

运营车辆碳排放监测和管理体系构建

常征,宋艳*,姬美臣,刘禹卿,王晶

(交通运输部公路科学研究院,北京市 100088)

摘要:为构建完整的运营车辆碳排放监测与管理。首先描述了运营车辆碳排放监测和管理的背景和意义,并对国内外相关领域的研究进行了梳理和总结;随后阐述了运营车辆碳排放监测体系,该体系涵盖监测目标层、监测实施层和监测总结层三大层次,旨在实现全面、准确的碳排放监测;最后,结合运营车辆碳排放监测数据,该文提出了基于数据信息的运营车辆碳排放管理体系,包括碳排放数据共享与开放、数据管理与分析、管理策略与措施以及评估与优化等内容,以提升对运营车辆碳排放的有效管理。

关键词:运营车辆;碳排放监测;管理体系;数据分析

中图分类号:U491

文献标志码:A

Construction of Carbon Emission Monitoring and Management System for Commercial Vehicles

CHANG Zheng, SONG Yan*, JI Meichen, LIU Yuqing, WANG Jing

(Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing 100088, China)

Abstract: To construct a comprehensive carbon emission monitoring and management system for commercial vehicles, firstly, this article described the background and significance of carbon emission monitoring and management of commercial vehicles and summarized the research in relevant fields in China and abroad. Then, this article expounded on the carbon emission monitoring system for commercial vehicles, which covered three major levels: monitoring target layer, monitoring implementation layer, and monitoring summary layer, so as to achieve comprehensive and accurate carbon emission monitoring. Finally, combined with the carbon emission monitoring data of commercial vehicles, this article put forward a carbon emission management system for commercial vehicles based on data information, including carbon emission data sharing and opening, data management and analysis, management strategies and measures, as well as evaluation and optimization, so as to enhance the effective carbon emission management of commercial vehicles.

Keywords: commercial vehicles; carbon emission monitoring; management system; data analysis

0 引言

随着工业化和城市化进程的加速,交通运输领域尤其是运营车辆的碳排放对环境的影响日益凸显。运营车辆作为现代交通运输的重要组成部分,其数量庞大且活动频繁,所产生的碳排放量不容小

觑。大量的碳排放不仅对生态环境造成了严重的破坏,还对人类的生存带来了潜在威胁。因此,有效地监测和管理运营车辆的碳排放,对于实现可持续发展目标具有至关重要的意义。

近年来,许多国家和地区都在积极采取措施应对气候变化,推动绿色交通的发展。在这一过程中,

收稿日期:2024-06-17(修改稿)

基金项目:交通运输部公路科学研究院交通强国试点项目(编号:QC2021-2-8-3)

作者简介:常征,男,博士,助理研究员.E-mail:237350071@qq.com

*通信作者:宋艳,女,硕士,工程师.E-mail:yan.song@rioh.cn

构建科学合理的运营车辆碳排放监测与管理体系成为关键环节。通过建立完善的监测体系,可以准确地获取运营车辆碳排放的相关数据,为制定有效的管理策略提供依据。同时,一个高效的管理体系能够引导和规范运营车辆的运营行为,促进节能减排技术的应用和推广,从而实现碳排放量的有效控制。

在中国,随着对环境保护的重视程度不断提高,相关研究和实践也在逐步推进。政府出台了一系列政策和措施,鼓励和引导运营车辆行业向低碳化发展。科研机构和企业也加大了研发投入,努力开发新型的节能减排技术和产品。然而,与国外相比,中国在技术水平、管理经验等方面仍存在一定差距。例如,监测的准确性和可靠性有待提高,管理体系的完善程度和执行力度还需要加强^[1-2]。

面对这些问题,需要深入研究和探索,借鉴国内外先进的经验和先进技术,结合中国的实际情况,构建具有针对性和可操作性的运营车辆碳排放监测与管理体系。本文旨在通过系统的研究和分析,提出一套完整的解决方案,以满足当前和未来运营车辆碳排放管理的需求,为运营车辆碳排放监测与管理提供新的思路和方法,推动交通运输行业的绿色转型和可持续发展。

1 运营车辆碳排放监测和管理的背景和意义

1.1 运营车辆碳排放的现状与影响

随着全球经济的快速发展和城市化进程的加速,交通运输行业在现代社会中扮演着至关重要的角色。运营车辆,包括公交车、出租车、货运卡车等,作为交通运输的重要组成部分,其数量不断增加。然而,这些车辆的大量使用也带来了严重的环境问题,其中碳排放是最为突出的一个方面。

目前,运营车辆的碳排放已经成为全球温室气体排放的重要来源之一。大量的二氧化碳等温室气体排放到大气中,导致了全球气候变暖、海平面上升、极端天气事件频发等一系列严重后果。气候变暖不仅对生态系统造成了巨大的破坏,影响生物多样性,还对人类的生存和发展构成了严重威胁,如粮食安全、水资源短缺等。

从具体影响来看,运营车辆碳排放对空气质量也有着显著的负面影响。这些碳排放物与其他污染

物结合,会形成雾霾等有害的大气污染现象,严重影响人们的身体健康,引发呼吸道疾病、心血管疾病等健康问题的增加。此外,高碳排放还对能源安全构成挑战,过度依赖化石燃料会导致能源供应的不稳定和能源价格的波动^[3-5]。

在经济方面,高碳排放带来的环境问题可能导致一系列的经济损失。例如,因气候变化引发的自然灾害会对基础设施造成破坏,需要大量的资金进行修复和重建;对健康问题的影响也会增加医疗成本,降低劳动力的生产效率。

1.2 运营车辆碳排放监测和管理的重要性

面对运营车辆碳排放带来的诸多问题,进行有效的监测和管理具有极其重要的意义。

(1) 通过对碳排放的监测,可以准确了解运营车辆的碳排放情况,包括不同车型、不同行驶工况下的具体排放数据,为制定针对性的减排策略和政策提供科学依据。能够明确哪些车辆类型、哪些运营模式是排放的重点,从而有针对性地采取措施,如推广新能源汽车、优化运输路线等。

(2) 有效的管理体系可以促进运营车辆行业的可持续发展。通过设定排放标准、推广节能减排技术等手段,可以引导行业朝着更加环保、高效的方向发展。这不仅有助于减少碳排放,还能提升行业的整体竞争力,实现经济发展与环境保护的双赢。

(3) 监测和管理有助于提升公众对环境问题的认知和参与度。当公众能够清楚地看到运营车辆碳排放的实际情况和减排的成效时,会更加积极地支持和参与到环保行动中,形成全社会共同推动绿色交通发展的合力。

(4) 从全球范围来看,积极进行运营车辆碳排放的监测和管理也是履行国际环保责任和应对全球气候变化挑战的必要举措。有助于在国际气候谈判和合作中占据主动地位,展示国家在环保方面的积极作为和担当,提升国际形象和影响力^[6-8]。

1.3 国内外相关研究现状

在国际上,许多国家和地区都对运营车辆碳排放问题展开了深入研究。一些发达国家在相关技术和政策方面取得了显著成果。例如,欧盟制定了严格的车辆排放标准,并通过经济激励措施推动新能源和低排放车辆的发展。同时,利用先进的监测技术和大数据分析,对运营车辆的碳排放进行实时监

控和评估。美国也在这方面投入大量资源,开展了一系列关于碳排放监测方法、减排技术应用以及政策效果评估的研究^[9-10]。

在监测技术方面,国外研究侧重于高精度、实时性和智能化的监测设备和系统的研发。例如,利用卫星遥感技术结合地面监测站点,可以实现大范围、高精度的碳排放监测。同时,通过车联网技术将车辆的运行数据实时上传至云端进行分析和处理,提高监测的效率和准确性^[10-11]。

在管理策略方面,除了传统的法规政策外,还出现了一些创新的管理模式。比如,建立碳排放交易市场,通过市场机制激励运营企业主动减排;实施绿色物流计划,优化物流配送流程以降低碳排放^[12-13]。

在中国,随着人们对环境保护的日益重视,运营车辆碳排放问题也受到了广泛关注。相关研究主要集中在以下几个方面:①对国内运营车辆碳排放现状的调查和分析,以掌握实际情况和主要问题;②对国外先进经验的借鉴和本土化应用研究,探索适合中国国情的监测和管理方法;③针对特定区域或行业的运营车辆碳排放研究,如城市公交系统、物流行业等,提出针对性的减排建议和措施^[9-13]。

在技术研究方面,中国科研人员积极开展碳排放监测仪器和设备的研发,努力提高国产化水平。同时,在大数据应用、人工智能等领域与碳排放监测和管理的结合方面也取得了一定进展。在政策研究方面,学者们对如何完善中国的车辆排放标准、制定有效的经济政策以及加强监管等方面进行了深入探讨。此外,对不同管理模式的可行性和效果也进行了分析和比较。

然而,尽管国内外在运营车辆碳排放监测和管理方面已经取得了一定成果,但仍然存在一些问题和挑战。例如,监测技术的准确性和可靠性有待进一步提高,特别是在复杂路况和恶劣环境下;管理政策的执行力和有效性需要加强,部分政策在实际实施中可能面临阻力;不同地区和部门之间的协调合作还不够紧密,导致资源浪费和效率低下等^[10,14-15]。

深入研究运营车辆碳排放监测要素分析及管理体系构建具有重要的现实意义和学术价值。本文通过总结国内外研究现状,可以更好地借鉴先进经验,发现问题和不足,为进一步推动中国运营车辆碳排放监测和管理工作提供有力的理论支持和实践指导。

在未来的研究中,需要加强跨学科、跨领域的合作,综合运用先进技术和手段,不断完善监测和管理体系,以实现运营车辆行业的绿色、可持续发展。

2 运营车辆碳排放监测体系构建

2.1 监测体系层级划分

通过对运营车辆碳排放监测要素分析,本文提炼出运营车辆碳排放监测体系主要包含三大层次:监测目标层、监测实施层、监测总结层(图1)。

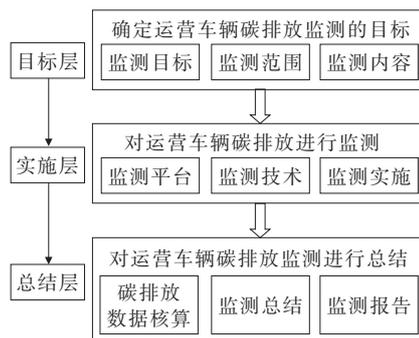


图1 运营车辆碳排放监测

Figure 1 Carbon emission monitoring of commercial vehicles

(1) 监测目标层。主要包含明确运营车辆碳排放的监测目标、监测范围、监测内容等。

(2) 监测实施层。主要包含明确运营车辆碳排放监测的监测技术和实施规范等。

(3) 监测总结层。主要对碳排放进行核算和总结,并最终形成监测报告。

2.2 监测目标层

2.2.1 监测目标

(1) 准确量化运营车辆的碳排放量。通过全面、系统监测,获取精确的碳排放数据,以明确不同类型、不同运行工况下运营车辆的具体碳排放水平,为后续的分析 and 决策提供可靠依据。

(2) 深入分析碳排放的影响因素。旨在找出影响运营车辆碳排放的关键因素,如车辆技术状况、行驶路线、驾驶行为、运输货物类型等,以便针对性地制定减排措施。

(3) 实时跟踪碳排放的动态变化。及时掌握碳排放的趋势和波动情况,从而迅速响应和调整管理策略,确保碳减排工作始终朝着既定目标推进。

(4) 评估减排措施的效果。通过持续监测,对比采取减排措施前后的碳排放数据,检验各项措施的实际

成效,为进一步优化和完善减排方案提供有力支持。

(5) 为制定科学管理政策和标准提供依据。通过对大量监测数据的研究和分析,为政府制定相关政策法规、行业标准提供坚实的数据支撑,确保政策的科学性和有效性。

2.2.2 监测范围

监测范围包括所有类型的运营车辆,如公交车、出租车、长途客车、货运卡车等。不同类型的运营车辆在使用频率、行驶路线、负载情况等方面存在较大差异,因此需要进行全面的监测。

移动运营车辆碳排放范围包括燃料燃烧排放、尾气净化过程排放、净购入电力排放、净购入热力排放四部分,这四部分可分为直接碳排放和间接碳排放两类,燃料燃烧排放、尾气净化过程排放为车辆行驶过程中消耗燃料及使用尿素等尾气净化剂而直接产生的CO₂排放,净购入电力、净购入热力为使用电力或热力车辆的燃料生产过程中间接产生的碳排放。

对于公交车,重点关注其在城市道路上的运行情况,包括站点停靠次数、客流量等因素对碳排放的影响。出租车则需要关注其在不同时间段的行驶里程和载客情况。长途客车和货运卡车则要考虑长途运输过程中的油耗和碳排放。

同时,监测范围还应涵盖不同的地理区域和运营环境。城市中心区、郊区、高速公路等不同区域的交通状况和行驶条件各异,对碳排放的影响也不同。此外,不同气候条件和海拔高度也会对车辆性能和碳排放产生一定的影响。

监测的时间维度也非常重要。需要进行长期的连续监测,以了解运营车辆碳排放的季节性变化、日变化等规律,从而为制定有效的管理策略提供依据。

2.2.3 监测内容

结合运营车辆运行和碳排放的特点,运营车辆碳排放监测主要包括以下内容:

(1) 车辆运行数据。包括行驶速度、加速度、行驶里程、发动机转速、挡位信息、车辆负载率等(表1)。这些数据能反映车辆的运行状态和能耗情况,与碳排放紧密相关。

(2) 车辆活动排放数据。涵盖二氧化碳排放量、一氧化碳排放量、氮氧化物排放量、颗粒物排放量、燃料消耗率等关键指标(表2),直接体现车辆的温室气体排放水平和污染情况。

表1 车辆运行数据

序号	监测内容	描述
1	行驶速度	反映不同时段运行快慢,影响能耗和碳排放
2	加速度	急加速影响燃料消耗和碳排放,分析驾驶行为
3	行驶里程	体现车辆使用程度,长里程与更多碳排放相关
4	发动机转速	与燃料消耗密切相关,间接反映碳排放
5	挡位信息	不同挡位能耗表现不同,了解运行状态
6	车辆负载率	重载时碳排放高,辅助准确评估
7	制动次数	影响能量利用效率和排放
8	转向角度和频率	与行驶状态和能耗相关
9	车内温度设定	影响空调能耗和碳排放
10	车辆电气系统使用情况	灯光等电子设备使用对能耗的影响

表2 车辆活动排放数据

监测内容	描述
二氧化碳排放量	核心的碳排放监测指标,直接反映车辆温室气体排放水平
一氧化碳排放量	反映车辆燃烧效率和尾气处理效果
氮氧化物排放量	与碳排放存在关联,是重要监测数据
颗粒物排放量	对柴油车等尤为重要,与碳排放及环境影响相关
燃料消耗率	如每公里燃油消耗或每小时电能消耗等,可用于计算碳排放

(3) 车辆基本信息数据。包含车辆型号、车辆类型、发动机型号、车辆生产年份、车辆登记信息、排放标准等级等,还包括车辆轴距、外观尺寸、驱动方式等(表3)。这些信息有助于全面了解和不同运营车辆的碳排放特性及规律。

表3 车辆基本信息数据

监测内容	描述
车辆型号	不同型号排放性能可能有差异,分类分析
车辆类型	如公交、出租、货车等,运行特点和排放规律不同
发动机型号	发动机特性影响碳排放,深入分析
车辆生产年份	老旧车辆排放性能可能差,辅助评估
车辆登记信息	车牌号码、所属单位或个人,明确身份
排放标准等级	体现环保标准要求,对比排放表现
车辆轴距	影响操控和能耗
车辆外观尺寸	对风阻有影响
车辆驱动方式	前驱、后驱、四驱等
车辆电气系统使用情况	灯光等电子设备使用对能耗的影响

2.3 监测实施层

2.3.1 运营车辆碳排放监测技术

在运营车辆碳排放监测技术方面,目前主要有以下几种^[12,14,16]:

(1) 基于车载排放测试系统(PEMS)的监测技术

基于车载排放测试系统 PEMS 可以直接安装在车辆上,实时监测车辆在实际运行过程中的尾气排放情况,包括二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物等污染物的浓度。这种技术能够准确反映车辆在真实行驶条件下的排放性能,但设备成本较高,安装和维护也相对复杂。

(2) 遥测技术

遥测技术是通过在道路两侧设置监测设备,对过往车辆的尾气排放进行遥测分析。这种方法可以快速获取大量车辆的排放数据,但准确性相对较低,容易受到环境因素的干扰。

(3) 基于全球定位系统(GPS)和车辆运行数据的监测方法

基于全球定位系统(GPS)和车辆运行数据的监测方法是通过采集车辆的GPS定位信息、车速、油耗等数据,结合相关模型和算法,间接估算车辆的碳排放量。这种方法成本较低,易于大规模推广,但需要进一步提高估算结果的准确性。

2.3.2 监测实施

在实施规范方面,首先要确保监测设备的准确性和可靠性。定期对监测设备进行校准和维护,保证其能够正常工作并提供准确的数据。监测过程中要严格遵守相关的操作流程和技术标准。例如,对于车载排放测试系统,要按照规定的测试工况和方法进行测试;对于遥测技术,要保证监测设备的安装位置和角度正确。

数据的采集和传输也需要遵循规范。确保数据的完整性和准确性,防止数据丢失或被篡改。采用安全可靠的数据传输方式,及时将监测数据上传至数据中心进行分析和处理。

同时,在监测组织实施过程中,要建立统一的数据管理和分析平台。对不同来源、不同类型的监测数据进行整合和管理,便于进行数据分析和挖掘。通过数据分析,发现运营车辆碳排放的规律和问题,为制定管理策略提供支持。此外,还需要加强对监测人员的培训和管理。监测人员应熟悉监测技术和实施规范,具备专业的操作技能和数据分析能力。

确保监测工作的质量和效率。

在监测的过程中,要注重与相关部门和企业的合作。与交通运输管理部门、环保部门、运营企业等建立良好的沟通协调机制,共同推进运营车辆碳排放监测工作。及时向相关部门和企业反馈监测结果,督促并采取相应的减排措施。

2.4 监测总结层

2.4.1 运营车辆碳排放总量测算和核算

运营企业能够联合两种或更多种方法,对碳排放量进行反演,并且相互之间进行对比验证。也就是说,可以借助运营车辆碳排放监测联合反演验证模型,把基于车载排放测试系统(PEMS)的监测技术和遥测技术、基于全球定位系统(GPS)和车辆运行数据的监测方法等多种手段联合起来,共同反演CO₂的排放情况,将平均速度、排放因子作为表征参数,把相对误差等参数作为误差性能指标,对不同模型以及不同测算方法下碳排放量的差异进行对比分析,以核实数据的准确性与可靠性(图2)。

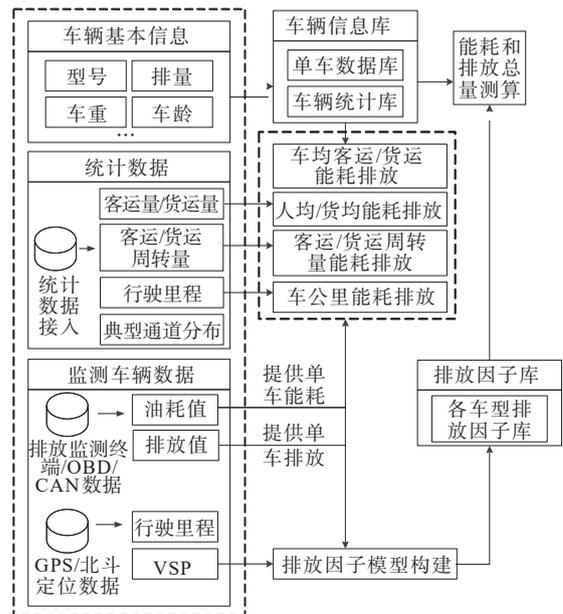


图 2 运营车辆碳排放总量测算

Figure 2 Total carbon emission measurement of commercial vehicles

2.4.2 监测总结报告

参照《中国陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》《二氧化碳排放核算和报告要求道路运输业》(DB 11/T 1786—2020)等标准开展运营车辆碳排放核算和总结报告工作^[17]。

总结报告主体应详细阐述在运营车辆碳排放监

测过程中所采取的具体监测方法、技术手段以及监测的时间段。要明确列出参与监测的运营车辆的详细清单,包括车辆型号、使用年限等关键信息。对于监测过程中出现的异常数据或情况,应对其进行深入分析和说明,并提出相应的解决措施或建议。同时,对整个监测工作进行全面的评估和总结,分析监测结果与预期目标的差距及原因,总结经验教训以便后续监测工作的改进和完善。此外,还应附上相关的监测数据图表、分析报告,以更直观地展示监测工作的成果,增强报告的可信度和说服力。

3 运营车辆碳排放管理体系构建

3.1 运营车辆碳排放管理体系框架

结合运营车辆碳排放监测的情况,本文提出从4个方面构建运营车辆碳排放管理体系,分别是运营车辆碳排放数据共享与开放、运营车辆碳排放数据管理与分析、运营车辆碳排放管理策略与措施、运营车辆碳排放管理评估与优化,如图3所示。

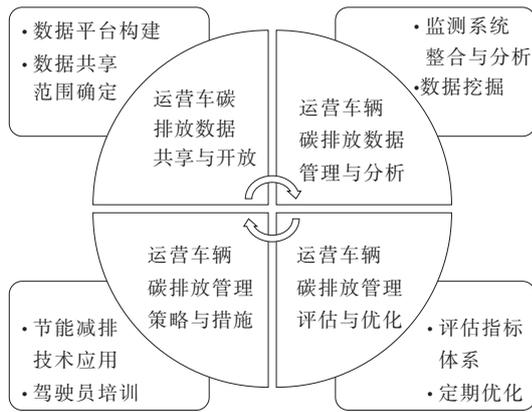


图3 运营车辆碳排放管理体系框架

Figure 3 Framework of carbon emission management system for commercial vehicles

3.2 运营车辆碳排放管理体系

3.2.1 运营车辆碳排放数据共享与开放

(1) 数据共享平台

在当今数字化时代,构建高效的运营车辆碳排放数据共享平台意义重大。比如,某城市建立了交通数据共享中心,将不同运营企业如公交公司、出租车公司、物流企业等的碳排放数据整合到一个平台上,各企业可以实时了解彼此的碳排放情况,便于进行横向比较和经验交流。以公交公司为例,通过共享数据发现其他公司在某些线路上的能耗较

低,从而借鉴其运营模式和调度策略来降低自身碳排放。

(2) 数据共享的范围

对于数据共享的范围,应涵盖车辆基本信息(车型、车龄等)、行驶数据(里程、速度等)、能耗数据以及碳排放数据等。明确格式和标准,能确保数据的可读性和通用性,例如规定统一的数据记录时间间隔和单位。在开放数据方面,政府可以定期发布城市运营车辆碳排放的总体情况,让公众了解城市交通的环境影响。一些物流园区也可以开放部分碳排放数据,吸引更多优质企业入驻,共同推动绿色物流发展。同时,通过开放数据,鼓励科研机构利用这些数据进行深入研究,为碳排放管理提供更科学的方法和建议。比如,某高校研究团队利用开放数据,研究不同交通流量下的碳排放规律,为城市交通规划提供了有力依据。

3.2.2 运营车辆碳排放数据管理与分析

(1) 数据融合与管理

一个完善的数据管理系统是进行有效数据分析的基础。假设一个大型物流企业建立了自己的碳排放数据管理系统,对旗下数千辆货车的碳排放数据进行分类存储。按照车型、运输路线、运输货物类型等进行细致分类,方便后续的针对性分析。

(2) 数据挖掘

利用数据挖掘技术,可以发现很多有价值的信息。比如,通过分析发现某一特定车型在高速公路上的碳排放相对较低,但在城市拥堵路段却大幅增加。这就提示企业在安排运输任务时,尽量让该车型行驶在适合的道路条件下。又或者通过长期数据分析发现,某些月份或季节的碳排放明显高于其他时期,可能是由于特殊的运输需求或气候条件导致。这就需要针对性地调整运营策略。

预警机制的建立也至关重要。当数据显示某辆车或某条线路的碳排放量异常增高时,系统及时发出警报,管理人员可以迅速排查原因,如车辆故障、驾驶员不良驾驶习惯等,并及时采取措施解决。每月或每季度生成数据分析报告,详细呈现碳排放的各项指标变化、原因分析及改进建议。例如,报告中指出某条公交线路的碳排放增长主要是由于客流量增加导致车辆频繁启停,那么就可以考虑优化站点设置或采用节能驾驶技术来降低碳排放。

3.2.3 运营车辆碳排放管理策略与措施

(1) 节能减排技术应用

在技术层面,大力推广新能源和清洁能源运营车辆,加快传统燃油车辆的更新换代。结合碳排放监测数据,评选出有效的节能减排技术,并及时推广应用。同时政府也可以出台相关优惠政策,包括购车补贴、免费充电设施建设等,鼓励公交公司逐步淘汰燃油公交车,更换为电动公交车。

(2) 精益化管理组织

结合运营车辆实际碳排放数据,优化运输组织模式,减少车辆空驶率和闲置时间。实施差异化的碳排放收费政策,激励运营企业主动减排。对于高碳排放的企业征收较高的费用,而对于积极减排的企业给予奖励或补贴。比如,对那些采用新能源车且碳排放达标的企业给予税收减免。

通过车辆碳排放数据分析情况,反馈驾驶员驾驶习惯,给出个性化驾驶培训方案,培养其节能驾驶意识和技能,优化其驾驶行为。

3.2.4 运营车辆碳排放管理评估与优化

(1) 建立运营车辆碳排放管理评估指标体系

建立的评估指标体系可以包括减排目标完成率、单位里程碳排放强度、管理策略实施效果等。比如,设定一个城市的运营车辆在未来一年内要实现一定比例的减排目标,通过定期评估来检验是否达到目标。对于管理策略的有效性评估,可以观察其实施后车辆的能耗变化、驾驶员的行为改变等。

(2) 定期评估与优化

定期开展评估工作,每季度或半年进行一次全面评估。例如,通过评估发现某条政策虽然初衷是好的,但在实际执行中存在一些问题,导致减排效果不明显,那么就需要及时调整政策细节。引入第三方评估机构可以确保评估的客观性,他们独立于政府和企业,能够提供公正的评价和建议。

不断总结经验教训也是非常重要的。比如,在推广某一新能源车辆时遇到了充电设施不足的问题,那么在后续的推广计划中就要提前考虑充电设施的建设。根据评估结果持续优化管理策略和措施,比如调整收费政策的标准、加强对驾驶员培训的监督等。通过这种持续的评估与优化过程,不断提升运营车辆碳排放管理的水平和效果,实现交通领域的可持续发展。

4 结论

(1) 围绕运营车辆碳排放监测与管理体的构建展开了深入的研究和探讨。在运营车辆碳排放监测体系方面,阐述了运营车辆碳排放监测的3个层次:监测目标层、监测实施层、监测总结层。在运营车辆碳排放管理系统方面,各组成部分相互协同,发挥了重要作用。数据共享与开放打破了信息壁垒,促进了不同部门和主体之间的交流与合作,提升了管理的效率。碳排放数据管理与分析为科学决策提供了坚实的数据基础,通过深入挖掘数据背后的意义,能够制定出更加合理的管理策略和措施。而针对性的管理策略与措施则直接作用于运营车辆的运营过程,切实推动了碳减排的实现。管理评估与优化确保了体系自身的不断完善和发展,使其能够适应不断变化的环境和需求。

(2) 认识到运营车辆碳排放监测与管理体的重要性和复杂性。不仅需要技术层面的不断创新和改进,也需要政策、法规、市场等多方面的协同配合。只有形成全社会共同参与、共同治理的良好局面,才能真正实现运营车辆碳排放的有效控制和管理。然而,本研究也存在一些局限性。例如,在实际应用中,不同地区和行业的运营车辆可能存在较大差异,需要进一步细化和个性化的研究。此外,技术的快速发展和市场环境的变化也会对体系的构建和运行产生影响,需要持续关注和跟进。

(3) 应继续加强对运营车辆碳排放监测与管理体的研究。一方面,不断探索和引入新的技术和方法,提高监测的精度和效率,丰富管理手段和策略;另一方面,加强国际合作与交流,借鉴国外先进的经验和做法,推动中国运营车辆碳排放管理水平的提升。

参考文献:

References:

- [1] 王燕军,王鸣宇,吉喆,等.国外机动车排放模型综述研究[J].环境与可持续发展,2020,45(5):159-164.
WANG Yanjun, WANG Mingyu, JI Zhe, et al. Study and analysis on vehicle emission models abroad[J]. Environment and Sustainable Development, 2020, 45(5): 159-164.
- [2] 闫强,易可良,李平,等.沥青路面结构类型对建设期碳排放影响分析[J].中外公路,2021,41(2):41-48.

- YAN Qiang, YI Keliang, LI Ping, et al. Analysis on impact of structural types of asphalt pavement on carbon emissions during construction period[J]. *Journal of China & Foreign Highway*, 2021, 41(2): 41-48.
- [3] 张兰怡, 胡喜生, 邱荣祖. 机动车尾气污染物排放模型研究综述[J]. *世界科技研究与发展*, 2017, 39(4): 355-362.
- ZHANG Lanyi, HU Xisheng, QIU Rongzu. A review of research on emission models of vehicle exhausts[J]. *World Sci-Tech R & D*, 2017, 39(4): 355-362.
- [4] 金晨阳, 陈军辉, 范武波, 等. 机动车尾气排放模型应用及研究进展[J]. *环境科学导刊*, 2020, 39(2): 42-48.
- JIN Chenyang, CHEN Junhui, FAN Wubo, et al. Application and research progress of vehicle emission models[J]. *Environmental Science Survey*, 2020, 39(2): 42-48.
- [5] 宋庄庄, 朱洪洲. 沥青路面全寿命周期节能减排策略案例研究[J]. *中外公路*, 2020, 40(5): 36-42.
- SONG Zhuangzhuang, ZHU Hongzhou. Case study on energy conservation and emission reduction strategy of asphalt pavement in life cycle[J]. *Journal of China & Foreign Highway*, 2020, 40(5): 36-42.
- [6] 单肖年, 陈小鸿. 交通仿真模型融合微观车辆排放模型研究综述[J]. *交通运输工程与信息学报*, 2021, 19(2): 11-24.
- SHAN Xiaonian, CHEN Xiaohong. Review of studies that integrate traffic-simulation models with microscopic vehicle-emissions models[J]. *Journal of Transportation Engineering and Information*, 2021, 19(2): 11-24.
- [7] 王岐东. 机动车排放因子识别技术[J]. *中国基础科学*, 2007, 9(6): 18-21.
- WANG Qidong. The detecting technology of vehicles emission factors[J]. *China Basic Science*, 2007, 9(6): 18-21.
- [8] 罗大天, 李嘉慧, 邹静蓉. 多雨地区高速公路排水系统有效性评价方法研究[J]. *中外公路*, 2023, 43(3): 30-36.
- LUO Datian, LI Jiayi, ZOU Jingrong. Study on effectiveness evaluation method of expressway drainage system in rainy area[J]. *Journal of China & Foreign Highway*, 2023, 43(3): 30-36.
- [9] 孙健, 张颖, 薛睿, 等. 基于移动监测的城市道路交通碳排放形成机理: 以上海市为例[J]. *中国公路学报*, 2017, 30(5): 122-131.
- SUN Jian, ZHANG Ying, XUE Rui, et al. Formation mechanism of urban traffic carbon emissions based on mobile monitoring: Case study of Shanghai[J]. *China Journal of Highway and Transport*, 2017, 30(5): 122-131.
- [10] 刘永红. 大数据驱动道路交通尾气排放量化技术方法与应用[M]. 上海: 同济大学出版社, 2022.
- LIU Yonghong. Quantitative technology and application of road traffic exhaust emission driven by big data[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2022.
- [11] 单肖年, 刘皓冰, 张小丽, 等. 基于 MOVES 模型本地化的轻型车排放因子估计方法[J]. *同济大学学报(自然科学版)*, 2021, 49(8): 1135-1143, 1201.
- SHAN Xiaonian, LIU Haobing, ZHANG Xiaoli, et al. Localization of light-duty vehicle emission factor estimation based on MOVES[J]. *Journal of Tongji University (Natural Science)*, 2021, 49(8): 1135-1143, 1201.
- [12] 徐俊芳. 轻型汽车排放因子模型数据库研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- XU Junfang. Emission factor model database of light-duty vehicles[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2009.
- [13] 牛国华. 机动车排放因子模型数据库研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.
- NIU Guohua. Study on emission factors model database of vehicles[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2011.
- [14] 宋国华. 面向交通策略评价的交通油耗排放模型研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008.
- SONG Guohua. Research on traffic fuel consumption emission model for traffic strategy evaluation[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2008.
- [15] 翟志强. 面向路段交通排放评价的机动车比功率分布不确定性分析[D]. 北京: 北京交通大学, 2019.
- ZHAI Zhiqiang. Uncertainty analysis on vehicle specific power distributions for emission estimates at link level[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2019.
- [16] 于谦. 城市道路柴油公交车尾气排放建模及应用研究[D]. 南京: 东南大学, 2016.
- YU Qian. Urban diesel bus emission modeling and its application[D]. Nanjing: Southeast University, 2016.
- [17] 国家发展和改革委员会. 陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)[Z]. 北京: 国家发展和改革委员会, 2015.
- National Development and Reform Commission. Accounting methods and reporting guidelines for greenhouse gas emissions from land transport enterprises (trial) [Z]. Beijing: National Development and Reform Commission, 2015.