矿井沿空掘巷支护技术研究与应用

董建伟 (霍州煤电集团吕梁山煤电有限公司方山木瓜煤矿, 山西 方山 033000)

摘要: 煤矿为保持回采巷道稳定, 防止漏风和相邻采空区瓦斯等有毒有害气体涌出, 区段间采用留设保护煤柱护巷, 煤柱宽度一般都在 30m 左右, 对瓦斯治理和煤层自燃发火的防治起到了较好的效果, 但是工作面顺槽矿压显现强烈, 巷道变形、冒顶严重, 影响着矿井的安全高效生产, 且两工作面保安煤柱较宽, 资源浪费严重, 煤柱损失高达 10%~30%。针对以上实际情况, 国内学者做了大量的研究, 开展了综放工作面沿空掘巷技术研究, 确保工作面防火以及瓦斯治理达到要求, 同时, 为实现小煤柱沿空掘巷提供安全可靠、经济合理、技术可行的方案, 也做了一些特厚煤层综放工作面沿空掘巷的基础理论和关键技术的研究。

关键词: 厚煤层留小煤柱; 沿空掘巷; 支护技术; 研究与应用

Abstract: Coal mine to keep the roadway stable, to prevent the poisonous and harmful gas such as air leakage and adjacent goaf gas gushed out, this section between the protecting roadway protection coal pillar, the coal pillar width is generally around 30 m, the gas control and prevention of spontaneous combustion of coal seam has played a good effect, but face gateway mine pressure appear strong, roadway deformation and roof caving is severe, It affects the safe and efficient production of the mine, and the safety coal pillar of the two working faces is wide, and the waste of resources is serious, and the loss of coal pillar is up to 10% ~ 30%. In view of the above actual situation, domestic scholars have done a lot of research and carried out technical research on roadway excavation along gob in fully-mechanized caving working face to ensure that fire prevention and gas control of the working face meet the requirements. At the same time, a safe, reliable, economic, reasonable and technically feasible scheme is provided for the realization of roadway excavation along gob in small coal pillars. Some basic theories and key technologies of roadway excavation along gob in fully mechanized caving face of super thick coal seam have also been studied.

Key words: small pillar left in thick coal seam; Excavating roadway along goaf; Support technology; Research and Application

对于厚煤层留小煤柱沿空掘巷采用可精确控制胶凝时间的混合注浆材料, 钻孔对小煤柱沿空进行注浆加固, 不仅可提高的充填加固效果, 还可增强煤柱的支撑作用, 为沿空掘巷正常掘巷提供了安全保障。小煤柱沿空注浆方法成本低、施工简单高效、充填效果明显, 具有较高的推广应用价值。未对回采及工作面安全造成影响, 同等地质条件下采用留小煤柱沿空掘巷在经济技术方面较为合理, 极大程度减少了资源浪费。

1 加强厚煤层留小煤柱沿空掘巷支护技术研究的意义

在利用高科技水平的支护工艺来对锚杆支护巷道进行有效的质量提升和保障的过程时, 高强度锚杆和锚索支护发挥着极其关键的辅助作用, 不仅可以推动工期提前完成, 还可以为企业节约一定的生产成本资金。小煤柱在整个巷道过程时发挥着良好的支撑作用, 这主要是由于不断的岩浆浇灌而使得缝隙不断地被填充, 从而可以日积月累的巩固小煤柱的硬度和稳定程度。小煤柱掘巷锚网联合支护技术不仅对传统的支护技术形成一个新的升级和优化, 含降低外界环境对整个巷道内部的影响作用。该技术不仅可以有效的降低岩石的变形对整个汉堡内部产生的安全威胁, 还可以提高整个巷道内部的稳定程度, 为工作人员的安全生产提供一个良好的保障。

2 工作面概况

8204 工作面主采 3 号煤 ~5 号煤, 煤层埋深 500m 左右, 平均厚度 17.09m, 平均倾角 3°, 工作面长 235m, 距最近断层垂直距离 30m, 顺槽长度 870m, 高瓦斯矿井, 煤尘具有爆炸性, 容易自燃, 采用综采放顶煤采煤方法, 一侧为 8206 工作面, 已采。3~5 号煤层结构复杂, 节理裂隙发育。煤层基本顶为粉砂岩, 厚度达 30m 以上, $f=11.6$, 局部赋存岩浆岩, 厚度为 0.4m~1.8m, 中夹 1~2 层煤线; 直接顶为细 - 中砂岩, 厚度为 0.51m~30m, $f=10.7$, 局部夹薄层粉砂岩或多层煤线; 伪顶为泥岩, 厚度为 0.01m~0.5m; 直接底为细砂岩, 厚度为 0m~5.52m, $f=10.7$; 老底为中、粗砂岩, 厚度为 5.2m~10.90m。

3 理论计算

为了保证巷道围岩稳定, 控制巷道变形量, 避免支撑压力的影响, 传统的大煤柱巷道围岩变形严重, 不能满足要求, 把巷道布置在围岩应力降低区, 不仅可以减小煤柱的宽度, 同时可以提高煤炭回采率。煤柱两侧由于支撑压力影响都有破碎区, 煤柱内部也有塑性区, 锚杆支护的锚固段需要布置在稳定的区域内。如果煤柱宽度太小, 锚固段煤层破碎, 难以形成足够的锚固力, 从而难以保证煤柱的稳定性。因此, 煤柱宽度的布置既要

保证煤柱布置在应力降低区，减小煤柱宽度，又要保证煤柱的稳定性。

小煤柱宽度计算公式见式：

$$B=x_1+x_2+x_3$$

式中：

B 为小煤柱宽度，m；

x_1 为上区段煤柱侧煤体破碎区域宽度，m；

x_2 为本区段煤柱侧锚杆支护有效长度，m；

x_3 为安全系数宽度， $x_3=(0.15\sim 0.35)(x_1+x_2)$ ，m。

经计算，小煤柱宽度：

$$B=6.89\text{m}\sim 8.12\text{m}$$

此工程条件下合理的小煤柱宽度为 8m 左右。

4 小煤柱沿空掘巷支护技术研究

4.1 交叉点处加强支护

在工作人员开展具体的巷道联合支护工作之前，需要对实际的情况和环境进行良好的探测，主要的探测田位于巷道开口与东交代上山之间的重叠位置。一旦这些地方受到地理结构的破坏，就会产生裂缝的威胁，这就需要管理人员重新对该地区的围岩结构进行探测，对参数数据的变化进行完整的记录。

4.2 沿空掘巷小煤柱加固方

在对小煤柱支护巷道工作加固工作时，可从以下五个方面来明确具体的方式：

第一，结合以往的工作经验和实际情况中所展现出来的小煤柱的参数数据来具体确定最终的宽度。

第二，利用各种水泥浆液来对小煤柱中出现的缝隙进行填塞，从而可以增强围岩结构的稳定性和强度。不仅如此，工作人员需要对锚杆进行良好的加固，还需要在此基础上对那些出现漏风的管道进行良好的堵塞，降低因外部环境影响而使航道内部出现的火灾现象。

第三，提高支护作用的功能和效应，借鉴锚索悬吊理论来对支护工作进行辅助，从而可以更好的提高巷道两侧的支撑力，保证巷道内部顶板处于原位置保持不动。

第四，利用深锚来对整个巷道内部进行巩固。

第五，在恒大工作开始之后，必须严格按照计划内的方案和步骤来开展各项施工，还必须结合实际情况来对方案进行适时的调整，一切从工作人员的生命安全着手和考虑。

4.3 小煤柱沿空掘巷巷道变形特征与控制技术

局部破坏性对于巷道内部的稳定性结构的延续也有着一定的影响，可能会影响整个巷道内部应力之间的相互稳定。在巷道之间相互作用力的影响之下，煤炭后期处于濒临破碎的阶段，在此阶段进行支护工作难度和挑战都会大大增加。由于工作面会受到来自侧面和正面的双重压力的挤压，岩层上部将会受到压力而产生变形或

裂缝现象，甚至因为媒体的断裂会为后期工作造成极大的限制，在煤块被挤压到下沉之后，由于各类作用力的影响，最终形成铰接结构。所以，要想良好的控制沿空掘巷必须从小煤柱上方岩块的巩固着手，从而可以提高整个放到内部的强度和稳定性，主要采用以下三个方面：

第一，锚索的承压能力会随着深度的不断提升而增加，要想提高支护作用的最终质量和效果，可以从毛所方面着手来增加周围的预紧力。利用围岩之间的一体性作用来对其进行支付，从而可以加大支护作用的效用，减少安全事故的发生。

第二，由于存在裂缝等现象较多，可能会导致岩石的稳定性结构较差，甚至还会在一定程度上影响锚杆的作用和效应的发挥。此时就可以利用注浆加固技术来解决这一挑战，在锚杆桩加入其他的应力来起到支撑性作用。

第三，利用反底拱措施来提高巷道内部底板的平稳程度，减轻因底部变形而对巷道带来的威胁和安全隐患的影响。

5 结束语

总之，通过掘进期间围岩变形情况得出，巷道掘进在与回采工作面交汇前，必须采取措施加强支护方可加强顶板及两帮管理。对工作面通过采用基本锚网索带，特殊地段采用帮部锚索梁支护技术，有效的增加了巷道围岩强度，提高了承载结构性能。矿压观测数据观测表明，巷道顶、底板及两帮变形均得到良好的控制，完全满足回采需要。通过现场调研及理论分析可知，小煤柱沿空巷道顶板由于不均衡受力发生不对称变形破坏，加固关键部位是顶板控制的重点。

参考文献：

- [1] 刘勇. 沿空掘巷小煤柱护巷的理论分析及应用 [J]. 煤矿现代化, 2019(05):181-184.
- [2] 王炯, 于光远, 孙晗. 小煤柱沿空掘巷双卸压恒阻支护围岩稳定性控制方法 [P]. CN109973126A, 2019-07-05.
- [3] 何建文, 崔晋武. 小煤柱沿空掘巷条件下巷道稳定性支护控制分析 [J]. 煤炭与化工, 2019, 42(06):105-107+111.
- [4] 霍林鹏. 极近距离煤层采空区下留小煤柱沿空掘巷技术研究 [J]. 煤, 2019, 28(06):6-9.
- [5] 李化敏, 王祖光. 特厚煤层大采高综放工作面小煤柱沿空掘巷技术应用 [J]. 同煤科技, 2019(03):1-8+53.

作者简介：

董建伟 (1984-)，男，汉族，山西忻州人，2009 年 7 月毕业于山西大同大学矿建工程专业，本科学历，现在职务：霍州煤电集团吕梁山煤电有限公司方山木瓜煤矿调度室副科长，工程师，研究方向：采矿工程。