

兖州矿区综放面端头及两巷超前液压支架研制与应用

张崇宏

(兖矿集团有限公司, 山东 邹城 273500)

[摘要] 针对综放工作面端头及两巷采用传统单体支柱支护方式所存在的安全与效率问题, 兖矿集团研发了成套综放工作面端头及两巷超前支护液压支架, 从而实现了综放工作面端头及两巷超前支护的机械化。阐述了该项技术所包括的端头及两巷超前支护液压支架的设计要求、结构特点、试验与改进途径。并就应用推广前景做了分析。

[关键词] 超前支护; 液压支架; 结构特点; 试验

[中图分类号] TD355.46

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-6225 (2010) 03-0080-02

Development of Application of Head and Advanced Powered Support in Fullmechanized Caving Face of Yanzhou Mining Area

综放工作面端头区及两巷超前支护是影响综采放顶煤工作面能否实现安全高效开采的一个关键因素。在兖州矿区, 综放工作面端头及两巷的超前支护传统上普遍采用十字金属铰接顶梁(或一字梁)配合单体液压支柱进行支护。因该处应力状态复杂、巷道变形严重, 致使支护难度大、用工耗时多、安全状况差, 同时因超前支护距离长、劳动强度大、工作环境差, 导致生产受影响、工作面单产降低。虽然综放面的装备水平能力很高, 但是以单体支柱为主的支护方式增大了回料工作的危险性, 给综放工作面的高效推进和安全管理带来一定困难, 同时降低了端头及两巷超前支护区的机械化程度, 成为综采放顶煤机械化开采技术的薄弱环节。研究开发机械化、高效率、更安全的新型端头及两巷液压支架, 实现端头支架及两巷超前液压支架支护与工作面大功率装备的全面配套是必要的。

1 综放面端头及两巷超前液压支架的设计

兖州矿区综放工作面两巷的矿压特点与锚网支护参数: 实体煤巷道(运输巷)受工作面超前支承压力影响范围 25~38m, 平均 30m, 影响高峰区距煤壁 10m 以内; 沿空巷道(轨道巷)受工作面超前支承压力影响范围 80~150m, 一般为 110m, 影响高峰区距煤壁 40m 以内, 顶底板移近量累计为 400~1250mm, 平均达 1050mm, 两帮移近量累计为 600~2500mm, 平均达 1500mm。运输巷断面规格一般为微梯形, 巷道上净宽 4000mm, 下净宽 4400mm, 净高 3000mm, 采用锚网索联合支护。沿

空轨道巷断面规格为微梯形, 上净宽 4000mm, 下净宽 4600mm, 高 3000mm, 锚网索联合支护。

设计端头及两巷超前支护液压支架的主要技术要求:

(1) 端头及两巷超前支护液压支架能够适应支护断面尺寸的变化, 有效地维护工作面端头及两巷的断面空间; 护帮、护巷效果好、能有效控制巷道变形, 确保足够的行人和运输空间。

(2) 按照《端头液压支架技术条件》要求, 端头支架具有切顶能力强, 支架应保证工作面巷道出口高度 1.8~2.4m, 人行通道宽度不低于 1.2m。

(3) 支架动作灵活轻便, 能够和工作面其他设备有效协调配合, 拉移动作快速便捷。

(4) 机械化程度高, 操作简便, 取消繁重体力劳动。

(5) 支架结构简单, 性能可靠。

(6) 支架设计工作阻力高、支护面积大、强度高, 对顶板支护能力进一步增强。

(7) 支架与综放设备配套可满足年产 3~6Mt 产量的要求。

(8) 能在各种条件下顺利拉架, 特别是当无法进行正规循环时, 采煤机冷却水、降尘水以及采空区的大量淋水都会积聚在下端头处, 造成移架困难, 要求支架具有较大的拉架力, 设计推移千斤顶的拉架力不小于端头支架总重量的 3 倍, 顶梁要设置调架装置。

(9) 支架推移机构的推力应大于 1.3 倍的拉架力, 以克服推移过程中所遇到的各种阻力之和。

[收稿日期] 2010-04-28

[作者简介] 张崇宏 (1964—), 男, 山东胶南人, 高级工程师, 综机管理中心总工程师, 多年从事综采掘装备管理和技术研究工作。

(10) 支架的服务年限要超过 7a, 大修周期达到 3a。

(11) 支架应与工作面的地质条件、巷道尺寸、配套设备等相适应, 具有方便使用的性能。

(12) 要保证较大的无立柱空间, 以保证端头处设备的正常运转及顺利前移。

(13) 在设备的设计、制造和使用性能上, 总体达到国际领先水平。

研制所遵循的原则: 综放工作面端头及两巷超前液压支架的研究与制造遵循逐步改进与完善的原则。首先是研制适用于条件较好的综放工作面实体煤运输巷端头及两巷超前支护液压支架; 之后是研制支护强度提高、支护空间扩大的综放工作面轨道巷端头及两巷超前支护液压支架; 最终研制出了适用范围涵盖兖州矿区的系列成套综放工作面端头及两巷超前液压支架。

2 端头及两巷超前支架结构特点与主要技术参数

2.1 运输巷端头及超前支护液压支架

通过设计与结构力学计算, 在系列型式型号运输巷端头及超前支护液压支架研制与工业性试验的基础上, 通过不断改进在工业性试验过程中暴露出的各种问题, 完成了对较为完善的 ZT24500/18/35 型综放工作面实体煤运输巷超前支护液压支架的研制研发。支架的结构型式为二架型三组合左右迈步式。由超前支架、端头支架组成。其中, 超前支架 2 架, 为六柱两架一组结构; 端头支架 1 架, 为八柱两架一组结构, 前带铰接前梁形式。超前支架设计成六柱结构, 结构紧凑, 受力均匀, 四连杆加单摆杆机构, 确保了支架的稳定性, 顶梁配置与推移步距相适应的调架千斤顶, 有效防止了左右倒架并确保顺利移架。端头支架设计成八柱结构, 顶梁亦配置了调架千斤顶, 铰接顶梁带铰接前梁结构形式, 提高了对顶板的适应能力和支撑能力。该架型整架工作阻力达到 24500kN, 支护高度为 1.8~3.5m, 支护长度约为 32m, 其中超前支护长度约为 21.3m, 适用于综放工作面实体煤运输巷端头及超前支护。

2.2 沿空轨道巷超前支护液压支架

该型综放工作面端头及沿空轨道巷超前支护液压支架的结构形式为四架型八组合左右迈步式。包括端尾支架 1 架、端头支架 II 型 1 架、端头支架 I 型 2 架、超前支架 3 架和锚固支架 1 架, 除端尾支架为支撑掩护式以外, 其余支架均为 2 架 1 组架型, 互换性提高。锚固支架同端头支架 I 型架型相同, 均为四柱支撑, 结构简单, 可以互换使用, 并

且可以根据巷道的支护需要任意组合, 调整超前支护的长度, 支护长度约 65.5m, 其中超前支护长度为 58.8m。超前支架设计成八柱结构, 受力均匀, 四连杆加单摆杆机构, 确保了支架的稳定性。端头支架 II 型的顶梁前后均带铰接前梁, 靠近端尾三角区域的前梁, 不用时可以拆掉, 增加了端尾三角区域内对顶板的适应性。端尾支架设计成六柱支架, 铰接顶梁带铰接前梁结构形式, 提高了对顶板的适应能力和支撑能力。锚固支架和超前支架的推移行程满足 2 个推移步距要求, 减少了对顶板的反复支撑次数, 且顶梁和底座都配置了与 2 个推移步距相适应的调架和调底千斤顶, 有效防止左右倒架和底座内收, 确保顺利移架和行人空间。端头支架 I 型和端头支架 II 型推移行程满足 1 个推移步距要求, 配合工作面及时移架, 提高了工作效率, 且顶梁和底座都配置了与 1 个推移步距相适应的调架和调底千斤顶。该架型支架整体工作阻力为 103500kN, 适宜于综放工作面端头及沿空轨道巷超前支护, 尤其对大断面、大变形、应力场复杂且应力水平高的综放沿空轨道巷的控制效果更加明显, 结构性能更趋完善。

3 综放面端头及两巷超前液压支架工业性试验

系列综放工作面端头及两巷超前支护液压支架, 历经 7 种架型。先后于 2004 年 12 月~2007 年 06 月陆续在兴隆庄煤矿 4301 综放工作面、鲍店煤矿 1314 综放工作面、鲍店煤矿 1316 综放工作面和兴隆庄煤矿 1308 综放工作面等现场进行了井下工业性试验。

其中首套 ZT9800/16/30 型运输巷端头液压支架在兴隆庄 4301 综放面进行了工业性试验。该面埋藏深度为 238.03~293.22m。所采煤层为 3 煤, 煤层厚度 5.85~9.40m, 平均 8.2m。煤层倾角 3~10°, 平均 5°, 煤层硬度系数 $f=2.3$ 。工作面面长 176m, 推进长度 667m, 工业储量 1.3Mt, 设计采出煤量 1.088Mt, 工作面设计采出率 83.7%。两巷为锚网、锚索联合支护。

首套 ZT83200/19/35 型综放工作面轨道巷(沿空)端头支架, 在鲍店煤矿 1316 综放面轨道巷及端部出口进行了工业性试验。该面埋藏深度为 320.95~393.75m。3 层煤硬度系数 $f=3.1\sim3.9$, 煤层厚度 8.18~8.74m, 平均厚 8.53m, 煤层倾角 4~11°, 平均 6.5°。工作面倾斜长 170m, 推进长度 543m, 工业储量 1.063Mt, 设计采出煤量

(下转 21 页)

需在钻孔内压卸除后再一次对钻孔逐渐加压,直至第1次加压时使孔壁破裂的裂纹再次拉开,此刻的钻孔内压称为重张压力,记为 P_r ,与主应力的关系为

$$3\sigma_2 - \sigma_1 = P_r \quad (16)$$

与式(15)的区别是,由于裂纹的重新拉开不需要克服煤体抗张强度,因此 P_r 比 P_b 小。将式(15)与式(16)相减,得

$$K_p = P_b - P_r \quad (17)$$

由式(17)可见,只要能获得破裂压力 P_b 和重张压力 P_r ,煤体抗张强度 K_p 也就确定了。

2.3 测试方法评述

在防隔水煤柱的留设计算中,煤层抗拉强度虽然是最重要的计算参数,但是鉴于多种原因及开采条件所限,目前大多数煤矿均采用经验值或根据室内测试值进行折减,没有原位测试值,煤柱留设是否合理很难保证。因此,在矿井生产过程中,建议有条件的矿井开展煤层抗拉强度原位测试,为煤矿防隔水煤柱的合理留设提供了科学依据。没有条件的矿井至少应取煤样进行实验室内测试,以保证防水煤柱的留设。

3 结论

在煤矿生产及防治水工作中,经常会遇到导水断层、封闭不良的钻孔、井田技术边界防隔水煤柱的留设及采空区水超前探放超前距的确定等问题,都需要合理留设防隔水煤柱。抗拉强度作为防隔水煤柱设计的重要参数,准确的确定其值对矿井的安全生产和合理开发煤炭资源都具有十分重要的意义。本文研究的主要结论如下:

(1)对“含水或导水断层防隔水煤柱留设”和“掘进巷道底板隔水层承受的安全水压”这两

个牵涉到煤的抗张强度计算的受力示意图简化成力学模型,从力学角度出发推导出各自的计算公式。

(2)将力学模型推导出的计算公式及参数与规程中现有公式及参数进行了逐项比较,分析得出了规程中所用到的抗张强度参数实质上是指的《岩石力学》中的抗拉强度,这两个参数是一致的,为了使参数规范化和国际化,建议相关专家将规程中参数的名称进行修正。

(3)对岩石和岩体的抗拉强度的测试方法分别进行了介绍,并对其优缺点分别进行了评价,指出在防隔水煤柱留设计算过程中,为了避免或减少浪费勘探程度极高的煤炭资源,各矿区应开展煤层抗拉强度原位测试,为煤矿防隔水煤柱的合理留设提供科学依据。

【参考文献】

- [1] 国家煤炭工业局·建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 [M]·北京:煤炭工业出版社,2000.
- [2] 黄醒春·岩石力学简明教程 [M]·北京:高等教育出版社,2005.
- [3] 庞迎春·煤层抗张强度原位测试研究 [J]·煤炭技术,2006,25(10):101—103.
- [4] 闫立宏,吴基文·淮北杨庄煤矿煤的抗拉强度试验研究与分析 [J]·煤炭科学技术,2002,30(5):39—43.
- [5] 俞万禧,魏善斌·巷道围岩应力及力学性质的套筒致裂试验研究 [J]·岩石力学与工程学报,1992,11(2):200—208.
- [6] 中华人民共和国煤炭工业部·矿井水文地质规程试行 [M]·北京:煤炭工业出版社,1984.
- [7] 国家煤炭工业局·岩石力学 [M]·北京:煤炭工业出版社,2000.
- [8] 孙广忠·岩体力学基础 [M]·北京:科学出版社,1983.
- [9] 李先炜·岩块力学性质 [M]·北京:煤炭工业出版社,1983.

【责任编辑:邹正立】

(上接81页)

903.6kPa 工作面设计采出率85%。

系列工业性试验中,研制的各型端头及超前支护液压支架所存在的主要问题是:前期研制的架型有倒架、拉移千斤顶弯曲、内架与外架工作面不互换、支架移动和电缆水管移动相互干涉、立柱涨缸、锚固装置易跑偏、端尾支架的支护强度与切顶力不足等现象。在阶段性成果及持续改进过程中,支架结构性能逐步实现了与工作面设备的总体协调配套。最终形成了适应兖州矿区综放工作面煤层赋存条件和安全高效生产要求的ZT24500/18/35型运输巷端头及超前支护液压支架,ZT103500/22/38

型沿空轨道巷端头及超前支护液压支架。

4 结论

试验与应用实践证明,端头及两巷超前支护液压支架左右迈步式结构设计合理,操作与维护方便,支护强度高。与工作面过渡支架、中间支架、前后部刮板输送机、采煤机、转载机等设备的总体配套运动关系协调。实现了综放工作面端头及两巷超前支护的机械化。同时,由于该项技术取消了传统的单体支柱支护方式,因而改善了职工的作业环境,提高了矿井安全高效生产装备水平。

【责任编辑:王兴库】