

旧标准设计石油库在新标准下应用新技术改造的探讨

杨华林（国家石油天然气管网集团有限公司广西分公司，广西 南宁 530000）

摘要：本研究聚焦旧标准设计石油库在新标准下的改造难题，以国家管网集团黎塘站为案例，采用文献研究、实地调研、风险评估等方法，分析其在安全管理、设备设施、工艺运行、消防应急等方面现状与问题。结合《油气储存企业安全风险评估细则（2025年修订版）》，探讨应用新技术改造的路径。研究表明，安全管理信息化、设备智能监测等新技术可提升旧标准石油库的安全性、合规性和运营效率，为同类石油库改造提供参考。

关键词：旧标准石油库；新标准；新技术改造；安全风险评估；智能化升级

中图分类号：TE972 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）024-0151-03

Discussion on the application of new technology transformation in the old standard design oil depot under the new standard

Yanghualin(Guangxi Branch of National Petroleum and natural gas pipeline network Group Co., Ltd., Nanning Guangxi 530000, China)

Abstract: This study focuses on the challenges of upgrading old standard oil depots under new standards, using the Litan Station of the National Pipeline Group as a case study. Methods such as literature review, field research, and risk assessment were employed to analyze the current status and issues in safety management, equipment and facilities, process operations, and fire emergency response. In conjunction with the “Safety Risk Assessment Guidelines for Oil and Gas Storage Enterprises (2025 Revised Edition),” this study explores the application of new technologies for upgrades. The findings

Keywords: old standard oil depot; new standard; new technology transformation; safety risk assessment; intelligent upgrading

1 现状

1.1 研究背景与意义

石油库作为能源供应链的核心枢纽，其安全与高效运行对国家能源安全和社会稳定至关重要。随着《危险化学品重大危险源安全监控技术规范》(GB17681-2024)、《油气储存企业安全风险评估细则（2025年修订版）》等新标准的实施，旧标准设计的石油库在安全管理、设备设施、应急能力等方面的问题日益凸显。以国家管网集团黎塘站为例，2025年安全风险对标自评结果显示，该站在变更管理、作业许可、设备老化等9个方面存在问题，安全风险评估得分870分，评定为中风险企业。此类问题在国内旧标准石油库中具有普遍性，开展系统性改造研究对提升行业本质安全水平、推动新标准落地具有重要现实意义。

1.2 国内外研究现状

国外石油库改造起步较早，已形成成熟的技术体系。美国石油协会（API）通过物联网技术实现储罐液位、温度、压力等参数的实时监控；欧洲国家应用智能消防机器人与无人机巡检技术，应急响应效率提升显著。相比之下，国内虽在《石油库设计规范》(GB50074-2022)强化了安全要求，但新技术集成应用仍存在短板。国内旧库普遍存在安全管理信息化程

度低、设备更新滞后等问题，亟需通过技术创新实现升级。

1.3 研究内容与方法

本研究以黎塘站为对象，综合运用多学科研究方法：

①文献研究法：系统梳理国内外石油库改造相关标准、技术与案例，构建理论框架。

②实地调研法：深入黎塘站现场，全面考察设备设施、工艺流程及安全管理现状，获取原始数据。

③风险评估法：依据《油气储存企业安全风险评估细则（2025年修订版）》，开展深度风险评估，精准识别关键风险点。

④案例分析法：对比国内外成功改造案例，提炼新技术应用模式与经验，为黎塘站改造提供参考。

⑤通过上述方法，本研究旨在形成可复制的旧标准石油库改造方案，为行业安全升级提供科学依据。

2 旧标准设计石油库现状分析——以黎塘站为例

2.1 建设与运营概况

黎塘站位于广西南宁市宾阳县黎塘镇，于2004年12月建成投产，2012年12月扩建新罐区。站内共有10座内浮顶成品油储罐，总库容13.6万m³，涉及汽油、柴油等介质，实行站库合一的管理模式。该站

作为一级重大危险源，已全部备案并接入政府部门监测预警平台，但在新标准下暴露出诸多安全隐患。

2.2 安全风险评估结果

依据《油气储存企业安全风险评估细则（2025年修订版）》，对黎塘站进行评估，发现变更、设备、工艺、应急、重大危险源管理等方面问题9项。

2.3 问题成因分析

①标准更新：黎塘站建设时执行的旧标准在安全间距、设备选型等方面与现行标准存在差异。

②技术迭代缓慢：设备设施长期运行导致老化，且未能及时采用新技术进行更新。

③管理体系不完善：安全管理制度执行不到位，变更管理、作业许可等流程存在漏洞。

3 旧标准设计石油库在新标准下面临的核心问题

3.1 安全管理体系的系统性缺陷

责任制度与流程漏洞。部分岗位安全生产责任制不健全，如实习岗位责任制未建立。对安全生产法律法规的执行缺乏有效评估机制，导致企业难以动态适应标准变化。

3.2 设备设施的安全性与可靠性不足

老化与合规性问题。罐区地面开裂、管道密封材料脱落等问题表明设备设施老化严重。同时，部分设备选型不符合新标准，如某罐内浮顶采用易熔材料，在火灾风险较高的场景下存在重大隐患。

3.3 工艺运行与控制的精细化短板

工艺参数控制不足。水封井水封高度不足，影响含油污水防泄漏能力；火焰探测器角度不合理，存在监测盲区。在工艺改造方面，HAZOP报告提出的水击超前保护未落实，反映出对工艺风险的防控措施不到位，可能引发管道水击等事故。

自动化程度不足。工艺操作主要依赖人工完成，如手动切水、液位监控等，存在人为误操作风险。新标准要求的自动化控制手段（如SIS系统）未全面应用。

3.4 消防与应急能力的结构性短板

硬件设施与物资缺口。抢险救援物资配备不足，未配置自动体外除颤器（AED），且可燃气体报警器未及时检定，影响应急处置的有效性。

应急体系协同性不足。应急演练缺乏针对性和实效性，员工对新技术、新设备的操作不熟练。同时，消防系统与其他安全设施（如视频监控、气体检测）的联动机制不完善，无法形成协同应急能力。

4 新技术在石油库改造中的应用体系构建

4.1 安全管理信息化技术：构建智能管控平台

数据驱动的风险防控。利用大数据分析技术，对安全检查、隐患治理等数据进行挖掘，识别潜在风险

趋势。例如，通过分析设备故障频率数据，提前制定维护计划，降低设备老化引发的安全风险。同时，将数据接入全国危险化学品安全生产风险监测预警系统，实现与政府监管部门的数据互通，提升监管效率。

4.2 设备智能监测与升级技术：提升本质安全水平

智能检测与运维技术。引入物联网传感器，对储罐液位、温度、压力等参数进行实时监测，数据通过无线传输至控制室，实现设备运行状态的动态监控。例如，在黎塘站储罐上安装智能液位计，实时监测液位变化，当达到高高液位设定值时，系统自动联锁关闭进口阀门，防止超液位运行。

设备更新与材料升级。更换内浮顶材料为难熔材料，可显著提升防火防爆性能；对老化的管道和密封材料进行更换，采用耐腐蚀、耐高温的新型材料，延长设备使用寿命。同时，对电气设备进行防爆接地改造，降低事故风险。

4.3 工艺自动化控制技术：实现精准运行管理

智能监测与自动控制。在水封井、储罐区等部位安装智能传感器，实时监测水封高度、可燃气体浓度等参数。通过自动化控制系统，实现对工艺参数的自动调节和报警联动。

HAZOP分析与隐患闭环管理。定期开展危险与可操作性分析（HAZOP），对工艺过程中的潜在风险进行识别和评估。针对分析提出的建议，如黎塘站的水击超前保护装置安装，制定详细的整改计划，明确责任人和时间节点，确保隐患治理闭环。同时，将HAZOP分析结果纳入工艺操作规程，指导员工安全操作。

4.4 消防与应急新技术：构建快速响应体系

应急演练与协同机制优化。利用虚拟现实（VR）技术开展应急演练，模拟火灾、泄漏等场景，提升员工的应急处置能力。建立与周边企业、消防部门的应急联动机制，共享监测数据和救援资源，形成区域协同应急网络。

5 石油库改造的实施策略与保障措施

5.1 制定科学的改造规划：明确目标与路径

分阶段实施策略。遵循“先急后缓、先易后难”原则，优先整改直接威胁安全的重大隐患（如内浮顶材质缺陷、消防系统缺陷），再逐步推进智能化升级（如智能监测系统、自动化控制）。通过多专业协同论证，确保各阶段任务衔接有序。

资源统筹保障。优化资源配置，保障资金投入，重点向设备更新、技术升级倾斜。组建由安全、工艺、设备等领域专家及管理骨干构成的专项团队，负责方案设计、施工监管及效果验证，确保改造过程科学规范。

5.2 强化技术研发与合作：突破关键瓶颈

产学研用协同创新。与科研机构、高校建立合作机制，围绕旧库改造共性难题开展联合攻关。

先进技术本土化应用。借鉴国内外石油库智能化改造经验，引入智能巡检机器人、光纤感温探测等成熟技术，并结合国内标准与黎塘站工艺特点进行适应性改造。

5.3 优化人员培训与管理：提升能力素养

分层级培训体系。管理层聚焦新标准解读与决策能力，通过专题研讨、案例分析等形式，强化风险管理意识与合规管理能力。技术层开展智能设备操作、HAZOP 分析等专项培训，邀请设备厂商与行业专家现场指导，确保技术团队熟练掌握新系统运维。操作层以岗位风险防控与应急处置为核心，通过 VR 模拟、实战演练等方式，提升员工对新工艺、新设备的操作规范性。

绩效考核与激励机制。建立“培训考核+隐患排查+绩效挂钩”的激励体系，激发全员参与改造的积极性。

5.4 建立长效评估与改进机制：持续提升绩效

多维度效果评估。改造完成后，从安全风险等级变化（如风险评估得分提升）、设备运行效率（如故障频率下降）、应急响应速度（如消防联动时间缩短）等维度开展综合评估，客观评价改造成效。

动态持续改进。建立常态化监测机制，通过智能系统实时采集设备运行数据、人员操作行为等信息，定期分析潜在风险趋势。针对评估中发现的新问题（如新技术应用中的兼容性缺陷），及时调整管理策略与技术方案。

6 研究发现与未来展望

6.1 核心研究发现

问题的复杂性与系统性。旧标准石油库的问题涉及安全管理、设备、工艺、应急等多个维度，单一技术的应用难以全面解决问题，需进行系统性改造。

新技术的有效性与必要性。安全管理信息化、设备智能监测、消防自动化等新技术能够显著提升石油库的安全性和运营效率，如黎塘站通过安装 SIS 系统，可将液位联锁响应时间从人工操作的 5 分钟缩短至自动控制的 1 分钟以内。

管理与技术的协同性。新技术的应用需要配套的管理制度和人员能力支撑，否则可能出现“有设备无管理”的现象。

6.2 未来研究方向

智能化与绿色化融合。研究智能化与绿色仓储技术的融合模式，如智能通风系统、油气回收技术的优

化升级。

数字孪生技术应用。构建石油库数字孪生模型，通过实时数据驱动模型仿真，实现对库内设备运行、工艺参数、安全风险的精准预测和优化控制，为改造和管理提供更直观的决策支持。

应急管理的社会化协同。进一步完善石油库与周边社区、应急救援机构的社会化应急联动机制，利用大数据和物联网技术，实现应急资源的快速调配和共享，提升区域应急响应的整体效能。

7 结论

旧标准设计石油库在新标准下面临着安全管理体系不完善、设备设施老化、工艺控制粗放、消防应急能力不足等严峻挑战。通过应用安全管理信息化、设备智能监测、工艺自动化控制、消防应急新技术等系统性改造方案，并配套科学的实施策略和保障措施，能够有效提升石油库的安全性、合规性和运营效率。黎塘站的案例表明，新技术改造不仅是满足新标准的必要手段，更是推动石油库向智能化、现代化转型的重要途径。

未来，随着技术的不断进步，石油库改造将朝着更高水平的智能化、绿色化和协同化方向发展，为石油行业的安全稳定运行提供更强有力的保障。

参考文献：

- [1] 应急管理部.油气储存企业安全风险评估细则(2025年修订版)[S].北京:应急管理部,2025.
- [2] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.石油库设计规范:GB50074-2014[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [3] 马秀让,王银锋.《石油库设计规范(GB50074-2014)》解读与应用[M].北京:石油工业出版社,2016.
- [4] 国家市场监督管理总局,国家标准化管理委员会.危险化学品单位应急救援物资配备要求:GB30077-2023[S].北京:国家标准出版社,2023.
- [5] 应急管理部.危险化学品重大危险源安全监控技术规范:GB17681-2024[S].北京:国家标准出版社,2024.
- [6] 黎塘作业区.油气储存基地安全风险对标自评报告[R].南宁:国家管网集团广西公司,2025.
- [7] 山东省应急管理厅.(2023).东营:探索油库监管新模式打造智慧库区示范典型[EB/OL].山东省应急管理厅官网.
- [8] 应急管理部.危险化学品企业安全生产标准化通用规范:GB45673-2025[S].北京:国家标准出版社,2025.
- [9] 应急管理部.油气储存企业安全风险评估标准、细则(试行)[S].北京:应急管理部,2025.