

人工智能背景下油脂加工企业本质安全提升路径研究

周伟

中储粮油脂工业盘锦有限公司, 辽宁 盘锦 124000

[摘要]人工智能技术向工业领域的深度渗透,为油脂加工这一流程型高危行业的本质安全水平提升提供了全新契机。本质安全以“从根源上消除或控制安全隐患”为核心理念,可有效破解传统油脂加工中人工监控滞后、风险预判不足等关键瓶颈。本文系统剖析当前油脂加工企业本质安全管理在人员、设备、环境、管理及配套五个维度存在的短板,提出“风险预判-过程管控-应急处置-管理优化”四维提升路径,并配套理念引领、资金投入、人才队伍建设及制度标准体系等保障措施,为行业依托人工智能技术实现本质安全转型升级提供理论参考与实践指引。

[关键词]人工智能; 油脂加工; 本质安全; 提升路径; 风险管控; 智能化

DOI: 10.33142/sca.v9i1.18962

中图分类号: X923

文献标识码: A

Research on the Intrinsic Safety Improvement Path of Oil Processing Enterprises under the Background of Artificial Intelligence

ZHOU Wei

SINOGRAIN Oil Industry Panjin Co., Ltd., Panjin, Liaoning, 124000, China

Abstract: The deep penetration of artificial intelligence technology into the industrial field provides a new opportunity for improving the intrinsic safety level of the high-risk process industry of oil processing. The core concept of intrinsic safety is to "eliminate or control safety hazards from the root", which can effectively solve key bottlenecks such as lagging manual monitoring and insufficient risk prediction in traditional oil processing. This article systematically analyzes the shortcomings of intrinsic safety management in personnel, equipment, environment, management, and supporting dimensions in current oil processing enterprises. It proposes a four-dimensional improvement path of "risk prediction process control emergency response management optimization", and provides theoretical reference and practical guidance for the industry to rely on artificial intelligence technology to achieve intrinsic safety transformation and upgrading, with supporting measures such as concept guidance, capital investment, talent team construction, and institutional standard system.

Keywords: artificial intelligence; oil processing; intrinsic safety; improvement path; risk management and control; intelligentization

引言

油脂加工行业作为食品工业的重要支柱,其生产流程涉及高温、高压、易燃易爆及有毒有害物质等多重高危因素,各环节关联紧密、风险传导迅速,一旦发生安全事故,极易造成人员伤亡、环境污染及重大财产损失,对社会稳定 and 经济发展产生严重负面影响。本质安全作为安全生产领域的先进理念,强调通过工艺流程优化、技术装备革新和管理系统升级从源头消除或控制安全隐患,实现安全管理向“事前预防”的根本转型。

然而,当前我国油脂加工企业本质安全管理仍面临诸多深层次挑战:传统人工巡检模式存在风险识别盲区且效率低下,难以满足大规模连续化生产的安全监控需求;应急响应机制滞后于事故发展态势,错失最佳处置时机;智能化、信息化手段应用不足,安全数据分散孤立,无法支撑科学决策。这些问题严重制约了企业本质安全水平的提升。

近年来,随着人工智能技术的快速发展和成熟应用,其在图像识别、预测分析、自动控制、深度学习等领域的

突破性进展为油脂加工企业本质安全提升提供了创新性技术路径。通过人工智能技术与安全管理的深度融合,可实现对生产全流程的动态监控、智能预警与精准管控,显著提升风险防控的精准性和时效性,推动安全管理从被动应对向主动预防转变。现有学术研究多聚焦于化工、煤矿、冶金等高危行业,针对油脂加工这一流程型制造业的专项研究相对匮乏,理论与实践指导均显不足。

基于此,本文立足油脂加工行业生产特性与安全管理的现实需求,系统开展人工智能背景下油脂加工企业本质安全提升路径的研究,深入剖析现存问题,构建系统性提升框架,提出针对性保障措施,以期填补行业研究空白,为企业实现本质安全转型升级提供可操作的实践方案,推动行业安全管理水平整体跃升。

1 人工智能技术核心特性与工业安全应用逻辑

人工智能作为融合物联网、机器学习、计算机视觉、大数据挖掘等前沿技术的综合性技术体系,在工业安全管理领域展现出独特的技术优势与广阔的应用前景。其技术

架构与应用逻辑可概括为“感知-分析-决策-优化”的闭环运行机制，形成覆盖安全管理全流程的智能化支撑体系。

1.1 多源感知层：全域数据采集

依托部署于生产现场的高清摄像头、物联网传感器、气体检测仪、温度压力变送器等智能感知设备，实时采集油脂加工全流程中“人-机-环-管”各要素的状态信息，构建全域覆盖、实时连续的数据采集矩阵，为后续智能分析提供数据基础。

1.2 智能分析层：深度数据挖掘

运用大数据清洗、去噪、归一化等预处理技术提升数据质量，通过卷积神经网络、循环神经网络、池化算法等深度学习技术降低模型复杂度、提取关键特征；借助机器学习算法构建风险预判与故障诊断模型，深度解析数据间的关联关系与风险演化规律，实现从海量数据到有价值信息的转化。

1.3 自主决策层：实时响应控制

基于实时数据流与历史数据仓库，运用训练成熟的算法模型对安全风险发生概率、影响范围及发展趋势进行精准估算与动态预测。当系统识别潜在风险或突发事件时，自动触发预设的控制逻辑，驱动执行机构实时响应，将风险损失控制在萌芽状态，实现“早发现、早预警、早处置”。

1.4 持续优化层：动态能力提升

根据风险处置效果、设备运行反馈及新增数据样本，算法模型进行自我迭代优化与参数调优，不断提升预测准确率和响应精准度，实现本质安全水平的动态提升与持续改进，形成“越用越聪明”的良性循环。

2 人工智能背景下油脂加工企业本质安全现存问题分析

当前，我国油脂加工企业在推进本质安全建设过程中，受技术条件、管理水平、人员素质及资源配置等多重因素制约，在人员、设备、环境、管理及配套五个维度仍存在突出短板，亟需通过人工智能技术的深度应用加以破解。

2.1 人员层面：安全素养参差不齐，智能技术适配性薄弱

作业人员是安全生产的主体，其安全素养直接决定本质安全建设的成效。当前，油脂加工企业作业人员队伍呈现多元化特征，安全意识与技能水平参差不齐。部分人员受文化程度和专业背景限制，对易燃溶剂泄漏、高压设备爆炸、高温烫伤等危险因素的危害性认知不足，在实际操作中存在防护用品穿戴不规范、标准作业流程执行不到位、应急处置程序不熟悉等现象，人为失误成为诱发事故的重要诱因。更为突出的是，随着智能化设备的逐步引入，企业缺乏针对人工智能技术的专项安全培训体系，员工对智能监控系统的操作界面、数据解读、异常处置等技能掌握薄弱，“不会用、不敢用、用不好”问题普遍存在，严重制约了智能设备效能的发挥和本质安全提升的推进实效。

人员因素已成为制约智能化转型的关键瓶颈。

2.2 设备层面：安全性能基础薄弱，智能运维水平偏低

油脂加工设备长期处于高温、高压、高负荷的连续运行状态，关键部件磨损、老化、腐蚀问题突出，设备故障具有突发性和连锁性特征。部分企业仍沿用传统的“定期检修+事后维修”模式，预防性维护理念尚未确立。虽然部分企业引入了智能监控设备，但智能化程度普遍不足，多停留在单一参数监测和超限报警的初级阶段，缺乏基于大数据分析的故障预测与健康管理能力，无法实现对设备温度、压力、振动、电流等关键参数的实时趋势分析和早期故障预判，设备隐患难以在萌芽状态被发现和消除，非计划停机频发，既影响生产连续性，更埋下严重安全事故隐患。

2.3 环境层面：监测手段传统滞后，风险防控能力不足

油脂加工生产环境复杂多变，涉及高温、高湿、粉尘、噪声、有毒有害气体等多种职业危害因素。传统人工巡检监测模式不仅耗费大量人力物力，且监测频次有限、精度易受主观因素影响，无法实现环境参数的实时连续感知与动态异常预警。部分企业虽配置了环境监测设备，但自动化、智能化水平低，监测数据与调控设备之间缺乏有效联动，无法根据实时监测数据自动调整通风、除尘、温湿度控制等环境参数，风险处置过度依赖人工判断和操作，响应链条长、处置效率低，经常错失风险防控的最佳时间窗口，小隐患演变为大事故的风险居高不下。

2.4 管理层面：体系机制不够完善，智能化管控平台缺失

部分企业安全管理体系仍停留在“事后补救”的被动防御阶段，风险预控和过程管控能力不足。缺乏覆盖全厂区的集成化智能安全管控平台，安全相关数据分散于生产、设备、质检、仓储等不同部门的信息系统中，数据标准不统一、接口不互通，形成“信息孤岛”，难以实现安全数据的系统整合、关联分析与深度挖掘，无法为管理决策提供全面、准确、及时的数据支撑。同时，安全考核评价体系不完善，考核指标设置不科学、数据采集不自动、结果应用不充分，员工参与本质安全建设的内生动力不足，“要我安全”向“我要安全”的转变尚未实现。

2.5 配套层面：技术投入相对不足，复合型人才严重稀缺

人工智能技术的应用需要持续的资金投入和专业人才支撑。部分企业尤其是中小型企业，受经营业绩和发展理念限制，难以在人工智能技术应用领域进行专项投入，无法引进技术领先、性能可靠的智能设备与高效管控系统，智能化建设进展缓慢。更为严峻的是，既精通油脂加工工艺、设备运行规律，又掌握人工智能、大数据、物联网等技术的复合型人才极度匮乏，现有安全管理人员和技术人员知识结构单一，对智能系统的运维管理能力不足，设备

故障排除过度依赖外部技术支持,智能化系统的可持续运行面临挑战。

为清晰呈现当前油脂加工企业本质安全现存问题及各问题的影响程度,构建问题影响程度分析表如下:

表 1 油脂加工企业本质安全现存问题影响程度分析表

现存问题类型	具体问题	影响程度(1~5分)	主要影响环节
人员层面	安全素养不足、智能技术适配性差	4.5	全生产环节
设备层面	安全性能薄弱、智能运维水平偏低	4.8	压榨、浸出、精炼环节
环境层面	监测滞后、风险防控能力不足	4.2	浸出、仓储环节
管理层面	体系不完善、智能化管控缺失	4.6	全生产环节
配套层面	技术投入不足、复合型人才招聘	4.0	全生产环节

(注:1分为影响极小,5分为影响极大)

3 人工智能背景下油脂加工企业本质安全提升路径

针对上述问题,本文构建“风险预判-过程管控-应急处置-管理优化”四维提升路径,形成覆盖事前预防、事中控制、事后处置及管理支撑的全链条本质安全提升体系。

3.1 构建智能风险预判体系,实现根源性超前防控

精准预判是本质安全提升的前提基础。应充分运用人工智能技术构建覆盖油脂加工全流程的智能化风险预判系统,推动风险管控关口前移。

一是搭建多源异构数据采集平台。以油脂加工全流程为框架,在原料预处理、压榨、浸出、精炼、仓储、灌装等关键环节科学部署高清摄像头、红外热成像仪、物联网传感器、可燃/有毒气体检测仪、粉尘浓度监测仪等智能感知设备,构建设备状态、工艺参数、环境指标、人员行为等多维度数据的全面、实时、精准采集网络,实现物理世界的数字化映射。

二是构建多维动态风险预判模型。依托机器学习、深度学习等先进算法,融合实时监测数据与历史运行数据,通过数据清洗去除噪声干扰、数据归一化消除量纲差异,运用关联规则挖掘、时序分析等技术解析风险因子的关联规律与演化趋势,对设备故障、工艺异常、环境超标、人员违规等各类安全风险的发生概率、影响范围及发展趋势进行动态估算和提前预警。

三是建立分级分类预警响应机制。基于模型输出结果和风险评估矩阵,科学设定多级风险阈值,构建红、橙、黄、蓝四级预警体系,明确每级预警的触发条件、响应对象、处置流程与时限要求,实现风险的早发现、早预警、早处置,将事故消灭在萌芽状态。

3.2 强化智能过程管控,实现人-机-环全要素安全可控

过程管控是本质安全提升的核心环节。应针对“人、机、环”三大安全要素实施差异化、精准化的智能管控策略。

人员智能管控方面,在生产现场关键区域部署高清智能摄像头,基于计算机视觉技术和深度学习算法构建违规操作智能识别模型,自动识别并实时抓拍未规范穿戴安全帽、防护眼镜、防静电服等防护用品,违规进入受限空间、跨越安全警戒线、误操作关键设备等不安全行为,即时触发声光报警并推送至管理人员移动终端,督促现场立即纠正,实现人员行为的实时监督和智能纠偏。

设备智能管控方面,构建设备智能运维管理平台,通过在电机、轴承、齿轮箱等关键部位部署振动、温度、电流传感器,实时采集设备运行状态参数,运用大数据分析机器学习算法构建设备故障诊断与剩余使用寿命预测模型,提前识别轴承磨损、转子不平衡、润滑不良等潜在故障隐患,精准定位故障位置和严重程度,自动生成检修工单并推送针对性维护建议,变“定期检修”为“预测性维护”,避免故障扩大化和非计划停机。

环境智能管控方面,针对炒锅、榨油机、调质塔、脱臭塔等高温高压设备(榨油机来料温度通常达110°C以上,脱臭塔操作温度高达240~270°C),融合物联网感知、大数据分析自动化控制技术,搭建环境智能监测与联动调控平台。实时采集车间温度、湿度、可燃气体浓度、粉尘浓度、氧气含量等关键环境参数,通过工业以太网高速传输至智能管控中心进行深度挖掘分析,实现环境异常的智能预警,并自动联动通风、除尘、惰化、消防等调控设备,将环境参数动态调整至安全范围,确保生产环境始终处于受控状态。

3.3 完善智能应急处置体系,提升突发事件响应效率

高效的应急处置是降低事故损失、防止次生灾害的关键保障。应运用人工智能技术全面提升应急管理的智能化水平。

一是构建智能化应急预案体系。针对火灾、爆炸、溶剂泄漏、粉尘爆炸、人员中毒等典型事故类别,结合人工智能技术特性和企业实际,编制结构化、数字化、可执行的智能化应急预案,建立基于实时监测数据、演练评估反馈和事故案例学习的动态完善机制,确保预案的科学性、针对性和可操作性。

二是搭建应急资源智能集成平台。全面整合企业内外部应急救援设备、物资储备、救援队伍、专家资源、医疗机构等信息,建立应急资源数据库和智能调配模型,实现应急资源的可视化管理和最优调度,确保突发事件发生时资源快速到位、高效利用。

三是创新沉浸式应急演练模式。运用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)、数字孪生等技术搭建高仿真虚拟演练平台,模拟浸出车间溶剂泄漏火灾、储罐区油品着火、粉尘爆炸等复杂事故场景,组织作业人员与救援队伍开展常态化、高频次、低成本的沉浸式演练,使参演人员在虚拟环境中熟悉应急响应流程、掌握救援装备使用、锤炼协同处置技能,有效解决传统实地演练“难组织、高风险、成本

高、效果差”的困境，切实提升实战能力。

3.4 优化智能管理体系，实现安全管理精细化升级

精细化管理是本质安全提升的重要支撑。应运用人工智能技术推动安全管理模式的深刻变革。

一是搭建一体化智能安全管控平台。整合风险预判、过程管控、应急处置、隐患排查、培训考核等功能模块，打通生产、设备、安全、质检、仓储等业务系统数据接口，实现安全数据的集中汇聚、集成共享和可视化展示，构建企业安全态势“一张图”，辅助管理层实时掌握安全动态、科学研判风险趋势、精准制定管控策略。

二是完善智能安全绩效考核机制。基于平台自动采集的客观数据，建立涵盖违章记录、隐患整改、培训参与、应急演练、安全建议等维度的智能化考核指标体系，运用机器学习算法实现考核评价的自动化、精准化和透明化，配套建立与薪酬晋升挂钩的正向激励机制和违章惩戒机制，充分激发全员参与本质安全建设的积极性和主动性。

三是建立智能持续改进机制。运用人工智能技术分析历史安全数据，运用关联分析、聚类分析、根因分析等技术挖掘问题产生的深层次根源，针对性推送管理优化、技术改进、培训强化等改进建议；搭建行业内外交流平台，促进先进经验共享和最佳实践推广，推动企业本质安全水平持续迭代提升。

4 人工智能背景下油脂加工企业本质安全提升的保障措施

为确保上述提升路径的有效落地，需要从理念、资金、人才、制度四个维度构建完善的保障体系。

4.1 强化理念引领与资金投入

企业管理层应牢固树立“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，将本质安全理念贯穿生产经营全过程，将人工智能技术应用作为安全发展的战略支点。设立人工智能技术应用专项基金，纳入年度预算并优先保障，用于智能感知设备采购、智能化管控系统开发与升级、安全培训平台建设及运维，确保智能化建设持续投入、稳步推进。

4.2 加强复合型人才培养建设

制定分层分类的人才培养计划，定期组织智能化设备操作、数据分析应用、系统运维管理等专项培训，优先选拔具备工艺知识和计算机基础的骨干员工进行重点培养，打造一支懂安全、懂工艺、懂技术的复合型内训师队伍。同时，制定具有竞争力的人才引进政策，积极吸纳安全管理、人工智能、数据分析等领域的专业人才加盟，优化人

才结构，提升团队整体素质。

4.3 完善制度标准与规范体系

建立健全人工智能技术应用于安全管理的技术标准体系，明确智能设备的选型要求、安装规范、数据接口、安全等级，制定智能化系统的操作规范、运维规程、应急预案；建立智能化安全管理的评价指标和考核标准，确保智能系统建设和运行的规范化、标准化、可持续化。

5 结论与展望

5.1 结论

本质安全是油脂加工企业实现长治久安和高质量发展的核心目标。针对当前行业在人员安全素养、设备智能运维、环境风险防控、管理体系机制及配套资源保障等方面存在的突出问题，本文构建了“风险预判-过程管控-应急处置-管理优化”的四维提升路径，从超前防控、过程控制、应急响应和管理支撑四个层面系统提升本质安全水平，并配套理念引领、资金投入、人才建设、制度完善等保障措施，为油脂加工企业依托人工智能技术实现数字化、智能化、网络化的本质安全转型提供了系统性、可操作的解决方案。

5.2 展望

展望未来，随着人工智能技术的持续演进和5G、数字孪生、边缘计算等新技术的融合应用，油脂加工行业本质安全建设将迎来更广阔的发展空间。应进一步深化人工智能技术与油脂加工具体场景的融合适配，开发更具行业特性的专用算法与智能装备；积极探索人工智能与大数据、区块链、云计算等技术的协同创新，构建安全数据可信共享、风险全链条管控、跨企业协同应急的新型智慧安全生态，为油脂加工行业乃至食品工业的高质量、可持续发展提供坚实的安全保障。

[参考文献]

- [1]余晓晖,刘默,蒋昕昊,等.工业互联网体系架构 2.0[J].计算机集成制造系统,2019,25(12):2983-2996.
 - [2]李莉,刘威.振动传感器的原理及应用[J].电子元件与材料,2014,33(4):81-82.
 - [3]王颖.深度学习在图像识别中的研究与应用[J].科技视界,2020(24):37-38.
 - [4]田波,江潼君.激光三角法测量烟卷直径[J].自动化与仪器仪表,1999(2):3-5.
- 作者简介：周伟（1986.8—），单位名称：中储粮油脂工业盘锦有限公司，毕业学校和专业：沈阳化工，安全工程专业。