

矿山水文地质类型及地下水对采矿影响的防范策略分析

莫寒冬

宁夏鑫汇矿山勘查设计研究院有限公司 宁夏 银川 750000

摘要: 矿山水文地质类型依据地质勘探特征分为孔隙型、岩溶型、老空水型、地表型、裂隙型及混合型,并细化为简单至极复杂四类。地下水对矿山的影响主要体现在基础稳定性、土层压力变化及整体矿山安全上。为防范这些影响,本文提出了深入地质勘探、优化矿山设计及加强地下水动态监测等策略,以确保采矿活动的安全与可持续发展。

关键词: 矿山水文地质类型;地下水;采矿影响;防范策略

引言

随着矿产资源开发的不断深入,矿山水文地质问题日益凸显,成为制约采矿安全与效率的关键因素。地下水位的波动不仅影响矿山基础设施的稳定性,还可能引发边坡失稳、基础位移等地质灾害,对矿山安全构成严重威胁。因此,深入研究矿山水文地质类型及其对采矿活动的影响,并提出有效的防范措施,对于保障矿山安全、提高采矿效率具有重要意义。

1 矿山水文地质类型的划分

矿山水文地质类型的划分是矿山地质勘探与开采规划中的关键环节,它直接关系到矿山安全、生产效率及环境保护等多方面因素。

1.1 孔隙型

孔隙型矿山水文地质特征主要体现在其岩石或沉积物中广泛分布的孔隙系统上。这些孔隙多由颗粒间空间、生物遗迹等形成,能够储存并传导地下水。当降水、河流等地表水通过渗透作用进入这些孔隙中,便形成了孔隙型矿山水。其简单型可能表现为孔隙连通性差,水量有限;而复杂型则可能因孔隙发育良好、连通性强,导致地下水位高、涌水量大,对矿山开采构成较大威胁。

1.2 岩溶型

岩溶型矿山水文地质复杂多变,主要由岩溶作用(包括溶蚀、侵蚀等)形成的洞穴、管道、暗河等系统控制。这些系统往往具有极强的导水性和储水性,对矿山开采构成极大挑战。简单型岩溶矿山可能岩溶发育程度低,对开采影响有限;而复杂型则岩溶发育强烈,地下暗河交错,易发生突水、涌泥等灾害。

1.3 老空水型矿山水文地质

老空水型矿山主要是由于历史上无序、无规划的开采活动遗留下的采空区积水所致。这类矿山的水文地质

条件极为复杂,因为老空区的位置、规模、积水情况等往往难以准确掌握。简单型老空水矿山可能积水量小、分布明确;而复杂型则可能积水面积广、水量大,且与多个采空区相连,开采过程中稍有不慎便可能引发透水事故。

1.4 地表型

地表型矿山水文地质主要受地表水体(如河流、湖泊、水库等)及降雨的影响。当地表水通过渗透、径流等方式进入矿山时,会对开采工作造成一定影响。简单型地表水影响可能仅限于季节性水位变化;而复杂型则可能因地表水体与地下水位连通性好,导致矿山内部水文条件极不稳定,增加开采难度和风险。

1.5 裂隙型

裂隙型矿山水文地质特征在于岩石中的裂隙系统是地下水的主要储存和运移通道。裂隙的发育程度、方向、规模等因素直接决定了地下水的赋存状态和运移规律。简单型裂隙型矿山可能裂隙不发育或连通性差;而复杂型则裂隙发育密集、连通性好,地下水运移迅速,对矿山开采安全构成较大威胁。

1.6 混合型

混合型矿山水文地质是指矿山内同时存在多种水文地质类型或特征的现象^[1]。这类矿山的水文地质条件最为复杂多变,需要综合考虑各种因素进行综合评价。简单型混合型矿山可能以某一类型为主,其他类型影响较小;而极复杂型则可能各种类型相互交织、相互影响,导致水文地质条件极其复杂,对矿山开采构成极大挑战。

2 地下水对采矿的影响

2.1 地下水对矿山基础的影响

地下水位的波动可能导致基础下方土层的稳定性发生变化。特别是当水位上升时,会增加基础周围土体的侧压力,进而对基础的稳定性产生不利影响。地下水

含有多种化学成分,这些成分可能对构成矿山基础的混凝土和钢材等材料产生侵蚀作用。长期受到地下水侵蚀的基础材料可能会出现强度降低、耐久性下降等问题,从而影响矿山基础的整体稳定性和安全性。当地下水压力局部过大,且遇到粉土层等颗粒细小、透水性差的土层时,容易发生管涌和流砂现象。这两种现象都会破坏土层结构,降低其承载力和稳定性,对矿山基础构成威胁。地下水位的上升会增加边坡土体受到的水压力,可能导致边坡滑移或崩塌;反之,地下水位的下降则可能导致边坡土体干缩开裂,同样影响边坡的稳定性。边坡的不稳定会进一步影响矿山基础的安全。地下水位的波动会带走土层中的胶结物,降低土层的强度。同时,地下水位的上升和下降还会引起土层的膨胀和收缩变形,对矿山工程的稳定性和安全性造成不利影响。长期大量的地下水抽取或自然因素导致的地下水位下降,可能造成矿山土层的压实和固结,进而引发地面的沉降和开裂。这不仅会破坏矿山基础设施,还可能对周边环境和居民生活造成影响。

2.2 地下水压力影响矿山土层

地下水压力对矿山土层的深刻影响,不仅限于简单的物理现象,更涉及复杂的力学与化学过程。在极端地下水压力条件下,粉土层的细微结构变得尤为脆弱,管涌与流砂的频发如同土壤中的“隐形杀手”,悄无声息地侵蚀着土层的完整性与稳定性。这些现象不仅削弱了土层的自然屏障功能,还加剧了矿山工程所面临的地质风险,如基础沉降、结构失稳等,直接威胁到矿山作业的安全与效率。此外,地下水位的动态变化对边坡稳定性的影响同样不容忽视。水位上升时,边坡土体承受的水压力骤增,仿佛为山体披上了一层“隐形枷锁”,限制了其自由变形的能力,一旦超过临界值,边坡便可能突发滑移或崩塌,其后果不堪设想。而水位下降则如同抽走了土层的“生命之水”,导致土体干缩、开裂,进而削弱边坡的整体稳定性。更为复杂的是,地下水位的波动还伴随着土层中化学成分的微妙变化。胶结物的流失不仅削弱了土颗粒之间的粘结力,还改变了土层的物理力学性质,使其更易受外力作用而发生变形。这种变化对矿山工程而言,无疑是雪上加霜,进一步增加了施工难度与安全风险。因此,在矿山规划与施工过程中,必须高度重视地下水压力对土层的影响,采取科学有效的措施加以应对。

2.3 地下水变化影响矿山

地下水位的波动,作为自然界与人类活动交织作用下的复杂现象,对矿山及其周边环境的稳定性构成了深

远影响。首先,施工活动、人工灌溉等人为因素,以及气候变化、降水量增加等自然因素,均可能引发地下水位的显著变化。当地下水位上升时,土壤中的盐分和碱性物质随水分迁移至表层,加剧了土壤的盐碱化现象。盐碱化土壤对矿山建筑物构成直接的腐蚀威胁,不仅缩短建筑物的使用寿命,还可能影响其结构安全。此外,地下水位上升还可能导致河岸和斜坡地段的稳定性下降,斜坡滑移、崩塌等地质灾害频发,严重威胁矿山项目的安全运营。另一方面,人为因素如地下水过量抽取、河流改道等,则可能引发地下水位的急剧下降。地下水位的下降导致矿山土层失去水分支撑,逐渐硬化并收缩,进而引发地面的沉降和开裂。这些现象不仅破坏了当地的地质环境,还可能对矿山的基础结构造成不可逆的损害,导致基础变形、开裂,甚至影响矿山生产设备的正常运行。更为严重的是,地下水位的过大变化还会对矿山土层的物理力学性质产生深远影响。地下水的流动和变化过程中,会携带并冲刷土层中的细小颗粒和胶结物,导致土层结构变得松散,强度降低。这种变化对于矿山施工而言是极为不利的,它不仅增加了施工难度,还可能引发施工过程中的安全事故,如边坡失稳、基坑坍塌等。

3 防范地下水对采矿影响的策略

3.1 深入地质勘探与水文地质分析

在采矿项目的规划与实施初期,深入而细致的地质勘探与水文地质分析是防范地下水影响不可或缺的首要步骤。利用先进的地球物理勘探技术(如地震勘探、电法勘探、重力勘探等)和钻探技术,构建地下三维地质模型,精确描绘矿体形态、产状、规模及其与周围岩层的空间关系,为地下水系统的识别提供基础数据。通过加密钻探点、增加钻探深度和采用定向钻探技术,获取更多关于地层结构、岩性变化及地下水赋存状态的信息,提高勘探精度^[2]。

在关键区域设置长期地下水观测井,定期监测地下水位、水质、水温及流速等参数,分析地下水动态变化规律,预测未来可能的变化趋势。通过水文地质调查,识别地下水的主要补给源、径流路径和排泄区,明确地下水系统的边界和类型(如承压水、潜水等),评估其对采矿活动的潜在影响。分析地下水与围岩的相互作用机制,包括溶解作用、沉淀作用、氧化还原反应等,评估这些过程对矿体稳定性、矿石品质及地下水环境可能产生的影响。

基于地质勘探和水文地质分析结果,结合历史数据和专家经验,对采矿过程中可能遇到的地下水风险进行

定量或定性评估,确定风险等级和优先处理顺序。针对识别出的地下水风险,设计具体的防范措施。例如,在易涌水区域采用预注浆加固技术、建设防水帷幕或排水系统;在开采过程中实施动态监测,及时调整开采方案和防水措施;制定应急预案,以应对突发性的地下水问题。

3.2 优化矿山设计与基础处理

在矿山设计初期,应进行全面而详细的地质勘察工作,重点分析区域水文地质条件,包括地下水的分布、水位动态、水质特性及渗透性等。通过水文分析,明确地下水对矿山工程可能产生的潜在威胁,为后续设计提供科学依据。在选址时,应优先考虑地下水位较低或易于控制的区域,以减少地下水对矿山基础设施的直接威胁。同时,合理布局矿山设施,如将厂房、仓库等关键设施设置在地下水位之上,确保它们免受地下水侵蚀。对于无法避免在地下水位以下建设的区域,需精心设计防水措施。对于必须在地下水位以下建设的基础设施,应采取多种防水措施。例如,设置防水帷幕(如注浆帷幕、地下连续墙等),阻断地下水向基础内部的渗透路径;采用高性能防水材料对基础进行包裹处理,增强防水效果。此外,还需定期检查和维护防水系统,确保其长期有效。地下水中的矿物质和微生物可能对钢筋混凝土基础造成腐蚀,影响其强度和耐久性。因此,在基础施工过程中,应对钢筋进行防锈处理,并采用耐腐蚀的混凝土材料。同时,在基础表面涂覆防腐涂料或设置防腐层,进一步延长基础的使用寿命。在承压水层中埋设基础时,需特别谨慎。首先,应通过抽水试验等方法准确测定承压水的水位和压力。然后,采取相应措施控制和降低地下水位,如设置减压井、抽水减压等。同时,加强基础周围的监测工作,一旦发现地下水压力异常或基础出现裂缝等迹象,应立即采取措施进行处理。引入现代科技手段,如物联网、大数据和人工智能等技术,建立智能监测与预警系统。该系统能够实时监测地下水位、水质及基础状态等关键参数,一旦发现异常情况及时发出预警信号,为矿山管理者提供决策支持。

3.3 加强地下水动态监测

根据矿区地质条件、水文地质特征、开采布局及历史数据,科学规划监测站点位置。确保监测网络既能全面反映整个矿区的地下水状况,又能对重点区域进行密集监测,如开采区、含水层交汇区、地下水补给区及排泄区等。采用先进的地下水监测设备,如自动水位计、

水质多参数分析仪、流量监测仪等,实现数据的自动采集、传输和存储。这些设备应具备高精度、低维护成本及远程操控能力,以提高监测效率和数据质量。建立稳定的数据传输网络,确保监测数据能够实时、准确地传输至数据中心。同时,采用大容量、高可靠性的数据存储系统,长期保存监测数据,为后续分析提供丰富资料。利用专业的数据分析软件,对收集到的地下水数据进行深度挖掘和统计分析。通过对比历史数据、分析变化趋势,识别地下水位的异常波动、水质污染迹象及水量变化规律。基于数据分析结果,建立地下水异常预警机制。当监测到地下水出现显著变化或达到预设阈值时,系统自动触发预警信号,及时通知相关人员采取应对措施。预警信息应包括异常类型、位置、程度及建议措施等,以便快速响应。将监测数据与矿区开采计划、环境保护措施等相结合,为矿山管理者提供科学决策支持。通过优化开采方案、调整排水策略、加强环境保护等措施,有效防范地下水对采矿活动的不利影响。对监测站点和设备进行定期检查和维修,确保设备正常运行和数据准确可靠。及时处理设备故障和数据异常问题,保障监测系统的连续性和稳定性。随着科技的发展,不断引入新技术、新设备对监测系统进行升级改造^[3]。提高监测精度、扩大监测范围、增强系统智能化水平,以适应日益复杂的采矿环境和更高的环保要求。

结束语

综上所述,矿山水文地质类型的多样性和复杂性要求我们在采矿活动中必须高度重视地下水的影响。通过深入的地质勘探与水文地质分析、优化矿山设计与基础处理、加强地下水动态监测、采取综合防治措施以及加强环境保护与治理,我们可以有效应对地下水带来的挑战,确保采矿活动的安全进行。随着科技的进步和环保意识的增强,矿山水文地质问题将得到更加科学、有效的解决,为矿产资源的可持续开发利用提供有力保障。

参考文献

- [1]牟京东.水文地质调查在矿山采矿工程设计中的应用[J].世界有色金属,2021(22):118-119.
- [2]肖畅.浅谈矿山水文地质类型及地下水对采矿影响的防范措施[J].世界有色金属,2021(20):98-99.
- [3]周舟.水文地质类型对地下矿产的开采影响[J].世界有色金属,2021(11):108-109.