

浅析矿山地质灾害类型危险性及其区域地质对矿山地质灾害影响

周成彬 杨瑜

重庆市二零八地质环境研究院有限公司 重庆 400700

摘要：本文聚焦矿山地质灾害，详细剖析其主要类型，包括采空区塌陷、泥石流、滑坡和崩塌，深入阐述各类型灾害因开采方式、地形地貌、水文地质等因素引发的危险性，强调其对矿山生产、周边设施及生态环境的严重破坏。同时，系统介绍了多种地质灾害勘查技术，如水文地质勘探法，用于查明矿区水文地质条件；地球物理勘查法中的高密度电阻率法和瞬变电磁法，能有效探测地下地质结构与水体分布；地球化学勘查法可分析元素含量判断地质灾害风险。

关键词：矿山地质灾害；危险性；区域地质；勘查技术

引言：随着矿产资源开采规模的不断扩大，矿山地质灾害问题愈发严峻。采空区塌陷、泥石流、滑坡、崩塌等灾害频发，不仅严重威胁矿山生产作业的安全，导致生产中断、设备损毁，还对周边居民的生命财产安全构成巨大威胁，破坏生态环境，引发水土流失、水体污染等一系列环境问题。区域地质条件，如地层岩性、地质构造、地形地貌和水文地质，深刻影响着矿山地质灾害的发生与发展。

1 矿山地质灾害的主要类型

1.1 采空区塌陷

采空区塌陷在矿山开采中出现频率较高。地下开采矿石时，采空区域不断扩大。顶板岩层承载着上覆岩层的重量，当所受压力超出其极限强度，就会出现断裂、破碎，致使顶板向下掉落。随着开采持续推进，影响范围扩大，最终造成地表塌陷。采空区塌陷与多种因素紧密相关。不同开采方式对顶板稳定性影响不同，长壁式开采若推进速度过快，顶板来不及自然垮落并压实，就容易引发塌陷；开采强度过大，短期内形成大面积采空区，顶板难以支撑。顶板岩层性质也起关键作用，砂岩等坚硬岩层相对能承受更大压力，而页岩等软弱岩层则容易变形垮塌。地质构造方面，处于断层附近或褶皱轴部的采空区，由于岩层受力复杂，塌陷风险显著增加。像某金属矿山，在开采过程中因开采强度过大，且未充分考虑顶板岩层特性，导致采空区大面积塌陷，不仅使矿山生产中断，还对周边基础设施造成严重破坏。

1.2 泥石流

泥石流是含大量泥沙、石块等固体物质的特殊洪流。其形成需满足丰富的固体物质来源、充足的水源和

特定地形条件。矿山开采活动产生大量废石土、固体碎屑，这些是泥石流的物质基础。矿山多位于山区，地形起伏大，沟谷纵横，为泥石流的形成和流动提供了天然条件。降水是泥石流的主要激发因素，暴雨、冰雪融化等都能使地表径流迅速增大，携带大量固体物质形成泥石流。例如在某矿山，由于前期采矿活动随意堆放废渣，没有合理的防护措施，在一次暴雨后，大量雨水冲刷废渣，引发泥石流^[1]。泥石流冲毁了矿区的运输道路和部分厂房，给矿山生产带来极大阻碍，同时也对周边环境造成严重破坏。

1.3 滑坡

滑坡是斜坡上岩土体在重力作用下沿软弱面或软弱带下滑的现象。在矿山开采过程中，开挖山体改变了斜坡原有的地形地貌和岩土体结构。露天开采大面积剥离表土和岩石，破坏了斜坡的稳定性。破坏植被则减少了植被对岩土体的加固和保护作用。地下水在滑坡形成中也扮演重要角色，地下水位上升会使岩土体饱水，重量增加，抗剪强度降低。地震等外部因素会增加岩土体的震动荷载，使原本处于临界状态的斜坡失衡。某矿山在露天开采时，由于边坡开挖角度过大，且未做好排水措施，在一次强降雨后，地下水位迅速上升，导致山体滑坡。滑坡体掩埋了部分开采设备和临时建筑，造成了人员伤亡和经济损失。

1.4 崩塌

崩塌是陡峻山坡上岩土体在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动并堆积在坡脚的现象。矿山开采中的爆破作业和开挖边坡是引发崩塌的重要原因。爆破产生的冲击波会使岩石内部产生裂隙，降低岩石的整体性和强

度。开挖边坡破坏了山体原有的稳定性,使岩石临空面增大。在岩石节理、裂隙发育地区,岩石本身完整性差,更容易在外界因素作用下发生崩塌。比如某矿山在爆破开采后,没有及时对边坡进行加固处理,随着时间推移,岩石在风化、雨水侵蚀等作用下,裂隙不断扩大,最终引发崩塌。崩塌的岩石滚落,对山下的生产设施和人员安全构成严重威胁,造成了生产停滞和财产损失。

2 区域地质对矿山地质灾害的影响

2.1 地层岩性的影响

地层岩性是矿山地质灾害发生的物质基础。不同岩性的岩石,其物理力学性质存在显著差异,从而影响着地质灾害的发生与发展。比如,花岗岩、石英岩等坚硬岩石,具有较高的抗压强度和抗风化能力,通常情况下相对稳定。然而,当这些岩石受长期风化作用或强烈地质构造运动影响,产生大量节理、裂隙时,其完整性和强度降低,在矿山开采活动扰动下,也有发生崩塌、滑坡的风险。相反,页岩、泥岩等软弱岩石,抗风化能力弱,强度低,遇水易软化、崩解。在矿山开采过程中,这些软弱岩石构成的边坡极易失稳,增加了滑坡和泥石流发生的可能性。如在页岩分布广泛的矿山区域,每逢暴雨季节,雨水渗透使页岩软化,常引发大规模滑坡灾害。此外,可溶性岩石如石灰岩、白云岩等,在地下水溶蚀作用下形成溶洞、地下暗河等岩溶地貌。矿山开采涉及此类区域时,可能因顶板垮塌引发地面塌陷、突水等严重地质灾害。

2.2 地质构造的影响

地质构造是控制矿山地质灾害的关键因素。断裂、褶皱等构造破坏了岩石的完整性,改变了岩体的应力状态,极大地增加了地质灾害发生的概率。断裂带处岩石破碎,节理裂隙发育,地下水活动频繁,岩体强度显著降低。矿山开采活动如涉及断裂带,很容易引发崩塌、滑坡等灾害。褶皱构造使岩石发生弯曲变形,在褶皱轴部和翼部,岩石受力集中,易产生裂隙和破碎带,成为地质灾害的高发区域。在褶皱轴部,由于岩石的强烈弯曲和破碎,形成的不稳定岩体在重力及外力作用下,容易发生崩塌和滑坡。此外,地质构造还控制着矿体的分布和形态,不合理的开采方式会破坏地质构造的稳定性,引发地面塌陷、矿震等灾害。

2.3 地形地貌的影响

地形地貌为矿山地质灾害的发生提供了重要条件。在山区矿山,地形起伏大、山坡陡峭、高差悬殊,使得山体稳定性差,在重力作用下,岩土体易发生滑动和崩塌。同时山区沟谷纵横,强降水时,沟谷内水流迅速汇

聚,携带大量泥沙、石块形成泥石流^[2]。比如,我国西南地区的一些矿山,地处高山峡谷地貌,每年雨季都饱受泥石流灾害困扰,冲毁矿山设施、阻断交通,造成巨大经济损失。地形地貌还影响着矿山开采方式和工程布局。在地形复杂区域,矿山开采难度大,若开采过程中未充分考虑地形因素,如边坡坡度设计不合理、废渣随意堆放等,极易引发地质灾害。

2.4 水文地质的影响

水文地质条件对矿山地质灾害的发生发展有着重要影响。地下水的赋存状态、补给、径流和排泄条件,直接关系到岩土体的稳定性。地下水活动会软化岩石和土体,降低其抗剪强度,增加滑坡和崩塌发生的可能性。在地下水水位较高地区,岩土体长期饱水,强度和稳定性降低,容易引发滑坡、崩塌等灾害。此外,地下水渗流可能导致岩土体潜蚀和管涌,破坏岩土体结构,引发地面塌陷。矿山开采过程中水资源利用不当,如过度抽取地下水、废水不合理排放等,会导致地下水位下降、地面塌陷,以及地下水和地表水环境污染。比如,一些矿山为保证开采作业,过度抽取地下水,致使地下水位大幅下降,引发地面沉降和塌陷,破坏了地面建筑物和基础设施。同时矿山废水排放含有大量有害物质,渗入地下或流入地表水体,污染了水资源,破坏生态环境。

3 矿山地质灾害勘查技术

3.1 水文地质勘探法

在矿山地质灾害勘查领域,水文地质勘探占据着举足轻重的地位,是一种极为常用且关键的方法。其主要目的在于全面且深入地查明矿区的水文地质条件,这些条件涵盖多个关键方面。为了精准掌握地下水的埋藏深度,勘查人员通常会运用专业的钻探设备,结合地质雷达等技术进行探测。通过在不同位置进行钻孔,获取地下水的具体数据,进而描绘出整个矿区地下水的埋藏深度分布情况。了解地下水的分布状况同样重要,这需要综合分析地质构造、岩石类型等因素,判断不同区域含水层的具体位置和范围。在探究补给来源时,勘查人员不仅要研究大气降水的入渗情况,还要考虑地表水与地下水的相互补给关系,以及侧向径流补给等因素。对于径流途径,会通过示踪剂实验等手段,确定地下水在地下流动方向和路径。排泄方式则通过观察泉水的出露点、河流的流量变化等方式进行判断。通过一系列严谨的水文地质勘探工作,能够清晰地了解矿区地下水的动态变化规律。在矿山开采前,利用这些成果确定矿区的含水层分布和富水性,为制定科学合理的防水、排水措施提供坚实依据。

3.2 地球物理勘查法

3.2.1 高密度电阻率法

高密度电阻率法是一种基于岩石和矿石电学性质差异的地球物理勘查方法。它通过在测线上布置多个电极,实现对不同装置、不同极距下视电阻率参数的测量。该方法具有信息量大、工作效率高、勘探精度高等优点,能够有效地探测地下地质结构和地质体的分布情况。在矿山地质灾害勘查中,高密度电阻率法可用于探测采空区、断层、地下水分布等^[1]。比如,利用高密度电阻率法可以准确地圈定采空区的范围和边界,为采空区的治理提供依据。

3.2.2 瞬变电磁法

瞬变电磁法的工作原理较为独特,它借助不接地回线或接地线源向地下发射一次脉冲磁场。在一次脉冲磁场发射后的短暂间歇期间,利用线圈或接地电极捕捉观测二次涡流场。当发射的脉冲磁场在地下传播时,会在不同地质体中产生感应涡流,而这些涡流又会激发出二次磁场。该方法的突出特点是对低阻地质体,如富含水的地下区域、采空区积水等,具有极高的灵敏度。凭借这一特性,它能够快速、有效地探测地下地质体的分布和变化情况。在矿山地质灾害勘查中,瞬变电磁法常用于探测地下水体、采空区积水等关键信息。在某金属矿山,通过瞬变电磁法精准探测到了采空区积水的位置和范围,为矿山制定科学合理的防治水害方案提供了重要信息,成功预防了因采空区积水引发的突水事故,保障了矿山的安全生产。

3.3 地球化学勘查法

地球化学勘查作为一种重要的勘查手段,在矿山地质灾害勘查中发挥着独特作用。在实施地球化学勘查时,专业人员首先会依据矿区的地形地貌、地质构造以及以往的开采情况,精心规划采样方案。在土壤采样方面,通常会在不同区域、不同深度进行多点采样,以确保采集的土壤样本能全面反映矿区土壤的真实状况。在样品采集完成后,便进入关键的分析环节。借助先进的分析仪器,如电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS),能够精确测定土壤、岩石、水体等样品中各类元素的含

量。对于岩石样品,会着重分析其中常量元素、微量元素以及稀土元素的含量,因为岩石中的元素组成变化往往与矿山开采活动密切相关。例如,当某些岩石中硅、铝等元素含量异常波动,可能暗示着岩石的结构因开采而发生改变,进而影响山体的稳定性,增加滑坡、崩塌等地质灾害的风险。水体样品的分析也不能忽视。通过检测水体中的酸碱度、溶解氧以及重金属离子含量等指标,能了解矿山开采对地表水和地下水的污染程度。若水体中重金属离子如铅、汞、镉等含量超标,不仅会污染水资源,还可能引发土壤污染,导致土壤板结、肥力下降,影响周边植被生长,破坏生态平衡,最终引发一系列环境地质灾害。在获取元素含量数据后,利用地理信息系统(GIS)技术,将这些数据与采样点的地理位置相结合,绘制出详细的元素含量分布图。通过对这些分布图的深入分析,能够清晰呈现元素在矿区的分布特征。一旦发现某些区域的元素含量偏离正常范围,即出现地球化学异常,就需要进一步探究其原因。

结束语

综上所述,矿山地质灾害类型多样且危险性大,受区域地质条件的多方面影响。采空区塌陷、泥石流等灾害给矿山及周边带来了严重的人员伤亡、财产损失和生态破坏。通过水文地质勘探、地球物理勘查和地球化学勘查等多种技术手段,能够对矿山地质灾害进行有效的勘查与监测。未来,应进一步加强对矿山地质灾害形成机制的研究,结合先进技术提升勘查的精准度与效率。同时在矿山开采过程中,需严格遵循科学规范,加强对区域地质条件的评估与分析,制定完善的灾害防治措施,以降低矿山地质灾害的发生风险,实现矿山的绿色、安全、可持续发展。

参考文献

- [1] 欧阳辰星. 矿山地质灾害的勘查与防治关键技术刍议[J]. 世界有色金属, 2024(3): 196-198.
- [2] 周伟华, 姜斌. 浅析矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策[J]. 世界有色金属, 2024(7): 172-174.
- [3] 沈春强, 周彤, 王毅, 索荣辉. 浅析矿山水工环地质灾害危险性评估对策[J]. 世界有色金属, 2020, 45(3): 131-132.