

全国煤炭高职高专（成人）“十一五”规划教材

# 煤矿开采技术

张吉春 主编



*Meikuang Kaicai Jishu*

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

# 煤矿开采技术

主 编 张吉春

副主编 闫洁伦 白赞成

图书在版编目(CIP)数据

煤矿开采技术/张吉春主编. —徐州:中国矿业大学

出版社, 2007.11

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

ISBN 957-7-81105-788-8

I. ①煤—II. 张—III. 煤矿—IV. TD82

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第171392号

煤矿开采技术 张吉春 编

张吉春 主编

闫洁伦 副主编

白赞成 副主编

中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内, 邮编221008)

中国矿业大学图书馆

徐州矿业学院图书馆

张吉春 编

ISBN 957-7-81105-788-8

2007年11月第1版

25.50元

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书为全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材之一。

本书全面系统地阐述了煤矿床井工开采的基本原理和方法,以我国国内传统的、先进的经验为主,兼顾了国外。内容包括绪论、井田开拓、准备方式及采区设计、采煤方法、“三下”采煤与水力采煤等几大部分。

本书为适应高职高专及成人高等教育专科生的教学特点,简化了理论描述,加强了适用性强的基本方法的阐述。每章有学习要求和复习思考题。

本书可作为煤炭高职高专及成人教育采煤技术专业教材,也可作为网络远程教育相关专业的教材,亦可供企业生产技术管理、科研、设计等部门技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

煤矿开采技术/张吉春主编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2007. 11

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 81107 - 785 - 8

I. 煤… II. 张… III. 煤矿开采—高等学校:技术学校—教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 174265 号

书 名 煤矿开采技术

主 编 张吉春

责任编辑 孙建波 何 戈

责任校对 何晓惠

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 邮编 221008)

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 21 字数 520 千字

版次印次 2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

定 价 29.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主 任:李增全

副 主 任:刘咸卫 胡卫民 刘发威 仵自连

委 员:(按姓氏笔画为序)

牛耀宏 王廷弼 王自学 王宪军

王春阁 石 兴 刘卫国 刘景山

张 军 张 浩 张贵金 李玉文

李兴业 李式范 李学忠 李维安

杜俊林 陈润叶 周智仁 荆双喜

贺丰年 郝巨才 唐又驰 高丽玲

彭志刚

秘 书 长:王廷弼 李式范

副 秘 书 长:耿东锋 孙建波

## 煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 煤矿开采技术专业编审委员会成员名单

主任:胡卫民

副主任:李学忠 杜俊林 张吉春

委员:(按姓氏笔画为序)

吕建青	张 浩	张占斌	张登明
李德忠	杨红涛	胡海峰	赵济荣
姬 婧	贾琇明	曾 旗	蒋金泉
漆旺生			

## 前 言

本书是为煤炭高职高专及成人高等教育采煤技术专业学生编写的,内容按专科要求,约需90学时讲授。

结合煤炭成人高等教育采煤专业专科生的情况,教材突出了以下几个特点:

- (1) 简化了基础理论的描述,弱化了井田开拓部分的内容;
- (2) 增强了采区准备方式和采煤方法两部分内容,增加了采区方案设计、采煤作业规程编制实例和采区车场线路设计实例;
- (3) “三下”采煤和水力采煤内容只做了简单介绍;
- (4) 本书的指标、参数等按最新的《煤炭工业矿井设计规范》、《煤矿安全规程》等有关规定选取。

本教材大纲经“全国煤炭成人高校教材编写委员会”组织的多次会议审议,并特邀有关专家、教授讨论审核后确定。教材编写得到兖州矿业集团崔洪义副总工程师、宁夏工业职业学院刘贺普高级讲师等的大力支持。

本书由张吉春任主编,闫洁伦、白赞成任副主编,参加编写的有:马全礼、马其华、王明声、史国华、白赞成、孙大庆、闫洁伦、张吉春、张浩、戴仁竹。绪论、第五章、第六章由张浩编写,第一章、第八章及第十章第三节、第五节由张吉春编写,第二章、第三章由马全礼编写,第四章由孙大庆编写,第七章、第十五章由马其华编写,第九章及第十章第一节、第二节由闫洁伦编写,第十章第四节、第十一章由戴仁竹编写,第十二章由王明声编写,第十三章、第十六章由史国华编写,第十四章由白赞成编写。全书由张吉春、张浩、史国华统稿,李示范审稿。

煤矿开采技术是一门包括地质、井巷工程、矿山压力及控制、通风安全、矿山机电及企业管理等多学科知识的综合课程,由于编者的水平和时间所限,书中不妥和错误在所难免,恳请读者指正。

编者

2007年7月

第一篇 井田开拓

目 录

绪论..... 1

**第一篇 井田开拓**

**第一章 井田开拓的基本概念**..... 5

    第一节 概述..... 5

    第二节 煤田划分为井田..... 9

    第三节 矿井储量、生产能力和服务年限..... 12

    第四节 井田内的划分..... 17

    复习思考题..... 21

**第二章 井田开拓方式**..... 22

    第一节 开拓方式的概念..... 22

    第二节 斜井开拓..... 23

    第三节 立井开拓..... 28

    第四节 平硐开拓..... 32

    第五节 井筒(硐)形式分析及综合开拓..... 34

    复习思考题..... 36

**第三章 开拓巷道布置**..... 37

    第一节 井筒(硐)的数目及位置..... 37

    第二节 开采水平的划分及上下山开采..... 41

    第三节 阶段运输和回风大巷..... 45

    第四节 井底车场..... 49

    复习思考题..... 55

**第四章 矿井开拓延深与技术改造**..... 57

    第一节 矿井的采掘关系..... 57

    第二节 矿井开拓延深..... 61

    第三节 矿井改扩建及技术改造..... 66

    复习思考题..... 69

## 第二篇 准备方式及采区设计

### 目 录

第五章 准备方式的概念及类型 .....	73
第一节 准备方式的概念及分类 .....	73
第二节 采区式准备 .....	76
第三节 盘区式准备 .....	81
第四节 带区式准备 .....	86
复习思考题 .....	89
第六章 采(盘)区准备巷道布置及参数 .....	90
第一节 采(盘)区上(下)山布置 .....	90
第二节 区段集中平巷的布置及层间联系 .....	94
第三节 不同倾角煤层群开采顺序及巷道布置 .....	98
第四节 采区参数 .....	102
复习思考题 .....	106
第七章 采区车场 .....	107
第一节 轨道线路布置设计的基本概念 .....	107
第二节 采区上部车场形式及线路布置 .....	118
第三节 采区中部车场形式及线路布置 .....	122
第四节 采区下部车场形式及线路布置 .....	129
第五节 采区硐室 .....	143
复习思考题 .....	149
第八章 采区设计 .....	150
第一节 采区设计的依据、程序和步骤 .....	150
第二节 采区设计的内容 .....	151
第三节 采区方案设计实例 .....	153
复习思考题 .....	161

## 第三篇 采煤方法

第九章 采煤方法的概念、分类及其选择 .....	165
第一节 采煤方法的概念 .....	165
第二节 采煤方法的分类及选择 .....	166
复习思考题 .....	172



第十章 单一走向长壁采煤法	173
第一节 缓斜及倾斜薄及中厚煤层采区巷道布置	173
第二节 单一走向长壁采煤法回采工艺	177
第三节 采煤工艺设计	207
第四节 特殊条件下的开采措施	212
第五节 采煤工作面作业规程的编制及实例	223
复习思考题	251
第十一章 倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法	253
第一节 采区巷道布置特点	253
第二节 巷道布置分析	257
第三节 采煤工艺特点	263
复习思考题	269
第十二章 倾斜长壁采煤法	270
第一节 采区巷道布置特点	270
第二节 回采工艺特点	274
第三节 适用条件及评价	276
复习思考题	277
第十三章 急倾斜煤层采煤法	278
第一节 采区巷道布置特点	278
第二节 急倾斜煤层走向长壁采煤法	280
第三节 水平分层及斜切分层采煤法	282
第四节 伪倾斜柔性掩护支架采煤法	284
第五节 水平分段放顶煤采煤法	288
复习思考题	289
第十四章 放顶煤采煤法	290
第一节 放顶煤采煤法的概念及分类	290
第二节 放顶煤采煤法的参数分析	292
第三节 放顶煤工艺特点	294
第四节 评价及适用条件	299
复习思考题	301
第十五章 柱式体系采煤法	302
第一节 柱式体系采煤法采区巷道布置	302
第二节 柱式体系采煤法采煤工艺	308



## 绪 论

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础。煤炭是现代社会五大能源(煤炭、石油、天然气、水电、核电)之一,它易于开发利用,赋存最丰富,是最具有长期利用价值的能源,目前,大力开发和合理利用煤炭资源,已成为许多国家能源政策的重要组成部分。

煤炭在我国能源结构和国民经济中的地位举足轻重,是我国最重要的能源,在一次能源消费结构中的比重约占 65%,煤炭不仅是燃料,同时也是重要的化工原料,它与我国经济建设和人民生活密切相关。

我国幅员辽阔、矿产丰富,煤炭蕴藏量位居世界前列,我国煤炭开采和使用的历史悠久,据现代考古证明,早在新石器时期,抚顺煤田就已被开发利用,西周时陕西出现煤炭开采业,古籍《山海经》中已有煤的记载。西汉是我国煤炭开采史上的第一个高峰期,之后,随着社会发展和生产进步,煤炭开采更为普遍,手工开采技术日臻完善,用途更加广泛。在唐代时我国的煤炭开采利用技术逐渐传到国外。《天工开物》一书中,对凿井、采煤、提升、通风安全技术等都有详尽记载,17 世纪中叶明朝末期,人工开采技术已经达到一定水平。但是长期落后的封建主义生产关系桎梏,阻碍了采矿技术的进一步发展。在近代,中国煤炭开采业的发展处于停滞状态,落在世界发展的后面,矿山设施简陋,开采技术落后,资源横遭破坏,新中国成立前,全国原煤产量仅为 3 240 万 t。

新中国成立后,党和政府十分重视煤炭工业的发展,做出一系列的决定,在强调安全第一的原则下,着手对旧中国的采煤方法进行改革,为我国煤炭工业的发展奠定了扎实的基础,提出了煤矿的出路在于机械化的奋斗目标,为煤炭工业的发展指明了方向。建国 50 多年来,我国煤炭工业面貌焕然一新,开发了数十个新矿区,建设了一大批新矿井,矿井生产能力不断提高,原煤产量飞速增长,到 1996 年原煤产量已达 13.3 亿 t,居世界首位,2005 年全国煤炭产量更高达 21.1 亿 t。改革开放 20 多年来,煤炭工业发展取得了更为显著的效果,科教兴煤战略和技术创新工程不断增加煤炭工业的技术含量,采煤、掘进、运输等重要生产环节的机械化和生产集中化程度迅速提高,促进了单产工效的快速增长。1996 年国有重点煤矿中有 72 个综合机械化采煤队年产超过 100 万 t,兖州南屯煤矿综采队年产达 350 万 t,达到国际先进水平,全国共有 329 个普采工作面平均年产达 24.7 万 t,峰峰矿区万年矿普采队创年产 80 万 t 的纪录,这些高产队的出现标志着我国煤矿工作面生产集中化发展到了一个新的高度。近几年来,由于对采煤方法进行改革,更涌现出一大批高产高效的矿井,如年产量超过 500 万 t 的阳泉二矿和兖矿集团东滩、鲍店、济宁三号、兴隆庄矿,年产超过 1 000 万 t 的神华大柳塔、榆家梁、补连塔等矿,其中大柳塔矿(一矿两井)年产量超过 2 000 万吨,刷新了矿井年产世界纪录。榆家梁矿(一井一面)单井年产量超过 1 100 万 t,刷新了矿井单井年产量世界纪录。2004 年国有重点煤矿采煤机械化和综合采煤机械化分别达到 77% 和 60%,随着国民经济的发展,我国煤炭工业将在安全、高产、高效、环保的道路上健康发展。

我国煤炭资源丰富,已探明煤炭储量 1 万亿 t 以上,仅次于俄罗斯(2.5 万亿 t)和美国(1.5 万亿 t),居世界第三位,我国是世界上最大的煤炭生产和消耗国,同时也是世界上少数

几个能源以煤为主的国家之一。煤炭是不可再生的能源,资源的节约和充分利用是摆在我们面前的重要课题。我国又是一个发展中国家,原有工业基础较为薄弱,从而决定了我国煤矿建设的方式、采煤方法、管理体制具有多层次、多类型的特点。煤层赋存条件的多样性和煤矿开采条件的复杂性决定了采煤方法的灵活性,因此,采煤方法的选择和采煤工艺的设计要具体问题具体分析,因地制宜。如在发展综采、综放技术的同时,还要重视普通机械化采煤、爆破采煤工艺的改进。随着生产的发展,人与自然的和谐及安全生产、环境保护和可持续发展是摆在我们面前的突出问题,这些问题要求我们要用与时俱进的态度和以人为本的科学发展观去解决这些发展中的新问题。

《煤矿开采技术》是研究矿井总体设计、井田开拓部署、采区准备方式、采煤工艺设计及操作以及在特殊条件下的开采技术和方法的专业课,与煤矿地质、矿山测量、井巷工程、采掘机械、矿井运输和提升、通风与安全、供电排水等有密切联系。属于研究煤矿开采技术的综合性技术科学,是采矿专业学生必修的专业课。

学习这门课程的目的是要使学生获得地下采煤方面的专业知识、设计能力与应用操作能力,培养学生应用理论与专业知识分析解决煤矿安全生产中的实际问题的能力。具体要求是:

- (1) 学习、理解国家有关煤矿安全生产的方针、政策和法规。
- (2) 掌握各种地下开采方法的基础知识。
- (3) 掌握按市场经济规律,结合不同地质条件,设计出开采方案的方法。
- (4) 建立矿井系统生产概念,熟悉本课程与通风安全、经济效益、运输等之间的关系。
- (5) 掌握采煤工作面工艺知识并不断学习新知识新工艺,并能根据不同煤层条件选择和制定合理、先进的采煤工艺。
- (6) 提高管理煤矿生产的能力。

煤矿地下开采专业是煤矿安全生产的核心专业,《煤矿开采技术》是采矿专业的骨干专业课程,因此,学好该门课程十分重要。为了学习好这些专业知识,首先要树立热爱矿山和煤炭事业的思想,同时要坚持理论联系实际的学风,要通过课堂教学、实物教学、实践性教学等环节清晰地建立起矿井地下生产系统的总体概念,并以严谨务实的学习态度去学懂弄通巷道布置、采煤工艺学、设备工作原理等技术问题,要努力将自己塑造为煤炭行业的技能应用型人才。

我国煤矿生产建设正迅速发展,煤炭开采技术在不断进步,经过煤矿职工的努力和奋斗,一定能够高速高效发展,使我国的煤炭开采科学技术赶上或超过国际先进水平。



**第一篇**

**井田开拓**



## 第一章 井田开拓的基本概念

**【学习要求】** 掌握煤田、矿区、井田及有关巷道的名称概念；掌握煤田划分为井田、井田内再划分的基本原则、方法；掌握矿井储量、生产能力、服务年限之间的关系和概念；了解矿井开拓顺序及生产系统等基本知识。

### 第一节 概 述

#### 一、煤田开发的基本概念

##### (一) 煤田

我国煤炭资源丰富，目前拥有探明储量在 1 万亿 t 以上，且分布广泛。在地质历史发展过程中，由含碳物质沉积形成的大致连续的大面积含煤地带，称为煤田。煤田范围很大，一般可达几十到数百平方千米。煤田常以所在地点来命名，如淮南煤田、徐州煤田、大同煤田等。

煤田中煤层数目、层间距及赋存特征各不相同，它们综合影响着煤田开发和煤炭开采。

煤层赋存特征——结构、倾角、厚度及变化规律是影响采煤方法和设备选择的极其重要因素。根据我国当前开采技术，通常按对开采的影响将煤层分类如下：

按结构可将煤层分为简单结构煤层和复杂结构煤层两类。

按煤层倾角可将煤层分为四类：

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

按煤层厚度可将煤层划分为三类：

薄煤层	$< 1.3 \text{ m}$
中厚煤层	$1.3 \sim 3.5 \text{ m}$
厚煤层	$> 3.5 \text{ m}$

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是 0.5~0.8 m。

##### (二) 矿区

开发煤田形成的社会组合称为矿区。

##### (三) 矿区开发

根据煤田中煤炭储量、赋存条件、煤炭需求量、投资环境等情况，确定矿区规模，划分井田，确定井田开拓方式(矿井或露天)，确定矿井或露天建设顺序和矿区附属企业的种类与生产规模及建设过程等，称为矿区开发。

一般地，储量较小的煤田由一个矿区开发，但也有一个矿区开发几个煤田或一个煤田由几个矿区开发的情况。如山东肥城矿区只开发肥城煤田，山东枣庄矿区开发陶枣、滕南、官

桥三个煤田,而陕西渭北煤田则由铜川、蒲白、澄合、韩城等几个矿区分别开发。

#### (四) 矿区开发类型

我国煤炭品种齐全,气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤、无烟煤、弱粘煤、不粘煤、长焰煤、褐煤等 16 类煤种均有分布。据查,全国国有重点煤矿有焦煤矿区 28 处,烟煤矿区 24 处,无烟煤矿区 11 处,褐煤矿区 5 处。

另据对我国 104 处国有矿区统计,单一煤田矿区 26 处,两个煤田矿区 18 处,多煤田矿区 5 处,部分煤田矿区 43 处。

通常根据矿区设计(或生产)能力将矿区规模划分为四个类型:

特大型矿区:1 000 万~3 000 万 t;

大型矿区:500 万~1 000 万 t;

中型矿区:300 万~500 万 t;

小型矿区: $\leq 300$  万 t。

我国 104 处重点矿区中特大型矿区 15 处,大型矿区 18 处,中型矿区 19 处,小型矿区 52 处。

其中,91 处为地下开发的矿区,13 处为露天开发的矿区。91 处地下开发的矿区中,立井开拓为主的矿区 24 处,斜井开拓为主的矿区 35 处,平硐开拓为主的矿区 11 处,综合开发的矿区 21 处。

矿区规模一般依据矿区的资源情况、开发条件、国家需求、投资效果等因素确定。

## 二、井巷名称及分类

在煤炭地下开采中,为了开采、提升、运输、通风、排水、动力供应等需要而开掘的井筒、巷道和硐室总称为矿山井巷。按这些井巷长轴线与水平面的关系,可分为垂直巷道、水平巷道、倾斜巷道和硐室四类,如图 1-1 所示。

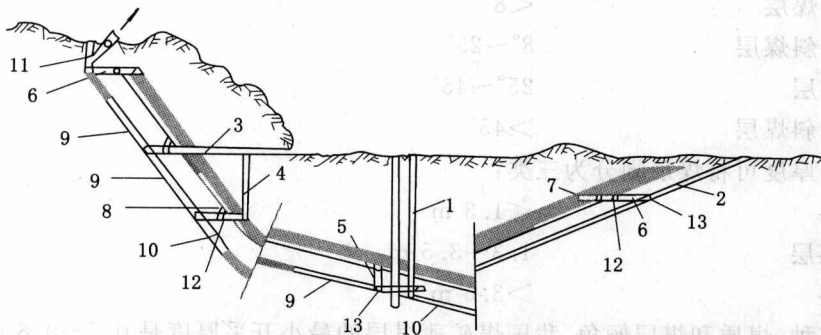


图 1-1 矿山井巷

- 1——立井;2——斜井;3——平硐;4——暗立井;5——暗溜井;6——石门;7——煤门;  
8——煤仓;9——上山;10——下山;11——风井;12——岩石平巷;13——煤层平巷

### (1) 垂直巷道

立井——又称竖井,是直接通达地面的垂直巷道。主要有主、副立井,担负煤炭提升任务的是主立井,担负升降人员和材料、设备、矸石等辅助提升任务的是副立井。此外,还有专为通风、排水、充填等工作设立的立井,分别称为风井、排水井、充填井等。



暗立井——又称盲井,是不直接通达地面的立井。装有提升设备,也有主、副暗立井之分。其用途同立井,从下水平向上提升时称暗立井,从上水平向下溜放煤炭时称溜井。

#### (2) 水平巷道

平硐——直接通达地面的水平巷道。其作用类似于立井,有主平硐、副平硐、排水平硐和通风平硐等。

石门与煤门——不直接通达地面的水平巷道,与煤层走向垂直或斜交的岩石巷道,称石门;在厚煤层内与煤层走向垂直或斜交的煤层巷道,称煤门。为开采水平(或阶段)服务的石门,称主要石门(或阶段石门);为一个采区、一个区段服务的石门分别称采区石门、区段石门;还有运输石门和通风石门等。

平巷——不直接通达地面且与煤层走向大致平行的水平巷道。开掘在煤层中的称煤层平巷,开掘在岩层中的称岩石平巷。按用途,可分为运输平巷、通风平巷等;按服务的范围,可分为主要大巷(阶段大巷)、区段平巷等。

#### (3) 倾斜巷道

斜井——直接通达地面的倾斜巷道。与立井类似,担负全矿井下煤炭提升任务的斜井称主斜井;担负矿井通风、行人、运料等辅助提升任务的斜井称副斜井。

暗斜井——不直接通达地面且为阶段(或水平)服务的倾斜巷道称暗斜井。根据用途也有主、副暗斜井之分。

采区上、下山——服务于一个采(盘)区的倾斜巷道,位于主要大巷上方,煤炭向下运输时称为采区上山;位于主要大巷下方,煤炭向上运输时称为采区下山。按上(下)山的用途和装备可分为运输上(下)山、轨道上(下)山、通风上(下)山、行人上(下)山等。

斜巷——不直接通达地面且长度较短的倾斜巷道,如行人斜巷、通风斜巷、运料斜巷等,有时溜煤眼、联络巷也是倾斜巷道。

#### (4) 硐室

空间三个轴线长度相差不大且不直接通达地面的地下巷道,如调度室、绞车房、变电所、煤仓等。

根据巷道服务范围及用途,井下巷道又可分为开拓巷道、准备巷道和回采巷道三类。

(1) 开拓巷道。为全矿井或一个开采水平服务的巷道称为开拓巷道。包括主副井、风井、井底车场、主要石门、阶段运输大巷和回风大巷等井巷。

(2) 准备巷道。为采区、两个及以上区段或分段服务的运输、通风巷道等称为准备巷道。包括采区上(下)山、区段集中巷、区段石门、采区车场等。

(3) 回采巷道。为一个采煤面服务的巷道称为回采巷道。包括回采工作面开切眼、区段运输平巷和区段回风平巷等。

### 三、矿井生产系统

矿井生产系统由于地质、井型、装备不同而极其复杂,下面以图 1-2 为例介绍主要的生产系统。

矿井巷道开掘顺序:自地面开凿主井 1、副井 2 到达阶段下部边界开采水平标高后,开凿井底车场 3、主要运输石门 4,然后向井田两翼掘进阶段运输大巷 5 到达采区运输石门位置之后,由运输大巷 5 开掘采区运输石门 9 通达煤层;随后开掘采区下部车场底板绕道 10、