

煤层气多分支水平井钻井常见问题及保障措施

王优谊

河南省资源环境调查四院 河南郑州 450016

摘要: 煤层气多分支水平井单井产量较高,具有良好的经济效益。由于煤层气多分支水平井钻井工序复杂且对技术水平要求较高,因此在钻井过程中易出现钻井轨迹偏移、卡钻、施工摩阻扭矩大等问题。为了确保煤层气产量,需从钻井工作入手解决常见问题,为煤层气多分支水平井钻井工程提供保障。

关键词: 煤层气;多分支水平井;钻井;问题;措施

Common problems and safeguard measures of CBM multi-branch horizontal well drilling

Youyi Wang

Fourth Institute of Resources and Environment Survey of Henan Province, Zhengzhou 450016, China

Abstract: Multi-branch horizontal wells in coalbed methane reservoirs have high individual well productivity and offer good economic benefits. However, due to the complexity of the drilling process and the high technical requirements involved, drilling operations for multi-branch horizontal wells in coalbed methane reservoirs often encounter issues such as wellbore deviation, stuck pipe, and high drilling torque. To ensure coalbed methane production, it is necessary to address these common issues from the perspective of drilling operations, providing assurance for the drilling engineering of multi-branch horizontal wells in coalbed methane reservoirs.

Keywords: Coal bed methane; Multi-branch horizontal well; Drilling a well; Question; Measure

引言

煤层气作为重要的地下能源资源,其开采对于满足能源需求、促进经济发展具有重要意义。煤层气多分支水平井钻井作为一种高效的开采技术,在实践中得到广泛应用。但是该钻井方法面临着一些技术问题,如地层突破、井筒稳定性和钻井液性能不佳等。为了保障煤层气多分支水平井钻井的安全和高效进行,需要采取相应的保障措施,为煤层气多分支水平井钻井提供科学、可靠的技术支持。通过对煤层气多分支水平井钻井常见问题及保障措施的研究,可以为行业提供重要的技术参考,促进煤层气资源的高效开采和利用。同时,也有助于加深对煤层气储层特性和地下工程的认识,为项目的安全运营和环保可持续发展做出贡献。希望通过本研究为煤层气开采领域的技术进步和工程实践提供有益参考。

一、煤层气多分支水平井钻井常见问题

1. 易发生卡钻情况

在煤层气多分支水平井钻井过程中,卡钻是十分常见的问题,卡钻会导致钻井进展受阻,增加工程风险,甚至造成设备损坏和人员伤亡的风险。在钻探过程中,煤层周围的地层可能因为解压而坍塌,导致井眼塌陷并卡住钻具。在煤层气钻井中,井壁的稳定性对钻井进展至关重要^[1]。如果井壁不稳定,将导致井眼塌陷或者井壁塌方,从而卡住钻具。此外,煤层气钻井中,煤层常常含有一定的杂质,如硬块、颗

粒物等,当钻头遇到这些杂质时,易发生堵塞现象,导致钻头无法继续前进。卡钻是煤层气多分支水平井工程常见问题,对工程影响较大。

2. 轨迹控制难度大导致钻井轨迹偏移

煤层气多分支水平井钻井工程难度较大,易导致钻井轨迹偏移。首先煤层气多分支水平井钻井常常遇到地层复杂、变化多样的情况,如地层倾角、不均匀煤层分布、岩性变化等,这些因素使得钻井轨迹控制更加困难。其次,在钻进过程中,由于井壁稳定性差、煤层气释放引起的井眼塌陷、钻井液泥浆循环不畅等原因,钻井轨迹可能会偏离预定的路径,导致井眼不符合设计要求。再次,煤层气多分支水平井钻井中,需要控制钻井井眼的弯曲半径,以便在煤层中延展多个分支井,但是由于钻具刚度、地层力学性质等的限制,很难精确控制井眼的弯曲半径,从而导致轨迹偏移。

3. 施工摩阻扭矩大加大钻压传输难度

多分支钻井的复杂性导致了摩阻的增加。在多分支水平井钻井中,钻柱需要经过多个分支点和曲线段,增加了钻具与井壁之间的接触摩阻,使得钻压传输受到阻碍。同时煤层气钻井常常面临复杂的地质条件,如煤与岩层的交替、地层的不均匀性等^[2]。这些因素增加钻具与地层间的接触摩阻,使得钻压的传输变得更加困难。

4. 固井质量把控困难

固井是煤层气多分支水平井钻井关键关节之一,由于施

工条件限制因素较多且施工难度大,无法有效把控固井质量,从而影响钻井效果。固井过程中,如果未能有效封隔煤层与井壁之间的空隙,会导致固井孔漏失,使得固井质量不达标。例如,井壁不稳定、井眼装备不合适或固井材料的选择不当,都可能导致固井质量把控不到位。其次,固井剂浆外泄是固井质量把控不到位的一个重要方面。如果固井剂浆发生外泄,尤其是在煤层气多分支水平井中,会导致固井质量不稳定,煤层气的渗流和生产受到影响^[3]。在煤层气多分支水平井钻井中,固井质量的实时监测和评估非常重要,但有时缺乏有效的监测手段和方法。如果没有充分的固井质量监测,无法及时发现固井不到位的问题,影响钻井作业的安全性和煤层气开采的有效性。

5. 井眼稳定影响因素多

影响井眼稳定性的因素较多,主要包括如下几种:

(1) 井眼易污染:在钻井过程中,地层中的固体颗粒、钻井液中的污染物等会进入井眼,导致井眼壁变脆,易发生塌陷和滑塌现象。

(2) 难以清洁:由于多分支水平井钻井的复杂性,井眼中的污染物和颗粒很难彻底清洁。这些污染物和颗粒附着在井眼壁上,降低了井眼的稳定性。

(3) 钻进操作问题:不当的钻进操作会导致井眼破坏和稳定性问题。如钻进过程中的旋转速度、下压力等参数选择不当,会增加井眼壁的破坏和井眼稳定性的问题。

(4) 地层动力学影响:地层的地震活动、地表沉陷等地层动力学因素会对井眼稳定性产生影响。这些因素会导致井眼变形和破坏,增加井眼稳定的难度。

二、煤层气多分支水平井钻井保障措施

1. 科学部署及合理设计

在煤层气多分支水平井钻井过程中,需科学部署及合理设计,解决卡钻、偏移等问题。首先,进行煤层气多分支水平井钻井前,需要进行详细的地质调查和分析,选择合适的地质选区。地质选区的选择应综合考虑煤层气资源分布、地质构造、地质力学参数等因素,确保井眼的稳定性和煤层气的有效开采。其次,合理的井位部署是保障煤层气多分支水平井钻井成功的重要因素之一。井位部署应考虑到地质条件和构造特征,避免选择不稳定的地理位置,降低井眼稳定性问题的风险,最大程度覆盖煤层气储量,提高产能。其三,在设计井身结构时,需要考虑井眼直径、井眼间距、套管设计等因素^[4]。通过合理的井身结构设计,可以提高井眼的稳定性和完整性,降低井眼溢流、钻井液漏失等问题的发生。

科学的部署及合理的设计是煤层气多分支水平井钻井过程中重要的关键措施。通过地质选区、井位部署和井身结构设计的科学性和合理性,可以降低钻井作业的风险,提高钻井作业的效率 and 成功率,促进煤层气资源的有效开发和利用。

2. 控制井眼轨道

(1) 井眼曲率的优化

井眼曲率对煤层气多分支水平井钻井至关重要,需从如下几方面优化:一是最大限度地增加钻井活动的有效工作时间,提高钻井作业的效率;二是降低钻井液的循环压力,减少能耗和作业成本;三是改善井眼稳定性,降低井壁塌陷和井眼垮塌的风险。主要优化方法为:一是在施工过程中合理选择井眼曲率设计方法。根据实际地质条件和工程要求,选择合适的井眼曲率设计方法。二是基于断层和地质力学的井眼曲率优化。在地质选区的基础上,结合断层和地质力学的分析,优化井眼曲率的设计,以减轻地层应力集中、井壁稳定性问题和钻具磨损等^[5]。三是通过合理控制钻具参数(如转速、下压力)和钻进工艺(如钻筒和导向系统的协同作用),实现平稳的井眼曲率变化,避免井眼过大的曲率变化引起的井眼变形和井口塌陷。四是采用实时监测系统,对井眼曲率进行实时监测,根据监测结果调整钻进参数和钻进策略,确保井眼曲率的实际情况与设计目标的一致性,确保井眼曲率满足要求。

(2) 井眼轨道剖面类型的优化

井眼轨道剖面类型的优化与曲率设计同等重要,在井眼轨道剖面类型优化中需能提高煤层气的产出效率和开采速度,降低井眼的摩擦阻力,减少能耗和作业成本,同时增加煤层接触面积,提高钻井作业的效率。优化方案为包含如下几种:一是从地质特征的井眼轨道剖面优化。根据地质特征和储层性质,选择合适的井眼轨道剖面类型。二是基于工程实践的井眼轨道剖面优化。结合之前的工程实践和经验,总结并优化井眼轨道剖面类型。通过分析不同井眼剖面的优缺点,制定相应的优化措施,提高井眼轨道的设计效果和实用性。三是采用先进的导向系统和井下平台技术,实现对井眼轨道剖面的更精确控制和调整。四是采用与曲率优化相同的监测模式,及时调整钻井参数。

3. 钻具组合方式

(1) 直井段

直井段钻具选择应考虑到地层的硬度、韧性以及存在的煤层气类型等因素,确保钻头能够在直井段中具有良好的钻进效率和寿命。同时设计合适的钻杆结构和尺寸,满足直井段的强度要求和承载能力。避免钻杆过长或过短,避免在直

井段出现过大的弯曲和振动。此外,需选择合适的钻井液体系和性质,减少井眼地层的侵蚀和钻井液与煤层气之间的相互影响。通过控制钻进液的比重、过滤性能和粘度等参数,使其能够满足直井段的钻井要求。

(2) 造斜段及水平段

首先,造斜段钻具需采用多几何刃或切削较强的钻头,更好地应对斜井段地层挤压和抗弯能力的要求。在造斜段中,合理的钻杆设计是保障钻具稳定性的关键。考虑到斜井的特殊性,选择合适的钻杆强度和稳定性,确保钻杆在承受剪切力和扭矩时不发生变形和破裂。其次是,水平段钻具与造斜段相比应具备更好的循环能力和剪切能力,以应对井眼周围的钻屑清除和流体循环的需要。在水平段使用钻头导向工具,如平铰和推进器,帮助稳定钻头的轨迹,并减少偏离预期轨迹的风险。针对钻进液的选择要具备良好的悬浊剂和排屑功能,保持井眼清洁和流体循环的畅通。

4. 合理设计固井方案

在设计固井方案之前,需要对煤层气井的地层特征进行全面分析。搜集地层压力、温度、岩性、孔隙度、渗透率等参数,了解地层特征。根据地层特征和应力环境,选择合适的固井材料。固井材料一般包括水泥浆、加固介质等。针对煤层气井的特殊性,选择具有高强度、耐高压、耐腐蚀性的固井材料,确保固井效果和井眼的稳定性。随后选择适当的固井液体系和性质以确保固井质量。固井液应满足以下要求:可以沉积良好、排出可靠;与地层岩石相容性好、对地层流体渗透影响小;具备良好的密封性能,减少漏失风险;具备

适当的性能,满足固井作业中的需求。然后选择合适的固井方法和工艺,根据不同的地层特征和需要。常见的固井方法包括单次固井、分层固井、封隔固井等。在实践中,应根据地层条件和钻井设备的情况,选用最适合的固井方法。最后,对固井情况进行实时跟进,监测固井压力、挤出量、固化时间等参数,确保固井质量和井外环境的安全。

三、结束语

煤层气多分支水平井钻井工程是一个复杂而关键的过程,需要综合考虑地质条件、工程要求、技术措施等多个因素。通过合理部署、科学设计和实时监测,不断优化钻井过程,实现煤层气资源的有效开发,同时确保钻井作业的安全、高效和可持续发展。

参考文献:

- [1]宁和平. 试分析煤层气多分支水平井钻井关键技术[J]. 中国石油和化工标准与质量,2022,42(08):167-169.
- [2]张军浪,袁魁,郭明. 煤层气多分支水平井钻井工艺分析[J]. 化工设计通讯,2021,47(02):197-198.
- [3]王国玲,孙晗森,严开峰,史红玲. 六盘水地区大河边向斜煤层气多分支水平井钻井工艺研究[J]. 煤炭技术,2020,39(03):17-19.
- [4]高鑫. 郑庄区块煤层气多分支水平井关键钻井技术[D]. 中国石油大学(华东),2019.
- [5]靳光均. 试论煤层气多分支水平井钻井关键技术[J]. 西部探矿工程,2019,31(04):78-80.