

智慧港口管理信息系统研究

曹兰娟^{1,2}

1. 浙大宁波理工学院机电与能源工程学院, 宁波 315100
2. 武汉理工大学安全科学与应急管理学院, 武汉 430070

摘要: 随着大数据和人工智能的发展, 对港口管理提出了更高的要求。为提高港口运营效率、增加客户满意度、提升港口核心竞争力, 本文基于物联网和大数据技术, 构建了以物流供应链服务云平台、智慧大数据客户服务平台、智慧码头平台以及数据处理中心等“四位一体”的智慧港口管理信息系统, 以宁波舟山港为例总结了传统港口向智慧港口转变的现实意义, 为港口行业的发展指明了方向。

关键词: 智慧港口; 管理信息系统; 物联网

Research on Intelligent Port Management Information System

Lanjuan Cao^{1,2}

1. School of Electromechanical and Energy Engineering, NingboTech University, Ningbo 315100, China
2. School of Safety Science and Emergency Management, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China

Abstract: With the development of big data and artificial intelligence, higher requirements are put forward for port management. In order to improve the efficiency of port operation, increase customer satisfaction and enhance the core competitiveness of the port, this paper, based on the Internet of Things and big data technology, has built a “four in one” smart port management information system with logistics supply chain service cloud platform, smart big data customer service platform, smart dock platform and data processing center. Taking Ningbo Zhoushan Port as an example, this paper summarizes the practical significance of the transformation from a traditional port to a smart port, and points out the direction for the development of the port industry.

Keywords: smart port; management information system; Internet of Things

0 引言

港口在世界贸易中发挥着巨大的作用。而随着时代的发展, 传统的港口管理模式已经无法适应大数据和人工智能等新技术的发展, 港口运行方式亟待转变。放眼世界, 许多著名的世界港口都在竞争中寻求改变, 如新加坡港、上海洋山港、宁波舟山港等。从智能化向智慧化的转变是提高港口竞争力的重点, 也是未来港口发展的主流方向。智慧化港口的建设对于突破传统管理模式港口信息化、智能化、自动化水平低下, 优化资源配置, 形成连接各企业、各行业的全面的发展平台等各个方面都具有重要的意义。

现今对于智慧港口的研究并不成熟, 由于暂未形成统一的标准和完整体系, 部分走在世界前列的港口结合了自身条件进行尝试, 形成了具有自身特色的管理模式。“一带一路”国家级顶层合作倡议的发展, 推动了港口发展目标及定位的转变^[1]。如今的这一行业开始将注意力放在 5G、大数据、智能感知等技术上, 并建立数字化、智能化的“智慧型”信息枢纽, 力图实现港口数字化建设“质”的转变。

针对智慧港口这一概念, 国内外学者都进行了研究。陶德馨^[2]、袁玉祥^[3]等认为智慧港口是通过信息物理系统来搭建基础的框架, 利用现代新型的信息处理技术如物联

网、云计算、大数据等保证信息通畅, 以此实现物流供给方和需求方融入一体化系统, 即港口集疏运一体化系统。罗本成^[4]通过研究鹿特丹港的智慧港口落实情况, 认为智慧港口不应单纯依靠技术实现, 还应通过服务模式的转变提高业务水平, 构建多层次、系统化的港口生态圈, 给予客户更好的用户体验。李红等^[5]总结了分析我国智慧港口建设中存在的问题, 包括码头智能化改造成本高、集疏运信息互通不充分、港口服务模式与时代发展脱节、物流链上下游协同能力不高等问题, 并对智慧港口未来的发展建设提出建议。

Molavi A^[6]等提出了“港口智慧指数”(smart port index)的概念, 构建包括组织、运营、环境、能源和安全五个方面的智能港口发展水平评估体系, 为研究港口智慧化转型情况提供了一个定量工具, 并确定其当前运营的优势和劣势, 以便持续改进。Alberto Rodrigo González^[7]也提出了“港口智慧指数”, 并依据此模型对西班牙各港口的智慧化水平进行了综合评价。Botti A^[8]提出将港口供应链重新定义为一种智能服务系统, 以生产和服务为核心重塑港口供应链, 建立了一个新的综合框架, 以更好地了解海港动态和创建有竞争力的港口供应链。除此之外, Sohaib Rana Muhammad^[9]、Duran Claudia A^[10]等还通过将 5G、区块链等新兴技术应用

于智慧港口建设,赋能港口智慧化转变,提出了全新技术路线。

现今学者对于智慧港口的研究虽各自持有不同的观点,但可以归纳为两条路径,第一条路是现代信息技术的应用,这也是“智慧化”港口的必经之路;二是重视港口的物流发展,围绕供应链打造区域枢纽港。在国内,智慧港口的研究重点在于技术等的运用,如物联网、云计算、大数据等信息技术在港口发展及管理中的应用,但鲜有关于传统港口的转型等问题的研究。国外在这一领域的研究侧重点在于引领方向,如欧美、日本、新加坡等发达国家在建设新一代港口时注重绿色、低碳,力图打造出可持续发展的港口。

1 相关概念界定

1.1 智慧港口的概念界定

智慧港口至今仍然没有精确、统一的定义,它也被称为智能港口或者是物联网港口等。无论是国外还是国内,智慧港口最重要的部分是港口“智慧化”。“智慧”就是通过技术手段精细化管理港口生产作业,即在港口生产中利用现代信息技术,如物联网、大数据、云计算等,提高港口物流效率、服务品质等,打造绿色、安全、高效的现代物流港口。

融合新一代信息技术与自动化技术的智慧港口,其本质实现信息化管理,如实现生产调度、货运装卸、设备运输等工作联动发展,以这种方式优化资源配置,实现港口综合能力的大幅度提升。

智慧港口与传统港口所提供的服务相差无几,都与物流有关,但是他们的生产模式和最终产生的效益却大不相同。传统港口属于劳动密集型产业,要求大量劳动力,但是对劳动者的要求并不高。智慧港口更依赖现代新技术,但对劳动者本身的知识水平、技术水平有较高的要求。智慧港口的出现离不开信息技术的支持,同时在服务和未来发展上更具优势。与之相比,传统港口的科技创新仅局限于某特定工艺的进步,而不会像智慧港口一样追求港口智能化管理,即全方位的创新。在经济效益和社会生态效益方面,传统港口所产生的效益较低,相比之下智慧港口的效益更高,也更符合目前国家所提出的绿色、低碳、可持续发展理念。

1.2 智慧港口管理信息系统的概念界定

智慧港口信息管理系统是港口迈向智慧化的最重要也是最基础的一步,是以港口企业为主导,通过存储设备、服务器、无线射频识别技术、网络通信设备等硬件的支持,构建起的应用物联网、大数据、云计算等技术进行信息的收集、传输、加工、储存、更新、拓展和维护的系统。智慧港口信息管理系统应满足以下几个基本原则:

一是既要有实用性又要有先进性,在满足港口及其相关产业的需求这一前提下,通过简洁的系统设置保证操作简单、功能实用,同时借鉴国内外先进的港口管理理念和作业流程,采用相对成熟的新技术提高系统工作效率;

二是确保其可扩展和易维护性,遵循“设计统一,发展预留,合理预算,分步建设”的原则,设置灵活接口,充分预估未来业务发展走向,在预算限制下尽可能适应不同业务发展和变更;

三是高效性原则,系统需要满足港口高强度的生产需要,即系统需可适应不间断的高效工作,保证无论港口处于空闲期或高峰期,此管理系统都能够满足当前的业务需求。

2 智慧港口管理信息系统方案设计

2.1 智慧港口管理信息系统的基本框架构建

以生产需求和客户需求为导向是智慧港口管理信息系统的核心,包括生产经营、智慧管控、智慧服务等方面,重点要建立物流供应链服务云平台、智慧大数据客户服务平台、智慧码头平台和数据处理中心等“四位一体”的智慧港口管理信息系统,其总体框架如图 1 所示。

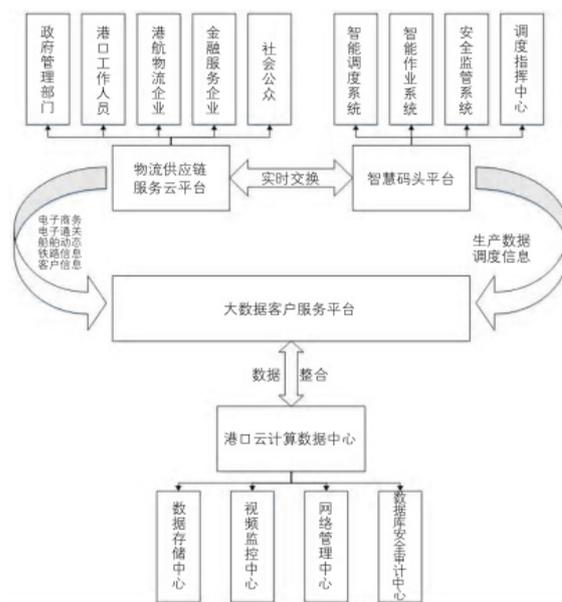


图 1 智慧港口管理信息系统总体框架

(1) 物流供应链服务云平台: 为港口货物运输、公路、铁路、航运、口岸、政府、社会公众等用户提供准确便捷的信息服务,为政府间协作、港口经营管理、港口生产管理、企业客户关系和领导决策提供了智能化基础。

(2) 智慧码头平台: 建立全新物流运作模式,通过“一单制”的物流服务,推进发展智能化、无纸化港口,提高工作和物流效率,推动港口内智能化物流调度管理的落地;通过智慧码头平台,推进港区区内各生产系统、服务系统的统一调度水平,实现港区区内信息系统一体化。

(3) 大数据客户服务平台: 通过搭建智能设备连接网络,借助即时通讯及智能监控技术优势赋能,整合港口海量数据资源,客户可以在智能终端通过内嵌的数据分析系统获得便捷直观的可视化信息查询服务;同时,平台支持推送业务定制、网上业务办理和业务实时跟踪,对多元化的客户需

求提供全面保障。

(4) 云计算数据中心: 集成虚拟化、云计算、云安全和异地灾备技术, 对港口数据交互、系统运行、核心算力提供保障, 为供应链服务云平台、智慧码头平台、大数据客户服务平台提供信息基础架构, 支持港区物流、资金流、业务流、信息流的综合流转和协同优化, 实现海量信息收集和管理的集中化。

2.2 物流供应链服务云平台设计

物流供应链服务云平台的建设是一个复杂的系统工程, 需要长期资金、人力、物力投入。与标准的物联网体系的应用层相对应, 物流供应链服务平台是智慧港口体系中智能化服务的直观体现, 平台建设的优劣直接影响着各类用户的感受, 决定着智慧港口管理信息系统的建设的成败。

平台分为内部网络和外部网络, 内外网之间通过权限管理进行信息共享和信息交互, 各系统框架和箱相应系统功能如图 2 所示。其中, 内部网络的主要使用对象为港口经营部门、业务部门和生产部门, 通过平台对行业相关信息进行收集处置, 为港口生产决策提供参考; 外部网络的主要使用者为与物流链相关的各类用户, 其可通过云平台门户网站(港口客户端)实施了解货物状态、装卸情况和货物供应情况的最新动态。

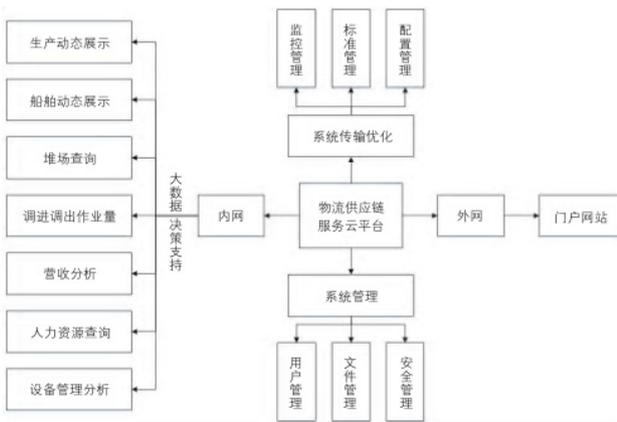


图 2 物流供应链服务云平台总体框架

(1) 内部网络: 负责生产进程、业务电镀和港口资源信息的集中保存, 主要使用者为港口内部人员, 包括营部门、业务部门和生产部门等。中控管理员以各类智能传感器收集的数据为依据, 掌握港区作业情况, 综合研判后下达指令。

(2) 大数据决策支持功能: 核心为港口云计算数据中心, 在对港区各关键节点的生产、物流大量数据抽样采集、处理加工和运算分析的基础上, 实现港区基础资料、船舶相关情况、预到、锚地、离港、在港、计划等业务线的信息化管理、网格化管理, 通过智能分析系统挖掘节点数据的潜在价值, 以图形化界面和可视化数据为港口业务经营、市场预期等职能提供统计分析工具。

(3) 外部网络: 负责点对点提供相关货物信息, 包括

物流状态、装卸情况、货源供应等。主要使用者为物流链相关用户, 其可通过 PC、手机客户端登录用户界面, 查询货运最新信息。

(4) 系统管理: 包括用户管理、文件管理和安全管理。用户管理是根据管理信息系统预设的管理权限, 对用户进行分类梳理, 确定相应的平台权限; 文件管理是将各类类型文件统一为标准格式, 通过数据交互的方式向用户推送, 系统通过识别用户类型, 将相关文件转环为各类用户所需的信息形式; 安全管理则是通过采取相关措施, 检查漏洞、抵抗外界攻击、确保数据不丢失, 保障系统的安全运行。

(5) 系统传输优化: 统一系统内部传输标准, 保障数据传输过程中的流畅性和准确性。

2.3 智能码头平台设计

为响应国家减碳增效“3060”目标, 降低港口企业货物运输环节的费用, 在物流供应链服务云平台完成设计后, 应从实现码头安全便捷、高效节能的目标入手, 着力构建基于工业自动化、应用物联网和人工智能等高新技术的智能码头平台。

结合港口实际, 智能码头平台的设计可以分为港区智能调度系统、码头智能化作业系统、港口安全监管及应急指挥系统、生产调度指挥中心四部分。总体框架如图 3 所示。

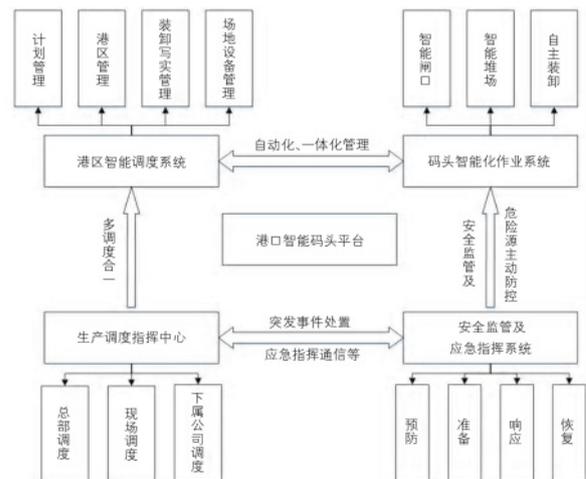


图 3 智能码头平台总体框架

(1) 港区智能调度系统: 包括业务手续、货物调度计划、集疏港、船代信息及各下属港区(节点)生产信息等业务, 涉及计划管理、港区管理、船舶管理、装船写实、车辆管理、卸车写实、场地管理、设备管理、气象和水文预报信息发布等主要功能, 通过生产动态可视化、中控调度台、报表中心等展现方式, 实现远程动态调度指挥、装卸船装卸车现场监测、重点区域视频监控、重点设备状态监测、库场可视化, 便于管理人员动态掌握生产运输状态, 高效进行生产排期、指挥调度工作, 提升安全等级。

(2) 码头智能化作业系统: 包括货物进出管理、货物场存管理、装箱管理、船只自动泊位、自主装卸、查询统计

等子模块，对作业情况进行“两全两化”管理，即生产全过程自动化、管理全过程透明化，借鉴国内外学者研究和港口实践经验，对港口装卸流程进行优化，科学减少操作人员操作环节数量，形成码头智能化创新模式，实现码头作业的标准化、智能化；构建智能闸口管理系统，通过物联网、北斗定位等技术手段，对闸口状态、车辆运输状态、集疏货物进行智能化管理，实现港口内人员、船舶、车辆、货物的信息共享。

(3) 港口安全监管及应急指挥系统：对港口安全实施“预防、准备、响应、恢复”全过程管理，具体包括港区例行安全教育、安全巡检、安全监测预警、危险源风险主动识别、突发事件应急处置、应急指挥通信、应急通信、应急保障等功能，降低货物在途风险，减少车辆装配时间，提高业务效率，从而奠定港区安全基础。

(4) 生产调度指挥中心：对现有生产调度指挥中心进行“多调合一”式改造，及在一个平台上整合各项调度功能，推进统一指挥的港口生产、多线程并行调度管控、多级调度流程智能化，实现生产调度指挥中心包括总部调度、现场调度、下属公司的三级协同调度机制。

2.4 大数据客户服务平台设计

大数据客户服务平台是智慧港口管理信息系统的核心，负责港口各项数据的汇总、整理、分析，并将整合的数据信息转化为相关方所需的内容以辅助决策，主要功能包括策略评估、港口作业量预测、作业时间规划、资源配置、制定最优生产计划、实施调度控制等。大数据客户服务平台的结构如图 4 所示。

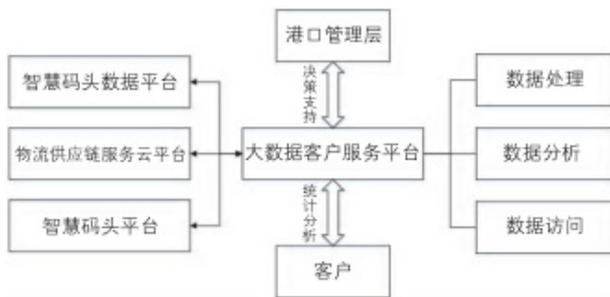


图 4 大数据客户服务平台结构

大数据客户服务平台利用智能监控设备、即时通讯、物联网技术，由物流供应链服务云平台、港口云计算数据中心、智慧码头平台收集信息，构建数据处理、分析、访问的三级数据整合反馈。管理人员可通过平台全面掌握港口各方面情况，为企业决策提供支持；港口客户可通过平台随时随地查询货物信息、沟通业务详情，实时业务办理。

2.5 云计算数据中心设计

港口云计算数据中心在智慧港口的功能框架中属于数据分析层，集成虚拟化、云计算、云安全和异地灾备技术，对港口数据交互、系统运行、核心算力提供保障，为供应链服务云平台、智慧码头平台、大数据客户服务平台提供信息

基础架构。

港口云计算数据中心应着重从云端骨干网络、高密度低成本服务器、高性能计算机、大容量存储设备入手构建，包括基础设施服务层和平台服务层。基础设施服务层包括硬件设施（服务器、存储设备等）和资源管理环境（计算、存储和网络虚拟化）；平台服务层通过提供 WEB 开发工具、运营维护等服务，支持应用接入、应用监管和租户动态租用等模块。港口云计算数据中心框架如图 5 所示。

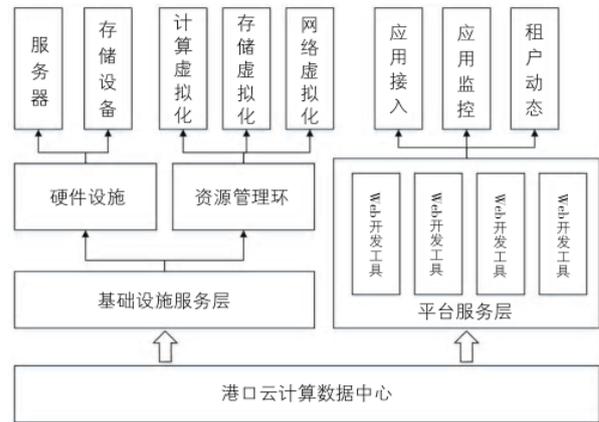


图 5 港口云计算数据中心框架

3 案例分析要要以宁波舟山港为例

港口行业的发展离不开智慧港口项目的落地。“十三五”期间，我国港口行业智慧化转型取得了关键成果，不少企业围绕以智能化、数字化为基础的物流供应链管理平台、业务经营平台和客户服务平台，布局以生产需求和客户需求为架构的基础信息化建设。其中，走在全国前列的便是宁波舟山港。宁波舟山港早在 2011 年便确立了以建设“智慧海港”为主体目标，通过信息化技术带动港口各板块、全流程方面的深入改革，聚焦于管理高效化、服务便捷化、运营透明化，解决传统港口中存在的内外交互、上下贯通、板块协同等难题，实现内提效、外增值，实现硬件与软件、生产与服务、运营与管理全面引领国际一流^[11]。借助智慧港口的提质增效，2021 年，宁波舟山港货物吞吐量达 12.24 亿吨，连续 13 年位居全球第一^[12]。

宁波舟山港的智慧化改造取得了突出的成绩，具有较强的现实意义，也为其他港口向智慧港口迈进提供了宝贵经验。

(1) 有效提高港口运营效率，是港口智慧转型的强心剂。传统港口受历史原因影响，员工人数远远高于新一代智慧港口^[13]，人均创造价值偏低，通过智慧港口转型，一方面可以对港口装卸流程进行优化，减少操作环节，从而节约人力资源成本；另一方面，智慧港口管理信息系统的三级协同调度机制可以大幅减少装卸船、装卸车和在途时间，提升港口作业效率。

(2) 大幅增加客户满意度,是港口可持续发展的压舱石。通过大数据客户服务平台,买卖双方节约了大量沟通成本,可在线上实现电子签约、货物装卸监控、堆存库存监控,便于客户实时掌握了解运输进度,为双方合作打下信任基础,其货物通关流程也大幅简化,可实现网上手续报送审批“一单通关”;对船东而言,码头智能化作业系统提供的船只自动泊位和自主装卸业务可以节约大量等待时间,提高船只周转率。

(3) 全面建设核心竞争力,是港口发展方向的指南针。随着疫情的蔓延,海运行业整体低迷,很多港口已经开始用低价策略吸引用户,港口间的服务和运用管理差异越来越小,引发行业内恶性竞争,制约着传统港口的发展。通过智慧港口信息管理系统的落地实施,提升港口经营服务品质,向着建设生产需求和客户需求为导向的智慧港口迈进,实现差异化竞争,满足客户多样化需求,提高港口核心竞争力。

4 结语

智慧港口的建设是一项复杂的系统工程,需要长期资金、人力、物力投入,但其收益也无疑是丰厚且持久的。在国家供给侧结构性改革和碳达峰与碳中和“3060”目标时代背景下,传统港口向智慧港口转型的关键时期已经到来,希望行业和企业抓住这次来之不易“机会之窗”。

参考文献

- [1] 吴俊峰.我国智慧港口数字化转型趋势与创新平台建设[J].中国港口,2021(10):20-23.
- [2] 陶德馨.智慧港口发展现状与展望[J].港口装卸,2017(1):1-3.
- [3] 袁玉祥,随振营.新兴技术在智慧港口的应用现状及发展趋势[J].中国水运,2022(3):60-62.
- [4] 罗本成.鹿特丹智慧港口建设发展模式与经验借鉴[J].中国港口,2019(1):20-23.
- [5] 李红,王大成,刘婷.我国智慧港口建设中的问题及发展建议[J].水运管理,2020,42(1):23-25.
- [6] Molavi A, Lim G J, Race B. A framework for building a smart port and smart port index [J]. International journal of sustainable transportation, 2020, 14(9): 686-700.
- [7] Rodrigo González A, González-Cancelas N, Molina Serrano B, et al. Preparation of a smart port indicator and calculation of a ranking for the Spanish port system[J]. Logistics, 2020, 4(2): 1-22.
- [8] Botti A, Monda A, Pellicano M, et al. The re-conceptualization of the port supply chain as a smart port service system: the case of the port of Salerno[J]. Systems, 2017, 5(2): 1-10.
- [9] Sohaib R M, Onireti O, Sambo Y, et al. Network Slicing for Beyond 5G Systems: An Overview of the Smart Port Use Case [J]. Electronics, 2021, 10(9): 1-17.
- [10] Durán C A, Fernández -Campusano C, Carrasco R, et al. Boosting the Decision-Making in Smart Ports by Using Blockchain [J]. IEEE Access, 2021, 9: 128055-128068.
- [11] 胡皓琼.宁波舟山港:数字赋能 平台升级[J].中国航务周刊, 2021(45):31-32.
- [12] 曾毅,葛天立,景鹏飞.宁波舟山港年货物吞吐量首破 12 亿吨 [N].光明日报, 2022-01-16(003).DOI:10.28273/n.cnki.ngmrb.2022.000231.
- [13] 李南.河北省港口发展史的经济解析[J].大连海事大学学报(社会科学版), 2021, 20(3):71-78.

基金项目:宁波市哲学社会科学研究基地项目(JD5-ZD25)。

作者简介:曹兰娟(1982-),女,吉林敦化人,武汉理工大学博士研究生,研究方向为复杂系统智能管理。