

大采高工作面超高巷道掘进支护技术

成小勇

(晋城煤业集团 寺河矿, 山西 晋城 048205)

[摘 要] 从提高煤炭资源采出率的角度, 分析了晋城寺河煤矿增大采高和回采巷道掘进高度的必要性, 并对超高巷道掘进支护技术进行了初步研究和分析, 为寺河煤矿今后大力推广该项技术奠定了基础。

[关键词] 大采高; 超高巷道; 掘进; 支护技术

[中图分类号] TD353.6 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2009) 05-0050-02

Technology of Supporting Super High Roadway in Large Height Mining Face

寺河矿是晋煤集团的主力矿井, 主采煤层厚度 6.3m 左右, 采煤方法为走向长壁后退式综合机械化一次采全高, 建井初期分别引进德国 SL-500 型电牵引采煤机和 DBT 公司液压支架及其配套设备。随着国内采掘设备的快速发展, 矿井积极推广应用国产设备, 先后增加 1 套郑州煤机厂制造生产的 5.5m (已停用) 以及 2 套 6.2m 大采高支架替代进口支架, 在 2307、2306 工作面, 支架最大支撑高度达到 6.2m。掘进采用 3 套美国引进的连续采煤机及配套的梭车、锚杆机进行多巷同时掘进。随着有自主知识产权的连掘工艺及配套设备的成熟应用, 连掘工艺逐渐取代连采工艺。

寺河矿工作面巷道断面最初设计为 5.0m × 3.5m 和 5.5m × 3.5m, 基本满足了大采高设备安装布置需要。随着近年来开采技术不断发展, 以及资源开采要求的不断提高, 煤炭资源采出率越来越得到重视, 而原使用的开采装备最大回采高度只有 5.5m, 加之初采、末采, 以及工作面两端过渡段丢煤, 工作面的平均采高在 5.2m 左右, 工作面采出率只有 75%, 和国家规定厚煤层采出率 93% 还有很大差距。

为了提高资源采出率, 寺河矿进行了多次技术改进, 在工作面巷道布置形式上积极试验无煤柱开采, 回采巷道加宽为 3.8m, 其中 6.2m 支架在 2307 面的应用已创造了煤矿最大采高记录, 使工作面采出率提高到 90% 以上, 如果今后回采巷道加高到 5.5m, 工作面采出率将突破 95%, 采区的采出率达到 75%。

从上述的数据中可看出要达到资源开采的最大化, 必须在回采巷道高度上进行攻关, 基于寺河矿

煤层厚度大的现状, 必须进行一次掘全高、一次采全高, 才能适应矿井发展的需要。

1 技术分析及论证

受采掘设备能力限制, 寺河矿首采面回采平均高度只有 4.5m 左右, 到 2302 面采高首次提高到 5.5m, 带来巨大的经济效益。连掘工艺应用成熟后, 巷道掘进更显灵活, 不再局限连采机 3.7m 最大截割高度, 连掘机截割高度为 5.1m, 掘进高度 4.5~5m 巷道是可以实现的。在掘进 2307 面回风巷 2306L、2306S 巷时, 由于煤体破碎, 巷道顶煤留不住, 形成了自然超高巷道, 巷高超过 6m, 掘进长度 300 多米, 配备的锚杆锚索机最大支护高度为 6m。对该段超高巷道进行了支护, 经过近 2 个月的现场观测, 巷道变形量符合质量标准化规定要求。因此, 从现有的技术装备以及发展趋势看, 实现超高巷道掘进的转变是必然的, 连掘设备参数如表 1 所示。

表 1 连掘设备参数

设备名称	型号	备注
掘进机	S200M	截割范围: 宽 6.5m、高 5.1m; 长度: 14.3m; 宽度: 3.6m; 总功率: 3721kW
自制锚杆(索)机	ZY-245/1140	设备重量: 20t; 工作高度: 5.1m (最大); 支护宽度: 6m (最大); 工作电压: 1140V
连续运煤机	LYJ-T1140/70	额定电压: 1140V; 总功率: 70kW; 外型尺寸: 5m × 1.8m × 2.1m; 运输能力: 150t/h

巷道加高后带来主要问题为巷道的锚杆支护和工作面超前支护。

1.1 巷道支护

[收稿日期] 2009-01-22

[作者简介] 成小勇 (1979-), 男, 山西晋城人, 工程师, 从事采掘设计工作, 现任晋城煤业集团寺河矿生产技术室主任工程师。

巷道加高成 5.0m 后，巷道顶煤还剩余 1~1.2m，伪顶平均厚度为 0.3m，直接顶为 6.75m，基本顶为 4.7m，顶板距稳定的直接顶和基本顶距离减少 1.5m，顶板的支护材料长度可适当缩短，而支护的重点由顶板转为两帮，两帮的支护强度需要加强。对工作面煤壁侧的支护选用高强度的玻璃钢长锚杆（ $\phi 20\text{mm} - 3000\text{mm}$ ），需要留巷的巷道在巷帮使用（ $\phi 18\text{mm} - 3000\text{mm}$ ）圆钢锚杆，使用加长锚固方式，锚固剂用量每孔不小于 2 根，锚固长度不小于 1.3m。两帮支护由人工支护改为锚杆机支护，增加帮锚杆的预紧力，使其锚固力达到 100kN，预紧力达到 300N·m。同时对使用的巷顶锚索加粗，使用 $\phi 22\text{mm}$ 的高强度锚索补强，保证超高巷道顶帮安全以及复用巷道的留设成功。5.5m×5.0m 试验巷道支护设计如图 1 所示。

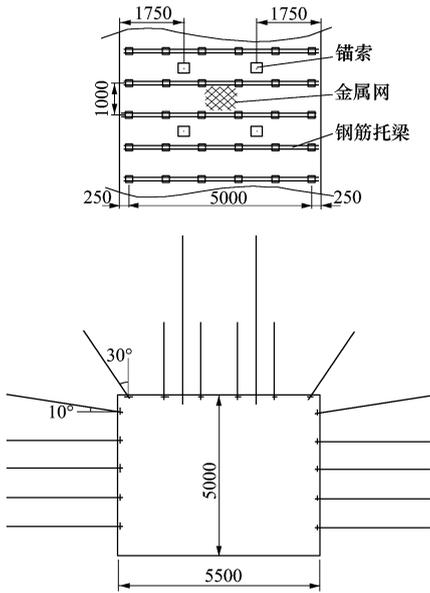


图 1 5.5m×5.0m 试验巷道支护设计

1.2 设备配套

随着连掘工艺的逐步成熟，5.0m 高巷道施工成为可能。原先使用的掘进设备，连采机最大切割高度只有 3.7m，S50M 综掘机最大截割高度为 3.9m，巷道加高只能经过特殊工艺，例如在综掘机下方垫板梁逐步抬升至规定要求。而现 S200M 综掘设备可直接进行 5.0m 高巷道的一次成巷，配备的自制锚杆锚索机，最大工作高度为 6.0m，巷道的支护也相对容易，自制的连续出煤系统，可以紧跟掘进机实现煤炭的连续运输，掘进和出煤率接近连采机的水平。

1.3 超前支护

巷道加高后，工作面的支架布置全部使用中间

架，原先的端头支架和过渡支架可以省去，由于端头端尾支架承担着推进机头机尾刮板输送机的作用，所以要对中间架进行改造或将端头端尾支架支撑高度进行加高，达到中间架升缩量。另外两工作面超前支护段要选用特殊的支护设备，机尾可采用履带行走式液压支架，机头超前支护段由于有刮板输送机转载破碎设备，超前支护需要经过特殊改造的支架有效地避开转载机的影响，并留出安全出口距离，或者适当加宽巷道给支架留出一定空间。

在短壁面开采中，工作面长度 60m，全部使用 6.2m 行走中间架，不存在过渡段，工作面采用 S200M 综掘设备割煤后紧跟连续出煤系统，机头机尾由于较综采省去刮板输送机及破碎机，有充足的空间使用行走支架进行超前支护，在行走支架上进行局部改进还可对巷帮进行超前支护，采出率达到 90% 以上。

2 需要解决的问题

(1) 高强度玻璃钢锚杆的选型 现有的玻璃钢锚杆强度达不到规定要求，巷道加高后，对其要求更高，特别是 3.5~5.0m 高度段，煤层的片帮加大，稳定区后移，需要高强度长锚杆、大托盘进行组合支护。

(2) 正规工作面超前支护的改进 特别是工作面机头段，受转载机、破碎机体积大的影响，在有限的空间内既要保证安全出口顺畅，又要控制超前段顶帮的稳定，需要进一步探讨，短期内主要考虑短壁面开采的支架改进。

(3) 巷道加高后对通风的影响 局部通风机吊挂高度，是否容易形成瓦斯积聚，巷道密闭工艺以及材料使用；工作面上隅角维护以及瓦斯处理等需要重点探讨。

(4) 工作面留巷的可靠性 工作面过渡段加高，对留巷煤柱动压影响范围扩大，对复用巷道的利用情况需要进行科学的矿压观测。

3 经济效益分析

(1) 掘进巷道费用 断面 5.0m×3.5m 巷道每米的支护材料费用为 995 元，每米出煤 25t，每吨按 200 元计算，共 5000 元，除去其他费用净收益在 2000 元左右；改为 5.0m×5.0m 每米支护材料费用约为 1420 元，每米出煤 36t，共 7000 元，除去其他费用净收益约在 5000 元左右。

(2) 工作面出煤走向 以走向 1000m 大采高

(下转 26 页)

$\phi 57\text{mm}$, 使用高威力炸药), 减轻了采场压力, 比较顺利地通过了上层采空区煤柱影响区。

如 8402 工作面推进到头部距上层煤柱 15m、尾部距上层煤柱 5m 开始, 到头部出上层煤柱 12m、尾部出上层煤柱 22m, 共计来压 4 次, 每次来压时液压支架安全阀有 60%~80% 的开启, 且开启时间长, 尤其表现在出煤柱 5~10m 时, 支架一直达到额定工作阻力值。通过矿压观测, 工作面过上层煤柱影响区域时, 工作面中部来压次数多且强度大, 头、尾来压次数少且强度小, 出煤柱 5~10m 范围压力大, 进煤柱 5m 范围次之, 进入煤柱后压力较小。

5.1.1 人工强制放顶

在开采过程中, 大采高综采工作面进行了初次及步距放顶, 在过上层煤柱影响区时调整了人工强制放顶孔的位置, 分别在头、尾巷各布置 3 组 12 个孔总进尺 768m, 方位、仰角及深度均按在两巷拉开槽、切断顶板、垮落高度大于 10m 计算, 分别布置在煤柱前 5m、进入煤柱 10m 后、出煤柱 10m 时, 各 1 组。

5.1.2 矿压观测测区布置

在过 8402 工作面上层煤柱影响区域时, 分别在 7, 15, 28, 38, 50, 58, 68, 78, 95, 102 号支架上各安装一台尤洛卡综采压力记录仪, 分别对支架的前、后柱工作阻力进行监测; 在两巷各安装尤洛卡单体柱连续圆图记录仪。同时每日 3 班安排矿压监测工进行宏观观测, 具体内容有: 采高、煤壁片帮、日进度、采空区悬顶及冒落高度, 机道端面距、机道顶板状况、乳化液浓度、泵压、两巷顶板变化情况等。

5.2 过火成岩墙工艺

在 8404、8406 工作面均有火成岩墙揭露。如 8404 大采高工作面 5404 巷在 458m 处, 2404 巷在

482m 处揭露一条 6~8m 宽的火成岩墙, 岩墙岩性为黄斑岩, 岩墙周围煤层变质呈焦碳。

工作面通过火成岩墙时, 预先将工作面调斜 10° , 以减少火成岩墙在工作面的揭露范围 (揭露范围 20m), 采用深孔 (孔深为 75m, 孔径 65mm) 注水软化、浅孔 (孔深为 2m, 孔径 43mm) 放炮松动岩墙的办法比较顺利地通过了火成岩墙。

6 结束语

几年来的实践表明: 对“两硬”条件下大采高综采顶板控制, 采用人工强制放顶可有效地控制顶板的来压强度和来压步距, 为工作面安全生产创造了良好的条件; 在过上层煤柱时, 预先对工作面调斜, 并进行深孔强制放顶, 减轻了采场压力, 比较顺利地通过了上层采空区煤柱影响区; 在过火成岩墙时, 预先将工作面调斜 10° , 采用深孔注水软化、浅孔放炮松动岩墙的办法比较顺利地通过了火成岩墙。为“两硬”条件下大采高综采实现高产、高效、高采出率, 降低成本、提高综合开采效益提供了实践经验。

[参考文献]

- [1] 钱鸣高, 刘听成. 矿山压力及其控制 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991.
- [2] 胡国伟, 靳钟铭. 大采高综采工作面矿压观测及其显现规律研究 [J]. 太原理工大学学报, 2006 (37).
- [3] 宋建国. 大采高综采面矿压显现规律研究 [J]. 矿山压力与顶板管理, 2005 (2).
- [4] 弓宏飞. 大采高综采技术在四老沟矿的应用 [J]. 煤矿开采, 2004 (3).
- [5] 李建军. 大采高综采工作面采空区顶板处理的实践 [J]. 华北科技学院学报, 2004 (1).

[责任编辑: 林健]

(上接 51 页)

工作面为例, 按 5.2m 支架平均采高 5.2m 计算原出煤量在 1.63Mt, 过渡段损失 50kt; 如按 6.2m 支架平均采高 6m 计算, 巷道加高前采出煤量在 1.8Mt, 加高后可采出 1.86Mt, 经济效益近千万。

4 结论及建议

(1) 实行一次掘全高、一次采全高后, 资源采出率提高, 产生巨大的经济效益;

(2) 通风断面增大, 可以减少回风巷道的条数, 从而缩小巷道煤柱量;

(3) 使用 6.2m 支架回采后, 工作面后部, 包括机头机尾段后部留煤很少, 采空区瓦斯相对降低, 对采空区后部密闭有利, 总之, 采用超高巷道对未来本矿资源开采的好处较多;

(4) 但超高巷道在煤体破碎以及存在地质构造的情况下支护效果差, 考虑工作面回采, 对超高的巷道进行后期木垛维护, 浪费了大量的木材, 使劳动强度加大, 和高产高效矿井极不协调, 围绕超高巷道使用, 在后期回采中还需要开展一系列技术攻关, 使设备、工艺更加合理。

[责任编辑: 林 健]