

油气工程中油套管物资管理的数字化转型路径研究

张祖涛 (中国石化胜利油田分公司, 山东 东营 257000)

摘要: 在油气工程现场, 油套管的物资管理向来不是件轻松的事, 既复杂又伴随着不小的风险。本文结合了一个典型项目的经验, 试着搭建了一套比较集成的数字采购系统, 从需求提出到合同签订、货物验收, 大致覆盖了物资流转的全过程。在具体实施中, 我们从系统架构出发, 分析了用到的一些关键技术手段, 也根据运行结果对比了一些指标, 比如采购响应、库存周转和履约情况等。从结果来看, 这套方案在实际操作中还是起到了一些积极作用。基于这些经验, 文中也梳理了一些后续改进方向, 比如怎么让不同系统更好协同、数据标准怎么统一, 还有在不确定场景下系统该怎么保证稳定性等, 希望这些做法和思路能为同行探索物资管理数字化转型提供一些借鉴。

关键词: 油气工程; 油套管; 物资管理; 数字化采购; 供应链优化

中图分类号: TE92; F426.22; TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2026) 002-0031-03

Casing Material Management in Oil and Gas Engineering

Zhang Zutao (Sinopec Shengli Oilfield Branch, Dongying Shandong 257000, China)

Abstract: Managing casing materials on oil and gas construction sites is rarely straightforward: the workflows are long, the number of participants is large, and any slip can quickly turn into a cost or safety risk. Based on a real project, this paper describes the roll-out of an integrated digital procurement system that broadly follows the full material chain, from raising a demand and placing an order through to contract signing and on-site acceptance. From the overall system architecture, we sort out the main functional modules and several technical measures actually put into use, and then look at their performance using indicators such as procurement response time, inventory turnover and contract fulfilment. In practice, the scheme helped to smooth coordination and tighten basic control, while also exposing some weak points. On this basis, the paper discusses possible next steps, including making different systems work together more smoothly, unifying data standards, and keeping the system robust when demand and supply are highly uncertain. The experience may offer some practical ideas for teams advancing digital transformation of material management in oil and gas projects.

Keywords: Oil and Gas Engineering; Casing; Material Management; Digital Procurement; Supply Chain Optimization

在油气钻井现场, 油套管一直是非常关键的一类物资, 它的质量和供应情况直接影响施工进度, 也关系到现场的安全保障。由于种类多、采购周期长、用得又频繁, 管理上常会遇到一些麻烦, 比如计划难协调、储存条件苛刻、使用过程追溯不顺畅等, 导致效率受限。很多项目仍靠人工记录和几个系统凑合使用, 数据更新不及时、物资匹配不上, 容易造成浪费或增加风险^[1]。现在随着信息化水平提升, 不少企业开始尝试把采购、仓储、调拨、使用整合到一个数字平台上, 像 RFID、物联网、集成系统这些手段, 用起来确实能提升反应速度和衔接效率^[2]。本文结合一个典型项目, 从现场数据出发, 梳理了采购到使用的管理路径, 也看了效率、库存和履约等方面的变化, 希望对同行优化物资管理能有些参考价值。

1 油套管物资管理现状与问题识别

1.1 多环节参与下的分散化管理现状

油套管作为油气工程中的关键承压构件, 其全生命周期管理覆盖采购计划制定、仓储调拨、现场供应与施工回收等多个环节。当前行业普遍采用“条块分

割、系统独立”的运作模式, 不同业务模块之间缺乏数据互联, 流程衔接断层明显, 管理粒度粗放, 造成库存信息不实、响应速度滞后等问题, 严重制约物资保障体系的运行效率和精准供给能力^[3]。

1.2 传统模式下的核心管理缺陷

传统油套管物资管理以人工填报、Excel 台账和部门间纸质交接为主, 存在计划依据不全、信息延迟、版本混乱等现象。由于缺乏动态数据采集机制与标准化标签体系, 导致库存状态不透明、批次信息缺失, 难以支撑精细化调配和全过程溯源^[4]。此外, 采购执行与现场需求之间协同不足, 计划错配与资源浪费问题频发。

1.3 实例印证下的风险显性化

以某典型区域项目为例, 由于库存台账与实际库存偏差较大, 重复采购和物资积压情况持续存在, 形成大量呆滞物资, 影响仓储周转效率。同时, 因钢级标识未统一, 施工过程中误用低等级油套管, 造成井筒失稳风险, 项目一度停工整改, 直接反映出传统模式在信息准确性、作业一致性和风险可控性方面的严

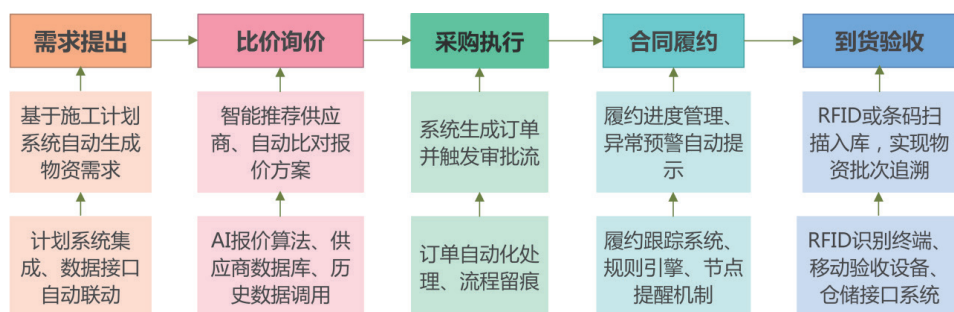


图1 数字化采购流程优化路径图

重短板^[5]。

1.4 研究方法 with 诊断路径设计

为系统识别问题根源并支撑后续数字化转型路径设计，本文采用实证分析方法，融合现场调研、结构化访谈、数据对比与流程可视化技术。通过采集典型项目各环节关键管理节点数据，对比计划执行与实际调拨间的偏差，同时绘制物资流转链条图，识别流程断点与信息孤岛，为构建闭环、高效、可追溯的管理体系提供科学依据与路径支持^[6]。

2 数字化转型的系统架构与关键技术路径

2.1 分层架构构建：感知层—平台层—应用层协同联动

油套管数字化管理系统一般采用“感知—平台—应用”三层架构，实现数据闭环与业务协同。感知层部署RFID、条码、温湿度和位移传感器等单元，实时采集物资状态与环境信息。平台层作为信息中枢，整合物资平台、中台与仓储系统，支撑数据解析与系统对接。应用层面向操作端，提供库存监控、采购协同、预警与决策等功能，实现数据与业务的智能联动^[7]。

2.2 关键技术路径：多源融合与集成联通

该系统强调多源数据融合与流程集成。RFID实现物资唯一标识与轨迹管理，传感器网络监控环境变化；物资平台与MES协同支撑计划、采购、履约等流程全贯通，提升传输效率与可视化能力；BI工具结合结构化接口构建多维图谱与趋势模型，助力实时决策^[8]。

2.3 功能模块设计：构建面向业务的集成应用体系

系统围绕“业务流—数据流”协同，设有库存监控、采购协同、异常预警与数据分析四大模块。前者支持多仓位、多批次动态管理，后者实现比选、履约跟踪与风险预警。分析模块融合历史与实时数据，提供履约与周转等指标的量化评估^[9]。

2.4 可推广性分析：结构通用性与行业适配性并重

该系统架构具有良好的模块化与接口适应能力，可在不改变原有信息系统架构基础上，通过API接口与数据中台实现柔性对接。系统特别适用于油气工程中钢材类、设备类等大宗关键物资的动态管控与生命

周期管理，在保留企业原有流程习惯的同时实现数字化升级，具备较强的行业通用性与场景扩展性，适合在油气、化工、能源等多类型工程物资管理中推广应用^[10]。

3 典型案例与采购管理优化分析

3.1 案例背景与项目目标：流程瓶颈驱动数字化改革

某陆上油气开发项目在钻井高峰期对油套管等钢材类物资供给要求极高。原采购模式依赖人工沟通与纸质流程，存在计划延迟、审批缓慢、物资错配等问题，影响进度与库存效率。为破解瓶颈，项目团队导入集成化数字采购系统，构建覆盖预测、比价、履约与验收的闭环流程，提升响应速度与管理可控性。

3.2 数字化采购流程构建：技术嵌入实现流程优化

如图1所示，采购流程分为需求提出、比价询价、采购执行、合同履行、到货验收五大节点，均嵌入数字化技术。在提出环节接入进度计划，实现动态采购排期；比价环节引入成交数据与AI算法优化评估；执行环节自动生成订单并完成审批记录；履约环节设有提醒机制防范违约；验收端通过RFID与移动设备扫码，确保批次可追溯。

3.3 成效评估：多维指标显著优化

系统运行半年内，关键指标明显改善：采购响应周期由10.8天降至6.8天（缩短37%），库存周转周期由45.6天缩至28.3天（缩短38%），履约准确率由84.2%升至96.5%，错发率从5.3%降至1.7%，月均异常事件由6.4起降至3.7起。详见表1。

3.4 案例启示：从局部优化迈向系统集成

案例表明，采购效率与履约质量的提升，需依靠系统集成、数据贯通与流程重构，而非单点工具引入。数字化流程不仅优化执行效率，更推动管理从“经验驱动”向“数据驱动”转型，适用于管材、设备、水泥等关键物资场景，对油气行业供应链数字化转型具有重要借鉴意义。

4 数字化物资管理的发展趋势与策略建议

4.1 技术趋势：平台集成与智能驱动并行

随着油气工程信息化水平不断提升，物资管理正

表 1 钢材类油套管采购策略优化效果汇总

指标名称	上线前数值	上线后数值	改善幅度
库存周转周期 (天)	45.6	28.3	缩短 37.9%
采购响应周期 (天)	10.8	6.8	缩短 37.0%
履约准确率 (%)	84.2	96.5	提升 14.6%
物资错发率 (%)	5.3	1.7	降低 67.9%
异常事件 (月均)	6.4	3.7	降低 42.2%

逐步从分散数字化走向更系统的集成模式。当前技术趋势主要体现在“平台集中、功能模块化、数据智能化”几个方面。物联网、人工智能、边缘计算和 BIM 等技术的结合,使油套管等大宗物资实现全流程动态管理成为可能。与此同时,产业链之间的协作也更频繁,多主体间系统互联互通的需求日益增强,行业正加速迈向泛在感知、智能决策、协同治理的方向。

4.2 现实挑战:系统割裂与数据质量制约

虽然数字化技术越来越常用,但在实际操作中,问题还是挺多的。像系统接口对不上、数据标准不统一、更新不同步,这些情况在不少单位都存在。采购、仓储、供应系统之间难以直接打通,很多信息最后还得靠人工补录。基础数据也不太理想,有的分类混乱,有的编码不统一,状态标识也不一致,导致跨部门的数据整合很费劲,自动化流程经常卡住。再加上技术人员不够、运维机制不健全,系统想稳定运行、持续升级,确实有点难。

4.3 应对路径:推进平台融合与标准统一

想把数字化管理做好,系统架构这块就得下功夫。比较实在的做法是搭一个“统一入口+分级模块+标准接口”的平台,兼容现有系统,把数据能顺起来。与此同时,数据治理也不能落下,像分类、编码、权限这些基本规则要定清楚,数据才能用得上、管得稳。另外,业务流程、系统结构、数据模型之间也不能再各搞各的,得往一起整合,把原来碎片化的操作慢慢统一起来,形成一套更顺畅、更灵活的逻辑框架。

4.4 风险防控:构建数字系统韧性管理机制

在推进数字系统时,数据丢失、系统崩溃、网络攻击这些风险是绕不过的。比较稳妥的方式,是围绕“识别问题—预警反应—快速处理”这个主线,搭一个有韧性的安全机制。像流程健康评估、自动预警、应急策略库这类做法,都能在出问题时起到缓冲作用。同时,网络边界防护、数据加密这些技术也要同步跟上,从平台、流程、数据到人员各层面布防,才能让系统更稳,不容易中断。

5 结论与展望

在一些油气项目的实践中,油套管物资的管理问题一直比较突出,效率不高、流程也容易出错。本文结合了其中一个典型案例,尝试搭建了一套相对集成、

操作性强的数字采购系统,从采购到履约,再到库存周转,整体表现出了不错的改进效果。当然,想真正实现精细化管理,光有一个系统还不够,像平台协同、流程衔接、数据联通这些环节也都很关键。实际推进中,一些问题也慢慢显现出来,比如系统之间对不上口、数据口径不统一、风险控制机制不够稳妥等,确实会影响平台的后续运行。接下来,行业里还需要围绕数据标准、流程设计、安全防线这些方面持续做文章,把数字化这条路走得更扎实一些。从趋势来看,随着人工智能、大数据、工业互联网等技术进一步落地,像油套管这类大宗物资的管理也会更系统、更智能、看得更清楚。后续如果能摸索出一套真正“能用、管得住、跑得稳”的转型范式,对整个行业的成本控制、效率提升、风险应对,都会有不小的帮助。

参考文献:

- [1] 马赞. 智能工厂建设的数字化交付研究 [J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(09): 125-127+146.
- [2] 欧阳香港. 中石化数字化转型路径及绩效研究 [D]. 绍兴文理学院, 2024.
- [3] 孙瑜吟. VUCA 环境下中国海油供应链数字化动因及其效果 [D]. 浙江财经大学, 2023.
- [4] 马廷霞. 油气管输企业数字化转型研究 [D]. 西南财经大学, 2022.
- [5] 温纪宏, 崔桐瑞, 鹿群群, 等. 油气管网物资管理技术实践与展望 [C]// 廊坊市管道科学技术学会. 2024 管道科学技术学会获奖论文集. 国家石油天然气管网集团有限公司山东分公司, 2025: 86-91.
- [6] 陆亚男. 油气管道工程物资采购管理优化思考分析 [J]. 中国物流与采购, 2022(15): 68-69.
- [7] 文莉, 罗振宁, 周悦洋, 等. 油气田企业提升供应链物资采购质量的对策思考 [J]. 天然气技术与经济, 2024, 18(04): 67-72.
- [8] 蒋增平, 陈华, 黄达春. 区块链、大数据、人工智能在供应链管理中的应用 [J]. 中国高科技, 2023(07): 152-154.
- [9] 张航伟, 蔡礼黎, 赵大鹏, 等. 延长石油集团一体化供应链物流运营体系 [J]. 国企管理, 2023(03): 54-58.
- [10] 范冬云. 油气管道行业采购风险管理体系构建与实施 [J]. 交通企业管理, 2023, 38(01): 94-96.