

智慧工地背景下人工智能在施工安全管理中的应用探索

陶 瑜¹ 胡逸君²

1. 核工业西南勘察设计研究院有限公司 四川 成都 610000

2. 信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司 四川 成都 610000

摘要：智慧工地的建设为施工安全管理带来了新的理念与手段，人工智能凭借其强大的数据处理与分析能力，在其中发挥着日益关键的作用。本文探索智慧工地背景下人工智能在施工安全管理中的应用。在施工安全风险识别上，图像、语音识别技术及传感器数据识别可实现人员装备、危险区域、环境参数和设备状态的实时监测；在施工安全预警方面，基于数据分析构建预警模型，借助物联网技术实现实时动态预警，通过多源信息融合提高预警可靠性和准确性；在施工安全监控方面，远程监控与管理强化监管力度，智能巡检提升巡检效率，人员行为监控与分析能精准识别人员行为，为施工安全管理人员提供决策支持，保障施工安全有序进行。

关键词：智慧工地；人工智能；施工安全管理；应用

引言

在智慧工地建设浪潮下，施工安全管理面临着新的挑战与机遇，人工智能凭借其强大的数据处理与分析能力，为提升施工安全管理水平提供了有力支撑。本文深入探索人工智能在施工安全管理中的多元应用。从施工安全风险识别中的图像、语音识别及传感器数据识别，到施工安全预警里基于数据分析的模型、实时动态及多源信息融合预警，再到施工安全监控方面的远程监控、智能巡检与人员行为监控分析，全方位展现人工智能如何助力施工安全管理实现智能化、高效化，保障施工安全有序推进。

1 人工智能在施工安全风险识别中的应用

1.1 图像识别技术

人工智能在施工安全风险识别中发挥重要作用，其中图像识别技术应用广泛。在人员安全装备识别方面，借助摄像头与图像识别算法，可对施工人员安全帽、安全带等安全装备佩戴情况展开实时监测。系统持续分析摄像头捕捉的画面，一旦发现有人未佩戴或未正确佩戴安全装备，便会立即发出警报，促使相关人员及时纠正，以此降低因人员未规范佩戴安全装备引发安全事故的可能性。在危险区域识别方面，于施工现场合理设置摄像头，运用图像识别技术对危险区域进行精准标识与动态监测。系统对摄像头采集的图像进行实时处理，当监测到有人员进入危险区域时，能迅速识别并触发警报机制。这一过程可及时阻止人员进入危险区域，避免意外事故发生。通过图像识别技术在人员安全装备识别和危险区域识别方面的应用，实现对施工安全风险的实时把控，有效提升施工现场安全管理水平，保障施工人员

生命安全与施工项目顺利进行。

1.2 语音识别技术

在安全指令识别上，施工人员通过语音指令与施工安全管理系统交互。他们可直接用语音提出查询安全规范的要求，系统中的语音识别技术能迅速、精准地捕捉语音内容并完成识别，之后系统依据指令从数据库中调取相应的安全规范信息反馈给施工人员；当施工人员发现安全隐患并语音报告时，语音识别技术同样准确识别，系统记录上报内容，以便后续处理。这一交互方式避免了手动输入的烦琐流程，使施工人员能更快地获取所需信息、反馈问题，有效提升了施工安全管理的效率^[1]。在安全警示语音识别方面，施工现场会合理布置语音识别设备，这些设备持续对周围环境的语音信息进行实时监测。设备对捕捉到的各类语音进行细致分析判断，一旦识别出存在不安全因素的语言表达，如违规操作的指令、对危险情况的忽视性言论等，系统会立即发出警示信号。这能及时提醒在场相关人员关注安全状况，促使他们迅速采取防范措施，防止潜在安全风险发展为实际事故，为施工现场的安全管理提供坚实保障，确保施工活动安全、有序推进。

1.3 传感器数据识别

在环境参数识别上，于施工现场合理布设多种传感器，涵盖温度传感器、湿度传感器、气体传感器等。这些传感器持续工作，实时获取施工现场的温度、湿度、气体浓度等环境参数数据，并传输至管理系统。管理系统对接收的数据进行分析判断，一旦发现环境参数超出预先设定的安全范围，系统会立即识别这一异常情况，并迅速发出警报，提醒施工人员关注环境变化，及时采

取如通风、降温、除湿等相应措施,防止因恶劣环境因素引发安全事故。在设备状态识别方面,在施工设备关键部位安装传感器,用以实时监测设备运行状态,包括转速、温度、压力等参数。传感器将设备运行数据实时反馈给系统,系统对数据进行比对分析,当设备运行参数出现异常,表明设备可能存在故障风险时,系统能及时识别并触发警报机制,通知维修人员尽快到场检修,避免设备故障进一步扩大,进而防止因设备问题引发安全事故,保障施工安全与进度。

2 人工智能在施工安全预警中的应用

2.1 基于数据分析的预警模型

一是数据收集与整合,需全面收集施工现场的各类数据,涵盖人员行为数据,像人员操作动作、活动轨迹;设备运行数据,如设备运转时长、负载情况;环境参数数据,包括温度、湿度、粉尘浓度等。收集后对这些数据进行整合,去除重复、错误等无效数据以及干扰性的噪声数据,确保数据准确可靠,为后续分析筑牢基础^[2]。二是模型构建与训练,运用机器学习算法,如神经网络可处理复杂非线性关系、决策树能进行清晰规则判断,以此构建施工安全预警模型。把整合好的数据输入模型,通过不断调整参数对模型进行训练和优化,让模型具备准确预测施工安全风险发生概率以及可能造成损失的能力。三是预警发布与响应,当预警模型预测到施工安全风险时,系统迅速发布预警信息,明确告知相关人员风险情况。同时,依据预警级别自动启动对应应急预案,如一级预警启动最高级别应急响应,调配更多资源,提高应对施工安全风险的效率与效果,保障施工安全。

2.2 实时动态预警

借助物联网技术,能实现对施工现场各类数据的实时监测与传输。在施工现场,人员定位传感器可精准监测人员位置,振动传感器能检测设备运行状态,气象传感器可获取环境参数,众多传感器各司其职,持续收集相关数据,并通过网络将这些数据实时传输至管理平台。人工智能算法对管理平台接收的实时数据进行高效分析与处理,可快速捕捉施工过程中的安全隐患和异常情况。一旦发现人员违规进入危险区域、设备运行参数超出正常范围、环境指标临近危险阈值等情况,系统会立即响应。同时,系统会根据实时数据变化动态调整预警级别和内容。若安全隐患得到及时处理,数据恢复正常,系统会降低预警级别或解除预警;若安全隐患未消除且扩大,或出现新的安全隐患,系统会迅速提高预警级别,通过发出更急促的警报声、推送更详细的预警信息等更醒目的方式通知相关人员,确保施工安全预警准

确、及时,有效保障施工现场人员和设备的安全,为施工安全有序进行提供有力支撑。

2.3 多源信息融合预警

在施工安全预警领域,多源信息融合预警是提升预警效能的关键手段,施工现场存在图像、语音、传感器等多种不同数据源,其中图像信息能直观呈现人员操作、设备状态及环境场景,语音信息可反映人员交流中的安全指令或异常呼喊,传感器信息则能精准获取人员位置、设备运行参数、环境指标等数据。采用卡尔曼滤波算法对动态数据进行优化估计以降低噪声干扰,运用贝叶斯推理算法基于先验知识对信息进行概率判断等数据融合算法,对这些多源信息进行融合处理,再通过综合分析和判断融合后的信息,能够更全面、准确地识别施工过程中的潜在安全风险,有效提高施工安全预警的可靠性和准确性^[3]。同时,多源信息融合预警可为施工安全管理人员提供全面的决策支持,管理人员依据融合预警生成的详细信息,能清晰了解施工现场安全状况全貌,进而制定贴合实际的安全管理策略,合理安排人员和资源,还能制定科学合理的应急预案,明确不同安全风险下的应对措施和流程,从而有效应对施工过程中的各种安全风险。

3 人工智能在施工安全监控中的应用

3.1 远程监控与管理

远程视频监控借助构建实时监控网络来强化对施工现场的监管力度,具体而言,将网络摄像头科学合理地布置在施工现场的关键位置,利用其持续采集现场画面信息,并实时传输至视频监控系统。施工安全管理人员通过手机、电脑等终端设备,无论何时何地都能接入该系统查看现场实时状况。凭借实时画面,管理人员可快速察觉安全隐患,如人员未依规定佩戴安全防护装备、违规进入危险作业区域等情况,也能发现违规行为,像不按操作规程作业等,进而及时采取措施予以纠正。远程设备控制依托物联网技术,实现施工设备与监控系统的互联互通。管理人员通过监控系统可实时获取设备运行数据,一旦发现设备出现温度超出正常范围、转速偏离标准值等异常情况,便能利用远程控制功能直接操作设备,可停止设备运行以防止故障扩大,也可调整设备参数使其恢复正常运行状态,以此避免因设备故障引发安全事故,保障施工现场人员与设备安全。

3.2 智能巡检

在施工安全监控体系中,智能巡检占据关键地位,就巡检机器人应用而言,需在施工现场进行科学合理的部署,让它们替代人工执行巡检任务。这些机器人会按

照预先设定的路线与时间有序开展，依靠自身配备的多种传感器以及高清摄像头，对施工现场展开全方位检测^[4]。其中，温度传感器负责监测设备温度，压力传感器用于检测设备压力，气体传感器能够识别环境中的气体成分，高清摄像头则承担着采集现场画面的任务。借助这些设备，机器人可对施工现场的设备运行状态和环境参数进行细致入微的检测，既能精准捕捉设备零部件松动、磨损等细微异常，又能迅速察觉气体泄漏、积水等环境中的潜在危险。进入智能巡检数据分析环节，会对巡检机器人采集的海量数据进行深度处理。通过运用特定算法，从复杂的数据中提炼出关键信息，进而生成详细直观的巡检报告。施工安全管理人员查看这份报告后，能清晰地掌握施工现场的整体安全状况，明确安全隐患的具体位置以及需要维修的设备。依据这些信息，管理人员可及时安排维修和整改工作，及时消除潜在安全风险，切实保障施工安全，智能巡检的应用有效提升了施工安全管理的效率与水平，为施工项目顺利推进筑牢安全防线。

3.3 人员行为监控与分析

在人员行为识别方面，借助图像识别技术与传感器技术构建起实时监测网络。图像识别技术依托在施工现场合理布局的摄像头采集施工人员画面信息，可精准识别人员行走轨迹，判断其有无进入危险区域；细致分析工作姿势，查看是否存在因姿势不当引发身体损伤或影响作业安全的情况；准确识别操作动作，确定其是否符合安全操作规程。传感器技术发挥辅助作用，通过在人员安全帽、工作服上安装传感器，能够监测人员活动状态、位置信息等，进一步增强行为识别的准确性与全面性，从而判断人员是否存在违规行为或危险动作。在行为分析与评估环节，对收集到的人员行为数据进行深度处理，运用特定算法和模型建立详细的人员行为档案，记录每个人在不同

时间、不同作业场景下的行为表现。基于这些档案，客观评估施工人员的安全意识和操作技能，针对安全意识淡薄、操作技能欠缺的人员，制定贴合其具体问题的个性化培训和指导方案，有针对性地提升其安全素养和操作水平^[5]。如此一来，能有效减少因人员行为引发的安全事故，避免人员失误造成设备损坏、工程延误等问题，提高施工安全管理的质量与效果，保障施工项目顺利推进，为施工现场营造安全稳定的环境，推动施工安全管理朝着更科学、规范的方向发展。

结语

综上所述，智慧工地背景下，人工智能在施工安全管理中的应用成效显著。在风险识别上，图像、语音与传感器数据识别技术实时把控风险；在预警环节，基于数据分析、实时动态及多源信息融合预警，提升了预警可靠性与准确性；在监控方面，远程监控、智能巡检和人员行为监控分析强化了监管力度、提高了巡检效率，为管理人员提供决策支持。这些应用全方位保障了施工安全，降低了事故发生率。未来，随着技术持续进步，人工智能将在施工安全管理中发挥更大作用，推动行业向更安全、高效、智能的方向发展。

参考文献

- [1]郭涛.智慧工地背景下物联网技术在施工安全管理中的应用[J].中国地名,2025(12):0247-0249.
- [2]任贺.智能建造技术在智慧工地监控中的应用研究[J].陶瓷,2025(12):153-155.
- [3]刘欣鹏.智慧工地在建筑项目施工管理中的应用探究[J].科技视界,2025,15(16):64-66.
- [4]侯朝,郝丁默,杨阳,刘占省.智能建造及智慧工地管理系统在施工中的应用[J].建筑技术,2025,56(1):27-30.
- [5]姚晨晖,申彩娟.智能建造背景下的智慧工地发展与实践研究[J].智能建筑与智慧城市,2025(11):19-21.