

煤层厚度变化规律及其对煤矿开采的影响分析

杨倩 张玮

陕西省一三一煤田地质有限公司 陕西渭南 715499

摘要: 煤层厚度变化是煤矿开采过程中面临的主要地质问题之一,直接影响开采系统设计、回采工艺实施及安全开采管控,对煤炭资源高效回收与矿井安全生产具有重要意义。本文系统分析煤层厚度变化的类型、空间分布规律及主要影响因素,深入探讨厚度变化对采煤方法、巷道布置、工作面参数等开采系统设计的影响,剖析其对顶板管理、设备适配、资源回收等回采工艺的制约,明确其在瓦斯、水害、冲击地压等安全方面的潜在风险,最终提出针对性的适应性控制对策,为煤矿应对煤层厚度变化、实现高效安全开采提供理论支撑与技术参考。

关键词: 煤层厚度;变化规律;煤矿开采;影响分析;控制对策

引言

煤炭在我国能源结构里占据着核心地位,其高效又安全的开采情况同国家能源安全以及煤炭行业能否达成高质量发展密切相关。在煤矿开采实践中,煤层厚度并不是始终均匀稳定的,会受到许多地质因素的影响,往往出现不同程度的增厚、变薄、分叉、尖灭之类的改变状况。煤层厚度不规则地发生这些改变,就会破坏开采矿物作业时的连贯性与稳定性,使得开采系统的规划难以契合实际需求,回采工艺的执行也遭遇障碍,而且还会加重安全开采的风险,削减资源的回收比例。因此,深入研究煤层厚度变化规律,明确其对煤矿开采各环节的影响,制定科学合理的适应性控制对策,对于优化开采方案、提升开采效率、保障开采安全具有重要的现实意义,也是煤炭开采领域亟待解决的关键技术问题。

一、煤层厚度变化特征

(一) 煤层厚度变化类型

煤层厚度的变化类型可依成因与形态划分成原生变化和后生变化两类。原生变化源于泥炭层堆积时产生的厚度差别,其表现形式为煤层总体变厚或者变薄、出现分叉或者尖灭现象、呈现透镜状分布等情况。这种变化具备区域性和连贯性特点,受到泥炭堆积环境的明显左右。而后生变化则是泥炭层转变成煤之后,由于地质作用而造成的厚度改变,其中突出的情况有构造运动致使煤层被挤压而变厚、被拉伸而变薄;还有冲刷作用以及岩浆侵入造成的局部厚度缺少或者损坏。这样的变化往往带有突然性和局部性特征,会打破煤层的连贯性。各

类厚度变化给开采带来的影响程度和影响范围有所区别,认清变化类型乃是后续展开影响分析、制订应对策略的根基所在。

(二) 煤层厚度空间分布规律

煤层厚度的空间分布存在明显的规律与差别,大体表现出区域逐渐变化、局部突然改变的特性。从区域范围看,煤层厚度往往朝着某个方向慢慢改变,这受到古地理环境、地壳下沉速度等因素的影响,于是产生连续的厚煤带、薄煤带或者过渡带,它们之间的界限比较清楚。就局部而言,由于存在构造破碎、冲刷现象、岩浆活动等情况,煤层厚度极易发生骤变,从而造成局部增厚区、变薄区甚至无煤区,进而打破整体分布的连贯性。而且,煤层厚度的空间分布同煤层埋藏深度、顶底板岩性存在一定联系,各个区域的分布规律有所区别,这就直接影响到开采方案是否适合该区域。

(三) 厚度变化的主要影响因素

煤层厚度发生改变是由诸多地质要素共同起作用造成的,大致可归为原生要素和后生要素两大类。原生要素包含古地理环境、地壳沉降速度与泥炭堆积速度之间的协调关系,古地形高低不平会造成泥炭堆积产生“填高补低”的情况,进而造成厚度存在差别;地壳沉降速度和泥炭堆积速度若不相适应,则会使煤层整体变得较厚或者较薄。在后生要素当中,构造运动是关键影响因素,褶皱、断层都会致使煤层发生塑性流动或者断裂破坏,从而引起厚度发生变化;冲刷作用会破坏已经生成的煤层,使得局部厚度变小甚至消失;岩浆侵入也会损害煤层结构,并吞食掉部分煤层从而造成厚度出现异常

状况。这些不同要素彼此交织在一起，一起决定着煤层厚度最终的分布情形。

二、煤层厚度变化对开采系统设计的影响

(一) 对采煤方法选择的影响

采煤方法要与煤层厚度高度适配，煤层厚度一旦改变，就会直接约束采煤方法的合适范围及其合理性。煤层若均匀稳定，可采取高效的综合机械化采煤方法做到连续开采；不过煤层厚度存在大幅波动情况，特别是局部增厚或者变薄非常剧烈的时候，传统采煤方法就难以适应，必要时得调整为分层开采、放顶煤开采之类的办法，或者频繁转换采煤方式。煤层如果过薄，就会缩减采煤设备的操作空间，无法使用大型综采设备，只好采用薄煤层专门的开采方法，从而减小开采效率；而且煤层局部增厚，也许会造成放顶煤开采时顶煤难以冒落，进而加大开采的困难程度和成本支出。

(二) 对巷道布置方式的制约

巷道布置要有稳定的煤层条件作依托，煤层厚度的改变会给巷道的位置、方向以及断面尺寸带来很大的限制。合理的巷道布置应保证经过稳定煤层地段，以确保巷道支护稳固并保障作业安全。煤层厚度突然变化的地方，顶底板容易变得破碎，围岩压力也不均衡，这会加大巷道支护的困难并提升变形的风险。煤层厚度变小之处会使巷道断面受到限制，难以符合通风和运输的需求，必要时要拓宽断面或者调整巷道走向；煤层分岔或者尖灭之处，巷道掘进时会陷入无煤区，频繁地调整巷道布置，造成掘进工作量增多和成本上升。而且，厚度的改变还会左右巷道的延伸距离和结合形式，影响到巷道布置的合理性和经济性。

(三) 对工作面参数设计的限制

工作面的参数设计包含工作面长度、推进度以及采高等方面，其要依托稳定的煤层厚度来做。煤层厚度一旦发生改变，就会直接制约参数设计是否合理及其稳定性。工作面的长度和推进度应当同煤层厚度的分布状况相契合，如果煤层厚度起伏较大，那么过长的工作面就可能会在开采期间频繁碰上厚度不正常的区域，从而破坏开采的连贯性，这时就要缩减工作面的长度，不过这样会减小开采效率。采高这个参数必须要严格按照煤层厚度来设定，煤层厚度不稳就会造成采高无法定下来，采高过高极易致使顶板垮塌，采高过低又会产生资源浪费现象，而且还要频繁去调节采高参数，加重设备的磨损程度以及作业的难度，进而影响到开采效率。

三、煤层厚度变化对回采工艺的影响

(一) 对顶板管理措施的挑战

顶板管理属于回采工艺的关键部分，煤层厚度出现变化时，顶板的受力情况及其稳定性会发生改变，这给顶板管理带来了很大的难题。煤层厚度不同时，顶板岩层的载荷分布状况和变形规律存在差别，在厚度突然改变的地方，顶板压力会集中起来，容易造成顶板下沉、断裂或者垮塌。煤层变薄区域，顶板距离工作面比较近，支护的空间受到限制，支护变得更为困难，很难创建起有效的支护系统；而煤层增厚区域，顶板所承受的负荷增大，要加大支护力度，不然就极易造成支护失灵。而且，煤层厚度的改变还会左右顶板冒落是否均匀，从而加重顶板管理的复杂程度和不确定因素。

(二) 对采煤设备适应性的要求

采煤设备的选型及运行要符合煤层厚度条件，煤层厚度若发生变化，则对设备的适应性要求就会更高。大型综采设备的采高、截割范围都是固定的，很难适应厚度大幅波动的煤层，一旦煤层厚度超出设备的适配范围，设备便无法正常工作，还可能引发设备损坏。煤层厚度不断变化的时候，设备得要有较好的调节性能，可以迅速调整采高、截割参数，从而适应不同厚度的煤层状况。而且，在厚度突然改变的地方也许存在顶底板起伏现象，这会影响到设备的行走、支撑稳定性，所以必要采用适应性更好的专用设备，这样一来，设备投入和维护成本就会提升。

表1 不同煤层厚度变化下的设备适应性要求

厚度变化情况	主要挑战	设备适应性要求
大幅波动	设备无法正常作业，易损坏	采高可调范围大，截割功率富足
局部骤变	通过性差，截割阻力不均	机身稳定性强，截齿耐磨性高
顶底板起伏	行走困难，易发生倾倒	底盘适应性强，具备自动找平功能
频繁变化	参数调整频繁，影响连续作业	智能化调节系统，参数快速切换

(三) 对资源回收率的制约

资源回收率属于煤矿开采的关键指标，煤层厚度不断变化，这会直接影响到资源的回收效率，引发煤炭资源的浪费情况发生。当煤层厚度不稳定的时候，为了确保开采安全，就要保留一定的厚度作为保护煤柱，特别是在那些厚度骤变以及构造破碎的地方，保护煤柱所占的比例就会增多，从而使得资源回收率下降。如果煤层

局部变薄或者完全消失不见，那么在开采期间如果没有及时去调整回采的相关参数，就很可能产生丢煤的情况；而在煤层局部有所增厚之处，要是顶煤不能够完全垮塌或者切割得不够干净，同样会造成资源被白白糟蹋掉。而且由于厚度发生了改变，开采工艺就得频繁地做出各种各样的调整，这样就会影响到回采工作的连贯性，进而又进一步削减了资源回收的效率。

四、煤层厚度变化对安全开采的影响

（一）对瓦斯涌出异常的影响

煤层厚度发生改变时，瓦斯的赋存状态及其涌出规律也会随之改变，从而加大瓦斯涌出异常的风险，危及安全开采。煤层厚度有差别，其瓦斯储存空间和透气性就存在差异，厚煤层区域瓦斯储量较多，但透气性较差，瓦斯易于积聚；薄煤层区域瓦斯储量较少，不过透气性较好，瓦斯涌出速度较快。煤层厚度出现突变情况时，会造成瓦斯浓度分布不均匀，产生局部瓦斯积聚现象，如果通风系统不能及时排出这些瓦斯，就极易引发瓦斯浓度超标。而且，由于厚度发生变化而需调整开采工艺，这会破坏煤层的透气性，致使瓦斯涌出量忽然增多，进而加重瓦斯爆炸、中毒等安全风险。

（二）对矿井水害防治的挑战

煤层厚度出现变化时，常常会伴随着顶底板岩性的差别以及构造的破碎现象，这会给矿井水害防治工作带来很多难题。煤层厚度骤变之处往往是构造活动频繁的地方，该处断层、裂隙较为发达，极易成为地下水渗透的途径，使得矿井涌水量增多。薄煤层区域顶底板之间的间距小，如果顶底板含有含水层，那么煤层厚度的改变就会破坏顶底板隔水层的连续性，从而造成含水层中的水涌入到工作面当中；而在厚煤层区域，由于开采深度大，顶底板所承受的压力集中，所以很容易引发隔水层破裂，进而引发水害事故。而且，煤层厚度的改变还会影响巷道的布局以及回采工艺的选择，甚至会改变地下水的流动方向，使得水害防治工作变得更加繁杂艰巨。

（三）对冲击地压风险的加剧

冲击地压属于煤矿重大安全隐患范畴，煤层厚度出现变化时，其冲击地压发生的风险就会增大。煤层厚度存在差别，围岩应力的分布情况也就有所区别，那些厚度突然改变的地方会产生应力集中的现象，一旦应力累积到一定限度，就有可能触发冲击地压。在厚煤层区域，顶底板所承受的负载比较重，开掘期间围岩会发生较大

的形变，很容易造成弹性势能不断汇集，从而激发冲击地压；而在薄煤层区域，作业场地较为狭窄，围岩应力难以得到有效的发泄，同样会提升冲击地压发生的可能性。而且，由于煤层厚度有所改变，使得开采变得不连贯，这样就会打破围岩应力原先的协调状态，促使应力再度分散开来，进而加重冲击地压带来的风险。

五、煤层厚度变化适应性控制对策

（一）地质探测精度提升措施

优化地质探测精度对于应对煤层厚度变化而言极为关键，应把多种探测技术融合起来，从而全方位把握煤层厚度的分布规律。优化探测技术方案，并整合钻探、物探等各类探测方法，以填补单一探测技术存在的不足，提升探测数据的准确性和全面性。重视对厚度突变区、构造破碎区实施重点探测，加大探测点的数量，弄清楚厚度变化的范围、幅度及其形态。创建起煤层厚度动态监测系统，随时跟进开采期间煤层厚度的改变状况，及时更新地质资料，给开采方案的调整提供精确的数据支持，缩减厚度改变产生的不良后果。

（二）开采系统动态优化方法

煤层厚度存在变化的不确定性，所以要形成开采系统的动态优化机制，达成开采方案同煤层厚度条件的动态适配。按照煤层厚度的分布规律，分区域规划开采方案，对于厚度稳定的地方采用高效的综采法，而对厚度起伏的地方则调整采煤方法以及工作面参数，并优化巷道的布置形式，削减巷道调整及掘进的工作量。创建起开采参数的动态调节体系，遵照即时监测到的煤层厚度数据，及时调节采高、截割范围、推进速度等参数，保障开采的连贯性和安全性。也要优化生产组织形式，加强开采系统的灵活性，从而迅速解决因厚度突然变化而出现的各种问题。

（三）安全风险防控技术对策

综合考虑煤层厚度出现变化时所带来的各种安全风险，制订出具有针对性的安全防护技术方案来保证开采过程的安全。对于瓦斯涌出存在异常风险的情况，优化通风系统并加强随时监测瓦斯浓度，利用瓦斯抽取技术去除局部瓦斯积聚的可能性。就矿井水害风险而言，加大对顶板和底板隔水层的探测力度，并实施加固工作，完善排水系统，预先执行疏水或者堵水举措，防止水害突然爆发。应对冲击地压风险的时候，重视对围岩应力的监测，运用卸压技术来减轻应力，改善支护体系，增强支护力度，规避冲击地压的发生。也要重视对作业人

员展开安全培训，提升他们处理因煤层厚度改变而产生的安全隐患的能力。

结语

综上所述，煤层厚度变化属于煤矿开采时常见的地质难题，其类型以及空间分布规律会受到多种地质因素的综合影响，这些因素包含原生和后生地质要素，其给开采系统设计、回采工艺执行以及安全开采造成很大限制，而且还会减小资源回收效率。本文给出的地质考察优化、开采系统动态优化以及安全风险防范等应对策略，可以有效地解决由厚度变化引发的各种问题。在后续的实际开采过程中，要按照具体的地质状况灵活采用有关举措，达成开采方案与煤层厚度变化的精确适配，从而保障煤矿做到高效又安全地开采，助力煤炭行业迈向高

质量发展道路。

参考文献

- [1] 王冕, 金明方, 李度周, 等. 豫西新安煤田煤层赋存规律及煤质特征研究[J]. 中国煤炭地质, 2025, 37(02): 16-22.
- [2] 霍高普. 韦一井田煤层厚度变化规律与煤质分布特征研究[D]. 西安科技大学, 2023.
- [3] 邹爱国, 汪成铎. 石上井田B4煤层煤质特征及变化规律研究[J]. 江西煤炭科技, 2021, (02): 163-166.
- [4] 孙雅楠. 煤层厚度空间变化规律控制因素的定量分析方法研究[D]. 安徽理工大学, 2020.
- [5] 王文卿, 刘渊. 梅花井煤矿2煤厚度变化规律及影响因素[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018, (24): 158-160.