

高等学校教学用书

# 开采方法

张文生 王树仁 编

煤炭工业出版社

高等学校教学用书

开 采 方 法

张文生 王树仁 编

\*

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  $787 \times 1092^{1/16}$  印张 13

字数 306 千字 印数 1—5,400

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

书号 15035·2337 定价 1.65元

## 前 言

本书是根据煤炭部审定的教学计划及课程教学大纲编写的。可作为煤矿高等学校建井专业《开采方法》课程教材。

全书共分两篇：第一篇井田开拓，介绍了有关煤田及井田的划分、开拓方式、矿井延深、方案比较以及有关井田开拓的几个基本问题的分析。第二篇采区巷道布置与采煤方法，主要介绍和分析了不同地质条件下的采区巷道布置方式，不同煤层倾角和厚度条件下的采煤方法（包括各种机械化工作面的回采工艺）以及水力采煤等。

编写中，在内容上做了适当的增加，以适应各院校因地制宜的选用。有关井底车场、采区车场等部分内容在《井巷工程》中有比较详细地论述，本书作了删减。

参加本书审稿会议的有中国矿业学院、阜新矿业学院、山西矿业学院、淮南煤炭学院、贵州工学院、西安矿业学院等有关同志。对他们所提的宝贵意见，我们表示深切的谢意。

本书第一篇由西安矿业学院张文生同志执笔编写；第二篇由王树仁同志执笔编写，经采煤教研室全体同志审阅讨论，并由采矿系唐祖章同志统一审校。

由于我们的水平不高，书中难免存在许多错误和不妥之处，希望同志们批评指正。

编 者 一九七九年九月

# 目 录

## 第一篇 井田开拓

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 煤田的划分            | 1  |
| 第一节 煤田划分为井田          | 1  |
| 第二节 矿井储量、生产能力和服务年限   | 4  |
| 第二章 井田的再划分及开采顺序      | 8  |
| 第一节 基本概念             | 8  |
| 第二节 开采顺序             | 18 |
| 第三章 井田开拓方式           | 22 |
| 第一节 概述               | 22 |
| 第二节 斜井开拓             | 24 |
| 第三节 立井开拓             | 29 |
| 第四节 平硐开拓             | 33 |
| 第五节 开拓方式的分析及综合开拓     | 34 |
| 第四章 矿井开拓延深           | 39 |
| 第一节 概述               | 39 |
| 第二节 矿井延深方案的选择        | 40 |
| 第三节 水平过渡时期的技术措施      | 45 |
| 第五章 有关开拓的几个问题的分析     | 49 |
| 第一节 关于上、下山开采及水平高度的确定 | 49 |
| 第二节 阶段运输与回风大巷        | 54 |
| 第三节 井、硐位置及数目的确定      | 58 |
| 第四节 矿井移交标准及三量划分      | 63 |
| 第六章 矿井开拓方案比较         | 71 |
| 第一节 方案比较法的步骤及注意事项    | 71 |
| 第二节 方案比较法示例          | 72 |

## 第二篇 采区巷道布置及采煤方法

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第七章 缓斜及倾斜薄及中厚煤层走向长壁采煤法及采区巷道布置 | 83  |
| 第一节 采区巷道布置                    | 83  |
| 第二节 走向长壁采煤法及其参数               | 89  |
| 第三节 采区巷道布置与采煤方法的概念            | 92  |
| 第四节 倾斜长壁采煤法及准备巷道的布置           | 95  |
| 第八章 缓斜及倾斜薄及中厚煤层走向长壁采煤法回采工艺    | 98  |
| 第一节 采场矿山压力                    | 98  |
| 第二节 顶板管理                      | 107 |
| 第三节 普通机械化工作面的回采工艺             | 118 |

|      |                              |     |
|------|------------------------------|-----|
| 第四节  | 综合机械化工作面的回采工艺 .....          | 126 |
| 第五节  | 爆破落煤工作面回采工艺 .....            | 131 |
| 第六节  | 倾斜煤层回采工艺的特点 .....            | 132 |
| 第九章  | 倾斜分层下行垮落采煤法及采区巷道布置 .....     | 134 |
| 第一节  | 采区内巷道布置的特点 .....             | 134 |
| 第二节  | 回采工艺 .....                   | 141 |
| 第三节  | 采煤方法参数 .....                 | 145 |
| 第十章  | 煤层群联合开采的准备巷道布置 .....         | 147 |
| 第一节  | 缓斜及倾斜煤层群采区巷道联合布置 .....       | 147 |
| 第二节  | 近水平煤层群准备巷道联合布置 .....         | 151 |
| 第三节  | 确定采区参数 .....                 | 153 |
| 第四节  | 走向分段式巷道布置 .....              | 158 |
| 第十一章 | 倾斜分层上行充填采煤法及采区巷道布置 .....     | 160 |
| 第一节  | 水砂充填系统 .....                 | 160 |
| 第二节  | 倾斜分层上行充填走向长壁采煤法及采区巷道布置 ..... | 166 |
| 第三节  | 倾斜分层上行充填V型倾斜长壁采煤法 .....      | 173 |
| 第四节  | 水砂充填采煤的评价 .....              | 175 |
| 第十二章 | 急倾斜煤层采煤方法及采区巷道布置 .....       | 176 |
| 第一节  | 采区巷道布置 .....                 | 176 |
| 第二节  | 倒台阶采煤法 .....                 | 179 |
| 第三节  | 伪倾斜柔性金属掩护支架采煤法 .....         | 180 |
| 第四节  | 水平分层和斜切分层采煤法 .....           | 183 |
| 第五节  | 急倾斜采煤机械化 .....               | 186 |
| 第十三章 | 水力采煤 .....                   | 189 |
| 第一节  | 水力采煤的生产系统及破煤原理 .....         | 189 |
| 第二节  | 水力采煤矿井的开拓 .....              | 194 |
| 第三节  | 水力采煤方法及采区巷道布置 .....          | 196 |
| 第四节  | 水力采煤的优点、存在的问题及改进途径 .....     | 200 |

# 第一篇 井田开拓

---

井田开拓是井田内主要巷道的总体部署及其有关参数的确定。因此，井田开拓是煤矿生产建设的全局，是整个矿井开采的战略问题。

井田开拓所要解决的主要问题有：井田境界、矿井生产能力及服务年限的确定；井田内的划分；井田开拓方式及有关参数的确定。

在解决上述问题时应满足安全、经济、最大限度回收煤炭资源的要求。

## 第一章 煤田的划分

### 第一节 煤田划分为井田

#### 一、煤田、井田、矿区

在同一地质时期生成的大面积含煤地带，一般称为煤田。煤田的面积很大，从数十到数千平方公里，储量从数亿到数百亿吨。象这样储量丰富、面积连续的大煤田，又称为“富量煤田”；相反，由于煤田形成过程中或形成后的地质变化等原因，煤田的面积较小，储量有限，只适于用一个矿井来开采的煤田，称为“限量煤田”。

我国煤炭资源十分丰富，是世界上主要产煤国家之一，有很多比较大的煤田，如大同煤田走向长达150公里，陕西渭北煤田长达170公里，横跨七个县，面积为1980平方公里。

一个面积大、储量多的煤田，如果用一个矿井开采，在技术上和经济上都是不合理的，必须根据国民经济的需要以及技术上经济上的合理性，将煤田划分为若干较小部分，每一部分由一个矿井开采。这样，划归为一个矿井开采的那部分煤田称为“井田”。

由于行政上或经济上的原因，往往将邻近的几个井田划归为一个行政机构管理，而将这几个邻近的井田合起来称为“矿区”。如陕西省的渭北煤田分为铜川矿区、蒲白矿区、澄合矿区、韩城矿区等。

#### 二、煤田划分为井田

为了开发煤田，首先进行地质勘探工作，并根据已批准的详查地质报告和计划任务书进行矿区总体设计。在矿区总体设计中，应阐明设计的指导思想，论证矿区开发对发展国民经济的重要意义，从技术上、经济上分析建设和生产的合理性，并确定矿区开发和建设有关的各项原则、方案。煤田划分为井田就是总体设计中应确定的主要问题之一，即确定矿区的建设规模；划定井田境界、矿井生产能力及服务年限；矿区开发顺序；提出矿井开拓方式、选定工业场地位置；规划矿区附属与辅助企业等。

煤田划分为井田的原则：

1. 井田境界应与矿井生产能力相适应。一个大型矿井，由于需要的投资多，因而要求井田有足够的储量和矿井服务年限，井田尺寸也就相应大些；相反，小型矿井的井田尺

寸，也相应小些。

2. 一般应根据自然条件划分井田境界。如果煤田中有较大的断层、无煤带、向斜与背斜轴、煤层倾角的急剧变化、以及河流、铁路、较大的建筑物等均可作为划分井田境界的自然条件。用自然条件作为井田的境界，相对的减少了煤柱损失，提高资源的回收，也减少了对开采工作造成的技术困难。图1-1为煤田划分的一个具体例子，沿煤田走向方向，除四矿与地方煤矿外，基本上是以断层为界，三矿与四矿之间，除断层外还有火成岩侵入作为井田境界。

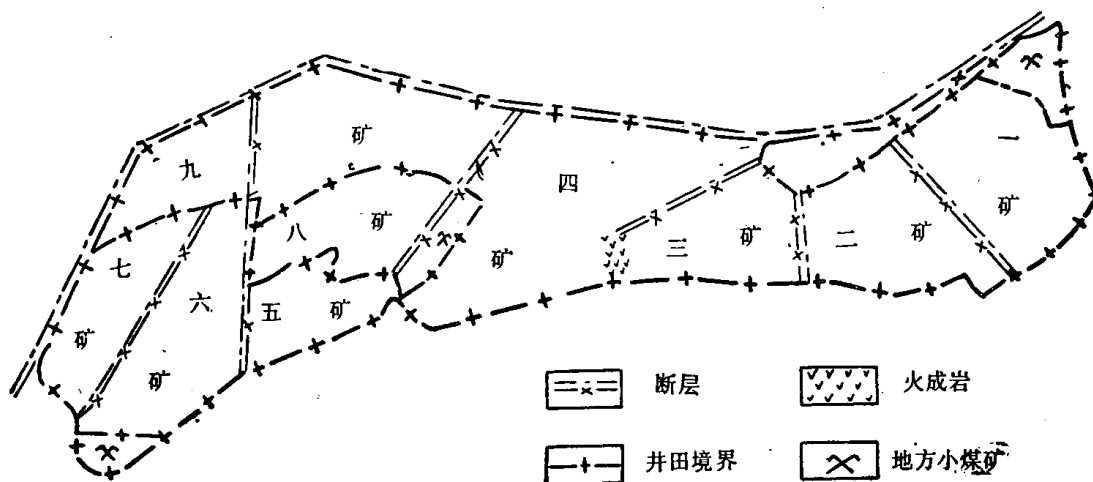


图 1-1 煤田划分为井田

另外，当煤层埋藏较深，表土层较厚，并含有流砂层以及地形地貌复杂等自然条件时，由于选择工业场地及开凿井筒的困难，井田范围应尽量划的大些。这样，相对来说就减少了开凿井筒工程量和工业场地的设置。

必须指出：以自然条件划分井田时，其井田范围也应与矿井生产能力相适应，否则将会造成矿井生产不良的技术经济效果；同时，自然条件也不是不可逾越的。随着采矿技术的发展，有的矿井为适应老井挖潜扩大生产能力，相应扩大老井井田范围，就曾将原来以断层为界的两个井田，越过断层合并为一个井田。

### 3. 划分井田时要考虑矿井本身的发展与相邻矿井的关系。

为了给矿井后期发展留有余地，井田应适当划得大些；或者在井田范围外留有后备区，暂不建井以适应生产矿井未来的发展。

对于相邻矿井，特别是对于缓倾斜煤层中深、浅部同时建井；或者在老井深部另建新井，新老井同时生产时，应为浅部井发展留有余地，避免新井挤老井，造成浅部矿井“吃”深部井田的上部分煤炭储量，而影响深部井田的服务年限。如图1-2所示：1为上部井田，即将采完，但因井巷及生产设施全部完好，同时由于国家对煤炭的需要不能将浅部矿井报废，当左右没有发展余地时，只好越过井田境界向深部发展，吃深部井田上部分（第一水平）的煤炭，则新井第一水平的服务年限就将减少，造成接替紧张等不良后果。

对于煤层赋存较浅、层间距较大，无采动影响的上、下煤组，亦可考虑浅部分组建井，深部再集中建井。如图1-3所示：一矿与二矿由于层间距较大的自然条件分为两个井田同时建井，这样，既避免初期建设过于分散，也不会相邻两矿井同采时互相造成采

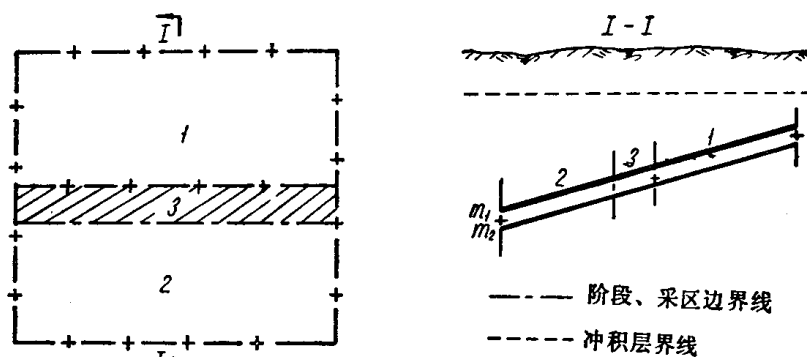


图 1-2 浅部矿井挤深部矿井

1—浅部井田；2—深部井田；3—浅部矿井开采深部矿井部分井田； $m_1$ 、 $m_2$ —第一、二煤层

动影响。

4. 人为划分井田方法。当没有自然条件作为井田境界时，要采用人为的划分方法。在煤层的倾斜方向上，根据煤层倾角的不同，可采用垂直划分法与水平划分法。

(1) 垂直划分法：当煤层倾角较小，特别是近水平煤层时，用一垂直面来划分井田的深部或浅部境界，如图1-4所示。

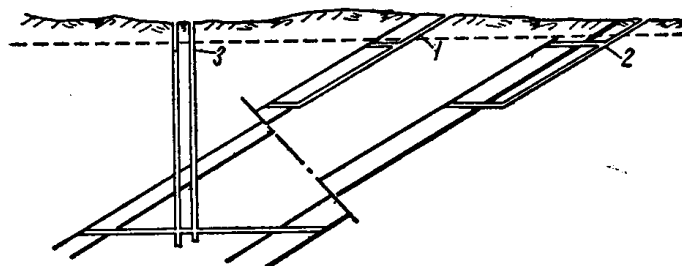


图 1-3 分组与集中建井的井田划分

1、2—浅部分组建井；3—深部集中建立井

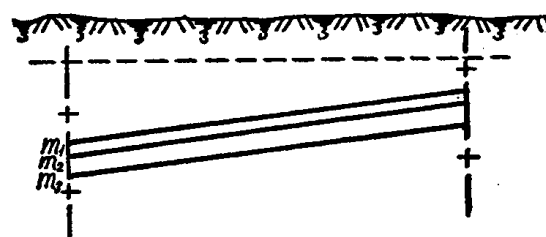


图 1-4 垂直划分井田

(2) 水平划分法：在倾斜及急倾斜煤层时，常以井田内主煤层底板等高线为准的水平面作为划分深、浅部井田的境界，如图1-5所示。

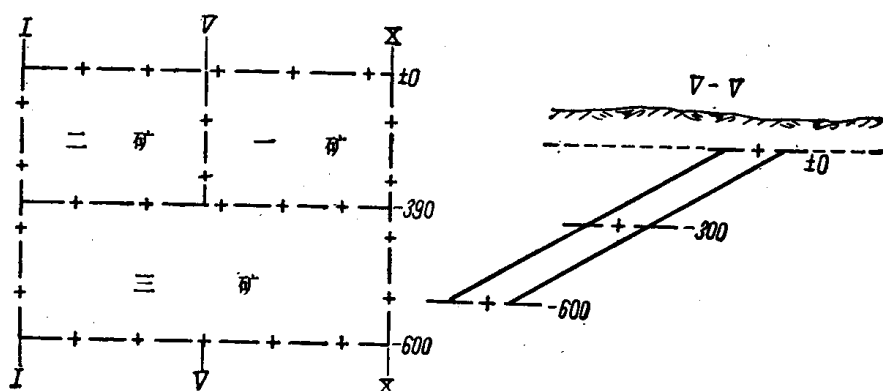


图 1-5 水平划分井田

I—I、V—V、X—X—勘探线

图中以通过 $\pm 0$ 、 $-300$ 、 $-600$ 的水平面作为一、二矿与三矿的上、下部井田境界。在计算井田面积时，其上部境界应以最下面的可采煤层底板等高线为界；其下部境界应以最上面的可采煤层底板等高线为界。

在煤层的走向方向上，以通过煤层的倾斜线（或勘探线）的垂直面划分井田境界。如图1-5中即通过I-I、V-V、X-X勘探线上的垂直面作为一矿、二矿及三矿井田的走向境界。

用人为划分方法划分的井田境界，能保持井田境界的整齐划一，这样对开采工作是有利的；便于布置运输和回风巷道，也减少煤柱的损失和复杂的“压茬”关系。

在充分考虑上述井田划分原则的基础上，具体确定矿井井田走向长度时，可按《煤炭工业设计规范》的规定选取：小型矿井走向长度一般不少于1.5公里；中型矿井一般不少于4公里；大型矿井一般不少于7.0公里。

井田走向尺寸过短，会造成矿井延深频繁、接替紧张；过长则会给矿井运输、通风、巷道维护等造成困难及其生产费用增加。在上述数字的选取时，对于矿井生产能力较小或可采煤层总厚度较大的情况时取小一些，相反，取大一些；对于有煤及瓦斯突出危险的煤层，需要做瓦斯工程等工作，井田走向长度应取大一些。

应当指出：在实际工作中，尚有以地质勘探工作的进展程度作为划分井田的方法。就是把先达到勘探要求的部分煤田，划为一个井田。这样划分，不能充分考虑矿区综合开发的合理性，给统一布局带来一些不利影响。譬如，有的矿区，本来用两个矿井开发比较合理，但是因勘探工作跟不上而划分了三个矿井进行建设，结果不利于矿井集中开拓，造成技术上、经济上的不良后果。

### 三、矿区开发顺序

在矿区总体设计确定后，每个矿井井田境界已经划定，就可以按照基本建设程序的要求，进行矿区的开发建设。

为了集中兵力打歼灭战，在井田数目较多的情况下，不能使基本建设战线拉的过长，不能将划分好的矿井同时都进行建设，而应分批分期进行。在一个矿区内，同时建矿井的数目，一般不超过2~3个，特别是对施工比较困难或开采条件比较复杂的矿区，应先建一对矿井以取得建设和生产经验，然后再分批建设。这样，建设一批，投产一批，最后达到矿区建设规模。

在矿区开发建设的顺序上，应按先浅后深、先近后远、先易后难的原则进行。一般先开发施工和生产条件比较简单、投资少、见效快的矿井；对于交通运输、电源、水源以及国家对器材、设备等容易解决的矿井，应先行开发。

上述井田境界的确定，实际上是与井田储量、矿井生产能力与服务年限同时进行的。我们为了便于分析而分别进行叙述。

## 第二节 矿井储量、生产能力和服务年限

### 一、矿井储量

矿井储量主要分为矿井地质储量、工业储量和可采储量。矿井地质储量包括平衡表内、表外储量；而表内储量包括工业储量及远景储量；工业储量又包括可采储量及开采损失。

**矿井地质储量：**在井田境界范围的一定计算深度内，具有工业价值的全部煤炭储量，称为地质储量，又叫矿井总储量。

**工业储量：**是指煤层厚度、煤质及煤层开采技术经济指标等均能符合当前工业及开采的要求，并作为煤炭工业建设设计和投资依据的那一部分储量，即平衡表内储量中A + B + C级储量。

**可采储量：**是指在工业储量中可以采出的那一部分储量。可采储量与工业储量的关系如下式：

$$Z_k = (Z_G - P)C, \quad (1-1)$$

式中  $Z_k$ ——可采储量（万吨）；

$Z_G$ ——工业储量（万吨）；

$P$ ——永久煤柱损失量：保护工业广场、井筒、井田境界、河流、湖泊、铁路、建筑物、断层、防水等煤柱（万吨）；

$C$ ——采区回采率。

应当注意，矿井储量的圈定与计算，是一项严肃认真的工作。我国《煤炭工业设计规范》规定：矿井初步设计必须以经过批准的精查地质报告作为设计资源储量。因此，在确定矿井设计中的重大技术问题时，一定要仔细研究核对矿井储量，以免造成不应有的损失。

## 二、矿井可采储量，生产能力和服务年限的关系

矿井可采储量、生产能力和服务年限之间的关系可用下式表示：

$$Z_k = A \cdot T \cdot K, \quad (1-2)$$

式中  $A$ ——矿井设计生产能力（万吨/年）；

$T$ ——矿井设计服务年限（年）；

$K$ ——储量备用系数：考虑实际回采时，由于增产或开采时煤炭损失增加等而采用的系数，一般取1.4；地质条件复杂的取1.5。

从上式可以看出：如果先确定了矿井生产能力，再由矿井生产能力与矿井服务年限的对应关系求出矿井服务年限，即可求得矿井可采储量；也就是求出与矿井生产能力相适应的，经济上比较合理的井田范围。

### （一）矿井服务年限

矿井服务年限也是与矿井生产能力相适应的。大型矿井建井工期长，需要装备大型固定设备，基建工程量大，所以基建投资也比较多，为了充分发挥投资效果，发挥人力与物力的作用，并且能在相当长的时间内稳定地供应附近其它企业的煤炭，矿井服务年限宜长些；反之，小型矿井的服务年限宜短些。

矿井生产能力与矿井服务年限之间存在着一个技术、经济上都比较合理的关系。因为随着井型的增大，基本建设投资增多，当矿井储量一定时，则分摊到采出的每吨煤上的这部分费用相应增加；另一方面，随着井型的增大，由于集中生产、提高机械化水平和劳动生产率，分摊到采出的每吨上的生产经营费用就要减少。就是说，分摊到每吨煤炭上的费用，一部分增加，另一部分减少，而且由于增加与减少的幅度不同，就存着一个使吨煤费用最少的矿井生产能力与矿井服务年限的范围。我国《煤炭工业设计规范》从这种关系出发，按不同矿井生产能力，对矿井和开采水平的设计服务年限作了相应的规定（表1-1）。

如已知矿井生产能力，即可由表中查得相应的矿井和水平设计服务年限。

表 1-1 矿井及水平设计服务年限

| 矿井设计生产能力<br>(万吨/年) | 矿井设计服务年限<br>(年) | 水平设计服务年限(年)      |                   |                   |
|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                    |                 | 开采0~25度<br>煤层的矿井 | 开采25~45度<br>煤层的矿井 | 开采45~90度<br>煤层的矿井 |
| 240及以上             | 90以上            | 30~40            | —                 | —                 |
| 90~180             | 60~80           | 20~30            | 20~30             | 15~20             |
| 30~60              | 30~50           | 15~20            | 15~20             | 12~15             |
| 9~21               | 15~25           | 10               | 8~10              | 8                 |

在选用表内设计服务年限的范围时，当矿井设计能力较小则取小值；较大取大值；中间型时取中间值。一般不少于表1-1中的规定。

在限量煤田或井田范围已经确定的情况下，当矿井生产能力一定时，则公式(1-2)也可写成

$$T = \frac{Z_k}{A \cdot K} \quad (1-3)$$

来求得矿井服务年限。如求出的T值小于表(1-1)中的规定，则须调整矿井设计生产能力，以保证矿井服务年限。

## (二) 矿井生产能力

矿井生产能力，一般指矿井设计的年生产能力，又称矿井年产量或井型。我国的井型系列，主要分为三种类型：

|      |                           |        |
|------|---------------------------|--------|
| 大型矿井 | 90、120、150、180、240、300及以上 | (万吨/年) |
| 中型矿井 | 30、45、60                  | (万吨/年) |
| 小型矿井 | 9、15、21                   | (万吨/年) |

除上述规定矿井类型外，一般不再出现介于两种设计能力的中间类型。这样分类便于设计、设备的标准化、系列化、通用化。

大型矿井的优点是机械化程度高，生产集中，效率高，成本低，矿井服务年限长。但是大型矿井投资高，要求设备多（而且多为重型设备），施工技术要求高，矿井建设工期长。小型矿井则相反，投资低，建井快，设备简单；但是生产比较分散，效率低，成本高，服务年限较短。

关于井型大小的确定，应根据地质构造、煤质、储量、煤层赋存状况及开采条件、设备供应、以及国家有关技术政策和需煤情况等因素，经过技术经济方案比较，择优选取的。在这些影响矿井生产能力的因素中，矿井储量、煤层赋存状况和开采条件是主要因素。

对于储量丰富、煤层生产能力较大、开采技术条件较好的井田，应设计为大型矿井；特别是在埋藏较深，表土层很厚、地形比较复杂工业场地不易选择的情况下，为降低土建及矿建工程，充分发挥投资效果，更有必要设计为大型矿井。

当浅部煤层条件合适并有利于建设中、小型矿井时，应设计为中、小型矿井；特别是储量少、煤层生产能力小、埋藏不稳定、地质构造复杂，更宜于设计为中小型矿井。

煤层生产能力，赋存状态及煤层开采条件是确定矿井生产能力的关键。因为在煤层数目多、而且煤层较厚、埋藏稳定、地质构造简单利于开采时，就可以布置单产高的采煤工

工作面。这样，也就可以在整个矿井按能够布置同时生产的工作面数目及工作面单产来计算矿井生产能力。

目前，现代化煤炭工业是以采煤工作面的综合机械化为核心的。一个单产高的综采工作面生产能力可以达到90万吨/年以上；一个年产300万吨的矿井，只要能够布置这样的工作面3~4个，即能满足矿井生产能力的要求（包括掘进出煤）。按一般要求，采煤工作面的平均月产：薄煤层一万吨；中厚煤层二万吨；综采三万吨。这样，一个年产90万吨的大型矿井，按上述采煤工作面配采，3~4个即能满足矿井生产能力的要求。

从上述分析，可以看出：矿井储量、煤层生产能力及其开采技术条件是确定矿井生产能力的主要因素。前者是物质基础，即能保证矿井的一定服务年限；后者是关键，即能保证布置足够的工作面使矿井生产能力得到完成。

关于全矿井能够布置多少个同时生产的工作面数目，将在第二章中分析讨论。

此外，在确定矿井生产能力时，也要考虑提升、运输、排水、通风等辅助生产环节。这方面主要是设备供应来源问题，在一般的情况下，不应成为限制矿井生产能力的因素。另外，确定矿井生产能力时对于瓦斯大、易自燃发火、涌水量大、“三下”采煤等对开采不利因素也要给以足够的重视。

在具体确定矿井储量、矿井生产能力与服务年限这三个参数时，在同时考虑上述三者关系的基础上，一般按下述两种情况来确定：

1. 限量煤田时，井田的可采储量已为定值，由公式（1-2） $Z_k$ 为已知，则 $A \cdot T \cdot K$ 乘积即为已知。 $K$ 值可以选取，则 $A$ 、 $T$ 的乘积是已知的；再使其满足表（1-1）中 $A$ 和 $T$ 的数量关系，就可以具体确定矿井生产能力和相应的矿井服务年限。

2. 富量煤田时，公式（1-2）中的 $A$ 、 $T$ 、 $Z_k$ 三个参数都是未知数，确定就比较复杂。一般，先根据影响矿井生产能力的因素，特别是储量、煤层生产能力和开采条件，以及国民经济需要等因素，按矿井可能同时布置生产采煤工作面数及工作面能力求出全矿井的生产能力；再由表（1-1）中的矿井生产能力与服务年限的关系，确定出矿井服务年限；最后根据公式（1-2）求出矿井可采储量，再考虑储量备用系数、开采损失、自然条件等因素划分出井田境界。

为求得合理的井型、井田境界等方案，往往要根据地质构造、储量、水文、煤层赋存情况、开采技术条件、开拓方式，并结合地形、地物等因素提出几个方案，进行技术、经济比较，选择较合理的方案报上级审批决定。

应当指出：高度集中化、机械化、现代化的矿井，反映在井型方面是向大型井或巨大型井发展。目前，已经出现了年产1000万吨以上的巨型矿井。有的国家，矿井年平均生产能力达到330万吨，我国开滦煤矿从1964年到1975年矿区生产能力由1243万吨增加到2563万吨，矿井年平均生产能力达366万吨。这种矿井平均生产能力的增长，主要不是由新建矿井增加的，而是通过老井挖潜、改造，扩大井型，集中生产等达到的。

反映到矿井服务年限方面，是向缩短的方向发展；大型矿井的服务年限由80~100年缩短为40~50年。这是因为技术发展很快，设备更新的周期显著缩短，目前每隔10~20年就更新一次设备；按一个矿井从投产到采完，更新和改建2~3次计，则矿井服务年限约为40~50年。

## 第二章 井田的再划分及开采顺序

煤田划分成井田，而井田的范围一般还是很大的，走向长度可达数千米到万余米，倾斜长度亦可达数千米。这样大范围的井田，在目前的技术条件下，还不可能一下子采出来，必须再划分适于开采的较小部分，有计划、按顺序的进行回采，这样做，在技术上和经济上都是比较合理的。随着生产技术的发展，井田划分方式也将引起相应的变化。

### 第一节 基本概念

#### 一、阶段与水平

##### (一) 阶段

在井田的范围内，沿倾斜方向，按一定标高，将井田划分成若干长条部分，以便于开采，这样划分的长条部分称为阶段（如图2-1）。

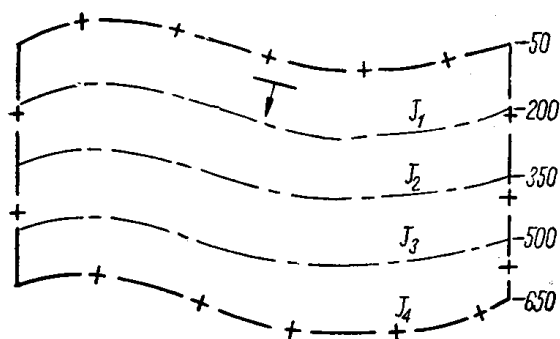


图 2-1 井田划分为阶段

$J_1$ 、 $J_2$ 、 $J_3$ 、 $J_4$ —第一、二、三、四阶段；-50、-200—底板等高线

阶段的走向长度等于井田走向全长；阶段的倾斜长度由阶段的垂直高度决定，一般可以从100米到1000米以上。

每一个阶段应有独立的运输和通风系统。一般，沿阶段的上部边界开掘阶段回风平巷；沿阶段的下部边界开掘阶段运输平巷。上一阶段采完后，这条阶段运输平巷又常作为下一阶段的回风巷。

因为在一般的情况下，井田内的煤层都是以煤层群状态存在的。为了减少阶段巷道

的掘进和维护工程量，往往将阶段巷道布置在最下边煤层或其底板岩石中，并以石门与其它煤层相联系。如图2-2所示，该井田有三个可采煤层即 $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ ，分为三个阶段。在 $m_3$ 的底板岩石内（或 $m_3$ 中）布置阶段运输平巷1和阶段回风平巷2，大巷与煤层用石门3来联系。

从图2-2中，还可以看出，在 $\pm 0$ 到-150之间，将 $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ 煤层沿倾斜划分成一个长条形部分，而每个煤层的这一长条形部分，按阶段的含义是同属于一个阶段的；-150至-300之间、-300至-450之间也是同样的。

##### (二) 水平

通过运输或通风平巷的某一标高的水平面，称为水平。水平常以标高、用途或开采顺

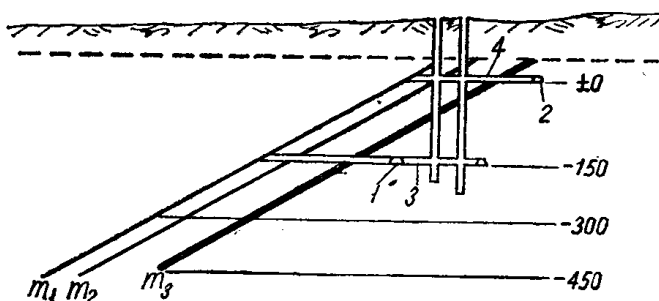


图 2-2 煤层群的阶段划分

1—阶段运输巷；2—阶段回风巷；3—阶段运输石门；4—阶段回风石门

序来表示。如图2-2中的 $\pm 0$ 水平、 $-150$ 水平，又分别称为回风水平、运输水平；而 $-150$ 水平、 $-300$ 水平，按一般开采顺序，又称为第一水平、第二水平等。

开采水平：具有井底车场及主要运输大巷的水平，称为开采水平（又称主水平），简称水平。我们所研究和讨论的水平，主要是指开采水平。

根据煤层赋存条件，一个井田可以用一个水平开采，或者用几个水平开采。前者称为单水平开拓；后者称为多水平开拓。

单水平开拓：用一个开采水平把井田沿倾斜划分为两个阶段（如图2-3所示），在水平以上的阶段，采出的煤炭是向下运到开采水平的，称为上山阶段；在水平以下的阶段，采出的煤炭是向上运到开采水平的，称为下山阶段。即以 $-150$ 为开采水平， $-150 \sim \pm 0$ 为上山阶段； $-150 \sim -300$ 为下山阶段。

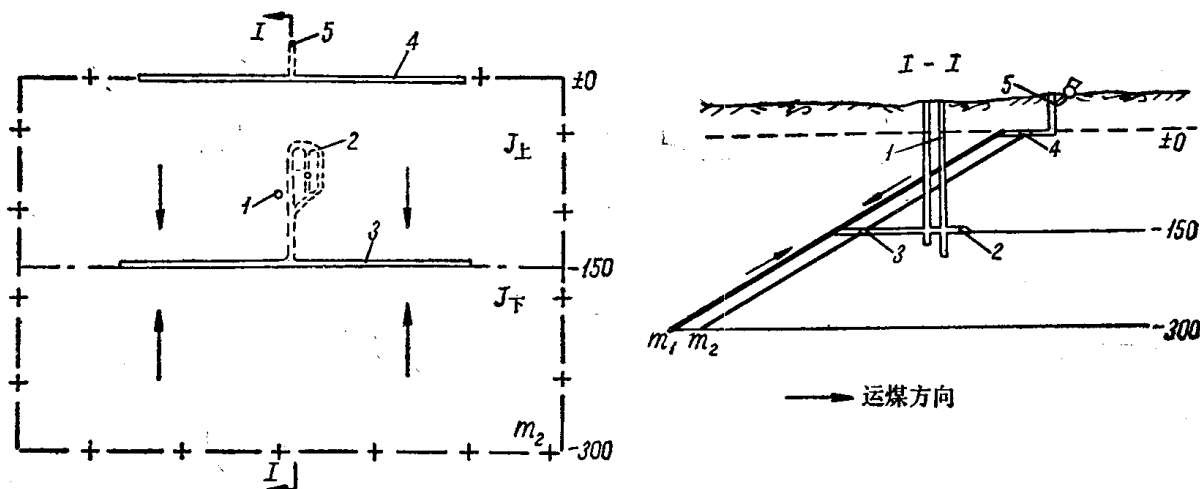


图 2-3 单水平开拓

1—井筒；2—井底车场；3—阶段运输大巷；4—阶段回风大巷；5—风井；  
J上—上山阶段；J下—下山阶段

上山阶段开采的煤炭要向下运至 $-150$ 水平（如箭头所示）；而下山阶段开采的煤炭要向上运至 $-150$ 水平，都要经过运输大巷3运往井底车场2，再由井筒1提升到地面。

由上述可以看出：当由一个水平开采两个阶段时，这个水平既为上山阶段服务，也要为下山阶段服务；而这条主要运输大巷既是上山阶段的运输巷，也是下山阶段的运输巷。

单水平开拓，一般用在煤层倾角较小（ $16^\circ$ 以下）、井田倾斜长度也比较小的地方。

多水平开拓：用两个以上开采水平来开采整个井田的，称为多水平开拓。按开采水平服务的阶段布置方式的不同，可分为多水平上山开拓，多水平上、下山开拓和多水平混合式开拓。

图2-4为多水平上山开拓。

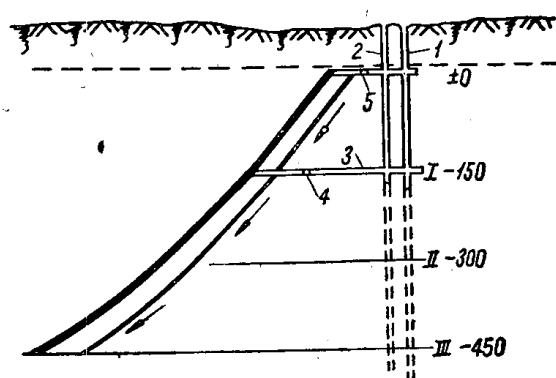


图 2-4 多水平上山开拓

1—主井；2—副井；3—阶段石门；4—阶段运输大巷；5—阶段回风大巷；I、II、III—第一、二、三水平

$-150$ 、 $-300$ 、 $-450$ 分别为第一、二、三水平，开采三个上山阶段，每个阶段开采的煤炭均向下运至相应的水平，由各水平提至地面。这种方式，每个水平只为一个阶段服

务, 具有上山开拓的优点, 但是, 这种方式的井巷工程量是比较大的。

图2-5为多水平上、下山开拓。

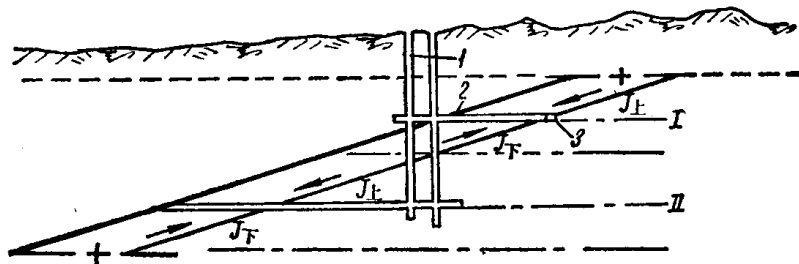


图 2-5 多水平上、下山开拓

1—井筒; 2—阶段石门; 3—阶段运输大巷;  $J_{上}$ —上山阶段;  $J_{下}$ —下山阶段; I、II—第一、二水平

每一个水平均为上、下山阶段服务, 这种方式比起多水平上山开拓减少了水平数目及井巷工程量, 但增加了下山开采; 一般用于煤层倾角较小的地方 (小于 $16^{\circ}$ )。

图2-6为多水平混合式开拓。

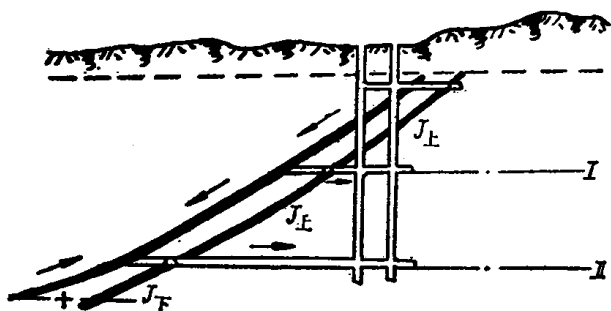


图 2-6 多水平混合式开拓

$J_{上}$ —上山阶段;  $J_{下}$ —下山阶段; I、II—第一、二水平

第一水平开采上山阶段, 第二水平开采上、下山阶段; 即在整体井田中, 上面的某几个水平只开采上山阶段, 而最下一个水平, 一般用上、下山的布置方式, 是为多水平混合式开拓。这种方式, 既发挥了单一阶段布置方式的特点, 又适当的减少了开拓工程量及运输工程量 (一般在立井开拓时, 越向深部发展, 石门的工程量越大), 特别是当深部储量不多时, 再单独设一个水平, 在技术上和经济上也是不合理的。

多水平开拓, 一般用在井田的倾斜长度比较大或者煤层倾角大的地方。

在多水平开拓方式中, 虽然可以布置几个开采水平, 但不是各水平同时生产, 而是要求以一个水平生产保证矿井设计生产能力。这样做, 有利于矿井合理集中开拓部署, 简化生产系统, 节省设备, 提高效率, 便于集中管理。

中间水平: 为了减少井巷工程量, 延长水平服务年限, 要求增加水平高度, 但是又不能使阶段的倾斜长度过大, 引起每一个采区均要多段运输等的困难, 有时用一个水平开采两个上山阶段; 在每个阶段内均布置阶段运输平巷并划分采区。一般开采水平设在下部阶段, 担负两个阶段的提升任务; 上一阶段只设运输水平, 上阶段采出的煤炭经上阶段运输平巷, 阶段溜煤井; 放至开采水平, 我们把上阶段的运输水平称为中间水平 (如图2-7)。

中间水平, 只在溜煤井上、下端设简单的调车场; 为了辅助提升及行人的方便, 还须在主水平与中间水平之间开掘辅助上山。其它有关排水、提升等主要设施, 均设在开采水平的井底车场内。

辅助水平: 为了解决储量不多的局部煤层开拓; 或者为了增加正在生产水平的储量, 延长其服务年限 (原设计不合理或生产中造成的水平服务年限变短) 而设置的能力较小, 服务年限较短的水平, 称为辅助水平 (如图2-8)。

图2-8 (a) 中, II水平以下, 由于断层切割, 形成储量不多的局部煤层, 不足以设一个新水平, 因此, 采取由II水平开掘暗立井, 设辅助水平开拓的措施。图2-8 (b) 中,

I 水平原设计位置偏高, 只采 $m_{11}$ 层煤, 储量减少, 直接延深 II 水平时间又来不及, 为了延长 I 水平服务年限, 充分发挥其作用, 只好设第一水平的辅助水平采 $m_{12}$ 、 $m_{14}$ 煤层。

必须指出: 中间水平或辅助水平, 都属于相应的开采水平, 其服务年限也应计入相应的开采水平。

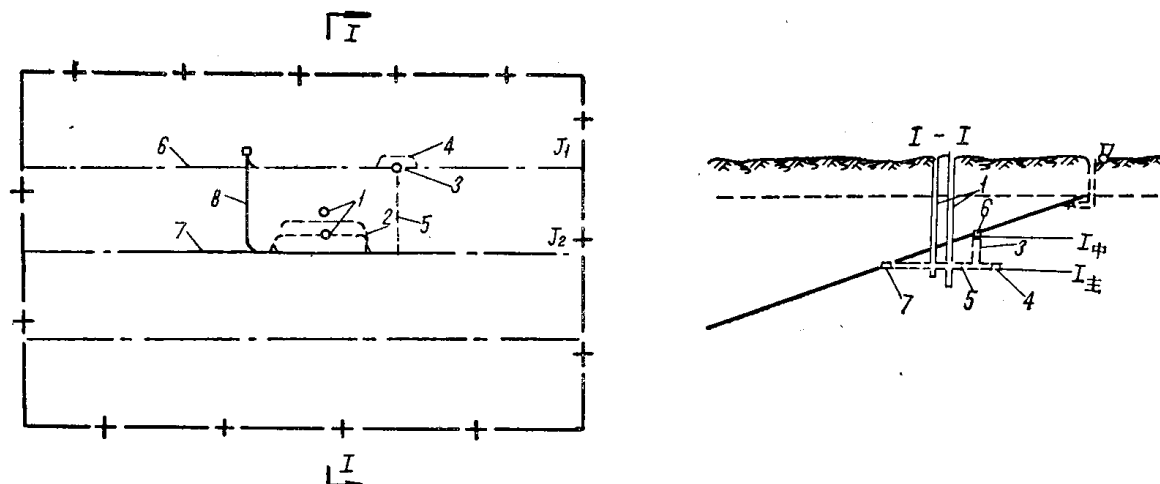


图 2-7 中间水平示意图

1—井筒; 2—井底车场; 3—溜煤井; 4—溜井车场; 5—水平石门; 6、7—第一、二阶段运输平巷;  
8—辅助上山;  $J_1$ 、 $J_2$ —第一、二阶段;  $I_{中}$ —中间水平;  $I_{主}$ —开采水平

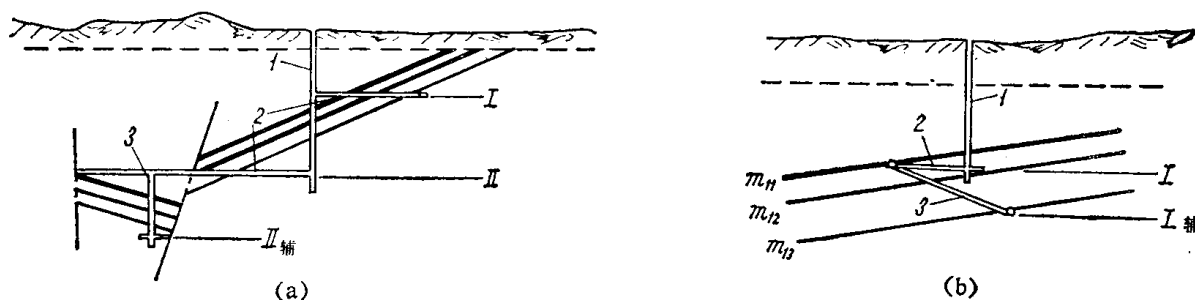


图 2-8 辅助水平

1—井筒; 2—阶段石门; 3—暗井;

$I$ 、 $II$ —第一、二水平;  $I_{辅}$ 、 $II_{辅}$ —第一、二水平的辅助水平

上面我们讨论了“阶段”和“开采水平”这两个基本概念, 对这两个概念的实质, 必须明确理解。这两者既有区别也有联系。阶段是指井田的一部分范围(面积); 水平是指一定标高水平面上贯通井田的全部巷道。煤炭是从“面积”上开采后, 再集中到开采水平的巷道运出的。可见, 水平是为它所属的阶段服务的。

## 二、阶段内的划分

井田划分成阶段, 而阶段的范围还是很大的, 还不能直接进行回采, 必须再进行划分以适应开采技术条件的要求。

阶段内的划分, 一般可分为三种方式: 分区式、分段式和分带式。

### (一) 分区式

在阶段的范围内, 沿走向把阶段划分为若干部分, 每一部分称为采区。

图2-9中, 井田沿倾斜划分为三个阶段, 每个阶段又沿走向划分为四个采区。

采区的倾斜长度与阶段的斜长相等; 采区的走向长度, 根据回采方式不同, 可由400到2000米。在阶段内沿走向划分采区时, 也应当尽量利用自然条件作为采区划分的界限, 以

减少煤柱损失和避免工作面开采到这些自然条件障碍时所遇到的困难。

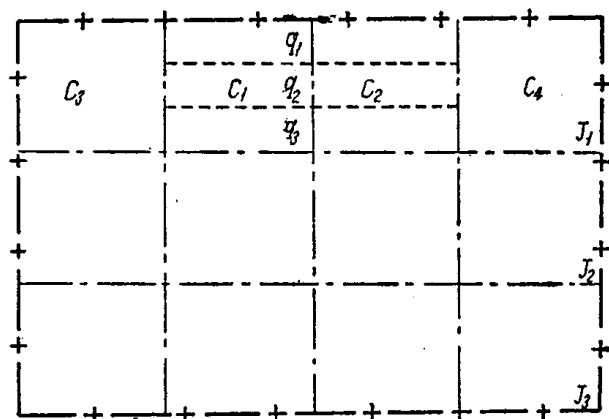


图 2-9 阶段划分为采区

$J_1$ 、 $J_2$ 、 $J_3$ ——二、三阶段； $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ ——一、二、三、四采区； $q_1$ 、 $q_2$ 、 $q_3$ ——一、二、三区段

为形成生产系统，一般在区段的下面设区段运输平巷（又称区段运输顺槽或下顺槽）作为运煤进风用；在区段的上面，设区段回风平巷（又称区段回风顺槽、上顺槽或轨道巷）作为回风、运料用。

区段的走向长度等于采区的走向长；其倾斜长度等于采煤工作面长度、区段运输、回风平巷的宽度以及区段煤柱宽度之和。如图2-10所示。

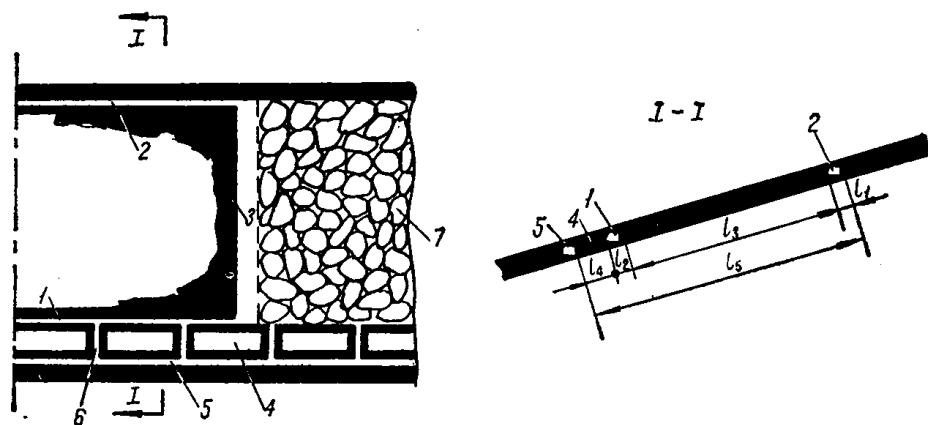


图 2-10 区段

1—区段运输平巷；2—区段回风平巷；3—采煤工作面；4—区段间煤柱；  
5—下区段回风平巷；6—联络巷；7—采空区

目前，有的煤矿取消了区段间煤柱，则区段长度就等于工作面长与上、下区段平巷宽度之和。

采煤工作面长度，一般在70~150米之间；区段平巷宽度一般为2~4米；区段间煤柱宽度一般为8~10米。

由采煤工作面采落的煤炭，经区段运输平巷运至开采水平；新鲜风流要由开采水平，经由区段运输平巷、工作面、区段回风平巷至回风大巷。这样，就必须把区段平巷与开采水平联系起来，以便构成运煤、通风、行人、运料、供电等采区生产系统。

联系区段平巷与开采水平的巷道，一般是倾斜巷道，叫做采区上山(或采区下山)。采