

白洞煤矿大采高综采工作面顶板控制研究

刘纯贵^{1,2}

(1. 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083; 2. 华润煤业控股有限公司, 广东 深圳 518001)

[摘要] 白洞煤矿采场顶板中虽然直接顶较松软, 但基本顶岩层为砂砾岩, 属于难控顶板。试采证明: 对于大采高综采, 采空区仅仅采用垮落法控制顶板, 往往出现各种基本顶不能正常垮落的现象, 严重制约煤矿的正常生产。在白洞煤矿采取工作面顶板深孔爆破切槽等人工强制放顶措施, 并通过现场实践检验, 证明可以取得良好的技术效果, 提出了适用白洞煤矿的大采高综采工作面顶板控制技术。

[关键词] 大采高; 综采; 顶板控制

[中图分类号] TD327.23

[文献标识码] A

[文章编号] 1006-6225(2010)05-0089-03

Roof Control of Fullmechanized Mining Face with Large Mining Height in Baidong Colliery

LIU Chun-gui^{1,2}

(1. Resource & Safety School China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. Huanan Coal Holding Co., Ltd. Shenzhen 518001, China)

Abstract: Although the immediate roof of Baidong Colliery is relatively soft, its basic roof is glutenite and difficult to control. Test mining proved that for fullmechanized mining with large mining height, if only caving method was used to control roof, it might result in that all kinds of basic roof could not cave regularly, which would restrict regular production. This paper put forward that applying deep-hole blasting and slotting in roof to artificially caving in Baidong Colliery, which was proved by practice on-the-spot. It presented adaptable roof control technology for fullmechanized mining with large mining height in Baidong Colliery.

Key words: large mining height; fullmechanized mining; roof control

1 矿井及工作面基本概况

1.1 矿井概况

白洞煤矿井田面积为 9.85km^2 , 其范围内共赋存有 2 号, 3 号, 5 号, 6 号, 7 号, 8 号, 9 号共 7 层煤, 表内储量为 224.713Mt , 可采储量为 85.742Mt , 开拓延伸第 1 生产水平确定为 930m 水平, 首先开拓开采上组的 3 号和 5 号煤层 (2 号煤层不可采), 其下组 6 号, 7 号, 8 号, 9 号煤层待后期开拓开采。上分组首采煤层 3 号层尚有可采储量 11.043Mt , 5 号煤层有可采储量 40.506Mt , 即上分组煤层有可采煤层为 51.519Mt , 占全井田可采总储量的 60% 以上。矿井开拓延伸设计生产能力为 900kt/a , 设计服务年限为 38.2a, 包括下分组矿井服务年限为 63a。

原白洞矿侏罗纪矿井采用双立井开拓, 通风方式为中央并列抽出式。石炭系开拓延深利用原主、副 2 个立井, 在其井底车场内采用开掘胶带暗斜井和材料暗斜井, 直接延深西风井, 在石炭系 5 号煤层底板下 930m 标高处设置生产水平, 首先开拓开

采 3 号和 5 号煤层, 实行大巷两翼条带前进式布置工作面, 在井田中部各煤层内沿东西倾斜方向平行布置 3 条煤层大巷, 并且上下层巷道重叠布置。现正在开采的 3 号层布置了 1 个 301 盘区, 该盘区由于受断层和地面构造的影响在 301 盘区内又布置了 3 条盘区辅助巷道。

1.2 工作面基本情况

大采高综采工作面为白洞煤业公司 3 号层 301 盘区 8106 工作面。该工作面井下位于 301 盘区左翼的中部; 北部、东部为实煤, 南部为 8104 工作面, 大采高工作面投产时 8104 面已采完; 西部为本盘区胶带、轨道、回风巷。地面位于小南沟东侧的山梁地带, 并有小南沟少量的自建房。

从地面往下 320.7m 左右为本工作面 3 号煤层, 与上层侏罗纪 14 号煤层间距为 222.5m 左右, 往下 2.5~7m 为 5 号煤层。工作面长 181.5m, 轨道巷长 1540m, 胶带巷长 1430m, 可采走向长度为 1036m。煤层厚度最大 5.8m, 最小 3.6m, 平均 4.43m, 煤层密度 1.44t/m^3 , 工作面工业储量为 1.6Mt , 可采储量为 1.137Mt , 采出率 95%。

[收稿日期] 2010-07-20

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (50704024); 山西省高等学校优秀青年学术带头人支持计划。

[作者简介] 刘纯贵 (1964—), 男, 山东莱阳人, 博士研究生, 优秀高工, 常务副总经理兼技术总监。

本工作面地质构造简单，煤层呈一单斜构造，煤层走向为 S30°E，倾向 NE，倾角一般为 1.5°，快到切眼时倾角为 9°，煤层直接顶为 3.15m 左右厚的高岭岩、砂质泥岩，块状、似砂状结构；基本顶为厚 7.3m 左右的灰白色砂砾岩，多为石英，并含有燧石，致密坚实。直接底为 1.4m 厚的砂质泥岩，块状，破碎有植物化石。老底为 4m 左右的泥岩，砂质泥岩，有少量云母及植物化石。

8106 工作面水文地质较简单，在掘邻近巷道时未见大的出水现象。本煤层为低瓦斯煤层，煤尘有爆炸危险，爆炸指数为 37.01%，煤炭易自燃。

大采高工作面采用双巷布置方式，巷道沿倾向布置，切眼沿走向布置，两巷及切眼均采用机掘方式进行掘进。2106、5106 巷断面均为矩型断面，巷道规格宽×高分别为：5.0m×3.5m 和 4.3m×3.5m，支护方式为锚杆、锚索联合支护，两巷均沿顶掘进。切眼规格为 8.4m×3.8m。

2 8106 工作面回采工艺

本工作面采用倾斜长壁后退式综合机械化采煤法。用自然垮落法结合人工强制放顶控制采空区顶板，煤层厚度最大 5.8m，最小 3.6m，采高平均 4.43m，煤层厚度小于 4.8m 时见底见顶开采，大于 4.8m 时采高按 4.8 m 留底煤开采，循环进度 0.8m。

该工作面选用 MG750/1815-GWD 型双滚筒采煤机，双向割煤，每刀推进 0.8m，端部斜切式进刀，由于采高为 4.43m 左右，巷道高度为 3.5m，因而当采煤机割至距两巷 20m 时顺坡，以 3° 的坡度往起爬，当采煤机割至两巷时与两巷的高度保持一致。

生产工艺过程为：斜切入刀→采煤机正常割煤→拉移支架→推移工作面运输机→斜切入刀。

3 8106 工作面大采高综采顶板控制

采场顶板控制是大采高开采需攻克的关键技术之一，通过技术措施，使工作面顶板可控、有序运移，从而确保煤矿开采的顺利进行。

大采高开采，因采高增加，采场围岩运移规律明显异于传统的采场围岩运移规律，如经常出现片帮、冒顶等现象^[1-2]。而这些不良矿压显现对开采设备及顶板控制方法提出了全新的要求。

由于工作面采场顶板中虽然直接顶较松软，但基本顶岩层为砂砾岩，综合考虑属难控顶板的范畴，若不采取措施将不能正常垮落，影响生产。所

以本工作面顶板采用爆破切槽，人工辅助控制顶板垮落，从而改变顶板岩层结构，使其向传统的一般采场顶板结构转化。

据理论研究预测以及现场试采验证的情况^[3-4]，8106 工作面采用大采高综采技术时直接顶初次垮落步距约为 28m，初次来压步距 45~55m，平均周期来压步距为 15m，所以确定 8106 工作面初次放顶步距为 28m，而周期放顶步距为 20m。根据理论研究以及以往大同矿区的生产经验^[5]确定放顶具体爆破参数。

3.1 爆破深孔的布置方式

首先确定放顶孔垂深 H：

$$H = \frac{M - P}{K - 1} = \frac{4.4 - 0.4}{1.3 - 1} = 13(m)$$

式中，M 为大采高综采的采高，m；P 为工作面顶板岩层垮落的空隙，0.4m；K 为采场覆岩的碎胀系数，取 1.3。

顶板标准爆破漏斗的极限抵抗线为：

$$w' = \sqrt[3]{\frac{3.14 p}{m q}} = 3997.5 \text{ mm}$$

而最小抵抗线大小为

$$w = \frac{r_k}{0.75}$$

式中， r_k 为爆破孔装药半径，32.5mm； p 为爆破装药密度，1000g/cm³； m 为爆破装药的间距和最小抵抗线的比值，取 0.8； q 为爆破单位装药量，经计算 q 为 0.24kg/m³。因 $w' = r_k$ ，按以上两式计算最小抵抗线为 5.3m。可见放顶孔宜按双层布置，如图 1、图 2 所示。

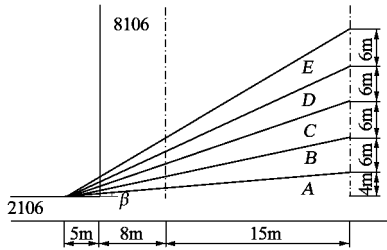


图 1 放顶孔的水平布置

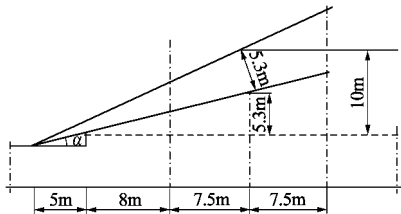


图 2 放顶孔的垂直布置

3.2 8106工作面顶板放顶孔角度

如图 1，8106工作面顶板放顶孔水平角度：

$$\beta = \arctan(\frac{C}{L'+A+B})$$

式中，C为爆破孔底与巷道煤壁的距离，m；L'为爆破孔穿过采空区的水平距离，m；A为爆破孔口和工作面煤壁之间的距离，m；B为工作面支架的支撑宽度，m。计算分析 5个爆破孔的水平角度见表 1。

8106工作面的放顶孔垂直角度（图 2）由以下两式计算，结果见表 1。

$$\alpha_1 = \arctan[\frac{(H+1)\cos\beta}{L'/2+A+B}]$$

$$\alpha_2 = \arctan[\frac{(W+1)\cos\beta}{L'/2+A+B}]$$

3.3 8106工作面顶板放顶孔深度

8106工作面顶板放顶孔的深度：

$$L = \frac{L'+A+B}{\cos\alpha\cos\beta}$$

计算结果见表 1。

表 1 初次放顶和步距放顶参数

项目名称	炮孔名称									
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
炮眼长度 /m	32		34		36		39		43	
炮眼水平角 /(°)	8		19		29		38		45	
	28		28		25		23		21	
炮眼垂直角 /(°)	17		16		15		14		12	
炮眼个数 /个	2		2		2		2		2	
炮眼直径 /mm	65		65		65		65		65	
炸药密度 / (g·cm ⁻³)	1		1		1		1		1	
每米装药量 / (kg·m ⁻¹)	3.32		3.32		3.32		3.32		3.32	
装药长度 /m	17		18		19.5		21		23	
	18.1		19.5		20.5		20		24	
装药重量 /kg	56.4		60		64.7		70		76.4	
	60		64.7		68		73		79.7	
充填物长度 /m	10		10		10		15		15	
导爆索长度 /m	68		72		76		82		90	
雷管个数 /个	2		2		2		2		2	
雷管段数 /段	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
炸药种类	高威力粘性炸药									

3.4 放顶孔装药长度与装药量

综合考虑 8106工作面顶板岩层组成、放顶孔布置，选用炸药，确定装药长度。结果见表 1。

经过采取以上措施，“两硬”顶板岩层结构减小了破断矩，顶板岩层结构趋于一般常见的梁式或板式结构，从而降低了来压强度。

4 现场试验效果

通过现场人工辅助放顶，8106工作面成功地

控制了顶板的运移，顶板来压强度比采用人工放顶前下降很多。通过对 8106工作面头、中、尾 3条测线分析可知，工作面中部首先初次来压，基本顶初次来压步距较大，平均为 57.8m。基本顶的周期来压步距也较大，平均为 19.2m。这从侧面说明了顶板的坚硬和完整。大采高综采工作面上方的悬漏空间显著加大，工作面上覆岩层形成的大型结构破断时，给予煤壁很大的作用力，表现为工作面来压强烈。比较头、中、尾的来压强度看出，头、尾的来压强度要低于中部的来压强度，主要因为头尾的提前放顶，预松动了顶板，使工作面上覆岩层中的应力得以提前释放，缓解了基本顶的来压强度。观测数据见表 2。

表 2 8106工作面顶板位移观测数据 cm

		到工作面距离 /m									
		-16	-12	-8	-4	0	4	8	12	16	20
观测 深度	Z=2m	76	51	39	27	16.4	9.7	5.3	3.3	1.6	1
	Z=4m	149	111	87	69	45	13	5.8	2.6	1	0
	Z=9m	101	81	76	53	46	17	7	1	0	0
	Z=13m	110	93	79	66	50	43	18	9	1	0

5 结束语

大同石炭纪复合顶板条件下大采高综采顶板控制技术研究，在现有开采技术条件下，通过 8106工作面的成功开采，证明在老矿井环节能力影响的情况下，工作面的月产平均达到了 146.1kt 最高月产为 169.6kt 最高日产为 7.038kt 工作面直接工效平均达到 59.4t/工，最高达到 85.83t/工，达到了高产高效的目的。

[参考文献]

[1] 钱鸣高，石平五．矿山压力与岩层控制 [M]．徐州：中国矿业大学出版社，2003．
[2] 冯国瑞，王鲜霞，康立勋．采场上覆岩层面接触块体结构的力学机理分析 [J]．煤炭学报，2008，33（1）：33—37．
[3] 康红普，王金华，高富强．掘进工作面围岩应力分布特征及其与支护的关系 [J]．煤炭学报，2009，34（12）：1585—1593．
[4] 冯国瑞，闫旭，王鲜霞，等．上行开采层间岩层控制的关键位置判定 [J]．岩石力学与工程学报，2009，28（S2）：3721—3726．
[5] 娄金福，齐庆新，蓝航，等．焦坪矿区坚硬顶板冲击矿压发生机理与防治对策 [J]．煤矿开采，2010，15（2）：78—81．
[6] 韩小增．两硬条件 5m一次采全高工作面顶板控制的研究 [J]．华北科技学院学报，2005，2（2）：42—43．

[责任编辑：王兴库]