



China Zero Emission Freight Status Report 2024

中国零排放货运年度进展报告

2024



关于零排放货运行动

零排放货运行动（英文名称：Zero Emission Freight Initiative, 缩写：ZEFI）是一个集合智库机构、研究机构、主机厂、关键设备以及零部件生产和供应商、能源生产和供应商、货主企业、物流运输企业、相关行业协会等各个零排放货运利益相关方，共同参与聚焦道路货运实现零排放的非政府、非营利、自愿性公益平台。ZEFI 的愿景是推动中国交通实现碳中和，支持道路货运实现零排放。

在愿景的指引下，ZEFI 将主要致力于推动利益相关方建立货运零排放的共识，加快零排放货运车辆（特别是中重型货车）和补能基础设施的推广，支持零排放货运相关标准和规范的研制与实施，支持创造更好的零排放货运政策和市场环境，推动零排放货运试点示范，为政府和企业提供技术支撑。ZEFI 秘书处设在智慧货运中心，由能源基金会提供支持。

© 零排放货运行动，2024

如用于教育或非营利目的，本出版物的全部或部分可以以任何形式复制，而无需获得版权持有人的特别许可，但须注明来源。零排放货运行动欢迎收到任何使用该报告作为参考资料的出版物。未经事先书面许可，本出版物不得作转售或作任何其他商业用途。

免责声明

本报告由能源基金会资助，报告内容不代表资助方及支持方观点。本报告所有结果仅供研究参考，不承担任何法律责任。

报告所表述的发现、解释和结论基于报告撰写人以及合作伙伴通过可靠渠道所搜集的信息，并尽可能保证可靠、准确和完整。零排放货运行动秘书处不对使用此文件而导致的损失负责。报告第6章图片来自案例实施企业，版权由提供方所有。

致谢

本报告是零排放货运行动的研究成果，由智慧货运中心和北京智慧绿行科技有限公司承担基础研究工作。零排放货运行动在此感谢能源基金会对报告的大力支持，感谢四次零排放货运行动深度研讨会参与机构和专家所提供的数据支持、文字支持及宝贵建议，并对以下零排放货运行动指导委员会成员在研究和撰写过程中提出的指导与建议表示由衷感谢：

- 北京交通发展研究院
- 北京汇通天下物联科技有限公司
- 北京智慧绿行科技有限公司
- 德国国际合作机构
- 国家电投绿电交通产业创新中心
- 国际清洁交通委员会
- 交通运输部规划研究院
- 联想信息产品（深圳）有限公司
- 马士基中国
- 上海融和骏玖新能源科技有限公司
- 斯堪尼亚制造（中国）有限公司
- 特来电新能源股份有限公司
- 宜家（中国）投资有限公司
- 中国环境科学研究院机动车排污监控中心
- 中国汽车工程学会
- 中国汽车技术研究中心
- 中国外运股份有限公司
- 中国物流与采购联合会

* 以上指导委员会成员按拼音首字母排序

同时，零排放货运行动感谢以下机构为本报告提供的案例支持：

- 陕西陕能新动力科技有限公司
- 山东港口陆海国际物流集团有限公司
- 上海启源芯动力科技有限公司
- 落基山研究所
- 深圳市协力新能源与智能网联汽车创新中心
- 中和新兴能源科技研究院
- 马士基中国
- CEVA Logistics

专家荐语

道路货运是交通运输污染物排放和碳排放的主要部门，也是交通运输行业在 2030 年前实现碳达峰的主要控制对象。《中国零排放货运年度进展报告 2024》系统梳理了 2023—2024 年货运车辆零排放技术和基础设施的建设进展、支撑性政策及其效果，以及零排放运输在不同场景的实践案例，显示了我国在电动和氢燃料电池货车销售和基础设施建设等方面的国际引领地位，为我们提供了零排放货运的国际洞察。报告以年报的形式服务于行业更广泛的利益群体，包括政策制定者、研究机构、货主、运输公司等，提供了持续性的信息和经验，值得推荐。

——**吴焱 清华大学环境学院教授**

《中国零排放货运年度进展报告 2024》对推动中国道路货运，尤其是重型货车等运输工具向低碳化、绿色化转变的相关政策进行了系统梳理。报告在零排放货车的技术、市场和案例等方面提供了实证性信息，表明环保系统为实现“双碳”和美丽中国战略所制定的相关行业超低排放、绩效分级以及车辆污染物排放限值标准等政策，对全国及重点区域的大气污染物及碳排放的协同减排起到了积极的推动作用。报告信息全面，结构清晰，是一本很好的了解国内外零排放货运进展的参考书。

——**尹航 中国环境科学研究院机动车排污监控中心主任**

《中国零排放货运年度进展报告 2024》系统梳理了中国在零排放货运领域的发展现状、政策进展、技术创新和市场趋势，为政策制定者、行业从业者、装备制造商和研究机构等各利益相关方提供了全面、深入、创新的洞察视角。报告不仅展现了中国在“双碳”目标下推动货运行业绿色转型的决心与行动，还通过翔实的数据分析和案例研究揭示了零排放货运发展的技术路径与商业模式，为全球货运领域的可持续发展贡献了“中国智慧”。该报告无论是从实际应用的层面，还是从学术研究的角度，都值得深入研读与推广。

——**周志成 中国物流与采购联合会研究室主任**

《中国零排放货运年度进展报告 2024》立足中国“双碳”战略纵深推进背景，系统梳理了零排放货运相关政策、零排放货运车辆技术应用及相关基础设施运营现状，采用科学方法测算了 2023 年中国道路货运污染物及碳排放情况，以扎实的实证研究与前瞻视角，为道路货运绿色转型提供了关键决策锚点。报告突破传统行业分析的单一维度，通过政策协同性评估、技术经济性量化及碳核算科学框架，系统揭示了零排放货运从“政策驱动”向“市场驱动”转变的内在逻辑，是推动道路货运绿色转型的学术范本与成功实践。相信报告可以为道路货运政策制定者、市场主体及行业研究者提供丰富的实践参考，亦可为全球交通绿色低碳转型贡献中国智慧。

——**张改平 中国国际可持续交通创新和知识中心国际物流供应链促进中心副研究员**

本报告的分析数据翔实，案例丰富，场景多样，是对 2024 年度零碳货运行业发展的有效总结。报告案例分析从场景入手，从技术、运营、成本、商业模式等多维度做了分析，很有借鉴价值。报告提出的建议精准，对于相关部门的政策制定具有重要的借鉴价值。

——**阳冬波 清华大学苏州汽车研究院新质交通研究中心主任**

目录

前言	1		
综述	2		
2023—2024 大事记	10		
1. 2023—2024 年中国道路货运行业发展现状	12		
1.1 货运量、周转量及区域特征	13		
1.2 公路物流行业及企业发展情况	18		
1.3 公路路网基本情况	20		
1.4 道路货运车辆发展情况	21		
2. 2023—2024 年零排放货运相关政策	24		
2.1 零排放货运相关发展规划	25		
2.1.1 国家零排放货运相关发展规划	25		
2.1.2 地方零排放货运相关发展规划	26		
2.2 零排放货运相关推广政策	27		
2.2.1 国家零排放货运相关推广政策	27		
2.2.2 地方零排放货运相关推广政策	28		
2.3 零排放货运相关节能环保政策	29		
2.3.1 国家零排放货运相关节能环保政策	29		
2.3.2 地方零排放货运相关节能环保政策	29		
2.4 零排放货运相关基础设施政策	31		
2.4.1 国家零排放货运相关基础设施政策	31		
2.4.2 地方零排放货运相关基础设施政策	32		
2.5 零排放货运相关路权政策	33		
2.6 零排放货运相关财政政策	34		
2.6.1 国家零排放货运相关财政政策	34		
2.6.2 地方零排放货运相关财政政策	35		
2.7 欧美零排放货运目标与政策	35		
2.7.1 全球重卡政策目标	36		
2.7.2 美国零排放货运目标与政策	37		
2.7.3 欧盟零排放重卡相关政策	38		
3. 2023—2024 年零排放货车技术与市场现状	40		
3.1 2023—2024 年零排放货车技术发展情况	41		
3.1.1 纯电动货车发展现状	41		
3.1.2 氢燃料电池货车发展现状	42		
3.2 2023—2024 年零排放货车销量情况	44		
3.2.1 零排放货车销量总体情况	44		
3.2.2 零排放重型货车销售情况	46		
3.2.3 零排放重型货车畅销车型介绍	51		
3.3 2020—2024 年新能源货车公告车型的技术发展趋势	52		
3.3.1 新能源货车车型总体分析	52		
3.3.2 新能源货车不同指标下的数量分布	55		
3.4 2024 年零排放重型货车综合成本	57		
3.4.1 纯电动重型货车综合成本	57		
3.4.2 深莞惠试点 TCO	59		
3.4.3 海南试点 TCO	61		
3.4.4 榆林试点 TCO	63		
4. 2023—2024 年零排放货运补能基础设施建设与运营	67		
4.1 充电基础设施现状	68		
4.1.1 建设现状	68		
4.1.2 技术现状	72		
4.1.3 运营现状	73		
4.2 换电基础设施现状	75		
4.2.1 建设现状	75		
4.2.2 技术现状	76		
4.3 氢能服务设施现状	77		
4.3.1 建设现状	77		
4.3.2 技术现状	80		
4.3.3 运营现状	81		
4.3.4 氢能上游产业现状	82		
5. 2023 年道路货运污染物和碳排放	87		
5.1 2023 年中国货车碳排放	88		
5.2 2023 年中国货车污染物排放（关注 PM 和氮氧化物两个指标）	89		
5.3 2023 年中国新销零排放货车降碳表现	90		
5.4 碳核算与汇报	93		
5.4.1 交通行业碳核算	93		

5.4.2 GLEC 框架与 ISO14083	97
5.4.3 交通运输行业碳核算与汇报发展问题及建议	98
6. 应用场景和实践案例	100
6.1 火力发电行业换电站示范项目——陕西清水川	102
6.1.1 项目背景	102
6.1.2 运营效益	105
6.1.3 商业模式	106
6.1.4 挑战	107
6.2 港口换电重卡应用示范项目——青岛港	108
6.2.1 项目背景	108
6.2.2 技术方案	112
6.2.3 商业模式	114
6.2.4 挑战	115
6.3 干线运输换电重卡试点项目——晋陕冀	115
6.3.1 项目介绍	115
6.3.2 换电技术方案	118
6.3.3 商用模式	120
6.3.4 挑战	120
6.4 区域性重卡电动化试点项目——深莞惠	121
6.4.1 项目背景	121
6.4.2 运营效益分析	126
6.4.3 挑战	129
6.5 氢能廊道试点项目——京津冀	130
6.5.1 项目背景	130
6.5.2 运营效率分析	132
6.5.3 挑战	133
6.6 减碳量“可验证”的低碳物流运输服务——马士基	134
6.6.1 背景和问题	134
6.6.2 解决方案	134
6.6.3 主要成效	136
6.7 国际长途跨境电动卡车运输案例——CEVA	136
6.7.1 背景和问题	136
6.7.2 解决方案	137
6.7.3 主要成效	140

前言

气候变化已经成为全球关注的中心议题，各国政府对气候变化的担忧不断加剧，纵观全球气候变化重要会议，尽快实现碳达峰与碳中和已经成为基本共识。2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上强调，中国将提高国家自主贡献力度，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。

交通运输是国民经济发展的重要环节，也是我国实现“双碳”目标的重点管控领域。目前，交通运输排放约占我国碳排放总量的10%。其中，道路运输占全国交通运输碳排放总量85%以上，是交通碳排放绝对的主体和减排重点。道路运输的交通工具中，货车（轻微型货车，主要服务于城市内部物流运输，以及中重型货车，主要服务于城市间运输活动）以11%的机动车保有量占比造成了道路交通领域47%的碳排放。随着我国新能源乘用车市场化的不断深入和成熟，货运的零排放转型逐渐成为交通运输领域实现“双碳”目标的关键因素。

基于以上背景，由零排放货运行动秘书处联合北京智慧绿行科技有限公司牵头组织撰写《中国零排放货运年度进展报告2024》（以下简称《报告》）。《报告》从中国道路货运行业发展现状、零排放货运相关政策、零排放货车技术与市场现状、零排放货运补能基础设施建设与运营现状、货运污染物与碳排放五大方面探讨2023—2024年道路货运零排放的阶段性发展成果与挑战，并重点关注2024年的变化趋势。《报告》以趋势性、总结性的数据分析为主，以实际案例分析作为支撑，旨在为零排放货运车辆的发展路径提供参考，为货运行业、政府决策者、货主及运输企业、研究机构等提供行业洞察。

在《报告》中，货运零排放指的是货物运输工具在运行过程中不带来温室气体（二氧化碳等）的排放。中国的道路运输工具（主要指机动车）使用的能源类型主要包括汽油、柴油、液化石油气或压缩天然气（LNG/CNG）、电能、氢气等，技术类型包括传统内燃机汽车、可持续燃料内燃机汽车、纯电动汽车、混动汽车、氢燃料电池汽车、插电式混动汽车（PHEV）等。其他燃料类型和技术的汽车，包括甲醇、氨等新型燃料汽车，由于还未在货运领域大规模应用或商业化推广，因此不包括在《报告》的研究内容中。严格来讲，运行阶段没有碳排放的汽车包括纯电动汽车和燃料电池汽车。由于插电式混合动力汽车可实现纯电动行驶，因此国际上将其视为广义意义上的零排放汽车。为使内容更加丰富，《报告》中提及的零排放货车包括纯电动、燃料电池和插电式混合动力三种技术路线。¹

受到资料可得性的影响，本年度《报告》仍着重关注中国道路货运领域，尤其侧重重型货车的零排放转型发展。在计算和表述碳排放及重点污染物排放时，只计算车辆运行阶段的排放，不包括能源生产、车辆生产、废弃物处置等其他生命周期阶段的排放。

¹ 根据《关于免征新能源汽车车辆购置税的公告》等政策，新能源汽车包括纯电动汽车、插电式（含增程式）混合动力汽车、燃料电池汽车，与《报告》中零排放货车包含的技术路线类别一致。国内某些政策会将天然气源的技术路线包括在新能源运输工具中，《报告》也不再一一区分。

综述

2024年，中国货物运输量呈现持续复苏和稳步增长态势，公路货运仍占主导地位，但受多式联运、“公转铁”“公转水”等宏观政策推动的影响，铁路和水运在运输中的占比略有提升。物流收入和效率均有所提升，行业整体向集约化、智能化方向发展，推动物流提质增效降本的任务正在逐步完成。

2024年，多项政策大力推动了货运的零排放转型。在国务院《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》的指引下，交通运输部联合多个部门发布《交通运输大规模设备更新行动方案》，结合国家发展改革委、财政部及地方相关补贴和支撑政策，极大推动了零排放运输工具在道路、水运领域的推广应用。生态环境部多年持续发力，通过超低排放、绩效分级等监管举措，推进大气污染防治重点区域企业端的运输清洁化和新能源化，起到了良好的引领示范作用。多部门推出的燃料限值标准、车网融合、充换电基础设施建设等方面的政策，也在进一步推动运输工具的低碳化和基础设施的保障性。与此同时，中国也在积极推进零排放货车车队和零排放货车通道试点的建设，在城市物流、港口集疏运等重点场景加快零排放汽车特别是中重型车辆的推广应用，并在京津冀、长三角、珠三角重点区域探索零排放货运通道的试点工作。

2024年，中国零排放货车市场呈现积极扩张趋势，销量和渗透率都持续增长，并保持国际领先地位。零排放货车销量较2023年增长了约91%，其主要原因是轻型和重型零排放货车销量分别增长了约74%和140%，渗透率分别增长到了2024年的11.4%和13.7%。零排放重卡中，充电和换电²重卡是主流车型，其销量占比超过90%。零排放货车的快速增长不仅依靠政策推动，其应用场景不断拓展也是重要原因。在城市配送、港口物流及高污染行业运输等场景中，零排放重卡的经济性已日益显现。借助政策倾斜和能源成本的优势，零排放重卡的成本可望在近几年持平传统燃料重卡，并实现从试点到商业化运营的快速转变。

零排放货运基础设施建设稳步推进，充换电和加氢网络逐步完善，智能化补能方案加快实施，为零排放货运的规模化应用提供支撑。公共直流桩增加迅速，高速公路沿线充电网络趋于全覆盖且公共桩利用率提升。但加氢基础设施发展尚不成熟，建设数量稳定增长但运营不饱和。长途干线运输的推广需进一步依靠技术突破、成本下降及补能基础设施的合理布局。

1. 中国道路货运行业发展现状

货运与物流行业整体呈现稳健增长态势。

2024年，随着经济持续复苏，货运总量和公路货运量延续增长态势，总量（不含管道和民航）为568.6亿吨和418.8亿吨，增幅分别为3.9%和3.8%。2024年全国社会物流总额为352.4万亿元，按可比价格计算，同比增长5.8%，增速较上年提高0.6个百分点。

运输结构、公路货运平均运距均保持平稳。

2024年，公路、铁路、水路货运量占比分别为73.6%、9.1%、17.3%，与2023年的73.7%、9.2%、17.1%基本保持一致。2024年公路货运平均运距为183.49公里，与2023年的183.32公里基本持平。

² 报告中的换电重卡均指充换一体的纯电动重卡。

公路营运载货车辆稳步增加，牵引车保持主力地位。

根据交通运输部最新数据，2023年，我国公路营运载货汽车总保有量为1,226.2万辆，同比增长0.3%。专用货车和牵引车保有量分别增长8.3%和4.6%，大型营运载货汽车的平均吨位达到22.3吨/辆。牵引车仍然是公路货运的主力车型，占比49.5%。其次是自卸式货车和仓栅式货车，占比分别为17.8%和11.3%。

物流企业市场集中度有所提升但仍然较低，降本增效动力增强。

2024年我国物流业总收入达13.8万亿元，同比增长4.9%，但增速已逐渐放缓。同期，社会物流总费用与GDP的比率降至14.1%，较2023年下降0.3个百分点，全社会物流成本有所降低。2024年50强企业物流业务收入规模进一步提升，业务收入总额达21,169亿元，但物流企业整体的市场集中度依然较低，企业规模普遍较小，个体户和挂靠车队在市场中占比较大，达到72.4%。

零排放货车的规模化推广亟需物流企业进一步提升运营效率。

2023—2024年，物流行业竞争日益激烈，降本增效诉求持续攀升，零排放货车的推广面临着车辆购置成本高、充换电或加氢设施建设困难等挑战，但同时也得益于政策扶持和绿色物流需求的增长。通过加强车辆调度、精细化管理以及数字化运营，物流企业可有效提升零排放货车的利用效率，逐步缩小其与燃油车在经济性上的差距。与此同时，社会物流总费用与GDP比率的下行趋势和国家对节能减排、降低运营成本的持续关注，为零排放货车的发展提供了新的增长空间。整体而言，零排放货车的普及与运营效率的提高相辅相成，有望成为未来物流行业降本增效与绿色转型的重要突破口。

2. 零排放货运相关政策

2023—2024年，零排放货运政策延续前期框架，在发展规划、环保约束、财政激励、基础设施配套等领域持续深化，政策重心逐步向差异化管控、技术多元化及全链条协同转型倾斜。同时，财政支持方式从直接补贴转向结构性资金引导与市场化机制结合。2023—2024年，零排放货运政策体系进一步完善，国家与地方层面围绕实现“双碳”目标、高质量发展及建设美丽中国等宏观战略，密集出台专项规划与实施细则，覆盖经济性提升、设备更新、节能减排及基础设施完善等关键环节，推动车辆与基础设施协同发展。主要政策导向如下：

设备更新政策加速高排放车辆淘汰，成为推广零排放车辆的重要抓手。

2024年，国务院、交通运输部等十三部门以及各地方政府相继发布关于交通运输大规模设备更新的政策，提出加速淘汰老旧营运柴油货车，尤其是国三及以下标准车辆，推动新能源货车在城市物流、港口集疏运和干线物流等领域应用，并支持加氢站、换电站和超充站等新能源基础设施配套。

针对重点行业与特定场景进行突破，形成零排放车辆普及的差异化推广路径。

针对轻微型货车，政策瞄准城市配送、市政环卫等公共领域，在2023年11月确定15个试点城市开展公共领域车辆全面电动化行动。2024年，试点城市地方政府制定具体实施方案，推动公共领域车辆全面电动化逐步落地。截至2024年底，15个城市已完成三年目标的69%，形成一批典型案例与模式，为2025年1月新获批的10个试点城市提供了宝贵经验。针对中重型货车，政策聚焦于水泥、焦化等高排放行业与港口、园区等封闭场景。2024年，生态环境部先后发布《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》《重点行业大气污

染防治绩效分级及重污染天气应急减排措施技术指南 水泥工业》，明确原燃料清洁运输比例不低于80%，最晚2026年厂内车辆全面新能源化。与此同时，政府积极推进零碳港口试点和零碳园区建设，2024年6月，首批5个零碳码头试点项目正式公布，鼓励港口集疏运系统率先实现运输零排放化。2025年3月，《零碳园区评价技术规范》团体标准正式颁布实施，要求园区/入驻企业管理上下游运输的大宗货物清洁运输比例，不低于80%可得满分，40%—80%按比例得分，40%及以下不得分，推动园区内企业全产业链物流加快向零排放车辆转型。

商用车燃料消耗标准进一步加严，推动行业节能减排。

2024年8月，工业和信息化部发布《轻型商用车燃料消耗量限值（四阶段）及评价指标》，相较于第三阶段标准要求更为严格，单车燃料消耗量降低10%，传统燃油车油耗降低15%，并提出到2026年整体降低21.8%、2030年降低37%的目标。2024年10月，《重型商用车燃料消耗量限值（四阶段）标准》正式发布，并将于2025年7月1日实施，相较于前一阶段标准加严12%—16%，进一步推动重型商用车节能减排。

财政支持政策持续优化，通过购置税减免、贷款支持、设备更新补贴及绿色金融政策，鼓励新能源货车推广与老旧车辆淘汰。

新能源汽车购置税减免政策延续，2024—2025年购置新能源汽车可享免税优惠，2026—2027年减半征收。金融支持方面，商用新能源汽车贷款比例提升至75%，鼓励二手车交易及以旧换新。国家还通过发行3,000亿元特别国债，支持大规模设备更新。其中，提前报废国三及以下排放标准并更新为国六排放标准营运柴油货车可获得3.5万—11万元不等的国家补贴，提前报废国三及以下排放标准柴油货车并更新为新能源营运货车可获得4.5万—14万元不等的国家补贴。此外，绿色金融政策推动新能源货运设备升级，提供税收减免、补贴及低息贷款，促进产业绿色转型。

充电基础设施政策聚焦电网融合与网络化布局，换电和加氢基础设施政策仍主要围绕示范项目和特定场景。

2023—2024年，政策重点围绕提升电网对充换电设施的支撑能力并向高效化与智能化升级、优化高速公路及干线物流通道的补能网络展开。2024年，国家发展改革委、能源局等部门陆续发布《关于加强新能源汽车与电网融合互动的实施意见》《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》等政策，强调电网与充换电设施的融合，推动智能有序充电，提高电力调度能力，确保新能源货车大规模接入电网的稳定性。同时，《关于加快推进2024年公路服务区充电基础设施建设工作的通知》要求除高寒高海拔地区外，高速公路服务区充电桩覆盖率年底前达到100%。《交通运输部关于国家电力投资集团有限公司开展重卡换电站建设组网与运营示范等交通强国建设试点工作的意见》《加快工业领域清洁低碳氢应用实施方案》等换电与加氢基础设施相关政策则主要探索在已有示范下如何跨城市群、跨区、跨场景发展换电与加氢基础设施网络，仍以示范项目及特定场景为中心向外逐步辐射。

氢燃料电池货车推广政策集中于财政补贴和通行费减免等方向。

浙江、河南、新疆等多地政府进一步加强对氢燃料电池货车的购置补贴和加氢站的建设补贴。山东、四川、吉林、陕西、湖北等省份新增针对氢燃料电池货车的地方通行政策，对安装使用ETC设备的氢能车辆免除省内高速公路通行费，以降低氢能货车运营成本。

3. 零排放货车市场与技术现状

重型零排放货车销量快速增长，渗透率首超轻型货车。

2024年，零排放货车销量约27.6万辆，市场渗透率由2023年的6.0%上升至11.8%，表现亮眼。2024年，轻型货车销量由2023年的约11.9万辆大幅增长至19.1万辆，重型货车由2023年的约3.5万辆大幅增加至约8.3万辆。零排放货车渗透率方面，2024年重型货车首次超越轻型货车，达到13.7%，显著高于2023年的5.6%。重型货车方面，充电技术路线占比持续提升，2024年充电重卡市场占比增长至59.4%，相比2023年提升13个百分点，成为市场主流。

纯电动货车电池容量和充电效率进一步增加，中长途干线应用场景逐步商业化。

电动货车在电池技术方面取得了一定进展，在高容量电池、兆瓦级充电等关键领域实现突破，422—423千瓦时电动重卡占比提升至约30%，购车成本进一步降低。部分已发布货车车型搭载超过1,100千瓦时的电池容量，续航里程显著提升。充电技术方面，充电设备的输出电压范围扩展至200—1,000伏，充电功率可达1,000千瓦，部分设备单枪输出电流可达1,000安，充电效率显著提高。2024年，纯电动重卡在干线的布局快速推进，首条800公里电动重卡跨省干线（山西曲沃—山东济宁港）正式贯通并实现商业化盈利。此外，固态电池技术作为下一代电池技术的主要方向，能量密度、续航能力、安全性均较高，其在干线场景中具备潜力，但目前国内固态电池研发仍处于初期阶段，成本较高，量产及应用前景尚不明确。

氢燃料电池货车的部分关键技术和零部件实现80%以上国产化，但耐用性需提高，产业应用中仍有部分关键零部件依赖进口。

氢燃料电池货车的各项关键技术均已实现《节能与新能源汽车技术路线图2.0》中2020年的目标，部分技术如燃料电池系统额定功率、质量比功率、最高效率等已达到或超过2025年的目标。燃料电池系统关键零部件的国产化也取得积极进展。电堆集成、双极板、膜电极和所有非燃料电池堆组件（BOP）、催化剂、质子交换膜均已实现国产化。但关键零部件耐用性仍与国际水平存在差距，并且质子交换膜处于产业化应用初期，催化剂产品处于小规模应用阶段，实现产业全面国产化仍需努力。

当前，我国加氢站仍以35兆帕为主，占比90.3%，而欧美国家已普遍采用70兆帕技术。70兆帕加氢可有效提高燃料电池车的续航里程，但我国部分主要设备零件仍依赖进口，且高压储运技术尚未成熟。目前，国内氢气运输仍以20兆帕长管拖车为主，运输成本较高，难以支撑远距离氢能供应。

4. 补能基础设施支撑零排放货运现状

充电基础设施建设持续增长，公用充电桩车桩比进一步下降，出行高峰期的补能压力仍较大。

2024年，全国充电基础设施保有量达1,281.8万台，同比增长49.1%，其中公共充电桩357.9万台，占比不到30%。2024年，全国充电基础设施增量为422.2万台，同比上升24.7%。其中公共充电桩增量为85.3万台，同比下降8.1%，随车配建私人充电桩增量为336.8万台，同比上升37.0%。公共充电桩中，直流充电桩占比提升至45.9%，显示出充电设施向快充、超充方向发展的趋势。然而，车桩比进一步恶化，2024年全国公共车桩比由2023年的7.49提高至9.13，即9辆车共享

1 个公共充电桩，出行高峰期的补能压力依然较大。

高速公路沿线充电设施加速布局，直流桩继续保持绝对主体地位，货运专用快充仍显不足。

截至 2024 年底，全国高速公路服务区已建成充电桩 3.31 万个，覆盖率由 2023 年底的 85% 提升至 97%。长三角、珠三角等物流核心区域的直流充电桩占比接近 98%，部分主干高速公路单位里程桩数显著增加。然而，目前高速公路沿线适用于货运车辆的高功率快充桩仅有约 1,500 个，功率普遍在 120 千瓦左右，远低于重卡所需的兆瓦级充电功率，导致充电时间长、影响货运效率。

换电模式在短途货运场景成熟，干线运输仍需突破。

相比充电模式，换电方案能够更快完成补能，特别适用于高强度运营的短途货运场景。截至 2024 年，全国已建成近 500 座重卡换电站，覆盖港口、矿区、钢厂等高频物流区域，换电重卡在这些场景下展现出较强的适应性。部分区域已探索干线换电模式，全国范围内布局超过 100 条干线，通过换电组网为中长途运输提供补能支持。然而，当前换电站标准化不足，各企业技术方案互不兼容，换电站仍多为单品牌或特定车型定制，影响规模化发展。

加氢站数量持续增长，供氢能力显著提升，但运营仍不饱和。

2024 年，全国加氢站总量增至 542 座，同比增长 26.6%，其中 391 座处于运营状态，运营率达 72.1%，虽较 2023 年提升 8.1 个百分点，但运营仍不饱和，低于预期。加氢站日供氢能力从 2023 年的 20.8 万千克提升至 31.4 万千克，增长 51%。单站供氢能力普遍提高，2024 年单站日供氢能力提升至 803 千克，较 2023 年增长 13.5%。其中 500—1,000 千克/天的站点数量增至 203 座，占比超 50%。加氢站建设重点集中在粤、鲁、苏、冀、鄂等地，布局逐步优化。然而，加氢站的经济性仍受限于高昂的制氢、储氢和运输成本，氢能产业链整体成本有待进一步降低。

5. 零排放货车经济性评估

纯电动重卡在某些短途高频场景下已实现成本与传统柴油车平价。

随着纯电动重卡的电池技术快速发展，其购置成本降低，目前已在某些短途高频次运输场景，如城市物流、港口倒运、环卫清运等场景中具备经济性，总拥有成本（TCO）已逐步接近甚至优于传统柴油货车，但其应用于干线物流场景下的经济性仍不理想。大容量电池虽成本较高，但根据目前电池技术快速发展的趋势，购置成本有望进一步降低，运营成本或成未来干线运输电动化经济性的主要影响因素。充换站在高速公路沿线建设及电网接入成本较高，适用于纯电动货车快速补能的快充超充桩建设、运营成本均高于普通充电桩，增加了纯电动货车在长途干线的运营成本。

氢燃料重卡 TCO 仍然较高，但在特定短倒场景中可借助补贴实现平价。

氢燃料电池重卡购置、运营成本目前均高于柴油、纯电动货车，TCO 在短时间内可能难以和柴油、纯电动货车形成市场化平价。但目前在五大氢能货车示范群中，政府针对购置、运营和通行权等方面的财政补贴或奖励可有效降低车辆购置成本、氢气价格及通行费用。此外，地方工业场景下的副产氢供应及较低的运输成本进一步提升了氢燃料电池重卡的经济性。在这些特定场景下，氢燃料电池重卡的 TCO 已低于传统柴油车，展现出一定的竞争优势。

商业模式优化助力零排放重卡运营。

在运营阶段，通过降低空驶率优化单趟运输成本，并依托智能调度系统将充电时段控制在电价

谷平时段，能够有效减少能源支出。此外，换电模式下的电池租赁不仅降低了车辆购置成本，还减少了电池在运营过程中的维保费用。与此同时，精准布局充电与换电设施，使车辆能够在续航安全范围内高效补能，提升运输效率。这些商业运营模式的优化可显著提升电动货车的运营经济性，加速其在干线物流及城际运输市场中的推广应用。

6. 零排放货车的碳减排效益

零排放重型货车减碳潜力显著。

零排放货车取代传统燃油货车是实现货运零排放的关键。《报告》使用基于 GLEC (Global Logistics Emissions Council) 框架的减碳计算工具，计算新能源货车替代传统柴油货车在车辆运行阶段的温室气体减排效果。以下是几种畅销车型在典型应用场景中单车的年均减排量。

车辆类型	总质量(吨)	年均行驶里程吨(公里)	对比柴油车年减碳量(吨)	相当于种植树木(棵)
纯电动半挂牵引车	25	10 万	93.85	8,532
纯电动自卸车	31	6 万	65.4	5,946
纯电动轻型厢式运输车	4.5	3 万	10.42	948
氢燃料电池半挂牵引车	25	10 万	93.85	8,532
氢燃料电池自卸车	31	6 万	65.4	5,946

基于以上的计算结果可以看出，由于重型货车的平均行驶里程长、单位里程能耗高，因此零排放重型货车的减碳效益比轻型货车更显著。加速推进重型货车的零排放化将对货运的零排放转型起到关键作用。

交通运输行业碳核算体系加速完善，国际标准化进程加快。

国际气候协议、区域性政策以及供应链企业碳承诺等进一步提升了交通运输企业和货主的碳管理要求。交通领域碳核算体系基于不同机制的需求，形成了多层次的核算方法和认证标准。在 IPCC 核算指南及国际性、区域性交通运输核算等体系要求以外，GLEC 框架与 ISO 14083 已成为交通运输碳核算的主流标准和指南。中国也在加快构建交通碳核算体系，《碳排放权交易管理暂行条例》《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》等法规、政策，也在企业、项目和产品等范畴推动交通领域的碳核算和碳管理。未来，中国需进一步打通碳核算、报告、认证与价值化链条，并通过数字化工具优化碳管理体系，形成自己的交通领域碳管理和碳核算体系方法，以提升国际话语权。

7. 国内与国际零排放货车发展现状对比

国内电动车销售及出口市场规模领先，国际在氢能领域技术优势进一步缩小。

2024 年，中国零排放货车市场继续保持全球领先地位，销量以 18.6 万辆实现稳步增长，但全

球新能源货车市场增长迅速，中国销量占比由原本的 85% 下降至 70% 左右。2024 年，中国商用车出口 90.4 万辆，同比增长 17.5%。中国在电动汽车基础设施部署方面仍然处于领先地位，拥有全球 85% 以上的快速充电桩（功率为 22—350 千瓦）和约 60% 的慢速充电桩（功率小于 22 千瓦），进一步夯实了电动货运的能源补给体系。

氢燃料电池货车方面，国内产业链持续发展，但整体市场规模仍处于起步阶段。我国在氢燃料电池系统寿命、可靠性以及低温适应性方面有所突破，部分关键技术和零部件实现 80% 以上国产化。已有企业推出更高耐久性的燃料电池系统，持续推进关键零部件国产化，但产业应用中仍有部分关键零部件依赖进口。相较于国际先进水平，氢燃料电池系统的整体效率、稳定性以及运营成本仍有待提升。

国际市场方面，欧美及日本等国在零排放货车领域采取多技术并行发展策略，纯电动与氢燃料电池技术同步推进。欧洲的零排放货车市场受《替代燃料基础设施法规》等政策推动增长明显，特别是在长途运输领域，燃料电池货车的商业化示范项目逐步增多，零排放货运廊道基础设施建设进一步完善，并得到政府补贴支持。美国方面，多个商用车制造商推出长续航纯电动卡车，并积极推进兆瓦级快充技术发展，以支持长途货运需求。

氢能产业链方面，日本、美国和德国等国家在氢燃料电池技术、储运技术及加氢基础设施建设方面继续保持领先。2023 年，国际市场上 IV 型高压储氢瓶的应用更加广泛，已逐步成为主流，而中国的 IV 型瓶仍处于产业化初期。此外，欧美及日本的加氢站压力等级普遍达到 70 兆帕，支持更高效的氢气补能，而中国目前仍以 35 兆帕加氢站为主，70 兆帕加氢站的普及程度相对较低。

结论与建议

1. 优化政策支持体系，加强对零排放货车不同技术路线的经济性与市场适应性研究。

当前，道路货运零排放技术路线呈现多元化发展趋势，纯电动的充电及换电模式、氢燃料电池及其他可持续燃料技术均在探索适合自身的市场应用场景。然而，受限于市场经济性及基础设施建设条件，不同技术路线之间存在一定的竞争关系。其中，纯电动货车在政策、技术进步及市场推动下快速发展，成本下降趋势明显，经济性优势逐步显现；而氢燃料电池货车仍高度依赖政策支持，短期内市场化前景尚不明朗。未来，各技术路线的发展方向将取决于技术突破、基础设施完善及市场需求变化。在目前各技术路线所处发展阶段及竞争力存在明显差异的情况下，尽管政策制定已考虑到不同技术路径的特性与成熟度，但仍需进一步加强针对性和精细化引导。建议在政策层面，根据各技术路线的发展进程及市场竞争格局，优化扶持力度与实施节奏，避免资源过度倾斜，同时促进各技术路线的合理分工与互补发展。

2. 推动充电技术突破与基础设施优化，加快干线物流电动化进程。

在新能源货运技术中，纯电动货车凭借充电技术的快速发展和成本下降，展现出显著的经济性优势，已成为行业发展的主要方向之一。未来，干线物流场景将成为纯电动货车的重要关注领域，车辆续航能力不足、补能效率低等障碍亟待解决。目前，车辆电池技术发展迅速，而高速公路沿线大功率充电基础设施建设及布局仍受技术、场地限制，可能成为制约干线物流电动化推广的关键因素。建议加快大功率充电技术研发与商业化推广，提高充电桩的功率等级，同时优化高速公路沿线

的土地规划与电力资源配置，建立区域间基础设施协调机制，确保充换电设施布局合理，以提升长途纯电动货车的运营效率。

3. 完善换电商业模式，推动规模化发展提高运营效率。

换电模式在商用车领域具备补能效率高、降低初始购车成本、提升车辆利用率等优势，商业模式相对清晰。但当前换电模式仍面临标准化不足、换电网络建设成本高、基础设施运营方投资回报周期长等挑战。规模化发展是摊薄换电站长期成本、提升经济性的关键，但目前布局缓慢。建议在政策层面支持换电技术的标准化建设，推动换电站的规模化布局，以提高资产利用率并降低单车换电成本。同时，探索车电分离、电池租赁等商业模式，优化产业链协同，以增强换电模式的可持续性。

4. 加快氢能货运全产业链布局，推动核心技术突破和降本增效。

目前，氢燃料电池货车仍处于发展初期，各环节尚未展现出明显的经济性优势。氢能在货运领域的应用主要依赖于特定工业场景及合理的区域市场供需匹配，推广条件相对苛刻。技术进步仍是氢能货运发展的核心制约因素，尤其在氢气制、储、运等环节，成本较高且产业链尚未成熟。建议加大对氢燃料电池车辆、加氢基础设施及氢气全产业链的研发投入，以推动整体成本下降。同时，需结合地域资源优势及工业场景，加快绿氢的发展，提升氢能供给能力及环境效益，为氢能货运的长期可持续发展奠定基础。

5. 优化能源结构，推动传统燃油货车向低碳化过渡。

传统燃油货车仍然是当前市场的主要力量，其中柴油通常作为新能源行业锚定的对比基准。然而，近两年天然气价格下降，使得天然气货车的竞争力有所增强，市场呈现出更加多元化的发展趋势。未来，不同类型燃料的市场价格波动可能成为影响各新能源技术路线竞争力的重要因素。建议密切关注燃料市场动态，结合政策调控、市场需求及技术发展趋势，优化不同技术路线的竞争策略，并推动低碳燃料的应用与政策引导，以促进货运行业的能源结构优化。此外，可进一步研究燃料价格、碳交易机制等市场因素对新能源货车经济性的影响，为行业低碳转型提供科学支撑。

6. 加快交通领域碳排放核算体系建设，设立减排目标和机制。

目前，交通领域缺乏统一的碳核算体系和减排目标，利益相关方并未完全厘清碳核算和汇报的底层需求和逻辑。多部门通过覆盖运行阶段或全生命周期，以企业、社会活动、区域等为目标，为交通领域的节能减排设定目标和措施，但缺乏统一协调。企业端的减排需求主要来自产业链传导的国际减排压力和自身的企业责任管理需求。未来，需尽快明确交通领域碳排放管理体系中的定位，厘清不同交通出行方式的碳排放底数，确立交通领域的阶段性减排目标，建立跨部门协调机制和数据共享平台，明确分工、统一技术规范，以推动碳核算与汇报更加高效、系统和科学，助力碳达峰碳中和目标的实现。

2023-2024 大事记

2024.1

2024年1月，生态环境部等五部门发布《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》和《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》，要求企业进出物料和产品的清洁运输比例不低于80%，未达标部分须采用新能源或国六排放标准车辆。厂区内运输车辆要求全部采用新能源车，2025年底前可暂用国六排放标准车辆。

2023年末全国公路总里程543.68万公里，比上年末增加8.20万公里。公路密度56.63公里/百平方公里，比2022年增加0.85公里/百平方公里。

2023年我国公路营运载货汽车共有1,226.2万辆，较去年增长0.3%。其中，普通货车共有358.7万辆、4,386.6万吨位，均较去年减少7.5%；专用货车68.7万辆、891.0万吨位，分别增加8.3%和8.5%；牵引车370.4万辆，增加4.6%；挂车373.2万辆，增加3.3%。

2024年，我国货运总量（不含管道与民航）为568.6亿吨，同比增长3.9%。货运周转总量为254,486.3亿吨公里，同比增长2.7%。

2024年，公路货运量为418.8亿吨，同比增长3.8%。公路货运周转量为76,847.5亿吨公里，同比增长4.6%。

2024年全国社会物流总额为352.4万亿元，按可比价格计算，同比增长5.2%。其中，工业品物流总额318.4万亿元，同比增长5.8%；单位与居民物品物流总额13.9万亿元，同比增长6.7%；进口货物物流总额18.4万亿元，增长3.9%。

2024.3

2024年3月，国务院发布《关于印发〈推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案〉的通知》。方案要求加快乘用车、重型商用车能量消耗量值相关限制标准升级。支持交通运输设备更新，包括推进新能源公交车替代、淘汰国三及以下排放标准营运柴油货车、更新老旧船舶以及支持新能源动力船舶发展。

2024.5

2024年5月，国务院印发《2024—2025年节能降碳行动方案》，提出加快交通运输低碳转型。方案要求推进低碳交通基础设施建设和装备低碳转型，优化交通运输结构。到2025年底，交通运输领域二氧化碳排放强度较2020年降低5%。

2024.8

2024年8月，中共中央、国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提出要建设绿色交通基础设施。提升新建车站、机场、码头、高速公路设施绿色化智能化水平，推进既有交通基础设施节能降碳改造提升，因地制宜发展高速公路沿线光伏。完善充（换）电站、加氢（醇）站、岸电等基础设施网络，加快建设城市智慧交通管理系统。

2024年我国共销售约27.6万辆零排放货车，较2023年增长89.5%。其中，轻、中、重型货车分别占比69.2%、0.8%、30.0%。

2024年我国新销零排放货车整体渗透率为11.8%。零排放轻、中、重型货车的渗透率从2023年的6.2%、2.9%和5.6%分别提升至11.4%、4.1%和13.7%。

在技术路线方面，2024年新销零排放重卡中充电式纯电动重卡占比最高。充电、换电、氢燃料电池重卡和插电式混动车占比分别为59.4%、34.7%、5.4%和0.5%。

2024.11

2024年11月，交通运输部、国家发展改革委印发《交通物流降本提质增效行动计划》，提出到2027年，社会物流总费用与国内生产总值的比率力争降低至13.5%左右，全国铁路货物运输周转量较2023年增长10%左右，港口集装箱铁水联运量年均增长15%左右。通过优化运输结构和提升货运组织效率，为绿色物流和零排放货运的发展创造条件。

2024年11月11日至22日，第29届联合国气候变化大会在阿塞拜疆巴库举办。决议提出达成将全球变暖限制在2摄氏度以下的路径是到2030年，排放量必须在2019年的基础上下降28%，到2035年，排放量必须在2019年的基础上下降37%。同时大会提出了2050年前实现运输企业全面净零排放的目标，鼓励各国政府加强绿色物流基础设施建设，支持智能物流系统的发展。

01

2023—2024 年
中国道路货运行业发展现状

- 1.1 货运量、周转量及区域特征
- 1.2 公路物流行业及企业发展情况
- 1.3 公路路网基本情况
- 1.4 道路货运车辆发展情况

本章围绕货物运输量、周转量、物流行业发展现状、道路系统发展情况、道路运输车辆发展情况等方面，介绍 2023—2024 年中国道路货运行业发展现状。

1.1 货运量、周转量及区域特征

随着经济持续复苏，2024 年货运总量和公路货运量延续增长态势。根据交通运输部统计，我国 2024 年货运总量（不含管道和民航，下同）和公路货运量分别为 568.6 亿吨和 418.8 亿吨，同比 2023 年分别增长 3.9% 和 3.8%。铁路与水运货运量同步提升，分别达到 51.7 亿吨和 98.1 亿吨，同比增幅为 2.6% 和 4.7%。这一增长与《交通物流降本提质增效行动计划》的政策目标一致，该计划提出到 2027 年，全国铁路货物运输周转量较 2023 年增长 10% 左右，港口集装箱铁水联运量年均增长 15% 左右，2024 年铁路和水运货运量的增长，正表明这一政策目标正在逐步实现。

过去五年，公路货运量占比始终保持在 73% 以上，2024 年为 73.6%，较 2023 年下降 0.1 个百分点；铁路和水路货运量占比为 9.1% 和 17.3%，分别较 2023 年降低 0.1 个百分点和提升 0.2 个百分点。

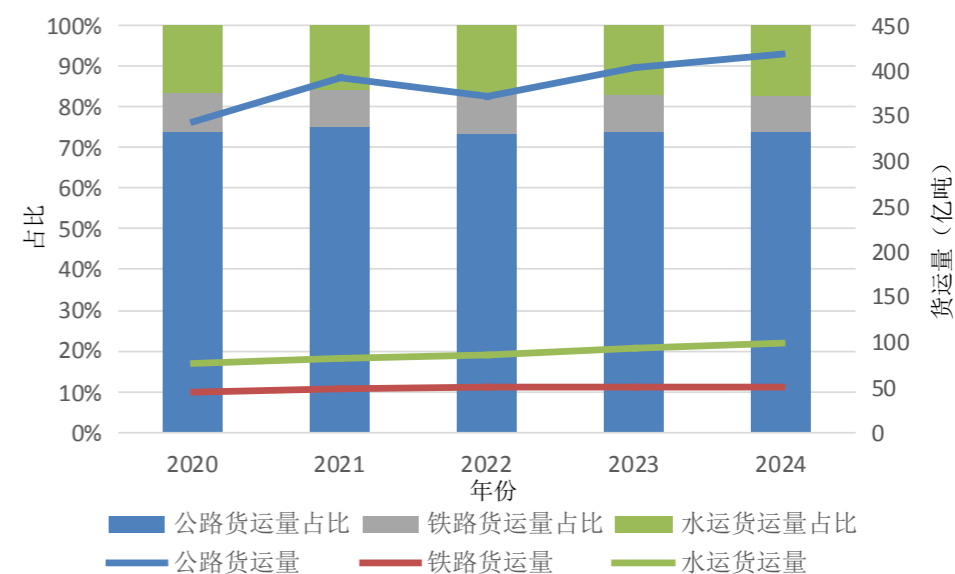


图 1-1 2020—2024 年全国分运输方式货运量及占比

过去五年，我国货运周转总量持续上升。2024 年，货运周转总量为 254,486.3 亿吨公里，同比增长 2.7%。其中，公路货运周转量为 76,847.5 亿吨公里，同比增长 4.6%。铁路货运周转量为 35,861.9 亿吨公里，同比下降 1.3%。水路货运周转量为 141,422.9 亿吨公里，同比增长 8.7%。从结构来看，2024 年，公路、铁路和水路货运周转量分别占货运周转总量的 30.2%、14.1% 和 55.6%¹。

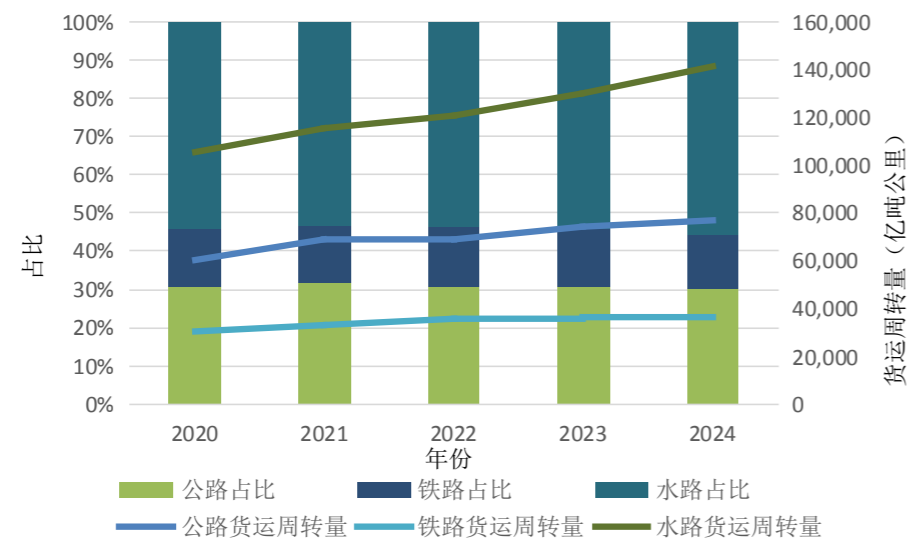


图 1-2 2020—2024 年全国分运输方式货运周转量及占比

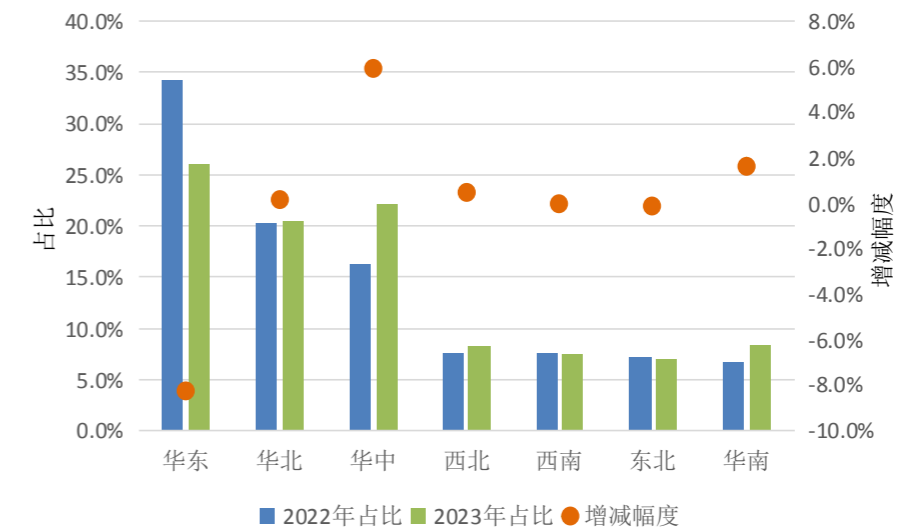


图 1-4 2022—2023 年各地区公路货运周转量占比及增长率

从行政地理分区来看，2023 年全国公路货运周转量在不同地区呈现分化趋势。华东地区仍是全国公路货运周转量最高的地区，达到 19,289.1 亿吨公里，其次是华中和华北地区，分别为 16,438.6 亿吨公里和 15,162.9 亿吨公里。与 2022 年相比，华东地区的公路货运周转量有所下降，降幅为 18.5%；而华北、华中、西北、西南、东北和华南地区均呈现增长态势，涨幅分别为 8.1%、46.3%、15.1%、6.7%、6.1% 和 34.1%¹。

从区域占比来看，这一变化也导致全国公路货运周转量的区域结构发生调整。2023 年，华东地区占全国公路货运周转总量的 26.1%，仍居首位，其次是华中和华北地区，占比分别为 22.2% 和 20.5%。与 2022 年相比，华东、西南、东北地区的公路货运周转量占全国公路货运周转总量的比例有所下降，分别减少 8.22%、0.04% 和 0.07%。华北、华中、西北、华南地区的占比均有所上升，分别增长 0.16%、5.93%、0.56% 和 1.68%¹。

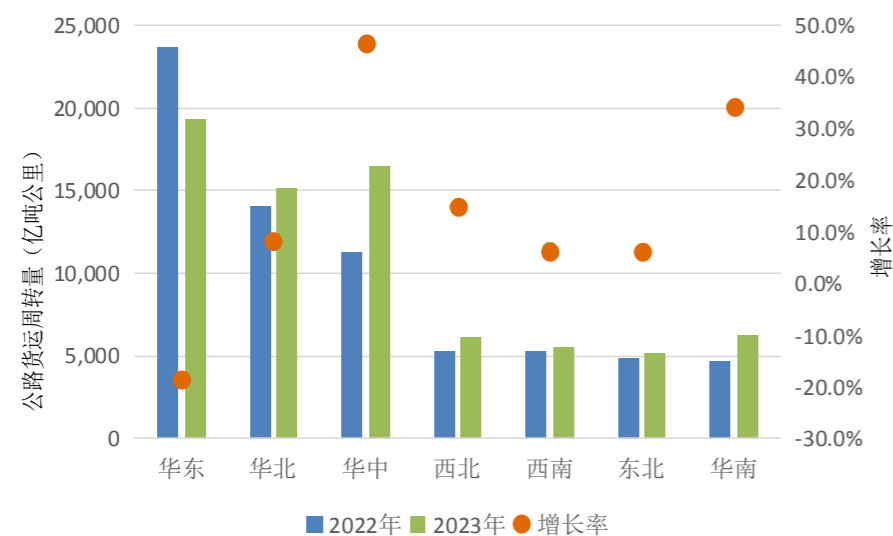


图 1-3 2022—2023 年各地区公路货运周转量及增长率

1. 公路平均运距情况。

根据国家统计局的数据，2023 年货运平均运距为 452.44 公里，同比增长 1.4%；2024 年为 447.45 公里，同比下降 1.1%。2023 年公路货运平均运距为 183.32 公里，同比下降 1.3%；2024 年为 183.49 公里，与 2023 年基本持平¹。

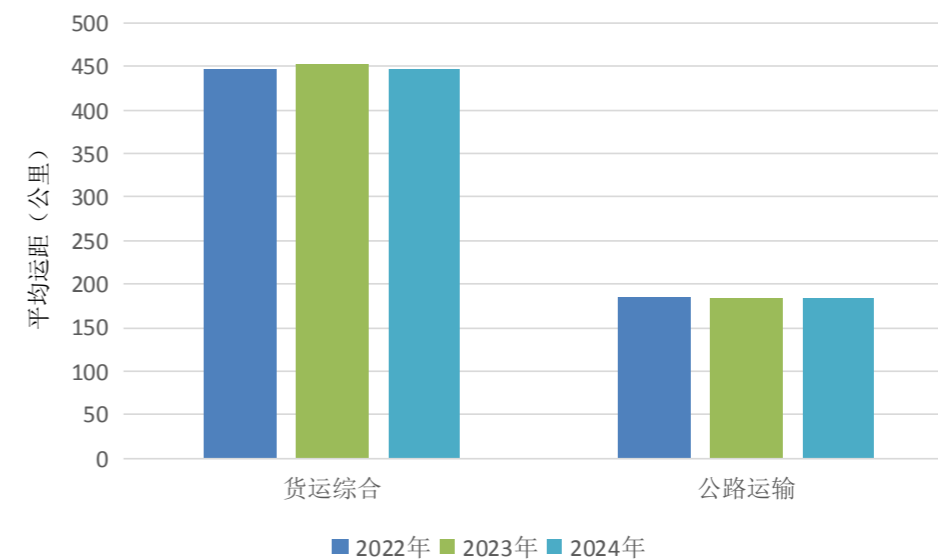


图 1-5 2021—2024 年全国公路和货运平均运距

分地区来看，2023 年东北地区平均运距最大，为 231 公里。其次是华北和华中地区，分别为 229 公里和 231 公里。2023 年，各地区除西南地区外平均运距较 2022 年均有所下降。其中，华南地区下降幅度最大，下降率为 9.51%。其次是华中和东北地区，降幅分别为 6.71% 和 4.92%。西南地区成为唯一平均运距增长的区域，且增长幅度达到 28.46%。

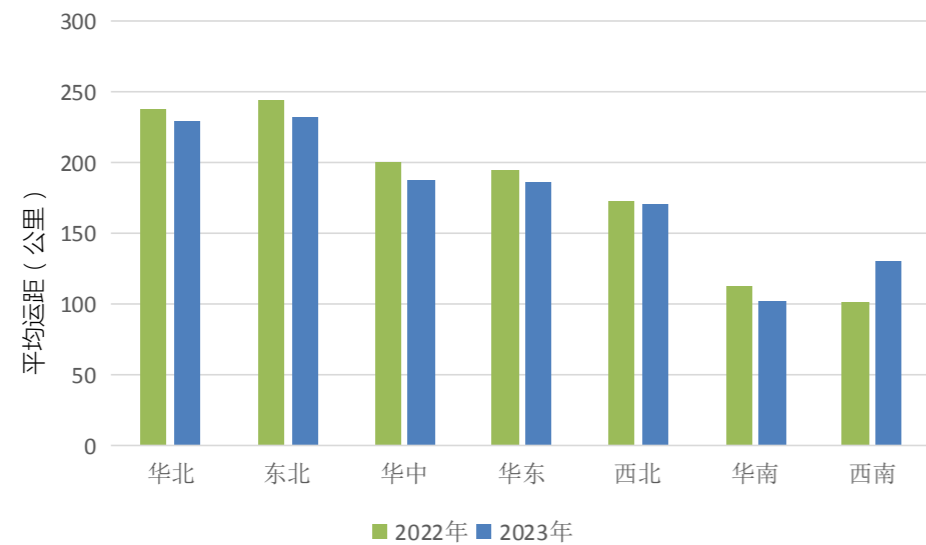


图 1-6 2022—2023 年全国各地区公路货运平均运距

分省份来看，2023 年河北省的平均运距排名第一，为 389.54 公里。其次是河南省和甘肃省，分别为 335.41 公里和 299.06 公里。

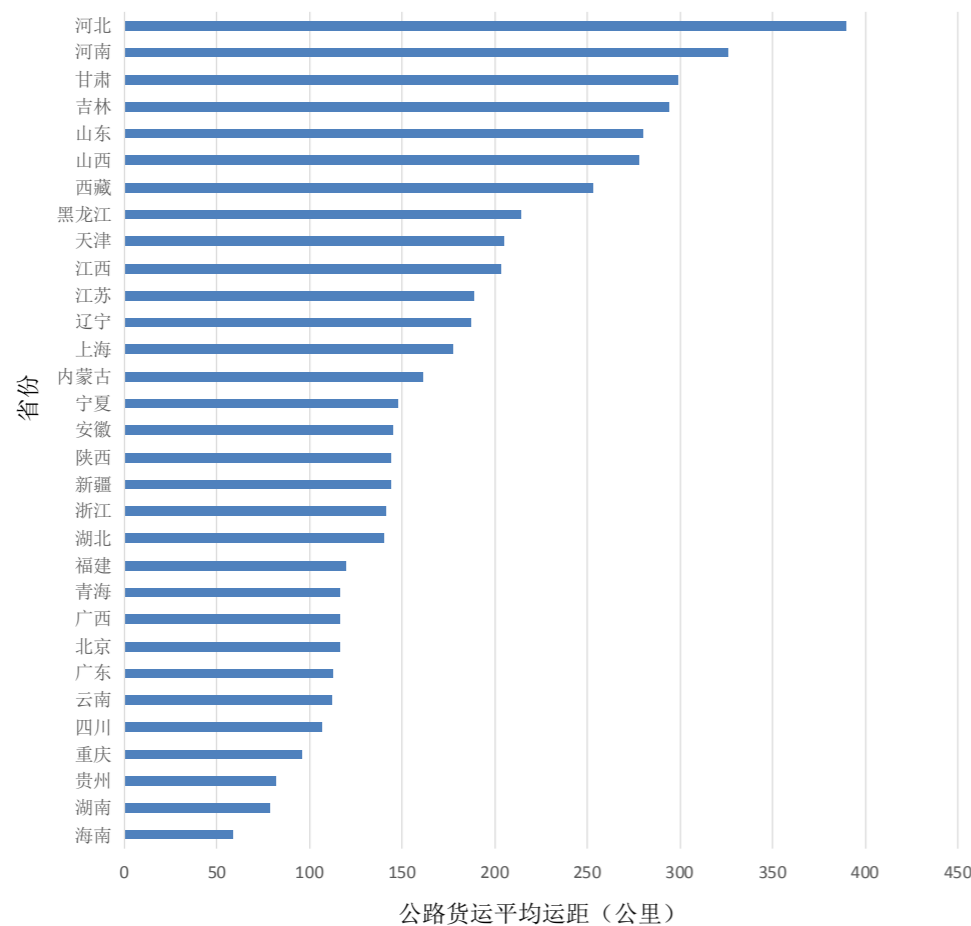


图 1-7 2023 年中国大陆各省份公路货运平均运距

2. 货物种类、货物数量情况。

2023—2024 年我国物流需求稳步恢复，社会物流总额增速持续回升。2023 年全国社会物流总额为 352.4 万亿元，按可比价格计算，同比增长 5.2%；2024 年总额增至 360.6 万亿元，同比增长 5.8%，增速较上年提高 0.6 个百分点。从构成看，2024 年工业品物流总额为 318.4 万亿元，同比增长 5.8%；农产品物流总额为 5.5 万亿元，增长 4.0%；进口货物物流总额为 18.4 万亿元，增长 3.9%；再生资源物流总额为 4.4 万亿元，增长 15.7%；单位与居民物品物流总额为 13.9 万亿元，增长 6.7%¹。

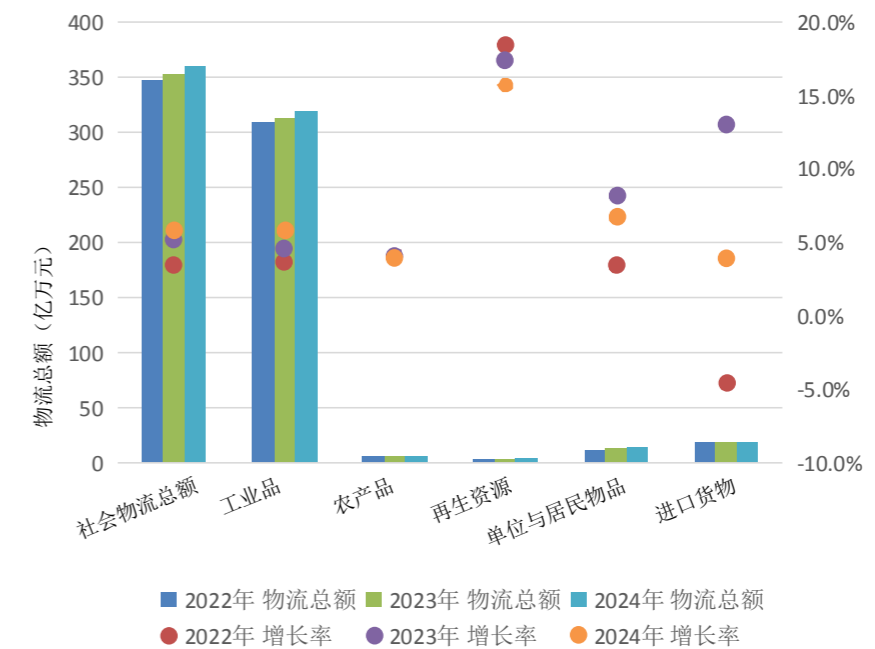


图 1-8 2022—2024 年全国分货物类型物流总额及增长率

国际道路货运周转量

自 2008 年首度超过美国起，我国公路货运周转量连续 15 年保持世界首位。2023 年我国公路货运周转量为 73,950.21 亿吨公里，我国人均货运周转量为 5,245.92 吨公里，超过欧盟与日本等发达地区和国家^{2, 3}。

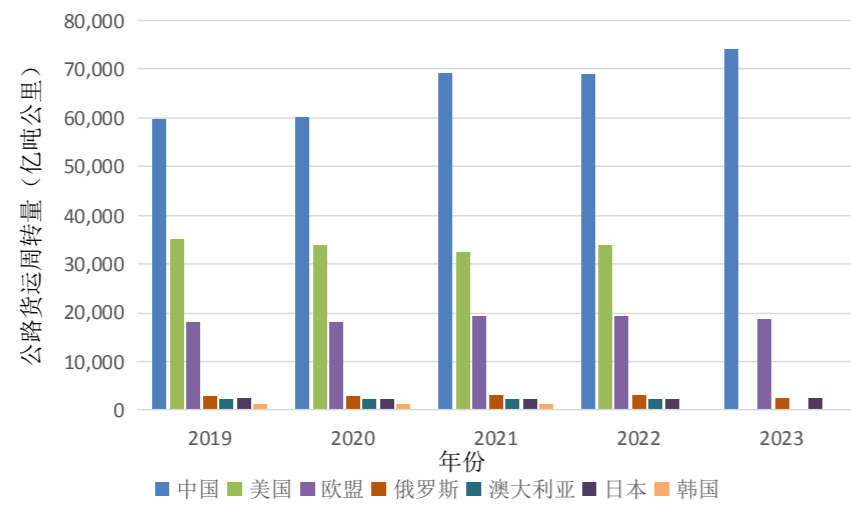


图 1-9 2019—2023 年主要国家和地区公路货运周转量
(美国、韩国 2023 年公路货运周转量未更新)

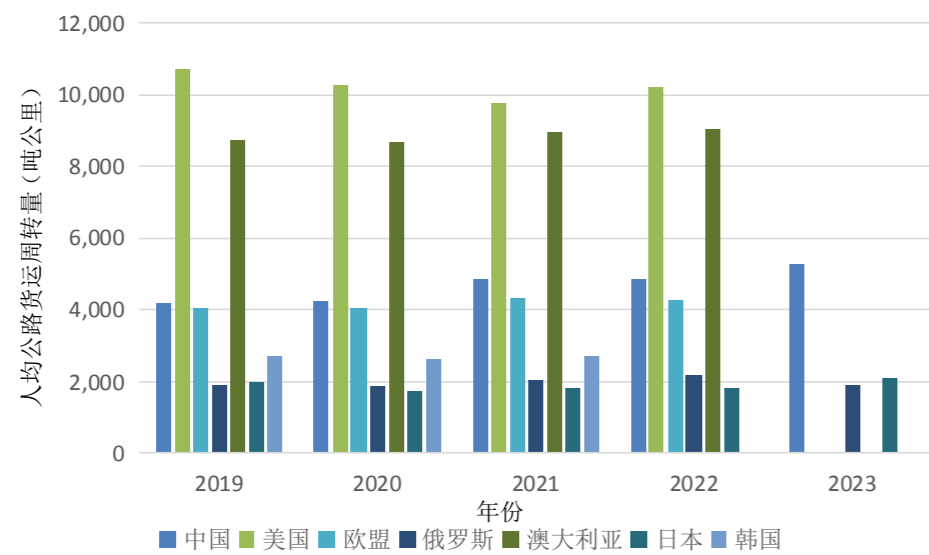


图 1-10 2019—2023 年主要国家和地区人均公路货运周转量

1.2 公路物流行业及企业发展情况

本节对物流企业的数量、规模、运营模式、成本和收益等情况进行了介绍。

根据中国物流信息中心发布的《2024 年度中国物流企业 50 强民营企业 50 强的通告》，2023 年，中国物流 50 强企业的物流业务收入总额达 21,169 亿元，入围门槛为 74.3 亿元。民营 50 强物流企业的业务收入总额为 9,809 亿元，入围门槛为 15.5 亿元。

据第五次全国经济普查数据显示，2023 年我国物流相关法人单位超过 90 万个，个体经营户

超过 810 万个。我国物流岗位从业人员超过 5,500 万人（包括物流相关行业法人单位和从事物流活动的个体工商户从业人员，也包括工业、批发和零售业等行业法人单位的物流岗位从业人员）。

从车队角度来看，我国的车队仍以个体业户和挂靠车队为主。截至 2023 年 11 月，挂靠公司以及单体个体司机的车辆合计为 550 万台，占整体的 72.4%。其中，车辆规模在 2—10 台的地域性微小车队有 27.4 万家，车辆规模在 11—50 台的地域性中级车队有 3.9 万家。总体来看，车队规模在 2—50 台之间的车队共 31.3 万家，合计 116 万台车辆，整体占比 18.3%。车辆规模在 50—200 台之间的地域性大型车队有 2,200 多家；车辆规模在 200—1,000 台之间的车队有 1,060 家；车辆规模在 1,000 台以上的车队有 200 多家。总体来看，车队规模在 50 台以上的车队共有 3,500 多家，共持有 75 万台车辆，占总数的 9.3%⁴。

●运营模式

物流企业按照货物票均重量分类，可分为快递（0—30 千克）、零担（30 千克—3 吨）和整车运输（大于 3 吨）。其中，整车运输和大票零担的主要服务对象为原材料供应商、生产商企业及其二级批发商，运输大宗原材料和大批量产品，运输线路以专线为主。而快递的服务对象以 C2C 和 B2C 为主，运输的货物大多为消费品，运输路线成轴辐式网络型。整车和零担的客户对成本非常敏感，而快递的客户更需要时效快。当前，整车运输仍是主流，占据公路货运市场的 50% 左右，零担和快递分别占比 32% 和 18%⁵。

●运营收入和成本

2023—2024 年，物流业总收入保持增长，但增速放缓。2024 年，我国物流业总收入达 13.8 万亿元，同比增长 4.9%。过去五年，物流业总收入持续增长，2021—2024 年增速逐渐放缓，同比增速从 15.1% 降至 4.9%。运价方面，根据中国公路物流的运价指数，2019—2023 年的运价持续上升。运价的增长率变化与物流业总收入的增长率变化趋势基本保持一致⁶。

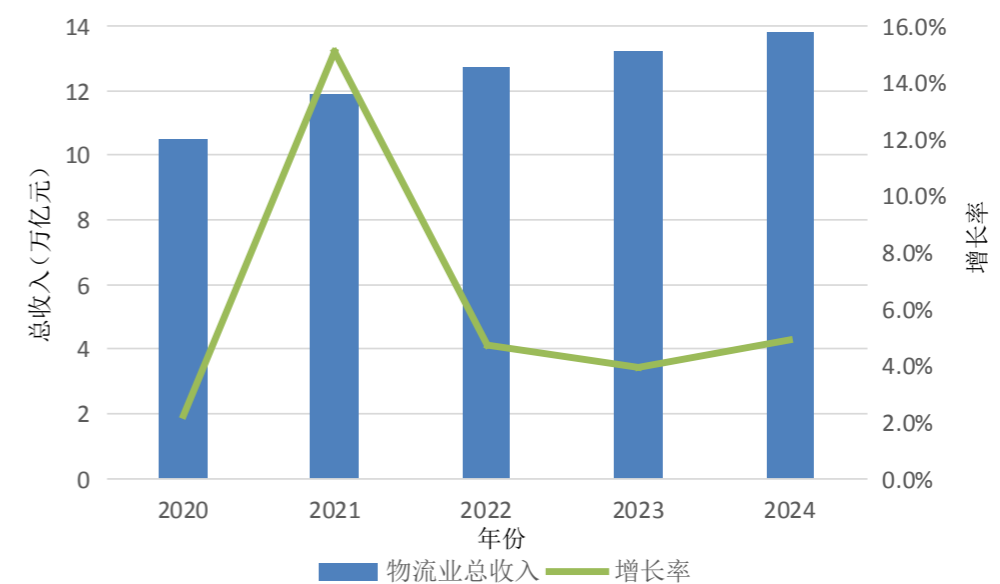


图 1-11 2020—2024 年全国物流业总收入及增长率

根据中国物流与采购联合会数据显示，截至 2024 年 12 月，重点物流企业收入呈现回升态势，

利润降幅有所收窄。重点调查物流企业物流业务收入同比增长 5.3%，增速较 1—11 月提高 0.5 个百分点，主要受上游产销物流需求回升带动。随着企业运营效率提升和成本控制成效显现，每百元物流收入成本较 1—11 月回落 0.4 元，利润降幅有所趋缓，盈利有望进入改善通道。

物流运行效率方面，物流成本占 GDP 比重有所下降。2024 年，社会物流总费用达 19.0 万亿元，与 GDP 的比率为 14.1%，比上年回落 0.3 个百分点。《“十四五”现代物流发展规划》将“推动物流提质增效降本”作为“十四五”时期现代物流发展的重要任务，明确提出到 2025 年，社会物流总费用与 GDP 的比率较 2020 年下降 2 个百分点左右。然而，截至 2024 年，该比重较 2020 年的 14.7% 仅下降 0.6 个百分点，仍有较大优化空间。2024 年 11 月，《有效降低全社会物流成本行动方案》提出新目标，到 2027 年，社会物流总费用与国内生产总值的比率力争降低至 13.5% 左右⁷。

1.3 公路路网基本情况

公路基础设施建设方面，我国公路总里程持续增长，公路网络覆盖和通行能力不断提升。根据交通运输部统计，2023 年末全国公路总里程 543.68 万公里，比上年末增加 8.20 万公里。公路密度 56.63 公里/百平方公里，比 2022 年增加 0.85 公里/百平方公里。全国四级及以上等级公路里程 527.01 万公里，比上年末增加 10.76 万公里，占公路里程比重为 96.9%、提高 0.5 个百分点。其中，二级及以上等级公路里程 76.22 万公里、增加 1.86 万公里，占公路里程比重为 14.0%、提高 0.1 个百分点；高速公路里程 18.36 万公里、增加 0.64 万公里，国家高速公路里程 12.23 万公里、增加 0.24 万公里⁸。

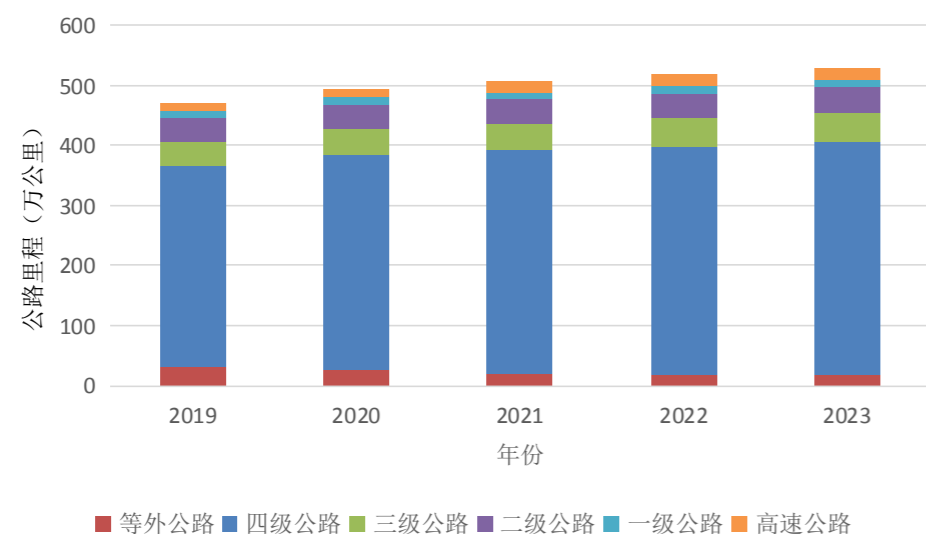


图 1-12 2019—2023 年全国四级及以上的公路里程

过去十年，我国公路建设发展取得历史性成就，国家公路网实现快速发展，总体适应了经济社会发展需求，为加快建设交通强国奠定了坚实基础。京沪、京港澳、沈海、沪昆等国家高速公路主线分段实施了扩容升级。到 2025 年，除个别展望线外，将全面建成“7 射、11 纵、18 横”的国家高速公路网主线，基本完成京哈、京沪高速的全线扩容。同时，将加快推进国家公路网省际瓶颈路段、普通国道待贯通路段建设以及低等级路段提质升级⁹。

根据《国家公路网规划（2013 年—2030 年）》，“十四五”期间，国家将有序推进关键公路建设，重点加强国际、区域、省际及城际之间的联系，优先打通主线和省际待贯通路段，确保“71118”国家高速公路主线基本贯通。特别是将对京沪、京港澳、长深、沪昆、连霍等主线的拥堵路段进行扩容改造，提升通行能力。同时，推动普通国道建设，优先打通 G219 和 G331 线等沿边国道，提质改造川藏公路 G318 线。到 2025 年，东中部地区的普通国道将基本达到二级及以上标准，西部地区二级及以上公路的比重将达到 70%，大幅提升国家公路网的整体效率和通行能力，进一步促进国内国际双循环的畅通与发展¹⁰。

1.4 道路货运车辆发展情况

我国民用载货汽车保有量稳步增长，轻型货车占据主导地位。根据国家统计局数据，2023 年我国民用载货汽车总拥有量达到 3,358.94 万辆，同比增长 1.2%。其中，轻型货车以 2,398.01 万辆占据最大份额，占比 71.4%。其次是重型货车，保有量为 881.94 万辆，占比 26.2%，较 2022 年出现 1.4% 的小幅下降。中型货车和微型货车的拥有量分别为 77.4 万辆和 1.59 万辆，占比分别为 2.3% 和 0.05%。其中，中型货车的拥有量下降较为显著，同比下降 10.3%；微型货车的拥有量略有下降，下降幅度为 1.2%⁵。

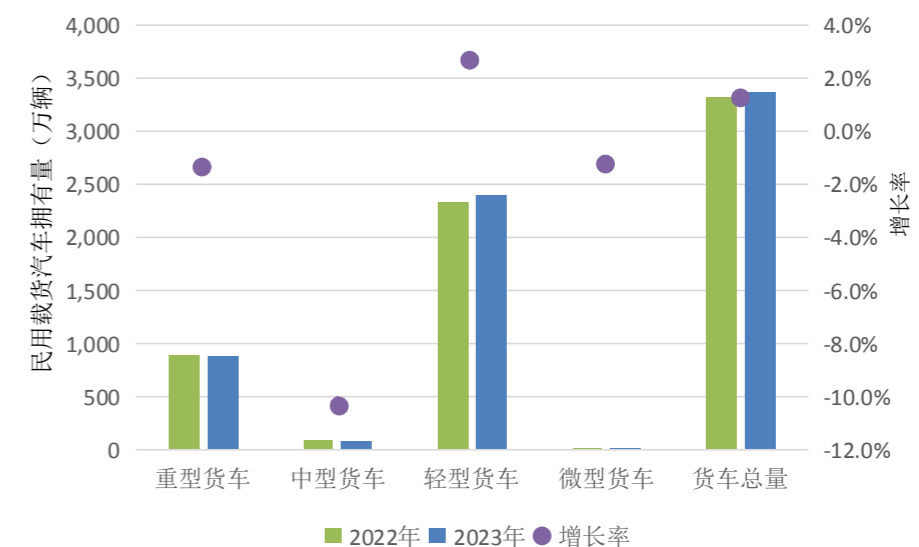


图 1-13 2022—2023 年全国民用载货汽车拥有量及增长率

公路营运载货汽车保有量增长缓慢，但专业化和大型化趋势明显。根据交通运输部的统计结果，2023 年我国公路营运载货汽车总保有量为 1,226.2 万辆，同比增长 0.34%。其中，普通货车共有 358.71 万辆、4,386.57 万吨位，较去年减少了 7.48% 和 7.45%；专用货车保有量为 68.68 万辆、890.95 万吨位，分别增长了 8.28% 和 8.49%；牵引车 370.37 万辆，增长了 4.57%；挂车 373.2 万辆，增长了 3.28%¹²。根据交通运输部综合规划司对《2023 年交通运输行业发展统计公报》的评读，我国交通运输装备的专业化水平不断提高。专用货车、牵引车、挂车占公路货物运输车辆比重分别提高 0.4 个、1.3 个和 0.9 个百分点。此外，交通运输装备正在加快集约化发展、大型化趋势更加明显，

大型营运载货汽车的平均吨位提高至 22.3 吨 / 辆¹¹。

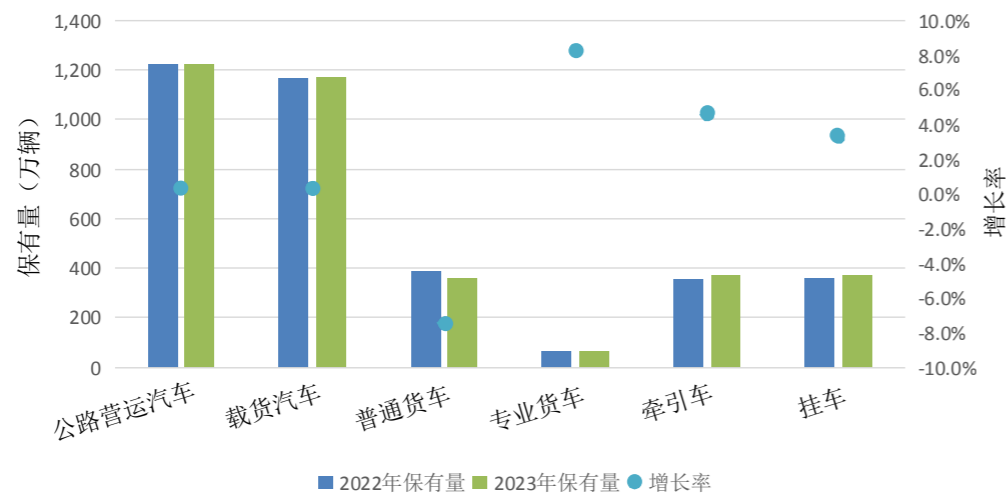


图 1-14 2022 年和 2023 年全国载货汽车保有量及增长率

公路货运车型结构基本保持稳定，牵引车仍是公路货运的核心车型。根据《中国公路货运运行大数据分析报告（2023）》，2023 年，牵引车仍是公路货运的主要运力车型，占比高达 49.53%。其次是自卸式货车和仓栅式货车，占比分别为 17.76% 和 11.23%。其他车型中，厢式货车和栏板式货车的占比分别为 7.15% 和 6.30%。而集装箱货车、专项作业车等车型的占比仍不足 1%¹²。

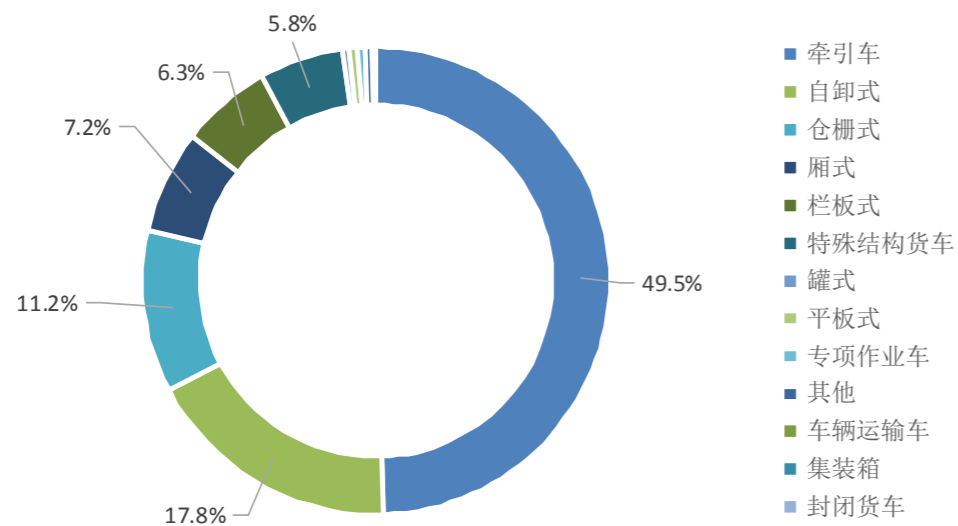


图 1-15 2023 年全国货运车辆分车型运力占比情况

参考文献

- 【2024 年全国物流运行情况通报】- 国家发展和改革委员会, [2025-02-14]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/ztl/shwltj/qgsj/202502/t20250214_1396183.html.
- 欧盟统计局, [2025-03-11]. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/road_go_ta_tot/default/table?lang=en.
- Freight transport | OECD, [2025-03-11]. <https://www.oecd.org/en/data/indicators/freight-transport.html>.
- 中国公路货运：车队规模、挑战与机遇 [EB/OL]. [2023-12-04]. <https://mp.weixin.qq.com/s/QUL-V5q7xKvARRZHxc3JSw>.
- 2023 年中国零担行业研究报告 [EB/OL]. [2023-12-25]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ejt5fP-DGY6hQJd4EPqItkA>.
- 2024 年中国物流行业发展现状分析 单位与居民物品物流发展迅速 [EB/OL]. [2024-07-02]. <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/240702-d42bffda.html>.
- 中国物流与采购网 [EB/OL]. 中国物流与采购联合会, [2025-03-11]. <http://www.chinawuliu.com.cn/xsyj/tjsj/>.
- 2023 年交通运输行业发展统计公报 [EB/OL]. [2024-06-18]. https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202406/t20240614_4142419.html.
- 我国公路总里程 10 年增长 112 万公里 [EB/OL]. [2025-02-28]. https://www.gov.cn/yaow-en/liebiao/202311/content_6916796.htm.
- 关于印发《国家公路网规划》的通知_国务院部门文件 [2025-02-28]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-07/12/content_5700633.htm.
- 砥砺前行谱新章 强国建设创新绩 --《2023 年交通运输行业发展统计公报》评读 [EB/OL]. [2025-02-28]. https://www.mot.gov.cn/2024zhengcejid/202406/t20240614_4142422.html.
- 《中国公路货运运行大数据分析报告（2023）》发布_资讯中心_中国物流与采购网 [EB/OL]. [2024-12-27]. <http://www.chinawuliu.com.cn/zixun/202412/27/642983.shtml>.

02

2023—2024 年 零排放货运相关政策

- 2.1 零排放货运相关发展规划
- 2.2 零排放货运相关推广政策
- 2.3 零排放货运相关节能环保政策
- 2.4 零排放货运相关基础设施政策
- 2.5 零排放货运相关路权政策
- 2.6 零排放货运相关财政政策
- 2.7 欧美零排放货运目标与政策

2024 年，零排放货运在政策推动下继续稳步向前。一系列围绕发展规划、节能环保要求、财政支持、路权保障和基础设施建设的政策相继出台，同时各类试点工作不断深化，为行业零排放转型提供了坚实的政策支撑。2024 年零排放货运相关的主要政策导向包括：通过重点区域企业的绩效分级政策将企业运营与环保目标紧密结合，推动差异化激励机制落地；逐步推进超低排放标准，加速淘汰高排放柴油货车，扩大新能源货车的应用范围；通过财政补贴和专项资金支持，全面加快运输设备更新，提前淘汰老旧设备，提升新能源货车的市场占有率。这些政策为推动零排放货运奠定了坚实基础。本章共梳理了 68 条国家及地方政策，包括规划类政策 11 条、推广类政策 15 条、节能环保政策 7 条、财政政策 14 条、基础设施政策 15 条、路权政策 6 条。

2.1 零排放货运相关发展规划

本节主要梳理和提炼 2023—2024 年国家和地方政府发布的零排放货运相关发展规划，同时涵盖此前发布但仍长期有效、适用于当前及未来发展的部分规划内容。

2.1.1 国家零排放货运相关发展规划

2022 年 1 月，交通运输部与科学技术部发布《交通领域科技创新中长期发展规划纲要（2021—2035 年）》，提出到 2025 年，初步构建适应交通强国建设的科技创新体系；到 2030 年，科技创新能力显著提升；到 2035 年，科技创新水平迈入世界前列，基本建成符合交通强国要求的创新体系。纲要强调，围绕碳达峰碳中和目标，加快绿色环保技术、新能源、清洁能源及新型环保材料在交通领域的应用。

2022 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局发布《氢能产业发展中长期规划（2021—2035 年）》，提出到 2025 年，基本掌握核心技术和制造工艺，燃料电池车辆保有量约 5 万辆，建设加氢站，年制氢量达到 10 万—20 万吨，减排二氧化碳 100 万—200 万吨。到 2030 年，建立较为完备的氢能产业技术创新体系和清洁能源制氢供应体系，支撑碳达峰目标。到 2035 年，形成氢能多元应用生态，推动氢燃料电池在重型车辆中的应用，拓展氢燃料电池和新能源客货汽车市场，逐步实现燃料电池与锂电池电动汽车的互补发展。

2022 年 3 月，交通运输部与科学技术部发布《“十四五”交通领域科技创新规划》，提出到 2025 年，交通运输技术研发取得突破，科技创新能力显著提升，初步构建适应交通强国建设的创新体系。规划聚焦基础设施、交通装备和运输服务，围绕智慧、安全、绿色三大价值，明确布局六大领域、18 个重点研发方向。

2022 年 5 月，国务院办公厅发布了《“十四五”现代物流发展规划》，提出到 2025 年，基本建成供需适配、内外联通、安全高效、智慧绿色的现代物流体系，货物运输结构进一步优化，铁路货运量占比较 2020 年提高 0.5%，集装箱铁水联运量年均增长 15% 以上。

2023 年 3 月，交通运输部等部门发布《加快建设交通强国五年行动计划（2023—2027 年）》，提出到 2027 年，加速构建“全国 123 出行交通圈”和“全球 123 快货物流圈”，建设高效顺畅的货运与物流服务体系，明确推进货物多式联运、道路货运高质量发展及运输结构调整，推动物流降本增效。

2023年12月，中共中央国务院印发《关于全面推进美丽中国建设的意见》，提出加快交通运输领域绿色低碳转型，大力推进“公转铁”“公转水”，加快铁路专用线建设，提升大宗货物清洁化运输水平。推进铁路场站、民用机场、港口码头、物流园区等绿色化改造和铁路电气化改造，推动超低和近零排放车辆规模化应用、非道路移动机械清洁低碳应用。到2027年，新增汽车中新能源汽车占比力争达到45%，老旧内燃机车基本淘汰，港口集装箱铁水联运量保持较快增长；到2035年，铁路货运周转量占总周转量比例达到25%左右。

2024年1月，国家数据局等部门印发《“数据要素×”三年行动计划（2024—2026年）》，提出到2026年，通过共享运单、结算、跟踪等数据，实现多式联运效率提升；推动自动驾驶在特定区域的商业化试点；融合气象、水利、交通等数据，构建精细化生态环境治理体系，支持碳排放管理和能耗预测等绿色场景应用，助力交通运输体系的低碳转型。

2024年4月，商务部印发《数字商务三年行动计划（2024—2026年）》，明确到2026年底，通过推广智能仓配、无人物流设备及绿色包装材料，推动物流全链路智能化与低碳化。

2024年11月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《有效降低全社会物流成本行动方案》。方案提出到2027年，社会物流总费用与国内生产总值的比率力争降至13.5%左右。综合交通运输体系改革实现新突破，货物运输结构进一步优化，铁路货运量、铁路货运周转量占比力争分别提高至11%、23%左右，港口集装箱铁水联运量保持较快增长。

2024年11月，交通运输部、国家发展改革委印发《交通物流降本提质增效行动计划》，提出到2027年，社会物流总费用与国内生产总值的比率力争降低至13.5%左右，全国铁路货物运输周转量较2023年增长10%左右，港口集装箱铁水联运量年均增长15%左右。通过优化运输结构和提升货运组织效率，为绿色物流和零排放货运的发展创造条件。

2.1.2 地方零排放货运相关发展规划

为贯彻落实国家零排放货运发展规划，进一步推动各地新能源货车产业高质量发展，各省市结合当地产业发展现状及特点，印发符合当地实际情况的零排放货运发展规划，部分地方发展规划如下表所示。

表 2-1 地方零排放货运相关发展规划（2024 年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.5	江苏省	《江苏省氢能产业发展中长期规划(2024—2035年)》	到2027年，建设不少于10个省级氢能创新平台，氢能产业规模突破1,000亿元，建成约100座商业加氢站，推广4,000辆氢燃料电池车辆。重点推动氢能重卡、叉车、牵引车和渣土车在港口、园区、钢厂、电厂等重载场景中的商业化应用，打造示范点。同时，在发电、储能、工业领域推进氢能试点示范，推动国内氢能产业高质量发展。

2024.10	河南省	《河南省人民政府办公厅关于印发河南省推动邮政快递业高质量发展加快构建现代物流体系行动计划(2024—2026年)的通知》	到2026年，建设现代综合物流体系，推动多式联运。计划加快建设邮政快递枢纽城市，推动郑州等地成为全球性国际邮政快递枢纽城市，提升区域性快递枢纽能级。通过发展空、铁、陆联合运输，构建空铁联运模式，推动邮件和快件运输的绿色低碳转型。
---------	-----	--	--

2024.11	深圳市	《关于促进现代物流业高质量发展的工作措施(2024—2026年)》	提升深圳船用清洁燃料加注产业竞争力；加快推进净零排放绿色港口建设，全面推广船舶岸电使用，实施深圳籍船舶受电设施改造计划；同时，构建物流绿色化新格局，推动物流货运车辆电动化试点，建设粤港澳大湾区道路货运零排放走廊。
---------	-----	-----------------------------------	--

2.2 零排放货运相关推广政策

2024年，国家通过一系列政策大力推动新能源汽车的普及与推广，涵盖从城市到农村、从个人消费到公共领域的多方面举措。这些政策集中在通过宣传推广、消费激励、基础设施配套优化等方式，加速新能源汽车在更大范围内的应用与替代传统燃油车辆。

2.2.1 国家零排放货运相关推广政策

2024年3月，国务院印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》。方案要求加快乘用车、重型商用车能量消耗量值相关限制标准升级。支持交通运输设备更新，包括推进新能源公交车替代、淘汰国三及以下排放标准营运柴油货车、更新老旧船舶以及支持新能源动力船舶发展。方案还明确扩大电动、液化天然气、生物柴油、绿色甲醇等新能源设备应用范围，助力交通运输行业绿色升级。

2024年6月，交通运输部等十三部门印发《交通运输大规模设备更新行动方案》，提出加速淘汰老旧营运柴油货车，尤其是国三及以下标准车辆，推动新能源货车在城市物流、港口集疏运和干线物流等领域的应用。方案支持建设加氢站、换电站和超充站等新能源基础设施，并鼓励采用绿色低碳物流设施，推动物流向低碳化、智能化转型。

2024年7月，国务院办公厅印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》，提出建立交通运输领域碳排放核算与监测机制，将物流企业纳入重点用能单位管理。方案强调推动碳排放权交易市场扩展覆盖运输行业，制定碳足迹核算标准和认证体系。

2024年7月，中共中央、国务院发布《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，提出加快产业、能源和交通运输的绿色低碳转型，明确推动多式联运“一单制”“一箱制”发展。加快货运专用铁路和内河高等级航道网建设，推进主要港口、大型工矿企业和物流园区铁路专用线建设，提升绿色集疏运比例，并持续增加大宗货物的铁路、水路运输比重。

2024年8月，中央网信办秘书局等10部门联合印发《关于印发〈数字化绿色化协同转型发展实施指南〉的通知》，提出推广多式联运发展模式，支持“轨道运输+陆港+新能源重卡”结合的货运方式，推动冷链、危化品等专业化联运，优化物流运输效率，助力新能源汽车在物流运输领域的应用。

2.2.2 地方零排放货运相关推广政策

各地区根据自身的新能源货运发展现状，提出了适应当地零排放货运相关推广政策的具体要求。部分地方零排放货运推广政策，包括新能源重卡的推广应用、政策支持措施等，详见下表。

表 2-2 地方零排放货运相关推广政策（2024 年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.1	内蒙古自治区	《内蒙古自治区 2024 年坚持稳中求进以进促稳推动产业高质量发展政策清单》	在交通运输领域重点引导推广新增和更新车辆使用新能源车辆，新增和更新城市公交车辆新能源车辆占比不低于 85%，新能源巡游出租汽车不低于 1,600 辆。
2024.3	北京市	《2024 年北京市交通综合治理行动计划》	优化车辆能源结构。推进落实新能源汽车推广应用实施方案。出台实施国 IV 排放标准营运柴油货车淘汰和货车新能源化方案。
2024.3	河南省	《河南省空气质量持续改善行动计划》	优化交通运输结构，推动“公转铁”“公转水”，优先采用清洁运输方式。全面推广新能源货运车，发展纯电动和氢燃料电池零排放货运车队；加快淘汰高排放柴油货车及落后非道路移动机械。推动物流园区、港口、工矿企业等场内作业车辆新能源化，落实船舶靠岸电使用，构建绿色低碳运输体系。
2024.3	四川省	《四川省新能源中重型商用车推广应用若干措施（2024—2027 年）》	加快推进全省中重型商用车新能源化，力争到 2027 年新能源化率突破 10%，新增的公交车中新能源汽车比例超过 90%。措施包括在火电、钢铁、煤炭、焦化、有色、水泥等行业及物流园区推广新能源中重型货车；加强老旧车辆的检验、维修、使用等多环节监管；支持市（州）开展换电、燃料电池汽车项目试点示范；各部门结合实际，加快出台支持新能源中重型商用车的政策和实施细则。
2024.4	广东省	《广东省推动大规模设备更新和消费品以旧换新的实施方案》	到 2027 年，工业、能源、农业、建筑、交通、教育、文旅、医疗等领域设备投资规模较 2023 年增长 25% 以上；重点行业主要用能设备能效基本达到节能水平，环保绩效达到 A 级水平的产能比例大幅提升。
2024.5	浙江省	《浙江省推动大规模设备更新和消费品以旧换新若干举措》	重点推进新能源重型货车、内河货船、集装箱船舶应用，以及老旧营运车船的淘汰和邮政快递设备的更新。力争到 2027 年，新增新能源重型货车 500 辆、新能源货船 30 艘以上，提前淘汰老旧营运柴油货车 2 万辆、内河老旧货船 800 艘。
2024.5	安徽省	《安徽省人民政府关于印发〈安徽省推动大规模设备更新和消费品以旧换新实施方案〉的通知》	加快淘汰国三及以下排放标准营运类柴油货车，鼓励有条件地区提前淘汰国四排放标准营运类柴油货车。鼓励新增、更换和改造应用新能源和清洁能源的港口作业机械、港内车辆等装备。
2024.6	海南省	《海南省空气质量持续改善行动实施方案（2024—2025 年）》	加快运输体系绿色转型，通过优化交通结构，推广新能源车，强化非道路移动源及港口、机场污染防治，推动货运低碳化、清洁化发展。

2024.7	重庆市	《重庆市 2024 年支持氢燃料电池汽车推广应用政策措施》	支持氢燃料电池汽车推广的政策，通过补贴加氢站建设与运营、研发奖励、通行便利和商业模式创新等措施加速产业发展。具体包括：对加氢站建设与运营提供最高 300 万元补贴；对新车型研发销售给予一次性奖励；放宽氢燃料电池货车城市通行限制；推动融资租赁平台建设，促进大规模示范应用。
--------	-----	-------------------------------	---

2.3 零排放货运相关节能环保政策

本节对 2024 年国家政府和地方政府发布的零排放货运相关节能环保政策进行梳理和提炼。2024 年，围绕推动交通运输行业节能减污降碳与绿色发展，国家相继出台了多项节能环保政策。这些政策从车辆能效、清洁运输、设备更新、碳排放监测与绿色发展路径设计等方面，明确了通过技术创新与结构优化实现交通运输领域碳排放强度下降的目标。政策还强调了加强新能源技术的推广应用，推动物流行业和交通运输行业全面向低碳化、智能化转型。

2.3.1 国家零排放货运相关节能环保政策

2024 年 1 月，生态环境部等五部门发布《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》和《关于推进实施焦化行业超低排放的意见》，要求企业进出物料和产品的清洁运输比例不低于 80%，未达标部分须采用新能源或国六排放标准车辆。厂区内运输车辆要求全部采用新能源车，2025 年底前可暂用国六排放标准车辆。对于危化品运输等特种车辆，可采用国五及以上排放标准车辆（燃气车辆达到国六排放标准）。

2024 年 5 月，国务院印发《2024—2025 年节能降碳行动方案》，提出加快交通运输低碳转型。方案要求推进低碳交通基础设施建设和装备低碳转型，优化交通运输结构。到 2025 年底，交通运输领域二氧化碳排放强度较 2020 年降低 5%，铁路和水路货运量分别较 2020 年增长 10%、12%，铁路单位换算周转量综合能耗较 2020 年降低 4.5%。

2024 年 5 月，生态环境部发布《重点行业大气污染防治绩效分级及重污染天气应急减排措施技术指南 水泥工业》，要求原燃料运输清洁方式或纯电、氢燃料电池车辆占比不低于 80%，其余需采用国六排放标准车辆。产品运输优先使用清洁方式，汽车运输限纯电、氢燃料电池或国六排放标准车辆。厂内运输须采用纯电、氢燃料电池车辆（2025 年底前可用国六排放标准车辆）。

2024 年 8 月，工业和信息化部发布《轻型商用车燃料消耗量限值（四阶段）及评价指标》，单车燃料消耗量限值较第三阶段加严约 10%，并引入企业平均燃料消耗量管理模式，要求传统燃油车油耗降低 15%，结合新能源车型比例，提出到 2026 年总体降低 21.8%、2030 年降低 37% 的目标。

2024 年 10 月，《重型商用车燃料消耗量限值（四阶段）标准》于全国标准信息公共服务平台正式发布，将于 2025 年 7 月 1 日实施，燃料消耗量限值力度较第三阶段加严了 12% 至 16% 不等。此前，第一、二、三阶段重型商用车燃料消耗量限值分别于 2012 年、2014 年、2019 年实施，在降低重型商用车燃料消耗量方面发挥了重要作用。

2.3.2 地方零排放货运相关节能环保政策

为完成“双碳”目标，各地政府发布有关节能减排、减污降碳的地方政策，下表介绍了部分

2024 年度出台的地方零排放货运环保政策。

表 2-3 地方零排放货运环保政策（2024 年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.3	上海市	《上海市加快建立产品碳足迹管理体系 打造绿色低碳供应链的行动方案》	推行绿色低碳运输方式，推动汽车、船舶等交通工具的电气化、低碳化和智能化。鼓励和支持运输企业加强节能降碳运营管理，提升交通工具能效，探索应用绿色甲醇、生物燃油、氢、氨等低碳燃料。
2024.8	上海市	《上海市生态环境局关于加强机动车达标排放监管的通知》	加大对机动车达标排放的监督力度。各县区的生态环保部门将对集中停车场周围的公路进行联合整治。

环保政策驱动下的货运零排放转型——唐山市钢铁行业

作为中国钢铁产业核心城市，唐山市粗钢年产量占河北省 50% 以上，占全国总产量超 10%，庞大的产能带来了高强度的运输需求。然而，传统柴油重卡运输导致污染问题突出，急需绿色转型。在此背景下，国家与地方政策双轨发力，为货运零排放化提供了坚实支撑。

国家层面，2019 年《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》明确要求钢铁企业大宗物料清洁运输比例不低于 80%；2022 年《柴油货车污染治理攻坚战行动方案》进一步提出重点行业清洁运输比例需达 70%—80%；同年，《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》提出按照企业环保绩效水平开展绩效分级，评为 A 级的企业可自主采取减排措施，并对钢铁、焦化、水泥等 39 类行业评级提出了使用国五及以上排放标准车辆或使用新能源车的运输要求；2024 年水泥、焦化等行业超低排放政策发布，对清洁运输的要求与钢铁行业超低排放相比有了较大幅度加严。地方层面，河北省积极响应国家环保政策，自 2021 年起推动钢铁行业绩效分级提级改造，2022 年提出 3 年实现包括钢铁在内的 7 个行业环保绩效创 A 目标，2023 年出台科技、环保、财税、绿色信贷等配套政策，并印发《河北省重点行业环保绩效 A 级标准（试行）》。

系列政策推动下，唐山货运零排放体系初具规模。截至 2024 年 4 月，全市新能源重卡保有量达 11,397 辆，其中电动重卡突破 1 万辆（占全国六分之一），氢能重卡超 1,200 辆，规模居全国首位。钢铁企业大宗物料清洁运输比例提升至 80% 以上，铁路与电动重卡逐步替代高污染柴油车辆。配套基础设施同步完善，建成重卡换电站 332 座、充电桩 2,618 个，累计充电量超 14 亿千瓦时，并布局加氢站 22 个。此外，全国首个电动重卡虚拟电厂落地唐山，超 10 万辆次电动重卡参与电网峰谷调节，实现能源高效利用。笔者根据第五章的碳排放核算方法，按年均行驶里程 6 万公里计，估算上述提及的唐山零排放化重卡年减碳量约 65 万吨，具有明显的减排效果。

2.4 零排放货运相关基础设施政策

本节对 2023—2024 年国家政府和地方政府发布的零排放货运相关财政政策进行梳理和提炼。2024 年，国家出台了一系列基础设施建设政策，涵盖充电网络、储能能力提升、动力电池运输管理及氢能基础设施等关键领域。这些政策聚焦于完善充电设施布局、优化配电网接入能力、提升动力电池运输效率与安全，以及推动氢能在物流领域的应用，为交通运输行业的现代化和绿色低碳转型提供了坚实支撑。

2.4.1 国家零排放货运相关基础设施政策

2023 年 12 月，国家发展改革委等部门发布《关于加强新能源汽车与电网融合互动的实施意见》，提出推动新能源汽车与电网深度融合，构建高效车网互动体系。意见要求新建充电桩采用智能有序充电技术，并推动既有设施智能化改造，提升充电功率调节能力。鼓励电网企业与充电运营商合作，优化电力负荷管理和接入能力。同时，支持建设新能源汽车充换电站、光储充一体化场站，并推动双向充放电技术发展，提升电网调节能力。

2024 年 1 月，能源局发布《关于组织开展“充电基础设施建设应用示范县和示范乡镇”申报工作的通知》，提出到 2025 年底实现“县县全覆盖”的充电站网络和“乡乡全覆盖”的充电桩目标。通知重点部署了四大任务：建设集中式公共和专用充电场站、推动社区充电设施共享、加大充电网络建设运营支持力度，以满足不同场景需求。

2024 年 2 月，交通运输部发布《关于国家电力投资集团有限公司开展重卡换电站建设组网与运营示范等交通强国建设试点工作的意见》，提出推动跨城市群和跨场景的重卡换电站网络建设，优化布局、电网接入和用地规划，促进换电站与电网互动，打造协同控制平台。同时，鼓励推广“车电分离”运营模式，研发智能换电设备和双向互动换电站，推动氢能交通平台建设，支持氢燃料电池技术在重型车辆和船舶领域应用。

2024 年 2 月，国家发展改革委、能源局联合印发的《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》明确指出，到 2025 年配电网具备接入约 1,200 万台充电桩的能力。意见强调高质量配电网对电动汽车充电设施的支撑作用，并提出加强电力调度能力、优化电网结构和提升新能源消纳能力。

2024 年 2 月，交通运输部印发《关于加快推进 2024 年公路服务区充电基础设施建设工作的通知》，要求完善公路沿线充电设施网络。计划 2024 年新增充电桩 3,000 个、充电停车位 5,000 个，确保除高寒高海拔地区外，高速公路服务区充电桩覆盖率年底前达到 100%。同时，新建及改扩建服务区的充电设施需同步规划、建设和验收。

2024 年 2 月，国家发展改革委、能源局联合发布《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》。意见提出加强储能能力建设和智能化调度，发展用户侧储能设施，如电动汽车参与电力系统调节，并通过车网互动和换电模式提升灵活性。意见还要求建立源网荷储协同调控机制，提高新能源消纳能力，为电动汽车和储能系统的接入提供更大的灵活性和安全保障。

2024 年 3 月，国家能源局《关于印发〈2024 年能源工作指导意见〉的通知》提出，推动县域充电基础设施建设，鼓励创建示范县和示范乡镇，加大农村地区充电设施覆盖力度。通过政策引导，为县域新能源汽车普及提供配套支持，同时激发农村地区新能源消费潜力。

2024 年 4 月，财政部、工信部、交通运输部发布《关于开展县域充换电设施补短板试点工作

的通知》，提出重点加强农村地区公共充换电基础设施建设。通知提出，到 2026 年，新建设施可用率需达到 99%，功率 120 千瓦以上，并向全社会开放运营。政策鼓励试点县结合本地特点优化充换电设施规划，探索新技术、新模式在农村地区的应用。

2024 年 9 月，交通运输部等十部门印发《关于加快提升新能源汽车动力锂电池运输服务和安全保障能力的若干措施》，明确到 2027 年优化动力锂电池运输效率，提升安全保障水平。措施要求完善运输标准规则，增强国际供应链韧性，打通运输堵点，提升综合运输效率，支持新能源汽车及动力电池产业链的安全稳定运行。

2024 年 10 月，国家发展改革委等部门发布《关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》，提出加强可再生能源制氢与氢能供应网络建设，推动氢能在合成氨、石化等领域的应用。意见还鼓励建设风光氢氨醇一体化基地，探索氢能在物流及工业中的规模化应用。

2024 年 12 月，工业和信息化部办公厅、国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司发布《关于印发〈加快工业领域清洁低碳氢能应用实施方案〉的通知》，提出支持建设“区对区”氢能物流干线及加氢基础设施。在钢厂、港口等场景推广燃料电池汽车，完善氢能物流网络。

2.4.2 地方零排放货运相关基础设施政策

各地区根据自身新能源交通领域发展水平，提出使用当地零排放相关基础设施发展要求，部分地方零排放货运基础设施相关政策见下表。

表 2-4 地方零排放货运充换电基础设施相关政策（2024 年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.8	新疆维吾尔自治区	《加快构建自治区高质量充电基础设施体系的实施方案》	优化充电基础设施网络布局，重点推动城际交通、城市公共充电网络、公共服务领域和农村地区充电设施建设，确保重点节点和主要道路沿线充电服务覆盖。鼓励利用加油站、气站等现有设施建设充电站，并推动高速公路服务区、城市边缘区等区域充电设施布局，支持综合能源服务站建设。加强与电力系统的配套建设，确保充电设施与电网的有效衔接。
2024.8	广东省	《广东省推动乡村新能源汽车充换电基础设施建设 助力“百县千镇万村高质量发展工程”实施方案》	在全省 57 个县推动乡村公共充电基础设施覆盖，确保到 2027 年所有乡村居住区域充电服务半径不超过 3 公里。通过支持政策和金融创新，鼓励市场主体积极投入，推动充换电设施建设，进一步提升乡村地区新能源汽车应用。
2024.8	厦门市	《进一步推动厦门市电动汽车充电基础设施体系建设工作方案》	推动城市充电设施与停车设施一体化建设，提升充电服务的质效与智能化水平，并加强与电力、交通等规划的衔接，确保充电设施建设覆盖广泛、结构合理。鼓励利用现有停车资源，扩大公共快充设施比例，支持智能有序充电和大功率充电技术的应用。
2025.1	北京市	《北京市新能源汽车高质量超级充电站发展行动计划》	通过合理选址，在交通枢纽、高速公路服务区、商圈、景区等重点区域建设和改造高质量超充站，确保覆盖车流量大、充电需求旺盛的场所。计划到 2025 年建设 1,000 座超充站，并提供快速充电服务，提升充电体验。

2.5 零排放货运相关路权政策

2023 年 8 月，公安部发布《公安机关服务保障高质量发展若干措施》，提出要便利交通物流货运车辆通行，进一步放宽城市道路对新能源厢式和封闭式货车的通行限制。推广城市货车通道，保障货车顺畅进出禁限行区域内的物流园区、工业园区。多地进一步完善新能源货车通行政策，部分现行政策见下表。

表 2-5 地方零排放货运相关路权政策（2024 年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.3	南宁市	《关于南宁市城市道路交通管理的通告》	放宽了新能源货车的通行时间，新能源货运车辆仅限制高峰时段通行部分主要道路，其他时段不再限制通行。
2024.3	山东省	《关于对氢能车暂免收取高速公路通行费的通知》	自 2024 年 3 月 1 日起，对行驶山东省高速公路安装 ETC 套装设备的氢能车辆免收通行费，鼓励氢能车辆开展跨区运营，政策试行 2 年。
2024.4	四川省	《四川省进一步推动氢能全产业链发展及推广应用行动方案(2024—2027 年)(征求意见稿)》	对安装使用 ETC 装备的氢能车辆，在四川省免除高速公路通行费。
2024.5	宁波市	《关于实施国Ⅳ及以下柴油货车限行的通告》	对国Ⅳ及以下柴油货车采取限制通行区域和通行时间的交通管制措施。
2024.7	长三角区域	《长三角区域国三柴油货车限行指导方案》	上海、江苏、浙江、安徽三省一市辖区内，自 2024 年 7 月 1 日起，设区市的中心城区实施国三柴油货车限行；2025 年 1 月 1 日起，设区市市辖区全部启动国三柴油货车限行；2025 年 11 月 1 日起，实现区域内国三柴油货车全面限行。
2024.8	吉林省	《关于对氢能车辆行驶吉林省高速公路实施优惠的通知》	2024 年 9 月 1 日 0 时至 2026 年 8 月 31 日 24 时，安装 ETC 套装设备的吉林省籍车辆在吉林省各高速公路收费站点对点免费通行。
2024.8	陕西省	《关于支持开展高速公路分布式光伏、加氢站建设及氢能汽车通行有关事项的通知》	自 2024 年 9 月 1 日起，对安装使用 ETC 装备的氢能车辆，在陕西省全额免除高速公路通行费。该政策有效期 3 年，至 2027 年 9 月 1 日结束。
2024.10	湖北省	《湖北省加快发展氢能产业行动方案(2024—2027 年)(征求意见稿)》	对省内高速公路行驶的安装使用 ETC 装备的氢能车辆，省级财政给予为期 3 年的高速公路通行费全返补贴支持。
2024.11	北京市	《关于本市五环路内新能源物流配送车辆优先通行的通告》	对保障五环路内昼运必要物资运输、符合相关要求的本市新能源货车，发放新能源货车昼运通行证（以下简称“通行证”），在全市未设置货车昼夜禁行标志的道路，在早晚高峰（7—9 时、16—19 时）以外的时段给予通行便利。

2025.1	杭州市	《杭州市人民政府关于加强国四及以下柴油货车通行管理的通告》	从2025年1月1日起在中心城区限制国四柴油汽车通行。
2025.1	河南省	《推动2025年第一季度经济“开门红”若干政策措施》	2025年1月25日至12月31日，对通行河南省收费公路的氢能货车免收通行费，对通行该省收费公路的电动货车实行7折通行费优惠。

2.6 零排放货运相关财政政策

本节对2023—2024年国家政府和地方政府发布的零排放货运相关财政政策进行梳理和提炼。2024年，国家出台了一系列针对零排放货运发展的财政政策，重点通过贷款比例调整、财政补贴、特别国债支持等方式，推动新能源汽车、动力电池、老旧车辆等设备的更新换代。

2.6.1 国家零排放货运相关财政政策

2023年6月，财政部、税务总局、工业和信息化部联合发布《关于延续和优化新能源汽车车辆购置税减免政策的公告》，对购置日期在2024年1月1日至2025年12月31日期间的新能源汽车免征车辆购置税；对购置日期在2026年1月1日至2027年12月31日期间的新能源汽车减半征收车辆购置税。

2024年4月，中国人民银行、国家金融监督管理总局发布《关于调整汽车贷款有关政策的通知》，调整汽车贷款支持比例，商用新能源汽车贷款最高可发放至75%。通知鼓励金融机构创新产品，支持新车、二手车及以旧换新等场景。

2024年7月，国家发展改革委、财政部发布《关于加力支持大规模设备更新和消费品以旧换新的若干措施》，计划安排约3,000亿元特别国债资金，重点支持设备更新和消费品以旧换新。其中，措施鼓励报废国三及以下排放标准的营运柴油货车，并提供3万—8万元不等的补贴。同时，提升新能源公交车及动力电池更新补贴标准，支持使用8年以上的新能源公交车和电池更新，每辆车补贴6万元。

2024年8月，交通运输部、公安部、财政部、商务部联合发布《关于进一步做好老旧营运货车报废更新工作的通知》，并明确了老旧营运货车报废更新资金渠道、申请、审核和发放程序等方面的内容。通知提出老旧营运货车报废更新资金总体按9:1的原则实行央地共担。东部、中部、西部地区中央承担比例分别为85%、90%、95%。

2024年9月，国家金融监督管理总局办公厅发布《关于促进非银行金融机构支持大规模设备更新和消费品以旧换新行动》的通知，提出非银行金融机构要加大汽车金融服务，支持汽车以旧换新。

2024年10月，中国人民银行等四部门印发《关于发挥绿色金融作用服务美丽中国建设的意见》。通过加大对新能源汽车、充电桩、换电站等绿色基础设施建设的补贴力度，推动低碳技术和清洁能源的应用和普及，助力物流行业绿色转型。对符合条件的物流企业提供税收减免、补贴和贷款优惠，同时通过设立专项资金支持绿色低碳物流技术创新和产业化，促进产业发展。

2025年1月，国家发展改革委、财政部发布《关于2025年加力扩围实施大规模设备更新和消费品以旧换新政策的通知》，提出扩大老旧营运货车报废更新补贴范围至国四及以下排放标准，并保持2024年补贴标准不变。通过中央财政支持推动零排放货运设备升级，降低企业融资成本，

同时完善碳排放权交易市场，促进绿色运输设备推广。

2.6.2 地方零排放货运相关财政政策

在国家新能源补贴政策号召下，地方政府积极响应，发布一系列适用本地的新能源货车补贴政策，部分财政政策如下表所示。

表 2-6 地方零排放货运相关财政政策（2024年）

时间	地区	标题	政策要领
2024.4	北京市	《关于开展2023—2025年度北京市燃料电池汽车示范应用项目申报的通知》	启动新一年度燃料电池汽车示范应用申报，其中燃料电池货车一年最高可奖励54.6万元。
2024.5	河南省	《河南省推动大规模设备更新和消费品以旧换新若干财政政策》	重点支持氢燃料电池和纯电动重型卡车发展。在示范应用区，对31吨以上、系统功率≥120千瓦的氢燃料电池重卡，提供每台不超过15万元的额外补助；对纯电动重型卡车的更新替代，在特定行业领域，购车主可享受不超过总投资额10%的补助。
2024.8	上海市	《上海市鼓励国四柴油车淘汰更新工作方案》	对上海市提前报废中型货车、重型货车、中型客车、大型客车、中型专项作业车和重（大）型专项作业车等6类国四柴油车的车辆所有人，给予淘汰补贴；对上海市提前报废国四柴油车且购置新能源车辆的车辆所有人，给予新能源化更新补贴。
2024.8	陕西省	《关于支持开展高速公路分布式光伏、加氢站建设及氢能汽车通行有关事项的通知》	自2024年9月1日起，对陕西省在高速公路上建设的日加氢能力500公斤以上的固定式加氢站，按建设实际投资（不含土地成本）的30%对加氢站投资主体进行补贴，单站补贴金额最高不超过300万元。对安装使用ETC设备的氢能车辆，在我省全额免除高速公路通行费。
2024.8	内蒙古自治区	《内蒙古自治区交通运输厅关于发布老旧营运货车报废更新相关补贴标准及各盟市咨询电话的公告》	对提前报废国三及以下排放标准营运柴油货车、提前报废并新购国六排放标准货车或新能源货车、仅新购符合条件的新能源货车，分档予以补贴。
2024.8	蚌埠市	《蚌埠市2024—2025年度国三及以下排放标准营运柴油货车提前淘汰奖补方案》	明确奖补范围及标准，根据淘汰车辆的车型及淘汰时间给予差别化补助，鼓励符合条件的老旧营运柴油货车提前淘汰。轻型、中型、重型货车淘汰，补贴分别最高可达5000元、1万元和2万元。

2.7 欧美零排放货运目标与政策

本节主要对欧美政府发布的零排放重型车辆相关目标与政策进行梳理和总结。美国政策层级包

括联邦政府和州政府，以加州为典型，政策涵盖推广、财政、基础设施等方面。欧盟部分梳理了欧盟层面的零排放货运支持及指导政策，并以主要成员国英国为典型探究其零排放货运发展政策框架。

2.7.1 全球重卡政策目标

当前，全球在推动重型车辆向零排放转型方面取得了一定进展，但仍与《巴黎协定》目标存在显著差距。国际清洁交通委员会（ICCT）数据显示¹，在 2024 年“基线情景”中，预计到 2050 年全球重型零排放车辆的保有量份额为 24%。即便在“高目标情景”中，基于《零排放中、重型车辆全球谅解备忘录》（Global MOU）的政策和承诺，这一份额也只有 37%。而想要与《巴黎协定》目标相匹配，到 2050 年这一比例需要达到 78%，是当前预测水平的两倍之多。这一差距凸显了全球在零排放重型车辆发展路径上的紧迫任务与巨大挑战。

根据 ICCT 统计的已设定零排放中重型卡车推广目标的政府现状来看（见表 2-7），许多国家都展现出交通去碳化意图，欧美国家在政策覆盖和目标设定方面处于领先地位，为其他地区提供了参考。

表 2-7 全球零排放中重型卡车推广主要目标²（截至 2024 年 7 月）

国家 / 地区		目标年份	目标
美国	多州联合 *	2035 年	新销中重型货车 75%、牵引车 40% 为零排放或近零排放车辆
	加州	2035 年	在营短途货车 100% 零排放
		2036 年	新销货车 100% 零排放
	纽约州	2035 年	新销货车 100% 零排放
欧盟 27 国	2040 年	新销货车二氧化碳排放降低 90%	
挪威	2030 年	新销货车 100% 零排放或生物燃气驱动	
奥地利	2030 年	新销货车（总质量 <18 吨）100% 零排放	
	2035 年	新销货车（总质量 >18 吨）100% 零排放	
英国	2035 年	新销货车（总质量 ≤ 26 吨）100% 零排放	
	2040 年	新销货车（总质量 >26 吨）100% 零排放	
智利	2045 年	新销货车 100% 零排放	
佛得角	2035 年	新销货车 100% 纯电动	
	2050 年	货车车队 100% 纯电动	
巴基斯坦	2040 年	新增商用车辆 90% 纯电动	

* 美国多州联合包括：加利福尼亚、马里兰、马萨诸塞、新泽西、新墨西哥、纽约、俄勒冈、佛蒙特、华盛顿

2.7.2 美国零排放货运目标与政策

● 美国零排放重卡推广政策

1990 年，美国国会通过《清洁空气法案》，为控制空气污染和车辆排放提供了基本的监管框架，要求环境保护署（EPA）制定标准，最大限度地减少移动源的空气污染物排放。

2022 年，美国国会通过《通胀削减法案》，为专业重型车辆提供共计 10 亿美元的资助，符合标准的中重型卡车最多可获得 80% 的车辆购置补贴及配套设施补贴，其中 4 亿美元保留给《清洁空气法案》指定的非达标地区项目。

2022 年，美国环保署（EPA）发布《控制新型机动车的空气污染：重型发动机和车辆标准》，要求自 2027 年起，重型商用车在正常运行时将 NOx 排放量限制为 0.035 克 / 马力小时。

2024 年，美国环保署（EPA）发布《重型车辆温室气体排放标准——第三阶段》，为所有重型车辆设定减排时间表。从 2027 年起，所有车辆制造商 / 进口商必须逐步降低所售车辆的平均碳排放。以第二阶段标准为基线，重型专业卡车的温室气体碳排放削减目标分别为 2029 年 13%、2030 年 15%、2031 年 23%、2032 年 30%。

加州零排放重卡相关推广政策如下表所示。

表 2-8 加州零排放重卡推广政策

时间	颁布机构	标题	政策要领
2009	加州空气资源委员会	《混合动力或零排放卡车与公交车凭证激励项目》	利用加州碳交易所得补贴低排放卡车，特色在于使用“凭证”制度：车队可以从政府取得一定数额的“凭证”，用以在购置低排放卡车时抵消部分成本，车辆销售方则凭借“凭证”向政府索取补贴。凭证制度的优势在于“技术中性”。
2020	加州政府	《多州中型和重型零排放车辆谅解备忘录》	到 2040 年实现所有新销售的卡车和客车 100% 零排放，并设定到 2030 年实现零排放车辆销售占比 30% 的中期目标，不晚于 2050 年实现零排放车辆销售占比 100% 的目标。
2020	加州空气资源委员会	《先进清洁卡车法规》	针对卡车生产商，自 2024 年起，规定了生产商销售卡车中零排放车辆的份额，同时要求企业与车队报告排放情况。
2023	加州空气资源委员会	《先进清洁车队法规》	针对卡车车队，自 2024 年起，车队或者只购置零排放新车，或者满足法规规定的零排放车辆占比要求。末端配送卡车和场内卡车必须在 2035 年前实现零排放，并要求制造商从 2036 年起只能在加州销售零排放的中型和重型车辆。

● 美国零排放重卡基础设施建设政策

2021 年，美国国会通过《两党基础设施法案》。该法案计划为清洁氢气、能源储存、碳捕集、先进核能、直接空气捕集等技术的清洁能源示范项目提供 215 亿美元资金。

2023 年，美国能源部（DOE）、交通部（DOT）、住房和城市发展部（HUD）、环保署（EPA）

联合发布《美国国家交通脱碳蓝图》，目标是到 2050 年消除交通运输部门的所有排放。具体实施计划为：2030 年前，通过《两党基础设施法》（BIL）和《减少通货膨胀法案》（IRA）投资推动合作与私人投资；2030—2040 年，扩大清洁技术部署并灵活调整策略；2040—2050 年，实现公平净零经济，覆盖所有地区。

2023 年，美国联邦高速管理局发布《国家电动车辆基础设施补贴计划》，按照统一公式为各州分配总计 50 亿美元的基础设施补贴，用于在高速公路走廊沿线建设充电设施。

2023 年，美国联邦高速管理局推出《充电及加油设施补贴计划》，总额为 25 亿美元，用于全国范围内充电场站建设。

2024 年，美国环保署（EPA）发布《国家零排放货运廊道战略》，分阶段建设零排放重型卡车补能基础设施。实施计划包括：2024—2027 年，基于货运量确定关键物流枢纽；2027—2030 年，将枢纽连接形成货运走廊；2030—2035 年，逐步扩展货运走廊；2035—2040 年，形成全国性货运网络。

2.7.3 欧盟零排放重卡相关政策

2019 年，欧洲议会和欧盟理事会发布了《重型车辆二氧化碳排放法规》。该法规为重型车辆提出了减排目标，要求到 2025 年之前，将新的重型车辆车队的排放量减少 15%，到 2030 年前减少 30%，以 2019 年 7 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日的数据为参考基准。根据 2024 年重新修订的标准，2030 年的减排目标提高至 45%，并在未来提出了 2035 年减排 65% 以及 2040 年减排 90% 的目标，以促进重型车辆领域的持续低碳转型。

2019 年，欧洲议会和欧盟理事会发布了《清洁汽车指令》。该指令要求各成员国为中重型卡车设定公共采购目标，并对零排放车辆在中重型卡车销售中的占比提出了明确要求：到 2025 年，零排放车辆在中重型卡车销售总量中的占比要达到 6%—10%，到 2030 年，该占比应提升至 7%—15%。

2023 年，欧洲议会和欧盟理事会发布了《2035 年欧洲新售燃油轿车和小货车零排放协议》。该协议提出，从 2030 年开始，销售的所有新车的二氧化碳排放量需减少 55%。到 2035 年，所有汽车制造商必须确保销售的所有新车的二氧化碳排放量实现 100% 的减少，推动整个汽车产业朝着零排放目标迈进。

2023 年，欧盟委员会发布了《“欧 7” 机动车排放标准》。该标准为重型车辆制定了更为严格的尾气排放限值，新增了对氨（NH₃）和氧化亚氮（N₂O）排放的限值，并且首次引入了对刹车和轮胎磨损所产生超细颗粒物的排放限值。此外，重型车辆现有的排放限值在“欧 6” 标准的基础上整体加严 25%—56%。

2023 年，欧洲议会和欧盟理事会发布了《替代燃料基础设施法规》。该法规为欧盟成员国设定了明确的基础设施建设目标，要求在整个欧盟范围内，尤其是在主要交通走廊和枢纽地区，安装充电基础设施和加氢站等替代燃料相关的公共设施，从而支持低碳交通工具的普及和应用。

参考文献

- 1 Vision 2050: Update on the global zero-emission vehicle transition in 2024, [2025-01]. https://theicct.org/wp-content/uploads/2025/01/Vision-2050-update_report_final.pdf.
- 2 SCOTT D, . Zero-Emission Vehicle Phase-ins: Medium- and heavy-duty trucks[EB/OL]. International Council on Clean Transportation, [2024-07-15]. <https://theicct.org/zev-phase-ins-hdvs-july-2024-jul24/>.

03

2023—2024 年 零排放货车技术与市场现状

3.1 2023—2024 年零排放货车技术发展情况

3.2 2023—2024 年零排放货车销量情况

3.3 2020-2024 年新能源货车公告车型的技术发展趋势

3.4 2024 年零排放重型货车综合成本

本章分析了零排放货车 2023—2024 年的技术发展情况以及销售情况，并对畅销车型进行了介绍。此外，本章还分析了《免征车辆购置税的新能源汽车车型目录》与《减免车辆购置税的新能源汽车车型目录》公告中货车车型的整备质量、续航能力、电池能量密度和应用场景的变化趋势。

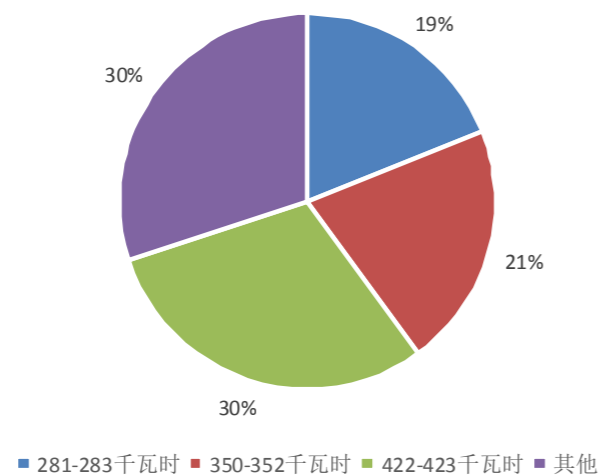
3.1 2023—2024 年零排放货车技术发展情况

目前，零排放货车主要应用于短途运输、城建渣土等中短途场景，但在中长途运输场景所需的电池容量、充电技术等方面的技术也得到了一定程度的突破，尤其是电池容量的提升大大增强了车辆的续航能力，超快充技术以及换电技术的逐渐普及也大大缩短了补能时间，零排放货车车辆及补能技术有望在未来中长途运输中得到根本保障。本节将对纯电动货车和氢燃料电池货车的发展水平及挑战进行介绍。

3.1.1 纯电动货车发展现状

根据商用车碳中和协同创新平台发布的《商用车碳中和技术路线图 1.0》，纯电动是货车实现零碳转型的主要技术路线之一。2024 年，电动重卡在大电量和超快充技术方向持续迭代，全年零排放轻卡、中卡和重卡销量分别为 19.1 万辆、0.2 万辆和 8.3 万辆。在重卡中，磷酸铁锂电池（含与燃料电池搭配应用）配套 8.0 万辆，占比 96.7%，成为主流电池类型。从电池容量分布来看，281—283 千瓦时车型占比不足 20%，350—352 千瓦时车型占比近 20%，422—423 千瓦时车型占比约 30%¹。其中值得注意的是，422—423 千瓦时车型的配套数量已超越 281—283 千瓦时车型，电池容量的提升进一步增强了车辆的续航能力。在充电技术方面，充电设备的输出电压范围扩展至 200—1,000 伏，充电功率提升至 600—1,000 千瓦，部分设备单枪输出电流可达 1,000 安，充电效率显著提高。电动重卡的充电时间可缩短至 45 分钟，适配超快充设备的车型甚至可进一步压缩至 30 分钟。电池寿命方面，当前电池的充放电循环次数约为 4,000 次，以 282 千瓦时电池为例，车辆寿命可达 80 万公里。2024 年，电动重卡的补能模式向充电模式倾斜，尽管换电重卡销量有所增长，但是受制于换电补能网络建设不完善和综合成本相对较高等原因，其增速不及充电重卡²。

2024 年，国内外企业均在纯电动货车领域取得了显著的技术突破。例如，戴姆勒卡车推出的 eActros 600 纯电动长途卡车，搭载超过 600 千瓦时的电池容量，单次充电续航里程可达 500 公里，并在欧洲完成了 15,000 公里的路测³。三一魔塔 1165 电动牵引车，搭载 MTC 技术魔塔电池包，其电池容量高达 1,167.5 千瓦时，是目前行业内最大电量，同时百公里电耗低至 135 千瓦时，支持 4 枪快充，充电半小时即可续航 300 公里⁴。

图 3-1 2024 年新销售的纯电重卡电池容量占比情况¹

在快速发展的同时，纯电动重卡在实际运行中仍存在以下痛点：

(1) 高成本，回本周期长。目前，423 千瓦时的 6×4 电动牵引车价格为 45 万—47 万元（因地区不同略有差异）。相比之下，同规格国六标准 6×4 柴油牵引车价格为 26 万—32 万元，LNG 牵引车为 36 万—42 万元（含购置税），电动重卡比 LNG 重卡贵 3 万—10 万元，比柴油重卡贵 13 万—21 万元。

(2) 电池重量大，影响载货能力。423 千瓦时的 6×4 电动牵引车自重 10.6 吨，比燃油牵引车重 2.6 吨。采用相同挂车时，电动重卡的载货能力降低，运输效率受到制约。

(3) 充电基础设施不足。截至 2024 年，全国高速公路沿线适用于重卡的高功率快充桩建设严重不足，仅约 1,500 个，远无法满足需求。且现有充电桩多为 120 千瓦双枪设备，功率难以满足电动重卡长途运输的快速充电，尤其是兆瓦级充电需求。同时，高速公路充电成本居高不下，每公里补能成本超 2 元，接近甚至超过燃油车，严重阻碍了电动重卡的市场推广和应用。

(4) 电池技术尚待突破。目前电池技术发展虽有新的发展方向，固态电池等新技术展现出商用潜力，但短期内难以实现大规模应用。当下使用的电池在能量密度和充电效率方面仍存在不足，亟待进一步提升以满足市场需求。

3.1.2 氢燃料电池货车发展现状

近年来，我国氢燃料电池重卡年销量快速增长，2020—2024 年氢燃料电池重卡年销量分别为 18 辆、779 辆、2,465 辆、3,653 辆、4,460 辆，增长态势显著。2023 年，氢燃料电池重卡销量一举超越氢能客车，成为氢能交通车型的主力军，占整个燃料电池汽车销量的 50% 以上，创下历史新高。截至 2024 年 12 月，我国氢燃料电池重卡保有量约 1.2 万辆。从长远发展来看，氢燃料电池重卡的大规模发展和应用，将成为交通领域实现低碳转型的重要途径。

氢燃料电池货车的各项关键技术均已实现《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》中 2020 年的目标，分技术如燃料电池系统额定功率、质量比功率、最高效率等已达到或超过 2025 年的目标⁵。燃料电池系统方面，氢堆系统实验室寿命为 1.5 万小时左右，功率为 110 千瓦左右，最高效率为 62%，质量比功率为 541 瓦/千克。续航里程方面，国内常见的燃料电池重卡续航里程在 400 公

里以上，加氢可在 20 分钟以内完成，远优于纯电重卡（续航 200 公里、充电耗时 1 小时以上），东风、福田等头部车企均已实现量产续航 1,000 公里以上的燃料电池重卡，同时续航 1,000 公里以上的液氢重卡已由长城汽车研发成功，加氢时间缩短至 10 分钟之内⁶。供氢系统方面，为增加整车续航里程，供氢系统采用多瓶组，通常气瓶规格为 140 升、165 升、210 升等，重卡多配置 6—8 支 210 升车载储氢系统⁷。

2024 年，国内外企业在氢燃料电池货车领域也取得了显著进展。现代商用车在广州交付了首批 4.5 吨级氢能物流车，其氢电转换效率达到了国际领先水平，续航能力显著提升至 682 公里，为绿色物流树立了新的标杆⁸。戴姆勒卡车在 2024 年 IAA 展会上展示了梅赛德斯—奔驰 GenH2 氢燃料实现加注一次液氢行驶 1,047 公里，证明了液氢在公路货物运输中的可行性。此外，深圳拓世氢电技术推出的新型储氢底盘专利显著提升了重型卡车的储氢能力，为长途运输带来了革命性改进。

然而，燃料电池重卡的产业化发展仍面临四个主要痛点：

(1) 车端购置成本高。氢燃料电池重卡动力系统复杂，涉及电堆、储氢系统等核心部件，并需搭载锂电池。以 49 吨重卡为例，整车成本 110 万—120 万元，其中燃料电池系统（130 千瓦）占 46%，储氢系统（40 千克 H₂）占 18%，动力电池占 9%。关键部件依赖进口，燃料电池和储氢系统合计占比 64%，推高了整车成本⁹。

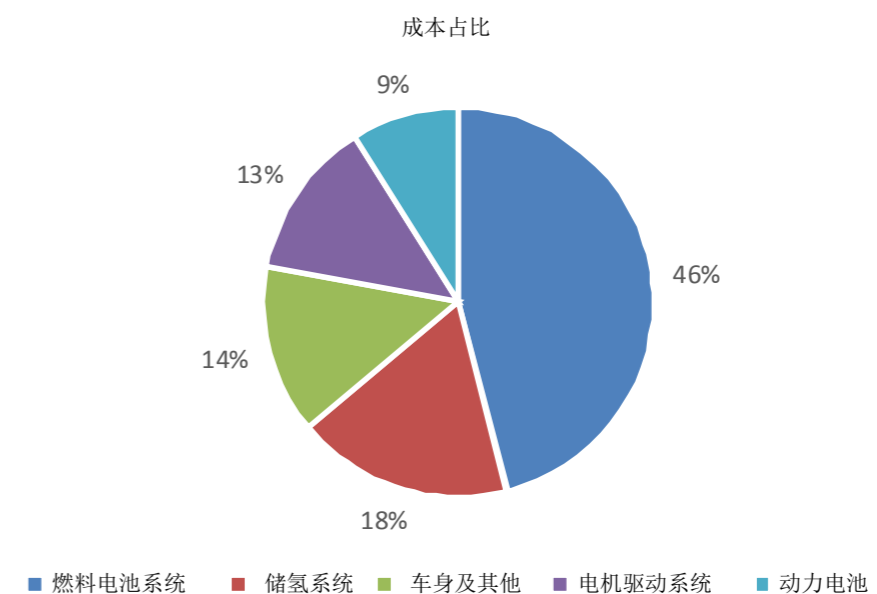


图 3-2 49 吨氢燃料电池重卡成本占比组成

(2) 核心技术仍存在短板。我国近年虽在燃料电池技术、系统集成及关键部件上取得进展，但核心技术和部件仍依赖进口。国内企业在催化剂、碳纸、质子交换膜等关键材料的制备以及电堆和系统的寿命、可靠性、耐久性等方面仍存在明显短板。

(3) 车端运营成本高。受资源和硬件不足等因素影响，加氢站氢气价格居高不下，导致氢燃料电池重卡的使用成本较高，与柴油车和电动重卡相比缺乏优势。

(4) 供氢、加氢等基础设施有待完善。加氢站与氢能交通应用场景衔接不足，导致燃料电池车加氢不便。已建加氢站运营负荷低，甚至闲置，“制、储、运、加”基础设施和服务不完善，部分地区出现“有站无氢”或加氢站间距过大（超过 300 公里）的问题。当前加氢站布局多针对特定场

景（如公交、冷链运输或重卡短驳），缺乏整体规划，导致部分加氢站因周边无应用场景而闲置，而部分应用场景因附近无加氢站，车辆需远距离加氢，增加了氢耗和运营成本。此外，加氢站投营困难普遍存在。以济南—青岛高速为例，沿线多个加氢站因手续问题未能投运，加剧了高速路上加氢难、绕路加氢的问题。

3.2 2023—2024 年零排放货车销量情况

本节统计了 2023—2024 年零排放货车销量数据，分析了零排放货车分车重、技术路线、应用场景和省份的销售情况，并计算了零排放货车在相应条件下的渗透率。2023—2024 年，零排放货车市场呈现出稳步增长的趋势。2024 年零排放货车销量达到约 27.6 万辆，市场渗透率为 11.8%，较 2023 年的 6.0% 上升显著。就车型而言，轻型货车销售依然占据主导地位，占比为 69.2%；中型货车销售仍较少，市场占比仅 0.8%；重型货车销量大幅增加，达到约 8.3 万辆，占比约为 30.0%。在技术路线方面，充电重卡占据市场主导地位，2024 年其市场份额达到 59.4%，而换电重卡、燃料电池车和插电式混动重卡的市场份额分别降至 34.7%、5.4% 和 0.5%。

3.2.1 零排放货车销量总体情况

过去五年，零排放货车销量（仅统计质量大于 1.8 吨的卡车）整体呈现稳步增长的趋势。2024 年，零排放货车市场大幅扩展，全年销量达到约 27.6 万辆，较 2023 年增长了 89.5%。市场渗透率也显著提升，2024 年整体零排放货车渗透率为 11.8%，较 2023 年的 6.0% 增长了 5.8 个百分点。

从各类型货车的销量来看，轻型货车依然占据市场主导地位，2024 年销量为 19.1 万辆，较 2023 年增长 74.5%。重型货车销量大幅增加 139.4%，达到约 8.3 万辆。中型货车保持平稳增长，销量约为 0.2 万辆¹⁰。

在渗透率方面，2024 年，零排放货车渗透率均有上升。轻型货车渗透率为 11.4%，较 2023 年增加 5.2 个百分点；重型货车的渗透率大幅提升，2024 年达到 13.7%，远超 2023 年的 5.6%，首次超过轻型货车零排放渗透率。此外，中型货车的渗透率也有所上升，从 2023 年的 2.9% 上升至 2024 年的 4.1%。

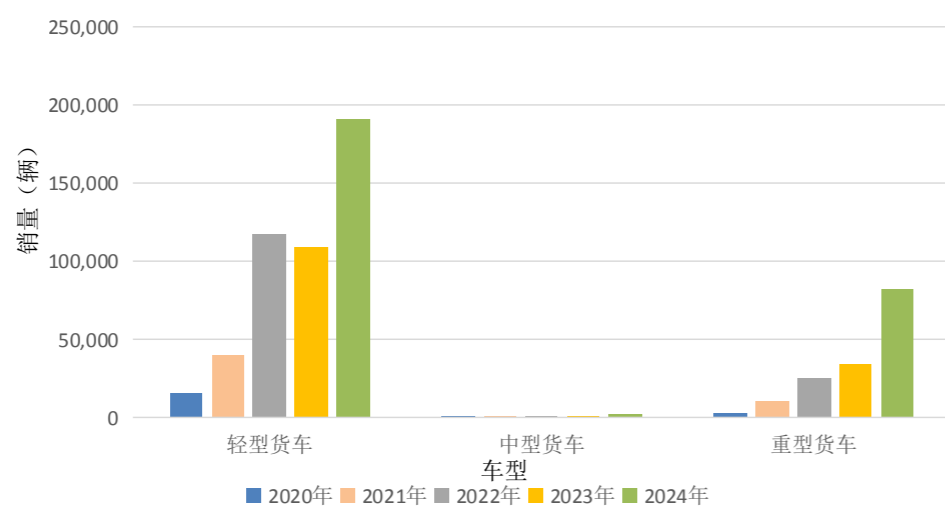


图 3-3 2020—2024 年零排放货车分车型销量

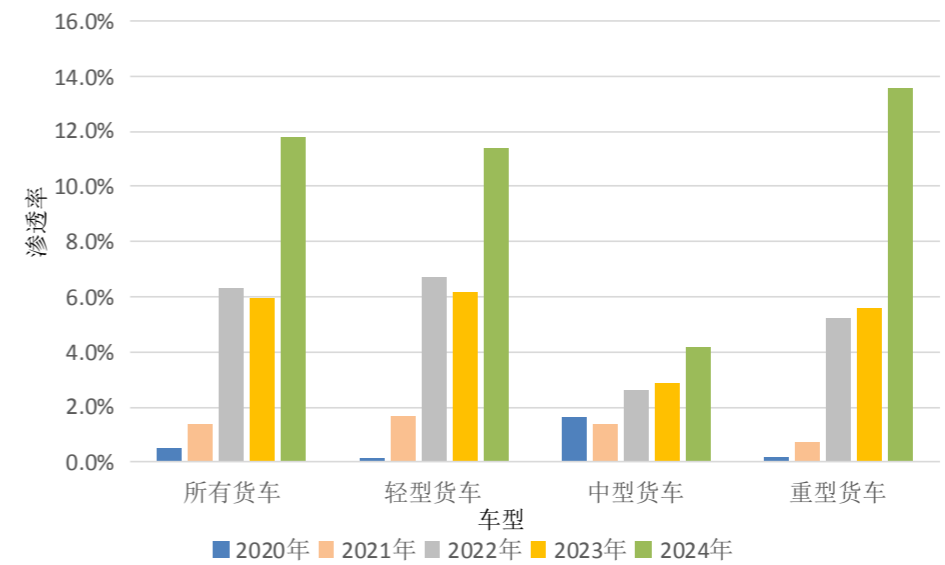


图 3-4 2020—2024 年零排放货车整体及分车型渗透率

在零排放重卡领域，充电重卡逐渐成为市场主导。如下图所示，2024 年，充电重卡的占比大幅增长至 59.4%，换电重卡的占比降至 34.7%，而燃料电池车的占比则降至 5.4%，插电式混动重卡占比为 0.5%，基本保持不变。整体来看，充电重卡的市场份额持续增加，成为主流车型，而换电重卡和燃料电池车的市场份额逐年下降，插电式混动车仍较少¹¹。

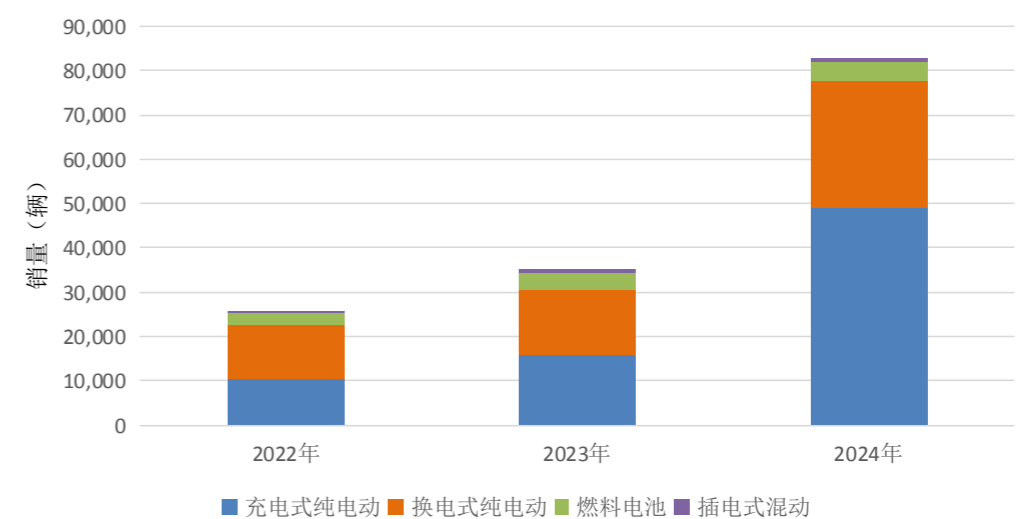


图 3-5 2022—2024 年零排放重型货车分技术路线销量

国际零排放货车销量

2024年,欧盟电动卡车的新注册量为7,543辆,同比下降4.6%,但市场份额保持稳定,维持在2.3%。从各国表现来看,电动卡车市场呈现出显著的区域差异:德国(+57.4%)、意大利(+115.2%)和瑞典(+59.6%)实现了强劲增长,然而,这些增长未能完全抵消法国(-57.4%)和荷兰(-42.3%)的大幅下滑,导致整体市场表现有所下降¹²。

美国在2017—2023年期间一共部署约2.6万辆厢式货车,其他车型的同期部署情况依次为:牵引车1,276辆、重型货车1,162辆、中型货车1,604辆和垃圾车57辆,中重型货车共计约4,000辆。

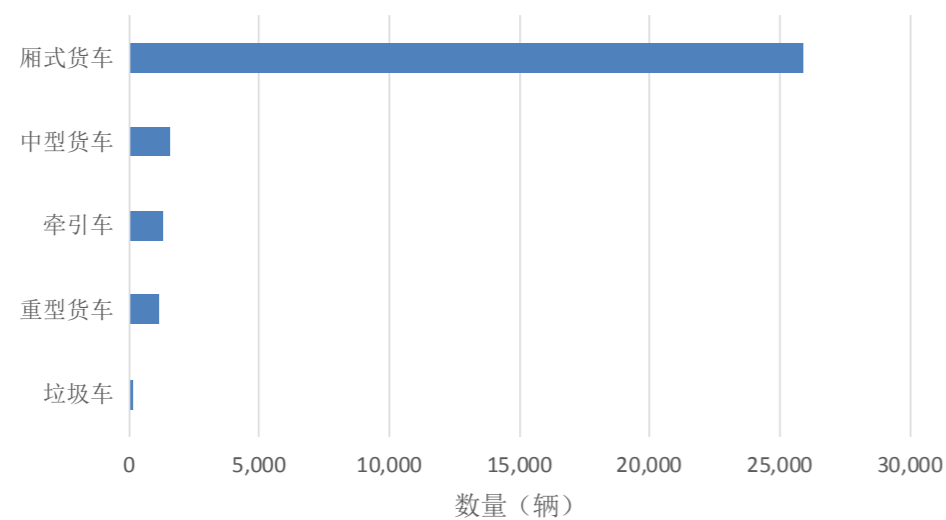


图 3-6 美国零排放货车分种类累计部署情况 (2017—2023 年)

3.2.2 零排放重型货车销售情况

●分应用场景销量情况

2024年,牵引车、自卸车和搅拌车牵引车仍位居销量前三名,分别为5.6万辆、1.3万辆和0.8万辆,占比分别为67.3%、15.9%和9.7%。牵引车的销量几乎是2023年(约1.9万辆)的三倍,显示出其市场需求的爆发性增长。自卸车的销量较2023年(约0.7万辆)也实现了近一倍的增长。尽管搅拌车的增长速度有所放缓,但仍保持增长趋势。同时,卸货车的销量显著下降,2024年销量为387辆,下降幅度为29.3%¹³。

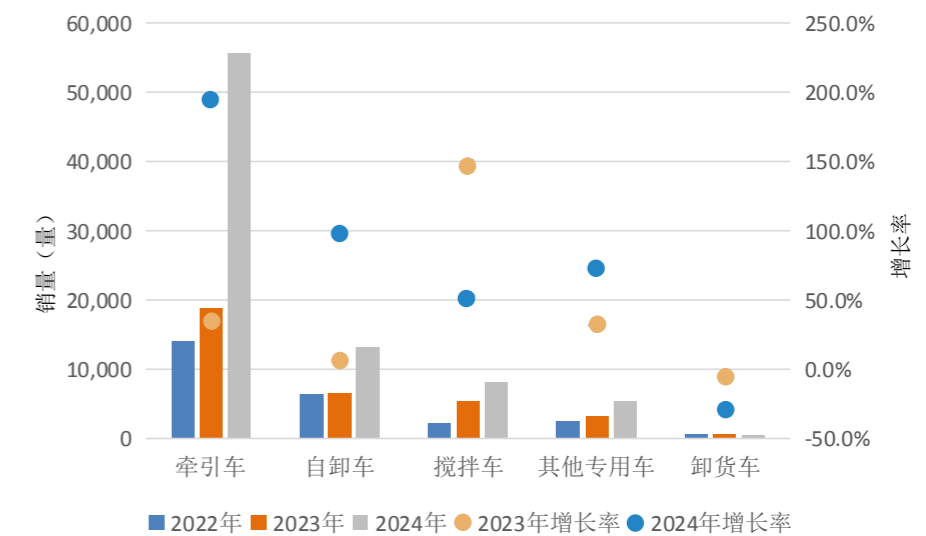


图 3-7 2022—2024 年零排放重型货车各类型销量及增长率对比

●分地区销量情况

根据2024年1—12月的销售数据,新能源重卡在全国31个省(市、自治区)均有销售。其中,销量超过5,000辆的省(市、自治区)共有6个,分别是河北省、山西省、广东省、河南省、湖南省和四川省。销量超过2,000辆的省(市、自治区)有8个,分别为江苏省、新疆维吾尔自治区、云南省、陕西省、山东省、上海市、天津市和内蒙古自治区。销量超过1,000辆的省(市、自治区)共有8个,分别是浙江省、广西壮族自治区、北京市、福建省、湖北省、安徽省、贵州省和江西省。销量超过500辆的省(市、自治区)有3个,分别是辽宁省、重庆市和宁夏回族自治区。

在所有省(市、自治区)中,河北省以11,218辆的销量位居全国第一,占2024年1—12月新能源重卡总销量的13.6%,为唯一销量突破10,000辆的省份。紧随其后的是山西省,销量约0.79万辆,占总销量的9.6%,排名第二。广东省销量约0.76万辆,占比9.2%,位居第三。值得注意的是,销量排名前三的冀晋粤三省(河北、山西、广东)的新能源重卡销量合计高达2.7万辆,占2024年1—12月总销量的32.4%¹³。

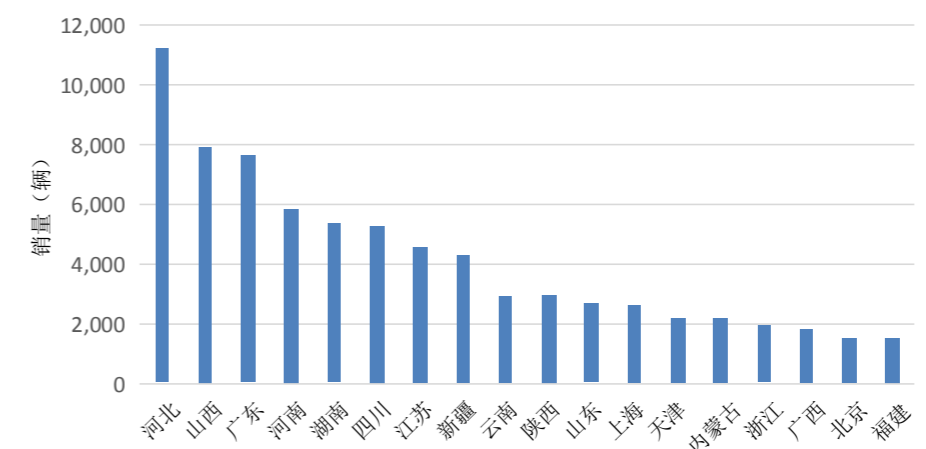


图 3-8 2024 年零排放货车中国大陆地区分省销量

根据 2024 年 1—12 月的销售数据，新能源重卡在全国 31 个省（市、自治区）和多个城市取得了显著的销售成绩。在城市层面的销量表现中，共有 17 个城市的销量超过 1,000 辆，其中销量排名前十的城市的销量均超过 2,000 辆。深圳市以近 5,700 辆的销量位居全国城市销量榜首。TOP10 城市的总销量达到了 3.2 万辆，占 2024 年 1—12 月新能源重卡总销量的 38.7%。各个城市根据自身的市场特点和需求，销售的车型类型也有所不同。

具体来说，深圳市在 2024 年 1—12 月销售近 5,700 辆新能源重卡，其中牵引车销量最高，近 4,800 辆，占比 84.6%；自卸车销量约为 340 辆，占比 6.0%；搅拌车销量达 110 辆，专用车销量近 400 辆。石家庄市在 2024 年 1—12 月销售了超 4,600 辆新能源重卡，其中自卸车销量为 1,700 辆，占比 36.5%；牵引车销量约 1600 辆，占比 34.3%；搅拌车销量超 500 辆，专用车销量约 840 辆。在成都市，2024 年 1—12 月共销售了近 3,400 辆零排放重卡，其中自卸车销量超 1,500 辆，占比 46.0%；搅拌车销量超 800 辆，占比 24.0%；牵引车销量超 500 辆，专用车销量约 500 辆¹³。

从整体来看，尽管每个城市的销量和车型结构存在差异，但牵引车和自卸车依然占据市场的主导地位。

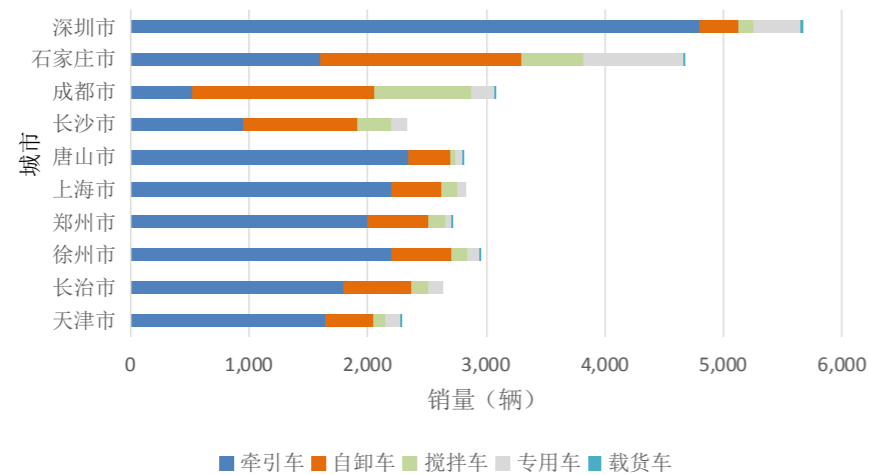


图 3-9 2024 年零排放重型货车中国地区前十畅销城市

●零排放重型货车生产企业销量情况

2024 年，新能源重型货车市场持续扩展，市场规模大幅增长。根据 2024 年的统计数据，本节将重点分析中国新能源重型货车市场中的主要企业销量情况。

总体来看，2024 年新能源重卡市场持续增长，前十名企业的市场份额已达到 92.4%，相比 2023 年的 79.1% 显著提升，市场集中度进一步加大。随着市场份额的高度集中，新能源重卡市场的竞争格局愈发向头部企业倾斜，行业整合趋势愈加明显。突破 2,000 辆销量的企业达 10 家，其中有 6 家企业销量超过 5,000 辆，市场表现差异化愈加明显。

在具体企业的销售情况中，徐工汽车和三一汽车继续稳居市场前两位，分别销售了 1.4 万辆和 1.4 万辆，市场份额分别为 17.3% 和 16.9%。紧随其后，一汽解放以近 0.9 万辆的销量排名第三，市场份额为 10.6%。这三家企业的市场份额合计达到 44.8%，占据近半市场份额。

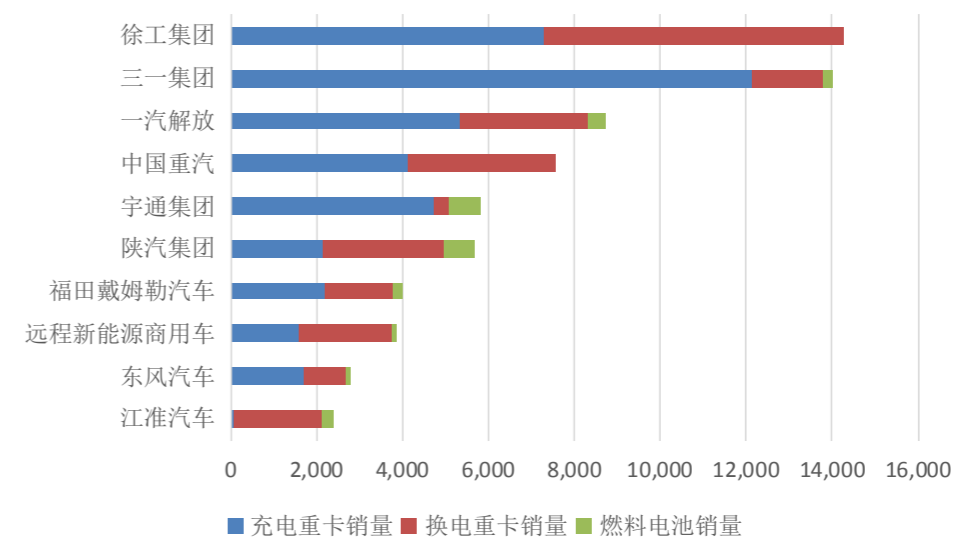


图 3-10 2024 年新能源重型货车排名前十位企业及销量

2024 年，充电重卡市场持续高速增长。2024 年 1—12 月，共有 131 家企业销售充电重卡，总销量达到 4.9 万辆，同比增长 206.4%。其中，TOP3 企业的总销量达到 2.5 万辆，占市场总销量的 50.5%；TOP10 企业的销量为 4.3 万辆，占比为 87.0%。此外，11 家企业销量超过 1,000 辆，25 家企业销量超过 100 辆，展示了市场的广泛参与和快速扩展¹⁴。

在具体的企业表现方面，三一集团以 1.2 万辆的销量位居 2024 年 1—12 月的销量冠军，占比 24.7%；徐工集团以 7,303 辆的销量排名第二，占比 14.9%；一汽解放则以 5,337 辆的销量位列第三，占比 10.9%。这三家企业在新能源重卡市场中占据了主导地位，总销量合计达到 2.5 万辆，占整个市场销量的 50.5%。

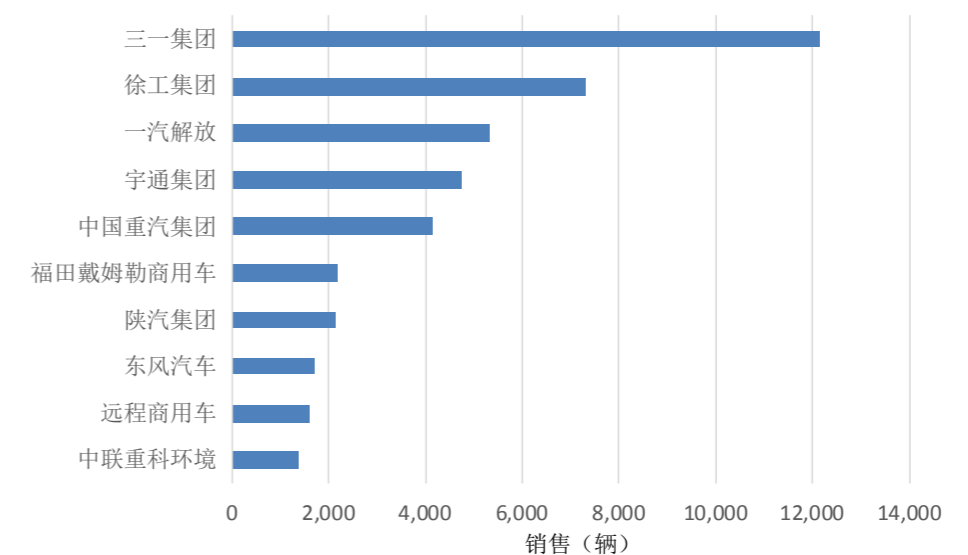


图 3-11 充电重卡 2024 年销量排名前十位企业及其销量

受车电分离金融方案大幅降低前期购置成本的利好影响，2024 年换电重卡市场行情持续向好，销量稳步攀升。2024 年 1—12 月，共有 55 家企业销售换电重卡，总销量达到 2.9 万辆，同比增长

96.0%，TOP3企业的总销量达到1.3万辆，占市场总销量的46.7%；TOP10企业的总销量为2.6万辆，占比高达90.4%。此外，9家企业销量超过1,000辆，21家企业销量超过100辆，市场竞争格局愈发集中¹⁵。

在企业表现方面，徐工集团凭借出色的销售表现，成为2024年销量冠军，销售近7,000辆，占比24.3%；中国重汽集团以约3,400辆的销量位居第二，占比11.9%；一汽解放以约3,000辆的销量位列第三，占比10.5%。这三家企业继续主导市场，整体市场份额占比达到46.7%。

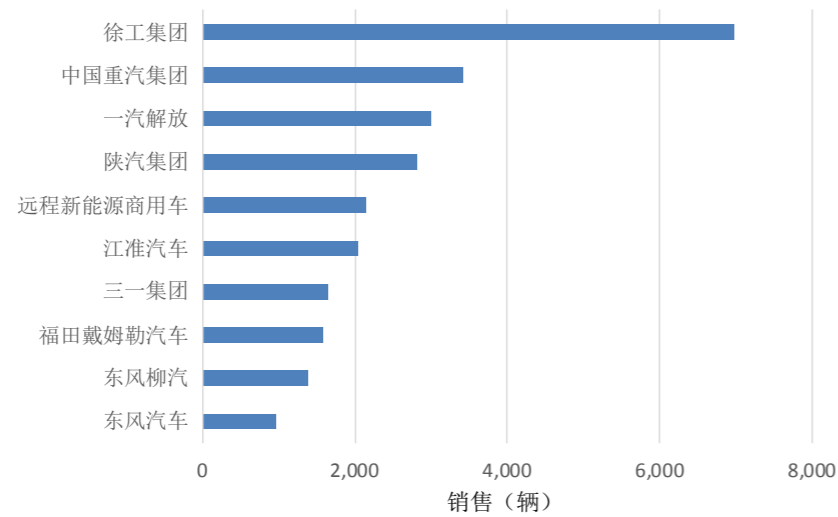


图 3-12 换电重卡 2024 年销量排名前十位企业及其销量

总体来看，2024年1—12月共有40家企业销售燃料电池重卡，总销量超4,400辆，同比增长22.1%，TOP3企业的总销量近1,900辆，占市场总销量的41.6%；TOP10企业的总销量约3,500辆，占比达到78.3%。仅前三甲企业的市占率超过10%，多数企业销量尚未突破300辆，表明该细分市场仍具备较大潜力¹⁶。

在具体企业的销售情况中，宇通集团以约740辆的销量位居第一，占市场总销量的16.6%。紧随其后，陕汽集团销售约670辆，占市场份额的15.0%。东风柳汽以约450辆的销量位列第三，市场份额为10.0%。这三家企业的销量合计占市场总销量的41.6%，继续主导着燃料电池重型货车市场。

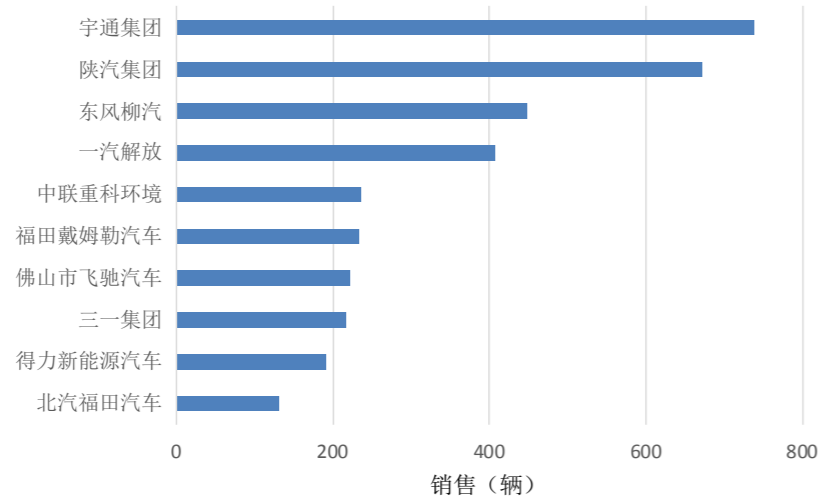


图 3-13 氢燃料电池重型货车 2024 年销量排名前十位企业及其销量

3.2.3 零排放重型货车畅销车型介绍

2024年，充电模式纯电动重型货车销量排名前四位车型的车型如表3-1所示，前十名总销量为1.6万辆，占充电式重型货车总销量的33.3%。

表 3-1 充电模式纯电动重型货车 2024 年销量前四位车型及主要参数¹⁴

车型	销量 (辆)	市场占有率	总质量 (千克)	整备质量 (千克)	最高车速 (公里/小时)	电机功率最大 (千瓦)	电池容量 (千瓦时)	续航里程 (公里)	主要销售位置
CA4250P66T1BEVA7 解放纯电动半挂牵引车	2,452	4.99%	25,000	10,470	89	420	350.07	220	长春、青岛、广西
HQC42503SWBEV15 三一纯电动半挂牵引车	2,074	4.22%	25,000	11,400	89	480	282	160	湖南
SYM42503S1BEV2 三一纯电动半挂车	2,012	4.10%	25,000	11,700	89	405	282	160	/
XGA4256BEWVC 徐工纯电动半挂牵引车	1,587	3.25%	25,000	10,800/11,360/11,800	84	455	422.87	305	/

2024年，换电模式纯电动重型货车销量排名前三位的车型如表3-2所示，前十名总销量为1.0万辆，占换电式重型货车总销量的37.2%。

表 3-2 换电模式纯电动重型货车 2022 年销量前三位车型及重要参数¹⁷

车型	销量 (辆)	市场占有率	总质量 (千克)	整备质量 (千克)	最高车速 (公里/小时)	电机功率最大 (千瓦)	电池容量 (千瓦时)	续航里程 (公里)	主要销售位置
XGA4251BEWCSA 徐工换电式纯电动半挂牵引车	2,579	8.96%	25,000	10,400 / 11,200	89	230	/	/	江苏
ZZ4257V384GZ1SBEV35 豪沃换电式纯电动牵引汽车	1,347	4.68%	25,000	11,300	89	410	350	220	济南
SX4257MF4Q4SEV 陕汽换电式纯电动牵引汽车	1,239	4.30%	25,000	9,800 / 10,250 / 10,750	89	410	/	/	/

3.3 2020—2024 年新能源货车公告车型的技术发展趋势

本节统计了工信部发布的 2020—2024 年从第三十批到第七十三批的《免征车辆购置税的新能源汽车车型目录》以及第一批到第十三批的《减免车辆购置税的新能源汽车车型目录》共五十七批次、17,372 个新能源货车车型数据，对过去五年公告车型的整备质量、续航能力、电池能量密度和应用场景的变化趋势进行了分析总结。

3.3.1 新能源货车车型总体分析

2020—2024 年期间，新能源货车中换电式纯电动货车和氢燃料电池货车的占比经历了先增长后下降的趋势，而充电式纯电动货车车型的占比在 2020—2022 年持续下降，又从 2023 年开始上升，2024 年保持相对稳定。2024 年，新能源公告车型中充电式、换电式、氢燃料电池货车占比分别为 78%、18% 和 4%。

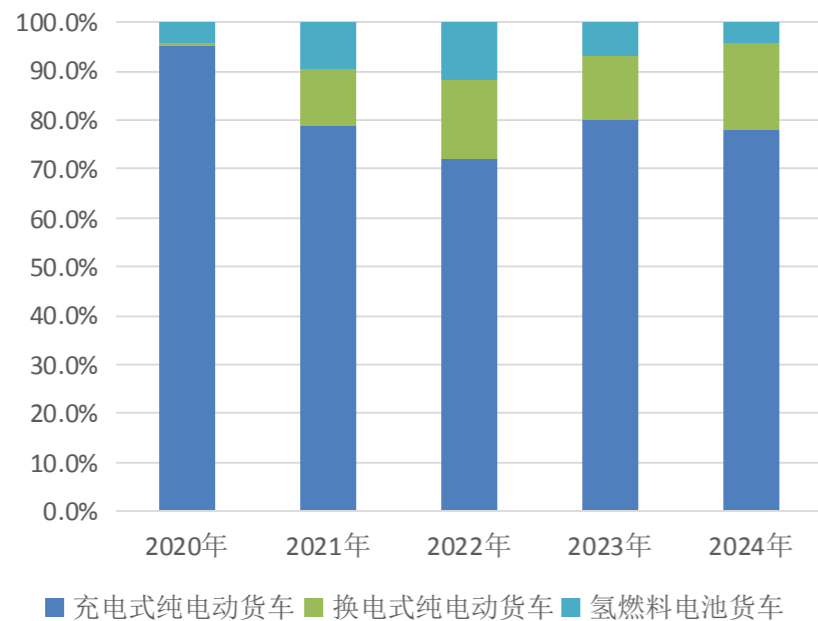


图 3-14 2020—2024 年各动力形式车型占比

●纯电动货车车型分析

2024 年，新能源货车市场延续了近年来向长续航、轻型化和高能量密度方向发展的趋势，呈现出在续航能力、整车整备质量和动力蓄电池组能量密度等方面的不同特点。纯电动货车的续航能力主要集中在 200—300 公里区间，占比 42.51%，占比第二的是 300—400 公里区间，比例为 28.16%，续航能力大于 500 公里的车型占比为 5.6%，有所增长。整车整备质量方面，2024 年 3 吨及以下和 8—14 吨的车型占主导地位，分别占比 29.02% 和 30.17%，14 吨及以上车型占比 16.70%。在动力蓄电池组能量密度方面，0.124—0.164 千瓦时 / 千克区间占比最大，达 72.08%，显示出高能量密度车型的持续增长，而能量密度大于 0.164 千瓦时 / 千克的车型占比为 1.29%。

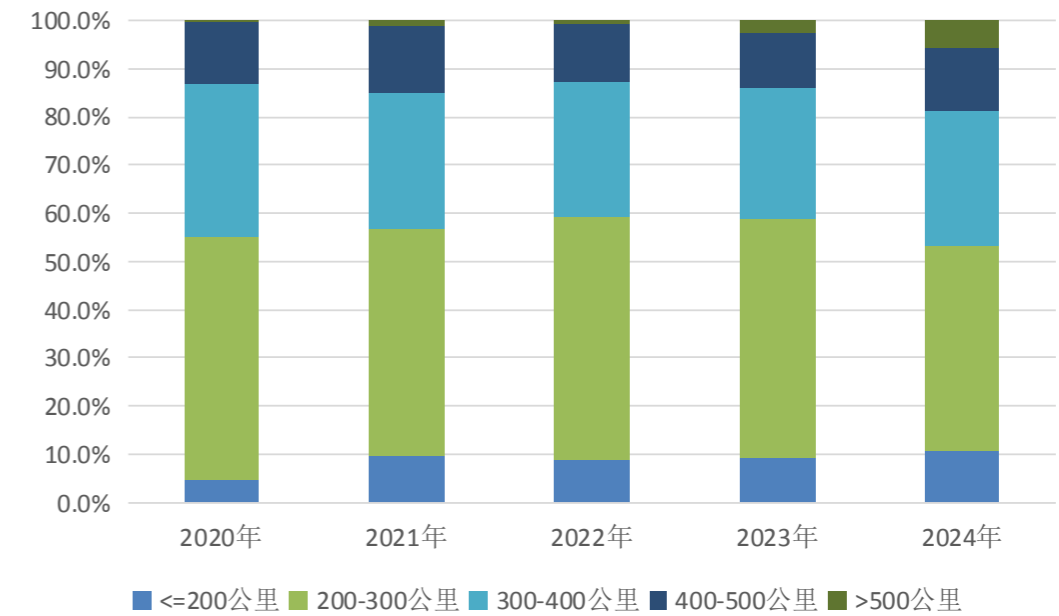


图 3-15 2020—2024 年纯电货车续航能力分布情况

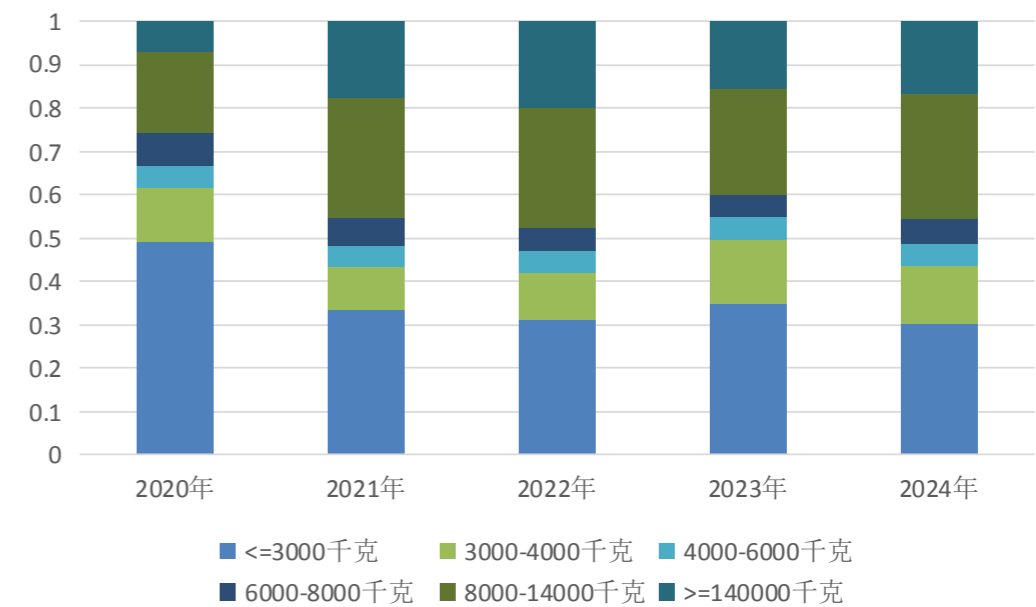


图 3-16 2020—2024 年纯电货车整车整备质量分布情况

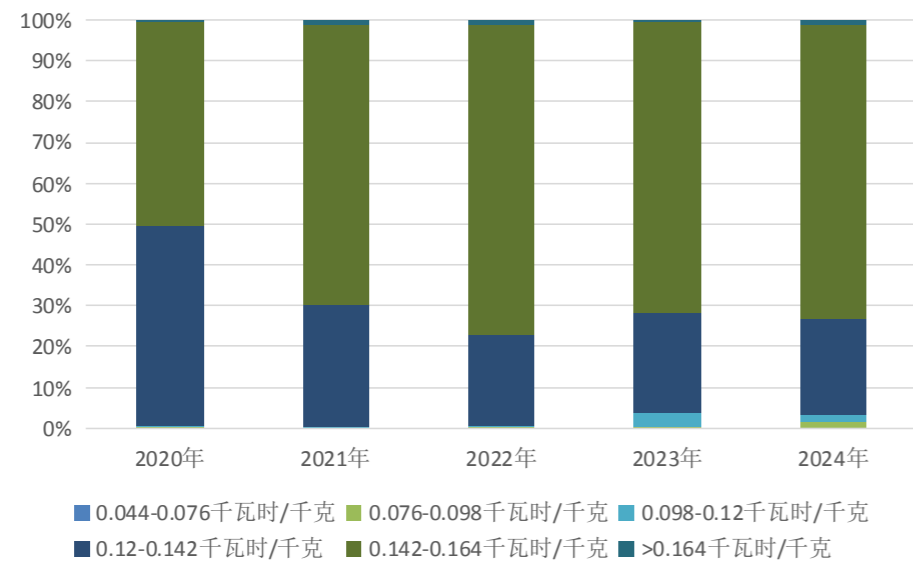


图 3-17 2020—2024 年纯电货车能量密分布情况

● 燃料电池货车车型分析

过去五年，新能源燃料电池货车的续航能力和整车整备质量呈现出明显的变化趋势。续航能力主要集中在 300—400 公里和 400—500 公里区间，且大于 500 公里的车型逐渐增多。动力电池组能量密度逐步提高，高能量密度的车型比例持续增加。2024 年，新能源燃料电池货车的续航能力主要集中在 300—400 公里和 400—500 公里区间，分别占比 44.44% 和 37.75%，续航能力大于 500 公里的车型占比为 20.63%。整车整备质量方面，8—14 吨的车型依然占据主导地位，2024 年占比 63.72%，3—4 吨车型占比为 20.63%，大于 14 吨车型占比为 12.24%。

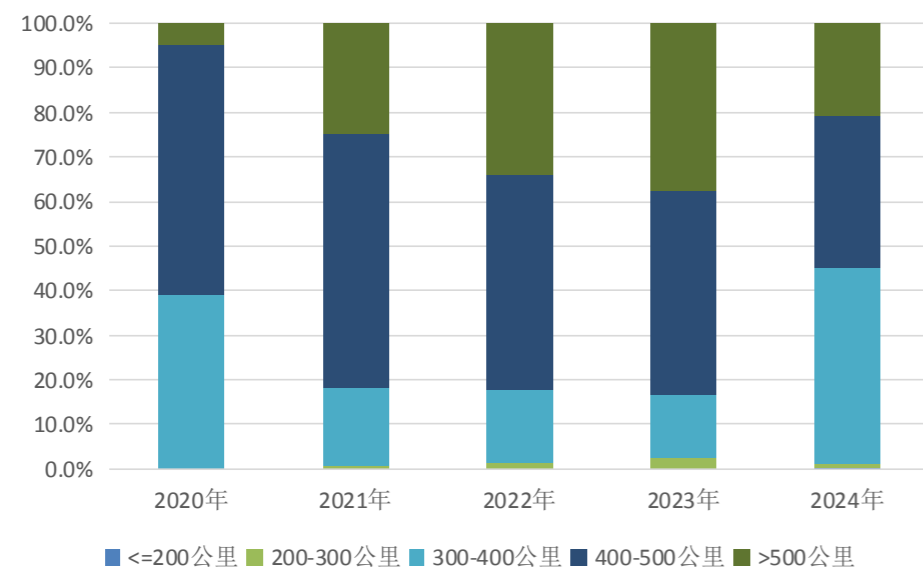


图 3-18 2020—2024 年燃料电池货车续航能力分布情况

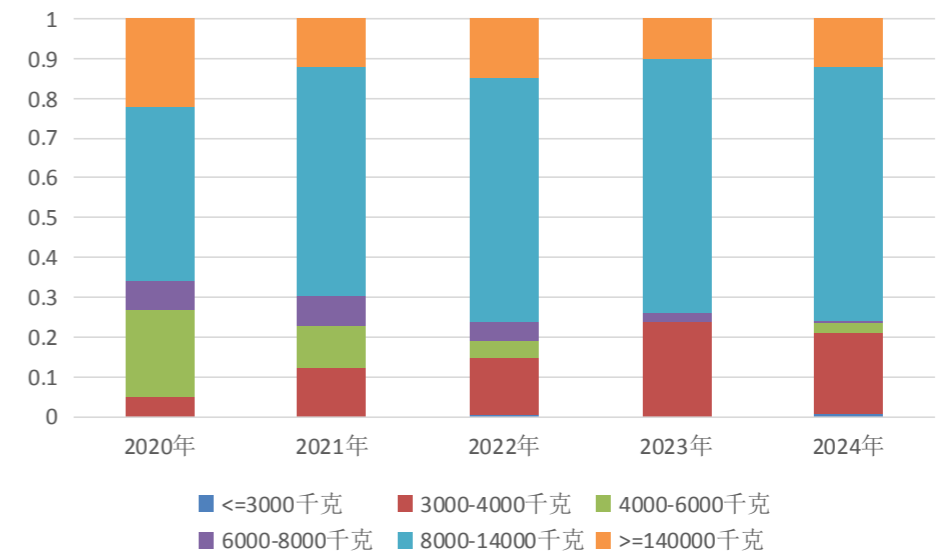


图 3-19 2020—2024 年燃料电池货车整车整备质量分布情况

3.3.2 新能源货车不同指标下的数量分布

不同整备质量的新能源货车指标分布存在较大差异，因此将新能源货车按照整备质量分为 3.5 吨以下、3.5—12 吨和 12 吨以上三个区间，分别分析不同质量区间内相应指标的数量分布以及变化趋势。

过去五年，整备质量小于 3.5 吨的纯电动货车中，续航能力主要集中在 200—300 公里区间，占比逐年下降，从 61% 降至 47%；200—300 公里续航能力的货车占比逐年下降，超过 500 公里的货车比例逐年上升。整备质量在 3.5 吨到 12 吨区间的纯电动货车中，续航能力主要集中在 200—400 公里之间，且占比变化幅度较小，整体保持在 70%—80% 之间。整备质量大于 12 吨的纯电动货车中，200—300 公里续航能力的货车占比逐年增大，在 2023 年和 2024 年稳定在 52% 左右。

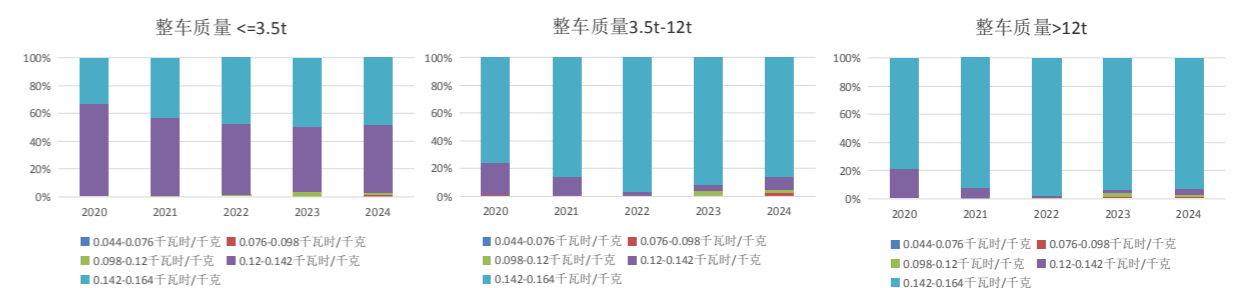


图 3-20 2020—2024 年不同整备质量区间的纯电动货车续航能力分布情况

过去五年，各质量段车型的平均电池能量密度逐渐增大。2024 年，整备质量小于或等于 3.5 吨的货车能量密度主要在 0.12—0.142 千瓦时 / 千克和 0.142—0.164 千瓦时 / 千克；整备质量在 3.5—12 吨和整备质量大于 12 吨的纯电动货车中，绝大多数车型的能量密度为 0.142—0.164 千瓦时 / 千克。

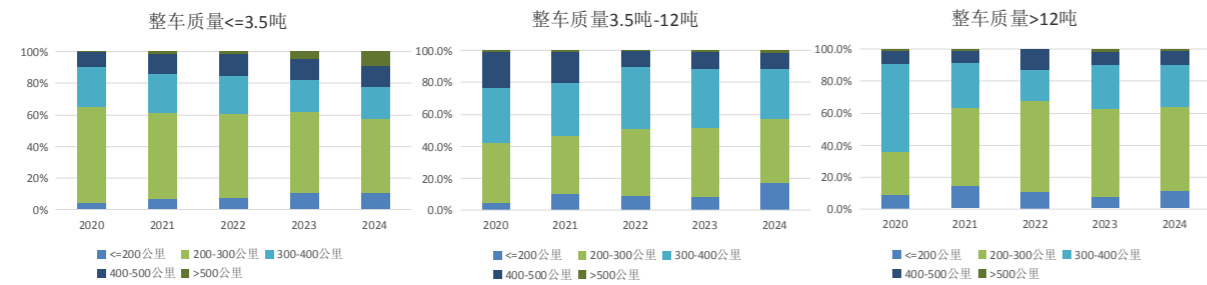


图 3-21 2020—2024 年不同整备质量区间的纯电动货车能量密度分布情况

过去五年，整备质量小于 3.5 吨的纯电动货车中，厢式运输车占比最大，均在 40% 左右。整备质量在 3.5—12 吨区间的纯电动货车中，市政车和垃圾车占比较高，且变化不大；其中牵引车的比例有所上升。整备质量大于 12 吨的纯电动货车中，市政车占比逐年减少，从 2020 年的 46% 下降至 2024 年的 20%；同时，自卸货车的占比有所增加，从 2020 年的 13% 上升至 2024 年的 31%。

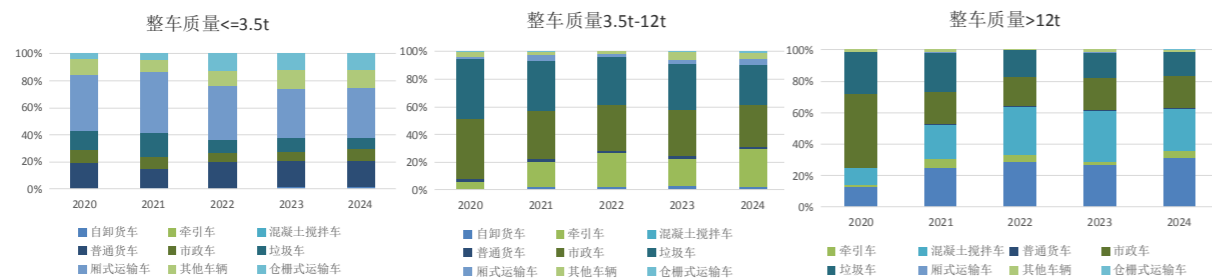


图 3-22 2020—2024 年不同整备质量区间的纯电动货车车型分布情况

过去五年，整备质量小于 3.5 吨的氢燃料电池货车已公告车型中，续航能力大多集中在 400—500 公里区间，并逐年增多。整备质量在 3.5—12 吨区间的氢燃料电池货车中，续航能力大于 500 公里的货车占比逐年增加，在 2024 年有所减少，2024 年占比达 20%，较 2023 年下降 19 个百分点。整备质量大于 12 吨的氢燃料电池货车中，续航能力在 300—400 公里和 400—500 公里的货车占据主流，2024 年合计占比达到 88%。

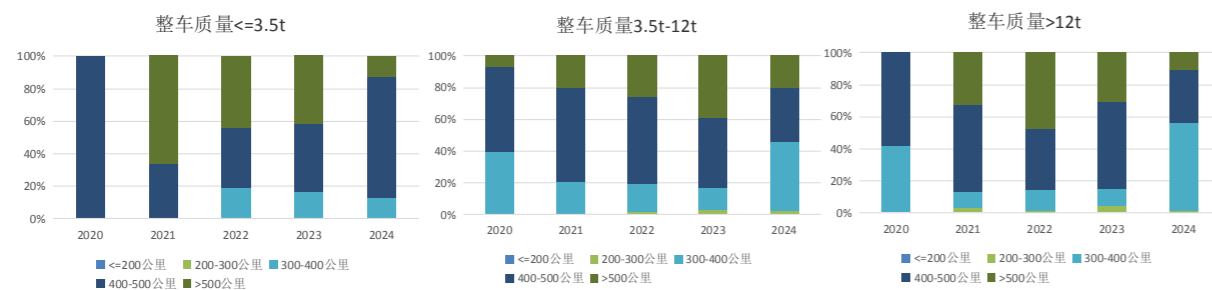


图 3-23 2020—2024 年不同整备质量区间的氢燃料电池货车续航能力分布情况

过去五年，整备质量小于 3.5 吨的氢燃料电池货车已公告车型中，厢式运输车占比最大，到 2024 年占比为 60%。整备质量在 3.5—12 吨区间的氢燃料电池货车中，牵引车占比逐年增多，到 2024 年占比达 47%。整备质量大于 12 吨区间的氢燃料电池货车，在 2020 年主要以牵引车和厢式运输车为主，到 2024 年，车辆用途逐渐丰富，自卸货车、牵引车、市政车、混凝土搅拌车占比分别为 31%、23%、23%、14%。

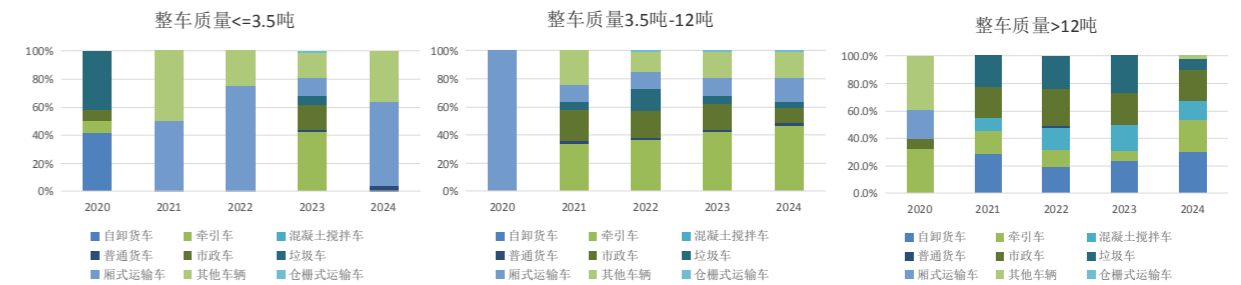


图 3-24 2020—2024 年不同整备质量区间的氢燃料电池货车车型分布情况

3.4 2024 年零排放重型货车综合成本

本节主要关注目前经济性表现较好的纯电动重型货车的全生命周期综合成本，就其中的主要变量进行分析，并通过深莞惠、海南、榆林三个地区的实际案例对比充电、换电、氢燃料电池和传统柴油重型货车的全生命周期总拥有成本（TCO）。

3.4.1 纯电动重型货车综合成本

随着相关政策的持续支持、电池技术的进步及规模化生产效应的显现，纯电动重型货车的综合成本呈现出稳步下降的趋势。纯电动重型货车全生命周期综合成本的构成以及各场景使用的参数如下表所示，其中，购置成本与补能费用是影响电动重卡经济性的主要可变因素，相较之下，其他如维修、保险等成本项波动空间较小，故本节主要从车辆购置成本、车辆电耗、补能电价三个维度来分析纯电动重卡的经济性趋势：

表 3-3 零排放货车综合成本框架

车型	纯电动货车	传统燃油车
购置成本	车 + 电池	车 + 购置税
运营成本	补能费用	柴油 + 尿素
	服务费用	
	保险费用	车
	维修费用	维修费
	时间成本*	司机工资
通行费用	通行费	通行费

* 时间成本由货车司机的时薪乘以司机工作时间得到。司机工作时间包含车辆行驶时间、装货时间、补能排队

时间、前往补能设施的绕路时间、补能用时。

●车辆购置成本

2024 年，电动重卡售价大幅下滑，单车半年内降价高达 20 万。一方面是由于电池降本带动电动重卡售价下降，另一方面是由于企业为率先抢占电动重卡市场陷入激烈的价格竞争。2024 年底到 2025 年初，部分主机厂已提出每辆电动重卡涨价 1 万—2 万元，以拒绝低价竞争、推动行业健康发展。

自 2021 年起，电动重卡价格走势从百万元以上降至 2024 年的 40 万—50 元万区间，有的甚至低至 30 多万元，价格一路走低。电池占整车成本的比例也从 50% 以上降至 40% 左右，电池价格的下跌直接带动整车价格的下滑。2024 年，动力电池单度价格已经从 1,200 元的高点跌至 600 元左右¹⁸。

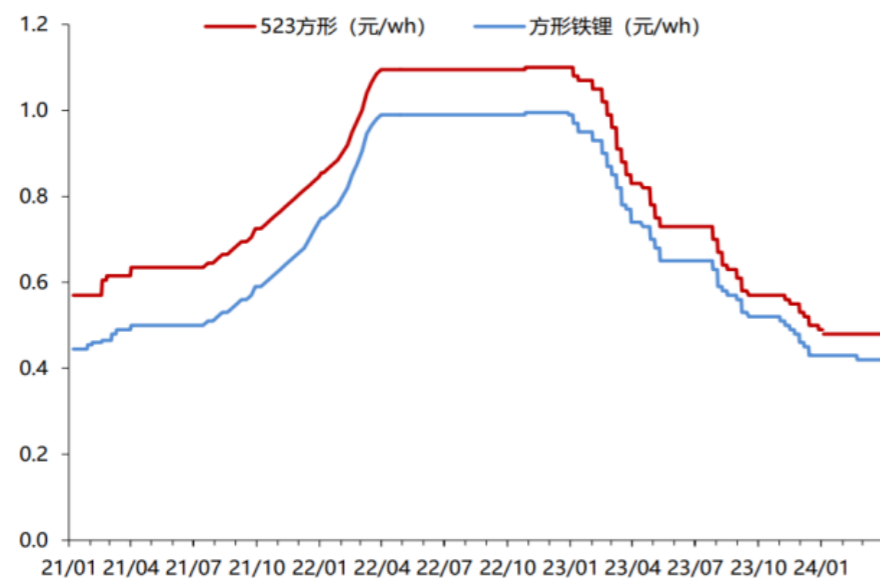


图 3-25 国内三元电芯及铁锂电芯均价变化（含税）¹⁹

●耗电量

根据《中国新能源汽车大数据研究报告》，纯电动重型物流车总体能耗在 2021 年显著降低后呈现逐年增长趋势，重型物流车百公里能耗由 2020 年的 233.4 千瓦时降低至 2021 年的 181.6 千瓦时，随后逐年回升至 2023 年的 232 千瓦时，2021—2023 年增幅达到 27.8%。通过对比上述统计数据和本章节提及的相关案例情况，可以看到，车辆的耗电量水平随车辆应用场景、车辆技术水平、驾驶习惯、运行环境等存在较大差异。

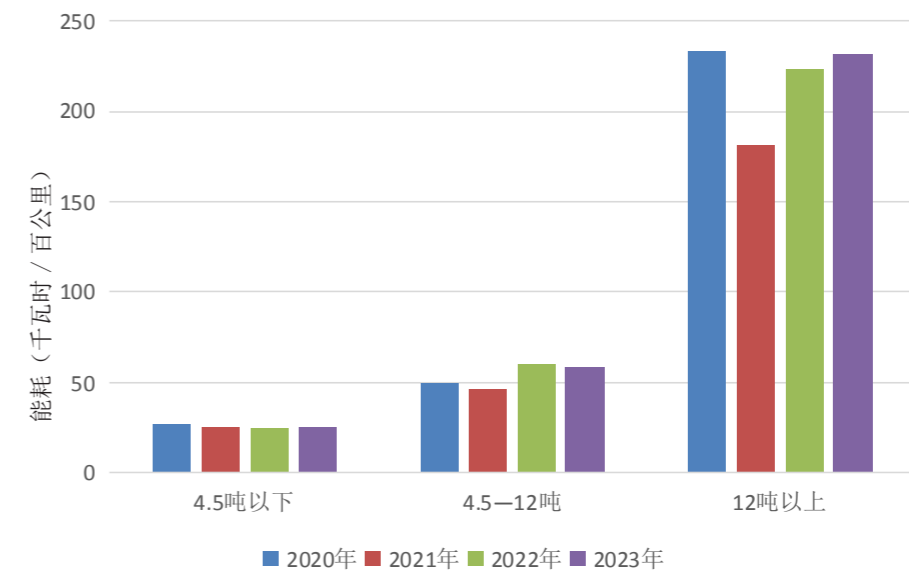


图 3-26 2021—2023 年纯电动物流车能耗均值

●能源价格

电动重卡购置成本仍高于柴油重卡，运营阶段较低的能源成本是摊平电动重卡长期成本、影响经济性的关键因素。然而，在实际分析中，报告发现重卡充电价格并不像传统能源价格一样相对统一且易于比较，并且数据可得性面临挑战。首先，不同地区的电价及充电服务费标准存在差异，即使是同一省份内部，各城市甚至不同类型园区的电价也可能不同。其次，重卡使用的充电场景复杂多样，包括高速公路服务区、物流园区、矿区、港口及企业自建充电桩等。许多场景下的电价往往由运营方与电网协商确定，存在“非公开协议价”，难以通过地域性统一电价进行统计与估算。此外，波峰、波谷及平段价格结构也进一步增加了对比难度，需要了解重卡不同时段电价的使用比例以获得能源价格的加权均值。

目前报告通过重卡实践案例的 TCO 分析，初步掌握了部分地区的充电价格，如海南约为 1.15 元/度，深莞惠地区约 1 元/度，陕西榆林为 0.8 元/度，广东约为 0.85 元/度，唐山和三河约为 1 元/度。这些数据虽然为经济性分析提供了参考，但仍无法支撑全国范围或年度趋势的系统性分析。

因此，报告认为，未来有必要针对重卡充电电价进行更广泛的数据采集与研究，明确不同场景、地区和时段的电价体系，构建更具代表性的电动重卡能耗成本模型，从而更科学地评估其经济性趋势和推广潜力。

3.4.2 深莞惠试点 TCO

深莞惠试点项目涵盖了 10 个运输场景，分别涉及不同类型的货物、企业和运输线路。各试点的主要任务包括从盐田港、东莞、深圳等地的仓库至多个工厂、港口等目的地的货物运输，平均载重从 8 吨到 28 吨不等，单次运输距离从 21 公里到 273 公里不等。试点中的电池容量大多为 282 千瓦时或 350 千瓦时，补能方式主要为充电模式，同时部分场景采用了换电模式。项目旨在通过对这些实际运营场景的综合分析，评估不同补能方式下的 TCO 情况。

表 3-4 深莞惠试点实际应用场景信息²⁰

场景	线路	企业	货物种类	平均载重 (吨)	平均运输距离 (公里)	充换电方式	电池容量 (千瓦时)
场景 1	盐田港码头至佛山顺德工厂	超时代物流有限公司	快销品	10	140	充电	350
场景 2	龙华铭可物流园达到机场保税区	潍柴智科	电子产品	8	63	充电	350
场景 3	凤岗仓库到盐田港	铭欣物流	海外大宗电商货物	13.7	95	充电	282
场景 4	往返于东莞、惠州、深圳宝安仓库工厂与盐田港之间	启航物流有限公司	家具	12	237	充电	355
场景 5	往返于东莞沙田与蛇口码头、虎门保税区之间	东莞港湾供应链	家具	20	85.3	充电	282
场景 6	东勤仓库到永和工厂	翔跃物流有限公司	糖果及原料	9.3	100	充电	282
场景 7	往返于东莞一厂、东莞总厂、东莞三厂、东莞五厂之间	地上铁车服网络	糖果及食品原料	9	21	充电	141
场景 8	往返于都杨电厂与中材水泥或清州水泥与业成矿场之间	云浮市骏鹏新能源科技有限公司	矿渣或土渣	27	273	换电	282
场景 9	往返于南沙工厂与南沙保税区之间	/	进出口电商货物	20	33.9	充电	282
场景 10	往返于鹤山矿场到开平码	/	渣土砂石	28	245	换电	282 / 350

以 5 年为一个完整的使用寿命测算，基于深莞惠地区试点项目的数据分析，电动重卡与柴油重卡在不同应用场景下的全生命周期成本 (TCO) 存在差异。在年行驶里程较高的场景中，电动重卡的 TCO 优势凸显，甚至能与柴油重卡持平或更具经济性。例如：场景 1 的集疏港运输，电动重卡与柴油重卡 TCO 比值为 101.2%，二者成本基本相当；场景 8 的大宗短驳运输，电动重卡的 TCO 比柴油重卡低 25 万—40 万元。然而，在短途或年行驶里程较低场景中，电动重卡的经济性优势减弱。例如场景 7 的工厂短驳运输，由于年行驶里程仅约 0.7 万公里，电动重卡与柴油重卡 TCO 比值达到 111.6%。

数据显示，电动重卡的经济性受诸多因素左右，其中车辆购置成本、电池容量、充电及油费支出、年行驶里程和怠速状态的影响尤为显著。电动重卡在能源消耗和维护成本方面表现出色，相对较低，但前期的购置成本却偏高。进一步分析可知，年行驶里程对电动重卡的单公里运营成本影响极大。行驶里程越长，其单公里运营成本优势就越突出。以集疏港运输（如场景 1）以及大宗短驳运输（如场景 8、场景 10）等场景为例，电动重卡的全生命周期成本 (TCO) 在第五年能够与柴油车持平，甚至比柴油车更具优势。

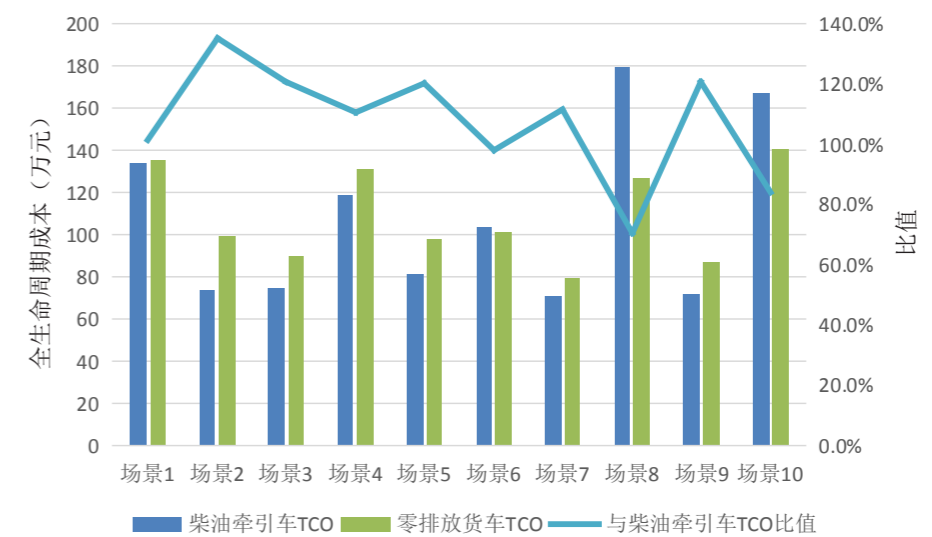


图 3-27 深莞惠试点各场景全生命周期成本与 TCO 比值对比图¹⁸

3.4.3 海南试点 TCO

海南试点分别位于洋浦港的小铲滩集装箱码头和华生、鑫海两家水泥厂，均有当地的物流企业负责项目的运输运营工作。海南试点通过偏置码头牵引车和混凝土搅拌车两种情景，对不同燃料类型的重型货车进行对比，包括柴油、LNG、纯电动和氢燃料电池车辆。同时，在试点中，对换电重卡采用了整车购买和电池租赁 (BaaS) 两种不同的购车模式，为成本分析提供了更全面的视角。

表 3-5 海南试点实际应用场景信息²¹

场景	情景	燃料类型	单次里程 (公里)	每日趟数 (次)	制造商	燃料存储
场景 1	偏置码头牵引车	柴油重卡	0.5—1	100—150	重汽	300 升
		换电重卡			三一	141 千瓦时
		换电重卡—BaaS			三一	141 千瓦时
		LNG 重卡			重汽	450 升
场景 2	水泥厂混凝土搅拌车	柴油重卡	20—60	10—20	三一	300 升
		换电重卡			三一	282 千瓦时
		换电重卡—BaaS			三一	282 千瓦时
		LNG 重卡			三一	600 升
		燃料电池重卡			三一	40 千克氢气 + 127 千瓦时

在海南试点中，与柴油货车相比，采用 BaaS 模式购买的换电货车在港口内运输成本上降低了 10%，在混凝土运输成本上降低了 17%，而在非 BaaS 购买模式下，纯电动货车在港口运输成本上同样能降低 10%，但混凝土运输成本的降低幅度为 15%，略逊于 BaaS 模式。需要注意的是，BaaS 模式下车主通过租赁电池而非购买电池，将部分投资成本转移到运营成本中，从而显著降低了购置成本，这也使消费者倾向于选择购买纯电动货车。

从海南试点的结果来看，具备换电功能的纯电动货车在两种应用场景下均表现出更低的车辆 TCO 和更高的每公里运营净利润，较柴油和 LNG 货车更具经济优势。通过 BaaS 模式购买换电电动货车能够显著降低前期购置成本，缓解电动货车较高购车价格所带来的经济压力，并为车队带来更高的经济收益，而燃料电池货车与柴油货车相比，其 TCO 差距依然较大，主要原因在于补能成本较高。要缩小这一差距，需进一步降低燃料电池车辆成本及氢燃料的价格。

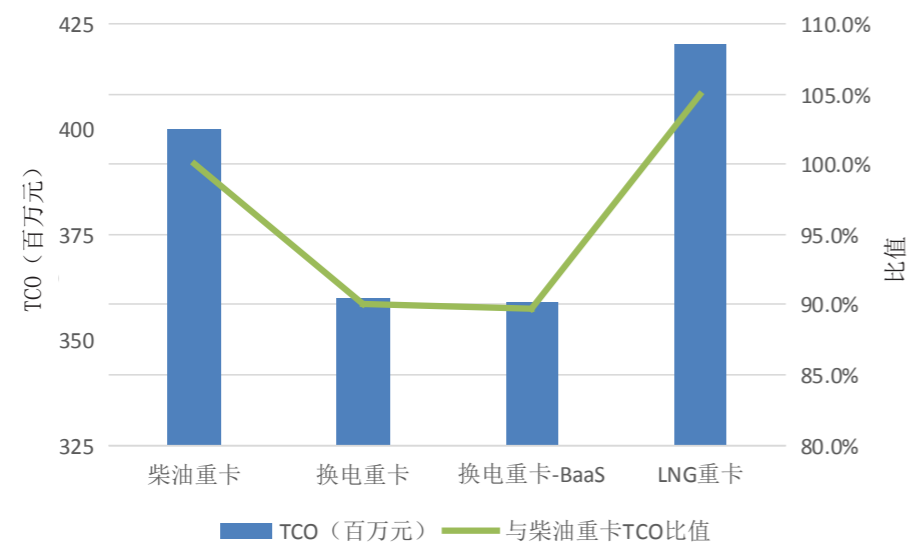


图 3-28 海南省偏置码头牵引车的车辆 TCO 对比图

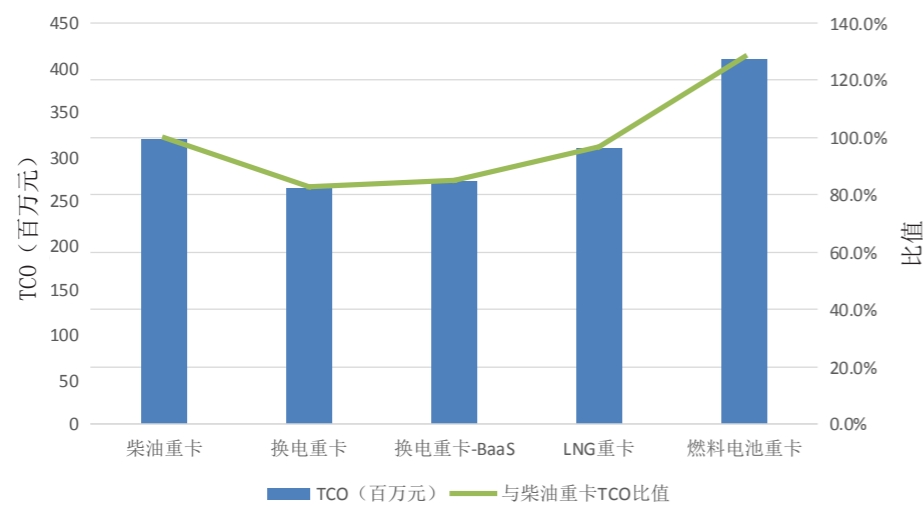


图 3-29 海南省混凝土搅拌车的车辆 TCO 对比图

3.4.4 榆林试点 TCO

榆林试点位于陕西省榆林市杨伙盘煤矿，由杨伙盘煤矿自有车队负责项目的运输运营工作。榆林试点通过设置“从煤矿到电厂”和“从煤矿到铁路货运场站”两种情景对柴油重卡和换电重卡进行了综合成本对比，同时将换电重卡分为整车购买和电池租赁（BaaS 模式）两种购车方式。

表 3-6 榆林试点实际应用场景信息²²

场景	情景	燃料类型	单次里程 (公里)	每日趟数 (次)	制造商	燃料存储
场景 1	从煤矿至电厂	柴油重卡	7.5	25—30	一汽	600 升
		换电重卡			吉利	282 千瓦时
		换电重卡—BaaS			吉利	282 千瓦时
场景 2	从煤矿运输至铁路货运场站或其他煤炭购买方	柴油重卡	95	4—6	一汽	300 升
		换电重卡			吉利	282 千瓦时
		换电重卡—BaaS			吉利	282 千瓦时

与柴油货车相比，杨伙盘煤矿车队使用的纯电动换电货车在 TCO 方面具有优势。在电厂运输情景下，换电货车的 TCO 比柴油货车低 5%，但含电池整车模式下则高出 2%。在货站运输情景下，换电货车和整车模式的纯电动货车 TCO 均比柴油货车低 8%。通过“电池即服务”（BaaS）模式，纯电动货车能降低前期购车成本，尽管后期能源成本较高。然而，由于电池重量影响有效负载，纯电动货车的单位货运周转量成本高于柴油货车。电厂运输中，BaaS 模式下纯电动货车的单位成本比柴油货车高 5%，而整车模式则高出 15%。

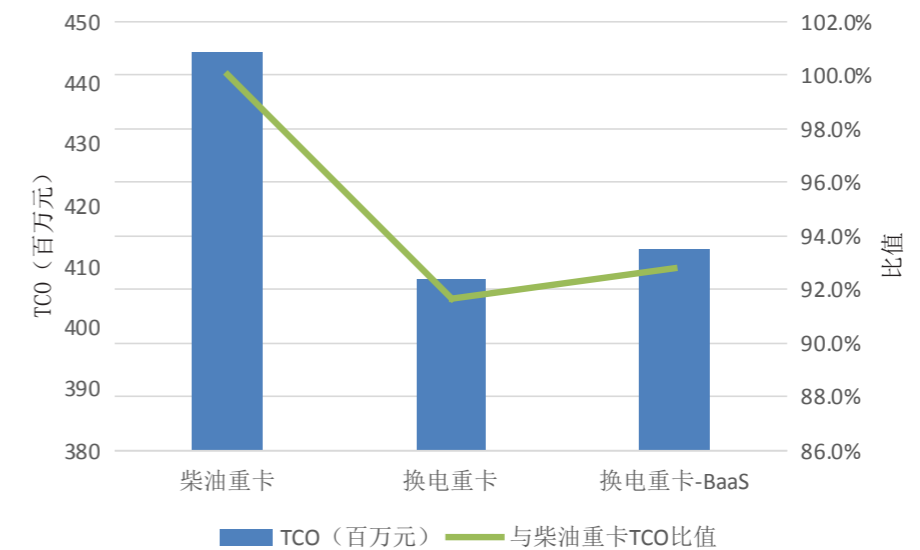
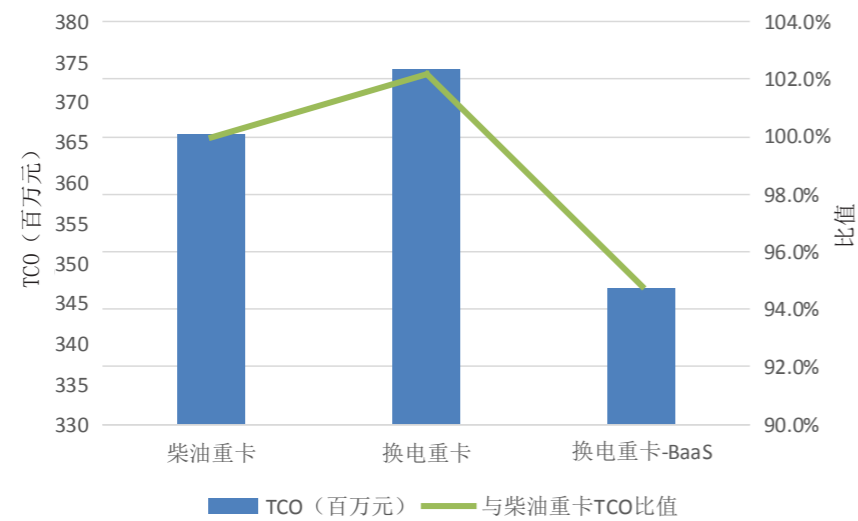


图 3-30 电厂运输场景 TCO 情况²⁰

图 3-31 货站运输场景 TCO 情况²⁰

从试点数据来看，电动重卡（尤其是换电模式）在短途、高频次的运输任务中表现出较强的经济性优势，特别是在基础设施完善和车辆年行驶里程较长的情况下，电动重卡能有效降低 TCO。氢燃料电池重卡的高购车和补能成本使其在现阶段不具备与电动重卡竞争的优势。传统柴油重卡在短期内依然具有成本优势，但随着环保法规的收紧和能源成本的波动，其竞争力将逐渐下降。

国际零排放货车 TCO 平价时间

根据 ICCT 测算，在美国，电动货车将于 2027—2030 年达到与柴油汽车相同的成本，到 2030 年，氢燃料电池和氢气内燃机卡车总拥有成本和运营成本将分别比柴油卡车高出 25% 和 50%。氢燃料成本是造成这一行为的主要因素，据估计，到 2030 年，美国的绿色氢燃料价格为 9.00—11.00 美元/千克，其中包括《减少通货膨胀法》中的税收补贴。未来十年，氢燃料电池卡车要与柴油卡车具有成本竞争力，绿色氢的价格需为每千克 5.00—7.00 美元²³。

根据 ICCT 报告的估算，在欧盟，中型和轻型电动卡车成本已经与柴油汽车相当。对于重型长途卡车，电池电动动力系统将在 2025 年至 2026 年期间达到与柴油相同的成本。预计到 2035 年，氢燃料电池动力系统将与柴油卡车具有成本竞争力。对于中型和轻型城市卡车，氢燃料电池动力系统预计到 2030 年将达到与柴油卡车相同的成本，从长远来看，燃料电池卡车的成本将比电池电动卡车高 10%—20%²⁴。

参考文献

- 1 瑞浦兰钧升至第三绿控 / 特百佳居前二 2024 年重卡电池电机配套看点 _ 车家号 _ 发现车生活 _ 汽车之家, [2025-02-08]. <https://chejiahao.autohome.com.cn/info/19214803>.
- 2 有黑马? ! 2024 年 1-8 月新能源重卡电池、电机纵览 [EB/OL]. [2024-10-10]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ikw9enAj5p-AMTJkRg7qRw>.
- 3 戴姆勒卡车 IAA2024: 聚焦碳中和长途运输未来 _ 行业资讯 _ 第一工程机械网, [2024-09-16]. <https://news.d1cm.com/20240917167662.shtml>.
- 4 热点观察: 各方势力“血战”电动重卡 [EB/OL]. [2024-09-11]. <https://mp.weixin.qq.com/s/-nDkO4m4RlwqfZD0e2HHvA>.
- 5 中国汽车工程学会, [2025-02-28]. <https://www.sae-china.org/news/society/202010/3957.html>.
- 6 王紫星. 我国氢燃料电池重卡发展情况浅析 [J]. 当代石油石化, 2024, 32(11): 22-24+30. DOI:10.20132/j.cnki.ddsysh.2024.11.005.
- 7 许彪, 李明. 燃料电池商用车供氢系统发展趋势与研究 [J]. 汽车实用技术, 2025, 50(01): 147-150. DOI:10.16638/j.cnki.1671-7988.2025.001.030.
- 8 首批 40 台氢燃料电池轻卡交付 [EB/OL]. [2024-06-14]. https://mp.weixin.qq.com/s/HN_hfd14XV3dbNGslGB9cA.
- 9 氢能在交通领域的应用及燃料电池汽车成本分析 [EB/OL]. [2024-12-09]. <https://mp.weixin.qq.com/s/wrTcO0MrQ5B1ObALfhqA3A>.
- 10 商用车交强险上险数据 .
- 11 2024 年销 82723 辆! 12 月销 15360 辆! 徐工夺得年冠! [EB/OL]. [2025-01-15]. https://mp.weixin.qq.com/s/U7aQ4F_q9r9cVF1bERr0wA.
- 12 2024 年欧洲商用车 (包括轻型商用车、卡车和客车) 注册数据分析 [EB/OL]. [2025-03-10]. https://mp.weixin.qq.com/s/1VqYpc_1kGCF5NyC-KHdUg.
- 13 2024 年新能源重卡销 82723 辆 “城市” 战绩” 分析 [EB/OL]. 盖世汽车资讯, [2025-01-21]. <https://auto.gasgoo.com/news/202501/22170416942C501.shtml>.
- 14 三一、徐工争冠 一汽季军 宇通、重汽进前五 2024 年充电重卡销 49115 辆 [EB/OL]. [2025-01-31]. https://mp.weixin.qq.com/s/nl_7zhZpgd3TqobwAojiJg.
- 15 徐工双冠 重汽、一汽进前三 柳汽暴增 2024 年换电重卡销 28798 辆 [EB/OL]. [2025-01-23]. <https://mp.weixin.qq.com/s/j-W3AI47mbL7qkFtkJeWhA>.
- 16 宇通“双冠”! 陕汽 / 东风柳汽居前三: 2024 年燃料电池销量看点 [EB/OL]. [2025-01-24]. <https://mp.weixin.qq.com/s/AZ3tQRelopv10XFdlNwf0A>.
- 17 徐工双冠 重汽、一汽进前三 柳汽暴增 2024 年换电重卡销 28798 辆 [EB/OL]. [2025-01-23]. <https://mp.weixin.qq.com/s/j-W3AI47mbL7qkFtkJeWhA>.
- 18 电动重卡卷入“价格战”! 单车半年掉价 20 万! , [2024-10-28]. https://mp.weixin.qq.com/s/zExQya76iyT_xLP7mlh-pw.

- 19 电动重卡经济性提升需求高增，锂电空间进一步打开 [J]. 2024.
- 20 深莞惠电动重卡试点示范项目 [J]. 智慧货运中心, 2024.
- 21 零排放货车实际应用案例：中国海南省偏置码头牵引车和混凝土搅拌车 [J]. ICCT, 2024.
- 22 零排放货车实际应用案例：中国陕西省榆林市的煤炭运输货车 [J]. ICCT, 2024.
- 23 TCO-Alt-powertrain-long-haul-trucks-US-apr23.pdf, [2025-03-05]. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/04/tco-alt-powertrain-long-haul-trucks-us-apr23.pdf>.
- 24 A total cost of ownership comparison of truck, [2025-03-05]. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/11/ID-54-%E2%80%93-EU-HDV-TCO-paper-working-paper-28-A4-50145-v2.pdf>.

04

2023—2024 年 零排放货运补能基础设施建设与运营

- 4.1 充电基础设施现状
- 4.2 换电基础设施现状
- 4.3 氢能服务设施现状

4.1 充电基础设施现状

本节对充电基础设施的现状进行了介绍，重点聚焦于服务货车的充电基础设施，即城区内公共充电桩和高速公路沿线公用充电桩，主要包括全国充电基础设施的分布情况、大功率快充和车网协同两大技术的发展现状，以及运营商市场占有率和充电桩周转率等运营现状等。

4.1.1 建设现状

公共充电桩和私人充电桩是依据所有权、使用场景以及服务范围来划分的两类充电设施。公共充电桩由政府或企业负责建设与运营，面向社会车辆开放共享，具备广泛的覆盖性和通用性，其中又细分为面向全社会的公用充电桩，以及面向部分特定车辆的专用充电桩。与之不同，私人充电桩是个人或机构在自有场所安装的，仅供特定用户或车辆使用，突出专属性和便利性。在实际应用场景中，以城市物流和市政环卫领域的纯电动轻型货车为例，它们主要在物流场站、环卫站的自建专用充电站，以及市区的公用充电站补能。而纯电动重型货车当前的运输场景仍集中在封闭区域的短倒运输和公共道路的短途运输，其补能方式主要依赖物流场站、港口或工业园区内部的自建充电站。不过，随着纯电动重型货车续航能力的不断增加，以及充电基础设施的逐步完善，未来会有更多重型货车应用于干线长途运输场景，届时将在高速公路或国省干线公路沿线的快充、超充充电站补能。

根据中国充电联盟数据，2019年至2024年期间，中国充电基础设施的总保有量增长迅速，尤其是2023年和2024年，增长率分别为116.0%和49.1%，在2024年第一次突破了1,000万台。但1,281.8万台充电桩中超过70%（923.9万）是私人充电桩，只有不到30%（357.9万）是公共充电桩，而且私人充电桩的增长速度明显快于公共充电桩，这就导致了公共充电桩缺口较大的问题。仅计算公共桩比的话，由2023年的7.49下降到2024年的9.13，也就是九辆车用一台公共充电桩。

●公共充电基础设施总体情况及分布

2024年，公共充电桩建设仍保持稳定增速。截至2024年底，公共充电桩共计357.9万台，较2023年同期上涨31.3%¹。其中，交流充电桩仍占据市场主导地位，但市占比有所下降，也说明充电桩建设趋势逐渐向快充和超充倾斜。截至2024年12月，交流充电桩193.6万台，同比增长27.2%，占有公共充电桩的54.1%，市占比较2023年同期下降1.8个百分点。直流充电桩164.3万台，同比增长36.6%，占有公共充电桩的45.9%。

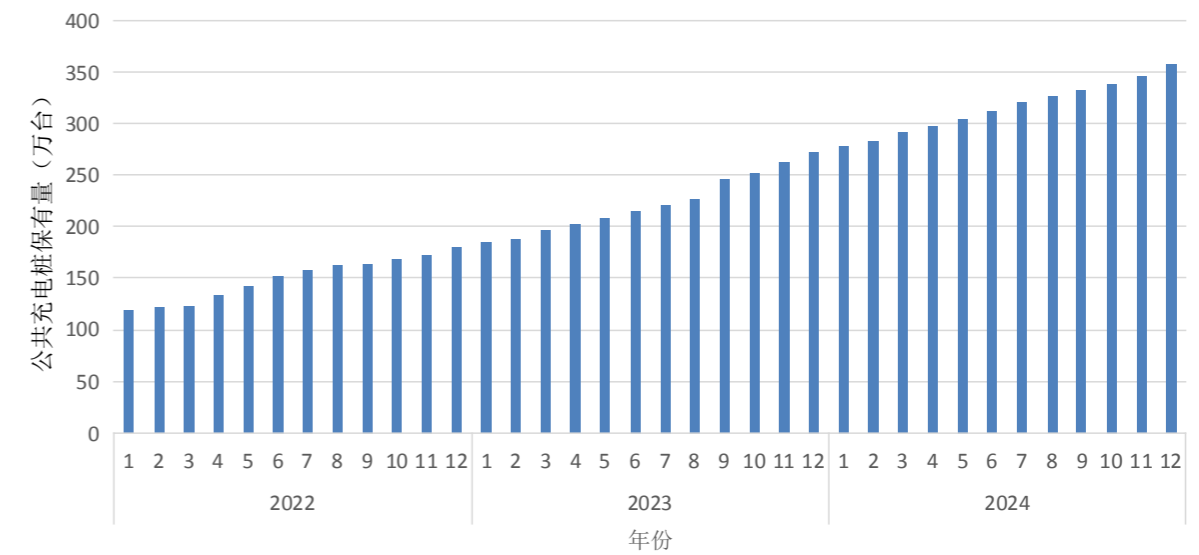


图 4-1 公共充电桩保有量^{1,2,4}

整体布局上呈现分布不均衡的特点，偏远地区和非主要物流路线的充电设施较为缺乏。截至2024年底，公共充电桩建设排名前十的地区公共桩占比达68.8%。排名前十的地区分别是广东、浙江、江苏、上海、山东、安徽、河南、湖北、四川、北京。西北、东北及内蒙古自治区的公共充电桩数量相比其他地区较少。

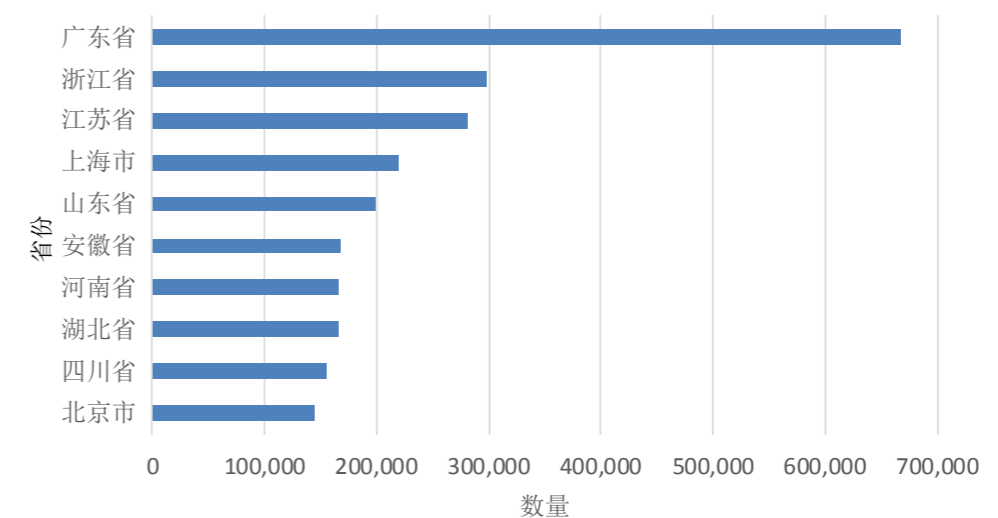


图 4-2 2024年公共充电桩排名前十省份及充电桩数量⁴

根据《中国电动商用车充电基础设施现状评估与2035发展目标及路径研究》³对2,481个商用车非高速沿线公共充电场站（即专用场站）的统计，物流场景下的专用场站占商用车专用场站总量的28%。物流场景中，重卡物流场景占19%。

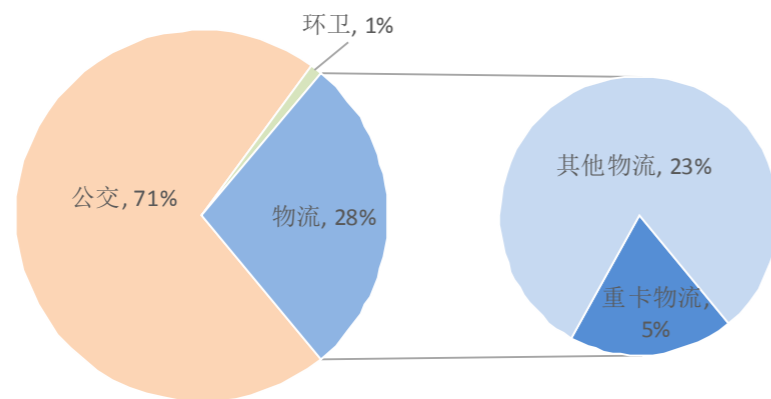
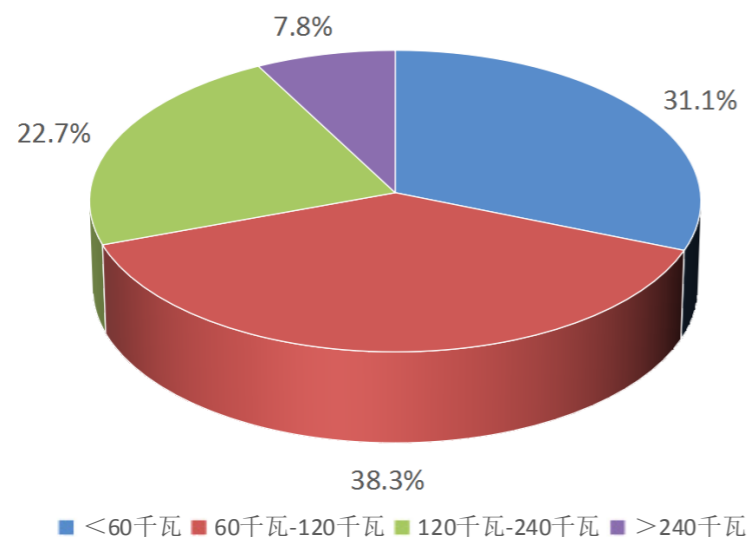


图 4-3 商用车公共场站场景分布

《中国电动商用车充电基础设施现状评估与 2035 发展目标及路径研究》³ 样本调查显示，商用车专用场站的充电桩功率普遍大于 120 千瓦，其中重卡充电桩的功率普遍大于 240 千瓦。截止到 2024 年 12 月底，60—240 千瓦充电设施建设占比 61.1%，超过 240 千瓦的充电桩占比为 7.8%⁴。此外，《2024 年中国主要城市充电基础设施监测报告》⁵ 显示，我国 36 座城市中心城区的直流公用桩占比从 2022 年的 61.8% 增加至 2023 年的 66.9%，总体增长 5.1 个百分点。

图 4-4 2024 年直流桩各功率段占比⁵

●公路沿线充电基础设施情况

高速公路沿线的充电基础设施对重型货车的干线中长途运输可以起到重要的支持作用。当前，充电重卡的补能设施布局相对集中于主要物流枢纽和国道沿线，尤其在大城市周边的运输密集区更为显著。整体布局呈现分布不均衡的特点，偏远地区和非主要物流路线的充电设施较为缺乏。2024 年，交通运输部印发《关于加快推进 2024 年公路服务区充电基础设施建设工作的通知》，计划 2024 年全国新增公路服务区充电桩 3,000 个、充电停车位 5,000 个。截至 2024 年 11 月底，全国高速公路服务区（含停车区）累计已建成充电桩 3.31 万个、充电停车位 4.93 万个，较 2023 年底

分别增加 1.21 万个、1.66 万个，已建设充电设施的高速公路服务区超过 5,800 个，覆盖率从 2023 年底的 85% 提升到 97%。除少数高海拔服务区外，基本实现了全覆盖⁶。

《2024 年中国主要城市充电基础设施监测报告》⁵ 显示直流桩在高速公路沿线继续保持绝对主体地位，部分高速公路直流桩占比进一步提升。长三角沪苏锡常区域的高速公路沿线直流公用桩占比由 96% 增长至 98%，珠三角广深莞区域保持 98% 不变，两者均保持高位。其中，沪苏锡常区域的江宜、常台、沪武高速直流桩占比增长较快，分别提升 4%、6%、4%。广深莞区域的广台高速直流桩占比增长较快，达到 11%。

近年来，高速公路沿线的充电基础设施建设持续推进，部分主要高速公路的直流充电桩占比达到 100%，且单位里程桩数保持稳定增长。例如，沈海高速的单位里程桩数从 2022 年的 0.21 台/公里增至 2023 年的 0.37 台/公里，同比增长 76%；长深高速从 0.28 台/公里增至 0.33 台/公里，同比增长 18%；京沪高速从 0.20 台/公里增至 0.33 台/公里，同比增长 65%。这一建设进展也与高速公路沿线的充电需求高度匹配。根据国家电网车联网平台统计，以上三条高速公路是 2025 年春节假期平台高速公路中充电量最多的，比上年同期分别增长 18%、43%、19%。

目前，干线运输场景中的充电基础设施建设网络尚不足以满足电动重卡的发展需求，不仅数量不足，功率配置也难以满足实际需要。截至 2024 年，全国高速公路沿线仅有约 1,500 个适用于重卡的高功率快充桩，占比远低于实际需求。且这些充电桩多为 120 千瓦的一机双枪设备，充电功率低，无法有效支撑电动重卡在长途运输中的快充需求，特别是无法满足兆瓦级别充电的要求。此外，布局的地域差异显著，东部和南部地区充电桩较为密集，但北方和西部地区的覆盖严重不足。这种布局的不均衡不仅影响了电动重卡在偏远地区的补能，还导致某些干线运输路段的补能困难。加之服务区的电力容量受限，无法支持兆瓦级充电设备的接入，进一步阻碍了充电网络的建设和扩展。此外，重要运输走廊上的合规土地资源十分紧缺，而服务区的场地审批流程冗长，导致充电站难以迅速落地并形成系统化的充电网络。为适应电动重卡的需求，服务区场地规划还需考虑重卡的高度、转弯半径等特殊需求，这使得场地设计更加复杂，进一步增加了建设难度。尽管兆瓦级快充设备的引入能够在满足同样充电需求的情况下节省场地空间，但场地的扩建仍需要较高的投入。

目前，国家已经在推动高速公路沿线超充站的建设。2023 年 6 月《国务院办公厅关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》中提到，新增高速公路服务区充电基础设施原则上应采用大功率充电技术。2024 年 6 月《交通运输部大规模设备更新行动方案》中提到，科学布局、适度超前建设公路沿线新能源车辆配套基础设施，探索超充站建设。一系列政策及地方规划将加速超充站的建设和发展。浙江、江苏、广东等省份已建设 600—800 千瓦的超充电站，尽量满足短时快充的需求。2023 年 5 月，南方电网在广西建成投运了首条重型卡车超级充电线路，该线路总长约 180 公里，共投运 3 座超级充电站。充电站采用 360 千瓦双枪直流超级快充充电桩，最高功率可达 360 千瓦。一辆电池容量为 282 千瓦时的电动重型卡车，在剩余 30% 电量情况下到站进行补电，约 40 分钟可充至满电⁷。2024 年以来，广东电网公司积极推动广东“超充之路”建设，改造升级 6 个高速公路服务区超充站，完成京港澳高速东莞至韶关段服务区的超充升级覆盖，已建成广州至粤东、西、北 3 条超充示范路，共 51 座超充站，涉及 31 对服务区⁸。同时，光储超级充电站也已经在省内服务区陆续投入使用，实现更快速的补能方式⁹。

表 4-1 充电桩类别¹⁶

充电桩分类	充电桩功率（千瓦）
慢充	≤ 22
快充	22—350
超充	>350
兆瓦级充电	≥ 1000

4.1.2 技术现状

大功率快充技术在电动重卡市场的应用正快速发展，尤其在长途运输和高频次物流场景中展现了广阔前景。目前，充电设备的输出电压范围已经扩展至 200—1,000 伏，充电功率达到 600—1,000 千瓦，部分设备甚至实现了单枪输出 1,000 安，大幅提升了充电效率。如苇渡电动推出了 960 千瓦双枪快充设备，锐捷智能能源推出的 3 兆瓦充电柜功率可达到 3,000 千瓦。这些技术进步显著缩短了重卡的充电时间，使其能够在较短时间内完成充电，提升了干线运输中的运营效率。

随着重卡电动化和兆瓦级快充规模的不断扩大，服务区电力负荷管理技术也在积极发展，以适应日益增长的充电需求。为应对高峰时段充电负荷的挑战，部分服务区已经采用光伏发电与储能设备（光储充一体化）技术，通过分布式能源系统优化电网负荷，并提升充电能力。这一技术模式在一定程度上缓解了电网压力，展现了其在高峰期电力供应中的潜力。此外，服务区的配电能力也在持续提升，目前的电网配电容量大多为 630—1,000 千伏安。尽管这一容量已能满足一定的充电需求，但随着电动重卡和高功率充电设施需求的增长，电网升级改造已成为关键任务。为支撑后续的充电需求，必须加强电网建设，特别是在重卡补能关键区域。为了进一步提升电网调度效率，正在逐步引入智能电网技术和区域性电力调度系统。这些系统能够有效调节电网负荷，确保在充电高峰时段合理分配电力，避免负荷过载或供电不足，并确保充电设施建设能够得到可靠的电力支撑。

技术标准方面，我国的充电标准尚不完善，尤其是安全性规范的缺失已成为电动重卡推广的主要障碍之一。尽管双枪和多枪充电模式在兆瓦级快充技术中表现出较好的兼容性和互操作性，但在接口设计、功率输出和冷却系统等方面仍缺乏统一规范，同时安全性标准的不足限制了设备在高压大功率场景下的可靠性。单枪兆瓦级充电设备的国家标准尚未启动，进一步阻碍了大功率快充技术的规模化应用，并加大了设备制造商的研发成本和用户的选择不确定性。这种行业标准的空白不仅影响了充电基础设施的系统化建设，还降低了用户对大功率充电设备的信任度。加速完善充电标准体系，尤其是强化安全规范和接口一致性，将有效降低设备成本、提高充电网络的效率和可靠性，从而推动电动重卡市场的快速发展。

充换电基础设施的另一大挑战和发展趋势是车网协同的试点突破与规模商用化。车网协同涉及电网企业、整车企业、充电设施企业、用户等多个环节，是一项复杂的系统工程。从推进难易程度和需求紧迫性来看，未来车网协同体系有望首先在“电网友好型”智能充电场站率先应用，重点解决大功率场站接入和参与电力市场交易的需求；其次是在进一步完善技术和模式后，小区和单位智能有序充电模式有望在“十四五”中后期实现推广应用；最后是 V2G 车网互动技术有望在“十四五”期间完成技术测试、标准制定与商用试点等准备工作，初步具备规模商用条件。

4.1.3 运营现状

公共充电桩运营企业市场集中度较高，排名前五的运营商分别为特来电、星星充电、云快充、小桔充电、蔚景云，所拥有的公共充电桩数量占总量的 65.4%。排名前五的运营商占总量的 86.8%。

表 4-2 公共充电桩 -TOP15 充电运营商及占比⁴

排名	充电运营商	数量（个）	占比（%）	累积占比（%）
1	特来电	708,622	19.80	19.80
2	星星充电	625,405	17.47	37.27
3	云快充	587,394	16.41	53.69
4	小桔充电	214,267	5.99	59.67
5	蔚景云	203,433	5.68	65.36
6	国家电网	196,484	5.49	70.85
7	南方电网	90,403	2.53	73.37
8	汇充电	89,184	2.49	75.86
9	深圳车电网	89,015	2.49	78.35
10	依威能源	77,977	2.18	80.53
11	万城万冲	54,275	1.52	82.05
12	蔚蓝快充	52,123	1.46	83.50
13	昆仑网电	47,357	1.32	84.83
14	均悦充	43,295	1.21	86.04
15	万马爱充	28,704	0.80	86.84

根据《2024 年中国主要城市充电基础设施检测报告》⁵，36 座城市 2023 年公用桩的平均时间利用率¹⁰、平均桩数利用率¹¹和平均周转率¹²分别为 11.0%、54.7% 和 3.0，平均充电时长为 55.0 分钟。其中，平均时间利用率不足 10% 的城市有 14 座，平均桩数利用率不足 50% 的城市有 12 座，平均周转率不足 3 的城市有 17 座。与 2022 年度相比，36 座城市公用桩的平均桩数利用率提高 3%，平均时间利用率和平均周转率小幅下降，分别降低 0.3% 和 0.2。深圳、武汉、合肥、上海等城市的多项效能指标均排在末位，与城市公用桩中直流占比偏低等因素有关，因为直流公用桩在平均时间利用率、平均桩数利用率、平均周转率等三项服务效能指标上均显著高于交流公用桩。

高速公路沿线目前主要配置直流桩，随着直流桩占比的增加，高速公路沿线充电桩利用率也在提升。以长三角地区为例，根据《中国新能源汽车大数据研究报告（2023）》¹³，2023 年长三

角沪苏锡常地区城际高速沿线 66 个充电站的单桩日周转率均值为 10.7 辆 / 桩 · 天，相较于 2022 年明显上升（9.4 辆 / 桩 · 天），充电桩的日均工作时长也呈现明显增长趋势。

欧美充电基础设施发展现状

截至目前，美国公共充电基础设施建设持续推进。根据美国能源部数据¹⁴，美国公共充电桩数量已突破 20 万个。其中，加利福尼亚州是充电基础设施最为密集的地区，拥有全美 25.6% 的公共充电桩，远超其他州。这与加州长期以来对新能源汽车产业的支持政策密不可分，例如严格的零排放汽车（ZEV）标准、购车补贴以及大规模的充电基础设施投资。此外，加州政府与企业合作，不断推动高速公路沿线和城市地区的快充网络建设。从充电设施的类型来看，美国公共充电桩中，交流充电桩仍占主导地位，占比达 74.3%，而直流充电桩占比为 25.7%。从功率看，美国 72.9% 的公共充电桩功率都小于 50 千瓦，但功率大于 350 千瓦的公共充电桩占比达到 4%，显示出美国对超级快充的推广成果。就车型来说，美国目前针对重卡的公共充电桩仅为 360 个。

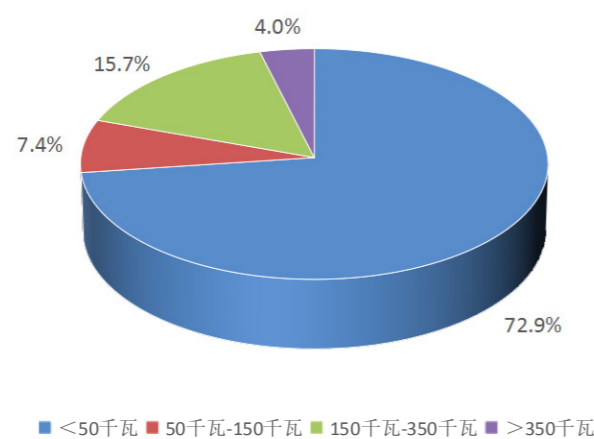


图 4-5 截至 2025 年 2 月美国公共充电桩功率占比

根据 ICCT 数据¹⁵，截至 2024 年底，欧洲公共充电点的数量已超过 95 万个，相较于 2023 年底的约 70 万个增长了 36%。其中，交流充电桩数量同比增长约 32%，而直流充电桩的增幅更为显著，达到 61%。目前，欧洲公共充电基础设施中，约 82% 为交流充电桩，18% 为直流充电桩。

在欧洲各国充电设施的增长情况中，电动汽车市场占比最高的是挪威，2024 年直流充电桩数量相比 2023 年激增 141%，增幅位居欧洲第一。意大利紧随其后，公共交流充电桩和直流充电桩的增幅分别达到 72% 和 76%。

从充电桩的普及程度来看，截至 2024 年 12 月底，欧洲平均每千辆乘用车和轻型

商用车对应 6.5 个 22 千瓦当量公共充电桩，远高于 2023 年底的 4.2 个。其中，挪威依然位居欧洲首位，每千辆车配备 43 个 22 千瓦当量公共充电桩，其后依次是冰岛（32 个）、丹麦（26 个）和瑞典（21 个）。相比之下，意大利和西班牙的这一数值仅为 2.7 个，明显低于欧洲平均水平。

美国和欧洲正在加快重卡充电网络的建设步伐，以推动电动重卡的广泛应用。2023 年，美国与欧盟联合制定了充电基础设施相关标准，并推动兆瓦级充电系统（MCS）的国际标准化进程。MCS 标准的充电功率最高可达 3.75 兆瓦，大幅缩短充电时间，提高运营效率。目前，一些企业已提前布局高功率充电设备，例如 Kempower 计划在 2024 年推出功率高达 1.2 兆瓦的充电桩。而在亚洲，以中国和日本为主的 ChaoJi-2 充电标准已于 2023 年底进入示范阶段，尽管其最大功率低于 MCS（最高 1.2 兆瓦），但兼容当地现有区域标准，有助于推动本地市场的充电网络建设¹⁶。

在重卡充电走廊方面，美国发布了《国家零排放货运走廊战略》，提出分阶段推进公路货运电气化，首先在铁路编组站、机场等关键节点建设充电中心，随后逐步扩展网络，计划在 2035 年至 2040 年实现全国覆盖¹³。此外，美国还计划投入约 300 亿美元建设适配中重型车辆的充电基础设施。

相比之下，欧洲在重卡充电走廊建设方面进展更快。2023 年初，欧洲首条重卡充电走廊沿莱茵—阿尔卑斯走廊建成并投入运营，全长 600 公里，沿线 6 个公共充电站均配备 300 千瓦充电桩¹³。同时，欧盟《替代燃料基础设施法规》提出，至 2025 年底，每个重卡充电站至少需配备一台功率不低于 350 千瓦的充电桩，以确保充电网络的基本覆盖。受此政策推动，欧洲多个兆瓦级充电示范项目已陆续启动，包括 HoLa、ZEFES、HV-MELA-BAT 等。此外，由 Traton、沃尔沃和戴姆勒成立的独立合资企业 Milence 计划在 2027 年前建设 1,700 个公共重卡充电点，以进一步加速行业发展¹⁷。

4.2 换电基础设施现状

本节从换电站的分布和应用场景等建设方面、换电标准化和站网互动等技术方面，以及车电分离等运营模式方面介绍了我国重卡换电基础设施的现状。

4.2.1 建设现状

根据《电动汽车换电产业发展蓝皮书（2022—2023）》¹⁸，从 2020 年 7 月我国首批换电重卡及首个换电站投运至今，全国已投建重卡换电站近 500 座，覆盖全国 70 余个城市。重卡换电站主要分布在矿山、钢厂等大宗商品生产地，主要服务港口等中短途运输场景。

换电重卡应用于中等距离干线运输不断得到验证的背景下，多企业也逐渐开始探索干线长途运输场景的换电站建设。启源芯动力联合 G7、鄂尔多斯绿动集团、达拉特旗汇达能源等合作的“鄂尔多斯—包头”运煤干线使用换电模式，全程 120 公里，实现了省内城际干线取得突破；基于川渝地区达州、万州、开州三地矿山、电厂、商砼园区等高频重载运输场景，结合电能补给优势，在重

庆长江沿线进行换电站整体布局，打通四川达州、重庆开州、重庆万州三地的连接，建设了国内首组省际换电重卡干线网络，总长 420 公里；唐山市从 2021 年底开始规划建设“三纵一横”重卡换电干线组网，结合唐山各大钢厂的分布、运力情况及京唐港的位置，构建出了国内首组“三纵一横”换电干线网络，全长 620 公里。干线目前已投运，串联周边 20 家钢铁企业，为超 5,000 辆换电重卡提供服务，是重卡换电站城市内组网的标杆。

换电基础设施的建设进展相对较慢，主要是由于换电技术尚处于发展初期，市场接受度和应用场景受限。与充电设施广泛铺设和使用形成对比，换电站的建设需要更高的初期成本、较高的技术要求和更为复杂的运营模式。因此，尽管换电模式具备一定优势（如短时间内完成换电，减少充电等待时间），但在普及度、覆盖面及相关配套设施建设上仍发展缓慢。

4.2.2 技术现状

目前，换电技术的可行性已在重卡领域得到初步检验，矿山和码头等货运场景的重卡效益初步显现，快速的换电技术与普通充电相比更适合车辆高强度的运营，不仅可以释放巨大的油电差价，提高总体经济性和运营效益，而且增加了使用体验感，避免了充电带来的等待时间¹⁹。

近年来，随着电动化进程的加速，换电技术在重型卡车领域的应用逐步走向成熟，并在实际运营中实现快速推广。作为能源补充的重要手段，换电技术的核心体系包括换电电池、换电站、换电设备及电池管理系统，技术路径逐渐向模块化和智能化方向演进。重型卡车换电技术主要采用车电分离模式，通过自动化设备完成电池更换，换电全流程用时仅需 3—7 分钟，显著提升了补能效率，能够满足多样化的运输场景需求。针对不同行业的特定需求，当前的换电技术已拥有单体电池、双电池组合以及分体式换电等多种设计方案，以适配长途运输、短途往返及重载运输等复杂工况。

目前市场主流的换电技术方式可以分为柔性顶部吊装、刚性顶部吊装和底盘换电三种方案。柔性顶部吊装卸电利用柔性材料（如钢索）从车辆顶部进行电池吊装，其定位方式相对简单，采用机械定位设计，系统成本较低，但对驾驶员的驾驶精度要求较高，换电效率和成功率更依赖于操作人员的技能。该技术适用于港口和矿山等封闭应用场景，在这些环境中，司机经过严格培训和管理，能够有效利用这种低成本方案实现高效运转。刚性顶部吊装卸电则通过机械臂从车辆顶部精确吊装电池包，采用激光雷达与视觉定位系统，支持自动校准功能，能够在操作过程中实现高精度的车辆与电池对接。其换电用时为 3—5 分钟，占地面积约 200 平方米，智能化程度较高，对驾驶员技术要求低，是渣土车、牵引车、水泥搅拌车等多种车型的理想选择，广泛应用于城市公共型换电网络。相比之下，底盘换电通过车辆底部拆卸和更换电池组，利用底盘空间避免电池占用货箱或车内空间，同时大幅提高自动化程度。该技术支持车辆智能识别与自动对接调整，换电时间通常少于 3 分钟，占地面积较大，约 300 平方米，但其快速、高效的换电能力使其成为目前市场中应用最为广泛的技术方案。

目前，部分换电站已经开始采用“充换一体化”设计和智能化技术，集成充电与换电功能，并具备智能识别车辆型号、自动调整对接位置、实时监测电池状态等功能，这些技术的融入显著提升了换电效率和安全性能。

从换电标准化建设来看，我国换电相关标准已渐成体系。2021 年发布的《电动汽车换电安全

要求》（GB/T 40032-2021）明确了换电电池在尺寸、接口、机械对接及安全性能等方面的规范，成为换电标准化的重要里程碑。随后，《电动汽车传导充电用连接装置》（GB/T 34014-2017）和《换电电池设施建设规范》（NB/T 33008.3-2016）进一步统一了换电设备接口和设施布局要求，为换电站的建设和运营提供了技术依据。

在互换性方面，2023 年发布的 QC/T 1201 系列标准作为汽车行业标准，对纯电动商用车换电系统提出了详细要求，涵盖换电电气接口、冷却接口、换电机构及电池系统等，显著提升了跨车型、跨品牌的兼容性。同时，2024 年发布的 GB/T 系列国家标准进一步巩固了换电系统在尺寸、接口和安全性能等方面的技术统一性，为全国范围内的推广提供了更强支撑。

此外，地方和行业层面也在积极推进标准化。2023 年发布的《电动重型卡车换电站及换电车辆技术要求》（T/SHJX 062-2023），从换电站建设、设备操作到车辆对接流程进行了全面细化；江苏省发布的《纯电动重型卡车换电电池包系统技术规范》已逐步转化为行业标准，助力区域性换电网络的建设。

尽管标准体系逐步在完善，但是由于技术在不断迭代发展，电池资产将难以量化评估，且不同电池资产持有方的运营策略、电池管理体系和商业合作关系存在较大差异性，导致换电模式的商业生态具有很强的封闭性。这种封闭性将造成基础设施的重复建设和资源的浪费，不仅推高了行业整体成本，还削弱了用户补能的便利性，成为换电模式规模化推广的主要障碍。

换电基础设施的另一技术发展方向是互补型换电与超充一体化能量补给站，即重卡换电与轿车快充互补。轿车使用的 360 千瓦快充会对电网的稳定性产生很大影响，并且增容成本很高。因此，可以使用换电站的备用重卡电池包作为轿车充电设备的储能电池，支持轿车的大功率超充。2022 年，智锂物联与壳牌合作，开发了全球首个集超充、重卡换电、轿车超充、速热速冷、光伏发电、智能微网于一体的综合示范平台，实现 5 分钟充 200 公里，重卡 5 分钟换电，冬季每分钟加热 7 摄氏度²⁰。

数字化换电能源运营及站网互动平台是目前换电基础设施的重要发展方向。换电重卡的商业模式是电池租赁，电池持有者可以开设电池银行，电池资产管理公司对电池实现全生命周期智能管理，所有换电站可以链接起来与电网互动，形成虚拟电厂，作为整个电力系统的储能方式²¹。

4.3 氢能服务设施现状

本节介绍了加氢站分布情况、服务能力、技术水平，上游氢气“制—储—运”的现状、与可再生能源电力的结合情况及发展规划。2024 年，中国加氢站新增 114 座，共为 542 座，其中 391 座处于营运状态，三项数据均为世界首位。

4.3.1 建设现状

近年来，我国持续推进加氢站基础设施建设，2024 年加氢站数量实现大幅增长，展现出行业的快速发展态势。根据氢能产业大数据平台的统计，2024 年我国新建 114 座加氢站，新投入运营 117 座。截至 2024 年 12 月底，全国已建成加氢站总数达到 542 座，在运营加氢站 391 座，占比 72.1%，较 2023 年提升 8.1 个百分点。相较 2019 年，2024 年在运营加氢站数量增长了近 7 倍；相比 2023 年的 274 座，加氢站数量增长了 42.7%。这一增长不仅反映了我国氢能产业的爆发式发展，

也验证了政策扶持的显著成效。全球范围内，中国在加氢站的总量、运营规模及新增数量方面均位居首位。

在区域布局方面，全国已有 31 个省份建成加氢站，相较 2023 年新增青海省，省份覆盖率达 91.2%。其中，广东省、河北省、山东省、江苏省和湖北省位列前五，合计占全国加氢站数量的 46.7%。广东省以 69 座加氢站的规模居全国首位，其次是河北省（35 座）、山东省（35 座）、江苏省（29 座）和湖北省（29 座）²²。加氢站布局主要位于五大城市示范区，截至 2023 年底，52.7% 的加氢站位于燃料电池汽车示范应用城市群，其余地区加氢站分布较为均匀，主要分布于高速公路沿线。近年来加氢站多建设在上下游产业链有基础、地方产业扶持有力度、商用车示范易落地的区域，依托原加油 / 气站网络选址，降低建站成本。西藏自治区和黑龙江省尚未建成加氢站，仍有较大发展空间。

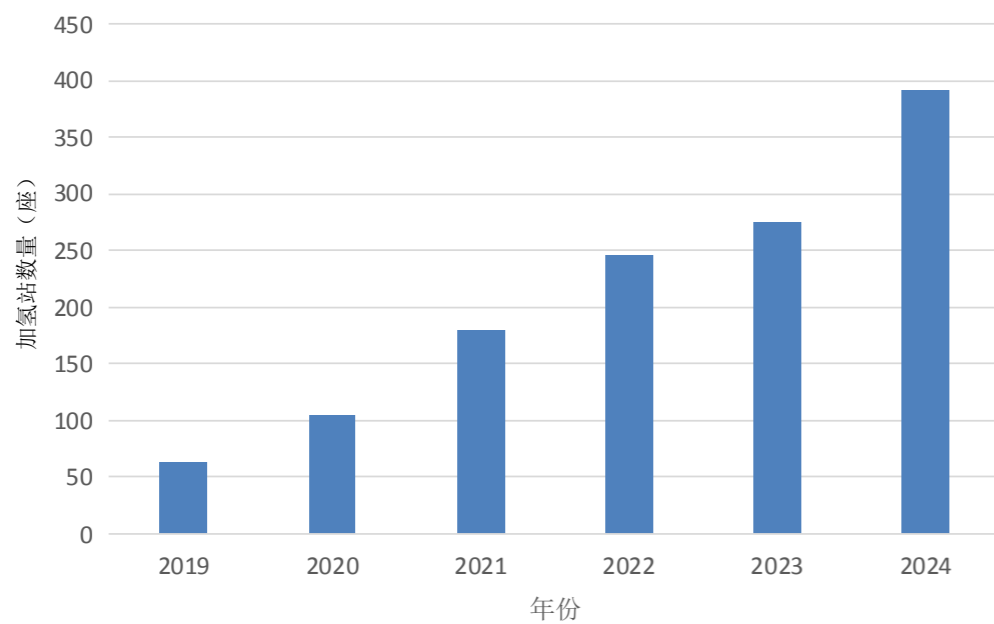


图 4-6 2019—2024 年在运营加氢站数量³³

我国加氢站早期以示范应用为主，日加注能力集中在 500 千克及以内。近年来，日加注能力随着燃料电池重卡推广数量的提升和加氢站数量的增长而升高²³。2024 年，全国加氢站总供给能力达 31.4 万千克 / 天，较 2023 年的 20.8 万千克 / 天增长了 51%。单座加氢站的平均供给能力由 2023 年的 759.12 千克 / 天提升至 803.07 千克 / 天，表明加氢站的运营效率进一步提高。在各供给能力段的加氢站分布方面，供给能力在 500—1,000 千克 / 天的加氢站增长最为明显，从 2023 年的 139 座增加至 203 座，占比超过 50%。供给能力大于 1,000 千克 / 天的加氢站也从 104 座增至 153 座，显示出我国加氢站规模化发展的趋势。同时，供给能力小于 500 千克 / 天的加氢站数量增长较缓，仅由 30 座增至 35 座，表明行业倾向于建设高供给能力的站点，以满足不断增长的氢能需求。

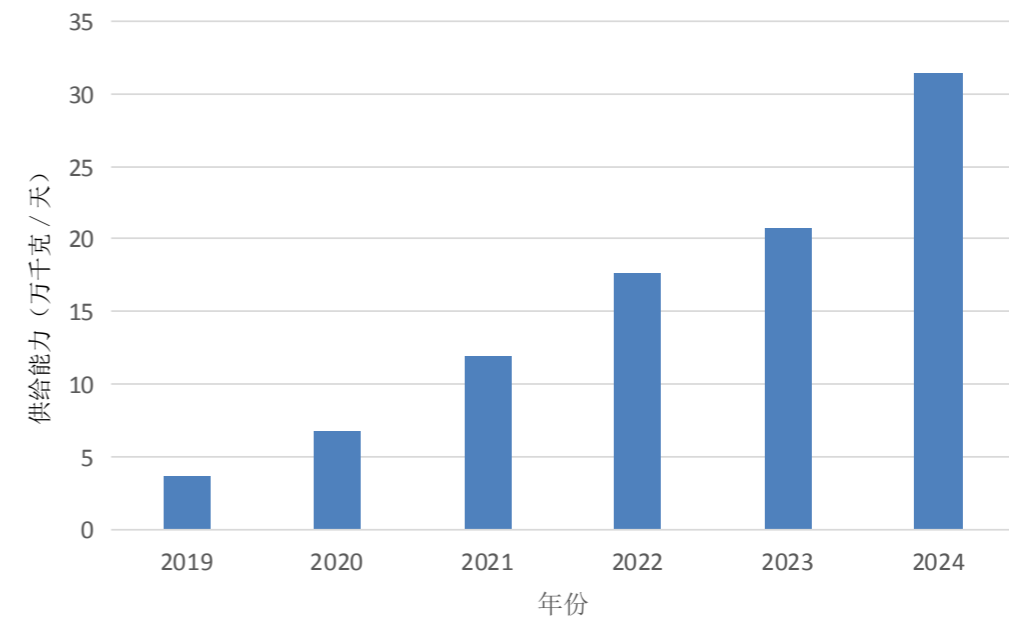


图 4-7 2019—2024 年在运营加氢站总供给能力³³

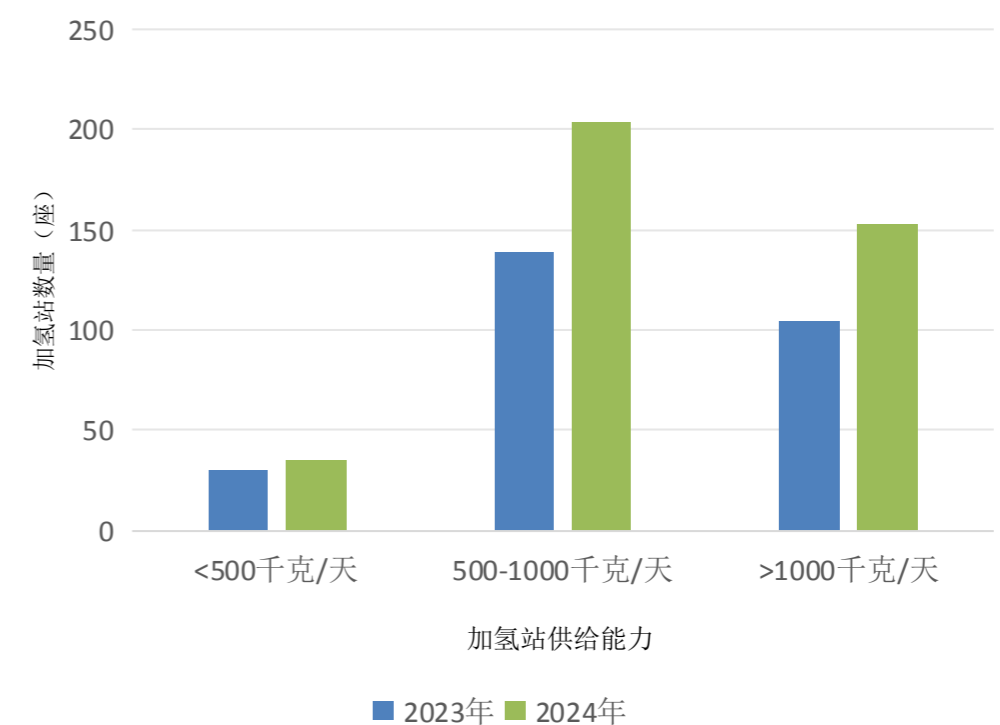


图 4-8 2023—2024 年在运营加氢站供给能力分布³³

从新建加氢站类型来看，2024 年新建成加氢站中一体站、合建站占比进一步提升，而单一站占比进一步下降。GGII《中国加氢站数据库》统计显示，一体站、合建站在新建站中的占比由 2023 年的 72.8% 提升至 2024 年的 75.0%，而单一功能站点占比从 18.7% 下降至 15.0%。该变化趋势主要源于一体站和合建站的优点：合建模式通过资源共享不仅优化了站点选址布局效率，更

著降低了土地资源投入；而制氢加氢一体站通过前站后厂模式，既破解了氢源供应难题，又缩减了储运环节成本，同时站内制氢工艺有效消除了高压储运环节的安全隐患。此外，国内首个《制氢加氢一体站技术指南》团体标准于 2024 年发布，为这类站点的规范化建设提供了技术依据，也提升了业主选择一体站这种建站模式的积极性。在此推动下，制氢加氢一体站的建设占比由 2023 年的 16.3% 提升至 2024 年的 23.3%，增幅明显。

整体来看，2024 年我国加氢站建设取得突破性进展，在政策支持、产业需求和技术进步的推动下，加氢站的数量、运营规模和供给能力均实现大幅增长。未来，随着制氢、储氢和氢能应用场景的进一步拓展，我国加氢站建设有望继续保持快速发展，为氢能产业的规模化应用奠定坚实基础。

4.3.2 技术现状

目前，我国加氢站仍以固定站为主。在运营加氢站中，固定站共 252 座，占比 64.5%，相比 2023 年增加 1.4%；撬装站共 139 座，占比 35.5%。尽管撬装站具备建设周期短、布局灵活、成本较低等优势，但 2024 年我国加氢站中固定站的占比仍然上升，这主要与我国政策导向及产业需求相关。政府对于加氢站的长期发展倾向于稳定性更强的固定站。固定站通常选址更加合理，能够融入城市规划，符合长期发展的需要。此外，部分地方政府在审批和补贴政策上倾向于固定站，以鼓励更大规模、更可持续的氢能基础设施建设。此外，固定加氢站一般具备更大的氢气储存能力和更高的日加氢量，适合满足日益增长的氢能需求。2024 年，我国加氢站的供给能力大幅提升，500—1,000 千克/天及 1,000 千克/天以上的大型加氢站增长显著，这与固定站的高供氢能力需求相匹配。相比之下，撬装站的供氢能力相对有限，难以满足大型氢燃料车队或工业需求。未来，随着技术创新和政策调整，撬装站仍可能在特定场景（如偏远地区、临时用氢需求等）发挥更大作用，而目前看来固定站仍将主导我国加氢站的发展趋势。

我国在运营加氢站的压力等级以 35 兆帕为主，70 兆帕为辅。在运营加氢站中，大部分使用了 35 兆帕的压力等级，占比从 2023 年的 86.5% 进一步提升为 90.3%，7.7% 的加氢站压力等级为 35/70 兆帕，2.0% 为 70 兆帕。国内加氢站仍以 35 兆帕加注压力为主，而更高加注压力的 70 兆帕加氢站占比远低于国外。从整机和零部件国产化进程来看，现阶段 35 兆帕加氢站用氢气压缩机国产部件与整机均已得到充分验证，自产率最高可超 90%²⁴。在高压、超高压氢气压缩机领域，虽国内已有多家企业有实际产品下线，但实际验证环节仍比较缺乏，膜片等关键零部件大多仍以进口为主，较低的国产化率成为当前制约高压加氢站及配套氢气压缩机发展的又一因素。此外，核心设备氢气压缩机需要从外国高价进口也是我国加氢站的建站成本居高不下的一部分原因，因此自主研发高质量的氢气压缩机是必然的技术发展趋势。

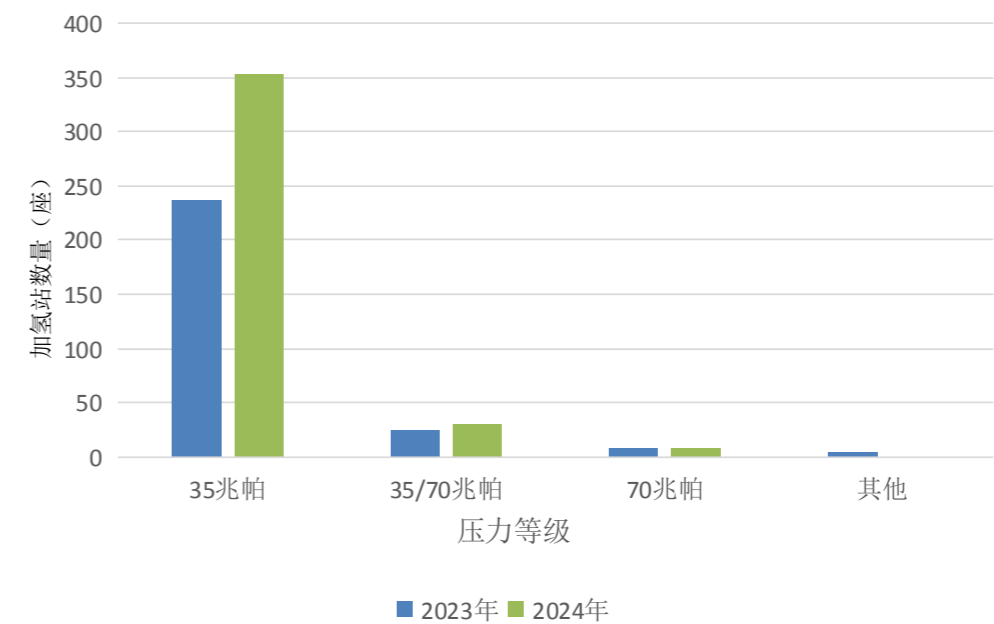


图 4-9 2023—2024 年在运营加氢站压力等级分布^{25,36}

4.3.3 运营现状

中国的加氢站整体网络虽在不断扩建，但运营上呈现出“增速放缓、利用不足”的态势。部分站点在运营过程中面临“投资巨大、回报低”的困境，市场需求未达到预期²⁶。根据高工氢电团队 2024 年最新调研结果显示²⁷，广东目前在运营的加氢站数量不足 1/3，约 1/3 的实际运营加氢站日均加注量不足加注能力的 30%，甚至低至百公斤。坚持运营的站点基本也处于亏损状态或尝试新增其他业务板块增收维持运营。造成此现象的原因之一是燃料电池汽车的保有量未跟上加氢站的发展。另一主要原因是氢价高导致燃料电池车与纯电或燃油车相比缺少经济优势，氢能车辆运营主体只能通过降低车辆运营率或停运减少亏损。加氢需求的降低进一步影响加氢站的运营²⁸。

当前氢气生产、运输和储存成本较高，导致加氢站的运营成本居高不下。尤其是运输成本，通常占加氢站终端销售价格的 20%—50%²⁹。以广东为例²²，广州、佛山等地的氢源并不丰富，以购买广州石化、东莞巨正源、广钢、韶钢、联悦气体的副产氢为主，部分地区开始采购瀚蓝可再生能源（沼气）制氢加氢母站的氢气。加上管束车的运输成本，很多站点到站氢气价格近 55 元/公斤，从氢源端奠定了加氢站难以盈利的开局。在此背景下，亟待加快拓展多元化储运方式，提高效率，降低成本。管道运输或许是未来大规模、长距离绿氢运输的优选方案，因为其具有输氢量大、能耗小和成本低等优势。据德邦证券研报数据，当前主流的长管拖车运输高压气氢 200 公里运氢成本高达 11 元/千克，而 1,000 公里管道运氢成本仅为 1 元/千克，输氢管道建设有望解决绿氢消纳难题³⁰。截至 2024 年 10 月，中国氢气管道运输建设取得显著进展，多个项目在规划、建设和投运中，管道总长度已超过 1,800 公里。

在国家第一个示范期内，全国各地普遍加氢补贴为 10—20 元/千克³¹。2024 年，部分地区采取退坡补贴政策以督促加氢站运营进一步降本增效。例如，浙江省将加氢站运营补贴从 9 元/千克降到了 6 元/千克，内蒙古将加氢站运营补贴从 25 元/千克降到了 20 元/千克³²。一些地区运营补贴的调整也反映了一些发展导向，例如辽宁大连对 70 兆帕加氢站每千克补贴上浮 50%，达到 30

元 / 千克，以推广 70 兆帕加氢站的建设。

4.3.4 氢能上游产业现状

从产业链上游来看，氢的制取主要有三种较为成熟的技术路线：一是以煤炭、天然气为代表的化石能源重整制氢；二是以焦炉煤气、氯碱尾气、丙烷脱氢为代表的工业副产气制氢；三是电解水制氢。此外，还有生物质直接制氢和太阳能光催化分解水制氢等技术路线，但仍处于实验和开发阶段，产收率有待进一步提升，尚未达到工业规模制氢要求。目前，我国已成为世界上最大的制氢国。根据《中国氢能产业发展研究（2023—2024）》数据显示，2023 年全国氢气产量为 3,686.2 万吨，同比增长 4.5%。从氢气来源看，化石能源重整制氢仍然是我国制氢主力，其中，来源于煤制氢的氢气达 2,126.9 万吨，占总氢气来源的 57.7%；来源于天然气制氢的氢气产量为 825.7 万吨，占比为 22.4%。可再生能源电力电解水制氢等其他技术制氢小幅提升至 51.6 万吨，占比较低。

氢产能主要集中在西北、华北和华东地区。其中、东部副产氢体系逐步构建，已建成多个地方燃料电池供氢中心。西部地区因地制宜，已规划落地多个可再生氢大规模示范项目。虽然大部分氢气仍是从化石燃料中制取，但是可再生能源制氢正在加速发展。

2024 年，中国氢价生产侧指数和消费侧指数均有所下降。生产侧指数由 2023 年 12 月的 33.3 元 / 千克下降至 2024 年 12 月的 28.0 元 / 千克，燃料电池城市群由 34.0 元 / 千克下降至 27.4 元 / 千克。消费侧指数由 57.0 元 / 千克下降至 48.6 元 / 千克，燃料电池城市群由 51.0 元 / 千克下降至 45.7 元 / 千克³³。

受化石原料价格攀升的影响，优势地区的可再生氢价格已初具竞争力。以鄂尔多斯、宁东为代表的局部资源优势地区的可再生氢评估成本降至约 20 元 / 公斤，已降至化石能源制氢成本区间内³⁴。但氢能消费测价格尚无法有效支撑各场景示范。储运体系和交易市场健全是下一步推动终端价格下降的核心因素。

国际加氢基础设施发展现状

从全球加氢基础设施发展现状来看，技术方面持续推进高负荷稳定运行技术，全生命周期成本持续优化；法规层面建立起完善的氢气质量标准体系；运营方面则通过多元化模式提升站点利用率，有效降低建设运营成本³⁰。值得关注的是，不同区域呈现差异化发展特征：日韩保持快速增长势头，欧洲各国因政策差异形成不均衡发展格局，北美则显现出区域集中化特点。

全球加氢站建设整体呈现平稳增长态势，东亚地区成为核心增长极。根据中国氢能联盟研究院统计各国官方数据，截至 2024 年底，中日韩三国在营加氢站总量占比已达 70%。欧洲地区在营站点达 193 座，其中在欧盟氢能战略推动下，48 座站点采用可再生能源电解水制氢技术。北美地区 53 座公共加氢站中，液氢作为氢源的站点占比超过 40%³⁰，体现区域能源应用特色。

从运营成本结构看，氢气原料成本（含生产运输）、设备运维成本及管理成本构成

主要支出。美国阿贡实验室数据显示，加州加氢站氢气成本中原料占比达 50%。国内调研显示，部分外供氢加氢站原料成本占比高达 60%—70%³⁵。过高的原料成本不仅严重压缩站点利润空间，更制约运营灵活性，导致部分站点难以维持可持续运营。这种情况凸显了降低氢气供应链成本对行业健康发展的重要性。

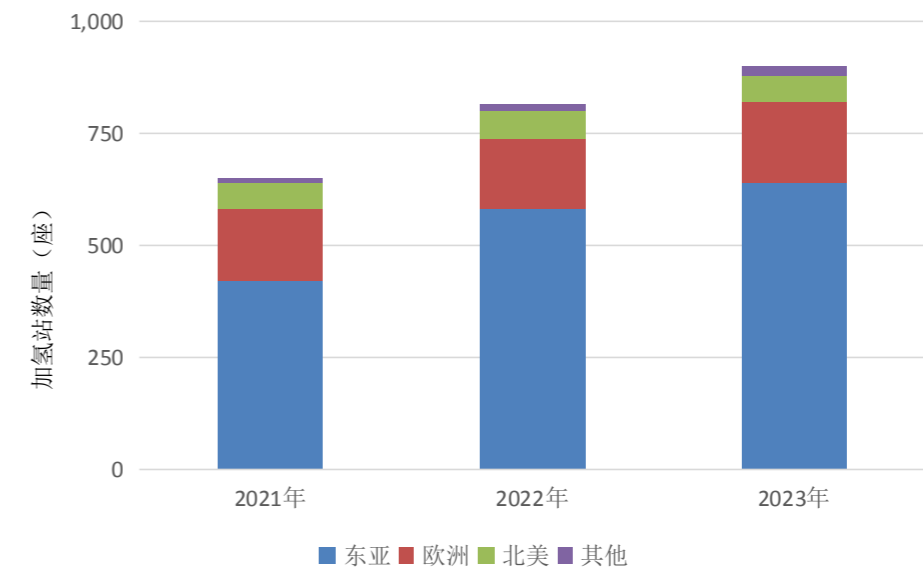


图 4-10 主要区域在营加氢站数量及分布²³

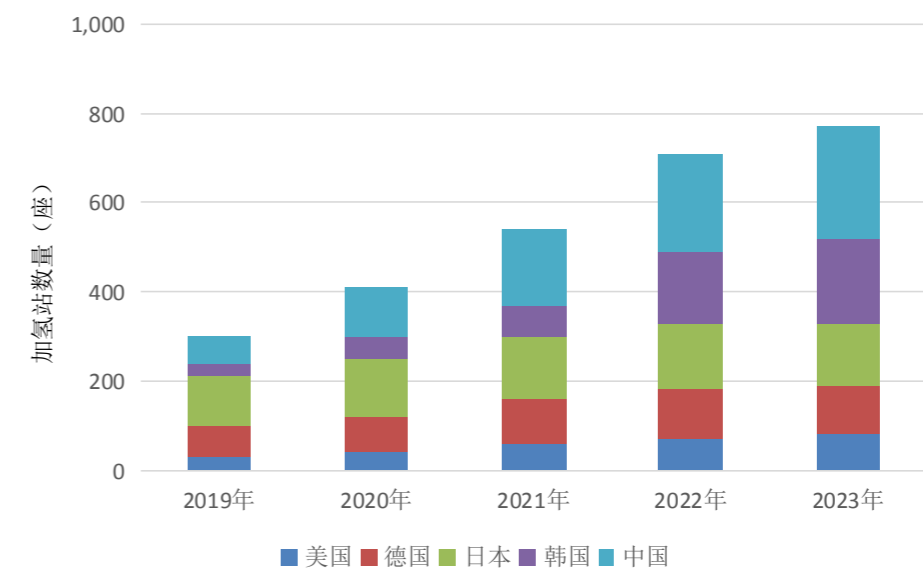


图 4-11 主要国家在营加氢站数量及分布²³

氢能方面，从产量来看，中国氢能产量居世界第一，2023 年为 3,686.2 万吨，远超其他国家与地区；欧洲与美国基本持平，欧洲 2023 年产量约 800 万吨³⁶，美国每年

氢能产量约 1,000 万吨³⁷。2020 年，欧盟委员会出台《气候中性的欧洲氢能战略》，提出全欧洲氢能发展规划的三个阶段：2020—2024 年，预计安装至少 6 吉瓦可再生氢电解槽，绿氢产量达到 100 万吨 / 年；2025—2030 年，预计安装至少 40 吉瓦可再生氢电解槽，绿氢产量达到 1,000 万吨 / 年；2030—2050 年，绿氢技术达到成熟并大规模部署，覆盖所有难以脱碳的行业。美国能源部分别在 2020 年和 2022 年出台《氢能计划发展规划》《国家清洁氢战略与路线图》，预计 2030 年美国绿氢产量将增加至 1,000 万吨 / 年，2040 年达 2,000 万吨 / 年，2050 年达到 5,000 万吨 / 年³⁸。

参考文献

- 1 中国充电联盟 . 2023 年全国电动汽车充换电基础设施运行情况 [EB/OL]. [2024.01.11]. <https://mp.weixin.qq.com/s/uvG7qI5HGRsqHIObCvStug>.
- 2 信息发布 | 2022 年全国电动汽车充换电基础设施运行情况，中国充电联盟 [2023-01-12]. <https://mp.weixin.qq.com/s/i97-491nHcVTn773J9aJGw>.
- 3 中国电动商用车充电基础设施现状评估与 2035 发展目标及路径研究 [J]. 中汽数据有限公司 & 国网车联网技术有限公司, 2023.
- 4 中国充电联盟 . 2024 年全国电动汽车充换电基础设施运行情况 [EB/OL]. [2025-01-23]. <https://mp.weixin.qq.com/s/WYrM2YdywHRaZR79Ku6dZw>.
- 5 2024 年中国主要城市充电基础设施监测报告 [J]. 住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室 & 中国城市规划设计研究院 & 新能源汽车国家大数据联盟, 2024.
- 6 国务院新闻办就 2025 年春运形势和工作安排举行发布会 [EB/OL]. 国务院新闻办就 2025 年春运形势和工作安排举行发布会 — 中国政府网, [2025-02-26]. https://www.gov.cn/lianbo/fabu/202501/content_6997469.htm.
- 7 中国能源报 . 南方电网打造首条电动重型卡车超级充电线路 [EB/OL]. [2023.05.29]. http://paper.people.com.cn/zgnyb/html/2023-05/29/content_25992902.htm.
- 8 广州日报 - 广东打造首条高速超充走廊, [2025-02-26]. https://gzdaily.dayoo.com/h5/html5/2025-01/16/content_876_877706.htm.
- 9 “电车”上高速有望充得快 [EB/OL]. 央视网, 2025-01-17. (2025-01-17). <https://auto.cctv.com/2025/01/17/ARTIXKpGtzGrEFZHqIgzecjP250117.shtml>.
- 10 平均时间利用率：充电站内所有公用桩的充电工作时长与一天内可提供服务总时长的比值。
- 11 平均桩数利用率：充电站内提供充电服务的桩数与公用桩总量的比值。
- 12 平均周转率：充电站全日实际服务的车辆总数与公用桩总数的比值。
- 13 中国新能源汽车大数据研究报告 (2023)[M]. 机械工业出版社, 2023.
- 14 Electric vehicle charging station locations[EB/OL]. Alternative Fuels Data Center: Electric Vehicle Charging Station Locations, [2025-02-26]. https://afdc.energy.gov/fuels/electricity-locations#/find/nearest?fuel=ELEC&country=US&ev_levels=all.
- 15 European market monitor: Cars and vans 2024[EB/OL]. International Council on Clean Transportation, [2025-02-07]. <https://theicct.org/publication/european-market-monitor-cars-vans-2024-feb25/>.
- 16 IEA, . Trends in electric vehicle charging – global EV outlook 2024 – analysis[EB/OL]. IEA, [2024-04]. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-vehicle-charging>.
- 17 热点观察：欧美电动卡车都在“卷”什么？, [2024-10-03]. <https://news.qq.com/rain/a/20241003A02B2F00>.
- 18 电动汽车换电产业发展蓝皮书 (2022-2023) [M]. 北京：中国电力出版社, 2024.
- 19 中国汽车工程学会、清华四川能源互联网研究院 . 中国电动汽车充电基础设施发展战略与路

- 线图研究 (2021-2035) [R]. 2021.
- 20 欧阳明高. 新能源重卡技术路径分析与展望 [EB/OL]. [2023.03.30]. <https://www.cvnews.com.cn/cache/zhongka/2023/0330/83944.html>.
- 21 欧阳明高. 充电、换电、氢能、混动, 重卡技术路径分析与展望 [EB/OL]. [2023.03.31]. <https://mp.weixin.qq.com/s/L9CRzNA8WSaY703oL96jXw>.
- 22 2024 全国加氢站分布图 [J]. 香橙会氢能数据库.
- 23 专题解读: 2023 年全球加氢基础设施发展评估 [EB/OL]. [2024-05-31]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ReWXYwKu5--yBSAbKClzpQ>.
- 24 企业竞争图谱: 2024 年加氢站用氢气压缩机 [EB/OL]. 头豹研究院, [2024-11-29].
- 25 氢能产业观察 2023 年 12 月刊 [J]. 中国氢能联盟研究院, 2024.
- 26 2024 氢能产业: 年度回顾与展望! , [2025-01-04]. <https://mh2.in-en.com/html/h2-2440199.shtml>.
- 27 高工氢电. 《为爱加氢》还能坚持多久? : 加氢站巡回调研① [EB/OL]. [2024-09-29]. https://www.sohu.com/a/812618796_120717004.
- 28 中国能源报. 加氢站缘何“吃不饱”? [EB/OL]. [2023.07.17]. http://paper.people.com.cn/zgnybwap/html/2023-07/17/content_26007345.htm.
- 29 7 开 5 停! 从北京加氢站看全国氢能基础设施建设困境! [EB/OL]. 国际氢能网, [2024-10-16]. <https://h2.in-en.com/html/h2-2438958.shtml>.
- 30 加氢站规模化建设难在哪? [EB/OL]. 中国能源报, [2024-12-18]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1818745269835933225&wfr=spider&for=pc>.
- 31 中国加氢站运营补贴作用几何? [EB/OL]. [2025-02-27]. <https://m.bjx.com.cn/mnews/20240624/1384800.shtml>.
- 32 内蒙古鄂尔多斯印发《支持氢能产业发展若干措施》 [EB/OL]. 国际氢能网, [2025-02-27]. <https://h2.in-en.com/html/h2-2428358.shtml>.
- 33 《氢能产业观察》2024 年 12 月刊上线: 查看最新数据 [EB/OL]. [2025-02-27]. https://mp.weixin.qq.com/s/1lnpGkANcLnRDdCu_fcXA.
- 34 中国氢能源及燃料电池产业创新战略联盟. 《中国氢能源及燃料电池产业发展报告: 碳中和战略下的低碳清洁供氢体系》 [R]. 2021.
- 35 专题解读 | 中外加氢基础设施发展经验总结及对我国的启示 [EB/OL]. 氢界, [2025-02-27]. <https://mp.weixin.qq.com/s/YqdV0IDWECJ5xn0yE5LMSw>.
- 36 Hydrogen production [EB/OL]. European Hydrogen Observatory, [2025-02-27]. <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/production-trade-and-cost/hydrogen-production>.
- 37 Hydrogen production [EB/OL]. Energy.gov, [2025-02-27]. <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production>.
- 38 保尔森基金会绿色金融中心. 全球氢能产业提速: 欧洲、美国和中国氢能行业规划与展望 [EB/OL]. <https://storymaps.arcgis.com/stories/5c71fb8f00f042e68d4faac85331ecbb>.

05

2023 年 道路货运污染物和碳排放

5.1 2023 年中国货车碳排放

5.2 2023 年中国货车污染物排放 (关注 PM 和氮氧化物两个指标)

5.3 2023 年中国新销零排放货车降碳表现

5.4 碳核算与汇报

本章主要分析 2023 年货车整体的年度二氧化碳排放量，以及颗粒物（PM）和氮氧化物两项污染物的排放量。本章还分析了 2023 年新销售的零排放货车在各应用场景下的节碳表现。此外，本章对目前交通运输行业的碳核算与汇报体系进行梳理，并针对发展现状提出建议。

5.1 2023 年中国货车碳排放

《报告》采取基于运输工具保有量的碳排放计算方法，最终根据保有量、年均行驶里程、百公里油耗和排放因子得到 2023 年货车年度碳排放量。其中，柴油车和汽油车的百公里油耗采用《中华人民共和国国家标准重型商用车燃料消耗量限值（GB30510-2018）》，天然气车采用《中华人民共和国交通运输行业标准天然气营运货车燃料消耗量限值及测量方法（JT / T1411-2022）》，插电式混合动力车采用《中华人民共和国国家标准插电式混合动力电动商用车技术条件（GB/T34598-2017）》。本研究只计算车辆运行阶段的碳排放，不考虑货车全生命周期的碳排放。

碳排放计算公式为：

$$Em_{ij} = (PV_{ij} - PE_{ij}) \times D_{ij} \times \frac{44}{12} \times \sum_{c,x} Fe_{ijcx} \times \beta_{ijcx} \times Ef_c$$

Em_{ij} ：i 车型第 j 年碳排放量，单位：吨；

PV_{ij} ：i 车型第 j 年汽车保有量，单位：辆；

PE_{ij} ：i 车型第 j 年纯电动汽车保有量，单位：辆；

D_{ij} ：i 车型第 j 年年度平均行驶里程，单位：百公里；

Fe_{ijcx} ：i 车型第 j 年份的 c 燃料类型第 x 阶段平均燃油消耗量，单位：千克 / 百公里；

β_{ijcx} ：i 车型第 j 年份的 c 燃料类型第 x 阶段汽车保有量占比，单位：%；

Ef_c ：c 燃料类型的碳排放因子，单位：吨碳 / 千克；

44：CO₂ 相对分子质量；

12：C 相对分子质量；

i：车型；

j：年份；

c：燃油类型，汽油和柴油；

x：i 车型第 j 年的 c 燃料类型第 x 阶段；每个阶段对应一个燃油消耗量均值。

$$Ef_c = NCV_c \times C_c \times \alpha_c$$

Ef_c ：c 燃料类型的碳排放因子，单位：吨碳 / 千克；

NCV_c ：c 燃料的平均低位发热量，单位：太焦 / 吨（TJ/t）；

C_c ：燃料 c 的单位热值含碳量（tC/TJ）；

α_c ：燃料 c 的碳氧化率。

根据上述两个公式计算得到，2023 年货车保有量的年碳排放总量为 4.33 亿吨，基本和 2022 年的 4.34 亿吨保持一致。其中，重型货车和轻型货车占绝大部分碳排放，分别为 2.40 亿吨和 1.80 亿吨，占比 55.0% 和 41.9%。2023 年，轻型货车碳排放量同比增长 1.1%，中型货车、重型货车碳排放量同比降低 7.8%、0.5%。2023 年，各车型零排放货车渗透率均有提升，且轻中重型货车单车碳排放量均呈下降趋势，高排放货车淘汰与新能源货车推广已初见成效，轻型货车碳排放量增长主要是由保有量上涨引起的。

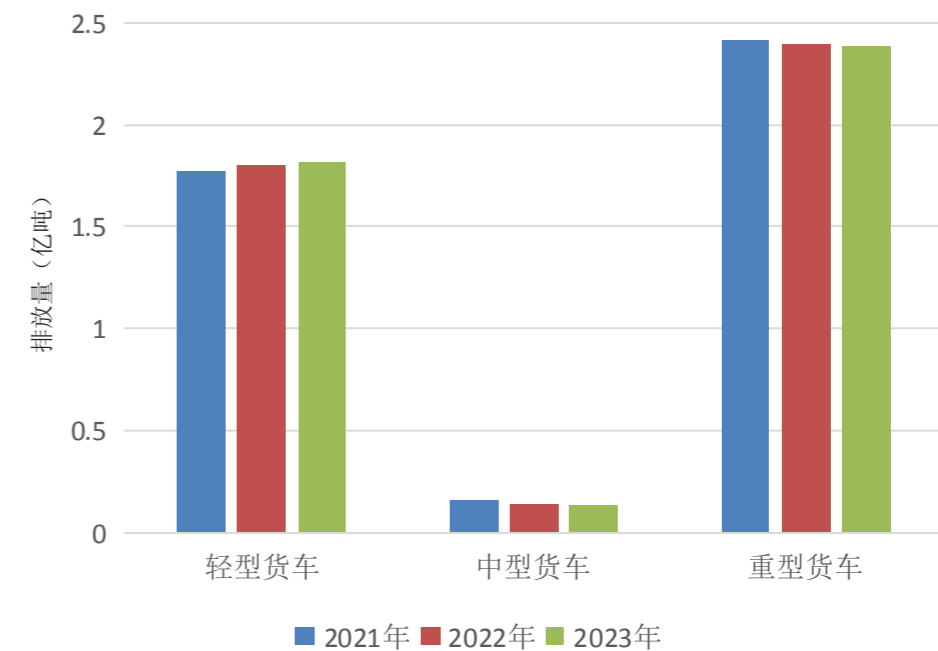


图 5-1 2021—2023 年分车型货车碳排放量

5.2 2023 年中国货车污染物排放（关注 PM 和氮氧化物两个指标）

根据《中国移动源环境管理年报（2024 年）》¹，2023 年全国货车的 NO_x 排放量为 387.2 万吨，占汽车排放总量的 81.8%。货车 NO_x 排放量较 2022 年下降 11.07%。其中，轻型、中型、重型货车分别排放 21.5 万吨、15.7 万吨、350 万吨，占比分别为 6%、4%、90%。

2023 年全国货车的 PM 排放量为 3.7 万吨，占汽车排放总量的 84.1%。货车 PM 排放量较 2021 年下降 19.57%。其中，轻型、中型、重型货车分别排放 1.5 万吨、0.2 万吨、2.0 万吨，占比分别为 41%、5%、54%。

按照排放标准分类，柴油货车中，国 III 及以前排放标准柴油货车的 NO_x 和 PM 排放量分别为 49.7 万吨、1.0 万吨；国 IV 排放标准柴油货车的排放量分别为 132.7 万吨、1.2 万吨；国 V 排放标准柴油货车的排放量分别为 159.1 万吨、1.2 万吨；国 VI 排放标准柴油货车的排放量分别为 16.3 万吨、0.3 万吨。

货车污染物排放的减少主要归因于高排放老旧车辆的逐步淘汰以及零排放车辆的加速推广与替代。根据《柴油货车污染治理攻坚行动方案》，到 2025 年，全国柴油货车排放检测合格率 90%，全国柴油货车氮氧化物排放量下降 12%，新能源和国六排放准货车保有量占比力争超过

40%。坚持“车、油、路、企”统筹，在保障物流运输通畅前提下，以京津冀及周边地区、长三角地区、汾渭平原相关省（市）以及内蒙古自治区中西部城市为重点，以柴油货车和非道路移动机械为监管重点，聚焦煤炭、焦炭、矿石运输通道以及铁矿石疏港通道，持续深入打好柴油货车污染治理攻坚战。

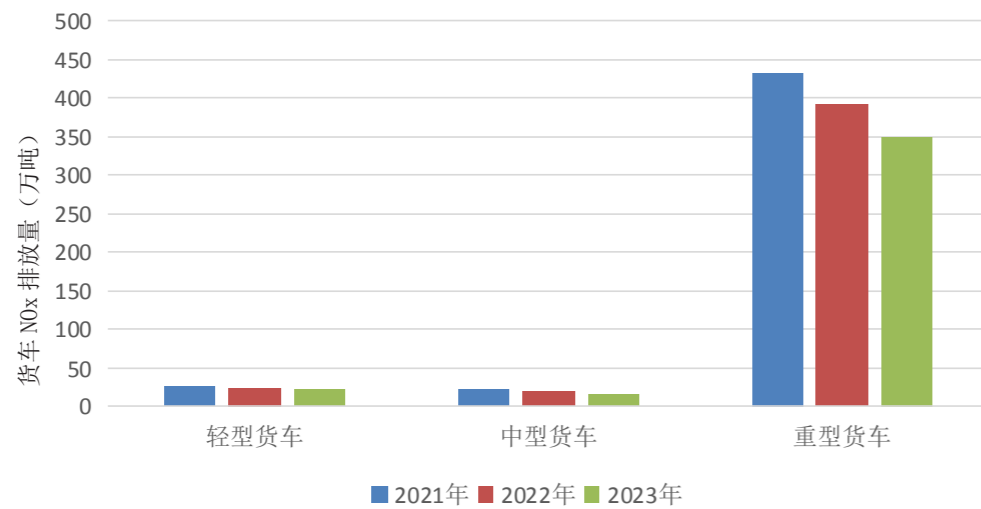


图 5-2 2021—2023 年分车型货车 NOx 排放量

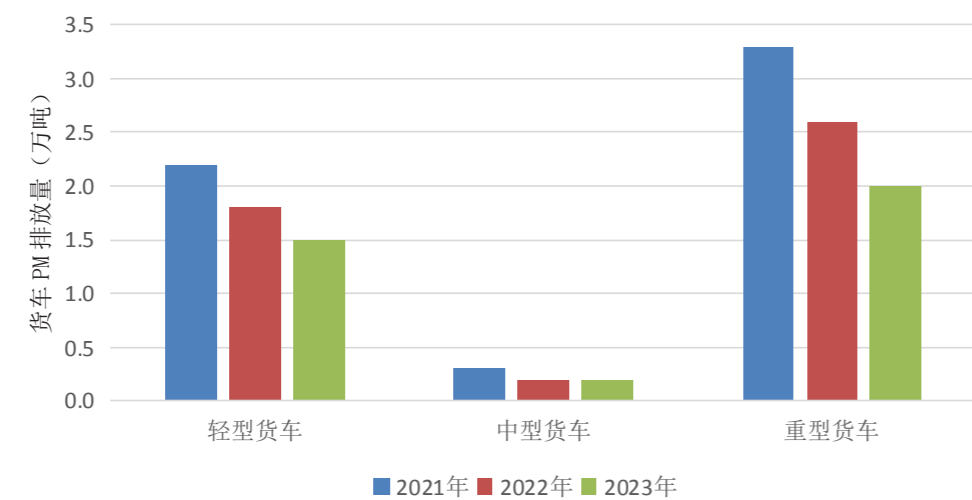


图 5-3 2021—2023 年分车型货车 PM 排放量

5.3 2023 年中国新销零排放货车降碳表现

《报告》假设 2021—2023 年所有新销售的零排放货车按应用场景或车重分类后，各类型零排放货车是按照当年传统燃料车中各个燃料类型的销售比例进行等比例替代，将该年新销售的零排放货车全部视为传统燃料车所产生的碳排放量即为节碳量。根据碳排放公式计算得到零排放货车 2021—2023 年的节碳量。

$$ES_{ij} = SZ_{ij} \times D_{ij} \times Ef_i \times \frac{44}{12} \times \sum_c Fe_{ijc} \times \beta_{ijc}$$

- ES_{ij} : i 车型第 j 年零排放货车节碳量, 单位: 吨;
- SZ_{ij} : i 车型第 j 年零排放货车销售量, 单位: 辆;
- D_{ij} : i 车型第 j 年年度平均行驶里程, 单位: 百公里;
- Fe_{ijc} : i 车型第 j 年份 c 燃料类型平均燃料消耗量, 单位: 千克 / 百公里;
- β_{ijc} : i 车型第 j 年份 c 燃料类型在第 j 年所有传统燃料车中的销量占比, 单位: %;
- Ef_i : i 车型传统燃料车综合碳排放因子, 单位: 吨碳 / 千克;
- 44: CO₂ 相对分子质量;
- 12: C 相对分子质量;
- i: 车型;
- j: 年份;
- c: 燃料类型, 汽油、柴油和天然气。

$$Ef_c = NCV_c \times C_c \times \alpha_c$$

- Ef_c : c 燃料车型综合碳排放因子, 单位: 吨碳 / 千克;
- NCV_c : 燃料 c 的平均低位发热量, 单位: 太焦 / 吨 (TJ/t) ;
- C_c : 燃料 c 的单位热值含碳量 (tC/TJ) ;
- α_c : 燃料 c 的碳氧化率;
- c: 燃料类型, 汽油、柴油和天然气。

●分应用场景

2023 年, 各应用场景车型中, 混凝土搅拌车节碳量增长率超过 100%。未来随着零排放货车更多地替代传统燃油车, 节碳量会进一步提升。从各应用场景的零排放货车节碳量绝对值来看, 牵引车、厢式运输车、混凝土搅拌车和自卸车节碳量较大, 分别占总节碳量的 36.3%、15.5%、14.7%、14.6%。

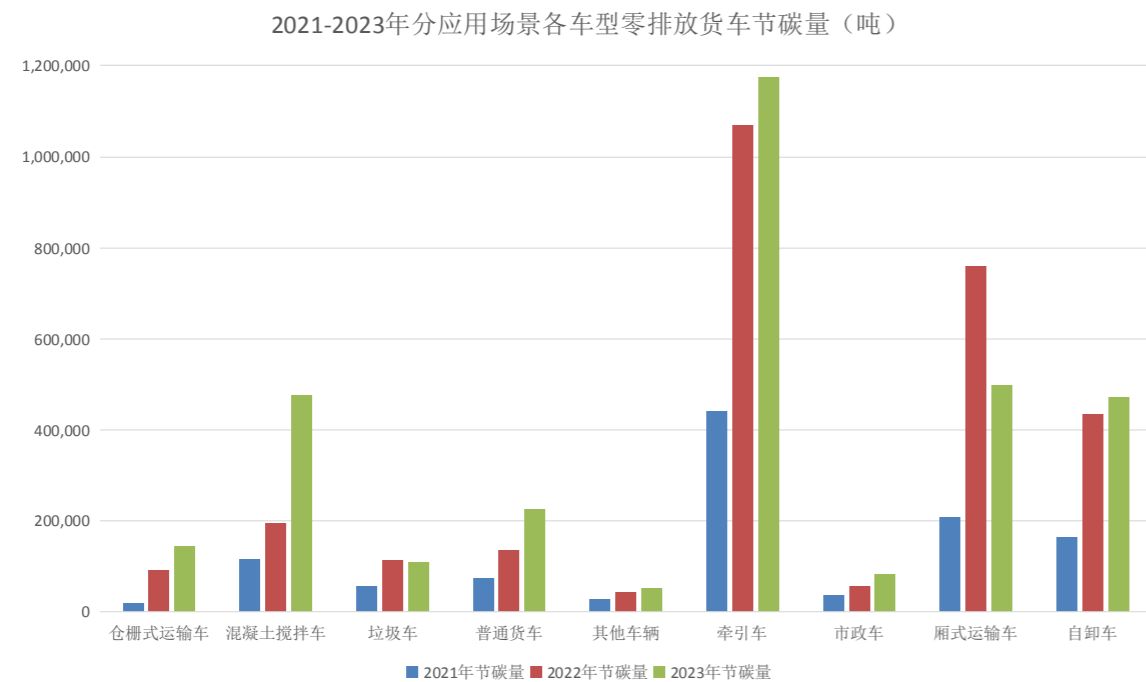


图 5-4 2021—2023 年分应用场景各车型零排放货车节碳量

混凝土搅拌车主要应用于工程基建、矿山、房地产等中短途的砂石骨料运输，自卸车多用于城市建设、工程作业中的渣土运输。在固定资产投资减少及施工端需求下滑等多种因素的共同作用下，混凝土搅拌车及自卸车销量波动幅度较大，难以像牵引车那般保持强劲的增长势头。但两者零排放化进程近两年均表现出明显加速，主要得益于环保政策的逐渐落地与国家对新基建投资力度的增强。2023 年，随着各地减污降碳、碳达峰等环保政策的落地，搅拌车电动化进程也有所加快，例如在《北京市大气污染防治 2023 年行动计划》² 中，明确纯电动或氢燃料混凝土搅拌车和渣土运输车（自卸车）的推广任务，以减少施工过程中的污染排放。此外，2023 年，国家为了稳经济保增长，把对新基建项目的投资作为发展经济的突破口，增发万亿国债用于 8 个领域的新基建工程项目的启动³。多地相继出台加快新基建发展政策举措，例如河南增加对新基建项目的奖励及补贴⁴、广西明确向各类机构提出加强对新基建融资的金融支持⁵ 等，均增强了对新基建的投资力度，进而催生对新能源搅拌车和自卸车的更多需求。

2023 年，零排放牵引车的节碳量虽仍位居第一，但增长率显著下降。主要是由于 2023 年天然气价格骤降，天然气牵引车销量大幅增长，同比增速高达 323%，对新能源牵引车市场份额形成了明显挤压。

在长途运输场景下，传统燃油货车的替代和退出仍面临诸多挑战。未来，要加快零排放货车的推广，不仅需要技术的持续突破，还需进一步完善补能基础设施网络，尤其是进一步提高高速公路沿线充电站、换电站和加氢站覆盖率，以提升新能源货车的续航能力和运营效率。同时，随着充电技术的进步，充电效率提升、时间缩短，将进一步推动纯电货车的应用。而换电模式的普及可以有效减少等待时间，提升运输效率，加氢技术的成熟也将为氢燃料电池货车提供更稳定的能源补给。多种能源补能方式的协同发展，将共同加快长途货运行业的绿色低碳转型。

●分车型

重型货车的节碳量绝对值最大，较 2022 年增长 23.5%，同比增速放缓；轻型货车节碳量有所下降；中型货车由于整体市场需求较小，总节碳量有限。

零排放重型货车的替代对车辆技术以及配套的充换电和加氢技术要求较高，存在续航能力短、购置成本高、运营效率低、载质量利用系数低、标准法规缺失、基础设施不完善等问题，传统燃油重型货车的替代与退出较慢，因此减排降碳的难度较大。

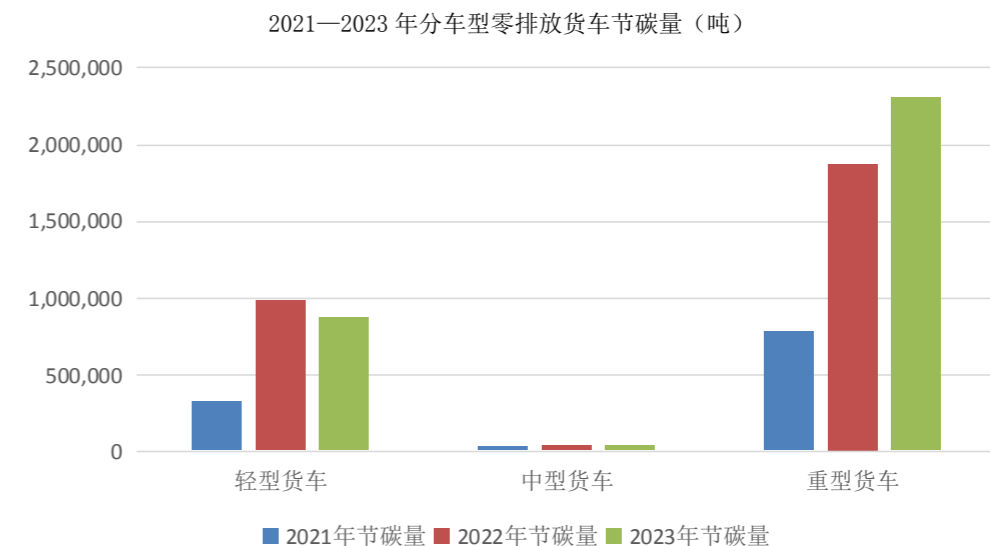


图 5-5 2021—2023 年分车型零排放货车节碳量

5.4 碳核算与汇报

碳核算体系通过多层次方法和认证标准满足不同机制需求，其适用范围及要求受国际气候协议、区域/国家碳市场和供应链承诺影响，覆盖组织、项目及产品层面。核算过程依赖标准化工具和数据质量保障，而认证通过官方或自愿机制确保结果公信力，协同支撑减排目标落实并推动低碳价值转化。

在交通领域，碳核算体系的发展与完善有助于提升碳减排工作的透明度和效率。通过采用国际指南和标准，如 GLEC 框架和 ISO 14083，交通行业能够对各类运输方式的碳排放进行准确计算与报告。这些指南和标准为企业提供了详细的排放因子和核算方法，确保了碳核算的准确性和一致性。同时，随着碳市场的推进，交通运输企业逐步纳入碳交易体系，推动了减碳项目的实施，也增加了交通运输企业的潜在利润点。

5.4.1 交通行业碳核算

●国际交通运输碳核算体系

全球交通运输行业在碳排放管理方面面临着多层次的国际需求。这些需求主要源自国际公约和协议的全球减排承诺（如《联合国气候变化框架公约》及其下的《京都协议书》《巴黎协定》

等)、国际组织(如国际民航组织(ICAO)和国际海事组织(IMO))、区域性政策(如欧盟“Fit for 55”)、国家层级的法规(如美国针对运输业的碳监管要求)以及企业的供应链管控机制(如交易所对上市企业的ESG数据披露要求)。

国际公约层面,《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)对所有签署国提出了碳核算与汇报的基础要求。公约规定,成员国需定期提交国家温室气体排放清单,并在其国家自主贡献(NDCs)中明确减排目标。这一框架为交通运输行业的碳核算提供了国际指导,并在推动跨国合作方面发挥了重要作用。

国际组织层面,国际民航组织(ICAO)的碳抵消与减排计划(CORSIA)要求国际航班运营商从2021年开始逐步核算碳排放,并通过购买经认证的碳抵消额度来弥补超出基准值的排放量。CORSIA强调了全球航空业对低碳发展的责任,并成为航空运输企业必须遵循的国际标准。此外,国际海事组织(IMO)也在推动成员国逐步实现航运行业脱碳目标,其“初步战略”提出到2050年全球航运行业的温室气体排放需减少50%,要求海运企业采用更高效的能源方案并提供透明的碳排放报告。

区域性政策层面,欧盟的“Fit for 55”计划是国际碳核算与汇报需求机制的重要组成部分,其核心目标是到2030年将温室气体排放量减少至少55%。在这一框架下,与交通运输相关的机制包括欧盟碳排放交易体系(EU ETS)、碳边境调节机制(CBAM)、欧盟海运燃料倡议(FuelEU Maritime)和欧盟航空燃料倡议(ReFuelEU Aviation)等。EU ETS在最新扩展中覆盖了航空和海运领域,要求运营商计算并上报从燃料燃烧到交通运营的碳排放数据。这一政策对出口到欧盟的企业提出了更高的排放透明度和数据准确性要求。CBAM要求高碳排放产品(包括涉及大量运输的产品)在进入欧盟市场时,需报告并缴纳碳排放税。FuelEU Maritime要求停靠欧盟港口的船舶需提交燃料消耗及相关碳排放的详细报告。ReFuelEU Aviation要求航空公司逐步增加可持续航空燃料(SAF)的使用比例,并报告从燃料供应到使用的全生命周期碳排放。

国家层面,以美国为例,虽然尚未形成类似欧盟的全面机制,但过去几年其运输行业的碳管理需求正逐步加强。拜登政府提出的“清洁能源计划”中强调了交通运输的电气化转型,并对车辆和燃料标准提出更严格的要求。同时,美国企业的供应链管理逐渐与ESG标准接轨,特别是在跨国公司中,通过自愿或强制披露运输环节的碳足迹已成为普遍趋势。但随着特朗普政府的上台,美国国内的交通减碳需求可能会出现新的风向。

市场层面,企业内部的管控需求也日益成为碳核算的重要驱动力。跨国公司如联想、惠普、苹果等,要求其供应链企业核算并报告从生产到交付全过程的碳排放。一方面,上市企业在所在地区存在一些以合规为目的的强制性披露需求;另一方面,随着全球消费者对可持续发展的关注增加,运输环节的碳足迹成为企业品牌竞争的重要指标。

围绕各层级需求,各需求主导方及利益相关方参与制定了一系列减碳相关标准,从早期的框架性指导逐步延伸到具体行业的细化技术规范,再到企业层面的实践指引,主要国际标准见表5-1。标准的形成不仅是全球气候治理体系的重要组成部分,也是推动行业发展、规范行为的关键工具。

表 5-1 部分国际减碳需求与标准

发布部门	需求	标准
政府间气候变化专门委员会 (IPCC)	支持各国编制国家温室气体清单,满足《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)国家排放数据核算需求	《IPCC 国家温室气体清单指南》
世界资源研究所(WRI)和世界可持续发展工商理事会(WBCSD)	帮助全球企业和组织核算和披露温室气体排放数据,满足全球碳管理与减排目标的需求	《温室气体核算与报告指南》(GHG Protocol)
联合国清洁发展机制(CDM)	为发展中国家开发温室气体减排项目,通过核证减排量(CERs)交易满足《京都议定书》碳减排目标	《CDM 方法学标准》
国际标准化组织(ISO)	规范组织层级温室气体核算和验证过程,支持全球气候政策及碳交易体系	《ISO 14064-1: 组织层级温室气体排放和清除的量化指南》
	为产品生命周期内的环境影响提供量化方法,识别并减少产品生命周期的温室气体排放	《ISO 14040/14044: 生命周期评价标准》
	明确产品碳足迹量化和披露的要求,推动产品生产过程中的碳减排	《ISO 14067: 产品碳足迹评价标准》
国际民航组织 (ICAO)	满足全球交通运输业供应链碳排放核算需求,推动绿色交通和物流行业减排	《ISO 14083: 核算和汇报来自运输链运营过程中的温室气体排放》
	帮助国际航空业减少碳排放,符合《巴黎协定》温控目标和国际民航组织(ICAO)的减排要求	《国际民航碳抵消与减排计划》(CORSIA)
国际海事组织 (IMO)	提高船舶设计阶段的能效,减少国际航运业碳排放	《IMO 船舶能效设计指数》(EEDI)
	监测和优化船舶运营过程中的能效,推动航运行业减排	《IMO 船舶运营能效指标》(EEOI)
国际铁路联盟 (UIC)	统一铁路部门碳排放监测方法,支持铁路运输行业碳减排目标	《铁路部门碳排放监测标准》
英国标准协会 (BSI)	为英国企业和国际供应链的产品碳足迹评估提供标准方法,满足欧盟《绿色产品政策》和供应链减排需求	《PAS 2050: 产品生命周期碳排放核算》
	满足英国企业实现碳中和认证,满足市场和利益相关方对碳中和承诺的需求	《PAS 2060: 碳中和认证标准》

	降低燃料生命周期碳强度，支持欧盟交通部门在“Fit for 55”计划下的温室气体减排目标	《欧盟燃料质量指令》(FQD)
	支持“Fit for 55”到2030年温室气体排放减少55%的目标	《清洁能源交通标准》
欧盟委员会	确保 EU ETS 体系下公平分配碳配额，推动高排放行业减排	《ETS 基准值修订标准》
	满足“Fit for 55”关于道路交通减排要求	《欧7 机动车排放标准》
	满足欧盟 ReFuelEU Aviation 提案以及 ICAO 的双重航空减排要求	《可持续航空燃料标准》
全球报告倡议组织 (GRI)	帮助企业披露 ESG 信息，满足全球投资者和监管机构对企业可持续发展信息透明化的需求	《GRI 可持续发展报告标准》
科学碳目标倡议(SBTi)	支持企业制定科学的净零目标，满足《巴黎协定》碳减排承诺	《SBTi 企业净零标准》
欧盟委员会	满足欧盟《公司可持续发展报告指令》(CSRD) 对企业可持续发展信息披露的强制性要求	《欧洲可持续发展报告标准 (ESRS)》
美国证券交易委员会 (SEC)	符合美国证券交易委员会 (SEC) 对上市公司披露气候相关风险和财务影响的要求	《气候相关信息披露最终规则》

●中国交通运输碳核算发展

近年来，中国政府积极响应全球气候治理的倡议，制定了一系列政策和行动方案，推动交通运输行业绿色低碳转型。作为《巴黎协定》的签署国，中国承诺力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。为此，国家发布一系列管理措施，例如，《绿色交通“十四五”发展规划》提出要加强碳排放监测能力建设；《碳排放权交易管理暂行条例》初步覆盖部分交通运输子行业，推动企业为纳入全国碳市场做准备；《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》明确了碳核算规则和因子数据库建设需求。

国家也正积极推动交通运输领域碳足迹核算和减碳工作，加强碳排放监测与核算能力，推进行业标准化建设。交通运输部制定了相关工作方案，强化碳排放基础数据的调研与统计，建立了公路水路交通运输企业一套表统计调查制度，并针对新兴议题开展专项基础调研和方向研究，以支持交通减排和碳足迹标准的编制。目前，货运领域的调查已覆盖水运和道路运输，但与欧美国家相比，我国整体交通运输行业的碳核算体系仍处于发展初期。

自愿减碳市场也为交通行业提供了多元化的选择。城市公共交通和物流行业等减碳项目可以通过推广公共交通、新能源车辆等措施，获得碳减排量核证并进入碳市场交易。此外，近年来各地陆续开展碳普惠标准试点，形成了碳减排量的小额核证机制，鼓励个人和小微企业参与低碳行动，丰富了交通领域的自愿减碳路径。

汽车行业碳足迹管理的标准化体系也在逐步完善。由于国际标准的歧视性较强，且国内关键环节识别能力薄弱，国内碳足迹管理发展受限，建立统一的碳排放管理标准体系成为当务之急。为解决该困境，国家正在积极制定涵盖国家标准、行业标准和团体标准的汽车碳足迹相关标准，涵盖商用货车范畴。

随着国际气候政策的不断深化，碳披露标准也逐渐成为交通行业的重要组成部分。中国企业

在碳披露方面逐步与国际接轨，广泛采用 GHG Protocol、ISO 14064 系列标准、ISO14083 和 GLEC 框架进行碳排放核算与报告。2021 年，国家发布《组织碳排放管理信息披露指南》，推动企业从自愿披露向强制性披露过渡。2024 年，《企业温室气体信息披露指引》发布，为企业碳排放披露提供路径和工具。2025 年，《可持续发展报告编制指南》发布，为上市公司提供了碳排放披露的细化工作指导。

5.4.2 GLEC 框架与 ISO 14083

随着全球碳中和目标的推进，物流和运输行业的温室气体排放核算正变得日益标准化和精细化。GLEC 框架（全球物流排放核算与报告框架）和 ISO 14083 是目前物流行业碳排放核算的主流指南与标准，二者在核算范围、方法和数据要求上高度一致。最新版本的 GLEC 框架已与 ISO 14083 完全兼容，为企业提供了更为系统化和实用化的工具，助力全球供应链的绿色转型。

GLEC 框架是全球首个被广泛认可的物流多模式运输碳排放核算指南，由全球物流排放理事会（GLEC）开发，旨在为跨国企业及其供应链伙伴提供协同、高效的碳管理方法。目前已有超过 200 家跨国公司采用 GLEC 框架，包括马士基集团、UPS、联想、宜家、DHL 等国际知名企业。GLEC 的最大特点在于高度贴近实际业务需求，尤其是在多模式运输场景中提供了具体的操作指南和工具。

ISO 14083 则是由国际标准化组织（ISO）于 2023 年发布的首个全球性物流和运输温室气体核算标准，覆盖货运和客运的所有主要运输模式（包括陆运、海运、空运、铁路运输、管道运输和索道运输）。与 GLEC 框架一致，ISO 14083 引入了运输作业类别（TOC）的概念，对物流链中的各类作业环节进行明确分类，把物流链相关环节的术语标准化，同时给出了更详细的计算公式以及排放因子，增加了碳排放核算结果汇报的要求，提高了核算方法的可操作性和结果的可比性。GLEC 框架与 ISO 14083 均采用基于运输链要素（TCEs）的核算逻辑，强调利用实际数据（如燃料消耗量、运输距离、车辆类型等）计算排放总量，必要时补充行业默认值或估算数据。

在最新版本中，GLEC 框架已全面对接 ISO 14083，并实现了在核算范围和方法上的一致性。与 ISO 14083 相比，GLEC 更聚焦货运行业的具体应用场景，为企业提供了一系列支持工具、最佳实践案例及计算模板。这些工具帮助企业更高效地在日常运营中应用碳排放核算标准，推动碳管理从理论到实践的落地。

虽然 GLEC 和 ISO 14083 在方法和数据要求上高度一致，但二者的定位和实际应用场景有所不同。GLEC 框架是指导企业遵循 ISO14083 标准进行物流碳排放计算与汇报的指南文件，帮助企业快速掌握碳排放核算方法，尤其在多模式货运场景中确保了灵活性和可操作性；ISO 14083 作为全球运输碳排放计算与汇报的统一标准，提供了标准化的碳排放计算方法和报告要求，确保核算结果的统一性和国际可比性。二者的结合使用不仅可以为企业提供更高的灵活性和精准性，还能增强企业碳管理的合规性和透明度。

从全球物流行业的发展来看，GLEC 和 ISO 14083 的共同推进有助于推动行业内的数据共享与协作，为全球供应链的绿色化提供更有力的支持。在这一整合式标准化体系下，企业能够更加精准地识别高排放环节，并制定针对性的减排行动，为全球碳中和目标做出贡献。

5.4.3 交通运输行业碳核算与汇报发展问题及建议

●推动机制与标准互通

尽管目前业界普遍认识到国家间的碳核算与报告机制需要互通，但如何有效推动这一进程仍是一个亟待解决的问题。现有的机制和标准多存在地区性差异，各国的碳核算方法和报告框架在细节上有所不同，导致数据的对比性和可操作性不足。因此，推动国际机制与标准互通的关键在于寻求国家间共识，特别是在技术标准、数据验证以及减排量核算方法等方面达成一致。以《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）为例，该框架涵盖近 200 个缔约方，确保了各国在减碳合作中遵循统一认可的标准和机制。然而，区域性政策与单边标准的出现给国际合作带来了挑战。例如，欧盟推出的碳边境调节机制（CBAM），尽管提升了区域内碳减排的约束力，但由于未与其他国家充分协商，容易形成新的贸易壁垒，阻碍全球范围内的协作。因此，行业应通过加强国际对话、合作与交流，建立跨国平台与沟通渠道，探索通过国际组织（如《联合国气候变化框架公约》等）推动标准互通，制定共享的数据格式和认证体系，从而实现全球范围内碳核算体系的有效互通。

目前，我国多个相关部门和研究机构积极参与碳核算与汇报标准体系的搭建。由于各部门的关注重点与角度有所不同，可能会导致标准体系的差异化以及工作协调上的挑战。未来，可能通过建立跨部门协调机制和数据共享平台，明确分工，统一技术规范，减少信息孤岛现象。跨部门联席会议和动态调整机制可提升标准一致性，确保政策协同，推动碳核算与汇报更加高效、系统和科学，助力实现碳达峰、碳中和目标。

●寻求额外的减碳需求和价值化

目前，交通运输行业的减碳需求尚未完全明确，且利益相关方并未完全厘清碳核算和汇报的底层需求和逻辑。在实际操作中，相关方虽然面临碳减排压力，但缺乏对实际问题和需求的精准把握，导致减碳路径的实施障碍。因此，从实际问题出发，厘清行业碳核算与汇报体系的顶端需求，将成为推动交通运输行业减碳体系实用性发展的关键。

行业应从政策与市场需求的双重视角出发，探索适合的价值化机制。例如，政策主导的减碳机制需要逐渐转向市场主导，推动绿色金融工具和碳交易市场的发展，鼓励企业及相关方在市场中实现碳减排的经济价值。在国内交通运输领域，碳价值化的探索尚处于初级阶段，虽然已开始尝试碳普惠机制，但实际交易量较小，市场影响力有限。在国内碳市场中，电力行业已形成相对成熟的碳交易体系，截至 2023 年底，其累计交易额超过 144 亿元⁶，成为推动碳市场发展的重要支撑。相比之下，交通领域起步较晚，但其价值化机制可借鉴电力行业经验，通过数字化手段进行精准碳核算并接入交易市场，通过行业内部竞争或者行业间协调机制达到低成本减排的总体目的。

●打通报告—核算—认证和价值实现的路径

当前，碳报告、核算和认证在技术标准、数据源和流程链条上仍存在割裂现象，导致减排数据难以真正实现跨环节整合与价值转化，尤其是在跨企业和多环节的复杂供应链场景中更为突出。这一问题不仅限制了数据的可追溯性和可信度，还阻碍了碳减排成果的有效传递。

然而，随着技术和实践的进步，一些企业开始探索和实践打破这些壁垒的路径。以运输服务企业为例，一些企业已基于全球物流排放框架（GLEC）开发内部数据管理平台，构建订单级别的运输碳排放核算模型。这类平台不仅能为客户提供差异化的减排方案，还能对运输环节中的碳减排

量进行核算与认证，形成范围三（供应链环节）的减排成果，将经过认证的碳减排量转移给货主企业用于碳价值化。这种实践案例为未来打通从碳数据核算报告到减排认证，再到碳价值转移的路径提供了借鉴。

北京市氢燃料电池汽车碳减排项目依托数字碳计量技术，整合车辆运行数据和氢能全生命周期碳排放数据，实现高精度碳减排监测。通过《北京氢燃料电池汽车碳减排方法学》对单车单趟次运行进行精准计量和核算，并在北京碳市场完成碳减排量交易，交易收益返还运营企业。截至目前，该项目已为 20 家企业 7 大类场量 1,000 余辆氢燃料电池汽车提供碳减排开发服务，预计实现年均碳减排 2.6 万吨、污染物减排 850 吨，有效促进氢能上下游企业的合作共赢。该项目打通了交通运营、数据管理、减碳方法构建和管理市场的商业链条，提升了交通碳减排数据的可信度和市场认可度，为氢能产业在交通领域的商业化落地提供了可借鉴的案例。

●推进数字资源高效利用和工具化

数字资源和工具化是提升碳核算和报告效率的关键。数字化工具可以帮助构建更精准的碳核算模型，实时跟踪碳排放数据，提升核算与报告的完整性和可验证性。此外，标准化的数字平台还能推动数据共享和国际互认，减少人为误差，提升碳管理体系的整体协同效应。

对于中国而言，进一步推进数字化工具化不仅能够享有这些普遍优势，还可以在全球碳管理体系中占据更重要的地位，提升标准制定与规则协商中的话语权。同时，通过自主研发数字工具和平台，中国能够更好地结合本土碳管理需求，促进国内外数据互通，强化区域合作和市场联动，为实现“双碳”目标提供更加有力的技术支撑。

参考文献

- 1 中国移动源环境管理年报（2024 年）。
- 2 北京市大气污染防治 2023 年行动计划，[2023-03]. <https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202303/W020230307351229004933.pdf>.
- 3 增发 1 万亿元国债主要用于 8 个方向 [EB/OL]. 中国政府网，[2023-10-26]. https://www.gov.cn/zhengce/202310/content_6912075.htm.
- 4 河南印发新型基础设施建设提速行动方案及支持政策 [EB/OL]. 中国政府网，[2023-08-06]. https://www.gov.cn/lianbo/difang/202308/content_6896900.htm.
- 5 广西全面统筹和加强城镇市政基础设施建设与融资工作助力新型城镇化高质量发展三年行动方案政策解读 [EB/OL]. 广西壮族自治区人民政府，[2023-07-29]. <http://www.gxzf.gov.cn/zcjd/t17510696.shtml>.
- 6 中电联发布《中国电力行业年度发展报告 2024》，[2024-07-10]. <https://mp.weixin.qq.com/s/jfsHWg88we1qEh5wSCXkog>.

06

应用场景和实践案例

- 6.1 火力发电行业换电站示范项目——陕西清水川
- 6.2 港口换电重卡应用示范项目——青岛港
- 6.3 干线运输换电重卡试点项目——晋陕冀
- 6.4 区域性重卡电动化试点项目——深莞惠
- 6.5 氢能廊道试点项目——京津冀
- 6.6 减碳量“可验证”的低碳物流运输服务——马士基
- 6.7 国际长途跨境电动卡车运输案例——CEVA

2021—2023 年期间，纯电动重卡的应用场景主要聚焦于高频短距离往返、大宗货物运输领域。例如在冶炼、发电等能耗与污染较高的工厂，至矿山、港口之间的运输场景中，已逐步形成稳定的绿色运力体系与商业合作模式。在空间分布上，这一时期的应用实践主要集中在河北、内蒙古、山西、山东、新疆等大宗货物运输需求旺盛的省市。

进入 2024 年，随着车辆电池配置容量的提升及采购成本的显著下降，纯电动重卡的续航能力进一步提升，运输范围也进一步拓展。在大宗货物运输场景中，单程运距最远已突破 800 公里，并在部分区域构建起大宗运输的零排放走廊，且因经济性表现良好，单一车队规模多超 50 辆。与此同时，港口、物流枢纽的集疏运公路物流运输场景中，部分物流企业尝试以纯电动重卡替代传统燃油重卡，通过小规模试用评估经济性与环境效益，为大规模替换奠定基础。空间分布上，2024 年的应用实践大量出现在京津冀、长三角、珠三角等物流集疏运需求旺盛且具备大型港口、物流枢纽的地区。

本章节共收集了 7 个实践案例，应用场景覆盖大宗短倒运输、大宗干线运输、集疏运中短途运输、长途干线物流运输等。相比 2023 年案例，2024 年的案例增加了对补能站点建设、运营和商业模式的考察，包括充电技术路线和换电技术路线，以及通过打通干线补能站点来实现干线长途运输电动化的尝试，还包括在更多应用场景里规模化投入补能设施的尝试。同时，在道路运输电气化的进程中，2024 年的案例增加在突出的“点、线、面”的收集，包括电动货车减碳量的计算汇报、800 公里以上的长途跨境运输、珠三角区域和京津冀区域电动重卡试点项目，探索可复制、可持续的商业模式，为进一步的政策落地提供了研究基础。

案例收集和筛选的来源包括：

- 零排放货运行动成员中，行业领先企业的实际应用案例
- 零排放货运行动秘书处实地走访、调研案例
- 行业内其他研究机构推荐案例
- 公开披露或报道的案例约 120 多个，包含测试、交付、运营阶段等

表 6-1 案例主要参数

案例	行驶距离	运营环境	应用场景	运营车型	货物类型	能源类型	补能形式	特色
火力发电行业换电站示范项目——陕西清水川	200—400 公里（日均）	公开道路	大宗短驳运输	重型卡车	煤炭、粉煤灰、石膏等	电	换电为主，充电为辅	榆林地区规模最大的换电项目，同时换电运营商也实现了基本收益，保证了项目的可持续性。
港口换电重卡应用示范项目——青岛港	230 公里（日均）	码头区域	区域短倒	重型卡车	集装箱	电	换电	全国最大规模的港口集团历经 2 年时间，统筹建设了全国 30 公里半径内最密集的换电网络。

干线运输换电重卡试点项目——晋陕冀	600公里 (日均)	公开道路	中长途 干线运输	重型卡车	煤炭运输	电	换电	首条横跨陕西、山西、河北，600多公里长的重卡充换电干线。
区域性重卡电动化试点项目——深莞惠	20-200公里 (日均)	公开道路	中短途 运输	重型卡车	普通货物、砂石料、危险品运输和食品冷链运输	电	充电为主，换电为辅	跨区域公路10种场景新能源重卡运输经济性，行驶里程较高的场景已实现经济性。
京津冀氢能廊道项目	150公里以上 (单程)	公开道路	干线运输	重卡	外贸集装箱、商品车、快递、钢铁、煤炭	氢	加氢站	中国氢能廊道的跨区域场景拓展
减碳量“可验证”的低碳物流运输服务——马士基	20-200公里 (日均)	公开道路	中短途 集卡运输	重型卡车 / 牵引车	日用百货	电	充电	不仅为客户提供电动重卡运输服务，还提供经过第三方验证的国际认可的碳减排量，为客户范围三排放的量化管理提供闭环的服务。
国际长途跨境电动卡车运输案例——CEVA	880公里 (单程)	公开道路	跨境集卡运输	重型卡车 / 牵引车	轮胎、电子产品	电	充电	国际长续航电动卡车在跨境运输场景的尝试，为中国带动周边其他亚洲国家物流脱碳起到引领和示范作用。

公司在能源供应领域的强大实力，也确保了年度发电业务的持续性和稳定性，为社会经济发展提供了坚实的电力支撑。

在电力生产过程中，燃煤作为主要的能源来源，不可避免地会产生大量的灰渣。据统计，陕西清水川能源股份有限公司每年因燃煤而产生的灰渣总量约为 300 万吨。面对如此庞大的废弃物处理需求，公司采取了科学、环保的处置策略，即利用专业的汽车运输队伍将这些灰渣安全、有序地运往位于公司所在地约 50 公里外的专用灰渣填埋场。

为确保灰渣运输的高效性和安全性，公司配备了大约 100 辆专用运输车辆。这些车辆不仅符合严格的环保标准，还具备出色的运载能力和适应性，能够应对复杂多变的运输环境。通过这一系列精心规划的物流安排，陕西清水川能源股份有限公司不仅有效解决了灰渣处理问题，还积极履行了企业社会责任，致力于环境保护和可持续发展。

目前，国内纯电动重型货车主要应用于高频短倒的封闭运输场景，这些场景下的货物量大、急速时间长、油耗高，使用纯电动重型货车有明显的油电成本优势。但对于开放道路运输场景的重型货车自动化，目前各地的试点项目相对较少。

鉴于此，清水川换电站项目旨在通过小规模试点应用，探索以府谷为核心的跨区域公路普通货物运输场景下推广电动重型货车的可行性，并为陕北地区乃至全国其他地区的公路运输重卡电动化项目积累实践经验。

●路线规划

本次试点主要集中于清水川及其周边短途公路运输，运输产品的类别包括粉煤灰、煤炭、石膏、灰渣等，货物装载量在 10—40 吨范围内，车辆日均行驶里程在 200—400 公里范围内，场景涵盖往返于电池厂至灰渣坑、煤矿—洗煤厂等运输场景。

试点运输场景及细节汇总如下：

表 6-2 试点运输场景

运输场景	大宗短驳运输：往返于电厂、灰渣坑间
货物类型	煤炭、粉煤灰、石膏等
货物数量	10 吨至 40 吨
日均行驶距离	200—400 公里范围内
柴油车型号及油耗	6×4 柴油牵引车，油耗：35—40 升 / 百公里
电动车补能技术路线	6×4 纯电动重型牵引车，282 千瓦时
补能平均电价（包含服务费）	换电为主，充电为辅
	1.45 元 / 千瓦时

通过调研发现，清水川地区运输线路相对固定，主要从清水川至庙沟门灰渣坑。运输线路图如下：

6.1 火力发电行业换电站示范项目——陕西清水川

摘要：

陕西清水川能源股份有限公司是一家以燃煤发电为主的发电企业。每年在发电过程中，会产生约 300 万吨灰渣。为了妥善处理这些灰渣，在陕西陕能新动力科技有限公司投资下，公司配备了大约 100 辆电动重卡，将灰渣运输至距离电厂约 50 公里的专用灰渣填埋场。

清水川换电站项目通过小规模试点应用，旨在探索以府谷为核心的跨区域公路普通货物运输场景下，推广电动重型货车的可行性。在运输过程中，电动重卡的货物装载量一般在 10—40 吨之间，车辆的日均行驶里程大致在 200—400 公里范围内。公司针对电动重卡的补能方式，为了优化经济性，选择以换电为主、充电为辅的技术路线，因运输路线相对固定，主要集中在清水川至庙沟门一带，每年可实现运营成本的优化。

6.1.1 项目背景

●运输需求

陕西清水川能源股份有限公司作为国内一家重要的火力发电企业，业务核心聚焦于高效、稳定的电力生产。公司三期扩建项目的核心机组装机容量已攀升至 460 万千瓦，这一规模不仅彰显了公

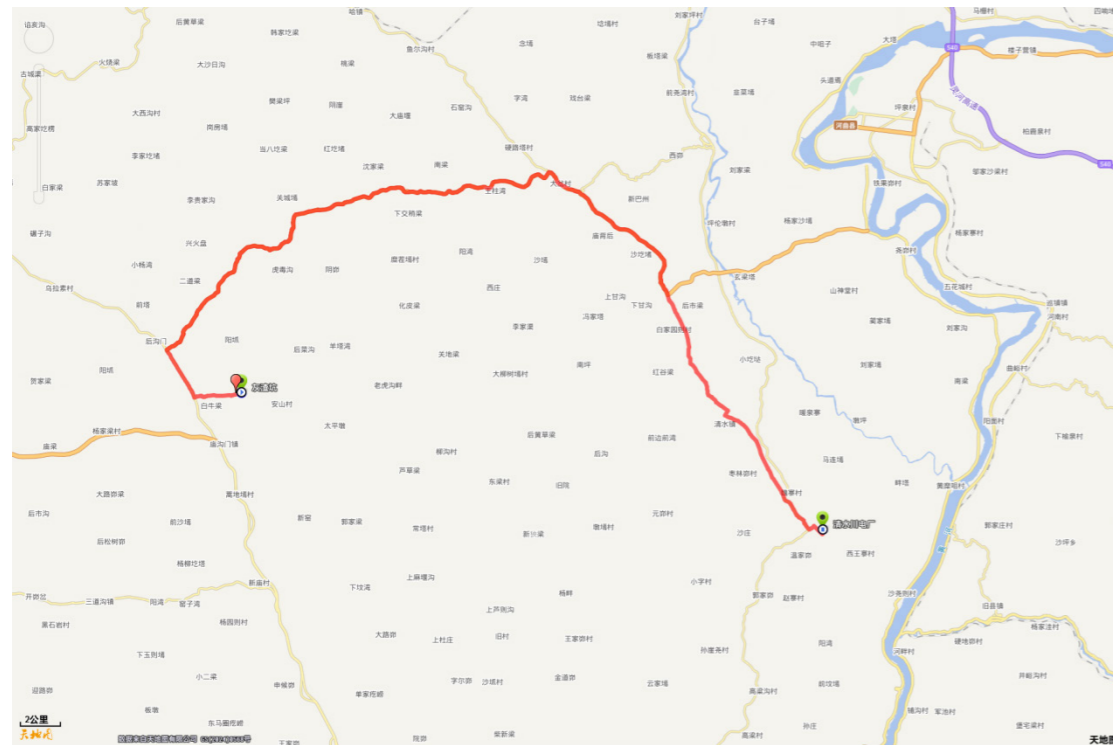


图 6-1 试点项目运输路线图

●车辆运行情况

在试点方案的实施过程中，深入分析了各个场景的作业规律、日运行里程、单边运输距离、货物重量等关键因素。基于这些因素综合考量，为每个场景匹配了合适的车型和电量，满足企业实际运输要求。

具体到车型和电量的选择上，场景分配了 1—2 台不等、不同品牌、不同技术类型的重卡车型，确保了每家企业都能充分试用、比较，了解纯电动重卡的实际运行效果。

车辆运行数据、货物数据汇总如下：

表 6-3 车辆运营数据

运营企业	场景类型	车型品牌	数量(台)	车型型号(牵引车)	电池容量(千瓦时)	货物类型	平均载重(吨)	运营数据统计的日均行驶里程(公里)	年行驶里程预计1(万公里)	平均电耗度/公里
山水绿波	灰倒短运输	吉利	1	6×4	282	灰渣	35	380	12.54	2.26
驰骋物流	倒短运输	徐工	1	6×4	282	灰渣	35	285	9.4	2.24

工厂短驳运输场景的年运营天数设定为 330 天，参考依据：相比公共道路运行频率会更高，

参考调研数据用 330 天计算。

●补能设施运行情况

现阶段，清水川地区重型货车公共换电站建设仍然处于发展初期，无法根据现有运输线路的需求匹配合适的换电资源，所以本次试点项目纯电动重卡补能将以换电为主，充电站作为补充。

充电资源主要分为公共充电场站以及自有停车场专用充电桩两类。

公共充电场站资源：试点项目中涉及的清水川及其周边地区，目前收集到共有 1 个重型车可出入的公共充电场站，位置在灰渣坑一侧，规模为 10 台 320 千瓦直流单桩（双枪）。充电收费标准按照公共充电场站实际市场价，清水川及周边地区峰谷时段平均电价（包含服务费）约为 1.55 元/千瓦时。

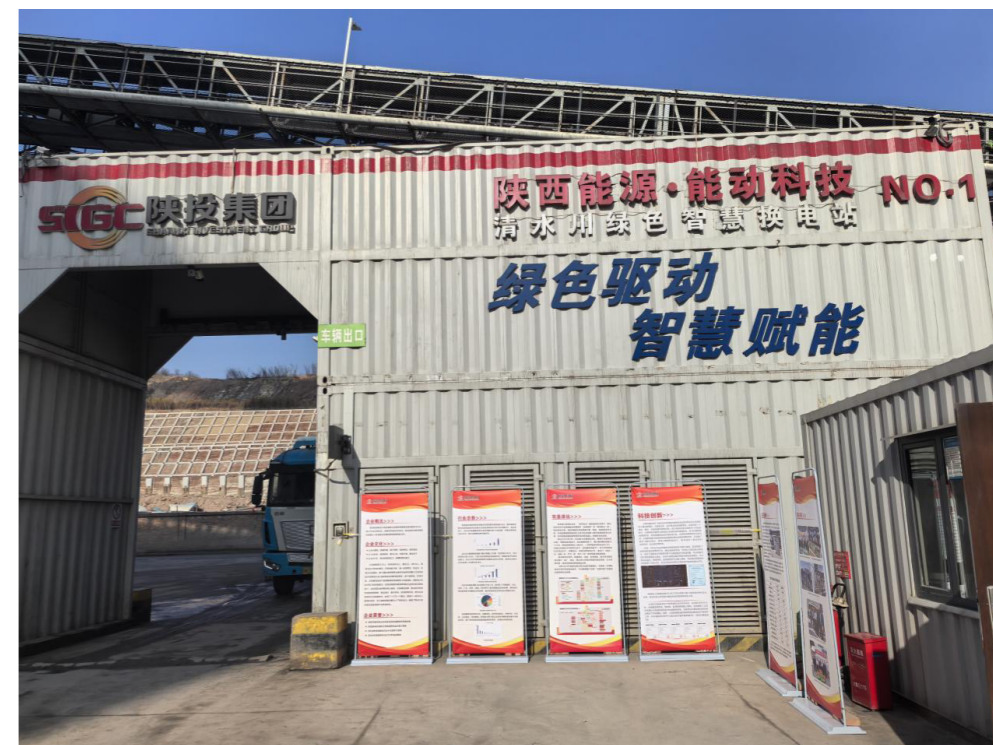


图 6-2 清水川试点场景换电站场地实拍图

专用充电桩资源：

对于难以匹配公共充电桩或有特殊运营需求的企业，例如清水川一灰渣坑的专线运输，建议根据运输线路的特点在沿线停车场专门配建的充电桩解决车辆补能的需求。具体建桩方式和收费标准由场地物业方、充电桩运营公司、承运方根据实际情况协商确定。

专用换电站：

试点过程中，该场景车辆具有运输频次高、运行时间长、场景封闭等特点，适合使用换电模式。

6.1.2 运营效益

●运营经济性

项目效益表可全面评价纯电动重型货车和柴油重型货车生命周期内的经济性，它是指在对象的

寿命周期内为其论证、研制、生产、运行、维护、保障、退役后处理所支付的所有费用之和。它将对象的全系统、过程中涉及的各种技术、物资、人力及组织管理措施统统化为费用指标，运用系统工程的观点为各种管理决策的科学化提供可靠的依据。

表 6-4 清水川清洁运输示范项目效益表

项目	燃油车	换电重卡
整车购置价格（元）	300,000	190,000
购置税（元）	26,549	0
单车保养费用（元/年）	35,058	25,800
单日工作小时（小时）	24	24
每次补能时长（分钟）	15	5
油箱/电池容量（升，度）	400	282
单车年运营里程（公里）	142,500	142,500
单公里能耗（升/公里，度/公里）	0.45	1.70
能源价格（元/升，元/度）	7.50	1.40
单车用能成本（元/公里）	3.38	2.38
单车年成本费用（元）	600,513	418,478
单车载重吨数（吨）	34	32
场景每年运输费用（万元）	15,504	10,214

6.1.3 商业模式

在深入对比柴油车与纯电动车在特定应用场景下的运营成本时，车电分离模式对纯电动车成本结构的优化效果显得尤为突出，其带来的多维度优势值得我们进一步细化分析。

●初期购置成本优化

纯电动车在采用车电分离模式后，购车成本结构发生了根本性变化。传统模式下，电池作为电动车最昂贵的组件之一，往往需要用户一次性全额支付。而车电分离模式下，电池成本被分离出来，用户可以通过租赁、分期支付等多种灵活的财务安排来分担这部分成本。这不仅降低了购车门槛，使得更多用户负担得起纯电动车，同时也加快了资金流转速度，提高了资金的使用效率。此外，随着电池租赁市场的成熟和竞争加剧，租赁费用也有望进一步下降，为用户带来更多实惠。

●年度维修成本降低

纯电动车的机械结构相对简单，减少了传统柴油车复杂的机械部件维护需求，从而降低了年度

维修成本。在车电分离模式下，电池的维护、更换及升级等任务通常由专业的第三方服务商承担。这些服务商拥有专业的技术和设备，能够高效地进行电池检测、维修和更换，确保电池始终处于最佳状态。同时，通过规模经济和技术迭代，电池维护成本也在逐渐降低。此外，车电分离模式还促进了电池循环利用和梯次利用，进一步延长了电池使用寿命，降低了整体维护成本。

●补能成本节约

纯电动车的补能成本主要取决于电力价格和充电效率。在车电分离模式下，用户可以根据实际需求选择充电或换电服务。充电方面，随着充电基础设施的不断完善和电价政策的优化，纯电动车的充电成本有望进一步降低。换电方面，通过建设高效的换电站网络，用户可以快速完成电池更换，避免了长时间等待充电的困扰。同时，换电模式还促进了电池标准化和模块化发展，降低了电池更换成本。

●经营周期综合优势

从整个经营周期来看，纯电动车采用车电分离模式不仅在经济上展现出显著优势，还促进了资源的高效利用和环境的可持续发展。对于纯电动重卡等重型运输工具而言，车电分离模式更是解决了电池成本高、充电时间长等痛点。通过灵活的电池管理策略，确保了车辆的持续高效运行，提高了物流运输的效率和可靠性。此外，车电分离模式还有助于推动电动车产业的创新发展，促进产业链上下游企业的协同发展，形成良性循环。

综上所述，纯电动车采用车电分离模式，在初期购置成本、年度维修成本、补能成本以及经营周期综合优势等多个方面均实现了显著降低和优化。这一模式不仅为用户带来了更多实惠和便利，也为推动绿色交通转型和实现可持续发展目标提供了有力支撑。

6.1.4 挑战

●充换电设施不足

在高频多趟的运输场景下，纯电动重卡对充换电设施的依赖度极高。然而，府谷目前的充换电基础设施建设仍不完善，特别是在开放道路上，缺乏足够的充换电站。这导致纯电动重卡在长途运输中难以满足快速补能的需求。不足以支持纯电动重卡在该地区的大规模推广。

●运营效率受限

重型货车作为物流行业的核心工具，对运行效率要求极高。纯电动重卡的充电时间较长，即使是快充模式也需要 3—4 小时，这大大降低了车辆的运营效率。此外，车辆的活动半径受限于充电站的分布，进一步限制了其应用场景。

●经济优势不凸显

目前府谷地区的重型货车运营场景绝大多数以重卡车辆为主，且车辆运营里程数普遍不长，这就导致纯电动重卡电耗低的同时柴油车油耗也偏低。里数拉开油电使用成本差价。因此，目前纯电动重卡在多数运营场景中还不能体现出足够的经济性优势。

●续航里程焦虑

纯电动重型货车的续航里程有限，难以满足长途运输的需求。其应用场景主要集中在短途运输，如专线运输、支线短倒等，单程距离通常不超过 200 公里。对于长途干线运输，纯电动重卡的续航能力仍显不足。

6.2 港口换电重卡应用示范项目——青岛港

摘要：

山东港口陆海国际物流集团有限公司，到 2025 年底共更换 1,300 辆电动重卡用于港口装卸船、集疏陆驳等不同作业场景。青岛港因为运输路线高频次、短距离、线路固定的特点，为了优化经济性，选择用换电重卡替代传统燃油重卡。青岛港周边新能源电动重卡主要应用于装卸船及中短途集疏运场景。其中，装卸船运输为码头至堆场的内部封闭式短倒运输，平均距离为 0.5—5 公里；集疏运输则为转运车辆将货物从港区运输至不同集装箱堆场进行查验或装卸，堆场与堆场间距离为 0.5—20 公里，场景较为开放。

目前，青岛港已建成 8 座换电站，可满足约 650 辆电动重卡的运行需求，实际在运行的电动重卡约为 450 辆，经济性优势显现。

6.2.1 项目背景

●运输需求

青岛港位于中国山东半岛的胶州湾畔，是中国北方重要的国际贸易港口。2024 年青岛港货物总吞吐量突破 7.5 亿吨，集装箱量突破 3,300 万标准箱。青岛港已超越新加坡港，成为世界第四大港口。

青岛港由大港、前湾港、董家口港区组成。青岛前湾港是青岛港的核心港区，以集装箱运输为主，兼顾少量散杂货、液体化工等业务。其自动化码头（全球领先的“全自动化集装箱码头”）技术水平和作业效率位居世界前列。

董家口港是青岛港的深水新港区，重点发展矿石、原油、液化天然气（LNG）、煤炭等大宗商品运输，并配套建设临港产业园区。大宗散货的年吞吐量超 2 亿吨，其中铁矿石进口量占全国近 1/5，原油接卸能力达 5,000 万吨/年，LNG 接卸规模位居国内前列。近年来逐步发展集装箱运输，依托新建泊位，2023 年集装箱吞吐量突破 300 万标准箱。

由于港口内装卸等候时间较长，传统燃油或燃气车辆频繁启停和长期怠速的过程中能耗和污染物排放均较高。港口到堆场的外部运输路线也符合高频、短途、线路固定的特征，因此港口场景非常适合以换电重卡替换传统重卡。

山港集团规划，到 2025 年底，共计划更换 1,300 辆电动重卡用于港口装卸船、集疏陆驳等不同作业场景，贯彻落实国家“双碳”战略，更好地发展绿色物流事业，打造全程零碳物流项目。即在港口短倒业务场景中采用电动重卡参与运输，然后经过铁路运输至内陆港，同时在内陆港布局换电站，采用电动重卡运至工厂，形成“港口短倒 + 铁路疏运 + 内陆港短倒”的全程零碳运输模式，起到标杆示范作用。



图 6-3 青岛前湾港全自动化码头作业现场

●路线规划

青岛港运输车辆主要作业场景分为装卸船运输与集疏运运输。装卸船运输主要路径为船靠至码头泊位并卸船后，由重卡或 AGV 等转运车辆将货物转运至港内堆场内进行堆放，码头至堆场平均距离为 0.5—5 公里，属于内部封闭式短倒运输场景。

集疏运运输主要路径为转运车辆将货物从港区运至不同集装箱堆场并进行查验货及装卸。堆场与堆场间的距离区间为 0.5—20 公里，属于中短途运输场景，场景较为开放。以此延伸出城市内部外点业务，即转运车辆将货物从港口周边向城市内的保税园区、产业园区及大型物流园区等地运输。路线距离为单程 30—100 公里。目前，青岛港周边的新能源电动重卡主要业务发生场景为装卸船及中短途集疏运。



图 6-4 港口周边集疏运路线图——以前湾港四期码头 QQCTU 周边堆场为例

表 6-5 前湾港四期码头至集疏运场站的路线距离

起始地	目的地	距离 (公里)
泛亚场站	QQCTU	4.0
神州自动化	QQCTU	3.0
泛联南站	QQCTU	2.2
捷丰南站	QQCTU	1.5
长荣南站	QQCTU	1.3
港联捷南站	QQCTU	2.5
港捷丰南站	QQCTU	1.7
港联海南站	QQCTU	1.5
大亚南站	QQCTU	1.3
锦恒	QQCTU	1
捷丰南站理货区	QQCTU	2.2
外运汉江路站	QQCTU	2.4

●车辆运行情况

青岛港港区的车辆运营特征呈现出明显的场景分化：

青岛前湾港周边的重卡运输车辆主要为 6×4 牵引车及 4×2 牵引车，货物运输类型为集装箱。单日作业时间预计 23—24 小时，单日运行里程为 220—240 公里。

青岛港董家口港区周边的重卡运输车辆主要为 8×4 自卸车，货物运输类型为煤炭、矿石等散杂货。单日作业时间预计 23—24 小时，单日运行里程为 220—240 公里。

以下为青岛港场景下新能源电动重卡与国六柴油重卡的成本对比分析：

表 6-6 新能源电动重卡与国六柴油车成本对比分析

成本对比分析			
项目	新能源电动重卡	国六柴油重卡	备注
购置成本及组成	车头 20 万元 + 电池 20 万元	23 万元	可采用车电分离模式，租赁车载电池
燃料 / 电费价格	0.7 元 / 度	7.0 元 / 升	按照加权电价
单公里能耗	1.80 千瓦时	0.45 升	

日行驶里程	230 公里	230 公里
年运行时间	340 天	340 天
年维护成本	3 万元	1.2 万元
年补能成本	9.86 万元	24.63 万元

以下为青岛港场景下新能源电动重卡与国六柴油重卡的环境效益分析：

碳排放：单辆电动重卡年减排 CO₂ 约 100 吨，全港推广 500 辆可年减排二氧化碳 5 万吨。

污染物：NO_x 和 PM_{2.5} 排放趋近于零，港区空气质量指数 (AQI) 可降低 15%。

噪音污染：电动重卡运行噪音低于 70 分贝 (柴油车 90 分贝)，可有效改善港区作业环境。

●补能设施运行情况

目前，青岛港共建设换电站 8 座，已有 5 座站投入运营。其中 5 座换电站位于青岛前湾港，服务集装箱转运车辆，3 座位于董家口港区，服务散货转运车辆。未来青岛港计划在 5 年内部署 10—15 个新增换电站，以服务更多新能源电动重卡。

以青港物流集疏运 001 号站为例，该站于 2023 年建成并投运，初期配套新能源电动重卡 70 台。该换电站使用侧向换电技术，为市面常见的 7+1 配置换电站，站内搭配 7 块宁德时代 282 千瓦时的站端电池。单日换电量最高可达 2.1 万千瓦时。

该换电站属于青港物流智能调度中心，换电服务费为 0.5 元 / 千瓦时，配套车辆服务于港内陆驳与场站集疏运业务。

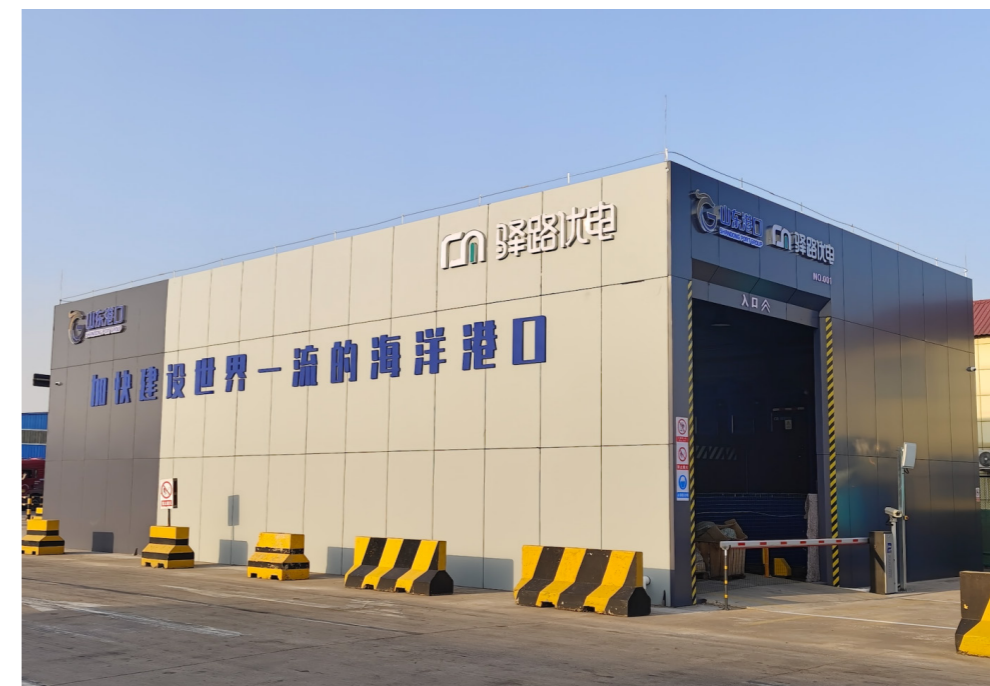


图 6-5 青港物流集疏运 001 号换电站

表 6-7 换电站投入成本分析——以青港物流 001 号换电站为例：

成本科目	项目	金额	备注
初始投资	换电站设备	220 万元	
	场地费用	0	青岛港自有场地
	电力建设及设备	120 万元	
运营成本	电费	0.7 元	
	人员运维	25 万元	
	站端电池租金	57 万元 / 年	
	设备维保	5 万元 / 年	
	换电站保险	7 万元 / 年	包含财产一切险与公共责任险

6.2.2 技术方案

•侧向换电

青港物流 001 号站为侧向换电技术换电站，共 8 充电工位，换电时间约 5 分钟，最高服务能力可达 168 次 / 天，换电机器人激光识别定位后，使用刚性抓取技术从车载电池的右侧抓取电池并换电。可适配福田、重汽、华菱、陕汽、红岩、北奔等多种车型。占地面积约 200 平方米。换电站内部设有应急处置仓，可将问题电池隔离，避免二次伤害，以应对电池着火等紧急情况。



图 6-6 侧向换电实拍图——青港物流 001 号站



图 6-7 集疏运车队排队换电——青港物流 001 号站

•顶吊式换电

目前，青岛港内有 7 座顶吊式换电站，顶吊式换电站由换电系统、充电系统、监控系统、站控系统和其他部分组成。其中，换电系统主要包含换电机器人与行车轨道，充电系统主要包含存储充电仓和充电机，监控系统主要包含控制中心、视频监控等，站控系统主要包含站内控制与站内监控，其他部分主要包含消防应急仓、消防系统（基础消防）、配电系统、运营平台、七氟丙烷自动喷淋气灭系统等。换电效率和换电安全性能有极大提升。



图 6-8 顶吊式换电站实拍图——董家口港区 001 号站



图 6-9 顶吊式换电站——前湾港四期码头 001 号站



图 6-10 顶吊式换电站换电实拍图——前湾港四期码头 001 号站

6.2.3 商业模式

山东港口集团 8 座换电站由各业务发生单位（如青港物流、青岛港供电公司）发起公开招标，建设完毕后由各单位实际运营。换电服务费收益由各单位收取。

换电站的站端电池或配套车载电池有两种持有模式。第一种是一次性买断，初期投入成本较高；

第二种是从第三方换电站运营商（如金茂智慧交通科技有限公司、上海启源芯动力科技有限公司等）对所需电池进行经营性租赁，租赁期限 1 年到 6 年不等。租赁费用与实际所需电池品牌、电池容量、电池保险、电池租赁年限相关。

6.2.4 挑战

●技术瓶颈

目前，新能源电动重卡使用电池多为磷酸铁锂电池，安全性能高、稳定性强，但冬季续航里程下降幅度大，会对运营效率产生负面影响；磷酸铁锂电池的循环寿命约为 8 年 2,000 次，但港口高频次充放电场景下，电池寿命可能缩短至 1,500 次。单组电池更换成本 20 万元，在换电站的全生命周期中可能会涉及电池的更换。

●基础设施不足

截至 2025 年 2 月，青岛港建成换电站 8 座，场景均较为封闭。港口周边的充换电补能基础设施较少，短时间内很难形成成熟的换电网络。如果青岛港实现 50% 柴油车替代（约 1,000 辆），至少需要 20 座充换电站（日均服务 3,000 辆次），目前缺口达 60%，需加快相关基础设施建设布局。

●经济优势不显著

目前，新能源电动重卡的采购成本高于柴油及 LNG 车辆，且港口场景下换电服务费较高，油电差缩小致使终端客户换电积极性不高，倾向于通过充电进行补能。

●行业标准不统一

目前，青岛港内有三种技术路径的新能源电动重卡换电站：刚性侧换、柔性吊装与刚性吊装。不同换电站配套不同的车载机构与站端电池框架，因此很难实现不同站点间车辆的通用互换，一定程度上限制了港内新能源换电车辆业务场景的流动。由于港口场景下多为港口公司确定换电站产品后进行建设运营，因此终端客户产品选择自主权往往会受限。

6.3 干线运输换电重卡试点项目—晋陕冀

摘要：

启源芯动力作为国家交通强国建设试点的牵头单位，依托晋陕冀地区作为重要煤炭产区的地理优势，已在该区域建成 13 座换电站并铺设 600 公里干线，服务沿线钢厂、矿山、砂石料运输等企业。

2023 年上半年，启源芯动力联合宏欣物流在河北诚信化工及周边站台开展煤运干线测试。测试路线连接神木张家峁和杨伙盘煤矿，目标地为河北元氏县和宁晋县，单程约 600 公里。经过多次往返测试，车辆稳定电量为 1.2 千瓦时 / 公里，能耗低于预期，为干线运行提供了经济基础。

自 2023 年 12 月起，榆林—石家庄干线正式运营，截至 2024 年 11 月已运行 12 个月。目前，该干线有 75 辆长途车投入运营，实行全天运行模式。每辆车平均每月运行 15 趟，每趟行程 1,200 公里，月行驶里程达 18,000 公里。

6.3.1 项目介绍

●运输需求

中国是世界上煤炭第一生产大国，年产维持在 30 亿—40 亿吨。晋陕冀地区是中国重要的煤炭

产区，特别是神木府谷煤田，已经探明为国家级大型煤田，是晋陕蒙“煤炭金三角”的关键产煤区域。神木府谷煤田每年产煤约 5 亿吨，其中超过半数运往山西和河北。

沿途工业企业众多，特别是在忻州的河曲、保德地区以及宁武、原平地区，这些地方的站台和电厂分布较为密集。河北地区的煤炭主要被用于化工厂、钢铁厂以及港口等场景。



图 6-11 晋陕冀换电重卡干线上运输的拉煤换电重卡（启源芯动力提供）

●路线规划

晋陕冀区域的地理条件与物流网络结构对换电站的布局与规划具有显著影响。该区域的高速公路网络以沧榆高速为主轴，贯通主要城市及产业枢纽；低速公路则以宁武过境为核心，连接众多煤矿、电厂等关键节点。

电动重卡凭借其在重载与下坡运输中的经济性优势，逐渐成为煤炭运输的重要载体，而换电站的建设则成为支撑其高效运营的关键基础设施。

区域内设计了南北两条主要运输通道：

南线：自神木出发，经府谷、保德、河曲、原平，最终抵达石家庄，形成了一条超过 600 公里的运输线路；

北线：由神木沿五寨、阜平一路向东，延伸至黄骅港。这两条线路覆盖了区域内主要的煤炭运输路径，将煤矿、电厂、港口等核心节点高效连通，形成了完整的物流闭环，充分结合了区域物流需求的高频性与运量的规模化特点，提升了换电基础设施的覆盖效率。



图 6-12 晋陕冀换电重卡干线项目路线设计（启源芯动力提供）

●车辆运行情况

晋陕冀区域的车辆运营特征呈现出明显的场景分化：

长途运输：以神木为起点，连接石家庄及黄骅港，车辆通常在高速与低速路段间交替运行，车型以轻量化重卡与子母车为主。

中短途运输：以煤矿至忻州站台，或河曲、保德等地至周边电厂的运输为主，运行路段多以低速为主，车型主要为牵引自卸车。

2023 年上半年，启源芯动力联合宏欣物流针对河北诚信化工及周边站台的煤运业务开展了干线测试。测试路线覆盖神木张家峁和杨伙盘煤矿，运送目标为河北元氏县和宁晋县，单程距离大约为 600 公里。为确保充换电服务的顺利进行，测试过程中采用了启源 M3 移动换电站，并配备了华菱充换一体的电动重卡进行实际运营，多次往返测试后稳定电量为 1.2 千瓦时/公里，能耗低于预期，使干线运行具备了理论上的经济基础。

榆林—石家庄干线自 2023 年 12 月正式启动运行，截至 2024 年 11 月，已运营 12 个月。目前，该干线共有 75 辆长途车辆投入稳定运营。车辆实行全天运营模式，平均每月每台车运行 15 趟，每趟行程为 1,200 公里，每月行驶里程达到 18,000 公里。

●补能设施运行情况

目前南线共规划 17 座换电站，已完成建设 13 座，站点间距离约 50 公里，已投入运营。北线在南线已有的 10 个充换电站基础上，规划再建站 8 座，预计于 2025 年具备运行条件。

以山西忻州豆罗 1 号换电站为例，占地面积约 4 亩，采用市场上流行的后背式重卡换电技术，配备 M3 移动换电站，基本配置设置 1 个车道、8 个电池仓位，整个换电站共 7 块电池，具备高效换电、智能管理和灵活配置的特点。电池的容量为 282 千瓦时，可满足物流运输场景的需求。



图 6-13 晋陕冀换电重卡干线运行线路 (启源芯动力提供)



图 6-14 山西忻州豆罗 1 号换电站 (智慧货运中心提供)

6.3.2 换电技术方案

项目采用了国内重卡领域主流的顶部换电技术路线，搭配柔性充电堆的启源芯动力充换电站，不仅可以提升用户换电体验，还能降低建造成本和运营成本，为充电费用下降提供更大空间。

换电站具体参数如下：

表 6-8 换电站参数细节 (启源芯动力提供)

参数	8 工位	10 工位
整站尺寸 (毫米)	16,600(长)×4,000(宽)×5,800(高)	19,200mm(长)×4,000mm(宽)×5,800mm(高)
换电时间 (分钟)	5	
电力容量 (千伏安)	2,000	3,150
单仓位充电能力 (安)	双路 400 (可选配扩展直流枪)	
备用电池数 (个)	7	9
理论不间断换电能力 (次/24 小时)	168	216
运行温度 (摄氏度)	-40 ~ 55	
换电模式	顶部吊装换电	
适配车型	牵引车、自卸车、渣土车、搅拌车	
适配电池容量 (千瓦时)	141/282/350	
车辆定位	激光引导定位、自动跟踪车辆位置、视觉自动定位系统	
车辆识别	RFID+VIN 码识别	
软件平台	主控系统 + 云平台运营系统	
选装配置	外接枪线；大容量 UPS；4,000 米海拔版	
产品特点	预装式换电站，现场快速落地	



图 6-15 换电站图片 (启源芯动力提供)

6.3.3 商用模式

● 电池业务与换电服务合作模式

运力承运车队根据实际业务需求，向主机厂采购换电重卡整车（含电池）。车辆上户后，车队与启源芯动力签订电池销售合同，将随车电池出售给启源芯动力。同时，启源芯动力与车队签订电池租赁合同，将电池租赁给车队使用，车队按月向启源芯动力支付租金。启源芯动力负责对电池进行维护保养，确保电量衰减不超过双方约定的标准。

● 换电站建设与运营

启源芯动力根据车队的运输路线和业务需求，提前规划干线布局，投建并运营充换电站。换电站提供快速换电服务，确保车队车辆在短时间内完成电池更换，保障运输业务的高效运行。启源芯动力还负责换电站的日常运营和管理，包括电池充电、存储、调度以及换电设备的维护保养，为车队提供全方位的换电服务保障。

● 车队运营

车队根据运力要求和换电站的投建节奏，合理安排车辆采购计划，确保车辆与换电站的布局相匹配。车队负责运营车辆，完成运输指标，并按照合同约定向启源芯动力支付电池租赁费用。同时，车队与启源芯动力保持密切沟通，反馈车辆和电池使用情况，共同优化运营效率。

6.3.4 挑战

● 备案申请复杂

跨省份的长途干线充换电站建设涉及多个地方政府和管理部门，备案流程繁琐，需要协调不同地区的政策要求和审批程序。例如，不同省份的土地使用政策、环保要求以及建设标准存在差异，增加了项目的前期准备时间和复杂性。

● 建设运营初期投资大、门槛高

建设充换电站需要大量的资金投入，包括土地购置、设备采购、电网接入以及基础设施建设等。特别是对于长途干线，换电站的布局需要覆盖较长的距离，投资成本显著增加。此外，换电站的建设还需要考虑未来的扩展性和技术升级，进一步加大了初期投资压力。

● 融资与政策支持不足

尽管换电模式在节能减排和经济效益方面具有显著优势，但目前的融资渠道相对有限。金融机构对换电站项目的投资回报率存在疑虑，导致融资难度较大。同时，政策支持在跨省份项目中存在不一致的情况，部分地区对换电基础设施的重视程度不够，缺乏足够的补贴和优惠政策。

● 运营与管理挑战

跨省份的充换电站网络需要高效的运营管理系统，以确保设备的稳定运行和电池的安全管理。同时，不同地区的运营标准和管理模式存在差异，增加了统一管理的难度。此外，换电站的设备维护和电池管理需要专业的技术支持，而目前相关人才短缺。

● 行业标准不统一

目前，换电重卡的电池标准和换电站建设标准尚未完全统一。不同品牌和型号的电池在兼容性上存在差异，这给换电站的通用性和互换性带来了挑战。缺乏统一标准不仅增加了运营成本，还限制了换电模式的大规模推广。

6.4 区域性重卡电动化试点项目——深莞惠

摘要：

深莞惠重卡电动化试点项目由落基山研究所、智慧货运中心和深圳市协力新能源与智能网联汽车创新中心联合成立的工作小组实施，组织了包括货主、车队、车企、充换电运营商等在内的 40 家企业共同参与，是截至目前国内参与企业最多、运营场景最丰富的区域重卡电动化试点项目。

项目旨在通过小规模试点探索在以深圳、东莞和惠州为核心的跨区域公路普通货物运输场景下推广电动重型货车的可行性。项目聚焦于深莞惠及其周边珠三角地区的中短途运输，涵盖普通货物、砂石料、危险品运输和食品冷链运输等多种类型，货物装载量为 8—40 吨，车辆日均行驶里程在 20—200 公里之间。试点场景包括工厂与港口之间的集疏港支线运输、仓库与工厂之间的短驳运输，以及工厂与矿场之间的大宗货物短驳运输。

在试点运营中，共有 39 辆电动重卡投入使用，车型为 4×2 或者 6×4 牵引车，分配给 10 家承运商企业。收集到区域内适合重卡充电的快充站 128 个、换电站 3 座。通过对 10 种不同运输场景下柴油车与纯电动重卡的总拥有成本（TCO）进行对比分析，试点测试阶段部分特定应用场景已展现出纯电动货车的经济优势。

6.4.1 项目背景

● 运输需求

深圳市作为国际交通枢纽，目前已基本形成海陆空齐全的综合交通运输网络，其物流运输业十分发达。在公路运输领域，深圳是中国 45 个公路交通枢纽城市之一，公路货物周转量达到 495 亿吨公里。在港口方面，深圳港 2023 年的集装箱吞吐量达到 2,988 万标准箱，位居全球第四。与此同时，东莞和惠州作为广东省的生产制造业重镇，生产电子产品、汽车、机械设备、服装鞋帽等多种产品，每年有大量产品通过深圳港口出口至全球市场。深莞惠三地形成的经济圈在制造业和物流业方面展现出强大的互补性。

根据前期调研发现，深莞惠地区重卡运输的货物类型主要为轻抛货，车型以 4×2 牵引车为主。此外，近 90% 的重型货车日运营里程 300 公里以内，运输范围主要集中在深圳、东莞、惠州、广州、佛山等地之间。

目前，国内纯电动重型货车在应用场景上存在明显特征，主要集中于高频短倒的封闭运输场景。在这类场景中，货物运输量较大，车辆怠速时间长，传统燃油重型货车的油耗居高不下。与之相比，纯电动重型货车凭借电能驱动的优势，在油电成本方面展现出显著的经济性。以一些工厂内部的货物转运场景为例，频繁的启停和长时间的怠速使得燃油消耗巨大，而纯电动重型货车则能有效降低能源成本。

然而，在开放道路运输场景下，重型货车的电动化进程相对缓慢。当前，各地针对开放道路运输场景开展的重型货车电动化试点项目数量较少。深莞惠地区便是典型代表，该地区重型货车运输业务具有独特性，所运货物大多为轻抛货，这使得燃油车的单位油耗相对较低。此外，车辆运行线路多是围绕港口和物流枢纽展开城际中短途运输，线路分散且目的地较为发散。

这些运输特性给该地区重卡电动化带来了诸多挑战。从成本控制角度来看，由于燃油车油耗低，纯电动重型货车难以依靠油电差价来体现成本优势，再加上较高的购置成本，使得成本控制难

度加大。在补能方面，线路和目的地的发散导致难以集中建设高效的补能设施，现有的充换电基础设施又不完善，难以满足电动重卡的快速补能需求，限制了其在该地区的广泛应用。

●路线规划

本次试点聚焦于深莞惠及其周边珠三角地区的中短途公路运输领域。运输产品丰富多样，涵盖普货、砂石料、危险品以及食物冷链运输等多个品类，货物装载量介于 8—40 吨之间，车辆日均行驶里程处于 20—200 公里的区间。运输场景主要包含以下三种：

(1) 集疏港支线运输：该场景下，运输路线的起点和终点主要为工厂、仓库和港口。运输货品大多是国际进出口货物，重量相对较轻，单边运输距离约 200 公里。

(2) 工厂短驳运输：运输路线为在工厂与仓库之间往返。货物品类繁多，一般以车辆满载重量进行运输，单边距离通常在 50 公里以内。

(3) 大宗短驳运输：运输路线连接工厂、矿场或砂石料码头。货品主要是砂石料、水泥等大宗货物，同样以车辆满载重量运输，单边行驶距离大概在 50—100 公里。

为确保货物按时送达，车辆在行驶过程中倾向于选择高速路。深莞惠地区以轻抛货运输为主，货物普遍较轻，使得油耗整体处于较低水平。其中，4×2 柴油牵引车的油耗一般为 22—25 升 / 百公里，6×4 柴油牵引车的油耗一般为 32—35 升 / 百公里。

试点运输场景及细节汇总如下：

表 6-9 试点运输场景

运输场景	集疏港支线运输：往返于工厂、仓库与港口间
	工厂短驳运输：往返于仓库、工厂间
	大宗短驳运输：往返于工厂、矿场间
货物类型	普货、砂石料、危险品运输和食物冷链运输等
货物载重	8—40 吨（深莞惠地区多为轻抛货，货物普遍偏轻）
日均行驶距离	20—200 公里范围内
柴油车型号及油耗	4×2 柴油牵引车，油耗：22—25 升 / 百公里
	6×4 柴油牵引车，油耗：32—35 升 / 百公里
电动车型号及电池容量	4×2 纯电动重型牵引车，282 千瓦时
	4×2 纯电动重型牵引车，350 千瓦时
	6×4 纯电动重型牵引车，141 千瓦时
	6×4 纯电动重型牵引车，350 千瓦时
电动车补能技术路线	充电为主，换电为辅
充电电价（包含服务费）	0.7—1.4 元 / 千瓦时

经调研发现，深莞惠地区的货源仓库及核心工厂主要集中在东莞、惠州以及广州郊区等地。车辆运输线路以港口线路为中心，向深圳及周边各个产业园呈网状辐射分布，与集疏港运输紧密相关，且主要集中在广深公路、深盐路等出港路线上。

运输线路汇总如下图：



图 6-16 试点项目运输路线图

●车辆运行情况

试点方案的推进过程中，项目组秉持严谨的态度，对各个运输场景展开了深入剖析。全面考量作业规律、日运行里程、单边运输距离以及货物重量等关键要素，综合权衡后，根据每个场景的独特需求，精准匹配适宜的车型和电量，切实满足企业的实际运输需求。

在车型和电量的选择环节，项目组精心规划，为每个场景分配 1—2 辆数量不等、来自不同品牌且具备不同技术类型的重卡车型。如此安排，使得每家参与试点的承运商企业都有机会充分试用各类纯电动重卡，通过实际操作和对比，深入了解不同车型在实际运输过程中的性能表现，包括动力输出、续航能力、充电效率等方面的差异，从而为企业后续的车辆选型和运营决策提供有力依据。

试点项目共投入 39 辆电动重卡参与示范项目运营，并合理分配给 10 家承运商企业。这一举措不仅有助于企业深入评估不同品牌纯电动重卡的适用性，也为推动纯电动重卡在相关运输场景的广泛应用积累了宝贵经验。

试点周期内，车辆运行的数据汇总如下：

表 6-10 车辆运行数据、货物数据

运营企业	场景类型	车型品牌	数量(台)	车型型号(牵引车)	电池容量(千瓦时)	货物类型	平均载重(吨)	运营数据统计的日均行驶里程(公里)	年行驶里程预计(万公里)	平均电耗度/公里
场景 1. 超时代	集疏港运输	上汽红岩	2	4×2	350	快销品	9	400	9.95	1.06

场景 2. 潍柴智科	集疏港运输	中国重汽	1	6×4	350	电子产品	8	63	1.57	1.53
场景 3. 铭欣物流	集疏港运输	中国重汽	1	4×2	282	海外大宗电商货物	13.7	95	2.37	1.22
场景 4. 启航物流	集疏港运输	比亚迪	5	6×4	355	家具	12	237	5.92	1.47
场景 5. 东莞港湾	集疏港运输	东风柳汽	1	6×4	282	家具	20	85.3	2.13	1.61
场景 6. 翔跃物流	工厂短驳运输	上汽红岩	1	4×2	282	糖果及原料	9.3	100	3.20	1.58
	工厂短驳运输	中国重汽	1	6×4	350				3.63	1.34
场景 7. 地上铁	工厂短驳运输	华菱之星	9	6×4	141	糖果及食品原料	9	21	0.70	2.99
场景 8. 云浮骏鹏	大宗短驳运输	上汽红岩	10	6×4	282	矿渣或土渣	27	273	6.82	1.36
场景 9. 南沙	工厂短驳运输	中国重汽	2	6×4	282	进出口电商货物	20	33.9	0.85	1.49
场景 10. 江门	大宗短驳运输	中国重汽	5	6×4	282	渣土砂石	28	245	6.13	1.73

●补能设施运行情况

在深莞惠新能源重卡电动化试点项目中，充电资源主要包含公共充电场站、专用充电桩以及专用换电站这三种类型。

(1) 公共充电场站：

深莞惠及其周边地区目前已建成 130 余个可供重型车辆进出的公共充电场站，其具体位置与布设详情可参考图 5。仅深圳市内就分布着 52 个公共充电场站，各区数量分别为：宝安区 13 个、南山区 3 个、光明区 10 个、龙华区 5 个、罗湖区 1 个、盐田区 1 个、龙岗区 8 个、坪山区 5 个、大鹏新区 4 个。

这些公共充电场站因场地规模和电力容量不同，所配备的充电设备数量与功率也有所差异。经统计，平均每个公共充电场站配备 20 根充电桩，单桩平均功率约 200 千瓦，不过配备 240 千瓦充电桩的重卡充电站仅占 34%。充电费用按照公共充电场站的实际市场价格执行，深莞惠及周边地区

低谷时段的平均电价（包含服务费）分别约为 1.4 元 / 千瓦时和 0.7 元 / 千瓦时。

在试点过程中，项目组充分考虑运输企业的线路规划情况，依据企业需求，为其推荐并协调位于运输起点、终点或夜间停车场附近 5 公里范围内的现有公共充电站，以满足重型货车的充电需求。

(2) 专用充电桩

针对一些难以适配公共充电桩，或者有着特殊运营需求的企业，如场景 4、场景 7、场景 9 等，项目组建议这些企业根据自身运输线路的特点，在工厂、仓库或停车场等地专门建设充电桩，以满足车辆的补能需求。而具体的建桩方式以及收费标准则由场地物业方、充电桩运营公司和承运方根据实际情况共同协商确定。

(3) 专用换电站

在试点期间，部分场景中的车辆呈现出运输频次高、运行时间长以及场景相对封闭等特点，这类场景更适宜采用换电模式。以场景 8 为例，截至 2024 年 8 月，该场景已建成 3 座启源芯动力重卡换电站，还有 3 座正在建设中。换电模式的应用为这些场景下的车辆快速补能提供了高效解决方案，有助于提升运输效率，推动新能源重卡在特定场景中的广泛应用。



图 6-17 深莞惠试点重型货车充电站分布图



图 6-18 深莞惠试点场景 1 超时代对应充电站场地实拍图



图 6-19 深莞惠试点场景 8 云浮骏鹏专用换电站实拍图

6.4.2 运营效益分析

●经济效益分析

在深莞惠新能源重卡电动化试点项目中，采用总拥有成本（TCO）这一关键指标，对相同场

景下纯电动重型货车和柴油重型货车的经济表现展开精确评估。

TCO (Ct) 由购置环节成本 (Cb)、使用环节成本 (Cu)、维护环节成本 (Cm) 以及报废环节成本 (Cs) 构成，其计算公式为 $Ct = Cb + Cu + Cm - Cs$ 。通过这一公式，可以系统、全面地考量两种车型在整个生命周期内的各项成本投入，进而准确分析出它们的 TCO 平衡点以及影响该平衡点的各类因素。这对于判断纯电动重型货车在经济层面是否具备与柴油重型货车竞争的实力，以及为后续优化车辆运营策略、推动新能源重卡的广泛应用提供了关键的数据支撑和决策依据。

结合运行过程中采集的数据，经济效益分析汇总如下：

表 6-11 经济性效益分析表

成本类型 / 运营场景	车类	场景 1: 超时代	场景 2: 潍柴智科	场景 3: 铭欣物流	场景 4: 启航物流	场景 5: 东莞港湾	场景 6: 翔跃物流	场景 7: 地上铁	场景 8: 云浮骏鹏	场景 9: 南沙	场景 10: 江门		
购置环节	电池容量 (千瓦时)	N/A											
	电车	(4×2) 350	(6×4) 350	(4×2) 282	(6×4) 355	(6×4) 282	(4×2) 282	(6×4) 350	(6×4) 141	(6×4) 282	(6×4) 282	(6×4) 282	
	油车	25	30	25	30	30	25	25	30	30	30	30	
	电车	62	67	55	67	60	55	67	48	60	60	67	
	油车	2.21	2.65	2.21	2.65	2.65	2.21	2.21	2.65	2.65	2.65	2.65	
合计 (万元)	油车	27.21	32.65	27.21	32.65	32.65	27.21	27.21	32.65	32.65	32.65	32.65	
电车	62	67	55	67	60	55	67	48	60	60	67		
使用环节	油价 / 电价 (元/升、元/度)	7.2											
	电车	1											
	每公里能耗 (升、度)	油车	0.23	0.3	0.27	0.29	0.32	0.44	0.44	0.56	0.45	0.5	0.5
	电车	1.06	1.53	1.2	1.47	1.61	1.58	1.34	2.99	1.36	1.49	1.73	
	年行驶里程 (万公里)	油车	9.95	1.57	2.37	5.92	2.13	3.3	3.3	0.7	6.82	0.85	6.13
	电车	9.95	1.57	2.37	5.92	2.13	3.3	3.3	0.7	6.82	0.85	6.13	
	燃料成本 (万元/年)	油车	16.48	3.41	4.61	12.36	4.91	10.45	10.45	2.89	22.1	3.06	22.07
	电车	11.55	2.4	2.84	8.7	3.43	5.21	4.42	2.09	9.28	1.27	10.6	
	尿素成本 (万元/年)	油车	0.3										
	电车	N/A											
车辆保险 (万元/年)	油车	2											
电车	3												
一年成本 (万元)	油车	18.78	5.71	6.91	14.66	7.21	12.75	12.75	5.12	24.4	5.36	24.37	
	电车	13.55	5.4	5.84	11.7	6.43	8.21	7.42	5.09	12.28	4.27	13.6	
5年使用成本 (万元)	油车	93.89	28.57	34.54	73.3	36.04	63.77	63.77	25.61	121.98	26.8	121.84	
	电车	67.74	27.01	29.22	58.51	32.15	41.07	37.11	25.47	61.38	21.33	68.02	

维护环节	维修成本 (万元/年)	油车	2										
		电车	1										
	保养成本 (万元/年)	油车	0.5										
		电车	0.1										
	一年维修成本 (万元)	油车	2.5										
		电车	1.1										
5年维修成本 (万元)	油车	12.5											
	电车	5.5											
报废环节	5年后残值 (万元)	油车	0										
		电车	0										
全生命周期成本 (万元)	油车	133.6	73.72	74.25	118.46	81.19	103.48	103.48	70.77	167.14	71.95	166.99	
	电车	135.24	99.51	89.72	131.01	97.65	101.57	109.61	78.97	126.88	86.83	140.52	
与柴油牵引车 TCO 的比值 (%)		101.23	134.98	120.84	110.6	120.27	98.15	105.92	111.58	70.72	120.68	84.15	
与柴油车相比是否实现5年TCO持平		否	否	否	否	否	是	否	否	是	否	是	
第五年TCO持平年行驶里程至少 (万公里)		10.5	10.04	6.53	9.98	6.87	N/A	3.97	2.27	N/A	2.26	N/A	

在试点测试阶段，通过对 10 个不同场景下柴油车与纯电动车总拥有成本（TCO）的计算结果进行深入分析与对比后发现，在某些特定应用场景中，纯电动货车已展现出经济性，能够在第 5 年实现油电 TCO 持平。

在集疏港运输场景方面，以场景一超时代为例，其纯电动车展现出较高的运营效率，年行驶里程可达 10 万公里，同时平均电耗表现出色。基于这些优势，该场景下纯电动车在第 5 年的 TCO 能够与柴油车持平。

工厂短驳运输场景则呈现出不同的情况。在这一场景中，柴油车普遍存在油耗较高的问题，而纯电动车在单公里成本上具备一定优势。然而，该场景单边运输距离较短，致使车辆年行驶里程难以提高，并且车辆长时间处于怠速状态，使得电耗相较于公路运输更高。综合这些因素，大部分工厂短驳运输场景下，纯电动车的 TCO 仍高于柴油车。不过，在试点过程中也有例外，如场景 6 翔跃物流使用 4×2 牵引车时，第 5 年纯电动车的 TCO 相比柴油车减少 1.9 万元。

大宗短驳运输场景对于纯电动车的推广具有显著优势。在这一场景中，纯电动车不仅单公里成本优势明显，而且年行驶里程较长。以场景 8 云浮骏鹏以及场景 10 江门为例，在第 5 年时，这两个场景的纯电动车 TCO 相比柴油车减少约 25 万—40 万元，是极具潜力的电动化推广场景。

进一步分析可知，影响油电 TCO 平衡点的关键要素包括车辆价格、充电价格与油价、年行驶里程以及车辆残值等。车辆价格直接关系到购置成本，充电价格和油价则影响使用成本，年行驶里程的长短决定了各项成本的累积程度，车辆残值在一定程度上也会影响整体成本。这些因素相互作用，共同影响着纯电动车和柴油车的经济表现与 TCO 平衡点。

●环境效益分析

排放核算计算原则遵循《全球物流排放理事会物流排放核算与报告框架 V3.0》(GLEC 3.0) 与 ISO 14083，排放相关的默认系数参考《GLEC 框架 3.0 中国默认排放系数 v1.0》，并结合本地情况进行选取或估算。计算结果如下表所示：

表 6-12 各场景碳排放信息表

	运输信息						排放信息		
	车辆品牌	电池容量 (千瓦时)	距离 (公里)	总耗电 (千瓦时)	耗电率 (千瓦时/公里)	年里程 (公里)	运输活动 (吨公里)	运输排放 (千克二氧化碳当量)	排放强度 (克/吨公里)
场景 1: 超时代	上汽红岩	350	97,082	102,865	1.06	99,500	399,186	48,501	121
场景 2: 潍柴智科	中国重汽	350	503	770	1.53	15,700	1,916	363	189
场景 3: 铭欣物流	中国重汽	282	6,920	8,440	1.22	23,700	29,239	3,980	101
场景 4: 启航物流	比亚迪	355	53,015	77,899	1.47	59,200	288,299	36,730	127
场景 5: 东莞港湾	东风柳汽	282	1,109	1,788	1.61	21,300	9,994	843	84
场景 6: 翔跃物流	上汽红岩	282	2,811	4,427	1.58	24,200	15,056	2,737	182
场景 6: 翔跃物流	中国重汽	350	989	1,328	1.34	27,500			
场景 7: 地上铁	吉利	141	114	184	1.61	4,800	1,994	624	313
场景 8: 云浮骏鹏	上汽红岩	282	221,793	301,596	1.36	68,200	2,894,998	146,596	51
场景 9: 南沙	中国重汽	282	338	503	1.49	8,500	3,220	237	74
场景 10: 江门	中国重汽	282	19,375	33,504	1.73	61,300	258,337	15,797	61

本试点项目中，纯电动重卡测试的十个场景运营阶段共节约能源 3,338,952 兆焦，共减少能源全生命周期温室气体排放 253,094 千克二氧化碳当量 (CO₂e)。根据场景不同，每辆车每公里平均减排 130—1,000 克 CO₂e，每家企业每吨公里运力节省 5—110 克 CO₂e。

6.4.3 挑战

●技术层面

深圳在载物流车领域拥有全国规模最大的轻微型纯电动货车保有量，2023 年数量高达 12.8 万辆。但与之形成鲜明对比的是，重型货车的电动化进程相对缓慢，在开放道路上的应用更是极为

有限，车辆总数不足 30 辆。重型货车作为物流行业的关键运输工具，对运行效率有着严苛的要求。由于其需要承担较大的货物载重并执行长距离运输任务，若采用纯电动技术，就需要配备更大容量的电池，这不仅推高了车辆的购置成本，还使得充电时间大幅延长，进而导致市场对其接受程度不高。以当前技术水平，纯电动重卡即便采用快充模式，充电时间也需 1—2 小时，这极大地降低了车辆的运营效率。此外，充电站分布的局限性严重限制了车辆的活动范围，进一步压缩了纯电动重卡在实际运营中的应用场景。

●基础设施层面

在高频次、多趟次的运输作业场景中，纯电动重卡对于充换电设施的依赖程度极高。然而，就深莞惠乃至大湾区当下的情况而言，适合纯电动重卡补能的充换电基础设施建设尚不完善，尤其是在开放道路区域，充换电站的数量严重不足。这一现状使得纯电动重卡在长途运输过程中快速补充能源的需求难以满足，成为阻碍纯电动重卡在该地区大规模推广应用的关键因素之一。

●经济层面

目前，广东地区重型货车的运营场景大多以轻抛货运输为主，并且车辆的年运营里程普遍较短。在这种情况下，纯电动重卡虽然电耗较低，但柴油车的油耗同样不高，无法通过行驶公里数来显著拉开油电使用成本的差距。因此，在当前多数运营场景下，纯电动重卡难以充分展现出经济性优势，这在一定程度上影响了其市场竞争力和推广速度。同时，纯电动重卡因为电池重量原因，载货能力比同车型燃油货车要少近 2 吨，运费收益亏吨现象较严重，进一步降低了其经济性优势。

6.5 氢能廊道试点项目——京津冀

摘要：

京津冀氢能廊道试点项目依托京津冀燃料电池汽车示范城市群建设机遇，旨在拓展与挖潜跨区域场景，探索能落地、跑得通的发展模式。本项目已落地并投入运营 5 条氢能货运示范线路，涵盖三地五市，涉及 5 种主要货运类型，共计投运超 100 辆氢燃料电池重卡。

在政策补贴支持下，部分货运场景中氢燃料重卡运行表现良好，49 吨氢能重卡已经可以实现和柴油重卡平价，车辆规模稳步扩大，并且在长距离专项货运方面表现出一定潜力。当前京津冀区域氢能产业链逐步完善，已有一定示范效应，但仍需进一步提升全产业链技术水平、优化加氢基础设施布局，以支持氢燃料重卡更广泛地应用与运营。

6.5.1 项目背景

●运输需求

京津冀地区作为中国北方重要的经济和物流枢纽，已形成涵盖公路、铁路、航空和港口的综合交通运输网络。其中，北京作为全国政治和经济中心，物流需求旺盛；天津依托天津港，已成为中国北方最大的外贸港口之一，2024 年集装箱吞吐量超过 2,000 万标准箱；河北则以丰富的工业基础，为区域物流运输提供了重要支撑。京津冀三地的协同发展，使得该区域成为全国公路运输的重要枢纽，公路货物周转量持续增长。

目前，国内氢燃料电池重卡主要应用于公交、环卫及短途物流等特定场景，在长途货运领域的应用仍处于探索阶段。由于氢燃料电池重卡具有续航时间长、加氢时间短等优势，在长距离、高强

度的公路运输场景下具有较大潜力。相比传统柴油重卡，氢能重卡不仅可以降低碳排放，还能有效减少燃油成本波动带来的经济不确定性。

鉴于此，京津冀氢能货运示范项目旨在通过在该区域的重点货运线路上开展试点，探索氢燃料电池重卡在跨区域公路运输中的可行性。项目将重点关注北京、天津及河北主要工业和物流中心之间的运输需求，为全国范围内推广氢能重卡积累实践经验，并推动京津冀地区绿色低碳物流体系的建设。

●路线规划

本项目已落地 5 条氢能货运示范线路，涵盖三地五市，涉及 5 种主要货运类型，共计投运超 100 辆氢燃料电池重卡。这些线路包括：

北京—天津外贸集装箱运输：宜家家居运输，单程 180 公里，每日往返一次。

北京—天津商品车运输：面向北京奔驰的商品车运输，单程 155 公里，每日往返 1—2 次。

北京—廊坊—天津快递运输：覆盖跨区域快递物流需求。

天津—定州钢铁、煤炭运输：主要运送工业原材料。

天津—石家庄钢铁运输：连接京津冀工业核心区域。

●车辆运行情况

以北京—天津外贸集装箱运输场景为例，本项目应用 49 吨氢燃料电池重卡，为宜家提供从天津港或分拨中心至北京宜家门店的家具运输服务。该线路单程运距 180 公里，每日往返 1 次，途经京津高速与京津塘高速。示范项目自启动以来，已稳定运行 11 个月，车辆规模由最初的 20 辆增加至 50 辆。该项目采用东风柳汽研发的搭载 125 千瓦燃料电池系统的氢能重卡，主要技术参数如下：

车型：49 吨重型牵引车，40 尺外贸集装箱

续航里程：500 公里（理论），400 公里（实际）

车辆载重：车重 11 吨，载重约 23 吨

氢瓶压力：35 兆帕

车辆氢耗：8—10 千克 / 百公里



图 6-20 东风柳汽研发生产的搭载 125 千瓦电堆氢能重卡

●补能设施运行情况

京津冀建成 51 座加氢站，初步构建起加氢网络，但目前在运营且对外提供加注服务的加氢站有 33 座，占建成加氢站总数 65%。北京氢气价格为 30 元 / 千克（有补贴），河北为 30—40 元 / 千克（有补贴），天津 38.8—40 元 / 千克（无补贴）。

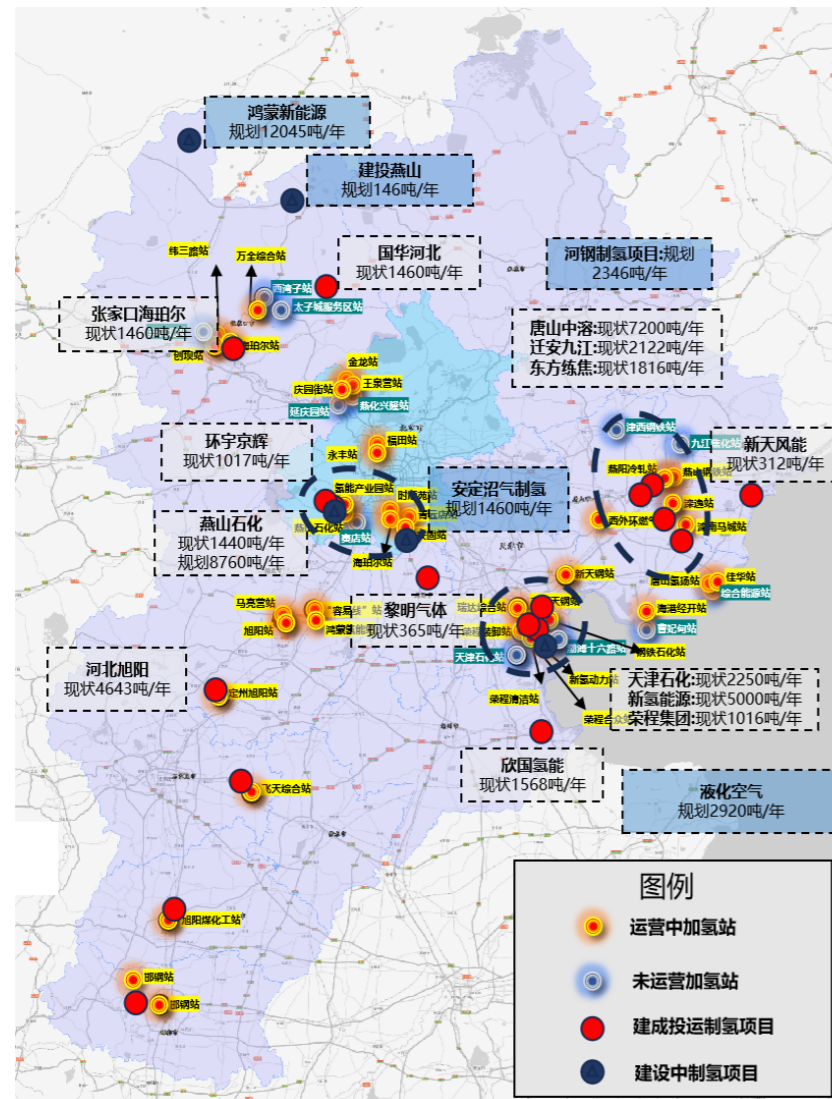


图 6-21 京津冀加氢站建设网络

京津冀区域内可为车端使用的氢气产能约 3.4 万吨 / 年：北京市为 2,700 吨 / 年，天津市滨海新区为 9,100 吨 / 年，保定市为 4,600 吨 / 年，唐山市为 9,300 吨 / 年，张家口市为 8,000 吨 / 年。

6.5.2 运营效率分析

总拥有成本 (TCO) 是衡量车辆全生命周期经济效益的重要指标，涵盖了购置成本、能源成本、维护成本、保险及残值等多个方面。对于商用车辆而言，TCO 分析能够直观展现不同动力形式车辆的长期使用成本，下表以京津冀地区运营的 49 吨重卡为例对比柴油车和氢能车的 TCO。目前，

在政府补贴的情况下，49 吨氢能重卡已经可以实现和柴油重卡平价。

表 6-13 京津冀地区在运营 49 吨氢能重卡与 49 吨柴油重卡 TCO

环节	指标	细项 (万元)	49 吨柴油车	49 吨氢车
车辆购置	车辆购置成本	购置价格	35	129
		购置税	3.1	0
		国市区补贴	0	101.64
车辆购置成本小计			38.1	27.36
车辆运营	车辆补能		63.08	89.71
	车辆通行		38.4	31.2
	人工成本		57.6	60.48
	运营补贴	市区补贴	0	8
车辆运营成本小计			161.96	173.4
其他	维修费		7.2	5.28
	保养费		6	3.6
	保险费		12	18
	车辆残值		-5.25	-12.9
其他小计			19.95	13.98
TCO 全生命周期成本			220.01	214.74

6.5.3 挑战

●全产业链成本较高

从源头生产到终端消费，成本仍处在较高水平。氢源端制取成本较高，无补贴情况下站端无法盈利。运输端目前效率低、成本高，20 兆帕长管拖车公路运输氢气，200 公里内运输成本 10 元 / 千克，占氢气总成本的 25%。应用端，目前在运营的 49 吨氢能车在无补贴情况下购置成本仍是同类型油车的 3 倍多。

●应用场景较为单一

北京市依托国家燃料电池示范城市群政策，在燃料电池汽车领域的推广较多，示范应用也主要集中在重卡、物流、公交等交通领域，示范规模仍处在千辆级别，推广成本较高，产业同质化突出。

在减碳压力、推广潜力更大的化工、冶炼、分布式发电、热电联供等领域仍以试验探索为主，规模化应用进展较慢，对产业发展模式和路径的探索有限。

●区域协同力度有限

氢能产业发展呈现区域化、规模化、市场化特征，单个区域独立发展要素均有不足，如北京市绿氢资源不足、产业化承载能力和发展空间有限。同时，北京市各区资源优势和定位不同，缺乏整体统筹协调，氢能发展无法形成强有力的合力，需进一步整合各区资源。

6.6 减碳量“可验证”的低碳物流运输服务——马士基

摘要：

市场上投入电动卡车作为运力的运输企业越来越多，但从服务产品的设计理念上看，仅提供电车的运输服务并不能满足货主需求，因为并不清楚电车服务能减少多少碳排放，以及这些减少的碳排能对各个企业整体减碳能有怎样的贡献。马士基推出的内陆环保运输产品完成了产品设计的闭环，除了电车运输服务，还清晰地提供每次运输的减碳量，且计算减碳量所使用的逻辑和标准是国际公认的方法，并经由第三方机构进行审核认证，确保减排的可信度。

6.6.1 背景和问题

面对全球气候变化的严峻挑战，可持续发展已成为新的经济发展趋势。为了降低物流运输过程中的温室气体排放，各大企业都在积极探索和实践物流环节的低碳方案。作为全球物流集成商，马士基不仅通过“公转水”“公转铁”“铁海联运”三位一体的多式联运网络优化运输模式，而且通过开发用可再生电力替代传统化石燃料的环保运输产品（驳船、铁路和公路），为客户提供韧性强、碳排低的综合解决方案。

在探索低碳物流的过程中，马士基发现众多企业面临的一大挑战是：减少的温室气体排放如何能获得“普遍”认可，并避免“漂绿”和“重复计算”风险。例如，即使采用了某种“低碳”运输方案，但行业各方对于可再生能源的定义和理解仍存在差异，对碳排核算范围和参数的选择也可能存在不同，导致减排核算结果和环境权益归属难以获得相关方认可。此外，在采取执行低碳物流服务的过程中，如何保证运输效率和服务质量，避免因环保要求而影响物流服务质量，也是亟待解决的问题。为此，马士基在 2024 年开发了“环保内陆运输服务产品”来解决行业遇到的以上问题，加速传统货物运输向低碳物流发展。

6.6.2 解决方案

马士基开发出基于电动重型集装箱卡车的运输方案，在中国推出了环保内陆运输服务²，为客户提供包括低碳运输工具应用、碳减排量核算和认证的整套低碳解决方案。这项服务专门针对货主对其物流脱碳的需求而设计，不仅满足货主企业降低内陆运输碳排放的需求，还可根据货主企业自身脱碳目标提供定制方案，更为精准和高效地实现减少温室气体排放目标。

提供温室气体核算的减排方案

马士基环保内陆运输产品服务可以实现

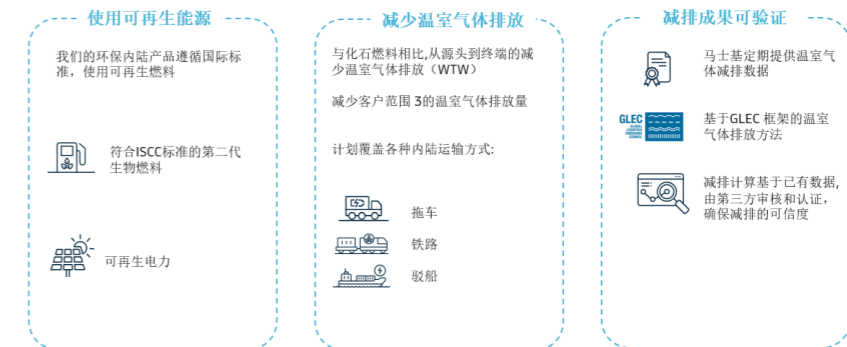


图 6-23 马士基环保内陆运输服务产品的三个主要特色

为了确保陆侧环保运输产品方法学的可行性和运力资源的可靠性，在正式推出产品前，马士基在中国进行了为期一年多的低碳运输方案测试，涵盖不同实际运输场景和多种能源类型。基于实际测试中收集和掌握的丰富的测试数据和新能源集卡运营经验，马士基运输产品开发团队搭建了陆侧环保运输产品逻辑平台。产品逻辑平台具体流程可总结为四个阶段，包括原始数据收集、碳排核算、环境权益划归、核算结果可视化展示和交付，平台和核算由第三方国际认证机构鉴证和审核，确保低排放解决方案的透明性和认可度。经过可行性评估，首先选择从纯电集卡的脱碳方案开发入手。该物流脱碳方案采用全球物流排放理事会物流排放核算与报告框架（GLEC V3.0）和温室气体核算体系（Greenhouse Gas Protocol）等行业广泛接受并使用的标准作为此环保运输产品碳排核算的标准依据，产品碳排核算范围包含从能源开采生产至运输全生命周期。与传统化石燃料集卡运输不同的是，电动集卡在完成货物运输之后，平台将收集电动集卡运输的数据并进行温室气体排放核算，之后根据电动集卡运输服务所消耗的电量配备相应等量的绿色电力证书交易凭证，最后根据客户的不同需求完成低碳运输服务的“最终交付”。



图 6-24 马士基环保内陆运输服务电动集卡图例

6.6.3 主要成效

自马士基环保内陆运输服务产品推出以来，客户反馈积极，当年该低碳物流服务已陆续在华北、华东和华南口岸落地实施应用。2024 年第三季度，某跨国零售电商巨头与马士基达成新的物流服务协议，将采用马士基的环保内陆运输服务，涵盖深圳盐田港周边的货物运输，应用场景包括工厂、仓库至盐田港码头约 7,000 个 40 尺集装箱 (14,000 标准箱) 集卡拖车运输服务，将全部使用电动卡车。经过初步测算，相比传统燃油运输，该合约对应的环保物流服务总计减少约 400 吨温室气体排放。这次合作深度聚焦国内段的减排，展现了零售电商与马士基双方在实现广泛脱碳合作方面的决心，不仅在全球范围探索可持续物流的新道路，也为中国双碳目标做出自己的贡献。

6.7 国际长途跨境电动卡车运输案例——CEVA

摘要：

连接口岸城市的长途集卡运输场景下，CEVA 积极测试新兴电动车企推出的正向开发的长续航电动重卡，从续航、能耗减碳效率及其对运营场景的适配性等方面进行综合评估，为类似场景的电动化普及在经济性层面做出了探索。

6.7.1 背景和问题

CEVA Logistics 是全球知名的第三方物流服务商，总部位于法国马赛，隶属于海陆空运和物流解决方案服务商法国达飞集团 (CMA CGM Group)。其业务遍布 170 个国家和地区，拥有 1,500 多个网点，在合同物流和空运、海运、陆运以及整车物流领域提供广泛的端到端定制化解决方案。

早在 2021 年，CEVA 已投入 7 辆江淮电动卡车服役于 CEVA 巴西车队。每次充电可行驶 200 公里，车厢 26 立方米的空间可实现 3.5 吨的装载能力。经过一年多的使用，这些卡车已行驶了超 14,000 多公里，运输了超过 15 万个包裹。预计每年可节省 56 吨二氧化碳排放，相当于每年保护 1,600 多棵树。同年，CEVA 开始在泰国为体育用品零售商迪卡侬提供电动货车进行地面物流配送。由三辆电动货车和两辆六轮电动卡车组成的车队正在支持迪卡侬在泰国的发展，与此同时，每年还能减少超过 100,000 千克的二氧化碳排放。随着迪卡侬业务的不断增长，配套的 CEVA 地面车队也将不断扩大。2023 年，在泰国为迪卡侬增加部署了更多电动货车 (Van)，以及两辆六轮 EVO G9 电动卡车，该车长 32 英尺，车辆总重为 33,000 磅。

在 2023 年慕尼黑国际物流博览会上，CEVA 宣布将在 2025 年底布局 1,450 辆低碳车辆，持续践行于 2050 年实现净零排放承诺。本次可持续发展物流业务的全面布局将有 1,000 辆电动货车、300 辆电动卡车和 150 辆电动牵引车，广泛部署于车队运营、零碳运输、最后一英里配送、欧洲清洁运输网络联盟 (ECTN Alliance) 等项目中。预计每年可减少约 67,000 吨二氧化碳排放量，相当于一辆卡车在巴黎和慕尼黑之间往返 30,000 次。

CEVA全球绿色运输发展



图 6-22 CEVA 全球低碳陆运服务布局

6.7.2 解决方案

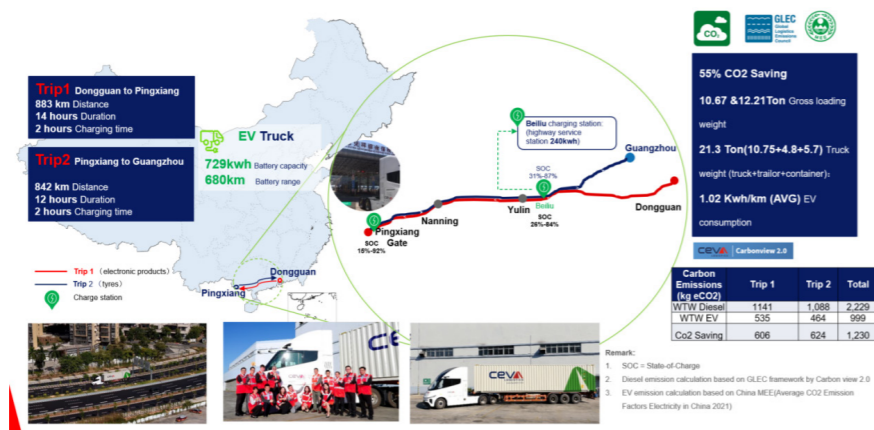
同时，CEVA 为客户提供减少二氧化碳排放量的路线优化解决方案。2024 年，CEVA Logistics 在推动可持续运输发展方面取得了显著进展。通过与车队供应商以及国内新兴电动卡车企业合作，在长途干线运输场景成功测试了一款适用于长途运输的电动卡车。在试运行期间，电动卡车从广东省东莞市出发，驶往广西省凭祥市，成功运送了 10 吨电子产品；随后，卡车从凭祥市装载了 12 吨轮胎，顺利返回广州市。往返 1,725 公里行程，仅通过三次充电便顺利完成了整个运输任务。

测试项目细节：

表 6-14

场景数据	场景
场景描述	跨境公里运输
货物类型	电子产品 (托盘), 轮胎 (回程)
运输路线	东莞—凭祥—广州
物流供应商	Crystal
总运输重量 (吨 / 天)	10 吨 / 天
单程距离 (公里)	880 公里
路线上的车辆数量 (辆)	1
每辆车的有效载荷 (吨 / 车)	28
每日行驶距离 (公里 / 天)	800
路线上总能耗 (千瓦时 / 年)	114,400 千瓦时
每日充电次数 (时间 / 天)	4 小时 / 天
每次充电持续时间 (小时 / 时间)	2 小时

X-Border Trucking EV Solutions in 2024
Between Dongguan & Pingxiang Achieving 1725km Range



测试车辆信息：



表 6-15

测试车辆参数配置表 *

整车	驱动形式	6×4				4×2	
	长×宽×高(mm)	8,100×2,545×3,935				7,385×2,545×3,935	
轴距(mm)	4,650+1,350				5,325		
前/后悬长(mm)	1,200/900				1,200/860		
续航里程(km)	40km/h 等速	10,750	10,900	11,835	11,985	9,800	10,710
	CHTC-TT	960	670	930	650	1,100	1,070
最高车速(km/h)	120						
电池	电芯材料	三元锂		磷酸铁锂		三元锂	磷酸铁锂
	整车电量(kWh)	729		705		729	705
	20%-80% 充电时长(min)	35		38		35	38
电机	电机数量	3	4	3	4	2	
	布置形式	集成式电驱桥					
	额定功率(kW)	510	680	510	680	340	
	峰值功率(kW)	780	1,040	780	1,040	520	
	额定扭矩(N.m)	750	1,000	750	1,000	500	
	峰值扭矩(N.m)	1,650	2,200	1,650	2,200	1,100	
底盘	车架	桁架+边梁组合式					
	前悬架	双叉臂独立空气悬架(2气囊)					
	后悬架	8气囊空气悬架				4气囊空气悬架	
	轮胎规格	315/70R22.5, 295/80R22.5					
	转向系统	EHPS, 循环球					
	制动系统	EBS+ESC+EPB, 4S4M					
	前/后制动器	盘式/盘式					

* 以上数据来源：该测试车辆企业官网信息

●合作模式

此次测试采取一次性运力采购的形式，由国内某新兴电车厂商提供测试车辆的全部部署，包括司机配置、完成试点项目的全程运输服务。CEVA 接下来将继续在不同的应用场景，包括对不同路线距离、不同货物载重进行多方位测试。在此过程中，不断探索与多个相关方的合作模式。

•测试反馈：

该测试旨在践行可持续发展和环境保护的意义，以及 CEVA 作为物流供应链的重要参与者，助力客户降低范围 3 运输领域碳排放的重要责任。其优势体现在电车运营使用能源成本低，劣势在于购置成本高，重卡充电受场地影响较大。如果需要扩大新能源卡车投入使用的规模，则需业务场景和货量的支持，要有一定运输量的支撑才能从经济上与柴油车成本可比；需要客户的支持和参与，需多方携手合作、达成共识，才能真正推动新能源卡车的规模化应用和长期发展；同时，需要合理利用波峰波谷电，从实际运营上优化成本。

6.7.3 主要成效

依托于在亚洲跨境运输领域的深厚经验，CEVA 通过此次电动卡车的测试，展现了公司对陆路运输业务转型和为客户提供更加环保的物流解决方案的坚定承诺。此次试运行项目中，CEVA 成功实现了约 55% 以上的二氧化碳排放削减（从油井到车轮）³，不仅减少了碳排放，还利用电力相较于柴油更低的运营成本，展现了显著的成本节约效果，从而证明电动长途卡车运输在经济上对于跨境物流是一个切实可行的选项。

此次试点项目不仅彰显了 CEVA 对环保责任的坚定承诺，也呼应了公司致力于在亚洲乃至全球范围内提供无缝物流和端到端运输解决方案的愿景。项目标志着 CEVA 扩展电动卡车网络计划的启动，目标是连接中国、越南、老挝、泰国、马来西亚和新加坡，旨在实现平均 2—6 天的门到门运输时间。这次长途电动卡车的试验运行，不仅为中国和东南亚地区更广泛地采用电动车辆进行跨境运输开辟了先河，也为电动运输的广泛应用提供了有力的实践案例。

在全球范围内，为积极减少范围 1 和范围 2 的碳排放，CEVA 正逐步增加陆运运营中替代燃料车辆的使用比例，并设定了到 2025 年拥有 1,450 辆低碳车辆的目标。无论客户选择的是生物燃料、氢燃料还是电动汽车，CEVA 都将作为支持低碳汽车开发与进步的重要力量，共同致力于减少环境影响。此外，CEVA 计划到 2025 年在仓库全面采用低碳电力，此举将有效降低客户供应链运营过程中的环境影响。同时，CEVA 还将在提升能源效率、强化回收利用、推广可重复使用包装以及减少废物和水消耗等方面采取一系列举措，进一步降低自身运营对环境的影响。在范围 3 排放方面，CEVA 为客户采购提供的运输服务占据了超过 90% 的排放份额。鉴于此，除了聚焦仓储和陆运方面的环保举措，CEVA 还积极利用全球影响力及其与承运商建立的长期稳固合作关系，大力推动并支持替代燃料在海运和空运领域的使用。

从长远角度看，CEVA 致力于实现更加平衡的经济贸易，在促进经济和社会发展的同时，做未来供应链的低碳公路运输践行者。CEVA 正坚定地迈向 2050 年实现净零排放的目标，并持续致力于研究、试验和定制创新的解决方案，为客户提供负责任和可持续的物流服务，应对未来的挑战。

- 1 年行驶里程 = 场景下单车日均行驶里程 × 年运营天数
- 2 马士基会根据市场需求和技术发展适时调整环保内陆运输服务的范围和内容。
- 3 以同类型柴油车的 WTW 温室气体排放量作为对比基线。电动卡车的 WTW 温室气体排放采用了中国生态环境部公布的 2022 年中国电网平均二氧化碳排放因子进行计算。

携手共创高效 零排放的中国物流货运行业



联系方式

零排放货运行动秘书处
邮箱: infochina@smartfreightcentre.org
网站: www.zefi2050.com



联系方式

北京智慧绿行科技有限公司
邮箱: business@smart-trans.net
网站: https://www.smart-trans.net/