

Research on Intelligent Applications for Liquefied Petroleum Gas Terminals Based on the Kunlun Large Model

Jingui Zhou¹ Zhe Li² Lingxiang Li³ Xicheng Liu⁴

1. China National Petroleum Corporation (CNPC) Natural Gas Sales Guangxi Branch, Nanning, Guangxi, 530022, China

2. Sales Branch of China National Petroleum Corporation, Beijing, 100000, China

3. Guangxi CPC Kunlun Energy Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530022, China

4. PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd. Guangxi Branch, Nanning, Guangxi, 530022, China

Abstract

Liquefied petroleum gas (LPG), as an important clean energy source, faces many challenges in the terminal industry in supply chain management, safety production, steel cylinder traceability, customer service, and data integration. Traditional operating models and information technology methods are no longer suitable for the digital transformation needs of modern energy enterprises, and new technological breakthroughs are urgently needed. In February 2025, China National Petroleum Corporation (CNPC) released the first large-scale model in the energy industry, the “Kunlun Model,” providing key technical support for the intelligent upgrading of LPG business. This article conducts in-depth research on the application of this model in the LPG terminal industry and proposes six intelligent solutions. Research has confirmed that relying on the “Kunlun Model” to promote intelligent transformation is an effective way for the LPG terminal industry to respond to challenges and achieve high-quality development, and has important reference value for promoting the digitalization process of the energy industry.

Keywords

Kunlun Model; Liquefied petroleum gas terminal; artificial intelligence; Digital transformation; Digital twins.

基于昆仑大模型的液化石油气终端行业智能应用研究

周锦贵¹ 李喆² 李凌翔³ 刘熙成⁴

1. 中国石油天然气股份有限公司天然气销售广西分公司, 中国·广西 南宁 530022

2. 中国石油天然气股份有限公司销售分公司, 中国·北京 100000

3. 广西中油昆仑能源有限公司, 中国·广西 南宁 530022

4. 中石油昆仑燃气有限公司广西分公司, 中国·广西 南宁 530022

摘要

液化石油气 (LPG) 作为重要清洁能源, 其终端行业在供应链管理、安全生产、钢瓶溯源、客户服务及数据融合等领域面临诸多难题, 传统运营模式与信息化手段已无法适配现代能源企业数智化转型需求, 亟需新技术突破。2025年2月, 中国石油发布能源行业首个大模型——“昆仑大模型”, 为LPG业务智能化升级提供关键技术支撑, 本文围绕该模型在LPG终端行业的应用方案展开深入研究, 提出六大智能化解决方案。研究证实, 依托“昆仑大模型”推进智能化转型, 是LPG终端行业应对挑战、实现高质量发展的有效途径, 对推动能源行业数智化进程具有重要参考价值。

关键词

昆仑大模型; 液化石油气终端; 人工智能; 数智化转型; 数字孪生。

1 引言

液化石油气 (LPG) 作为清洁能源重要成员, 广泛应用于家庭、工业、交通领域, 凭借其高热值、低污染的特性, 可减少温室气体排放, 助力全球实现碳中和。但LPG终端行

业面临诸多困境, 严重制约了行业的升级发展。随着能源市场转型加速, 传统运营模式已难以适配现代企业需求, 引入人工智能技术实现升级, 成为LPG企业的必然选择。“昆仑大模型”兼具通用大模型能力与能源领域专业知识, 在安全合规、智能化生产管理等场景潜力巨大, 为能源行业数智化转型提供关键技术支撑。引入“昆仑大模型”AI技术可破解行业LPG行业困境, 助力行业实现从“经验驱动”到“智能驱动”的跨越。

【作者简介】周锦贵 (1983-), 男, 壮族, 中国广西南宁人, 本科, 经济师, 从事人工智能在液化石油行业的应用、液化石油气行业发展趋势和发展策略研究。

2 人工智能在能源行业的应用研究现状

近年,人工智能深度变革全球能源系统,渗透勘探、开采、运输等全价值链,推动行业数字化转型,国内外已初步形成数据驱动、智能决策的能源AI体系。

国际上, AI应用从单一功能升级为系统方案:斯坦福大学等用机器学习提升油气储层识别精度,欧洲机构开发深度学习管网系统强化输气安全, GE、西门子借神经网络实现设备预测性维护,加州大学伯克利分校用强化学习优化电网调度。

国内进展突出:中石油、中石化联合高校推出油田智能识别与故障诊断系统,长输管道智能监控系统实现腐蚀预测与泄漏定位,清华大学与国家电网合作提升变压器寿命预测精度,国网能源研究院模型缓解新能源调度压力。

技术路径上,机器学习与深度学习是核心, LSTM等算法提升能源需求预测精度,图像识别结合无人机实现输电线路缺陷识别,声纹与振动分析用于设备故障预警。大模型兴起后,能源AI进入新阶段,2025年2月,中国石油发布能源行业首个大模型——“昆仑大模型”,为LPG业务智能化升级提供关键技术支撑。

3 LPG终端行业现状与核心痛点深度分析

3.1 LPG行业信息化与智能化现状分析

当前LPG行业信息化研究多集中于ERP、CRM、钢瓶溯源等基础系统,虽在整合流程、提升客户满意度等方面发挥作用,但整体停留在“信息化”阶段,仅完成业务数字化记录,未达“智能化”深度应用。现有系统割裂,数据不通、形成“信息孤岛”,无法支撑跨业务分析,决策支持局限于报表生成与基础查询,难以实现多维度协同优化与预测,行业智能化明显滞后于AI发展。当前研究的核心空白是缺乏以AI大模型为核心的顶层智能架构,方案多聚焦单一痛点,未串联全业务环节。为此,本研究提出以“昆仑大模型”为智能中枢的LPG终端一体化方案,推动行业从分散信息化向系统性智能化转型,提供理论与实践支撑。

3.2 LPG终端行业核心痛点深度分析

根据目前LPG终端行业数字化现状,可归纳出六大核心痛点,其背后均反映行业系统性、结构性问题:一是供应链协同难。供应链含采购、运输、库存等多环节且动态性强,但采购凭经验、无多因素预测模型,运输缺实时监控易违规,库存静态未联动需求与资源,导致供需适配差。二是安全管控能力不足。LPG易燃易爆但安全管理依赖人工与制度,关键工序无自动化联锁、智能识别技术,安检记录难实时上传分析,潜在风险无法实时预警,事故隐患高。三是钢瓶管理低效。钢瓶作为核心资产,虽用二维码/RFID,但漏扫描致信息链断裂,难实现全生命周期可视化管理,流失、超期未检问题突出,且依赖人工操作,无自动预警干预机制。四是客户体验差。客户期待电商化服务体验,但行业仍以“电话订购+人工派单”为主,APP使用率低,配送延迟、

投诉处理慢,尤其农村区域服务滞后,客户流失严重。五是运营成本高。行业属劳动密集型,人力成本占比高,设备自动化低、维护频繁、能源效率差,且气价波动时无灵活应对机制,抗风险能力弱。六是数据孤岛与价值挖掘不足。业务系统数据海量但独立,无统一数据中台,难共享融合,跨领域分析无法开展,数据价值未挖掘,企业决策仍靠经验,数据驱动能力欠缺,制约发展。

最终结果是,大量蕴含巨大价值的经营数据未能得到充分挖掘与利用,企业决策依旧过度依赖传统经验,在数据驱动管理优化与业务创新方面的能力明显不足,严重制约了企业在数字化时代的发展。

4 基于昆仑大模型的智能应用方案

为系统性破解LPG终端行业痛点,需突破局部优化和单点信息化的传统路径,转向以AI与大模型为核心的平台化、智能化方案。昆仑大模型作为能源行业首款大规模预训练模型,具备强大的自然语言处理、多模态数据融合与智能推理能力,可为行业构建“智慧大脑”,推动从行业数字化向智能化转型。

4.1 构建智能供应链体系

依托“昆仑大模型”的场景构建、AI中台、智能体及API核心能力,结合企业现有业务系统,搭建覆盖需求预测、采购决策、库存管理与物流优化的LPG智能供应链体系,解决传统模式信息滞后、依赖人工、效率低等问题,实现全链路精准预测、动态优化与风险可控。

4.1.1 智能需求预测模型

传统LPG需求预测依赖人工、误差大,昆仑大模型用深度神经网络,融合历史购销、季节、天气、节假日及经济指标等数据,捕捉变量非线性关系,实现7-30天高精度预测,准确率较传统方法提升30%以上,助力企业科学规划库存与生产,降本并增强市场响应力。

4.1.2 智能采购决策系统

集成全球市场价格、供应商绩效、物流成本等实时数据,生成最优采购策略;评估供应商履约状况,建绩效评级体系,推荐最佳采购时机与量;含风险评估模块,识别地缘政治、天气等风险并制定应对策略,保障供应连续与成本可控。

4.1.3 库存智能管理系统

建库存数字孪生模型,实时监测并动态优化库存;依销售、需求与气源在途情况提策略建议,模拟不同策略成本与风险;结合地域、季节差异(如北方冬增储、南方夏调库),平衡库存成本与供应稳定。

4.1.4 智慧物流与路径优化

集成地图API,依实时交通、天气、订单紧急度动态规划最优路径,应对突发情况;借物联网监控车辆位置、温压数据,识别运输资质与安全风险。预计可降采购、库存、配送成本5-8%,优化库存20-30%,提升配送效率15-20%。

4.2 推进场站数智化与自动化升级

依托“昆仑大模型”的场景构建、AI中台等能力，改造现有生产管理系统，结合图像识别与多源数据融合技术，搭建覆盖设备巡检、生产监控、质量控制的智能场站体系，提升生产安全性、操作规范性与产品质量稳定性。

4.2.1 生产操作全流程智能监控

通过智能摄像头、传感器、物联网设备实时采集卸车、充装、抽残、储运数据，借助计算机视觉与深度学习算法，自动识别人员操作规范度、安全装备佩戴情况、设备状态，联动钢瓶管理功能核验钢瓶进出站、充装及库存数据，异常时即时告警并生成处置建议；还可基于历史数据优化设备检修周期与充装计划，提升管理效率。

4.2.2 质量自动化控制体系

整合在线色谱仪、泄漏检测仪、视觉传感器构建实时质量监控系统，监测LPG组分含量、充装重量及钢瓶外观缺陷，发现异常立即报警以阻止不合格产品流出；通过机器学习分析历史质量数据，动态优化检测参数与工艺设置，自动生成质量分析报告，为管理决策提供依据。

4.2.3 智能化生产管理优化

依托大模型数据分析能力，挖掘生产历史数据识别瓶颈环节并提出优化策略，如依据槽车卸车时间规律优化调度、按钢瓶充装耗时差异合理排序、根据设备运行数据预测故障风险并实施预防性维护；应用后预计生产效率提升20%以上，产品不合格率降低60%，安全事故发生率减少80%，实现降本增效与安全管理统一，助力LPG企业从人工经验依赖转向数据驱动的智能化运营，为行业数字化提供实践路径。

4.3 打造智能安全监控与风险预警体系

针对液化石油气（LPG）行业安全风险，依托“昆仑大模型”，融合计算机视觉、物联网传感、AR及知识图谱技术，构建覆盖实时监测、风险预警、应急决策的智能安全体系，推动安全管理从被动响应转向主动防控。

4.3.1 实时监控与多模态风险感知

集成高清摄像头与智能传感器，对LPG储存、运输、充装全流程不间断监测；借助多模态数据融合技术，协同分析视频、传感器及业务数据，提升复杂工况风险识别能力，系统可实时识别未佩戴安全防护装备、违反操作规程等行为，并触发三级告警机制，实现30秒内快速响应。

4.3.2 预测性维护与设备健康管理

通过分析设备振动、温度等时序数据，建立预测性维护模型，实现关键设备健康监测与故障预警，预计可提前3-6个月预警隐患，大幅减少非计划停机时间与维护成本。

4.3.3 智能安检与AR辅助决策

系统还引入AR智能眼镜辅助入户安检，自动识别管道锈蚀、阀门泄漏等隐患，实时推送处置方案，使安检效率提升50%。同时，通过对送气工操作过程的视频分析，有效规范作业行为，减少服务纠纷。

4.3.4 应急响应与智能决策支持

突发事故时，系统基于知识图谱与实时数据，15秒内生成应急方案（含疏散路线、关断程序、资源调度），并联动相关部门处置，提升应急决策准确性、降低损失。通过建立“监测-预警-处置-追溯”闭环管理机制，该系统有效降低事故发生率和非计划停机时间，为LPG行业提供了可推广的智能安全管理解决方案。

4.4 构建钢瓶全生命周期智慧管理系统

依托昆仑大模型，融合钢瓶管理与ERP数据，运用大数据处理及机器学习算法，搭建钢瓶全生命周期智能化管控系统，实现钢瓶流转实时监测、智能分析与多维度预警，提升管理精细化水平与资产安全性。

4.4.1 流转动态跟踪与异常告警

整合超高频传感器、视频解析及物联网设备，自动跟踪钢瓶进站、充装、装车、出站等关键环节，智能识别未扫码出站、流转超时、区域异常等违规行为并实时告警，预计可降低企业钢瓶管理混乱事件发生率80%以上。

4.4.2 缺陷自动识别与流失预警

通过图像识别技术，自动检测钢瓶破裂、变形等缺陷，降低安全事故风险；同时构建流失风险预测模型，结合客户行为、流转轨迹等数据建立风险评分体系，精准识别疑似流失钢瓶并多方式预警。

4.4.3 提高资产效益

系统具备资产效益分析功能，通过分析周转率、使用效率等指标优化资产配置，实时监控库存并自动预警账实不符；每月生成异常清单与预警汇总报表，为决策提供数据支持，推动钢瓶管理从传统人工向智能化转型。

4.5 推行智能客户服务与精准营销

依托“昆仑大模型”，液化石油气终端企业搭建集智能客服、精准营销、数据驱动决策于一体的客户运营体系，推动服务与运营向智能化、精准化转型。

4.5.1 智能客服与自动化服务系统

基于自然语言处理（NLP）和语音识别技术，提供7×24小时智能客服，处理价格查询、订单跟踪、气瓶预约等高频需求；支持多轮对话与方言识别，提升服务覆盖与体验。通过机器学习分类咨询并做情感分析，优化服务短板，预计缩短维修响应时间30%、降低投诉率40%。

4.5.2 客户洞察与精准营销体系

整合多维度数据构建动态客户画像，用聚类算法识别客户群体、制定差异化策略；分析用气行为实现个性化推荐与流失预警（如向工商业用户提供专属保障、向居民推季节性优惠），预计降低客户流失率35%。

4.5.3 数据智能驱动的经营决策支持

大模型集成多系统数据构建企业“数字孪生体”，生成动态经营看板；支持自然语言查询（NLQ），将管理者获取数据时间从30分钟缩至5分钟内；定期自动生成分析报告，提供业务洞察与优化建议，预计大幅降低成本。

4.5.4 持续优化与价值提升

通过持续学习机制优化客户画像、推荐模型与决策算法，适配市场与企业需求；实施后预计显著提升客户满意度与收入，增强市场竞争力与运营效率。

4.6 破除数据孤岛，构建经营决策数据智能平台

基于“昆仑大模型”构建的经营决策数据智能方案，为液化石油气终端企业打造了完整的数据采集、处理分析与应用体系，有效解决了数据孤岛和分析滞后问题，实现了数据驱动的智能决策。

4.6.1 智能数据采集与整合

依托“昆仑大模型”，为液化石油气终端企业打造数据采集、处理分析、应用一体化方案，解决数据孤岛与分析滞后问题，实现数据驱动智能决策。

4.6.2 数据融合与智能处理

通过物联网传感器、业务管理系统实时采集生产、设备、营销等多维度数据，建立统一数据标准与接口规范，形成企业级数据资源池，奠定深度分析基础。

4.6.3 数字孪生与可视化决策看板

基于融合数据构建企业“数字孪生体”，通过可视化决策看板实时展示关键运营指标，支持管理者直观把握企业状况，及时发现问题并优化决策。

4.6.4 自动报告生成与决策建议

系统具备自动报告生成能力，定期生成含业务洞察与优化建议的分析报告，通过自然语言生成技术转化为易懂表述，为管理层提供科学决策依据。

4.6.5 持续优化与价值实现

方案通过持续学习优化分析模型与决策算法，提升企业运营效率。经测算，借助该方案优化运营方式，综合运行成本可降低15%以上，效率提升30%以上，最终实现从经验决策向数据决策的转变。

5 方案可行性分析

5.1 技术可行性剖析

昆仑大模型以千亿级参数规模与能源行业专业知识，在语义理解、知识推理、多模态数据处理上能力突出，契合LPG终端业务需求。方案采用云端协同架构，云端依托高性能GPU集群完成核心计算，边缘端通过模型压缩与蒸馏技术实现轻量化部署，平衡处理能力与响应速度；现有云计算平台提供弹性算力，降低企业自建算力中心成本与门槛。系统集成采用API网关与微服务架构，通过标准化接口及ETL工具，实现与钢瓶管理、ERP、营销等现有系统无缝对接；容器化部署与持续集成机制保障系统扩展性与可维护性，支持快速迭代升级。

5.2 经济可行性分析（ROI分析）

方案初期投入300-500万元，含软硬件采购与系统开发。长期收益显著：智能安全监控降低事故风险，避免千万级潜在损失；运营成本降20-30%，钢瓶流失减50%以上；供应链与配送优化提效25-35%；服务质量提升带动10-15%

业务增长。投资回报周期2-3年，内部收益率（IRR）25-30%，首年建基础见成效，次年全面增收收益，第三年进入稳定盈利阶段，投资价值显著。

综上，昆仑大模型在LPG终端行业应用具备显著的技术与经济可行性，结合科学实施与有效管理，可为企业数字化转型提供坚实支撑。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本研究聚焦“昆仑大模型”在LPG终端行业的应用，分析行业痛点后构建智能化转型框架。作为能源行业首个专业大模型，其依托自然语言处理、多模态数据融合等能力，可解决LPG终端供应链复杂、安全隐患多、运营低效、数据价值挖掘不足等问题。

研究提出智能供应链优化、智能场站、智能安全管理等六大应用方案，形成“数据采集-处理分析-智能决策”全链路方案。研究测算显示，方案能降采购成本5-8%、提运输效率10-15%、减钢瓶流失率40-50%，还可提升安全管理水平与品牌形象，为传统能源企业数字化转型提供路径，印证AI与能源行业融合的可行性。

6.2 未来展望

未来LPG终端智能化将呈多趋势：与RPA融合实现“感知-决策-行动”闭环；深化数字孪生应用提升运营测试效率；引入区块链实现钢瓶流转与气检信息溯源；借边缘计算与5G部署轻量模型提升响应实时性。行业将朝“全面感知、自动运行、智能决策”智慧生态演进，昆仑大模型将推动其向更智能、绿色、高效方向发展，为能源数智化转型升级提供重要示范。

参考文献

- [1] 李德毅, 等. 人工智能导论[M]. 第2版. 北京: 清华大学出版社, 2023.
- [2] 中国石油天然气集团有限公司. 昆仑大模型白皮书[R]. 2025.
- [3] 孙旭东, 等. 基于深度学习的液化石油气需求预测模型研究[J]. 天然气工业, 2023, 43(5): 110-118.
- [4] 李建华. 智慧能源: 数字化转型与创新发展[M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.
- [5] 气团网科技(深圳)有限公司. 基于多源数据融合的社区LPG智慧周转仓预警系统及方法: CN118608042B[P]. 2025-01-07.
- [6] 中国石油天然气股份有限公司. 基于深度学习的液化气泄漏视频图像自主监测方法及系统: CN119649281A[P]. 2025-03-22.
- [7] 秦川物联. 用于智慧燃气的燃气泄漏智能预警方法和物联网系统: CN202310092419.3[P]. 2025-08-26.
- [8] 刘强, 等. 能源行业人工智能应用白皮书[R]. 北京: 中国人工智能产业发展联盟, 2024.
- [9] 国家能源局. 关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见[Z]. 2023-12.
- [10] 陈晓华, 等. 数字孪生技术在智慧能源系统中的应用研究进展[J]. 自动化学报, 2024, 50(2): 245-264.