

港口工程运营期碳排放评价方法与案例分析

陈鹏^{1,2}

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007; 2. 中交集团绿色低碳发展研究中心, 北京 100088)

摘要: 为助力实现交通领域节能降碳目标, 解决港口工程运营期碳排放评价方法的不足, 基于港口工程碳排放评价的需要, 分别根据国内外现有研究成果和港口工程实际情况进行碳排放计算范围和碳排放源的划定, 梳理产生碳排放的关键环节, 明确数据来源、计算和水平评价方法, 并结合案例进行实际工程应用。结果表明该方法能够反映港口运营期的碳生成机理和影响, 研究成果为港口工程运营期碳排放评价提供了方法参考, 可以为分析比较港口用能设施设备的节能减排效果和开展港口运营期碳排放管理提供依据。

关键词: 港口工程; 碳排放; 评价方法

中图分类号: U653

文献标志码: B

文章编号: 2095-7874(2025)07-0097-06

doi: 10.7640/zggwjs202507014

Evaluation method and case study on carbon emission evaluation during the operation period of port engineering

CHEN Peng^{1,2}

(1. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China; 2. CCCC Green and Low Carbon Development Research Center, Beijing 100088, China)

Abstract: In order to assist in achieving the goals of energy conservation and carbon reduction in the transportation sector, and to address the shortcomings of carbon emission evaluation methods during the operation period of port engineering, based on the needs of carbon emission evaluation in port engineering, this paper delineates the scope and sources of carbon emissions according to existing domestic and international research results and the actual situation of port engineering, sorts out the key links that generate carbon emissions, clarifies data sources, calculation and level evaluation methods, and combines case studies to practical engineering application. The results indicate that this method can reflect the carbon generation process and impact during the port operation period. The research results provide a methodological reference for evaluating carbon emissions during the port engineering operation period, and can provide a basis for analyzing and comparing the energy-saving and emission reduction effects of port energy facilities and equipment, as well as for carrying out carbon emission management during the port operation period.

Key words: port engineering; carbon emission; evaluation method

0 引言

港口作为我国物流交通的重要组成部分, 是沿海沿江地区经济增长的主要动力, 同时也是主要能耗单位和碳排放源头。我国港口持续推进绿色低碳技术攻关, 探索节能降碳新技术在港口工程中的应用。在国家推进实施碳排放评价的背景下, 港口工程需要重视相关政策的要求。港口开

展碳排放评价, 不仅关系到地方节能总体目标能否实现, 也是港口企业实现自身高质量发展的需要。碳排放评价对于港口用能方案的设计评估、运行过程节能减排效果的分析、指导能源管理, 及未来开展碳排放核算和交易具有重要意义。

1 研究背景

当前, 我国工程建设领域正在深入推进碳排

放评价工作。《2024—2025 年节能降碳行动方案》(国发〔2024〕12 号)中提出,将碳排放评价有关要求纳入固定资产投资项目节能审查,对项目用能和碳排放情况开展综合评价。根据《固定资产投资项目节能审查办法》(2023 年第 2 号令)的规定,具备碳排放统计核算条件的项目,要求在节能报告中核算碳排放量、碳排放强度指标,提出降碳措施,分析项目碳排放情况对所在地完成降碳目标任务的影响。《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》(环综合〔2021〕4 号)中也提出要推动将温室气体纳入环境影响评价。推进港口在内的建设工程碳排放评价工作,实现减排降碳协同管控、构建碳排放全过程管理体系,是促进应对气候变化与环境治理协同增效,实现减污降碳源头管控的有效途径。

2 碳排放评价方法

2.1 国内外研究现状及进展

对于碳排放评价方法的研究,国外的相关工作起步较早,已经形成了较为完备的碳排放核算体系。在国家和城市的碳排放核算层面主要有联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》,目前世界各国制定本国的温室气体核算体系大多都以上述指南为准。我国已初步建立起国家、地方、行业三级温室气体统计核算体系。在碳排放计算标准方面,全球范围内主要有 3 个目前应用最为广泛的国际标准,PAS 2050: 2008《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、ISO 14067: 2018(E)《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》和《温室气体核算体系》(GHG Protocol)。《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》是世界首个针对产品碳排放的核算标准。《温室气体—产品碳足迹—量化要求和指南》根据《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》发展而来,为评估和报告产品的碳足迹提供标准方法。《温室气体核算体系》则旨在帮助企业或组织制定相应的碳减排策略。我国也已有多项产品碳排放的核算标准发布,例如 DB31/T 1071—2017《产品碳足迹核算通则》等。

对于建设工程的碳排放核算标准目前比较缺乏,欧洲标准化委员会(CEN)制定的 EN 15978: 2011《建筑工程的可持续性—建筑物环境表现评估—计算方法》从建筑的环境影响评价角度提供了

有益借鉴,我国则发布有 GB/T 51366—2019《建筑碳排放计算标准》。另外,JTS/T 163-1—2021《港口大气污染物排放清单编制技术指南 第 1 部分:集装箱码头》对集装箱码头的大气污染物排放清单和具体排放量计算方法进行了规定,为港口工程碳排放量化提供了一定的参考,标准规定集装箱码头大气污染物排放量计算应根据获取的排放源活动水平数据和大气污染物排放源的类别进行计算。

对于港口工程运营期碳排放源和碳排放计算边界,相关机构和学者提出了不同的划分。国际港口协会在其发起的世界港口气候倡议(WPCI)^[1]中将港口碳足迹涉及活动总结为道路运输车辆、非道路运输工具、建筑物、货物处理设备、固定污染源等。陈业等^[2]对电气化码头的碳排放核算边界进行了研究,提出对于高比例清洁能源供电和负荷电气化全覆盖的码头,其碳排放源仅考虑港口对外购买电力的间接排放。邓红梅^[3]将港口的碳排放源分为 3 类,包括港口活动产生的直接碳排放,港口经营用电所产生的间接碳排放和与港口业务承租人相关的其他间接来源,提出港口的碳排放主要归因于其移动源和固定源的排放,如拖轮、叉车、货物装卸设备等产生的排放。王晨等^[4]综合国内外港口建设经验,研究了燃油消耗、电力消耗等方面的因素对碳排放的影响。彭传圣^[5]根据新加坡裕廊港的碳排放研究成果,对国外港口碳排放测算范围进行了分析。杨梦楠^[6]对天津港太平洋国际集装箱码头的碳排放进行计算,提出电力是碳排放的最大来源,冷藏集装箱、岸桥、场桥和集卡是集装箱码头设备中主要的碳排放源。

对于港口工程运营期碳排放的计算方法,赵珊珊^[7]针对武汉港运营期的碳排放进行了研究分析,通过对数平均迪氏分解法(Logarithmic Mean Divisia Index Method)对其进行分解,确定各因素贡献度,辅之以定性分析的方法,研究港口碳排放影响因素的作用机理。秦娜^[8]采用系统动力学软件构建了宁波舟山港碳排放系统动力学模型。通过对不同情景的实施效果进行模拟仿真分析,为宁波舟山港制定节能减排措施和计划提供理论依据和参考意见。郭瑾等^[9]构建了能源消费视角下我国港口碳足迹测算和驱动因素分析模型,测算了港口能源结构、能源效率对单位货物吞吐量碳足迹的影响效应。梁军波等^[10]将燃料、电力、热力、自来水等作为港区碳排放的核算内容,并以集装

箱码头为例对碳排放核算进行了研究。贾远明等^[1]以《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)》为依据,参考其他行业碳排放核算方法与程序,在核算方法、核算数据等方面对港口企业的碳排放核算开展了研究。

2.2 研究内容

为满足港口工程碳排放评价工作的需要,本研究基于对目前已有成果的总结,重点针对港口工程运营期碳排放计算边界划分、碳排放源识别和数据整理、明确碳排放计算方法等主要问题展开讨论,并通过案例对成果的实施路径进行说明。研究体系框架如图 1 所示。

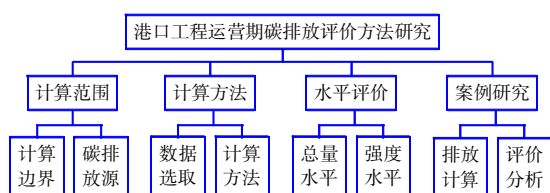


图 1 港口工程运营期碳排放评价方法研究内容

Fig. 1 Research content on carbon emission evaluation method during the operation period of port engineering

2.3 计算边界

进行港口工程运营期碳排放计算时,需要对计算边界进行界定。港口是由一定范围的水域及陆域组成的区域,根据碳排放计算区域层级及组织层级的划分,港口工程运营期碳排放计算边界主要有物理边界及运营边界 2 种。港口作为交通基础设施,物理边界与运营边界差别较大,因此在进行碳排放计算之前应先选择确定计算边界。

港口工程运营期的物理边界包括全部港口基础设施和资产所在的地理区域,按照物理边界计算有助于对港区范围内的碳排放源进行明确。运营边界则是根据港口、承租方和其他相关方的管理或者财务职责确定。港口经营包括码头和其他港口设施的经营,港口旅客运输服务经营,在港区内从事货物的装卸、驳运、仓储的经营和港口拖轮经营等。港口工程在实际运营中存在较多的作业外包,如果按照运营边界进行碳排放计算,则需要合理区分港区各经营方的排放责任,这将产生实际操作复杂,统计口径难以统一等问题。因此,本研究明确采用以物理边界划分为主,综合考虑经营范围因素进行港口工程运营期碳排放计算研究。

2.4 碳排放源识别

《温室气体核算体系》在核算企业温室气体排放时,定义了 3 类不同的碳排放源:1) 生产活动的直接排放,主要来源于燃料燃烧的排放;2) 生产活动消耗电力所产生的间接排放;3) 生产活动产生的除消耗购买电力外所产生的间接排放,此类排放源不受生产主体控制。参考上述分类方法,港口工程运营期的碳排放源也可分为 3 类:1) 港口活动产生的直接碳排放,包括集装箱码头龙门吊、传统轮胎式门式起重机、港作车辆、拖轮等通过燃油消耗产生的排放;2) 港口用电、用热所产生的间接碳排放;3) 与港口业务承租人相关的其他碳间接来源,包括租用船舶、卡车、货物装卸设备和铁路机车,运营期码头结构加固、桩基加固、设施设备更新产生的间接碳排放。

结合港口工程物理边界的计算范围,将上述排放源中位于港区物理边界以外的内容排除,如港区污水固废由外部处理的碳排放,外部集疏运卡车、铁路机车的碳排放;靠港船舶虽然在港区水域内存在碳排放,但计算时需要对航道、锚地、泊位及其他水域内的燃油量数据进行区分,实际操作难度较大,因此也不建议包含在碳排放计算范围内。港口工程运营期主要碳排放源见表 1。

表 1 港口工程运营期主要碳排放源

Table 1 Primary carbon emission sources during the operation period of port engineering

分类	描述	计算对象	
第 1 类排放源	港口消耗燃料的直接排放	装卸生产	传统轮胎式集装箱起重机、正面吊运机、跨运车、自卸汽车、牵引车、叉车、空箱堆高机、柴油卡车等
		辅助生产和附属生产	办公车、检修车、垃圾清运车、食堂炊事等
第 2 类排放源	港口消耗电力或热力的间接排放	装卸生产	岸桥、电动轮胎式集装箱起重机、智慧型引导运输车、人工智能运输机器人、装船机、卸船机、皮带机、装卸臂、岸泵、带式输送机、提升机、堆取料机、卸车机、翻车机等
		辅助生产和附属生产	客运中心、客货运场站、候工楼、生产办公楼、机修车间、库房、理货房等运营生产过程中需要消耗电力的区域范围或辅助生产设备
第 3 类排放源	在港区范围内产生的排放,但排放源不由港口控制	运营期码头结构加固、桩基加固、设施设备更新等维护工程	

注:表中列出的计算对象存在多种用能形式的可能,如运输车辆存在燃油、电力驱动、混合动力等多种形式,应根据设备的具体用能形式划分排放源类别。

2.5 数据来源

碳排放计算数据的收集根据《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》可以将计算边界内的数据划分为初级活动水平数据和次级活动水平数据。初级活动水平数据主要指通过直接测量得到的数据,可以更好地计算实际碳排放量,一般可以通过企业的生产统计报表、能耗统计表和相关台账获得。次级活动水平数据则指非直接测量所获得的数据,如公开数据库、相关专业文献及研究论文、企业内部资料、各种统计年鉴等。港口工程运营期的碳排放水平评价在工程前期需要参考相关标准规范和设计资料,进行计算参数的选取,因此属于依靠次级活动水平数据进行的研究,主要的参数指标如港口用能设备种类、设备容量、运行时间、能源类别、碳排放因子等。而当港口实际投入运营后,需要对工程实际碳排放水平进行复核时,则应该依据实际监测数据作为评价依据。港口工程投产后所需收集的碳排放计算相关数据应按照特定的技术标准、测量方法、采样频次、分析频次、测量精度等进行采集。同时,按照要求保留数据获取的相关证明文件,如燃料采购发票、技术机构化验报告等。

2.6 计算方法

港口工程的碳排放计算方法较为复杂,在具体项目的碳排放计算时,可参考已发布的其它行业的规范和文件,如《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》、GB/T 51366—2019《建筑碳排放计算标准》等,并结合本行业的生产工艺特点开展具体工作。碳排放总量计算公式如下:

$$E_{\text{sum}} = E_{\text{dir}} + E_{\text{ind}} - E_{\text{cs}} \quad (1)$$

式中: E_{sum} 为工程碳排放总量, tCO_2 ; E_{dir} 为工程消耗化石燃料燃烧活动产生的直接碳排放量, tCO_2 ; E_{ind} 为工程净购入电力和热力产生的间接碳排放量, tCO_2 ; E_{cs} 为工程范围内所含碳汇量, tCO_2 。

其中,燃料燃烧的碳排放量可通过所消耗燃料的平均低位发热量、单位热值含碳量和燃料消耗量等指标计算得到;净购入电力和热力的碳排放量则可通过排放因子法,结合已发布的因子数据进行计算;港口工程生产过程中碳排放与港口工程运营期的工艺特征密切相关,需要结合项目资料,对运营过程的能源资源消耗进行详细分析后确定。

2.6.1 直接碳排放计算

港口工程运营期直接碳排放主要来源为燃油设备在生产过程所造成的排放,其中可分为港作机械、水平运输车辆、港作船舶、生产配套设施等,港作机械如堆高机、跨运车、叉车等,水平运输车辆包括港口内部所有的燃油、燃气车辆。直接碳排放量可按式(2)计算:

$$E_{\text{dir}} = \sum_{n,i} (Qty_{n,i} \times EF_i \times FC_i) \quad (2)$$

式中: $Qty_{n,i}$ 为 i 类燃料 n 种机械设备的数量; EF_i 为 i 类燃料的碳排放因子, tCO_2/t ; FC_i 为 i 类燃料消耗量, t ; i 为机械设备的燃料类型; n 为机械设备的类型。

2.6.2 间接碳排放计算

港口工程运营期的电力消耗主要包括岸桥、场桥等生产机械设备用电,照明、办公楼、仓库、拆装箱场所、作业区等在港口运营管理过程中消耗的电力,机修、污水处理、通风、检车称重等作业操作过程中消耗的电力等。港口工程运营期的电力消耗间接碳排放量可按式(3)计算:

$$E_e = \sum_h (E_h \times EE_h) \quad (3)$$

式中: E_e 为港口工程运营阶段的电力消耗碳排放量, tCO_2 ; E_h 为 h 种用电设备的电力消耗计算量或统计量, MWh , 计算量根据工程设计资料获得,应综合考虑工程范围内用电设备的耗电量和可再生能源发电量,统计量则以电表读数、能源消费台帐或统计报表为准,等于购入电量与外销电量的净差; EE_h 为 h 种用电设备的电力碳排放因子, tCO_2/MWh ; h 为用电设备的类型。

对于港口生产及辅助、附属设施的热力消耗间接碳排放量可按式(4)计算:

$$E_t = \sum_j (H_j \times EH_j) \quad (4)$$

式中: E_t 为港口工程运营阶段的热力消耗碳排放量, tCO_2 ; H_j 为 j 种用热设备的热力消耗计算量或统计量, GJ , 计算量根据工程设计资料获得,统计量则以热力购售结算凭证、企业能源消费台帐或统计报表为依据,等于购入热力的总热量与外供热力的总热量之差; EH_j 为 j 种用热设备的热力碳排放因子, tCO_2/GJ ; j 为用热设备的类型。

2.6.3 碳汇计算

绿化碳汇是港口工程最主要的碳汇,绿色植物通过光合作用将碳固定在植物体内或土壤中,其减碳效果应在碳排放计算中扣减。绿化植被减

碳量受气候、生长环境、绿植种类、维护情况等因素影响，目前农林业已经开发相关的计算方法，例如《造林项目碳汇计量与监测指南》等。

2.7 水平评价

由于我国目前尚未发布工程建设项目碳排放评价分析的标准规范，在实际工程中，可结合地方已发布相关文件的流程要求，充分考虑港口工程特点，将国家和省级公开发布的碳排放基准作为港口工程碳排放水平评价的依据，开展项目的碳排放评价。目前可供参照的地方相关文件有《浙江省建设项目碳排放评价编制指南(试行)》、山东省《固定资产投资项目碳减排措施专篇编制大纲》、《海南省建设项目碳排放环境影响评价技术指南(试行)》等。

对于已发布碳排放增量控制目标的地区，可通过分析项目碳排放增量在所在地碳排放增量控制目标中的占比进行定量评价，计算公式为：

$$\alpha = j_p / j_s \times 100\% \quad (5)$$

式中： α 为项目年碳排放增量占所在地年碳排放增量控制目标的比例，%； j_p 为项目年碳排放增量， tCO_2 ； j_s 为项目所在地年碳排放增量控制目标， tCO_2 。

其次对建设项目的碳排放强度水平进行定量分析评价。碳排放强度水平的评价指标主要包括单位工业总产值碳排放、单位工业增加值碳排放、单位能耗碳排放等。可以依据各地区的单位碳排放强度下降目标值 $X\%$ ，对不同项目的碳排放强度水平进行分类评价，如表 2 所示。

表 2 单位碳排放强度水平分类

Table 2 Classification of unit carbon emission intensity levels

碳排放水平	单位碳排放强度
I 类	低于基准值 $X\%$ 以上(含基准值)
II 类	低于基准值 $X\%$ 以下
III 类	高于基准值

例如参照《浙江省建设项目碳排放评价编制指南(试行)》相关规定，分解到某地区的目标值取为 20%，当项目的单位碳排放强度低于基准值 20% 以上时，碳排放评价水平可以评为 I 类。

由于目前多数地区未发布碳排放控制目标，因此在具体评价中，还可通过将项目碳排放强度指标与所在地上一年度碳排放强度指标进行比较

分析，得出建设项目对所在地碳排放的影响水平。本文通过港口工程的实际案例，对碳排放水平评价的方法路径进行说明。

3 案例计算与分析

3.1 项目概况

某项目建设 6 个泊位，包括 2 个 3 万吨级多用途泊位、4 个 7 万吨级通用泊位，陆域面积 79.32 万 m^2 ，设计年通过能力 1 820 万 t。项目用能品种包括电力、柴油和液化石油气，其中柴油主要用于港作车船和水平运输设备，液化石油气用于食堂炊事。

3.2 碳排放计算

依据工程设计资料提供的相关能源数据，对项目能源消耗量进行定量分析。能源消耗量计算的基础数据来源包括：

- 1) 以项目工程可行性研究报告等技术文件为主，辅以有关工程资料和现场调研数据；
- 2) 引用相关标准和公开文献资料的数据；
- 3) 类比工程、技术和行业经验数据^[12]。

依据得到的项目年能源消耗情况，计算年碳排放量如表 3 所示。

表 3 项目年碳排放量

Table 3 Annual carbon emissions of the project

项目		年能源消耗量	碳排放量/ tCO_2
能源品种	电力	2 938.61 万 kWh	15 125.01
	柴油	498.14 t	1 566.70
	液化石油气	16.75 t	48.97
合计			16 740.68

3.3 碳排放水平评价

根据项目资料可知，该项目年营业收入为 67 956.00 万元，项目单位营业收入碳排放量为 0.25 tCO_2 /万元。项目地区单位 GDP 碳排放量如表 4 所示。

表 4 项目对所在地单位碳排放强度影响分析

Table 4 Analysis of the impact of the project on the local unit carbon emission intensity

指标类型	单位 GDP 碳排放量/($\text{tCO}_2 \cdot \text{万元}^{-1}$)
所在地基准值	0.548
所在地目标值	0.438
项目计算值	0.250

注：所在地单位碳排放强度目标值按所在地基准值下降 20% 计。

通过上述比较分析,可以看出该项目碳排放强度明显低于所在地碳排放量目标值水平,说明工程的建设对所在地完成降碳目标起到良好的作用,同时依据表2所列的单位碳排放强度水平分类,该项目的碳排放强度可评价为I类水平。

4 结语

本文研究了港口工程运营期碳排放评价的方法路径,根据港口工程实际运营情况,将碳排放计算边界以物理边界划分为主,综合考虑经营范围因素,梳理明确各类碳排放源,分别讨论港口工程各类碳源碳汇的分析方法,结合现有文件提出了碳排放水平评价方法,并通过实际案例分析了研究成果的可操作性,结果表明该方法能够反映港口运营期的碳生成机理和影响。研究成果可以为开展港口工程碳排放统计核算,进行港口设施设备的合理选用和节能降碳方案的制定,探索建立港口工程运营期的碳排放管理实施机制,提升港口碳排放管理水平提供有力的支撑。

参考文献:

- [1] World Ports Climate Initiative. Carbon footprinting for ports, guidance document draft[S]. World Ports Climate Initiative Scope 1 & 2 CO₂ Calculator, 2011.
- [2] 陈业,王大伟,于鹏飞,等.面向清洁能源消纳的电气化码头碳排放测算及影响因子研究[J].中国水运,2023(23):60-62.
CHEN Ye, WANG Da-wei, YU Peng-fei, et al. Research on carbon emission calculation and influencing factors of electrified wharf for clean energy consumption[J]. China Water Transport, 2023(23): 60-62.
- [3] 邓红梅.港口碳排放现状及减碳措施分析[J].中国水运,2021(12):98-100.
DENG Hong-mei. Analysis of carbon emissions status and carbon reduction measures in ports[J]. China Water Transport, 2021(12): 98-100.
- [4] 王晨,杨铭,吕梦杰,等.宁波港碳排放测算及低碳发展对策[J].宁波工程学院学报,2015(2):69-74.
WANG Chen, YANG Ming, LÜ Meng-jie, et al. Emission of carbon and low-carbon development for Ningbo Port[J]. Journal of Ningbo University of Technology, 2015(2): 69-74.
- [5] 彭传圣.港口碳排放核算方法—以新加坡裕廊港2010年碳足迹报告为例[J].港口经济,2012(7):5-9.
PENG Chuan-sheng. Accounting method for port carbon emissions: Taking the 2010 carbon footprint report of Jurong Port in Singapore as an example[J]. Port Economy, 2012(7): 5-9.
- [6] 杨梦楠.天津港碳排放影响因素及碳达峰预测研究[D].天津:天津理工大学,2023.
YANG Meng-nan. Research on influencing factors decomposition of carbon emission and carbon peak prediction in Tianjin Port[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2023.
- [7] 赵珊珊.武汉港碳排放分析及系统动力学仿真[D].武汉:武汉理工大学,2018.
ZHAO Shan-shan. Analysis and system dynamics simulation of carbon emission in Wuhan Port[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2018.
- [8] 秦娜.宁波舟山港碳排放系统动力学仿真分析[D].大连:大连海事大学,2023.
QIN Na. Dynamic simulation analysis of carbon emission system in Ningbo Zhoushan Port[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2023.
- [9] 郭瑾,匡海波,余方平.能源消费视角下的港口碳足迹测算和驱动因素研究[J].管理评论,2020,32(8):40-51.
GUO Jin, KUANG Hai-bo, YU Fang-ping. Study on port carbon footprint measurement and drive factors from the perspective of energy consumption[J]. Management Review, 2020, 32(8): 40-51.
- [10] 梁军波,陈睿.港口碳排放核算体系研究及应用[J].水运工程,2024(7):51-55.
LIANG Jun-bo, CHEN Rui. Research and application of port carbon emission accounting system[J]. Port & Waterway Engineering, 2024(7): 51-55.
- [11] 贾远明,李静,周亿迎.港口企业碳排放核查案例分析[J].水运管理,2018,40(10):19-22.
JIA Yuan-ming, LI Jing, ZHOU Yi-ying. Analysis on carbon emission inspection case in port enterprises[J]. Shipping Management, 2018, 40(10): 19-22.
- [12] JTS/T 106—2016,水运工程建设项目节能评估规范[S].
JTS/T 106—2016, Specifications on energy conservation assessment for port and waterway engineering[S].