

浅埋深薄煤层综采工作面顶板矿压控制技术研究

王 磊

国家能源集团神东煤炭石圪台煤矿 陕西榆林 719315

摘要：随着国家经济水平的不断发展，人们对能源的需求量不断增加，对采矿技术的要求也不断提高。浅埋采场受压步长小，破碎距离与破碎方式的共同影响，使其顶板强度表现为突发性和非均质性，而薄煤层则增加了顶板架设难度，且巷道通行能力差，对顶板控制技术提出了更高的要求。采场回采过程中，顶板的矿压变化很大，垮落现象十分严重，为了保证开采的顺利进行，需要对顶板的矿压进行有效的治理。为保证煤矿安全，本课题从煤矿开采实践出发，对浅埋薄区煤层顶板开采过程中顶板开采压力显现规律和改进支护体系两个方面进行了研究。

关键词：浅埋薄煤；综采工作面；顶板矿压控制技术

Research on roof pressure control technology of fully-mechanized mining face with shallow buried deep and thin seam

Lei Wang

State Energy Group Shendong Coal Shigetai Coal Mine Yulin, Shaanxi 719315

Abstract: As the national economy continues to develop, the demand for energy has been steadily increasing, leading to higher requirements for mining technology. In shallow-depth mining areas, the small stope height, combined with the impact of the fracturing distance and fracture method, results in the roof strength exhibiting sudden and non-uniform characteristics. Additionally, thin coal seams increase the difficulty of roof support, and the poor roadway passability places higher demands on roof control technology. During the mining process, there are significant variations in mining pressure on the roof, and roof collapses occur frequently. To ensure smooth mining operations and maintain coal mine safety, this study, based on coal mining practices, conducts research in two aspects: the manifestation patterns of roof mining pressure during the mining of shallow and thin coal seams and the improvement of support systems.

Keywords: Shallow Buried Thin Coal; Fully Mechanized Mining Face; Roof Pressure Control Technology

前言：

我国的薄煤层分布广泛，煤质优良，但是由于历史原因和技术的制约，至今尚未被大面积开采。薄煤层赋存状态不稳定，巷道通过性差，工作面空间狭小，开采设备匮乏，导致开采难度大，综合利用率低，严重制约着企业的发展。调查表明，1.3m以下的薄煤层资源约占全国煤炭储量的20%，而其开发回收率仅为30%，导致了巨大的资源浪费。长期以来，我国煤炭资源开发主要针对中厚煤层，由于其开发难度小，产量大，效益好，因此成为各煤矿企业的首选。由于数十年乃至数百年的开采，可回收性资源急剧下降，严重影响了企业的经济效益。煤矿企业应在智能化开采方面发力，做好综采面

顶板矿压的控制，提升企业的综合竞争力。

一、综采工作面顶板事故的原因

在煤炭生产过程中，由于综采工作面的顶板安全问题，给矿井建设带来了极大的危害。在实践中，造成综采工作面顶板事故的原因有二：一是由于采煤工作面的地质情况。二是采掘作业的作业方式，因其所处的“断层”和“破碎层”的存在，导致了采掘作业的地质环境十分恶劣，从而导致了采掘作业中出现的岩体崩落等事故。回采工艺的不同，将造成不同类型的顶板事故。

1.地质条件复杂

在煤炭生产过程中，因其特殊的地质情况，容易引起综采工作面安全事故。尤其是在断裂带和裂隙带的工

程建设中, 由于其地质条件的复杂性和脆弱性, 更加大了工程建设中的安全隐患, 当层面有一定的运动时, 很容易发生顶板事故。

2. 采煤工作方式不当

我们要保证回采工作面顶压得到有效控制, 还必须采取科学、合理的回采作业方法。但是在开采过程中经常会出现冒顶现象。比如, 当煤壁上没有支撑的时候, 采煤机在切割和爆破落煤之后, 必须马上进行支撑, 如果支撑不及时, 将会造成输送机的机头机尾和更换支撑时, 工作面的两个端部, 回柱放顶时“冒顶”。

二、浅埋层工作面矿压显现特征

1. 顶板来压初期宏观显现剧烈

在采掘通过巷道进入预开采阶段的时候, 工作面顶板开始承压, 初期压力与周压变化比较显著, 综采面顶板压力巨大, 淋水现象显著增多, 周围墙壁的片帮现象突出, 端面开始出现冒顶倾向^[1]。当施工过程中, 当开采到初始断层带下方时, 由于顶板受力过大, 支护阶段发生了显著的下陷, 采空区顶板塌落时, 会产生更为反常的噪音及冲击波, 其支护负荷显著增大, 支护系统启动了自承压保护。

2. 顶板来压速度快冲击性强

在采场顶不是来压的时候, 采场顶压的监测数据是平稳的, 但是来压的速度很快, 冲击力很大。在异常情况下, 顶板来压的瞬间, 会把支架的压力承受值提升到较高的程度, 会导致承压部分的支架系统受到损伤。采空区顶板崩塌幅度较大, 在采空区崩塌效应不显著或充填不足的情况下, 将会对支架体系产生更大的影响, 甚至会将支架推到其他地方, 导致支架搬运设备失效。

3. 支架增阻速度快, 来压强度大

在来压的情况下, 综采工作面的顶板是稳定的, 而支架体系是恒压恒阻的。在压力突然来袭时, 加载的封堵功能快速响应, 可在瞬间使顶板上的压力达到顶点, 加载的安全阀全开工作。由于顶板断落坍塌的来压很大, 长时间处于稳定压强下的支护装备将会受到很大的压力, 给支护系统带来很强的冲击, 甚至有可能导致支护强度不足。

4. 顶板压力中部大于两端

在综采工作面中, 由于顶板受力较大, 因此, 在综放工作面中, 由于顶板受力较大, 所以, 在综放工作面中, 顶板受力较大。中间部位的吊架系统安全阀的开口率和压死率都要比两端部位的吊架高得多。因为这两头都是靠着更多的墙来帮助分担更多的压力。

5. 瓦斯涌出现象

由于煤矿开采的特殊性, 部分地区存在较大的瓦斯积聚现象。在采煤过程中, 当靠近高应力瓦斯区时, 由

于瓦斯的内耗超过了外耗, 瓦斯会产生瞬时冲击, 导致综采工作面垮塌, 也是矿井生产中经常发生的一种安全事故^[2]。为此, 在采煤过程中, 必须采取有效的防尘措施, 并对其进行规范, 才能保证综采工作面的安全、稳定。

三、测站布置及实际工作分析

1. 压力测控站分布

综采工作面矿压监测的核心任务即是观测负荷量的变化过程, 为测量工作面矿压显现的特征与规律提供了一种实用的研究手段。在工作面上、中、下三个位置分别设置了观测站, 每一个位置安装了两个液压支架, 并将它们分别置于测量控制线上。在监测点位设置尤洛卡式压力探测器, 实现了对支座荷载的实时监测。利用智能监控装置, 每隔五分钟就会收集一次压力数据, 并进行实时传输和分析, 为决策提供有力支持。

2. 加强顶板管理工作, 收集顶板数据

在综采工作面顶压监控中, 对顶压进行精确的测量, 是一项先决条件。通过精确的监测资料, 为采场顶板受压提供了可靠的数据保证。第一, 前期观测。在前期的观察中, 应严格按照标准进行, 规范观察人员的行动, 增强他们的责任感, 做好每一项工作。根据矿井的地理位置和地质特点等因素, 科学确定了观测地点, 保证了观测数据的科学性、可靠性^[3]。第二, 观测数据收集。观测数据的完备性是其功能发挥的前提。在观察过程中, 要加强对观测数据资料的收集, 为全面了解综采工作面顶板压力提供数据基础。

3. 加强顶板来压预测预报工作, 分析顶板来压规律

第一, 在进行顶板来压预测时, 可根据顶板沉陷的速率等变化特性, 从而有效地判定顶板来压的受控状态。如果在综采工作面没有工序的条件下, 发生了顶板沉降, 并且沉降度达到了一定的指标数值, 那么就必须进行顶板来压预报, 并做好安全防范; 第二, 顶板回弹现象也是预测顶板来压的一个重要基础, 可以科学地、高效地预测顶板来压的具体条件。通常, 在工作面上、下顺槽的某些部位, 都可设置沉降点, 以便观察破顶时, 煤巷顶“上升”的情况。这样, 就能对采场顶板回弹现象进行科学预报, 为采场顶板回弹的防治提供实际可靠的依据; 第三, 当综采工作面的顶板受到很大的来压时, 它的沉降会显著地增加, 而且会对工作环境产生影响。在这样的情况下, 必须对顶板来压进行及时的汇报, 以便于对其进行及时的控制, 保证工作环境的安全; 第四, 在实践中, 将顶板的破碎度、支架的受力等因素, 作为预测顶板来压的指标, 从而达到对综采面上顶板压力进行有效控制的目的^[4]。

4. 工作面宏观采场现象

通过监测资料分析, 发现在第一次来压前, 支护体

系的下沉幅度很小, 支护片帮的破裂度很低, 顶板状况很好, 保证了施工的安全。随着工作面的不断向前, 支撑柱的下陷幅度越来越大, 支撑柱承受压力之后, 撞击会产生更大的声响, 顶板的压力越来越大, 出现了更大的裂缝, 巷道上方的监视器上的数据也越来越大, 两边的岩壁崩塌也越来越多, 采空区的岩壁崩塌也越来越多, 伴随着轰隆隆的巨响, 空气中的冲击波也越来越严重^[5]。随着工作面持续向前推进, 顶板会呈现出更多的周期性垮落和裂缝, 周期来压可以清楚地看到, 支架承压非常严重, 下缩量也会显著地增大, 同时还可以观察到, 墙壁片帮的现象变得更加显著, 开始出现墙壁集中连片的片帮或者深度片帮, 就连墙壁上方的侧顶板也开始冒落, 这个时候, 已经不适合人员和设备继续在工作面进行采矿作业, 必须将他们及时撤离到安全区域。

四、综采面顶板矿压控制技术

1. 优化巷道设置

在选择巷道时, 一定要以安全为基础, 在开采的早期, 要对岩层进行详细的调查, 然后选择强度高、容易开采的岩体作为巷道的支架, 用它来支撑煤层变化后的压力扩散, 避免在岩体的受力平衡被打破后, 造成巷道的坍塌。其次, 巷道的选择应在采矿的过程中, 在观测到的资料表明了压力分布的情况下, 由受到影响最小的地区来承担采矿工作。目前, 巷道开采多采用“直行式”开采方式, 但在开采过程中要注意长巷道的长度, 防止过长巷道对煤层内部承压结构造成严重损伤, 引发二次灾害。

2. 强化巷道支护

在煤矿的开采过程中, 巷道技术得到了广泛的应用, 它的主要作用是利用钢筋来加强巷道顶压的强度, 同时利用支护系统的边柱和拱形钢架来对巷道顶板进行强化处理, 以防止其产生过大的承压变形。巷道通过的主要目标是, 能够安全地通过并延伸到新的采掘工作面, 将顶层的压力分解到巷道的四周, 再与顶板的安全通过相结合, 一般情况下, 利用锚杆钻进、锚定和拱形钢架, 在巷道区域形成一个稳定的、具有高抗压强度的支护区域。

3. 泄压加强巷道维护

围岩爆破是煤矿开采中最常用的一种卸压方式, 它的原理是在巷道周围找到一处脆弱的岩层, 然后对其进行精确定位, 在岩层中形成大量的裂隙, 从而形成一条连续的、松散的卸压区, 然后再对煤层中的压力进行重建, 从而将卸压区内的压力传递给其它地区, 从而达到卸压的目的。钻孔泄压与以上所述的围岩爆破原理基本相同, 都是在巷道周围找到相对适合的岩层进行泄压, 钻孔泄压主要是在岩体上进行均匀分布的钻孔, 对巷道底部、两帮移进等部位进行施工作业, 将顶部压力分散

到更大的范围内。宽巷减压技术是一种较为低级的减压技术, 主要是在巷道底部开挖一条水沟, 将压力传递到其它部位, 从而减轻压力, 特别是在防止巷道底板变形和防止两帮塌陷上起到了很好的保护作用。

4. 围岩加固

为加强支护结构中的支护结构, 提高支护结构的承载能力, 常用的方法是注浆法。注浆加固法与建筑防水补漏法相似, 它是将提前准备好的高强度液质泥浆加压喷射到岩体中, 流动性的泥浆会在压力的作用下被输送到岩体的最深处, 并填满岩体的缝隙, 当浆液凝固后, 它们之间的结合就会成为一个更加牢固的整体, 从而共同抵抗来自顶层的压力, 从而提高围岩的抗压抗逆能力。在灌浆过程中, 浆液组成比例是影响灌浆效果的重要因素。为了使泥浆具有极佳的流动性, 使其能在高压喷射作用下迅速渗入靶岩的深层裂隙; 尤其是在事先测量泥浆的膨胀系数, 在其不能满足压力需求的情况下, 要及时调整其配合比例, 提高其强度; 在其膨胀系数过大的情况下, 要做好减小其体积的措施, 以防止泥浆的固化过度变形, 对整个岩体产生过大的压力, 从而对其造成破坏, 从而影响其整体稳定性。还要对岩体自身的性能结构进行检测, 在选择适当的浆液配比时, 加入一定剂量的化学制剂, 保证混合液在岩体内部凝固后, 可以与岩体形成一个统一的整体, 防止由于内部滑动而对加固效果造成影响。

五、结语

在煤炭开采过程中, 安全是首要任务, 只有把安全放在首位, 才能推动煤炭企业的可持续发展。矿山在地下开采中, 存在着各种安全问题, 而顶板的安全又是一切生产的根本。在开发矿压控制技术时, 要充分考虑其所处的地质环境特征, 利用浅埋薄煤层的可实施空间小, 装备特殊等特点, 研究并掌握矿压显现的规律, 从而达到顶板矿压控制的目的。

参考文献:

- [1] 韩锋勇. 采空区下薄煤层开采矿压控制技术研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(12): 44-45+51.
- [2] 李鹏. 坚硬直接顶综采工作面矿压显现规律研究[J]. 山西能源学院学报, 2023, 36(03): 22-24.
- [3] 冯银辉, 宋阳, 李务晋等. 基于支架数据优化的工作面矿压预测模型研究[J]. 煤炭工程, 2023, 55(06): 101-107.
- [4] 王超. 浅埋深薄煤层综采工作面顶板矿压控制技术研究[J]. 产业创新研究, 2022(22): 145-147.
- [5] 王爱国. 两硬薄煤层综采工作面围岩运动规律与矿压显现规律研究[J]. 世界科技研究与发展, 2012, 34(05): 762-765.