

深部找矿中影响钻探施工因素的探讨

杨新江

新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队, 新疆 阿克苏 843000

[摘要] 深部找矿是一项极具综合性的任务, 需要涉及地球科学、工程学和经济学等多个领域的知识。特别是在采用钻探方式进行地下矿产资源勘探时, 任务更加复杂。由于地质环境的多样性, 以及技术与管理问题的存在, 深部找矿中影响钻探施工的因素十分复杂而多样。需要综合考虑地质构造、地下水、岩石力学等多种因素, 因此深部找矿需要综合运用各学科知识和技术手段来解决问题。

[关键词] 深部找矿; 钻探施工; 因素探讨

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14564

中图分类号: P634

文献标识码: A

Exploration on Factors Affecting Drilling Construction in Deep Mineral Exploration

YANG Xinjiang

The Eighth Geological Brigade of Xinjiang Geology and Mineral Exploration and Development Bureau, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: Deep mining is a highly comprehensive task that requires knowledge from multiple fields such as earth science, engineering, and economics. Especially when using drilling methods for underground mineral resource exploration, the task becomes more complex. Due to the diversity of geological environments and the existence of technical and management issues, the factors that affect drilling construction in deep mining are very complex and diverse. It is necessary to comprehensively consider various factors such as geological structure, groundwater, rock mechanics, etc. Therefore, deep mining requires the comprehensive application of knowledge and technical means from various disciplines to solve the problem.

Keywords: deep mineral exploration; drilling construction; exploration on factors

引言

随着矿产资源的日益紧缺, 深部找矿已成为当前矿业领域的重要任务之一。钻探施工是深部找矿的关键环节, 但其过程中受到多种因素的影响。本文旨在探讨深部找矿中影响钻探施工的因素, 为相关工程提供有益的参考。

1 地质条件对钻探施工的影响

1.1 地质构造

不同地质构造所形成的岩石具有各自独特的性质和特点, 这些差异对钻探施工产生了深远的影响。在硬岩区域进行钻探施工时, 需要应用更高的钻压和钻速, 以克服岩石坚硬的特性, 确保施工的顺利进行。相反地, 软岩地层的钻探则面临着卡钻和塌孔等问题, 因为软岩的较低密度和较弱的结构容易造成钻探设备的卡滞或者导致地层塌陷。要充分理解不同地质构造对钻探施工的影响, 需要对地质情况进行详尽的调查和分析。只有通过深入了解地质条件, 才能科学合理地制定钻探方案和采取相应的施工措施, 以应对不同地质条件下可能出现的挑战和难题。这种个性化的施工方式有助于提高钻探效率、降低施工风险, 并最大程度地保护环境^[1]。

1.2 矿物分布

矿物的分布情况和品位对钻探施工具有直接的影响。在矿产分布不均匀或者品位较低的地区, 钻探施工往往需

要进行更深入的勘探, 以确保综合考虑矿产资源的分布情况和品位变化, 从而制定出更加科学合理的钻探方案。特别是在品位较低的区域, 需要进行更为细致的勘探, 以确定矿体的具体位置和形态, 这样才能保证钻探施工能够高效、精准地实施。此外, 在矿产分布不均的区域, 钻探施工往往面临更大的挑战。因为矿物分布不均会导致勘探难度增加, 需要更为复杂、深入的勘探作业来获取充分的矿产信息。这些挑战包括地层结构的复杂性、勘探目标的不确定性等, 都需要钻探施工人员采取相应的技术和工艺手段, 以克服这些困难, 确保钻探施工能够顺利进行。对于矿物分布和品位的影响, 我们必须认识到其重要性, 并在钻探施工之前充分评估矿产资源的分布特征和品位变化。只有通过充分了解矿产资源的分布情况和品位变化, 采取相应的深入勘探和钻探工艺手段, 才能有效地指导钻探施工, 最大限度地发掘矿产资源的潜力, 实现经济与环保的双重目标。

1.3 地应力

地应力对钻探工程造成诸多负面影响, 尤其是体现在钻孔的稳定性和钻具所承受的应力方面。高地应力环境下, 地质条件极为复杂, 导致钻孔稳定性大幅下降, 可能出现孔斜、钻孔偏移和垮塌等情况, 严重制约了施工进度和工程质量。另外, 在极端的地应力环境下, 不仅地层本身存

在较大的内力挤压，钻进过程还会加剧这些应力的作用，致使原本直线的孔壁受到显著扭曲与弯曲变形。针对钻具来说，其面临的不仅仅是旋转与推进的压力，更在于高应力场产生的剪切、挤压力及摩擦力，这不仅增加了设备的操作难度和成本支出，也极大地提升了设备损坏的风险，如钻杆断裂或卡钻等情况频发。同时，高地应力区由于岩石破碎松散且易于垮塌，往往需要加大钻压来穿透坚硬的地层，但这又会使设备超负荷运行，进而加剧工具与钻杆的磨损，进一步降低了设备使用寿命，并增加了突发性故障的可能。针对以上问题，施工前需充分了解作业环境的地应力特征，采取科学合理的地质设计，使用适合于高强度作业的钻具材料和技术方法，以此减少因地应力过大带来的不利影响。例如利用长寿命合金钻头，优化泥浆配方降低钻孔壁面粗糙度，采用高效冲洗冷却方案减少热量累积以提升工具的使用寿命等。这些针对性的措施可以在提高施工质量和效率的同时，尽可能避免由于高地应力引起的各种问题，实现安全稳定的钻孔施工^[2]。

2 钻探技术与方法对钻探施工的影响

2.1 钻探工艺

钻探工艺的选择直接影响到施工效率和工程质量，不同的工艺在各类地质条件下具有独特的优势和适用性。对于硬岩和坚实体层，冲击钻探和旋转钻探是最常用的两种技术。冲击钻探通过锤击的方式破岩，尤其适合于较硬岩层和不均质地层的钻探；旋转钻探借助螺旋叶或金刚石钻头进行切割破碎，适用于硬脆或较松软地层，且能够保持较好的钻孔质量。在复杂多变的破碎带、裂隙发育带等地质结构较为松散和破碎的情况下，通常采用套管跟进、泥浆护壁或充填固结等工艺，以增强孔壁稳定性，防止坍塌和钻头磨损。在黏土层和易水化地层，一般会优先选用泥浆或气体作为循环介质。前者通过携带岩屑并稳定孔壁，适用于钻遇流塑状、渗透性高的土质；后者则有助于保护地下水体和防止泥皮形成。而在含盐量高的地层中，为确保设备不受腐蚀且保证泥浆体系稳定性，必须采用特制抗腐蚀泥浆，同时还需要关注钻具材料及配件的选择与配套。针对地下水丰富的区域，则需要采取真空钻进或者冷冻钻孔等特殊钻探方式，以便有效地控制地下水位对工程进展的影响^[3]。

2.2 钻具选择

钻具的类型、规格和材质对钻探施工的效果有着直接而显著的影响。在面对多变的地质条件和复杂的矿物分布时，选择适宜的钻具是至关重要的环节。在坚硬致密的岩层，如砂岩和花岗岩环境中，采用高强度合金制成的钢牙轮钻头能够发挥高效破岩能力。该类钻头设计有强劲的齿刃和合理的排屑空间，能够在高机械应力工况中维持稳定性能，有效避免碎屑堵塞导致施工停滞现象。对于破碎松散或者裂隙丰富的地层，如砂土、砾石层，建议使用冲击式钻头或潜孔锤配合使用护壁剂的施工工艺^[4]。此类钻具

设计具备较强的打击动能，并配合高压喷嘴冲水作用快速破岩和排除孔底岩屑；护壁剂的应用可以防止孔内发生坍塌。在软硬不均、多孔裂带发育的岩区钻进，往往采用金刚石复合片钻头（PDC）和取芯装置进行精细施工。该钻具依靠其耐磨特性与极细小切削边缘实现高效连续的破碎作业，进而确保完整核心样取得和高质量的成孔效果。对于存在高压水流或其他不良地质构造情况，则需考虑专门设计的耐腐蚀、抗疲劳钻具，并辅以封闭式冷却液循环或定向钻进装置，以应对苛刻的工作环境挑战。除此之外，在钻杆长度与重量平衡问题上，也需要依据具体工矿需求定制匹配规格的产品，避免由于过长的杆体产生共振效应而影响钻进过程稳定性和精确度。

2.3 钻进参数

钻进参数包括钻压、转速和泵量等多个要素，其合理设定对于钻探施工的效果至关重要。不恰当地钻进参数配置不仅会加速钻具的磨损，还可能导致钻孔质量显著降低，甚至引起施工过程中的各种机械故障或工程延误。过高或过低的钻压都会导致能量的浪费和钻速下降。理想状态是调整钻压使之与岩石特性和设备动力特性相适应。例如，在软质岩石区域可以减小钻压，避免因冲击过大造成不必要的磨损；而在硬度较高的岩石层中则需要增加适量钻压以获得良好破岩效率^[5]。

低转速可能无法充分暴露和利用刀具锋利面以达到最佳破碎状态；相反，高转速可能会引起额外振动，使工具产生过度摩擦和热量聚集，导致提前损坏，进而影响施工效率和成本。针对不同性质的地层应进行转速测试并选定最佳匹配模式，在此过程中需要密切关注机械反应以及岩石粉碎状况来不断修正优化策略。在大多数应用场景中，泵送液体的主要目的在于及时排除碎片，同时起到对井眼壁面润滑和保护的作用。泵送量不足则容易造成环空内的岩屑滞留，堵塞孔道；泵流量过大反而会使泥浆循环速度过快而带走过多泥饼和滤液，导致固控系统难以处理或影响护壁泥浆效果，从而引发一系列钻井事故如井壁坍塌和井眼直径增大等现象。因此，准确控制钻井泥浆的输送能力成为提升钻孔完整性不可或缺的步骤。

3 环境因素对钻探施工的影响

3.1 气候条件

极端气候条件可能显著影响钻探施工的效果，具体表现为高温、严寒、雨雪天气均能不同程度地对设备的正常运转及施工进度产生负面影响。其中，高温环境容易引起金属材料热膨胀加剧，润滑油性能下降，设备各部件间配合精度受影响；高温也会增加施工环境温度，操作人员的舒适性和生产效率将面临下降。同时，散热难题可能引发过载保护启动从而中断作业进程，甚至损害关键部件，导致停工损失及后续维修费用攀升^[6]。为此需考虑特殊热保护方案，如增设冷却水循环系统、加强通风和使用耐温材

料等对策减轻环境对设备工作能力的限制。零下低温环境下金属材料脆韧转换温度可能升高,使得零件更加脆弱容易断裂,液压油黏稠度大,液压装置难以正常启动并运作,导致整套钻探装置性能下降、操作困难;同时低温还会造成电路元件老化加速和绝缘层失效的风险,从而影响控制单元信号传递稳定性和准确性;为解决该问题,可采取保温措施维护设备核心组件温度,并选用适合极冷温度作业的产品和润滑剂以保证其可靠性。降水会导致施工地面变得泥泞不堪,不利于设备安放稳固性和施工移动,同时也增加滑倒跌倒风险。另外地下水渗透至孔口或孔内,不仅会稀释护壁泥浆,干扰孔径稳定性,还会带来潜在的井涌井喷等灾害隐患;在此情况下必须强化防雨防湿措施,采用封闭式防护罩以确保关键电子设备免受潮湿侵害,合理规划开并排浆通道以加快泥水分离速率和保持工作面干净。

3.2 地形条件

地形条件复杂的区域,例如山区和丘陵地带,给钻探施工带来诸多额外的挑战与难题。此类地理环境中的地质构造往往较为独特,岩层差异大、断层复杂,这对施工方案设计提出极高的要求。坡度陡峭是山地施工中常见难题之一,不仅增加了运输设备和物料的难度,亦可能引发严重的安全问题。为确保人员与设备的安全,必须采取严格的防护和监测措施^[7]。

此外,在这类地区施工还需要高度注意地面岩石露出的情况。基岩分布不均、形态各异,并且质地坚硬,直接决定了钻孔设备的选择与使用,对钻具材料和技术也有更高要求。因此,预先进行详细的地质勘探显得至关重要。只有掌握详尽的地层分布与地质结构资料,才能制定更为科学合理的钻探路径规划及施工策略,最大限度减少意外事故发生,提高作业质量。同时,在进行实际操作时,还需特别注重保护当地脆弱生态。山区、丘陵等复杂地形不仅生态环境敏感,土壤结构也可能非常疏松,因此应尽量减少对原生地形和植被造成破坏,尽可能实施可持续性钻探方案。这不仅能保障工程质量,也能为今后该区域的开发和维护留下更多可行空间。在所有过程中坚持安全第一,质量至上原则的同时兼顾环境保护的理念,方能在地形复杂的施工场地实现优质高效的工程目标。

3.3 安全因素

环境因素中的安全风险确实不可忽视,其中地质灾害、环境污染等问题可能对钻探施工造成显著的影响与潜在威胁。尤其在复杂地形区域开展钻探作业时,需充分认识到这些因素带来的全方位风险。首先,地质灾害的风险主

要表现为滑坡、崩塌等地质不稳定现象。此类现象往往突然发生,难以预测,极易导致作业区周围环境剧烈变动,严重时可引起机械设备损毁甚至人员伤亡,大大增加施工的危险系数和难度。针对地质灾害的防范措施包括对潜在灾害地段进行详细考察评估,必要时采取加固、防护措施以及实时监控等方式确保施工安全。另一方面,环境污染防治也是关键议题。钻探施工过程中常伴随大量扬尘、废泥浆排放及噪声产生等污染形式。如果不及时加以处理或治理不当,这些污染不仅影响当地生态系统,也会侵害到周边居民的健康福祉^[8]。

4 结语

深部找矿中影响钻探施工的因素众多,包括地质条件、钻探技术与方法以及环境因素等。针对这些因素,我们应进行深入分析和研究,为实际工程提供有效的指导。在地质条件方面,应充分了解和研究目标区域的地质特征,为选择合适的钻探工艺和钻具提供依据;在钻探技术与方法方面,应不断创新和改进,提高钻探施工的效率和质量;在环境因素方面,应关注安全风险和环境保护,确保钻探施工的顺利进行。希望通过本文的探讨,能为深部找矿中的钻探施工提供有益的参考和启示。

[参考文献]

- [1]刘平,但家军.绿色勘查在深部找矿勘查中的应用策略[J].世界有色金属,2023(23):136-138.
 - [2]郑磊.论地质勘查与深部地质钻探寻矿技巧[J].石化技术,2024,31(4):325-326.
 - [3]乔永超.地质勘查与深部地质钻探找矿技术工作研讨[J].世界有色金属,2024(5):49-51.
 - [4]任建民.地质勘查和深部地质钻探找矿技术分析[J].中国金属通报,2023(6):56-58.
 - [5]王海涛.地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究[J].世界有色金属,2024(2):109-111.
 - [6]黄金桂,刘亚辉,牛永丰.地质勘查和深部地质钻探找矿技术分析[J].石化技术,2024,31(10):235-237.
 - [7]张亚坤,李家峰,邵吉亮.地质勘察和深部地质钻探找矿技术研究[J].世界有色金属,2023(17):49-51.
 - [8]白鸿祖.矿产地质勘查与深部钻探找矿技术研究[J].西部探矿工程,2023,35(6):171-173.
- 作者简介:杨新江(1982.6—),毕业院校:长安大学;所学专业:资源勘查工程;当前工作单位:新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队,职务:钻探工程部经理;职称级别:探矿工程副高级工程师。