综放工作面煤层厚度动态变化下的科学放煤经验总结与数据分析研究

李建华

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：本文聚焦综放工作面，深入探讨煤层厚度动态变化下的科学放煤策略。阐述综放开采技术在厚煤层开采的重要性，分析煤层厚度监测方法、变化规律及对放煤工艺的影响。从工艺选择、设备配置、参数调整等提出科学放煤策略，并进行放煤数据分析。研究表明，合理应对煤层厚度变化，能提升放煤效率、资源回收率，保障安全生产与节能，为煤炭高效开采提供有力支撑。

关键词：综放工作面；煤层厚度动态变化；科学放煤；数据分析

1 综放开采技术在厚煤层开采中的重要性

在煤炭资源开采领域，厚煤层开采始终占据着关键地位。综放开采技术作为厚煤层开采的核心手段，具有不可替代的重要性。第一，从开采效率层面来看，相较于传统开采方式，综放开采技术能够一次性采出厚煤层的绝大部分煤炭资源，大大减少开采次数与工序，极大地提高煤炭的开采效率。第二，在资源利用率方面，综放开采技术通过对顶煤的有效控制与回收，显著提高了厚煤层的资源回收率。传统开采方法往往难以对厚煤层深部及复杂区域的煤炭进行充分开采，导致资源浪费。而综放开采技术能够精准地对顶煤进行破碎、放出与回收，将煤炭资源的利用率提升至较高水平，有效延长了煤矿的服务年限，为国家能源安全保障提供了坚实支撑^[1]。第三，从安全生产角度而言，综放开采技术实现机械化、自动化作业，减少人员在危险区域的作业时间与强度。通过先进的设备与工艺，能够更好地控制顶板压力，降低顶板事故的发生概率，为井下作业人员创造了更为安全的工作环境。同时综放开采技术在通风管理、瓦斯防治等方面也具有明显优势，有助于提升整个矿井的安全生产水平。

2 煤层厚度动态变化特征分析

2.1 煤层厚度监测技术与方法

准确监测煤层厚度是分析其动态变化特征的基础。当前，多种先进技术与方法被广泛应用于煤层厚度监测。地质钻探是一种传统且可靠的手段，通过向地下钻孔，获取岩芯样本，直接测量煤层的厚度。虽然该方法能够提供精确的煤层厚度数据，但因其成本较高、采样点有限，难以全面反映大面积煤层厚度的变化情况。地球物理勘探技术在煤层厚度监测中发挥着重要作用。其

中，地震勘探利用地震波在不同介质中的传播特性，通过分析反射波的特征来推断煤层的厚度及结构。它具有探测范围广、分辨率较高的优点，能够快速获取大面积煤层的信息。另外，井下地质雷达也是常用的监测方法之一。它通过发射高频电磁波，根据电磁波在煤层及围岩中的反射情况来确定煤层厚度。该方法具有操作简便、实时性强的特点，适用于井下局部区域煤层厚度的快速监测，可及时发现煤层厚度的异常变化，为安全生产提供保障。

2.2 煤层厚度变化规律

煤层厚度变化受多种地质因素影响，呈现出一定的规律性。沉积环境是决定煤层原始厚度的关键因素。在泥炭沼泽发育时期，地形平坦、水流稳定且植物繁茂的区域，有利于形成厚度较大且稳定的煤层。而在古地形起伏较大、水流速度变化频繁的地带，煤层厚度则会出现明显的差异，甚至出现尖灭现象。构造运动对煤层厚度变化的影响也极为显著。褶皱构造使煤层发生变形，在背斜顶部，煤层因拉伸作用而变薄，甚至出现局部缺失；在向斜槽部，煤层则因挤压作用而增厚。断层的存在更是直接破坏了煤层的连续性，断层两侧煤层厚度往往截然不同。在某煤矿区，一条正断层导致上盘煤层厚度明显变薄，下盘煤层则相对完整且厚度变化较小。后期岩浆侵入也会改变煤层厚度。岩浆的高温高压作用会使煤层发生变质、变形，甚至将煤层部分或全部吞噬，造成煤层厚度在侵入区域及其周边的急剧变化。

2.3 煤层厚度变化对放煤工艺的影响

煤层厚度的动态变化对放煤工艺有着至关重要的影响。在综放开采过程中，合理的放煤工艺是实现煤炭高效回收的关键。当煤层厚度较大且稳定时，放煤工艺相

对简单,能够实现较高的煤炭回收率。此时,可采用多轮顺序放煤或间隔放煤等常规方法,保证顶煤的顺利放出,同时有效控制矸石混入量。然而,当煤层厚度变薄时,放煤难度显著增加。一方面,薄煤层区域顶煤破碎效果变差,难以顺利放出,导致煤炭回收率降低^[2]。另一方面,若放煤操作不当,极易造成矸石提前混入,影响煤炭质量。例如,在某煤层厚度变薄区域,由于未能及时调整放煤工艺,煤炭回收率从正常情况下的85%降至60%,且矸石含量大幅上升。相反,当煤层厚度突然增厚时,放煤过程中可能出现顶煤放出量过大,导致采空区悬顶面积增大,存在顶板垮落的安全隐患。同时大量煤炭的集中放出也可能超出运输系统的承载能力,影响生产效率。

3 综放工作面科学放煤策略与实践

3.1 放煤工艺选择与优化

放煤工艺是综放工作面煤炭开采的核心环节,直接影响煤炭回收率和生产效率。目前,常见的放煤工艺有单轮顺序放煤、多轮顺序放煤和间隔放煤等。单轮顺序放煤工艺简单,操作方便,适用于煤层厚度较为稳定、顶煤冒放性较好的情况。其放煤过程按照一定顺序依次打开放煤口,将顶煤一次性放出。在一些煤层地质条件相对单一的矿区,采用单轮顺序放煤工艺,煤炭回收率可达80%左右。多轮顺序放煤则是对顶煤进行多次、逐轮放出。这种工艺能够更好地控制顶煤的放出量和矸石混入量,适用于顶煤较厚且硬度较大的煤层。通过多次放煤,逐步破碎顶煤,使其能够更充分地放出。在某厚煤层开采中,采用多轮顺序放煤工艺,经过优化后,煤炭回收率提升至85%以上,同时矸石混入率控制在较低水平。间隔放煤工艺是间隔开启放煤口进行放煤,可有效避免相邻放煤口之间矸石过早混入。在煤层厚度变化较大、顶煤冒放性差异明显的区域,间隔放煤工艺优势显著。通过合理设置间隔放煤的参数,能够提高煤炭回收率,减少矸石污染。为了进一步优化放煤工艺,需要结合煤层地质条件、开采设备等因素进行综合考虑。利用数值模拟技术,可以对不同放煤工艺在特定煤层条件下的放煤效果进行模拟分析,从而选择最适宜的放煤工艺,并对其参数进行优化。

3.2 放煤设备选型与配置

合适的放煤设备选型与配置是实现科学放煤的重要保障。放煤支架是综放工作面的关键设备,其性能直接影响放煤效果。在选型时,需要考虑煤层厚度、硬度、顶煤冒放性以及工作面开采强度等因素。对于厚度较大、硬度较高的煤层,应选用具有较强支撑能力和良好

放煤性能的高位或中位放煤支架。这类支架能够有效地控制顶板,同时便于顶煤的破碎和放出。放煤口的尺寸和结构设计也至关重要,合理的放煤口尺寸能够保证顶煤顺利放出,同时防止矸石大量涌入。一些新型放煤支架采用了可调节放煤口尺寸的设计,能够根据实际放煤情况灵活调整放煤口大小,提高放煤效率和煤炭质量。除了放煤支架,刮板输送机等运输设备的选型与配置也不容忽视,刮板输送机的运输能力应与放煤量相匹配,确保煤炭能够及时、顺畅地运出工作面。在高产高效的综放工作面,需要选用大运量、高可靠性的刮板输送机,并合理布置其运输线路,减少煤炭运输过程中的堵塞和磨损。为了实现放煤过程的自动化和智能化,还应配置先进的监测与控制系统。通过传感器实时监测放煤口的煤流情况、支架的工作状态等参数,并将数据传输至控制系统。控制系统根据预设的程序和参数,自动调整放煤设备的运行状态,实现精准放煤。

3.3 放煤参数动态调整

煤层地质条件在开采过程中往往会发生变化,因此放煤参数需要进行动态调整,以适应这些变化,保证放煤效果。放煤步距是重要的放煤参数之一,它直接影响顶煤的放出量和煤炭回收率。在煤层厚度稳定、顶煤冒放性良好的区域,可以采用较大的放煤步距;而在煤层厚度变薄或顶煤冒放性变差的区域,则应减小放煤步距。通过现场监测和数据分析,及时调整放煤步距,能够有效提高煤炭回收率。例如,在某工作面开采过程中,当遇到煤层厚度变薄区域时,将放煤步距从1.2m减小至0.8m,煤炭回收率从75%提高到了80%。放煤时间也是需要动态调整的参数,放煤时间过短,顶煤不能充分放出;放煤时间过长,则可能导致矸石大量混入。在实际操作中,应根据顶煤的冒放情况和煤矸识别系统的反馈,合理控制放煤时间。一些煤矿采用了智能化的放煤时间控制系统,能够根据实时监测到的煤流信号,自动判断顶煤的放出状态,准确控制放煤时间,有效提高了放煤质量^[3]。放煤顺序也应根据煤层地质条件和开采情况进行调整。在煤层厚度变化较大的区域,采用先放厚煤层区域、后放薄煤层区域的顺序,能够更好地实现煤炭的均衡回收。通过对放煤参数的动态调整,能够使放煤工艺更好地适应煤层地质条件的变化,实现综放工作面的科学、高效开采。

4 煤层厚度动态变化下的放煤数据分析

4.1 数据收集与处理

在煤层厚度动态变化的背景下,精准的放煤数据分析离不开全面且准确的数据收集。数据来源广泛,涵盖

了多个关键方面。首先，通过地质勘探设备获取煤层厚度、结构以及顶煤硬度等地质数据。先进的三维地震勘探技术能够清晰呈现煤层在不同区域的厚度变化情况，为后续放煤工作提供基础地质信息。同时在开采现场，各类传感器被广泛应用于收集实时数据。例如，安装在放煤支架上的压力传感器，可实时监测支架所承受的压力，反映顶煤的垮落情况；放煤口处的煤流传感器则能精确记录煤炭的流量与矸石混入量。另外，运输系统中的皮带秤可准确测量煤炭运输量，为计算放煤效率提供数据支持。

收集到的数据往往是海量且繁杂的，因此有效的数据处理至关重要。首先，对原始数据进行清洗，去除异常值与错误数据。例如，由于传感器故障导致的明显偏离正常范围的数据，需通过数据校验算法进行识别与修正。接着，运用数据挖掘技术对清洗后的数据进行分类与整合。将不同来源的数据按照煤层区域、开采时间等维度进行分类，以便于后续针对不同条件下的放煤情况进行分析。例如，将同一煤层厚度区间内的放煤数据整合在一起，为研究该厚度范围内的放煤规律提供数据基础。同时利用数据可视化工具，将复杂的数据转化为直观的图表，如煤层厚度变化趋势图、放煤效率随时间变化曲线等，使数据特征一目了然，便于分析人员快速把握数据的关键信息。

4.2 放煤效率与资源回收率分析

放煤效率直接关系到煤炭开采的生产进度与经济效益。在煤层厚度动态变化的情况下，放煤效率呈现出显著的波动。当煤层厚度较大且稳定时，放煤过程相对顺畅，放煤效率较高。通过对大量数据的统计分析发现，在煤层厚度大于8米且变化幅度较小的区域，平均每小时的放煤量可达500-600吨。然而，随着煤层厚度变薄，放煤难度增加，放煤效率明显下降^[4]。在煤层厚度小于4米的区域，由于顶煤破碎效果不佳，平均每小时放煤量降至200-300吨。资源回收率是衡量放煤效果的重要指标，在不同煤层厚度条件下，资源回收率差异较大。在煤层厚度适中、顶煤冒放性良好的区域，通过合理的放煤工艺与参数调整，资源回收率可达到85%以上。例如，在某煤层厚度为6-7米的区域，采用多轮顺序放煤工艺，并根据实际情况优化放煤步距与时间，资源回收率稳定在88%

左右。但在煤层厚度急剧变化或地质条件复杂的区域，资源回收率受到严重影响。当煤层厚度突变且存在断层等地质构造时，资源回收率可能降至60%以下，大量煤炭资源因无法有效回收而造成浪费。

4.3 安全生产与能耗分析

安全生产始终是煤炭开采的重中之重。煤层厚度动态变化对安全生产产生多方面影响。在煤层厚度变薄区域，由于顶煤厚度减小，支架所承受的压力分布发生变化，容易出现顶板破碎、垮落等安全隐患。数据分析显示，在煤层厚度小于3米的区域，顶板事故发生率相较于正常区域增加了30%-40%。放煤过程中矸石混入量的增加也可能导致运输系统堵塞，影响安全生产。能耗方面，随着煤层厚度的变化，放煤设备的能耗也有所不同。当煤层厚度较大时，放煤设备需要较大的动力来破碎和运输大量煤炭，能耗相应增加^[5]。在煤层厚度大于10米的区域，放煤支架的液压系统、刮板输送机等设备的能耗明显高于煤层较薄区域。通过对能耗数据的分析，可优化设备运行参数，降低能耗。

结束语

本研究系统剖析了煤层厚度动态变化下综放工作面的科学放煤策略与实践。通过对多方面内容的深入探究，明确了适应煤层变化的放煤方法及数据价值。未来，随着技术的持续进步，应进一步深化研究，利用先进技术优化放煤工艺与设备，加强智能化应用，实现煤炭资源更加安全、高效、绿色的开采，助力煤炭行业可持续发展。

参考文献

- [1]王家臣.刘云熹.李杨.等.矿业系统工程60年发展与展望[J].煤炭学报, 2024, 49(1): 261-279.
- [2]杨秀宇.刘帅.刘清.等.智能化综放工作面顶煤厚度探测方法[J].工矿自动化, 2021, 47(6): 79-83, 123.
- [3]张守祥.张学亮.刘帅.等.智能化放顶煤开采的精确放煤控制技术[J].煤炭学报, 2020, 45(6): 2008-2020.
- [4]李富强.李昕.放顶煤工艺中声学场景识别研究[J].中国煤炭.2023, 49(2): 82-88.
- [5]许永祥.王国法.张传昌.等.特厚坚硬煤层超大采高综放开采合理采高研究与实践[J].采矿与安全工程学报, 2020, 37(4): 715-722.