

金属露天矿山边坡治理安全技术研究

谈 君

新疆金宝矿业有限责任公司 新疆 阿勒泰 836100

摘 要：随着金属露天矿山开采规模的不断扩大，边坡治理安全问题日益凸显。边坡失稳不仅影响矿山正常生产，还可能引发严重的安全事故。因此，研究边坡治理安全技术至关重要。本文深入分析了边坡失稳机理，探讨了地质、水文和开采活动对边坡稳定性的影响。同时，本文还研究了边坡加固、排水防水以及监测预警等关键技术，提出了针对性的治理措施。通过本文的研究，旨在为金属露天矿山边坡治理提供科学依据和技术支持，促进矿山安全生产和可持续发展。

关键词：金属露天矿山；边坡治理；安全技术

引言：金属露天矿山边坡治理安全技术研究是矿山安全生产的关键环节，对于预防边坡失稳事故、保障矿山稳定运营具有重要意义。随着矿山开采的持续推进，边坡的治理难度与风险不断增大，对治理技术提出了更高的要求。因此，深入探索边坡治理安全技术，对于提升矿山整体安全水平、促进矿山可持续发展具有重要意义。本研究旨在通过系统分析边坡失稳机理，提出针对性的治理策略与技术方法，为金属露天矿山边坡治理提供有力支持。

1 金属露天矿山边坡失稳机理分析

1.1 地质条件对边坡稳定性的影响

地质条件是决定金属露天矿山边坡稳定性的基础因素，其中岩石性质和构造分析是关键。岩石的性质，如强度、硬度、抗风化能力等，直接影响边坡的稳定程度。一般来说，岩石强度越高，抗风化能力越强，边坡稳定性就越好。而岩石构造，特别是岩层节理发育情况，也对边坡稳定性有重要影响。节理是岩石中的断裂面或裂隙，其发育程度决定了岩石的完整性和强度。节理发育较为密集的岩石，其强度往往较低，容易在外部作用力的影响下发生变形或破坏，从而影响边坡的稳定。在金属露天矿山中，岩石的组成、层理结构、软弱层或破碎带的分布等因素都可能对边坡稳定性造成影响。例如，软弱岩层的存在可能导致边坡的滑动或坍塌；层理结构复杂、破碎带发育的边坡区域，其稳定性也相对较低。因此，在边坡治理过程中，需要对矿山地质条件进行全面调查和分析，以制定针对性的治理措施。

1.2 水文条件对边坡稳定性的影响

水文条件是影响金属露天矿山边坡稳定性的另一重要因素。地下水的分布与流动状态对边坡稳定性的影响尤为显著。地下水可以软化岩石，降低岩石的力学强

度，同时还会增加边坡体内的水压，导致边坡的稳定性下降。此外，地下水的渗流作用还可能引起边坡内部的应力变化，进一步加剧边坡的失稳。降雨对边坡稳定性的影响也不容忽视。降雨过程中，大量雨水渗透到边坡体内，增加边坡体重量，同时还会降低岩石的摩擦力，导致边坡的稳定性降低。特别是在强降雨或连续降雨的条件下，边坡表面可能形成径流，对边坡产生冲刷作用，进一步破坏边坡的稳定性。为了减轻水文条件对边坡稳定性的影响，需要采取有效的排水和防水措施。这包括在边坡上修建排水沟、截水沟等排水设施，以及及时排走雨水；在边坡体内设置防水帷幕或注浆止水等防水措施，以防止地下水的渗透和流动^[1]。

1.3 开采活动对边坡稳定性的影响

开采活动是金属露天矿山边坡失稳的直接原因之一。开采过程中，矿体的不断剥离和采空区的形成会破坏原有的地质平衡状态，导致边坡的应力分布和变形规律发生变化。同时，开采工艺的不同也会对边坡稳定性产生影响。例如，采用高台阶、大坡度等开采工艺时，边坡的暴露面积增大，稳定性降低的风险也相应增加。此外，爆破振动也是影响边坡稳定性的重要因素之一。爆破过程中产生的强大冲击力会对边坡体产生振动作用，导致岩石松动、节理扩展等现象的发生，从而降低边坡的稳定性。为了减少爆破振动对边坡稳定性的影响，需要优化爆破参数，降低爆破强度，同时采取合理的减震措施。除了开采工艺和爆破振动外，开采过程中的其他活动如运输、堆放等也可能对边坡稳定性造成一定影响。因此，在开采过程中需要采取一系列措施来保障边坡的稳定性。这包括合理规划开采顺序和方式，避免过度开采和滥采滥挖；加强边坡的监测和预警工作，及时发现并处理边坡失稳的前兆；对于已经出现失稳现

象的边坡,需要及时采取加固和修复措施,以恢复其稳定性。

2 金属露天矿山边坡治理安全技术研究

2.1 边坡治理原则与策略

在金属露天矿山的安全管理中,边坡治理是一个至关重要的环节,它直接关系到矿山生产的顺利进行和工作人员的生命安全。因此,制定科学、合理的边坡治理原则与策略显得尤为重要。边坡治理的首要原则就是“因地制宜”。这意味着治理方案不能千篇一律,必须根据矿山所在地的具体地质条件、气候条件、地形地貌以及开采工艺等多方面因素来综合制定。每个矿山的边坡情况都有其独特性,因此需要针对性地分析边坡的稳定性状况,明确潜在的失稳因素和风险点,从而制定出切实可行的治理方案。同时,边坡治理还需坚持“综合施策”的原则。这意味着在治理过程中,应综合运用多种手段和技术,包括边坡整形、削坡、加固等,以达到最佳的治理效果。这些手段和技术并非孤立存在,而是需要相互配合、协同作用,共同提升边坡的稳定性。在实施治理策略时,经济性与环保性的平衡也是需要重点考虑的因素。一方面,边坡治理需要投入一定的成本,包括材料费、人工费、设备费等,因此需要合理控制成本,避免造成不必要的浪费^[2]。另一方面,治理过程中还需注重环保,尽量减少对环境的破坏和污染,确保治理工作与生态保护的协调发展。具体来说,边坡整形和削坡是治理过程中的重要环节。通过改变边坡的形态和坡度,可以有效降低边坡的高度和陡峭程度,从而增加其稳定性。削坡则可以去除边坡表层的松散岩土和潜在危岩,减轻边坡的重量,降低失稳的风险。这些措施的实施需要根据实际情况进行精细化的操作,确保既达到治理效果又不对边坡造成过度破坏。此外,加固措施也是提升边坡稳定性的重要手段。通过设置支护结构、注浆等方式,可以增强边坡的整体强度和承载能力,有效防止边坡的滑动和坍塌。在选择加固材料和技术时,需要考虑其耐久性、可靠性以及适应性等因素,确保加固效果持久稳定。

2.2 边坡加固技术研究

边坡加固技术是金属露天矿山边坡治理中的重要一环,直接关系到矿山边坡的稳定性和安全生产。支护结构的设计与优化以及加固材料的选择与应用,是加固技术研究的两大核心方向。支护结构作为边坡加固的基础,其设计与优化至关重要。挡土墙、抗滑桩、锚杆等是常见的支护结构形式,每种形式都有其独特的适用条件和优势。挡土墙主要用于防止边坡土体的滑动和坍

塌,其设计需充分考虑墙体的稳定性和承载能力;抗滑桩则通过深入边坡土体的桩身来提供抗滑力,其优化重点在于桩身截面、布置方式和长度等参数的合理选择;锚杆则通过锚固于稳定岩层中的锚杆体来提供拉力,增强边坡的整体稳定性,其设计优化应关注锚杆的材质、直径、长度以及锚固方式等因素。在支护结构设计时,还需结合边坡的实际情况和治理目标进行综合考虑。这包括对边坡的岩性、结构、地下水状况等进行深入调查和分析,以确定支护结构的类型、尺寸和布置方式^[3]。同时,还需考虑支护结构的施工难度、成本以及维护管理等因素,确保支护结构既能够满足边坡治理的需求,又具有经济性和可行性。加固材料的选择与应用同样对边坡加固效果产生重要影响。常用的加固材料包括钢筋、水泥、砂浆等,这些材料具有不同的力学性能和施工特点。在选择加固材料时,应综合考虑其强度、耐久性、施工性能以及成本等因素。例如,钢筋具有较高的强度和韧性,适用于承受较大拉力的支护结构;水泥和砂浆则具有良好的粘结性和固化性,适用于边坡表层的加固和防护。此外,随着科技的进步和工程实践的不断积累,新材料和新技术不断涌现,为边坡加固技术带来了新的可能性。如纤维增强复合材料、高性能混凝土等新材料,以及注浆加固、喷射混凝土等新技术,为边坡加固提供了新的解决方案。这些新材料和新技术的应用不仅可以提高加固效果,还可以降低治理成本,提高施工效率。

2.3 边坡排水与防水技术研究

在金属露天矿山的边坡治理过程中,排水与防水技术扮演着举足轻重的角色,对于维护边坡的稳定性、防止水土流失以及确保矿山安全生产具有重要意义。首先,排水系统的设计与实施是边坡治理中的关键环节。由于金属露天矿山多位于降雨充沛的地区,边坡易受雨水冲刷,因此建立有效的排水系统至关重要。排水设施的设置应充分考虑矿山所在地的气候特点和地形地貌,确保能够快速、有效地将雨水引导至排水沟、截水沟或排水管中,防止雨水在边坡表面积聚,减少对边坡的冲刷和侵蚀作用。排水设施的设计需要精细化,其截面形状、尺寸以及布置方式应根据排水量和边坡的坡度等因素进行合理选择。同时,排水设施的施工质量也是确保其有效性的关键因素,必须严格按照施工规范进行,确保设施的稳固和耐用。此外,定期对排水设施进行检查和维护同样不可忽视,以保证其畅通无阻,及时排除堵塞和损坏等问题。另一方面,防水材料与技术的应用在边坡治理中也占据重要地位。防水材料的选择直接影响

到防水层的质量和耐久性,因此应选用防水性能优良、耐久性好的材料。随着科技的进步,新型的防水材料不断涌现,如高分子防水卷材、防水涂料等,它们具有更好的防水效果和更长的使用寿命。在防水层的施工过程中,应严格控制施工质量,遵循施工规范,确保防水层的完整性和连续性。对于施工中的关键部位和细节处理,如搭接处、转角处等,应特别注意,避免出现漏水或渗水现象^[4]。此外,防水层的维护和保养也是防水工作的一环,应定期检查防水层的状况,及时处理损坏或老化的问题。值得注意的是,排水与防水技术在边坡治理中并不是孤立的,它们需要与其他治理手段相结合,形成综合治理方案。例如,在加固边坡时,可以考虑在边坡表面铺设防水层,以增强其防水性能;在设置支护结构时,可以结合排水设施的设计,以确保支护结构的稳定性和安全性。

2.4 边坡监测与预警技术研究

边坡监测与预警技术是金属露天矿山边坡治理中的关键一环,它们为矿山的安全运营提供了重要的保障。通过实时监测边坡的变化,可以及时发现潜在的安全隐患,预警系统则能够根据监测数据迅速做出反应,确保矿山的稳定生产。在监测方法与设备选择方面,随着科技的不断发展,现代监测技术日益成熟且多样化。全站仪、GPS、雷达等高精度监测设备被广泛应用于边坡治理中。这些设备能够实现对边坡形态、位移、应力等参数的实时监测和记录,为边坡稳定性的分析提供了丰富的数据支持。在选择监测设备时,我们需要综合考虑设备的精度、稳定性、可靠性以及适用范围等因素,确保监测数据的准确性和可靠性^[5]。预警模型的建立与应用是预警技术的核心。一个合适的预警模型能够准确地预测边坡失稳的风险和趋势,为矿山的安全生产提供决策依据。在建立预警模型时,我们需要深入剖析边坡失稳机理,结合矿山的实际情况和治理需求,确定模型的结构和参数。同时,我们还需要借助大数据分析和机器学习等先进技术,对监测数据进行深度挖掘和处理,提高预警模型的准确性和可靠性。此外,预警信息的发布和响

应机制同样至关重要。当预警模型发出预警信息时,我们需要确保相关信息能够及时、准确地传递给相关部门和人员,以便他们采取相应的应对措施。为此,我们需要建立健全的预警信息发布渠道和通信机制,确保信息的畅通无阻。同时,我们还需要制定详细的应急预案和响应流程,明确各级人员的职责和协作方式,确保在发生边坡失稳事件时能够迅速、有效地进行应对。在实际应用中,边坡监测与预警技术还需要不断进行优化和完善。我们可以通过改进监测设备的性能、提高预警模型的精度、优化预警信息的发布和响应机制等方式,不断提升边坡治理的效果和水平。同时,我们还需要加强对矿山工作人员的培训和教育,提高他们的安全意识和操作技能,确保边坡治理工作的顺利进行。

结束语

金属露天矿山边坡治理安全技术研究在保障矿山安全生产、预防边坡失稳等方面发挥着重要作用。通过对边坡失稳机理的深入剖析,我们掌握了影响边坡稳定性的关键因素,并提出了一系列有效的治理措施和技术方法。然而,边坡治理安全技术的研究与应用是一个持续不断的过程,仍需不断探索和创新。未来,我们将继续关注矿山边坡治理的最新动态,努力推动技术升级和完善,为保障矿山安全生产、促进矿山可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 张晓军,李明.露天矿山边坡稳定性分析与治理技术[J].金属矿山,2021,42(5):123-128.
- [2] 王伟,刘洋.露天矿山边坡治理中的安全监测技术研究[J].矿业安全与环保,2022,49(2):78-82.
- [3] 李华,陈立.边坡加固技术在金属露天矿山的应用[J].岩石力学与工程学报,2020,39(S1):304-305.
- [4] 刘海涛,王刚.基于地质力学模型的露天矿山边坡稳定性分析[J].中国矿业大学学报,2021,40(3):67-68.
- [5] 陈建国,张宁.露天矿山边坡治理中的排水防水技术研究[J].矿业研究与开发,2022,42(1):102-106.