

# Research on the Determination of Carbon Emission Accounting Boundaries during the Operation Period of Railway Transport Stations and Sections

Jiaqi Chang Haochun Yan Xiaoli Han Haochen Zhang

China General Testing & Inspection Group Co., Ltd., Beijing, 100024, China

## Abstract

With the increasingly serious problem of global climate change, carbon emissions have become the focus of attention in all industries. Railway transportation, as one of the important modes of transportation, has increasingly drawn attention to its carbon emissions. How to accurately calculate the carbon emissions of railway transportation stations and sections, especially during the operation period, has become the key to reducing carbon emissions and achieving low-carbon development. This article conducts research on the determination of the carbon emission accounting boundary during the operation period of railway transportation stations and sections. By analyzing the main carbon emission sources during the operation of railway transportation stations and sections, this paper explores the applicability and influencing factors of different accounting boundaries, and proposes a clear accounting boundary framework and method, aiming to provide scientific basis and practical guidance for carbon emission management in the railway transportation industry. Research shows that accurately determining the boundary of carbon emission accounting is of great significance for railway transportation enterprises to achieve precise emission reduction targets.

## Keywords

Railway transportation Carbon emissions; Operation period; Accounting boundary Emission reduction strategy

## 铁路运输站段运营期碳排放核算边界确定研究

常嘉琦 闫浩春 韩晓莉 张皓晨

中国国检测试控股集团股份有限公司, 中国·北京 100024

## 摘要

随着全球气候变化问题的日益严重,碳排放成为各行各业关注的焦点。铁路运输作为重要的交通方式之一,其碳排放量日益受到关注。如何准确核算铁路运输站段的碳排放,尤其是在运营期阶段,已成为减少碳排放、实现低碳发展的关键。本文围绕铁路运输站段运营期碳排放核算边界的确定问题展开研究。通过分析铁路运输站段运营过程中的主要碳排放源,探讨不同核算边界的适用性与影响因素,提出了明确的核算边界框架和方法,旨在为铁路运输行业的碳排放管理提供科学依据和实践指导。研究表明,准确确定碳排放核算边界,对于铁路运输企业实现精准减排目标具有重要意义。

## 关键词

铁路运输; 碳排放; 运营期; 核算边界; 减排策略

## 1 引言

全球气候变化已成为影响人类社会可持续发展的重大挑战,各国政府在应对气候变化方面加大了减排力度,提出了更为严格的碳排放目标。在中国,铁路作为一种高效、环保的运输方式,近年来在国家交通体系中占据了越来越重要的位置。铁路运输在减少温室气体排放、节能减排方面发挥了积极作用。然而,铁路运输系统的碳排放问题仍然不可忽视,尤其是在运输站段的运营期阶段,其碳排放量庞大且复杂,如何科学、合理地核算站段运营期的碳排放成为当前亟

待解决的难题。

铁路运输站段的碳排放核算涉及多个环节,如能源消耗、设施运行、车辆调度等,其排放源较为分散,影响因素复杂。现有的碳排放核算方法大多聚焦于铁路系统整体或单一环节的排放,缺乏对铁路运输站段运营期碳排放边界的全面考虑。由于核算边界的界定直接影响到碳排放量的测算和减排措施的制定,因此确定合理的核算边界具有重要的理论意义和实践价值。

本文的核心目标是研究铁路运输站段运营期碳排放核算边界的确定方法,分析不同核算边界对碳排放结果的影响,探索适用于铁路运输站段的碳排放核算模型,并提出相应的减排策略和建议。

【作者简介】常嘉琦(1990-),女,中国吉林吉林人,硕士,从事双碳、绿色研究。

## 2 铁路运输站段碳排放的主要来源与特征

### 2.1 能源消耗及碳排放源分析

铁路运输站段作为铁路网络的重要组成部分，其运营过程中涉及大量的能源消耗，主要来源于电力、燃料和蒸汽等。首先，站段内的电力消耗是主要的碳排放来源。电力在铁路站段的使用主要集中在信号控制、设备运行、照明设施以及空调系统等方面。特别是在大型铁路站段，能源消耗规模庞大，电力需求的波动较为频繁，这使得电力消耗成为碳排放的重要因素。<sup>[1]</sup>其次，站段内的燃料消耗也是碳排放的重要来源，尤其在一些老旧铁路站段，仍然使用传统的燃料供热、蒸汽供应等方式，这些过程都伴随着碳排放。燃料的使用不仅带来了直接的碳排放，还可能造成大气污染等环境问题，影响站段的环保水平。

此外，随着铁路运输业务的多元化，站段内还可能涉及一些特殊设备和设施的碳排放，如车站的车辆调度系统、货物转运设备等。对于不同类型的铁路运输站段，其碳排放的组成和结构也有所差异，必须具体分析其主要碳排放源，才能制定相应的减排策略。<sup>[2]</sup>

### 2.2 铁路运输站段碳排放的特征分析

铁路运输站段的碳排放具有一定的特殊性。与其他交通运输形式相比，铁路运输的碳排放受到多种因素的影响，包括站段规模、运营时间、能源结构等。首先，站段规模的不同决定了能源消耗和碳排放的差异。大型交通枢纽的站段通常涉及更多的设备和系统，其碳排放量相对较大。相比之下，小型车站的碳排放相对较低，但其能源消耗的种类和方式也可能有所不同。

其次，铁路运输站段的碳排放受运营时间的影响较大。部分铁路站段的运营时间较长，尤其是大型枢纽站段，全天候运作的需求使得能源消耗更加密集，碳排放量随之增加。而对于一些季节性或定时运营的站段，其碳排放的波动性较大，需要根据具体运营情况进行调整和控制。

再者，能源结构也是影响铁路站段碳排放的重要因素。随着新能源的应用和能源结构的调整，部分铁路站段已开始使用清洁能源，如太阳能、风能等替代传统化石能源，从而降低碳排放。未来，随着技术的进步和政策的推动，更多的低碳技术将在铁路运输行业得到推广应用，这也为碳排放的减少提供了新的可能性。

## 3 碳排放核算边界的理论基础与方法

### 3.1 碳排放核算边界的定义与重要性

碳排放核算边界是指在碳排放核算过程中，所选择的测量和控制排放的边界范围。在不同的行业和场景中，碳排放核算边界的设定具有很大的差异性。合理的核算边界能够确保碳排放的测算结果准确可靠，进而为减排措施的制定和实施提供科学依据。对于铁路运输站段来说，核算边界的选择不仅关系到碳排放量的准确测算，还直接影响到铁路运输

行业的低碳发展策略。<sup>[3]</sup>

在铁路运输站段的碳排放核算过程中，核算边界的设定需要考虑以下几个因素：一是站段的能源消耗和碳排放的来源，二是站段内部各类设备和设施的碳排放，三是站段与外部能源供应和交通系统的连接方式。通过科学界定核算边界，可以更加准确地识别和管理碳排放源，提升碳排放管理水平。

### 3.2 现有碳排放核算方法的评估与比较

目前，针对不同类型的交通运输和站段，已有多种碳排放核算方法被提出。常见的碳排放核算方法包括基于能源消耗的核算方法、基于排放因子的核算方法和基于生命周期分析（LCA）的核算方法。基于能源消耗的核算方法通过量化各类能源的消耗量，结合相应的碳排放因子，计算出碳排放总量。这种方法适用于能源消耗较为集中、碳排放源明确的场景。<sup>[4]</sup>

基于排放因子的核算方法则侧重于根据不同设备和环节的排放因子，推算出碳排放量。这种方法适用于设备较为分散、碳排放源较为复杂的情况。生命周期分析（LCA）方法则通过分析整个运输过程中的所有碳排放源，涵盖从原材料采购、生产、运输到废弃处理的全过程，适用于综合性较强的碳排放核算。

每种方法都有其优缺点，选择合适的核算方法应根据具体的站段运营特点和数据可得性进行决定。

### 3.3 核算边界的界定方法

核算边界的界定应结合铁路运输行业的特点、政策要求及碳排放数据的获取情况，选择适当的边界。通常，碳排放核算的边界可以分为三类：直接排放、间接排放以及外部排放。在铁路运输站段，直接排放主要来自站段内的能源消耗，如电力、燃料等。站段内的设备、设施以及照明、暖气等的运行都会消耗大量的能源，从而导致二氧化碳等温室气体的排放。间接排放则来源于与站段运营相关的外部能源供应和交通系统，主要体现在电力供应、燃料运输等环节。例如，站段可能需要从外部能源供应商购买电力，而这些电力的生产过程中可能会产生碳排放。此外，外部排放则涉及站段外部的其他活动，如货物运输、人员出行等，这些活动虽然不直接由站段管理，但却对站段的碳排放产生影响。货物的运输、人员的出行等环节往往通过公路、铁路、航空等方式与站段相连接，这些外部排放因素的变化也应在核算边界内考虑。<sup>[5]</sup>

通过综合考虑这些因素，可以为铁路运输站段设定合理的碳排放核算边界。合理的边界不仅能反映站段内部的能源消耗和排放，还能全面考虑到与外部能源供应和交通运输系统的关联，确保核算结果的全面性和准确性。

## 4 碳排放核算边界的实践应用与案例分析

### 4.1 实际案例分析

通过对国内外铁路运输站段碳排放核算的案例分析，

可以发现,不同国家和地区在碳排放核算方法和边界设定上存在较大差异。以欧洲为例,部分国家的铁路运输站段已经通过精确的数据监控系统,采用基于能源消耗的核算方法,对站段内各类设备的能源使用情况进行实时监控。这些国家依托于高效的能源管理系统,能够准确掌握每个设备和系统的能耗数据,并根据这些数据进行碳排放的精准计算。然而,在我国,虽然铁路部门和相关企业逐步认识到碳排放核算的重要性,但许多地区的铁路运输站段尚未实现全面的碳排放监测与管理,许多站段仍依赖传统的碳排放估算方法。这种方法往往是基于燃料消耗、能源使用等粗略估算来推算碳排放,而不具备实时、精准的数据支持。由于设备的更新换代、运营模式的多样化以及管理标准的不同,导致了碳排放核算结果的不精确,甚至可能存在漏报或重复计算的现象。此外,部分地区缺乏统一的碳排放数据采集平台,导致不同站段之间的数据不统一,影响了整个行业碳排放情况的真实反映。

随着我国铁路运输行业的绿色发展逐步推进,碳排放监测和核算的规范化管理亟待加强,只有通过实施更加科学、先进的碳排放核算方法和标准,才能有效推动碳排放的精确核算,为今后的减排工作和政策制定提供真实的数据支持。

#### 4.2 优化碳排放核算边界的方法

根据不同铁路运输站段的运营特点,建议采用灵活且具有适应性的碳排放核算方法。在大型枢纽站段,考虑到其规模庞大、功能多样,涉及多个环节和系统,碳排放核算的边界应综合评估站段内部的能源消耗、设备运行和运输系统的碳排放。此类站段往往是整个铁路网络中的交通枢纽,涉及大量的能源消耗、设备运行、车辆调度和货物转运等操作,因此,合理界定核算边界非常重要。对于大型站段,核算边界应包含站段内的所有活动,包括能源使用、设施管理、运输调度、货运处理等。并且应考虑到站段与外部系统的连接点,如与电力供应系统的接口、与交通运输系统的衔接等,从而准确反映站段运营过程中的碳排放。

对于小型站段,核算边界相对较小,主要考虑站段内部的设施和设备的能源消耗与碳排放。在这类站段,由于规模较小、运营时间相对较短,碳排放量较低,因此核算的边界可以简化,主要集中在直接的能源消耗和设备的排放。然而,尽管小型站段的碳排放较少,但通过合理的边界划定,可以确保对所有碳排放源的精准监控,并为后续的减排措施

提供数据支持。

此外,随着数据采集技术的发展,物联网和大数据技术可以有效整合各类碳排放源的数据,建立动态调整的碳排放监控系统。物联网技术可以通过传感器、数据采集平台等设备实时监控站段的能耗情况,通过智能分析系统及时调整碳排放控制策略。通过将物联网技术与碳排放核算方法结合,可以实现对站段内部设施的实时跟踪,动态评估碳排放情况,进而优化核算边界的设定,提高核算的精确度和时效性。这种方法不仅能够对铁路运输站段提供详细的碳排放数据支持,还能通过数据的实时更新,推动绿色发展和碳减排目标的实现。

## 5 结语

铁路运输站段运营期的碳排放核算边界的确定对于铁路行业的低碳转型和减排工作具有重要意义。随着全球气候变化日益严峻,降低碳排放已成为各行各业的共同责任。铁路运输作为绿色低碳交通方式,在应对气候变化中具有重要作用。通过科学界定碳排放核算边界,结合合理的核算方法,铁路运输站段能够精准评估其碳排放情况,从而为制定有效的减排措施提供数据支持和科学依据。

合理的碳排放核算边界能够确保排放量的准确测算,为铁路运输行业实施低碳转型提供基础。随着技术的发展,物联网、大数据等新兴技术的应用将进一步优化碳排放核算方法,提升数据采集和管理的精确度,为铁路运输行业实现碳中和目标提供支持。未来,随着政策的推动和行业技术水平的提升,铁路运输行业将能够更好地应对碳排放问题,为实现全球可持续发展目标贡献力量。

## 参考文献

- [1] 周新军,满朝翰.全生命周期碳排放核算方法及其应用[J].铁路节能环保与安全卫生,2019,9(04):10-14.
- [2] 刘杰,高嘉蔚.交通基础设施碳排放核算关键问题及对策探索[J].交通节能与环保,2021,17(05):4-9.
- [3] 郭春,郭亚林,陈政.交通隧道工程碳排放核算及研究进展分析[J].现代隧道技术,2023,60(01):1-10.
- [4] 张立国,穆心彤,程小乖,等.地铁建设期碳排放核算研究进展[J].环境生态学,2024,6(01):17-25.
- [5] 宋战平,刘世昊,孙引浩,等.基于LCA的山岭隧道碳排放核算研究现状与展望[J].隧道建设(中英文),2024,44(05):943-951.