

泥质胶结软岩巷道围岩支护技术研究

张耀辉 (晋能控股煤业集团新大地公司, 山西 晋中 032700)

摘要: 为解决 31105 回风巷在原支护参数下围岩变形量过大问题, 在对泥质胶结软岩特点以及支护难点分析基础上, 对围岩支护进行重新设计。具体采用大变形恒阻锚索、高强锚杆对顶板支护, 并增加顶板岩层锚杆(索)锚固长度; 巷帮采用锚索进行补强加固。支护完成后, 顶板、巷帮最大变形量分别控制在 71mm、115mm 以内, 有效解决了泥质胶结软岩巷道围岩变形量过大问题。

关键词: 软岩巷道; 围岩支护; 恒阻锚索; 锚固长度; 泥质胶结

Abstract: In order to solve the problem of excessive deformation of surrounding rock in 31105 return tunnel under original support parameters, the support of surrounding rock is redesigned based on the analysis of characteristics of muddy cemented soft rock and support difficulties. The roof is supported by large deformation constant resistance anchor cable and high strength anchor rod, and the length of roof rock anchor rod (cable) is increased. Roadway support is reinforced with anchor cable. After the support is completed, the maximum deformation of roof plate and roadway side is controlled within 71mm and 115mm respectively, which effectively solves the problem of excessive deformation of surrounding rock of muddy cemented soft rock roadway.

Key words: soft rock tunnel; Surrounding rock support; Constant resistance anchor cable; Anchor length; Mud cementation

巷道在泥质胶结软岩中掘进时, 围岩控制存在变形量较大、变形持续时间等问题, 给巷道掘进以及使用带来较大威胁^[1-3]。近些年来, 众多的研究学者对软岩巷道支护展开研究, 并提出高强锚索(杆)、注浆、架棚等多种围岩支护技术, 并取得显著的研究成果。不同矿区软岩巷道岩性成分、地质构造以及应力集中程度等差异, 应针对巷道实际条件采取针对性的围岩支护技术^[4-8]。为此, 文中以山西某矿 31105 回风巷掘进为工程实例, 对泥质胶结软岩巷道支护技术展开探讨, 以期对矿井软岩巷道围岩支护提供经验借鉴。

1 工程概况

山西某矿 31105 回风巷位于 3 采区南侧, 巷道主要为采面供风、行人服务。巷道沿 11# 煤顶板掘进, 煤层厚度 3.0m, 倾角 3~9°。直接顶为厚度 6.3~8.1m, 呈灰黑色、灰白色的砂质泥岩; 基本顶为厚度 8.7~13.6m, 呈浅白色的粉砂岩、细砂岩互层; 直接底为厚度 2.1~3.8m 的炭质泥岩。

31105 回风巷净高、净宽分别为 3.0m、4.6m, 采用综掘机掘进。围岩原采用锚网索支护形式。顶板锚杆为 $\phi 22\text{mm} \times 2400\text{mm}$, 间排距 $900\text{mm} \times 1000\text{mm}$; 顶板锚索为 $\phi 17.8\text{mm} \times 8300\text{mm}$, 间排距 $1800\text{mm} \times 2200\text{mm}$, 两排呈三花眼状。巷帮锚杆为 $\phi 18\text{mm} \times 2000\text{mm}$, 间排距 $900\text{mm} \times 1100\text{mm}$ 。由于巷道顶板为泥质胶结软岩, 回风巷采取上述支护方式时存在围岩变形量大, 主要表现为顶板下沉以及巷帮收敛, 因此急需采取其他的支护方式对该类型巷道围岩变形进行控制。

2 泥质胶结软岩巷道变形特点及围岩控制难题分析

2.1 泥质胶结软岩巷道变形特点分析

依据 31105 回风巷泥质胶结软岩分布以及现场观测

结果分析, 发现此类软岩巷道围岩变形有以下特点:

① 31105 回风巷泥质胶结软岩具有自稳时间短、来压快特点。巷道在掘进过程中迎头出现不同程度片帮、冒顶等情况, 若不能及时对顶板泥质胶结软岩进行支护, 则容易出现大范围片帮问题; ② 巷道围岩变形量在掘进开挖 1 周内即可达到数百毫米, 同时会长时间出现蠕变变形, 变形持续时间可达数月甚至达到半年以上; ③ 泥质胶结软岩遇水时容易崩解、泥化。回风巷顶底板软岩中含有较多的黏土成分, 当巷道围岩遇水后极易容易出现软化、崩解甚至泥岩问题, 大幅降低岩层承载能力及稳定性, 给支护带来影响。因此, 在巷道支护过程中应注意水对围岩控制; ④ 现场监测顶板岩层平均下沉量可达 500mm, 同时随着时间增加顶板岩层变形呈由局部向整体破坏趋势。

2.2 泥质胶结软岩巷道支护难题分析

31105 回风巷围岩支护面临的主要难点有:

巷道支护体系锚固力降低, 围岩胶结性差以及岩层自身内粘聚力、内摩擦角偏低等问题。巷道围岩支护使用的锚杆、锚索与孔壁间由于锚固力不足导致部分锚杆、锚索出现松弛, 同时由于围岩岩体抗剪强度不足, 导致岩层出现相对位移, 进一步降低锚杆、锚索锚固力。

裂隙水或者喷雾降尘用水给巷道围岩造成损伤。由于围岩自身承载能力不足, 同时遇水容易软化、崩解, 当掘进过程中出现顶板淋水或者喷雾降尘用水导致底板出现积水时, 极易容易导致围岩变形量增加。

3 巷道围岩支护方案及应用效果

3.1 支护设计

根据 31105 回风巷原支护参数下围岩变形特征, 并结合相关深部开采软岩支护方案, 提出采用协调支护方

案对围岩进行支护。具体支护设计见图 1 所示。

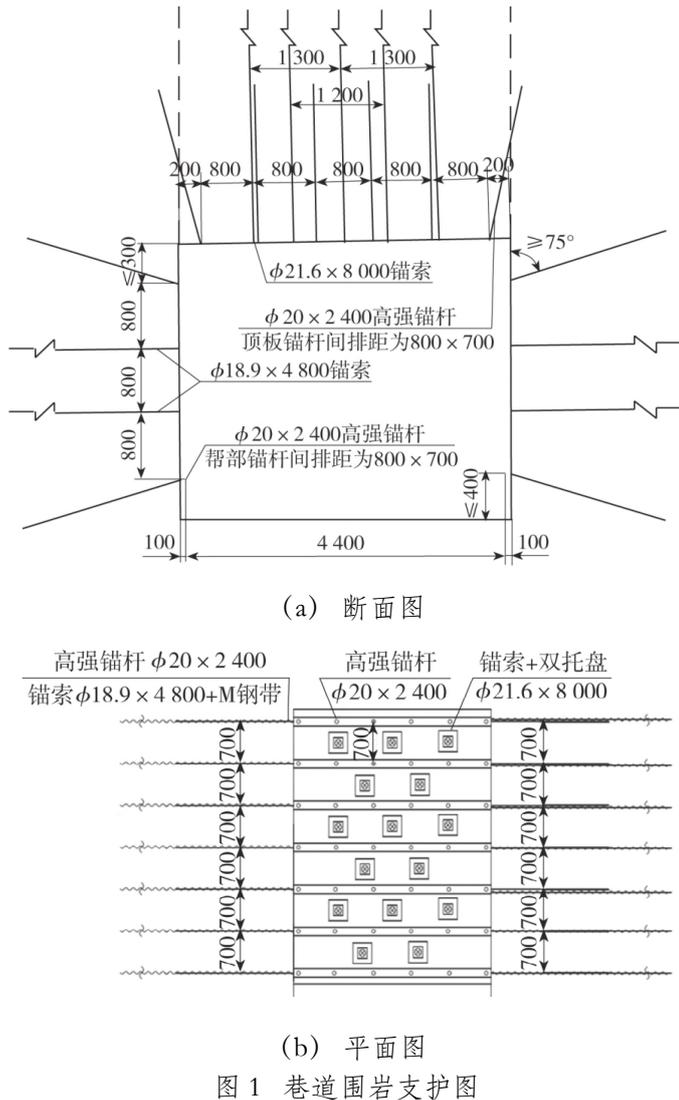


图 1 巷道围岩支护图

3.1.1 顶板支护

顶板采用锚网索支护形式，支护用 $\phi 20\text{mm} \times 2400\text{mm}$ 高强锚杆， $800\text{mm} \times 700\text{mm}$ 间排距，靠近巷帮两根锚杆外插 15° 角、其余锚杆均垂直顶板，锚固长度 1500mm ，并施加 120kN 以上的锚固力；顶板采用 $\phi 21.6\text{mm} \times 8000\text{mm}$ 恒阻让压锚索支护，间排距 $1200\text{mm} \times 700\text{mm}$ ，垂直顶板布置，锚固长度 1970mm 、施加预紧力在 150kN 以上。

3.1.2 巷帮支护

锚杆规格为 $\phi 20\text{mm} \times 2400\text{mm}$ ，按照 $800\text{mm} \times 700\text{mm}$ 间排距布置，其中靠近顶底板的两根锚杆有 15° 外插角，配合使用 $2400\text{mm} \times 173\text{mm} \times 5\text{mm}$ 钢带对巷帮进行支护，预先施加给锚杆的锚固力、扭矩分别在 100kN 、 $150\text{N} \cdot \text{m}$ 以上。巷帮锚索规格为 $\phi 18.9\text{mm} \times 4800\text{mm}$ ，并按照 $800\text{mm} \times 1400\text{mm}$ 间排距进行布置，锚索支护完成后施加 150kN 以上预紧力。

在巷帮以及顶板上均悬挂金属网进行护表，金属网长、宽分别为 2000mm 、 900mm ，网孔规格为 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。

3.2 围岩支护效果分析

为了验证 31105 回风巷围岩支护效果，在巷道支护

完成后布置测站对围岩变形量进行监测。具体 100d 监测时间内围岩变形量曲线见图 2 所示。

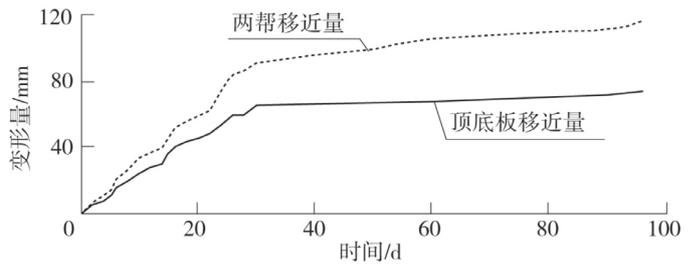


图 2 围岩变形量监测曲线

从图中看出，巷道支护完成后的 30d 内，围岩变形速度较高，其中顶板、巷帮变形速度分别达到 2.4mm/d 、 3.2mm/d ；随着巷道围岩支护时间增加，围岩变形量基本趋于稳定，其中监测得到顶板、巷帮最大变形量分别为 71mm 、 115mm ，围岩变形量整体较小，满足了巷道后续使用需要。

4 总结

31105 回风巷围岩为泥质胶结软岩，围岩具有承载能力差、遇水软化崩解等特点，巷道原采用的锚网索支护方式难以控制围岩变形。提出用恒阻大变形锚索控制围岩，并增加顶板锚杆、锚索锚固长度以及锚固力；在巷帮增设锚索进行补强加固。依据现场实际情况，对软岩巷道围岩支护参数进行设计。支护完成后，对回风巷围岩变形进行监测，发现巷道围岩在支护完成 30d 后变形量就基本趋于稳定，在监测期间发现顶板、巷帮最大变形量分别为 71mm 、 115mm ，围岩变形量整体较小，满足了巷道后续使用需要。

参考文献：

- [1] 邓广哲, 刘华. 深部软岩大变形巷道锚注一体化支护技术及应用 [J]. 西安科技大学学报, 2021, 41(02): 262-273.
- [2] 尚伟鹏. 软岩巷道围岩变形规律及支护方案研究 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(02): 4-6+8.
- [3] 张浩. 软岩巷道围岩变形机理及控制研究 [J]. 山西能源学院学报, 2021, 34(01): 16-18.
- [4] 解海, 王晨. 深部软岩巷道支护技术的研究及应用 [J]. 河南科技, 2020, 39(35): 83-85.
- [5] 张亮, 张志忠, 方运买, 等. 泥质胶结软岩巷道锚注支护技术 [J]. 煤炭技术, 2020, 39(10): 10-13.
- [6] 徐耀, 崔玉攀, 孙谦, 等. 糯东煤矿软岩巷道破坏原因分析及支护对策 [J]. 能源与环保, 2020, 42(09): 204-207.
- [7] 刘泽. 弱胶结粉砂岩巷道顶板围岩力学特性及稳定性控制 [D]. 湘潭: 湖南科技大学, 2020.
- [8] 范育青, 刘玉成, 赵明洲, 等. 弱胶结软岩巷道围岩应力与位移分布规律及支护技术 [J]. 煤炭工程, 2020, 52(04): 84-91.

作者简介：

张耀辉 (1994-), 男, 山西交口人, 2017 年 7 月毕业于吕梁学院, 采矿工程专业, 本科, 现为助理工程师。