

**助力构建绿色物流生态体系——
海南省中重型货车电动化发展实施路径研究
(送审稿)**

研究单位：中汽信息科技（天津）有限公司
海南省新能源汽车促进中心

支持单位：能源基金会

指导单位：海南省工业和信息化厅

2022 年 11 月

前 言

近年来，随着“一带一路”国家发展战略及海南国际旅游岛建设工作的不断深入推进，在岛屿经济体制带来的环境资源约束内在需求驱动下，海南省现代物流业迎来重要发展契机。根据《国家生态文明试验区（海南）实施方案》相关要求，海南省肩负着建设成为国家生态文明体制改革样板区的重要使命，以高污染、高排放的中重型货运物流车电动化发展工作为抓手，辐射带动全岛构建绿色物流体系，已经成为海南省生态立省发展过程中面临的重要课题。

为推动道路交通货运领域车辆电动化发展工作，解决中重型货车电动化发展短板领域，推动构建绿色物流体系，助力实现交通运输领域“绿色、低碳、可持续”发展，2021年10月，在国际能源基金会的支持下，在海南省工信厅的指导下，中汽信息科技（天津）有限公司与海南省新能源汽车促进中心联合开展本课题研究工作，旨在为2030年岛内全面禁售燃油汽车及《海南省“十四五”综合交通运输规划》达成提供有效的解决方案。

本课题研究过程中，课题组通过扎实文案调研，组织省内物流企业开展座谈，详细学习了国内外相关发展经验，并对海南省货运市场及物流体系进行了详细摸底，找到了制约发展的“卡脖子”问题，并针对性提出工作方案及保障措施，为下一步政府决策和工作推进提供研究支撑。

目 录

一、 中重型货车行业电动化宏观发展现状研究	1
(一) 政策环境研究	2
(二) 市场环境研究	6
(三) 产业环境研究	9
(四) 技术环境研究	13
二、 基于场景分析的海南省中重型货车发展现状摸底	17
(一) 海南省道路交通领域绿色物流发展现状简述	17
(二) 海南省推进中重型货车电动化改革的重要意义	19
(三) 典型应用场景及车辆匹配特征分析	20
1. 岛内货运车辆全貌概览	20
2. 中重型货车四大典型应用场景分析	23
3. 中重型货车车辆特征研究	27
三、 海南省中重型货车 TCO 成本分析	31
(一) 购置成本 (C_p) 对比	31
(二) 使用成本 (C_u) 对比	34
(三) 养护成本 (C_m) 对比	35
(四) 报废回收成本 (C_R) 对比	36
四、 海南省中重型货车电动化发展路线研究	39
(一) 基于场景特征和 TCO 成本特征的电动化路线研究 ..	39
(二) 中重型货车电动化发展面临的劣势及破局思路	41
五、 海南省中重型货车电动化目标制定及环保效益测算	45

(一)	中长期总体电动化发展目标研究	45
(二)	中重型货车电动化目标测算	50
1.	碳排放测算模型说明	50
2.	不同类型车辆特征因子分析及计算	51
3.	不同情景下碳排放测算	54
4.	战略目标确定	59
5.	加速战略下的中重型货车分场景电动化速率	59
(三)	基于电动化目标下的降污减排效益测算	60
1.	污染物排放测算模型说明	61
2.	三类场景下不同类型中重型货车污染排放参数	62
3.	三类场景下中长期污染减排效益	63
六、	海南省中重型货车电动化发展落地实施路径研究	65
(一)	发展原则	65
(二)	中重型货车分年度增量及淘汰量	67
(三)	关键实施路径	68
(四)	“十四五”期间投资回报分析	80
七、	保障措施	83
八、	附录	85

一、中重型货车行业电动化宏观发展现状研究

近年来，我国大气污染问题日益突显，在北京、上海等城市，汽车尾气已经成为大气污染的重要来源。在各细分领域车辆中，商用车总体保有量虽然较乘用车相对较低，但 NO_x 和PM颗粒物两大污染物排放量分担率却均达到80%以上，而其中中重型货车由于排量大、运输时间长等特点，成为机动车尾气污染排放的最主要来源。根据国家生态环境部公开资料显示^①：2020年全年，我国货车排放氮氧化物（ NO_x ）517.8万吨，约占全国汽车总排放量的84.3%，颗粒物（PM）排放量约5.8万吨，占全国机动车总排放量的90.9%；从货车细分领域排放分担率来看，中重型货车两大污染物排放量约490.1万吨和3.7万吨，占货运车总排量的比例约94.7%和63.8%。基于上述数据可见：解决货运车辆大气污染问题，尤其是推进中重型货车电动化发展，已经成为我国构建绿色物流体系，推进实现货运行业中远期深度减排的最有效措施。

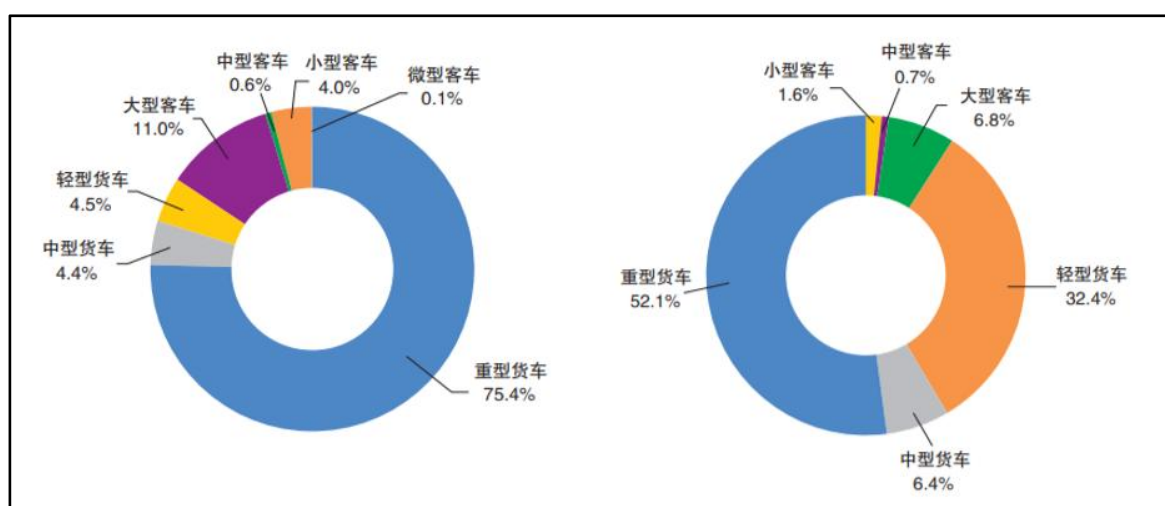


图1 商用车放氮氧化物（ NO_x ）和颗粒物（PM）排量分担率

^① 数据及图表来源于《中国移动源环境管理年报2021版》

（一）政策环境研究

国家宏观导向明确，加快新能源中重型货车在特定场景应用推广。污染防治是党的十九大部署的三大攻坚战之一，十九大报告提出“坚持全民共治、源头防治，持续实施大气污染防治行动，打赢蓝天保卫战”的总体目标，要求把“绿色发展”摆在更加突出的位置。绿色物流体系是绿色发展的重要支撑，而发展新能源货车则是构建绿色物流体系的重要抓手。为稳步提高新能源货车的市场渗透率，近年来国家部委密集出台了《节能与新能源汽车产业发展规划》、《汽车产业中长期发展规划》、《打赢蓝天保卫战三年行动计划》、《关于推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的意见》及《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》等“一揽子”宏观导向政策，其中着重提出了要加快新能源中重型货车在港口作业、物流配送、邮政工程等特定领域推广应用，引导构建绿色物流体系，同时带动上下游关联产业发展绿色供应链。

对海南的启示：从国家宏观导向来看，我国正在加速推进道路交通领域绿色低碳转型发展，已经把中重型货车电动化发展作为落实污染治理、低碳发展的重要任务之一，中重型货车电动化发展无论从市场端还是产业端已经迎来重要机遇期。

地方政府加快推动中重型货运车辆电动化发展。在国家顶层设计指导下，我国地方政府不断加大政策力度，支持中重型货车电动化转型发展。一是通过行政命令约束新能源中重型货车迭代更替，

如河南省于 2022 年颁布实施《关于进一步加快新能源汽车产业发展的指导意见》，其中明确提出到 2025 年城市建成区的渣土车、水泥罐车、物流车、邮政用车基本使用新能源汽车，重型载货车辆、工程车辆绿色替代率达到 50%以上。二是政策激励高污染燃油中重型货车报废，如北京市印发的《促进高排放老旧柴油货车淘汰方案》中提出对在北京市注册登记的柴油货运车（包括轻型载货柴油车、中型载货柴油车和重型载货、重型牵引柴油车，不含黄标车）报废或转出给予补贴激励。三是持续加强新能源中重型货车路权支持，深圳、天津、郑州、成都等城市对纯电动货车持续给予有别于传统燃油货车的通行路权支持，北京对一次性报废或转出 20 辆及以上汽柴油货车并更新为新能源货车的企业，进一步给予城区货运通行证奖励。四是部分城市逐渐加强中重型货车使用环节补贴支持，如合肥对新销售的新能源汽车，依据车辆的实际运行碳减排情况给予汽车企业一次性减排奖励。深圳对纯电动货车按照电量给予运营补贴资金支持。苏州则是对新能源配送货车按照车辆类型和行驶里程进行奖补。

表 1 部分城市对新能源货车的激励政策

序号	城市	发布时间	政策名称	主要内容
1	海南	2022 年 3 月	《海南省 2022 年鼓励使用新能源汽车若干政策》	鼓励使用新能源货车：2022 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，对在省内购买新能源载货营运汽车（含邮政快递及城市物流配送车辆）新车并在省内注册登记，自车辆注册登记起一年内核算里程达 3 万公里后，按重型、中型、轻型及以下每辆车分别可申领 3 万元、2

				万元、1 万元的运营服务补贴。
2	合肥	2020 年 5 月	《合肥市推动新能源汽车高质量发展助力打赢蓝天保卫战若干政策》	整车生产企业新销售的新能源汽车（包含纯电动汽车、燃料电池汽车），依据车辆年度实际运行碳减排情况给予一次性减排奖励，标准为乘用车、货运车、客车减排每千克碳分别给予整车生产企业不高于 12 元、4 元、2 元的奖励。
3	武汉	2019 年 6 月	《武汉市加快现代物流业发展的若干政策》	加快推广新能源配送车辆，对纯电动货车不少于 100 辆的企业，单车年行驶里程达到 2 万公里的，按照每年每车 3000 元给予运营补贴；具有冷藏功能的，按照每车每年 4500 元给予运营补贴。单家企业每年补贴不超过 100 万元。
4	郑州	2019 年 4 月	《郑州市新能源汽车替代专项行动方案（2019-2020）》	2019 年至 2021 年三年间，给予每辆新能源货车最高 5 万元补助。
5	安阳	2019 年 2 月	《安阳市新能源货运配送车辆运营补贴专项资金管理办法》	从 2019 年至 2021 年，每年市财政安排运营补贴专项资金 300 万元，每年每车给予不超过 6000 元的运营补贴，加速城市配送“绿色化”。
6	深圳	2018 年 5 月	《深圳市现代物流业发展专项资金管理办法》	纯电动物流配送车辆运营资助项目：30（含）kWh 以下部分，每 kWh 资助 750 元，30-50（含）kWh 部分，每 kWh 资助 600 元，50kWh 以上部分，每 kWh 资助 500 元。单车三年资助总额不超过 7.5 万元。

对海南的启示：全国新能源汽车发展领先区域已经纷纷着手中重型货车电动化发展工作，具备可复制、可借鉴的发展经验。海南省是我国新能源汽车发展标杆地区，但中重型货车仍然是“短板”领域，参考既有发展经验，形成政策创新，推动中重型货车

电动化发展已经成为海南省 2030 年全面“禁燃”和践行低碳发展任务的破题关键。

“积分制+排放加严+超载治理”倒逼中重型货车电动化转型。

2021 年是“十四五”开局之年，也是“蓝天保卫战”深化落实的一年。按照国家排放政策要求，自 7 月 1 日起，国内注册登记的所有汽车（含全部货运车辆）都要符合国 VIa 以上阶段限值要求，2023 年 7 月将执行国 VIb 排放标准，货运行业对于场景化、定制化需求也更为迫切，同时对车企研发实力、制造水平也提出了更高的要求，因此，许多货运领域车企将研发重点转向新能源汽车，这样不仅可以顺利达成国家排放要求，同时积分制的执行将成为货运车辆生产企业新能源化转型的重要驱动力。此外，自《GB1589-2016》执行以来，长途干线运输车辆超载得到了有效控制，但短途支线运输钢材、水泥等货物的重载车辆超载问题依然存在。2019 年上半年“大吨小标”事件迫使工程车加快合规步伐，下半年突发的“无锡事故”进一步加大了全国治超力度，2019 年底开始的高速入口限超也在持续加深干线运输的治超力度。从政策走势来看，国家层面治超趋势将进一步趋严，超载超限治理常态化将导致单车运力下降，推动货运车辆更新置换，同样为新能源货运车辆发展提供了发展机遇。

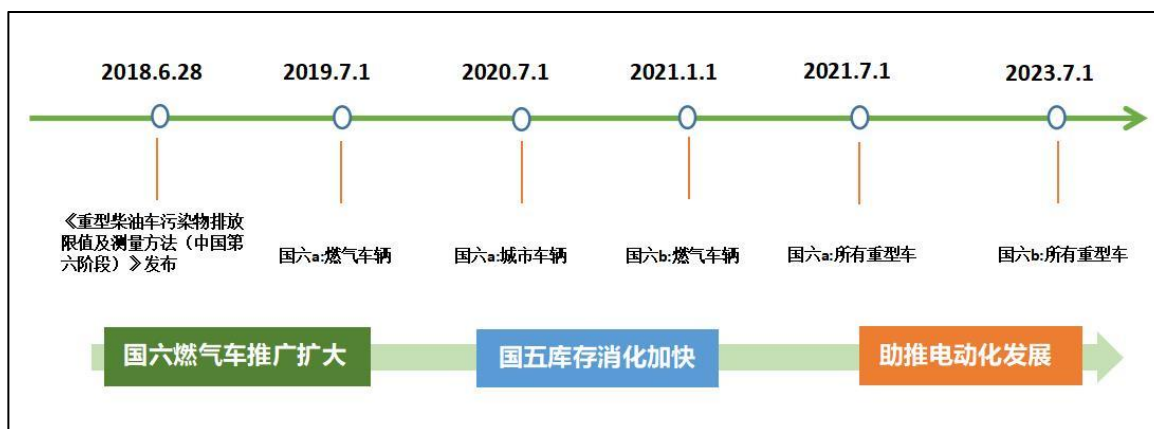


图 2 国家排放政策实施计划

对海南的启示：“积分制+排放加严+超载治理”宏观趋势成为中重型货车发展的重要驱动力，海南省发展新能源中重型货车要紧扣政策趋向和行业趋势，紧抓“场景”和“产业”两大抓手，探索自贸港背景下的特色发展之路。

（二）市场环境研究

载货车行业进入调整期，市场结构趋于平稳。2021年，我国货车市场发生转折，经历了2020年的“爆发式”增长和2021年上半年的高速增长后，以重型车国VIa排放标准实施为转折点，除中型货车外，其他细分领域货车市场出现明显收缩。2021年我国载货车产销量分别为416.6万辆和428.8万辆，同比下降12.8%和8.5%，其中：重型货车（GVT>14T）产销量分别为130万辆和139.5万辆，同比下降21.4%和13.8%；中型货车（6T<GVT≤14T）是货车中唯一实现正增长的细分领域，全年产销量分别为16.7万辆和17.9万辆，销量较上年同比增长12.3%；轻型货车（1.8T<GVT≤6T）全年产销量分别为208.8万辆和211万辆，同比下降6.4%和4%；微型货车（GVT

≤1.8T) 全年产销量分别为 61.2 万辆和 60.5 万辆，同比下降 14.2% 和 14.7%。2021 年货车销量结构基本平稳，轻型货车仍然是载货车的销量主体。

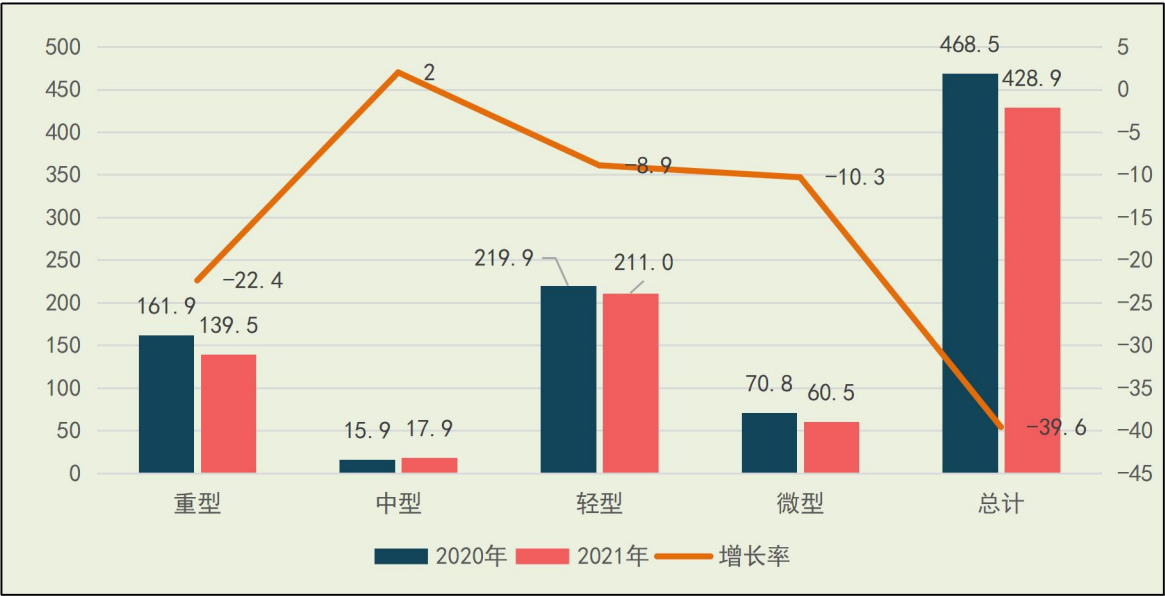


图 3 2020-2021 年载货车各车型销量及增长率^②

对海南的启示：重型货车国 VI 排放标准实施后，市场销量呈现明显下滑趋势，主要原因是由于成本经济性原因导致的“提前透支”，随着过渡期结束，市场将会逐步恢复平稳，但国 VI 和新能源货车的购置成本上涨的问题短期内仍然存在，因此海南省要从使用便利性和 TCO 全生命周期降成本角度提高岛内消费者对新能源货车的期待。

中重型货车电动化进程缓慢，新技术、新模式仍需政策引导支持。近年来，我国新能源货车市场发展已取得了较好的成绩，但整体电动化进程仍然缓慢：一是 2021 年新能源货车仅占总体货车市场的 3.1%，尤其是中重型货车领域，电动化渗透率不足 1%，远低于行

^② 数据来源于《2022 新能源汽车蓝皮书》

业平均水平；二是我国中重型货车面临产品竞争力不足，相比于燃油货车，新能源货车仍然面临续航里程不足、充电时间较长、补能便利性较差等现实问题，且车辆购置成本往往明显高于同级别燃油车，并且在运输效率和经济性能方面仍然存在一定的提升空间。虽然行业企业正在加强多类型新能源货车车型开发，但可应对复杂、多元应用场景需求的新能源货车类型仍然较少；三是 2021 年以来，燃料电池、换电技术、商业新模式虽然加速在中重型货车领域应用，但由于存在产业链体系不完善、核心技术不够成熟、商业路径尚不清晰、基础设施建设数量较少等问题，中重型货车电动化发展壁垒依然存在。此外，中重型燃料电池货车、换电货车仍处于小规模探索阶段，尚未开展规模化应用，仍然需要进一步加强政策引导支持以推动产业化发展。

对海南的启示：海南省推进中重型货车发展，要重点关注不同应用场景下的车型选择和技术路线选择，结合不同应用场景的特色，通过政策引领和市场试点运营鼓励换电技术和燃料电池汽车技术发展。此外，目前海南省尚未布局具备资质的商用车生产制造企业，这也是中长期海南省产业突破的一个重要方面。

重型货车销量结构稳定，牵引车销量占比最高。^③从重型载货车市场结构看，2015～2021 年各品类结构相对稳定，牵引车平均占比为 49%，非完整车辆平均占比为 30%，整车占比为 21%。2021 年全年牵引车销售 67.7 万辆，占比为 48.5%；非完整车辆销售 46.7 万

③数据来源于《2022 新能源汽车蓝皮书》

辆，占比 33.5%；整车销售 25.1 万辆，占比 18%。牵引车制造门槛相对较高，市场集中度相对较高，2021 年市场份额排名前 5 的企业分别是一汽集团、中国重汽、陕汽集团、东风集团和福田汽车，占全部牵引车辆的 88.9%；**重型载货整车**市场需求基本维持在 20 万～30 万辆，2018 年为需求巅峰，首次突破 30 万辆，2021 年销售 25.1 万辆，同比降低 12.2%逐步被牵引车取代，但由于载货车对路面的适应性更强，以及部分场景的不可替代性，载货整车的份额依然保持一定比例，2021 年中国重汽在重型载货车市场依然排名第一，全年销量超 8.6 万辆，市场占有率为 34.1%。陕汽集团、江淮集团分列二、三位，销量分别为 3.4 万辆及 2.8 万辆；**非完整车辆（底盘）**销量从 2015 年的 17.1 万辆增长到 2020 年的 49.8 万辆，增长迅猛，主要得益于新基建、城建工程的驱动，以及专用场景需求的增长。2021 年非完整车辆（底盘）销量为 46.7 万辆，较 2020 年下降 6.2%，未来由于专用场景需求不断提升，非完整车辆（底盘）销量还将保持高位。

对海南的启示：聚焦中重型货车细分领域，每一类车辆均有适配的应用场景优势，因此海南省要全面梳理岛内具有代表性的应用场景，按照场景特征，综合紧急度、难易度和重要度，选取特定场景的特定车型，优先推动电动化发展，逐步达到“以点连线、以线及面”的循序发展生态。

（三） 产业环境研究

主要企业加强战略规划布局，加速以中重型货车为代表的商用

车电动化智能化转型。新能源货车企业加强“十四五”时期战略规划布局，加速电动化和智能化转型，积极拓展多技术路线产品矩阵。东风将在“十四五”期间研发投入 1000 亿元，掌握关键核心技术，实现在商用车领域整体销量突破 100 万辆；上汽商用车“十四五”期间计划打造覆盖个人家庭、通勤、城际物流/客运、城市物流等全场景的十余款汽车产品，并聚焦港口、厂区等特定场景实现自动驾驶产品的应用；北汽福田电动货车为主线，以城市/际配送和末端物流为核心市场，到 2025 年目标实现销量 20 万辆。

表 2 主要商用车企业在中重型货车领域的布局规划^④

序号	企业名称	战略规划
1	东风	2021 年 9 月发布“十四五”规划，将在未来 5 年研发投入 1000 亿元，掌握关键核心技术，实现在商用车领域整体销量突破 100 万辆，并将新增布局高端重卡“骁龙”项目等，构建中重卡、轻卡、VAN 车、皮卡 4 个电动化平台。东风旗下东风商用车还发布了生态品牌“鲲跃”，持续推出纯电动中重卡、氢燃料重卡、智能化重卡和高品质牵引车等产品，并根据不同的场景诉求，打造系列“绿色智慧物流解决方案包”。
2	上汽商用车	“十四五”期间将坚持纯电、混动、燃料电池三条技术路线，计划打造数十款整车产品，覆盖个人家庭、通勤、城际物流/客运、城市物流、公交、专用车等全场景，实现新能源商用车销量占比 38%，并聚焦港口、厂区等特定场景与干线物流场景的 L3 级和 L4 级自动驾驶产品，实现智能网联装机率达到 60%。
3	北汽福田	2019 年 11 月，发布福田智蓝新能源 2025 战略，明确将以电动物流车为主线，以城市配送和末端物流为核心市场，到 2025 年实现销量 20 万辆，市场占有率 30%，销售收入 150 亿元，成为中国新能源商用车第一品牌。
4	一汽解放	2021 年 9 月成立新能源汽车事业部，发布新能源战略“蓝途行动”，目标在 2025 年实现销售新能源汽车 12 万辆，2030 年、2035 年分别实现 32 万辆、50 万辆的销量目标。在智能化方面，将在 2023 年实现高速公路 L4 级智能车商业运营，2025 年实现全工况开放区域下 L5 级智能车运营，具备全工

④ 信息来源于网络公开资料整理

		况自动驾驶功能。
5	吉利商用车	规划到 2025 年进入重型货车行业第二梯队头部位置，目标实现销量 5.6 万辆，2030 年进入重型货车行业第一梯队，目标实现销量 10 万辆。

对海南的启示：中重型货车电动化发展要与智能网联技术充分协同，要以打造海南“绿色智慧物流体系”为核心，通过试点示范，推动智能网联技术与新能源汽车技术在商用车领域的协同发展。

新能源货车行业头部企业格局趋于稳定，市场集中度进一步提高。2021 年，新能源货车销量 13.42 万辆，同比实现翻倍增长。在“双碳”目标要求下，以及公共领域电动化及换电模式试点、燃料电池汽车试点等多方面政策的推进下，企业积极性提升，且市场需求进一步扩大，推动新能源货车市场呈现较好的发展势头。排名前十的新能源货车总销量 8.8 万辆，占新能源货车市场的 65.4%，TOP10 市场集中度较上年的 62% 进一步提升。行业头部企业市场格局趋于稳定，凭借新能源货车市场领域的持续发力，东风、重庆瑞驰继续保持行业领先地位，并实现销量翻倍增长，全年共销售 3.23 万辆，占新能源货车市场的 24%。

表 3 2019~2021 年中国新能源货车企业销量排名前十^⑤

排名	2019 年			2020 年			2021 年		
	企业	销量	占比	企业	销量	占比	企业	销量	占比
1	金龙	5147	14.2	东风	6277	11.4	东风	16824	12.5
2	吉利	4510	12.4	瑞驰	5266	9.5	瑞驰	15491	11.5
3	东风	3202	8.8	奇瑞	4738	8.6	鑫源	9439	7.0
4	BYD	2888	7.9	金龙	4529	8.2	山西	8116	6.0

⑤数据来源于《2022 新能源汽车蓝皮书》

5	奇瑞	2112	5.9	长安	2794	5.1	奇瑞	7613	5.7
6	楚风	1709	4.7	鑫源	2627	4.8	长安	7246	5.4
7	昌河	1636	4.5	五菱	2175	3.9	广西	6425	4.8
8	长安	1506	4.1	福田	2078	3.8	福田	6330	4.7
9	福田	1421	3.9	金旅	2053	3.7	五菱	5256	3.9
10	中通	1225	3.4	昌河	1970	3.6	金旅	5209	3.9

中重型货车车型日益丰富。当前我国新能源货车以轻型物流车为主，轻型货车长期占据我国新能源货车市场主导地位，2020 年新能源微型、轻型、中型、重型货车产量分别为 0.2 万辆、6.5 万辆、0.2 万辆和 0.3 万辆，轻型货车占比达 90.3%。根据 2020 年第 1 至 13 批《新能源汽车推广应用推荐车型目录》统计，中型、重型新能源货车车型数量已分别达 292 个和 440 个，同比分别增长 101%和 89%，一些换电式及燃料电池汽车已逐步开始进入目录，如北京牌、大运牌、五菱牌换电式纯电动厢式运输车，开沃牌、海格牌、红岩牌燃料电池半挂牵引车，飞驰牌、华菱之星牌、开沃牌燃料电池自卸汽车等。

对海南的启示：海南省应密切跟踪中重型货车企业市场销量、产品布局、技术发展趋势等，一方面做好下一步招商引资工作的选型标的，另一方面，通过对产品技术的跟踪，夯实未来可能在岛内推进的“国民商用车”。

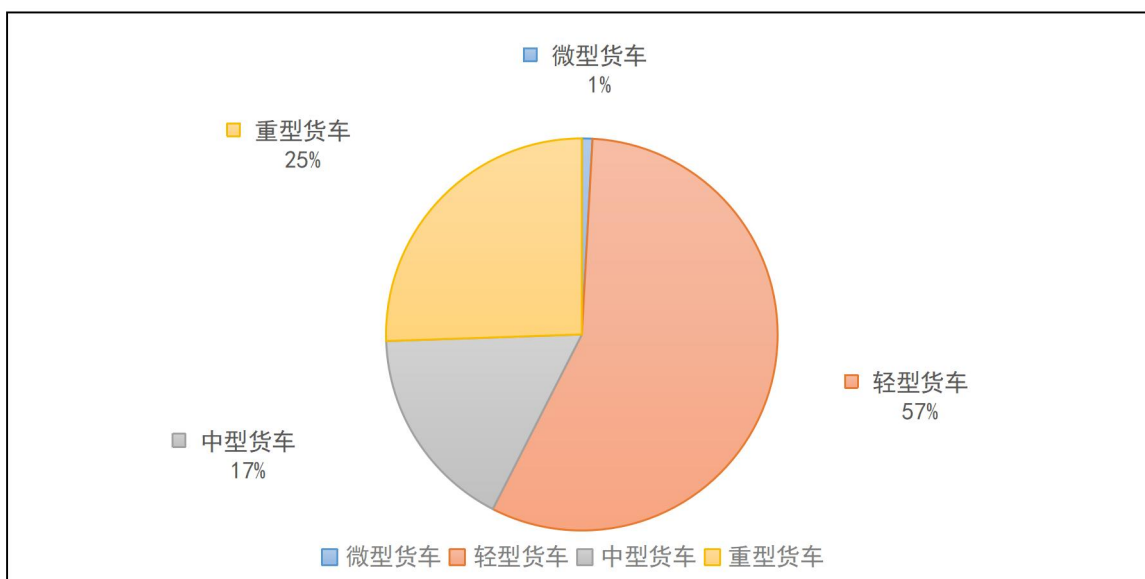


图 4 2020 年推荐车型目录细分吨位车型分布^⑥

（四） 技术环境研究

搭载磷酸铁电池的产品占据主流，核心技术水平稳步提升。2021 年，新能源货车中搭载磷酸铁锂电池的车型占比达到 95%，搭载三元锂电池的新能源货车车型占比不足 5%。从核心技术水平来看，根据 2021 年《新能源汽车推广应用推荐车型目录》统计分析，2021 年纯电动货车电池系统能量密度主要集中在 140-160Wh/kg，单位载质量能量消耗量主要集中在 0.27-0.29Wh/(km·kg)，续航里程主要集中在 250-330Km；燃料电池货车所搭载的燃料电池系统的额定功率主要集中在 110-120KW。行业愈加重视动力系统效率的提升，助力新能源货车在电池系统能量密度、能耗等核心技术指标方面实现稳步提升。其中，纯电动货车动力电池系统能量密度行业平均水平由 2020 年的 141.6Wh/kg 提升到 2021 年的 149.3Wh/kg，提升约 5%，行业平均单位载质量能量消耗量水平由 2020 年的 0.258Wh/(km·kg) 下降至

⑥ 数据来源于《新能源汽车推广应用推荐车型目录》

2021 年的 $0.24\text{Wh} / (\text{km} \cdot \text{kg})$ ，下降约 7%。2021 年纯电动货车行业平均续驶里程达 317km，与 2020 年的 323km 相差不大。

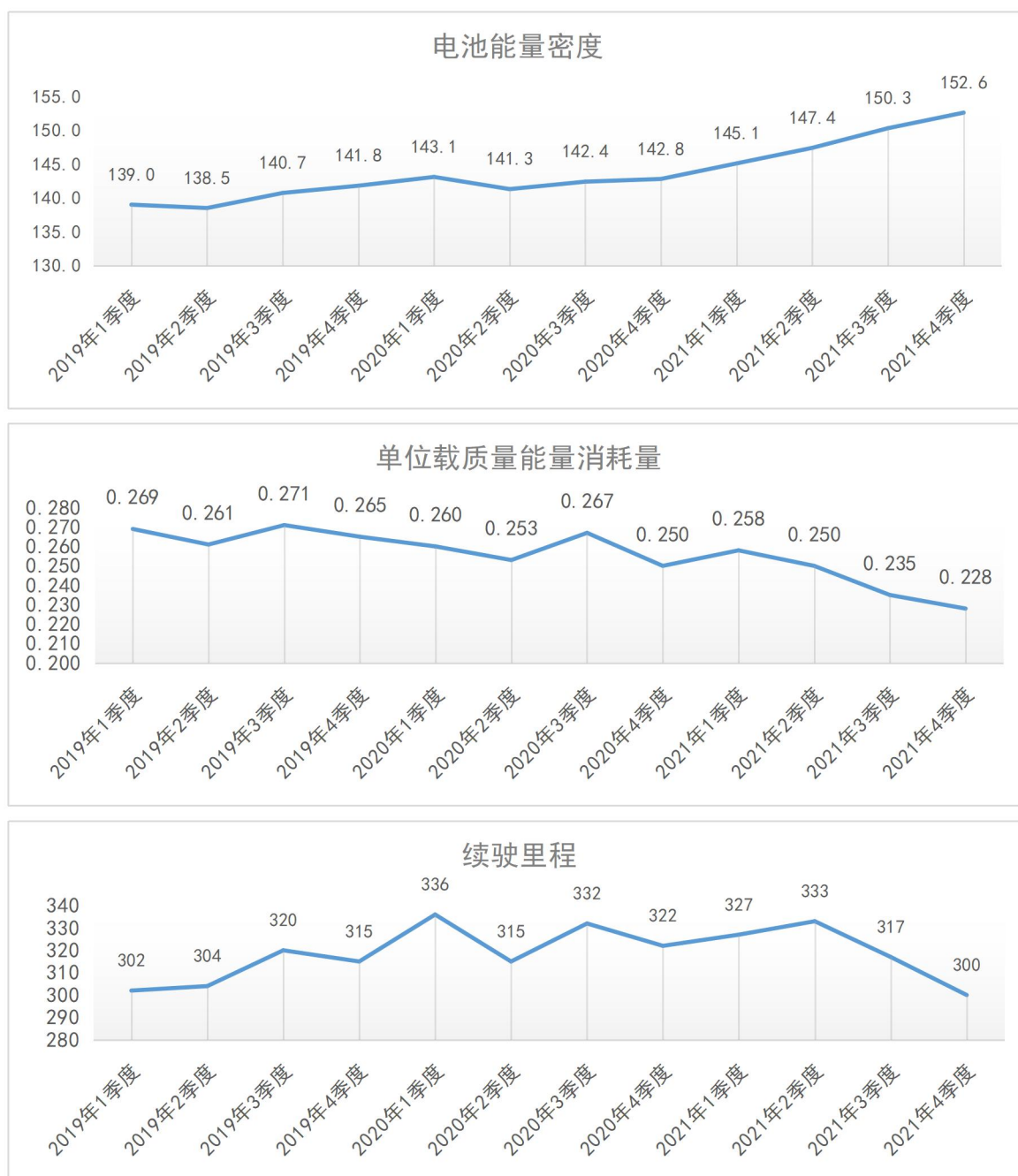


图 5 2019~2021 年度推荐车型目录内纯电动货车车型主要技术参数变化

行业加强多类型车型开发，换电、燃料电池中重型货车加速应用。从企业产品布局来看，头部企业已经开发并推广应用多种技术路线的新能源货车车型，覆盖载货运输、自卸、牵引和环卫等多种

类型。部分企业加快换电货车、燃料电池货车开发应用，根据 2021 年《新能源汽车推广应用推荐车型目录》，上汽红岩、宇通、中国重汽、华菱汽车等企业开发的换电车型数量达 159 款，东风汽车、宇通、厦门金龙、北汽福田等企业开发的燃料电池货车数量达 139 款，相比 2020 年均实现大幅增加，2021 年换电货车和燃料电池货车销量分别达 3317 辆、830 辆，同比分别增长 53 倍、4.7 倍。

表 4 主要新能源货车企业开发的新能源货车产品情况

企业名称	品牌	主要车辆类型	主要技术路线
宇通	宇通	厢式运输车、垃圾车、自卸车、牵引车	纯电动、燃料电池、换电
北汽福田	福田	厢式运输车、仓栅式运输车、邮政车、清洗车、垃圾车、混凝土搅拌车	纯电动、燃料电池、换电
厦门金旅	金旅	厢式运输车、冷藏车、邮政车	纯电动、燃料电池、换电
厦门金龙	金龙	厢式运输车、垃圾车、自卸车、牵引车	纯电动、燃料电池、换电
南京金龙	开沃	厢式运输车、自卸车、牵引车、洗扫车、混凝土搅拌车	纯电动、PHEV、燃料电池、换电
吉利	远程	厢式运输车、仓栅式运输车、邮政车、自卸车、牵引车	纯电动、PHEV、换电
华菱汽车	华菱之星	自卸车、牵引车、混凝土搅拌车	纯电动、燃料电池、换电
中国重汽	豪沃	厢式运输车、仓栅式运输车、自卸车牵引车、混凝土搅拌车	纯电动、PHEV、燃料电池、换电

二、基于场景分析的海南省中重型货车发展现状摸底

立足“十四五”，海南省国家生态文明试验区建设工作将继续稳步推进，绿色发展理念将进一步巩固，生态文明试验区在全国范围内的引领作用将更加凸显。在生态文明建设进程中，道路机动车电动化改革和构建绿色物流生态体系成为海南省重大战略部署和具体行动抓手。自《海南省清洁能源发展规划》（下称《规划》）颁布实施以来，海南省新能源汽车市场渗透率逐年提升，取得了阶段性成果，但根据《规划》实施效果评估结果显示，货运领域车辆（尤其是中重型货车）电动化改革依然存在诸多“卡脖子”问题，成为全域车辆电动化发展过程中最为突出的“短板”。

（一） 海南省道路交通领域绿色物流发展现状简述

绿色物流是指在物流过程中抑制物流对环境造成危害的同时，实现对物流环境的净化，使物流资源得到最充分利用的高效、可持续物流模式，主要环节包括绿色生产、绿色管理、绿色运输和绿色仓储等。目前物流业已经发展成为海南省支柱产业之一，省内布局有货运物流公司 1100 余家，物流市场已初具规模，但仍然存在运营效率较低、车辆电动化比例不足以及市场竞争机制不规范等现实问题，海南省构建绿色物流体系仍然任重而道远。

规模效应尚未显现，运输效率偏低。海南省第三产业相对发达，工业企业、居民生活和专业市场对物流的需求较大，但目前海南物流企业虽然繁多，但多为个体经营，规模有限，服务质量也无法保证，严重制约了物流业的发展。

机械化、自动化水平不高，物流配套基础设施不完善。目前海南省物流行业虽然初具规模，但整体技术水平发展仍然处于起步初期，物流基础设施的配套性、兼容性提升空间仍然较大，这其中主要表现在以下几个方面：一是不同市县运输系统之间衔接的枢纽设施方面缺乏投入，运输系统缺乏周密、科学的设计，对环境的重要影响因子（如引起地球变暖的二氧化碳，严重污染环境和危害人体健康的含氮氧化物等）没有引起足够的重视；二是仓储设备落后，库容体积小而分散，各种综合性货运枢纽、物流基地、物流中心建设缓慢，违背了绿色物流节约资源的原则；三是目前海南省物流运输行业整体机械化、自动化水平不高，严重影响物流效率。

信息化程度不高。海南省物流信息管理水平相对落后，先进物流信息技术开发相对滞后，目前全省范围内尚未建立必要的公共物流信息平台，订单管理、货物追踪、库存查询等物流信息服务功能较弱，制约了海南省物流运行效率和服务质量的提升。

货运车辆电动化比例较低。除上述简要提及的海南省绿色物流体系建设过程中的“短板”外，还存在着顶层设计规划缺失、标准体系尚未建立、绿色物流专业人才匮乏和物流教育水平不高等现实难题，但是货运领域车辆电动化比例较低仍然是目前省内构建绿色物流体系过程中面临的最大的“掣肘”问题。本报告将聚焦海南省中重型货运领域电动化改革关键实施路径开展研究，其他问题并未纳入本次研究范畴。

（二） 海南省推进中重型货车电动化改革的重要意义

是落实顶层设计规划的重要内容。《规划》明确提出海南省将按照“三个领域+三个阶段”稳步推进全域车辆电动化发展工作，要求社会服务领域引领发展。货运领域车辆作为社会运营领域车辆中的重要组成部分，电动化发展程度较网约车、班线客车等其他社会运营领域车辆明显偏低，尤其是高污染、重排放的中重型货车已经成为限制 2025 年社会运营领域全面电动化发展的最大壁垒。因此，加快推进中重型货运领域车辆电动化改革将有效推动社会运营领域整体清洁能源化水平的提高，是落实《规划》提出的 2030 年全面“禁燃”的重要内容。

是实现“双碳”目标，推进生态立省的重要举措。交通运输领域污染排放主要包括一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM）。其中海南省货运车辆排放的 NO_x 接近总量的 70%，货运车辆 PM 排放量接近总量的 90%。在碳排放方面，2021 年全省道路机动车 CO₂ 排放量约 850 万吨，其中中重型载货汽车 CO₂ 排放量就达到了 220 万吨。由此可见，货运车辆由于行驶时间长、尾气排量等特点，已经成为海南省交通运输领域大气污染和碳排放中最为严重的源头，对海南省推进生态立省、达成降碳目标和构建“绿色智慧新海南”带来明显威胁。

是海南省能源结构优化调整的需要。海南省太阳能光伏、风能、潮汐能、天然气及核电等清洁能源资源储量丰富。预计到 2030 年，全岛清洁能源装机比例将达到 80%。一方面为新能源货运汽车提供充

足的能源保障，另一方面能够真正实现从能源发电端到车辆使用排放端全生命周期的清洁化。

是发展换电技术及燃料电池技术的重要载体。货运领域车辆对用车成本（时间成本和经济成本）具有天然的敏感性，加之目前快充技术尚不成熟，一味通过增加动力电池会造成额外的“载重成本”，加之目前车辆运营效率尚未饱和，因此充电技术路线对于货运车辆，尤其是中重型货运车辆，在当前阶段成本优势并不突出。而换电模式可以有效缓解上述问题，2021年2月，儋州落成海南省首个重卡换电站，开启了海南省换电模式在商用车领域的示范应用，并相继建成5座重卡换电站，全面推动货运车辆电动化发展将为换电模式在商用车领域发展提供广阔的市场机遇。此外，随着我国燃料电池汽车技术逐步迈入商用化，中重型货运车辆也为燃料电池技术发展提供了可靠的载体。

（三）典型应用场景及车辆匹配特征分析

1.岛内货运车辆全貌概览

货运领域车辆市场总体规模稳步提升。海南省作为中国目前最大的经济特区，因独特的地理位置所形成的“岛屿经济”，岛内居民生活物资大量依赖内陆输入。同时，省内儋州（洋浦）-昌江-东方工业走廊聚集了大量的矿厂、钢厂、水泥厂等重工业产业，工业货物运输同样为货运领域车辆提供大量的应用场景。“十三五”发展期，海南省货运车辆市场保有量随着社会经济稳步发展不断提升：2016年海南省货运车辆保有量129123辆，经过五年左右发展，2021

年保有量达到 202982 辆，年复核增长率约为 9.5%。按照此增速测算，“十四五”末海南省货运车辆保有量将接近 30 万辆，货运领域发展前景广阔（此处未考虑海南自贸港建设超常规发展带来的增量部分，如考虑，将进一步提速、甚至存在翻倍的可能）。

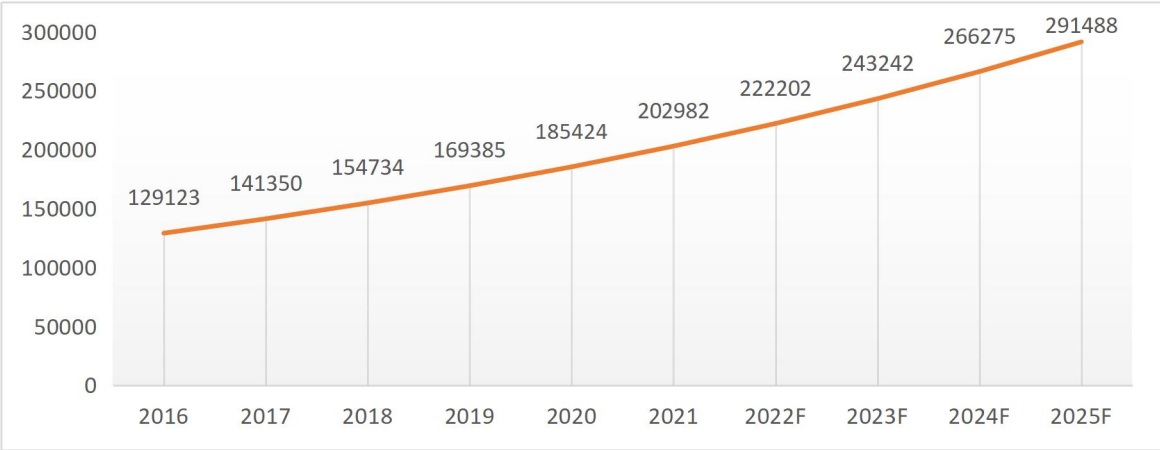


图 6 2016-2025 海南省货运车辆保有量情况（含预测）^⑦

中重型货车市场份额相对较小，中型货车市场呈现一定萎缩态势，重型货车市场保持小幅增长。海南省货运车辆按照车身尺寸级别划分为微型货车、轻型货车、中型货车和重型货车，由于海南场景特征明显，因此货车结构与国家行业趋势存在局部差异：2016 年，中型货车和重型货车市场保有量分别为 9415 辆和 16087 辆，占货运车总量的 7.3%和 12.5%；经过五年左右发展，截止 2021 年底，全省中型货车和重型货车保有量分别为 6103 辆和 26104 辆，占全省货运车辆总量的 3.0%和 12.9%。中重型货车市场保有量比例仍然远低于轻型货车，但中型货车市场有所萎缩，重型货车市场小幅增长。

⑦ 数据来源于《2021 海南省清洁能源汽车发展规划实施效果评估报告》

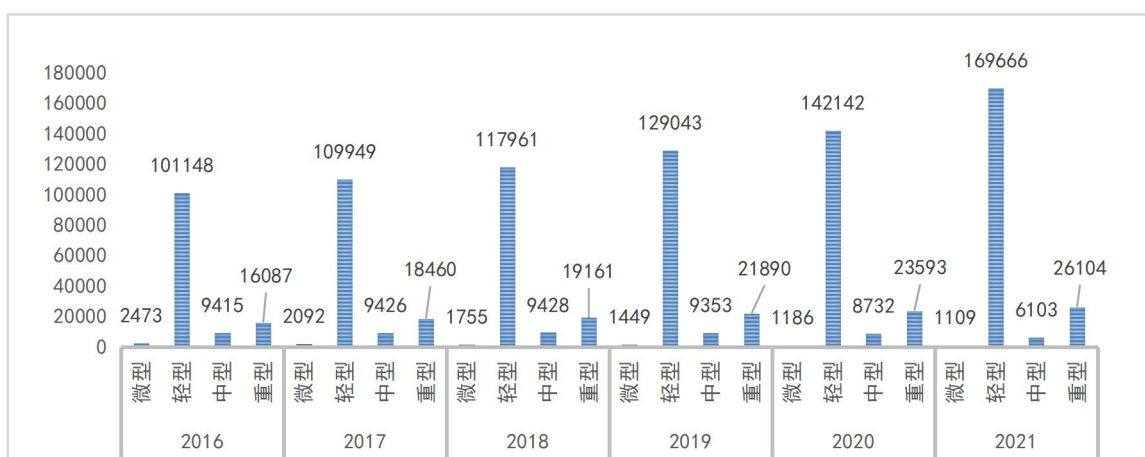


图 7 细分领域货运车辆市场保有量变化情况^⑧

货运领域车辆整体电动化占比依然较低。2016 年海南省货运领域车辆全部为传统燃油车，自 2017 年开始，海南省在微型货车和轻型货车领域率先开启更换纯电动新能源汽车，全年累计新增或更换新能源货车 316 辆（其中微型货车 15 辆，轻型货车 301 辆），新能源货车保有量占货车总量的 0.2%，正式开启海南省货运领域车辆电动化改革的元年。随着海南省逐步加大道路机动车电动化改革力度，货运领域车辆电动化比例也有所提升，截止 2021 年底，海南省新能源货车保有量达到 7971 辆，占货车总量 3.9%。“十三五”期间，虽然海南省货运车辆清洁能源化比例有了一定的提升，但是仍然远低于其他类型社会运营领域车辆（网约车、分时租赁车、环卫车、旅游客车、班线车等），货运车辆依然是制约海南省道路机动车清洁能源化发展的重要“瓶颈”。

⑧ 数据来源于《2021 海南省清洁能源汽车发展规划实施效果评估报告》

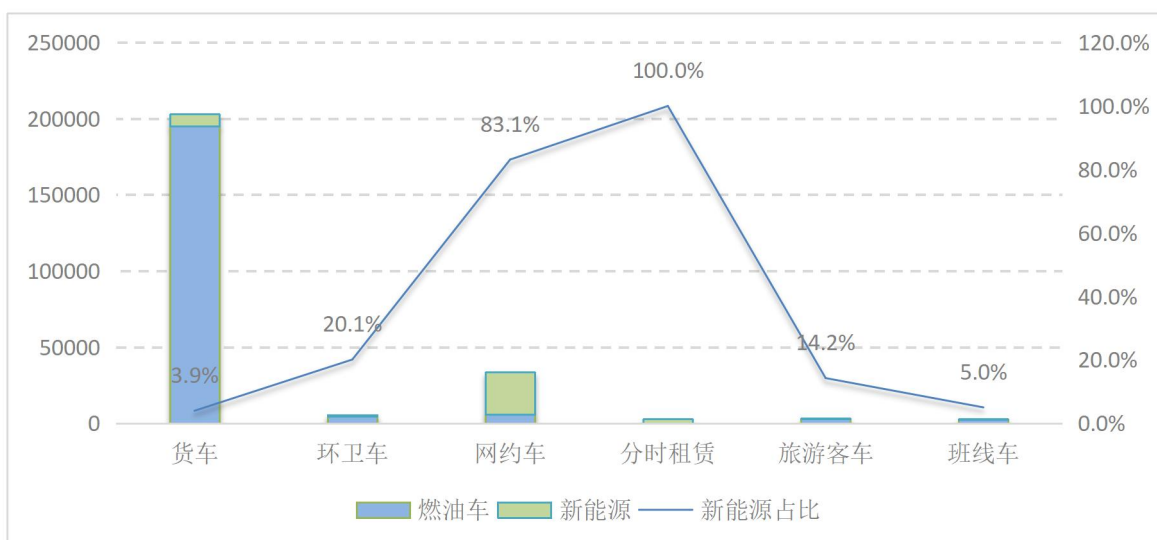


图 8 各类社会运营领域车辆清洁能源化程度对比^⑨

2.中重型货车四大典型应用场景分析

自 2019 年以来，随着自贸港建设进程日益提速，新基建建设工作稳步开展，同时海南省相对独立的岛屿经济体制决定了岛内拥有大量的物流运输需求，这些都为岛内中重型货车提供了丰富的应用场景。课题研究过程中，项目组深入省交通厅、省公安厅、省港航运输局以及市县政府进行实地走访调研，归纳总结了省内主要的中重型货车应用场景和车辆匹配特征。按照应用场景来划分，海南省中重型货车主要包括以下四类：集疏港车辆、工业运输车辆、工程作业车辆及外埠入岛车辆。

①集疏港车辆

集疏港车辆是指用于入（出）港货物集散及城际间转运的中重型货车。海南省目前拥有海口港、海口新港、洋浦港、八所港和三亚港五大港口，是连接岛内和岛外货物运输的关键枢纽，2021 年海口、儋洋、东方、三亚货物吞吐量分别占 60%、30%、8%和 1.5%。港

⑨ 数据来源于《2021 海南省清洁能源汽车发展规划实施效果评估报告》

口物流运输为了追求运输效率和成本经济性，主要以中重型货车为主。从货物类型来看，80%的货物为城镇居民生活物资，20%为工业生产物资；从车辆类型上来看，主要为中重型半挂牵引车（拖头挂仓棚、集装箱，不含平板和栏板车）；从行驶路线来看，与人口分布呈现密切正相关，多以长距离运输为主（运货环岛或运输至集散地），平均单次行驶距离 200Km，日均行驶距离 400Km。根据调研数据摸底，目前海南省港口/岛内物流运输中重型货车有 13681 辆，其中用于居民生活物流车辆 12312 辆；用于工业生产物资运输 1368 辆^⑩。



图 9 港口/岛内物流运输车辆典型运输路线（标红）

②工业运输车辆

工业运输车辆是指新基建建设及工业生产过程中用于工业原材

⑩ 备注：数据为大数据统计结果，车辆在实际使用中用途无法严格区分

料、工业产品及废料的中重型货车。海南省自贸港建设带动大量基建工程，从大的方面主要包括城市基建（如居民楼、学校、医院等）和工业原材料运输（水泥生产、玻璃生产等）两大类，这些场景都带动大量的工程原材料和工业废料（渣土为主）的运输。从车辆类型上来看，工业运输车辆主要为中重型自卸车、中重型平板半挂车、中重型罐式半挂车、中重型栏板半挂车等，目前海南省工业运输车辆保有量 15138 辆。从行驶路线来看，城市基建主要与人口分布呈现密切正相关，主要集中在海口、三亚和儋州，运量大约 6:2:1，工程原材料在不考虑岛外运输进来的前提下，水泥、钢材主要依托儋洋工业基地输送，因此儋州工程原材料运力不做考虑，行驶里程平均 $(3*160+1*240)/4=180\text{Km}$ ；工业废料一般就近销售或处理，因此不做考虑；工业原材料运输主要分布在儋州(洋浦)-东方工业走廊，货物运输主要是短途原材料运输（不再考虑输出），单程行驶距离大约 100Km（但单天次数很多，总行驶里程大约 300Km）。



图 10 工程运输车辆典型路线（红：城市基建；蓝：工业原材料运输）

③工程作业车辆

工程作业车辆主要为在工业园区、新基建工地、港口内作业等相对封闭场景内应用的中重型货车，车辆类型主要为特种专用车，包括不限于重型特殊结构货车、重型特殊结构半挂车、重型载货专项作业车、中型非载货专项作业车、重型专项作业半挂车、中型专项作业车等。目前省内拥有专用特种车辆 3388 辆，车辆平均单日行驶里程约 10Km，由于作业场景相对封闭，从行政管控角度来看相对容易推动实现电动化发展。

④外埠入岛车辆

外埠入岛车辆指通过轮渡运输进入海南省的外埠牌照中重型货

车。根据调研数据显示^⑪，2021 年进入海南的外埠车辆为 2088735 辆，其中 47.7%的车辆为货物（瓜果蔬菜、生产物资等）运输的中重型货车，目前全省范围内约有 17000 辆外埠牌照中重型货车，并且几乎全部为传统燃油车。考虑到目前海南省内已经针对外埠入岛车辆制定了“120 天”限行政策，且对外埠车辆推进电动化难度较大、社会及经济影响复杂，并且省内已经开展过专项课题研究工作并在 2021 年专家咨询委员会上进行过专题审议，因此，该应用场景不纳入本次报告研究内容。

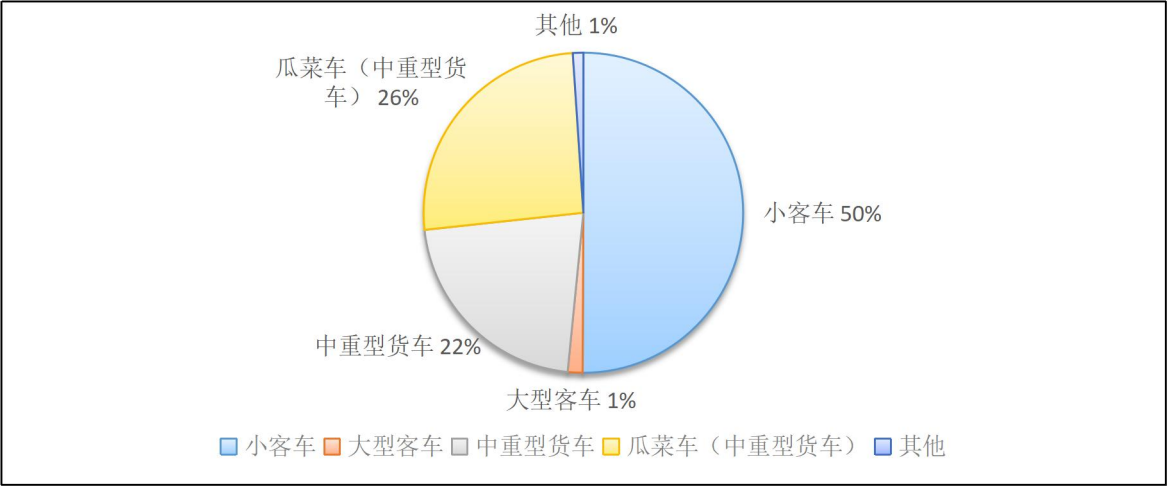


图 11 2021 年海南省外埠入岛车辆类型构成

3.中重型货车车辆特征研究

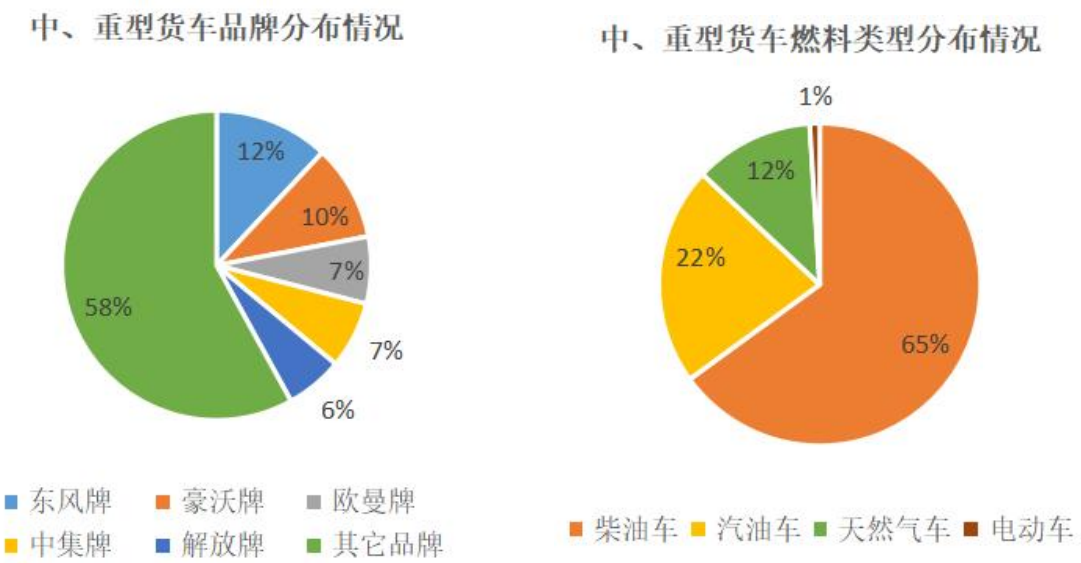
各类应用场景下的中重型货车电动化水平均相对滞后。根据上节定义的中重型货车不同应用场景，对各场景下的车辆类型进行统计：截止 2021 年底，集疏港车辆 13681 辆（中型 2123 辆；重型 11558 辆），其中传统燃油车 9838 辆，天然气汽车 3743 辆，新能源汽车 100 辆；工业运输车辆 15138 辆（中型 3959 辆；重型 11179 辆），

⑪ 数据来源于港口实地调研

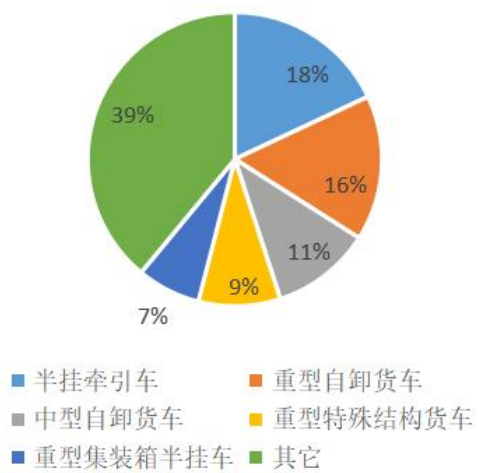
其中传统燃油车 15004 辆，天然气汽车 119 辆，新能源汽车 15 辆；工程作业车辆保有量为 3388 辆（中型 21 辆；重型 3367 辆），其中传统燃油车 3252 辆，天然气汽车 136 辆，暂无新能源汽车。从上述调研数据上来看，目前海南省不同应用场景下中重型货车电动化比例均相对滞后。

中重型货车产品类别丰富，品牌集中度不高。对岛内中重型货车品牌型号进行调研统计，由于目前海南省缺乏具备商用车生产资质的本土企业，中重型货车品牌相对分散，其中东风牌、豪沃牌、欧曼牌、中集牌和解放牌为市场占有率 TOP5 的品牌，占比分别为 12%、10%、7%、7%和 6%。

中重型货车注册区域相对集中。根据岛内中重型货车场景描述，中重型货车注册分布主要与人口经济呈现一定正相关性，目前，海口市、儋州市（含洋浦经济开发区）、琼海市是中、重型货车注册上牌最多的三个城市，占比分别为 45%、19%和 7%，占总量的 71%。



中、重型货车车辆类型分布情况



中、重型货车品牌分布情况

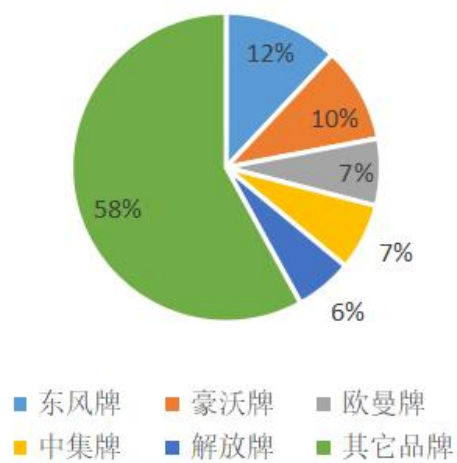


图 12 中、重型货运车辆产品特性统

三、海南省中重型货车 TCO 成本分析

基于第二章内容，本章将重点围绕上节提到的三大中重型货车应用场景（外埠入岛车辆除外），聚焦海南省每类场景下的经典车辆类型，计算整车全生命周期拥车总成本（TCO 成本），细化各场景的政策驱动和市场推动阶段差异化特征，为后续不同场景中重型货车电动化发展策略提供支撑。

整车全生命周期拥车总成本（TCO）是一项衡量产品生命周期内各个阶段累计成本的分析，大体包括购置成本（ C_P ）、使用成本（ C_U ）、维护成本（ C_M ）和残余价值（ C_S ），一些中重型货车 TCO 成本研究也会对机会成本（ C_O ）和报废回收成本（ C_R ）进行分析，为简化模型计算，本文不考虑机会成本和回收成本影响因素。基于此，TCO 成本计算公式一般可以简化表示为： $TCO=C_P+C_U+C_M-C_S$ ，下面将重点结合上述四方面影响因素，探究三类场景下，新能源中重型货车与传统燃油货车的成本经济性对比情况。

（一）购置成本（ C_P ）对比

购置成本测算选取柴油类型的重型半挂牵引车、重型自卸车、重型特殊结构车分别作为集疏岛、工业运输和工程作业三大应用场景的典型代表车辆。购置成本主要包括车辆价格、税费及政策奖励三方面因素，其中车辆价格因素是购置成本的决定因素。在此，我们作出两方面假设：一是政策环境稳定，中长期税费及政策奖励因素带来的变量忽略不计；二是未来的四阶段油耗标准将于 2025 年引入，四阶段油耗限值将比三阶段油耗限值降低约 30%。在此假设前

提下，油耗限值降低及排放标准的加严将给整车诞生过程中的研发、生产、营销、管理方面带来额外的成本支出，车辆价格将在后续年份中小幅增长。参考国际交通清洁委员会（ICCT）开发的成本曲线（Meszler et al., 2019）模型及对海南省中重型货车产品结构的调研情况，我们综合评估了三类场景下传统燃油中重型货车的车辆价格：

表 5 不同场景典型传统燃油（柴）货车车辆价格及预测

应用场景	车辆类型	海南最大份额	2020 购置成本 (万元)	2030 购置成本 (万元)
集疏港	半挂牵引车	豪瀚 N7G 重卡	牵引车：39.80 挂车：10	牵引车：43.80 挂车：10
工业运输	自卸车	豪沃重型自卸	37	40.1
工程作业	特种车辆	豪沃混凝土搅拌	34	37.20

为了评估新能源汽车车辆价格，我们从柴油货车中减去柴油零部件的价格，得出无动力车身（即无动力传动系统的车辆）的估算价格。据估计，柴油传动动力系统（例如发动机、排气、邮箱和变速器）约占柴油货车总价格的 51.7%，对于半挂牵引车，柴油与电动车之间的挂车单价在特定年份保持不变。

电动传动系统是纯电动货车零售价的主要组成部分，零部件主要包括电驱动动力装置、电力电子器件、车载充电机、热管理系统等，成本构成主要包括直接制造成本和间接成本（研发、管理、营销、分销和保修等）。直接成本部分我们按照关键技术参数变化趋势（见第一章）进行预判估算，间接成本一般为直接成本的 15%-75%，为简化计算逻辑，我们取中值 45%（不考虑由于技术演进带来的间接

成本比例变化)。

表 6 电动传动系统零部件的价格成本预测

单位：元/Kw	2020		2030	
	直接成本	间接成本	直接成本	间接成本
电力驱动装置	553. 5	249. 1	193. 0	86. 8
电力电子器件	182. 25	82. 0	148. 9	67
车载充电机	486	218. 7	439. 5	197. 8
热管理系统	141. 75	63. 8	128. 2	57. 7
小计	1363. 5	613. 6	909. 6	409. 3
合计	1977. 1		1318. 9	

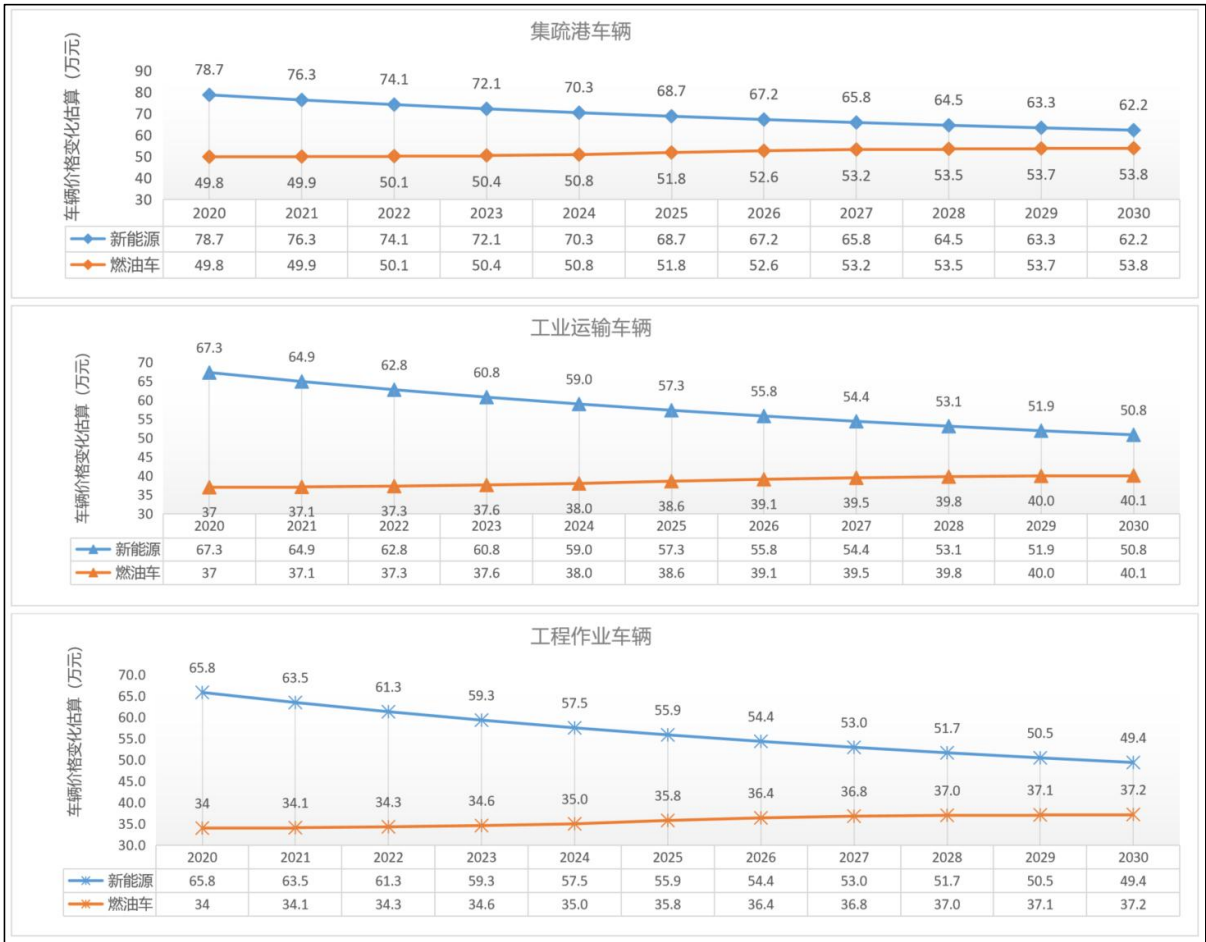


图 13 不同类型车辆价格变化趋势预测

税费和政策奖励也是车辆购置成本(C_p)中的一项重要考量因素，研究基于国家和海南省政策环境稳定的前提下，我们将税费和政策

奖励（海南地方奖励）纳入模型测算。

表 7 目前海南省典型中重卡购置总成本对比

项目	集疏港		工业运输		工程作业		备注
	油	电	油	电	油	电	
购车价格	49.8	78.7	37	67.3	34	65.8	
购置税	4.48	0	3.7	0	3.4	0	车头 10% 挂车 5%
贷款利息	3.3	4.9	2.5	4.5	2.3	4.4	年利率 4.75%
手续费	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	运营证、 行驶证、 上牌等
保险费	2	2.2	2	2.2	2	2.2	第 1 年
地方奖励	0	-3	0	-3	0	-3	
合计	60.08	83.3	45.7	71.5	42.2	69.9	
差值	-23.22		-25.8		-27.7		油-电

（二）使用成本（CU）对比

使用成本（ C_U ）仅指车辆行驶过程中能源消耗产生的成本，过路费、维修保养费、保险费、磨损件更新费等纳入维护成本（ C_M ）中进行计算对比。使用成本与行驶里程成正比，因此通过不同场景年行驶里程及报废年限计算车辆全生命周期使用成本对 TCO 计算至关重要。具体至海南省内某一车辆，其生命周期内行驶总里程受车辆类型、具体场景、存活周期、评估年份等多种因素影响，为简化计算，仅根据第二章研究内容分场景进行使用成本的计算和对比。

表 8 目前典型中重卡使用成本对比

分项	集疏港		工业运输		工程作业	
燃料类型	油	电	油	电	油	电
存活周期	5 年	5 年	5 年	5 年	8 年	8 年
单天行驶里程	400Km	400Km	300Km	300Km	10Km	10Km
运营效率	60%	60%	60%	60%	100%	100%
月均运营天数	28d	28d	25d	25d	20d	20d
百公里电耗	——	120Kwh	——	120Kwh	——	120Kwh
百公里油耗	30.5	——	30.5	——	30.5	——
柴油价格	7.5 元/L					
平电价格	0.63+0.7 元/Kwh					
理论使用成本	153.7	107.3	102.9	71.8	4.4	2.3
差值	46.4		31.1		2.1	
海南实际使用成本	92.2	64.4	61.7	43.1	4.4	2.3
差值 (油-电)	27.8		18.6		2.1	

(三) 养护成本 (Cm) 对比

由于货车用途和动力技术不同，养护成本存在较为明显的差异。文献中有一些研究和报告着重介绍了柴油货车的养护成本，但基本未提及新能源中重型货车的养护成本。根据德国航空航天中心报告相关研究内容，与传统燃油中重型货车相比，新能源（不含 FCV）车型养护成本大约降低 33%。此外，另外一个重要影响因素是轮胎的磨损和更换，新能源货车加速开始就会产生较大的扭矩，使轮胎承受更大的扭力和摩擦力，进而影响轮胎的耐久性和价值。但是由于缺

乏相关支撑数据，本报告对新能源车轮胎损耗部分的养护成本按照燃油车 1.5 倍进行估算。

表 9 目前典型中重卡养护成本对比

分项	集疏港		工业运输		工程作业	
燃料类型	油	电	油	电	油	电
维修 保养费	5	1.7	5	1.7	6	2
保险费 (2-5/8)	6	6.2	6	6.2	9.6	9.8
轮胎 更新费	10	15	10	15	10	15
人工工资	60	60	60	60	96	96
停车、罚 款、年检等 杂费	7	7	7	7	5	5
实际养护 成本	88	89.9	88	89.9	126.6	127.8
差值 (油-电)	-1.9		-1.9		-1.2	

（四） 报废回收成本（CR）对比

货车折旧后的剩余价值取决于其动力传动技术和应用类型，我国货车理论最长运营期限为 15 年，15 年后残值将为 0，但是根据《节能与新能源汽车技术路线 2.0》对不同类型车辆的残值评价结果，中重型货车运营前五年剩余残值将逐年大幅下降（年固定折旧率约在 5%-10%之间），通常新能源汽车残值率下降的更快。根据海南省二手车市场情况的调研结果，我们发现新能源集疏港车辆和工业运输车辆残值率通常保持在 15%左右，新能源工程作业车辆残值率约在 10%左右，传统燃油车的残值率通常能够保持在 25%-30%之间。

表 10 目前典型中重卡报废回收残值成本

分项	集疏港		工业运输		工程作业	
燃料类型	油	电	油	电	油	电
购置成本	60.08	78.7	45.7	71.5	42.2	69.9
生命周期	5	5	5	5	8	8
折旧率	30%	15%	30%	15%	25%	10%
剩余价值	18.0	12.3	13.7	10.7	10.6	7.0
差值 (油-电)	5.7		3.0		3.6	

根据上文中的成本因素分析，对海南省不同场景下的中重型货车 TCO 成本进行计算，根据计算结果可以看出，使用成本（ C_U ）是整车 TCO 成本最为核心的影响因素，与生命周期内货车行驶距离呈现密切正相关。目前不同燃料类型的集疏港车辆和工业运输车辆 TCO 成本差异性不大，二类燃料类型基本持平，随着自贸港和海南省经济的发展，运营效率将大幅提升，预计 2030 年新能源货车的成本优越性将大幅提升；而封闭园区内的工程作业车辆由于行驶距离相对较短，中长期内（2030 年前）新能源汽车的 TCO 成本无法超越传统燃油车。

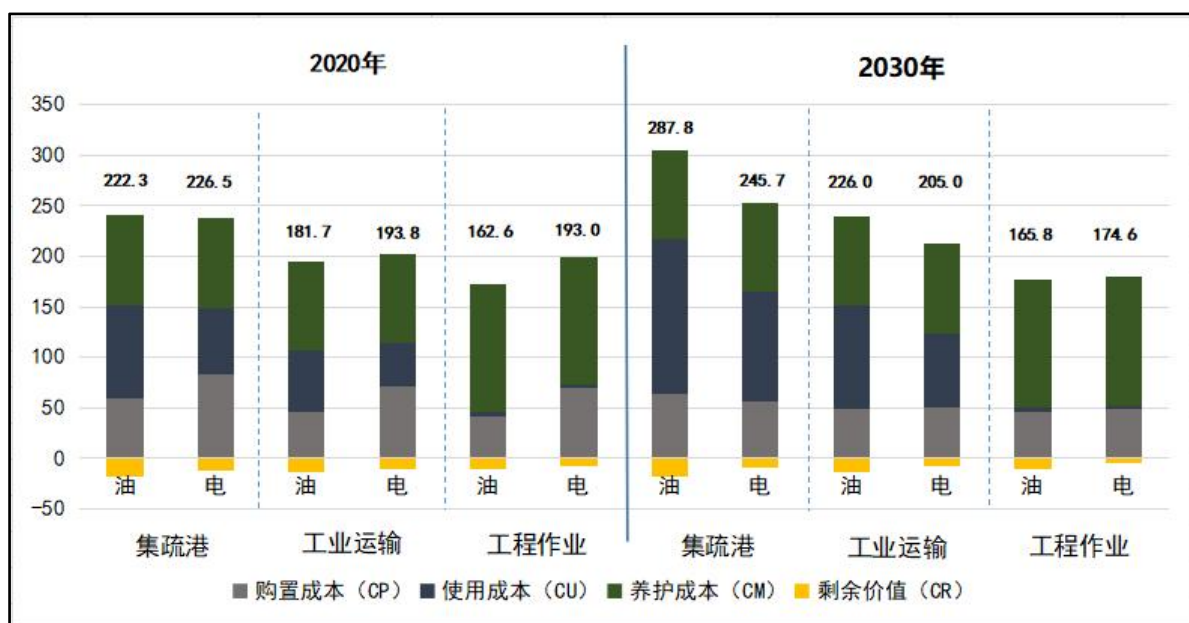


图 14 不同场景下货运车辆 TCO 成本分析（实际值）

四、海南省中重型货车电动化发展路线研究

（一）基于场景特征和 TCO 成本特征的电动化路线研究

根据第二章和第三章对场景特征和车辆特征的研究，通过设置“施策难易度”、“产品适配性”、“行驶距离/节能减排效益”、“路线固定程度”、“过渡平稳性”和“TCO 经济性”六个指标，综合行业专家意见，对除“外埠入岛中重型货车”之外的三个不同应用场景进行综合评价，制定不同应用场景下的电动化发展策略：以封闭场景的工程作业车辆为切口，形成试点示范；以集疏港车辆电动化发展作为节能减排的优先重点任务；条件相对成熟后，推进工程运输车辆电动化进程。

表 11 不同应用场景电动化推进难易程度综合评价

中重货车类型	评价指标						电动潜力综合评价 (优先级)
	施策难易度	产品适配性	行驶距离/ 节能减排效益	路线固定程度	过渡平稳性	TCO 经济性	
集疏港	★★	★★	★★★★	★★	★	★★	中
工业运输	★	★★	★★	★	★★	★★	低
工程作业	★★★★	★★	★	★★★★	★★★★	★	高

从施策难易度方面来看，工程作业车辆运营场景相对封闭，且许多港口、建筑工地、工业园区等场景国有属性明显，最容易通过行政手段实现区域内中重型货车电动化；集疏港车队结构较工业运输车辆相对稳定，车辆主要归属岛内大型物流公司，政策约束力相对较强；工业运输车辆主要包括企业自有车辆和租赁车辆（部分为私人挂靠），这类车相对其他类型车辆较为灵活、分散，施策难度相对较大。

从产品适配性方面来看，集疏港车辆主要为中重型半挂牵引车（拖头挂仓棚、集装箱），工业运输主要为中重型自卸车、中重型平板半挂车、中重型罐式半挂车、中重型栏板半挂车等，这两大类车型具备相对较多的新能源汽车产品，可选择性较强。而工程作业车辆主要特殊结构车辆，目前市场上新能源产品类型相对较少，产品适配性相对较差，但是通过海南场景优势撬动新能源产品定制化开发可以在短期内解决上述问题。

从行驶距离/节能减排效益方面来看，集疏港车辆多以长距离运输为主（运货环岛或运输至集散地），平均单次行驶距离 200Km，日均行驶距离 400Km；工业运输车辆单次运输里程大约 100-180Km，日均运驶里程平均约 300Km；工程作业车辆由于运营场景相对封闭，单天行驶里程约 10Km 左右，结合不同场景中重型货车数量，可以看出集疏港车辆电动化是节能减排中最主要的一环。

从路线固定程度方面来看，工程作业车辆场景封闭，路线最为固定；集疏港车辆由于与海南省整体物流运输及仓储关系紧密，因

此路线较工业运输车辆更为固定；工业运输车辆行驶路线主要基于商业范围，具有较强的随机性，因此行驶路线可变性最强，管控难度相对较大。

从过渡平稳性方面来看，工程作业车辆由于场景相对封闭，电动化改革工作除自身车辆 TCO 成本波动影响外，对社会经济不会带来明显的波动；工业运输车辆和集疏港车辆电动化都将对经济和工业带来一定的波动，相比较集疏港车辆对城镇居民生产和生活影响更为明显。

从 TCO 成本经济性方面来看，按照目前集疏港车辆和工业运输车辆运营效率 60%实际情况来看，集疏港和工业运输车辆基本已经实现新能源汽车与柴油车的“平价”，未来随着交通运输效率的进一步提升，新能源汽车的成本优势将进一步突显，市场自驱能力也将进一步提升。工程作业车辆由于行驶距离相对较短，电价优势无法充分体现，预期 2030 年后才将逐步实现“平价”，

（二） 海南省中重型货车电动化发展面临的劣势及破局思路

鼓励中重新能源货运车辆发展的政策支持力度不足。一方面是《海南省清洁能源汽车发展规划》作为省新能源汽车发展顶层设计文件，其中在货运领域，仅提出了 4.5 吨以下、6 米以内的轻型货车（含微型）发展目标，未明确中重型货运车辆的发展目标，导致目前该细分领域推广缺乏参考和指导；另一方面是目前在新能源货运车辆使用端，尚未出台鼓励性政策，如路权优惠、停车优惠、上牌流程简化及企业运营奖励等，新能源货车使用不具备政策优势，

导致消费者对新能源货车接受程度不高，不利于车辆推广。

破局思路：在中重型货运领域车辆电动化应用推广起步阶段，必须要明确新能源汽车应用推广目标，基于目标任务构建一套完善的政策保障体系至关重要。建议海南省结合中重型货运车辆实际使用特点，以非财税类鼓励性政策为主，兼顾财税奖励政策，为新能源货运车辆应用推广提供保障。

充/换电基础设施建设尚不完善，远距离运输存在障碍。根据省发改委统计数据显示，截止 2021 年底，全省共配建充电基础设施 47202 个，总体车桩比达到了 2.4:1，已经领先全国平均水平。但是约 75%的充电桩分布在海口市和三亚市，且市内充电桩布局存在“扎堆儿”现象，中小市县充电基础设施布局相对滞后，不利于电动货运车辆环岛运输。此外，目前海南省仅在儋州木塘布局建设一座重卡换电站，不具备多点服务能力，换电重卡推广更加困难。基于以上充/换电基础设施及天然气加气站布局现状，目前城市内短距离运输货车采用新能源汽车在能源加注方面困难不大，尤其是人口、经济相对领先的海口、三亚等城市。但是，由于纯电动货运车辆续航里程普遍在 250 公里，满载后续航里程将进一步降低，在目前基础设施建设不均衡的现状下，加之“僵尸桩”、燃油车占位、超标收取服务费等不利因素的叠加影响，纯电动货车远距离运输仍然存在障碍。

破局思路：一方面，海南省要继续加大充/换电基础设施布局力度，要做好布点规划，尤其是要科学布局环岛旅游高速以及中小市县的

基础设施建设,必要时要通过财政手段给予适当的驱动;另一方面,要继续加大对现有基础设施的督查和整改力度,打造良好的新能源汽车使用生态。

新能源货车购置成本较传统燃油车明显偏高。目前由于新能源货运车辆技术路线较传统燃油货车和 CNG 货车尚不完全成熟,生产制造成本依然居高不下。按照目前市场价格,一台传统重型燃油货车拖头购置成本约 40 万元,而一台纯电动重型货车拖头购置成本则在 80 万元左右、一台氢能重型货车拖头购置成本则在 140 万元左右甚至更高。货运车辆属于运营类范畴,对成本非常敏感,目前购置奖励尚不足以降低新能源货车采购成本压力。同时,新能源货车在使用过程中的经济性优势并未被消费者认可,因此在没有行政命令强制约束下,绝大多数货运行业企业对新能源货车接受度普遍较低。

破局思路:按照目前行业发展现状,传统燃油货车较新能源货车的价格成本优势不会发生明显变化,存在新能源货车推广和企业运营成本增加的矛盾。建议海南省参考北京市的方式,一方面通过行政手段进行必要且合理的约束,强制企业新增或更换车辆采用一定比例的新能源汽车;另一方面,在购置和货运企业运营奖励方面给予必要的奖励,同时可以建立“企业积分评价体系”,鼓励社会资本分担改革压力,鼓励企业合理竞争,实现行业企业的优胜劣汰。

五、海南省中重型货车电动化目标制定及环保效益测算

海南省在全国范围内率先提出 2030 年全面禁售燃油车的总体目标，并且要求道路交通领域力争做全国低碳发展的“优等生”。但是在《规划》中，并未明确提出“中重型货车”电动化发展目标，因此对中长期电动化和低碳发展带来明显风险。本章将基于顶层设计规划，围绕“2030 年全面禁燃”和“低碳绿色发展”两大核心任务，提出海南省中重型货车（含细分领域场景）电动化发展目标，并根据提出的目标，计算不同阶段中重型货车的节能减排效益，从必要性论证方面为下一步政策制定提供支撑。

（一）中长期总体电动化发展目标研究

自 2019 年《规划》颁布实施以来，海南省新能源汽车发展逐步驶入“快车道”，公共服务领域和私人领域车辆电动化发展明显优于预期。为进一步加快推进道路机动车电动化进程，切实落实全面禁售燃油车和低碳发展核心工作，海南省政府于 2021 年对省内各细分领域车辆电动化发展制定了更加明确的任务目标。

表 12 海南省新能源汽车发展总体目标（批示版）

序号	年度 分类	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	总保有量	150	165	190	210	230	250	270	290	310	330	350
2	新能源汽车保有量 /万辆	6.4	10.9	20.7	30.7	41.0	52.9	65.9	80.1	95.3	111.6	129.1
3	新增新能源汽车占比	25%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	93%	96%	100%

4	新增新能源汽车/燃油车	3.8/ 11.2	4.5/ 10.5	9.8/ 5.2	10.0/ 5	10.8/ 4.2	11.9/ 3.1	13/ 2.0	14.2/ 0.8	15.2/ 0.4	16.3/ 0.2	17.5/ 0
5	新能源汽车保有量占比	4.3%	6.6%	9.4%	12.5 %	15.9 %	19.5 %	23.3 %	27.2 %	30.9 %	34.3 %	37.6 %
6	保有量增速	91%	年均 48%					年均 21%				
7	充电桩数量/万个	2.64	4.7	7.4	11	16	22	28	35	42	50	58
8	车桩比	2.4:1	2.3:1	2.3:1	2.2:1	2.1:1	2:1	< 2:1	< 2:1	< 2:1	< 2:1	< 2:1

根据海南省新能源汽车发展中长期目标，结合《海南省清洁能源汽车发展规划》要求及《规划》发布以来各类车辆变化趋势，对不同类型车辆（不含中重型货车）电动化水平进行分阶段预测（见表 13）。

表 13 海南省各细分领域车辆保有量中长期预测

领域	序号	年度 分类	类型	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
NEV 保有量			—	6.4	12.2	20.2	30.8	42.3	55.2	69.1	85.5	98.8	114.5	131.6
公共服 务领域	1	公务车	总保有	1.32	1.33	1.35	1.37	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	1.50
			油+气	1.25	1.20	1.13	1.01	0.87	0.71	0.53	0.37	0.23	0.12	0
			新能源	0.07	0.13	0.23	0.36	0.52	0.70	0.90	1.08	1.24	1.37	1.50
			比例	5.3%	9.8%	17.0%	26.3%	37.4%	49.6%	62.9%	74.5%	84.4%	91.9%	100%
	2	公交车	总保有	0.43	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65	0.70
			油+气	0.09	0.08	0.06	0.04	0.02	0	0	0	0	0	0
			新能源	0.34	0.38	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65	0.70
			比例	79.1%	82.6%	87.2%	91.7%	95.9%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	3	出租车	总保有	0.68	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.85	0.91	1.03
			油+气	0.43	0.40	0.30	0.20	0.10	0	0	0	0	0	0

			新能源	0.25	0.34	0.45	0.56	0.67	0.78	0.79	0.80	0.85	0.91	1.03
			比例	36.8%	45.9%	60.0%	73.7%	87.0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
社会运营领域	4	轻型货车	总保有	15.49	17.08	18.67	20.26	21.85	23.44	25.03	26.62	28.21	29.80	31.39
			油+气	15.24	16.65	16.24	16.21	15.74	15.24	14.52	13.58	12.69	11.62	10.36
			新能源	0.25	0.43	2.43	4.05	6.11	8.20	10.51	13.04	15.52	18.18	21.03
			比例	1.6%	2.5%	13.0%	19.7%	28.0%	35.0%	42.0%	49.0%	55.0%	61.0%	67%
	5	城市环卫	总保有	0.45	0.54	0.57	0.61	0.65	0.69	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80
			油+气	0.40	0.43	0.40	0.36	0.30	0.22	0.14	0.08	0.04	0	0
			新能源	0.05	0.11	0.17	0.25	0.35	0.47	0.57	0.65	0.71	0.78	0.80
			比例	11.1%	20.4%	29.8%	41.0%	53.8%	68.1%	80.3%	89.0%	94.7%	100%	100%
	6	网约车	总保有	2.22	3.34	3.39	3.60	3.86	4.16	4.47	4.81	5.18	5.58	6.00
			油+气	0.88	0.24	0.05	0.01	0	0	0	0	0	0	0
			新能源	1.34	3.10	3.34	3.59	3.86	4.16	4.47	4.81	5.18	5.58	6.00
			比例	60.4%	90.4%	98.5%	99.7%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	7	旅游车	总保有	0.31	0.32	0.33	0.33	0.34	0.35	0.37	0.40	0.44	0.51	0.60
			油+气	0.30	0.30	0.30	0.29	0.28	0.26	0.24	0.21	0.16	0.10	0
			新能源	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.13	0.19	0.28	0.41	0.60
			比例	3.2%	6.3%	9.1%	12.1%	17.6%	25.7%	47.5%	71.1%	63.6%	80.4%	100%
	8	班线车	总保有	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.34	0.5
			油+气	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.15	0.12	0.07	0	0
			新能源	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.12	0.17	0.24	0.34	0.5
			比例	4.3%	8.7%	13.0%	17.4%	25.0%	32.0%	44.4%	58.6%	77.4%	100%	100%
私人 领域	9	私家车+ 租赁车	总保有	128.38	146.46	164.54	182.62	200.7	218.78	236.86	254.94	273.02	291.1	309.18
			油+气	124.51	137.77	151.42	159.43	168.59	174.15	180.01	181.01	185.11	187.47	188.29
			新能源	3.87	8.69	13.12	23.19	32.11	44.63	56.85	73.93	87.91	103.63	120.89
			比例	3.0%	5.90%	8.00%	12.70%	16.00%	20.40%	24.00%	29.00%	32.20%	35.60%	39.10%

（二）中重型货车电动化目标测算

中重型货车电动化发展对海南省道路交通运输领域降碳发展工作具有显著意义，但由于全国中重型货车电动化水平相对滞后，因此工作推进过程中存在较大阻力。根据中汽中心支持国家道路交通领域碳排放测算的相关测算，在政策环境保持稳定的前提下，预计**2030**年全国中重型货车保有量电动化比例将接近**15%**。本节将设置“保守”、“基准”、“加速”三个情景，分别测算不同情景下的碳减排情况和电动化水平情况，并据此提出细分领域中重型货车的电动化发展目标：

情景 1——保守情景：不进行专项政策干预，电动化发展重心向乘用车转移，降低中重型货车政策成本，**2030**年全省新能源中重型货车保有量占比达到**10%**。

情景 2——基准情景：紧跟国家中重型货车电动化步伐，保持与天津、浙江、江苏等新能源汽车发展二线地区相同的政策力度，始终保持前列发展，**2030**年全省新能源中重型货车电动化比例达到**15%**。

情景 3——加速情景：发展速度领跑全国，打造商用车电动化品牌，赋能燃料电池和换电技术路线发展，力争**2030**年全省中重型货车保有量电动化比例超过**20%**。

1.碳排放测算模型说明

车辆碳排放量与车辆技术参数和车辆使用强度特征密切相关。构建车辆技术参数、使用强度与碳排放系数相关联的碳排放测算模

型。模型中，车辆技术参数假定条件为该类型车辆的排量为 L ，速度为 V ，则在该假定条件下的碳排放量为 CE ；使用强度特征主要是采用车辆大数据行驶里程作为测算参数。构建的碳排放模型如下：

$$CE = \sum_{i=1}^n C_i \times T_i \times D \times \lambda$$

CE ：某一类型汽车的碳排放总量（该因子将利用统计学方法以车辆类别进行综合计算）；

C_i ：满足某一类型车辆排量的第 i 辆汽车的油耗（L/百公里）；

T_i ：第 i 辆汽车的日均行驶里程；

D ：全年行驶天数；

λ ：该类型汽车使用的燃料类型对应的碳排放系数；（表 14）

燃料类型	年份	汽油/L	柴油/L	天然气/m3	电能/kWh	氢能/kg
终端排放因子 (kg CO ₂ ,e/unit)	2020- 2050	2.42	2.80	1.76	0	0

i ：该类型第 i 辆汽车；

n ：该类型汽车总量。

2.不同类型车辆特征因子分析及计算（不考虑生产制造和能源供给端的碳排放）

由于细分领域车辆类型较多，行驶特征和燃料类型较为复杂，因此计算过程中按照车辆类别进行划分，分燃料类型进行统计，并且将重点研究的中重型货车领域单独分类，结合第二章中的车辆行驶特性内容，进行如下分析：

（1）运营类乘用车（出租车、网约车和公务车）（表 15）

	2021	2022	2023	2024	2025
燃油车	0.92	0.78	0.68	0.58	0.47
天然气	0.92	0.78	0.68	0.58	0.47
	2026	2027	2028	2029	2030
燃油车	0.35	0.23	0.14	0.06	0
天然气	0.35	0.23	0.14	0.06	0
1. 统计数字为传统燃油车+天然气汽车；比例按照 1:1 测算 2. 终端排放因子汽油 2.42/L；天然气 1.76/m ³ 3. 百公里油耗 5.0L；百公里气耗 5.6m ³ 4. 日均行驶里程 400Km；全年 350 天					

(2) 非运营类乘用车（私家车和租赁车）（表 16）

	2021	2022	2023	2024	2025
燃油车	139.07	150.82	161.67	171.61	180.65
	2026	2027	2028	2029	2030
燃油车	188.79	196.02	202.35	207.77	212.29
1. 统计数据全部为传统燃油车 2. 终端排放因子汽油 2.42/L 3. 百公里油耗 5.0L 4. 日均行驶里程 50Km；全年 350 天					

(3) 载客商用汽车（旅游客车和城乡际班线车）（表 17）

	2021	2022	2023	2024	2025
燃油车	0.34	0.34	0.32	0.30	0.28
天然气	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14
	2026	2027	2028	2029	2030
燃油车	0.26	0.22	0.16	0.06	0
天然气	0.13	0.11	0.08	0.03	0
1. 统计数字为传统燃油车+天然气汽车；比例按照 2:1 测算 2. 终端排放因子汽油 2.42/L；天然气 1.76/m ³ 3. 百公里油耗 21.8L；百公里气耗 36m ³ 4. 日均行驶里程 400Km；全年 350 天					

(4) 轻型载货汽车（轻型货车）（表 18）

	2021	2022	2023	2024	2025
燃油车	8.38	8.12	8.11	7.87	7.62
天然气	8.38	8.12	8.11	7.87	7.62
	2026	2027	2028	2029	2030
燃油车	7.26	6.79	6.35	5.81	5.18
天然气	7.26	6.79	6.35	5.81	5.18
1. 统计数字为传统燃油车+天然气汽车；比例按照 1:1 测算 2. 终端排放因子汽油 2.42/L；天然气 1.76/m ³ 3. 百公里油耗 17.6L 4. 日均行驶里程 400Km；全年 350 天					

(5) 不同类型车辆单车油耗水平估算（表 19）

传统燃油车（单位：L/100Km）					
年份	重型货车	中型货车	小型载客车	中型客车	大型客车
2020	34.3	19.8	5.6	17.1	21.8
2030	30.5	17.6	4.8	15.2	19.4
2035	29.2	16.8	4.0	15.0	19.0
天然气汽车（单位：m ³ /100Km）					
年份	重型货车	中型货车	小型载客车	中型客车	大型客车
2020	40.0	24.0	8.0	16.0	40
2030	36.0	22.0	6.5	14.0	36.0
2035	32.0	19.0	5.0	13.5	32.0

(6) 各类燃料单位碳排放量估算（碳排放因数）

车辆的燃料消耗量基于新标欧洲测试循环（NEDC）工况的测试数值，燃料生产的碳排放因子数据来源于中国汽车生命周期数据库（CALCD），代表中国平均水平。新能源纯电动汽车电能使用过程中碳排放按照 0 来计算。

表 20 不同燃料类型对应的碳排放因数

燃料类型	年份	汽油/L	柴油/L	天然气/m ³	电能/kWh	氢能/kg
------	----	------	------	--------------------	--------	-------

终端排放因子 (kg CO ₂ ,e/unit)	2020- 2050	2.42	2.80	1.76	0	0
--	---------------	------	------	------	---	---

3.不同情景下碳排放测算

(1) 不考虑中重型货车电动化目标（虚拟情景）

基于海南省道路机动车电动化发展目标，按照碳排放量模型公式进行测算，在不考虑中重型货车的前提下，以轻型货车为主的商用车数量快速下降，以私家车为主的乘用车数量快速上涨，但由于商用车碳排放量远高于乘用车，且运营类车辆车辆使用效率远高于私家车，因此总体碳排放量呈现快速下降趋势，2023 年可实现道路交通领域的碳达峰。

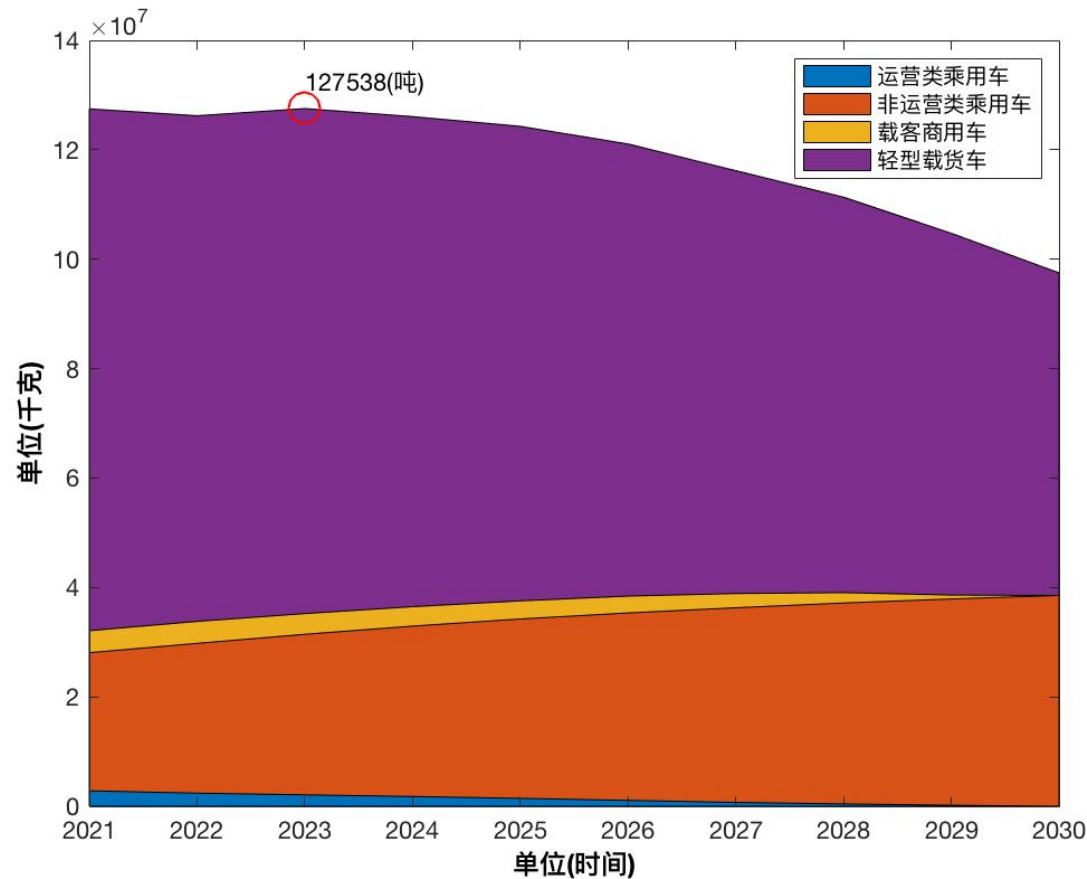


图 15 基于测算前提下的道路交通领域碳排放量测算（不含中重货车）

(2) 保守情景：2030 年中重型货车电动化比例 10%

不进行专项政策干预，电动化发展压力向乘用车转移，将中重型货车发展任务逐年分解并进行碳排放量测算：

表 21 2030 年中重型货车电动化比例 10%测算表

年份	2021	2022F	2023F	2024F	2025F
总量	32207	36393	38616	40973	43475
电动比例	0.31%	0.50%	0.80%	1.50%	2.40%
新能源	115	182	309	615	1043
油+气	34196	36211	38307	40359	42432

年份	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
总量	46130	48947	51936	55107	58472
电动比例	3.60%	4.80%	6.30%	8.00%	10.00%
新能源	1661	2349	3272	4409	5847
油+气	44469	46598	48664	50699	52625

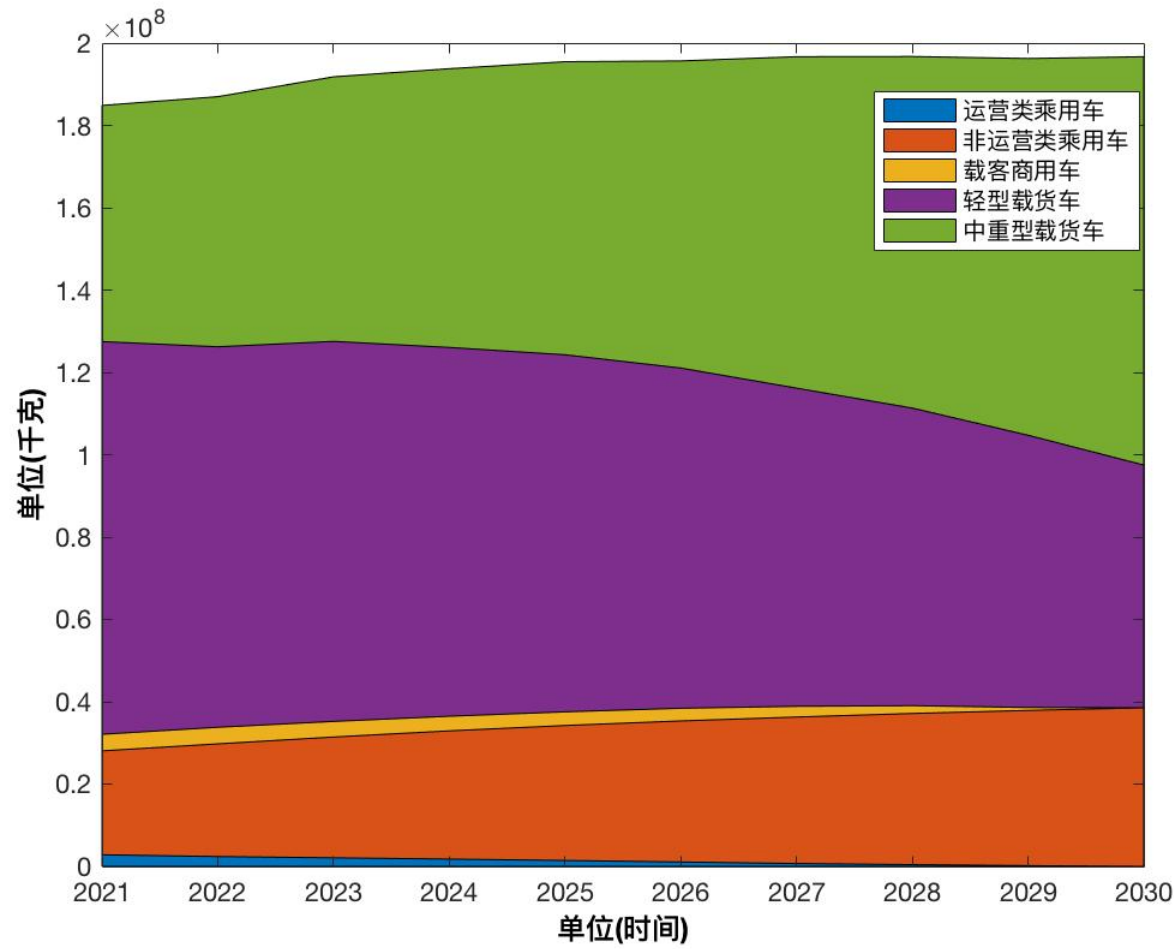


图 16 2030 年电动化比例 10%叠加其他类型车辆碳排放量测算

小结：若按照 2030 年中重型货车电动化比例 10%进行测算，则海南省 2030 年前无法实现道路交通领域的碳达峰；同时，在不考虑 LNG 和 CNG 车辆的前提下，无法实现 2030 年全面禁售燃油车的总体目标。

（3）基准情景：2030 年中重型货车保有量电动化比例达到 15%紧跟国家中重型货车电动化步伐，保持与天津、浙江、江苏等新能源汽车发展二线地区相同的政策力度，始终保持前列发展，力争 2030 年新能源中重型货车保有量接近 9000 辆，占比达到 15%。

表 22 2030 年中重型货车电动化比例 15%测算表

年份	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F
总保有	32207	36393	38616	40973	43475
电动化比例	0.31%	0.50%	1.00%	2.00%	3.20%
新能源	115	182	386	819	1391
油+气	34196	36211	38229	40154	42084
年份	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
总保有	46130	48947	51936	55107	58472
电动化比例	4.70%	6.70%	9.00%	11.40%	15.00%
新能源	2168	3279	4674	6282	8771
油+气	43962	45668	47262	48825	49701

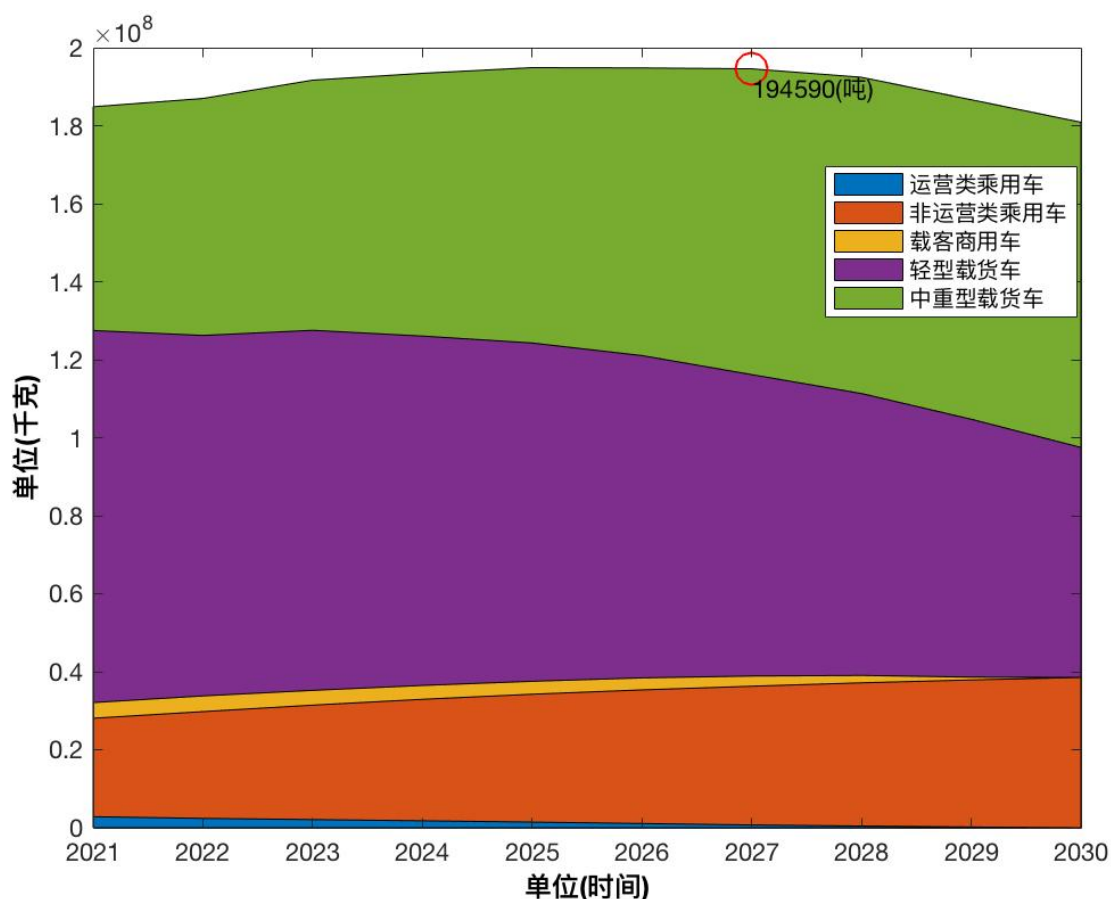


图 17 2030 年电动化比例 15%叠加其他类型车辆碳排放量测算

小结：若按照 2030 年中重型货车电动化比例 15%进行测算，则海南省将于 2027 年提前实现道路交通领域碳达峰；但若按照此比例进行测算，在不考虑 LNG 和 CNG 车型的前提下，2030 年同样无法实现中重货运车领域的“禁燃”目标。

（4）加速情景：2030 年中重型货车保有量电动化比例达到 20%

制定中重型货运车辆电动化发展支持政策包，政策力度不低于北京、上海等国内新能源汽车发展一线城市，始终保持第一梯队发展，力争 2030 年新能源中重型货车新能源保有量接近 1.2 万辆，占比达到 20%以上。

表 23 2030 年中重型货车电动化比例 20%测算表

年份	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F
总保有	32207	36393	38616	40973	43475
电动比例	0.31%	0.50%	0.80%	1.50%	2.50%
新能源	115	211	309	615	1087
油+气	34196	36211	38307	40359	42389

年份	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
总保有	46130	48947	51936	55107	58472
电动比例	5.00%	8.00%	11.50%	15.00%	20.00%
新能源	2307	3916	5973	8266	11694
油+气	43824	45031	45963	46841	46778

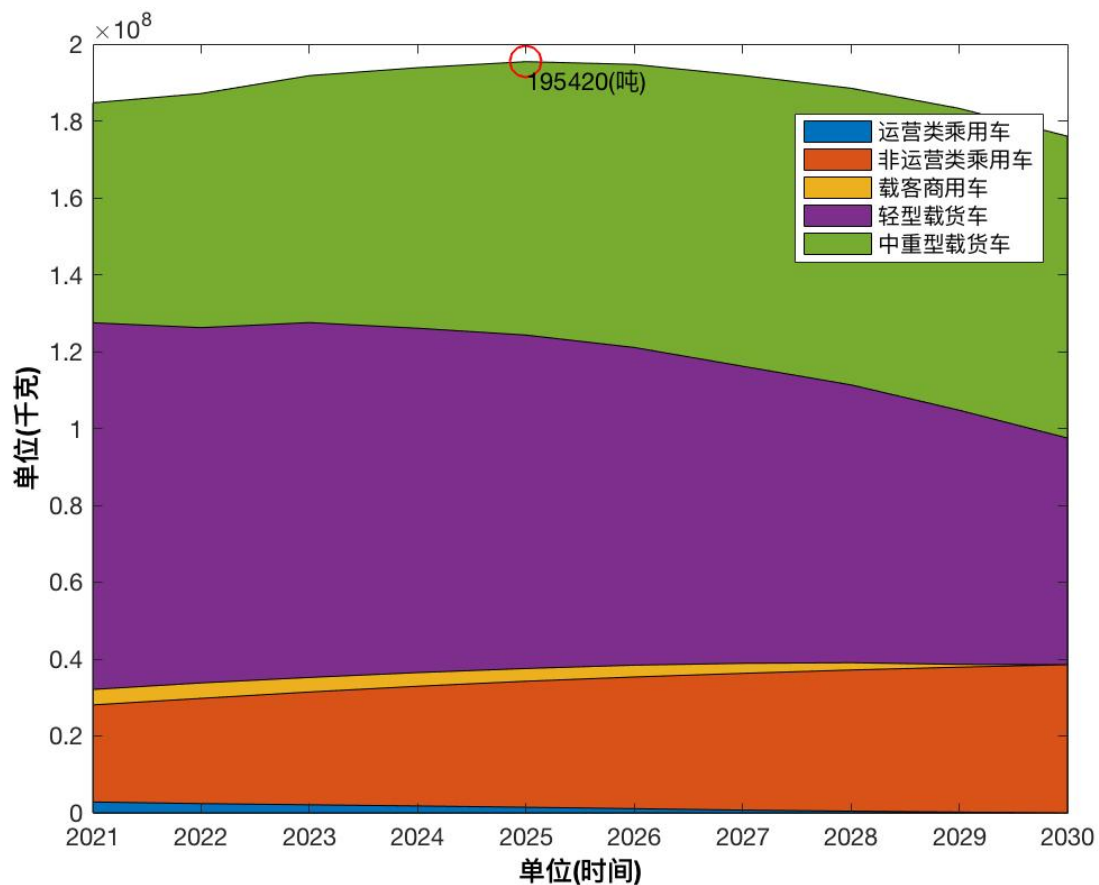


图 18 2030 年电动化比例 20%叠加其他类型车辆碳排放量测算

小结：若按照 2030 年中重型货车电动化比例 20%进行测算，则海南

省将于 2025 年提前实现道路交通领域碳达峰；此外，按照此比例进行测算，2029 年即可实现中重型货运车的“禁燃”目标。

4.战略目标确定：2030 年保有量电动化比例突破 20%

基于前一节测算内容，考虑到一是海南省是我国首个提出全部细分领域车辆 2030 年全面电动化目标的地区，在全国乃至全球具有示范引领性，因此 2030 年全面“禁燃”任务必须达成；二是海南省肩负着我国“三区一中心”战略定位使命，要求在生态文明建设和大气保护方面给全国做出表率，而中重型货车是制约生态文明建设的重要因素，因此具备领先发展的内在需求；三是目前省内公共服务领域、私人领域和部分社会运营领域车辆电动化发展明显超过预期，要求中重型货车与其他类型车辆电动化发展协同，不出现明显的“短板”领域；四是 2022 年海南省已经将新能源汽车普惠性政策向商用车领域进行了倾斜，具备了一定的政策基础；同时北京、上海、深圳等地政策体系基本成熟，具备可参考、可复制的经验。因此，建议海南省采取“加速战略”，尽快通过政策和市场双向驱动，推动中重型货车领域电动化发展，力争 2030 年前，保有量电动化水平达到 20%。

5.基于加速战略目标下的中重型货车分场景电动化速率

基于 2030 年中重型货车保有量电动化比例突破 20%的总体发展目标，按照目前省内中重型货车增量比例（中型货车：重型货车=1:3）对 2022-2030 年需要推广的新能源车辆进行统计：

表 24 新能源中重型货车年度增量测算

增量推广量	年份	2021	2022F	2023F	2024F	2025F
	中型货车	13	25	77	118	305
	重型货车	83	74	230	354	915
	合计	96	99	307	472	1220
	年份	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
	中型货车	402	514	573	857	1141
	重型货车	1207	1543	1720	2571	3422
	合计	1609	2057	2293	3428	4563

根据第二章研究内容，基于不同场景特征，对不同细分领域的中重型货车电动化发展目标进行分解：

表 25 不同场景下中重型货车年增量电动化速率

场景	类别	2021	2022	2023	2024	2025
集疏港 优先：II	NEV	82	33	102	159	408
	渗透率	3%	9%	15%	21%	27%
工业运输 优先：III	NEV	14	44	136	212	528
	渗透率	0.4%	5%	10%	15%	20%
工程作业 优先：I	NEV	0	22	68	106	272
	渗透率	0	20%	40%	60%	80%
年份	类别	2026	2027	2028	2029	2030
集疏港 优先：II	NEV	537	687	765	1143	1521
	渗透率	33%	39%	45%	51%	57%
工业运输 优先：III	NEV	716	916	1020	1524	2028
	渗透率	25%	30%	35%	40%	45%
工程作业 优先：I	NEV	358	458	510	762	1014
	渗透率	100%	100%	100%	100%	100%

（三）基于电动化目标下的降污减排效益测算

本节基于海南省中重型货车电动化发展加速情境（2030 年保有量电动化比例达到 20%以上）下三类不同场景车辆的电动化速率，计算 2025 年和 2030 年两个节点下降污减排的实际效益，为下一步制定政策路径提供支撑。

1. 污染物排放测算模型说明

车辆污染排放量与不同情境下车辆的运驶特征以及产品排放特性密切相关。构建车辆排放参数、使用强度与污染排放系数（NO_x与PM）相关联的重要污染物测算模型。模型中，车辆技术参数假定条件为该类型车辆的排量为L，速度为V，则在该假定条件下的NO_x排放量为NE，PM颗粒物排放量为PE；使用强度则根据三类不同场景下中重型货车行驶特征作为测算参数。构建的污染物排放模型如下：

$$\text{氮氧化物: } NE = \sum_{i=1}^n A_i \times P_1 \times D \times H_i + \sum_{i=1}^n A_i \times P_2 \times D \times H_i$$

$$\text{PM 颗粒物: } PE = \sum_{i=1}^n B_i \times P_1 \times D \times H_i + \sum_{i=1}^n B_i \times P_2 \times D \times H_i$$

NE：某一场景下中重型货车的氮氧化物在特定周期内排放总量（该因子将利用统计学方法以车辆类别进行综合计算）；

PE：某一场景下中重型货车的PM颗粒物在特定周期内排放总量（该因子将利用统计学方法以车辆类别进行综合计算）；

A_i：根据《GB17961-2018》国VI排放标准，某一场景中中重型货车第i辆汽车的氮氧化物排放量限值，按照2023年7月后全部车辆执行国VIB排放标准测算，不再按照汽柴油区分；

B_i：根据《GB17961-2018》国VI排放标准，某一场景中中重型货车第i辆汽车的PM颗粒物排放量限值，按照2023年7月后全部车辆执行国VIB排放标准测算，不再按照汽柴油区分；

P₁：根据海南省中重型货车产品特征，中型燃油货车发动机额

定功率统计学数据；

P_2 ：根据海南省中重型货车产品特征，重型燃油货车发动机额定功率统计学数据；

H_i ：某一场景中中重型货车第 i 辆汽车的单天运营时长；

D ：全年行驶天数；

i ：该类型第 i 辆汽车；

n ：该类型汽车总量。

2. 三类场景下不同类型中重型货车污染排放参数

根据第二章中海南省内三类不同应用场景的分析内容，确定不同场景下中重型货车污染排放模型参数：

表 26 不同场景污染排放参数

场景	类型	N-2025 (车)	N-2030 (车)	A 限值 (NO _x)	B 限值 (PM)	H (小时)	D (天/月)
集疏岛 车	中型	196	1359	460 mg/Kwh	4000 mg/Kwh	15	28
	重型	588	4078			15	28
工业 运输	中型	234	1785			12	25
	重型	701	5354			12	25
工程 作业	中型	117	893			18	20
	重型	351	2678			18	20
1. 重型车国 VIB 标准约束车辆为总质量大于 3500Kg 车辆							
2. 国 VIB 不对汽油和柴油污染物排放进行差异化限值							

3. 三类场景下中长期污染减排效益

基于污染物排放测算模型及不同场景下不同类型中重型货车污染排放参数，计算集疏岛车辆、工业运输车辆、工程作业车辆三类应用场景若按照既定目标推进电动化发展将产生的污染减排效益：

表 27 不同场景中长期污染减排效益

场景	车辆类型	2025 年		2030 年	
		NO _x	PM 颗粒物	NO _x	PM 颗粒物
集疏岛	中型	68.2 吨	592.7 吨	472.6 吨	4109.6 吨
	重型	340.8 吨	2963.5 吨	2363.6 吨	20553.1 吨
工业运输	中型	58.1 吨	505.4 吨	443.4 吨	3855.6 吨
	重型	290.2 吨	2523.6 吨	2216.6 吨	19274.4 吨
工程作业	中型	34.9 吨	303.3 吨	266.2 吨	2314.7 吨
	重型	174.4 吨	1516.3 吨	1330.4 吨	11569.0 吨

根据上述计算数据可得，若按照既定目标推进中重型货车电动化发展，则 2025 年将累计减少 966 吨氮氧化物排放和 8404 吨 PM 颗粒物的排放；到 2030 年将累计减少 7092.8 吨氮氧化物排放和 61676.4 吨 PM 颗粒物排放。

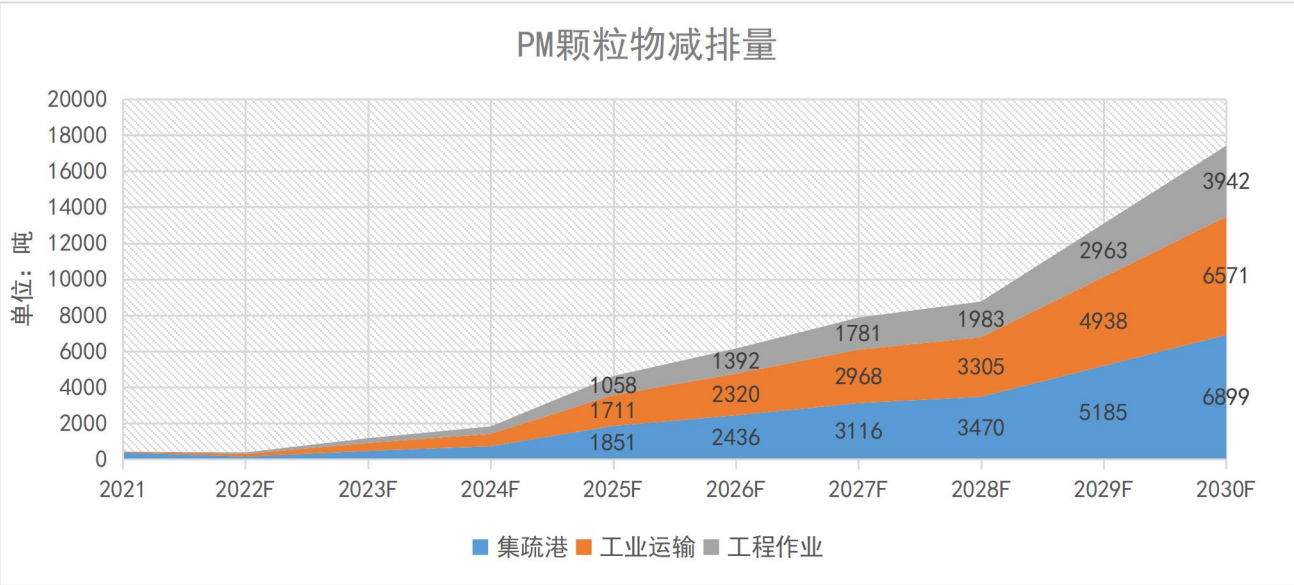
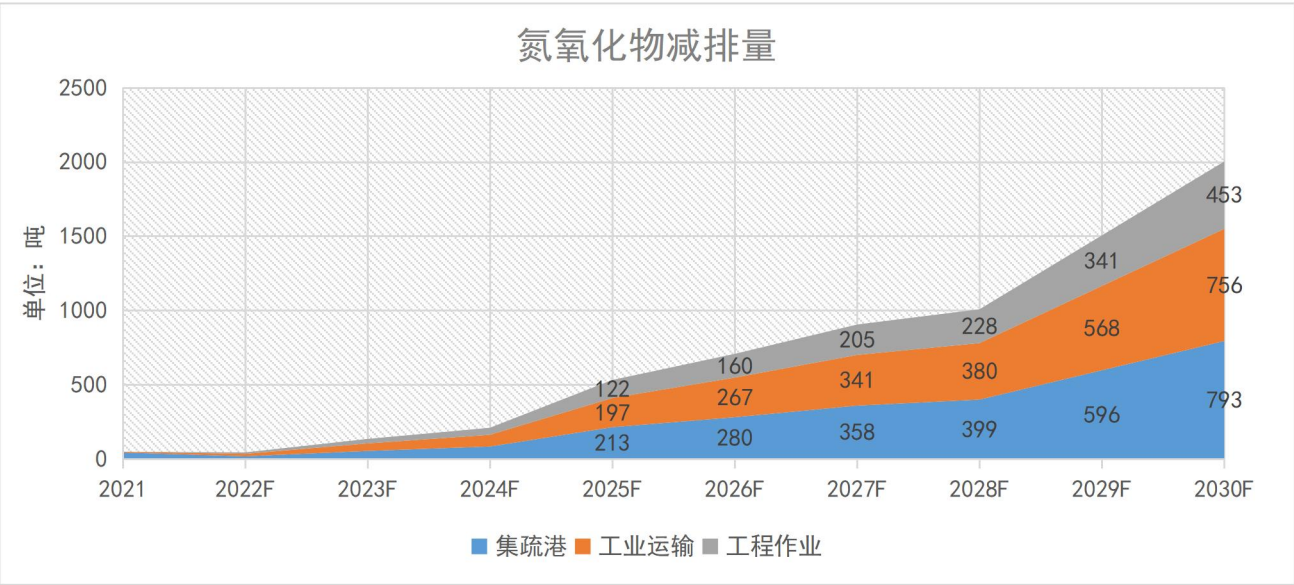


图 19 不同场景中重型货车氮氧化物和 PM 减排效益

六、海南省中重型货车电动化发展落地实施路径研究

海南省中重型货运领域车辆电动化比例较低，已经成为中长期全域车辆电动化发展目标的“卡脖子”问题，推动中重型货车电动化发展已经刻不容缓。本部分将结合之前分析的痛点问题，提出切实可行的发展目标和发展原则，从完善政策保障体系、开展新能源货车应用推广、跟进基础设施配套服务、鼓励科技创新研发、营造良好的营商和使用环境等方面着手，制定货运领域清洁能源化改革的关键实施路径。（本章节仅研究讨论 2022-2026 五年发展期的政策建议，2027-2030 年的政策由于不确定性太多，本报告内不做研究）

（一）发展原则

以“集约、高效、绿色、智能”发展理念为核心，立足提前实现“碳达峰”目标，按照“政府引导、市场主导、统筹规划、重点破局、创新驱动、融合发展”的原则，从政策驱动、市场培育、环境优化、技术创新等方面推动海南省中重型货车电动化发展，逐步引领构建绿色物流生态体系。

——政府引领：

在中重型货车电动化发展起步初期，受技术水平尚不成熟、商业模式尚未成型等客观因素影响，货运行业企业面临新能源中重型货车购置和运营双重成本压力，推进阻力较大。政府需发挥统筹引领作用，通过财税和非财税双重政策引导，帮助企业分担压力，创造更加有利的营商和使用环境。

——市场主导：

货运领域车辆电动化发展最终要由市场主导，政府政策引导将随着绿色货运市场成熟逐渐退坡，通过社会资本撬动车辆电动化发展和商业模式、服务模式的创新转型。同时，货运市场将更加开放、包容，鼓励不同资本进入绿色货运市场，实现市场发展的优胜劣汰。

——统筹规划：

中重型货运领域车辆电动化改革工作和绿色物流体系搭建工作将由海南省政府直接统筹，将在国家和省级顶层设计框架下，科学制定并分解工作推进目标。同时，省市两级建立多领域协同、跨职能联动的工作机制，由市级主管部门负责统筹开展责任领域的具体工作推进。

——重点破局：海南省推动新能源中重型货车应用，构建绿色物流体系，是“以点连线、以线及面”的循序工作，不能一蹴而就。要按照紧急度和重要度找准当前面临的“卡脖子”问题，针对重点问题进行“破冰”。当前阶段，在海南省“降碳”目标驱动下，推进中重型货运车辆电动化改革时间紧、任务重、难度大，将成为“十四五”期间重点攻坚的难题。

——创新驱动：海南省构建绿色物流体系创新驱动是关键，一是要加强产品技术创新，探索换电模式、氢燃料电池技术在中重型货运领域车辆上的应用；二是加强政策体系创新，结合海南省独特的产业发展环境，在充分学习外省市先进政策经验的基础上，创新

搭建更加适合海南省货运领域发展的政策保障体系；三是注重商业模式创新，关注产业链上下游及周边服务业的商业创新，如金融保险模式创新、运营模式创新等。

——融合发展：构建绿色物流体系是综合物流能力的升级，要注重新能源汽车技术、智能网联汽车技术、大数据、云平台、移动通信等多领域的并行发展，实现跨领域融合，多领域相互赋能。

（二）中重型货车分年度增量及淘汰量

基于 2030 年中重型货车保有量电动化比例突破 20% 的总体发展目标，按照目前省内中重型货车增量比例（中型货车：重型货车=1:3）对 2022-2030 年需要推广的新能源车辆进行统计，同时按照 8 年实际报废周期测算年淘汰及迁出数量：

表 28 新能源中重型货车年度增量测算（数据圆整）^⑫

增 量 推 广 量	年份	2021	2022F	2023F	2024F	2025F
	中型货车	13	25	77	118	305
	重型货车	83	74	230	354	915
	合计	96	99	307	472	1220
	年份	2026F	2027F	2028F	2029F	2030F
	中型货车	402	514	573	857	1141
	重型货车	1207	1543	1720	2571	3422
	合计	1609	2057	2293	3428	4563

表 29 传统燃油中重型货车年度报废或迁出量测算（数据圆整）

报 废 或 迁 出	年份	2021	2022	2023	2024	2025
	中型货车	—	1140	1200	1280	1360
	重型货车	—	3410	3620	3840	4080
	年份	2026	2027	2028	2029	2030
	中型货车	1440	1530	1620	1720	1830
	重型货车	4320	4590	4870	5170	5480

⑫ 测算过程见第五章第二节，目标重新提及仅为支撑后续政策措施制定

（三）关键实施路径

1.强化顶层设计，健全体制机制

将中重型货车分场景发展目标纳入《海南省清洁能源汽车发展规划》。目前《规划》仅对4.5吨以下、6米以内的微、轻型货车提出了明确的发展目标，未涵盖中重型货车。建议结合本报告相关测算内容，将不同场景下中重型货运车辆电动化发展目标纳入《海南省清洁能源汽车中长期发展规划》（计划2023年发布），并研究制定不同场景下新能源车辆推广路径；另一方面，每年由省新能源汽车联席办公会印发的年度《行动计划》中，要明确中重型货运车辆年度推广任务的关键工作，并切实做好责任督查。

明确中重型货运领域车辆管理职责，加强精细化管理力度。目前海南省政府部门在货运车辆电动化推广工作过程中存在“真空”地带，一方面，目前4.5吨以下微、轻型货车取消“双证”后，相关部门缺乏管理的有效抓手，无法开展有效的数字统计和管理推动工作，此也许为全国共性问题；另一方面，中重型货车车辆管理及数字统计工作目前存在较大误差，管理职责不清晰，精细化管理力度不足。建议海南省政府需明确各领域管理职责和管理权限，形成跨市县、跨部门、跨领域的有效并快速的管理机制。

2.加大宣传力度，着力应用推广

工程作业园区率先启动中重型货车电动化试点。工程作业车辆由于运营场景相对封闭，电动化发展对社会经济和民生发展带来的影响相对较小，因此应首先从该细分领域开展电动化试点建设工作。

建议自 2023 年起，在政府统建或国有企事业单位重点工程园区内要求使用的中重型货车至少 50%以上采用新能源汽车，政府在车辆租赁或采购过程中给予试点补贴，拉平新能源汽车与传统燃油车成本差距，同时对于中重型货车电动化水平较高的承建方给予一定的投标优势，通过局部试点，逐步带动其他两大场景车辆电动化发展。

加大宣传力度，提高新能源中重卡曝光率。目前货运企业或个人对新能源货运车辆认知度明显不足，存在较为明显的“里程焦虑”和“安全顾虑”。一方面，政府要依托本地知名融媒体平台加大对新能源货车的宣传力度，着力宣传其低碳环保、操控便捷、舒适静谧及售后维修、二次维保成本较低（动力电池厂家质保基本满足使用需求）等产品优势；另一方面，依托海南省内大型会展、赛事、活动等集客资源开展宣传，如海南本地举办的车展活动要纳入新能源货车元素、世界新能源汽车大会期间开展优质产品集中展示等，提升曝光度，逐步提高消费者对新能源货车车辆的认知度和接受度。

重点支持新能源中重型货车比例较高的租赁企业发展。建议海南省对辖内业务范围涵盖货车租赁的企业采用“绿色信用”管理，对新增和更换车辆达到要求且新能源货车配置占比超过 30%的企业纳入“绿色名单”，“绿色名单”中的企业在政府工程租赁用车和批量货物运输用车招标过程中具有优先权。此外，在无特殊用途下，政府租赁车辆优先选用新能源货车，从而带动形成社会运营领域示范引领的作用。

出台新能源中重型货车购车（使用）奖励。为加快布局新能源

中重型货运车辆，建议海南省针对新购新能源货运车辆，出台奖励政策，按照购买车辆的级别（购置的新能源货车级别越高奖励越多）和更换时间（购置新能源货车时间越早奖励越多）给予新能源货车专属奖励。由于目前国家导向层面逐步淡化车辆购置奖补，因此建议海南省可以通过将购置奖励转向使用奖励，通过省新能源汽车监管平台实现补贴政策的落实。

表 29 新能源中重型货车购车（使用）奖励参考建议（构想方案）

单位：元

年度	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
中型载货	8000	6000	4500	3000	1500
重型载货	10000	8000	6000	4000	2000

出台“蓝牌”换“绿牌”政策，实现“增一减一”或“以旧换新”。为加快布局新能源中重型货运车辆，加速现有高污染传统燃油车逐步淘汰，建议海南省尽快研究制定货运车辆“蓝牌”换“绿牌”政策。建议凡在本省登记注册的传统燃油车，达到报废年限之前（10 年）报废或转出本省，除享受现有省、市两级新增购置奖励外，同时海南省按照购买车辆的级别（购置的新能源货车级别越高奖励越多）和更换时间（购置新能源货车时间越早奖励越多）给予新能源货车专属奖励。

表 30 新能源货车“蓝换绿”奖励参考建议（构想方案）

单位：元

年度	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
中型载货	8000	6000	4500	3000	1500

重型载货	10000	8000	6000	4000	2000
------	-------	------	------	------	------

3.完善配套服务，优化使用环境

压缩中小市县的充电服务半径，提升服务能力。海南省货运车辆大多为营运车辆，且相当一部分车辆具备环岛出行需求。目前海南省面临充电基础设施布局不均衡的现实问题，在环岛旅游高速公路及周边中小市县充电基础设施仍然存量不足，海口、三亚等主要城市内依然存在充电盲区，而社会资本由于上述区域的交通运力不足，投资建设充电基础设施意愿不高。加之目前省内仍然存在“僵尸桩”、超标收取服务费、燃油车占位等现实问题，加剧了货运车辆车主对新能源车辆的使用顾虑。建议海南省一方面统筹规划省内充电基础设施布局，结合目前货运车辆行驶特点和轨迹大数据，进一步在偏远及薄弱市县加大充电基础设施布局，满足在服务半径内全覆盖目标；另一方面，海南省要加强充电服务督查力度，整改目前存在的违规行为，逐步优化新能源汽车使用环境。

针对三大场景车辆使用特征，设置“0排放”货运区。目前海口、三亚等主要城市均设置了货运车辆禁行区域和路段，别差异化区分了传统燃油货车和新能源货车，赋予了新能源货运车辆更多的通行路权。以海口市为例，设置了滨江路-丽晶路-丘海大道-椰海大道围城的绿色货运区域以及滨江路、海秀快速路等绿色货运道路，同时按照传统燃油车级别设置了禁行时间（车辆级别越高禁行时间越长），但是明确提出新能源货车以及紧急任务的警车、消防车、救护车、工程救险车等不受区域限制。建议海南省统筹全省交通运

力情况，由市县府结合具体情况，制定传统燃油货车限行政策，差异化赋予燃油和新能源货车通行路权，并且管控力度逐年加严、管控区域逐年加大，从而实现引导新能源货运车辆发展的目标。



图 20 海口市燃油货车限/禁行区域示意图

加强其他路权方面的支持力度。除燃油车辆禁行管控外，海南省应着手研究其他方面路权支持力度。一是若未来海南省在高速公路收费制度上发生重大变革（差异化收费制度），对新能源货运车辆在收费道路、桥梁、隧道通行等方面给予必要的优惠；在政府投资建设的公共停车场（点）停放新能源货车 3 小时免费，同时，建立社会停车场星级评分制度，鼓励社会停车场（点）对新能源货车停放给予优惠；在特定区域范围内，在 4 米以上宽度的非机动车道上（不含严管路段），非高峰时间段允许新能源货运车辆停靠装卸等。

表 31 国内其他省市新能源货运车辆路权政策汇总^⑬

序号	城市	新能源货运车辆路权政策
1	天津	天津市核发号牌的纯电动轻型、微型厢式货车和纯电动轻型、微型封闭式货车，持有天津市公安交通管理部门核发的专用通行证的，不受外环线（不含）以内道路每日 7 时至 22 时载货汽车区域限行措施限制，但不得在全市范围内（外环线除外）设有载货汽车禁止通行交通标志的路段通行。
2	深圳	纯电动轻、微货车（包含轻型厢式货车和轻型封闭式货车），除每天 7 时至 20 时禁止通行深南大道（深南/沿河立交至香梅路段）外，允许在深圳市其余道路行驶。有效期自 2021 年 7 月 1 日到 2022 年 6 月 30 日。
3	东莞	2021 年 8 月 1 日起，将全天禁止柴油货车（冷链运输货车除外）在绿色物流片区通行！东莞在全市划分了莞城、南城、东城、万江 4 个绿色物流片区，每个片区划定了路段，柴油货车全天禁止驶入。
4	长沙	长沙市城区道路对新能源纯电动载货汽车采取放宽通行的交通措施，除万家丽桥、湘府路高架桥（含隧道）、芙蓉大道（中意路至融城路）全天 24 小时禁止通行外，新能源纯电动载货汽车不再受《长沙市公安局交通警察支队关于市区部分区域及路段限制货运车辆通行的通告》规定的通行限制。
5	成都	对外地籍货车、川 A 籍大型汽车号牌货车、川 A 籍小型汽车号牌货车进行限制措施，新能源货车、冷链运输车、水泥砼罐车、生活垃圾运输车、园林绿化车、市政执法作业车，持有《三绿工程证》、《早餐配送通行证》的机动车，允许全天 24 小时在规定区域内行驶。
6	上海	持有上海市交通管理部门核发的道路货物运输经营许可证的企业，购买符合条件的纯电动汽车或燃料电池汽车用于货物运输，市相关部门优先核发《货运汽车通行证》。有效期自 2021 年 3 月 1 日到 2023 年 12 月 31 日。
7	南京	深化新能源配送车辆不限行政策，健全城市配送运力调节机制，组织开展城市中心配送货运市场调查，优化通行证发放模式，逐步淘汰高排放城市配送车辆，着力解决“停靠难”，积极推动城市货运配送车辆临时停靠点建设，鼓励大型商超、零售卖场、工业园区等主要货物集散装卸区资源适度开放共享，给予新能源配送车辆更加优惠的停车政策。探索建立城市绿色配送示范区，重点推进货流密集地区临时停车位布设，到 2021 年底，在货流密集地区或者划定的道路临时停车区域，设置城市配送车辆临时停车位 200 个以上。
8	郑州	为新能源货车通行提供便利，明确中重型柴油货车禁止区

⑬ 政策信息来源于网络公开数据整理

		域、路段及具体绕行路线；进一步加强中心城区燃油货车通行管控，并根据新能源货车推广进度和增量情况逐步减少燃油货车市区通行证发放比例。支持中心城区、商贸区实施严格的燃油货车管控措施， 保障新能源货车运营环境优于同类型燃油货车 。择机出台限制轻型、微型燃油货车在郑州市三环路（含）以内区域通行的政策。
9	青岛	行政区域内除胶宁高架路、新冠高架桥、杭鞍高架路、八大关景区道路、胶州湾隧道外的其它所有道路 对运输货车的微型、轻型新能源货车不实施限制通行措施 。
10	石家庄	新能源号牌汽车在市区道路通行， 不受尾号限行措施的限制 。有效期自 2019 年 1 月 1 日到 2021 年 12 月 31 日。
11	北京	对积极参与北京市新能源轻型货车运营激励方案且满足发放条件的企业 优先发放城区货运通行证 。
12	邯郸	属于国家规定的微型、轻型新能源货车（纯电动车辆、插电式混合动力车辆、燃料电池汽车），车辆登记住址为邯郸市的（冀 D 号牌），到市公安局交巡警支队通行证管理办公室办理通行证件， 适度放宽通行时间和范围 ，按照规定时间、路线通行。对纳入城市绿色货运配送示范工程车辆范围的，可优先办理通行证件，提供通行便利。
13	衡水	凡进入市区主城区的货运车辆均实行通行证管理，按规定时间、路线行驶，鼓励使用新能源货车。市区主城区范围内，从事物流配送、统一外观标识、喷涂有明显企业名称、总质量 1.8 吨及以下的微型新能源货车均应办理通行证， 可在市区主城区范围内全时段不限高峰行驶 ；其它新能源货车办理通行证，可在市区主城区范围内全时段限高峰行驶（总质量 12 吨及以上的重型新能源货车只允许在规定时段行驶）。高峰时段：5-10 月为早 7：00-9：00，晚 17：30-20：00；11-4 月为早 7：00-9：00，晚 17：00-19：00。
14	唐山	取消小型新能源货车通行证中早、晚高峰禁行规定， 允许在绿色交通示范区内全天通行 。对 2021 年 5 月 1 日以后新增及更新的邮政车、城市物流配送车辆，必须使用新能源货车，否则不予办理货车通行证。本通过所称新能源货车，是指在唐山注册登记的新能源货车。
15	泸州	对厢式、封闭式的轻微型（车长小于 6m，总质量小于 4500kg） 新能源货车不限行（长江大桥除外） ；对中型、重型（车长大于等于 6m，总质量大于等于 4500kg）新能源货车，与中重型燃油货车限行方案一致。通告从 2020 年 6 月发吧， 施行期 2 年 。
16	南昌	2021 年 12 月底，研究适时放开轻型以下新能源货车在城区内的不受限通行，实现新能源货车差别化通行管理。 南昌将制定出台新能源配送车辆通行管理规定，要求 专项行动企业新能源配送车辆占比达 20% 。研究适时放开轻型以下新能源货车在城区内的不受限通行，实现新能源货车差别化通行管理。除此以外，还要调整城区货运交通管理政策，缩

		短禁货时段,对纳入专项行动运输生活必需品、鲜活农产品、冷藏保鲜品、邮政快递等,并且标准化配送车辆、新能源货车达到一定数量的大型专业第三方商贸物流企业,放宽通行线路办理,为城市高效配送车辆进入城市快速路、高架道路通行提供便利。
17	兰州	分别对小型、微型载客汽车、货运机动车做出了相关限行规定,新能源车、出租车、网络预约出租汽车以及执行任务的警车、消防车、救护车、工程救险车 不受尾号限行限制。通告有效期五年 ,2018年9月1日起施行。
18	洛阳	设置城市物流配送货车禁行区域,自2021年4月30日起,新注册登记的燃油城市物流配送货车不再办理《货车车辆入市通行证》,禁止在禁行区域范围内通行。 新能源城市物流配送货车无需办理通行证 ,每日除早高峰(上午7:00-9:00)及晚高峰(下午5:30-7:30)不得在城市区禁行区域行驶外,其它时间通行不受禁行区域限制。通告自2021年4月20日起实施。
19	咸阳	普通城市配送货运车辆每日22:00-次日6:00在市城区道路禁限行区域内通行不受限制,其它类型货运车辆仍按照《咸阳市人民政府关于在市区实行货运车辆禁行的通告》(咸政发〔2017〕11号)要求,实行禁限行区域内全天24小时禁止通行。新能源城市配送货运车辆每日早高峰7:30-9:00及晚高峰17:30-19:30禁止驶入市城区禁限行区域,其它时段通行禁限行区域不受限制。通告自2021年4月1日起施行。
20	襄阳	在禁止、限制货车通行区域和路段,新能源汽车及轻型厢式货车、轻型封闭货车、皮卡货车 不受限制 。通告自2019年4月1日起实施。本通告有效期为3年。
21	秦皇岛	各城区货车限行区域,针对轻型、微型载货汽车(蓝牌)限行主干道路不超过2条,按照规定申请货车通行证后,除2条限制通行的主干道路外,限行区域内其它道路均可通行;城市配送车辆鼓励使用新能源汽车, 新能源载货汽车不限行 。
22	苏州	2020年1月1日起,苏州古城区(护城河以内区域)设置为绿色配送示范区,苏州市城市绿色货运配送示范企业的新能源配送车辆,经苏州市城市绿色货运配送领导小组办公室审批后领取专用通行证。 允许在绿色配送示范区外的道路(不含城市快速路)全天通行,在绿色配送示范区内非高峰时段通行 。绿色配送示范区,非新能源配送车辆禁止通行。因特殊情况必须使用燃油货车禁行物流配送的,由市公安局、交通运输、生态环境三部门共同认定,凭通行证通行。绿色配送示范区内设置54处临时新能源配送车辆停靠装卸点(区),在确保安全畅通的前提下,在古城区外宽4米及以上的非机动车道上,允许新能源配送车辆非高峰时段临时停靠装卸作业。示范区外,保证安全畅通的前提下,在4米

		及以上宽度的非机动车车道（不含严管道路）非高峰时段， 新能源配送车辆可以进行临时停靠装卸。
23	达州	于 2019 年 7 月 1 日起调整（扩大）主城区核载 0.5 吨以上货运车限行区域，悬挂新能源号牌的 0.5（含）吨以上的小型货运车辆（危化品车辆除外），除通川大桥、红旗大桥、州河大桥、红塔路外， 允许在达州城区非高峰时段通行。
24	宝鸡	新能源小型全封制式厢式货车（总质量 3 吨以下）可以在全市道路通行（危化品车辆除外）， 不再受禁行区域限制，早晚高峰允许通行 ，但不能在公交专用道行驶。
25	乌鲁木齐	轻型载货汽车、微型载货汽车、三轮汽车、低速货车的限行区域为：东环高架路—南环高架路—西环高架路—北环高架路（含桥下道路）围合区域。限行时间：每日 8：00-24：00。 新能源货运车辆，不受本通告限行措施限制。
26	厦门	2019 年起，每年根据新能源货车挂牌数量、挂牌车型以及城市道路交通状况进行综合评估，根据评估采取不限行或者比燃油货车更为宽松的限行管理措施，以促进新能源货车的推广应用。

4.严格入岛管控，制定差异标准

制定入岛船票差异化收费标准。建议海南省尽快谋划入岛燃油货运车辆管控工作，对于国 III（含）及以下货运车辆严格限制入岛，国 IV 车辆入岛需要本地租赁国 V 及以上货运车辆进行转运，同时按照燃料形式和排放标准差异化制定入岛船票收费标准，引导入岛货运车辆采用低排放、低污染的传统货车或新能源汽车。同时，为了应对入岛燃油货车管控工作，建议省政府推动南港、新海港和秀英港等海关港口设置专用停车场站，配建充电桩，与具备新能源货车运输能力的货运车辆租赁公司建立合作，科学布局租赁站点。

加强现有外埠燃油货车管控力度。目前海南省内约有 17000 辆^⑭外埠货运车辆，建议海南省交通主管部门尽快开展外埠货车摸底调查，建立动态管控台账。一方面，严格规范企业和个人货运运营行为，对于超标收费、货车载客等违规行为进行坚决查处；另一方面，

^⑭根据物流行业协会座谈会议进行的估算

坚决执行海南省货运车辆排放政策要求，对于不满足海南省排放要求的外埠货车强制限期迁出或报废处理。

5.鼓励技术创新，绸缪产业布局

开展商用车换电试点工作。海南省于 2018 年启动新能源汽车换电模式探索，经过三年左右发展，截止 2021 年 7 月底，全省累计建成换电站 26 座，推广应用换电版新能源汽车 2000 辆左右。虽然目前海南省新能源汽车换电市场已初具规模，但主要集中在出租车、网约车、私家车等乘用车领域，商用车领域尚未形成规模化聚集。今年 4 月，国家电力投资集团有限公司在儋州木塘建成省内首座重卡换电站，标志着海南省正式启动商用车换电模式探索工作，目前已经建成服务中重型货车换电站 5 座，服务车辆超 100 余辆。换电模式作为新能源货车一种重要能源加注方式，可以有效减少纯电动货运车辆充电等待时间，提高运营效率，缓解里程焦虑。因此，建议海南省加快开展商用车换电试点工作，结合省内商用车应用场景，制定试点方案，明确换电货运车辆推广目标和换电基础设施建设目标，尽快推动商用车换电模式在全岛的推广。

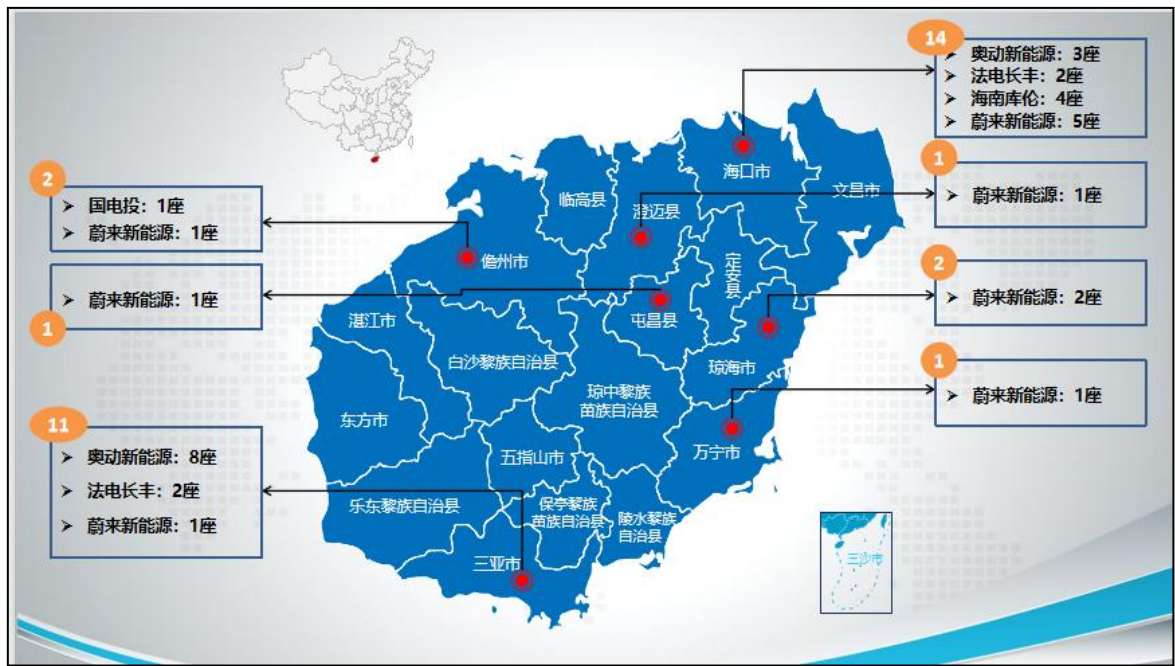


图 21 截止 2021 年底海南省换电基础设施布局情况^⑮

绸缪布局燃料电池重卡产业。目前氢燃料电池技术与新能源汽车换电技术将成为未来新能源商用车，尤其是中、重型货源车能源加注技术的有效解决方案。海南省在探索换电模式发展的同时，可适时启动氢燃料电池汽车推广政策研究，绸缪布局氢燃料电池汽车技术发展。一方面，海南省加快研究并出台燃料电池汽车发展顶层规划设计规划，为燃料电池汽车发展提供顶层设计保障；另一方面，依托海南凯美特、中石化、中石油等企业，加快开展燃料电池共性技术攻关，探寻适合海南燃料电池汽车发展的氢能制备、储存和运输的技术路径，探寻依托现有加油站绸缪布局加氢站的可行性，待条件成熟后，政府引导社会资本将氢燃料电池货运车辆导入海南市场，开展示范运营。

强化招商引资，逐步培育新能源货车关联产业链。海南省新能

^⑮ 数据来源海南省新能源汽车促进中心

源汽车应用推广尚未与产业链布局形成良性互动，产业链不完善依然是目前制约海南省新能源汽车发展的“掣肘”，健全产业链布局也成为“十四五”期间发展新能源汽车的重点任务。海南省在开展产业布局的过程中，海南省要立足新能源货车产业链布局，坚持“走出去、引进来”，积极对接国内、外新能源货货车及产业链上下游重点企业，建立企业招商信息动态跟踪名录。通过新能源商用车应用推广，首先辐射带动新能源商用车营销展示、维修保养等相关后市场服务；条件成熟后带动整车、动力电池以及关键零部件企业落户海南。

6.注重跨界融合，构建绿色物流

推动物流体系向智能化、数字化、信息化、平台化转型升级。

目前海南省货物运输行业尚处于转型初期，大部分中小型物流运输公司都是通过挂靠形式管理车队，自营车队的运输企业相对较少，仍然以粗放型经营模式为主，存在人工依赖程度高、运输效率低下、运输过程难以监管的现实问题。海南省在构建绿色物流体系的过程中，要注重物流业与IoT、大数据、云计算、AI等信息技术的融合发展，推动物流体系向智能化、数字化、信息化和平台化方向发展。

一方面，不断引进先进设备，加大技术创新力度，海南中小物流企业应积极采用现代高新技术，大力推广计算机信息技术，发展专用车辆、先进的装卸、仓储技术等。从物流流程控制、物流信息处理等要始终跟上现代物流发展的步伐。另外，物流企业还可利用信息技术和网络平台建立起与其他相关企业的连接，实现资源共享，信

息共用；另一方面，实现平台化管控，依托目前海南省新能源汽车数据监管平台，对全省货物运输车辆实现订单跟踪和配送跟踪，提高货物运输的安全性和及时性。

重视省内中小物流企业自身建设，逐步提升服务能力。一方面，**树立现代物流观念并改善经营体制**，海南中小物流企业要发展现代物流应树立现代物流观念，将企业采购、制造、加工、包装、运输、仓储等彼此分割的环节有机地连接起来，尽快建立起方便、及时、低成本、高效率的现代物流系统，为企业生产营销提供强有力的服务保障。另外，由于客户服务质量要求的提高和配送的多样性，要求物流企业不仅要能够提供门到门运输及有关的基本服务，还要能够提供相关的物流增值服务，如拆拼箱，重贴标签，配货，产品退货处理等，提高客户满意度，提高竞争力。**另一方面，积极培养和引进物流人才，提高管理水平**，在许多国家，从事物流业的人员必须接受职业教育，获得就业资格，才能从事物流工作。相比较而言，我国在物流方面的教育还非常落后，导致物流人才不足。海南省要引导本地物流企业通过多种渠道，如企业内部培养、与合作伙伴共同培养、与高校联合培训等，建立物流企业发展的人才队伍。

（四）“十四五”海南省推广新能源中重型货车投资回报分析

海南省及下属市县目前已针对新能源中重型货车（对商用车）购置及充/换电基础设施建设配套出台了奖励性政策，该部分政策不与上节中提到的货运车辆“蓝牌”换“绿牌”专属奖励及绿色物流园区充电基础设施建设奖励相干涉，本节计算投资回报分析并未涵

盖已有政策奖励。

表 32 2022-2026 海南省支持新能源中重型货车发展专项资金测算

年度		2022年			2023年			2024年			2025年			2026年			五年合计
		数量	奖励标准	奖励金额	数量	奖励标准	奖励金额	数量	奖励标准	奖励金额	数量	奖励标准	奖励金额	数量	奖励标准	奖励金额	29224.9
新增	中型	25	0.80	20	77	0.60	46.2	118	0.45	53.1	305	0.30	91.5	402	0.15	60.30	
	重型	74	1.00	74	230	0.80	184	354	0.60	212.4	915	0.40	366	1207	0.2	241.40	
	小计			94			230.2			265.5			457.5			301.70	
更换	中型	1140	1.60	1824	1200	1.20	1440	1280	0.90	1152	1360	0.60	816	1440	0.3	432.00	
	重型	3410	2.00	6820	3620	1.60	5792	3840	1.20	4608	4080	0.80	3264	4320	0.4	1728.00	
	小计			8644			7232			5760			4080			2160.00	

五年期间海南省需要设立约 2.97 亿的财政专项资金（上述测算未包含停车奖励及路权通行奖励以及偏远地区线缆成本等）。通过上述财政资金可以推动海南省中重型货运车辆总量突破 5.8 万辆，新能源化比例突破 20%。但是由于商用车购车成本较高，奖励资金不足无法撬动市场发展，奖励资金过高又会给省市财政带来较大的压力，因此，建议海南省政府重点关注非财政类鼓励措施，兼顾制定财税类奖励政策。

七、保障措施

加强体制机制建设。为保障海南省中重型货运车辆电动化改革工作顺利开展，推动构建绿色物流体系，海南省要加强体制机制建设，建立高效联动工作机制，建议由省新能源汽车应用推广联席办公会牵头，联合省发改委、省交通厅、省工信厅、省公安厅等相关部门，成立针对货运领域车辆电动化推进工作专班，负责研究工作开展过程中出现的重大事项，协调解决重、难点问题。工作组下设办公室，负责统筹新能源货运车辆推广和环境建设，统筹平衡资金、项目、财政奖励年度指标，并牵头开展重大事项评估。工作专班尽快明确各个领域的工作职责和权限。

加大资金、土地、人才等要素支持力度。海南省政府将为货运车辆电动化改革（专用充电桩建设）和绿色物流体系构建提供必要的土地、资金和人才等要素支撑。一是加大新能源货车推广财政支持力度，设立专项财政资金，重点支持中重型新能源货车应用推广、基础设施建设、路权补贴以及创新项目孵化等，引导全省范围内循序构建绿色物流体系；二是结合目前海南省货运运力情况，统筹规划充电站布局，压缩在中小市县的能源加注服务半径，保障新能源货运车辆使用的便捷性，年度用地计划向高品质充/换电站予以必要的倾斜；三是搭建海南省货运物流领域的引才、留才体系，通过必要的人才政策，引入货运领域应用型人才及创业领军团队，根据政策内容，给予经费资助、场地补贴和住房补贴等支持。

加大大地货运物流企业研发创新支持力度。充分发挥政府引导职能，通过政策激励引导本地物流、租赁企业联合行业机构、协会

开展技术创新工作，积极开展咨询、人才交流、技术交易、产业协作、供求信息等综合性服务。增强企业间的沟通，提供全方位准确信息，有效的排出创新障碍和实现创新资源的分配，同时，积极引入如市场咨询、金融、科研机构等服务机构，促进海南省绿色物流体系逐步形成。

建立评估考核机制。海南省将结合新能源货运车辆推广目标和年度计划，细分发展任务，分领域、分企业制定年度发展目标和行动计划。同时建立评估考核机制，通过定期检查、随机抽查、舆论调查等方式，摸清中重型货运车辆电动化改革工作和绿色物流体系构建工作推进过程中存在的“卡脖子”问题，并针对性制定整改方案。同时，针对省直部门和运营企业的考核结果，建立奖惩机制。此外，要建立行业探索阶段的试错、容错、纠错机制，最大限度的发挥政府相关部门和换电企业的主观能动优势。

八、附录

按 GA 802—2019 道路交通管理 机动车类型，本文中载货汽车规格分类标准如下：

表 33 载货汽车规格分类标准

分类	分类说明
重型 货车	总质量大于或等于 12000kg 的载货汽车
中型 货车	车长大于或等于 6000mm 的载货汽车，或者总质量大于或等于 4500kg 且小于 12000kg 的载货汽车；但不包括重型载货汽车和低速货车
轻型 货车	车长小于 6000mm 且总质量小于 4500kg 的载货汽车，但不包括微型载货汽车和低速汽车（三轮汽车和低速货车的总称）
微型 货车	车长小于或等于 3500mm 且总质量小于或等于 1800kg 的载货汽车，但不包括低速汽车