

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2023.05.003

新能源重型卡车应用研究*

冉德钦¹, 陈帅², 刘文君¹, 刘佳², 徐向志², 冉德影³

(1.山东省交通科学研究院, 山东 济南 250102; 2.临沂商贸物流科技产业研究院, 山东 临沂 276000;

3.山东岳建建设集团有限公司, 山东 菏泽 274000)

摘要:在交通运输工具绿色低碳发展的新形势下,新能源重型卡车将以其诸多优势得到推广应用。文中介绍新能源重型卡车的主要类型,分析不同种类新能源重型卡车的优势和劣势,通过对新能源重型卡车和传统燃油重型卡车环保效益、经济效益的对比分析,说明新能源重型卡的应用前景。

关键词:汽车;重型卡车;新能源;应用研究

中图分类号:U469.75

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2023)05-0010-03

国务院于 2021 年 10 月 24 日 印发《2030 年前碳达峰行动方案》,出台了一系列针对道路交通领域应对气候变化、减少温室气体排放的措施,涉及运输工具和装备低碳转型、运输结构调整、绿色交通基础设施建设等方面。2021 年 12 月 30 日山东省交通运输厅印发《山东省交通运输节能环保“十四五”发展规划》,提出要加快新能源清洁能源应用,积极推广新能源和清洁能源车船装备应用。从全球范围看,中型和重型车辆是交通排放的第二大贡献者(21%)^[1]。在绿色低碳发展理念被广泛倡导的今天,新能源重型卡车大有可为^[2]。在“双碳”目标背景下,重型卡车实现新能源化是发展趋势。

1 应用路径

新能源重型卡车主要包括电动重型卡车和天然气重型卡车,电动重型卡车分为充电式、换电式和燃料电池式电动重型卡车^[3],天然气重型卡车分为 LNG(液化天然气)、CNG(压缩天然气)重型卡车。

充电式车辆通过装载动力电池、外界充电桩进行电力补充^[4],目前充电式电动重型卡车快充时间大多在 1 h 左右,慢充需要 6 h 左右。近年来汽车主机厂家、电池企业、金融机构等逐渐意识到换电重型卡车的发展潜力,纷纷加码发展重型卡车换电技术,换电重型卡车或将迎来快速增长阶段。同时,国家在逐步完善充换电基础设施搭建,通过充电、换电

模式进行动能互补。

财建[2020]86 号《关于完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》明确支持发展车电分离等新型商业模式,说明政府相关部门已经看到换电模式在部分应用场景中的特殊优势,并开始考虑相关的鼓励支持政策。采用换电模式可以弥补部分充电模式的短板,在部分场景可以有效促进重型卡车的电动化发展。在成本方面,换电模式可以通过车电分离的方式降低购置成本,在目前推出的商业化方案中,换电重型卡车的价格(不包括电池成本)只比传统车贵 5 万元左右。在运营效率方面,可以换电能降低车辆载电量,整车整备质量只比传统车大 1 t 左右,能极大地降低电池质量对电动重型卡车载重的影响;换电过程可以在 5 min 内完成,和传统车加油时间相当,可以实现车辆的连续运营,消除充电对重型卡车运营效率的影响。在占地方面,换电站占地面积较小,配电容量利用系数较高,可节约土地和电力资源。

燃料电池式重型卡车可以补充燃料,一般情况下是补充氢气,燃料电池可以在几分钟内注满燃料,相比于充电式车辆停运几个小时来充电,燃料电池快捷得多^[5]。燃料电池重型卡车具有续航里程长、载重大等优势,可以用来替代当前的柴油重型卡车,主要应用在干线运输等运营场景^[6]。但燃料电池式重型卡车存在诸多劣势,主要表现在:目前绝大部分城市没有足够的加氢站,用车过程中无法及时补给;

* 基金项目:山东省交通运输厅科技计划项目(2022BH03)

购车成本高,当前氢燃料电池卡车的价格超过100万元的并不少见,用户主要还是政府单位,企业及个人购买较少。

天然气重型卡车以天然气为燃料(替代燃油),其燃料分为LNG和CNG两种。一般情况下,天然气的价格比柴油便宜,在当前燃油价格不断上涨的情况下,光燃料这一项,天然气重型卡车就能比传统燃油车节省不少。不过中国的加气站覆盖率远比不上加油站,一旦车主跑的线路长,就要时刻计算好燃料里程,规划好路线。

相比较而言,天然气重型卡车的生产技术比较成熟,目前已广泛应用于不同场景的中短途运输和部分长途运输;电动重型卡车目前更多地应用于城市配送、港口运输和其他封闭的运输场景^[7]。

现在已经具备了规模推广LNG汽车的条件,为了全面地在物流领域推广这一“燃料革命”,需要以LNG汽车为依托,以建设LNG加气站为突破口,通过在物流金融、供应链管理等方面进行创新,建立基于LNG的专线物流模式,从而较大幅度地降低物流运输成本、碳排放、PM_{2.5}排放等,提高以价格驱动为主的核心竞争力。

2 效益分析

据统计,国内重型卡车保有量约800万辆,重型卡车排放的氮氧化合物和颗粒物分别占汽车排放总量的85%、65%,一辆排放超标重型卡车的尾气排放量相当于200辆汽车^[8]。

氢燃料重型卡车所用燃料氢气的制造方式有化石原料制氢、电解水制氢和工业副产氢^[9]。化石原料制氢中煤制氢的氢气价格为10~15元/kg,天然气制氢的氢气价格为15~20元/kg;工业副产氢中焦炉煤气制氢的氢气价格一般不高于12元/kg,烧碱副产物制氢的氢气价格一般不高于18元/kg;电解水制氢又分为碱性电解水制氢、质子交换膜电解水制氢和固体氧化物电解水制氢,是最绿色环保的氢气制造方式,成本也最高,价格为30~40元/kg。氢气运输方面,虽然高压拖车运输存在泄漏风险,但仍是主流运输方式。氢气运输压强为20 MPa,运输距离为100 km时,运输成本为8.66元/kg;运输距离为500 km时,运输成本猛增到22.00元/kg。管道运输成本只有1.20元/kg,但每千米管道投资约584万元。储氢方面,投入同样不低,建一个加氢站的投资为1 200万~1 800万元,平均单座投资规模

为1 500万元,还不考虑土地成本及后期运维。

天然气重型卡车与柴油重型卡车相比,油气价差超过2元/L时,天然气车辆可节省燃料费用约7 700元/月,9个月即可收回前期多投入的车辆购置成本,可节省25%~30%的燃料费。一辆LNG重型卡车平均每年比柴油重型卡车节省5万~10万元燃料费,每辆车每公里燃料费便宜1/4甚至1/3,其低成本成为吸引重型卡车业主的首要原因。据分析,一辆LNG卡车平均100 km节约燃料成本66.61元,且环境效益显著。充分燃烧1 L柴油会排放2.63 kg CO₂,按照一辆燃油重型卡车百公里油耗30 L计算,一辆燃油重型卡车每月运营6 000 km将排放4 734 kg CO₂^[10]。根据《交通运输节能减排项目节能减排量或投资额核算技术细则》^[11],使用天然气的施工机械与采用其他燃料的施工机械的能耗量之比按固定当量比(取1.2 m³/kg)进行核算,即1.2 m³天然气相当于1 kg柴油(按燃料热当量取值)。燃油重型卡车每月运营需消耗1.503 t柴油(柴油密度按0.835 g/mL计),天然气重型卡车需消耗天然气1 803.6 m³。柴油折标油系数取1.02 kgoe/kg,燃油重型卡车每月运营需消耗的柴油折算为替代燃料量为1.533 06 toe。LNG CO₂排放量=总耗气量×LNG CO₂排放系数=1 803.6÷1.4×3.061 4=3 944 kg[1 kg LNG按气化为1.4 m³(1个大气压下,20℃时)天然气计算;根据国际能源署的统计数据,1 kg液化LNG燃烧产生3.061 4 kg CO₂],天然气重型卡车每月减少CO₂排放量=4 734-3 944=790 kg。

电动重型卡车售价远高于传统燃油重型卡车。相比传统燃油重型卡车,由于锂电池成本高,电动重型卡车的价格并不亲民,大范围推广新能源重型卡车在短期内难以实现。在一些短途的应用场景中有一些应用报道,如2022年1月5日上汽红岩汽车有限公司生产的充换一体纯电动牵引车进入连云港港口^[12],这批新能源重型卡车不同于传统重型卡车^[13],它无须化石燃料驱动,可有效杜绝CO、CO₂等尾气排放,真正实现排放“零污染”,将助力连云港打造“零碳码头,绿色港口”,持续为绿色智能科技港口建设提供解决方案。由于其使用成本较低,长期使用下来,前期购车成本差距可被摊平。

3 结语

新能源重型卡车现阶段仍然存在整车整備质量

大、续航里程受限等亟待解决的技术问题,且购置成本高。但是节能减排、保护环境是国际大趋势,不少区域已经纷纷出台相关政策限制燃油重型卡车的数量及碳排放,重型卡车新能源化是大势所趋,随着相关技术的不断攻克,其应用场景将越来越广泛。在汽车排放标准不断升级的推动下,电动重型卡车将继续保持较高的市场增长,尤其是换电重型卡车将成为电动重型卡车技术领域不可小觑的发展区域,市场渗透率会持续扩大。随着国家相关政策的不断出台,电动重型卡车未来可期。

参考文献:

[1] 苏城元,陆健,徐萍.城市交通碳排放分析及交通低碳发展模式:以上海为例[J].公路交通科技,2012,29(3):142-148.

[2] 国举强,董亮.新能源重卡驾驶室低频抖动问题研究[J].公路与汽运,2020(3):11-14.

[3] 肖献法.华菱星马20辆换电式纯电动重卡走向市场给行业带来的示范[J].商用汽车,2019(4):30-31.

[4] 任诗发.称雄新能源重卡大盘,换电占比首次近6成:2022年1—2月纯电动牵引车市场特点解析[J].商用汽车,2022(增刊1):114-116.

[5] 刘静,孙闫.基于模糊控制的燃料电池汽车能量管理研究[J].公路与汽运,2022(4):11-13.

[6] 张小鹏,田甜,刘杰,等.济南市氢燃料电池公交车示范运行项目的实施与效益[J].城市公共交通,2021(6):45-48.

[7] 宋薇,宁凡坤,刘国庆.电动汽车在港口运输中的应用分析及匹配计算[J].重型汽车,2015(6):11-13.

[8] 甄文媛.新能源重卡的爆发前夜[J].汽车纵横,2021(8):81-84.

[9] 曹军文,张文强,李一帆,等.中国制氢技术的发展现状[J].化学进展,2021,33(12):2215-2244.

[10] 加拿大西港创新公司.液化天然气(LNG)用于交通运输业重型卡车上的效益[J].商用汽车,2007(1):106-107+110.

[11] 刘芳,方海,王艳.交通运输节能减排项目节能减排量或投资额核算技术细则(2016年度)[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2016.

[12] 红岩.新年首批上汽红岩充换一体纯电动重卡在连云港交付[J].商用汽车,2022(1):9.

[13] 曹泰峰,万方军.重卡排气管路保温性能研究[J].公路与汽运,2022(1):6-10.

收稿日期:2023-01-06

(上接第9页)

参考文献:

[1] 李博,王堂伟,刘湃,等.新型国产不锈钢材料在汽车排气系统中的应用[J].汽车科技,2012(2):64-68.

[2] 张孟浩.微穿孔管消声器声学特征研究及结构优化设计[D].上海:同济大学,2014.

[3] TAYONG R,DUPONT T,LECLAIRE P.On the variations of acoustic absorption peak with particle velocity in micro-perforated panels at high level of excitation[J].The Journal of the Acoustical Society of America,2010,127(5):2875-2882.

[4] 郝宗睿,周忠海,徐娟,等.微穿孔板消声器结构参数优化研究[J].山东科学,2012,25(6):42-46.

[5] 马大猷.微穿孔板吸声结构的理论和设计[J].中国科学,1975,5(1):38-50.

[6] LEE D H,KWON Y P.Estimation of the absorption performance of multiple layer perforated panel systems by transfer matrix method[J].Journal of Sound and Vibration,2004,278(4-5):847-860.

[7] 李东,杜松泽,田小青,等.一种双层串联微穿孔管消声器:CN207815677U[P].2018-09-04.

[8] 张晓东,杜江,欧阳华,等.稳定气流对不同类型消声器气动-声学性能影响的实验研究[J].噪声与振动控制,2008,28(4):141-144+148.

[9] 侯献军,田翠翠,刘志恩,等.双层串联微穿孔板消声器的设计与试验[J].机械科学与技术,2010,29(8):1094-1096.

[10] 李娟.组合微穿孔吸声体声学特性研究[D].银川:宁夏大学,2015.

[11] 刘思远.微穿孔板消声器声学性能的仿真模拟研究[D].大连:大连大学,2008.

[12] 左曙光,龙国,吴旭东,等.隔板对汽车微穿孔管消声器声学特性的影响[J].农业工程学报,2014,30(11):53-60.

[13] SAKAGAMI K,MORIMOTO M,KOIKE W.A numerical study of double-leaf microperforated panel absorbers[J].Applied Acoustics,2006,67(7):609-619.

收稿日期:2022-12-23