

机器人在民爆物品装卸过程中的研究与应用

傅世川

葛洲坝易普力重庆力能民爆股份有限公司, 重庆 408300

[摘要]此文主要研究和探讨机器人在民爆物品装卸过程中的应用。随着民爆行业的发展,对于民爆物品的装卸过程提出了更高的要求,包括安全性、效率和准确性等方面。传统的人工装卸方式存在一定的风险和劳动强度大的问题,因此引入机器人技术成为解决方案之一。文中通过分析现有的研究成果总结了机器人操作与装卸策略,机器人在民爆物品装卸中的优势与挑战并探讨了未来的发展趋势。

[关键词]机器人;民爆物品;装卸;安全性

DOI: 10.33142/sca.v6i7.9601

中图分类号: TP242.3

文献标识码: A

Research and Application of Robots in the Loading and Unloading Process of Civilian Explosives

FU Shichuan

Gezhouba Explosive Chongqing Lineng Co., Ltd., Chongqing, 408300, China

Abstract: This article mainly studies and explores the application of robots in the loading and unloading process of civilian explosives. With the development of the civil explosive industry, higher requirements have been put forward for the loading and unloading process of civil explosive materials, including safety, efficiency, and accuracy. The traditional manual loading and unloading method has certain risks and high labor intensity, so introducing robot technology has become one of the solutions. The article summarizes the robot operation and loading and unloading strategies, advantages and challenges of robots in the loading and unloading of civilian explosives, and explores future development trends by analyzing existing research results.

Keywords: robots; civilian explosives; loading and unloading; security

引言

民爆物品的装卸过程涉及到爆炸物品的安全处理,任何差错都可能导致严重的后果。其次,传统的人工装卸方式存在一定的风险,如操作不当可能导致事故发生。引入机器人技术可以提高装卸过程的安全性和效率,从而提升民爆物品作业过程本质安全水平。《“十四五”民用爆炸物品行业安全发展规划》中指出,新建(改建、扩建)单条工业炸药生产线所有危险等级为1.1级工房(含中转站台)现场操作人员总数不大于3人,对在线作业人员数量提出了更高要求,机器换人已成为民爆行业发展的趋势,本文将进一步探讨机器人在民爆物品装卸过程中的研究和应用,以期为该领域的发展提供有益的参考。

1 民爆物品装卸的挑战与需求

1.1 民爆物品装卸的特殊性和安全要求

安全性要求,民爆物品具有较高的爆炸风险,因此在装卸过程中必须严格遵守安全操作规程,确保人员和设备的安全。特殊环境要求,民爆物品装卸通常需要在特殊环境下进行,例如民爆物品生产线、仓库、爆破场地等。民爆物品生产、存储过程对无线信号、射频信号有较为严苛的要求,而传统的机器人需要使用无线信号制导,对机器人的设计和制导方式提出了挑战。精准度要求,由于民爆

物品的特殊性,装卸过程需要非常精确和准确。机器人需要具备高精度的定位、抓取和搬运能力,以确保物品的安全和完整性。操作复杂性,民爆物品装卸涉及到多个步骤和工序,包括物品的运输、堆放、装载和卸载等。机器人需要具备复杂的操作能力,能够适应不同的装卸场景和需求。数据追溯要求,为了确保民爆物品的安全性和可追溯性,装卸过程中需要记录和管理相关数据,包括物品的来源、数量、装卸时间等。机器人系统需要具备数据采集和管理功能。

1.2 传统装卸方法存在的问题

人工操作风险高,传统的装卸方法通常依赖于人工操作,操作人员需要接触和搬运民爆物品,存在较高的安全风险。劳动强度大,传统装卸方法通常需要操作人员进行重复、繁琐的工作,劳动强度较大,容易导致人员疲劳和错误。精准度不高,传统装卸方法往往依赖于人工判断和操作,精准度有限,容易造成物品损坏或安全隐患。效率低下,传统装卸方法通常效率较低,无法满足快速、高效的装卸需求,影响生产力和工作效率。

1.3 机器人在民爆物品装卸中的应用前景

提高安全性,机器人可以代替人工进行民爆物品的装卸操作,减少了操作人员接触爆炸风险的机会,从而提高

了装卸过程的安全性。提高精准度，机器人具备高精度的定位、抓取和搬运能力，可以实现对民爆物品的精确控制，避免了人为因素导致的误操作和损坏。提高效率和生产力，机器人可以快速、准确地完成民爆物品的装卸任务，大大提高了装卸效率 and 生产力，缩短了装卸时间。适应多样化环境，机器人系统可以根据不同的装卸场景和需求进行灵活调整和适应，无论是室内仓库还是生产线，都能够胜任。数据追溯和管理，机器人系统可以记录和管理民爆物品装卸过程中的相关数据，包括物品的来源、数量、品种、型号、装卸时间等，提供了可追溯性和数据支持。

2 机器人系统设计与控制

2.1 机器人系统的硬件组成

机械结构，机器人的机械结构是实现运动和操作的基础，包括关节、连杆、执行器等。不同类型的机器人有不同的机械结构设计，如臂式机器人、轮式机器人、履带式、足式机器人等。传感器，传感器用于获取环境信息和机器人状态，常见的传感器包括视觉传感器、力/扭矩传感器、惯性传感器、距离传感器等。传感器可以提供给控制系统所需的数据，以实现感知和决策。执行器，执行器用于控制机器人的运动和操作，常见的执行器包括电机、液压驱动器、气动驱动器等。执行器接收来自控制系统的指令，驱动机器人进行相应的动作。控制器，控制器是机器人系统的核心部分，负责处理传感器数据、计算控制指令，并将指令发送给执行器。控制器可以是嵌入式系统、单片机、PLC 等，也可以是更高级的计算设备如工控机或云服务器。电源和供电系统，机器人系统需要稳定的电源供应，以保证各个部件的正常运行。电源和供电系统包括电池、电源管理模块、电源线路等。

2.2 机器人系统的软件设计

感知与感知处理，通过传感器获取环境信息，并对其进行处理和分析，如图像处理、目标检测、位姿估计等。这些处理结果可以用于机器人的决策和控制。决策与规划，根据感知结果和任务要求，机器人系统需要进行决策和规划，确定下一步的动作和路径。这涉及到路径规划、运动规划、任务调度等算法和方法。控制与执行，根据决策和规划结果，控制器生成相应的控制指令，并将其发送给执行器，实现机器人的运动和操作。控制算法可以是 PID 控制、模型预测控制、自适应控制等。用户界面与交互，机器人系统通常需要提供用户界面和交互功能，以便用户与机器人进行交互和监控。这可以通过图形界面、语音识别、手势识别等方式实现。

2.3 机器人系统的控制算法

PID 控制，PID 控制是一种经典的控制算法，通过比较目标值和实际值的差异，计算出控制量，使得系统能够快速、稳定地达到目标。路径规划，路径规划算法用于确定机器人在环境中的移动路径，以达到目标位置或完成任

务。常见的路径规划算法有 A*算法、Dijkstra 算法、RRT 算法等。运动规划，运动规划算法用于确定机器人的运动轨迹，以实现平滑、高效地运动。常见的运动规划算法有样条插值、优化方法、最小时间规划等。机器学习与自适应控制，机器学习和自适应控制算法可以根据机器人系统的实时反馈信息，自动调整控制参数和策略，以适应不同的工作环境和任务需求。

3 机器人感知与导航技术

3.1 机器人的环境感知技术

视觉感知，机器人可以使用摄像头或红外线等传感器来获取位置信息。通过图像处理 and 计算机视觉算法，机器人可以实现目标检测、障碍物识别、地图构建等功能。距离感知，机器人可以使用超声波传感器、红外线传感器等来测量与周围物体的距离。这些传感器可以提供距离信息，用于避障、导航和定位。力/扭矩感知，机器人可以使用力传感器或扭矩传感器来感知与外界的力或扭矩交互。这些传感器可被用于力控制、物体抓取、力反馈等应用。惯性感知，机器人可以使用陀螺仪、加速度计等惯性传感器来感知自身的姿态和加速度变化。这些传感器可被用于姿态估计、运动控制等。声音感知，机器人可以使用麦克风等传感器来感知声音信号，如语音识别、声源定位等。

3.2 机器人的自主导航技术

机器人的自主导航技术是指机器人能够在特定环境中自主地规划路径、避障并到达目标位置的能力。常见的自主导航技术包括：定位与建图，机器人通过感知和处理环境信息，构建地图并确定自身在地图中的位置。常用的定位方法有激光 SLAM、视觉 SLAM、里程计等。路径规划，机器人根据目标位置和环境信息，选择合适的路径以达到目标。常见的路径规划算法有 A*算法、Dijkstra 算法、RRT 算法等。避障，机器人通过感知障碍物的位置和形状，采取相应的措施避开障碍物。常见的避障方法有局部避障、全局避障、动态避障等。运动控制，机器人根据路径规划结果和环境反馈，控制自身的运动以实现平滑、稳定地导航。常见的运动控制方法有 PID 控制、模型预测控制等。为了保证机器人行走时对车厢和地面损坏，本设计主要选用橡胶履带式行走机器人。

3.3 机器人的避障和路径规划算法

避障算法，常见的避障算法包括基于感知的避障算法、基于地图的避障算法和基于学习的避障算法。感知算法通过传感器获取障碍物信息，实时避开障碍物；地图算法利用已知地图信息进行路径规划和避障；学习算法通过机器学习方法训练避障模型，实现智能避障。路径规划算法，常见的路径规划算法包括 A 算法、Dijkstra 算法、RRT 算法等。A 算法是一种启发式搜索算法，可以在图中找到最短路径；Dijkstra 算法是一种无向图的单源最短路径算法；RRT 算法是一种快速随机树算法，适用于高维空间

的路径规划。

4 机器人操作与装卸策略

4.1 机器人的抓取和搬运技术

夹爪抓取, 机器人使用夹爪来抓取物体, 夹爪可以是机械手指、吸盘、磁性夹具等。夹爪的设计和控制方法会影响抓取的稳定性和精度。平面抓取, 机器人在平面上进行抓取, 通常使用平行夹爪或者带有摩擦表面的夹爪。平面抓取适用于抓取平面上的物体, 如纸张、板材等。民爆物品包装主要有两种形式(即: 袋装、箱装), 针对不同的民爆物品包装, 应选择不同的抓取方式, 这需要机器人能够识别物体的形状、位置和姿态, 并计算出合适的抓取点和抓取力。搬运策略, 机器人在搬运过程中需要考虑物体的重量、形状、稳定性等因素。常见的搬运策略包括单点搬运、多点搬运、双臂协作搬运等。

4.2 机器人的装卸策略设计

机器人主要通过红外交互装置来获取由主控电脑发出的装卸策略信息。民爆物品堆码高度、通道预留宽度都有严格的管理要求, 需要仓库管理员在主控电脑上进行民爆物品堆放管理和装卸策略设计。常见的装卸策略设计包括: 装卸顺序, 机器人可以根据物体的属性和目标位置, 确定装卸的顺序。例如, 先装卸生产日期较长的民爆物品; 先装卸高优先级的民爆物品, 再装卸低优先级的民爆物品。路径规划, 机器人将根据民爆物品堆放管理要求及现场情况, 规划合适的路径来完成装卸任务。路径规划应考虑到障碍物避让、最短路径等因素, 以提高效率和安全性。抓取策略, 机器人在装卸过程中需要选择合适的抓取方式和抓取点。抓取策略应考虑到民爆物品的形状、重量、稳定性等因素, 以确保抓取成功率和物体的安全。协作策略, 在一些复杂的装卸任务中, 多个机器人可以进行协作, 共同完成任务, 由于装卸现场无法使用无线网络进行交互, 本设计主要通过机器人红外交互装置与主控电脑进行信息传递, 从而实现任务分配、动作协调等, 机器人之间主要考虑避让。

4.3 机器人的装卸效率评估方法

评估机器人的装卸效率可以从以下几个方面进行考虑: 完成时间, 评估机器人完成装卸任务所需的时间。较短的完成时间表示较高的效率。成功率, 评估机器人成功完成装卸任务的概率。较高的成功率表示较高的效率。能耗, 评估机器人在装卸过程中消耗的能量, 较低的能耗表示较高的效率。动作次数, 评估机器人在装卸过程中执行的动作次数, 较少的动作次数表示较高的效率。资源利用率, 评估机器人在装卸过程中对资源的利用情况, 如空间利用率、物体利用率等, 较高的资源利用率表示较高的效率。

5 安全性与风险控制

5.1 机器人在民爆物品装卸中的安全要求

在民爆物品装卸过程中, 机器人需要满足以下安全要

求: 防爆设计, 机器人应具备防爆设计, 以防止因静电、摩擦或其他原因引发火花或爆炸。防护措施, 机器人应配备适当的防护措施, 如防护罩、防护网等, 以防止民爆物品装卸过程中跌落从而产生安全隐患。安全间距, 机器人在操作民爆物品时, 应与其他物体保持安全间距, 以避免碰撞或意外触发爆炸。操作限制, 机器人应按照规定进行操作程序进行操作, 不得超出其设计和能力范围。信息交互, 民爆行业要求在民爆物品环境中不能有无线网络信号, 机器人定位、信息交互、指令信息只能通过摄像头及红外线完成。

5.2 机器人的安全保护措施

为确保机器人的安全性, 可以采取以下安全保护措施: 传感器监测, 机器人可以配备各种传感器, 如视觉传感器、力传感器等, 用于监测周围环境和机器人状态, 及时发现异常情况。紧急停止按钮, 机器人应配备紧急停止按钮, 以便在发生危险情况时能够立即停止机器人的运动。安全围栏, 可以设置安全围栏来限制机器人的活动范围, 防止机器人与人员或其他物体发生碰撞。安全培训, 对操作机器人的人员进行安全培训, 使其了解机器人的安全操作规程和应急处理措施。

5.3 风险评估和应急处理措施

在机器人操作中, 进行风险评估和制定应急处理措施是非常重要的。具体步骤包括: 风险评估, 对机器人操作过程中可能出现的各种风险进行评估, 包括机器人故障、意外碰撞、燃烧爆炸等。评估结果可用于确定风险等级和采取相应的控制措施。风险控制措施, 根据风险评估结果, 制定相应的风险控制措施, 如加强机器人维护保养、增加安全设备、改进操作程序等。应急处理措施, 制定应急处理措施, 包括紧急停止机器人、通知相关人员、隔离危险区域等。同时, 进行应急演练和培训, 提高人员的应急处理能力。

6 机器人在民爆物品装卸中的优势与挑战

6.1 机器人在装卸过程中的优势

安全性, 机器人可以代替人工进行民爆物品的装卸, 提高了操作的安全性、规范性、精确性, 减少了劳动作业强度。通过机器换人, 减少了民爆物品作业现场操作定员, 提升了生产线本质安全水平; 机器人可以通过精确的定位和控制, 实现对民爆物品的准确装卸, 避免了人为因素带来的误差; 机器人具备高速、连续、稳定的工作能力, 可以快速完成大量的装卸任务, 提高了工作效率, 减少了人员的劳动强度; 负重能力, 机器人可以根据设计要求承担较大的负载, 能够处理重量较大的民爆物品, 减轻了人工装卸的负担。自动化, 机器人可以通过编程和自动化控制实现自主运行, 无需人工干预, 节省了人力资源。

6.2 机器人在装卸过程中面临的挑战

复杂环境, 民爆物品装卸往往发生在复杂的环境中,

机器人需要适应各种不同的场景和条件,如不能进行实时信息交互、民爆物品不规则形状、不能进行无线制导等。物品识别,机器人需要具备物品识别的能力,能够准确辨别民爆物品和其他物品,并根据不同的物品进行相应的装卸操作。操作灵活性,机器人需要具备一定的操作灵活性,能够适应不同形状、大小和重量的民爆物品,以及应对突发情况和变化的工作需求。安全保障,机器人在装卸过程中需要采取一系列的安全保障措施,以防止意外事故的发生,如防护罩、传感器监测等。技术限制,目前机器人技术仍存在一些限制,如感知能力、智能决策能力、信息交互等方面的局限性,需要不断的技术创新和改进。

7 结语

近年来,机器人技术在民爆物品装卸领域得到了广泛的研究和应用。为了安全、高效地完成这一任务,研究机构和企业致力于开发机器人系统。然而,机器人在该领域仍面临挑战和限制。未来的研究和发展应关注以下几个方面:推动关键技术创新,提高机器人在复杂环境中的适应

能力和操作灵活性;加强安全保障措施,确保机器人的安全性和可靠性,降低意外事故风险;建立标准规范,明确机器人在民爆物品装卸中的要求和限制,促进行业健康发展;加强学术界、产业界和政府部门之间的合作与共享,推动机器人在该领域的研究和应用。通过不断的研究和创新,相信机器人技术将为民爆物品装卸带来更多便利和安全。同时,我们也需要关注相关的法律法规和伦理问题,确保机器人的应用符合社会需求和价值观。

【参考文献】

- [1] 卢光明. 工业机器人在民爆生产线中的应用[J]. 南方农机, 2019, 50(24): 2-5.
- [2] 胡奇, 王光荣. “互联网+”在民爆物品管理中的应用研究[J]. 精品, 2019(6): 1.

作者简介: 傅世川(1990.5—), 毕业院校: 重庆大学, 所学专业: 自动化, 当前就职单位: 葛洲坝易普力重庆力能民爆股份有限公司, 职务: 信息化管理、设备管理, 职称级别: 工程师。