

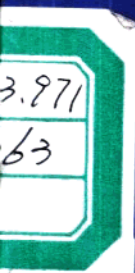
中国煤炭学会科技系列丛书

主 编：任秉钢

ZHONGGUO ZONGHE JIXIEHUA
FANGDINGMEI KAICAI

中国综合机械化 放顶煤开采

煤炭工业出版社



中国煤炭学会科技系列丛书

中国综合机械化放顶煤开采

主 编：任秉钢

副主编：马清举 臧延庆

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国综合机械化放顶煤开采/任秉钢主编. - 北京:
煤炭工业出版社, 2002
ISBN 7-5020-2156-6

I. 中… II. 任… III. 煤矿开采: 地下开采 - 综
合机械化掘进 - 研究 - 中国 IV. TD263.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 024527 号

中国煤炭学会科技系列丛书
中国综合机械化放顶煤开采

主编: 任秉钢

副主编: 马清举 臧延庆

责任编辑: 史彦 孙金铎

*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

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 $787 \times 1092 \text{mm}^1/_{16}$ 印张 $16 \frac{3}{4}$

字数 395 千字 印数 1 - 2,200

2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

社内编号 4927 定价 50.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

编委会名单

编委主任	濮洪九				
副主任	胡省三	任秉钢	严金满	王友佳	尤家炽
委员	(按姓氏笔画)				
	尤家炽	马清举	王友佳	叶建民	刘修源
	任秉钢	沈祝平	严金满	李金桃	胡省三
	臧延庆	濮洪九			
主编	任秉钢				
副主编	马清举	臧延庆			

前 言

综合机械化放顶煤开采（简称综放开采）是厚煤层的一种新的采煤方法。综放开采自20世纪50年代末问世以来，经过研究试验，到70年代已有近10个产煤国试验和使用。但受种种因素影响，在国外未能得到进一步发展。

我国综放开采技术的可行性研究始于1982年。工艺与装备的井下工业性试验始于1984年。十多年来，我国综放开采从无到有，从试验到推广，从起步到创新提高，取得较好的经济效益和社会效益。综放开采改进了我国厚煤层井工开采技术，效益显著，适应市场经济的要求，成功地把我国厚煤层井工开采技术推到世界领先地位。

我国综放开采经历了3个阶段。第一阶段探索试验。从沈阳蒲河矿开始，在缓倾斜厚煤层中进行综放开采试验，取得了经验。随后在窑街二矿、辽源梅河矿和乌鲁木齐六道湾矿试验了急倾斜厚煤层水平分层综放开采，并取得成功。平顶山一矿引进国外设备在缓倾斜厚煤层中试验成功。还有一些局矿也开始了综放试验。在这一阶段中进行了缓、急倾斜厚煤层两种开采条件下综放开采工艺和高、中、低位3种放煤支架的工业性试验，体现出综放开采的优势和生产潜力。

第二阶段推广发展。以阳泉、潞安、兖州局为代表，一批缓倾斜厚煤层正规采区推广综放开采取代分层综采，综放队年产突破百万吨、两百万吨。同时，在“三软”煤层等特殊开采条件下综放开采试验也取得突破。对综放开采中的防火、防瓦斯、防粉尘问题以及提高回采率问题组织了科技攻关，安全技术有了显著提高。煤炭工业部颁发了“综合机械化放顶煤开采技术暂行规定”，促进了综放开采的发展和提高。

第三阶段创新提高。兖州局在综放队年产三百万吨基础上，继续提高达到四百万吨、五百万吨。在综放认识上、生产指标和效率上、复杂条件的综放开采技术上均有所突破。经过综放开采技术进一步攻关，综放开采的安全、高产和经济效益的优势深入人心。与此同时，轻型支架综放开采在中小煤矿发展迅速，拓宽了综放开采的应用范围。综放开采已成为我国厚煤层开采的主力军。在理论上和生产实践中进行了大量的创造性工作，把综放开采技术推向成熟，达到世界领先水平，对世界采煤技术的发展作出了重要贡献。

1994年，煤炭工业部成立了综合机械化放顶煤开采技术专家组，开展综放开采技术的调查研究，组织综放开采示范点和一批科研攻关课题，草拟《综合机械化放顶煤开采技术暂行规定》，同时组织人员着手编写综放开采资料汇编。近年来，在现有资料基础上，中国煤炭学会组织原部综放专家组和有关局矿的总工程师、工程技术人员进行补充、整理并编写成本书。

本书归纳、记述了我国综放开采的发展历程、科技研究成果和生产管理先进经验，为综放开采管理人员和技术人员提供了一部纪实性、资料性、知识性、实用性的综放开采应用实践专輯。

该书全部资料来源于现场，内容翔实、数据准确，相信书中记述的应用实例或经验教训对于今后综放开采的现场管理，以及综放开采的发展都会起到积极的推动作用。希望本书对广大读者有所裨益，并受到广大读者的欢迎。

中国煤炭学会理事长 濮洪九

2001 年 12 月 31 日

目 录

前 言

第一章 综放开采概述	1
第一节 综放开采在我国的兴起与发展.....	1
第二节 综放开采类型.....	3
第三节 综放支架类型.....	4
第四节 我国综放开采的主要创新.....	5
第二章 综放开采的起步	9
第一节 沈阳蒲河矿首次综放开采工业性试验.....	9
第二节 窑街二矿急倾斜厚煤层水平分层综放开采试验	11
第三节 辽源梅河矿急倾斜厚煤层水平分层综放开采连创新水平	15
第四节 乌鲁木齐六道湾矿急倾斜厚煤层水平分层综放开采试验	18
第五节 平顶山一矿引进放煤支架综放开采试验	21
第三章 缓倾斜厚煤层综放开采的发展与高产高效	25
第一节 阳泉矿务局综放开采的突破	25
第二节 潞安矿务局综放高产高效工作面的发展	31
第三节 兖州矿务局综放高产高效工作面的提高	44
第四章 特殊条件下的综放开采	54
第一节 “三软”厚煤层综放开采	54
第二节 硬煤厚煤层综放开采	68
第三节 抚顺矿务局特厚煤层分层综放开采	89
第四节 倾斜厚煤层综放开采	92
第五节 6m以下厚煤层综放开采	98
第六节 煤柱、边角残煤综放开采	102
第五章 轻型支架综放开采	112
第一节 轻型支架综放开采的发展	112
第二节 开滦矿务局轻型支架综放开采	113
第三节 邯郸矿务局轻型支架综放开采	116
第四节 峰峰矿务局轻型支架综放开采	118

第六章 综放开采 4 大问题的研究与实践 124

 第一节 自然发火防治 124

 第二节 粉尘防治 149

 第三节 瓦斯防治 176

 第四节 提高综放回采率 214

第七章 综放开采的评述与展望 253

附 录 综合机械化放顶煤开采技术暂行规定 255

编后语 260

第一章 综放开采概述

第一节 综放开采在我国的兴起与发展

我国厚煤层储量十分丰富,可采储量占生产矿井总储量的45%。全国拥有厚煤层的生产矿井占生产矿井总数的40.6%,分布遍及全国。

我国厚煤层开采,以前部分局矿沿用高落式开采,产量低、效率差、安全状况不好,资源损失严重。在历次采煤方法改革过程中,大多数矿井的厚煤层实现了分层开采,由分层炮采到分层机采以至分层综采开采。在生产条件好、管理水平高的局矿,分层综采工作面多次创出了年产百万吨以上的好成绩。但是分层综采普遍存在巷道布置复杂,掘进率高,巷道维修量大,材料消耗大,生产成本高等问题。当顶板较破碎和有稍厚伪顶时,第一分层的顶板管理困难,冒顶片帮事故多,制约着安全生产,影响工作面单产的提高,安全状况不佳。在易燃煤层中,分层综采的中下分层工作面,极易发生煤的自然发火,威胁安全生产。为了解决这些问题,人们研究试验了综放开采方法。

综放开采是一种新的采煤方法。自20世纪50年代末问世以来,经过数十年的试验和使用,在世界近十个产煤国家得到较快发展。70年代和80年代初,在法国、匈牙利和前南斯拉夫成为厚煤层开采的主要方法之一。以后受各种因素的影响,综放开采在国外未能进一步发展。

我国于1982年开始研究厚煤层综放开采技术,并于1984年进行综放开采工艺与装备的井下工业性试验。十多年来,我国综放开采从无到有,从试验到推广,发展迅速。综放开采技术改进了我国厚煤层井工开采技术,经济效益显著,适应市场经济的需要,成功地把我国厚煤层井工开采技术推到世界领先地位。可以说,发展综放开采是对厚煤层传统采煤方法的一次革命。

十多年来,我国综放开采的发展,大体上经历了探索试验、推广发展和创新提高3个阶段。

第一阶段 1984—1990年,探索试验阶段。

缓倾斜综放开采试验首先于1984年在沈阳矿务局蒲河矿进行,全部使用国产设备,取得了正反两方面的经验。1987年平顶山矿务局一矿引进匈牙利综放设备进行试验。急倾斜综放开采试验首先于1985年在窑街矿务局二矿获得成功,随后在辽源矿务局梅河矿和乌鲁木齐矿务局六道湾矿进行试验,效果都较好,梅河矿取得了水平分层综放工作面年产60万t的好成绩。1987年在乌鲁木齐矿务局召开了放顶煤开采技术交流会,促进了综放开采的发展。1988年和1989年阳泉矿务局一矿和潞安矿务局王庄矿先后进行了综放开采试验,1990年阳泉矿务局一矿8603工作面月产达14万t,综放队年产104万t,比该矿分层综采工作面的产量和效率都提高一倍以上,同时,郑州矿务局米村矿和抚顺矿务局老

虎台矿、龙凤矿分别在“三软”不稳定煤层和水砂充填采区遗留的水平煤柱里探索与试验综放开采，均取得成果或进展。这一阶段的特点是进行了缓倾斜与急倾斜两种开采条件下综放开采工艺和高、中、低位三种综放支架的工业性试验，体现出综放开采的优势和生产潜力。

第二阶段 1990 - 1995 年，推广发展阶段。

1990 年之后，一批缓倾斜厚煤层正规采区推广综放取代分层综采，以阳泉、潞安、兖州为代表，综放队年产突破百万 t。1993 年潞安矿务局王庄矿综放队月产达 31 万 t，年产 253 万 t，工效 100t/工。1994 年原煤炭部进一步加强综放工作的指导，成立了综放开采技术专家组。部领导多次对综放工作作出重要指示，确定了综放示范点及一批综放开采技术攻关课题。组织综放专家组编制综放暂行规定，并于 1995 年正式颁发了《综合机械化放顶煤开采技术暂行规定》，促进了综放开采的发展和提高。这一阶段的特点是：

(1) 认识上有了突破。通过生产实践，从上到下逐渐统一了对综放的认识，明确了综放开采是采煤技术的革新，是一种先进的高产高效的采煤方法，是实现综采工作面高产高效的有效措施。《综合机械化放顶煤开采技术暂行规定》颁布后，进一步统一了认识，使综放开采的生产实践有章可循。并把综放开采技术列为“九五”期间科技进步主攻方向之首，从上到下在认识上是一个飞跃；同时，现场综放开采生产实践又促进了认识的不断提高。

(2) 产量和效益有了突破。综放工作面最高月产：1990 年为 14 万 t（阳泉矿务局）；1991 年 20.3 万 t（潞安矿务局）；1993 年 31 万 t（潞安矿务局）。综放工作面最高年产：1992 年 225 万 t（潞安矿务局）；1993 年 253 万 t（潞安矿务局）；1994 年 272 万 t（兖州矿务局）；1995 年 300.6 万 t（兖州矿务局）。1994、1995 年全国综放产量分别达到 3680 万 t 和 4556 万 t，年递增 800 多万 t，两年合计全国综放产量超过前 10 年全国综放累计产量。1995 年全国已发展到 30 个局（矿）、71 个综放采煤队。1995 年全国 65 个年产百万吨以上的综采队中有综放队 23 个半；其中年产 200 万 t 以上的 9 个综采队中综放队为 7 个；年产 300 万 t 以上的 2 个综采队中综放队为 1 个半。同时，综放开采单产高、效率高、成本低、效益好、安全可靠，已成为煤矿扭亏增盈的主要技术措施之一。

(3) 一些条件复杂煤层的综放开采技术有了突破。郑州矿务局米村矿在“三软”不稳定煤层，坚持综放开采试验，1988 年开始试验，1992 年基本成功，1995 年综放工作面突破年产 100 万 t，并在超化、裴沟和王庄等矿推广应用。铁法矿务局小康矿投产后改原设计分层开采为综放开采，重点组织软岩巷道支护和防火技术的攻关后，综放生产正常，效果显著。实践证明，对于“三软”不稳定煤层，综放开采是提高经济效益和提高回采率的有效途径。与此同时，在倾斜和急倾斜特厚煤层，采用水平分层综放开采；对地质构造复杂的小块段，采用短工作面综放开采；用综放开采回收矿井残留煤柱都取得了较好的效果。对坚硬煤层的综放开采也开始进行探索试验。

(4) 综放开采技术难题的攻关有了较大进展。在综放专家组的指导下，原煤炭部确定的 13 项重点攻关课题和 5 个综放示范点基本达到了阶段目标。全国有综放的局矿都从自己的实际出发，组织科技攻关，着手解决了一批现实的综放开采技术问题，从而推动综放开采总体水平的提高。

第三阶段 1996 年至今，创新提高阶段。

从1996年到现在,在对综放开采认识上,在生产指标和效益上,在条件复杂煤层的综放开采技术上都有所突破。综放开采技术难题攻关取得一批先进成果,综放开采的安全生产优势深入人心,促进了煤矿生产企业的积极性,国家也加大了对综放开采技术研究和投入,为综放开采的发展创造了良好的外部环境,经过煤矿生产实践和科研部门的共同努力,综放开采技术进一步创新提高。1997年全国综放总产量为6609万t。76个年产百万吨队中综放队有25个,占总数的1/3,前10名中有8个是综放队。

结合兖州矿务局的实际,组织开展了缓倾斜厚煤层高产高效综放开采成套技术与装备的研究。总结综放开采实践中积累的正反两方面的经验,研制了完全适合综放开采的新型放煤支架及其相关配套设备;进一步研究综放工艺和提高回采率的相关技术。经过兖州矿务局各矿的努力,全局综放开采产量和效率逐年提高。综放队最高年产量1997年达410万t,1998年达501万t,1999年达505万t,2000年达512万t,2001年达551万t。最高日产达2万t以上,创出了一系列综放开采新纪录。

与此同时,有重点地开展了特殊条件厚煤层综放开采关键技术及装备的研究。如对“三软”不稳定厚煤层综放开采的工艺和设备配套及厚煤层煤厚探测技术的研究取得进展。对大同硬煤厚煤层综放开采的机理研究,辅助爆破和设备配套进行攻关研究,取得良好效果。对高瓦斯易燃煤层综放开采安全保障技术的研究也有了较好的开端。对一些难采煤层以及边角煤、小块段等的综放开采也有了较大发展。加之几年来轻型放煤支架的研制成功,扩大了综放开采的适用范围。一些经营陷入困难的厚煤层矿井,在采用综放开采后得到了不同程度的缓解。这一阶段,综放开采的迅速发展和创新提高仍在继续。

第二节 综放开采类型

十多年来,我国综放开采从无到有,从试验到发展、创新、达到了世界领先水平。由于煤层赋存条件各异,综放开采的方法和工艺必须因地制宜。到目前为止,综放开采大致有以下几种类型:

(1) 缓倾斜厚煤层正规采区长壁后退式一次采全厚综放开采。煤层厚度5~10m,倾角最大达25°,工作面长度一般120~150m,最长大于200m。如兖州、潞安、阳泉、大雁、枣庄、开滦局和淮南新集矿等,可以组织高产高效综放工作面,是综放开采的主力。

(2) 缓倾斜厚煤层分层综放开采。如抚顺老虎台矿北平煤,煤层厚度40~60m,煤层倾角0°~15°,采用传统的水砂充填采煤法已不适应,试验分层综放,初见成效,在40~80m长的综放面月产达6万t。

(3) 缓倾斜厚煤层预采顶分层综放开采。首先沿煤层顶板将煤层的上分层用普通综采生产,煤层中下部采用网下综放开采。预采顶分层的原因:有的是瓦斯大,可使瓦斯卸压;有的是顶板坚硬,进行强制放顶;有的是已采顶分层,遗留煤层中下部采用综放开采。如鹤壁、兖州鲍店、大同、鹤岗、银川等局矿,都取得较好效果。

(4) 对煤层厚度变化大的厚煤层,采用综放开采。郑州米村矿煤层厚度在1.19~20.87m间变化,煤厚变异系数70.1%,若采用分层开采,仅在局部地段能采下分层,丢煤多。采用具有放煤功能的综放支架,能实现一次采出,通过煤层薄的地段时只推进不放煤。平庄红庙矿的情况与此相似。

(5) 对地质构造复杂的小块段, 采用短工作面综放开采。先后在阜新、鹤岗应用。鹤岗南山矿 60m 的综放面, 倾角 $23^{\circ} \sim 28^{\circ}$, 采取高压注水预裂煤体和防倒防滑措施, 最高月产 8.5 万 t, 最高年产 60.7 万 t, 工作面回采率达 80%。邢台局采用短工作面综放开采不规则小块段也取得较好效果。

(6) 用综放开采回收矿井残留煤柱。抚顺老虎台、龙凤矿采用综放开采回收旧水砂充填区水平煤柱。已采 27 个煤柱区, 回收煤炭资源 702.7 万 t, 月产可达 3 万 t, 取得了较好的经济效益。开滦唐山矿用综放开采回收煤柱, 效果也较好。

(7) 在 35° 以上倾斜和急倾斜厚煤层采用水平分层综放开采。辽源梅河、平庄古山矿用综放代替原来的短工作面水平分层假顶炮采, 单产分别为原来的 4.6 和 1.8 倍, 经济效益显著。梅河三井综放一队最高年产达 68 万 t, 创同类条件全国最好水平。窑街和乌鲁木齐试验效果也好。

第三节 综放支架类型

综放支架是在普通综采液压支架的基础上增设了放煤机构。综放支架按照放煤位置的不同一般分为高位放煤支架、中位放煤支架和低位放煤支架三种。按支架功能划分, 也和普通综采支架一样, 分为基本支架、过渡支架和端头支架。按支架重量及其生产能力又可分为普通放煤支架和轻型放煤支架。

(1) 高位放煤支架。支架特点是顶梁较短, 在掩护梁上开天窗放煤的掩护式支架。放煤时天窗向下转动, 形成放煤溜槽, 放顶煤和采煤机割煤共用一部输送机。底座插腿式, 对底板压力小, 优点是: 单输送机系统简单, 维护工作量小; 短顶梁加伸缩梁, 对支架端面顶板维护好, 插腿式底座, 支架稳定性好。缺点是: 放煤点位高, 放煤时粉尘大; 支架通风断面小, 放煤时工作面行人受阻; 顶煤破碎不充分, 顶煤下降距离小, 大块煤可能堵住放煤窗口; 放煤口至底板距离大, 放煤损失大, 顶煤回收率较低; 受输送机能力限制, 采煤和放煤不能平行作业; 插腿式底座, 使输送机运转不便, 装煤困难。平顶山一矿引进匈牙利 VHP-730 型放煤支架和潞安王庄矿早期使用的 ZFD4000-17/30 型放煤支架均属这一类型。以后不断改进, 采取底座取消插腿, 加大天窗尺寸等措施。但因放煤粉尘大等问题, 总的趋势是高位放煤支架逐渐被中低位放煤支架所取代。

(2) 中位放煤支架。支架特点是顶梁较长, 掩护梁上开天窗的四柱支撑掩护式支架。支架顶梁较长, 可配有伸缩梁或铰接前探梁, 能够及时支护, 同时对顶煤也有较大的破坏作用。掩护梁上的放煤机构由放煤千斤顶和小插板组成, 放煤板可以伸缩, 也可上下摆动, 有利于松动顶煤和破碎大块煤。由于掩护梁与底座铰连, 因此支架受力状态好, 稳定性高, 抗扭能力强。缺点是后部空间小, 输送机配套困难; 后部输送机放在机架底座上, 浮煤不易清理。中位放煤支架是我国综放高产架型之一。按其掩护梁结构又分为单铰接与四连杆两种类型。前者在阳泉局大多数综放面采用, 后者在辽源梅河三井使用, 均取得较好效果。但放煤粉尘和顶煤损失仍较大。

(3) 低位放煤支架。支架特点是顶梁较长, 放煤机构设在掩护梁尾部的四柱支撑掩护式支架。顶梁较长, 支架的多次反复卸载可使顶煤在矿压作用下预先断裂, 有利于放煤, 放煤效果好, 顶煤回收率高; 放煤粉尘也最小; 支架后部空间大, 便于检修, 输送机放在

底板上，浮煤易于排出。缺点是稳定性差，单片四连杆机构抗扭及承受侧向力能力差。经不断实践改进，采用双四连杆或反四连杆机构，提高了支架的抗偏载能力和整体稳定性。低位放煤支架也是我国综放高产架型之一。我国第一套综放支架就是低位放煤支架，经十多年改进后，性能大大提高，兖州兴隆庄矿创出最高日产 2 万 t，最高月产 40 万 t 的综放面也是采用低位放煤支架。从发展趋势看，低位放煤支架是最具发展前途的放煤支架。

(4) 过渡支架和端头支架。经过十多年的探索改进，已趋成熟。有的过渡支架采用反四连杆机构，整体稳定性好，架前行人宽敞，并可以顺利放煤。端头支架有不少成功的架型，如由一主架两副架组成的三架一组的放顶煤端头支架，取得了较好效果。

(5) 轻型放煤支架。普通放煤支架生产能力大，能高产高效，但对中小型矿井来说，支架重量较重，外形尺寸大，制造成本高，并受系统生产能力和外部运输条件的制约，要求综放面产量不一定太高。还有许多矿区采用综放回采边角煤和小块段煤柱，也要求放煤支架轻型化，便于搬家，要求适用、安全、可靠。为此，轻型放煤支架应运而生。

轻型放煤支架体积小、重量轻，运输方便，操作简单。每架支架重量约 6~8t，每套支架价格较普通放煤支架低 45%~60%，有利于综放开采在中、小煤矿的推广。轻型放煤支架一般采用单摆杆机构，将摆杆布置在两后立柱之间，充分利用空间，结构紧凑，既改善了支架的受力状态，又减小了支架外形尺寸。支架采用低位放煤方式，支架尾部设有可以摆动和伸缩的放煤机构。根据煤层条件可选用小尾梁，小插板或大尾梁、大插板形式。

近年来，在市场经济条件下，轻型放煤支架发展较快。据不完全统计全国已有 50 多个综放面使用轻型放煤支架。1991 年靖远王家山矿进行轻型放煤支架综放开采工业性试验，平均月产 20285t。1993 年，甘肃省华亭煤矿轻型放煤支架综放面最高月产达 115487t，最高日产 5218t。1998 年山东省济宁市太平煤矿和徐州局权台矿的轻型放煤支架综放面分别达年产 60 万 t 和 80 万 t 水平。今后轻型放煤支架将会进一步得到发展。

第四节 我国综放开采的主要创新

综放开采是一种新的厚煤层开采方法，从采动理论、开采工艺到设备、装备配套都有其与单一煤层或分层开采不同的特点。1982 年我国引进这种开采技术时，欧洲在综放开采技术上还是不成熟的。十多年来，我国综放开采的局矿从实际出发，在煤炭主管部门的正确指导下，在科研院校单位的密切合作下，组织科技攻关，加强生产管理，反复探索试验，使之日趋完善。十多年来，我国综放开采从无到有，从探索试验、推广发展到创新提高，达到了世界领先水平。在理论上和生产实践中进行了大量的创造性工作，把综放开采推向成熟，对世界采煤技术的发展作出了重要贡献。

十多年来，我国综放开采的主要创新有以下几个方面：

一、实现了高产高效低成本，适应了市场经济的需要

十多年来，我国综放开采最突出的成就是实现了高产高效、低成本，提高了企业竞争力。它集中体现了综放开采在技术和经济方面的巨大优势，对促进我国煤炭工业的发展起了重要作用。高产高效的综放工作面主要特点是：

(1) 不断创造和保持我国长壁工作面高产高效的最高纪录。

(2) 综放工作面能实现高产高效是带有普遍性的规律。与同等条件下的分层工作面相比,综放工作面的产量和效率一般可提高 1~3 倍,成本可降低 50% 左右。

(3) 综放工作面实现高产高效、安全生产、降低材料、动力、人力消耗,是依靠科技进步取得的,而不是加强工人劳动强度取得的。

(4) 综放工作面全部使用国产设备,就能得到比分层综采高得多的技术经济效益,也能与单一煤层引进国外先进设备综采工作面的技术经济效益相媲美。

(5) 综放工作面实现高产高效,使矿井在不减产的情况下,减少工作面数量,减少和简化生产环节,减少井上下辅助人员,使矿井减人提效。综放开采技术是实现高产高效现代化矿井的主要途径之一。

二、提高综放开采回收率的研究工作取得了成效

综放开采在顶煤放落过程中残煤损失较大,煤炭回收率偏低。同时,由于其整层开采的特点可以免去大部分煤厚变化的损失和局部小地质构造的损失,避免了分层工艺难以控制的损失。据统计我国综放开采的工作面回采率一般在 80%~85% 之间,平均为 81.1%。区段之间不留护巷煤柱时,采区回采率可达 75% 以上,留煤柱开采时,采区回采率略低于 75%。

在提高综放开采的回采率研究中,我国非常重视理论研究并结合井下实际。在放煤工艺方面不断创新。在回采率的统计和储量管理方面取得了显著的成效。其主要特点是:

(1) 由于综放开采中煤炭损失量最大的是放煤损失,所以对采空区散体煤岩运动的规律进行了大量的研究。通过实验室研究和现场试验相结合,选择最佳放煤参数和放煤方式,确定合理的放煤工艺,以求实现放煤损失最小。

(2) 改进工作面初采和末采技术,改进和完善过渡支架和端头支架的放煤功能,提高初采、末采及工作面两端的顶煤放率。

(3) 综放开采通过加大采区设计参数,加大工作面长度和走向推进长度,优化采区设计,提高工作面回采率。

(4) 根据综放开采特点,进行了大量的无煤柱开采试验,提高采区回采率。解决了无煤柱开采的技术难题,通过实践,使无煤柱综放开采取得了重要成果。

(5) 加强放煤管理、储量管理、回采率统计管理。采用先进技术装备,严格掌握煤厚,准确统计采出煤量以及含矸率、灰分、水分等指标,使回采率数据趋于准确。

三、研制出适应我国综放开采需要的多系列新型放煤支架架型

我国综放开采的主要设备——放煤支架,经历了模仿国外架型,引进国外设备、改造铺底网支架,到适应综放特点设计出多系列新型支架。通过实践,不断改进,根据综放工作面支架围岩关系的特殊要求,研制出适应我国综放需要的多系列新型高可靠性放煤支架架型。其主要特点是:

(1) 为了更能适应综放工作面高产的要求,减少丢煤,减少放煤产生的粉尘,当前设计制造的放煤支架一般多为双输送机、低位放煤支架。

(2) 根据综放开采矿压显现的研究成果,确定放煤支架额定工作阻力时,一般可取同

类条件下分层开采的支架额定工作阻力。当煤层强度低（中硬以下），周期来压不明显的工作面，可设计支撑能力较低的轻型放煤支架，但支护强度不能降低。

(3) 放煤支架直接支撑的是已被破坏了顶煤，架间及架前容易漏煤。支架必须具备良好的封闭架间和架前顶煤的能力，具有带压移架和承载移架的能力。

(4) 顶煤冒落后，常有部分大块散落顶煤形成自然拱，影响放煤。我国设计的大多数放煤支架都有摆尾梁或插板等强力的二次破煤机构和破坏散煤成拱的机构，以保证顺利放煤。

(5) 为了适应后部输送机机头、机尾外形尺寸较大的特点，我国特别研制了各种邻近工作面两端的过渡支架。同时，不断改进和完善过渡支架和端头支架的放煤机构。

四、集中研究综放开采中瓦斯、火灾、粉尘的防治技术，保障综放安全生产

十多年来，综放开采处于不断发展阶段，有关瓦斯、火灾和粉尘等安全问题从理论和防治技术上进行了大量的研究试验和现场实践，取得了一系列成果，采取一系列有效技术措施，保障了综放开采的安全生产。其主要特点是：

(1) 综放开采一次采出煤层全厚，采动后的岩层运动、工作面前方支撑压力的分布、顶煤运移和裂隙发育及其对瓦斯析出的影响、采空区瓦斯析出、运移和聚集情况与分层综采有很大不同，生产实践表明，综放工作面由于产量成倍增长，其绝对瓦斯涌出量随之大幅度增加，而相对瓦斯涌出量减小，采空区和邻近层瓦斯涌出量均有所增加，局部瓦斯聚集加剧，瓦斯涌出极不平衡。

(2) 根据综放开采瓦斯涌出特点，通过科研实践，形成了一整套综放瓦斯防治技术。包括改进通风方式增加工作面通风能力，采取 U+L 型或立体 W 型通风方式。后者是在工作面上部沿煤层顶板开掘一条回风煤巷，提高工作面通风能力。在瓦斯抽放方面总结出交叉钻孔预抽煤层瓦斯、倾斜或走向顶板巷抽放邻近层瓦斯，大直径钻孔抽放邻近层瓦斯、预埋管或钻孔抽放采空区瓦斯等行之有效的经验。对于局部瓦斯聚集，增设辅助通风设施，采取综合治理方法效果显著，根据综放开采特点，还采取了防止采空区瓦斯突然压出的安全措施。

(3) 厚煤层分层开采时，煤的自燃问题严重。一般第一分层不发生自燃，但由于分层开采采空区反复揭露和区间煤柱的破坏，发生自燃的位置主要在第二、三分层以下各分层。综放开采不存在采空区反复揭露问题，在工作面推进速度正常时，工作面后方采空区不发生自燃。

(4) 综放工作面上下两巷及开切眼是综放开采的主要自燃源，因此，防止巷道掘进时冒顶是综放开采防治自燃的主要工作。综放工作面两端遗留残煤较多，工作面顶板裂隙发育，都容易自燃，这些地段是综放开采中防治自燃的重点地区。实践证明，采用均压、堵漏灌浆、注砂、喷注凝胶、阻化剂和注氮等防治措施及色谱分析、束管检测或环境监测系统等监测手段对综放开采的火灾防治是有效的。

(5) 综放工作面在产量增加的同时，产生尘源和粉尘数量也随之增加，空气中总的含尘量一般比综采工作面高，对降尘的要求更高。综放降尘取得的成果主要有：研究降尘机理、完善预注水技术、研制效能较高的工作面吸尘装置、普遍采用喷雾降尘自动化（随动）装置和应用降尘添加剂等。

五、综放开采的基础理论研究取得较大成绩

综放开采技术的发展带动了应用技术和基础理论研究工作的发展，而基础理论的研究又推动了综放生产技术的进一步发展。我国综放开采技术和基础理论研究发展的主要特点是：

(1) 综放开采高产高效工艺的研究。高产高效工艺研究主要是实现厚煤层一次开采，实现了工作面全厚开采及工作面多点同时出煤，致使工作面单位时间内产量成倍增长。

(2) 综放工作面矿山压力及岩层控制的研究。综放开采矿压显现的研究成果表明，综放开采剧烈的采动影响主要对工作面前方煤体破坏严重，却缓解了工作面空间的某些矿压显现，使岩层控制技术的难度降低。为解释综放工作面支架—围岩关系、支架设计、“三软”煤层直接顶（煤）的控制、上位顶板活动规律等重要问题提供了初步的理论基础。

(3) 顶煤破坏和运移的研究。基于现场实测（深基孔观测或顶板裂隙素描）、数值模拟和数学力学分析基础上的顶煤裂隙发育和顶煤运移规律研究，为顶煤可放性、煤体预注水、瓦斯边采边抽等技术的发展提供了重要的理论基础。

(4) 顶煤和直接顶冒落后散体煤岩运动的研究。通过现场统计、数值模拟和实验室大量模拟放煤过程的散体运动规律研究，初步解释了放煤过程中，破碎的煤、岩及其分界面运动的规律以及与放煤方式、放煤参数的关系，为优化放煤工艺和提高回采率、降低含矸率提供了初步的理论依据。

(5) 顶煤可放性的研究。在统计分析和“专家系统”理论上分析了影响放顶煤可行性的各种因素，对顶煤可放性进行了全面研究，对综放开采的发展起到了指导作用。

第二章 综放开采的起步

第一节 沈阳蒲河矿首次综放开采工业性试验

一、综放开采试验的由来

20 世纪 80 年代初,我国煤炭科研人员从国外资料和出国考察中了解到法国、南斯拉夫等国家的综放开采是一种刚刚起步的厚煤层采煤方法,具有生产能力大、产量及效率高、掘进率低、成本低等优点,而国内尚未实践。有关科研院所与沈阳矿务局合作,于 1982 年共同提出在蒲河煤矿第三纪褐煤厚煤层引进综放开采技术,进行工业性试验,获得煤炭工业部和沈阳市科委同意,批准列项。

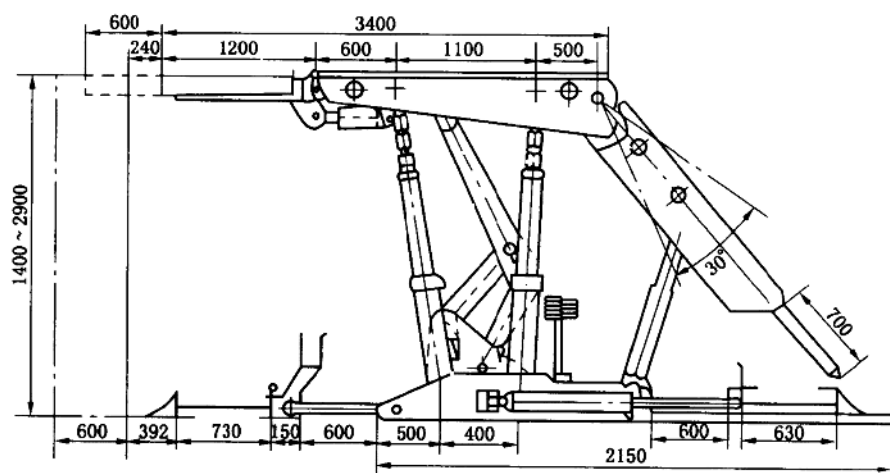


图 2-1-1 FY4000-14/28 型插板式低位放煤支架

蒲河矿褐煤厚 12~14m, 倾角 5° ~ 14° , 煤质中硬, 节理发育, 顶板为油母页岩, 易冒落。煤层易自燃, 发火期为 1 个月左右。由于顶底板松软, 又极易自燃, 长期以来采用落后的短工作面留煤皮分层炮采采煤工艺, 产量、效率和回采率都很低, 发火频繁。综放开采工业性试验的目的就是想改变这种落后的局面。1983 年东煤公司成立, 认为这项试验意义深远。它的成功不仅对沈阳局, 乃至对整个东北和内蒙东部的厚煤层矿区的技术进步都具有重要作用, 因而对试验予以高度重视。