

成品油库安全管理中的人工智能辅助决策系统

柳宗奇

中国石油天然气股份有限公司西北销售川渝分公司 四川 成都 610000

摘要：成品油库储存易燃易爆油品，其安全管理不容小觑，一旦发生事故，后果不堪设想。本文聚焦成品油库安全管理，探索人工智能辅助决策系统的应用。先是点明油库安全管理的重要意义，随后介绍系统涉及的数据采集、机器巡检等关键技术。接着，从总体架构、功能模块等方面，对系统架构展开分析。研究期望借助人工智能，优化安全管理流程，提升管理效能，为行业智能化转型助力。

关键词：成品油库；安全管理；人工智能；辅助决策；系统

引言：成品油库作为储存和收发成品油的关键场所，其安全管理对保障能源供应、维护社会经济稳定至关重要。传统安全管理模式多依赖人工经验，面对日益复杂的安全风险，难以做到实时、精准决策。人工智能技术的兴起，为成品油库安全管理带来新契机。通过构建人工智能辅助决策系统，能整合多源数据，运用机器学习、知识推理等技术挖掘数据价值，以可视化形式直观呈现决策信息。本文将深入剖析该系统的关键技术与架构设计，探索人工智能在成品油库安全管理中的落地应用，助力行业提升安全管理水平。

1 成品油库安全管理的重要性

成品油库在能源供应体系中占据关键地位，其安全管理的重要性不言而喻。第一，它关乎国家能源安全。成品油作为重要的战略物资，保障着工业生产、交通运输等关键领域的稳定运行。若油库出现安全事故，如火灾、爆炸或油品泄漏，会严重影响成品油的供应，进而冲击国家能源安全格局，对经济发展造成极大阻碍。第二，成品油库的安全管理与公共安全紧密相连。油库通常储存着大量易燃易爆的油品，一旦发生事故，其影响范围将远超油库本身，可能导致周边居民、企业的生命和财产遭受严重损失，引发社会恐慌，破坏社会的稳定和谐。第三，从环保层面来看，油品泄漏会对土壤、水体和空气造成严重污染，引发生态环境灾难，治理成本高昂，对生态系统的破坏可能长期难以修复。因此，加强成品油库的安全管理，是保障能源供应、维护社会稳定和生态环境的必然要求，对社会的可持续发展有着极为关键的作用^[1]。

2 人工智能辅助决策系统的关键技术

2.1 数据采集与预处理技术

2.1.1 多源数据采集

在成品油库安全管理的人工智能辅助决策系统中，

多源数据采集是基石。系统会从多个渠道收集数据，传感器网络实时收集油库内温度、压力、液位等数据，以便及时察觉异常情况。监控摄像头记录的视频数据，能用于分析人员和车辆的活动轨迹，排查安全隐患。此外，设备运行日志可反映设备的运行状况，为预测性维护提供依据。同时，系统还会收集外部数据，如天气信息，因极端天气可能影响油库的安全运营。

2.1.2 数据预处理

采集到的数据往往存在质量问题，需要进行预处理。在数据清洗阶段，去除重复、错误和缺失的数据，避免对分析结果造成干扰。例如，剔除传感器因故障产生的错误数据。之后，对数据进行标准化和归一化处理，使不同来源、不同量级的数据处于同一尺度，提升模型训练的稳定性和准确性。

2.2 机器学习与深度学习技术

2.2.1 机器学习算法

在成品油库安全管理的人工智能辅助决策系统里，机器学习算法发挥着关键作用。决策树算法能够依据油库设备的运行参数、环境数据等，构建清晰的决策规则，对潜在风险进行分类，判断是否存在安全隐患。支持向量机则可精准识别设备运行状态的正常或异常，实现故障的早期预警。同时，强化学习算法通过与环境交互，不断优化决策策略，比如根据不同场景制定巡检路线，减少作业人员在危险场所暴露时间，从而提升管理效率和确保人员安全。这些算法凭借对历史数据的学习，预测事故发生的可能性，为管理者制定预防措施提供数据支持，助力他们做出科学的安全管理决策。

2.2.2 深度学习模型

深度学习模型凭借强大的特征学习能力，在该系统中得到广泛应用。卷积神经网络（CNN）通过对监控视频图像的分析，自动学习图像特征，识别出人员违规操

作行为,如作业人员未按规定穿戴劳动保护用具、违章操作等。长短期记忆网络(LSTM)能处理设备运行数据的时间序列信息,有效捕捉数据的长期依赖关系,预测设备的故障趋势,为维护人员安排预防性维护计划提供参考。此外,生成对抗网络(GAN)还可用于生成模拟数据,扩充训练数据集,提升模型的泛化能力。

2.3 知识表示与推理技术

2.3.1 知识表示

在构建成品油库人工智能安全管理辅助决策系统时,知识表示是将人类可理解的安全知识转化为机器能处理形式的关键环节。产生式规则通过设定条件与结果,把油库安全的关键信息,如不同作业环节的操作规范,转化为“若油温高于警戒值,则启动降温装置”的逻辑语句,实现精准控制。语义网络以图形化方式组织各类知识,把储油罐、输油管道等设备信息,以及日常巡检要求连接起来,清晰呈现知识间层级和关联关系。本体作为更为规范的知识描述体系,为油库安全领域的术语、概念制定统一标准,确保不同模块对“油品闪点”“安全间距”等概念理解一致,为系统高效运行奠定基础。

2.3.2 推理技术

推理技术赋予系统分析判断与自主决策的能力。基于规则的推理,通过将实时采集到的设备数据、环境参数与预定义规则对比,快速判断油库运行状态,例如依据油气浓度数据判断是否存在泄漏风险。基于案例的推理,建立案例库存储历史安全事件及处置方案,当新事件发生时,系统自动检索相似案例,参考成功经验提出应对策略。同时,演绎推理从一般性安全原则推导出特定场景下的安全措施,归纳推理则从大量历史数据中总结规律,优化现有规则和策略,多管齐下,增强系统应对复杂安全问题的决策能力。

2.4 智能可视化技术

2.4.1 数据可视化

在成品油库安全管理人工智能辅助决策系统里,数据可视化借助直观的图形界面,让复杂数据一目了然。通过实时生成的折线图,管理人员能清晰追踪油温、压力、流速在一段时间内的变化趋势,迅速察觉异常波动。柱状图可对比不同油罐的储油量,方便调配资源。而热感地图将油库各区域的安全风险程度以不同颜色呈现,直观展示高风险区域分布。此外,将设备运行数据与历史标准数据可视化对比,能精准定位潜在故障。这些可视化图表打破数据壁垒,帮助管理人员快速获取关键信息,做出更高效、更准确的安全管理决策^[2]。

2.4.2 决策可视化

决策可视化让系统的决策过程和结果清晰可辨。以决策树可视化为例,系统展示每一步决策的依据和分支走向,帮助管理者理解系统基于哪些数据和规则给出特定决策建议。在处理各类突发应急预案时,系统通过模拟动画展示不同决策下的事态发展,如疏散路径的有效性、具体方案的预期效果。此外,通过仪表盘形式,呈现各类安全指标的达标情况,以及系统给出的改进建议。这种可视化方式不仅增强了管理者对系统决策的信任,还让他们能基于更全面的信息,对决策进行调整与优化,提升油库安全管理的科学性。

3 人工智能辅助决策系统的架构设计

3.1 系统总体架构

成品油库人工智能辅助决策系统采用分层分布式架构,涵盖数据采集层、数据处理层、决策支持层与用户交互层,各层级协同工作,保障系统稳定、高效运行。数据采集层借助传感器、摄像头和设备日志接口,广泛收集油库内外部数据,实现对油库全方位实时监测。采集到的数据被传输至数据处理层,在这一环节,系统对数据清洗、标准化,并运用机器学习和深度学习算法挖掘数据价值,提取有价值的信息和知识。决策支持层依托知识表示与推理技术,结合数据处理结果给出决策建议。当检测到油温异常升高时,系统基于预设规则和历史案例,给出应对策略。用户交互层则提供友好的可视化界面,实现数据可视化和决策可视化,方便管理人员查看数据和决策结果,同时支持用户反馈,以便对决策流程优化。

3.2 功能模块设计

3.2.1 安全风险监测模块

安全风险监测模块为成品油库安全运营筑牢第一道防线,借助多样化的设备,全方位收集油库的运行数据。在油罐、输油管道等关键位置,布置高精度传感器,持续监测油温、油压、流量与液位数据;在各个作业区域安装监控摄像头,记录人员和车辆的实时动态。该模块采用边缘计算技术,对采集的数据即时分析,一旦数据超出预设阈值,或者识别到人员违规操作,系统迅速启动多级预警机制,不仅向管理人员推送短信、库内通知,还联动现场警报设备,营造警示氛围。与此同时,系统会记录详细的事件信息,包括异常数据、事发地点与时间,为后续事故复盘提供详实的数据依据,助力工作人员及时发现并处理安全隐患,有效降低事故发生的可能性。

3.2.2 风险预测与评估模块

风险预测与评估模块借助机器学习和深度学习算法,对海量历史数据和实时监测数据深入分析,精准预测潜在安全风险,并评估风险等级。运用时间序列分析模型,预测设备的故障发生周期,提前安排预防性维护。融入地理信息系统(GIS)和大数据分析技术,结合油库周边的气象、交通、人口分布等环境数据,评估外部因素对油库安全的影响。例如,在暴雨、大风等极端天气来临前,系统基于历史事故数据,分析可能引发的安全风险,像油罐积水、设备损坏等,并给出针对性的防范建议,帮助管理人员提前调配资源,制定应对策略,防患于未然,最大程度降低事故造成的损失。

3.2.3 智能决策支持模块

智能决策支持模块以知识表示与推理技术为核心,为管理人员提供科学、高效的决策建议。当系统检测到安全风险,模块立即从知识库调取相关知识,结合风险类型、严重程度以及现场实际情况,生成多套针对性的解决方案。以油品泄漏事故为例,系统依据泄漏规模、所处位置以及周边的敏感目标,制定涵盖人员疏散路线、泄漏控制方法、污染清理措施等方面的详细方案。同时,利用仿真模拟技术,对各方案的实施效果进行可视化呈现,对比不同方案的优劣,帮助管理人员快速做出最优决策,提升决策的准确性与时效性,最大程度降低事故危害。

3.2.4 知识库管理模块

知识库管理模块负责系统知识库的全生命周期管理,确保知识库的内容准确、及时、实用。该模块支持多种知识录入方式,管理人员既可以手动添加新的安全规范、事故案例,也能通过文件导入、接口对接等方式,批量更新知识库。模块运用自然语言处理和数据挖掘技术,对知识库智能优化,自动识别并删除冗余知识,发现知识之间的潜在关联,完善知识体系。当新的油库安全法规出台,或行业内出现新的技术标准、典型事故案例时,管理人员能迅速将相关内容录入知识库,保证系统的决策依据始终契合最新的行业标准与实际需求。

3.3 系统集成与接口设计

3.3.1 与现有油库系统的集成

为保障新系统能快速融入现有油库管理体系,在设计

时充分考虑与既有系统的兼容性,采用面向服务的架构(SOA)和消息队列中间件技术实现集成。对于油库已部署的设备监控系统,通过标准化数据接口,实时获取设备的运行参数,如温度、压力数据,从而避免重复部署传感器。同时,与油库的业务管理系统对接,同步油品出入库记录、人员排班等信息,便于在进行安全风险分析时,结合业务场景做出准确判断。此外,借助数据转换工具,解决不同系统间数据格式不一致的问题,确保数据传输的准确性。

3.3.2 外部数据接口设计

为获取更多维度数据,提升系统决策的科学性,设计了丰富的外部数据接口。利用RESTful API技术,与气象部门系统对接,获取实时气象数据,包括温度、降水、风力等信息,帮助分析极端天气对油库安全的影响。通过与交通管理系统接口对接,掌握周边道路的交通状况,为应急疏散方案的制定提供支持。此外,预留与政府安全监管平台的接口,以便及时上传油库安全数据,满足监管要求,同时接收监管部门发布的安全预警和政策法规信息。这些外部数据接口均采用加密传输协议,保障数据传输的安全性,确保系统在获取多元数据的同时,避免数据泄露风险^[3]。

结束语

在成品油库安全管理领域,人工智能辅助决策系统凭借多源数据整合、智能算法分析和科学架构设计,显著提升了安全管控能力,降低事故风险,革新管理模式。但科技发展与业务变迁对系统提出新挑战,其优化与升级迫在眉睫。未来,借助算法的持续创新以及多技术的深度融合,系统有望在稳定性、准确性和适应性上取得新突破,进一步夯实技术根基,全方位赋能成品油库安全管理,为行业的高质量发展注入新活力。

参考文献

- [1]沈源.基于人工智能的智慧工地安全管理系统研究和实践[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022(4):142-145
- [2]张福军.成品油油库计量管理工作中的风险管理探究[J].化工管理,2020(7):187-188.
- [3]赵强,孙林朋.成品油油库信息管理自动化探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(22):103-104.