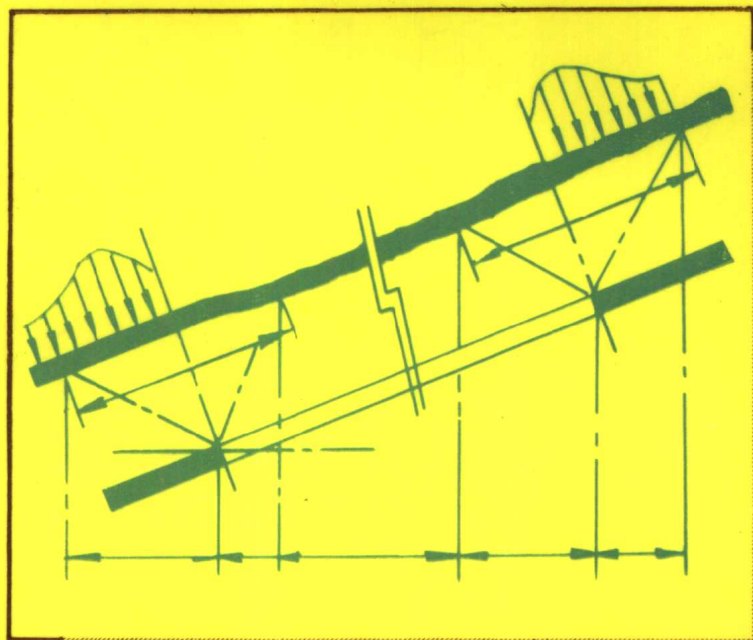


煤层(群)上行开采技术

汪理全 李中颀 著



煤炭工业出版社

煤层(群)上行开采技术

汪理全 李中颀 著

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

图书在版编目(CIP)数据

煤层(群)上行开采技术/汪理全等著.-北京:煤炭工业出版社,1995

ISBN 7-5020-1209-5

I.煤… II.汪… III.①煤矿开采:地下开采-采煤方法
②矿井开拓,上行开采-采煤方法 IV.TD823.12

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第08453号

煤层(群)上行开采技术

汪理全 李中 著

责任编辑:葛朝

煤炭工业出版社出版

(北京安定门外和平里11号)

北京怀柔燕文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092mm^{1/32} 印张6^{1/4}

字数139千字 印数1—940

1995年8月第1版 1995年8月第1次印刷

书号 3977 G0329 定价 6.00元



前 言

上行开采是煤矿生产必须解决的重要课题。在某些地质及开采技术条件下，上行开采在安全、开采技术及提高经济效益方面具有独特作用，可以解决下行开采无法解决的特殊问题，能消除下行开采所产生的一些缺点。因此，合理运用上行开采有着极其重要的意义。

上行开采是煤矿特殊开采方法之一。70年代，引起了我国采矿工作者广泛的关注和研究，积累了很多宝贵经验。1978年至1981年，在钱鸣高和李鸿昌教授指导下，课题组（主要成员有汪理全、崔广平等）对孔庄矿上行开采进行了观测与研究，首次提出了用围岩平衡理论研究上行开采的机理。1984年至1989年，课题组（组长汪理全、李中颀，成员有严继春等）对平顶山四矿的上行开采进行了观测与研究。同时，采用相似模拟实验，系统地分析了上行开采的机理。此间，蒐集和分析了我国部分煤矿受下部开采一个煤层采动影响的上行开采的170多个实例，以及受下部开采多个煤层采动影响的上行开采的30多个实例，积累了煤层（群）上行开采的丰富实践经验及科研成果。为总结和交流这些经验，我们编写了《煤层（群）上行开采技术》这本书，为合理运用上行开采技术、缓解煤矿采掘接替紧张、复采遗留的煤炭资源、挖掘老矿潜力、促进煤矿安全开采及提高经济效益提供了理论依据和新方法。

本书在编写过程中，得到了鸡西矿务局蔡鸿坡、平顶山

矿务局欧阳清、李永平、开滦矿务局朱际维、西山矿务局顾
纬英、枣庄矿务局、大屯煤电公司孔庄矿、资兴矿务局唐洞
煤矿颜素明等的大力支持,在此一并表示深切的谢意。由于水
平所限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者

1995年3月

目 录

前言

第一章 煤层(群)上行开采概述	1
第一节 煤层(群)上行开采的意义.....	1
第二节 国外煤层(群)上行开采.....	3
第三节 我国煤层(群)上行开采现状.....	6
第二章 采场上覆岩层的破坏及移动规律	21
第一节 开采后围岩应力分布.....	21
第二节 采场上覆岩层的活动规律.....	25
第三节 采场上覆岩层破坏及移动规律.....	33
第四节 采场上覆岩层移动及变形规律.....	42
第五节 影响煤层(群)上行开采的主要因素.....	53
第三章 煤层(群)上行开采机理的研究	56
第一节 研究的问题.....	56
第二节 采场上覆岩层裂隙的变化规律.....	60
第三节 采场上覆岩层活动及移动规律.....	69
第四节 采场上覆岩层移动对上行开采的影响.....	84
第五节 上行开采机理.....	91
第四章 煤层(群)上行开采实例分析	94
第一节 城子河煤矿上行开采.....	94
第二节 平顶山矿区上行开采.....	107
第三节 西山矿务局上行开采.....	134
第四节 开滦矿务局上行开采及复采.....	148
第五节 枣庄矿务局上行开采.....	160
第六节 唐洞煤矿上行开采.....	167

第五章 恒底分层长壁垮落采煤法	175
第一节 恒底分层长壁垮落采煤法实例	175
第二节 主要技术参数的确定	185
第三节 评价及其应用	186
第六章 上行开采机理	189
主要参考文献	197

第一章 煤层(群)上行开采概述

第一节 煤层(群)上行开采的意义

开采煤层(群)时,先采下煤层(分层或煤组),后采上煤层(分层或煤组),称为上行式开采。这是一种开采顺序特殊的开采方法。根据顶板管理方法不同,有垮落法上行开采、充填法上行开采等。我国煤矿采空区处理基本上是采用全部垮落法,个别条件下采用充填法。因此,本书着重论述垮落法上行开采(简称上行开采)的机理。

开采煤层群时,一般采用下行式开采。但在某些地质条件下,下行开采程序往往会限制矿井生产能力的增长和新井建设速度,增加巷道工程量和维护量,造成采区接替紧张和生产管理分散,甚至在安全及开采技术等方面表现出无能为力的缺点,达不到安全经济的目的。不同质的矛盾,只有用不同质的方法来解决。煤矿生产实践和科学研究证实,在某些地质及开采技术条件下,上行开采能够解决上述缺陷,并有下列独特作用:

(1) 当上煤层顶板坚硬、煤质坚硬不易采出时,采用上行开采,可消除或减轻上煤层开采时发生的冲击地压和周期来压强度,可减轻地质构造应力的影响。

(2) 当上煤层含水量大、工作面工作条件困难时,先采下煤层可疏干上煤层含水。

(3) 当上部为煤与瓦斯突出煤层时,先将下部煤层作为

保护层开采，可减轻或消除上煤层的煤与瓦斯突出的危险，确保矿井安全生产。

(4) 上部为劣质、薄及不稳定煤层时，开采困难，长期达不到矿井设计能力。可先采下煤层，或上下煤层及薄厚煤层搭配开采，能很快达到矿井设计能力。

(5) 建筑物、水体及铁路下采煤，有时需要先采下煤层，后采上煤层，以减轻对地表的影晌。

(6) 开采火区或积水区下压煤，有时需要采用上行开采。

(7) 上部煤层开采困难或投资很多，或下部煤质优良，从国民经济需要出发，有时采用上行开采，可迅速提高经济效益。

(8) 在某些地质和技术条件下，新建矿井采用下行与上行开采相结合的方式，可以减少初期巷道工程量、投资及建井工期，获得显著经济效益。

(9) 复采采空区上部遗留的煤炭资源。

在现有生产矿区或矿井中，有很多矿区或矿井的采空区上方都遗弃了一些可采煤层，有的矿少则几万吨，多则数十万吨；有的矿区丢弃上部煤层达亿吨以上。丢弃的煤炭储量相当多。丢弃的原因多种多样：有地质勘探不详，在已采煤层上部又发现了可采煤层；或者是把薄及不稳定煤层划为不可采煤层，而在生产过程中又发现可采，但已来不及布置采煤工作面，只好丢弃了上部煤层而采下部煤层。有的矿井因生产任务及经济效益问题，必须先开采主采煤层，而主采煤层与上部次要煤层的开采错距尚未拉开，只好注销次要煤层的部分储量，先采下部煤质好、生产能力大的主采煤层；有的矿井在设计时，因下行开采程序与采区布置和生产能力之

间发生了矛盾，而丢弃了上部次要煤层部分储量；过去，帝国主义掠夺式开采了下部好煤层，丢弃了上部煤层。对上述种种原因丢弃的煤炭资源，只需增加少量巷道工程量就可以回收被丢弃的煤炭资源。特别是对一些储量不足的老矿区或矿井，利用已有井巷和设备开采这些遗弃的煤炭资源，以延长矿区或矿井的寿命，更具有重要的现实意义。因此，在某些条件下，采用上行开采，对于安全生产、解放呆滞煤量、加快能源建设都具有重大意义。

第二节 国外煤层(群)上行开采

一、波兰

煤炭是波兰国民经济的主要柱石之一。波兰建筑物下压煤达110亿t以上(埋深1000m以上)。为了采出建筑物下的压煤，早在1920~1930年，就有计划地试采上西里西亚煤田建筑物下的保护煤柱。1945年以后，开始大规模开采城市建筑物及铁路下的保护煤柱，取得了特殊开采的丰富实践经验。

波兰在建筑物及铁路下采煤时，一般采用下行式开采顺序，但也采用上行开采。顶板管理方法有全部垮落法，水砂充填法，也有两者兼而用之。

1. 波兰上行开采的实践经验

研究上行开采时，常把上、下煤层之间的层间距(H)与下煤层采高(M)之比(K)称为采动影响倍数。

波兰采用上行开采缓倾斜煤层的成功实例表明：

(1) 当下部开采一个煤层时，采动影响倍数 $K > 6$ ，可成功进行上行开采；当 $K < 6$ 时，上煤层受到不同程度的严重破坏，不能上行开采。

(2) 当下部开采多个煤层时，综合采动影响倍数 $K_z =$

6.3, 可成功进行上行开采; 当 $K_z < 5$ 时, 上煤层受到不同程度的破坏, 采取一定技术措施, 可以上行开采。

(3) 采用充填法上行开采时, 采动影响倍数 $K_z = 2.3 \sim 2.9$, 上煤层未受破坏, 生产正常。

(4) 上、下煤层开采的间隔时间为 1 年以上。

2. 研究成果

波兰学者研究认为, 上、下煤层之间层间距的大小是影响上行开采的主要条件之一。代表性的论点有:

(1) W.捷赫维茨认为, 层间距与下煤层采高成线性关系, 即:

$$H = 12M \quad (1-1)$$

(2) B.克鲁宾斯基等人也认为, 层间距与下煤层采高成线性关系, 即:

$$\begin{aligned} \text{当 } M < 1.5\text{m 时,} & \quad H = 12M \\ \text{当 } M > 1.5\text{m 时,} & \quad H = 8M \end{aligned} \quad (1-2)$$

(3) M.胡德克等人认为, 层间距与采高成正比, 而与岩石碎胀系数及冒落矸石压缩率成反比关系, 即:

$$H = \frac{M}{K_p - 1} \cdot \frac{1}{1 - \eta} \quad (1-3)$$

(4) 马克叶夫斯基认为, 层间距与下煤层采高的平方成正比, 与岩石碎胀系数成反比, 即:

$$H = \frac{3M^2}{K_p - 1} \quad (1-4)$$

(5) T.斯达朗认为, 层间距与采高及岩石碎胀系数有关, 即:

$$H = M \left[2 + \frac{4}{\pi(K_p - 1)} \right] \quad (1-5)$$

二、前苏联

前苏联煤矿上行开采的成功实例很多，库兹巴斯矿区就是其中之一。库兹巴斯矿区是生产优质炼焦煤的基地，过去采用下行式开采程序开采煤层群，限制了矿井生产能力和新建井建设的发展；于是采用上行开采，并获得了丰富的上行开采的实践经验及科学研究成果。

1. 上行开采的实践经验

(1) 开采缓倾斜和倾斜煤层时，在受下部一个煤层采动影响下，采动影响倍数 $K \geq 10$ ，上行开采成功； $K < 10$ ，上煤层受到不同程度的破坏，采取一定技术措施，可以上行开采。

(2) 开采急倾斜煤层群，当下部开采一个煤层时，采动影响倍数 $K > 8$ ，上煤层正常开采。

(3) 开采缓倾斜和倾斜煤层时，在层间距为18~85m的情况下，上、下煤层开采的间隔时间为3~12个月。开采急倾斜煤层时，在层间距为8~70m的条件下，上、下煤开采的间隔时间为3~10个月。

2. 科学研究成果

前苏联学者研究认为，足够的层间距是上行开采的基本条件，代表性的观点有：

(1) T. B. 达维江茨认为，上、下煤层层间距与采高成正比，即：

$$H = 20M \quad (1-6)$$

(2) A. П. 基里雅奇科夫研究了顿巴斯矿区上行开采实例后认为，当下部开采一个煤层时，上煤层正常开采，应按下式计算层间距：

$$H = 12M + 3.5M^2 \quad (1-7)$$

(3) Г.Н.库兹聂佐夫认为,层间距与下煤层采高及岩石碎胀系数有关,即:

$$H = \frac{(3 + 1.5M)}{K_p - 1} \cdot M \quad (1-8)$$

(4) В.Д.斯列沙烈夫认为,层间距大于冒落带高度,可以进行上行开采,并用下式计算:

$$H = \frac{M}{(K_p - 1)\cos\alpha} \quad (1-9)$$

式(1-1)~(1-9)中:

H ——上、下煤层的层间距, m;

M ——下煤层采高, m;

K_p ——岩石碎胀系数;

η ——冒落矸石的压缩率。

第三节 我国煤层(群)上行开采现状

一、我国煤层(群)上行开采的现状

鸡西城子河煤矿建于1938年。当时采用片盘斜井开拓方式,轨道上山一般布置在底部层组或中部层组中,由于开采技术条件等因素的限制,先采了中部层组的25号煤,后采上部层组的29号煤、36号煤或42号煤层,形成了上行式开采顺序,沿用至今,现仍采用上行开采。

70年代,煤层(群)上行开采引起了采矿界广泛的关注和研究,并有计划地进行了试采。80年代,上行开采技术已用于煤矿设计、矿井技术改造及老矿区(矿井)的复采工作中,特别是地方煤矿复采老矿井采空区上方丢弃的煤炭资源,并获得了丰富的实践经验。我国部分煤矿上行开采实例见表1-1和表1-2。

表 1-1 下部开采一个煤层的上行开采实例

矿井名称	上煤层号, 采高(m) 下煤层号, 采高(m)	煤层 倾角 (°)	煤层 间距 (m)	$K = \frac{H}{M}$	层间岩性	采煤 方法	上、下煤 层开采间 隔时间 (月)	上煤层开采 情况	注
城子河煤矿	$\frac{27号, 1.3}{25号, 1.2}$	12	22	18.3	砂岩62%, 其余为页岩	长壁 全陷	96	采掘正常	西一采区
城子河煤矿	$\frac{4号, 1.0}{3号, 1.6}$	13	32	17.8	砂岩71%, 其余为页岩	长壁 全陷	12	4层采面处于移动盆地下部, 顶板破碎, 采掘正常	原7-1斜4号
城子河煤矿	$\frac{37号, 1.4}{30号, 1.3}$	12	16	12.3	砂岩、页岩	长壁 全陷	12	顶板易冒落, 采掘正常	西一采区 37号左三
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.6}{25号, 1.4}$	14	35	25	砂岩64%, 其余为页岩	长壁 全陷	60	采掘正常	西一采区 29号右六
城子河煤矿	$\frac{36号, 2.0}{29号, 1.8}$	12	53	29.4	砂岩、页岩	长壁 全陷	11	未见异常	西一采区 36号左一
城子河煤矿	$\frac{35号, 1.8 \sim 2.0}{29号, 1.8}$	13~14	53	29.4	砂岩、页岩	长壁 全陷	6	采掘正常	西一采区 35号左二
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.7 \sim 1.9}{25号, 1.8}$	16	53	29.4	砂岩、页岩	长壁 全陷	20	采掘正常	西一采区 29号左一 斜面
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.6 \sim 1.7}{25号, 1.2}$	18	53	44.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	5	采掘正常	西一采区 29号左一 斜面

续表

矿井名称	上煤层号, 采高(m) 下煤层号, 采高(m)	煤层 倾角 (°)	煤层 间距 (m)	$K = \frac{H}{M}$	层间岩性	采煤 方法	上、下煤 层间隔时间 (月)	上煤层开采 情况	注
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.95}{25号, 1.2}$	14	53	44.2	砂岩、页岩	长壁 全陷	6	采掘正常	西一采区 29号左一走向面
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.88}{25号, 1.74}$	21	62	35.6	砂岩、页岩	长壁 全陷	15	采掘正常	东二采区
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.88}{25号, 1.74}$	21	62	36.5	砂岩、页岩	长壁 全陷	12	未见异常	东二采区 29号左五
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.88}{25号, 1.74}$	16	58~61	33.9	砂岩、页岩	长壁 全陷	27	采掘正常	东二采区
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.88}{25号, 1.74}$	16	54~58	31.2	砂岩、页岩	长壁 全陷	32	采掘正常	东二采区
城子河煤矿	$\frac{29号, 1.89}{25号, 1.7}$	16	56	32.0	砂岩、页岩	长壁 全陷	16	采掘正常	东二采区 29号右六
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.74}{24号, 1.1}$	20	16	9.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	17	采掘正常	东二采区 25号左
城子河煤矿	$\frac{25号, 2.0}{24号, 1.1}$	31	16	9.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	14	采掘正常	东二采区 25号左五半
城子河煤矿	$\frac{25号, 2.0}{24号, 1.1}$	25	10	9.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	24	采掘正常	东二采区

续表

矿井名称	上煤层号, 采高(m) 下煤层号, 采高(m)	煤层 倾角 (°)	煤层 间距 (m)	$K = \frac{H}{M}$	层间岩性	采煤 方法	上、下煤 层可采间 隔时间 (月)	上煤层开采 情况	注
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.9}{24号, 1.1}$	21	10	9.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	22	采掘正常	东二采区
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.9}{24号, 1.1}$	17~22	10	9.1	砂岩、页岩	长壁 全陷	18	未见异常	东二采区 25号左六
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.9}{8号, 1.5}$	17	56	37.3	砂岩为主	长壁 全陷	15	采掘正常	东一采区 25号右六
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.9}{8号, 1.5}$	17	56	37.3	砂岩为主	长壁 全陷	7	采掘正常	东二采区 25号右七里
城子河煤矿	$\frac{25号, 1.9}{8号, 1.5}$	17	56	37.3	砂岩、页岩	长壁 全陷	14	采掘正常	东二采区 25号右七外
城子河煤矿	$\frac{24号, 1.77}{8号, 1.5}$	17	76.9	51.2	砂岩、页岩	长壁 全陷	10	采掘正常	东二采区 24号右七
城子河煤矿	$\frac{8号, 1.5}{4号, 1.0}$	18	45.5	45.5	砂岩、页岩	长壁 全陷	12	采掘正常	东二采区 8号右六
城子河煤矿	$\frac{8号, 1.5}{4号, 1.0}$	19	45	45	砂岩、页岩	长壁 全陷	11	采掘正常	东二采区 8号右七
城子河煤矿	$\frac{8号, 1.5}{4号, 1.0}$	15	45.5	45.5	砂岩、页岩	长壁 全陷	12	采掘正常	东一采区 右八

矿井名称	上煤层号, 采高(m) 下煤层号, 采高(m)	煤层倾角(°)	煤层间距(m)	$K = \frac{H}{\Delta}$	层间岩性	采煤方法	上、下煤层开采间隔时间(月)	上煤层开采情况	注
阳泉二矿 东四尺井	3号, 1.5~1.8 12号, 1.6	6	86	53.8	砂岩、砂质页岩	长壁全陷	72	掘巷1100m, 开采正常	72808采面 41002采面
阳泉二矿 西四尺井	小南坑3号 9号, 1.9	6	70	36.8	砂岩56%, 页岩其余为砂质页岩	长壁全陷	120	掘巷200余米, 无影响	7176采面 1038采面
阳泉二矿 西四尺井	小南坑3号 8号, 1.9~2.1	3~6	59	23.5	砂岩45%, 页岩其余为砂质页岩	长壁全陷	30	采煤9750m ² , 开采全过程无影响	73102采面 2704采面
大同永定庄 矿101盛区	9号, 1.2~1.3 11号, 1.4~1.5	5~6	35	24.1	中、细砂岩、层状页岩、夹砂质页岩	长壁全陷	120~204	开采正常	10个采面
大同永定庄 矿102盛区	9号, 1.2~1.3 11号, 3~3.4	5~6	35	10.9	中、细砂岩、层状页岩、夹砂质页岩	长壁全陷	108~204	采掘过程中局部地点压力大	6个采面
蛟河矿五井	5.4号, 0.8 6.1号, 2.0	8	22	11	砂岩为主	长壁全陷	163	开采正常	
蛟河矿四井	2号, 2.4 4号, 1.2	11	17	14.2	砂岩为主	长壁全陷	24	开采正常	
蛟河矿六井	5号, 1.0~2.0 6号, 2.1	8~16	50~39	27.2	砂岩、页岩互层	长壁全陷	36	中央区正常边缘区有裂缝	+16水平, 300绞车 道北侧
蛟河矿六井	5号, 2.0 6号, 2.4	8~16	65	27.1	砂岩、页岩互层	长壁全陷	276	采掘正常局部顶部脱落	+16水平, 75绞车 道南侧