

改进反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的应用研究

马林文

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:西部山区地质条件复杂,水工竖井施工面临诸多挑战。反井钻机以其工艺简单、施工安全可靠的特点,在水工竖井开挖中展现出明显优势。本研究通过深入分析反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的应用现状,结合工程实践,提出了一系列改进措施,包括优化钻头设计、提升钻进参数控制精度、强化施工监控等。旨在提高施工效率,确保施工质量,为西部山区水工竖井建设提供有力的技术支持,推动水利水电工程的持续发展。

关键词:改进反井钻机;西部山区;水工竖井导井开挖;应用

引言:西部山区地形复杂,地质条件多变,给水工竖井导井开挖带来了极大的挑战。传统施工方法不仅效率低下,还存在安全风险。随着技术的进步,反井钻机逐渐成为一种高效、安全的开挖方式。然而,现有的反井钻机在应用过程中仍存在一些不足,需要进一步改进。本研究旨在探讨如何改进反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的应用,以提高施工效率,降低安全风险,为水利水电工程建设提供技术支持和参考。

1 反井钻机工作原理及特点

1.1 反井钻机的工作原理

(1) 反井钻机的工作流程。反井钻机的工作流程从电机启动开始。电机驱动液压马达旋转,液压马达则进一步驱动水龙头。水龙头是连接钻杆和钻头的关键部件,它利用液压马达提供的动力来带动钻杆及钻头旋转。这一过程中,电机提供的电力被转化为液压能,再转化为机械能,实现了能量的高效转换和传递。随着钻头的旋转,导孔钻头或扩孔钻头上的滚刀开始与岩石接触。这些滚刀在钻压的作用下,沿井底岩石工作面进行滚动或微量滑移,产生强烈的冲击、挤压和剪切作用,使岩石逐渐破碎。同时,主机油缸产生的轴向拉、压力也通过动力头、钻杆作用在钻头上,进一步加强了破岩效果。钻井过程中,洗井液循环系统起着关键作用。它利用泥浆液携带破碎的岩渣,通过钻杆与孔壁间的环形空间从井口排出,保证了钻井的顺利进行。(2) 反井钻机在钻井过程中的主要作用。反井钻机在钻井过程中,主要通过滚刀对岩石进行冲击、挤压和剪切作用,实现岩石的快速破碎。这种破岩方式不仅效率高,而且对围岩的破坏小,能确保井壁的光滑度。同时,洗井液循环系统的配合,使得钻井过程中岩渣能够及时排出,避免了对钻头的磨损和堵塞。

1.2 反井钻机的特点

(1) 反井钻机在施工工艺、钻井速度、适应性等方面的优势。反井钻机在施工工艺上实现了机械化连续作业,大大简化了施工流程,降低了劳动强度。其钻井速度快,比传统施工方法提高数倍至数十倍,显著缩短了施工周期。此外,反井钻机具有广泛的适应性,能适应不同岩层和地质条件的施工需求,包括硬岩、软岩、砂砾岩等。(2) 反井钻机在特定地质条件下的局限性。尽管反井钻机具有诸多优势,但在特定地质条件下也存在局限性。例如,在极硬的岩层中钻进时,由于岩石硬度过高,滚刀的破岩效果可能会受到影响,导致钻进速度下降^[1]。此外,在复杂地质条件下,如断层、裂隙发育的地层中施工时,也可能遇到一定的挑战。因此,在实际应用中,需要根据具体地质条件和施工需求,选择合适的设备和技术方案。

2 西部山区水工竖井导井开挖现状及挑战

2.1 西部山区地质条件分析

(1) 西部山区的地形地貌、地层岩性、水文地质等特征。西部山区地形复杂多变,地貌类型多样。山峦起伏,沟谷纵横,地势总体上呈现西高东低的态势。高山、中山、低山、丘陵及山间盆地相互交错,构成了西部山区独特的地形景观。这些地形特征对竖井导井的选址、施工方案的制定以及施工设备的选择都产生了重要影响。在地层岩性方面,西部山区地层发育齐全,岩性复杂多样。从太古宙到新生代的各个地质历史时期的地层均有出露,包括各类火成岩、变质岩和沉积岩。这些岩石的物理力学性质各异,如花岗岩坚硬且耐磨,而页岩则相对软弱且易碎。不同的地层岩性对竖井导井开挖的破碎方式、支护措施及施工效率等方面都提出了不同的要求。水文地质条件同样复杂。西部山区降水充沛,水系发育,地下水资源丰富。地下水类型多样,包括孔隙水、裂隙水和岩溶水等。地下水位的升降、水流速度

的变化以及水质的差异,都对竖井导井开挖产生了重要影响。例如,地下水位的突然上升可能导致井筒涌水,影响施工安全;而水质的腐蚀性则可能对施工设备和人员造成损害。(2)这些地质条件对竖井导井开挖的影响。西部山区复杂的地质条件对竖井导井开挖产生了深远的影响。地形地貌的复杂性使得施工场地受限,增加了施工难度和成本。地层岩性的多样性要求施工方在破碎方式、支护措施及施工设备等方面进行针对性的选择和调整。而水文地质条件的复杂性则增加了施工风险,需要施工方采取有效的措施来应对涌水、突泥等突发情况。

2.2 导井开挖方法概述

(1)目前常用的导井开挖方法。目前,西部山区水工竖井导井开挖中常用的方法主要包括普通钻爆法、爬罐法和吊罐法等。普通钻爆法是通过钻孔、装药、爆破等步骤进行岩石破碎,然后清理岩渣,形成导井。这种方法施工成本相对较低,但施工效率低,且对周围环境造成较大破坏。爬罐法则是利用爬罐设备在井筒内上下移动,进行岩石破碎和出渣作业。这种方法适用于井筒深度较大的情况,但施工效率受到爬罐设备性能的限制。吊罐法则是通过吊装设备将钻头和钻杆送入井筒内进行作业,适用于井筒深度较浅且地形较为平坦的情况。(2)比较各种方法的优缺点,引出反井钻机法的应用优势。与普通钻爆法、爬罐法和吊罐法相比,反井钻机法具有显著优势。首先,反井钻机法采用机械化作业,施工效率高,且对周围环境的破坏小。其次,反井钻机法适应性强,可以适用于不同深度、不同地层岩性的竖井导井开挖。再次,反井钻机法在施工过程中能够保持井筒的完整性,减少支护成本。此外,反井钻机法还具有施工安全、成本可控等优点。因此,在西部山区水工竖井导井开挖中,反井钻机法逐渐成为一种重要的施工方法^[2]。

2.3 面临的挑战

(1)复杂地质条件下的钻进效率问题。西部山区复杂多变的地质条件对反井钻机的钻进效率构成了严峻考验。硬岩地层不仅导致钻进速度缓慢,而且能耗显著增加,这无疑加重了设备的负担,加速了磨损,甚至可能引发故障。更为棘手的是,地层的不稳定性使得钻进过程充满了不确定性,卡钻、埋钻等意外情况时有发生,这些故障不仅进一步降低了钻进效率,还可能对施工安全构成威胁。因此,如何在复杂地质条件下保持高效的钻进作业,是当前面临的一大挑战。(2)钻头和钻进技术的改进需求。针对西部山区的特殊地质条件,反井钻机的钻头和钻进技术亟待改进和创新。在钻头方面,

研发更加耐磨、耐冲击的新型材料至关重要,这不仅能够延长钻头的使用寿命,还能提高钻进效率。同时,优化钻进参数和施工工艺同样不容忽视。通过采用更为科学的转速、进给速度和钻压等参数组合,以及引入振动钻进、水力破岩等先进技术,可以进一步提升钻进效率,并确保施工安全。这些改进措施的实施,将为反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的应用注入新的活力。

3 改进反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的应用策略

3.1 设备选择与改进

3.1.1 根据西部山区的地质条件,选择适合的反井钻机型号

西部山区地质条件复杂,涵盖从硬质岩石到软弱土层的多种地层类型。在选择反井钻机时,需充分考虑地质条件的影响,确保所选设备能够适应具体施工环境。

(1)硬质岩石:针对硬度高、研磨性强的岩石,应选择具有大扭矩、高功率和强稳定性的反井钻机,如全液压驱动的反井钻机。此类设备不仅能提供足够的钻进力,还能在复杂地质条件下保持稳定的钻进状态。(2)软弱地层:对于土质松软、易坍塌的地层,应选择具有较好灵活性和适应性的钻机,如可伸缩式或伸缩臂式反井钻机。这些设备可根据地层变化调整钻进参数,减少地层坍塌的风险。(3)复合地层:在软硬地层交替的复合地层中,需选择具有多种钻进模式和智能控制系统的反井钻机。通过调整钻进模式和参数,以适应不同地层的要求,提高钻进效率和井壁质量。

3.1.2 针对硬岩和复杂地质条件,提出钻头和钻进技术的改进方案

(1)钻头改进:针对硬岩钻进,需采用高性能的金刚石复合片钻头或硬质合金钻头,以提高钻头的耐磨性和破岩能力。同时,钻头形状和切削参数应根据岩石硬度、研磨性和地层结构进行优化,以提高钻进效率和延长钻头使用寿命。(2)钻进技术改进:在硬岩和复杂地质条件下,可采用旋转冲击钻进技术。该技术结合了旋转钻进和冲击钻进的优势,既能提高破岩效率,又能减少钻头磨损。此外,采用预裂爆破技术或水压致裂技术,可降低岩石的抗压强度和研磨性,提高钻进效率^[3]。

3.2 施工工艺优化

3.2.1 优化反井钻机的施工工艺流程,提高钻井效率和井壁质量

(1)工艺流程优化:对反井钻机的施工工艺流程进行全面梳理和优化,确保各环节之间的衔接顺畅,减少重复工作和无效劳动。通过合理安排钻进参数、泥浆循

环和井壁支护等关键环节,提高钻井效率和井壁质量。

(2) 泥浆循环优化:采用高性能的泥浆配方和循环系统,确保泥浆的润滑、冷却和携渣效果。通过实时监测泥浆性能和调整泥浆配比,保持泥浆的稳定性和适用性,提高钻进效率和井壁稳定性。(3) 井壁支护优化:根据地层特点和钻进过程中的变化情况,选择合适的支护材料和支护方式。在软弱地层和断层破碎带等易坍塌地层中,采用钢纤维混凝土或高强度聚合物等材料进行支护,以提高井壁的承载能力和稳定性。

3.2.2 引入现代监控技术,实时监测钻井过程中的各种参数,确保施工安全

(1) 智能监控系统:引入先进的智能监控系统,实时监测钻井过程中的扭矩、转速、钻进深度、泥浆性能等关键参数。通过数据分析和预警功能,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保施工安全。(2) 远程监控系统:利用远程监控技术,实现对施工现场的远程监控和管理。通过实时监控施工动态、分析施工数据、预测施工风险等方式,提高施工效率和管理水平。(3) 智能决策支持:结合大数据、人工智能等技术,对钻井数据进行深度挖掘和分析。通过构建智能决策支持系统,为施工决策提供科学依据和智能化建议,提高施工决策的准确性和有效性^[4]。

3.3 安全管理措施

3.3.1 加强通风系统的建设,确保施工环境中的空气质量符合安全标准

(1) 通风系统优化:根据施工现场的实际情况,设计合理的通风系统。采用大风量、高效率的通风设备,确保施工环境中的空气流通和有害气体排放。通过实时监测空气中的有害物质浓度,及时调整通风策略,确保施工环境中的空气质量符合安全标准。(2) 有害气体监测:在施工现场设置有害气体监测点,实时监测空气中的氧气、一氧化碳、二氧化氮等有害物质的浓度。一旦发现有害气体超标,立即启动应急预案,采取有效措施进行处理,确保施工人员的安全。

3.3.2 使用防护网、安全绳等设备,保障工人在高空作业时的安全

(1) 高空作业防护:在高空作业区域设置防护网、安全绳等安全防护设备。通过定期检查和维修,确保防护设备的可靠性和有效性。同时,加强高空作业人员的

安全教育和培训,提高他们的安全意识和操作技能。

(2) 个人防护装备:为施工人员配备齐全的个人防护装备,如安全帽、安全带、防护眼镜、防护口罩等。通过定期检查和更换个人防护装备,确保其质量和性能符合安全要求。

3.3.3 采取有效措施减少炮烟、粉尘等有害物质的产生,保障工人健康

(1) 湿式钻进技术:采用湿式钻进技术,通过向钻头喷洒水雾或泥浆,降低钻进过程中产生的粉尘和炮烟。同时,加强泥浆的循环和净化处理,减少泥浆中的有害物质含量。(2) 除尘设备配置:在施工现场配置高效的除尘设备,如布袋除尘器、湿式除尘器等。通过定期清理和维护除尘设备,确保其正常运行和除尘效果^[5]。

(3) 健康监测与防护:定期对施工人员进行健康检查,监测他们的身体状况和职业病风险。一旦发现异常情况,立即采取措施进行治疗和防护,确保施工人员的身心健康。

结束语

本文通过对反井钻机在西部山区水工竖井导井开挖中的深入分析与改进,提出了一系列切实可行的策略,旨在提升施工效率与安全性。通过设备选型优化、钻进技术革新及施工工艺与安全管理措施的完善,我们为西部山区复杂地质条件下的水工竖井建设提供了更为可靠的技术路径。未来,随着技术的不断进步和应用的持续深化,我们有理由相信,反井钻机将在水工竖井开挖领域发挥更加重要的作用,为水利水电事业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1]靖谋.反井钻机在竖井开挖中的应用[J].西北水电,2019,(17):218-219.
- [2]牛支现.反井钻机在导井开挖施工中的应用[J].建筑理论,2022,(12):131-132.
- [3]张国壁.反井钻机在竖井开挖中的应用[J].建筑设计及理论,2019,(07):69-70.
- [4]张兵,韦明晒.浅谈反井钻机在竖井开挖中的应用[J].水利水电工程,2021,(02):17-18.
- [5]沈华峰.浅析反井钻机在竖井开挖工程中的应用[J].建筑设计及理论,2022,(09):94-95.