

中国零排放货运年度进展报告

2022



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汇绿行科技中心承担基础研究工作。零排放货运行动在此感谢能源基金会对报告的大力支持，并对来自以下单位的专家在研究和撰写过程中提供的数据、文字支持以及宝贵的修改建议表示由衷感谢：

- 交通运输部规划研究院 徐洪磊 甘家华 谭晓雨
- 中国环境科学研究院机动车排污监控中心 尹航 郝春晓
- 交通运输部公路科学研究院 李泉
- 中国物流与采购联合会 周志成
- 中国汽车工程学会 郑亚莉
- 中国汽车技术研究中心有限公司 金约夫
- 联想集团 邢国栋
- 斯堪尼亚中国集团 何墨池
- 世界资源研究所 宋苏
- 深圳市协力新能源与智能网联汽车创新中心 谢海明 周清镐

同时，零排放货运行动感谢以下企业为本报告提供的案例支持：

- 上海融和骏玖新能源汽车科技有限公司
- 宜家贸易服务（中国）有限公司
- 耐克体育（中国）有限公司
- 苏州吉旗物联科技有限公司

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、关键设备和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, 2023

如用于教育或非营利目的，本出版物的全部或部分内容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

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。报告第六章图片来自案例实施企业，版权由提供方所有。

专家荐语

《零排放货运行动年度进展报告 2022》作为全方位展现了零排放货运现状、问题、案例和方法的报告，是“双碳”背景下国内第一份专门针对零排放货运发展的综合性评估报告，它的发布填补了中国物流货运行业在该领域的研究和行动空白，并对行业提出了更加明确的愿景和期待。期待报告能够持续迭代数据和研究内容，长期支撑零排放货运不同利益相关方的决策和实施应用。

——徐洪磊 交通运输部规划研究院副院长

在“3060”碳达峰碳中和目标下，中国公路货运行业的低碳化转型是发展趋势，零排放发展是其中的重要方向。《零排放货运行动年度进展报告 2022》以中重型货车为切入点，探讨公路货运领域零排放发展的车辆选型和转型路径，深入剖析了发展过程中面临的痛点问题、展现了具有代表性的实践案例，是一份对政策制定、企业决策和行业发展有价值的研究报告。

——周志成 中国物流与采购联合会研究室主任

物流的可持续发展已经成为企业以及其供应链的核心竞争力之一，更是客户和投资者做产品选择和企业决策时的重要参考指标。《零排放货运行动年度进展报告 2022》探讨了货运、车辆、基础设施、政策和市场体系的现状、挑战，并有针对性地进行系统、详细的归纳和总结。这份报告有方法，有案例，有结论，有建议，具有很强的参考性、借鉴性和指导性。

——邢国栋 联想全球物流运费数据中心和可持续发展总监

目录

前言

1 中国道路货运发展现状与趋势

1.1 货物运输量、周转量情况	2
1.2 货车保有量和产销情况	3
1.2.1 道路货运车辆保有情况	3
1.2.2 道路货运车辆销售情况	4
1.3 公路货运行业发展现状	6
1.4 道路货运碳排放及大气污染物排放情况	7
1.4.1 货运碳排放现状	7
1.4.2 货车污染物排放情况	9
1.5 道路系统的发展情况	11

2 零排放车辆技术及产销状况

2.1 新能源货车技术发展水平分析	14
2.1.1 插电式混合动力货车发展水平及趋势分析	14
2.1.2 纯电动货车发展水平及趋势分析	15
2.1.3 氢燃料电池货车发展水平及趋势分析	18
2.2 新能源重型货车产销情况	21
2.2.1 总体情况	21
2.2.2 新能源重型货车各城市销售情况	23
2.2.3 新能源重型货车各技术路线销量情况	25
2.2.4 新能源重型货车各生产企业销量情况	26
2.2.5 新能源重型货车各车型销量情况	28
2.3 新能源货车公告车型的技术发展趋势和应用情景	31
2.3.1 新能源货车公告车型总体情况	31
2.3.2 公告车型不同应用场景性能指标分析	33
2.3.3 公告车型性能指标的数量分布	37
2.4 综合成本对比分析	39
2.4.1 典型新能源货车综合成本构成	39
2.4.2 典型快充模式纯电动货车成本分析	39
2.4.3 典型换电方案纯电动货车成本分析	40
2.4.4 典型氢燃料电池货车成本分析	41
2.4.5 结论	43

3 基础设施建设运营现状

3.1 道路交通网和服务设施匹配情况	45
3.1.1 各省份公路建设情况	45
3.1.2 各省份加油站建设情况	47
3.1.3 各省份充电站建设情况	48
3.1.4 加油站、充电站建设情况和货运平均运距的关系	49
3.2 充换电基础服务设施发展现状	50
3.3 氢能基础服务设施发展现状	51

4 政策和市场体系

4.1 新能源货车补贴政策	54
4.1.1 国家新能源货车补贴政策	54
4.1.2 地方新能源货车补贴政策	58
4.2 新能源货车路权政策	59
4.2.1 国家新能源货车路权政策	59
4.2.2 地方新能源货车路权政策	61
4.3 新能源基础设施建设政策	62
4.3.1 国家新能源基础设施建设政策	62
4.3.2 地方新能源基础设施建设政策	64
4.4 新能源货车发展规划	65
4.4.1 国家新能源货车发展规划	65
4.4.2 地方新能源货车发展未来规划	67
4.5 “公转水、公转铁”相应政策	69
4.5.1 国家“公转水、公转铁”相应政策	69
4.5.2 地方“公转水、公转铁”相应政策	70

5 道路货运碳排放分析

5.1 货车应用场景分类统计	72
5.2 货车碳排放量计算	76
5.2.1 2021 年新销售货车碳排放量计算	76
5.2.2 新能源货车年度（2021）节碳量分析	79

6 应用场景分析和企业实践案例

6.1 零排放重型货车应用场景分析	84
6.1.1 封闭场景	85
6.1.2 公共道路中短途运输场景	85
6.1.3 公共道路长距离运输场景	86
6.2 零排放货运实践案例	86
6.2.1 国内企业零排放货运案例	86
6.2.2 国际企业零排放货运案例	101

7 结论和建议

7.1 结论	109
7.2 政策建议	111
7.2.1 制定分阶段、差异化的补贴政策，促进零排放重型货车推广	111
7.2.2 为零排放重型货车提供更多路权，鼓励车辆使用	111
7.2.3 加速将补能基础设施建设纳入地方规划，促进基础设施落地应用	111
7.2.4 加快完善补能基础设施标准体系，提升基础设施运行效率	112
7.2.5 因地制宜开展试点，为零排放重型货车商业化应用打好基础	112
7.3 行业建议	112
7.3.1 货主企业积极拉动零排放货车使用需求	112
7.3.2 运输企业和车队积极尝试使用零排放货车	113
7.3.3 整车厂和汽车零部件供应商积极打造适应市场需求的零排放货车	113
7.3.4 能源和基础设施服务提供商适度超前布局基础设施	113
7.3.5 融入生态圈，共同开拓可持续的商业模式	113
参考文献	115
附录：	
2014—2021 年各车型不同指标下的数量分布	116



前言

2020年9月，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和（简称“双碳”目标）。中国交通运输行业的碳排放约占我国碳排放总量的10%，交通运输行业的低碳转型是实现“双碳”目标的重要环节之一。交通运输行业的碳排放中，公路运输碳排放占比达80%以上，其中公路货运碳排放占比达60%以上，因此，公路货运碳减排是交通运输行业实现低碳转型的关键。

在公路货运领域，特别是在中国道路货运需求持续增长的情况下，依靠多式联运、提高运输效率和满载率等方法不足以达成减排目标。尽早实现传统货车技术向零排放货车技术的转型必将成为未来的发展趋势。公路货运碳排放中，重型货车的排放又占据举足轻重的地位。根据中国环境科学研究院机动车排污监控中心的统计，2020年中国重型货车二氧化碳排放总量占交通运输行业总排放量的34%。常规污染物方面，《中国移动源环境管理年报（2022年）》显示，2021年重型货车的氮氧化物排放量约占所有类型货车氮氧化物排放总量的90%，碳氢化合物的排放量也明显高于其他类型货车。综上，推动重型货车电动化是中国交通运输行业减污降碳的关键性发展方向，也是实现交通运输行业“双碳”目标的核心手段。

基于以上背景分析，特撰写《中国零排放货运年度进展报告2022》（以下简称《报告》）。《报告》的目标是进一步探讨道路货运零排放发展的现

状、阻碍和挑战，协同零碳货运各利益主体，提出推进零排放货运发展的建议。《报告》面向货运行业、政府、研究机构和其他利益相关方，针对货车在道路货运场景下的发展趋势和减排路径进行归纳和总结。根据上述分析，内容力求突出主要矛盾，侧重于中重型货车的零排放发展分析。《报告》中主要涉及的政策、数据更新至2021年。

《报告》主要分为七个章节，第一章对中国道路货运发展现状与趋势进行分析和总结，其中包括道路货运发展现状、道路货运企业发展现状，以及道路货运零排放发展的趋势和目标。第二章对目前的车辆技术发展情况进行分析总结，包含货车产品和技术总体情况、货车的产销量、不同应用技术及发展水平、价格和运行成本，以及目前主要货车生产企业技术和产品的发展规划。第三章总结目前与道路货运匹配的基础设施建设运营状况，并对道路交通网和服务设施的匹配情况、充换电基础服务设施发展状况，以及氢能基础服务设施的发展状况分别进行了总结。第四章对目前的政策和市场体系进行梳理分析。第五章对目前道路货运体系零排放发展状况进行总结，并分析不同车型和货运场景下的减排贡献度和未来减排潜力。第六章针对零排放货运的典型场景进行分析，并总结企业应用零排放车辆的典型实践经验与案例。第七章对道路货运零排放发展状况进行总结并提出政策建议。

今年是《报告》的撰写元年，零排放货运行动在此由衷感谢各位专家和领导的帮助与支持，也诚挚地希望各位读者对《报告》提出宝贵意见，以期《报告》为中国道路货运零排放发展做出更大的贡献。



1

中国道路货运发展现状与趋势

- 1 货物运输量、周转量情况
- 2 货车保有量和产销情况
- 3 公路货运行业发展现状
- 4 道路货运碳排放及大气污染物排放情况
- 5 道路系统的发展情况

1.1 货物运输量、周转量情况

根据交通运输部统计¹，我国货运总量和货物周转量均在 2016—2018 年间持续攀升。2018 年，公路货运量达到 395.69 亿吨，公路货物周转量达到 71249.2 亿吨公里。2019 年各项数据均显著下降，2020 年、2021 年出现回升。公路货运量和公路货物周转量变化趋势与货运总量和货物周转量变化趋势基本一致。不难发现，过去 5 年中国公路货运量占货运总量的比例很高，稳定在 70% 以

上；公路货物周转量占比则相对较低，基本保持在 30% 左右（参见图 1-1、图 1-2）。根据国家统计局统计注释，2019 年我国道路货运总量及货物周转量统计口径均发生变化^a，统计结果与 2018 年前结果不能简单类比，2019 年实际道路货运总量与货物周转量分别增长 4.2% 和 0.4%^b。总体来说，我国道路货运总量与道路货物周转量仍然呈持续增加态势。

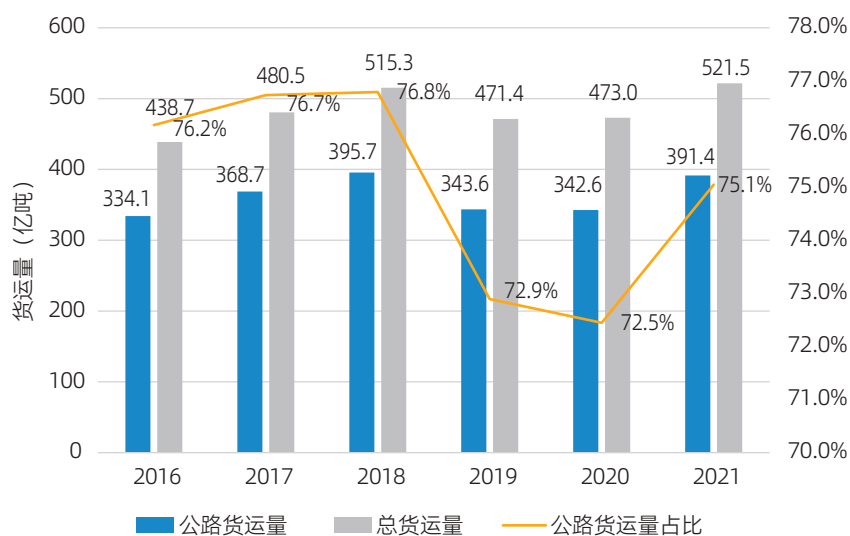


图 1-1 全国公路货运量变化（2016—2021 年）

另外，大宗商品特别是煤炭运输的铁路化也是交通结构调整、公路货运量占比下降的重要原因。

即使如此，公路货运由于成本低廉、运行灵活，始终在货运系统中发挥着不可替代的作用。

a 按照《交通运输部办公厅关于取消总质量 4.5 吨及以下普通货运车辆道路运输证和驾驶员从业资格证的通知》，2019 年 1 月 1 日起各地交通运输管理部门不再为总质量 4.5 吨及以下普通货运车辆配发道路运输证。

b 2021 年道路货物运输量统计方法由“行业主管部门推算”调整为“规上企业全面调查 + 规下业户波动推算”。

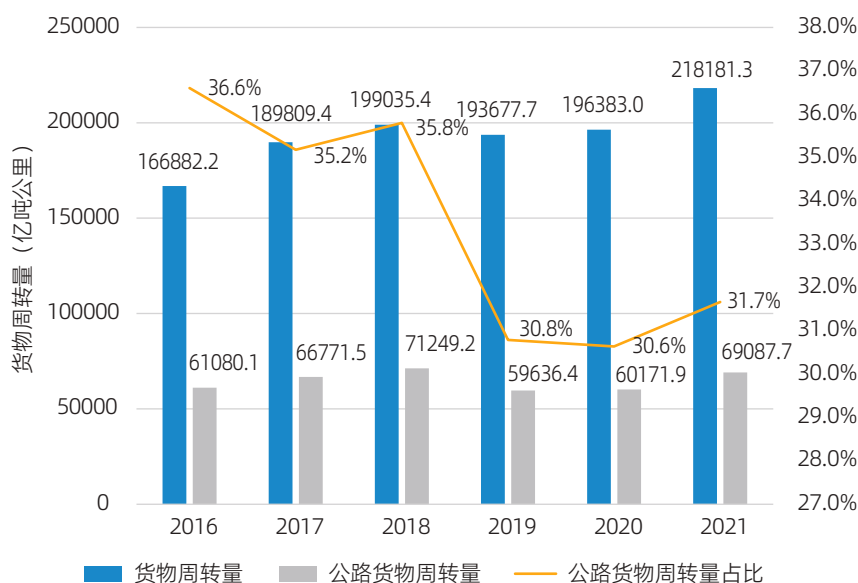


图 1-2 全国公路货物周转量变化（2016—2021 年）

1.2 货车保有量和产销情况

1.2.1 道路货运车辆保有情况

根据交通运输部统计结果，我国载货汽车保有量从 2017 年的 1368.62 万辆降至 2021 年的 1173.26 万辆（参见图 1-3），与公路货运量和货

物周转量占比变化趋势相似，载货汽车保有量在 2019 年也明显下降¹。

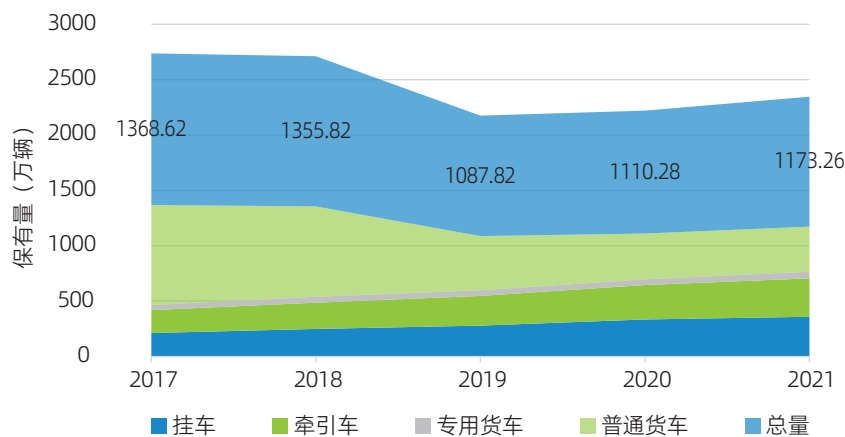


图 1-3 全国载货汽车保有量（2017—2021 年）

2021 年末，全国拥有公路营运汽车 1231.96 万辆，比上年末增长 5.2%。拥有载货汽车 1173.26 万辆、17099.50 万吨位，分别增长 5.7% 和 8.3%。其中，普通货车 406.94 万辆、4923.43

万吨位，分别下降 1.7% 和增长 5.6%；专用货车 60.39 万辆、718.76 万吨位，分别增长 19.2% 和 20.5%；牵引车 346.68 万辆，增长 11.5%；挂车 359.25 万辆，增长 7.4%（参见图 1-4）。

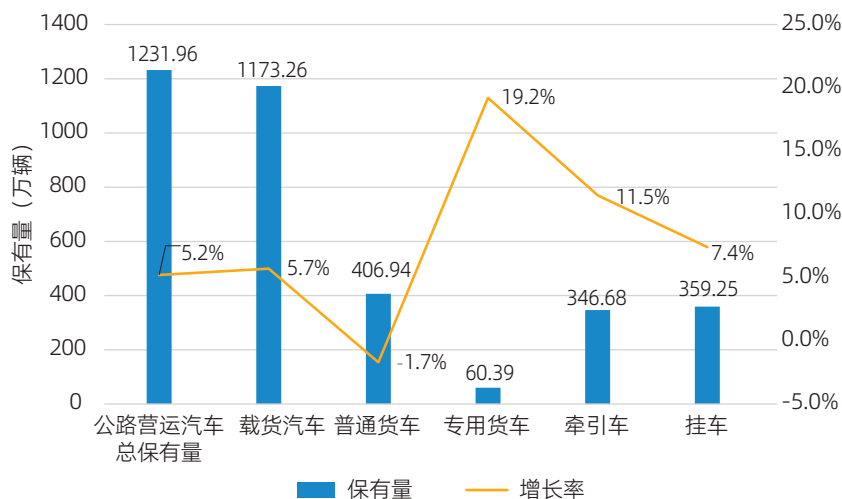


图 1-4 全国公路营运汽车及各类载货汽车保有量（2021 年）

1.2.2 道路货运车辆销售情况

根据公安部交强险上险统计数据，货运汽车销售量从 2017 年开始持续增长，从 309.86 万辆增至 2020 年的 419.15 万辆，到 2021 年略微回落

至 386.93 万辆（参见图 1-5）。尽管 2017 年货车电动化率达到 2.44%，但近年来电动化率不升反降，总体维持在较低水平（<2%）。

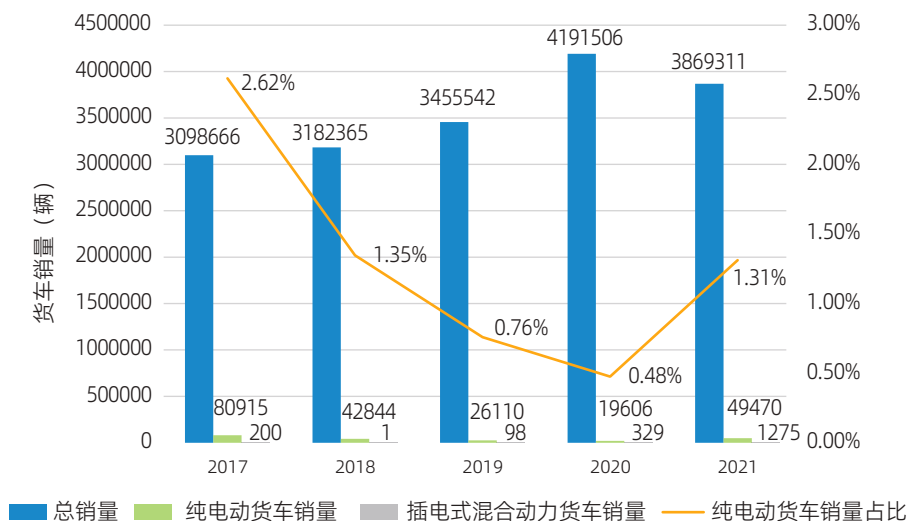


图 1-5 货车销售数据与电动化率（2017—2021 年）



图 1-6、图 1-7、图 1-8 和图 1-9 显示了按照汽车质量分类的各类纯电动货车和燃油货车销售情况。微型货车在 2018 年后均为纯电动货车，轻型货车和中型货车在 2017 年销量较高，之后迅速回落，轻型纯电动货车在 2021 年销售略有回升。重

型纯电动货车销量占比整体低于 1%，明显低于其他车型。

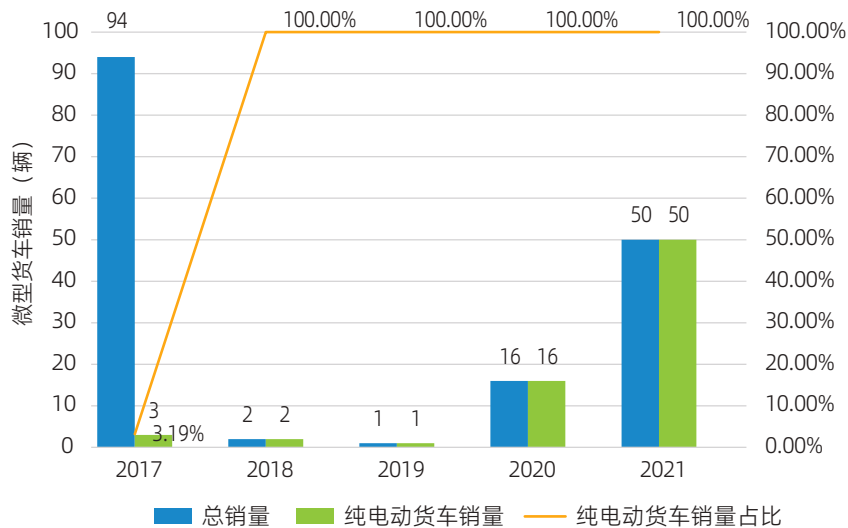


图 1-6 微型货车销售数据（2017—2021 年）

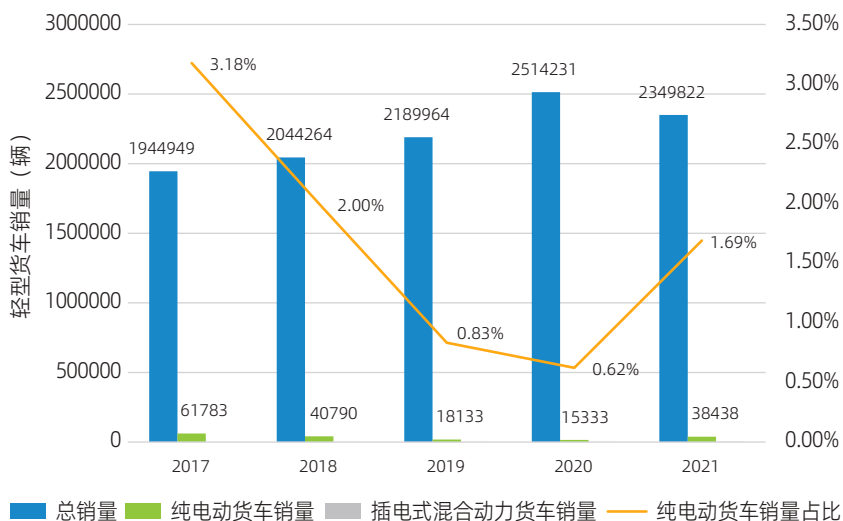


图 1-7 轻型货车销售数据（2017—2021 年）

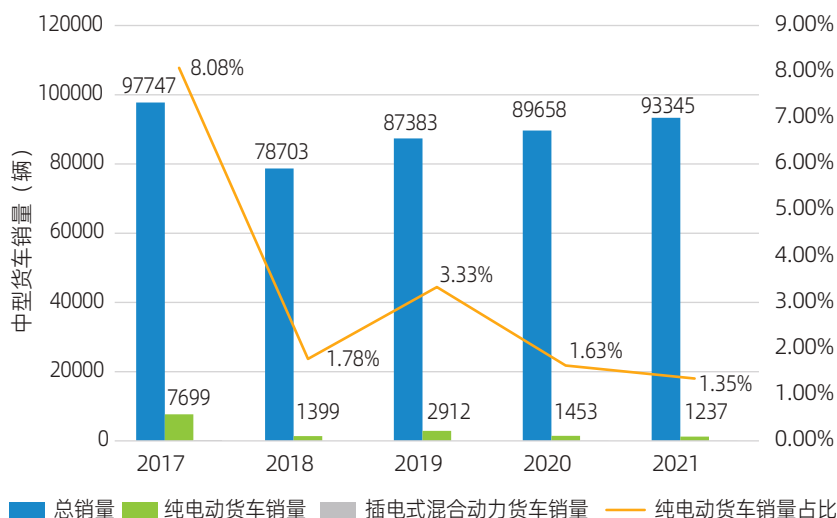


图 1-8 中型货车销售数据 (2017—2021 年)

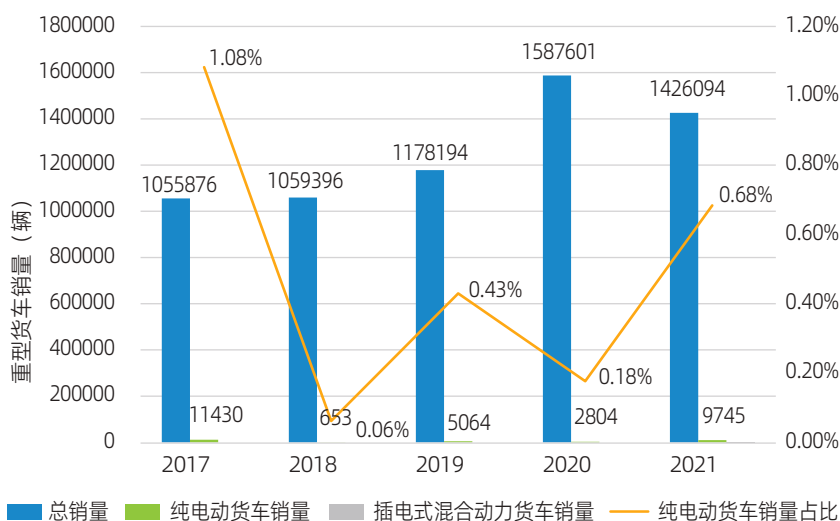


图 1-9 重型货车销售数据 (2017—2021 年)

1.3 公路货运行业发展现状

2021 年全国社会物流总额 335.2 万亿元，按可比价格计算，同比增长 9.2%，两年年均增长 6.2%，增速恢复至正常年份平均水平。从构成看，工业品物流总额 299.6 万亿元，按可比价格计算，同比增

长 9.6%；农产品物流总额 5.0 万亿元，增长 7.1%；再生资源物流总额 2.5 万亿元，增长 40.2%；单位与居民物品物流总额 10.8 万亿元，增长 10.2%；进口货物物流总额 17.4 万亿元，下降 1.0% (参见图 1-10)。

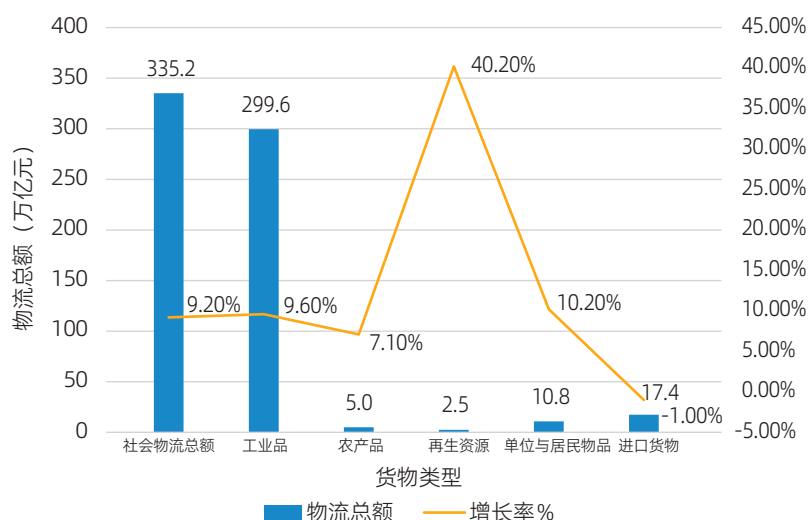


图 1-10 全国物流运行情况（2021 年）

根据国家发展和改革委员会和中国物流与采购联合会联合发布的《2021 年全国物流运行情况通报》²，2021 年全国社会物流总额 335.2 万亿元，按可比价格计算，同比增长 9.2%，两年年均增长 6.2%，增速恢复至 2019 年水平。据运联智库 2022 年发布的《2022 中国公路运力发展数据白皮书》³，2021 年全国货运量回升，达到 521.53 亿吨，公路货运量达到 391.39 亿吨，占全国货运量的 75%。2021 年全国运输费用达 9.0 万亿元，

其中，公路运输费用约 7.0 万亿元，占比始终高于公路货运量占比⁴。

据交通运输部统计，全国道路货运从业人员 1728.73 万人、道路经营业户 323.87 万户，完成了全社会 74% 货运量和 31% 的周转量。其中，324 万户经营业户中占比最高的为挂靠公司，其次是综合性物流公司、第三方车队以及含商流的企业物流部。

1.4 道路货运碳排放及大气污染物排放情况

1.4.1 货运碳排放现状

2020 年中国交通运输行业碳排放占社会总碳排放比重达到 11%⁵（参见图 1-11），是能源消耗和二氧化碳排放的重要贡献者。随着人均 GDP 的增加、城市化率的上升、机动化率的提升和基础设

施的扩大，中国的客运和货运需求预计将继续成倍增长。

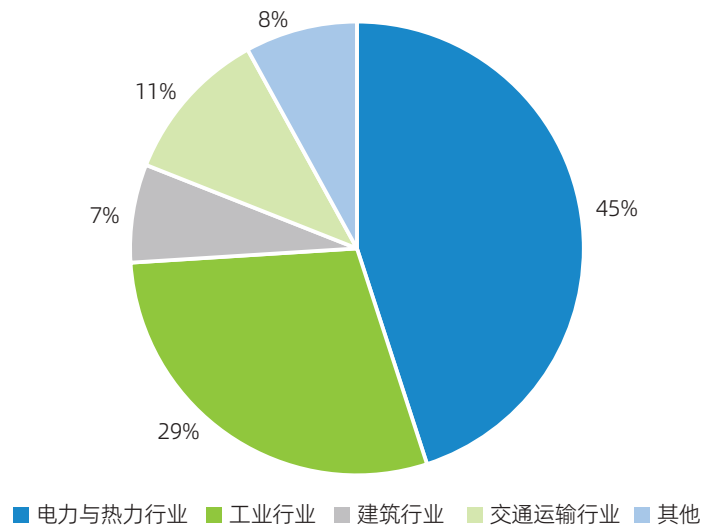
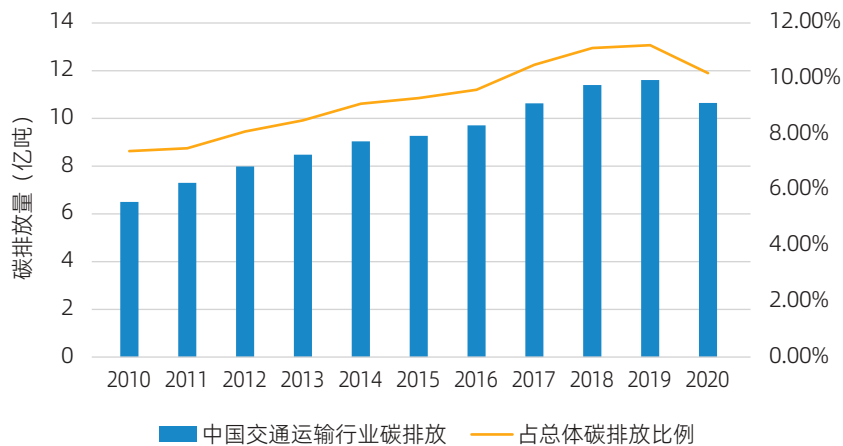


图 1-11 中国主要行业碳排放占比（2020 年）

从 2010 年到 2020 年，中国交通运输行业的碳排放量增加了近一倍⁶，占比也从 2010 年的 7.4% 增长到 2020 年的 11%（参见图 1-12）。除 2020

年受疫情影响外，交通运输行业碳排放量和占比逐年增长。同时随着电力、工业等行业减碳力度的增大，交通运输行业的碳排放占比可能会持续增加。

图 1-12 中国交通运输行业碳排放量及占总体碳排放比例（2010—2020 年）⁷

在交通运输行业碳排放中，有 84.1% 来自道路运输（参见图 1-13）。道路运输碳排放中，货运碳排放占 46%（参见图 1-14）。由此可见，货

运交通实现零碳排放是应对气候变化、实现我国“双碳”目标的重要举措。



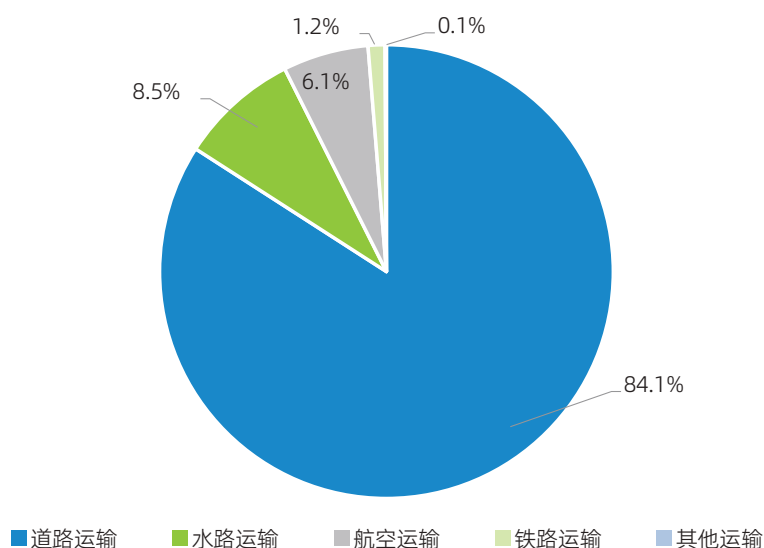
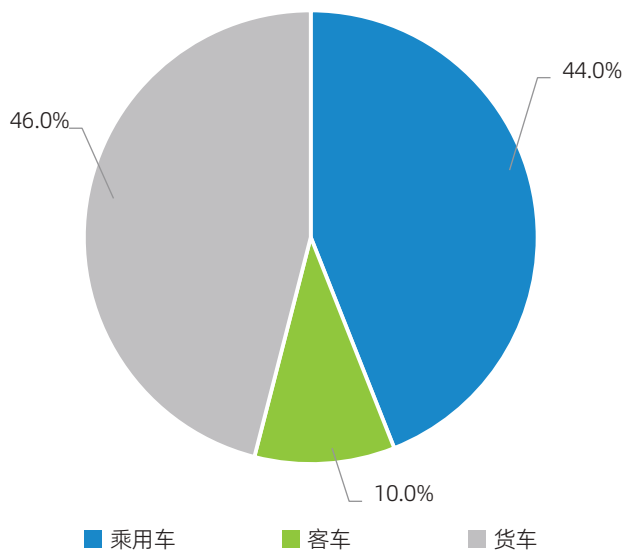
图 1-13 中国交通运输行业碳排放量占比（2020 年）⁸

图 1-14 中国道路运输碳排放客货运占比（2020 年）

1.4.2 货车污染物排放情况

根据生态环境部发布的《中国移动源环境管理年报（2022 年）》，2021 年，全国货车一氧化碳

（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）、颗粒物（PM）排放量分别为 206.2 万吨、51.6 万

吨、480.7万吨和5.8万吨，分别占汽车排放总量的29.7%、28.4%、84.6%和91.1%。微、轻、中、重四种车型的污染物排放如图1-15所示。轻型货车的CO排放量最高，达到127.6万吨，而重型货车四种污染物排放都较高，尤其是NO_x排放，达

到了432.5万吨。图1-16、图1-17、图1-18、图1-19为各类货车的CO、HC、NO_x、PM排放量分担率。重型货车排放量分担率分别为35.69%、62.32%、89.95%和56.53%。由此可见，重型货车的污染物控制对道路交通运输行业减排意义重大。

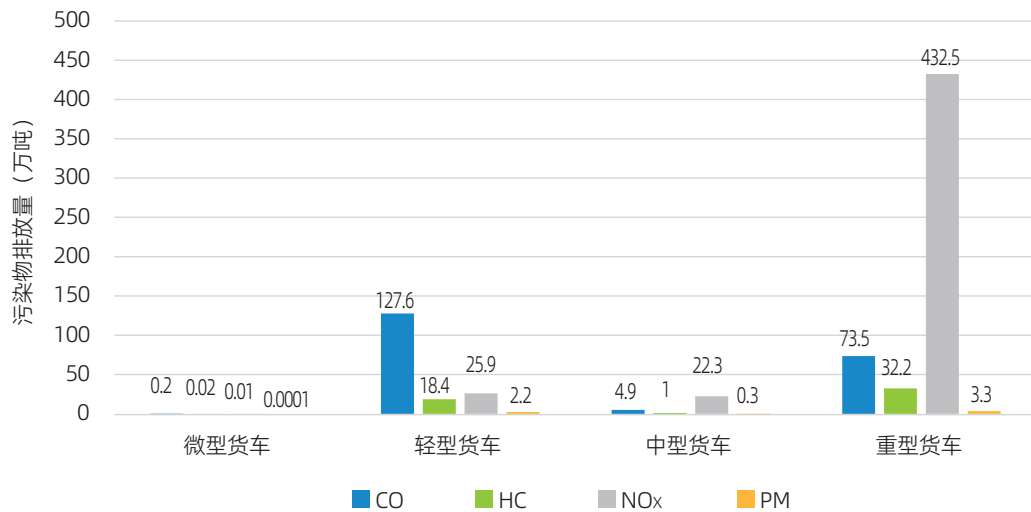


图 1-15 各车型货车污染物排放量（2021 年）

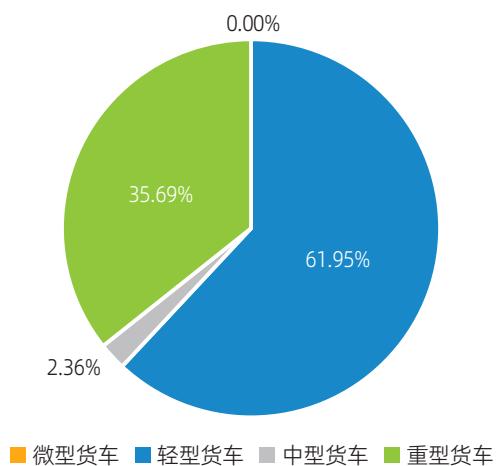


图 1-16 各车型货车的一氧化碳（CO）排放量分担率

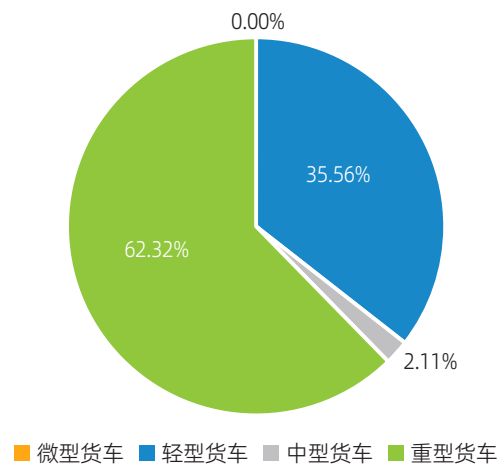


图 1-17 各车型货车的碳氢化合物（HC）排放量分担率

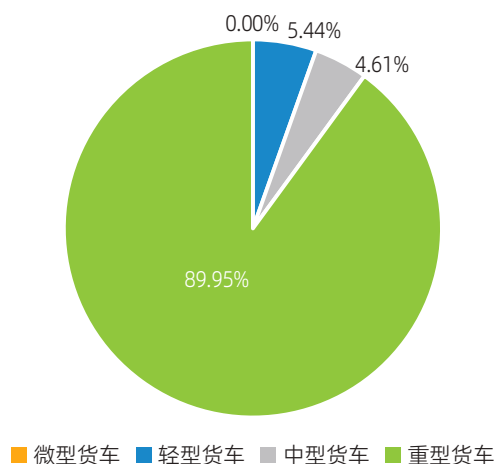


图 1-18 各车型货车的氮氧化物 (NOx) 排放量分担率

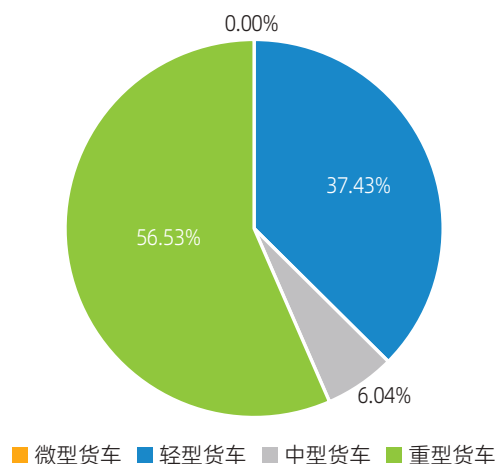
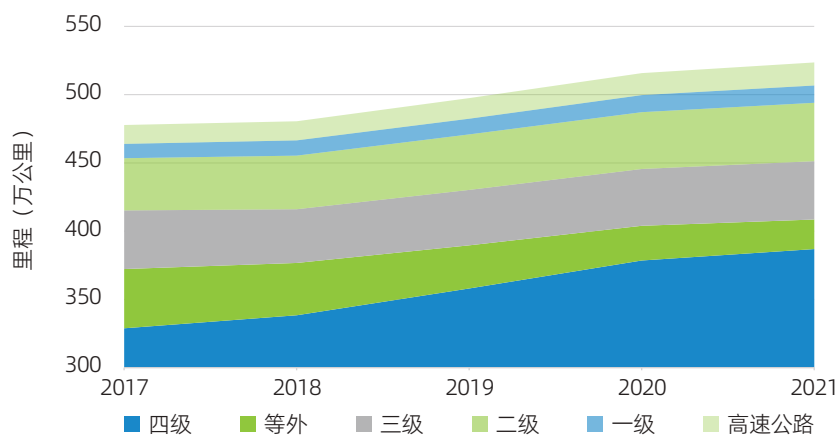


图 1-19 各车型货车的颗粒物 (PM) 排放量分担率

1.5 道路系统的发展情况

如图 1-20 所示, 根据交通运输部统计, 我国公路总里程自 2017 年开始不断增长, 2021 年末全国公路总里程 528.07 万公里, 比上年末增加 8.26 万公里。公路密度 55.01 公里 / 百平方公里, 比

2020 年增加 0.86 公里 / 百平方公里。公路养护里程 525.16 万公里, 占公路总里程比重为 99.4%。其中, 四级公路占比逐渐升高, 其他公路无明显变化。

图 1-20 我国公路总里程和公路等级 (2017—2021 年)^c

c 高速公路为专供汽车分向分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路; 一级公路为供汽车分向分车道行驶并可根据需要控制出入的多车道公路; 二级公路为供汽车行驶的双车道公路; 三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路; 四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路; 等外公路为尚未达到任何公路等级标准的公路。

最繁忙的线路高度集中于各大经济区之间。根据繁忙程度排序，依次是广州—北京、哈尔滨—北京、西安—北京、长沙—上海、成都—武汉、武汉—重庆、上海—武汉、广州—上海和北京—上海。班次执行百分比和平均用时（小时）如表 1-1 所示。

虽然目前我国货运线路繁忙，但在最繁忙的 9 条线路中，公路货运平均运行时速仅为 50~65 公里 / 小时，相较于发达国家的 75~80 公里 / 小时仍有较大差距。同时，公路的拥堵情况普遍存在且日益严重，具有较高的随机性。

表 1-1 最繁忙线路名称及其执行百分比与平均用时

线路名称	执行百分比 ^d	平均用时（小时）
广州—北京	0.20%	35.7
哈尔滨—北京	0.19%	20.9
西安—北京	0.17%	21.3
长沙—上海	0.18%	20.8
成都—武汉	0.13%	21.1
武汉—重庆	0.16%	16.8
上海—武汉	0.35%	15.9
广州—上海	0.25%	27.1
北京—上海	0.16%	26.1

d 执行百分比为该线路的执行次数在所有 >600 km 线路的执行次数中的占比。



2

零排放车辆技术及产销状况

- 1 新能源货车技术发展水平分析
- 2 新能源重型货车产销情况
- 3 新能源货车公告车型的技术发展趋势和应用情景
- 4 综合成本对比分析

2.1 新能源货车技术发展水平分析

为达成中国货物运输零排放愿景，各利益相关方开始使用新能源货车替代传统能源货车，逐渐发

展出插电式混合动力货车、纯电动（包括快充、换电）货车、氢燃料电池货车等多种不同的技术路线。

2.1.1 插电式混合动力货车发展水平及趋势分析

（1）插电式混合动力货车发展水平

在新能源货车技术的发展路线中，插电式混合动力货车相比于纯电动货车和氢燃料电池货车的成本更低。插电式混合动力系统包括串联式、并联式和混联式三种。

目前，国内外插电式混合动力货车主要采用并联式混合动力系统。并联式混合动力系统由传统的内燃机系统和电机驱动系统组成，发动机、电机和变速器配合使用，组合成不同的动力模式，适用于多种不同的行驶工况。该系统技术成熟度高，最大限度地保持原车型动力系统布置方式，结构简单、能量利用率高。

并联式混合动力货车具有两套动力系统，一套是动力电池和电机驱动系统，一套是发动机驱动系统，可以根据需求选择使用。同时，电机驱动系统的驱动/发电一体式电机可以适时向动力电池充电。

（2）插电式混合动力货车的优势

相较于其他技术路线，插电式混合动力货车的核心优势在于电池组的容量不需要很大，目前国内车型配备的电池容量一般不超过 50kWh。因此，该车型相比纯电动货车和氢燃料电池货车，对动力电池的要求较低，载质量利用系数高，不存在续航里程焦虑，应用成本较低，系统稳定性相对较高。

（3）插电式混合动力货车发展存在的问题

虽然插电式混合动力货车当前存在一定优势，但其依然需要以柴油为主要燃料，无法完全做到运行过程零排放。相比纯电动货车和氢燃料电池货车，插电式混合动力货车在政策引导鼓励方面得到的支持较少，近年市场占有率较小，技术发展较为缓慢。

（4）插电式混合动力货车发展趋势

插电式混合动力货车介于传统燃油车和纯电动货车、氢燃料电池货车等零排放货车之间，并试图找到运营效率、成本和环保压力之间的平衡点。相比当前其他技术路线的零排放货车，插电式混合动力货车在中长途大宗货物运输方面具有一定优势。短期来看，部分高油耗场景为应对国六和四阶段重型商用车油耗限值要求，插电式混合动力技术路线还将占据少部分市场⁹。但长期来看，插电式混合动力货车无法实现货运零排放，在政策支持鼓励方面不占优势。国内外主要商用车企业对未来产品的规划中，也大多以纯电动货车作为技术主攻方向，尤以氢燃料电池货车作为技术探索储备研究方向，插电式混合动力货车更多作为传统燃油货车向零排放货车转变的过渡车型。

2.1.2 纯电动货车发展水平及趋势分析

(1) 纯电动货车发展水平

纯电动货车完全通过车载电池提供动力，可以做到运行过程零排放，同时具有结构简单、噪声低、换挡易、驾驶舒适度高等特点。在当前油价高企背景下，纯电动货车的使用成本明显低于燃油货车，故近年来得以快速发展。

纯电动货车的核心技术集中于电池、电机、电控系统。在电池方面，动力电池的价格、续航能力、充电时间和安全性等是影响车辆市场化推广的关键要素。纯电动货车要求动力电池同时满足高能量密度、快速充电、深度放电能力、长寿命、高安全性、低成本和易回收等一系列技术要求。目前，纯电动货车的车用电池以磷酸铁锂电池为主，相比三元锂离子电池，磷酸铁锂电池能量密度较低，具有较好的安全性和稳定性，且成本更低。但磷酸铁锂电池的理论能量密度大概在 200 Wh/kg，导致其技术提升空间有限。

在电机方面，新能源汽车电机分为直流电机、交流电机和轮毂电机三类，我国具备交流异步电机、永磁同步电机和开关磁阻电机的自主研发能力，其中永磁同步电机是我国新能源汽车的主要电机应用类型。通过对磁、电、热耦合优化以及超导、非晶高导低损材料的应用，可有效提高电机功率密度。电机效率目前可超过 90%，功率密度可超过 4.0 kW/kg。

在电控方面，电机控制器的作用是通过控制输出电流、电压和频率的控制，进而控制电机的转速和转矩。电控系统随着自动控制理论、电力电子技术、计算机控制技术的深入发展而逐渐成熟。目前，纯电动重型货车的电控系统以 MOSFET 和 IGBT 为主流算法，相关技术已经基本成熟¹⁰。

重型货车通常需要长时间连续运行，受制于电池的能量密度、充放电速度和成本等因

素，目前纯电动货车的续驶里程较短，理论上为 200~300km，主要应用于港口、矿区、城市等行驶范围、行驶路线和行驶时间都较为固定的运营场景。

从补能方式来看，纯电动货车目前主要的技术路线可分为充电模式和换电模式两种。

充电模式

充电模式货车的车身与动力电池完全绑定，不可更换。整车运行过程中的能量补充主要依靠大功率直流充电桩充电。

我国纯电动汽车充电基础设施建设经过多年的政策扶持，已经初具规模。对于纯电动乘用车及轻型货车，目前已有较为成熟的配套充电基础设施。但由于早期规划的局限性，满足纯电动重型货车快充需要的充电基础设施建设仍不完善。纯电动重型货车的充电设施建设，目前主要由用户、运营商或第三方公司在重型货车运行线路上建设专属直流快充桩，通常采用双枪同时充电，充满电需 1~1.5 小时。

换电模式

换电模式货车的车身与动力电池并不绑定，配套动力电池可在换电站进行更换，同时车身也具备充电功能。

近年来，换电重型货车得到行业广泛重视。2020 年 5 月，国务院《政府工作报告》首次将换电站纳入新型基础设施建设工作中。2021 年 4 月，工业和信息化部、国家能源局联合组织开展新能源汽车换电模式应用试点工作，鼓励在公交、出租、城市物流配送、港口、矿山等公共领域率先试点。2021 年 10 月，工业和信息化部、国家能源局联合印发《关于启动新能源汽车换电模式应用试点工作的通知》，首次提出在宜宾、唐山、包头三座城

市进行换电重型货车试点。

目前，我国换电重型货车的电池容量约 300kWh，换电时间约为 5 分钟。

纯电动重型货车的换电技术路线包括整体单侧换电、顶吊式换电、整体双侧换电等方式，具体如表 2-1 所示。

表 2-1 纯电动重型货车的换电技术路线

参数 \ 分类	整体单侧换电	顶吊换电	整体双侧换电
换电站站体高度	主体高度与车辆等高	主体位于车辆上方（> 6 米）	主体高度与车辆等高
换电时间	3~5 分钟	3~5 分钟	< 5 分钟
占地面积	200 平方米	200 平方米	> 300 平方米
定位方式	激光雷达 + 视觉	减速带机械定位	激光雷达 + 视觉
车型适应性	自动校准	司机控制停车前后位置	自动校准
成本	控制系统成本高	控制系统成本低	双机器人成本高
可扩展性	开放式机器人地轨，可接轨加长，增加电池仓；开放站房，不需改造	整体式天轨和站房，固定长度，不能扩展	开放式机器人地轨，可加长，增加电池仓，整体站房需改造

目前，换电重型货车主要经营模式是运营商购买裸车，所需动力电池由电池资产管理公司向电池企业批量购买并运营，而用户以租赁方式从电池资产管理公司租用电池。电池资产管理公司融资布局

形成换电全产业链生态圈，并向用户提供换电车辆、换电站以及投融资租赁等服务，即“车电分离”模式（参见图 2-1）。

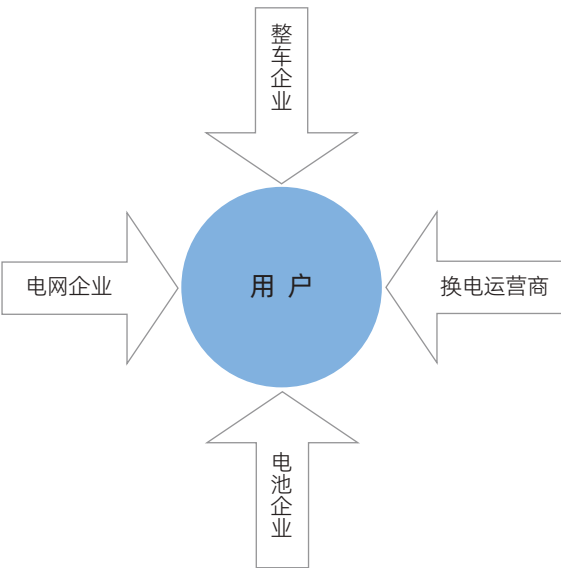


图 2-1 纯电动换电重型货车平台运营模式

(2) 纯电动货车的优势

充电模式

建设成本低。相对换电设施，充电桩建设占地面积很小，如果和停车场合并建设，则基本不需要另外征地，因此一次性建设成本较低。近年来由于国家对充电基础设施建设的政策推动，充电设施的研发和建设速度明显加快，技术已经趋于成熟。在形成统一的产品标准后，充电设备的生产和采购成本大幅下降，进一步降低了充电设施的建设成本。

用电效率高。为了提高用电效率，目前多数使用大功率快充桩的充电场站都会采用集约式柔性充电模式，即所有充电终端共享功率模块，根据需要由智能调度模块结合纯电动汽车的实际需要分配充电功率，以此来降低充电场站的整体配电容量，减少对电网的冲击。

换电模式

运营效率高。采用换电模式，纯电动重型货车可以在 5 分钟左右完成补能，与传统燃油车加油时间基本持平，有效降低车辆充电等待时间，大幅提高运营效率。

一次性购车成本降低。在“车电分离”模式下，用户购车无需购买电池。相比充电方案，“车电分离”能够大幅降低用户的一次性购车成本，使得购车成本与同类同级别燃油车辆差异不大。

产品供给端可选车型充足。从 2021 年起，各大商用车生产厂家均布局了换电重型货车生产线并快速推出相应产品。目前市场上的纯电动重型货车基本上已经覆盖所有车型，用户可根据实际需要自主选择。

政策支持力度大。在“双碳”背景下，纯电动重型货车应用是实现重载货运零排放至关重要的一环，政府部门将为纯电动重型货车提供运输价格、运输线路方面的相关优惠政策，以进一步扩大纯电动重型货车的使用规模和使用范围。

动力电池寿命更长。在换电模式下，纯电动重型货车的动力电池由运营商统一管理，在适合的湿度下能够以稳定的电流统一充电，同时由电池管理系统进行维护，可以有效确保动力电池健康安全，延长电池使用寿命。

(3) 纯电动货车发展存在的问题

充电模式

续驶里程短。纯电动重型货车载重大、能耗高，受动力电池容量的限制，目前纯电动重型货车在充满电情况下续驶里程多为 200~300km，比同车型燃油货车要少很多。因此，在长距离运输过程中，纯电动重型货车需要多次补充电能，导致运营效率较低。

购置成本高。目前纯电动重型货车的终端销售价格普遍为 65 万~80 万元，部分动力电池装载容量较高的车型销售价格可达到 90 万元以上，其中电池成本占比过半，与传统燃油重型货车终端销售价格 40 万~45 万元相比，有较为明显的购置成本差异。

载质量利用系数低。由于动力电池能量密度一定，如果要增大电池容量，就需要配备更重的电池。以一辆 282kWh 电量的纯电动 6×4 牵引车为例，由于电池自重原因，其整备质量相比同车型燃油货车重了约 2.2 吨，导致其载质量利用系数比同车型燃油货车要低。

换电模式

标准法规缺失。目前，换电模式面临的最大问题是换电接口标准不统一。不同电池厂家、不同换电模式，都会带来电池标准化和拓展兼容性问题。此外，在车型公告的法规方面，目前的车型公告均以整车（含电池）为整体上公告，这就造成在车电分离模式下，同一款车如果电池或换电框架发生改变，则需重新上车型公告，大大增加了车辆开发周

期和成本。

基础设施建设不完善。相比充电基础设施，目前我国换电基础设施建设还很不完善，缺乏统一规划。受技术标准限制，目前在实际场景中，换电站仅能匹配特定品牌车辆或者特定标准的电池包，但是由于换电站的建设只能服务于某一特定项目，使换电设施成为某一项目的定制化服务产品。这也造成换电基础设施无法像充电设施那样，通过多点布局形成服务于所有换电车辆的公共服务网络。

基础设施建设成本高。换电站需要通过站内一定数量的备用电池和车身电池进行交换，从而实现快速补能的目的。因此，换电站除了换电设备投入外，还需要额外购置多块备用电池，使得换电站的一次性建设投资大大高于充电基础设施。目前，建设一座换电站的一次性投资成本至少为 700 万元。

(4) 纯电动货车发展趋势

现阶段，纯电动货车仍然以轻型货车为主，应

用于城市配送应用场景；少量纯电动重型货车应用于港口、矿区、城市等行驶范围、行驶路线和行驶时间都较为固定的运营场景。随着技术的发展以及基础设施的不断完善，未来纯电动货车将逐渐从轻型货车扩展到重型货车，运营场景也将从短途运输转向长途运输。

车辆技术方面，目前市面上销售的主流车型，其经济续驶里程范围在 150~200km 之间。随着动力电池技术的发展和成本的下降，预计到 2025 年车辆的经济续驶里程将会提高到 300~400km。而现有纯电动货车主要是在燃油货车车型的基础上做改装，随着车辆正向开发进度的加快，未来采用纯电动货车专用底盘或滑板底盘的车型将成为主流。

充换电技术方面，未来纯电动货车将形成“换电 + 充电”并存的格局。充电模式适用于短途运输，或时效性要求不高的场景；换电模式适用于高频短倒或中长途运输，即时效性要求较高的运输场景。

2.1.3 氢燃料电池货车发展水平及趋势分析

(1) 氢燃料电池货车发展水平

氢燃料电池货车的动力系统布置如图 2-2 所

示。其驱动系统包括燃料电池系统、燃料电池转换及逆变器、动力电池、高压储氢罐、驱动电机和动力控制单元。

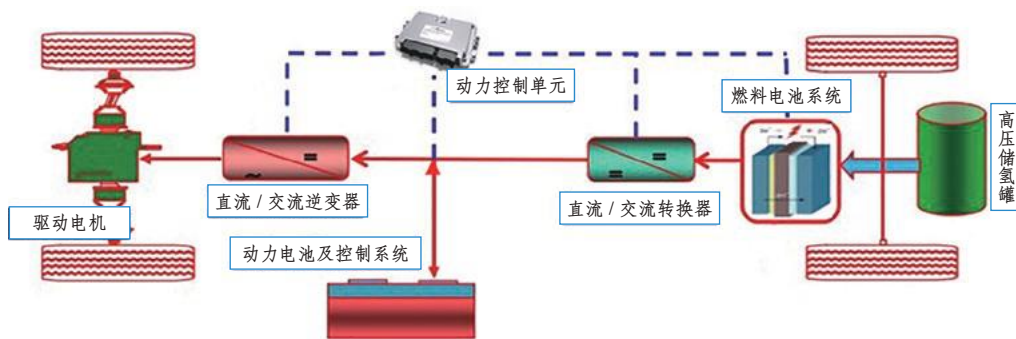


图 2-2 氢燃料电池货车动力系统布置图

其中，燃料电池系统是用给车辆提供电能驱动的系统；燃料电流转换及逆变器主要是用于将燃料电池输出的低电压转换为可供车辆使用的电能；动力电池是氢燃料电池货车的辅助能量源，使车辆在启动、急加速和爬坡时有足够的辅助能量；高压储氢罐为氢燃料电池提供燃料；驱动电机是氢燃料电池货车中将电能转化为机械能的动力部件；动力控制单元是将氢燃料电池货车中的所有电气功率部件统一集成的系统，要求其具有高集成度、高耐久性、高可靠性的特点。

氢燃料电池货车全产业链包括氢气的制取、储存、运输、加注和氢燃料电池货车的研发、应用等方面。在各地氢燃料电池货车示范运行规模不断扩大的趋势下，氢燃料电池货车的系统集成、电堆集成技术有了一定的提高，但在其他方面尚未有明显突破。

燃料电池堆栈

国内燃料电池以车用质子交换膜燃料电池为主，已经具有电堆系统的自主开发能力和电堆的集成生产能力，以大连新源动力、亿华通、重塑科技和国鸿重塑为代表的企业，具备年产万台燃料电池系统的批量生产能力，且目前国内电堆产能已超过 40 万 kW。其中，大连新源动力更倾向自主研发，亿华通和重塑科技更倾向于引入国外成熟电堆技术。

在功率方面，我国燃料电池企业可生产组装单堆功率 60kW 的石墨双极板堆栈，体积为 35 升，功率密度达 2.0kW/L，双堆串联功率可达 120kW，体积为 50 升，搭配车载锂电池后，基本可以满足重型货车应用性能需求。

在环境适应性和耐久性方面，国产化电堆已可实现 -30℃ 低温启动，-40℃ 低温存储，系统效率 55%，防护等级 IP67，具有良好的稳定性，耐腐蚀，寿命预计在 5000 小时左右。

双极板

在双极板方面，由于加工石墨板成本高，复合材料双极板近年来开始走向应用，如石墨 / 树脂复合材料、膨胀石墨 / 树脂复合材料、不锈钢 / 石墨复合材料等。国内新源动力开发的不锈钢 / 石墨复合双极板电堆已经有所应用。广东国鸿引进了加拿大 Ballard 公司膨胀石墨 / 树脂复合双极板生产技术，所生产电堆也已有车辆装备。

膜电极

以大连新源动力、武汉理工新能源为代表的企业已经初步具备了不同程度的生产线，年产能可达上万平方米，但还需要开发以狭缝涂布为代表的大批量生产技术。市场上生产全氟磺酸膜的企业主要来自美国、日本、加拿大及中国。我国已具备质子交换膜国产化能力，山东东岳集团生产的质子交换膜性能出色，具备规模化生产能力。目前，东岳 DF260 膜厚度可做到 15μm，在开路电压测试情况下耐久性大于 600 小时。

催化剂

海外企业领先，国内正起步。国内尚处于研究阶段的单位有两类：一类是国内企业，如贵研铂业。贵研铂业主营汽车尾气铂催化剂，与上汽共同研发燃料电池催化剂。一类是研究机构，如中国科学院大连化学物理研究所、上海交通大学、清华大学等。例如，中国科学院大连化学物理研究所制备的 Pt3Pd/C 合金催化剂，已应用于新源动力生产的燃料电池发动机。

系统部件

在系统部件方面，氢气循环泵主要依赖进口，空压机还未能大批量生产，缺少低功耗高速无油空压机产品。

整车技术路线

氢燃料电池货车的整车技术路线分为两种，即搭载小型动力电池的全功率型和搭载可插电动力电池的氢电混合型。全功率型氢燃料电池货车的动力电池无需外接充电，动力电池主要用于车辆急加速、爬坡、启动阶段提供动力。该结构中，车用动力全部来源于燃料电池，因此对燃料电池电堆的寿命要求较为严苛，以我国目前的技术储备较难实现。氢电混合型氢燃料电池货车集合了氢燃料电池货车及纯电动货车的优点，技术要求相对较低，是在原有纯电动货车的基础上加装燃料电池作为动力电池的动力补充源，在我国当前阶段适用性较好。

目前，国际上氢燃料电池货车的技术路线以全功率型为主，而我国则优先考虑发展氢电混合型燃料电池货车，最终目标仍然是实现全功率型燃料电池货车的整车路线。

(2) 氢燃料电池货车的优势

运行过程零排放。氢燃料电池货车作为新能源重型货车的一种，可简单理解为“自带氢燃料发电机的电动车”。氢燃料电池货车在工作过程中的产物是水，可以实现运行过程零排放，不会造成环境污染。

能量来源广泛。氢燃料电池货车的能量来源为地球上储量丰富的氢，从能源储备角度看，氢燃料电池货车是一种理想的车型。

续驶里程长。氢气本身的能量密度约为 33.6 kWh/kg，约为柴油的 2.7 倍，远高于锂电池。目前，氢燃料电池货车多为高压气态储氢，储氢压力可以达到 35MPa，且同期正在研发 70MPa 高压储氢技术。现有氢燃料电池重型货车的续驶里程基本可达 400km 以上，是零排放车辆中续驶里程最长的车辆类型。

运营效率高。氢燃料电池货车相比其他零排放

车辆，除续驶里程明显更长之外，重型货车的氢气加注时间也仅为 5—10 分钟，基本可与传统燃油车辆持平，能够有效提高重型货车运营效率。

(3) 氢燃料电池货车发展存在的问题

氢气的制取和运输成本相对较高。目前，氢燃料电池货车运行所需的氢气制取成本相对较高，氢气制取方式主要包括电解水、甲烷重整、甲醇制氢和工业副产氢四种。电解水制氢能耗较高；甲烷转化制氢温室效应严重；甲醇制氢需要在合理的地域范围内有甲醇供应，因此生产规模受限；工业副产氢纯度达不到燃料电池车的要求，同时受地域及运载能力限制，成本较高。

我国氢气的储存和运输均以气态为主，在运氢方面容易受到地域及运载能力的限制，长管拖车运输效率较低，运输能力小于 400kg/车，不利于降本增效。据测算，在当前情况下，采用长管拖车进行气态储氢运输的适宜运输半径仅约 200km，这对制氢和加氢地点之间的距离提出了较高要求。

加氢站建设不完善。氢燃料电池货车的发展离不开加氢站基础设施的建设，受储氢材料的限制，目前加氢站以高压压缩氢气技术为主。目前，我国关于加氢站的建设及运行经验较为欠缺，再加上氢气易燃、易爆、易扩散的特性，人们在心理上接受程度较低，也造成了我国加氢站的建设审批流程繁琐。

我国企业还未能突破加氢站的关键技术，关键部件几乎都需要进口，且加氢站建成后的检修维护技术尚不成熟，存在较大的安全隐患。因此，加氢站等基础设施建设成为制约氢燃料电池货车发展的重要瓶颈。

整车购买及运营成本偏高。在购买成本方面，当前我国氢燃料电池货车的关键材料、核心部件批

量生产技术尚不完善，催化剂、隔膜、碳纸、空压机、氢气循环泵、储氢瓶相关阀体、瓶身缠绕碳纤维等关键材料与核心部件仍属于“卡脖子”技术，主要依靠进口。这使得氢燃料电池货车整车成本居高不下，售价为同级别传统燃油车的 3~4 倍。

在运营成本方面，氢燃料电池货车对于运输企业来说使用成本仍然偏高。按照氢气价格 40 元 / kg 计算，氢燃料电池重型货车的百公里燃料费用约为传统燃油货车的 2 倍。

技术标准、检测体系仍不健全。目前我国氢燃料电池货车方面的标准远不能满足产业快速发展的需要，突出表现在，当前各地广泛开展氢燃料电池货车运行示范的背景下，面向实际应用工况的氢燃料电池货车整车及关键零部件评价检测体系仍不健全，氢燃料电池货车科学使用维护标准尚未制定，使得产业全链条下的车辆推广应用受到严重的制约和限制。亟待完善氢燃料电池技术标准体系，建立完善、有效的材料、部件、系统检测体系，为氢燃

料电池货车技术发展、整车在交通行业的科学安全应用提供技术保障。

（4）氢燃料电池货车发展趋势

相比传统燃油货车，氢燃料电池货车在续航里程和加注时间差异不大的情况下，能够做到完全的运行过程零排放。与纯电动货车相比，氢燃料电池货车则能够有效解决运营效率和续航里程两个痛点，在中长途大宗货物运输中具有不可替代的优势。

但从氢燃料电池货车技术发展程度看，当前我国尚处于起步阶段，仍然存在关键技术环节“卡脖子”问题。目前，国内氢燃料电池货车的应用也多以试点示范为主，整体的研发和应用模式仍在探索中，从购车成本、运营成本及运输需求满足情况看，氢燃料电池货车仍有较多需要完善的地方。长期来看，其购买和使用成本有望大幅下降，与纯电动货车形成互补态势，在中长途货运零排放方面扮演不可替代的关键角色。

2.2 新能源重型货车产销情况

随着我国碳达峰、碳中和目标的提出，以及各地政府对污染物排放治理力度的加大，柴油重型货车受到标准升级、淘汰加速、路权限定等多方面的影响。这为新能源货车提供了快速发展的机遇，

新能源货车的销售也呈现快速增长的态势。本节以 2021 年为时间节点，对新能源货车产销及企业情况进行系统性分析。

2.2.1 总体情况

随着技术的不断进步，新能源货车的应用领域也在不断拓展，从原来的轻型货车应用领域逐步向

重型货车应用领域渗透。2018 年以来，新能源重型货车的销量增速开始加快（参见图 2-3）。

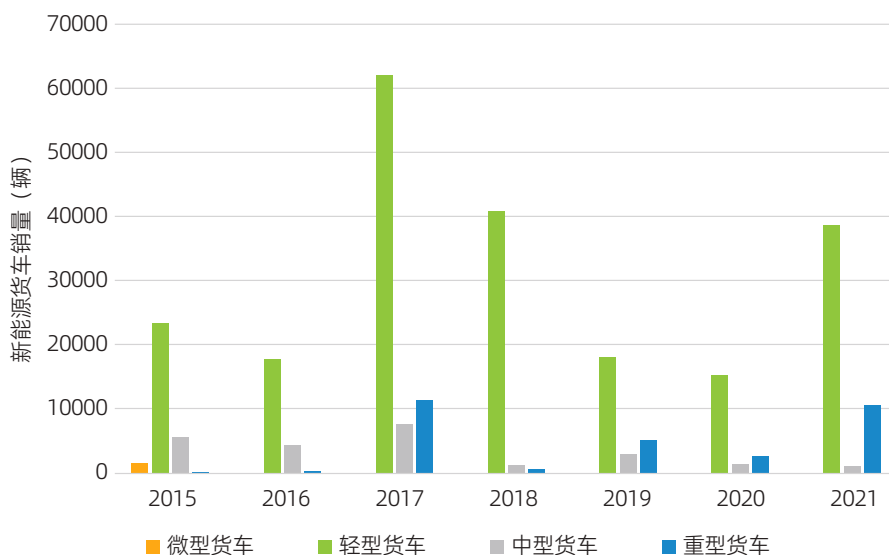


图 2-3 新能源货车销售情况（2015—2021 年）

2021 年，我国重型货车全年销量为 142.6 万辆。如图 2-4 所示，其中新能源重型货车销量呈增长趋势，全年累计销售 10449 辆，同比增长 275.3%，包括混凝土搅拌车

1310 辆、垃圾车 366 辆、牵引车 5510 辆、自卸车 1947 辆、厢式运输车 14 辆、普通货车 5 辆、市政车 1310 辆、其他车辆 61 辆。

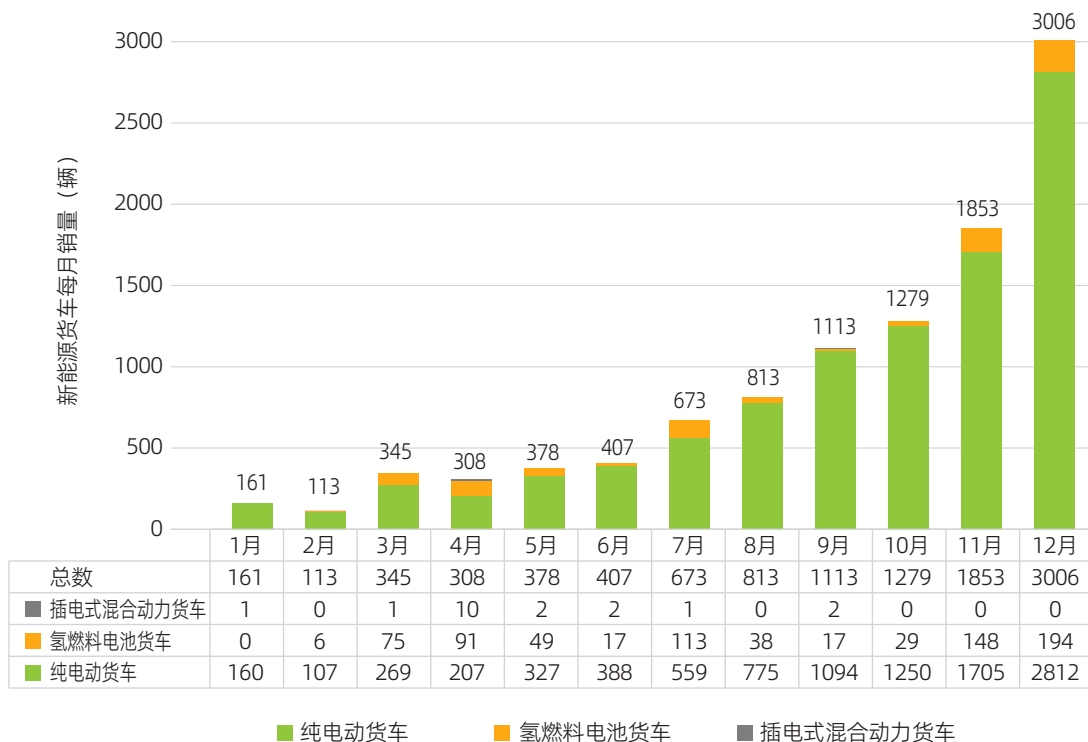


图 2-4 新能源重型货车每月销量（2021 年）

2.2.2 新能源重型货车各城市销售情况

2021 年，全国新增新能源重型货车主要分布在河北、河南、广东等地（参见图 2-5）。相较于纯电动货车，氢燃料电池重型货车处在试点阶段，

地域集中性较强，主要集中在山东、河北、上海等地（参见图 2-6）。

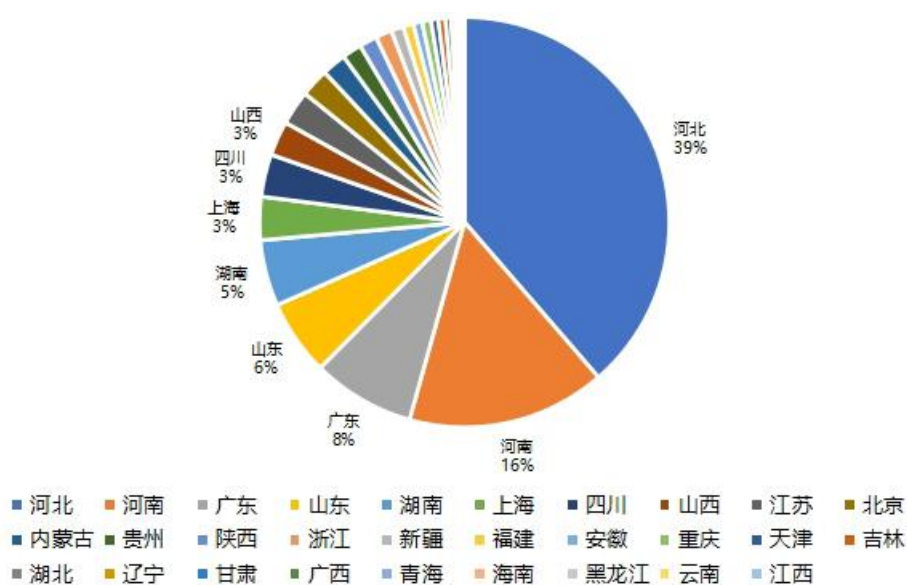


图 2-5 全国新能源重型货车各省份销量占比（2021 年）

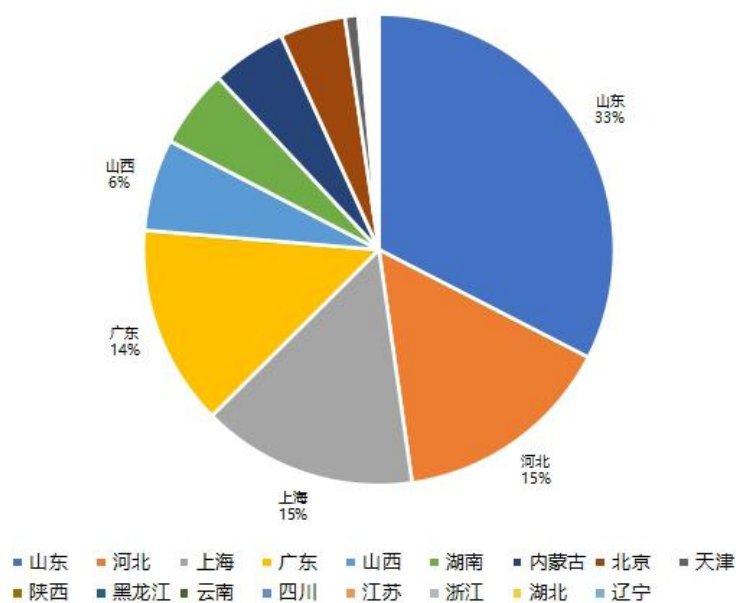
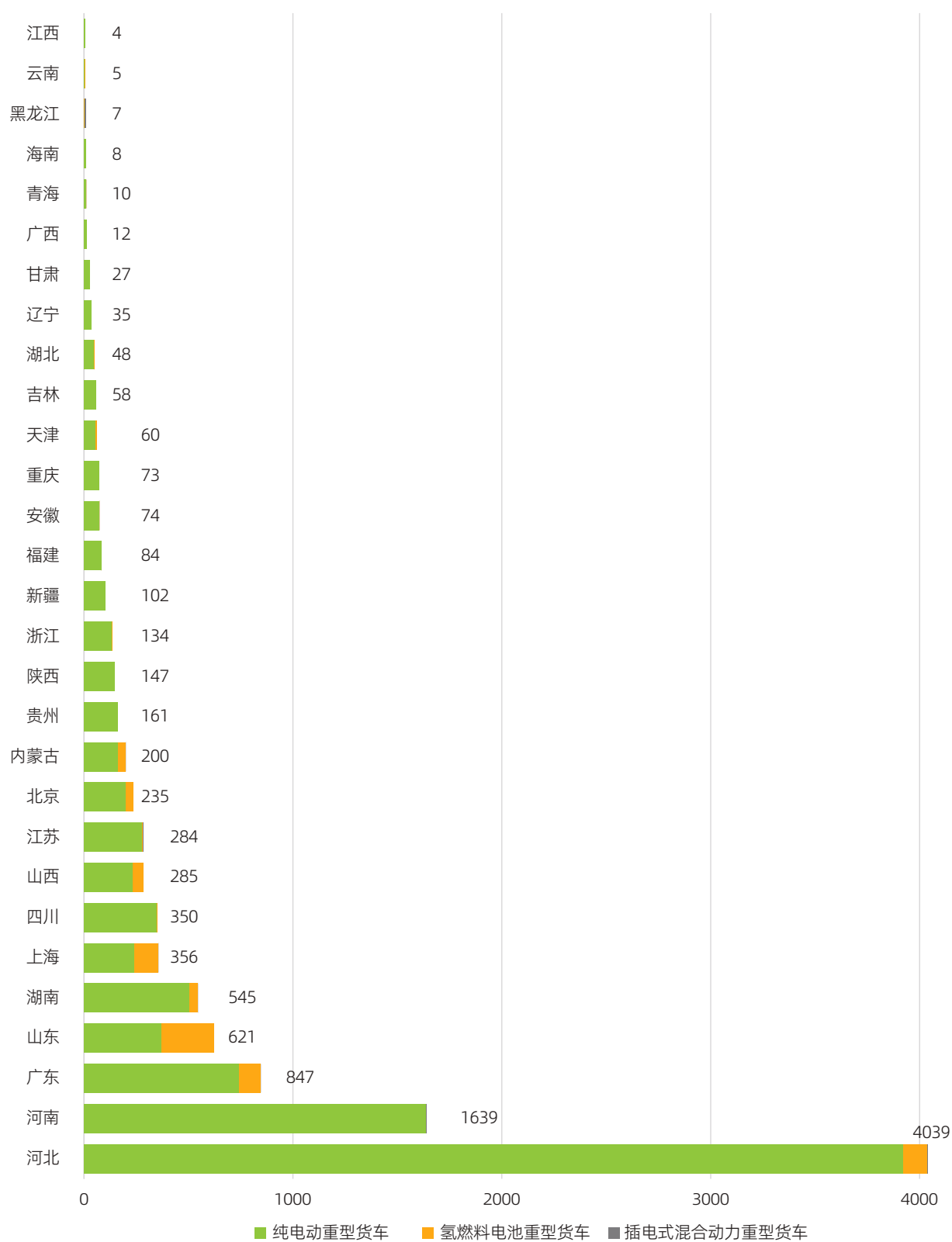


图 2-6 全国氢燃料电池重型货车各省份销量占比（2021 年）



2.2.3 新能源重型货车各技术路线销量情况

根据 2021 年新能源重型货车的销量数据分析（参见图 2-7），新能源重型货车中纯电动重型货车占比最高，全年销售 9745 辆，占比 92.6%；氢燃料电池重型货车共销售 778 辆，占比 7.39%；插电式混合动力重型货车共销售 19 辆，占比 0.18%（参见图 2-8）。

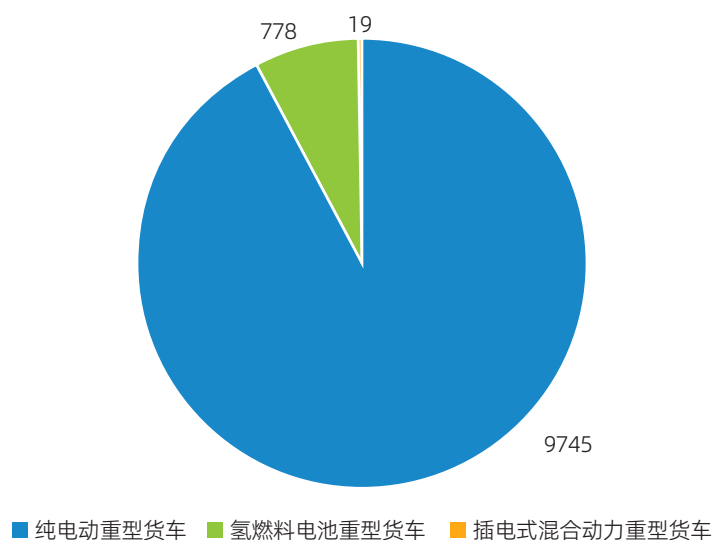


图 2-8 不同技术路线新能源重型货车销量（2021 年）

而纯电动重型货车中，充电模式重型货车共销售 6042 辆，占纯电动重型货车销量的 62%；换电模式重型货车共销售 3021 辆，占纯电动重型货车销量的 31%（参见图 2-9）。

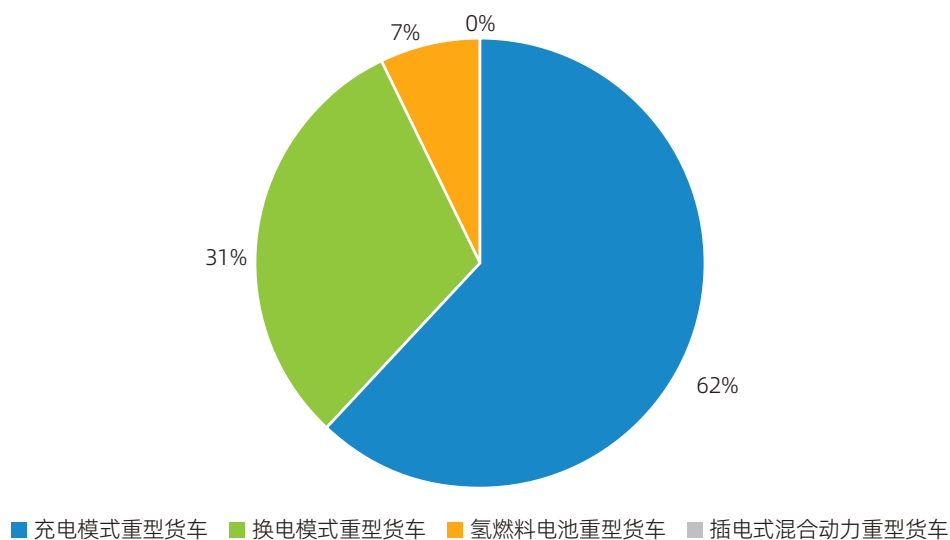


图 2-9 不同技术路线新能源重型货车销量（2021 年）

2.2.4 新能源重型货车各生产企业销量情况

2021 年，全国共有 72 家企业生产新能源重型货车。其中三一汽车共销售 1498 辆，主要为纯电动专用车；郑州宇通共销售 989 辆，主要为纯电动自卸车；上汽红岩共销售 846 辆，主要为纯电动牵引车；北奔重汽共销售 775 辆，主要为纯电动牵引车；北汽福田共销售 769 辆，主要为纯电动牵引车（参见图 2-10）。

电动牵引车；北奔重汽共销售 775 辆，主要为纯电动牵引车；北汽福田共销售 769 辆，主要为纯电动牵引车（参见图 2-10）。

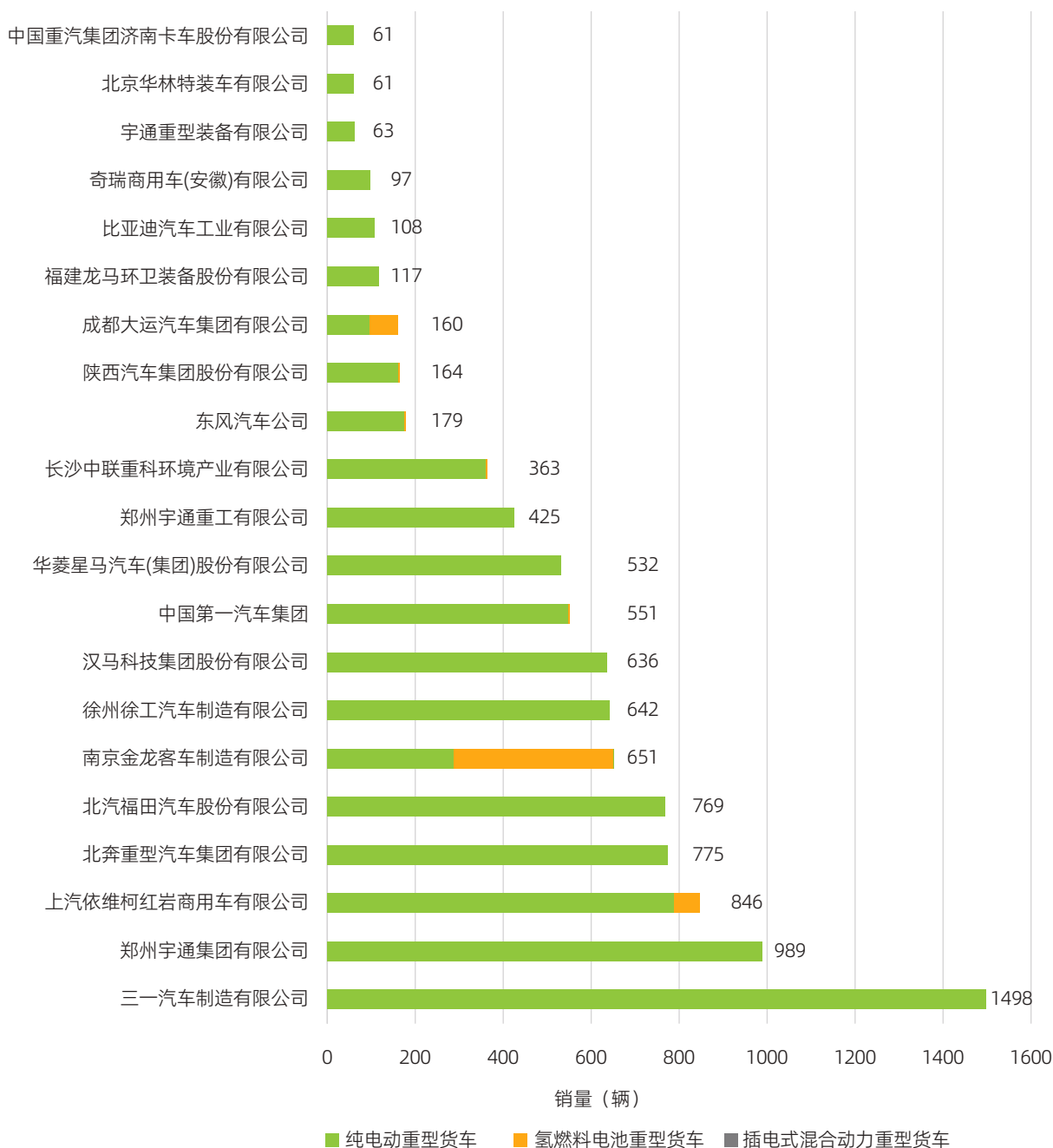


图 2-10 全国新能源重型货车排名前 20 位企业销量 (2021 年)

(1) 纯电动重型货车

2021 年，纯电动重型货车生产企业方面，三一汽车销量增速明显，以 1497 辆的销量位居重型货车销量榜首，宇通集团以 20 辆的差距位居第

二，汉马科技以 1168 辆的销量位列第三。销量排名前十位企业共销售纯电动重型货车 8956 辆，占纯电动重型货车销量的 92.8%（参见图 2-11）。

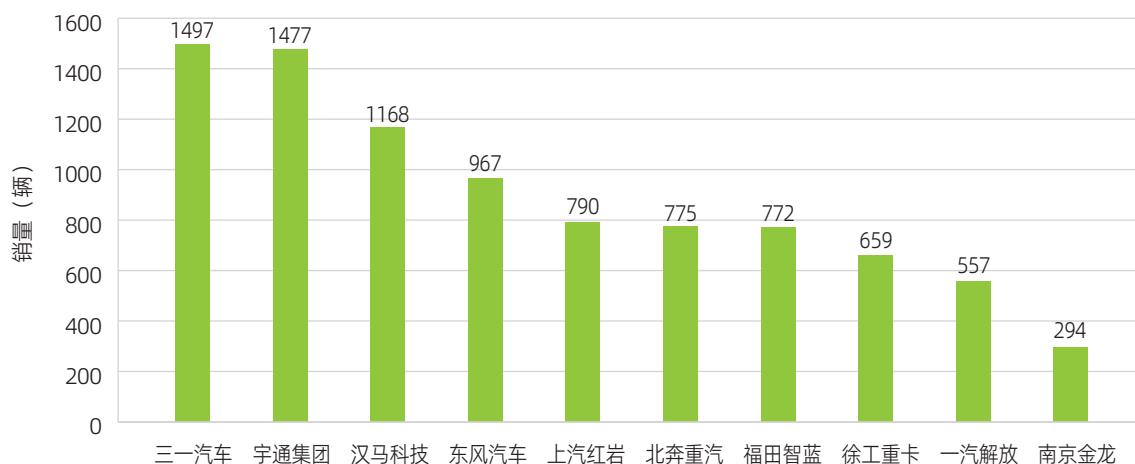


图 2-11 纯电动重型货车销量排名前十位企业（2021 年）

(2) 氢燃料电池重型货车

2021 年，氢燃料电池重型货车生产企业方面，共有南京金龙、佛山飞驰、苏州金龙、大运、东风、红岩、江铃重汽、上汽大通、重汽、一汽解放和陕

汽等 11 家企业在售。其中，南京金龙以 361 辆的销量遥遥领先（参见图 2-12）。

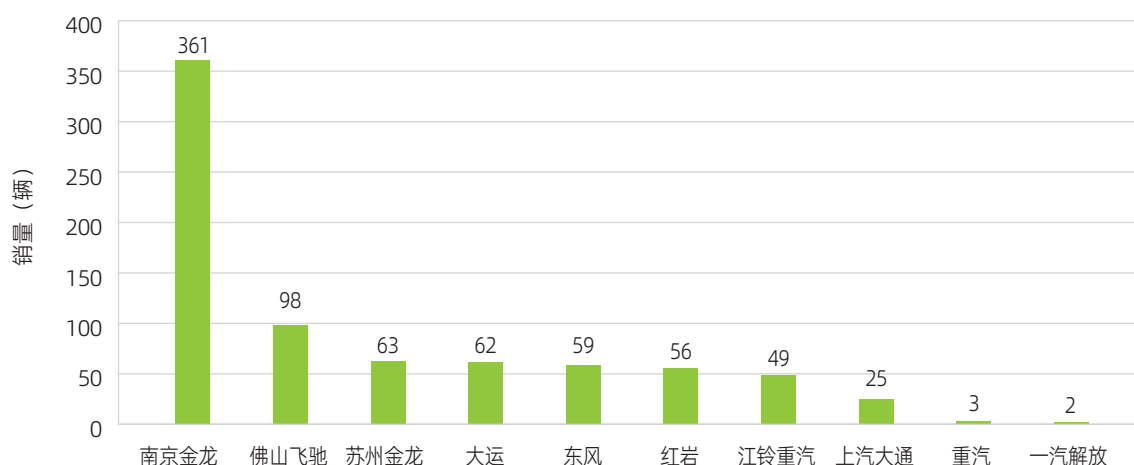


图 2-12 氢燃料电池重型货车销量排名前十位企业（2021 年）

2.2.5 新能源重型货车各车型销量情况

(1) 新能源重型货车车型数据

新能源重型货车以纯电动重型货车为主。受电池容量限制，纯电动重型货车主要应用于短途或特定区域内的特殊作业，因此，纯电动重型货车车

辆类型以牵引车为主，并且换电式车辆在新能源重型货车中的比例正在不断增大（参见图 2-13、图 2-14）。为了响应政策号召，部分地区建立了燃料电池示范区，因此氢燃料电池重型货车虽然占比较少，但是车辆类型与主要销售地区都相对集中。

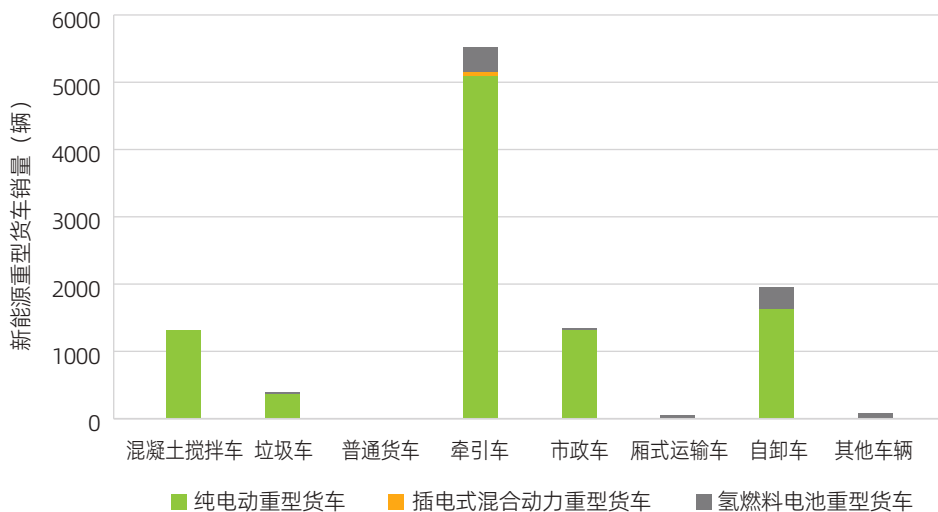


图 2-13 全国新能源重型货车不同车辆类型销量（2021 年）

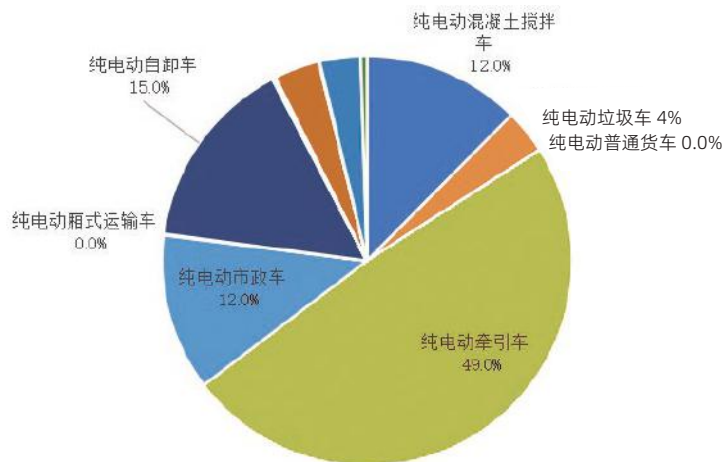


图 2-14 全国新能源重型货车不同车辆类型销量占比（2021 年）

(2) 新能源重型货车畅销车型及配置情况

在当前主流新能源重型货车技术路线中，插电式混合动力重型货车体量有限，氢燃料电池重型货车正处于起步阶段。因此，本节主要对市场上已经

大范围应用的充电模式和换电模式的纯电动重型货车畅销车型进行分析及介绍。

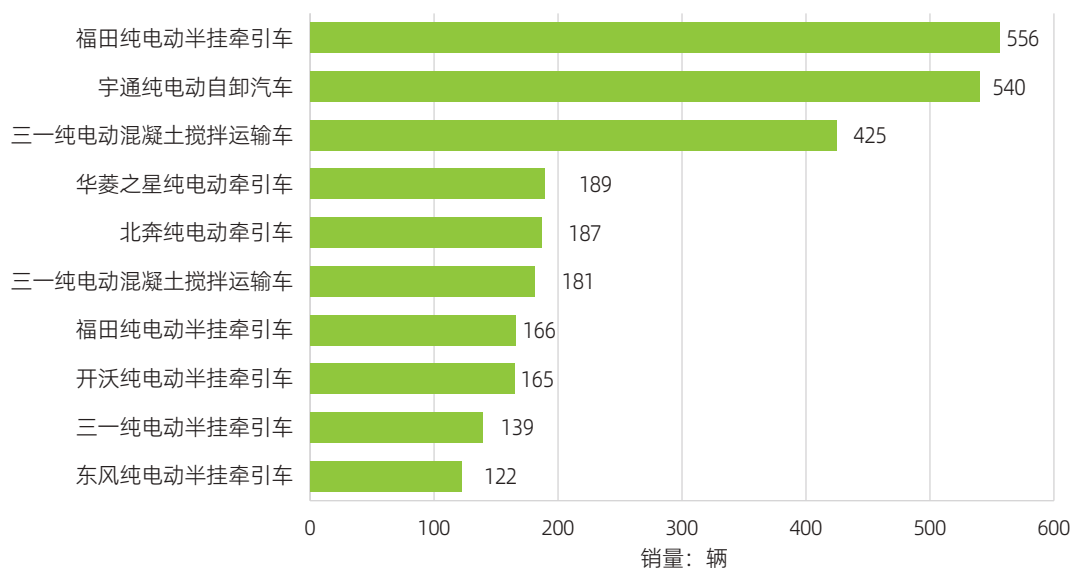


图 2-15 充电模式纯电动重型货车销售排名前十位车型（2021 年）

充电模式纯电动重型货车

充电模式纯电动重型货车销量排名前三位的三款车型分别是福田纯电动半挂牵引车（BJ4259EVPA1）、宇通纯电动自卸汽车（ZKH3310P6BEV）、三一纯电动混凝土搅拌运输车（SYM5310GJB3BEV）（参见图 2-15）。

① 福田纯电动半挂牵引车（BJ4259EVPA1）

该车采用 6×4 驱动形式，总质量为 25000kg，整备质量为 10900kg，最高车速 89km/h。公示信息显示，其外形尺寸为 7130×2490/2550×3375/3525(mm)，轴距为 3300+1350(mm)。该车型的配套驱动电机型号为 FTTB220，由北汽福田汽车股份有限公司提供，电机功率最大为 360kW。搭载的动力电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池

容量为 281.92kWh，续航里程约为 210km。

该车型主要销往唐山市、滨州市、忻州市、北京市、临沂市等，主要应用场景为钢铁企业内部运输、矿山运输以及支线短倒等。

② 宇通纯电动自卸汽车（ZKH3310P6BEV）

该车为 8×4 驱动形式，总质量为 31000kg，整备质量为 17500kg，最高车速 89km/h。公示信息显示，其外形尺寸为 9445×2550×3560(mm)，轴距为 1950+3050+1350(mm)。该车型的配套驱动电机型号为 TZ400XSYTB59，由郑州宇通客车股份有限公司提供，电机功率最大为 400kW。搭载的动力电池为郑州深澜动力科技有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为 422.848kWh，续航里程约为 400km。

该车型主要销往郑州市、临汾市、兰州市、洛

阳市，主要应用场景为钢铁企业内部运输、矿山运输以及支线短倒等。

③ 三一纯电动混凝土搅拌运输车 (SYM5310GJB3BEV)

该车为8×4驱动形式，总质量为31000kg，整备质量为15300kg，最高车速89km/h。公示信息显示，其外形尺寸为10255×2530×3980(mm)，轴距为1700+3450+1350(mm)。该车型的配套驱动电机型号为TZ368XSSFD01，由陕西法士特齿轮有限责任公司提供，电机功率最大为350kW。搭载的动

力电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为367.58kWh，续航里程约为320km。

该车型主要销往郑州市、长沙市、成都市等，主要应用场景为钢铁企业内部运输、支线短倒等。

换电模式纯电动货车

2021年被称为换电模式重型货车“元年”。在2021年换电模式重型货车车型排名前十中，有牵引车7款、自卸车1款、混凝土搅拌车1款。从品牌来看，徐工、华菱之星各占3款，红岩占2款，解放、北奔各占1款（参见图2-16）。

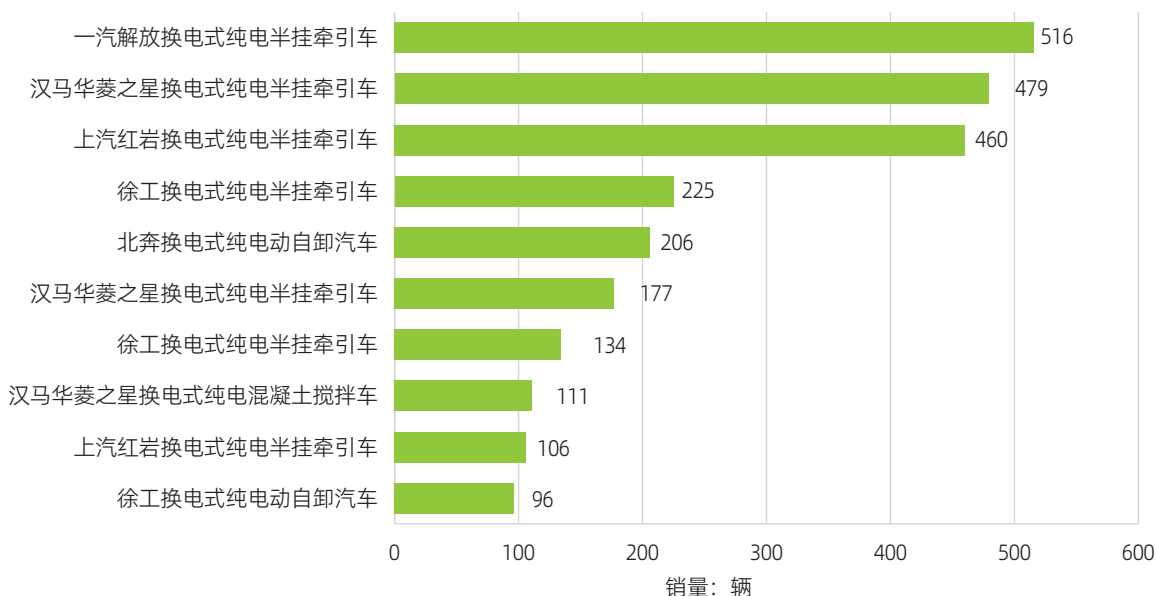


图 2-16 换电模式纯电动重型货车销售前十位车型（2021 年）

换电模式纯电动重型货车销量排名前三位的三款车分别是一汽解放换电式纯电动半挂牵引车（CA4250P66T1BEV）、汉马华菱之星换电式纯电动牵引车（HN4253H36C8BEV）、上汽红岩换电式纯电动半挂牵引车（CQ4250BEVSS404）。

① 一汽解放换电式纯电动半挂牵引车 (CA4250P66T1BEV)

该车为6×4驱动形式，总质量为25000kg，整备质量为10390/10750kg，最高车速为89km/h。公示信息显示，其外形尺寸为7365×2550×3560/3350(mm)，轴距为3800+1350(mm)。该车型的配套驱动电机型号有两款：TZ400XS035、TZ400XSF09，分别由中



车时代电动汽车股份有限公司、精进电动科技股份有限公司提供，电机功率最大分别为 360kW、400kW。搭载的动力电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为 281.91kWh，续航里程为 180km。

该车型主要销往唐山市、沧州市、邯郸市、石家庄市、临汾市、鄂尔多斯市等，主要应用场景为钢铁企业内部运输、矿山运输、支线短倒等。

② 汉马华菱之星换电式纯电动牵引汽车 (HN4253H36C8BEV)

该车为 6×4 驱动形式，总质量为 25000kg，整备质量为 12800/11700kg，最高车速 89km/h。公示信息显示，其外形尺寸为 7490,7390×2550×3835/3800/3750/3520/3300/3200(mm)，轴距为 3800+1350(mm)。该车型的配套驱动电机型号有两款：TZ400XSTPG06、TZ400XSTPG04，均为特百佳动力科技有限公司提供，电机功率最大为 360kW。搭载的动力电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为 281.92kWh，续航里程为 190km。

该车型主要销往唐山市、榆林市、马鞍山市、邯郸市、天津市等，主要应用场景为大型钢铁厂在港口封闭环境下的钢材运输、短途短倒等。

③ 上汽红岩换电式纯电动半挂牵引车 (CQ4250BEVSS404)

该车为 6×4 驱动形式，总质量为 25000kg，整备质量为 11000/12090kg，最高车速 85km/h。公示信息显示，其外形尺寸为 7460×2550×3785/3216/3320/3715/3860/3960/3495(mm)，轴距为 3850+1400(mm)。该车型的配套驱动电机型号有两款：TZ400XSTPG04、TZ400XS035，分别由特百佳动力科技有限公司、中车时代电动汽车股份有限公司提供，电机功率最大均为 360kW。搭载的动力电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为 281.91kWh，续航里程为 230km。

该车型主要销往唐山市、邯郸市、上海市、新疆维吾尔自治区、沧州市、贵阳市、临沂市、包头市等，主要应用场景为港口运输、支线短倒、钢铁企业内部运输以及矿山运输等。

2.3 新能源货车公告车型的技术发展趋势和应用情景

本节根据我国工业和信息化部发布的公告新能源汽车车型目录的数据，对公告车型的技术发展趋势和应用情景进行了分析。

2.3.1 新能源货车公告车型总体情况

根据图 2-17、图 2-18、图 2-19 所示，截至目前，新能源货车已公告车型的续驶里程主要为 300~400km 及 200~300km，大于 500km 的

占比只有 1.61%；整车质量小于 3.5 吨的占比 78.43%，重型货车占比较小；动力蓄电池组能量密度主要分布在 0.142~0.164kg/kWh 之间。

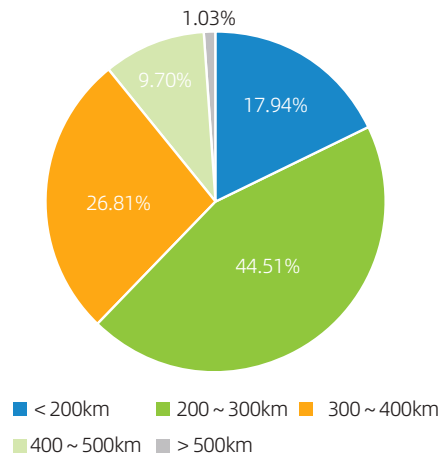


图 2-17 公告车型续驶里程分布 (2014—2021 年)

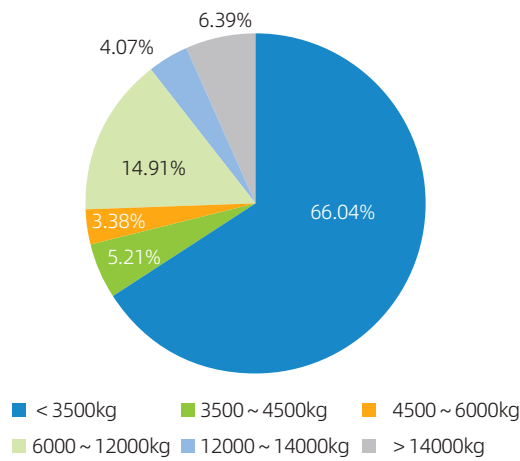


图 2-18 公告车型整车整备质量分布 (2014—2021 年)

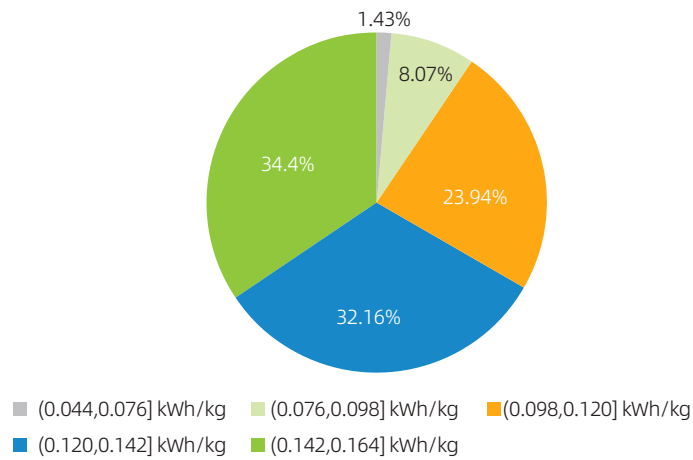


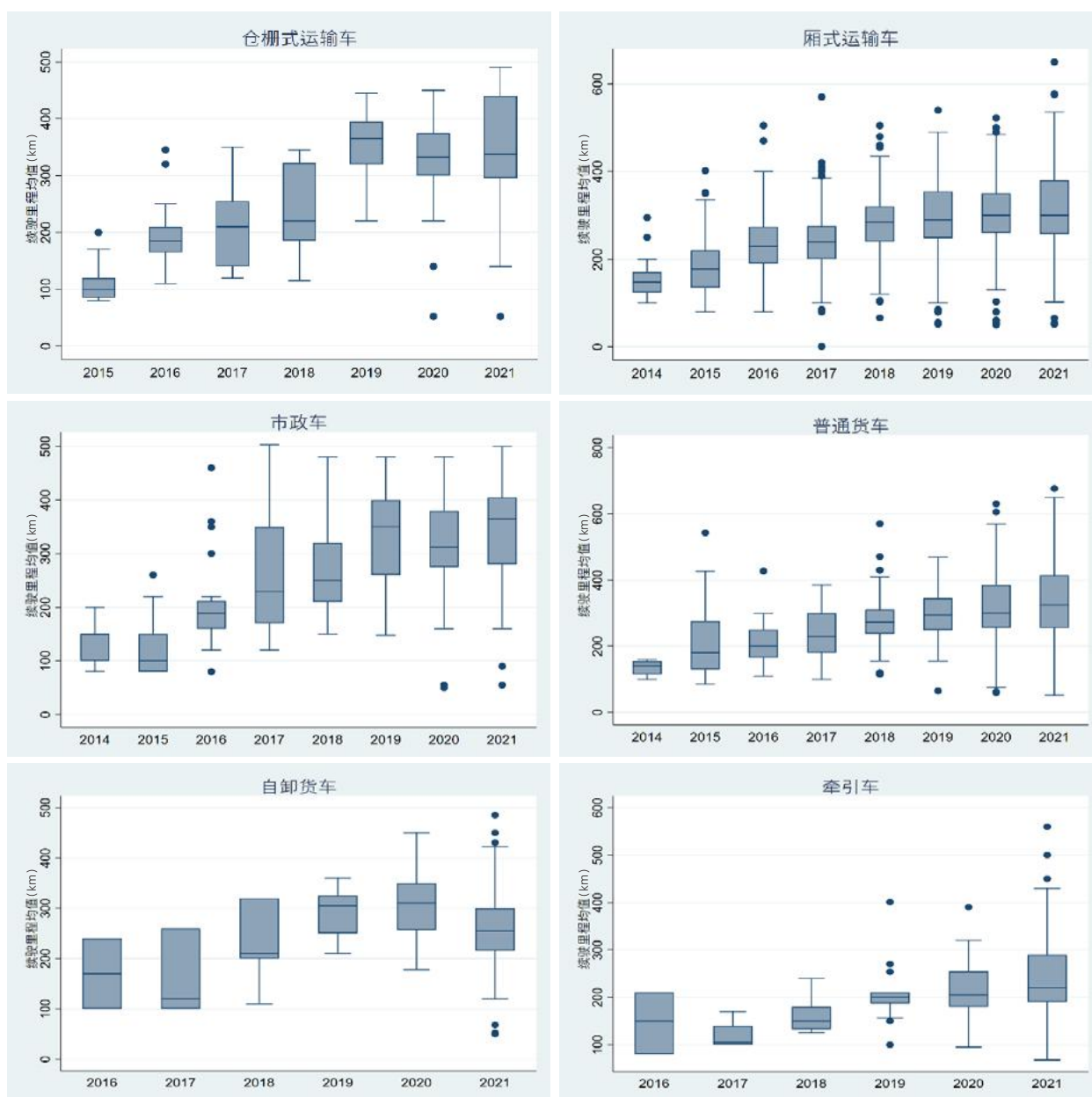
图 2-19 公告车型动力蓄电池组能量密度分布 (2014—2021 年)

2.3.2 公告车型不同应用场景性能指标分析

(1) 续驶里程

如图 2-20 所示，仓栅式运输车、普通货车、垃圾车、厢式运输车、市政车的续驶里程在 2014 年至 2021 年逐年升高；混凝土搅拌车、牵引车及自卸货车的续驶里程随着时间的推移没有明显升

高。这是由于不同车型的应用情景不同，对续驶里程的要求也不同，仓栅式运输车、垃圾车等需要较长的续驶里程，而混凝土搅拌车对续驶里程没有过高的要求。



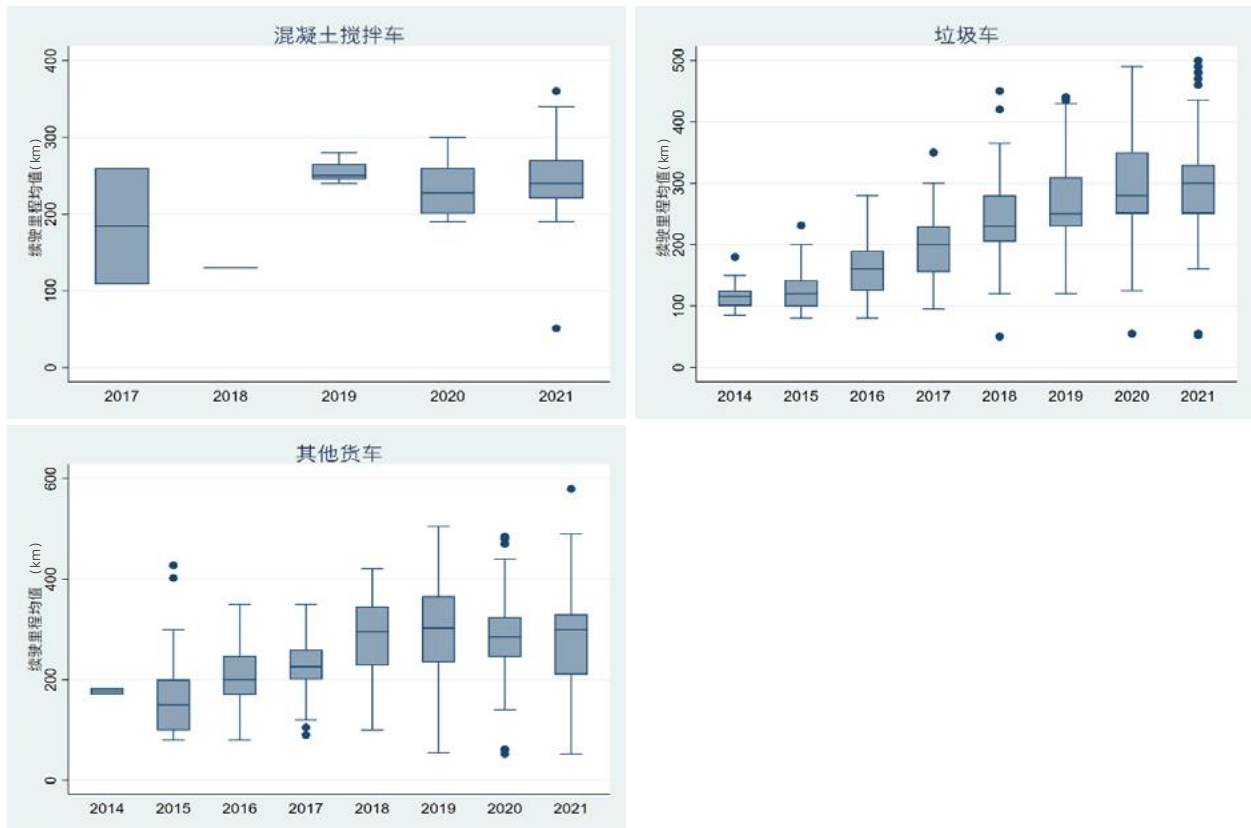
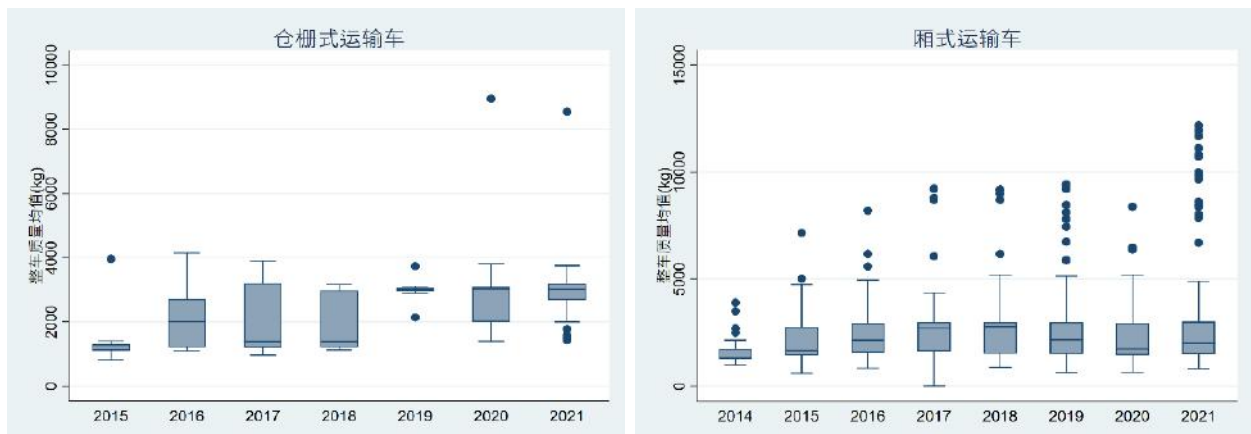


图 2-20 公告车型续驶里程的变化（2014—2021 年）

(2) 整车质量

如图 2-21 所示，总体上来看，不同车型的整车质量随年份增长没有发生明显变化。仓栅式运输车、普通货车、市政车及垃圾车多为微型及轻型货

车，混凝土搅拌车、牵引车和自卸货车多为中型及重型货车。



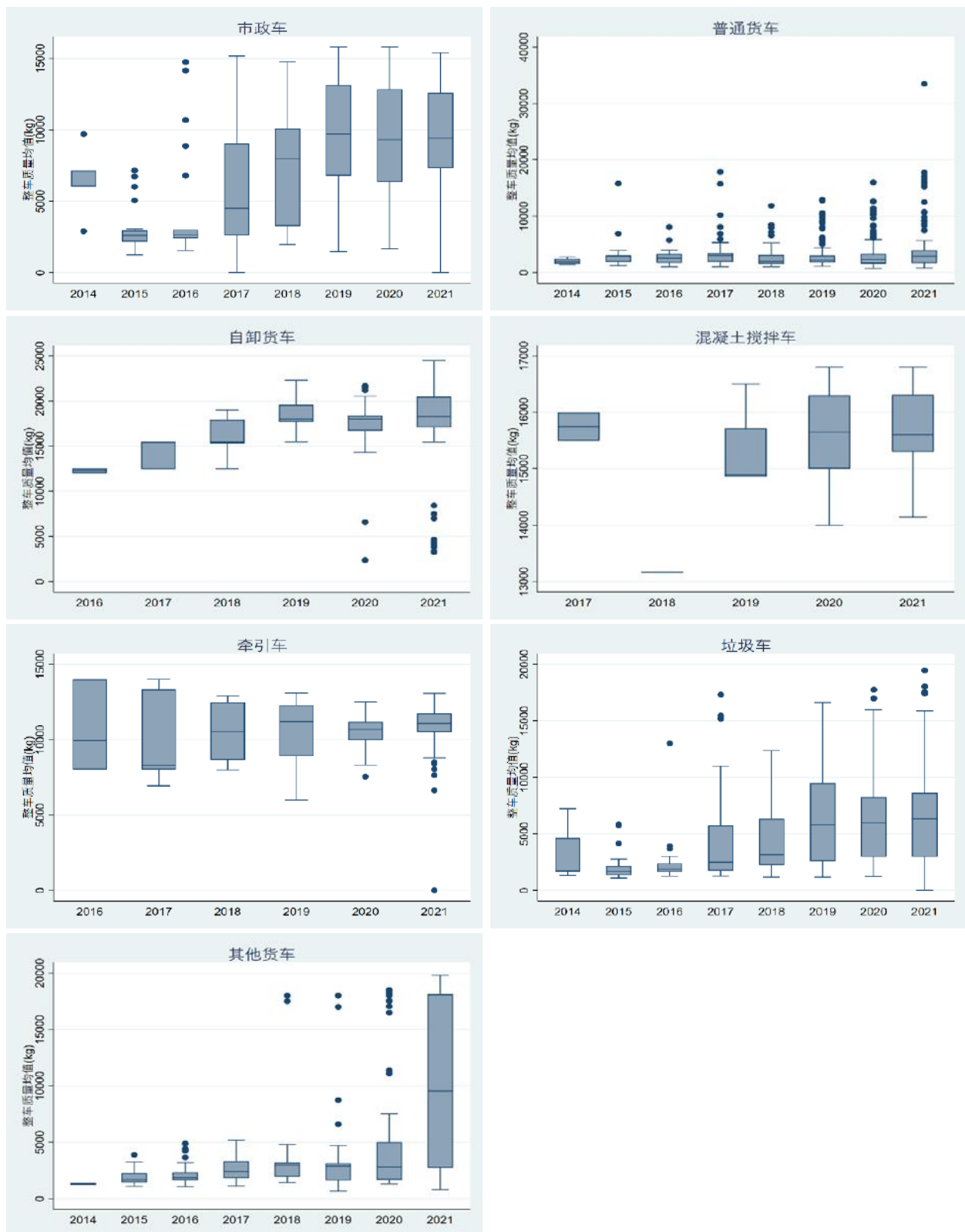
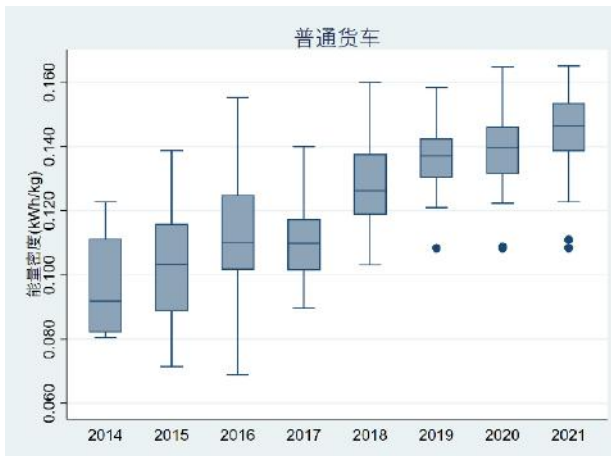
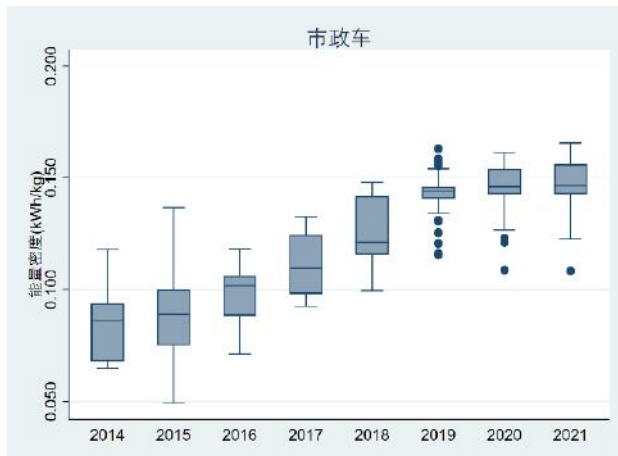
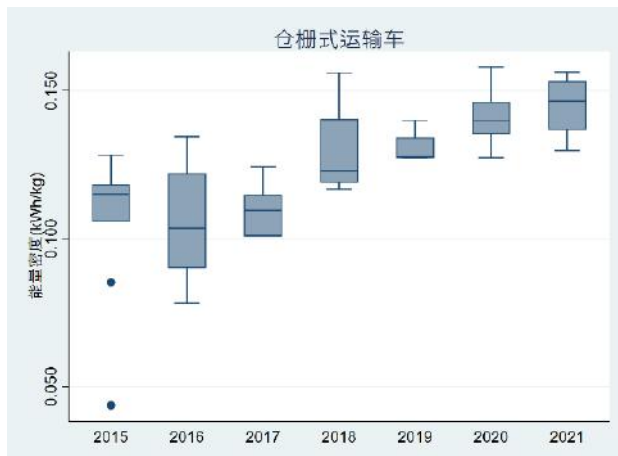


图 2-21 公告车型整车质量的变化（2014—2021 年）

(3) 能量密度

如图 2-22 所示，2014 年至 2021 年，新能源车动力蓄电池组能量密度逐年升高，混凝土搅拌车、牵引车、自卸货车、普通货车、市政车的年增长幅度较大，厢式运输车、垃圾车的年增长幅度

较小；根据实际应用情景需要，混凝土搅拌车、牵引车、自卸货车对动力蓄电池组能量密度要求较高，因此这三类车型的能量密度整体大于仓栅式运输车、垃圾车、普通货车等。



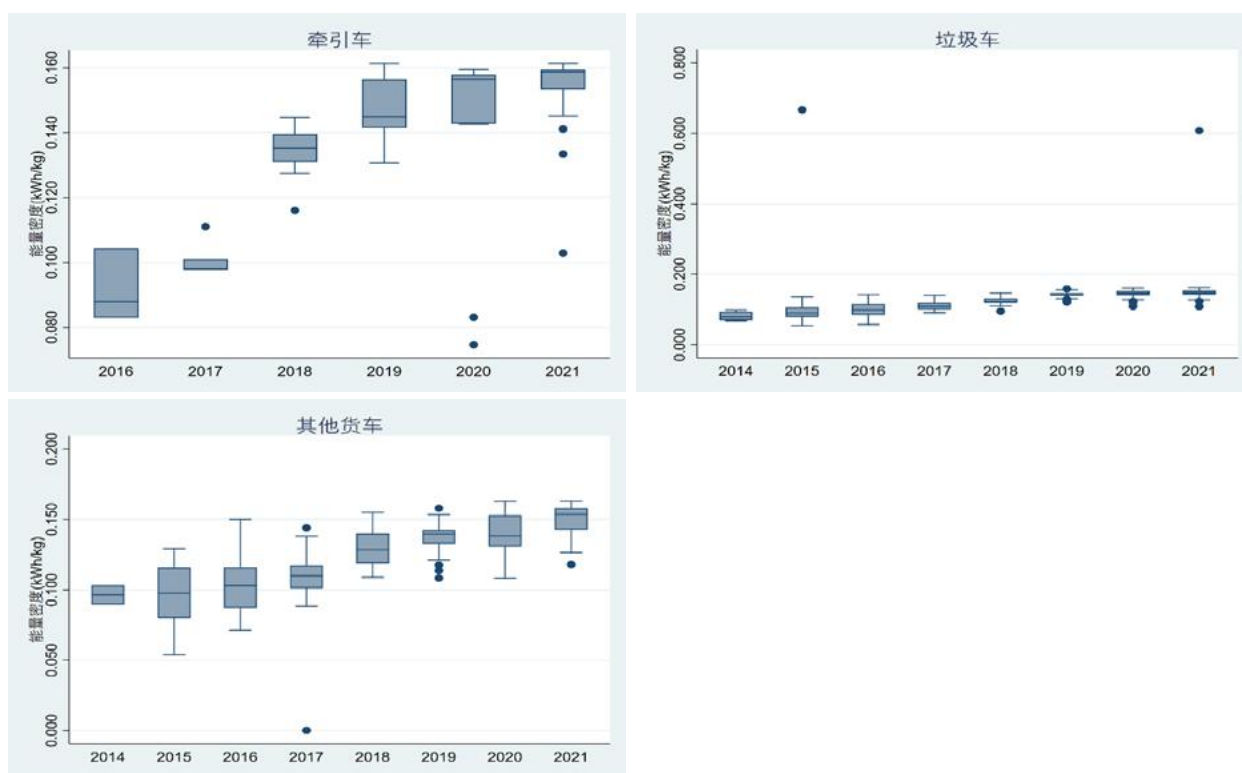
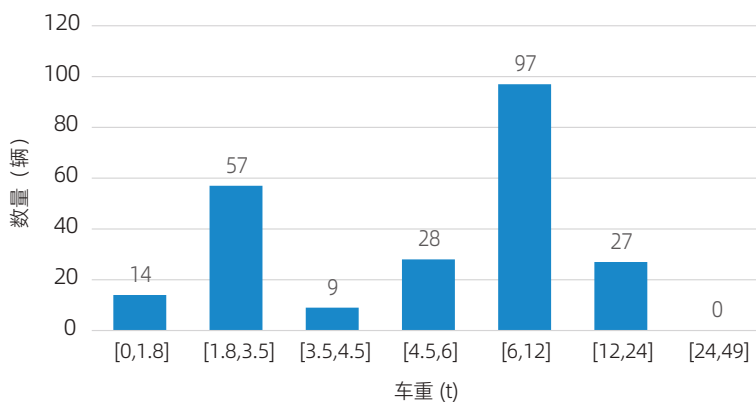


图 2-22 公告车型能量密度的变化（2014—2021 年）

2.3.3 公告车型性能指标的数量分布

根据我国工业和信息化部发布的数据,《报告》总结了 2014—2021 年公告车型的车重、续驶里程及动力蓄电池组能量密度数量分布(即在不同的性能段内公告的车型数量,从一定程度上反映了性能指标的使用集中度)。图 2-23 为 2021 年的数据分布情况(2014 至 2021 年全部数据结果见附录),

可以看出目前新能源货车的技术发展水平和性能指标的集中度,2021 年新能源货车车重主要分布在 1.8~3.5 吨以及 6~12 吨两个范围,续驶里程目前主要分布在 243~337km 之间,动力蓄电池组能量密度分布在 0.139~0.157kWh/kg。



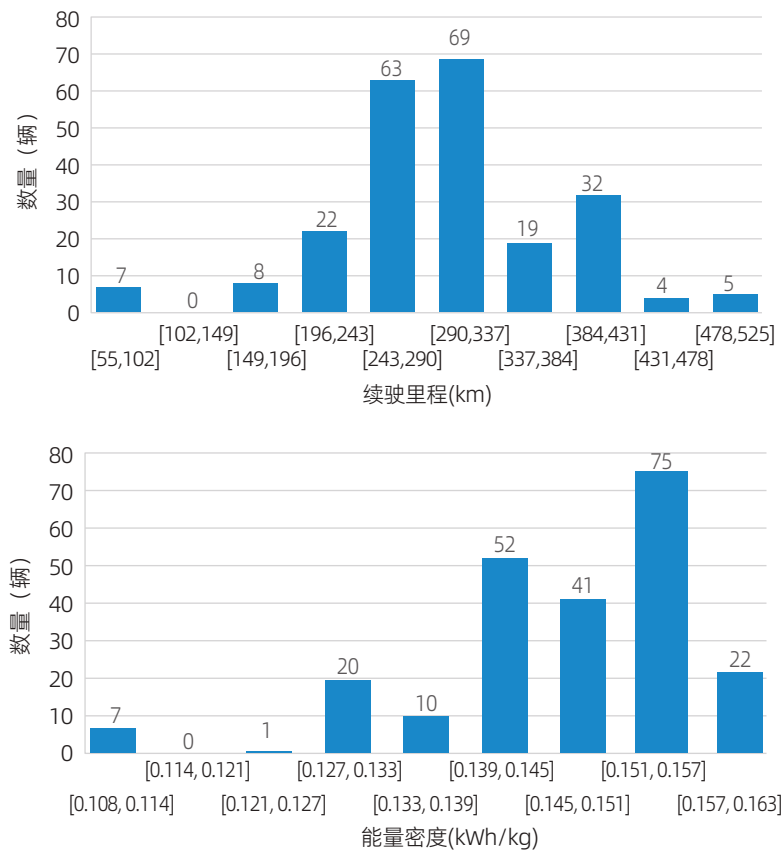


图 2-23 不同性能指标下的公告车型数量分布（2021 年）

如图 2-24 所示，2014—2017 年，新能源货车全部为纯电动货车。随着技术的不断发展，2018 年出现了换电式纯电动货车，并且占比随着

时间的推移不断升高；2020 年出现了以插电式混合动力和氢燃料电池为能源形式的新能源货车，且公告车型占比逐年升高。

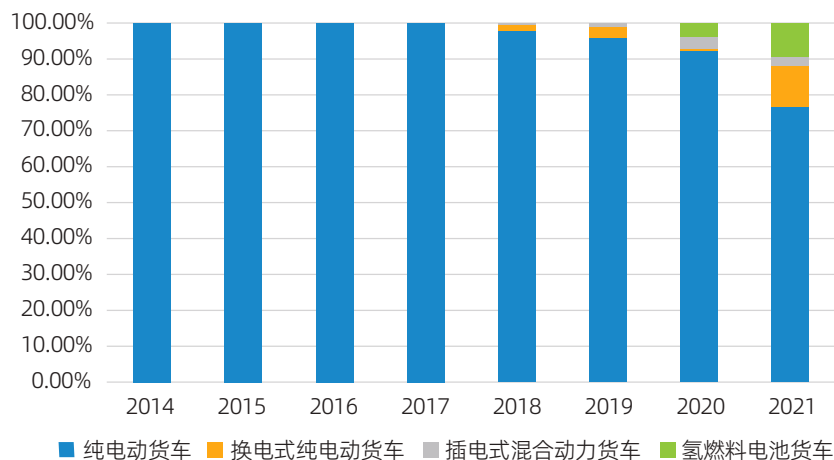


图 2-24 各动力形式车型占比（2014—2021 年）

2.4 综合成本对比分析

2.4.1 典型新能源货车综合成本构成

对新能源货车在全生命周期内的综合成本进行分析，可以有效地评估这一技术的经济适用性，同时也可以帮助车辆使用单位确定是否选用新能源重型货车。其核心思想是计算该项技术在拥有时间范围内的总成本¹¹，包括购置成本和运营成本。其中，购置成本主要指车辆购买时的一次性费用，包括整车购买费用和购置税等。运营成本为车辆运营全生

命周期内的总成本，包含维修、保养、燃料、保险费用等¹²。全生命周期采用货运企业的财务收益测算周期，通常按照 5 年时间计算。

综合新能源货车与燃油货车在全生命周期中各环节使用成本的差异性，主要从表 2-2 中的几个方面开展对比。

表 2-2 新能源货车综合成本框架

车型		充电式纯电动货车	换电式纯电动货车	氢燃料电池货车	传统燃油货车
购置成本		整车	整车	整车	整车 + 购置税
运营成本	燃料费用	充电费用	换电费用 + 电池租赁费用	加氢费用	加油费用
	保险费用	保险	保险	保险	保险 + 车船税
	保养费用	整车	整车	整车	整车 + 发动机
	维修费用	维修费	维修费	维修费	维修费

2.4.2 典型快充模式纯电动货车成本分析

以目前应用最为广泛的港区外短途运输应用场景为例，车辆总牵引质量为 49 吨，车身配置电池容量 282kWh，单次续驶里程 150km，车辆日均行驶约 300km。使用全生命周期以 5 年计算，按照表 2-2 所示使用成本分析框架进行分析。

(1) 购置成本

充电式纯电动重型货车整车包含动力电池，一次性购置费用相对较高，约为 80 万元。同类别传统燃油重型货车整车加购置税费用约为 40 万元。

(2) 燃料费用

纯电动重型货车电耗约为 150kWh/100km，

充电式纯电动重型货车一般以自建充电桩模式运营，充电费用约为 1.0 元 /kWh。同类别燃油货车约为 35 升 /100km。柴油价格约为 7.8 元 / 升。

充电式纯电动重型货车全生命周期燃料费用：
 $150/100 \times 300 \times 365 \times 5 \times 1.0 / 10000 = 82.1$ 万元

传统燃油重型货车全生命周期燃料费用：
 $35/100 \times 300 \times 365 \times 5 \times 7.8 / 10000 = 149.5$ 万元。

(3) 保险费用

纯电动重型货车每年保险费用约 2.5 万元，同类别燃油重型货车保险费用约为 2 万元。

(4) 保养费用

纯电动重型货车结构简单，定期保养费用相对较低，约为 5000 元 / 年。同类别燃油重型货车保养费用约为 10000 元 / 年。

(5) 维修费用

目前国内新能源货车厂家一般对用户提供的质保期限高于 5 年，即全生命周期均在质保期限内，维修费用相对较低，平均约为 2000 元 / 年。同类别燃油货车维修费用平均约为 5000 元 / 年。

(6) 与燃油货车对比

综合以上，快充模式纯电动重型货车使用成本对比分析如表 2-3 所示。对于快充模式纯电动重型货车，由于车载动力电池的成本需要用户承担，其一次性购置成本约为传统燃油货车购置成本的 2 倍。运营成本中，燃料费用、保养费用和维修费用相比传统燃油车则要低很多，但随着国家上调新能源汽车保险费率，纯电动重型货车保险费用相比传统燃油货车略高。总体来看，快充模式纯电动重型货车运营成本仍然低于传统燃油货车，按照 5 年生命周期测算的使用成本比传统燃油货车有较大幅度的下降，经济效益非常明显。

表 2-3 快充模式纯电动重型货车使用成本对比分析（万元）

项目		充电式纯电动重型货车	传统燃油重型货车
购置成本		80	40
运营成本	燃料费用	114.98	149.47
	保险费用	12.5 (2.5 万元 / 年 × 5 年)	10 (2 万元 / 年 × 5 年)
	保养费用	2.5 (0.5 万元 / 年 × 5 年)	5 (1 万元 / 年 × 5 年)
	维修费用	1 (0.2 万元 / 年 × 5 年)	2.5 (0.5 万元 / 年 × 5 年)
综合成本		210.98	206.97

2.4.3 典型换电方案纯电动货车成本分析

由于换电式纯电动重型货车中，占比最大的为换电式纯电动牵引货车，本节将其作为研究对象。

(1) 购置成本

换电式纯电动重型货车整车不包含动力电池，一次性购置费用相对较低，约为 43 万元，基本可以做到与同类别传统燃油货车持平。

(2) 燃料费用

由于采用“车电分离”模式运营，运营过程中

涉及的动力电池租赁费用约为 7000 元 / 月，换电服务费用约为 1.2 元 / kWh。

换电式纯电动重型货车全生命周期燃料费用：
 $150/100 \times 300 \times 365 \times 5 \times 1.2/10000 = 98.6$ 万元。

换电式纯电动重型货车全生命周期电池租赁费用：
 $7000 \times 12 \times 5/10000 = 42$ 万元。

换电式纯电动重型货车全生命周期燃料总费用为
 $98.6 + 42 = 140.6$ 万元。

(3) 保险费用

换电式纯电动重型货车每年保险费用约 2.5 万元。

(4) 保养费用

换电式纯电动重型货车采用车电分离模式，定期保养费用相对充电式纯电动重型货车更低，约为 3000 元 / 年。

(5) 维修费用

目前国内新能源重型货车生产厂家一般对用户提供的质保期限高于 5 年，即全生命周期均在质保期限内，且换电式纯电动重型货车采用车电分离模式，维修费用相对充电式纯电动重型货车更低，平

均约为 1000 元 / 年。

(6) 与燃油货车对比

综合以上，换电式纯电动重型货车使用成本对比分析如表 2-4 所示。换电式纯电动重型货车受益于当前“车电分离”的运营模式，较好地解决了车载动力电池包的成本问题，其一次性购置成本能够与传统燃油重型货车基本持平。运营成本中，燃料费用、保养费用和维修费用相比传统燃油重型货车偏低，保险费用相比传统燃油重型货车略高。总体来看，换电式纯电动重型货车按照 5 年生命周期测算，其使用成本相比传统燃油重型货车有一定下降，但是下降幅度并不明显。

表 2-4 换电式纯电动重型货车使用成本对比分析（万元）

项目		换电式纯电动	传统燃油
购置成本		43	40
运营成本	燃料费用	140.6	149.47
	保险费用	12.5	10.0
	保养费用	1.5	5.0
	维修费用	0.5	2.5
综合成本		198.1	206.97

2.4.4 典型氢燃料电池货车成本分析

(1) 购置费用

目前，我国氢燃料电池货车处于发展初期，购置成本仍然总体偏高。相比于其他燃料车辆，氢燃料电池重型货车核心组件（包括燃料电池堆栈、储氢系统和车载动力电池系统）的费用不菲，占氢燃料电池重型货车购置成本的 50% 左右。以 49 吨氢燃料电池重型货车为例，购置费用约为

150 万元¹³，同等吨位的纯电动重型货车和柴油重型货车购置费用则分别为 80 万元和 45 万元左右。

(2) 燃料费用

氢燃料电池重型货车（49 吨）以氢气为燃料，百公里氢耗约为 12kg/100km，当前我国加氢站的氢气门市价格在 30~80 元 /kg，差距较大，这主要

是由于各地对氢气制取和加氢站建设的补贴力度有所不同造成的。本文在进行燃料费用计算时，选取 55 元 /kg 作为分析依据，并假设氢燃料电池重型货车寿命为 5 年。基于上述分析，我们计算氢燃料电池重型货车全生命周期燃料费用如下：

$$= \text{百公里氢耗} \times \text{日行驶里程} \times 365 \times 5 / 100 \times \text{氢气单价}$$

$$= \frac{12}{100} \times 300\text{km} \times 365 \times 5 \times 55 = 361.35 \text{ 万元。}$$

(3) 保险费用

氢燃料电池重型货车每年保险费用约 3.5 万元。

(4) 保养费用

氢燃料电池重型货车同样没有发动机和变速器，因此，在保养费用方面与快充模式纯电动重型货车基本一致，为 5000 元 / 年。

(5) 维修费用

目前国内氢燃料电池重型货车生产厂家一般对用户提供的质保期限高于 5 年，因此氢燃料电池重型货车全生命周期均在质保期限内，其维修费用也与快充模式纯电动重型货车基本一致，为 2000 元 / 年。

综合以上，氢燃料货车典型车型的生命周期费用如表 2-5 所示。

表 2-5 氢燃料电池重型货车典型车型的生命周期费用

项目		费用（元）
购置费用（万元）		150
燃料费用（万元）	百公里氢耗 12kg/100km	= 361.35
	氢气 55 元 /kg	
保险费用（万元）		3.5
保养费用（元 / 年）		5000
维修费用（元 / 年）		2000

表 2-6 氢燃料电池重型货车使用成本分析框架

项目		氢燃料电池	传统燃油
购置成本		150	40
运营成本	燃料费用	361.35	149.47
	保险费用	17.5（3.5 万元 / 年 × 5 年）	10 万（2 万元 / 年 × 5 年）
	保养费用	2.5（0.5 万元 / 年 × 5 年）	5 万（1 万元 / 年 × 5 年）
	维修费用	1（0.2 万元 / 年 × 5 年）	2.5 万（0.5 万元 / 年 × 5 年）
综合成本		532.35	206.97

由表 2-6 可知，对于氢燃料电池重型货车，其一次性购置成本相比传统燃油重型货车大幅度提高，接近传统燃油重型货车的 4 倍。其原因一方面是当前我国氢燃料电池重型货车尚处于起步阶段，尚未完全进入量产，单车成本相对较高；另一方面则是当前氢燃料电池重型货车仍有部分“卡脖子”技术，燃料电池电堆、车载氢系统等关键零部件仍很大程度上依赖进口，造成车辆成本下降困难。运营成本中，燃料费用、保险费用相比传统燃油重型货车偏高，尤其是燃料费用，即氢气加注的终端费用相比传统燃油重型货车偏高较多。其原因主要是车用氢气的制、储、运、加各环节均要求严格，受限制因素较多，造成各环节成本较高，使得最终的终端氢气加注价格居高不下。

综合来看，氢燃料电池重型货车全生命周期的使用成本超过传统燃油重型货车的 2 倍，无论是购置成本还是运营成本均有明显提升。当前阶段使用氢燃料电池重型货车并无经济效益。但氢燃料电池重型货车的应用正处于起步阶段，暂时的使用成本偏高是新技术从研发到规模化成熟应用过程中难以避免的

问题。相信随着氢燃料电池重型货车生产制造技术的不断成熟、应用规模的不断扩大，其使用成本有望大幅下降。另外，应该认识到氢燃料电池重型货车同纯电动重型货车相比，其电池能量密度大、自重低、续驶里程更长，同时氢燃料加注时间远远短于纯电动重型货车充电时间，因而在车辆使用方便性和避免“里程焦虑”方面具有明显的优势。有理由相信，氢燃料电池货车（特别是氢燃料电池重型货车）在未来的道路交通运输场景中会承担重要的角色。

综合以上对三类新能源货车使用成本的分析可知，当前阶段，换电模式的纯电动重型货车具有较为明显的经济效益，在满足使用需求的条件下，可以较好地替代传统燃油车。快充模式的纯电动重型货车相比传统燃油重型货车的全生命周期使用成本偏高，但偏高幅度较小，根据具体的使用条件，仍然可以作为替代传统燃油重型货车的较好选择。氢燃料电池重型货车当前相比传统燃油重型货车使用成本增加幅度较大，在不考虑相关补贴和要求的情况下，经济效益不明显，但可作为新技术尝试开展初期试点应用。

2.4.5 结论

对三类新能源货车使用成本的综合对比分析可知，当前阶段，如果仅从成本角度来看，充电模式纯电动重型货车全生命周期的综合成本是最低的。但是，充电模式纯电动重型货车充电时间长、补能效率低，对于时效性要求较高的运营场景并不友好。另外，充电模式车辆需要在前期购置环节投入较大成本，对于运输企业而言负担较重。

在高频和中长途运输场景下，换电模式纯电动重型货车运营效率较高，具有一定经济效益。在基础设施较完善的条件下，换电模式纯电动重

型货车可以较好地替代传统燃油重型货车。但是从长期效益分析，因为需要持续支付电池租金，换电模式纯电动重型货车的经济效益比充电模式纯电动重型货车要小。另外，换电站的建设和运营同样需要投入大量成本，如果换电车辆太少无法形成规模，换电模式将无法落地。

当前，氢燃料电池重型货车相比传统燃油重型货车使用成本增加幅度较大，在不考虑补贴的情况下，现阶段经济效益并不明显，但可作为新技术尝试开展初期试点应用。



3

基础设施建设运营现状

- 1 道路交通网和服务设施匹配情况
- 2 充换电基础服务设施发展现状
- 3 氢能基础服务设施发展现状

3.1 道路交通网和服务设施匹配情况

3.1.1 各省份公路建设情况

根据国家统计局数据，2020 年各省份公路里程如表 3-1 所示（数据不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省，下同）。四川省的公路里程为 39.44 万公里，为纳入统计的 31 个省份中公

路里程最长的省份。云南省、湖北省、山东省和河南省紧随其后，分别为 29.25 万公里、28.96 万公里、28.68 万公里和 27.03 万公里¹⁴。

表 3-1 各省份公路里程（2020 年）

省份	公路里程（万公里）	省份	公路里程（万公里）
四川省	39.44	江苏省	15.81
云南省	29.25	甘肃省	15.6
湖北省	28.96	山西省	14.43
山东省	28.68	广西壮族自治区	13.16
河南省	27.03	辽宁省	13.09
湖南省	24.11	浙江省	12.31
安徽省	23.65	西藏自治区	11.82
广东省	22.19	福建省	11.01
江西省	21.06	吉林省	10.78
内蒙古自治区	21.02	青海省	8.51
新疆维吾尔自治区	20.92	海南省	4.02
贵州省	20.67	宁夏回族自治区	3.69
河北省	20.47	北京市	2.23
重庆市	18.08	天津市	1.64
陕西省	18.07	上海市	1.29
黑龙江省	16.81		

2020 年各省公路货运平均运距如表 3-2 所示。平均运距最高的河北省以 382.33 公里在 31 个省份中排名第一¹⁵。

表 3-2 各省公路货运平均运距（2020 年）

省份	公路货运平均运距（公里）	省份	公路货运平均运距（公里）
河北省	382.33	宁夏回族自治区	141.40
吉林省	338.30	安徽省	140.10
西藏自治区	289.00	北京市	121.90
河南省	287.79	新疆维吾尔自治区	121.80
山西省	283.58	浙江省	116.60
山东省	253.88	青海省	115.00
江西省	228.83	福建省	112.10
江苏省	201.83	广东省	109.20
天津市	198.42	重庆市	105.90
黑龙江省	195.39	四川省	102.60
辽宁省	183.90	广西壮族自治区	102.30
内蒙古自治区	173.28	云南省	95.30
甘肃省	166.51	贵州省	76.80
陕西省	157.78	湖南省	76.50
上海市	148.66	海南省	60.30
湖北省	143.42		

如图 3-1 所示为各省份货运平均运距与公路里程的关系，红色代表货运平均距离与公路里程之比较大，橙色和黄色次之，绿色最小。



图 3-1 各省份货运平均运距（公里）与公路里程（万公里）的关系

3.1.2 各省份加油站建设情况

根据百度地图的统计数据，目前各省份的加油站数量如图 3-2 所示。根据加油站数量和各省份公路里程的比值，能够得到图 3-3 所示的各省份加油站密度。加油站密度能在一定程度上反映该省份根

据省内公路里程的加油站完善程度，河北省每万公里有 681 个加油站，加油站密度最高；而西藏自治区每万公里仅有 40 个加油站，约为河北省的 6%。

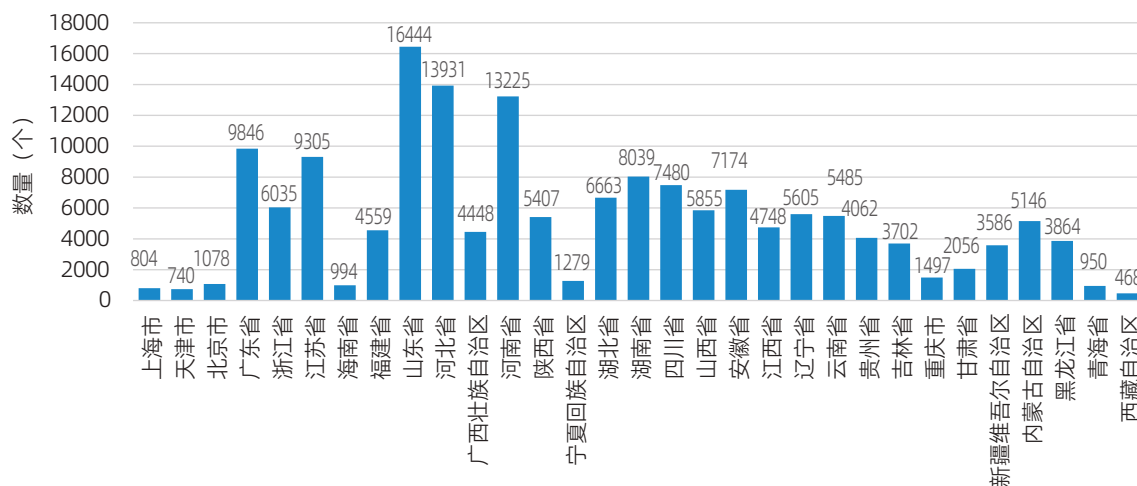


图 3-2 各省份加油站数量

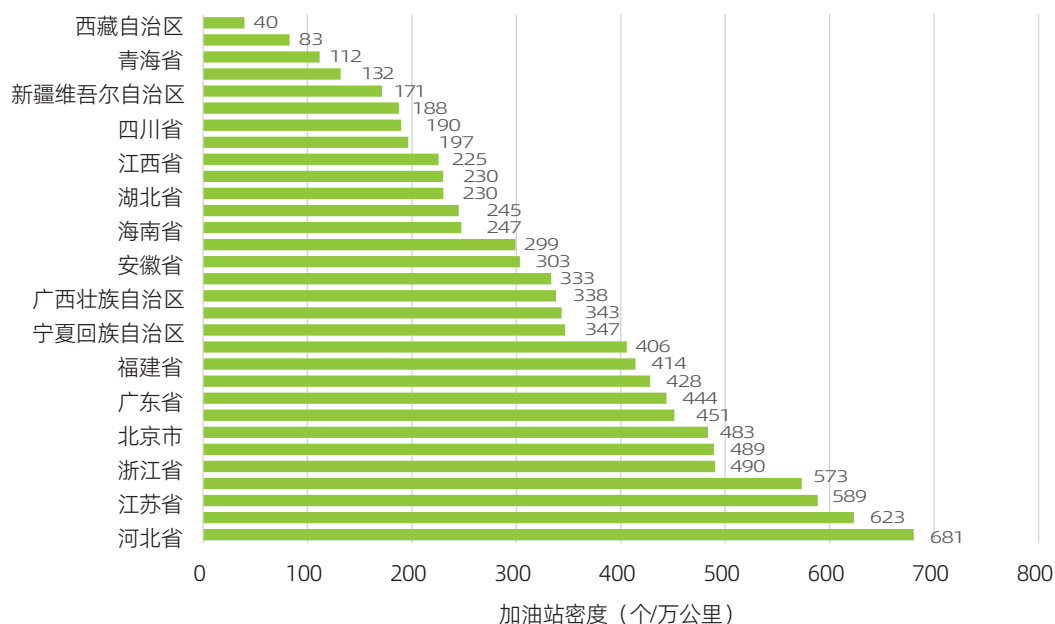


图 3-3 各省份加油站密度

3.1.3 各省份充电站建设情况

根据百度地图的统计数据，目前各省份充电站数量如图 3-4 所示。广东省充电站数量明显多于其他省份，达到 38742 个。根据充电站数量和各省公路里程的比值，能够得到图 3-5 所示的全国各省份充电站密度。充电站密度能在一定程度上反映该

省份根据省内公路里程的充电站完善程度。可以看出，充电站建设程度领先的为上海市。各省份之间充电站的建设情况差异比加油站更大，体现出各省份充电设施发展的不均衡性。

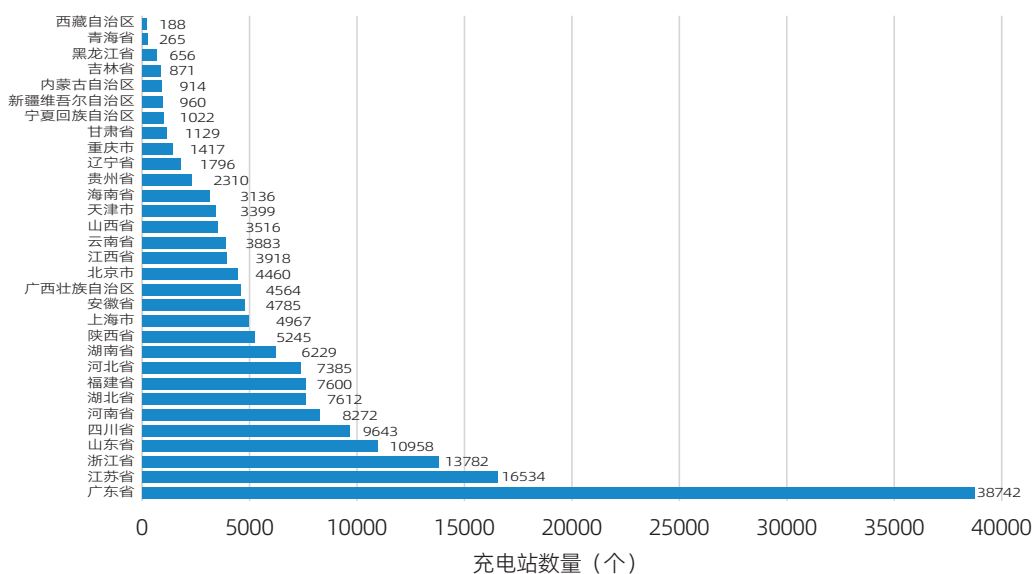


图 3-4 全国各省份充电站数量（个）

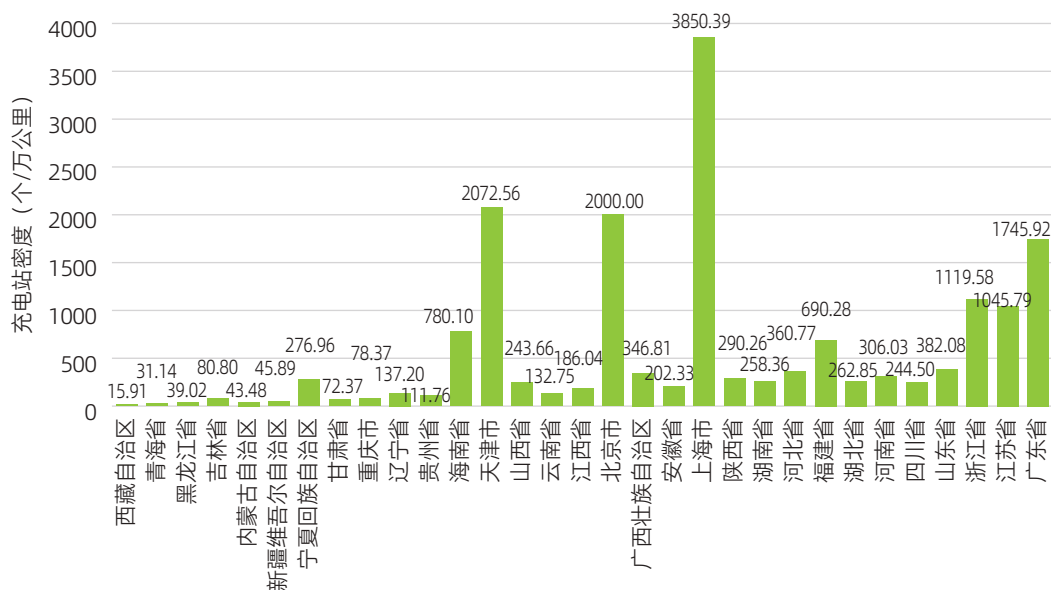


图 3-5 全国各省份充电站密度



3.1.4 加油站、充电站建设情况和货运平均运距的关系

加油站和充电站建设决定了基础设施服务公路货物运输的水平。图 3-6 和图 3-7 分别显示了各省份货运平均运距和加油站密度、充电站密度之间的关系。其中，绿色标注的省份相对来说加油站密度

能够更好地服务该省份目前的货运强度，深红色标注的省份则体现出在目前的基础建设条件下，公路货运饱和度较高。

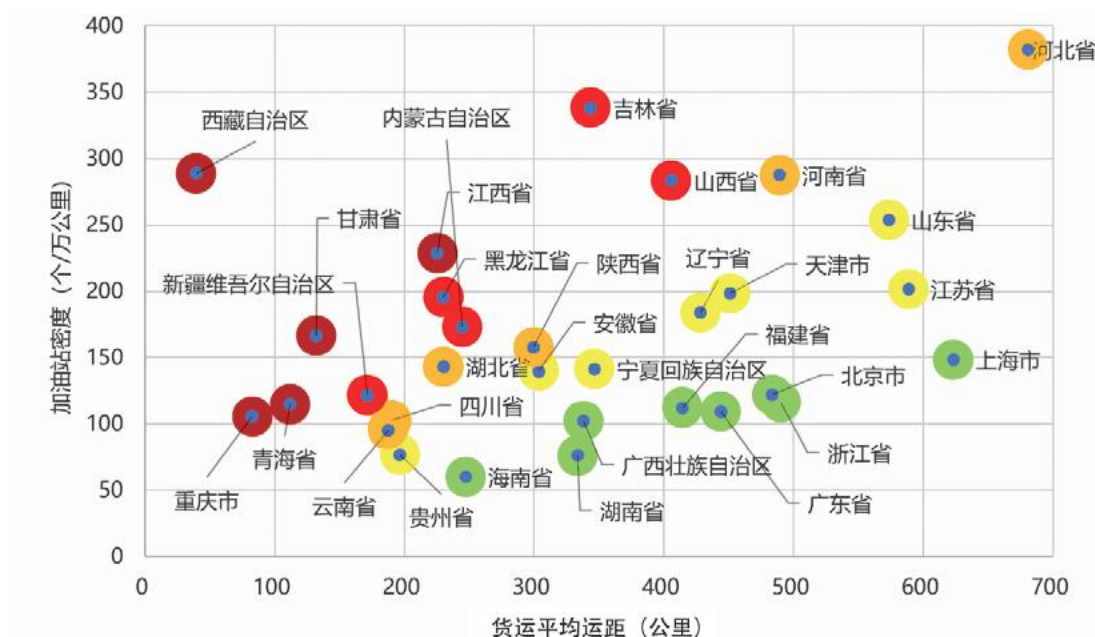


图 3-6 各省份货运平均运距和加油站密度关系

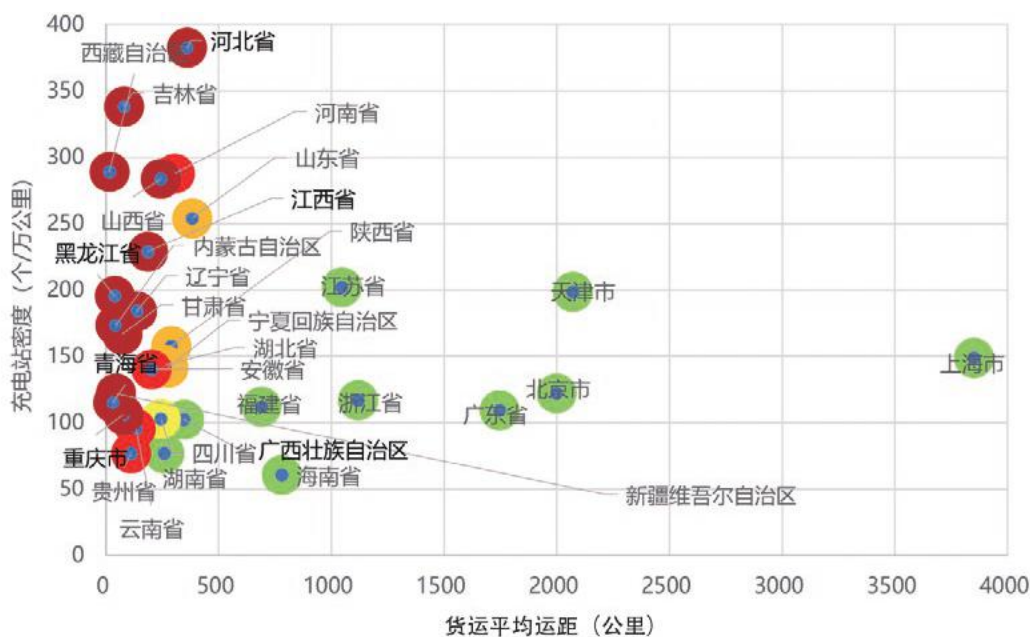


图 3-7 各省份货运平均运距和充电站密度关系

3.2 充换电基础服务设施发展现状

近年来，在中国新能源汽车行业高速发展的情况下，基础设施建设也提上日程，成为我国“两新一重”中新型基础设施建设的七大建设内容之一。

充换电基础设施在国家和地方政策的扶持下也进入了快速发展阶段。根据中国电动汽车充电基础设施促进联盟公布的数据，2021 年，我国充电基础设施增量达 93.6 万台；截至 2021 年底，全国充电基础设施保有量达 261.7 万台，同比增加 70.1%。

充电站与换电站建设呈现出区域性集中的特征。当前，充电站在珠三角、长三角、京津冀等经济发达地区规模较大，布局排名前十的省份的充电站数量占比高达 70.4%。全国换电站保有量为 1298 座，北京、广东、浙江等排名前十位省份合计保有量为 968 座，占比高达 74.6%。

在标准体系方面，目前已完成基础标准、传导充电、无线充电、电池更换、充换电站建设运行、充换电服务等相关标准制定，有效覆盖了设备、建设、运营等主要场景。充电技术标准国际化进程持续推进，我国 2015 年提出的充电标准成为全球四个主要充电国际标准之一。目前，新一代大功率

充电技术方案和智能有序充电系统正在逐步得到推广。同时，多个地方政府监管平台上线，数字化监管能力显著加强。截至 2020 年底，全国范围共有 46 个已投运的省市监管平台（省级 17 个，市级 29 个），北京、上海等地已建立较强的精细化分级监管机制和流程。

我国的充电技术主要是传导充电技术。传导充电通过导线将电能导入车内电池组充电，分为交流充电和直流充电两种模式，其表现形式为“充电桩”。新能源汽车充电桩指为新能源电动汽车提供充电服务的设备装置，安装于公共楼宇、停车场、商场、运营车充电站等公共场所及居民小区等私人场所。充电桩的电力输入端与交流电网连接，带有充电插头的电力输出端与汽车连接实现充电。交流导电（慢充）是指单相或三相交流电，经过整流、滤波、功率因数校正后，转化为合适电压的直流电，进而为车辆充电；直流充电（快充）指经过地面充电装置将电网交流电转化为直流电，通过充电连接装置直接为车辆充电。两者的差别如表 3-3 所示。

表 3-3 交流充电和直流充电对比

	交流充电（慢充）	直流充电（快充）
充电方式	需车载充电机作为汽车动力电池充电的中间媒介	直接对汽车动力电池充电
输入 / 输出电压 (V)	220	380
充电功率 (kW)	7~14	30~120
充电时间 (小时)	8~15	0.3~2.5
价格 (元)	800~1200	40000~50000

2015年以来,我国充电技术取得了明显进步,单位成本大幅下降。功率模块作为直流充电桩主要器件,其成本约占充电桩整体成本的1/4~1/3。根据中国充电联盟年度报告数据,功率模块生产成本从2016年的1.20元/W降低至2020年的0.35元/W,成本大幅下降。与此同时,我国充电桩直流充电功率模块全面实现国产化,单桩功率持续提升,100kW功率以上的快充桩数量持续增加,率先在国际上推出充电弓、群充群控等充电技术,大功率充电、有序充电等新技术实现示范应用,换电技术性能显著改善。

模式创新方面,在互联网应用方面进展较快,各种运营平台推陈出新,出现了自建自营、托管运营、跨界运营等多种模式。平台功能包括场站建设、充电管理、运营、运维、清算、报表、大数据修车、营销系统、知识库等,实现充电网、车联网、互联网三网融合。平台之间的互联互通、跨平台结算提升了用户体验。大平台的代运营、加盟等模式为中小运营商提供了平台支持,降低了行业的进入门槛,壮大了行业规模。高德、百度、滴滴等互联网企业加入充电桩线上运营,丰富了用户流量入口,降低了用户找桩用桩的难度,也提升了用户体验。

近两年,更多领域的投资主体也开始进入充电

设施建设运营领域。其中,整车企业的投入力度最大。例如,目前特斯拉在中国已经建立了涵盖大功率快充、目的地充电以及家庭充电的完整充电服务体系,尤其在国内率先推出了250kW级别的3C大功率快充,布局力度呈现加强趋势。此外,蔚来、小鹏等新势力纷纷自建充换电服务体系,大众汽车也与一汽、江淮、星星充电等企业合资成立了开迈斯新能源科技有限公司开展充电业务建设运营。互联网企业、房地产企业以及油气企业的布局力度也有显著加强。例如,滴滴旗下的小桔充电依托丰富的运营司机端资源,已成为充电领域的重量级玩家;高德地图近两年也加大了充电桩资源整合力度,依托其地图和流量优势,已成为重要的第三方充电聚合平台。

基于以上分析,我国充电设施单位成本大幅下降,充电技术标准位列全球四大标准体系之一;同时实现了互联网与充电服务的紧密结合,充电服务和行业监管都实现了较高程度的数字化,充电运营企业和聚合商纷纷开展平台化商业模式创新。但我国在大功率快充、车网互动两大颠覆性技术方面仍面临挑战,未来应加强充换电技术创新与标准支撑,加快大功率充电标准制定与推广应用,加强跨行业协作,推动产业各方协同升级。

3.3 氢能基础服务设施发展现状

从2019年“推动加氢等基础设施建设”首次出现在政府工作报告中,到2022年国家发展改革委和国家能源局联合印发《氢能产业发展中长期规划(2021~2035年)》,我国对于加氢基础设施建设的重视程度日渐提升。从建设规模看,截至2021年底,我国共建成加氢站234座,2021年

建成加氢站106座,两项数据均位居全球第一。

尽管在加氢站数量布局方面具有优势,但我国在加氢站技术方面与美国、日本等国家依然存在差距。目前上述国家的加氢站普遍具备70MPa加氢能力,我国目前35MPa气态加氢站数量占比接近90%,同时目前35MPa加氢站关键设备进口依赖

度高，国产化能力不足，高负荷工况下的可靠性仍有待验证。此外，用于大规模加氢的液氢站技术也并不成熟。

以加氢设施中成本占比最高的压缩机为例，中国目前的发展水平也相对落后。自主开发的45MPa压缩机已经应用在35MPa加氢站，累计运行超过5000小时。用于70MPa加氢站的90MPa压缩机正处在技术攻关阶段，预计在2023年开展试点示范。相比之下，欧美国家同级别压缩机在耐超高压、使用寿命和制造工艺方面依然有明显优势¹⁶。

在加注协议方面，美国汽车工程师学会针对轻型汽车、重型汽车与工业用车辆等应用场景分别制定了《轻型汽车气态氢加注协议》、《重型汽车气态氢加注协议》和《工业用车辆气态氢加注协议》，我国暂未发布氢燃料电池货车加注协议相关国家标准。

我国当前加氢站建设数量无法满足大规模商业应用需求，油气氢电混合建站模式有利于加快我国加氢站的布局和建设进程。能源脱碳、能源结构调整虽然是大趋势，但新能源的普及依赖相关技术的进步和基础设施的普及，需要一个转变的过程。油气氢电混合建站模式兼顾传统加油站功能以及新能源的普及，可实现传统能源向新能源的过渡转型。我国可利用成熟的加油站网络进行加氢站的布局，解决加氢站审批流程慢、选址难等问题，同时可减少城市危险性场所，节约土地。

相比于固定式加氢站，撬装化建站模式具有集成度高、布局方便、建站速度快等优点，与混合建站模式契合度高，可加快加氢站的布局和建设速度。撬装化建站模式是使用撬装式标准化的制氢装置和加氢装置进行加氢站的建设。这种建站模式产品高度集成，土建施工少，安装快捷，建设周期非常短，同时，撬块化设计便于运输、吊运和管理，既适用永久站，又适用于临时站。撬块定型化后有利于材料、设备的批量采购，能有效地节约成本，缩短采购周期，同时具有通用性、互换性，方便现场施工安装。

4



政策和市场体系

- 1 新能源货车补贴政策
- 2 新能源货车路权政策
- 3 新能源基础设施建设政策
- 4 新能源货车发展规划
- 5 “公转水、公转铁”相应政策

国务院和地方政府出台了一系列关于新能源货车的补贴政策、路权政策、基础设施建设政策、未来规划要求，以及燃油车淘汰计划等。除此之外，公转水、公转铁的相应政策也将对公路货车运输结构调整起到重要的指导作用。本章对目前已经发布的政策进行梳理，旨在为利益相关方提供较为清晰和明确的新能源货车发展指导和路径规划依据。

4.1 新能源货车补贴政策

4.1.1 国家新能源货车补贴政策

2015年4月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于2016—2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》，提出将在2016—2020年继续实施新能源汽车推广应用补助政策。明确了补助对象、产品和标准，并对企业 and 产品提出了质量和售后的要求。同时，要求年初预拨补助资金，年度终了后进行资金清算。

2016年12月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，调整完善推广应用补贴政策，落实推广应用主体责任，并建立针对企业和工作组织相关违法行为的惩罚机制。

2018年2月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，根据动力电池技术进步情况，进一步提高纯电动乘用车、非快充类纯电动客车、专用车动力电池系统能量密度门槛要求，鼓励高性能动力电池应用。提高新能源汽车整车能耗要求，鼓励低能耗产品推广。不断提高燃料电池汽车技术门槛。完善新能源汽车补贴标准，分类调整运营里程要求，同时进一步加强推广应用监督管理。

2018年9月，国务院办公厅发布了《关于印发推进运输结构调整三年行动计划（2018—2020

年）的通知》，要求贯彻落实《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》有关要求，对大力淘汰老旧车辆、推广应用新能源汽车的有关企业和人员依照有关政策及时给予经济补偿。

2019年3月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，提出根据新能源汽车规模效益、成本下降等因素以及补贴政策退坡退出的规定，降低新能源乘用车、新能源客车、新能源货车补贴标准，促进产业优胜劣汰，防止市场大起大落。对有运营里程要求的车辆，完成销售上牌后即预拨一部分资金，满足里程要求后可按程序申请清算。

2020年4月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，将新能源汽车推广应用财政补贴政策实施期限延长至2022年底。平缓补贴退坡力度和节奏，原则上2020—2022年补贴标准分别在上一年基础上退坡10%、20%、30%。从2020年起，新能源乘用车、商用车企业单次申报清算车辆数量应分别达到10000辆、1000辆。保持动力电池系统能量密度等技术指标不作调整，适度提高新能源汽车整车能耗、纯电动乘用车纯电续驶里程门槛。



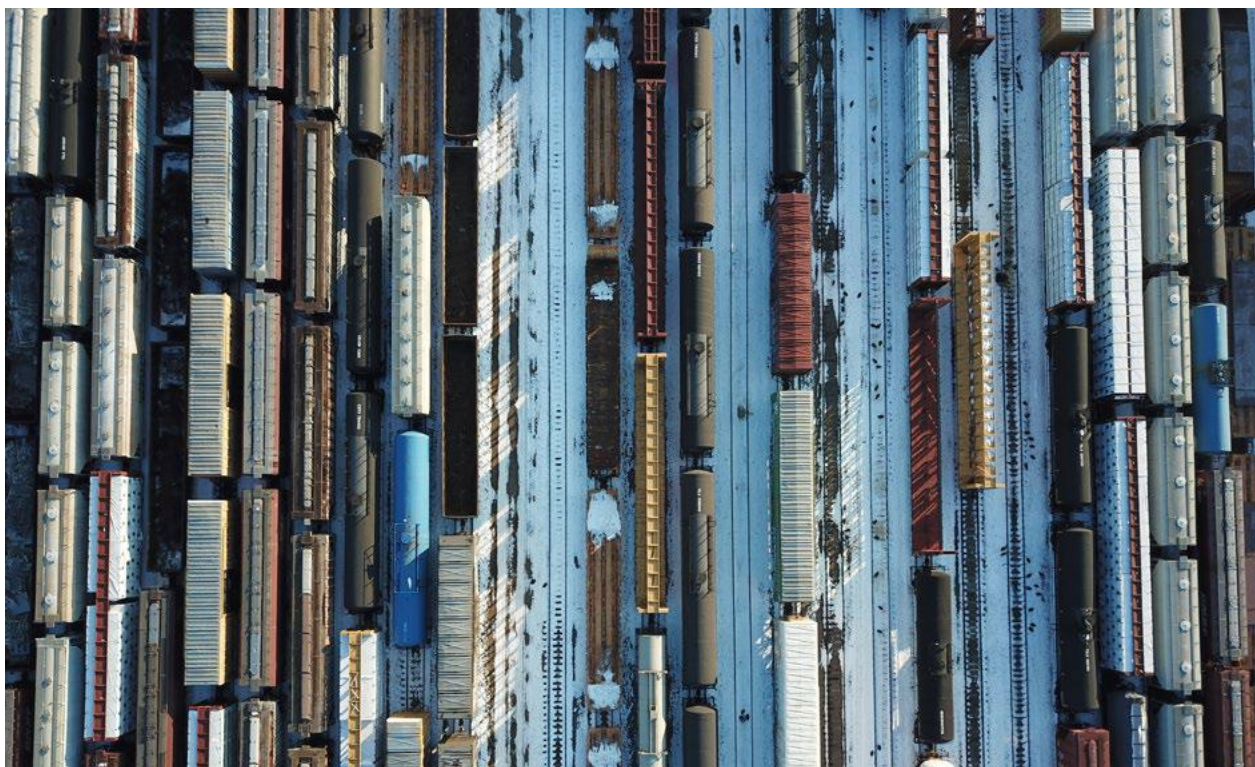
2020 年 12 月，财政部、工业和信息化部、科技部、发展改革委发布了《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，其中提到 2021 年，新能源汽车补贴标准在 2020 年基础上退坡 20%；为推动公共交通等领域车辆电动化，城市公交、道路客运、出租（含网约车）、环卫、城市物流配送、邮政快递、民航机场以及党政机关公务领域符合要求的车辆，补贴标准在 2020 年基础上退坡 10%。为加快推动公共交通行业转型升级，地方可继续对新能源公交车给予购置补贴。新能源乘用车、商用车企业单次申报购置补贴清算车辆数量应分别达到 10000 辆、1000 辆。

2021 年 9 月，国务院发布了《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，要求进一步完善财税价格政策，各级财政加大对绿色低碳产业发展、技术研发等的支持力度。完善政府绿色采购标准，加大绿色低碳

产品采购力度，落实环境保护、节能节水、新能源和清洁能源车船税收优惠。

2021 年 12 月，财政部、科技部、工业和信息化部、发展改革委发布了《关于 2022 年新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》，提出 2022 年新能源汽车补贴标准在 2021 年基础上退坡 30%。同时，综合考虑新能源汽车产业发展规划、市场销售趋势以及企业平稳过渡等因素，2022 年新能源汽车购置补贴政策于 2022 年 12 月 31 日终止，2022 年 12 月 31 日之后上牌的车辆不再给予补贴。

国家层面关于新能源货车的补贴政策参见图 4-1。



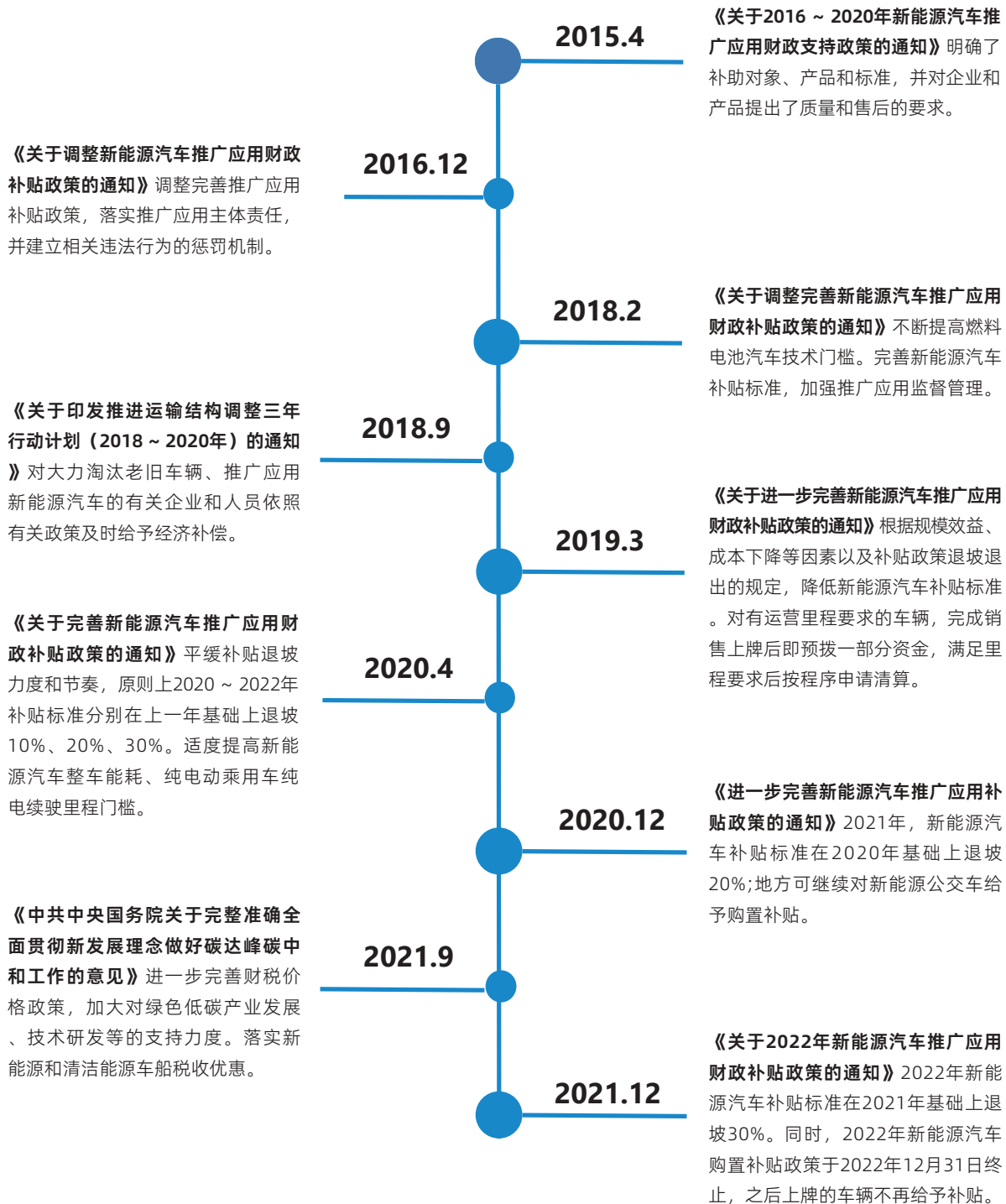


图 4-1 国家层面关于新能源货车的补贴政策（2015—2021 年）

从 2019—2021 年国家层面关于新能源货车的补贴数据（参见图 4-2、图 4-3）可以看出，在推广过程中，国家对新能源货车持续进行补贴，同时不断

完善新能源货车补贴标准，促进产业优胜劣汰。同时，随着新能源货车市场逐渐成熟，国家对新能源货车的单车补贴金额及单车最高补贴金额开始逐步退坡。

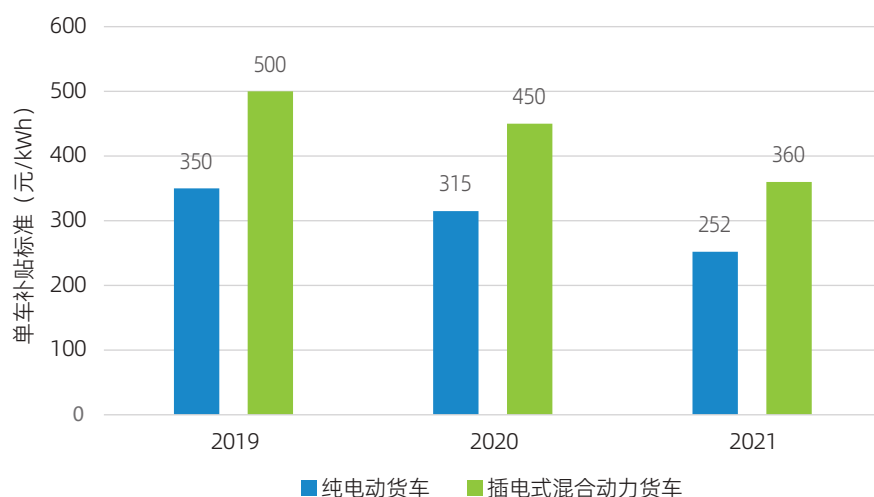


图 4-2 国家新能源货车单车补贴

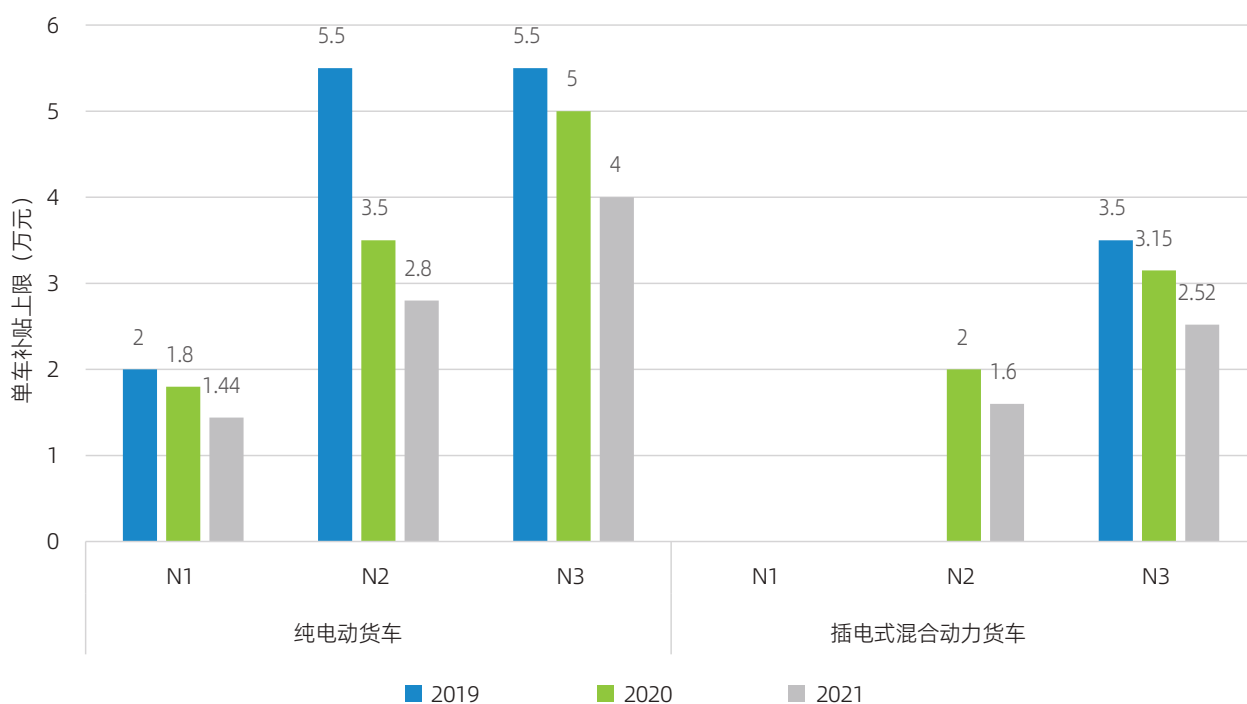


图 4-3 国家新能源货车单车补贴上限

总体来看，2015 年到 2022 年国家持续对新能源货车进行补贴，而 2017 年相当于一个分水岭，2017 年国家补贴在现行标准基础上退坡 20%，并在 2018 年平缓的力度和节奏下，逐步进行补贴退坡；2022 年新能源货车补贴标准在 2021 年基础

上退坡 30%，同时，2022 年新能源货车购置补贴政策于 2022 年 12 月 31 日终止，之后上牌的车辆不再给予补贴。在这个过程中，不断提高新能源货车的技术门槛，鼓励高性能电池的推广与应用。

4.1.2 地方新能源货车补贴政策

在国家新能源补贴政策号召下，地方政府积极响应，也相应发布了一系列适用本地的新能源货车补贴政策。《报告》中选取云南省、重庆市、上海市、广东省、海南省、浙江省、江苏省、湖北省、山西省、河南省的补贴政策进行分析比较（参见表 4-1）。

表 4-1 地方新能源货车补贴政策

年份	省市	政策	政策要领
2021	云南省	《云南省新能源汽车产业发展规划(2021—2025年)》	整合各级财政扶持产业发展资金，鼓励和引导社会资本以市场化方式参与，集中支持新能源汽车产业提质增效
2021	重庆市	《关于印发重庆市 2021 年度新能源汽车推广应用财政补贴政策有关事项的通知》	补贴标准在 2020 年基础上退坡 10%，技术要求及过渡期标准按照国家标准执行。其中，非快充类纯电动公交车单车市级财政补贴上限为 1.62 万元/辆，快充类纯电动公交车单车市级补贴上限为 1.17 万元/辆，插电式混合动力（含增程式）公交车市级补贴上限为 0.68 万元/辆
2021	上海市	《关于支持本市燃料电池汽车产业发展若干政策》	整车购置奖励。2025 年前，燃料电池汽车在本市开展示范应用，符合本市有关要求，并取得国家综合评定积分的，本市按照每 1 积分 20 万元标准奖励相关车辆生产厂商车辆运营奖励。2025 年前，对每个年度内行驶里程超过 2 万公里的燃料电池货车、商业通勤客车给予运营奖励，每辆车自取得营运额度起累计最多奖励 3 个年度。其中，中型卡车（设计总质量 12~31 吨）每车每年奖励不超过 0.5 万元，重型卡车（设计总质量超过 31 吨）每车每年奖励不超过 2 万元
2021	佛山市	《佛山市南海区人民政府办公室关于印发佛山市南海区新能源（氢能）市政、物流车辆推广应用实施方案(2021—2025 年)的通知》	在氢能源车原有购置补贴的基础上，南海区继续加码，从氢能源车置换、运营等方面进行补贴奖励，并将探索给予氢能源车辆路权，支持氢能源车辆在市政、物流等特定场景示范应用
2021	海南省	《海南省新能源汽车换电模式应用试点实施方案》	提出优先在海口、三亚、儋州、洋浦、琼海、万宁等区域开展试点；对通过验收且接入省级平台监管的换电站，一次性给予项目设备投资额 15% 的建设补贴；对巡游出租车、中重型卡车等重点应用领域示范应用项目给予奖励，用于降低车辆综合使用成本。对投放换电车辆不低于 50 辆并实际以换电模式运营的中重型卡车项目，一次性给予 400 万元的奖励等

2021	嘉兴市	《嘉兴市 2021 年度省级新能源汽车推广应用奖补资金使用操作细则》	燃料电池汽车按不低于中央财政补贴标准的 1:1 给予地方配套补贴。燃料电池汽车技术要求参照当年度中央财政补贴相关技术要求。如今后国家政策对地方财政配套有明确规定的，按国家政策规定执行。每辆车享受中央和地方财政补贴的总额最高不超过车辆销售价格（价格须与市场公允价相符）的 50%。如补贴总额高于车辆销售价格 50% 的，按车辆销售价格的 50% 扣除中央财政补贴后计算地方财政补贴金额。
2019	南京市	《2018—2019 年南京市新能源汽车推广应用财政补贴实施细则》	对新能源物流车发放运营补贴，对符合条件的车型，每辆车年运营里程达 4 万公里，可申领 2 万元一次性运营补贴。
2019	武汉市	《市人民政府关于印发武汉市加快现代物流业发展若干政策的通知》	对纯电动货车不少于 100 辆的企业，且单车年行驶里程达到 2 万公里，按每车每年 3000 元给予运营补贴，具有冷藏功能的，按每车每年 4500 元给予运营补贴，单个企业每年补贴最高不超过 100 万元。
2019	山西省	《山西省新能源汽车产业 2019 年行动计划》	在氢燃料电池货车补贴政策不退坡的前提下，按照中央财政补助 1:1 的比例给予省级财政补助，并对加氢站和氢燃料加注进行适度补贴。针对国家补贴政策逐年退坡并在 2020 年退坡为零的情况，研究制定本省新能源汽车产业延续补贴政策。
2018	河南省	《关于调整河南省新能源汽车推广应用及充电基础设施奖补政策的通知》	新能源专用车、货车以及燃料电池车按照国家补助标准的 30% 给予推广应用补助。
2018	深圳市	《深圳市现代物流业发展专项资金管理办法》	资助对象为拥有 300 辆及以上营运城市配送车辆，且其中纯电动物流配送车辆不少于 100 辆的企业；或拥有纯电动冷藏车、纯电动集装箱牵引车不少于 50 辆的企业；以效率为考核标准，纯电动物流配送车辆在深圳市内行驶里程达到 1.5 万公里/年（1250 公里/月）；参照国家补贴标准制定地方运营资助标准。

4.2 新能源货车路权政策

4.2.1 国家新能源货车路权政策

2018 年 1 月，国务院办公厅发布了《关于推进电子商务与快递物流协同发展的意见》，其中提出要推动绿色运输与配送，加快调整运输结构，逐步提高铁路等清洁运输方式在快递物流领域的应用

比例，鼓励快递物流领域加快推广使用新能源汽车和满足更高排放标准的燃油汽车，逐步提高新能源汽车使用比例。

2018 年 10 月，公安部发布了《关于进一步

规范和优化城市配送车辆通行管理的通知》，其中提出要推动建立健全城市配送联合工作机制，改进城市配送运力需求管理，推动城市配送车辆转型升级，优化城市配送车辆通行管控，推行网上公开公平办理通行证件，改善城市配送车辆停靠条件，营造良好城市配送环境。新能源方面，文件指出，推广使用新能源和清洁能源车辆，落实新能源货车差别化通行管理政策，提供通行便利，扩大通行范围，对纯电动轻型货车少限行甚至不限行。

2018年12月，生态环境部、发展改革委、工业和信息化部、公安部、财政部、交通运输部、商务部、市场监管总局、能源局、铁路局和中国铁路总公司印发了《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》，其中提到要优化承担物流配送的城市新能源车辆的便利通行政策。

2019年5月，国务院办公厅转发交通运输部等13个部门《关于加快道路货运行业转型升级促进高质量发展的意见》，其中提出要便利货运车辆通行。进一步完善城市交通运输部门配送运力需求

管理与公安交通管理部门车辆通行管控的联动机制，优化车辆通行管控，对符合标准的新能源城市配送车辆给予通行便利，除特殊区域外，对纯电动轻型货车原则上不得限行。鼓励货运车辆电子道路运输证和ETC卡“两卡合一”，加快推广货车不停车收费。

2020年5月，国务院办公厅转发国家发展改革委、交通运输部《关于进一步降低物流成本实施意见的通知》，其中提出要改进城市配送车辆通行管理工作，明确城市配送车辆的概念范围，放宽标准化轻微型配送车辆通行限制，对新能源城市配送车辆给予更多通行便利。研究将城市配送车辆停靠装卸场地建设纳入城市建设和建筑设计规范。

2018年以来，国家不断放宽新能源货车的通行限制，推广新能源货车停车不收费制度，为新能源货车的通行提供便利。

国家层面关于新能源货车的路权政策参见图4-4。

《关于推进电子商务与快递物流协同发展的意见》推动绿色运输与配送，逐步提高铁路等清洁运输方式在快递物流领域的应用比例，鼓励快递物流领域加快推广使用新能源汽车和满足更高排放标准的燃油汽车，逐步提高新能源汽车使用比例。

《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》优化承担物流配送的城市新能源车辆的便利通行政策。

《关于进一步降低物流成本实施意见的通知》改进城市配送车辆通行管理工作，明确城市配送车辆的概念范围，放宽标准化轻微型配送车辆通行限制，对新能源城市配送车辆给予更多通行便利。

2018.1

2018.12

2020.5

2018.10

《关于进一步规范和优化城市配送车辆通行管理的通知》推动建立健全城市配送联合工作机制，优化城市配送车辆通行管控，改善城市配送车辆停靠条件。推广使用新能源和清洁能源车辆，落实新能源货车差别化通行管理政策，提供通行便利，扩大通行范围。

2019.5

《关于加快道路货运行业转型升级促进高质量发展的意见》要便利货运车辆通行。对符合标准的新能源城市配送车辆给予通行便利，加快推广货车不停车收费。

图 4-4 国家层面关于新能源货车的路权政策（2018—2020 年）



4.2.2 地方新能源货车路权政策

由表 4-2 可以看出，各城市积极响应国家放宽新能源货车通行限制的政策，为新能源货车的通行提供便利。多地完善了对柴油货车的通行限制政策，

允许新能源货车在限制普通大型货车通行的路段和时间通行，同时多地给予新能源货车全天 24 小时入城通行许可支持。

表 4-2 地方新能源货车路权政策

年份	城市	政策	政策要领
2019	南京市	《2018—2019 年南京市新能源汽车推广应用财政补贴实施细则》	货车限行区域内，尝试开辟绿色配送示范区，允许新能源货车 24 小时运输。并为新能源货车申领通行证提供便利，延长通行证使用时间
2018	厦门市	《厦门市公安局关于进一步加强城市物流配送车辆道路通行管理和服务的通知》	2018 年起不对新能源货车实施限行（危险化学品及剧毒化学品运输车辆仍然按照原有限行规定执行），悬挂新能源号牌的货车免于办理货车通行证，不受现有货车限行路段、限行时段的限制
2018	郑州市	《关于进一步规范入市载货汽车管理的通告》	进一步规范货车入市，纯电动货车不限行
2018	东莞市	《东莞市物流快递领域车辆纯电动化发展实施方案》	在确保安全和不妨碍交通秩序的前提下，允许车身总长度小于 6 米、总质量小于 4500kg 并取得通行证的纯电动或燃料电池物流车辆临时停靠和装卸作业
2017	深圳市	《深圳市公安局关于新能源纯电动物流车优惠通行的通告》	全市十个“绿色物流区”禁止轻型柴油货车通行。已完成电子备案登记、接受监管的车身长度不超过 6 米的纯电动重、中型货车，允许在限制普通大型货车通行的路段和时间通行
2016	昆明市	《昆明市人民政府关于加快物流业发展的实施意见》	推广新能源汽车和天然气汽车在城市物流配送中的应用，给予新能源物流配送车辆全天 24 小时入城通行许可支持

4.3 新能源基础设施建设政策

4.3.1 国家新能源基础设施建设政策

2014年7月，国务院发布了《国务院关于印发节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）的通知》，其中提出要完善充电设施标准体系建设，制定实施新能源汽车充电设施发展规划。鼓励社会资本进入充电设施建设领域，积极利用城市中现有的场地和设施，推进充电设施项目建设，完善充电设施布局。

同年，国务院办公厅发布了《关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》，提出要推动完善充换电设施。积极争取城市人民政府支持，配合有关部门加快配套建设必要的充换电设施。在规划建设城市综合客运枢纽、公交枢纽、出租汽车运营站、城市物流配送中心和服务区、快递物流园区时，要根据需求配建快速充换电设施；在规划建设城市公交停车场、保养场、维修厂、出租汽车停车场时，要考虑配建“慢充为主、快充为辅”的充电设施。对现有城市公交、出租汽车、城市物流配送场站，符合配建条件的，结合实际需求，加快建设完善充换电设施。鼓励和支持社会资本进入交通运输行业新能源汽车充换电设施建设和运营、整车租赁、电池租赁和回收等服务领域。对充换电基础设施维护、推广应用宣传及科研补助等方面给予必要的支持。

2015年11月，国家发展改革委发布了《电动汽车充电基础设施发展指南（2015—2020年）》，其中明确提出要推动充电基础设施体系建设。

2018年12月，生态环境部、发展改革委、工业和信息化部、公安部、财政部、交通运输部、商务部、市场监管总局、能源局、铁路局、中国铁路总公司发布了《关于印发〈柴油货车污染治理攻坚战行动计划〉的通知》，其中提到要积极推广应用新能源物流配送车。重点区域集疏港、天然气气

源供应充足地区应加快充电站及加气站建设。在物流园、产业园、工业园、大型商业购物中心、农贸批发市场等物流集散地建设集中式充电桩和快速充电桩。鼓励各地组织开展燃料电池货车示范运营，建设一批加氢示范站。

2019年5月，交通运输部、中央宣传部、国家发展改革委、工业和信息化部、公安部、财政部、生态环境部、住房城乡建设部、国家市场监督管理总局、国家机关事务管理局、中华全国总工会、中国铁路总公司发布了《交通运输部等十二部门和单位关于印发绿色出行行动计划（2019—2022年）的通知》，其中提到要加快充电基础设施建设。加快构建便利高效、适度超前的充电网络体系，重点推进城市公交枢纽、停车场、首末站充电设施设备的规划与建设。鼓励高速公路服务区配合相关部门推进充电服务设施建设。加大对充电基础设施的补贴力度，将新能源汽车购置补贴资金逐步转向充电基础设施建设及运营环节。推广落实各种形式的充电优惠政策。

2020年10月，国务院办公厅发布了《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》，其中明确提出需要加快开展充电基础设施的配套政策规划研究，为产业发展规划落地提供有力保障。

2021年10月，中共中央办公厅、国务院办公厅发布了《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，提出要合理布局和建设电动汽车充换电站，加快发展智能网联汽车、新能源汽车。同样在2021年10月，中共中央、国务院还发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，其中明确提出要加快发展新能源和清洁能源车船，加快构建便利高效、适度超前的充换电网络体系。

除此之外，国务院还发布了《2030年前碳达峰行动方案》，提出要有序推进充电桩、配套电网、加注（气）站、加氢站等基础设施建设。交通运输部发布了《绿色交通“十四五”发展规划》，其中提出要推动公路服务区、客运枢纽等区域充（换）电设施建设，为绿色运输和绿色出行提供便利。

2021年11月，交通运输部发布了《综合运输服务“十四五”发展规划》，提出要积极推动新能源和清洁能源车辆、船舶在运输服务领域应用，加大运营、通行、停车、充电等政策支持，加快充

换电、加氢等基础设施规划布局和建设。

2021年12月，国务院发布了《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》，要求规划建设便利高效、适度超前的充换电网络，重点推进交通枢纽场站、停车设施、公路服务区等区域充电设施设备建设，鼓励在交通枢纽场站以及公路、铁路等沿线合理布局光伏发电及储能设施。

国家层面关于新能源基础设施建设的政策参见图4-5。

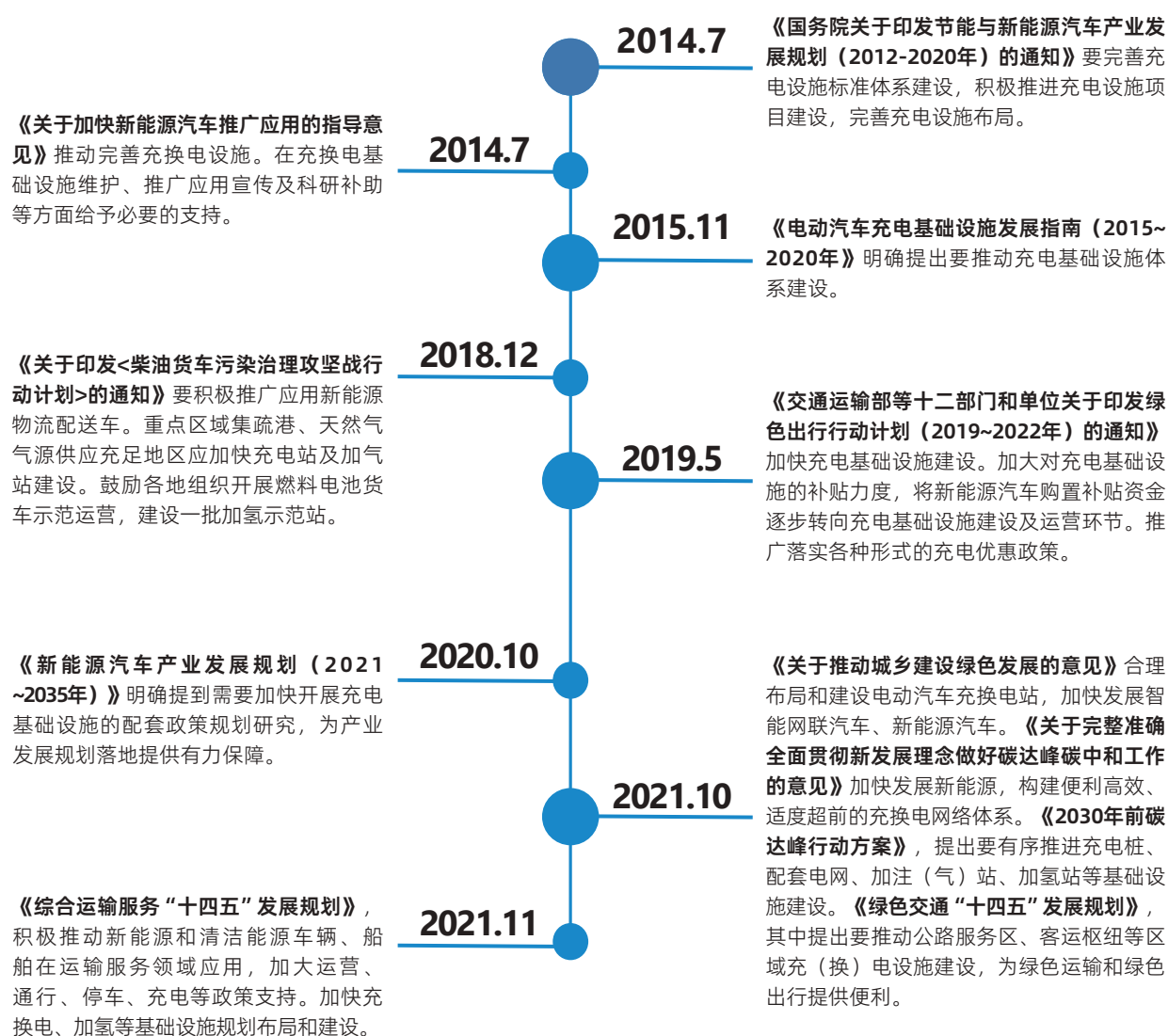


图4-5 国家层面关于新能源基础设施建设的政策（2015—2021年）

4.3.2 地方新能源基础设施建设政策

在国家新能源基础设施建设政策号召下，地方政府积极响应，根据各地不同的情况，发布了一系列适应本地的新能源基础设施建设政策（参见表 4-3）。

表 4-3 地方新能源基础设施建设政策（2018~2021 年）

年份	省市	政策	政策要领
2021	昆明市	《昆明市支持新型基础设施建设的若干政策措施》	结合 5G 网络、充（换）电基础设施特点，组织 5G 基站、充（换）电等新型基础设施空间布局规划修编工作，并纳入国土空间规划
2021	海南省	《海南省支持电动汽车换电站建设的指导意见（试行）》	按照“企业为主、政府支持”的总体原则，初步构建全省电动汽车换电服务网络，对在 2022 年 12 月 31 日前建成投运且服务于换电模式重点应用领域的换电站，一次性给予项目设备投资额 15% 的建设补贴
2021	云南省	《云南省新能源汽车产业发展规划（2021—2025 年）》	按照“车桩相随、适度超前”的原则，加快建设相对完善的充换电设施网络，区域布局更加完善，其中居民区基本实现有序慢充为主、应急快充为辅，高速公路服务区、机场、车站、大型公共服务场所等实现全覆盖；鼓励开展换电模式试点应用，适时开展氢能供给体系及加氢站的建设
2021	辽宁省	《辽宁省加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系任务措施》	加快交通基础设施绿色发展。将生态环保理念贯穿交通基础设施规划、建设、运营和维护全过程，加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设
2021	河南省	《河南省人民政府关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见》	提升交通基础设施绿色发展水平。加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设
2021	深圳市	《关于深圳市 2020 年度新能源汽车充电设施建设补贴资助项目审核情况的公示》	本次补贴资助项目主要来自福田等 7 个行政区，补贴金额超 27095.13 万元。其中，龙华区的补贴金额为 7428.28 万元，福田区的补贴金额为 5151.335 万元，龙华区的补贴金额为 5008.06 万元
2021	昆明市	《关于组织开展 2021 年三季度充电设施市级建设补贴申报工作的通知》	根据补贴资金分类，集中式充换电示范站补贴是对在主要街道路边、旅游景点、交通枢纽等单独报装变压器容量在 315kVA 及以上的集中式充换电示范站，按照 20 万元/座的补贴标准给予一次性补贴（市、县各承担 50%）
2021	青岛市	《青岛西海岸新区汽车加氢站规划建设和运营管理暂行办法》	按照加氢站类型和加氢能力，对加氢站给予一定建设补助和加氢补助，对 2020 年 12 月 31 日（含）前新建成的固定式加氢站，且日加氢能力不小于 500 公斤的，可补贴 900 万元
2021	天津市	《天津市 2021 年 20 项民心工程》	建设公共充电设施。增建新能源机动车充电设施，在居民小区建设公共充电桩 2000 台
2019	山西省	《山西省新能源汽车产业 2019 年行动计划》	按照“统筹规划、科学布局，适度超前、有序建设，统一标准、通用开放，依托市场、创新机制”的原则，加快推进充电设施建设。坚持改造与新建相结合，优先在现有加油站布局氢气和甲醇加注设施，加大加氢站的专项建设力度，形成布局合理、满足需求的供应体系
2018	长沙市	《长沙市新能源汽车推广应用补贴政策》	要对接国家、省级新能源汽车推广应用、充电设施建设政策，运用财政资金进行引导和支持，加快推进我市新能源汽车推广应用及充电基础设施建设，优化新能源汽车使用环境

4.4 新能源货车发展规划

4.4.1 国家新能源货车发展规划

2020 年 10 月，国务院办公厅发布了《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》，其中提到要推动新能源汽车在城市配送、港口作业等领域应用，为新能源货车通行提供便利。2021 年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的公共领域新增或更新公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于 80%。

2020 年 12 月，交通运输部办公厅发布了《关于进一步做好总质量 4500 千克及以下普通货运车辆“放管服”改革有关工作的通知》，其中提到各地交通运输主管部门要依托城市绿色货运配送示范工程创建工作，在当地人民政府的统一领导下，会同有关部门加快推动城市建成区新增物流配送轻型车辆使用新能源汽车，并结合当地实际，对于符合标准的新能源配送车辆给予通行便利。

2021 年 10 月，交通运输部发布了《关于印发〈绿色交通“十四五”发展规划〉的通知》，其中提到全国城市物流配送领域新能源汽车 2025 年预期占比达 20%。加快推进城市公交、出租、物流配送等领域新能源汽车推广应用，国家生态文明

试验区、大气污染防治重点区域新增或更新的公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于 80%。深入开展城市绿色货运配送示范工程创建工作，到 2025 年，有序建设 100 个左右城市绿色货运配送示范工程。

2021 年 12 月，国务院办公厅发布了《关于印发推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案（2021—2025 年）的通知》，提出到 2025 年，多式联运发展水平明显提升，基本形成大宗货物及集装箱中长距离运输以铁路和水路为主的发展格局，全国铁路和水路货运量比 2020 年分别增长 10% 和 12% 左右，集装箱铁水联运量年均增长 15% 以上。重点区域运输结构显著优化，京津冀及周边地区、长三角地区、粤港澳大湾区等沿海主要港口利用疏港铁路、水路、封闭式皮带廊道、新能源汽车运输大宗货物的比例力争达到 80%。晋陕蒙煤炭主产区大型工矿企业中长距离运输（运距 500 公里以上）的煤炭和焦炭中，铁路运输比例力争达到 90%。图 4-6 呈现了国家新能源货车未来规划。



国家层面的新能源货车未来规划

《新能源汽车产业发展规划
(2021-2035年)》

2021年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的公共领域新增或更新公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于**80%**。

到2025年，纯电动乘用车新车平均电耗降至**12.0千瓦时/百公里**，新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的**20%**左右。

《关于印发<绿色交通“十四五”发展规划>的通知》

到2025年，全国城市物流配送领域新能源汽车预期占比达**20%**。

到2025年，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域新增或更新的公交、出租、物流配送等车辆中，新能源汽车比例不低于**80%**。

到2025年，有序建设**100个**左右城市绿色货运配送示范工程。

《关于印发推进多式联运发展
优化调整运输结构工作方案
(2021-2025年)的通知》

到2025年，多式联运发展水平明显提升，基本形成大宗货物及集装箱中长距离运输以铁路和水路为主的发展格局，全国铁路和水路货运量比2020年分别增长**10%**和**12%**左右，集装箱铁水联运量年均增长**15%**以上。

到2025年，重点区域运输结构显著优化，京津冀及周边地区、长三角地区、粤港澳大湾区等沿海主要港口利用疏港铁路、水路、封闭式皮带廊道、新能源汽车运输大宗货物的比例力争达到**80%**。

到2025年，晋陕蒙煤炭主产区大型工矿企业中长距离运输（运距500公里以上）的煤炭和焦炭中，铁路运输比例力争达到**90%**。

图 4-6 国家层面的新能源货车未来规划

4.4.2 地方新能源货车发展未来规划

为贯彻落实国家新能源货车未来规划，进一步推动各地新能源汽车产业高质量发展，各地市结合各地区的产业发展实际，对新能源货车的未来发展进行了规划，出台了一系列地方政策（参见表 4-4）。

表 4-4 地方新能源货车未来规划要求（2018~2021 年）

年份	省市	政策	政策要领
2021	广东省	《广东省能源局关于印发广东省电动汽车充电基础设施发展“十四五”规划的通知》	规划中提出到 2025 年底，全省累计建成集中式充电站 4500 座以上，累计建成公共充电桩约 25 万个，包括公用充电桩约 21.7 万个、专用充电桩约 3.3 万个；累计建成高速公路快速充电站约 830 座，全省高速公路服务区全部建成充电基础设施。珠三角地区城市核心区充电设施服务半径不超过 900 千米，粤东西北地区城市核心区充电设施服务半径不超过 2000 米。公共桩桩车比约 1:6.4
2021	深圳市	《深圳市氢能产业发展规划（2021—2025 年）》	根据规划，到 2025 年，深圳将形成较为完备的氢能产业发展生态体系，建成氢能产业技术策源地、先进制造集聚高地、多场景应用示范基地，实现氢能商业化应用，氢能产业规模达到 500 亿元
2021	云南省	《云南省新能源汽车产业发展规划（2021—2025 年）》	到 2025 年，新能源整车企业均实现规模化经营，企业产销规模、发展质量和效益稳步提升，具备年产 35 万辆新能源汽车能力，实现年销售收入 300 亿元，把新能源汽车建设成为示范引领强、特色优势突出、配套功能完善的产业集群
2021	上海市	《上海市战略性新兴产业和先导产业发展“十四五”规划》	在汽车方面，规划提出到 2025 年，上海新能源汽车制造业产值达到 3500 亿元左右。纯电动汽车和燃料电池汽车比重进一步提升，推动重点汽车制造企业加速向战略性新兴产业企业转型，培育一批销售规模百亿级汽车零部件中小企业
2021	广西壮族自治区	《广西新能源汽车充电基础设施规划（2021—2025 年）》	“十四五”期间，全区规划新建公共充电桩 8 万个（包括快充桩 2.7 万个、慢充桩 5.3 万个），新建自用充电设施 14.7 万个。到 2025 年底，全区累计建成充电基础设施 29.5 万个，其中公共充电桩 11.05 万个，自用充电设施 18.45 万个，可满足约 67.89 万辆新能源汽车充电需求，车桩比保持不低于 2.3:1

2021	沈阳市	《沈阳市加快新能源汽车产业创新发展及推广应用实施方案》	到 2023 年，沈阳市新能源汽车产量达到 11 万辆，占全市整车产量的 10%；全市新能源汽车推广应用总量达到 4 万辆。建成适度超前、车桩相随、智能高效的充电基础设施体系，充换电服务便利性显著提高
2021	浙江省	《浙江省新能源汽车产业发展“十四五”规划》	到 2025 年，全省新能源汽车产业规模持续做大，推广应用进一步扩大，综合发展水平位居全国前列。产业竞争力显著提升。新能源汽车产量力争达到 60 万辆，规上工业产值力争达到 1500 亿元；动力电池与管理、驱动电机与电力电子等关键零部件实现突破，热管理系统、车身轻量化材料等优势零部件领域持续做强，形成关键零部件自主配套能力；培育生态主导型企业 10 家，“单项冠军”、“隐形冠军”和专精特新“小巨人”企业 100 家
2020	西安市	《西安市推进新能源汽车充电基础设施建设三年行动方案（2020—2022 年）》	到 2022 年底，全市基本建成适度超前、车桩相宜、智能高效的充电基础设施体系，确保满足新能源电动汽车充电服务需求。全市计划新建成投运集中式充电场站 200 个；充电桩 10000 个，其中 2020 年完成 3900 个，2021 年完成 3290 个，2022 年完成 2810 个
2019	海南省	《海南省电动汽车充电基础设施规划（2019—2030）》	2021—2025 年，海南新建充电桩 26.7 万个，至 2025 年累计达到 33.7 万个；2026—2030 年，海南新建充电桩 60.3 万个，至 2030 年累计达到 94.0 万个
2019	山西省	《山西省新能源汽车产业 2019 年行动计划》	推广应用阶段（2021—2022 年）。新增加氢站 10 座、示范公交线路 300 条。预计形成 3000 台车辆的运营规模 规模运营阶段（2023—2024 年）。新增加氢站 20 座，全省开始公交线路运行，预计达到 7500 台车辆的运营规模。力争 5 年后，在山西形成技术体系健全、产业链完善、产业闭环、具备市场竞争力的氢能生产、利用示范基地，将山西打造成中国“氢谷”

4.5 “公转水、公转铁”相应政策

4.5.1 国家“公转水、公转铁”相应政策

表 4-5 整理了 2018—2021 年国家发布的“公转水、公转铁”相应政策。其中，2021 年 12 月国务院办公厅发布的《关于印发推进多式联运发展

优化调整运输结构工作方案（2021—2025 年）的通知》对于“公转水、公转铁”的发展具有高度指导意义，指明了未来的工作目标及发展方向。

表 4-5 国家公转水、公转铁相应政策

年份	政策文件
2018	《关于印发推进运输结构调整三年行动计划（2018—2020 年）的通知》
2019	《关于印发〈2019 年全国大气污染防治工作要点〉的通知》
	《关于推进长江航运高质量发展的意见》
	《交通强国建设纲要》
	《关于推进机制砂石行业高质量发展的若干意见》
2020	《关于进一步降低物流成本的实施意见》
	《关于在疫情防控常态化前提下积极服务落实“六保”任务，坚决打赢打好污染防治攻坚战的意见》
	《关于做好 2020 年降成本重点工作的通知》
2021	《关于服务构建新发展格局的指导意见》
	《关于印发〈绿色交通“十四五”发展规划〉的通知》
	《关于印发〈综合运输服务“十四五”发展规划〉的通知》
	《关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》

为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，大力发展多式联运，推动各种交通运输方式深度融合，进一步优化调整运输结构，提升综合运输效率，降低社会物流成本，促进节能减排降碳，该方案提出要推动大宗物资“公转铁、公转水”，到 2025 年，多式联运发展水平明显提升，基本形成大宗货物及

集装箱中长距离运输以铁路和水路为主的发展格局。在运输结构调整重点区域，加强港口资源整合，鼓励工矿企业、粮食企业等将货物“散改集”，中长距离运输时主要采用铁路、水路运输，短距离运输时优先采用封闭式皮带廊道或新能源车船。探索推广大宗固体废物公铁水协同联运模式。

该方案提出了未来多式联运需要提高的几个方面：提升多式联运承载能力和衔接水平，完善多式联运骨干通道，加快货运枢纽布局建设；创新多式联运组织模式，丰富多式联运服务产品，推进运输服务规则衔接；促进重点区域运输结构调整，推进

京津冀及周边地区、晋陕蒙煤炭主产区运输绿色低碳转型，加快长三角地区、粤港澳大湾区铁水联运、江海联运发展；加快技术装备升级；营造统一开放市场环境，加快完善法律法规和标准体系；完善政策保障体系，加大资金投入力度。

4.5.2 地方“公转水、公转铁”相应政策

表 4-6 总结了 2019—2021 年不同地方公转水、公转铁相应政策，可以看出，各地积极响应国家号召，以推进大宗货物、集装箱运输“公转铁”“公转水”及集装箱多式联运为主攻方向，完善水路、

铁路设施布局，减少公路货物运输量，推动“公转铁”“公转水”等货运方式发展，提升铁路、水路货运比重。

表 4-6 地方公转水、公转铁相应政策

年份	省市	政策	政策要领
2020	苏州市	《苏州市推进运输结构调整工作方案》	以推进大宗货物、集装箱运输“公转铁”“公转水”及集装箱多式联运为主攻方向，不断完善综合运输网络，减少公路运输量，增加铁路和水路运输量。大幅提高铁路运输比例，促进具有铁路专用线的大型工矿企业和新建物流园区大宗货物铁路和水路运输比例达到 80% 以上
2020	江苏省	《关于印发江苏省运输结构调整补助方案》	以推进大宗货物、集装箱运输“公转铁”和“公转水”为目标，减少公路运输量，增加铁路和水路运输量。补助实施公转铁、公转水成效明显的沿海主要港口企业（连云港港、南通港、苏州港、镇江港、南京港）
2019	安阳市	《安阳市推进大宗货物运输“公转铁”工作实施方案（2019—2022 年）》	到 2022 年，全市铁路货运总量实现 7250 万吨，较 2020 年增加 3113 万吨，铁路货运量比 2020 年提高 75.2%，铁路运输占比达到 50%。全市铁路运营里程达到 387 公里以上
2019	湖南省	《湖南省推进运输结构调整三年行动计划实施方案》	以“一江、一湖、四水、四线、七枢纽”为重点，以“六大行动”为主要内容，以推进大宗货物运输“公转铁、公转水”为主攻方向，实现“宜铁则铁、宜公则公、宜水则水、宜空则空”优化组合，不断完善综合运输网络

5



道路货运碳排放分析

- 1 货车应用场景分类统计
- 2 货车碳排放量计算



前已述及，道路货运碳排放占交通碳排放的 84.1%，占全国总碳排放的 9.25%，道路货运碳排放已经成为我国碳排放的重要来源之一。本章详细分析不同道路货运车辆和不同应用场景下道路碳排放的计算结果，并探讨不同应用场景下货运碳排放的发展趋势及未来减碳的可行性。

5.1 货车应用场景分类统计

《报告》选取交强险上险数据中 2021 年新销售的货车作为计算数据，将总共近 387 万辆货车分为九种应用场景类型，分别为仓栅式运输车、自卸车、牵引车、混凝土搅拌车、厢式运输车、市政车、垃圾车、普通货车和其他货车，并根据公安部对货车车重的分类标准，分为微型货车、轻型货车、中型货车和重型货车。同时区分出六种燃料类型，分别为柴油、汽油、天然气、插电式混合动力，纯电动和氢燃料电池等。

如图 5-1、图 5-2 所示，2021 年货车新车销售统计中，重型货车和轻型货车占绝大多数，分别为 37% 和 61%，其中牵引车和普通货车销量较高。

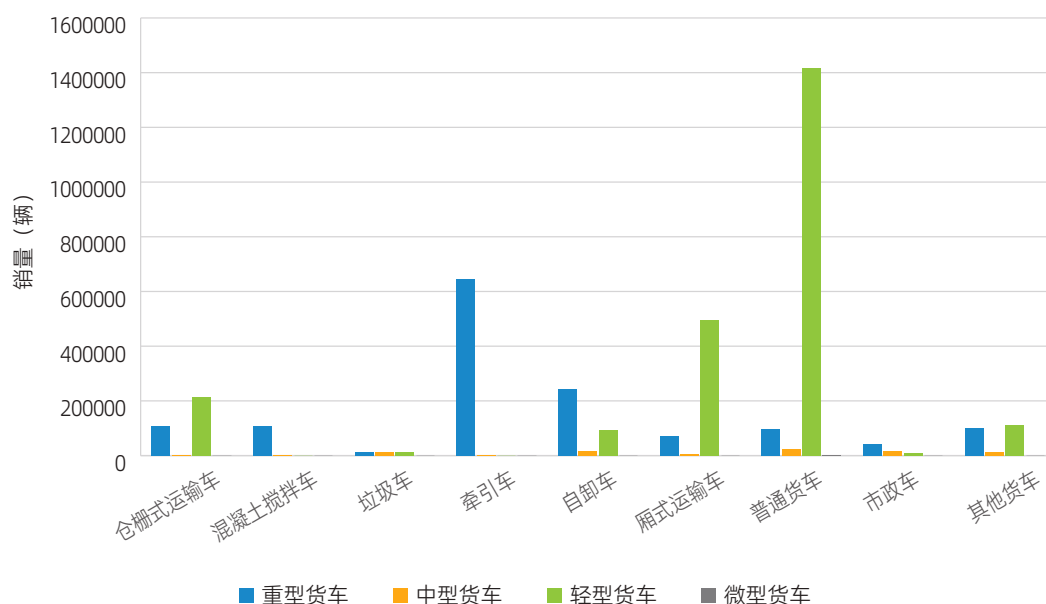


图 5-1 2021 年分应用场景货车销量

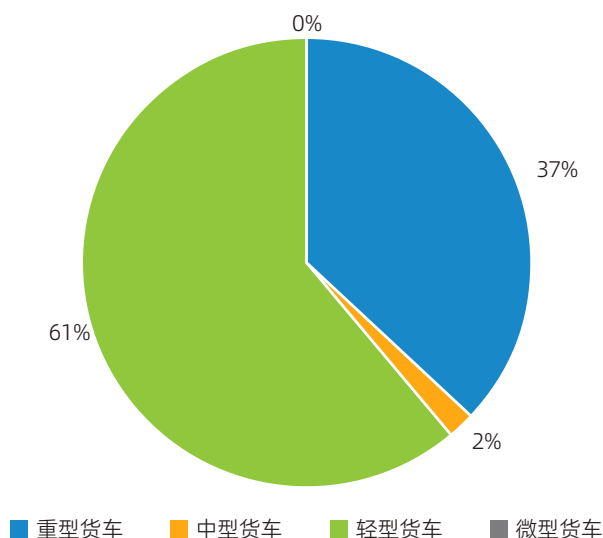


图 5-2 2021 年分车重货车销量占比

如图 5-3、图 5-4、图 5-5 所示，2021 年新销售的货车中柴油货车仍占大部分，达到 69%，普通货车中汽油货车占比较大。除微型货车全部为纯电动货车或氢燃料电池货车外，轻型货车中纯电动货车或氢燃料电池货车占比较大。

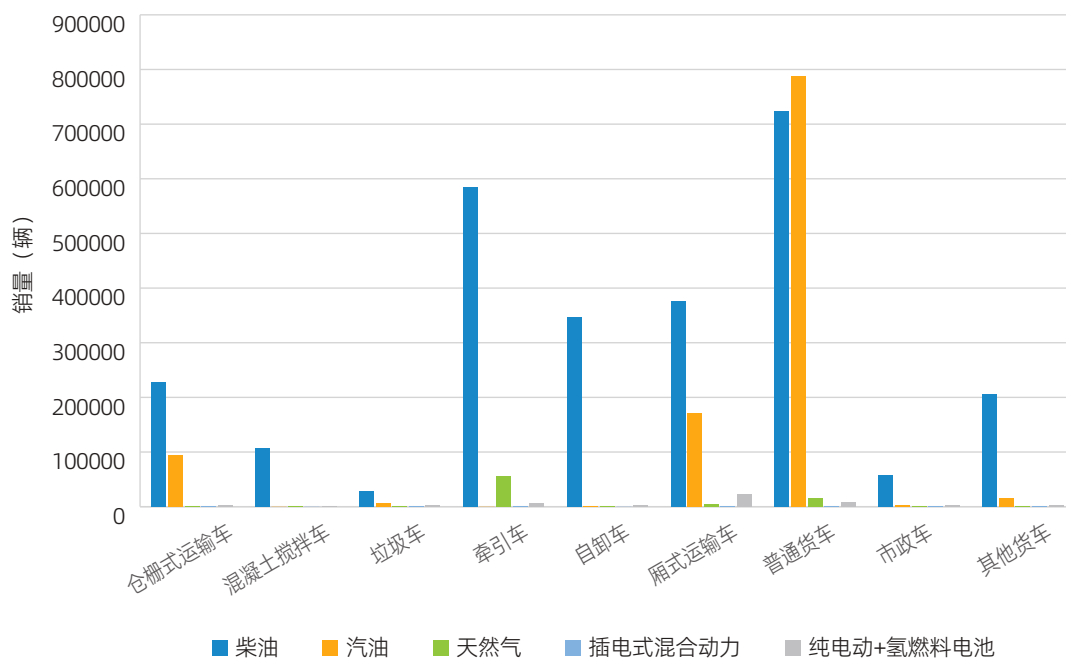


图 5-3 2021 年分燃料类型货车销量

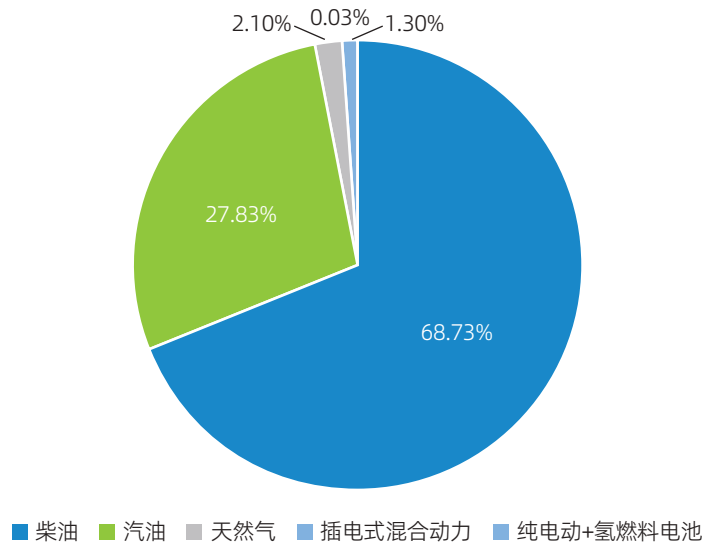


图 5-4 2021 年分燃料类型货车销量占比

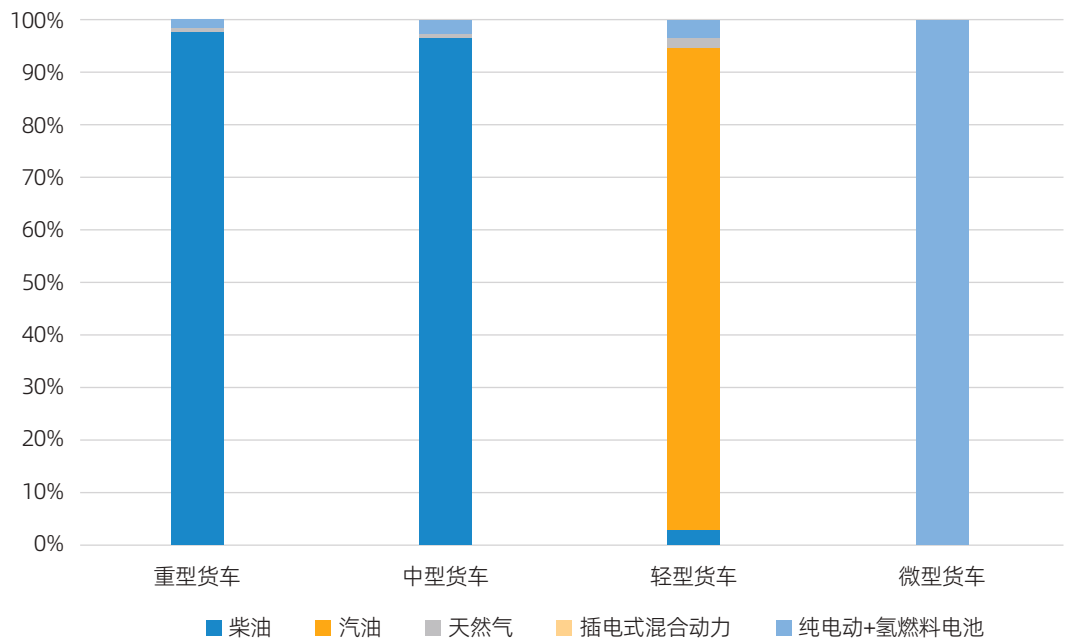


图 5-5 2021 年分车重分燃料类型比例

如图 5-6，2021 年新销售的新能源货车中，厢式运输车销量最高达到 2.1 万辆且占比最大，其次是普通货车和牵引车。

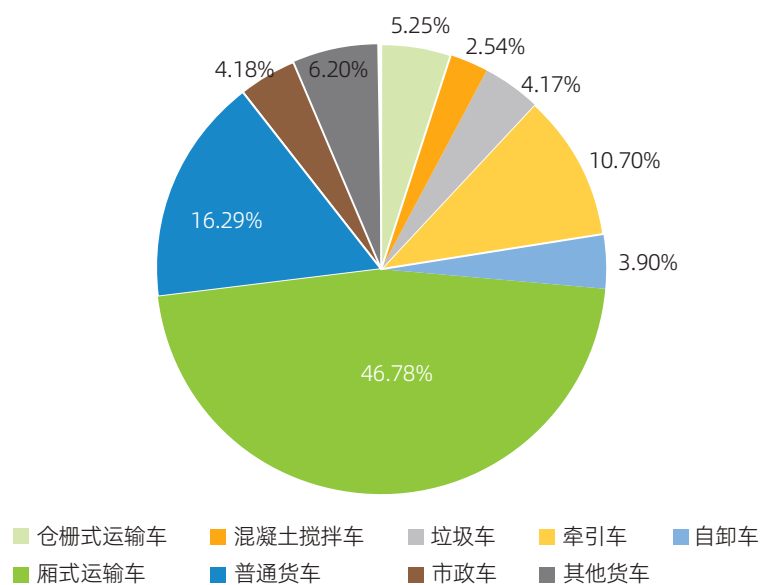


图 5-6 2021 年新能源货车销量占比

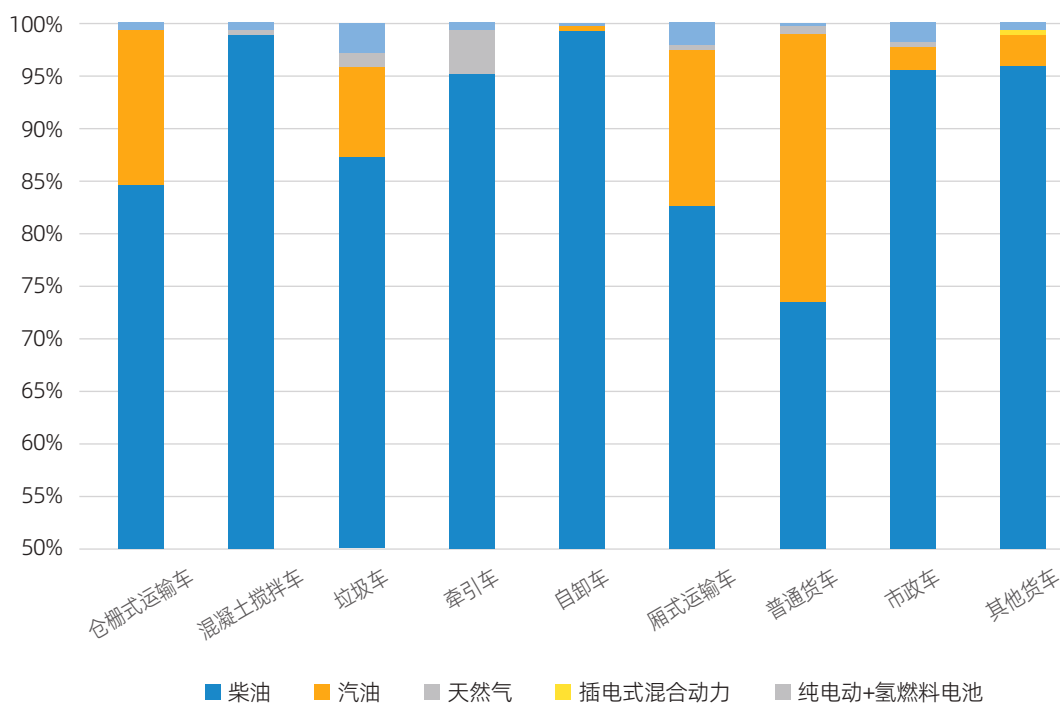


图 5-7 2021 年分车型分燃料销量比例

5.2 货车碳排放量计算

5.2.1 2021 年新销售货车碳排放量计算

《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 2021 年新销售货车的年度碳排放量。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》（GB 30510—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/T 1411—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/T 34598-2017）。本研究中只计算货车道路碳排放，不考虑纯电动货车和氢燃料电池货车全生命周期碳排放，因此这两类货车碳排放视为 0。计算公式为：

$$\sum E_m = \frac{S_i \times D_i \times F_{S_{ij}} \times E_{f_j} \times 44/12}{10^8}$$

其中，

E_m ：碳排放总量（t）；

S_i ：第 i 种车 2021 年的销售量（辆）；

D_i ：第 i 种车 2021 年年均行驶里程（km）；

$F_{S_{ij}}$ ：第 i 种车第 j 种燃料的国六标准百公里油耗（L/100km）；

E_{f_j} ：第 j 种燃料的二氧化碳排放量（tCO₂/t）。

$$E_f = NCV_i \times C_i \times \alpha_i \times 44/12$$

NCV_i ：第 i 种燃料的平均低位发热量；固体和液体燃料的单位为吉焦/吨（GJ/t），气体燃料的单位为吉焦/万立方米（GJ/万 m³）；

C_i ：燃料 i 的单位热值含碳量（tC/TJ）；

α_i ：燃料 i 的碳氧化率。

根据上述两个公式计算得到，2021 年新销售的货车年碳排放量为 1.34 亿吨。



如图 5-8、图 5-9 所示，2021 年新车销售统计中，重型货车和轻型货车占绝大部分碳排放，分别为 83% 和 15%，其中重型牵引车、重型自卸车和轻型普通货车碳排放量较大。

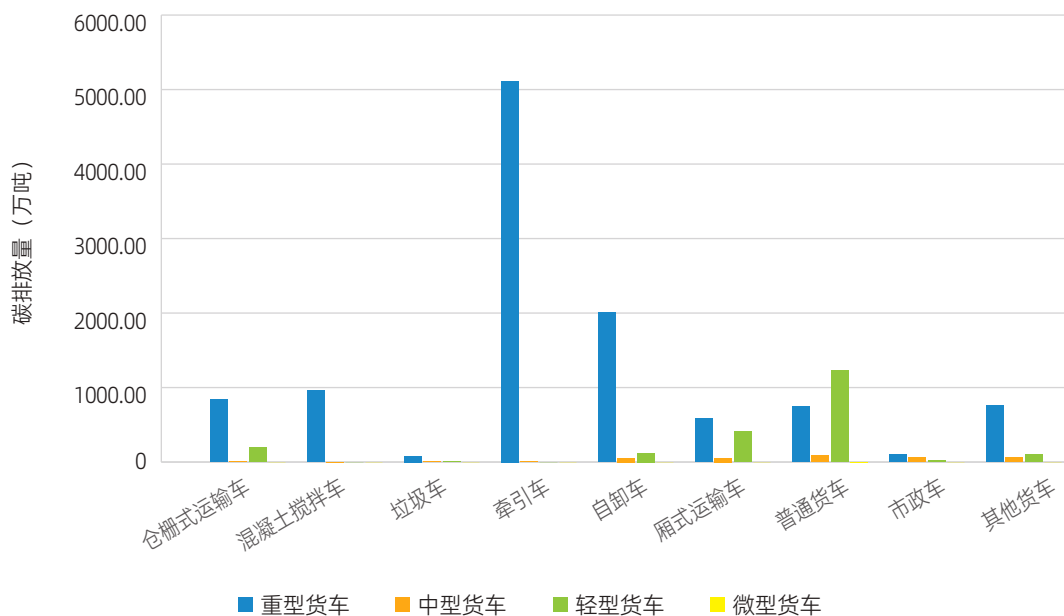


图 5-8 2021 年分应用场景分车重货车碳排放量

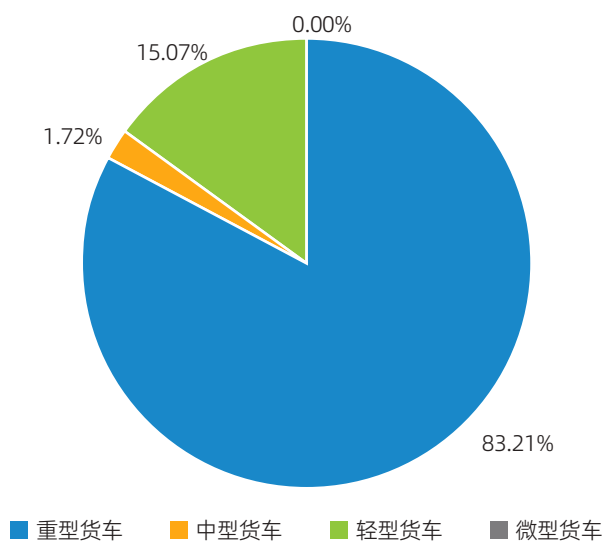


图 5-9 2021 年分车重货车碳排放量占比

如图 5-10、图 5-11 所示，2021 年新车销售统计中，柴油货车和汽油货车占绝大部分碳排放，分别为 91% 和 7%，分应用场景中牵引车和自卸车的柴油碳排放贡献率较大，普通货车的汽油碳排放贡献率最大。

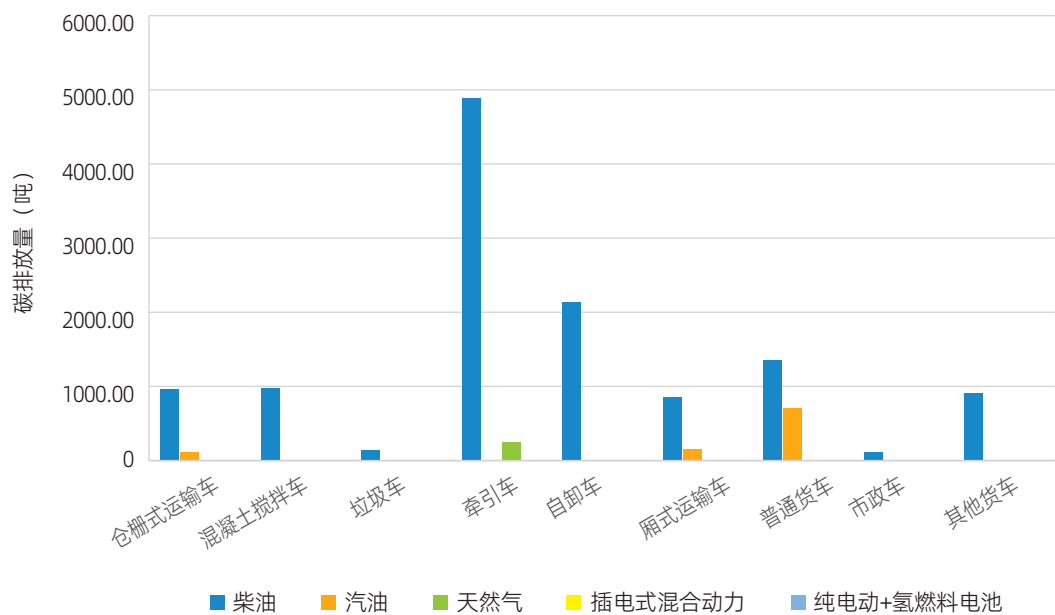


图 5-10 2021 年分车型分燃料类型碳排放量

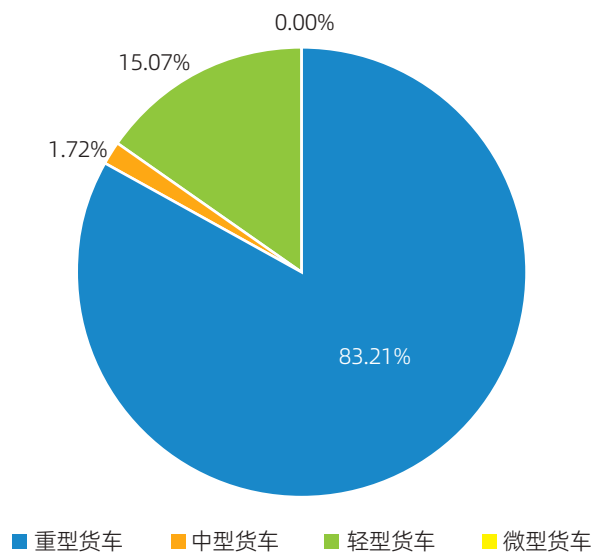


图 5-11 2021 年分车重货车碳排放量占比

如图 5-12 所示，2021 年新销售的货车中，除微型货车全部为纯电动货车或氢燃料电池货车外，中重型货车碳排放基本来自柴油，轻型货车柴油和汽油碳排放量相当。



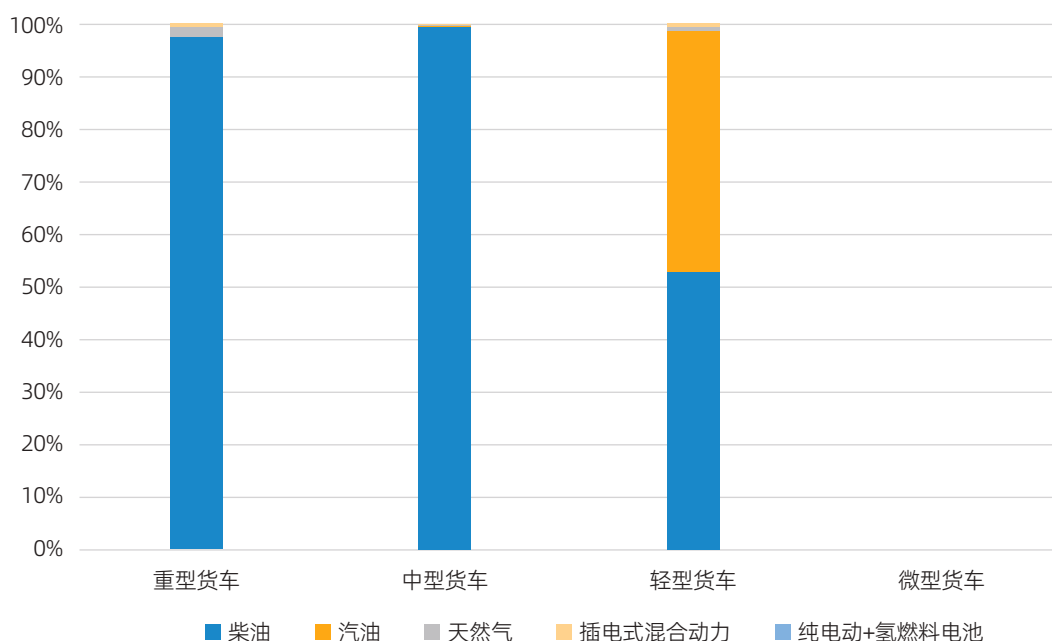


图 5-12 2021 年分车重分燃料类型碳排放量比例

5.2.2 新能源货车年度（2021）节碳量分析

《报告》假设 2021 年所有新销售的新能源货车按应用场景分类后，根据该车型的传统燃油车比例，换算为柴油、汽油和天然气燃料货车，结合碳排放计算公式，得到新能源货车的节碳量¹⁷。

计算得到，2021 年新销售的新能源货车一年可以减排近 114 万吨二氧化碳。未来，随着新能源货车更多地替代传统燃油货车，节碳量会得到进一步提升。

从各应用场景的新能源货车节碳量绝对值来看，牵引车、厢式运输车和自卸车节碳量较大；但从比例来看，垃圾车的节碳比最大，达到了近 5%，其次是市政车和厢式运输车（参见图 5-13、图 5-14）。

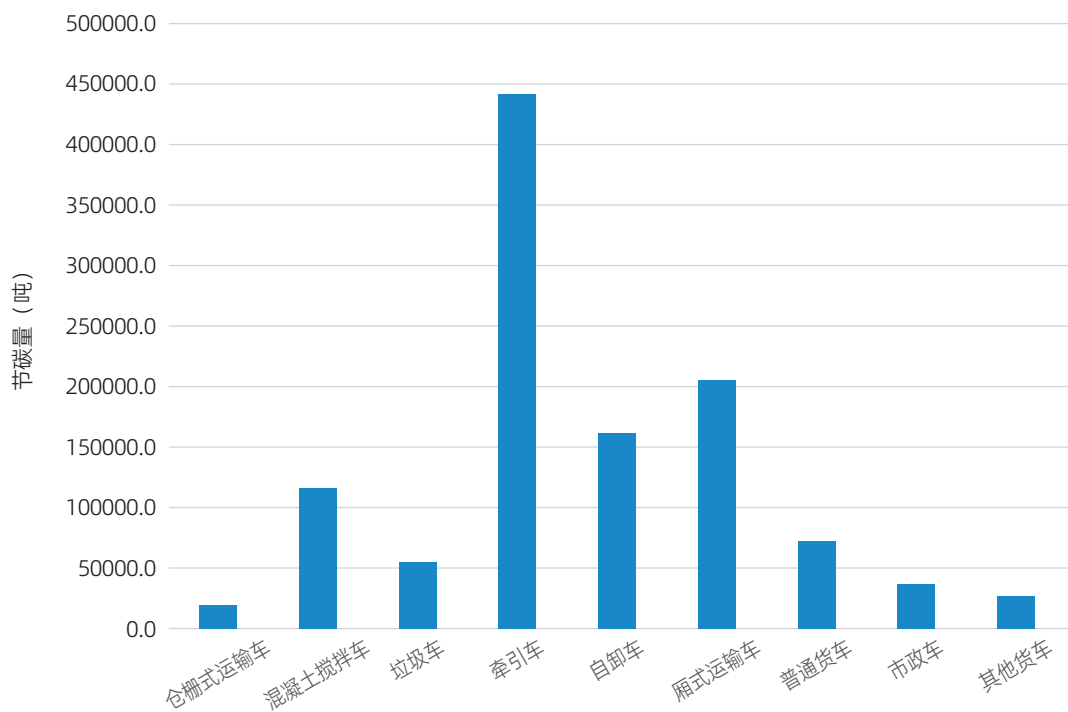


图 5-13 2021 年分应用场景各车型新能源货车节碳量

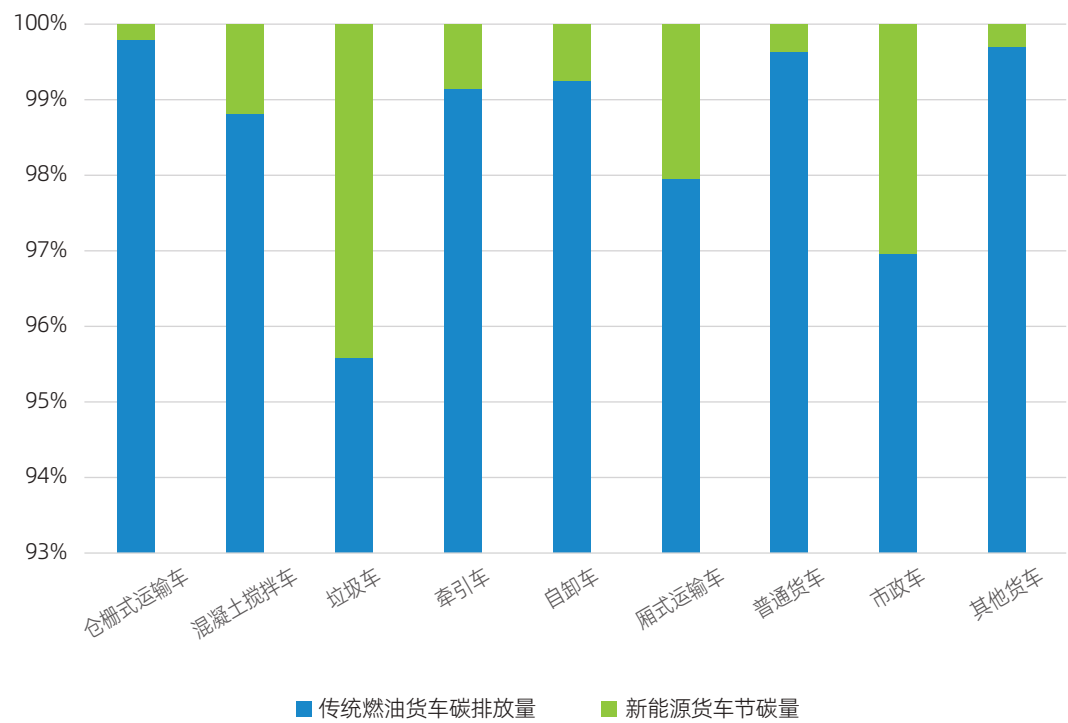


图 5-14 2021 年分应用场景各车型新能源货车节碳比



前述节碳比较高的三种类型货车的城市运输场景或短途运输场景较多，更容易实现电动化。同时，根据国务院办公厅印发的《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》和交通运输部发布的《关于印发〈绿色交通“十四五”发展规划〉的通知》等政策的要求，加快推进物流配送、市政环卫等领域新能源汽车推广应用，全国城市物流配送领域新能源汽车 2025 年预期占比达 20%。未来新能源货车对这三种类型传统燃油货车的替代率会进一步提高，节碳量也会大幅提升。

其他有长途运输场景的货车中，传统燃油车的替代和退出难度较大，如仓栅式运输车、牵引车等。未来，在提升新能源货车技术的同时，需进一步完善充电站、换电站和加氢站等配套基础设施网络的覆盖，如高速公路等。同时，随着充电技术的发展，充电时间缩短，将加快推动纯电动货车的应用。

如图 5-15、图 5-16 所示，分车重来看，重型货车的节碳量绝对值最大，但占比为四种车型里最小。除微型货车均为新能源货车以外，中轻型货车占比最大，达到近 2%。

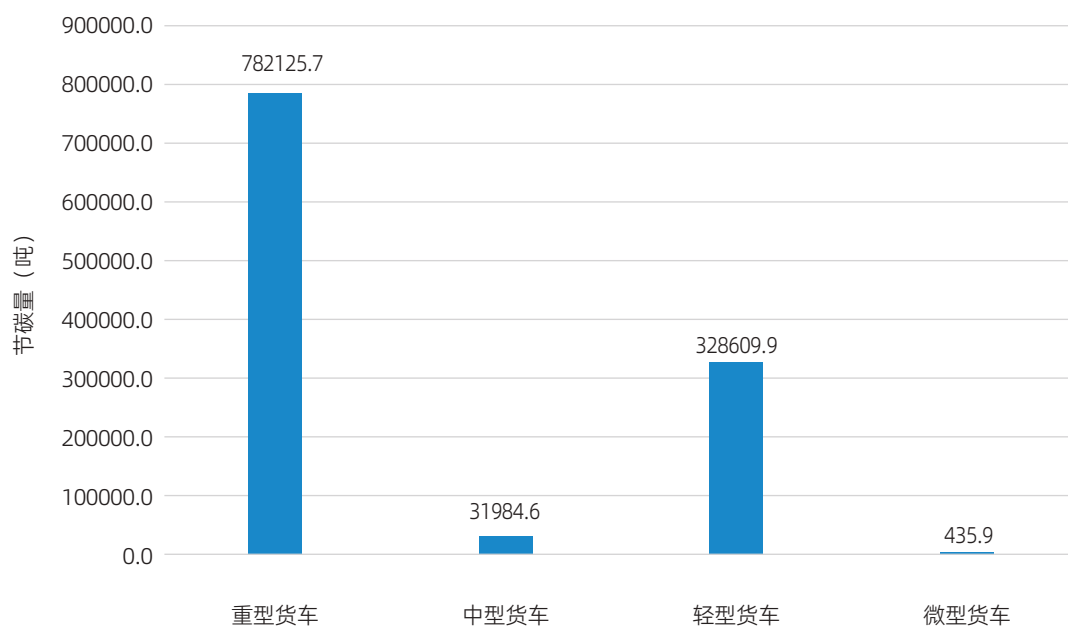


图 5-15 2021 年分车重各车型新能源货车节碳量

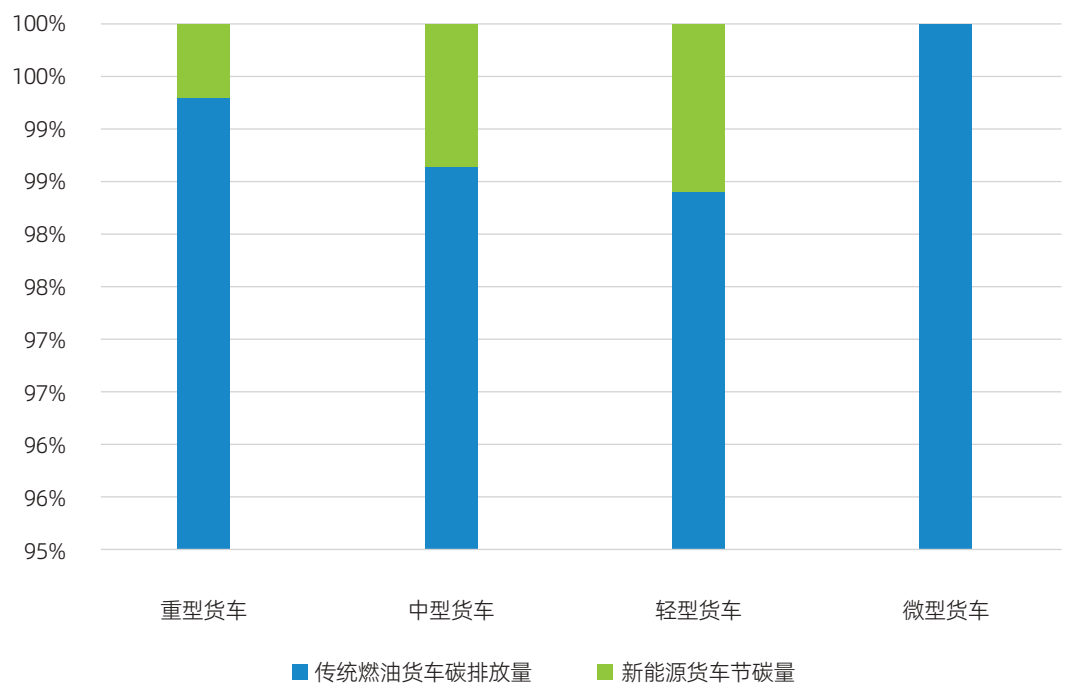


图 5-16 2021 年分车重各车型新能源货车节碳比

新能源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，存在续驶里程短、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。



6

应用场景分析和企业实践案例

- 1 零排放重型货车应用场景分析
- 2 零排放货运实践案例



6.1 零排放重型货车应用场景分析

随着新能源重型货车产业的发展与升级，纯电动重型货车的应用场景越来越广泛。从重点行业的运输需求来看，钢铁、水泥、炼油与石油化工和火电是重点用车领域，占重点行业总用车量的 70%。用于重点行业的运输车辆中，重型货车运输占比约

七成，运距小于 200km 的占 80%；微轻型货车运输占比约三成，运距小于 200km 的占 70%（参见图 6-1）。加之最近几年相关政策出台，钢铁、水泥、炼油与石油化工、火电行业成为率先推动中重型货车零排放转型的领域。

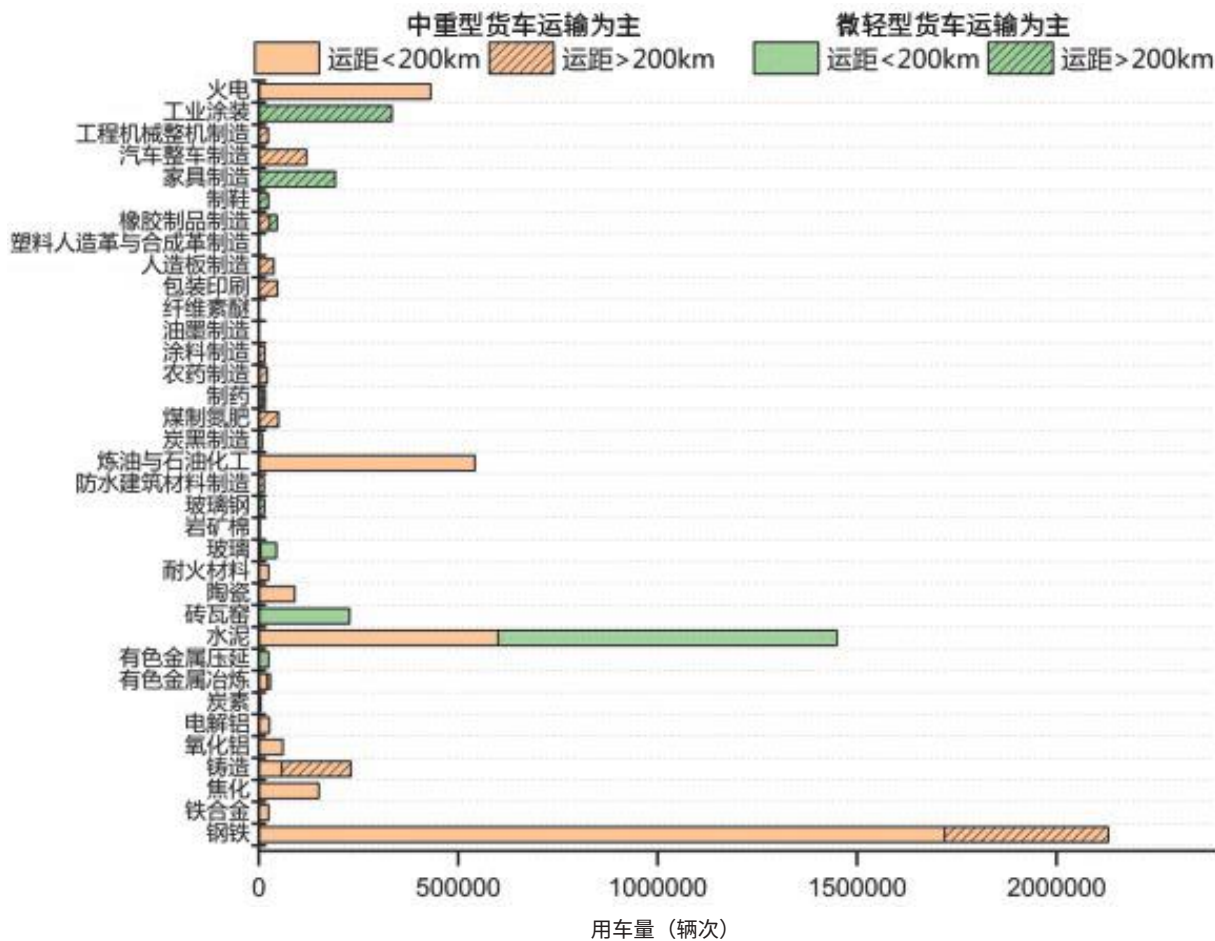


图 6-1 重点行业车辆运行特征分析¹⁸

本节通过对市场上现有应用案例进行汇总分析，按照运输距离将货车的使用场景分成三类：第一类是公共道路长距离运输，主要面向运输距离大于 100km 的公共道路运输；第二类是公共道路中短距离运输，主要面向运输距离小于 100km 的公

共道路运输；第三类是封闭场景运输。在以上各场景中，纯电动是目前新能源重型货车中最为成熟的技术路线，尤其是在公共道路中短距离运输和封闭场景运输中，纯电动重型货车的续航里程足以覆盖使用需求，特别是在钢铁厂、港口等短倒场景中，

换电模式被广泛采用。公共道路长距离运输场景目前对于零排放货车依然是挑战，纯电动重型货车续航里程不足，因此对基础设施的布局要求更高。氢燃料电池货车从长期来看更适合长距离运输，不过

从现有情况看，购车价格依然明显高于纯电动重型货车，而且加氢站布局依然较少，氢气价格仍然偏高。

6.1.1 封闭场景

封闭场景运输中应用纯电动重型货车最多的领域是港口、钢厂和矿山等场景。这些场景作业区域相对固定，但对运输频率要求高，平均单次运距较短，车辆常处于怠速或低速状态，发动机热效率低、燃油经济性差、污染水平高。以上因素为纯电动重型货车的应用创造了条件。不仅如此，港口、钢厂和矿山大多由国有企业运营管理，在空气污染防治和碳减排目标的要求下，近几年低碳转型速度明显加快，零排放货车的采购规模较大。例如，2021年，宝武钢铁采购200辆上汽红岩充换电一体式纯电

动重型货车，在多个厂区内用于钢铁和矿石短倒运输。2022年，湖北省麻城市嘉丰石材与上汽红岩签订了1000辆纯电动重型货车订单，将用于矿山一堆料场往返运输和石材产业园短倒运输。值得注意的是，换电模式正在封闭场景运输中被广泛应用。应用换电模式，重型货车仅需3~5分钟即可完成换电，能大幅提升补能效率；同时，通过采用车电分离模式的购车与运营模式，可减少初期投入，减轻运营负担。

6.1.2 公共道路中短途运输场景

公共道路中短途运输场景主要包括公铁接驳运输、煤矿到电厂以及港口到钢铁厂等短途运输场景。这些场景的运输路线也相对固定，单程运输距离更长，普遍在20~100km不等，同时车辆也会进入公共道路完成运输任务。相比于封闭运输场景，公共道路中短途运输场景的参与企业类型和购车模式都趋于多元化。

2021年，曹妃甸港集团旗下物流运输服务商曹妃甸港物联科技有限公司与上海融和骏玖新能源汽车科技有限公司旗下汽车租赁企业合作，采用“车电分离、车辆与电池租赁”模式，租赁330辆充换一体纯电动重型货车用于港口与厂区间干散货运输，电池由电池银行回购再回租，降低车辆投入成本。

2021年，G7绿港依托鄂尔多斯一包头的公路电煤运输线路，创新了“散改集”运输模式，将散装煤炭运输改为标准化封闭集装箱运输，干线车辆由纯电动重型货车替换柴油重型货车。目前由公司直接控制的纯电动重型货车牵引车40辆，参与运营的纯电动重型货车约300辆，未来一年参与运营的车辆数有望达到1000辆。G7与国电投、协鑫等充换电服务提供商合作，已在鄂尔多斯和包头建设了7座固定式换电站。

除此之外，以宜家、马士基、耐克、科思创为代表的来自不同行业的国际货主和物流运输服务商也在中国进行了零排放重型货车的尝试。不过，目前各企业在中国使用的零排放重型货车数量相对较少，大部分处于试运行和探索阶段。

6.1.3 公共道路长距离运输场景

公共道路长距离运输包括高速公路、国道等干线运输场景，运输距离较长，对车辆续航能力和沿途基础设施布局要求更高。从已有案例来看，使用换电模式的纯电动重型货车和氢燃料电池重型货车是主要的技术路线。2022 年 9 月，开州白鹤电厂与国家电投启源芯动力和上海融和骏玖新能源

科技有限公司合作实现了全国首个换电模式跨省运输场景，从四川达州到重庆开州开展煤炭运输业务，单程约 150km。类似的合作模式也在山西临汾阳城电厂和宏源煤矿之间实现，单程运距可达 250km。充电模式由于补能时间较长，在长距离干线运输场景应用较少。

6.2 零排放货运实践案例

6.2.1 国内企业零排放货运案例

中国宝武纯电动重型货车应用

行业：工业 / 钢铁

场景：钢厂厂区内 / 非公共道路上的短倒运输

购车模式：厂区内运输供应商整车购置

充电模式：换电

货物类型：大件杂货、干散货（成品钢铁、矿石、钢卷等）

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

中国宝武钢铁集团有限公司（简称“中国宝武”）由原宝钢集团有限公司和武汉钢铁（集团）公司联合重组而成，于 2016 年 12 月 1 日揭牌成立，注册资本 527.9 亿元，资产规模 10141 亿元，是提供钢铁及先进材料综合解决方案和产业生态圈服务的高科技企业。2020 年，中国宝武钢产量达到 1.15 亿吨，问鼎全球钢企之冠。在 2022 年《财富》发布的世界 500 强榜单中，中国宝武首次跻身前五十强，排名第 44 位，继续位居全球钢铁企业首位。

根据中国宝武发布的《2021 年绿色低碳发展报告》，2021 年企业吨钢综合能耗为 564 千克标

准煤，比上一年吨钢综合能耗下降 1.65%，吨钢二氧化碳排放下降 0.63%。企业节能环保投入为 111.49 亿元。

(2) 减排背景

a. 减排目标

中国宝武宣布将在 2023 年力争实现碳达峰，2025 年具备减碳 30% 的工艺技术能力，2035 年力争减碳 30%，2050 年力争实现碳中和。

b. 物流领域

物流减排方面，建设产品智慧物流服务体系，优化仓库、码头等物流基础设施布局，进一步优化



运输结构，提升绿色运输能力，如更新新能源车辆，加大新能源车、船应用比例，提供绿色物流解决方案；配套内河 LNG 动力运输船队，构建燃料智慧物流体系；通过流通环节数字化，推进供应链绿色认证，实现全流程“碳足迹”管理，助力构建绿色供应链。

2021 年初，中国宝武和上汽红岩深入交流并积极尝试，致力于新能源商用车的运营以及宣传，旨在为国家能源战略起到带头表率的作用。目前，不同厂区内车辆应用超过 200 辆。

2. 纯电动重型货车应用

(1) 车型选择及技术参数

中国宝武选取上汽红岩纯电动重型货车（公告型号：CQ4180BEVSS441B）。驱动形式为 4×2，电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池。电池容量为 282kWh，理论满载续航里程约 150km。车辆同时具备快充和换电两种技术（快充换一体）。每次充电时间为 40～45 分钟；在换电站换电，则 3～5 分钟即可完成换电（参见图 6-2、表 6-1）。



图 6-2 上汽红岩纯电动重型货车及充电站

表 6-1 纯电动重型货车技术参数

参 数	上汽红岩 CQ4180BEVSS441B
车型	4×2 式；尺寸：910mm×2550mm×3495 mm
额定总质量	42 吨
载货质量	32 吨
电机功率	额定 250kW；峰值 360kW
电机扭矩	额定 1600Nm；峰值 2800Nm
额定最高时速	85km/h
最大爬坡度	20%
转弯直径	15.4 米
电池类型	磷酸铁锂
电池电量	282kWh
满载续航里程	150km
每公里电耗	1.8 kWh
充电方式	快充、换充一体
保修期	5 年

(2) 合作模式

中国宝武总体部署了 200 辆上汽红岩纯电动重型货车。购车模式采用整车购置模式，不同配置的车辆，不同批次购买，价格数量不定，为传统购车贸易合作关系。充电模式方面，90% 以上的纯电动重型货车使用车电分离模式，换电站设在中国宝武的钢厂内部。案例中的物流供应商为中国宝武所属物流公司，纯电动重型货车也由物流供应商购买。

(3) 运力与应用场景

a. 运力分析

从中国宝武目前的钢厂内部运力分配来看（参见表 6-2），所有运量都集中在厂区内的短倒（或称倒短）运输。几乎 100% 的运量集中在运距为 15km 以内的区域，符合纯电动重型货车的续航里程要求。本案例中使用的上汽红岩车型的满载续航里程约为 150km，可以满足这部分短距离运输的运力要求。

表 6-2 中国宝武运力分析

距离范围 (km)	适用车型	业务占比
<10	4×2 半挂牵引车	90%
<15	4×2 半挂牵引车	10%

b. 应用场景

中国宝武纯电动重型货车的应用场景为：钢厂厂区内 / 非公共道路上的短倒运输。

具体线路为钢厂厂区库房运输，单趟行程为 5 ~ 20km。货物类型为各类成品钢铁、矿石、钢卷等。该场景配车数量为 200 辆左右，车辆为充换电混用。单车日运输次数为 10 ~ 20 次，日行驶里程为 100 ~ 150km。充电模式下，单车日充电次数为 2 ~ 3 次，每次充电时间为 40 ~ 45 分钟；换电模式下，单车日换电次数为 2 ~ 3 次，每次换电时间为 3 ~ 5 分钟。

(4) 效果分析

a. 投入成本

中国宝武纯电动重型货车单车（含动力电池）投资成本约 79 万元，维修成本每年 1 万元，总体部署了 200 辆重型货车。纯电动重型货车单车能源成本为 2.4 元 / 公里，单车年均能源成本约 56 万元，相比柴油车有显著优势。

b. 经济效益

本案例的实施方隶属于国有企业，并未重点关注经济效益。然而，相比传统柴油车，纯电动重型货车在运营环节依然具备一定经济效益。

c. 环境效益

据中国宝武估算，相对于同等运力的柴油重型货车车队，在该场景中投入的 200 辆纯电动重型货车每年可实现二氧化碳减排约 1.09 万吨，5 年二氧化碳减排约 5.5 万吨。同时，纯电动重型货车在厂区内装卸作业期间，也有效减少了污染物的排放。

d. 社会效益

钢厂厂区内重型货车作业过程中（包括行驶和装卸），低速和怠速时间较长，使用传统内燃机重型货车超过 5 年后，普遍会出现噪声大、污染物排放多等问题，驾驶员和港区作业人员暴露在车辆排出的高浓度污染物（如 PM2.5）中。厂区内，作业机械和运输车辆是主要污染物排放源。用纯电动牵引车



替换传统内燃机车，可以大大降低尾气带给驾驶员和港区作业人员的健康风险，提高员工健康效益。同时，新能源货车的使用更简单、更安全，可降低驾驶员工作强度。

3. 案例特色

中国宝武的案例有如下特点：一是帮助地方

节能减排，可进一步加快完成碳达峰、碳中和任务；二是应用场景方面，厂区封闭环境内非公共道路上的短倒运输，非常适合当前纯电动重型货车技术局限下的应用，有助于项目的复制；三是有国资背景的企业先行带头试点，也是项目成功的关键之一。

曹妃甸港区纯电动重型货车应用

行业：港口 / 干散货运输

场景：港口与厂区间干线 / 公共道路短距离运输

购车模式：港内运输供应商“车电分离、车辆与电池租赁”

充电模式：换电、快充

货物类型：干散货（铝矾土、铁粉等）

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

唐山港曹妃甸港区是国内唯一连接大秦、蒙冀两条国家能源运输铁路的煤炭下水港。位于河北省东北部的唐山市，腹地包括北京、天津、河北、山西北部及内蒙古西部地区，为中国重要的钢铁、石化及煤炭基地。陆路运输方面，曹妃甸港区与多条铁路干线相连接，其同时也是继秦皇岛港后大秦线重要的中转港，连接内蒙古西部鄂尔多斯与蒙冀铁路，是“西煤东运”三大铁路通道之一，强化了曹妃甸港区在中国国内煤炭贸易中的作用。

曹妃甸港集团股份有限公司（简称“曹妃甸港”）成立于 2007 年 6 月，是集港口建设、开发、运营及投融资等多种功能于一体的大型港口企业，主导曹妃甸港区开发建设及运营管理，主要从事码头和其他港口建设、经营、货物装卸、金融、物流、贸易、货物配送等业务，优质货种为矿石、钢铁、进口煤炭、集装箱等。曹妃甸港物联科技有限公司（简称“港物联”）是曹妃甸港下属专门负责物流业务的企业。

上海融和骏玖新能源汽车科技有限公司（简称“融和骏玖”）是国家电力投资集团有限公司（简称“国电投”）下属专门从事风电、光伏、储能、纯电动重型货车及换电站、纯电工程机械、新能源船舶及船舶换电站、无人智能港口及矿山等新能源集成方案的企业，也是国电投和上汽集团换电重型货车的战略合作执行机构。

(2) “双碳”措施

唐山港曹妃甸港区作为中国“北煤南运”的重点港口，承担着国家能源保供的重要任务。在确保能源安全稳定供应的基础上，曹妃甸港区兼顾实现“双碳”目标。为助力“双碳”目标实现，曹妃甸港区不断优化运输结构，推动煤炭绿色运输，加快“公转铁”转型。同时，曹妃甸港区在智慧港口建设上持续发力。目前，自动化码头依托互联网、物联网和自动化技术，已基本实现“智能装卸”“无人码头”，为国内港口自动化码头建设改造提供了唐山港方案。

融和骏玖在唐山市曹妃甸区下设全资子公司唐

山骏荣供应链有限公司（简称“唐山骏荣”），作为融和骏玖附属资产平台及车辆运营中心。为持续加强智慧零碳码头建设，提高渗透率，实现高效安全绿色运输，融和骏玖于 2022 年 7 月携手上海友道智途在曹妃甸港开展新能源智能重型货车无人驾驶示范运营项目，计划连续 4 年提供不少于 6000 万吨的自动驾驶运力服务。

在国家“双碳”目标以及唐山市积极倡导降低空气污染的大背景下，融和骏玖与港物联达成战略共识，以港口为中心，将新能源重型货车广泛深入地辐射到当地钢厂、矿山、大宗散货等运输场景中。

2. 纯电动重型货车应用

(1) 车型选择及技术参数

曹妃甸港选取上汽红岩纯电动重型货车（公告型号：CQ4250BEVSS404B）。驱动形式为 6×4，电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池。电池容量为 282kWh，理论满载续航里程约 180km。车辆同时具备快充和换电两种技术。在大功率快充模式下，40 ~ 90 分钟即可充满电；在换电站换电，则 6 分钟可换完电池（参见图 6-3、表 6-3）。



图 6-3 上汽红岩纯电动重型货车

表 6-3 纯电动重型货车技术参数

参数	上汽红岩 CQ4250BEVSS404B
车型	6×4 式；尺寸：77460mm×2550mm×3320 mm
额定总质量	49 吨
载货质量	38 吨
电机功率	额定 250kW；峰值 360kW
电机扭矩	额定 1600Nm；峰值 2500Nm
额定最高时速	85km/h
最大爬坡度	20%
电池类型	磷酸铁锂 / 宁德时代 标准箱 / 液冷 282kWh 充换一体
电池电量	282kWh

参数	上汽红岩 CQ4250BEVSS404B
满载续航里程	180km
每公里电耗	1.567 kWh
充电方式	换充一体
保修期	5 年 20 万公里

(2) 合作模式

本案例依托无车承运人平台的稳定货源池及港口资源的深入对接，结合上汽红岩的驾驶数据积累和专业运营团队经验，并借助融和骏玖新能源技术开发及能源供应的优势，形成“车货行”一体化运行模式，实现“零碳”电动化驾驶标杆项目落地运营。

购车模式方面，采用“车电分离、车辆与电池租赁”模式。电池采取由电池银行回购再回租的方式，降低车辆投入成本。通过进入换电站换电的形式，提高车辆运营效率。

融和骏玖作为上汽红岩独家代理商，由旗下的

唐山骏荣将纯电动重型货车租赁给港物联使用。唐山骏荣现持有 380 辆车辆资产，按市场运量匹配，现已投入运营车辆 300 余辆。

(3) 运力与应用场景

a. 运力分析

从曹妃甸港的运力分配情况来看（参见表 6-4），目前约 70% 的运量集中在运距为 50km 以内的区域，往返距离在 100km 左右，符合纯电动重型货车的续航里程要求。本案例中使用的上汽红岩车型的满载续航里程约为 180km，可以满足这部分短距离运输的运力要求。

表 6-4 曹妃甸港运力分析

距离范围 (km)	适用车型	业务占比
<50	全车型	70%
50 ~ 100	牵引挂车	15%
100 ~ 200	牵引挂车	10%
≥200	牵引挂车	5%

b. 应用场景

曹妃甸港纯电动重型货车的应用场景为：港口与厂区间干线 / 公共道路上的短距离运输（参见图 6-4）。

具体运输线路为码头到钢厂，单趟行程为 70 ~ 80km。货物类型为大宗散货（铝矾土、铁粉等），作业地点为码头和钢厂内的露天场地或环保仓库。该线路配车数为 254 辆，日均总运量约 3

万吨。单车日运输次数为 3 ~ 4 次，日行驶里程为 225 ~ 300km，日充电次数为 6 ~ 8 次，每次充电时间为 40 ~ 90 分钟。

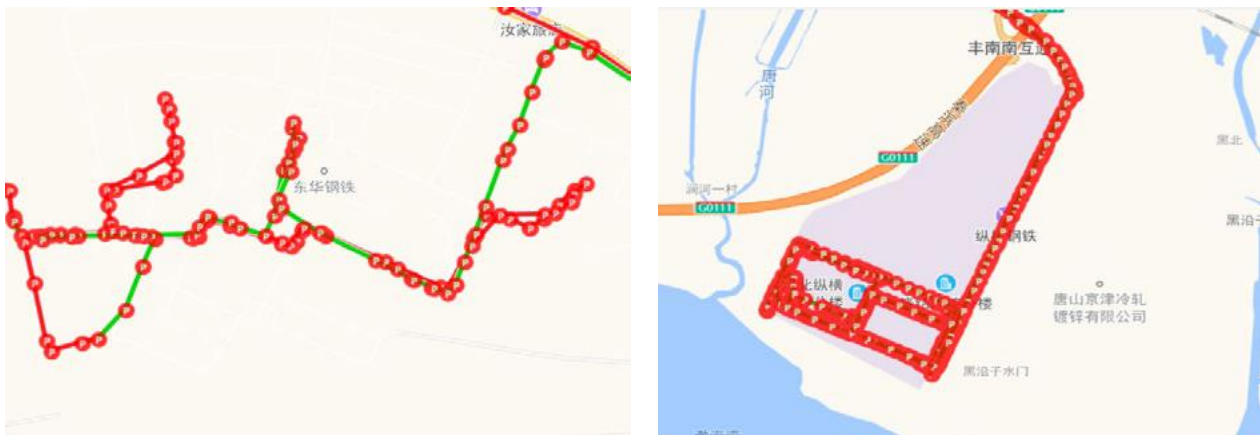


图 6-4 曹妃甸港纯电动重型货车应用场景与运输线路

(4) 效果分析

a. 投入成本

曹妃甸港纯电动重型货车单车租赁成本约为每月 1.2 万元，电池租金为 7000 元 / 辆，维修成本为每年 2 万元。纯电动重型货车单车能源成本为 2.4 元 / 公里（含电费、充电服务费、电池租赁费），相比柴油重型货车（约 4.4 元 / 公里）有显著优势，单车年均能源成本约 13 万元。

b. 经济效益

相比传统柴油重型货车，纯电动重型货车的经济效益主要体现在应用环节。曹妃甸港引进的上汽红岩纯电动重型货车，相较于传统柴油重型货车，能源成本节省显著。根据曹妃甸港测算，本案例在保证运量的情况下，物流项目 2.5 年可回收成本，每年稳定产生收益 1400 万~1500 万元。此外，“车电分离、车辆与电池租赁”模式相对于整车购置模式来说，也在很大程度上节省了企业对纯电动重型货车的先期投资成本。

c. 环境效益

据曹妃甸港估算，相对于同等运力的柴油重型货车车队，在该场景中投入的 300 余辆纯电动重型货车每年可实现二氧化碳减排约 2.7 万吨，5 年

二氧化碳减排约 13.6 万吨。同时，纯电动重型货车在港区和厂区内部的装卸作业期间，也有效减少了污染物排放。

3. 案例特色

曹妃甸港案例有如下特点：一是帮助地方节能减排，可进一步加快完成碳达峰、碳中和任务，并实现《绿色交通“十四五”发展规划》中对港区减碳的要求；二是“车电分离、车辆与电池租赁”采购模式可以大幅降低企业对纯电动重型货车的前期投资成本，有助于促进项目扩大和复制，提高积极性；三是在当前纯电动重型货车的技术局限下，其更适合短距离应用场景，选择合适的距离和运力对纯电动重型货车的应用尤为重要；四是在合作模式上，港口企业（曹妃甸港）、物流货运企业（港物联）、客户企业（曹妃甸区大部分钢厂）、车辆制造企业（上汽红岩）、车辆租赁企业（融和骏玖及旗下的唐山骏荣）的多方合作，为港区内以及厂区间短距离纯电动重型货车应用提供了一系列创新的商业合作模式和智慧充换电模式。从最近的推广复制程度来看，这种多方合作模式似乎尤为适合港口企业。新能源汽车是智能化、网联化的技术产物，与智慧港口的建设有天然的契合点。



阳城电厂纯电动重型货车应用

行业：能源 / 电力

场景：电厂与煤矿间干线 / 公共道路上的长距离运输

购车模式：物流供应商整车购置

充电模式：换电

货物类型：干散货 / 煤炭

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

阳城电厂由阳城国际发电有限责任公司（简称“阳电一期”）和大唐阳城发电有限责任公司（简称“阳电二期”）两个独立法人实体组成。两个公司独立经营、独立核算。阳电一期是国家“九五”计划重点工程，建设规模为 2100MW，安装六台 35 万千瓦进口燃煤发电机组，总投资 129 亿元。其由中国大唐集团有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司、格盟国际能源有限公司、山西国际电力集团有限公司、美国爱依斯电力公司中国分公司共同出资组建。阳电二期是国家“十五”计划重点工程，建设规模为 1200MW，安装两台 60 万千瓦国产燃煤发电机组，工程总投资 47 亿元，利用已建成输电线路的富余容量继续向江苏送电。其由中国大唐集团有限公司、江苏省国信资产管理集团有限公司、格盟国际能源有限公司共同出资组建。阳电三期工程拟建规模为 3960MW，安装 6 台 660MW 超临界、间接空冷凝气式燃煤发电机组，设计为双机一塔，取消烟囱，脱硫脱硝一次性同步建设到位。阳电三期工程将继续采取专厂、专线、专供方式向江苏省送电。按照规划，三期工程全部投产后，阳城电厂总装机容量将达到 7260MW，为世界最大的火力发电厂，每年可消耗地方末煤 1550 万吨，向江苏省送电 390 亿千瓦时。

(2) “双碳”措施

在“双碳”背景下，阳城电厂正发力新能源开发建设，电、热、汽、光多元发展，优势互补，助力“双碳”目标落地。阳城电厂现有两个光伏项目共 12 万千瓦均已正常发电，还有四个光伏发电项目共 60 万千瓦目前正在紧张建设当中。同时，企业已与阳城县政府达成合作开发全县屋顶光伏的意向，积极推进二期灰场、厂区屋顶等分布式光伏开发。

阳城电厂希望通过能源转型获得在运力市场上的转型，提前布局新能源运输，并于 2022 年联合融和骏玖共同建设形成运力平台和资产平台，双平台深度合作，并辐射当地的区域短倒以及专用线路电煤运输的新能源运输网络。据不完全统计，煤炭相关的重型商用车的当地保有量在 70000 辆以上，潜力巨大。

2. 纯电动重型货车应用

(1) 车型选择及技术参数

阳城电厂选取上汽红岩纯电动重型货车（公告型号：CQ4250BEVSS404B），驱动形式为 6×4，电池为宁德时代新能源科技股份有限公司的磷酸铁锂电池，电池容量为 282kWh，理论满载续航里程约 180km。该车辆同时具备快充和换电两种技术，在大功率快充模式下，40 ~ 90 分钟即可充满电；在换电站换电，则 6 分钟可换完电池。外观及技术参数参见图 6-5、表 6-5。



图 6-5 上汽红岩纯电动重型货车

表 6-5 纯电动重型货车技术参数

参数	上汽红岩 CQ4250BEVSS404B
车型	6×4 式；尺寸：7460mm×2550mm×3320 mm
额定总质量	49 吨
载货质量	38 吨
电机功率	额定 250kW；峰值 360kW
电机扭矩	额定 1600Nm；峰值 2500Nm
额定最高时速	85km/h
最大爬坡度	20%
电池类型	磷酸铁锂 / 宁德时代 标准箱 / 液冷 282KWh 充换一体
电池电量	282kWh
满载续航里程	180km
每公里电耗	1.75 kWh
充电方式	充换一体
保修期	5 年 20 万公里

(2) 合作模式

本案例的合作模式为成立合资公司，共同经营业务以实现互补。具体是唐山骏荣与上海创联电叶及另一家公司成立山西骏叶公司，承运宏源煤矿至阳城电厂的保供运力，并购置纯电动重型货车负责物流运营。同时，政府也给予部分补贴政策、电费

优惠政策、路权政策，国电投负责换电站的建设运营。阳城电厂总共部署了 30 ~ 70 辆纯电动重型货车，单车价格为 70 多万元。购车模式采用整车购置（含电池）模式，电池银行回购电池再转租给持车公司使用，运营采用换电模式。

(3) 运力与应用场景

a. 运力分析

从阳城电厂的运力分配情况来看（参见表 6-6），约 80% 的运量集中在运距超过 200km 的区域，多为电厂到煤矿的距离。理论上，根据上汽红岩车型

的满载续航里程（约 180km），该类型纯电动重型货车无法在中途不补电的情况下完成这部分运力。本案例中，阳城电厂仍选择纯电动重型货车来满足长距离的部分运力，并在途中安排车辆进行换电。

表 6-6 阳城电厂运力分析

距离范围 (km)	适用车型	业务占比
<50	牵引挂车	5%
50 ~ 100	牵引挂车	5%
100 ~ 200	牵引挂车	10%
≥200	牵引挂车	80%

b. 应用场景

阳城电厂纯电动重型货车的应用场景为：电厂与煤矿间干线 / 公共道路上的长距离运输。阳城电厂纯电动重型货车应用场景与运输线路参见图 6-6。具体运输线路为宏源煤矿到阳城电厂之间，单

趟行程为 250km，货物类型为大宗散货（煤炭）。该线路纯电动重型货车配车数为 3 ~ 70 辆，单车日均总运量为 30 ~ 60 吨，日运输次数为 1 ~ 1.5 次，日行驶里程约 500km，日换电次数为 3 ~ 6 次，每次换电时间为 3 ~ 5 分钟。

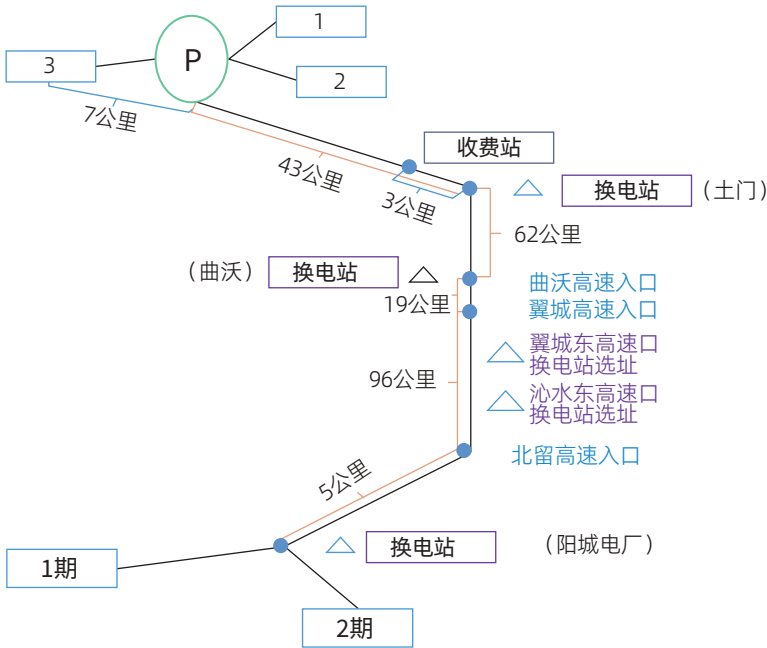


图 6-6 阳城电厂纯电动重型货车应用场景与运输线路

(4) 效果分析

a. 投入成本

纯电动重型货车单车（含动力电池）的投资成本为 70 多万元，维修成本为每年 3 万~3.5 万元，总体部署了 30~70 辆重型货车。纯电动重型货车单车能源成本为 2.3 元/公里（含电费、换电服务费、电池租赁费），相比柴油重型货车（约 3.2 元/公里）有显著优势，其年均能源成本约 12 万元（不含电池租赁费、换电服务费）。

b. 经济效益

相比传统柴油重型货车，纯电动重型货车的经济效益主要体现在应用环节。阳城电厂引进的上汽红岩纯电动重型货车，相较于传统柴油重型货车，能源成本节省显著。根据阳城电厂测算，本案例在保证运量的情况下，物流项目 2 年可回收成本，后续每年稳定产生收益 400 万~500 万元。

c. 环境效益

据阳城电厂估算，相对于同等运力的柴油重型货车车队，在该场景中投入的 30~70 辆纯电动重型货车每年可实现二氧化碳减排约 1.9 万吨，5 年二氧化碳减排约 9.4 万吨。同时，纯电动重型货车在电厂和煤矿厂区内部的装卸作业期间，也有效减少了污染物排放。

d. 社会效益

电厂和煤矿厂区内部的重型货车作业过程中（包括行驶和装卸），车辆低速和怠速时间较长，使用传统内燃机重型货车超过 5 年后，普遍会出现噪声大、污染物排放多等问题，使驾驶员和厂区内作业人员暴露在车辆排出的高浓度污染物（如 PM2.5）中。使用纯电动牵引车替换传统内燃机车，可以大大降低尾气给驾驶员和厂区内作业人员带来的健康风险，提高员工健康效益。

3. 案例特色

阳城电厂的案例有如下特点：一是帮助地方节能减排，可进一步加快完成碳达峰、碳中和任务；二是应用场景方面：突破了纯电动重型货车只能进行短距离运输的限制，通过实践证明只要在干线上合理布局换电站，纯电动重型货车也能满足较长距离的运力需求；三是合作模式方面：发电企业（阳城电厂）、上游一次能源企业（宏源煤矿）、新能源绿电交通创新企业（融和骏玖）、车辆制造企业（上汽红岩）、物流货运企业（山西骏味）的多方合作，为电厂与煤矿间较长距离的纯电动重型货车应用提供了一系列创新的商业合作模式和智慧换电模式，值得更多企业借鉴。

G7 绿港纯电动重型货车应用

行业：物流

场景：电厂与煤矿间干线 / 公共道路上的短距离运输

购车模式：物流供应商“车电分离、电池租赁”

充电模式：快充 / 换电

货物类型：集装箱（煤炭）

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

G7 成立于 2010 年，是全球领先的物联网科

技公司，致力于以物联网技术推动公路货运行业的数字化转型。其面向生产制造与物流行业的货运经营者提供软硬一体、全链贯通的 SaaS 服务，包括



订阅服务（车队管理、安全管理）与交易服务（数字货运、智能装备、物联保险）。G7 平台连接超过 320 万辆重型货车，其客户覆盖大多数上游头部货主以及 50000 多家下游中小物流企业。G7 绿港是 G7 控股的子公司，专注于大宗领域，通过模式创新（如智慧甩箱）提升物流车辆运营效率，使得物流车辆电动化本身具备经济性，从而实现用纯电动重型货车替代传统燃油重型货车运输的模式。

（2）“双碳”措施

自成立之初，G7 绿港就致力于推动煤炭公路运输的模式创新、智能化和新能源化。2021 年以来，G7 绿港以鄂尔多斯一包头的公路电煤运输线路为重点，开创了“散改集 + 新能源”的运输模式，使得煤炭运输车辆的运行里程从传统模式的 6000 ~ 8000 公里 / 月提升至 15000 ~ 20000 公里 / 月。基于此，纯电动重型货车牵引车具备了比传统燃油重型货车牵引车更好的经济性。目前公司直接控制的纯电动重型货车牵引车 40 辆，参与运营的纯电动重型货车约 300 辆，未来一年参与运营的车辆数有望达到 1000 辆。

同时，G7 绿港与国电投、协鑫等充换电服务提供商形成了紧密的合作关系，先后共同在鄂尔多斯和包头区域建设了 7 座固定式换电站，促进了鄂尔多斯和包头区域的物流电动化进程。另外，G7

绿港还与众多充电桩合作伙伴合作，形成小规模下的商用重型货车充电桩应用电动化方案，促使电动化应用场景大幅拓宽。

G7 绿港规划的包头市“散改集 + 新能源”项目助力城市减碳。城市外规划多个陆港，散装煤炭运输改为标准化封闭集装箱运输，干线车辆由纯电动重型货车替换柴油重型货车；城市内计划投放 400 辆纯电动重型货车进行电厂配送，替代数千辆重型货车。

2. 纯电动重型货车的应用

针对大宗煤炭运输车辆行驶效率不高、车辆大量排队、城市尾气污染等问题，G7 绿港于 2021 年 1 月在内蒙古地区启动“散改集 + 新能源”项目，旨在通过解耦干线运输和末端配送及集装箱标准化运输等模式创新，帮助大宗煤炭物流实现降本增效和能源转换。

（1）车型选择及技术参数

G7 绿港选用北奔牌纯电动重型货车（公告型号：ND4250BBXJ7Z02BEV）（参见图 6-7、表 6-7）。牵引车驱动形式为 6×4，电池类型为磷酸铁锂电池。车辆为充换电一体车型，电池容量为 282kWh，等速（40km/h）满载续航里程为 250km。整车重量为 11 吨，列车总质量为 49 吨。



图 6-7 北奔牌纯电动重型货车

表 6-7 纯电动重型货车技术参数

参数	北奔 ND4250BBXJ7Z02BEV
车型	6×4 式；尺寸：7420mm×2550mm×3350mm
整车重量	11 吨
准牵引总质量	37.87 吨
列车总质量	49 吨
电机功率	220kW
额定最高时速	80km/h
最大爬坡度	21%
电池类型	磷酸铁锂电池
电池电量	281.92kWh
满载续航里程	等速 40km/h 续航 250km
每公里电耗	场景不同电耗不同：高速路 1.3 ~ 1.6kWh；市政普通道路 2 ~ 2.6kWh
充电方式	快充 / 换电
保修期	12 个月

(2) 合作模式

纯电动重型货车应用依托于 G7 绿港项目，提供甩箱运营的场站服务与 IOT+SaaS 服务。同时，G7 绿港与合作伙伴一起成立了装备资产持有和运营公司，提供包括道路运输资产（货车、电池、挂车、集装箱）和场站运营装备（正面吊等）的融资租赁和经营性租赁服务。合作伙伴包括：

- 货主企业（电厂 / 煤矿或贸易商）：主要提供运输优先权（如电厂绿通、煤矿绿通等）；
- 物流供应商：通过使用 G7 绿港提供的运营场景、IOT+SaaS 服务，有效提升运营效率，使得“散改集 + 新能源”本身具备经济性；
- 充换电企业：投资建设换电站 / 充电桩，为上述场景提供能源补给服务。

购车模式目前采用车电分离，无动力车身由资产公司或物流供应商提供，电池由国电投或协鑫回

购后经营性租赁，采用换电模式，向换电公司支付充换电服务费。

(3) 运力与应用场景

G7 绿港纯电动重型货车的应用场景为：电厂与煤矿间干线 / 公共道路上的短距离运输。其应用场景模式对比参见图 6-8，实际运营场景如图 6-9 所示。

具体运输线路为鄂尔多斯煤矿到包头电厂，单趟行程为 98 公里。货物类型为大宗散货（煤炭）的“散改集”。该线路配车数为 100 ~ 150 辆，日均总运量为 5000 ~ 15000 吨。单车日运输次数为 2 ~ 4 次，日行驶里程为 400 ~ 800 公里，日换电次数为 2 ~ 6 次，每次换电时间为 3 ~ 10 分钟。



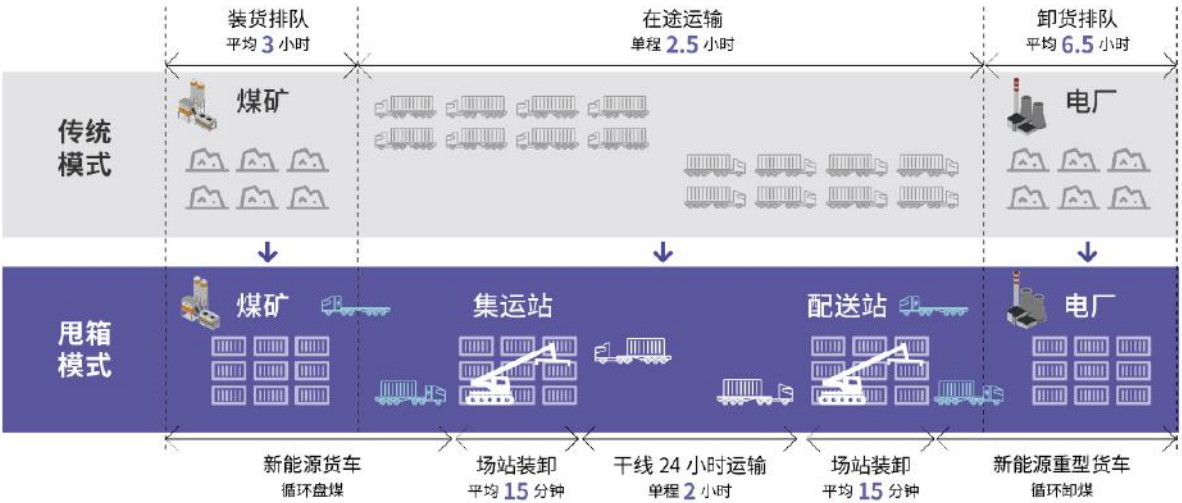


图 6-8 传统模式与甩箱模式对比



图 6-9 G7 纯电动重型货车实际运营场景

(4) 效果分析

a. 投入成本

本案例场景中，G7 绿港总体部署了 30 辆

纯电动重型货车，合作伙伴投入 300 辆纯电动重型货车。单车（不含动力电池）的投资成本约 33 万元，30 辆纯电动重型货车身投资合计

约 996 万元（含上牌费）。纯电动重型货车单车维修成本为每年 3.0 万~4.5 万元，能源成本约 2.3 元/公里（含电费、换电服务费、电池租赁费），相比柴油重型货车（约 3.37 元/公里）有显著优势，其年均能源成本约 41.4 万元。

b. 经济效益

“车电分离、电池租赁”购车模式使得 G7 绿港采购纯电动重型货车（不含动力电池）与传统柴油重型货车的成本大体相当。然而，相比传统柴油重型货车，纯电动重型货车的经济效益主要体现在应用环节。根据 G7 绿港测算，在年均里程 18 万公里的运行强度下，每辆纯电动重型货车要比柴油重型货车节省约 19 万元能源成本。按 30 辆纯电动重型货车车队计算，每年可以节省能源成本约 570 万元。

c. 环境效益

根据 G7 绿港测算，在线路全部使用纯电动重型货车且在数字甩箱模式下，煤炭运输存在的干线运输效率低、怠速排队、在途污染等问题得到有效解决。试点项目每年运输过程中减排 2.6 万吨二氧化碳当量。随着 G7 绿港数字甩箱模式在包头市全面推广，据估算，包头市煤炭物流初期最低可减少 21.55 万吨碳排放，随着新能源重型货车逐步替代燃煤重型货车和 LNG 重型货车，最终可减少 50 万吨碳排放。同时，从鄂尔多斯煤矿到包头电厂，每年可减少约 3.6 万吨 PM10 排放。

d. 社会效益

除了车辆的电动化有效降低碳排放外，G7 绿港首创的甩箱模式，利用铁路集装箱作为煤炭运输载体，完美契合了国家大宗运输“散改集”整体战略部署，在抑制煤炭运输扬尘和撒漏方面极大地优于传统运煤方式。

另外，“散改集+新能源”方式使得煤炭运输

装备完全合规化，从根本上杜绝了车辆非法改装、严重超载等在大宗运输里长期存在的顽疾，也对电煤产业的长期稳定供给起到了促进作用，对于促进大宗运输的规范化和可持续发展有着深远的正向贡献。

3. 案例特色

G7 绿港的案例具有如下特点：一是“甩箱/甩挂”模式创新使得车辆运行里程大幅增加。这样做的好处有两方面，一是提高了车辆利用与运输效率，二是这种短距离、高频次、大运量的场景非常适合目前续航里程比较有限的纯电动重型货车的应用，同时还在运营成本上获得优势。二是购车模式上，“车电分离、电池租赁”可以大幅降低企业对纯电动重型货车前期投资成本，有助于促进项目扩大和复制，提高积极性。三是在合作模式上，G7 绿港联合上下游合作伙伴，共同塑造产业新生态。与货主企业（电厂、煤矿、贸易商）、物流供应商、充换电企业等开展多方合作，为纯电动重型货车的应用提供了一系列创新的商业模式和智慧充换电模式。四是 G7 绿港的“散改集+新能源”模式促进了大宗运输装备的合规化、标准化、轻量化。

4. 零排放货车应用过程中面临的挑战

一是目前纯电动重型货车实际续航里程较短，可应用的场景有限；二是国内干线公共充电设施不够完善，且电价较高，因此企业多选择在厂区自建充电桩进行补电和夜间低谷充电，以降低成本；三是电池增加了货车的重量，会相应减少车辆的有效载货重量，影响纯电动货车的经济性。

6.2.2 国际企业零排放货运案例

宜家纯电动重型货车应用

行业：快销品 / 家具制造业

场景：厂区间干线 / 公共道路短距离运输

购车模式：物流供应商整车租赁

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

宜家是来自瑞典的全球知名家具和家居零售商。销售主要包括座椅 / 沙发系列、办公用品系列、卧室系列、厨房系列、照明系列、纺织品系列、炊具系列、房屋储藏系列、儿童产品系列等约 10000

种产品。宜家贸易服务（中国）有限公司上海分公司（简称“宜家上海分公司”）在中国的采购量超过了其全球采购量的 26%，每年物流采购额将近 8 亿元，采购规模约为 30 万箱量。

如图 6-10 所示，2021 年，宜家全球价值链温室气体排放量（范围 1、2、3）约为 2620 万吨二氧化碳当量，其中，范围 3 排放占整体价值链排放的 98%。整体价值链排放中，前三类排放源分别为原材料（52.2%）、家用产品的使用（17.1%）、产品制造（7.9%）；物流排放占总体价值链排放的 4.3%。

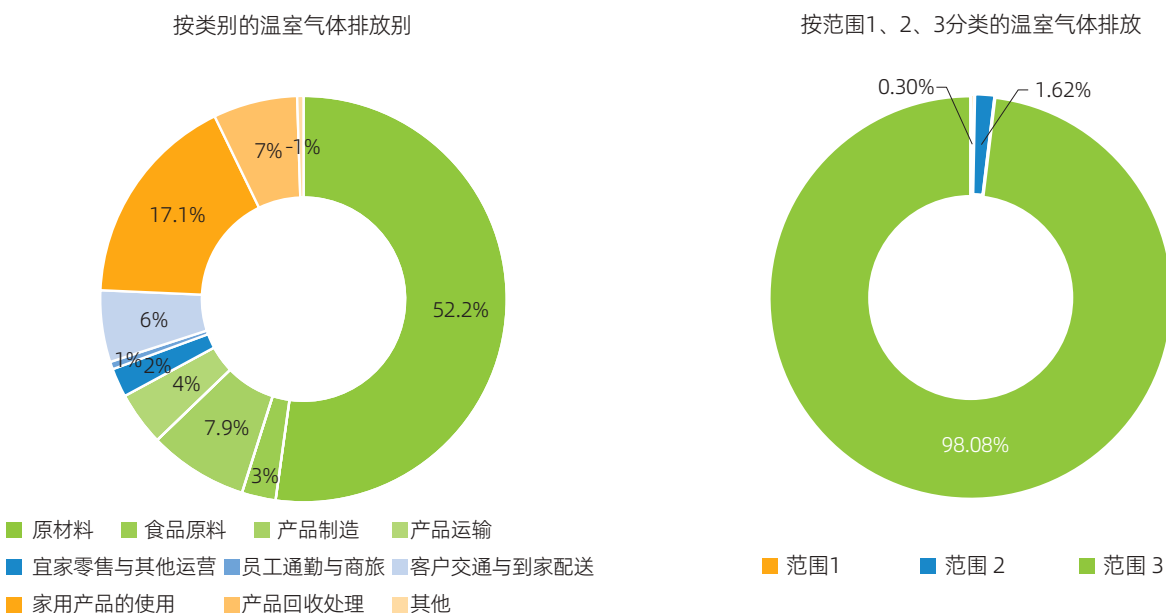


图 6-10 宜家全球整体价值链排放（2021 年）¹⁹

(2) 减排目标

宜家的减排目标是在 2030 年前实现“气候正效益”（Climate Positive）²⁰，即温室气体减排量超过整体价值链的排放量。宜家承诺在中国区保证 2030 年运输业务总量为 2017 年 3 倍的前提下，

运输部门二氧化碳排放总量在 2017 年的基础上下降 15%。即要求单位吨公里二氧化碳排放下降 70%。针对道路运输，宜家决定使用纯电动重型货车代替传统柴油牵引车，以完成 2030 年道路运输部门二氧化碳减排的目标。

2. 纯电动重型货车应用

宜家于 2017 年开始结合自身业务类型，科学选取适宜的线路距离、货物重量以及应用场地等场景，探索开展纯电动牵引车的应用。在应用过程中，宜家统筹考虑车辆成本、运营成本、续驶里程、充电时间、充电便利性等指标，科学进行纯电动重型货车的选型及配套充电基础设施的设计与建设，开展车辆试运行，采集运行数据，并进行运营成本

评估。本案例是宜家上海分公司及喜事达物流有限公司联合开展的自主创新性试点项目。

(1) 车型选择及技术参数

宜家上海分公司通过各车辆性能、价格、运营需求分析，综合开展车型选择，最终于 2020 年 6 月选定采用华菱星马（公告型号：HN4252H35C8BEV）的纯电动重型货车（参见图 6-11），在确定线路上正式开展车辆应用。车辆具体参数见表 6-8。



图 6-11 华菱星马纯电动重型货车

表 6-8 纯电动重型货车技术参数

参数	华菱星马 HN4252H35C8BEV
车型	6×4 式；尺寸：7490mm×2550mm×3835mm
额定总质量	49 吨
载货质量	29 吨
电机功率	额定 250kW；峰值 350kW（476 马力）
额定最高时速	90km/h
电池类型	磷酸铁锂电池
电池电量	282kWh
续航里程	170 km (40km/h 满载，总质量 49 吨，SOC20%～100% 区间)
每公里电耗	约 1.7kWh
充电方式	换电站内 IC 充电，配置快充口，可实现单枪最大 250A 补电，最大充电功率 150kW
换电站内充电时间	0.8 小时（从电池容量 20% 充至 90%），90% 至 100% 约 40 分钟
换电时间	不超过 5 分钟

(2) 合作模式

本案例是宜家上海分公司及喜事达物流有限公司联合开展的自主创新性试点项目²¹。项目名称为纯电动重型货车在物流行业的应用，项目应用规模包括 1 个配套充电基础设施、2 辆华菱星马 HN4252H35C8BE 型纯电动重型牵引车，购车模式为整车租赁。

(3) 运力与应用场景

a. 运力分析

相比传统柴油车，纯电动重型货车的经济效益主要体现在应用环节，因此，若想获得满意的应用效果，必须满足高频次、大运量的要求。目前，纯电动重型货车续航里程普遍小于 200km，且选择试验使用的华菱星马车型的实际续航里程约为 150km。为保证纯电动重型货车的顺利运行，宜家上海分公司选择往返距离在 130km 以内的线路，作为纯电动重型货车的应用场景。目前，宜家上海分公司有 29.87% 运量的运输距离在 0 ~ 65km 之间，来回程最大距离在 130km 以内，符合纯电动重型货车的续航里程要求，每天有接近 100 个集装箱柜，基于此，选取该部分运量进行纯电动重型货车的试点应用。

b. 应用场景

宜家上海分公司纯电动重型货车的应用场景为：厂区间干线 / 公共道路上的短距离运输。宜家上海分公司纯电动重型货车应用场景与运输线路如图 6-12 所示。

宜家上海分公司纯电动重型货车应用的地点定位在上海周边。主要原因是宜家上海分公司在中国有四个物流分拨中心（DC），其中两个分拨中心位于上海周边。60% 的运量是港口和 DC 之间的来回拖车业务。且两个 DC 的产权归宜家上海分公司所有，方便宜家上海分公司在现场建造充电桩，可以有效规避当前充电基础设施布设范围不完善的问题。

松江 DC 到洋山深水港的距离为 126km，来回程里程超过 250km，当前纯电动重型货车的续驶里程难以满足来回程的需求，除非在洋山深水港也安装充电桩。而奉贤 DC 距离洋山深水港 50km 左右，距离外高桥港 70km 左右，来回程总里程在 140 ~ 160km，当前纯电动重型货车的续驶里程能够满足需求。因此，宜家上海分公司只需要在奉贤 DC 内建设充电桩，即可满足到两个港口的运输业务，是最为适合使用纯电动重型货车的线路。

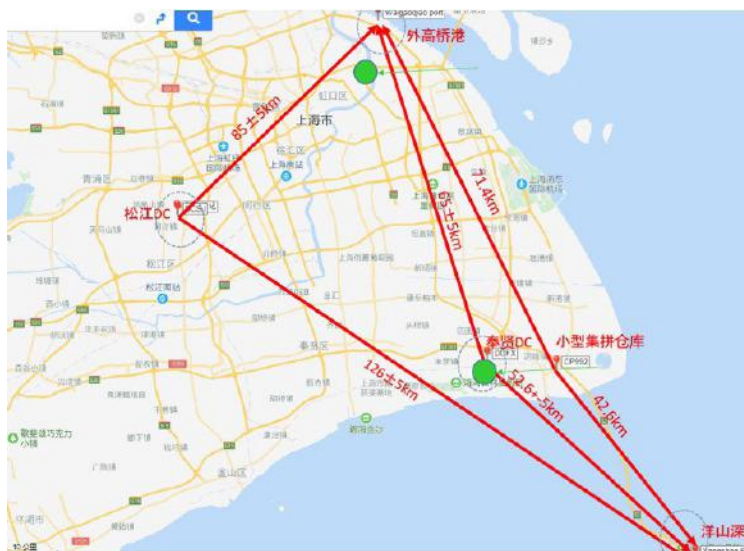


图 6-12 宜家上海分公司纯电动重型货车应用场景与运输线路

3. 案例特色

首先，宜家上海分公司在企业内部建立了二氧化碳排放计算系统，该系统基于国际上通用的 GLEC 计算方法。这样做有助于确保企业减排量的可验证性，以及与其他企业的可比性。其次，宜家上海分公司有针对物流运输的细分减排目标，这有助于企业有针对性地制定策略并提出适合的解决方案。最后，结合企业分拨中心的地理位置、运输线路，以及企业在不同运距中的运力分配，宜家上海分公司选择了适合纯电动重型货车试点的场景。在当前纯电动重型货车的技术局限下，其更适合短距离、高频次应用场景，选择合适的续航里程对纯电动重型货车的应用尤为重要。除此之外，全款购买

纯电动重型货车前期投入大，根据宜家上海分公司的经验，整车租赁以及使用自建充电桩，在低谷补电的情况下可以较快实现盈利。

4. 零排放货车应用过程中面临的挑战

- 1) 车辆续驶里程受限，难以满足长距离运输需求；
- 2) 面向纯电动货车的充电基础设施不够完善；
- 3) 整车价格相对较高。

耐克纯电动重型货车应用

行业：快销品 / 服装

场景：厂区间干线 / 公共道路短距离运输

购车模式：物流供应商整车购置

充电模式：快充

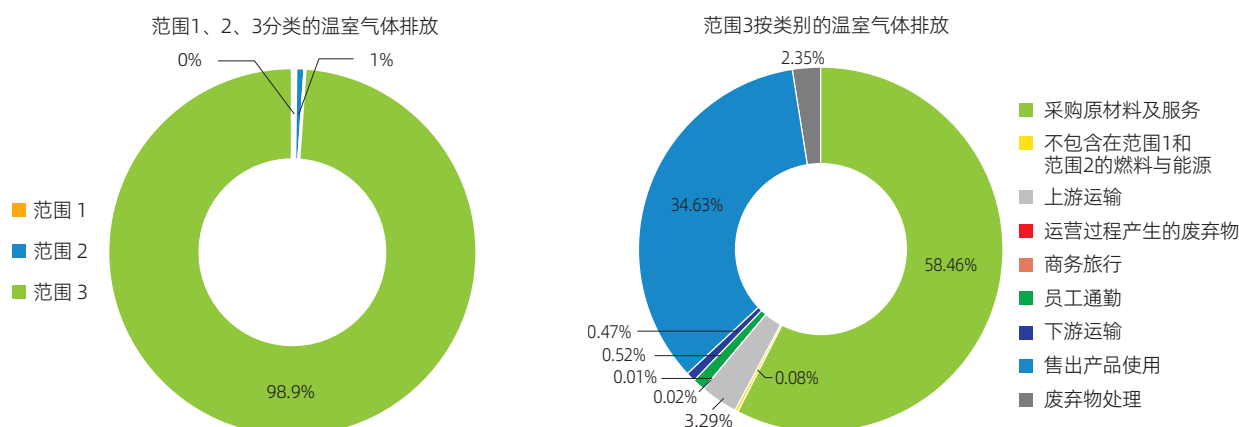
货物类型：集装箱（服装、鞋）

1. 企业发展背景

(1) 企业简介

耐克集团总部位于美国俄勒冈州比佛顿，致力于设计、销售以及经营各类体育和健身运动所需的运动鞋类、服装、装备及配饰，处于行业内领先地位。Converse 公司为耐克集团全资拥有的子公司，主要设计、销售和经营运动鞋类、服装及配饰。如图 6-13 所示，2021 年，耐克全球价值链温室气体排放量（范围 1、2、3）约为 1094 万吨二氧化

碳当量。其中，范围 3 排放占整体价值链排放的 98.9%。范围 3 排放主要来自制鞋和制衣的外包（约 75%），采购物流所产生的排放约占范围 3 排放的 5%。

图 6-13 耐克全球整体价值链排放（2021）²²

（2）减排目标

耐克承诺在 2050 年之前实现净零排放。至 2030 年，耐克计划减少范围 1 和范围 2 中 65% 的碳排放，减少范围 3 中 30% 的碳排放。具体计划包括：所购买的电力 100% 来自可再生能源、提高能效、去煤、车辆电动化、使用清洁能源和环保原材料等。耐克推动的“供应商气候行动计划”

（Supplier Climate Action Program）要求供应商开展企业层面温室气体核算，披露排放信息，以及设定范围 1、2 的目标，并与耐克一起对供应链的气候风险和机遇进行探索。

2022 年，耐克与上海国际港务（集团）股份有限公司（简称“上港集团”）合作推出上汽红岩

2022 首款 350kWh 换充版纯电动重型货车。受电池寿命和实施成本的限制，目前纯电动重型货车主要用于短途运输。这辆纯电动重型货车每天往返于上海的外高桥和太仓的耐克中国物流中心之间，是耐克推动重型货车运输脱碳的又一创新实践。

2. 纯电动重型货车应用

（1）车型选择及技术参数

耐克选择上汽红岩纯电动重型货车（公告型号：CQ4180BEVSS21S）（参见图 6-14、表 6-9）。牵引车驱动形式为 6×4，电池类型为磷酸铁锂电池。电池容量为 350kWh，理论满载续航里程为 200km，车辆充电方式为 240kW 快充模式。



图 6-14 耐克使用的纯电动重型货车

表 6-9 纯电动重型货车技术参数

参数	上汽红岩 CQ4180BEVSS21S
车型	6×4 式；6910mm×2550mm×3665 mm
牵引车整备质量	9.4 吨
挂车总质量	32.47 吨
电机功率	额定 250kW；峰值 360kW
电机扭矩	额定 1600Nm；峰值 2800Nm
额定最高时速	85km/h
最大爬坡度	20%
转弯直径	15 米
电池类型	磷酸铁锂电池
电池电量	350 kWh
理论满载续航里程	200 km
每公里电耗	1.4 ～ 1.6 kWh
充电方式	快充 240 kW
保修期	3 年

(2) 合作模式

耐克通过与其物流供应商上港集团合作，项目运行期间由上港集团以整车购置的形式购置纯电动重型货车。

(3) 运力与应用场景

耐克纯电动重型货车的应用场景为：厂区间干线 / 公共道路上的短距离运输。

由于纯电动重型货车的技术还不够成熟，续航里程有一定限制，因此场景方面选择短距离且补电方便的运输线路更为现实，故耐克选择上海外高桥堆场到太仓耐克中国物流中心之间的往返线路，作为纯电动重型货车的应用场景。运输线路的单线距离约 100km（港口—仓库），货物类型为集装箱（服装、鞋等）。试运行期间，每天往返 1 ～ 2 次，

每天总行驶里程为 200 ～ 300km。日充电次数 2 ～ 3 次，其中 2 次在仓库，1 次在港口。

3. 案例特色

位于江苏省太仓市的耐克中国物流中心是耐克在亚洲最大的物流中心，2011 年项目一期获得 LEED 铂金级认证。迄今为止，为耐克中国物流中心供电的能源中有 45% 来自三种类型的可再生能源，即太阳能、地热能和生物质能。屋顶 4MW 光伏和 90 米深度的地源热泵为办公区的空调提供能量。耐克中国物流中心于 2022 年 9 月正式启动分布式风电项目建设，推广低风速风电技术。该项目已于 2023 年初正式并网投产。耐克中国物流中心已 100% 使用可再生能源，成为中国首个“风光一体化”零碳智慧物流中心，耐克中国 43% 的绿色电力将来自其物流中心。

目前，耐克中国物流中心的碳排放量占耐克在中国自有和运营设施所有排放量的 43%。未来，耐克中国物流中心 70% 的能源将直接来自分布式风电、分布式光伏和现场储能。基于智能物联网操作系统的优化，耐克中国物流中心还将向电网出售多余的可再生能源，并在必要时回收，以覆盖其他 30% 的能源消耗，届时耐克中国物流中心将实现 100% 零碳能源供应。

耐克中国物流中心持续布局可再生能源，将有效助力耐克实现物流“零碳”目标。2022 年 7 月，通过与马士基的合作，耐克首次推出了氢动力重型货车，应用于上海港至耐克中国物流中心的线路。从目前来看，以纯电动重型货车和氢动力重型货车为代表的零排放重型货车，是物流领域减排重要的第一步。从长远来看，耐克在可再生能源领域的布局将进一步助力零排放重型货车脱碳，在实现“零碳”物流目标的过程中占据先机。



结论和建议

- 1 结论
- 2 政策建议
- 3 行业建议

7



7.1 结论

最近 5 年，中国公路货运量总体保持稳定，公路货运量占总货运量的比例始终保持在 70% 以上。中国公路货物周转量基本保持稳定。自 2018 年起，受统计口径调整、多式联运政策的推进、煤炭运输铁路化等因素综合影响，公路货物周转量占总货物周转量比例有所下降，不过始终保持在 30% 以上。分区域看，华东地区、华中地区和华北地区是全国货运量和货物周转量占比最高的区域。分路线看，广州—北京、哈尔滨—北京、西安—北京是中国货运最繁忙的三条公路线路。

持续不断的公路货运需求带动了货车的使用需求，而“双碳”目标又对交通领域低碳转型提出了明确的要求。从 2010 年到 2020 年，中国交通运输行业的碳排放量增加了近一倍²³，占比也从 2010 年的 7.4% 增长到 2020 年的 11%。根据中国道路运输协会统计，中国公路运输碳排放占交通运输行业总碳排放的 80% 以上，其中公路货运碳排放占 60% 以上。因此，公路货运实现零碳排放是应对气候变化、实现我国“双碳”目标的重要举措。不仅如此，全国 84% 的氮氧化物排放和超过 90% 的颗粒物排放都来自货车，其中，重型货车的氮氧化物排放强度和颗粒物排放强度远高于其他类型货车。由此可见，推动零排放货运已经成为实现交通领域低碳转型和公路货运可持续发展目标的重要路径。为此，应以推动零排放车辆应用为首要目标，以运输模式优化、运输资源共享等手段作为重要策略，以持续推动车队和运输工具使用零排放清洁能源为长期愿景。

目前，市场上主流的零排放货车技术路线是纯电动和氢燃料电池，其中纯电动货车技术发展相对成熟，氢燃料电池货车正处在发展初期。从总体销量看，零排放货车的销量在过去几年呈现明显的增长态势，但在货车总销量中的占比仍然很低，不到 2%。其中，零排放重型货车在 2021 年实现逆势增长，全年销售 10448 辆，相当于 2020 年销量的 4 倍。分技术路线看，纯电动重型货车在零排放货车总销量中的占比达到 93%，其中约有 2/3 是充电式纯电动重型货车，约 1/3 是换电式纯电动重型货车，氢燃料电池重型货车约占零排放货车总销量的 7.6%。分企业看，三一汽车、宇通集团和汉马科技是纯电动重型货车销量排名前三的企业，2021 年销量均超过 1000 辆。

从车辆特点来看，纯电动中短途轻型货车已经能够满足货物运输需求，纯电重型货车和氢燃料电池重型货车的总拥有成本仍明显高于燃油重型货车。在充电模式下，车辆购置成本较高，补能价格相比柴油重型货车优势明显，但充电效率较低。换电模式下，换电站一次性建设投资成本高，但补能速度快，动力电池可以集中管理。高频率的使用场景更适合换电模式，中低频的使用场景更适合充电模式。氢燃料电池重型货车的发展在中国刚刚起步，整车购买和运营成本很高，制氢、储氢、运氢、加氢等环节的关键技术亟待突破。长远来看，氢燃料电池重型货车具有续驶里程长、运营效率高的特点。氢燃料电池能量密度远高于锂电池，随着高压储氢

技术逐渐成熟，氢燃料电池重型货车的续航里程可达 400km 以上。除此之外，氢气加注时间理论上为 5 ~ 10 分钟，与燃油车辆接近。

近年来，中国充换电基础设施的布局速度随着新能源汽车的推广进入快速发展期。截至 2021 年底，全国充电基础设施保有量达到 261.7 万台，换电站保有量达到 1298 座。充换电基础设施主要集中在珠三角、长三角、京津冀等经济相对发达且新能源汽车产业发展基础较好的区域。加氢站规模相比于充换电站仍然较小，截至 2021 年底，中国共建成 218 座加氢站。

目前，两种主流的充电技术路线是交流充电和直流充电。交流充电的功率普遍为 7 ~ 14kW，充电速度相对较慢，但设施对配电容量要求较低，成本相对较低，主要应用于公共停车场、商场和居民小区等场景。直流充电功率普遍为 30 ~ 120kW 甚至更高，充电速度更快，但对配电容量要求较高，成本也更高，主要应用在公共充电站、运营车充电站或专门的快充场站。换电的技术路线包括整体单侧换电、顶吊换电和整体双侧换电，换电时间普遍在 3 ~ 5 分钟。

过去 5 年，政策端的激励和支持是中国新能源货车快速发展的重要因素。在交通运输领域减污降碳和政府部门坚定地将新能源汽车作为汽车产业发展方向的背景下，我国制定并颁布了一系列有关新能源货车购置补贴、路权优惠、加快构建基础设施体系的政策，从顶层设计的角度为新能源货车市场化推广和技术完善打下良好的基础，并在此基础上制定了面向中长期的新能源货车发展规划。截止到目前，乘用车已经几乎实现和燃油汽车的成本平价，进入市场化发展的新阶段。而中重型货车现阶段依然需要政策层面的大力支持，尤其是在购置成本较高的情况下，需要中央和地方政府部门延续补贴的力度、扩大路权优惠

的范围，并在基础设施布局过程中充分考量中重型商用车的需求，助力中重型商用车进一步提升市场竞争力。

从碳排放情况看，2020 年新销售的货车年度碳排放量为 1.45 亿吨。重型货车和轻型货车占绝大部分碳排放，分别为 83% 和 15%，其中，牵引车、自卸车和普通货车碳排放量较大。柴油车占 89% 的碳排放，而中重型货车碳排放基本来自柴油，轻型货车中，柴油和汽油的碳排放量相当。在新能源货车节碳量方面，2020 年新销售的新能源货车一年可以减排近 31 万吨二氧化碳，市政车、垃圾车和厢式运输车节碳量比较高，牵引车和仓栅式运输车等重型货车较多的类型，减排降碳难度较大。现阶段，新能源货车的替代仍围绕短途运输或城市运输场景。未来，随着技术的进步和基础设施的完善，在长途运输和重型货车方面会有更多的新能源货车应用。

《报告》根据运输距离对零排放重型货车在封闭场景、公共道路中短距离（≤100km）和公共道路长距离（>100km）三个场景的应用情况进行分析。在以上各场景中，纯电动是目前新能源重型货车中最为成熟的技术路线，尤其是在公共道路中短距离运输和封闭场景运输中，纯电动重型货车的续航里程足以满足使用需求。在钢铁厂、港口等短倒场景中，换电模式也被广泛采用。公共道路长距离运输场景目前对于零排放重型货车依然是挑战，纯电动重型货车续航里程不足，因此对基础设施的布局要求更高。氢燃料电池重型货车从长期来看更适合长距离运输，不过从现有情况看，购车价格依然明显高于纯电动重型货车，加氢站布局依然较少，氢气价格仍然偏高。

7.2 政策建议

7.2.1 制定分阶段、差异化的补贴政策，促进零排放重型货车推广

目前，纯电动重型货车和氢燃料电池重型货车的综合成本相较于重型柴油货车依然没有优势，主要原因是纯电动重型货车和氢燃料电池重型货车的购买成本较高。对于纯电动重型货车，采用工业用电收费标准后，电费与燃油重型货车的燃料成本相比有明显优势，当运营里程达到一定数量时，可以通过油电成本差来平衡车辆购置环节增加的成本。氢燃料电池重型货车目前仍处在发展初期，购置成本

和运营成本均居高不下。

因此，建议政府部门针对纯电动重型货车和氢燃料电池重型货车出台分阶段、差异化的补贴政策，现阶段重点补贴购车环节，待时机成熟可逐渐调整补贴比例，增加运营环节补贴（包括车辆运营补贴、充换电服务费、氢燃料补贴等），以此来平衡零排放重型货车和传统燃油重型货车的总体使用成本差。

7.2.2 为零排放重型货车提供更多路权，鼓励车辆使用

除了封闭场景运输之外，零排放重型货车进入公共道路完成中短距离运输的案例也在日益增加，因此也需要占用城市道路、高速公路等道路资源，并且受到交通运输主管部门的路权政策限制。

由此，建议相关政府部门为零排放重型货车开

放更多路权，包括开放限制重型货车通行的路段和时段，以及减免道路通行费等政策措施，以此鼓励零排放重型货车的使用，提高车辆的整体运营效率和里程，降低运营成本，体现运营端的成本优势。

7.2.3 加速将补能基础设施建设纳入地方规划，促进基础设施落地应用

近年来，中央和地方陆续出台行动方案，扩大基础设施布局。然而，目前充换电站和加氢站布局呈现出较强的区域性特征，主要集中在东部发达地区，其他地区基础设施布局相对欠缺。不仅如此，基础设施实际落地也面临诸多挑战，尤其是换电站和加氢站在地方建设过程中存在主管部门不明确、审批流程复杂等问题。

因此，建议具备条件的地区加快将补能基础设施建设纳入自身发展规划，推动零排放货运走廊建设，对补能基础设施进行统一规划。在高速公路服务区、加油站等典型场景，为零排放重型货车补能基础设施预留土地空间和电力资源。同时，应进一步明确换电站、加氢站等设施的用地类型、设备属性和管理模式，简化基础设施建设用地、用能审批手续，为符合要求的企业提供政策保障。

7.2.4 加快完善补能基础设施标准体系，提升基础设施运行效率

中国充换电和加氢基础设施正处在高速发展期，随着基础设施逐渐规模化发展，建立相对统一的标准体系有助于提升基础设施的运行效率。以充电为例，电池已经不再是大功率快充的瓶颈，充电接口的标准化是下一步推广大功率快充的重点方向。对于换电站来说，目前不同品牌、不同技术路线的电池包难以兼容，换电站的换电方式也各不相同。

因此，建议政府部门组织相关企业与行业机构研究制定换电电池包、车辆接口、换电设备、换电站建设、换电站运维管理等标准，解决不同品牌换电车辆电池包的兼容性问题，促进换电站运营服务的互联互通，逐步提升换电站运维管理水平。依托现有充电技术，以产业需求为导向，制定大功率快充 / 超充标准，同时还需制定加氢站设备检测监测和安全运营管理相关标准规范。

7.2.5 因地制宜开展试点，为零排放重型货车商业化应用打好基础

长途运输是公路货运的主要运输场景。据统计，货运车辆单日行驶里程超过 200km 的车辆数约占 55%。相比短途运输，长途运输在环境气候、地形变化、基础设施建设和能源供给等方面面临更多的挑战和不确定因素。

从目前的试点案例看，京津冀、长三角、珠三角、成渝地区作为国家的重点示范区域，在零排放

货运推广方面取得了显著成效。下一步，建议总结以上试点经验，综合区域经济发展水平和产业特点，因地制宜扩大零排放货运试点范围，建立包括货主、运输服务商、整车企业、能源与基础设施服务商在内的多利益相关方协同机制，为零排放货运尤其是零排放重型货车的应用和商业化运营打好基础。

7.3 行业建议

7.3.1 货主企业积极拉动零排放货车使用需求

货主作为货运需求的发起者，需积极开展货运体系碳达峰中和战略研究，形成顶层设计；把零排放货车的使用作为投资策略和采购策略纳入服务合同，鼓励运输服务商和车队采用零排放货车；建立

可信的物流运输排放计算方法，清晰地呈现减排效果，将零排放货车和能源作为实现物流可持续发展的重要手段。

7.3.2 运输企业和车队积极尝试使用零排放货车

运输企业和车队作为货物的承运者，是使用零排放货车的主体，应积极配合货主企业，合作开展应用零排放货车的试点，总结车辆运行维护经验，

探索规模化应用可行性，致力于提供零排放运输服务。

7.3.3 整车厂和汽车零部件供应商积极打造适应市场需求的零排放货车

整车厂和汽车零部件供应商需要持续研发并提供适合市场需求的车型和技术，按照应用场景、区

域特征评估市场潜力，制定商业化策略，提升零排放货车渗透率。

7.3.4 能源和基础设施服务提供商适度超前布局基础设施

能源和基础设施服务提供商应积极识别和总结政府部门关于能源与电力系统的改进与更新计划，关注城乡基础设施规划新动向，适度超前布局相应

基础设施，为零排放货运提供补能支撑；同时，应积极探索绿色能源和智慧补能解决方案，进一步降低车辆使用阶段的温室气体排放，提升补能效率。

7.3.5 融入生态圈，共同开拓可持续的商业模式

零排放货运是未来的发展趋势，但现阶段投资回报周期依然较长。货运利益相关方加入零排放货运生态圈，将为开拓新商业模式带来更多可能性，从而加速零排放货车实现成本平价以及提升市场信心。例如，通过整车租赁或电池租赁、以租代购等方式，为小规模车队提供成本较低的购车模式；与车辆和零部件供应商合作，为用户提供电池等零部件的维修和保险更换等服务，降低维修保养成本和零部件损坏风险。

零排放货运和物流行业的低碳转型是时代的选择，让我们共同努力，加速中国货运行业向高效和零排放转型！

参考文献



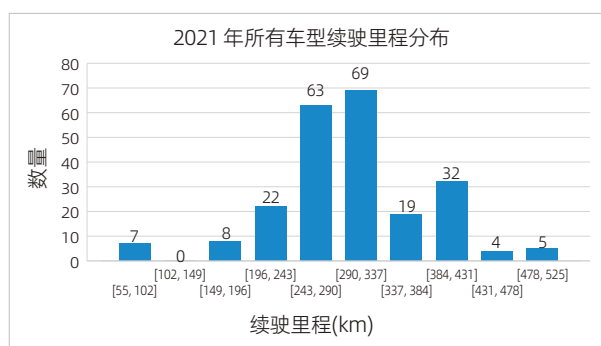
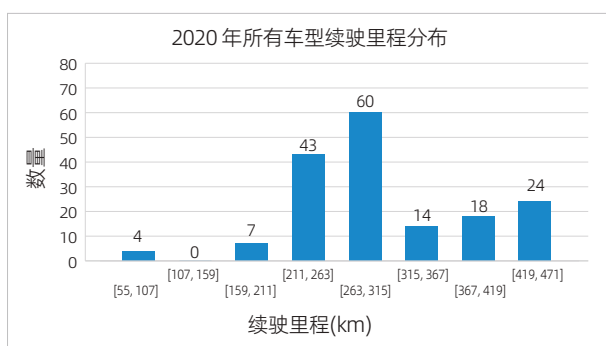
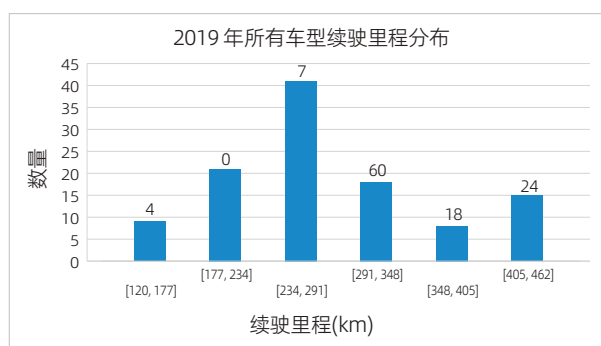
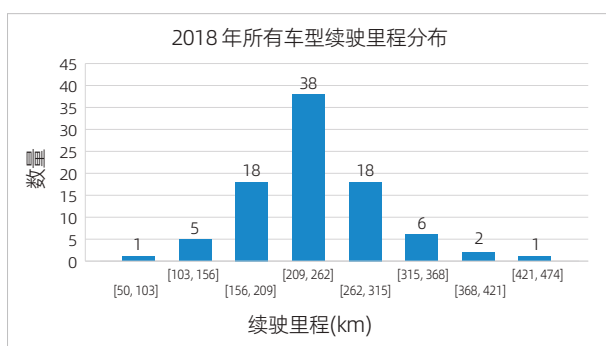
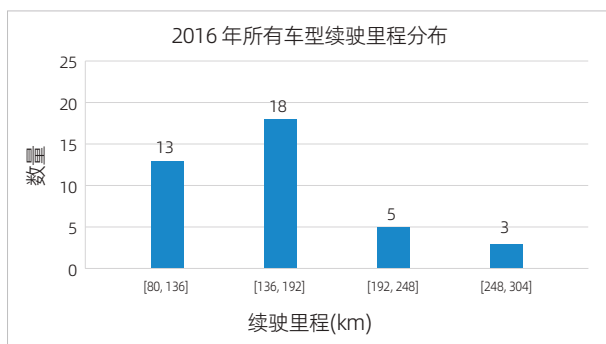
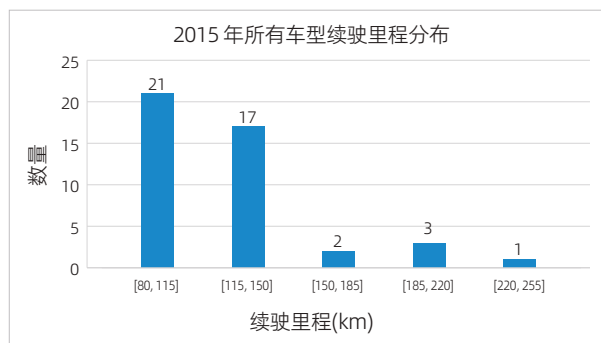
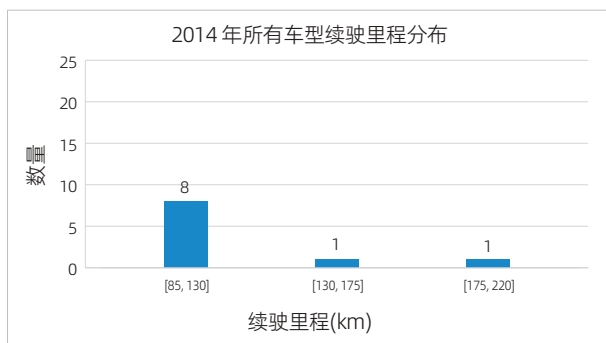
参考文献

- 1 交通运输部.2022 年交通运输行业发展统计公报 [R/OL]. (2022.05.25) . https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202205/t20220524_3656659.html.
- 2 中国物流与采购联合会, 中国物流学会. 中国物流发展报告 (2021—2022) [M]. 北京: 中国财富出版社有限公司, 2022.
- 3 运联研究院. 中国公路运力发展数据白皮书 [R/OL]. (2022.08.15) . <https://www.digitalelite.cn/h-nd-5231.html>.
- 4 长安大学, 北京中交兴路信息科技有限公司. 2019 中国公路货运大数据报告 [R/OL]. (2020.04.08) . <https://max.book118.com/html/2020/0408/6202044142002153.shtm>.
- 5 薛露露, 刘岱宗. 迈向碳中和目标: 中国道路交通领域中长期减排战略 [R/OL]. (2022.05.25) . <https://wri.org.cn/research/decarbonizing-china-road-transport-sector>.
- 6 张宇鸿. 道路交通运输结构性节能减排研究 [J]. 能源与节能, 2021 (2) : 2.
- 7 Laura Cozzi, Apostolos Petropoulos. Carbon emissions fell across all sectors in 2020 except for one – SUVs[R/OL]. (2021.01.15) . <https://www.iea.org/commentaries/carbon-emissions-fell-across-all-sectors-in-2020-except-for-one-suvs>.
- 8 Jacob Teter.Transport[R/OL]. (2022.09) .<https://www.iea.org/reports/transport>.
- 9 陈汉君, 曾壮, 金银花. 新能源重卡发展综述 [J]. 汽车实用技术, 2020 (10) : 3.
- 10 宋辉, 张敬贵, 王子烨等. 电动重卡市场发展现状及趋势分析 [J]. 汽车文摘, 2021 (12) : 17-21.
- 11 李新波, 潘增友. 我国新能源卡车全生命周期成本费用分析 [J]. 商用汽车, 2017 (8) : 2.
- 12 姜运哲, 宋承斌, 周怡博等. 典型场景下换电重卡的技术经济性分析 [J]. 工业技术经济, 2022, 041 (002): 154-160.
- 13 卢兵兵, 黄真. 基于 TCO 分析氢气价格对燃料电池重卡经济性的影响 [J]. 上海汽车, 2021.
- 14 王超敏, 杜学仪. 综合运输体系发展综述 [J]. 经营管理者, 2014.
- 15 交通运输部. 科学布局国家综合立体交通网 [EB/OL].[2021.03.16]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI3MDQwMDQ5NQ==&mid=2247537122&idx=1&sn=e4090ecdc398710e22806ffa6c89b64f&scene=0.
- 16 熊亚林, 许壮, 王雪颖等. 我国加氢基础设施关键技术及发展趋势分析 [J]. 储能科学与技术, 2022 (010) , 011.
- 17 节能卡车释放道路运输减排压力 [J]. 中国道路运输, 2021 (9) :1.
- 18 中国环境科学研究院机动车排污监控中心. 商用车零排放发展和战略路线图 [R/OL]. 2022.
- 19 宜家 2021 财年气候报告 (IKEA Climate Report FY21: Becoming Climate Positive)
- 20 宜家贸易服务 (中国) 有限公司, 喜事达物流有限公司. 纯电动重型卡车在物流行业中的应用 [J]. 交通节能与环保, 2022.
- 21 FY21 NIKE, Inc. Impact Report[EB/OL]. (2022.03.03) .<https://about.nike.com/en/newsroom/reports/fy21-nike-inc-impact-report-2>.

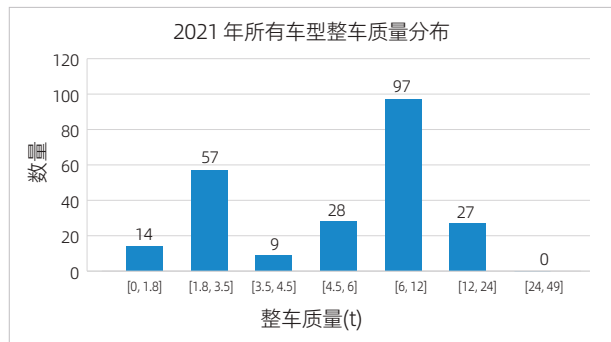
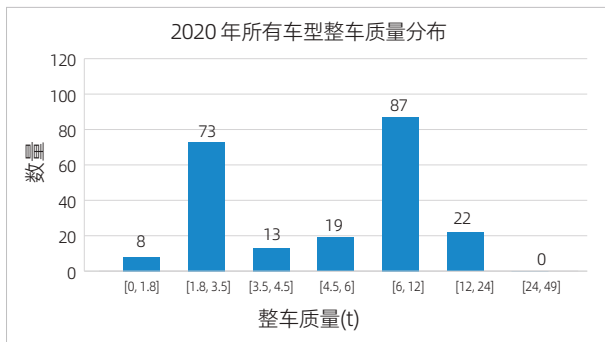
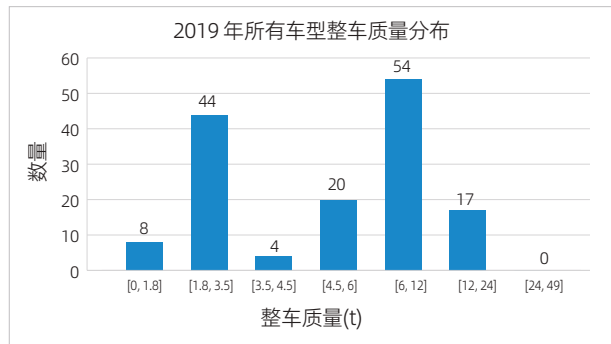
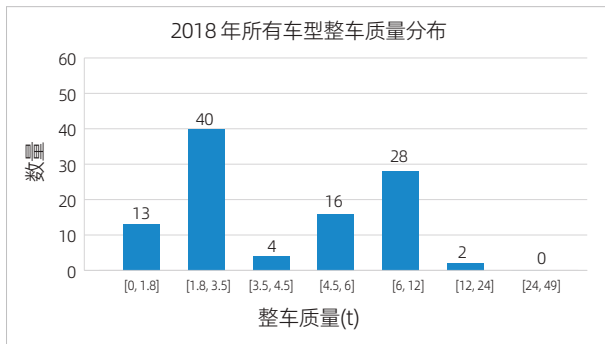
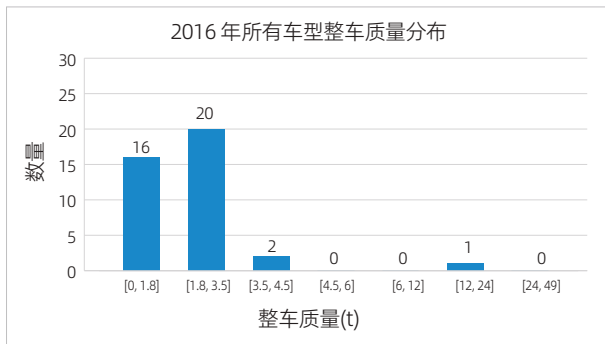
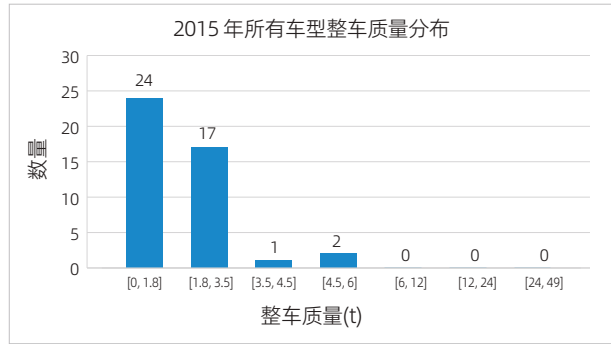
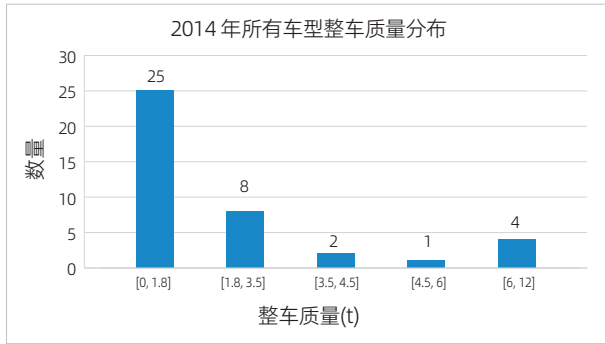
附录

附录：2014—2021 年各车型不同指标下的数量分布

1. 续航里程



2. 整车质量



3. 能量密度

