

# ZZS3800/15.5/25 综采支架在刀柱式回采遗留煤体回收中的应用

魏完林

(山西兰花焦煤有限公司)

**摘要:**介绍了 ZZS3800/15.5/25 型综采支架在莒山煤矿 3#煤层刀柱式回采后遗留煤体长壁综采工作面回收过程中的应用效果。通过实践证明,该支架支护强度高、架型稳定,整体伸缩顶梁前端支护力大,封闭性好,能较好地适应回采工作面特殊地质条件的要求,为今后使用该支架进行厚煤层长壁式刀柱回采后底层工作面资源回收提供了宝贵的经验。

**关键词:**综采支架;刀柱回采遗留煤体;长壁综采回收

山西兰花集团莒山煤矿建于 1959 年,井田面积 9.0211km<sup>2</sup>,设计生产能力 60 万 t/a,现采 3#煤层,厚 5.5~6.57 m,平均 6.10m。在 20 世纪 60 年代末至 80 年代初,采用长壁刀柱式回采工艺,木点柱支护,先后采动面积 134.6 万 m<sup>2</sup>,动用储量 1171 万 t。由于当时仅采动了沿煤层顶层约 3m 厚煤层,底层资源被无奈弃滞,采动储量 586 万 t,弃滞储量 585 万 t。1993 年,莒山煤矿在煤炭科学研究总院太原分院的协助下,“3#煤刀柱回采下复采试采项目”取得圆满成功,获“山西省星火科技”二等奖,为莒山煤矿 3#煤复采提供了坚实的理论依据和实践经验。2001 年,莒山煤矿经过设计、论证、三机配套等一系列工作,终于在 2005 年 3 月进行了第一个“复采”工作面的正式试推,并在 5 年的时间内共回收弃滞煤量约 100 万 t,块炭率达 35%左右。2006 年,莒山煤矿“刀柱式回采遗留煤体长壁综采回收技术”经山西省科学技术厅、山西省煤炭工业局项目鉴定,认为该项研究理论方法、技术路线正确,方案设计合理,技术资料齐全,达到国内领先水平。

## 1 工作面技术参数及地质特征

### 1.1 工作面技术参数

试采以来,工作面两巷道与上层刀柱工作面巷道均采取内错 5m 沿空掘巷布置。工作面走向长度 60~400 m,倾斜宽度 40~110m。工作面两巷及开眼均沿(上)空送巷、沿煤层底板布置,采高一般控制在 22 m 左右,护顶煤皮一般保留 0.8 m。

### 1.2 地质特征

所采 3#煤层厚 5.5~6.57 m,平均 6.10 m,属厚层状、稳定可采煤层。煤层结构简单,倾角 3~5°,最大 10°。局部夹 1~2 层炭质泥岩,厚度 0.1~0.6 m。煤层基本顶为砂质泥岩、细砂岩,厚 5.13m,直接顶为砂质泥岩,厚 1.45 m。直接底为砂质泥岩,厚 0.62 m,基本底为细砂岩,厚 293m。矿井 3#煤层瓦斯相对涌出量 4.58m<sup>3</sup>/t,属低瓦斯矿井;煤尘爆炸指数为 7.03%,不具有爆炸危险性;煤层吸氧量为 1.288~1.080cm<sup>3</sup>/g,自燃等级为三级,属不易自燃煤层。

## 2 综采支架主要技术特征及配套

### 2.1 综采支架技术特征

ZZS3800/15.5/25 型综采支架是为适应莒山煤矿长壁式刀柱回采后,遗留煤体长壁式综采工作面回收需要,由煤炭科学研究总院太原分院支架研究所设计,西安煤矿机械厂生产的,主要技术特征如下:

支架型式为四柱支撑掩护式;支护高度 1550~2500mm;支架中心距 1500mm;支架初

撑力 3196kN; 支架工作阻力 3800kN; 支架支护强度 0.67~0.71MPa; 支架前梁端力 1080kN; 伸缩梁行程 650mm; 顶梁比压 0.7MPa, 底座比压 1.67MPa; 立柱行程 944 mm, 初撑力 799.0kN, 工作阻力 950kN; 伸缩梁千斤顶推力 315.6kN, 拉力 138.1kN; 推移千斤顶行程 700mm, 推刮板输送机力 178.1kN, 拉架力 305.2kN; 侧护千斤顶行程 170mm, 推力 293.6kN, 拉力 143.8kN; 支架控制方式为本架手动控制; 配套泵站流量 200 L/min, 额定压力 31.4 MPa, 使用压力 31.4MPa; 总重 11.45 t。

## 2.2 配套设备

1 台 MG150/375-W 型双滚筒采煤机, 1 部 SGZ-630/180 型可弯曲刮板输送机。

## 3 回采工艺

复采工作面采用端头斜切进刀、双向割煤、及时移架支护顶板的方式, 但在机头、机尾段采用先推刮板输送机、后移架(过渡架)方式。

### 3.1 采煤机割煤

(1) 探顶煤厚度: 每班生产前, 沿工作面方向全面探测顶煤厚度, 沿工作面开切眼每 7.5 m 探一个眼。沿支架前端斜向上探眼, 仰角 45°, 如探空时, 探眼长度低于 1.2 m, 可适当调低采高。

(2) 采煤机割煤方式: 工作面采用端部斜切进刀双向割煤方式。在机头段的斜切进刀的割煤顺序为: 采煤机从工作面机尾向机头正常割煤时, 随着移架工序的完成, 推移输送机, 到达工作面机头割透煤壁后, 立即反向割剩余的底煤; 采煤机沿输送机弯曲段运行, 并逐渐切入煤壁; 进入直线段后停机, 推移弯曲段输送机; 采煤机向机头割三角煤并割透煤壁; 采煤机向机尾正常割煤, 并随之完成移刮板输送机、移架工序。在工作面机尾段的斜切进刀割煤顺序与机头段相同。

### 3.2 工作面移架

工作面实行追机移架, 随着采煤机的割煤, 按顺序移架, 移架步距 0.6 m。为了及时支护顶板, 当采煤机前滚筒割煤完毕, 在保持距前滚筒 3~5 m 的安全距离后, 随机移架。当支架位于刀柱煤柱之下时, 在升柱手把位置保持几秒钟内使支架达到额定的初撑工作阻力; 支架位于刀柱采空区之下时, 为保持护顶煤皮的完整性, 支架升起接顶即可。工作面采取带压移架法, 尽量做到“少降快拉”, 如果片帮深度在 0.6 m 以内, 可以先把支架的前探梁伸出以及时护顶, 如果片帮深度超过 0.6m, 应先伸出前探梁, 再进行超前移架(在不影响割煤的前提下)。严禁同时降下相邻的两组支架。

### 3.3 工作面推移刮板输送机

推移工作面刮板输送机在移架工序之后, 滞后采煤机 10~15m 跟机进行, 除斜切进刀段外, 每次推移度应保持 0.6m, 弯曲段长度不小于 15 m, 割煤和推移刮板输送机保持平行作业。

## 4 工作面矿山压力显现规律分析

沿工作面倾斜方向每五架液压支架作为一个观测剖面, 每天统计一次端面顶板的破碎及煤壁片帮情况, 同时统计支架安全阀开启率和支架因顶板压力损坏的部件等。工作面分上、中、下 3 个测区(六个观测点), 每个测区各布置 2 个 KBJ-60III-1 型矿山数字压力计, 利用圆图压力自记仪观测支架前、后柱阻力的变化, 对工作面支架载荷情况进行实时监测。通过对数据进行分析, 复采工作面矿压显现不明显, 上覆岩层顶板岩石在采动过程中基本能够随采随落。

#### 4.1 工作面仍有较明显的初次来压及周期来压

虽然上分层刀柱工作面回采后，3#煤层直接顶已经破碎垮落，基本顶也已经受了一次暴露→变形→断裂→垮落的过程。但由于基本顶为岩性较硬的砂岩，整体性强，且厚度较大，所以断裂垮落的基本顶岩块仍然会相互挤压，形成“铰接拱”式的平衡。随着下分层复采工作面的推进，这些互相挤压的岩块，将会在基本顶以上岩层的作用下，产生新的断裂→失衡→垮落，使得下层复采工作面产生初次来压及周期来压。基本顶初次来压步距一般为39.25~66.06m，周期来压步距一般为15 m左右，基本等同于上分层刀柱工作面刀与刀之间的距离。

#### 4.2 工作面刀柱煤柱下与采空区下的采场矿压显现有所不同

(1) 工作面在刀柱采空区下推进时，支架载荷较小：一是上层刀柱开采时，3#煤层直接顶已经破碎垮落，基本顶也已经受了一次暴露→变形→断裂→垮落的过程，其上部岩层也产生了不同程度的裂隙；二是上层刀柱开采后顶板垮落在下部煤层上方形成一层矸石破碎层，具有一定的可塑性，对基本顶上部的岩层垮落产生的动载荷起到了一定的缓冲作用。

(2) 工作面在刀柱煤柱下推进时，支架载荷、活柱下缩量都比采空区下有所增高。主要原因是刀柱煤柱保持完好时，内核部分仍承载有较大的顶板压力，形成了支承压力集中区。

(3) 工作面推出煤柱时，支架载荷要比推进煤柱时小。主要是因为工作面在推出煤柱时，支架上方的煤层及岩石顶板受采动影响，形成一定的暴露，已开始下沉、变形、破断失稳。

#### 4.3 工作面跨刀柱煤柱回采时矿压特性

复采工作面过煤柱时的实测压力变化曲线，见图1，图2，图3。

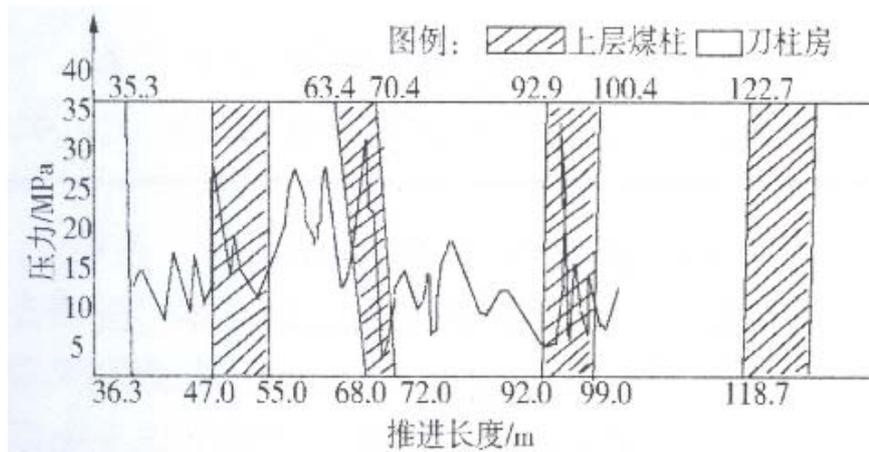


图 1 工作面机头测区压力变化规律

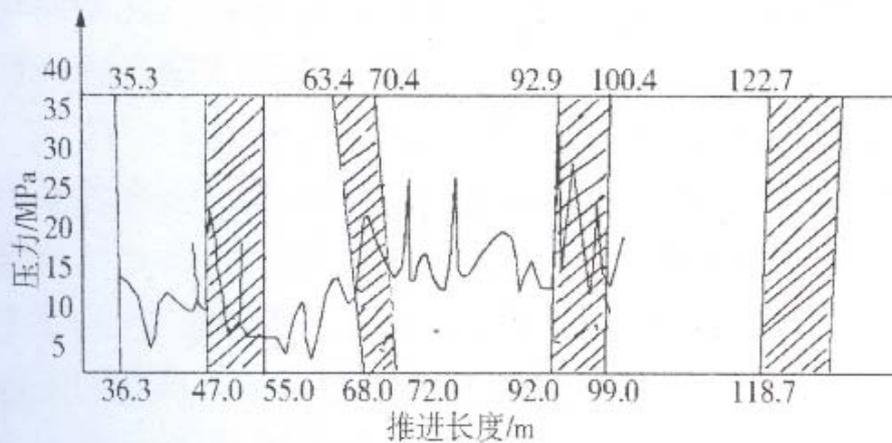


图 2 工作面中部测区压力变化规律

上述压力曲线均为液压支架前柱压力，回采过程中，工作面液压支架后柱压力较小，且在煤柱和刀柱房回采时无明显变化，后柱压力活动较平稳。工作面回采过程中，当切眼推进距离上层煤柱 1~2m 处时，支架前柱压力即明显变化，初期推入煤柱下方时，由于煤柱集中应力影响，前柱压力达到最大值 (>39MPa，局部冲击压力达到 42MPa)，部分支架开始卸液，持续时间 8~30h，液压柱的活柱下缩 0.15~0.25m，顶煤被压疏，工作面开始出现片帮、顶煤冒顶现象，最大片帮宽度达 2.0m；在煤柱下方推进一段距离后，支架上方的煤体全部冒空，只至大块矸石在支架预梁和煤帮之间相互挤压而棚实，顶板应力达到一定程度的释放，工作面压力趋于稳定，支架受力逐步减小。工作面在刀柱房下推进时，支架压力在 10~20MPa 间变化，顶部留设的顶煤可较完整保留，煤壁不出现片帮。总而言之，工作面推至刀柱下时，顶板压力较高，近似为一次来压；工作面处于刀柱间时，顶板压力较低，但特殊情况下也会出现来压显现。

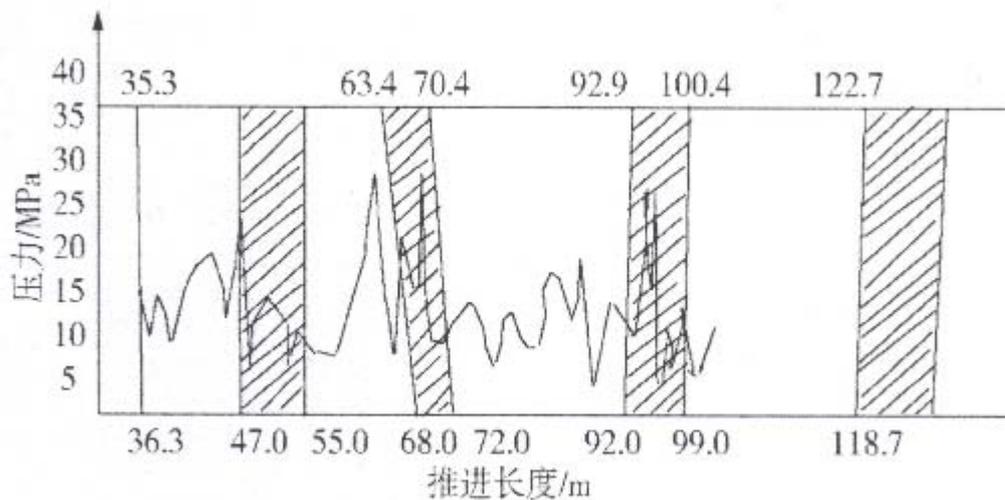


图 3 工作面机尾测区压力变化规律

## 5 综采支架现场应用效果分析

(1) 综采支架采用四柱支撑掩护式，并根据刀柱工作面煤柱下动载影响因素合理设计工作阻力和初撑力，支护强度高，架型稳定，能够较好地适应特殊地质条件要求。该支架自现场应用以来，经历了工作面初次来压和周期来压的考验，特别是成功地跨越了上层刀柱间煤柱及工作面之间 15~20m 保安煤柱的应力集中区。

(2) 综采支架梁端即时支护性能良好。支架顶梁采用整体伸缩梁结构，顶梁前端支护力为 1000kN，有利于保持梁端顶板的完整。

(3) 综采支架采用单前连杆，整体后连杆结构，稳定性好，可靠性高，具有良好的封闭性。

(4) 综采支架采用分体式刚性铰接长底座，具有良好的抗弯、抗扭性能。

(5) 综采支架推移机构采用浮动活塞式推移千斤顶加短推杆的结构形式，具有结构紧凑、推移力大的特性。

(6) 综采支架立柱采用  $\phi 80/160$  型单伸缩双作用形式，具有操作简单、适应性强、可靠性高等特性。

(7) 综采支架采用大流量液压控制系统，有效提高了综采支架的移架及跟机速度。

## 6 综合评价

(1) 通过几年的开采实践证明，使用 ZZS3800/15.5 / 25 型综采支架完全能够满足长壁刀柱式回采后遗留煤体长壁综采回收的一切生产、安全需要。在回采应用中显示出支架承载性能优越，受力状况良好，运行平稳、安全可靠等优点。该支架应用以来，复采区共回收弃滞煤炭约 100 万 t，块炭率达 35% 左右，取得了良好的经济效益和社会效益。

(2) 该支架的成功应用，极大地提高了复采工作面的资源回收率，为厚煤层长壁刀柱开采后遗留煤体再次回收积累了宝贵的经验。同时对同类条件下矿区加快机械化发展、提高安全生产水平打下了良好的基础，具有良好的发展前景。

(3) 通过现场技术创新，工作面跨越上层刀柱式工作面之间的 15~12m 保安煤柱回采将会进一步得到实践论证，届时工作面资源回收率将会进一步提高。

## 7 存在问题及建议

(1) 职工上岗之前, 要进行全面的技术培训, 使每个职工都能熟练掌握综采支架的支护特征和操作流程。

(2) 鉴于莒山煤矿综合机械化“复采”试验的成功, 建议类似条件下可以采用综采放顶煤支架进行刀柱开采后遗留煤体回收, 可进一步提高顶煤的回收和工作面的安全性能。

(3) 由于刀柱下开采后遗留煤体回收过程中应力分布不均匀, 可能出现应力集中区。建议类似条件下进行资源回收, 应根据不同的地质条件, 选择支护设备留有较大富裕系数。

### 参考文献

[1] 武增荣. 轻型放顶煤支架在煤峪门煤矿下分层工作面开采中的应用 [J]. 煤矿现代化, 2005 (3).

[2] 李运成, 董双生, 王民元. ZY2400-10/19 综采支架在薄煤层回采中的应用 [J]. 河北煤炭, 2002 (2).

[3] 田昌盛, 白占芳, 翟新献. 下分层综放工作面上覆岩层结构特征 [J]. 河南理工大学学报, 2006, 25 (3).

[4] 周智军, 梁建民. 轻型放顶煤支架在邢台矿的应有 [J]. 河北煤炭, 1994 (3).

[5] 董凤波, 李树新, 马长友. 轻型综放支架在济北矿区的应川 [J]. 山东煤炭科技, 2002 (4).

[6] 马红光. 古书院矿放顶煤支架的选型与应用 [J]. 煤矿机械, 2003 (3).