

煤炭水文地质特征与矿井水防治研究

赵盟

山西省煤炭地质一一四勘查院有限公司, 山西 长治 046000

摘要： 本文深入探讨了煤炭水文地质特征及矿井水防治的相关内容。详细分析了含煤地层的岩性与岩相特征、含水层与隔水层的划分、地下水的补径排条件。并阐述了矿井水的形成机制，包括直接和间接充水水源及影响因素。此外还重点介绍了多种矿井水防治技术与措施，如水文地质勘查与预测、疏干排水技术、注浆堵水技术、防水煤柱留设以及加强矿井水监测与管理等。通过对这些方面的研究，为煤炭开采中的矿井水防治提供了科学依据和有效策略，以保障煤炭安全生产和可持续发展。

关键词： 煤炭；水文地质；矿井水防治

Research on Hydrogeological Characteristics of Coal And Prevention and Control of Mine Water

Zhao Meng

Shanxi Provincial Coal Geology 114 Prospecting Institute Co., Ltd. Changzhi, Shanxi 046000

Abstract: This article deeply explores the hydrogeological characteristics of coal and the related content of mine water prevention and control. Detailed analysis was conducted on the lithology and lithological characteristics of coal bearing strata, the division of aquifers and aquitards, and the conditions for groundwater recharge, runoff, and discharge. And elaborated on the formation mechanism of mine water, including direct and indirect water sources and influencing factors. In addition, various mine water prevention and control technologies and measures were emphasized, such as hydrogeological exploration and prediction, dewatering and drainage technology, grouting and water blocking technology, waterproof coal pillar retention, and strengthening mine water monitoring and management. Through research in these areas, scientific basis and effective strategies have been provided for the prevention and control of mine water in coal mining, in order to ensure safe production and sustainable development of coal.

Keywords: coal; hydrogeology; mine water prevention and control

煤炭作为我国重要的能源资源，在其开采过程中，矿井水问题一直是制约安全生产的关键因素之一。深入了解煤炭水文地质特征，揭示矿井水的形成机制，采取有效的防治技术与措施，对于预防矿井水灾、保障矿工生命安全、提高煤炭资源回收率以及保护矿区生态环境具有极其重要的意义。

一、煤炭水文地质特征

(一) 含煤地层的岩性与岩相特征

含煤地层的岩性组成较为复杂，通常包括砂岩、页岩、泥岩以及煤层等多种类型。砂岩一般具有较好的渗透性，颗粒较大，孔隙相对较发育，为地下水的储存和运移提供了一定的空间，页岩和泥岩则较为致密，渗透性差，往往起到隔水的作用。在岩相方面，常见的有河流相、湖泊相和沼泽相。河流相沉积环境下，沉积物粒度较粗，以砂岩为主，地层的横向变化较大。湖泊相则以细粒的页岩和泥岩沉积为主，地层相对稳定。沼泽相是煤层形成的主要环境，通常由泥炭堆积而成，其岩性特征较为特殊。例如，在某矿区，含煤地层中砂岩的厚度和分布受到古河流的影

响，呈现出明显的条带状分布^[1]。

(二) 含水层与隔水层的划分

含水层是指能够储存和传输地下水的岩层。在煤炭地质中，常见的含水层有砂岩含水层、灰岩含水层等，砂岩含水层由于其孔隙和裂隙较为发育，具有较好的储水和导水性能，灰岩含水层通常具有岩溶发育的特点，地下水的储存和运移更加复杂。而隔水层则是阻止地下水流动的岩层，如致密的页岩、泥岩和黏土岩等，它们的孔隙度和渗透率极低，有效地限制了地下水的垂直和水平运动。在实际划分中，需要综合考虑岩层的岩性、厚度、渗透性以及地下水的赋存状态等因素。例如，某煤矿的上部地层中，存在一层厚度较大的泥岩，经过抽水试验和水文地质分析，确定其为隔水层，有效地阻隔了上部地表水与下部含水层的

作者简介：赵盟（1995.08-），男，河南省内黄县人，汉族，本科，助理工程师，研究方向：水工环。

联系。

（三）地下水的补径排条件

地下水的补给来源多种多样，包括大气降水、地表水的渗入以及相邻含水层的侧向补给等。在山区，大气降水往往是主要的补给来源，通过岩石的裂隙和孔隙渗入地下，在平原地区，地表水的入渗可能更为重要。地下水的径流方向和速度受到地形、地层结构和含水层渗透性等因素的控制。一般来说，地下水从补给区向排泄区流动，在渗透性好的地层中径流速度较快，而在渗透性差的地层中则较为缓慢。而排泄方式主要有泉排泄、向河流排泄以及人工开采等，泉是地下水在地形切割处自然涌出地表现象。在河流附近，地下水可能向河流排泄，形成河水与地下水的相互补给关系。

二、矿井水的形成机制

（一）直接充水水源

直接充水水源是指能够直接进入矿井并造成充水的水体，在煤矿开采过程中，常见的直接充水水源主要包括地下水和地表水。首先，地下水是矿井水的重要直接来源之一。含水层中的地下水，如孔隙水、裂隙水和岩溶水，在采矿活动的影响下，可能会突破隔水层或通过导水通道涌入矿井。孔隙水存在于松散岩层的孔隙中，其水量和水压相对较小，但在特定条件下仍可能对矿井造成威胁。裂隙水则赋存于岩石的裂隙中，其渗透性和富水性往往与裂隙的发育程度密切相关。岩溶水在岩溶发育地区，具有水量大、水压高的特点，一旦与矿井导通，极易引发突水事故。其次，地表水如河流、湖泊和水库等，当它们与矿井存在水力联系时，也会成为直接充水水源，特别是在雨季，地表水体水位上涨，水压增大，若存在导水通道，地表水会迅速涌入矿井。例如，当矿井开采导致地表出现裂缝，或者井口位于河流附近且防护不当，地表水就有可能直接灌入矿井。

（二）间接充水水源

间接充水水源是指不能直接进入矿井，但通过一定的水文地质条件和作用方式，对矿井充水产生影响的水源，老空水和相邻含水层水是常见的间接充水水源。首先，老空水是指在以往的采矿活动中遗留下来的采空区积水。这些积水往往处于封闭状态，水量和水压难以准确预测，一旦新的采掘工程接近或揭露老空区，老空水就会突然涌出，给矿井安全生产带来巨大威胁。由于老空水的形成时间长，水质通常较差，可能含有有害物质，对矿工的健康和设备的腐蚀也会造成影响。其次，相邻含水层水是指与开采煤层相邻的其他含水层中的水。虽然这些含水层与矿井之间有隔水层分隔，但在开采过程中，由于采动影响导致隔水层破坏，或者通过导水断层等构造，相邻含水层的水会向矿井渗透和补给。相邻含水层的富水性和水头压力不同，对矿井充水的影响程度也有所差异^[2]。

（三）矿井水形成的影响因素

矿井水的形成受到多种因素的综合影响，包括地质构造、含水层特征、开采深度和强度、大气降水以及人为因素等。首先，

地质构造是影响矿井水形成的重要因素之一。断层、褶皱等地质构造的存在会改变岩层的完整性和渗透性，从而影响地下水的赋存和运移。断层带往往是地下水的良好通道，当矿井接近或穿过断层时，容易发生突水事故。褶皱构造会使岩层发生弯曲变形，形成向斜和背斜，向斜轴部往往是地下水的聚集区，增加了矿井充水的可能性。其次，含水层的特征，如含水层的厚度、岩性、渗透性和富水性等，直接决定了矿井水的补给来源和水量大小，含水层厚度越大、渗透性越好、富水性越强，矿井水的威胁就越大。再次，开采深度和强度对矿井水的形成也有显著影响。随着开采深度的增加，地应力增大，岩石的裂隙发育程度增加，含水层的水压也相应增大，导致矿井充水的风险增加。开采强度的加大，如采煤速度加快、采空区面积增大等，会破坏原有的水文地质平衡，使更多的地下水涌入矿井。另外，大气降水是矿井水的重要补给来源。在降水丰富的地区，大气降水通过地表入渗、河流补给等方式进入含水层，增加了含水层的水量，降水的季节性和周期性变化，也会导致矿井涌水量的相应波动。最后，人为因素在矿井水的形成中也起到了不可忽视的作用。不合理的开采布局、排水系统不完善、防水措施不到位等，都可能导致矿井水害的发生。例如，在开采过程中未留设足够的防水煤柱，或者对含水层的破坏未进行有效的治理，都会增加矿井充水的风险。

三、矿井水防治技术与措施

（一）水文地质勘查与预测

水文地质勘查与预测是矿井水防治的基础工作。通过对矿井所在区域的地质、水文地质条件进行详细勘查和分析，可以为后续的防治工作提供重要依据。在进行水文地质勘查时，需要综合运用多种勘查手段，如地质测绘、钻探、物探、水文地质试验等。以某煤矿为例，该煤矿位于山区，地质构造复杂，勘查人员首先进行了大面积的地质测绘，对地层分布、岩性特征、构造形态等进行了详细记录。然后，布置了多个钻探孔，获取了地下岩层的岩芯样本，并进行了水文地质试验，测定了含水层的渗透系数、富水性等参数。而通过综合勘查，查明了该煤矿的含水层分布、隔水层厚度、地下水的补给、径流和排泄条件等。在此基础上，利用数学模型和数值模拟方法，对矿井涌水量进行了预测，预测结果显示，在开采过程中，矿井涌水量较大，需要采取有效的防治措施。通过水文地质勘查与预测工作不仅可以为矿井水防治提供科学依据，还可以在煤矿设计和开采方案制定中发挥重要作用，通过合理规划开采布局，避开富水区域，减少矿井涌水的风险^[3]。

（二）疏干排水技术

疏干排水是矿井水防治的重要手段之一。其目的是在开采前或开采过程中，将含水层中的地下水提前疏干，降低地下水位，减少矿井涌水量。常见的疏干排水方法包括地表疏干、地下疏干和联合疏干等，地表疏干通常采用疏干井、截水沟等方式，将地表水拦截或排出，防止其渗入地下。地下疏干则是通过在井下施工疏干巷道、疏干钻孔等，将含水层中的地下水抽出。联合疏干

则是将地表疏干和地下疏干相结合,提高疏干效果。以某大型煤矿为例,该煤矿采用了地下疏干和联合疏干相结合的方法。首先,在井田范围内施工了多条疏干巷道,深入到含水层中,通过安装排水设备,将地下水抽出。其次,在井田周边布置了一定数量的疏干井,对地表水体进行拦截和疏排,通过这种联合疏干的方式,有效地降低了地下水位,减少了矿井涌水量。而在实施疏干排水技术时,需要注意合理布置疏干工程,避免对周边环境造成不良影响。

(三) 注浆堵水技术

注浆堵水技术是一种常用且有效的矿井水防治方法。它通过将特制的浆液注入到含水层、导水通道或破碎岩体中,以封堵地下水的流动,减少矿井涌水量。在实际应用中,首先需要对该井的地质条件进行详细的勘察和分析,确定注浆的位置、深度和浆液的类型。例如,在某煤矿的开采过程中,发现一条较大的导水断层,导致矿井涌水量急剧增加,经过地质勘探和分析,决定采用水泥-水玻璃双液浆进行注浆堵水。其次,施工过程中,严格控制注浆压力和浆液配比,确保浆液能够充分填充断层破碎带,经过一段时间的注浆作业,对注浆效果进行检测,发现涌水量明显减少,有效地保障了矿井的安全生产。而注浆堵水技术的优点在于能够针对性地处理导水通道,效果显著。但同时也存在施工难度大、成本较高等问题。因此,在应用时需要综合考虑矿井的实际情况和经济成本^[4]。

(四) 防水煤柱的留设

防水煤柱是为了防止地下水涌入矿井而在煤层周围预留的一定宽度的煤体,合理留设防水煤柱是预防矿井突水的重要手段之一。首先,在留设防水煤柱时,需要充分考虑地质条件、含水层的富水性、水压以及煤层的赋存情况等因素。例如,某煤矿在开采过程中,面临着复杂的水文地质条件,井田内存在多个含水层,且水压较大。经过详细的地质勘探和分析,技术人员确定了需要留设防水煤柱的区域,通过精确计算和模拟,确定了煤柱的宽度,以确保能够有效阻挡地下水的涌入。其次,留设防水煤柱不仅要依靠理论计算,还需要结合实际情况进行调整。在另一处煤矿,尽管最初按照设计留设了防水煤柱,但在开采过程中发现

地下水位上升,水压增大。经过再次评估和分析,对防水煤柱的宽度进行了适当增加,从而避免了可能发生的突水事故。最后,对于一些特殊地质构造区域,如断层、陷落柱等,更需要加大防水煤柱的留设尺寸。某煤矿曾因在断层附近未留设足够宽的防水煤柱,导致断层导通含水层,发生了严重的突水事故,造成了巨大的经济损失和人员伤亡,这一惨痛的教训提醒我们,在防水煤柱的留设上必须严谨、科学,不能有丝毫的马虎。

(五) 加强矿井水监测与管理

加强矿井水监测与管理是及时发现和处理矿井水患的重要保障。首先,要建立完善的矿井水监测系统,这包括在井下关键位置安装水位、水压、水质等监测设备,实时获取数据。某大型煤矿通过安装先进的监测设备,实现了对矿井水的24小时不间断监测,一旦数据出现异常,系统会立即发出警报,为采取应对措施争取了宝贵的时间。其次,要加强对监测数据的分析和处理。专业人员定期对监测数据进行整理和分析,通过对比历史数据和趋势,预测可能出现的水患风险。在一个小型煤矿,由于技术人员对监测数据的敏锐分析,提前发现了地下水位的异常上升,及时采取了疏水降压措施,避免了水害的发生。最后,除了监测,科学的管理也是至关重要的。要制定完善的矿井水管理制度,明确各部门和人员的职责。加强对排水设备的维护和管理,确保其正常运行。在某煤矿,由于对排水设备的疏于管理,导致设备故障,在遭遇强降雨时,矿井内积水无法及时排出,造成了局部停产^[5]。

四、总结

综上所述,煤炭水文地质特征的研究是矿井水防治的基础,只有深入了解水文地质条件,才能准确揭示矿井水的形成机制,进而采取科学有效的防治技术与措施。随着煤炭开采深度和强度的不断增加,矿井水防治面临着更加严峻的挑战。未来,我们需要不断创新和完善防治技术,加强多学科交叉研究,提高矿井水防治的水平,实现煤炭资源的安全、高效、绿色开采。

参考文献

- [1] 王保平. 煤矿水文地质特征与矿井水害防治研究[J]. 科技创新与生产力, 2017(7):82-83,86.
- [2] 王志亮. 矿井开采后水文地质特征及水害防治技术研究[J]. 矿业装备, 2021(1):102-103.
- [3] 彭创. 探析煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术[J]. 科学与财富, 2023(25):46-48.
- [4] 王新, 郭小铭. 越层水文地质现象及对煤矿防治水的影响研究[J]. 煤炭科学技术, 2020, 48(8):150-156.
- [5] 张琛, 吕游. 浅谈关于煤矿水文地质特征及矿井水害防治[J]. 地质研究与环境保护, 2022, 1(4).