

甘肃兰阿煤业有限责任公司矿山应急救援 演习巷道建设项目招标公告

一、招标单位

甘肃兰阿煤业有限责任公司救护队（以下简称“招标人”）就矿山应急救援演习巷道建设项目进行公开招标，欢迎符合资质、信誉良好的供应商参与投标。

二、项目概况

1. 项目名称：矿山应急救援演习巷道
2. 建设地点：兰州市七里河区阿干镇救护队院内
3. 建设内容：按《煤矿安全规程》及招标文件要求，建设满足矿井应急演练（火灾、瓦斯、顶板等场景）的模拟巷道，包含巷道掘进、支护（如锚喷/砌碛）、通风系统、监控设备、模拟灾害设施（如烟雾发生器、声光报警）等。
4. 资金来源：企业自筹。

三、投标人资格要求

1. 具备独立法人资格，持有有效的营业执照。
2. 具备矿山工程施工总承包三级及以上资质，并持有有效的安全生产许可证。
3. 近3年（2022年-2024年）至少完成1项类似矿井巷道施工项目业绩（需提供合同关键页复印件）。
4. 项目负责人需具备矿业工程专业二级及以上注册建造师资格，且无在建项目。
5. 未被列入“信用中国”失信被执行人名单（提供查询截图）。

四、招标文件获取

1. 递交截止时间：2025 年 11 月 7 日 16:00（逾期送达或者未送达指定地点的投标文件，招标人不予受理，视为无效投标）

2. 递交地点：甘肃省兰州市七里河区阿干镇大水子 348 号

3. 要求：因本次招标为企业自主招标，意向投标人提交的资料必须按要求加盖公章、标明税率、运费的正规报价单，委托代理人授权书。报价单单独密封与其它资料一起投递报送，并在报价单封面注明所报名标段及公司名称。

因轻信其他媒体、组织或个人提供的信息而造成损失的，招标人概不负责。

八、联系方式

花 队 电话：18152128679

张经理 电话：13893129422

九、其他说明

1. 本次招标不接受联合体投标。

2. 投标人需现场踏勘的，提前与招标单位联系，踏勘费用自理。

2025 年 11 月 3 日

见附件：

一、前言

甘肃兰阿煤业有限责任公司矿山救护队位于兰州市七里河区阿干镇刘家沟 8 号，是公司三级标准化矿山救护队，根据《矿山救护队标准化规范》要求，三级矿山救护队必须要有演习巷道，否则不予定级。公司救护队演习巷道因年久失修，巷道支护变形严重，存在安全隐患，无法正常使用，已影响到救护队考核达标，为此需对此演习巷道进行扩修。

二、交通位置

1. 位置

救护队位于兰州市以南阿干镇，距市中心直线距离 16km。行政区划属兰州市七里河区，地理坐标为：东经： $103^{\circ} 49' 34'' \sim 103^{\circ} 51' 04''$ ；北纬： $35^{\circ} 54' 23'' \sim 35^{\circ} 56' 37''$ 。

2. 交通

公路运输线为兰阿公路（省道 104 线），通往兰州市，里程约为 23km，交通极为便利。见交通位置图 1.1-1。

交通位置示意图



三、编制设计的依据

1. 《煤矿安全规程》（2025）；
2. 《煤炭工业矿井设计规范》（GB50215-2015）；
3. 《矿山救护规程》（AQ1008-2007）；
4. 《煤炭法》（2013）；
5. 《矿山安全法》（2009）；
6. 《安全生产法》（2021年修正版）；
7. 《矿山救护队标准化规范》；

四、设计参数

1. 总工程量：20.0m，
2. 巷道方位：按原方位进行扩修，
3. 巷道坡度：按原坡度进行扩修。
4. 设计断面为梯形断面。
5. 支护形式：采用矿用 11 号工字钢梯形支护。
6. 巷道口安装铁栅栏门，门规格=宽×高=1.40×2.15 米，门框采用 L 30×30×3mm 角钢制作，栅栏门钢筋网采用 Φ12 钢筋制作，钢筋焊接间距 200×200mm。铁栅栏门过梁材料采用 11 号工字钢，大门砌墙，砌墙采用普通粘土砖，厚度 240mm，墙外面进行砂浆抹面。

五、支护参数：

1. 棚子规格：1.8m×2.4m 工字钢梯形棚，采用矿 11 号工字钢加工。

2. 帮顶背护采用板子(规格: 宽 20cm; 厚 30mm; 长: 设计档距+0.2m)和网子按“五、十”制背护顶帮(即: 支架顶部均匀背护五块板子, 支架两帮各背护五块板子)。

3. 撑木可用圆木 $\phi \geq 70$ mm, 或方木 $\geq 50 \times 80$ mm, 长 800mm (遇围岩松软档距缩小, 根据现场棚距打设)。

4. 网子采用聚丙烯双向拉伸防护网, 规格为: 1m \times 10m。

5. 棚子档距: 0.8m。

六、采用工字钢梯形支架支护设计

(一) 地质条件

因救护队演练巷道地质条件同属阿干镇煤田, 地质资料采用阿井矿的地质资料。

1. 地层与煤层

含煤地层主要含煤地层为侏罗系中统阿干镇群(J2ag), 与下伏侏罗系下统大西沟群(J1dx)呈假整合或局部不整合接触。

当前主采煤层底 2 煤层(J2ag2)位于阿干镇群第二组(J2ag2)顶部。

地层特征简述:

阿干镇群第一组(J2ag1)主要为灰白色石英砾岩夹薄层细砂岩, 厚度变化大(0—40m), 砾石分选差。

阿干镇群第二组(J2ag2)主含煤组。

底部灰黑色细砂岩、粉砂岩夹粗砂岩, 含不稳定炭质泥

岩及劣煤透镜体，厚度不稳定。

中部灰—深灰色泥岩、砂岩、透镜状砾岩，含镜煤条带，局部含可采煤层/劣煤透镜体（井田北部），为沼泽相沉积。顶部含主采煤层（底2煤）及深灰—灰黑色粉砂岩、细砂岩、炭质泥岩、灰白色粗砂岩，为泥炭沼泽相沉积。总厚20—170m。阿干镇群第三组（J2ag3）灰白色粗砂岩/细砾岩、灰—灰黑色细砂岩及杂色粘土，厚约75m。底部粗碎屑岩常直接覆盖煤层形成冲刷面，顶部发育稳定的“彩色粘土层”标志层。地层稳定性J2ag2（中、顶部）、J2ag3及J1dx1岩性厚度相对稳定；J1dx2、J1dx3、J2ag1岩性厚度横向变化剧烈。向斜轴部粒度细，地层分层特征不明显，常表现为J1dx2与J2ag2连续沉积，缺失J1dx3和J2ag1。

上覆地层侏罗系上统铁冶沟群（J3ty，假整合/整合）、白垩系下统河口群（K1dk，不整合）、第四系（Q）。

2. 地质构造

阿干镇井田位于铁冶沟向斜北端，整体呈北西西向倾伏。煤田内地层走向由北北西～南南东渐变为北西西～南东东。

主要构造形态井田主体表现为一单斜构造，岩层总体走向近东西（WE），倾向南（SN），平均倾角70°（属急倾斜煤层）。局部发育小型褶曲（向斜、背斜）。

主要构造特征中，东部受挤压作用，形成一较大背斜构造。在1560—1640水平，沿走向发育断裂：F5逆断层终止，

并派生次生断层 F5—1、F5—2、F5—3。此断裂系统导致岩层、煤层多处断裂，形成无煤区或地质条件复杂未探明区域。

西部、中部：存在顶板淋水现象。东部边界：煤层顶底板倾角增大甚至发生倒转，淋水增多。

3. 主采煤层（底 2 煤 J2ag2）顶底板特征

伪顶泥岩（灰黑色、松软、破碎），厚度 0.2—2.0m。

直接顶粗砂岩（灰白色、含石英颗粒，胶结好），厚度 3.7—5.0m。

老顶细砂岩（灰白色、坚硬，含石英、云母），厚度 5.2—8.0m。

直接底泥页岩（灰黑色、松软、遇水易膨胀），厚度 0.3—3.3m。（支护关键控制点）

老底粗砂岩（灰白色、坚硬，含石英），厚度 3.2—11.2m。

煤层结构局部含夹石层（页岩、砂岩，厚 1—5m），局部地段煤层沿走向变薄。

4. 瓦斯地质

根据甘肃煤田地质研究所鉴定报告（编号：DYS/KAQT2023—203）：

矿井瓦斯等级：低瓦斯矿井。

瓦斯(CH_4)绝对涌出量：0.505 m^3/min ；相对涌出量：0.596 m^3/t 。

二氧化碳(CO_2)绝对涌出量：1.516 m^3/min ；相对涌出

量： $1.787\text{m}^3/\text{t}$ 。

煤尘具有爆炸性。

煤层具有自燃倾向性，属于 II 类易自燃煤层。

5. 水文地质

矿井水文地质类型：中等。

正常涌水量： $5-6\text{m}^3/\text{h}$ 。

最大涌水量： $10\text{m}^3/\text{h}$ 。

主要充水水源：

煤层顶板砂岩裂隙含水层水。

煤层底板岩层裂隙水。

断层导水性大部分断层充水性弱，个别小断层有少量出水现象。

(二) 矿压显现原因分析

演练巷道显现明显、巷道支护破坏严重，主要原因是采掘活动破坏原岩应力平衡，导致巷道和采场周围岩（煤）体发生变形、破坏或应力频繁调整。综合分析，主要受以下因素综合影响：

1. 复杂的地质构造与煤层赋存条件：

构造发育断层、褶曲、节理等地质构造破坏了岩体完整性，降低其力学性能，在采动影响下更易变形破坏；断层附近应力集中，矿压显现强烈；煤层沿走向存在较多小型褶曲，导致局部应力集中且分布不均，矿压显现剧烈且不均衡。

煤层条件：煤层自身松软破碎，易脱漏，局部稳定性差，对采掘扰动敏感；局部含不稳定夹石层（页岩、砂岩，厚1—5m），其强度及风化性差异导致矿压波动剧烈并增加采掘难度；煤层沿走向厚度变化大（水平宽1—25m），局部尖灭或不可采形成孤岛煤柱，引起应力叠加，加剧附近区域矿压显现（变形量大、底鼓严重）。

顶底板岩性差：顶底板岩性以炭质泥岩、泥页岩为主（尤其直接底泥页岩），遇水或潮湿空气极易风化、破裂、膨胀，导致煤岩层应力动态调整，围岩持续变形，对支护体（支架、锚喷支护等）持续产生巨大且不稳定的载荷；老顶细砂岩、老底粗砂岩虽坚硬，但夹于软弱岩层之间。

大倾角煤层煤层倾角大（ $54—75^{\circ}$ ，平均约 65° ），重力作用显著影响围岩应力分布和稳定性，加剧顶板下沉、两帮移近和底鼓，工作面上下端头尤为明显。

原岩应力上覆岩层重力产生垂直应力，地质构造运动产生水平应力，在高应力区域（如断层附近、褶皱轴部），矿压显现更为强烈。

2. 开采与长期开采历史：

采动影响：演练巷道形成超前支承压力（峰值可达原岩应力数倍），导致巷道变形、底鼓。采空区上覆岩层垮落、移动对周围岩体产生附加应力，引起邻近巷道变形破坏。

开采深度增加：演练巷道开采深度持续增加，导致原岩应力

升高，矿压显现加剧。

开采历史长：演练巷道已开采多年，前期形成的采空区及遗留结构（如煤柱）对现采区应力场产生复杂影响。长期采掘扰动导致巷道围岩累积破坏显著，支护困难加剧。

3. 开采方式与扰动：

开采方式：采用水平分层放顶煤开采，多分层回采后，采空区顶板易发生偏转变形，开采分层越多，矿压显现越剧烈。

强烈采动影响：采用完全垮落法管理顶板，采空区上覆岩层及本层顶板垮落产生动压冲击；工作面回采及邻近区域掘进活动产生强烈的超前支承压力、侧向支承压力；回风顺槽等巷道经历掘进扰动和本工作面回采的“二次采动”影响，服务期内应力环境复杂多变，部分区段常规支架支护强度不足，巷道支护变形、破坏严重。

巷道布置困难：受煤层厚度变化、急倾斜煤层水平分层条件限制及综采放顶煤工艺设备最小运行条件要求，部分巷道被迫布置在煤层顶板或底板岩层中，破坏原岩应力平衡，诱发围岩应力调整，加剧巷道变形（如底鼓）和支架破坏。

底角“牵引滑移”变形：巷道底角煤岩交界面处，在水平应力作用下易发生剪切滑移变形（即“牵引滑移”），是巷道失稳的关键部位之一。原因在于：（1）该区域是应力集中点和力学薄弱面；（2）会导致支架根基破坏；（3）会触发或加剧底

鼓、帮鼓和顶板下沉；(4)造成的损伤具有累积性，最终导致巷道维护困难甚至失效。

4. 现有支护方式适应性不足：

原有巷道主要采用的矿用 11 号工字钢梯形棚支护（棚间距 0.8m），在复杂高应力环境下表现为：网兜、背板劈裂、棚梁棚腿扭曲弯曲、棚腿钻底。局部压力较大地段虽采用补架顺山支架等措施，但效果有限。

受大倾角围岩结构及周围小窑采动影响，破坏围岩稳定性和应力状态，导致巷道底鼓、支架挫动和变形加剧。

（三）支护设计

本设计依据《煤矿安全规程》《煤矿巷道金属支架设计规范》（MT/T882-2000）《煤矿井巷工程施工标准》

（GB50511-2020）及矿山压力控制原理编制，针对救护队演练巷道岩层及构造复杂的地质条件，开展工字钢梯形支架支护设计。

2. 设计原则

（1）安全性优先：

确保支架在服务期内能有效控制围岩变形，防止冒顶、片帮和严重底鼓。

（2）针对性设计：

充分考虑救护队演练巷道属急倾斜煤层（平均倾角 65°）、复杂构造（断层、褶曲）、软弱底板（泥页岩遇水膨

胀) 及采动影响等关键因素。

(3) 可操作性:

在保证安全的前提下, 便于施工、检查和维护。

(4) 经济合理性:

在满足安全和使用要求下, 力求经济合理。

1. 基础参数

参数类型	符号	取值	单位	计算依据与说明
水平分层高度	H	80	m	当前开采水平实测数据
煤岩平均容重	γ	25	kN/m ³	地质报告 (换算: 2.5 t/m ³ → 25 kN/m ³)
顶梁净长	L ₁	1.8	m	设备运行及通风要求
棚腿净长	H ₁	2.4	m	设备运行及行人要求
梯形支架	H	2.2	m	成巷高度
支架岔角	α	71~75°	°	综合抗侧压需求与巷道稳定性 (推荐 73°)
柱窝深度	d	0.2	m	增强底角抗滑移能力
支护材料	—	11 号 矿用工 字钢	—	GB/T 4697, Q235B 钢
截面模量	W _x	113.4	cm ³	钢材截面特性参数

(抵抗矩)				
截面面积	A	33.18	cm ²	钢材截面特性参数
抗弯强度设计值	f	325	MPa	Q235B 钢材标准值
顶板坚固性系数	f _顶	1.5	—	综合直接顶（粗砂岩）与伪顶（泥岩）取偏低值
顶板内摩擦角	φ _顶	35°	°	粗砂岩/细砂岩试验值
帮部内摩擦角	φ _帮	30°	°	煤层松软破碎，取保守值
底板坚固性系数	f _底	0.9	—	泥页岩遇水软化，取低值（原范围 0.8~1.0）
初选棚距	S ₀	0.8	m	经验初选，需验算

2. 荷载计算

巷道支架承受的荷载主要包括顶压、侧压（帮压）和底压（表现为底鼓力）。计算采用普氏冒落拱理论估算顶压，朗肯土压力理论估算侧压，并结合救护队演练巷道实际情况考虑底板荷载。

(1) 顶板垂直压力(q_顶):

冒落拱高度: $b=L_1 / (2f_{顶})=1.8 / (2 \times 1.5)=0.6\text{m}$ (普氏公式)

$$q_{顶} = \gamma b = 25\text{kN/m}^3 \times 0.6\text{m} = 15\text{kN/m}^2 \text{ (作用于顶梁)}$$

(2) 帮部侧向压力($q_{帮}$):

朗肯主动土压力理论:

$\lambda_{帮} = \tan^2 (45^\circ - \phi_{帮}/2) = \tan^2 (45^\circ - 30^\circ /2) = \tan^2 (30^\circ) \approx 0.333$ (朗肯主动土压力系数)

$q_{帮} = \lambda_{帮} \gamma H_1 = 0.333 \times 25\text{kN/m}^3 \times 2.4\text{m} = 19.98\text{kN/m}^2$
(作用于单侧帮部, 高度 H_1 , 方向水平指向巷道内)

(3) 底板荷载估算(底鼓力 $P_{底}$):

阿井矿底鼓严重, 主要源于软弱泥页岩底板的遇水膨胀和在高应力下的塑性流动。精确计算底鼓力复杂, 工程上常采用类比法或经验公式估算。

经验公式法: 考虑底板岩石坚固性系数 $f_{底}$ 和水平分层高度 H 。

$$P_{底} = k ((\gamma H) / f_{底})$$

k 为经验系数, 反映底板岩性、水理性质及构造影响, 对软弱易膨胀底板取 0.3-0.5 (本设计取 $k=0.4$, 偏安全)

$f_{底}$ 取 0.9 (直接底泥页岩)

$P_{底} = k ((\gamma H) / f_{底}) = 0.4 \times ((25\text{kN/m}^3 \times 80\text{m}) / 0.9) \approx 888.89\text{kN/m}^2$ (此值为底板单位面积可能产生的最大向上压力估值, 极为巨大)

工程意义: 此计算值远超过支架棚腿或底梁 (若有) 的承载能力, 直接验证了单纯棚式支架难以根治底鼓。该计算旨在强调:

①控制底鼓必须重点管理底板水（疏排水、封堵）。

②支架设计需强化底角控制（深柱窝、底梁/反底拱、底板锚杆）以部分抵抗和减缓底鼓对支架稳定性的破坏。

③底鼓力主要作用在棚腿脚和巷道底板上，表现为使棚腿上抬、内挤和巷道底板隆起。支架验算需考虑此附加效应。

（4）支架力学验算（棚距 $S = 0.8\text{m}$ ）

支架按梯形刚性框架简化分析，主要验算顶梁抗弯强度和棚腿的压弯稳定性（承受轴力+弯矩）。特别注意底鼓力对棚腿稳定性的影响。

①顶梁验算（简支梁模型）

（1）线荷载 q 梁线：

$$q_{\text{梁线}} = q_{\text{顶}} \cdot S = 15 \times 0.8 = 12 \text{ kN/m}$$

②跨中弯矩 M_{max} ：

$$M_{\text{max}} = (q_{\text{梁线}} \cdot L^2) / 8 = (12 \times 1.82) / 8 = (12 \times 3.24) / 8 = 4.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

③抗弯强度校核：

$$\sigma = M_{\text{max}} / W_x = 4.86 \times 10^3 / 113.4 \times 10^{-6} = 42.86 \text{ MPa}$$

$$(W_x = 113.4 \text{ cm}^3 = 113.4 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$$

结论：

$$\sigma = 42.86 \text{ MPa} < f = 325 \text{ MPa} (\text{安全})$$

注： f 为钢材抗弯强度设计值（Q235B）

（4）安全系数 K 梁：

$$K_{\text{梁}} = f / \sigma = 325 / 42.86 \approx 7.58 > 1.5 \text{ (满足要求)}$$

2. 棚腿验算 (压弯构件)

(1) 轴向压力 N:

$$N_{\text{顶}} = (q_{\text{顶}} \cdot L_1 \cdot S) / 2 = (15 \times 1.8 \times 0.8) / 2 \\ = 10.8 \text{ kN}$$

$$N_{\text{帮}} = q_{\text{帮}} \cdot (H_1 / 2) \cdot S = 19.98 \times 1.2 \times 0.8 \\ = 19.18 \text{ kN (帮部荷载分量合力作用点位于帮高 / (H}_1 / 2))$$

$$N = N_{\text{顶}} + N_{\text{帮}} = 10.8 + 19.18 = 29.98 \text{ kN (合计轴力)}$$

(2) 等效弯矩 M (含底鼓效应, 侧压非均匀性及底鼓导致偏心距 $e = 0.07\text{m}$):

$$M = e \cdot N = 0.07 \times 29.98 = 2.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(3) 稳定性校核:

$$\text{计算长度 } l_0 = \mu \cdot H_1 = 1.0 \times 2.4 = 2.4 \text{ m} = 240 \text{ cm}$$

长细比 λ :

$$\lambda = l_0 / i_x = 240 / 4.48 \approx 53.57 \Rightarrow \phi = 0.818 (i_x = 4.48 \text{ cm})$$

(轴心受压稳定系数 $\phi = 0.818$, Q235b 类截面, $\lambda = 54$)

$$\sigma = N/A + M/W_x = (29.98 \times 10^3 / 33.18 \times 10^{-4}) + (2.1 \times 10^3 / 113.4 \times 10^{-6}) = 90.36 + 185.2 = 275.56 \text{ MPa} < 325 \text{ MPa}$$

(4) 稳定性校核 (弯矩作用平面内):

欧拉临界力 $N'E$:

$$N'E = \pi^2 EI_x / l_0^2 = (\pi^2 \times 2.06 \times 10^5 \times 245 \times$$

10-8)/2.42

$$\approx 864.8 \text{ kN} (I_x = 245 \times 10^{-8})$$

等效弯矩系数 $\beta_m = 1.0$ (无横向荷载)

$$\sigma_{\text{稳}} = (N / \phi A) + \beta_m \cdot M / W_x (1 - 0.8 N / N') E \leq f$$

$$29.98 \times 10^3 / 0.818 \times 33.18 \times 10^{-4} = 11.05 \text{ MPa}$$

$$1.0 \times 12.71 \times 10^3 / 113.4 \times 10^{-6} \times (1 - 0.8 \times$$

$$(29.98 / 864.8)) = 12.71 \times 10^3 / 110.3 \times 10^{-6} \approx 115.2 \text{ MPa}$$

$$11.05 + 115.2 = 126.25 \text{ MPa} < 325 \text{ MPa} (\text{稳定性满足})$$

(5) 安全裕度:

$$[N] = \phi A f = 0.818 \times 33.18 \times 10^{-4} \times 215 \times 10^3$$

$$\approx 583.5 \gg N = 29.98 \text{ kN}$$

在估算的静载和等效弯矩下, 棚腿强度和稳定性满足要求。

(6) 安全系数说明:

计算安全系数较高, 但必须强调: 此验算未充分量化动压(采掘扰动、顶板垮落)、构造应力集中、特别是底鼓力对棚腿产生的巨大附加弯矩和上抬力。实际观测到的棚腿“钻底”、“挫动”变形, 正是这些复杂因素(尤其是底鼓)超出设计荷载的结果。因此, 设计安全裕度需用于抵抗这些未完全量化的荷载。在底板软弱地段, 必须严格执行柱窝深度和底角强化措施。

(四) 支护参数设计

项目	参数/要求	说明与依据
----	-------	-------

棚距 S	0.8 m (正常区) ≤ 0.4 m (断层/应力区/淋水区/二次采动区)	加密至每米 1.25~2.5 架, 提升 局部承载能力
底角 处理	柱窝深 ≥ 150 mm + 底角喷砼/ 钢笆网锚固 (煤岩线下 300 mm) 严重底鼓段增设底梁/反底拱	抑制底鼓上溯, 抵 抗棚腿“钻底” (关 键措施!)
撑木 布置	顶梁中部 1 根 + 棚腿腰线 (H ₁ /2)左右各 1 根 + 亲口 部位左右各 1 根	圆木 $\varnothing \geq 70$ mm, 或 方木 $\geq 50 \times 80$ mm, 防止侧向失稳

(五) 安全系数验证

1. 顶梁抗弯强度:

$$K_{\text{梁}} = f / \sigma = 325 / 42.86 \approx 7.58 > 1.5 \text{ (满足)}$$

2. 棚腿轴心受压稳定裕度:

$$K_{\text{腿}} = [N] / N \approx 583.5 / 29.98 \approx 19.46 > 2.0 \text{ (静载下满足)}$$

说明: 此安全裕度需用于抵抗动载、应力集中及底鼓附加荷载。实际观测到的破坏表明, 这些附加荷载极大, 必须通过结构措施 (撑木、柱窝、底角加固) 和施工质量来弥补。

(六) 施工关键要求

1. 巷道成形:

严格按设计断面刷帮挑顶, 尽量减少超挖。及时封闭暴露围岩。

2. 支架安装:

支架形式为梯形刚性支架，顶梁+棚腿，支架亲口采用工字钢余料切割焊接，确保焊接质量。

支架规格 11 号矿用工字钢材质 Q235B，性能符合 GB/T4697

断面尺寸顶梁净长 $L_1 = 1.8\text{m}$ ，棚腿净长 $H_1 = 2.4\text{m}$ 满足，巷道净高 2.2m，净宽（梁下 1m 处两棚腿之间的宽度）2.16m，设备运行、通风及行人要求

支架岔角 $71^\circ - 75^\circ$ （推荐 73° ）较小角度增强抵抗侧压能力，需根据巷道实际成型调整。

棚距 (S) 0.8m (正常地段) 每米 1.25 架。遇下列情况需加密：断层破碎带及其影响带：应力显著异常区：淋水区/底板软化区：二次采动影响剧烈段： $0.4 \leq S \leq 0.6\text{m}$ ，支护密度每米 1.67—2.5 架。

保证支架平面垂直于巷道轴线，避免支架“十字”。

柱窝：严格执行深度 $\geq 200\text{mm}$ 、挖至实底、软弱底板垫 100 mm 木板或砣块，严禁悬空。这是控制底鼓破坏的关键。亲口焊接预制：焊缝饱满牢固，梁（腿）茆角度符号设计要求。

支架架设：保证岔角（棚腿内倾角，即成巷架设后棚腿与底板水平线的夹角）符合要求。水平巷道支架应垂直底板，顶梁水平，倾斜巷道按坡度每增加 6—8 度增设 1 度迎山角架设。

及时支护：严禁空顶空帮作业。

3. 背帮背顶：

先挂设双抗格栅网，紧贴岩面，网片搭接绑扎牢固。背板紧贴格栅网，平行均匀布置，打紧背牢，接顶贴帮接实，背板数量为每帮或顶以 6 块为宜，每棚背板数量 ≥ 18 块。背板木板+双抗格栅网木板：厚度 $\geq 50\text{mm}$ ，宽度 $\geq 150\text{mm}$ ，长度匹配棚距。格栅网：网孔 $\leq 50\text{mm}\times 50\text{mm}$ ，丝径 $\geq 3.0\text{mm}$ ，双抗（阻燃抗静电）。铺设要求：满背或间隙 $\leq 200\text{mm}$ 。网片搭接 $\geq 100\text{mm}$ ，12 号铁丝双股连网，连网间距 $\leq 300\text{mm}$ 。

4. 撑木安设：

位置准确（顶中、两柱腰线、两柱亲口下），打紧背实，增强支架整体稳定性。撑木（拉杆）厚度 $\geq 50\text{mm}\times$ 宽度 $\geq 80\text{mm}$ 方木，每棚 ≥ 5 根位置：顶梁中部：1 根（防顶梁侧向弯曲失稳），棚腿腰线部位（约支架亲口往下 1m 处）：左右各 1 根（防帮部挤压导致棚腿内移），棚腿亲口部位：左右各 1 根（增强节点刚度，抗扭）要求：撑木必须打紧背实，两端插入梁/柱翼缘内或卡紧。

5. 质量检测：

支架净宽、净高：符合设计要求，支架净高 2.2m，支架净宽（梁下 1m 处两棚腿之间的宽度）为 2.6m；误差 $\pm 50\text{mm}$ 。支架岔角（棚腿倾角）：符合设计，偏差 $\leq 3^\circ$ 支架倾角棚腿内倾 $71^\circ - 75^\circ$ （与地面水平线夹角）增强支架整体侧向稳定

性，抵抗侧压和底鼓引起的水平分量。

梁水平度：误差 $\leq 20\text{mm}$ 。

棚距：误差 $\pm 50\text{mm}$ 。

柱窝深度： \geq 设计值(200mm)。背板、撑木、网片：材质、规格、数量、铺设质量符合要求。柱窝深度 $\geq 200\text{mm}$ 关键要求：必须挖至实底（实体煤或稳定岩层）。软弱底板时：必须铺垫厚度 $\geq 100\text{mm}$ 的木板。棚腿必须支设平稳、牢固，严禁悬空。柱窝内可填塞碎石捣实。

亲口：预焊接好亲口，架设支架时合上亲口即可。

6. 巷道渗、淋水管理：

巷道内设排水沟，及时疏排积水，防止底板泥页岩软化膨胀。对淋水点进行导流或封堵。

7. 防治“牵引滑移”：

为防治底角处“牵引滑移”，控制底鼓上溯，采取措施如下：深柱窝($\geq 200\text{mm}$)是基础。严重底鼓段巷道（服务期限超过3年）：考虑增设底梁（工字钢或U型钢）或反底拱结构，与棚腿可靠连接。

（七）监测与维护

1. 矿压监测：

在支护段设置巷道表面位移观测站（顶底板、两帮移近量），定期观测。

2. 日常巡查：

检查支架变形（梁弯、腿曲、扭曲）、节点状况（开焊）、背板破损、撑木失效、网片撕裂、棚腿弹出、底鼓发展等情况。

3. 维修与加固：

发现变形、损坏及时维修或加固。轻微变形可打点柱、加抬棚；严重变形、折损必须及时更换支架。底鼓严重地段，及时清理起底，更换支架。

（八）设计结论与适应性说明

1. 结论：

采用 11 号矿用工字钢梯形支架(净宽 2.16m×净高 2.2m, 岔角 71° -75° ，棚距 0.8m)，配合木板+双抗格栅网背护及底角强化措施，在正常地质条件下（ $f \geq 1.5$ ）可满足救护队演练巷道扩维支护需求。

七、概算投资

1. 投资预算

工程预算表

序号	工程名称	工程量		工作量 (元)
		单位	数量	
一	演练巷道扩修费用	m	20	4.8796
二	演练巷道大门、墙费用			0.2864
三	研石、垃圾清运费			0.800

合计				5.966
----	--	--	--	-------

详见《甘肃兰阿煤业有限责任公司救护队演练巷道扩修预算书》

2. 项目建设总资金资金筹措

总资金为 5.966 万元，资金来源为企业自筹同时申请国家有关补助。

八、全技术措施

（一）概述：

因救护队演练巷道局部地段受压变形，决定进行扩（维）修。为确保扩（维）修施工安全，特编制以下措施，要求施工单位认真贯彻执行。

（二）存在风险：

1. 各项工作作业前安全确认不到位，安全风险辨识、隐患排查治理不到位
2. 违章作业。
3. 帮顶片帮，冒落伤害。
4. 运输伤害。
5. 工字钢弹出伤人。
6. 拉运物料时挤伤、碰伤、砸伤。
7. 有毒有害气体伤害。

（三）支护规格：

1. 梁长 1.8m×腿长 2.4m，档距：0.8 米。

（四）安全技术措施：

1. 扩修前，每班必须详细检查作业地点通风、水、火、瓦斯、煤尘及支护情况，发现问题必须当班立即安排处理。
2. 扩修前，必须先做好准备工作，将局部通风机、压风管、水管、照明电缆等设施接到施工地点，以便顺利施工。
3. 风机安装在距回风口 10m 以外的进风（既新鲜风流）的地面中，即距离演练巷道口以外 10.0m 的地面
4. 根据现场情况，提前准备好所需材料，以防发生意外时急用，运料时，检查确认运输物料绑扎情况，对绑扎不牢、对存在安全隐患不便于运输的必须进行处理，无法处理的严禁运输。
5. 工作面严禁违章蛮干、冒险作业，严禁违章指挥。
6. 扩修前，必须进行“敲帮问顶”工作，并派专人随时观察顶板变化情况，发现隐患停止施工，及时处理好后方可工作。
7. 扩修前，必须将扩修地段及后巷内的杂物清理干净，确保畅通。
8. 扩修前，先对巷道高度不符合要求的地点进行起底工作。
9. 扩修时，必须加强局部通风管理，保护好风筒，确保在扩修过程中局部通风正常
10. 扩修时采用风镐作业，采用风镐作业时，必须认真

检查风镐各连接装置是否可靠，严防连接高压胶管脱开伤人。

11. 扩修时按巷道设计的方位和坡度施工，并严格按掘进巷道质量标准搞好工程质量，施工完成后，管线必须悬挂整齐，巷道高度不得低于 2.1 米，同时搞好文明生产。

12. 扩修出砂推、拉架子车时，必须与扩修地点的施工人员取得可靠的联系，待施工人员撤离至安全地点后，方可运输。

13. 支护材料为工字钢梯形支架，帮顶背护为板皮和塑料网进行支护，材质必须符合要求，不能用腐朽和宽、厚、长不符合要求的板皮背帮背顶，网子要求铺设到位，紧贴岩面，网子拉紧，无掉包、鼓包。

14. 在施工过程中，若遇到任何危险情况，必须立即停止作业，撤出所有工作人员至安全地点，并及时将有关情况汇报调度。

15. 永久支护架设前，先进行敲帮问顶工作，按煤层的稳定及松软、破碎程度进行可靠的临时穿护，（采用长 2m，宽 20cm，厚 30mm 的板皮配合单体液压支柱进行支护，用撞楔法将板皮穿入，将裸漏煤岩体进行临时支护。

16. 严格执行“敲帮问顶”制度，敲帮问顶人员必须用长柄工具站在安全地点进行，严禁空顶作业；严防支架空帮空顶。帮空时必须用板皮、网子背严，并用煤（矸）装实；顶空时必须用旧料充填或绞架接顶。

17. 撤掉原有的支架前，应当先必须先加固作业地点的支架，架设和拆除支架时，在一架未完工之前，不得中止作业，撤换支架的工作应当连续进行，不连续施工时，每次工作结束前，必须接顶封帮。

18. 撤掉原有支架前，应当先加固邻近支架，拆除原有支架后，必须及时处理帮顶活矸并及时架设永久支护。

19. 每班必须放一名瓦检员现场检查有害气体浓度，若在回风流中甲烷浓度超过 1.0%或者二氧化碳浓度超过 1.5%时，必须停止工作，撤出人员，采取措施，进行处理后方可继续工作。

20. 扩修时，每班必须有跟班管理人员和安检员，负责安全检查工作，并严把工程质量关，严禁违章指挥。

21. 扩修时，若遇工作面压力大、煤层松软、破碎，必须加强穿护，根据现场情况采取可靠有效的加强支护措施，确保不能发生冒顶事故。

22. 扩修时，只能在一个地点进行扩修。严禁在同一区域内两个地点同时进行扩修。

23. 扩修时，必须执行“先架后回”“短扩短架”的原则，严格控制维修地点的控顶距离，支架之间撑木、背板必须牢固，可靠齐全，严禁空帮、空顶。

24. 扩修时，由外向里的顺序逐棚进行扩修。

25. 扩修时，巷道内的各类机电设备和管线以及通风设

施，必须采取可靠有效的措施进行保护，严防造成损坏。

26. 扩修时，维修地点以里严禁人员入内，非施工人员严禁在扩修地点附近逗留。

27. 扩修时，每班交接班的接茬必须加固好，严防在交接班期间发生冒顶。

28. 扩修下来的煤矸石必须砸碎，及时人工运输，确保后巷畅通。

29. 完工后，确保巷道达到文明生产的要求。

（五）避灾路线：

1. 工作面发生火灾、瓦斯超限或煤尘爆炸时的避灾路线
工作面—→地面。

2. 工作面发生水灾时的避灾路线
工作面—→地面。