

高应力、大断面巷道交叉点注浆加固技术研究

刘志强

(山西兰花百盛煤业有限公司)

摘 要:基于百盛煤业巷道交岔点需要扩宽,巷道顶板出现下沉,且可能出现部分离层等问题,根据交叉点巷道实际所处的地质情况,采用理论分析和现场监测等综合研究方法,选取注浆充填离层和锚网索加固措施解决所出现问题。现场工业性试验表明,使用本注浆加固方案,巷道顶板下沉量及两帮移近量减小,缓解了巷道围岩变形破坏的趋势,保证巷道交岔点的长期稳定与安全使用,为其他改扩建巷道提供思路,带来借鉴意义。

关键词:注浆加固;破碎围岩;注浆材料;巷道支护;顶板

1 引言

近些年来浅部煤炭资源已被大量开采,深部煤炭资源的开发迫在眉睫。在深部巷道围岩开挖过程中难免会遇到软弱岩层、断层等复杂地质岩体,影响正常开采^[1,2]。随着开采深度的增加,许多开采初期的支护设计已经无法满足当前开采的需要,巷道围岩变形量较大,巷道顶板发生了部分下沉,支护问题十分突出^[3,4,5]。高应力、大断面巷道交叉点注浆加固技术研究已是不可避免。

国内外学者对注浆加固技术展开了深入的研

究,进行了大量工程实践,积累了宝贵的经验^[6]。康红普等分析了巷道围岩大变形、支护构件失效原因,提出了巷道支护-改性-卸压协同控制技术,为千米深井注浆加固技术提供了借鉴^[7];刘泉声等采用了有限元与离散元耦合程序(FDEM)数值模拟方法研究了深部巷道软弱围岩的破裂碎胀大变形预测及围岩控制存在的难题,提出了以锚注方法来控制围岩变形^[8];秦鹏飞等从细观力学角度研究了岩土等离散介质的变形和受力特性,提出了一种新的思路^[9];郭相平等研究了工作面煤岩互层复合顶板失稳破坏机理,提出了在回风巷进行“两深孔、一

浅孔、两材料、三区域”的分区复合超前预注浆协同加固技术的方案^[10];杨军辉等剖析了深部大断面交叉点具体支护方法的围岩控制机理,提出了集多层次交错密集高强度锚杆(索)支护技术、多层混凝土喷层拱支护、壁后注浆加固拱和柱墙浇注混凝土加固于一体的锚喷网注联合支护技术^[11];姜玉连等分析了现场监测数据与巷道交叉点围岩的应力场、位移场模拟计算数据,得出了巷道交叉点顶板变化规律^[12]。本文针对百盛煤业副斜井中部甩车场1#交叉点需要扩宽,巷道顶板部分下沉,现有支护方式无法满足安全需要的实际情况,采用注浆充填离层的方式增加破碎围岩的可锚性,使用锚网索加固使围岩趋于稳定。为其它改扩建巷道提供思路,带来借鉴意义。

2 工程地质概况

山西兰花百盛煤业有限公司位于高平市西北约10km,行政区划隶属于高平市寺庄镇管辖。井田内3号煤层为全区稳定可采煤层,9号煤层为大部可采煤层,15号煤层为全区稳定可采煤层,3、9、15号煤层均为井田批采煤层。

3号煤层伪顶岩性为黑色泥岩和炭质泥岩,一般厚度0.1~0.24m。直接顶及老顶为厚层灰黑色的粉砂岩或砂质泥岩,性脆,一般厚度2.1~7.33m,底板岩性主要为黑色砂质泥岩,局部为细粒砂岩及粉砂岩。9号煤层直接顶为泥岩或砂质泥岩,厚度1.2~4.0m,平均2.7m,老顶为细粒砂岩及石灰岩,厚1.3~3.70m,平均2.80m,底板岩性主要为黑色砂质泥岩及灰色细粒砂岩,一般厚度1.35~4.50m。15号煤层伪顶岩性为黑色泥岩和炭质泥岩,一般厚度0.1~0.9m。直接顶及老顶:直接顶及老顶为K2石灰岩,厚5.40~8.45m,平均7.16m。15号煤层底板岩性主要为灰黑色铝质泥岩,一般厚度2.57~

15.30m,性软。

3 注浆加固方案

加固施工顺序为:喷浆封闭围岩→立单体液压支柱临时支护→封堵大裂缝→打注浆锚杆孔→安装注浆锚杆→破碎围岩注浆→打锚索孔→安装锚索→撤除单体液压支柱。围岩注浆锚杆布置图如下图1所示。

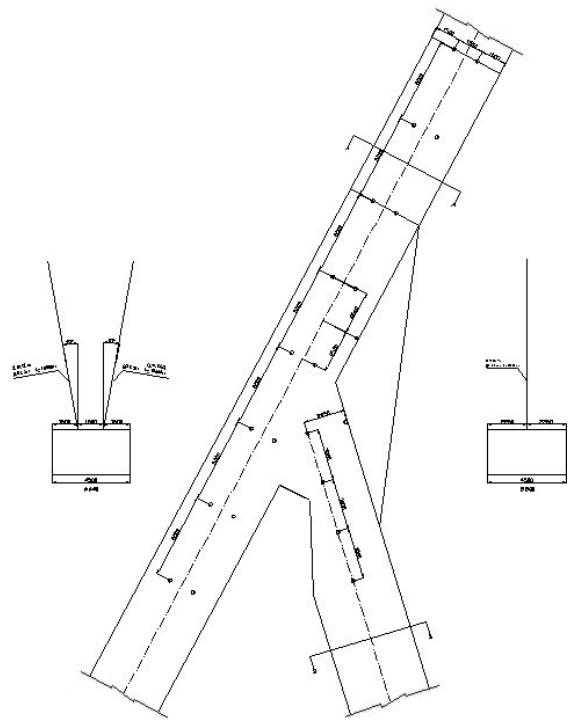


图1 围岩注浆锚杆布置图

3.1 注浆钻孔布置

使用MQT120锚杆钻机打孔,钻头直径为 $\varnothing 32\text{mm}$ 。注浆锚杆的长度一般根据松动圈范围、现有支护状况、使用断面要求等确定。注浆锚杆的间排距应使相邻两孔浆液的径向分布在一定程度上互相贯透,且浆液的多余部分能充填固结体之间的空隙。当按图2所示注浆孔排列时,应使 $A_1=2A_2$,

其中 A_1 为矩形 ABCD 的面积, A_2 为矩形 ABCD 内一个注浆孔的扩散面积。大量工程实践表明, 煤矿巷道围岩注浆扩散半径 R 值通常在 $1 \sim 2.5\text{m}$ 之间。设孔间距为 d , 则

$$A_1=2Rd, A_2=\pi R^2/2$$

根据 $A_1=2A_2$, 则 $d=1.57R$

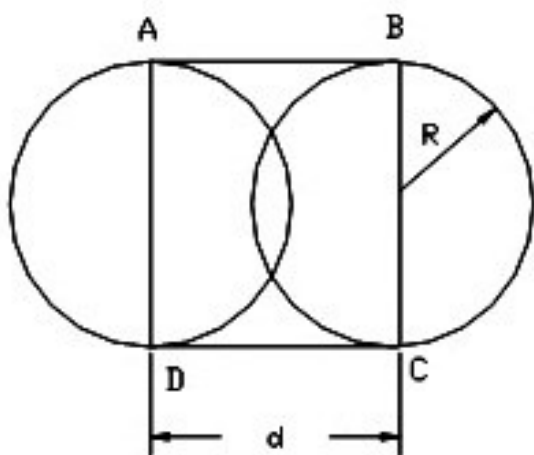


图2 注浆孔间距图

3.2 注浆材料的选定

为保证浆液能有效粘结破碎围岩, 确保加固效果, 水泥浆的水灰比 $0.7:1 \sim 0.8:1$ (根据现场注浆情况在小范围内调整)。注浆的目的是改善围岩的结构, 提高围岩的残余强度, 发挥围岩的自承能力。针对该段巷道在高应力的长期作用下围岩松散、破碎的特点以及考虑到成本控制的需要, 在经过试验确定浆液凝结时间和强度的前提下, 选用山西中科赛德能源科技有限公司生产的耐固双液注浆材料。该材料是一种新型双液无机注浆材料, 组成材料全部为无机矿粉, 具备不自燃、无毒、无腐蚀、无污染特性, 是完全环保型注浆材料, 是一种快凝、早强型注浆材料, 同时也具备较强的可注性, 较为适合巷道破碎围岩、采掘工作面注浆加固需要。

3.3 注浆压力

注浆压力是浆液在围岩中扩散的动力, 它直接影响注浆加固质量和效果。它受岩层条件、注浆方式和注浆材料等因素的影响和制约。根据已有的注浆施工经验, 此处注浆的孔口压力暂定为 $0 \sim 8\text{MPa}$, 并根据现场情况进行调整。需要注意的是, 孔口注浆压力与注浆泵压力表显示的压力是不相同的, 因此, 有必要在孔口设置一个压力表, 以便于及时观察孔内压力, 从而确保巷道围岩能够注实。孔口压力表设置在注浆枪头上。

需要注意的是, 由于锚索的预紧力要大于锚杆, 锚索张拉时锚杆的预紧力将会减小, 因此, 锚索张拉后要对锚杆进行二次紧固, 预紧力矩必须满足设计要求。

3.4 注浆量、注浆时间

注浆量的大小是最主要的注浆参数之一。由于围岩的裂隙发育、松动范围和围岩性质方面的差异, 单位体积的围岩注浆量往往差别很大。苏联有关围岩注浆的统计分析结果表明, 当巷道断面面积在 $10 \sim 20\text{m}^2$ 之间变化时, 其围岩平均裂隙度在 $3\% \sim 5\%$ 之间变化。此处, 由于围岩裂隙较为发育, 理论上注浆至注浆压力突然升高即停止注浆。现场实施过程中应密切注意注浆压力的变化, 根据实际情况及时调整注浆量。

注浆时间: 各孔的注浆时间根据注浆锚杆位置的不同, 考虑注浆泵的流量和每孔最低注浆量、视围岩是否继续吸浆或注浆孔周围是否出现跑浆等灵活确定。

4 工业性试验

为了检验注浆加固方案的效果, 在原支护方式的巷道内布置测站1, 在采用注浆加固方案后的巷道内布置测站2, 通过60d的观测分析注浆加固后的支护效果。测站1、2的顶板下沉量、两帮移进量

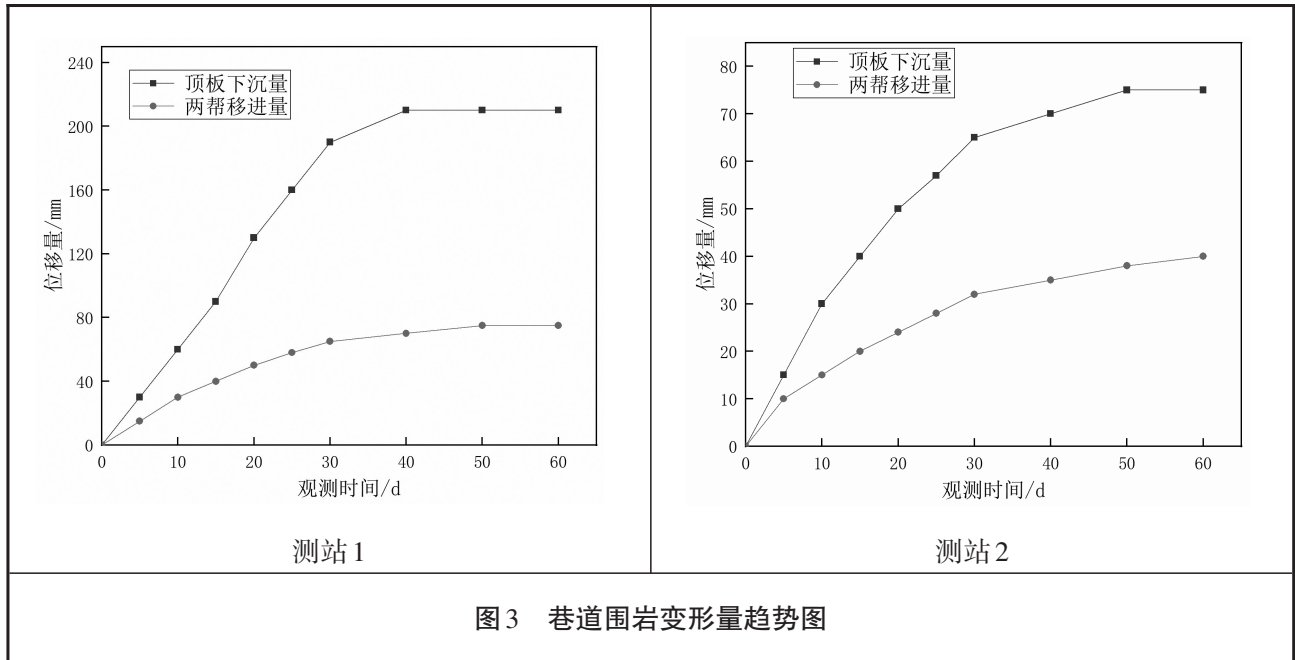


图3 巷道围岩变形量趋势图

如下图3所示。

由图3可以得到,注浆加固方案实施后,取得了很好的效果。顶板下沉量由原支护的212mm减少到70mm,减少了66%,注浆加固方案实施效果十分明显。与此同时,由于顶板变形量得到控制,围岩整体稳定性加强,承载能力更好,巷道两帮移进量由原来的72mm减少到37mm,减少了近乎一半。围岩变化趋于稳定,可见此注浆方案可以满足巷道安全生产需要。

5 结论

(1)本文针对百盛煤业副斜井中部甩车场1#交岔点需要扩宽,巷道顶板部分下沉,现有支护方式无法满足安全需要的实际情况,对巷道顶板进行注浆充填离层和锚网索加固,解决了交叉点锚索锚固剂无法安装或者锚索锚固力不足而无法施工的问题,保证了安全快速生产。

(2)工业性试验结果表明,采用此注浆方案后,

巷道围岩变形50d后慢慢稳定,大大减少了巷道围岩变形量,使得顶板下沉量在可以接受的范围内,保证了巷道交岔点的长期稳定与安全使用,此注浆方案合理可行。

参考文献:

[1]谢和平.深部岩体力学与开采理论研究进展[J].煤炭学报,2019,44(05):1283-1305. DOI:10.13225/j.cnki.jccs.2019.6038.

[2]康红普,徐刚,王彪谋,吴拥政,姜鹏飞,潘俊锋,任怀伟,张玉军,庞义辉.我国煤炭开采与岩层控制技术发展40a及展望[J].采矿与岩层控制工程学报,2019,1(02):7-39. DOI:10.13532/j.jmsce.cn10-1638/td.2019.02.002.

[3]张菁珏,张玮.长平公司Ⅲ5308巷道支护参数优化设计研究[J].机械管理开发,2021,36(11):24-26+29. DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2021.11.011.

[4]朱健.巷道支护参数优化设计及应用[J].能源与环保,2020,42(09):250-253+259. DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2020.09.055.

[5]白强.2305巷掘进工作面顶板破碎区支护优化[J].山东煤炭科技,2021,39(01):83-84+87.

[6]田强,孙斐,范会峰,廖泽.综放(下转第45页)

准,他们培训、自学两手抓。一方面,通过外聘教师到矿讲课、包队领导到队讲课等方式,进行集中培训;另一方面,先后购买五百余册《煤矿安全生产标准化管理体系》专业书籍进行下发,做到学有资料,干有标准。另外,他们还充分利用微信平台、外出检查等形式进行自学,并做到学以致用。

三是直面不足抓根源。每周定期召开安全生产标准化动态分析会议。讨论近期工作中存在的问题以及在日常安全检查中暴露出的问题,充分分析引发问题产生的原因。坚持有问题就要解决、有违章就要处理的原则,做到对标找差、整改落实。坚持典型问题通报,难点问题协调,保证矿井标准化工作得到有效落实与推进。同时,每周汇总井下各队组标准化工作亮点,会中展示,会后推广,将煤矿安全生产标准化管理体系融入到工作流程和行为规范之中,实现煤矿安全生产标准化管理体系常态化保持。

四是脚踏实地抓落实。一直以来,大阳煤矿对安全生产标准化管理体系发现的问题持“零容忍”态度。他们通过周验收、周督查、月自检以及上级检查发现的问题,及时掌握现场标准化工作情况,制定提升方案,确保现场动态达标。同时,所有检查问题均按“五定”要求落实,保证隐患处理及时,问题限时整改,并按责任对逐条问题进行考核。每月底,安标办本着公平、公正、公开原则,对各队组标准化工作进

行兑现,奖惩分明。

五是务实求效抓素质。安全生产标准化管理体系的提升,离不开全员参与。所以,大阳煤矿要求:矿井要达标,必先岗位必须先达标。他们以大力推行岗位作业流程标准化为方法,一方面结合本矿生产实际,组织各业务部室、基层队组召开专项研讨会,广泛征求意见,逐条研究修订,逐项校对编辑,完成了《岗位基线标准》的编制。另一方面通过检查、考核等办法,提升岗位达标能力,使员工熟知岗位知识和操作技能、掌握作业条件和环境变化、提升自救互救和现场应急处置能力,推动员工逐渐养成在岗按流程标准化作业的习惯,达到减少安全事故的目标。

六是资料建设抓规范。2017年,大阳煤矿建立了安全生产标准化资料室,设立专职标准化资料室管理员,各专业资料统一整理归档,实现了安全生产标准化资料的统一管理。针对标准的变更,他们及时推进会议,重新划分责任,对新增资料进行了进一步完善。并且,为了确保资料的有效性,他们多次组织开展标准化模拟验收,查缺补漏,实现了“软实了不软、硬实力真硬”。

持之以恒贯始终。大矿人勇于争先,敢于拼搏,多年来,安全生产标准化建设连续达一级矿井要求。今年,他们将以更加优良的工作作风,迎接国家煤矿安监总局一级矿井的终级验收。

(上接第10页) 工作面破碎围岩超前注浆加固技术研究[J].煤炭科学技术,2020,48(S2):194-198.

[7]孙晓明,何满潮,冯增强.深部松软破碎煤层巷道锚网索支护技术研究[J].煤炭科学技术,2005(03):47-50.

[8]刘泉声,邓鹏海,毕晨,李伟伟,刘军.深部巷道软弱围岩破裂碎胀过程及锚喷-注浆加固FDEM数值模拟[J].岩土力学,2019,40(10):4065-4083. DOI: 10.16285/j.rsm.2018.1032.

[9]秦鹏飞.不良地质体注浆细观力学模拟研究[J].煤炭学报,2020,45(07):2646-2654. DOI: 10.13225/j.cnki.

jccs.2019.0634.

[10]郭相平,徐慧刚,付书俊.工作面煤岩互层复合顶板深浅孔注浆加固技术研究[J].矿业安全与环保,2021,48(05):17-22. DOI:10.19835/j.issn.1008-4495.2021.05.004.

[11]杨军辉,蒋再胜,谢生荣.深部大断面巷道交叉点围岩稳定性分析及控制技术[J].煤炭科学技术,2020,48(06):49-56. DOI:10.13199/j.cnki.cst.2020.06.005.

[12]姜玉连,潘军,贺永强,黄光俊.大断面巷道交叉点缩面期间顶板控制技术[J].采矿与安全工程学报,2013,30(01):19-22.