

〔苏〕

A.B. 多库金

A.Γ. 弗罗洛夫

E.З. 波津

采煤机械 参数选择

翟培祥 顾治胤译

库存图书



煤炭工业出版社

U152
D552

〔苏〕A.B.多库金
A.Γ.弗罗洛夫 著
E.З.波 津

采煤机械参数选择

程培祥 顾治胤 译

煤炭工业出版社

388174

А.В.ДОКУКИН, А.Г.ФРОЛОВ, Е.З.ПОЗИН

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ
ВЫЕМОЧНЫХ МАШИН**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» МОСКВА 1979

*

(苏) А.В.多岸金 А.Г.弗罗洛夫
Е.З.波津 著

采煤机械参数选择

翟培祥 顾治胤 译

*

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787×1092¹/₃₂

印张5¹/₄

字数112千字

印数1—2,800

1979年12月第1版

1979年12月第1次印刷

书号15035·2260 定价0.45元

译 序

《采煤机械参数选择》（Выбор параметров выемочных машин, Москва, 1976）一书，介绍了确定采煤机械诸参数的科学方法。该方法是基于综合考虑采煤工艺要求，煤层的物理机械性能，破碎过程的物理学与现代采煤工艺设备的特点的基础上的。

本书研究了采煤机械参数与矿山地质条件的关系，采煤机械生产率的计算方法、及剥落煤的不同物理过程对采煤机械参数的影响。介绍了按所需块度、煤尘许可限度和给定的采煤工艺系统，确定采煤机械合理参数与系统的新老方法，以及采煤机械工作机构平均载荷和最大载荷的计算方法，采煤机械稳定性与牵引机构参数的计算方法。

我们翻译这本书，是为了供从事采煤机械研究、设计、制造和使用的工程技术人员及工作者参考。

书中错误与不妥之处敬希读者指正。本书曾由孙福星、鲁恩哲、王兴祚审校，谨此致谢。

前 言

在苏联，主要煤产量是靠装在长达250~300米工作面中、在输送机溜槽上移动的浅截式联合采煤机来完成的。浅截式联合采煤机适用于在各种条件下采煤，特别是在复杂的矿山地质条件下采煤。

经济化生产和强化采煤的迫切要求导致了要研制连续生产的采煤机械，以开采煤层，同时也采落夹杂在煤层中的夹石层和单独存在的坚硬夹石，并且还要能克服在实际中经常遇到而不可避免的煤层地质破坏，即断层、煤层变薄等等困难。

此外，连续工作的现代采煤机械在采煤时要形成大量煤尘，给工作面的工作带来了困难，而大量的煤被粉碎又给国民经济带来较大的损失。上述这些情况也就确定了对现代采煤机械的主要要求。

为了正确地设计采煤机械，首先必须知道：

采煤机械应当采落什么矿物（煤、含有岩石和夹杂物的煤等）；

采煤机械应当具有怎样的生产率；

煤、夹石层的岩石、底板与顶板以及坚硬夹杂物的性质如何。

研制采煤机械时，必须解决下述三组实际问题：

1. 采煤机械所具有的各个部件如何配置，以与采煤工艺和最合理的采煤流水作业劳动组织相适应。

2. 如何保证采落煤的必须块度, 如何使煤尘达到卫生标准所限定的允许程度。

3. 如何确定在有夹杂物的煤层中采煤所必需的力, 如何确定采煤机的驱动功率和如何保证采煤机的必要坚固性。

针对上述要求, 本文研究了确定采煤和采其他类似的层状有益矿物的现代和未来开采机械的合理参数的理论基础。

目 录

第一章 矿山技术因素对采煤机械参数的影响	1
1. 采煤综合机械化对采煤机械的基本要求	1
2. 矿山技术条件对采煤机械参数的影响	5
3. 采煤方法对采煤机械提出的要求	6
4. 煤层的物理机械性质及其对采煤机械参数的影响	8
第二章 采煤机械的生产率	17
1. 浅截式联合采煤机生产率的选择基础	17
2. 联合采煤机的理论生产率	20
3. 采煤机械的技术生产率	24
4. 联合采煤机的实际生产率及采煤工作面的产量	25
5. 刨煤机的生产率	26
6. 远程控制和自动控制对采煤机械生产率的影响	28
第三章 采煤机械的构成原则	30
1. 典型采煤工艺系统图的确定	30
2. 联合采煤机构成的理论基础	56
3. 刨煤机构成的理论基础	41
4. 工作面与顺槽连接处的构成系统图	41
第四章 采煤机械工作机构参数的确定	46
1. 按煤的给定块度确定切槽的参数	46
2. 按最大块度确定粉煤和煤的筛分成分预期值的方法	55
3. 浅截式采煤机械的工作机构	57
4. 回转式工作机构上截齿配置平衡图的确定方法	61
第五章 工作机构上载荷的形成	68
1. 基本原理	68

2. 截割参数的选择基础, 切削图	71
3. 工作机构载荷计算方法的基础	84
4. 利用自然因素和工艺因素破煤的方法	99
5. 截割与牵引制度的规范和其调速方法的选择基础	202
6. 拖动装置参数选择的基础	109
第六章 按煤和岩石的极限强度确定截齿型	
工作机构的计算载荷	115
1. 确定剥落力的理论基础	115
2. 煤和岩石剥落力的平均计算值的确定	122
3. 工作机构最大载荷的确定	133
第七章 采煤机械装载装置参数的确定	138
1. 装载装置的计算理论基础	138
2. 螺旋滚筒式工作机构装载能力的确定	141
3. 装煤口尺寸的确定	145
4. 螺旋滚筒装煤功率的确定	146
第八章 依采煤机械稳定性确定采煤机械的参数	148
1. 采煤机械稳定性计算的理论基础	148
2. 联合采煤机工作机构在空间稳定性的保证	149
3. 因切槽剥落表面的非对称性所引起的侧向力	151
4. 当撞击圆形夹石时侧向力的形成	152
5. 侧向力平衡的原则	153
第九章 采煤机械牵引机构参数确定的基础	156
1. 最大牵引力的确定	156
2. 回转型工作机构工作牵引力的确定方法	156

第一章 矿山技术因素对采煤

机械参数的影响

1. 采煤综合机械化对采煤机械的基本要求

煤炭工业技术革新的基础，是以提高工作面产量为特征的采煤工作集中化，和能达到高产量、高劳动生产率的生产过程综合机械化和自动化。

采煤工作的综合机械化是以应用浅截式联合采煤机和刨煤机为基础的，这种浅截式联合采煤机与机械化液压支架、可移式输送机配合工作。有时还应用水力机械化和钻采技术。

在苏联，浅截式联合采煤机在回采工作中得到了广泛的应用。近来，在薄煤层采煤工作面中，使用刨煤机的增多了。缓倾斜煤层和倾斜煤层的综合机械化采煤已达到了该条件下总采煤量的60%。在最近5~10年间，将完成向缓倾斜和急倾斜煤层采煤的综合机械化过渡。实现综合机械化对采煤机械提出很高的要求，首先是提高生产率和可靠性，因为这些因素不仅决定着采煤工作面的产量水平，而且还决定着劳动生产率的提高和技术投资回收期限的缩短。此外，新型采煤机械还应当保证改善落煤的块度，降低粉尘和减少工作面两端作业的工作量。

以采用强力采煤机械为条件提高采煤工作面产量，通常还能促进劳动生产率的提高。图1.1所示为采煤工的劳动生

产率与采煤工作面产量的关系曲线，由图可以看出，采煤工作面产量由900（综合机械化工作面的平均指标）提高到3600吨/日，即提高了三倍时，在设计能力为4000吨/日的矿井中（这在苏联是有代表性的）采煤工的劳动生产率将提高一倍，即由6提高到12吨/工。所以，设计新型采煤机械时必须考虑到这些规律性。

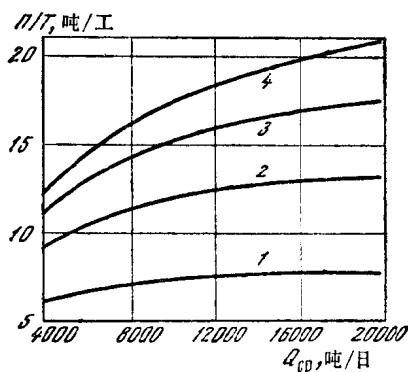


图 1.1 采煤工的劳动生产率与采煤工作面产量的关系曲线：工作面产量900(1)、1800(2)、2700(3)和3600(4)吨/日

采煤工作面的产量，主要取决于使用采煤机机械的采矿技术条件，其中包括煤层的所采厚度。目前仅在回采1.2~1.8米厚煤层的条件下才能达到综合机组的最高平均产量。而在1.81~3.5米厚的煤层，其产量将降低10~18%；可是在这种情况下，劳动生产率却可提高20~60%。在薄煤层(0.7~1.2米)，产量最低(降低25~40%)，相应的劳动生产率也最低。

为了使薄煤层采煤工作面达到高产量，与中厚煤层工作

的采煤机械相比，薄煤层采煤机械应有高的牵引速度。如果想使采煤机械在薄煤层与中厚煤层达到同样的生产率，那么，在

$$H_{\text{н.т}} = H_{\text{н.ср}}/k_0 \quad (1.1)$$

条件下，应保持下列关系式

$$B_{\text{т}}v_{\text{н.т}} = kB_{\text{ср}}v_{\text{н.ср}}, \quad (1.2)$$

式中 $H_{\text{н.т}}$ 和 $H_{\text{н.ср}}$ ——分别为薄煤层和中厚煤层的层厚；

$B_{\text{т}}$ 和 $B_{\text{ср}}$ ——分别为薄煤层和中厚煤层中工作的采煤机械的截深；

$v_{\text{н.т}}$ 和 $v_{\text{н.ср}}$ ——分别为在薄煤层和中厚煤层中工作的采煤机械的牵引速度；

k ——层厚比值。

由于在薄煤层中装备较大功率的电动机是很困难的，所以降低比能耗的问题仍然具有现实意义。通常，在采用较为完善的工作机构和截割与牵引的自动调节系统时，比能耗是可以降低的。在各种情况下，特别是针对薄煤层和抗截强度 $A > 250$ 公斤/厘米的坚硬煤炭研制采煤机械时，这些课题都应当予以解决。

在为薄煤层采煤研制综合机组时，对采煤机械外廓尺寸提出了特殊要求。在这种条件下，设计的基本原则是设备小型化，保证采煤机械具有较高的牵引速度，支架和输送机具有较高的移动速度；单位重量的装备功率要高，以及所采用的材料强度要高。

当研究急倾斜煤层开采技术时，将出现一些特殊课题。然而，综合机械化仍然立足于生产率高的浅截式联合采煤机和刨煤机。

无论是用冒落法还是用充填法，采煤机械都应能保证沿走向、沿倾斜向下和向上回采煤层。充填法通常用于开采层厚大于3米的急倾斜煤层。

采煤机械工作机构的完善化能提高采煤机械的生产率和改善煤质。同时还应当寻求提高驱动装置功率并改善其品质（起动和承载）特性的可能性。

研制采煤机械和编制采煤工艺过程时，应当注意到取消人工开工作面的切口和人工清理浮煤的作业，应当注意到快速更换截齿的作业。因此，在研制联合采煤机和刨煤机的同时，应当研制机械化支架、输送机和工作面端头支架。提高设备的可靠性能够提高机器的机动时间系数，这对于担任采煤综合机械化主要任务的采煤机械是特别重要的。

采煤机械的通用化和减轻机重这样两个课题，应当借助于组合元件，提高液压系统的压力和改进结构来解决。

在这些采煤机械的技术要求中，应当加入关于采煤机械牵引速度的自动调整 and 实现最佳落煤制度等方面的要求。与工作机构运动没联系的脉冲驱动，可避免意外超载的液压驱动和可控硅控供电驱动等在采煤机械上的应用，将有着广阔的前途。

采煤机械应当完全符合关于振动和噪音方面的卫生标准要求；为此，应当用限制旋转部件的质量，引用减震装置，使用可调驱动和其他方法，实现减少振动和噪音的要求。为了将采煤机械工作时的粉尘浓度降低到额定标准以下，必须寻求更有效的工作机构，以避免在落煤和装煤时煤的过分粉碎，保证大于25毫米块煤达到产煤量的40~50%，并同时采用现代的喷水和灭尘装置。

2. 矿山技术条件对采煤机械参数的影响

自然因素和技术因素都影响采煤工作面设备的选择。自然因素包括有：煤层的厚度、倾角和瓦斯含量，煤的强度特性或者煤的抗截强度，围岩的稳定性，矿山压力，地质断层，矿床含水性。这些自然因素反映出煤田的实际状态，而技术因素则由为合理开采煤田而采用的各种条件所组成。

自然因素在选择设备和确定采煤机械生产率时，是最重要的因素。正确地考虑这些因素，可以找出采矿作业的最佳参数，采煤工艺过程和采煤机械工作制度的最佳参数，可以达到最高的劳动生产率、降低煤的成本等等。对采煤机械所提出的技术要求，取决于煤层厚度（采煤机械的类型尺寸）、煤层倾角（采煤机械的类型）、煤的抗截强度（采煤机械的生产率和驱动功率）。

根据大量的科学实验和使用经验，研究出了减少自然因素对采煤机械生产率有害影响的方法与技术措施：用含瓦斯煤层的抽放瓦斯、上层先采或下层先采的方法，减少自然瓦斯的含量；用煤层注水法减少截煤阻力；利用地压破煤；根据节理方向配置工作面。

对采煤机械生产率影响最大的是煤层厚度。按煤层厚度可分成三类：薄煤层——1.2米以下；中厚煤层1.2~3.5米；厚煤层——3.5米以上。各类煤层的产煤量：1.2米以下的为36%；1.2~3.5米的为52%；3.5米以上的为12%。将来研制出更有效的薄煤层采煤机械和综合机组之后，薄煤层在总产煤量中所占比例将上升，可能要达到井下总产煤量的40~42%。因此，这类采煤机械的需要量将要达到采煤机械总需要量的50%以上。浅截式联合采煤机的截深取在0.3~1米范

围内，大值为薄煤层采煤机械用；刨煤机用0.05~0.3米（大值为动力刨用）。

极薄煤层（0.7米以下）是最难实现机械化采煤的。这种煤层的设备的生产率，通常不仅受研制小型电动机、在工作面安放采煤机械和输送机的复杂性等限制，而且还受含瓦斯煤层采煤工作面通风的可能性的限制。

中厚煤层（1.2~3.5米）的开采，为设备的配置和高生产率技术的应用，提供了最适当的条件。当开采高于2.5米以上的煤层，尤其是厚煤层（3.5~5米）时，很难维持工作面不致因地压而垮落，很难保证采煤机械工作和支架移动时工作面的稳定性。采煤机械在这种条件下工作时，无论是沿走向、或是沿倾斜向下和向上，都对其稳定性、采煤方法和机械的移动提出了特殊的要求。开采厚煤层（大于5米）时，应当大力发展分层采煤方法，这种方法是将煤层分成几个分层，并在分层中可以采用为中厚煤层所研制的采煤设备。

煤层按其倾角可分为缓倾斜煤层—— 35° 以下的，和急倾斜煤层—— 35° 以上的。仅有35%的产煤量是从倾角小于 10° 以下的煤层采出的，这种煤层对采煤机械没有任何附加要求。约有56%的产煤量是从 10° ~ 35° 煤层采出的。在大于 35° 倾角的煤层，产煤量约为15%。急倾斜煤层（倾角大于 35° ）应当用专门为该种煤层研制的沿走向开采的设备采煤。用于急倾斜煤层采煤工作面的联合采煤机，应当备有防止沿输送机下滑的安全装置，应当设有自动或遥控装置。

3. 采煤方法对采煤机械提出的要求

现在广泛运用的采煤方法有：整阶段采煤工作面的前进式采煤法；具有两个分阶段的阶段开拓采煤法；具有两个分

阶段的阶段开拓的煤层混合式开采法；长壁工作面采煤的盘区开拓采煤法；沿倾斜长壁工作面采煤的阶段开拓采煤法，或者用岩石巷道的阶段开拓的混合采煤法。

分析指出，对于在近十年内应当实现综合机械化的薄煤层，用沿倾斜长壁工作面采煤的整阶段开拓法，或者沿倾斜混合式采煤的阶段开拓法，以及具有两个分阶段的混合式采煤的阶段开拓法，将是最有前途的。

沿煤层倾斜下行和上行采煤，对提高采煤机工作机构的装煤能力提出了特殊的要求，同时，也容易解决采煤机械沿倾斜煤层和急倾斜煤层可靠移动的问题。

为了提高产量，可以应用具有两台联合采煤机的总长达300米的双机采煤工作面，在设有三条平巷的条件下，这两台联合采煤机骑在一台工作面集煤输送机上，这在开采瓦斯含量高的煤层时可以改善通风。在井田长度很长和开采单一煤层的情况下，盘区开拓将会得到发展。由于工作面推进速度很高，采区沿走向长度将增加到1.5公里，井田将增加到8公里，这就预先确定了对采煤机械要具有高生产率和高可靠性的要求。通常，采煤的开拓费用随着煤层厚度的增加而减少。因此，在开采薄煤层时，不但回采吨煤的成本很高，而且特别是开拓的相对费用也很高，这就迫使人们要特别注意采煤工作面的长度和采煤机械的选择。

采煤工作面的最佳长度，随所选用的采煤工艺和矿山地质条件而变化。对于最典型（缓倾斜煤层）的条件，工作面的最佳长度应当同所生产的综合机械化设备的最大可能长度相符合。通常，最佳长度为150~250米，双机采煤工作面的总长度可达250~300米。

4. 煤层的物理机械性质及其对 采煤机械参数的影响

被破碎物质的性质，对煤的连续破碎过程有着重大影响。决定煤抗碎强度的基本因素，可以分为表征煤性质的自然地质因素和确定采落瞬时煤在煤体中状态的采矿工艺因素。

自然地质因素 包括有：

1. 煤聚积的原始材料；通常腐泥煤岩的机械性质指标比土壤高0.4~2.5倍；

2. 决定煤层结构的岩相成分，煤层的易变性、构造和机械性质；

3. 影响抗碎强度的变质程度；早期变质程度的（粘性）煤和高变质的（坚硬）无烟煤是最难采落的煤；

4. 层理和裂缝；内生和外生的层理和裂缝影响煤的抗碎强度；劈裂性的存在，会有助于地压破煤；当截割刀具相对于主劈裂取向时，会提高破碎效果；这就是说，沿煤层的层理破煤将随之降低10~30%的载荷；

5. 夹石层和坚硬夹杂物的存在。各种不同的矿物以夹石层、坚硬夹杂物等形式赋存于煤层中。因此，煤的抗碎强度实际上应当按复杂构造的煤层的抗碎强度来评定。

上述因素的种种不同的组合，决定煤的机械性质与结构是多种多样的。将煤层分为单独块体时，其中可明晰地显出层理的平面和劈理的裂纹；因此，再近似也不能将煤层看作各向同性均质的而整体性不受破坏的物体。

采矿工艺因素 在进行采矿作业时，由于上部岩石的压力作用、瓦斯的转移和应力状态的再分布，将使煤抗碎强度

发生很大的改变。因此为了确定出采煤时煤的物理机械性质和煤抗碎强度的真实数据，必须考虑到一系列采矿工艺因素的影响，这些因素可以分成与开采条件有关的和无关的（工艺的）两类。

属于第一类的有：煤层的埋藏深度，围岩的性质与构造，煤层的厚度与构造，采区的地质构造，煤层的瓦斯含量等等。

第二类因素与所进行的采矿作业的方式有关，包括有：工作面控顶的宽度，回采支架的型号、密度和刚度，顶板管理方法，工作面推进速度，回采工作面周围是否有煤柱，生产过程进行的方法，工作面的暴露时间，沿走向相对于顶板劈理的采煤方向，邻近煤层的开采顺序及其他因素。

上述有空间和时间作用的那些因素，不仅决定着在矿体中煤层的性质与被剥落下小块煤体性质相比有实质的差别，而且还决定着在空间方面也同样会出现的物理机械性质和破碎性指标的显著易变性。

当开采煤层时，作用力的平衡条件遭到破坏，因为在原始所有方面均处于受压状态的煤层中形成外露表面，出现了拉应力，其方向通常是指向采空区方面。煤层的应力状态是极不平衡的，并且取决于矿山压力、吸附瓦斯和游离瓦斯的赋存和地质构造的破坏。在超应力的集中点，可能发生煤、瓦斯和岩石突出。随着开采深度增加，会加剧这种现象的动态发展。含瓦斯煤层由于易产生动态现象，所以它的稳固性通常是较差的，是有潜在危险的煤层。这样，在深度超过300米，瓦斯含量超过15~20米³/吨的条件下，就可能出现煤及瓦斯突出的现象。

开采有瓦斯突出的煤层，对采煤机械有特殊的要求，有