

乡镇煤矿生产技术培训教材

井巷开拓

朱国昌 编著

四川科学技术出版社

前 言

近几年来，各产煤地区开办了许多乡镇小煤矿，这些小煤矿对促进地方工业的发展，解决人民生活用煤等方面起了很大作用，现在它已成为发展煤炭工业的一支重要力量。为了巩固和发展乡镇煤矿，并使之向着合理、经济、安全和逐步减轻繁重的体力劳动的方向发展，就要不断地进行技术改造，提高干部的管理水平和职工的生产技术水平，培养一支煤炭生产技术队伍，这是当前乡镇煤矿迫切需要解决的一项重要任务。《乡镇煤矿生产技术培训教材》就是为此目的而编写的。这套书共分五册，《煤矿地质》、《井巷开拓》、《采煤方法》、《煤矿机电》、《煤矿通风与安全》。内容力求通俗易懂，联系实际。

《井巷开拓》主要研究井巷施工方法和施工技术。本册重点介绍：矿区开发及井田划分、岩石性质与分级、巷道地压和钻眼爆破的理论和技術、各种类型的支护方法、巷道设计和施工技术。它既可以作为培训乡镇煤矿各类技术人员的教材，又宜于煤矿管理干部和工人自学。

在编写过程中承蒙四川省计经委、省安办、省乡镇局矿业公司等单位和中国矿业学院史天生教授大力支持，在此表示衷心感谢。

本教材由于编者水平所限，书中一定存在不少缺点错误，诚恳欢迎读者批评指正。

编者

一九八八年十二月

目 录

第一章 矿区开发及井田划分	1
第一节 煤田的划分	1
第二节 矿井储量、生产能力和服务年限	5
第三节 井田划分	8
第二章 井田开拓	19
第一节 矿井巷道分类	19
第二节 确定井田开拓的原则	21
第三节 平硐开拓	22
第四节 斜井开拓	25
第五节 立井开拓	32
第六节 综合开拓	35
第七节 井筒位置的确定	38
第三章 矿井巷道布置	42
第一节 矿井中大巷布置	42
第二节 采区巷道布置原则和分类	45
第三节 采区主要参数的确定	48
第四节 几种典型的采区巷道布置	50
第五节 井底车场的布置	55
第四章 岩石性质及其分级	58
第一节 岩石的性质	58
第二节 岩石的工程分级	61
第五章 矿用炸药和起爆器材	65

第一节	炸药的性能	65
第二节	矿用炸药	69
第三节	爆破器材	72
第六章	钻眼机具	78
第一节	冲击式凿岩机具	78
第二节	旋转式钻眼机具	92
第三节	电动冲击式凿岩机	101
第四节	手搬钻	106
第七章	钻眼与爆破	108
第一节	钻眼方法	108
第二节	爆破原理和参数	111
第三节	工作面炮眼布置	118
第四节	爆破图表的编制	127
第五节	爆破工作	131
第六节	光面爆破	137
第七节	掘进通风与综合防尘	146
第八章	巷道断面设计	151
第一节	巷道断面形状	161
第二节	巷道断面尺寸	153
第三节	巷道断面内水沟和管线布置	166
第四节	锚喷支护巷道的断面设计	170
第五节	巷道断面设计示例	172
第九章	交岔点设计	180
第一节	道岔	180
第二节	交岔点的类型	185
第三节	交岔点设计	187
第四节	交岔点设计示例	194

第十章 巷道地压	202
第一节 概 述.....	202
第二节 原岩应力.....	204
第三节 用松散体学说估算地压.....	207
第四节 危岩冒落产生的地压.....	212
第五节 巷道地压测量.....	216
第十一章 巷道支护	221
第一节 支架材料.....	221
第二节 木支架.....	239
第三节 石料支护.....	242
第四节 钢筋混凝土支架.....	247
第五节 金属支架.....	250
第六节 锚杆支护.....	252
第七节 喷浆及喷射混凝土支护.....	269
第十二章 巷道的施工	287
第一节 煤巷施工.....	287
第二节 半煤岩巷施工.....	296
第三节 水平岩石巷道的掘进方法.....	300
第四节 斜井和下山巷道施工.....	305
第五节 上山巷道和溜煤眼施工法.....	314
第十三章 硐室和交岔点施工	318
第一节 硐室施工.....	318
第二节 交岔点施工.....	322
第三节 采区煤仓施工.....	327
第十四章 特殊条件下的巷道施工	333
第一节 巷道通过松软破碎带的施工法.....	333
第二节 巷道通过含水岩层的施工方法.....	336

第三节	巷道底鼓的防治.....	340
第四节	弯道施工.....	341
第五节	巷道掘进时中心线和腰线的控制.....	345
第十五章	巷道施工组织与管理.....	347
第一节	工作组织.....	347
第二节	施工管理.....	355
第三节	作业规程的编制.....	358

第一章 矿区开发及井田划分

第一节 煤田的划分

一、煤田、井田、矿区

1. 煤田。在地质历史过程中，由于含炭物质沉积而成的大面积含煤地带叫做煤田。

煤田大小差异很大，由几平方公里到几千平方公里，甚至几万平方公里，其储量从数亿吨到数百万亿吨。我国山西大同煤田，其走向长达150公里；沁水煤田面积达四万多平方公里。

一个面积大，储量多的煤田，如果只用一对矿井开采，在技术、经济上都是不合理的。因此，在开采时需将整个煤田划分为适合开采的若干块段。

2. 井田。划归一对矿井开采的那一部分煤田叫井田。

3. 矿区。由于行政上或经济上的原因，将邻近几个井田合并为一个行政机构管理，这个合并区称为矿区。如陕西渭北煤田划分为铜川矿区、蒲白矿区、澄合矿区、韩城矿区等。

二、煤田划分井田

在一个地区内同时建设一群大小不等的煤矿，就会产生煤矿的井田边界的划分问题。为了合理、经济地开发煤炭资源，通常将煤田划分成若干部分，由若干个煤矿来开采。划

给一个煤矿开采的煤田的一个部分，就是一个井田。

(一) 煤田划分为井田的原则

1. 以自然条件作为划分矿田的依据。煤矿的井田划分，特别是乡镇煤矿，一般根据地形（如河流、山沟）、地质破坏（如断层、褶曲）地带、作为井田的边界。如图1—1所示。

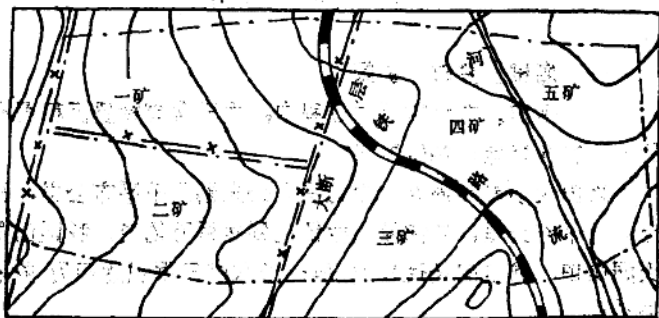


图1—1 煤田以自然条件划分井田

2. 处理好与邻近矿的关系。为了充分地合理利用国家资源，在邻近大矿的小煤矿，应与大矿协商，根据大矿总体开采布置，开采大矿因地质因素或技术条件不能开采的边角地带或浅部煤层。小煤矿不应与大矿争夺资源，不能造成邻近矿井开采上的困难。大矿在合理开采、保证安全的条件下，也要尽量照顾小煤矿，使乡镇矿和国营矿都得到应有的发展。

3. 地形复杂的山岭地区、工业广场位置的选择受到很大的限制，划分井田范围时，应尽量利用地形，便于布置工业广场。

4. 小煤矿井田的大小，还要根据通风和运输能力来确定。一般小煤矿通风和运输设备比较简陋，不能盲目加大井田范围，要根据具体条件确定。井田的范围大，运输距离就长，效率就低；同时井田范围大，巷道就长，通风阻力也加大，风量自然减少，就不能满足生产的要求。

根据现在煤矿的生产技术条件，一般正规井田的走向长度是：大型矿井6000~10000米，中型矿井4000~6000米，小型矿井2000~4000米。片盘斜井最好不超过1000米，个别可达1500米。井田倾斜长，应根据地质构造，煤层倾斜角度和开采技术条件决定。按照乡镇小煤矿生产技术条件，一般井田范围比较小，井田走向长300~500米，倾斜长100~200米。经过技术改造，有一定机电设备的乡镇煤矿，走向长600~3000米。倾斜长200~6000米。具体划分，还应根据实际情况而定。

(二) 煤田划分为井田的方法

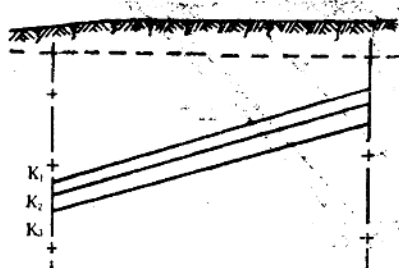


图 1—2 垂直划分井田

划分井田的方法有垂直划分、水平划分、按煤组划分及按断层划分等。

1. 垂直划分。当煤层倾角很小，特别是近水平煤层，可用一垂直面来划分深部和浅部井田境界，如图 1—2 所示。

2. 水平划分井田。在倾斜及急倾斜煤层时，常以井田某一水平标高为界来划分深、浅部井田境界，如图 1—3 所示。

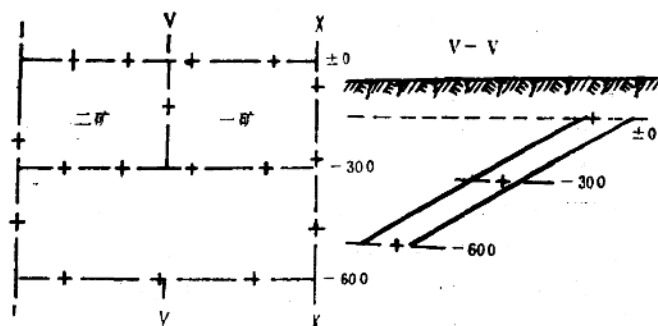


图 1-3 水平划分井田
I—I, V—V, X—X——勘探线

3. 按煤组划分。按煤组划分一般适用于煤组间距较大而又赋存于浅部。如图 1-4 所示为两个煤组，浅部划分为两个矿井开采。

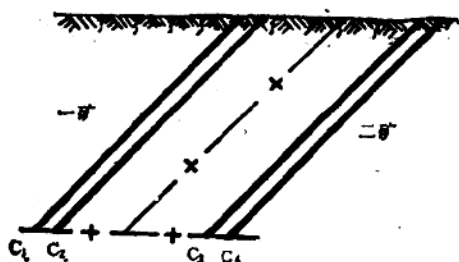


图 1-4 按煤组划分井田

4. 按断层划分。图 1-5 为利用断层自然境界划分井田的例子。

(三) 矿区开发顺序

在矿区开发建设顺序上，应按先浅后深，先近后远，先



图 1—6 按断层划分井田

易后难的原则进行。一般应先开发施工和生产条件比较简单，投资少、见效快的矿井，特别是交通运输方便，电源、水流以及器材、设备等容易解决的矿井。

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储量和平衡表外储量，平衡表内储量又包括工业储量及远景储量，工业储量又包括可采储量与开采损失。

1. 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。

2. 矿井工业储量。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要求的储量，即平衡表内储量中的A+B+C级储量。

3. 矿井可采储量。指工业储量中可以采出的那一部分储量。它与工业储量的关系式为：

$$Z_K = (Z_G - P)C \quad (1-1)$$

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（万吨），

C—采区回采率。

永久煤柱指用以保护工业广场、井筒、井田境界、河流、湖泊、铁路、建筑物、断层和防水等的煤柱。

采区回采率，厚煤层不低于75%，中厚煤层不低于80%，薄煤层不低于85%。

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。我国井型系列，目前主要分为：

特大型矿井300及以上（万吨/年），

大型矿井120、150、180、240（万吨/年），

中型矿井45、60、90（万吨/年），

小型矿井9、15、21、30（万吨/年），

乡镇矿井0.5~10（万吨/年）。

设计应符合上述规定的井型外，一般不再出现介于规定井型之间的中间井型（除乡镇矿井）。这样分类便于设计和设备的标准化、系列化、通用化。

确定矿井生产能力的主要因素是矿井地质条件，煤层赋存状况、储量，煤层的生产能力、开采条件和计划或市场需煤情况等。对储量丰富、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。相反，储量小、煤层生产能力小、埋藏不稳定、地质构造复杂，或受瓦斯、水、火等安全条件影响，井型就应小些。

大型矿井的优点是机械化程度高，生产集中，效率高，成本低，服务年限长。但是投资高，要求设备多，施工技术要求高，矿井建设工期长。小型矿井和乡镇煤矿优点是投资少，建井快，设备简单。但是生产比较分散，效率低，服务年限较短。

由于开采技术的发展，高度集中化、机械化和现代化的矿井正在不断涌现。乡镇煤矿机械化水平也在不断的提高，井型也逐步增大。

三、矿井服务年限

矿井服务年限应与矿井生产能力相适应。大型井服务年限宜长些，反之，小型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。井型大，吨煤基本建设费用相应增加；而生产时，吨煤生产经营费用相应减少。由于增加与减少的幅度不同，就存在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。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，见表1—1。对于表1—1所列矿井服务年限对于乡镇煤矿还可根据具体情况延长服务年限。

表1—1 地方煤矿矿井及水平服务年限

井 型 (万吨/年)	设计服务年限(年)	
	矿 井	第一水平
1~3	5~10	3
3~5	10~15	5
6	12	6
9	15	8
15	20	9
21	25	10
30	30	15

一个矿井的服务年限，生产能力和可采储量三者之间是相互依赖和制约的，其关系为：

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

式中: Z_K ——可采储量 (万吨);

A —— 矿井设计生产能力 (万吨);

T —— 矿井设计服务年限 (年);

K —— 储量备用系数, 一般取 $K = 1.4 \sim 1.5$ 。

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。

第三节 井田划分

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至万余米, 倾斜长亦可达数千米。为了便于



开采, 必须把井田再划分成若干较小的部分。为此, 通常将井田再划分阶段, 而在近水平煤层中则将井田再划分成盘区。

一、阶段与水平

(一) 阶段

图 1—6 井田划分为阶段
: J_1, J_2, J_3, J_4 是第一、二、三、四阶段; $-50 \sim -650$ 是底板等高线

在井田范围内, 沿倾斜方向, 按一定标高将井田划分为若干长条部分, 以便于顺序延伸开采, 见图 1—6 所示。

阶段的走向长度等于井田全长, 阶段的倾斜长度由阶段的垂高决定, 一般可以由数十米到数百米。

阶段垂高与煤层倾角的关系。例如正规井田阶段垂高，急倾斜煤层为100~120米，倾斜煤层为100~150米，缓倾斜煤层为100~130米。乡镇煤矿的阶段垂高，应根据煤层赋存条件，生产技术水平接替等因素，综合考虑确定。

合理的阶段高度，应当在安全生产与经济技术合理的前提下，保证年产量的完成，可由以下公式计算：

阶段高度 = $\frac{\text{年产量 (吨)}}{n \times \text{年平均进度} \times \text{煤层厚度} \times \text{煤层容重} \times \text{工作面回采率}}$
式中， n ——表示同时开采的系数；

年平均进度 = 日平均进度 $\times$ 350天；

煤的容重是1.3~1.4吨/立方米；

工作面回采率一般取0.9。

上面计算出来的数字，仅是从保证年产量出发所要求的阶段高，但实际工作中，还应根据开采技术条件，煤层地质情况来确定。如有断层、褶曲时，乡镇煤矿常以此作为阶段高度的自然界线。这样可以减少煤层损失和开采技术上的困难。

(二) 水平

阶段之间分界线所在的水平面，称为水平。水平常以标高、用途或开采顺序来表示。如图1—7所示。 ± 0 水平称回风水平，-150水平称运输水平。-150水平、-300水平，按开采顺序，又可称第一水平、第二水平。具有井底车场及主要运输大巷的水平，又称开采水平（主井水平）。

根据煤层赋存状况，一个井田可以用一个水平开采，或用几个水平开采。前者称单水平开拓，后者称多水平开拓。

“阶段”与“开采水平”既有区别又有联系。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

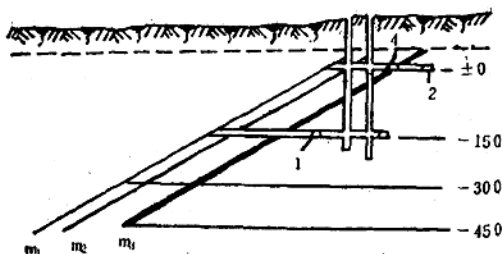


图 1—7 煤层群的阶段划分

1 运输水平；2 回风水平

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。因此，水平是为它所属的阶段服务的。

二、盘区

开采倾角很小的近水平煤层时，煤层倾斜的高差很小。这时，在井田内一般不划分阶段。通常在井田中部开掘主要运输大巷，然后在主要运输大巷两侧，把井田划成若干块段，每一块段称为一盘区，如图 1—8 所示。

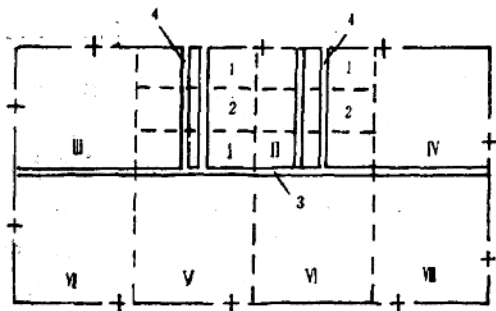


图 1—8 井田划分为盘区

I~Ⅶ盘区；1、2 区段；3 主要运输大巷；4 盘区上山

每一盘区都是独立的开采单元，有独立的运输和通风系统。

采用盘区布置时，盘区上山长度一般不超过1500米，盘区下山不宜超过1000米。用盘区石门和溜煤眼开采时，盘区斜长可按具体条件确定。

三、阶段内划分

井田划分成阶段后，如阶段的走向或斜长仍然很大，不能直接布置采煤工作面则可以进一步划分。

阶段内的划分方式，一般可分为三种：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，每一部分称为一个采区。如图1—9所示。

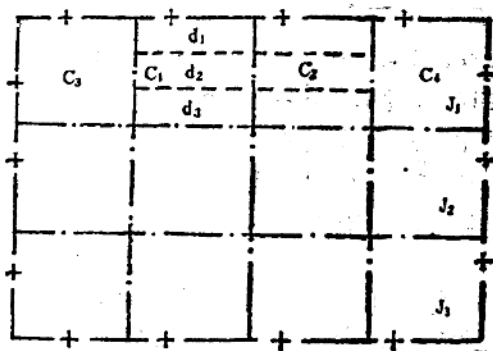


图1—9 阶段划分为采区

J_1 、 J_2 、 J_3 为一、二、三阶段；

c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 为一、二、三、四采区；

d_1 、 d_2 、 d_3 为一、二、三区段