

高应力动压巷道底鼓力学机理及控制技术

吉效文 (霍州煤电集团有限责任公司天津薛虎沟煤业, 山西 临汾 041000)

摘要: 为解决薛虎沟矿高应力厚煤层动压巷道底鼓问题, 通过将破碎的底板围岩视为松散体, 通过理论分析和数值模拟, 对巷道底板受力进行了力学分析, 研究了底鼓的发生机理及控制技术, 为解决矿山底鼓问题提供参考。

关键词: 底鼓机理; 动压巷道; 数值模拟; 底板控制

Abstract: in order to solve the floor heave problem of dynamic pressure roadway in high stress thick coal seam of coal mine, the broken floor surrounding rock is regarded as loose body. Through theoretical analysis and numerical simulation, the mechanical analysis of roadway floor stress is carried out, and the occurrence mechanism and control technology of floor heave are studied, so as to provide reference for solving the problem of floor heave.

Key words: Floor Heave Mechanism; Dynamic pressure roadway; Numerical simulation; Floor control

1 概述

巷道底鼓长期困扰矿井的安全生产, 增加巷道的支护难度, 巷道底鼓量较大时会造成巷道报废。为解决巷道底板底鼓问题, 在开采高应力厚煤层时, 由于巷道应力环境较差, 使得厚煤层巷道底鼓现象严重, 为解决厚煤层巷道的底板变形是煤矿安全开采的重要课题, 为此诸多学者开展相关研究, 吴建星, 方树林高应力厚煤层动压巷道底鼓力学机理及控制技术。

本文以薛虎沟矿为工程背景, 通过理论分析及数值模拟软件相结合的研究方法对厚煤层巷道底板变形进行分析, 为厚煤层底板的治理提供一定的借鉴, 保证矿井的安全开采。

2 巷道底鼓机理分析

巷道底鼓是指巷道在掘进阶段, 由于受到掘进影响及底板自身岩层属性的影响使得底板向巷道中心发生变形, 这种变形现象被称之为底鼓。

一般来说巷道的底鼓根据其变形量的大小大致可以分为四个阶段, 分别为轻微型底鼓, 轻微型底鼓的底鼓量一般小于 200mm; 明显底鼓, 明显底鼓的底鼓量一般在 200mm~300mm; 严重底鼓, 严重底鼓的底鼓量一般为 300mm~500mm; 破坏性底鼓, 破坏性底鼓一般底鼓量均大于 500mm。

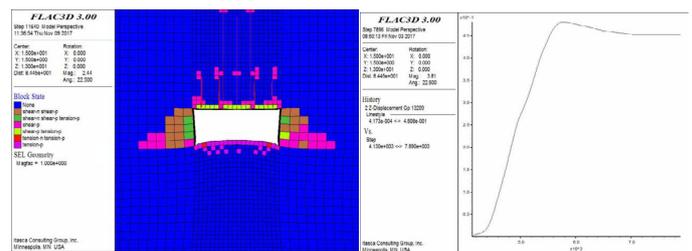
在这四种底鼓变形阶段中, 除了轻微型底鼓对巷道的变形量影响较小外, 剩余三种明显底鼓、严重底鼓及破坏性底鼓均对巷道的稳定性有着较为不利的影 响, 发生三种底鼓现象时需及时进行治理, 否则巷道无法正常使用。根据底鼓的产生原因可将底鼓分为四种类型, 分别为挤压流动性底鼓、挠曲褶皱性底鼓、剪切错动性底鼓及遇水膨胀性底鼓。

巷道底鼓的分为人为与自然因素。人为因素主要是由于巷道的布置形式或断面尺寸等原因造成, 而自然因素主要是受到地质环境及底板自身岩性等因素的影响, 所以不同因素下形成的底鼓形式也是不同的, 所以针对

薛虎沟矿巷道底鼓的形成原因进行分析, 首先对巷道的布置进行分析, 由于胶运大巷处于回风及辅助运输巷之间, 巷道的覆岩在绝境的影响下作用于巷道的围岩, 由于处于中间位置造成应力的叠加, 使得煤柱处于高应力区域, 煤柱将应力传递至巷道的底板位置, 同时由于在掘进过程中并未对巷道底板进行及时的支护使得底板承载能力不足, 造成巷道的底鼓问题。

对巷道底鼓进行有效的治理, 目前位置针对底鼓的治理措施主要有加固法, 利用底板锚杆及底板注浆提升底板的稳定性, 以此达到治理效果。卸压法是在巷道的底板进行切缝卸压, 使得底板应力得到有效的释放, 达到维护巷道稳定性的目的。本文重点对巷道点的切槽卸压技术进行一定的研究。

3 切槽卸压效果分析



(a) 无切槽巷道塑性区云图

(b) 无切槽巷道底鼓量曲线

图 1 无切槽巷道的塑性变形及底鼓量曲线

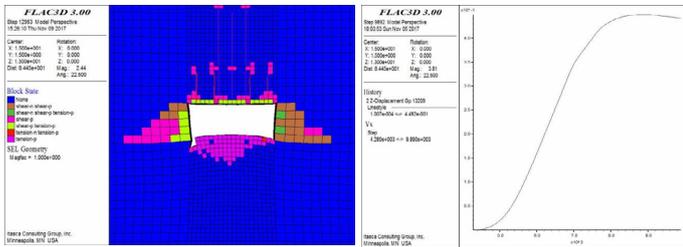
为了对切槽卸压效果进行分析, 利用数值模拟软件对不同切槽卸压参数下巷道底鼓应力及变形量进行分析, 首先进行模型的建立。根据巷道开挖应力影响范围为 3~5 倍的巷道半径建立长宽高分别为 30m、3m 和 49m 的模型, 其中巷道断面尺寸为长度 4.7m, 高度 3m。

模型选用摩尔-库伦准则为本构关系, 对模型的上下左右边界进行固定, 限制其移动。根据实际地质情况

对模型进行力学参数设置,完成设置后对不同切槽尺寸下巷道围岩的应变及塑性区云图进行分析。如图1为无切槽时巷道的塑性变形及底鼓量云图。

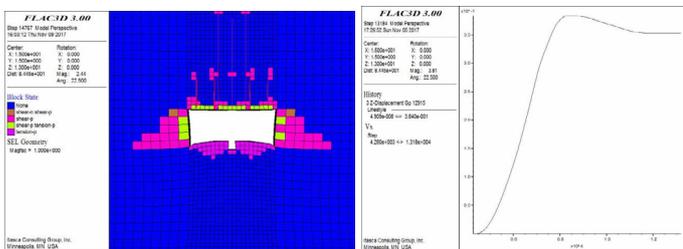
从图1无切槽巷道的塑性变形及底鼓量曲线可以看出,在无切槽情况下巷道的塑性区变形大致呈现对称的趋势,在巷道进行掘进过程中,原岩应力环境破坏,巷道发生塑性变形,塑性变形主要为巷道两帮出现相对的移动,巷道顶板出现一定的下沉,而巷道的底板出现垂直向上的位移变形,顶底板出现明显的移近,巷道底板两帮角发生水平位移。此时巷道底板的变形主要由拉应力造成,出现拉破坏。同时观察底鼓量曲线可以看出在无切槽情况下,巷道底板最大变形量为450mm。

对不同切槽位置进行分析,切槽位置位于底板的中部、帮部巷道的塑性变形及底鼓量曲线如图2所示。



(a) 切槽位于巷道底板帮部塑性区云图
(b) 切槽位于巷道底板帮部底鼓量曲线
图2 切槽位于巷道帮部塑性变形及底鼓量曲线

从图2切槽位于巷道帮部塑性变形及底鼓量曲线可以看出,当切槽位于巷道帮部时,此时在切槽位置出现较大的变形,在切槽的底部及两侧均出现垂直向上及水平的位移,在巷道的底板中部位置塑性区变形明显减小,此时巷道的底板底鼓量为430mm,可以看出经过彻底后底板的底鼓量有了一定的减小,但减小的幅度较低,彻底效果较差。



(a) 切槽位于巷道底板中部塑性区云图
(b) 切槽位于巷道底板中部底鼓量曲线
图3 切槽位于巷道底板中部塑性变形及底鼓量曲线

从图3切槽位于巷道底板中部塑性变形及底鼓量曲线可以看出,当切槽位于巷道底板中部时,此时在切槽位置仍出现较大的变形,切槽的底部及两侧均出现垂直

向上及水平的位移,在巷道的底板中部位置塑性区较底板帮部切槽下降更加明显,此时巷道的底板底鼓量为360mm,可以看出经过彻底后底板的底鼓量有了明显的减小,巷道底板中部切槽底鼓量较巷道底板帮部切槽底鼓量减小了70mm,彻底效果较好,所以巷道底板中部切槽较帮部切槽治理效果好。

对不同切槽深度下巷道底板的底鼓量进行分析,确定最优的切槽深度。对不同切槽深度巷道底鼓量对比研究,当切槽深度1m、2m和3m时,切槽的两侧及切槽底部均出现垂直方向及水平方向的位移,当切槽深度为1m时,此时的巷道底鼓量为220mm,较之前切槽深度为0.5m时有了大幅度的降低,当切槽深度增大至2m时,此时的巷道底鼓量为130mm,较切槽深度1m时减小了90mm,当切槽深度增大至3m时,此时的巷道底鼓量为114mm,可以看出切槽3m较切槽2m时切槽效果虽然略有提升,但由于实际施工增加了难度,所以最合理的切槽深度为2m,可以有效控制巷道底鼓。

4 结论

薛虎沟矿根据矿井地质条件对巷道底鼓的变形机理进行分析,采用数值模拟软件对不同切底位置对巷道底鼓量及巷道塑性变形进行分析发现,切槽位置位于底板中部时效果最佳。利用数值模拟软件对不同切槽深度下巷道底鼓量进行分析发现,切槽深度2m和3m的彻底效果较切槽1m的效果较好,但两者间差距不大,合理的切槽深度为2m,保证矿井的安全开采。

参考文献:

- [1] 吴建星,方树林.高应力厚煤层动压巷道底鼓力学机理及控制技术[J].煤炭科学技术,2018(12).
- [2] 王卫军,侯朝炯.沿空巷道底鼓力学原理及控制技术研究[J].岩石力学与工程学报,2004,23(01):69-74.
- [3] 王永强.动压巷道围岩失稳机理及控制技术研究[J].山西焦煤科技,2017,07(26):53-55.
- [4] 神文龙,柏建彪,于洋,等.泥质底板动压巷道底鼓机理及控制技术研究[J].煤炭科学技术,2014,42(03):28-31.
- [5] 陈晓祥,王雷超,付东辉.孤岛工作面动压回采巷道平移变形力学机制及控制技术研究[J].采矿与安全工程学报,2015(09).
- [6] 元建兵.深部高应力巷道底鼓机理及控制研究[J].煤炭与化工,2018,41(9):11-13.
- [7] 顾士亮.软岩动压巷道围岩稳定性原理及控制技术研究[J].能源技术与管理,2004(04):15-17.
- [8] 井欢庆.受动压影响的顶板巷道底鼓机理与控制技术研究[D].淮南:安徽理工大学,2011.
- [9] 李忠.煤矿坚硬顶板回采巷道底鼓控制技术研究[J].山西焦煤科技,2017(1).