

智慧港口背景下监控系统的设计与应用研究

杨惠

河北港口集团第二港务分公司

DOI:10.32629/pe.v4i1.19052

[摘要] 随着我国智慧港口建设深入推进,港口作为全球供应链核心节点的战略地位愈发凸显,安全运营与高效管理成为行业核心诉求。港口监控系统已从传统视频监控向“感知-分析-决策-联动”一体化智能监控体系升级。本文结合港口作业环境特殊性,分析监控系统核心需求与现存问题,重点探讨智能监控系统“感知层-网络层-平台层-应用层”四层架构设计、关键技术应用及实际场景价值,展望未来发展趋势,为智慧港口监控体系优化建设提供参考。

[关键词] 智慧港口; 监控系统; 智能感知; 视频分析; 联动预警

中图分类号: X924.3 **文献标识码:** A

Design and Application Research of Monitoring System in the Background of Smart Port

Hui Yang

Second Port Company of Hebei Port Group, Haigang District

[Abstract] With the advancement of smart port development in China, ports have become pivotal nodes in global supply chains, making safe operations and efficient management critical industry priorities. Port monitoring systems have evolved from traditional video surveillance to an integrated intelligent monitoring framework encompassing "perception, analysis, decision-making, and coordination." This paper examines the core requirements and existing challenges of monitoring systems in the context of port-specific operational environments. It focuses on the four-layer architecture design of intelligent monitoring systems (perception layer, network layer, platform layer, and application layer), explores key technology applications and practical scenario value, and outlines future development trends to provide insights for optimizing smart port monitoring systems.

[Key words] smart port; monitoring system; intelligent sensing; video analysis; linked early warning

1 引言

1.1 研究背景

港口承担着货物集散、装卸运输、仓储流转等核心功能,其运营效率与安全水平直接影响区域经济发展与国际贸易畅通。近年来,我国港口建设规模持续扩大,自动化码头、无人堆场等智慧化场景逐步落地,作业机械化、智能化程度显著提升,但也面临更为复杂的安全风险与管理挑战。传统港口监控以人工值守、被动录像为主,存在监控盲区多、响应速度慢、数据利用率低等问题,已难以满足智慧港口全天候、全方位、智能化安全管控与高效运营需求。因此,构建融合先进技术的智能港口监控系统,成为推动港口智慧化转型、保障安全稳定运营的必然选择^[1]。

1.2 研究意义

1.2.1 安全层面: 实现港口人员、设备、货物及周边环境全方位监测,及时识别安全隐患与突发事件,降低火灾、碰撞、盗窃等事故发生率。

1.2.2 效率层面: 通过智能分析技术自动统计作业数据、优化流程,减少人工干预成本,提升货物装卸、船舶靠泊、车辆调度等环节运营效率。

1.2.3 管理层面: 整合多维度监控数据,形成可视化管理平台,为管理人员提供精准决策依据,推动港口管理从“经验驱动”向“数据驱动”转变,助力智慧港口建设落地^[1]。

2 港口监控系统的核心需求与现存问题

2.1 核心需求

2.1.1 全方位覆盖需求: 港口涵盖码头前沿、堆场、仓库、办公区等多个区域,场景复杂且跨度大,需实现监控无盲区,兼顾陆地与高空场景监测。

2.1.2 全天候运行需求: 港口作业多为24小时不间断进行,监控系统需具备夜间、暴雨、大雾、大风等恶劣天气下的稳定监测能力,确保监控数据不中断。

2.1.3 智能分析需求: 自动识别人员违规(闯入危险区域、未

佩戴安全防护装备)、设备异常(起重机故障、车辆违规行驶)、货物异常(堆放倾斜、丢失)等情况并实时预警,提升隐患识别及时性与准确性^[2]。

2.1.4多系统联动需求:与港口消防系统、安防门禁系统、调度系统等实现数据互通与联动响应,在突发事件发生时快速启动应急处置流程。

2.1.5数据存储与追溯需求:监控数据需长期稳定存储,支持快速检索与追溯,为事故调查、责任认定提供可靠依据。

2.2现存问题

2.2.1传统监控技术滞后:部分港口仍采用模拟摄像头或低清网络摄像头,图像清晰度不足,夜间及恶劣天气下监控效果差;航道、高空作业区域等关键场景存在监控盲区,难以满足智能分析需求^[3]。

2.2.2智能化程度较低:多数港口监控系统以“录像回放”为主,缺乏智能分析功能,依赖人工实时盯屏排查隐患,效率低下且易遗漏关键信息。

2.2.3数据整合能力不足:现有监控系统多为分散建设,视频监控、环境监测、设备监测等数据孤立存储,未形成统一管理平台,数据利用率低,无法为综合决策提供支撑^[4]。

2.2.4联动响应机制不完善:监控系统与消防、安防、调度等系统缺乏有效联动,突发事件发生时需人工手动触发应急流程,响应速度慢,易延误最佳处置时机。

2.2.5运维管理难度大:港口监控设备数量庞大且分布分散,传统人工运维模式难以实时掌握设备运行状态,故障排查与维修效率低,影响监控系统稳定运行。

3 智能港口监控系统的整体架构设计

结合港口监控核心需求,智能港口监控系统采用“分层架构、集中管控、分布式部署”设计思路,整体分为感知层、网络层、平台层与应用层四个部分,各层级协同工作,实现港口监控智能化、一体化管理,既保证各层级功能独立性,又通过数据互通实现整体效能最大化,符合智慧港口建设理念^[1]。

3.1感知层

感知层是监控系统数据采集核心,负责获取港口多维度监控信息,为系统智能分析与预警提供基础,根据港口不同场景特性精准配置设备。

3.1.1视频感知设备:在港口各关键区域部署高清网络摄像头、红外摄像头、热成像摄像头、球机摄像头及高空瞭望摄像头,实现人员、车辆、设备、货物的全场景可视化监测。

3.1.2环境感知设备:部署温湿度传感器、烟雾传感器、气体传感器(检测易燃易爆气体、有毒气体)、风速风向传感器、水位传感器等,实时监测港口环境参数,识别火灾、气体泄漏、水位异常等环境风险。

3.1.3设备状态感知设备:在起重机、装载机、输送机等作业设备上安装振动传感器、温度传感器、位移传感器等,实时采集设备运行数据;在船舶、港口车辆上安装GPS/北斗定位设备,实现位置实时追踪与故障隐患监测。

3.1.4人员感知设备:在办公区、危险作业区域部署门禁读卡器、人脸识别设备,管控人员进出权限;为作业人员配备集成定位、一键报警功能的智能安全帽,实时掌握人员位置及安全状态。

3.2网络层

网络层负责将感知层采集的各类数据传输至平台层,是系统数据流通的关键通道,需保障数据传输稳定性、实时性与安全性。

3.2.1传输网络构建:采用“光纤+无线”融合传输方式,固定区域通过光纤网络保障高清视频及大数据量稳定传输;作业车辆、船舶等移动终端通过5G、Wi-Fi6无线网络实现数据实时上传,满足移动场景传输需求,实现全场景网络覆盖^[2]。

3.2.2网络安全保障:部署防火墙、入侵检测系统、数据加密设备等,对传输数据进行加密处理;划分独立监控网络网段,与港口办公网络、作业网络隔离,防范网络攻击与数据泄露,确保监控系统网络安全。

3.3平台层

平台层是智能港口监控系统核心中枢,负责数据存储、智能分析、数据整合与系统管控,实现全港口监控资源集中管理。

3.3.1数据存储模块:采用“本地存储+云端备份”混合存储架构,本地部署磁盘阵列存储高清视频及关键数据,满足实时访问需求;通过云端存储实现数据异地备份,防止数据丢失。

3.3.2智能分析模块:基于人工智能、计算机视觉技术构建智能分析算法模型,自动识别异常情况并生成预警信息,是实现监控系统从“被动录像”到“主动预警”转型的核心^[5]。

3.3.3数据整合模块:整合感知层采集的视频数据、环境数据、设备数据、人员数据等多维度信息,建立统一数据中台,实现数据标准化处理与共享,为应用层提供数据支撑,打破“信息孤岛”,保障港口精细化管理^[4]。

3.4应用层

应用层面向港口管理人员、作业人员、安保人员等不同用户群体,提供多样化监控应用服务,实现监控数据价值转化。

3.4.1安全监控应用:通过可视化监控平台实时查看港口各区域状态,智能分析模块识别异常情况,实现隐患实时预警与快速响应。

3.4.2作业调度应用:实时监测船舶靠泊状态、货物装卸进度、车辆调度情况,自动统计作业数据并生成报表,为调度人员提供决策依据,推动港口作业从“经验调度”向“数据调度”转变,提升运营效率^[1]。

3.4.3设备运维应用:实时监测作业设备运行状态,及时发现故障隐患并预警,保障作业连续性。

3.4.4数据追溯应用:支持按时间、地点、事件类型等条件快速检索监控数据,实现数据追溯,为事故调查、责任认定、合规检查提供可靠依据。

4 智能港口监控系统的关键技术应用

4.1人工智能与计算机视觉技术

人工智能与计算机视觉技术是智能港口监控系统的核心技术支撑,涵盖目标检测、行为分析、图像识别等技术。通过深度学习算法模型,自动识别港口人员、车辆、设备、货物等目标异常,如未佩戴安全防护装备、车辆违规行驶、货物堆放倾斜等,实现从“被动监控”到“主动预警”的转变,大幅提升监控系统智能化水平,减少人工干预,是系统核心竞争力所在。

4.2 5G技术

5G技术以高带宽、低时延、广连接特性,为智能港口监控系统提供稳定高效的网络支撑^[2]。高带宽满足高清视频、全景视频实时传输需求,为智能分析算法提供高质量图像数据;低时延实现智能分析预警信息快速传递与多系统联动响应,缩短突发事件处置时间;广连接支持港口海量感知设备同时接入,实现全场景、全方位监控数据采集,保障系统智能化运行。

4.3 物联网(IoT)技术

物联网技术通过将港口感知设备、作业设备、终端设备等互联互通,构建全面感知网络,实现港口多维度数据实时采集^[3]。系统可实时获取设备运行状态、环境参数、人员位置、货物信息等数据,为智能分析、作业调度、设备运维提供数据支撑,推动港口监控从“单点监测”向“全域感知”升级。

4.4 大数据与云计算技术

大数据技术对港口监控系统采集的海量数据进行清洗、分析与挖掘,提取作业效率趋势、安全风险分布、设备故障规律等有价值信息,为管理人员提供精准决策依据^[4]。云计算技术为监控数据提供弹性存储与高效计算能力,通过云端平台实现监控数据集中管理与共享,降低系统建设与运维成本。

4.5 地理信息系统(GIS)技术

地理信息系统(GIS)技术将港口地理空间信息与监控数据相结合,构建可视化港口监控地图,实现监控数据空间化展示与精准管控,提升港口管理直观性与高效性。

5 智能港口监控系统的发展趋势

5.1 技术融合深度化

人工智能、5G、物联网等技术深度融合,推动监控体系向“感知精准、分析智能、联动高效”升级。

5.2 管理决策智能化

基于大数据与AI算法深度应用,监控系统从“数据采集-预警”向“数据挖掘-决策辅助”升级,通过分析历史数据挖掘安

全风险规律、优化作业流程参数,为港口长期运营规划、资源配置调整提供精准决策建议,推动管理从“数据驱动”向“智能驱动”转变,助力智慧港口全流程智能化运营。

5.3 系统运维自主化

引入机器人流程自动化(RPA)与智能运维算法,实现监控设备自主巡检、故障自动诊断与远程修复,降低人工运维依赖,提升系统运维效率与稳定性,保障监控系统7×24小时不间断稳定运行。

6 结论

传统港口监控系统已无法适配智慧港口发展需求,融合先进技术的智能监控系统是必然选择。本文通过分析港口监控核心需求与现存问题,设计“感知层-网络层-平台层-应用层”四层架构智能监控系统,明确各层级核心功能与设备配置,阐述人工智能、5G、物联网等关键技术的应用价值。实践表明,该系统能大幅提升港口安全管控能力、运营效率与管理水平,为智慧港口建设提供有力支撑。未来,智能港口监控系统将向技术融合深度化、监控场景全域化、管理决策智能化、系统运维自主化方向发展,进一步赋能智慧港口高质量发展。后续研究可聚焦复杂恶劣环境下的智能感知技术优化,以及多系统联动的应急处置流程完善,不断提升系统实用性与可靠性。

[参考文献]

[1]张健.智慧港口安防监控系统的设计与实现[J].中国水运,2022(08):102-104.

[2]李刚,王磊.基于5G与AI的港口智能监控系统研究[J].港口科技,2021(11):23-27.

[3]陈宇.物联网技术在港口监控系统中的应用探析[J].航海技术,2020(06):68-70.

[4]王强,刘敏.大数据背景下港口监控数据的分析与应用[J].计算机工程与应用,2019,55(S1):289-292.

[5]Zhang Y, Li H. Research on Intelligent Monitoring System of Port Based on Computer Vision[J]. Journal of Coastal Research, 2022, 136(S1):456-459.

作者简介:

杨惠(1994-),女,汉族,河北省秦皇岛市昌黎县人,本科,电气工程师,从事的研究方向或工作领域:电气管理员。