

新景矿厚煤层托顶煤巷道支护技术优化及应用

许国胜

(阳泉煤业(集团)有限责任公司 新景矿, 山西 阳泉 045000)

[摘要] 针对阳煤集团新景矿15号煤层厚煤层托顶煤巷道支护难题,对井下原有支护和破坏情况进行调研与分析,提出原有巷道存在支护初期刚度低、支护参数不合理、支护构件力学性能差、施工工艺和机具落后等问题,在此基础上,从地质力学测试、支护前期试验、巷道支护材料、支护参数、施工工艺等环节进行系统优化与调整,在15号煤层15028工作面进风巷进行了井下工业试验。试验表明,通过对原有巷道支护技术进行优化后巷道支护效果明显改善,巷道变形量降低70%,支护成本降低30%,同时提高了巷道掘进效率,取得了良好的支护效果。

[关键词] 厚煤层; 巷道支护优化; 施工机具; 护表面积; 井下试验

[中图分类号] TD353 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225(2017)03-0049-03

Optimal and Application of Roadway Support with Extra Thick Coal Seam and Top Coal in Xinjing Coal Mine

巷道支护技术是煤矿开采中的关键技术,合理、安全、可靠的巷道支护技术是煤矿实现高产高效的必要前提^[1-2]。巷道支护技术是一个系统工程和成套技术,包括:巷道围岩地质力学评估、锚杆支护设计、巷道支护材料、巷道施工工艺以及巷道矿压监测等多个环节^[3-4],因此巷道支护技术优化应当从上述各个方面进行全面的优化和调整,才能保证巷道支护技术的科学性与合理性^[5-6]。

本文以阳煤集团新景矿厚煤层托顶煤巷道支护为工程背景,针对原有巷道支护存在的问题,对原有巷道支护技术进行系统优化和调整^[7],并进行井下试验与监测,显著提升巷道围岩稳定性,取得了良好的巷道支护效果。

1 工程背景

新景煤矿是阳煤集团公司下属主力矿井之一,生产能力达4.5Mt/a,开采煤层为石炭系3号煤层、8号煤层和15号煤层,围岩条件复杂,巷道类型繁多,一般采用锚网索+单体支柱复合支护方式。15号煤层平均厚度6.6m,巷道沿煤层底板掘进,巷道顶煤厚度达到3.6~5m,顶板一般采用全锚索进行支护,锚索直径17.8mm,长度7.2~8.2m,配套采用波纹钢带和铸钢锚索托板。巷帮采用直径20mm的麻花圆钢锚杆,锚杆排距0.8m。局部区域巷道变形较大,采用补强锚索加强支护,锚索直径21.6mm,配合采用槽钢或工字钢,部分

巷道回采期间补强锚索直径达到28.6mm。巷道支护强度很高,但15号煤层托顶煤巷道支护效果不理想,部分巷道变形量很大,巷道矿压显现十分显著,锚杆锚索大量破断和失效,包括直径为28.6mm的强力锚索,巷道变形十分严重,80124工作面回风巷在回采阶段顶底板和两帮变形量超过2m,15021工作面回风巷属于托顶煤巷道,在二次动压影响下托顶煤下位巷道高度不足1m,巷道接近报废状态,巷道支护和维护难度大。

2 巷道变形破坏因素分析

针对新景矿15号煤层托顶煤巷道变形大,支护效果差,分析新景矿巷道支护技术状况,主要存在以下几方面问题。

(1) 支护设计理念落后。原有巷道支护以被动支护为主,主要依据悬吊理论和工程经验,对高预应力强力支护技术认识不足,支护理念存在误区或者错误观念,认为将锚索巷道顶板悬吊在稳定的岩层上,锚索设计长度很大,部分锚索长度超10m,施工难度大,但效果一般。

(2) 顶帮支护不合理。新景矿普遍存在顶板支护强度偏大,巷帮支护强度偏低的问题,部分巷道顶板采用全锚索进行支护,而巷帮仅采用圆钢锚杆进行支护,造成巷道两帮变形严重,引起了巷道底鼓和顶板变形。

(3) 支护材料种类繁多,支护构件协调性差。

[收稿日期] 2016-11-26

[作者简介] 许国胜(1964-),男,河北井陉人,工程师,副总经理,主要从事煤矿巷道支护管理与技术工作。

[引用格式] 许国胜.新景矿厚煤层托顶煤巷道支护技术优化及应用[J].煤矿开采,2017,22(3):49-51.

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2017.03.015

新景矿巷道支护组合构件有: 波纹钢带、W 钢带、M 钢带、槽钢和工字钢, 托板包括: 波纹托板、框式托板、水泥托板、平托板等, 锚杆与托板, 锚索索体、锚具及构件相互协调性差。

(4) 支护系统预应力低, 护表面积小, 预应力扩散效果差。新景矿锚杆预紧力矩 $120\text{N} \cdot \text{m}$, 锚索预紧力 150kN , 锚杆锚索预紧力偏低, 由于支护构件护表面积小, 与岩面呈线接触, 预应力扩散效果差, 没有形成高预应力承载结构。

(5) 锚杆锚索高预紧力施工和检测机具落后, 性能差, 可靠性不足, 无法施加高预应力, 不能有效发挥锚杆锚索作用。

3 巷道支护技术优化

3.1 巷道围岩地质力学参数测试

采用地质力学原位快速测试系统, 对 15 号煤层 15028 工作面巷道围岩地应力、围岩强度和围岩结构进行全方位测试。测试数据表明: 15 号煤层测试区域最大水平主应力 16.95MPa , 最小水平主应力 8.69MPa , 垂直主应力 15.03MPa , 最大水平主应力与最小水平主应力方向为北偏东 80.8° , 与试验巷道夹角为 9.2° , 水平应力方向与巷道掘进方向基本一致。

3.2 巷道支护前期试验与测试

新景矿 15028 工作面进风巷锚杆和锚索锚固性能测试试验结果如表 1 所示。试验结果表明, 对于直径 20mm , 钢号 500 号, 长度 2.4m , 采用 1 支 Ck2340+Z2350 双速锚固剂或 1 支 Z2360 树脂锚固剂, 锚杆锚固力达到 159kN , 而矿方原有圆钢锚杆, 锚固力在 $58\sim 72\text{kN}$ 之间。直径 17.8mm , 长度为 6.2m 的顶锚索, 采用 1 支 Ck2340+Z2380 双速锚固剂, 锚固力达到 265kN 。对于 6.2m 锚索通过采用端部增加搅拌头情况下, 锚索锚固力试验结果未见显著提升。同时采用 6.2m 的锚索锚固力不低于 8.2m 的锚索锚固力, 甚至略有增高。

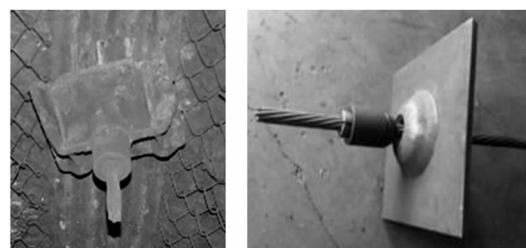
表 1 锚杆锚索锚固性能试验

名称	锚杆规格	锚固剂	锚固段岩性	钻孔直径/mm	锚固力/kN	备注
锚杆	500/ $\phi 20$ -2400	Ck2340+Z2350	煤	28	159	顶锚杆
	500/ $\phi 20$ -2400	Z2360	煤	28	159	帮锚杆
	Q235/ $\phi 20$ -2400	Ck2360	煤	28	$58\sim 72$	帮锚杆 (原支护)
顶锚索	17.8-1 $\times$ 7-6.2	Ck2340+Z2380	石灰岩	28	265	加箍处理
	17.8-1 $\times$ 7-6.2	Ck2340+Z2380	石灰岩	28	$230\sim 265$	不加箍
	17.8-1 $\times$ 7-8.2	Ck2340+Z2380	泥岩	28	196	不加箍

3.3 巷道支护材料优化

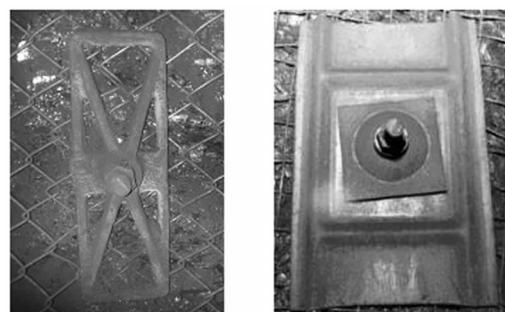
新景矿通过支护材料优化, 有效提升支护材料

力学性能, 改善锚杆锚索受力状态, 提高支护系统的可靠性。原有锚索托板从铸钢结构 (规格为 $240\text{mm} \times 200\text{mm} \times 85\text{mm}$), 优化为高强度可调心拱形锚索托板 (规格为 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 16\text{mm}$), 如图 1 所示。锚杆托板从框式托板 (规格为 $350\text{mm} \times 120\text{mm} \times 40\text{mm}$), 优化为 W 钢护板 (规格为 $280\text{mm} \times 450\text{mm} \times 4\text{mm}$) 配合高强度可调心拱形锚杆托板 (规格为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 10\text{mm}$), 如图 2 所示。

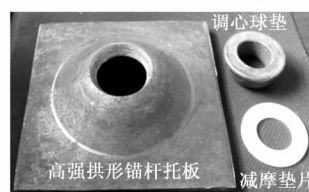


(a) 铸钢锚索托板 (b) 高强度可调心拱形锚索托板

图 1 锚索构件及结构优化



(a) 框式锚杆托板 (b) W钢护板



(c) 高强度可调心拱形锚杆托板

图 2 锚杆构件及结构优化

3.4 高预紧力施工和检测机具

高性能的巷道施工和检测机具是实现锚杆锚索高预应力的必要前提。通过配备高性能的巷道施工装备, 如扭矩倍增器、锚杆拉拔器、大功率锚索张拉机具、大量程扭矩扳手等新型施工和检测工具, 巷道施工工艺得到优化升级, 锚杆预紧力矩达到 $400\text{N} \cdot \text{m}$, 对应锚杆轴向预紧力约 80kN , 锚索预紧力可达 250kN 以上。

4 现场应用

4.1 巷道地质条件

试验地点选择新景矿 15 号煤层一采区 15028

工作面进风巷，15 号煤层平均厚度为 6.6m，巷道沿 15 号煤层底板布置，顶板由煤、石灰岩和泥岩组成。巷道顶煤厚 3.3m，顶煤强度 17.0MPa，煤层松软，破碎，裂隙发育，石灰岩厚 2.6m，强度为 111.9MPa，泥岩厚 1.6m，强度 34.5MPa。巷道埋深 500~600m，断面为矩形，宽度 5.2m，高度 3.1m。

4.2 支护参数设计

巷道采用树脂加长预应力锚固支护。锚杆钢号 500，直径 20mm，长度 2.4m。顶板采用 W 钢带与经纬网护表，顶锚杆排距 900mm，间距 950mm。巷帮采用 W 护板与菱形金属网，每排 3 根锚杆，间距 1100mm。锚杆预紧力矩设计 400 N·m。锚索直径 17.8mm，长度 6.3m，树脂加长锚固。每排打 2 根锚索。锚索预紧力为 250kN。锚杆支护布置如图 3 所示。

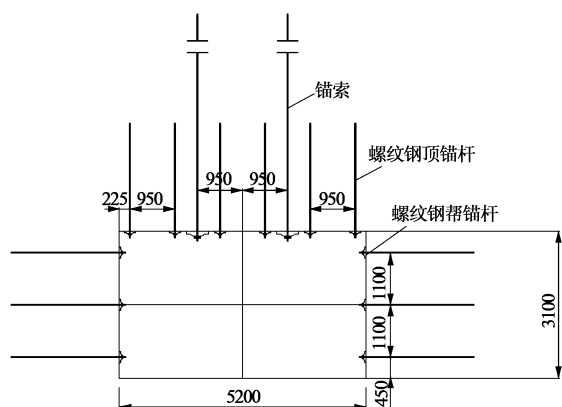


图 3 15028 工作面进风巷巷道支护布置

4.3 支护效果及反馈

根据优化后巷道支护设计进行井下施工后，巷道支护效果明显改善，巷道基本没有发生离层和破坏，W 钢带和 W 钢护板紧贴煤壁，巷道围岩完整，稳定性较好，没有出现锚杆和锚索破断现象。矿压监测数据如图 4 所示，采用新方案后锚杆锚索受力十分稳定，巷道顶底板变形量最大仅 61mm，两帮变形 34mm，相比较原方案巷道变形量降低 70%，支护成本降低 30%，巷道掘进效率也明显提高。同时，在巷道掘进过程中，顶板断裂声音（煤炮声）频率明显减少，巷道支护效果如图 5 所示，取得较好的支护效果，矿方后续在类似条件的巷道进行了推广和应用。

5 结论

(1) 新景矿通过提高锚杆强度（从 Q235 圆钢锚杆优化至 500 号螺纹钢锚杆），增加支护刚度

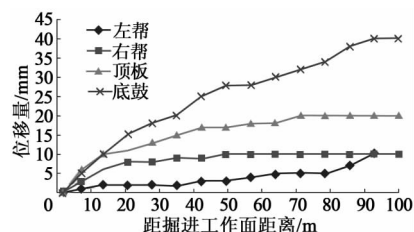


图 4 巷道表面位移观测曲线



图 5 巷道支护效果

（锚杆预紧力矩从 150N·m 增加至 400N·m，锚索预紧力从 150kN 增加至 250kN），从原有被动支护改变为强力主动支护，改善了巷道围岩应力状态，提升了巷道支护效果。

(2) 针对新景矿原有巷道支护材料进行优化调整，推广应用新型支护材料，如：500 号螺纹钢锚杆，拱形锚杆锚索托板，加箍锚索及 W 钢护板，提升支护材料力学性能和匹配性。

(3) 针对阳煤集团新景矿 15 号煤层巷道支护难题，通过分析现有巷道支护存在的问题，从巷道围岩地质力学测试、支护前期试验与准备、巷道支护材料、支护参数、施工工艺等环节进行系统的优化与调整，巷道变形量降低 70%，支护成本降低 30%，取得良好的巷道支护效果。

【参考文献】

- [1] 康红普，王金华. 煤巷锚杆支护理论与成套技术 [M]. 北京：煤炭工业出版社，2007.
- [2] 康红普，林健，吴拥政，等. 锚杆构件力学性能及匹配性 [J]. 煤炭学报，2015，40 (1)：11-23.
- [3] 国家安全生产监督管理总局. MT/T 1104-2009. 煤巷锚杆支护技术规范 [S]. 2009.
- [4] 程蓬，鞠文君. 高强度锚杆尾部螺纹断裂受力分析 [J]. 煤矿开采，2011，16 (2)：20-22，90.
- [5] 姜铁明. 煤巷锚杆支护构件的作用机制及其在晋城矿区的应用研究 [D]. 北京：中国矿业大学（北京），2008.
- [6] 康红普，王金华，林健. 煤矿巷道锚杆支护应用实例分析 [J]. 岩石力学与工程学报，2010，29 (4)：649-664.
- [7] 王俊虎，程蓬，张剑，等. 杜儿坪矿锚杆托板结构优化及推广应用 [J]. 煤矿开采，2015，20 (4)：66-68.

【责任编辑：姜鹏飞】