

魏墙煤业公司450m超长工作面初采初放矿压显现研究

杨玉龙, 曹建设, 张帆

陕西延长石油集团横山魏墙煤业有限公司, 陕西 榆林 719100

DOI:10.61369/ETQM.2026050026

摘 要 : 本文以魏墙煤业公司3305综采工作面为工程背景,对450m超长工作面在初采初放过程中的矿压显现规律进行系统的研究,根据地质条件分析、采煤方法论述以及全方位矿压监测,得出了工作面初次来压和二次来压的步距、强度和分布情况。研究成果为类似条件下超长工作面的顶板管理与安全生产提供了理论依据和技术参考。

关 键 词 : 超长工作面; 初采初放; 矿压显现; 来压步距

Research on the Manifestation of Mine Pressure during the Initial Mining and Initial Release of the 450m Ultra-long Working Face of Weiquan Coal Industry Company

Yang Yulong, Cao Jianshe, Zhang Fan

Hengshan Weiqiang Coal Industry Co., Ltd., Shaanxi Yanchang Petroleum Group, Yulin, Shaanxi 719100

Abstract : This paper takes the 3305 comprehensive mining face of Weiquan Coal Industry Company as the engineering background, and conducts a systematic study on the manifestation laws of mine pressure during the initial mining and initial blasting of the 450m ultra-long working face. Based on the analysis of geological conditions, the discussion of mining methods, and comprehensive mine pressure monitoring, the step distance, intensity and distribution of the initial roof pressure and secondary roof pressure of the working face are obtained. The research results provide a theoretical basis and technical reference for the roof management and safety production of ultra-long working faces under similar conditions.

Keywords : ultra-long working face; Initial mining and initial blasting; mine pressure manifestation; roof pressure step distance.

引言

随着煤矿开采技术的不断发展,综采工作面长度不断增加,450米超长工作面已成为提高资源回收率和开采效率的重要技术方向^[1]。本文根据实测结果分析超长工作面初采初放阶段的矿压显现规律,探究其顶板活动特征以及来压机理,为进一步指导采区下一步顶板控制措施、保证安全生产,并为类似地质条件下的超长工作面开采设计积累经验。

一、3305工作面初采初放阶段地质与开采技术条件

(一) 地质构造与煤层赋存特征

3305工作面初采初放段地质构造较为简单,是开展矿压研究的理想工程背景。煤层赋存稳定,整体呈下山推采态势,煤层倾向小于1度,局部有简单的褶曲起伏,工作面内无断层、褶皱、冲击地压、陷落柱等不良地质构造,有利于排除构造应力对矿压显现的影响。以采动为主要因素来控制顶板的活动。在工作面回采之前,从切眼中对回采煤壁上方岩体利用水力压裂技术进行预裂处理,以达到削弱顶板岩体强度,促使顶板及时垮落的目的(见图1-2)。本煤层厚度为2.27~2.70m,平均厚度为2.49m,按厚度分类为中厚煤层;层理简单,属于长焰煤,具有灰分低、挥发分高、硫分含量中

等偏高的特点。煤层底板标高为849米至854米,机头底板标高高于机尾1.6米至4.2米,这种底板起伏对工作面推采过程中的矿压分布产生一定影响,需要在支架工作阻力分析中予以考虑^[2]。



图1-2 采空区直接顶开始出现垮落现象

(二) 顶底板岩性特征与分类评价

顶底板岩性对工作面矿压显现有重要影响,决定了顶板垮落

形状及来压强弱。3305 工作面直接顶厚度为 0 ~ 0.95m, 岩性主要为中厚层状粉砂岩, 含有碳化的植物茎秆化石碎片, 具水平层理, 分选较好; 按照工程分类法划分其直接顶稳定性类别属于中等稳定Ⅲ类, 但表现为很弱Ⅳ类, 说明其直接顶虽然厚度小但是有一定的强度。基本顶全区分布, 为灰白色中厚层状细粒砂岩, 厚度为 24.37 ~ 36.35m, 饱水抗压强度平均为 33.4MPa; 基本顶围岩类别为Ⅱ类, 压力表现为强烈Ⅲ级, 属难冒落型顶板, 厚大坚硬的基本顶存在决定着工作面来压具有明显的周期性及较大的来压步距特点^[3]。

(三) 水文地质条件与开采方法概述

由于采空区顶板垮落裂隙向上发育形成导水通道, 在局部会形成一段时间内顶板淋水异常增大的情况, 正常情况下为滴淋水进入工作面及采空区内。本工作面采用智能化综合机械化采煤, 一次采全高, 顶板管理方法是顶板全部垮落法, 后退式回采。根据煤层厚度控制采高, 最高不大于 3.45m, 沿煤层顶底板回采, 若局部煤厚不够, 则顶刀沿顶板回采, 底刀可破底开采但最低不小于 2.6m。综放工作面在保证资源回收率的同时, 对顶板管理十分有利。在工作面配置 224 台掩护式液压支架承担支护任务, 支架控顶距范围为 5.959 米至 6.824 米 (最小 5.959 米、最大 6.824 米), 从装备层面为顶板的有效控制提供了可靠保障。

二、初采初放阶段矿压监测方法与数据分析

(一) 矿压监测系统构成与传感器布置

3305 工作面建立了立体化的矿压监测体系, 由两套独立互补的监测系统构成。江苏三恒 KJ508 矿山压力监控系统主要用于对工作面支架阻力发生频率 (见图 3) 及顺槽围岩形变进行长期连续监测, 整套由矿用本质安全型顶板压力无线监测分站、无线数据传输分站、监测主站、网关模块和电源箱等单元组成。该系统在工作面 224 台液压支架中选点布置了 24 台压力传感器, 具体位置为机头 1 号支架、机尾 224 号支架各安装 1 台, 工作面中部从 10 号支架开始每隔 10 架安装 1 台, 形成覆盖全工作面的监测网络。天玛矿压监测系统则依托支架电液控制系统实现全工作面连续监测, 每台支架左右立柱各安设一个压力监测传感器和机械压力表, 共计 448 个测点。压力传感器采集的数据经过电液控制系统传输到集控中心天玛主机, 再由环网交换机传回地面, 实现井下和地面数据同步。两个系统互相补充, 确保了监测数据的完整性和准确性。

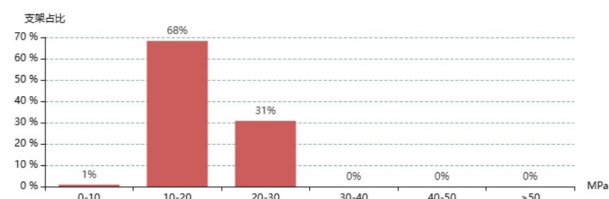


图3 工作面支架整体工作阻力频率分布图

(二) 天玛集控系统监测数据分析

1月12日21时40分工作面发生第二次来压, 持续至1月13日

7时30分结束, 来压范围扩大至40架至200架, 距第一次来压步距为14.25米。两次来压的清晰记录, 为分析周期来压步距提供了精确数据。这段时间, 工作面共3台支架发生安全阀开启事件, 开启支架数占比为1.34%, 安全阀开启次数最多的为52号架, 共21次, 安全阀累及开启次数如图4所示:

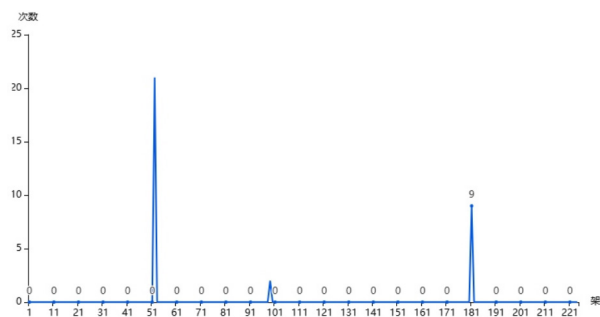


图4 安全阀累及开启次数

(三) KJ508系统监测与现场观察综合分析

KJ508 矿山压力系统监测数据与天玛系统相互印证, 进一步确认了来压事件的真实性和强度。根据 KJ508 系统报表显示, 1月11日07时40分工作面60至190架压力较大, 最大峰值压力达42兆帕, 与天玛系统监测的来压范围高度吻合。1月12日21时40分工作面30至190架压力较大, 最大峰值压力为42.6兆帕, 较初次来压略有增强。工作面现场观察记录了顶板垮落的完整过程: 1月5日回采12.4米时, 工作面126至145架、170至220架后采空区直接顶开始垮落, 垮落高度1.5米至2米; 随着推采进行, 垮落范围不断扩大, 至1月7日回采21米时, 工作面采空区全部垮落, 漏风减少, 能见度增加; 1月11日初次来压时, 工作面100至120架局部顶板出现切顶现象, 采空区传出轰隆垮落响声并伴有烟尘从架间飘出, 这些直观现象与监测数据共同印证了老顶的初次垮落。

三、矿压显现规律分析与顶板控制效果评价

(一) 初次来压与二次来压步距及强度特征

根据观测结果, 认为在3305工作面初采期间, 由于初来压和老顶初次来压影响时间较短, 在工作面前进方向65.6m处发生第一次来压, 其影响支架数为60 ~ 180架, 占整个工作面长度比例约为53.6%, 最大来压值约42MPa; 老顶来压位置从工作面中部 (靠近机尾侧) 开始, 逐渐向工作面两翼发展, 这也符合理论分析厚层坚硬顶板的挠曲断裂规律。从顶板岩性条件分析, 基本顶为厚层细粒砂岩, 抗压强度33.4兆帕, 属于难冒落型顶板, 65.6米的初次来压步距符合此类顶板的工程经验范围。二次来压步距为14.25米, 来压范围扩大至40架至200架, 占工作面长度的71.4%, 最大来压强度42.6兆帕。两者的来压强度基本稳定在42MPa左右, 说明顶板活动具有很好的规律性, 易于把握。截至1月14日0点班生产结束, 机头回采92.1m, 机尾回采106.3m, 平均回采99.2m范围内出现两次明显来压, 来压频次和强度均在可控范围。

（二）来压过程中矿压显现的动态特征

在来压过程中，矿压显现是立体的、全方位的，能够提供丰富的关于顶板活动的信息：就水平方向来看，在初来压范围内是从120架往两边发展，这是因为工作面中间位置处顶板挠曲程度大，并首先达到极限跨距；在第二次来压期间，其影响范围由40架往两端发展到了200架，这是因为随着采空区面积增加，参加活动的顶板不断加大。从时间演化看，初次来压持续时间约12h，二次来压持续时间约10h，来压过程不是瞬间完成的，而是顶板断裂、回转、触矸的过程；从支架响应看，来压期间煤墙酥软、片帮增大、放炮声多、支架安全阀开动，是顶板压力骤增的直观反映。

（三）顶板控制效果评价与支架适应性分析

根据来压特征及矿压显现规律，可综合评判3305工作面初采初放期间的顶板控制效果。就顶板垮落情况而言，工作面采空区内顶板随采随落，机头机尾落山正常垮落，没有出现大范围悬顶现象，说明水力压裂预裂措施有效地促使顶板及时垮落，减少了悬顶的安全隐患。从工作面支护状况来看，工作面224台掩护式液压支架完好无损，支撑有效，支架接顶严实，采高合理，顶板完整。来压期间个别支架安全阀开启，正是支架让压性能的正常发挥，表明支架选型与顶板条件相适应。支架最大控顶距6.824

米，最小控顶距5.959米，端面距控制在359毫米左右，有效控制了煤壁前方顶板的早期离层和下沉。从顺槽围岩控制看，初采初放期间胶运、回风顺槽内支护完好，未出现顶板下沉、破碎起网包及锚杆托盘变形等压力显现现象，回风顺槽回采侧三角煤位置压力显现不明显，无片帮，表明超前支护设计合理，能够有效承载采动影响。综合来看，工作面支架工作阻力能够满足顶板控制需求，支护质量较好，来压期间虽然片帮增大但未造成冒顶事故，顶板控制效果达到预期目标。

四、结束语

本文根据魏墙煤业公司3305超长工作面初采初放期的实际观测资料，对长度为450m的工作面对厚硬复合顶板下工作面矿压显现特征进行研究，结果表明：厚层硬质老顶的初次来压步距为65.6m，周期来压步距14.25m，来压影响范围从中间往两帮延伸，最大来压强度达42.6MPa。采取水力压裂预裂技术加快了顶板的及时冒落，224台架液压支架支护系统承载性能较好，顺槽围岩稳定；研究结果可作为超长工作面顶板控制设计参考，并为同类条件下综采工作面安全高效生产提供借鉴。

参考文献

- [1] 杨征, 李明忠, 刘前进, 等. 450m 超长工作面矿压显现与地表移动变形规律研究 [J]. 煤炭工程, 2023, 55(2): 63–68.
- [2] 刘前进, 李安宁, 薛晨晓, 等. 中厚煤层千万吨级超长工作面矿压显现与覆岩活动规律研究 [J]. 煤矿安全, 2023, 54(9): 147–155.
- [3] 施伟. 基于液压支架工作阻力的超长工作面矿压显现规律研究 [J]. 能源技术与管理, 2025, 50(2): 90–92.