

仓储作业安全风险的智能识别与防控技术研究

马维国

华能伊敏煤电公司物资供应部 内蒙古 呼伦贝尔 021134

摘要：随着物流行业的迅猛发展，仓储作业在供应链中的地位愈发关键。然而，仓储作业环境复杂，面临诸多安全风险，传统管理方式存在效率低、准确率不高、难以实时监测等问题。本文深入探讨仓储作业安全风险的智能识别与防控技术，详细分析常见安全风险类型，阐述智能识别技术在安全风险识别中的具体应用，研究相应的防控技术，旨在为提高仓储作业的安全性提供全面的理论支持和实践指导。

关键词：仓储作业；安全风险；智能识别；防控技术

1 引言

仓储作为物流系统的核心环节，承担着货物存储、保管、分拣、配送等重要任务。其作业效率和安全性直接影响整个供应链的顺畅运行。在现代化仓储作业中，大量的人员、设备和货物交织，使得安全风险因素增多。传统依赖人工经验和定期检查的安全风险识别与防控方法，已难以满足实际需求。随着人工智能、物联网、大数据等技术的飞速发展，智能识别与防控技术为仓储作业安全风险的管理带来了新的机遇。通过这些先进技术，可实现对仓储作业安全风险的实时、精准识别和有效防控，显著提升仓储作业的安全性和可靠性。

2 仓储作业常见安全风险类型

仓储作业存在多种常见安全风险。人员方面，操作失误如叉车超速、违规载人，疲劳作业致注意力不集中、反应变慢，安全意识淡薄不遵守安全制度等，都易引发事故。设备上，长期使用致磨损老化可能故障，如叉车刹车失灵、起重机钢丝绳断裂；缺乏定期维护保养会使设备性能下降；操作人员未经培训或违规操作，如急转弯、急刹车，也会造成设备损坏或事故。货物风险中，堆码不稳易倒塌，搬运装卸不当或存储环境不适宜会损坏货物，危险货物管理不善可能引发严重事故。环境方面，火灾隐患来自电气设备故障、明火作业、货物自燃；通风不良会使货物受潮发霉、影响人员健康；自然灾害如地震、洪水、台风等也会破坏仓储设施和货物。

3 智能识别技术在仓储作业安全风险识别中的应用

3.1 视频监控与图像识别技术

3.1.1 实时监控

在仓储场所的关键区域，如货物存储区、装卸区、设备操作区等安装高清摄像头，实现对作业现场的全方位、实时监控。摄像头应具备高分辨率、宽动态范围等特点，以确保在不同光照条件下都能清晰捕捉画面。通过视频监

控系统，管理人员可以随时在监控中心或通过移动终端查看仓储作业的进展情况，及时发现异常行为和安全隐患。

3.1.2 图像识别

人员不安全行为识别：通过训练深度学习模型，使其能够识别人员是否佩戴安全帽、是否违规操作设备等行为^[1]。例如，使用卷积神经网络（CNN）对监控图像进行特征提取，然后通过分类器判断人员是否佩戴安全帽。对于违规操作设备的行为，如叉车超速行驶，可以通过图像识别技术检测叉车的行驶速度，并与预设的安全速度阈值进行比较，若超过阈值则发出警报。

货物堆码状态识别：对货物堆码的图像进行分析，判断货物是否超高、超重、堆码不整齐等。通过图像分割技术将货物从背景中分离出来，然后计算货物的高度、重量分布等参数，与预设的堆码标准进行对比，若不符合标准则发出警报。

设备运行状态识别：通过图像识别技术监测设备的运行状态，如设备的异常动作、部件的损坏等。例如，对于起重机，可以通过图像识别技术检测钢丝绳是否有断丝、磨损等情况；对于输送机，可以检测输送带是否跑偏、是否有异物卡住等。

3.2 传感器技术

3.2.1 环境传感器

采用高精度的温度传感器，如热电偶、热电阻等，实时测量仓储环境的温度。将温度传感器安装在仓储场所的不同位置，以获取全面的温度数据。当温度超出预设的安全范围时，系统自动报警，以便及时采取措施，如开启空调或通风设备调节温度。使用电容式湿度传感器或电阻式湿度传感器，实时监测仓储环境的湿度。湿度传感器应具备良好的稳定性和抗干扰能力。当湿度过高或过低时，系统发出警报，提醒管理人员采取相应的措施，如使用除湿机或加湿器调节湿度。安装光电式烟

雾传感器或离子式烟雾传感器，实时检测仓储场所的烟雾浓度。烟雾传感器应具有高灵敏度和快速响应的特点。当检测到烟雾浓度超标时，系统立即启动火灾报警装置，并通知相关人员。对于存储危险货物的仓储场所，安装相应的气体传感器，如可燃气体传感器、有毒气体传感器等，实时监测气体浓度。当气体浓度超出安全范围时，系统发出警报，并采取相应的措施，如开启通风设备排出有害气体。

3.2.2 设备传感器

在叉车的液压系统、起重机的钢丝绳等部位安装压力传感器，实时监测压力变化。当压力超出正常范围时，可能表示设备存在故障或超载情况，系统发出警报，提醒操作人员及时处理。在设备的运动部件上安装位移传感器，如直线位移传感器、角位移传感器等，实时监测设备的位移和角度变化^[2]。通过分析位移数据，可以判断设备的运行是否平稳，是否存在异常振动或偏移等情况。在叉车、输送机等设备上安装速度传感器，实时监测设备的行驶速度或输送速度。当速度超出预设的安全范围时，系统发出警报，防止因速度过快引发安全事故。

3.3 物联网技术

3.3.1 设备联网

采用统一的通信协议，如Modbus、Profibus等，实现设备之间的数据传输和通信。通过物联网网关将不同协议的设备接入网络，使设备能够相互通信和协同工作。例如，叉车可以与仓储管理系统进行通信，实时获取货物的存储位置和搬运任务；输送机可以根据货物的流量和目的地自动调整输送速度。通过物联网平台，管理人员可以远程监控设备的运行状态，如设备的开关状态、运行参数等。同时，还可以对设备进行远程控制，如启动、停止设备，调整设备的运行参数等。这有助于提高设备的管理效率和响应速度。

3.3.2 货物追踪

在货物上粘贴RFID标签，在仓储场所的关键位置安装RFID读写器。当货物经过读写器时，读写器自动读取标签中的信息，并将信息上传到仓储管理系统。通过RFID技术，可以实现对货物的快速识别和定位，提高货物管理的准确性和效率。为每个货物生成唯一的二维码，将货物的相关信息，如名称、规格、数量、存储位置等编码到二维码中。通过扫描二维码，可以快速获取货物的信息。二维码技术具有成本低、使用方便等优点，适用于对货物进行精细化管理。

3.4 大数据分析技术

3.4.1 数据采集与整合

通过传感器、摄像头、物联网设备等实时采集数据，并将数据传输到数据采集服务器。数据采集服务器对数据进行初步处理和存储，如数据清洗、格式转换等。将不同来源、不同格式的数据进行整合，建立统一的数据仓库。数据仓库应具备良好的数据存储和管理能力，能够支持大规模数据的存储和快速查询。

3.4.2 风险预测与评估

采用聚类分析、关联规则挖掘、决策树等数据挖掘算法，对历史数据和实时数据进行分析，发现数据中的潜在规律和关联关系。例如，通过关联规则挖掘可以发现人员操作行为与安全事故之间的关联关系，从而找出可能引发安全事故的操作行为。基于数据挖掘的结果，建立安全风险预测模型。预测模型可以采用机器学习算法，如支持向量机（SVM）、神经网络等。通过对历史数据的学习和训练，预测模型可以预测仓储作业中可能发生的安全风险，并对风险进行评估和排序。例如，根据设备的运行数据和环境数据，预测设备故障的发生概率和可能的影响范围。

4 仓储作业安全风险防控技术研究

4.1 人员安全风险防控

4.1.1 加强安全培训

培训内容包括安全规章制度、操作规程、应急处理等方面。安全规章制度培训应使作业人员了解企业的安全管理制度和要求；操作规程培训应使作业人员掌握正确的操作方法和技巧；应急处理培训应使作业人员熟悉事故应急处理流程和方法，提高他们在紧急情况下的应对能力。采用多种培训方式，如课堂讲授、现场演示、模拟演练等。课堂讲授可以系统地传授安全知识和理论；现场演示可以使作业人员直观地了解正确的操作方法；模拟演练可以让作业人员在模拟的事故场景中进行应急处理，提高他们的实际操作能力。

4.1.2 合理安排工作时间

建立科学合理的工作时间制度，如实行轮班制、弹性工作制等。轮班制可以使作业人员有足够的休息时间，避免长时间连续工作；弹性工作制可以根据作业任务的实际情况，灵活安排作业人员的工作时间^[3]。在仓储场所设置休息区域，配备舒适的休息设施，如座椅、饮水机等。为作业人员提供良好的休息环境，有助于他们恢复体力，提高工作效率。

4.2 备安全风险防控

4.2.1 定期维护保养

根据设备的使用说明书和相关标准，制定详细的设备维护保养计划。维护保养计划应包括维护保养的内

容、周期、责任人等。例如,对于叉车,应定期检查刹车系统、液压系统、轮胎等部件,及时更换磨损的零部件。建立设备维护保养记录档案,记录设备的维护保养情况,包括维护保养的时间、内容、更换的零部件等。维护保养记录可以为设备的故障诊断和维修提供参考依据。

4.2.2 设备更新改造

在设备更新改造时,应选择技术先进、性能可靠、安全性能高的设备。例如,选用具有自动保护功能的叉车、起重机等设备,这些设备可以在出现异常情况时自动停止运行,避免事故的发生。对于一些可以通过改造提高安全性能的设备,制定合理的改造方案。例如,对输送机进行改造,增加安全防护装置,如防护栏、急停按钮等。

4.2.3 操作人员资质管理

设备操作人员培训应包括设备的结构、性能、操作方法、安全注意事项等方面。培训应注重实践操作,使操作人员能够熟练掌握设备的操作技能。对操作人员进行严格的考核,考核内容包括理论知识和实际操作技能。考核合格后,颁发相应的操作资格证书。同时,定期对操作人员进行复审和再培训,确保他们的操作技能和安全意识符合要求。

4.3 货物安全风险防控

4.3.1 规范货物堆码

根据货物的特性、重量、体积等因素,制定合理的货物堆码标准。例如,规定货物的堆码高度、层数、间距等,确保货物堆码整齐、稳固。制定详细的货物堆码操作规程,明确作业人员的操作步骤和要求。操作规程应包括货物的搬运、摆放、固定等环节,确保作业人员按照规范进行操作。

4.3.2 加强货物保护

对于易受潮的货物,采用防潮包装材料进行包装,如塑料薄膜、防潮纸等;对于易碎货物,采用缓冲材料进行加固,如泡沫塑料、气泡膜等。根据货物的存储要求,控制仓储环境的温度、湿度、光照等条件^[4]。例如,对于食品、药品等货物,应存储在适宜的温度和湿度环境下,避免货物变质。

4.3.3 危险货物管理

危险货物存储区域应与其他货物存储区域隔离,设置明显的警示标志。存储区域应具备良好的通风、防火、防爆、防毒等设施,确保危险货物的安全存储。制定专门的危险货物操作规程,明确危险货物的搬运、装卸、存储等环节的操作要求和注意事项。操作人员必须经过专业培训,熟悉危险货物的特性和操作规程,方可进行操作。

4.4 环境安全风险防控

4.4.1 消防设施建设

根据仓储场所的面积、货物类型等因素,选择合适的消防设施类型和规格。消防设施应合理布局,确保在火灾发生时能够及时发挥作用。例如,在货物存储区应配备足够数量的灭火器,在通道处应设置消火栓。定期对消防设施进行检查和维护,确保其性能良好。检查内容包括消防设施的外观、压力、有效期等,发现问题及时进行维修或更换。

4.4.2 通风与防潮

根据仓储场所的大小、布局和货物类型,设计合理的通风系统。通风系统应包括进风口、排风口、通风管道等,确保空气能够均匀流通。对于一些对环境湿度要求较高的货物,可采用除湿设备进行湿度控制。同时,在仓储场所的地面和墙面做好防潮处理,如铺设防潮垫、涂刷防潮涂料等。

4.4.3 自然灾害防范

制定自然灾害应急预案,加强对自然灾害的监测和预警。应急预案应包括自然灾害的预警、应急响应、人员疏散、物资转移等内容。定期组织应急演练,提高作业人员的应急处理能力。与气象、地震等部门建立联系,及时获取自然灾害的预警信息。在仓储场所安装相应的监测设备,如地震监测仪、水位监测仪等,实时监测自然灾害的发生情况。

结语

仓储作业安全风险的智能识别与防控技术是提升仓储安全性的关键。借助视频监控、传感器、物联网及大数据分析等智能识别技术,能实时精准识别风险。结合人员、设备、货物及环境安全防控技术,并集成应用智能识别与防控技术,可构建完善的安全风险管理体系,降低事故概率。未来,应深化人工智能、机器学习等技术应用,提高识别准确性与智能化,推动技术融合,实现仓储智能化管理,并完善相关标准规范,保障仓储行业安全发展。

参考文献

- [1]赵发伟,尹德林,杜征强.物流仓储管理作业中的安全管理体系建设研究[J].中国航务周刊,2024,(41):70-72.
- [2]胡丁心.基于Z-WMS系统的智能化仓储作业流程优化与精细化管理研究[J].科技视界,2024,14(36):44-47.
- [3]李文然.面向密集库的数字化仓储作业监控技术研究[D].东华大学,2023.
- [4]楚昌昊,惠记庄,张富强.智能化仓储的“人-机-物”感知交互与协同作业框架[J].信息技术与信息化,2023,(01):207-211+216.