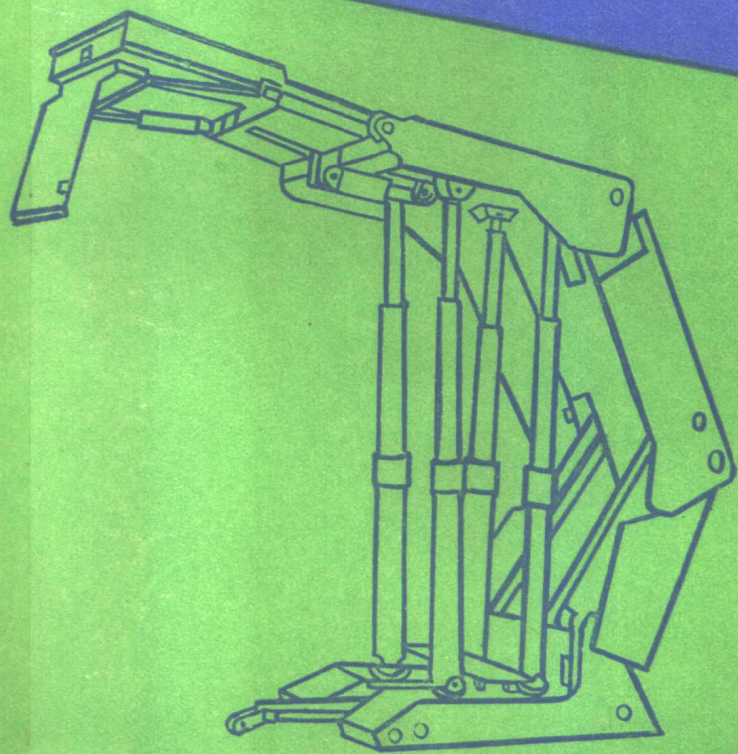


缓倾斜厚煤层整层垮落 开采设备及工艺

赵宏珠 蒋哲明 李广申 编著



煤炭工业出版社

缓倾斜厚煤层整层垮落 开采设备及工艺

赵宏珠 蒋哲明 李广申 编著

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书简述了国内外缓倾斜厚煤层整层垮落开采概况和我国缓倾斜厚煤层整层垮落开采的条件；较详细地介绍了大采高支架与围岩相互作用关系，大采高支架设计和主要参数研究；提出了缓倾斜厚煤层整层垮落开采工作面采准巷道布置、开采工艺和总体设计、设备配套的方案；给出了大采高支架工作面煤壁片帮、支架倾倒和设备下滑等常见事故的防治措施。本书可供从事厚煤层开采工作的生产建设、科研、设计部门的工程技术人员及管理干部使用，也可供矿业院校师生参考。

责任编辑：伊 列

缓倾斜厚煤层整层垮落开采设备及工艺

赵宏珠 蒋哲明 李广申 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/32}$ 印张 $9^{3/4}$ 插页 7

字数 213 千字 印数 1—1,590

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

ISBN 7-5020-0579-X/TD·533

书号 3353

定价 4.30元

编 者 的 话

我国缓倾斜厚煤层储量和产量都占有较大的比重。近年来利用综采设备一次开采缓倾斜3.5~5.0m煤层的技术有了很大发展,在其工艺、设备及效益上都步入了世界前列。为了推动我国采煤技术的发展,在适合的煤层条件下推广应用这项先进技术,使其在煤炭生产中发挥更大的作用,我们根据自己的生产实践并在总结国内外技术经验和科研成果的基础上,编写成《缓倾斜厚煤层整层垮落开采设备及工艺》一书,以满足煤炭工业系统广大读者学习使用的需要。本书内容包括缓倾斜厚煤层整层垮落开采发展现状;我国适于发展一次采全高的缓倾斜厚煤层分布及特点;我国试验缓倾斜厚煤层整层垮落开采的条件及矿压特点;大采高支架与围岩相互作用关系及对支架设计的要求;大采高支架设计的经验教训及主要参数研究成果;提高大采高支架稳定性及工作面煤壁稳定性的措施;大采高综采工作面总体设计;“三机”配套,顺槽布置方式,开切眼支护方式,端头支护技术;回采工艺、劳动组织;开采特殊措施、经济效益分析等。全书共分十二章。第一至七章由北京煤矿机械厂总经济师、高级工程师赵宏珠执笔,第八、九、十二章由邢台矿务局采煤总工程师、高级工程师蒋哲明执笔,第十、十一章由邢台矿务局局长、高级工程师李广申执笔。全书由赵宏珠负责纂编定稿,由邢台矿务局总工程师、高级工程师肖湘宁负责技术审校。本书在编写过程中得到了有关方面的支持,在此谨表谢意。

缓倾斜厚煤层整层垮落开采技术属发展中的应用科学，其中一些规律还在探索，一些措施还在完善，有的内容尚待成熟，加上编者水平所限，书中必有不足之处，敬请批评指正。

编 者

1990. 8

目 录

第一章 国内外缓倾斜厚煤层整层垮落开采

概况 1

第一节 我国缓倾斜厚煤层整层垮落开采液压支架的研 制及使用效果 1

第二节 苏联缓倾斜厚煤层整层垮落开采综述 8

第三节 欧洲主要采煤国大采高支架研制概况及使用 效果 18

第四节 国内外大采高支架发展趋向 22

第二章 我国缓倾斜厚煤层整层垮落开采的条件 27

第一节 我国适于整层垮落开采的煤层分布 27

第二节 我国缓倾斜厚煤层围岩及大采高支架试验工作 面煤层赋存条件 30

第三节 我国大采高支架工作面矿压观测研究成果 33

第四节 大采高支架立柱载荷分布及平衡千斤顶作用 42

第五节 我国大采高支架工作面矿压特点 47

第三章 大采高支架与围岩相互作用关系及对支架设计

的要求 49

第一节 两柱掩护式大采高支架与围岩相互作用关系 49

第二节 四柱支撑掩护式大采高支架与围岩相互作用 关系 54

第三节 大采高支架设计要求 56

第四章 两柱掩护式大采高支架设计研究 60

第一节 两柱掩护式大采高支架设计沿革 60

第二节 设计两柱掩护式大采高支架的技术问题研究 79

第五章 四柱支撑掩护式大采高支架设计探索及使用效果	103
第一节 BC480-22/42型支撑掩护式支架使用经验与教训	103
第二节 BC520-25/47型支撑掩护式支架使用教训	113
第三节 TZ1000-29/47型强力支架设计简述	123
第六章 大采高支架主要参数研究	127
第一节 整层开采支架结构高度上限的研究	127
第二节 大采高支架工作阻力的研究	134
第七章 大采高支架稳定性研究	152
第一节 大采高支架立柱布置方式选择	152
第二节 大采高支架稳定性问题分析及应采取的措施	167
第八章 我国缓倾斜厚煤层整层垮落开采总体设计及设备配套	179
第一节 缓倾斜厚煤层整层垮落开采总体设计	179
第二节 大采高综采设备配套	181
第三节 大采高综采工作面防倒防滑措施	187
第四节 大同坚硬顶板4.5m厚煤层整层垮落开采总体设计及设备配套简介	191
第五节 国内外与大采高支架相配套的主要设备简介	197
第九章 缓倾斜厚煤层整层垮落开采工作面采准巷道及开采工艺	212
第一节 大采高综采工作面顺槽及其支护方式的选择	212
第二节 大采高支架工作面开切眼断面尺寸及支护形式选择	223
第三节 大采高支架工作面安装硐室及设备安装运转	230
第四节 大采高综采工作面回采工艺及劳动组织	236
第五节 大采高综采工作面末采及回撤	242
第十章 缓倾斜厚煤层整层垮落开采特殊措施	246

第一节	大采高支架工作面合理采高及工作面长度的确定	246
第二节	控制大采高支架工作面破碎顶板措施	248
第三节	缓倾斜厚煤层整层垮落倾斜开采的特点和措施	251
第四节	大采高支架工作面端头支护技术	253
第十一章	大采高支架工作面煤壁片帮规律及防护	262
第一节	大采高支架工作面煤壁片帮规律	262
第二节	影响煤壁片帮因素的分析	269
第三节	预防和治理煤壁片帮及冒顶的措施	276
第十二章	缓倾斜厚煤层整层垮落开采经济合理性分析	289
第一节	缓倾斜厚煤层一次采全高综采设备经济对比选型计算	289
第二节	邢台东庞矿一次采全高与分层开采经济对比分析	296
简要结论		298
参考文献		305

第一章 国内外缓倾斜厚煤层整层

垮落开采概况

近年来，国内外采用大采高支架（结构高度大于3.5m），利用整层垮落（一次采全高，全部垮落处理采空区）方法开采缓倾斜厚煤层（采高大于3.5m，小于5m），取得了良好的技术经济效果和丰富的实践经验，为进一步发展大采高支架，实现整层垮落开采缓倾斜厚煤层（以下称缓厚煤层）创造了良好的条件。

苏联、德国、波兰、捷克和斯洛伐克、美国、法国等国近年来都在研制或使用大采高支架。国外掩护式支架结构高度已达7m，采煤机最大采高已达到5.4m。一般认为：设备尺寸、工作面运输、煤壁片帮、顶板冒落以及顺槽断面加大和支护困难都是限制大采高支架发展的障碍。虽然各国应用大采高支架开采缓厚煤层经济效益还比不上高产的中厚煤层支架，但是在一些良好的地质技术条件下开采较硬煤层时，比其它采煤法还是经济、安全的，回收率是高的。因此，世界主要产煤国家至今还在积极的实践，改进和完善大采高支架，在这方面我国和苏联则处于领先地位。

第一节 我国缓倾斜厚煤层整层垮落 开采液压支架的研制及使用效果

一、我国大采高支架研制概况

至今，我国大采高支架已研制10余种架型（表1-1）。架

表 1-1 我国研制的整层开采缓倾斜厚煤层的液压支架

序号	架型	结构高度 (m)		支护面积 (m ²)	初撑力 (kN/架)	工作阻力 (kN/架)	研制单位	结 构 特 点
		柱数	最小					
1	JZ-I	2~4	3.7	2.54	1.45 ~2.2	190	800	短托梁、铰结式、插腿式
2	YZ-I	2	3.8	2.7	2.63	940	2000	短托梁、柱支掩护梁、长框架推移
3	YZ-I	2	3.8	2.7	3.75	940	2510	短托梁、柱支掩护梁、长框架推移
4	BYZ	2	3.6	1.8	3.78	1800	2400	长顶梁带三角区柱支掩护梁、移步横梁
5	QY320 -20/38	2	3.8	2.0	4.8~5.6	2650	3200	长顶梁、带挑梁、长框架推移
6	ZY400 -18/38	4	3.8	1.8	5.655	3146	4000	长顶梁、带挑梁、长框架推移
7	BC480 -22/42	4	4.2	2.2	5.64	4080	4800	长顶梁、带挑梁、双伸缩、长框架推移
8	BC520 -25/47	4	4.7	2.5	6.69	4800	5200	长顶梁、伸缩梁、双伸缩立柱
9	PY320 -23/45	2	4.5	2.3	5.6~6.5	2400	3200	短框架推移、带护帮板
10	LY360 -25/50	2	5.0	2.5			3600	同上, 并带二级护帮板
11	QY350 -25/47	2	4.7	2.5		2660	3500	长顶梁、伸缩梁、可伸缩护帮板
12	RY3400 -25/47	2	4.7	2.5		2600	3300	柱支掩护梁, 插腿式底座
13	TZ1000 -29/47	4	4.7	2.9		7724	9800	单伸缩立柱、短掩护梁

型分为两柱掩护式和四柱支撑掩护式两种；支架结构高度从3.8、4.2、4.5、4.7、5m；支架工作阻力从800、2000、2400、2500、3200、3600、4000、4800、5200、5600至10000kN/架；底座分插腿和非插腿两种；推移机构有长短框架和带移步横梁的多种形式；前梁有挑梁式和伸缩式两种；护帮板长度从0.8至2.2m。此外，徐州和大同矿务局分别承担着适应围岩“三软”及坚硬顶板的4.7m高的综采设备的试验（包括液压支架）和回采工艺的攻关任务，项目正

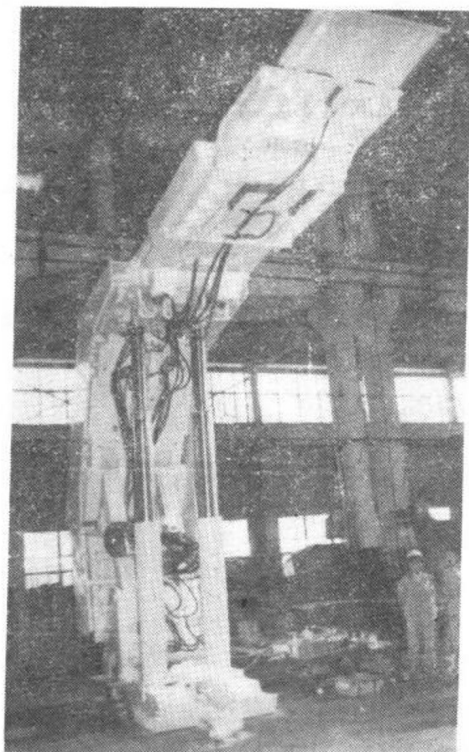


图 1-1 BY360-25/50型两柱掩护式大采高支架

在进行中。

BY320-23/45和BY360-25/50型两柱掩护式大采高支架结构如图1-1所示。其特点是安装有手套式伸缩梁,两级护帮板(长达2.2m),半刚性分离式底座,双伸缩立柱,短框架浮动活塞式推移机构,双平衡千斤顶,中流量安全阀等,此系列支架已向第三代发展。

第一代支架以一级护帮、单平衡千斤顶和整体底座为标志;

第二代支架以两级护帮、双平衡千斤顶和分离底座为标志;

第三代支架取消了平衡千斤顶,两根双伸缩大立柱支撑在顶梁上,两根单伸缩小立柱支撑在掩护梁上,以四柱支撑掩护式代替两柱掩护式支架,借此减少平衡千斤顶的损坏,改变支架对底板比压的分布,增强支架对松软底板的适应性及工作可靠性。

二、我国大采高支架使用效果

我国大采高支架在使用过程中,有成功的经验,也有失败的教训,近年来试验的10种大采高支架使用效果可分为下列三种情况:

1. 架型与煤层赋存条件适应,使用效果良好者

德国G320-23/45型和国产BY320-23/45型和BY360-25/50型掩护支架在开滦范各庄矿、林南仓矿及邢台东庞矿的Ⅱ₂顶板,采高平均达4.3~4.5m,倾角高达38°的条件下,支架工作状态良好,最高年产达100万t,最高月产135146t,最高工效43.02t/工。其中BY360-25/50型掩护支架采高可达4.8m,最高月产142211t,最高日产12516t,最高班产6495t。

2. 实际采高低于3.5m，未显示大采高支架特点者

QY320-20/38 型 掩护支架在徐州庞庄 矿 701 采煤工作面试验，采 高平均3.2m，最高月产 66139 t，最高工 效 26.13t/工。ZY400-18/38 型支撑掩护支 架 在兖州兴隆庄矿 5301-I采煤工作面试验，采高低于3.5m，最高月产69568t。BC480-22/42 型支撑掩护支 架 在西山官地矿 18301 采煤工 作面试验，采高低 于 3.5m，支架工作状态良好；采高超过 3.5m，支架向机头方向倾倒严重。此外，该 支 架在双鸭山新安矿使用发生了支架顶梁朝机尾方向错动，底座朝机头方向错动，立柱朝机尾方向倾倒的现象，最大倾倒量达430mm。掩护梁焊缝因受扭而开焊，支架失稳，严重影响了采煤工作 面正常生产（表1-2）。

3. 因架型或参 数 与煤层赋存条件不适应，试验效果不佳者（表1-2）

1) 铜川李家塔矿2064采煤工作面利用 JZ-I 型掩护支架 开采 6 煤层。试验表明：由于支架额定工作阻力太低，支架 支护强度不足，尽管老顶来压缓和（动载系 数 1.3），但活 柱下缩量仍达 224mm，安 全阀开启率达 44%，支柱刚度为 0.37t/mm。此值比 G320-23/45 型掩护支架低得多。结果支 架损坏严重。其中，掩护梁损坏73%。支架歪斜倾倒，顶板 状况恶劣，试验被迫停止。

2) 铜川金华山矿采用 YZ- I、II 型掩护支架开 采 5 煤 层。从1406和1408采煤工作面测压结果看，该支架对老顶来 压明显和直接顶中等稳定的 II₂ 顶板比对老顶来压缓和、直 接顶破碎的 I₁ 顶板更加适应。1408 采煤工作面顶板破碎度 仅为 8.8~13.8%，而 1406 工 作面顶板破碎度高达 26.4~ 46%；1408 采煤工作面片帮深度为 140~150mm，而1406采

表 1-2 我国大采高

采高 m	煤 矿	工作面	型 号	顶板 分类	老顶初次来压		老顶周期来压	
					步距 m	动载 系数	步距 m	动载 系数
3.6	范各庄	1477	G320-23/45	I ₂	24.3		10.6	1.46
3.6	林南仓	1188	BY320-23/45	I ₂			9.43	1.48
4.3	东 庞	2702	BY320-23/45	I ₂	31.7	1.68	7.51	1.26
4.7	东 庞	2101	BY360-25/50	I ₁	30.96	1.81	7.30	1.53
4.15	官 地	18202	BC520-25/47	I ₃	34.7	1.38	12.4	1.46
3.2	庞 庄	701	QY320-20/38	I ₃	44.7	1.34	20.8	1.42
<3.5	兴隆庄	5301-I	ZY400-18/38	I ₂	35.3	1.33	26.0	1.46
3.0	官 地	18301	BC480-22/42	I ₃	40.0		5.5	
3.7	金华山	1406	YZ-I	I _{1~2}				
3.7	金华山	1406	YZ-I	I _{1~2}				
3.4	金华山	1408	YZ-I	I ₂	15.8	1.52 ~1.7	12.4	1.4
3.4	金华山	1408	YZ-I	I ₂				
3.5	范各庄	1370	BYZ	I ₁	30	1.25		1.23
				I ₂		1.36	11.0	1.49

煤工作面片帮深度为277~306mm。

3) 开滦范各庄矿7煤层试用了国产BYZ型掩护支架。矿压观测表明：该支架在采高3~4m的条件下，当顶板稳定时尚能适应7煤层的赋存条件，显现出片帮不深、冒顶不高、支护阻力大(2193kN/架)、支护效果好；当顶板破碎时，顶板破碎度达35.6%，不能适应7煤层赋存条件，显现出片帮深度大(平均400mm)、冒顶高度大、冒顶次数多、支护阻力低(1666kN/架)、支护效果差(支架20%歪斜，还有支架被压死)、采面推进速度慢、产量低、效率低，被迫终止了试验。

支架使用效果

支 护 阻 力						支 护 效 果						经 济 效 益			
P_0		P_m		P_t		E	S	C	n	支撑效率	增阻速度	月 产		工 效	
kN/架	%	kN/架	%	kN/架	%	%	mm	mm	%	%	KN/h	平均	最高	平均	最高
1322	41.3	1961	61.3	1488	46.5	10.8	2.3	118.5	3.36	10.53		7.4	8.6		
1164	48.5	1537	49.6	1399	43.7						47.2	4.0			
1447				1794	57.2			462				6.3	12	31.5	43
1280	41.4	2273	68.5	1916	55.6		4.1	250 ~500	65.5			10.4	14.2	44.8	56.6
2610	54.4	3200	61.5	2870	55.3						107		4.0		
1297	48.9	1768	55.3	1572	47.6	12.9	8.1	39.5	25.75			3.8	6.6	13.8	26.13
1755	55.8	2678	67.0	1935	48.4		3.4					5.9	6.6		
1535	39.0	2359	50.1	1920	40.8						200				
				1170	56.5	26.4	4.1	277	9.5	63					
				1460	56.5	16.0	5.4	306	20	66.9					
690	73.4			1060	53.0	8.8		140	11.2						
750	79.8			1135	45.2	13.8		150	25.0						
1273	70.7	1666	69.4						79						
1654	91.9	2193	91.4			43.8	5.4	400.8	38						

三、大采高支架采煤工作面经济指标统计分析

据表 1-3 所提供的指标与一般综采或分层开采相比，大采高支架具有如下明显经济效果：

1) 采煤工作面单产高。平均单产超过 3 万 t，最高超过 6 万 t，最高班产 6495 t，最高日产 12516 t，最高月产 142211 t，年产一般比分层开采高 40% 以上，个别成倍增长。

2) 回采工效高。平均回采工效超过 12t/工，最高工效已超过 25t/工，工效一般比分层开采高 30% 以上，个别成倍提高。

表 1-3 近期我国部分使用大采高支架经济指标统计

序号	矿务局	采煤工作面	架型	月产(t)		回采工效(t/工)		使用期限(月)	月平均直接成本(元/架)(材料和工资)
				平均	最高	平均	最高		
1	西山	18301	BC480-22/42	31742	58109	15.05	20.02	6	2.14
2		28101		43021	56502	12.39	16.81	10	1.29
3		2810		39353	59409	14.38	21.13	12	0.57
4	开滦	1182	BY320-23/45	32001	35368			3	
5	邢台	2214	BY320-23/45	80486	135146	24.001	25.278	12	
6		2702		52907	120336	19.849	22.917	10	
7		2101	BY360-25/50	104355	142211			3	
8	双鸭山		BC480-22/42	31777	40406	12.291	16.62	3	1.505

3) 万吨掘进率低, 节省生产准备费用。东庞煤矿掘进率降低50%, 节约535714.88元, 新安矿掘进费节约567.45万元。

4) 节约支护材料, 降低生产成本。东庞煤矿仅取消铺网一项吨煤节约0.50元, 巷道和采煤工作面支护材料吨煤节约1.55元。新安矿节约铺网材料费1476.92万元。

5) 搬家倒面少, 可缓冲采掘关系紧张、节省搬家费用, 比分层开采可赢得两个月的生产准备时间, 节省搬家费60万元。

第二节 苏联缓倾斜厚煤层整层垮落开采综述

苏联库兹涅茨、卡拉干达及齐列亚宾煤田煤层倾角小于35°的厚煤层储量占80%左右。其中适于采用大采高支架整层开采的约占36%, 这当中有14%的顶板难以垮落。

一、掩护式大采高支架试验使用状况

表1-4列出的4种掩护式大采高支架的试验，是在条件大体相同的南库兹巴斯煤田拉斯帕德矿进行的。其中在6-6a煤层采用KM120、OKП70和M136型大采高支架，在7煤层采用2YKП型大采高支架。试验结果表明：KM120型支架结构上缺点较多，OKП70型支架适用条件受限制，只有在对岩层预先进行松动、软化后的难垮顶板条件下才能使M136和2YKП型支架均适用于难垮顶板，而从支架参数和使用效果来看，2YKП型支架优于M136型支架，故2YKП型支架得到推广，如图1-2所示。

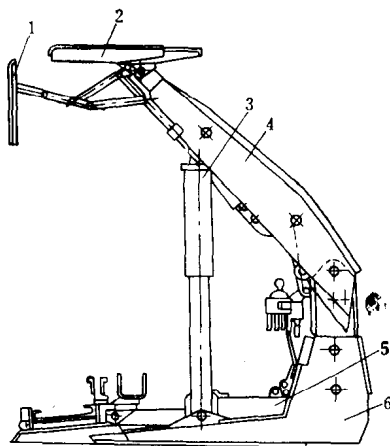


图 1-2 2YKП型大采高支架

1—护壁机构；2—顶梁；3—立柱；4—掩护梁；5—移架和推输送机千斤顶；6—底座

二、支撑掩护式大采高支架试验使用状况

表1-5所列M81Э和MT130型支架是在库兹涅茨煤田拉斯帕德矿7煤层，KMT130和KM130型支架是在卡拉干达煤田苏联50周年矿和索库勒斯矿K10煤层进行试验的。

在M81Э型支架上加300~800mm的接长杆，则可用于采高达3.8~4m的采煤工作面。

KM130型支架可以控制住拉斯帕德煤田7煤层顶板，但需采取预先松动粗粉砂岩顶板的措施。而M81Э型支架相反，