

矿山水文地质特征与防治水措施

邵文超

中化地质矿山总局吉林地质勘察院 吉林 长春 130000

摘 要: 本文全面探讨了矿山水文地质特征及其防治水措施, 文章介绍了水文地质学的基本概念及其在矿山领域的重要性, 详细分析了矿山地质构造背景、地下水系统特征、水文地质分区与特征差异以及特殊水文地质现象。同进也阐述了矿山水害类型及其成因, 包括地表水害、地下水害及人为因素导致的水害。在此基础上, 提出了地表防水、井下防水和老空水防治的具体措施, 从经济效益和社会影响两个角度, 评估了防治水措施的重要性和积极效果。

关键词: 矿山; 水文地质特征; 防治水措施

1 矿山水文地质基础理论

1.1 水文地质学基本概念

水文地质学是研究地下水的分布、形成、运动和变化规律, 以及地下水与周围环境相互作用的科学。它涉及地质学、水文学、数学、物理学等多个学科领域, 是一门综合性很强的学科。在矿山水文地质中, 重点关注地下水与矿床开采之间的相互关系, 包括地下水的补给、径流、排泄条件, 含水层和隔水层的分布与特征, 以及地下水对矿床充水的影响等。

1.2 矿山水文地质研究的重要性

矿山水文地质研究是矿山设计和开采过程中不可或缺的重要环节。准确掌握矿山水文地质条件, 能够为矿山的合理布局、开采方法的选择、排水系统的设计等提供科学依据。例如, 通过对含水层和隔水层的分析, 可以确定矿井的防水煤柱尺寸, 避免因突水事故导致矿井被淹; 了解地下水的补给来源和径流路径, 有助于制定有效的防治水措施, 降低矿井涌水量, 提高矿山的经济效益和安全生产水平^[1]。

2 矿山水文地质特征分析

2.1 地质构造背景

地质构造是控制矿山水文地质条件的重要因素之一, 不同的地质构造背景会导致地下水系统的差异。例如, 在褶皱构造地区, 背斜轴部通常是地下水的富集区, 而向斜轴部则可能成为地下水的排泄通道。断层构造对地下水的影响更为显著, 断层破碎带往往具有良好的透水性, 可能成为地下水的主要通道, 沟通不同的含水层, 导致矿井突水事故的发生。以某煤矿为例, 该矿区位于一个大型向斜构造的翼部, 断层发育, 其中一条大型断层贯穿整个矿区, 将上覆的砂岩含水层与下伏的灰岩含水层连接起来, 在开采过程中, 由于对断层导水性认识不足, 发生了突水事故, 给矿山造成了巨大的经济损失。

2.2 地下水系统特征

地下水系统是指由含水层、隔水层以及地下水的补给、径流、排泄等要素组成的有机整体。矿区的地下水系统具有复杂性和多样性, 不同类型的含水层具有不同的水文地质特征。例如, 孔隙含水层主要分布在第四系松散沉积物中, 其透水性和富水性受颗粒大小、分选性和胶结程度的影响较大; 裂隙含水层则发育于岩石的裂隙中, 其富水性与裂隙的发育程度、连通性等因素密切相关; 岩溶含水层是在可溶性岩石中发育的, 具有独特的岩溶管道、溶洞等储水空间, 富水性强且不均匀^[2]。在某金属矿区, 存在多层含水层, 包括第四系孔隙含水层、砂岩裂隙含水层和灰岩岩溶含水层, 各含水层之间通过断层或裂隙相互联系, 形成了复杂的地下水系统, 给矿山的防治水工作带来极大的挑战。

2.3 水文地质分区与特征差异

根据矿区的地质构造、地下水系统特征等因素, 可以将矿区划分为不同的水文地质分区。不同分区的水文地质条件存在明显差异, 其防治水重点和措施也有所不同。例如, 在补给区, 地下水的补给条件较好, 含水层富水性强, 防治水的重点是防止地表水大量渗入地下, 可采用填堵裂缝、修建排水沟等措施; 在径流区, 地下水的运动较为活跃, 防治水的关键是查明地下水的径流通道, 采取封堵或疏导的方法控制地下水的流动; 在排泄区, 地下水以泉或渗流的形式排出地表, 防治水工作主要是防止地下水对矿区设施的侵蚀和破坏。

2.4 矿山水文地质的特殊现象

在矿山水文地质中, 还存在一些特殊现象, 如突水、涌砂、地面塌陷等。突水是指矿井在开采过程中, 大量地下水突然涌入井巷的现象, 通常是由于断层导水、含水层富水性强等原因引起的。涌砂是指地下水携带大量砂粒涌入井巷, 会导致井巷堵塞、设备损坏, 甚至引发人员伤亡事故。地面塌陷则是由于矿山开采导致地下水位下降, 岩土体失去平衡而发生的地面沉降现象, 会对地面的建筑

物、道路等造成破坏。这些特殊现象的发生往往具有突发性和严重性，给矿山安全生产带来极大威胁。

3 矿山水害类型及成因分析

3.1 地表水害

地表水害是指地表水体（如河流、湖泊、水库、雨水等）通过一定途径进入矿井引发的水害，其成因主要包括以下几个方面：（1）地表水体与矿井的直接连通是主要原因之一。当矿山开采区域靠近地表水体，且存在断层、裂隙等导水通道时，地表水可通过这些通道直接涌入井下。例如，某煤矿开采工作面距河流仅500m，河流底部存在古河道沉积的砂卵石层，与井下含水层通过断层连通，雨季河水上涨时，大量河水渗入井下，形成地表水害。（2）地表排水系统不完善也会导致地表水害。矿山周边未设置有效的截水沟、排水沟，或原有排水设施损坏，导致大气降水汇流后渗入地下，通过岩层裂隙进入矿井。特别是在暴雨季节，地表径流大，渗入量剧增，易引发水害。

3.2 地下水害

地下水害是由地下水异常涌水引发的灾害，按含水层类型可分为孔隙水害、裂隙水害和岩溶水害，其成因各有不同。孔隙水害主要发生在松散含水层分布区，由于开采揭穿含水层或含水层与采空区连通，导致孔隙水大量涌入。其成因多为含水层厚度大、渗透性强，且未采取有效的疏水或隔离措施。例如，某铁矿开采区域上部为厚20m的砂卵石含水层，开采时未预先疏干，导致含水层水通过采空区顶板裂隙涌入，涌水量达150m³/h。裂隙水害由基岩裂隙含水层中的地下水引起，成因与裂隙发育程度密切相关。断层带、褶皱轴部等区域裂隙密集，透水性强，当开采工程揭露这些区域时，易引发裂隙水害；岩溶水害是最严重的地下水害类型，成因与岩溶发育程度、地下暗河分布有关^[3]。岩溶含水层富水性强，水压高，若开采工程触及岩溶管道或溶洞，会导致大量高压地下水突涌，危害极大。

3.3 人为因素导致的水害

人为因素导致的水害是指由于不合理的采矿活动或管理不当引发的水害，主要包括以下几种情况：乱采滥挖破坏了原有的水文地质结构，导致含水层连通或地表水灌入。部分小型矿山未进行正规勘察设计，盲目开采，破坏了隔水层的完整性，引发水害；排水系统设计不合理或运行管理不善，导致井下积水无法及时排出。例如，排水泵容量不足、管路堵塞等，会使井下水位上升，引发淹井事故；老空区积水管理不当也是重要成因。老空区往往积存大量地下水，若开采时未查明其分布范围和积水情况，误穿老空区，会导致积水突涌。某煤矿因未掌握老空区分布，掘进时揭穿老空区，瞬间涌水量达

800m³/h，造成严重损失；防水设施建设不到位，如防水闸门质量不合格、未按设计施工等，也会在水害发生时无法有效阻挡水流，扩大灾害影响。

4 防治水措施

4.1 地表防水措施

地表防水是预防地表水害的第一道防线，主要通过拦截、疏导地表水体，防止其渗入井下，具体措施包括：（1）修建截水沟和排水沟是最基础的地表防水措施。在矿山境界外一定距离设置截水沟，拦截周边地表径流；在矿区内沿地形坡度设置排水沟，将雨水和积水疏导至远离矿井的区域。截水沟和排水沟应采用混凝土浇筑或浆砌石砌筑，确保其强度和抗渗性，断面尺寸根据最大汇水量设计。（2）整治地表塌陷坑和裂缝，防止地表水渗入。对已出现的塌陷坑，采用黏土或砂石回填压实，并设置排水孔；对地表裂缝，用水泥砂浆灌注封闭，避免雨水沿裂缝渗入地下。（3）对矿区内的河流、湖泊等水体进行防护。当河流穿过矿区时，可修建河道改道工程，将河流引至矿区外；对湖泊、水库，加固堤坝，设置防渗层，防止水体渗漏。例如，某煤矿将穿过矿区的河流改道至南侧山坳，有效避免了河水对矿井的威胁。还应加强地表水体监测，在雨季对河流水位、降雨量等进行实时监测，及时预警可能发生的地表水害。

4.2 井下防水措施

井下防水措施旨在控制井下涌水，阻挡地下水进入采掘工作面，防水闸门安装在井下主要巷道入口，平时开启保证通行和运输，水害发生时关闭，阻挡水流蔓延；防水墙则用于封闭废弃巷道或可能发生突水的区域，采用混凝土或钢筋混凝土砌筑，具有较高的抗压强度和抗渗性。某矿在断层带附近设置的防水墙，成功阻挡了多次突水，保护了主井安全；在掘进工作面或回采工作面推进前，采用钻探或物探手段，查明前方含水层、断层、老空区等水文地质情况，确定防水距离。若发现有突水危险，提前采取疏水或注浆措施。超前探水应遵循“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则。疏水降压适用于承压含水层分布区，通过布置疏水钻孔或疏水巷道，将含水层水位降低至开采水平以下，消除高压水突涌风险。疏水降压方案需根据含水层富水性和水压大小设计，确保降压效果。某承压水矿区通过布置20个疏水钻孔，将水位降低50m，保障开采安全。注浆堵水是治理井下涌水的有效手段，利用注浆泵将水泥浆、化学浆液等注入含水层或裂隙，堵塞地下水通道，提高岩层抗渗性^[4]。注浆堵水可分为预注浆和后注浆，预注浆用于掘进前封堵可能涌水的区域，后注浆用于治理已发生的涌水。

4.3 老空水防治措施

老空水具有隐蔽性强、突水迅猛的特点,防治难度大,需采取针对性措施:查明老空区分布范围和积水情况是防治老空水的前提。通过收集矿山历史资料、井下调查、物探和钻探等手段,确定老空区的位置、边界、积水深度和积水量,绘制老空区积水分布图,为防治工作提供依据;超前探测是避免误穿老空区的关键。在接近老空区的掘进工作面,采用钻探手段进行超前探水,钻探密度应加密,确保能准确探明老空区位置和积水情况。探水钻孔的深度、角度和数量应根据老空区可能的范围确定;对老空区积水进行疏放,降低其危害。根据积水情况,采用钻孔疏水或巷道疏水的方式,将老空区积水提前排出。疏放过程中应控制排水量和排水速度,避免引发涌水或地表塌陷;留设防水煤柱是隔离老空区的有效措施。在老空区与采掘工作面之间留设一定宽度的煤柱,利用煤柱的强度阻挡老空水。另外,加强老空水监测,在采掘工作面设置水位观测孔,实时监测老空区水位变化,及时预警突水风险。

5 防治水措施的经济效益与社会影响

5.1 经济效益分析

防治水措施的经济效益体现在直接经济效益和间接经济效益两个方面。(1)直接经济效益主要表现为减少水害事故造成的损失。水害事故会导致设备损毁、矿井停产、人员伤亡等,直接经济损失巨大。通过采取防治水措施,可有效避免或减少水害事故发生,节约事故处理费用。例如,某煤矿投入500万元建设防水闸门和疏水系统,成功避免了一次可能造成5000万元损失的突水事故,直接经济效益显著。(2)间接经济效益体现在提高生产效率和降低生产成本。有效的防治水措施可保障采掘作业连续进行,减少因涌水导致的停产时间,提高矿山产量。同时,合理的疏水降压和排水系统可降低排水能耗,减少设备维修费用。某铁矿通过优化疏水方案,

年减少排水电费支出100万元,提高产量5万吨,间接经济效益达500万元。此外,防治水措施还能延长矿山服务年限。通过治理水害,原本因水害问题无法开采的资源得以回收,增加了矿山的可采储量,提高了资源利用率,带来长期的经济效益。

5.2 社会影响评估

矿山水害防治不仅关系到矿山企业的经济效益,还具有重要的社会影响。有效的防治水措施能够保障矿工的生命安全,维护社会的稳定和谐。减少矿井水害事故的发生,能够避免因事故引发的社会关注和负面影响,提升企业的社会形象。此外,合理的防治水措施还能够保护矿区的生态环境,减少地下水污染和地面塌陷等环境问题的发生,促进矿区的可持续发展,具有良好的社会效益和环境效益。

结束语

综上所述,矿山水文地质特征的复杂性和水害事故的严重性要求我们必须高度重视矿山水害防治工作。通过全面分析矿山水文地质条件,科学制定并执行防治水措施,不仅可以有效避免或减少水害事故的发生,保障矿工生命安全,还能提高企业的经济效益和社会形象。未来,随着科技的进步和环保要求的提高,矿山水害防治工作将更加智能化和绿色化。

参考文献

- [1]李永金,陈思伶.废弃矿山井巷资源的旅游开发方案比选[J].煤炭技术,2021,40(06):26-29.
- [2]卢晓光.煤炭矿山地质环境监测设计技术方法探讨[J].能源技术与管理,2021,46(02):124-125.
- [3]韦志.矿山水文地质勘查的问题及主要防治解决措施[J].世界有色金属,2021(13):120-121.
- [4]韩磊.矿山地质勘查中水文地质问题分析和水文地质灾害防治[J].中国金属通报,2020(08):199-200.