

玉溪煤矿 1302 南底抽巷破碎围岩注浆加固数值模拟分析及应用

赵向明 邢俊杰 崔晋飞

(山西兰花科创玉溪煤矿有限责任公司)

摘 要:为解决 1302 南底抽巷掘进过陷落柱段围岩变形量大的情况,采用数值模拟的方式对巷道在原有支护方式下围岩的破坏特征进行分析,结合巷道破坏特征对巷道采用注浆加固的效果进行数值模拟,基于注浆加固数值模拟的结果确定巷道采用浅部+深部注浆的方式进行加固,结合巷道地质条件对注浆加固方案进行具体设计。结果表明:浅部+深部注浆加固方案实施后,有效的控制巷道围岩的变形,保证了巷道围岩的稳定。

关键词:破碎围岩;注浆加固;数值模拟

1 工程概况

玉溪煤矿 1302 工作面位于 3#煤层一盘区,埋深大约在 500m ~ 600m 范围内,工作面所采煤层为 3#煤层,煤层均厚 5.85m,倾角小于 8° ,属缓倾斜煤层,煤层结构简单,全区稳定可采,煤层直接顶为泥岩,均厚 2.4m,基本顶为中粒砂岩,均厚 5.3m,直接底为泥岩,均厚 1.5m,老底为砂质泥岩,均厚 8.3m。

1302 南底抽巷沿底板岩层掘进,巷道顶底板岩层均为泥岩,巷道围岩较为松散破碎,采用直墙半圆拱形,巷道净宽为 4.4m,净高为 3.6m,巷道原有支护

方式为锚网索支护,巷道表面喷射一层 C20 混凝土,厚度为 150mm,断面内锚杆采用型号为 $\Phi 20\text{mm} \times 2400\text{mm}$ 的左旋无纵筋螺纹钢锚杆,间排距为 $700 \times 700\text{mm}$,巷道底角锚杆与水平方向成 30° 夹角,巷道断面内打设 3 根锚索,锚索采用型号为 $\Phi 21.6\text{mm} \times 8000\text{mm}$ 的 1×7 股钢绞线,锚索的间排距为 $1500 \times 1500\text{mm}$,具体巷道原有支护形式如图 1 所示。巷道在掘进至 120m 的位置处揭露 1064#陷落柱,长度为 24m,巷道在原有支护方式下掘进通过陷落柱时围岩变形量大,其中两帮的平均移近量为 1000mm,顶底板的平均移近量为 500mm,且掘进工作面顶板易出现冒顶现象,现拟采用注浆加固措施

来保证巷道顺利通过陷落柱。

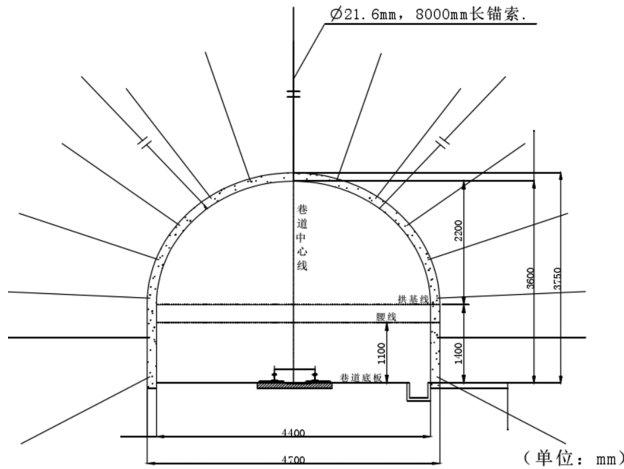


图1 巷道原有支护断面图

2 注浆加固数值模拟

为有效分析1302南底抽巷注浆加固后的具体效果,根据巷道的地质条件,建立模型长×宽×高=50m×15m×50m,将模型底面及两侧进行固定,根据巷道所处区域地质资料,模拟使用的煤(岩)体物理力学参数如表1所示。

模型建立完后,根据巷道原有的支护方案对巷道实施锚网喷联合支护,根据数值模拟结果能够得出巷道在原有支护方案下巷道围岩塑性区的分布如图2所示,通过具体分析图2可知,巷道在原有支护方案下巷道表面围岩变形破坏严重,其浅部的物理

力学参数均大幅度减小,巷道在自稳过程中,深部及浅部围岩出现大范围的塑性破坏区域,进而致使锚杆(索)在巷道围岩中没有稳定的着力点,不能有效的发挥锚杆(索)自身的锚固特性^[1-2],图中显示,巷道在原有支护方案下顶板塑性区的最大厚度为3m,底板塑性区的最大厚度为2m,由于巷道帮部煤体及砂质泥岩,较为松散破碎,故巷道两帮塑性区的最大厚度为11m。

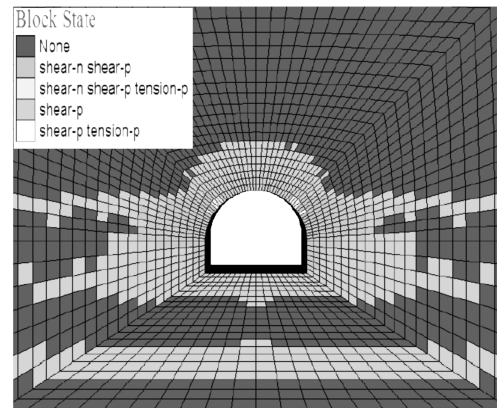


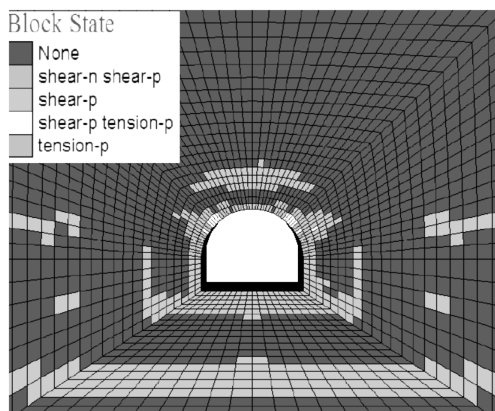
图2 巷道在原有支护下塑性区分布图

根据巷道在原有支护方案下围岩塑性区的分布特征,针对巷道在原有支护方式下围岩的破坏特征,为研究注浆加固的效果,通过在巷道原有支护方案的基础上在帮部打设锚索,并进行注浆加固,模拟中采用的帮锚索型号为 $\Phi 17.8\text{mm} \times 5000\text{mm}$ 的1×7股钢绞线,间排距为1000×1500mm,巷道帮部采用浅部+深部注浆相结合的方法,浅部注浆孔孔径为42mm,长度为1500mm,间排距为1000×1000mm,

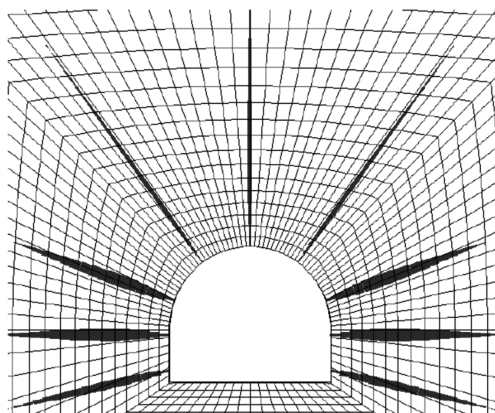
表1 各岩层物理力学参数表

| 岩性 | 厚度/m | 剪切模量/GPa | 弹性模量/GPa | 粘聚力/MPa | 抗拉强度/MPa | 内摩擦角/(°) |
|------|------|----------|----------|---------|----------|----------|
| 中砂岩 | 6.0 | 7.4 | 8.3 | 3.8 | 2.2 | 23 |
| 中粒砂岩 | 5.3 | 10 | 5.8 | 2.0 | 2.0 | 23 |
| 泥岩 | 2.4 | 2.0 | 4.3 | 1.6 | 1.9 | 30 |
| 3#煤 | 5.85 | 1.05 | 5.4 | 1.4 | 0.8 | 28 |
| 泥岩 | 1.5 | 2.0 | 4.8 | 2.0 | 1.1 | 29 |
| 砂质泥岩 | 8.3 | 2.5 | 4.3 | 1.6 | 1.4 | 23 |
| 中砂岩 | 10 | 7.1 | 6.3 | 2.0 | 2.11 | 35 |

深部注浆孔孔径为42mm,长度为5000mm,间排距为1500×2000mm,根据模拟结果能够得出巷道注浆加固后塑性区及锚索的轴力分布如图3所示。



a)塑性区分布



b)锚索轴力分布

图3 巷道注浆加固后围岩塑性区及锚索轴力分布图

通过具体分析图3a)可知,巷道浅部注浆加固孔不仅对巷道表面的破碎围岩进行了有效的封闭,同时对巷道浅部围岩进行有效的加固,巷道深部注浆孔提高了深部围岩的整体性,改善了深部围岩的物理力学性能,提升了巷道帮部围岩的自身承载性能,有效的减小了帮部塑性区域的发育范围,巷道帮部注浆加固后巷道顶板塑性区的发育最大厚度为2m,巷道帮部塑性区发育的最大厚度为3m,底板塑性区的最大发育厚度为1.5m,据此可知帮部注浆加固后有效减小了巷帮塑性区的范围;通过具体分

析图3b)能够看出帮部锚索在注浆加固后存在着一个有效的拉力点,此时能够有效的发挥锚索自身的高强抗拉作用,且巷道帮部注浆加固后锚索的轴力明显大于顶锚索,且帮锚索能够转移一定顶锚索的支护压力,从而能够限制围岩整体的大变形。

3 工业性试验

3.1 注浆加固方案

根据1302南底抽巷的具体地质条件,结合注浆加固的数值模拟结果,确定巷道采用浅部封孔注浆+深部加固注浆的方式对巷道围岩进行进一步的加固,具体注浆的各项参数如下:

(1) 注浆孔布置

①浅部加固注浆:在进行浅部注浆前首先在巷道喷射一层厚度120mm的喷浆层,防止注浆过程中浆液的外漏,巷道表面喷浆作业完成后,使用钻机打设孔径为50mm,孔深为1500mm的注浆孔,在注浆孔内安装Φ42×1500mm的注浆花管,并在端部进行有效的封孔,巷道断面上布置浅部注浆孔8个,间排距为1000mm×1500mm,具体浅部注浆孔的布置形式如图4所示。

②深孔加固注浆:深部注浆孔孔径为50mm,孔深为5m,采用5m长的注浆锚索进行注浆作业,注浆孔间排距2000mm×1500mm,深部注浆孔采用成排布置的方式,巷帮深部注浆孔的在距离底板500mm的位置打设,具体深部注浆孔的各项参数如图4所示。

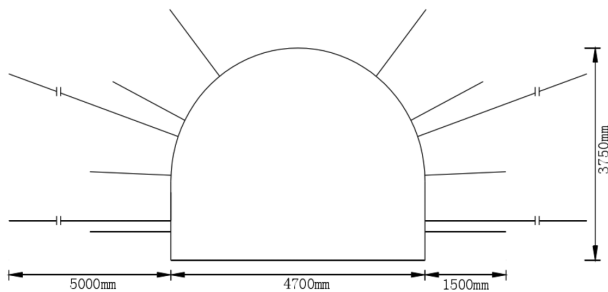
(2)注浆材料:本次注浆作业选用水泥水玻璃浆液,水泥选用425#普通硅酸盐水泥,水玻璃选用型号为45Be,水泥的水灰比为0.6,水泥浆液与水玻璃的质量比为1:1;注浆孔采用锚固剂+麻绳的方式进行有效封孔。

(3)注浆压力及注浆时间:根据注浆材料的性

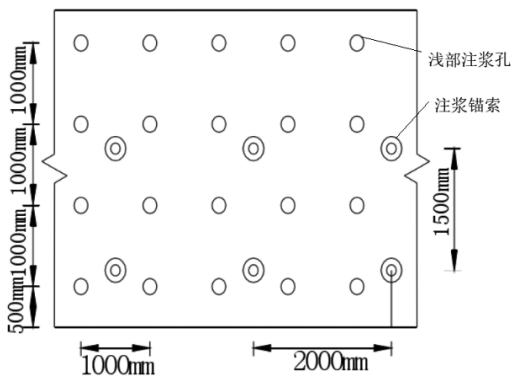
能、渗透范围及围岩的渗透性等因素,并结合巷道围岩的具体破坏特征,确定浅部注浆压力为0.8~1MPa,注浆加固时间控制在15min左右;深部注浆孔的注浆压力为3~4MPa,注浆时间约为20min[3-4]。

(4)注浆顺序:在进行注浆作业时,采用先浅部再深部、先两帮在顶板、隔排隔孔的顺序依次进行注浆作业。深部及浅部注浆加固作业时,注浆具体按照如下步骤施工:

- ①在设计注浆孔的位置,采用锚杆钻机打设注浆钻孔,钻头 $\phi 50\text{mm}$,钻孔深度分别为1.5m和5m;
- ②安装注浆花管及注浆锚索,注浆花管外端采用麻绳与锚固剂进行有效封孔;
- ③将注液枪与注浆花管、注浆锚索连接,按照设计顺序开泵进行单孔注浆作业;
- ④在单孔注浆作业完成后,进行停泵、卸压,拆除注液枪及注浆管线,按照注浆顺序移至下一个注浆孔,依次进行下一钻孔注浆。



a)注浆孔布置断面图

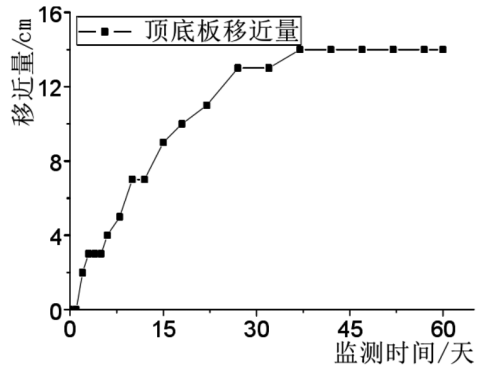


b)注浆布置侧视图

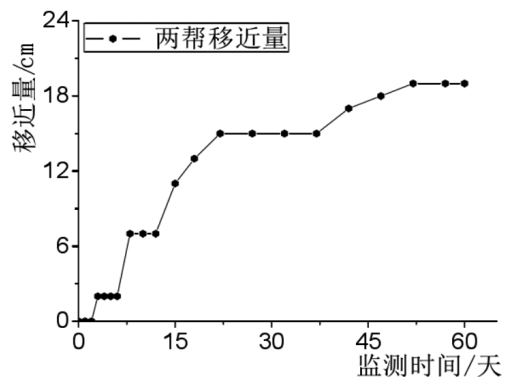
图4 巷道注浆孔布置形式图

3.2 注浆加固效果

为对1302南底抽巷的注浆加固效果进行有效分析,通过布置测站的方式对巷道表面位移进行持续监测,根据观测的数据能够得出的巷道表面位移数据,绘制出围岩变形量—时间的曲线,如图5所示。



a)顶底板移近量



b)两帮移近量

图5 注浆加固后围岩变形量曲线图

通过分析图5可知,注浆加固后围岩位移表现为前期变形快,后期逐渐趋于稳定的总体趋势,注浆加固后30d后,巷道顶底板变形量基本不再增长,注浆加固后50d后两帮移近量基本不再发生增长,其中顶底板的最大移近量为140mm,两帮的最大移近量为190mm,另外通过注浆加固后巷道的现场观测能够得知注浆加固后顶板再无冒顶现象出现,两帮的较大的变形得到了有效的控制,基于此可知浅部+深部注浆加固的护形式有效的控制了巷道围岩变形,保障了巷道围岩的稳定。(下转第41页)

人事档案工作条例》等相关规章制度。全程跟踪、动态管理,种好“责任田”,严把“质量关”“准确关”“认定关”,保证真实准确、鲜活及时、全面规范,需要选拔专业技能过硬、责任意识强、政治素养高的档案管理员,及时更新学历学位、职称、职务变动、奖惩情况等动态信息,实现数据库和统计功能实时互动,准确及时反映干部“德能勤绩廉”情况,提供全方位、科学合理、及时可靠的档案信息。

2.4 加强干部人事档案资料监督工作

加强监管、严明纪律,练好“严字诀”。干部人事档案信息化建设对数字化管理体系进行严格监控,严格设置档案控制使用权限,根据查询权限确定对档案资料访问限制,明确查阅事由,严格查阅权限,规范查阅程序,专人负责,并明确管理者的责任,包括保密制度、信息记录完整考核制度等,保证信息安全,防止篡改、伪造信息,从根本上杜绝修改、涂抹、盗窃档案等行为,从根本上铲除档案造假的土壤。强调工作纪律,坚持“凡进必审”、“凡提必审”、“凡转必审”的原则,严禁非工作人员出入档案室,规范档

案管理和使用。

2.5 提高干部人事档案管理人员综合素质

干部人事档案管理工作具有全面性、分散性、机密性等特点,特别是在“互联网”等信息技术普遍应用的前提下,迫切需要档案管理人员紧握时代脉搏,定期参加培训,认真学习法律法规等最新理论知识,熟练掌握运用干部人事档案管理信息系统软件,加强思想政治和法律法规教育,增强专业素质和政治素质,提高自身学习能力、工作能力、应变能力和分析处理问题能力。

进入新时代,为落实全面从严治党,进一步规范干部选拔、任用、考核等相关制度,同时,伴随着大数据时代的到来,将信息技术运用到干部人事档案信息化建设中是顺应时代发展潮流的必然要求,是档案管理工作逐步向着规范化、制度化、科学化方向发展的必然趋势,是新时代赋予的提升干部档案管理水平的使命。因此,干部人事部门应该提高充分的认识,了解过去、把握现在、预见未来,做好相关工作准备,积极推进干部人事档案工作信息化进程。

(上接第32页)

4 结 论

通过数值模拟的方式对1302南底抽巷在原有支护下的变形特征进行具体分析,并采用数值模拟的方式对巷道采用注浆加固的效果进行模拟分析,结合对巷道的具体地质条件,决定对巷道采取浅部+深部注浆加固的补强支护方式,根据矿压监测结果可知,注浆加固方案实施后顶底板的最大移近量为140mm,两帮的最大移近量为190mm,有效的控制巷道两帮的变形。

参考文献:

- [1]张军波,赵苏杭,张宏博,李宁.动压影响回采巷道分区注浆加固技术研究[J].中国煤炭,2019,45(02):53-56.
- [2]朱振平.大采高大断面碎裂煤巷围岩稳定性控制对策研究[J].矿业研究与开发,2018,38(11):46-50.
- [3]李树刚,成小雨,刘超等.破碎围岩动压巷道锚索支护与注浆加固技术研究[J].煤炭科学技术,2016,44(01):67-72.
- [4]郭东明,王成刚,吴毅耀等.绞车硐室围岩破坏机理分析及注浆加固技术[J].煤炭科学技术,2014,42(04):27-30.