

# 钻遇大裂隙地层钻井施工的技术难题与解决方案

陈 林

四川省非金属(盐业)地质调查研究所 四川 自贡 643000

**摘要:** 钻遇大裂隙地层时, 钻井施工面临多重技术难题, 包括井眼稳定性差、钻井液性能失效风险高、钻头与钻杆易卡钻等。为解决这些问题, 需采取一系列措施: 提高井眼稳定性, 优化钻井液性能, 预防卡钻与钻头泥包现象, 并应对地层压力与含硫化氢挑战。同时, 提升钻井速度与效率至关重要。通过这些方案, 可确保钻井作业在大裂隙地层中的安全、高效进行。

**关键词:** 钻遇大裂隙地层; 钻井施工; 技术难题; 解决方案

引言: 钻遇大裂隙地层, 钻井施工面临着复杂多变的技术挑战。这些挑战不仅涉及井眼稳定性、钻井液性能, 还包括钻头与钻杆的安全性和效率问题。为了解决这些难题, 我们需深入研究地层特性, 提出创新的解决方案。本文将详细探讨这些技术难题, 并介绍针对性的解决措施, 以期能为钻井施工提供更安全、高效的实践指导, 推动相关领域的技术进步与发展。

## 1 大裂隙地层钻井施工的技术难题

### 1.1 井眼稳定性问题

井眼稳定性问题, 作为大裂隙地层钻井施工中的核心挑战, 一直备受关注。在大裂隙地层中, 由于裂缝和裂隙的广泛发育, 井壁稳定性变得尤为关键。这些裂缝不仅破坏了地层的完整性, 还使得井壁在钻进过程中极易发生坍塌。一旦井壁失稳, 井眼形状就会变得不规则, 这对钻井液的循环和钻头的正常工作构成了严重威胁。井眼形状的不规则性不仅影响钻井效率, 更可能导致钻井液的漏失。钻井液在钻井过程中起着至关重要的作用, 它不仅能冷却钻头、携带岩屑, 还能平衡地层压力, 防止井壁坍塌。然而, 当井眼扩大或形状不规则时, 钻井液就难以在井筒内形成有效的循环, 从而导致钻井液漏失。这不仅增加了钻井成本, 还可能引发一系列安全问题, 如地层坍塌、井喷等。

### 1.2 钻井液性能失效

钻井液性能失效问题是大裂隙地层钻井施工中另一个不容忽视的技术难题。在大裂隙地层中, 地层中的石膏、岩屑等污染物常常会混入钻井液中, 严重污染钻井液, 导致钻井液性能急剧下降。一旦钻井液性能失效, 它就无法有效地维护井壁的稳定, 也无法发挥良好的携岩和润滑作用, 这对于钻井施工的顺利进行构成了极大的威胁。更为复杂的是, 大裂隙地层的特殊性质使得钻井液的黏度和切力、滤失量等关键指标难以控制。这些

指标对于钻井液的性能至关重要, 一旦失控, 将会对钻井施工产生极为不利的影 响。例如, 黏度过高可能导致钻井液流动性差, 影响携岩效果; 而滤失量过大则可能导致钻井液大量漏失, 增加钻井成本。

### 1.3 钻头与钻杆卡钻风险

在大裂隙地层钻井施工中, 钻头与钻杆卡钻风险是一个尤为关键的问题, 需要引起特别的关注。由于地层中裂缝和裂隙的广泛发育, 钻头在钻进过程中极易遭遇泥包现象。泥包是指钻头在钻进时, 地层中的泥质物质粘附在钻头上, 形成一层厚厚的泥壳, 严重阻碍了钻头的正常钻进。这不仅降低了钻进效率, 还可能导致钻头损坏, 增加钻井成本。除了钻头泥包现象外, 钻杆在裂缝中也容易发生卡滞。由于裂缝的不规则性和复杂性, 钻杆在穿过裂缝时可能受到挤压或卡阻, 导致钻杆无法顺利移动。这不仅影响了钻井作业的进度, 还可能引发更严重的安全事故, 如钻杆断裂、井眼报废等。

### 1.4 地层压力与含硫化氢问题

在大裂隙地层钻井施工中, 地层压力与含硫化氢问题同样构成了一项不容忽视的技术难题。地层压力的不稳定性是钻井作业中常见的风险之一。由于大裂隙地层的特殊结构, 地层压力分布往往复杂多变, 难以准确预测和控制。一旦地层压力异常升高或降低, 都可能导致井壁失稳、井喷等严重后果, 对钻井作业的安全构成严重威胁。更为复杂的是, 大裂隙地层中往往含有硫化氢等有害气体。硫化氢不仅具有强烈的毒性, 而且易于腐蚀钻井设备和管线, 给钻井作业带来极大的风险。一旦硫化氢泄漏或积聚, 不仅可能导致人员伤亡, 还可能引发火灾、爆炸等灾难性后果。

### 1.5 钻井速度与效率问题

在大裂隙地层钻井施工中, 速度与效率的问题尤为突出。裂缝发育的地层使得钻头在钻进过程中经常受到

阻碍,导致钻进速度显著下降,严重影响了整个钻井工程的进度。这种阻碍不仅使得钻井周期延长,而且增加了钻井成本,因为需要更多的时间和资源来完成任务。此外,裂缝的存在也给堵漏工作带来了巨大挑战。由于裂缝的不规则性和复杂性,堵漏工作变得异常困难,成功率往往较低。这进一步影响了钻井的效率,使得整体工程进展缓慢。因此,在大裂隙地层钻井施工中,如何提高钻井速度和效率,以及如何有效进行堵漏工作,是亟待解决的问题。

## 2 解决方案与措施

### 2.1 提高井眼稳定性

在大裂隙地层钻井施工中,井眼稳定性问题无疑是一项至关重要的技术挑战。由于地层裂缝发育,井壁往往容易失稳,这不仅严重影响了钻井作业的顺利进行,还可能带来严重的安全隐患。因此,采取有效的措施来提高井眼稳定性显得尤为重要。(1)使用合适的支撑材料和技术来加固井壁是提高井眼稳定性的关键手段。下入套管是一种常见的做法,通过套管将井壁与地层隔离,能够有效防止地层中的裂缝和裂隙对井壁造成破坏。同时,使用固井剂等技术手段也能有效增强井壁的稳定性。固井剂能够渗透到地层裂缝中,与地层岩石发生化学反应,形成坚固的固体,从而加固井壁,防止井眼扩大。这些技术的应用,不仅提高了井眼的稳定性,还为后续的钻井作业提供了坚实的基础。(2)优化钻井液配方也是提高井眼稳定性的关键措施。钻井液在钻井作业中扮演着举足轻重的角色,它不仅携带岩屑,还起到平衡地层压力、防止井壁坍塌的作用。因此,针对大裂隙地层的特点,我们需要调整钻井液的成分和性能,增加其抑制能力。通过添加适量的抑制剂和稳定剂,钻井液能够更好地抑制地层中的裂缝和裂隙发育,减少井壁失稳的风险。同时,我们还需要关注钻井液的流变性能,确保其不同温度和压力条件下都能保持稳定的性能<sup>[1]</sup>。(3)钻井液的密度和粘度也是影响井眼稳定性的重要因素。我们需要根据地层压力和裂缝发育情况,合理调整钻井液的密度和粘度。通过精确计算地层压力,我们可以确定合适的钻井液密度,以形成有效的压力平衡,防止井壁坍塌。同时,调整钻井液的粘度,可以确保其在携带岩屑的同时,不会对井壁造成过大的冲刷力。

### 2.2 控制钻井液性能

在大裂隙地层钻井施工中,钻井液性能的稳定与可靠对于确保钻井作业的安全与效率至关重要。钻井液,作为钻井作业的“血液”,其性能的优劣直接关系到整

个钻井工程的成败。因此,我们必须采取一系列措施来严格控制钻井液的性能,确保其在整个作业过程中都能发挥出最佳效果。(1)对钻井液进行预处理是保障其性能稳定的基础步骤。在预处理过程中,我们需要加入适量的化学处理剂,如CaO等,以有效去除钻井液中的石膏、岩屑等污染物。这些污染物不仅会影响钻井液的纯净度,还可能破坏其性能稳定性,导致钻井液性能失效。通过预处理,我们可以显著提高钻井液的清洁度,为后续作业奠定良好的基础。(2)将井浆转化为KCl-聚合物钻井液是提升钻井液性能的关键措施。KCl-聚合物钻井液具有优良的抑制性和携岩能力,能够有效应对大裂隙地层中的复杂情况。在转化过程中,我们需要精确控制大分子包被剂的浓度,以确保钻井液的性能达到最佳状态。这种钻井液不仅能够维持井壁的稳定,还能有效防止钻井液的漏失和滤失,从而提高钻井作业的安全性和效率。(3)为了保持钻井液性能的稳定,我们还需要密切关注钻井液的各项性能指标,如密度、粘度、切力等。这些指标能够直观地反映钻井液的性能状态,对于及时发现和解决问题具有重要意义。我们需要根据地层特性和钻进需求,对钻井液的各项性能指标进行及时调整。通过定期检测和调整钻井液配方,我们可以确保钻井液始终保持在最佳状态,为钻井作业提供有力保障<sup>[2]</sup>。

### 2.3 预防卡钻与钻头泥包

在大裂隙地层钻井施工中,钻头与钻杆卡钻风险是一个不容忽视的问题。为了有效预防这一风险,我们需要采取一系列针对性措施,确保钻井作业的顺利进行。(1)选择合适的钻头设计与钻进参数是预防卡钻的关键。不同的地层特性对钻头的要求各异,因此我们需要根据地层的硬度、裂缝发育程度等因素,选用适合的钻头类型。同时,钻进参数的优化也至关重要。通过合理调整钻压、转速等参数,可以减少钻头在钻进过程中遇到的阻力,降低泥包现象的发生概率。(2)定期检查钻杆与钻头的状态是预防卡钻的必要措施。钻杆和钻头在长时间使用过程中,可能会因磨损或损坏而导致卡钻风险增加。因此,我们需要定期对钻杆和钻头进行检查,一旦发现磨损严重或存在损坏迹象,应及时进行更换。此外,保持钻具的清洁和润滑也是减少卡钻风险的重要手段。(3)引入先进的防卡钻技术也是降低卡钻风险的有效途径。例如,振动解卡技术是一种利用振动力量来解除卡钻的技术。通过在钻头上施加振动力量,可以有效地破坏泥包现象,使钻头恢复正常钻进状态。这种技术不仅操作简便,而且效果显著,对于预防卡钻风险具有重要意义。除了上述措施外,加强现场管理和操作人

员的技能培训也是预防卡钻风险的重要方面。通过制定严格的现场管理制度和操作规范,确保钻井作业的有序进行。同时,定期对操作人员进行技能培训,提高他们的操作水平和应急处理能力,也能有效降低卡钻风险。

#### 2.4 应对地层压力与含硫化氢挑战

在大裂隙地层钻井施工中,地层压力与含硫化氢问题无疑是两项重大的技术挑战。为了应对这些挑战,我们需要采取一系列有效的井壁稳定技术措施和引入先进的防硫、防喷、防漏设备与技术,确保钻井作业的安全与高效进行。(1)加强井壁稳定技术措施是应对地层压力问题的关键。合理的泥浆密度和压力控制方法是确保井壁稳定的重要手段。通过精确计算地层压力,我们可以调整泥浆的密度,使之与地层压力相匹配,从而防止井壁坍塌和井喷事故的发生。同时,我们还需要密切关注钻井过程中的压力变化,及时采取调整措施,确保井筒内的压力平衡。(2)引入防硫、防喷、防漏设备与技术对于应对含硫化氢问题至关重要。硫化氢是一种剧毒气体,一旦泄漏或积聚,将给钻井作业带来极大的安全隐患。因此,我们需要使用硫化氢探测器对钻井作业环境进行实时监测,一旦发现硫化氢浓度超标,应立即启动应急预案,采取相应措施进行处理。此外,安装防喷装置也是防止硫化氢泄漏的有效手段。防喷装置能够在发生井喷时迅速关闭井口,防止有害气体扩散,为救援工作赢得宝贵时间。(3)除了上述措施外,我们还需要加强钻井作业的安全管理和人员培训。制定严格的安全管理制度和操作规程,确保所有作业人员都熟悉并遵守相关规定。同时,定期对作业人员进行安全培训,提高他们的安全意识和应急处理能力,使他们在面对地层压力与含硫化氢问题时能够迅速作出正确反应。

#### 2.5 提高钻井速度与效率

提高钻井速度与效率是确保大裂隙地层钻井施工顺利进行的关键所在。为此,我们可以采取一系列针对性措施,旨在优化钻进工艺、引入先进钻井技术与设备,从而实现钻进速度与效率的双提升。(1)优化钻进工艺是提高钻井速度与效率的基础。通过深入研究地层特性,我们可以选择更为合适的钻进方法,减少不必要的

堵漏次数,从而提高钻进效率。同时,对钻进参数进行精细调整,确保钻头在钻进过程中能够保持最佳状态,减少因参数不当导致的钻进速度下降。此外,加强泥浆性能管理,确保泥浆具有良好的携岩能力和抑制性,防止泥包现象的发生,进一步提高钻进效率<sup>[1]</sup>。(2)引入先进的钻井技术与设备是提升钻井速度与效率的关键手段。旋转导向钻井系统作为一种先进的钻井技术,能够实现对接头的精确控制,使钻头在复杂地层中保持稳定的钻进方向,从而提高钻进速度。自动化钻井控制系统则能够实现对接头过程的自动化监控和调节,减少人为操作误差,提高钻井作业的精度和效率。此外,智能钻井技术、高效钻头等先进设备的应用,也能够显著提高钻进速度和降低施工成本。(3)在引入先进技术与设备的同时,我们还需要注重技术创新和研发。通过不断研发新的钻井技术和设备,我们可以更好地适应大裂隙地层的特点,进一步提高钻井速度与效率。同时,加强与国际先进企业的合作与交流,引进和消化吸收国际先进技术,推动国内钻井技术的不断创新和发展。

#### 结束语

钻遇大裂隙地层钻井施工的技术难题复杂且多样,但通过科学研究和不断创新,我们已经提出了一系列切实可行的解决方案。这些措施的实施,不仅提高了钻井施工的安全性和效率,也为大裂隙地层的勘探开发提供了有力支撑。展望未来,随着技术的不断进步和经验的积累,我们有信心克服更多挑战,推动钻井施工技术迈向新的高度。同时,我们也期待更多的同行加入到这一领域的研究中来,共同为石油天然气行业的繁荣发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]张伟.大裂隙地层钻井施工难点及应对措施[J].石油钻探技术,2022,50(1):41-42.
- [2]王晓波.钻井过程中大裂隙地层的处理技术[J].石油天然气学报,2021,43(6):154-159.
- [3]刘勇.复杂大裂隙地层钻井液技术研究与应[J].钻井液与完井液,2023,40(2):10-14.