

引文: 田望, 陈心怡, 任磊, 等. 油气储运企业甲烷排放管理体系框架构建[J]. 油气储运, 2025, 44(3): 261–270.

TIAN Wang, CHEN Xinyi, REN Lei, et al. Construction of methane emission management system framework for oil and gas storage and transportation companies[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2025, 44(3): 261–270.

油气储运企业甲烷排放管理体系框架构建

田望¹ 陈心怡¹ 任磊² 王传风¹ 茹畅¹ 李晓枫¹

1. 国家管网集团科学技术研究总院分公司; 2. 国家石油天然气管网集团有限公司安全环保部

摘要: 【目的】油气储运企业将油气产业链的上游与下游串联起来, 是开展甲烷减排工作的主力军, 然而当前其甲烷排放管理体系尚不健全。为此, 研究油气储运企业甲烷排放管理体系框架, 有助于进一步细化企业甲烷排放管控工作, 贯彻落实《甲烷排放控制行动方案》, 助力实现“双碳”目标。【方法】从欧盟、美国以及中国油气行业的甲烷管控趋势出发, 梳理欧美在政策导向、排放标准、企业责任、减排技术等方面的发展要求, 分析油气储运企业进行甲烷排放管理的必要性。同时, 选取 8 家北美、欧洲知名油气储运公司进行文件报告调研, 从顶层设计、量化统计、检测维修、信息披露 4 个方面对比其甲烷排放管理经验, 总结油气公司在体系顶层设计和管控细则方面的甲烷排放管理思路。【结果】国际油气企业在法规的强制要求与油气行业组织的指导下, 已逐步建立完善甲烷排放管理体系, 形成明确的减排目标、组织架构及考核激励机制, 未来工作重心放在排放监测量化方面; 对比国际, 中国油气储运企业甲烷排放管理体系尚不成熟, 甲烷控排工作缺少抓手, 跨部门协作与激励机制不完善, 减排主动性不足。【结论】中国油气储运企业应参照国际甲烷排放管理体系的领先经验与优秀实践, 从甲烷排放管理的顶层设计出发, 以控排目标为导向, 围绕量化统计、规划减排、评价审核、信息公开等过程环节压实责任分工, 健全考核奖励机制, 搭建油气储运企业甲烷排放管理体系框架; 编制运营过程中的排放量化方法, 规范维检修工作流程, 明确环境信息披露要求, 充分考虑甲烷减排成本与效益, 完善碳资产管理能力, 从而实现甲烷管理与企业生产、安全、成本等管理协同发展。(表 4, 参 46)

关键词: 油气储运; 甲烷排放; 管理体系; 控排目标; 量化减排

中图分类号: TE832

文献标识码: A

文章编号: 1000-8241(2025)03-0261-10

DOI: 10.6047/j.issn.1000-8241.2025.03.002

Construction of methane emission management system framework for oil and gas storage and transportation companies

TIAN Wang¹, CHEN Xinyi¹, REN Lei², WANG Chuanfeng¹, RU Chang¹, LI Xiaofeng¹

1. PipeChina Institute of Science and Technology; 2. Safety and Environmental Protection Department, China Oil and Gas Pipeline Network Corporation

Abstract: [Objective] Oil and gas storage and transportation companies play a crucial role in methane emission reduction by linking the upstream and downstream segments of the industry. However, their methane emission management systems remain inadequate. Therefore, studying the methane emission management system framework for oil and gas storage and transportation companies will enhance the precision of their emission control efforts, facilitate the implementation of the *Methane Emissions Control Action Plan*, and support the achievement of “dual carbon” goals. [Methods] The trends in methane control within the oil and gas industries of the EU, the United States, and China were reviewed, the development requirements of the EU and the United States regarding policy orientation, emission standards, corporate responsibility, emission reduction technology were examined, and the necessity of methane emission management for oil and gas storage and transportation companies was analyzed. Additionally, a document report investigation was conducted on eight prominent oil and gas companies in North America and Europe. Their methane emission management experience was compared across four aspects: top-level design, quantitative statistics, inspection and maintenance, and information disclosure. Key insights into their system design and management rules were also summarized. [Results] Under the mandatory requirements of laws and regulations and the guidance of oil and gas industry

organizations, international oil and gas companies have gradually established and enhanced methane emission management systems, setting clear emission reduction targets, organizational structures, and assessment incentive mechanisms. Future efforts will focus on quantifying emission monitoring. In contrast, the methane emission management system for oil and gas storage and transportation companies in China remains underdeveloped, lacking effective control measures, robust cross-departmental cooperation, and sufficient incentives for emission reduction. **[Conclusion]** Oil and gas storage and transportation companies in China should adopt best practices from leading international methane emission management systems. They should focus on top-level design, using emission control targets as guidance, and clearly define responsibilities across quantitative statistics, planning, emission reduction, evaluation, review, and information disclosure processes. Enhancing the assessment and reward mechanisms is essential for building a robust methane emission management framework. Additionally, the companies should develop emission quantification methods, standardize maintenance workflows, clarify environmental information disclosure requirements, consider the cost-benefit of methane emission reduction, and improve carbon asset management capabilities to achieve coordinated development of methane management with production, safety, and cost management. (4 Tables, 46 References)

Key words: oil & gas storage and transportation, methane emission, management system, emission control targets, quantified emission reduction

甲烷作为一种强效温室气体, 约占全球温室气体排放总量的 14%, 其在全球气候变化中的作用日益凸显, 因此, 甲烷减排逐步成为国际气候领域合作的重要方向和全球环境治理的关键议题之一。2021 年, 在《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方大会 (Conference of the Parties, COP) 上, 美国和欧盟倡议百余个国家政府或地区签署《全球甲烷承诺》, 预期到 2030 年全球甲烷排放量较 2020 年降低 30%; 同年, 中美两国共同发布了《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》, 承诺将在甲烷排放控制方面加强合作。2023 年 COP28 会议期间, 中国、美国及阿拉伯联合酋长国联合推动召开“甲烷和非二氧化碳温室气体峰会”, 就甲烷控排等议题展开探讨。随着能源低碳转型的推进, 油气行业已成为能源活动中甲烷增量的主体^[1], 油气储运系统是甲烷排放的主要来源之一。在美国, 油气的运输、分配环节分别占石油天然气行业甲烷排放量的 60%、48% 以上^[2]。油气储运企业作为油气产业链中不可或缺的一环, 其甲烷排放管理工作对实现“双碳”目标具有重要意义。

众多学者围绕油气行业甲烷排放管控政策制定和有效性评估进行了深入研究。Munnings 等^[3]综述了美国在天然气行业减少甲烷排放的典型政策, 并对其有效性进行了评估。美国环保协会长期关注天然气甲烷排放问题, 跟踪欧美甲烷减排政策的最新进展, 总结了油气行业可借鉴的体系框架经验^[4]。Wang 等^[5]介绍了大型油气公司的碳排放战略与碳减排技术, 探索油气行业实现零排放的潜在路径。在企业层级, 各

大油气企业不仅遵循政策, 还在甲烷减排的技术应用和管理制度上进行了积极探索。朱子函^[6]对比了国际油气公司甲烷减排与控制目标, 但其研究重点在于目标体系的比对; 刘长松^[7]探讨了欧美油气公司的碳中和路径与措施, 其视角主要聚焦于油气公司而非油气储运企业; 魏威等^[8]对比分析了不同气候政策驱动下油气公司的甲烷行动, 认为在企业管理机制和组织架构方面有待进一步研究。

当前油气行业上游和下游的部分企业已建立涵盖甲烷监测、报告及验证体系的高标准甲烷排放监管框架, 并有效利用泄漏检测与修复技术减少了生产运营过程中的甲烷泄漏排放。然而, 油气储运企业以应对气候变化为战略目标的系统性甲烷排放管理机制尚不完善, 甲烷排放管控工作需进一步细化。通过调研国际主要油气储运公司甲烷排放管理经验, 关注管理模式创新实践, 对比分析各公司在管理机制、架构、流程以及方法等方面的异同, 总结出甲烷排放管理的设计思路与管理内容, 为中国油气储运企业提供创新性的甲烷排放管理方案。

1 甲烷排放管控背景

1.1 欧美

目前, 欧盟和美国甲烷排放管控走在世界前列, 管控覆盖农业活动、能源活动以及废物管理 3 个方向。两地区能源行业甲烷排放管控占比分别为 17% 与 39.7%^[9-10]。

在甲烷管控政策发展方面,美国早在 1979 年就发布了《清洁空气法案》,油气生产与天然气运输/储存于 1992 年与 1998 年相继列入有毒大气污染物重点排放源目录,直至 2004 年法案更新时正式明确了天然气开采过程中甲烷排放量化统计和减排要求^[11]。2016 年,奥巴马政府强制要求油气公司控制甲烷排放,并由环境保护署(Environmental Protection Agency, EPA)出台了美国首部工业甲烷排放标准。2022 年,《通胀削减法案》明确了甲烷排放税征收范围、时间及标准,对甲烷排放提出强制性要求。2020 年,欧盟基于《欧洲绿色协议》碳中和目标推出甲烷管控战略,促使欧洲油气公司相继制定了以甲烷控排为主要内容的气候目标^[12]。由此可见,美国甲烷管控起步较早,相关技术手段与管理理念较为成熟;欧盟起步较晚,但同样重视甲烷控排工作^[13-14]。

在油气行业,美国和欧盟均重视“避免”排放和“减少”排放的技术措施实施,例如实施泄漏检测与修复(Leak Detection and Repair, LDAR)、加强对放空和火炬的管理(甚至明确禁止放空和火炬的范围)、检测和封堵不活跃的油气井等^[15]。美国 EPA 实施的温室气体报告计划中,仅要求对超过一定阈值水平的排放源进行排放监测和核算报告。与之相比,欧盟作为油气进口地区更加重视甲烷排放数据信息的披露,并在立法提案中强调基于油气甲烷合作伙伴关系 2.0(Oil and Gas Methane Partnership 2.0, OGMP 2.0)对所有能源相关的甲烷排放进行强制性监测、报告及验证,衍生出一套对油气企业进行分级的黄金标准绩效^[16]。

在甲烷管控推进机制方面,美国和欧盟的侧重点有所不同。欧盟的 OGMP 2.0 鼓励大型油气企业扶持中小型油气企业的报告和监测能力,并对大型非运营合资油气企业的甲烷排放报告提出相应要求^[17]。美国更新了《甲烷减排行动方案》并提出新的甲烷减排目标,计划新投入 200×10^8 美元用于甲烷减排^[18];美国能源部也设立了专门的补救项目,通过经济扶持和激励机制支持研究机构开展相关技术研发,推动实施甲烷排放管控^[19-20]。

1.2 中国

虽然已实行的 GB 37822—2019《挥发性有机物无组织排放控制标准》对中国甲烷减排已经起到一定作用,甲烷排放核算也具备逻辑基础,但仍具有较强的局限性,较为全面的企业甲烷管控制度体系尚在摸索

搭建中。2023 年,中国发布了《甲烷排放控制行动方案》,覆盖能源、农业、垃圾及污水处理领域^[21]。考虑到中国甲烷管控尚处于起步阶段,该方案提出分步骤落实甲烷管控的雏形。在能力建设方面,优先完善基础核算与监管能力,逐步提升控制能力与管理水平。在管控态度方面,优先增强资源化利用以避免排放,后续逐渐开展减排工作。随着甲烷排放政策和标准体系的逐步建立与完善,基于该方案并参照欧美甲烷排放管控历史进程,未来将进一步加强企业在甲烷排放统计核算、监测监管及报告披露等方面的要求,甲烷排放控制技术要求也将逐步严格化^[22]。因此,油气储运企业应充分掌握甲烷排放管理的主动权,响应国家政策要求,积极应对气候变化。

2 国际油气储运公司甲烷控排经验

以北美与欧洲地区的典型油气行业中游、上游企业为研究对象,选取加拿大 TC 能源(TC Energy)、美国威廉姆斯(Williams Companies)、加拿大恩桥(Enbridge)、美国金德摩根(Kinder Morgan)、意大利斯纳姆(SNAM)5 家国际油气储运公司以及道达尔(Total)、英国石油(British Petroleum, BP)及壳牌(Shell)3 家领先的上游企业进行甲烷减排管控调查研究。

2.1 顶层设计

2.1.1 减排目标

在实际管理过程中,甲烷减排是实现净零碳排放承诺的重要组成部分^[23]。在减排目标制定过程中,上游企业和中游企业依据不同的减排倡议与框架设置具体目标(表 1)^[24-31]。

8 家公司均将甲烷减排纳入气候管理的范畴。上游企业普遍参考了油气行业气候倡议组织(Oil and Gas Climate Initiative, OGCI)提出的标准,目标是在 2025 年将甲烷排放强度控制在 0.2% 以下。中游企业的目标设定方法则因地域不同而有所差异。魏威等^[8]评价欧洲油气公司在气候目标设定上表现出更高的积极性且减排力度更大。此外,所调研的公司大多通过加入不同的倡议组织践行甲烷减排承诺,其自身并未提出差异化的减排目标。

2.1.2 组织管理

分析各公司气候风险与机遇管理架构和权责分配(表 2)^[24-31],对比其在气候管理的实践创新。各公司采

表 1 各油气储运公司甲烷控排目标设定表
Table 1 Methane emission control targets by each oil & gas storage and transportation company

公司名称	类型	甲烷控排目标	目标设定方法
TC 能源	中游	2025 年加拿大油气业务甲烷排放量比 2019 年下降 40%~45%; 2025 年美国天然气输送与储存业务甲烷排放强度降至 0.301%	①参照加拿大政府目标, 到 2025 年油气行业甲烷排放量较 2012 年减少 40%~45%; ②与 ONE Future 一致
威廉姆斯	中游	2022 年制定了新的甲烷减排目标, 与 3 年(2019—2021 年)基线平均值相比, 当年甲烷排放量减少了 5%; 每年对标 ONE Future 不同阶段的 2025 目标	①年度激励计划; ②与 ONE Future 一致
恩桥	中游	2025 年甲烷排放强度目标为 0.3%	与 ONE Future 一致
金德摩根	中游	2025 年甲烷排放强度目标为 0.31%	与 ONE Future 一致
斯纳姆	中游	甲烷排放的短期和中期目标: 以 2015 年为基准, 2025 年、2030 年分别减少 55%、65%	与 OGMP 一致
道达尔	上游	2021 年制定了总甲烷排放目标: 以 2020 年为基准, 2025 年、2030 年分别减排 50%、80%	综合格拉斯哥协议、欧盟天然气市场脱碳和甲烷减排新框架、国际能源署《2050 年净零排放: 全球能源行业路线图》中关于甲烷减排的目标
英国石油	上游	2025 年甲烷排放强度目标为 0.2%; 2030—2050 年甲烷排放总量减少 50%	①与 OGI 一致; ②与英国石油自身研发方法一致
壳牌	上游	2025 年将甲烷排放强度保持在 0.2% 以下	①与 OGI 一致; ②与壳牌自身研发方法一致

表 2 各油气储运公司气候风险与机遇的管理架构及特点表
Table 2 Management structure and characteristics of climate risks and opportunities by each oil & gas storage and transportation company

公司名称	气候风险与机遇管理架构	管理模式特点
TC 能源	董事会-董事会层委员会-管理层-管理层委员会-执行层	注重从战略指导与风险管控维度构建管理模式
威廉姆斯	董事会-董事会层委员会-管理层-执行层	注重从战略指导与规则制定维度构建管理模式
恩桥	董事会-董事会层委员会-管理层-执行层	注重从战略指导与风险管控维度构建管理模式, 下设多个分支方向精细化管理
金德摩根	董事会-董事会层委员会-管理层-执行层	将战略指导与风险管控赋权一个机构集中管理, 整体架构较为简洁
斯纳姆	董事会-董事会层委员会-管理层-CEO 直管业务单元-业务单元	注重从战略指导与风险管控维度构建管理模式, 下设多个分支方向精细化管理
道达尔	董事会-管理层-管理层委员会-执行层	未专门设立温室气体管控相关董事会委员会, 管理层分设战略指导与风险管控维度部门, 统一赋权单人集中管理
英国石油	“董事会-董事会委员会-执行副总裁层-管理层委员会-高级副总裁层-业务单元层”的气候管理架构, 辅以英国石油内部跨部门论坛和会议	董事层侧重风险机遇方向, 管理层侧重战略指导与风险管控维度, 分工明确
壳牌	董事会-管理层-管理层委员会-执行层	将战略指导与风险管控赋权一个机构集中管理, 下设多个分支方向精细化管理

用的管理模式不尽相同, 但主要在“董事会-董事会层委员会-管理层-执行层”架构下从战略指导和风险管控两个维度出发进行权责划分, 并根据公司理念和当前需求进行集中统一或分散精细化管理^[21-28]。对于温室气体管控, 董事会和管理层大多基于上述两维度明确权责划分, 在此基础上细化措施, 协同发力。英国石

油等少数公司董事层和管理层权责侧重点存在差异。在董事会层级职责划分层面, 各公司基本趋于一致, 由董事会起监督和指导作用, 管理气候相关风险以实现可持续发展战略, 履行对股东和所有利益相关者的责任。由温室气体管控主要机构, 即可持续发展委员会协助监督指导企业社会责任和可持续发展事务,

控制风险委员会支持内部控制和气候变化风险的决策。此外, 各公司基本均设置了温室气体管控附属机构, 如审计委员会对财务披露文件所包含的气候变化和可持续性发展相关内容进行审查, 薪酬和管理发展委员会将环境、社会、公司治理目标与薪酬挂钩形成同公司发展相适应的激励机制。

在管理层职责划分层面, 常规的管理层由首席执行官(CEO)统领全局, 分设首席风险官(CRO)、首席可持续发展官(CSO)或首席运营官(COO)分别管控风险、协调解决可持续性相关问题、负责应对气候变化相关工作运营监督、实施减排举措。考虑到未来发展和转型需求, 少数公司如恩桥与壳牌, 在管理层增设了可再生能源相关的高级管理岗位, 负责与所有业务部门密切合作、交付新能源项目并发展新能源合作伙伴关系, 建立对可再生天然气等低碳技术的早期投资。对于业务较为庞大、覆盖上下游或供应链较长的企业, 如壳牌专门设置了上游总监和下游总监分别负责在油气业务中识别与提出低碳减排机会; 道达尔专门设置了总采购主任(CPO)负责监督整个供应链的气候战略。

2.1.3 考核机制

8家国际主要油气储运公司均设置了与薪酬挂钩的温室气体管控考核机制^[24-31]。在指标类型方面, 仅威廉姆斯与斯纳姆的激励考核指标为甲烷控排情况; 壳牌的考核指标为企业能源转型总体目标(含销售低碳产品、减少运营排放、减少合作方碳排放3类); 其余公司的考核指标均为温室气体整体减排情况。

在激励对象方面, 高管作为公司决策和战略执行中的关键角色, 是全部8家公司的主要激励对象, 激励其积极参与实现公司的战略目标, 并与公司的长期利益保持一致。除斯纳姆以外的公司均为普通员工也设置了激励机制。员工作为执行者, 其减排意识和积极性对于实现公司目标至关重要。与绝大多数公司不同, 道达尔的董事长也为激励对象, 这是因为道达尔公司治理结构中董事层的决策直接影响公司的发展和绩效, 对董事长采用激励机制可以促使其更好地履行治理职责, 确保公司实现长期利益。

在激励周期方面, 设置短期激励的公司占主流。TC能源、威廉姆斯、金德摩根、英国石油仅设置短期奖金激励, 斯纳姆仅设置长期股权激励, 其余公司为短期与长期激励结合。短期激励机制能够更直接激励

员工在短时间内采取行动减少甲烷排放, 更快地实现目标并获得奖励。此外, 短期激励通常与年度业绩目标挂钩, 易于衡量与评估。长期激励需要更长时间来实现, 且受公司长期战略、市场变化等因素影响。

2.2 量化统计

近年来, 国际法规和标准对甲烷管控的要求愈发严格, 各大公司为避免单一计量可能导致高估或低估排放量, 从过去汇总设备活动数据并应用排放因子计算进行“自下而上”的报告, 转变为如今部署先进的监测技术和协议进行“自上而下”的空中测量^[17]。通过先进的监测技术提高报送甲烷数据的精准度是各公司实施甲烷管控的首要举措, 部分企业如威廉姆斯与金德摩根, 专门建立了针对温室气体的量化、监测、报告和验证计划^[32-33], 增加多层“自上而下”的排放监测技术(包括现场监测仪、无人机、飞机及卫星)以确定潜在的甲烷来源。

在量化方法的选择方面, 主要考虑到排放区域所属国和企业遵循的报告框架两个维度。一方面各公司量化不同国家的排放源时, 为满足当地法规和标准要求需应用当地认可的量化方法, 如TC能源在其美国区域、加拿大区域以及墨西哥区域分别应用当地的量化规则; 另一方面, 由于各公司加入的倡议组织或协会机构的甲烷管控理念存在一定差异, 对报告的要求不尽相同, 各公司会针对协会组织认可的报告框架采用不同精度的量化方法。多数公司遵循OGMP 2.0框架^[34], 为了达到该框架下的黄金标准要求, 报告精度需达到4级或5级, 即在量化过程中需至少针对特定排放源使用特定甲烷排放因子; 少数公司如金德摩根遵循EPA或ASEA温室气体报告计划, 该计划仅要求对超过一定阈值水平的排放源进行检测量化, 其对量化精度的要求相对宽泛。

在监测方法的使用方面, OGMP 2.0框架第5层级要求增加现场测量^[17], 用于校验核查排放量估算值, 提高报告可信度。为达到该要求, 多数公司正在试点或实施该框架认可的机载(飞机、无人机等)或车载(下游浓度测量)传感器以及卫星测定。各公司监测能力可能存在差异, 其中壳牌、道达尔、英国石油的监测方法较为成熟^[35-37]。

在数据监测、量化及报告的管理流程方面, 8家国际主要油气储运公司均采用“自下而上”的数据统计与报送方式, 即按照“排放源-项目-平台”的顺序逐级

向上报送。报送、量化及初步评估基本依托数字化工具实现,通过系统抓取或人工录入的方式进行数据传输。整体流程的执行方式可大致分为两类:①以壳牌为例,各类数据信息由位于各国的项目、业务平台收集核实后,统一交由总部对最终数据进行核算分析;②以英国石油为例,各项目和业务部门成立报告组,专人专职进行数据管理工作并在执行层依据当地法规对数据进行初步核算分析,后通过公司统一的核算与报告管理软件进行最终核算。

2.3 检测维修

国际油气管道公司广泛采取 LDAR、定向检查和维护作业、更换或升级设备等措施减少天然气输送过程的甲烷逸散排放。8 家国际主要油气储运公司依据当地法规建立了符合最低监测要求的 LDAR 体系方法,并研发数字化应用以完善整体泄漏监测与修复流程。部分在甲烷控排方面较为领先的企业如英国石油、道达尔及壳牌已在法规的基础要求上,自身优化形成更加完善的 LDAR 方法,并与国际研究机构合作制定国际标准,以期未来在行业内推行。

2.4 信息披露

定期聘请第三方对收集、分析及报告的甲烷排放信息进行验证与评估可以协助企业识别存在的问题并改进。8 家国际主要油气储运公司均委托第三方对自身温室气体排放数据进行审核与认证,但各公司对甲烷排放数据披露情况不尽相同(表 3)^[24-31]。在甲烷排

表 3 甲烷排放数据披露认证情况表

Table 3 Disclosure certification of methane emission data

公司名称	甲烷排放量	甲烷减排量	甲烷排放占比(温室气体)	甲烷排放强度
TC 能源	√			
威廉姆斯	√		√	
恩桥	√			
金德摩根		√		√
斯纳姆				
道达尔	√			√
英国石油	√			√
壳牌				

放量方面,道达尔细化认证了公司运营边界与股权边界的甲烷排放量,英国石油仅针对运营边界内直接甲烷排放量进行认证;在甲烷排放强度方面,道达尔对运营边界内上游油气设施进行认证。

在组织认证层面,8 家国际主要油气储运公司分别加入 OGMP 2.0、甲烷减排指导原则(Methane Guiding Principles, MGP)以及 EPA 的美国天然气之星/甲烷挑战伙伴关系等组织与项目(表 4)^[38-41]。在组织认证过程中,以上甲烷控排组织与项目均未设置明显的准入门槛,但会对加入企业的报告形式与内容等方面提出要求并予以指导。如 EPA 要求加入甲烷挑战伙伴关系的企业每年定期在 EPA 的 e-GGRT(Electronic Greenhouse Gas Reporting Tool)电子平台填报排放数据,并从平台下载模板完成报告。

表 4 国际主要油气储运公司加入甲烷控排组织/项目情况表

Table 4 The participation of oil & gas storage and transportation companies in methane emission control organizations/projects

公司名称	OGMP 2.0	MGP	EPA 美国天然气之星	EPA 甲烷挑战伙伴关系
TC 能源	已自评,准备加入	√	√(在美业务已加入)	√
威廉姆斯	√		√	
恩桥	已自评,准备加入		√	√
金德摩根			√	√
斯纳姆	√	√		
道达尔	√	√		
英国石油	√	√		
壳牌	√	√	√	

3 中国油气储运企业甲烷排放管理体系框架建议

根据上述分析,欧美国家已将甲烷排放管理的部分

内容纳入法规并实施强制性要求,相关企业在合规性压力下已建立并逐步完善其内部的甲烷排放管理体系。油气行业甲烷控排相关协会组织也发布指导文件,从管理与技术等多方面鼓励并协助企业管理甲烷排放,

企业也可参照指南制定内部管理制度。根据各油气行业组织和企业披露信息,目前甲烷排放管理的重心在于继续完善排放源列表、应用精度更高的监测设备提升甲烷排放监测的准确度并收集量化数据以及实施 LDAR 程序。中国油气储运企业的甲烷排放管理体系尚不成熟,现行的甲烷监测、报告、核查制度无法体现实际排放情况,甲烷减排技术与排放数据管理缺乏部门间的沟通协作机制和有效的减排激励机制,企业主动性、积极性不足。另外,中国针对油气储运企业甲烷排放的信息披露制度缺少具体的实施细则和强制性规定,可操作性较弱。中国油气储运企业多为政府型企业,出于对企业社会形象的考虑,环境信息的披露更为主观^[42-45]。

基于此,油气储运企业应从甲烷排放管理的顶层设计出发,以控排目标为导向,围绕量化统计、规划减排、评价审核、信息公开等过程环节压实责任分工,健全考核奖励机制,搭建油气储运企业甲烷排放管理体系框架,以实现甲烷管理和企业生产、安全、成本等管理的协同发展。

在顶层设计方面,应建立总体管理办法。从国情实际出发贯彻落实《甲烷排放控制行动方案》,处理好甲烷排放控制与能源安全、粮食安全、产业链供应链安全及安全生产的关系。组织管理上应明确企业甲烷排放管理的总体管理人员框架与工作职责,说明管理体系框架下各项管理办法细则的规定。目标设立上应充分考虑油气全产业链的减排压力,以中国油气企业甲烷控排联盟提出的“到 2025 年天然气生产过程甲烷平均排放强度降到 0.25% 以下”为参照,结合油气储运环节甲烷逸散排放难以精准量化的现状,同时参考管道输差损耗指标,合理设定油气储运企业分阶段甲烷控排目标和减排任务措施,科学识别工作重点难点。建议短期内仅以放空甲烷强度为控排目标,中长期再设置包括甲烷逸散排放在内的总体控排目标;应详细说明目标设立的依据和目标分解的具体方法,以确保目标的科学性和可实现性;明确目标考核的周期与考核结果的应用,以激励相关人员或部门达成目标;目标设立及分解应包含目标类型、目标设定依据、目标分解、目标调整机制;目标考核管理应包含考核方法、考核周期、考核指标、奖惩措施、考核结果的应用等内容。

在排放监测、报告、核查方面,应包括甲烷排放监

测与设备管理、甲烷排放核算与统计管理两类。甲烷排放监测与设备管理应包含排放源识别、监测频次、数据统计记录方法、监测设备清单、管理工作类别与标准、具体参与管理的人员与对应职责等内容;甲烷排放核算与统计管理应包含核算边界、核算方法、排放因子选取、排放报告框架、文件保存方法、报告审核发布及持续改进流程。

在减排技术管理方面,应分为放空排放管理与逸散(泄漏)排放管理两类,包含排放环节/设备识别、技术控制方法、监测频次、数据记录和管理、应急预案等内容。根据不同的排放源/环节细化程序,企业应制定详细的 LDAR 管理指南,在泄漏检测和维修的衔接管理方面形成明确的流程制度,包括检测频率、工作流程、维修标准等,为实际操作提供指导。

在信息公开方面,应制定信息交流相关管理办法。企业可结合国家对其参与国际甲烷控排管理经验交流的潜在要求和自身国际合作计划编制企业内外部信息披露计划、信息披露频次与平台、行业交流要求次数与级别、信息管理等内容;OGMP 2.0 在内的多数国际甲烷控排管理组织对成员企业的甲烷排放数据披露有严格的要求,需针对信息披露公开环节进行管理以做好前期准备。

在资产管理方面,可研究制订碳资产开发与交易管理方法,减少甲烷减排成本。由于部分国家管道运输由政府定价、统一监管,只要油气储运企业损耗率保持在规定范围内,甲烷排放量不会影响其经济效益^[46]。为调动企业对甲烷排放管理的积极性与主动性,可将油气甲烷减排项目纳入中国温室气体自愿减排交易机制,评估企业甲烷减排产生的碳资产,详细说明评估的具体方法和标准,以确保碳资产评估的准确性和公正性。碳资产开发与管理制度应包含碳资产定义、碳资产开发内容、项目评估管理方法、开发方法、交易方法、交易流程等内容。此外,油气储运企业也可积极与上下游企业及政府主管部门协商,争取在管输费核价时将甲烷减排成本与效益纳入,或在新建管道工程造价中计入天然气放空回收装备成本,更好地激励企业主动开展甲烷控排。

4 结论

在全球聚焦甲烷控排等气候变化关键领域合作的

大背景下,中国油气储运企业面临重要的挑战和机遇,积极开展甲烷减排管理实践对企业加快实现“双碳”目标具有重要意义。通过分析国际油气储运企业在甲烷减排管理政策、架构、流程及方法上的实践,得出以下结论:

1)基于法规的强制要求与油气行业组织的指导,欧美油气企业已逐步建立和完善甲烷排放管理体系,形成明确的减排目标、组织架构及考核激励机制,未来工作重心放在排放监测量化方面。

2)油气储运企业甲烷排放管理体系的顶层设计应具备战略性,形成甲烷控排总体管理办法,从油气全产业链出发,明确企业的责任分配,设置合理的甲烷减排目标,为企业控排工作规划提供有利参照。

3)在甲烷控排技术层面,应参考组织指导文件和行业先进做法,完善监测、报告、核查机制,形成LDAR体系化管理,制定信息公开办法,提高碳资产管理能力,使甲烷控排管理工作逐步精细化,降低甲烷排放量,从而提升行业减排话语权。

参考文献:

- [1] 李孖,孙齐,王建良,邓辉,刘睿. 天然气行业甲烷排放及其减排应对现状: 基于文献调研的分析[J]. 中国矿业, 2023, 32(1): 23–32, 51. DOI: [10.12075/j.issn.1004-4051.2023.01.016](https://doi.org/10.12075/j.issn.1004-4051.2023.01.016).
LI N, SUN Q, WANG J L, DENG H, LIU R. The status quo of methane emissions in the natural gas industry and the response to its emission reduction: literature-based analysis[J]. China Mining Magazine, 2023, 32(1): 23–32, 51.
- [2] ANIFOWOSE B, ODUBELA M. Methane emissions from oil and gas transport facilities: exploring innovative ways to mitigate environmental consequences[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 92: 121–133. DOI: [10.1016/j.jclepro.2014.12.066](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.066).
- [3] MUNNINGS C, KRUPNICK A. Comparing policies to reduce methane emissions in the natural gas sector[R]. Washington, D. C.: Resources for the Future, 2017: 24.
- [4] 中国能源研究会双碳产业合作分会, 中国能源网. 中国油气行业甲烷排放监测、核算、报告及核查体系建设的研究报告[R/OL]. [2024-11-30]. <https://www.doc88.com/p-90359663713364.html>.
Dual Carbon Industry Cooperation Branch of China Energy Research Association, China Energy Network. Research report on the construction of monitoring, accounting, reporting, and verification system for methane emissions in China's oil and gas industry[R/OL]. [2024-11-30]. <https://www.doc88.com/p-90359663713364.html>.
- [5] WANG Z J, LI S Y, JIN Z J, LI Z M, LIU Q Y, ZHANG K Q. Oil and gas pathway to net-zero: review and outlook[J]. Energy Strategy Reviews, 2023, 45: 101048. DOI: [10.1016/J.ESR.2022.101048](https://doi.org/10.1016/J.ESR.2022.101048).
- [6] 朱子涵. 国际油气公司甲烷减排及控制目标比较[J]. 国际石油经济, 2021, 29(4): 12–20. DOI: [10.3969/j.issn.1004-7298.2021.04.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-7298.2021.04.002).
ZHU Z H. A review and comparison of methane emission reduction and control targets of international oil and gas companies[J]. International Petroleum Economics, 2021, 29(4): 12–20.
- [7] 刘长松. 欧美油气公司碳中和路径与措施比较[J]. 世界环境, 2021(4): 40–45.
LIU C S. Comparison of American and European oil and gas companies' paths and measures for carbon neutrality[J]. World Environment, 2021(4): 40–45.
- [8] 魏威, 秦虎, 高霁, 汪维. 气候政策驱动下的油气企业上游甲烷减排行动[J]. 环境与可持续发展, 2021, 46(3): 53–59. DOI: [10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202103010](https://doi.org/10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202103010).
WEI W, QIN H, GAO J, WANG W. Upstream methane emission reduction actions of oil and gas companies driven by climate change policy[J]. Environment and Sustainable Development, 2021, 46(3): 53–59.
- [9] European Union. European Union methane action plan[EB/OL]. (2023-02-07)[2024-11-30]. <https://www.iea.org/policies/17024-european-union-methane-action-plan>.
- [10] 郑文茹, 莫菲菲. 美国甲烷减排情况及启示[J]. 世界环境, 2022(2): 74–79.
ZHENG W R, MO F F. Methane emission reduction in the United States and its implications[J]. World Environment, 2022(2): 74–79.
- [11] 杨罕玲, 赵一炜. 美国油气行业甲烷控排技术绩效标准及对中国的启示[J]. 油气田环境保护, 2022, 32(3): 1–10. DOI: [10.3969/j.issn.1005-3158.2022.03.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-3158.2022.03.001).
YANG H L, ZHAO Y W. U.S. oil and gas methane emission source control performance standards: a case study for China[J]. Environmental Protection of Oil & Gas Fields, 2022, 32(3): 1–10.
- [12] Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions A green deal industrial plan for the net-zero age: 52020DC0663[R]. Brussels: European Commission, 2023: 1.
- [13] 朱瑞娟, 朱子涵, 车明. 美国天然气输配系统甲烷减排经验及启

- 示[J]. 煤气与热力, 2023, 43(2): 39–42. DOI: [10.13608/j.cnki.1000-4416.2023.02.009](https://doi.org/10.13608/j.cnki.1000-4416.2023.02.009).
- ZHU R J, ZHU Z H, CHE M. Experience and enlightenment of methane emission reduction in U. S. natural gas transmission and distribution system[J]. Gas & Heat, 2023, 43(2): 39–42.
- [14] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU strategy to reduce methane emissions[EB/OL]. (2020-10-14)[2024-11-30]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0663>.
- [15] United Nations Economic Commission for Europe. Best practice guidance for effective methane management in the oil and gas sector: Monitoring, reporting and verification (MRV) and mitigation: ECE Energy Series No. 65[R]. Geneva: United Nations, 2019: 15.
- [16] European Commission. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on methane emissions reduction in the energy sector and amending regulation (EU) 2019/942[EB/OL]. (2021-12-15)[2024-11-30]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0805>.
- [17] 徐先港, 钟欣悦, 董建锴, 潘季荣, 张慧, 解东来. OGMP 2.0 甲烷排放报告框架分析[J]. 煤气与热力, 2023, 43(4): 34–39. DOI: [10.13608/j.cnki.1000-4416.2023.04.012](https://doi.org/10.13608/j.cnki.1000-4416.2023.04.012).
- XU X G, ZHONG X Y, DONG J K, PAN J R, ZHANG H, XIE D L. Analysis of OGMP 2.0 methane emission report framework[J]. Gas & Heat, 2023, 43(4): 34–39.
- [18] IEA. Financing reductions in oil and gas methane emissions: a world energy outlook special report on the oil and gas industry and COP28[R]. Paris: IEA, 2023: 14.
- [19] 贾国伟, 许邦, 符书辉, 彭雪婷, 杨念, 王顺兵. 国外甲烷管控政策进展及对中国的启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2023, 38(4): 62–67. DOI: [10.3772/j.issn.1009-8623.2023.04.009](https://doi.org/10.3772/j.issn.1009-8623.2023.04.009).
- JIA G W, XU B, FU S H, PENG X T, YANG N, WANG S B. Progress of foreign methane control policies and its enlightenment to China[J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2023, 38(4): 62–67.
- [20] 秦虎, 冉泽. 欧美甲烷减排政策最新进展分析及对中国的启示[J]. 世界环境, 2022(1): 77–81.
- QIN H, RAN Z. Analysis of the latest progress of methane emission reduction policies in Europe and America and its implications to China[J]. World Environment, 2022(1): 77–81.
- [21] 中华人民共和国生态环境部, 中华人民共和国外交部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 中华人民共和国科学技术部, 中华人民共和国工业和信息化部, 中华人民共和国财政部, 等. 生态环境部等 11 部门关于印发《甲烷排放控制行动方案》的通知[EB/OL]. (2023-11-07)[2024-11-30]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202311/content_6914109.htm.
- Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China, National Development and Reform Commission, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Ministry of Industry and Information Technology, Ministry of Finance of the People's Republic of China, et al. Notice from 11 departments including the ministry of ecology and environment on issuing the action plan for methane emission control[EB/OL]. (2023-11-07)[2024-11-30]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202311/content_6914109.htm.
- [22] 北京绿色金融与可持续发展研究院, 高瓴产业与创新研究院, 绿色创新发展中心. 甲烷减排: 碳中和新焦点[EB/OL]. [2024-11-30]. <https://www.ifs.net.cn/storage/uploads/file/2022/11/10/%E7%94%B2%E7%83%B7%E5%87%8F%E6%8E%92%E5%BC%9A%E7%A2%B3%E4%B8%AD%E5%92%8C%E6%96%B0%E7%84%A6%E7%82%B9.pdf>.
- Beijing Institute of Green Finance and Sustainable Development, Hillhouse Industry and Innovation Research Institute, Green Innovation Development Center. Methane reduction: a new focus on carbon neutrality[EB/OL]. [2024-11-30]. <https://www.ifs.net.cn/storage/uploads/file/2022/11/10/%E7%94%B2%E7%83%B7%E5%87%8F%E6%8E%92%E5%BC%9A%E7%A2%B3%E4%B8%AD%E5%92%8C%E6%96%B0%E7%84%A6%E7%82%B9.pdf>.
- [23] World Resources Institute, World Business Council for Sustainable Development. The greenhouse gas protocol: a corporate accounting and reporting standard[M]. Rev. ed. Washington, D. C.: World Resources Institute, 2004: 1–5.
- [24] TC Energy. CDP climate change questionnaire 2023[R]. Calgary: TC Energy, 2023: 72.
- [25] The Williams Companies, Inc. CDP climate change questionnaire 2023[R]. Tulsa: The Williams Companies, 2023: 6.
- [26] Enbridge Inc. CDP climate change questionnaire 2023[R]. Calgary: Enbridge, 2023: 7.
- [27] Kinder Morgan Inc. CDP climate change questionnaire 2023[R].

- Houston: Kinder Morgan, 2023: 4.
- [28] SNAM Inc. CDP climate change questionnaire 2023[R]. Milan: SNAM, 2023: 1.
- [29] TotalEnergies Inc. CDP climate change questionnaire 2023[R]. Courbevoie: TotalEnergies, 2023: 1.
- [30] BP. CDP climate change questionnaire 2023[R]. London: BP, 2023: 10.
- [31] Shell. CDP climate change 2023 information request-shell plc[R]. London: Shell, 2023: 66.
- [32] Kinder Morgan Inc. 2022 Environmental, social, and governance report[R]. Houston: Kinder Morgan, 2023: 19.
- [33] Williams Companies Inc. Williams Companies Inc 2022 sustainability report[R/OL]. (2022-12-31)[2024-11-30]. <https://sustainabilityreports.com/reports/williams-companies-inc-2022-sustainability-report-pdf/>.
- [34] Mineral methane initiative OGMP2.0 framework[R/OL]. (2020-11-19)[2024-11-30]. https://ogmpartnership.com/wp-content/uploads/2023/02/OGMP_20_Reporting_Framework.pdf.
- [35] Shell. 2022 Sustainability report-sheel group[R]. London: Shell, 2023: 5.
- [36] BP. Reimagining energy for people and our plant-bp sustainability report 2023[R]. London: BP, 2023: 1.
- [37] TotalEnergies. More energy, less emissions-total energies sustainability & climate 2023 progress report[R]. Courbevoie: TotalEnergies, 2023: 3.
- [38] TC Energy. Methane guiding principles signatory reporting [R/OL]. [2024-11-30]. <https://methaneguidingprinciples.org/wp-content/uploads/2023/09/report-tc-energy.pdf>.
- [39] SNAM. Methane guiding principles signatory reporting[R/OL]. [2024-11-30]. <https://methaneguidingprinciples.org/wp-content/uploads/2023/09/SNAM-Final-2023.pdf>.
- [40] BP. Methane guiding principles signatory reporting[R/OL]. [2024-11-30]. <https://methaneguidingprinciples.org/wp-content/uploads/2023/09/report-bp.pdf>.
- [41] Shell. Methane guiding principles signatory reporting[R/OL]. [2024-11-30]. https://methaneguidingprinciples.org/wp-content/uploads/2023/09/Shell_Methane-Guiding-Principles-Reporting-2023.pdf.
- [42] 任文清. 油气行业环境会计信息披露国际比较[J]. 合作经济与科技, 2025(2): 172-174. DOI: [10.13665/j.cnki.hzjjykj.2025.02.040](https://doi.org/10.13665/j.cnki.hzjjykj.2025.02.040).
- REN W Q. International comparison of environmental accounting information disclosure in the oil and gas industry[J]. Co-Operative Economy & Science, 2025(2): 172-174.
- [43] 高雅. 我国油气行业会计核算优化研究[J]. 合作经济与科技, 2024(8): 133-135. DOI: [10.13665/j.cnki.hzjjykj.2024.08.036](https://doi.org/10.13665/j.cnki.hzjjykj.2024.08.036).
- GAO Y. Research on accounting optimization in China's oil and gas industry[J]. Co-Operative Economy and Science, 2024(8): 133-135.
- [44] 孙甲奎, 雷国琼, 李静. 石油与天然气资产会计披露问题研究[J]. 天然气技术, 2008, 2(2): 79-80, 101.
- SUN J K, LEI G Q, LI J. Research on accounting disclosure issues of oil and gas assets[J]. Natural Gas Technology, 2008, 2(2): 79-80, 101.
- [45] 张岑, 魏华, 庄妍, 欧阳琰. 海上风电制氢经济评价模型及关键影响参数[J]. 天然气工业, 2023, 43(2): 146-154. DOI: [10.3787/j.issn.1000-0976.2023.02.015](https://doi.org/10.3787/j.issn.1000-0976.2023.02.015)
- ZHANG C, WEI H, ZHUANG Y, OUYANG Y. Economic evaluation model of offshore wind to hydrogen and its key influence parameters[J]. Natural Gas Industry, 2023, 43(2): 146-154.
- [46] EVANS M, ROSHCHANKA V. Russian policy on methane emissions in the oil and gas sector: a case study in opportunities and challenges in reducing short-lived forciers[J]. Atmospheric Environment, 2014, 92: 199-206. DOI: [10.1016/j.atmosenv.2014.04.026](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.04.026).

(编辑: 吴珮璐)

基金项目:国家管网集团揭榜挂帅项目“集团公司甲烷排放管控关键技术与策略研究”, DTXNY202204。

作者简介:田望, 男, 1986 年生, 高级工程师, 2011 年硕士毕业于中国科学院大学热能工程专业, 现主要从事油气储运低碳环保方向的研究工作。地址: 天津市经济技术开发区洞庭一街 4 号, 300450。电话: 13785674531。Email: tianwang@pipechina.com.cn

• Received: 2024-12-31

• Revised: 2025-01-07

• Online: 2025-02-10

