

引文:孙增芹,郑程程.加拿大油气管道安全监管法律制度考察与镜鉴[J].油气储运,2025,44(4):460-472.

SUN Zengqin, ZHENG Chengcheng. Review of Canada's legal systems for safety regulation of oil and gas pipelines and their implications for China[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2025, 44(4): 460-472.

## 加拿大油气管道安全监管法律制度考察与镜鉴

孙增芹<sup>1,2</sup> 郑程程<sup>1</sup>

1. 中国石油大学(华东)文法学院; 2. 中国石油大学(华东)文法学院·环境能源法律与政策研究中心

**摘要:**【目的】油气管道作为能源输送命脉,需以完善的法律制度为其安全保驾护航。油气管道大国加拿大在渐进式发展中积累了丰富的经验,形成了一套兼具系统性、层次性、接续性的多维度油气管道安全监管法律制度,其立法理念与具体做法可供中国借鉴,以促进中国油气管道安全监管法律制度的全方位发展。【方法】剖析加拿大法律法规及指南,梳理全生命周期安全监管框架、监管主体制度以及核心安全监管制度等具体内容,在此基础上进行比较法考察,以整体视角梳理与分析中国油气管道安全监管法律体系的缺漏与可改进之处。【结果】加拿大油气管道安全监管法律体系层次分明、种类丰富,形成了申请、建设、运行至废弃的全生命周期安全监管框架,以独立能源监管机构为主的监管主体制度,以及标准制度、应急管理制度、责任与赔偿制度等核心安全监管制度,为中国油气管道安全监管法律制度建设提供了有价值的借鉴与启示:①立足系统性与整体性,从顶层立法至规范性文件进行全方位规定,完善管道监管法律体系的内部构造,并加强外部衔接;②对《石油天然气管道保护法》全生命周期安全监管内容进行细化补充;③健全安全监管主体制度,从横向与纵向两个维度统筹解决监管过程中存在的法律来源不统一、权责分配不明晰的问题;④对安全监管标准制度、应急管理制度、责任与赔偿制度等核心安全监管制度进行全面优化。【结论】中国应以能源安全为立足点,构建油气管道安全监管综合性法律体系,弥补作为油气管道安全监管核心法律的《石油天然气管道保护法》全生命周期安全监管缺漏,健全油气管道安全监管主体制度,推动一体化标准制度建设,优化企业油气管道应急管理制度,提升责任标准并丰富赔偿方式。(图1,表1,参29)

**关键词:** 加拿大; 油气管道; 安全监管; 能源安全; 全生命周期

**中图分类号:** TE88

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8241(2025)04-0460-13

**DOI:** 10.6047/j.issn.1000-8241.2025.04.010

### Review of Canada's legal systems for safety regulation of oil and gas pipelines and their implications for China

SUN Zengqin<sup>1,2</sup>, ZHENG Chengcheng<sup>1</sup>

1. School of Humanities and Law, China University of Petroleum (East China); 2. School of Humanities and Law, China University of Petroleum (East China)//Center for Environmental and Energy Law and Policy Research

**Abstract:** [Objective] As the lifeblood of the energy transmission, oil and gas pipelines must be safeguarded by robust legal systems. With a highly developed oil and gas pipeline industry, Canada has accumulated extensive experience from its progressive industrial development and has established a systematic, hierarchical, and multi-dimensional legal framework that ensures proper continuity for the safety regulation of oil and gas pipelines. Consequently, Canada's legislative concepts and specific practices can serve as valuable references for China in its efforts to enhance the comprehensive development of its legal systems for the safety regulation of oil and gas pipelines. [Methods] By analyzing Canada's laws, regulations, and guidelines, as well as examining the safety regulation framework throughout the full lifecycle, the regulatory subjects systems, and the core safety regulation systems in this field, this study employed a comparative approach to review and analyze shortcomings and deficiencies of China's legal systems for the safety regulation of oil and gas pipelines from a holistic perspective. [Results] Canada's legal systems in the discussed field are well-structured and comprehensive, operating within a framework that covers the full lifecycle—from application and construction to operation and abandonment. Independent energy regulators implement the regulatory

subjects systems, and the core safety regulation systems include standard systems, emergency management systems, and liability and compensation systems. The findings of this study offer valuable references and insights for the development of China's legal systems concerning the safety regulation of oil and gas pipelines: (1) comprehensively regulate from top-level legislation to normative documents based on systematicity and integrity, and improve the internal structure of the legal system for pipeline supervision as well as strengthen external connections; (2) refine and supplement the full lifecycle safety supervision of the *Oil and Natural Gas Pipeline Protection Law*; (3) establish a sound system of safety supervision entities, and solve the problems of inconsistent legal sources and unclear allocation of power and responsibilities in the supervision process from both horizontal and vertical dimensions; (4) optimize the core safety supervision systems such as the standard system, emergency management system, responsibility and compensation system, etc. [Conclusion] It is recommended that China build comprehensive legal systems for the safety regulation of oil and gas pipelines from the standpoint of energy security, aiming to address the deficiencies in safety regulation throughout the full lifecycle governed by the *Oil and Natural Gas Pipeline Protection Law* of the People's Republic of China, which serves as the foundation for safety regulation in this sector. Specific efforts should focus on further developing and optimizing the systems of safety regulators, as well as core safety regulation systems, including standard systems, emergency management systems, and liability and compensation systems. (1 Figure, 1 Table, 29 References)

**Key words:** Canada, oil and gas pipeline, safety regulation, energy security, full lifecycle

能源安全直接关系到国家的经济稳定与战略安全, 是国家安全的重要组成部分。随着能源改革的持续推进, 中国油气管道安全监管法律制度迎来了新的机遇。《“十四五”现代能源体系规划》指出, 应加强电网、油气管道保护以提升管道运行安全水平。国家能源局印发的《能源工作指导意见》提出需完善《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(以下简称《石油天然气管道保护法》)及相关法律法规的修订工作, 加强对油气管网等自然垄断环节的监管, 深入推进油气管网设施公平开放。2024年11月8日, 第十四届全国人大常委会第十二次会议表决通过了《中华人民共和国能源法》(以下简称《能源法》), 标志着中国在强化能源安全、确保能源基础设施安全性等方面的法律进步。《能源法》第37条规定, 国家应加强能源基础设施建设和保护, 石油、天然气、电力等能源输送管网设施运营企业应提高能源输送管网的运行安全水平, 保障能源输送管网系统运行安全。可见, 《能源法》的颁布对油气管道安全监管法律制度的完善提出了新的时代要求。

中国油气管道建设起步较晚但发展迅速, 截至2024年底中国油气干线管道总里程约  $19.1 \times 10^4$  km, 管道整体呈现东密西疏的格局, 以满足东西部油气资源需求。早期管道建设思维局限于满足国内能源需求, 管道技术及相关标准相对滞后, 老旧管道存在安全隐患, 同时管道输送过程中所面临的复杂情况也增大了危险系数。相比之下, 加拿大油气管道建设始于19世

纪末, 在管道建设与维护方面积累了丰富的经验。随着技术进步和市场需求增长, 当前加拿大油气管道总里程达到  $76 \times 10^4$  km, 主要连接西部产区与东部消费区, 形成复杂且成熟的跨省管道网络。总体而言, 两国油气管网均呈现覆盖广、密度高的特征, 故而起步早、经验足的加拿大宜作为参照对象, 为中国提供借鉴。

基于对能源安全的考量, 加拿大自20世纪中叶起开始探索油气管道安全监管法律制度的构建, 以油气管道的安全性、保护环境、保障公众健康与利益、促进能源资源的可持续开发与使用为理念, 以精密细致的法律体系与类型丰富的法律制度为特点, 平衡了能源安全、经济发展及社会稳定之间的关系, 也促进了油气管道行业的稳健发展。加拿大学术界主要围绕油气管道安全监管法律制度框架、监管主体、项目审批、环境评估、应急管理制度、原住民权利等方面进行了研究。Wood等<sup>[1]</sup>分析了能源监管法律制度变更; Lucas等<sup>[2-3]</sup>以能源监管机构的历史与权力分配为基点, 探讨了加拿大油气管道的法律及政策; Forrester等<sup>[4]</sup>通过分析加拿大管道项目的审批问题, 探讨了监管政策与社会接受度之间的复杂关系; Sears等<sup>[5]</sup>研究了管道运营商如何依据法律开展应急管理, 并根据实际情况提出了最佳的实践方案; Hunsberger等<sup>[6-7]</sup>探讨了加拿大环境评估及其对重大管道项目的监管; Wright<sup>[8]</sup>讨论了在当前法律格局下如何平衡管道设施项目与原住民之间的关系。可见, 加拿大油气管道安全监管法律制度在不断发展, 现有研究不仅关注其法律制度的合理性, 还探讨

了监管具体内容在法律框架中的适用性、协调性。在此,对加拿大油气管道相关法律体系及具体制度内容进行比较法考察,以期完善中国油气管道安全监管法律制度,并为推动开展相关立法工作提供参考。

## 1 加拿大油气管道安全监管法律体系

自1947年加拿大“勒杜克1号”原油被发现,为保证能源运输安全,加拿大开始探索油气管道安全监

管法律制度的构建。作为联邦制国家,加拿大油气管道领域的立法权归属于联邦及省政府。在联邦层面,加拿大联邦议会为最高立法机构,负责跨国管道与省际管道的立法工作;在地方层面,地方议会享有独立的立法权,可独立制定本地区所辖油气管道的相关法律,并由各省及地区能源监管机构对本行政区域内油气管道进行安全监管。从油气管道安全监管层面,对加拿大的立法框架进行了全面梳理,并将重点法律、法规及指南揽入其中(图1)。

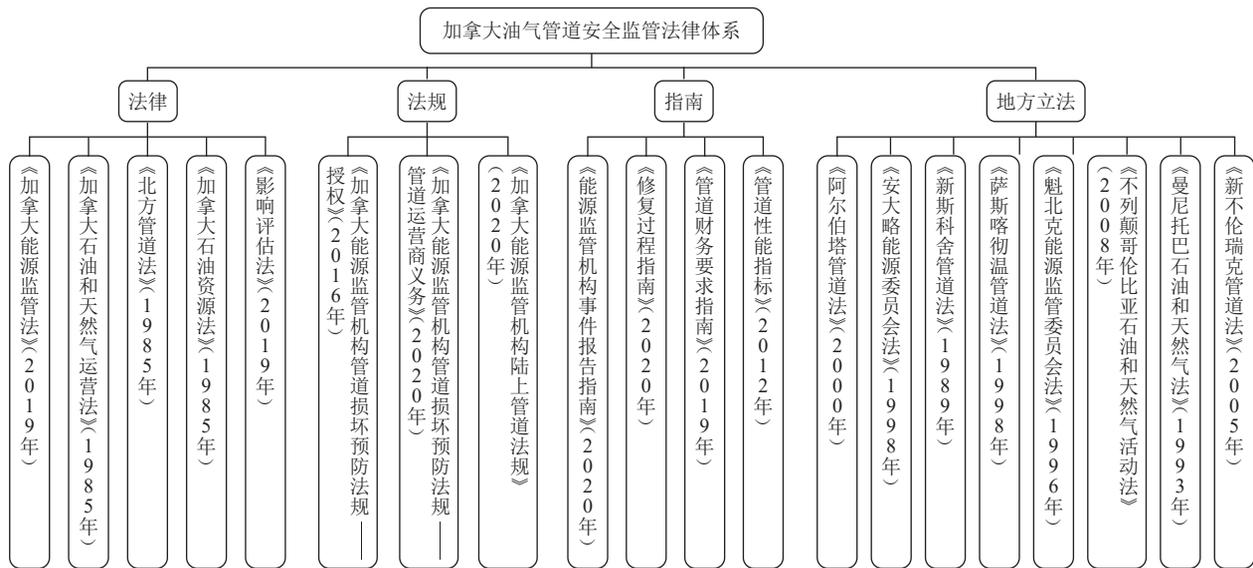


图1 加拿大油气管道安全监管法律体系图  
Fig. 1 Legal framework for safety regulation of oil and gas pipelines in Canada

### 1.1 联邦立法

加拿大从20世纪开展对油气管道全生命周期安全监管的研究,以1985年《国家能源委员会法》为肇始,确立了国家能源委员会的能源监管义务。为建立现代化能源监管治理体系,2019年加拿大联邦议会通过了《加拿大能源监管法》以替代《国家能源委员会法》,自此形成了以《加拿大能源监管法》为核心依据的油气管道安全监管法律体系,其他法律、法规以及指南根据自身立法目的对油气管道进行监管<sup>[9]</sup>。

在法律层面,《加拿大能源监管法》作为能源安全监管的核心法律,确定了加拿大能源监管机构(Canada Energy Regulator, CER)监督联邦层面油气管道申请、建设、运行及废弃的主要地位,其中第3章为管道专章,就管道运营商的义务、行政执法程序以及赔偿责任等内容作出了一般性规定。其次,《加拿大石油和天然气运营法》对石油和天然气的运营全程进行了系统性规定,并就管道设施及项目的安全性事宜与油气管

道泄漏的应急措施作出了具体规定。为高效规划建设天然气管道,《北方管道法》对从加拿大北部至美国阿拉斯加州的跨国天然气管道规划与建设工程以及各方利益进行了特殊规定。此外,《加拿大石油资源法》及《影响评估法》的部分条款也针对油气管道安全监管作出了原则性规定。

加拿大联邦颁布了多项油气管道法规以满足对监管对象与监管主体的监管需求。《加拿大能源监管机构陆上管道法规》专门针对陆上管道的管理体系、管道设计、施工、运行及维护、废弃等多方面作出了具体规定。为减少管道损坏所造成的损失,《加拿大能源监管机构管道损坏预防法规——授权》《加拿大能源监管机构管道损坏预防法规——管道运营商义务》以损害预防为目的,对管道运营商在建设管道过程中或进行管道活动时享有的权利及应当履行通知、检查与报告、制定损害预防计划等义务进行了规定。

为明确油气管道安全监管的具体内容与流程,加

拿大根据《加拿大能源监管法》《加拿大石油和天然气运营法》及其他法案制定了一系列指南以提供更为明晰的规范,如《能源监管机构事件报告指南》《修复过程指南》《管道财务要求指南》《管道性能指标》等。其中,《管道性能指标》要求管道运营商每年向 CER 提供安全监管的相关数据,以便于 CER 获取油气管道安全管理性能、安全性能、应急管理性能、完整性管理性能、环境保护措施等的实施情况。

可见,加拿大联邦层面油气管道安全监管法律法规及指南层次分明、种类丰富,且均以《加拿大能源监管法》为圆心向外扩展,从石油天然气管道类型、管道监管主体、管道义务主体等多方面进行立法,形成了主干鲜明、分支延伸明晰的油气管道安全监管法律体系。

## 1.2 地方立法

加拿大各省及地区均制定了本省及地区的能源法或石油天然气法,如管道大省阿尔伯塔省则制定了专门的油气管道法律《阿尔伯塔管道法》以确保管道系统安全运行。

各省及地区均以预防、准备与响应以及责任与赔偿 3 方面作为本区域内管道安全监管的重要法律举措:①预防是根据各省及地区的要求,制定了包括安全文化、标准体系、管道维护与测试、检查与审计等一系列规定;②准备与响应着重强调油气管道应急管理计划、恢复环境与自然资源损害能力、应急响应能力等内容;③责任与赔偿则主要对综合责任制度、财务能力要求、财政支持作出规定。

## 2 加拿大油气管道安全监管具体制度

加拿大油气管道行业过去的主要监管模式为命令控制型监管,近年灵活性与自我监管程度有所提升,呈现出规范性监管、绩效监管、智能监管的特点,有助于提高油气管道安全监管的效率。基于此,对加拿大油气管道安全监管的具体制度进行梳理,从成熟的全生命周期安全监管框架、健全的安全监管主体制度以及完备的核心安全监管制度中提炼出值得中国借鉴的安全监管经验。

### 2.1 全生命周期安全监管框架

加拿大油气管道全生命周期安全监管融于油气管道法律之中。《加拿大能源监管法》第 11 条从油气管

道建设、运行、废弃“勾勒”出全生命周期安全监管的基本轮廓,CER 又将油气管道安全监管全程细分为申请、建设、运行、废弃 4 个阶段<sup>[10]</sup>。

#### 2.1.1 申请阶段

加拿大通过多部能源政策与法律法规为管道规划提供方向性指导,形成了联邦层面总体管道战略。在申请阶段,管道运营商必须在相关能源政策与法律法规的指导下向 CER 提交申请,申请内容涵盖管道位置、总设计图、设计说明书、环境与社会经济评估报告及其他重要信息,全范围阐述设计安全管理、环境保护、应急管理、第三方穿越、公众意识及诚信管理计划等内容。CER 需对管道运营商提交的申请进行全面审查,并确保该设计符合加拿大标准协会(Canadian Standards Association, CSA)2023 年制定的 CSA Z662-2023《石油与天然气管道系统》及相关标准的规定。

在审查完成后,CER 应及时公布该项目工程对公众安全造成的影响与建议。公开发布项目工程后,CER 应针对具体情况组织管道运营商、管道项目涉及的利益相关方进行公开听证,确保管道投入运行后符合环境利益、经济利益及公共利益。为解决各方之间可能出现的土地争议问题,除传统监管或诉讼程序之外,CER 还创新采用适用于具体情况的替代性争议解决机制<sup>[11]</sup>。听证会结束后,CER 会对管道项目出具听证结果并为管道运营商设置附加条件,管道运营商达到附加条件后被视为通过听证。

#### 2.1.2 建设阶段

加拿大通过立法手段对管道建设阶段监管事宜进行了严格的规定,在建设前期、建设中期及建设后期设计了不同程度的监管内容。

在正式施工前,管道运营商应采取合理手段保障建设活动的安全性,并预先告知相关人员项目可能产生的风险。同时,管道运营商应制定详尽的建筑安全手册、管材及部件的材料规范等制度文件并提交至 CER 审查,审查过程应与公众及时沟通协商。

管道建造过程中,管道运营商应确保其建造活动不会对公众财产、环境或相关人员的安全造成损害,并聘请独立的检验代理机构对其管道建设进行检验,以确保管道建设符合有关法律法规。如果在管道建造过程中产生安全性损害或地面干扰,应及时向 CER 报告。管道设施进入实质建设阶段后,CER 应持续对管

道进行监控、检查及现场访问,以追踪和改进管道建设流程,并实时发布合规信息,展开执法行动,其中管道运营商是否严格遵循相关法律法规及相关规定、是否在施工过程中造成管道的潜在安全隐患是 CER 监管的重点内容。CER 还会根据《影响评估法》对其监管项目进行环境评估。在施工的最后阶段,当管道开始设备测试并进入验收程序时,管道运营商应使工作人员充分意识到风险升级。

在管道建设完成后,管道运营商需向 CER 提交新建管道投入运行的申请,在 CER 对管道安全性确认无误后管道方可运行。

### 2.1.3 运行阶段

管道项目运行时,管道运营商需落实管道完整性计划,采用合理的管理系统监控管道运行的全过程并减轻可识别的危害。除定期对管道进行审核、检查及保留纪录之外,管道运营商还应及时履行报告义务。对于管道运行中已经产生或可能产生危害的情况,需将其持续时间、潜在影响以及应急计划等内容汇报至 CER,在此期间管道运营商也要采取一切手段进行预防或修复。检查员会定期对于管道及其周边进行检查,定期审查项目包括管道控制系统审查、安全项目审查以及环境保护项目审查。若发现管道运营商未遵守规定,CER 将立即采取执法行动。

加拿大管道数据以公开为原则、保密为例外,建立管道交互地图网络系统,以便能源监管机构、管道运营商以及公众及时查阅管道位置分布、事故类型及其他信息,便于相关主体作出维护、预警及应急等反应。加拿大建立了事件直呼电话与在线事件报告系统,CER 根据是否存在对公众或环境的持续威胁、是否存在不明释放来源以及影响程度作出适当响应,也为公众监测并报告管道情况提供了便利条件。

加拿大是最早制定管道土地保护法规的国家之一。法律规定任何在管道中心线 30 m 范围内进行挖掘、建设活动必须事先得到 CER 与管道运营商的许可。如 CSA Z663-2018《管道土地利用规划》及相关标准对管道周围的土地保护作出了指导性要求,根据管道周边环境的敏感性、人口密度及潜在风险等因素对特殊地域设置了更大范围的缓冲区域,环境敏感、高风险区域保护范围可扩大至管道中心线 200 m 甚至更远。

### 2.1.4 废弃阶段

管道退役是油气管道运行与废弃之间的可选阶段。

在管道出现老化、腐蚀或经济效益下降等情况时,可暂时停运 12 个月或更长时间的全部或部分管道。管道运营商需向 CER 提出包括停运理由与停运措施在内的退役申请,方可停运相关管道并继续提供其他服务。由于管道系统中可能存在非退役管道及其他设施,为减少油气管道全生命周期的损耗,其他非退役管道仍然可以提供运输服务,但管道运营商应当提交非退役管道及其他相关设施完整性的受损程度及相应管理方法的报告。

加拿大管道废弃包括管道本身的废弃、回收监控以及废弃管道监控 3 部分。法律规定了废弃管道运营商需通过清理、分级、土壤清除、修复及开垦等活动使土地恢复到与周围环境相似的状态。管道运营商有义务处理废弃管道存在的一切潜在污染物,并由 CER 审批、监督及协调管道废弃过程中的各个环节。在管道废弃后,CER 应继续对废弃管道进行全程监控,以确保公共安全、公众利益及环境不会因管道废弃而遭到损害。如若其中任何一项不符合要求,管道运营商的废弃申请将会被退回或延期处理。

## 2.2 安全监管主体制度

受到 20 世纪后期美国联邦能源管理委员会的影响,加拿大也采取与宏观能源管理部门相分离的独立监管的能源监管模式,以便更公正、高效地作出决定。2019 年《加拿大能源监管法》替代《国家能源委员会法案》后,CER 便取代国家能源委员会负责对省际和跨国油气管道进行安全监管。各省及地区能源监管机构根据本辖区立法授权对油气管道进行安全监管<sup>[12]</sup>。

### 2.2.1 联邦层面

在加拿大联邦层面,CER 作为独立监管机构对省际和跨国油气管道进行全生命周期安全监管,负责油气管道设计、建设、运行、维护、废弃及事故调查等工作,并通过应急管理制度、责任及赔偿制度等多种制度对油气管道作出进一步监管<sup>[13]</sup>。为了保障油气管道标准的专业性,CER 与 CSA 密切合作,共同制定油气管道安全监管技术标准。

尽管 CER 具有独立性,但近年来基于气候变化、经济发展、原住民和解等能源现代化战略目标的要求,CER 与政府部门的合作更紧密。加拿大自然资源部、环境与气候变化部、印第安人与北方事务部、渔业与海洋部等部门,根据各自的职能特性协调配合 CER 进行安全监管活动。以环境安全为例,加拿大环境与气

候变化部应依据相关法律管理管道活动产生的潜在影响, 并对上游石油与天然气甲烷排放进行监管、审查。

### 2.2.2 地方层面

除加拿大西北地区部分管道受 CER 监管, 其他省及地区油气管道由各省级能源监管机构监管。加拿

大各主要矿业大省及地区分别设立能源监管机构, 部分省份设置了专门的油气管道监管机构。基于联邦制政体, 各省级油气资源监管机构职权范围仅限于本地区内, 其与 CER 分工协作, 独立按各自管道安全监管法律法规行使职权(表 1)。

表 1 加拿大地方监管机构及主要法律依据表  
Table 1 Local regulators in Canada and corresponding legal documents

省份及地区	监管机构	主要法律依据
阿尔伯塔省	阿尔伯塔能源监管机构	《阿尔伯塔管道法》(2000 年)
西北地区	石油和天然气运营监管机构办公室	《加拿大石油和天然气运营法》(1985 年)
安大略省	安大略能源委员会	《安大略能源委员会法》(1998 年)
新斯科舍省	新斯科舍公用事业和审查委员会	《新斯科舍管道法》(1989 年)
萨斯喀彻温省	萨斯喀彻温经济部	《萨斯喀彻温管道法》(1998 年)
魁北克省	魁北克能源监管委员会	《魁北克能源监管委员会法》(1996 年)
不列颠哥伦比亚省	不列颠哥伦比亚石油和天然气委员会	《不列颠哥伦比亚石油和天然气活动法》(2008 年)
曼尼托巴省	曼尼托巴公用事业委员会	《曼尼托巴石油和天然气法》(1993 年)
新不伦瑞克省	新不伦瑞克能源和公用事业委员会	《新不伦瑞克管道法》(2005 年)

以加拿大阿尔伯塔省为例, 阿尔伯塔能源监管机构(Alberta Energy Regulator, AER)以维护公共安全、保护环境资源及提升经济效益为目的, 将油气管道生命周期作为监管主线, 负责管道项目申请、行业合规与执行、环境评估与监测。AER 要求管道运营商识别、管理、监控及解决与管道相关的潜在危险, 制定诚信管理计划、安全与损失管理系统以管理潜在风险。为确保管道安全与完整性, AER 使用优先级模型对管道进行检查, 重点监管内容包括管道运营商的合规纪录、管道高后果区、地区环境事故发生频率、管道固有风险及操作复杂性。此外, AER 还制定了生产审核计划, 鼓励管道运营商提高数据测量的准确度和简化报告流程, 充分提高了监管效率<sup>[14]</sup>。

## 2.3 核心安全监管制度

加拿大油气管道法律制度内容繁多, 立足于安全监管的现实要求, 聚焦油气管道标准制度、应急管理制度、责任与赔偿制度 3 种核心制度, 提炼出加拿大核心安全监管制度中的重要内容。

### 2.3.1 标准制度

加拿大油气管道标准制度具有以强制性标准与自愿性标准结合、国内与国际标准互补、多层次覆盖的特征。强制性标准为油气管道的安全性提供了基本的框架与要求, 自愿性标准则赋予管道运营商根据具体情况调整技术与管理策略的权利。在管道标准制定中与

他国以及国际标准组织紧密合作, 以保持与全球安全标准的一致性。管道标准体系通过完整性管理实现多层次覆盖, 以确保管道在全生命周期内安全可靠运行。同时, 加拿大也意识到多元复杂的标准体系存在协调不足、标准重复低效等问题, 因此在国家标准战略的引导下, 油气管道行业逐渐推动标准制度的规范化和一体化。

目前, 最新版的 CSA Z662-2023《石油与天然气管道系统》已成为加拿大油气管道的核心国家标准。CSA Z662-2023 从油气管道的设计、施工、操作、维护、升级及退役全生命周期出发, 涵盖了管道材质、压力测试、腐蚀控制等多项标准, 并以附件形式对完整性管理、安全与失效管理体系、系统风险评估、管道故障事件纪录以及相关培训等颁布了具体规定。CER、各省及地区能源监管机构通过“引用合并”的方式将 CSA Z662-2023 标准纳入其自身的监管框架。

其中, CSA Z662-2023 标准中的《附件 N——管道系统完整性管理程序指南》详尽规定了检查、测试、巡逻及监控要求以及设施完整性管理要求, 为管道运营商搭建工作框架提供了完整的模型。近年来, 修订后的附件 N 更为注重信息的准确性、交互性, 对及时更新与确认位置类别、制定地理区域识别流程、各主体之间信息共享进行了详尽的规定。

### 2.3.2 应急管理制度

“深水地平线”石油泄漏、“7·22”加拿大原油泄漏及“拱心石”原油管道泄漏事件频发，推动了加拿大管道应急管理制度的发展。为此，加拿大将应急管理计划、事故报告、环境修复等举措写入立法之中。

#### 2.3.2.1 应急管理计划

CER 要求管道运营商在管道运营前根据《加拿大能源监管机构陆上管道法规》制定应急管理计划。该应急管理计划需包括管理紧急情况所需的必要步骤和决策，以便预测、预防、管理及缓解可能会出现危害的突发事件。此外，管道运营商必须制定紧急程序手册，定期审查内容并根据要求进行更新。该应急手册对划定应急规划区的危险评估及应急措施的最低程度进行说明，并用于指导急救人员、城市规划人员、市政当局、原住民等与管道利益联系密切的相关群体。同时，管道运营商必须为消防机构、管道附近居民等人员制定继续教育计划，以告知管道的位置、潜在紧急情况以及在紧急情况下应遵循的安全程序。

#### 2.3.2.2 事故报告

对于导致或可能导致管道泄漏、人员伤亡、环境破坏或运行不符合标准的事件，管道运营商应立刻评估风险并向 CER 提交报告，包括拟议的应急计划、危险的原因、持续时间、潜在影响、修复方式以及备选方案。为了应对重大管道事件，CER 建立了在线事件报告系统，管道运营商必须在发现事件的 24 h 内向系统提供报告，以便政府与公众知悉重大管道事件及事件类型。

#### 2.3.2.3 环境修复

联邦和省级法律法规均确定了管道事故所产生的环境灾害的补救程度。对于联邦监管的油气管道泄漏引发的环境污染事故，CER 需指派一名环境专家作为事故责任方的联络人，核实管道运营商是否依据清理和补救流程指南完成了环境修复工作。各省在其法规中规定了污染场地的修复要求，极端环境污染则由《清洁环境法》等法律处理。其中，部分省份要求管道运营商根据评估结果制定补救计划，以确定所有潜在泄漏风险与回收场地的预估成本，并采取额外措施制定和实施恢复计划，确保环境与自然资源损害得到恢复。

### 2.3.3 责任与赔偿制度

联邦及各省均在其管道管理制度中明确了污染者付费原则。一旦发生管道事故，无论过失与否，管道运

营商都应对管道从建设到废弃所产生的全部损害承担绝对责任，并采取措施清理泄漏物、修复环境。管道运营商承担的责任类型包括政府或人民的响应成本、对管道相关利益人造成的损害或损失以及环境损害，其中环境损害包括公共资源的未使用价值。可见，管道运营商是否具有承担能力是责任与赔偿制度的关键。为此，《管道财务要求指南》对每日运输能力超过  $25 \times 10^4$  bbl (1 bbl=159 L) 石油的管道运营商引入了  $1 \times 10^9$  美元的绝对责任水平，并要求这些管道运营商保持与其绝对责任水平相等的财务资源。因此，联邦及大多数省份法律明确要求，管道运营商必须通过保险或其他财务能力证明其具有足够的资源来应对事故损害。部分省份还制定了专门的财政基金，如阿尔伯塔省、不列颠哥伦比亚省均设置了废弃管道基金，用于修复与恢复废弃管道的基础设施。

## 3 中国镜鉴

近年来，中国油气体制改革向纵深推进，油气管道安全监管法律体系虽已初步成型，但在具体的制度设计上仍存在改进空间。以中国油气管道法律制度发展现状与实际需求为基础，从加拿大较为成熟的油气管道安全监管法律体系中提取出适用于中国的经验，以完善中国油气管道安全监管的法律制度。需注意的是，加拿大法律属英美法系，立法权力的分散使得联邦与各省根据自身的资源特征与经济需求制定法律，在监管模式上呈现出多元灵活的特点，相伴而生的不确定性也导致管道运营商面临风险升级、监管不平衡以及监管成本提升等问题。而中国油气管道安全监管法律体系更为稳定、集中，监管模式偏向于集中化管理与政企合一，政策导向明确。因此，鉴于两国本土化问题及社会具体情况的不同，在对加拿大油气管道安全监管法律制度框架深入分析的基础上，仅针对油气管道安全监管价值层面与规范效果的共性问题，立足于中国油气管道法律制度发展现状与实际需要汲取经验。

### 3.1 完善油气管道安全监管法律体系

传统部门法多将调整对象的不同作为划分依据，以防止多领域产生重叠与交叉的情形。中国油气管道安全监管的调整对象纷繁复杂，涉及的法律体系呈现位阶广泛、种类繁多的样态。

《能源法》作为中国能源领域的基础性、统领性法律,其明确了能源安全的底线要求,为油气管道安全监管法律提供了方向性的框架。《石油天然气管道保护法》作为油气管道安全监管的专项立法,构建了管道安全监管的基本逻辑框架。其他非管道专项类法律法规也针对多种要素予以规定:《中华人民共和国安全生产法》以安全监管为基本脉络,将油气管道作为危险化学品实施安全监管;《中华人民共和国特种设备安全法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》(以下简称《环境影响评价法》)《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国人民武装警察法》等法律,分别从生产、环境、土地利用、应急管理、行政执法等方面以原则或条款的形式规定了相关油气管道安全监管规则。然而,由于各类部门法立法目的不同,各规范自成体系,削弱了管道安全监管的整体性,同时“保护”与“监管”的概念混为一谈,部分条文无法与“管道安全”的目的相契合。从管道专项类法律法规来看,除《石油天然气管道保护法》以外,《天然气基础设施建设与运营管理办法》《危险化学品安全管理条例》《危险化学品输送管道安全管理规定》等部分法规、规章及大量地方性规范性文件也均有涉及油气管道安全监管部分阶段,但由于管道法律体系特有的专业性以及各编制主体不同,易产生管道监管规范壁垒与原则性条款过多的问题。

较之加拿大联邦油气管道安全监管法律主干鲜明、分支延伸明晰的法律体系,中国管道法律整体呈现结构松散、高位阶专项管道监管法律较少的特点。由于油气管道安全监管涉及范围较广,需立足系统性与整体性,从顶层立法至规范文件进行全方位规范,完善管道监管法律体系的内部构造并加强外部衔接。

首先,应立足于《能源法》的能源战略目标,深入理解油气管道在能源安全方面的长期规划,将能源保障与管道安全紧密结合,通过系统化的法律框架,保障管道项目在各个阶段的安全性。在能源安全立法理念的指引下,建议以《石油天然气管道保护法》为中心向外辐射,充分探索其他相关法律法规中安全生产、路由选择、土地确权、质量监管以及应急管理等重点问题,使之与安全监管理念相融合。可在《石油天然气管道保护法》中增设油气管道安全监管专章,形成系统完备的安全监管法律体系。其次,在遵循高位阶法律

法规对油气管道安全监管的原则之上,充分发挥低位阶油气管道规范性文件的指导作用,结合各地油气管道的分布与运行特点,进一步明确油气管道的具体安全监管事宜。由于规范性文件直接涉及管道相对人的权利义务,制定主体应注重规范性文件的专业性及实践性,在具体流程的处理上提出有针对性的规定<sup>[5]</sup>。

### 3.2 完善《石油天然气管道保护法》全生命周期安全监管

《石油天然气管道保护法》作为油气管道安全监管的核心法律,主要从规划、建设、运行3个阶段对油气管道监管进行了规范。对比加拿大油气管道申请、建设、运行及废弃4个阶段的监管内容,对中国《石油天然气管道保护法》所涉及的全生命周期安全监管的缺漏提出以下建议。

#### 3.2.1 规划与建设阶段

《石油天然气管道保护法》规定了管道规划与建设阶段的原则、规划编制与审批、建设管理、环境影响评价、土地与补偿、竣工验收与备案等诸多方面。与加拿大管道申请与建设阶段的相关要求对比发现,加拿大在管道申请与规划阶段尤为重视公共参与。中国《石油天然气管道保护法》全文未出现“公众参与”这一表述,但该法第13条第3款规定了“管道建设项目应当依法进行环境影响评价”。根据2018年中国生态环境部审议通过的《环境影响评价公众参与办法》,管道建设项目依法开展环境影响评价时,公众参与是应然之意。因此,环境影响评价制度在《石油天然气管道保护法》中,除承载环境影响评价制度本身价值外,也和公共参与制度具有内在融贯性。

中国《石油天然气管道保护法》第11条“国务院能源主管部门编制的全国管道发展规划”、第12条“管道企业编制的管道建设规划”并未明确规定应当进行环境影响评价,仅第13条第3款规定管道建设项目应当进行环境影响评价。从立法逻辑上,《石油天然气管道保护法》的环境影响评价范畴应仅包含管道建设项目,而不含全国管道发展规划和管道企业管道建设规划。《环境影响评价法》规定环境影响评价的范畴包括政府及其有关部门的规划、建设单位的建设项目,依据《环境影响评价法》,全国管道发展规划和管道企业管道建设规划也应进行环境影响评价。可见,《石油天然气管道保护法》整体立法存在前后不协调之嫌,同时也弱化了其与《环境影响评价法》的衔接性。

公众参与制度和环境影响评价制度贯穿于加拿大油气管道的申请阶段与建设阶段。在申请阶段,管道运营商根据能源政策和法律法规向 CER 提交环境评估, CER 在审核的同时以听证会、替代性争议解决机制等形式为管道相关利益人参与油气管道申请阶段提供渠道。在建设阶段, CER 根据《影响评估法》对其监管项目进行环境评估并与公众保持沟通。可见,加拿大尤其重视申请阶段的管道运营商环境评估, CER 也积极促进公众参与,可使公众尽早了解项目、解除对项目影响的担忧,这有利于预见并预防油气管道环境潜在影响,减少项目可能产生的负面结果。中国管道建设项目的环境影响评价可借鉴加拿大在申请阶段对管道运营商环境评估的具体规定,重新审视《石油天然气管道保护法》第 11~13 条,建议增加管道规划环境影响评价的制度规范,理顺与其他法律要素的逻辑,充分发挥该制度在识别管道环境安全风险、提出防范措施、促进公众参与和监督方面的作用。

### 3.2.2 运行阶段

管道运行阶段是油气管道全生命周期的核心阶段,《石油天然气管道保护法》在第 3 章对管道巡护、预先维护、风险评价以及定期检测等活动进行了具体规定,以保障管道长期安全状态。对比加拿大运行阶段规范,为减少第三方损害,加拿大采取了包括实施管道完整性计划、建立管道交互地图网络系统等一系列合理监管油气管道运行的方式。在管道土地利用方面,其法律设置了 30 m 规定区域,除此之外加拿大根据各区域特点设置了不同管控措施与保护距离以减少油气管道事故对公众的影响,并通过标准制度为管道土地分区提供了指导性方案。《石油天然气管道保护法》第 3 章也有类似表述,针对管道中心线两侧的不同区域设置了禁止行为与相应保护距离。其中,第 30 条对部分禁止的危害管道行为作出了 5 m 保护距离的原则性规定,第 31 条规定人口密集建筑物和易燃易爆场所与管道距离应当符合国家技术规范中的强制性要求。然而,与加拿大规定的距离相比,第 30 条的 5 m 保护距离较短,且无法满足管道高后果区安全的基本要求,易导致管道在运行过程中出现第三方损坏、重复规划管道用地以及管道地区风险升级等诸多问题,而第 31 条所规定的国家技术规范目前仍处于空白<sup>[16]</sup>。

立足中国国情,可通过实地检查、远程检查等方式进行实时监测,并采用管道交互地图以提高信息的

互通性。同时,可吸取加拿大对管道周边土地保护的经验和教训,根据危险源性质与危险等级进行管道区域划分,采用不同的监管措施对管道安全核心保护带、管道安全重点保护带、管道安全高危风险控制带进行分级监管<sup>[17]</sup>。对于油气管道保护距离的设置与规划,建议在保障管道安全与周边建筑物安全的前提下,充分考量立法目的、权利结构及划分依据,重新评估第 30 条所设置的保护距离,出台相关国家技术规范,为保护管道距离提供规范基础。

### 3.2.3 废弃阶段

管道废弃作为油气管道全生命周期的最后一环,反映了一个国家管道发展的历程与质量水平,体现了其在安全管理、环境保护以及可持续发展等多个方面的综合能力。加拿大对油气管道的退役、废弃作出了严格的要求与限制,注重管道废弃的安全性、可持续发展、环境保护以及社会责任,结合管道完整性的要求,从管道废弃本身、回收监控以及废弃管道监控等多个方面为管道运营商设定了义务,并由 CER 进行全面评估。

与加拿大相比,中国油气管道发展历史较短,缺少油气管道废弃经验。《石油天然气管道保护法》在第 23 条、第 42 条规定,管道企业应履行监测、维修、防护及备案义务,否则管道企业应停止运行、封存、报废的管道。但其并未像管道规划与建设阶段、运行阶段以专章形式存在于法律之中,仅以少量条款的形式将其包含于管道的运行保护中。管道法律规范多为原则性规定,对于油气管道剩余使用寿命的判定、废弃后管道管理以及废弃后是否仍适用现行管道法等问题并未作出明确规定。

为此,建议《石油天然气管道保护法》增加油气管道废弃专章,以废弃的安全性、环境保护、可持续发展为出发点,完善废弃管道的识别、土地利用、地面沉降、环境污染以及废弃后的管道企业的责任等规定,尤其着重对于管道企业判废流程及标准进行引导与规制,在管道完整性管理的基础之上,配套实施相应的强制性标准。

### 3.3 健全安全监管主体制度

中国油气管道安全监管所依据的法律数量丰富,具有监管职能的机构也较多,在监管的过程中存在法律来源不统一、权责分配不明晰的问题。

目前,中国采用的是由国家发展和改革委员会下

设国家能源局和应急管理部门为主要监管部门、其他部门根据各自职能对油气管道监督的多级多头监管模式。从横向监管来看, 国家能源局及应急管理部负责主管全国的管道保护工作, 其他职能部门分别就油气管道建设项目许可、环境事故处理、管道行业质量监督等职能进行监管。由于法律并未具体界定各部门职责, 导致各部门权力配置分散模糊, 监管权利配置空缺或重叠矛盾。从纵向监管来看, 国家能源局现设有6个区域监管局与12个省级监管办公室, 但区域监管局与省级监管办公室无隶属关系, 且各自根据职权分别向国家能源局负责, 因此区域监管与省级监管仍有矛盾之处<sup>[18]</sup>。各地市、县油气管道的监管单位多为发展改革部门, 由于多数市、县发改部门并无油气管道监管相关经验, 也未配置管道监管的专门科室与专业人员, 同时区县一级政府能源主管部门受机构改革的影响, 油气管道安全监管并未达到专业化程度。此外, 在“谁审批、谁负责、谁监管”的机制下, 管道规划审批权、建设审批权分属不同部门, 政府部门无法实现全方位监管, 跨省、跨市的油气输送管道企业危化证的核发尚存在监管部门不清等问题。

油气管道安全监管法律体系的完善, 应基于行政监管体制的变革<sup>[19]</sup>。纵观加拿大安全监管经验, 在联邦层面, 其根据“政监分离”原则在政府部门之外建立独立的能源监管机构实现对跨省油气管道的安全监管; 在地方层面, 由地方专门能源监管机构对地区油气管道进行监管, 有助于避免各部门与地区之间的冲突, 可提高油气管道安全监管的专业性和统一性。随着中国对跨部门综合监管研究的深入, 可以“协同联动、务实高效”为目的, 分阶段完善油气管道跨部门监管体制, 并不断完善部际联席会议制度。待未来时机成熟时实行政监分离, 按照大部门制改革思路, 建立独立、统一、权威的能源监管机构, 专门对油气管道进行安全监管。

具体而言, 在横向维度上, 现阶段应尽快梳理各部门监管范围的重点事项, 确定油气管道各部门综合监管事项清单。在此基础上明确部门综合监管责任分工, 对主管部门不明确、监管边界模糊、监管责任存在争议的内容进行整合, 对油气管道的全生命周期各阶段以及详尽业务进行研判, 防止“真空地带”的出现。涉及多部门协调工作时, 由能源主管部门牵头组织直接有关部门召开联席会议, 提升跨部门综合监管联动

效能。在纵向维度上, 应理顺国家能源监管机构及其派出机构与地方能源管理部门的关系, 合理界定中央与地方的监管职权<sup>[20]</sup>。县级以上地方人民政府要全面落实属地监管责任, 对于本地区涉及多部门监管的事项, 应结合地方机构设置、监管力量配置等情况确定油气管道监管部门的职责划分, 统筹制定监管政策, 督促落实监管责任。对于跨区域油气管道, 可将跨区域、跨省油气管道监管部分职权归于国家能源局, 既保持地方油气管道安全监管的灵活性, 又可发挥上级油气监管主管部门的领导与监督作用。

### 3.4 优化油气管道核心安全监管制度

#### 3.4.1 标准制度

加拿大油气管道标准多元灵活, 重视管道的完整性标准建设, 形成了以 CSA Z662-2023 为核心的油气管道标准体系。CSA Z662-2023 具有一体化特征, 使其能覆盖油气管道的全生命周期, 有效保障各阶段的兼容性与一致性。相较而言, 中加两国的管道标准都具有数量众多、种类丰富的特点, 但中国并未形成油气管道标准的一体化框架。中国油气管道安全技术标准多为国家标准与行业标准, 标准内容范围较分散。由于各标准编制单位、归口单位以及执行单位不同, 也存在安全标准技术指标分散、各类标准定义与边界不清、标准技术要求难以统一等问题, 致使管道各阶段的标准规范脱节。

应推动一体化标准体系框架的构建, 完善相关管道安全技术规范。由国家标准化管理委员会牵头建立协调机制, 推动成立全国油气管道标准化技术委员会, 整合各类油气管道标准以形成统一的基础性油气管道标准体系, 实现技术规范与制度治理相结合。此外, 可适当借鉴 CSA Z662-2023 的关键内容以丰富中国现行管道安全标准, 为管道企业提供更完善的模型。尤其应系统梳理管道完整性管理, 利用能源互联网提升完整性监管效率<sup>[21]</sup>。

#### 3.4.2 应急管理制度

油气管道涉及区域广泛, 安全隐患排查长效机制缺失, 自然因素与人为因素相互作用下易发生泄漏乃至爆炸等灾难性事故。加拿大应急管理制度尤为重视管道运营商的应急管理, 应急管理计划周密、多方协调机制成熟、环境修复措施完善, 并通过技术检测与风险评估实现全面预防和快速响应。中国应急管理的主导权多集中于政府层面, 企业的自主应急权较为有

限。可借鉴加拿大对管道运营商的应急管理制度的经验,优化中国管道应急管理制度。

管道企业是对管道情况最为熟悉的主体,由管道企业作为事故应急管理的合理处置主体效果较好。据实践观察,大多数管道企业应急预案原则性强而操作性弱,无法多方位预防各类管道事件。在此建议:①加强企业自身应急管理计划的合理性,尤其应对重要设备与重要流程制定合理的应急处置方案,并在应急计划的指导下通过应急演练等方式提升应急处置能力;②完善应急救援协调机制,并通过宣传、教育等手段进行管道应急科普活动,与其他利益主体进行密切联系,以提升油气管道应急联动的有效性<sup>[22-23]</sup>;③完善事故报告制度,细化管道企业在突发管道事故的报告义务,提高危险事件的解决效率<sup>[24]</sup>;④推动应急管理信息化建设,充分发挥管道事故数据库与应急设备系统的灵活性,尤其应对管道高后果区采用无人机、3Ds Max、VR等技术进行三维建模与可视化管理,及时监控管道实时数据<sup>[25-27]</sup>。此外,在环境修复方面,对于管道事故所产生的环境危害,也可借鉴加拿大的相关经验,对于管道事故所产生的环境灾害的补救程度进行具体规制。

#### 3.4.3 责任与赔偿制度

为了提高油气管道安全标准、保护公共利益,加拿大责任与赔偿制度以严格的赔偿责任、充分的财务证明要求以及设置专门财政基金的方式,为油气管道的全面管理与风险控制提供了坚实保障。如今中国现行法律对油气管道企业的民事责任规定较为笼统,仅针对管道企业及其他违反管道安全行为的民事主体应承担的民事责任进行了原则性规定。从惩罚金额来看,对逾期不改正的管道企业仅处以 $2 \times 10^4$ 元以上、 $10 \times 10^4$ 元以下的罚款。油气管道事关国家安全与社会安定,小额罚款对管道企业的威慑作用极其有限。可借鉴加拿大对于管道责任的规定,细化管道企业的责任类型并加大处罚力度,适当提高违法成本。管道企业理应有能力弥补事故带来的损失并及时维护相关权利人的合法权益,但现实中妥善修复与赔偿管道事故所造成的生态环境损害难度较大<sup>[28-29]</sup>。在此建议:①加强对管道企业经营状况的监督,确保其有充足的资金应对管道事故;②加大对油气管道运营的财政支持,设置专项基金,确保在管道企业无法赔偿时弥补管道事故带来的损失、及时维护受害人的权益。

## 4 结束语

近年来,随着中国能源改革不断深化,能源安全法律制度也迎来了革新与优化契机。作为核心法律的《石油天然气管道保护法》,其对油气管道全生命周期安全监管并未完善,安全监管主体制度与核心安全监管制度也有所欠缺,在新的时代背景下亟待反思与革新。通过系统性梳理加拿大油气管道安全监管法律制度,得出以下对比性结论与建议:

1)中国油气管道安全监管法律体系缺乏总体设计。应在《能源法》立法理念的指引之下,继续坚持以《石油天然气管道保护法》为中心,确保法律体系的兼容性、协调性,充分发挥低位阶油气管道规范性文件的指导作用。

2)对现行《石油天然气管道保护法》进行细化补充,主要从管道规划、建设、运行3个阶段作出规定。在管道规划与建设阶段,建议增加对管道规划环境影响评价的制度规范;在管道运行阶段,建议对油气管道保护距离的设置与规划进行研判;补充管道废弃阶段,建议增加油气管道废弃专章。

3)立足能源机构改革总体思路,从横向与纵向两个方面理顺各主体职权,分阶段完善油气管道跨部门监管体制,并不断完善部际联席会议制度,最终提高管道监管效率。

4)完善油气管道核心安全监管制度,推动一体化标准制度建设,优化企业油气管道应急管理制度,提升责任标准,并增加多种赔偿方式。

#### 参考文献:

- [1] WOOD D, KHAN P, BRUNI G, CAMPBELL T. Recent legislative and regulatory developments of interest to energy lawyers[J]. *Alberta Law Review*, 2022, 60(2): 607-650. DOI: 10.29173/alr2731.
- [2] LUCAS A R. The national energy board and energy infrastructure regulation: history, legal authority, and judicial supervision[J]. *Review of Constitutional Studies*, 2018, 23(1): 25-52.
- [3] HOCKING J. The national energy board: regulation of access to oil pipelines[J]. *Alberta Law Review*, 2016, 53(3): 777-815. DOI: 10.29173/alr428.
- [4] FORRESTER P, HOWIE K, ROSS A. Energy superpower in waiting: new pipeline developments in Canada, social licence, and recent federal energy reforms[J]. *Alberta Law Review*, 2015, 53(2): 419-452. DOI: 10.29173/alr408.

- [5] SEARS A, DAVIES M, CHELL C. The alarm bell is sounding and the regulator is at the door: emergency response, reporting, and investigations in the age of heightened compliance monitoring and enforcement[J]. *Alberta Law Review*, 2017, 55(2): 367–438. DOI: [10.29173/alr1250](https://doi.org/10.29173/alr1250).
- [6] HUNSBERGER C, LI Y A. Constructing scale, eroding responsibility: The politics of project boundaries in Canadian pipeline reviews[J]. *The Extractive Industries and Society*, 2023, 16: 101347. DOI: [10.1016/j.exis.2023.101347](https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101347).
- [7] LEACH A. The no more pipelines act?[J]. *Alberta Law Review*, 2021, 59(1): 7–40. DOI: [10.29173/alr2662](https://doi.org/10.29173/alr2662).
- [8] WRIGHT D V. Federal linear energy infrastructure projects and the rights of indigenous peoples: current legal landscape and emerging developments[J]. *Review of Constitutional Studies*, 2018, 23(1): 175–224.
- [9] 汤文豪, 吴初国, 曹庭语, 吴树明. 加拿大联邦能源监管体制研究及启示[J]. *国土资源情报*, 2020(4): 11–16. DOI: [10.3969/j.issn.1674-3709.2020.04.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-3709.2020.04.002).
- TANG W H, WU C G, CAO T Y, WU S M. Study on the Canadian federal energy regulatory system and its enlightenment[J]. *Land and Resources Information*, 2020(4): 11–16.
- [10] Canadian Energy Regulator. Full lifecycle pipeline oversight[EB/OL]. (2023-03-14)[2024-06-27]. <https://www.cer-rec.gc.ca/en/about/news-room/fact-sheets/full-lifecycle-pipeline-oversight.html>.
- [11] Canadian Energy Regulator. Land matters guide[EB/OL]. (2024-02-01)[2024-05-26]. <https://www.cer-rec.gc.ca/en/consultation-engagement/land-matters-guide/index.html>.
- [12] GILLIS R. Federalism and interprovincial infrastructure disputes in Canada[J]. *UBC Law Review*, 2022, 55(1): 1–50.
- [13] 冯晓东, 张圣柱, 王如君, 多英全, 郭晓璜. 加拿大油气管道安全管理体系及其启示[J]. *中国安全生产科学技术*, 2016, 12(6): 180–186. DOI: [10.11731/j.issn.1673-193x.2016.06.032](https://doi.org/10.11731/j.issn.1673-193x.2016.06.032).
- FENG X D, ZHANG S Z, WANG R J, DUO Y Q, GUO X Y. Study on safety management system of oil and gas pipeline in Canada and its implications[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2016, 12(6): 180–186.
- [14] Alberta Energy Regulator. Enhanced production audit program[EB/OL]. [2024-05-23]. <https://www.aer.ca/regulating-development/compliance/inspections-and-audits/enhanced-production-audit-program>.
- [15] 孙增芹, 潘宇. 美英加油气管道应急制度考察及对中国的借鉴[J]. *中国石油大学学报(社会科学版)*, 2021, 37(6): 63–70. DOI: [10.13216/j.cnki.ujpejess.2021.06.0008](https://doi.org/10.13216/j.cnki.ujpejess.2021.06.0008).
- SUN Z Q, PAN Y. Investigation on emergency system of oil and gas pipeline in America, Britain and Canada and its reference to China[J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Social Sciences)*, 2021, 37(6): 63–70.
- [16] 张圣柱, CHENG Y F, 王如君, 冯晓东, 冯庆善, 魏利军, 等. 油气管道周边区域划分与距离设定研究[J]. *中国安全生产科学技术*, 2019, 15(1): 5–11. DOI: [10.11731/j.issn.1673-193x.2019.01.001](https://doi.org/10.11731/j.issn.1673-193x.2019.01.001).
- ZHANG S Z, CHENG Y F, WANG R J, FENG X D, FENG Q S, WEI L J, et al. Study on zone division and distance setting around oil and gas pipeline[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2019, 15(1): 5–11.
- [17] 陶青德. 石油天然气管道安全保护带递延“法相”要论: 以《石油天然气管道保护法》修订为背景[J]. *西南石油大学学报(社会科学版)*, 2021, 23(2): 1–10. DOI: [10.11885/j.issn.1674-5094.2020.10.01.01](https://doi.org/10.11885/j.issn.1674-5094.2020.10.01.01).
- TAO Q D. On the three-step successive extension in rights and obligations of safety belt of oil and gas pipeline: a supplementary explanation of key legal principles of the law of oil & gas pipeline protection of PRC[J]. *Journal of Southwest Petroleum University (Social Sciences Edition)*, 2021, 23(2): 1–10.
- [18] 王俊豪, 金喧喧. 中国能源监管体制改革研究[J]. *经济学家*, 2020(9): 95–103. DOI: [10.16158/j.cnki.51-1312/f.2020.09.011](https://doi.org/10.16158/j.cnki.51-1312/f.2020.09.011).
- WANG J H, JIN X X. Research on deepening reform of China's energy regulatory system[J]. *Economist*, 2020(9): 95–103.
- [19] 肖国兴. 能源市场革命与能源规制革命的法律维度[J]. *政法论丛*, 2024(2): 86–98. DOI: [10.3969/j.issn.1002-6274.2024.02.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6274.2024.02.008).
- XIAO G X. The legal dimension of the energy market revolution and the energy regulation revolution[J]. *Journal of Political Science and Law*, 2024(2): 86–98.
- [20] 王浩. 行政组织法视野下能源监管体制改革研究[J]. *西南石油大学学报(社会科学版)*, 2019, 21(1): 1–7. DOI: [10.11885/j.issn.16745094.2018.10.17.01](https://doi.org/10.11885/j.issn.16745094.2018.10.17.01).
- WANG H. A study on the reform of energy supervision system from the perspective of organization law[J]. *Journal of Southwest Petroleum University (Social Sciences Edition)*, 2019, 21(1): 1–7.
- [21] 王乐乐, 李莉, 张斌, 孙云峰, 冯学书, 高山卜. 中国油气储运技术现状及发展趋势[J]. *油气储运*, 2021, 40(9): 961–972. DOI: [10.11885/j.issn.1674-5094.2021.09.01.01](https://doi.org/10.11885/j.issn.1674-5094.2021.09.01.01).

- 10.6047/j.issn.1000-8241.2021.09.001.
- WANG L L, LI L, ZHANG B, SUN Y F, FENG X S, GAO S B. Current status and development trend of oil and gas storage and transportation technologies[J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2021, 40(9): 961-972.
- [22] 孙增芹, 李梦瑶. 美加油气管道安全监管法律制度考察及对中国的启示[J]. *中国石油大学学报(社会科学版)*, 2024, 40(2): 59-66. DOI: 10.13216/j.cnki.upcjess.2024.02.0007.
- SUN Z Q, LI M Y. Investigation on the legal system of oil and gas pipeline safety supervision in the United States and Canada and its implications for China[J]. *Journal of China University of Petroleum (Edition of Social Sciences)*, 2024, 40(2): 59-66.
- [23] 王璞, 田富俊. 油气管道安全与环境风险监控预警法规研究[J]. *西南石油大学学报(社会科学版)*, 2018, 20(1): 19-28. DOI: 10.11885/j.issn.1674-5094.2017.09.09.04.
- WANG P, TIAN F J. Research on oil and gas pipeline safety regulations and environmental risk monitoring and early warning systems[J]. *Journal of Southwest Petroleum University (Social Sciences Edition)*, 2018, 20(1): 19-28.
- [24] 董绍华. 中国油气管道完整性管理20年回顾与发展建议[J]. *油气储运*, 2020, 39(3): 241-261. DOI: 10.6047/j.issn.1000-8241.2020.03.001.
- DONG S H. Review of China's oil and gas pipeline integrity management in the past 20 years and development suggestions[J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2020, 39(3): 241-261.
- [25] 张圣柱, 冯晓东, 王旭, 冯庆善, 韩玉鑫. 中国油气管道高后果区现状与全过程管理体系[J]. *油气储运*, 2021, 40(5): 521-526, 544. DOI: 10.6047/j.issn.1000-8241.2021.05.006.
- ZHANG S Z, FENG X D, WANG X, FENG Q S, HAN Y X. Status and whole process management system of high consequence areas of oil and gas pipelines in China[J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2021, 40(5): 521-526, 544.
- [26] 孙逸林, 郑小强, 刘丹秀, 贺艳艳. 基于 AcciMap-BN 的城镇燃气管网生产安全事故致因分析[J]. *油气储运*, 2024, 43(2): 189-199. DOI: 10.6047/j.issn.1000-8241.2024.02.008.
- SUN Y L, ZHENG X Q, LIU D X, HE Y Y. Cause analysis approach for work safety accidents in urban gas pipeline network based on AcciMap-BN[J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2024, 43(2): 189-199.
- [27] 姜昌亮. 油气管道全生命周期质量管控与安全管理探讨[J]. *油气储运*, 2023, 42(10): 1081-1091. DOI: 10.6047/j.issn.1000-8241.2023.10.001.
- JIANG C L. Quality control and safety management of oil and gas pipelines during its whole life cycle[J]. *Oil & Gas Storage and Transportation*, 2023, 42(10): 1081-1091.
- [28] 赵勇, 张栋, 李芑锡, 王祥稳, 陶亚晖. 安全风险预警管理模式在油田企业的应用[J]. *石油工业技术监督*, 2024, 40(1): 53-56. DOI: 10.20029/j.issn.1004-1346.2024.01.011.
- ZHAO Y, ZHANG D, LI P X, WANG X W, TAO Y H. Application of safety risk early warning management model in oilfield enterprises[J]. *Technology Supervision in Petroleum Industry*, 2024, 40(1): 53-56.
- [29] 张来斌, 王金江. 油气生产智能安全运维: 内涵及关键技术[J]. *天然气工业*, 2023, 43(2): 15-23. DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2023.02.002.
- ZHANG L B, WANG J J. Intelligent safe operation and maintenance of oil and gas production systems: Connotation and key technologies[J]. *Natural Gas Industry*, 2023, 43(2): 15-23.
- (编辑: 吴珮璐)

**基金项目:** 山东省社会科学规划研究项目“双碳背景下促进山东省可再生能源发展的立法研究”, 24CFXJ16。

**作者简介:** 孙增芹, 女, 1975年生, 教授, 2008年硕士毕业于中国石油大学(华东)马克思主义理论与思想政治教育专业, 现主要从事环境法学与能源法学专业方向的研究工作。地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路66号, 266580。电话: 18953227259。Email: sunzengqin@upc.edu.cn

• Received: 2024-08-28

• Revised: 2024-10-14

• Online: 2024-11-20

