

The ence of hydrogeological conditions on safety production and control strategies

Guangwu He Fanyun Zhang*

Xi'an Rongyan Geological Exploration Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

As an important energy pillar industry in China, the safety production situation of coal mine has attracted much attention. The hydrogeological conditions of coal mine are complex and changeable. In the process of coal mining, the hydrogeological factors such as aquifer distribution, groundwater recharge and runoff are related to the occurrence probability of disasters such as mine water gushing and water outburst. Once a water accident occurs, it will not only hinder the normal production, but also endanger the life safety of miners when it is serious, and bring huge economic losses and negative social impact to the enterprise. Coal mine safety production is closely related to the hydrogeological conditions, and the complex hydrogeological conditions cause a variety of safety risks, which seriously threaten the life safety of coal mine workers and the smooth progress of production. This paper analyzes the influence of coal mine hydrogeological conditions on safety production, including water gushing, water penetration and other conditions, and puts forward highly targeted prevention and control strategies, aiming to provide scientific basis and practical guidance for coal mine safety production, and reduce the incidence of safety accidents caused by hydrogeological problems.

Keywords

coal mine; hydrogeological conditions; safety production; prevention and control strategy

煤矿水文地质条件对安全生产的影响及防治策略

贺光武 张翻芸*

西安荣岩地质勘探有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

煤矿作为我国重要的能源支柱产业,其安全生产状况备受关注。煤矿水文地质条件复杂多变,在煤矿开采进程中,含水层分布、地下水补给与径流等水文地质因素,关联着矿井涌水、突水等灾害的发生概率。一旦发生水害事故,不仅会阻碍正常生产,严重时更会危及矿工生命安全,给企业带来巨大经济损失与社会负面影响。煤矿安全生产与水文地质条件紧密相关,复杂的水文地质状况引发多种安全隐患,严重威胁煤矿作业人员生命安全与生产的顺利进行。本文剖析煤矿水文地质条件对安全生产的影响,包括涌水、突水等情况,并提出针对性强的防治策略,旨在为煤矿安全生产提供科学依据与实践指导,降低因水文地质问题导致的安全事故发生率。

关键词

煤矿; 水文地质条件; 安全生产; 防治策略

1 引言

煤矿产业作为我国重要的能源支柱产业,其安全生产一直备受关注。水文地质条件是影响煤矿安全生产的关键因素之一。煤矿开采过程中,若对水文地质条件认识不足或防治措施不到位,极易引发水害事故,造成巨大的人员伤亡和财产损失。因此,研究煤矿水文地质条件对安全生产的影响,

并制定有效的防治策略,对于保障煤矿安全生产、促进煤炭行业可持续发展具有重要意义。

2 煤矿水文地质条件概述

2.1 含水层与隔水层分布

煤矿区域内通常存在多个含水层和隔水层。含水层是指储存和透过地下水的岩层,如砂岩、砾岩等孔隙含水层,以及石灰岩等岩溶含水层。隔水层则是阻止地下水透过的岩层,如页岩、泥岩等。不同煤矿的含水层与隔水层分布情况各异,其分布特征影响着地下水的赋存和运移规律,进而对煤矿开采产生不同程度的影响^[1]。

2.2 地下水类型与补给来源

煤矿地下水类型主要包括孔隙水、裂隙水和岩溶水(图1)。孔隙水赋存于松散沉积物的孔隙中,裂隙水存在于基

【作者简介】贺光武(1989-),男,本科,中国甘肃武威人,水文地质工程师(中级)、地质工程师(中级),从事地质勘查、水文地质研究。

【通讯作者】张翻芸(1990-),女,中国甘肃定西人,本科,地质工程工程师(中级),从事煤炭资源勘查研究。

岩的裂隙内，岩溶水则发育于可溶岩的岩溶洞穴和管道中。地下水的补给来源多样，主要有大气降水、地表水补给以及相邻含水层的越流补给等。大气降水通过地表径流或入渗的方式进入含水层，是地下水的重要补给源。地表水如河流、湖泊等，若与煤矿含水层存在水力联系，也会对地下水进行补给^[2]。

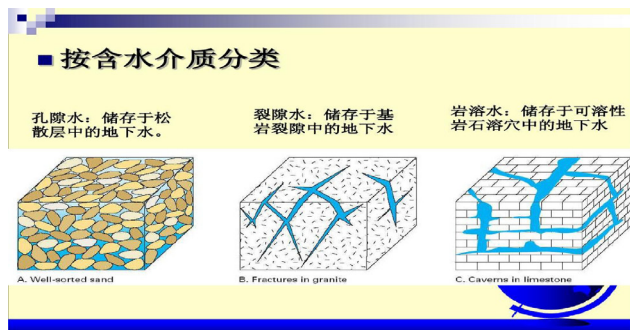


图1 煤矿地下水类型

2.3 地质构造对水文地质条件的影响

地质构造如断层、褶皱等对煤矿水文地质条件有着显著影响。断层是岩石受力发生破裂，沿破裂面两侧岩块发生

显著相对位移的断裂构造。断层的存在破坏岩层的完整性，使不同含水层之间发生水力联系，增加矿井涌水量。同时，断层破碎带成为地下水的富集区和导水通道，一旦在开采过程中揭露，容易引发突水事故。褶皱是岩层受力发生的弯曲变形，背斜顶部岩层裂隙发育，有利于地下水的储存和运移，向斜槽部则是地下水的汇集区^[3]。因此，在煤矿开采过程中，需充分考虑地质构造对水文地质条件的影响，合理规划开采方案。

3 煤矿水文地质条件对安全生产的影响

3.1 涌水对安全生产的影响

煤矿开采过程中，地下水会通过各种途径涌入矿井，形成涌水。涌水量的大小影响排水设备的选型和运行成本。当涌水量较大时，需配备大功率、高扬程的排水设备，且设备运行时间长，耗电量大，从而增加煤矿的生产成本。如某煤矿正常涌水量为50立方米/小时，采用常规排水设备即可满足排水需求，设备运行成本相对较低。但在雨季，由于大气降水补给增加，涌水量上升至150立方米/小时，不得不更换更大功率的排水设备，排水成本大幅增加，如表1所示。

表1

时期	涌水量 (立方米/小时)	排水设备功率 (kW)	每日耗电量 (度)	每日排水成本 (元)
正常时期	50	30	720	360
雨季	150	100	2400	1200

此外，涌水会导致巷道积水，影响运输设备的正常运行，增加运输难度和安全风险。同时，为保证开采安全，需要采取排水措施，如设置排水泵站、铺设排水管路等，占用一定的施工时间，影响煤矿的开采进度。在一些涌水严重的区域，甚至可能需要暂停开采，先进行治水工作，进一步延误了生产进度。涌水携带大量泥沙等杂质进入采煤工作面，与煤炭混合后，会降低煤炭的质量。含有杂质的煤炭在销售过程中，价格会受到影响，降低煤矿的经济效益^[4]。

3.2 突水对安全生产的影响

突水是煤矿开采过程中最严重的水害事故之一，具有突发性和危害性大的特点。当突水发生时，大量高压水瞬间涌入矿井，淹没巷道、采煤工作面等作业区域，导致作业人员被困，危及人员生命安全；同时，突水的强大水压会对矿井内的设备设施造成严重损坏。排水设备、通风设备、运输设备等在突水冲击下，会发生变形、损坏，甚至报废。此外，突水还可能冲垮巷道支护，导致巷道坍塌，进一步破坏矿井内的基础设施，给煤矿恢复生产带来巨大困难；此外，突水事故不仅会导致人员伤亡和设备设施损坏，还会造成巨大的经济损失。除直接的救援费用、设备维修和更换费用外，煤矿因停产整顿期间的经济损失也不可忽视。

3.3 其他水文地质问题对安全生产的影响

在岩溶发育地区，煤矿开采引发岩溶塌陷。岩溶塌陷

是指在岩溶地区，由于地下溶洞的顶板塌陷，导致地表出现塌陷坑的现象。岩溶塌陷会破坏地面建筑物、道路等基础设施，影响煤矿的正常生产和生活秩序。同时，岩溶塌陷还可能沟通地表水与地下水，增加矿井涌水量，加剧水害威胁。在一些富含砂土的煤矿区域，地下水的动态变化导致砂土液化。砂土液化是指饱水的疏松粉、细砂土在振动作用下突然破坏而呈现液态的现象。砂土液化会使地基失去承载能力，导致建筑物倾斜、倒塌，对煤矿地面设施造成严重破坏。此外，砂土液化还引发滑坡、泥石流等地质灾害，进一步威胁煤矿安全生产。

4 基于水文地质条件的煤矿安全生产防治策略

4.1 加强水文地质勘查

在煤矿开采前，应采用先进的勘查技术和方法，提高水文地质勘查精度。综合运用地质调查、地球物理勘探、钻探等手段，详细查明煤矿区域内的含水层、隔水层分布，地下水类型、补给来源以及地质构造等水文地质条件。例如，利用三维地震勘探技术，可以清晰地探测到地下断层、褶皱等地质构造的分布情况，为开采方案的制定提供准确依据；煤矿开采过程中，应建立地下水动态监测体系，实时监测地下水水位、水量、水质等变化情况。通过在矿井内设置多个监测点，利用自动化监测设备，将监测数据实时传输至地面

监控中心,以便及时发现地下水异常变化,提前采取防治措施。同时,结合气象数据、地表水位变化等信息,对地下水动态进行综合分析,预测水害发生的可能性;随着煤矿开采的推进,水文地质条件会发生变化。因此,需要及时更新水文地质资料,将新发现的地质构造、含水层变化等信息纳入资料管理系统。定期对水文地质资料进行分析和总结,为后续开采工作提供参考,确保开采方案能够适应不断变化的水文地质条件。

4.2 优化开采方案

根据水文地质条件,合理规划煤矿开采顺序。优先开采隔水层条件好、涌水量小的区域,避免在水文地质条件复杂、水害风险高的区域率先开采。在开采过程中,要遵循“先探后掘、有疑必探”的原则,对可能存在水害隐患的区域进行超前探放水,确保开采安全;同时,选择适合煤矿水文地质条件的开采方法,对于涌水量较大的区域,可以采用分区隔离开采的方法,将开采区域划分为多个相对独立的区域,每个区域设置独立的排水系统,避免涌水在整个矿井内蔓延。采用先进的采煤工艺,如综采放顶煤工艺,可以减少对煤层顶底板的破坏,降低突水风险;此外,在巷道设计和施工过程中,要充分考虑水文地质条件对巷道稳定性的影响。对于穿越含水层或地质构造破碎带的巷道,应加强支护设计,采用高强度的支护材料和合理的支护形式,如锚网喷支护、锚索支护等,提高巷道的抗变形能力和防水能力,防止巷道因涌水或突水而坍塌。

4.3 完善排水系统

一方面,根据煤矿涌水量的大小和变化情况,合理选型排水设备。排水设备应具备足够的排水能力和扬程,能够满足矿井在正常涌水和最大涌水情况下的排水需求。同时,要配备一定数量的备用排水设备,确保在主排水设备出现故障时,及时投入使用,保障矿井排水安全;另一方面,科学规划排水系统布局,确保排水管路畅通无阻。在矿井内设置多个排水泵站,形成分级排水系统,将矿井水逐级排至地面。排水管路应选用耐腐蚀、抗压强度高的材料,并定期进行检查和维护,防止管路破裂漏水。此外,要合理设置水仓,水仓的容量应满足矿井正常涌水和最大涌水情况下的储存需求,确保排水系统的稳定运行;最后,健全排水系统管理制度,加强对排水设备的日常维护和管理。定期对排水设备进行检修、保养,确保设备处于良好的运行状态。制定排水设备操作规程,要求操作人员严格按照规程操作,避免因操作

不当导致设备故障。同时,加强对排水系统的运行监测,及时发现和处理排水系统中出现的问题。

4.4 强化水害防治措施

在煤矿开采过程中,对于可能存在水害隐患的区域,要采用物探、钻探等方法进行超前探放水。通过物探方法,如瞬变电磁法、直流电法等,初步确定地下水的分布范围和富水区域,然后采用钻探方法进行验证和放水。在探放水过程中,要严格按照操作规程进行,确保探放水工作的安全有效;对于涌水量较大的含水层或导水通道,可采用注浆堵水的方法进行治理。通过向含水层或导水通道内注入水泥浆、化学浆等堵水材料,形成止水帷幕,阻止地下水涌入矿井。注浆堵水应根据具体情况,选择合适的注浆材料和注浆工艺,确保堵水效果。在注浆过程中,要加强对注浆压力、注浆量等参数的监测,防止注浆事故的发生;对于一些含水层水压较高的区域,可以采用疏干降压的方法,降低含水层的水压,减少突水风险。疏干降压可以通过在含水层中布置疏干井,将地下水抽出,降低含水层水位,从而达到降压的目的。在疏干降压过程中,要密切关注地下水水位变化情况,合理控制疏干水量,避免因疏干降压导致地面塌陷等问题。

5 结论

煤矿水文地质条件对安全生产有着重要的影响,涌水、突水等水文地质问题不仅会增加煤矿生产成本、影响开采进度,还会严重威胁人员生命安全和造成巨大的经济损失。因此,煤矿企业必须高度重视水文地质工作,加强水文地质勘查,优化开采方案,完善排水系统,强化水害防治措施,有利于降低水文地质条件对安全生产的不利影响,确保煤矿安全生产,促进煤炭行业的健康、可持续发展。在未来煤矿开采过程中,随着科技的不断进步,应不断探索和应用新的技术和方法,进一步提高煤矿水文地质条件的勘查精度和水害防治水平,为煤矿安全生产提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1] 王栋礼.矿井水文地质条件对煤矿安全生产的影响及对策研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(10):3741-3742.
- [2] 王豪,窦洪鑫.煤矿开采水文地质条件及防治水技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(4):178-180.D
- [3] 武慧杰.复杂水文地质条件下煤矿防治水技术研究[J].能源与节能,2024(3):125-128.
- [4] 师永丽.复杂水文地质条件下煤矿开采综合防治水关键技术[J].矿业装备,2023(2):26-27.