

# 港航工程中的绿色港口设计与航道布局优化

吴承宇

DOI:10.32629/jphc.v7i1.18668

**[摘要]** 港航工程在现代经济中扮演着重要的角色,不仅是贸易和物流的枢纽,也对国家经济的发展和  
安全起着至关重要的作用。而港口设计与航道布局优化则是港航工程中的关键领域,其作用主要是为了  
提高港口的效率、安全性,进一步促使经济发展。

**[关键词]** 港航工程; 港口设计; 航道布局; 原则; 绿色; 方法

**中图分类号:** U652.7 **文献标识码:** A

## Green port design and channel layout optimization in port and waterway engineering

Chengyu Wu

**[Abstract]** Port and waterway engineering plays a crucial role in modern economy, serving not only as a hub for  
trade and logistics but also playing a vital role in the development and security of national economy. Port design  
and waterway layout optimization are key areas within port and waterway engineering, primarily aiming to  
enhance port efficiency and safety, thereby further promoting economic development

**[Key words]** port and waterway engineering; port design; waterway layout; principles; green method

绿色港口设计与航道布局优化是港口可持续发展的基础。因此为了适应快速变化的船舶尺寸和技术发展趋势,需要合理开展绿色港口设计与航道布局优化,从而满足未来的需求和挑战,提高港航工程的适应性和竞争力。

### 1 港航工程中的港口设计与航道布局优化意义

#### 1.1 保障船舶安全和航行顺畅

港口设计与航道布局优化也是保障船舶安全和航行顺畅的重要手段。在港口设计中,需要考虑港口进出口航道的深度、宽度和弯道的畅通程度,同时需要结合船舶的尺寸、水深、潮汐和水文条件等参数,以确保船舶能够在安全、有效的条件下进出港口。同时,通过航道布局的优化,可以降低船舶相遇和碰撞的概率,提高海上交通的安全性,并减少不必要的排队时间。

#### 1.2 提升港口吞吐量和效率

港口设计与航道布局优化的重要目标之一是提升港口的吞吐量和运输效率。通过科学的港口设计,可以合理规划港口内部的设施和设备,使其更加紧凑高效。同时,通过优化航道布局,合理分配航道资源,提高船舶的通行能力和效率,减少排队等待时间。这样不仅可以大幅提升港口货物吞吐量,加快集装箱、散杂货等货物的装卸速度,还为国际贸易提供了更为便捷的渠道。

#### 1.3 减少环境风险和维护成本

港口设计与航道布局优化还能够降低环境风险和维护成本。通过科学的港口设计,可以避免对生态环境的不良影响,减少土地资源的浪费。此外,通过合理规划航道布局,可以减少航

道的淤积和泥沙堆积、水质污染和生态系统破坏,保护海洋生态环境,降低航道维护的频率和成本。这不仅有利于港口的长期可持续发展,也有助于保护海洋生态环境和生物多样性。

### 2 港航工程中的港口设计原则

#### 2.1 安全性与可靠性原则

安全性与可靠性是港航工程中的港口设计首要原则。港口作为高风险区域,必须确保在各种操作条件下都能保持高度的安全性。设计时应考虑船舶与码头之间的安全距离,设置有效的防护设施,如防撞装置和紧急停船系统,以防止事故发生。同时,港口的结构设计应具备足够的强度和稳定性,能够抵御自然灾害如风暴、地震等的冲击。建立完善的应急响应系统和定期维护计划,确保港口设施的长期可靠运行。通过这些措施,可以最大限度地减少事故风险,保障人员和财产的安全。

#### 2.2 功能性与效率原则

在港航工程的港口设计中,功能性与效率是其必须充分考虑的原则。港口作为物流和贸易的关键节点,其设计必须确保能够高效地处理大量的货物和船舶流量。港口的布局应合理规划,确保各个功能区域如装卸区、仓储区、集散中心等相互协调,减少货物在港口内部的移动距离和时间。现代港口设计应充分利用先进的技术和设备,如自动化装卸系统、智能仓储管理等,以提高操作效率和减少人力成本。港口的规模和容量设计应与预期的货物吞吐量相匹配,避免过度投资或容量不足的问题。总之,功能性与效率的优化设计是提升港口竞争力的关键。

#### 2.3 环境适应性与可持续性原则

遵循现代港口设计中的环境适应性与可持续性原则,有助于港航工程的可持续发展。随着全球环境问题的日益严峻,港口设计必须考虑对周边生态系统的影响,并采取措施减少污染和资源消耗。设计时应选择环保材料和技术,如使用可再生能源、雨水收集系统等,以减少对环境的影响。同时,港口布局应考虑与周边社区的和谐共存,通过绿化带和生态恢复项目,提升港口的生态价值。实施严格的环保法规和监测体系,确保港口运营符合国际环保标准。

### 3 港航工程的绿色港口设计分析

#### 3.1 绿色港口设计的内涵

绿色港口设计是一种以可持续发展理念为指导的港口规划与建设模式,旨在通过科学合理的规划、设计和运营管理,最大限度地减少港口建设和运营过程中对环境的影响,同时提高资源利用效率,促进港口与周边生态环境、社会经济的协调发展。它强调在港口的全生命周期中,从规划、设计、建设到运营维护,都要充分考虑环境因素,实现经济效益、环境效益和社会效益的有机统一,为港口的长期可持续发展奠定坚实基础。

#### 3.2 绿色港口设计的规划布局

(1) 功能分区的绿色化。在港航工程的绿色港口设计中,功能分区的绿色化是实现可持续发展的关键环节。港口内部的功能区域,如作业区、仓储区、生活区等,被精心规划以减少相互干扰并提高运营效率。作业区的布局优化确保了货物装卸和运输的流畅性,减少了不必要的车辆和机械移动,从而降低了能源消耗和尾气排放。仓储区的设计则注重货物存储的高效性和安全性,采用环保材料和节能设备,降低仓储过程中的能源损耗。生活区的规划则更加注重为港口工作人员提供舒适、便捷的生活环境,同时配备完善的环保设施,如垃圾分类回收系统和雨水收集装置。(2) 空间布局的生态考量。绿色港口设计在空间布局上充分考虑了生态保护的需求。港口的建设与运营过程中,对周边自然生态系统的影响被降至最低。例如,在港口选址和建设过程中,尽量避开生态敏感区域,如湿地、珊瑚礁和候鸟栖息地等,以保护这些重要的生态资源。对于不可避免的生态影响,绿色港口设计采取了一系列生态修复措施,如建设生态护岸、人工湿地和海洋生态保护区等,以恢复和增强港口周边的生态系统功能。(3) 交通组织的绿色优化。绿色港口设计中,交通组织的绿色优化是减少港口运营对环境影响的重要措施。港口内部的交通网络通过优化设计,减少了车辆拥堵和尾气排放。例如,采用智能交通管理系统,实时监控和调度港口内的车辆和机械,提高了交通流畅性。同时,港口积极推动绿色交通工具的应用,如电动车辆、混合动力拖车等,减少了传统燃油车辆的使用。此外,港口还优化了货物运输的路线规划,通过与铁路、内河航运等多式联运方式的无缝对接,减少了货物在港口内的转运距离和时间,进一步降低了能源消耗和环境污染。

#### 3.3 绿色港口设计的实现路径

(1) 可再生能源的应用。绿色港口设计中,可再生能源的应用是实现低碳和可持续发展的关键措施之一。港口具有丰富的

自然资源,如太阳能、风能和潮汐能,这些能源可以通过分布式发电系统进行利用。例如,在港口的建筑物屋顶和开阔区域安装太阳能光伏板,能够为港口的日常运营提供清洁电力。同时,港口还可以利用风力发电系统,结合储能设备,实现能源的稳定供应。此外,港口还可以探索利用潮汐能和波浪能等海洋能源,进一步优化能源结构。通过这些可再生能源的应用,港口不仅能够减少对传统化石燃料的依赖,还能显著降低碳排放,提升港口的环境友好性。(2) 能源效率提升措施。提升能源效率是绿色港口设计的重要环节,涉及多个方面的技术创新和管理优化。首先,港口可以采用高效的节能设备,如LED照明系统和节能型电动机。例如,山东港口集团通过全面推广LED照明和智能照明控制系统,显著降低了能耗。其次,港口在装卸作业中广泛采用电力驱动设备,替代传统的燃油设备,不仅提高了作业效率,还减少了尾气排放。此外,港口还可以通过优化作业流程和设备调度,减少设备的空载运行时间,进一步提高能源利用效率。通过这些措施,港口能够有效降低单位吞吐量的能耗,实现绿色低碳运营。(3) 能源管理系统的智能化。智能化的能源管理系统是绿色港口设计的重要支撑。通过引入先进的信息技术,港口能够实现能源的实时监控和优化调度。例如,港口可以建立综合能源管理系统,对港口内的能源生产、传输和使用进行全生命周期管理。该系统能够实时监测能源消耗情况,通过数据分析和优化算法,自动调整能源分配,确保能源的高效利用。此外,智能化系统还可以与港口的生产管理系统集成,实现设备运行与能源供应的协同优化。例如,通过智能调度系统,港口可以根据船舶的靠港时间和作业需求,合理安排岸电设施的使用,进一步降低船舶靠港期间的碳排放。

### 4 港航工程的航道布局优化策略

#### 4.1 确定航道宽度与深度

航道宽度与深度的确定是航道布局优化的关键因素。合理的航道尺寸能够确保船舶安全、高效地通行。航道宽度的设计应考虑船舶的最大尺寸和航行速度,确保在各种天气条件下都有足够的空间进行安全操纵。同时,航道的深度应与船舶的吃水深度相匹配,避免搁浅风险。设计时应综合考虑航道的使用频率、船舶类型和未来的发展需求,通过科学的水文测量和模拟分析,确定最佳的航道尺寸。航道的维护和疏浚工作也是确保航道持续适航的重要环节。

#### 4.2 整合航道标志与导航系统

航道标志与导航系统的整合是提升航道安全性和效率的重要策略。现代航道设计应充分利用先进的导航技术和设备,如电子海图、自动识别系统(AIS)等,为船舶提供精确的导航信息。航道标志的设计应清晰、一致,确保在各种能见度条件下都能被船舶识别。同时,建立完善的航道信息管理系统,实时更新航道状况和天气信息,为船舶提供及时的航行建议。通过这些措施,可以显著提高航道的导航精度,减少航行风险,提升航道的整体运营效率。

#### 4.3 创新航道维护与管理

航道维护与管理的创新是确保航道长期稳定运行的关键。随着航运业的发展,航道的维护工作面临着越来越多的挑战。创新的管理策略应包括定期进行航道疏浚和维护,确保航道的深度和宽度符合设计标准。同时,采用先进的监测技术,如水下机器人和遥感技术,实时监控航道状况,及时发现和处理问题。建立跨部门的协作机制,整合航道管理资源,提高维护效率。通过这些创新措施,可以确保航道始终处于最佳状态,为船舶提供安全、高效的航行环境。

## 5 港航工程中的绿色港口设计与航道布局优化方法

### 5.1 收集分析数据

数据收集是港口设计与航道布局优化研究的第一步,它包括收集有关港口、水文、地理、交通、环境等方面的数据。数据可以通过现场调查、遥感技术、测量仪器以及历史记录等方式获取。收集到的数据需要进行整理、存储和处理,以建立完整的数据集。基于这些数据,可以对港口和航道进行深入的分析,了解港口所面临的问题和需求。

### 5.2 构建仿真模型

基于收集到的数据和实际情况,可以建立港口设计与航道布局优化的数学模型和仿真模型。数学模型可以通过数学公式、优化算法等方式构建,用于分析和求解港口设计与航道布局优化的问题。例如,可以建立航道通行能力模型、港口效率模型等,来评估不同方案的可行性和效果。仿真模型可以通过计算机技术进行模拟,用于模拟港口和航道的运营情况,以评估不同方案在实际场景中的表现。

### 5.3 实验室试验和现场验证

实验室试验是在受控环境下进行港口设计与航道布局优化研究的一种方法。其中,模型试验是常见的实验室试验方式之一。使用比例缩小的港口和航道模型,可以对不同方案进行验证和分析。通过对流场、波浪和潮流等因素的模拟,可以评估不同方案的港口通航能力、水动力性能和水池阻力等关键指标。此外,还可以利用水池试验设备进行对港口结构和航道设施的受力、稳定性等方面的试验研究。现场验证是将实验室研究成果与实际港口和航道工程相结合的重要环节。通过实地调查、实

测数据和监测手段,可以对港口设计与航道布局优化方案进行实际验证和效果评估。这包括对港口运营数据的收集和分析,如船舶进出港口的吞吐量、行驶轨迹、时间延误等信息。同时,还可以通过现场监测系统对港口和航道的运行情况进行实时、连续的监测,以量化和评估方案的效果。此外,还可以借助无人机、潜水器等新技术手段,对水域地形和底质等进行测量和观测。

### 5.4 综合评估和方案优化

在港口设计与航道布局优化研究中,需要进行综合评估和方案优化,以选择最佳的港口设计和航道布局方案。综合评估可以基于多个指标,包括吞吐量、效率、安全性、环境影响等方面,对不同方案进行综合评价,从而确定其优劣势。方案优化可以通过引入优化算法、多目标规划等手段,寻求最优解或非劣解,以满足不同利益相关方的需求和要求。

## 6 结束语

综上所述,绿色港口设计与航道布局优化是港航工程实现可持续发展的必然选择。其中绿色港口设计不仅能够有效减少港口运营对环境的负面影响,还能提升港口的经济效益和社会形象;并且航道布局的优化可以不断提升效率、安全性和环保性。这将为港航工程建设的可持续发展和海上交通的畅通作出重要贡献。

### [参考文献]

- [1]姚令燕.港口水域航道合理规划的具体设计实施分析[J].科技资讯,2019,17(16):54+56.
- [2]张国云.绿色港口运营评价方法及应用研究[J].中国航务周刊,2025,(05):48-50.
- [3]彭湃,王宇.集装箱码头港口绿色设计及评价研究[J].船舶物资与市场,2020,(06):95-96.
- [4]谭凤,马小江,李大功,等.绿色港口规划设计思路[J].水运工程,2021,(10):104-110.
- [5]曾文星.港口码头设计与建设工程管理研究[J].现代工程科技,2024,3(5):117-120.