

高等学校教学用书

煤矿地下开采

王 刚 主编

(上)



中国矿业大学出版社

高等学校教学用书

煤矿地下开采

王 刚 主编

(下)



中国矿业大学出版社

封面设计：张蕴琪

ISBN 7-81021-279-6

TD·65 定价：(下)6.70元

TD823

W-341

高等学校教学用书

煤矿地下开采

王 刚 主 编

中国矿业大学出版社

714576

内 容 提 要

本书系根据煤炭系统成人高等教育特点和教学要求编写的高校采矿工程专业教材。与同类教材相比,在改革教材体系和内容方面作了新的尝试。书中系统地阐述了我国各类煤层开拓、准备、采煤及其设计的原理和方法,较全面地反映了我国当前的开采技术面貌,同时也介绍了国外可供借鉴的开采经验。

本书除作为煤炭高校函授、职工大学及管理学院采矿工程专业教学用书外,亦可供全日制普通矿业院校师生及现场工程技术人员参考。

责任编辑 刘泽春

责任校对 杜锦莲

高等学校教学用书

煤矿地下开采(上)

王 刚 主编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张33.5 字数801千字

1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷

印数:1—5000册

ISBN 7-81021-279-6

TP·65 定价:(上)6.70元

内 容 提 要

本书系根据煤炭系统成人高等教育特点和教学要求编写的高校采矿工程专业教材。与同类教材相比,在改革教材体系和内容方面作了新的尝试。书中系统地阐述了我国各类煤层开拓、准备、采煤及其设计的原理和方法,较全面地反映了我国当前的开采技术面貌,同时也介绍了国外可供借鉴的开采经验。

本书除作为煤炭高校函授、职工大学及管理學院采矿工程专业教学用书外,亦可供全日制普通矿业院校师生及现场工程技术人员参考。

责任编辑 刘泽春
责任校对 杜锦芝

高等学校教学用书

煤矿地下开采(下)

王 刚 主编

中国矿业大学出版社出版发行

江苏省新华书店经销 中国矿业大学印刷厂印刷
开本787×1092毫米1/16 印张33.5 字数 801 千字
1990年10月第一版 1990年10月第一次印刷
印数:1—5000册

ISBN 7-81021-279-6

TD·65 定价:(下)6.70元

前 言

成人高等教育是我国高等教育的重要组成部分。近年来，在各级领导的重视下，煤炭系统的成人高等教育迅速发展，规模日益扩大，已成为培养煤炭工业四化建设人材的重要基地。进一步发展煤炭成人高等教育，提高教学质量，解决成人高等教育的教材问题，已成为最迫切的任务。为此，原煤炭部教育司于1987年在成都召开了煤炭系统成人高校教材编写规划会议。研究了成人高校的教材问题，并制订了教材编写的规划。

本书即是根据成都会议的精神及确定的任务，参照煤炭高等院校函授部、煤矿职工大学、煤炭干部管理学院采矿工程专业“开采方法”教学大纲编写的教材。

成人高校与普通高校相比有不同的特点，主要是在职职工脱产学习或不脱产业余学习，学员有一定的生产实际经验，毕业后仍回到生产第一线工作。为此，本教材以应用技术为主，努力作到系统合理，重点和难点突出；注重思路清晰易懂，便于自学；各章节附以习题，以便提高学员学习效率和自我检查学习成绩。

本书除较详细的介绍了煤炭工业现行的技术方针政策和有关国家法令、法规外，根据培养目标的要求和采矿学科的内在规律、课程设置情况，将“开采方法”和“开采设计”合为一书，并将“煤层开采准备”作为一篇单独进行论述。全书采用了“采煤-准备-开拓”的编写顺序；对有关的先进技术及特殊条件下的开采，也在专门章节中进行了介绍。

本书第一篇开采方法总论由煤炭函授总部王刚编写，第二篇采煤工艺由山西矿业学院函授部陈鸿章、采矿系靳钟铭编写，第三篇煤层开采准备由淮北矿务局职工大学刘英俊、中国矿业大学成人教育学院戴恩辉编写，第四篇矿井开拓由戴恩辉、王刚编写，第五篇单项工程设计由抚顺矿务局职工工学院曾克林、王凯全编写，第六篇特殊条件下煤层的开采及水力采煤由开滦矿务局职工大学于宝楨、刘宝东及曾克林编写。王刚为本书主编。

本书在责任编辑刘泽春的帮助下进行了体系改革的新尝试。在编写过程中，得到了中国统配煤矿总公司生产局、北京煤炭干部管理学院、淮北矿务局职工大学、大同矿务局职工大学有关领导及教师的支持和帮助。在此一并致谢。

本书除作为煤炭高校函授、职工大学及管理学院采矿工程专业教学用书外，亦可供全日制普通矿业院校师生、现场工程技术人员参考。

编 者

1989年4月

ABF 72/02

目 录

前言.....	(I)
绪论.....	(1)

第一篇 开采方法总论

第一章 我国煤炭资源概况.....	(3)
第一节 煤炭储量及其分布.....	(3)
第二节 煤的储量分类.....	(4)
第二章 煤矿建设、设计、生产应遵循的法规.....	(7)
第一节 国家法令.....	(7)
第二节 部级及矿局规程.....	(8)
第三章 矿区开发和矿井开采过程.....	(10)
第一节 矿区总体设计及可行性研究.....	(10)
第二节 井田划分.....	(11)
第三节 矿井生产能力与服务年限.....	(18)
第四节 矿井开采过程.....	(20)
第四章 开采方法分类与主要特征.....	(23)
第一节 开拓方式.....	(23)
第二节 准备方式.....	(23)
第三节 采煤方法分类及选择采煤方法的影响因素.....	(24)

第二篇 采煤工艺

第五章 破煤原理及工艺.....	(38)
第一节 煤的物理力学性质.....	(38)
第二节 机械破煤原理.....	(41)
第三节 机械破煤工艺.....	(45)
第四节 爆破落煤工艺.....	(65)
第六章 煤的运输.....	(69)
第一节 运输方式及要求.....	(69)
第二节 运输设备类型.....	(71)
第三节 输送机的选型计算.....	(74)
第七章 工作面顶板管理.....	(76)
第一节 工作面矿压显现的一般规律.....	(76)
第二节 采场岩体结构及顶板分类.....	(79)
第三节 单体支架.....	(85)
第四节 液压支架.....	(104)
第五节 锚杆支护.....	(125)

第六节 柔性掩护支架·····	(127)
第七节 采煤工作面顶板事故的预防与处理·····	(130)
第八章 采空区处理·····	(133)
第一节 全部垮落法·····	(133)
第二节 缓慢下沉法·····	(144)
第三节 充填法·····	(144)
第四节 煤柱支撑法·····	(149)
第九章 工作面参数及生产组织管理·····	(152)
第一节 工作面参数的确定·····	(152)
第二节 工作面组织管理·····	(156)
第三节 工作面工程质量管理及等级队标准·····	(160)
第四节 特殊条件下的技术措施·····	(161)
第十章 采煤工作面典型采煤工艺方式·····	(168)

第三篇 煤层开采准备

第十一章 阶段式准备方式·····	(176)
第一节 整阶段准备方式·····	(176)
第二节 上(下)山采区准备方式·····	(178)
第三节 石门采区准备方式·····	(186)
第四节 跨上山连续采煤准备方式·····	(189)
第五节 半水平准备方式·····	(191)
第十二章 盘区式与条带式准备方式·····	(195)
第一节 上(下)山盘区准备方式·····	(195)
第二节 石门盘区准备方式·····	(196)
第三节 柱式盘区准备方式·····	(198)
第四节 条带式准备方式·····	(201)
第十三章 准备巷道的维护·····	(204)
第一节 巷道维护方式类别·····	(204)
第二节 支承压力对准备巷道的影响·····	(205)
第三节 准备巷道的维护方法·····	(206)
第十四章 准备方式中有关问题分析·····	(213)
第一节 采煤巷道·····	(213)
第二节 区段集中巷·····	(215)
第三节 上(下)山·····	(220)
第四节 采煤顺序·····	(223)
第五节 通风方式的选择·····	(226)
第十五章 准备方式中主要参数的确定·····	(230)
第一节 区段(分段)斜长和巷道煤柱尺寸的确定·····	(230)
第二节 采区走向长度和生产能力确定·····	(231)
第三节 巷道布置方式与主要参数综合优化·····	(234)

第四篇 矿 井 开 拓

第十六章	矿井生产能力及服务年限的确定	(243)
第一节	矿井储量	(243)
第二节	矿井生产能力	(244)
第三节	矿井服务年限	(250)
第十七章	矿井开拓方式	(257)
第一节	立井开拓	(257)
第二节	斜井开拓	(260)
第三节	平硐开拓	(264)
第四节	综合开拓	(265)
第五节	分区域开拓	(267)
第六节	开拓方式分析与选择	(269)
第十八章	井筒位置选择	(276)
第一节	影响井筒位置选择的因素	(276)
第二节	井筒位置的选择	(279)
第十九章	井底车场	(286)
第一节	井底车场形式	(286)
第二节	井底车场形式选择	(295)
第三节	井底车场通过能力计算	(297)
第二十章	水平划分及大巷布置	(303)
第一节	水平划分	(303)
第二节	大巷布置	(309)
第二十一章	采掘关系	(320)
第一节	开采顺序	(320)
第二节	配采	(322)
第三节	巷道掘进工程排队	(325)
第四节	三量管理	(329)
第二十二章	矿井开拓延深与技术改造	(332)
第一节	矿井开拓延深	(332)
第二节	生产矿井改扩建与技术改造	(338)
第二十三章	矿井开拓设计中有关问题的确定方法	(346)
第一节	矿井开拓方式选择	(346)
第二节	水平高度确定	(353)
第三节	矿井延深方案选择	(358)

第五篇 采区单项工程设计

第二十四章	采区车场线路设计	(364)
第一节	轨道线路联接	(364)
第二节	采区中部车场	(368)
第三节	采区上部车场	(391)

第四节	采区下部车场·····	(395)
第五节	单轨吊车的卡轨车的使用·····	(409)
第二十五章	采区硐室设计·····	(416)
第一节	采区煤仓·····	(416)
第二节	采区绞车房·····	(419)
第三节	采区变电所·····	(422)

第六篇 特殊条件下煤层的开采与水力采煤

第二十六章	“三下”采煤·····	(424)
第一节	采后地表下沉特征与规律·····	(424)
第二节	建筑物下采煤·····	(439)
第三节	铁路下采煤·····	(450)
第四节	水体下采煤·····	(452)
第二十七章	有煤与沼气突出煤层的开采·····	(465)
第一节	煤与沼气突出的特征·····	(465)
第二节	煤与沼气突出煤层的开采措施·····	(466)
第二十八章	有冲击地压煤层的开采·····	(480)
第一节	冲击地压的概念及其危害·····	(480)
第二节	冲击地压的成因、特点和鉴别·····	(481)
第三节	冲击地压的影响因素·····	(483)
第四节	冲击地压的防治措施·····	(485)
第二十九章	水力采煤·····	(491)
第一节	水力采煤生产系统·····	(491)
第二节	水力采煤的矿井开拓·····	(501)
第三节	水采区准备方式的特点·····	(504)
第四节	水力采煤方法·····	(506)
第五节	水采方法的优缺点及适用条件·····	(514)
参考文献	·····	(517)

绪 论

能源是人类社会发展的重要物质基础,能源工业是我国国民经济的基础工业。我国是能源以煤为主的国家,1952年能源结构中煤占96.3%。60年代以来,随着石油工业迅速发展,煤炭在能源结构中所占比例有所下降,但1980年仍占69.5%。根据我国能源资源的勘探程度、建设投资以及能源工业的技术力量等条件,预计到2000年煤炭将仍在能源结构中占70%以上。加速煤炭工业的发展,确保本世纪末煤炭产量翻一番,对保证全国工农业总产值翻两番战略目标的实现,具有重大的战略意义。

党和国家十分重视煤炭工业的发展,特别是党的十一届三中全会以后,对煤炭工业的建设与发展给予了很大关怀,指出了煤炭工业的发展方向及战略部署。在新的形势下,煤炭工业必须坚持改革、开放的总方针,以提高经济效益为中心,做到持续稳产和健康地发展。为此,要继续贯彻大、中、小型矿井同时并举的方针,充分发挥各方面的积极性;继续贯彻依靠科学技术进步的方针,坚持自己研究与引进消化相结合,不断提高煤炭工业的技术水平和装备水平;继续贯彻安全生产方针,不断改善安全状况和劳动条件;继续贯彻以煤为主、多种经营的方针,不断增强企业的活力和经济实力;继续贯彻开发与节约并重的方针,促进煤炭的合理利用和综合利用;力争本世纪末,统配和地方国营煤矿中的骨干煤矿,达到发达国家70年代末或80年代初的技术水平,部分骨干煤矿赶上或接近当时世界先进水平。

我国煤炭工业生产发展非常迅速。1983年原煤产量达到7.15亿t,1984年增至7.75亿t,1985年原煤产量达到8.5亿t,1987年原煤产量进一步增加,达到9.2亿t,跃居世界前列。

在煤炭产量不断增长的同时,煤炭工业的科学研究、新技术的推广也有了很大的发展。进入80年代,全面开展了开发研究和新技术推广,共取得重大科技成果约350余项;在单项研究的基础上,进行综合配套,形成生产能力,并在煤炭工业中推广应用,获得了良好的效益。缓倾斜中厚煤层综合机械化采煤成套设备已经形成系列,并投入生产。1984年以来,已有82个工作面装备了国产综采系列产品。高档普采已开始全面推广。自1978年以来,已在9000km巷道中推广了光爆锚喷技术,节约木材100万m³,钢材近40万t,节约资金8亿多元,对提高煤矿企业经济效益起到了很好的作用。

在已取得的科研成果中,有些已达到国际先进水平。水体下和铁路下采煤技术,处于世界先进行列;采用钻井法钻凿直径为8.8m和9.0m的两个井筒,是迄今世界上钻井施工中井筒直径最大的;在研究覆岩破坏理论的基础上,根据我国的具体条件,提出了覆岩破坏高度和分布形态的多种有效技术措施,研究并掌握了一套适合我国条件的地表移动预计方法;在大量调查研究的基础上,完成了我国缓倾斜煤层工作面顶板分类,对支架选型、顶板控制方法提出了具体建议;在矿压研究的基础上,提高了采煤工艺的水平,如加大综采采高,综采放顶煤开采,在倾斜分层综采工作面自动铺网联网等方面,都达到了较高的水平。此外,近年来又开拓了新的科研领域,如矿山环境保护、管道运

输、煤的气化和液化等，都建立了现代化实验基地，取得了可喜的阶段成果。

采煤科学的发展，促进了煤炭高等教育的改革与发展，也为教材改革提供了条件。开采方法是培养采矿工程技术人材的主要专业课程，是一门综合性、实践性很强的课程，主要研究矿井开拓布署、准备方式、采煤方法以及在特殊条件下煤的开采技术。学习本课程的目的是使学员掌握采煤的基本理论、基本知识、基本设计方法和技能，以及解决实际问题的能力。

我国的煤层埋藏条件多种多样，开采方法各异，即使同一矿区、同一种开采方法，具体工艺处理上也有差别。开采方法有很强的实践性，有相当成分是经验的总结。有关开采方法的理论，大多是在实践经验总结的基础上得出的。学习开采方法，注意学习基本理论是必要的，但重要的是在掌握一般理论的基础上，深入实践，加深理解，才能更好地掌握开采方法的精髓。

第一篇 开采方法总论

第一章 我国煤炭资源概况

第一节 煤炭储量及其分布

建国以来,随着煤炭工业的发展,煤田地质勘探工作不断成长壮大。通过大量普查勘探工作,共提出各类地质报告3000余件。近年来,在系统研究已获得的地质资料和总结成煤规律的基础上,进一步开展了预测及勘探工作,1987年探明储量为8742亿t,仅次于苏联、美国居世界第三位。

我国含煤地层分布面积很广,据初步统计,已勘探面积加预测煤田面积共约55万km²。其中,主要煤田集中在西北和华北地区。此外,苏、鲁、豫、皖地区,黔、滇、川邻界地区,湘、赣、闽、桂地区和东北的三江——穆陵、辽河、太子河流域等地区,也都赋存有相当规模的煤田。

在地质历史上,我国具有成煤早、成煤时期多的特点。主要成煤时期有早石炭世、晚石炭世、二叠纪、晚二叠纪、早-中侏罗世、晚侏罗-早白垩世,第三纪等。其中早-中侏罗世、北方石炭-二叠纪、晚侏罗-早白垩世和南方晚二叠世等几个地史时期,煤炭埋藏量最大,是我国的四大聚煤期。

早-中侏罗世煤田的资源蕴藏量约占全国总蕴藏量的60%,居第一位,主要分布在西北和华北地区,以新疆、陕西、甘肃、宁夏、内蒙古等省(区)最富集。石炭二叠纪煤炭蕴藏量居全国第二位(26%),主要分布在以山西省为中心的华北聚煤拗陷内。此拗陷北起阴山古隆起,南至秦岭纬向带,西抵贺兰山麓,东达渤海湾,横跨12个省(区)规模宏伟。晚侏罗-早白垩世煤田,主要分布在内蒙东部、辽宁、吉林、黑龙江及河北省(区),资源蕴藏量居全国第三位(7%)。二叠纪含煤岩系在华东、中南、西南地区十个省(区)范围内广泛发育,其蕴藏量占全国蕴藏量的4.6%。

按各省(区)的煤炭资源多少排列,新疆、内蒙和山西是全国富煤省(区)的前三名,每个省(区)的蕴藏量均超过5000亿t。此外,陕西、宁夏、甘肃、贵州、河北、河南、山东、安徽等8个省(区)的煤炭蕴藏量都超过1000亿t。

我国煤种齐全,从褐煤、烟煤到无烟煤均有广泛分布。各煤种所占比例为:低变质烟煤居首位,占30%以上,不粘煤与弱粘煤居第二位,占28%;中变质烟煤、高变质烟煤、褐煤三者各占全国煤炭蕴藏量的6.9%。就工业利用来看,炼焦用煤占全国煤炭蕴藏量的20%,主要分布在山西省、黑龙江省东部燕山南麓、天山南北、苏、鲁、豫、皖及黔西地区。

总之,我国煤炭资源十分丰富,含煤地层分布面积广阔,煤种也很齐全,为我国煤炭工业的发展和能源利用提供了雄厚的物质基础。

在我国四大聚煤地史时期，形成了数十个大的煤田。煤田的范围有的很大，如东胜—神府煤田面积达20754km²，储量近2000亿t。由于行政管理或地质构造的原因，一般需将煤田划分为矿区，以便有计划地进行开采。行政上矿区内设矿务局及矿，负责矿区的建设及生产管理。

目前，我国各主要矿区所开采的煤层，大多数为缓倾斜中厚煤层及厚煤层，急倾斜及薄煤层开采较少。根据统配煤矿1982~1986年的统计，各类煤层产量比重如表1-1所示。

表 1-1 统配煤矿按煤层厚度及倾角计算的产量比重

不同煤层厚度及倾角	1982年		1983年		1984年		1985年		1986年	
	产量 (万t)	比重 (%)	产量 (万t)	比重 (%)	产量 (万t)	比重 (%)	产量 (万t)	比重 (%)	产量 (万t)	比重 (%)
一、原煤产量(回采)总计	28987	100	30014	100	32080	100	32941	100	33543	100
二、按煤层厚度分										
1. 1.3m以下	3414	11.78	3499	11.66	3990	12.44	4049	12.09	3816	11.38
2. 1.3m~3.5m	12657	43.66	12859	42.84	13523	42.15	14104	43.09	14720	43.88
3. 3.5m以上	12916	44.56	13656	45.50	14568	45.41	14698	44.62	15006	44.73
三、按煤层倾角分										
1. 12°以下	14959	51.6	15229	50.74	15938	49.68	16592	50.39	17377	51.81
2. 12°~25°	9569	33.02	10499	34.98	10871	33.89	11138	33.81	10817	32.25
3. 25°~45°	3018	10.41	2918	9.72	3654	11.39	3552	10.78	3711	11.06
4. 45°以上	1441	4.97	1368	4.56	1617	5.04	1659	5.04	1636	4.88

从表1-1可以看出，我国主要是开采缓斜中厚及厚煤层，缓斜煤层的产量占回采总产量的84.43%，中厚及厚煤层占回采总产量的88.09%。

第二节 煤的储量分类

煤田或省(区)的总储量是预测或在普查的基础上估计的，起宏观控制作用。经进一步详查或精查后，才按矿井开采范围计算其储量及损失。

一、矿井储量分级和分类

根据勘探程度不同，将所获得的储量划分为A、B、C、D四个等级。等级越高说明勘探程度越高，储量的可靠性越大。

根据对煤炭资源的勘探和研究程度、工业要求和开采技术条件，矿井储量可分为以下几类：

$$\begin{array}{l}
 \text{矿井地质储量} \left\{ \begin{array}{l} \text{能利用储量} \\ (A+B+C+D) \\ \text{尚难利用储量} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{工业储量} \\ (A+B+C) \\ \text{远景储量} \\ (D) \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{可采储量} \\ \text{设计损失量} \end{array} \right.
 \end{array}$$

1) 矿井地质储量：在矿井技术边界范围内，具有工业价值的全部储量。包括能利用的储量和尚难利用的储量。

2) 能利用的储量：指符合煤炭开采技术经济条件，可以被开采和利用的储量，也

称平衡表内储量。包括工业储量和远景储量。

3) 尚难利用的储量：指煤层灰分高、厚度薄、水文地质条件复杂等，在目前技术条件下，暂时不能开采的储量，也称平衡表外储量。

4) 工业储量：指能利用储量中A+B+C级储量的总和。它可以直接做为矿井设计和投资的依据。根据可以采出的程度又可分为可采储量和设计损失量两部分。

5) 远景储量：指平衡表内的D级储量。有待于进一步勘探提高储量级别后，才能开采和利用，是矿井远景规划的依据。

6) 可采储量：指工业储量中可以采出的那一部分储量。即扣除井下各类安全煤柱损失，能够采出的储量。

二、储量损失

矿井开采过程中，为了安全生产和保护井下巷道，有一些能利用的储量不能全部采出，要损失一部分储量。储量损失是多方面的，包括下列各项：

1) 安全煤柱损失

为保证井下安全需留设的煤柱，通常包括：工业场地煤柱，矿界煤柱，建筑物下、水体下、铁路下煤柱，采区隔离煤柱，断层、老窑附近的防水煤柱，大巷的永久保护煤柱等。

2) 采区巷道煤柱损失

为保证采区正常生产，采区巷道要留设煤柱加以保护，如采区上山煤柱、平巷煤柱等。对这一部分煤柱，采区生产结束时要进行回收，但仍要丢失一部分。

3) 开采损失

在工作面进行开采时出现的损失，包括由于采高确定不当，丢失煤皮（贴顶板煤）和煤底（贴底板煤）；由于煤层变化、遇有断层或顶板跨落，不能按正常方法将煤采出，而丢失一部分煤炭。

4) 运输泼撒损失

煤在回采工作面、采区上山、运输大巷各装车站及卸煤站等运输及转运过程中造成的泼撒损失。

5) 不可预见的损失

因地质变化或井下发生事故，临时丢失的煤量。

生产矿井实际计算可采储量时，应根据地质部门提供的工业储量，减去上述各项损失加以计算。

三、回采率计算

回采率是计算和控制储量损失的一个重要指标，应按矿井的不同生产范围分别进行计算：

1. 采煤工作面回采率 = $\frac{\text{工作面储量} - \text{工作面实际损失量}}{\text{工作面储量}} \times 100\%$
2. 采区回采率 = $\frac{\text{采区储量} - \text{采区实际损失量}}{\text{采区储量}} \times 100\%$
3. 矿井回采率 = $\frac{\text{矿井储量} - \text{矿井实际损失量}}{\text{矿井储量}} \times 100\%$

回采率降低，不仅浪费国家资源，而且遗患很大。特别是易燃煤层，由于采空区遗

留煤柱，易引起井下火灾，威胁矿井生产安全。为保护国家资源，原煤炭部对采煤工作面回采率及采区回采率做了具体规定：

采煤工作面回采率不低于下列数值：

薄煤层	97%
中厚煤层	95%
厚煤层	93%

采区回采率不低于下列数值：

薄煤层	85%
中厚煤层	80%
厚煤层	75%

水力采煤采区回采率不低于70%。

矿井回采率没有具体规定，一般为60~70%。

在设计及生产中要保证储量损失限定在原煤炭部规定的数值之内，以充分利用国家资源。