

采煤 机械化 手册

3.92

〔西德〕海因茨·孔德尔 等
煤炭工业出版社

内 容 提 要

本手册系统地介绍了西德有关采煤机械化的各方面的问题,详细叙述了机械化采煤的各种条件和有关工作面机械化的最新知识,并对机械化采煤工作面产量和效率的提高、费用的计算、生产组织形式以及维护与检修制度等提供了经验和建议。本手册对了解西德采煤机械化的现状及发展趋势颇有参考价值,可供从事煤矿采煤机械化的工程技术人员干部阅读,也可作为煤炭院校学员的参考书。

责任编辑:殷永龄

Heinz Kundel
Handbuch der
Mechanisierung der Kohlengewinnung
Fünfte, neubearbeitete und erweiterte Auflage
VERLAG GLÜCKAUF GMBH·ESSEN 1978

*

采 煤 机 械 化 手 册

王孙骏 蔡尔嵩 译

葛维栋 梅大文 校

*

煤炭工业出版社 出版
(北京安定门外和平北路16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 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $7^{1/4}$
字数 185 千字 印数 1—5,120
1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷
书号15035·2495 定价1.10元

序 言

煤炭是我国主要能源，要满足国民经济发展的需要，当前急需加快煤炭工业的发展速度。近代煤矿开采技术发展的方向是以采掘机械化为中心，实现生产集中化、环节联动化、系统自动化，提高单产、单进水平，改善安全条件，加强生产管理，提高劳动生产率，以取得高产、稳产、安全、高效的技术经济效益。

二十多年来，西德煤炭工业实行了以生产集中化为核心、综合机械化为基础的技术改造方针，取得了显著的技术经济效益。当前西德的采煤机械化程度已达99.2%，综采机械化已达96.8%。工作面的平均日产量为1400吨商品煤（折算成原煤为2800吨），平均效率为19.9吨/工，矿井工人效率为3.58吨/工。这些指标都是世界采煤国家中最高或名列前茅的。所以西德煤矿在发展采煤机械化方面的经验和方法，一直为世界采煤界所重视。

1959年，西德烟煤协会孔德尔工程师等编写了西德《采煤机械化手册》一书。此后，每年第三季度在西德《Glückauf》杂志上，对西德采煤机械化方面的发展和最新成就，都要发表一篇综合性的年度报告。每隔4~5年对手册进行一次全面修订。本手册译本是该书1978年修订的第五版，并根据1980年度报告，增补了近年的资料。由于手册内容比较丰富全面，密切结合实际，文字简洁明了，资料图表齐全，深受国内外读者的欢迎。

我国采煤机械化，已取得了较大的发展和成效，但与世界先进产煤国家相比，差距还较大。因此，西德采煤机械化的技术和经验值得我们学习借鉴。上海煤矿机械研究所王孙骏和蔡尔嵩同志将本书译成中文，为我国煤炭职工提供了一本较好的采煤机械化参考手册，对我国采煤机械化会起一定的促进作用。

汤德全

一九八一年十月

译者的话

近年来，我国大力推广机械化采煤，取得了许多经验和成绩。为了使读者进一步了解国外有关这方面的情况，我们翻译了这本西德的“采煤机械化手册”，全面介绍西德采煤机械化的发展过程、水平动态，经营管理与使用经验，以供参考。

本书在翻译过程中，得到了山东矿业学院葛维栋同志和煤炭部情报所梅大文同志的精心校对；煤炭科学院汤德全教授的大力支持，为本书写了序言；部、所有关领导与同志的支持与协助，均此谨致谢意。由于我们水平有限，难免有错误和缺点，恳请读者提出批评指正。

1982年6月

前 言

《采煤机械化手册》第五版*,现在出版了,这说明国内外读者对这本书的需求与日俱增。

该书第五版对各章节做了全面的修订。修订时,补写了目前最先进的工作面生产工艺和设备及其最佳使用方法。工作面是井下全部生产活动的出发点,因此本书各版均以工作面采煤设备为重点。但采煤设备的利用率在很大程度上与工作面其他设备的配套,以及同工作面前后各工序的设备配套有关,所以该书也涉及到了这些配套设备及其使用范围。

根据统计资料,该书介绍了工作面设备的推广使用前景和技术发展趋向,介绍了工作面设备已经达到的生产效果和有待改进的问题。该书在叙述了采煤机械化的一般概念以后,详细讨论了采煤机械化的各种必要条件并介绍了有关工作面机械化方面的最新成果。

该书对缓倾斜和倾斜煤层机械化采煤的技术发展情况作了简短的历史回顾并介绍了工作面设备及其连续生产环节其他设备的配套情况,与此同时,还介绍了有关工作面开采方法和上山掘进的最近发展情况。

同前几版一样,该书在讨论提高生产率的条件与方法方面用了很大篇幅,这是因为许多工作面尚未达到预期的生产效率。为此降低每吨商品煤的成本更加迫切,因之解决这一问题的有关措施在新版手册中仍占有重要位置。

开采过程的组织不善,仍然是很多工作面提高产量和生产率的最薄弱环节。该手册总结了最新生产管理的经验,并深入探讨了解决这项重要课题的各种方案。

*本书前四版的出版年份分别是1959, 1963, 1969和1974。——译者

工作面设备的检修与维护实施规程是安全生产和提高设备利用率的重要前提。对此，新版手册作了全面修订。

手册第五版的许多章节中，纳入了西德烟煤协会开采与充填专业委员会的研究成果。该手册介绍了工作面现代化回采技术各方面的经验、知识和建议，这对所有从事先进而成本低廉的开采设计工作人员是极为有益的。该书作者的最大贡献是根据今后回采技术发展趋势的要求提出了解决这些问题的见解。

西德烟煤协会开采与充填专业委员会主席

博士·工程师 F.K.巴齐尔

目 录

1. 绪论	1
1.1 发展概况	1
1.2 机械化采煤的发展趋向	2
1.3 采煤方法的发展趋向	6
1.4 采煤机类型的发展趋向	10
1.5 工作面输送机的发展趋向	14
1.6 工作面支架的发展趋向	14
1.7 各种充填法的发展趋向	18
2. 采煤机械化的一般概念	21
3. 采煤机械化的条件	23
3.1 煤层条件	23
3.1.1 煤层	23
3.1.2 顶板与工作面支架	25
3.1.3 底板的构成	28
3.1.4 煤层的构成	28
3.1.4.1 煤层的落煤阻力	28
3.1.4.2 夹矸层	29
3.1.4.3 煤层厚度、顶煤与底煤	30
3.1.4.4 节理	32
3.1.5 地质断层	32
3.2 回采方式、工作面推进方向与工作面长度	33
3.2.1 回采方式	33
3.2.2 工作面推进方向	37
3.2.3 工作面长度	38
3.2.4 工作面的平行推进	39
3.3 工作面输送机与顺槽	39
3.4 冒落法与全部充填法	43
3.5 功率消耗	44

3.6	煤的粒度构成	45
3.7	对选煤的影响	48
3.8	其它条件	48
4.	机械化采煤	50
4.1	缓倾斜与倾斜煤层的机械化采煤	50
4.1.1	刨煤机	50
4.1.1.1	刨煤机的发展情况	50
4.1.1.2	现在使用的刨煤机	55
4.1.1.2.1	刨头	56
4.1.1.2.2	牵引方式	61
4.1.1.2.3	刨煤机配套用工作面输送机	62
4.1.1.2.4	输送机的推移装置	69
4.1.1.2.5	传动部	71
4.1.1.2.6	刨煤机锚固站	73
4.1.1.2.7	取消刨煤机工作面机窝	77
4.1.1.2.8	动力输送设备	84
4.1.1.2.9	刨煤机控制台	84
4.1.1.2.10	工作面设备布置图	87
4.1.1.2.11	刨煤机的特殊使用方法	87
4.1.1.2.12	刨煤机工作面效率	88
4.1.2	机械化截割式采煤	88
4.1.2.1	截割式采煤机的发展过程	88
4.1.2.2	滚筒采煤机	90
4.1.2.2.1	结构类型	90
4.1.2.2.2	滚筒的落煤与装煤	101
4.1.2.2.3	装煤装置	104
4.1.2.2.4	牵引部	107
4.1.2.2.5	工作面输送机	110
4.1.2.2.6	除尘	112
4.1.2.2.7	调高装置	113
4.1.2.2.8	取消机窝与开出顺槽（与工作面同时开出）	114
4.1.2.2.9	滚筒采煤机的特殊使用方法	117

4.1.2.2.10	滚筒采煤机工作面效率	117
4.2	大倾斜和急倾斜煤层的机械化采煤	117
4.2.1	概述	117
4.2.2	采用支护冒落或全部充填法的大倾斜 工作面的机械化采煤	118
4.2.2.1	刨削式采煤	118
4.2.2.1.1	用工作面输送机的刨煤机	118
4.2.2.1.2	不用工作面输送机的刨煤机	121
4.2.2.2	冲击式刨煤机采煤	121
4.2.2.3	机械化截割式采煤	122
4.2.3	大倾斜和急倾斜煤层中无支护、无充填 的机械化采煤	125
4.2.3.1	无支护无充填长壁工作面和无充填伪 倾斜长壁工作面	125
4.2.3.2	伪倾斜无支护长壁工作面	125
4.2.3.3	柱式开采	126
4.3	水力采煤	127
4.4	上山掘进机械化	129
4.5	机械化采煤工作面产量和效率的提高	130
4.5.1	工作面工作时间的延长	132
4.5.2	延长工作面每天的采煤作业时间	132
4.5.3	提高采煤机的利用率	134
4.5.3.1	煤层条件造成的停机	136
4.5.3.2	由工艺原因造成的停机	136
4.5.3.3	组织管理不善造成的停机	138
4.5.4	提高采煤机械的回采面积效率	138
4.5.5	工作面产量的提高	138
5.	机械化采煤工作面的费用计算	141
5.1	工作面费用的计算	141
5.2	补偿费的计算	142
5.3	各类开支占工作面生产费用的比例	143
5.4	工作面设备与工作面生产费用的关系	145
5.4.1	采煤设备	145

5.4.2	工作面支护	145
5.5	初期和后期费用、工作面走向长度对开采 费用的影响	146
6.	机械化采煤工作面生产效果的提高	149
6.1	一个阶段高度内有较多的含煤量	149
6.2	用最短的时间开采阶段内煤量	151
6.3	煤质对利润的影响	152
6.4	煤的等级对利润的影响	152
6.5	工作面设备搬家的距离	153
6.6	用于设备搬家的修理费和备件费用	153
7.	采煤工作面的生产组织	154
7.1	刨煤机工作面	154
7.1.1	概述	154
7.1.2	刨煤机的工作原理	154
7.1.2.1	刨煤机的刨深	157
7.1.2.2	工作面输送机所需装载截面的计算方法	160
7.1.2.3	确定刨煤机开采量和工作面输送机装载 截面的举例	163
7.1.3	刨煤机工作面的工种	170
7.1.4	刨煤机工作面的生产组织	172
7.1.5	刨煤机工作面的工序	173
7.1.5.1	回采	173
7.1.5.2	支护	173
7.1.5.3	冒落开采和矸石充填	175
7.1.5.4	循环作业图表	175
7.1.6	工作面劳动力的消耗	176
7.1.7	工耗量标准数据的应用	177
7.1.8	刨煤机工作面小结	184
7.2	截割式采煤工作面的组织形式	184
7.2.1	截割式采煤的工作方式	185
7.2.1.1	两次截割采全高	185
7.2.1.1.1	两次截割采全高和工作面端部斜切法 相配合	185

7.2.1.1.2	两次截割采全高与半工作面截割相配合	187
7.2.1.2	一次截割采全高	188
7.2.1.2.1	一次截割采全高与工作面端部斜切法 截割相配合	188
7.2.1.2.2	一次截割采全高与半工作面截割相配合	189
7.2.1.3	在受地压影响的煤层中一次截割采全 高（组合开采）	189
7.2.1.4	指标和所需时间	189
7.2.2	支护工作的劳动组织	191
7.2.2.1	单体支柱支护的组织形式	192
7.2.2.1.1	专业组制	192
7.2.2.1.2	分段制	194
7.2.2.1.3	混合制	195
7.2.2.2	自移支架工作面的组织形式	197
7.2.2.2.1	专业组制	197
7.2.2.2.2	分段制	198
7.2.2.3	小结	198
7.2.3	设备的相互协调	199
8.	综采工作面设备使用的注意事项	204
8.1	概述	204
8.1.1	设备对工作面条件的适应性	204
8.1.2	工作面设备的安装	205
8.1.3	操作人员和工人的教育与培训	205
8.2	有计划的维护与检修	205
8.3	工作面输送机	206
8.3.1	传动部	206
8.3.1.1	传动部的机架	207
8.3.1.2	传动滚筒（链轮、拨链器）	207
8.3.1.3	减速器	207
8.3.1.4	电动机与风动马达	208
8.3.1.5	联轴器，联轴器外壳	208
8.3.2	溜槽，输送机附件	209
8.3.3	链子和刮板	210

8.4	刨煤机	211
8.4.1	刨头	211
8.4.2	刨煤机导链架	212
8.4.3	刨链	212
8.4.4	刨煤机传动部	213
8.4.4.1	电动机, 联轴器	213
8.4.4.2	减速器, 链轮, 剪销联轴器	213
8.4.5	锚固装置	213
8.5	截割式采煤机	214
8.5.1	滚筒采煤机, 底托架	214
8.5.2	牵引部, 牵引装置	214
8.5.3	滚筒	215
8.5.4	防尘	215
8.6	液压技术	215
8.6.1	概述	216
8.6.2	工作面液压支架	216
8.6.2.1	泵站	216
8.6.3	液压油	217
8.6.3.1	液压油的维护与检查	217
8.6.3.2	HSA-液压油的细菌侵袭	218
8.6.4	密封件, 软管	219
8.6.5	过滤器	219

1. 绪 论

1.1 发展概况

自1959年本书第一版出版以来，西德煤矿在回采工作面机械化方面取得了很大的进展，其中主要是技术上和组织管理上的改进。对已投产的工作面或新建成的工作面应用这些改进措施来说，由于煤层条件不同，本书只能作些介绍并提出一些建议。这一章将根据统计学观点，简单介绍一下工作面的技术发展情况以及工作面机械化的主要发展趋向。

1977年底，西德煤矿有42个生产矿，平均日产商品煤8200吨（1956年有158个矿，平均日产商品煤3200吨）。根据表1，1956年至1977年期间工作面回采工作的发展趋向主要有以下几点：

▷ 所有矿的商品煤年产量及日产量分别减少44%及31%。

▷ 商品煤产量占原煤产量的百分比越来越少，原煤产量的矸石含量已从29%增加到44%。

▷ 煤层平均开采厚度增加30%，而其中煤的厚度只增加22%。

▷ 回采重点已转移到开采较厚的煤层，煤层倾角为0度至40度*。自1976年开始，厚度1.2米以下煤层所占的产量比例稍有回升。

▷ 工作面长度及工作面走向长度增加了。这些措施对降低矿井每吨商品煤的回采巷道开拓成本以及工作面前后各工序的生产费用都具有很大影响（参见5.5节）。

* 1957年起西德规定一个圆周为400度。煤层的新分类法为：

缓倾斜煤层	0~20度
倾斜煤层	20~40度
大倾斜煤层	40~60度
急倾斜煤层	60度以上——译者

▷工作面个数减少了89%，与此同时，工作面商品煤平均日产量增加了555%，工作面效率提高了305%。

技术发展对工作面生产效率的提高起了重大促进作用。其主要特点是：推广了自移支架和机械化采煤，加强了采煤、支护、充填（必要时）和整个回采工作面的前后各工序的密切配合，形成一个综合连续的开采系统。机械化发展的结果是：据1977年底统计，42个生产矿井中使用自移支架的工作面占52%，而全部工作面中的88%实现了机械化采煤。

1978年采煤机械化程度的提高、采煤设备日利用率的提高以及煤层实际可采厚度的增大，促进了每个工作面商品煤平均日产量的增加。尽管有许多工作面的效率由于其它因素受到很大限制，但工作面平均日产量仍然增加。这些影响因素除了瓦斯泄出以外，主要是由于平均开采深度增加所造成的开采困难。西德煤矿的平均开采深度由1959年的640米增至1978年的840米。象这样大的开采深度的猛增，例如在鲁尔矿区，高温工作面（干燥温度大于28°C的工作面）占有工作面总数的比例自1952年以来增加约4.5倍。其中，应特别注意是在夏天（七月份），高温工作面所占的比例增高很多。这种工作面带来的问题是工作时间短，相应地对提高矿工的工作效率不利，对提高工作面机械的利用率也不利。随着开采深度越来越深，矿山压力使本来顶板不好的大部分工作面的顶板管理更加困难。为了避免加剧这种回采的困难，必须把开采深度的加深进度放慢。为此建议，首先开采薄煤层或急倾斜煤层的煤储量，在这些煤层中，由于缺少机械化的工作面设备，至今仍未进行开采。

1.2 机械化采煤的发展趋向

西德煤矿机械化采煤工作面产量占总产量的比例，由1950年的2.4%增加到1977年的99%左右（图1）。1977年在煤层倾角为0~40度的工作面都实现了机械化采煤；而在大倾斜煤层，尤其是急倾斜煤层的机械化采煤仍处于落后状态。

在上述两种倾斜煤层中，长壁式回采之所以处于落后状态，主要原因是采煤机，尤其是自移支架的使用条件较差。大倾斜煤层与急倾斜煤层矿井的停产，以及由此而造成的这两种煤层产量

的不断下降（表1），这就同开采这两种煤层中储藏的大量优质煤很不协调。为此，目前正积极地进行研制工作，以便使用新型高效低成本的技术设备大量开采这两种煤层的煤炭（参见4.2节）。

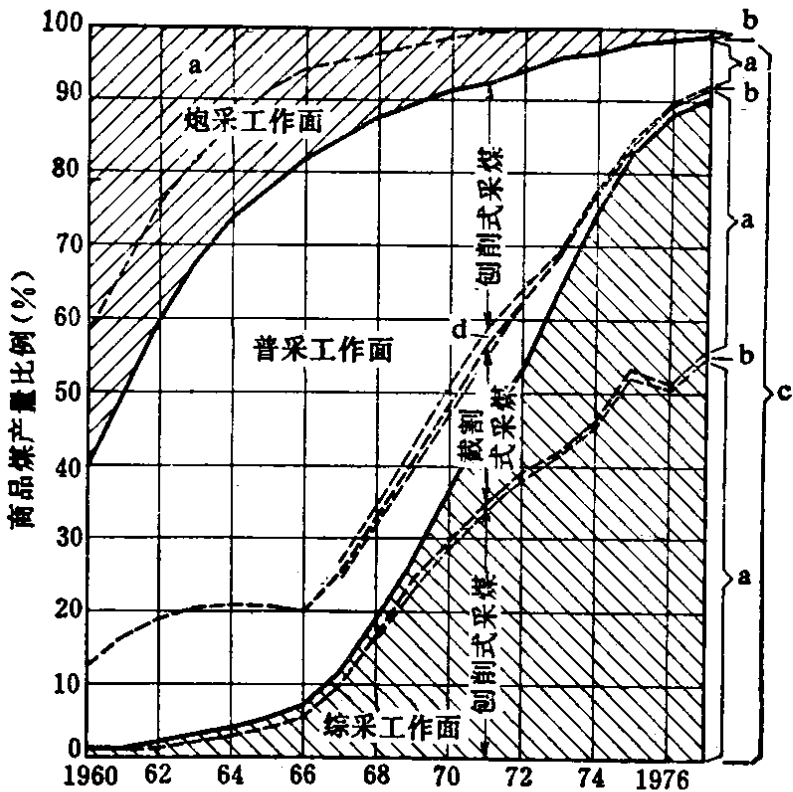


图 1 西德煤矿综采工作面、普采工作面、炮采工作面以及不同采煤方法所占工作面商品煤产量比例的发展情况
a—煤层倾角为0~40度；b—煤层倾角为40~100度；
c—机械化采煤；d—刨削式采煤及冲击刨采煤

与煤层倾角相反，近年来煤层厚度对机械化采煤的推广没有什么影响，这主要是因为厚煤层的回采技术已取得了进展（参见3.1.4.3节及4.1.2节）。

衡量工作面生产水平的商品煤日产量，1977年机械化采煤工作面平均为1286吨；与此相比，炮采工作面只达到377吨（表2）。由于仅有大倾斜煤层，特别是急倾斜煤层仍用炮采，因此这两种煤层也应采用高效采煤设备来代替风镐采煤。从表2中还可看

表 1 西德煤矿回采生产指标的发展情况 (平均值)

生 产 指 标	1956	1960	1965	1970	1975	1976	1977	1978*
1.年原煤产量 (百万吨)	208	206	206	172	159	155	147	148
2.日原煤产量 (百万吨)	0.691	0.778	0.785	0.676	0.639	0.628	0.606	0.617
3.年商品煤产量(百万吨)	151	142	135	111	92	89	85	84
4.日商品煤产量(百万吨)	0.503	0.539	0.515	0.439	0.372	0.362	0.348	0.348
其 中	鲁尔 矿区							
从工作面采出 (%)	95	94	94	94	94	94	94	94
5.原煤产量的研石含量 (%)	29	33	37	38	44	44	44	45
6.年终备采量 (百万吨)	0.29	11.19	15.37	1.24	14.3	13.7	19.1	14.9
	鲁尔 矿区							
7.煤层开采厚度(厘米)	137	142	151	161	177	177	178	181
其中煤的厚度 (厘米)	122	124	128	138	147	147	149	150
各种煤层开采厚度 (厘米)	不包括 萨尔矿 区							
8.所占产量比例 (%)								
至120 ^① 至120 ^②	35	27	22	15	8	11	11	10
>120~160 >120~180	28	27	28	28	34	32	35	31
>160~200 >180~220	21	25	23	25	27	23	20	24
> 200 >220	16	21	27	32	31	34	34	35
9.以下煤层倾角(度)时所 占产量比例(%)	不包括 萨尔矿 区							
0~40	80	82	85	91	96	97	97	97
>40~100	20	18	15	9	4	3	3	3
	鲁尔 矿区							
10.平均工作面长度 (米)	143	164	177	199	217	218	219	224
11.工作面沿走向的长度 (米)	—	—	636	682	771	878	896	893
12.工作面个数 (个)	2380	1631	1045	476	301	283	263	250
	鲁尔 矿区							
13.工作面平均日产量 (吨、商品煤)	190	310	466	868	1164	1207	1242	1297
	不包括 萨尔矿 区							
14.工作面平均工效(吨、商品煤)	4.5	6.0	7.8	12.5	15.8	16.9	18.2	19.6

注: ①1970年以前; ②1975年以后

* 本书中所有1978年的参数均根据西德 Glückauf 杂志1979年15期《1978年西德煤矿工作面回采技术》一文中数据补充, 以下均同。本书原著的最后参数只到1977年为止。——译者

芬
①
—
C
—

出：自1974年以来，机械化采煤工作面的产量增加得不如1974年以前多，其原因是，1974年至1977年，煤层平均回采厚度只增大了1%（1970年至1974年增大了5%）；而日回采推进面积保持不变（1970年至1974年增加23%）。1970年至1977年之间，22%的机械化采煤工作面出现过地质断层，由此可见地质断层对产量影响极小；而产量增长慢的主要原因是，多数工作面的采煤设备日运转时间迄今尚未显著地提高。所有机械化采煤工作面的运转时间平均只占全日时间（1440分钟）的27%（1970年只占20%），因此提高日运转率将是急待解决的问题。（参见4.5节）。

表 2 按采煤机械化类型区分的西德煤矿工作面商品煤
日平均产量的发展情况(吨, 年平均值)

采煤方法	1960	1965	1970	1972	1974	1975	1976	1977	1978
刨削式采煤工作面	545	630	1030	1032	1095	1130	1120	1130	1170
截割式采煤工作面	580	618	920	1280	1650	1480	1635	1678	1778
冲击刨采煤工作面	195	231	411	395	220	—	311	245	305
机械化采煤工作面	552	624	985	1082	1232	1222	1262	1286	1362
炮采工作面	219	235	360	399	417	424	368	377	350
所有工作面	310	466	868	987	1152	1164	1207	1242	1321

1977年严重影响机械化采煤工作面商品煤平均日产量提高的原因是煤层倾角（表3）。1960年以来的发展情况表明，当煤层倾角为0~20度、煤层厚度为0.7~1.0米或2.2米以上时，在采煤和支护技术作了相应的改进之后，工作面产量就大幅度地增长（参见第3章及第4章）。工作面产量随煤层倾角增大而减少，这与大倾斜及急倾斜煤层中机械化采煤产量减少的原因是一样的。

在提高单个工作面日产量的过程中所取得的生产经验表明，只有在上下顺槽预先开出的情况下，回采推进速度才能达到5米/日以上。但是后退式开采只能用于顺槽比较稳固、瓦斯泄出比较少的特殊条件。后退式开采法的使用范围在最近十年内几乎没有