

柔性树脂纤维假顶网在大采高综采工作面末采期的应用

徐拥军

(内蒙古双欣矿业有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

[摘要] 介绍了为保证支架撤除期间顶板的安全性用新型柔性树脂纤维铺假顶网技术, 阐述了挂柔性树脂纤维假顶网的施工工艺。此技术在 222207 工作面施工应用, 经实际测定, 在支架撤除期间, 工作面顶板保持完整, 顶板整体下沉最大为 510mm, 用 6 个生产班实现了工作面与主撤道安全顺利贯通, 出架空间满足了回撤工艺要求, 达到了安全快速撤面的目的。

[关键词] 柔性树脂纤维假顶网; 大采高; 综采工作面; 回撤通道

[中图分类号] TD353 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225 (2014) 01-0074-03

Application of Flexible Resin Fiber Mesh in End Mining of Large-mining-height Full-mechanized Mining Face

大采高综采工作面液压支架的回撤由于工作面采高大, 为保证支架撤除期间的安全性, 顶板维护显得尤为重要。以往大采高综采工作面末采期采用的金属菱形网, 在运网、联网以及支护质量上存在着很多安全问题。柔性树脂纤维假顶网采用一次性铺设, 免除联网工序, 减少停机时间, 柔性网整体性强, 上架及移动速度快, 提高了生产效率, 减少了未采时间。网片可根据工作面情况预制不同强度和规格, 避免了作业人员使用金属网时频繁运网和联网作业, 降低了作业人员劳动强度, 保障了作业人员的安全。

1 基本情况

1.1 工作面概况

222207 工作面为内蒙古双欣矿业杨家村煤矿 22 采区第 3 个回采工作面, 工作面布置在矿井一水平 2-2_上煤层中, 该工作面四周及上下煤层均未开采, 为实体煤。2-2_上煤层可采范围埋深 120 ~ 155m, 平均 140m 左右, 该工作面有效回采长度为 1932m, 倾向长度为 154m, 平均煤厚为 6.05m, 平均采高 5.5m。

工作面顶板为细粒砂岩及砂质泥岩, 底板为泥岩及粉砂岩。吸水状态抗压强度 1.2 ~ 9.4MPa, 自然状态抗压强度 $f = 5.7 \sim 76.9$ MPa, 平均 24.3MPa, 煤层坚固性系数 0.58 ~ 7.84, 抗拉强度 0.38 ~ 3.79MPa, 抗剪强度 1.44 ~ 17.39MPa, 软

化系数 0.06 ~ 0.43。煤层顶底情况见图 1。

柱状 (1:200)	岩性	层厚/m	岩性描述
粉砂岩	粉砂岩	8.59~33.59 24.67	深灰色, 性脆, 泥质胶结抗压强度 10.4~44.8MPa, 平均 24.1MPa, $f=1.8 \sim 2.4$
煤2-1 _下	煤2-1 _下	1.1~3.47 2.1	该煤层结构较简单, 不含或含 1 层夹矸, $f=1.9 \sim 2.6$
细砂岩	细砂岩	0.85~19.82 4.91	灰白色, 细粒结构, 抗压强度 24.8~32.8MPa, 平均 29.2MPa, $f=1.8 \sim 2.9$
泥岩	泥岩	0.8~3.1 1.83	灰色、灰黑色, 巨厚层状, 水平层理, 抗压强度 8.5~13.5MPa, 平均 10.3MPa, $f=0.8 \sim 1.3$
煤2-2 _上	煤2-2 _上	0.85~19.82 4.91	该煤层结构较简单, 一般含 1~2 层夹矸, $f=1.5 \sim 2.4$
泥岩	泥岩	1.5~2.52 1.95	灰褐色至深灰色, 泥质结构, 致密, 性脆, 易碎, 抗压强度 4.8~9.2MPa, 平均 7.8MPa, $f=0.5 \sim 0.9$
粉砂岩	粉砂岩	9.32~16.32 12.25	深灰色, 性脆, 泥质胶结, 抗压强度 28.8~32.8MPa, 平均 31.4MPa, $f=2.8 \sim 3.3$
细砂岩	细砂岩	5.27~9.26 7.52	深灰色, 性脆, 泥质胶结, 抗压强度 24.8~32.8MPa, 平均 29.2MPa
煤3-1	煤3-1	0.8~2.77 1.68	煤层结构复杂, 为较稳定煤层, 不含或含 1~3 层夹矸

图 1 井煤层钻孔柱状

因工作面顶底板强度小, 完整性差, 故在工作面回采期间, 留 0.3m 左右的顶煤和 0.2m 左右的底煤, 以利顶板管理。在工作面末采期间, 采用了柔性树脂纤维网整体上网施工技术, 取得了良好的效果。

1.2 矿用柔性树脂纤维假顶网简介

[收稿日期] 2013-06-24

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2014.01.021

[作者简介] 徐拥军 (1963-), 男, 山东淄博人, 工程师, 现任内蒙古双欣矿业有限公司副总经理。

[引用格式] 徐拥军. 柔性树脂纤维假顶网在大采高综采工作面末采期的应用 [J]. 煤矿开采, 2014, 19 (1): 74-76, 106.

矿用柔性树脂纤维假顶网是以高强度聚酯纤维长丝为原料,用高模、高强度涤纶长丝捆绑编织成基体,在该基体的表面涂覆一层可阻燃导静电的涂层,然后通过编织工艺加工成不同强度和规格的矿用产品。该产品重量轻,每平方米柔性网重量只有同类金属网的一半左右,每平方米的最大拉力强度可达 1200kN,是金属网无法相比的。该产品不易老化,耐酸碱,柔韧性好、重量轻,使用寿命长,具有强度高、阻燃、抗静电等性能,可应用于巷道支护、工作面铺设假顶。其技术参数见表 1。

表 1 柔性树脂纤维假顶网技术参数

型号	拉伸强度 / ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)		拉断伸 长率 /%	重量 / ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	网格尺寸 /mm × mm
	经向	纬向			
PET100 × 80RS	100	80	< 15	9	50 × 50
PET200 × 200RS	200	200	< 15	22	30 × 30
PET400 × 400RS	400	400	< 15	30	40 × 25
PET600 × 400RS	600	400	< 15	38	40 × 30
PET800 × 800RS	800	800	< 15	49	30 × 30

2 未采期挂柔性树脂纤维假顶网的施工工艺

2.1 挂网前的准备工作

2.1.1 工作面与停采线调齐

根据工作面停采线位置,提前 50m 调整工作面机头、机尾与停采位置的距离,确保工作面机头、机尾同时到达停采线位置,并保证工作面刮板输送机及支架不上窜、下滑。

2.1.2 工作面层位调整

工作面未采期间,随时掌握推进度,当工作面与停采线剩余 50m 时,及时测量工作面层位状况,确保工作面与主撤通道在同一层位贯通,顶底板不出现大的错差。

2.1.3 工程质量要求及主要材料设备的准备

(1) 工作面距停采线 14m 时开始铺设柔性网,挂网前必须保证所有支架都达到设计初撑力,确保工作面支护强度,同时保持顶板完整,工作面直线度符合作业规程规定。

(2) 挂网前在工作面安装 4 台风动锚杆钻机,同时准备好 $\phi 16 - M18 - 1000\text{mm}$ 锚杆、锚固剂、钻杆、钻头、搅拌器、打锚杆用的梯子和木板,并将柔性树脂纤维网、钢丝绳、16 号网丝等材料,根据需要量运到位,按顺序码放整齐,不得影响施工。支架提前安装好连接钢丝绳的绞盘和滑轮,每个支架安装 1 个绞盘和卡箍,卡箍安装在支架缸套上,滑轮安装在吊环上,绞盘、钢丝绳和滑轮尽量保持在同一直线上。

(3) 根据 222207 工作面未采期控制顶板方

案,考虑到网子下垂等因素,根据工作面实际长度增加 6m 的富余量(不包括两巷道),根据顶板实际压力情况及达到合理经济的目的,编制 1 块 $\text{PET}400 \times 400\text{RS}$ 与 $\text{PET}800 \times 800\text{RS}$ 混合编织整体柔性纤维网,长 × 宽为 $160\text{m} \times 14\text{m}$,网格大小为 $40\text{mm} \times 30\text{mm}$,沿网片长边在距离网端 200mm 铺设 1 根长 166m, $\phi 10\text{mm}$ 的钢丝绳,同时在网的另一长边侧距离网端 1800mm 铺设 4 条 $\phi 18.5\text{mm}$ 钢丝绳(钢丝绳预先固定在柔性纤维网上),绳间距为 1000mm,工作面挂网时另外铺设 4 条 $\phi 18.5\text{mm}$ 钢丝绳,共计 8 条钢丝绳。柔性网编织工艺见图 2。

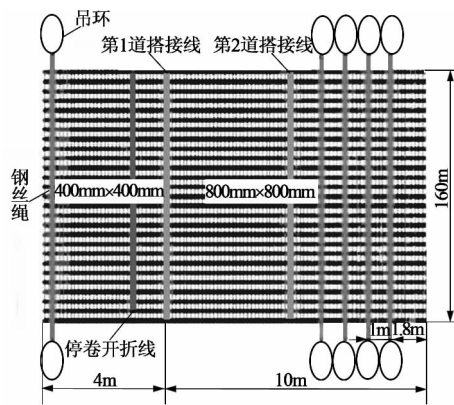


图 2 222207 工作面柔性网编织工艺

(4) 在柔性网进入运输机之前,在机尾处支设 3 棵以上单体支柱,并固定连锁,防止网在该处拖拉时被损坏,必要时使用旧胶带对该处进行防护。为了防止拖运网和上网后的采煤过程中,采煤机身上的棱角刮坏网片,在采煤机机身及摇臂上铺设旧胶带并捆绑固定。

2.2 挂网施工

2.2.1 挂网施工主要步骤

挂网施工共分 4 个大步骤:网片进入工作面后展开,用钢丝绳吊挂在支架顶梁下部;吊起网片后采煤机割煤;割煤过后,放网,然后顺序移架,再吊起网;树脂纤维网片铺设完成,联网及锚索固定,然后开始回撤。

关键步骤中柔性网配合采煤、移架过程如图 3、图 4 所示。割煤前用手动绞盘将纤维网绞起,开始割煤;割煤后松开手动绞盘将纤维网放下,然后跟机拉架;拉架后用手动绞盘将纤维网绞起,采煤机返机清浮煤,纤维网恢复到图 3 状态。

2.2.2 铺网实施工艺

(1) 柔性树脂纤维网在工作面挂网前一次性运输至工作面回风巷。在回风巷合适位置上设置导向装置,便于网片运输至工作面。网片放置方向应正确,保证网片进入工作面后可向支架侧打开。

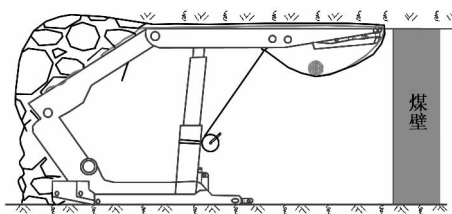


图 3 割煤前

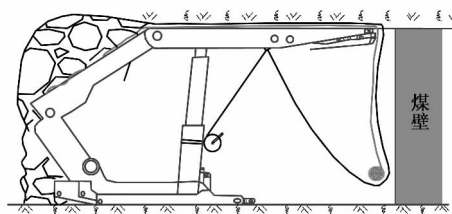


图 4 割煤后

导向装置可利用胶带托辊或 3 个以上单体支柱代替。另外,在工作面巷道有尖锐突起物处铺设覆盖物(一般采用废胶带),将其放置在巷道底板用来防止网片挂伤。

(2) 采煤机割煤距停采线 14m 时开始挂网,在割铺第一茬网前的最后一刀煤时只割顶煤,不割底煤,由采煤机司机负责调高采煤机后滚筒的位置,使工作面煤壁留出一个台阶,要求所留的台阶必须平整,截深要够,便于在其上搭设打眼的工作台。处理完工作面片帮、鳞皮,拉空输送机,闭锁工作面设备,在确认无安全隐患后进行打锚杆、挂钢丝绳、挂网作业。

(3) 采煤机停在靠运输巷侧,停机后固定导向装置,用链条将网片的端头和刮板机链连接起来,启动刮板机向机头位置拖动网片,直至将全部网片拖到工作面。

(4) 网片不得扭曲,起始端的钢丝绳清晰可见。将捆住网片的绳索剪断,放开折叠的部分,使网片有 5.0m 左右外露,便于安装。

(5) 将隔架绞盘上面安装好的钢丝绳,在网片下面穿过与起始端的钢丝绳连接。

(6) 采用锚杆固定钢丝绳的方法将柔性网网边与钢丝绳固定在顶板上。每 2 个支架打 1 个眼,将眼打在支架间前梁端,每根锚杆使用 1 支锚固剂和马蹄环,并将钢丝绳穿过马蹄环后上好锚杆螺帽,用采煤机预紧钢丝绳后将钢丝绳两端与巷道锚索固定。固定柔性网时,采用手动绞盘上的钢丝绳将柔性网网边与顶板固定钢丝绳绞起,并使用自锁环或铁丝等将 2 根钢丝绳固定在一起。

(7) 上网工作完成后,撤出工作面机道内人员,用绞盘将网片拉起,吊至支架下方,并确保下

方有采煤机能正常通过空间。开始割下一刀煤。

(8) 先松开绞盘上的绳子,让网片下落 1.5m 左右距离,然后逐架拉移支架,在滞后采煤机后滚筒 4 个架左右拉架,应确保每个支架降下来的幅度足够多,以免刮坏网片。

(9) 拉完支架后,再用绞盘将网片绞起,重复割煤—放网—移架—收网—割煤程序,直到工作面停采。

(10) 距停采线 8m 时,沿倾向在距顶板下 1.0m 处,挂 1 根 $\phi 18.5\text{mm}$ 钢丝绳,钢丝绳与纤维网中间每隔 200mm 用 14 号双股铁丝连一扣,每 1.0m 挂 1 道钢丝绳,共铺 7 根。

(11) 工作面推进到回撤通道位置后,将柔性网与回撤通道顶板金属网联接,联接工艺及要求与金属网施工工艺相同。

3 现场实施效果

222207 工作面未采从 2012 年 4 月 10 日中班开始实施挂网工作,到 4 月 12 日中班挂网工作结束,共用 6 个生产班,实现了工作面与主撤道安全顺利贯通,回采速度较快,护顶柔性树脂纤维网完好,贯通质量较 222201 和 222203 工作面有明显改善,从未采挂网到回撤结束,工作面顶板保持完整,主回撤道原始支护有效,顶板整体下沉量小(最大为 510mm),出架空间满足了回撤工艺要求,达到了安全快速撤面的目的,为今后实现工作面安全快速撤出积累了经验。

4 结束语

高强度柔性树脂纤维网整体铺网护顶技术,为煤矿高效末采提供了一整套同步上网整体铺设新工艺,该工艺简化了收尾工序,提高了综采工作面回撤效率和安全性。通过铺网实践认为大采高综采工作面未采使用整体柔性网具有以下几个方面优点:

(1) 与金属网相比,柔性网一次性铺设,免除联网工序,减少停机时间,增加了推进速度,减少了矿山压力积聚对顶板和煤壁的影响时间,增加了顶板和煤壁的完整性,减少了漏顶、溜帮现象。

(2) 避免频繁运网和进入面前进行联网作业,为铺网工作人员创造了安全的空间,提高了作业的安全性,同时也降低了铺网的劳动强度。

(3) 柔性网整体性强,上架及移动速度快,提高了生产效率,减少了未采时间。

(4) 铺网和割煤、推溜和移架协调作业,循

(下转 106 页)

驱动上限与驱动下限值重合, 泡沫驱动压力趋于稳定, 近似维持在 0.068 ~ 0.069 MPa。

(4) 风量较小时, 泡沫的喷射距离随着供风量的不断增加而增加, 最大可达 3m, 风量超过 65 m³/h 后, 喷射距离很难再进一步提升, 其主要原因是, 风量的持续增大, 造成泡沫破裂雾化特别严重, 因而单纯依靠风量提升喷射距离是不可能的, 如果提升喷射距离, 必须综合考虑水量及水压等因素。

[参考文献]

- [1] 陆新晓, 王德明, 任万兴. 泡沫降尘技术在掘进工作面的研究与应用 [J]. 矿业安全与环保, 2012, 39 (1): 27-29, 6.
- [2] Hetang Wang, Deming Wang, Wanxing Ren. Application of foam to suppress rock dust in a large cross-section rock roadway driven with roadheader [J]. Advanced Powder Technology, 2013, 24 (1): 257-262.

(上接 23 页)

离子形成各种组合; 阴离子与 HCO₃⁻ 为主, 可与 SO₄²⁻ 离子形成组合, 主要成分中一般不含 Cl⁻; 中、下含水阳离子均以 Na⁺ 为主, 中含阴离子以 Cl⁻ 为主, 下含阴离子以 Cl-SO₄ 为主, 其中下含 SO₄²⁻ 相对含量普遍高于中含, 分析认为由沉积环境所致。

(3) 由离子组合与相对含量关系可以从 3 个含水层中直接判别上含水水源, 部分判别出中、下含水水源。

(4) 运用 BP 神经网络可以很清晰地判别 3 个含水层水源, 以及各含水层水质之间相似程度。

[参考文献]

- [1] 刘鑫, 陈陆望, 等. 采动影响下矿井突水水源 Fisher 判别与地下水补给关系反演 [J]. 水文地质工程地质, 2013 (4).

(上接 76 页)

环速度快, 工艺紧凑, 减少了窝工、怠工现象。

(5) 柔性网强度大, 护表能力强、整体性好, 为支架回撤创造了良好的工作环境。

[参考文献]

- [1] 王国法, 等. 液压支架技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999.
- [2] 许政, 刘士卫, 丁向. 大采高液压支架回撤工艺与措施 [J]. 煤矿开采, 2012, 17 (6): 40-42.
- [3] 朱明国, 鲁展, 徐平. 综采工作面下行拆除工艺 [J].

- [3] 汪庐山, 曹嫣妮, 于田田, 等. 气液界面特性对泡沫稳定性影响研究 [J]. 石油钻采工艺, 2007, 29 (1): 75-79.
- [4] 刘宏生. 二元泡沫流动性能影响因素研究 [J]. 西南石油大学学报 (自然科学版), 2011, 33 (4): 144-148.
- [5] 蒋仲安, 李怀宇. 泡沫除尘技术的研究与应用 [J]. 中国安全科学学报, 1997, 7 (3): 53-57.
- [6] 王志伟, 张毅, 魏淋生. 孔隙介质中泡沫形成机理研究进展 [J]. 石油地质与工程, 2008, 22 (3): 8-11, 1.
- [7] Rossen, W. R. Theory of mobilization pressure gradient of flowing foams in porous media [J]. Journal of Colloid and Interface Science, 1990 (136): 1-53.
- [8] Gauglitz P A, Friedmann F, Kim S I. Foam generation in homogeneous porous media [J]. Chemical Engineering Science, 2002 (57): 4037-4052.
- [9] 刘程, 米裕民. 表面活性剂性质理论与应用 [M]. 北京: 工业大学出版社, 2003.
- [10] 林宗虎, 王树众, 王栋. 气液两相流和沸腾传热 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2003.
- [11] 陆新晓, 王德明, 王和堂, 等. 矿用除尘泡沫的实验研究 [J]. 煤矿安全, 2011, 42 (6): 1-3. [责任编辑: 李青]

- [2] 淮南矿业集团地质勘探工程处. 谢桥井田煤系上覆第三系地层 (红层) 隔水性补勘验证评价报告 [R]. 淮南: 淮南矿业集团地质勘探工程处, 1999.
- [3] 安徽水文勘探队. 潘北井田新生界水文地质补充勘探报告 [R]. 宿州: 安徽水文勘探队, 2011.
- [4] 江苏二队. 潘三矿井田西翼新生界水文地质补充勘探报告 [R]. 徐州: 江苏二队, 2011.
- [5] 宋传中, 朱光, 刘国生. 淮南煤田的构造厘定及动力学控制 [J]. 煤田地质与勘探, 2005 (1).
- [6] 王大纯, 张人权, 等. 水文地质学基础 [M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- [7] 苏明金, 李源, 贾少平. 潘北矿 F1 断层组性质与含、导水性分析 [J]. 煤矿开采, 2012, 17 (5): 23-25.
- [8] 沈照理, 朱碗华, 钟佐荣. 水文地球化学基础 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [9] 徐忠杰, 杨永国, 汤琳. 神经网络在矿井水源判别中的应用 [J]. 煤矿安全, 2007 (2): 4-6, 17.
- [10] 丛爽. 面向 MATLAB 工具箱的神经网络理论与应用 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1998. [责任编辑: 王兴库]

煤矿开采, 2005, 10 (3): 37-52.

- [4] 吕兆海, 张建华, 黄相明, 等. 清水营矿综采面安全回撤和快速安装工艺研究 [J]. 煤, 2012 (4).
- [5] 吕兆海, 丁学福, 黄相明, 等. 大倾角综采工作面搬家倒面新工艺应用研究 [A]. 第七届全国煤炭工业生产一线青年技术创新文集 [C]. 北京: 煤炭工业出版社, 2012.
- [6] 郭凡进. 综采工作面多通道回撤柔性树脂纤维网挂网工艺 [J]. 煤矿安全, 2011 (4).
- [7] 张文, 王纪山, 李文皓. 柔性树脂纤维网在综采放顶煤工作面回撤中的应用 [J]. 煤矿支护, 2011 (11).
- [8] 刘永军. 矿用高强聚酯纤维柔性树脂网在综采回撤中的应用 [J]. 煤矿支护, 2013 (5). [责任编辑: 姜鹏飞]