

问题探讨

赵家庄煤矿沿空掘巷窄煤柱合理宽度研究

武瑾

(山西汾西宜兴煤业有限责任公司,山西 孝义 032300)

摘要:为减少煤炭损失,提高煤炭采出率,在赵家庄煤矿 1206 工作面运输巷采用窄煤柱沿空掘巷方式。为确定合理的窄煤柱宽度,利用 FLAC^{3D} 数值模拟软件对不同煤柱宽度下的巷道围岩变形量进行模拟分析,结合极限平衡理论计算结果,确定沿空掘巷窄煤柱宽度应为 6 m。

关键词:沿空掘巷;窄煤柱宽度;数值模拟

中图分类号:TD822

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2019)02-0045-03

STUDY OF REASONABLE NARROW PILLAR WIDTH OF ROADWAY DRIVING ALONG GOAF IN YIXING COAL MINE

WU Jin

(Shanxi Fenxi Yixing Coal Industry Co., Ltd., Xiaoyi 032300, China)

Abstract: In order to reduce coal loss and improve coal recovery ratio, narrow coal pillar of roadway driving along goaf was applied in the 1 206 working face transport lane roadway of Zhaojiashuang coal mine. In order to determine the reasonable narrow pillar width, the deformation of rock surrounding roadway under different pillar widths was simulated and analyzed by FLAC^{3D} Numerical Simulation Software. Combining with the results calculated by limit equilibrium theory, the reasonable width of narrow coal pillar of roadway driving along goaf was determined to be 6 m.

Key words: Roadway driving along goaf; Narrow pillar width; Numerical simulation.

与传统留设较宽的区段煤柱的布置方式相比,沿空掘巷留设窄煤柱的方法能够有效提高矿井煤炭采出率,减少区段煤柱的资源损失量,得到了我国多个矿区的广泛应用。沿空掘巷是指在上区段工作面采动影响稳定后沿采空区掘进并布置回采巷道的方法,具有煤炭采出率高、巷道维护容易等优点。而要保证沿空掘巷围岩的稳定,确定合理的窄煤柱宽度十分重要,煤柱过窄,导致巷道围岩受上区段工作面采动影响过大,围岩较为破碎,不利于巷道的支护管理;煤柱过宽,则会造成煤炭资源不必要的浪费^[1-2]。因此,本文根据赵家庄煤矿 1 206 工作面实际地质条件,利用理论计算和数值模拟的方法对沿空掘巷窄煤柱的宽度进行合理计算,并在实际生产中得到应用,取得了良好效果。

1 工作面概况

赵家庄煤矿 1 206 工作面主采 2 号煤层,煤层厚度为 1.05 m~2.36 m,平均为 1.8 m,倾角为 0~8°,平均 5°,煤层容重为 1.35 t/m³,普氏硬度为 1.0~1.5,工作面煤层结构极不稳定,夹矸较多,最多时达到 4 层,厚度变化较大。工作面倾斜长度为 220 m,走向长度为 2 643 m,其运输巷布置沿煤层底板掘进,为半煤岩巷,采用沿空掘巷方式布置,属于半煤岩巷,巷道断面设计为矩形断面,断面长度为 4.5 m,高度为 3.0 m,巷道理深约为 360 m。

2 窄煤柱合理宽度的理论计算

2.1 窄煤柱的留设原则

与其他回采巷道相比,沿空掘巷具有以下特

收稿日期:2018-10-23

作者简介:武瑾(1987-),男,山西孝义人,助理工程师。

点^[9]: (1)巷道处于煤柱应力降低区内; (2)巷道掘进期间围岩相对稳定, 应力集中程度较小; (3)工作面回采期间, 巷道围岩应力集中程度大。

根据沿空掘巷的以上特点, 则窄煤柱的留设应遵循以下原则:

(1)根据一侧采空的煤柱应力分布规律, 煤柱内垂直应力随远离煤柱而逐渐增大, 到一定距离后达到峰值, 然后逐渐降低至原岩应力, 因此, 要使巷道布置在应力降低区内, 且尽量减少煤柱的资源浪费, 则煤柱宽度应尽量减少;

(2)煤柱较窄时, 巷道处于应力降低区内, 围岩稳定性较好, 且煤炭采出率高, 但若煤柱过窄, 巷道围岩较为破碎, 整体性差, 锚杆锚固效果不佳, 容易发生冒顶、片帮等安全事故;

(3)煤柱过宽时, 可能导致巷道位于应力集中区内, 不利于巷道围岩稳定, 且会造成煤炭资源的损失。

2.2 理论计算窄煤柱的宽度

根据极限平衡理论, 窄煤柱的宽度可表示为^[4]

$$B=Z_1+Z_2+Z_3 \quad (1)$$

式中, B 为窄煤柱合理宽度, m ; Z_1 为上区段工作面采动影响下煤柱的破碎区宽度, m ; Z_2 为沿空掘巷窄煤柱一侧的锚杆长度, 并需考虑 15% 的富裕系数, m ; Z_3 为煤柱稳定性系数, 取 $0.2(Z_1+Z_2)$ 。

煤柱破碎区宽度 Z_1 可表示为

$$Z_1 = \frac{m}{2} \left(\frac{A}{\cos \varphi_0} + \frac{C_0}{\gamma H} \right) \quad (2)$$

式中, m 为巷道高度, 取 3.0 m; A 为侧压系数, 取 0.52; φ_0 为煤层内摩擦角, 取 30° ; C_0 为煤层内聚力, 取 2.2 MPa; k 为应力集中系数, 取 2.4; γ 为岩层平均容重, 取 0.025 MN/m^3 ; H 为巷道埋深, 取 360 m; P_x 为上区段对煤帮的支护阻力, 已经拆除, 可取 0。

将数据代入式 (1)、(2), 可得 $Z_1=2.58\text{m}$, $Z_2=2.53 \text{ m}$, $Z_3=1.02\text{m}$, 则煤柱合理宽度应为 6.13 m, 取整数, 初步考虑窄煤柱宽度应为 6.0 m。

3 窄煤柱合理宽度的数值模拟

3.1 建立模型

为进一步确定沿空掘巷窄煤柱合理宽度, 利

用 FLAC^{3D} 数值模拟软件, 对不同煤柱宽度下巷道在掘进期间和回采期间的围岩变形情况进行分析。

根据矿井实际地质条件, 建立初始计算模型, 为简化运算, 设工作面长度为 80 m, 因此模型长度为 220 m, 宽度为 100 m, 高度为 60 m, 模型四周和底部固定位移, 顶板施加均布载荷模拟上覆岩层作用, 煤柱宽度设计为 3 m、4 m、5 m、6 m、8 m、10 m 和 12 m 共七个方案, 分别模拟不同方案下沿空巷道顶板下沉量、底鼓量以及两帮的移近量。

3.2 巷道掘进期间围岩变形规律

在巷道掘进期间, 记录巷道围岩变形情况, 其结果如图 1 所示。

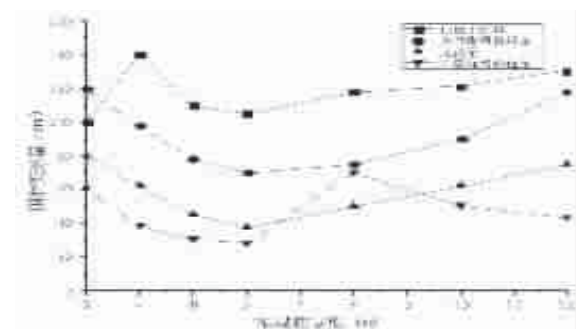


图 1 掘进期间沿空掘巷围岩变形曲线

由上图可以看出:

在巷道掘进期间, 不论窄煤柱宽度如何变化, 两帮移近量均大于顶底板移近量, 说明在巷道掘进期间, 巷道围岩变形以两帮变形为主;

在窄煤柱宽度小于 6 m 时, 巷道顶板下沉量大于底鼓量, 且顶底板位移量均随煤柱宽度增加而减少, 均在煤柱宽度为 6 m 时达到最小, 当煤柱宽度大于 6 m 后, 巷道顶板下沉量逐渐增大, 底鼓量先增大后减小;

在沿空掘巷的两帮变形中, 窄煤柱帮一侧靠近上区段工作面采空区, 受采动影响, 围岩较为破碎, 窄煤柱帮移近量先增大后减小, 在煤柱宽度为 6 m 时达到最小, 然后又逐渐增加; 实体煤帮一侧巷道移近量整体小于窄煤柱帮, 随煤柱宽度增加, 实体煤帮移近量逐渐减小, 在煤柱宽度为 6 m 时达到最小值, 然后逐渐增加。

因此, 综上所述, 在沿空掘巷掘进期间, 窄煤柱宽度为 6 m 时, 巷道围岩稳定性最好。

3.3 工作面回采期间巷道围岩变形规律

巷道掘进后,模拟工作面回采时巷道围岩的变形规律,记录围岩变形量,如图 2 所示。

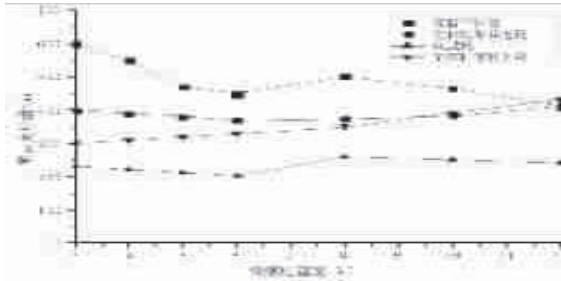


图 2 回采期间沿空掘巷围岩变形曲线

由上图可以看出:

(1)在工作面回采期间,沿空掘巷围岩变形以顶板下沉量为主,受采动影响,巷道变形量较掘进期间明显增大,但均在允许范围内;

(2)工作面回采期间,巷道顶板下沉量和底鼓量变化趋势基本相同,在煤柱宽度小于 6 m 时,均随煤柱宽度增加变形量逐渐减小,在煤柱宽度大于 6 m 时,均为先增大后减小;

(3)受工作面采动影响,实体煤帮移近量随煤柱宽度增加而逐渐减小,在煤柱宽度为 6 m 时达到最小,然后逐渐增大;窄煤柱帮移近量随煤柱宽度增加而逐渐增加,在煤柱宽度大于 6 m 后,增加幅度明显加大。

因此,综上所述,在工作面回采期间,窄煤柱宽度为 6 m 时,巷道围岩稳定性最好。

综合理论分析和数值模拟结果,窄煤柱宽度与沿空掘巷围岩稳定性有着直接的关系,确定窄煤柱为 6 m 时最为合理。

4 工程实践

为检验上述研究结论是否合理,1 206 工作面运输巷采用 6 m 窄煤柱沿空掘巷,在巷道掘进期间和工作面回采期间,监测巷道表面位移量,其结果如图 3、4 所示。

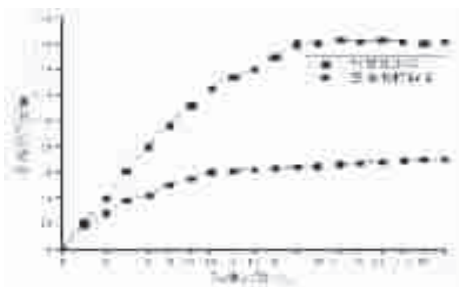


图 3 掘进期间巷道变形量

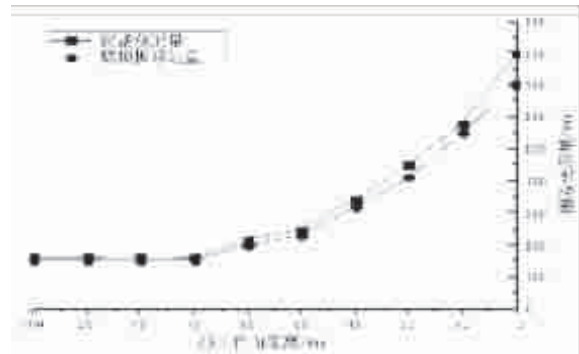


图 4 回采期间巷道变形量

如图 3、图 4 所示,在巷道掘进期间,沿空掘巷巷道两帮变形明显大于顶底板变形,但两帮最大移近量约为 162 mm,顶底板最大移近量约为 81 mm,均在许可范围内;在工作面回采期间,巷道变形随工作面的接近而不断增大,工作面超前影响距离约为 60 m,且两帮移近量略大于顶底板移近量,两帮最大移近量约 797 mm,顶底板最大移近量约 695 mm,均在许可范围内。并且,采用窄煤柱沿空掘巷后,区段煤柱损失量明显减小,矿井经济效益得到显著增加。

5 结论

根据赵家庄煤矿 1 206 工作面实际地质条件,利用理论分析和数值模拟的方法对沿空掘巷窄煤柱宽度进行分析,得到以下结论:

(1)根据极限平衡理论,计算沿空掘巷窄煤柱宽度应为 6 m,利用 FLAC^{3D} 数值模拟软件进行进一步分析,认为在掘进期间和工作面回采期间,窄煤柱宽度为 6 m 时,巷道围岩稳定性最好;

(2)在 1 206 工作面运输巷采用窄煤柱沿空掘巷,窄煤柱宽度为 6 m,监测巷道围岩表面位移情况,认为在掘进和回采期间,巷道围岩变形量均在许可范围内,有效提高了工作面经济效益,并保障了工作面的安全生产。

参考文献

- [1]祁方坤,周跃进,曹正正,等.综放沿空掘巷护巷窄煤柱留设宽度优化设计研究[J].采矿与安全工程学报,2016,33(03):475-480.
- [2]李学华,鞠明和,贾尚昆,等.沿空掘巷窄煤柱稳定性影响因素及工程应用研究[J].采矿与安全工程学报,2016,33(05):761-769.
- [3]杨吉平.沿空掘巷合理窄煤柱宽度确定与围岩控制技术[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2013,32(01):39-43.
- [4]张科学,张永杰,马振乾,等.沿空掘巷窄煤柱宽度确定[J].采矿与安全工程学报,2015,32(03):446-452.