网络出版时间与地址：2011 - 11 - 15 15：10；www. cnki. net/kcms/detail/11. 2402. TD. 20111115. 1510. 025. html

砚北煤矿厚煤层综放面液压支架选型与应用

张　健[1]，马良慧[2]，丁小敏[1]
（1. 华亭煤业集团有限责任公司 砚北煤矿，甘肃 华亭　744100；2. 华亭煤业集团公司 新窑煤矿有限责任公司，甘肃 崇信　744201）

摘　要：通过对砚北煤矿 2502 采区开采过程中矿山压力显现情况的分析和计算，确定了 1504 采区综放工作面液压支架的工作阻力，并结合工作面掘进过程中的矿压显现情况，选择了能够满足现场实际需求的支架类别和结构形式。现工作面已推采 1 200 余 m，在几次矿压显现中，震动能量达 3.66×10^6 J，工作面支架和两巷道的超前支架均能满足可靠支护要求。

关键词：矿山压力；监测；液压支架；设备选型
中图分类号：TD355.42　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**0253 - 2336（2011）11 - 0091 - 03

Selection and Application of Hydraulic Powered Support to Fully Mechanized Top Coal Caving Mining Face in Thick Seam of Yanbei Mine

ZHANG Jian[1]，MA Liang-hui[2]，DING Xiao-min[1]
（1. *Yanbei Mine，Huating Coal Mining Group Corporation Ltd.，Huating*　744100，*China*；
2. *Xinyao Coal Mine Company Ltd.，Huating Coal Mining Group Corporation，Chongxin*　744201，*China*）

Abstract: With the analysis and calculation on the conditions of the mine strata pressure behaviors occurred during the mining process of the No. 2502 mining block in Yanbei Mine，the work resistance of the hydraulic powered support applied to the fully mechanized coal mining face in No. 1504 mining block was determined. In combination with the conditions of the mine strata pressure behaviors occurred during the driving process of the coal mining face，the type and structure mode of the hydraulic powered support could be selected to meet the site actual requirements. When the coal mining face was advanced forward about 1 200 m，the seismic energy from the several mine strata pressure behaviors would reach at 3.66×10^6 J，the hydraulic powered supports applied to the coal mining face and the pilot supports applied to the two gateways all could meet the reliable support requirements.

Key words: mine strata pressure；monitoring and measuring；hydraulic powered support；equipment selection

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

1　回采工作面矿压概况

砚北煤矿位于华亭煤田的中东部，井田面积 12 km^2，可采储量 3.62 亿 t，为低瓦斯矿井，矿井设计生产能力 6.0 Mt/a。煤$_5$层是矿井的主采煤层，顶板以薄层状砂质泥岩、泥岩为主，局部为粉砂岩和炭质泥岩，水平层理发育。2502 采区回采的煤层平均厚度 28.5 m，倾角 3 ~ 16°，1504 采区回采的煤层平均厚度 12 m，倾角 26°，工作面采深 610 m，属缓倾斜松软破碎煤层，采用走向长壁倾斜分段综采放顶煤采煤法，全部垮落法管理采空区。

根据砚北煤矿 250205 工作面在回采过程中矿山压力显现情况，对工作面矿压进行测定和分析，并分析了工作面回采过程中应力集中区域。250205 工作面回采过程中选择了几个时间段对支架阻力进行统计，如图 1 所示。5 号、39 号支架工作阻力分析结果如下：5 号支架立柱受到的最大压强、平均压强、标准差分别为 30.787、13.182、5.922 MPa，动载系数 1.4；39 号支架立柱受到的最大压强、平均压强、标准差分别为 39.928、19.423、8.318 MPa，动载系数 1.3。

2　支架工作阻力理论计算

2.1　岩石自重法计算

液压支架承受的载荷 F 主要来自支架上方顶煤、直接顶的质量和基本顶来压时的冲击载荷，按

收稿日期：2011 - 04 - 28；责任编辑：赵　瑞
作者简介：张　健（1976—），男，甘肃通渭人，工程师，从事煤矿机电技术管理工作。Tel：15293301801，E - mail：zhkyan666@126.com

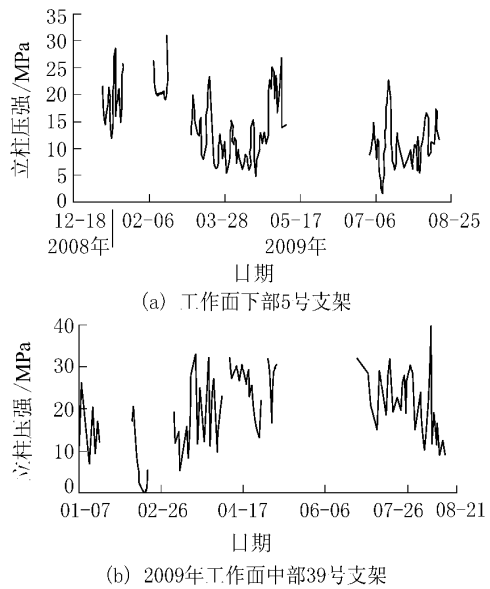


图 1　250205 工作面支架立柱压强监测数值统计

岩石自重法计算支架的支护强度 P。$F = 9.8S\gamma\sum h\cos\alpha$，$P = F/S$，其中：$S$ 为支架支护的顶板面积，m^2；γ 为岩石容重，kN/m^3；$\sum h$ 为冒落带岩石的高度，m；α 为煤层倾角，(°)。

考虑到基本顶来压时的冲击载荷，支架支护强度取 1.2 的安全系数，则选用的支架支护强度为 1.574 MPa。支架工作阻力 $Q = PB(L_K + L_D) = 11\ 899.4$ kN，其中：L_K 为支架端面距，取 0.34 m；L_D 为顶梁长度，取 4.7 m；B 为支架支护宽度，取 1.5 m。

2.2　估算法

1）直接顶载荷 $Q_1 = L_1\gamma\sum h_1$，其中：L_1 为悬顶距，m；γ 取 13.67 kN/m^3；$\sum h_1$ 为直接顶厚，取 9 m。载荷集度 $q_1 = \gamma\sum h_1 = 123.03\ kN/m^3$。

2）考虑直接顶及基本顶来压时的支护强度 $p_1 = n\gamma\sum h_1$，其中：n 为基本顶来压与平时来压强度比值，亦称增载系数，取 2；$\sum h_1 = M/(K-1)$，M 为采高，取 12 m，K 为碎胀系数，取 1.25。则 $p_1 = 1\ 312.32\ kN/m^2$。支架工作阻力 $F = 9.81B(q_1 + p_1)(L_K + L_D) = 9\ 891.514$ kN。

3　工作面围岩应力场分析

从图 2 可知，在工作面附近及冒落带上方有一定范围的低应力区，这是由于工作面的推进及岩石的冒落引发采空区周边围岩的应力释放造成的。在这一区域的围岩基本进入塑性区甚至破坏，当工作面再次推进时，该区域岩石开始冒落，形成新冒落带。在这个低应力区的外侧，有明显的应力集中，形成盾状的高应力拱，正是这个高应力拱的存在使围岩形成一个新的平衡。当工作面再次推进时，此平衡体系又被打破，并形成新的平衡，如此循环。

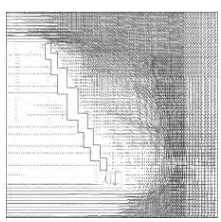


图 2　工作面围岩的应力矢量场

从图 3a 中可以看出，最大主应力的峰值位于工作面前方煤壁 12 ~ 20 m，峰值为 25 MPa。工作面顶部煤层及冒落带附近范围内的最大主应力值较小。单从煤层内的主应力分布看，工作面邻近的煤体应力较小，随着距工作面距离的增加，应力逐渐增大，到煤壁前方 12 ~ 20 m 达到峰值之后，随着逐渐远离工作面主应力又开始逐渐减小。

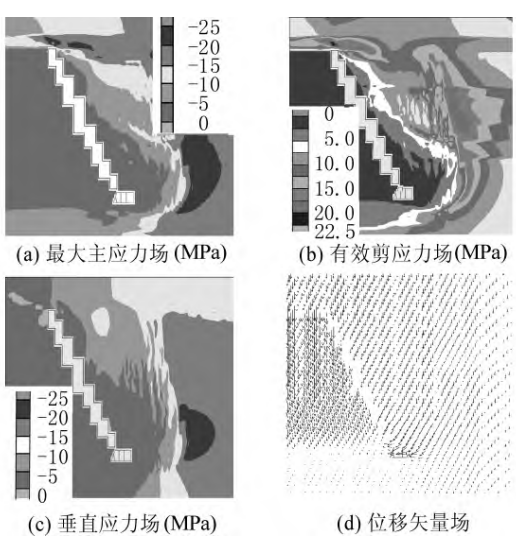


图 3　工作面围岩应力场及位移矢量场

从图 3b、图 3c 中可以看出，在工作面煤壁前方，随着距煤壁距离逐渐增大，剪应力先增大后减小，在煤壁前方 12 ~ 20 m 剪应力达到最大，约 22.5 MPa，工作面顶部煤层内剪应力较低，其值在 2.5 MPa 左右。在煤壁前方 12 ~ 20 m 垂直应力达到最大，约 25 MPa。进入正常开采以后煤壁前方 15 m 范围内的煤层提前进入塑性区，煤层上方 85

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

m 范围内的岩层受开采影响不同程度的进入塑性区，这部分上覆岩层极有可能出现冒落。

从图 3d 中可以看出，综放支架的顶煤同时发生朝向采空区侧的水平位移（X – Disp 正值）和下沉（Y – Disp 负值）。工作面两端煤体（包括顶煤）明显朝向采空区内侧移动和冒落，最大位移量约为 0.8 m。为此，工作面端头支架应具有足够的稳定性、支护强度和抵御侧向推力的作用。

根据 1504 工作面的工程地质条件和开采技术条件，对工作面综放开采围岩与支架受力变形进行数值模拟分析，得出如下结论：①对现场支架载荷数据的统计分析，得出 1504 工作面的动载系数为 1.2 ~ 1.4；②通过经验公式和理论计算，得出支架工作阻力在 9 900 ~ 11 900 kN；③数值计算结果表明，工作面支架的整架受力为 7 300 kN，取动载系数为 1.35，得到支架的工作阻力为 9 855 kN。

结合工作面掘进过程中的矿压显现分析资料，最终确定工作面液压支架的工作阻力为 10 000 kN。

4　液压支架结构的确定

4.1　工作面设备配套情况

150401 工作面是 1504 采区的首采面，工作面设计走向长度 2 083 m，工作面长度 36 ~ 50 m，采高 3 m，工作面设备分别配套了 MG200/500 – QWD 采煤机、SGZ764/2 × 250 前后部刮板输送机、SZZ764/250 刮板转载机和 PLM – 2000 破碎机。

4.2　液压支架的选择

对运输巷超前支架和端头支架采用整体顶梁分底座结构，以解决运输巷顶板破碎的问题，实现转载机落地段顶板的可靠机械支护。由于在支架推移过程中，顶梁对巷道顶板的反复支撑会损坏巷道的原有支护，导致金属网撕裂，顶煤破碎，出现“掉包”、漏顶等，所以将超前支架推移步距定为 1 600 mm，即超前支架每推移一次，可满足端头支架（工作面）推移 2 个步距。为控制空顶距离，保证超前支架推移后对顶板的有效支护，端头前架顶梁设置前回转梁和后伸缩梁，第 1 副超前支架顶梁后端设置伸缩梁。因工作面推采过程中要减架，必须保留支架的回撤通道，所以，回风巷超前支架底座和顶梁均采用分体式结构，顶梁和底座之间通过千斤顶“手拉手”连接，保证了支架的稳定性。

根据以上计算和分析，工作面液压支架的选型配套如下：ZF10000/23/35 反四连杆低位放顶煤支架；ZFTH20000/24/38 端头后架和 ZFTQ10000/24/38 端头前架各 1 副；2 架 ZCJ2 × 6800/23/35 运输巷超前支架组合，共 2 组，支架宽度 200 mm，移步距 1 600 mm；3 架 ZCF3 × 6800/23/35 回风巷超前支架组合，共 3 组，支架宽度 2 040 mm，推移步距 1 600 mm，立柱单架 4 根，单伸缩，缸径 250 mm，柱径 230 mm。

5　现场使用情况

砚北煤矿 150401 工作面自 2010 年 5 月 22 日完成安装，截至 2010 年 12 月，工作面回采 1 270 m，共生产原煤 83.5 万 t。在工作面回采期间，经过了初次来压和周期来压，两巷和工作面在几次矿压显现中，最大震动能量达到 3.66×10^6 J，工作面支架和两巷道的超前支架均能满足支护要求，实现了工作面运输巷、回风巷超前支护段的可靠支护。尤其是超前支架的使用，增大了两巷道超前支护段的支护强度，提高了支护的安全可靠性，大幅降低了工人的劳动强度，节约了人力资源，减少了支护材料的投入，节约了生产成本。

参考文献：

[1]　王国法．液压支架技术［M］．北京：煤炭工业出版社，1999.

[2]　赵阳升．矿山岩石流体力学［M］．北京：煤炭工业出版社，1995.

[3]　孔德冒，郑丰隆，张优明．放顶煤液压支架总体设计［J］．煤矿机械，2008，29（9）：23 – 25.

[4]　范韶刚，闫少宏，毛德兵，等．确定综放支架工作阻力的统计类比法［J］．矿山压力与顶板管理，2000，17（4）：24 – 26.

[5]　闫少宏．综放工作面矿压显现与支架工作阻力确定的理论与应用［C］//地下开采现代技术理论与实践．北京：煤炭工业出版社，2002.

[6]　北京科技大学．华亭煤业集团公司砚北煤矿矿压监测与分析［R］．北京：北京科技大学，2009：16 – 27.

[7]　王建国．现代设计方法在液压支架设计中的应用［J］．煤炭科学技术，2010，38（10）：94 – 97.

[8]　孟庆坤．涡北矿大采高综放开采及其液压支架选型［J］．煤炭科学技术，2007，35（8）：53 – 54.

[9]　赵志礼．立柱、千斤顶可靠性分析［C］//地下开采现代技术理论与实践新进展．北京：煤炭工业出版社，2007.

[10]　郑晓雯，王　丹，王耀辉．改进的液压支架四连杆机构的优化设计［J］．煤矿机械，2009，30（10）：1 – 2.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net