

建新煤矿深部开采中地应力对采煤方法的影响及应对措施

闫星星 童苗苗

陕西建新煤化有限责任公司 陕西延安 727307

DOI : 10. 12238/j pm. v6i 3. 7783

[摘要] 随着建新煤矿开采深度的不断增加,地应力对采煤作业的影响愈发显著。本文以建新煤矿4214综采放顶煤工作面为工程案例,深入探讨了深部开采中地应力对采煤方法的具体影响,并针对性地提出了一系列应对措施。研究发现,地应力不仅改变了采煤作业面临的地质环境,还对采煤工艺、设备选型、顶板管理等方面产生诸多挑战。通过优化采煤工艺、强化顶板管理、合理选择设备、实施地应力监测与预警以及开展冲击地压防治等措施,可有效降低地应力对采煤作业的不利影响,提高煤矿开采的安全性与效率。本文研究成果对建新煤矿及类似条件矿井的深部开采具有重要的参考价值。

[关键词] 建新煤矿;深部开采;地应力;采煤方法;应对措施

The influence of earth stress on coal mining method in the deep mining of Jianxin coal mine and its countermeasures

Yan Xingxing Tong Miaomiao

Shaanxi Jianxin Coal Chemical Co., Ltd. Shaanxi Province, Yan'an 727307

[Abstract] With the increasing of the depth of new coal mine, the influence of ground stress on coal mining is more and more significant. In this paper, taking 4214 working face of Jianxin coal mine as an engineering case, it deeply discusses the specific influence of underground stress on coal mining method, and puts forward a series of countermeasures. It is found that the ground stress not only changes the geological environment of coal mining operation, but also poses many challenges to coal mining technology, equipment selection, roof management and other aspects. By optimizing the coal mining process, strengthening the roof management, reasonably selecting the equipment, implementing the ground stress monitoring and early warning, and carrying out the rock burst prevention, the adverse effects of the ground stress on the coal mining operation can be effectively reduced, and the safety and efficiency of coal mining can be improved. The research results of this paper have important reference value for the deep mining of Jianxin coal mine and similar conditions.

[Key words] building new coal mine; deep mining; earth stress; coal mining method; countermeasures

1 引言

建新煤矿在长期的煤炭开采过程中,随着开采深度的逐渐增加,进入深部开采阶段。深部开采环境与浅部相比,地应力大幅增大,地质条件更加复杂。地应力作为深部开采中关键的影响因素,对采煤方法的选择、设计及实施产生了全方位的影响。合理认识地应力对采煤方法的作用,并制定有效的应对策略,对于保障建新煤矿深部开采的安全、高效具有至关重要的意义。本文以建新煤矿4214综采放顶煤工作面为研究对象,深入剖析地应力在深部开采中对采煤方法的影响,并提出切实可行的应对措施。

2 建新煤矿深部开采中地应力对采煤方法的影响

2.1 对采煤工艺的影响

(1) 割煤工艺的挑战

在深部地应力作用下,建新煤矿4214工作面煤层硬度和强度发生变化,增加了采煤机割煤的难度。地应力导致煤层破碎程度增加,采煤机在割煤过程中易出现截齿磨损加剧、割煤效率降低等问题。由于地应力造成煤层的不均匀受力,采煤机在割煤时可能遇到硬煤块或夹矸,导致采煤机振动剧烈,影响割煤的稳定性和安全性^[1]。为解决这些问题,采煤机司机需根据煤层的实际情况,及时调整采煤机的牵引速度和截割深度。在遇到硬煤块或夹矸时,降低牵引速度,增加截割深度,以保证采煤机能够顺利割煤。同时,加强对采煤机截齿的检查和更换,提高截齿的耐磨性,减少因截齿磨损导致的割煤效率降低。

(2) 装煤和运煤环节的影响

地应力引发的煤壁片帮和顶板垮落，可能导致大量煤炭堆积在工作面，影响装煤和运煤的顺利进行。片帮煤和垮落的矸石可能堵塞刮板输送机，导致刮板输送机过载、刮板链断裂等故障。地应力造成的巷道变形也会影响运输设备的正常运行，如胶带输送机跑偏、转载机卡滞等。为应对这些问题，4214 工作面加强了对煤壁和顶板的管理，及时采取支护措施，减少片帮和垮落现象的发生。同时，增加了对运输设备的巡检和维护次数，及时清理刮板输送机和胶带输送机上的杂物，确保运输设备的正常运行。此外，优化了运输系统的布局，减少了运输环节中的弯道和起伏，提高了煤炭运输的效率和稳定性^[2]。

2.2 对顶板管理的影响

(1) 顶板压力增大

建新煤矿深部开采中，地应力的集中导致 4214 工作面顶板压力显著增大。顶板岩石在高应力作用下，更容易发生变形和破坏，顶板垮落的风险增加。在工作面初次来压和周期来压期间，顶板压力的增大尤为明显，可能导致支架变形、损坏，甚至引发顶板事故。为应对顶板压力增大的问题，4214 工作面加强了支架的选型和支护强度的设计。选用了工作阻力较大的支架，并合理确定支架的支护密度和间距。加强了对支架的日常维护和检查，确保支架的初撑力和工作阻力达到设计要求。通过安装顶板离层仪等监测设备，实时监测顶板的变形情况，及时发现顶板的异常变化，并采取相应的支护措施。

(2) 顶板破碎和垮落风险增加

地应力使顶板岩石的完整性遭到破坏，顶板更容易出现破碎和垮落现象。在 4214 工作面，由于地应力的影响，顶板破碎带的范围扩大，顶板的稳定性降低。在过断层、构造带等特殊区域时，顶板破碎和垮落的风险更高。为降低顶板破碎和垮落的风险，该工作面采取了多种措施。在顶板破碎区域，采用超前拉架、打锚杆锚索等支护方式，及时对顶板进行支护，减少顶板的暴露时间。在过断层和构造带时，制定专项安全技术措施，加强对顶板的管理和支护，如加密锚杆锚索的布置、增加支架的工作阻力等。同时，加强对顶板的监测，及时掌握顶板的动态变化，以便采取有效的应对措施。

2.3 对设备选型与配置的影响

(1) 设备强度要求提高

由于地应力作用下采煤作业环境更加恶劣，对采煤设备的强度和稳定性提出了更高要求。在 4214 工作面，采煤机、刮板输送机等设备需要承受更大的冲击力和压力，设备的零部件容易损坏。为满足设备在高应力环境下的运行要求，在设备选型时，选用了高强度、高可靠性的设备。MG500/1130-WD 型采煤机具有较高的装机功率和生产能力，能够适应地应力条件下煤层硬度和强度的变化。刮板输送机选用了 SGZ800/1400 型，其结构强度和运输能力能够满足工作面的生产需求。同时，在设备的配置上，增加了备用设备和易损零部件的储备，以便在设备出现故障时能够及时更换，减少设备停机时间。

(2) 设备适应性需求变化

地应力导致煤层和顶板条件的变化，要求采煤设备具备更好的适应性。例如，在 4214 工作面，由于地应力作用，煤层

厚度和倾角可能发生变化，采煤机需要能够灵活调整割煤高度和截割角度。为提高设备的适应性，选用的采煤机具有自动调高功能，能够根据煤层的变化自动调整滚筒的高度。液压支架也具备良好的适应性，能够根据顶板的起伏和压力变化自动调整支护高度和工作阻力。此外，在设备的安装和调试过程中，根据工作面的实际地质条件，对设备进行合理的调整和优化，确保设备能够更好地适应地应力环境。

3 建新煤矿深部开采中地应力对采煤方法影响的应对措施

3.1 优化采煤工艺

(1) 改进割煤方式

为适应地应力条件下煤层硬度和破碎程度的变化，建新煤矿 4214 工作面改进了割煤方式。在割煤过程中，采用浅截深、多循环的割煤方式，减少采煤机单次截割的煤量，降低截割阻力，减少截齿的磨损。同时，根据煤层的变化情况，实时调整采煤机的牵引速度和截割功率。在遇到硬煤块或夹矸时，降低牵引速度，增加截割功率，确保采煤机能够顺利割煤。通过优化割煤工艺，提高了采煤机的割煤效率和稳定性，减少了设备的故障率^[3]。

(2) 优化装煤和运煤流程

为解决地应力导致的装煤和运煤困难问题，4214 工作面优化了装煤和运煤流程。在装煤方面，加强了对煤壁的管理，及时处理片帮煤，确保煤炭能够顺利装入刮板输送机。同时，采用了高效的装煤设备，如采煤机滚筒的螺旋叶片设计优化，提高了装煤效率。在运煤方面，加强了对运输设备的维护和管理，确保设备的正常运行。增加了刮板输送机和胶带输送机的运输能力，提高了煤炭的运输效率。此外，优化了运输系统的布局，减少了运输环节中的弯道和起伏，降低了煤炭运输的阻力。

3.2 强化顶板管理

(1) 加强支护设计与施工

针对地应力导致的顶板压力增大和破碎垮落风险增加的问题，4214 工作面加强了支护设计与施工。在支护设计方面，全面考量工作面的地质条件和地应力分布情况，采用了科学合理的支护方式和精准的支护参数。

在工作面两端头这一顶板压力集中区域，特别选用了适配的支架进行重点支护。运输巷端头选用一组 ZT221200/22/38D 型端头支架支护顶板，回风巷端头则采用 ZFG14000/25/36 型过渡支架，以此来有效应对两端头复杂的顶板压力状况。同时，两巷超前使用 ZQ4000/20/40 防冲单元支架，进一步强化了巷道超前区域的支护强度，提高了整体支护系统的稳定性。

除对两端头和两巷超前区域进行特殊支护设计外，还增加了支架的工作阻力和支护密度，选用高强度的锚杆锚索等支护材料，从整体上提升了工作面的支护能力。在支护施工方面，严格遵循设计要求开展工作，全力确保支护质量。加强对支架的安装和调试工作，保证支架的初撑力和工作阻力精准达到设计要求。同时，着重加强对锚杆锚索的锚固力检测，通过严谨的检测流程确保锚杆锚索的支护效果能够充分发挥，切实保障

顶板支护的可靠性。

(2) 实施顶板监测与预警

为及时掌握顶板的动态变化, 4214 工作面实施了顶板监测与预警。通过安装顶板离层仪、压力传感器等监测设备, 实时监测顶板的位移、压力等参数。当监测数据超过预警值时, 及时发出预警信号, 以便工作人员采取相应的支护措施。同时, 建立了顶板监测数据的分析和处理系统, 对监测数据进行实时分析, 预测顶板的变化趋势, 为顶板管理提供科学依据。通过实施顶板监测与预警, 能够及时发现顶板的异常变化, 提前采取措施, 有效预防顶板事故的发生。

3.3 合理选择与维护设备

(1) 设备选型优化

在设备选型过程中, 充分考虑地应力对设备的影响, 选择适合深部开采条件的设备。对于采煤机, 选择具有高功率、高可靠性和良好适应性的机型, 如 MG500/1130-WD 型采煤机, 其能够适应地应力条件下煤层硬度和强度的变化。对于刮板输送机、转载机等运输设备, 选择具有较大运输能力和高强度结构的设备, 如 SGZ800/1400 型刮板输送机和 SZZ1000/525 型转载机, 能够满足地应力环境下煤炭运输的需求。在设备选型时, 还考虑了设备的维护和保养方便性, 选择易于维护和更换零部件的设备, 降低设备的维护成本。

(2) 设备维护与检修加强

为确保设备在高应力环境下的正常运行, 4214 工作面加强了设备的维护与检修。制定了严格的设备维护制度, 定期对设备进行检查、保养和维修。增加了设备的巡检次数, 及时发现设备的故障隐患, 并进行处理。在设备的维护过程中, 采用先进的检测技术和维修手段, 提高设备的维修质量。同时, 加强了对设备操作人员的培训, 提高操作人员的操作技能和维护意识, 确保设备的正确使用和维护。通过加强设备的维护与检修, 延长了设备的使用寿命, 降低了设备的故障率, 提高了采煤作业的效率 and 安全性^[4]。

3.4 地应力监测与预警

(1) 建立地应力监测系统

建新煤矿建立了完善的地应力监测系统, 对 4214 工作面及周边区域的地应力进行实时监测。该监测系统采用了多种监测手段, 如应力计、微震监测等, 能够全面、准确地获取地应力的大小、方向和分布情况。通过在工作面的运输巷和回风巷安装应力计, 实时监测巷道围岩的应力变化。利用微震监测系统, 监测煤岩体的微破裂活动, 及时发现地应力集中区域和潜在的冲击地压危险。将监测数据实时传输到地面监控中心, 通过数据分析软件对数据进行处理和分析, 为采煤作业提供科学依据。

(2) 制定预警指标与应急预案

根据监测数据和现场实际情况, 制定了合理的地应力预警指标。当监测到的地应力值超过预警指标时, 及时发出预警信号。针对不同等级的预警, 制定了相应的应急预案。在低等级预警时, 采取加强支护、调整采煤工艺等措施, 降低地应力对采煤作业的影响。在高等级预警时, 立即停止采煤作业, 组织

人员撤离现场, 并采取有效的解危措施, 如大直径钻孔卸压、顶板预裂爆破等, 消除冲击地压等安全隐患。通过建立地应力监测与预警系统, 能够及时发现地应力异常变化, 提前采取措施, 有效预防安全事故的发生。

3.5 冲击地压防治

(1) 冲击地压危险性评价与区域划分

对 4214 工作面进行了冲击地压危险性评价与区域划分。采用综合指数法评定了工作面的冲击危险指数, 结合地质条件和开采技术因素, 将工作面划分为不同等级的冲击危险区域。根据评价结果, 对不同区域采取针对性的防治措施。在中等及以上冲击危险区域, 加强了监测和防治力度, 提前采取大直径钻孔卸压、顶板预裂爆破等措施, 降低冲击地压的发生风险。在弱冲击危险区域, 以监测为主, 同时做好防范措施, 确保采煤作业的安全。

(2) 解危措施实施

针对监测到的冲击地压危险区域, 实施了有效的解危措施。大直径钻孔卸压是常用的解危措施之一, 在工作面前方两巷进行, 超前工作面 200m 范围外施工大直径卸压孔, 通过排出钻孔内的大量煤粉, 使钻孔周围煤体破坏区扩大, 降低煤岩体的应力集中程度。根据冲击危险程度的不同, 调整钻孔的直径、间距和深度等参数。顶板预裂爆破也是重要的解危措施, 在初次来压、周期来压等关键时期, 对顶板进行预裂爆破, 提前破坏顶板的完整性, 减少顶板垮落时产生的冲击能量。在实施解危措施后, 通过微震监测、应力监测等手段对解危效果进行检验, 确保解危措施的有效性^[5]。

4 结论

建新煤矿深部开采中, 地应力对采煤方法的影响广泛且深刻, 从采煤工艺、顶板管理到设备相关环节均带来了显著挑战。但通过一系列有针对性的应对措施, 如优化采煤工艺、强化顶板管理、合理选型与维护设备、构建地应力监测预警体系以及开展冲击地压防治等, 有效缓解了地应力带来的不利影响, 提升了煤矿开采的安全性与效率。这些措施不仅保障了 4214 工作面的正常生产, 也为建新煤矿及类似矿井在深部开采时提供了宝贵经验。未来, 随着开采深度进一步增加, 需持续关注地应力变化, 不断完善和创新采煤方法与应对策略, 确保煤矿安全生产与高效运营。

[参考文献]

- [1]田鹏.综采工作面采煤参数及采煤工艺的优化[J].能源与节能, 2024, (11): 182-184.
- [2]张晓伟, 刘现印.谈煤炭开采工作面矿山压力的影响因素[J].内蒙古煤炭经济, 2024, (20): 52-54.
- [3]王超, 苏超, 宋延德.复杂地质条件下的煤矿采煤掘进支护技术[J].内蒙古煤炭经济, 2024, (19): 49-51.
- [4]李小雷.采煤工作面破碎顶板控制技术[J].能源与节能, 2024, (07): 132-134+178.
- [5]杨晓东.采煤工程巷道掘进和支护技术质量的运用分析[J].中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(13): 190-192.