

人工智能发展态势及其在石油石化行业的应用

李新会

新疆尉犁洪通燃气有限公司 新疆 巴音郭楞蒙古自治州 841500

摘要: 人工智能技术正从实验室走向工业化应用,在石油石化行业展现出巨大潜力。行业专用模型、边缘计算等技术取得进展,但也面临数据质量、算法稳定性等挑战。AI在勘探开发、生产智能化、设备运维、供应链管理等领域应用广泛,带来降本增效、安全提升、绿色转型等价值。行业应用面临技术适配、数据人才、组织文化等瓶颈,需明确技术方向、深化应用路径并采取针对性实施建议。

关键词: 人工智能;石油石化行业;应用场景;技术挑战;实施建议

引言:在全球数字化浪潮中,人工智能技术发展迅猛,正深刻改变各行业格局。石油石化作为传统能源行业,面临资源勘探难度增加、生产效率提升瓶颈、安全环保压力增大等挑战。人工智能凭借强大数据处理与智能决策能力,为行业转型提供新契机。探讨发展态势与在石油石化行业的应用,对推动行业智能化升级、实现可持续发展意义重大。

1 人工智能技术发展现状与核心趋势

1.1 技术成熟度与实用化进展

当前人工智能技术正从实验室快速走向工业化应用。机器学习、计算机视觉、自然语言处理等基础技术日趋完善,已在多个领域实现规模化部署^[1]。这些技术不再是停留在理论层面的概念,而是转化为能够解决实际问题的有效工具。在石油石化领域,行业专用模型正在快速发展。相比通用算法,针对特定场景开发的定制化模型展现出更强的实用性。例如用于设备故障预测、地质数据分析等专业场景的模型,能够更好地适应石油石化行业的特殊需求,显著提升技术方案的适配精度。为满足工业现场对实时性的严格要求,边缘计算与轻量化部署成为重要发展方向。人工智能模型正朝着结构更精简、能耗更低的方向优化,使得复杂算法可以直接部署在终端设备上运行。这种部署方式不仅降低了对网络传输的依赖,还大大提升了系统响应速度,为现场即时决策提供了有力支持。

1.2 技术落地的主要障碍

尽管人工智能技术取得了显著进步,但在实际应用中仍面临诸多挑战。工业数据的质量问题首当其冲,采集过程中不可避免的噪声干扰、高昂的数据标注成本,以及不同系统间数据格式的差异,都给模型训练带来困难。算法在极端工况下的稳定性也是亟待解决的问题。当面临高温高压环境或设备老化等复杂情况时,模型的预测精度和可靠性往往难以保证。这就要求算法具备更

强的抗干扰能力和环境适应性。人工智能技术与石油化工专业领域的融合仍存在门槛。如何将先进算法与传统的工艺流程、设备控制系统无缝衔接,还需要攻克关键技术难题。目前缺乏统一的接口标准和成熟的工具链,使得技术整合过程充满挑战。这些因素都在一定程度上延缓了人工智能在石油石化行业的全面推广应用。

2 人工智能在石油石化行业的应用场景与价值

2.1 核心应用方向

2.1.1 勘探开发优化

勘探开发优化是AI技术落地的关键领域。AI算法深度挖掘地震数据测井数据等多源地质信息,通过模式识别与数据关联分析构建储层模型,大幅提升油气储层分布边界与储量的预测精度。精准的储层评估能有效规避地质风险,减少盲目钻井带来的资源浪费与成本损耗。智能钻井系统整合井下传感器与实时工况数据,持续监测钻头磨损程度与井下压力变化,自动调整钻进速度钻压转速等关键参数。这种动态适配模式不仅能避免卡钻等突发故障,还能根据地质层理特性优化钻进路径,显著提高钻进效率与井眼质量。

2.1.2 生产过程智能化

生产过程智能化借助AI实现炼化与输送环节的精准管控。炼化装置引入AI优化控制系统,基于海量历史运行数据训练自适应模型,实时捕捉原料成分负荷变化等干扰因素,动态调节温度压力反应时间等工艺参数^[2]。精准的参数调控让装置始终运行在最优工况,有效降低能耗与物耗。管道运输环节融合传感器实时数据与图像识别技术,AI模型快速分析管道压力波动与图像异常特征,精准定位泄漏点位置并即时触发预警。高效的泄漏检测机制能缩短应急响应时间,减少油品损耗与环境风险。

2.1.3 设备运维与安全

设备运维与安全领域通过AI技术实现主动防控。预测性维护系统持续采集设备振动温度油液指标等运行数

据, AI算法通过趋势分析与异常识别, 提前捕捉轴承磨损密封失效等潜在故障信号。提前预警为维护工作争取充足时间, 可安排计划性检修, 大幅减少非计划停机造成的生产损失。作业现场部署智能监控系统, 摄像头实时捕捉人员操作行为, AI模型自动识别未佩戴防护装备违规进入危险区域等不安全行为, 同步触发声光报警。及时的预警提示能督促规范操作, 从源头降低事故发生概率。

2.1.4 供应链与物流管理

供应链与物流管理通过AI优化资源配置效率。需求预测模块整合历史销售数据市场供需变化季节因素等多维度信息, AI模型精准预判不同区域不同时段的产品需求总量与结构。科学的需求预测为原油采购计划制定与产品库存调配提供数据支撑, 避免库存积压或供应短缺。智能物流调度系统综合分析运输距离路况运输工具容量等变量, 自动规划最优运输路线并合理匹配运力资源。优化后的物流方案能有效降低运输成本, 缩短产品交付周期, 提升供应链整体响应速度。

2.2 应用价值总结

降本增效是AI应用的核心价值体现。通过自动化流程减少人工干预, 优化钻井生产物流等各环节资源分配, 降低人力物料运输等多项运营成本。智能算法驱动的流程优化让生产效率大幅提升, 单位产量的时间成本与资源消耗持续下降。安全提升为行业稳定发展筑牢防线。实时监测与智能预警机制覆盖生产运维全场景, 提前识别设备故障与操作风险, 有效降低事故发生概率, 全面保障作业人员人身安全与生产设备稳定运行。绿色转型助力行业实现可持续发展。AI驱动的能耗优化与工艺改进, 让炼化生产环节的能源利用效率持续提升, 污染物排放不断减少。各项低碳技术的落地应用, 推动石油石化行业向绿色低碳转型, 契合生态环保发展要求。

3 行业应用面临的主要挑战

3.1 技术适配性问题

石油石化行业的工业环境具有高度复杂性, 这对人工智能技术的应用提出了特殊要求。通用的人工智能模型往往难以直接适应生产现场的独特条件, 需要针对高温、高压、强腐蚀等特殊场景进行深度优化和定制化改造。这种改造不仅涉及算法层面的调整, 还需要充分考虑硬件设备的适应性和稳定性^[3]。生产控制场景对实时性有着严格标准, 许多关键工序要求模型能够在毫秒级别完成响应。这种极致的速度要求对边缘计算能力构成了严峻考验。现有的计算架构需要在保证运算精度的前提

下, 进一步提升处理效率, 这需从芯片选型到算法优化的全链条技术突破。模型在实际运行过程中还面临着持续优化的挑战。工业环境的动态变化特性要求模型具备在线学习和自适应能力, 能够根据设备状态和工艺参数的变化自动调整。这种持续进化能力对算法的设计提出了更高要求, 需要解决模型迭代过程中的稳定性和可靠性问题。

3.2 数据与人才瓶颈

数据质量直接关系到人工智能系统的应用效果。当前石油石化企业普遍存在数据孤岛现象, 不同部门、不同设备产生的数据在格式和标准上存在较大差异。这种数据碎片化状况给数据整合工作带来巨大难度, 需要建立统一的数据治理体系来解决。数据采集环节也存在诸多挑战。工业现场的部分关键参数获取困难, 传感器部署受到环境限制, 导致重要数据缺失或质量不高。此外, 历史数据的标注工作需要大量专业领域知识, 标注成本较高且效率有限, 这些都制约着模型训练的效果。人才短缺是另一个突出瓶颈。市场急需既深入理解石油化工工艺又熟练掌握人工智能技术的复合型人才。这类跨界人才的培养需要较长时间周期, 目前人才供给远远不能满足行业需求。企业内部现有技术人员的转型也需要系统化培训和实战锻炼, 这些因素都在影响着技术落地的实际效果。

3.3 组织与文化阻力

传统石油石化企业在推进数字化转型过程中, 往往面临着来自组织内部的阻力。部分管理人员对新兴技术持观望态度, 对人工智能技术的可靠性和实效性存有疑虑。这种谨慎心态使得新技术推广过程中需要克服更多的信任障碍。部门之间的协作难题也不容忽视。人工智能应用需要打破原有的数据壁垒, 实现跨部门的信息共享和流程重构。这一过程可能会触及不同部门的利益格局, 容易引发内部阻力。建立有效的跨部门协作机制需要从组织架构和考核机制层面进行深度调整。企业现有的工作流程与人工智能系统的融合也需要一个适应过程。传统的工作习惯和决策方式与智能化系统要求存在差异, 这种转变需要员工具备新的技能和思维方式。如何平稳度过这个转型期, 需要周密的变革管理和持续的员工培训。创新文化的培育同样至关重要。企业需要建立鼓励试错、包容失败的创新氛围, 为人工智能技术的试验和应用提供足够空间。这种文化建设需要高层领导的持续推动和制度保障, 是一个循序渐进的长期过程。

4 未来发展方向与实施建议

4.1 技术发展方向

人工智能技术在石油石化行业的深入应用，需要持续推动技术路线的创新与突破。小样本学习与增量学习将成为重点攻关方向，这些方法能够有效应对工业场景中数据标注成本高昂的难题。通过让模型具备从少量样本中学习的能力，可以大幅降低对标注数据的依赖。增量学习则赋予模型持续优化的特性，使其能够适应生产环境和设备状态的动态变化。多模态融合技术展现出巨大潜力。通过整合传感器采集的实时数据、工业图像和文本记录等多源信息，构建更加全面的感知认知体系^[4]。这种融合能够显著提升模型的综合分析能力和决策准确性，为复杂工况下的判断提供更可靠的依据。发展自主可控的技术栈具有战略意义。推进国产人工智能框架与工具链的研发应用，将有助于降低对外部技术的依赖性。建立符合行业特点的标准化技术体系，能够为石油石化企业提供更安全可靠的技术支撑，保障产业数字化转型的平稳推进。

4.2 行业应用深化路径

应用场景的拓展将遵循从单点突破到全流程覆盖的演进路线。现阶段应聚焦勘探开发、生产优化、安全监控等关键环节实现技术落地，积累成功经验后逐步向供应链管理、产品销售等业务链条延伸。这种渐进式推进策略有助于控制风险，确保技术应用的实效性。预计在未来5-8年内，AI技术将在石油石化行业实现全业务流程覆盖，应用深度和广度大幅提升。人工智能系统的功能定位也将持续升级。从初期的辅助决策工具逐步向生产控制核心演进，最终在条件成熟的场景实现自动化运行。这个转变过程需要扎实的技术积累和严格的验证测试，确保系统在接管关键工序时的可靠性与稳定性。

4.3 实施建议

推进人工智能应用需以完善的顶层设计为保障。企业应制定清晰的技术路线图，明确各阶段目标与资源投

入。规划过程要立足企业实际，确保目标可达、方案可行。构建规范的数据治理体系是重要基础，需建立统一标准与管理规范，完善数据清洗、标注及共享流程，从源头提升数据质量。优质数据资源将为AI应用提供坚实支撑，直接影响实施成效。人才队伍建设需系统推进。通过内部培训提升员工技术能力，结合外部合作引进专业人才，共同缓解复合型人才短缺压力。建立有效激励机制，营造创新氛围，增强团队应用积极性。试点场景选择对项目成败至关重要，应优先考虑需求明确、数据基础完善的场景，如设备预测性维护等。通过试点快速验证价值、积累经验，为规模化推广奠定基础。这种渐进式策略既控制风险，又保障回报。建立持续优化机制同样关键。人工智能应用需要不断迭代更新，构建完善的评估与反馈体系，及时总结经验并优化方向，确保应用效果随业务需求持续进化，实现长期价值。

结束语

人工智能在石油石化行业的应用已取得阶段性成果，展现出巨大潜力。尽管面临诸多挑战，但通过明确技术发展方向、深化行业应用路径、落实实施建议，持续攻克难题，人工智能将不断融入石油石化生产运营各环节，为行业高质量发展注入持久动力，创造更大价值。

参考文献

- [1]曹宇.人工智能在石油勘探中的应用[J].信息系统工程,2022(5):56-59.
- [2]叶剑雄,张昊,吴天佑,等.人工智能发展态势及其在石油石化行业的应用[J].国际石油经济,2025,33(10):41-49.
- [3]仝珂,刘青,李沛轩,等.基于人工智能的全流程石油管材金相分析技术研究及实验室应用[J].石油管材与仪器,2025,11(5):49-58.
- [4]窦宏恩,李彦辉,张蕾,等.通用人工智能发展现状及在油气行业应用探索[J].钻采工艺,2025,48(1):10-20.