

大断面切眼掘进及支护实践

石 峰 (汾西矿业灵北煤矿, 山西 灵石 031302)

摘 要: 矿井开采的 11# 煤层具有厚度大、松软等特点, 51101 工作面切眼跨度达到 9.6m, 给切眼掘进及围岩支护带来较大挑战。提出采用二次成巷方式掘进切眼, 通过辅助回风巷、回风巷内的综掘机分别实现一次成巷、二次成巷, 提高切眼掘进效率; 采用“锚网梁”+“锚索梁”+桁架锚索对围岩进行控制, 并具体对支护参数进行设计。现场应用后, 采面切眼耗时 41d 完成, 同时围岩变形量均在安全范围内, 实现了大断面切眼快速掘进需要。

关键词: 大断面切眼; 厚煤层; 综放开采; 二次成巷; 支护技术

切眼是回采工作面连接两侧回采巷道、安装采煤设备以及开始进行煤炭回采的场所, 切眼高效掘进以及围岩有效控制对煤炭安全高效开采具有重要意义。随着矿井采掘深度增加以及大功率、重型开采设备的应用推广, 井下回采煤层地质条件更趋复杂同时切断断面更大。受到煤炭开采压力影响, 往往给切眼掘进、支护以及采煤设备安装时间较少, 如何实现切眼的高效掘进以及围岩有效支护是煤炭开采时面临的现实问题。采用传统的锚网索支护、架棚支护等方式已经不能有效满足大断面切眼围岩支护需要。山西某矿 51101 工作面切眼沿着 11# 煤层底板掘进, 切眼宽度、高度分别达到 9.6m、3.95m, 为此, 文中对该切眼掘进及围岩支护进行探讨, 以期对其他矿井类似情况下的大断面切眼掘进及围岩支护提供经验借鉴。

1 工程概况

51101 工作面开采 11# 煤层, 煤层埋深平均 590m, 厚度平均 8.9m、倾角 5~12°, 硬度 $f=0.45\sim0.98$, 煤层结构较为简单, 开采过程中容易出现片帮问题。11# 煤层上覆伪顶为 0.85m 炭质泥岩, 直接顶为 1.2~6.3m 砂质泥岩, 基本顶为 5.9m 细砂岩; 直接底为厚度 2.3m 铝质泥岩, 基本底为 6.3m 粉砂岩。

51101 工作面采用综放开采方式, 采放比为 1:2, 使用的综放设备主要为: MG750/1760-WD 采煤机、ZF16000/23/43 综放支架。切眼沿 11# 煤层底板掘进, 净宽、净高分别为 9.6m、3.95m, 具体切眼位置见图 1 所示。

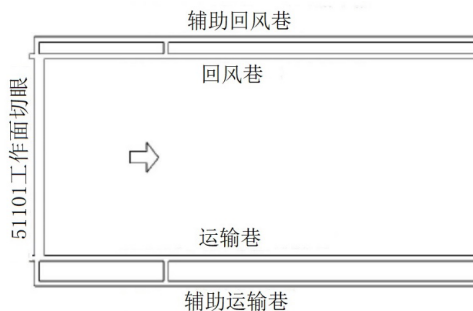


图 1 切眼位置示意图

2 切眼掘进技术方案

邻近的矿井开采 11# 煤层时切眼均采用“二次成巷”掘进方式, 考虑到一次成巷后围岩支护时间长同时会受

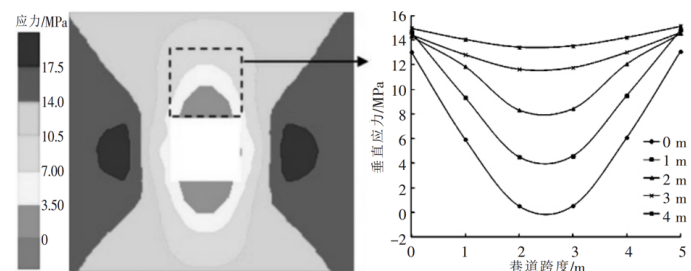
二次成巷扰动影响, 因此一次成巷断面应尽量小; 为了实现采面全断面负压通风以及瓦斯稀释目的, 一次成巷断面不应过小。依据工程实际, 将一次成巷参数设计成与回风巷参数一致, 具体巷宽为 4.6m、巷高 3.9m, 巷道靠近采空区侧掘进; 二次成巷宽度为 5.0m、高度 3.95m, 靠近采面侧刷扩。

切眼一次成巷掘进从采面辅助回风巷位置开始施工, 通过辅助回风巷内的 EBZ200 综掘机破煤岩、宽度 800mm 临时带式输送机运煤、端头位置通过装载机装煤矸, 切眼掘进过程中后巷工作人员及时施工混凝土底板。切眼一次成巷掘进到位后采面全负压通风, 综掘机从辅助运输巷开出, 保留原有的运输系统为二次成巷服务。

切眼一次成巷掘进完成后, 采面实现全负压通风, 二次成巷使用回风巷内的 EBZ200 综掘机破煤岩、装载机装煤矸, 一次成巷侧内预留的临时带式输送机运煤。二次成巷侧掘进过程中, 后巷工作人员及时清理底板并浇筑混凝土底板, 架设单体支柱。

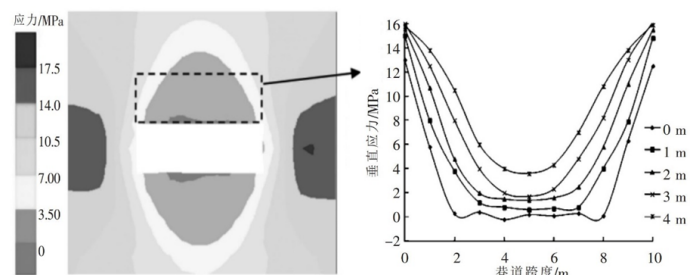
3 切眼围岩支护

3.1 切眼围岩受力分析



(a) 巷围岩应力云图 (b) 顶板应力曲线

图 2 切眼一次成巷围岩应力云图、顶板应力曲线



(a) 巷围岩应力云图 (b) 顶板应力曲线

图 3 切眼二次成巷围岩应力云图、顶板应力曲线

依据 51101 切眼围岩地质条件构建模拟模型,对一次成巷、二次成巷过程中围岩受力进行模拟分析,具体切眼一次成巷、二次成巷过程中围岩应力云图、顶板应力见图 2、3 所示。

从图 2 看出,一次成巷侧掘进完成后,顶板岩层内应力在巷帮侧两侧较高、在巷道中部则较低,应力曲线分布呈现“倒山丘型”,在巷道中部顶板位置应力降至 0MPa。从图 3 看出,切眼二次成巷后,由于巷道跨度增加,巷道中部顶板岩层应力降至 0MPa,甚至局部有剪切应力,导致顶板出现一定程度拉伸破坏;在顶板上覆 0~2m 范围内煤体应力较低,4m 以上范围内煤岩体内应力则明显增加,表明该位置煤岩体具有较强的承载能力及强度。

从模拟得出,切眼中部顶板煤体中垂向应力随着跨度增加呈现降低趋势、甚至局部位置出现剪切应力,顶板上覆 0~2m 范围内煤体基本失去承载能力并有一定的拉伸破坏、顶板上覆 4.0m 以外的煤岩体具有较高的强度及承载能力。

3.2 切眼围岩支护设计

控制切眼中部位置顶板上覆不稳定煤体是实现切眼围岩控制的关键。为此,51101 大断面切眼通过组合使用“锚网梁”+“锚索梁”+桁架锚索对围岩进行控制。采用高预紧力锚杆+钢筋网+梯梁梁构成“锚网梁”结构对增强切眼上覆表层煤体强度;使用“长锚索+槽钢”构成“锚索梁”对“锚网梁”进行补强,强化切眼顶部岩层承载力,减少变形量;在切眼一次成巷侧、二次成巷侧均使用桁架锚索进行支护,从而在一次成巷侧、二次成巷侧顶板上形成水平压应力叠加区,实现大跨度切眼顶板煤岩体有效控制。

3.2.1 顶板支护参数

支护使用的“锚网梁”结构由锚杆、梯形梁、钢筋网构成,具体支护参数为:高预紧力锚杆规格为 $\phi 22\text{mm} \times 3000\text{mm}$ 、间排距均为 700mm、施加的预紧力距为 180N·m,配套使用由 $\phi 14\text{mm}$ 圆钢加工的梯形梁, $\phi 6.5\text{mm}$ 钢筋编制而成的钢筋网(网孔 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$)进行支护。

锚索梁由锚索(规格 $\phi 21.6\text{mm} \times 8300\text{mm}$)、12#槽钢梁构成,锚索均按照 1400mm 间排距布置、垂直顶板施,1 根 12#槽钢梁使用 3 根锚索悬吊;桁架锚索由专用连接器、锚索(规格 $\phi 21.6\text{mm} \times 8500\text{mm}$)构成,锚索按照 $2100\text{mm} \times 1400\text{mm}$ 间排距施工且有 30° 外扎角,并使用专用连接器连接锚索,施工 120kN 预紧力。

二次成巷施工过程中分别在距离两侧巷帮 2550mm 位置布置 2 排单体、并与 DJB1000/300 铰接梁组合支护顶板,单体间距均为 1000mm。

3.2.2 巷帮及底板支护参数

在采空区帮采用螺纹钢锚杆(规格 $\phi 22\text{mm} \times$

2600mm)、钢筋梯子梁支护;在采煤机帮采用玻璃钢锚杆(规格 $\phi 20\text{mm} \times 2400\text{mm}$)支护。巷帮锚杆间排距均为 700mm。

一次成巷及二次成巷后均在后巷位置安装专人进行清底,并对底板浇筑厚度 400mm、强度 C25 混凝土,不仅用以底板支护而且可为综放设备安装创造良好条件。

3.3 切眼支护效果分析

在 51101 工作面切眼一次成巷、二次成巷分别耗时 18d、23d 完成掘进及支护。在切眼施工完成后,布置测点监测顶板、巷帮变形。监测发现顶板、巷帮最大变形量分别为 105mm、95mm,切眼围岩保持稳定,可满足综放设备安装需要。

4 总结

① 51101 工作面切眼宽度、高度分别为 9.6m、3.95m,为确保切眼掘进安全,使用二次成巷施工技术。采面辅助回风巷、回风巷内的 EBZ260 综掘机分别用于切眼一次成巷、二次成巷掘进,综掘机在掘进过程中不需要后退或者掉头,可提高切眼掘进效率,同时有利于切眼底板混凝土浇筑;②模拟发现切眼掘进完成后,顶板上覆浅层煤体基本失去承载能力同时破碎程度增加,而深部煤岩体具有较高的稳定性及承载能力。为此,提出采用“锚网梁”对顶板上覆表层煤体进行支护,提高煤体强度及稳定性;通过“锚索梁”对“锚网梁”结构进行补强,通过锚索、槽钢将切顶顶板浅部煤体悬吊到深部稳定煤岩体上;使用桁架锚索将顶板煤岩体形成结构稳定整体;③现场应用后,51101 工作面切眼切眼耗时 41d 完成掘进,顶板、巷帮变形量分别控制在 105mm、95mm,实现了大断面切眼的快速掘进并有效控制围岩变形。

参考文献:

- [1] 赵瑶. 软弱厚煤层大断面切眼掘进与支护技术 [J]. 煤炭技术, 2021, 40(05): 61-64.
- [2] 秦会锦. 厚煤层综放工作面大断面切眼支护实践研究 [J]. 山东煤炭科技, 2020(04): 50-51+54.
- [3] 张晓军, 白彦文. 大断面厚煤层开切眼掘进技术实践 [J]. 能源技术与管理, 2019, 44(02): 121-123.
- [4] 任浩. 软弱厚煤层大断面开切眼围岩变形破坏特征 [J]. 中国矿山工程, 2019, 48(02): 37-40+43.
- [5] 王金海. 综放工作面大跨度切眼施工技术 [J]. 中国矿山工程, 2018, 47(02): 65-67.
- [6] 张胜龙. 王家岭煤矿厚煤层大断面切眼锚网支护技术研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2015.
- [7] 张庆华. 特厚煤层沿底板掘进巷道及大断面切眼锚网支护研究与实践 [J]. 中国煤炭, 2014, 40(12): 46-48.

作者简介:

石峰(1987-), 男, 山西晋城人, 2015 年 1 月毕业于太原理工大学, 采矿工程专业, 本科, 现为工程师。