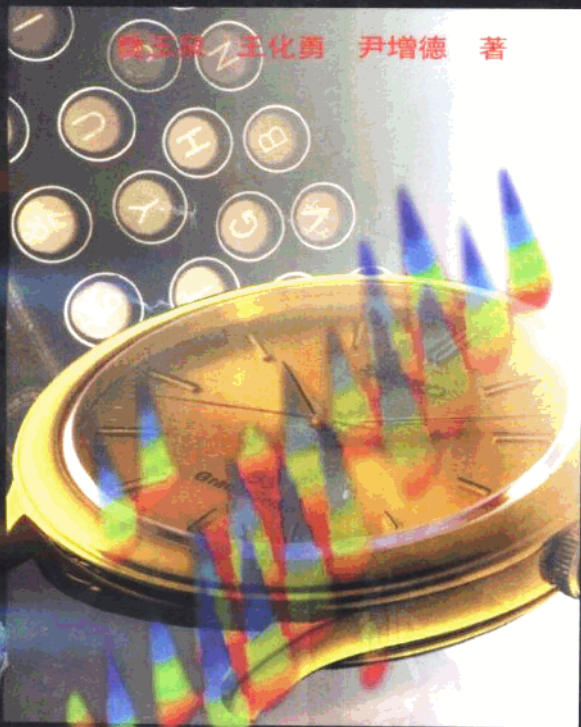


复杂条件下 薄煤层矿井高产高效

袁玉泉 王化勇 尹增德 著



煤炭工业出版社

复杂条件下薄煤层矿井高产高效

樊玉泉 王化勇 尹增德 张伟民 史国华著

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂条件下薄煤层矿井高产高效/樊玉泉等著. —北京:
煤炭工业出版社, 1997. 8

ISBN 7-5020-1526-4

I. 复… I. 樊… II. 薄煤层-煤矿开采 N. TD823. 25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 17518 号

复杂条件下薄煤层矿井高产高效

樊玉泉 王化勇 尹增德 张伟民 史国华 著

责任编辑: 井光山 陈钊

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 850×1168mm^{1/32} 印张 6^{7/8}

字数 177 千字 印数 1—1,100

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷

书号 4295 定价 15.00 元

前 言

我国正在进行的改革开放和社会主义现代化建设需要煤炭工业的高速发展，给了煤炭企业一个高速发展的机遇，同时煤炭企业已经进入市场经济，生产就应该适应市场经济的特点，迅速提高单产、单进和劳动效率，彻底改变用人多、效率低、亏损多的被动局面，使矿井生产朝着工作面少、用人少、矿井经济效益好的方向发展。这一客观规律反映在组织生产上，就必须大搞高产高效矿井建设，实现合理集中生产，减人、减面、增产提效，把矿井建设成一井一面或一井两面的生产模式，赶超世界先进水平。

高产高效矿井建设同其它建设一样，要根据一个国家的国情和煤层赋存条件，实行多层次的技术结构，发展不同类型的高产高效矿井。我国煤炭工业一是人多，二是经济不发达，三是技术装备较落后，四是井型小、生产环节复杂，五是资源丰富、煤层赋存差异大等。近几年来，我国国有重点煤矿相继建成了一批厚煤层高产高效矿井，对于薄煤层矿井高产高效的研究相对较少，而对于地质构造复杂、水害威胁大、含硬夹矸薄煤层矿井高产高效的研究则更少。薄煤层矿井应该根据矿井条件，依靠科技进步，实现生产机械化、自动化、环节简单化、管理科学化，合理集中生产。本书就是在此思想指导下，以兖州矿业（集团）有限责任公司年产60万t的杨村煤矿在复杂薄煤层条件下高产高效建设为基础，对其高产高效建设的模式进行了系统的研究和探讨。

该矿是按我国80年代初生产技术水平设计的，由于建设资金紧张和地质条件复杂等因素的制约，矿井生产系统存在诸多先天不足。矿井投产后，针对矿井生产存在的问题，紧紧依靠科技进步，大搞科技攻关与技术改造，推广应用新技术、新工艺，按照加强管理，“安全第一、预防为主”，坚持“管理、装备、培训”并

1986.02/59

重的方针和原则，对生产系统进行合理配套完善，实现合理集中生产。1996年实现了薄煤层炮采采区单产30.29万t的全国领先水平，全矿减员558人，全矿工作面数量由4个减为2个，工作面效率由4.89t/工提高到10.3t/工，全员效率由0.795t/工增加到1.58t/工；大断面（14m²以上）岩巷单进100m/月，半煤岩巷单进230m/月以上，万吨掘进率由350.91m/万t降到253m/万t，取得了良好的经济效益和社会效益。

目前，薄煤层矿井高产高效建设在我国尚无成功的经验，国外亦无此方面的介绍。因此希望本书的出版能够对我国薄煤层矿井高产高效建设起到推动研究与参考作用。全书由樊玉泉、王化勇、尹增德合著，张伟民和史国华参加撰写，最后由史国华、尹增德统稿。

著作人员具体分工如下：

第一章 史国华 樊玉泉

第二章 王化勇 史国华

第三章 尹增德 王化勇

第四章 樊玉泉 尹增德

第五章 尹增德 王化勇

第六章 樊玉泉 尹增德

第七章 张伟民 王化勇

第八章 樊玉泉 张伟民（其中第一节由尹增德编写）

本书在写作过程中得到了有关方面的大力支持和协助，参加人员还有孔庆军、孙德伟、刘承珠、刘焕芝和孔祥珍、蒋元伟、刘成林、彭正军、祁洪晓、张洪坡、马金年等。

由于作者水平有限，错误与不当之处在所难免，请读者给予批评指正。

作者

1997年6月

内 容 提 要

本书在总结了矿井多年生产、管理、经营、环保技术与经验的基础上，系统阐述了复杂条件下薄煤层矿井高产高效这一复杂系统工程的系列理论与技术，如采掘巷道布置与施工、工作面炮落机装工艺、矿井通风系统优化、运输提升系统改造与自动化、矿井科学管理系统及矿井环保技术与发展等，为薄煤层矿井高产高效提供了理论与经验。

本书可作为高校学生的参考书，并对现场工程技术人员具有参考价值。

目 录

前言

第一章 薄煤层开采	1
第一节 薄煤层开采概况	1
第二节 薄煤层开采特点	8
第二章 矿井概况	13
第一节 矿井位置和交通.....	13
第二节 矿井地质.....	15
第三节 矿井开拓.....	30
第三章 巷道布置与施工	33
第一节 采区巷道.....	34
第二节 回采巷道与工作面布置.....	39
第三节 无煤柱开采技术.....	45
第四节 巷道掘进.....	52
第四章 高产、高效的采煤工作面	55
第一节 国内硬夹矸薄煤层开采.....	55
第二节 采煤工艺改革.....	59
第三节 循环组织.....	82
第四节 工作面支护质量管理.....	85
第五章 矿井通风	94
第一节 矿井通风简况.....	94
第二节 通风系统优化.....	98
第六章 矿井运输与提升自动化	118
第一节 煤炭运输系统	118
第二节 辅助运输系统	120
第三节 主井提升自动化	129
第七章 科学管理体制	144
第一节 生产管理体系	144

第二节	安全管理系统	149
第三节	经营管理体系	163
第四节	全面质量管理体系	172
第八章	矿井环境保护及发展	197
第一节	矿井环境保护	197
第二节	矿井发展目标	203
第三节	矿井发展规划的实施与措施	205
参考文献	211

第一章 薄煤层开采

第一节 薄煤层开采概况

一、薄煤层资源

我国薄煤层分布较广，从东北到西南，由华北至华东都有薄煤层赋存。依据我国煤层厚度划分标准，0.8~1.3m为薄煤层，小于0.8m属于极薄煤层。根据1986年至1990年期间对全国90多个国有重点煤矿的统计，其中有77个矿务局如开滦、平顶山、北票、通化、芙蓉及攀枝花、兖州、淄博、徐州、井陘、邯郸和义马等424个矿区（井），赋存着765个薄煤层，工业储量达90多亿吨，可采储量近60多亿吨。其薄煤层厚度、煤层倾角、煤质硬度和煤层分布的统计分别如表1-1和表1-2所示。由表可知，我国0.8~1.3m的缓倾斜薄煤层占总层数的73.4%，中硬以下的薄

表 1-1 煤层厚度、煤层倾角与储量分布统计表(占有率%)

煤层厚度(m) \ 倾角	<18°	18°~25°	25°~35°	35°~45°	45°~55°	>55°
<0.8	8.02	1.55	2.17	1.04	0.46	0.52
0.8~1.3	61.13	12.27	6.34	3.86	1.47	1.17

表 1-2 煤层厚度、煤质硬度和煤层分布统计表

煤质硬度	薄煤层		极薄煤层	
	层数	%	层数	%
松软、软、较软	111	20.90	43	8.10
中硬、较硬	232	43.69	79	14.88
硬、坚硬	55	10.36	11	2.07

煤层层数占总层数的 64.59%。总的来说,我国的 0.8~1.3m 的中硬以下的薄煤层占绝大部分,这些煤层易于实现机械化开采。

二、薄煤层开采状况

1. 采区巷道布置

我国在开采缓斜薄煤层时,多数采用走向长壁一次采全高的采煤方法,也叫做单一走向长壁采煤法。图 1-1 是其典型的采区巷道布置平面图和剖面图。

(1) 巷道掘进顺序:从阶段运输大巷 3 开始,在采区中部开掘采区下部车场 9,由下部车场沿煤层向上开掘输送机上山 1 和轨道上山 2,两条上山相距 20m。上山掘到采区上部边界后,掘采区上部车场与阶段回风大巷 4 相通。然后在第一区段下部掘中部车场,再由上部车场和中部车场同时向采区两翼掘区段回风平巷 6(或阶段回风大巷 4 的副巷 6)、区段运输平巷 7 和下区段回风平巷 8 直到采区边界,最后留出采区隔离煤柱,掘开切眼。与此同时,开掘各种硐室,安装机电设备,形成完善的生产系统后,即可开始采煤。

(2) 回采顺序:采煤工作面从采区边界向采区上山推进。图中最上面的两个工作面同时生产,一直采到采区上山保护煤柱为止,然后将机械设备搬到接替它的下一个工作面,继续采煤。

(3) 运煤:从工作面采出的煤,运到区段运输平巷 7,由平巷内的输送机转运到上山 1,向下运到采区煤仓 12,自采区煤仓经阶段运输大巷 3 运往井底车场。

(4) 通风系统:新鲜风流与运煤的方向相反,清洗工作面后的乏风,从工作面上面进入回风平巷 6,经阶段回风大巷 4,到风井排出地面。为此,在有的巷道内需设有必要的通风构筑物,如风门、风墙和风桥等,以便控制和分配风流。

(5) 运料:工作面内所用的材料,经轨道上山 2 提升到回风平巷 6,送到工作面的上口运入工作面。

图 1-2 为倾斜长壁一次采全高采区巷道布置平面图。

煤的运输系统是:自采煤工作面 5→运输斜巷 8→煤仓 6→运

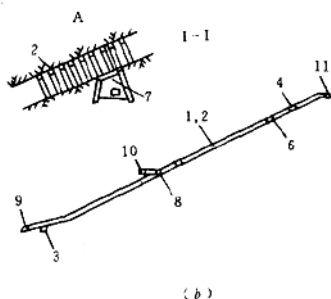
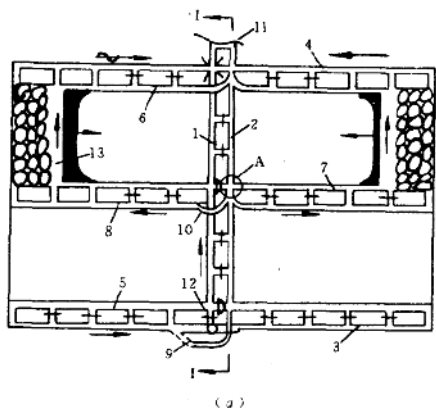


图 1-1 单一走向长壁采煤巷道布置平面图和剖面图

a—平面图；b—剖面图

- 1—输送机上山；2—轨道上山；3—阶段运输大巷；4—阶段回风大巷；
 5—副巷；6—区段回风平巷；7—区段运输平巷；8—二区段回风平巷；
 9、10—绕道；11—绞车房；12—采区煤仓；13—采煤工作面

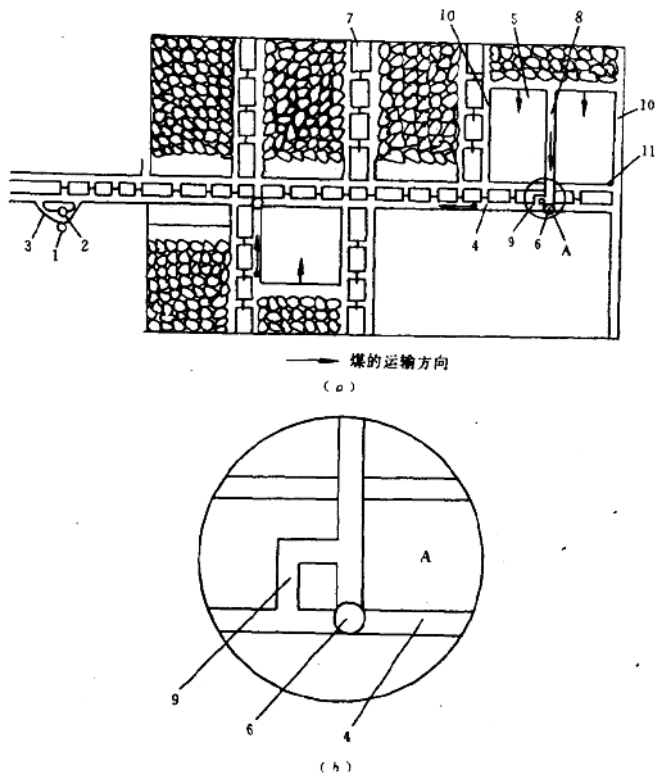


图 1-2 倾斜长壁采煤法平面图

输大巷 4→井底车场 3→主提升井 1 至地面。

通风系统为：自地面→井底车场 3→运输大巷 4→进风、行人斜巷 9→运输巷道 8→采煤工作面 5→行人、回风斜巷 10→回风大巷 11。

倾斜长壁工作面的推进方向，可以从上向下推进（图中右上角所示），叫做俯斜开采；也可以从下向上推进（图中左下角所示），叫做仰斜开采。俯斜开采适用于瓦斯涌出量较大的煤层，因为瓦斯的容重比空气小，可以向上逸散到采空区内；仰斜开采适用于顶板淋水较大的煤层，因为仰斜推进时工作面内的顶板淋水可以流向采空区。一般情况下，在运输大巷以上的煤层用俯斜开采，在运输大巷以下的煤层用仰斜开采。

采用单工作面布置时，需要多开掘倾斜巷道，并使用较多的运输设备。如果将两个工作面并列在一起同时开采，可以共用中间的一条运输巷道，形成对拉工作面。这种方法生产集中，能减少巷道掘进量和运输设备，获得较高的经济效果。

实践证明，在一定的地质和开采技术条件下，采用倾斜长壁开采较走向长壁开采简化了巷道系统，减少10%~20%巷道掘进工程量，减少了运输环节，经济效益显著。走向长壁工作面若遇煤层倾角变化，工作面长度将随之增长或缩短，对综采不利。倾斜长壁工作面的长度比较稳定，不会引起增减工作面内自移支架数量的麻烦。

我国倾斜长壁采煤法多用于开采倾角12°以下的缓斜煤层，近年来，又将其扩大应用于开采12°以上的煤层。

2. 采煤工艺

由于薄煤层开采困难，使薄煤层长壁综采技术发展缓慢，目前仍以机采和炮采为主。无论是综采工艺，还是机采工艺，其工序与中厚煤层的采煤工艺大同小异，所不同的是，薄煤层开采机械除了滚筒式采煤机外，有刨煤机、刨运机等，顶板管理可采用冒落法、缓慢下沉法和局部充填法等，对于煤层赋存稳定，地质构造简单的薄煤层，可采用走向（倾向）长壁机械化开采，主要有以下几个特点：

1) 沿空留巷无煤柱开采技术

薄煤层长壁式机械化开采，回采巷道半煤岩巷掘进是一个突出的问题，但是薄煤层工作面回采巷道一般变形量小，维护比较

容易，因此薄煤层工作面回采巷道广泛应用沿空留巷技术，常用的沿空留巷技术有：

- a. 无巷旁支护沿空留巷；
- b. 矸石带护巷沿空留巷；
- c. 木垛护巷沿空留巷；
- d. 密集支柱沿空留巷；
- e. 巷旁充填沿空留巷，包括风力充填和高水材料充填。

沿空留巷无煤柱开采的关键是巷旁支护和防漏。我国先后较成功地引进了风力和泵送充填巷旁充填技术。

2) 加大工作面长度，布置对拉工作面

目前我国薄煤层机采工作面长度一般为 150m 左右，而国外薄煤层高产工作面长度已达到 250m。影响工作面长度增加的主要因素是刮板输送机铺设长度和开采煤层的赋存条件。薄煤层工作面解决工作面长度短的有效办法是采用对拉工作面布置。两对拉工作面共用一条运输巷道，可以同步推进，也可以相错 1~3 个循环。对拉工作面布置方式在薄煤层机采和炮采工作面应用很广，它可以减少巷道掘进量，缓解薄煤层开采的工作面接替紧张等问题。

3) 加大工作面推进长度，采用旋转开采

为了加大工作面连续推进长度，减少工作面搬家次数，薄煤层综采工作面可采用旋转开采技术。综采工作面旋转开采在英国和德国应用较多，我国近几年在鸡西、平顶山等矿区的薄煤层综采工作面也成功地应用了旋转开采技术。实践证明，对顶板稳定的薄煤层，综采工作面旋转开采是一种有效的方法。工作面旋转角度视具体情况而定，可在 45° ~ 180° 之间选择。工作面也可以沿回采平巷旋转 180° ，进行往复式开采。如图 1-3 所示。

4) 采用气垛支架支护

薄煤层工作面支护，除了液压支架、单体液压支柱和金属摩擦支柱外，还可以采用气垛支架支护。气垛支架是专为薄煤层工作面支护而设计的气囊式支架，最早在前苏联研制成功。我国在 1992 年研制成功 PS 型气垛支架，先后在枣庄、天府、北京、永荣、

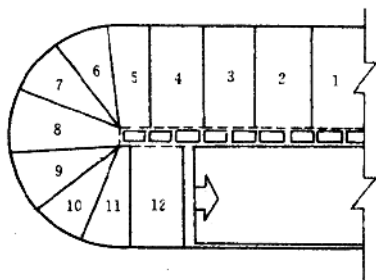


图 1-3 某矿采煤工作面旋转 180°示意图

攀枝花等矿务局的薄煤层工作面推广使用。在单体 PS 型气垛支架的基础上,北京开采研究所又研制了薄煤层自移式气垛支架,在四川汪洋煤矿通过了工业性试验。PS 气垛支架的技术参数见表 1-3。

表 1-3 PS 型系列气垛支架主要技术指标

型 号	PS0.8-57/5	PS1.0-100/5	PS1.2-120/5
工作高度 (mm)	300~800	400~1000	500~1200
最大初撑力 (kN)	440	450	450
充气时间 (s)	90	120	150
放气时间 (s)	120	120	120
尺寸 (长×宽×高) (mm)	1400×760×300	1400×800×400	1400×850×500
设计重量 (kg)	60	95	100

3. 薄煤层采煤工艺的发展方向

由于薄煤层开采高度小、顶板压力小的特点,决定了薄煤层采煤工艺的发展方向。

1) 提高长壁工作面自动化程度

由于薄煤层工作面内作业困难,所以应提高薄煤层工作面采、

支、运工序的自动化程度，减少工作面内的操作人员。薄煤层工作面刨煤机落煤比采煤机落煤易于实现自动化，由计算机控制的定量割煤刨煤机与配有电液系统的液压支架配套，实现工作面自动化采煤，是重要的发展方向之一。

2) 发展无人采煤技术

发展工作面无人采煤技术是开采薄煤层（尤其是 1.0m 以下的薄煤层）不可忽视的技术方向，如螺旋钻机采煤工艺，短壁工作面钢丝锯采煤工艺和刮斗刨煤机采煤工艺等。这些采煤工艺，人员不进入工作面，而在巷道内作业，且具有安全条件好和工艺简单等优点。但无人采煤往往要求采用无支护的顶板管理方法。

3) 采用留煤柱管理顶板

许多无支护的无人采煤工作面，均采用留煤柱支撑法管理顶板，但近年来，国内外越来越多地采用各种方法回收煤柱。即先用煤柱支撑顶板，造成工作面无支护无人开采的条件，采完煤后仍用无支护的无人采煤工艺（如螺旋钻采煤法）回收煤柱。

4) 采用局部充填法和缓慢下沉法管理顶板

与中厚煤层开采相比，薄煤层开采时允许顶板运动的空间小，所以，采用局部充填法控制顶板是一项有发展前途的顶板管理技术。

第二节 薄煤层开采特点

一、薄煤层开采特点

(1) 回采高度小，工作条件差，人员在工作面中只能爬行，设备移动困难，特别是采高在 1m 以下时，人员出入、作业以及设备移动都非常困难；

(2) 掘进率高，采掘比小，工作面接替困难。在长壁机械化采煤技术发展条件下，工作面推进速度大大加快，而薄煤层工作面的回采巷道多为半煤岩巷，巷道掘进主要采用打眼放炮，人工装煤的方法，掘进速度慢，造成工作面接替紧张；

(3) 薄煤层的采煤机械和液压支架受空间尺寸限制，设计难

度大，同时薄煤层长壁机械化采煤工作面的投入产出比高，经济效益远不如开采厚及中厚煤层；

(4) 由于薄煤层采高小，顶板压力显现一般较小，围岩变形破坏程度也小，因此工作面支护强度一般小于中厚煤层工作面，其日常顶板管理相对中厚煤层工作面要简单些。如遇顶板来压明显等特殊情况，可在来压之前，采用局部加强支护等措施解决；

(5) 薄煤层开采受煤层厚度、地质构造影响比中厚及厚煤层工作面要大，因此薄煤层机采工作面布置比较困难。

二、薄煤层开采趋势

1. 产量情况

据 1985 年~1995 年度，全国国有重点煤矿薄煤层开采情况统计，1985 年薄煤层回采产量为 3990 万 t，占该年度回采总产量的 12.29%；1995 年为 3486 万 t，产量比重下降到 9.32%，与薄煤层可采储量占有量 19% 相比相差较大，而且有逐年下降的趋势。

2. 采煤机械化装备发展现状

(1) 我国目前在使用与正在研制的薄煤层采煤机如表 1-4 所示。

(2) 国产刨煤机：我国从 60 年代中期开始研制刨煤机，经过 30 多年的发展，国产刨煤机已从无到有，技术上逐步提高和完善，一些刨煤机的主要技术特征如表 1-5 所示。

(3) 支护设备：我国薄煤层工作面的支护设备包括金属摩擦支柱、单体液压支柱和液压支架。经过多年研制发展，基本上可满足薄煤层生产的需要。但目前国内还没有适合与刨煤机开采配套使用的液压支架。

(4) 工作面输送机：我国薄煤层工作面使用的输送机有：SGB630/60 型，SGW-150C 型，SGB-420/44 型和 SGB-630/150C 型等。这些输送机存在的主要问题是功率偏小，输送能力低，设计长度短，溜槽、机头、机尾偏高等，这些都是制约薄煤层采煤机械生产能力的发挥的重要因素，也影响薄煤层高产高效工作