大倾角煤层长壁采场顶板采动力学行为倾角效应

王 同[1，2]

(1. 西安科技大学 能源学院，陕西 西安 710054； 2. 安徽理工大学 矿业工程学院，安徽 淮南 232001)

博士学位论文摘要：煤层倾角改变围岩采动应力演化特征，使得顶板变形破坏运动特征和所形成岩体结构的力学行为等区域性特征明显，导致在大倾角煤层开采中对围岩的稳定性控制异常复杂。采用物理试验、数值模拟、理论分析、现场实测相结合的研究手段，分析大倾角采场顶板采动应力三维非对称传递演化特征；研究煤层倾角对顶板破坏包络面展布的影响机制，阐明覆岩破坏包络面内、外岩体结构演变与耦合作用机制；实测不同倾角条件下采空区空域展布形态，优化大倾角工作面安全高效开采关键技术并开展工程实践。主要研究结果如下：

(1) 主应力受采动影响在煤壁前方呈现出先增大后减小的变化规律，其应力传递路径可分为原岩应力区、应力增高区、应力降低区；应力增高区内，第一主应力在 Z 轴分量增加幅度最大，其方向自垂直于 Y 轴平面内旋转。随煤层倾角增大，应力偏转界线与工作面倾向中轴线间的距离逐步增大。

(2) 工作面支架后方采空区块体呈现铰接堆砌结构，反复出现倒三角临空域。顶板破断包络面内部，块体堆砌铰接现象明显；在破坏包络面外部，倾向上部悬空顶板作为主承载结构，其变形程度较块体铰接位置处小。随煤层倾角增大，破坏包络面外部围岩承载拱高度减小，拱顶向倾向上部偏移幅度增大，水平位移、垂直位移、合位移峰值均呈现出减小的演化趋势；工作面倾向上、下端头支承压力峰值先增大后减小。

(3) 工作面顶板载荷的大小与作用位置发生改变且倾向下部形成的矸石充填区改变基本顶的约束条件。倾斜砌体失稳的主要因素在于煤层倾角的改变会影响到砌体结构的倾向堆砌角度且倾斜砌体结构重力沿工作面垂直方向分力减小；倾向合理拱轴线的非对称性显著，拱顶均位于工作面倾向中上部区域；随着煤层倾角增大，矸石充填影响段倾向范围减小；耦合承载拱的非对称性增大，拱顶位置向倾向上部偏移，偏移幅度增大。

(4) 工程尺度上不同煤层倾角条件下大倾角工作面采空区均存在倾向下侧轮廓线为直、斜线复合状的倒三角空域。大倾角工作面支架受载不均衡特性明显，在工作面倾向中、上部区域，支架与顶板接触方式与施载特征复杂，偏载、空载、架间咬挤等现象频发。以工作面支架为核心进行“三机”稳定性校核，采用“固－护－调－清－扶－移－稳”的动态扶架方法可有效提高工作面效率，并在工程实践中取得了较好的经济效益。

研究揭示大倾角长壁采场顶板采动力学行为倾角效应，为大倾角走向长壁工作面开采顶板稳定性控制提供科学指导，具有重要的理论和实践意义。

关键词：采矿工程；大倾角煤层；倾角效应；承载结构；采动应力；力学行为

中图分类号：TD 325 **文献标识码：**A **文章编号：**1000－6915(2025)02－0520－01

Angle effect of mining behavior of roof in longwall mining of steeply dipping coal seams

WANG Tong[1，2]

(1. *School of Energy Engineering*，*Xi'an University of Science and Technology*，*Xi'an*，*Shaanxi* 710054，*China*；2. *School of Mining Engineering*，*Anhui University of Science and Technology*，*Huainan*，*Anhui* 232001，*China*)

收稿日期：2024－05－27

基金项目：国家自然科学基金面上项目(52274139)；国家重点研发计划资助项目(2023YFC2907502)；中国博士后科学基金第 76 批面上资助(2024M760017)

Supported by the National Natural Science Foundation of China(Grant No. 52274139)，National Key R & D Program Funded Project(Grant No. 2023YFC2907502) and China Postdoctoral Science Foundation(Grant No. 2024M760017)

作者简介：王 同(1997－)，男，2024 年于西安科技大学能源学院矿业工程专业获博士学位，导师为伍永平、罗生虎教授，主要从事难采煤层矿山压力与岩层控制方面的研究工作。E-mail：670298140@qq.com

DOI：10.3724/1000-6915.jrme.2024.0382