

矿业管理与安全生产实务全集

煤矿生产调度

与安全生产技术操作标准规范

MeiKuang ShengChan

主编：张向上



吉林大学电子出版社

**煤矿生产调度与安全生产技术
操作标准规范实务全书**

**第
三
卷**

三、半连续开采工艺

开采工艺系统中，一部分为连续开采工艺环节，另一部分为间断工艺环节所组成的工艺系统。产生的煤岩物流也是部分为连续流，部分为间断流。

半连续工艺按采装及运输等环节所采用的设备进行分类见下表，国内外露天矿较多采用Ⅲ、Ⅴ、Ⅵ三种方式。

半连续开采工艺分类

类别	工 艺 环 节					
	穿爆	采 装	工作面运输	筛分或破碎	干线运输	排 卸
I	不需	多斗挖掘机	铁道	无	铁道	推土犁、挖掘机
II	不需	多斗挖掘机	汽车	无	汽车	推土机
III	需要	单斗挖掘机	汽车	地面固定破碎	汽车—带式输送机	排土机
IV	需要	单斗挖掘机	汽车	矿坑固定破碎	边帮带式输送机	排土机
V	需要	单斗挖掘机	汽车	矿坑固定或半固定破碎	溜井(或平硐—斜井)带式输送机	排土机
VI	需要	单斗挖掘机	皮带输送机	移动式破碎	边帮带式输送机	排土机
VII	不需	拉铲、前装机推土机	无	移动式或半固定式筛分装置	带式输送机	排土机

连续工艺与间断工艺应用的分界在于开采矿岩的硬度，与间断工艺的应用分界在于煤岩运距及采深。

1. 工艺系统及其设备

在Ⅲ~Ⅵ类半连续开采工艺中，关键设备是破碎机，它将大块度的矿岩经过破碎处理成适于带式输送机运输的 (<400m) 的块度。破碎机按其位置的移动性可分为下表所列的几种类型。

破 碎 机 分 类

破碎机型式	其他名称	有无走行装置及型式	拆卸性	移设方式	移设时间及间隔
移动式	自移式	有,履带式(横向、纵向)、迈步式、轮胎式	无	整体自移	366m/h(履带式), 70-80m/h(迈步), 700m/h(轮胎式); 随时可移
他移式	半移动式	无,利用其他运输装置,如履带运输车等	可拆卸成若干部分	分部分移设	移设速度 48h; 间隔 1-2a
组装式	半固定式破碎机或组件式	无,利用其它运输装置如履带运输车	拆卸至最小重量组件	部件或组件搬移至新地点,重新安装	移设时间 1-2m; 间隔 3-10a
固定式破碎机		无	无	部件或组件需从基础起重新安装	服务于全部生产时间

不论整体的自移式破碎机或可拆卸的他移式破碎机都是有若干部件组成。破碎机组成系统框架图可参看下图。

2. 矿岩块度

在半连续工艺系统的设计与计算中,矿岩块度组成影响破碎筛分设备的选型及主要参数选择,穿爆作业的合理性,采装、破碎、运输各环节的生产能力和费用及爆破矿岩块度优化的基础等等。

1) 矿岩块度组成。

爆破后矿岩的块度与矿物成分、裂隙性及爆破方法等有关。我国黑岱沟露天煤矿及抚顺西露天矿爆破后的煤岩块度分布如下图。图中(a)为黑岱沟矿剥离物;(b)为抚顺西露天矿绿页岩;(c)为抚顺西露天矿煤。

2) 合理矿岩块度。

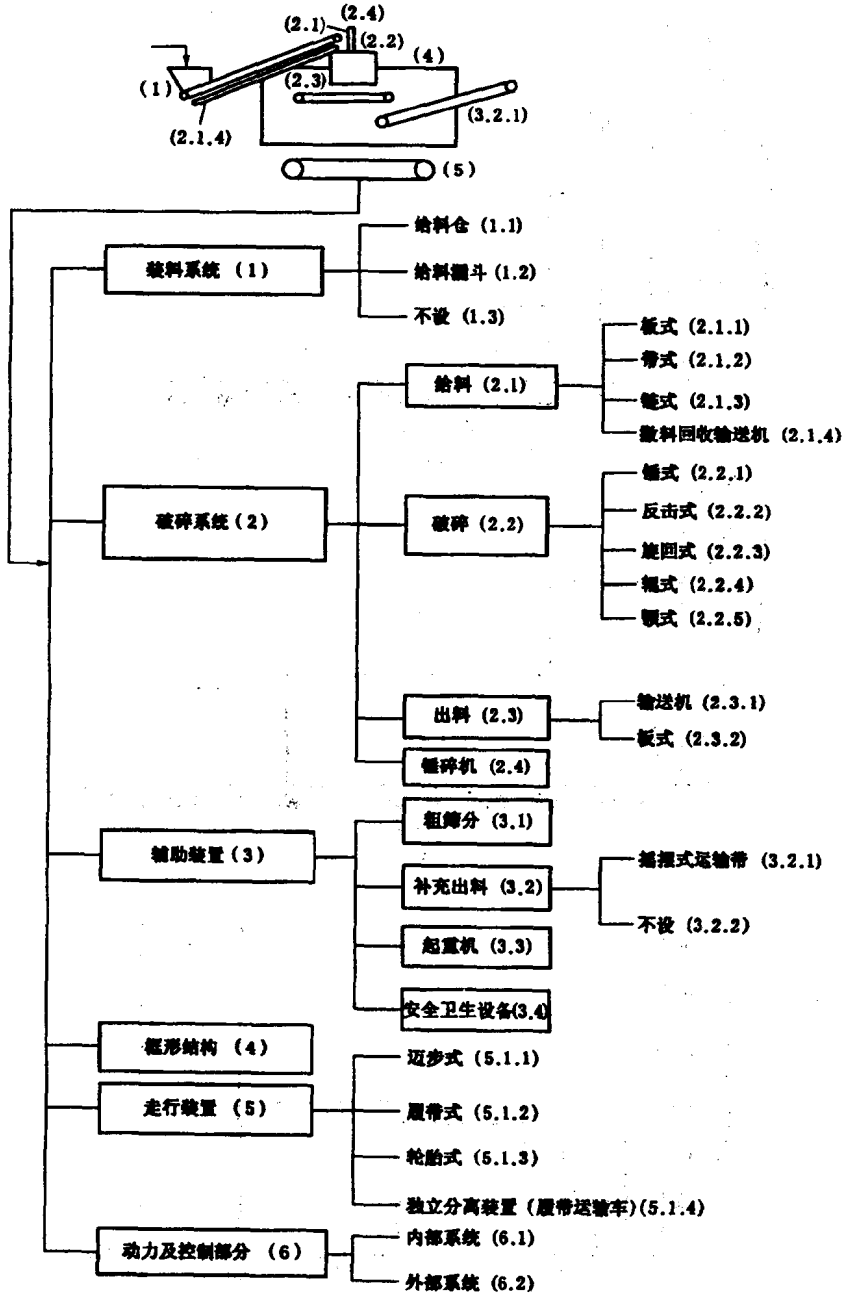
各环节效率、费用与矿岩平均块度间有以下关系。

(1) 随矿岩块度增加,穿爆作业效率增加而费用下降。为提高矿岩破碎程度,必须增加炸药单耗,使单位矿岩的穿爆费用增加。

(2) 挖掘机、汽车的效率则随矿岩破碎程度的改善而增加,相应降低了单位矿岩的采装和运输费用。

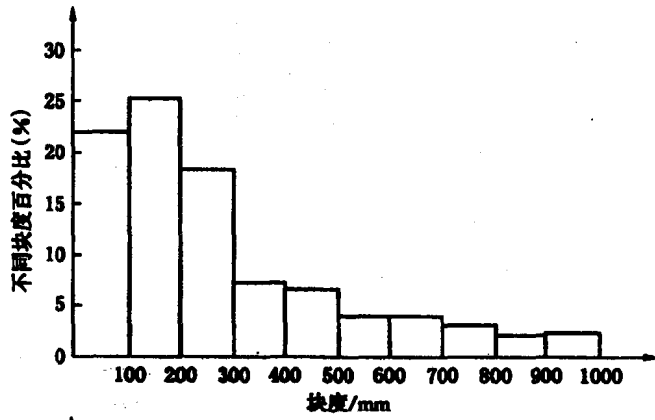
(3) 输送机输送带寿命和运输费用,随矿岩块度不同而变化,块度从400mm降低到100mm时,运费降低30%以上。

(4) 矿岩块度对破碎设备的生产效率影响很大,块度由100mm增加到400mm时,粗破碎机效率几乎降低30%。

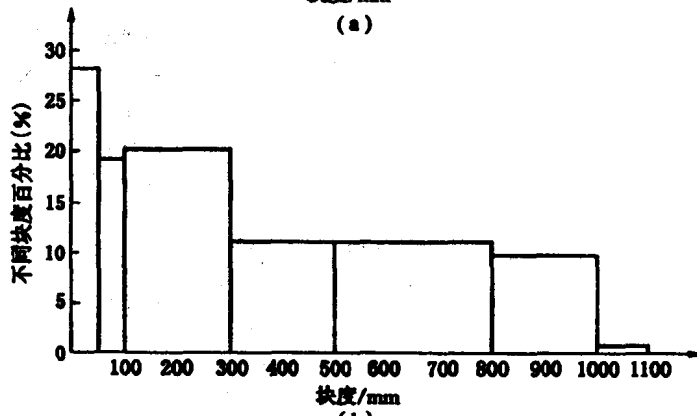


破碎机系统组成框图

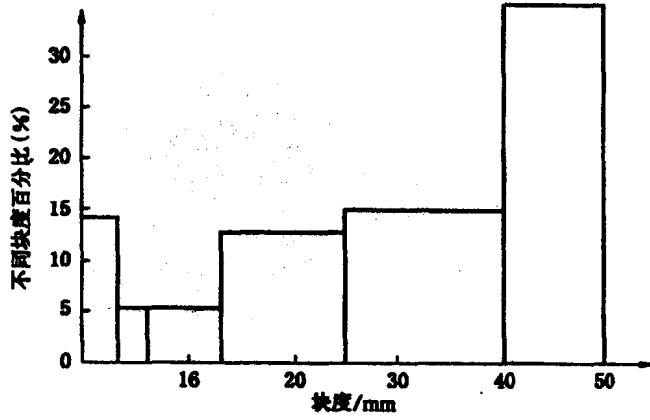
矿岩平均块度与大块率间有一定联系，两者间基本上是直线关系，如下图。



(a)



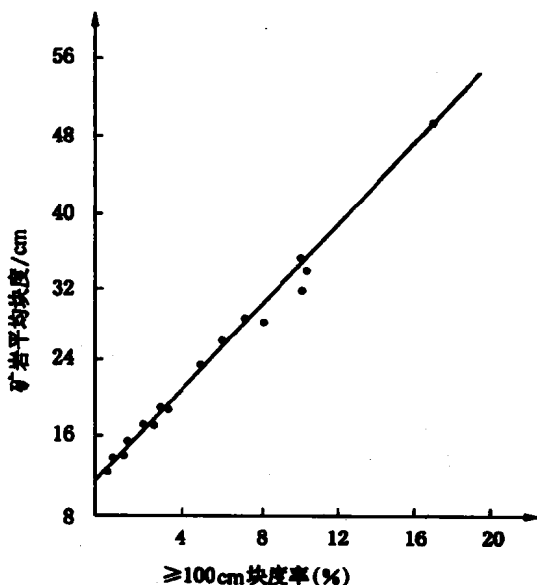
(b)



(c)

爆破后煤岩块度分布图

受上述两方面矛盾因素的影响，一部分费用随块度的增加而增加，另一部分费用



矿岩平均块度与大块率间的关系

随块度增加而下降，存在着总费用最低的合理块度。针对影响物料块度组成因素随机性强的特点，在抚顺西露天煤矿煤岩块度控制研究中，首次采用数理统计方法建立物料块度组成与各个控制因素间的联系，并按煤岩类型分别建立块度优化控制模型。研究表明，实现块度的优化控制可取得显著的经济效益。

3. 破碎站移设步距

破碎站的移设步距因矿床赋存条件不同而有所差别。在水平和缓斜矿床下，系指水平方向的移设步距，而在倾斜和急倾斜矿床条件下，则为每次的移设深度。

破碎站移设步距的确定，就其方法言，属传统的分析计算和方案比较法，并可用手工或计算机进行计算。因此，主要问题是优化指标的选择。

4. 应用和设计准则

(1) 无论在任何情况下，由于有用矿物均须经粗碎，故一般采用半连续工艺是合理的。

(2) 采用半连续工艺，破碎和较昂贵的排土机排弃费是一项额外支出。这项费用应由采用带式输送机而节省下来的运输费用和公路修筑费用抵销。故一般情况下，只是在剥离物运量大，提升高度大及运距相当长时，半连续工艺才是行之有效的。

(3) 筛分、筛分加破碎或破碎方式的选择取决于筛上物比重和筛分、破碎费用的大小。单一筛分方式（筛上物特殊处理）用于筛上物含量少于 15% 或者破碎筛上物费用高于特殊处理筛上物费用时，筛分加破碎方式适于筛上物比重达 15% ~ 50%，而破碎机能力又不足破碎全部运输物料时；破碎法则适于总运量不超过破碎机能力，

物料全部被破碎时的破碎费低于筛分后再破碎的费用时。

5. 带式输送机道设置

对于破碎站置于采场内、应用可移式破碎机组的半连续工艺系统，带式输送机道的设置也是半连续工艺应用中必须解决的重要问题之一。

技术发展已成功解决了输送机的水平移设问题，但倾斜带式输送机的移置方法仍需拆卸和重新组装。

倾斜煤层中，带式输送机系统可直接以倾斜或伪倾斜方向设于煤层底板上，故较为简便可行。在水平及缓倾斜矿层中，当采用双侧（及压帮）内排方式时，由于煤层底板被土场占用，输送机线的设置也较为困难。此时一般可采用以下方式设置输送机系统。

- (1) 明沟方式；
- (2) 井巷方式；
- (3) 置于煤层底板（土场底部）的人工构筑坑道（掩埋式坑道）方式；
- (4) 排土场上的可移式带式输送机；
- (5) 端帮高倾角带式输送机。

在急倾斜深露天矿中，为减少前期剥离量，一般采取分期境界、组合段扩帮等方法，无法建立较稳定边坡，给带式输送机系统的设置带来很大困难，此时可根据具体条件考虑采用境界外斜井—溜井、临时明胶带、超前堑沟等方式。

四、综合开采工艺

又称联合开采工艺。2种或以上的开采工艺在露天采场内的组合。按矿床赋存条件、岩性及不同工艺的适用条件，可由间断、连续及半连续开采工艺相结合；或由同类开采工艺中的不同方式的工艺所组合，如同属间断式工艺的单斗铲—铁道工艺与单斗铲—自卸汽车工艺组成综合开采工艺。由于矿床开采深度加大，单一式开采工艺应用范围受限，为提高矿床开采效益，使综合开采工艺自20世纪70年代以来日益获得应用。与单一式开采工艺相比，综合工艺是多种工艺在同一矿场内作业，应对诸种工艺间的配合作合理安排，如开采范围的划分、开拓运输系统及开采参数的配合等，同时作业管理也较复杂；另、一方面，综合开采工艺因能发挥各种开采工艺的特长，导致矿床开采费用降低，故在开采工艺中的应用比重将增加。

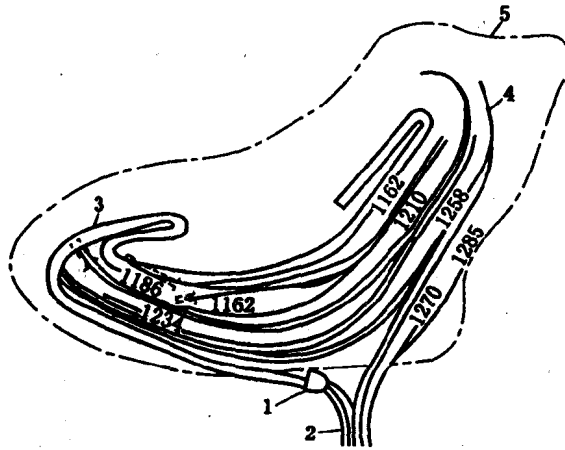
1. 分类及适用条件

综合开采工艺可按不同开采工艺在采场内的组合方式、系统中工艺的数量及类型等因素分类，见下表。水平及缓斜矿床较多采用立面组合式开采工艺。如：①剥离物倒堆与间断式采煤工艺组合；②覆盖层厚度大或上部表土要求单独采出时，上部覆盖层采用单斗铲—自卸汽车、单斗铲—铁道、轮斗铲—带式输送机等工艺剥离；③煤层厚度大或产量高时，因倒堆工艺在技术上不可能或经济上不合理，剥离和采煤作业可

按岩性及其它条件采用不同方式开采工艺等。倾斜及急倾斜矿床，多按矿床具体条件将各种工艺灵活组合成平面、立面或混合式综合开采工艺。其采用综合开采工艺的条件为：①矿场开采深度大或深部矿场尺寸受限；②矿岩硬度不一；③矿岩运距远；④煤层赋存条件复杂等。

综合开采工艺分类

类别	组合方式	系统内开采工艺数	工艺类型
I	不同部位工艺的平面组合	≥2	间断、连续、半连续工艺相组合； 或同一类工艺中的不同型工艺的组合
II	不同高度工艺的立面组合		
III	混合式（平面、立面式的结合）		



铁路公路联合开拓坑线嵌套布设示意图

1—地面装载矿仓；2—矿山站；3—汽车坑线；
4—铁路；5—开采境界线

2. 开采范围划分各种开采工艺开采范围的划分应遵循以下原则。

(1) 不同开采范围内矿岩的性质及其相应运距与所采用的工艺相适应。例如，矿层上部的覆盖层为松软土岩，可采用连续开采工艺或铲运机开采工艺，前者的开采范围可为软岩赋存深度，后者则受限于铲运机工艺的合理开采深度。

(2) 开采范围的划分应使各工艺系统具有相近的推进度或与其开采范围相适应的采掘规模，以保持矿场矿山工程发展的均衡。

(3) 应使各开采工艺的综合开米费用 C_z 为最低。

$$C_z = \sum_{i=1}^n C_i P_i \rightarrow \min$$

式中 C_i ——第 i 种开采工艺的单位剥岩或采矿费用，元/ m^3 ；

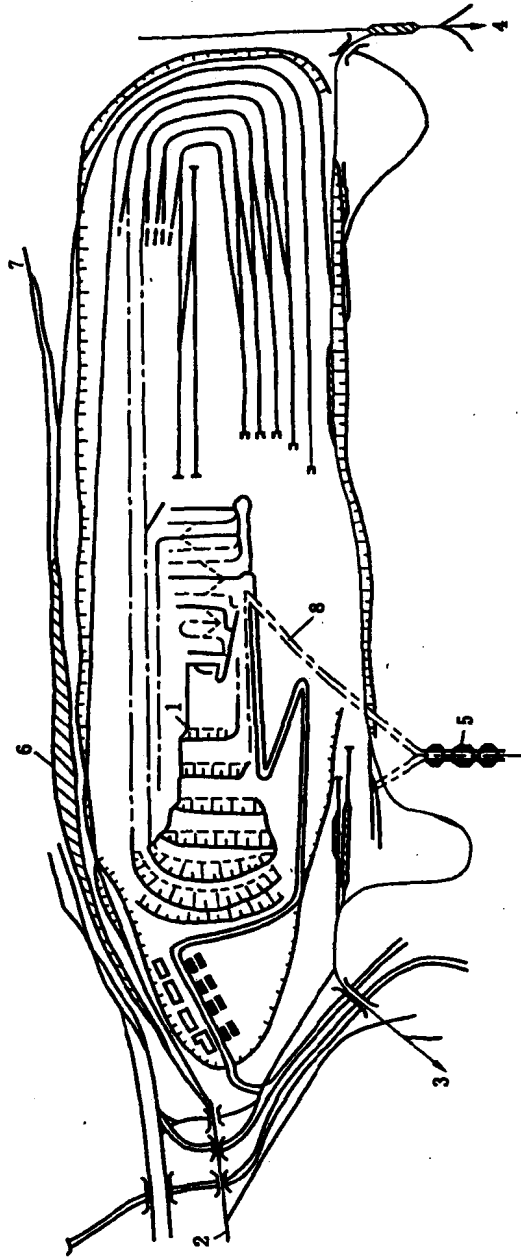
P_i ——第 i 种开采工艺完成剥采总量的百分比。

(4) 改扩建露天矿山，为降低改建投资、保持产量稳定以及减少改扩建的困难，在改建时应尽可能利用现有的工艺系统和设备，并规划好与新系统间的衔接和过渡。实践表明，建立在利用原有工艺基础上的综合工艺常能取得良好的经济效益。

3. 开拓运输系统的配合

综合开采工艺中的各工艺其运输坑道特征不一，大都有相对独立的开拓运输系统。各种开拓运输系统在矿场内的布置应实现互相配合，以减轻相互间的干扰。平面组合时，因各开采工艺分别位于矿场的不同部位或边帮上，故各系统间相互不干扰或影响不大。立面组合式时，因各开拓运输系统多位于同一垂直部位内，相互干扰较大。开拓运输系统的布置可采用以下方法：①将不同开拓运输系统尽可能分设于不同边帮上，以减轻各系统间的干扰；②在不同的开拓运输系统必须位在同一边帮上时，视具体条件可分别采用不同措施。如：长大露天矿采用在边帮不同区段布置开拓系统以避免交叉；铁路、公路坑线系统并存时，利用公路坑线纵坡大的特点，将其嵌套在铁路坑线内；在公路与输送机线交叉处设置立交设施等。

抚顺西露天矿原采用单斗铲—准轨铁道运输开采工艺，改造为综合开采工艺时，为利用现有的铁道运输系统，矿坑上部继续采用单斗铲—铁道工艺，下部应用单斗铲—自卸汽车及单斗铲—自卸汽车—破碎站—带式输送机工艺。该矿的开拓运输系统的布置为：①西区—176m 水平以上及东



内排后运输系统示意图

- 1—汽车内排土场；2—往西排土场；
- 3—往汪良排土场；4—去东排土场；5—贮矿场；
- 6—大官屯站；7—矿务局站；8—带式输送机

区-128m水平以上保留现有的铁道运输系统,内排前为设于东南帮的固定坑线及设于北帮的移动坑线。实现内排后逐步废除北帮的移动坑线系统;②西区及东区下部水平采出煤及油页岩富矿用自卸汽车运往设于-188~-212m标高处的坑下破碎站。带式输送机设于矿坑西南帮上;③西区及东区下部水平岩石在西区采至最终深度时由自卸汽车运至内排土场排弃。在南帮修筑固定汽车坑线,在工作帮上设置移动汽车坑线。

第三节 露天开采工艺选择

中国适宜露天开发的煤矿床的赋存条件均较复杂,加上资金、柴油、设备供应等因素的限制,使大型露天煤矿开采工艺的选择甚为不易。国内外开采实践表明,露天开采效率和效益的提高首要在于露天开采工艺的完善;当被开发矿床的赋存条件处于不同开采工艺的应用临界点时,露天开采工艺的合理选择愈显重要。

一、矿床开采条件分类

影响露天开采工艺选择的因素基本上可概括为两大类,即矿床赋存(开发)条件及社会经济条件。其中,尤以开采条件对开采工艺的选择影响最甚。

1. 矿床开采条件

对开采工艺选择有重大影响的矿床开采条件主要为以下方面的因素。

1) 剥离物赋存特征。

(1) 剥离物挖掘特征。包括剥离物挖掘阻力(硬度)、粘结性、可运输性等。其中以剥离物挖掘阻力(硬度)对开采工艺选择影响最大。

开采矿岩的硬度是连续与间断工艺应用的分界指标以及选择挖掘设备工作机构的依据。

(2) 矿田内剥离物类型。指矿田内剥离物组成是否同一。剥离物类型单一时可采用同型采装设备;剥离物类型多样时,可考虑采用不同型采装设备,以改善开采效益。

(3) 剥采比及覆盖层厚度。前者通过采掘规模影响开采工艺选择,后者则影响到矿建工程量及基建时间。

(4) 矿床含水特征。

2) 煤层赋存特征。主要因素有煤层厚度,煤层组成特征(单一或复合煤层、夹矸特征),煤层倾角及其变化特征,煤层倾角对剥采比、新水平降深速度、分层开采及能否实现剥离物内排有重大影响。一般认为,当煤层倾角小于 8° 时,允许在同一采区内实现剥离物内排土。

3) 矿田特征。主要包括矿田的开采范围及深度, 矿田及其周围地区地形特征, 矿田的外排土场位置, 地理位置、交通、环境、气候等条件。

2. 社会经济条件

现阶段一些因素对矿业开发有较大制约, 表现于以下诸方面。

(1) 资金。矿业开发是一项建设周期长、投资巨大的建设项目。而当前煤炭开发效益较差, 自我发展能力弱。矿业开发常受资金条件制约。

(2) 设备、备配件及动力供应条件。由于受资源及设备制造水平的限制, 现阶段我国在柴油、千万吨级露天设备自给率、备配件供应条件等方面均有所制约, 影响开采工艺的选择。

(3) 产量规模。我国可供露天开采的储量集中于为数不多的矿区, 从社会需求及矿区自身开发效益考虑, 宜于建设千万吨级以上的露天煤矿, 而这又与资金、设备供应条件等有矛盾, 增加了开采工艺选择的难度。

(4) 占地及对生态环境的影响。我国可供露天开发的储量基本位于地理位置偏僻、经济不发达的蒙西、陕北、雁北、新疆等地区, 故矿区开发占地及对生态环境的影响均较小。

3. 矿床开采条件分类

我国露天煤矿的开采条件多数属复杂型。为便于开采工艺的合理选择, 建立开采条件复杂程序的定量指标。对矿床开采条件按复杂程度进行分类, 根据专家经验及露天煤矿设计实例, 选取了3类10项因素, 对每项因素的不同条件赋以定量评价(见下表), 建立了露天矿开采条件难易程度的综合评价模型, 以 K 为难易程度的综合评价价值。

$$K = \sum_{i=1}^n K_i$$

式中 K_i —— i 项开采条件难易程度分项指标评价值, $i=1, \dots, n$;

n ——开采条件难易程度分项指标数量。

按开采条件难易程度综合指标 K , 可将露天矿开采条件划分为3级: I级~ $K \leq 14$; II级~ $14 < K \leq 20$; III级~ $K > 20$ 。由此可得出各主要露天煤矿区开采条件的综合估计值, 并列于下表。由表可看出, 除少数矿区外, 主要露天煤矿区开采条件综合难易程度值 K 一般在16~21间, 大都属较复杂的II型, 部分为复杂的III型。

矿床开采分类条件

矿山特征	项	自然条件	因素特性	评定等级
剥离物赋存特征	1	岩性	软	1
			中硬	2
			硬	2
			软硬相间	3
	2	剥离物同一性	单一	1
基本同一			2	
不同一			3	
3	覆盖层厚度	薄	1	
		中厚	2	
		厚	3	
4	合水性	不含	1	
		中等	2	
		含水量大	3	
5	剥采比/ $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$	小 (≤ 2)	1	
		中 ($3 \sim 4$)	2	
		大 (> 4)	3	
煤层赋存特征	6	煤层倾角	$< 8^\circ$	1
			$8^\circ \sim 25^\circ$	2
			$> 25^\circ$	3
	7	煤层数	单一煤层	1
			复合煤层	2
			煤矸互层	3
8	煤层厚度	薄煤层	3	
		中厚煤层	2	
		厚煤层	1	
矿田特征	9	地形	平坦	1
			一般	2
			复杂	3
	10	地理位置因素	良好	1
一般			2	
差			3	

主要露天煤矿区开采条件难易程度估计值

露天煤矿区	开采条件影响因素序号及 K_i 值										K
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
平朔	2	2	3	1	3	1	1	1	3	1	18
准格尔	2	2	3	1	3	1	2	1	3	2	20
神府	2	2	2	1	3	1	1	2	2	3	19
东胜	2	2	2	1	3	1	1	2	2	3	19
胜利	2	2	2	1	2	1	2	2	1	3	18
河保偏	2	2	3	1	3	1	2	2	2	3	21
伊敏	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	13
霍林河	2	2	1	1	2	2	2	2	1	3	18
元宝山	2	2	2	3	2	1	2	1	1	1	17
宝日希勒	1	2	1	2	2	1	2	1	1	3	16
昭通	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	15
小龙潭	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	14
铁厂沟	2	1	1	1	2	3	2	2	1	2	17

二、开采工艺选择

由于工艺系统的选择涉及因素繁多，优化工作复杂，当前多循着以下途径发展。

(1) 将复杂的工艺选择问题分解为不同层次的内容，再分别进行研究。

①不同开采工艺临界应用条件的研究。如矿岩硬度是连续与间断工艺的应用分界线，从而发展了各种岩石强度指标及其测定方法。

②不同开采工艺系统重要参数及其相互联系的研究。如列车牵引重量与限制坡度、车铲比、破碎站移设步距及其设备位置、连续输送系统可靠性设计等。

(2) 针对赋存条件较为简单的矿床建立计算机模型，以进行工艺选择及工艺参数的研究。

(3) 复杂矿床赋存条件下的开采工艺选择，现采用以下诸种方法：

①将矿床按岩性、所处部位等条件划分为不同的组合单元，分别研究各单元的合理开采工艺，再加以综合。例如，在近水平及缓斜矿床条件下，分别研究表土、岩、煤的开采工艺；在倾斜、急倾斜矿床条件下，分别研究剥离物，有用矿物的开采工艺，再行组合等。

②为使工艺选择方法更具通用性,借助专家系统技术应用于工艺系统选择工作,取得了一定进展。

(4)据中国露天煤矿区赋存条件及开采实践经验,《中国露天煤矿工程设计规范》对开采工艺的选择原则有以下规定:

- (1)近水平煤层,厚度及基底适宜时,可采用横向移运和倒堆内排开采工艺。
- (2)岩性较软、气候适宜时,可采用轮斗挖掘机连续开采工艺。
- (3)深露天煤矿,宜采用半连续工艺及综合开采工艺。
- (4)岩石坚硬时,采用间断开采工艺。
- (5)复杂情况下,可采用综合开采工艺。

三、黑岱沟露天煤矿开采工艺选择

黑岱沟露天煤矿位于准格尔煤田中部,东邻黄河,以煤层露头线为界。黑岱沟勘探区长约12km,宽约6km,面积61km²,区内绝大部分为黄土覆盖,地形西高东低,树枝状沟谷纵横交错。本区构造简单,倾角一般小于10°自上而下有5、6_上、6_中、6_下、9_上、9及10号煤层。6号煤层为主采煤层,平均厚26.93m,9号煤层平均可采厚度2.07m,全区局部可采。全区地质储量为20.8亿t。

1. 黄土层的开采工艺

露天开采境界的黄土量占煤层顶板以上剥离量的25.82%。根据本区黄土层赋存特点及黄土的物理力学性质,黄土层的开采工艺有两种方式。

(1)轮斗挖掘机一带式输送机开采工艺。黄土松软,无需爆破,且含水量少,适宜轮斗挖掘机采掘、带式输送机运输。黄土层底板基本平缓,按轮斗挖掘机允许工作坡度1:30要求,大部分可满足轮斗挖掘机采掘。可用轮斗挖掘机采掘的黄土年采掘量:生产前11年为18~22Mm³,自生产第12~20年为16~9Mm³。为力求黄土尽可能的使用轮斗挖掘机开采,又尽量减少投资和使轮斗挖掘机后期利用率得到较充分利用,确定轮斗挖掘机的黄土采掘量为18Mm³。被冲沟切割的地表及黄土层底板局部坡度过陡的部分,用轮斗挖掘机采掘有困难,采用单斗—汽车辅助采掘。该部分黄土量占32%。选用理论能力为3100m³/h(松方)型轮斗挖掘机4台,其台年能力为4.5Mm³。为简化工艺系统和减小带式输送机长度,黄土层划分为2个组合台阶,每一组合台阶布置2台轮斗挖掘机,配一套带式输送机。

(2)单斗铲—汽车开采工艺。黄土层采用水平分层,台阶高度15m,选用标准斗容为27.5m³单斗挖掘机采装,154t级汽车运输,工作帮和端帮移动坑线开拓,在内排以前黄土全部运往外排土场排弃,实现内排后,部分内排,部分外排或全部内排。

(3)黄土层开采工艺的选择,两种工艺主要经济指标计算结果见下表。

黄土层开采工艺比较

指 标 工艺方案	投资/万元	平均吨煤成本 /元·t ⁻¹	贷款偿还期/a	投资回收期/a
轮斗—胶带—卡车 (岩石)综合开采工艺	140700	21.07	10.64	13.70
单斗—卡车开采工艺	131423	21.85	10.78	13.85
差 值	+9277	-0.78	0.14	0.15
相对差值/%	+6.6	3.7		

从技术经济综合比较,轮斗挖掘机—带式输送机开采工艺的优点:①生产成本低。投产后20年的平均生产成本较单斗铲—汽车工艺低0.78元/t;②柴油消耗量小。可减少载重量154t级的卡车22台,从而每年减少柴油量约8000t。缺点:①投资大,比单斗—汽车工艺多9277万元。②设备利用率低。由于黄土层厚度变化大,分布不均,适宜轮斗挖掘机的年采掘量波动较大。尽管可以采取一些措施加以均衡,但在11年以后仍有一套设备的利用率不能充分发挥;③工艺间互相干扰。由于采掘场的上部下部均有单斗—汽车工艺进行开采,相互之间有干扰,从而使生产管理较复杂;④有部分重复采掘量。因冲沟多且深,为敷设带式输送机之需,须预先进行填方,年填方量最大时约为2Mm³;⑤部分汽车运距大。由于胶带机占用了一个端帮的两个运输平盘,致使部分汽车只能由一个端帮通往内排土场,增加了汽车运距。

单斗铲—汽车开采工艺的优点是机动灵活、适应性强,设备投资少。缺点是运输成本高,经济效益较轮斗—带式输送机工艺差;柴油和轮胎消耗量大;易损部件多,配件需要量大。

经过上述综合分析看出,黄土层采用轮斗—带式输送机开采工艺,虽然投资有所增加,但生产成本低,按20年的动态分析经济论证结果说明,经济效益略优于单斗—汽车开采工艺,黄土开采推荐采用轮斗—带式输送机工艺。

2. 煤层顶板以上岩石的开采工艺

本区6号煤层顶板以上覆盖的岩石主要为粘土岩、泥岩、砂岩和砂泥岩,大部分为泥质胶结,属坚硬岩石,普氏硬度系数 f 值一般为3.4~6,均需穿孔爆破。6号煤层顶板以上的岩石层厚度,在第一条区内平均56.93m,倾角一般3°~5°。根据岩层赋存条件及岩性,可能开采工艺是上部单斗—汽车开采、下部拉铲倒堆联合开采工艺和全部单斗—汽车开采工艺。

(1) 上部单斗铲—汽车、下部拉铲倒堆开采工艺。该工艺系统是在6号煤层顶板以上30m厚度的岩层采用拉铲倒堆,30m厚度以上岩层由单斗挖掘机采装、汽车运输,内部排土场排弃。该工艺存在问题是:工艺系统要求工作线长,导致基建工程量大;大型拉铲为专用设备,价格昂贵,将增加初期投资;由于拉铲在基建时期不能投

入使用,导致建设时期单斗挖掘机和汽车设备数量的高峰,或延长基建时间。拉铲开采工艺要求比较严格的采掘规格和开采程序,并且停顿时间长,将严格制约下部采煤;一个采场内同时采用拉铲倒堆和单斗铲—汽车联合开采工艺,相互干扰大。

(2) 单斗铲—汽车开采工艺。该工艺系统是自煤层顶板露煤,水平分层开采,台阶高度 15m。岩石经穿孔爆破后,采用斗容 25.2m^3 的单斗挖掘机采装, 154t 电动轮汽车运输,初期全部外排。因而具有设备投资少,建设速度快、机动灵活、生产可靠、内排运距短、生产环节少、管理简单等优点。

根据上述两种开采工艺比较,选用单斗铲—汽车开采工艺。

3. 煤层的开采工艺

经过技术经济比较,只开采 6 号煤层。可能的开采工艺有露天采矿机—汽车开采工艺和单斗铲—汽车开采工艺。

(1) 露天采矿机开采工艺。该开采工艺选用 KSM2000 型露天采矿机采煤,煤经尾部输送带转至汽车,该开采工艺的优点有:开采连续、工序单一;选采性能好,可把不同煤质的煤、夹矸分别采出,并可以与顶底板分离,开采的最小分层厚度可达 0.2m;生产能力高;投资少,生产成本低。

(2) 单斗铲—汽车生产工艺。采用煤层顶板露煤、倾斜分层开采。煤经穿孔爆破后由斗容 12m^3 的单斗挖掘机装载、108t 的自卸汽车运输,经坑内移动坑线运往地面破碎站。该开采工艺机动,灵活,可以较好地实现煤层倾斜分层、分采分运,适应于推进强度大的开采作业,生产可靠,管理简单。

(3) 煤层开采工艺的选择。露天采矿机开采工艺采煤在技术上和经济上具有优越性,但是该工艺系统设备自身结构性能尚不甚完备,且达到其设计性能的可靠性不高。从确保矿山生产工艺的可靠性出发,采用单斗铲—汽车开采工艺。

4. 开采工艺的选择评价

黑岱沟露天煤矿开采工艺的选择,依其赋存特点划分为黄土、煤层顶板以上岩石,煤 3 个部分,分别选择其合适的开采工艺,然后再行组合,可使复杂的开采工艺选择问题简化,是合理的。最终采用综合开采工艺较之单一式开采工艺可降低矿床的开采成本。