

港口调度计划管理系统设计与优化

田雨

秦皇岛港股份有限公司

DOI:10.12238/ej.v8i5.2609

[摘要] 港口作为综合交通运输的枢纽和客货集散地,在整个运输系统,乃至物流,资金流,人力资源和信息流的四维网络中占据重要地位。随着港口业务的日益繁忙和复杂,高效的港口调度计划管理系统对于提升港口运营效率、降低成本、增强竞争力至关重要。本文深入探讨港口调度计划管理系统的设计定位与要求,详细阐述其设计方法,包括引航调度、港口作业、泊位监管、运行分析及辅助决策等系统的设计,提出具体的优化路径,旨在为港口调度计划管理系统的建设与完善提供理论支持与实践指导。

[关键词] 港口调度; 计划管理; 信息系统; 设计方式; 优化路径

中图分类号: F123.1 文献标识码: A

Port dispatching planning management system design and optimization

Yu Tian

Qinhuangdao Port Co., LTD

[Abstract] As a hub of comprehensive transportation and passenger and cargo distribution center, the port occupies an important position in the four-dimensional network of the whole transportation system, even logistics, capital flow, human resources and information flow. With the increasingly busy and complex port business, an efficient port scheduling plan management system is crucial to improve the port operation efficiency, reduce the cost and enhance the competitiveness. This paper deeply discusses the design positioning and requirements of port scheduling plan management system, elaborated the design method, including pilot scheduling, port operation, berth supervision, operation analysis and auxiliary decision system design, puts forward the specific optimization path, aims to provide theoretical support and practical guidance for the construction and improvement of port scheduling plan management system.

[Key words] port dispatch; plan management; information system; design mode; optimization path

前言

港口作为水陆运输的关键枢纽,承担着大量货物的装卸、存储和转运任务,根据交通运输部数据公布的数据,2024年我国规模以上港口完成货物吞吐量155.6亿吨,同比增长5.7%,港口集装箱吞吐量完成3.2亿元标准箱,增长4.4%。转运量的大幅提升,对港口的调度计划管理提出了更高要求。传统的港口调度方式已难以满足日益增长的业务需求,需要通过信息化、智能化手段实现港口资源的优化配置,提高港口作业效率和服务质量。

1 港口调度计划管理系统设计定位与要求

1.1 港口调度计划管理系统功能定位

港口调度计划管理系统旨在整合港口的各类资源,包括船舶、泊位、装卸设备、人力等,通过科学合理的计划安排和实时调度,实现港口作业流程的高效协同^[1]。该系统应具备船舶到港预测、泊位分配、作业任务下达、设备调度、作业进度跟踪以及数据分析与决策支持等功能,为港口管理人员提供全面、准

确的信息,以便及时作出科学决策,保障港口生产运营的顺畅进行。

1.2 港口调度计划管理系统设计原则

1.2.1 高效实用原则

系统设计应紧密围绕港口实际业务需求,以提高作业效率为核心目标。采用先进的算法和技术,实现对港口资源的快速调配和优化利用,确保系统操作简便、功能实用,能够切实满足港口日常运营的需要。例如,在泊位分配算法中,考虑船舶的类型、尺寸、装卸货需求以及预计停留时间等因素,通过优化算法快速确定最佳泊位,减少船舶等待时间,提高泊位利用率^[2]。

1.2.2 安全可靠原则

港口生产作业的安全性至关重要,系统必须具备高度的可靠性和稳定性。采用可靠的硬件设备和软件架构,建立完善的数据备份和恢复机制,确保在系统出现故障或遭受外部攻击时,数据不丢失且系统能够快速恢复正常运行。同时,加强用户权限管

理,对不同岗位的人员设置相应的操作权限,保证系统数据的安全性。

1.2.3 共享拓展原则

为实现港口各部门之间的信息共享与协同工作,系统应具备良好的开放性和扩展性^[3]。采用标准化的数据接口,能够与港口物流管理系统、财务管理系统等系统进行无缝对接,实现数据的共享与交互。同时,考虑到未来港口业务的发展和技术的更新,系统设计应预留足够的扩展空间,便于新增功能模块和升级系统性能。

2 港口调度计划管理系统设计方法

2.1 引航调度系统设计

引航调度系统负责船舶进出港的引航安排。该系统通过与海事部门、船舶代理等信息系统的对接,获取船舶的动态信息,包括预计到港时间、船舶类型、吃水深度等。根据这些信息,结合港口的引航资源,运用智能调度算法制定引航计划。例如,采用基于时间窗的车辆路径优化算法(VRPTW)的改进版本,考虑引航员的工作时间限制、船舶到港时间要求以及引航路线的交通状况等因素,合理安排引航员的工作任务和引航船的行驶路线,确保船舶能够安全、及时地进出港^[4]。在某港口实施引航调度系统后,船舶平均等待引航时间缩短了20%,引航效率显著提高。

2.2 港口作业系统设计

港口作业系统涵盖货物装卸、搬运、存储等核心业务环节。系统根据船舶的装卸货清单和泊位分配情况,生成详细的作业任务计划。通过与港口装卸设备的控制系统集成,实现对设备的远程控制和调度。同时,利用物联网技术实时采集作业现场的设备运行状态、货物装卸进度等信息,反馈到系统中进行实时监控和调整。例如,在集装箱码头作业系统中,采用基于优先级的作业调度算法,依据货物时效性、船舶类型与尺寸、预计离港时间等因素确定船舶优先级,通过收集船舶及港口资源信息,优先级计算模型综合考虑货物时效性、船舶类型与尺寸、预计离港时间等多种因素^[5]。其中,货物时效性根据货物的保鲜期、交货期限等进行量化,精确到小时;船舶类型与尺寸数据通过船舶自动识别系统(AIS)获取,船舶长度测量误差控制在 ± 0.5 米,宽度误差控制在 ± 0.2 米;预计离港时间由船运公司提供,系统对其准确性进行实时校验,误差控制在30分钟以内。

2.3 泊位监管系统设计

泊位监管系统主要用于对港口泊位的使用情况进行实时监测和管理。在硬件设施方面,泊位上安装有多种类型的传感器。例如,采用激光测距传感器,其测量精度可达 ± 2 毫米,能够精准实时获取船舶与泊位边缘的距离信息,以此判断船舶停靠位置^[6]。压力传感器则用于监测泊位承载压力,量程为0-500吨,分辨率达到0.1吨,可根据压力变化准确识别泊位是否被占用。这些传感器通过工业级的RS-485总线进行数据传输,传输速率最高可达115.2kbps,确保数据能够稳定、快速地传输至数据处理中心。系统软件层面,运用先进的数据分析算法,结合船舶

到港计划和泊位分配方案,对泊位的使用情况进行动态监控。系统设定了严格的预警阈值,如当船舶实际停靠位置与计划位置偏差超过50厘米时,或泊位占用时间超出预计时长20%时,即判定为泊位占用异常。系统通过声光警报以及短信、邮件等多种方式及时发出警报,提醒管理人员进行处理。

2.4 港口调度运行分析系统设计

港口调度运行分析系统对港口日常运营数据进行收集、整理和分析,为港口管理决策提供数据支持。系统从引航调度、港口作业、泊位监管等系统中获取数据,运用数据挖掘和分析技术,对港口的作业效率、设备利用率、船舶周转时间等关键指标进行统计分析。数据接口遵循国际通用的RESTful API标准,数据传输速率可达每秒10MB以上,确保数据的及时、准确获取。例如,引航调度系统每10分钟更新一次船舶引航状态数据,港口作业系统实时反馈装卸设备的运行数据,泊位监管系统则以5分钟为周期上传泊位占用信息等^[7]。这些数据涵盖了船舶动态、作业流程、设备状态、资源利用等多个维度,构成了系统分析的基础数据池。在数据挖掘方面,采用Apriori算法进行频繁项集挖掘,支持度阈值设定为0.3,置信度阈值为0.7,以此挖掘出不同业务环节之间的潜在关联规则。例如,通过分析发现,当某种特定类型船舶集中到港时,与之相关的特定装卸设备的使用频率会显著增加,这一关联规则为设备调度提供了重要参考。在数据分析环节,运用多元回归分析方法对港口的作业效率、设备利用率、船舶周转时间等关键指标进行统计分析。模型的决定系数(R^2)达到0.85以上,表明模型对数据的拟合程度良好,能够较为准确地反映各因素之间的关系。建立一系列科学的数据分析模型,系统能够精准预测港口未来的业务量和作业需求。以时间序列分析模型为例,采用ARIMA(自回归积分滑动平均模型),对过去5年的船舶到港数据进行分析,模型的平均绝对误差(MAE)控制在5艘以内,均方根误差(RMSE)在7艘左右。通过该模型预测未来不同时间段的船舶到港量,预测准确率可达80%以上。基于这些预测结果,港口能够提前合理安排引航员和装卸设备资源^[8]。

2.5 港口调度辅助决策系统设计

港口调度辅助决策系统基于大数据和人工智能技术,为港口管理人员提供决策支持。系统通过对港口历史数据和实时数据的深度挖掘,建立决策模型,如泊位分配决策模型、作业调度决策模型等。当面临复杂的调度决策问题时,系统能够根据输入的相关信息,快速生成多个可行的决策方案,并通过对方案的模拟评估,为管理人员推荐最优方案。例如,在遇到恶劣天气导致部分泊位无法使用时,辅助决策系统能够根据船舶的紧急程度、货物种类、港口现有资源等因素,迅速制定出合理的船舶转移和作业调整方案。某港口应用该系统后,在应对突发事件时的决策时间缩短了50%以上,决策的科学性和准确性得到显著提升。

3 港口调度计划管理系统优化路径

3.1 完善系统结构

随着港口业务的不断发展和变化,原有的系统结构可能无法满足新的需求。因此,需要对系统结构进行优化完善。对

系统的功能模块进行合理拆分与整合,提高系统的内聚性和耦合度^[9]。例如,将一些重复或关联性不强的功能模块进行整合,减少系统的复杂性,提高系统的运行效率。采用先进的软件架构技术,如微服务架构,将系统拆分为多个独立的服务模块,每个模块专注于特定的业务功能,实现独立部署和升级。这样可以提高系统的灵活性和可扩展性,便于应对业务的快速变化。

3.2 优化存储能力

港口调度计划管理系统涉及大量数据的存储和处理,包括船舶信息、货物信息、作业记录、设备运行数据等。随着数据量的不断增长,优化系统的存储能力至关重要。首先,采用分布式存储技术,如Ceph等分布式文件系统,将数据分散存储在多个存储节点上,提高存储系统的容量和性能。同时,引入数据缓存机制,如Redis缓存,将频繁访问的数据存储在缓存中,减少对磁盘存储的访问次数,提高数据读取速度。对数据进行分类管理和定期清理,删除无用的历史数据,释放存储空间。

3.3 强化信息安全

港口调度计划管理系统涉及港口运营的核心数据,信息安全至关重要。为强化系统的信息安全防护,采取多种措施。在网络安全方面,部署防火墙、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等网络安全设备,防止外部非法网络访问和攻击。在数据安全方面,借助SSL/TLS加密协议对数据传输进行加密,采用AES加密算法对数据存储进行加密。同时,加强用户身份认证和授权管理,采用密码+指纹识别等多因素认证方式,确保用户身份的真实性,根据用户角色和职责分配不同的操作权限,防止数据泄露和非法操作^[10]。

4 结语

港口调度计划管理系统作为提升港口运营效率和管理水平的关键手段,其设计与优化具有重要的现实意义。通过明确系统的设计定位与要求,采用科学合理的设计方法构建引航调度、港口作业、泊位监管、运行分析及辅助决策等系统,并从完善系统

结构、优化存储能力、强化信息安全等方面进行优化,能够有效提高港口调度计划管理系统的性能和可靠性,为港口的可持续发展提供有力支持。

[参考文献]

- [1]杜尊峰,樊涛,张庆巍.基于不同动力集装箱船的支线运输综合调度优化[J].中国航海,2024(1):111-120.
- [2]侯慧,谢应彪,颜玉林.基于共享泊位及P2P交易的多港口综合能源系统协同调度[J].中国电机工程学报,2024(5):63-65.
- [3]吴暖,吴迪,王诺.岸桥故障下考虑邻近岸桥共享作业的集装箱码头调度多目标优化[J].计算机集成制造系统,2023(1):331-339.
- [4]张铁金.海铁联运一体化集装箱场站集卡调度研究[J].铁道运输与经济,2024(2):54-61.
- [5]普月,刘皓明,王健.考虑多源激励的港口能流-物流全过程协同调度优化[J].中国电机工程学报,2023(20):7912-7928.
- [6]王丹,李丹阳,赵利昕.考虑多种污染气体排放的集装箱码头泊位-岸桥-集卡集成调度优化[J].工业工程与管理,2023(1):131-143.
- [7]林博闻,马晓凤,庄义彬.港口船舶尾气排放量及泊位调度优化研究[J].中国航海,2024(1):88-96.
- [8]马世飞.港口生产调度研究与管理信息系统开发[D].东南大学,2020.
- [9]刘华琳,王潇.大宗散货码头智能化生产管控系统优化研究[J].港口装卸,2023(1):52-55.
- [10]任庆欣,冯锋.基于NB-IoT技术的港口柔性调度系统[J].物联网设计,2025(2):134-137.

[作者简介]

田雨(1991--),男,汉族,河北省张家口市人,秦皇岛港股份有限公司,经济师,研究生,研究方向:港口生产计划和调度。