

煤矿主体专业远程教育系列教材

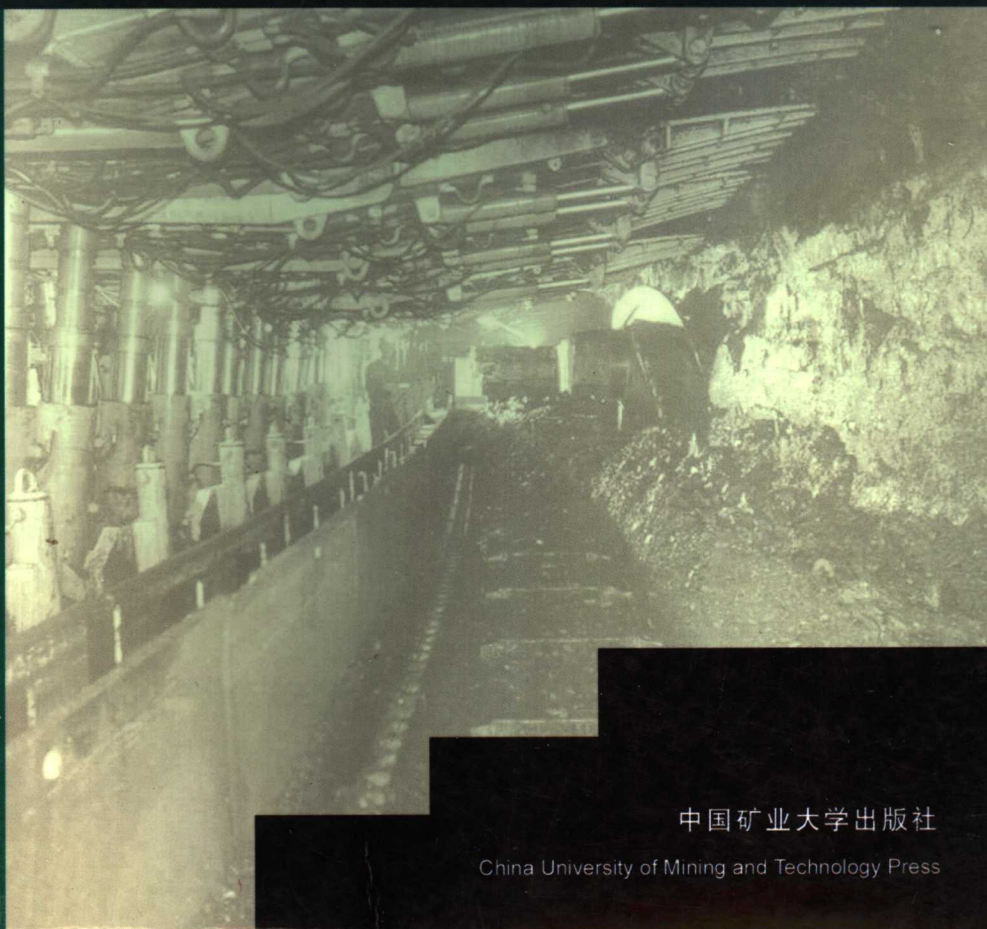


K A I C A I F A N G F A

开采方法

主 编 杜计平

副主编 王仁庭



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 提 要

本书系统地阐述了煤炭地下开采的基本原理和方法,概括了我国煤矿生产建设中的最新成果、经验及开采技术,内容包括采煤工艺、回采巷道布置、准备方式、开拓方式、矿井开采设计及特殊开采方法等几部分。

本书是为参加煤炭行业现代远程教育学习的采矿工程专业学生编写的,其内容和深度按全日制采矿工程专业本科要求编写,本书也可供相关专业的研究人员、生产技术人员和设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

开采方法/杜计平主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.7

ISBN 7 - 81107 - 015 - 4

I. 开… II. 杜… III. 煤矿开采—远距离教育—教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 126502 号

书 名 开采方法

主 编 杜计平

责任编辑 朱明华

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 27.25 字数 665 千字

版次印次 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

定 价 48.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

教材编写委员会

顾 问 刘玉华 路德信

主 任 孙之鹏

副主任 (以姓氏笔画为序)

王金力	王保玉	王建军	王虹桥	刘道友
刘耀明	孙继平	李良仕	李增全	苏清政
张小平	张光建	张明安	张福祥	邱 江
孟中泽	邵殿青	范 路	赵跃民	徐俊明
黄玉治	黄向丹	裴 华		

委 员 (以姓氏笔画为序)

卜志敏	王仁庭	尤亚楠	史 禹	刘社育
刘景山	许作才	闫加起	金为民	呼凌祁
邱福新	张志友	周智仁	秦迎生	高国富
海晓明	韩文东	韩伟民	温寿尧	雷家鹏

前 言

本教材是为参加煤炭行业现代远程教育学习的采矿工程专业学生编写的,内容和深度按全日制采矿工程专业本科要求编写,教材内容全部讲授约需 100 学时。

根据我国煤矿采矿技术的发展和远程教育特点,本教材编写时注重了以下几个方面:

(1) 反映煤矿最新开采技术成果

对我国高产高效矿井的开拓布局、开采部署、准备方式、采煤工艺、管理技术涉及的内容及技术参数进行了阐述;教材中涉及的名词和概念依据最新公布的《煤炭科技名词》进行介绍;技术参数的相关规定依据最新的《煤炭工业矿区总体设计规范》、《煤炭工业矿井设计规范》、《煤矿安全规程》和《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》。

(2) 简化理论论述和简述呈下降趋势的采煤方法

对开采引起的上覆岩层及地表移动规律进行了大量的简化,只保留了生产实践中应用较多的三带理论和地表移动盆地的最终结果。简述了呈下降趋势的水力充填采煤法和水力采煤。淡化了厚煤层分层同采布置区段岩石集中平巷的采区巷道布置。

(3) 突出技术含量高而应用较多的实用技术

比较完整地介绍了三带计算方法、上行开采的应用和条件、条带采煤法的主控参数及范围、井筒和工业场地煤柱留设方法以及防水煤柱留设等实用技术。

(4) 增加了采深影响的内容

对我国煤矿东部矿区深矿井开采涉及的开拓、准备、回采巷道布置及开采部署作出了原则性的论述。

参加本教材编写和审查的单位是中国矿业大学和晋城煤业集团公司,各章节的编写人为:

杜计平:第一章、第二章、第五章、第七章~第十二章、第十四章~第十九章;

赵军:第三章、第六章;

张兆华:第四章、第十三章。

中国煤炭工业协会的马起影对教材内容选定和章节安排提出了许多宝贵意见。

中国矿业大学的赵建平在文字录入、校对和绘图等方面完成了大量的工作。

晋城煤业集团的王仁庭参加了编写大纲的工作,并承担了部分审稿工作。

教材由杜计平主编和统稿,由徐永圻审稿。

煤矿地下开采方法是从事煤矿生产、建设、设计、科研和教学的全体采矿工作者创建、总结和发展的,编者只是在前人大量工作的基础上,特别是在已用教材的基础上,根据自身的教学和科研经验,承担了收集、整理、组织、总结和部分创建工作,由于受水平和条件限制,不妥或疏漏之处在所难免,恳请读者不吝指正,以促进煤矿地下开采方法不断发展。

编 者

2006 年 5 月 1 日

目 录

第一章 煤矿开采的基本概念.....	1
第一节 煤田开发的概念.....	1
第二节 井田内的划分.....	5
第三节 矿井井巷名称.....	9
第四节 矿井生产的概念	10
第五节 开采顺序	12
第六节 采煤方法分类	15
本章小结	20
复习思考题	21

第一篇 采煤方法

第二章 长壁采煤法采煤工艺	25
第一节 采煤工艺类型及发展	25
第二节 滚筒采煤机工作面采煤工艺	37
第三节 采场支护与采空区处理	42
第四节 薄煤层工作面机采工艺特点	54
第五节 煤层倾角加大后机采工艺特点	59
第六节 大采高一次采全厚采煤法综采工艺特点	61
第七节 采煤工作面主要技术参数	62
第八节 采煤工作面循环作业	67
第九节 综采工作面主要装备配套	75
第十节 特殊条件下的采煤工艺技术措施	78
本章小结	88
复习思考题	89
第三章 单一走向长壁采煤法	90
第一节 采区巷道布置及生产系统	90
第二节 回采巷道布置分析	93
本章小结.....	106
复习思考题.....	107

第四章 倾斜长壁采煤法	108
第一节 倾斜长壁采煤法带区巷道布置及生产系统.....	108
第二节 带区参数及巷道布置分析.....	109
第三节 倾斜长壁采煤法工艺特点.....	110
第四节 倾斜长壁采煤法的评价及适用条件.....	112
本章小结.....	112
复习思考题.....	113
第五章 倾斜分层下行垮落采煤法	114
第一节 分层分采的采区巷道布置.....	114
第二节 分层同采的采区巷道布置.....	116
第三节 倾斜分层下行垮落采煤法采煤工艺特点.....	119
第四节 倾斜分层下行垮落采煤法的应用.....	122
本章小结.....	122
复习思考题.....	123
第六章 长壁放顶煤采煤法	124
第一节 放顶煤采煤法的类型.....	124
第二节 长壁综放工作面顶煤破碎放出及矿压显现规律.....	128
第三节 长壁综放工作面工艺过程及参数.....	131
第四节 放顶煤采煤法的评价和适用条件.....	137
本章小结.....	139
复习思考题.....	140
第七章 急(倾)斜煤层采煤法	141
第一节 急(倾)斜煤层采煤方法概述.....	141
第二节 倒台阶采煤法.....	144
第三节 俯伪斜走向长壁分段水平密集采煤法.....	146
第四节 伪倾斜柔性掩护支架采煤法.....	148
第五节 水平分层及斜切分层采煤法.....	153
第六节 水平分段放顶煤采煤法.....	156
第七节 仓储采煤法.....	159
本章小结.....	160
复习思考题.....	161
第八章 柱式体系采煤法	162
第一节 房式采煤法.....	162
第二节 房柱式采煤法.....	167
第三节 房柱式与长壁工作面配合的采煤法.....	169

第四节 机械化的柱式体系采煤法优缺点与适用条件·····	170
本章小结·····	171
复习思考题·····	172
第九章 采煤方法的选择及发展·····	173
第一节 选择采煤方法的原则及影响因素·····	173
第二节 采煤方法的发展方向·····	175
本章小结·····	177
复习思考题·····	177
 第二篇 准备方式	
第十章 采区式、盘区式和带区式准备方式·····	181
第一节 准备方式分类·····	181
第二节 采区式准备方式·····	183
第三节 盘区式准备方式·····	190
第四节 带区式准备方式·····	196
本章小结·····	199
复习思考题·····	199
第十一章 准备巷道布置及参数分析·····	200
第一节 采区上下山布置·····	200
第二节 区段集中平巷布置及层间联系·····	205
第三节 采(盘)区参数·····	209
第四节 准备方式改革及发展·····	214
本章小结·····	216
复习思考题·····	217
第十二章 采区车场·····	218
第一节 轨道线路设计基础·····	218
第二节 采区上部车场·····	225
第三节 采区中部车场·····	228
第四节 采区下部车场·····	233
第五节 新型辅助运输方式及车场·····	241
第六节 采区硐室·····	246
本章小结·····	250
复习思考题·····	250

第三篇 井田开拓及矿井开采设计

第十三章 井田开拓的基本概念·····	255
第一节 煤田划分为井田·····	255
第二节 矿井储量、设计生产能力和服务年限·····	257
第三节 井田开拓的内容及开拓方式分类·····	266
本章小结·····	268
复习思考题·····	268
第十四章 井田开拓方式·····	270
第一节 立井开拓·····	270
第二节 斜井开拓·····	275
第三节 平硐开拓·····	281
第四节 井筒(硐)形式分析及应用·····	285
第五节 综合开拓·····	288
第六节 多井筒分区域开拓·····	292
第七节 井筒(硐)位置·····	294
第八节 井筒和工业场地保护煤柱留设·····	301
本章小结·····	304
复习思考题·····	306
第十五章 井田开拓的基本问题·····	307
第一节 开采水平划分·····	307
第二节 开采水平大巷布置·····	315
第三节 我国煤矿井田开拓特征及参数·····	327
本章小结·····	329
复习思考题·····	330
第十六章 井底车场·····	332
第一节 井底车场构成·····	332
第二节 井底车场形式及选择·····	336
本章小结·····	347
复习思考题·····	348
第十七章 矿井采掘接替、开拓延深与技术改造·····	349
第一节 矿井采掘关系·····	349
第二节 矿井开拓延深·····	356
第三节 矿井技术改造与改扩建·····	361

本章小结·····	366
复习思考题·····	367
第十八章 矿井开采设计·····	368
第一节 矿井开采设计的内容与程序·····	368
第二节 矿井开采设计方法·····	371
第三节 矿井开拓设计方案比较示例·····	375
本章小结·····	385
复习思考题·····	386
 第四篇 特殊开采	
第十九章 特殊开采方法·····	389
第一节 开采引起的岩层与地表移动·····	389
第二节 条带采煤法·····	395
第三节 上行开采顺序采煤法·····	399
第四节 水体下采煤·····	402
第五节 水力充填采煤法·····	409
第六节 水力采煤·····	412
本章小结·····	420
复习思考题·····	422
参考文献·····	423

第一章 煤矿开采的基本概念

本章提要:根据地下开采技术条件,煤层按结构、倾角、厚度和稳定性分类;煤田、矿区、井田、矿井、矿井设计生产能力和井型的基本概念;井田内划分阶段、采区、盘区、带区、区段和分带的方法;矿山井巷的类型、矿井主要生产系统和开采顺序;采煤方法体系、特点及分类。

第一节 煤田开发的概念

一、煤田

我们今天开采的煤炭是在漫长的地质年代中的不同聚煤期中形成的。同一地质时期形成,并大致连续发育的含煤岩系分布区称为煤田。

煤田的范围和面积往往很大,一般在几十到几百平方千米。由于煤田生成的地质年代和沉积环境不同,煤田的大小差别很大。我国西部的鄂尔多斯盆地煤田,跨陕西、宁夏和内蒙三个省区,含煤面积 30 万 km^2 。我国也有范围较小、零星分布、面积不足 10 km^2 的煤田。

煤田常以其所在地点来命名,如大同煤田、平顶山煤田和徐州煤田等。

二、煤层的赋存特征及影响开采的地质因素

煤田中的煤层数目、层间距和赋存特征各不相同。有的煤田只有一层或几层煤层,有的煤田却有数十层甚至数百层煤层。

我国煤矿开采的煤田多数是多煤层的煤田。根据 1995 年国有重点煤矿 412 处统计,只开采一层煤层的矿井仅有 21 处,生产能力 9.8 Mt/a,分别占总处数的 5.10%和总生产能力的 2.84%;开采的煤层数超过 5 层的矿井有 274 处,生产能力 259.3 Mt/a,分别占总处数的 66.5%和总生产能力的 74.9%。

煤层的结构、倾角、厚度及其变化对采煤方法和设备选择影响甚大,需要对煤层进行分类。

煤层通常是层状的。煤层中有时含有厚度小于 0.5 m 的沉积岩层,这些岩层称为夹矸。煤层中含有夹矸既影响煤质,又影响采煤工作。根据煤层中有无较稳定的夹矸层,将煤层分为两类:

简单结构煤层。煤层不含夹矸层,但可能有较小的矿物质透镜体和结核。

复杂结构煤层。煤层中含有较稳定的夹矸层,少则 1~2 层,多则数层。

煤层的倾角是煤层层面与水平面所夹的两面角,根据当前的开采技术,我国将煤层按倾角分为四类:

近水平煤层	$<8^\circ$
缓(倾)斜煤层	$8^\circ \sim 25^\circ$
中斜煤层	$25^\circ \sim 45^\circ$
急(倾)斜煤层	$>45^\circ$

根据 1995 年国有重点煤矿 430 处统计,我国煤矿开采煤层的倾角及分布见表 1-1 所列。

表 1-1 我国煤矿开采煤层的倾角及分布

煤层倾角/(°)	≤8	8~25	25~45	≥45	合 计
矿井数/处	75	207	87	61	430
比重/%	17.44	48.14	20.23	14.19	100.00
生产能力/Mt.a ⁻¹	113.34	174.46	47.68	31.65	367.31
比重/%	30.86	47.5	13.03	8.61	100.00

我国煤矿以开采近水平煤层和缓(倾)斜煤层为主,矿井数占到 65.58%,生产能力占到 78.36%,开采中斜煤层和急(倾)斜煤层的矿井数和能力的比重均较小。

煤层的厚度是煤层顶底板之间的法线距离,根据当前开采技术,我国将煤层按厚度分为三类:

薄煤层	<1.3 m
中厚煤层	1.3~3.5 m
厚煤层	>3.5 m

根据煤种、煤质和煤层倾角,我国煤矿薄煤层的最小开采厚度为 0.5~0.8 m。

根据 20 世纪末的统计,国有重点煤矿按煤层厚度统计的可采储量和产量见表 1-2。

表 1-2 我国煤矿按煤层厚度统计的可采储量和产量比重

煤层厚度/m	<1.3	1.3~3.5	>3.5
可采储量比重/%	18.66	36.07	45.25
产量比重/%	6.73	47.88	45.39

我国煤矿的可采储量和产量以厚煤层和中厚煤层为主,两者分别占总储量的 81.32%和总产量的 93.27%,开采的薄煤层的产量小于可采储量。

煤层的稳定性是煤层形态、厚度、结构及可采性的变化程度。

按煤层稳定性,可分为:

稳定煤层:煤层厚度变化很小,变化规律明显,煤层结构简单或较简单,全区可采或基本全区可采的煤层。

较稳定煤层:煤层厚度有一定变化,但规律性较明显,结构简单至复杂,全区可采或大部分可采,可采范围内厚度变化不大的煤层。

不稳定煤层:煤层厚度变化较大,无明显规律,且煤层结构复杂或极复杂的煤层。

极不稳定煤层:煤层厚度变化极大,呈透镜状、鸡窝状,一般不连续,很难找出规律,可采块断分布零星的煤层。

我国北方地区煤层一般较稳定,南方地区煤层普遍较薄,稳定性也较差,有时呈鸡窝状。

地层中的地质构造,如断层和褶曲对矿井开采有重大影响,煤田中的断层愈多,开采愈困难。我国南方各煤田的地质构造较北方复杂。

煤层顶底板的强度、节理裂隙发育程度及稳定性直接影响采煤工艺的选择。

从煤层和其顶底板岩层中涌向作业空间的瓦斯对煤矿安全生产有重大影响,瓦斯的涌出量一般随煤层的变质程度增高和埋藏深度增加而增加。在 599 处国有重点煤矿中,低瓦斯矿井 304 处,占总处数的 50.75%,高瓦斯矿井 202 处,占总处数的 33.72%。我国存在瓦斯突出危险的煤层较多,有煤与瓦斯突出危险的矿井 93 处,占总处数的 15.53%。

开采深度也是影响煤矿生产的重要因素,开采深度加大后,矿山压力及其显现、地温都将明显增加,甚至出现冲击地压。根据 1995 年对我国 599 处国有重点煤矿统计,国有重点煤矿的平均开采深度在 428.83 m 左右,年平均增加 9.39 m。统计时,采深达到和超过 700 m 的已有 50 多处,超过 1 000 m 的已有 6 处。

国有重点煤矿开采资源集中的煤田或其主要部分,总体上有多层煤层,以近水平和缓(倾)斜煤层中的中厚和厚煤层为主,表土层不厚,埋深在 430 m 左右。煤层赋存从稳定、较稳定到不稳定,地质构造和水文地质条件从简单、中等复杂到复杂,顶底板岩性从软、中硬到十分坚硬,这种地质条件的多样性,给采煤工作提出了多种不同的安全、经济开采的要求,是发展多样化开采技术的依据。

三、矿区开发

统一规划和开发的煤田或其一部分称为矿区。

根据国民经济发展进程和行政区域的划分,利用地质构造、自然条件或煤田沉积的不连续,或按照勘探时期的先后,将煤田划归为矿区开发。

从我国煤田和矿区的实际关系,有的是一个矿区开发一个煤田,如开滦、阳泉、肥城等矿区;有的是几个矿区开发一个煤田,如陕西省的渭北煤田划归为铜川矿区、浦白矿区、澄合矿区和韩城矿区;有的是将邻近的几个煤田划归为一个矿区,如淮北矿区开发闸河煤田和宿县煤田。

按开采方式不同,煤矿开采分地下开采和露天开采两种,我国煤矿以地下开采为主,地下开采的煤矿称为矿井。

一个矿区由很多个矿井(露天矿)组成,需要有计划、有步骤、合理地开发整个矿区。为配合矿井或露天矿的建设和生产,还要建设一系列的辅助企业、交通运输与民用事业,以及其他有关的企业和市政建设。

根据煤炭储量、赋存条件、市场需求、投资环境,结合国家宏观规划布局和矿区产品运销等条件,确定矿区建设规模,划分矿井边界,确定矿井(露天矿)设计生产能力、开拓方式、建设顺序,确定矿区附属企业的种类、生产规模及其建设过程等,总称为矿区开发。

矿区建设规模是指矿区均衡生产的规模,应与矿区的均衡生产服务年限相适应。

对于煤炭储量一定的矿区,当建设规模增大时,其服务年限将减少,反之服务年限将增多。保证既满足国家对煤炭的需求,又能保证有较长的矿区服务年限、获得较高的经济效益的生产规模才是较合适的。我国不同建设规模的矿区均衡生产服务年限不宜少于表 1-3 的规定。

表 1-3 矿区建设规模和均衡生产服务年限

矿区建设规模/Mt. a ⁻¹	>15	>10~15	>8~10	>5~8	>3~5	1~3
均衡生产服务年限/a	90	80	70	70	60	50

矿区开发之前,应进行周密的规划,进行可行性研究,编制矿区总体设计,作为矿区开发和矿井建设的依据。矿区总体设计应根据已批准的矿区详查地质报告,并附有1~2个矿井的勘探精查地质报告,以及已批准的矿区建设可行性研究报告和环境影响评价书进行编制。

四、井田

矿井是组成地下煤矿完整生产系统的井巷、硐室、装备和地面构筑物的总称。

煤田或矿区的范围都很大,需要划分为若干部分,按一定顺序开采。划归一个矿井开采的那部分煤田称为井田,而划归为一个露天矿开采的那部分煤田常称为矿田。

确定每一个矿井的井田范围、设计生产能力和服务年限,是矿区总体设计中必须解决的关键问题之一。

井田范围是指井田沿煤层走向方向的长度和沿煤层倾斜方向的水平投影宽度。

煤田划分井田应根据矿区总体设计任务书的要求,结合煤田的赋存情况、地质构造、地形地貌、开采技术条件,保证每一个井田都有合理的尺寸和边界,使煤田的各部分都能得到合理开发。

根据目前开采技术水平,大型矿井井田的走向长度不少于8 km,中型矿井不少于4 km。

五、矿井设计生产能力与井型

矿井设计生产能力是设计中规定的矿井在单位时间内采出的煤炭数量。矿井生产能力一般是指矿井设计生产能力,以万吨/年(万 t/a)表示。

矿井井型是根据矿井生产能力不同而划分的矿井类型。

有些生产矿井通过改扩建和技术改造,原来的生产能力得到改变,因而要对生产矿井各生产系统的能力重新核定,核定后的综合生产能力称为核定生产能力。

我国煤矿根据矿井生产能力不同划分为大、中、小三种类型,即三种井型。

大型矿井:生产能力为120、150、180、240、300、400、500、600万 t/a及以上的矿井。300万 t/a及其以上的矿井又称为特大型矿井;

中型矿井:生产能力为45、60、90万 t/a的矿井;

小型矿井:生产能力为30万 t/a及以下的矿井。

以上为标准矿井生产能力,是为了保证矿井建设、生产及设备选择标准化和系列化,新建矿井不应出现介于两种设计生产能力的中间类型。

我国国有重点煤矿多为大、中型矿井;地方国营煤矿多为中、小型矿井;乡镇煤矿多是小煤矿,年产量多小于3万 t/a。

矿井年产量是矿井每年实际生产出的煤炭数量,以万 t/a表示,常常不同于矿井的设计生产能力,有时高于矿井生产能力,有时低于矿井生产能力,而且每年的数值也不一定相同。

矿井井型大小直接关系到基建规模和投资多少,影响到矿井整个生产期间的技术经济面貌,确定井型是矿区总体设计的一个重要内容。

六、地下开采与露天开采

通过开掘井巷采出煤炭的方法称为地下开采,又称为井工开采。直接从地表揭露并采出煤炭的方法称为露天开采。与露天开采相比,地下开采要复杂和困难。

露天开采与地下开采在进入矿体的方式、生产组织、采掘运输工艺等方面截然不同,它需要先将覆盖在矿体之上的岩石或表土剥离掉。

当煤层厚度达到一定值,直接出露于地表,或其覆盖层较薄,开采煤层与覆盖层采剥量之比在经济上有利时,就可以考虑露天开采。

露天开采一般机械化程度高、产量大、劳动效率高、成本低、工作比较安全,但受气候条件影响较大,需采用大型设备和进行大量基建剥离,基建投资较大。因此,只能在覆盖层较薄、煤层厚度较大时采用。

我国适合于露天开采的煤炭资源不多,在 1990 年全国保有储量中约占 4% 左右。20 世纪 90 年代末统计,国有重点煤矿 613 处,其中露天矿只有 14 处。

露天开采是我国煤炭工业的发展方向之一,凡煤田或煤田浅部有露天开采条件的,应根据经济剥采比并适当考虑发展可能划定露天开采的边界。所谓剥采比,就是每采一吨煤需要剥离的岩石立方米数。经济剥采比就是在一定技术经济条件下,露天开采在经济上合理的极限剥采比,它是确定露天煤矿开采境界的主要依据。根据我国目前露天煤矿的技术条件和实际经验,经济剥采比,褐煤不宜大于 $5 \text{ m}^3/\text{t}$,非炼焦煤不宜大于 $6 \text{ m}^3/\text{t}$,炼焦煤不宜大于 $8 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

第二节 井田内的划分

一、井田尺寸

井田尺寸由矿区总体设计的井田划分确定。井田尺寸由井田走向长度、倾斜宽度和面积来反映。

井田走向长度是表征矿井开采范围的重要参数,与当时的开采技术及装备水平相适应,20 世纪 70 年代的煤炭工业设计规范规定了井田走向长度的下限,小型矿井不小于 1.5 km,中型矿井不小于 4.0 km,大型矿井不小于 7.0 km。1994 年的煤炭工业矿区总体设计规范重新规定了井田走向长度的下限,中型矿井不小于 4.0 km,大型矿井不小于 8.0 km。

我国煤矿矿井的井田走向长度一般为数千米至数十千米不等,在我国 599 处主要煤矿中,大多数矿井的走向长度大于 4 km,而以 4~8 km 者居多,新设计的特大型矿井的井田走向长度最大的可超过 20 km。

井田的倾斜宽度是井田沿煤层倾斜方向的水平投影宽度。我国煤矿矿井的井田倾斜宽度一般为数千米,开采近水平煤层的矿井,其井田倾斜宽度最大可达 10 km。

井田的面积与矿井的井型有关,我国煤矿矿井的井田面积一般为数平方千米到数十平方千米,在我国 599 处主要煤矿中,54.3% 的矿井井田面积大于 10 km^2 ,0.3 Mt/a 以下的小型矿井的井田面积多小于 10 km^2 ,1.2 Mt/a 及以上的大型矿井和特大型矿井的井田面积大多超过 20 km^2 。

二、井田划分为阶段和水平

一般情况下井田的范围都比较大,为了有计划、按顺序、安全合理地开采井田内的煤层,以获得好的技术经济效果,必须将井田划分为若干个小的部分,然后有序地进行开采。

阶段是沿一定标高划分的一部分井田。

如图 1-1 所示的井田,上部标高为 +150 m、下部标高为 -300 m、煤层倾角为 α 。在井田范围内,沿着煤层的倾斜方向,按 $\pm 0 \text{ m}$ 和 -150 m 标高,把井田划分为三条平行于井田走向的长条,每一个长条就是一个阶段。阶段的走向长度就是井田在该处的走向全长。

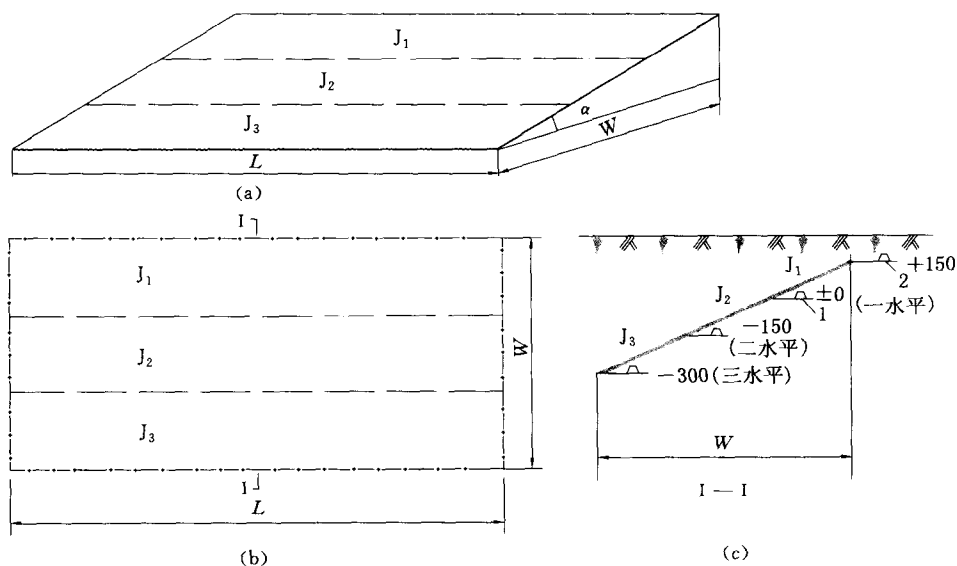


图 1-1 井田划分为阶段和水平

(a) 井田划分阶段立体图；(b) 井田划分阶段平面图；(c) 井田划分阶段剖面图

 L ——井田走向长度； W ——井田倾斜宽度； J_1, J_2, J_3 ——第一、二、三阶段；1——阶段运输大巷；2——阶段回风大巷

为保证每个阶段正常生产，井田的每个阶段都应有独立的运输和通风系统。要在阶段下部边界开掘阶段运输大巷，担负运送煤炭、材料、设备和进风等任务，在阶段上部边界开掘阶段回风大巷，担负排放污风的任务，为整个阶段服务。上一阶段的煤层采完后，为其服务的运输大巷常作为下一阶段的回风大巷。

水平用标高来表示，如图 1-1 中的 ± 0 、 -150 、 -300 等。在矿井生产中，为说明水平位置、顺序和作用，相应地称为 ± 0 水平、 -150 水平、 -300 水平等；或称为第一水平、第二水平、第三水平等；或称为运输水平、回风水平。

通常将布置有井底车场、阶段运输大巷，并且担负全阶段运输任务的水平称为“开采水平”，也简称“水平”。

一般说，阶段与水平的区别在于：阶段表示井田范围的一部分，水平是指布置大巷的某一标高的水平面。但广义的水平不仅表示一个水平面，同时也是指一个范围，即包括所服务的相应阶段。

三、阶段内的再划分

井田划分成阶段后，阶段内范围仍然较大，一般情况下井田范围内整阶段开采在技术上有一定难度，通常阶段内要再划分，以适应开采技术的要求。

阶段内一般有采区式和带区式两种划分方式。

1. 采区式划分

在阶段内沿走向把阶段划分为若干具有独立生产系统的开采块段，每一开采块段称为一个采区。

如图 1-2 所示，井田沿倾斜划分为 3 个阶段，每个阶段又沿走向划分为 6 个采区。

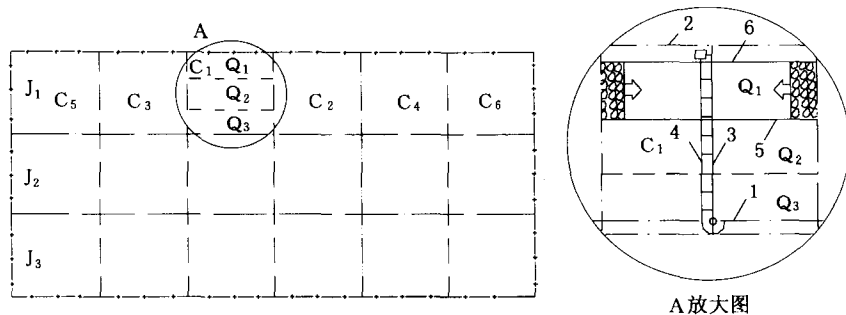


图 1-2 采区式划分

J_1, J_2, J_3 第一、二、三阶段; $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ —— 第一、二、三、四、五、六采区;

Q_1, Q_2, Q_3 —— 第一、二、三区段;

1 —— 阶段运输大巷; 2 —— 阶段回风大巷; 3 —— 采区运输上山; 4 —— 采区轨道上山;

5 —— 区段运输平巷; 6 —— 区段回风平巷

采区的倾斜长度就是阶段斜长。采区的走向长度由 400 m 到 2 000 m 不等。采区斜长一般在 600~1 000 m。采区的范围仍然较大,一般情况下还不能一次将整个采区内的煤层采完,采区还需要划分为区段。

区段是在采区内沿倾斜方向划分的开采块段。如图 1-2 中 C_1 采区划分为三个区段。

采区准备期间,开掘采区运输上山和轨道上山与开采水平大巷连接;沿煤层走向方向,在每个区段下部边界的煤层中开掘区段运输平巷,在上部边界的煤层中开掘区段回风平巷;沿煤层倾斜方向,在采区边界处的煤层中开掘斜巷,将区段运输平巷和区段回风平巷连通,该斜巷称为开切眼;区段运输平巷和回风平巷通过采区上山与开采水平大巷连接,便可构成生产系统。

在开切眼内布置采煤设备,便可采煤。开切眼是采煤工作面的始采位置。生产期间,采煤工作面沿走向推进,这样布置的工作面称为走向长壁工作面。

采区上山布置在采区走向中部时,每个区段可以布置两个采煤工作面。

2. 带区式划分

如图 1-3 所示,在阶段内沿煤层走向把阶段划分为若干适合于布置采煤工作面的长条,每一个长条叫一个分带。分带相当于采区内的区段转了 90° 。

由相邻较近的若干分带组成,并具有独立生产系统的区域叫带区。

在图 1-3 中,每个阶段内划分出 18 条分带,相邻的两个分带共用一套生产系统,组成一个带区,阶段内划分出 9 个带区。

带区准备期间,在分带两侧开掘分带斜巷,直接与阶段大巷相连接。采煤工作面沿煤层走向布置,沿煤层倾斜方向推进,这样布置的采煤工作面称为倾斜长壁工作面。

与采区式布置相比,带区式布置不设采区上山,巷道布置系统简单,掘进工程量少,但分带斜巷内的辅助运输不便。目前,我国大量应用的还是采区式划分。在倾角较小的缓(倾)斜煤层中和近水平煤层中,带区式的应用正在进一步扩大。

3. 井田直接划分为盘区或带区

在开采倾斜角度很小的近水平煤层条件下,由于沿倾斜的高差较小,局部范围内煤层的

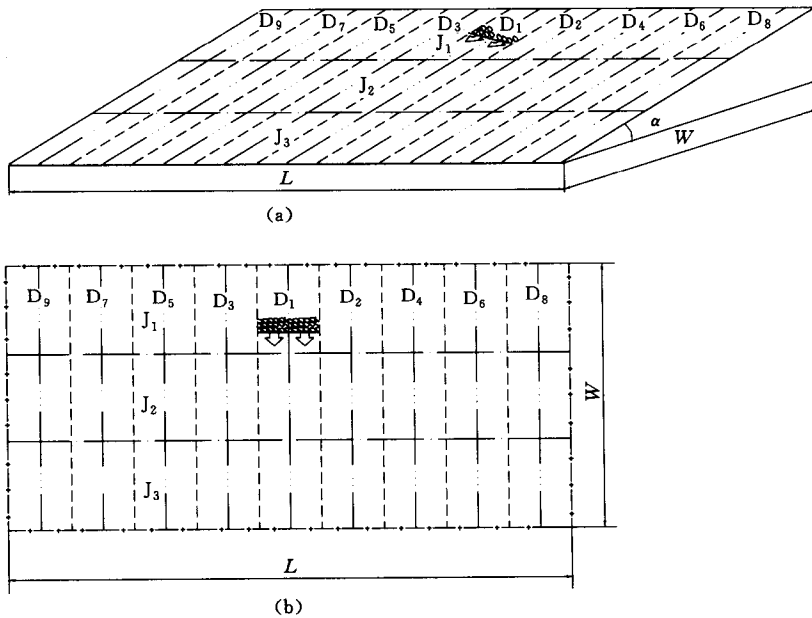


图 1-3 带区式划分

(a) 阶段内带区式划分立体图; (b) 阶段内带区式划分平面图;

J_1, J_2, J_3 ——第一,二,三阶段; $D_1, D_2, \dots, D_9$ ——带区

走向又变化较大,井田很难以一定的标高为界划分为若干阶段,则要将井田直接划分为盘区或带区。盘区就是近水平煤层的采区。

通常,沿井田煤层的主要延展方向布置大巷,在大巷两侧将井田划分成具有独立生产系统的若干块段,这样划分称为盘区式划分。

如图 1-4 所示,大巷布置在井田中部,大巷两侧各划分 4 个盘区。井田直接划分为带区时,则与阶段内的带区式划分基本相同。

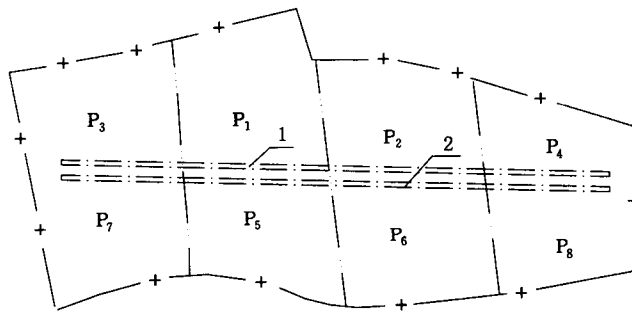


图 1-4 井田直接划分为盘区

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$ ——第一,二,三,四,五,六,七,八盘区;

1, 2——大巷