

石油天然气能源开采与环境保护动态平衡问题研究

阮碧君

陕西博厚建设环保工程有限公司 陕西 西安 710065

摘要：随着工业化进程的加速，石油天然气等能源的需求量与日俱增。然而，传统的开采方式带来了诸多环境问题，如地表及地下水污染、大气污染、噪声与震动影响以及对生态环境的破坏。这要求在满足能源需求的同时，必须注重环境保护，寻求石油天然气能源开采与环境保护的动态平衡。本文探讨了加强法律法规建设、推广循环经济、科技创新与环保技术应用、加强环境治理与生态保护以及提高公众环保意识与参与度等路径，以实现能源开发与环境保护的共赢。

关键词：石油天然气；能源开采；与环境保护；动态平衡问题

引言：石油天然气作为全球能源体系的重要组成部分，其开采对于支撑经济社会发展具有重要意义。然而，随着开采活动的不断扩大，环境污染和生态破坏问题日益凸显，严重威胁着人类生存环境和可持续发展。因此，探索石油天然气能源开采与环境保护之间的动态平衡，成为当前亟待解决的重要课题。本研究旨在通过分析当前石油天然气开采的现状与问题，结合环境保护的重要性和现状分析，提出实现两者平衡的有效路径，为能源开发与环境保护的协调发展提供参考。

1 石油天然气能源开采的现状与问题

1.1 石油天然气开采的技术发展概述

1.1.1 开采技术的进步与特点

近年来，石油天然气开采技术取得显著进步。连续型油气聚集与非常规油气地质理论揭示了非常规油气的聚集规律，推动了页岩气等非常规资源的开发热潮。深层-超深层油气地质勘探理论在储层发育和成藏机理方面形成新认识，助力深层油气资源的勘探。技术呈现智能化、高效化、绿色化特点，如智能分层注采技术基于5G通讯和物联网实现全过程监测与流量自动控制；绿色能源开采稠油技术利用太阳能、风能降低能耗与碳排放。

1.1.2 开采过程中的主要环节与工艺

开采过程涵盖勘探、钻井、采油采气等主要环节。勘探环节运用宽频、高密度可控震源高效混叠地震采集技术及节点地震勘探技术，获取精准地质信息。钻井环节，水平井“一趟钻”技术、牙轮-PDC混合型钻头等提高钻井效率与地层适应性。采油采气环节，“长水平井+超级压裂”技术提升单井产量，扫描成像测井、过钻杆测井技术为开采提供准确数据支持。

1.2 石油天然气开采对生态环境的影响

(1) 地表及地下水系统的污染。开采过程中，钻井

废水、采出水若处理不当排放，会污染地表水，其中的重金属、石油类物质渗入土壤，进而污染地下水，影响周边水体的水质与生态。(2) 对大气环境的污染。开采过程中产生的废气，如非甲烷总烃、二氧化硫、氮氧化物等，会造成大气污染。非甲烷总烃属于有机污染物，在阳光照射下与氮氧化物发生光化学反应，生成臭氧，加剧光化学烟雾污染，危害人体健康和植物生长，会加剧全球气候变暖；二氧化硫、氮氧化物会形成酸雨，危害生态环境。(3) 噪声与震动影响。钻井、采油设备运行产生的噪声与震动，会干扰周边野生动物的栖息与繁殖，影响其生存环境，对人类生活也会造成干扰。(4) 对生态环境的破坏。大规模开采活动改变地表形态，破坏植被，导致水土流失，影响生物多样性，使生态系统的平衡遭到破坏^[1]。

1.3 能源安全与依赖问题

(1) 石油天然气资源的稀缺性与依赖风险。全球化石能源储量有限，石油、天然气储产比显示其开采年限受限。我国石油天然气储量短缺，对外依存度高，2023年原油对外依存度达72%，天然气为42%，过度依赖进口使我国能源供应易受国际政治经济形势、运输通道安全等因素影响。(2) 对国家经济发展与社会稳定的影响。能源供应不稳定会影响工业生产，增加企业成本，制约经济增长。同时，能源短缺可能引发物价上涨，影响居民生活，甚至影响社会稳定，保障能源安全对国家经济社会平稳运行至关重要。

2 环境保护的重要性与现状分析

2.1 环境保护的意义与必要性

(1) 环境保护对人类生存与发展的重要性。环境是人类赖以生存的基础，提供呼吸所需的空气、饮用的水资源和生产生活的物质资源。若环境遭破坏，空气污染

会引发呼吸系统疾病,水污染威胁饮水安全,土壤退化导致粮食减产,直接威胁人类健康与生存。同时,良好环境支撑经济活动,如旅游业依赖生态景观,农业依赖水土资源,环境保护是人类持续发展的前提。(2)环境保护与可持续发展的关系。环境保护是可持续发展的核心支柱。可持续发展强调既满足当代人需求,又不损害后代人满足其需求的能力,而环境承载能力是发展的边界。只有保护好环境,维持生态平衡,才能实现资源的永续利用,让后代人拥有同等的发展机会,脱离环境保护的发展终将因资源枯竭、生态崩溃而难以为继。

2.2 当前环境保护的现状与挑战

(1)全球环境保护的趋势与进展。全球已形成共识,低碳发展成为主流趋势,多国提出碳中和目标,可再生能源装机容量持续增长。国际合作加强,《巴黎协定》推动全球减排协同,生物多样性保护取得进展,多个国家建立自然保护区,濒危物种保护初见成效,但全球性环境问题仍需各国深化合作。(2)我国环境保护的法律法规与政策体系。我国已构建以《环境保护法》为核心,涵盖污染防治、生态保护、资源利用等领域的法律体系,出台“双碳”目标、长江保护法、黄河保护法等政策。建立中央生态环境保护督察制度,强化地方环保责任,推动污染防治攻坚战,在大气、水、土壤污染治理上取得显著成效。(3)环境保护面临的主要挑战与问题。全球层面,气候变化引发极端天气,生物多样性丧失速度加快,发展中国家环保技术与资金不足。我国则面临产业结构转型压力,部分高耗能行业减排难度大,区域环境治理不平衡,农村环保设施薄弱,同时环保与经济协调发展的协调仍需优化。

3 石油天然气能源开采与环境保护动态平衡的路径探索

3.1 加强法律法规建设,提高监管力度

(1)完善能源开发法律体系。需构建覆盖石油天然气勘探、开采、运输、储存全链条的法律体系,在现有《矿产资源法》《环境保护法》基础上,制定《石油天然气开采环境保护条例》等专项法规,明确不同环节的环保标准。例如,对页岩气开采的水力压裂作业,需细化压裂液成分公示、废水回收比例等强制性条款,同时将生态红线制度纳入能源开发审批流程,禁止在自然保护区、饮用水源地等敏感区域开展开采活动。(2)建立专门的法律监督机构。成立跨部门的能源环保监督委员会,整合生态环境、自然资源、能源等部门的监管职能,配备地质、环保、法律等专业人才,运用卫星遥感、无人机巡检等技术手段实现全流程监管。建立企业

环保信用评价体系,定期公布开采企业的污染物排放、生态修复进度等数据,接受社会监督,避免出现“多头监管、各自为政”的治理困境。(3)加大违法惩处力度。将环境违法成本提高至企业违法所得的3-5倍,对超标排放、非法倾倒废弃物等行为实施“按日计罚”,情节严重者依法吊销采矿许可证。建立“环境公益诉讼绿色通道”,支持社会组织和检察机关对污染企业提起诉讼,同时将企业环保违法信息纳入全国信用信息共享平台,限制其参与政府项目投标、融资贷款等经济活动,形成“不敢违、不能违”的约束机制。

3.2 推广循环经济,提高资源利用率

(1)循环经济的理念与实践。循环经济以“资源-产品-废弃物-再生资源”的闭环流程为核心,通过减量化、再利用、资源化原则实现资源高效配置。例如,德国鲁尔区在煤炭转型中,将废弃矿井改造为地热发电站,矿井水用于养殖,实现“黑色能源”向“绿色经济”的转变;日本企业通过工业共生系统,将一家企业的废料作为另一家企业的原料,大幅降低工业固废产生量。(2)在石油天然气开采中的应用。石油天然气开采可构建“伴生资源-副产品-产业链延伸”的循环模式:将开采中产生的硫化氢转化为硫酸,用于化工生产;利用天然气凝液生产乙烷、乙烯、丙烯、氮气等基础化工原料;钻井废弃泥浆经固化处理后,可作为建筑材料或路基填充料。同时,推广“丛式井”钻井技术,减少井口数量和土地占用,通过共享集输管网降低能耗^[2]。(3)提高废水处理与再利用效率。采用“预处理-深度处理-回用”三级工艺处理开采废水:预处理阶段通过沉淀池去除悬浮颗粒物;深度处理采用膜分离、高级氧化技术去除重金属和难降解有机物;处理后的水可用于钻井液配置、油田注水驱油、厂区绿化等,回用率需达到90%以上。例如,我国长庆油田建成废水闭环处理系统,年回用废水超1000万立方米,减少新鲜水消耗约30%。

3.3 科技创新与环保技术应用

(1)清洁能源技术的研发与推广。在油田区建设分布式光伏电站,利用井口、集输站等场地实现“采油+发电”一体化;推广使用电驱的钻井设备,减少柴油消耗;研发小型氢能发电机,为偏远井场提供清洁电力。同时,探索“风光储+油气开采”模式,通过储能系统平衡新能源发电波动,目前我国新疆油田已建成兆瓦级风光储一体化供电项目,年减排二氧化碳超5000吨。(2)污染物治理技术的创新与应用。开发“低温等离子体+活性炭吸附”联用技术,高效处理开采废气中的挥发性有机物(VOCs),去除率可达95%以上;应用生物修复技

术,在土壤污染区种植紫花苜蓿、黑麦草等富集植物,配合微生物菌群降解石油烃类物质,修复周期较传统物理化学方法缩短50%。此外,推广智能泄漏检测系统,通过红外光谱传感器实时监测管道甲烷泄漏,响应时间缩短至秒级。(3)降低温室气体排放的技术手段。规模化应用碳捕集、利用与封存(CCUS)技术,在天然气处理厂捕获二氧化碳,压缩后注入枯竭油藏实现驱油增采,同时永久封存碳元素。我国大庆油田CCUS项目年封存二氧化碳超百万吨,原油采收率提高10%-15%。此外,优化天然气脱碳工艺,采用膜分离技术替代传统胺法,降低脱碳过程的能耗和温室气体排放^[3]。

3.4 加强环境治理与生态保护

(1)增加环境治理资金投入。设立国家级能源开发生态修复基金,按石油天然气产量每吨提取10-20元作为专项资金,用于矿区污染治理和生态修复。鼓励金融机构推出“绿色矿山贷”,对达标企业给予利率优惠;将生态修复成本纳入矿山企业生产成本,实行“谁开采、谁治理”的终身责任制。“十三五”以来,我国累计投入矿山生态修复资金超500亿元,治理面积达1000多万亩。(2)实施复垦治理与生态修复。制定“一矿一策”的生态修复方案:开采前进行生态本底调查,划定生态敏感区;开采中采用“分层开挖、分区堆放、分层回填”技术,减少土壤扰动;开采后及时平整土地,重构土壤剖面,种植柠条、沙柳等耐贫瘠植物。例如,美国阿拉斯加普拉德霍湾油田通过复垦,使90%的开采区恢复为苔原生态,野生动物栖息地得到有效保护^[4]。

(3)推广绿化种植与生态恢复技术。应用“喷播绿化”技术,将草种、有机肥、保水剂混合后喷射到边坡表面,快速形成植被覆盖;在盐碱化矿区采用“暗管排水+脱硫石膏改良”技术,降低土壤盐分,为植物生长创造条件;构建“乔木-灌木-草本”立体植被群落,提高生态系统稳定性。我国鄂尔多斯油田通过该技术,使矿区植被覆盖率从开采初期的15%提升至60%以上。

3.5 提高公众环保意识与参与度

(1)倡导绿色生活方式。通过社区宣传、公益广告

等形式,引导公众践行“低碳消费、垃圾分类、绿色出行”等生活方式。例如,开展“无车日”“节能周”等活动,鼓励公众减少能源消耗;推广节能家电、新能源汽车,通过补贴政策降低绿色产品消费门槛,使绿色生活成为社会共识。(2)加强环保教育与宣传。将环保知识纳入中小学课程体系,编写适合不同年龄段的教材;利用短视频平台、科普场馆等载体,解读石油天然气开采对环境的影响及环保技术进展。例如,制作“油田生态修复”科普动画,让公众直观了解治理成果,增强对环保工作的理解与支持。(3)鼓励公众参与环保活动。建立“环境监督员”制度,招募公众参与石油天然气矿区环保巡查;开通线上举报平台,对环境违法行为实行“有奖举报”;支持环保组织开展矿区生态调查、公众听证会等活动,让公众在环境决策中拥有话语权。我国页岩气开采区已试点公众参与机制,通过社区协商解决开采与环保的矛盾,提升治理公信力。

结束语

石油天然气开采与环境保护之间的动态平衡,是实现可持续发展的关键。通过加强法律法规建设、推广循环经济、应用科技创新、加强环境治理与生态修复,以及提高公众环保意识与参与度,我们可以有效缓解开采活动对环境的负面影响。未来,需持续探索更高效的环保技术和机制,确保能源安全与生态保护的双重目标同步推进。只有实现能源开发与环境保护的和谐共生,才能为子孙后代留下一个清洁、美丽的地球。

参考文献

- [1]杨涛.石油天然气勘探开发环境保护工作探讨[J].建筑设计及理论,2023,(09):88-89.
- [2]冯欢,王骁.基于生命周期的石油炼化工艺的碳排放分析[J].广州化工,2025,53(04):150-151.
- [3]陆桃妹,刘天琳,张芹.石油公司绿色技术专利发展态势对比分析[J].国际石油经济,2025,33(02):84-86.
- [4]李思慧,莫志安.环境影响评价中事故应急池的设置探讨[J].黑龙江环境通报,2025,38(02):57-60.