

采煤综合机械化技术丛书

采煤方法

钱鸣高 李鸿昌 胡德礼 姜学云 朱德仁 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书在总结我国综合机械化采煤方法经验的基础上,比较全面地介绍了综合机械化采煤法开采系统的特点、矿山压力显现规律、液压支架及其与围岩的关系、采煤机械的选择、回采工艺、生产技术管理和巷道支架及其维护等内容。

本书对采煤工程技术人员掌握和研究综合机械化采煤技术有一定的参考价值,也可做为综合机械化采煤的工程技术人员培训教材。

责任编辑:伊 烈

采煤综合机械化技术丛书

采 煤 方 法

钱鸣高 李鸿昌 胡德礼 姜学云 朱德仁 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 $18^{1/2}$

字数444千字

印数1—3,980

1986年5月第1版

1986年5月第1次印刷

书号15035·2772 定价3.05元



前 言

采煤综合机械化,是加速我国煤炭工业发展,大幅度提高劳动生产率,实现煤炭工业现代化的一项战略措施。综合机械化采煤不仅产量大、效率高、成本低,而且能减轻笨重的体力劳动,改善作业环境,是煤炭工业的发展方向。我国综采技术日趋成熟,生产水平、工艺水平均已进入世界先进行列。

为了进一步提高我国煤炭综合机械化生产的技术和管理水平;满足从事综采工作的广大现场工程技术人员和各院校机械化专业的需要,煤炭工业部生产司委托煤炭工业部采掘综合机械化技术研究培训中心和中国矿业学院组织编写了这套《采煤综合机械化技术丛书》。《丛书》包括:《矿用电子技术》、《综采电气设备》、《矿山机械液力传动》、《矿山机械液压传动》、《采煤机》、《液压支架》、《综采输送机》和《采煤方法》共八册,将陆续出版。这套丛书的编委对《丛书》进行了认真的审阅。

本丛书以介绍综合机械化采煤设备为主,并加强了技术基础理论知识的叙述。这套丛书可以作为综采工程师的培训教材和大专院校机械化专业的参考书,也可供具有中专以上文化程度的煤矿职工自学使用。

本书是《丛书》之一,由钱鸣高、李鸿昌、胡德礼、姜学云、朱德仁执笔编写,李鸿昌主编。限于水平,书中缺点、错误在所难免,热诚希望读者批评、指正。

本书编写过程中,得到煤炭工业部有关司(局)、《煤炭科学技术》编辑部、上海煤矿机械研究所及开滦、大同、阳泉、徐州等矿务局的热情支持,在此表示衷心的感谢。

目 录

前言

第一章 综合机械化开采系统的特点	1
第一节 综合机械化矿井开拓的特点	2
第二节 走向长壁与倾斜长壁采煤法	9
第三节 综采采区的运输	25
第四节 综采采区的通风	31
第五节 综采采区的防尘	38
第二章 开采后岩体内的应力重新分布及采场矿山压力显现规律	45
第一节 原岩应力场及开采后岩体内应力重新分布	45
第二节 初次来压前采场矿山压力基本规律	60
第三节 初次来压后采场矿山压力基本规律	67
第四节 回采工作面顶板岩层组成对矿山压力的影响	81
第三章 液压支架基本结构及支架与围岩的关系	88
第一节 支架的性能及分类	88
第二节 采场支架基本参数的确定	91
第三节 支撑式液压支架与围岩的关系	98
第四节 掩护式液压支架与围岩的关系	105
第五节 支撑掩护式液压支架与围岩的关系	116
第六节 液压支架的其他参数对顶板管理的影响	120
第四章 矿井工艺系统与采煤机械	125
第一节 矿井工艺系统与生产集中化	125
第二节 采煤机械的类型及工作方式	129
第三节 采煤机械的选择	143
第五章 综采工作面的回采工艺及生产能力	158
第一节 回采工艺方式的选择	158
第二节 综采工作面生产能力的确定	160
第三节 其它条件下的综采工艺	176
第六章 综采工作面参数及生产技术管理	194
第一节 工作面的合理参数	194
第二节 综采工作面两端巷道的参数及设备布置	199
第三节 特殊条件下的技术管理	210
第四节 工作面的组织管理	225
第五节 综采设备管理及经济效益	234
第七章 综采采区巷道的维护	243
第一节 巷道矿山压力基本规律	243
第二节 区段巷道的分类及其矿压显现	251
第三节 底板岩巷及上(下)山的矿压显现	262
第四节 采区巷道支护	271

第一章 综合机械化开采系统的特点

综合机械化采煤是回采工艺的一个跃进。它使采煤、装煤、运煤、支架和顶板管理都实现了机械化,从而改善了工人的劳动条件和回采工作面的工作状况,各项生产技术经济指标,如产量、效率、成本和原材料消耗也都得到了改善。

综合机械化采煤的发展不仅促进回采工作面的生产,而且也使矿井和采区的生产系统和巷道系统发生了变化,使矿井的整体开采布局得到了显著改善。

我国一些矿井的开拓布局,是以采区和回采工作面的布置为基础的。即矿井的产量常由2~5个采区来完成。每一个采区可以布置2~4个回采工作面,共用一套集中运输系统、通风系统、供电系统和运料系统等。采区就是矿井开拓、准备和生产管理的基本单元。采区的产量可达10~80万吨/年,近年来还出现了年产100万吨以上的采区。随着综合机械化采煤的发展,回采工作面的单产大幅度的提高,一个综采工作面的年产量可达40~100万吨之多。1983年我国年产百万吨煤炭的综采队,已达到八个,相当于大型采区的产量。矿井的年产量只由少数的采区和回采工作面来完成,这大大地有利于矿井集中化生产。

实践已经证明,矿井生产集中化使矿井的生产技术经济指标得到全面的改善。我国已把矿井生产集中化列为矿井技术发展的重要政策,并提出:矿井生产集中化主要为“四个集中”。

- ① 矿井集中——在有条件时,把一些中小型矿井合并成较大的矿井;
- ② 水平集中——减少矿井同时生产的水平数目,使矿井生产集中在一个或两个水平;
- ③ 采区集中——在每一个水平内,由少数的采区来满足水平和矿井的产量,以减少井巷开掘和维护工程量,并使设备及人力集中使用和管理;
- ④ 回采工作面集中——在每个采区内布置少数回采工作面来满足采区的产量,即提高回采工作面的单产。

应该指出,提高回采工作面的单产是矿井生产集中化的基础。只有提高工作面的单产,才能实现采区集中、水平集中和矿井集中。试想如果回采工作面年产只有几千至几万吨煤,为了要满足百万吨甚至几百万吨的矿井年产量,那就需要十几个甚至几十个回采工作面同时生产。为了使这么多回采工作面的接续及生产系统等得到合理安排,往往又需布置较多的生产采区和开采水平,这就必然造成矿井生产分散的局面,从而也恶化了矿井生产技术经济指标。

综合机械化采煤的发展,大幅度地提高了回采工作面的产量,从根本上提高了矿井生产集中化的程度。目前,我国已有较多的综合机械化采煤矿井实现了一个采区布置一个综采工作面(常称为一区一面)。回采工作面产量的提高也必然给运输系统、通风系统和供电系统等带来一系列的变化,从而也使得每个回采工作面在矿井生产中占有非常重要的地位,即一旦一个回采工作面停产或减产,全矿的产量就会大幅度的下降。而且由于工作人员都集中在少数地区,所以对综采工作面的安全生产也提出了更高的要求。同时,综合机械化采煤的发展也加速了采掘设备的大型化和重型化。大量重型设备的运输,又对矿井的

开拓系统和运输系统提出了一系列的要求，甚至在决定井硐型式时，也必须考虑综合机械化采煤的要求。

由此可见，综合机械化采煤的发展，不仅给回采工作面带来一个根本性的变化，同时也使矿井开拓系统、采准系统、采区运输、通风和防尘等发生了变化。

第一节 综合机械化矿井开拓的特点

综合机械化矿井的开拓通常符合矿井开拓技术政策的一般要求，故仅略述如下。

我国煤矿井田开拓的基本形式有三种，即平硐开拓、斜井开拓和立井开拓。我国煤矿的技术政策要求：当地形和煤层赋存条件允许时，宜采用平硐开拓。它要求平硐水平以上的煤炭储量满足同类型矿井水平服务年限的要求。对于煤层赋存不深，表土层不厚，水文地质情况简单的缓倾斜和倾斜煤层，一般采用斜井开拓。而当煤层赋存较深或表土层较厚；水文地质情况复杂，井筒需要用特殊方法施工；多水平开采的急倾斜煤层；采用立井开拓可合理开采深浅部煤层时，一般应采用立井开拓。

采用立井或斜井开拓时，一般开凿一对提升井筒（主、副井）。有时，根据实际需要并经技术经济比较后，有些大型矿井开凿有两个以上的井筒，它们分别用于提升煤炭；上下材料、设备和人员；提升矸石等。风井的个数根据通风的需要进行确定。矿井通风方式主要采取抽出式。当地形复杂、露头有老窑、采用沿煤层露头多风井通风有利或地处高原的空气稀薄地区，可采用压入式通风。

井田的开拓有单水平开拓和多水平开拓两种类型。对于近水平煤层，多采用单水平开拓；对于缓倾斜煤层，当煤层倾角较小、矿田倾斜长度不大时，有的也采用了单水平开拓；煤层倾角较大而矿田倾斜长度又较大时，则采用多水平开拓。对于急倾斜煤层，一般都采用多水平开拓。

目前，我国煤炭工业发展的要求是，大型矿井尽量采用综采；中型矿井则宜采用综采及普采；小型矿井则可以采用普采或炮采。综采已成为大型矿井采煤机械化的标志。

一、井硐型式

综采矿井的产量大、生产连续性强，以及大型采掘设备的运送量大，往往成为选择井硐型式的重要影响因素。

首先，只要自然条件允许，应尽可能采用平硐开拓，这既有利于煤炭运输和矿井排水，又便于大型采掘设备进出矿井。

当煤炭埋藏较浅，地表冲积层含水不大又无流沙时，目前多趋于采用斜井开拓。在综采矿井中，主斜井多装备强力胶带输送机，使其能连续运输和有较大的提升能力。由于斜井胶带输送机的提升能力大，而且受矿井深度变化的影响较小，同时又能适应大型矿井的多水平同时出煤的需要，所以，对于综合机械化采煤的矿井，斜井的应用范围有较大的扩展，其开采深度可达500~600米或更深一些。副斜井主要用于运送人员及材料和设备，常采用轨道提升。这对于运送较长的材料、液压支架及其它大型采掘设备是较方便的，因而也是在综采矿井中采用斜井开拓逐渐增多的原因之一。为了设备运送的安全和方便，副井的倾角常小于 20° 。但如果矿井的开采深度较大，则斜井长度较大，一次提升的时间长，就显著地减少了辅助提升的能力。特别是有些矿井的矸石运输量大，材料及大型设备升降频繁时，甚至会因副井提升能力不足而影响矿井的正常生产，所以，有时再开掘一个立

井，专门作辅助提升用。而原副斜井还可用于下放大型设备及长材料，也兼做安全出口。在矿井改扩建时，往往用此方案，但做新井设计时，则应尽量减少井筒数目，并使其型式一致（即全为斜井），以便共同布置井底车场和主要巷道与硐室，共同布置地面建筑和工业广场，这既可减少工程量和投资，又便于生产管理。

当地表冲积层具有较厚的流砂层或煤层赋存较深而不宜用斜井开拓时，一般多采用立井开拓。其主井多装备大容量的箕斗。如果是老矿井，因发展综采产量提高造成提升能力不足时，我国则多采用加长箕斗的方法，以加大每次提升量，也有的改用轻金属箕斗或加大提升机的能力。副井提升则有两种方式：当井型较大，且矸石提升量较大时，可以装备专用提升矸石的箕斗；同时，还装备有罐笼，用以升降人员和上下材料。由于目前综采设备的尺寸较大，例如整体液压支架的宽度都从1.1米加宽到1.5米，所以，为了运送支架及大型采煤机等，多把一个罐笼的宽度加大到1.6~1.7米宽，这在矿井改扩建或设计新井时，是要给予注意的。如果有些老井的罐笼不能加宽，则可用罐笼或箕斗底部吊装提升大型设备或液压支架。

在立井开拓时，通常是在矿田中央开掘和装备一对井筒。采用中央并列式通风系统，即由副井进风，从主井回风。由于主副井距离较近，主井既用于回风又用于提升煤炭，往往又难以严格地密闭，所以造成漏风量很大。随着综合机械化采煤的发展，矿井的产量大幅度提高，所要求的总进回风量也在增大。为了加大矿井的风量，减少漏风量和通风阻力，一般多采用中央边界式通风系统，如图 1-1 所示。它除在矿田中央开掘一对主副井外，在矿田中央的上部边界还掘一个专用的回风井。建井时期，可以用其进行多头施工，以加快矿井建设速度，缩短建井工期。当矿田走向长度较大时，也可以随开采区域的向边界推进，再开拓一些分区风井或对角风井，以减少通风阻力，提高矿井的通风能力。

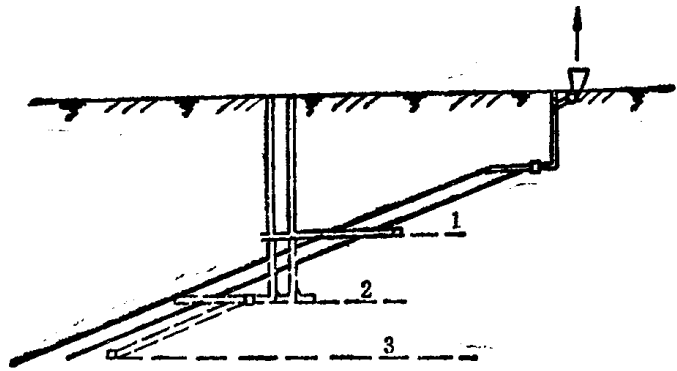


图 1-1 中央边界式通风方式

1—第一水平；2—第二水平；3—第三水平

对于特大型矿井，只要条件允许，可以采用分区建井分区通风。此时也可以用分区风井做为主要基建通道，既加快了建井速度，又有利于分区通风。

二、设置井底煤仓，加大提升能力

设置井底缓冲煤仓是生产矿井改扩建或老井挖潜的一项卓有成效的经验，也是我国综合机械化矿井普遍采用的技术措施。自从开滦范各庄矿建起我国第一个井底缓冲煤仓（容量为1340吨）以来，已有不少矿井采取这一措施。它显著地缓和了矿井生产不均衡的矛盾。在采区和大巷的出煤高峰时，如果箕斗的提升能力不足，井底缓冲煤仓可以把大巷的来煤与箕斗提煤的差额煤量暂时储存起来，待到采区生产和大巷来煤停顿或处于低潮时，井筒箕斗还可以继续提升煤炭，从而充分地利用提升设备的能力。在推广这项经验时，缓冲煤仓的容量也逐渐加大，有的甚至加大到2千吨。为了减少煤仓堵塞事故，煤仓的直径较大，一般为6~8米。

综合机械化采煤时，回采工作面出煤的不均匀性很大，往往一个班的产量集中在2~3小时之内采出，工作面小时产量可达350~700吨之多。虽然经过了采区煤仓及大巷运输的缓冲，但它对井筒提升环节的冲击仍然较大。因此，为了充分发挥提升设备的潜力，使得矿井运输系统畅通，确保回采工作面综采设备充分发挥其生产能力，一般综采矿井宜设置井底缓冲煤仓。特别在目前条件下，矿井产量增长的幅度较大，而生产系统各环节设备不配套，作为老井挖潜的技术措施，设置井底缓冲煤仓也是经济合理的。

三、开采水平的设置

矿井开采水平的设置是矿井设计和矿井生产管理中的重大问题，它应该符合煤炭工业设计规范和技术政策的要求和规定。

开采水平又简称为水平，是井底车场、主要石门、主要运输大巷及主要硐室等布置在同一标高上的一组井巷、硐室的总称。

开采水平的建设，包括要开掘大量的岩石巷道和硐室，要铺设轨道、安装机电设备和管线工程。它在矿井建设的工期和投资方面有着重大影响。为了加快建井速度，缩短建井工期和减少基建投资，在可能条件下，减少开采水平的数目，加大开采水平的开采范围（即加大水平高度）往往是必要的和有利的。这一要求已在《煤炭工业设计规范》中，作为我国煤矿建设的技术政策做了明确的规定。如表1-1所见，通过对水平服务年限的规定，确保一定的开采水平范围，从而可以使矿井生产在较长的时间内稳定在一个或少数开采水平内，避免频繁的矿井延深工程，缓和矿井采掘接续的紧张局面。

从我国的实际情况看，随着生产技术水平的提高和矿井年产量的加大，水平高度也不断加大，从五十年代的60~100米提高到150~200米，我国目前的一般经验数字见表1-2。

表 1-1 水平服务年限的规定

矿井设计生产能力 (万吨/年)	水平服务年限(年)		
	开采0~25° 煤 层	开采25~45° 煤 层	开采45~90° 煤 层
240及以上	30~40	—	—
90~180	20~30	20~30	15~20
30~60	15~20	15~20	12~15
9~21	10	8~10	8

表 1-2 水平高度(米)

井 型 \ 煤 层 倾 角	缓 倾 斜	倾 斜	急 倾 斜
大、中型矿井	100~200	100~200	100~150
小型矿井	60~100	80~120	80~120

随着综合机械化采煤的发展，矿田的开发强度日益加大。在老井挖潜的前提下，矿井的服务年限也趋于降低。人们对《煤炭工业设计规范》所制订的矿井服务年限的规定产生了异议，提出了要加大矿田开发强度，缩短矿井服务年限的问题，以充分利用勘探出的煤炭资源和现有的地区工业设施，加速我国煤炭工业的发展。这样的想法是正确的。就综合机械化采煤的矿井或者一般的大型矿井来说，矿井的服务年限（指生产矿井）虽可以降低。

低,但决不能降低开采水平的服务年限。因此,必须加大开采水平的开采范围(从而加大水平储量),使开采水平有较长的持续稳定生产时间,以适应综采矿井增大开采强度的需要。

目前我国矿井的延深和建设新水平的速度较慢,往往长达2~4年时间。在此期间内,矿井的生产与延深工程同时进行,影响正常生产。随着新水平的建成,矿井的生产也需要从上水平逐渐转移到下水平,即使矿井是一个水平生产,在水平过渡时期,也会出现相当长时间的两个水平同时生产,这就出现了两水平提升的相互干扰问题。因此,对综采矿井来说,更要加大开采水平的范围,以使开采水平有较长的持续稳定生产时间。

我国综合机械化采煤目前只限于开采缓倾斜煤层,更确切地说多限于开采倾角 25° 以下的缓倾斜煤层,而且其中相当大的比例是开采倾角 16° 以下的煤层。所以,矿田划分的水平数目少;有些是一个水平既采上山又采下山,即上下山开采;有些是一个水平只开采上山或下山。

当一个综采矿井是采用多水平开拓时,虽然可以尽可能地加大矿田开发强度,但也应使得每个水平的服务年限符合国家技术政策的规定,而且尽可能用一个开采水平保证矿井的年产量。当矿井的年产量很大,难以用一个水平满足矿井的年产量时,也应尽可能减少同时生产的水平数目。以减少矿井的频繁延深,保持矿井的稳产高产。

开采水平的走向长度也就是矿田的走向长度,对于综合机械化采煤的矿井来说,应该尽可能加大,延长开采水平的服务年限,使矿井的产量尽可能集中在一个或少数开采水平内,以利于生产集中化。为减少综采工作面的搬迁次数,目前采区的走向长度已加大到1200~2400米。有些矿井,在采用岩石上山的条件下,实现了回采工作面连续跨上山开采,也可使综采工作面连续推进达2000米以上。如果矿田的一翼划分为3个以上的采区,矿田的走向长度也要达到10公里以上。

加大水平高度,或者说加大水平开采范围的斜长(有时叫加大阶段斜长)就可以增加水平的服务年限。同时,这也可以增加采区内的可采储量和采区服务年限,减少采区设备的搬迁次数。此外,采区内区段数目的增多,也有利于在一个采区内布置几个工作面同时生产。这就会加大采区开发强度,提高矿井生产集中化程度。虽然目前我国的综采采区一般只布置一个综采面生产,有的则辅以一个普采或炮采,但当采区斜长较大,有较多区段时,在一个采区内同时布置两个综采工作面生产是可能的,也有利于提高矿井机械化开采的程度。当煤层倾角不大时,可以实现上下山开采。这就显著地加大了开采水平的范围,加大了采区可采储量,延长了水平的服务年限。因此,在我国煤炭工业技术政策中也提出,当煤层倾角小于 16° 时,应采用上下山开采。近年来,我国一些矿井的实践也证明,这种做法会取得较好的技术经济效益。

当采用倾斜长壁开采时,加大开采水平的斜长更是有利的。因为其回采工作面的连续推进长度就是开采水平的斜长,所以加大斜长的长度,就可以减少回采工作面搬迁次数。如果回采工作面跨大巷回采时,则可使综采工作面连续推进更长的距离。

在加大开采水平的斜长时,对煤炭运输不会带来什么困难。因为采用胶带输送机运输后,可以加大胶带运输的长度,也可以增加串联的胶带输送机台数。但是,对材料、掘进出煤和矸石,以及辅助材料的运输会存在一定的问题。例如,当采区上山长度超过300~900米时,采区的辅助运输绞车将难以选择。因为采区内所用绞车的滚筒直径不得超过1.6~2.0米,不然绞车设备将难以运送和安装。而1.6米的绞车在容绳缠绕3~4层时,其最

大提升长度也只能达到800~900米,同时,过长的提升距离将大大地降低辅助提升能力。这不仅碍于材料和设备的运送,而且限制了采区掘进出煤(矸)的能力,因而又将进一步制约采区内巷道的掘进速度。在综采工作面推进速度快,采掘接续紧张的状况下,对此必须给予足够的重视。为此,通常把开采水平的斜长控制在800~1000米以内。在特殊条件下,如地质条件形成某地区斜长过大,或煤层倾角较小而使开采水平的斜长过大,可以采用两段提升,或从运输水平及回风水平两个方面进行辅助提升,以减少一次提升的总长度。当煤层呈近水平时,可以采用分段提升,也可以采用无极绳运输。

在倾斜长壁开采时,回采斜巷的辅助运输任务不重,且只是为一个回采工作面服务,既可以采用轨道提升或运输,也可以采用单轨吊车运输。

在综合机械化采煤的矿井中,当矿井生产能力很大,用一个水平难以满足矿井的产量时,会出现两个水平同时生产的局面。在开采水平的产量更迭时期,还会出现三个水平同时生产的局面。此时,要求在生产的安排上尽可能缩短三个水平同时生产的时间,而且最好分水平单独提升煤炭,以减少煤炭提升中的大量反向运输。

当矿井开采到最后一个水平时(图1-1),往往不延深主副井,而是采用暗斜井延深。煤炭由暗斜井的胶带输送机提升到上一水平,并直接装入井底煤仓,再提升到地面。只在矿井改扩建时,暗斜井的提升能力难以满足生产时,才考虑另开一主井或副井的技术方案。

四、水平大巷布置与运输方式

综合机械化采煤用于大中型矿井,水平大巷多布置于稳固的底板岩石中,使其不受或很少承受采动的影响。这样在整个服务期限内,大巷可保持良好的维护状态,在不进行大修的情况下,就能保持畅通无阻。

一般情况下,集中回风大巷多布置于开采水平的上部,以保持采区或开采条带的风流系统基本是上行的。当煤层倾角很小,而又采用中央并列式通风系统的情况下,也有的把回风大巷布置在矿田倾斜方向的中央,基本上与水平运输大巷并列布置。此时,应使它们保持一定的间距,并对一些必要的联络巷道要严密隔风,以防止因负压差大,而产生严重的漏风现象。

在我国综合机械化采煤的矿井中,水平大巷的运输多采用轨道运输方式。少数矿井则采用胶带输送机运煤,而矸石、材料和设备等仍采用轨道运输。

根据我国煤矿装备标准化、系列化和定型化的要求,综合机械化采煤矿井大巷运输方式的选择如表1-3所示。采用矿车运输时,其机车的选型主要决定于矿井的瓦斯等级。

表 1-3 大 巷 运 输 方 式

井 型 (万吨/年)	运 煤	辅 助 运 输	大巷轨距 (毫米)
≥240	5吨底卸式矿车	1.5吨固定车厢式矿车	900
	胶带输送机	1.5吨固定车厢式矿车	600
90~180	3吨底卸式矿车	1.5吨或1吨固定车厢式矿车	600
	3吨固定车厢式矿车	1吨底卸式或1.5吨固定车厢式矿车	900

水平大巷采用矿车运煤时,可以同时解决矸石、材料、设备和人员的运输,并能适应矿井两翼生产不均衡的变化,而随时调整机车及矿车的调配工作;运煤过程中产生的煤尘

较少，对通风安全较为有利；对巷道的弯曲限制较少；特殊情况下，可以实现不同煤层、不同牌号的煤分采分运，提高了煤质和产品的经济价值；而且随矿田走向长度的加大，矿车运输更为有效和可靠。因此，近年来出现了扩大使用底卸式矿车的看法。同时指出，在目前胶带运输费用较高，投资较大，维修费用也较高的条件下，在年产90万吨以上的矿井中，当矿田走向长度不是太短时，也宜采用3吨底卸式矿车运输。

根据调查分析，对于底卸式矿车运输中有关配套设施的技术数据，建议按表1-4选取。

表 1-4 底 卸 式 矿 车 及 其 配 套 设 施

矿井年产量 (万吨/年)	矿 车		电 机 车	轨 型 (公斤/米)	最小弯道半径(米)		道 岔
	主 运	辅 运			车 场	大 巷	
90~180	3吨底卸式	1吨固定车箱	10吨	24	25	40	5 号
240~400	5吨底卸式	1.5吨固定车箱	14吨	38	40	60	7 号

水平大巷采用胶带输送机时，其运输能力大，且属连续运输，效率高，易于实现自动化。它对巷道要求开得较直，对坡度要求则是不很严格的（从排水的要求来说，还是应保持稳定的流水坡度）。从运输煤炭来说，这往往是有利的，但还必须另设轨道解决辅助运输问题。

目前，我国井下大巷运输常用的胶带输送机有两种：GD型钢绳牵引胶带输送机和DX型钢绳芯胶带输送机。前者的设备费用高，硐室工程量大，钢丝绳磨损严重（一般半年，有时2~3个月要换一次），运输事故多（断带、断绳、脱槽等），而且维护工程量大，因而不宜用于井下运输。对于运煤兼运人的主斜井，有时尚有采用；钢绳芯胶带输送机具有运行可靠、管理方便，胶带的使用寿命长（一般可达10~15年），单位带宽的小时运量大等优点，因而得到较广泛的应用。

国外常用的胶带输送机运行速度为3~4米/秒。而我国钢绳芯胶带输送机有2~5米/秒多种运行速度，常用的为2~2.5米/秒。胶带的宽度为800~1200毫米。运行速度及胶带宽度，可结合表1-5所列的运量进行选择。目前单机运行的最佳长度为1500~2000米，过长或过短都将增加吨煤运输费用。当然，随着技术水平和水平的提高，最佳单机运行长度也将加大。

表 1-5 胶 带 输 送 机 的 运 量

带 宽 (毫米)	运 量 (万吨/年)
800	≤200
1000	200~350
1200	350~500

胶带输送机和轨道的布置有不同的配合方式，将胶带输送机和轨道布置在同一条大巷中时，为“机轨合一”巷道。这种方式设备布置比较紧凑，但巷道的断面较大，施工要困难些。特别是在巷道交叉处，为便于胶带输送机跨越轨道及架线，需要抬高胶带，为此要加大巷道断面，使其具有一定的高度，这对施工是不利的；同一条巷道中布置两套运输设

备, 难免互相干扰; 另外, 大巷用于进风使煤尘飞扬, 对安全也不利。所以, 有些矿井采用两条大巷, 分别铺设胶带输送机及轨道。两条大巷相互平行, 每隔一定距离用联络巷连通。为了处理轨道巷与胶带输送机巷道的跨越问题, 有的矿井采用输送机道略高于轨道大巷(4~10米)的方法, 有的矿则使输送机道和轨道巷隔开较大的距离, 以便于两条道的空间交叉。输送机巷道往往还铺设有检修轨道, 如果机巷与轨巷相距较近, 而且又有适当的联络巷时, 机巷也可不设检修轨道。当机巷接近矿田中央时, 向井底车场方向要逐步抬高, 使煤炭直接进入箕斗装载仓的上部。

为了对底卸式矿车运输和胶带输送机运输方式进行比较, 先分别找出其综合运输费用。

胶带输送机的综合费用指标见表1-6。其中: 甲是五项费用(即工资、电费、折旧、维修费及其它); 乙是平巷辅助运费附加指标; 丙是胶带机巷折旧附加指标; 丁是辅助运输巷折旧附加指标(均指在最佳单机长2000米时的数字)。

表 1-6 胶带输送机的综合运输费

矿井年产量 (万吨)	矿田每翼年运量 (万吨)	运 费 指 标 (元/吨—公里)				
		甲	乙	丙	丁	计
180	90	0.161	0.115	0.048	0.052	0.376
240	120	0.124	0.095	0.023	0.026	0.268
300	150	0.102	0.088	0.019	0.021	0.230
400	200	0.082	0.072	0.014	0.015	0.183

底卸式矿车的综合费用指标见表1-7。其中: 甲是矿车基本运费指标(五项费用和辅助运输费用, 相当于前者甲、乙两项之和); 乙是巷道折旧附加指标(也以2000米运距为准)。

表 1-7 底卸式矿车的综合运输费

矿井年产量 (万吨)	矿田每翼年运量 (万吨)	运费指标 (元/吨—公里)		
		甲	乙	计
180	90	0.219	0.052	0.271
240	120	0.169	0.028	0.197
300	150	0.160	0.022	0.182
400	200	0.147	0.017	0.164

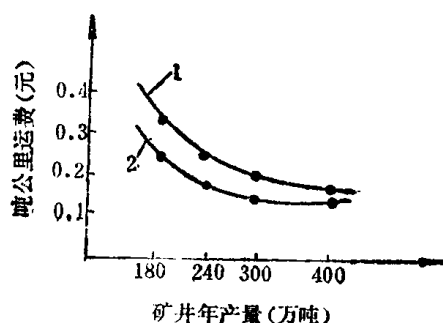


图 1-2 大巷运输费用

1—胶带输送机; 2—底卸式矿车

将表1-6和表1-7汇总到图1-2上。可见, 在我国目前的条件下, 井下大巷运输采用底卸式矿车比胶带输送机经济。井下大巷总的运费指标中, 辅助运输费用所占比例较大, 在矿车运费中约占33%, 在胶带输送机运费中约占45~48%。过去由于对此有所忽略, 所以对井下大巷的胶带运输评价较高。在目前煤矿技术装备和管理水平条件下, 对于年产90~400万吨的矿井, 应首先积极采用底卸式矿车运输。

国外大巷的胶带运输有所发展, 联邦德国矿井大

巷有30%用胶带运输。他们认为：井田面积在10平方公里以下时，宜用胶带运输；30平方公里以上宜用矿车运输；对10~30平方公里的井田，要通过具体的分析和比较，然后确定大巷的运输方式。

第二节 走向长壁与倾斜长壁采煤法

目前，在综合机械化采煤的矿井中，采用走向长壁与倾斜长壁两种采煤方法。它们同属于长壁式采煤方法。其主要区别是回采工作面的布置和掘进方向不同，因而带来回采巷道布置和回采工艺的差异，与此相应地回采巷道和主要开拓巷道的联系方式也不相同。长壁式回采工作面的基本巷道系统如图1-3所示。

当采用走向长壁采煤法时，回采工作面沿煤层倾斜方向布置，沿走向推进（图1-4）。

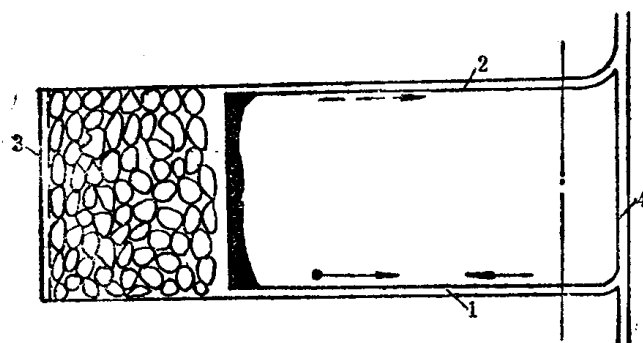


图 1-3 长壁式回采工作面的基本巷道系统

1—运输巷；2—回风巷；3—开切眼；4—上山或大巷
·→运煤；←进风；-→回风

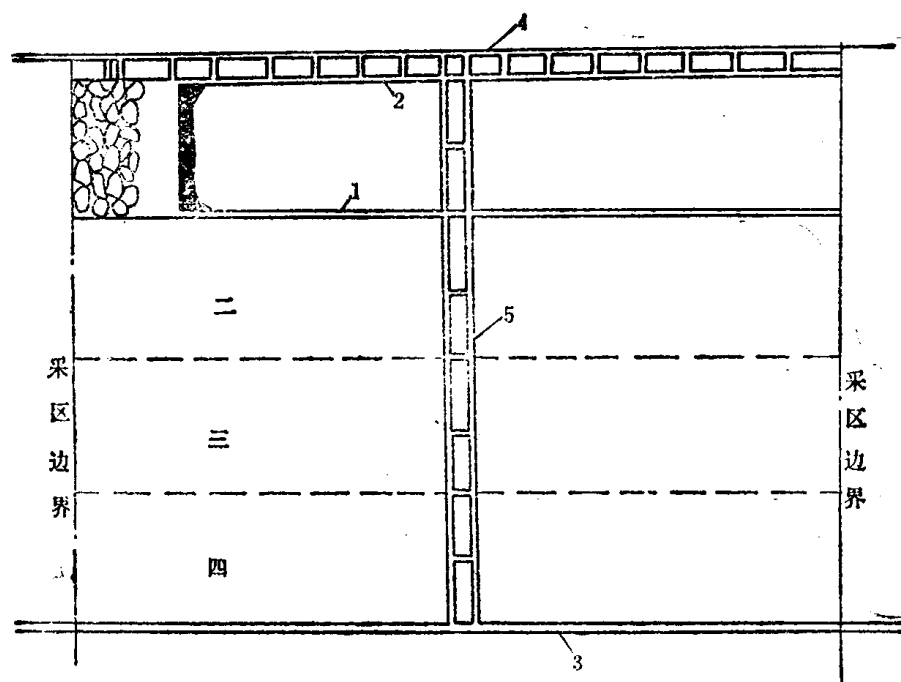


图 1-4 走向长壁采煤法的基本巷道系统

1—工作面运输巷；2—工作面回风巷；3—阶段运输大巷；4—阶段回风大巷；5—采区上山，
一、二、三、四—区段序号

这种布置方法在回采工艺上具有一定的特点。例如：采煤机是沿煤层倾斜方向上下运行，而液压支架及输送机则是沿煤层的走向推进，因而易产生沿倾斜下滑现象，尤其在倾角略大时，还易产生倒架事故等。

当采用倾斜长壁采煤法时，回采工作面是沿煤层的走向布置，沿煤层的倾斜方向推进(图1-5)。与走向长壁采煤法相比较，它省略了采区上山，从而减少了采区上下山的掘进和维护工程，减少了采区上下山的装备和管理工程，相应地也减少了运输环节，也就是简化了开采水平范围内的生产系统。

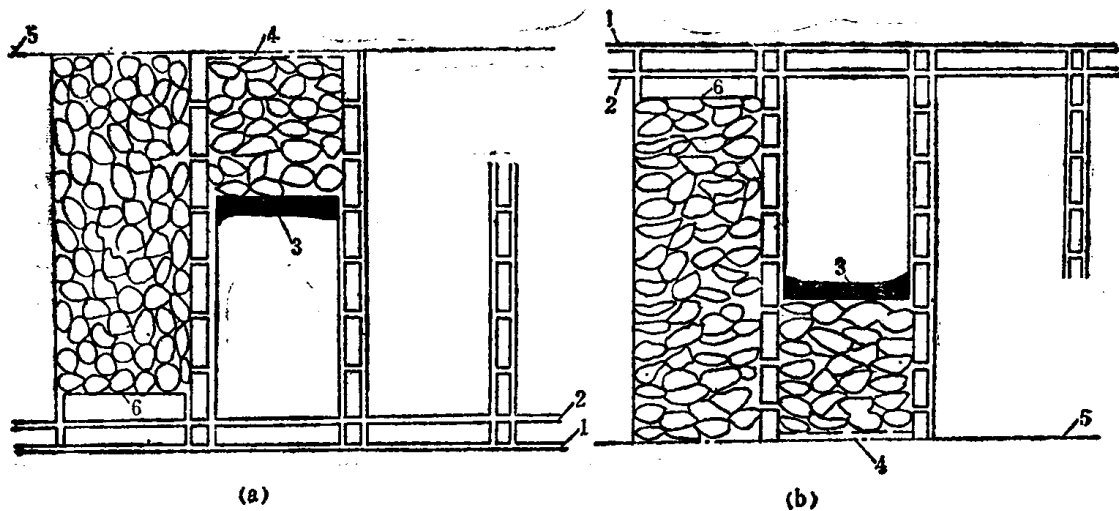


图 1-5 倾斜长壁采煤法的基本巷道系统

a—俯斜开采；b—仰斜开采

1—水平运输大巷；2—水平回风大巷；3—回采工作面；4—工作面开切眼；5—矿田或阶段边界线；
6—工作面停采线

回采工作面沿走向布置也带来了回采工艺的变化。有关倾斜长壁开采的回采工艺详见第五章。

从走向长壁采煤法和倾斜长壁采煤法的简要分析对比可见：回采工作面的布置形式是影响回采巷道布置的主要因素，而影响和制约回采工作面布置的主要因素是回采工艺的发展与要求。也就是说，必须是在回采工艺可能顺利实现的条件下，才能认识、分析和讨论走向长壁采煤和倾斜长壁采煤的经济性和合理性。

一、薄及中厚煤层后退式走向长壁采煤法

在薄及中厚煤层中，走向长壁采煤法的巷道系统比较简单。其基本形式已如图1-4所述。

回采工作面的基本巷道布置形式通常如图1-3所示。但在我国综采发展的过程中，有过如图1-6所示的多种形式。它与一般的长壁采煤工作面相同点是都必须具有进风道和回风道，形成一个完整的通风运输系统。只是由于综采有以下特点：工作面有一个长达60~70米的移动变电站及液压泵站等，往往要单独占用一条线路；工作面的材料道必须畅通无阻，以供通过大型设备和液压支架；工作面的产量大，要求通过的风量大，可达600~2400米³/分，必须具有较大的巷道断面，以便使风速不超过《煤矿安全规程》规定的要求。所以

要求综采工作面的回采巷道有足够的断面，才能满足生产的需要。

我国在综采发展的初期，由于大断面回采巷道的支护技术和材料都有困难，所以延用小断面采准巷道（基本上属单轨巷道）的条件下，出现了图1-6 a 中的巷道布置方式。这种方式回风巷是单巷（小断面、单轨），运输巷采用两个平行的小断面巷道。其中一个为运输巷，铺设转载机和胶带输送机；另一个作为设备巷，放置移动变电站及泵站等。这与推广长壁采煤法初期的巷道系统相同。当设备巷位于运输巷上方时，设备巷可随回采工作面的推进而报废。但这样在该工作面推进中，将一直处于有“老巷”的状态，增加了开采上的困难。当设备巷位于运输巷的下方时，则设备巷可保留作为下区段工作面的回风巷。但它受回采工作面的采动影响较大，维护困难，所以有时就将其少掘一段（相当于移动变电站的一次移动距离）如图（1-6b）所示，有时称此为两条半巷道的布置型式。但是，图中 a 型和 b 型巷道布置的共同缺点是，由于设备的管线工程要通过“横川”，所以在回采过程中要频繁移动。

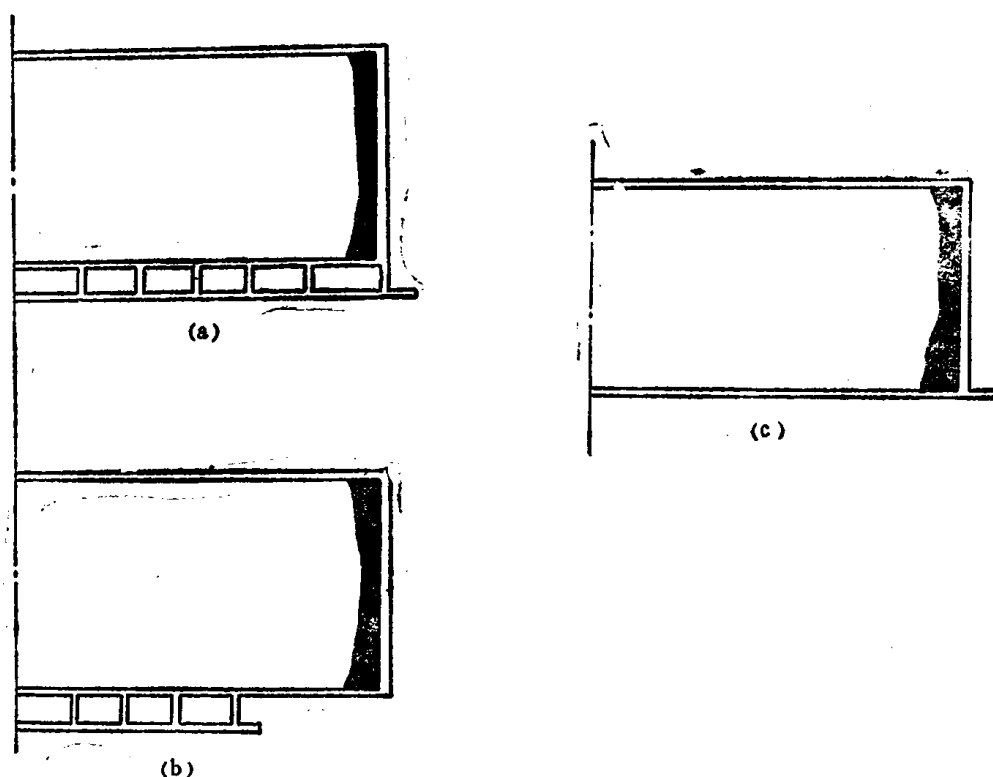


图 1-6 综采工作面回采巷道的基本布置型式

图1-6 c 示出了综采工作面巷道的基本布置型式。但在初期也曾采用过回风巷和运输巷都是小断面巷道的方式，因而被迫把移动变电站与输送机分开布置，即将前者放到回风巷中去。这样生产上既不方便，也不安全。所以，这种布置形式很快就被淘汰了，在下顺槽采用了机巷和设备巷合一的大断面巷道方案，上部回风巷断面的大小则视通风及设备运送的要求而定。通常，回风巷由于受上部区段采空区的影响，维护条件较差，所以，在满足生产任务要求的基础上，回风巷的断面多较运输巷道小些。

应该指出，综采工作面采用大断面的回采巷道是一个重要的技术方向。目前我国也正在研制多种支撑力强而又有适量可缩性的巷道金属支架。这种支架在掘进中便于支护，同时

随着回采工作面的推进又便于更替和回收。随着巷道支护技术的发展,图 1-6 c 中的两条巷的综采工作面巷道布置方式,将成为基本的和普遍采用的回采巷道布置方式。此外,回采巷道的断面尺寸要有预留量,以防巷道在使用过程中因变形较大而影响生产的正常进行。

每个工作面的回采巷道都必须经过采区上山与阶段(开采水平)的运输大巷和回风大巷联通,从而形成一个完整的运输、通风、供电和行人系统。在发展综采之前,采区上山的布置方式主要有两种,即双面采区——采区上山布置在采区中央,这又称中间上山布置方式;还有单面采区——采区上山靠近采区边界的一侧。此时当采区上山布置在采区的靠矿田边界一侧时,称为前面上山。反之,当采区上山布置在采区的靠矿田中央一侧时,称为后面上山。通常都采用中间上山(双面采区)的布置方式,回采工作面从采区两翼向中间后退回采。

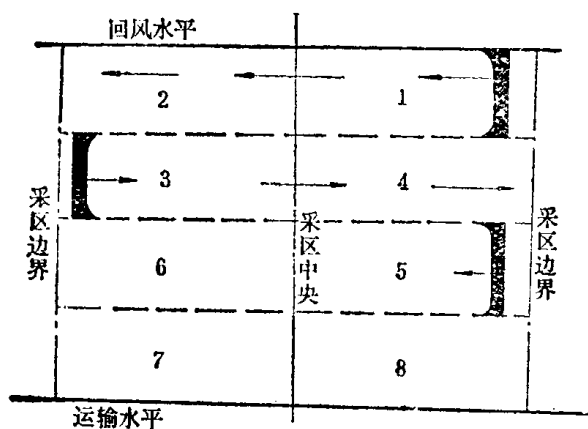


图 1-7 综采工作面跨上山往复式采序

1, 2, …… — 区段工作面序号
→ — 回采工作面延续推进方向

在发展综采的初期,仍然是延用这种中间上山的巷道布置方式。当时为了减少综采工作面的搬迁次数,只是尽可能地加大采区的走向长度,常可达1200~2000米。为了进一步加大回采工作面连续推进的长度,发展出一种往复式采序(开采顺序)。如图1-7所示,综采工作面从第一区段1号工作面开始,向中间采区上山方向后退回采,工作面一直推过采区中央,并连续推进到采区的另一翼。当采完一区段2号工作面后,再将全部综采设备搬到二区段3号工作面的开切眼,并与第一区段的采序一样,一直推进到采区的另一翼。如此循序直至采完整个采

区。这种往复式采序的优点是:加大了综采工作面的推进长度,减少工作面搬迁次数;工作面搬迁距离近(称为对面搬迁),缩短了工作面搬迁停产时间;改变了过去区段工作面相向开采的局面,从而避免了回采工作面支承压力的相互影响;由于取消了采区上山煤柱,实现了跨上山开采,故既减少了煤炭损失,又改善了采区上山的维护状况。

当回采工作面不能实现跨上山连续推进时,也可以采用图1-8所示的往复式开采方式。它既可以加大综采工作面连续推进的长度,又可实现综采工作面对面搬迁,缩短了搬迁停产的时间,因而在一些矿井中也得到应用,并取得较好的技术经济效果。

开滦范各庄矿连续在两个采区内实现了往复式开采,即在采完本采区的第一区段1、2号工作面后(图1-9),继续推进回采下一采区的第一区段的1、2号工作面。采完二采区的第一区段后,回采工作面再搬迁到二采区的3号工作面,开始连续回采二采区和一采区的二区段。这种跨采区的往复式开采,其优点更为显著。但是应该指出,当回采工作面跨上山连续推进时,往往是在底部邻近煤层或底板岩石中布置有采区集中上山,以其来实现本煤层各区段与回风水平及运输水平的连通。也有的矿还在底部煤层或底板岩石中布置有区段集中巷,以解决回采工作面前进式开采时的通风和运输上的困难。

在跨采区往复式采序的基础上,进而又发展为跨多上山连续开采的巷道布置方式。当

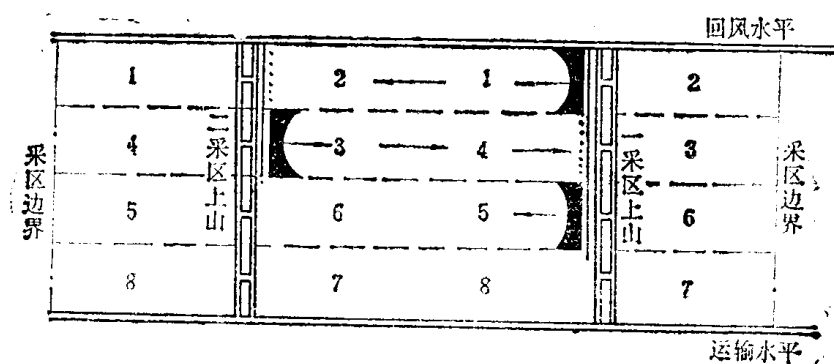


图 1-8 不跨上山的往复式采序

.....—停采线；1、2、.....—区段工作面的序号

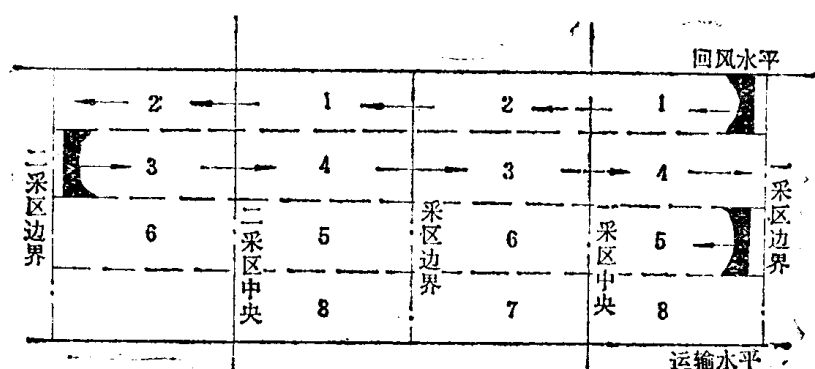


图 1-9 跨采区的往复式采序

1、2、.....—区段工作面序号；———工作面连续推进方向

煤层赋存平稳、地质构造简单和矿田走向长度不大时，可采用这种准备方式。在区段范围内，回采工作面的开采顺序，可以是前进式，也可以是后退式，应根据具体地质技术条件进行比较与选择。有些矿田走向长度较大，也可以在矿田的每一翼开掘一对主要上山，在该范围内实现分段连续式开采。应该指出，这些布置方式的实质就是尽可能扩大采区走向长度，从而达到综采工作面连续推进长度增大的目的。

走向长壁采煤法通常是把阶段划分成采区进行开采。在我国发展综采的现实条件下，通常是一个采区布置一个综采工作面进行生产，对于其中一些不适宜用综采的储量，还可以配以普采或炮采工作面。只有少数矿井在一个采区中有两个综采工作面同时生产。

采区的生产能力主要决定于工作面单产、同时生产的工作面个数、采区各生产环节的通过能力及回采工作面的采掘接续条件。

煤炭工业部制定的“综采采区、工作面设计暂行规定”中，对综采生产能力规定：安排综采设备套数时，要考虑充分发挥综采设备的效能。当前一个采区以安装一套综采设备为宜。采区综机的生产能力：薄煤层不低于30万吨/年套，中厚煤层和厚煤层不低于50万吨/年套。

根据目前的综采工作面单产水平，如果在一个采区内有两个综采面同时生产，采区上山运输机的能力必须达到700~1000吨/小时，而目前设备条件是满足不了的；对高瓦斯矿