

# 综放工作面快速过复杂地质构造带技术的探索与应用

刘晓伟

(淮南矿业(集团)有限责任公司 谢桥煤矿,安徽 淮南 236221)

**摘要:**谢桥煤矿主采的13-1煤层为典型的“三软”煤层,尤其是经过复杂地质构造带时,工作面及端头管理困难。采取新型高分子聚合材料(马丽散)注浆加固工艺结合工作面煤壁打聚氨酯木锚杆加固工艺综合治理煤壁、顶煤,进而达到控制顶板及煤壁的目的,取得了显著的安全效益和经济效益,同时为在相似条件的综采和大采高工作面开采中推广、应用提供一定的借鉴作用。

**关键词:**综放工作面;高分子聚合材料;聚氨酯木锚杆

中图分类号:TD823.2

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)06-0087-04

## 1 概况

淮南矿业(集团)有限责任公司谢桥煤矿是一座生产能力800万t/a的现代化矿井。C13-1煤层为主采煤层之一,属典型的“三软”煤层,煤岩松软破碎,裂隙发育,过地质构造带时,工作面片帮、冒顶严重,尤其是过复杂地质构造带时,工作面推进十分缓慢,几乎处于停产状态。谢桥矿先后采取了聚氨酯木锚杆加固、使走向木棚及人工进矸方法,但效果不明显,采用新型高分子聚合材料(马丽散)取得了较好的效果,但马丽散价格高,对其技术参数进行了改进,并结合打聚氨酯木锚杆综合治理煤壁、顶煤及顶板,工作面片帮、冒顶得到了有效控制,大大提高了工作面推进度,通过复杂地质构造带更加快捷,取得了良好的安全效益和经济效益。

## 2 地质条件

1222(3)W工作面为西二C组采区一阶段,工作面可采走向长1661m,倾向长度225.2m,煤层厚

度3.3~5.85m,平均4.78m,煤层结构0.4(0.2)3.08(0.2)0.9m,煤层倾角14.8°。煤的普氏硬度系数 $f=0.3\sim 1.3$ 。表1为煤层顶底板岩性特征。

表1 煤层顶底板岩性特征

名称	岩性	厚度/m	岩性特征
老顶	细砂岩	3.52	浅灰色,石英为主,致密坚硬见方解石脉
直接顶	泥岩	2.5	深灰色,性脆,微含铝土质及炭质成分
13-1煤层	煤	4.78	黑色,块状~粉末状,普遍发育有1~3层夹矸
直接底	泥岩	2.34	深灰~灰色,含植物化石碎片及菱铁矿鳞片
老底	粉砂岩	2.24	浅灰色,石英为主,致密坚硬

工作面2个异常区先后揭露断层3条,形成断层群,影响全工作面,断层落差小于3m,且煤层紊乱、顶底板起伏、煤层局部增厚或变薄,工作面片帮、冒顶严重。

收稿日期:2010-09-08

作者简介:刘晓伟(1979—),男,吉林长岭人,助理工程师,2004年毕业于黑龙江科技学院资源与环境工程学院采矿系,现任淮南矿业(集团)有限责任公司谢桥煤矿综采一队技术主管。

刘晓伟:综放工作面快速过复杂地质构造带技术的探索与应用

87

### 3 生产技术条件

工作面平均煤厚为 4.78 m,工作面机采高度为 2.3~2.5 m,则放煤度高为 2.48~2.28 m,采放比为 1:(1.08~0.91);采用端头斜切进刀,跟底双向割煤,往返一次进 2 刀,循环进尺 0.8 m,使用低位放顶煤支架放煤,一刀一放,放煤步距 0.8 m(根据放顶煤工艺试验报告:在煤厚大于 5.8 m 时,为提高放煤效果,可改为两刀一放,单轮间隔放煤,放煤步距为 1.6 m)。

工作面所用主要设备为 MG300/700-WD 型采煤机,工作面沿倾斜方向布置 149 架 ZF5200-18/28HL 型低位放顶煤液压支架、上下端头各布置 ZFG6200/18/28 型排头支架 2 架。MG300/700-WD 型采煤机主要参数:

装机功率:700 kW	截割功率:2×300 kW
牵引电动机功率:2×40 kW	采高:1.8~2.8 m
截深:800 mm	生产能力:1200 t/h
控制方式:PLC 控制	滚筒直径:1800 mm
煤层硬度:硬或中硬	适应倾角:<25°
牵引速度:0.64~10.4 m/min	牵引力:550 kN
卧底量:≤316 mm	

#### ZF5200-18/28HL 型液压支架主要参数:

支架型号:ZF5200-18/28	支撑高度:1.8~2.8 m
支架宽度:1.43~1.60 m	支架中心距:1.5 m
支护强度:0.66 MPa	对地比压:1.45 MPa
工作阻力:5200 kN/架	初撑力:4640 kN/架
操作方式:本架	系统压力:28 MPa
最小控顶距:5462 mm	最大控顶距:6262 mm

#### BRW-400/31.5 型乳化泵主要参数:

公称压力:31.5 MPa	流量:400 L/min
电机功率:250 kW	

## 4 原理分析

### 4.1 马丽散性质

马丽散是双组分合成高分子——聚亚胺胺脂材料,采用高压灌注进行堵漏,当树脂和催化剂掺在一起时反应或遇水产生膨胀,本身反应或发泡生成多元网状密弹性体,当被高压推挤,注入到煤岩层或裂缝(在高压作用下可以使煤岩层的闭合裂隙张开)时,可沿煤岩层或裂隙渗透直到将所有裂隙充填满。马丽散的粘度低,能渗入细小的裂缝中,

能与地层形成很强的粘合;其良好的柔韧性能承受随后的采动,提高煤体支撑力、机械阻力、煤体整体的内聚力及弹性模量,增加了煤体的自身强度,可实现利用煤体自身作为支护结构的一部分,从而达到加固顶帮、控制工作面顶板垮落的目的。

### 4.2 聚氨酯木锚杆性质

聚氨酯木锚杆锚注加固,是利用聚氨酯化学加固材料发泡能力大的特点,靠加固材料自身反应膨胀,进入钻孔周围一定范围煤体裂隙内,材料固化后与孔内木锚杆共同完成对钻孔周围破碎煤体的起吊、托载、加固。

## 5 煤岩体加固的关键技术

采用注马丽散重点加固地质构造带及顶板破碎段,其它地段采用聚氨酯木锚杆加固,重点锚注煤岩结合面。若片帮严重时(超过 1 m),在工作面中上部打聚氨酯木锚杆加固,并在工作面煤壁打加密眼,加固效果更加明显。

### 5.1 注马丽散加固的关键技术

#### (1) 布孔位置及参数

##### ① 布孔位置

通过在工作面及上下顺槽向工作面打孔注浆,顺槽注马丽散距工作面煤壁 100 m。工作面注马丽散与打聚氨酯木锚杆综合应用时,顺槽注马丽散距工作面煤壁 50 m。

##### ② 布孔参数

工作面注马丽散,自支架前梁下 0.5 m 造孔,仰角 10°,孔深 6 m,孔间距 2 m,孔径 42 mm;顺槽向工作面打孔,孔深 6 m,孔与断层面夹角 10°,孔距 3 m,孔径 42 mm。

工作面注马丽散与打聚氨酯木锚杆综合治理煤壁、顶煤及顶板时,注马丽散自支架前梁下 0.2 m 造孔,仰角 15°,孔深 6 m,煤层变薄带孔深 4 m,孔间距 3 m,孔径 42 mm;顺槽向工作面打孔,孔深 6 m,4 m,深浅孔间隔布置且与所揭露断层面夹角 15°,孔距 3 m,孔径 42 mm。

#### (2) 注浆材料与设备

注浆材料用马丽散树脂及马丽散催化剂 2 种液体成品,按照体积比 1:1 的比例进行配制。

注浆设备采用小型多功能气动注浆泵 1 台,注射枪 1 把,封口器若干(每孔 1 个),自行加工制作注浆铁管若干(每孔 1 根)、注浆铁管(每根 2~3 m)及 DN10~DN13 高压胶管。

### (3) 注浆工艺流程

根据现场情况综合分析确定施工方案—选定合适位置打眼布孔—清理钻孔内煤岩尘—埋设注浆管—安装封口器—连接高压胶管—注射枪及注浆泵—注浆—冲洗设备—停泵—拆除注射枪—观察注浆效果。

### (4) 注意事项和防范措施

①注浆时料桶中应始终有容积 1/3 以上的材料,防止泵吸空。

②正常注浆的情况下,每孔注浆量 2~4 桶,注浆时间为每孔 20 min,注浆终止压力 4~8 MPa;构

造影响段及顶板破碎段可适当增加注浆量(以每孔注 4~8 桶,注浆终止压力 4~6 MPa 为宜)。

③注浆过程中压力达 5 MPa,并稳压 1 min 以上时,即可停注换孔。

④若注浆过程中发现有浆皮炸裂,出现大量漏浆难以封堵时,即可停注换孔。

⑤注浆压力过高(超过 8 MPa)时或发生其它意外事故时,应停止注浆。

## 5.2 打聚氨酯木锚杆加固煤壁的关键技术

### (1) 技术参数

表 2 为聚氨酯木锚杆技术参数。

表 2 聚氨酯木锚杆技术参数

锚孔布置	顶孔距底板/m	孔深/m	仰俯角/(°)	孔间距/m	排距/m	重叠量/m
单排	1.8	2	10	0.75	—	0.4
三花(双排)	2	2	10	0.75	0.6	0.4
五花(三排)	2	2	10	1.5	0.6	0.4

(2) 加固材料与设备。用帮部锚杆机(MQB-35 型)及配套钻杆造孔,装锚杆药包(A、B 组)、木锚杆( $\delta 28 \text{ mm} \times 28 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}$ ),用棉纱封孔。

### (3) 注意事项和防范措施

①在每个锚杆眼内按 BA、BA、BA 顺序放置 2 种药包。

②装好药包后,将木锚杆插入钻孔内,搅拌一定时间后,迅速用棉纱封孔,防止流溢。

## 6 安全效益、经济效益对比分析

各工艺主要经济指标对比见表 3。

表 3 各工艺主要经济指标对比

施工工艺	退尺/m	平均日退尺/m	产量/t	平均日产/t
正常生产	283.85	4.81	294080	8128.75
进异常区影响范围	26.6	3.8	41146	5878
打聚氨酯木锚杆	4.5	0.56	7861.2	982.65
工作面无法正常生产,使棚及部分人工进洞	6.0	0.38	15516.8	969.8
注马丽散	16.8	2.4	10780	1540
注马丽散和打聚氨酯木锚杆	48.8	3.75	34415.7	2294.38

### 6.1 安全效益对比分析

注马丽散固化技术与打聚氨酯木锚杆、工作面使棚及部分人工进洞方法从安全上对比,注马丽散工艺简单,固化快,使煤壁、顶煤及顶板固化为一整体,且取消了贴帮柱,人造假顶,不易片帮、冒顶,工作面条件改善,且顶煤和顶板固化后,其它作业更加安全;而打聚氨酯木锚杆工艺较复杂,尤其是工作面使棚及部分人工进洞方法工艺更加复杂,最重要的是作业中时刻受顶板及煤壁的威胁,易片帮、冒顶,顶板事故多,工伤率高,且劳动强度大。因此,注马丽散工艺在安全上更加优越。

### 6.2 经济效益对比分析

打聚氨酯木锚杆和工作面使棚及部分人工进洞方法相比,退尺和产量上没有明显的区别,而注马丽散与其相比,无论从退尺和产量上相比优势明显,加快了推进度。注马丽散和打聚氨酯木锚杆工艺综合方法与其它方法相比,退尺和产量上更有优势,推进度大大加快,提高了循环率和回采工效;且从成本上考虑,注马丽散和打聚氨酯木锚杆工艺的综合应用比单独注马丽散减少了马丽散消耗量,降低了成本。因此可进一步推定注马丽散和打聚氨酯木锚杆工艺综合治理煤岩体优势显著。

## 7 结 论

(1) 实践表明,高分子聚合材料(马丽散)与聚氨酯木锚杆结合应用,综合治理煤岩体,控制片帮、

冒顶,效果十分显著,加快了推进度,取得了良好的安全效益和经济效益。

(2)应用高分子聚合材料(马丽散)注浆工艺应充分考虑煤岩中层理、裂隙的发育情况,而适当改进技术参数,其中孔间距应视浆液的渗透范围而定,浆液渗透难易取决于煤岩中层理、裂隙的情况。一般情况下,煤岩中层理、裂隙越发育,浆液的扩散效果越好;当层理、裂隙相同时,钻孔贯穿裂隙越多,浆液的扩散效果越好,且钻孔方向与层面夹角

一般为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 为宜。

(3)高分子聚合材料(马丽散)价格高,与其它工艺综合应用,一方面治理效果更加突出,另一方面可降低材料成本。

(4)马丽散与易燃材料同时使用曾发生过发火现象,必须制定安全措施。

(5)注马丽散和打聚氨酯木锚杆工艺综合方法可在相似条件的综放、综采及大采高工作面开采进行推广和应用。

## Study and application of technology of special geologic tectonic zone of full-mechanized face

LIU Xiao-wei

(Xieqiao Coal Mine, Huainan Mining (Group) Co., Ltd., Huainan 236221, China)

**Abstract:** 13-1 coal seam is the typical three-soft coal seam which is the main mining seam in Xieqiao coal mine. It is harder to operate while passing complex geological structures. Control apical plate and coal wall with the method of injecting malisan which is a new polymer polymerized material grouting strengthening technology combining polyurethane wood anchor strengthening technology. This method is a reference for fully mechanized and large cutting height workface mining under the same conditions.

**Key words:** fully mechanized caving face; polymer polymerized material; polyurethane wood anchor

### 欢迎订阅 2011 年《煤》杂志

《煤》杂志是经国家科委和新闻出版总署批准,由原煤炭工业部主管、山西潞安矿业(集团)有限责任公司主办的实用性煤炭科技期刊,国内外公开发刊。《煤》以服务企业、贡献社会为方向,突出实用,注意理论与管理,重点刊发煤炭工业高产高效建设成就,国内外煤炭行业先进技术,煤炭生产中综采、综掘、矿压、支护、运输、提升、机械、电气、地质、通风、煤炭深加工以及经营管理等技术的理论研究和实践成果。常设栏目有:综合论述、专家论坛、市场分析、试验研究、问题探讨、实用技术、成果应用、煤电平台、节能经验、经营管理、信息博览等。

《煤》采用国际流行的 A4 版本,80g 进口双胶纸,80 页,激光照排,胶版印刷,大容量、大信息量、发行范围广,覆盖全国 29 个省、市、自治区。

《煤》实行优稿优酬,赠刊一年,广告收费低,让作者、读者和广告客户得到更多实惠。

《煤》为月刊,每月 15 日出版,每册定价 12 元,全年定价 144 元,邮发代号 22-114,读者可向当地邮局(所)订阅,也可直接向《煤》杂志社订阅,随订随寄。

国内统一连续出版物号:CN 14-1171/TD;国际标准连续出版物号:ISSN 1005-2798

广告许可证:1404003000010

我们愿与国内外煤炭生产企业、煤炭科研院所、大专院校、煤机制造单位、煤炭用户等进行广泛的技术交流与合作,共同打造中国《煤》这一品牌,热忱欢迎国内外煤炭界有识之士不吝赐稿,欢迎广告客商惠刊广告。

邮箱:COAL518@sohu.com;coal@cnluan.com

地址:山西襄垣侯堡《煤》杂志社 邮编:046204