

钻井工程中井漏预防及堵漏技术

杜新泉

中石化中原油田分公司储气库管理中心 河南 濮阳 457001

摘要: 钻井工程中的井漏问题, 作为一项复杂且常见的技术挑战, 对钻井效率及安全性构成显著影响。通过优化钻井液性能、增强井筒稳定性以及合理应用堵漏材料和方法, 可以有效减少井漏的发生, 提高钻井效率, 并保障钻井作业的安全。

关键词: 钻井工程施工; 井漏; 预防; 封堵技术

1 钻井工程施工中井漏预防及堵漏技术的重要性

在钻井工程施工中, 井漏是一个常见但严重的问题, 可能导致生命安全风险、环境污染和经济损失。因此, 井漏的预防和堵漏技术的应用非常重要。井漏的预防是钻井工程施工安全的关键。通过合理的井壁完整性管理和固控措施, 可以减少或避免井漏的发生。例如, 采用合适的井壁稳定措施, 如钻井液密度、黏度和滤失控制的调整、套管设计的合理选择等, 可以降低井漏的风险, 并确保井筒的稳定, 堵漏技术在处理井漏事故中起着至关重要的作用。当井漏发生时, 及早采取堵漏措施可以有效控制井漏, 避免井下压力失控。堵漏技术包括使用固控材料, 如水泥浆或堵漏剂, 通过封堵井漏口进行控制, 从而恢复井筒的密封性^[1]。

2 井漏预防技术

2.1 井漏成因分析

井漏是钻井工程中常见的复杂情况之一, 其产生的主要原因在于井筒液柱压力大于地层压力, 导致钻井液流入地层。深入分析井漏的成因, 有助于我们制定更为精准有效的预防措施。井漏的发生往往与钻井液的密度和粘度有关。若钻井液的密度过高, 会形成过大的压力, 超过地层的承受能力, 从而导致井漏。此外, 钻井液的粘度过大, 可能导致其在井筒中的流动性变差, 进而增加井漏的风险。因此, 合理选择和调整钻井液的密度和粘度, 是预防井漏的关键措施之一。除了钻井液性能的影响外, 井漏还与地层条件密切相关。不同的地层具有不同的压力和渗透率特性, 这些特性直接影响井筒液柱压力与地层压力之间的平衡关系。若未能准确预测和处理这些地层特性, 就可能导致井漏的发生。例如, 在某些高压地层中, 若钻井液密度不足以平衡地层压力, 就会发生井漏。钻井操作的不当也是引发井漏的重要原因之一。如过快地提高钻井速度、不合适的钻进压力、不及时的泥浆补充等, 都可能导致井筒液柱压力与

地层压力之间失去平衡, 从而引发井漏。

2.2 泥浆性能对井漏的影响

泥浆作为钻井工程中的重要介质, 其性能直接关系到井漏的预防和控制。第一, 泥浆的密度是预防井漏的关键因素。合适的泥浆密度可以平衡地层压力, 避免井筒液柱压力过大而引发井漏。同时, 泥浆密度的调整还应与地层条件相匹配, 以确保钻井过程中的安全稳定。第二, 泥浆的粘度对井漏的预防也起着重要作用。适当的粘度可以保证泥浆在井筒中的良好流动性, 防止因泥浆滞留而增加井漏的风险。但过高的粘度可能导致泥浆流动性变差, 反而增加井漏的可能性^[2]。第三, 泥浆的滤失性、抗剪切性、稳定性等性能也对井漏的预防具有重要影响。良好的滤失性能可以减少泥浆在地层中的滤失量, 降低井漏的风险。抗剪切性能强的泥浆可以在钻井过程中保持稳定的性能, 避免因剪切作用而导致的性能变化。而泥浆的稳定性则关系到其在地层中的表现, 稳定的泥浆能够更好地保持井筒的稳定, 减少井漏的发生。

2.3 泥浆循环系统设计及操作管理

泥浆循环系统是钻井工程中的重要组成部分, 其设计的合理性和操作的规范性直接关系到井漏的预防效果。在泥浆循环系统的设计过程中, 应充分考虑地层特性、钻井工艺和泥浆性能等因素。合理的泥浆循环系统应能够确保泥浆在井筒中的均匀分布和有效循环, 避免泥浆滞留和积聚。同时, 系统还应具备良好的排砂和清洁功能, 以减少杂质对泥浆性能的影响。在操作管理方面, 应加强对泥浆循环系统的监控和调控。定期对泥浆的性能进行检测和调整, 确保泥浆的密度、粘度等参数满足要求。此外, 还应加强钻井过程中的泥浆补给和置换工作, 避免泥浆老化或性能降低而引发井漏。同时, 合理控制钻井速度和钻进压力等操作参数, 避免对泥浆循环系统造成过大冲击。

2.4 钻井井壁稳定性控制技术

井壁失稳往往会导致井筒液柱压力与地层压力之间的平衡被打破,从而引发井漏。首先,通过优化钻井液的性能,如提高泥浆的密度和粘度、加入防塌剂等添加剂,可以增强井壁的支撑能力,提高井壁的稳定性。还可以采用化学剂来改善泥饼质量,减少井壁与泥浆之间的滤失量,进一步增强井壁稳定性。其次,合理的钻井工艺和操作参数也对井壁稳定性控制具有重要意义。通过优化钻进速度、控制钻进压力、调整钻井液排量等措施,可以减少对井壁的冲刷和侵蚀作用,保持井壁的稳定状态。还可以采取机械支撑措施来提高井壁稳定性。例如,在松软地层中下入金属套管或塑料套管等支撑材料,可以有效增强井壁的承载能力,减少井漏的风险。

3 井漏堵漏技术

井漏是钻井工程中常见的技术问题,它不仅影响钻井进度,还可能对井筒的安全稳定构成威胁。因此,掌握和应用有效的井漏堵漏技术至关重要。

3.1 堵漏前的准备工作

在进行井漏堵漏之前,充分的准备工作是必不可少的。对井筒的结构和地层特性进行深入的了解和分析。这包括井筒的直径、深度、倾斜度,以及地层的岩性、厚度、渗透率等信息。这些信息将有助于判断井漏的可能原因和位置,为后续的堵漏工作提供指导。对现有的钻井液性能进行评估。钻井液在堵漏过程中发挥着至关重要的作用,其密度、粘度、滤失性等性能参数将直接影响堵漏的效果。因此,根据井漏的具体情况,调整钻井液的性能,使其能够更好地适应堵漏需求。还需要制定详细的应急预案^[3]。井漏堵漏作业具有一定的风险性,可能会遇到各种预料之外的情况。提前制定好应急预案,准备好必要的救援设备和药品,以确保人员和设备的安全。

3.2 堵漏材料及堵漏方式

选择合适的堵漏材料和堵漏方式是确保堵漏成功的关键。根据井漏的具体情况和地层特性,可以选择注浆液、桥塞、滤饼等不同的堵漏材料。注浆液具有良好的流动性和固化特性,可以在漏点处形成固结体,封闭漏口;桥塞则适用于封堵较大的漏口,其具有较强的抗压能力和密封性能;滤饼则可以在井壁上形成一层阻隔层,减少钻井液的漏失。堵漏方式的选择也需要根据井漏的实际情况而定。常见的堵漏方式包括静压注浆堵漏、动态堵漏和机械堵漏等。静压注浆堵漏是通过向井筒内注入高压的注浆液来封闭漏口,这种方式适用于漏点位置较深、漏失量较大的情况;动态堵漏则是通过调整钻井液的密度和粘度等参数来平衡地层压力,减少漏

失,适用于漏点位置较浅、漏失量较小的情况;机械堵漏则是利用桥塞、滤饼等机械材料直接封闭漏点,适用于漏点位置明确、形状规则的情况。

3.3 堵漏工具

堵漏工具是进行井漏堵漏作业的重要设备,其选择和使用对于堵漏效果有着直接的影响。常见的堵漏工具包括注浆泵、桥塞下入工具、滤饼铺设工具等。注浆泵用于将注浆液注入井筒,其工作压力和流量等性能参数需要根据注浆液的特性和注浆需求进行选择;桥塞下入工具用于将桥塞下入井筒并准确定位在漏点处,要求其具有良好的下入性能和定位精度;滤饼铺设工具则用于在井筒内铺设滤饼,要求其具有均匀的铺设能力和足够的压实力。

3.4 堵漏操作流程

堵漏操作流程是指导堵漏作业的重要步骤,其合理性直接关系到堵漏的效果。首先,需要根据井漏的具体情况制定详细的堵漏方案,明确堵漏的目标、步骤和措施。然后,按照堵漏方案进行现场的准备工作,包括设备调试、材料准备等。接下来,进行堵漏作业,根据堵漏方式和选择的材料,按照规定的操作流程进行操作。在堵漏过程中,需要密切关注现场情况,及时调整堵漏策略和处理突发情况。最后,对堵漏效果进行评估和总结,以便对今后的堵漏工作提供参考和借鉴。

4 井漏预防及堵漏技术案例研究

井漏是钻井过程中常见的技术难题,它通常是由于井筒液柱压力大于地层压力,导致钻井液流入地层,造成井筒内液面下降,严重时甚至可能引发井喷等安全事故。因此,对于井漏的预防及堵漏技术的研究具有重要的现实意义。

4.1 不同井漏原因下的预防方案研究

井漏的原因多种多样,主要包括地层压力异常、钻井液性能不佳、井筒稳定性差等。针对不同的原因,需要采取不同的预防措施。(1)地层压力异常:在钻井前,通过地质勘探和测井等手段,准确了解地层的压力分布情况。对于高压地层,可以提前采取降低钻井液密度、增加钻井液粘度等措施,以平衡地层压力,减少井漏风险。(2)钻井液性能不佳:钻井液的性能对于井漏的预防至关重要。应选择合适的钻井液类型,并根据地层特性和钻井工艺要求,及时调整钻井液的密度、粘度、滤失性等性能参数。保持钻井液的清洁度,防止固相颗粒过多导致堵塞和磨损。(3)井筒稳定性差:井筒的稳定性对于防止井漏至关重要。在钻井过程中,应采取合理的钻井参数和钻进速度,避免过快或过慢导致井筒失

稳。及时对井筒进行固壁处理,提高井筒的承载能力^[4]。

4.2 不同井漏类型下的堵漏技术应用案例

井漏类型多种多样,常见的包括裂缝型井漏、溶洞型井漏和孔隙型井漏等。针对不同的井漏类型,需要采用不同的堵漏技术和方法。

4.2.1 裂缝型井漏:裂缝型井漏通常发生在地层存在天然裂缝或人为因素导致的裂缝处。堵漏时可采用注浆堵漏法,通过向裂缝中注入高压注浆液,使其充满裂缝并固化形成堵塞体,从而封闭裂缝。在实际应用中,可根据裂缝的宽度、长度和深度等因素,选择合适的注浆液类型和注浆压力,以确保堵漏效果。例如,在某油田的一次钻井过程中,遇到了宽度较大的裂缝型井漏。通过采用高压注浆堵漏法,成功将裂缝封闭,确保了钻井的顺利进行。

4.2.2 溶洞型井漏:溶洞型井漏主要发生在存在溶洞的地层中,由于溶洞空间大且形状不规则,堵漏难度较大。在实际应用中,可采用桥塞堵漏法或滤饼堵漏法。桥塞堵漏法是通过下入桥塞来封闭溶洞空间,适用于溶洞较大且形状规则的情况;滤饼堵漏法则是通过在井筒内铺设滤饼来减少钻井液的漏失量,适用于溶洞较小或形状不规则的情况。例如,在某油田的一次钻井过程中,遇到了溶洞型井漏。通过采用桥塞堵漏法,成功将溶洞封闭,确保了钻井的安全进行。

4.2.3 孔隙型井漏:孔隙型井漏主要发生在地层中存在大量微小孔隙的情况下。这些孔隙虽小但数量众多,导致钻井液容易漏失。在实际应用中,可采用调整钻井液性能的方法来进行预防。通过增加钻井液的粘度和滤失性控制剂的含量,可以减少钻井液通过孔隙的漏失量。在发现井漏时,可及时补充适当的堵漏剂如纤维、陶粒等以增加钻井液的固体颗粒浓度和桥接能力,提高堵漏效果。例如,在某油田的一次钻井过程中,出现了轻微的孔隙型井漏。通过及时调整钻井液的粘度和加入适量的堵漏剂,成功控制了井漏的发展,保证了钻井的顺利进行。同时,随着科学技术的不断进步和新材料、新技术的不断涌现,井漏预防及堵漏技术也将不断得到改进和创新。

5 井漏预防及堵漏技术对钻井效率和安全性的影响

5.1 预防措施对钻井过程的影响

通过优化钻井液的密度、粘度和滤失性,可以更好地平衡地层压力,减少钻井液的漏失。这不仅能降低井漏的风险,还能提高钻井过程的稳定性和效率。合理的钻进参数和钻进速度,以及及时的固壁处理,可以有效减少井筒失稳的可能性。稳定的井筒能够减少井漏的发生,避免因井漏而导致的额外作业和维修费用。同时,优化的钻井液性能和井筒稳定性也能提高钻井速度,缩短钻井周期,进一步降低成本。

5.2 堵漏技术对钻井效率的影响

首先,堵漏技术可以迅速封闭漏口,减少钻井液的漏失量。这不仅可以防止井漏的进一步发展,还能避免因漏失过多而导致的钻井液不足问题。其次,堵漏技术可以缩短井漏处理时间。通过快速、有效的堵漏作业,可以迅速恢复钻井作业的正常进行。这不仅可以减少井漏对钻井效率的影响,还能避免因长时间停机而导致的生产损失。需要注意的是,堵漏技术也可能对钻井效率产生一定的负面影响。例如,堵漏作业可能需要暂停钻井作业,等待堵漏材料发挥作用。堵漏作业本身也可能存在一定的技术难度和风险,处理不当可能导致钻井作业受阻或井筒稳定性下降。

结束语

井漏预防及堵漏技术是钻井工程中的关键环节,对于提高钻井效率和保障作业安全具有重要意义。因此,需要继续加强研究和创新,不断优化井漏预防和堵漏技术,以适应日益复杂多变的钻井环境。展望未来,通过综合应用新技术、新材料和智能化管理手段,有望进一步提升钻井工程的安全性和效率,推动石油工业的持续健康发展。

参考文献

- [1]姜彬.钻井工程中井漏预防及堵漏技术分析[J].石化技术,2020,27(10):54+107.
- [2]马传华.钻井工程中井漏预防与堵漏技术研究[J].产业科技创新,2020,2(21):60-61.
- [3]何洲.钻井工程中井漏预防与堵漏技术研究[J].建筑工程技术与设计,2019,(7): 560.
- [4]李鸿志.钻井工程中井漏预防与堵漏技术的研究与应用[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(11):154-155.