

矿区水文地质条件分析及其对工程安全的影响

李玥蓬 李浩然

河北省地质矿产勘查开发局第九地质大队 河北 邢台 054000

摘要: 矿区水文地质条件是影响煤矿开采安全的重要因素之一。本文通过分析矿区水文地质条件的特点,探讨了其对工程安全的影响,并提出了相应的防范措施。研究表明,准确掌握矿区水文地质条件,对于保障煤矿开采安全具有重要意义。

关键词: 矿区水文地质条件; 工程安全; 防范措施; 煤矿开采

引言

随着煤矿开采活动的不断深入,矿区水文地质条件对工程安全的影响日益凸显。水文地质条件不仅影响煤矿开采过程中的地下水管理,还直接关系到矿井的稳定性、巷道支护及排水系统的设计等方面。因此,对矿区水文地质条件进行深入分析,对于保障煤矿开采安全具有重要意义。

1 矿区水文地质条件分析

1.1 地层富水性

地层富水性,即地层中蕴含地下水的丰富程度,是评价矿区水文地质条件的基础指标。以某矿区为例,地层结构复杂多样,主要包括二叠系中统茅口组(P_2m)和二叠系上统龙潭组(P_3l)两大岩层。茅口组地层在该矿区广泛分布,其岩性以灰岩为主,这种岩石结构易于形成岩溶发育,因此含有丰富的岩溶水。灰岩的裂隙和溶洞发育良好,导水性较强,这意味着在开采过程中,若遇到茅口组地层,矿井可能会面临较大的涌水量。相比之下,龙潭组地层的富水性则较弱。该组地层主要以粉砂质泥岩和泥质粉砂岩为主,这些岩石的裂隙发育程度较低,且多被泥质填充,因此其含水性主要以基岩裂隙水为主。在矿井开采过程中,遇到龙潭组地层时,涌水量相对较小,但仍需保持警惕,防止突发涌水事故。

1.2 地下水补、径、排条件

矿区地下水的补给、径流和排泄条件对矿井水文地质环境有着至关重要的影响。以某矿区为例,地下水的补给主要依赖于大气降水,尤其是雨季时,大量的雨水通过裂隙、管道等渗透入地下,成为地下水的主要补给源。地下水在补给后,会沿着地层的裂隙和管道向东南方向径流。这一径流过程受到地层结构、岩性、裂隙发育程度等多种因素的影响。在地势低洼处,地下水会以泉点的形式排泄出地表,形成矿区内的地表水体或汇入附近河流。这种补、径、排条件决定了矿区地下水的

动态变化特征。在雨季时,地下水补给量增加,径流速度加快,排泄量也相应增大;而在旱季时,则相反。这种动态变化对矿井涌水量具有直接影响,因此,在矿井设计和生产过程中,必须充分考虑地下水的动态变化特征,制定合理的防水和排水措施。

1.3 老窑及采空区水文地质特征

矿区内的老窑及采空区是水文地质条件最为复杂的区域之一。老窑开采历史较长,由于当时开采技术落后,多数老窑在开采过程中未进行有效的防水和排水措施,导致老窑内积水严重。当矿坑遇上或接近老窑时,老空水将成为矿坑充水的直接充水水源。老空水的水量大小、水压高低以及水质情况都极具不确定性,给矿井生产安全带来重大威胁。因此,在矿井开采过程中,必须加强对老窑及采空区的探查和监测工作,及时发现并处理潜在的水害隐患。

2 水文地质条件对工程安全的影响

2.1 对巷道和设备的影响

恶劣的水文地质条件对巷道和设备的安全构成了严重威胁。在矿井开采过程中,高地下水位或大量涌水会直接导致巷道内积水,这种潮湿环境对机械设备极为不利。水分不仅会侵蚀设备表面,造成锈蚀和磨损,还会渗入设备内部,影响电气部件的绝缘性能,增加漏电和短路的风险。长期在潮湿环境中运行的设备,其工作效率会显著降低,故障率也会大幅上升,给矿井的正常生产带来严重困扰^[1]。此外,岩石遇水后其物理力学性质会发生显著变化。水分会削弱岩石内部的粘结力,降低其强度和稳定性。在巷道开挖过程中,若岩石因吸水而软化,极易导致巷道片帮和冒顶等安全事故。片帮是指巷道侧壁岩石因失去支撑而脱落,这种现象在潮湿环境中尤为常见。而冒顶则是巷道顶部岩石因承载能力不足而垮落,对作业人员和设备构成极大威胁。

2.2 对边坡稳定性的影响

水文地质条件对边坡稳定性的影响同样不容忽视。地下水在岩石中的渗流作用会改变岩石的物理力学性质,降低岩石的黏聚力和内摩擦角。黏聚力是岩石颗粒间相互粘结的力,是维持边坡稳定的重要因素之一。而内摩擦角则是反映岩石抗剪切强度的参数,其大小直接影响边坡的抗滑能力。当地下水在岩石中渗流时,会对岩石产生冲刷和浸润作用,导致岩石的黏聚力和内摩擦角逐渐降低。这种变化会使得边坡的稳定性逐渐减弱,特别是在雨季或地下水丰富地区,边坡失稳的风险大大增加^[2]。一旦边坡发生失稳,就会出现滑坡等安全事故,对矿区设施造成破坏,甚至威胁到周边居民的生命财产安全。

2.3 对矿区地面的影响

水文地质条件还容易诱发矿区地面的地质灾害。在矿区作业过程中,若地下水处理不当,如排水系统不完善或排水能力不足,就会导致地面土层转移、松解。地下水对土层的浸润作用会使得土层失去稳定性,变得松软易塌。特别是在地下水位较高或存在潜水的地区,这种浸润作用更加明显。当地面土层因长期受水浸润而失去稳定性时,就容易发生地面坍塌等事故。地面坍塌不仅会对矿区设施造成损害,如摧毁建筑物、破坏道路等,还可能危及作业人员的生命安全。此外,地面坍塌还可能引发其他次生灾害,如泥石流、滑坡等,对矿区的安全生产构成严重威胁。

3 防范措施

煤矿开采是一项复杂且风险较高的工程,其中水文地质条件是影响开采安全的重要因素之一。为了确保煤矿开采的顺利进行,必须采取一系列有效的防范措施,以应对可能的水文地质风险。加强水文地质勘察、采取防排水措施、建立监测预警系统以及提高安全意识是确保煤矿开采中水文地质安全的重要防范措施。这些措施的实施需要矿区管理人员的高度重视和全体员工的共同努力,才能够真正做到防患于未然,确保煤矿开采的顺利进行。

3.1 加强水文地质勘察

在煤矿开采前,进行全面、细致的水文地质勘察工作是至关重要的。这一步骤是确保开采安全的基础,也是制定科学开采方案的重要依据。水文地质勘察应涵盖矿区的整个范围,包括地表水体、地下水系、含水层、隔水层、岩溶发育情况、地质构造特征等。通过地质钻探、水文测井、地球物理勘探等手段,可以获取详尽的水文地质资料,为后续的开采设计提供准确的数据支持。在勘察过程中,应特别注意对潜在水源的识别和评

价。例如,对于可能存在老窑积水的区域,应通过勘探手段确定积水的位置、范围和水量,为后续的防水措施设计提供依据。同时,还应应对矿区的补给水源、径流途径和排泄条件进行深入研究,以全面了解矿区的水文地质动态^[3]。除了基础的勘察工作外,还应进行专项的水文地质试验,如抽水试验、注水试验等,以获取含水层的渗透性、储水系数等关键参数。这些参数对于评估矿区的涌水量、设计排水系统以及制定防水措施都至关重要。

3.2 采取防排水措施

根据矿区的水文地质条件,设计合理的排水系统是确保矿井安全的重要一环。排水系统应能够满足矿井在不同开采阶段下的涌水排放需求,确保矿井内的积水能够及时、有效地排出。对于水文地质条件恶劣的矿区,应采取更为严格的防水措施。例如,在矿井周边设置防水帷幕,通过注浆加固等手段阻断地下水的径流途径,防止地下水侵入巷道和设备。防水帷幕的设计和施工应严格遵循相关规范和技术要求,确保其防水效果可靠。同时,应建立完善的矿井排水系统。排水系统应包括主排水泵房、水泵、水管、水仓等设施,并应具备足够的排水能力。在设计排水系统时,应充分考虑矿井的涌水量、排水距离、水泵的扬程和效率等因素,确保排水系统能够满足矿井的实际需求。此外,还应加强对排水设施的维护和管理。定期对水泵、水管等设施进行检查和维修,确保其处于良好的工作状态。同时,应建立完善的排水管理制度和操作规程,确保排水工作的顺利进行。

3.3 建立监测预警系统

为了及时发现并处理潜在的水文地质安全隐患,应建立有效的监测预警系统。监测预警系统应能够对矿区的水文地质条件进行实时监测和预警,为矿井的安全管理提供有力的技术支持。监测预警系统应包括水位监测、水质监测、涌水量监测等内容。通过安装水位计、水质分析仪、流量计等监测设备,可以实时获取矿区的水文地质数据,为后续的分析 and 判断提供依据。除了实时监测外,还应建立完善的预警机制。当监测数据出现异常或超过预设的阈值时,预警系统应能够及时发出警报,提醒相关人员采取措施进行处理。同时,还应建立应急预案和响应机制,确保在发生突发事件时能够迅速、有效地进行应对^[4]。为了提高监测预警系统的准确性和可靠性,还应加强对监测设备的维护和管理。定期对监测设备进行检查和校准,确保其测量结果的准确性。同时,应建立完善的监测数据管理制度和数据分析方法,确保监测数据的可靠性和有效性。

3.4 提高安全意识

确保煤矿开采中的水文地质安全，除了依靠技术手段外，还需要提高矿区工作人员的安全意识。只有让每一位工作人员都充分认识到水文地质安全的重要性，才能够真正做到防患于未然。应加强对矿区工作人员的安全教育和培训。通过定期举办安全知识讲座、开展安全演练等活动，提高工作人员的安全意识和自我保护能力。同时，还应加强对新入职员工的培训，确保他们在进入工作岗位前就能够充分了解矿区的安全规定和操作规程。应建立完善的应急预案和救援机制。当发生安全事故时，能够迅速、有效地进行救援和处理，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。应急预案应包括应急组织、通讯联络、现场处置、医疗救护等内容，并应定期进行演练和修订，确保其适应实际情况的变化。还应加强对矿区安全管理的监督和检查。通过定期的安全检查、隐患排查等活动，及时发现并处理潜在的安全隐患。同时，还应建立完善的安全管理制度和责任制，明确各级管理人员和员工的安全职责和义务，确保安全工作的顺利进行。

4 某矿区透水事故案例分析

4.1 案例背景

以某矿区为例，该矿区地势复杂，地质条件多变，地下水丰富。通过详细的水文地质调查，发现该矿区主要存在以下水文地质特征：（1）地下水类型：该矿区地下水主要包括碳酸盐岩溶水、基岩裂隙水及第四系孔隙水三大类型。（2）含水层分布：矿区内分布有多层含水层，其中主要含水层为碳酸盐岩溶裂隙水含水层，该含水层富水性强，对矿井开采构成较大威胁。（3）老窑积水：矿区内存在多处老窑，部分老窑内积存大量地下水，形成潜在的透水隐患。（4）地表水与地下水联系：矿区内地表水系发育，部分地表水通过裂隙、断层等通道与地下水相连，增加了矿井透水的风险。2002年6月22日，湖南省邵阳市邵东县某矿发生一起特大突水事故。事故发生时，该矿正在六平巷6上山进行掘进作业。

4.2 事故经过

11时50分，拖煤工彭某突然感觉有一股冷风从当头冲出，并听到大水响声，同时闻到酸臭味，知道发生了透水事故。彭某随即大喊“穿水了”，并立即向外逃跑。正在附近的李某、赵某也跟着大喊，并分别指挥工人撤离。突水持续约10分钟后停止，但已造成严重后果。

4.3 事故原因

一是水文地质资料不清：该矿未充分调查、收集、掌握矿区老窑情况和有关水文地质资料，导致对矿井涌水量和含水层分布情况了解不足。二是生产方式落后：该矿生产方式原始落后，矿井排水系统、提升系统、通风系统、巷道设计等极不合理，隐患严重。三是违规生产：该矿未认真执行县政府停产整顿紧急通知精神，擅自恢复生产，且在采掘过程中未采取有效的探放水措施。

4.4 附表（见表1）

表1 某矿区透水事故情况表

项目	数据
事故时间	2002年6月22日11时50分
事故地点	六平巷6上山
突水量	400多立方米
死亡人数	11人
直接经济损失	79.7万元
老窑数量	6处
老窑采深	部分达120米以上
矿井排水能力	多级排水且能力小，无水仓
安全管理制度执行情况	未认真执行停产整顿通知，擅自恢复生产

综上所述，矿区水文地质条件对工程安全具有重要影响。通过加强水文地质勘察、建立探放水制度、完善排水系统和加强安全培训等措施，可以有效防范和减少水文地质灾害的发生，保障工程安全。

结语

矿区水文地质条件对工程安全具有重要影响。通过加强水文地质勘察、采取防排水措施、提高安全意识及建立监测预警系统等措施，可以有效降低水害事故的风险，保障煤矿开采安全。未来，应继续深入研究矿区水文地质条件的变化规律及其对工程安全的影响机制，为煤矿开采提供更加科学、有效的安全保障。

参考文献

[1]伍欢欢,黄剑瑜.水文地质环境对矿区安全的影响[J].科技视界,2020,(34):97-98.

[2]穆晓广.某矿区水文地质条件及含水层富水性评价[J].地下水,2024,46(03):49-51.

[3]赵林涛.精准基础水文地质工作在矿区钻探勘察中的重要作用研究[J].世界有色金属,2024,(07):187-189.

[4]罗跃.矿区的水文地质特征与防治技术研究[J].中国金属通报,2022,(11):234-236.