

综合机械化 放顶煤开采技术

尚海涛 主编

煤炭工业出版社

71

871315

综合机械化放顶煤开采技术

主 编 尚海涛

副主编 王永建 黄永刚

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

综合机械化放顶煤开采技术/尚海涛主编. —北京: 煤炭工业出版社, 1997

ISBN 7-5020-1450-0

I. 综… I. 尚… II. 采煤综合机组-综合机械化掘进-技术 N. TD823.97

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 11107 号

综合机械化放顶煤开采技术

主编 尚海涛

副主编 王永建 黄永刚

责任编辑: 宋黎明 孙辅权

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京房山宏伟印刷厂 印刷

开本 $850 \times 1168 \text{mm}^{1/32}$ 印张 $10\frac{3}{4}$

字数 284 千字 印数 1—5,065

1997 年 4 月第 1 版 1997 年 4 月第 1 次印刷

书号 4219 定价 22.50 元

内 容 提 要

本书是潞安矿务局在高产高效现代化矿井建设实践中，创造性开发综采放顶煤新技术的总结。本书从理论和实践两方面，系统地论述了高产高效综采放顶煤新技术涉及的一系列技术理论问题。诸如煤层地质条件适应性、综采放顶煤技术装备、综合机械化掘进配套技术、开拓开采系统、采场及回采巷道矿压控制技术、煤尘采出率控制技术，以及瓦斯、煤尘控制技术等煤矿安全技术问题，这是我国全面、系统论述高产高效综采放顶煤技术的第一本专著。

本书适宜现场工程技术人员、管理干部阅读，也可作为煤炭高校师生及科研院所技术人员的重要参考书。

编委会名单

主任委员	尚海涛			
副主任委员	王成学	王安民	段庆芳	
成 员	尚海涛	王成学	王安民	段庆芳
	师文林	张明安	曹晨明	贾恩立
	徐贵孝	刘仁生	王和岐	黄永刚
	郭金刚	王永建	李玉敏	
主 编	尚海涛			
副 主 编	王永建	黄永刚		
编写组成员	尚海涛	王永建	王和岐	黄永刚
	李玉敏			

前 言

我国是一个厚煤层储量大国，也是厚煤层开采大国。据统计，我国厚煤层储量约占已探明储量的40%~50%。厚煤层储量多，是我国煤炭工业的优势。但是，过去我国厚煤层开采一直沿用分层开采方法。分层开采方法的缺陷是：巷道掘进率高、工序复杂、效率低、成本高，严重制约了厚煤层优势的发挥。潞安矿务局经过10年研究、开发和实践，使综合机械化放顶煤这种有争议的开采方法，成为一种成熟的、高产高效的、先进的开采方法，从而使我国厚煤层开采进入了一个新的发展时期。实践证明，综合机械化放顶煤开采技术和方法，是我国厚煤层开采中实现高产、高效、低耗和安全生产的有效途径。正如国内外专家指出的那样：“综放开采是我国厚煤层开采方法的一次革命”、“是中国煤矿工人和工程技术人员对世界煤炭工业的杰出贡献”。

潞安矿务局在综合机械化放顶煤开采技术的开发研究和生产实践中，积累了许多宝贵经验。潞安矿务局综放开采技术是集科研、生产、制造和发明创造于一体的一种高产高效的配套技术。其中包括地质条件适应性、技术装备、综掘配套技术、开拓系统、采场与回采巷道矿压控制技术、煤炭采出率控制技术，以及瓦斯、煤尘控制等方面的技术。为了更好地总结经验教训，为我国进一步应用、推广综放开采技术和方法，我们编著了此书，奉献给大家，以资借鉴。

本书在编写、出版过程中，得到潞安矿务局、焦作工学院等单位的领导、有关人员的大力支持和热心帮助，在此一并表示诚挚的谢意！

由于时间较紧，作者水平所限，书中内容难免有疏漏不当之处，恳请读者指正。

作 者

1997年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 综采放顶煤技术的发展与现状	1
第二节 潞安高产高效建设的探索与实践	9
第二章 煤层地质条件适应性	19
第一节 煤层赋存地质特征概述	19
第二节 煤层可放性对放顶煤的适应性	21
第三节 煤层厚度及倾角对放顶煤的适应性	25
第四节 顶板岩性、厚度及冒落特征对放顶煤的适应性	32
第五节 关于煤层地质条件对放顶煤适应性的综合评价	39
第三章 技术装备	41
第一节 国产化高产高效综采放顶煤设备的方案选择	41
第二节 放顶煤支架的研制与改造	44
第三节 封底框架式刮板输送机的研制与改造	49
第四节 工作面端头支架的研制与改造	55
第五节 采煤机滚筒的改造	61
第六节 胶带输送机的改进	64
第七节 现代化辅助运输装备	73
第四章 综掘配套技术	89
第一节 高效快速的综掘技术	89
第二节 综掘前配套技术	92
第三节 综掘后配套技术	97
第五章 开拓开采系统	105
第一节 确保高产高效矿井开拓开采的原则	105
第二节 漳村矿开拓布置优化	108
第三节 王庄矿“四三二工程”的网络优化	119
第四节 综放工作面回采工艺	128
第五节 矿井生产环节的能力配套与改造	137

第六节 矿井生产系统的可靠性分析与改善	141
第六章 综放矿压控制技术	153
第一节 综放采场顶煤(板)位移变形及活动规律	154
第二节 综放采场支架承载特性及矿压控制	172
第三节 综放采场首末采矿压显现规律	175
第四节 综放回采巷道矿压及控制技术	183
第五节 综放沿空掘巷合理煤柱尺寸的初步分析	214
第六节 综采放顶煤回采巷道支护改革效果分析	221
第七章 放煤工艺与煤炭采出率控制分析	227
第一节 综放煤炭损失构成分析	229
第二节 提高顶煤采出率的合理放煤工艺分析	230
第三节 支架架型对顶煤采出率的影响	241
第四节 提高顶煤采出率的工作面推进方向分析	252
第五节 提高工作面采出率的措施分析	268
第六节 提高采区采出率的措施分析	276
第八章 综采放顶煤开采瓦斯防治技术	278
第一节 综采放顶煤工作面瓦斯浓度及分布规律	278
第二节 综采放顶煤工作面瓦斯治理技术	282
第九章 综采放顶煤开采煤尘防治技术	305
第一节 综采放顶煤工作面产尘源及粉尘浓度分布	305
第二节 综采放顶煤工作面煤尘防治技术	309
第十章 综采放顶煤开采技术经济分析与展望	322
第一节 综采放顶煤开采主要技术评价及指标分析	322
第二节 综采放顶煤开采经济效益分析	327
第三节 综采放顶煤开采技术展望	334
参考文献	336

第一章 绪 论

第一节 综采放顶煤技术的发展与现状

一、国外综采放顶煤技术的发展

放顶煤开采方法也经历了爆破法、普采法和综采法三个发展阶段。早在 40 年代末和 50 年代初,法国、南斯拉夫、原苏联等国即开始采用放顶煤采煤法。当时和以后一个时期,曾使用过木支柱、金属支柱和单体液压支柱并配备刮板输送机进行炮采或普采的放顶煤技术。如南斯拉夫 RLV 褐煤矿就采用单体支柱的放顶煤回采,其煤层厚度为 7.5~12m,采高 2.2m,放煤高度 5.3~9.8m,工作面长 30~60m。由于这种采煤法效率低,安全性差,于是又逐步向综采放顶煤过渡。

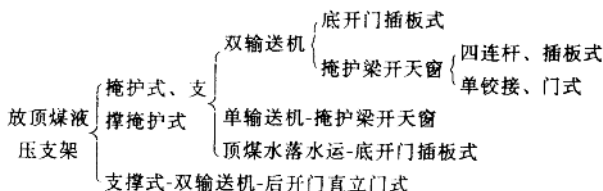
1957 年,原苏联库兹巴斯矿区首次使用 KTY 型掩护式液压支架开采 9~12m 的特厚煤层。先预采顶分层并铺底网,然后沿煤层底板回采,顶煤通过 KTY 支架顶梁上的天窗放入工作面输送机。

1963 年,法国研制成功适用放顶煤的“香蕉型”液压支架,于 1964 年在布朗茨矿区试验取得成功。随后又研制出四柱支撑掩护式支架,该支架带有掩护梁和四连杆机构,支架顶梁和掩护梁的两侧带有活动侧护板,使支架具有较好的封顶性和稳定性。

70 年代末,英国、西德和法国等争相研制出一些新型的垛式、掩护式及支撑掩护式液压支架。法国研制的 FB21-30S 型掩护式放顶煤支架,使综采放顶煤与其分层综采相比取得了较好的经济效益,工作面采出率达 90% 以上。原捷克在诺瓦基、齐盖尔和汉德洛瓦矿,使用了 DVP-5A 型、1K70/900HD 型、MHW4500-20/30 型、2MKE 型和 BME-2.0/3.0 型放顶煤液压支架进行了综放

开采，也取得了较好的经济效益。

80年代以来，匈牙利的多多戈、梅茨塞克、塔塔巴尼、韦什普雷姆、奥依克、迈克西和尤卡伊等矿采用了综采放顶煤技术。采用的支架有VHP-421型、VHP-730型、MVDD-120型和MVDD-120/2型，前两种为高位开天窗放顶煤支架，后两种为中位后开窗放顶煤支架。到目前为止，东西欧各国及我国相互吸收长处，研制出多种类型的放顶煤液压支架。其分类如下：



总之，放顶煤开采技术是开采5m以上厚及特厚煤层高效、安全的采煤方法，受到许多国家普遍重视，并得到推广应用。世界主要产煤国家厚煤层放顶煤开采的主要技术经济指标，以及所采用的放顶煤液压支架技术特征分别见表1-1和表1-2。

二、我国综采放顶煤技术的发展及现状

1984年6月，我国第一套国产综采放顶煤支架FY400-14/28在沈阳蒲河矿缓倾斜特厚煤层投入试验，虽未成功，但看到了发展前景。以后在窑街二矿急倾斜特厚煤层进行综采放顶煤试验，取得了一定的效果。在辽源三、四号井，乌鲁木齐六道湾，平庄古山二、三号井急倾斜特厚煤层进行的综采放顶煤试验，也取得了一定的效果。

1987年9月，平顶山一矿引进匈牙利VHP-732型开天窗放顶煤支架在缓倾斜厚煤层中进行了综采放顶煤试验，获得了成功。1988年12月，阳泉一矿采用FD4000-1.65/2.6型掩护式放顶煤支架进行综采放顶煤试验，效果良好。1990年又分别在阳泉一、二、三、四矿进行试验，也取得很好的经济效益。以后潞安矿务局王庄、漳村、五阳矿，晋城凤凰山矿，大同煤峪口矿，兖州兴

表 1-1 世界主要产煤国家厚煤层放顶煤技术经济指标

国 别	矿 名	支 架 型 号	采 煤 方 法	煤 厚 (m)	采 高 (m)	工作面 长度 (m)	倾 角 (°)	工作面日 进尺 (m)	平均日 产量 (t)	工作面 效率 (t/工)	采出率 (%)
法国	布朗茨	FB21-30S	一次采全高	8.5	2.8	91	10	1.77	1735	33.5	90
法国	罗兹来	FB21-30S	一次采全高	7.8	2.4	91	45	2.38	2660	55.4	90
法国	罗兹来	FB21-30S	一次采全高	5~26	3.0	80	30	1.20	1500	40.0	80
原南斯拉夫	维雷耶	B ₄ L-4000	一次采全高	11.4	2.6	90	15	1.1	1700	38.2	
原南斯拉夫	维雷耶	Dowty	一次采全高	7.5~12	2.8	80	15	1.5	1600	33.3	
原南斯拉夫	特尔博夫	Becorit	分段水平分层	30	10.0	45	70	1.0	804	17.8	
原南斯拉夫	玛亚矿	BSS2.2P	一次采全高	12	3.0	120	22		2000	20.0	
匈牙利	奥伊克	VHP-730	一次采全高	7.0	2.8	120	20		1463	26	
匈牙利	达克西	DF18-28S	一次采全高	6.27	2.8	94	23	1.2	1000	14.9	
原苏联	列宁矿	KM-81V	一次采全高	6.0	5.72	120	12	0.9	706		90

表 1-2 世界主要产煤国家放顶煤液压支架技术特征

国别	放煤方式	架型型号	支架高度 (mm)		工作阻力 (kN)	支护强度 (MPa)	对底板压强 (MPa)	推移装置 (kN)		支架质量 (t)
			最小	最大				拉力	推力	
法国	插板式	MB-17-28S	1700	2800	4020	0.44~0.54		540	20.5	8.9
法国	插板式	FBS-4/320	1700	2800	3400	0.43	1.55	760	470	11.0
法国	开天窗	FB21-30S	2060	2980	4120	0.75	1.50	70.5	370	13.35
法国	开天窗	FBS-4/340	2000	2900	3380	0.53		88.6	54.7	
德国	插板式	BS2.2P	2200	3300		0.59		250	90	
德国	转动式	5100-19.5/28	1950	2800	5100	0.67		49.3	27.8	
英国	开天窗	DOWTY4/400	2000	2950	4228	1.25	1.32	28.4	18.6	11.0
英国	后开门	G-D-4/400	1800	2800	3100	0.47		250	140	
原捷克		DVP-5A	2300	3000	6400	0.57	1.65	400	12.7	12.0
匈牙利	开天窗	VHP-730	2600	3000	4000	0.77		60.0	31.1	15.0
原苏联		KM-81V	2210	3410		0.45				
英国	开天窗	4L-4000	2000	2950	4000	0.84	1.29	28.4		11.0

隆庄、鲍店矿等相继采用了高位开天窗放顶煤支架和中、低位后开窗放顶煤支架进行开采，均取得了极好的经济效益，尤其是潞安矿务局更为突出，全员效率及多项指标多年连续在全国夺冠，达到了世界先进水平。

目前我国综放支架的分类。

(1) 按放煤口的位置分：

① 高位放顶煤支架，又称顶梁开天窗或前开窗放顶煤支架，如图 1-1 所示。

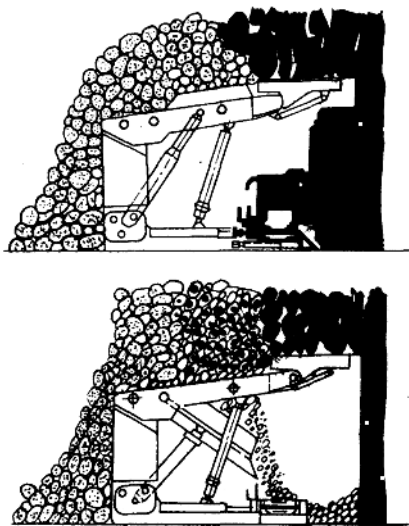


图 1-1 单输送机高位放顶煤支架

② 中位放顶煤支架，又称掩护梁开天窗或中位后开窗放顶煤支架，如图 1-2 所示。

③ 低位放顶煤支架，又称收尾梁底开门或低位后开窗放顶煤支架，如图 1-3 所示。

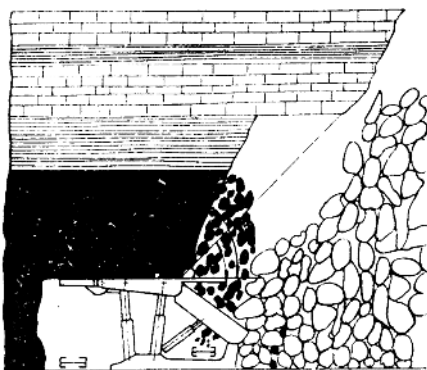


图 1-2 双输送机中位放顶煤支架



图 1-3 双输送机低位放顶煤支架

(2) 按铺设的输送机台数分：

- ①单输送机放顶煤支架，如图 1-1 所示。
- ②双输送机放顶煤支架，如图 1-2 和图 1-3 所示。

(3) 按放煤口的结构分：

- ①开门式放顶煤支架，如图 1-1 和图 1-2 所示。
- ②插板式放顶煤支架，如图 1-3 所示。

放顶煤支架的型号有 20 多种。我国主要矿区使用的放顶煤液压支架参数见表 1-3。

表 1-3 我国主要矿区综放工作面采用液压支架主要参数

矿 名	支 架 型 号	初 撑 力 (kN)	工作阻力 (kN)	支护强度 (MPa)	对底板压强 (MPa)	拉架力 (kN)	顶梁长度 (mm)	支架质量 (t)	适应倾角 (°)
沈阳局蒲河矿	FY400-14/28	2560	4000	0.67~0.72	1.4~1.5	330	3400	9.4	0~15
窑街局二矿	FY280-14/28	2000	2800	0.51	1.2		3400	8.44	<15
乌鲁木齐局六道湾	FYS300-19/28	2600	3000	0.67~0.75	0.65~1.44	382	2567	10.5	<15
辽源局梅河三井	FXC400-16/23	3700	4000	0.73~0.75	1.1~1.4	200	3330	12	<15
阳泉局一矿	FD440-16.5/26	4000	4400	0.808	1.16	362	3320	14.22	<15
阳泉局四矿	FD440-17.5/26	4000	4400	0.83~0.89	0.81	362	3320	12.7	<15
潞安局漳村矿	ZYF4000-17/33	2623.4	4000	1.002	12.18	561	2210	15.3	<25
潞安局王庄矿	ZYF4000-17/33	3958	4800	0.71	1.81	484.8	4410	15.6	<10
兖州局兴隆庄矿	ZFS5200-10.7/35	4410	5200	0.87	1.93	477.2	2650	17.9	<10
兖州局鲍店矿	ZFPS200-17/35	5200	5200	0.7	1.93	481	2940	18.15	<10
郑州局米村矿	ZFS4400-19/28	4260	4400	0.55	0.92	480	3180	12	<15

表 1-4 我国主要综放面技术经济指标

矿 名	煤 厚 (m)	煤的 硬度 f	煤的 倾角 (°)	工作面 长度 (m)	割煤 高度 (m)	采出率 (%)	平均月产 (万 t)	平均日产 (t)	最高月产 (万 t)	工作面 效率 (t/工)	放煤 方式	年度
沈阳局蒲河矿	13~20	1.5~2	5~14	51~61	2.5	80	1.53	510	2.53	5.4	插板式	1984
窑街局二矿	22~30	0.8~2	55	21	2.5	86	1.9	697	2	12.43	插板式	1986
乌鲁木齐局六道湾矿	33	0.8~2.1	64~71	39	2.5	86	2.01	837	2.04	12.9	开天窗	1988
辽源局梅河三井	18~34	1~2	65	74	2.5	87.8	2.93	978	4.67	19.97	开天窗	1988
平顶山局一矿	7.3~8.2	1.5~1.8	7~9	37	2.8	78	3.63	1210	4.66	21.02	开天窗	1987
阳泉局一矿	5.4~7.93	2~2.6	3~11	116	2.4~2.6	84.48	9.07	3063	14.09	20.5	开天窗	1990
阳泉局四矿	5.45	2~2.6	5	114	2.5	81.29	8.25	2748	11.46	27.73	开天窗	1990
潞安局漳村矿	5.61~7.23	1.5~2	5	200	3.0	90.23			22.52	55.54	前天窗	1992
潞安局王庄矿	6.5~7	2~3	2~6	180	3.0	85	22.7	8000	27.4	110.8	插板式	1992
兖州局兴隆庄矿	6~8.75	2.4	4	150	2.78	81	9.14	2821	11.88	27.30	插板式	1993
兖州局鲍店矿	8.5	3.12	5	160	2.6	81.7	17.02		18.52	64.22		1993
郑州局米村矿	3.5~14.6	0.3~0.5	3~8	78	2.5	85	4.84	1658	6.00	20.3	开天窗	

我国自1984年开始试验综采放顶煤以来,其发展过程大致可分为三个阶段:第一个阶段,是1984~1989年的试验、探索阶段;第二个阶段,是1990~1994年的改进、发展阶段;第三个阶段,是自1995年开始的完善、提高、推广阶段。截止1994年底,全国先后有29个矿务局的57个矿使用了综采放顶煤技术,共回采了220个工作面,累计出煤量达111730万t,平均单产50.8万t/a,工作面直接工效率为34.10t/工,工作面煤的采出率为79.6%。1994年,全国共有28个矿务局60个综采放顶煤工作面,产煤3680万t。其中潞安、阳泉、兖州3个矿务局分别产煤达624.2万t,782.3万t和732.4万t,占综采放顶煤总产量的58.1%。兖州矿务局兴隆庄矿综采一队,继1993年潞安矿务局王庄矿综采一队创年产253万t纪录后,1994年创造了年产272万t的新纪录。我国部分综采放顶煤工作面技术经济指标见表1-4。

纵观我国12年来综采放顶煤历史,可以说,我国综采放顶煤技术在一些矿务局、科研机构、高等院校和煤机制造单位的共同努力下,取得了显著成效,达到了世界先进水平。

第二节 潞安高产高效建设的探索与实践

煤炭工业高产高效建设是一项前人从未涉及的全新事业,是从中国的国情出发、结合企业的具体特点发展煤炭工业的必由之路。潞安矿务局坚持依靠科技进步,走高产高效高标准现代化建设之路,激励和推动了企业脚踏实地迈向高产高效的目标。

潞安矿务局在现代化建设的进程中,先后进行了两次技术革命。两次技术革命在内容和性质上都有着根本的区别,但在其共同的作用下,企业面貌发生了深刻的变化,综采机械化程度达到100%,综掘机械化程度达到了98.24%,综合单产达到了140882t/个·月,全员效率达到了7.661t/工,辅助运输实现了单轨吊、齿轨车、胶轮车运输,相关技术群成龙配套,企业生产效率、经济效益大幅度提高,技术水平和管理水平进入新的发展阶段。