

49710轨道巷工作面支护技术研究

李 伟*

(山西焦煤西山煤电西铭矿,山西 太原 030052)

摘 要:根据西铭矿49710轨道巷工作面煤(岩)层的赋存特征及水文地质等特点,对49710轨道巷工作面巷道进行支护设计。经分析得出:此研究能够保证工作面的安全生产,对其他煤矿具有类似地质条件的掘进工作面具有一定的参考价值和参考经验。

关键词:水文地质;顶板;支护设计

中图分类号:TD353 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)07-0075-03

1 49710轨道巷工作面概况

井上位置:工作面地表位于马矢山村以东、大脑上村以西、随老母断层以南、莲叶塔村以北;地表为山谷地形,中部有随老母沟呈“V”字形穿过;轨道巷110m对应地表有乡村小路穿过;工作面盖山厚度204~296m,平均盖山厚度250m左右。

井下位置:工作面井下位于北七采区右翼。北邻48712瓦斯治理巷;南邻北七右翼回风巷;东邻48712回采工作面,西邻48708工作面。工作面上覆2[#]煤、8[#]煤均已回采,3[#]煤不可采;8[#]煤为我矿48710工作面所采;9[#]煤与2[#]煤层间距89m左右,与8[#]煤层间距3m左右。

1.1 煤层赋存特征

工作面煤层赋存情况如下:49710轨道巷走向长为1102m,倾斜长为200m,面积为220400m²,煤层厚度为4.41~3.01m,煤层平均厚度为3.45m,煤层结构相对简单,煤层倾角为1°~8°,煤层平均倾角为5°,属于单一稳定的中厚煤层。

煤层顶底板情况如表1所示。

1.2 水文地质

工作面上覆及相邻2[#]、8[#]煤层均已回采,上覆煤层采动后,会在采空区低洼位置形成积水区,预计目前48710采空区内存在一处积水(JS164),积水量50824m³,积水标高1034~1048m;预计相邻48708采空区存在一处积水(JS165),积水量45823m³,积水标高103~1038m;预计相邻48712采空区内存在两处积水(JS166),积水量34781m³,积水标高1062~1069m;(JS167),积水量2951m³,积水标高1060~1064m,对掘

表1 煤层顶底板情况表

顶底板分类	岩石名称	厚度(m)	岩性特征
老顶	石灰岩		因上覆8 [#] 煤层回采被破坏
直接顶	细砂岩	1.74~6.80 3.42	灰色或深灰色细砂岩,顶底部有薄层页岩
伪顶	页岩	0.0~0.2 0.1	黑色,层理、节理发育,破碎易冒落
直接底	页岩	2.93~5.94 4.21	深灰色,含丰富的植物根、茎化石,可相变为砂质页岩
老底	细砂岩	1.62~8.42 5.02	灰色或深灰色,以石英、长石为主,含黑色矿物

进影响较大。因此,工作面掘进中遇有地质构造、陷落柱或顶板破碎带时,可能会有淋头水现象。掘进期间,预计最大涌水量为25m³/h,正常涌水量0~5m³/h。

1.3 巷道断面设计

根据煤层赋存、水文地质情况及我矿9[#]煤层工作面回采经验,49710轨道巷采用梯形断面架棚支护,巷道断面取值参数如下:

(1)巷道上宽。根据《煤矿安全规程》规定,生产矿井新掘运输巷的一侧,从巷道道碴面起1.6m的高度内,必须留有宽0.8m(综合机械化采煤矿井为1m)以上的人行道,另一侧必须留有0.5m的安全距离,因此:

$$B = B_1 + B_2 + C + b$$

式中: B ——轨道巷的宽度;

B_1 ——运输中移变的宽度最大,取1.5m;

B_2 ——行人通道的宽度,取1.0m;

C ——安全距离,取0.5m;

* 收稿日期:2023-08-02 修回日期:2023-08-02

作者简介:李伟(1988-),男(汉族),山西大同人,助理工程师,现从事煤矿安全管理工作。

b ——巷道来压后的变形量,取0.1m;

代入数据计算得 $1.5+1.0+0.5+0.1=3.1(\text{m})$ 。

根据以上公式计算出的数据,轨道巷上净宽取3.1m,能够保证工作面进风、运料、行人的需求。

(2)巷道高度。根据后期工作面安装期间通过的液压支架高度为依据计算:

$$H_{\text{净}} = h_{\text{设}} + a + s + b$$

式中: $H_{\text{净}}$ ——巷道净高;

$h_{\text{设}}$ ——液压支架高度(自平板车底部至液压支架顶部),取2.3m;

a ——轨道高度(自轨枕至轨面),取0.3m;

s ——安全间隙(液压支架与巷道两侧煤帮的安全距离),取0.2m;

b ——巷道来压后的变形量,取0.3m。

根据数据计算可得,巷道净高度为: $2.3+0.3+0.2+0.3=3.1(\text{m})$ 。

综上,轨道巷高度设计为3.2m,能够保证工作面进风、行人、运料的需求。

(3)巷道下宽。根据《煤矿安全质量标准化标准》规定,架设梯形金属支架时,棚腿的岔脚一般应相当于棚腿长度的1/4~1/5。根据工作面断面设计,49710轨道巷采用3.4m的11#矿用工字钢作为架棚棚腿,棚腿柱窝深度0.15m,棚腿的外露长度为3.25m(棚腿长度-柱窝深度)。根据支护材料参数可得,棚腿岔脚处的长度区间为0.65~0.81m,取最小值0.65m。

$$B_{\text{下宽}} = B_{\text{上宽}} + 0.65 \times 2$$

式中: $B_{\text{下宽}}$ ——巷道下宽;

$B_{\text{上宽}}$ ——巷道上宽3.1m。

根据数据计算可得,巷道下宽为: $B_{\text{下宽}} = 4.4\text{m}$ 。

综上,轨道巷下净宽设计为4.4m,能够保证工作面回风、行人、运煤的需求。

2 支护设计

2.1 巷道支护形式及规格

(1)临时支护。工作面临时支护选用2×5.0m长的11#矿用工字钢做前探支护,使用卡梁式悬吊器进行吊挂。每根前探梁的悬吊固定点为3处,2根前探梁之间的距离为2.2m。根据支护材料参数及断面参数,规定工作面截割循环进度为1.6m,其中,最大控顶距为2.0m,最小控顶距为0.4m。

(2)巷道支护形式。49710轨道巷采用铁棚支护,构顶×攀帮×撑木=6根×6根×4根,顶上铺金属网。支护材料规格见表3。

表2 支护材料规格表

巷道名称	支护	规格(mm)	材质	布置方式	布置间排距(mm)
49710轨道巷	顶梁	3400	11#工字钢	梯形	800
	腿	3400	11#工字钢		

(3)巷道架棚支护的质量要求。

①巷道构顶支护要求:需使用小型背板压住架棚梁头,小型背板之间的布置必须进行均匀的排列,两架架棚之间的小型背板必须要采用交错布置的形式,背板放置平稳后,必须用木楔在背板空隙处打紧背牢。每一根小型背板的木楔固定方向必须保持一致,同时要注意避免出现重复的现象。

②巷道攀帮支护要求:一帮需使用四道攀帮,攀帮上部的构木必须贴牢架棚的棚口,每间隔0.8m攀一道,攀帮后,必须使用木楔进行固定。

③巷道撑木支护要求:在架棚棚梁两侧的梁头槽内打设一处撑木,同时距离架棚棚梁1.0m处打设一处撑木,撑木的长、宽、厚分别为:80cm、7cm、5cm,所打设的撑木必须保持同一水平。

④顶板在使用架棚支护的同时需要打设顶网进行联合支护,金属网的规格为2.2m×1.8m,在使用金属网进行支护时,必须要将其拉展铺直,确保金属网的平直度。金属网的联网距离为20cm,搭接距离为10cm,金属网在顶板处固定后,必须拉展至棚梁梁头下方的30cm处,同时用梁头的第一攀帮构木,将金属网压紧。

⑤架棚棚腿的叉角为10°,棚腿底部必须打设10cm的柱窝,确保棚腿支撑牢固,同时棚腿必须在实处进行固定。

⑥巷道如出现超挖现象,攀帮构顶时必须采用圆木或者小型背板打木垛背严。

⑦巷道掘进过程中,支设棚腿需要迎山角,迎山角的高度必须为所支护巷道坡度的1/5。

2.2 验算支护设计参数

(1)顶梁按简支压弯构件计算:

$$\frac{(M_{\text{max}})_b}{W_b} + \frac{N_1}{\phi F_b} \leq (\sigma_0)_b$$

式中: $(M_{\text{max}})_b$ ——顶板载荷作用在棚梁上的最大弯矩,kN·m;

$$(M_{\text{max}})_b = \frac{q_1 l_1^2}{8} = \frac{\gamma h_2 L l_1^2}{8} = 42.48 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

γ ——巷道顶板岩石容重,取24.5kN/m³;

h_1 ——巷道净高度,取3.4m;

h_2 ——巷道冒落高度,根据矿井对9#煤层的施工经验,取1.5m;

L ——棚距,取0.8m;

l_1 ——棚梁长度,取3.4m;

l_2 ——棚腿长度,取3.4m;

W_b ——工字钢抗弯截面模量,113.4cm³取0.0001134m³;

N_1 ——棚腿给予棚梁的轴向力: $N_1 = \frac{1}{2}q_2l_2 \sin \alpha = 43\text{kN/m}^3$;

F_b ——工字钢横截面积,33.18cm²,取0.003318m²;

α ——棚腿岔角,取80°;

q_2 ——棚腿所受的侧压均匀集度: $q_2 = \gamma(h_1 + h_2)\text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\beta}{2}\right) = 26\text{kN/m}$;

β ——煤层内摩擦角: $\beta = \arctg \frac{\sigma_{cc}}{10} = 40^\circ$;

σ_{cc} ——煤层抗压强度,取12MPa;

φ ——轴心受压构件稳定系数,与构件的长细比有

$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{340}{4.43} = 78$ 查表为0.795;

$(\sigma_0)_b$ ——取11#工字钢材料极限抗压强度510MPa;

代入公式:

$$\frac{(M_{\max})_b}{W_b} + \frac{N_1}{\varphi F_b} = 398\text{MPa} \leq (\sigma_0)_b$$

因此,棚距不大于0.8m,棚梁的强度能够满足需求。

(2)棚腿按简支压弯构件进行计算:

$$\frac{(M_{\max})_c}{W_c} + \frac{N_2}{\varphi F_c} \leq (\sigma_0)_c$$

式中: $(M_{\max})_c$ ——巷帮载荷作用在棚梁上的最大弯矩, kN·m;

$(\sigma_0)_c$ ——取11#工字钢材料极限抗压强度510MPa;

W_c ——工字钢抗弯截面模量,113.4cm³,取0.0001134m³;

F_c ——工字钢横截面积,23.2cm²取0.00232m²;

φ ——轴心受压构件稳定系数,取0.795;

N_2 ——棚梁给予棚腿的轴向力;

q_2 ——棚腿所受的侧压均匀集度,取26kN/m;

l_2 ——棚腿长度,取3.4m。

$$(M_{\max})_c = \frac{q_2 l_2^2}{8} = 38\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_2 = \frac{1}{2}q_2 l_1 \sin \alpha = 44\text{kN/m}^3$$

代入公式:

$$\frac{(M_{\max})_c}{W_c} + \frac{N_2}{\varphi F_c} = 359\text{MPa} \leq (\sigma_0)_c$$

所以棚距不大于0.8m,棚腿强度满足要求。

3 矿压观测

巷道围岩移近量采卷尺测量。巷道每50m布置一个巷道变形量观测站(采用十字布点法),用红油漆标定点位(三点),架棚巷道两帮测点为撑木位置,高度测点为棚梁中线1.0m位置。在测读矿压数据时,首先从棚梁中心位置挂重垂线至底板,然后使用卷尺连接两侧煤帮测点分别测量宽度、高度。将测量数据记入台账,通过比较记录数据得到巷道变形特征。

4 结语

通过对49710皮带巷工程应用和煤层情况分析,设计该巷道使用架棚支护的支护方案,该方案能够满足巷道的支护强度和实际需求,各项设计参数均安全合理,为类似巷道支护指引方向。

参考文献:

- [1] 李强.49419工作面巷道掘进支护方案设计[J].机械管理开发,2022,37(2):19-21.
- [2] 于二强.西铭矿49709工作面两巷支护技术研究[J].机械管理开发,2020,35(9):210-212.
- [3] 李帅.49709皮带巷工作面支护技术的研究[J].机械管理开发,2022,37(2):129-131.
- [4] 郭璋.综采工作面回采巷道支护设计[J].山东煤炭科技,2010(6):41-42.