

天然气开采对地下水资源的影响及保护措施

梁东阳 吕红

陕西延长石油(集团)有限责任公司气田公司 陕西 延安 716000

摘要: 随着能源需求的日益增长,天然气开采活动在全球范围内不断扩大。然而,这一过程中对地下水资源的潜在影响不容忽视。本文详细探讨了天然气开采对地下水资源的影响,并提出了一系列保护措施,以期在保障能源供应的同时,最大限度地减少对地下水资源的负面影响。

关键词: 天然气开采;地下水资源;环境影响;保护措施

引言

天然气作为一种清洁、高效的能源,其在全球能源结构中的地位日益重要。然而,天然气开采过程中对地下水资源的影响却是一个不容忽视的问题。地下水作为重要的淡水资源,对于维持生态系统平衡和人类生活至关重要。因此,如何在满足能源需求的同时,保护地下水资源,成为当前亟待解决的问题。

1 天然气开采对地下水资源的影响

1.1 水资源消耗

天然气开采对地下水资源的影响中,水资源消耗是一个不可忽视的方面。在天然气开采过程中,水资源的需求量大,主要体现在钻井、冷却和生产环节。钻井是天然气开采的首要步骤,此过程中需要大量的水资源来配制钻井泥浆。钻井泥浆在钻探过程中起到了冷却钻头、清洗井底、携带岩屑返出井口以及保护井壁防止地层坍塌等多重作用。然而,泥浆的配制和使用过程中会消耗大量的淡水资源,尤其是在深井和高温高压井的钻探中,水资源消耗更为显著。在天然气开采的生产阶段,水资源同样扮演着重要角色。为了保证天然气的顺畅开采,防止井底压力过高或过低,常常需要向井内注水。这一注水过程同样会消耗大量的水资源。此外,开采过程中产生的天然气往往伴随着高温,为了确保开采设备和管道的正常运行,防止因高温而损坏,必须进行设备冷却。这一冷却过程也需要使用大量的水资源。由于天然气开采过程中水资源的大量消耗,可能导致地下水位的显著下降。地下水位的降低会直接影响到周边生态系统的稳定性,尤其是对依赖地下水资源的湿地和河流等生态系统造成不良影响。湿地水位的下降可能导致湿地植被退化,生物多样性减少,进而影响到整个生态系统的功能。同时,地下水位的下降还可能影响到农田灌溉。许多地区的农田灌溉依赖于地下水,地下水位下降将直接影响到农田的灌溉效果和农作物的生长。

1.2 水污染风险

在天然气开采过程中,水污染风险是一个严峻的问题。开采活动产生的废水、废渣等废弃物中可能含有多有毒有害物质,这些物质对地下水系统构成潜在威胁。具体来说,废水可能包含钻井过程中使用的各种化学添加剂、油脂、重金属以及其他烃类物质。这些物质一旦进入地下水系统,就可能对水质造成严重影响。例如,重金属如铅、汞、镉等在环境中难以降解,它们可以通过食物链进入生物体内,对人类和其他生物造成健康危害。烃类物质则可能对地下水的溶解氧含量造成影响,进而影响整个生态系统的平衡。此外,废渣也是一个重要的污染源^[1]。开采过程中产生的废渣往往包含大量的固体废弃物和有害化学物质。如果这些废渣没有得到妥善处理,其中的有害物质就可能通过雨水冲刷、渗透等方式进入地下水系统。特别是当废渣堆积在土壤表面时,雨水会将其中的有害物质溶解并带入地下水,从而对水质造成污染。更为严重的是,这些污染物一旦渗入地下水系统,就很难被清除。地下水流动缓慢,自净能力较弱,因此污染物可能在地下水中长期存在,对当地居民的生活用水和农业生产造成长期影响。特别是在一些水资源匮乏的地区,地下水是主要的饮用水源,因此水污染风险更加不容忽视。

1.3 地质结构破坏

在天然气开采过程中,地质结构破坏是一个潜在的严重后果。由于开采活动涉及地下岩层的钻探和抽取,这些操作不可避免地会改变原本稳定的地下应力分布。当岩层中的天然气被抽取后,原本由天然气占据的空间会形成压力降低的区域,这种压力变化会直接影响到周围岩层的应力状态。具体来说,随着天然气的开采,地下岩层中的孔隙压力逐渐降低,导致岩层的有效应力增加。这种应力的重新分布可能引发一系列地质问题。例如,岩层在长时间的应力作用下可能会发生形变,导致

地面出现沉降。沉降不仅会影响地面的稳定性,还可能对地面的建筑物和基础设施造成损害。更为严重的是,应力的变化还可能引发岩层裂缝的产生和扩展。这些裂缝不仅会降低岩层的整体强度,还可能成为地下水渗透的通道。一旦地下水通过这些裂缝渗透到开采区域,就可能对开采作业造成干扰,甚至引发安全事故。此外,地质结构的破坏还可能对地下水的流向和储量产生影响。岩层应力的改变可能导致地下水流动路径的改变,使得原本流向某一区域的地下水转向其他方向。这种流向的改变不仅会影响当地的水资源分布,还可能对依赖地下水的生态系统造成不良影响^[2]。同时,由于开采活动导致的岩层变形和裂缝产生,也可能使得地下水的储量发生变化,进一步加剧了水资源的不确定性。

2 地下水资源的保护措施

2.1 开展环境影响评价

开展环境影响评价是保护地下水资源的重要前置工作。在天然气开采活动伊始,进行全面的环境影响评价至关重要,它不仅能预测和评估开采活动可能对地下水资源产生的潜在影响,还能为制定相应的预防和减缓措施提供科学依据。环境影响评价应综合考虑多个方面,包括但不限于地质条件、水文地质特征、地下水流向和储量,以及开采活动的规模和持续时间等。评价过程中,需要运用地质勘探、水文地质调查、数值模拟等多种技术手段,确保评估结果的准确性和可靠性。具体而言,评价团队应对开采区域的地质结构进行详细分析,了解岩层的渗透性、含水层的特性以及地下水流动的路径。同时,还需评估开采活动可能导致的地质结构变化,如地面沉降、岩层裂缝等,并预测这些变化对地下水资源的潜在影响。在评估过程中,还应考虑开采过程中可能产生的废水、废渣等污染物对地下水质的潜在威胁。这包括分析污染物的种类、浓度、迁移路径和扩散范围,以及它们可能对地下水生态系统产生的影响。基于环境影响评价的结果,我们可以制定相应的预防和减缓措施。例如,优化开采方案以减少对地质结构的破坏,实施严格的废水处理和排放标准以降低水质污染风险,以及建立地下水监测系统以及时发现和应对环境问题。

2.2 优化开采技术

地下水资源的保护措施中,优化开采技术是至关重要的。随着科技的不断发展,越来越多的先进技术被应用于天然气开采领域,这些技术不仅能提高开采效率,更能在很大程度上减少对水资源的消耗和污染物的排放。一方面,采用节水型钻井技术是保护地下水资源的重要手段。传统的钻井技术往往需要大量的水资源来

冷却钻头、清洗井底等,而节水型钻井技术则通过改进钻探工艺和使用高效冷却设备,显著降低了水资源的消耗。这不仅有助于减缓地下水位的下降,还能减少因钻井而产生的水资源浪费。另一方面,废水回用技术也是优化开采技术的重要组成部分。在天然气开采过程中,会产生大量的废水,这些废水如果直接排放,不仅浪费了宝贵的水资源,还可能对环境造成污染。废水回用技术通过先进的处理工艺,将废水中的有害物质去除或降低到安全水平,然后将其回用于开采过程中,从而实现了水资源的循环利用。除了上述两种技术外,还有许多其他的优化开采技术值得推广和应用^[3]。例如,采用低渗透性岩层开采技术,可以减少开采过程中对地下水的扰动;使用环保型钻井泥浆,可以降低泥浆对地下水的污染风险;应用智能化开采管理系统,可以实时监控开采过程中的水资源消耗和污染物排放情况,以便及时采取措施进行调整和优化。

2.3 建立监测系统

在地下水资源的保护措施中,建立地下水监测系统是一个至关重要的环节。通过在开采区域部署这一系统,我们能够实时掌握地下水的水位、水质等核心数据,进而精准地评估开采活动对地下水环境的影响,及时发现潜在的环境风险,为采取有效的应对措施提供数据支撑。地下水监测系统应包括但不限于以下几个关键部分:水位监测井、自动记录仪器、数据传输设备和中央数据处理中心。水位监测井应合理分布在开采区域的关键位置,以确保能够全面反映地下水位的动态变化。自动记录仪器应具备高精度的测量能力,能够定时记录地下水水位和水质的变化情况。数据传输设备则负责将监测数据实时传输到中央数据处理中心,以便进行进一步的分析和处理。数据处理中心应具备强大的数据分析和处理能力,能够对接收到的数据进行实时分析,并通过数据模型和预测算法来预测地下水环境的变化趋势。此外,监测系统还应具备报警功能,一旦监测到地下水水位异常下降或水质恶化等环境风险,能够立即触发报警机制,通知相关人员及时采取措施,以防止环境问题的进一步扩大。通过建立这样一个全面、实时的地下水监测系统,我们不仅可以及时了解地下水环境的实时状况,还能够对环境风险进行早期预警,从而确保开采活动对地下水环境的影响始终处于可控范围内。这一系统的建立,无疑将为地下水资源的科学管理和有效保护提供有力的技术支撑。同时,它也将促进天然气开采行业的可持续发展,实现经济效益与环境保护的双赢。

2.4 强化废水处理

在地下水资源的保护工作中，强化废水处理是一个核心环节。开采天然气过程中产生的废水若未经妥善处理直接排放，将对地下水系统构成严重威胁。因此，必须实施严格的废水处理措施。第一，废水处理应遵循环保法规和相关标准，采用物理、化学和生物等多种方法综合处理。物理处理可以通过沉淀、过滤等方式去除废水中的悬浮物和颗粒物；化学处理则通过添加化学药剂来去除或降低废水中的有害物质含量；生物处理则利用微生物的降解作用来处理废水中的有机污染物。第二，处理后的废水必须经过严格的检测，确保其水质达到国家或地方的环保排放标准。只有当废水中的各项指标均符合要求时，才能进行排放或回用。这样做不仅保护了地下水资源，同时也促进了水资源的循环利用，提高了水资源利用效率。第三，废渣的处置和管理同样重要。开采过程中产生的废渣可能含有重金属、有害化学物质等，如果随意堆放或处置不当，极易通过雨水冲刷、渗透等方式污染地下水。因此，必须对废渣进行分类、储存和处理。对于有害废渣，应采用安全填埋、焚烧或其他特殊处理方法，以确保其不会对环境 and 地下水造成危害^[4]。强化废水处理和废渣管理是保护地下水资源的关键措施。通过实施严格的废水处理流程、确保废水达标排放或回用，以及加强废渣的安全处置，我们可以有效地降低开采活动对地下水资源的污染风险，促进天然气开采与环境保护的和谐发展。

2.5 加强立法监管

地下水资源的保护措施中，加强立法监管是至关重要的一环。政府在这一环节中扮演着举足轻重的角色，因为只有通过制定和实施严格的法律法规，才能有效地规范天然气开采活动，从而确保地下水资源得到妥善保护。首先，政府应制定全面的法律法规框架，明确天然气开采活动的标准和要求。这些法律法规应涵盖开采

前的环境评估、开采过程中的环保措施，以及开采后的生态恢复等各个环节。通过设立明确的法律标准，政府能够引导开采企业遵循环保原则，减少对环境的负面影响。其次，政府应明确开采企业对地下水资源的保护责任和义务。开采企业在享受开采天然气带来的经济利益的同时，也必须承担起保护地下水资源的责任。这包括采取必要的措施防止地下水污染、确保开采活动不破坏地质结构，以及合理利用和节约水资源等。政府应通过法律法规将这些责任和义务具体化，以便开采企业能够明确自身的责任边界并付诸实践。此外，政府还应加大执法力度，确保法律法规得到有效执行。这包括定期对开采企业进行环保检查、对违法行为进行严厉处罚，以及公开透明地处理环境问题等。通过严格的执法和监管，政府能够确保开采企业在追求经济效益的同时，也积极履行对地下水资源的保护责任。

结语

天然气开采对地下水资源的影响不容忽视。为了保障能源供应和生态环境双重目标，必须采取有效的保护措施。通过加强立法监管、优化开采技术、建立监测系统、强化废水处理、开展环境影响评价等综合措施，可以最大限度地减少对地下水资源的负面影响，实现能源开发与环境保护的和谐发展。

参考文献

- [1]朱梦茹.油气田生产开发过程中强化环保工作的重要性[J].化工管理,2024,(05):53-56.
- [2]狄娜.石油开采区地下水污染微生物净化方法[J].江西化工,2022,38(4):41-44.
- [3]徐龙潭,何少林,苑宏英,等.油页岩原位开采对地下水水质影响的研究进展[J].工业水处理,2023,43(6):7-14.
- [4]纪冬丽,叶际亮,何少林,et al.油页岩原位开采对部分地下水指标影响的分析[J].化工进展,2022(008):041.