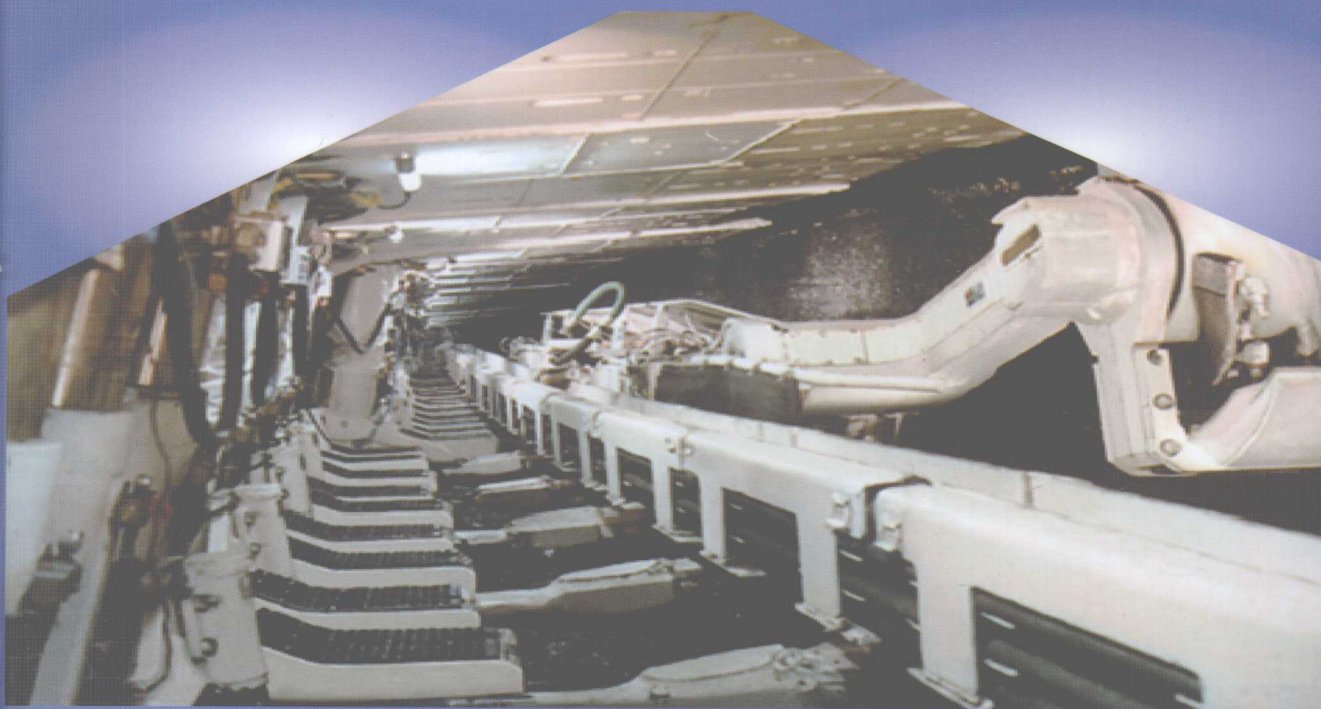




高职高专“十一五”规划教材
综合机械化采煤系列

煤矿 机械化开采

王星亮 主编
弓培林 主审



化学工业出版社

煤矿机械化开采

 化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是综合机械化采煤技术类规划教材之一。全书共分四篇十六章,在编写中着重体现高职高专教育的特色,突出了应用型人才培养的特点,简化了系统、完整的理论体系,以实用、必需、够用为原则,力求矿井实际工作和实际问题的解决和处理。本书概略介绍煤炭开发利用和与机械化开采相适应的开拓、巷道布置系统,侧重系统地阐述综合机械化生产准备、生产工艺、过地质构造技术、有轨和无轨运输快速搬家技术以及连续采煤机机械化回采、掘进的主要技术方法和工艺,同时,系统地阐述适合机械化开采的先进巷道支护技术。全书力求反映煤矿机械化开采领域的新技术、新工艺,以及煤矿机械化开采技术的发展方向。

本教材既可作为高职高专学生教学用书,同时也可作为从事煤矿现场工程技术人员学习参考用书及在职人员的培训用书。

采煤机械化和支护技术

主编 王星亮

审主 林毅

图书在版编目(CIP)数据

煤矿机械化开采/王星亮主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 2

高职高专“十一五”规划教材·综合机械化采煤系列

ISBN 978-7-122-01990-5

I. 煤… II. 王… III. 采煤综合机组-煤矿开采-高等学校:技术学院-教材 IV. TD823. 97

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 012399 号

责任编辑:张双进

文字编辑:余纪军

责任校对:宋 玮

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 21¼ 字数 556 千字 2008 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

为了适应当前高职高专教育改革,使煤矿开采方法教学能够更好地和当前煤炭生产企业实际相适应,按照《教育部关于加强高职高专教育工作的意见》,教材建设已经成为当务之急。

本教材的编写着重体现高职高专教育的特色,突出了应用型人才培养的特点,简化了系统、完整的理论体系,以实用、必需、够用为原则,力求矿井实际工作和实际问题的解决和处理。

本教材按 140 学时编写,学校也可根据所在区域生产状况及教学实际需要适当的学时删减。全书共分四篇十六章,第一篇为矿井开拓部分;第二篇为机械化采煤生产技术部分;第三篇为采区设计部分;第四篇为巷道支护技术部分。

本书概略介绍煤炭开发利用和与机械化开采相适应的开拓、巷道布置系统,侧重系统阐述综合机械化生产准备、生产工艺、过地质构造技术、有轨和无轨运输快速搬家技术以及连续采煤机机械化回采、掘进的主要技术方法和工艺,同时,系统阐述适合机械化开采的先进巷道支护技术。全书力求反映煤矿机械化开采领域的新技术、新工艺,以及煤矿机械化开采技术的发展方向。

本书由山西大同大学工学院王星亮负责全书的组稿和统稿,太原理工大学阳泉学院侯千亮编写第一章、第二章、第三章、第四章;王星亮编写第五章、第六章、第八章第一、五节、第九章、第十章;云南煤炭职业技术学院毛加灵编写第十二章、第十三章;神华集团神东煤炭有限责任公司乌兰木伦矿王国旺编写第八章第二、三、四节、第十一章;山西大同大学工学院李建刚编写第十四章、第十五章、第十六章。本书由太原理工大学弓培林教授主审。

本教材既可作为高职高专学生教学用书,同时也可作为现代化矿井现场工程技术人員参考用书及在职人员的培训用书。

由于编者水平有限,若有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2008 年 1 月

目 录

第一篇 矿井开拓

第一章 矿井开拓基本知识	1
第一节 煤田开发概述	1
第二节 矿井生产的基本概念	9
第三节 采煤方法的概念和分类	12
第二章 开拓方式的概念及分类	18
第一节 井田开拓方式概述	18
第二节 单一井筒开拓方式及分析	19
第三节 井筒(硐)形式分析及选择	31
第四节 综合开拓	32
第五节 多井筒分区开拓	37
第六节 井田开拓几个问题分析	38
第七节 高产、高效矿井典型开拓方式	44
第八节 井底车场及其形式选择	53
第三章 矿井开拓延深及系统改造	61
第一节 矿井采掘关系	61
第二节 矿井开拓延深	67
第三节 矿井技术改造与改扩建	69
第四章 采区巷道布置	74
第一节 缓斜、倾斜薄及中厚单一煤层走向长壁采煤法采区巷道布置及分析	74
第二节 倾斜长壁采煤法巷道布置及分析	81
第三节 厚煤层走向长壁采煤法采区巷道布置	86

第二篇 机械化采煤生产技术

第五章 普通机械化采煤生产工艺	90
第一节 单滚筒采煤机参数及工作方式	90
第二节 刮板输送机的移置及溜槽的拆装	96
第三节 普采工作面支护	97
第四节 采空区处理	106
第五节 单体液压支柱高档普采生产工艺实例	107
第六章 综合机械化采煤生产工艺	110
第一节 中厚及薄煤层走向长壁综采生产工艺	110

第二节	厚煤层放顶煤综采生产工艺	120
第三节	厚煤层大采高综采生产工艺特点	129
第四节	倾斜长壁综采生产工艺特点	133
第五节	其他综采生产工艺特点	136
第七章	综采工作面通过地质构造及空巷	146
第一节	综采工作面过断层	146
第二节	绕道处理及加减架工作面回采工艺	148
第三节	综采工作面过其他地质构造	150
第八章	综合机械化采煤生产准备	153
第一节	综采工作面井巷工程准备	153
第二节	综采设备安装方法	157
第三节	综采设备安装工作的技术准备	158
第四节	综采设备的安装准备及工艺	167
第五节	整套综采工作面设备联合试运转与调试	171
第九章	综采工作面装备拆除和快速搬家技术	172
第一节	综采工作面装备撤除前期准备工作	172
第二节	综采工作面设备撤除工作的技术准备	173
第三节	综采工作面设备的撤除工艺	182
第四节	综采工作面快速搬家实例	189
第十章	综采工作面设备选型与配套	195
第一节	影响综采工作面设备选型的地质因素	195
第二节	综采工作面及采(盘)区能力的计算	197
第三节	综采工作面主要采煤设备选型	202
第四节	综采工作面设备配套原则	212
第五节	高产、高效综采工作面设备配套实例	215
第十一章	柱式体系采煤法	217
第一节	概述	217
第二节	柱式体系采煤法巷道布置及盘区准备	219
第三节	连续采煤机切块房柱式采煤法	220
第四节	连续采煤机“旺格维利”短壁机械化采煤法	230

第三篇 采区设计

第十二章	采区方案设计	237
第一节	采区设计的依据、步骤和内容	237
第二节	采区参数的确定	240
第三节	采区准备方式的发展方向	242
第四节	方案比较法及系统综合优化法	245
第五节	采区方案设计实例	247
第十三章	采区车场线路设计及硐室设计	251
第一节	轨道线路布置的基本知识	251
第二节	采区下部车场轨道线路设计	259

第三节	采区中部车场线路设计·····	270
第四节	采区上部车场线路设计·····	277
第五节	采区硐室·····	279
第六节	其他辅助运输方式的车场线路特点·····	289

第四篇 巷道支护技术

第十四章	锚杆支护·····	300
第一节	锚杆支护理论·····	301
第二节	锚杆种类及支护材料·····	303
第三节	锚杆支护设计·····	307
第四节	锚杆施工工艺·····	311
第五节	锚杆施工质量管理·····	312
第六节	锚杆支护机具·····	314
第十五章	锚喷支护·····	318
第一节	喷射混凝土支护配比及结构·····	318
第二节	喷射混凝土支护工艺·····	320
第三节	喷射混凝土施工质量标准·····	322
第四节	喷射混凝土支护机具·····	323
第十六章	可缩性金属支架·····	325
第一节	选择支架的步骤和方法·····	325
第二节	可缩性金属支架系列·····	326
第三节	可缩性金属支架设计·····	327
参考文献 ·····		331

第一篇 矿井开拓

第一章 矿井开拓基本知识

第一节 煤田开发概述

一、煤田划分为井田

地质历史发展过程中，在一个或几个地质时期形成的大面积含煤地带称为煤田。如大同煤田由侏罗纪和石炭—二叠纪两个地质时期形成。

煤田的范围很大，面积少则数百平方千米，多则数千平方千米，储量从数亿吨到上千亿吨。如此大的范围内，煤层赋存条件千变万化，地质构造发育情况各异。为了经济合理的开发煤炭资源，需要将煤田进行划分，形成矿区和井田。

统一规划和开发的煤田或其一部分称为矿区。矿区是开发煤田形成的社会组合。

划分给一个矿井开采的部分煤田称为井田。井田的范围是井田沿煤层走向的长度和倾向的水平投影长度。煤田划分为井田时，应根据矿区总体设计任务书的要求，结合煤层的赋存情况、地质构造、开采技术条件，保证每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。

1. 划分的原则

(1) 井田的范围、储量、煤层赋存及开采条件要与矿井生产能力相适应 大型矿井，尤其是机械化程度较高的现代化大型矿井，生产建设周期长，投资大，煤层开采强度大。为使矿井生产能力与煤层赋存条件和开采技术装备条件相适应，并为矿井发展留有余地，要求井田范围要大，以保证井田有足够的储量和合理的服务年限。生产能力较小的矿井，相应范围和储量可少些。随着开采技术的发展，依当前技术水平划定的井田范围，可能满足不了矿井长远发展的要求。因此，井田范围应适当划得大些，或在井田范围外留一备用区暂不建井，以适应矿井将来发展的需要。

(2) 保证井田有合理的尺寸 井田尺寸的确定应考虑所选用采煤方法和矿井综合经济效益等。一般情况下，为便于合理安排井下生产，井田走向长度应大于倾斜长度。如井田走向长度过短，则矿井生产水平的储量不足，水平服务年限过短，造成矿井生产接替紧张。此时，要保证生产水平有足够的储量和增大服务年限，只有加大阶段高度，加大阶段高度又将给矿井生产带来困难。而井田走向长度过长，又会给矿井通风、井下运输带来困难。因此，在矿井生产能力一定的情况下，井田走向长度过长或过短，都将降低矿井的经济效益。

我国煤矿生产实践表明，井田走向长度应达到：小型矿井不小于 1.5km；中型矿井不小于 4.0km；大型矿井不小于 7.0km；特大型矿井可达 10.0~15.0km。

(3) 充分利用自然等条件划分井田 煤层赋存条件不同，开采方法将不同。而大的地质构造也将导致巷道布置和生产的困难。总之，各种因素使矿井生产组织管理复杂，资源回收

率低,经济效益差,应充分利用自然因素等条件划分井田。

例如:利用大断层作为井田边界,或在河流、国家铁路、城镇等下面进行开采存在问题较多或不够经济,须留设安全煤柱时,可以此作为井田边界,如图 1-1 所示。这样,既降低了煤柱损失,又减少开采技术上的困难。

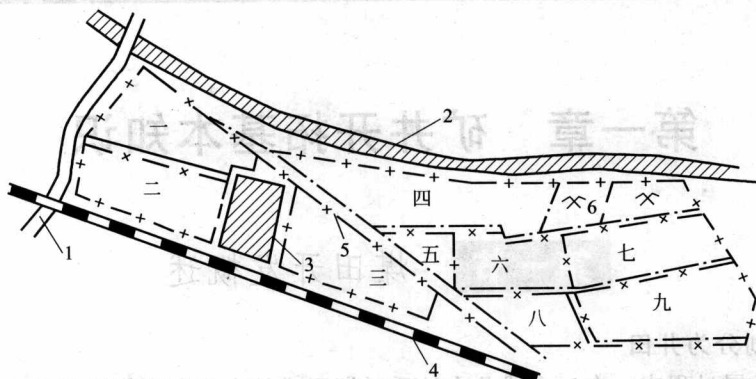


图 1-1 利用自然因素等条件作为井田边界

1—河流; 2—煤层露头; 3—城镇; 4—铁路; 5—断层; 6—小煤窑

一、二、三、四、五、六、七、八、九—划分的矿井

在煤层倾角变化很大处,可以其作为井田边界,便于相邻矿井采用不同的采煤方法和采煤机械,简化生产管理。其他如大的褶曲构造轴心也可作为井田边界。

地形复杂的地区,如地表为沟谷、丘陵、山岭的地区,划定的井田范围和边界要便于选择合理的井筒位置及布置工业场所。

(4) 合理规划矿井开采范围,处理好相邻矿井之间的关系。煤田开发应先浅后深,先易后难,合理规划建井。以节约初期投资,同时也能避免浅、深部矿井形成复杂的压茬关系,给开采带来困难。浅部矿井井型和范围一般比深部矿井小,当需加大开发强度,必须在浅、深部同时建井,或浅部已有矿井开发需在深部另建新井时,应考虑给浅部矿井的发展留有余地,不使浅部矿井过早报废。

2. 划分方法

井田境界的划分方法有垂直划分、水平划分、按煤组划分及按自然条件形状划分几种。

(1) 垂直划分 相邻矿井间以某一垂直面为界,沿该垂直面界线各留井田边界煤柱称为垂直划分。井田沿走向两端境界,一般在分界处沿煤层倾斜线、地质勘探线或平行地质勘探线的垂直面划分,如图 1-2(a) 所示。一、二矿之间及一、三矿左翼边界的划分就是垂直划分。对近水平煤层井田,无论是沿走向还是沿倾斜方向,都采用垂直划分法。

(2) 水平划分 以某一标高的水平面为界,即用该标高的煤层底板等高线为界,并沿该煤层底板等高线留置边界煤柱,这种方法称作水平划分。如图 1-2(a) 中,三矿井田的上、下部边界就是分别以 -300m 和 -600m 等高线为界划分的。水平划分方法多用于划分倾斜和急斜煤层的煤层井田上下部边界。

(3) 按煤组划分 按煤层或煤组间距的大小来划分矿界,即把相邻煤层或煤组间距较小的划归一个矿井开采,把层间距较大的则划归另一个矿井开采。这种方法一般用于煤层或煤组间距较大、煤层赋存浅的矿区,如图 1-2(b) 中一矿与二矿即为按煤组划分矿界并且同时建井。

另外,矿界还可以按地质构造条件来划分,例如以断层为矿界,各矿沿断层线留置矿界

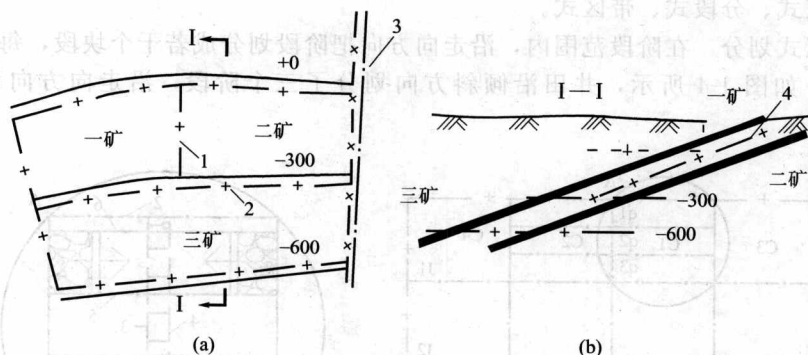


图 1-2 井田边界划分方法

1—垂直划分；2—水平划分；3—以构造为界；4—以煤组为界

煤柱。如图 1-2(a) 中二、三矿的右翼边界。

注意，无论用那种方法划分井田境界，都应力求做到井田境界整齐，避免犬牙交错，造成开采上的困难。

二、井田内的再划分

煤田划分为井田后，在井田范围内开采技术条件相近，开采技术单一，便于矿井生产组织与管理。但井田的范围往往还很大，其走向长度可达数千米到数万米，倾斜长度也在数千千米不等。必须将井田划分为若干个更小的部分，才能有计划、有规律地进行开采。

1. 井田划分为阶段

在井田范围内，沿煤层倾斜方向按一定标高（水平）把煤层划分为若干个走向长条部分，每个长条部分称为一个阶段，如图 1-3 所示。阶段的走向长度为井田在该处的走向全长。

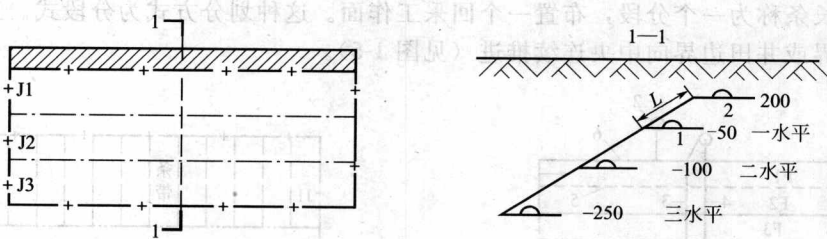


图 1-3 井田划分为阶段和水平

J1, J2, J3—第一，二，三阶段；L—阶段斜长；1—阶段运输大巷；2—阶段回风大巷

井田划分为阶段后，在阶段上部设置回风水平，下部设置开采水平，形成阶段独立的运输与通风系统，为整个阶段服务。阶段开采顺序，一般是先采井田上部阶段，依次顺序向下部阶段进行开采。这样做的优点是建井时间短，生产安全条件好。

水平是指某一标高的水平面，但矿井生产中的水平是指该水平功用所服务的范围。通常把布置有井底车场和运输大巷并且担负该阶段主要运输任务的水平称为“开采水平”，也简称水平。水平用标高或开采顺序来表示，如图 1-3 中的 50m 一水平、-100m 二水平、-250m 三水平等。

2. 阶段内再划分

井田划分成阶段后，为适应开采技术的要求，需要进一步划分。阶段内的划分一般有三

种方式：分区式、分段式、带区式。

(1) 分区式划分 在阶段范围内，沿走向方向把阶段划分成若干个块段，每一个块段称为一个采区。如图 1-4 所示，井田沿倾斜方向划分了三个阶段，沿走向方向划分了四个采区。

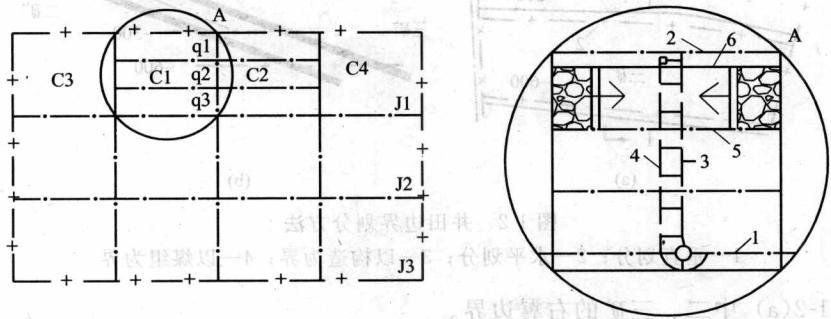


图 1-4 采区式划分

J1, J2, J3——一、二、三阶段；C1, C2, C3, C4——一、二、三、四采区；q1, q2, q3——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

采区倾斜长度与阶段斜长相等，走向长度由数百米到数千米不等。采区内，一般沿倾斜方向将采区划分成若干个走向长条部分，每一长条称为一个区段。在每个区段下部边界开掘运输平巷，上部边界开掘区段回风平巷，布置一个回采工作面回采。区段运输平巷与区段回风平巷通过采区运输上山、轨道上山与开采水平运输大巷连接，构成采区生产系统。见图 1-4。

(2) 分段式划分 在阶段范围内不划分采区，而是沿倾斜方向将阶段划分成若干个走向长条，每个长条称为一个分段，布置一个回采工作面。这种划分方式为分段式。工作面由井田中央向边界或井田边界向中央连续推进（见图 1-5）。

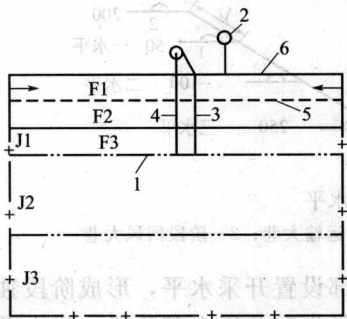


图 1-5 分段式划分

J1, J2, J3—阶段；F1, F2, F3—分段；1—阶段运输大巷；2—风井；3—主要运输上山；4—主要轨道上山；5—分段运输平巷；6—分段回风平巷



图 1-6 条带式划分

J1, J2, J3—阶段

分段式布置与采区式布置比较，减少了采区上（下）山巷道工程量和硐室工程量；回采工作面连续推进，搬家次数减少；生产系统简单。是综合机械化采煤布置的发展方向。但分

段式布置对地质条件的要求较高：要求煤层赋存稳定，地质构造简单。因此，应用上受到限制。

(3) 带区式划分 在阶段内沿煤层走向方向把煤层划分成若干个倾斜条带，每个条带布置一个回采工作面，这种划分称条带式，若干个条带组成一个回采区域称为带区，如图 1-6 所示。条带内回采工作面由下部边界向上部边界仰斜开采或由上部边界向下部边界俯斜开采。

带区式划分巷道掘进工程量少，生产系统简单，适用于倾斜长壁采煤法。随着巷道掘进施工技术与采面设备防倒滑技术的完善，其使用和适用范围将越来越大。

三、矿井储量、生产能力和服务年限

1. 矿井储量

在划定的井田范围内，计算矿井开采煤层的储量，是进行矿井设计和生产建设的依据。

(1) 矿井储量分级 储量级别是统一区分和衡量矿产储量精度或可取程度的等级标准。矿井储量依勘探线布置疏密和对地质构造的研究探明程度划分为 A 级、B 级、C 级、D 级四个级别，其中 A 级和 B 级为高级储量，C 级和 D 级为低级储量。

① A 级储量。在精查勘探阶段，通过较密的勘探工程控制和详细的地质研究圈定的储量叫 A 级储量。它是矿井建设和投资的依据，也是煤矿企业编制生产计划的依据。

② B 级储量。在详查、精查勘探阶段，通过系统的勘探工程控制和较详细的地质研究圈定的储量，或者由 A 级储量块段外推的储量叫 B 级储量。它配合 A 级储量也是煤矿建设设计和投资的依据。

③ C 级储量。在普查、详查、精查各阶段，通过一定的勘探工程的控制和一定的地质研究圈定的储量，或者由 B 级储量块段外推的储量叫 C 级储量。它配合 A 级和 B 级储量可作为大、中型矿井确定设计能力的依据，也可作为小型矿井建设设计和投资的依据。

④ D 级储量。在找煤、普查、详查阶段，通过地质填图或少量勘探工程揭露，并经物探及有关的地质资料证实的储量叫 D 级储量。它一般作为煤矿远景规划或地质勘探设计的依据。有时也可配合 C 级储量作为小型矿井设计的依据。

(2) 矿井储量分类 根据工业要求和开采技术条件按储量被查明程度，可将矿井储量分类如下。

① 地质储量。地质储量是指矿井范围内的所有煤炭埋藏量。

② 能利用（表内）储量。其是指在目前技术条件下，煤层的主要质量指标和经济技术指标都符合工业要求，可供开采的储量。

③ 暂不能利用（表外）储量。其煤层的主要质量指标和经济技术指标不能满足当前工业要求，目前暂不能开采，但今后可能利用和开采的储量。

④ 工业储量。能利用储量中 A、B、C 级储量之和。可作为矿井设计和投资的依据。

⑤ 远景储量。能利用储量中的 D 级储量，由于研究程度不够，有待于进一步勘探提高储量级别，只能作为地质勘探设计和矿区发展远景规划的依据。

⑥ 可采储量。矿井在开采过程中，因有一部分煤炭损失，故在工业储量中实际采出的那部分称为可采储量。

⑦ 设计损失量。指为了保证采掘生产的安全进行，在矿井（或采区、工作面）设计中，根据国家技术政策规定，允许丢失在地下的能利用储量。它与煤层赋存条件、采煤方法等有关。它包括保安煤柱、隔离煤柱以及因地质构造、水文地质条件等不能开采的煤量。

工业储量、可采储量与设计损失量三者的关系为：

$$Z_{\text{可}} = (Z_{\text{工}} - P) C_{\text{采}} \quad (1-1)$$

式中 $Z_{\text{可}}$ ——可采储量，万吨；
 $Z_{\text{工}}$ ——工业储量，万吨；
 P ——设计损失量，万吨；
 $C_{\text{采}}$ ——设计采区回采率，应符合下列规定：厚煤层不小于 75%；中厚煤层不小于 80%；薄煤层不小于 85%。

另根据煤炭储量动态统计分析的需要，煤炭储量又可分为探明储量和保有储量。

探明储量——煤田地质勘探报告提交、经储量审批机关批准的能利用储量。它是反映煤田地质勘探工作成果的主要指标。

保有储量——截至统计报告期止，煤田、矿区、井田内实际拥有的探明储量。它反映煤炭资源的现状。

2. 矿井的生产能力

矿井生产能力指矿井设计的年生产能力，又称井型。

由于开采技术的发展，矿井生产环节装备的更新，需对矿井各生产环节能力重新核定，核定后矿井的综合生产能力，称为核定生产能力。

矿井的年出煤量称为矿井的实际生产能力。

这里分析研究的矿井生产能力是矿井设计的年生产能力。生产能力是煤矿生产建设的重要指标，在一定程度上综合反映了矿井生产技术面貌，是井田开拓要确定的一个主要参数，也是选择井田开拓方式的重要依据之一。

(1) 井型的分类 我国矿井按其生产能力的大小分为以下四类：

特大型矿井：3、4、5、6 百万吨/年及以上；

大型矿井：1.2、1.5、1.8、2.4 百万吨/年；

中型矿井：0.45、0.6、0.9 百万吨/年；

小型矿井：0.3 百万吨/年及以下。

设计时，不应出现介于两种设计生产能力的中间类型。

(2) 矿井生产能力的确定 矿井生产能力与井田划分紧密联系并相互适应，生产能力的确定应综合考虑矿井地质条件，煤层赋存条件，矿井储量与开采条件，设备供应条件和国家煤炭的需求情况等因素。

① 储量条件。矿井生产能力应与矿井的储量相适应，以保证矿井有足够的服务年限，长期持续稳定的供应煤炭资源。我国对各类井型的矿井和水平的设计服务年限要求见表 1-1。一般情况下，井型较大时宜取大值；井型较小时可取小值；井田深部境界以下还有储量开发时，可取较小值。

表 1-1 我国各类井型的矿井和第一水平设计服务年限

A/(百万吨/年)	T/年	第一水平服务年限/年		
		$\alpha < 25$	$\alpha = 25 \sim 45$	$\alpha > 45$
≥ 6	80	40	—	—
3~5	70	35	—	—
1.2~2.4	60	30	25	20
0.45~0.9	50	25	20	15
0.3	30	15	15	12
0.09~0.21	15~25	10	8~10	8

② 地质条件与开采技术条件。矿井生产能力的关键是工作面数量和单产。要实现工作

面高产和集中生产必须采用高产高效的综合机械化采掘装备,而高产高效的综合机械化采掘装备只有在煤层赋存稳定、顶底板条件好、断层褶曲少、瓦斯涌出量低等条件下才能发挥效力。

③ 各环节生产能力。矿井的提升、运输和通风能力,以及运输大巷和井底车场的通过能力都制约着矿井生产能力。对新设计矿井必须根据井型大小选择确定各环节设备,其生产能力由里到外应有 30%~50% 的储备能力。

④ 安全生产条件。矿井瓦斯、矿井水等也影响着矿井的生产能力。例如,瓦斯涌出量大的矿井,需风量大,通风能力成为限制矿井生产能力的一主要因素。

⑤ 经济条件。矿井生产一方面要保证社会经济发展的能量供给,另一方面要为自身发展储备资金,由此必须重视经济效益。由于矿井生产的盈亏主要取决于原煤成本,所以在确定矿井生产能力时,应以原煤成本最低为准则。

原煤成本由经营费与折旧费构成,经营费占总成本的 75%~90%,是成本构成的主要部分,固定资产折旧费则占 10%~25%。对于储量一定的井田,生产能力增大,固定资产投资加大,以可采储量分摊的固定资产折旧费增加,使原煤成本增大。相反如果生产能力过小,矿井服务年限延长,生产营运费用增大,也将导致原煤成本增大。由此,矿井生产能力的确定必须考虑固定资产折旧和生产营运费的影响因素,优化确定。

上述各因素中,储量是基础,能力是关键,安全是保证,高产高效(经济)是目的。

考虑以上因素,对于储量丰富、地质构造简单、煤层生产能力大、开采技术条件好的矿区应建设大型矿井。大型矿井的建设有其优点,也有缺点。优点是装备水平高,生产集中,产量大,效益高,服务年限长,能较长期的供应煤炭,是我国煤炭工业的骨干。缺点是矿井建设的初期工程量较大,施工技术要求较高,需要较多的设备,特别是现代化的先进设备和重型设备,建井工期较长,生产技术管理也比较复杂。应考虑矿井生产的综合经济效果来确定其能力。例如,当煤层赋存深、表土层很厚、冲击层含水丰富、井筒需要特殊施工时,为扩大井田开采范围,减少开凿井筒数目,节约建井工程量和降低吨煤投资,以建设大型井为宜。对煤层生产能力较大、地形地貌复杂的矿区,工业场地的选择和布置较难,为避免过多的地面工程,井田范围划得大些,也应设计大型矿井。

对于储量不很丰富,煤层生产能力不大;或储量较丰富,但多为薄煤层,开采条件较差;或地质构造比较复杂,以及煤层有煤和瓦斯突出危险等条件的矿区宜建设中、小型矿井。建设小型矿井的优点是初期工程量和基建投资比较少,施工技术要求不高,技术装备比较简单,建井期短,能较快地达到设计能力。缺点是生产比较分散、效率低,矿井服务年限较短,而且工业广场占地相对较多。

对于具体的矿井,应根据国家需要,结合该矿地质和技术条件,开拓、准备和通风方式,以及机械化水平等因素,在保证生产安全、技术经济合理的条件下,综合计算开采能力和各生产环节所能保证的能力,并根据矿井储量,验算矿井和水平服务年限是否能达到规定的要求。

我国煤炭工业执行“大、中、小并举”方针,大中小型矿井互为补充,都有很大的发展。随着生产矿井的改扩建及新建矿井的投产,我国国有重点煤矿的矿井平均年产量不断提高,1961 年约为 32.8 万吨/年,1995 年已提高到 77.68 万吨/年,随着生产机械化、集中化的发展,我国矿井的生产能力还将有进一步的提高。

3. 矿井服务年限

矿井的服务年限有设计服务年限和实际服务年限。

矿井的设计服务年限是设计阶段由矿井储量和矿井生产能力计算而得的矿井可采年限。

可用下式计算:

$$T = \frac{Z_{\text{可}}}{AK} \quad (1-2)$$

式中 K ——矿井储量备用系数, 矿井设计一般取 1.4, 地质条件复杂的矿井及矿区总体设计可取 1.5, 地方小煤矿可取 1.3;

A ——矿井的设计能力, 万吨。

我国对各类井型的矿井和水平的设计服务年限要求见表 1-1。

而实际服务年限是指矿井从投产到报废的开采年限, 包括达产期、均衡生产期和衰减期三个阶段。

(1) 服务年限的确定应考虑储量备用系数 确定服务年限时考虑储量备用系数的原因是: 矿井各生产环节有一定的储备能力, 矿井投产后, 产量迅速提高; 局部地质条件变化, 使储量减少; 有的矿井由于开采技术原因, 使采出率降低, 从而减少了储量。为保证有合理的服务年限, 确定井型时, 必须考虑储量备用系数。

我国第一个五年计划期间设计和建设的矿井没有考虑矿井储量备用系数, 相当一部分矿井投产后出现下述情况。

① 矿井各生产环节有一定储备能力, 矿井投产后迅速突破设计能力, 提高了年产量, 矿井服务年限缩短。

② 矿井精查地址报告一般只能找出落差大于 25m 的断层, 矿井投产后, 新发现不少小断层, 增加了断层煤柱损失, 矿井可采储量减少。

③ 有的矿井煤层经井巷揭露, 实际的煤层露头风化带或小煤窑开采深度较设计资料为深, 开采水平的上山部分可采斜长缩短, 可采储量减少。

④ 投产初期缺乏开采经验, 采出率达不到规定的数值, 增加了煤的损失。

由于上述原因, 矿井和水平的可采储量减少, 服务年限缩短, 矿井投产不久就要进行延深, 导致矿井生产被动, 经营效果变差。因此, 我国煤矿设计规定必须考虑储量备用系数。

(2) 矿井服务年限必须与其生产能力相适应 大型矿井, 设计装备水平高, 基建工程量大, 基本建设投资多, 吨煤投资高。在矿井建设总投资中, 矿建工程费用一般占 30%~50%, 地面建筑费约占 10%~20%。这些都属于固定资产投资, 为了发挥这些投资的效果, 矿井的服务年限就应该长一些。另外, 煤矿生产建设是整个工业体系的一个环节, 它和其他企业是密切联系的。井型大, 为其服务的选煤厂, 设备制造与维修厂, 以及以煤为原料或燃料的企业建设规模相应增大, 为使这些企业充分发挥作用, 矿井服务年限也应该大一些。从保证矿区均衡生产来看, 井型较大的矿井对保证矿区产量起骨干作用, 其服务年限长一些也是有利的。小型矿井装备水平低, 投资较少, 服务年限相应短一些。对缺煤地区, 为了最大限度供应煤炭, 应加大开发强度, 矿井的服务年限可适当缩短。国外矿井设备更新的周期短, 矿井服务年限有缩短的趋势, 其大型矿井服务年限约为 40~50 年。

总之, 矿井生产能力和服务年限的关系, 实质上就是矿井生产能力和矿井储量的关系。在圈定的井田范围内, 矿井储量一定。井型越大, 服务年限就越短。井型越小, 服务年限就越长。如前所述, 井型增大, 基建投资也增大, 分摊到矿井的吨煤生产成本则要增加。另一方面, 由于生产能力增大和集中生产, 提高了效率, 矿井一部分生产经营费用如矿井提升、运输、通风、排水及企业管理等费用并不随产量增大而成比例地增加, 或有所下降。因此分摊到每吨煤上的生产经营费用相对减少。这样, 随生产能力和服务年限的变化, 分摊到每吨煤上的这两部分费用也发生变化, 并相互消长。当矿井生产能力与服务年限变化在某一数值范围时, 可使吨煤的总费用最低, 相 near 于这个数值范围, 则是合理的矿井生产能力和服务

但是,由于与矿井生产能力有关的生产费用及其间的关系不确定,生产技术的发展,新设备、新工艺的采用,各项费用与矿井生产能力的关系本身也在不断变化,故上述方法难以实际应用。在具体矿井设计中,为求得合理的矿井生产能力和服务年限,往往提出几个方案进行技术经济比较,从中选择较合理的方案。

第二节 矿井生产的基本概念

一、矿井生产系统

矿井生产需从地面向地下开掘一系列井巷工程,并借助相关设备,形成不同的生产系统。其生产系统由于地质条件、井型和设备的不同而各有特点,现以图 1-7 为例,简要说明矿井生产系统的主要内容。

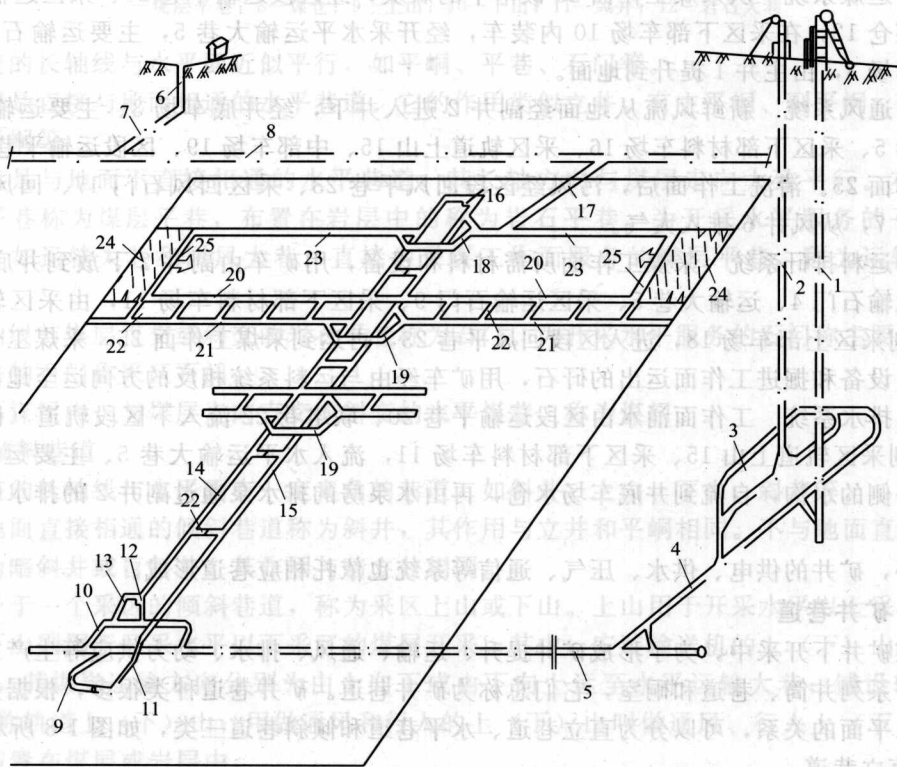


图 1-7 矿井生产系统示意

- 1—主井；2—副井；3—井底车场；4—主要运输石门；5—运输大巷；6—风井；7—回风石门；
8—回风大巷；9—采区运输石门；10—采区下部车场底板绕道；11—采区下部材料车场；
12—采区煤仓；13—行人进风巷；14—运输上山；15—轨道上山；16—上山绞车房；
17—采区回风石门；18—采区上部车场；19—采区中部车场；20—区段运输
平巷；21—下区段回风平巷；22—联络巷；23—区段回风平巷；
24—开切眼；25—采煤工作面

1. 矿井巷道开掘顺序

首先自地面开凿主井 1、副井 2 进入地下；当井筒开凿到第一阶段下部边界开采水平标

高时,即开凿井底车场3、主要运输石门4,然后向井田两翼掘进水平运输大巷5;到达采区运输石门位置后,由水平运输大巷5开掘采区运输石门9进入煤层;到达指定位置后,开掘采区下部车场底板绕道10、采区下部材料车场11;然后,沿煤层自下而上掘进采区运输上山14和轨道上山15。与此同时,自地面开凿风井6、到第一阶段上部回风边界时掘回风石门7,然后向井田两翼掘进水平回风大巷8,到达指定位置后再向煤层开掘采区回风石门17;接着掘出采区上部车场18、绞车房16,与采区运输上山14及轨道上山15联通。当形成通风回路后,即可自采区上山向采区两翼掘进第一区段的区段运输平巷20、区段回风平巷23、下区段回风平巷21,当这些巷道掘到采区边界后,即可掘进开切眼24形成采煤工作面。安装好机电设备和进行必需的准备工作后、即可开始采煤,采煤工作面25向采区上山后退回采。与此同时需要适时地开掘第二区段的区段运输平巷和开切眼,保证采煤工作面正常衔接。

2. 矿井主要生产系统

(1) 运煤系统 从采煤工作面25破落下的煤炭,经区段运输平巷20、采区运输上山14到采区煤仓12,在采区下部车场10内装车,经开采水平运输大巷5,主要运输石门4,运到井底车场3,由主井1提升到地面。

(2) 通风系统 新鲜风流从地面经副井2进入井下,经井底车场3、主要运输石门4、运输大巷5、采区下部材料车场16、采区轨道上山15、中部车场19、区段运输平巷20进入采煤工作面25。清洗工作面后,污风经区段回风平巷23、采区回风石门17、回风大巷8、回风石门7,从风井6排入大气。

(3) 运料排矸系统 采煤工作面所需材料和设备,用矿车由副井2下放到井底车场3,经主要运输石门4、运输大巷5、采区运输石门9、采区下部材料车场11,由采区轨道上山15提升到采区上部车场18,进入区段回风平巷23,再运到采煤工作面25。采煤工作面回撤的材料、设备和掘进工作面运出的矸石,用矿车经由与运料系统相反的方向运至地面。

(4) 排水系统 工作面涌水由区段运输平巷20、联络巷22流入下区段轨道(回风)平巷21,到采区轨道上山15、采区下部材料车场11,流入水平运输大巷5、主要运输石门4等巷道一侧的水沟,自流到井底车场水仓,再由水泵房的排水泵通过副井2的排水管道排至地面。

另外,矿井的供电、供水、压气、通信等系统也依托相应巷道形成。

二、矿井巷道

在煤矿井下开采中,为了形成矿井提升、运输、通风、排水、动力供应等生产系统,需要开掘一系列井筒、巷道和硐室,它们总称为矿井巷道。矿井巷道种类很多,根据井巷的长轴线与水平面的关系,可以分为直立巷道、水平巷道和倾斜巷道三类,如图1-8所示。

1. 直立巷道

巷道的长轴线与水平面垂直,如立井、暗井等。

立井又称竖井,是直接于地面相通的垂直巷道。专门或主要用于提升煤炭的立井叫做主立井;主要用于提升矸石、下放设备器材、升降人员等辅助提升工作的立井叫做副立井。生产中,还经常开掘一些专门或主要用来通风、排水、充填等工作的立井,则均按其任务命名,如回风井、排水井、充填井等。

暗立井又称盲竖井、盲立井,是指不与地面直接相通的垂直巷道,其用途同立井。此外,还有一种专门用来溜放煤炭的暗立井,称为溜井。位于采区内部,高度不大、直径较小的溜井称之为溜煤眼。

2. 水平巷道