



2020 绿卡榜

中国卡车及生产商
绿色排行榜



报告团队

成慧慧 王秋霞 王悦 亚洲清洁空气中心
吴烨 张少君 何立强 赵咄 王慧 清华大学环境学院
康医飞 王鹏飞 周磊 新能源汽车国家大数据联盟

专家顾问

丁 焰 国家环境保护机动车污染控制与模拟重点实验室 主任
尹 航 中国环境科学研究院机动车排污监控中心 副主任
葛蕴珊 北京理工大学机械与车辆学院 教授
李孟良 中国汽车技术研究中心有限公司 资深首席专家
金约夫 原中国汽车技术研究中心汽车标准化研究所 教授级高工
李昆生 北京市生态环境局 高工
王震坡 北京理工大学电动车辆国家工程研究中心主任 教授
新能源汽车国家大数据联盟 秘书长
李 阳 新能源汽车国家大数据联盟 执行秘书长
刘 莹 北京交通发展研究院节能减排中心 主任
刘 欢 清华大学环境学院 教授
甘 蜜 西南交通大学交通运输与物流学院 副教授
李 泉 交通运输部公路科学研究院新能源汽车应用研究部 部长
辛 焰 能源基金会 交通项目主管

关于亚洲清洁空气中心



亚洲清洁空气中心(Clean Air Asia, 简称CAA)是一家国际非营利性组织,致力于改善亚洲区域空气质量,打造健康宜居的城市。CAA成立于2001年,是联合国认可的合作伙伴机构。

CAA总部位于菲律宾马尼拉,在中国北京和印度德里设有办公室。CAA拥有来自全球的261个合作伙伴,并建立了六个国家网络——印度尼西亚、马来西亚、尼泊尔、菲律宾、斯里兰卡和越南。

CAA自2002年起在中国开展工作,专注于空气质量管理、绿色交通和能源转型三个领域。2018年3月12日,CAA获得北京市公安局颁发的《境外非政府组织代表机构登记证书》,在北京设立亚洲清洁空气中心(菲律宾)北京代表处。CAA接受公安部及业务主管单位生态环境部的指导,在全国范围内开展大气治理领域的能力建设、研究和宣传教育工作。

关于清华大学环境学院



清华大学环境学院源于清华大学1928年设立的市政工程系。1977年建立中国第一个环境工程专业,2011年在清华大学百年校庆之际发展为环境学院。清华大学环境学科在最近连续三次的教育部学科评估中获得环境科学与工程一级学科第一名;2022年QS环境学科世界大学排名第9,在所有亚洲大学的环境学科中排名第1。

在最近的数十年中,在教育部、生态环境部、科学技术部等有关部委的大力支持下,环境学院在学科建设、人才培养、科学研究和国际合作等方面取得了优异的成绩。环境学院下设环境工程系、环境科学系和环境规划与管理系。教师中现有4名中国工程院院士(其中2位为美国工程院外籍院士),教师队伍具有很强的创新能力、凝聚力和团队合作精神,为高水平教学、科研和社会服务工作的顺利开展提供了有力保障。学院建立了“环境模拟与污染控制国家重点联合实验室”、“国家环境保护大气复合污染来源与控制重点实验室”等高水平开放式研究机构,长期担任教育部高等学校“环境科学与工程教学指导委员会”和“环境工程专业教学指导分委员会”的主任单位。学院为国家重大环境问题的解决和可持续发展战略的实施提供了技术服务、理论支持和决策支撑,成为环境保护高层次人才培养基地和高水平科学研究中心,在国内外环境保护领域享有很高的声誉。

关于新能源汽车国家大数据联盟



新能源汽车国家大数据联盟(National Big Data Alliance of New Energy Vehicles, 以下简称“联盟”)由新能源汽车国家监测与管理中心、新能源汽车制造商、零部件供应商、互联网应用服务商、科研机构、相关社团组织自愿组成的全国性、联合性、非盈利性社会组织。联盟定位为新能源汽车大数据共享的纽带和桥梁,致力于统筹整合、开发利用新能源汽车数据资源,建立大数据研发基金,切实推动新能源汽车大数据挖掘分析工作,为政府、企业、公众提供高品质数据服务。

报告术语

BC	黑碳
CO ₂	二氧化碳
NO _x	氮氧化物
O ₃	臭氧
PM	颗粒物
PM _{2.5}	细颗粒物
OBD	车载诊断系统
OBD远程在线监控	在传统OBD系统的基础上,利用多种车辆传感器实时返回的数据信号,获取车辆瞬时发动机运行参数、后处理系统参数、污染物浓度(NO _x)、车辆排放故障相关信息等,并通过无线网络将相关信息远程发送到管理平台。
PEMS	便携式排放测试系统。利用安装在机动车上的排放测试设备,实时测量和分析车辆在实际道路行驶过程中的排放特征,可获得排气污染物的瞬时浓度(ppm)、排放速率(g/s)和不同表达形式的排放因子(如g/kWh、g/kg-fuel和g/km等)。
VelMaxHP	最大轮边功率时的转鼓线速度

跟车测试	一种非接触式测试方法。该方法将检测设备置于实验车上,通过抽取目标车(前车)排气烟羽,逐秒测量污染物(如NO _x 、BC和CO ₂ 等)浓度变化,并根据碳平衡法计算排放因子(g/kg-fuel)。
环保年检	指机动车所有人依法进行的机动车排放检验。根据《道路交通安全法》,载货汽车自注册登记之日起,按规定周期进行安全技术检验,其中尾气检测合格是前置条件。
烟度	车辆环保年检中的一项尾气指标,反映车辆尾气中的颗粒物排放水平。
有效寿命	《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排放控制系统耐久性技术要求》(HJ 438-2008)规定了车辆的“有效寿命”:从国四开始,车辆制造企业应确保正常使用条件下的汽车所安装的发动机在正常寿命期或行驶里程内,排放控制装置始终正常运行。
新能源汽车	本报告中新能源汽车指纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车。
总质量	指最大设计总质量。报告依据《机动车类型术语和定义》(GA 802-2008),将卡车总质量分为:轻型(1.8~4.499吨)、中型(4.5~11.999吨)和重型(12吨及以上)。
车辆类型	根据《汽车产品型号编制规则》(GB 9417-88)中的车辆类别代号,选取的载货汽车、自卸汽车、牵引汽车及专用汽车中的环卫车、厢式运输车、仓栅式运输车。报告将载货汽车、厢式运输车、仓栅式运输车简称为物流车。

目录

执行摘要	6	四、中国卡车行业减污降碳路径建议	45
一、报告背景与目标	12	五、研究方法	48
二、2020中国卡车及生产商绿色排行榜	14	5.1 研究对象与范围	48
2.1 2020绿卡榜柴油卡车企业榜	15	5.2 数据来源	49
2.2 2020绿卡榜柴油卡车车系榜	18	5.3 2020绿卡榜评价体系	49
2.3 2020绿卡榜电动卡车企业榜	20	5.3.1 2020绿卡榜柴油卡车评价体系	49
2.4 2020绿卡榜电动卡车车系(品牌)榜	22	5.3.2 2020绿卡榜纯电动卡车评价体系	51
三、中国卡车行业减污降碳进展分析	23	5.4 OBD数据分析方法	54
3.1 柴油卡车	23	5.5 样本分析	54
3.1.1 国六标准实施进展和减排效果分析	24	5.5.1 柴油卡车样本分析	55
3.1.2 在用柴油卡车环保表现分析	26	5.5.2 天然气卡车样本分析	56
3.1.3 柴油卡车实际道路油耗和公告油耗差异分析	29	5.5.3 纯电动卡车样本分析	57
3.1.4 企业表现差异分析	31	5.6 数据校验	58
3.2 天然气卡车	33	5.6.1 校验的数据一致性分析	58
3.2.1 天然气卡车实际道路排放情况	33	5.6.2 基于多种实际道路测试的NO _x 排放规律性趋势校验	60
3.2.2 天然气卡车监管手段现状分析	35	5.6.3 基于跟车测试结果的企业排名一致性校验	63
3.3 纯电动卡车	36	5.6.4 柴油车队公告油耗与实际道路油耗结果对比	64
3.3.1 电动卡车推广情况	36	六、报告局限性与展望	65
3.3.2 电动卡车电耗水平及企业差异	40		
3.4 小结	42		

执行摘要



我国交通运输领域正经历“减污降碳”绿色变革。2021年是“十四五”的开局之年,《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》、《2030年前碳达峰行动方案》和《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》等政策文件相继出台。此外,2021年7月1日柴油车全面实施国六排放标准。在实现我国“3060双碳目标”和空气质量全面改善目标的道路上,卡车行业如何行动,成为各方关注的重要议题。

“减污降碳”,对卡车来说,既是责任,也是挑战。占汽车保有量11%左右的载货汽车,碳排放占公路运输碳排放的比重高达50%以上^[1],是公路货运的主体和减排重点。大气污染方面,移动源是城市细颗粒物(PM_{2.5})和臭氧(O₃)的主要来源之一,货车更是氮氧化物(NO_x)和颗粒物(PM)的直排大户,《中国移动源环境管理年报(2021)》显示,2020年载货汽车NO_x和PM排放分别为517.8万吨和5.8万吨,占汽车排放总量的84.4%和90.6%,其中柴油货车的排放尤为突出,货车90%以上的NO_x和绝大部分的PM排放全部来自柴油货车。

生产绿色环保的卡车,首先是我国相关政策法规要求,也是“减污降碳”背景下企业绿色竞争力的重要组成部分。同时,排放更低、能耗更低的卡车,也能够向运输行业上下游传递绿色价值,为物流企业、卡车司机,乃至终端消费者,提供践行低碳低排放的路径方案。

2020绿卡榜,以第三方视角,对中国卡车及其生产企业进行独立、客观和公正的评价。通过对中国市场上主要柴油卡车和纯电动卡车在2020年的环保和能耗表现进行评估分析,形成绿色榜单,鼓励卡车生产企业向行业标杆看齐,为决策者、行业人士、卡车司机、用车企业、发动机企业等行业相关方提供参考,助力全产业链的减污降碳。

[1] 黄志辉,纪亮,尹洁,吕晨,王军方,尹航,丁焰,蔡博峰,严刚.中国道路交通二氧化碳排放达峰路径研究[J].环境科学研究,2022,35(2):385-393.doi: 10.13198/j.issn.1001-6929.2021.11.06.

2020绿卡榜基于多源数据分析了2020年柴油卡车、天然气卡车、电动卡车的市场发展和环保、能耗表现,主要发现如下:

01 柴油卡车污染防治攻坚战成效显著

数据显示,《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》收官之年,在用柴油卡车NO_x和PM排放水平明显改善,在用车监管措施成效显现。与2019年相比,2020年国五柴油卡车环保年检的NO_x和烟度的排放水平均下降。以注册登记时间为2017年的轻型载货车为例,其2020年NO_x检测结果较2019年下降7.2%,烟度检测结果较2019年下降46.7%。该趋势在各个细分市场均有所体现。同时,在监管政策更为严格的地区,如北京、广东、海南、江浙等地,尾气控制水平尤其是烟度相对更好,在北京环保年检车辆的烟度和NO_x较平均水平分别低59.3%和20.3%。

02 国六柴油卡车环保优势突出,较国五氮氧化物排放大幅下降

部分地区已在2020年开始率先实施国六标准,国六柴油卡车的环保优势凸显。对比国五和国六柴油卡车的环保年检数据分析发现,国六柴油卡车的烟度和NO_x排放较国五显著下降,降幅分别达25.4%和61.4%。以轻型物流车为例,即使与2020年开始运营的国五车相比,国六车辆的NO_x水平仍低一半。在油耗方面,国六和国五车型的油耗差异在不同细分市场表现有所不同,4.5吨以上的国六物流车和牵引车较国五油耗增加约为0.4 L/100km ~2.6 L/100km,而3.5吨-4.5吨的国六轻型物流车油耗较国五减少了约0.6 L/100km。在当前减污降碳的背景下,国六车辆拥有更大的路权优势和保值率,并且低排放的国六车型对司机的健康风险更低,较国五车辆环保优势突出。

03 在用柴油卡车环保年检的氮氧化物限值有待加严

尽管在用柴油卡车排放水平呈下降趋势,NO_x仍是当前主要的尾气问题。然而,当前环保年检的加载减速法NO_x限值a(1500 ppm)不足以筛选高排放车辆。数据显示,国五和国六柴油卡车分别有99.2%和99.9%可以满足

《柴油车污染物排放限值及测量方法(自由加速法及加载减速法)》(GB 3847-2018)限值a要求,且达标车辆的排放水平远低于限值。如果采取该标准中的限值b(900 ppm),83.6%的国五车辆可以达到NO_x限值b,更符合该标准“控制10%~20%高污染车辆”的目标。为了进一步强化在用柴油车监管效力,建议尽快实施更严格的环保年检限值(如NO_x限值b)。

04 柴油卡车碳减排管理体系有待优化

我国对柴油卡车二氧化碳的减排,主要通过加严燃油消耗限值的方式进行间接管控。经过数十年努力,我国柴油卡车的燃油消耗量限值已发展到第三阶段,新车公告油耗不断下降。OBD远程监控的油耗分析发现,基于C-WTVC的公告油耗测试方法在反映真实道路油耗水平方面仍有优化空间。在“双碳”目标下,柴油卡车需要持续推进实际道路的节能减碳,有关部门需要对实际道路油耗开展更为系统的研究,从而评估各项节能技术对燃油经济性的实际提升效果,同时也有必要研究出台卡车温室气体排放法规,加快柴油卡车温室气体减排进程。



05 天然气重卡氮氧化物排放监管亟待加强

天然气重卡在实际使用中存在NO_x高排放风险,在尾气监管、能源替代等方面应予以重点关注。跟车测试结果显示,国五天然气重卡的NO_x平均水平为91 g/kg-fuel(约2000 ppm),是国五柴油重卡的3.3倍;PEMS测试结果显示,国六天然气重卡在三元催化器正常工作的情下,NO_x排放水平可控制在100 ppm左右,但是已有报道指出国六三元催化器被私拆倒卖、偷盗的现象,这可能造成国六天然气重卡的实际道路NO_x高排放的问题。而在环保年检中,无需检测NO_x排放的双怠速法仍然是天然气重卡的主流检测方法,占比达73.4%,仅有约四分之一的天然气重卡在年检中检测了NO_x排放。国六天然气重卡的OBD远程排放管理车载终端尚未强制要求安装NO_x传感器并上传NO_x数据,致使实时监管手段缺位。在PM_{2.5}和O₃协同治理的需求下,天然气重卡的NO_x排放应作为监管重点,基于柴油重卡领域的成功经验来完善其监管技术和监管法规。

06 重型车“减污降碳”任务重

重型卡车是货运行业减污降碳的关键车型。占商用车保有量两成左右的重型卡车^[2],排放的NO_x和PM占比分别高达75.4%和51.6%^[3],碳排放占比为40.3%^[1]。但是,重型卡车在“减污降碳”的路径选择上面临颇多难题。重型柴油车的环保年检NO_x检测值高于轻型、中型车,在国五和国六排放标准车辆上均是如此。国五天然气重卡实际道路NO_x排放甚至高于国五柴油车,其全生命周期的减碳效果也颇受争议。而纯电动重卡的销量渗透率仍然较低。在实现重卡车型的“减污降碳”上,需要研究并明确不同燃料替代和减排技术的全生命周期减污降碳潜力,同时结合运输结构调整和运输组织效率提升等措施共同推进。

07 环保驱动和鼓励政策成就电动卡车增长

2020年我国电动卡车销量渗透率^[4]仅0.78%,相对2019年甚至减少了0.24%,电动卡车在整体卡车市场中比例偏低。即便2020年重卡销量屡创记录,也并未对电动卡车整体销量起到实质性的拉动作用,可见电动卡车尚没有形成显著的市场竞争力。但是,地方政策差异却成为不同区域电动卡车市场“冰火两重天”的因素之一。同样是卡车高销量地区,深圳、成都、北京电动卡车销量渗透率位列全国前十,而蓝天保卫战重点地区——河北和山东两个卡车大省的电动卡车销量渗透率仅0.2%左右。从深圳、成都、北京的地方政策来看,以环保为出发点和目标,加速完善充电基础设施布局并配套开放路权、运营补贴、试点推广等支持措施,才能让环保切实成为电动卡车的增长点。

08 老牌卡车生产企业产品结构中电动车比例较低

老牌卡车生产企业当前的产品结构仍以燃油车为主,零排放电动车占比较低。2019-2020年卡车市场排名前十的卡车生产企业中,东风和上汽的电动卡车销量占比相对领先,分别超过了4%和2%,而其他企业大多不足0.5%。与此同时,吉利新能源、昌河汽车等电动车新势力在电动卡车上崭露头角,尽管这些企业总体卡车销量仍不敌传统燃油卡车巨头,但卡车电动化比例达到了30%~100%。

[2] 根据中国汽车流通协会公布的2021年商用车保有量和华经产业研究院公布的重型卡车保有量进行初步估算。

[3] 《中国移动源环境管理年报(2021)》。

[4] 本报告中关于市场数据的分析(包括销量、渗透率等),如无特殊说明,均指2020绿卡榜评价范围内的电动卡车型;此处渗透率指电动卡车在卡车总销量中的占比,计算公式为“电动卡车渗透率=评价范围内电动卡车销量/评价范围内所有燃料卡车销量”。



09 电动卡车使用率有待提升

使用程度也是体现电动卡车推广效果的重要指标。《中国新能源汽车大数据研究报告》(2021)显示,2020年纯电动物流车上线率^[5]仅为66.4%,但同样在交通服务领域的纯电动公交客车、出租车上线率分别达89.6%、83.9%,明显高于电动卡车。从接入新能源汽车国家监管平台的数据来看,细分市场上线率差异较大,重型环卫车的上线率达到80%以上,但中型物流车和重型牵引车的上线率仅14%、34%;此外,区域上线率也存在明显差异,电动卡车保有量较大的地区,上线率未必较高,如累计接入量最大的广东省,上线率水平却处于中下游。可见部分细分市场和地区的电动卡车使用程度仍存在较大上升空间。

10 绿色柴油卡车榜:福田、东风进步显著

2020绿卡榜评价了38家主要柴油卡车生产企业,包含了11家2020年商用车市场市占率前十五企业^[6]。其中,北汽福田、东风集团、一汽集团、大运汽车、江淮汽车、重汽集团和上汽集团在榜单上的表现较好。尤其是北汽福田和东风汽车,分别在不同的企业榜上各摘得了2个五星。此外,一汽集团在上榜的6个榜单上均获得了四星的成绩,也属行业上游水平。从北汽福田、东风集团、一汽集团等表现较好的企业在各项指标上的得分可以发现,这些企业在排放、油耗和产品结构上具有“均衡发展”的特点。

11 绿色电动卡车榜: 老牌卡车生产企业不敌电卡新势力

从2020绿卡榜电动卡车榜单来看,老牌卡车厂商所生产的车辆电耗却略高于电卡新势力。2020绿卡榜电动卡车相关榜单显示,五星企业和五星车系,即电耗更低的企业和车系,基本属于电动卡车新势力,如昌河汽车、吉海新能源、吉利新能源等。可见,传统燃油卡车巨头仍需要在降低电耗方面迎头赶上。

[5] 车辆上线率,即新能源汽车国家监管平台上当期的运行车辆数量占累计车辆接入量的比值,代表车辆的使用程度。

[6] 2020年商用车市场TOP 15企业名单来自中国汽车工业协会http://www.caam.org.cn/chn/4/cate_39/con_5232916.html

“十四五”时期,货车行业减污降碳仍面临着严峻的考验,需要行业共同努力。为了推动卡车行业的绿色发展,2020绿卡榜有如下建议:

01

车企应制定碳中和零排放战略,不断降低车辆的排放和能耗

我国向世界承诺“力争2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和”的目标,国务院于2021年发布了碳达峰路线图。不断降低车辆的排放和能耗,布局更清洁环保的产品,不仅是车企响应这一目标的重要方式之一,也是增强企业绿色竞争力,在起伏变化的市场中保持可持续发展的生命力重要途径。绿色卡车,已经不仅是政策要求,更是未来整个物流、交通领域的发展需求。车企应对标2020绿卡榜评选出的行业领先企业,识别自身在车辆排放、油耗、电耗、产品布局等多方面的优势和劣势,制定企业碳中和零排放战略,助力“3060双碳目标”和“十四五”污染防治攻坚战。

02

评估可行性,适时加严在用车环保年检限值及推行更“优”年检方法

在柴油卡车和天然气卡车的NO_x排放问题上,当前环保年检的方法或限值有必要进一步加严。对于柴油卡车而言,随着在用柴油卡车排放水平下降,当前绝大部分国五和国六柴油车都能满足柴油车排放标准(GB 3847-2018)NO_x限值a(1500 ppm),因此限值a已经不足以筛选高排放车辆。建议国家和地方环保部门及时调整环保年检的NO_x限值,尽早实施更严格的NO_x限值b。对于天然气卡车,当前主流的检验方法—双怠速法不具备NO_x检测能力,建议环保部门应推动天然气卡车在技术可行的情况下,全面采用具备NO_x检测能力的稳态工况法等检验方法。

03

持续实施严格的环保监管措施,进一步减少在用车排放水平

“十四五”期间,我国城市面临协同降低PM_{2.5}和O₃的任务。柴油货车是这两项大气污染的重要来源,且当前我国柴油货车排放占比仍居高位。同时,天然气卡车的实际道路NO_x排放尚未得到有效监管,在监管技术和监管法规上

都有待进一步完善。《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》已提出要“持续打好柴油货车污染治理攻坚战”。建议“十四五”柴油车污染攻坚战计划中,全面加强卡车排放的全链条监管,继续重视对在用车的严格环保监管,以重型车为重点,关注柴油和天然气重卡的NO_x排放,提高OBD、遥感、跟车等技术的准确性和监管地位。针对天然气卡车的NO_x排放问题,部署天然气车专项治理行动,如要求天然气重卡在OBD监管中必须加装NO_x传感器并输出NO_x数据,加大天然气卡车后处理装置的专项检查等。同时,也应进一步提升柴油油品质量和车用尿素质量。

04

优化配套措施,提高电动卡车使用率,促进电动卡车推广

当前电动卡车使用程度相对偏低。而基础设施建设规模、布局情况、充电设施质量和维护等都会影响电动卡车主的用车行为。建议各地政府应基于深入研究和分析,统筹规划设计,改善电动卡车使用环境,以提高电动卡车的使用率。强化配套设施,也有助于增强车主选择电动卡车的信心,提升卡车电动化水平。此外,也需优化激励措施,更好地引导物流企业和个体车主选购电动卡车。

05

将“环保”算入经济账,优化车队结构

计算自身的碳排放和污染物排放已经不仅仅是少数行业领先物流企业的实践。对物流企业来说,绿色车辆目前可能已经意味着获得更开放的路权等优势。在“双碳目标”背景下,绿色车辆可能会带来更多价值增长点。建议物流企业应将车队清洁化和电动化纳入企业战略规划,提高国六卡车和电动卡车的比例,提升绿色竞争力。

06 选择绿色车辆, 保护自身健康又省钱

绿色环保的车辆对卡车司机来说是健康又省钱的选择。柴油机尾气是世界卫生组织认定的致癌物, 高排放车意味着更高的健康风险。低油耗的车则能节省油钱。2020绿卡榜为卡车司机识别出了“能耗低一点、排放少一点”绿色车辆。司机可参考榜单选择国六排放标准的车辆; 条件允许的, 也可以选择电动卡车。同时, 保持良好的驾驶习惯、维修保养习惯也非常重要, 长期来看能为司机带来更多的健康保障和经济可持续性。

07 尽快开展重卡减排技术路径研究, 引导行业选择最优减排路径

在“十四五”减污降碳协同增效的背景下, 重型卡车的减排是必答题, 而非选答题。当前, 重卡在减排路径上存在运输结构调整、能源替代、节能减排标准升级等多种选择。由于重卡具有载重需求高、运营效率需求紧迫、日行驶里程长、应用场景差异大等特征, 这使得重卡的各项减排路径在减排效果、经济适用性、场景适用性上各有所限制。因此, 需要从运输需求的角度出发, 对不同减排路径的技术可行性、经济性、全生命周期减排效果等维度充分评估其减排潜力和适用场景, 寻求不同运输需求下重卡减排的最优解。基于研究, 在典型场景先行开展试点, 并出台配套的政策措施, 引导行业提前布局 and 选择最优减排路径。

08 推进能源结构绿色转型, 降低电动卡车燃料周期碳排放

燃料周期能耗决定了以电动卡车替代传统燃油卡车是否为减少温室气体排放的最优策略。卡车电动化将传统燃油车辆的温室气体排放转移到电力生产、传输和电池消耗阶段。目前, 我国电力系统正在快速减碳化, 可再生能源比例持续快速上升; 但不同区域电网碳排放差异较大, 华北等地电网碳排放水平仍然较高。在推动卡车电动化的同时, 也应协同推进区域能源结构绿色转型, 降低电动卡车全生命周期的碳排放。

一、报告背景与目标



公路货运是道路运输的重要组成部分,在运输体系中处于主体地位。在《推进运输结构调整三年行动计划》的推动下,公路货运的比重从2018年的76.8%下降到72.4%,但仍保持着主体地位。在新冠疫情期间,公路货运在物资运输方面发挥了重要的基础保障作用,2020年全年完成货物运输量342.6亿吨,完成货物周转量60171.9亿吨公里。

近年来,公众对城市空气质量的需求不断提升,货运行业作为城市大气污染的重要来源,成为污染减排的主要阵地。2020年,仍有40%的城市环境空气质量尚未达标,PM_{2.5}和O₃仍是困扰城市空气质量的主要难题,而货运行业排放的PM和NO_x是这两项难题的重要来源。占汽车保有量11%左右的载货汽车,2020年NO_x和PM排放分别为517.8万吨和5.8万吨,占汽车排放总量的84.4%和90.6%^[3],其中柴油货车的排放尤为突出,货车排放中的90%以上的NO_x和绝大部分PM均来自柴油货车。除了对空气质量的影响,柴油机尾气已被世界卫生组织认定为一级致癌物,对直接暴露于柴油机尾气的卡车司机等群体产生更为直接的健康影响。

“十三五”时期,在《打赢蓝天保卫战三年行动计划》、《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》、《推进运输结构调整三年行动计划》等政策推动下,货运行业在传统燃油车节能减排、清洁能源车替代、新能源车替代方面均取得了突破性的进展。但货车行业排放比重高,仍需持续深化减排措施。2021年发布的《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》,已经明确提出“持续打好柴油货车污染治理攻坚战”的要求,货车行业减排之路仍任重道远。

随着“碳达峰”“碳中和”目标的提出，公路货运也成为碳减排的重点关注领域。占汽车保有量11%左右的载货汽车，碳排放占公路运输碳排放的比重高达50%以上^[1]。“十四五”开局之年，我国《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》、《2030年前碳达峰行动方案》的出台，均对公路货运提出减碳任务，提出“推动运输工具装备低碳转型”的任务，具体包括“到2030年当年新增新能源、清洁能源动力的交通工具比例达到40%左右”、“营运交通工具单位换算周转量碳排放强度比2020年下降9.5%左右”的量化目标。

在“十四五”时期减污降碳协同增效的背景下，我国交通运输领域正经历“减污降碳”绿色变革，需要全行业共同努力。生产企业作为产业链的重要一环，减排既是责任，也是挑战。生产绿色环保的卡车，首先是我国相关政策法规要求，也是“减污降碳”背景下企业绿色竞争力的重要组成部分。同时，排放更低、能耗更低的卡车，也能够向运输行业上下游传递绿色价值，为物流企业、卡车司机，乃至终端消费者，提供践行低碳低排放的路径方案。

2020绿卡榜以第三方视角，对中国卡车及其生产商进行独立、客观和公正的评价。通过对中国市场上主要柴油卡车和纯电动卡车在2020年的环保、能耗表现进行评估分析，形成绿色榜单，鼓励卡车生产企业向行业标杆看齐；同时整合多源数据，对柴油卡车、天然气卡车和纯电动卡车的环保表现进行多角度分析，为决策者、行业人士、卡车司机、用车企业、发动机企业等行业相关方提供参考，助力全产业链的减排降碳。



二、2020中国卡车及生产商绿色排行榜^[7]



2020绿卡榜通过一套客观公正的第三方评价体系,对中国市场上主要的柴油卡车和电动卡车生产企业及其所生产车辆的环保和能耗表现进行评价。

榜单分为绿色柴油卡车榜和电动卡车榜。除了企业榜,为了能给更广泛的用户提供参考,2020绿卡榜参考多家主流行业媒体上的车系和品牌信息,形成了车系(品牌)榜。

参照本报告章节5.1中总质量区间、车辆类型和排放标准划分规则,绿色柴油卡车榜分为9个企业榜和9个车系榜,绿色电动卡车榜分为3个企业榜和5个车系(品牌)榜。上榜企业和车系(品牌)均达到了2020绿卡榜评价标准的四星或五星水平。各个榜单中,同一星级排名不分先后。

[7] 说明:2020绿卡榜仅对车辆环保、能耗方面的表现进行分析,榜单结果不代表车辆或企业的质量或其他表现。

榜单

2.1 2020绿卡榜柴油卡车企业榜

在2020年商用车市场销量前五的企业中^[6],有11家企业纳入了2020绿卡榜柴油车榜单评价,其中有7家表现较好,包括北汽福田、东风集团、一汽集团、大运汽车、江淮汽车、重汽集团和上汽集团。尤其是北汽福田和东风集团,分别在不同的企业榜上各摘得2个五星。一汽集团在上榜的6个榜单上均获得了四星的成绩,也属行业上游水平。从表现较好的企业在各项指标上的得分可以发现,这些企业在排放、油耗和产品结构上具有“均衡发展”的特点。

2020绿卡榜 —— 柴油轻型物流车企业榜

评级(同等星级排名不分先后) 企业名称

★★★★★ 长城汽车股份有限公司

★★★★★ 安徽江淮汽车集团股份有限公司

★★★★★ 北汽福田汽车股份有限公司

★★★★★ 东风汽车集团有限公司

★★★★★ 江铃汽车集团有限公司

★★★★★ 江西五十铃汽车有限公司

★★★★★ 上海汽车集团股份有限公司

★★★★★ 郑州日产汽车有限公司

★★★★★ 中国第一汽车集团有限公司

★★★★★ 中国重型汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油轻型物流车企业榜:共有26家企业纳入评价,最终10家企业上榜。其中,长城汽车因显著的产品结构优势获得五星,其他9家企业获得四星。

2020绿卡榜 —— 柴油中型物流车企业榜

评级(同等星级排名不分先后) 企业名称

★★★★★ 庆铃汽车(集团)有限公司

★★★★★ 安徽江淮汽车集团股份有限公司

★★★★★ 北汽福田汽车股份有限公司

★★★★★ 东风汽车集团有限公司

★★★★★ 东风商用车有限公司

★★★★★ 中国第一汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油中型物流车企业榜:共有8家企业纳入评价,最终有6家企业上榜。其中,庆铃汽车在NO_x控制水平和产品结构表现突出,获得五星。其余5家企业获得四星。

榜单

2020绿卡榜——柴油重型物流车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	北汽福田汽车股份有限公司
★★★★★	东风汽车集团有限公司
★★★★★	东风柳州汽车有限公司
★★★★★	东风商用车有限公司
★★★★★	中国第一汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油重型物流车企业榜:共有12家企业纳入评价,最终有5家企业上榜。北汽福田和东风集团均在本榜单上获得五星,这两家企业排放、油耗和产品结构多项指标上表现都较好。

2020绿卡榜——柴油轻型自卸车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	安徽江淮汽车集团股份有限公司
★★★★★	北汽福田汽车股份有限公司
★★★★★	大运汽车股份有限公司
★★★★★	山东凯马汽车制造有限公司
★★★★★	现代商用汽车(中国)有限公司

2020绿卡榜·柴油轻型自卸车企业榜:共有14家企业纳入评价,最终有5家企业上榜,均获得了四星。在该榜单上,五星企业空缺,这是因为该细分市场企业在产品结构和车辆年检烟度上的表现相对落后。

2020绿卡榜——柴油重型牵引车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	大运汽车股份有限公司
★★★★★	东风柳州汽车有限公司
★★★★★	上汽红岩汽车有限公司
★★★★★	中国第一汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油重型牵引车企业榜:共有15家企业纳入评价,最终有4家企业上榜。大运汽车因各项指标没有短板而摘得五星。其余三家企业获得四星。

2020绿卡榜——柴油重型自卸车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	北汽福田汽车股份有限公司
★★★★★	大运汽车股份有限公司
★★★★★	东风汽车集团有限公司
★★★★★	东风商用车有限公司
★★★★★	中国第一汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油重型自卸车企业榜:共有17家企业纳入评价,最终有5家企业上榜,均获得了四星。在该榜单上,五星企业空缺,这是因为该细分市场的企业的NO_x控制水平普遍不佳。

榜单

2020绿卡榜 —— 柴油轻型冷藏车企业榜

评级(同等星级排名不分先后) 企业名称

★★★★★ 北汽福田汽车股份有限公司

★★★★★ 东风汽车集团有限公司

★★★★★ 安徽江淮汽车集团股份有限公司

★★★★★ 江铃汽车集团有限公司

★★★★★ 庆铃汽车(集团)有限公司

★★★★★ 中国第一汽车集团有限公司

2020绿卡榜·柴油轻型冷藏车企业榜:共有8家企业纳入评价,最终有6家企业上榜。北汽福田和东风集团获得五星,其余4家企业获得四星。



2020绿卡榜 —— 国六柴油轻型物流车企业榜

评级(同等星级排名不分先后) 企业名称

★★★★ 北汽福田汽车股份有限公司

★★★★ 长城汽车股份有限公司

★★★★ 江铃汽车集团有限公司

★★★★ 上海汽车集团股份有限公司

2020绿卡榜·国六柴油轻型物流车企业榜:共有5家企业纳入评价,最终有4家企业上榜,均获得了四星。在该榜单上,五星企业空缺。

2020绿卡榜 —— 国六柴油重型物流车企业榜

评级(同等星级排名不分先后) 企业名称

★★★★ 北汽福田汽车股份有限公司

★★★★ 东风商用车有限公司

2020绿卡榜·国六柴油重型物流车企业榜:共有4家企业纳入评价,最终有2家企业上榜,均获得了四星。在该榜单上,五星企业空缺。

以上两个国六柴油卡车企业榜五星企业空缺,是由于2020绿卡榜评价期内国六车型和企业数量相对较少。从综合评分来看,企业之间尚未拉开差距,没有表现突出的五星企业。

榜单

2.2 2020绿卡榜柴油卡车车系榜

2020绿卡榜 —— 柴油轻型物流车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	福田时代 时代领航
★★★★★	江铃汽车 顺达窄体
★★★★★	福田时代 小卡之星
★★★★★	重汽HOWO轻卡 悍将

2020绿卡榜·柴油轻型物流车车系榜:共有145个车系纳入评价,最终有4个车系上榜。其中,2个车系获得五星。

2020绿卡榜 —— 柴油中型物流车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	福田欧马可 欧马可S3
★★★★★	江淮帅铃 帅铃Q7
★★★★★	福田奥铃 奥铃CTS
★★★★★	江淮骏铃 骏铃V7

2020绿卡榜·柴油中型物流车车系榜:共有36个车系纳入评价,最终有4个车系入榜。其中,2个车系获得五星。

2020绿卡榜 —— 柴油重型物流车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	东风多利卡 多利卡D9
★★★★★	东风商用车 东风天锦KR
★★★★★	福田欧马可 欧马可S5
★★★★★	一汽解放轻卡 麟VH

2020绿卡榜·柴油重型物流车车系榜:共有81个车系纳入评价,最终有4个车系入榜,均获得了五星。

2020绿卡榜 —— 柴油轻型自卸车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	江淮工程车 骏铃G
★★★★★	大运轻卡 奥普力
★★★★★	南骏汽车 祥康
★★★★★	重汽王牌 腾狮

2020绿卡榜·柴油轻型自卸车车系榜:共有58个车系纳入评价,最终有4个车系入榜。其中,1个车系获得五星。

2020绿卡榜 —— 柴油重型自卸车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	东风华神 D912
★★★★★	湖北大运 风驰
★★★★★	青岛解放 解放JH6
★★★★★	重汽王牌 力狮

2020绿卡榜·柴油重型自卸车车系榜:共有74个车系纳入评价,最终有4个车系入榜,均为四星车系。该榜单五星车系空缺。

2020绿卡榜 —— 柴油重型牵引车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系
★★★★★	一汽解放 解放J7

2020绿卡榜·柴油重型牵引车车系榜:共有62个车系纳入评价,最终仅“一汽解放 解放J7”入榜,获得四星。该榜单五星车系空缺。

榜单

2020绿卡榜 —— 柴油轻型冷藏车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)

车系

★★★★★

庆铃 五十铃100P

★★★★

东风凯普特 凯普特K6

2020绿卡榜·柴油轻型冷藏车车系榜:共有22个车系纳入评价,最终“庆铃 五十铃100P”和“东风凯普特 凯普特K6”上榜,分别获得五星和四星。

2020绿卡榜 —— 国六柴油轻型物流车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)

车系

★★★★★

福田奥铃 奥铃速运

★★★★★

福田欧马可 欧马可S1

★★★★★

重汽HOWO轻卡 悍将

2020绿卡榜·国六柴油轻型物流车车系榜:共有34个车系纳入评价,最终有3个车系上榜,均获得了五星。

2020绿卡榜 —— 国六柴油重型物流车车系榜

评级(同等星级排名不分先后)

车系

★★★★★

福田奥铃 奥铃大黄蜂

★★★★★

福田欧马可 欧马可S5

2020绿卡榜·国六柴油重型物流车车系榜:共有10个车系纳入评价,最终北汽福田的2款车系入榜,均获得了五星。

榜单

2.3 2020绿卡榜电动卡车企业榜

2020电动卡车榜单将实际道路百公里电耗作为唯一评价指标,对轻型物流车(1.8~3.499t)、轻型物流车(3.5~4.499t)、轻型冷藏车(1.8~4.499t)和轻型环卫车(1.8~4.499t)3个细分市场进行了企业榜评价。

榜单评价结果显示,电卡新势力的成立时间虽然较老牌车企更短,但节能表现更加突出。2020绿卡榜电动轻型物流车市场(1.8~3.499t)企业数量众多,上榜企业共7家,五星企业共3家,其中两家都是“新”企业,包括2008年成立的昌河企业和2015年成立的吉海新能源。此外,2016年才成立浙江吉利新能源的表现也十分亮眼,分别拿下轻型物流车(3.5~4.499t)榜单的四星和轻型冷藏车榜单的五星。

上榜的企业虽然不乏一些积极部署新能源赛道的老牌卡车厂商,如东风汽车、江淮汽车、上汽集团等,但这些传统燃油卡车巨头在电动卡车的能耗经济性方面仍有进一步提升的空间,通过降低能耗水平,提高市场竞争力,为更多用户提供绿色节能的车辆。

具体各榜单如下:

2020绿卡榜共评价了54家纯电动轻型物流车生产企业。由于该细分市场企业在不同总质量上的产品布局有较大差异,从公平性角度考虑,2020绿卡榜将总质量3.5吨以下和3.5吨以上的轻型物流车分别进行评价。

2020绿卡榜 —— 电动轻型物流车企业榜(1.8~3.499t)

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	重庆瑞驰汽车实业有限公司
★★★★★	江西昌河汽车有限责任公司
★★★★★	山东吉海新能源汽车有限公司
★★★★	北京新能源汽车股份有限公司
★★★★	重庆长安汽车股份有限公司
★★★★	华晨鑫源重庆汽车有限公司
★★★★	厦门金龙汽车集团股份有限公司

总质量范围1.8~3.499吨,共有7家企业上榜,其中3家企业获得五星,4家企业获得四星。

2020绿卡榜 —— 电动轻型物流车企业榜(3.5~4.499t)

评级(同等星级排名不分先后)	企业名称
★★★★★	恒天凯马股份有限公司
★★★★★	江苏九龙汽车制造有限公司
★★★★	安徽江淮汽车集团股份有限公司
★★★★	江铃汽车股份有限公司
★★★★	上海汽车集团股份有限公司
★★★★	浙江吉利新能源商用车集团有限公司

总质量范围3.5~4.499吨,共有6家企业上榜,其中2家企业获得五星,4家企业获得四星。

榜单

2020绿卡榜 —— 电动轻型冷藏车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)

企业名称

★★★★★

浙江吉利新能源商用车集团有限公司

★★★★

陕西汽车控股集团有限公司

2020绿卡榜·电动轻型冷藏车企业榜:共有8家企业纳入评价,最终有2家企业上榜。其中,浙江吉利新能源获得五星,陕汽集团获得四星。

2020绿卡榜 —— 电动轻型环卫车企业榜

评级(同等星级排名不分先后)

企业名称

★★★★

东风汽车股份有限公司

★★★★

恒天凯马股份有限公司

★★★★

湖北世纪中远车辆有限公司

2020绿卡榜·电动轻型环卫车企业榜:共有7家企业纳入评价,最终有3家企业上榜,均为四星。在该榜单上,五星企业空缺。



榜单

2.4 2020绿卡榜电动卡车车系(品牌)榜^[8]

2020绿卡榜共评价了114个纯电动轻型物流车系(品牌)。

2020绿卡榜——电动轻型物流车车系(品牌)榜
(1.8~3.499t)

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★★	北汽昌河 北汽EV5
★★★★★	吉海
★★★★★	大通
★★★★	北汽新能源 EV407
★★★★	长安凯程 长安星卡EV
★★★★	长安凯程 睿行EM80
★★★★	开瑞汽车 海豚EV
★★★★	开瑞汽车 优劲

总质量范围1.8~3.499吨,共有8个车系(品牌)上榜,其中有3个车系(品牌)获得五星。

2020绿卡榜——电动轻型物流车车系(品牌)榜
(3.5~4.499t)

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★★	大马 九龙
★★★★★	上汽大通 大通EV80
★★★★	东风电动轻卡 EV350
★★★★	陕汽商用车 轩德E9

总质量范围3.5~4.499吨,共有4个车系(品牌)上榜,其中有2个车系(品牌)获得五星。

2020绿卡榜——电动轻型冷藏车车系(品牌)榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★★	远程汽车 远程E6
★★★★	陕汽商用车 轩德E9

2020绿卡榜共评价了7个纯电动轻型冷藏车系(品牌),“远程汽车 远程E6”和“陕汽商用车 轩德E9”分别获得五星和四星。

2020绿卡榜——电动轻型环卫车车系(品牌)榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★	东风电动轻卡 EV200
★★★★	湖北世纪中远 中悦
★★★★	凯马汽车 K01

2020绿卡榜·电动轻型环卫车车系(品牌)榜:共有6个车系(品牌)纳入评价,最终3个车系(品牌)上榜,均获得四星。该榜单五星车系(品牌)空缺。

2020绿卡榜——电动中型环卫车车系(品牌)榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★	北京华林
★★★★	郑州宇通

2020绿卡榜·电动中型环卫车车系(品牌)榜:共有5个车系(品牌)纳入评价,最终2个车系(品牌)上榜。该榜单五星车系(品牌)空缺。

2020绿卡榜——电动重型环卫车车系(品牌)榜

评级(同等星级排名不分先后)	车系(品牌)
★★★★★	北京华林
★★★★★	长沙中联重科

2020绿卡榜·电动重型环卫车车系(品牌)榜:共有8个车系(品牌)纳入评价,最终2个车系(品牌)上榜,均获得五星。

[8] 由于目前电动卡车车型数量较少,部分厂商旗下车型尚没有车系名称,因此本榜单体现为“车系(品牌)榜”。

三、中国卡车行业减污降碳进展分析^[9]



作为当前货运结构的主动脉，卡车行业是交通领域减污降碳的关键。在《打赢蓝天保卫战三年行动计划》、《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》、《推进运输结构调整三年行动计划》等政策推动下，卡车行业在传统燃油车节能减排、清洁能源和新能源车替代方面均取得了突破性的进展。

“绿卡榜”项目连续三年跟踪柴油卡车的排放和油耗表现，关注《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》主要措施的实施效果。在分析对象上，2020绿卡榜在延续柴油卡车分析的基础上，增加了天然气卡车和电动卡车的行业分析，并且对柴油卡车、电动卡车的生产企业开展了榜单评价。在数据源上，2020绿卡榜进一步丰富了OBD远程在线监控、PEMS等实际道路数据，探索卡车行业当前的减污降碳进展和成效。基于多源数据分析，2020绿卡榜有如下发现。

3.1 柴油卡车

2020年，柴油卡车排放的NO_x和PM占汽车排放总量的78.5%和90.6%，其中NO_x是城市PM_{2.5}和O₃污染的重要前体物之一。同时，其排放的温室气体以及颗粒物中的重要组分——黑碳(BC)，都会对气候变化产生重要影响。因此，降低柴油卡车的排放水平和提高其燃油经济性，是货运行业减污降碳的重要着力点。

“十三五”期间，我国对柴油卡车的环保管理体系逐渐完善，加严了新车到在用车阶段的排放限值、监管技术和监管力度，并且加严了燃油消耗量限值。本章节将从国六标准实施情况、在用柴油车年检表现、实际道路油耗三个方面探讨柴油卡车的治理措施成效，并就企业间差异进行分析，从而对柴油卡车减污降碳路径进行探讨。

[9] 本章节中涉及的所有总质量、车辆类型均参照章节5.1研究对象与范围进行划分。

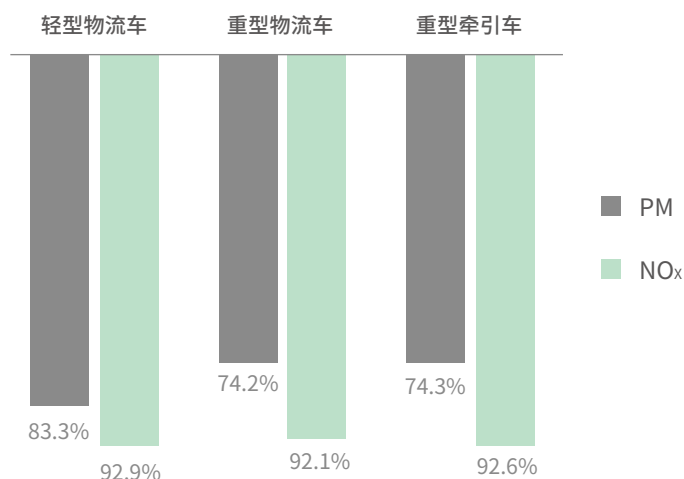
3.1.1 国六标准实施进展和减排效果分析

随着《重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》(GB 17691-2018)(以下简称“国六标准”)的发布实施,我国的柴油车排放标准迎来了国六时代:2020年,城市车辆^[10]全面实施国六标准,北京市已要求全行业重型柴油车实施国六标准。本小节将从国六的区域推广进展、国六新车和在用车的排放表现、国六实际道路油耗四个方面,分析国六标准实施进展和效果。

根据销量数据,2020年评价范围内^[11]国六车型占柴油车销量的比重为14%,从不同的车辆类型和各省市的国六车型比重来看,政策对国六车型的推广具有促进作用。在车辆类型上,2020年环卫车销量中,国六车型的比例占到40.9%,显著高于其它车辆类型,这主要源于《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》的要求——从2019年7月1日起,北京市、四川省、山西省和陕西省等重点区域的部分城市已要求环卫车在内的城市车辆提前一年实施国六标准,并且从2020年7月1日起,全国城市车辆全面实施国六标准。从区域推广差异来看,北京市从2020年1月1日起要求全行业重型柴油车实施国六阶段排放标准,2020年国六车型占柴油车销量的比例遥遥领先,高达87.8%。

相较国五车型,国六车型的环保优势突出。从国六标准PM和NO_x的限值来看,国六车型在稳态工况法下较国五标准分别下降50%和80%。从2020年底前公开环保信息的228个国六车型数据来看,国六柴油车排放改善幅度比限值更优,其PM和NO_x在稳态工况法下较国五下降幅度高达70%和90%,详见图1。

图1 部分细分市场环保公告中国六较国五车型污染物的下降比例

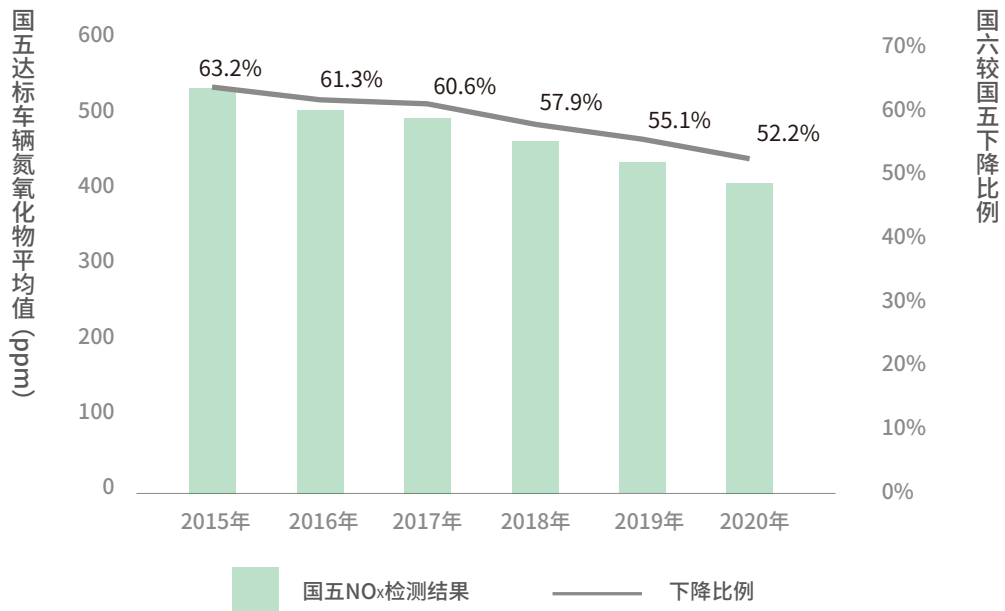


[10] 城市车辆指邮政、环卫等公共服务领域的车辆。

[11] 评价范围指2020绿卡榜的评价对象,具体包括物流车、自卸车、牵引车、冷藏车和部分环卫车,详细解释请参考章节5.1 研究对象与范围。

排放标准提升是“源头控制”柴油车排放的重要手段。在国六标准实施后的短短一年时间内，国六在用车的排放优势已凸显。数据分析显示，在投入使用后，国六柴油车的排放水平仍较国五呈现出显著下降的趋势。在2020年车辆的环保年检中，国六柴油车的烟度和NO_x总体较国五分别下降25.4%和61.4%。在国六车辆销售规模较大的轻型物流车市场，国六柴油车环保年检的NO_x水平是2020年开始运营的国五车辆的一半，国六的环保优势相较使用年限更长的国五车辆，则更为突出，如图2。

图2 不同生产年份的国五轻型物流车环保年检NO_x检测值及国六较国五车辆的下降比例



在实际道路油耗表现上，OBD油耗数据显示，国六车型和国五车型的油耗差异在不同细分市场表现有所不同，4.5吨以上的国六物流车和牵引车较国五油耗增加约为0.4 L/100km ~2.6 L/100km，而3.5吨-4.5吨的国六轻型物流车的油耗较国五减少了约0.6 L/100km，降幅为4.3%，在市区、公路和高速工况下油耗均有所下降。需要说明的是，国五OBD油耗数据样本相对国六OBD少，后续研究将进一步关注除车重外其他因素(如发动机排量变化)对油耗的影响。

考虑到国六车型的环保优势，提升国六车型在燃油卡车队结构中的比重对未来几年柴油货车的污染物减排意义重大。卡车作为一个生产工具，其运营成本包括油费、维修保养、路权等多方面。尽管部分细分市场国六车型油耗略高，但在货运行业绿色转型的背景下，国六车型拥有相对更大的路权优势、更长的运营时长和更高的保值率，仍具有竞争力。同时，国六标准对生产企业提出的排放质保期要求^[12]，为车主用车提供了更多一重的保障。

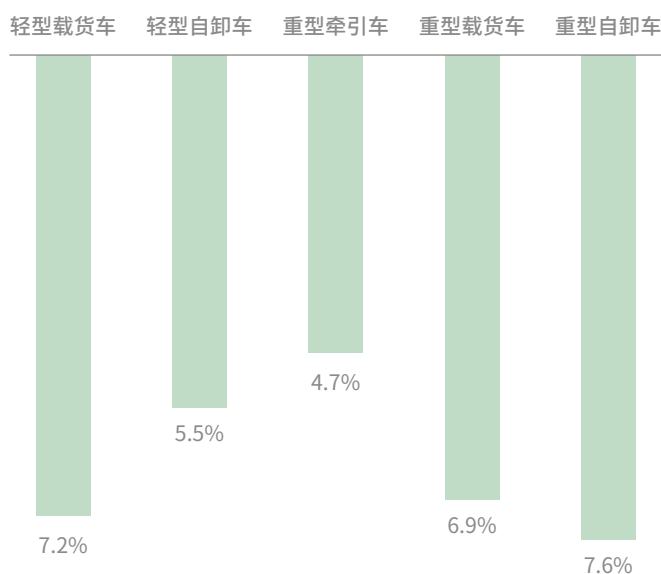
[12] 国六标准对排放质保期规定：排放相关零部件如果在质保期内由于零部件本身质量问题而出现故障或损坏，导致排放控制系统失效，或车辆排放超过本标准限值要求，生产企业应当承担相关维修费用。

3.1.2 在用柴油卡车环保表现分析

2020年是《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》的收官之年。数据显示，该政策对在用车治理卓有成效，相关措施可进一步加严，持续推动在用车排放水平下降。本小节将从2020年环保年检变化、《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）》（GB 3847-2018）（以下简称“柴油车排放标准”）实施效果两方面分析在用柴油车的环保表现，并对下阶段柴油车管控重点提出建议。

2020年，在用车排放水平有明显改善，表明在用车监管相关措施实施成效显著。以国五标准的柴油车为例，2020年，国五在用柴油车环保年检通过率^[13]为96.6%，较2019年相比上升约两个百分点，年检达标车辆的烟度和NO_x的排放水平分别为0.15 m⁻¹和 524 ppm，较2019年显著改善。以注册时间为2017年的轻型载货车为例，其2020年年检的NO_x检测值较2019年下降7.2%，烟度检测值较2019年下降46.7%，该趋势在各个细分市场均有所体现，如图3。

图3 2017年注册登记车辆在2020年环保年检中NO_x较2019年下降比例



在用车监管的效果，也体现在省份间的环保年检表现差异上。在监管政策更为严格的地区，如北京、广东、海南、江浙等地，尾气控制水平尤其是烟度相对更好。以国五标准的轻型物流车为例，在北京环保年检车辆的烟度和NO_x较平均水平分别低59.3%和20.3%。

2020年是新修订的“柴油车排放标准”实施的第二年，分析近两年在用柴油车的年检表现，报告发现当前的年检限值较为宽松。2019年，NO_x年检达标的国三和国四车辆检测均值分别约为741 ppm和702 ppm；2020年，NO_x年检达标的国五和国六车辆检测均值分别约为524 ppm和202 ppm。这些在用

[13] 环保年检通过率综合考虑烟度检测值、NO_x检测值、OBD状况、轮边功率四项检测项，采用车检单位的判断结果。

车的NO_x检测值远低于当前年检选用的NO_x限值a(1500 ppm),并且随着排放标准升级和在用车监管持续加严,在用车整体的尾气排放水平在进一步降低,国五柴油车在2020年年检中检测值降低即是例证之一。

为进一步发挥环保年检对高排放车辆的筛选作用,有必要在环保年检中选用更加严格的检测限值。以NO_x为例,柴油车排放标准对NO_x年检设定了限值a(1500 ppm)、过渡值(1200 ppm)和限值b(900 ppm)。《2019绿卡榜》^[14]发现,在2019年在用车的排放水平下,已经有85%以上的国三、国四车辆可以达到过渡值(1200 ppm)的要求(如图4)。对于排放水平更优的国五和国六车辆,在2020年在用车的排放水平下,分别有83.6%及98.1%的国五、国六车辆可以达到限值b的要求(如图5)。可见,实施更严格的检测限值,更加符合柴油车排放标准“用于控制10%-20%的高污染车辆”^[15]的目标,“十四五”期间,生态环境部应引导各地全面加严限值,而对于机动车为首要空气污染源、柴油货车保有量大或者环保治理需求紧迫的省份,应该尽早实施限值b。

图4 2019年在用车达到柴油车排放标准各NO_x限值的比例

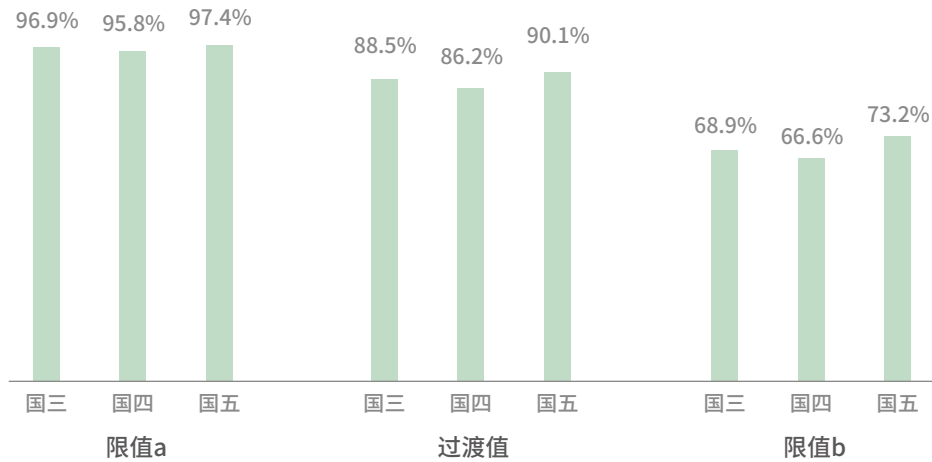
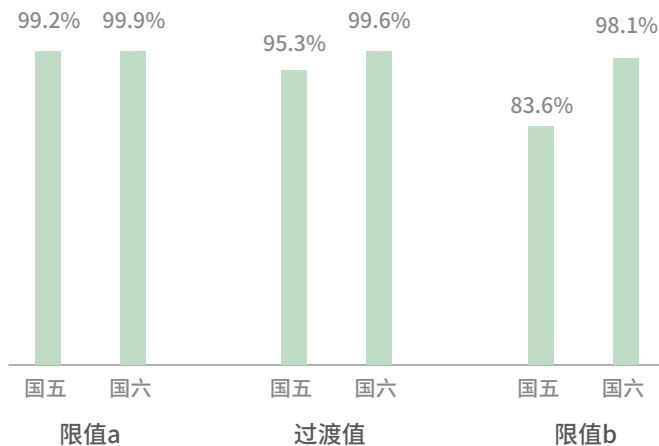


图5 2020年在用车达到柴油车排放标准各NO_x限值的比例

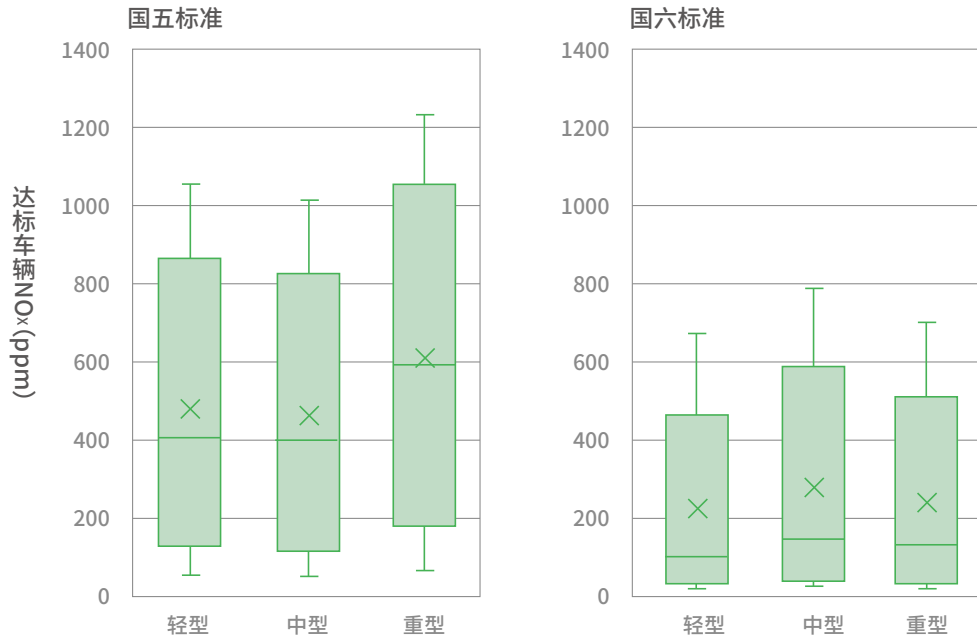


[14] 亚洲清洁空气中心,《2019绿卡榜:中国柴油货车及生产企业绿色排行榜》。

[15] 《柴油车污染物排放限值及测量方法(自由加速法及加载减速法)(征求意见稿)》编制说明

除了适时加严环保年检限值,柴油车的减排应持续在重型车上发力。在国六阶段,由于重型车和轻型车普遍采用EGR+SCR的技术控制NO_x,重型车和轻型、中型车之间的排放差异有所缩小,但整体上重型车的排放水平仍较高。对环保年检的数据分析发现,国六和国五重型柴油车的NO_x检测值较行业平均水平分别高8.7%和14.5%(如图6)。以物流车为例,国六和国五重型物流车较轻型物流车的NO_x检测值分别高79 ppm和93 ppm。

图6 国五和国六不同总质量的车辆NO_x排放

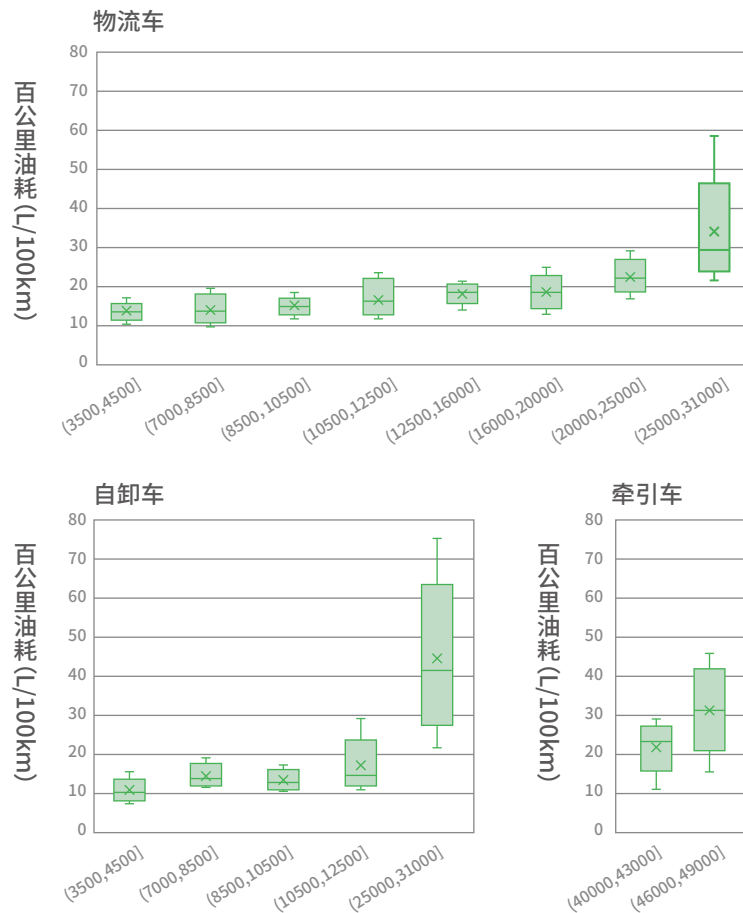


3.1.3 柴油卡车实际道路油耗和公告油耗差异分析

加严燃油消耗量限值,是我国对柴油车节能管理的重要手段,也是间接控制柴油车二氧化碳排放的主要方式。我国的重型商用车已经开始实施第三阶段燃油消耗量限值,货车、牵引车和自卸车限值平均较第二阶段加严10.7%-15.8%。本小节将基于覆盖300多个整车型号的8000多辆柴油卡车在2021年典型时段的OBD油耗,分析车辆实际道路油耗与公告油耗之间的差异。尽管OBD油耗与公告油耗在载重、路况、驾驶行为等因素上存在差异,但基于大数据的OBD油耗分析是了解车辆真实油耗特征的重要来源,也是分析实际道路油耗与公告工况油耗之间差异的基础信息。

针对OBD油耗^[16]的分析发现,物流车、自卸车和牵引车在不同总质量段的平均油耗在11 L/100km到44 L/100km之间(如图7),油耗随着总质量的增加而提高。从车辆的不同行驶工况来看,车辆在市区工况下的油耗明显更高,较公路工况油耗平均高14.7%-31.5%,较高速工况油耗平均高0.2%-55.6%,这说明市区较为频繁的怠速路况,对车辆油耗表现有显著影响。

图7 牵引车、自卸车和物流车不同总质量区间的OBD油耗分布^[17]



[16] 本报告对OBD油耗的计算,使用C-WTVC循环数据,结合不同车辆类型的特征里程分配计算综合百公里油耗,详细内容见章节5.4 OBD数据分析方法。

[17] 油耗分析中物流车和自卸车的总质量指GVW,牵引车的总质量指GCW。部分缺失或数据量不足的总质量区间的油耗未进行呈现。

基于OBD油耗的分析发现,车辆的实际道路油耗与新车公告油耗差异较大。对于3.5吨至4.5吨的多数轻型物流车,其实际道路油耗高于公告油耗,幅度在0.7%-52.7%,这可能与轻型物流车在实际运营中易达到满载或超载状态有关。而绝大多数的牵引车、自卸车和4.5吨以上物流车的实际道路油耗低于相应的公告油耗,幅度在1.6%-51.1%,这也反映出中重卡在实际道路行驶中,存在非满载和空载^[18]的情况。

从上述轻卡和中重卡之间的差异来看,当前油耗标准中参照的C-WTVC测试工况在反映车辆真实道路油耗方面仍有优化空间。公告油耗测试往往将车辆装载质量设定为满载状态。而实际道路行驶中,不同细分市场车型的运行特征存在显著差异。

不断降低柴油货车的实际道路油耗,对公路货运行业节能降碳至关重要。油耗标准在其中承担着引领作用。目前,新的测试工况CHTC已经发布,对不同的车辆类型开发了差异化的行驶工况,并计划于2022年5月1日实施。相关部门有必要持续开展对实际道路油耗更为系统的研究,及时评估和调整油耗测试方法,以更贴近真实道路工况;同时,相关部门也应评估各项节能技术对燃油经济性的实际提升效果,对标国际领先车型的节能技术,进一步加严油耗限值,以推动国内车企对节油技术的研发与应用。

在“双碳目标”要求下,制定机动车二氧化碳排放标准可以为货车降碳提供双重约束力。如出台温室气体排放法规,设置不同车型的CO₂排放目标值,这在欧美等国已经是较为成熟的卡车环保法规之一,并且有效推动了卡车CO₂排放削减。欧盟现行卡车CO₂标准要求2025年和2030年新生产车辆CO₂排放比2019年分别减少15%和30%;并且,欧盟正在对此标准进行研讨,可能会进一步制定更严格的卡车CO₂排放标准来更积极应对气候变化。



[18] 根据交通运输部举行的8月份例行新闻发布会,2020年6月和7月,货车的空载率平均约为24%。

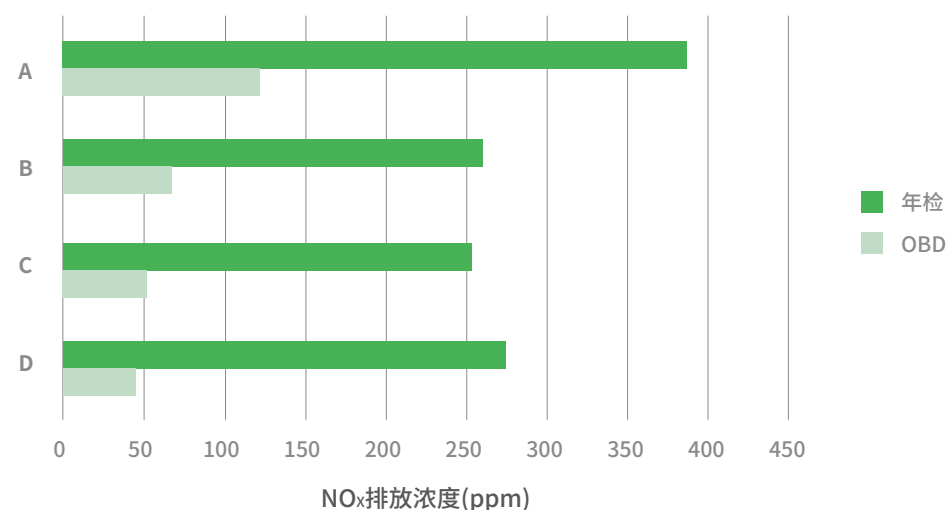
3.1.4 企业表现差异分析

2020绿卡榜对中国市场38家主要柴油卡车生产企业进行了评价,评价指标覆盖企业所生产车辆的排放和油耗表现以及企业的产品结构。本小节将重点呈现企业所生产车辆在环保年检通过率、尾气检测值和产品结构这三项指标上的差异。

从环保年检通过率^[19]来看,不同生产企业的车辆年检通过率存在差距。比较同一细分市场的车辆年检情况,可以发现不同生产企业的车辆年检通过率相差最高达到10%,这种差距在轻型物流车和轻型冷藏车市场均较为突出。以轻型物流车市场为例,某企业的车辆年检通过率仅为89.4%,而同类优秀企业的车辆年检通过率在98%以上。由于年检要求车辆在“烟度检测、NO_x检测、OBD状况和轮边功率”四项检测项上均达标,因此相关部门可以针对通过率较低的生产企业,具体分析造成其年检无法通过的集中因素,将尾气集中超标的车型作为在用符合性监管的重点查验对象。例如,在年检通过率仅为89.4%的轻型物流车企业中,数据显示其NO_x未通过年检的车辆比重为2.4%,显著高于同类企业。

从柴油车NO_x检测值来看,生产企业也存在明显的差异。这种差异在新车环保公告、在用车环保年检和OBD排放数据中均存在。新车环保公告数据显示,参照排放标准的限值,有的企业新车公告NO_x仅低于限值5.8%,而同类企业新车公告NO_x低于限值37.9%。在用车环保年检数据显示,生产轻型物流车的33家企业中,15%的企业NO_x平均值^[20]低于400 ppm,6%的企业NO_x平均值高于600 ppm,表现最好和最差的两家企业的NO_x平均值相差70%左右。这种差异在刚投入使用1-2年的国六车辆上也同样突出。OBD实际道路NO_x排放数据,呈现出与年检NO_x检测值相似的企业差异(如图8所示)。以国六重型物流车为例,A企业的环保年检NO_x均较其它同类企业高出41.0%-52.5%,OBD-NO_x较其它同类企业高出81.6%-171.5%。

图8 国六重型物流车部分企业的OBD和环保年检NO_x排放对比



[19] 用于计算环保年检通过率的数据为2020年初检测结果,综合考虑烟度检测值、NO_x检测值、OBD状况、轮边功率四项检测项,采用车检单位的判断结果。

[20] 指通过环保年检初检的车辆的NO_x检测值。本段后同。

在产品结构指标上,2020绿卡榜关注生产企业产品结构中国六标准车型及纯电动车型的销量比重。整体来看,电动卡车在企业产品结构中的比例仍然较低(详见3.3.1 电动卡车推广情况),企业主要在国六标准的车型上发力,尤其是在轻型物流车、重型牵引车和轻型冷藏车市场,国六车型在产品结构中的比例整体达到15%左右。在同一细分市场内,企业在国六车型的布局推广上差异显著,以重型牵引车市场为例,部分企业国六车型在产品结构中的比例可以达到近40%,而有的企业国六比例仅6%左右。对于产品结构表现较差的企业,除了加强更清洁车型的研发投入,也需要为用户提供更全面的质保、维护保养等售后服务,才能提高产品在市场上的竞争力。



3.2 天然气卡车

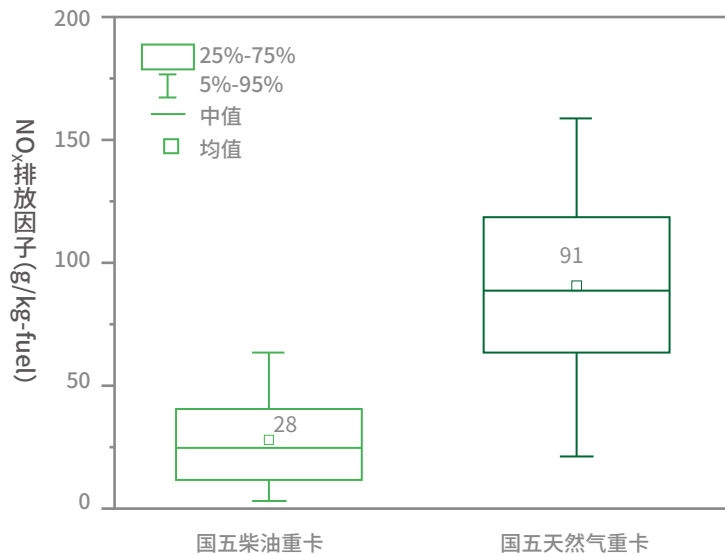
在《打赢蓝天保卫战三年行动计划》期间，天然气卡车在政策和市场的推动下，市场份额稳步提升，天然气重卡占重卡市场的比重从2018年的5.9%提升为2020年的8.8%^[21]。但是，在国内天然气卡车减排技术路线下，国五天然气重卡在NO_x减排上的实际效果备受争议，且多份研究指出天然气卡车的降碳效果不如预期。本章节将基于天然气卡车的跟车、PEMS和环保年检数据，分析天然气卡车的实际道路排放情况和监管手段现状。

3.2.1 天然气卡车实际道路排放情况

我国天然气重卡的国五和国六标准分别于2013年1月和2019年7月正式实施。本小节将从跟车和PEMS数据，分析国五和国六天然气卡车的实际道路NO_x排放，并结合已有的天然气卡车减碳效果研究，探讨天然气卡车在货运行业减污降碳路径上的作用。

跟车数据的分析发现，国五天然气重卡的实际道路NO_x排放高于国五柴油重卡（见图9）。报告选取了2017年至2021年期间的跟车数据，覆盖2914辆次的国五柴油重卡和290辆次的国五天然气重卡，发现国五天然气重卡的NO_x平均排放水平高达91 g/kg-fuel（约为2000 ppm），是国五柴油重卡的3.3倍。在重型牵引车和重型自卸车市场，国五天然气重卡的NO_x平均排放水平分别是国五柴油重卡的2.6倍和4.6倍。

图9 国五天然气重卡和柴油重卡的NO_x排放

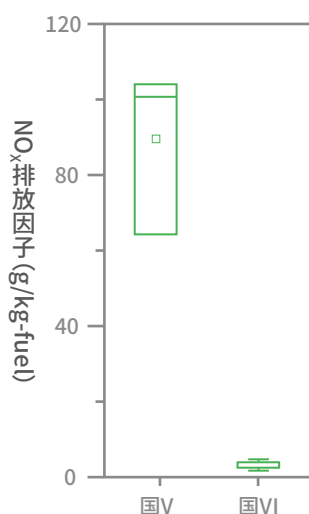


注:图中数据为跟车测试数据

[21] 基于中汽协公布的重卡销量和第一商用车网公布的天然气重卡终端消费量测算。

2020绿卡榜选取了5辆国六天然气重卡,其PEMS测试结果是在三元催化器正常工作状态下取得。数据显示,这些国六天然气重卡的NO_x平均排放水平在100 ppm左右,较国五天然气重卡大幅下降(如图 10)。值得注意的是,由于三元催化器的贵金属含量增加,且贵金属市场价格处于高位,多地发现国六天然气重卡的三元催化器被私拆倒卖、偷盗的现象^[22],这可能造成国六天然气重卡实际道路NO_x高排放的问题,需要有关部门对国六天然气重卡的实际道路NO_x排放开展系统评估。

图 10 国五和国六天然气重卡的PEMS测试NO_x排放数据^[23]



在减碳方面,天然气卡车的作用也备受争议。已有研究指出,天然气卡车的减碳效果不如预期。欧洲的一个领先清洁交通倡导机构—交通&环境 (Transport & Environment)^[24]在2021年的一篇文章^[25]中指出,当比较时间长度为20年时的全球变暖潜势(GWP)^[26],天然气卡车的全生命周期温室气体排放高于柴油卡车的13.4%。国际清洁交通委员会(ICCT)在对欧洲卡车CO₂排放的研究^[27]中也指出,一款性能表现较好的天然气发动机燃烧效率低于柴油发动机,安装在整车上会很大程度抵消天然气燃料相对较低的碳含量所带来的减排收益。根据已有研究的分析,天然气卡车全生命周期碳排放较高,一方面在于部分燃气发动机的燃烧效率低于柴油车,另一方面在于天然气燃料在运输过程中及天然气卡车尾气中的甲烷逃逸。

“十四五”时期,中国将推动大气污染物和温室气体的协同减排,并进一步强化NO_x的减排。货运行业作为减污降碳的重点领域,需要科学评估不同减排路径的潜力和效果,其中天然气卡车作为选项之一,在大气污染物减排上需要重点关注其NO_x的排放问题,在温室气体减排上需要重点关注甲烷排放带来的气候影响。

[22] 中国汽车报网,“‘丢失’了三元催化器的‘国六’天然气重卡”,2021.06.08。

[23] 此测试数据为国六天然气卡车三元催化器正常工作的状态下氮氧化物排放数据。

[24] Transport & Environment的官方网站为<https://www.transportenvironment.org/>。

[25] Transport & Environment, LNG trucks-a dangerous dead-end for the climate, 2021.11.25, <https://www.transportenvironment.org/discover/lng-trucks-a-dangerous-dead-end-for-the-climate/>。

[26] 全球变暖潜势(GWP):用于度量各种长寿命温室气体对地球变暖的潜在影响,是某一温室气体在一定时间内相对于参考气体的累计辐射能力,标准时间长度为20年、100年、500年。参考自http://fujian.gov.cn/hdjl/hdjlzsk/hjbht/hbcs/202011/t20201106_5430358.htm。

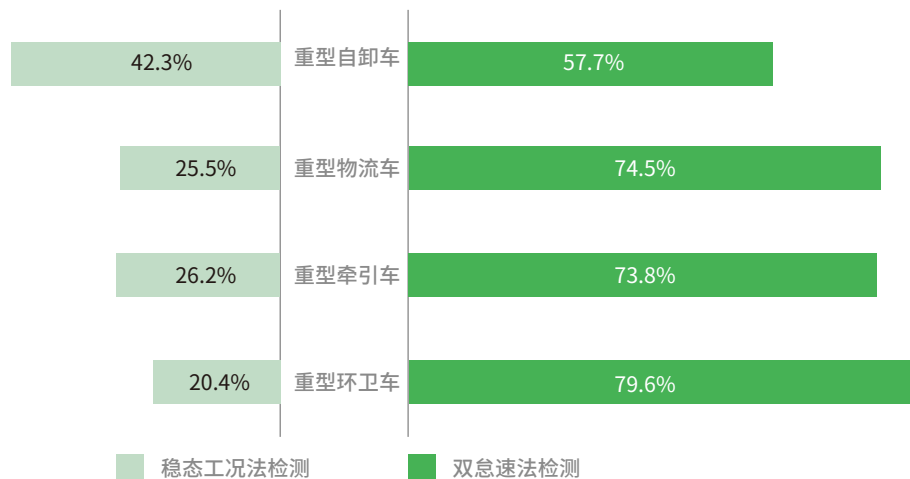
[27] ICCT, “CO₂ emissions from trucks in the EU: an analysis of the heavy-duty CO₂ standards baseline data”, 2021.12.30, <https://the-icct.org/publication/co2-emissions-from-trucks-in-the-eu-an-analysis-of-the-heavy-duty-co2-standards-baseline-data/>。

3.2.2 天然气卡车监管手段现状分析

针对前述天然气卡车的NO_x排放问题,本报告重点对当前的监管手段进行了分析和探讨。

2020年天然气重卡环保年检数据分析发现,73.4%的天然气重卡使用双怠速法进行检测,26.5%的车辆使用稳态工况法检测(如图11)。这意味着,当前仅有约四分之一的天然气车在年检中需要检测NO_x排放水平——根据国家相关标准^[28],采用简易工况法(含瞬态工况法、稳态工况法)须检测NO_x,而采用双怠速法年检无法进行这项检测。针对天然气卡车NO_x实际排放偏高的问题,国家和地方应考虑全面推动采用稳态工况法进行年检(由于技术原因无法采用工况法检测的车辆除外),从而更有效的识别超标排放车辆。

图 11 2020年天然气重卡环保年检中采用不同检测方法的车辆比例



另一方面,在环保年检的基础上,OB D、PEMS、遥感和跟车等监管技术的效率和准确性应持续提升,提高其在NO_x排放监管上的重要性。其中,尽管国六天然气重卡根据法规要求需要安装远程排放管理车载终端,但并未强制要求安装NO_x传感器^[29],在监管层面很难获取车辆的实际NO_x排放数据。因此,在法规层面需要明确天然气重卡加装NO_x传感器的必要性,并对NO_x排放进行远程监管。此外,开展对天然气重卡的监督抽测也是关键手段之一。根据《大气污染防治法》,县级以上地方人民政府生态环境主管部门可以在机动车集中停放地、维修地对在用机动车的大气污染物排放状况进行监督抽测,相关监管部门可以开展对国六天然气重卡的专项检查工作,重点核实后处理装置是否被私自拆除等异常情况,确保后处理装置正常工作。

[28] 《汽油车污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》(GB 18285-2018)

[29] 根据《重型车排放远程监控技术规范 第一部分 车载终端》(HJ 1239.1-2021)表2,对于采用三元催化器后处理技术的车辆,安装NO_x传感器的车辆应采集并传输NO_x输出值。因此,对于未安装NO_x传感器的车辆,NO_x输出值为非必要采集数据项。

3.3 纯电动卡车



新能源汽车作为战略性新兴产业的重要组成部分，是汽车行业减排降碳的重要举措。在2012年，我国已经提出了“新能源汽车产量在2020年达到200万辆的目标”。“十三五”期间，我国从技术攻关、财政补贴、税费优惠、准入管理规定等多个方面出发进行新能源汽车推广，新能源汽车产量增加超过80万辆，但距离2020年的目标仍有31.7%的差距。

“双碳”目标提出后，《2030年前碳达峰行动方案》明确将交通运输绿色低碳行动列为碳达峰的十大行动之一。新能源汽车在“十四五”期间的推广应用效果对交通领域达成双碳目标至关重要。其中，卡车作为道路交通源“减污降碳”的重点，在新能源化的道路上面临巨大压力。2020绿卡榜将从电动卡车推广和电耗两个方面，记录、分析和探讨电动卡车的发展现状。

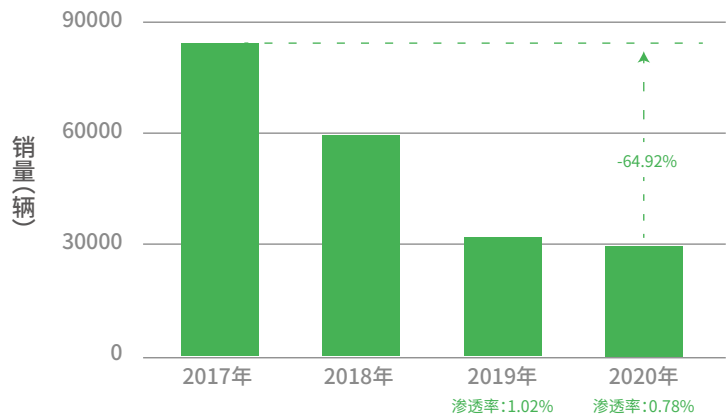
3.3.1 电动卡车推广情况

电动化是货运行业“减污降碳”与绿色高质量发展的必要手段之一。为了全面分析我国电动卡车推广和应用情况，本小节将对2017年至2020年电动卡车的销量、销量渗透率、上线率等指标^[4,5]，从整体市场和不同细分市场、企业、区域等角度进行梳理和分析。

电动卡车推广整体情况

“十三五”期间新能源卡车市场高开低走，卡车的新能源替代进程较为缓慢。我国新能源卡车市场基本以纯电动为主。2017-2020年电动卡车在新能源卡车累计销量中占比达到99%以上，因此电动卡车市场变化能够直接反映新能源卡车市场的形势。2017-2020年电动卡车销量一路下降，2020年销量仅达到2017年的三分之一(如图12所示)。同时，从电动卡车销量渗透率来看，卡车电动化进程远不及乘用车和客车。2020年电动乘用车和电动客车销量渗透率分别达到4.9%和23.0%，但电动卡车销量渗透率仅0.78%，同比甚至降低了0.24%。

图12 2017-2020年电动卡车销量变化



从各细分市场来看，物流车和环卫车市场电动车销量渗透率较高，且轻卡电动化进程领先于中、重卡。2020年各车辆类型的电动卡车销量渗透率统计结果显示，应用推广政策较为倾斜的物流车和环卫车市场渗透率较高，分别为1.04%和2.18%，然而冷藏车的渗透率仅0.36%，自卸车和牵引车的渗透率甚至不足0.1%。从各质量区间的电动卡车渗透率来看，轻卡电动化程度高于中、重卡，电动轻卡渗透率为1.10%，中卡渗透率仅0.65%，重卡渗透率最低，不足0.2%。即便在渗透率较高的物流和环卫车市场中，轻型电动车也显著领先。轻型电动物流车渗透率比中型、重型分别高75.6%、100%，轻型电动环卫车渗透率比中型、重型分别高35.3%、58.1%。

电动卡车企业竞争格局

从电动卡车市场企业竞争格局来看，销量“缩水”并未妨碍市场活力的增长，新老车企纷纷入场布局，市场竞争加强，且集中度稳步提升。如图 13 显示，2017-2020 年有电动卡车销量的企业数量从 79 家波动增加到 98 家，市占率前十企业的市场份额稳定在 70% 左右且在 2018 年以后逐步上升。与此同时，电动卡车新势力逐步崭露头角，并与老牌卡车厂商分庭抗礼。从 2017-2020 年电动卡车市场企业销量排名来看（图 14），传统燃油商用车巨头在电动卡车这个“新”领域依旧实力强劲，尤其东风汽车、南京金龙在四年内的销量排名基本稳居前三。但与此同时，新秀企业实力也不容小觑，其中 2016 年成立的吉利新能源，仅成立一年就拿下 6% 的市场，排名第七，随后两年分别排名第三和第一。

图 13 2017-2020 年有电动卡车销量的企业数量及市占率前十企业的市场份额

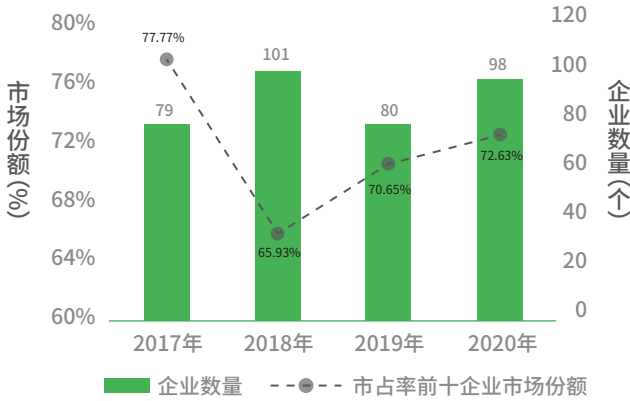
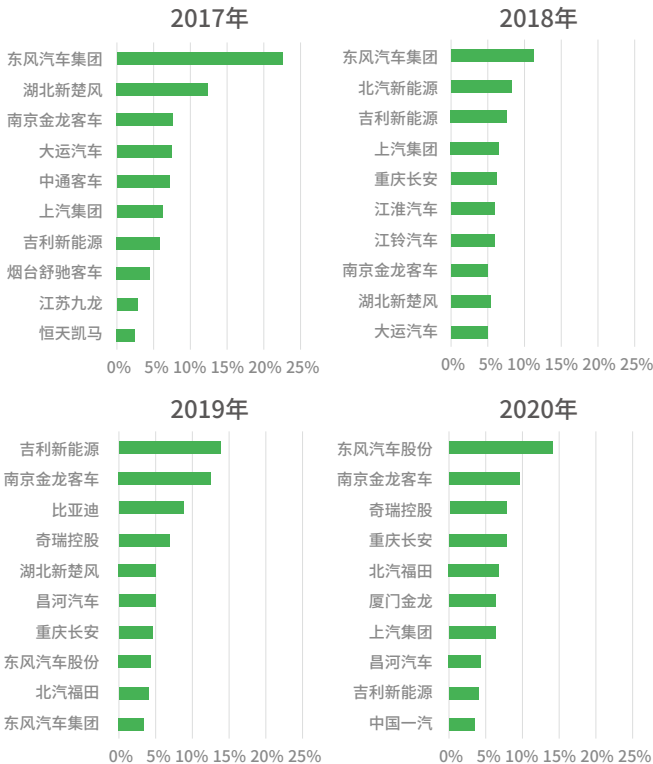


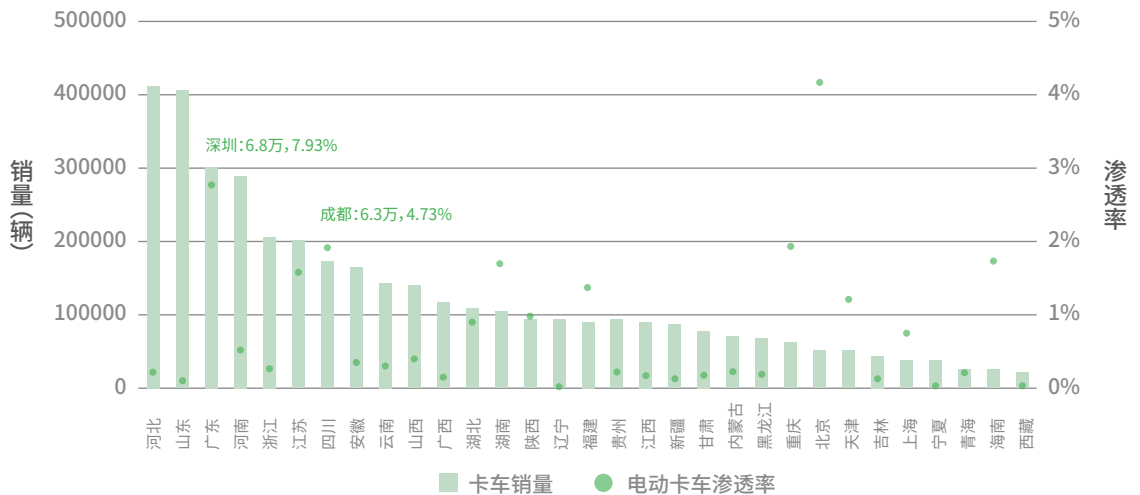
图 14 2017-2020 年电动卡车销量前十企业的市场份额



电动卡车区域推广特征

从区域角度来看,电动卡车销售范围不断扩大,但各地卡车电动化进程却极不平衡,而政策差异正是关键因素之一。2017-2020年有电动卡车销量的城市数量从151个增加到249个,电动卡车的城市版图不断扩大。然而政策差异却让各地卡车电动化进程“冰火两重天”。如图 15所示,作为蓝天保卫战重点区域,2020年冀、鲁两地卡车总销量虽然最大,但电动卡车销量渗透率却仅有0.21%、0.1%。而得益于环保压力向新能源动力的转化以及开放路权、运营补贴、完善基础设施建设、试点推广等配套支持措施,无论是卡车销量大户——深圳、北京、成都等一线和新一线城市,还是卡车市场较小的湘潭、南平、十堰等四线城市,推广成效都颇为明显。这些城市的电动卡车销量渗透率排名前十,是冀、鲁两地大部分城市的10倍以上,此外,货运需求差异、电卡应用场景受限等也是冀、鲁两地电动卡车销量渗透率较低的可能因素。

图 15 2020年全国各省(市)卡车销量和电动卡车销量渗透率



电动卡车使用程度

电动卡车的使用程度也是体现电动卡车推广效果的重要指标,2020绿卡榜上线率^[5]数据,反映电动卡车使用程度,分析结果表明电动卡车的推广成效不如出租车和公交车等营运车辆,而且细分市场之间、区域之间存在明显差异。

整体来看,电动卡车使用程度明显低于其他营运车型。《中国新能源汽车大数据研究报告》(2021)显示,2020年电动公交车、出租车上线率分别为89.6%、83.9%,然而同样在交通服务领域的电动物流车上线率仅为66.4%,明显低于前两者。从细分市场差异来看,部分电动卡车细分市场的使用程度仍有较大的提升空间,其中中、重型环卫车的上线率较高,达到81%以上,然而中型物流车和重型牵引车的上线率分别仅达到14%、34%。从区域角度来看,受到推广政策、路权、物流配送需求以及地方基础设施建设等因素的影响,电动卡车保有量较大的地区,使用程度未必较高。广东省2020年底电动卡车累计接入量最多,超过50000辆,但上线率水平却处于中下游。

因此,在推广卡车电动化过程中,应该在推动销量、保有量以及渗透率提高的同时,同步提高电动卡车的使用程度,增加其利用率,才能真正的让电动卡车推广有效落实到“减污降碳”的层面上。

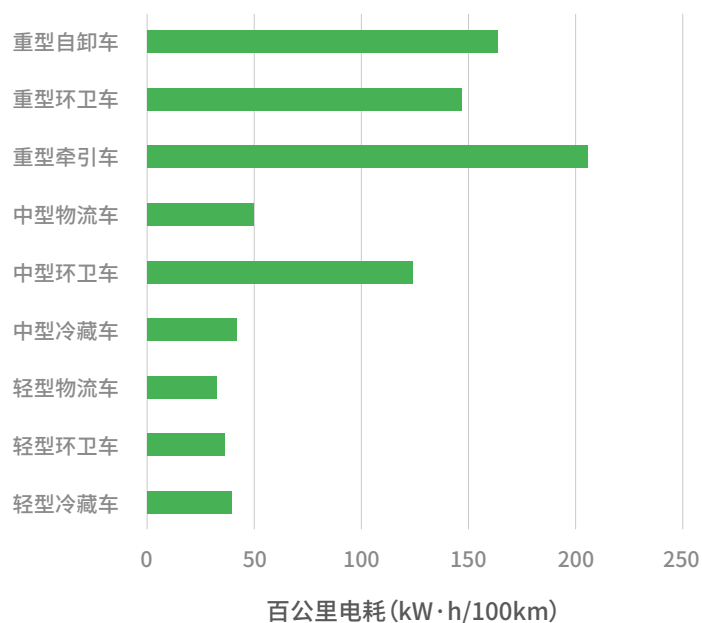
3.3.2 电动卡车电耗水平及企业差异

电耗是衡量电动卡车节能性和经济性的重要指标。从政策来看,我国在“十三五”期间通过加严新能源汽车财政补贴的技术门槛,推动电动卡车经济性和动力性的提升。2017年发布的《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》(财建〔2016〕958号)明确要求电动卡车的单位载质量能量消耗量(E_{kg})不高于 $0.5 \text{ Wh/km}\cdot\text{kg}$,但2020年发布的“财建〔2020〕593号”文件提出了更为严格的要求 $0.29 \text{ Wh/km}\cdot\text{kg}$ 。降低能耗既是政策要求,也能降低用户使用成本,对生产企业来说同样是提高竞争力并进一步抢占市场的重要手段。从政策和市场的角度出发,2020绿卡榜将实际道路的百公里电耗作为衡量指标,对电动卡车市场中68家主流企业、151个主流车系约400个整车型号在2020年的电耗水平进行了分析评价。

细分市场电耗水平

2020年,轻、中、重型电动卡车的百公里电耗分别为 $32.5 \text{ kW}\cdot\text{h}/100\text{km}$ 、 $86.1 \text{ kW}\cdot\text{h}/100\text{km}$ 和 $150.3 \text{ kW}\cdot\text{h}/100\text{km}$,重型电动卡车的电耗明显高于轻、中型电动卡车。各细分市场内,整体上电耗随质量的增加而增加。以环卫车为例,重型环卫车的百公里电耗比中型和轻型环卫车分别高0.2和3.1倍。各车辆类型之间的电耗差异也同样显著(如图16)。

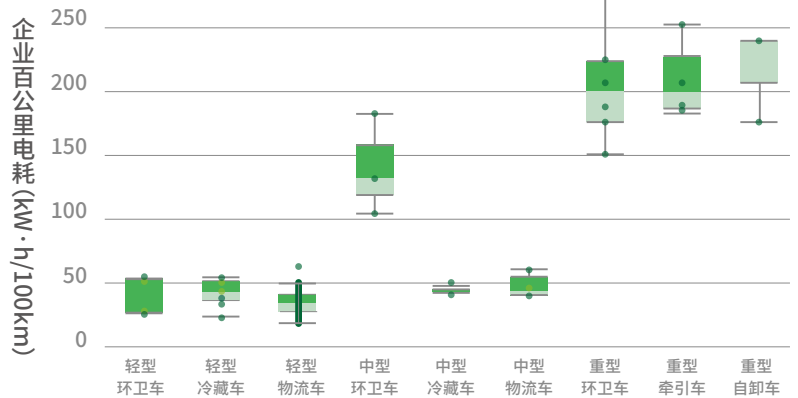
图 16 细分市场的百公里电耗均值



企业电耗表现分析

本报告数据显示,不同企业所生产的电动卡车典型工况下的实际电耗差异较大(如图 17所示),因此有必要对各电动卡车厂商的“节能表现”进行进一步评价。如“2020绿卡榜电动卡车企业榜”所示(见本报告第二章节),昌河汽车、吉海新能源、吉利新能源等电动卡车新势力在电耗方面处于行业领先水平。

图 17 各细分市场下企业电耗分布



车系(品牌)电耗差异分析

本报告数据同样显示,不同电动卡车的车系(品牌)电耗存在明显差异。考虑到车系的电耗水平差异较大,我们进一步结合销量数据分析发现,目前销量大的产品的节能水平并不领先。报告统计了热销车系^[30]的电耗水平距离各细分市场电耗均值的百分比差距,最终结果显示39个热销车系中,仅16个车系的电耗低于细分市场电耗均值,其余23个热销车系电耗均高于细分市场均值,最多高出93.25%,可见热销的车系不一定节能表现更佳。进一步综合分析车系电耗和市占率,发现部分车系的节能水平较高,但市占率却较小,市场销量排名甚至在50名以外。从新能源汽车推广应用财政补贴对电动卡车能量消耗量的要求加严来看,政策明显对节能和经济性产品有所倾向。因此企业需要进一步增加低电耗产品的研发和宣传,用户也可以参考绿卡榜选择合适的节能产品。

[30] 此处电动卡车“热销车系”,基于各细分市场2019年和2020年车系的总销量排名,并将排名前5的车系定为热销车系。

3.4 小结



2020绿卡榜分析了2020年柴油卡车、天然气卡车、电动卡车的市场发展以及在排放、能耗等方面的环保表现，主要发现如下：

01 柴油卡车污染防治攻坚战成效显著

数据显示，《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》收官之年，在用柴油卡车NO_x和PM排放水平明显改善，在用车监管措施成效显著。与2019年相比，2020年国五柴油卡车环保年检的NO_x和烟度的排放水平平均下降。以注册登记时间为2017年的轻型载货车为例，其2020年NO_x检测结果较2019年下降7.2%，烟度检测结果较2019年下降46.7%。该趋势在各个细分市场均有所体现。同时，在监管政策更为严格的地区，如北京、广东、海南、江浙等地，尾气控制水平尤其是烟度相对更好，在北京环保年检车辆的烟度和NO_x较平均水平分别低59.3%和20.3%。

02 国六柴油卡车环保优势突出，较国五氮氧化物排放大幅下降

部分地区已在2020年开始率先实施国六标准，国六柴油卡车的环保优势凸显。对比国五和国六柴油卡车的环保年检数据分析发现，国六柴油卡车的烟度和NO_x排放较国五显著下降，降幅分别达25.4%和61.4%。以轻型物流车为例，即使与2020年开始运营的国五车相比，国六车辆的NO_x水平仍低一半。在油耗方面，国六和国五车型的油耗差异在不同细分市场表现有所不同，4.5吨以上的国六物流车和牵引车较国五油耗增加约为0.4 L/100km~2.6 L/100km，而3.5吨-4.5吨的国六轻型物流车油耗较国五减少了约0.6 L/100km。在当前减污降碳的背景下，国六车辆拥有更大的路权优势和保值率，并且低排放的国六车型对司机的健康风险更低，较国五车辆环保优势突出。

03 在用柴油卡车环保年检的氮氧化物限值有待加严

尽管在用柴油卡车排放水平呈下降趋势，NO_x仍是当前主要的尾气问题。然而，当前环保年检的加载减速法NO_x限值a(1500 ppm)不足以筛选高排放车辆。数据显示，国五和国六柴油卡车分别有99.2%和99.9%可以满足《柴油车污染物排放限值及测量方法(自由加速法及加载减速法)》(GB 3847-2018)限值a要求，且达标车辆的排放水平远低于限值。如果采取该标准中的限值b(900 ppm)，83.6%的国五车辆可以达到NO_x限值b，更符合该标准“控制10%~20%高污染车辆”的目标。为了进一步强化在用柴油车监管效力，建议尽快实施更严格的环保年检限值(如NO_x限值b)。

04 柴油卡车碳减排管理体系有待优化

我国对柴油卡车二氧化碳的减排,主要通过加严燃油消耗量限值的方式进行间接管控。经过数十年努力,我国柴油卡车的燃油消耗量限值已发展到第三阶段,新车公告油耗不断下降。OBD远程监控的油耗分析发现,基于C-WTVC的公告油耗测试方法在反映真实道路油耗水平方面仍有优化空间。在“双碳”目标下,柴油卡车需要持续推进实际道路的节能减碳,有关部门需要对实际道路油耗开展更为系统的研究,从而评估各项节能技术对燃油经济性的实际提升效果,同时也有必要研究出台卡车温室气体排放法规,加快柴油卡车温室气体减排进程。

05 天然气重卡氮氧化物排放监管亟待加强

天然气重卡在实际使用中存在NO_x高排放风险,在尾气监管、能源替代等方面应予以重点关注。跟车测试结果显示,国五天然气重卡的NO_x平均水平为91 g/kg-fuel(约2000 ppm),是国五柴油重卡的3.3倍;PEMS测试结果显示,国六天然气重卡在三元催化器正常工作的情况下,NO_x排放水平可控制在100 ppm左右,但是已有报道指出国六三元催化器被私拆倒卖、偷盗的现象,这可能造成国六天然气重卡的实际道路NO_x高排放的问题。而在环保年检中,无需检测NO_x排放的双怠速法仍然是天然气重卡的主流检测方法,占比达73.4%,仅有约四分之一的天然气重卡在年检中检测了NO_x排放。国六天然气的OBD远程排放管理车载终端尚未强制要求安装NO_x传感器并上传NO_x数据,致使实时监管手段缺位。在PM_{2.5}和O₃协同治理的需求下,天然气重卡的NO_x排放应作为监管重点,基于柴油重卡领域的成功经验来完善其监管技术和监管法规。

06 重型车“减污降碳”任务重

重型卡车是货运行业减污降碳的关键车型。占商用车保有量两成左右的重型卡车^[2],排放的NO_x和PM占比分别高达75.4%和51.6%^[3],碳排放占比为40.3%^[1]。但是,重型卡车在“减污降碳”的路径选择上面临颇多难题。重型柴油车的环保年检NO_x检测值高于轻型、中型车,在国五和国六排放标准车辆上均是如此。国五天然气重卡实际道路NO_x排放甚至高于国五柴油车,其全生命周期的减碳效果也颇受争议。而纯电动重卡的销量渗透率仍然较低。在实现重卡车型的“减污降碳”上,需要研究并明确不同燃料替代和减排技术的全生命周期减污降碳潜力,同时结合运输结构调整和运输组织效率提升等措施共同推进。

07 环保驱动和鼓励政策成就电动卡车增长

2020年我国电动卡车销量渗透率^[4]仅0.78%,相对2019年甚至减少了0.24%,电动卡车在整体卡车市场中比例偏低。即便2020年重卡销量屡创记录,也并未对电动卡车整体销量起到实质性的拉动作用,可见电动卡车尚没有形成显著的市场竞争力。但是,地方政策差异却成为不同区域电动卡车市场“冰火两重天”的因素之一。同样是卡车高销量地区,深圳、成都、北京电动卡车销量渗透率位列全国前十,而蓝天保卫战重点地区——河北和山东两个卡车大省的电动卡车销量渗透率仅0.2%左右。从深圳、成都、北京的地方政策来看,以环保为出发点和目标,加速完善充电基础设施布局并配套开放路权、运营补贴、试点推广等支持措施,才能让环保切实成为电动卡车的增长点。

08 老牌卡车生产企业产品结构中电动车比例较低

老牌卡车生产企业当前的产品结构仍以燃油车为主，零排放电动车占比较低。2019-2020年卡车市场排名前十的卡车生产企业中，东风和上汽的电动卡车销量占比相对领先，分别超过了4%和2%，而其他企业大多不足0.5%。与此同时，吉利新能源、昌河汽车等电动车新势力在电动卡车市场上崭露头角，尽管这些企业总体卡车销量仍不敌传统燃油卡车巨头，但卡车电动化比例达到了30%~100%。

09 电动卡车使用率有待提升

使用程度也是体现电动卡车推广效果的重要指标。《中国新能源汽车大数据研究报告》(2021)显示，2020年纯电动物流车上线率^[5]仅为66.4%，但同样在交通服务领域的纯电动公交客车、出租车上线率分别达89.6%、83.9%，明显高于电动卡车。从接入新能源汽车国家监管平台的数据来看，细分市场上线率差异较大，重型环卫车的上线率达到80%以上，但中型物流车和重型牵引车的上线率仅14%、34%；此外，区域上线率也存在明显差异，电动卡车保有量较大的地区，上线率未必较高，如累计接入量最大的广东省，上线率水平却处于中下游。可见部分细分市场和地区的电动卡车使用程度仍存在较大上升空间。

10 绿色柴油卡车榜：福田、东风进步显著

2020绿卡榜评价了38家主要柴油卡车生产企业，包含了11家2020年商用车市场市占率前五企业^[6]。其中，北汽福田、东风集团、一汽集团、大运汽车、江淮汽车、重汽集团和上汽集团在榜单上的表现较好。尤其是北汽福田和东风汽车，分别在不同的企业榜上各摘得了2个五星。此外，一汽集团在上榜的6个榜单上均获得了四星的成绩，也属行业上游水平。从北汽福田、东风集团、一汽集团等表现较好的企业在各项指标上的得分可以发现，这些企业在排放、油耗和产品结构上具有“均衡发展”的特点。

11 绿色电动卡车榜：老牌卡车生产企业不敌电卡新势力

从2020绿卡榜电动卡车榜单来看，老牌卡车厂商所生产的车辆电耗却略高于电卡新势力。2020绿卡榜电动卡车相关榜单显示，五星企业和五星车系，即电耗更低的企业和车系，基本属于电动卡车新势力，如昌河汽车、吉利新能源、吉利新能源等。可见，传统燃油卡车巨头仍需要在降低电耗方面迎头赶上。

四、中国卡车行业减污降碳路径建议



中共中央、国务院印发《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》提出，要以实现减污降碳协同增效为总抓手，助力实现碳达峰、碳中和目标愿景。作为大气污染物和温室气体的排放大户，卡车行业面临着严峻的考验，需要政府、企业、用户多方共同努力。为了推动卡车行业的绿色发展，2020绿卡榜有如下建议：

01 车企应制定碳中和零排放战略，不断降低车辆的排放和能耗

我国向世界承诺“力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”的目标，国务院于2021年发布了碳达峰路线图。不断降低车辆的排放和能耗，布局更清洁环保的产品，不仅是车企响应这一目标的重要方式之一，也是增强企业绿色竞争力，在起伏变化的市场中保持可持续发展的生命力重要途径。绿色卡车，已经不仅是政策要求，更是未来整个物流、交通领域的发展需求。车企应对标2020绿卡榜评选出的行业领先企业，识别自身在车辆排放、油耗、电耗、产品布局等多方面的优势和劣势，制定企业碳中和零排放战略，助力“3060双碳目标”和“十四五”污染防治攻坚战。

02 评估可行性，适时加严在用车环保年检限值及推行更“优”年检方法

在柴油卡车和天然气卡车的NO_x排放问题上，当前环保年检的方法或限值有必要进一步加严。对于柴油卡车而言，随着在用柴油卡车排放水平下降，当前绝大部分国五和国六柴油车都能满足柴油车排放标准（GB 3847-2018）NO_x限值a（1500 ppm），因此限值a已经不足以筛选高排放车辆。建议国家和地方环保部门及时调整环保年检的NO_x限值，尽早实施更严格的NO_x限值b。对于天然气卡车，当前主流的检验方法—双怠速法不具备NO_x检测能力，建议环保部门应推动天然气卡车在技术可行的情况下，全面采用具备NO_x检测能力的稳态工况法等检验方法。

03 持续实施严格的环保监管措施, 进一步减少在用车排放水平

“十四五”期间,我国城市面临协同降低PM_{2.5}和O₃的任务。柴油货车是这两项大气污染的重要来源,且当前我国柴油货车排放占比仍居高位。同时,天然气卡车的实际道路NO_x排放尚未得到有效监管,在监管技术和监管法规上都有待进一步完善。《关于深入打好污染防治攻坚战的意见》已提出要“持续打好柴油货车污染治理攻坚战”。建议“十四五”柴油车污染攻坚战计划中,全面加强卡车排放的全链条监管,继续重视对在用车的严格环保监管,以重型车为重点,关注柴油和天然气重卡的NO_x排放,提高OBD、遥感、跟车等技术的准确性和监管地位。针对天然气卡车的NO_x排放问题,部署天然气车专项治理行动,如要求天然气重卡在OBD监管中必须加装NO_x传感器并输出NO_x数据,加大天然气卡车后处理装置的专项检查等。同时,也应进一步提升柴油油品质量和车用尿素质量。

04 优化配套措施, 提高电动卡车使用率, 促进电动卡车推广

当前电动卡车使用程度相对偏低。而基础设施建设规模、布局情况、充电设施质量和维护等都会影响电动卡车主的用车行为。建议各地政府应基于深入研究和分析,统筹规划设计,改善电动卡车使用环境,以提高电动卡车的使用率。强化配套设施,也有助于增强车主选择电动卡车的信心,提升卡车电动化水平。此外,也需优化激励措施,更好地引导物流企业和个体车主选购电动卡车。

05 将“环保”算入经济账, 优化车队结构

计算自身的碳排放和污染物排放已经不仅仅是少数行业领先物流企业的实践。对物流企业来说,绿色车辆目前可能已经意味着获得更开放的路权等优势。在“双碳目标”背景下,绿色车辆可能会带来更多价值增长点。建议物流企业应将车队清洁化和电动化纳入企业战略规划,提高国六卡车和电动卡车的比例,提升绿色竞争力。

06 选择绿色车辆, 保护自身健康又省钱

绿色环保的车辆对卡车司机来说是健康又省钱的选择。柴油机尾气是世界卫生组织认定的致癌物,高排放车意味着更高的健康风险。低油耗的车则能节省油钱。2020绿卡榜为卡车司机识别出了“能耗低一点、排放少一点”绿色车辆。司机可参考榜单选择国六排放标准的车辆;条件允许的,也可以选择电动卡车。同时,保持良好的驾驶习惯、维修保养习惯也非常重要,长期来看能为司机带来更多的健康保障和经济可持续性。

07 尽快开展重卡减排技术路径研究, 引导行业选择最优减排路径

在“十四五”减污降碳协同增效的背景下, 重型卡车的减排是必答题, 而非选答题。当前, 重卡在减排路径上存在运输结构调整、能源替代、节能减排标准升级等多种选择。由于重卡具有载重需求高、运营效率需求紧迫、日行驶里程长、应用场景差异大等特征, 这使得重卡的各项减排路径在减排效果、经济适用性、场景适用性上各有所限制。因此, 需要从运输需求的角度出发, 对不同减排路径的技术可行性、经济性、全生命周期减排效果等维度充分评估其减排潜力和适用场景, 寻求不同运输需求下重卡减排的最优解。基于研究, 在典型场景先行开展试点, 并出台配套的政策措施, 引导行业提前布局 and 选择最优减排路径。

08 推进能源结构绿色转型, 降低电动卡车燃料周期碳排放

燃料周期能耗决定了以电动卡车替代传统燃油卡车是否为减少温室气体排放的最优策略。卡车电动化将传统燃油车辆的温室气体排放转移到电力生产、传输和电池消耗阶段。目前, 我国电力系统正在快速减碳化, 可再生能源比例持续快速上升; 但不同区域电网碳排放差异较大, 华北等地电网碳排放水平仍然较高。在推动卡车电动化的同时, 也应协同推进区域能源结构绿色转型, 降低电动卡车全生命周期的碳排放。



五、研究方法



5.1 研究对象与范围

2020绿卡榜研究对象为1.8吨以上的柴油卡车和纯电动卡车和12吨及以上的天然气卡车，其中柴油卡车和天然气卡车包括国五和国六车型。榜单中的轻、中、重型划分依据为《机动车类型术语和定义》(GA 802-2008)，即**轻型**(1.8~4.499吨)、**中型**(4.5~11.999吨)和**重型**(12吨及以上)。参考市场上对卡车的主要用途，榜单选取了**载货车^[31]、厢式运输车、仓栅式运输车、自卸车、牵引车、冷藏车和环卫车**作为重点评价类型。在后续评价和分析中，2020绿卡榜将载货车、厢式运输车和仓栅式运输车简称为“物流车”。2020绿卡榜研究范围和评价范围见图 18。

图 18 2020绿卡榜研究范围和评价范围



[31] 载货车为《汽车产品型号编制规则》(GB 9417-88)中车辆类型编码为1的载货汽车，其中3.5吨以下的载货车包括少量的多用途货车车型，由于目前属于N类载货汽车，因此并入载货车车型进行分析。

5.2 数据来源

2020绿卡榜在评价时采用官方或公开来源车辆环保数据,包括来自国家环境保护机动车污染控制与模拟重点实验室、地方环保部门、新能源汽车国家监管平台、车辆公告信息等数据源,以确保数据分析和榜单结果的客观公正。同时,2020绿卡榜也采用了来自清华大学环境学院等学术机构的跟车测试、PEMS、OBD数据进行方法校验和行业分析。

5.3 2020绿卡榜评价体系

2020绿卡榜仅对研究范围内的柴油卡车和纯电动卡车进行了评价,从而形成绿色榜单。评价方法的开发与确定,得到了十多位专家的指导,他们来自政府部门直属的研究机构、学术机构、行业研究机构和非营利第三方机构,专注于排放、油耗、物流、交通运输等多个领域。

5.3.1 2020绿卡榜柴油卡车评价体系

针对柴油卡车,2020绿卡榜综合评估了车辆的排放和油耗。在对企业进行评价时,也考虑了企业的产品结构,以及是否存在产品环保违规处罚记录。此外,2020绿卡榜将环保年检结果与跟车、OBD、PEMS等多源数据进行校验,发现这些方法的测试结果在行业规律和企业排名方面的一致性较好,从而进一步确保了榜单结果的可靠性。

2020绿卡榜对柴油车及其生产企业的评价指标和权重如表 1。其中,各项指标的权重确定采取了专家调查权重法,共有14位来自政府部门、学术机构、行业研究机构和非政府组织的专家参与到权重确定的工作中。



表 1 车辆评价指标权重和企业评价指标权重

车辆评价指标权重

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重	四级指标	权重		
排放	65%	型式检验表现 ^[2]	28%	颗粒物检测值	12%	——	——		
				NOx检测值	16%				
		环保年检表现 ^[3]	37%	年检通过率	18%	——	——		
				尾气检测值 ^[4]	19%			烟度检测值	7.6%
								NOx检测值	11.4%
油耗 ^[1]	35%	——	——	——	——	——			

企业评价指标权重

一级指标	权重
车辆环保表现	68%
产品结构	32%
产品环保违规处罚	如存在违规处罚记录， 则违规产品对应分榜降星

^[1]油耗指工信部新车公告中的油耗水平。

^[2]针对国六排放标准的车辆，型式检验表现相关指标包含了国六新车 PEMS NO_x排放表现。

^[3]环保年检表现及其所包含的三级和四级指标都指：寿命期和行驶里程在(HJ 438-2008)规定的有效寿命内的车辆在环保年检初检中的表现。

^[4]尾气检测值只计算年检尾气达标车辆的结果。

需要说明的是，2020绿卡榜将环保年检结果与跟车、OBD、PEMS等多源数据进行了校验，发现这些方法的测试结果在行业规律和企业排名方面具有较好的一致性，详见5.6“数据校验”的分析。



在计算各个指标的得分时,报告优先参照车辆应执行的国家标准限值。如没有标准限值(如年检通过率),则参照行业均值进行评分。

计算出各项指标总分后,我们进一步进行星级评定。依据正态分布数据特征,根据表 2 评选出五星和四星的企业和车系。

表 2 柴油卡车星级评定机制

星级	标志	得分范围
5星	★★★★★	$\geq \mu + \sigma$
4星	★★★★	$[\mu, \mu + \sigma)$

注: μ 和 σ 分别为所有细分市场企业得分的平均值和标准差

在分数达到星级评定标准的基础上,上榜企业和车系仍需满足以下要求:

- (1) 对于2020年因产品环保违规而被政府部门处罚的企业和车系,在环保违规车辆对应分榜上,进行相应的降星处理。
- (2) 上榜车系在主要指标上的得分要高于行业平均分。

为了能给广大卡车用户提供参考,2020绿卡榜参考多家主流行业媒体上的车系和品牌信息,采取上述方法对柴油卡车和电动卡车的车系(品牌)进行了评价。其中,柴油卡车系仅评价车辆的排放和油耗,不考虑产品结构。

5.3.2 2020绿卡榜纯电动卡车评价体系

针对纯电动卡车,2020绿卡榜采取了单一评价指标,即典型工况的百公里电耗。典型工况法,确保了同一总质量区间和类型的车辆在同一组工况下进行对比,降低了温度和速度对电耗分析的影响。同时,2020绿卡榜参考了2020年工信部新能源车监督性检查和国家市场监督管理总局缺陷产品管理中心汽车召回信息,对涉安全隐患车辆所对应的榜单进行了不入榜处理。

2020绿卡榜采取的典型工况百公里电耗计算公式如下:

$$C_poweravg_j = \sum o_poweravg_{i,j} \times o_weight_{i,j}$$

$C_poweravg_j$ ——企业j电耗均值

$o_poweravg_{i,j}$ ——企业在工况组i下各车型电耗的均值

$o_weight_{i,j}$ ——企业j所在细分市场工况组i的权重

为了进行细致分析,2020绿卡榜将电耗数据按照环境温度和行驶速度划分了15个不同的工况组,如表3所示。典型工况,即在同一细分市场内,大部分企业/车系都覆盖的工况组,定义为“典型工况”;榜单计算时,只将所有评价企业或车系都能覆盖的“典型工况”计入评价。目前形成榜单的细分市场均计算了10个以上的典型工况,对不同速度区间、温度区间有较好的覆盖。

表3 工况划分方法

温度 速度	≤5	(5, 10]	(10, 18]	(18, 25]	> 25
≤20	LS-LT	LS-NT1	LS-NT2	LS-NT3	LS-HT
(20, 40)	MS-LT	MS-NT1	MS-NT2	MS-NT3	MS-HT
≥40	HS-LT	HS-NT1	HS-NT2	HS-NT3	HS-HT

注:1. 速度单位是km/h;温度单位是°C

2. LS-低速,MS-普速,HS-高速;LT-低温,NT1-常温偏低,NT2-常温中温,NT3-常温偏高,HT-高温

在计算得到典型工况电耗结果后,我们进一步进行星级评定。依据正态分布数据特征,根据表4评选出五星和四星的企业和车系。

表4 电动卡车星级评定方法

星级	标志	得分范围
5星	★★★★★	$< \mu - \sigma$
4星	★★★★	$[\mu - \sigma, \mu)$

注: μ 和 σ 分别为各细分市场内企业/车系(品牌)电耗的平均值和标准差

在电耗达到星级评定标准的基础上,上榜企业和车系仍需满足以下要求:

- (1) 参考2020年工信部新能源车监督性检查和国家市场监督管理总局缺陷产品管理中心汽车召回信息,对涉安全隐患车辆所对应的榜单进行了不入榜处理。
- (2) 上榜企业/车系必须在2019-2020有评价车型的销售记录,其中轻型物流车上榜企业/车系需同时满足市占率前20。

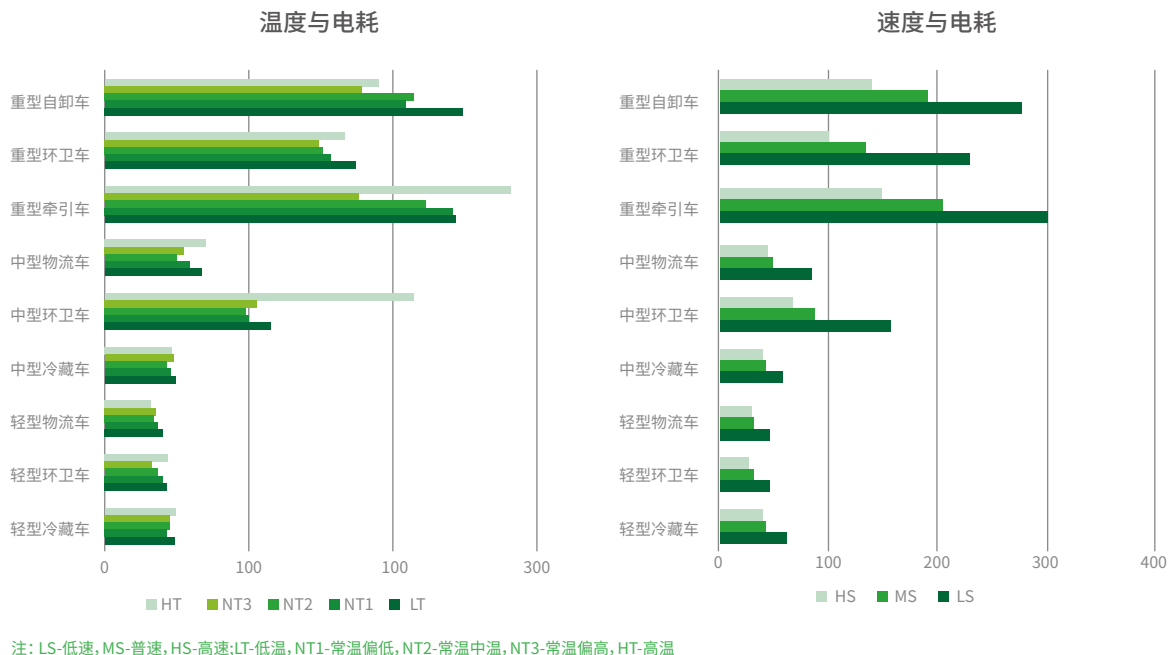
运行工况与百公里电耗

温度和速度是影响电耗的两个重要因素。从2020绿卡榜所分析的电动卡车来看，整体表现为低温或高温条件下的电耗相对常温更大；百公里电耗随着车速的增加而降低。

从温度来看，轻型冷藏车、轻型和中型环卫车、中型物流车以及重型牵引车5个细分市场在高温工况下的百公里电耗最大，相对其他温度工况最高高出1.2倍。轻型物流车、中型冷藏车以及重型环卫和自卸车则在低温工况下的百公里电耗最大，相对其他温度工况最高高出39%。

从速度来看，所有细分市场都是在低速工况下的电耗最大，比高速工况下的百公里电耗高出0.4-1.3倍。需要注意的是，评价样本的车速均在70 km/h以下，未涉及真正的高速行驶（如高速公路的行驶速度，90-120 km/h），且低速行驶路况很可能存在拥堵，导致电耗较大，这与《中国新能源汽车大数据研究报告》（2018）中乘用车电耗与车速的关系一致。

综合速度和温度工况统计同样表明，各细分市场车辆在常温高速下的电耗较小，低温低速或高温低速下的电耗较大。



各细分市场在不同运行工况下的电耗均值 (kW·h/100km)

5.4 OBD数据分析方法

2020绿卡榜对OBD远程监控数据的处理分为两部分：首先对OBD传输数据字段进行质量控制，然后基于质控后的有效数据进行实际道路油耗和NO_x的计算。

在质量控制部分，报告主要参考《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB 17691-2018）标准文件中“发动机数据流信息数据格式和定义”部分规定的OBD数据范围，同时根据专家意见进一步细化OBD数据的正常值范围，依此筛选有效的OBD数据。

在数据计算部分，报告主要参考《重型商用车辆燃料消耗量测量方法》（GB/T 27840-2011）标准文件，在工况循环上基于C-WTVC的循环数据，划分市区、公路和高速的速度分组；在特征里程分配上，基于不同车辆类型和最大设计总质量车辆在市区、公路、高速三种工况下的比例，加权计算各车辆在C-WTVC工况下的综合燃油消耗量和NO_x排放。

未来，报告对OBD数据的分析将参考最新的标准。2021年10月，《重型商用车辆燃料消耗量测量方法》（GB/T 27840-2021）发布，使用中国工况CHTC作为公告油耗的测试方式，并定于2022年5月1日正式实施。报告将持续跟踪新的工况测试下，车辆的公告油耗和OBD实际油耗之间的表现差异。

5.5 样本分析

2020绿卡榜的基本评价单元是评价范围内的整车型号，对于柴油和电动卡车而言，评价范围是1.8吨以上的物流车、冷藏车、环卫车、牵引车和自卸车；对于天然气卡车而言，评价范围是12吨及以上的车型，以牵引车为主。

5.5.1 柴油卡车样本分析

2020绿卡榜采用多源数据对柴油卡车的环保表现进行分析评价,包括新车环保信息公开数据、环保年检数据、OBD远程监控数据、跟车数据、整车PEMS测试数据以及工信部公告油耗数据。

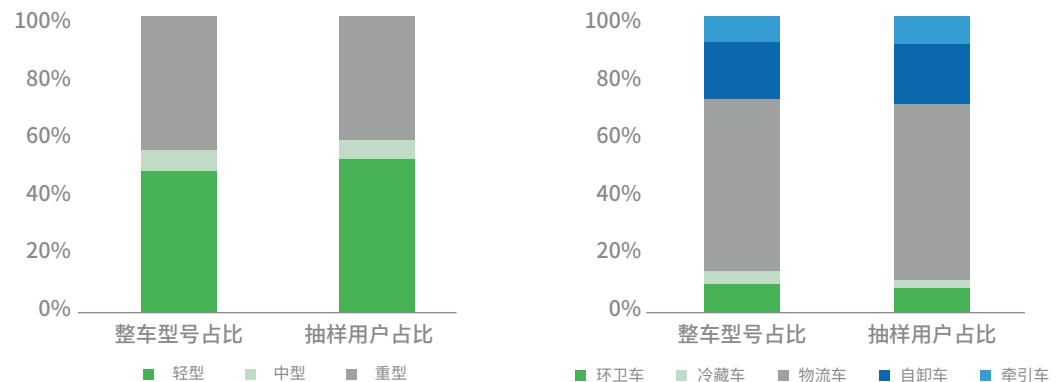
环保年检样本分析

为了让评价结果更能反映货运行业的情况,柴油卡车评价范围内的整车型号基于环保年检的数据进行确定,确定原则是初检车辆数量在100辆以上的国五车型和30辆以上的国六车型(以下简称为“畅销车型”)。评价样本采取随机抽样法,对2020年参加年检的初检车辆进行抽样,抽样原则是:用户数量在273辆以下的整车型号,全部取样;对用户数量在273辆以上的整车型号,随机抽取至少273辆。该抽样量确保了抽样误差控制在5%以内(置信度为95%)。

最终,2020绿卡榜共抽取了39余万辆柴油车的环保年检初检数据。从年检地区来看,这些用户来自23个省(直辖市、自治区),其中浙江、江苏、广东、山西、安徽是全国货运车辆车辆籍归属地前十大省^[32]。

这些车辆覆盖2827个车型,来自38家主流车企(集团)。主流车企是各个细分市场销量前15的企业,经统计,这些企业在各个细分市场可覆盖90%-98%的用户,环卫车市场较为分散,仍可覆盖70%-85%的用户。因此对这些企业的畅销车型进行分析和评价,可以较好的反映企业的产品表现和货运行业的情况。不同类型和不同总质量的车辆抽样情况见图 19。

图 19 不同类型和不同总质量车辆的整车型号和抽样用户占比



在排放标准的样本量上,国五车型仍然是主体,比例为92%,国六车型的比例为8.0%,车辆数量为5806辆。

为了能够让评价结果更能说明车企在环保层面的责任,我们根据国家排放控制系统耐久性^[33]要求,对国五车辆仅选取尚在有效寿命内的样本对企业产品进行评价,国六车辆因为上市时间较短,样本均在有效寿命内。

[32] 交通运输部公路科学研究所、中交兴路,《基于大数据的中国公路货运行业分析报告(2020)》。

[33] 《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排放控制系统耐久性技术要求》(HJ 438-2008)。

OBD数据样本分析

在柴油车的行业分析中,报告使用OBD远程在线监控数据,初步探索柴油车的实际道路NO_x排放和实际道路油耗。受数据可得性的限制,2020绿卡榜选取了2021年4月12至18日和2021年10月11日至10月17日共两周的OBD数据。经过数据质量(见5.4 OBD分析方法)控制后,可用于分析OBD油耗的有效数据共包含8494辆柴油车,覆盖307个整车型号,来自25家生产企业(集团);可用于分析NO_x的OBD有效数据共包括2834辆柴油车,覆盖108个整车型号,来自16家生产企业(集团)。

从排放标准来看,OBD分析中国六车型比例较高。在OBD油耗分析中,国六车型的比重占到51.5%,覆盖用户4165辆;OBD数据的NO_x分析则全部是国六车辆。

5.5.2 天然气卡车样本分析

2020绿卡榜对天然气卡车的分析聚焦在行业环保表现,天然气卡车的分析数据主要来自清华大学开展的跟车测试。最终确定用于天然气卡车分析的跟车数据包括290辆次,其中重型牵引车市场的用户量最大,占比达88.7%。这也反映了天然气卡车市场的发展特征,重型牵引车是天然气卡车的主要发展阵地,在2020年天然气卡车销量中的占比为91%。



5.5.3 纯电动卡车样本分析

为了使得本报告研究结果对市场有良好的代表性,本报告选取2017-2020年累计销量不低于50辆的整车型号,同时加入了2019-2020年累计销量在30(含)-50之间的整车型号,以确保新投入市场且用户数量初具规模的车型也能纳入评价。

针对符合上述条件的整车型号,经过新能源汽车国家监管平台对其在2020年实际电耗数据有效性筛选后,最终纳入研究范围的有效数据共包括397个整车型号,来自68家企业。这些车型对市场用户的代表性良好,能够覆盖94.54%的市场用户。从区域分布来看,这些车型接入监管平台的用户来自全国30个省(市、自治区)(不包含西藏)。从细分市场的分布来看,轻型物流车市场的车型最丰富,用户数量最多,占比分别达到83.63%和92.32%。

在确定研究范围的基础上,本报告进一步根据“2020绿卡榜纯电动卡车评价体系”(见 5.3.2),剔除部分样本量不足的数据,确定了榜单评价范围。最终纳入企业榜单评价的整车型号共343个,来自57家企业;纳入车系榜评价的整车型号共361个,涵盖125种车系。各细分市场的榜单评价范围如表 5所示。

表 5 电动卡车榜单评价范围

细分市场	企业榜		车系榜	
	企业数量	典型工况数量	车系数量	典型工况数量
轻型冷藏车	7	11	7	11
轻型环卫车	6	10	6	10
轻型物流车	54	12	114	12
中型环卫车			5	10
重型环卫车			8	8

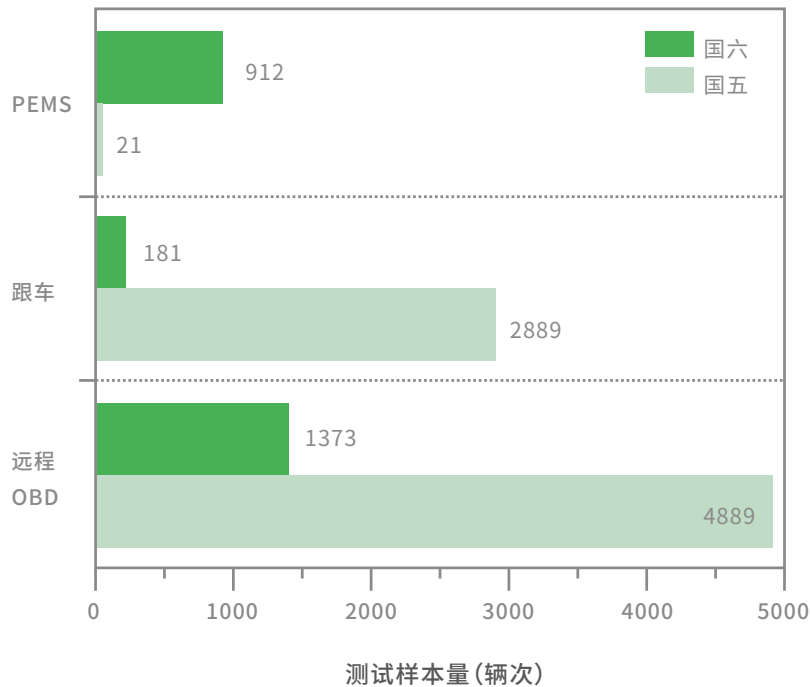
5.6 数据校验

为了确保绿卡榜所选用的数据能较好地反映柴油货车的实际环保和油耗表现,尤其是准确反映在用车实际道路排放表现,我们将环保年检数据与车载测试(PEMS)、跟车测试和远程OBD在线监控三种检测数据进行对比,同时对比分析了基于远程OBD在线监控的车辆油耗表现和公告油耗水平。整体上,研究发现年检测试和实际道路测试NO_x排在行业规律和企业排名方面具有较好的一致性。具体校验方法和分析如下:

5.6.1 校验的数据一致性分析

如图 20所示,用于校验的总质量在3.5吨以上的国五、国六柴油货车测试样本数据共计10509辆次,包括PEMS测试933辆次、远程OBD在线监控6503辆次和跟车测试3070辆次(注:国六车辆的PEMS数据以新车型式检验为主,国五车辆主要以在用车测试为主;OBD监控和跟车测试样本均为在用车)。

图 20 校验数据排放标准分布



为检验跟车和远程OBD数据的可靠性,研究团队以目前国六法规已采用的PEMS测试为基准,分别建立了基于“跟车-PEMS”、“远程OBD-PEMS”同步对比测试数据一致性的校验方法。结果显示,跟车和远程OBD数据与PEMS测试结果均具有较高一致性:“跟车-PEMS”同步测试(见图 21)结果显示单车偏差在±20%以内,车队平均偏差在±3%以内(不存在系统性偏差)。“远程OBD -PEMS”对比测试(见图 22)表明两种测试方法获得的车速、发动机转速的相关系数 $R^2 \geq 0.95$,大部分车辆的平均相对偏差在±3%以内;燃料流量和NO_x浓度的逐秒测试数据相关系数 R^2 可达0.9左右,相对偏差在±25%以内。

图 21 跟车和PEMS同步测试NO_x排放对比

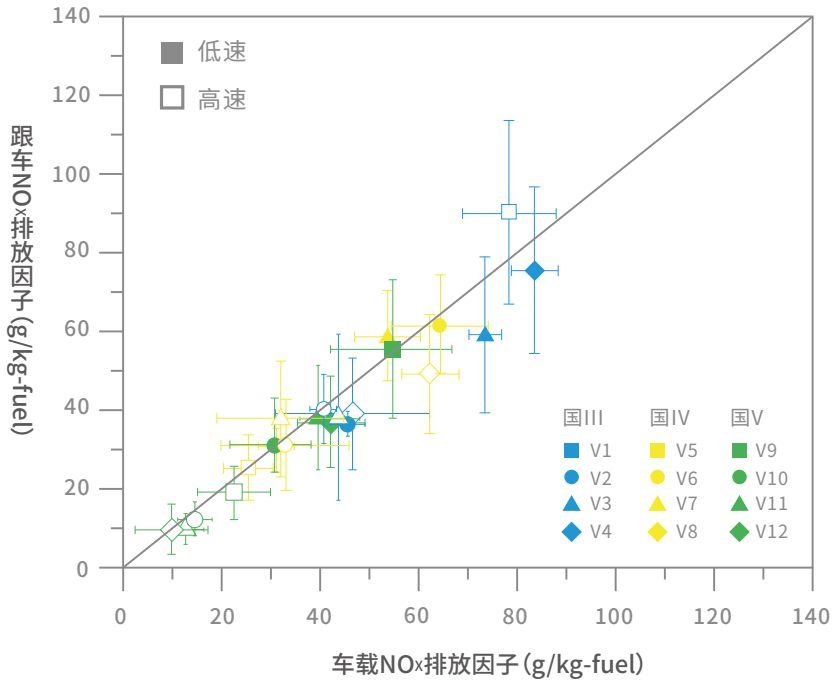
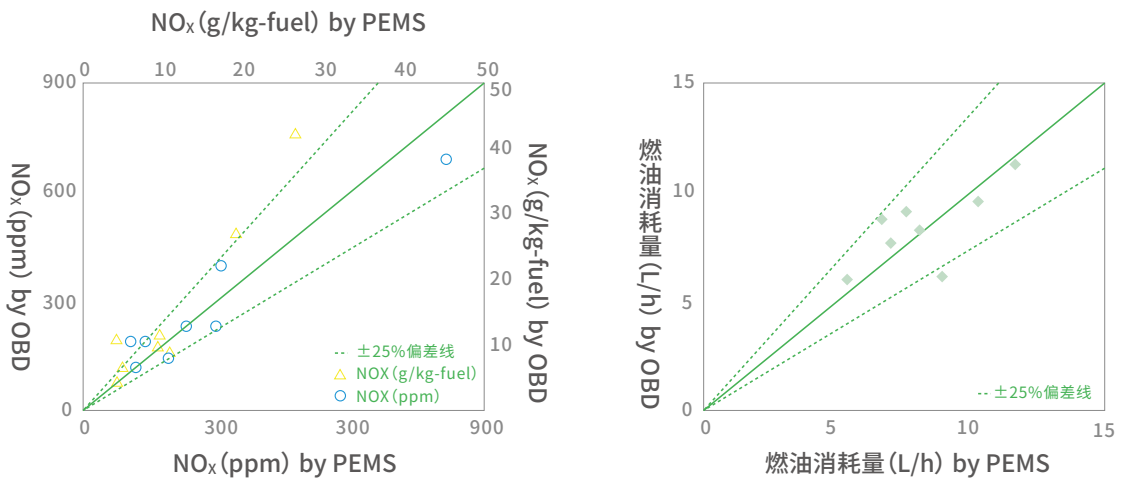


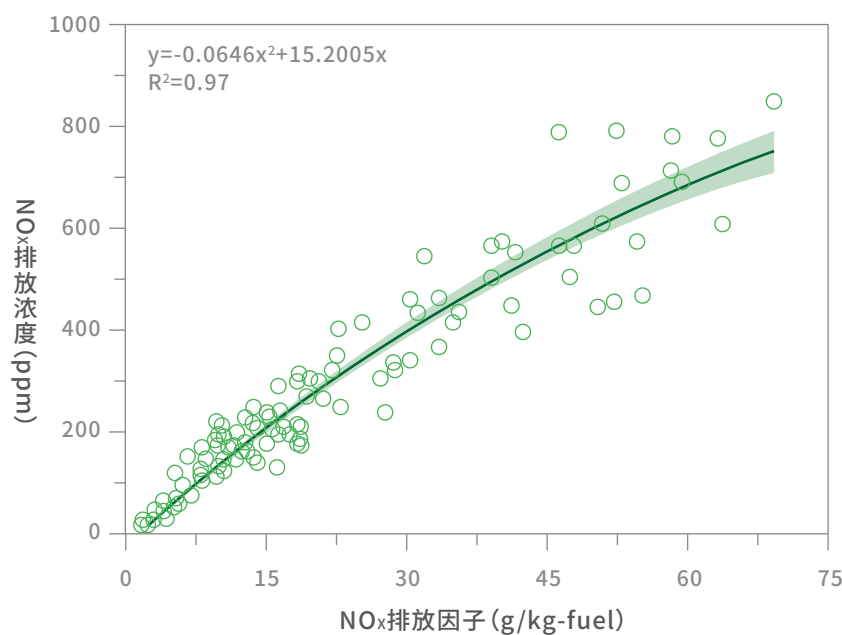
图 22 远程OBD-PEMS同步测试结果对比



5.6.2 基于多种实际道路测试的NO_x排放规律性趋势校验

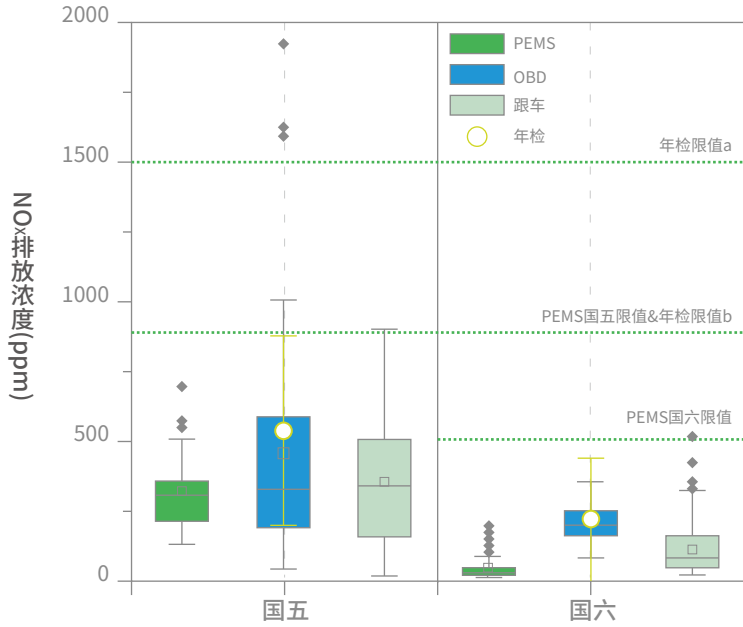
基于C-WTVC工况对PEMS数据进行归一化处理,发现柴油车NO_x排放因子(g/kg fuel)和平均浓度(ppm)具有很强相关性($R^2=0.97$) (见图 23),并可结合工况图谱特征用于跟车排放因子数据的转化,进而支持利用多种实际道路测试数据对年检浓度(ppm)数据开展校验分析。

图 23 基于PEMS测试的NO_x排放的排放因子g/kg fuel与排放浓度ppm的关系



年检测试与PEMS、远程OBD、跟车测试的排放规律性趋势高度一致,均表明国六柴油车NO_x排放相比于国五呈现明显下降(55%~90%) (见图 24)。需要说明的是,国六PEMS测试样本中约92%来源于型式检验而非在用车测试,其NO_x排放测试结果比其他在用车检测结果更低。三种实际道路测试方法中,基于远程OBD测试的国五和国六柴油车NO_x平均排放浓度分别为 442 ± 412 和 191 ± 64 ppm,与年检最为接近(归一化均方差NMSE为0.03)。此外,因年检测试是指80%VelMaxHP点的NO_x排放浓度,致使检测结果略高于上述三种实际道路测试。其原因可能是年检测试前车辆通常在怠速状况下等待测试,SCR后处理系统温度较低不利于排放控制;而且年检测试负荷较高,也会导致发动机产生较高的NO_x浓度。

图 24 年检测试 vs. PEMS/远程OBD/跟车测试基于排放标准的NO_x排放结果



分析不同车辆总质量和车辆类型的差异, 三种实际道路测试的NO_x排放规律与年检测试数据一致(见图 25 和图 26)。由于控制技术差异(部分国五轻型车采用EGR技术控制NO_x), 国五轻型车NO_x排放整体水平低于国五重型车。国六轻型车和重型车排放控制技术路线相同, 因此两者整体排放水平差异较小。不同车辆类型结果显示, 物流车NO_x排放浓度略低于牵引车, 也与年检测试数据趋势一致。

图 25 年检测试 vs. PEMS/远程OBD/跟车测试基于车辆总质量的NO_x排放结果

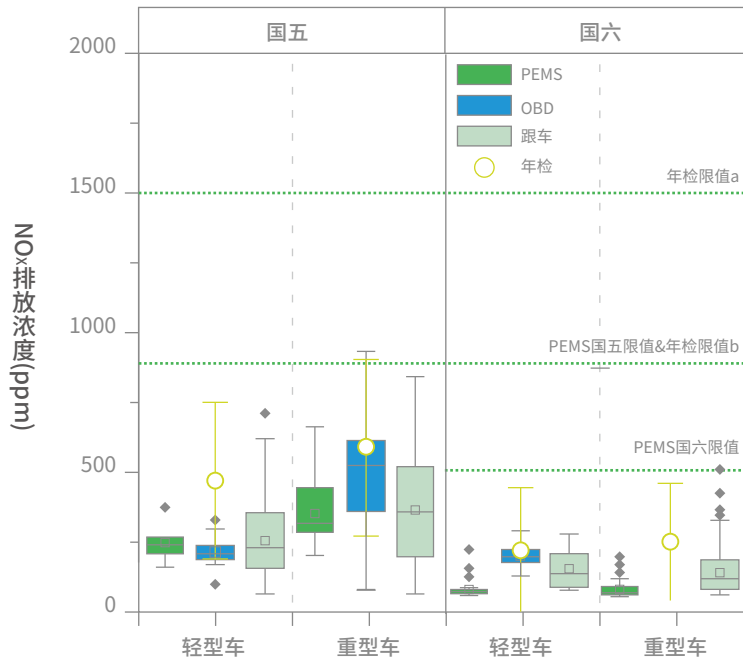
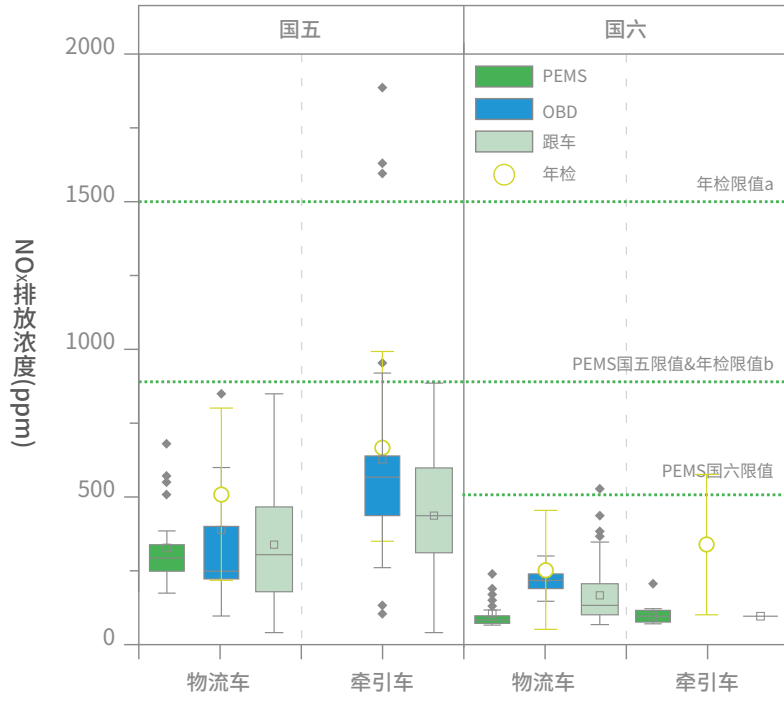


图 26 年检测试 vs. PEMS/远程OBD/跟车测试基于车辆类型的NO_x排放结果



5.6.3 基于跟车测试结果的企业排名一致性校验

基于2020绿卡榜柴油车年检评价范围的车辆型号,研究团队在跟车测试数据库(>10000辆车)中筛选测试数据,进而分析企业的跟车测试NO_x平均排放水平(g/kg-fuel),用以校验2020绿卡榜企业的年检NO_x平均浓度(ppm)。最终,成功匹配644个车辆型号,涉及3000余辆车;从排放标准看,匹配到的跟车数据以国五和国六车为主;从车辆类型看,以重型车为主,主要为重型牵引车、物流车和自卸车。

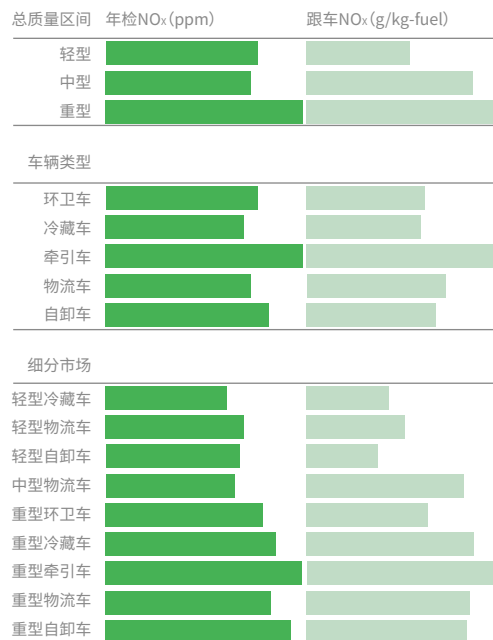
对2020绿卡榜年检和跟车测试的分榜单平均排放结果对比分析表明(见图 27),两种测试方法分类别(总质量、车辆类型、细分市场和排放标准)的排放趋势一致性较好。

对于国五车,年检和跟车NO_x相关系数为0.76,获得的分总质量区间车辆中重型车的NO_x排放最高;分车辆类型的NO_x排放趋势为牵引车NO_x排放最高,冷藏车最低;从细分市场看,轻型冷藏车、轻型物流车和重型牵引车的NO_x排放较高。

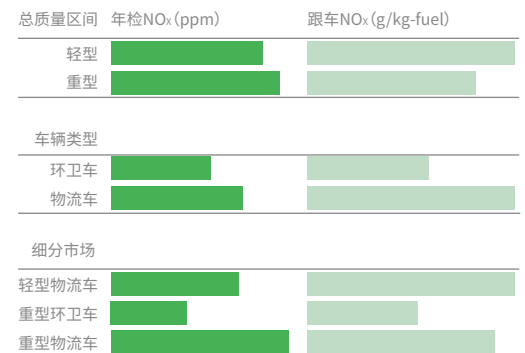
对于国六车,年检和跟车NO_x相关系数为0.70,物流车的NO_x排放高于环卫车。与国五相比,国六车年检和跟车测试结果中NO_x排放下降显著,分别减少61.44%和74.05%。

图 27 年检测试和跟车测试分类别NO_x排放水平

(a) 国五车的行业表现



(b) 国六车的行业表现



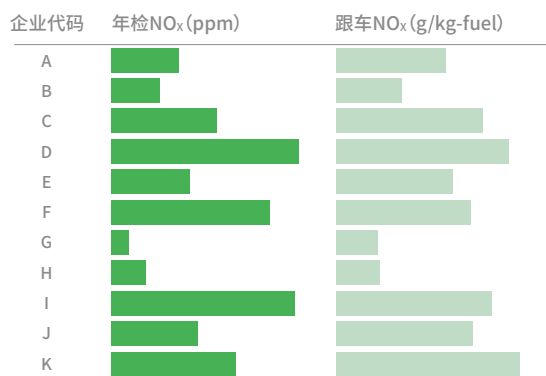
(c) 分排放标准表现

排放标准	年检NO _x (ppm)	跟车NO _x (g/kg-fuel)
国五	较长	较长
国六	较短	较短
削减率	61.44%	74.05%

注:深色为年检测试浓度数据,浅色为跟车测试排放因子数据

进一步分析年检和跟车测试中NO_x分企业排放结果的一致性(见图 28),分析结果表明,跟车和年检获得的企业NO_x排放具有较好的相关性,相关系数为0.85。通过对两种方法测得的车企NO_x排放分别进行排名,发现年检和跟车排名中前五车企一致,年检排放表现最差的5个车企,有4个在跟车中同样处于末位。

图 28 年检测试与跟车测试分企业NO_x排放水平

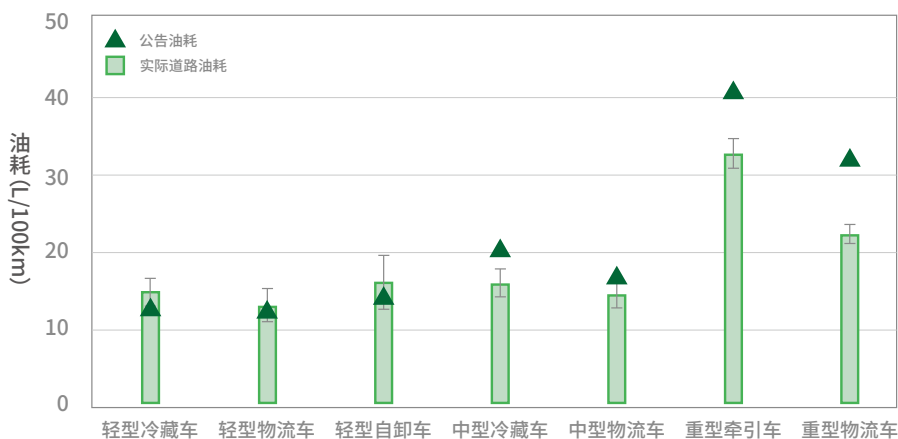


注:年检数据采用的是年检尾气达标车辆的平均结果,跟车数据采用的是样本量不低于10辆的车企

5.6.4 柴油车队公告油耗与实际道路油耗结果对比

2020绿卡榜对比了不同细分市场柴油车队公告油耗^[34]与基于OBD远程排放监控数据计算的实际道路油耗(见图 29)。分析发现,公告油耗和OBD油耗在细分市场趋势一致性较好。在细分市场内部,包括轻型冷藏车、轻型物流车在内的轻型车队(总质量在3.5~4.5 t之间)的实际道路油耗普遍略高于公告油耗水平,而中重型车队的实际道路油耗低于公告油耗。究其原因可能是油耗受车辆实际运行状况的影响比较大,公告油耗测试往往通过模拟加载方式将车辆装载质量设定为最大设计总质量状态,轻型车核定载质量低,在实际使用过程中易达到满载或超载状态,因此实际道路油耗相对公告油耗偏高;而具有较高核定载质量的中重型车是超限超载治理的重点对象,其实际运行存在一定比例的低负载和空载,这使得公告油耗的测试方法在反映重型车车队真实油耗方面有所局限。

图 29 不同细分市场公告油耗与实际道路油耗对比



[34] 此处公告油耗指柴油车生产企业公布的各车型油耗,单位是“L/100km”。

六、报告局限性与展望



2020绿卡榜通过整合多源数据,跟踪卡车市场在环保和能耗方面的表现,努力建立一套客观公正的第三方评价体系,识别更加绿色的卡车生产企业及其生产的车辆。

为确保报告数据的代表性和客观性,我们在样本筛选、数据质量控制、计算方法等多方面进行了慎重选择。在样本筛选上,报告采用市场销量和环保年检数据,保证样本对卡车市场的代表性;在数据质量和计算方法的控制上,报告参考了国内标准法规对数据格式和数据范围的规定,并咨询了专家对数据有效性、指标设计多方面的建议。我们也对分析结果进行了校验,发现年检测试和实际道路测试的NO_x排在行业规律和污染物企业排名方面具有较好的一致性。

报告在研究过程中,仍受到了数据可获得性的影响。例如,2020绿卡榜尝试将OBD远程监控数据的实际道路油耗和NO_x排放纳入榜单的评价指标,但由于OBD远程排放管理车载终端只是部分省份对国五车辆的加装要求,无法全面涵盖绿卡榜评价的所有国五车型,因此2020绿卡榜在榜单评价中暂时放弃了这一指标。在行业分析中,为了保证OBD监控数据的样本量充足,报告选取了2021年4月和10月的部分数据。随着国六标准的实施,车辆必须装备OBD远程排放管理车载终端并从国六b阶段开始发送数据,OBD数据对市场车型的覆盖性将大大提升。未来绿卡榜在国六车型的评价上,会考虑纳入OBD实际数据,并结合车辆特征、路况等实际道路数据,开展更丰富的分析。



绿卡榜网站:www.lvkabang.cn

绿卡榜微信公众号

绿卡榜微信小程序



联系我们

地址:北京市朝阳区秀水街1号建国门外外交公寓3-41, 100600

电话 / 传真:+86 10 8532 6172

邮箱:greentruck@cleanairasia.org