

大断面软岩巷道支护技术浅析

钱学森, 王 良

(皖北煤电集团公司, 安徽 宿州 234011)

摘 要: 针对软岩大断面、围岩稳定性差的巷道施工, 利用“新奥”理论解决了软岩大断面巷道的支护问题, 在大断面软岩巷道支护形式与参数选择上积累了经验, 为类似地质条件下的巷道施工提供借鉴。

关键词: 软岩; 锚网梁索支护; 矿压; 喷浆; 注浆

中图分类号: TD353⁺.6

文献标识码: B

文章编号: 1003 - 496X(2009) 12 - 0099 - 03

“新奥”理论全称“新奥地利隧道施工方法”, 简称“新奥法”, 是地下工程设计和施工的一项技术, 其原理:

(1) 在巷道开挖过程中, 应最大限度地保持围岩的原始强度。

(2) 恰当地控制围岩变形即一方面要允许围岩向巷道空间收缩变形, 以形成岩石支撑环, 另一方面, 又要限制其产生过大的变形, 造成围岩破坏变形。

(3) 掌握巷道变形规律, 适时进行支护, 既不能过早, 也不能过晚, 正确地确定岩体支护系统的特定时间因素。

1 工作面概况

3244 沿空机巷采用锚网梁索支护, 梯形断面, 顶部宽度 3.7 m, 底板宽度 4.8 m, 净高为 2.6 m(巷中高度), 净断面积 11.05 m²; 巷道埋深 570 ~ 530 m, 煤层平均倾角 12°, 煤柱宽 4.0 m 左右; 采用炮掘进尺。

直接顶: 泥岩, 含粉砂及少量植化碎片, 厚度 4 m, 自然状态下单向抗压强度 305 ~ 597 kg/cm², 平均 459 kg/cm², 普氏硬度系数 5。

老顶: 中细砂质, 致密层状, 自然状态下单向抗压强度 735 ~ 1 012 kg/cm², 平均 874 kg/cm², 普氏硬度系数 9。

底板: 浅灰或灰色泥岩, 致密碎块状及块状, 含植物根茎化石, 上部含铝质成分, 具裂隙滑面, 下部夹煤条带, 厚度 3.28 ~ 7.37 m, 平均厚度为 4.9 m, 自然状态下单向抗压强度 110 ~ 433 kg/cm², 平均 238 kg/cm², 普氏硬度系数 2。

3₂ 煤黑色, 以块状、粉末状为主, 弱玻璃光泽,

半暗 ~ 半亮型, II、III 构造较为发育。煤层倾向 5° ~ 315°, 倾角 12° ~ 16°。工作面煤厚 0.2 ~ 2.6 m, 平均煤厚 2.4 m, 煤层厚度较稳定, 靠近断层处煤层有拉薄现象, 变异系数 16%; 煤层结构较简单, 含 1 层夹矸, 夹矸为灰黑色泥岩, 厚度 0.07 ~ 0.17 m, 综合评定为稳定煤层。

2 支护方式与参数的选择与确定

由于巷道围岩多为泥岩, 且作为回采工作面机巷使用, 为了保证支护质量, 决定在进行“一次支护”的基础上, 根据围岩变形规律、矿压变化规律, 依据“新奥”理论, 采用“二次支护”的办法加固围岩。

2.1 “一次支护”参数

根据已完成的 3246 沿空机巷施工支护及巷道变形情况, 利用工程类比法, 选择确定 3244 沿空机巷支护形式及参数。

(1) 顶部锚杆。采用 $\Phi 20$ mm, $L = 2\ 400$ mm 左旋无纵筋等强螺纹钢锚杆, 间排距 700 mm \times 700 mm, 铺设塑钢网或菱形金属网配合 KTM3 钢带梁支护; 塑钢网规格为长 \times 宽 = 4.6 m \times 0.9 m, 菱形金属网的规格为长 \times 宽 = 4.6 m \times 0.9 m, KTM3 钢带梁规格: 长 3.8 m, 锚固剂采用 1 卷型号为 Z2370 的中速树脂药卷。

(2) 锚索。采用 $\Phi 17.8$ mm 的钢绞线加工而成, 设计长度为 7.5 m, 间排距为 1.6 m \times 1.4 m, 一排两根, 矩形布置, 打在两排锚杆之间, 配合锚索专用钢带梁加锚索托盘进行支护; 锚索 KTM3 钢带梁规格: 长 2.2 m, 托盘采用 11[#] 矿用工字钢加工而成, 长度为 500 mm, 托盘与钢带梁之间加垫片, 垫片采用废旧皮带加工而成, 规格为 500 mm \times 110 mm, 中

间孔径为 30 mm。锚索生根于硬岩中的长度不小于 1 m,并根据顶板岩性变化选择合适的锚索长度,但其最小长度 ≥ 5.5 m,锚索紧跟迎头;锚索采用两卷树脂药卷锚固,其中上部药卷型号为 K2370 的树脂锚固剂,下部药卷型号为 Z2370 的树脂锚固剂;严禁截割锚索。

(3) 帮部肩窝锚杆。采用 $\phi 20$ mm, $L = 2\ 400$ mm 左旋无纵筋等强螺纹钢锚杆,帮部锚杆采用 $\phi 18$ mm, $L = 2\ 000$ mm 左旋无纵筋等强螺纹钢锚杆,锚杆间排距: $800\text{ mm} \times 700\text{ mm}$,铺设塑钢网配合 M60 钢带进行支护,其中左(南)帮所用 M60 钢带梁长为 3.0 m,右(北)帮所用 M60 钢带梁长为 2.1 m,高强塑钢网规格为长 \times 宽 $= 5\text{ m} \times 1.8\text{ m}$ 或 $5\text{ m} \times 2.8\text{ m}$,网与网之间顺茬搭接,压茬 100 mm,压茬处每隔 200 mm 用双股 12[#]铁丝扎紧,木托盘规格为 $200\text{ mm} \times 150\text{ mm} \times 50\text{ mm}$;最下部一排锚杆距底板不超过 450 mm 且必须锚入岩石中;锚固剂采用 1 卷型号为 Z2370 树脂锚固剂。

2.2 矿压显现规律

“一次支护”后,对巷道压力及顶、帮移近量进行了观测,发现以下规律:

(1) 最大变形时顶板锚杆的锚固力平均可以达到 6 000 N,沿空帮锚杆锚固力平均达到 4 800 N,实体帮平均达到 5 200 N。

(2) 破碎圈平均直径为 2.2 m。

(3) 顶板移近速度大于两帮移近速度。

(4) 顶板移近量稍大于两帮移近量。

(5) 巷道有底鼓现象

3 “二次支护”

依据“新奥”理论,适时选择“二次支护”时间是巷道支护成功与否的关键。根据现场施工的实际情况,顶板及两帮的“二次支护”时间应选在“一次支护”7 d 左右较为合适。先对所施工的巷道顶板及沿空侧喷浆、注浆,再进行套架 U29 型梯形棚,最后再在 U 型棚下沿巷中架设一排挑棚。

3.1 喷 浆

3.1.1 喷浆材料与参数

(1) 喷浆要求能全面封闭巷道裂隙,局部喷厚 100 ~ 110 mm。

(2) 喷料的配合比为水泥:黄沙:石子 $= 1: 2: 2$,水泥标号 425[#],速凝剂的掺量为水泥量的 2.4% ~ 5%;喷射混凝土强度等级为 C 20。

(3) 拌料时控制水灰比为 0.4 ~ 0.45,拌好的潮

料的含水量在 80% 为宜,用手一揉一团,松手似散非散,若发现表面干燥松散,下滑和裂纹时,必须先调整水灰比。

3.1.2 喷浆要求

(1) 喷浆前先用废旧皮带结合大板掩护好施工点前后 10 m 范围内的风水管路、电缆、风筒以及其它一些电气设备。

(2) 在喷浆处后路 20 m 内安设两道防尘喷雾,喷浆前开启喷雾,且喷雾必须覆盖巷道全断面。

(3) 喷浆前,必须用水冲洗巷道的顶、帮,采用局部断面喷射混凝土,严禁出现漏喷、未喷现象,以防止注浆时漏浆。

(4) 喷射时,喷射口与喷射面尽量保持垂直,且距离 ≤ 1.2 m,喷头一般按螺旋形轨迹运行,螺旋圈径为 300 mm,圈压半圈,均匀缓慢移动。

3.2 注 浆

3.2.1 注浆参数

(1) 注浆锚杆间排距。顶板注浆锚杆间排距为 $1.1\text{ m} \times 2.0\text{ m}$,每排 3 根,中间 1 根在巷中布置,铅垂顶板,其它 2 根向巷帮倾斜,倾斜角度 30° ,注浆锚杆孔孔深 4.0 m,采用 $\phi 22$ mm, $L = 2\ 000$ mm 注浆锚杆,每孔 2 根注浆锚杆,中间用外径 30 mm 的连接套连接;帮部锚杆间排距为 $1.0\text{ m} \times 1.6\text{ m}$,帮部上面一根锚杆距顶板 0.6 m,下边一根锚杆向下扎角为 40° ;注浆锚杆采用孔口(外端)锚固,锚固用快硬水泥药卷,锚固长度 ≥ 200 mm;采用 MQT-50C 型风动锚杆机配合 $\phi 32$ mm 的钻头进行施工注浆锚杆眼,并及时安装好注浆锚杆;根据注浆效果,及时调整注浆锚杆间排距,以确保注浆达到要求。

(2) 注浆压力。1.5 ~ 3.0 MPa,沿空帮注浆压力: 1.5 ~ 2.0 MPa。

(3) 注浆锚杆外露长度不大于 50 mm。

(4) 注浆锚杆。顶板采用 $\phi 22$ mm、 $L = 2\ 000$ mm 的空心锚杆,沿空帮采用 $\phi 22$ mm、 $L = 1\ 000$ mm 空心锚杆,沿空帮注浆锚杆端部采用快硬水泥药卷进行锚固,以防止漏浆。

(5) 采用水泥单液浆,水泥采用 425[#]普通硅酸盐水泥,严格按照水灰配比 0.7 ~ 1.0,在注浆过程中,施工人员必须不停搅拌,防止沉淀生成。

3.2.2 注浆要求

(1) 打顶板注浆锚杆眼时,皮带机必须停电、闭锁或在检修期间进行打眼作业。注浆锚杆眼口封孔采用快硬水泥药卷,严格控制泡水时间,保证眼口砸实,封堵长度 ≥ 200 mm。

深井巷道围岩稳定性影响因素分析

文志杰, 申玉三, 栗才全

(山东科技大学 矿山灾害预防控制省部共建教育部重点实验室, 山东 青岛 266510)

摘 要: 为了确定水平应力对深井软岩巷道底鼓的影响, 采用数值模拟软件 FLAC^{3D} 对不同岩性、不同侧压系数的巷道变形破坏情况进行了研究。结果表明, 岩性较弱时, 侧压系数对巷道变形影响较大, 侧压系数 < 1 时, 巷道顶板下沉量较大, 侧压系数 > 1 时, 两帮变形量及底鼓量较大, 且侧压系数越大, 两帮变形量及底鼓量越大。

关键词: 深井; 围岩; 侧压系数

中图分类号: TD322⁺.4

文献标识码: B

文章编号: 1003 - 496X(2009)12 - 0101 - 03

目前我国矿井开采正经历着一个由浅到深, 地质条件由简单到复杂的过程^[1-2]。深部矿井逐渐增多, 进入深部开采以后, 由于矿山压力大, 巷道围岩变形量显著增大, 使巷道维护变得异常困难。深井巷道的矿压控制已经成为深部开采能否顺利进行的制约因素之一^[3-5]。因此, 开展深井巷道围岩稳定性控制理论与应用研究, 对指导现场安全生产具有重大的现实意义。

(2) 注浆前, 先依次接好吸浆管、出浆管, 压力表, 检查管路是否畅通, 吸入清水试运转。

(3) 注浆时, 在注浆锚杆的正下方或前方严禁站人, 防止注浆锚杆窜出伤人。

(4) 严禁使用失效或过期水泥, 发现漏浆及时封堵, 堵漏采用棉纱或速凝剂。

(5) 注浆泵压力表的读数达到 3 MPa 方可认为合格, 先关闭注浆锚杆口的瓦拢, 然后再打开卸压阀卸压, 卸压时卸压阀口严禁对人, 以免浆液冲击伤人, 待压力表读数下降到“0”位后, 方可摘下注浆锚杆上的快速接头, 注下一个锚杆, 待浆液凝固不向下滴漏后才可卸下瓦拢。

(6) 每眼注浆结束后, 坚持用清水冲洗输浆管和泵体。

(7) 每班注浆, 必须详细记录, 记录本必须填写眼号, 每眼注入的水泥量。

3.3 套 棚

U 29 梯形棚棚梁长 3.4 m, 棚腿长 2.96 m, 腰扎 3.7 m, 底扎 4.57 m, 巷高 2.6 m。并采用长 800 mm 水泥背板、金属网片进行腰帮、过顶, 棚距 700 mm

1 计算模型建立

1.1 煤岩物性参数获取

根据实验室条件和煤、岩样情况, 采用棱柱体试件。每种状态下同一层岩石试件数量一般不少于 3 块, 测得煤、岩各项力学指标参数, 见表 1。

1.2 模拟内容及模型建立

(1) 模拟内容。①采动对巷道围岩变形的影

(中 - 中), 如压力较大, 可缩小棚距至 500 mm。套棚时, 顶板不平处用木料接实过严。

3.4 挑 棚

采用摩擦支柱配合工字钢架设一梁三柱对接挑棚, 挑棚支柱初撑力 ≥ 50 kN。

4 结 语

经过实践, 3₂44 沿空机巷支护效果良好, 在回采工作面期间, 除巷道因见水出现底鼓外, 围岩、喷层、支架没有出现明显变化, 减少了回采期间对巷道的维护工程量, 取得了很好的支护效果与经济效益。

在试验的基础上, 利用“新奥”理论解决了软岩大断面巷道的支护问题, 积累了一定的经验, 为类似地质条件下的巷道施工提供借鉴。

作者简介: 钱学森(1963 -), 男, 高级工程师, 现任皖北煤电集团公司副总工程师。

(收稿日期: 2009 - 06 - 15; 责任编辑: 梁绍权)