

深部高应力软岩巷道关键支护技术研究

Research on Key Support Technology of Deep High Stress Soft Rock Lane

王安伟

Anwei Wang

淮北矿业股份有限公司芦岭煤矿 中国·安徽 宿州 234113

Luling Coal Mine, Huaibei Mining Industry Group Company, Suzhou, Anhui, 234113, China

摘要: 中国淮北矿区采场逐步向深部转移, 巷道围岩控制与支护方式已经成为技术难题, 针对深部高地应力、大变形, 传统锚带网索支护强度低、工序烦琐, 不能满足支护要求, 以芦岭煤矿Ⅲ 1024 底板巷为工程背景, 提出深部高应力软岩巷道关键支护技术, 解决了深部巷道围岩控制问题, 效果显著。研究成果对具有类似深部高应力软岩巷道支护有重要的借鉴意义。

Abstract: The Huaibei, China mining area is gradually transferred to deep metastasis, and the roadway circumference control and support has become a technical problem. It is aimed at deep highlands stress, large deformation, and traditional anchoring support network support strength, and the process is cumbersome, and cannot meet the requirements of support. Taking the background of Luling Coal Mine Ⅲ 1024 on the project, the key support technology of deep high stress soft rock lane, solves the problem of surrounding rock control in deep roadway, and the effect is remarkable. The research results have important reference to the support of similar deep high stress soft rock roadway.

关键词: 深部高应力; 软岩巷道支护; 全断面高预应力锚索

Keywords: deep high stress; soft rock road support; full-section high prestressed anchor

DOI: 10.12346/etr.v4i7.6641

1 引言

软岩巷道支护是采矿及地下工程中的一项重要而极其复杂的问题, 深井高应力软岩巷道支护是一个重要的研究方向, 已成为国际研究的热点, 它是矿井向深部拓展及进行深部资源开采的关键性技术之一。国内外专家、学者为此进行了大量的理论研究和工程实践, 并取得了一些研究成果, 但深部高应力软岩巷道支护问题依然面临许多新的难题与挑战。

近年来, 随着矿井三水平延伸, 巷道压力显现强烈, 围岩初期来压快, 变形量大, 传统支护方式难以有效控制巷道变形, 巷道需多次返修, 支护成本高。

针对深部软岩巷道支护, 康红普等^[1]提出全断面高预

应力强力锚索支护技术, 研究分析短锚索全长锚固在高低压、大变形巷道的支护效果; 任重远^[2]提出“三锚”耦合支护技术, 采用中孔注浆锚索注浆加固围岩。

结合以上文献及结论, 论文以芦岭煤矿Ⅲ 1024 底板巷为背景, 提出全断面高强预应力锚索复合支护技术, 有效控制了巷道围岩变形, 提高了深部软岩巷道支护效果。

2 工程背景

Ⅲ 1024 底板巷设计长度 1800m, 坡度为 $-12^{\circ} \sim 10^{\circ}$, 巷道标高 -578~-795m, 施工层位为 10 煤层底板 30~39m; 主要为Ⅲ 2 采区超前区域瓦斯治理服务。

该区域岩层平均倾角 16° , 岩性主要为粉砂岩、中粒砂岩及细砂岩, 巷道顶底板岩性如表 1 所示。

【作者简介】王安伟(1987-), 男, 中国安徽宿州人, 本科, 工程师, 从事煤矿安全管理及技术研究。

表 1 III 1024 底板巷顶底板概况

	岩性	厚度 /m	岩性特征
老顶	砂岩	7.94	浅灰色，细粒，薄层状，局部夹有薄层条带状泥岩；岩体单向抗压强度 35.1~45.9MPa，平均 32.5MPa，坚固性系数 f=4.8
直接顶	粉砂岩	4.15	浅灰色 - 灰色，层状，性硬，局部夹有条带状细砂岩。岩体单向抗压强度 18.6~24.0MPa，平均 21.3MPa，坚固性系数 f=3.6
直接底	细砂岩	6.62	浅灰色，薄层状，夹有薄层泥岩，呈互层状。岩体单向抗压强度 35.0~59.1MPa，平均 45.8MPa，坚固性系数 f=5.4
老底	泥岩	19.87	深灰色 - 黑色，块状，层面含有白云母碎片

3 传统锚带网索喷支护存在问题

III 2 采区底板巷普遍采用一次普通锚杆，二次加长锚杆的二次锚网索支护方式，存在以下问题（见图 1）：

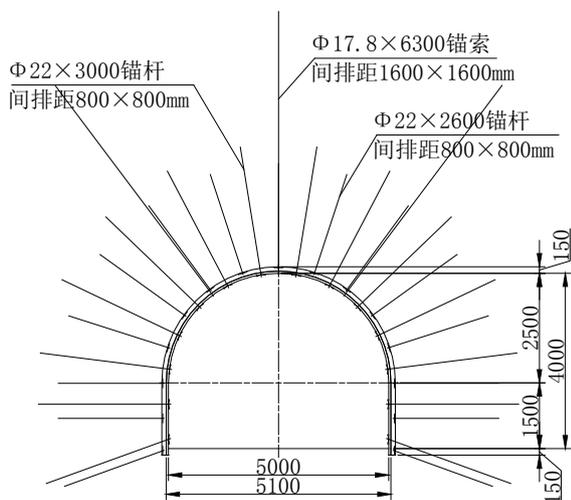


图 1 传统锚带网索喷支护断面示意图

①锚杆密度大，铺设双层钢筋网，支护工序复杂，施工难度大，单进效率低；

②支护材料投入多，巷道成本高；

③二次支护时机不能准确把握，帮部支护强度不够，仅顶板使用 3 根 $\Phi 17.8 \times 6300\text{mm}$ 锚索，支护效果不明显，仍普遍存在巷道底鼓、帮部折帮损坏现象。

通过分析，发现传统的锚带网索喷支护不能满足矿井三水平巷道支护需求。

4 全断面高强度预应力锚索复合支护

根据 III 1024 底板巷实际地质条件和断面（净宽 5000mm、净高 4000mm），创新应用了全断面高强度预应力锚索 + 锚索注浆复合支护技术，以改善巷道支护状况，提

高掘进效率。

4.1 支护参数

锚杆规格 $\Phi 22 \times 2800\text{mm}$ ，间排距 $800 \times 800\text{mm}$ ，锚杆盖板规格 $\delta 10 \times 200 \times 200\text{mm}$ ，铺单层钢筋网，喷浆厚度 100mm。增加锚索长度和直径，采用 $\Phi 22 \times 7300\text{mm}$ 高强度预应力锚索配合 $\Phi 22 \times 6100\text{mm}$ 注浆锚索补强支护，锚索间排距 $1400 \times 1600\text{mm}$ ，高强度预应力锚索和注浆锚索间隔“五花”布置，全断面布置 7 路。注浆水灰比 0.7~1 : 1，注浆压力不小于 3MPa。

4.2 支护工序优化

①施工工序：先紧跟掘进工作面铺顶网，施工顶板锚杆后喷浆，帮部（拱基线以下）先挂网喷浆，再施工锚杆；顶板 3 路锚索滞后掘进工作面不超过 5m，帮部 4 路锚索滞后掘进工作面不超过 20m；根据巷道围岩矿山压力显现规律适时注浆加固。

②巷道过断层或围岩破碎时提高支护等级，锚杆间排距按 $600 \times 800\text{mm}$ 布置，锚索规格改为 $\Phi 22 \times 8000\text{mm}$ 或 $\Phi 22 \times 10000\text{mm}$ ，并紧跟迎头施工。

全断面高强度预应力锚索复合支护见图 2、图 3。

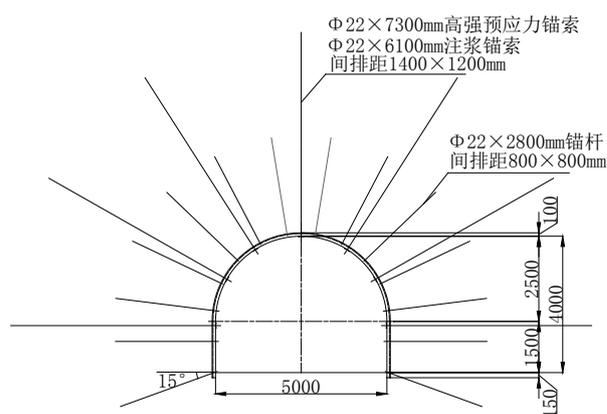


图 2 全断面高强度预应力锚索复合支护断面示意图

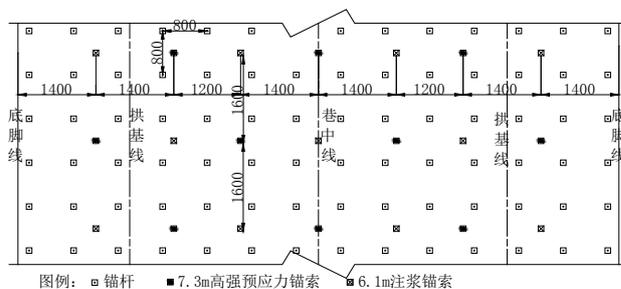


图 3 全断面高强度预应力锚索复合支护展开示意图

5 巷道支护效果考察

III 1024 底板巷采用锚杆配合高强度预应力锚索和锚索注浆支护技术，实施后支护效果好，围岩变形得到有效控制，具体表现在：

①改善了支护巷道效果，锚索由原来3根普通锚索改为全断面7根高强预应力锚索和注浆锚索，使巷道形成深部压力拱，同时注浆锚索均匀间隔布置，注浆后进一步改善围岩条件，巷道承载能力显著提高。巷道底鼓量由320mm减少至108mm；

②简化了施工工序，锚杆密度降低一倍，仅铺单层钢筋网，提高掘进效率；

③节约巷道成本，原来的支护巷道造价在2.7万元/米，取消二次支护，增加4根高强预应力锚索，巷道造价降至2.0万元/米以下，成本降低26%。

图4给出了Ⅲ1024底板巷采用全断面高预应力锚索复合支护掘进期间巷道围岩变形曲线。

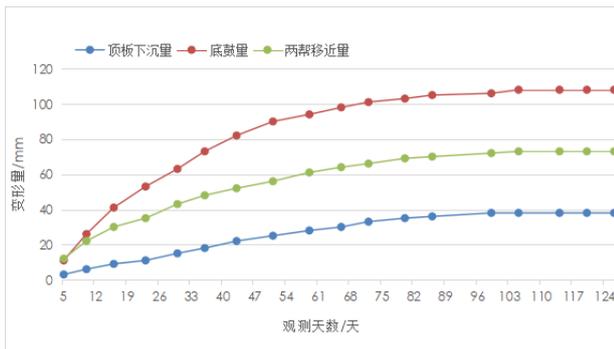


图4 Ⅲ1024底板巷掘进期间巷道变形量观测

从图4可以看出，Ⅲ1024底板巷采用全断面高预应力

锚索复合支护后，围岩在开掘85天后，巷道变形基本趋于稳定。巷道高度收缩量为146mm，巷道宽度收缩量为73mm，巷道围岩变形量较小，支护效果显著改善；同时杜绝了巷道大量底鼓引起的帮部变形、支护构件破坏现象，避免了巷道扩修^[3]。

6 结论

①深部高应力软岩巷道，呈现出围岩应力高、强度低、变形量大，原锚锚带网索支护在深部软岩实践中，存在支护工艺烦琐效率低、投入大、变形难以有效控制等问题，已不适用于矿井深部巷道支护，不满足快速掘进需求；

②以Ⅲ1024底板巷为工程实践，提出了全断面高预应力锚索复合支护技术，解决了深部软岩支护大变形难题；

③现场实施效果表明，Ⅲ1024底板巷采用全断面高预应力锚索复合支护技术，巷道高度及两帮收缩量为146mm和73mm，巷道围岩变形量较小，支护效果显著。

参考文献

- [1] 康红普,林建,吴拥政.全断面高预应力强力锚索支护技术及其在动压巷道中的应用[J].煤炭学报,2009,34(9):1153-1159.
- [2] 任重远.深部高应力软岩巷道“三锚”耦合支护技术[J].煤炭科学技术,2013,41(10):30-33.
- [3] 朱先龙,杨张杰,潘忠德,等.弱胶结富水顶板采动巷道全锚索支护技术[J].煤炭技术,2020(3):23-25.