

定向钻复合片钻头在盐井对接中的应用

游志全

四川省非金属(盐业)地质调查研究所 四川 自贡 643000

摘要: 本文针对盐井定向对接钻井过程中复合片钻头的应用进行深入探究,系统分析了盐井定向对接的地质特征、轨迹控制要求及钻头选型的关键因素。通过优化复合片钻头操作参数、钻井液性能及钻压转速匹配,提出了适用于盐井对接的系统工艺方案;合理的工艺参数设计、严格的钻头寿命管理以及配套措施的协同实施,能够显著提高钻井效率,确保盐井定向对接工程质量。实践证明,该技术方案可以有效解决盐井定向对接过程中存在的钻进效率低、轨迹控制难度大等问题,具有重要的工程应用价值。

关键词: 盐井对接;复合片钻头;定向钻井

引言: 随着盐穴储气库建设规模的不断扩大,盐井定向对接钻井技术在工程实践中的应用日益广泛;复合片钻头作为盐井定向对接的关键工具,其性能直接影响着钻井工程的质量和效率^[1]。本文基于实际工程经验,深入探究复合片钻头在盐井对接中的应用技术,重点探讨了钻井工艺参数优化、钻头使用寿命管理以及钻进效率提升等关键问题,旨在为提高盐井定向对接钻井技术水平提供理论指导和实践参考。

1 盐井定向对接钻井技术要求

1.1 盐井定向对接的地质特征分析

盐井定向对接钻井过程中,岩层地质特征对钻进工艺的选择和优化具有决定性影响。盐岩地层具有显著的流变性和可溶性特征,其力学性质随着温度、压力和时间而变化而发生改变,所以在钻井过程中,盐岩容易发生塑性变形,导致井壁失稳、井眼缩径等问题;盐岩层段也往往伴随着复杂的地质构造,如断层、褶皱和夹层等,这些地质因素增加了钻井轨迹控制的难度。通过对盐岩物理力学性质的系统分析,结合地质测井数据和钻井历史资料,可以准确评估地层钻进难度,为钻头选型和参数优化提供依据。在实际钻井过程中,需要重点关注盐岩的可溶性特征,采取有效措施防止井壁溶蚀,确保井眼轨迹的稳定性。

与此同时,盐岩层段常常存在高压卤水层,这对钻井液性能和钻进参数的选择提出了更高要求,需要通过合理的工艺设计来保证钻井安全。通过建立完善的地质评价体系,结合地球物理测井数据和钻井工程参数,可以实现对盐岩地层特征的精确描述和评估,为后续钻井工艺优化提供可靠的技术支持。

1.2 定向井轨迹控制技术要求

定向井轨迹控制是盐井对接钻井的核心技术环节,

其主要目标是确保两口井在预定位置精确对接^[2]。轨迹控制需要综合考虑地质条件、工程因素和设备性能等多方面因素,其一需要建立精确的地质导向模型,通过实时测量随钻数据,对井眼轨迹进行动态优化和调整。在盐岩层段,由于地层的特殊性质,测量工具的精度和可靠性面临严峻挑战,需要采用高精度的随钻测量系统和先进的数据处理技术。

其二井眼轨迹设计必须充分考虑地层应力分布特征,避免在应力集中区域出现剧烈转弯,防止井壁失稳和钻具卡阻。在实际钻进过程中,需要严格控制钻压和转速,保证方位角和倾角的平稳变化。通过建立完善的轨迹控制预警机制,及时发现和纠正轨迹偏差,确保井眼轨迹符合设计要求。同时还需要特别注意防止井眼弯曲度过大导致的钻具疲劳和井壁不稳定问题,通过优化钻具组合和调整钻进参数来实现平稳钻进。

1.3 钻头选型的关键影响因素

钻头选型直接影响着盐井定向对接的钻进效果和工程质量。在选择复合片钻头时,需要综合考虑地层特性、钻进工艺要求和经济性等多个方面,其一复合片钻头的切削结构设计必须适应盐岩的特殊性质,采用合理的齿形和排布方式,既要保证较高的钻进速度,又要避免钻头过度磨损。其二钻头的水力结构设计要满足钻井液循环冷却和携屑的要求,防止钻头筋条磨损和钻屑积聚。在选择钻头规格时,需要充分考虑井眼尺寸要求和钻具组合的匹配性,确保钻进过程的稳定性。

钻头的材料性能也是重要的选型依据,必须具备良好的耐磨性和抗冲击性能,能够适应盐岩钻进的苛刻条件。通过建立科学的钻头选型评价体系,结合历史钻井数据分析和现场试验结果,可以实现钻头选型的最优化,提高钻进效率和钻头使用寿命。

2 复合片钻头钻进过程控制

2.1 复合片钻头的操作参数优化

复合片钻头操作参数的优化是提高盐井定向对接钻井效率的关键,通过系统分析钻进机理和工程实践经验,建立了完整的参数优化方法。其一需要根据地层特性和钻头结构特点,确定合理的钻压范围,过高的钻压会导致钻头过度磨损和轨迹控制困难,而过低的钻压则无法保证有效的钻进速度。其二转速的选择需要考虑钻头的动力特性和地层可钻性,通过实时监测钻进参数,动态调整转速,实现最佳的钻进效果^[3]。在参数优化过程中,需要重点关注钻头与地层的相互作用,通过分析扭矩、钻压和机械比能等参数,评估钻进效果,及时调整操作参数。

还需要建立完善的参数优化模型,考虑钻具振动、井壁稳定性和钻井液性能等因素的影响,实现参数的综合优化。通过建立参数优化的闭环控制系统,实现钻进参数的实时调整和优化,确保钻进效率和井眼质量的统一。

2.2 钻井液体系及性能调控

定向钻井液体系在盐井对接过程中具有特殊的技术要求,其性能调控直接影响着钻井工程的整体质量和安全性,基于盐岩地层的特殊性质,钻井液体系需要同时满足多项技术指标要求,包括密度控制、流变性能、失水量控制以及抑制性等关键性能指标。在盐井钻进过程中,钻井液的密度梯度必须与地层压力梯度相适应,既要防止井壁失稳,又要避免地层破裂,同时钻井液的流变性能需要满足携屑能力和悬浮性能的双重要求。同时钻井液体系还必须具备良好的润滑性能和抗高温性能,确保在复杂地层条件下能够维持稳定的流变特性和基本性能,有效防止盐岩水化膨胀和井壁溶蚀现象的发生。

针对盐井定向钻井过程中可能出现的各类复杂情况,钻井液性能调控系统需要建立动态响应机制,通过实时监测和调整确保钻井液性能始终处于最佳状态。钻井液的抗盐性能和抑制性能是保证井壁稳定的关键因素,通过优化钻井液的化学配方和物理性能,可以有效控制盐岩的溶解速率和溶解程度;同时钻井液的润滑性能对降低钻具摩擦阻力和提高机械钻速具有重要作用,需要通过科学的性能评价体系和调控方案来确保钻井液的综合性能始终满足工程要求。钻井液的环境相容性也是性能调控过程中需要重点考虑的因素,通过选用环境友好型的处理剂和添加剂,既要确保钻井液的技术性能满足施工要求,又要最大限度地降低对环境的影响,实现钻井工程的绿色环保性。

2.3 钻压与转速的匹配技术

钻压与转速的匹配技术是影响盐井定向钻井效率和钻头寿命的关键技术要素,其科学性和合理性直接决定着钻进过程的稳定性和经济性。在盐岩地层钻进过程中,钻压与转速的匹配关系需要同时考虑地层可钻性、钻头结构特征、井下振动特性以及轨迹控制需求等多个技术因素,通过建立系统的参数匹配模型和优化方法,实现钻进效率和钻头寿命的最优平衡。钻压和转速的耦合作用会直接影响钻头齿轮的受力状态和切削效果,合理的参数匹配不仅可以提高机械钻速,还能有效控制井下振动,减少钻具疲劳,确保井眼轨迹的平稳性和定向性,为盐井对接工程的顺利实施提供重要的技术保障。

钻压与转速匹配技术的实施过程中需要建立完整的参数优化体系,通过钻进机理分析和工程实践相结合的方法,构建科学的参数选择标准和动态调整机制。参数匹配体系要充分考虑地层岩性变化、井眼轨迹特征以及钻具组合性能等因素的影响,建立基于机械比能和钻进效率的综合评价方法;同时通过实时监测钻进参数的变化规律和井下工况信息,建立闭环的参数优化控制系统,实现钻压与转速的动态匹配和自适应调整。参数匹配技术还需要与钻井液性能调控、钻具防震和轨迹控制等技术措施紧密结合,通过系统集成和协同优化,不断提升盐井定向钻井工程的整体技术水平和施工质量。

3 复合片钻头盐井对接工艺优化

3.1 盐层钻井工艺参数设计

盐层钻井工艺参数设计是确保盐井定向对接成功的基础。通过系统分析盐岩钻进特点和工程实践经验,建立了完整的工艺参数设计方法。其一需要根据地层特性和工程要求,确定合理的钻进参数组合,包括钻压、转速、泵量等关键参数。其二需要建立完善的参数优化模型,考虑地层变化、井眼轨迹和设备性能等因素的影响,实现参数的动态优化。

在工艺参数设计过程中,需要重点关注井壁稳定性控制,通过优化钻进参数和钻井液性能,防止井壁失稳和井眼缩径。还需要建立完善的工艺参数监测系统,实时评估钻进效果,及时调整工艺参数。通过建立科学的工艺参数设计方法,可以实现钻进效率和井眼质量的统一,确保盐井对接工程的顺利实施。

3.2 复合片钻头使用寿命管理

复合片钻头使用寿命管理系统是盐井定向对接工程中的核心技术环节,其科学性和完整性直接关系到钻井工程的经济效益和施工质量。基于复合片钻头在盐岩地层中的应力分布特征和磨损机理,建立系统化的寿命评估体系和预测模型具有重要意义,这不仅包括对钻头结

构完整性的动态监测,还需要综合考虑地层岩性变化、井下复杂工况以及钻进参数等多维度因素的影响。通过建立完善的钻头性能衰减评价指标体系,结合钻井工程参数的实时监测数据,可以准确把握钻头的磨损状态和剩余寿命,从而为钻进参数优化和钻头更换时机的确定提供科学依据。

在复合片钻头寿命管理的具体实施过程中,需要构建包含寿命预测、性能评估、参数优化和维护保养等多个环节的综合管理体系,通过科学的管理方法和先进的监测手段,实现钻头全寿命周期的精细化管理。钻头寿命预测模型需要充分考虑地层岩性特征、钻进工艺参数以及钻井液性能等因素的综合影响,建立可靠的预测方法和评价标准。同时通过建立健全的钻头使用技术规程和管理制度,规范钻头的使用、维护和保养流程,确保钻头在使用过程中始终保持最佳工作状态。钻头寿命管理体系还需要与钻井工程其他技术环节紧密结合,通过系统优化和协同创新,不断提升钻头使用效益,实现钻井工程的经济性和可靠性的统一。

3.3 钻进效率提升的配套措施

钻进效率提升的配套措施体系是盐井定向对接工程中的系统工程,需要从钻具优化、工艺创新、质量控制以及管理革新等多个层面进行统筹规划和协同实施。在钻具系统优化方面,需要深入探究钻具组合的力学特性和动力学性能,通过建立系统的优化模型和评价体系,实现钻具组合的科学设计和合理配置,为钻进效率的提升奠定坚实的装备基础^[4]。同时需要通过建立完善的质量控制体系和监督管理机制,加强对钻进过程关键技术指标的监测和控制,确保各项工艺措施得到有效落实。而且通过优化施工组织设计,合理安排作业程序,建立高效的协同作业机制,可以有效减少非生产时间,提高整体施工效率。

在配套措施的具体实施过程中,需要建立系统的技术支持体系和保障机制,通过加强技术创新和管理创新,不断提升钻进效率的技术水平。工艺创新方面需要围绕钻进机理和工程实践,开展钻井工艺优化和技术创新探究,通过引入先进的钻井技术和工具,不断提升钻井装备的技术水平和作业效率;并通过建立健全的数据采集和分析系统,加强对钻井过程数据的实时监测和分析,为工艺优化和决策提供科学依据。还需要加强现场管理和技术培训,提高作业人员的技术水平和应急处置能力,通过完善的培训体系和激励机制,充分调动技术人员的创新积极性,实现钻进效率的持续提升和工程质量的全面保障。

结论:通过对盐井定向对接钻井技术的系统探究,重点分析了复合片钻头在盐井对接中的应用特点和关键技术。通过优化钻头选型、合理设计钻进参数、完善钻井液性能调控等措施,可以有效提高钻进效率和井眼质量。实践证明,科学的工艺参数设计、严格的钻头寿命管理以及系统的配套措施,是确保盐井定向对接成功的重要保障。该技术方案的实施,不仅提高了钻井效率,降低了钻井成本,而且为盐穴储气库建设提供了可靠的技术支持,具有重要的工程应用价值和推广前景。

参考文献

- [1]王晓彦,樊思成,田东彬,等.复杂地层定向井聚晶金刚石复合片钻头设计[J].设备管理与维修,2019(3):118-119.
- [2]徐建飞,陈晖,邹德永,等.高造斜率定向CDE钻头设计与应用[J].机械设计与制造工程,2023,52(9):117-120.
- [3]陈兴梗.定向钻复合片钻头在盐井对接中的应用[J].海峡科学,2009(8):51,55.
- [4]王增海.PDC钻头在陕西米脂盐井对接井中的应用[J].中国西部科技,2006(31):32.