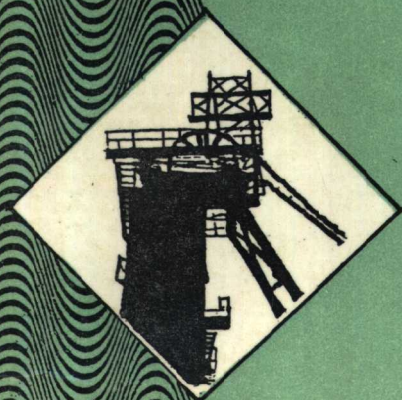


煤矿安全技术培训丛书(三)

井巷掘进

徐 树 等 编



煤炭工业出版社

TD 767
X-764

煤矿安全技术培训丛书(三)

井巷掘进

主编：徐 树

编写：徐 树 钟德富 万德营

顾士亮 闻敢年 王应旭

主审：周家铮

审稿：周家铮 王兴民 崔明华

煤炭工业出版社

736748

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书是为从事煤矿掘进的基层干部进行安全技术培训而编写的。全书共分七章，分别阐述了矿井巷道、岩石性质与工程分级、巷道地压、巷道断面、掘进方法和工艺、巷道支护、巷道特殊施工方法等内容。该书对各类巷道的施工安全技术与管理作了系统的论述，是一本适用性较强的教材。

煤矿安全技术培训丛书(三)

井 巷 掘 进

徐 树 等 编

责任编辑：孙辅权

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安民门外和平门北街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11¹/₂

字数312千字 印数 1—10,500

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

ISBN 7-5020-0641-9/TD·589

书号 3410

定价 6.45元

煤矿安全技术培训丛书编委会

主任：徐培顺

副主任：吴星一 王兆元 王立民 徐 树 余宝柱
王绪文 令狐世炯

委员：（以姓氏笔划为序）

卜斯印	卜宪伟	万德营	王承焕	王立民
王兴民	王绪文	王兆元	尹长华	令狐世炯
孙化济	孙善达	许瑞祯	陈世杰	陈正科
孟玉峰	沈继庚	吴星一	余宝柱	杨家延
张世根	段世喜	郭天云	胡公才	赵 燕
钟德富	顾怀祯	徐 树	徐培顺	袁邦清
展良荣				

主 编：吴星一

副主编：王立民 余宝柱 徐 树 王绪文 万德营
张世根 郭天云 许瑞祯

前 言

为适应煤炭工业持续、稳定发展的需要，促进煤矿安全状况的根本好转，对煤矿职工实行强制性的安全技术培训是一项十分重要的战略任务。

根据能源部及中国统配煤矿总公司对煤矿职工安全技术培训工作的有关规定，从首先提高煤矿基层干部安全技术素质和安全管理水平出发，徐州矿务局组织部分具有丰富实践经验和较高理论水平的工程技术人员、行政管理干部、经济工作者、教师和医务人员编写了《煤矿地质与测量》、《采煤》、《井巷掘进》、《煤矿通风安全》、《煤矿机械基础》、《煤矿电气基础》、《煤矿固定设备》、《煤矿供电及其设备》、《煤矿采掘运设备》、《矿井轨道运输》、《煤矿机电管理》、《煤工尘肺的防治》、《创伤急救》和《煤矿安全生产技术参考资料》等一套安全技术培训丛书，以满足正规安全技术培训工作的需要。同时，还编写了《煤矿工人读本》，以满足新工人岗前培训的需要。

这套教材主要适用于基层科（区、队）长、班组长和高级技工的安全技术培训，也可以作为具有初中以上文化程度的煤矿职工自学之用。

在丛书编写过程中，曾得到中国统配煤矿总公司安全管理局、教育局，江苏省煤炭工业总公司安全监察局、枣庄、兖州、淮北、大屯等矿务局和有关同志的帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误，恳请广大读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 矿井巷道	1
第一节 井田开拓	1
第二节 采区巷道系统	20
第三节 矿井巷道	24
第二章 岩石性质与工程分级	33
第一节 岩石性质	33
第二节 岩石的工程分级	41
第三节 回采巷道围岩稳定性分类方案	44
第三章 巷道地压	50
第一节 原岩应力与巷道围岩应力分布	50
第二节 巷道地压与显现	57
第三节 巷道地压计算	71
第四章 巷道断面	89
第一节 巷道断面形状	89
第二节 巷道断面尺寸	90
第三节 巷道断面内水沟和管线布置	92
第五章 掘进方法和工艺	96
第一节 破岩	96
第二节 装岩	190
第三节 掘进运输	208
第四节 排水	220
第五节 通风与综合防尘	224
第六节 巷道施工组织管理与施工机械配套	228
第六章 巷道支护	238
第一节 概述	238
第二节 支架	241

第三节	砌块整体支护	290
第四节	锚喷支护	292
第七章	巷道特殊施工方法	332
第一节	巷道通过断层及岩石破碎带的施工方法	332
第二节	巷道交岔点的施工方法	336
第三节	曲线巷道的施工方法	344
第四节	硐室的施工方法	347
第五节	反井的施工方法	353
第六节	下山的施工方法	367
第七节	半煤岩巷道的施工方法	369
参考文献		371

第一章 矿井巷道

第一节 井田开拓

经过地质勘探，查清了煤田的地质情况后，即可根据国民经济发展的需要和国家计划，进行煤田的开发工作。开发煤田时，要根据煤田的地质构造和开采技术条件以及国民经济计划等划分井田，依次进行开发和建设。

建设井田必须首先编制井田开发总体规划。总体规划的主要任务就是划定煤田内各井田的范围；确定各井田的年产量和服务年限；确定各井田的开拓方式；确定煤田内矿井的数目。

为取得由地表进入（或接近）煤层而进行的井硐开凿，称为井田开拓。井田开拓包括的主要内容有，正确确定井硐形式、数目和位置；合理划分水平和采区；合理选择与布置井底车场和大巷；正确处理开拓、准备与回采的关系以及矿井延深。

一、井田开拓规划

1. 煤田划分为井田

在绝大多数情况下，煤田的范围都是很大的，如果将一个煤田作为一个井田开采，不仅在技术上是不可能的，在经济上也是不合理的。因此，必须把煤田划分为许多较小的部分，每个部分由一个井（矿）负责开采。划给一个井（矿）开采的煤田的一个部分，称为井田。

一般按自然条件和人为的方法将煤田划分为井田，既要体现贯彻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。根据我国煤矿建设经验，煤田划分为井田应遵循以下原则：

（1）在可能的情况下，应尽量利用自然条件作为井田境界

划分的依据(图1-1)。例如,河流、城镇、铁路和大建筑物、大断层、大的向(背)斜轴,以及煤层倾角剧烈变化的地带等,都可作为井田境界,以便减少煤柱损失、井巷工程量及开采技术上的困难,为安全生产创造条件。

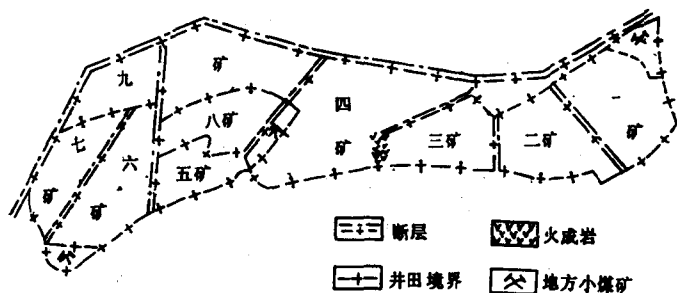


图 1-1 煤田按断层划分井田

当遇煤层埋藏较深、表土较厚并含有流砂层或地形地貌复杂等自然条件时,必然会给井硐开凿和工业场地的选择带来困难,此时井田范围宜划得大一些,以减少井硐开凿工程量和设置工业场地的困难。

(2) 当不受自然条件制约,人为划分井田境界时,应使井田有合理的走向长度。

如果井田走向长度选得过短,则不能保证矿井开采水平内有足够的储量和服务年限,造成水平接替频繁,不利于矿井稳产;易造成多水平同时生产,使矿井提升、运输、通风系统复杂化。

当井田走向长度选得过长时,不仅会给矿井通风和运输带来困难,而且还将使探明储量得不到充分利用,降低了矿区的开发强度。

关于井田合理走向长度的确定是一个相当复杂的问题。根据我国的国情和煤矿生产建设现状,目前认为井田走向的适宜长度一般为:小型矿井不小于1500m;中型矿井不小于4000m;大型矿井不小于7000m。

在按上述数字选取井田走向长度时，如遇矿井生产能力较小，可采煤层总厚较大时，可取其下限，反之则可取得大一些；对于开采有煤及瓦斯突出危险煤层的矿井，因需做瓦斯工程等工作，井田走向长度应取得大一些。

（3）在地形复杂的山岭地区，工业广场选址受到限制，划分井田范围时应尽量利用地形，以便于工业广场的布置。

（4）在划分井田境界时，要使矿井与矿区铁路、公路连接方便。

（5）要处理好与邻近矿井的关系。在一个矿区内，矿井分布是很复杂的，有时按煤层群分组同时建井，也有时深部、浅部同时建井，如图 1-2 所示。图中一矿与二矿是按煤层群分组划分井田；一、二矿和三矿是按煤层浅部和深部划分井田，并同时建井。划分井田范围时，要照顾到与邻近矿井的关系，不能给邻近矿井造成开采上的困难或限制其发展。

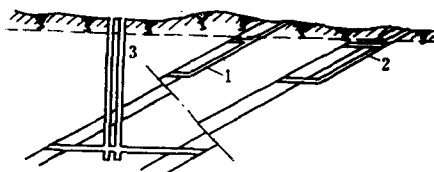


图 1-2 分组与集中建井的井田划分

1、2—浅部分组建斜井（一、二矿），3—深部集中建立井（三矿）

（6）当没有自然条件作为井田境界时，可人为的划分井田境界。

沿煤层倾斜方向，根据煤层倾角不同，划分井田境界可以采用垂直划分法或水平划分法：

（1）垂直划分法：用一铅垂面来划分井田的深部或浅部境界。此法用于煤层倾角较小时，特别是近水平煤层。

（2）水平划分法：以主采煤层某一底板等高线的水平面来划分井田的深部或浅部境界。此法用于煤层倾角较大时，特别是

急倾斜及倾斜煤层。

沿煤层走向人为划分井田境界时，无论其倾角如何都采用垂直划分法。

用人为方法划分的井田，能保持井田境界整齐划一，对开采工作十分有利。

2. 井田的再划分

煤田划分为井田以后，其范围仍然是很大的，有的井田沿走向可达数千米乃至万余米，沿倾斜也可达数千米，井田储量可供开采数十年乃至百余年。井田开拓规划的核心是对已经划分成井田的那部分煤田进行再划分。

1) 阶段

沿煤层倾斜方向，由上部的回风巷道至下部的运输巷道，并沿煤层走向方向到井田，边界的全部范围称为阶段。如图1-3所示，在井田内沿煤层倾斜方向以 ± 0 、 -150 、 -300 、 -450 标高，自上而下分为四个阶段。

2) 水平

布置运输大巷或总回风巷的某一标高的水平面，称为水平。水平用该处的标高来表示，如图1-3所示的 ± 0 、 -150 、 -300 、 -450 水平等。

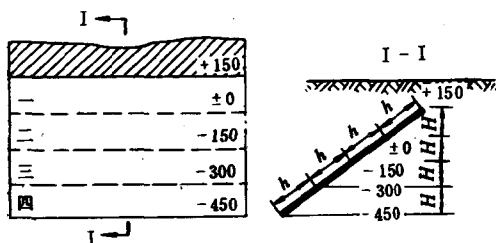


图 1-3 井田划分为阶段

一、二、三、四—阶段， ± 0 、 $+150$ —水平

每一个阶段都应有独立的运输与通风系统。一般沿阶段的上部边界开掘阶段回风大巷，沿阶段的下部边界开掘阶段运输大

巷。当开采煤层群时，为了减少阶段运输巷与阶段回风巷的掘进工程量和维护工程量，往往将其布置在位于最下的薄及中厚煤层中或煤层底板岩石中。

3) 开采水平

开采水平系指设有井底车场和主要（阶段）运输大巷的水平，现场也常简称水平。

开采水平除可按标高、用途命名外，尚可按其所服务范围的开采顺序命名，如 $\pm 0\text{m}$ 水平亦称第一水平； -150m 水平又称第二水平。

4) 单水平开拓与多水平开拓

当井田沿倾斜只划分为二个阶段并用一个开采水平服务于这两个阶段（上山阶段和下山阶段）时，称为单水平开拓。此时位于开采水平以上的阶段，采出的煤要下运到开采水平外运，称上山开采；在开采水平以下的阶段，其采出的煤要上运到开采水平外运，称下山开采（图1-4）。

单水平开拓一般用在煤层倾角较小（ $\alpha \leq 16^\circ$ ）、井田斜长也较小的井田。

多水平开拓是用两个或两个以上开采水平开采整个井田的。按开采水平服务阶段与开采水平的相对位置关系可分为：多水平上山开拓，多水平上、下山开拓，多水平混合开拓。

当各开采水平所服务的阶段均位于开采水平之上时，称多水平上山开拓。此时，每一开采水平只服务于一个阶段，只开采上山部分的煤炭，如图1-5所示。

当每个开采水平所服务的阶段均分别位于开采水平的上部与下部时，则称多水平上、下山开拓。此时，每一开采水平均服务于上、下山两个阶段。

当井田内各开采水平，有的只服务于其上部的阶段，有的则要服务于位于其上、下部的上、下山两个阶段时，称之为多水平混合开拓。

在上述多水平开拓方式中，以多水平上、下山开拓方式井巷

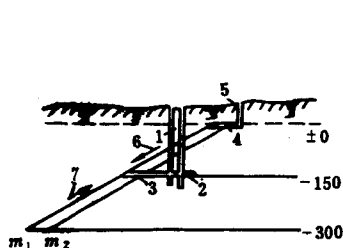


图 1-4 单水平开拓

1—井筒；2—井底车场；3—阶段运输大巷；4—阶段回风大巷；5—风井；6—上山阶段；7—下山阶段

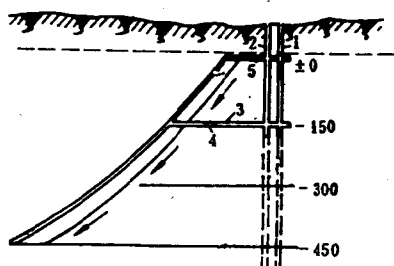


图 1-5 多水平上山开拓

1—主井；2—副井；3—阶段石门；4—阶段运输大巷；5—阶段回风大巷

工程量最少，但它存在下山开采问题，因而一般只用于煤层倾角较小的井田。多水平上山开拓井巷工程量大，但有其采用上山开采的优点，一般用于开采煤层倾角较大的井田。多水平混合开拓，其井巷工程量介于上述二者之间，同时也有下山开采的问题。当井田深部煤层倾角变小或深部储量不多，单独设置一个开采水平在技术、经济上不够合理时，适用于多水平混合开拓方式。

5) 阶段内的划分方式

井田划分成阶段后，阶段的范围仍然很大，为适应开采技术条件的要求，还必须对阶段进行再划分，以便于回采。

阶段内的划分方式一般有3种，即分区式、分段式和分带式。

(1) 分区式。在阶段（水平）范围内，沿走向划分为若干具有独立生产系统的块段。每一块段称为采区。在图1-6中，井田沿倾斜划分为三个阶段，每个阶段沿井田走向划分为8个采区。

采区的倾斜长度与阶段斜长是相等的，其值有时可达1000~1500m。采区的走向长度，按选择的采煤方法，巷道布置不同而

异，可由400~2000m。

在采区内，沿倾斜方向划分的块段称为区段。在每个区段内可布置1~2个回采工作面。在图1-6中，每个区段每翼布置一个回采工作面，回采工作面可由采区边界（或中央）向采区中央（或边界）推进回采。每个采区划分为三个区段。

采区是一个独立的开采单元，每一个采区都有完整的生产系统并在采区边界留有边界煤柱。

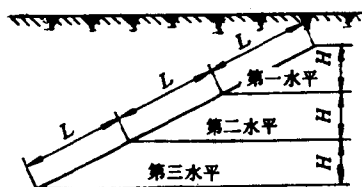


图 1-6 阶段内的分区式划分方式

L —阶段斜长； H —阶段垂高

分区式划分的优点是：对地质变化和增产要求适应性强，便于实现分区通风；对有煤及沼气突出危险、煤尘爆炸危险和易燃煤层的开采较为安全；生产集中，便于管理。其缺点是：采区准备工程量较大；采区通风、运输系统比较复杂。

另外，在开采煤层倾角小于 5° ~ 8° 的近水平煤层时，常在井田沿倾斜的中部，沿煤层主要延伸方向布置水平运输大巷与回风大巷，将井田分成上山部分和下山部分（即上山阶段和下山阶段），在其中再划分成若干块段（采掘区），每一个块段称为一个盘区。每个盘区为一个独立的开采单元，各有其独立的运输与通风系统。盘区与采区无本质上的区别。为适应当前的开采技术手段，盘区内也要再划分为区段。因此，阶段内的这种划分方式，应属于分区式划分方式。

（2）分段式。当阶段内采用分段式划分时，在阶段内不再划分为采区，而是将阶段沿着倾斜划分成若干个长条段，称为分段。每个分段的每翼只能布置一个回采工作面。回采工作面回采从井田边界（或中央）向井田中央（或边界）推进。

(3) 分带式。对于近水平煤层或倾角不大的缓倾斜煤层，在阶段范围内不再划分采区，而沿煤层走向划分为若干个可以布置一个采煤工作面的倾斜长条部分，称为分带。回采工作面是沿煤层仰斜（或俯斜）方向推进。

二、井田开拓方式

井田开拓方式的内容包括：通到地下的井硐形式、阶段的划分、水平数目的设置及阶段内的划分方式等。按井硐形式分，井田开拓方式有斜井开拓、立井开拓和平硐开拓三种。

1. 斜井开拓

1) 多水平分区式开拓

在埋藏深度不大的缓倾斜煤层中，用斜井多水平分区式开拓井田的情况如图 1-7 所示。图中表示井田划分为三个阶段，每个阶段有若干采区（因图面限制，只画了 4 个采区）。

(1) 井巷开掘程序。在井田走向中央，从地面沿底板岩层开凿一对斜井通入地下。主井用以提煤；副井用作提升矸石、运料和行人，同时兼作进风井。两井筒之间的距离约为 30~50 m。主、副井掘至第一开采水平标高后开掘井底车场，然后向井田两翼开掘阶段运输大巷。阶段运输大巷开在岩层中，不仅有利于大巷的维护，也可不留护巷煤柱，提高资源回采率。

除上述开拓巷道外，还要开掘回风井。当回风井掘至回风水平标高后，沿底板岩层向井田两翼开掘阶段回风大巷，然后掘采区回风石门进入煤层。

当阶段运输大巷掘过第一个采区的上山开口位置后，开掘石门进入煤层，然后开掘第一个采区的准备巷道和回采巷道。

采区的准备巷道主要有输送机上山、轨道上山和采区煤仓等。两条上山在采区中央由下向上沿煤层掘进，如果在煤层中维护上山困难，也可以把上山开掘在底板岩层中。

回采巷道有区段运输平巷、区段回风平巷和开切眼。其开掘顺序为，先从上山向采区两翼分别掘区段运输平巷和区段回风平巷至采区边界，然后由运输平巷沿煤层倾斜向上掘开切眼。

材料和设备由副井下放到井底车场，经阶段运输大巷、采区石门、轨道上山和区段回风平巷，运至回采工作面。

采区内的运煤设备为：回采工作面采用刮板输送机；区段运输平巷中采用胶带输送机或刮板输送机；输送机上山中采用胶带输送机。采区内辅助运输设备为：区段回风平巷内用小绞车、无极绳绞车或单轨吊车；轨道上山内用绞车或无极绳绞车。

阶段运输大巷中，一般均用电机车和矿车运输，但也有安设胶带输送机运煤的。

副斜井内用绞车和矿车运送材料和矸石。主斜井的提升设备种类较多，当矿井产量不大时，可用绞车（串车提升，井筒倾角不大于 25° ）或无极绳绞车（井筒倾角不大于 15° ）；当矿井产量较大时，可采用胶带输送机（井筒倾角不大于 17° ）或箕斗（井筒倾角不大于 35° ）。近年来，一些大型斜井，在井筒中使用钢丝绳胶带输送机。这种输送机的运输量大（每小时可达1000t），运输距离长（千米以上），并可乘坐人员。胶带输送机的不断发展，为应用斜井开拓开辟了广阔的前途。

为了供给井下人员呼吸所需的空气，排除井下的有害气体，在回风斜井的风硐出口装有主要扇风机。一般情况下，多利用副井作进风井；如果要利用装有胶带输送机（或箕斗）的主井作进风井，必须有可靠的降尘措施，以防止风流大量扬起煤尘。

新鲜风流经副井、井底车场、阶段运输大巷、轨道上山、区段运输平巷到达回采工作面，乏风经区段回风平巷、采区回风石门、阶段回风大巷，回风斜井和风硐，由扇风机排出地面。以下各区段工作面的回风风流，经各区段的回风平巷至运输机上山上行，才能进入采区回风石门。

（3）采掘关系及开采顺序。为了能持续地、均衡地生产，在采区内第一区段回采工作面采完以前，应准备出第二区段的回采工作面。在一个采区采完以前，应准备出接替的采区。在第一阶段采完以前，应及时延深主、副井至第二水平，完成第二水平的开拓与准备工作。开采第二阶段时，利用第一阶段的运输大巷