

松软破碎围岩巷道支护技术研究

王秦帅（山西寿阳潞阳麦捷煤业有限公司，山西 晋中 045400）

摘要：随着当今煤矿行业的良好发展，各种先进的施工技术也开始应用到了开采作业中。尤其是在松软破碎形式的围岩巷道中，支护技术的合理应用更是为其开采效率、质量与安全奠定了良好基础。为实现此类巷道的良好支护，本文特以某煤矿的实际开采项目为例，对其巷道支护的具体应用进行分析。希望通过本次的分析，可以为松软破碎岩石形式的巷道开采效果及其安全保障提供相应参考。

关键词：煤矿开采；松软破碎围岩；巷道支护；支护技术

在煤矿巷道开采深度的增加过程中，其地质环境也会更加复杂，尤其是在对松软破碎围岩形式的煤矿巷道进行掘进与支护的过程中，巷道变形失稳等的情况十分常见。在这样的情况下，如果继续通过原来的技术进行支护，其支护效果将远远达不到实际的支护需求，进而为后续的煤矿开采作业预留诸多隐患。因此，在具体的松软破碎围岩巷道开采中，煤矿企业一定要选择合理的支护技术，以此来确保其支护效果，满足巷道实际生产中的质量与安全需求。

1 工程概况与巷道支护问题原因分析

1.1 工程概况

在某煤矿的开采作业中，9号煤层是现阶段主要开采的煤层，该煤层厚度在4.2~7.6m之间，倾角在3°~6°之间，水平轨道大巷长度是1200m，其上部顶板是黑色泥岩，下部底板是砂质泥岩，整体的煤层结构比较简单，局部有矸石存在。在对该煤层进行开采的过程中，将其巷道拱断面设置为直墙弧形，其高度是3850mm，宽度是1500mm，通过U型钢棚进行掘进支护，钢棚间距设置为800mm，其外部是混凝土层，混凝土层厚度是100mm。但是在对该巷道进行具体的掘进过程中，水平轨道大巷曾多次有顶板冒落问题产生，冒顶高度最大值达到了5m，且架棚后的巷道出现了明显的围岩变形收敛情况，对巷道的开采作业具有一定程度的安全威胁。

1.2 巷道支护问题原因

通过实地考察与分析发现，之所以会出现这样的情况，其主要原因有两点：第一是水平轨道巷上顶板的围岩具有较强的松软破碎性，遇水会膨胀变形，进而很容易崩解，让围岩体的承载力丧失；同时，在岩体膨胀变形的情况下，U型钢棚支护体系也会承受很大的压力，进而使其在持续的偏心荷载作用下变形损坏，柱腿会朝着巷道内侧移动，极易出现安全事故。第二是在掘进工艺以及支护结构的影响作用下，U型钢槽支架和巷道四周的围岩之间形成了缝隙，接触贴合效果不佳，这样便会让支架长时间处于偏心荷载作用中，进而对巷道内侧偏移造成了直接影响^[1]。在这样的情况下，为有效确保巷道开采作业的安全有序进行，煤矿企业就需要通过

科学合理的技术来做好巷道支护。具体支护中，通过各方面因素的综合考虑，最终选择了管棚支护施工技术，以下就是对该技术在本次巷道支护中的应用所进行的分析。

2 松软破碎围岩巷道掘进中的支护技术具体应用分析

2.1 超前支护技术的应用

为达到良好的支护效果，本次通过管棚法来进行掘进过程中的超前支护。沿着巷道的轮廓线进行钻孔和钢管布设，钢管一端连接着支护体，另一端在未开挖的岩体内固定，这样便可有效承载空顶区域内的覆岩荷载。同时，通过管棚结构之间的搭接，也可以让整体支护体系变得更加完善，当岩体塌落情况发生时，便可对其起到有效的缓冲作用，以此来确保煤矿开采作业的安全有序进行。另外，在本次施工中，考虑到顶板位置明显的淋水现象，还可以借助于管棚支护法来达到良好的超前探测效果，对于水量较大的一些区域，可借助于钢管架设的方式来进行疏通排水。在通过管棚法进行超前支护的过程中，为确保支护效果，施工单位需要对管棚尺寸以及其他的相关参数进行合理设计。以下是本次工程中管棚支护法的具体设计情况：

2.1.1 管棚尺寸设计

首先是管棚长度设计，具体设计中，可按照以下经验公式来确定管棚长度：

$$L=1+\cot \alpha +0.5$$

在以上公式中，管棚长度用L表示，其单位是mm；顶板岩体塌落高度用H表示，其单位是mm；岩层中的内摩擦角用 α 表示，其单位是°^[2]。

本次工程中，通过对水平轨道大巷中具体围岩特征的综合考虑，计算得出的L值是5600mm。但是因为巷道中的围岩具有较差的完整性，所以在掘进过程中需要适当将管棚长度增加，所以最终将管棚长度确定为6000mm。

其次是钢管规格设计，具体设计中，为了给井下的管棚安装施工提供足够便利，特选择了分节安装工艺来进行设计，选择的原料是无缝钢管，其总长度是3000mm，直径是50mm，将其一端做削尖处理，以便将

其插入到巷道围岩中，另一端借助于丝扣连接在下一根钢管上，连接中，丝扣长度应控制在 100mm 以上。通过这样的方式，才可以有效确保钢管施工质量，满足巷道掘进过程中的整体支护要求。

2.1.2 其他参数设计

首先是管棚开孔位置设计，设计中，应尽量将开孔位置选择在与巷道轮廓线临近的区域内，如果管棚具有较小的直径，钻孔中心和巷道轮廓线法向之间的间隔最好控制在 300mm。

其次是管棚环向间距设计，因为巷道中围岩的稳定性以及具体的施工精度都会对管棚间距产生影响，所以在具体的管棚支护中，为达到良好的支护效果，就需要对管棚的环向间距进行合理设计。通常情况下，直径在 50mm 以内的管棚都属于小管棚，其环向间距应控制在 300–400mm 之间。考虑到这方面的因素，并结合本次工程水平轨道大巷中具体的围岩性质分析，最终将环向间距设计为 300mm。

再次是管棚倾角设计，在进行钻孔布设的过程中，考虑到重力影响会导致钻头下垂现象，所以为有效防止钻孔侵入到巷道内部，就需要沿着轮廓线外部的一定角度来进行布设，这样便可将钻头下垂所产生的影响抵消^[3]。同行情况下，仰角应控制在 1°–5° 之间，具体角度需要根据管棚的实际长度来确定。通过上述分析可知，本次支护施工中的管棚设计长度是 6000mm，为中等长度，所以在具体设计中，将其倾角设计为 5°。

最后是管棚搭接长度设计，在本次施工的水平轨道大巷内，将 U 型钢管棚的排距设计为 800mm，所以在具体的设计与施工中，为保障前后管棚之间的连接效果，最好将其搭接长度设计为 1200mm。

2.2 喷浆加固施工技术的应用

在本次施工中，通过对水平轨道大巷中具体围岩特征的综合考虑，在通过以上几种技术措施进行掘进支护的过程中，也配合应用了及时初喷以及滞后复喷形式的喷浆加固方法。具体施工中，在巷道开始掘进之后，初喷作业就需要立即进行，通过这样的方式，才可以有效防止裸露的岩石掉落现象，同时也可以有效避免淋水现象对岩体造成侵蚀，以此来达到良好的巷道支护效果^[4]。掘进过程中，也应该在掘进机的后方做好巷道表面的复喷作业，此项作业应该和注浆同步进行，但两者之间需要根据实际情况保持一定距离，且复喷之前需要借助于高压水做好初喷面的冲洗，这样才可以确保复喷质量，满足整体巷道掘进过程中的实际支护需求。在本次工程中，初喷作业的厚度控制在 50mm，复喷作业的厚度控制在 100mm。

3 支护效果分析

在通过管棚支护技术对本次松软破碎围岩形式的煤矿巷道进行支护之后，为进一步确定其支护效果，特对其进行跟踪观测。下图是该巷道完成掘进之后，其内

部围岩在 30d 之内的变形曲线图：

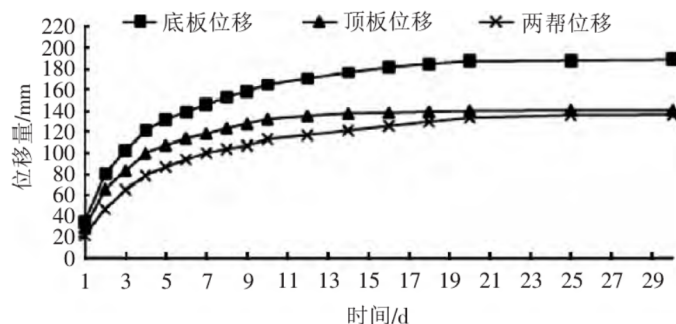


图 1 该巷道完成掘进之后

内部围岩在 30d 之内的变形曲线图

通过上图可以看出，在该巷道掘进完成之后的第 1–10 天里，整体巷道出现了比较明显的变形情况，之后的变形速度就开始趋于缓慢，并在完成掘进的第 20 天左右趋于平稳。经实际测量发现，本次工程中的巷道顶板最大下沉量是 132mm，底板最大移近量是 180mm，两帮最大移近量是 130mm，这些都符合规范要求。由此可见，在本次的松软破碎围岩条件下的煤矿巷道掘进中，管棚支护技术发挥出了有效的应用优势，通过该技术的应用，让巷道中的围岩得到了有效控制，进而为本次的煤矿巷道掘进施工提供了良好的安全保障。

4 结束语

综上所述，对于煤矿巷道开采作业而言，在具体的掘进过程中，良好的巷道支护是确保其作业效果及其安全性的关键。尤其是在松软破碎围岩形式的煤矿巷道中，只有做好巷道支护，才可以有效确保岩体强度，防止岩体掉落等的各种安全事故发生。基于此，在具体的掘进支护过程中，煤矿企业应根据实际情况，合理选择支护技术，并做好支护施工工艺和各项技术参数的控制。通过这样的方式，才可以有效确保此类煤矿巷道的支护效果，满足煤矿开采作业中对于质量、效率与安全的实际需求，促进煤矿企业的良好经营与发展。

参考文献：

- [1] 范顺刚, 姜永恒, 赵桥波, 严硕, 雷恒江, 杨勇. 镇沅金矿松软破碎岩体巷道稳定性分析及支护技术 [J]. 黄金, 2021(02):41-47.
- [2] 赵向明. 井底车场松软破碎围岩巷道注浆加固技术研究与应用 [J]. 山东煤炭科技, 2020(07):23-25.
- [3] 张立生. 松软破碎巷道围岩注浆加固支护技术 [J]. 山东煤炭科技, 2020(07):38-39.
- [4] 苗青旺. 厚煤层回采巷道松软破碎围岩注浆加固技术 [J]. 煤, 2019(10):22-24.

作者简介：

王秦帅 (1988-), 男, 民族: 汉, 籍贯: 陕西省渭南市澄城县, 学历: 本科, 职称: 地质助理工程师, 现任职务: 环保办主任, 研究方向: 矿山地质及生态环境保护。