

总第103期

2025年03期

(内部资料 免费交流)

准印证号: (黔)字第2024401

贵州燃气

GUIZHOU GAS



目录

贵州燃气
GUIZHOU GAS

2025年03期（总第103期）

编委会主任：白大勇 程跃东

编委会顾问：朱家禄 单晓刚

主编：广 宏

副主编：余中刚 杜 娟

法律顾问：曾庆福

编辑：祝爱平 吕燕萍 童罗华 杨 亮

肖 剑 谭 莲 杭 宏 郑 滔

姚佳忱 周小珊 苏人杰

编印单位：贵州省燃气协会

编委会邮箱：gzrqxh803@163.com

编委会电话：0851-85817948

编委会地址：贵阳市云岩区中华中路
178号燃气大楼7楼

印刷：贵阳云岩新盛印刷装订厂

印刷厂电话：13985153451

印刷日期：2025年8月

印数：300册

发送对象：主管部门及行业内有关单位

准印证号：（黔）字第2024401



01

政策法规

《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》	1
近期发布的燃气行业国家标准	3
住房和城乡建设部发布《市政公用工程设计文件编制深度规定》 (2025版)	4

02

会议报道

2025年LPG行业安全发展论坛在湖南长沙召开	5
“2025广东国际燃气技术与装备展览会”及“2025城镇燃气创新与可持续发展主题论坛”在广州举行	8

03

学术交流

山地油气管道坡面水毁特征及治理方案研究	蒋 丹	10
基于董事会优化研究“贵州燃气”治理现代化路径	杨官华等	16
兴义市乡镇燃气供应模式的适配性研究	代洛遥	25
天然气储运领域人工智能应用研究	侯 磊	30

04

简讯

贵州能源集团扎实推进天然气项目建设 更好服务全省天然气 “一张网”	36
西气东输四线(吐鲁番—中卫)全线贯通投产	38
西三线、西四线双线并进中卫站完美收官	41
我国首个天然气全链条深冷处理厂全面投产	43



遵义天然气液化调峰储备站储罐基础



中卫—贵阳输气管道跨越乌江

《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》

住房和城乡建设部关于发布国家标准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》的公告

现批准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准》为国家标准，编号为GB/T51474-2025，自2025年10月1日起实施。原行业标准《城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术规程》（CJJ51-2016）同时废止。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑出版传媒有限公司出版发行。发布时间：2025-06-30。

住房和城乡建设部

2025年5月29日

前 言

根据住房和城乡建设部标准定额司《关于开展城镇燃气设施运行、维护和抢修安全技术标准修订工作的函》（建司局函标〔2021〕138号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.作业管理；5.厂站设施运行、维护；6.输配管道、调压和用户燃气设施运行、维护；7.信息管理系统；8.应急抢修；9.图档资料。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

1 总 则

1.0.1 为规范城镇燃气设施运行、维护和应急抢修过程的安全生产，保证供气连续稳定，保障人身、财产和公共安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于城镇燃气设施的运行、维护和应急抢修。本标准不适用于下列燃气设施的运行、维护和应急抢修：

- 1 城镇燃气门站以前的长距离输气管道设施。
- 2 工业企业内部生产用燃气设施。
- 3 汽车、船舶加气站内燃气设施。

4 沼气、秸秆气的生产和利用设施。

5 海洋和内河轮船、铁路车辆、汽车等运输工具上的燃气应用设施。

1.0.3 城镇燃气设施的运行、维护和应急抢修除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 运行 operation

按照工艺要求和操作规程对燃气设施开展的巡视、巡检、操作等工作。

2.0.2 维护 maintenance

为保障燃气设施的正常运行，按照工艺要求和操作规程对燃气设施开展的保养、维修等工作。

2.0.3 应急抢修 emergency repair

当燃气设施发生危及安全的泄漏以及引发断供、中毒、火灾、爆炸等事故时，需采取的紧急应对措施和修复作业。

2.0.4 有效隔断 effective partitions

采用盲板、封头等方式有效阻断两端介质传输的物理方法。

2.0.5 巡 视 patrol

作业人员沿着一定路线，对燃气设备设施定时观察外表变化、听闻有无异常声音、嗅查有无异常味道、触摸有无感知异常，判断设备设施是否处于正常状态的作业。

2.0.6 巡检 inspection

作业人员沿着一定路线，使用检测仪器对重要风险点的燃气泄漏、压力值等运行参数进行检测、测量或复核，或对设备设施进行功能验证的作业。

2.0.7 放散 relief

利用专用装置将燃气设施内的燃气、空气、氮气，或燃气与空气、氮气混合气体排放至大气环境中的过程。

2.0.8 降压 pressure relief

燃气设施进行维护和抢修时，为了操作安全和维持部分供气，将燃气压力调节至低于正常工作压力的作业。

2.0.9 带压开孔 hot-tapping

利用专用机具在有压力的燃气管道上加工出孔洞，操作过程中无燃气外泄的作业。

2.0.10 封堵 plugging

带压开孔作业时，从开孔处将封堵头送入并密封管道，从而阻止管道内介质流动的作业。

2.0.11 置 换 conversion

在燃气设施投入运行或进行检修时，燃气与其他气体或水相互替换的作业。（未完待续）

燃气行业近期发布的国家标准

《公共安全易燃易爆气体探测报警装置》(GB/T 45524—2025)

国家标准 GB/T 45524—2025《公共安全易燃易爆气体探测报警装置》发布于 2025 年 4 月 25 日，自 2025 年 11 月 1 日开始实施。

该标准规定了易燃易爆气体探测报警装置的分类、技术要求、检验规则、标志、包装、随机技术文件、运输及贮存等要求，描述了相应的试验方法。

该标准适用于公共安全领域易燃易爆气体探测报警装置的设计、制造和检验。

国家标准《公共安全 易燃易爆气体探测报警装置》由中华人民共和国公安部提出，由全国安全防范报警系统标准化技术委员会（SAC/TC 100）归口。

来源：煤气与热力杂志（2025 年 07 月 05 日）

《输送流体用不锈钢无缝钢管》(GB/T 14976—2025)

国家标准 GB/T 14976—2025《输送流体用不锈钢无缝钢管》发布于 2025 年 8 月 1 日，自 2026 年 2 月 1 日起实施。即将全部代替国家标准 GB/T 14976—2012《流体输送用不锈钢无缝钢管》、GB/T 38810—2020《液化天然气用不锈钢无缝钢管》、GB/T 40317—2021《氧气管线用不锈钢无缝钢管》。

国家标准 GB/T 14976—2025《输送流体用不锈钢无缝钢管》由 TC183（全国钢标准化技术委员会）归口，TC183SC1（全国钢标准化技术委员会钢管分会）执行，主管部门为中国钢铁工业协会。

来源：煤气与热力杂志（2025 年 08 月 07 日）

住房和城乡建设部发布《市政公用工程设计文件编制深度规定》(2025年版)

《市政公用工程设计文件编制深度规定》(2025年版)(建质〔2025〕38号,简称《规定》)自2025年10月1日起施行。《规定》共分12章,包括给水工程,排水工程,道路交通工程,桥梁工程,隧道工程,防洪工程,燃气工程,热力工程,环境卫生工程,园林绿化工程,综合管廊工程,投资估算、经济评价和概预算。本次修订强化安全要求。增加对于改扩建工程的调查、检测、评估要求;增加老旧燃气管道改造工程设计要求;增加相邻既有工程的保护和监测要求。本次修订强化环境保护要求。加强道路交通、桥梁、隧道、燃气、热力工程环境保护的相关要求;本次修订强化无障碍环境建设要求。本次修订增加综合管廊工程设计文件编制深度规定的内容。本次修订细化可行性研究、初步设计、施工图设计各阶段文件编制深度要求,进一步提升可操作性。

住房和城乡建设部关于发布市政公用工程设计文件编制深度规定(2025年版)的通知 建质〔2025〕38号

各省、自治区住房和城乡建设厅,直辖市住房城乡建设(管)委,北京市规划和自然资源委,新疆生产建设兵团住房城乡建设局:

为进一步贯彻《建设工程质量管理条例》、《建设工程勘察设计管理条例》,保障市政公用工程设计质量,促进市政公用工程行业高质量发展,我部组织有关单位编制了《市政公用工程设计文件编制深度规定》(2025年版)。现予以发布,自2025年10月1日起施行。《住房和城乡建设部关于发布市政公用工程设计文件编制深度规定(2013年版)的通知》(建质〔2013〕57号)同时废止。

住房和城乡建设部 2025年7月28日

来源:煤气与热力杂志(2025年08月03日)

本次论坛以“安全筑基 创新发展”为主题，聚焦 LPG 行业安全整治与高质量发展需求展开深入研讨。

中国城市燃气协会理事长刘贺明、住房和城乡建设部城建司燃气处处长楼孝荣、住房和城乡建设部人力资源开发中心书记刘李峰、市场监管总局全国气瓶标委会主任高继轩、中国城市燃气协会监事长赵瑞华、湖南省住房和城乡建设厅党组成员、副厅长宁艳芳以及行业主管部门有关负责人、地方政府有关负责人、行业协会代表及专家学者等 300 余人参加本次论坛。

会议通过政府行业主管部门负责人和各专家的演讲论坛、深入剖析了 LPG 行业的痛点和难点，提出了许多改革创新措施和手段，为 LPG 行业高质量健康发展指明了方向。住房和城乡建设部城市建设司燃气管理处负责人表示，2025 年是城镇燃气安全专项整治、城市燃气管道安全专项治理等工作的收官之年。各地要加快推进有关工作，各燃气企业要扛起主体责任，确保到 2025 年年底，保质保量完成城市燃气管道老化更新改造任务。同时，建立严进、严管、重罚的燃气安全管理机制，完善相关法规标准体系，提升行业本质安全水平，夯实燃气安全管理基础，基本构建起燃气安全管理长效机制。

住房和城乡建设部人力资源开发中心主要负责人深入剖析了城镇燃气行业面临的主要任务，提出推动城镇燃气行业深化改革的具体措施。他表示，要以市场化、法治化路径激发高质量发展动能，进一步全面深化改革，坚持守正创新，进一步厘清政府与市场的关系。健全制度体系，通过修订《城镇燃气管理条例》，完善标准与市场准入机制，优化价格联动机制，破解“价格倒挂”难题；同时，规范特许经营，明确退出规则与负面清单，推行燃气管道设施“体检、维修养护基金、保险”三项制度；培育新质生产力，强化科技创新与人才培养等多项举措，着力破除体制机制障碍，筑牢安全根基，实现系统性变革。

中国城市燃气协会监事长赵瑞华提出 LPG 行业发展的“四大攻坚方向”，即以“人民至上”理念扛牢政治责任、推动企业经营理念从“效益优先”向“可持续发展优先”转型、加大全链条隐患排查整治投入以及借助智能化监管技术构建风险预警体系。

自 2023 年燃气安全排查整治工作启动以来，长沙市以系统性思维破解燃气安全治理

难题,构建“标本兼治,科技赋能、群防共治”三位一体全链条防控体系,探索出一条特大城市燃气安全治理的新路径。论坛现场,长沙市城市管理局 相关负责人分享了长沙市 LPG 市场化改革实践——通过气瓶标准化管理、智慧监管平台建设等创新举措,为行业安全治理提供“长沙样板”。

会议组织参观了长沙澄海实业有限公司和美气多麓谷供应站,近距离的体验 和考察了 LPG 市场化改革实践——通过气瓶标准化管理、智慧监管平台建设的“长沙样板”。

通过此次论坛凝聚了三大行业共识:安全是不可逾越的底线,需全链条压实责任;创新是突破困局的关键,需以技术与管理双轮驱动;改革是持续发展的动力,需破除体制机制壁垒。中国城市燃气协会表示,将以此次论坛为起点,持续 搭建政企研学交流平台,推动 LPG 行业在安全筑基中迈向高质量发展新征程,为 保障能源安全与新型城镇化建设贡献行业力量。

贵州省燃气协会

2025 年 6 月 20 日

“2025 广东国际燃气技术与装备展览会 ”及“2025 城镇燃气创新与可持续发展主题论坛 ”在广州举行

由广东省燃气协会、中国城市燃气协会指导主办；上海、天津、四川、云南、贵州等30余家燃气协会和北京燃气集团有限责任公司、佛燃能源集团股份有限公司、深圳市燃气集团股份有限公司、广州燃气集团有限公司等10余家公司支持举办、广州市禾川展览服务有限公司承办的“2025广东国际燃气技术与装备展览会”及“2025城镇燃气创新与可持续发展主题论坛”于2025年6月17日至19日在广州琶洲广交会展馆C区和广交会威斯汀酒店三楼宴会厅举行。



会议由广东省燃气协会秘书长王启坤先生主持，中国城市燃气协会副理事长兼秘书长王国宝、广东省燃气协会理事长尹祥，广东省、市行业主管部门有关负责人、地方政府有关负责人、行业协会代表及专家学者等300余人参加本次论坛；参加本次展会的有100多个国内外燃气领域企业和科研机构，其中有多家行业领军、知名企业，集中展示燃气安全、技术和装备的最新成果。

国家发改委价格检测中心博士、高级经济师、研究员刘满平作了燃气行业发展与改革之天然气价格联动机制的思考的专题报告；分析了我国天然气价格的发展及改革的相关情况，提出了相关建议和措施。

相关企业负责人就《2025 年国内国际能源形势对城镇燃气行业的影响》、《危机管理与舆情应对》、《AI 赋能燃气行业高质量发展》、《Deep seek 助力 聚安网安全大模型再升级》等作了专题报告。

论坛深入研讨燃气行业安全整治、创新变革、经验探索与研究成果，推动行业进一步全面深化改革、建设安全管理长效机制并实现高质量发展，始终坚持安全为基、创新驱动、绿色转型、不断推动燃气行业高质量发展；从老旧官网升级改造、到智能物联表具的普及应用；从先进泄露预警系统研发到前沿氢能混输技术的突破，从 Deep seek 助力安全大模型再升级，以科技赋能、重塑产业生态，以责任担当，守护人间烟火。

本次展览会和论坛，以展示燃气全产业链新技术、新装备、新材料、新成果、加之广东燃气先行示范区建设、深化燃气行业国际交流合作为宗旨，致力于打造为一个集展览展示、技术交流、商贸洽谈、国际合作、为一体的行业盛会。

本次展会和论坛、为行业发展注入新动能、为企业合作架设新桥梁、为技术创新开辟新的天地、为燃气行业的高质量发展提供指导。

贵州省燃气协会

2025 年 6 月 20 日

山地油气管道坡面水毁特征及治理方案研究

蒋丹 贵州燃气集团股份有限公司

摘 要 油气管道山地敷设段地形起伏相对较大、地质灾害多发,坡面水毁灾害是油气管道地质灾害中最为常见、分布最为广泛的灾害类型之一。本文基于多年油气管道灾害现场调查与防治研究,结合典型坡面水毁实例,系统总结了坡面水毁灾害发育特征、对油气管道的危害模式以及防治方案。

关键词 油气管道;坡面水毁;发育特征;治理方案

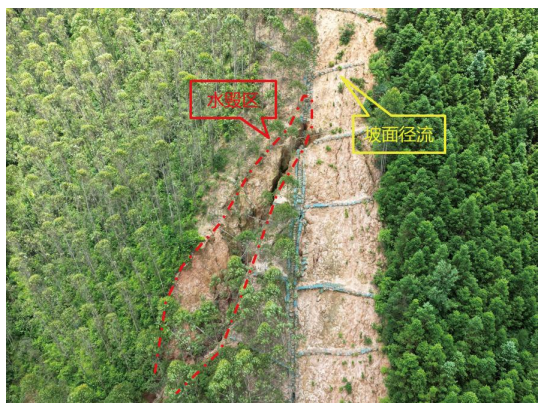
引 言

油气管道地质灾害主要包括滑坡、崩塌、泥石流、水毁、地面塌陷等类型,由于我国西南山区具有地质环境复杂、雨量充沛、地形起伏大等特点,使得坡面水毁灾害成为西南山区管道最常见的地质灾害类型。根据多年的现场调查,坡面水毁灾害主要表现为降雨在坡面汇流形成侵蚀和挟带能力,坡面水流将横切管道、顺蚀管沟和溯源侵蚀,进而冲刷管道覆土、冲毁管道挡土墙、截水墙等附属设施,导致管道出现浅埋、露管、悬空等现象,严重时管道将发生变形造成拉压破坏,甚至出现断管等危害。由于坡面水毁在时间和空间方面具有随机性的特点,导致山区管道坡面水毁灾害呈现分布广泛、危害性较大、不易治理等特征。为此,开展山区管道坡面水毁灾害特征分析及防治研究具有显著的工程实践意义。

1 山地油气管道坡面水毁灾害特征

1.1 油气管道坡面水毁灾害分类

根据多年油气管道地质灾害现场调查表明,坡面水毁灾害一般有2种类型,第1种是指斜坡表面在集中降雨或有坡面径流时,在坡面上形成股状洪流,汇流冲刷管道上覆岩土体,导致管道露管(图1-a)。第2种是指径流发生在坡体内,水流进入到松散管沟内,形成地下暗流,带走管沟填土中的细粒土,导致管道悬空、管沟塌陷等(图1-b)。



(a) 坡面径流



(b) 坡体径流

图1 不同类型埋地管道坡面水毁灾害典型照片

1.2 坡面水毁特征分析

1.2.1 坡面水毁灾害发育特征及影响因素

坡面水毁主要由坡表(体)水动力冲蚀土体引起,水力冲刷侵蚀的强弱主要取决于边坡特征和水动力条件(如坡度、坡长、降雨、岩土体性质、植被覆盖率及人类工程活动等因素)。管道坡面水毁发育影响因素分为内在影响因素和外在诱发因素,主要内在影响因素为地形地貌、地层岩性条、地质构造、地下水活动;主要外在诱发因素为降水、人类工程活动、地表水活动等。其中水动力是水毁灾害发生的根本原因,坡面水毁的水源一般为高强度降雨,也有可能为灌溉水或地下水,而水毁区域往往为坡面汇流的集中通道。对于在山区敷设的管道,管道建设时斜坡开挖破坏植被,管沟回填不密实,而坡形的改变往往使管沟成为斜坡水流的汇流路径,导致管沟坡面水毁严重。一般情况下,坡面土体越松散,坡度越大,降雨强度越大,人类工程活动越频繁,坡面水毁灾害发生的可能性越大,其危害程度越大。各因素的影响分析如表 1 所示。

表 1 山区管道坡面水毁主要影响因素及特征

序号	主要因素	影响及特征
1	降水条件	高强度降雨是坡面水毁发生的根本原因,水毁区域往往发生在坡面汇流的集中通道。
2	地形地貌	地形地貌是控制斜坡失稳形成的内在决定性因素。坡斜坡坡度越大,水流速度越快,水动力也就越大,导致冲刷能力变强,坡长越长,水的势能就越大,冲刷能力也就越大。
3	岩土性质	岩土体是地质灾害的载体和物质基础。疏松、密实度低、颗粒粒径小的碎石土受到坡面水流冲刷的影响更为严重。
4	植被覆盖	植被覆盖差的坡面受到水流的冲刷侵蚀更加剧烈;坡植被稀疏时,对地表土的加固作用和对水流动能的削减作用就比较差,继而易发生坡面水毁灾害。
5	地表水活动	在地表水的强烈侵蚀、冲刷作用下常形成坡面水毁冲沟,坡面径流对坡面的切割及对坡脚的冲蚀强烈,导致斜坡土体局部垮(滑)塌,形成坡面水毁等地质灾害。
6	人类工程活动	不合理的人类工程活动经常诱发水毁地质灾害的发生。管道附近修建的工程会对管道产生影响,例如在管道上游修建的公路、铁路,其桥涵将扇面水流进行汇集,造成水量和流速的加大,导致下游管道覆土受到的坡面水毁灾害更为严重。另外在管道通过斜坡地段,由于回填不实或未平整坡面,常在管道通过坡面形成地表水集中汇集径流区域。

1.2.2 坡面水毁破坏模式与危害特征

坡面水毁灾害危害模式表现形式主要为地表冲刷侵蚀、坡面局部的滑(垮)塌、水毁冲沟、水毁潜蚀塌陷和水工保护设施的破坏等。位于坡面水毁发育范围内的管道,将会使管道发生裸露管、悬管,或管道上方覆盖层变薄、管道浅埋等安全隐患,如图 2 所示。坡面水毁灾害发育的威胁程度取决于管道的敷设情况,如管道的埋深、管道上方覆土回填的密实程度等,同时也取决于管道的穿越方式,如管道于坡体是顺向穿越、横向穿越或斜向穿越。



(a) 冲沟及管道浅埋 (b) 露管 (c) 管道悬空 (d) 管道冲击弯曲

图 2 山区管道坡面水毁管道灾害危害管道模式现场照片

2 管道坡面水毁灾害防治方案

2.1 管道坡面水毁防治特点

油气管道坡面水毁灾害的防治特点不同于一般的崩滑流灾害防治,其差异性主要体现在地质环境、输送介质、施工环境、施工工艺和安全工期等几个方面。

表 2 管道坡面水毁灾害防治特点

序号	项目	特征	具体分析
1	敷设地质环境特殊性	管道沿线地质环境复杂	山地管道沿线地质环境复杂,山高谷深、河流纵横、构造复杂、岩土体结构差。
2	输送介质的特殊性	输送重要油气资源,具有高压、易燃、易爆等特征	长输管道输送天然气、原油、成品油,是重要的能源物资,通常是关系到国民生产生活重要资源,受灾后果严重。
3	施工环境特殊	施工环境复杂	山地管道地理位置偏远,交通条件差,应优先考虑圪工小、经济、轻便的防治工程。
4	施工安全特殊	施工中安全要求高	一旦在施工过程发生事故,不仅直接威胁施工人员的生命安全,还会严重威胁油气管道本体,其损失不可想象。
5	施工工期特殊	应急抢险工期紧	一般水毁多发生在主汛期的 6~9 月,雨季阴雨连绵,施工作业时间十分有限。管道水毁发生会严重影响到管道运行安全,需要及时进行处理,作业争分夺秒,工期十分紧张。

2.2 管道坡面水毁防治方案

坡面水毁防治方案确定的核心是防止坡面(体)受水冲刷侵蚀而形成水毁冲沟、塌陷、掏蚀、垮塌等水毁破坏,进而防止造成管道浅埋、露管、悬管。根据工程实践,主要采取挡土墙工程、护坡工程、护面工程、水保工程、截排水工程及综合工程等,如表 3 所示。以上措施广泛应用于贵州地区管道沿线,实践证明防治效果较好,在很大程度上起到了坡面防护作用。

表 3 管道坡面水毁治理方案统计表

分类	工程防护措施
挡土墙工程	如重力式挡土墙、悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙、锚定板挡土墙、加筋挡土墙、桩板式挡土墙等+辅助措施
护坡工程	如普通护坡、骨架护坡、预制块护坡、换填夯实、回填夯实等+辅助措施
护面工程	如截水墙、实体护面墙、素喷护面、锚杆、网喷、素喷、冲土墙、灰土干打垒等+辅助措施
坡面水土保持工程	如堡坎、水平沟、鱼鳞坑、植生带、植树或植草等+辅助措施
截排水工程	截水沟、排水沟等
综合工程	“柔性截墙”稳固边坡+“柔性排水”分流疏导+草袋护坡恢复地貌

根据笔者多年的工程实践,针对山区管道坡面水毁灾害,主要具体防治措施有:

- (1) 截水墙。在山区陡坡地段敷设管线时,因坡度较陡,管沟回填土难以稳定,易被雨水冲刷形成冲沟,在管沟内每隔一定距离设置一道截水墙,截水墙两侧应嵌入到管沟两侧未扰动土体内,从管沟底做起并露出地面适当高度,以便将坡面汇水排离管道两侧。
- (2) 挡土墙。管道经过山体长陡坡段、横坡段或土体不稳定地段,需采取挡土墙进行保护,挡土墙一般采用浆砌石、混凝土结构,基础宜建在较坚硬的地基上,并合理布设排水孔。截水挡土墙建在斜坡坡面管沟内,通常有两个作用:一是稳定管沟的坡体;二是使坡面水土分离,防治管沟侵蚀。多道截水挡土墙的修建还能起到降低斜坡坡度,使斜坡稳定。抗滑挡土墙和截水挡土墙在管道延伸方向定距离修建,最终使斜坡被扰动坡体逐渐趋于稳定,保护管道的安全。
- (3) 护坡。护坡有浆砌石护坡、石笼护坡、生态袋护坡及植被护坡等多种形式,在山区陡坡地段能够起到很好的坡面防护作用,但是要根据不同的地质条件进行合理的选择。
- (4) 植被恢复措施。植被恢复措施是控制水蚀和稳定边坡的一个有效辅助措施。管道建设开挖斜坡形成的坡面浅表层不稳定,植被对于稳定这类斜坡具有很大优势。由于草本植物具有繁殖快、生长迅速的优点,能对管道施工扰动裸地进行快速覆盖,减少地表的侵蚀和防治水土流失;同时,灌木根系发育好,对稳定浅层坡体有利。
- (5) 截排水措施。排堵结合的方式可以有效地控制管线附近的水流方向,根据现场实际地形,对流经管道附近的一些冲沟或汇水通道,可以在上游或管道坡面纵向和横向设置截排水沟,切断上游来水,并将水流引至管道之外,达到防护目的。截排水沟分为临时和永久,临时性排水沟采用开挖沟槽铺设塑料放水薄膜或者 PE 膜,永久一般采用预制或者现浇混凝土结构。
- (6) “木桩篱笆墙柔性支护+草袋装草籽生态护坡”治理措施,具体为在坡顶和坡面设置柔性截排水沟,将汇水引入植被茂盛区域散排或汇入顺坡设置的柔性主排水沟内,通过对坡顶汇水和坡面

汇水分区域拦截,减小坡面汇水量,使其不足以引起水土流失,同时结合坡面实际情况横坡向设置“柔性截墙”固定管沟回填土和柔性排水沟,最后采用草袋装耕植土撒草籽护坡恢复地貌。

2.3 不同灾害发育阶段的防治方案

(1)水毁发育前期,表现形式以坡面形成细沟、冲沟为主,管沟局部水土流失,坡面土工结构可能发生破损、基础掏蚀、挡墙倾倒等现象。该类型需要采取“治早治小”处置,及时修筑截排水沟将坡面水流截流,将挡墙基础进行修复,将坡面冲沟、裂缝进行回填。

(2)水毁发育中期,表现形式为坡面冲刷严重,土工结构损坏,管道光缆浅埋。该类型需要采用圬工工程治理处置,重修破坏的挡墙,修筑截水墙、挡墙等支挡结构。

(3)水毁发育后期,表现形势为管道露管、冲刷严重,土工结构完全失效。该类型需要及时进行应急处置,以保护管道为核心,首先将管道进行土袋压覆,将坡面进行放水覆盖;采用 HDPE 膜制作柔性排水沟、或预制混凝土排水沟构建进行快速截水;采用钢管桩、木桩等快速支挡结构进行固土,达到应急排危后续开展工程永久治理。

3 工程案例应用

3.1 工程概况

以某管道为例,该点位于丘陵地貌区,管道顺坡敷设,如图 4 所示。水毁区所在斜坡坡度 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$,坡向 230° 。斜坡表层主要为花岗岩残积土。管道气流方向 230° 。坡面局部受地表水的侵蚀、冲刷作用的影响,现状坡面原有 8 级横向截排水沟被掏蚀冲刷,冲刷深度 $0.7\text{m} \sim 1.5\text{m}$,宽度 $1\text{m} \sim 2\text{m}$,局部地段管道浅埋或露管。坡面生态袋护坡局部发生水毁损坏。水毁区位于管道正上方。在持续降雨、强降雨等条件下,坡面水毁区范围可能继续扩大、加宽、加深,将导致管道浅埋、露管,对管道形成危害。



图 4 管道坡面水毁现场状况

3.2 治理措施

根据灾害点发育特征及对油气管道的威胁方式,考虑到该点交通条件极差,防治措施以轻型、经济为主,从固土排水出发。主要治理措施:(1)对已被掏蚀冲刷坡段进行黏土回填夯实;(2)在原有截排水沟位置修建8级混凝土截排水沟,长约100m,宽约0.5m,深约0.5m;在坡面左侧修建混凝土截排水沟1条,长约70m,宽约0.7m,深约0.7m;(3)修补坡面已损坏的生态袋护坡,长约25m,宽约0.5m,高约0.3m。

4 结论

(1)管道坡面水毁发育影响因素分为内在影响因素和外在诱发因素,主要内在影响因素为地形地貌条件、地层岩性条件、地质构造条件、地下水活动;外在诱发因素为降水条件、人类工程活动、地表水活动、地震作用等。其中水动力是水毁灾害发生的根本原因。

(2)其表现形式主要为地表冲刷侵蚀、坡面局部的滑(垮)塌、水毁冲沟、水毁潜蚀塌陷和水工保护设施的破坏等。位于坡面水毁发育范围内的管道,将会使管道发生裸露管、悬管,或管道上方覆盖层变薄、管道浅埋等安全隐患。

(3)常见的管道水毁治理措施包括修建挡土墙、截水墙、堡坎、坡面防护、截排水沟等措施。截水固坡是防治工程的核心,因地制宜提出合理的防治措施是保护管道安全运行的关键。工程实例中提出的抗滑桩固坡+截排水沟的实施,有效治理了土层较厚、坡面水毁严重的灾害情况。

参考文献

- [1] 郭磊,刘英男,项卫东,等.长输天然气管道坡面水毁风险敏感因素辨识[J].油气储运,2015,34(05):477-481.
- [2] 郭守德,王强,林影,等.中缅油气管道沿线地质灾害分析与防治[J].油气储运,2019,38(09):1059-1064.

作者:蒋丹,工程师,贵州燃气集团股份有限公司,联系电话:18885130442。

基于董事会优化研究“贵州燃气”治理现代化路径

杨官华 黄雨清 贵州燃气集团股份有限公司

摘要：国有企业在中国式现代化建设中承担着重要使命，实现治理体系及能力现代化具有必要性。本文以贵州燃气为研究对象，系统阐释了国有企业治理现代化的内涵与必要性。通过解构贵州燃气集团发展现状与现实需求，并以董事会建设为例，结合Altman's Z数据模型论证国有企业治理现代化与财务风险影响的相关性。在此基础上，针对性地提出兼具操作性与前瞻性的完善路径，旨在为“贵州燃气”完善公司治理结构、提升运营水平、服务地方经济提供参考。

关键词：国有企业；治理现代化；董事会；贵州燃气

国有企业作为中国特色社会主义经济的“顶梁柱”，在推动国家经济发展、保障民生等方面发挥着关键作用。在当前复杂多变的市场环境和经济高质量发展要求下，国有企业实现治理体系及能力现代化显得尤为重要。燃气行业作为关乎国计民生的基础性行业，其治理水平直接影响到能源供应安全和社会稳定。贵州燃气集团股份有限公司（以下简称“贵州燃气”）是贵州省供气规模最大、管网覆盖区域最广、服务用户最多的城市燃气及综合能源供应服务商，拥有全资、控股子公司 50 家，分公司 2 家，参股企业 19 家。在贵州省内已建成 4 条天然气支线管道，在省内 38 个特定区域及 1 个省外特定区域取得了管道燃气特许经营权，业务范围覆盖贵州省主要城市、核心经济区和主要工业园区。研究其治理体系及能力现代化实现路径，对于保障全省燃气供应、提升企业竞争力、推动行业健康发展具有重要意义。

1 国有企业实现治理体系及能力现代化的内涵与必要性

1.1 国有企业实现治理体系及能力现代化内涵

国有企业治理体系及能力现代化的本质，是通过制度创新实现“政治属性”与“市场属性”的有机统一。从内涵上看，它以“两个一以贯之”为根本遵循，既要将党的领导嵌入公司治理各环节，确保国企服务国家战略的方向不偏离；又要建立权责清晰的现代企业制度，让市场在资源配置中起决定性作用。这种双重属性决定了其核心要求：在治理目标上，需实现国有资产保值增值与服务国家战略的协同；在运行机制上，需达成党组织引领与董事会决策、经理层执行的高效衔接；在发展导向中，需兼顾短期经营效益与长期创新动能培育。

1.2 贯彻中央决策部署的必然要求

国有企业治理体系及能力现代化，本质上是把党中央关于国企改革战略部署转化为企业治理实践的过程，具有鲜明的政治属性和制度属性。党的二十大报告将“深化国有企业改革，完善中国特色现代企业制度”作为推进国家治理体系和治理能力现代化的重要内容，为国企治理现代化提供了根本遵循。2025 年 5 月 26 日中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于完善中国特色现代企业制

度的意见》，要求加快完善外部董事评价和激励约束机制，全面推进经理层任期制和契约化管理。燃气行业作为基础性行业，更需率先落实，通过治理现代化建设，将“能源安全新战略”“民生保障优先”等要求嵌入决策流程、融入经营管理，确保在气源调度、管网建设、应急保供等关键领域实现从“政策要求”到“治理实效”的精准转化，使得企业发展始终与中央部署同频共振。

1.3 保障国家战略实施的重要支撑

治理体系和治理能力现代化，是国有企业深度融入国家发展大局、精准对接战略需求的“核心引擎”。这一现代化进程不仅让企业对国家战略的理解从“宏观把握”升级为“精准落地”，更通过制度优化、流程再造、资源整合等方式，为战略实施提供从决策到执行的全链条支撑。在推动乡村振兴战略中，燃气企业也可通过治理决策，加大对农村地区的管网投资以治理效能，打通城乡能源服务壁垒，持续释放着国有企业服务国家战略的叠加效应。

1.4 适应经济高质量发展的内在需要

当我国经济从高速增长阶段迈向高质量发展阶段，企业在发展质量、创新能力、资源配置效率等方面面临着更为严苛的要求。在能源行业，国家“双碳”目标提出后，国有企业肩负起加快构建清洁低碳、安全高效能源体系的重任。对于燃气企业来说，同样需要依托科学的治理模式，在 LNG 储备、分布式能源等关键领域实现资源的合理配置，如此才能在能源转型的浪潮中把握先机、占据主动。

2 贵州燃气集团治理现状与现实需求

燃气行业关乎能源安全，国有企业是核心运营主体。贵州燃气作为国资控股上市企业，既要遵循上市公司治理规范，又要落实好“三重一大”决策、党建入章等国资监管要求。这促使治理体系要实现“党的领导与公司治理有机融合”，即党委“把方向、管大局、保落实”，董事会“定战略、作决策、防风险”，经理层“谋经营、抓落实、强管理”，三者权责边界清晰又协同运转。当前，贵州燃气正处于从天然气单一能源供应商向综合能源运营服务商转型的“第四次创业”关键阶段，长期发展中积累的治理问题与行业新挑战，使其对治理效能提升存在迫切需求。

贵州燃气董事会现有董事 9 名（内部董事 3 名，独立董事 3 名，外部董事 3 名），外部董事占比达 66.7%，已实现“外大于内”的国资改革要求。董事会下设战略、审计、薪酬与考核、提名 4 个专门委员会，其中审计、薪酬与考核、提名委员会由独立董事主导（占多数席位），审计委员会召集人具备会计专业背景，为财务监督提供专业支撑。从治理结构看，贵州燃气已搭建“党委领导、董事会决策、经理层执行、监督层制衡”的基本框架，但仍处于“形似”向“神似”的过渡阶段。

2.1 公司治理运行机制现状

贵州燃气治理运行机制围绕“决策—监督—披露”全流程展开。在决策流程方面，严格落实“党委前置研究讨论—董事会决策—经理层执行”机制，“三重一大”事项均经党委前置研究，再提交董事会审议。2024 年董事会召开 11 次，审议议案 89 项，各专门委员会召开 19 次，为决策提供专业支撑。

在监督有效性方面,审计委员会 2024 年召开 7 次会议,审议内控、财务报告等议案 35 项,在财务风险防控、关联交易审查中发挥主导作用;外部董事通过实地调研、会议审议等履行监督职责。在信息披露方面,作为上市公司,2024 年向上海证券交易所提交信息披露资料 400 余份,其中对外披露资料 140 份、报备资料 200 余份,2023-2024 年度信息披露获得上海证券交易所良好级评价;可转债管理中,依法披露《受托管理事务报告》等信息,2024 年公司主体及“贵燃转债”评级均为 AA 级(稳定)。

2.2 潜在治理风险点

结合国企改革评估报告与经营实际,贵州燃气存在四大治理风险,需重点防范以下几个方面问题:

一是权责清单边界不够清晰。主要体现在股东(会)决策事项权责表述不明确,未区分决定和提报方案的差异、人事管理方面党组织“一把抓”、部分子公司权责清单中呈现的决策流程不完整;

二是外部董事配置与履职支撑机制不够完善,个别子公司外部董事配置不合理(如未实现“外大于内”或除董事长外全为外部董事),未明确外部董事召集人机制,未建立常态化调研机制,且部分子公司外部董事缺乏能源行业经验,专业背景与业务不匹配。

三是子公司独立性不足。长期集权式管理导致子公司“决策依赖总部”,子公司制度文件多为照搬照抄或直接执行集团制度,呈现出左右一个样、上下一般粗等“程序化”“模式化”倾向。

四是外部董事对风险防范和监督能力有待提高。监督体系在子公司层面的穿透力较弱,部分子公司还存在对重大合同的界定及其合规审核的工作标准不明确的问题,容易导致潜在风险敞口。

这些风险若不及时化解,将制约贵州燃气“第四次创业”进程,也无法满足国资国企改革与上市公司治理的双重要求。因此,以治理现代化破解发展瓶颈,成为其必然选择。

3 运用 Altman's Z 模型,量化同类型公司董事会独立性对财务风险的影响相关性

3.1 模型介绍

Altman's Z 模型是由美国 Edward Altman 教授在 1968 年首次提出,该模型是在大量的实证考察和分析研究的基础上,从上市公司财务报告中选取代表公司财务流动性、获利能力、财务杠杆、偿债能力和周转能力的 5 大指标,计算出一组反映公司财务危机程度的财务比率,根据比率对财务危机警示作用的大小给予不同的权重,加权计算得到公司的综合风险分值。Z 值越高,财务风险越低。

3.2 Z 模型数据应用

3.2.1 案例数据选取

本文选取的样本基于与贵州燃气同类型的原则,主要考虑主营业务(城市燃气供应)、所有制性质(国有控股)以及上市类型(A 股)同类型对标的企业。采样公司有深圳燃气(601139.SH)、佛燃能源

$$^1Z=1.2\times X1+1.4\times X2+3.3\times X3+0.6\times X4+0.99\times X5$$

(002911.SZ)、陕天然气(002267.SZ)、成都燃气(603053.SH),具体情况如表 1 所示：

表 1 样本公司

证券代码	公司名称	实际控制人	主营业务特点	区域市场重叠性	总市值（亿元）（截至 2024 年）
601139.SH （上交所）	深圳市燃气集团股份有限公司	深圳市国资委（40.10%）	城市燃气供应（管道天然气、LPG）、燃气工程、综合能源服务；布局天然气贸易与 LNG 接收站（华安码头）	深耕深圳，向省外扩张（如江西、江苏）	约 250 亿元
002911.SZ （深交所）	佛燃能源集团股份有限公司	佛山市国资委（36.58%）	城市燃气（核心）、新能源（氢能/光伏/储能）、供应链业务（石油化工/天然气）、延伸服务（工程/生活服务）	华南为核心（佛山/肇庆/云浮等 13 个特许区域），向省外拓展，佛山专营优势显著	约 135 亿元
002267.SZ （深交所）	陕西省天然气股份有限公司	陕西省国资委（36.02%）	陕西省长输管网+城市燃气一体化	垄断陕西长输管网，同属“西气东输”枢纽省份	约 80 亿元
603053.SH （上交所）	成都燃气集团股份有限公司	成都市国资委（33.21%）	城市燃气输配、销售及供应（覆盖成都主城区）；燃气工程安装、燃气设备销售	业务高度集中于成都市辖区， 区域独立性强	约 70 亿元

3.2.2 财务风险数据的测算

运用 Altman 的 Z 值计算模型分别选取关键财务指标(表 2)并计算各样本公司 Z 值(表 3),并选取关键财务指标作比对。具体如下：

资产负债率：总负债 / 总资产，反映长期偿债风险

盈利能力(ROA)：净利润 / 总资产，衡量每单位资产创造价值情况的指标

表 2 样本公司财务数据 [数据来源于各公司 2024 年审计财报] (单位：亿元)

	深圳燃气	佛燃能源	陕天然气	成都燃气
总资产	452.21	193.11	146.49	81.99
总负债	268.56	98.59	79.2	32.56

资产负债率	59.39%	51.05%	54.07%	39.71%
营运资本	(67.00)	(4.86)	(36.41)	6.02
流动资产	131.08	66.69	18.48	36.61
流动负债	198.08	71.55	54.89	30.59
留存收益	93.48	27.06	39.07	23.87
盈余公积	10.63	4.5	5.56	4.66
未分配利润	85.18	22.56	33.51	19.21
净利润	15.38	9.68	7.44	5.19
利息费用	3.01	1.23	0.86	0.03
所得税	2.94	2.66	1.37	0.88
息税前利润	21.33	13.57	9.67	6.1
股权市价总值	184.69	137.66	89.74	84.71
营业收入	283.48	315.89	52.74	90.33
经营活动现金流净额	36.97	17.5	14.01	6.56
现金保障倍数	0.19	0.24	0.26	0.21
ROA	3.40%	5.01%	5.08%	6.33%
独立董事占比	35.71% (5/14)	37.50% (3/8)	36.36% (4/11)	38.46% (5/13)

3.3 模型结果分析

3.3.1 董事会独立性与财务风险呈非线性负相关

从表 3 数据上看，成都燃气(38.46%，Z=2.94)和佛燃能源(37.50%，Z=2.86)显著高于深圳燃气(35.71%，Z=1.30)和陕天然气(36.36%，Z=1.58)，即独立董事占比高的公司，财务表现越佳。Z 模型反映出提高董事会独立性，能够强化资金监管效率，提升盈利水平(ROA)，一定程度有效抑制过度负债(成都燃气 X4 达 2.60，深圳燃气仅 0.69)和管理层短视决策(如盲目扩张负债)，保障长期竞争力(如成都燃气留存收益占比 X2=0.29，样本最优)，并通过优化投资决策提升资产盈利效率(X3 改善)。需注意的是，本次研究样本数量有限(N=4)，且样本公司在区域市场特性(如专营权范围、竞争格局)和发展战略上存在差异；未来有条件的情况下，可进一步扩大样本量并纳入更多元化的企业特征进行分析，以增强结论的普适性和稳健性。

² 数据来源于各公司 2024 年审计财报

表 3 样本公司 Z 值测算结果

	X1 ¹	X2 ²	X3 ³	X4 ⁴	X5 ⁵	Z
深圳燃气	-0.15	0.21	0.05	0.69	0.63	1.30
佛燃能源	-0.03	0.14	0.07	1.40	1.64	2.86
陕天然气	-0.25	0.27	0.07	1.13	0.62	1.58
成都燃气	0.07	0.29	0.07	2.60	0.64	2.94

3.3.2 提升独立董事占比,有效提升治理效能

上市公司董事会中独立董事应占三分之一以上,在国有控股上市公司董事会中外部董事(含独立董事)应占多数。需设立审计委员会,成员全部由非执行董事组成,其中独立董事占比过半。在上市公司董事会中逐步推行建立独立董事占多数的提名委员会、薪酬与考核委员会。鼓励有条件的公司主动提高独立董事在董事会及各关键委员会的占比,强化制衡与监督,激发公司治理内生动力。

3.3.3 聚焦独立董事核心职能,有效驱动财务表现提升

强化审计委员会作用。建议选聘具备财务、审计等专业背景的独立董事,深度参与财务报告审阅、内

¹ X1=营运资金/总资产=(流动资产-流动负债)/资产总额,能够衡量企业偿还到期债务的能力。该比率越高,表明企业资产的流动性越强,其财务状况通常也越稳健。

² X2=留存收益/总资产=(盈余公积+未分配利润)/总资产,能够反映企业的累计获利能力及其利润再投资状况。较高的 X2 比率通常意味着企业拥有更强的筹资能力、再投资能力以及创新和竞争力。需要说明的是,新成立的企业因经营时间短,留存收益积累较少,该比率偏低属于正常现象。

³ X3=息税前利润/总资产=(净利润+利息费用+所得税)/总资产,能够衡量公司核心资产在剔除税收和财务杠杆影响后的盈利能力。由于企业的长期生存从根本上依赖于其资产的盈利能力, X3 比率在评估公司破产风险方面尤为关键。

⁴ X4=股权市价总值/负债账面价值总额=优先股和普通股市值总额/负债账面价值总额,能够衡量在企业资不抵债前其价值可承受的下行空间,并反映了股东资本与债权人资本的相对关系以及企业基本财务结构的稳定性。较高的 X4 比率表明企业采用低风险、低回报的财务结构,同时也往往意味着企业更具投资价值。

⁵ X5=营业收入/总资产,能够衡量企业在竞争环境中的经营管理效能和资产运营效率。较低的 X5 比率提示企业利用资产进行经营的效率不足,需要采取措施提升销售收入或优化资产结构,以提高总资产利用率。

控监督及重大关联交易审查,提升信息披露质量,严控财务风险。充分发挥独立董事专业与独立视角,在重大投资、重大财务决策中提供客观建议,赋能战略决策与资源配置,避免短期行为,进一步发挥独立董事作用,努力构建有效制衡、科学决策、有力监督的治理体系。

4 贵州燃气治理体系和治理能力现代化的实现路径

4.1 以“权责法定”为核心,构建清晰化、可操作的权责运行体系

一是参照《关于印发贵州省国有企业党委研究讨论事项清单及党委会、董事会、总经理办公会议事规则(示范文本)的通知》《贵州省国资委监管企业董事会工作规则(试行)》等政策要求,谨守党委会、董事会、经理层功能定位,综合考虑决策风险与决策效率,合理分配不同事项的决策主体与流程,落实建设权责法定、权责透明、协调运转、有效制衡的公司治理机制。二是对当前权责清单中不清晰、不完整的内容的梳理修订,明晰“重大事项”的分级分类观念,重点关注干部管理权限分工的厘清、投资/采购等涉及财务事项决策分类的完整性与可操作性;兼顾授权工作中的合规性与效率性,完善授权范围动态调整、授权事项负面清单、转授权等相关机制;后续工作中根据决策需求定期回顾决策情况,动态修订权责清单。三是建立分级人事管理机制:党组织对管理人员选拔标准、程序合规性等进行政治把关;董事会依据权责清单行使经理层成员选聘、考核权;经理层负责中层及以下人员的日常管理与团队建设,避免“权责包揽”,破解人事管理“党组织一把抓”问题。

4.2 以“专业化、规范化”为导向,完善外部董事履职支撑体系

一是建立严格的外部董事选聘标准,不仅要求候选人具备深厚的专业背景,尤其是财务审计、能源行业运营等领域的专业知识,还需确保其独立性。可优先从高校能源经济专业教授、大型会计师事务所资深合伙人、燃气行业退休高管等群体中选聘,避免与企业存在关联关系或利益输送可能。二是严格遵循“外大于内”的原则,保持外部董事占比50%以上,使外部董事在董事会决策中拥有足够的话语权,以平衡内部董事的决策倾向。同时,明确外部董事召集人制度,建立常态化调研机制,确保外部董事及时掌握子公司业务动态,凭借其专业优势和独立视角,能为企业战略与投资决策提供客观建议,避免企业短期行为,引导企业着眼长远发展。三是健全激励约束机制,建立“履职质量+行业贡献”双维度考核体系,将独立董事履职情况与薪酬挂钩,激发外部董事履职主动性。

4.3 以“差异化授权与自主能力建设”为抓手,提升子公司治理独立性

一是基于子公司业务属性和管理能力,制定分级授权清单。可以通过回顾1~2年决策事项台账,对高频事项尽可能授权,提高子公司决策效率。后续开展常态化监控,定期审查决策效果,对发生决策风险、多次议而不决等情况的及时调整收紧授权范围。二是引导子公司建立个性化制度体系。要求

子公司在集团制度框架内,结合自身业务特点修订制度,集团职能部门通过“制度备案审核”“年度有效性评估”进行指导,杜绝“上下一般粗”。同时,建立“子公司制度创新案例库”,对结合区域市场制定的客户服务优化制度等优秀实践进行内部推广。三是建立子公司决策能力培育机制。定期组织子公司管理层参加“权责清单应用”“风险评估方法”等决策能力专项培训,提升子公司独立决策能力,逐步减少对总部的依赖。

4.4 以“风险穿透”为目标,强化外部董事监督与风险防控协同

一是明确外部董事监督重点及标准。制定《外部董事监督履职指引》,聚焦子公司合同管理、安全生产、财务合规等重大风险领域开展系统性监督。同步建立对各要素的合规边界与风险等级量化监督标准,设置风险响应触发条件,当监督发现指标触及预设风险阈值时,外部董事应即时启动专项核查,形成《风险监督报告》提交董事会,实现监督与风险防控的闭环衔接。二是建立外部董事与内部监督协同机制。外部董事定期与集团审计部、风控部召开“风险协同会”,共享子公司监督信息;集团审计部将外部董事关注的风险点纳入年度审计计划,形成“外部监督+内部审计”双重防线。同时,建立“风险预警台账”,对外部董事上报的“潜在风险敞口”实行“销号管理”。三是强化监督结果对治理优化的反哺。将外部董事监督报告、子公司风险整改情况纳入年度治理效能评估,评估结果与子公司管理层绩效考核挂钩;针对高频风险点,推动集团层面修订《子公司重大事项管理办法》,从制度根源防范风险,实现“日常监督—发现问题—完善制度—提升治理”的良性循环。

通过以上路径,贵州燃气可逐步破解权责模糊、子公司依赖、监督薄弱等治理痛点,推动治理体系从“有形覆盖”向“有效运行”转变,最终实现治理能力现代化与国企改革深化提升的协同推进。

5 结论

在国企改革持续深化的背景下,国有企业面临着更高的发展要求,提升治理效能已成为贵州燃气集团实现高质量发展的关键所在。相关实证研究表明,董事会独立性,尤其是独立董事占比,是影响治理效能的重要因素,二者在财务风险防控等领域存在显著负相关关系——即独立董事占比的合理提升,能有效降低企业财务风险,这一结论为贵州燃气的治理优化提供了明确方向。

结合前文分析,提升贵州燃气治理效能的核心路径可归纳为四个方面:其一,构建清晰化、可操作的权责运行体系。通过梳理修订权责清单、建立分级人事管理机制等,构建清晰可操作的权责运行体系,厘清各治理主体权责边界。其二,完善外部董事履职支撑体系。从选聘标准、占比要求、激励约束等方面完善外部董事履职支撑体系,提升董事会决策与监督效能。其三,提升子公司治理独立性。通过制定分级授权清单、引导子公司建立个性化制度等,提升子公司治理独立性与决策能力。其四,

强化外部董事监督与风险防控协同。明确外部董事监督重点与标准,建立内外监督协同机制,强化监督结果对治理优化的反哺,形成风险防控闭环。

贵州燃气作为贵州省燃气行业的骨干企业,其治理效能的提升不仅能增强自身在市场竞争中的核心优势,更能为保障全省能源安全、推动地方经济发展提供坚实支撑。随着上述路径的逐步落地,贵州燃气将在治理现代化进程中迈出坚实步伐,为国有企业治理体系及能力现代化建设提供可借鉴的实践经验。在未来治理现代化实践中,还需根据企业内外部环境变化,对相关路径进行动态调整与优化,持续探索符合自身特点的治理模式,以治理现代化赋能企业高质量发展,充分发挥国有企业在中国式现代化建设中的重要作用。

参考文献

- [1] 纪红,赵国朋.新时期国有企业治理效率的提升路径研究——基于“管资本”视角[J].商展经济,2024(8):167-170.
- [2] 李英.寻求国企改革的新动力——天津泰达燃气公司改革创新之思考[J].中国改革,2004(12):2.DOI:CNKI:SUN:ZGGG.0.2004-12-013.
- [3] 李湛,徐一骞.我国企业债券信用评级的因素分析——基于Altman的Z计分模型的实证研究[J].南方金融,2009(6):59-61.
- [4] 徐秀渠.Altman's Z-Score模型在企业风险管理中的应用研究[J].经济经纬,2010(4):103-106.
- [5] 国务院办公厅.国务院办公厅关于上市公司独立董事制度改革的意见[EB/OL].(2023-04-14).国办发〔2023〕9号

作者:杨官华,贵州燃气集团股份有限公司治理部部长,联系电话:18008515132;黄雨清,贵州燃气集团股份有限公司治理部改革治理岗,联系电话:13765047307。

兴义市乡镇燃气供应模式的适配性研究

——以敬南镇、清水河镇、马岭镇管道天然气项目为例

代洛遥 兴义港华燃气有限公司

摘要：本文以兴义市乡镇燃气供应为研究对象，聚焦港华燃气在马岭镇（近郊）、敬南镇（中距离山区）、清水河镇（远郊工业聚集区）的典型项目实践，探讨不同供应模式在复杂地理与产业条件下的适配性。研究通过对比瓶装液化气、管道天然气、LNG气化站等模式，结合三镇居民、商业、工业用户的差异化需求，分析主干管网延伸、分区域管网、工业专线三种模式的技术可行性、经济合理性与社会适应性。基于地形制约、用户安全意识薄弱、极端天气影响等痛点，提出分类安全治理、差异化极端天气应对及政策协同等优化路径，为西部山区乡镇根据地理特征与产业结构选择清洁能源供应模式提供可复制的技术与管理范式。

关键词：乡镇燃气 供应模式适配 LNG点供 运营效率一、究背景与意义

一、研究背景与意义

兴义市地处黔西南喀斯特山区，辖 21 个乡镇(街道)，常住人口约 100 万，其中乡镇人口占比 62%。受地形破碎、村落分散制约，乡镇燃气发展呈现结构性矛盾：

供需空间错配。全市燃气管网仅覆盖距城区 30 公里内的 7 个乡镇，而如泥凼、沧江等偏远山区乡镇仍依赖瓶装液化石油气（LPG），配送半径超 80 公里，导致终端气价高达 6.8 元 /m³（城区均价 4 元 /m³）。

安全监管盲区。2020–2025 年乡镇燃气事故统计显示，78% 源于 LPG 钢瓶露天暴晒、民房违规存储等隐患，其中洛万乡 2021 年因瓶阀泄漏引发的爆燃事故造成 3 人受伤。

能源成本抑制需求。山区居民年均燃气支出占可支配收入 9.3%，远高于城区 4.1%，迫使部分农户退返薪柴用能，制约清洁能源替代进程。

兴义港华作为区域特许经营商，依托中缅管道天然气主干网及 LNG 应急储配能力，亟需通过差异化供气模式创新破解乡镇困局。本研究以其实施的乡镇项目为样本，探索适配山地特征的供气路径，对推动西南地区“气化乡村”战略具有三重价值：

1. 经济价值：降低偏远地区用能成本，释放乡村旅游、农产品加工产业潜力；
2. 安全价值：构建规范化供气体系，减少分散式能源安全隐患；
3. 生态价值：替代散煤消耗量，助力兴义市双碳目标落地。

二、乡镇燃气供应模式对比分析

（一）基于兴义市地形梯度、人口分布及产业特点，将乡镇划分为三类典型区域，评估主流供气模式适用性：

评估指标	瓶装 LPG	LNG 点供	管道天然气
适用区域	人口密度<200 人/km²	工业用能>8,000m³/月	人口密度>500 人/km²
典型代表	沧江乡	清水河镇	桔山街道
气候适应性	高温风险高	-20℃需防冻措施	全气候适用
安全风险点	配送事故率高	储罐泄漏风险	第三方施工破坏

(二)地理约束下的适配规律

高山深切割区（如未通气的泥函镇）：地表高差 >300 米，村落沿山谷呈带状分布。管道气因穿越断裂带施工成本增加 42%，而 LNG 点供可通过分布式气化站实现小区域集中供气，单位投资回收期缩短至 5.8 年。

产业聚集带（如清水河镇）：工业园区年用气量超 120 万 m³，但居民点分散。管道已接入清水河镇，至清水河工业区的管道正在建设中，预计 2026 年通气。

城郊过渡带（如未通气的乌沙镇）：人口密度 412 人 /km³，但地质沉降频发。采用 PE 管道柔性接口技术，较传统钢管减少维护成本 35%。

乡镇供气模式选择需遵循地形定框架、需求定规模、安全定技术原则，杜绝一刀切推广。

(三)常见供应模式及特点

1. 瓶装液化气：初期投入低，适用于人口极少的偏远村落，但存在运输成本高、安全风险大、换气不便等问题，且钢瓶周转效率受地形限制明显。

2. 管道天然气：供应稳定、安全性高，但需依托主干管网，对用户密度要求高，在人口分散的山区乡镇铺设成本过高。

3. LNG 点供模式：通过小型气化站实现区域供应，兼顾灵活性与稳定性，适用于中等规模乡镇，但受气源运输及储存条件制约。

(四)适配性评估指标

结合兴义市乡镇特征，从以下维度评估模式适配性：

- 1. 技术维度：设备耐候性(适应山区温差、湿度)、运维便捷性；
- 2. 经济维度：单位供气成本、用户承受能力、投资回收期；
- 3. 社会维度：安全事故率、用户满意度、环保效益。

三、兴义市乡镇差异化管道气供应模式实践案例

兴义市作为黔西南州核心区域，乡镇燃气发展呈现梯度分化特征：马岭镇(距市区 8 公里)依托近郊区位形成居民商业融合区，敬南镇(距市 18 公里)以农业乡村旅游为主导，清水河镇(距市区 35 公里)则是工业聚集的远郊镇。三镇因地理距离、产业结构差异，燃气需求从民生保障到工业刚需，呈现多元分化。

兴义港华针对三镇特点设计差异化管道气方案，既响应《贵州省城镇燃气和天然气基础设施建设攻坚行动方案(2024—2027年)》中分类推进乡镇燃气建设的要求，也为同类地区从单一供气向多元适配转型提供实践样本——近郊镇如何依托市区资源、中距离镇如何平衡覆盖与成本、远郊工业镇如何保障大流量供气，均具有典型参考价值。

(一)用户需求差异对比

乡镇	地理区位	人口规模	核心产业
马岭镇	近郊，交通便利	约 4.2 万	城郊商业、物流、小型加工
敬南镇	中距离，多山地	约 2.8 万	农业、农产品加工、乡村民宿
清水河镇	远，工业集中区	约 3.5 万	建材加工、复合肥生产、物流园区

(二)用户需求细分

1. 马岭镇：以餐饮为主，日均用气 8–30 立方米，午晚高峰用气占比 60%，核心需求无停气、压力稳定。
2. 敬南镇：小型餐馆为主，日均用气 5–15 立方米，现有 2 个屠宰场及 2 个魔芋厂已通气，年用气约 30 万立方米。
3. 清水河镇：多家规模企业，日均用气大 5000 立方米，需特定压力、热值，要求全年无停气；预计年用气量约 80 万方。

居民：优先关注安全易用、气价，马岭镇集中于集镇社区(单社区 500–1200 户)；敬南镇，沿山分散(单村 30–80 户)；清水河镇，分散于厂区周边村落。

(三)敬南镇、清水河镇、马岭镇用气模式

乡镇	供应方式	主要用户	用户状态	年用气量 (万方)	核心特征
敬南镇	管道天然气	工业用户	2 家屠宰场(正常运营)、2 家魔芋厂(效益不好已停用)	30	工业用气为主，现有用户稳定，魔芋厂停用待盘活。
清水河镇	LNG/管道气	工业用户	巨兴矿业 上乘电厂	80	LNG 用户用气规模大，具备管道气接入条件，工业园区可扩展管道气用户。
马岭镇	管道天然气	商业用户	餐饮用户约 25 户 (含餐馆、食堂)	10	近郊餐饮集中覆盖，依托主干管网保障高峰供气。

以上三镇燃气用户呈现差异化聚焦特征：敬南镇以工业用户为核心，清水河镇具备核心工业园区用气规模扩展潜力，马岭镇则凸显近郊商业用气的集中性。这一现状进一步印证“地理特征 + 产业结构决定供应模式”的适配逻辑：工业主导型乡镇需强化供气稳定性(如敬南镇、清水河镇)，商业集中型乡镇需保障高峰供气能力(如马岭镇)，为后续模式优化提供精准的数据支撑。

(四) 适配性评估与共性问题

评估维度	马岭镇 (主干管网延伸)	敬南镇 (分区域管网)	清水河镇 (工业专线)
技术适配性	★★★★☆ (依托主干网，稳定可控)	★★★★☆ (适配山地，覆盖灵活)	★★★★☆ (工业专线保障大流量)
经济适配性	★★★★★ (管网延伸成本低)	★★★★☆ (分区域降边际成本)	★★★★☆ (工业用量摊薄成本)
社会适配性	★★★★☆ (满意度高)	★★★★☆ (配套价值显著)	★★★★☆ (工业降本 + 居民安全双赢)

1. 安全认知短板：存在居民私拆报警器(已督促整改)、商业 / 工业用户重使用轻维护；
2. 极端天气影响：暴雨致管网积水，凝冻影响气化站调压，冬季 LNG 运输耗时增加；
3. 政策协同不足：乡镇管网未完全纳入乡村振兴补贴，企业初期投入压力大。

四、优化建议

针对三镇管道燃气项目实施中暴露的安全管理、极端天气应对及政策协同问题，需结合乡镇特征与用户类型制定系统性优化方案。

(一) 安全治理

应构建分类施策、精准管控的机制：对于居民用户，可联合乡镇政府与村委会建立燃气安全网格员制度，每村配备 1 名兼职网格员，通过案例短视频及现场实物演示的方式开展入户培训，重点讲解报警器作用、胶管更换周期等基础常识，将安全知识融入村民日常沟通场景；对于商业用户，推行安全分级动态管理模式，根据经营类型(如餐馆、民宿)划分风险等级，高风险用户每月开展 1 次安全检查，低风险用户每 3 个月检查 1 次；对于工业用户，需将安全管理纳入合作协议核心条款，明确要求每季度开展 1 次全员应急演练，每半年委托第三方校验流量计及压力设备，确保工业用气设备长期处于安全运行状态。

（二）极端天气应对

应立足三镇地理与气候特点制定差异化措施：马岭镇需重点解决低洼区域管网积水问题，在易积水的检查井安装自动排水泵，降雨期间实时监测水位，避免管网浸泡受损；需强化 LNG 气化站与储备站的低温防护，为调压阀、管道等关键设备加装电伴热保温系统；清水河镇还需针对远郊运输难题，提前规备选运输路线凝冻天气启动备用路线，确保 LNG 运输车辆按时抵达。

（三）政策协同

建议推动乡镇燃气纳入地方城乡基础设施一体化支持体系：针对近郊乡镇（如马岭镇），可申请将主干管网延伸工程纳入城市燃气基础设施补贴范围，按建设成本的 20% 给予补助，降低管网延伸的初期投入；针对中距离乡镇（如敬南镇）按核心设备投资的 30% 给予一次性补助，缓解企业集中投入压力；针对远郊工业镇（如清水河镇），对工业专线管网给予 25% 的建设补贴，同时鼓励乡镇政府将燃气管网纳入乡村振兴规划，在土地审批、路由协调等方面提供便利，通过财政补贴、政策便利的组合拳，提升企业参与乡镇燃气建设的可持续性。

五、结语

兴义港华特许经营范围内马岭、敬南、清水河乡镇供气的实践印证：乡镇管道燃气供应需紧扣地理特征、产业结构、用户类型三维度——近郊依托市区资源、中距离平衡覆盖与成本、远郊工业镇优先保障刚需。

一镇一策的精准设计，不仅提升燃气供应的效率与安全性，更通过能源保障助力乡镇民生改善与产业升级，为贵州省乡镇燃气高质量发展提供可复制的实践路径。

作者：代洛遥，兴义港华燃气有限公司总经理行政助理，联系电话：15329691133。

天然气储运领域人工智能应用研究

侯 磊 贵州燃气集团股份有限公司

摘 要：天然气储运工程是石油天然气行业中不可或缺的环节，涉及天然气长输管道、城镇燃气输配、LNG码头及液厂等设施，以及天然气进出口、储运过程中的各个环节。在传统的天然气储运工程中，人工操作占主导地位，存在着效率低、风险高等问题。随着油气行业数字化转型的加速，人工智能技术在管道检测、设备故障预测、库存优化和运输路线规划等方面展现出巨大潜力。研究表明，人工智能技术能够显著提高天然气储运的安全性、效率和经济效益，但其全面应用仍需克服数据质量、算法适应性和人才短缺等问题。

关键词：天然气储运；人工智能；计算机视觉；数据分析与预测；智能决策；提升策略

1.引言

随着全球能源需求的持续增长和数字化转型的加速推进，天然气储运行业正面临着提高运营效率、降低成本和增强安全性的巨大压力，人工智能技术在天然气储运行业的应用正深刻重塑天然气储运行业的发展格局。国家高度重视人工智能与能源产业的深度融合，将其视为推动能源数字化转型的重要手段。2022年国家能源局和科技部在《“十四五”能源领域科技创新规划》中提出，要加快传统产业数字化转型，提升智能化绿色化水平，并强调人工智能技术可作为能源数字化转型的有力抓手。2025年6月，工信部进一步强调加速人工智能创新，推动通用和行业大模型的发展，强化算力、高质量数据集建设和人工智能服务提供商培育，为能源行业智能化转型提供支持。在这一背景下，人工智能技术已成为天然气储运领域数字化、智能化的关键技术，人工智能技术因其强大的数据处理、模式识别和预测分析能力，逐渐成为天然气储运领域技术创新的关键驱动力。天然气储运系统作为连接油气生产和消费的重要环节，其安全性和效率直接影响整个能源供应链的稳定性。传统的储运管理方法已难以满足现代能源系统对实时性、精确性和可靠性的要求，而人工智能技术的引入为解决这些问题提供了新的思路和方法。

2.天然气储运领域概述

天然气储运工程是指将天然气从生产地安全、高效地输送至消费地的系统工程，它主要包括输气管道网络（干线、支线和城镇管网）、储气库、LNG接收站及液厂、城市门站等。这一系统具有规模庞大、结构复杂、环境多变等特点，面临着泄漏风险、设备故障、效率优化等多重挑战。传统的监测和管理方法主要依靠人工巡检、定期维护和基

于经验的决策，这些方法不仅效率低下，而且难以应对突发情况和复杂工况。

当前，天然气储运行业正经历着从传统人工管理向数字化、智能化管理的转变。物联网技术的普及使得大量实时监测数据得以收集，为人工智能的应用奠定了基础。同时，日益严格的安全环保法规和不断增长的成本压力，也促使企业寻求更智能、更高效的解决方案。在这一转型过程中，人工智能技术凭借其在数据处理、模式识别和预测分析方面的优势，正在改变天然气储运的传统运营模式。

3.人工智能技术在天然气储运领域的应用

天然气储运涉及的流程多、设备工艺复杂，包括天然气勘探、开采、生产、运输和储存等，人工智能技术已在天然气储运行业多个环节取得一定成果，应用范围涵盖勘探开发、储运及炼油化工等全产业链，人工智能技术在天然气储运领域的应用主要包括计算机识别、数据分析及预测和智能决策三个领域。

3.1计算机视觉

计算机视觉技术在天然气储运领域的应用正快速渗透到生产、施工、运维等全流程环节，通过图像识别、视频分析和三维重建等技术相较传统方式能够显著提高天然气储运的安全性、效率和经济效益，目前主要应用于管道巡检与缺陷检测、场站安全监控、施工质量管控等方面（实际应用详见表1）。

表1实际应用案例

应用	技术	效果
国家管网某项目	无人机+高光谱成像技术	巡检成本降低 70%，第三方施工预警响应时间从 72 小时缩短至 4 小时、减少巡检车辆行驶 12 万公里/年
国家管网某项目	云焊缝 X 光 AI 诊断技术	误检率<0.3%（人工判读约 5%），效率提升 20 倍
中石油某项目	三维重建技术	减少 60%现场踏勘次数，路由优化降低 15% 施工难度
国家管网某项目	智能摄像头识别技术	能够识别 16 类违规行为，站场事故率下降 68%，场站安全监管人力减少 60%

3.2数据分析和预测。天然气储运过程中产生了大量的数据，包括生产数据如温度、压力、流量、设备状态数据、用户的用气习惯、用气规律和负荷变化进行分析等。通过计算机识别、数据分析和预测提升油气安全储运水平，做好用户季节性需求预测，利用AI综合处理运输储运过程中的温度、压力、流量、设备状态等参数，发现异常并预测风险隐患，目前主要应用于管道安全、设备智能运维、优化调度等方面（实际应用详见表2）。

表2实际应用案例

应用	技术	效果
国家管网某项目	基于北斗卫星和光纤传感的管道安全监测系统，结合 AI 算法实时分析数据。	AI 系统成功预警多次第三方施工破坏风险。
中石化某项目	基于迁移学习的故障诊断模型（ResNet-18），适配不同型号设备，减少标注数据需求。	维护响应时间缩短 40%，设备停机率下降 25%。
国家管网某项目	基于混合模型预测短期用气需求，结合遗传算法生成最优调度方案。	冬季保供期间，调峰效率提升 15%。

3.3智能决策。利用人工智能技术，通过数据驱动和算法优化，对天然气储运过程中的各种情况和变化进行分析，系统可以给出相应的优化方案和决策建议，帮助决策者快速做出正确的决策，形成“数据-模型-决策”闭环的人工智能智能决策体系，显著提升了运营效率、安全性和经济效益，目前主要应用于动态输运调度优化、应急响应与风险管控、库存管理与采购决策、设备维护与资源分配、能效优化与碳减排、智能投资与战略规划等方面（实际应用详见表3）。

表3实际应用案例

应用	技术	效果
国家管网某项目	通过训练智能体动态调整压缩机站和阀门开度，并结合遗传算法优化目标（成本最低、延迟最小）	冬季保供期间，AI 实时调整管道输气量，减少调峰成本 12%

国家管网某项目	通过标准构建管道系统虚拟模型，模拟泄漏扩散路径，协调无人机、维修团队和制定关阀策略	在 10 分钟内生成第三方施工破坏的应急关阀方案，减少泄漏量 50%
中海油某项目	通过模型预测区域需求，结合库存成本函数优化采购周期	动态调整原油采购计划，降低库存成本 8%

4.面临的挑战与发展趋势

由于人工智能技术自身的特点和应用环境的复杂性，尽管人工智能在天然气储运领域展现出巨大潜力，但其全面应用仍面临诸多挑战。由于天然气的易燃易爆危险性、民生物资的特殊性，在其开采、储存、运输和销售等关键环节，人工智能技术安全可靠性的要求尤为重要。天然气储运过程中存在着很高的安全风险，一旦人工智能技术发生错误或失效，可能导致严重的安全事故和财产损失。天然气储运环境的复杂性也导致许多算法在实际应用中的性能下降，需要进一步的适应性改进，此外，专业人才的短缺和企业文化转型的困难也制约着人工智能技术的推广。

5.天然气储运领域人工智能提升策略

5.1提高设备运行效率

（1）巡检。巡检是保障设备安全运行的核心环节，巡检关系着设备设施运行安全。通过智能巡检设备升级，结合无人机自主巡检、地面巡检机器人和固定式智能监护系统共同收集数据；巡检流程优化，基于设备历史故障数据、环境因素（如湿度、温度），时间序列预测动态调整巡检频率，高风险区域增加频次，生成动态巡检计划，并构建巡检数字孪生模型，模拟不同巡检策略效果，优化人机协作方案（如无人机+机器人协同覆盖）；数据管理与知识沉淀，整合无人机、机器人、人工巡检数据，构建时空数据库，支持历史缺陷对比分析，建立统一巡检数据库，将行业标准、历史案例转化为知识图谱，辅助AI判断缺陷合规性等方式提升巡检效率和准确性。

（2）阀门类设备。阀门类设备（如球阀、闸阀、调节阀等）的效率直接影响管网压力控制、介质输送安全及能耗水平。通过智能状态监测与预测性维护，部署振动传感器（检测阀杆卡涩）、声发射传感器（识别内漏）、压力/温度变送器（监测密封性能），结合边缘计算实时传输数据，多维度实时采集数据，并基于历史维护数据、动作频次、介质腐蚀性等参数构建故障预测和因果推理模型；动态控制优化，在虚拟环境中模拟极端工况，优化控制策略，并优化管网中多阀门联动逻辑协同调度阀门；材料与设计优化，根据介质特性、压力等级等参数，选用最优阀门材质和结构类型，模拟不同材料阀门在腐蚀环境中的退化速率，优化预防性维护周期；数据闭环与管理，整合SCADA、维

护维修记录、供应链数据，构建阀门全生命周期数据库的统一数据平台等方式提升阀门响应精度和降低故障率

（3）动态设备。动态设备（如压缩机、泵类设备等）是天然气输送环节的核心耗能设备，其效率直接影响运营成本和系统稳定性。通过实时能效监测与动态优化，部署振动、温度、压力、电流传感器，结合SCADA数据，建立动态设备模型，实时计算实际效率与设计效率偏差，多参数协同分析；预测性维护与健康管理，结合模型分析振动频谱特征、声发射信号（检测汽蚀）和润滑油颗粒监测数据，做到早期预警，定位故障链，生成针对性维修方案；智能调度，通过图神经网络分析管网拓扑结构，动态分配动态设备负荷，减少节流损失；数据闭环，整合制造数据（如动平衡记录）、运行数据（累计启停次数）、维修数据（密封更换记录），构建动态设备备全生命周期数据库等方式实现泵效优化、故障预防和智能调度

5.2 监管优化

人工智能驱动的监管优化正在从理论走向实践，其核心是通过技术手段重构监管范式，实现从“被动响应式监管”向“主动预防式智治”的转型，监管优化可通过数字孪生、动态知识图谱等技术手段，显著提升监管效率、降低运行成本。

（1）在天然气储运过程中运用人工智能，加强对天然气储运设备设施运行智能动态的监管，促使天然气储运设备设施更加安全高效。在天然气储运过程中，大部分输气管道面临压力不够等实际问题，因此在人工智能的运用中，融合SCADA系统实时数据、气象数据和下游用气波动模型多数据分析实时诊断“病因”，采用数据动态调节压缩机转速，智能控制压缩机，利用图神经网络构建构建管网拓扑图，预测各节点压力传导效率，协同优化管网效率。实现天然气储运设备设施的流量和压力控制在较为合理的范围内，提高天然气储运的效率。

（2）在油气管道施工过程中运用人工智能，通过部署智能终端，视频监控、智能行为分析、施工工况数据自动采集等技术，采集管道现场施工图像和视频，使用机器学习算法自动分析识别缺陷，监控关键工序的施工质量，数据分析优化资源配置，实时监测施工现场的安全状况，及时发现和处理安全隐患，从而提升了施工效率和工程整体施工管理的智能化及精细化水平，同时降低成本和安全风险，实现施工安全监管和质量监控。

5.3 参数调整优化

人工智能在天然气储运过程中，通过实时数据分析、智能算法优化和自主决策系统，模拟验证天然气储运设备设施运行情况，可提升参数调整的精度和效率，促使天然气储运效率得到不断提升。

（1）通过传感器实时收集天然气储运设备的温度、震动、电流等运行参数，建立知识图谱，为后续检测、维修提供自动监测和预警数据模型，判断系统是否存在运行故障。

(2) 通过数字孪生技术实时推演,在虚拟环境中测试参数调整方案后再实施,采用算法动态调整压缩机转速、阀门开度和加热设备温度适当调整天然气储运系统的压力、温度和流量的工作运行状态,防止因压力、温度和流量参数变化变化对下游停气等情况出现。

(3) 通过天然气管道施工过程中工况等数据,分析关键工序施工质量、进度和现场安全状况,反馈工程现场施工效率和安全隐患,分配施工资源,制定施工进度和纠偏措施,提升施工效率,降低成本和安全风险。

6. 结束语

在天然气储运领域,人工智能技术作为一种新兴的技术手段,正在深刻改变天然气储运行业的运营模式和管理理念,在各个方面取得了令人瞩目的成果,如监测与预测、数据分析和挖掘、优化与决策等方面。这些成果不仅有效地解决了传统天然气储运过程中的一系列问题,而且将天然气储运领域推向了一个全新的发展阶段。然而,要实现这些技术的全部潜力,还需要解决数据质量、算法适应性和人才储备等关键问题。天然气企业应当制定系统化的人工智能应用战略,加强数据基础设施建设,培养复合型人才,并与技术供应商和科研机构建立紧密合作。未来,随着技术的不断成熟和应用经验的积累,人工智能必将在提升天然气储运安全性、效率和可持续性方面发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]朱汪友.基于人工智能技术的输气管道系统可靠性量化方法[J].天然气工业,2022,42(05):110-119.
- [2]朱汪友,杜宇.油气管网智能化建设进展与思考[J].油气田地面工程,2022,41(09):1-7.
- [3]张来斌,王金江.工业互联网赋能的天然气储运设备智能运维技术[J].天然气储运,2022,41(06):625-631.
- [4]程玉峰.保障中俄东线天然气管道长期安全运行的若干技术思考[J].油气储运,2020,39(1):1-8.
- [5]程万洲,王巨洪,王学力,等.西气东输智慧管网建设实践[J].油气储运,2021,40(3):241-248.
- [6]李泊松,王学力,徐波,等.国内外油气管道运行管理现状与智能化趋势[J].油气储运,2019,38(3):241-250.

作者:侯磊,工程师,贵州燃气集团股份有限公司运维管理部,
联系电话:13987531257。

贵州能源集团扎实推进天然气项目建设 更好服务全省天然气“一张网”

今年以来，贵州能源集团认真贯彻落实省委、省政府决策部署，围绕天然气增储上产、管网建设及运营、应急储备、城燃建设运营四个方面，大力推进天然气攻坚行动。力争到2027年实现非常规天然气年产9.1亿立方米，确保实现非常规天然气年产7.13亿立方米（占全省产量的45%）；新建天然气长输管道1206千米，积极兜底建设342千米，力争建设运营天然气长输管道突破3100千米（占省内支线的67%）；积极整合城燃企业，新建城镇燃气管道1044.7千米（占全省规划规模的42%），更好服务全省天然气“一张网”，为构建安全稳定绿色高效的能源供应保障体系贡献力量。

紧盯目标以实干促发展。组织编制《贵州能源集团关于全省城镇燃气和天然气基础设施建设攻坚行动实施方案》，明确目标任务，细化实施路径，指导天然气“产、供、储、销”体系建设。煤层气勘探开发方面，2024年非常规天然气产量2.86亿立方米，占全省2024年非常规天然气产量的73.71%；2025年1-3月集团非常规天然气产量0.76亿立方米，占全省2025年1-3月非常规天然气产量的74.3%。长输管道建设方面，2024年至2025年3月底，新开工4条长输管道、续建管道2条（新舟至和平、习水至土城），新敷设里程230千米。截至2025年3月底，开工建设天然气支线管道19条约1132千米，其中建成（焊接完成）994千米，通气运行13条共751千米。应急储备方面，累计建成各类燃气场站数量80余座，自有储气能力超7900万立方米。

以制度为纲助力项目落地。创新方法按照“一次立项，分批实施”的原则完成管网公司攻坚行动14个管道项目的整体一次立项，提高了项目落地的内部决策效率。稳步拓展对外合作，在非常规天然气勘探开发利用领域，能源集团与中国石化华东油气分公司签署《合资合作协议》，以安场向斜北部8口水平井试采及成立合资公司为目标开展深化合作；中贵线55#阀室上下截管道联通

工程于2024年8月28日进入试运行阶段，从方案批复至投产运行仅用40天，缓解了黔北习水、仁怀错峰生产用气问题，目前日输气量约50万立方米。

多措并举做好任务保障。技术与人才方面，持续通过引进技术与协同创新加强关键技术及适应技术攻关与试验，大力实施六大科技专项行动和向科技要产能，推进管网及城镇燃气建设运营科技应用，提高数字化、信息化、智能化平台建设。通过引育用留等方式，加强人才队伍建设。资金保障方面，全力争取中央预算内投资、超长期特别国债、地方政府专项债券、四化基金等资金支持，减轻债务负担、降低利息支出。

来源：贵州省国资委（2025年07月04日）

征 稿 启 示

《贵州燃气》杂志是贵州省内部交流期刊，是燃气行业学术期刊，准印证号：（黔）字第2024401。编印单位：贵州省燃气协会，期刊编委会的编辑工作长期得到协会理事会成员单位和协会会员单位的支持，本刊为季刊，创刊时间为1994年，出版地为贵阳市，已出期刊逾100期。自创刊以来，贵州燃气编委会（编辑部）严格遵守学术出版管理条例，努力办好刊物，期刊是燃气相关政策宣贯、行业发展报道、技术交流的载体。《贵州燃气》期刊发表的论文可以用于正常评审职称，并体现作者学术研究、工程应用、管理经验成果。期刊设置政策法规、协会工作、学术交流、简讯等栏目，期刊征集燃气、能源相关论文，工程建设、行业经营管理等通讯，欢迎燃气行业广大职工关注、投稿。期刊编委会电话0851-85817948，编委会邮箱gzhqxh803@163.com，也可以与刊编委各位编辑联系。

《贵州燃气》编委会

2025年8月

西气东输四线(吐鲁番—中卫)全线贯通投产

6月26日,国家“十四五”石油天然气发展规划重点项目——西气东输四线(吐鲁番—中卫)甘宁段成功投产。至此,西气东输四线(吐鲁番—中卫)全线贯通投产,对于我国提升国际油气资源配置效率、保障开放条件下的能源安全、共建新时代绿色能源丝绸之路,具有重大战略意义。



西气东输四线(简称西四线)是继西气东输一线、二线、三线管道之后,连接中亚和中国的又一条能源战略大通道。工程采取分段建设,吐鲁番至中卫段是西四线工程的核心组成部分,全长1745公里,占西四线总长过半,途经新疆、甘肃、宁夏3省(自治区)17县(市),管径1219毫米,设计压力12兆帕。工程投产后年输气能力达150亿立方米,折合替代标煤2700多万吨,减少碳排放约5000万吨,西气东输管道系统年输送能力将达到“千亿方”,显著提升天然气跨区域调配能力。

攻坚恶劣环境与施工难题

本次投产的甘宁段管道长1162公里,起自红柳压气站,止于中卫联络站,与西部原油管道、西部成品油管道、西气东输二线、西气东输三线4条油气管道长距离并行敷设,交叉穿越点密集。管道沿线地质条件复杂,地貌以戈壁荒漠为主,自然环

境恶劣，近70公里管道横贯安西极旱荒漠国家级自然保护区，寒暑温差可达80度，年蒸发量是降水量的800多倍，生态异常脆弱，并有高等植物455种、脊椎动物210种、昆虫387种，其中包括多种国家一级重点保护野生动植物，给工程建设与投产带来多重考验。

构建生态优先施工模式

国家管网集团制定“绿色施工方案”，通过科学选线、绿色施工和生态修复，走出了一条工程建设“生态路”。为保护湿地植被、减少对野生动物的打扰，调整安西极旱荒漠保护区内管线超6公里、偏离湿地40多米，采用22毫米加厚钢管减少生态扰动。严格控制施工作业带宽度，设置环保公示牌，对施工人员进行环保培训，严禁随意扰动作业带以外区域。严选环保施工材料和工艺，适当控制机械布置密度，在保护区内采用“钉桩绑绳”控制车辆行驶路线，避免碾压地表结皮层。对施工过程中产生的固体废弃物进行分类回收、集中储存与处置，最大限度减少对环境的影响，实现生态保护与工程建设双赢。

创新驱动保障工程质量

面对极端气候与复杂地质条件，国家管网集团开展技术创新、施工创新、管理创新，着力将西气东输四线打造成经得起历史和人民检验的精品工程、百年工程。全面推广和应用管道建设科技创新成果，在沿线7处地震断裂带，采用管径1219毫米、X80高钢级的大应变钢管，有效提高大输量长输管道在复杂地区应对地震变形的能力。大规模推广应用18米等规格加长管，与使用常规钢管相比，合计焊口减少6000道，焊口降幅达28.5%。全面推行“全自动化焊接、全数字化检测、全机械化防腐”，焊接一次合格率达99%以上，较传统手工焊效率提升3倍，焊缝成型精度、管道测径数据精度、施工质量效率均有效提升。

数字赋能智慧管道建设

国家管网集团深挖智能工地建设，建立全线视频监控系统，实行采掘作业面无监控不作业制度，通过视频监控远程查找隐患问题，常态化管控现场安全。利用无人机航飞技术沿着管道路由建立三维模型，实现工程进度质量一目了然，为优化资

源调度提供数据支撑。为每一根管道定制专属“身份二维码”，全面记载材料生产、运输、作业人员、施工工序、作业参数等详细信息，形成数字孪生管道，为管道全生命周期管理提供依据。



西气东输四线全线投产后将和西气东输二线、三线联合运行，进一步完善我国西北能源通道，有效增强管网系统供气可靠性和灵活性，将更多的中亚气、新疆塔里木上产气和新疆煤制气输送到环渤海、中部和东南沿海地区，对优化区域能源结构、改善大气环境和推动沿线经济社会高质量发展具有深远影响。

来源： 中国石油石化 蒋万全（2025年06月26日）

西三线、西四线双线并进中卫站完美收官

6月14日凌晨6点，历经8天7夜的连续奋战，西气东输三线中段、西气东输四线中卫联络压气站特级动火作业圆满成功，站内、站外共18处动火点的35道焊口全部检测合格。至此，西三线中段、西四线与中卫联络压气站实现互联互通，能源大通道双线并进中卫站完美收官。

动火连头作业，如同在高速运行的能源“血管”上进行高精度的“外科手术”，尤其是中卫站承担“9”大工艺流程的运转，西三线中段、西四线的特级动火在这样的关键枢纽节点同时展开，其复杂程度、协调难度和安全风险都呈几何级数增加。站内动火作业划分为12个区域、17个动火点，其中西三线2-5号动火点、9-10号动火点，西四线6、8号动火点集中在同一区域，作业面临管径大、X80高钢级、异型管件多的难点，且部分区域存在光缆与工艺管道交叉、作业空间狭小、原管线拆除量大、新管线工艺连接复杂、管径标高差显著等情况，吊装和组对施工难度显著。



西气东输三线中段10处动火点

无畏艰苦，方显铁军本色。现场就是战场。八天七夜，180个小时，“风沙眯眼、高温灼肤”的现场环境里，建设者们的身影始终挺立在管廊之上、焊花之中。

精益求精，铸就钢铁动脉。动火连头，安全是底线，质量是生命线。此次动火作业采用最先进的工艺设备，执行最严格的操作规程，运用数字化手段实时监控，是一次先进工艺与精细管理的交响，也是一场团结一心的攻坚战。在全体人员的坚守与奋战下，所有焊口无损检测合格，创造了一项“无双”的精品工程。



西气东输四线8处动火点



施工作业现场

来源：国家管网集团建设项目管理分公司 刘鹏鹏（2025年06月16日）

我国首个天然气全链条深冷处理厂全面投产

我国首个天然气全链条多工况深冷处理厂在四川全面投产，工程填补了国内天然气深度处理与高值化利用完整技术链的空白。

天然气深冷处理是一种利用低温环境对天然气进行分离、提纯和液化的技术，具有分离效率高、资源利用率高的特点。盐亭处理厂采用我国自主研发的超低温深冷技术，一次性产出商品天然气、液态乙烷、液化石油气等7种产品，每年可处理20亿立方米天然气。



中国石油西南油气田公司盐亭天然气处理厂现场技术负责人邓晓峰介绍，我们自主研发的一整套工艺技术和核心算法，让我们的冷量利用效率和资源综合回收率都达到了95%的行业领先水平。

长期以来，受资源禀赋影响，我国天然气附加产品对外依存度较高。盐亭处理厂项目团队自主研发了天然气深冷精馏提取等技术，破解了传统工艺适应性差、能耗高、利用率低等难题。

中国石油西南油气田公司气田开发管理部副主任范锐表示，这个厂的投产不仅仅增加了一种或几种化工产品的国产供应，它验证了一条技术自主可控的道路，为我国后续大规模开发同类非常规气田、构建自主的天然气深冷工艺体系迈出了重要的一步。



目前，盐亭处理厂生产的液态乙烷产品已通过专用运输渠道发往华东、华中地区，将用于高端聚乙烯和丙烯生产原料。

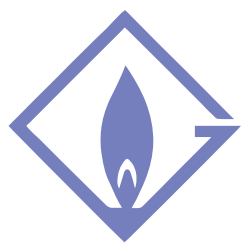
来源：煤气与热力杂志（2025年07月09日）



贵定县云雾镇-福泉市天然气支线管道工程云雾首站



福泉天然气门站



贵州省燃气协会
GAS ASSOCIATION OF GUIZHOU PROVINCE