

化学加固材料在 12702 工作面切眼围岩支护中应用

李国成 (西山煤电马兰矿, 山西 古交 030200)

摘要: 12702 切眼原采用锚网索支护方式, 受到围岩裂隙以及地质构造发育等因素影响, 切眼围岩变形量较大, 在一定程度上制约后续的综合采设备安装。为此, 提出采用化学注浆方式对切眼围岩进行加固, 并依据现场实际情况对注浆加固参数进行设计。现场应用后, 切眼顶板岩层离层量控制在 2.3mm 以内, 表层变形量最大为 23mm, 取得较好的围岩控制效果。研究成果可为其他矿井类似情况下的切眼围岩控制提供经验参考。

关键词: 化学材料; 注浆加固; 切眼; 破碎围岩; 地质构造; 围岩支护

0 前言

切眼是实现综采工作面回采巷道贯通、通风以及综采设备安装布置等工作开展的通道, 确保切眼围岩稳定对提高工作面生产效率具有重要意义^[1-2]。现阶段工作面切眼普遍采用锚网索支护方式, 部分矿井通过单体+工字钢对切眼进行补强^[3]。随着矿井综合机械化设备功率不断增加, 切眼断面有所加大, 特别是切眼周边发育有地质构造时, 切眼围岩控制难度会显著增加^[4-7]。马兰矿 12702 工作面切眼沿着山西组 2 号煤层顶板掘进, 受到地质构造影响, 切眼围岩控制难度增加, 为此, 文中提出采用锚网索+化学注浆方式控制围岩变形, 现场应用取得较好成果。

1 工程概况

12702 切眼地表位于大罢沟东部、宋家坡沟西部、孙家坡以南、张山圪垛北部, 榆树梁横穿工作面。地表出露地层以 Q2+3、N2、P2S2 为主。12702 切眼沿 2 号煤稳定的顶板掘进, 采用 EBZ-160 型掘进机截割破煤岩, 2 号煤层盖山厚度 375~485m、平均 425m, 煤层厚度平均 2.07m、倾角 4°。切眼采用矩形断面, 宽度 4.2m、高度 2.7m, 具体 2 号煤层顶底板岩性参数见表 1 所示。

表 1 顶底板岩性参数

| 类型 | 岩石名称 | 厚度 (m) |
|-----|-------|-----------------|
| 老顶 | 中砂岩 | 1.4~3.60 (2.7) |
| 直接顶 | 粉砂质泥岩 | 0.6~1.70 (1.5) |
| 直接底 | 粉砂岩 | 0.8~1.25 (1.05) |
| | 3 号煤 | 0.31 |
| 老底 | 粉砂质泥岩 | 2.36 |

12702 切眼开口于 12702 皮带巷, 开口处东南侧实体平距间隔 52.0m 为 10704 皮带巷 (废巷), 开口西南侧 194.7m 为 10704 采空区, 开口东南侧实体平距间隔 118.2m 为 10706 采空区; 西南侧平距间隔 28.0m 为 10702 采空区; 切眼到位处东北侧最小间隔 28m、89m 分别为 12309、10309 采空区, 到位处西北侧平距最小间隔 111.3m、123.9m 分别为 10208、12208 采空区。临近巷道对本巷道的掘进造成的影响较小。

根据已有的地质资料显示, 12702 切眼掘进至 8m、48m、56m 等位置会揭露有落差在 0.6~1.2m 的逆断层。同时根据切眼及邻近工程揭露资料分析, 围岩节理、裂隙较发育, 对施工有一定影响。12702 切眼原采用锚网

索支护形式, 受到裂隙以及地质构造发育影响, 切眼围岩变形严重, 在一定程度上制约切眼正常使用。

2 巷道支护参数以及注浆加固设计

2.1 锚网索支护参数

2.1.1 锚杆、锚索施工参数

切眼顶板采用“Φ20×2000mm 螺纹钢锚杆+菱形网+钢筋钢带+锚索”联合支护。顶锚杆间、排距 950×1000mm, 每排 5 根, 使用 1 个 MSCK_{b2360} 和 1 个 MSK₂₃₈₀ 型树脂锚固剂锚固 (MSCK_{b2360} 在上、MSK₂₃₈₀ 在下); 锚索排距 1000mm, 按“二、一”布置在两排锚杆 (钢带) 中间, 不占锚杆位置, 两根锚索时, 锚索间距 1800mm 锚索规格 Φ21.6×5200mm, 若巷道顶板层间距变化, 锚索无法锚固在稳定的岩层中时, 锚索规格变为 Φ21.6×7200mm。锚杆及锚索钻孔均用 MQT-130/2.8 型气动锚杆钻机, 配套使用 Φ28mm 钻头, B=19mm、L=1.0m 钢钎钻进。

落山帮采用“Φ20×2000mm 螺纹钢锚杆+菱形网”联合支护, 帮锚杆“矩形”布置, 间、排距 1000×1000mm, 每排 2 根, 上侧帮锚杆距顶板 400mm。回采帮采用 Φ20×1800mm 玻璃钢锚杆支护, 帮锚杆“矩形”布置, 间、排距 1000×1000mm, 每排 2 根, 上侧帮锚杆距顶板 400mm。

2.1.2 金属网施工参数

顶板用 2 卷 2.0×3.0m 菱形网配合铺设, 落山帮用 1 卷 2.0×3.0m 菱形网铺设。铺设时, 长边沿巷道掘进方向铺设, 网与网之间重叠搭接不小于 100mm, 用双股 14# 铁丝呈“三花”型连接, 连接扣间距不大于 300mm; 掘进方向短边网与网之间要用一根成型铁丝直接连接, 两端扭接。要求金属网铺设平整、密贴顶 (帮)、相互拉紧, 不留网包, 帮网必须压在托盘里, 最下排帮网超出托盘 200mm。

2.2 化学注浆加固

2.2.1 注浆系统

为了确保 12702 切眼围岩稳定, 降低切眼围岩变形量, 采用化学注浆方式提高切眼围岩稳定性及承载能力。化学注浆加固集中在切眼顶板上, 当巷帮裂隙发育以及变形量较大时可进行同步注浆。在顶板中部布置一排注浆孔, 排距为 2000mm, 注浆孔深度均为 6.6m。由于围

岩破碎，为了提高注浆效果，采用浅部+深部相结合方式进行注浆。

2.2.2 注浆管路布置

切眼表层围岩裂隙发育，为了提高围岩注浆加固效果，采用浅部+深部相结合方式进行注浆，即通过一种注浆材料、一个注浆钻孔实现浅部松动裂隙以及深部小裂隙加固，提高注浆加固效果。具体使用的注浆管路结构见图1所示。

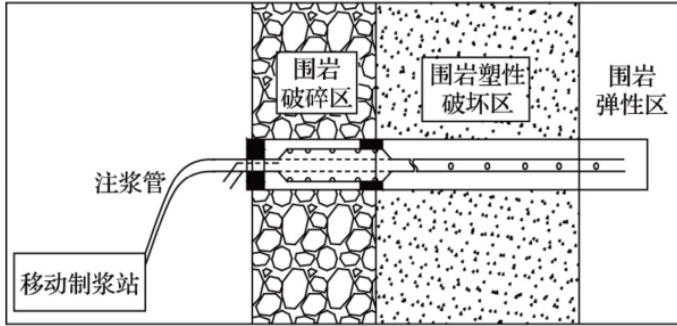


图1 注浆管路结构图

浅孔射浆孔（浅孔注浆管）位于巷道表层浅部注浆段内、深孔射浆孔位于深部注浆段内，两个注浆孔使用的注浆浆液相同，但是注浆浓度存在差异。

2.2.3 注浆设备

在切眼内使用一套双液注浆系统，主要设备为盛浆桶、注浆输液管路、2BZQ注浆泵、QB260搅拌泵等。将不同组份的注浆浆液按照不同配比装入到QB260搅拌泵内，混合均匀后使用2BZQ注浆泵混合后的浆液泵送至注浆孔内进行围岩加固。

2.3 加固材料

在12702切眼使用的化学材料类型为固安特CM-11。该种化学加固材料具有渗透性强、粘结强度高。加固材料在围岩微小裂隙中胶结后可明显提高岩层强度以及稳定性，具体使用的加固材料性能参数见表2所示。

表2 固安特CM-11性能参数

| 项目 | 粘度 / (MPa·s) | 混合体积比 | 反应开始时间 (s) | 反应结束时间 (s) | 最大抗压强度 (MPa) | 最大粘结强度 (MPa) | 扩散半径 |
|---------|--------------|-------|------------|------------|--------------|--------------|--------|
| CM-11树脂 | 200~300 | 1 | 30~50 | 65~85 | ≥ 55 | ≥ 3.0 | ≥ 2.0m |
| 催化剂 | CM-200~250 | 1 | 30~50 | 65~85 | ≥ 55 | ≥ 3.0 | ≥ 2.0m |

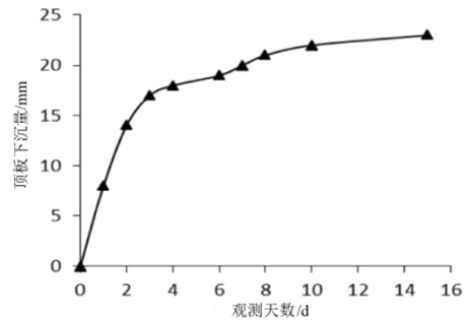
12702切眼内注浆压力设计为2MPa、预计有效扩展半径为1.5m~2.0m，当切眼顶板出现浆液外渗时即可停止注浆

3 化学注浆加固效果分析

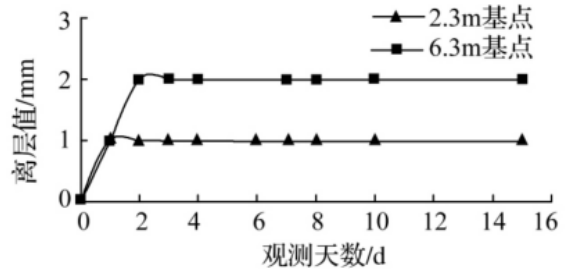
对12702切眼进行锚网索支护以及化学注浆加固后，对切岩顶板表层变形情况以及深部岩层离层情况进行测定，具体顶板变形量监测结果见图2所示。

从切眼顶板变形量监测结果看出，6.3m、2.3基点测定的岩层离层量分别控制在2.3mm、1.1mm；巷道表层围岩变形量耗时16d即趋于稳定，最大变形量稳定在

23mm。切眼顶板采用锚网索支护以及化学注浆加固后，顶板岩层承载能力以及稳定性得以有效提升。



(a) 表层变形



(b) 深部岩层离层

图2 顶板变形量监测结果

4 总结

12702切眼采用锚网索支护时围岩变形量较大的主要原因是切眼顶板岩层裂隙发育、锚杆及锚索锚固端未在稳定的岩层中。因此，提高围岩稳定性以及承载能力，并为锚杆、锚索提供较为稳定的锚固基础是降低切眼围岩变形的关键。

提出将使用化学注浆方式控制切眼围岩变形，在切眼顶板中间位置按照2000mm间距布置一排注浆孔，材料类型为固安特CM-11，注浆加固深度6.6m、注浆压力2MPa。现场应用后，切眼顶板岩层稳定性得以明显提升，顶板最大变形量控制在23mm以内。

参考文献:

- [1] 梁晓敏, 郝兵元. 松散破碎围岩双循环注浆加固试验研究[J]. 矿业安全与环保, 2021, 48(02): 12-17.
- [2] 原海鹏. 动压影响破碎围岩巷道注浆加固技术研究[J]. 煤, 2021, 30(01): 62-64.
- [3] 楚超. 综采面过断层泥质破碎带注浆加固技术研究[J]. 中国矿山工程, 2020, 49(05): 41-43.
- [4] 康红普, 张镇, 黄志增. 我国煤矿顶板灾害的特点及防控技术[J]. 煤矿安全, 2020, 51(10): 24-33+38.
- [5] 魏强. 开拓巷道顶板淋水封堵技术实践[J]. 能源与节能, 2020(08): 162-163+165.
- [6] 张琰崇. 综采工作面注浆锚索超前支护技术研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2020.
- [7] 王利. 裂隙岩体化学加固和堵水技术研究及应用[J]. 煤炭工程, 2013, 45(07): 39-41.

作者简介:

李国成(1990-), 男, 山西朔州人, 大专, 从事煤炭开采工作。