

带压开采工作面长度对底板破坏深度的影响研究

秦元备 孔德文 李进

(枣庄市枣矿集团蒋庄煤矿 山东 枣庄 277500)

[摘要]我国很多煤矿资源分布在奥陶纪灰岩或者是寒武系灰岩地层条件下,整个地层结构厚度较大,裂隙岩溶发育程度较高富水性能更好,同时水体补给更加充沛,水体压力相对较高。在煤矿井下作业过程中,矿井的底板位置突水事故,经常出现煤矿开采工作完成之后,煤层底部的岩层原始的应力状态出现比较严重的破坏和影响,并且在采空区域范围内产生应力集中情况。围岩巷道底板位置的受力作用,会造成底板岩层结构产生不同程度的裂缝情况,如果裂缝问题进一步扩张会造成隔水能力下降。基于此,本篇文章对带压开采工作面长度对底板破坏深度的影响进行研究,以供参考。

[关键词]带压开采工作面;长度;底板破坏深度;影响分析

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.1565

随着我国煤炭资源开采深度逐渐增大,各类矿山安全隐患也随之严峻。其中,在开采扰动影响下采场底板岩体会发生破裂,当采动破坏带与含水导升带贯通后,极易发生突水危害,严重威胁矿井生产安全。为此,针对底板破坏带发育规律,国内外学者做了大量研究,首先是传统理论与算法的结合,BP神经网络、灰色神经网络以及灰色关联度法等被广泛用于预测煤矿底板破坏深度,但这系列方法在实践应用中并不完全实用;其次,微震监测作为监测岩体微破裂的1种手段,常被应用于研究煤矿底板岩体微破裂过程以及预测底板破坏带深度,其研究结果可对现场防治水提供理论指导,再者,数值模拟软件分析研究煤矿底板破坏过程及破坏深度具备完全能动性也被广泛应用,其模拟结果可对计算与测试结果进行验证,基于FLAC3D数值模拟软件预测底板破坏深度,与理论计算、现场测验结果相吻合,但是数值模拟多是利用实测岩性数据的简化分析,不能考虑各方面的影响。因此,考虑复杂地质条件影响,各类结果对工程现场具有显著依赖性,经验公式多被直接应用于底板破坏计算预测。但受深部回采的高地应力、水压及矿区差异性影响,传统经验公式也不再全适用。

一、监测方法基本原理

(一) 测试原理

工作面开采前,在观测巷道内向采场底板岩层中施工一定深度的钻孔,在推进过程中测试钻孔注水漏失量的变化。钻孔注水漏失量变化反映了底板岩层渗透性能或裂隙发育状况的变化,由钻孔注水漏失量变化即可判断底板岩层的破坏状况。当工作面推过钻孔30m左右时,采空区底板岩层处于应力卸压区,底板岩层由于法向弹性变形恢复,整体向上位移,岩层中的原生裂隙重新张开,并进一步扩展、贯通,使岩层渗透性能增强,这时钻孔注水漏失量会增大。分析钻孔注水漏失量可获得煤层底板采动破坏深度。

(二) 监测方法

1. 钻孔注水试验法

钻孔注水量变化反映了底板岩层渗透性或裂隙发育状况的变化,对比采动前后的钻孔注水量可获得煤层底板采动导水破坏深度。该方法主要借助双端堵水器进行实现,整个观测仪器由双端堵水器、连接管路、控制台3部分组成。双端

堵水器由2个起胀胶囊和注水探管组成。连接管路有2条:起胀管路和注水管路。控制台也是对应2个:起胀控制台和注水控制台。一般每1m为一个观测段,通过高压气管将压力输入双端堵水器两端的胶囊,在一个相对封闭的空间进行注水,测取该空间的漏失量。测定完成后,停止注水,并释放双端堵水器的气压;继续向钻孔底板深部推进1~2m,再次重复双端堵水器充气→注水→停水→放气步骤,从而获取不同层位的底板破坏程度。

2. 钻孔分布式光纤监测法

钻孔分布式光纤监测法主要采用基于布里渊散射原理分布式光纤感测技术来实现底板岩层变形监测。布里渊光时域反射技术是利用分析光纤中后向散射光的方法测量光纤传输损耗和各种结构缺陷引起的结构性损耗,通过显示损耗(散射)与长度的关系来测量外界信号场分布于光纤下的扰动信息。将分布式光纤通过PVC管放入底板破坏深度观测钻孔,采用钻孔注浆将光纤与钻孔岩壁耦合起来。在监测过程中,通过采集采动过程中变形数据可连续获取煤层底板不同深度的底板破坏情况。

二、巷道变形特征及突水原因分析

(一) 突水原因分析

1. 承压含水层对煤层底板突水的影响

造成煤层底板突水的内在因素是存在承压含水层。在地质构造没有破坏隔水层的情况下,如果煤层底板的标高低于下部的含水层水位,承压含水层具有一定的水头压力,会使隔水层遭到破坏而引发底板突水。某矿深部的奥灰水水压达15MPa,在高压水作用下,底板隔水层易遭破坏,出现突水危险。

2. 矿压破坏对底板突水的影响

影响底板突水的外因是矿山压力。采掘作业和矿压会对底板造成破坏。在回采过程中,岩体的连续性逐渐遭到破坏,使原本平衡的应力发生改变,并进行重新分布,从而对底板的隔水层造成破坏,产生裂隙发育破坏带,增加发生突水的危险,尤其在构造发育的部位,其矿压破坏深度会更大,发生突水的危险也更大。

(二) 变形特征

带压采区轨道大巷变形严重,经历了多次的整修,巷道

主要变形特征：(1) 巷道变形量大。部分地段巷道顶板破碎，巷道表面的喷层开裂，顶板呈现明显的挤压错动，最大顶板下沉量达到800mm，巷道底角处向巷道内鼓出，出现“尖桃”形破坏。巷道两帮扩容明显，收敛率高。(2) 支护体损坏锚杆索损坏较多，部分锚杆索被拉断，托盘外翻，喷层内部的金属网出现撕裂，部分地段网兜严重

三、正常开采底板出水性预测工作分析

根据前期提供出的水文地质资料情况，该开采工作面寒武系灰岩地质条件部分水体承压达到2.3MPa以上，同时基础隔水层围岩厚度为55m，因为采动破坏问题所造成的底板最大破坏深度超过11.5m，因此底板的有效隔水层厚度大小为44.5m。通过计算分析得出，本次开采工作面底板位置隔水层，所能承受的最大突水极限压力大小为3.5MPa，远远超过基础含水层的水体承受压力，因此在正常的综采工作条件下，煤层的底板位置不会产生严重的出水情况，但是在断裂构造带或者是寒武系灰岩水高水头的共同压力作用条件下，底板位置的灰岩水很有可能会直接经过破碎带，或者是隔水层比较薄的位置涌入大量的地下水，进而会造成比较严重的脱水情况，对此本次煤矿开采工作面，在正式回采作之前需要采取必要的突水防治处理工作方法。

四、底板突水防治工作策略

(一) 完善工作面的防排水系统和地质巡查工作

根据该煤矿开采工作面最大用水量大小进行计算和分析，开采工作单位通过在进风箱的位置设置出两台水泵，并且单台水泵的排水能力控制在60m³/h，同时使用4寸的排水管，直接铺设在回风巷道的进水口泵位置。在回采工作过程中必须要进行加强回采区域水文地质条件的周期性巡查工作，特别是针对工作面通过物探富水异常区域，以及断裂构造比较复杂的区域需要进行更加详细的水文地质调查工作，如果发现其中出现比较严重的脱水问题或者是已经产生突水征兆，比如底板位置凸起、底板渗水等情况需要及时停止作业，采取相应的控制措施来加以解决，有效保证回采工作面的工作安全性和稳定性。

(二) 施工工艺

(1) 安装封孔器。将注水钢管与封孔器连接，推入钻孔内，直到预压裂位置为止。用手动泵给封孔器施加压力，观察钻孔及压力表情况，检查封孔器是否能保压。如果钻孔处有水溢出或压力表压力下降，说明封孔无效，需要对封孔器及其连接处进行检查，排除问题，以确保封孔器能正常工作。(2) 水力压裂。进行压裂作业前，先设置警戒线，在压裂钻孔前后各20m处设置，同时，压裂钻孔与压裂设备之间有20m以上的距离。开始压裂时，先对高压水泵通水，然后通电，再慢慢加压，水力压裂的压力为60MPa，持续30min。在整个压裂过程中，实时采集水泵压力表的数据，持续施加压力到压力突然下降时，保持压裂压力不变，让裂纹持续扩

展，软化顶板岩层。(3) 压裂监测。观察附近的观测孔有大量水冒出时，停止施加压力，关闭高压水泵。待卸压后将封孔器从钻孔中拔出，完成水力压裂。同时，对钻孔压裂前后裂缝的情况用钻孔窥视仪进行观察。

五、结语

综上所述，(1) 根据工作面底板下端受周围煤岩体和顶板冒落自溜充填矸石共同作用、底板上端受煤岩体压缩作用下可自由沿倾斜面向上产生弯曲变形的特征，建立了工作面底板的下端为固支边界条件和上端为简支可滑动约束条件的力学模型。(2) 沿底板倾斜方向，根据底板微元体的不同受力状态，得到了底板梁柱的二元四阶受力变形微分方程，利用弹性力学中基于能量法原理的瑞利-里兹法解析得到底板梁柱的挠度变形方程，进而给出了依据最大拉破坏准则的底板最大破坏深度的表达公式。(3) 得到了工作面长度与煤层倾角呈非线性反比关系，底板破坏深度与工作面长度呈线性正比关系，底板破坏深度与煤层倾角呈非线性正比关系。以某煤矿工作面实际赋存和开采参数为例，其最大的破坏深度在1~5m左右，工作面开采过程中底板不会发生破断。(4) 针对工作面实际开采过程中可能存在底板已经破断情况，但不会沿采空区倾斜方向加速下滑现象，给出了底板破断结构两种旋转方向和挤压抬高咬合结构的平衡方程及前提条件。提出了可以通过缩短工作面设计长度、伪斜布置方式降低工作面视倾角度数来增加工作面底板的稳定性。

参考文献：

- [1] 王晓亚. 带压开采工作面采宽确定方法及防突水措施研究[J]. 山西冶金, 2020(06): 227-228+231.
- [2] 琚翔. 带压开采煤层底板突水危险性评价及防治措施[J]. 山东煤炭科技, 2020(07): 185-187+193.
- [3] 田午子. 范各庄矿煤层底板突水危险性评价方法[D]. 华北科技学院, 2020.
- [4] 王玉和, 李春朋, 崔增斌. 关于深部带压开采底板突水特征的研究分析[J]. 煤炭与化工, 2020(04): 50-53+56.
- [5] 翟孟娟. 五沟煤矿1026工作面DF68断层无煤柱开采安全评价[D]. 安徽建筑大学, 2020.
- [6] 王云. 9102工作面采前防治水安全性评价[D]. 安徽建筑大学, 2020.
- [7] 孙卓越, 孟宪志, 郝登云, 董双勇, 刘爱卿. 带压开采工作面长度对底板破坏深度的影响[J]. 矿业研究与开发, 2020(07): 22-27.
- [8] 马强. 渭北煤田承压水上开采下组煤贯通型断层底板突水机理研究[D]. 西安科技大学, 2020.

作者简介：秦元备（1987—），男，山东省枣庄人，主要从事技术工作。