

山西霍西煤田河东矿区4号煤层夹矸分布规律及其控因解析

吴苏原

西安煤科透明地质科技有限公司 陕西西咸 712300

摘要: 在煤炭资源勘探与开发过程中,煤层夹矸的分布规律及其控制因素研究对于提高煤炭开采效率和资源利用率具有重要意义。本文以山西霍西煤田河东矿区4号煤层为研究对象,通过详细分析沉积环境,构造活动及岩浆活动对夹矸分布的影响,揭示了夹矸层数,岩性及其分布规律。沉积环境的水流速度,沉积物颗粒大小及沉积速率是影响夹矸层数与岩性的主要因素;褶皱与断层构造则通过改变煤层厚度和连续性,显著影响夹矸的分布特征;本文的创新点在于综合运用多学科知识,系统解析了河东矿区4号煤层夹矸分布的多重控制因素。

关键词: 霍西煤田; 河东矿区; 4号煤层; 夹矸分布规律

引言

山西霍西煤田作为我国重要的煤炭基地之一,其河东矿区4号煤层的夹矸分布特征及其控制因素的研究,有助于揭示该区域煤层赋存规律,还可为类似地质条件下的煤炭勘探与开发提供科学依据。本文旨在通过系统分析沉积环境,构造活动及岩浆活动对河东矿区4号煤层夹矸分布的影响,揭示夹矸层数,岩性及其分布规律。通过构建沉积环境-构造活动-夹矸分布的综合分析模型,本文期望能全面解析河东矿区4号煤层夹矸分布的多重控制因素,为煤炭资源的科学开发与高效利用提供理论支持。

一、河东矿区地质背景概述

(一) 矿区地理位置与范围

霍西煤田作为山西省重要的炼焦煤基地,其地理范围横跨多个市县,其中河东矿区位于霍西煤田的特定区域,具体涵盖山西省内的孝义市,介休市,灵石县等部分地域。矿区南北延伸约61公里,东西宽约47公里,总面积达到约2867平方公里。河东矿区作为霍西煤田的重

要组成部分,其煤炭资源的开发与利用对于区域经济发展具有重要意义^[1]。

(二) 区域地质构造特征

河东矿区所处的地质构造环境复杂,受华北板块内部多个二级构造单元的影响,主要包括山西板内造山带与汾渭裂谷带。山西板内造山带作为区域构造的主体,其北接华北北缘板内活动带,西邻鄂尔多斯板内中生代纬向挤压与张扭性左旋构造应力区,南邻华北南缘板内活动带。

矿区内主要褶皱构造为阳泉曲-汾西复向斜,该向斜总体展布方向为NNE向,西部较为宽广,东部则逐渐狭窄。复向斜内部次级构造发育,对煤层的赋存形态产生了显著影响。在复向斜的西翼,煤系地层因构造抬升而出露地表,形成剥蚀无煤区;而在东翼,由于构造叠加破坏,地层倾伏角增大,煤层埋深较西翼更深;断层构造在矿区内同样广泛存在,且以正断层为主。断层的发育对煤层的赋存产生了显著影响,形成了多个无煤区,如在孝义市北西部,受正断层F₁, F₂, F₃的共同影响,该区域形成地垒构造,煤系地层被后期剥蚀,形成无煤区。类似的情况在介休市南西部和灵石县附近也有发生,分别受正断层F₄与F₅, F₆与F₇的共同影响,形成了无煤区^[2]。

(三) 地层与含煤性

河东矿区内的煤层主要分布在二叠系下统山西组(Ps)和石炭系上统太原组(Ct)中。山西组为陆相含煤地层,平均厚度约47.88米,含煤2至8层,其中2号煤层为矿区内主要可采煤层之一。太原组则为一海陆交互相含煤地层,平均厚度约92.88米,含煤8至14层,主要

基金项目:

2025年陕西省重点研发计划项目:复杂地质条件下煤矿透明地质保障系统构建关键技术(编号:2025CY-YBXM-485)

2024年中煤科工集团重点科技项目:透明地质综合保障系统集成与应用示范(编号:2024-TD-ZD001-02)

作者简介: 吴苏原(1991.1—至今),男,汉族,陕西西安人,硕士,西安煤科透明地质科技有限公司,研究方向:矿业工程。

可采煤层包括9 (9+10, 9+10+11), 10 (10+11), 11号煤层; 4号煤层作为本次研究的重点, 位于太原组中上部, 其赋存状态受区域地质构造和沉积环境的共同影响。尽管直接关于4号煤层夹矸分布的具体数据在现有资料中未直接给出, 但通过对比汾西矿区及其他相似矿区的煤层特征, 可合理推测4号煤层在河东矿区内的赋存形态及夹矸分布规律。

二、4号煤层夹矸分布规律

(一) 夹矸层数与厚度统计

在河东矿区, 尽管缺乏针对4号煤层夹矸层数与厚度的直接统计数据, 但根据邻近矿区(如汾西矿区)的煤层特征, 可类比推断4号煤层夹矸的分布情况。在汾西矿区, 类似煤层的夹矸层数多在0至6层之间, 厚度变化范围较大, 从0至数米不等。因此, 可推测在河东矿区, 4号煤层的夹矸层数也可能在此范围内波动, 具体层数与厚度将受沉积环境, 构造活动等多种因素控制, 空间分布上夹矸层数与厚度可能呈现出一定的规律性, 如

在褶皱构造的轴部或断层附近, 由于构造应力集中, 可能导致煤层破碎, 夹矸层数增多, 厚度增大。而在构造相对稳定的区域, 煤层连续性较好, 夹矸层数与厚度可能相对较小^[3]。

(二) 夹矸岩性特征

夹矸的岩性特征对煤层的开采和利用具有重要影响。在河东矿区, 虽然缺乏直接的岩性数据, 但根据邻近矿区的经验, 4号煤层的夹矸岩性可能主要包括泥岩, 砂质泥岩, 粉砂岩等。此类岩性在物理力学性质上存在差异, 对煤层的开采工艺和支护方式提出了不同要求; 泥岩夹矸通常具有较低的抗压强度和较好的塑性, 易于在开采过程中破碎, 对煤层顶板管理带来一定挑战, 砂质泥岩和粉砂岩夹矸则可能具有较高的强度和较好的稳定性, 有助于保持煤层的连续性, 而此类岩性在遇水后可能发生软化, 降低其稳定性, 因此在开采过程中需特别注意防水措施。根据邻近矿区的经验, 对河东矿区4号煤层夹矸岩性进行推测结果如下表1:

表1 类比推测结果

夹矸岩性	物理力学性质	对开采工艺的影响	防水措施需求
泥岩	抗压强度低, 塑性较好	易于破碎, 增加顶板管理难度	高
砂质泥岩	强度较高, 稳定性较好	有助于保持煤层连续性, 但遇水易软化	中等
粉砂岩	强度较高, 稳定性较好	保持煤层连续性, 遇水易软化	中等

泥岩夹矸抗压强度低, 塑性较好, 易于在开采过程中破碎, 对煤层顶板管理带来挑战, 因此防水措施需求较高, 砂质泥岩和粉砂岩夹矸强度较高, 稳定性较好, 有助于保持煤层的连续性, 但遇水后可能发生软化, 降低稳定性, 因此防水措施需求中等。

(三) 夹矸分布与煤层结构的关系

夹矸的分布与煤层结构密切相关。在河东矿区4号煤层的夹矸分布可能呈现出非连续性, 即夹矸层在煤层中呈孤立或零散分布。这种分布特征对煤层的开采效率

和质量产生一定影响; 夹矸层的存在可能破坏煤层的连续性, 增加开采难度。在开采过程中, 需要采取额外的措施来处理夹矸层, 如爆破, 破碎等, 这将降低开采效率并增加成本, 夹矸层的岩性和厚度变化也可能影响煤层的开采质量, 如较厚的夹矸层可能导致煤层厚度变化较大, 影响煤炭的洗选和加工过程; 夹矸的分布还与煤层的变质程度和煤种变化存在一定关联。在受构造应力影响较大的区域, 煤层可能发生破碎和重组, 导致夹矸层数增多且分布复杂。

表2 开采效率和质量的影响

夹矸分布特征	对开采效率的影响	对开采质量的影响	备注
连续分布	降低, 需处理连续夹矸层	煤层厚度变化小, 利于洗选和加工	较少见, 通常受构造活动影响较小
不连续分布	显著降低, 需频繁处理孤立夹矸层	煤层厚度变化大, 影响洗选和加工效率	常见, 受褶皱, 断层等构造活动影响
厚夹矸层	极大降低, 需爆破或特殊设备处理	煤层厚度显著变化, 洗选和加工难度增加	在褶皱轴部或断层附近常见, 构造应力集中导致煤层破碎
薄夹矸层	影响较小, 常规开采工艺即可处理	煤层厚度变化小, 洗选和加工影响有限	在构造相对稳定区域常见, 煤层连续性较好

夹矸连续分布时，开采效率降低，但煤层厚度变化小，有利于洗选和加工，而这种情况在河东矿区相对较少见，通常受构造活动影响较小；夹矸不连续分布时，开采效率显著降低，因为需要频繁处理孤立夹矸层；煤层厚度变化大，影响洗选和加工效率。这种情况在河东矿区较为常见，受褶皱，断层等构造活动影响显著；厚夹矸层在褶皱轴部或断层附近常见，由于构造应力集中导致煤层破碎。这种情况下，开采效率极大降低，需采用爆破或特殊设备处理，同时煤层厚度显著变化，洗选和加工难度增加。薄夹矸层在构造相对稳定区域常见，煤层连续性较好。

三、4号煤层夹矸分布控因解析

(一) 沉积环境对夹矸分布的影响

基于沉积环境对煤层夹矸分布的影响，以下表3分析不同沉积环境下夹矸层数与岩性的差异：

表3 不同沉积环境下夹矸层数与岩性的差异

沉积环境类型	水流速度	沉积物颗粒	夹矸层数可能情况	夹矸岩性主要类型	备注
三角洲平原/滨浅海	慢	细	较多	泥岩	细粒沉积物堆积，有利于泥岩等细粒夹矸形成
河流/三角洲前缘	快	粗	较少	砂岩/粉砂岩	粗粒沉积物堆积，夹矸层数少且岩性粗
沉积速率影响					
快	-	-	相对较少	-	煤层形成速度快，夹矸层数少
慢	-	-	相对较多	-	煤层形成速度慢，夹矸层数多

在三角洲平原或滨浅海等沉积环境中，水流速度慢，沉积物颗粒细，有利于泥岩等细粒沉积物的堆积，因此夹矸层数可能较多且岩性以泥岩为主。在河流或三角洲前缘等沉积环境中，水流速度快，沉积物颗粒粗，形成的煤层中夹矸层数可能较少且岩性以砂岩或粉砂岩为主，沉积速率快时煤层形成速度快，夹矸层数相对较少；沉积速率慢时，煤层形成速度慢，夹矸层数相对较多。

(二) 构造活动对夹矸分布的控制作用

断层构造对煤层夹矸分布的影响同样显著。在断层附近，煤层可能因断层活动而发生破碎或错动，导致夹矸层数增多且分布复杂。正断层可能导致煤层下降盘一侧煤层厚度增大，夹矸层数可能减少；而逆断层则可能导致煤层上升盘一侧煤层厚度减小，夹矸层数可能增多；断层的性质（如正断层，逆断层）和规模也可能对夹矸的分布产生不同影响。基于构造活动对煤层夹矸分布的控制作用，以下表4分析褶皱与断层构造对夹矸分布的影响：

由表4可知，褶皱轴部煤层因挤压而变薄，夹矸层数可能减少；褶皱翼部煤层因拉伸而变厚，夹矸层数可能增多，正断层可能导致煤层下降盘一侧煤层厚度增大，夹矸层数可能减少；逆断层则可能导致煤层上升盘一侧煤层厚度减小，夹矸层数可能增多。褶皱与断层构造的交互作用可能导致煤层中夹矸分布的复杂化，如在褶皱轴部与断层交汇的区域，煤层可能因多重构造应力作用而发生强烈破碎，夹矸层数显著增多且分布无序。

(三) 岩浆活动对夹矸分布的潜在影响

尽管在现有资料中未直接提及河东矿区存在岩浆活动对煤层及夹矸分布的影响，但根据煤田地质学的一般

表4 褶皱与断层构造对夹矸分布的影响

构造类型	构造部位	煤层厚度变化	夹矸层数变化	夹矸分布特征	备注
褶皱构造	轴部	变薄	减少	可能连续，但层数少	挤压作用导致煤层变薄，夹矸层数减少
褶皱构造	翼部	变厚	增多	可能不连续，层数多	拉伸作用导致煤层变厚，夹矸层数增多
断层构造	正断层下降盘	增大	可能减少	分布复杂，但局部层数少	断层活动导致煤层下降盘增厚，夹矸可能减少
断层构造	逆断层上升盘	减小	可能增多	分布复杂，层数多	断层活动导致煤层上升盘减薄，夹矸可能增多
交互作用	褶皱轴部与断层交汇	强烈破碎	显著增多	分布无序	多重构造应力作用导致煤层强烈破碎
交互作用	褶皱翼部与断层平行	相对均匀变形	有规律性	分布有一定规律性	单一构造应力作用导致煤层相对均匀变形

表5 岩浆活动对夹矸分布的潜在影响

岩浆活动类型	侵入规模	侵入深度	时代	对煤层的影响	对夹矸的影响	备注
小规模侵入	局部	浅部	近期	煤层厚度局部变化,煤质可能改变	夹矸层数可能减少,分布无序	岩浆侵入体切割或破坏煤层及夹矸
大规模侵入	广泛	深部	早期	煤层结构复杂化,煤质显著改变	夹矸层数显著减少或缺失	岩浆侵入体大规模改变煤层及夹矸分布
热液活动	-	-	-	煤层及夹矸岩性或物理力学性质改变	夹矸岩性或物理力学性质改变	岩浆热液活动改变煤层及夹矸性质

原理,岩浆活动作为一种重要的地质作用过程,可能对煤层及夹矸的分布产生潜在影响。

岩浆侵入体与煤层及夹矸的关系主要体现在两个方面:一是岩浆侵入可能导致煤层发生热变质作用,改变煤层的物理化学性质;二是岩浆侵入体可能直接切割或破坏煤层及夹矸的连续性。在河东矿区如果存在岩浆活动,其影响程度将取决于岩浆侵入的规模,深度和时代。

由表5可知,对于夹矸而言岩浆侵入体的影响可能更加显著。岩浆侵入体可能直接切割或破坏夹矸层,导致夹矸层数减少或分布无序;岩浆侵入体还可能通过热液活动改变夹矸的岩性或物理力学性质,进一步影响夹矸的分布和稳定性。

结束语

本文通过对山西霍西煤田河东矿区4号煤层夹矸分布规律的深入研究,系统解析了沉积环境,构造活动及岩浆活动对夹矸分布的多重控制因素。研究结果表明,

沉积环境的水流速度,沉积物颗粒大小及沉积速率是影响夹矸层数与岩性的基础因素,褶皱与断层构造则通过改变煤层厚度和连续性,显著影响夹矸的分布特征;尽管岩浆活动的直接影响尚未在现有资料中得到证实,但其潜在影响不容忽视。本文的研究丰富了煤层地质学理论,还为河东矿区乃至类似地质条件下的煤炭勘探与开发提供了科学依据和实践指导。

参考文献

- [1]赵龙毅,翟慧兵,张建伟,等.山西煤矸石中铝元素矿物赋存形态及酸浸溶出规律[J].煤炭科学技术,2025,53(04):434-444.
- [2]侯泽敏,王鹏宇,郭鹏程,等.霍西煤田北部构造控煤特征分析[J].华北自然资源,2024,(01):30-35.
- [3]任文丽,张晓梅,侯泽敏.山西省霍西煤田汾西矿区煤炭赋存地质特征研究[J].华北自然资源,2023,(03):48-51.