

# 绪 论

**学习目的与要求：**本章主要介绍我国煤炭工业分布情况、发展历史、发展现状、发展趋势及存在问题以及煤矿开采的基本概念、研究学习方法。要求学生了解我国煤炭工业的发展在国民经济中的位置及采矿学的基本内容。

**本章重点与难点：**了解煤炭发展历程、现状、趋势以及采矿学基本内容

**授课内容：**

## 一、我国煤炭工业分布情况

煤炭开采	地下开采	93~94%
	露天开采	6~7%

采矿学主要讲授煤炭地下开采的基本知识。

煤矿地下开采的基本特点：

- 受资源赋存条件的制约；
- 工作场所不断移动；
- 生产环节多，工序复杂；
- 系统复杂；
- 必须设置人工构筑物保护工作空间；
- 存在安全隐患多；
- 开采对象具有随机性和多变性；
- 开采条件逐渐变差；
- 破坏生态环境；
- 消耗的材料不构成产品实体。

煤矿中“三下一上”地下开采的概念：铁路、公路下；村庄建筑物下；河流、水库、湖泊下；承压水上；

煤炭占我国的一次能源的70%左右，水、核、石油占20%左右。

储量一万亿吨以上，如果没有新的替代能源产生的话，可采150年以上。神府14亿，准格尔更大，是世界上煤炭资源丰富的国家之一，发展煤炭工业具备资源条件。

由于地广、煤多，分布不均衡（东南缺、西北丰、西南求略大于供、东北适度），决定了采煤方法五花八门，种类繁多。美国是柱式体系，利用煤炭的历史七千多年，解放初到80年代，是发展最迅速的时期，增长33倍，30年的时间，年递增12%。

## 二、我国煤碳工业的发展现状

目前年产量已达19个亿，居世界首位。

综采面：平均年产约100万吨，最高1000万吨，多集中在山西和陕蒙交界的神府。

普采面：平均年产约40万吨，最高90万吨。

炮采面：平均年产约15万吨，最高50万吨

出现了5.5m厚煤层一次采全高采煤法 6m以上厚煤层综采放顶煤采煤法。

## 三、我国煤碳工业的发展存在问题及发展趋势

存在问题：资源、环境、就业、发展均衡、安全等；

发展趋势：安全高产高效、自动化、集约化、信息化、技术和管理科学化

地位：石油逐渐短缺。煤炭是长久能源。正在发展煤的气化和液化。近几年煤炭行业发展速度加快，产量继续增加，前途光明。

## 四、采矿学的概念、内容、特点

采矿学 — 研究矿山开采技术及其内部规律性的综合性技术科学。

研究：采、掘、机、运、通、排。

战胜井上下的各种不利条件：暗、脏、湿、累、险。

采矿学的基本的基本内容：理论结合实际地阐述适应不同煤层赋存条件的各种采煤方法、准备方式、井田的开拓方式及设计等有关问题。阐述回采工作面——采面布置及系统——井田开拓之间的关系。

煤矿开采的主要内容：

采煤方法	Coal minning method
准备方式	prepare
矿井开拓	development
矿井设计	mine design

其包括很多分支学科，主干学科：矿山压力及其围岩控制；采矿系统工程等。

采矿学课程的特点：专业性强；实践性强，时空关系复杂；名词概念多；综合性强 —— 运用各种科学技术综合解决问题。

## 五、思考题及参考资料

### 思考题

- 1、煤矿地下开采的特点？
- 2、“三下一上”指什么？
- 3、采矿学的概念、内容？
- 4、我国煤碳工业的发展存在问题及发展趋势。
- 5、简要说明《采矿学》各分支学科研究的主要内容及方向。

采矿学主要参考书：徐永圻 煤矿开采学，中国矿业大学出版社

张先尘 中国采煤学，煤炭工业出版社

张宝明 中国煤矿高产高效技术，中国矿业大学出版社

徐永圻 中国采煤方法图集，中国矿业大学出版社

陈炎光 中国采煤方法，中国矿业大学出版社

陈炎光 中国煤矿开拓系统，中国矿业大学出版社

陈炎光 中国煤矿开拓系统图集，中国矿业大学出版社

汪理全 煤层(群)上行开采技术，煤炭工业出版社

屠世浩 长壁综采系统分析的理论与实践，中国矿业大学出版社

## 六、教学方法：

课堂讲授、录像、模型、实习、讨论。

七、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

掌握采矿工程师的基本理论和技能的方法： 记笔记； 阅读参考书； 勤于实践、勤于思考。

# 第一章 煤矿开采的基本概念

**学习目的与要求：**本章介绍煤矿开采的基本知识，要求学生了解煤田开发、井田内划分、矿山井巷、矿井生产的基本概念、采煤方法的概念、分类及两大体系采煤方法的基本特征。

**本章重点与难点：**重点是矿山井巷名称及井田内划分、采煤方法的分类，难点是矿井生产的基本概念、两大体系采煤方法的基本特征。

**授课内容：**

## 第一节 煤田开发的概念

煤田、矿区、井田的概念

矿井设计生产能力、核定生产能力，矿井年产量，井型的概念

露天开采、地下开采的概念

## 第二节 井田内划分及开采顺序

井田划分为阶段、条带、盘区（见图 1-1、图 1-2、图 1-3）

井田划分为阶段

阶段内划分为采区（或分段、条带）（见图 1-4、图 1-5、图 1-6、图 1-7）

阶段与水平的区别和联系（图 1-4）

## 第三节 矿井井巷的概念

矿井井巷的概念

按倾角分类：

- 垂直井巷
- 倾斜井巷
- 水平井巷

按井巷作用和服务范围分：开拓巷道、准备巷道、回采巷道

## 第四节 矿井生产的基本概念

矿井开掘顺序（图 1-10 及动画演示）

矿井主要生产系统：运煤、通风、运料、排矸、排水、供电系统（动画演示）

开拓巷道、准备巷道、回采巷道的概念与范围

## 第五节 采煤方法分类

（一）采煤方法的概念

采场、采煤工作面（动画演示）、采煤工艺、采煤系统、采煤方法

（二）采煤方法的分类及应用

两大体系采煤方法的主要类型与基本特征：

### 1、壁式体系采煤法

主要类型：

（1）薄及中厚煤层单一长壁采煤法：走向长壁采煤法、倾斜长壁采煤法（图 2-2、2-3）

（2）厚煤层分层采煤法：倾斜分层下行垮落采煤法、倾斜分层上行充填采煤法、水平或斜切分层下行垮落采煤法（图 2-4）

(3) 厚煤层整层采煤法等：大采高一次采全厚采煤法、综采放顶煤采煤法（或普、炮采放顶煤采煤法）、伪倾斜柔性掩护支架采煤法

基本特征：

- (1)通常具有较长的采煤工作面长度
- (2)采煤工作面两端至少各有一条巷道用于通风与运输
- (3)随着采煤工作面推进有计划的处理采空区
- (4)采下的煤炭沿平行于采煤工作面的方向运出采场

□ 按倾角分：

根据开采技术条件煤层按倾角分类的采煤法：

	地下开采	露天开采
近水平煤层	$\alpha < 8^\circ$	$\alpha < 5^\circ$
缓倾斜煤层	$8^\circ \sim 25^\circ$	$5^\circ \sim 10^\circ$
倾斜煤层	$25^\circ \sim 45^\circ$	$10^\circ \sim 45^\circ$
急倾斜煤层	$\alpha > 45^\circ$	$\alpha > 45^\circ$

□ 按厚度分：

根据开采技术条件煤层按厚度分类的采煤法：

	地下开采 (m)	露天开采 (m)
薄煤层	$M < 1.3$	$M < 3.5$
中厚煤层	$1.3 \sim 3.5$	$3.5 \sim 10$
厚煤层（分层开采、整层开采）	$M > 3.5$	$M > 10$

□ 按采煤工艺分：

- 爆破采煤法（简称-炮采）
- 普通机械化采煤法（简称-普采）
- 综合机械化采煤法（简称-综采）

□ 按采空区处理方法分：

- 垮落采煤法
- 煤柱支撑法
- 充填采煤法

□ 按推进方向分：

- 走向长壁采煤法

## 2、柱式体系采煤法

主要类型：

房式采煤法、房柱式采煤法（图 2-5）

## 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

- 如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
- 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### **五、作业布置及参考资料**

**六、教学后记**（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第二章 单一走向长壁采煤法采煤工艺

**学习目的与要求：**采煤工艺是采煤方法的两个组成部分之一。通过学习，学生要深刻理解炮采、普采、综采采煤工艺的定义，各种采煤工艺的主要工序过程、具体要求与适用条件，掌握采煤工作面工艺设计与作业规程的编制方法。能够根据具体条件熟练运用本章内容选择正确的采煤工艺，编制采煤工作面工艺设计与作业规程。

**本章重点、难点：**采煤工艺的主要工序过程、作业规程的编制方法

**授课内容：**

### 第一节 爆破采煤回采工艺

#### 一、爆破落煤

1、工序：打眼，装药，添炮泥，联炮线，放炮。

要求：

采用不同的参数。

2、炮眼布置：

单排眼 $M < 1m$	对眼
双排眼 $M = 1 \sim 2.5m$	三花眼
三排眼 $M > 2.5m$	三角眼

3、炮眼的平距和炮眼角度 五花眼

4、炮眼深度：大于进度，进度 0.8；1.0；1.2。

5、装药量：150~600g/每孔

6、爆破方法：串连法。

#### 二、装煤与运煤

1、装煤： 爆破装煤：可装煤 30~40%；人工装煤：余下的多数由大铁锹人工装；机械化装煤：刮板输送机的铲煤板，刮板输送机封底，铲煤板调小角度加档煤板，炮采铲装。

2、运煤：SGW—40 或 SGW—44 型刮板运输机。

3、推移输送机：推移输送机千斤顶、液压式、机械式。

正常段 6m 一个，机头机尾各三个，弯曲段长度等于或大于 15m

#### 三、支护

##### 1、支护

顶梁：铰接顶梁、Π型钢梁、十字顶梁

支柱：金属支柱、单体液压支柱

支架布置形式：正悬臂齐梁直线柱、错梁三角柱

控顶距：最小控顶距、最大控顶距

加强支架：从柱 (a)、密集支柱 (b)、木垛 (c)、斜撑 (d)、切顶墩柱 (e)

#### 四、采空区处理

处理采空区方法：

垮落法

充填法

煤柱支撑法

最常用的是全部垮落法。图 2-2

回柱放顶撤除支架，让顶板垮落

放顶步距：

相邻两次放顶间隔的距离

放顶步距等于最大控顶距与最小控顶距之差。

回柱放顶方式：绞车、人工

回柱放顶顺序：由下而上、由采空区向煤壁方向

## 五、劳动组织

专业工种 钻眼爆破（放炮）、装药、机电维修

综合工种 装煤、支柱、回柱放顶

专业工种一般在全工作面长度内工作

综合工种一般在工作面的一段长度内工作

## 六、循环方式

采煤循环—采煤工作面完成落煤、装煤运煤、支护和处理采空区的周而复始的过程。

炮采工作面循环的标志—放顶

循环方式—循环进度与昼夜循环数的总称

## 七、作业方式

作业方式—采煤工作面一昼夜内采煤班和准备班的配合方式

准备班工作—回柱、检修刮板输送机、缩短运输平巷中的刮板输送机、超前工作面加强支护

两采一准

三八制

三采三准（三班采煤，边采边准备）

三八制

三采一准

四六制

两班半采煤，半班准备

三八制

四班交叉

## 八、循环作业图表

循环作业图表：采煤工区技术员要编制采煤工作面作业规程

规程中要有：

正规循环作业图

劳动组织表

技术经济指标表

正规循环—在规定的时间内保质保量地完成了循环作业图中规定任务的循环。

## 九、炮采工作面的基本点

### □ 爆破

煤壁平直

不留底煤

不破坏顶板

不崩倒支柱

不把煤崩到采空区

### □ 装煤

装煤劳动量大，尽可能爆破装煤。

### □ 安全

先支护，后装煤

先敲帮问顶，清除危石

处理拒爆炮（瞎炮）

在距拒爆炮 0.3m 以外另打平行新炮眼，重装药。

### □ 回柱

由下向上  
由采空区侧向煤壁侧（由里向外）  
近水平煤层回柱可以分段

## 十、炮采工艺的特点

炮采工作面机械化水平低  
人工劳动强度大（装煤、支柱）  
产量和效率低  
但对地质条件适应性强

## 第二节 普通机械化回采工艺

普采工艺方式—用机械化方法破煤、装煤、输送机运煤和单体支柱支护顶板的采煤工艺

机械化方法破煤，有滚筒采煤机、刨煤机。我国主要采用滚筒采煤机破煤

### 一、工作面布置及设备

### 二、控顶排数（三、四排）

### 三、人工开切口

人工爆破开切口（机窝），上切口 6~10m，下切口 2~3m，切口宽 2~3m，下缺口有可能不开：

刮板输送机机头伸入巷道中。双滚筒采煤机能自开缺口

### 四、采煤机工作方式

单滚筒采煤机工作方式

#### （一）滚筒位置与旋转方向

左工作面、右螺旋滚筒、顺时针旋转：稳定、震动小、利装煤、安全、产尘小

#### （二）采煤机的割煤方式

##### 1、单向割煤方式

单滚筒采煤机，滚筒直径小于采高。

割顶煤、挂顶梁、割底煤，清理浮煤、推移输送机（滞后采煤机 10~15m）。

采煤机往返一次进一刀。煤壁推进了一个截深。

问题：顶板

##### 2、双向割煤方式

煤层较薄，单滚筒采煤机，滚筒直径接近煤层层厚

- 上行：割煤，挂梁，推移输送机，支柱
- 下行：割煤，挂梁，推移输送机，支柱
- 上行、下行往返一次进两刀

煤层较厚，双滚筒采煤机

- 上行：割煤，挂梁，推移输送机，支柱
- 下行：割煤，挂梁，推移输送机，支柱
- 上行、下行往返一次进一刀

#### （三）进刀方式

- 1、直接推入式：用的少，容易损坏采煤机与刮板输送机
- 2、中部斜切进刀（即∞字形割煤）
- 3、端部斜切进刀：割三角煤、留三角煤

### 五、支护方式

- 1、单体支架布置方式：齐梁直线柱（正悬臂支架）
  - 梁长等于截深：

割一刀全部挂梁、支柱，简单，容易管理，截深为 0.8m 或 1m。多用正悬臂

- 梁长等于 2 倍截深：

全正悬臂。割两刀挂梁一次、第一刀支临时支柱，不挂梁；第二刀变永久支柱，空顶距大，工作量不均，少用

- 梁长等于 2 倍截深：

正倒悬臂相间。割一刀相间挂梁一次、顶梁交错；第一刀支临时支柱，第二刀变永久支柱。支护及时，工作量均匀，柱成直线，多用，不利切顶。

## 2、普采工艺支护基本点

- 加强机道支护，防止机道冒顶；
- 预掏梁窝，临时支护；
- 提高初撑力和支护刚度；
- 破碎顶板或网下用成对 II 型钢梁，迈步前移
- 加强放顶线支护的稳定性

斜撑、木垛、双排柱、丛柱

## 3、端头支护

端头一平巷与工作面的交会处，控顶面积大，设备大且多，人员集中，进出口

①双钩双楔梁，抬棚

②四对八梁

③四对八梁，十字绞接顶梁

要保证支护质量，初撑力

## 六、普采循环作业图

两采一准一昼夜一循环,单向割煤三五排控顶，图 2-5（a）

## 七、普采面工艺参数分析

支护强度、支护密度、排距、柱距

### 第三节 综合机械化回采工艺

综合机械化采煤工艺方式:采煤工作面破煤、装煤、运煤、支护和处理采空区全部实现机械化的采煤工艺。

工作面设备：采煤机、自移式液压支架，刮板输送机

平巷设备：转载机，破碎机，可伸缩胶带机

液压系统：乳化液泵站，乳化液混溶箱，进回液主管路

控制系统：控制台，声光信号，扩音电话及线路

供水系统：冷却水，喷雾泵，水箱，管路

供电系统：高压供电线路，开关，移动变电站，配电开关，线路

其它：照明，绞车、水泵

### 一、双滚筒采煤机工作方式

#### （一）、双滚筒采煤机的滚筒位置

一般前端的滚筒割顶煤，后端的滚筒割底煤操作安全，煤尘少。当中部含夹矸时，前端的滚筒割底煤，后端的滚筒割顶煤，夹矸容易垮落

#### （二）滚筒旋转方向

右滚筒、右螺旋、顺时针旋转：稳定、震动小、利装煤、安全、产尘小

左滚筒、左螺旋、逆时针旋转

前滚筒、割顶煤；后滚筒、割底煤。特殊情况，可相反。

#### （三）采煤机割煤方式

1、往返一次割二刀：双向割煤、端部斜切进刀，条件顶板稳定

双向割煤，往返一次进二刀

上行：割煤 移架（滞后采煤机 2~3 架支架） 推移输送机（滞后采煤机 10~15m）

下行：割煤 移架（滞后采煤机 2~3 架支架） 推移输送机（滞后采煤机 10~15m）

2、往返一次割一刀：单向割煤、中部或端部斜切进刀，条件顶板不太稳定

单向割煤，往返一次进一刀

割煤

移架（滞后采煤机 2~3 架支架）

反向清理浮煤

推移输送机（滞后采煤机 10~15m）

适用条件：

- 煤层倾角大，不能自上而下移架  
由于输送机下滑，只能自下而上移
- 采高大，滚筒直径小，不能一次采全高
- 采煤机装煤效果差，需单独按排装煤行程

（四）进刀方式

1、直接推入式：不常用

2、中部斜切进刀：常用

3、端部斜切进刀：割三角煤、留三角煤

4、滚筒转入法进刀：不常用

斜切进刀比较

不留三角煤端部斜切进刀

采煤机端头停机转向两次，双向割煤，多用

留三角煤端部斜切进刀

采煤机端头停机转向一次，单向割煤

移机头、机尾与清浮煤平行作业

适用于工作面短，煤层倾角大，装煤效率低

中部斜切进刀

有利于工作面端头管理、上下平巷维护，单向割煤

适用于工作面短，煤层倾角大，装煤效率低，端头维护困难

**二、液压支架移架方式：**

1) 单架顺序移架：支架沿采煤机牵引方向依次顺序逐架前移，移动步距等于截深，支架移成一条直线。操作简单，易保证移架质量，能适应不稳定顶板，移架速度慢，用的较多。

2) 分组间隔移架：将相邻的 2~3 支架分为一组，组内的支架间隔交错前移，相邻组间沿采煤机牵引方向顺序前移，组间的一部分支架可以平行前移。移架快，移架质量不易保证，要求顶板较稳定。

3) 成组顺序移架：支架分组，每组 2~3 架。组内联动，整体移架，组间顺序前移。

移架快，质量不易保证，要求顶底板条件好。

移架速度的影响因素：

移架速度，m/min

国外先进的单架移架速度 4~5 秒

泵站流量

阀组和管路的乳化液通过能力

操作水平

移架方式

顶板的稳定性（移架——卸载）

### 三、工序配合方式：

割煤、移架、推移输送机的配合方式

割煤后，按推移输送机与移架的先后关系，分：

- 及时支护
- 滞后支护

1、及时支护：先移架，后推移输送机

工作空间大，行人，通风，运料

及时支护顶板，但控顶宽度大

2、滞后支护：先推移输送机，后移架

工作空间小，行人，通风，运料

滞后支护顶板，但控顶宽度小

要求顶板稳定

两者由设备结构及尺寸决定，使用时不能改动

### 四、综采工作面端头支架

1、单体支柱加长钢梁组成的迈步抬棚

适应性强，支设麻烦，费工费时。

2、自移式端头支架

移架速度快，对平巷适应性差。

3、用工作面液压支架支护端头

综采面平巷与端头

综采面平巷布置应有利于：

运输设备运转

采煤机自开缺口

人员进出

材料运进

### 五、综采工作面循环图

综采循环以移架为标志

可采用：

四六制，三采一准

三八制，两采一准

两班半采煤，半班准备

示例：四六制，三班采煤，一班准备，双向割煤，日进6刀。

## 第四节 综采工作面的设备配套

设备几何尺寸配套

设备生产能力配套

### 一、综采工作面设备的几何尺寸配套

尺寸配套关系：采煤机最大采高、支架最小支撑高度、下切量、底托架高度、摇臂升角

支架的最小支撑高度  $H_{\min}$  与滚筒直径  $D$  的关系

(1) 液压支架最小高度要大于采煤机机身高度

煤层在最小厚度时，采煤机和液压支架均能工作

- 采煤机的采高与煤厚
- 采煤机与液压支架高度

- 采高与液压支架高度
- 支架的最小支撑高度与滚筒直径
- 采煤机的截深与液压支架步距相等；
- 底托架过煤高度不小于 500mm。大块的问题。
- 液压支架的架间距与中部溜槽的长度相等。一般为 1.5m，保证每节溜槽有推移千斤顶
- 采煤机的卧底量 X 应小于 0，不少于 150~300mm。
- 采煤机的两滚筒直径之和要大于最大采高。

## 二、综采设备的生产能力配套

原则：设备选择与生产能力配套：采煤机、输送机、支架、运输系统能力、供风量校核。从工作面往外生产能力要加大

## 第五节 其他条件下机采的工艺特点

### （一）、薄煤层机采的特点

### （二）、大采高综采的工艺特点

3.5m~5.0m，分层和放顶都不太适合，支架容易歪斜，扭转，倒架，容易出现大面积片帮。

保护支架措施：加强司机培训；煤壁要直，输送机要防滑；适度带压移架；过构造有措施

防片帮措施：调整工作面推进方向，推进方向和节理方向一致或交小角有利；用木锚杆加固煤壁；树脂固结

### （三）、大倾角机采的工艺特点：

防止输送机下滑和液压支架防滑措施

1、输送机防滑：防止没煤矸进入底槽；工作面适当伪斜；自上而下，单向移溜，下行割煤，上行装煤移溜；单体柱固定机头；锚固装置不能同时挪开。

2、液压支架防倒：自下向上移架，防采空区矸石下冲支架尾部；间隔移架，并使支架保持适当迎山角；确保工作面下端头排头支架的稳定。

3、采煤机防滑： $>16^\circ$  时，设液压安全绞车；采用无链牵引采煤机，本身防滑；轻型采煤机设简单防滑杆；倾角较小时采煤机应具备下滑闭锁功能，以防溜子刮动采煤机。

### （四）、综采面调斜及旋转工艺

1、确定方案：选择煤层稳定，不受采动影响，构造少，无老巷的快段，一般应以机头端为中心，旋转机尾端。

2、顶板管理：采用虚旋转中心法，实质是靠近端头的支架走一个小弧线。

3、调斜工艺：从长刀逐渐变为短刀，最后调直运输，调正支架，进入下一个转角工程，小角度的旋转叫调斜，转角  $45^\circ$ — $90^\circ$  叫旋转。

适用条件：局部地质变化，回收边角煤。

主要目的：减少搬家次数。

## 四、教学过程及方法

- 1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
- 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
- 4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

## 五、思考题及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

### 第三章 采煤工艺技术管理、设计及发展

**学习目的与要求：**学习采煤工艺主要技术参数的确定，综采工作面设备几何尺寸配套及生产能力配套的基本原则、内容及要求。了解特殊条件下的采煤技术措施，通过学习，要求掌握采煤工艺主要技术参数的确定，和回采工作面工艺设计。

**本章重点难点：**重点是采煤工艺主要技术参数的确定，和回采工作面工艺设计。

**授课内容：**

#### 第一节 采煤工艺主要技术参数的确定

##### 一、工作面长度

影响工作面长度的因素

- 地质因素
- 技术因素（设备条件/阶段斜长/工作面效率/安全）
- 经济因素

##### 二、采煤机开机率

提高开机率两种途径：工作面内部、工作面外部

- 提高设备的可靠性
  - 减少生产准备时间
  - 提高检修质量
- 提高系统的可靠性

##### 三、循环率（要求 $\eta \geq 80\%$ ）

##### 四、工作面生产能力的确定

工作面	年进度 (m/a)	产量 (万 t/a)
炮采	500	15
普采	>700	20~30
综采	>1000	80~90

##### 1、炮采工作面生产能力

日生产能力： $Q = NLMB\gamma C$

##### 2、机采工作面生产能力

日生产能力： $Q_r = NLMB\gamma C$

工作面昼夜割煤刀数：

$$N = 60K(24 - t_2 - t_3) / T_C$$

单滚筒采煤机双向割煤，双滚筒采煤机单向割煤，往返一次割一刀煤时间：

$$T_C = (L-1)(1/v_c + 1/v_k) + t_3$$

往返一次进两刀，割一刀煤时间：

$$T_C = (L-1)(1/v_c) + t_3$$

##### 五、（长壁）工作面长度及连续推进长度

不受地质条件限制时，综采工作面合理的工作长度主要考虑：

- 1、工作面主要装备在不大修的前提下保证正常生产所能承受的过煤能力；
- 2、与工作面连续推进长度所匹配的准备方式、回采巷道掘进通风能力、运输巷道中的运煤能力，工作面供电方式等。

一般应该以综采设备大修周期为基础，国产装备一般一个工作面回采煤量控制在 60~125wt，大功率设备在 600wt 以上。

## 第二节 采煤工艺方式的选择

炮采、普采、综采的适用条件及选择

### 第三节 特殊条件下的采煤技术措施

#### 一、回采工作面过地质构造的技术措施

一般措施：炮采；把断层留在煤柱中；调斜；工作面甩掉一部分；搬家

##### (一)、工作面调斜与旋转

调斜 适应煤层等高线变化

开切眼

停采线

$\alpha \leq 45^\circ$ 时叫调斜或调采

$\alpha > 45^\circ$ 时叫旋转或转采

条件：地质条件良好，煤层赋存稳定，顶板中等稳定以上，不受相邻工作面采动影响，煤层倾角  $12^\circ$  以下，采高不宜过大。

工作面调斜方法：

1、实中心调斜

2、虚中心调斜

(二) 回采工作面过断层，不搬家，因为搬家费太高，又得停产。

条件：断层落差  $\leq$  煤层厚度

综采面：断层落差  $<$  煤厚与最小采高之差，则不挑顶，不卧底；否则，挑顶卧底；采煤机割或放炮

1、断层落差大于或等于采高

普采工作面避开

炮采工作面避开

开中巷

重开切眼搬家

2、断层落差小于  $1/2 \sim 1/3$  采高

硬过

推进方向上的坡度要小于  $8^\circ \sim 12^\circ$

1、断层处的岩石处理

2、过断层时底板坡度控制

3、过断层时破碎顶板控制

(三) 综采面过其它地质构造

1、过陷落柱（直径  $< 30\text{m}$ ） $> 30\text{m}$  时，搬家。

措施：1) 控制爆破，采煤机清矸，清矸石后马上转移架，小步距循环。

2) 以最小采高通过。

3) 陷落柱范围内支架相对滞后。

2、过褶曲带

当褶曲较大时，工作面推进方向应垂直于背向斜轴。

(四) 综采面过旧巷道

#### 二、综采面的拆迁与安装

##### (一)、综采工作面设备的搬运与安装

1、沿运输平巷运入的设备及其顺序

工作面刮板输送机机头部

转载机

破碎机  
乳化液泵站  
水泵  
电气设备  
管路

## 2、沿工作面回风平巷运入的设备

液压支架  
刮板输送机中部槽及铲煤板、档煤板  
刮板输送机机尾  
采煤机及管路

## 3、设备安装顺序

一般顺序：

液压支架  
输送机溜槽  
采煤机  
输送机机头机尾

有时：先安装刮板输送机的中部槽作运送轨道

## 4、安装需要的设备

绞车沿煤层底板直接拖入工作面到位后，两台或三台小绞车调度  
底板软时，铺轨道，轨道上铺滑板

## 5、支架安装顺序

### 1) 前进式安装

#### (2) 后退式安装

开切眼一次掘好，支架由里向外安装

要求顶板条件好，效率高。

## (二)、综采工作面的拆除

### 1、综采工作面设备拆除顺序

可伸缩胶带输送机  
桥式转载机  
双滚筒采煤机  
工作面刮板输送机  
液压支架

### 2、拆除液压支架的通道法

### 3、拆架前顶板管理

(1) 金属网加木板梁（徐州庞庄矿）1500×100×200mm，间距0.6m。

(2) 金属网加钢丝绳 兖州局

(3) 金属网加钢丝绳加锚杆（徐州庞庄矿）

### 4、液压支架拆除

从运输巷拆到回风巷，上端头处刷大，挑高

架设吊架

挖装卸地槽

一般采用后退式拆除，有利于维护顶板

从回风平巷拆至运输平巷

当平巷中铺有轨道

开辅助巷道拆除法

### (一)拆迁

- 1、顶板控制：金属网加木板梁；金属网加钢丝绳；金属网加锚杆-----推荐
- 2、拆除方法：端头平巷，挑高，装平板车外运；工作面支架托地板，或者上机槽滑板；拆除方向灵活掌握

### (二)安装

#### 1、开切眼断面扩大及支护

扩大：一次扩完、边装边扩

支护：网加棚子、网加锚杆

#### 2、组装：地面、上出口

#### 3、设备进工作面的方法：拖底板；轨道滑板；机槽滑板；单轨吊

※现场最常用的是平板车进工作面方式

#### 4、安装顺序：前进式——安装顺序与运送方向一致；后退式

## 第四节 回采工作面工艺设计

采煤工艺设计即合理选择工作面参数、设备、工艺参数，编制采煤工作面作业规程

### 一、工作面参数确定

- 1、机采面开机率
- 2、机采面生产能力
- 3、工作面合理长度确定

### 二、作业规程编制的内容与步骤

- 1、工作面概况
- 2、地质条件
- 3、采煤方法
- 4、循环作业图、劳动组织表、技术经济指标表
- 5、安全技术措施

### 三、循环作业图表的编制

- 1、循环、循环作业、正规循环作业、正规循环率
- 2、循环方式：单、多循环
- 3、作业方式：一昼夜内采煤班和准备班的配合方式

两采一准、边采边准、三采一准、两班半采煤半班准备、四班交叉作业

#### 4、工序安排

顺序作业（流水作业）、平行作业、顺序作业与平行作业

#### 5、劳动组织

分段作业、追机作业、分段接力追机作业

#### 6、循环作业图（以图 3-59 为例，动画演示）

- a.以工作面长度为纵坐标、时间（24 小时）为横坐标
- b.在图上用不同符号表示各工序在工作面的位置和起止时间
- c.超前工序在左、滞后工序在右
- d.在图下用不同符号注释说明各工序含义

该图反映循环方式、作业方式、工序安排、劳动组织等内容

#### 7、技术经济指标表

- a.工作面参数、工效、采出率、循环数、循环率
- b.煤厚、倾角、可采储量
- c.主要设备及其参数
- d.材料消耗：坑木、火药、金属网等
- e.采煤方法、顶板管理等

#### 四、教学过程及方法

- 1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
- 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
- 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
- 5、每一个知识点的学时分配。

#### 五、思考题及参考资料

- 六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第四章 单一走向长壁采煤法

**学习目的与要求：**单一走向长壁采煤法是最简单的、我国应用最广的采煤方法，和后面的有关采煤方法有一定的联系。通过学习，要求掌握单一走向长壁采煤法的采煤系统，能够根据具体条件熟练选择应用该采煤方法。

**本章重点难点：**重点是采准顺序、生产系统；难点是区段平巷布置，采场通风方式  
**授课内容：**

单一长壁采煤法

煤层倾角条件： 近水平、缓斜、倾斜煤层

煤层厚度条件： 薄、中厚及厚煤层（3~6m）

开采方法： 整层开采（一次采全高开采）

工作面推进方向： 走向 — 走向长壁，

倾向 — 倾斜长壁

### 第一节 示例

一、适用条件

二、布置顺序（图 4-1）

三、生产系统

运煤、运料、排矸、通风、供电、压气、供水系统（图 4-1）

四、各类巷道

回采巷道、准备巷道的定义与范围定义与范围

### 第二节 采煤系统分析

一、区段参数

区段斜长、区段走向长度（图 4-1）

二、区段平巷坡度与方向

运输平巷、回风平巷坡度与方向（图 4-2、4-3）

三、区段平巷布置

区段平巷单巷布置、双巷、多巷布置（图 4-5~4-7）

四、对拉工作面

对拉工作面实质、通风方式、上、下工作面错距（图 4-15）

五、回采顺序

后退式、前进式、往复式、旋转式（图 4-16）

六、区段无煤柱护巷

沿空留巷、沿空掘巷（图 4-10、4-9、4-14）

七、采场通风方式

U 型、Z 型、Y 型、H 型、W 型通风方式（图 4-17）

八、构造影响下区段平巷布置

断层影响下区段平巷布置（图 4-18）

陷落柱影响下区段平巷布置（图 4-19）

### 第三节 单一走向采煤法的应用

适用条件：顶板易于冒落的缓倾斜、倾斜的薄、中厚及厚煤层（5.5m 以下）。

**四、教学过程及方法**

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目

标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### **五、思考题及参考资料**

**六、教学后记**（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第五章 倾斜长壁采煤法

**学习目的与要求：**倾斜长壁采煤法是我国重要的采煤方法，通过学习，要求学生掌握倾斜长壁采煤法的概念、巷道布置特点、采煤工艺特点，能够根据具体条件熟练选择应用该采煤方法。

**本章重点难点：**重点是倾斜长壁采煤法采煤系统和巷道布置特点；难点是条带斜巷布置及联系方式、矿压显现及支护特点

**授课内容：**

### 第一节 示例

#### 一、单一倾斜长壁采煤法采煤系统

巷道掘进布置顺序（图 5-1）

生产系统：运煤、通风、排水、排矸、运料系统（图 5-1）

#### 二、倾斜分层倾斜长壁下行垮落采煤法采煤系统

巷道掘进布置顺序（图 5-2）

生产系统：运煤、运料、通风系统（图 5-2）

#### 三、倾斜长壁采煤法的巷道布置特点

倾斜长壁采煤法回采巷道直接与运输回风大巷连接，回采巷道沿倾斜方向布置，工作面沿水平布置，沿倾斜方向推进。

### 第二节 采煤系统分析

#### 一、仰采与俯采（图 5-2）

仰斜——顶板稳定，顶板淋水较大，易自燃，需采空区灌浆。

俯斜——煤厚及倾角较大，易片帮，瓦斯大，易自燃，注氮。〈12°时无所谓，可上、下山。

#### 二、对拉工作面

对拉工作面巷道布置、适用条件

#### 三、回采顺序

后退式、前进式、往复式（图 5-3）

#### 四、分带斜巷布置及其联系方式

分带岩石集中斜巷布置（图 5-1）

分带岩石集中斜巷与分层斜巷联系方式：联络斜巷、溜煤立眼

#### 五、生产系统

系统简单，辅助运输比较困难，单轨吊车、卡轨车、齿轨车设备费高。小绞车倒短，但还是技术经济效果比较好的一种。

通风方式也有 U, Z, Y, W, H 等方式。

回风大巷可设在采区上部边界。最好还是靠近运输大巷。

### 第三节 采煤工艺特点

#### 一、矿压显现及支护特点（图 5-4、5-6）

架型 移架 顶板 架尾 窜矸等。

仰斜：工作面太长，煤壁片帮，运输机开不起来，移架困难，采用小步距多次移架方式，采用大拉力推移千斤顶。选掩护式或支撑掩护式。

俯斜：选架，顶架后壁加长，防止冲掩护架。带压移架，梁尾拱起。

#### 二、回采工艺特点（图 5-4、5-6）

仰斜：工作面没水。但下山采空区需设泵排水。机身有向采空区反倒的趋势，截深不足，煤入槽底，易短链。易震动，导向管易破碎。

俯斜：装煤困难，机组易掉道或断牵引链，导向装置磨损严重，以上问题的处理有一些土办法，效率并不好。挺困难，关键应从设备设计上解决问题。

#### 第四节 适用条件及评价

一、评价 在地质条件适宜的煤层中，有如下的优点：

- 1、布置简单，工程少，维护少，投产快。
- 2、运输简单，运费低。
- 3、工作面易等长，可布置对拉工作面。
- 4、风路短。
- 5、成本低，效果显著。

缺点：辅助运输困难，运煤设备无专门的设计，大巷装车点多。

二、适用条件：

1.  $<12^\circ$
- 2、采取有效措施时可用于  $12^\circ \sim 17^\circ$ ，但是否走向长壁，要比较。
- 3、倾斜和斜交断层较多时，可倾斜长壁或伪斜长壁。

#### 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

- 如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
  - 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
  - 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
  - 5、每一个知识点的学时分配。

#### 五、思考题及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）  
内容用小四号宋体。

## 第六章 厚煤层倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法

**学习目的与要求：**倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法是我国重要的采煤方法之一，通过学习，要求学生掌握该采煤法的概念、采煤工艺特点，能够根据具体条件熟练选择应用该采煤方法。

**本章重点：**重点是该采煤法的巷道布置与生产系统、回采工艺特点；难点是采煤系统分析

**授课内容：**

### 第一节 示例

#### 一、采区巷道布置

分层同采时巷道布置（图 6-5）

分层分采时巷道布置（图 6-1）

#### 二、巷道掘进布置顺序

#### 三、生产系统

运煤、运料、排矸、通风系统（图 6-5）（图 6-1）

#### 四、采掘接替

### 第二节 采煤系统分析

#### 一、区段分层平巷布置

倾斜式：内错式、外错式、水平式、垂直式（图 6-2）（图 6-3）（图 6-4）

#### 二、区段集中平巷布置

区段集中平巷布置方式：一煤一岩、机轨合一

区段岩石集中平巷位置：距煤层底板垂直距离  $h$ 、压力传递影响角  $\varphi$

区段分层平巷与集中平巷间的联系方式：石门、斜巷、溜煤眼

#### 三、无区段集中平巷布置

无区段集中平巷布置与有区段集中平巷布置的区别

#### 四、跨上山回采时的巷道布置

有区段岩石集中平巷跨上山回采后的巷道布置与生产系统

无区段岩石集中平巷跨上山回采后的巷道布置与生产系统（

#### 五、无煤柱护巷时的巷道布置等

沿空留巷、沿空掘巷

### 第三节 采煤工艺特点

#### 一、顶分层特点

##### （一）人工假顶

1、假顶材料：竹笆式，便宜，只能铺底网，寿命短；金属网，强度高，耐腐蚀，寿命长；塑料网，不粘手，工人不累，抗控强度高，抗剪差，延伸率大，成本高，容易出网兜

2、假顶形式：底网、顶网

顶网优点：

1) 不必把底煤全部清净即可挂网，及时支护，顶分层即可受益。

2) 窜矸少，回柱方便。

3) 本层浮煤在下分层可采出。

4) 支柱工艺简单。

采面铺顶网方式：长边平行于工作面

综采铺顶网方式：长边垂直于工作面

(二) 再生顶板：灌浆、人工假顶

二、假顶下回采特点：

(一) 支护及顶网管理

周期来压不明显，但破碎，

浅截深，支柱，正倒悬臂错深齐柱式，或长梁对棚。

综采，支架一般为掩护式或支撑掩护式，擦顶带压移架，滚筒距网 $>100\text{mm}$

(二) 放顶

切顶好，最后一排的处理：斜撑，抬棚，防止悠架

(三) 分层采高控制

间隔 30~50m 打钻向下，分层厚度 综采 $<3.2$ ，一般 3.0m

普采 $<2.4$ ，一般 2.0 m

三、适用条件

煤层顶板不十分坚硬易于跨落，直接顶具有一定厚度的缓斜及倾斜厚煤层（不能放顶煤的，不能一次采全高的）。

自燃问题比较严重，假顶工作量大，巷道复杂，维护较困难。

$<5.5\text{m}$  一次采全厚， $>5.5\text{m}$  放顶煤。

四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

五、思考题及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第七章 长壁放顶煤采煤法

**学习目的与要求：**放顶煤采煤法是我国重要的和热点采煤方法，通过学习，要求学生掌握放顶煤采煤法的实质，采煤工艺特点，能够根据具体条件选择应用该采煤方法。

**本章重点难点：**重点是该采煤法的类型、工艺特点；难点是放顶煤工艺参数选择确定  
**授课内容：**

### 第一节 基本特点及类型

#### 一、放顶煤采煤法的特点：

采底层，上部冒落放出，高位、中位、低位，过程，不充分碎裂体，较充分，冒落放出；

实质：矿压作用、支架支撑

#### 二、放顶煤采煤法的类型：（图 7-1、7-2）

一次采全厚放顶煤采煤法、预采顶分层放顶煤采煤法、预采中间分层放顶煤采煤法、倾斜分段放顶煤采煤法

### 第二节 放顶煤开采支护设备

综采放顶煤支架：单输送机高位放顶煤支架、双输送机中位放顶煤支架、双输送机低位放顶煤支架（（图 7-3）

### 第三节 矿压显现特点及顶煤破碎机理

放顶煤矿压显现特点及顶煤破碎机理（图 7-9、7-10）

顶煤破坏分区：完整区、破坏发展区、裂隙发育区、破碎放出区

### 第四节 放顶煤工艺特点

#### 一、顶煤放出规律

放出椭球体、松动椭球体，放出漏斗、移动漏斗（图 7-9）

放煤口间距与放煤效果

（图 7-10、

7-11）

#### 二、放顶煤工艺

放顶煤步距：一采一放、两采一放、三采一放（图 7-11，7-12、7-13）

放顶煤方式：单轮、顺序放煤，单轮、间隔放煤（图 7-14、7-15）

多轮、顺序放煤，多轮、间隔放煤

### 第五节 采煤系统分析

#### 一、回采巷道布置

一般三巷布置，偏 E 型通风方式

#### 二、放顶煤损失

初采损失、末采损失、端头损失、放顶煤工艺损失

### 第六节 适用条件及评价

该采煤法的优点：单产高、效率高、成本低、巷道掘进率低、维护费用少、搬家费用少、技经效果显著、对煤层厚度变化及地质构造适应性较强。

该采煤法的缺点：煤损多、煤尘大、瓦斯易积聚、易发火的问题。

适用条件：厚煤层、中硬、缓斜、地质构造较复杂、不易自然发火的煤层。

## 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### 五、思考题及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第八章 急倾斜煤层采煤法

**学习目的与要求：**要求学生了解急斜煤层采煤法的特点与主要类型，掌握伪斜柔性掩护支架采煤法，能够根据具体条件选择应用该采煤方法。

**本章重点：**急斜煤层采煤法的主要类型

**本章难点：**伪斜柔性掩护支架采煤法

**授课内容：**

### 第一节 采煤方法发展及围岩破坏特征

#### 一、急倾斜煤层一般特点

倾角  $\alpha$  增大引起

1、地质构造复杂，煤层赋存不稳定

多次地质变动，水平变成急斜；

在尺寸相同、煤层数目相同的井田内，煤的储量相对下降。

2、煤矸石下滑 — 简化煤的运输；带来不安全因素

3、采面行人、运料及操作等各工序均较困难

4、垂直于层面方向的分力减小，矿压显现缓和，同时引起：

- 工作面支架不稳定；
- 底板岩层稳定性下降；
- 顶板、底板均会滑动

5、机械化采煤困难

6、采用采矿工程立面图、层面图、剖面图

#### 二、急倾斜煤层开采的特点

1、矿井多采用立井多水平集中运输大巷和采区石门开拓方式

2、采区用一组上山眼的布置方式（图 8-1），或用伪斜折返上山（图 8-2）。

4、采煤方法多样

#### 三、急倾斜煤层采煤法的发展

### 第二节 俯伪斜走向长壁分段水平密集采煤法

#### 一、俯伪斜走向长壁分段水平密集采煤法

##### 1、特点：

采面呈伪斜直线布置，沿走向推进；水平分段密集切顶、档矸、隔离采空区与采面工作空间；采面分段爆破采煤，煤自溜。工作面线与水平面夹角，一般为  $30^\circ \sim 35^\circ$

##### 2、采煤工艺

破煤 采面分段爆破一般由下向上

装煤 由一般由上向下，装入搪瓷溜槽

正常支护 — 金属支柱加铰接顶梁，3~5 排

密集支柱 — 密集支柱（点柱）沿倾斜 4~5m，支柱间距 0.2~0.3m，每排密集支柱沿走向长约 4~6m，

随面前移前添后回

##### 3、评价及适用条件

###### 优点

减少了煤、矸的下滑速度，有利于防止冲倒支架和砸伤人员。

工作条件得到改善。

工作面有效利用率比台阶采煤法高，单产高。  
分段走向密集切顶、挡矸，可减少支柱的损耗量及维修工作量。  
较好的技术经济效果

适用条件:

倾角  $40^\circ$  以上，  
顶板中等稳定，采高不超过 2 m 的低瓦斯煤层  
或不宜使用伪倾斜柔性掩护支架采煤法的急斜薄及中厚煤层。  
可替代倒台阶采煤法。

### 第三节 伪倾斜柔性掩护支架采煤法

#### 一、伪斜柔性掩护支架采煤法

采面呈直线伪斜布置，沿走向推进，并用柔性掩护支架隔离采空区，工人在掩护支架下采煤。（图 8-8、）

#### 二、柔性掩护支架结构

#### 三、采煤工艺

掩护支架的安装

扩巷、挖沟、安装掩护支架

位置：回风平巷工作面上出口前方 15 m

扩巷：将回风巷扩宽到煤层顶底板

运料：柔性掩护支架的全部材料运至工作面回风平巷

挖地沟：在上出口前方的底板开挖地沟

地沟底部最小宽度不小于 0.8 m，并铺设搪瓷溜槽。

#### 四、评价及适用条件

### 第四节 水平分段放顶煤采煤法

水平分段放顶煤采煤法 — 在急斜煤层中，按一定高度分成若干个分段。在分段的底部布置采煤工作面，先采出底部工作面的煤，随即放出上部顶煤的方法。（图 8-19）

20 世纪 80 年代后期

窑街二矿

乌鲁木齐六道湾矿

水平分段高度 10~14 m，

迅速在我国推广。

综放

滑移顶梁液压支架放顶煤

水平分段放顶煤取代水平分层采煤法

水平分段综采放顶煤适用条件：

煤层厚度大于 20~25m，煤质中硬以下，结构简单的急斜厚煤层。

使用短机身采煤机。

### 第五节 仓储式采煤法

#### 一、仰斜推进的仓储采煤法

##### （一）巷道布置

仓储采煤法评价及适用条件：

优点：

巷道布置及生产系统简单。

工序少、效率高，支柱、回柱工作量少。

坑木耗量少。

劳动强度有所减轻。

缺点：

采出率低。

煤质不易保证，易混矸。

不易实现机械化。

使用条件严格。

仓储采煤法适用条件

- 1) 顶底板坚硬，底板不易脱落，能暴露较大面积和较长时间不垮落。
- 2)  $\alpha > 45^\circ$ 。
- 3) 煤厚  $M=1 \sim 4.5\text{m}$ ，煤不易自燃， $\text{CH}_4$  小。
- 4) 无淋水。
- 5) 地质构造简单。

#### 四、教学过程及方法

- 如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
- 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
- 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
- 5、每一个知识点的学时分配。

#### 五、思考题及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第九章 柱式体系采煤法

**学习目的与要求:** 通过多媒体及教学录像片,使学生了解柱式体系采煤法的采煤工艺,柱式体系采煤法的特点,该采煤法的优缺点及应用。本章为了解性内容。

**本章重点及难点:** 柱式体系的房式、房柱式采煤法的特点

**授课内容:**

在煤层内开掘一系列称为煤房的巷道,煤房左右均联络巷相连,这样就形成一定尺小的煤柱。煤柱可留下不采,用以支撑顶板,或在煤房采完后再将煤柱按要求尽可能采出。前者称为房式采煤法,后者称为房柱式采煤法。

### 第一节 房式采煤法

房式采煤法的特点是只采煤房不回收煤柱,用房间煤柱支撑上覆岩层。煤房宽度取决于采高、采深、顶底板稳定性及设备。采用连续采煤机开采时的煤房宽度多为5~7m,钻眼爆破开采时的煤房宽度多小于4m。

某矿采用房式采煤方法例子

一、盘区巷道布置及主要技术参数

二、采煤工艺

按运煤方式的不同,连续采煤机采煤工艺可分为间断运输工艺系统和连续运输工艺系统。

1. 连续采煤机—梭车间断运输工艺系统

2、连续采煤机—输送机连续运输工艺系统

三、适用条件和注意的问题

房式采煤法一般要求瓦斯含量小,采深不超过300m,顶板坚硬或顶板等2稳定以上,或地面建筑设施需保护等条件下。采出率一般不超过40%左右。

### 第二节 房柱式采煤法

特点:煤房间留设不同形状的煤柱,采煤房时煤柱支撑顶板,采完煤房后有计划地回收所留的煤柱。

一、块状煤柱房柱式采煤法

通常把4~5个以上煤房组成一组同时掘进,煤房宽5~6m,房间煤柱宽15~25m,每隔一定距离用联络巷贯通,形成方块或矩形煤柱。煤房掘进到预定长度后,即可回收煤柱。

因煤柱尺寸和围岩条件不同,煤柱回收工艺主要三种。

回收煤柱(参看书167页图)

1、袋翼式——在煤柱中开掘一条巷道,亦用锚杆支护。这条巷道称之为煤柱中的通道(或袋),此种巷道与采空区之间留下的煤带称之为翼。

2、外进式——当煤柱宽度10~12m左右时,可直接在煤房内向两侧煤柱进刀。

3、劈柱式——煤柱尺寸较小时用此法。

1、切块式房柱式采煤法

二适用条件及评价

❖ 优缺点

❖ 柱式体系采煤法的优点:

❖ ①设备投资少;

❖ ②采掘可实现合一,建设期短,出煤快;

- ❖ ③设备运转灵活，搬迁快；
- ❖ ④巷道压力小，便于维护，支护简单，可用锚杆支护顶板；由于大部分为煤层巷道，故矸石量很少；矸石可在井下处理不外运，有利于环境保护；
- ❖ ⑤当地面要保护农田水利设施和建筑物时，采用房式采煤法有时可使总的吨煤成本降低；
- ❖ ⑥全员效率较高，特别是中小型矿井更为明显。

❖ 主要缺点：

- 1) 采区采出率低，一般为50—60%左右，回收煤柱时可提高到70—75%左右；
- 2) 通风条件差，进回风并列布置，通风构筑物多，漏风大，采房及回收煤柱时，出现多头串联通风。
- 3) 对地质条件要求较严格，不适用于倾角大、厚度大以及顶板稳定性差的煤层，也不适用于近距离煤层群开采。

三、适用条件：

- ①开采深度较浅，一般不宜超过300-500m；
- ②顶板较稳定的薄及中厚煤层；
- ③倾角在10°以下，最好为近水平煤层，煤层赋存稳定，起伏变化小，地质构造简单；
- ④底板较平整，不太软，且顶板无淋水；
- ⑤低瓦斯煤层，且不易自然发火。

#### 四、教学过程及方法

- 如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
  - 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
  - 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
  - 5、每一个知识点的学时分配。

#### 五、思考题及参考资料

#### 六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第十章 采煤方法的选择及发展

**学习目的与要求：**掌握选择采煤方法的原则及影响因素，了解采煤方法工艺技术的发展，采煤方法的发展方向。

**本章重点：**选择采煤方法的影响因素

**本章难点：**选择采煤方法

**授课内容：**

### 一、选择采煤方法的原则及影响因素

选择采煤方法的原则：

生产安全、经济合理、煤炭采出率高

选择采煤方法的影响因素：

地质、技术装备、管理水平

### 二、采煤工艺技术的发展

了解采煤工艺技术的发展

### 三、采煤方法的发展方向

了解采煤方法的 10 个发展方向

### 四、教学过程及方法

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

### 五、作业布置及参考资料

六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第二篇 准备方式及采区设计

# 第十一章 准备方式的类型及其选择

**学习目的与要求：**熟练掌握准备方式的涵义、类型及其选择应用。

**本章重点：**采区式准备

**本章难点：**石门盘区式准备

**授课内容：**

### 第一节 准备方式的概念及分类

#### 一、准备方式

准备巷道—为准备采区、盘区或带区而掘进的巷道。

准备巷道：

- 采区、盘区上下山
- 采区、盘区或带区车场
- 区段或分带集中巷
- 采区、盘区或带区绞车房、变电所、煤仓

准备方式—准备巷道的布置方式即准备方式。

#### 二、准备方式的分类（图 11-1、11-2、11-3）：

- 1)、按煤层赋存条件——采区式准备、盘区式准备、带区式准备, 概念。（图 11-3）
- 2)、按开采方式——上山采区式准备、下山采区式准备（图 11-1）
- 3)、按上山布置位置——单翼采区准备、双翼采区准备、跨多上山采区准备（图 11-2）  
双翼采区或盘区：采区或盘区的主要巷道（上山、下山或石门）布置于采区或盘区中部。  
单翼采区或盘区：采区或盘区的主要巷道（上山、下山或石门）布置于采区或盘区一翼。
- 4)、按煤层群开采时的联系——单层准备、联合准备（图 11-3）  
根据煤层数目、厚度和层间距不同：
  - 1) 共用集中上下山又共用区段平巷（区段集中平巷）；
  - 2) 只共用上下山，不共用区段平巷。

### 第二节 采区式准备

#### 一、煤层群单层准备方式（图 11-4）

##### 1、特点：

- 1) 一组上下山、硐室和车场只为一个煤层服务
- 2) 和大巷相联的采区石门贯穿若干煤层（图 11-4）
- 3) 解决的问题：

确定采区走向长度

合理划分区段

选择上下山数目（位置）

采区车场形式等。

- 2)、应用：层间距较远的单一薄、中厚和厚煤层。

#### 二、煤层群采区联合布置准备方式

近距离煤层群，共用上下山联合准备

标志：各层间共用巷道

共用采区集中上山联合准备方式（图 11-5、11-6）

三、煤层群分组集中采区联合准备方式（图 11-8）；

是否分组：看两组之间的联络巷道及附属巷道总量与一套上山工程量哪个多，另外，还有区段平皮带运输巷和石门架线运输巷之差。

采区式准备方式主要类型的特点：

煤层群单层准备方式：各煤层各自布置采区，采区石门贯穿若干采区。

采区多煤层联合准备方式：各煤层采用采区集中上山联合准备，区段石门或斜巷或溜煤眼贯穿各煤层并与采区集中上山联系，可共用或不共用区段集中平巷。

煤层群分组集中采区联合准备方式特点：

- 1) 按层间距不同，分为若干组
- 2) 每组煤层集中联合准备采区
- 3) 采区石门贯穿适用：分组间距 70m±。

若干独立采区。

四、示例

开滦范各庄矿（图 11-5）

淮南新庄孜矿（图 11-8）

五、缓斜、倾斜煤层采区式准备方式的选择

采区准备方式选择主要取决：

1) 煤层层间距大小；当层间距较大（如大于 30m），各煤层采用各自布置采区的单层准备方式。当层间距较小（如小于 20—30m），各煤层采用共用集中上山的联合准备，当层间距进一步减小（如小于 10—15m），可进一步采用共用区段集中平巷的联合准备方式。当煤层群层间距大小不一时，相距较近的几层煤层可划为一组，采用分组集中采区联合准备方式。

2) 采煤工艺；

3) 工作面单产；

4) 采区生产能力；

联合准备优点：

- 1) 增加同采工作面个数提高采区生产能力；
- 2) 减少了上山的掘进工程量和维护费；
- 3) 提高了采出率，减少煤炭损失；
- 4) 巷道质量易保证，便于设备安装和运转；

缺点：

岩石巷道掘进工程量大，准备时间长，辅助运输环节多，巷道之间联系和通风系统复杂，要求有较高的生产管理水平。

联合准备的主要特点：

技术发展趋势—采区准备单层化，少开岩巷，多开煤巷。

原因：

- 1) 综采单产高，不需多面同时生产
- 2) 综采推进速度快，要求准备快
- 3) 巷道维护技术发展较快
- 4) 综采运输能力大。

六、急斜煤层采区式准备的特点（图 11-10、11-11）

1、单层准备方式

每个开采煤层单独布置一组采区上山眼，形成独立的通风、运输系统。

上山眼大多布置在煤层内，沿底板倾斜掘进。上山眼一般三条——运料、溜煤、行人，有的还有溜矸眼、泄水眼。

## 2、急倾斜近距离煤层集中煤层上山联合准备方式

开采时，一般共用一组上山小眼，其布置在该组的最下一层煤中，各煤层之间用区段斜巷或区段石门联系。

缺点：

- ✓ 运料眼断面小；
- ✓ 行人眼风速大，人员上下消耗体力；
- ✓ 溜煤眼、溜矸眼易堵塞；

特别是在松软厚煤层中

在煤层内布置上山眼的缺点：运料、行人困难，溜煤，溜矸眼易堵，上山眼难维护，上山煤柱量大。

伪斜集中岩石上山比较合理。

适用：层数多，层间距不大（50~60），采区生产结合较大（>25~30万吨），常用，多煤层地质条件较多。

### 第三节 盘区式准备

盘区式准备方式的类型：

按开采煤层数目分：单一煤层盘区和联合布置盘区。

按盘区主要巷道位置分：上山盘区、下山盘区、石门盘区

一、上（下）山盘区准备方式

1、上（下）山盘区单层准备方式（图 11-12）

2、上山盘区集中上山联合准备方式（图 11-13）

二、石门盘区集中平巷联合准备方式

石门盘区 — 自水平运输大巷开掘石门作为盘区主要巷道来代替运输上山时，该盘区布置称石门盘区布置。

石门与上山混合布置的准备方式（图 11-14）

石门盘区集中平巷联合准备方式（图 11-15）

三、上山盘区与石门盘区的选择

石门盘区主要优点：

1. 石门盘区内水平运输，机车可进入，生产系统简化，运费低；
2. 利于连续生产；
3. 岩巷维护费低，利于降低煤损。

石门盘区主要缺点：

岩石工程量大，准备时间长。

选择：通过技术方案比较确定。

### 第四节 带区式准备

带区式准备方式的类型：相邻分带的带区式准备和多分带的带区式准备。

带区 — 倾斜长壁分带开采的采区。

一、相邻分带的带区式准备方式

1、单一倾斜长壁带区式准备（图 5-1）

2、厚煤层倾斜分层集中巷带区式准备

### 3、近距离煤层群联合布置带区（图 11-16）

特点：相邻两分带工作面组成一个采准系统，共用一个煤仓。

## 二、多分带的带区式准备方式

多分带的带区式准备方式（图 11-17）

## 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

- 如：
- 1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标 and 能力目标。
  - 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
  - 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
  - 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
  - 5、每一个知识点的学时分配。

## 五、作业布置及参考资料

本章习题：

## 六、教学后记（课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 第十二章 准备巷道布置及参数分析

**学习目的与要求：**要求学生熟练掌握采区上下山布置的特点、煤层群区段集中平巷的布置方式、层间联系方式，采区有关参数的确定。

**本章重点：**煤层群区段集中平巷的布置方式类型、采区有关参数的确定

**本章难点：**煤层群区段集中平巷的布置方式类型与层间联系方式

**授课内容：**

### 第一节 采区上（下）山布置

#### 一、上山位置及其选择

单一煤层布置：岩层中，煤层中

煤层群联合布置：煤组上部、中部或下部

岩层中，煤层中

#### （一）煤层上山

沿煤层布置。

#### 特点

掘进速度快，联络巷工程少，费用低；

超前探煤作用；当 $\alpha$ 变化时，坡度对输送机不利；

需留煤柱保护；

上山围岩是煤和软岩；维护条件差；

上山与平巷的层面交叉，多开绕道工程；

受采动影响

#### （二）岩石上山

#### 1、 岩石上山布置：

岩性要求： 布置于煤层底板稳定的岩层中，避免构造破坏  
层间距要求（h） 距煤层 15~30 m

#### 2、 岩石上山优缺点

维护费用低；

煤损少。可跨上山采，加大采面连续推进长度；

生产系统可靠，通风条件好，易封闭采空区，防自燃有利；

不受煤层倾角影响，可定向按坡度取直掘进；

能合理处理上山与平巷的平面或立面相交工程，绕道工程量小。

缺点：

1 岩石工程量大；

2、岩石上山适用条件：

单一厚煤层（>3个分层），或近距煤层群联合布置；

#### （三）上山的倾角（坡度）

一般与煤层倾角一致；

当 $\alpha$ 有变化时，力求使上山保持固定坡度；

#### 二、采区上山数目及相对位置和布置类型

## （一）上山数目

### 1、采区上山至少两条

轨道上山—进风、辅运

运输上山—运煤，回风

### 2、增加上山数目的条件

A—生产能力

A 大的联合布置采区；

A 大，瓦斯涌出量大和水大的采区（下山采区）；

A 大，常出现上、下区段同采的采区。增设通风上山。

“运上”、“轨上”均置于底板岩石中，需探明煤层情况，提前掘进煤层内的采区上山。

采用特采技术（如水砂充填）需设充填管道或泄水的采区。

## （二）上山布置类型

### （1）双煤上山

布置特点：

双上山置于下部薄及中厚稳定煤层中；

走向间距 20~25m，两侧煤柱 30 m±

适用：下部有薄及稳定的中厚煤层。

单一薄及中厚煤层。

### （2）一煤一岩上山

布置特点：

轨上沿煤层顶板布置；

运上沿底板岩层布置。

上山错距：运上距煤层 10~12 m

运上、轨上走向距 20 m±

适用：A 小、服务年限短的采区。（t>5a）

### （3）双岩上山

布置特点：

两条上山置于底板岩石中 轨上距煤层 8~10 m

运上距煤层 12~14 m

走向间距：20~25 m

适用：开采单一厚煤层采区；

煤层群最下一层为厚煤层；

CH<sub>4</sub> 小的联合布置采区普遍采用。

### （4）双岩一煤上山

布置特点：

走向间距 1-3 和 3-2 10~15 m

层位上：

1 距煤层 8~10m，

2 距煤层 12~14 m，

3—沿煤顶

此种方式：

3—先掘，超前勘探，为 1 和 2 取直定向；

3 用于通风行人。

适用：

开采煤层数目多，厚度大，储量丰富的采区。  
瓦斯、水大的采区。

#### (5) 三岩上山

布置特点：

三岩上山均置于底板岩层中；

走向间距：10~15m

层位上： 1 和 3 同层位

2 低 2~4m

适用：煤层多，储量丰富，瓦斯大、水大的采区。

#### 三、采区上（下）山运输

1、 任务：采区上（下）山担负采区的煤、矸、物料等运输；通风行人、管线的通道。

2、 运煤上山

主要任务：运煤

视上（下）山倾角和产量，选运输设备

1) 上山设备能力：大于同时生产的工作面产量之和。

2) 近水平、缓倾和倾斜煤层运输上山中的运输设备

胶带输送机：吊挂式 落地式

1、自溜运输

i、煤层或上山倾角  $\alpha > 35^\circ$  时，均采用自溜；

搪瓷溜槽： $\alpha > 25^\circ$ ，可自溜。

铁板溜槽等， $\alpha = 30^\circ \pm$ 。

2、矿车运输

绞车或无极绳牵引矿车运输

生产能力小的采区：

矿车进采区—采区煤仓口装煤；

矿车进采区—在采面下口装煤。

A 小；运输不连续（间断式）、影响生产。

适用：轨道 600mm、900mm，与全矿大巷轨距一致。

矿车：1t、1.5t

绞车：视上山倾角、长度、生产任务等选用

运输上山：胶带机、刮板机、自溜、绞车

轨道上山：绞车串车

## 第二节 煤层群区段集中平巷的布置及层间联系方式

区段集中巷

区段集中运输平巷（集中机巷）：集中出煤

区段集中轨道平巷（集中轨巷）：运送物料等

布置区段集中平巷的目的

减少各层区段平巷的维护时间，降低维护费；

布置能力大的集中运输系统，减少设备占有数；

各层同采，合理集中生产。

一、区段集中平巷的布置方式

（一）机轨分煤岩布置

1、布置特点：

运输集中平巷置于煤层底板岩石内

轨道集中平巷置于煤层内

## 2、区段集中平巷与工作面超前平巷

斜巷联系

溜眼  $\alpha > 30^\circ$ ，煤自溜，少占设备；

斜巷  $20 \sim 25^\circ$ ，施工条件差；辅运和行人不便（设绞车）

适用： $\alpha < 15^\circ$ ；层间距  $10 \sim 15\text{m}$

区段集中平巷与工作面超前平巷石门联系

施工方便；利用石门布置中部车场，辅运环节少；行人方便。

当  $\alpha$  很小时，石门长，工程量大；运煤占设备多。

适用： $\alpha > 15 \sim 20^\circ$  的煤层；层间距  $10 \sim 15\text{m}$ 。

区段集中平巷与采区集中上山的联系方式

一般考虑：运输方式；

(1) 集中“轨上”与集中“轨巷”联系 — 石门、斜巷

(2) 集中机巷 — 溜煤眼 — 集中“运上”

## 4、机轨分煤岩布置优缺点

集中机巷沿岩层布置：

易定向取直或分段取直，满足输送机要求；

本区段运煤，下区段回风，服务时间长，岩层中易维护；

实现各层同采，上下区段同采。

集中轨巷沿煤层布置：

探煤层走向的变化，为集中机巷定向；

采掘互不干扰，利于接替，便于在上分层采空区后反向掘进下分层的超前机巷

易于掘进；

受多次采动影响，维护困难；

泄水。

## 5、机轨分煤岩布置适用

煤层多，A 大；层间距  $10 \sim 15\text{m}$ 。

(二) 机轨双岩巷布置 (图 12-4)

### 1、布置特点

双岩巷相同标高布置

平行布置于同水平底板岩层中，掘进联系方便。

双岩巷不同标高布置：

布置于不同水平的底板岩层中 — 主、辅运干扰小

机轨双岩集中巷布置适用

煤层数多，生产时间长，煤巷难以维护。

(三) 机轨合一巷布置

### 1、布置特点：

胶带机和轨道布置在同一大断面岩巷内；

#### 1) 布置方式

机轨合一巷的轨道置于远离煤层一侧，轨上通过中部车场直接与 3 相连，不穿越输送机；

平石门与各分层平巷联系则需穿输送机，抬高输送机。

轨道置于靠近煤层一侧时，中部车场通达集中巷的轨道则需穿越输送机，并抬高输送机

近水平煤层机轨合一巷布置

机轨合一集中巷置于底板岩层中

采用立眼与斜巷联系方式

立眼 — 溜煤，

斜巷一辅运。

轨道布置在外侧

2、机轨合一巷分析

少一条岩巷，减少了工程量

易维护

设备集中，易管理

断面大，施工定向困难

中部车场轨道与输送机交叉，交叉点施工复杂

上、下区段不能同采、通风难解决。

3、适用：煤层多，A大的采区。

（四）机轨双煤巷布置

1、布置特点

运输集中巷和轨道集中巷均置于下部薄及中厚煤层中。

2、机轨双煤巷布置分析

岩巷工程量小，掘进速度快，缩短准备时间；

利于上、下区段回采，分层回采，A大；

受采动影响大，维护工程量大。

3、机轨双煤巷布置适用：煤层多，下部有薄及中厚煤层、围岩稳定。

### 第三节 采区参数

一、采区倾斜长度(阶段斜长)

采区斜长在开拓部署时已定，大致为定值。采区斜长与阶段斜长一致。

1、区段斜长

1) 回采工作面斜长影响因素：

(1) 受地质条件、技术条件（设备）、通风能力等因素影响；

(2) 当前开采技术条件，工作面长度

综采：一般不小于 160m；

普采：薄煤层一般不小于 120m，中厚及分层 开采的厚煤层一般不小于 140m。

区段倾斜长度： $l_{区} = l_{采} + 2 l_{巷} + l_{柱}$

$l_{巷} = 2.5 \sim 5.0m$ （炮采、普采  $2.5 \sim 3.5m$ ，综采  $3.5 \sim 5.0m$ ），

$l_{柱} = 0 \sim 20m$

2、区段数目

在保证  $l_{采}$  合理的前提下，划分区段。

近水平、缓斜煤层， $n = 3 \sim 6$ （个）

中斜、急倾斜煤层， $n \geq 2 \sim 3$ （个）

遇到煤层倾角变大或落差较大的走向断层时，必须充分考虑地质条件变化，使采区大部分地区都处于工作面合理长度范围内。

二、采区走向长度

采区走向长度由下列因素制约：

地质因素——构造（决定性作用）、三下区、顶底板、自燃性，

技术因素——区巷的运输、掘进、供电。

经济因素——长度引起掘、堆、运费的变化。

问题及主要影响因素

采区走向长度，单翼采区布置时约等于工作面连续推进长度、双翼采区布置时约等于两倍工作面连续推进长度。

采区走向长度 = 采面连续推进长度 + 采区间煤柱尺寸

加大采区走向尺寸的好处：

相对减少上（下）山、车场及硐室的掘进工程量；

减少采区边界煤柱、上（下）山煤柱损失；

增大采区储量和服务年限，利于接替；

利于采区和矿井合理集中生产，提高采区 A；

减少采面搬家次数。

确定采区走向长度主要影响因素

#### （一）地质因素

断层、倾角和厚度变化大处、变薄带处。采区走向长度很大程度上受煤层地质构造限制，如较大的倾向或斜交断层、煤层变薄带、冲刷带、煤层倾角或厚度急剧变化带，或岩浆岩浸入煤层形成较厚的岩墙。

“三下”压煤、必须留煤柱处，采区以此为界；

煤层顶底板岩性 — 松软 — 支护、维护困难；

煤的自然期长短 — 区段一翼较短。

#### （二）技术因素

区段巷道的掘进、维护、运输、供电等因素。

掘进

掘进受局扇通风影响，单巷掘进 1000 m ± 。

运输

i、刮板机

多台串联事故多，费用高，一般不超过 5 台

采区一翼为 400~500m

双翼采区走向长度为 800~1000m

ii、胶带机

不限制采区走向长度

区段巷道维护技术

煤巷维护困难：随采面推进，受采动影响，多次维修

支护技术：

U 型钢拱形棚、工字钢梯形棚、锚杆

锚网支护可加大巷道长度

#### （二）经济因素

经济合理的采区走向长度

经济上合理 — 吨煤费用最低。

采区走向长度增加吨煤费用减少

石门、上山掘进费、切眼掘进、设备按装费

采区走向长度增加吨煤费用增加

区段巷道维护费

采区走向长度与吨煤费用无关

区段巷道掘进费

缓斜煤层：

不受地质条件限制的普采、炮采双翼采区：

一般 1000 ~ 1500m

不受地质条件限制的综采双翼采区：

一般 2000（1600） ~ 2430m

急斜煤层： 双翼采区走向长 1000 m ±

单翼采区走向长 500 m ±。

采区边界划分

(1) 采区间垂直划分，其境界线与煤层倾斜线一致。

(2) 利用自然条件作为采区的边界，尽量使采区有合理的走向长度。

大的断层、煤层变薄带、局部不可采、或火成岩侵入煤层形成较厚的岩墙，或是地面有河流、湖泊、铁路、建筑物，需要留设安全煤柱。

(3) 上下煤层(组)的采区划分应一致。

(4) 多水平开采的矿井，要求上下水平的采区石门，采区上山相互对应，即采区划分一致。

(5) 暂不能开采的块段，如某些临时煤柱、待迁村庄压煤等可暂不划分采区，作为呆滞煤量。

四、采区生产能力

采区生产能力—采区内同时生产的采煤工作面和掘进工作面产量之和，单位一般是万吨/年

1、采面生产能力  $A_0$  (万 t / a)

$$A_0 = L \cdot V_0 \cdot m \cdot \gamma \cdot c_0$$

式中  $L$  — 采面长，m；

$V_0$ —采面年进度，m/a；

综采：1000 ~ 1200m；

普采：>600m；

炮采：>400

$m$  — 采高，m；

— 容重， $t/m^3$ ；

$c_0$  — 采面采出率

薄煤层 — 0.97；中厚煤层— 0.95；厚煤层 — 0.93

2、采区同采工作面数目

缓倾斜煤层：

综采 — 一般 1 采面；

普采 — 1 ~ 2 个采面同采。

急斜煤层炮采： 2 ~ 3 个采面同采。

目前，我国综采工作面的生产能力平均 1.0Mt/a。采区内可只布置一个综采面；

普采面：0.25~0.30 Mt / a，采区内同采的工作面数目不要超过 2 个；

炮采面： 0.10~0.20 Mt / a，急(斜)煤层炮采工作面能力约为 0.05~0.10 Mt / a。 2 ~ 3 个采面同采。

3、采区生产能力 (万 t/a)：

一般综采：80~ 100 万吨/年

大功率综采：200~ 300 万吨/年

普采：45~ 60 万吨/年

炮采：30 ~ 45 万吨/年

五、采区采出率

开采损失：

(1) 采面落煤损失：3 ~ 7%

(2) 区段煤柱、上山煤柱、采区边界煤柱等

煤层 国家规定的采区采出率

厚煤层 <0.75

中厚煤层 <0.80

薄煤层	≤0.85
六、工作面采出率	
煤层	国家规定的工作面采出率
厚煤层	≤0.93
中厚煤层	≤0.95
薄煤层	≤0.97

### 七、采区煤柱尺寸

#### 经验法

#### 1、上（下）山煤柱

岩石上（下）山可不留煤柱（跨上、下山开采）

煤层上（下）山本层中的煤柱：

煤层	煤柱沿走向一侧宽度（m）
薄及中厚	20
厚煤层	30 ~ 40

#### 2、区段煤柱

煤层	区段煤柱宽度（m）
薄及中厚	8 ~ 15
厚煤层	15 ~ 20
原则上区段巷道应沿空掘巷	3 ~ 5

#### 3、运输大巷及总回风巷保护煤柱

大巷布置在底板岩石中，其上可不留煤柱（跨大巷开采）

大巷布置在煤层中，本层中一侧的煤柱：

煤层	一侧的煤柱宽度（m）
近水平	≥40
缓斜	25 ~ 40
倾斜	15 ~ 25
急斜	10 ~ 15

#### 回采工作面的生产能力

按下式计算：

$$A_0 = L \times V_0 \times M \times \gamma \times C_0 \times 10^{-4}$$

式中  $A_0$ ——工作面生产能力，万 t/a；

$L$ ——工作面长度，m；

$M$ ——煤层采高，m；

$V_0$ ——工作面年推进长度， $V_0 = 330 \times n \times B$ （m/a）；

$\gamma$ ——煤层容重， $t/m^3$ ；

$C_0$ ——工作面回采率，取 95%。

### 八 采区煤仓容量

采区煤仓：一般 200~300t，个别 500t 以上。

## 第四节 煤层群开采顺序

煤层间、厚煤层分层间及煤组间先采标高高的煤层、分层或煤组，后采标高低的煤层、分层或煤组称为下行式开采顺序，反之，则称为上行式开采顺序

### 一、缓斜及倾斜煤层群开采顺序

#### （一）下行式开采顺序

#### 1、下行式开采顺序：

有利于下层煤的开采和巷道维护。

上层煤开采时应尽量不留或少留煤柱。

## 2、同区段内上、下层采面同采超前关系

当上、下层间距较小，上、下采面应保持合理的超前关系，其最小距离 L

### 第五节 开采准备系统的改革及发展方向

#### 1、准备方式多样化

国有重点煤矿主要采用采区式、盘区式和带区式准备。

采区式仍然是我国主要的准备方式。

盘区式准备方式呈下降趋势

#### 2、采区大型化

采(盘、带)区尺寸增大，可采储量增多，生产能力增大。

综采采区仍以集中上山联合准备为主，上山大多布置在底板岩石中，实现跨上山开采，取消上山煤柱。

集中平巷(分带斜巷)的联合准备在综采采区已日趋减少。

#### 3、高产高效生产集中化

矿井产量增加，同采工作面数减少，开拓系统简化与集中。

高产高效矿井由 1~2 面达产。

#### 4、单层化和全煤巷化

在单一煤层中，进行集中开拓、集中准备、集中回采。

采用全煤巷布置、大幅度或全部取消岩石巷道，最大限度利用综掘设备

改善辅助运输系统

全煤巷

### 第六节 采区、盘区和带区设计程序内容

采区(盘区和带区)服务年限 3~4a，有的达到 10a。

#### 一、设计依据

1、已经批准的采区(盘区和带区)地质报告；

2、对设计采区(盘区和带区)的要求。

#### 二、设计程序

#### 三、设计内容

采区(盘区和带区)设计主要要解决的问题：生产能力、尺寸范围、区段或分带划分、巷道及硐室布置、车场形式、采煤工艺、采掘接替、煤柱留设、机电装备、工程、资金和劳动力投入等技术和经济问题。

#### 四、教学过程及方法

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

#### 五、思考题及参考资料

六、教学后记(课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进)

## 第十三章 采区车场

**学习目的与要求：**要求学生熟练掌握采区车场的定义与作用，轨道线路布置的基本概念，采区上、中、下部车场的类型与线路布置方式，了解采区硐室有关参数的确定方法，能够根据具体条件选择应用采区上、中、下部车场的类型与线路布置方式。

**本章重点：**采区上、中、下部车场的类型

**本章难点：**采区中、下部车场的线路布置方式

**授课内容：**

采区车场的概念、分类

### 第一节 轨道线路布置的基本概念

#### 一、矿井轨道

##### 1、轨道

轨道构成、轨型及选择（表 13-1）

##### 2、道岔

道岔构成、辙岔号码、道岔类别（单开、对称、渡线道岔）（图 13-4）、道岔选择（表 13-2、13-3）

#### 二、轨道线路

##### 1、轨距、轨中心距（表 13-2）

2、曲线半径（表 13-3）、弯道转角（图 13-4）、外轨抬高、轨距加宽、弯道加宽（图 13-7、8）

#### 三、轨道线路联接计算

##### 1、轨道线路平面联接

单开道岔非平行线路联接（图 13-3）

单开道岔平行线路联接（图 13-4）

对称道岔平行线路联接（图 13-4）

线路平移（表 13-4）

##### 2、纵面线路竖曲线联接和坡度

纵面线路竖曲线联接

线路坡度：

坡度、等阻力坡度 < 流水坡度（3—5‰） < 自滚坡度（7—11‰）

### 第二节 采区上部车场

#### 一、采区上部车场形式选择

甩车场：（图 13-10）

单侧甩车场，并用多媒体课件动画演示调车方式）

平车场：

顺向平车场（图 13-11a，并用多媒体课件动画演示调车方式）

逆向平车场（图 13-11b，并用多媒体课件动画演示调车方式）

转盘车场（图 13-12，并用多媒体课件动画演示调车方式）

#### 二、采区上部车场设计

顺向平车场

逆向平车场

## 顺向双轨平车场

### 第三节 采区中部车场

#### 一、采区中部车场分类和布置方式

采区中部车场分类：

根据提升任务分：主提升甩车场、辅助提升甩车场

根据提升方式分：双钩提升甩车场、单钩提升甩车场

按甩车方式分：单钩单侧甩车场（图 13-13）、单钩双侧甩车场（图 13-14 动画演示调车方式）

按甩入地点分：

甩入绕道式车场

甩入石门式车场

甩入平巷式车场

采区中部车场线路组成和布置方式：

斜面线路：甩车道岔、分车道岔

竖面线路：高、低道竖曲线

平面线路：高、低道车线（空、重车线）

#### 二、斜面线路联接计算

回转方式：

一次回转方式、二次回转方式（表 13-6）

层面回转角、平面回转角、伪倾斜角（图 13-6）

提升牵引角  $\theta$ （图 13-18）

斜面线路参数计算及平面图（表 13-8、图 13-17）

纵面图标高计算（图 13-18）

### 第四节 采区下部车场

#### 一、采区下部车场基本形式

采区下部车场由装煤车场及辅助提升车场组合而成。

#### 二、装煤车场

大巷装车式：通过式、尽头式（图 13-19\20）

石门装车式：一个装车点、多个装车点（图 13-24）

绕道装车式：单向绕道、双向绕道、环形绕道（图 13-27）

#### 三、辅助提升车场

车场出口方向：朝向井底车场方向、背向井底车场方向（图 14-29）

车场形式：底板绕道、顶板绕道（图 13-19）

辅助提升车场形式选择（表 13-9）

线路设计：

起坡点位置：

顶板绕道时（图 13-21）

底板绕道时（图 13-22）

### 第五节 其它辅助运输方式的车场及轨道线路连接特点

#### 一、单轨吊车（图 13-30）

基本特征

- 1) 以特殊工字钢为轨道悬吊单轨吊车连续运行
- 2) 牵引动力 — 钢丝绳牵引、柴油机车、蓄电池机车。  
无极绳钢丝绳牵引 —  $\alpha=18\sim 25^\circ$ ，运距  $2000\text{m}\pm$ ，载重  $6\sim 9\text{t}$ ，
- 3) 轨道：I 140 E 型工字钢。

二、卡轨车

三、齿轨机车

四、无轨胶轮

- 1) 不需轨道，转载少；
- 2) 柴油机或蓄电池作动力；
- 3) 重载爬坡可达  $12^\circ$ ，空载可达  $30^\circ$ 。

#### 第六节 采区硐室

采区煤仓：形式、煤仓容量计算确定方法

采区变电所：形式、参数确定方法

采区绞车房：形式、参数确定方法

#### 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标 and 能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### 五、思考题及参考资料（用小四号黑体）

六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

内容用小四号宋体。

## 第十四章 井田开拓的基本概念

**学习目的与要求：**要求学生掌握煤田划分为井田、矿井生产能力与服务年限、开拓方式的概念与分类。

**本章重点：**四个储量计算，矿井生产能力与服务年限确定

**本章难点：**矿井生产能力与服务年限确定

**授课内容：**煤田划分为井田的主要影响因素，矿井生产能力与服务年限、储量备用系数的合理确定，开拓方式的概念与分类确定的原则。

### 第一节 煤田划分为井田

一、煤田划分为井田的原则

- 与矿井的生产能力相适应尽量
- 利用自然条件（图 14-1）
- 要有合理的尺寸和足够的储量，4~8km 较多，一般 >4km
- 统筹兼顾，照顾大局
- 留有余地
- 直（折）线原则

二、井田划分方法

- 按照地质构造划分
- 按照煤层赋存形态划分
- 按照煤质煤种分布划分
- 按照地形地物界限划分
- 人为划分

垂直划分、水平划分、按煤组划分、按地质构造划分（图 16-2、16-3、16-4）。

### 第二节 矿井储量、生产能力和服务年限

一、矿井储量

**矿井地质储量：**包括能利用储量（平衡表内储量  $A+B+C+D$ ）、尚难利用储量（平衡表外储量）。

**能利用储量：**包括工业储量（ $A+B+C$ ）、远景储量（ $D$ ）。

**工业储量：**包括矿井设计储量（ $Z_s$ ）、永久煤柱损失。

**矿井设计储量：**包括矿井设计可采储量（ $Z_k$ ）、工广等煤柱损失（ $P$ ）与采区损失（ $1-C$ ）。

**永久煤柱损失：**设计计算的断层煤柱、防水煤柱、井田境界煤柱、已有的建筑物保护煤柱。

**工广等煤柱损失（ $P$ ）：**工业广场、井下主要大巷、上下山等保护煤柱量。

**采区采出率  $C$ ：**厚煤层 75%，中厚煤层 80%，薄厚煤层 85%，水采 70%

**矿井设计可采储量**

$$Z_k = (Z_s - P) C$$

二、矿井储量(新分类)工业资源/储量

1、**矿井地质资源量：**勘探地质报告提供的查明煤炭资源的全部。包括探明的内蕴经济资源量 331、控制的内蕴经济资源量 332、推断的内蕴经济资源量 333。

2、**矿井工业资源/储量：**地质资源中探明的资源量 331、控制的资源量 332，经分类得出的

经济的基础储量 111b 和 112b, 边际经济的基础储量 2M11 和 2M22, 连同地质资源量中推断的资源量 333 的大部。

3、矿井设计资源/储量:矿井工业资源/储量减去设计计算

$$Z_s = (Z_g - P_1)$$

4、矿井设计可采储量:矿井设计资源/储量减去工业场地和主要井巷煤柱后乘以采区采出率。

$$Z_k = (Z_g - P_2) C$$

C—采区采出率, 厚  $M \geq 75\%$ , 中厚  $M \geq 80\%$ , 薄  $M \geq 85\%$ 。

三、井田尺寸

1、井田走向长度;

它是矿井开采范围的重要参数。大型矿井  $> 8\text{km}$ , 中型矿井  $> 4\text{km}$ ;

2、井田倾向长度:一般几千米, 它可动态变化; 近水平煤层的矿井它可达  $10\text{km}$ ;

3、井田面积;

一般几~数十平方千米, 甚至更大;

如神东大柳塔煤矿井田  $131.5\text{km}^2$ , 陕西黄陵一号井井田  $242\text{km}^2$

4、井田形状;

较多为四边形、扇形、多边形和其他组合形状

四、矿井生产能力 A

1、矿井设计生产能力: 矿井设计的年生产能力, 万 t / a;

矿井井型: 按矿井设计年生产能力大小划分的矿井类型。

大型矿井: 120、150、180、240 万 t/a 300、400、500、600 万 t/a 及以上;

中型矿井: 45、60、90 万 t/a;

小型矿井: 30 万 t/a 以下。

2、影响矿井生产能力的因素

- 储量条件;
- 影响开采工艺的地质条件;
- 采煤工艺与矿井技术装备水平;
- 矿山经济及社会因素。

3、矿井开采能力: 是具体矿井煤层地质条件下, 一定的开采布置和采掘工艺所能保证的稳定采煤能力。与矿井内同时生产的工作面生产能力、个数和掘进出煤量有关。

4、矿井辅助生产环节能力。

五、矿井服务年限 T

矿井设计服务年限 (表 14-3)

$$T = Z_k / (A \times K)$$

储量备用系数 K: 地质条件简单时取 1.3, 地质条件复杂时取 1.5。

### 第三节 井田开拓的内容及开拓方式分类

井田开拓: 为整个矿井和开采水平服务所进行的井巷布置、工程实施和开采部署。

井田开拓方式: 开拓巷道在井田内的总体布置方式。

开拓系统: 开拓巷道的形式、数目、位置及其相互联系和配合的总称

一、井田开拓的内容

二、井田开拓方式及分类

按井筒形式分为: 立井开拓、斜井开拓、平硐开拓、综合开拓

按开采水平数目分为: 单水平开拓、多水平开拓

按准备方式分为: 上山式开采、上下山式开采、混合式开采

按开采水平大巷布置方式分为: 分煤层大巷、分组集中大巷、集中大巷

反映开拓方式主要特征的技术参数：井筒（硐）形式、开采水平数目、运输大巷布置方式和准备方式

我国常用开拓方式分类见图 14-6。

三、确定井田开拓方式的原则

#### 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### 五、思考题及参考资料（用小四号黑体）

1. 煤田划分井田要考虑哪些主要因素？

2. 矿井地质资源量、矿井工业资源/储量、矿井设计资源/储量、矿井设计可采储量的概念。

3. 矿井设计服务年限公式及字母意义？其确定时为何要考虑储量备用系数？

4. 矿井开采过程中实际服务年限缩短的主要原因？

5 井田开拓？

6. 试述开拓方式分类。

六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

内容用小四号宋体。

## 第十五章 井田开拓方式

**学习目的与要求：**要求学生熟练掌握各种开拓方式的类型、优缺点与适用条件，矿井通风方式的确定。

**本章重点：**开拓方式的类型、优缺点与适用条件，矿井通风方式的确定，

**本章难点：**各种开拓方式的优、缺点与适用条件

**授课内容：**立井、斜井、平硐、综合、分区域开拓方式的特征、类型、优缺点与适用条件。

### 第一节 立井开拓

一、立井开拓开掘顺序（图 15-1、15-2）

二、矿井生产系统：

运煤、通风、运料系统（图 15-1、15-2、15-3）

三、立井开拓的准备方式

可以是采区式准备、盘区式准备、带区式准备其中之一。

立井井筒装备（表 15-1）

主井：箕斗

副井：罐笼

箕斗井兼作回风井，按《煤安程》规定。

立井开拓示例（图 15-1）；立井多水平上山式开拓

1. 井田内的划分：倾斜、二个煤层、赋采。奥灰水。

2. 采区准备方式。

运煤、研石、材料等生产系统、排水系统。

### 第二节 斜井开拓

一、集中斜井开拓

开掘顺序（图 15-7）

矿井生产系统：运煤、通风、运料系统（图 15-7、15-8、15-9）

斜井开拓的准备方式：可以是采区式准备、盘区式准备、带区式准备其中之一。

二、片盘斜井开拓

开掘顺序（图 15-9）

矿井生产系统：运煤、通风、运料系统（图 15-9）

三、斜井提升方式

主井：胶带机、箕斗、绞车串车、无极绳，各有角度限制

副井：绞车串车

四、斜井类型

沿煤层斜井（图 17-9）

沿煤层底板斜井（图 17-7）

顶板顺向穿层斜井（图 15-10）

顶板反斜井（图 15-12）

底板穿层斜井（图 15-11）

折返式斜井等

五、斜井开拓优缺点

## 六、倾斜井单水平开拓

## 七、斜井多水平上山式开拓（图 17-7）

1. 开采条件及井田内划分
2. 井巷开掘顺序
3. 生产系统
4. 通风方式

### 第三节 平硐开拓

#### 一、垂直走向平硐

开掘顺序（图 15-13）。

矿井生产系统：运煤、通风、运料系统。

适用条件。

#### 二、走向平硐

开掘顺序（图 15-14）

矿井生产系统：运煤、通风、运料系统

适用条件。

#### 三、阶梯平硐

布置方式特点（图 15-15）。

适用条件。

### 第四节 井筒形式分析及应用

本节介绍立井、斜井、平硐开拓方式的优缺点与适用条件。

#### 一、平硐开拓方式的优缺点与适用条件

平硐的优点：

- （1） 运输环节少，设备少；
- （2） 地面工业场地建筑和设施简单；
- （3） 不需留工业场地煤柱；
- （4） 不设井底车场，水自流，无水仓；
- （5） 施工条件好，掘进速度快。

最简单的开拓方式，技术上和经济上最有利。

适用：平硐标高以上有足够储量的山岭地带。

#### 二、斜井开拓方式的优缺点与适用条件

斜井开拓方式的优点：

（1） 井筒掘进技术和施工设备简单，掘进速度快，井筒装备、井底车场简单，无需大型提升设备，初期投资少，建井期短

（2） 斜井石门长度短，石门掘进工程量小，沿石门运输工程量小

（3） 斜井延伸方式简单、方便，对生产干扰少

（4） 强力胶带输送机的应用扩大了斜井应用的范围。

斜井开拓方式的缺点：

（1） 斜井比立井长的多

（2） 斜井井筒维护费用高

（3） 斜井提升速度小、能力低、钢绳磨损大、提升费用较大

（4） 井筒中管线长

（5） 斜井井筒风路长、断面较小、通风阻力较大

（6） 斜井井筒通过流沙层困难

斜井开拓方式的适用条件：

煤层埋藏不深、表土层不厚、水文地质条件简单、斜井井筒不需要特殊施工法的缓斜和倾斜煤层。胶带机可长；串车提升不宜超过三段。

### 三、立井开拓方式的优缺点与适用条件

立井开拓方式的优缺点及适用条件与斜井开拓方式是相反的。

立井的优点

- 1、井身短；
- 2、提升速度快，机械化程度高，对辅助提升有利，对深井开采有利；
- 3、井筒断面大，提升，排水、动力供应等生产经营费低；
- 4、井筒易维护；
- 5、对地质条件适应性强。

立井的缺点

- 1) 井筒施工复杂，需较高技术、较多设备、速度慢；
- 2) 井筒装备复杂，基建投资大；
- 3) 井筒延深困难。

立井的适用条件

- 1) 煤层埋藏深、表土厚或水文条件复杂，井筒需特殊施工
- 2) 多水平开采的急斜煤层
- 3) 凡不适合斜井、平硐及综合开拓方式时，均可采用立井开拓。

## 第五节 综合开拓

综合开拓方式的类型很多，如主斜井—副立井综合开拓（图 15-16）、主平硐—副立井综合开拓（图 15-22）、前期平硐后期立井综合开拓等。以主斜井—副立井综合开拓方式为例介绍综合开拓方式的特点。

主斜井—副立井综合开拓方式的优越性：

- (1) 主斜井井筒掘进技术和施工设备简单，掘进速度快；
- (2) 副立井断面大，通风阻力小，通风能力强，辅助提升能力强，管线用量少；
- (3) 主斜井延伸方式简单、方便，对生产干扰少；
- (4) 主斜井强力胶带输送机生产能力大，其应用扩大了斜井应用的范围。

主斜井—副立井综合开拓方式存在的缺陷：

- (1) 主斜井比立井长的多；
- (2) 主斜井井筒维护费用高；
- (3) 主斜井井筒通过流沙层困难；
- (4) 主斜井、副立井井口若在一起，则井底位置分散，不便于联系；主斜井、副立井井底若在一起，则井口位置分散，需建两个工业广场留两个保护煤柱，煤柱损失大。

主斜井—副立井综合开拓方式的适用条件：

大型或特大型矿井、水文地质条件比较简单、主斜井井筒不需要特殊施工法的缓斜和倾斜煤层。

## 第六节 多井筒分区式开拓

斜井—胶带机运煤，运输能力不受斜井长度限制

深井、井田尺寸大，辅提任务重； $CH_4$ 大，通风难

解决途径：多井筒分区域开拓。

多井筒分区域开拓方式 — 大型井田划分为若干具有独立通风系统的开采区域，并共

用主井的开拓方式。

- 将井田划分为若干个分区
  - 每个分区各有井筒，独立担任进、回风及辅助运输任务
- 各分区的煤由服务全矿的主井集中运出（图 15-23、15-24、15-25）

### 3、评价

- 1) 主井集中出煤效率高（ $2 \times 2000\text{t/h}$ ）
- 2) 解决了大型矿井辅助运输及通风困难
- 3) 生产集中
- 4) 分区分期建井，建井快

## 第七节 井筒（硐）形式及位置

### 一、井筒（硐）形式

### 二、井筒（硐）位置

#### 1、立井井筒位置一般应用

保护井筒及工业场地煤柱少；

初期工程量小；

井筒煤柱不压初期投产采区储量。

#### 1)、井筒（硐）沿走向方向的有利位置

井筒在井田一侧

井筒在井田中央

#### 2)、井筒（硐）沿倾斜方向的有利位置

##### （1）立井

##### （2）斜井的井筒位置

#### 2、井筒位置一般选择原则

有利于井筒和井底车场施工和维护

井筒位置要有利于工业场地布置合理

- 选择工业场地不太困难，先考虑井下开采合理的井筒位置；
- 选择工业场地困难，先工业场地合理，并结合井下一并考虑。
- 冲积层很厚，水文地质条件复杂，结合井下有利位置和冲积层较薄的地点

布置。

### 3、风井（回风井）布置与位置

#### 一、风井布置

- 根据瓦斯涌出量或等级
- 井型大小
- 井田走向长度
- 煤层条件（埋深）

##### （一）中央并列式通风

布置：进风井、回风井并列布置在井田中央工业场地内；

两井相距中小型井 30~50m，大型井 60~150m

优点：

工业场地集中，管理方便；井筒保护煤柱少。

缺点：

通风线路长，风阻大，漏风多。

适用：

井田尺寸、能力不很大、低瓦斯矿井；矿井投产早期。

##### （二）中央边界式通风（中央分列式）

使用：副井进风，风井回风

优点：风路短，风阻小，井下漏风少

缺点：深部要维护较长的上山回风；工业场地分散

适用：

煤层赋存不太深的缓、中倾斜煤层矿井，煤层赋存深，瓦斯大的矿井  
矿井生产后期

### （三）对角式通风

两翼对角式

布置：进风井位于井田中央，风井成对角布置在井田两翼上部边界。

优点：风路、风压稳定。一翼灾变，另一翼正常。

缺点：风机和通风设备多，工业场地分散，建井时间长，  
主副井与风井贯通距离长。

适用：

对通风要求很严格的矿井

（高瓦斯、煤层易自燃、有煤和瓦斯突出危险的矿井，  
井田一翼长达 6~8km，后期风路长的矿井

### （四）采区风井通风

布置：风井设在各采区

使用：中央井筒进风，各采区回风井回风。

优点：通风线路短；各采区通风方便、灵活；风阻小。可不设回风大巷。  
建井可平行施工，建井期短。

缺点：风井及设备多，管理分散。

适用：

井田上部距地表浅（50~100m），采区尺寸大的采区。

### （五）混合式通风

- 中央边界式与对角式
- 中央并列式与对角式

风井布置应因地制宜，灵活运用。

a、矿井表土浅，第一水平设小风井，第二水平改其他方式。

b、井田走向大的矿井（6~8km），初期中央并列式，后期中央对角式。

c、风井有效半径：一个专用风井的有效半径大致控制在 3km 左右。

### 第八节 井筒和工业场地保护煤柱留设（略）

## 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

- 如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标 and 能力目标。
- 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
- 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
- 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
- 5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

## 五、思考题及参考资料（用小四号黑体）

## 六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

内容用小四号宋体。

## 第十六章 井田开拓巷道布置

**学习目的与要求：**通过本章学习，要求学生熟练掌握开采水平的划分，上下山开采、辅助水平的应用，开采水平大巷的布置，能够根据具体条件选择确定合理的矿井开采水平、辅助水平、开采水平大巷。

**本章重点：**掌握开采水平的划分，上下山开采、开采水平大巷的布置

**本章难点：**开采水平的划分、辅助水平的应用

**授课内容：**开采水平的划分，上下山开采、辅助水平的应用，开采水平大巷的布置。

### 第一节 开采水平的划分及上下山开采

开采水平划分依据：

- 煤层赋存条件；
- 地质条件；
- 开采技术与装备水平；
- 资源/储量；
- 生产能力等

正确划分开采水平要分析合理的阶段斜长、上下山开采条件、辅助水平的应用。

#### 一、开采水平设置

**开采水平：**是布置有井底车场和阶段运输大巷，并且担负全阶段运输任务的水平。

**开采水平垂高（水平高度）：**开采水平上下边界之间的垂直距离。

**阶段垂高（阶段高度）：**是阶段上下边界之间的垂直距离。

根据井田斜长或垂高大小、开采煤层数目多少、层间距远近和倾角陡缓的不同，井田内可设一个或多个开采水平。

#### 二 水平垂高的确定

实质:阶段垂高（斜长）和是否上下山开采

##### （一）、开采水平的合理垂高

- 1、应具有合理的阶段斜长：考虑运煤、辅助运输、行人条件
- 2、应具有合理的区段数目：倾斜 $\geq 3—5$ ，倾、急倾 $\geq 2—3$
- 3、应有利于采区的正常接替 时间，工程量
- 4、要保证开采水平合理服务年限及储量  
延伸一个新水平 3—5a，过度期 2—3a，故水平接替时间 5—8a

$$T_s = Z_s / (A K)$$

##### 5、经济上有利

提出方案，技经比较， 矿井阶段（水平）垂高。

#### 三、上、下山开采的应用

##### 1、上下山开采的比较（图 16-1）

上山开采时，煤向下运输容易、费用低，但是有折返运输，井下涌水可以自流，通风路线短、漏风小；

下山开采时，煤向上运输较难、费用高，但是没有折返运输，井下涌水需要用水泵排到大巷，通风路线长、漏风大。

下山开采主要优点是可以充分利用原有开采水平的井巷设施，节约开拓工程量和基建投资，延长水平服务年限，缓和接替关系。

## 2、下山开采的应用条件

倾角小于 16 的缓斜煤层，瓦斯及水的涌出量不大；井田深部受到自然条件限制，储量不多的局部地区；多水平开采时，为了缓和接替关系而临时采用。

## 三、辅助水平的应用条件

阶段斜长局部过大的地区（图 16-3）；多水平上下山开采时，临时采用解决上水平下山开采辅助运输及排水问题（图 16-4）；近水平煤层主采煤层之外的煤层，可以设置辅助水平。

## 第二节 开采水平大巷的布置

### 一、对大巷布置的要求

大巷的运输方式和设备：矿车或胶带机（表 16-1）。

大巷的断面和支护：大巷的断面应满足运输、通风、行人、管线敷设要求；支护采用锚喷或砌碛。

大巷的方向和坡度：矿车运输要求平，胶带机运输要求直或分段取直；一般流水坡度。

### 二、开采水平大巷的布置方式

分煤层大巷和主要石门（溜井）联系的布置（图 16-7）

集中大巷和采区石门联系的布置（图 16-8）

分组集中大巷和主要石门联系的布置（图 16-9）

主要根据煤层间距或煤层组间距来选择开采水平大巷的布置方式（图 16-8）。

### 三、运输大巷位置的选择确定

煤层大巷、岩石大巷（图 16-9）

### 四、回风大巷的布置

与开采水平大巷的布置要求相同，但是可以根据不同标高分段布置。

1. 设计在阶段上部，岩石或煤层
2. 设在防水煤柱内。
3. 标高一致。
4. 近水平煤层，条带开采时（或盘区时）与大巷并列布置。  
分采区通风时，不设回风大巷。

## 第三节 采掘关系与三量管理

### （一）三量及可采期

开拓煤量  $Z_d$ ：井田范围内已掘开拓巷道所圈定的尚未采出的可采储量。

$$Z_d = (Z_{og} - Z_g - P_{dd}) \cdot C$$

$Z_d$ —开拓煤量

$Z_{og}$ —已开拓范围内的地质储量；

$Z_g$ —已开拓范围内的地质损失；

$P_{dd}$ —临时及永久煤柱

$C$ —采区采出率。

煤层大巷—大巷超过上山位置 100m

岩石大巷—超过上山位置 50 米

准备煤量

准备煤量  $Z_p$ ：开拓煤量范围内已掘出的准备巷道所圈定的煤量。

$$Z_p = \sum (Z_{pg} - Z_g - Z_d) C$$

$Z_p$ —准备煤量；

$Z_{Pg}$  — 各采区所圈定的工业储量；

$Z_g$  — 采区内的地质损失。

$Z_d$  — 呆滞煤量。

回采煤量：准备煤量范围内回采巷道和开切眼所圈定的可采煤量

回采煤量可采期（月）=期末回采煤量/当年平均月计划产量

#### 第四节 井筒开拓特征、参数及发展

#### 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### 五、思考题及参考资料（用小四号黑体）

六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

内容用小四号宋体。

## 第十七章 井底车场

**学习目的与要求：**通过学习，要求学生了解井底车场的组成、调车方式与线路布置、井底车场硐室，掌握井底车场的不同形式及其正确选择应用。

**本章重点：**井底车场的不同形式

**本章难点：**井底车场的调车方式与线路布置

**授课内容：**井底车场的组成部分、调车方式、线路布置、井底车场硐室，固定式矿车、底卸式矿车、斜井、小型矿井等井底车场的类型及其选择时要考虑的影响因素。

### 第一节 井底车场调车方式与线路布置

井底车场 —连接井筒和井下主要运输巷道的一组巷道和硐室的总称。

井底车场是位于开采水平、井筒附近的一组巷道与硐室的总称，是连接井筒提升与大巷运输的枢纽，担负着煤、矸、物料、人员的转运任务，并为矿井的排水、通风、动力供应、通讯和调度服务，对保证矿井正常生产和安全生产起着重要的作用。

了解井底车场硐室的内容（图 17-2）：

主井系统车场硐室

副井系统车场硐室

其它硐室

井底车场的组成包括巷道及硐室（图 17-2）。

#### 一、井底车场调车方式

顶推调车、专用机车调车、甩车调车、顶推拉调车

井底车场的构成：巷道线路、硐室、

存车线——主井、副井空、重车线、材料车线。

行车线——绕道回车线、调车线。

主井硐室——翻笼（或卸载坑）、煤仓、箕斗装载室、清理井底撒煤斜巷。

副井硐室——中变、水泵室、人车场、充电室等。

#### 二、井底车场线路平面布置及存车线长度

井底车场线路平面布置及存车线长度。

#### 三、井底车场线路坡度

井底车场线路坡度。

### 第二节 井底车场形式及其选择

井底车场可分为环形式、折返式两大类，固定式矿车运煤时，两大类都可用，底卸式矿车运煤时，一般为折返式井底车场。

#### 一、固定式矿车运煤时井底车场形式

##### 1、环形式井底车场

立井环形式井底车场

卧式（图 17-3）

斜式（图 17-3）

立式（图 17-3）

刀式（图 17-2）

斜井环形式井底车场（图 17-4）

##### 2、折返式井底车场

立井折返式井底车场

梭式车场（图 17-6）

尽头式车场（图 17-6、图 17-7）

斜井折返式井底车场（图 17-8）

二、底卸式矿车运煤时井底车场

底卸式矿车卸煤原理（图 17-9）

尽头式车场

梭式车场

三、小型矿井井底车场形式

1、小型立井井底车场形式

环形式

折返式

2、小型斜井井底车场形式

四、大巷胶带机运煤的井底车场

大巷胶带机运煤的井底车场（图 17-13）

五、井底车场形式选择的主要原则

- 与煤层赋存条件和开拓方式相适应；
- 与矿井设计生产能力相适应；
- 与大巷运输和井田提升方式相适应；
- 对于开采不同煤种煤层、要求分采分运的矿井，井底车场应分别设置不同煤种的存车线路、卸载与箕斗装煤系统；
- 充分考虑地面和井下条件；
- 充分考虑围岩岩性对车场内巷道和硐室维护的影响。

**四、教学过程及方法（用小四号黑体）**

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

**五、思考题及参考资料（用小四号黑体）**

**六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）**

内容用小四号宋体。

## 第十八章 矿井开拓延深与技术改造

**学习目的与要求:** 通过学习, 要求学生了解矿井的采掘关系、矿井开拓延深方案与技术改造内容, 能够正确选择矿井开拓延深方案与技术改造方式。

**本章重点:** 矿井开拓延深方案与技术改造内容

**本章难点:** 矿井开拓延深方案的正确选择

**授课内容:** 矿井的采掘接替计划, 不同的矿井开拓延深方案、选择原则与要求, 技术改造内容与意义。

### 第一节 矿井采掘关系

采掘关系: 矿井的采掘关系是煤矿生产建设特有的基本矛盾之一, 即开拓、准备和回采的关系, 是指矿井生产过程中, 采煤与掘进之间的相互协调与配合。

注意: 要避免“采损失调”和掘进超前

#### 一、配采(配产)

定义: 在矿井设计和生产中, 根据煤层煤质和赋存条件、分布特点和开采技术的不同, 为了保证产量和煤质要求, 达到均衡、有效、合理的开采, 对各采区、工作面顺序等所做的统筹安排。

#### 二 采煤工作面接替

定义: 按矿井产量计划要求, 一个采煤工作面开采结束后, 由另一个准备好的采煤工作面投入生产, 所形成的相互衔接关系。

在矿井生产期间, 每隔一定时间需要编制中长期的(5—10 a)采煤工作面接替计划。

#### 三 采区、盘区或带区接替

采区和盘区过渡时间将在 1a 以上, 带区间的过渡时间取决于带区内共用生产系统的分带数目和服务方式。

编制采区、盘区或带区接替计划遵循的原则:

保证上、下煤层(组)在采区、盘区或带区之间有合理的开采顺序。

#### 四 开采水平接替

定义: 对于多水平开拓的矿井, 原有开采水平的煤层经过较长时间的充分开采后, 必须向新开采水平转移, 并逐步由新水平生产代替原水平生产的过程。

新水平开拓需要延深井筒或增开别的井筒, 开掘井底车场、大巷, 准备新采区、盘区或带区。以及更换或增加大型机电设备等, 工程量大, 对矿井生产和技术经济效果影响较大。

水平接替计划中, 新水平投产时间应留有富裕时间。在原水平生产能力开始递减前的 1.0-1.5a, 应完成新水平的基本井巷掘进和设备安装工程。

#### 五 掘进工程安排

#### 六、采掘比与掘进率

##### 1、采掘比

采掘比为一定时期内采煤工作面个数与掘进工作面个数之比, 有时也指采煤工作面工人人数和掘进工作面工人人数之比。

矿井采掘工作面个数比与采煤工艺、掘进工艺方式等有关, 目前我国通常在 1:1.5 ~ 1:1.25 之间, 一般为 1:2。

##### 2、掘进率(m/万 t)

掘进率是指井田一定范围或时间内, 掘进巷巷道的总长度与采出总煤量之比。

## 第二节 矿井开拓延深

矿井开拓延深就是多水平开拓的生产矿井为生产接替而进行的下一开采水平的井巷布置及工程实施。

开拓延深—向深部发展

特点:

- 井巷工程量大体接近新建矿井，工期长，一般要 5~8 年（延深 3~5 年，过渡 2~3 年）；
- 可以利用原有生产系统和设备；
- 延深施工与生产相互干扰；
- 可以技术改造或改扩建，扩大能力。

### 一、 矿井开拓延深方式

#### 1 直接延深（原有主、副立井或斜井）；

特点：

可利用原设备；  
环节、工程量较少；  
生产与延深干扰大；  
技术要求高，要短期停产。  
施工复杂；  
辅助巷道以后难用；  
提升高度增加，需更换设备。

条件

- 井筒延深不受地质、水文条件限制
- 断面和提升设备能满足新水平提升要求
- 更换合理的提升设备后直接延深

#### 2 暗井延深；

特点

- 延深容易
- 暗井位置、方向、倾角、提升方式不受原有井筒限制，而按下水平开采有利布置
- 增加了暗井车场工程量
- 增加了运输设备和转运环节
- 井型很大时需设两条副暗斜井或另设专用通风井

暗井延深适用条件

- ◆ 受地质及水文地质条件限制，原井筒不宜直接延深
- ◆ 原有提升设备不能满足新水平需要，又无法更换，或原有井筒直接延深在经济上不合理
- ◆ 中倾斜、急斜煤层矿井，井筒不能直接延深，采用暗立井延深
- ◆ 平硐开拓矿井，生产水平以下的阶段无法用平硐开拓时，用暗立（或斜）井开拓新

水平；

◆ 受富含水层影响，暗井延深多采用暗斜井延深

3 直接延深与暗井延深；

特点和适用条件：介于直接延深和暗井延深之间。

4 新开一个井筒与延深一个井筒相结合；

5 多矿井深部联合集中开拓延深；

## 二、矿井开拓延深方式的确定

### （一）开拓延深方式确定原则

- 充分利用现有井巷、设备和设施；
- 生产系统简单、缩短新旧生产水平同采的时间；
- 保持或扩大原有生产能力；
- 采用新技术，新工艺和新设备。

## 三、新旧生产水平过渡时期的技术措施

### 第三节 矿井技术改造与改扩建

## 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

如：1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。

2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。

3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。

4、举例的特点作用与教授内容的配合。

5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

## 五、思考题及参考资料（用小四号黑体）

六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）

## 十九章 矿井开采设计

**学习目的与要求：**通过学习，要求学生了解矿井开采设计的程序与内容、矿井开采设计方法及评价准则，掌握方案比较法的内容、步骤与注意事项，能够正确应用方案比较法进行矿井开采设计。

**本章重点：**方案比较法的内容、步骤

**本章难点：**正确应用方案比较法进行矿井开采设计

**授课内容：**矿井开采设计的程序与内容，矿井开采设计方法及评价准则，方案比较法的内容、步骤与注意事项。

### 第一节 矿井开采设计的程序与内容

地勘、矿井设计和建井施工是采矿工业基建战线三个重要组成部分。

#### 一、矿井设计的依据

1、设计任务书：包括十点主要内容，具有法律性，不能自行修改，是编制设计文件的主要依据。

2、精查地质报告：是矿井设计的基本资料，地质构造、储量、煤质及用途、水文地质，井田精查地质报告的主要内容为矿井初步设计提供可靠的地质资料，其成果要满足选择井筒、大巷位置，划分阶段或盘区的需要。

3、国家方针、政策、规程、规范：《煤炭工业技术政策》《矿井设计规范》《煤矿安全规程》《环境保护法》等。

4、经过批准的上阶段设计确定的原则。

二、矿井设计的程序：矿井设计程序就是矿设工作阶段开展工作的顺序。矿设分为以下几个设计阶段：

矿井可行性研究：了解矿井可行性研究的含义、国内外可行性研究的情况；了解可行性研究的内容；了解可行性研究报告的章节内容；掌握可行性研究技术评价方法。

矿区开发可行性研究：

矿区总体设计：了解矿区总体设计内容、作用

注意如下几个问题：

1. 井型与服务年限有大型化趋势
2. 重视矿区总体布置
3. 查明煤炭资源与水源
4. 全面安排个项建设项目

矿井初步设计：施工图设计

#### 三、矿井初步设计内容：

1) 矿井初步设计文件包括：

- (1) 矿井初步设计说明书
- (2) 主要机电设备和器材目录
- (3) 初步设计概算书
- (4) 初步设计三材请册和附图

2) 采矿专业主要设计内容

开拓设计：核定井田境界、储量计算；矿井设计生产及服务年限；井田开拓方式；井底车场、大巷及设备选型等。

## 第二节 矿井开采设计方法

### 一、矿井开采设计方法

矿井开采设计方法一般采用方案比较法。方案比较法是确定矿井开采设计方案的方法之一，是一种优化方法。

实质：在进行矿井设或其他工程设计时，由已知条件经分析列出在技术上可行的若干方案，进行具体的准确的经济比较和技术分析，从中选出相对最优（技术上最优、经济上最合理、安全上最可靠）的一种方案的设计方法。

方案比较法比较的主要项目和内容：

- (1) 工程量：井巷工程量、地面建筑工程量、机电设备安装工程量、其它工程量
- (2) 基建投资：井巷、地面建筑、机电设备安装、其它工程量的费用
- (3) 生产经营费用：巷道维护费、运输费、提升费、通风费、排水费等
- (4) 基建工期等。

方案比较法比较的步骤：

1. 明确设计的内容、性质、要求、要达到的目标（参数）或额定指标
2. 熟悉要解决的总体或局部课题的内部、外部条件，如井田地质、地形条件、交通、与邻井关系、与其他企业关系、采矿技术条件
3. 依设计的目标与内容，深入细致分析后，提出若干技术上可行的方案
4. 进行技术经济分析，选出 2-3 个较优方案，否定容易鉴别的不合理方案（若不明显判定优势，可先经济比较）
5. 详细经济比较
  - 1) 基建费及设备费：井巷掘进费，建筑物修建费，大型设备费
  - 2) 营运费
6. 综合技术、经济比较结果，确定合理的矿井开拓方案
7. 并对该方案作出详细的文字说明，绘相关图纸

综合分析评价，权衡各方案利弊，抓住关键问题，选择技术上合理、经济效益高的方案。

方案比较法注意事项：

1. 提出可行方案和技术分析是方案比较法的基础和重要步骤，应不遗漏方案
2. 只考虑重要项目的费用
3. 相同费用可不比较
4. 营运费单价选取应可靠。准确。
5. 大方案比较之前，可先把相同类型的局部方案比较
6. 基建费与生产经营费分别列出
7. 各方案基建工期分别计算比较
8. 各方案费用差别以百分比表示，总费用最小方案为 100%
9. 两方案费用差额 $<10\%$ 时，认为经济上相等
10. 最终综合评价时，正确估计各影响因素在研究方案中的重要程度（可用专家评议法确定），择优选用

### 四、教学过程及方法（用小四号黑体）

- 如：
- 1、一个教学单元的知识系统和结构，其关键知识点、达到的知识目标和能力目标。
  - 2、一个知识点的教学方法，如板书、教具、多媒体、模型等的使用。
  - 3、对重点和难点部分具有特色的教授方法、逻辑思维方法、启发方法、点拨关键等。
  - 4、举例的特点作用与教授内容的配合。
  - 5、每一个知识点的学时分配。

内容用小四号宋体。

#### **五、思考题及参考资料（用小四号黑体）**

1. 矿井开采设计的依据是什么？
2. 了解矿井开采设计程序和遵守设计程序的重要性。
3. 了解矿井可行性研究和矿井初步设计的内容？
4. 矿井开采设计工作的原则是什么？
5. 了解矿井开采设计方法步骤，重点搞清方案比较法和开采设计方案的综合评价优选方法。
6. 了解矿井开采设计成果的评价方法。

#### **六、教学后记（用小四号黑体，课后再写，对意外发现、点滴收获以及个别疏漏而及时补充的方法等内容进行总结，以便下一次改进）**

内容用小四号宋体。