



小煤矿技术丛书

小煤矿开采方法

于润桥 傅文福 编



煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书结合我国地方煤矿的特点，全面和系统地阐述了各种不同类型煤层的开拓方式和开采方法。本书内容既反映了我国地方煤矿开采技术的面貌，又根据我国地方煤矿今后的技术发展，介绍了可供借鉴的国内外开采新技术。本书主要作为具有初中以上文化程度的小煤矿职工自学用书，也可作为地方煤矿工程技术人员参考书。

责任编辑：孙 辅 权

小煤矿技术丛书
小煤矿开采方法

于润桥 傅文福 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21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850×1168mm¹/₃₂ 印张8¹/₄

字数 217千字 印数 1—8,450

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

ISBN 7-5020-0245-6/TD·234

书号 3085

定价 3.75元

前 言

近些年来，我国煤炭工业在“放开搞活”和坚持“两条腿”走路，即重点发展国家统配煤矿的同时，在有条件的地区积极发展地方小煤矿的方针指引下，地方小煤矿得到了迅猛发展。当前，地方煤矿和乡镇煤矿的产量已占我国煤炭总产量一半以上，这对于改善煤炭工业布局，缓和煤炭供需矛盾，促进地方工农业发展起了很大作用。

发展地方小煤矿具有初期投资少，建井容易，成本低，出煤快的优点。但由于发展速度快，即在短时间内兴办起几万个煤矿，致使有的小煤矿不同程度地存在着地质情况不清，开采方法不合理，安全条件差，产量不稳定，技术力量薄弱等问题，为了巩固和发展地方小煤矿，加强行业管理，统一规划合理利用资源，提高小煤矿的企业素质和技术管理水平，加速技术改造，保障安全生产，预防事故发生，煤炭部地方局和煤炭工业出版社委托山东矿业学院部分教师，编写了一套《小煤矿技术丛书》。

这套丛书包括《矿山地质》，《小矿区控制测量》，《小煤矿测量》，《小煤矿开采方法》，《通风与安全》，《开采设计》，《矿山压力与支护》，《巷道掘进》，《小煤矿技术改造》，《电工技术基础》，《矿山供电设备》，《矿井电气安全技术》，《小煤矿运输》，《通风、压气、排水设备》和《小煤矿企业管理》15个分册。它们是在调查研究、总结地方小煤矿和乡镇煤矿安全生产技术经验的基础上编写成的，并经过了地方煤矿一些有经验的工程技术人员审阅，内容上反映了小煤矿的特点，文字通俗易懂，适合具有初中文化程度的工程技术人员和管理干部自学使用，也可作为培训教材或供中等技术学校师生参考。本《丛书》由煤炭工业部地方局王海春、曹文蔚同志进行了总审阅。

《小煤矿技术丛书》由于编写时间仓促，缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

目 录

第一篇 井田开拓

第一章 井田开拓基本知识	1
第一节 煤田划分为井田	1
第二节 井田储量及开采损失	4
第三节 矿井生产能力与服务年限	5
第四节 井田的再划分	9
第二章 井田开拓方式	13
第一节 概述	13
第二节 斜井开拓	18
第三节 立井开拓	23
第四节 平硐开拓	26
第五节 开拓方式的选择	28
第六节 综合开拓	30
第三章 井田开拓基本问题分析	33
第一节 井硐的布置	33
第二节 阶段的划分及水平的设置	41
第三节 水平内主要巷道布置	51
第四节 采区的划分	56
第五节 开采顺序	58
第六节 井底车场的形式	62
第四章 开采接续与矿井延深	71
第一节 矿井采掘关系	71
第二节 矿井开拓延深	76

第二篇 采煤方法

第五章 缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层走向长壁采煤方法的采煤系统	85
--	----

第一节	采煤系统示例	85
第二节	采煤系统有关问题分析	93
第三节	采区内各煤层之间的联系方式	114
第四节	采区内的开采顺序	117
第五节	采区车场的形式	120
第六节	采煤方法主要参数分析	133
第六章	缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层走向长壁采煤法的回采工艺	146
第一节	概述	146
第二节	落煤与装煤	146
第三节	运煤	155
第四节	工作面支架	159
第五节	采空区处理	163
第六节	工作面循环作业及劳动组织	170
第七章	倾斜分层采煤法	176
第一节	概述	176
第二节	倾斜分层下行垮落采煤法	176
第三节	倾斜分层上行充填采煤法	183
第八章	近水平煤层采煤法	190
第一节	概述	190
第二节	近水平煤层走向长壁采煤法的采煤系统	190
第三节	倾斜长壁采煤法采煤系统	196
第九章	近水平及缓倾斜煤层柱式采煤法	206
第一节	房柱式(或房式)采煤法的巷道系统	206
第二节	房柱式采煤法的回采工艺	209
第三节	柱式采煤法的优缺点及适用条件	216
第十章	急倾斜煤层采煤法	217
第一节	采区巷道系统的类型与特点	217
第二节	走向长壁采煤法	223
第三节	水平分层和斜切分层采煤法	231
第四节	伪斜柔性金属掩护支架采煤法	237
第五节	急倾斜煤层其他采煤法	244

第十一章	水力采煤	251
第一节	水力采煤的生产系统	251
第二节	水力采煤方法	254
第三节	水力采煤的优缺点及改进途径	257

第一篇 井田开拓

第一章 井田开拓基本知识

第一节 煤田划分为井田

一、煤田、井田的概念

在同一地质发展过程中形成的具有连续发育的含煤岩系，其分布有规律可寻，基本连成一片的地区称为煤田。煤田的范围广阔面积从数十平方公里到数千平方公里；储量从几十万吨到数百亿吨。在这样大的范围内，一个煤田不可能只用一个矿井来开采，必须将煤田划分为若干个部分，由若干个矿井来开采。划给一个矿井开采的煤田的一部分，称为井田。如图1-1所示，一个煤田划分为十三个井田。地方煤矿，大部分是小型矿井，井田尺寸比较小，一般分布在煤田的浅部。

井田的形状最理想的是长方形，长边沿走向方向，短边沿倾斜方向。但大多数的井田由于受到地质变动和破坏的影响，形成不规则形状。

根据井筒位置的不同，井田可分为单翼井田和双翼井田。主井和副井布置在井田沿走向的中部，将井田划分为两翼，称双翼井田（图1-2a）；主井和副井布置在井田边界附近，使井田只有一翼，称单翼井田（图1-2b）。双翼井田无论在技术上和经济上都比单翼井田优越，因此一般矿井多是双翼井田。

二、煤田划分为井田的基本原则

煤田划分为井田是开发一个矿区首先应考虑的重要问题之一。正确地将煤田划分为井田，既要贯彻执行党和国家有关煤矿建设的方针政策，又要考虑到技术和经济的合理。根据我国煤矿

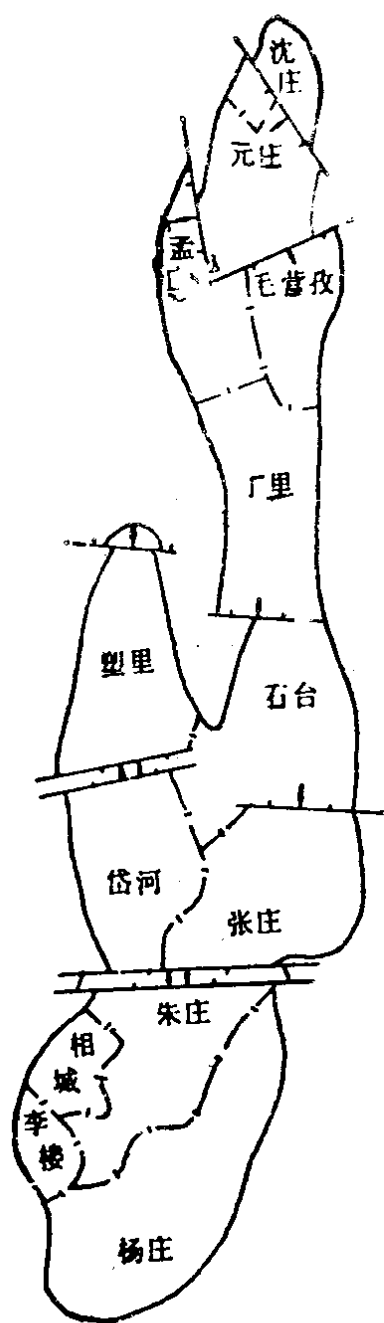


图 1-1 煤田划分为井田

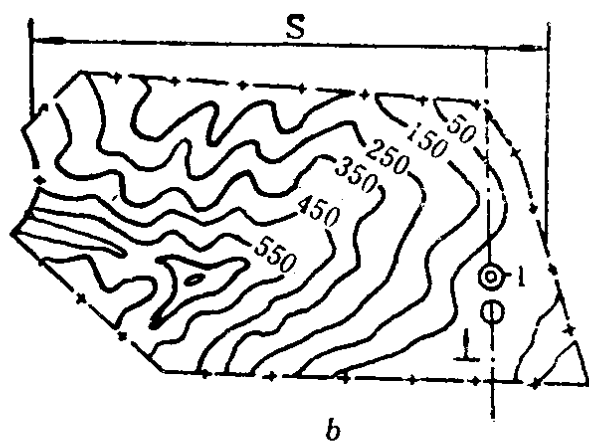
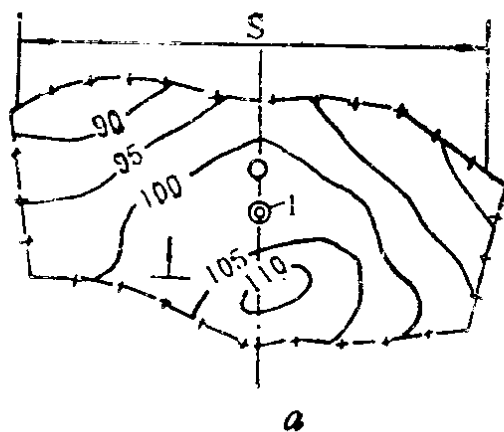


图 1-2 单翼井田与双翼井田

a—双翼井田；b—单翼井田

建设经验，煤田划分为井田应遵守下列主要原则：

(1) 在可能的条件下，应尽量利用自然条件和地质条件作为划分井田的依据。例如利用大断层、向（背）斜轴、煤层倾角急剧变化、河流、沟渠、湖泊、铁路和大建筑物等条件作为井田的边界，可以减少煤炭损失和开采技术上的困难。

(2) 在划分井田时，应使井田有合理的尺寸和足够的储

量。井田沿走向尺寸过小，不能保证开采水平内有足够的储量，会造成矿井水平接替紧张。反之，井田沿走向尺寸过大，不仅不能充分利用所探明的储量，而且会给矿井运输和通风带来困难。根据我国矿井建设和生产实践的经验，井田走向长度一般为：小型矿井不小于1.5km；中型矿井不小于4km；大型矿井不小于7km。

井田走向长度一般要大于倾斜长度，近水平煤层盘区不受此限。

(3) 在划分井田时，要考虑井硐和地面工业广场的位置。为保证井田为双翼井田，在井田走向中部，地面高差不要太大，以便于布置地面工业广场。

(4) 在划分井田时，要处理好左邻右舍的关系，不要造成邻近矿井开采上的困难。例如，使邻近矿井成为单翼井田，或采动影响邻近矿井的煤层。地方小型煤矿的井田一般在煤田的浅部或边缘地带，在确定井田范围时，不要影响附近大中型煤矿的合理尺寸和安全生产。

(5) 在煤田的浅部可能会有许多老空区，地方小型煤矿的

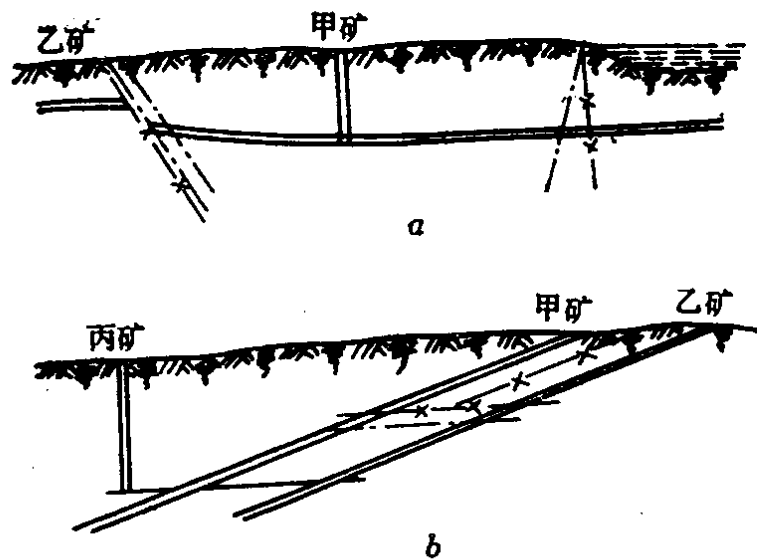


图 1-3 垂直划分与水平划分

a—垂直划分；b—水平划分

—+—+—+—+—井田境界线；- - - - -煤柱留置线

井田有可能布置在老空区附近。在确定井田范围时，要特别注意老空区对开采的影响。

(6) 当没有自然地质条件作为井田境界时，可采用人为划界法。具体划分方法有垂直划分和水平划分两种，即沿某一垂直面或水平面作为井田的境界。井田沿走向一般多采用垂直划分。井田沿倾斜方向的划分要根据具体情况而定：近水平和倾角较小的缓倾斜煤层一般宜用沿等高线直线垂直划分；倾斜和急倾斜煤层一般宜用水平划分；倾角 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的煤层是用垂直划分还是水平划分，要根据具体条件而定。图1-3是垂直划分与水平划分的示意图。

第二节 井田储量及开采损失

一、工业储量、可采储量及开采损失

井田储量常用工业储量和可采储量来表示。所谓工业储量是指在能利用储量中可作为设计和投资依据的A、B、C各级储量之和，以 R_I 来表示。地方小型煤矿的工业储量，包括一部分远景储量，

可按 $R_I = B + C + \frac{1}{2}D$ 来计算。

可采储量是指减去设计损失量的工业储量，以 R_w 来表示。

设计损失量是指因采煤方法及生产安全的需要，开采设计规定允许遗留的储量，设计损失储量，以 P 表示。

在开采中发生的储量损失，称为实际损失储量。开采损失包括：

(1) 全矿性的安全煤柱损失：为保护井筒、地面建筑物、大铁路和高压线所留的煤柱；防止断层、褶曲、河流和湖泊等对矿井开采发生影响而留的煤柱；两个矿井之间的境界煤柱。

(2) 采煤方法损失：为采煤而遗留的采区之间煤柱、护巷煤柱、顶煤和底煤的损失以及由于不正确的技术操作而造成的损失，如冒顶、火区及水淹区的煤柱等。

(3) 其他损失：由于采掘装运的泼撒而不能运出的煤炭损

失或其他意外损失,这部分损失约占2~3%。在计算开采损失时,往往将其他损失包括在采煤方法损失之内。

二、可采储量计算方法

可采储量计算方法,可按公式(1-1)计算。

$$R_w = (R_1 - P) \times C \quad (1-1)$$

式中 P ——全矿性的永久煤柱损失量, t ;

C ——设计采区回采率。

在计算可采储量时,采区回采率一般应取以下数值:厚煤层不低于75%;中厚煤层不低于80%;薄煤层不低于85%。

第三节 矿井生产能力与服务年限

一、矿井生产能力与服务年限之间的关系

矿井生产能力是指矿井设计的年产量,亦称井型。我国矿井,按其设计生产能力大小可分为三类:

小型矿井,生产能力为3、6、9、15、21和30万 t/a ;

中型矿井,生产能力为45、60和90万 t/a ;

大型矿井,生产能力为120、150、180、240、300和400万 t/a 以上。

为便于计划、设计和装备的标准化及系列化,除上述标准井型外,一般不应出现界于两种生产能力之间的井型。

矿井服务年限,就是指矿井均衡生产的期限。

矿井生产能力、服务年限和可采储量之间关系,可用公式(1-2)表示。

$$A = \frac{R_w}{T \cdot K} \quad (1-2)$$

式中 A ——矿井生产能力,万 t/a ;

R_w ——矿井可采储量,万 t ;

T ——矿井服务年限, a ;

K ——储量备用系数。

考虑储量备用系数的原因是:

(1) 矿井生产环节都有一定的备用能力, 矿井可能增产。

(2) 矿井精查报告中只能查找出落差大于30m的大断层, 有些矿井投产后, 新发现不少小断层, 使煤炭损失增加, 工业储量减少。

(3) 有的矿井经井巷揭露后, 实际的煤层露头风化带较设计时为深, 井田倾斜长度缩短, 工业储量减少。

(4) 矿井投产初期, 由于缺乏开采经验, 回采率达不到设计上的要求。

从以上可以看出, 由于矿井实际产量的增加, 或矿井可采储量的减少, 都可能使矿井和水平的服务年限减少。储量备用系数, 就是对矿井和水平服务年限减少的调整。

储量备用系数, 一般根据勘探程度和地质条件复杂程度而选取, 一般为1.2~1.4。勘探程度差和地质条件复杂时取上限; 反之, 取下限。

二、矿井生产能力的确定

矿井生产能力的大小, 不仅对一个矿井的技术经济指标具有重要的意义, 而且影响到国家资金的合理利用和煤炭的正常供应。因此, 在确定矿井生产能力时, 既要考虑到国民经济发展对煤炭的需要, 又要从煤田的自然、地质条件和技术条件出发。一般说来, 应考虑以下因素。

(一) 自然、地质因素

1) 井田储量 井田储量是确定矿井生产能力的一个重要因素。当井田可采储量一定时, 可根据公式(1-1)求出矿井生产能力和相应的服务年限。而矿井服务年限, 必须满足表1-1或表1-2的要求。

2) 煤层厚度及层数 煤层厚度愈大, 回采工作面单位面积上的产量愈大; 煤层数目愈多, 同时生产的工作面数目也愈多, 这时, 矿井生产能力就可以大一些。如果煤层数目多, 煤层总厚度也较大, 但各煤层的厚度较小, 这时矿井生产能力愈大, 则同时生产的采区数目、煤层数目和工作面数目就愈多, 使矿井运输

系统、通风系统、开采顺序和采掘关系安排都会发生困难，因此薄煤层的矿井生产能力就应该小一些。

3) 煤层埋藏深度 煤层埋藏深度大时，井筒就长，表土或岩石的掘进工程量增加，提升设备的规格加大，基本建设总投资也相应增大。为降低吨煤的投资费用，在保证有足够储量的前提下，应适当地增大矿井生产能力。

4) 煤层地质构造和倾角 对于地质构造复杂的煤层，如断层、陷落柱和煤层不稳定等，采区和工作面的布置都要受到限制，因此矿井生产能力就不应太大。对于急倾斜煤层，由于受到采煤方法的限制，采区生产能力较低，因此矿井生产能力也不应太大。

5) 安全生产条件 主要是瓦斯、水和火的影响。矿井瓦斯涌出量大，通风能力可能成为限制矿井生产能力的主要因素。矿井涌水量很大时，为缩短开采年限，可适当加大矿井生产能力。在开采自然发火严重的煤层时，矿井生产能力也不能太大。

6) 矿区地形条件 地形复杂的矿区，工业广场的位置不易选择，为避免过多的地面工程，井田范围划得大些，矿井生产能力也适当定的大些。

(二) 技术、经济因素

矿井生产能力必须与矿井提升能力、大巷运输能力、井底车场通过能力和通风能力相适应。要根据矿井生产能力的需要，设计和选择合适的提升、运输和通风设备，设计运输大巷和井底车场，以满足矿井生产能力的需要。

矿井生产能力增大，设备型号也随之增大，对机械化程度和技术装备水平要求较高，从而对施工和生产的技術管理水平要求也较高。

一般说来，大型矿井具有机械化程度高、生产集中、劳动生产率高和成本低的优点。同时，大型矿井的服务年限较长，能够在较长的时间内均衡地生产煤炭。但是，大型矿井基本建设投资较大、建设工期较长、对自然条件和技术条件要求较高；而中、

小型矿井具有施工容易、基本建设投资少、建设工期短等特点。

总之，要以党对煤炭工业的方政策和国民经济发展的需要为前题，根据自然、地质条件特别是煤炭的储量和技木装备等条件，综合地确定矿井生产能力。

三、矿井服务年限的确定

矿井服务年限可由十几年到几十年，一般说来，矿井服务年限一定要与矿井生产能力相适应。大型矿井的服务年限长，中小型矿井的服务年限短。《地方国营煤矿设计若干规定》及《煤炭工业设计规范》对矿井服务年限的要求，分别见表1-1和表1-2。

表 1-1 矿井服务年限《地方国营煤矿设计若干规定》

井型(万t/a)	矿井服务年限 (a)	
	非 缺 煤 地 区	缺 煤 地 区
6	12	12
9	15	15
15	20	18
21	25	20
30	30	25

表 1-2 矿井服务年限《煤炭工业设计规范》

井 型 (万t/a)	矿井服务年限 (a)
9~21	15~25
30~60	30~50
90~180	60~80
240以上	90以上

各类井型，都有规定的服务年限，其原因是：

(1) 一个矿井的基本建设投资的数额是很大的，其中随着矿井的报废而报废的井巷工程投资约占总投资的 1/3 左右，机电设备虽然可以转移，但拆迁设备要付出很大的费用和损耗。因此，

每个矿井都应有一定的服务年限，以保证人力、物力和资金的充分利用。

(2) 一个矿井往往与其他企业有密切的联系，例如交通运输、火力发电等企业。在大型矿区内，矿井与其他企业往往形成一套工业体系，为保证长时间地、持续地向其他企业供应煤炭，也要求矿井有足够长的服务年限。

在设计新矿井时，矿井生产能力与服务年限要综合地考虑。

第四节 井田的再划分

井田范围还是很大的，走向和倾斜的长度可达数百米至数千米。在这样一个大的井田范围内，必须将井田进一步划分成更小的部分，以便按一定程序有计划地进行开采。

一、阶段和水平

在井田范围内，沿煤层倾斜方向按一定的标高如 ± 0 、 -150 、 -300 等，将煤层划分为若干个长条部分。长条部分的下(或上)部边界为井底车场和贯穿整个井田走向的阶段运输大巷；长条部分的上部边界为阶段回风大巷；长条部分的两边为井田的边界。此长条部分称为阶段。设井底车场和贯穿整个井田走向的阶段运输大巷所在的水平称为开采水平，简称水平。开采水平一般用标

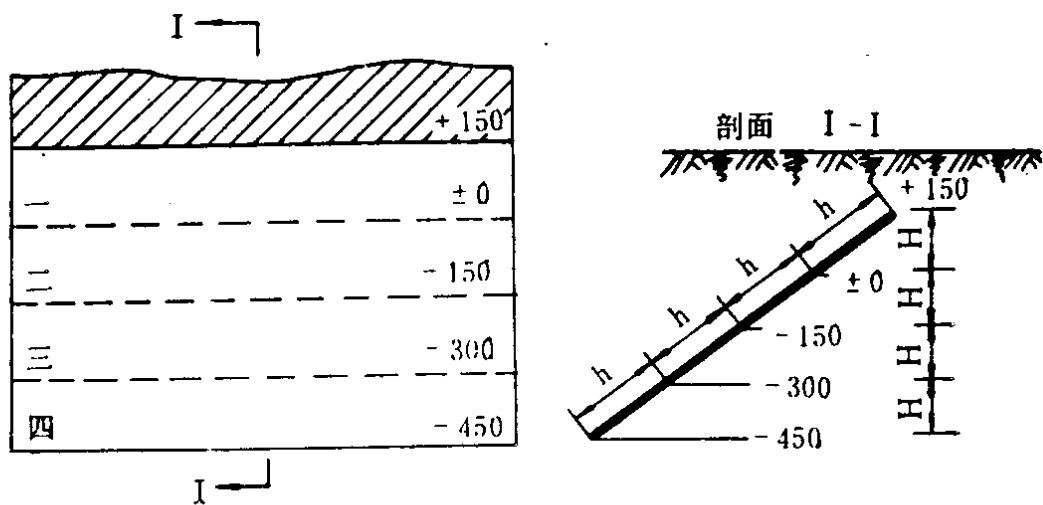


图 1-4 阶段与水平

一、二、三、四—阶段； ± 0 ， -150 ， -300 ， -400 —开采水平；
H—阶段垂高；h—阶段斜长

高来表示，如 ± 0 水平、 -150 水平、 -300 水平，见图1-4。

一个开采水平可能只负责开采一个阶段，如图1-5所示的 -100 水平只负责开采第一阶段，此阶段称为上山阶段。一个开采水平也可以负责开采两个阶段，如图1-5所示的 -250 水平，既为第二阶段（上山阶段）服务，又为第三阶段（下山阶段）服务。

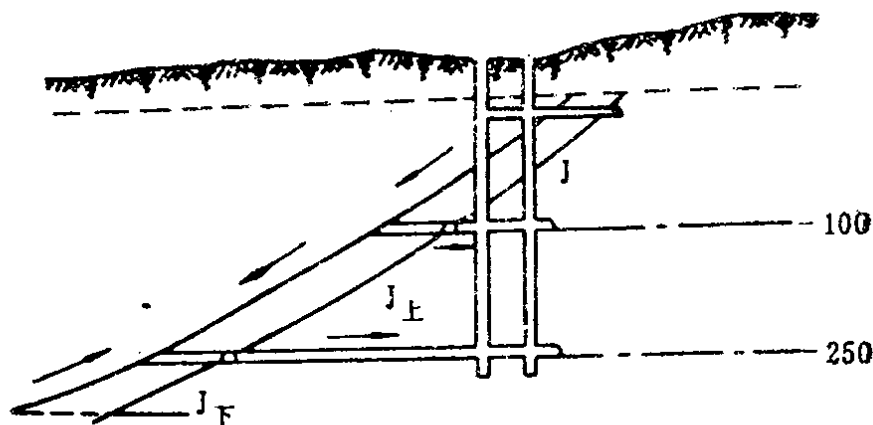


图 1-5 开采水平的上山阶段与下山阶段

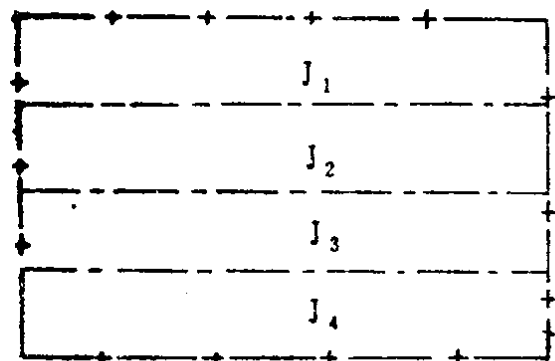


图 1-6 整段式划分方式

J_1 、 J_2 、 J_3 、 J_4 —阶段；——+——井田境界；———开采水平

二、阶段的再划分

阶段的尺寸还是比较大的，仍然不能直接进行开采，有时要将阶段进行再划分，其划分的方式有以下四种：

1) 整段式 阶段的尺寸不大，不需进行再划分，一个阶段内每翼布置一个回采工作面，由井田边界

（或中央）向井田中央（或边界）推进，见图1-6所示。

2) 分段式 阶段沿走向尺寸不大，但阶段斜长的尺寸相对来说比较大。因此，将阶段沿倾斜划分为若干个分段，每个分段的每翼布置一个回采工作面。回采工作面从井田边界（或中央）向井田中央（或边界）连续地推进，见图1-7所示。

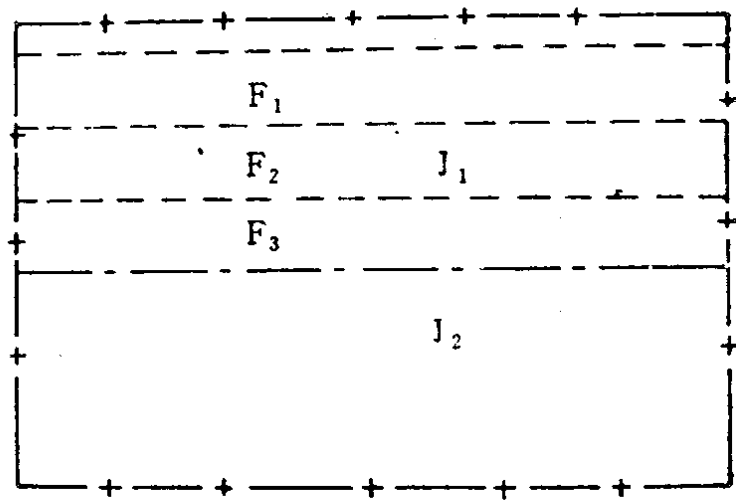


图 1-7 分段式划分方式

J_1 、 J_2 —阶段； F_1 、 F_2 、 F_3 —分段
——+——井田境界；———开采水平；……—分段边界

3) 分区式 阶段沿倾斜和走向的尺寸都很大，将阶段沿走向划分为若干个采区，每个采区沿倾斜再划分为若干个区段，每个区段布置一个或两个回采工作面。图 1-8 为一个区段每翼布置一个回采工作面的方式，回采工作面可由采区边界（或中央）向采区中央（或边界）推进。

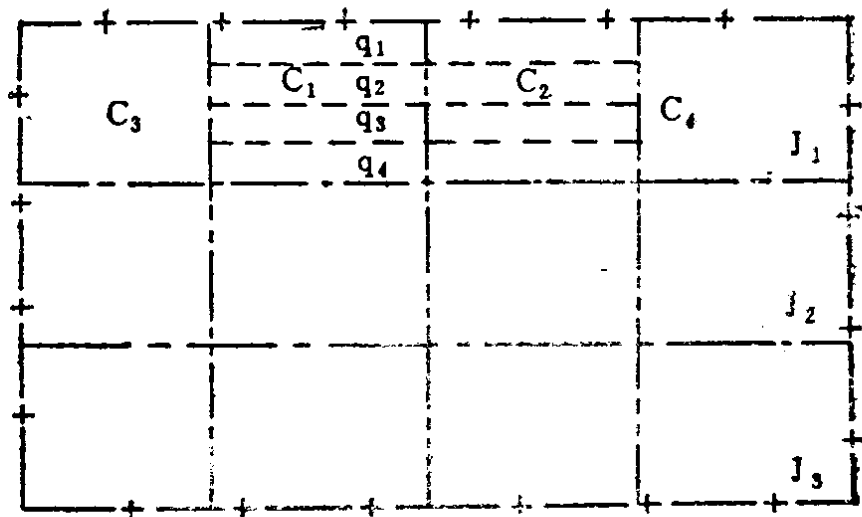


图 1-8 分区式划分方式

J_1 、 J_2 、 J_3 —阶段； C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 —采区； q_1 、 q_2 、 q_3 、 q_4 —区段
——+——井田境界；———开采水平；……—区段边界

4) 分带式 对于近水平煤层或倾角不大的缓倾斜煤层，在阶