

高等学校教学用书

开采方法

(修订本)

张文生 王树仁 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书按煤层赋存特征系统地阐述了井工开采的基本原理和方法。书中以“井田开拓”及“采区巷道布置”为重点,并对“煤田划分”及“采煤方法”等内容简要地做了介绍。本书可作为煤炭高等院校矿井建设、矿山测量以及其他专业的教材,也可供从事煤矿开采的技术管理人员参考。

责任编辑:刘泽春

高等学校教学用书

开 采 方 法

(修 订 本)

张文生 王树仁 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外大街甲16号11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787×1092¹/₁₆ 印张13

字数306千字 印数1—10,600

1986年4月第1版 1986年4月第1次印刷

书号15035·2796 定价2.15元

再 版 前 言

《开采方法》一书经过五年的教学实践，有必要结合煤炭工业和煤炭科学技术的发展进行修编。为此，于一九八三年召开了修编大纲讨论会，会议由采矿工程教材编审委员会副主任王家廉教授主持。随后，于一九八四年由煤炭部教材编辑室组织审稿会议，经再次修改后，于一九八五年五月定稿。

本书修编的根据，是煤炭部审定的教学计划及课程教学大纲对本课程的基本要求。书中，对内容、顺序、教学环节的应用做了必要地更新、增删和修改，以便更加符合教学要求。为了在满足矿井建设专业教学需要的基础上兼顾矿山测量及其它专业的要求，修编时做了适当的补充。

参加本书大纲修编和审稿会议的有：中国矿业学院、阜新矿业学院、山东矿业学院、山西矿业学院、焦作矿业学院、淮南矿业学院、西安矿业学院及煤炭部教材编辑室等的有关同志。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。

由于我们水平不高，书中难免存在错误和不妥之处，希望读者批评指正。

编 者

一九八五年五月

目 录

第一篇 井 田 开 拓

第一章 煤田的划分	1
第一节 煤田埋藏特征	1
第二节 煤田划分为井田	2
第三节 矿井储量、生产能力和服务年限	6
第二章 井田的再划分及开采顺序	10
第一节 基本概念	10
第二节 开采顺序	21
第三章 井田开拓方式	26
第一节 概述	26
第二节 斜井开拓方式	27
第三节 立井开拓	32
第四节 平硐开拓	36
第五节 开拓方式的分析及综合开拓	37
第四章 井底车场	42
第一节 概述	42
第二节 井底车场形式及调车方式	43
第三节 井底车场线路	47
第五章 有关开拓的几个问题的分析	50
第一节 关于上、下山开采及水平高度的确定	50
第二节 阶段运输与回风大巷	55
第三节 井硐位置及数目的确定	60
第四节 矿井移交标准及三量划分	64
第六章 矿井开拓延深及技术改造	67
第一节 概述	67
第二节 矿井延深方案的选择	68
第三节 水平过渡时期的技术措施	73
第四节 矿井技术改造	76
第七章 矿井开采方案比较	79
第一节 方案比较法的步骤及应注意的问题	80
第二节 方案比较法示例	81

第二篇 准备巷道布置及采煤方法

第八章 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	91
第一节 概述	91

第二节	回采工作面矿山压力	95
第三节	顶板管理	104
第四节	普通机械化采煤工作面的回采工艺	115
第五节	综合机械化采煤工作面回采工艺	122
第六节	爆破落煤工作面回采工艺	127
第七节	走向长壁采煤法及采区巷道布置	128
第八节	倾斜煤层回采工艺的特点	134
第九章	倾斜分层下行垮落采煤法及采区巷道布置	136
第一节	回采工艺的特点	136
第二节	采区巷道布置的特点	138
第三节	采煤方法参数	146
第十章	煤层群联合开采的准备巷道布置	148
第一节	缓斜及倾斜煤层群采区巷道联合布置	148
第二节	确定采区参数	152
第三节	采区车场	154
第四节	走向分段式巷道布置	160
第十一章	盘区和分带式准备方式	162
第一节	近水平煤层盘区准备方式	162
第二节	倾斜长壁采煤法及分带式巷道布置	164
第十二章	倾斜分层上行充填采煤法及采区巷道布置	169
第一节	水砂充填系统	169
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	172
第三节	倾斜分层上行充填V型倾斜长壁采煤法	178
第四节	对水砂充填采煤的评价	180
第十三章	急倾斜煤层采煤方法及采区巷道布置	181
第一节	采区巷道布置	181
第二节	倒台阶采煤法	184
第三节	伪倾斜柔性金属掩护支架采煤法	185
第四节	水平分层和斜切分层采煤法	187
第五节	急倾斜采煤机械化	191
第十四章	水力采煤	193
第一节	水力采煤的生产系统	193
第二节	水力采煤方法及采区巷道布置	196
第三节	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

井田开拓是指井田内主要巷道的总体部署及其有关参数的确定。

井田开拓所要解决的问题有：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 煤田埋藏特征

在一定地质时期生成的大面积含煤地带，一般称为煤田。

为了有效地开发煤炭资源，进行合理开采，必须首先了解煤田埋藏特征及对开采的影响。煤田埋藏特征主要有：煤层特征及其赋存条件；围岩特征；地质变动及其它影响开采的因素。

可采煤层厚度 薄煤层——从最小可采厚度到1.3m；

中厚煤层——1.3~3.5m；

厚煤层——大于3.5m。

上述“可采”煤层，系指在现有的技术和生产管理水平，开采经济效益或国民经济需要情况等条件下，按厚度、构造和灰分等因素，适于开采的煤层。

煤层倾角 缓倾斜—— $0\sim 25^\circ$ 以下；

倾斜—— $25\sim 45^\circ$ ；

急倾斜—— 45 以上。

在缓倾斜煤层中，又将 $8\sim 12^\circ$ 以下的煤层称为近水平煤层。

埋藏深度 煤层埋藏深度大对开采有很大影响，例如，矿山压力增大，岩石温度增高，煤层及围岩的瓦斯含量及含水量均有所增加；随着开采深度的增加，冲击地压和煤及瓦斯突出的危险性也将增加。

开采深部煤层时，对矿井提升、排水、通风等生产系统的设计、施工和管理，带来了一定的困难。目前，国内外煤层开采的最大深度已达1000m以上。

围岩性质 围岩是指煤层的顶板与底板岩石，一般由泥质页岩、炭质页岩、砂质页岩、砂岩及石灰岩等组成。围岩的性质包括：稳定性、解理和裂隙、冒落性（采空区顶板岩石呈碎块垮落或呈大块冒落的性能）和膨胀性等。

地质变动：由于煤层成因和地质构造等原因，发生煤层厚度变化(变薄、尖灭等)，煤层断裂，围岩破坏、倾角变化等地质变动，将影响井田开拓和采区划分、回采工艺及有关参数的确定。

除地质破坏外，影响开采的不利因素还有水、火、瓦斯、煤尘等。这些因素使井田开发复杂化，并危及生产安全。因此，在开采自然发火严重、瓦斯及含水量大的煤层时，应采取必要的安全技术措施，并要符合《煤矿安全规程》的有关规定。

此外，煤层群的层间距离、表土层厚度、含流砂层等均对开拓开采有很大影响。

第二节 煤田划分为井田

一、煤田、井田、矿区

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。对这种储量丰富、面积连续的大煤田，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使煤田的面积较小，储量有限，只适于用一个矿井开采的煤田，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。我国有很多比较大的煤田，如大同煤田走向长达150km；陕西渭北煤田长达170km，横跨七个县，面积为1980km²。

对于一个面积大、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经济的合理性，将煤田划分为若干较小部分，每一部分用一个矿井开采。这样，则归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，往往将邻近的几个矿井划归一个行政机构管理。而将这几个邻近矿井合起来称为“矿区”。如陕西省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可行性，并确定矿区开发和建设有关的各项原则、方案。煤田划分为井田是总体设计中应确定的主要问题之一，包括：确定矿区建设规模；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。由于大型矿井需要投资多，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相应小些。

2) 一般应根据自然条件划分井田境界。如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，相对地减少了煤柱损失，也减少了对开采工作可能造成的技术困难。图1-1为煤田划分的一个例子，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。

另外，当煤层埋较深，表土层较厚，并含有流砂层以及地形地貌复杂等自然条件

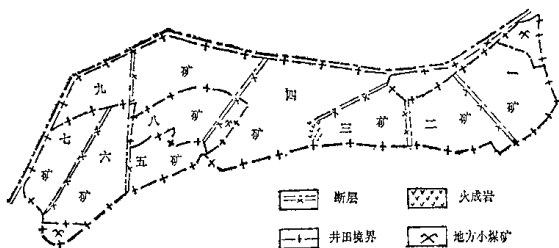


图 1-1 煤田划分为井田

时，由于选择工业场地及开凿井筒困难，井田范围应尽量划大些。这样，相对来说可减少井筒开凿工程量和工业场地。

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。随着采矿技术的发展，有的生产矿井为扩大生产能力进行技术改造，相应扩大井田范围，可将原来以断层为界的两个井田合并为一个井田。

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”深部井田的上部煤炭储量，影响深部矿井的服务年限。如图1-2所示，1为上部井田，即

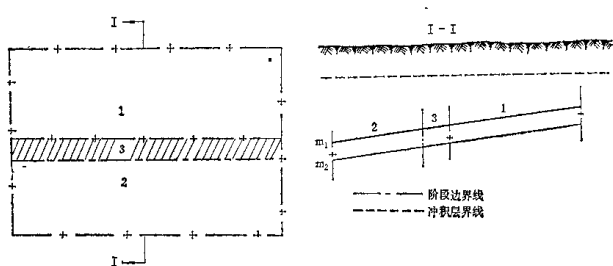


图 1-2 浅部矿井挤深部矿井

1—浅部井田；2—深部井田；3—浅部矿井采深部矿井部分井田； m_1 、 m_2 —第一、二层煤

将采完,但井巷及生产设施全部完好,若由于国家对该地煤炭的需求,不能将浅部矿井报废,而井田左右又没有发展余地时,只好越过井田境界向深部发展,采深部井田上部分(第一水平)的煤炭,则新井第一水平的服务年限减少,将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,可分为两个井田同时建井。这样,既避免初期建设过于分散,也不会在相邻两矿回采时互相造成采动影响。

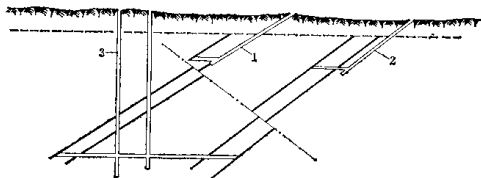


图 1-3 分组与集中建井的井田划分
1、2—浅部分组建井; 3—深部集中建立井

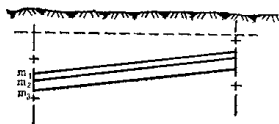


图 1-4 垂直划分井田

1-5所示。

图中,以通过 ± 0 、 -300 、 -650 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部的可采煤层的底板等高线为界;其下部境界应以最上部可采煤层底板等高线为界。

在煤层的走向方向,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中以通过I-I、V-V、X-X勘探线上的垂直面作为一、二矿及三矿井田的走向境界。

用人为方法划分的井田境界,能保持井田境界整齐,对开采工作是有利的;同时便于布置运输和回风巷道,易于处理复杂的“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1.5km,中型矿井一般不少于

4) 当没有自然条件作为井田境界时,则采用人为划分方法。

在煤层的倾斜方向,根据煤层倾角不同,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及浅部境界,如图1-4所示。

(2) 水平划分法:对于倾斜及急倾斜煤层,常以通过井田内主煤层底板等高线的水平面作为划分深、浅部井田的境界,如图

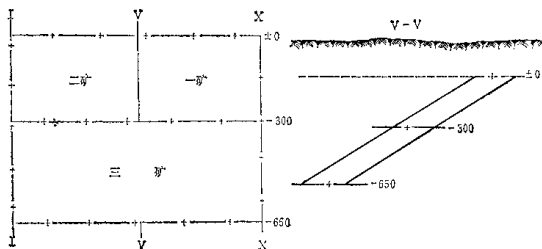


图 1-5 水平划分井田
I—I、V—V、X—X—勘探线

4km；大型矿井一般不少于7km。

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使生产费用增加。在确定井田走向长度时，对于生产能力较小或可采煤层总厚度较大的矿井，应取小一些，相反，取大一些；对于有煤及沼气突出危险的煤层，需要做瓦斯工程时，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。例如，有的矿区，本来用两个矿井开发比较合理，但因勘探工作跟不上而划分为三个矿井，结果不利于矿井集中开拓，造成技术上的不良后果。

三、矿区开发顺序

在矿区总体设计确定后，即进入建设前期（如可行性研究、矿址选择、设计计划任务书、初步设计、大型设备预安排等）阶段，当每个矿井井田境界已经划定，即可按照基本建设程序的要求，进行矿区的开发建设。

在井田数目较多的情况下，为了集中兵力打歼灭战，不应使基本建设战线拉的过长。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，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。

在矿区开发建设顺序上，应先浅后深、先近后远、先易后难。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。

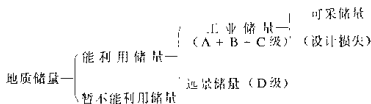
对于单个年产240万吨以上的大型矿井，也应考虑采取一次设计、分期建设、分区域开拓、连续施工、分期投产的办法，以便早出煤、早达产、早日发挥投资效益。

上述井田境界，实际上是和井田储量、矿井生产能力与服务年限同时确定的。

第三节 矿井储量、生产能力和服务年限

一、矿井储量

矿井储量分类如下表^①所示。



地质储量：指井田技术边界内，通过地质手段查明，符合煤炭储量计算标准要求的全部储量。能利用储量，即平衡表内储量，指煤层厚度、质量符合当前煤矿开采经济技术条件的储量。

工业储量：能利用储量中，可以作为设计和投资依据的那部分储量，即平衡表内储量中 A + B + C 级储量。

可采储量：工业储量中，预计可采出的那部分储量。即工业储量减去设计损失。

设计损失：根据煤层赋存条件和采用的采煤方法，为保证开采工作的安全等目的，在设计中允许永远遗留在地下的那部分储量。包括：设计采区损失，设计地质及水文地质损失，设计全矿性永久煤柱损失。

可采储量与工业储量的关系，用下式表示：

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

式中 Z_K ——可采储量，万 t；

Z_G ——工业储量，万 t；

P ——永久煤柱损失量；用于保护工业场地、井筒、井田境界、河流、湖泊、铁路、建筑物和断层、防水等煤柱，万 t；

C ——采区设计回采率。

应当注意，矿井储量的测定与计算，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提供的资源储量作为依据。因此，在确定矿井设计重大技术问题时，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、生产能力与服务年限的关系

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 t/a；

T ——矿井设计服务年限，a(年)；

K ——储量备用系数；考虑实际回采时，由于增产或开采煤炭损失增加等原因而采用的系数，一般取 1.2~1.4。

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服务年限的对应关系求出矿井服务年限，即可求得矿井应具有的可采储量；也就是求出与矿井生产能力相

^① 引自《关于生产矿井储量及损失量计算办法的规定》(试行)。

适应的、经济上比较合理的井田范围。

(一) 矿井服务年限

矿井服务年限应与矿井生产能力和适应。大型矿井建井工期长,需要大型固定设备,基建工程量较大,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提供煤炭,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应保持一个技术、经济上都比较合理的关系。因为随着井型增大,基本建设投资增多,当矿井储量一定时,则分摊到采出每吨煤的这部分费用相应增加;另一方面,随着井型增大,由于生产集中、提高机械化水平和劳动生产率,分摊到采出每吨煤的生产经营费用将要减少。而且由于增加与减少的幅度不同,则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合理关系。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,对矿井的设计服务年限作了相应的规定,见表1-1。

表 1-1 矿 井 设 计 服 务 年 限

矿井设计能力 万t/a	服 务 年 限 (稳产时间) a	
	缺 煤 地 区	非 缺 煤 地 区
300及以上	不少于50	不少于70
120~240	不少于40	不少于60
45~90	不少于30	不少于50
30	不少于20	不少于30

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,否则取较大值,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

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

以此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(按年工作日300d(天),每天净提升时间14h(小时)计算),又称为矿井年产量或井型。我国的井型系列,主要分为三种类型:

大型矿井	120、150、180、210、300、400及以上	(万t/a)
中型矿井	45、60、90	(万t/a)
小型矿井	9、15、21、30	(万t/a)

除上述标准井型外,一般不再出现介于两种设计能力之间的中间类型。这样便于设计、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。

关于矿井大小的确定,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。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,应设计大型矿井;特别是在埋藏较深,表土层很厚,地形比较复杂使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,更有必要设计大型矿井。

当浅部煤层条件适于建设中、小型矿井时,应设计中、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、煤层较厚、埋藏稳定、地质构造简单等条件有利于开采时,可以布置单产高的回采工作面。这样,可以按整个矿井内能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。

现代化煤炭工业以回采工作面综合机械化为核心。一个单产高的综采工作面生产能力可以达到100万t/a以上,年产300万t的矿井,只要能够布置3~4个这样的工作面,即能满足矿井生产能力的要求。按一般条件,目前回采工作面平均年产:厚2m以上煤层,“综采”工作面50~80万t;1.1~2m厚的煤层、“综采”工作面30~50万t,单体液压支柱“普采”工作面20~30万t。

从上述分析可以看出,矿井储量是确定矿井生产能力的物质基础,即能保证矿井的一定服务年限;煤层生产能力及其开采条件是关键,即能布置足够的回采工作面,确保达到矿井的生产能力。

关于全矿井能够布置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。这主要是设备供应来源问题,在一般情况下,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、自然发火、涌水量、“三下”采煤等不利因素,也要给以足够的重视。

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) 对于限量煤田,井田的可采储量已为定值,由公式(1-2) Z_k 为已知,即 $A \cdot T \cdot K$ 的乘积为已知。 K 值可以选取,则 $A \cdot T$ 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) 对于富量煤田,公式(1-2)中 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的回采工作面数及工作面生产能力,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、水文地质、煤层赋存情况、开采技术条件、开拓方式，并结合地形、地物等因素提出若干个方案，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井发展。日前，已经出现了年产1000万t以上的巨型矿井。有的国家矿井平均生产能力达330万t，我国开滦煤矿从1964年到1982年矿区生产能力由1243万t增加到1995万t，矿井年平均生产能力达249万t。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，而是通过矿井技术改造，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80~100a缩短为40~50a。这是因为技术发展很快，设备更新的周期显著缩短，日前每隔10~20a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，则矿井服务年限一般约为40~50a。

第二章 井田的再划分及开采顺序

煤田划分成井田后，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。对这样大范围的井田，在目前的技术条件下，必须再划分成适于开采的较小部分，有计划、按顺序的进行回采，达到技术上和经济上都比较合理的要求。井田再划分应与生产技术水平相适应，随着科学技术的发展，井田再划分方式也将引起相应的变化。

第一节 基本概念

一、矿井巷道

为了在井田内有计划的进行开采，就要开凿一系列巷道进入矿体，这些巷道总称为矿井巷道。实际上，井田的再划分，正是通过开掘一系列矿井巷道实现的。

矿井巷道，按其倾角不同可分为三大类：垂直巷道、倾斜巷道和水平巷道。现将这三类巷道归纳到一个剖面示意图上，如图2-1所示。

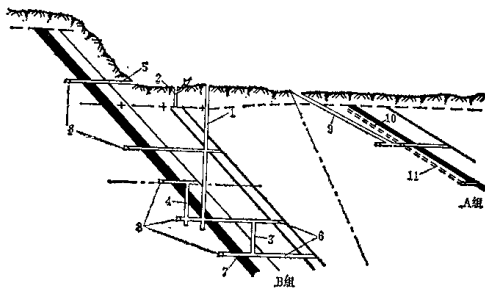


图 2-1 矿井巷道

1—立井；2—小立井；3—暗井；4—溜井；5—平硐；6—石门；7—煤门；8—平巷；9—斜巷；
10—上山；11—下山

(一) 垂直巷道

主要有立井、小立井、暗井及溜井等。

1) 立井：有出口直接通往地面的垂直巷道，称为立井，又叫竖井（图2-1中之1）。立井用于提升煤炭的一般叫做主井；用于提升材料、设备、人员、矸石，并兼作通风等用的叫做副井，副井中还安装有通往井下的管路、电缆等。

2) 小井: 也是立井的一种, 但断面较小, 只作通风或临时提升勘探等用 (如图2-1中之2)。

3) 暗立井: 没有出口直接通往地面的垂直巷道, 而且煤炭是从下向上提升的, 称为暗立井。由于暗立井用途不同, 也有主、副之分 (图2-1中之3)。

4) 溜井: 没有出口直接通往地面的垂直巷道, 但煤炭是从上向下溜放的, 称为溜井 (图2-1中之4)。

(二) 水平巷道

主要有平硐、石门、煤门、平巷等巷道。

1) 平硐: 有出口直接通往地面的水平巷道, 称为平硐。平硐也有主、副平硐或通风平硐之分 (图2-1中之5)。

2) 石门和煤门: 没有出口直接通往地面, 并且与煤层走向成直立或斜交的水平巷道, 位于岩石中的, 称为石门; 位于煤层中的, 称为煤门 (如图2-1中的6和7)。根据石门服务的范围不同, 如阶段、采区、区段及更小的范围; 分别称为阶段石门 (又叫主要石门或正石门)、采区石门、区段石门及联络石门等。

3) 平巷: 没有直接通往地面的出口, 并且与煤层走向方向近似一致的水平巷道, 称为平巷。位于岩石中的称为岩石平巷; 位于煤层中的称为煤层平巷 (如图2-1中的8)。另外, 根据平巷的服务范围, 有阶段平巷、区段平巷 (位于煤层中的区段平巷又叫顺槽)、分段平巷等。

(三) 倾斜巷道

主要有斜井、上山、下山等巷道。

1) 斜井: 有出口直接通往地面的倾斜巷道, 称为斜井 (如图2-1中之9), 也有主、副之分或专为通风用的通风斜井等。

2) 上山: 没有直接通往地面的出口, 并且位于其开采水平以上, 煤炭向下运输的倾斜巷道, 称为上山。根据上山的服务范围不同, 有阶段上山 (又叫主要上山)、采区上山、分带巷道等; 由于其用途不同又有运输上山、轨道上山、通风、行人上山等 (如图2-1中之10)。

3) 下山: 没有直接通往地面的出口, 并且位于其开采水平以下, 煤炭向上运输的倾斜巷道, 称为下山。根据下山的服务范围不同, 又有阶段下山 (又叫主要下山或暗斜井)、采区下山等; 由于其用途不同, 又有运输下山、轨道下山、通风、行人下山等 (如图2-1中之11)。

二、阶段与水平

(一) 阶段

在井田范围内, 沿倾斜方向, 按一定标高, 根据开采要求将井田划分成若干长条部分, 每个长条部分称为一个阶段 如图2-2。

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,

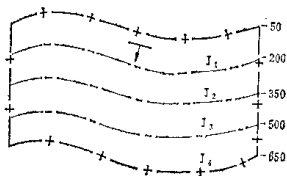


图 2-2 井田划分为阶段
J₁、J₂、J₃、J₄—第一、二、三、四阶段; -50、-200
—底板等高线

一般可以从100m到1000m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2-3所示，该井田有三个可采煤层 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。

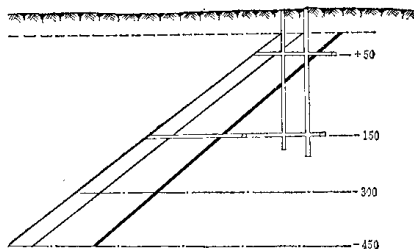


图 2-3 煤层群的阶段划分

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

从图2-3中，还可以看出，在+50到-150之间的 m_1 、 m_2 、 m_3 同属于一个阶段；-150至-300之间、-300至-450之间则属于第二、第三阶段。

（二）水平

运输或通风等平巷所在的任一标高的水平面，均可简称为水平。水平常以标高、用途或开采顺序来表示。如图2-3中+50水平、-150水平，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分为两个阶段如图2-4所示，在水平以上的阶段，采出的煤炭向下运到开采水平，称为上山阶段；在水平以下的阶段，采出的煤炭向上运到开采水平，称为下山阶段。以-150开采水平为例，-150~±0为上山阶段；-150~-300为下山阶段。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。