

引用格式: 刘新宇, 刘芮君. 油气储运领域团体标准的发展现状以及趋势分析[J]. 标准化学报, 2026 (7): 31–40.
LIU Xinyu, LIU Ruijun. Development Status and Trend Analysis of Association Standards in Oil and Gas Storage and Transportation Field[J]. Journal of Standardization, 2026 (7):31–40.

油气储运领域团体标准的发展现状以及趋势分析

刘新宇 刘芮君

(国家管网集团科学技术研究总院分公司)

摘要:【目的】针对油气储运领域团体标准发展格局不明、技术路径模糊、立项缺少科学模型的问题, 评估其发展现状、演化特征与未来趋势, 为该领域标准科学化制定、技术创新落地及国际化输出提供理论与实践参考。【方法】以2015—2025年645项现行油气储运团体标准为样本, 运用复杂网络分析、统计检验、主题聚类等方法, 分析组织协作格局、标准主题分布及与行业发展的关联性。【结果】行业形成“政府引导+央企主导+社团协同”三元共治结构与四大协作组团; 标准主题集中于三大核心板块(占比超80%), 分布与管网负荷、储气库建设周期显著正相关; 技术创新呈“数字化—绿色化—国际化”梯次演进特征。【结论】构建的“需求—创新”二维矩阵立项模型可实现科学化立项; 未来该领域标准需围绕技术创新、科学立项、国际对接、绿色低碳发展, 完善协同与衔接机制。

关键词: 油气储运; 团体标准; 复杂网络分析; “双碳”目标; 标准国际化; 立项决策模型

DOI编码: 10.3969/j.issn.2097-857X.2026.07.004

Development Status and Trend Analysis of Association Standards in Oil and Gas Storage and Transportation Field

LIU Xinyu LIU Ruijun

(General Institute of Science and Technology, National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd.)

Abstract: [Objective] Aiming at addressing the problems of unclear development pattern, vague technological path, and lack of scientific project approval model of association standards in the oil and gas storage and transportation field, this paper evaluates their development status, evolutionary characteristics and future trends, to provide theoretical and practical reference for scientific formulation, technological innovation implementation and international output of standards in this field. [Methods] Taking 645 valid association standards on oil and gas storage and transportation from 2015 to 2025 as samples, this paper uses complex network analysis, statistical test, topic clustering and other methods to analyze the organizational collaboration pattern, standard theme distribution and their correlation with industrial development. [Results] The industry has formed a tripartite co-governance structure of “government guidance + central enterprise leadership + social organization coordination” and four collaboration groups; standard themes focus on three core sections (over 80%), with their distribution significantly positively correlated with pipeline network load and gas storage construction cycle; technological innovation shows a hierarchical evolution of “digitalization–greenization–internationalization”. [Conclusion]

基金项目: 本文受新星项目“集团公司企业标准实施现状评估与价值提升策略研究”资助。

作者简介: 刘新宇, 硕士, 助理工程师, 研究方向为油气管道技术标准。

The constructed “demand-innovation” two-dimensional matrix project approval model enables scientific project approval. Future standards in this field should focus on technological innovation, scientific project approval, international connection and green low-carbon development, and improve collaboration and connection mechanisms.

Keywords: oil and gas storage and transportation; association standards; complex network analysis; “dual carbon” strategy; standard internationalization; project approval decision-making model

0 引言

团体标准是我国标准化体系的重要组成部分,其由社会团体自主制定、发布,供社会自愿采用,具有响应市场快、贴合技术创新需求、适配行业细分场景的核心优势,已成为衔接国家/行业标准与市场实际需求的关键纽带。近年来,在能源转型与“双碳”目标推动下,油气储运行业迎来技术升级、设施建设与国际化发展的多重机遇,对标准化工作的需求日益迫切,团体标准凭借其灵活性与针对性,在行业技术规范、创新成果转化、国际合作对接等方面的作用愈发凸显^[1]。

本文首先梳理团体标准发展的宏观支撑条件,明确油气储运领域团体标准的发展背景;其次以具体样本数据为基础,剖析该领域团体标准的组织协作格局与主题分布特征;最后结合行业发展需求,揭示团体标准技术演进路径并构建科学的立项决策模型,为行业团体标准的高质量发展提供指导。

1 团体标准发展的宏观支撑体系

团体标准的快速发展得益于政策、市场、技术

与国际合作的多重支撑,该支撑体系为油气储运领域团体标准的制定与实施奠定了坚实基础,同时也明确了行业标准化工作的发展方向与核心要求。

1.1 政策环境持续优化,明确发展导向与制度保障

国家层面持续完善团体标准政策体系,为其发展提供清晰的法律地位与政策支持。如图1所示,2015年,国务院发布《深化标准化工作改革方案》,首次明确团体标准的法律地位,成为行业标准化改革的重要节点;2018年,出台财政补贴政策,鼓励社会团体与企业参与团体标准制定;2020年,实施税收优惠政策,进一步降低参与主体的研发与制定成本;2023年,以国家管网集团为代表的央企落地天然气放空回收等绿色项目,推动政策要求向行业实际应用转化^[2]。

在油气储运领域,政策聚焦能源安全、绿色低碳与设施建设,如《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》《油气管网设施公平开放监管办法》等政策,从储气设施建设、管网公平开放等维度提出明确要求,为团体标准的制定划定核心方向。同时政府通过财政支持、政策引导等方式,推动团体标准与国家/行业标准衔接,提升其权威性与市场适用性。



图1 团体标准政策优化历程

1.2 市场需求稳步增长, 成为核心发展动力

市场经济的发展与能源结构转型推动油气储运领域市场需求持续升级, 成为团体标准发展的根本驱动力。一方面, 天然气在我国能源结构中的占比不断提升, 天然气管网、地下储气库、油气储运设备等设施的建设和运维需求激增, 对设备质量、管道建设、供气安全等方面的标准化要求愈发具体; 另一方面, 下游市场对能源安全、环境保护的关注度不断提高, 倒逼行业在节能降耗、污染物处理、风险防控等方面制定更贴合实际的标准。而团体标准能够快速响应市场细分需求, 弥补国家/行业标准在细分场景中的不足, 成为满足市场需求的重要载体^[3]。

1.3 技术创新迭代升级, 推动标准内容更新

新技术、新材料、新工艺的不断涌现为团体标准发展提供技术支撑, 同时也要求团体标准及时反映创新成果, 实现“技术创新—标准制定—产业应用”的闭环。在油气储运领域, 智能化、自动化、绿色化技术的应用不断深化, 如AI声振温监测、大数据故障诊断、放空回收、污水近零排放等技术, 显著提升了油气储运的效率与环保水平; 数字化交付、源网荷储一体化等技术模式的落地, 也对行业标准化提出新需求。团体标准能够快速吸纳这些创新成果, 将技术要求转化为标准规范, 既为技术推广应用提供依据, 也为后续国家/行业标准的制定积累实践经验^[4]。

1.4 国际合作不断深化, 拓宽标准发展空间

全球化背景下, 我国团体标准与国际标准的交流合作日益频繁, 为油气储运领域团体标准的国际化发展提供了契机。一方面, 我国通过APEC能源合作网络、“一带一路”能源合作等平台, 推动油气储运技术标准与共建国家对接, 如中国—中亚天然气管道技术标准被哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦等6国采纳, 实现了标准的海外输出; 另一方面, 国内企业与社会团体积极借鉴国际先进标准, 在管道建设、设备运维、风险防控等方面吸收国际经验, 提升我国团体标准的质量与国际兼容性。国际合作的深化不仅拓宽了团体标准的应用场景, 也增强了我

国在油气储运国际标准化领域的话语权^[5]。

2 油气储运领域团体标准发展现状分析

2.1 研究样本与方法

2.1.1 样本数据

本研究选取全国团体标准信息平台中发布的油气储运领域现行团体标准为样本, 经筛选最终得到有效标准645项。筛选标准为: 与石油、天然气储运设备、管道建设、供气系统、运维管理等核心业务直接相关; 标准状态为现行有效; 发布主体为合法登记的社会团体。样本时间范围覆盖2015—2025年, 涵盖团体标准快速发展的全周期, 能够客观反映行业标准化发展的实际特征。

2.1.2 研究方法

(1) 复杂网络分析。采用Python的NetworkX库构建团体标准制定的组织协作网络, 以23家全国性团体标准化组织与标准牵头起草单位为网络节点, 以牵头起草单位在各组织发布标准中的参与次数为边的权重, 构建带权重有向协作网络; 采用Louvain社区发现算法识别网络中的高密度协作组团, 该算法以模块度最大化为目标, 能够有效挖掘网络的社区结构特征, 揭示组织间的协作规律。

(2) 主题聚类与统计分析。采用词频分析、密度分析对645项标准的主题进行聚类, 识别核心研究板块; 通过Pearson相关性检验分析标准密度分布与天然气管网负荷、地下储气库建设周期的相关性, 检验显著性水平设为0.01, 数据基础为国家能源局发布的2015—2025年天然气管网运行数据与储气库建设项目信息。

(3) 描述性统计。对标准的发布主体、主题分布、技术类型进行统计, 梳理油气储运领域团体标准的整体发展格局。

2.2 组织协作格局: 三元共治结构与四大协作组团

在我国参与油气储运领域团体标准制定的48家团体标准化组织中, 23家为全国性组织, 是行业标准化工作的核心主体。基于复杂网络分析的结

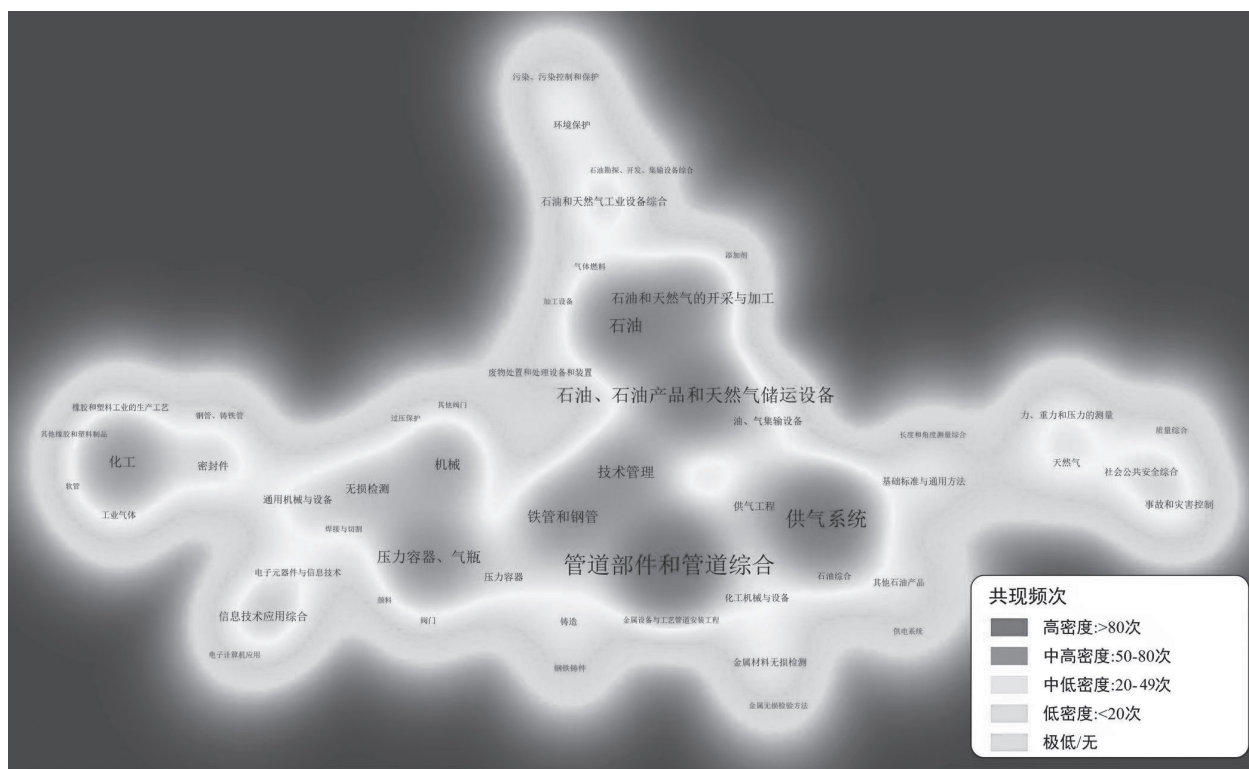


图3 团体标准密度图

一步推动了该板块标准的制定与完善。

管道部件与综合涵盖钢管、阀门、密封件等管道部件的技术要求,以及管道设计、施工、检验等综合管理规范,与油气管网设施公平开放政策相衔接。《油气管网设施公平开放监管办法》修订版提出,2030年第三方准入比例提高至60%。这对管道部件的标准化、管道建设的规范化提出更高要求,成为该板块标准发展的重要推动力。

供气系统聚焦城市供气、输气站场、供气工程等环节的标准制定,与城市化进程加快、居民清洁能源需求增长直接相关。未来行业将围绕多元化储气模式、源网荷储一体化、数字化交付三大方向发展,该板块标准的制定将进一步向精细化、智能化方向延伸。

此外,环境保护、无损检测、事故灾害控制等板块的标准占比虽相对较低,但随着“双碳”目标的深入推进,其重要性持续提升,成为团体标准未来的重要拓展方向。

3 油气储运领域团体标准未来发展趋势与路径

3.1 技术创新梯次演进: 数字化—绿色化—国际化

油气储运领域团体标准的技术创新路径呈现清晰的“数字化—绿色化—国际化”梯次演进特征。三者相互衔接、协同推进,成为未来标准制定的核心方向。在2026—2027年拟立项的31项新标准中,74%融入数字化、绿色化核心技术,61%同步规划英文版,体现了该演进趋势的实际落地。

3.1.1 数字化: 以智能技术赋能设施运维与风险防控

数字化是团体标准技术创新的基础层级,核心是将人工智能、大数据、物联网等技术融入油气储运设施的设计、运维、风险防控等环节,实现设施的智能化监测、预知性维护与高效管理。拟立项的《泵设备异常状态声振温一体化监测技术规范》利用深度学习技术,整合声音、振动、温度多维度

数据,实现泵设备异常状态的早期识别与预知性维护;《压缩机组运行状态监测与故障分析技术规范》结合大数据分析,弥补了现有国家/行业标准在机组运行监测方面的不足,实现故障的精准诊断与分析。此外,数字化交付、智能管网建设等相关标准也将成为重点,推动油气储运行业从“人工运维”向“智能管控”转型^[6]。

3.1.2 绿色化:以低碳技术推动行业可持续发展

绿色化是团体标准技术创新的核心层级,紧扣“双碳”目标要求,聚焦节能降耗、污染物处理、资源循环利用等环节,实现油气储运行业的低碳发展。拟立项的《输气站生产生活污水安全排放技术规范》针对输气站污水排放难题,明确排放口设置、处理设备配置、指标要求等内容,推动污水近零排放;《废弃输油管道清洗剂技术规范》聚焦清洗剂的效率、安全性与环保性,降低清洗过程中的环境污染;天然气放空回收、管道绿色施工、稠油热采节能等相关标准也将进一步完善,形成覆盖油气储运全流程的绿色标准体系^[7]。

3.1.3 国际化:以标准输出推动国际合作与话语权提升

国际化是团体标准技术创新的高级层级,核心是推动我国油气储运团体标准与国际标准接轨,实现标准的海外输出与国际应用,支撑“一带一路”海外能源项目建设。拟立项的《国际标准中国贡献度评估方法》《国际标准影响力评估方法》构建了科学的国际标准评估体系,量化中国在国际标准化中的贡献与影响力,为我国参与国际标准制定提供依据;《油气站场管道腐蚀风险分级规范》同步制定英文版,借鉴国际先进评估技术并结合我国行业实际,提升标准的国际兼容性。未来,我国将以“一带一路”为纽带,推动中亚、东南亚等共建国家采纳我国油气储运团体标准,提升我国在国际能源标准化领域的话语权^[8]。

3.2 “需求—创新”二维矩阵立项决策模型的构建与应用

3.2.1 模型构建

为解决油气储运领域团体标准立项缺乏科学

依据、资源配置不合理等问题,基于市场需求与技术创新两大核心维度,构建“需求—创新”二维矩阵立项决策模型。模型以需求强度为横轴,分为低、中、高三档,依据行业政策要求、市场实际需求、设施建设规划等指标量化;以创新强度为纵轴,分为低、中、高三档,依据技术创新程度、科研成果转化水平、新技术/新产品适配性等指标量化。二者交叉形成9个象限,每个象限对应不同的立项策略、资源配置方式与标准制定优先级,实现团体标准立项的科学化、精准化。

3.2.2 模型实际操作性应用

如图4所示,结合表1中2026—2027年油气储运领域拟立项标准案例,对模型的实际应用进行说明,明确不同象限下的立项决策逻辑:

(1) 高需求—高创新类项目为核心立项优先级,对应行业急需、技术领先的标准项目,需集中优质资源快速制定,推动科研成果转化与新技术落地。典型项目如《泵设备异常状态声振温一体化监测技术规范》,为国内首创融合深度学习AI技术的声振温一体化监测技术。建议采用“央企牵头+社团主导+产学研协同”模式,加快标准研发布,同步推进成果转化与国际对接。

(2) 高需求—中/低创新类项目为重点立项优先级,对应行业急需但技术相对成熟的标准项目,需注重标准的规范化、精细化,弥补现有标准不足。典型项目如《天然气管道雷电防护技术规范》。建议借鉴现有国家/行业标准与企业实践经



图4 标准市场需求强度和创新强度矩阵

表1 团体标准计划项目征集表

标准项目名称	拟解决主要问题	是否为科研成果转化	是否为新产品、新技术、新服务	是否将其转化为国际或国外标准	是否用于海外工程或国际贸易	是否制定外文版标准	
国际标准中国贡献度评估方法	本团体标准《国际标准中国贡献度评估方法》旨在构建一套科学、系统的评估体系，量化分析中国在国际标准制定过程中的贡献程度。通过明确评估指标、数据处理模型和评估流程，该标准将为中国在国际标准化活动中的贡献提供客观、透明的评价方法，进而增强中国在国际标准制定中的话语权和影响力	是	是	是	是	是	
国际标准影响力评估方法	本团体标准旨在系统评估国际标准的影响力，通过构建科学的评价指标体系和评估模型，量化分析国际标准在全球范围内的传播、应用和认可程度。该标准将帮助组织了解国际标准的实际效益，指导未来标准化工作，提升国际标准的制定和推广效率	是	是	是	是	是	
泵设备异常状态声振温一体化监测技术规范	利用深度学习AI技术，较早识别出泵设备的异常，实现预知性维护	是	是	是	是	是	
油气站场管道腐蚀风险分级规范	该标准主要解决油气站场管道腐蚀风险评估与管理的问题。包括明确地上、埋地管道外腐蚀及内腐蚀的风险因素识别方式，建立统一的腐蚀风险评分规则与分级标准，规范评价流程，提出风险减缓措施，确保新建和在役站场管道腐蚀风险可评、可控，为管道安全运行提供依据	是（油气管道线路及站场感知技术研究）		否	否	否	是（英语）
海上稠油热采工程设计指南	根据热采现场经验完善热采设计规范；国内陆上有热采相关标准，但整体还不完善，特别是海上标准缺乏，目前已有集团企标	否	否	否	否	否	否
海上油气水高效处理工艺设计指南	油气水高效处理工艺设计基本原则和设计要点；进一步明确设计原则、裕量，调研、总结、提升高效处理工艺应用经验，形成系列高效处理自主标准并推广应用，预期工艺总体面积、重量降低10%	否	否	否	否	否	否
隧道穿越管道变形治理技术规范	随着我国长输管道的持续发展，部分隧道穿越管道已进入长期服役阶段（10年以上）。然而，受环境温度变化、介质压力变化等因素的影响，隧道内管道的约束和受力状态发生变化，导致管道变形，进而出现管卡失效、管道应力超限等问题。目前，针对这类问题的治理缺乏科学、规范的标准依据，导致治理方案和治理效果难以达到工程需求	否	是	否	否	否	否
压缩机组运行状态监测与故障分析技术规范	压缩机运行状态监测与故障诊断、分析技术是核心优势技术，在压缩机（发动机）关键部件检测维修方面具有成熟技术和实践经验。目前压缩机组国家、行业标准侧重技术条件、安装施工和节能测试等	否	否	否	否	否	否

续表1

标准项目名称	拟解决主要问题	是否为科研成果转化	是否新产品、新技术、新服务	是否将其转化为国际或国外标准	是否用于海外工程或国际贸易	是否制定外文版标准
输气站生产生活污水安全排放技术规范	随着新版《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国环境保护法》颁布实施，国家安全环保监管部门对于管道行业危废物排放管理更加严格。输气站特别是电驱压缩机站场排水量较大，每天排量约几十立方米，生产生活污水无法直接外排。新建输气站在生产生活污水设计方面存在不足，例如选址考虑接入城市污水管网，或者建设专门污水处理设施，以及因地制宜建设其他设备。建议制定行业标准，明确输气站污水排放选址要求、排放方式、污水处理设备等级及处理指标等内容	否	否	否	否	否
天然气管道雷电防护技术规范	目前针对原油库（储罐）、建筑物防雷技术比较完善。现行国家标准GB 15599—2009《石油与石油设施雷电安全规范》、行业标准SY/T 6885—2020《油气田及管道工程雷电防护设计规范》规定了储罐、塔类容器装置、工艺管道、电气系统防雷技术要求。针对天然气管道站场电气系统、通信系统、工艺设备设施防雷技术，以及天然气管道站场预防静电技术，近年来积累了很多研究成果和指导文件。建议基于西气东输管道公司标准《输气管道站场雷电防护技术规范》等标准制定行业标准	否	否	否	否	否
废弃输油管道清洗剂技术规范	本团体标准专注于提升废弃输油管道清洗剂的性能，解决当前清洗剂在效率、安全性和环保性方面的不足。通过规范清洗剂的技术要求，旨在降低清洗成本，提高清洗质量，同时确保操作过程的安全性和减少环境污染，以适应更严格的法规要求和市场需求	否	否	否	否	否
油库消防泵配置与运行管理规范	本团体标准旨在解决油库消防泵配置不合理、供电可靠性不足、操作维护复杂等问题。通过明确不同级别油库消防泵的配置要求，优化供电方案，简化操作流程，提高系统的适应性和可靠性，从而提升油库整体的消防安全管理水平，确保在紧急情况下消防系统能够迅速有效地发挥作用	否	否	否	否	否
新建管道工程质量检验与安全监理规范	本团体标准旨在提升新建管道工程的施工质量与安全管理水平，通过借鉴美国API RP 1169标准，明确管道检验员的职责、资质要求和工作程序，强化施工现场安全监护措施，完善施工质量检验要求，确保管道工程从材料供应到施工完成各阶段均符合高标准，从而保障管道的安全、可靠和高效运行	否	否	否	否	否
长输管道应急响应体系优化规范	本标准旨在解决我国长输管道应急响应体系中存在的职责权限不清晰、缺乏国家标准、基础信息平台支持不足以及公众意识薄弱等问题。通过借鉴美国先进经验，建立清晰的监管机构职责、完善的法规标准体系、高效的联动机制、信息共享平台，并增强公众应急安全意识，以提高我国管道应急响应的效率和效果，确保在发生事故时能够迅速有效地进行处理	否	否	否	否	否

验,简化制定流程,重点提升标准的实用性与可操作性。

(3)中需求-中创新类项目为常规均衡立项优先级,对应油气储运行业具备稳定中等规模标准化诉求,同时技术在现有成熟体系基础上完成改良优化、存在局部创新点但无颠覆性突破的标准项目,可作为常规项目稳步推进立项编制。典型项目如《油气管道便携式气体泄漏定量检测作业规范》。建议列为年度常规立项,均衡分配编制资源,整合管道运营企业现场实践经验与检测设备厂商试验数据,兼顾成熟作业经验与改良新技术的试点验证,按标准常规周期开展编制、征求意见与评审发布,平衡实操性与技术先进性。

(4)中需求-低创新类项目为择机优化立项优先级,对应行业存在一定标准化缺口、具备中等统一诉求,但相关技术路线与作业模式均已完全成熟、无技术创新突破的标准项目,仅用于细化现有标准、补齐细分场景空白,需结合行业治理节点择机立项。典型项目如《油气集输站场安全警示标识布设细则》。建议不纳入年度重点立项清单,结合行业安全专项整治、老旧站场升级改造等政策节点择机启动编制;充分复用成熟国家标准与头部企业成熟作业案例,简化技术论证环节,将工作重心聚焦于细分场景落地细则的细化,快速形成可直接落地执行的标准文本。

(5)中/低需求-高创新类项目为储备立项优先级,对应技术领先但市场需求尚未完全释放的标准项目,需提前布局,为行业未来发展奠定基础。典型项目如《国际标准中国贡献度评估方法》。建议加强科研投入,跟踪国际市场需求,逐步完善标准内容。

(6)低需求-中创新类项目为长期观察储备优先级,对应技术存在局部改良、具备中等程度创新突破,但当前油气储运行业工程应用场景有限、规模化统一标准化诉求偏弱的标准项目,以长期跟踪、预研沉淀为主,暂不纳入年度优先立项范围。典型项目如《油气储罐内衬局部修复简易复合工艺导则》。建议不安排年度正式立项,依托企业内部

技术文件与试验数据形成标准预研底稿归档;持续跟踪行业老旧储罐改造规划与新型修补材料产业化进度,定期开展行业需求调研,待下游工程需求集中释放后,再评估启动标准编制工作。

(7)低需求-低创新类项目为暂缓立项类别,对应市场需求不足、技术落后的项目,原则上暂缓制定,避免资源浪费。

3.3 国际经验借鉴与本土化融合

为推动我国油气储运领域团体标准的国际化发展,借鉴美国、欧洲、日本等国家和地区的团体标准发展模式,结合我国行业实际实现本土化融合,形成具有中国特色的团体标准发展路径。

美国依托行业协会主导标准制定,如美国石油学会(API)制定的油气储运标准具有高度的市场认可度,其特点是紧贴行业实践、技术更新快、与市场需求高度契合,且标准体系与认证体系相衔接,提升了标准的落地性。我国可借鉴该模式,强化央企与行业协会的协作,推动标准制定与企业实际运维、项目建设相结合,同时构建团体标准认证体系,提升标准的市场影响力^[9]。

欧洲注重区域标准协同与国际对接,欧盟通过制定统一的能源标准,实现区域内标准互认,其特点是注重绿色低碳、强调标准的兼容性与国际化。我国可借鉴该模式,在团体标准制定中融入绿色低碳要求,与ISO、IEC等国际标准组织的标准对接,提升我国标准的国际兼容性,推动“一带一路”共建国家的标准互认^[10]。

日本注重产学研协同创新,将高校、科研机构的技术成果快速转化为团体标准,其特点是创新成果转化效率高、标准与技术研发同步推进。我国可借鉴该模式,构建“产学研用”协同的标准制定机制,鼓励高校、科研机构参与团体标准研发,加快AI、大数据等新技术在油气储运领域的成果转化^[11]。

3.4 趋势总结

未来油气储运领域团体标准将围绕“技术创新深化、立项决策科学、国际对接紧密、绿色低碳引领”四大方向发展。一是数字化与绿色化技术深度

融入标准内容,推动行业智能化、低碳化转型;二是依托“需求—创新”二维矩阵模型,实现立项决策的科学化与精准化,提升资源配置效率;三是加强国际经验借鉴与本土化融合,推动标准的国际化输出,提升我国在国际能源标准化领域的话语权;四是完善团体标准与国家/行业标准的衔接机制,形成层次分明、互补协同的标准化体系,为油气储运行业的高质量发展提供坚实的技术支撑^[12]。

4 结论

本文以645项油气储运领域现行团体标准为样本,采用复杂网络分析、统计检验等方法,系统剖析了行业团体标准的发展现状,揭示了其技术演进路径,并构建了科学的立项决策模型,主要结论如下:

(1) 油气储运领域团体标准形成了“政府引导+央企主导+社团协同”的三元共治结构,23家全国性社团与龙头企业组成四大高密度协作组团,以中国石油、国家管网集团等央企为网络核心节点,在标准制定中发挥关键支撑作用。

(2) 标准主题高度集聚于储运设备、管道部件与供气系统三大板块,占比超80%,其密度分布

与我国天然气管网负荷增长及地下储气库建设周期呈显著正相关($P<0.01$),体现了团体标准与行业核心需求的高度契合。

(3) 行业团体标准的技术创新呈现“数字化—绿色化—国际化”梯次演进特征,2026—2027年拟立项标准中七成以上融入数字化、绿色化技术,超六成规划英文版,成为未来标准制定的核心方向。

(4) 构建的“需求—创新”二维矩阵立项决策模型,通过9个象限明确了不同标准项目的立项策略与资源配置方式,结合拟立项案例验证了模型的实操性,为团体标准科学化立项提供了理论工具。

为进一步推动油气储运领域团体标准的高质量发展,提出如下建议:一是强化产学研用协同,加快数字化、绿色化技术的成果转化与标准落地;二是依托“需求—创新”矩阵模型,优化立项决策流程,提升资源配置效率;三是加强国际合作与标准对接,借鉴欧美日等国家和地区的先进模式,推动我国标准的国际化应用与推广;四是完善团体标准与国家/行业标准的衔接机制,形成层次分明、协同互补的标准化体系,为油气储运行业的安全、高效、低碳发展提供保障。

参考文献

- [1] 李佳. 我国团体标准发展现状分析: 基于全国团体标准信息平台数据[J]. 标准科学, 2017(5): 23–27.
- [2] 姚伟. 我国油气储运标准化现状与发展对策[J]. 油气储运, 2012, 31(6): 416–421.
- [3] 马伟平, 李云杰, 张长青, 等. 国外油气管道法规标准体系管理模式[J]. 油气储运, 2012, 31(1): 48–52, 85.
- [4] 刘冰, 曹燕, 惠泉, 等. 中国油气管网团体标准化发展现状及提升对策[J]. 油气储运, 2023, 42(11): 1297–1306.
- [5] 刘冰, 田悦, 税碧垣, 等. 油气储运标准研究进展及发展趋势[J]. 油气储运, 2013, 32(6): 571–577.
- [6] 杨祖佩, 王维斌. 我国油气管道完整性管理体系发展与建议[J]. 油气储运, 2006, 25(9): 1–6.
- [7] 张兆阳, 秦晶晶. 数字化交付在长输管道工程建设期智能化管理中的应用与效益研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(16): 298–300.
- [8] 李俊杰. 天然气产业改革综述及国家油气管网公司成立后的影响[J]. 天然气技术与经济, 2020, 14(3): 1–6.
- [9] 林建勇, 蓝庆新. “一带一路”战略下中国与中亚国家能源合作面临的挑战与对策[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(S1): 203–206.
- [10] 杨旸, 王海洋, 彭睿, 等. 国家管网智慧管网标准体系三维业务框架设计[J]. 油气储运, 2024, 43(4): 473–479.
- [11] 白俊, 张雄君. 对于组建国家油气管网公司的思考及建议[J]. 天然气工业, 2019, 39(7): 127–132.