

[苏] В. И. 米尼契夫

# 联合采煤机 设计与计算



LIANHE CAIMEIJI SHEJI YU JISUAN

陶驰东 杨长明 译

煤炭工业出版社

# 联合采煤机设计与计算

〔苏〕B.И.米尼契夫

陶驰东 杨长明 译

煤炭工业出版社

---

## 内 容 简 介

本书阐述了联合采煤机设计的一般原则。讨论了决定采煤机的原始数据和各种工作机构的适用范围的问题，分析了联合采煤机的总体布置和传动设计的方法。

提出了联合采煤机截割部和牵引部减速器的设计原则，根据最小尺寸的要求合理分配传动比的方法，用图表计算减速器某些零件的方法和轴承组件、齿轮等的设计原则。还论述了拟定液压系统、灭尘方法、扫煤装置和采煤机支座等特殊问题。

本书适用于煤炭工业科研设计部门的工程技术人员，矿业院校机械专业的学生亦可参考。

В. И. МИНИЧЕВ

УГЛЕ-ДОБЫВАЮЩИЕ КОМБАЙНЫ

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ

«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

МОСКВА 1976

\*

**联合采煤机设计与计算**

[苏] В. И. 米尼契夫

陶驰东 杨长明 译

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路10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 $787 \times 1092^{1/32}$  印张 $8^{7/8}$

字数194千字 印数1—3,500

1980年1月第1版 1980年1月第1次印刷

书号15035·2258 定价0.75元

## 译者序

加速发展采煤机械化和综合机械化是高速发展我国煤炭工业的一项重大技术措施。围绕这项任务积极开展基础理论、采掘工艺、采掘技术装备和安全技术等方面的研究已成为我国煤炭科技发展的重点课题。研制技术先进的新型采煤机更是发展采煤机械化和综合机械化的关键。长期以来没有一本系统阐述关于采煤机设计问题的书籍。本着“洋为中用”的精神，我们译出本书，以弥补这方面的不足。

本书是苏联最近一本关于采煤机设计的系统著作，书中比较详细地讨论了采煤机设计的一些基本原则，对于采煤机的总体布置方式、原始设计数据的选择、截割部和牵引部减速器的设计、采煤机附属装置的设计等问题作了较详细的叙述，特别是对于螺旋滚筒及其减速器的工作原理和设计依据讨论得比较细致。对采煤机一些现有的结构特点作者还提出了评价意见。本书具有一定的参考价值。不足之处是有关牵引部的设计叙述过于简略。液压牵引部、无链牵引机构和电气牵引部等都没有深入讨论。书中的某些观点不一定完全适合我国情况，轴承仍然沿用旧的计算方法。类似这些问题提请读者注意。

中国矿业学院机械系 陶驰东 杨长明

# 目 录

引 言	1
第一章 一般设计原则	3
1. 联合采煤机的使用条件	3
2. 确定主要尺寸	3
3. 工作机构型式	6
4. 各类采煤机的较佳使用范围	9
5. 采煤机的总体布置	12
6. 驱动方式	20
7. 过载保护装置	25
8. 拟定传动系统	27
第二章 工作机构设计	34
1. 采煤	34
2. 采获煤的块度	46
3. 截齿配置图	53
4. 工作机构的截齿	59
5. 截齿的固定	64
6. 鼓形滚筒	67
7. 螺旋滚筒	81
8. 截盘	112
9. 截冠	117
10. 工作机构	128
第三章 采煤机原始设计数据的确定	137
1. 采煤机减速器原始设计数据的确定	137
2. 确定工作机构的轴向力	142

3. 推进阻力的组成.....	145
第四章 采煤机减速器设计 .....	153
1. 概述.....	153
2. 工作机构减速器设计步骤.....	153
3. 选择齿轮和轴连接的型式和尺寸.....	157
4. 选择轴承的型式和尺寸.....	161
5. 轴承组件设计.....	175
6. 减速器离合机构的设计.....	181
7. 采煤机部件的连接, 进轴和出轴的密封.....	185
8. 工作机构减速器的结构特点及其装拆.....	190
9. 减速器润滑油的供给.....	199
第五章 牵引机构设计 .....	201
1. 对牵引机构的要求.....	201
2. 采煤机牵引构件的张紧装置.....	202
3. 牵引机构的型式.....	206
4. 牵引机构的结构特点.....	213
第六章 采煤机附属部件的设计.....	224
1. 灭尘设备.....	224
2. 液压设备.....	237
3. 扫煤装置.....	245
4. 防滑装置.....	251
第七章 联合采煤机的技术水平 .....	256
第八章 现代联合采煤机的发展趋势 .....	271
参考书目 .....	277

# 引 言

采煤工业的技术革命表现在其主要的生产过程向更高级的机械化过渡，这种机械化的标志是研制综采设备和使许多工序自动化。综采设备使所有机械设备更紧密地联系起来，使劳动组织更先进和紧凑，保证工作面产量提高，从而相应地改善采煤工作的技术经济指标。

浅截式联合采煤机是综采设备的基础。由于采用浅截式联合采煤机，工作空间的顶板容易实现无支柱悬臂支护，采煤、管理顶板和移置工作面输送机的劳动强度大大降低了。与此同时，由于驱动功率的加大，工作机构效率的提高和结构的完善保证了工作强度的提高，作为综采设备一个基本单元的联合采煤机的生产率大大提高了。

综合协调对综采设备所有的机械和机构的发展方向均有影响。现代联合采煤机结构发展的特点如下：

1. 研制骑在工作面输送机溜槽上工作的浅截式联合采煤机。有两个基本的方向：

研制比较简便而功能有限的采煤机。这种机器可以单向或双向采煤，适用于较好的矿山地质条件，这种机器有一些缺点，但是尺寸小、重量轻，可以适应特定的矿山地质条件；

研制最能满足浅截深采煤要求的，更为通用因而也比较昂贵的采煤机。一般说来，这种联合采煤机是对称布置的，可以适应煤层的起伏和调节采高，具有装在摇臂减速器上的

自切进刀工作机构，因而可以免开缺口而回采整个工作面。

2. 螺旋滚筒采煤机获得了最广泛的应用，它几乎完全替代了鼓形滚筒采煤机。在有些国家里，采获煤的块度具有第一位的意义，因而研制了用截冠或截冠和螺旋滚筒做工作机构的较复杂的采煤机。

3. 浅截式联合采煤机的截深为 0.3~1.0 米。且煤层厚度较小时有加大截深的趋势。

4. 有加大联合采煤机驱动功率及其生产率的趋势。对于中厚及厚煤层用的采煤机，这种趋势更为明显。

5. 联合采煤机配备较完善的自动化牵引机构，其牵引速度提高(有的达到8~10米/分)，以发挥联合采煤机的大的装机驱动功率的作用。

6. 现在有趋势研制能按不同布置方案组装成联合采煤机的通用部件，以增大制造批量和降低机器制造成本。

本书讨论和分析了现代浅截式联合采煤机的基本构件。重点放在缓倾斜煤层采煤机这一类最大量的采煤机上，但某些结论和论述也适用于倾斜煤层采煤机。本书主要致力于详细阐述某些结构，分析各种方案的优缺点，选取正确的原始设计数据和确定解决复杂设计问题的途径。



# 第一章 一般设计原则

## 1. 联合采煤机的使用条件

联合采煤机的结构取决于：

矿山地质条件的多样性。这表现在煤层厚度的变化（从0.5至5米），煤层倾角的变化（从0至90°），煤质坚硬度的变化（从50至350公斤力/厘米），围岩稳定性和煤层中夹石坚硬度的变化；

采煤机的工作位置不固定。它在工作过程中要经常沿工作面移动，并需周期地横向移动；

需与其它机械配合工作。因而它们需互相协调；

在井下使用。其工作环境具有瓦斯和煤尘爆炸危险，离开起重和运输设备很远，也远离修配车间，因而不能就地进行金属加工或焊接作业，给维修机器带来困难，并使维修质量降低。

## 2. 确定主要尺寸

设计联合采煤机要从选取其决定性尺寸开始。ГОСТ(苏联国家标准，下同) 11986-73 规定了联合采煤机的主要尺寸。它规定了工作机构的采高调节范围，牵引速度，牵引力和给出了最小驱动功率。此外，还有一系列对联合采煤机结构和对采煤机与其它综采设备的配套有重大影响的尺寸。

图1为综采工作面剖面示意图。图中表示出决定性的配

套尺寸；方框中的尺寸是ГОСТ11986-73的规定尺寸。

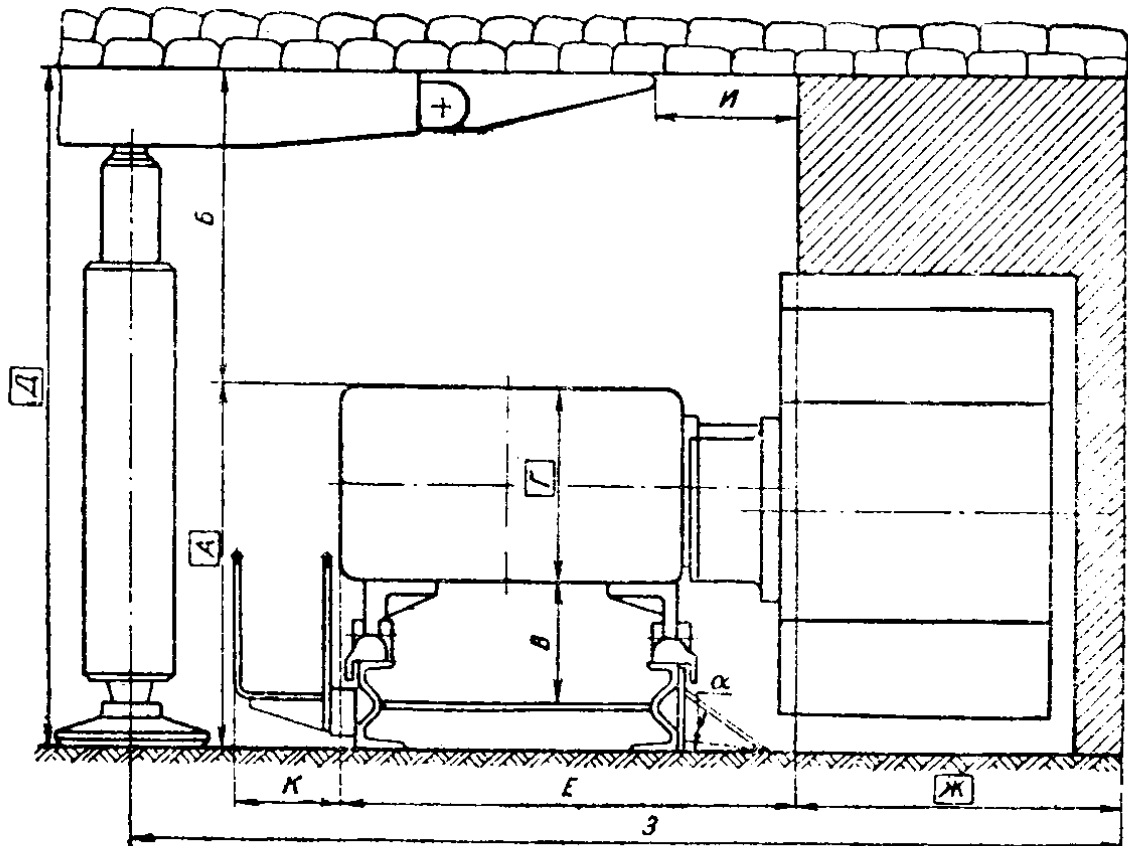


图 1 采煤机、输送机和支架在工作面的配置图

尺寸A和D决定采煤机机体与顶板间的空隙B，因而也就决定了采煤机机体和支架顶梁间的空隙。当然，增大尺寸D或缩小尺寸A才能加大空隙B。增大尺寸D就要加大最小采高，而使采煤机的技术性能变坏；缩小尺寸A就必须压缩尺寸C或E。压缩尺寸C，就要压缩驱动电动机的高度，其结果则是降低其功率和采煤机的生产率。因此在实际设计中，常用更换底托架或支座的方法调节尺寸B。选取此尺寸的最小值时应考虑：

工作机构的型式（截冠或螺旋滚筒）及其相对于机体的位置（布置在机体两端或一侧）\*；

\*原文误将此括号内的文字并入前一括号，见原文第6页——译注。

采煤机的理论生产率；  
采煤工艺（开缺口或不开缺口）；  
在矿山压力作用下煤的压张情况及顶板稳定程度；  
输送机刮板链结构（双链、三链）。

表 1 是在实际资料的基础上编制的，初选尺寸B时可以参考。

表 1 尺寸 B (毫米) 的值

联合采煤机型号	工作机构型式	
	螺旋(鼓形)滚筒	截 冠
ПУ8	200	300
ПУ10	250	350
ПУ12	350	400
ПУ16	400	—
ПУ20	450	—

尺寸E和K决定工作面到支架第一排立柱的距离。因此，应尽可能地压缩这两个尺寸。为了压缩尺寸E就要缩小电动机和采煤机机体的宽度，或者把电动机和采煤机机体安装在“槽边”上，或(在螺旋滚筒采煤机上)把采煤机机体和摇臂减速器合并布置成一直线。上述任何一种布置方法各有优点和缺点（见本章第5节）。

应该指出，在许多场合尺寸E是输送机溜槽宽度和铲煤板宽度之和，后者又由溜槽高度和铲煤板倾角 $\alpha$ 等决定。随着加大现代联合采煤机的生产率，输送机的生产率也要加大，因而溜槽宽度、溜槽高度和铲煤板宽度都要加大。因此，缩小采煤机机体宽度远非一定能压缩尺寸E。

尺寸K取决于电缆槽的宽度。电缆槽宽度又由铺设电缆

和水管的数量（采煤机驱动功率，电压和控制系统）所决定。

截深 $\mathcal{K}$ 应尽可能增大。但要注意，增大截深则尺寸 $3$ 跟着加大，使顶板支护条件变坏，使支架结构大为复杂，使采煤机工作时的稳定性变差并提高采煤比能耗。

尺寸 $\mathcal{H}$ 是从老煤壁到第一排立柱的距离与支架顶梁悬臂长度之差，它决定了靠近煤壁的无支护宽度，应尽可能地缩小。但当 $E$ 和 $K$ 较大时，顶梁悬臂长度就较大，因而要加大顶梁和前排立柱的载荷，恶化支架的工作条件。在一般情况下，老煤壁到第一排立柱的正常距离（ $3-\mathcal{K}$ ），在采用单体支架的机组设备约为1200毫米，在综采设备约为1400~1500毫米。

采煤机长度是一个很重要的参数。如果采煤机的结构和采煤工艺要求开缺口，那么，缩短采煤机长度和工作机构间的距离就可以减少开掘工作面两端缺口的工作量；而当机采全工作面（无缺口）时，也可以减少终端作业所消耗的时间。此外，当在起伏较大的薄煤层中工作时，因为采煤机机体与支架顶梁间的空隙较小，缩短采煤机长度就有利于其在顶梁下通过。

从分析可知，除了截深和最大采高以外，缩小采煤机的主要尺寸总能改善采煤机的技术特征。但这要引起很大的设计困难，不一定总能办到。

### 3. 工作机构型式

选择工作机构型式是设计采煤机必须解决的重要问题。

对浅截式联合采煤机工作机构的基本要求是：

- 减少小块煤量，增多大块煤量，以改善采获煤的块度；
- 改善截割工况，提高工作机构效率和改善装运碎落煤炭

的条件，以降低采煤比能耗；

工作机构装上工作面输送机的碎落煤炭要尽可能地多；  
不论在工作面长度方向或煤层厚度方向，回采的范围应尽可能大。

下面讨论现代浅截式联合采煤机所用工作机构的优点和缺点：<sup>①</sup>

**带水平转轴的鼓形滚筒** 其特点为：截割整个工作面表面，用截齿截下月牙形切屑，碎落煤炭由下向上从工作空间运出并落到特殊的装煤装置上，再在重力作用下沿着装煤装置的斜面装到工作面输送机上。

这种工作机构在煤层平面和横向的运动方向都能很好控制（当端部装有截齿时），在大范围内调节采高比较容易（有几个滚筒时），可以随意改变截深，结构比较简单，其减速器较简单而可靠。

但鼓形滚筒也有重大的缺点。首先是由于截割速度较高和切屑断面积较小（因为切屑是月牙形的），工作机构的不完善系数<sup>②</sup>较大，煤炭的运输路程较长和鼓形滚筒运煤能力低，故煤炭破碎得厉害。要配备特殊的装煤装置也是它的缺点。此外，鼓形滚筒的最小直径为1~1.1米，此值与鼓形滚筒和装煤犁的装煤能力有关。减小鼓形滚筒的直径，就使煤炭循环程度和装煤犁上堆积的煤炭猛增，而导致滚筒堵塞。

**螺旋滚筒** 螺旋滚筒的落煤条件与鼓形滚筒并无区别，但是从工作空间运出碎落煤炭和把它装进工作面输送机的条件却大大改善了，因为碎落煤炭是沿着螺旋滚筒轴直接流向

① 原书把工作机构和执行机构作为不同的概念来处理：“工作机构”是各个组成部分，而把它们组合称为“执行机构”。由于与惯用的概念不合，且无这种区分的必要，故下面仍按惯用的概念处理——译注。

② 工作机构不完善系数的求法见第二章第2节。

输送机的，这就缩短了运煤路程，降低了循环程度，并可用较简单的装置把煤炭很容易地装进输送机。因而可减少煤在装运过程中的破碎。此外，螺旋滚筒不要求高的截割速度，因而可以增大切屑断面积，改善采获煤的块度。这种工作机构的重大优点是既可沿工作面移动，又可横向移动（在装端面截齿时），所以可以轻易地切入煤层。

螺旋滚筒的缺点是：小直径螺旋滚筒的运煤能力有限，运煤能力接近正比于滚筒直径的平方，但不受螺旋滚筒长度变化的影响<sup>①</sup>；螺旋滚筒不能倒转，这有时使往工作面输送机装煤的条件恶化。

**带垂直转轴的鼓形滚筒** 与前面讨论的一样，沿整个工作面表面截割煤层，且不完善系数大。但是，它们通常是可以倒转的，因而可使截割力的方向保持指向工作面自由表面的一侧，以改善把顶部煤碎落下来和装上工作面输送机的条件。这种工作机构的另一优点是可以沿层理截割（这使截割力减小一些），且可用一个这种鼓形滚筒截割全部采高。

其缺点为：装出煤层底部煤炭的条件极差，加以月牙形切屑断面和不完善系数大，致使煤炭过度粉碎；要适应底板和顶板的起伏，操纵很麻烦；均匀调节采高范围小，滚筒必须能正反转，这使工作机构结构复杂化。

**截冠** 和前面几种不同，它是先在煤层中截出深而窄的截缝，再把截缝间的煤柱挤碎，因而降低了工作机构不完善系数。加以切屑形状较为合理和向工作面输送机装煤的条件好，可以改善采获煤的块度。

这种工作机构的缺点是：截冠在煤层中的运动方向不易控制，特别是高速牵引工作时更困难，故在起伏不平的煤层

① 变螺距的螺旋滚筒，由于其存在的缺点而未获推广，不在讨论之列。

中难于使用；为了刷齐工作面和调节采高，必须附设其它型式的工作机构，这就使采煤机的结构复杂起来；改变截深很麻烦。截冠的严重缺点是，截深要随着截冠直径的减小而减小，因而用在薄煤层中难于保持它的长处。

**截盘** 截盘主要应用于深截式采煤机上。在现代浅截式采煤机上，它们有时用作超前截割以削弱煤体和用作刷齐工作面的辅助工作机构。这种工作机构的效率特别低，比能耗极高，被它破碎的煤60~70%是（0~6毫米级的）粉煤。它们的优点是，结构较简单，且可开出长而窄的截缝，这种截缝是用其它工作机构开不出的。

在现代联合采煤机上，很少用截盘；带水平轴的鼓形滚筒也几乎全部被螺旋滚筒替代了。

通常，采煤机要组合使用上面讨论的各种工作机构，而将煤层主要部分的煤炭碎落下来和装上工作面输送机的那种工作机构来命名。

#### 4. 各类采煤机的较佳使用范围

应该从能获得最大截深出发来确定某种工作机构的较佳使用范围，这个截深对于具体矿山地质条件和所用综采设备来说是可能的。在其他条件一样而驱动功率还有富裕时，加大截深可以提高每截一刀的产量，和减少主要生产工序的劳动消耗量。应该注意到，浅截深采煤时，加大截深通常是有效果的\*。

---

\* 最近正在研制截深只有200~300毫米的薄煤层联合采煤机。这首先是为了克服这种（爬煤层底板工作的）采煤机的基本缺点，并可因此把牵引速度提高几倍。在薄煤层的特殊条件下，不可能象通常那样骑在输送机上工作，这种发展方向无疑是先进的。但在采煤机可以骑在输送机上工作的条件下，加大截深的采煤机具有提高产量、特别是提高劳动生产率的较大潜力。

浅截深采煤首先是指采煤的工艺方法，靠近煤壁的空间的顶板必须无支柱支护，工作面输送机要整体移置，采煤、顶板管理和移置输送机等工序应尽可能地平行作业。只有在这些条件下，浅截深采煤才能达到应有的经济效果。减小截深并不是目的，而是浅截式采煤工艺方法的保证手段。应该注意，开采薄煤层时减少截深的效果特别不好，因为不利的工作条件限制了采煤机牵引速度的提高（生产率的提高）。在这样的煤层中，采用单体支架的机组设备的截深不得小于0.63米，否则会妨碍人员在工作面上的正常通行。

因此，0.8~1.0米厚煤层用的浅截式联合采煤机，截深不宜小于0.8米；0.9~1.8米厚煤层用的浅截式联合采煤机截深不宜小于0.63米；只有当煤层更厚时，采煤机的截深才可减小到0.5米，但在这种情况下也是0.63米的截深较好。

考虑到这些要求和各种工作机构的特点，可以认为，开采厚度小于0.8米的煤层时，带垂直转轴的鼓形滚筒采煤机效果最好。在这样的薄煤层中不宜采用螺旋滚筒采煤机，因为小直径螺旋滚筒的装煤能力差，限制采煤机的最大牵引速度只有2~3米/分（按ГОСТ11986-73应达10米/分）。

在这种条件下采用截冠采煤机也不大合适，因为需要用两个以上截冠才能得到较大的截深。而这将造成往工作面输送机装煤的困难，其结果则是加大工作机构不完善系数和使采获煤的块度变差。在这种条件下，截冠采出的煤的块度很难会比鼓形滚筒采出的煤块度好。截冠采煤机也比鼓形滚筒采煤机和螺旋滚筒采煤机复杂而昂贵。

煤层厚度为0.8~1.5米时，采煤工序机械化较为容易。在这种条件下，前面讨论的各种工作机构都可采用，但应注



意：对于起伏小的硬煤煤层，和对采获煤的块度要求较高时，宜采用截冠采煤机，这种采煤机可以保证高的生产率和好的采获煤块度。

在节理明显、与顶底板接触面清楚以及矿山压力引起强烈压张现象的煤层中，最好采用带垂直鼓形滚筒的采煤机。在此，它们可以保证高的生产率和较好的采获煤块度。在总体布置得当时，还可实现无缺口采煤。

在类似的条件下，以及在对煤的块度没有特殊要求、起伏大和在工作面范围内厚度变化大的煤层中，在瓦斯涌出量大（要限制爆破）的煤层中，采用自切进刀的螺旋滚筒采煤机效果最好，它不要求准备好缺口就能进行采煤。

这类采煤机较适用于开采中厚煤层和厚煤层。在这种情况下，因截割工作面不完全和工作机构不完善系数降低采获煤的块度可能加大。垂直鼓形滚筒采煤机不大适用于这种煤

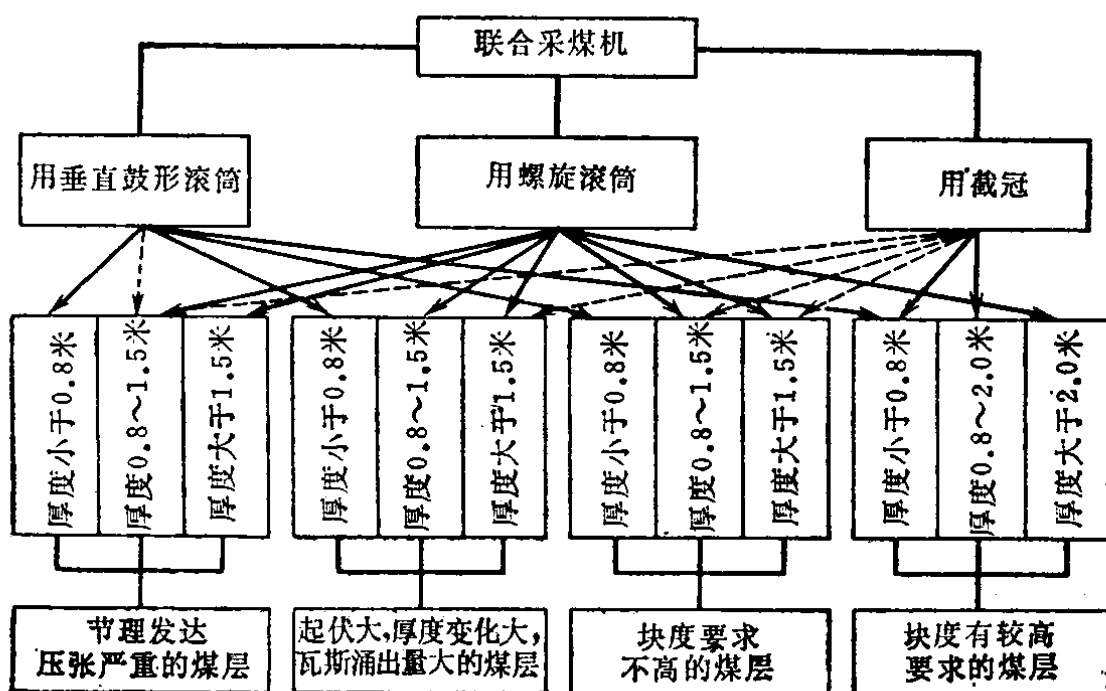


图 2 用各种工作机构的采煤机的合理使用范围