

# 锚网喷+锚索+可伸缩 U 型钢支架联合支护在过断层破碎带中的实践与应用

崔治国

(山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司)

**摘要:** 针对望云煤矿过断层破碎带的实际情况,探索使用 "锚网喷+锚索+可伸缩 U 型钢支架"联合支护技术,并对实施效果进行了检测和分析,证实该支护方式的可行性与有效性。

**关键词:** 断层破碎带; 联合支护; 实践应用

## 0 前言

山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司位于山西省高平市寺庄镇,井田面积 16.6527km<sup>2</sup>,年生产能力 900kt/a,核准开采 3—15#煤层,现采山西组 3#煤层,倾角 3~12°,属近水平煤层,受庄头大断层(落差 60-84m)影响,井田内次生断层多,陷落柱发育,仅现采区 5.4 km<sup>2</sup>的井田范围内大小构造数量就达 38 条之多,其中大型断层 2 条,中型断层 5 条,小型断层 13 条,岩溶陷落柱 18 个,地质条件相当复杂。

复杂的地质条件造成矿井大巷开拓速度缓慢,直接导致采区接替紧张。望云煤矿结合矿井地质煤岩层赋存条件及施工技术水平,通过现场调研、取样、理论分析计算及计算机数值模拟等方法,系统分析断层围岩稳定性特征,针对性的提出“锚网喷+锚索+可伸缩 U 型钢支架”联合支护方式穿越断层破碎带,经过试验,掘进速度显著加快,支护安全效果良好。

## 1 试验巷道概况

1.1 本次试验是在轨道大巷穿越 F14 断层过程中进行, F14 断层由三维地震解释,走向 N75° E,倾向 N15° W,倾角 70~75° 左右,其北盘下降,南盘上升,属正断层,落差 25m,延伸长度 520m。

施工地质条件见图 1

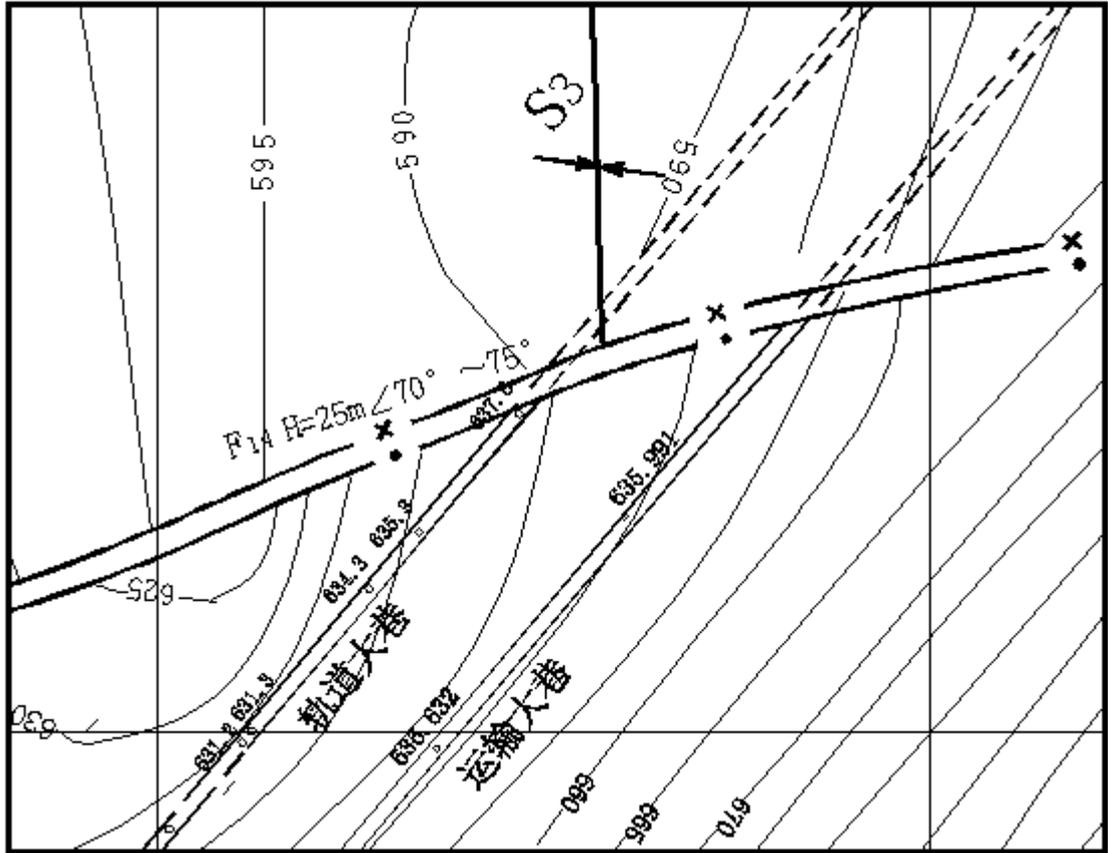


图 1

工作面巷道及顶板岩性以泥岩、砂质泥岩碎块填充体为主，局部为中细砂岩，围岩层理、节理密集发育，松软破碎，强度较低，遇水易膨胀，属 V 类围岩。水文地质条件较简单，无渗水现象。

1.2 轨道大巷目前掘进采用光面爆破施工，CMJ17HT 型全岩掘进钻车钻眼，ZCD-60R 型侧卸装岩机装岩。巷道断面为直墙半圆拱，净宽 4.2m，直墙净高 1.5m，拱高 2.1m，净断面为 13.22 m<sup>2</sup>，支护形式采用锚喷支护。

## 2 方案设计

针对所掘巷道工作面地质赋存条件及围岩特征，采用“锚网喷+锚索+可伸缩 U 型钢支架”联合支护方式来控制巷道顶帮围岩。

### 2.1 支护机理

一次支护依据锚杆支护原理，通过增加锚杆、锚索长度及密度，采用挤压加固理论、组合拱理论、减跨理论和悬吊理论，辅助铺设金属网、喷浆，充分利用巷道顶帮围岩的原始残余弹性承载力对松动圈进行加固，实现锚喷支护体与围岩相互作用和共同承载的主动支护。

采用可伸缩 U 型钢支架壁后充填对巷道围岩进行二次加固，使支架与围岩整体接触，初撑力大，增阻速度快，工作阻力大，承载均匀，进一步有效控制软岩巷道的大变形。

### 2.2 支护参数及技术要求

轨道大巷采用金属网配合锚杆、锚索和槽钢托梁进行支护。巷道顶、帮铺设金属网，金属网规格为 1000×2000mm，网孔为 100×100mm，用  $\phi 4\sim 6$ mm 盘条焊接制成。锚杆布置

成三花眼，间、排距 700mm，规格为  $\phi 20 \times 2400\text{mm}$  高强左旋螺纹钢锚杆，采用一支 K2335，一支 Z2360 锚固，锚固长度 1200mm，锚固力  $\geq 100\text{kN}$ 。锚索钢线规格  $\phi 15.24\text{mm} \times 8500\text{mm}$ ，间、排距 1500mm，采用一支 K2335，两支 Z2360 锚固，锚固长度  $\geq 1500\text{mm}$ ，锚固力  $\geq 200\text{kN}$ 。托梁为 L=1000mm 的 12#槽钢。混凝土喷层厚度 100mm，标号不低于 C25，比例：水泥：水：沙：石子=1：0.42：1.63：1.77，速凝剂为水泥用量 5%；

可伸缩 U 型钢支架采用 25#U 型钢制作，由三个基本构件组成，弧形顶梁两端插入和搭接在柱腿的弯曲部分上，组成一个半圆拱。腿梁搭接长度 400mm，由两个卡缆固定，下部焊接 150×150×10mm 钢板底座。可伸缩 U 型钢支架拱基净宽 4200mm，拱高 2100mm，腿长 1600mm；支架间采用金属拉杆固定，架间距 1000mm，壁后采用水泥背板充填。

支护示意图见图 2

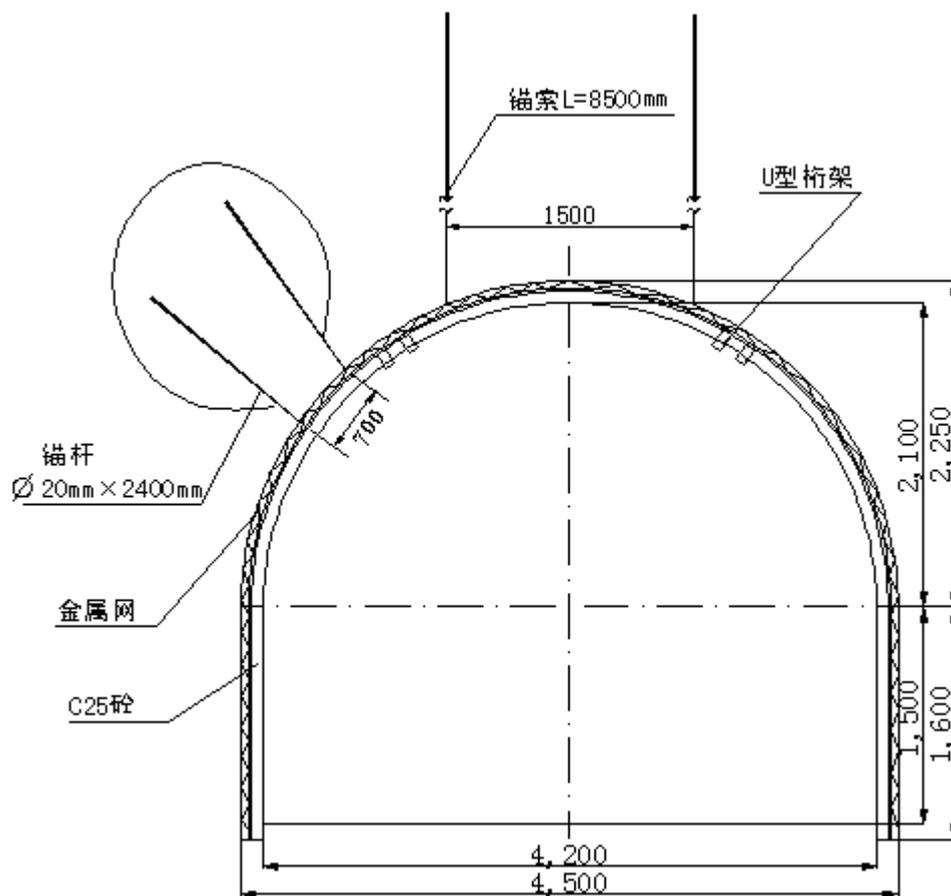


图 2

### 2.3 施工工艺及要求

2.3.1 工艺流程:光面爆破成巷→临时前探梁支护→铺设金属网→打注锚杆锚索→初喷→架设可伸缩 U 型钢支架→复喷→清理

#### 2.3.2 施工技术要求

- (1) 锚杆支护要严格执行“一掘一锚”，先中间后两边、先顶后帮的支护原则；
- (2) 锚索应在紧跟迎头施工时与锚杆同时安装，严禁滞后；
- (3) 顶锚杆螺母扭矩不小于  $120\text{N} \cdot \text{m}$ ，帮锚杆不小于  $60\text{N} \cdot \text{m}$ ，锚索预紧力 60-80kN；
- (4) 顶锚杆要与拱顶成辐射状，帮锚杆垂直于巷道两侧；金属网要紧贴巷道断面，且用锚杆锚固紧；

- (5) 锚杆锚索位置、角度、深度、规格要严格按照设计要求施工；
- (6) 顶网长边垂直巷道中线铺设，帮网顺巷铺设。相邻网必须搭接，每隔 200mm 用 12#双股镀锌铁丝连接一道，拧紧不少于 3 圈；
- (7) 检测发现不合格的锚杆锚索必须在一侧 300mm 处重新补打达到合格要求；
- (8) 每掘进 3~5 循环后，应及时按要求对巷道进行初喷盖网，喷层厚度为 100mm，喷后不露网筋。然后及时架设可伸缩 U 型钢支架，壁后必须采用水泥背板绞实，保证支架与围岩接触严密；
- (9) 可伸缩 U 型钢支架构件的架设必须严格按中腰线标定进行，架设顺序是先顶梁后架腿，架腿必须支在实底上，支架卡缆一定要上紧，螺帽扭力矩不得小于 150N·m；
- (10) 复喷后喷层厚度以喷层面与可伸缩 U 型钢支架两侧翼缘齐平为宜。

### 3 矿压监测与结果分析

#### 3.1 矿压监测目的

在穿越断层带掘进施工过程中应设置观测站对巷道支护状况进行监测，以便掌握施工质量 and 支护工作状况，及时提高施工质量，为改进现有支护参数提供依据。

#### 3.2 监测内容及结果分析

##### 3.2.1 锚杆、锚索锚固质量检测

施工过程中，对锚杆锚索的预紧力及锚固力按 30% 比例抽检，锚杆锚索预紧力合格率为 100%，锚杆锚固力合格率为 90%，锚索锚固力合格率为 95%。断层破碎带中顶板十分破碎，粘结力下降是造成锚固力不合格的直接原因，对此，我们及时进行了补打至合格。

##### 3.2.2 巷道表面位移监测

根据巷道围岩性质及地质构造条件，测站间距及截面数量加密。巷道内设置 2 个测站，每个测站设 5 个观测截面，每个截面设 4 个测点，采用“十”字布点法，测站间距 30m，截面间距 3m。监测频度距工作面 10m 范围内，每天观测 2 次；20m 以外范围内，每天观测 1 次。

位移监测表明，顶底板最大移近量 70mm，两帮最大移近量 30mm，可伸缩 U 型钢支架最大下缩量 20mm，巷道开掘 10d 后趋于稳定，顶帮喷层均未出现明显裂纹、剥离现象。

##### 3.2.3 顶板离层监测

巷道内每隔 20m 安设一组离层监测仪，每组为 8500mm、5500mm、3500mm 和 2500mm 长度 4 个测点。经检测，锚杆锚固范围内最大离层量为 25mm，锚杆锚固范围外最大离层量为 35mm，总离层量最大值为 60mm。离层值均控制在安全范围内，表明巷道设计参数及施工质量能够满足安全要求。

### 4 结束语

望云煤矿在穿越断层破碎带等软岩巷道“锚网喷+锚索+可伸缩 U 型钢支架”联合支护技术的成功应用，一方面在支护方式上由被动支护变为主动支护，大大提高了巷道支护强度和安全性，降低了巷道失修率、返修率和工人劳动强度；另一方面较料石砌碛支护相比，掘进速度提高了 40-50%，在一定程度上缓解了矿井采区接替紧张局面，对煤炭行业中同类型巷道具有一定借鉴推广意义。