

松南火山岩气藏开发技术及其经济性分析

李硕岚 (中国石油化工股份有限公司东北油气分公司, 吉林 长春 130000)

摘要: 松南火山岩气藏作为一种非常规天然气资源, 具有巨大的开发潜力。本文采用多种地质勘探和开发技术及紧急评估方法对该技术应用及经济性进行深入分析。结果表明, 松南火山岩气藏具有巨大的天然气储量, 通过先进的开发技术可以有效开采。且该气藏的开发在经济上是可行的, 有望为能源需求提供重要补充, 为松南火山岩气藏开发技术开发提供一定参考。

关键词: 松南; 火山岩气藏开发技术; 经济性

0 引言

随着全球能源需求的持续增长, 非常规天然气资源, 特别是火山岩气藏, 已逐渐受到重视。火山岩气藏因其储层特性复杂、开发难度大, 长期以来被视为难以有效利用的能源资源。然而, 随着技术进步和经济发展, 火山岩气藏的开发与利用已成为可能, 并有望为全球能源供应提供新的增长点。松南地区作为我国火山岩气藏的典型代表, 其地质构造独特, 储层物性复杂, 为开发技术带来了诸多挑战。近年来, 随着对该地区火山岩气藏的深入研究和攻关, 一系列先进的开发技术得以应用, 有效提高了气藏的开采效率和经济效益。因此, 针对松南火山岩气藏开发技术应用及经济性分析是极为重要的。

1 松南火山岩气藏概述

1.1 松南火山岩气藏的地质特征

松南气田处于松辽盆地南部长岭断陷达尔罕断凸带北段, 是在断凸带上因火山喷发形成的断背斜构造。其两面临凹, 北临前神子次凹, 东临查干花次凹。火山岩气藏的地质特征十分独特, 松南气田的火山岩类型以流纹岩和凝灰岩为主, 这两种岩石都是在火山活动中形成的。流纹岩是火山岩浆冷却后形成的, 而凝灰岩则是由火山灰堆积并固结而成。松南气田处于断背斜构造中, 这种构造有利于天然气的聚集和保存。同时, 火山活动形成的断裂和裂缝也为天然气的运移提供了通道。

1.2 松南火山岩气藏的储集特性

松南气田处于断背斜构造中, 这种构造有利于天然气的聚集和保存。同时, 火山活动形成的断裂和裂缝也为天然气的运移提供了通道。火山岩储层的物性差异大, 孔隙度和渗透率变化范围宽。其中, 流纹岩的孔隙度较高, 可达 12%, 而凝灰岩的孔隙度较低, 仅为 5% 左右。渗透率方面, 流纹岩的渗透率可达

10mD, 而凝灰岩的渗透率仅为 0.12mD。火山岩储层中发育有大量的高导缝, 这些裂缝为天然气的运移和聚集提供了良好的通道和存储空间。同时, 裂缝的存在也改善了储层的渗透性能。

1.3 松南火山岩气藏的开发现状

松南火山岩气藏自 2008 年投产以来, 经历了上产、稳产和综合调整三个阶段。经过多个阶段的开发调整, 松南气田实现了少井高产和较长时间的稳产。截至 2021 年底, 累计生产天然气 82 亿方, 采出程度达到 53.3%。在开发过程中, 逐渐形成了适合松南火山岩气藏生产特点的“12345”气井管理模式。通过优化配产、缩嘴压水锥、动态监测等手段, 实现了气藏总体可控开发。针对开发过程中出现的问题, 编制了多个调整方案, 设计调整井 17 口, 全部按照方案实施。这些调整井的实施进一步提高了储量动用程度和采气速度。

尽管通过调整井等手段提高了储量动用程度, 但采出程度仅为 53.3%, 意味着还有相当一部分的天然气储量未被有效利用。这可能是由于地质条件复杂、技术难度大等原因导致的。虽然项目实现了较长时间的稳产, 但采气速度可能仍然不够理想。这可能是由于井筒设计、生产设备或储层特性等因素限制了采气速度的提高。随着开采的进行, 气藏的开发成本可能会逐渐上升。因此, 需要关注项目的经济性, 确保在保持产量的同时, 控制成本在合理范围内。现阶段, 目前松南气井已全部增压开采, 优化降压开采难度较大; 底水上升, 水侵加剧, 目前松南整体已进入递减期, 稳产难度较大; 排液采气效果不明显, 国产电潜泵适应气液比较低, YP7 井目前气液比 54%, 运行频率 1.3Hz, 受气液分离效率、振动值限制, 无法实现高频运行, 提高排液量和气量。

为了解决这些问题, 需要进一步的技术研发、管

理创新和政策支持等多方面的努力。

2 松南火山岩气藏开发技术

2.1 地质勘探与开发技术

松南火山岩气藏开发通过高精度地震勘探、测井解释和地质建模等手段,深入研究火山岩气藏的构造、储层物性和含气性等特征,提高储量评价的准确性和可靠性。针对火山岩气藏的非均质性,采用水平井和多分支井技术,增加井筒与储层的接触面积,提高单井产能和储量动用程度。

为了进一步确保火山岩气藏的可持续开发,还需深入研究气藏的压力系统和天然气组分特征,以优化开发方案和提高最终采收率。通过引入先进的三维地震技术和数值模拟方法,施工方能够更准确地预测气藏的动态变化和产能,从而为后续的开发决策提供有力支持。同时,为了确保生产安全和环境保护,需要制定严格的环境监测计划和应急预案,以应对可能出现的风险和挑战。

针对火山岩储层渗透率低的问题,采用水力压裂、酸化压裂等增产技术,改善储层渗透性,提高气井产能。研发高效钻头、优化钻井参数等,提高钻井速度和效率,降低钻井成本。在继续加强数模、建模工作,并在此基础上动态评价气藏储量动用状况,落实剩余地质储量,明确剩余气分布。

为了进一步提高火山岩储层渗透率的改善效果,有限考虑采用新型的增产技术,如微地震裂缝监测技术。该技术可以通过监测微地震波的传播,精确地确定裂缝的位置和方向,从而更好地优化增产措施,进一步提高气井产能,加强钻井工程的研究和优化,通过采用更加先进的钻井液、钻头和钻井参数,提高钻井效率,降低钻井成本。同时,借助现代科技手段,如人工智能和大数据分析,对钻井过程中的实时数据进行实时监测和分析,及时发现和解决潜在问题,提高钻井成功率。数模与建模工作中,高分辨率数值模型及精细建模技术精确描述和预测气藏。进一步动态评价,掌握气藏储量动用状况,明确剩余气分布,提高开发效果和经济效益。

此外,松南火山岩气藏可利用人工智能技术进行智能预测和优化。通过机器学习算法分析历史数据,预测储层特性,优化钻井和增产方案。大数据技术助力数据共享和协同工作,提高工作效率。火山岩储层改造技术如地震导向、激光烧蚀等可提高储层渗透性。研发新型保护剂和裂缝扩展剂,控制裂缝方向和宽度,

提高气井产能。加强火山岩储层基础研究,深入探讨形成机理、岩石矿物学特征、孔隙结构等,为储层改造和气井增产提供理论支持和技术指导。

2.2 生产工艺与技术

松南火山岩气藏地质特性独特,如储层非均质性、渗透率变化大。这些特性对气井生产性能和开发效果有重要影响。开发过程中需深入分析气藏地质特性,为优化生产参数提供科学依据。生产动态监测是关键环节,通过实时监测气井生产数据,了解生产状态,提供优化依据。采用先进系统监测松南火山岩气藏,确保产量、压力、温度等数据准确及时。加强单井产能及产水特征分析,明确控制因素,结合模型开展调整挖潜井部署。

除此之外,还通过定期巡检和智能诊断,及时发现潜在的设备故障和安全隐患,确保气井生产的安全和稳定。同时,不断优化生产工艺和技术措施,提高气井的采收率和生产效益。通过这些监测和分析工作,不仅对气井的生产状态有了更全面的了解,也为后续的开发和调整提供了科学的依据。

配产是气藏开发过程中的重要环节之一,它直接影响到气井的产能和采气速度。在松南火山岩气藏的开发中,根据气藏特性和生产动态数据,采用科学的配产方法,合理分配各气井的产量,确保整个气藏的高效开发。同时,随着开发过程的进行,不断对配产方案进行调整和优化,以适应气藏的动态变化。在松南火山岩气藏的开发中,根据气井的生产动态和储层特性,合理设置井口压力,以保持气井的稳定生产。同时,通过实时监测井口压力的变化,及时调整生产参数,确保井口压力在合理范围内波动。优化集输管网布局和设备配置,降低集输损耗和能耗,提高天然气集输效率。

2.3 安全与环境保护技术

松南火山岩气藏建立全面的安全评价体系,识别潜在的安全风险,参照国内石油天然气行业的安全标准和规范,结合火山岩气藏的特点,制定适用于松南火山岩气藏的安全评价标准。通过全面的风险识别,找出气藏开发过程中可能存在的安全风险,并运用定性和定量评估方法对风险进行分级,为后续的风险管理提供依据。注 CO₂ 抑水增能井组优选、注采参数优化设计与矿场试验;强排水采气井组优选、注采参数优化设计与矿场试验;单井合理工作制度优化设计与应用。

针对天然气开采过程中产生的废水,研发高效废水处理技术,实现废水的达标排放和回收利用。对天然气开采过程中产生的废气进行净化处理,降低对环境的影响。同时,加强对甲烷等温室气体的监测和控制,减少温室气体排放。在气藏开发过程中注重生态保护与恢复工作,采取植被恢复、水土保持等措施,减轻对生态环境的破坏。同时,建立生态环境监测体系,及时发现并解决环境问题。

在气藏开发过程中,始终坚持生态优先、绿色发展的理念,注重生态保护与恢复工作。为了减轻对生态环境的破坏,采取了一系列切实有效的措施。在气藏开发区域,根据地形地貌和土壤类型,科学合理地选择适宜的植被种类和种植方式,确保植被恢复效果。加强水土保持,修建设施、监测流失,减缓水土流失。建立生态环境监测体系,实时监测气藏开发区域,解决问题。加强日常巡查,及时整改。宣传教育生态保护与恢复,提升员工与居民意识,共同参与。

3 松南火山岩气藏经济性分析

3.1 投资回收期分析

投资回收期指从项目投资开始到累计收益等于累计投资所需的时间。对于松南火山岩气藏的开发,投资回收期的长短将直接影响投资者的决策。松南火山岩气藏的开发过程中存在多种风险和不确定性,如地质条件复杂、安全风险高、废水废气处理难度大等,这些都将增加项目的投资成本,从而延长投资回收期。同时,项目采用了一些先进的技术手段,如连续气举、电潜泵排水采气等,这些技术的引入虽然可以提高项目的产量和采收率,但也会增加项目的投资成本,进一步延长投资回收期。因此,对于松南火山岩气藏的开发,投资者需要充分考虑项目的风险和不确定性,以及技术的成熟度和可靠性,谨慎评估项目的投资回收期。同时,可以通过优化开发方案、提高技术水平、降低投资风险等方式来缩短投资回收期,提高项目的投资效益。

3.2 资本回收率分析

资本回收率是指项目在运营期内每年平均回收的投资额占原始投资额的比例。对于松南火山岩气藏开发项目,资本回收率的高低直接反映了项目的盈利能力和投资回报情况。松南火山岩气藏开发项目在投产后能够实现较为稳定的产量和收益。随着技术的不断优化和应用,项目的产量和收益还有望进一步提升。因此,从长期来看,该项目的资本回收率有望保持在

较高水平。因此,在进行投资决策时,投资者需要对项目的财务状况进行全面了解和分析。这包括了解项目的资产负债表、利润表和现金流量表等财务报表,分析项目的盈利能力、偿债能力和运营能力等财务指标。通过这些分析,投资者可以了解项目的财务状况和经营业绩,从而对项目的资本回收率进行初步评估。

3.3 净现值分析

净现值(NPV)是指项目未来现金流的现值之和与项目投资成本之间的差额。它是评价项目投资效益的最重要指标之一。对于松南火山岩气藏的开发项目,净现值的大小直接决定了项目的经济可行性和投资吸引力。就目前的松南火山岩气藏的开发项目具有较高的经济效益和潜力。通过采用先进的技术手段和管理措施,项目能够实现较高的产量和收益,从而带来可观的现金流入。同时,项目也存在一定的风险和不确定性,如地质条件、市场风险、技术风险等,这些都将对项目的净现值产生影响。

4 结论

综上所述,松南火山岩气藏作为一种重要的非常规天然气资源,具有巨大的开发潜力和经济价值。通过采用先进的开发技术和合理的经济策略,可以实现气藏的高效、经济开发,为保障能源安全和推动经济发展做出贡献。

参考文献:

- [1] 任宪军. 火山岩气井产能评价方法及其在松南气田中的应用[J]. 世界地质, 2022, 41(4): 826-833.
- [2] 赵向原, 王丹, 游瑜春, 郭艳东, 任宪军, 韩娇艳, 尚墨翰. 松南营城组火山岩储层天然裂缝特征及形成机理[J]. 地质科学, 2022, 57(3): 720-732.
- [3] 崔国栋, 任韶然, 裴智超. 低渗废弃气藏注超临界CO₂采热发电技术及经济性分析[J]. 石油学报, 2022, 43(1): 156-166.
- [4] 禹圣彪. 松南气田登娄库组致密砂岩气藏地质特征, 开发状态及影响因素分析[J]. 冶金管理, 2021(5): 2.
- [5] 钟高明. 松南气田火山岩气藏产能评价及影响因素分析[J]. 内蒙古石油化工, 2021(18): 3.
- [6] 周学民, 唐亚会. 徐深气田火山岩气藏产能特点及影响因素分析[J]. 天然气工业, 2020(01): 27.
- [7] 邵锐. 徐深气田火山岩气藏开发方案评价与优选[J]. 大庆: 东北石油大学, 2020.
- [8] 彭彩珍, 郭平. 火山岩气藏开发现状综述[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2020, 12(5): 69-72.