studies, Beijing 100088, China;
2. Ministry of Industry and Information Technology Equipment Industry Development Center, Beijing 100846, China;
3. China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd, Chongqing 401122, China)

Abstract: President Xi Jinping made solemn promise to the international community in the general debate of the seventy-fifth UN General Assembly, pointing out the direction and goal of the green and low-carbon development of the whole society. Automobile has the characteristics of long industrial chain, wide radiation and strong driving. It is an important starting point to promote the upstream and downstream industrial chain to achieve the goal of “double carbon”. As the world's largest automobile market, China's automobile industry has an extremely arduous task of carbon reduction. It is necessary to plan as soon as possible, formulate a scientific policy system and form an effective incentive mechanism to speed up the construction of the whole life cycle carbon accounting system of the automobile industry.

Key words: Carbon-Peak and Carbon-Neutrality; automotive industry; low-carbon; development strategy

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做出“力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和”的重要宣示^[1]。同年12月, 在气候雄心峰会上习近平主

收稿日期: 2021-12-17 修回日期: 2022-03-31

基金项目: 中国工程院重大战略咨询研究项目“实现制造强国中长期战略目标的发展路径与技术路线”(2022-HYZD-04); 工业和信息化部重大研究项目“中国共产党百年历程与中国汽车工业现代化研究”(GXZY2104); 工业和信息化部装备工业发展中心重大研究课题“新时代汽车产业现代化战略研究”。

作者简介: 乔英俊(1986—), 男, 山东淄博人, 中国工程院战略咨询中心副研究员, 研究方向为工程科技战略咨询研究。通信作者: 赵世佳。

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”。2030 碳达峰和 2060 碳中和(以下简称“双碳”目标)展现了我国应对气候变化的坚定决心,也拉开了中国经济社会发展方式加速向绿色低碳转型的序幕。

在“双碳”目标的指引下,我国的经济结构和社会运转方式都将发生重大调整和深刻变革。能源结构将进一步向化石能源与新能源融合的清洁低碳、安全高效现代能源体系转型;产业结构在继续扩大服务业比重的基础上,进一步推进传统制造业转型升级和发展战略性新兴产业;绿色低碳理念将贯穿百姓生活,生产生活等各个方面的行为和习惯不断改善,倒逼产业加快绿色低碳发展。

汽车产业作为制造业的典型代表,规模大、产业链长、涉及面广、带动性强、国际化程度高,在全球主要经济大国的产业体系中占据重要地位,面向“双碳”目标,我国汽车产业低碳转型不仅为汽车产业高质量发展和汽车强国建设增添新的动力,更对我国履行承诺具有重要意义^[2-3]。

一、汽车产业低碳发展的形势和意义

(一) 加快推进汽车产业降低碳排放成为国际普遍做法

为共同应对全球气候变化挑战,世界各国纷

纷提出碳中和战略目标并制定相关路线图。据统计,全球已有超过 120 个国家提出了“碳达峰、碳中和”的目标,多国把汽车产业低碳转型作为实现“双碳”目标的重要手段。美国《零碳排放行动计划(ZCAP)》提出加快轻型车辆、城市卡车、公共汽车、大部分长途卡车以及一些短途运输车辆的电气化进程^[4]。欧洲加快推动汽车领域低碳转型,《欧洲议会和理事会发布第(EU) 2019/631 号条例》规定,自 2021 年起所有新登记乘用车的二氧化碳平均排放需低于 95g/km,2025 年、2030 年分别在 2021 年基础上再下降 15%、37.5%^[5]。英国政府的“绿色工业革命”计划提出自 2030 年起,开始停止售卖新的汽油和柴油汽车及货车,并于 2035 年开始停止售卖混合动力汽车,投入经费支持电动汽车充电网络发展、为购买零排放或超低排放汽车的消费者提供补贴并支持研发和批量生产电动汽车电池等^[6]。日本发布的《2050 碳中和绿色增长战略》提出,到 21 世纪 30 年代中期时,实现新车销量全部转变为纯电动汽车和混合动力汽车的目标,实现汽车全生命周期的碳中和目标^[7]。

制定燃油车禁售时间表和加快汽车电动化进程是各国降低汽车二氧化碳排放普遍采取的措施。目前,全球已有 20 多个国家制定了汽车电动化目标或燃油车禁止销售的政策。其中,美国、欧盟、日本、韩国等多个国家和地区宣布了净零排放^[8],如图 1 所示。

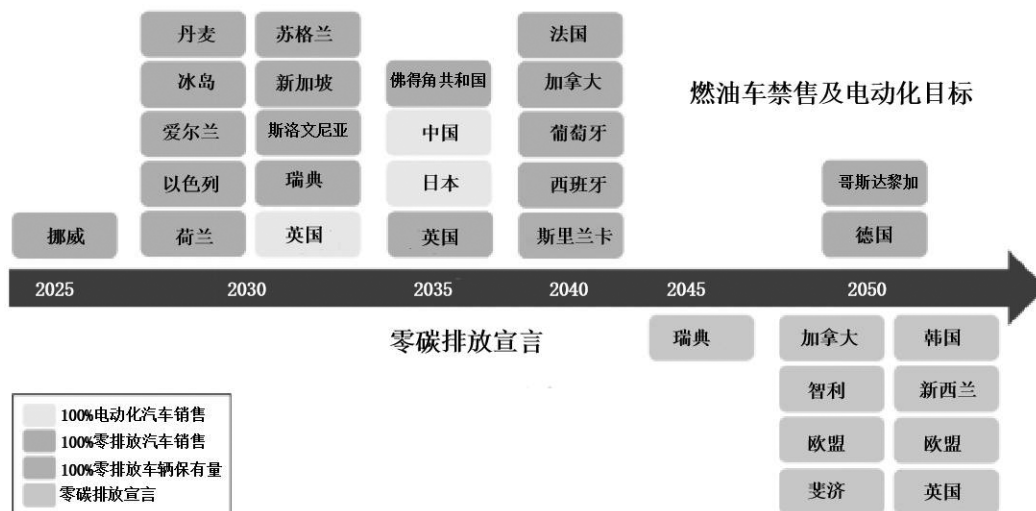


图 1 世界部分国家电动化目标及净零排放时间^[8]

(二)汽车产业链碳排放在全社会碳排放占有重要位置

汽车全产业链碳排放包括汽车使用过程碳排放和汽车工业过程碳排放两部分,如图2所示。其中,汽车使用过程碳排放是指汽车作为交通工具使用过程中产生的碳排放,汽车工业过程碳排放涉及原材料提取加工、零部件和整车生产制造以及汽车分销、报废回收等工业全流程产生的碳排放。2020年,我国乘用车全产业链碳排放总量约为6.7亿吨二氧化碳,其中74%的碳排放来自汽车的使用过程,还有26%的碳排放来自工业过程^[9]。

从国际看,交通领域碳排放大约占全球碳排放总量的1/4左右,是仅次于能源领域的第二大碳排放领域,欧美发达国家在完成工业化以后,交通领域碳排放占比较高,美国交通碳排放占比达到29%,是第一大排放源,欧盟交通碳排放占比达23%。从国内看,2019年,我国交通领域碳排放11.6亿吨,占全国的10%左右,其中道路交通占比超过80%,重型货车和乘用车占比最高分别为39.7%和39.5%,如图3所示。随着我国经济社会发展持续进步和工业现代化进程加快,汽车全产业链碳排放在全社会碳排放总量中占据重要位置,是实现“双碳”目标需要考虑的重点领域。



图2 汽车全产业链涉及环节^[8]

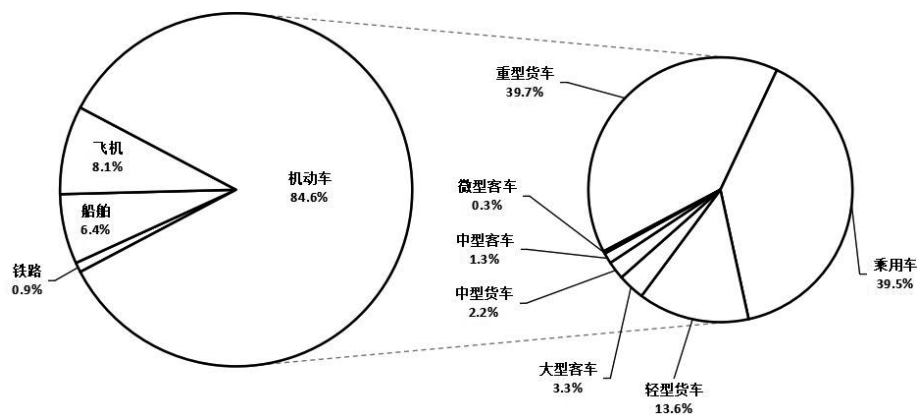


图3 交通及汽车二氧化碳排放量构成

(三)汽车产业低碳转型可有力推动实现“双碳”目标

近年来,汽车大规模生产和使用所带来的能源资源、环境、交通等约束越来越强,迫切要求汽

车产业加速转型。以新能源、新材料、新一代信息通信、人工智能等技术为代表的新一轮科技和产业革命发展势头迅猛,新兴技术快速渗透汽车全产业链,加速汽车产业绿色低碳、智能互联发展。

汽车的动力来源由传统化石能源向可再生能源转变,汽车使用环节碳排放大幅减少,汽车全产业链低碳发展将更好地与社会能源、环境承载能力相适应,提高能源资源利用效率、降低化石能源消耗、减少二氧化碳以及其它污染物的排放。新能源汽车作为超大规模的分布式储能单元,结合先进电力电子通信控制技术、合理的充放电设施布局、引导性的电价政策,将推动可再生能源接入、削峰填谷等功能实现,保障电力系统安全可靠、经济高效、清洁低碳运行。作为智能交通的重要组成部分、智慧城市的基本移动单元以及物联网的典型连接节点,汽车与智能交通的融合将满足一体化移动出行、按需出行等需求,进而大幅提升交通效率,降低汽车产业排放总量。根据行业分析测算,预计汽车产业将在 2028 年左右提前实现碳达峰,随着新能源汽车的推广应用进程加快,达峰时间有望进一步提前,汽车产业低碳转型实现高质量发展,将为国家加快实现“双碳”目标做出积极贡献。

二、汽车产业低碳发展重点技术方向

(一)节能汽车技术

未来 5 年,传统燃料汽车将继续占据市场的主要份额,为应对更加严苛的能耗标准,节能技术的应用发挥着关键的作用,同时也是控制碳排放总量增长的重要措施。混合动力技术、高效发动机技术、整车轻量化技术是有效提升动力系统效率、降低能耗、减少排放的重要途径。

1. 混合动力技术

混合动力汽车主要以油电混合为主,动力系统通过电机辅助,使发动机在不同的行驶工况下运行在高效的工况范围内。日本积极推动乘用车小型化和混合动力技术,平均油耗处于全球领先水平,2017 年以来,其混合动力乘用车销量维持在 25% 以上。

混合动力系统是决定车辆能耗水平的关键部件,按照系统的动力输出线路可以将动力系统划分为串联、并联和混联系统,其技术特点及代表企业技术如表 1 所示。除此之外,混合动力技术还可以按照电机的输出功率占比,可以将混合动力系统划分为弱混、中混和重混。

表 1 全球主要混合动力技术代表性车型

构型	技术特点	企业	地区	车型/技术
串联系统	发动机动力全部转换成电能驱动。	理想	中国	ONE/增程式混合动力
		日产	日本	NOTE/e-POWER
并联系统	发动机用于机械驱动;电机用于能量回收和辅助驱动。	本田	日本	飞度/i-DCD
		本田	日本	CRZ/IMA
混联系统	发动机用于机械驱动和电池充电;电机用于能量回收和辅助驱动。	丰田	日本	普锐斯/THS
		本田	日本	雅阁/i-MMD
		现代	韩国	K3/TMED
		比亚迪	中国	汉/DM-i

2. 高效发动机技术

提高发动机热效率是改善车辆燃油经济性能的重要途径,通过优化燃烧过程达到改善燃烧的目的。可变压缩比、低摩擦、可变气门技术、喷油技术、增压技术、冷却废气再循环技术、停缸技术、稀薄燃烧技术、附件电动化等技术的应用成为提升发动机热效率的重要手段。

国际方面,日本重点关注稀薄燃烧、低摩擦以及轻量化,美国重视小型化技术路线,欧洲关注阿特金斯/米勒循环在发动机上的应用。各国发动机热效率情况如表 2 所示。

表 2 各国量产发动机热效率

类别	企业	国家	最高热效率/%	备注
汽油机	马自达	日本	43.00	增压
	广汽	中国	42.10	增压
	东风	中国	41.07	增压
	丰田	日本	41.00	自然吸气
	本田	日本	40.60	自然吸气
	现代	韩国	40.00	自然吸气
	一汽	中国	39.00	增压
	长城	中国	38.30	增压
	大众	德国	38.00	增压

3. 轻量化技术

整车轻量化是降低整车能耗和提升运输效率的重要路径,材料研发和结构设计是产业关注的焦点。材料方面,轻量化材料和工艺技术是轻量化发展的基础,高强度钢、铝合金的使用占比不断提高,我国轻量化车身产品的高强钢用量平均为 62.0%,最高为 70.4%。高性能铝合金材料、先进复合材料的研制、先进成型和连接工艺技术的应用、部件的制作和验证,为材料供应体系构建以及零部件轻量化提供了重要的支撑。结构设计方面,多拓扑结构化设计逐步成为主流,使得高强度

钢、铝合金以及碳纤维材料复合应用成为趋势。未来,整车轻量化将从原材料设计、工艺设计、结构设计、研制生产全链条出发,系统提升整车轻量化技术水平。

(二)新能源汽车技术

随着能源结构调整,可再生能源占比逐步提升,发展新能源汽车是推动汽车低碳发展的重要措施。新型驱动系统和储能系统以及更加便捷高效的补能系统,将进一步降低汽车使用阶段的能耗和排放。

1. 电驱动系统技术

高度集成化、一体化、小型化、轻量化的电驱动系统成为主流发展趋势,电驱动系统呈现平台化、模块化,多合一的驱动系统受到企业的青睐,短中心距平行轴方案/同轴电驱方案推动电驱动系统小型化。驱动电机的扭矩性能和功率密度不断提升,低重稀土永磁主驱、铜笼感应电机副驱、导热绝缘与注胶、高磁感低损耗材料成为研究重点,扁导线绕组工艺的应用有效提升了驱动电机的转矩和功率密度。冷却液由水向油转变提升电机的持续性能。为了进一步降低驱动系统控制器损耗、提升功率密度、提升芯片载流能力以及可靠性,碳化硅材料成为应用的主流,银粉末烧结或者纳米银烧结、直接水冷以及双面散热等封装技术也在不断发展。

2. 动力电池技术

动力电池作为新能源汽车的核心部件,其能量密度、安全性能、耐久性能关系着产品的质量和用户体验,预计到2035年,动力电池能量密度将达到500 Wh/kg。高性能、低成本成为动力电池发展的主要方向。

锂电池方面,高容量/高电压正极材料、高容量负极材料、高安全性的功能性电解液材料以及高安全性的复合隔膜材的应用,不断提高电池的充电截至电压、可逆容量和压实密度,使得能量密度不断提升、成本不断降低,电池稳定性和安全性得到大大提升。除了锂电池以外,锂硫电池、金属空气电池以及固态电池为代表的新体系电池技术也是未来发展的重要方向,新体系电池技术具有

比锂电池技术更高的能量密度,安全性能更好,提升充放电效率将成为未来新体系电池技术发展的重要方向。

3. 燃料电池技术

受功率密度指标需求的影响,燃料电池动力系统实现小型化、轻量化、低成本的难度较大,产业将持续提高燃料电池功率密度、改善耐久可靠性能、降低系统成本。

提升电堆功率密度的技术路线主要是提高燃料电池电堆工作点和采用薄金属双极板。工作点的提高使得相同尺寸电堆输出功率大幅提升,同时,金属薄板冲压技术及表面改性技术让金属双极板的应用成为可能,使得具有相同输出功率的电堆尺寸及质量大幅降低,电堆比功率大幅上升。

4. 先进充电技术

大功率充电设施的充电功率在250 kW及以上,能提升充电速度、改善用户体验、减少里程焦虑,特别是解决一些长续航里程车辆、公交、运营车辆、特种车辆以及乘用车在大城市、高速公路的充电要求。对于停车位资源紧张的一线城市、改造难度较大的老旧小区居民以及对于充电效率要求较高的运营类专用车辆,大功率充电是较为合适解决方案。

无线充电技术和智能充电技术正在加速发展。无线充电技术能够更好地为车辆参与车网协同提供基础,实现自动泊车、自动对位、自动充电、电能双向交换,成为未来新能源汽车参与智慧能源的重要途径。智能充电技术将推动电动汽车深度参与智慧电网的构建,实现车网互动,使电动汽车成为人们能源生产、消费与存储的最好载体。

换电技术是解决用户在新能源汽车使用过程中遇到的补能速度慢、电池贬值快等一系列问题的重要途径。国内一些企业已经开展换电技术的应用,并提出了车电分离的服务模式。在商用车领域,换电技术也被作为在港口、矿山等特定场所和固定物流线路领域的重卡电动化的重要途径。

(三)智能网联汽车技术

智能化、网联化发展将有力推动车辆参与智慧城市、智慧交通以及智慧电网的融合发展,汽车

能耗管理将逐步从单车产品管理向车队、交通系统管理进行转移,智能网联技术的应用也将推动道路交通运输领域的效率提升、资源集约和能耗降低,推动汽车使用过程减排降碳。

1. 自动驾驶技术

自动驾驶技术是智能网联汽车的核心关键技术。为应对复杂开放的道路场景,提升车辆识别认知能力,激光雷达和图像传感器的融合发展成为环境感知技术发展的趋势,除了雷达、摄像头、红外等传感器技术,车辆感知路径也将从传统的自动驾驶传感器拓展至车联网 V2X 系统与通信传感器,随着 5G 技术融合应用的深入发展,协同感知成为未来重要的技术解决方案。车辆位置信息和交通环境信息将更加有效地帮助车辆快速识别行驶场景,有效提升车辆的通过效率和保障车辆运行安全。同时,为适应软硬件功能的提升,智能网联汽车车辆电子架构功能需求不断增强,控制系统架构正由分布式控制向域控制、中央处理的电子电气架构方向发展。

2. 智能网联汽车关键共性技术

智能网联技术的发展推动汽车与外部环境深度融合,人工智能技术、信息安全技术、高精度地图是支撑智能网联汽车发展的重要共性技术,也是道路交通领域实现碳中和的重要实施路径。

随着自动驾驶技术的推广普及,驾驶员逐步交出操作权,降低了人为因素对交通运行的影响,提高交通运输安全性和效率,优化了车辆运行能耗,对于未来构建智慧交通系统具有重要的意义。

整车电控系统复杂程度不断提高,定位、信息交互共享、系统功能都涉及功能安全验证,对系统失效、随机硬件失效、软件缺陷、系统误处理等潜在问题进行测试,保障车辆稳定运行。加快信息安全管理体系构建,信息安全不仅包括技术防护,还包含涉及信息安全相关的工具、文档、变更等流程管理,主机厂和零部件供应商正加快构建完善的信息安全开发体系。功能安全和信息安全将是未来多元信息融合、多车协同控制以及软件升级的重要保障。

高精度定位系统与高精度地图技术是提升自

动驾驶功能和网联应用的关键技术。L3 级以上的自动驾驶技术必须依靠高精度定位系统和高精度地图,我国高精度定位系统依托北斗导航系统实现了亚分米级的定位精度,未来将向广域增强和局域增强的融合、天基增强和地基增强的融合、互联网和广播网在播发模式上的融合发展。高精度地图数据库逐步完善,未来探索与北斗系统、雷达/视觉系统、车辆控制器局域网络(CAN)总线系统等深度信息融合,基于物联网、云技术以及 5G 技术等实现高精度三维地图的实时、自动增量更新。

3. 智能交通技术

智能交通技术是通信与信息交互技术、传感技术、车路协同技术、大数据云控平台技术的集成应用,不断推进道路交通基础设施数字化升级,对参与道路交通的车辆和行人进行信息化处理,实时精确地掌握分析道路交通信息,并通过 5G 通信技术与车辆和行人进行信息传输,构建了“人—车—路”协同的智能交通体系。智能交通技术为智能网联汽车提供更加丰富道路场景交通信息,支撑智能网联汽车更好地融入高效智能地交通系统中。

4. 汽车共享技术

互联网产业和汽车产业不断深度融合,居民出行个性化和定制化需求提高,共享技术可以有效地提高资源利用率并降低能耗。随着智能网联技术与共享技术的深度融合,自动驾驶技术的普及应用,将为共享汽车提供更加灵活的服务场景,共享汽车运营平台可以更加便捷地进行调度服务,改变居民原有的出行方式。汽车共享技术将推动构建运营成本低、运输效率高、能源消耗低的运行体系,有助于改善人民的出行,实现低碳交通出行。

三、我国汽车产业低碳发展面临的挑战和问题

(一) 汽车全产业低碳发展是一项复杂的系统工程

我国汽车产业起步晚、规模大、水平差异性较大。与欧盟相比,我国汽车产业碳排放水平存在

着明显的差距,如图4所示。我国汽车产业碳排放2020年的目标是每公里117克二氧化碳,只相当于欧盟2012年的目标;2025年要求达到每公里95克,相当于欧盟2020年的目标。面向“双碳”目标,我国汽车产业二氧化碳减排形势严峻。

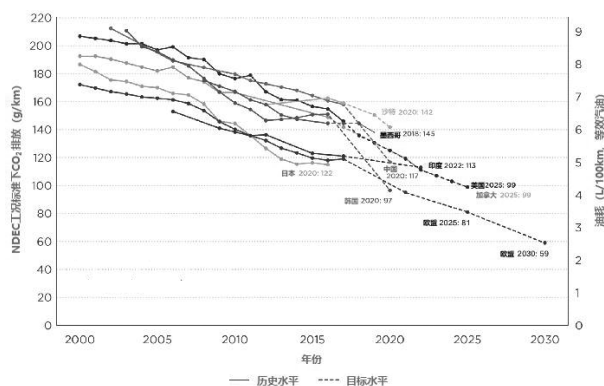


图4 全球主要国家和地区排放限值

目前,汽车全产业链碳排放考虑缺乏系统性,无法溯源汽车产品全生命周期碳排放。我国从原材料到零部件再到整车,普遍缺乏面向“双碳”目标的战略谋划,绿色低碳技术基础薄弱、研发投入不足现象较为严重。我国大部分整车及零部件企业普遍缺乏绿色低碳技术创新人才力量,绿色低碳技术使用率低。少数采用绿色技术的大型企业,受限于投资和运行成本较高,客观上也制约了绿色低碳技术的深度研发和使用,企业绿色技术基础及投入难以支撑“双碳”目标所需关键技术的研发与转移转化。

(二)新能源汽车碳减量难以抵消规模增长碳排放增量

未来一段时期内,化石能源为燃料的传统汽车仍然是汽车市场的主力,新能源汽车的快速发展可一定程度上减缓汽车产业碳排放总量的增速,但是很难扭转以传统汽车为主的规模增长所带来的碳排放增长趋势。2020年,国内汽车销量2531万辆,其中新能源汽车136.7万辆,渗透率为5.4%。截至2020年年底,国内汽车保有量2.81亿辆,新能源汽车保有量492万辆,占汽车总量的1.75%^[10]。

从增量看,汽车保有量的快速增长成为交通领域碳排放增长的主要驱动力,我国交通领域碳排放年均增速在5%左右,是我国温室气体排放增长最快的领域。10年间,我国汽车保有量增长了

557%,我国汽车使用环节二氧化碳排放量增长了5.1亿吨,占交通运输领域总增量的88%,成为我国温室气体排放增长最快的领域。从车型结构看,乘用车和重型货车是交通领域碳排放“大户”,一辆重型柴油货车的碳排放量相当于100辆家用轿车。重型货车虽然占我国汽车保有量不到10%,碳排放量在汽车占比高达40%。我国重型货车保有量达到800万辆,在全球占比50%左右,预计未来5年将增加至1100万辆以上,为实现“双碳”目标带来巨大挑战。从能源结构看,新能源汽车使用的一次能源形式为电能,二氧化碳减排效果取决于能源结构转型。我国电力生产中以煤电和天然气火力发电为主,2020年火电发电量约占全国总发电量的70%左右。因此,虽然新能源汽车在使用过程中大规模用电可以大幅削减碳排放,但是我国以化石能源为主的能源结构,新能源汽车只是将使用阶段的碳排放转移到了能源生产侧。

(三)汽车产业低碳科技创新仍存在很大不确定性

在科技创新推动经济发展的同时,其不确定性也不容忽视。汽车产业低碳发展技术仍然面临诸多风险和不确定性。一是科技攻关和工程开发存在不确定性,如固态电池研发中如何更好地平衡离子电导率、弹性模量以及界面接触和界面阻抗之间的关系和机理,新材料轻量化、状态感知和信息交互、高精度定位和导航等方面仍有理论和工程技术上的难题需要攻克。二是科技开发和工程应用周期不确定性,人工智能技术的发展显著加速了自动驾驶技术的进步,但是自动驾驶技术商业化还需要一定时间。三是颠覆性技术存在不确定性,例如未来太阳能汽车或者核能汽车是否出现革命性突破,使人类直接跳过能源驱动汽车时代。因此,在汽车产业低碳发展中,科技创新存在的不确定性也应充分考虑和重视。

(四)适合国情的新能源汽车碳交易机制尚未建立

当前,我国碳交易平台主要集中在能耗高的制造行业,还没有系统性制定汽车产业的碳排放核算体系。早在2010年,美国和欧盟就制定了二氧化碳排放法规,形成了较为完善的二氧化碳排

放、燃油经济性和大气污染物协同管控的管理经验,并将甲烷、氧化亚氮以及氢氟碳化物与二氧化碳一同作为温室气体管理的对象。与此同时,欧洲和美国率先开展了“碳边境调节机制(CBAM)”的制定工作,2023 年欧盟将正式引入 CBAM 制度,对于我国整车和零部件出口提出新的挑战。我国主要通过燃油经济性指标实现对油耗的管理,通过双积分机制促进企业节能减排,并没有建立二氧化碳排放法规^[11]。

随着我国碳交易体系的进一步完善,汽车行业的碳排放核算体系是探索行业减碳路径的重要支撑,也是提升自主品牌整车和零部件国际竞争力的重要基础。整车制造的碳排放强度低,通过减碳并依靠碳排放交易市场,可以进一步促进行业低碳化,激励减碳技术的应用和发展,保障汽车产业的良性循环发展。

四、汽车产业全产业链低碳发展目标、路径和对策建议

(一)发展目标

2021 年 10 月 24 日,国务院发布了《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》,明确指出“坚持系统观念,处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系,把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局,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是关键,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”。汽车产业在面临

传统燃油汽车保有量巨大,存量替换缓慢的背景下,更应当做好目标统筹规划,因地制宜地制定好短期和中长期的发展目标,协调本产业与其他产业之间的关系,推动汽车产业低碳发展进程。

为实现碳达峰,汽车产业最先面临的挑战是在保有量不断提升的情况下,如何通过提升节能技术水平、提高新能源汽车普及率,推动增量替换存量,保证汽车能源消耗的总量涨幅不断减弱。2021 年,新能源汽车的销量已经突破 350 万辆,为了尽早实现达峰的目标,新能源汽车技术的普及应用发挥着关键的作用。

为实现最终的碳中和,节能汽车技术已经无法满足从量变到质变的过程,必须依赖能源结构的调整,可再生能源比例的提升配合新能源汽车的普及将是实现碳中和的重要途径。新能源汽车普及的同时,还需要特别是动力电池生产带来的巨大的碳排放量。

汽车产业低碳发展的目标需要根据碳达峰和碳中和的目标要求,从能源结构到低碳生产,从技术应用到生产回收利用,实现汽车产业全生命周期的减碳,尽早达到实现碳中和。

(二)发展路径

汽车产业实现“双碳”目标包含材料冶金和生产、整车及零部件制造、汽车使用、回收利用碳排放四大战略路径,每个路径都具有减碳的重点,各路径还需要相互衔接,协同降碳,如图 5 所示。

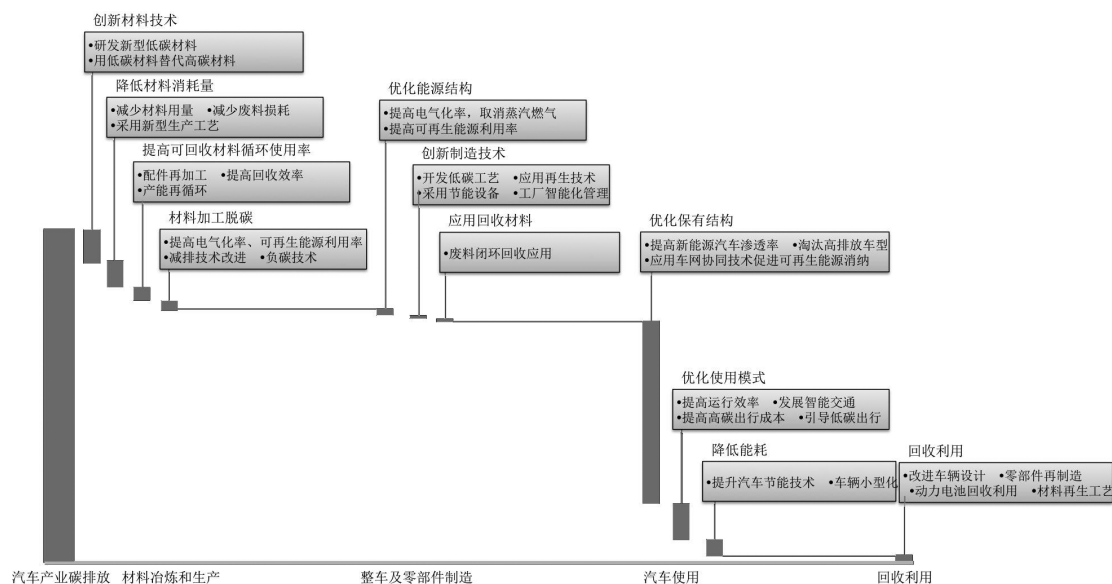


图 5 汽车全产业实现“双碳”目标战略路径

一是降低材料冶金和生产环节碳排放,加大生产制造原材料技术创新,特别是正负极、隔膜、电解液等电池原材料,研发新型低碳材料,不断降低材料消耗量,优化设计,提高可回收材料使用率,推动材料加工降碳、脱碳,实现汽车供应链绿色化、低碳化。

二是降低整车及零部件制造环节碳排放,重点是优化生产工厂的能源结构,提高电气化率和可再生能源利用率,通过开发低碳工艺、再生技术、采用节能设备、智能化管理等手段创新制造技术,促进大型冲压件废钢等回收应用。

三是降低汽车使用环节碳排放,需要持续优化汽车保有结构,加快提高新能源汽车渗透率,推动新能源汽车参与车网互动,淘汰高排放车型,优化使用模式,并通过提升汽车节能技术、车辆小型化、发展智能交通等方式逐步降低汽车能耗^[12]。

四是降低回收利用环节碳排放,通过改进车辆设计,促进材料再利用、再加工、再循环,提高车辆报废时可回收材料和配件的品质,推动零部件再制造、动力电池回收利用,优化材料再生工艺。

(三) 对策建议

汽车产业低碳发展亟需加强顶层设计和系统谋划,以贯彻落实《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》为契机,统筹推动汽车全生命周期降低碳排放,聚焦

汽车产品和汽车制造低碳,加强部门协同(见图6),切实把加快推动汽车产业低碳发展和建设汽车强国统一作为深入实现“双碳”目标的任务要求^[13-14]。

1. 加强汽车产业低碳发展顶层设计和协调保障

加强目标导向和问题导向,明确汽车产业低碳发展时间表和路线图,结合产品特点,分场景、分步骤明确低碳发展路径和具体举措,强化工信、能源、生态环境、交通等部门协同。在时间安排方面,面向2030年碳达峰目标的关键期,需尽快、尽早实现达峰,并且严控排放峰值,为碳中和留足缓冲时间。面向碳中和,以深度脱碳为首要任务,通过负排放技术和碳汇提供灵活性。在政策部署方面,全面电动化是汽车产业实现“双碳”目标的重要途径,加大节能与新能源汽车的推广应用力度,尽早明确新能源汽车补贴、购置税下一阶段政策措施,给企业充足的产品规划、研发验证时间。加大引导商用车减碳降污的政策力度。建立政策评估机制,采用科学计算与评估方法,多角度多元化进行政策评估,评估政策收益与政策成本,及时做出政策调整或者及时终结政策。研究建立汽车全生命周期绿色税收体系,提升产业链绿色化水平。推进税费征收从购置向保有、使用环节后移,降低消费者购车负担,促进汽车消费。将车辆行驶里程作为征收车船税的依据,引导消费者宽松购买、节约使用,降低使用环节碳排放。

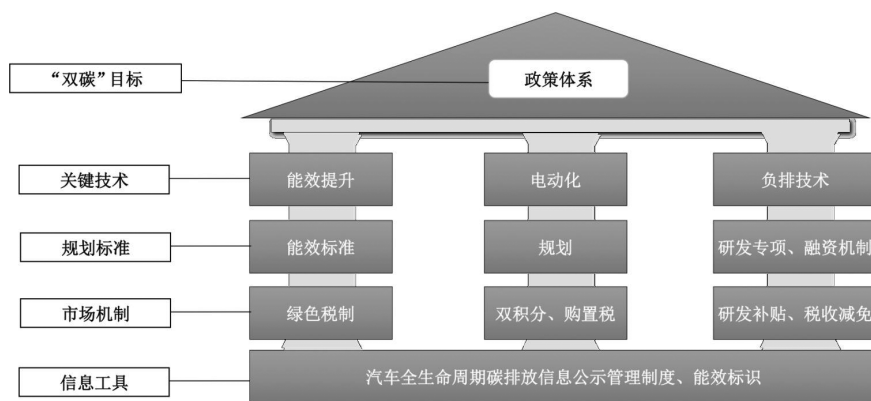


图6 “双碳”目标下汽车产业政策体系

2. 坚定不移发展节能与新能源汽车技术和产业

坚持一张蓝图绘到底,持续推动节能与新能源汽车发展。从轻量化到材料需求结构出发,降低整车产品对碳排放高的材料的使用,特别是电池方面,通过技术研发,从电池的能量密度和材料

配方的比例出发,降低对镍和钴等高排放原材料的需求,降低原材料在车辆全生命周期碳排放的占比。提升循环利用的比例,通过报废车辆及零部件的循环利用,开展材料循环利用技术的研究,提升材料的循环利用率,从原材料供给端降低碳排放。通过降低高碳排放材料的应用以及材料循

环利用的比例,改善车辆全生命周期上游碳排放的占比以及总量。

随着绿色可再生能源供给比例的提升,构建与之相适应的电气化生产体系,降低对燃气和蒸汽等传统能源的依赖。围绕能源结构转型,拓展绿色可持续发展能源的范围,提高氢能在汽车生产制造过程的应用比例,降低生产制造绿色低碳化发展的压力。加大生产制造环节绿色低碳制造能力的自主可控,围绕整车生产能源结构转型,构建自主设备研发能力,推进先进工艺制造装备升级,探索具有自主特色的解决路径及方案。

3. 积极推动汽车产业低碳科技进步和产业创新

结合当前国内外产业发展新形势,坚持围绕汽车产业链部署创新链,用好国家科技攻关计划、产业基础再造、智能制造等工程和专项,整合院校、材料企业和车企等科研资源,攻关一批汽车产业短板瓶颈的关键共性技术。加大新能源汽车关键技术科技创新的支持力度,研究实施“十四五”时期新能源汽车核心技术攻关工程。依托国家重点研发计划新能源汽车重点专项,系统布局下一代无钴电池、高镍电池、固态电池、钠离子电池、大算力芯片、操作系统等前瞻技术研发,加强原材料、设备、电池、整车研发制造产业链上下游协同创新,巩固动力电池全产业链优势。开展动力电池碳足迹和绿色供应链管理相关标准法规研究,加强核心技术知识产权海外布局。将燃料电池发动机关键技术纳入产业基础发展目录,发挥新型举国体制优势,集中力量攻关质子交换膜、碳纸、比例阀、氢气流量计、氢气传感器、压力传感器、高压阀门等关键技术和产品,增强产业链韧性和竞争力。加快实现大功率充电一体化安全技术等产业链关键技术突破,前瞻布局车载液氢系统等颠覆性技术。

4. 加快汽车全生命周期碳交易机制和体系构建

碳边境调节机制、碳足迹、碳泄漏等法规,将使“高碳制造、低碳使用”的模式受到限制。为应对我国汽车零部件及整车企业在国际贸易中面临的挑战,需要针对开展碳边境调节机制研究,积极探索科学合理的产业链全生命周期碳排放核算标准的制定,构建汽车产业全生命周期碳排放核算体系,保障我国汽车零部件及整车企业在贸易竞

争中的公平^[15]。同时通过系统性的分析,找到我国汽车产业链绿色低碳制造发展的困难以及瓶颈,政府通过制定相关政策,加大绿色投资,保障汽车产业制造绿色转型。

参考文献:

- [1] 新华社. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话[EB/OL]. (2019-04-25) [2021-12-27]. http://www.xinhuanet.com/2020-09/22/c_1126527652.htm.
- [2] 钟志华, 乔英俊, 王建强, 等. 新时代汽车强国战略研究综述(一)[J]. 中国工程科学, 2018, 20(1): 1-10.
- [3] 钟志华, 乔英俊, 王建强, 等. 新时代汽车强国战略研究综述(二)[J]. 中国工程科学, 2018, 20(1): 11-19.
- [4] Sustainable development Solutions Network USA. America's Zero Carbon Action Plan (ZCAP) launched [EB/OL]. (2020-10-27) [2021-12-27]. <https://www.sdsnusa.org/news/zcap-launch>.
- [5] The European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EU) 2019/631 of The European Parliament and of the Council of 17 April 2019 [EB/OL]. (2019-04-25) [2021-12-27]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631>.
- [6] UK Government. The ten point plan for a green industrial revolution[R]. United Kingdom: UK Government, 2020.
- [7] Ministry of Economy, Trade and Industry. Green growth strategy through achieving carbon neutrality in 2050 [R]. Japan: Cabinet Office, 2021.
- [8] International Energy Agency. Global EV outlook 2021 [R]. France: IEA, 2021.
- [9] 中国汽车技术研究中心. 中国汽车低碳行动计划研究报告(2021)[R]. 天津: 中汽数据有限公司, 2021.
- [10] 工业和信息化部装备工业发展中心. 中国汽车产业发展年报(2021)[R]. 北京: 工业和信息化部装备工业发展中心, 2021.
- [11] 倪红, 马冬, 彭颀. 机动车碳排放管理国际经验与启示[J]. 环境保护, 2021, 49(14): 72-75.
- [12] 吴志新. 全面电动化引领全产业链向碳中和迈进[N]. 中国汽车报, 2021-09-20(4).
- [13] 国务院办公厅. 新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)[EB/OL]. (2020-12-25) [2021-12-27]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm?trs=1 General Office of the State Council.
- [14] 王灿, 张雅欣. 碳中和愿景的实现路径与政策体系[J]. 中国环境管理, 2020, 12(6): 58-64.
- [15] 李方生, 赵世佳, 胡友波. 我国新能源汽车产业国际化发展的关键问题与措施建议[J]. 科学管理研究, 2021(5): 72-78.

(本文责编:王延芳)