



教育部高等学校地矿学科
教学指导委员会采矿工程专业规划教材



丛书主编 古德生

矿产资源经济学

陈建宏 主编

MINERAL RESOURCE
ECONOMICS



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会
采矿工程专业规划教材

矿产资源经济学

MINERAL RESOURCE ECONOMICS

主 编 陈建宏

副 主 编 王文才 李富平 赵小雅

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿产资源经济学/陈建宏主编. —长沙:中南大学出版社,2009.6
ISBN 978-7-81105-846-8

I. 矿... II. 陈... III. 矿产资源-资源经济学
IV. F407.133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 087347 号

矿产资源经济学

主编 陈建宏

-
- 责任编辑 刘 辉
责任印制 文桂武
出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482
印 装 长沙市宏发印刷厂

-
- 开 本 787×1092 1/16 印张 22 字数 553 千字
版 次 2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-81105-846-8
定 价 44.00 元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 简 介

.....

本书是一部以矿产资源经济学基本理论为核心,紧密结合地质勘探评价、矿山项目评价、矿产市场分析、矿产资源评估、矿山环境评价、矿业投资风险分析的综合教科书。书中系统介绍了目前国内外矿产资源经济学研究的最新理论与方法,吸收了资源经济学、矿山可持续发展与循环经济等领域的最新成果,注重矿产品供应全过程的系统性和整体性,强调矿业经济理论与实际结合,深入浅出地论述了矿产资源经济学的基本理论与最新成果。

全书以资源经济学理论为基础,系统地阐述了矿产资源经济学的基本理论和方法。共分10章,包括:绪论、资源经济学基本原理、资源经济学分析方法、矿产投资决策基础理论和方法、矿产资源勘查技术经济评价、矿山建设项目技术经济评价、矿业权及其评估、矿产资源供应与市场、矿产资源开发环境影响经济评价、矿业可持续发展与循环经济等内容。书中还提供了大量案例和思考练习题。

本书是教育部地矿学科教学指导委员会规划教材,可作为地质、采矿、安全、经贸、管理类专业的教材和教学参考书;也可供从事地质勘探、矿山生产技术管理、矿产资源评估、矿山环境评价、矿山设计研究、金融机构、大专院校专业人员及政府部门公务员的培训资料及学习参考书。

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会
采矿工程专业规划教材

编 审 委 员 会

丛书主编

古德生

编委会委员

(按姓氏笔画为序)

王新民	王文星	伍法权	李夕兵	刘爱华
杨 鹏	吴 超	吴立新	张明旭	陈建宏
周科平	赵跃民	赵 文	侯克鹏	姚书振
殷 昆	高永涛	黄润秋	廖立兵	

序

● ● ● ● ● ●

站在 21 世纪全球发展战略的高度来审视世界矿业，可以清楚地看到，矿业作为国民经济的基础产业，与其他传统产业一样，在现代科学技术突飞猛进的推动下，也正逐步走向现代化。就金属矿床开采领域而言，现今的采矿工程科学技术与 20 世纪 90 年代以前的相比，已经不可同日而语。为了适应矿业快速发展的形势，国家需要大批具有现代采矿知识的专业人才，因此，作为优秀专业人才培养的重要基础建设之一——教材建设就显得至关重要。

在 2006—2010 年地矿学科教学指导委员会（以下简称地矿学科教指委）的成立大会上，委员们一致认为，抓教材建设是本届教学指导委员会的重要任务之一，特别是金属矿床采矿工程专业的教材，现在多是 20 世纪 90 年代出版的，教材更新已迫在眉睫。2006 年 10 月 18~20 日在中南大学召开了第一次地矿学科教指委全体会议，会上委员们就开始酝酿采矿工程专业系列教材的编写拟题；之后，中南大学出版社主动承担该系列教材的出版工作，并积极协助地矿学科教指委于 2007 年 6 月 22~24 日在中南大学召开了“全国采矿工程专业学科发展与教材建设研讨会”，来自全国 17 所院校的金属、非金属矿床采矿工程专业和部分煤矿开采专业的领导及骨干教师代表参加了会议，会议拟定了采矿工程专业系列教材的选题和主编单位；从那以后，地矿学科教指委和中南大学出版社又分别在昆明和长沙召开了两次采矿工程专业系列教材编写大纲的审定工作会议。

本次新规划出版的采矿工程专业系列教材侧重于金属矿

床开采领域。编审委员会通过充分地沟通和研讨，在总结以往教学和教材编撰经验的基础上，以推动新世纪采矿工程专业教学改革和教材建设为宗旨，提出了采矿工程专业系列教材的编写原则和要求：①教材的体系、知识层次和结构要合理，要遵循教学规律，既要有利于组织教学又要有利于学生学习；②教材内容要体现科学性、系统性、新颖性和实用性，并做到有机结合；③要重视基础，又要强调采矿工程专业的实践性和针对性；④要体现时代特性和创新精神，反映采矿工程学科的新技术、新方法、新规范、新标准等。

采矿科学技术在不断发展，采矿工程专业的教材需要不断完善和更新。希望全国参与采矿工程专业教材编写的专家们共同努力，写出更多、更好的采矿工程专业新教材。我们相信，本系列教材的出版对我国采矿工程专业高级人才的培养和采矿工程专业教育事业的发展将起到十分积极的推进作用，对我国矿山安全、经济、高效开采，保障我国矿业持续、健康、快速发展也有着十分重要的意义。

中南大学教授
中国工程院院士
教育部地矿学科教指委主任



2008年8月

前 言

.....

矿产资源经济学是一门运用经济学原理和方法,研究和解决矿产资源开发中的经济问题的应用经济学科,属于资源经济学科范畴。矿产资源经济学的研究对象是矿产资源勘探、开发和利用中的经济问题。由于矿床开发是一个复杂的系统工程,矿床的自然条件以及开发矿床的社会过程需要涉及到众多的学科,从地质普查、详查、勘探、矿山规划、设计、开采、加工处理,一直到矿产品销售等。而矿产供应活动的每一个环节都离不开经济分析,除此之外,由于矿产资源是不可再生的有限财富,经济研究除了分析其开采价值之外,还涉及到政府的经济政策和资源政策,如区域经济、就业、资源保护、土地复垦、环境保护等。

由于经济体制的原因,我国的矿产资源经济研究形成了两个相对独立的学派:一个是以地勘部门为主的矿床经济评价学派,另一个是以矿山设计生产为主的矿山技术经济学派。事实上,在勘探、设计、开发、生产、销售各个阶段都有经济评价问题,只是评价的角度和深度不同,但评价目的是一致的,确定一个矿床是否是工业矿床、有无必要进行设计、建设、开采,如何经营资源,使有限的资源获得最大的经济社会效益等,都要从经济上进行分析论证。因此,从整体上来说,两个分支都是属于矿产资源经济学的范畴,二者具有继承性和连续性,将两个分支统一起来,无论从理论上,还是实际工作上都是必要的。本书是在教育部地矿学科教学指导委员会的支持下,组织多个地矿类大学合作编写的一本矿业经济类教材。旨在打破行业界限,将矿产资源经济学从宏观上统一起来。为地矿类大学生提供一本通用性较强的教科书,使学生通过本书的学习,掌握矿产品供应全过程的经济分析方法。

本书从资源经济学的角度,系统地阐述矿产品开发各个阶段中的经济问题,书中提供了大量的实例与练习题。与同类书籍相比,其特色是系统性强、内容全面,将地质、采矿、环境、经济四大专业打通,

基础知识和提高内容兼备，便于教师和学生灵活选择。同时强调理论与实践的结合，强化资源可持续发展和循环经济观念。

本书第1章、第4章、第6章由中南大学陈建宏教授编写，第2章、第3章、第7章由内蒙古科技大学王文才教授编写，第5章、第8章由山东理工大学赵小雅教授编写，第9章、第10章由河北理工大学李富平教授编写，全书由陈建宏负责统稿和编纂。此外，书中还引用了大量其他作者的资料和成果，在此一并致以衷心的感谢。

在本书出版之际，衷心感谢高等学校地矿学科教学指导委员会及本系列教材的编审委员会的专家对本教材编写的大力支持和提出的宝贵意见。由于编者水平有限，时间仓促，书中谬误在所难免，热忱欢迎读者批评指正。

陈建宏
2009年2月

第1章 绪论	(1)
1.1 矿物与经济	(1)
1.2 矿产资源的特点	(8)
1.3 矿产资源经济学的产生	(8)
1.4 矿产资源经济学研究的内容	(10)
1.5 矿产资源经济学的研究方法	(11)
1.6 矿产资源经济学的研究现状	(13)
1.7 矿产资源经济学的发展趋势	(15)
本章习题	(17)
第2章 资源经济学基本原理	(18)
2.1 自然资源及其分类	(18)
2.2 自然资源的存量和流量	(20)
2.3 自然资源稀缺及缓和	(20)
2.4 自然资源的可持续利用	(29)
本章习题	(36)
第3章 资源经济学分析方法	(37)
3.1 完全竞争市场与经济效率	(37)
3.2 需求、供给和均衡	(40)
3.3 个别需求与市场需求	(47)
3.4 市场失灵和政策失效	(50)
本章习题	(57)
第4章 矿产投资决策基础理论和方法	(58)
4.1 概述	(58)
4.2 资金的时间价值	(58)
4.3 利息计算	(59)
4.4 现金流量和等值公式	(60)

4.5	等值计算举例	(63)
4.6	投资回收期和投资效果系数	(65)
4.7	净现值法	(68)
4.8	内部投资收益率	(70)
4.9	净现值指数	(72)
4.10	现值成本和年成本	(72)
4.11	矿产投资方案的比较	(73)
4.12	矿业投资风险分析方法	(81)
4.13	经济风险与不确定性分析方法	(91)
	本章习题	(101)
第5章	矿产资源勘查技术经济评价	(104)
5.1	概述	(104)
5.2	矿产资源勘查阶段	(106)
5.3	固体矿产资源储量分类	(107)
5.4	矿床工业类型	(115)
5.5	勘查成本利润分析	(120)
5.6	矿床勘查经济测算	(123)
5.7	矿床经济指标及其确定	(131)
	本章习题	(136)
第6章	矿山建设项目技术经济评价	(137)
6.1	矿山建设项目经济评价的基本要求	(137)
6.2	财务效益与费用估算	(141)
6.3	资金来源与融资方案	(152)
6.4	财务分析	(163)
6.5	费用效益分析	(168)
	本章习题	(179)
第7章	矿业权及其评估	(180)
7.1	矿业权概述	(180)
7.2	收益途径评估方法	(182)
7.3	收益途径评估时的评估参数及其取值依据	(188)
7.4	市场途径评估方法	(201)
7.5	成本途径评估方法	(207)

7.6 约当投资 - 现金流量法	(213)
7.7 矿业权评估案例	(214)
本章习题	(231)
第8章 矿产资源供应与市场	(232)
8.1 矿物原料市场	(232)
8.2 黑色金属资源	(240)
8.3 有色金属资源	(243)
8.4 稀有金属和贵金属资源	(249)
8.5 非金属矿产资源	(254)
8.6 能源与能源需求	(257)
8.7 海洋矿产资源	(260)
本章习题	(264)
第9章 矿产资源开发环境影响经济评价	(265)
9.1 矿产开发对生态环境的影响	(265)
9.2 环境资源的价值	(268)
9.3 环境资源价值评估方法	(270)
9.4 矿业环境影响经济评价	(279)
9.5 环境经济政策	(285)
本章习题	(297)
第10章 矿业可持续发展与循环经济	(298)
10.1 矿业可持续发展	(298)
10.2 矿业循环经济	(305)
10.3 矿业可持续发展及循环经济技术支撑	(321)
本章习题	(328)
附录 复利系数表	(329)
参考文献	(335)

第1章 绪论

1.1 矿物与经济

1.1.1 自然资源与矿物

自然资源是人类可以直接或间接利用的存在于自然界的物质或环境,与人类生存直接相关的自然资源有土地资源、水资源、气象资源、森林资源、海洋资源和矿产资源。矿产资源则是由存在于地壳中的矿物组成的可利用物质。人类已发现并命名的110种元素的绝大部分存在于地壳中,它们组成了约3000种已命名的矿物。地壳的每一个部位都或多或少地含有某种或多种矿物,但矿物的存在不一定就成为矿产资源。“可利用”和“潜在可利用”是成为矿产资源的前提条件,它具有两层含义:一是矿物的存在形式、存在环境及其富集程度与数量,能够使人类在现有的和潜在的技术条件下将其从地层中挖掘出来,并从中提取有用的矿产品,即可获取性;二是从地壳中获取的矿产品,在现有的或潜在的经济环境中可为获取者带来盈利,即可盈利性。在正常的市场经济条件下,矿产资源必须同时具有可获取性和可盈利性;而在非正常环境中,如战争时期或受贸易封锁时期,为了生存和发展,矿产品的获取可以不计代价,矿产资源只需具有可获取性。可见,矿产资源是个动态的概念,随着开采、提取和利用技术及经济环境的变化而变化。

矿产资源依其在地壳中富集的物质形态的不同,可分为气态矿产(如天然气)、液态矿产(如石油)和固态矿产(如煤、铁等)三大类。固态矿产依其用途可分为能源矿产(如煤、铀)和非能源矿产(如铁、铜等)两大类。固态非能源矿产依其特性又可分为金属矿产(如铁、铜等)和非金属矿产(如石灰石、磷、金刚石等)。表1.1是美国矿山局列出的现代经济系统中常见的近百种矿产品。

地壳中矿物富集的区域称为矿化区域,矿化区域中的矿物富集到足够的程度且埋藏条件允许开采并值得开采时就形成矿产。对固态矿产而言,矿体是矿物富集形成的几何体,一个矿床一般包含有多个矿体。

采矿是从地壳中将可利用矿物开采出来并运输到矿物加工地点或使用地点的行为、过程或工作。矿山是采矿作业的场所,包括开采形成的开挖体、运输通道和辅助设施等。开挖体暴露在地表的矿山称为露天矿,开挖体在地下的矿山称为地下矿。

表 1.1 现代经济系统中常见的矿产品

英文名	中文名	英文名	中文名
Aluminum	铝	Manufactured abrasive	硬质磨料
Antimony	锑	Mercury	汞
Arsenic	砷	Mica scrap&flake	碎云母
Asbestos	石棉	Mica sheet	片云母
Barite	重晶石	Molybdenum	钼
Bauxite and Alumina	铝土矿和氧化铝	Nickel	镍
Beryllium	铍	Nitrogen (fixed) ,A	固氮、氨
Bismuth	铋	Peat	泥煤
Boron	硼	Perlite	珍珠岩
Bromine	溴	Phosphate rock	磷酸盐岩
Cadmium	镉	Platinum - group metals	铂、铂族金属
Cement	水泥	Potash	钾碱
Cesium	铯	Pumice	浮石
Chromium	铬	Quartz crystal(industrial)	硅晶(工业)
Clay	黏土	Rare earth	稀土
Cobalt	钴	Rhenium	铼
Columbium (Niobium)	钶(铌)	Rubidium	铷
Copper	铜	Rutile	金红石
Diamond (industrial)	金刚石(工业)	Salt	盐
Diatomite	硅藻土	Sand & gravel(construction)	砂砾石(建筑)
Feldspar	长石	Sand & gravel(industrial)	砂砾石(工业)
Fluorspar	萤石	Scandium	钪
Gallium	镓	Selenium	硒
Garnet (industrial)	石榴石	Silicon	硅
Gemstone	宝石	Silver	银
Germanium	锗	Soda ash	纯碱(苏打灰)
Gold	黄金	Sodium Sulfate	硫酸钠
Graphite(Natural)	石墨(自然)	Stone (dimension)	碎石
Gypsum	石膏	Stone (dimension)	石材
Helium	氦	Strontium	锶
Ilmenite	钛铁矿	Sulfur	硫

续上表

英文名	中文名	英文名	中文名
Indium	铟	Talc & Pyrophyllite	滑石和叶蜡石
Iodine	碘	Tantalum	钽
Iron ore	铁矿石	Tellurium	碲
Iron & steel	钢铁	Thallium	铊
Iron & steel scrap	废钢铁	Thorium	钍
Iron & steel slag	渣钢铁	Tin	锡
Kyanite & related minerals	蓝晶石及相关矿物	Titanium & Titanium dioxide	钛和二氧化钛
Lead	铅	Tungsten	钨
Lime	石灰	Vanadium	钒
Lithium	锂	Vermiculite	蛭石
Magnesium compound	化合镁	Yttrium	钇
Magnesium metal	金属镁	Zinc	锌
Manganese	锰	Zirconium & Hafnium	锆和铪

注：表中矿产品不是以化学元素划分的，而是以能在市场上独立参与交易的产品划分的，如钢铁和废钢铁虽然元素相同，但由于它们作为两种独立商品参与贸易，故列为两种矿产品。

资料来源：美国矿山局(US Bureau of Mines)。

1.1.2 采矿发展简史

采矿是除农业耕作外人类从事的最早生产活动。从约45万年前旧石器时代人类为获取工业而采集石块开始，人类历史发展的每一个里程碑无不与采矿有关，实质上人类文明发展史的各个阶段就是以矿物的利用划分的：石器时代(公元前4000以前)、铜器时代(公元前4000 - 公元前1500)、铁器时代(公元前1500 - 公元1780)、钢时代(公元1780 - 1945)和原子时代(1945后)。表1.2是Hartman(1987)给出的从史前到20世纪初机械化大规模采矿开始的采矿及矿物利用发展史简表。显然，采矿活动与矿物利用推动了人类历史的进步。每一个历史阶段，人类的生活水平和生产力都较前一个阶段有了很大的提高，一个主要原因就是新的、性能更优越的矿物的开采和利用，为人类提供了效能更高的工具和燃料。18世纪末工业革命以来短短的200年间，科学技术的飞速进步、生产力的大幅提高和人类财富的快速积累，均是以矿产资源的大规模开发和创造性利用为基础的。

表 1.2 采矿发展史简表^①

时间	事件
公元前 450000	旧石器时代人类为获取石器工具进行地表开采
40000	在非洲 Swaziland(斯威士兰)地表开采发展到地下开采
30000	捷克斯洛伐克首先使用黏土烧制器皿
18000	人类开始使用自然金和铜作为装饰品 ^②
5000	埃及人用火破碎岩石
4000	加工金属的最早使用,铜器时代开始
3400	埃及人开采绿松石,最早有记录的采矿
3000	中国人用煤炼制 ^② ,埃及人最早使用铁器
2000	在秘鲁出现黄金制品,黄金制品在新大陆的最早使用
1000	希腊人使用钢铁
公元 100	罗马采矿业兴旺发展
122	罗马人在大不列颠使用煤
1185	Tranl 的大主教颁布法令,使矿工获得法律和社会的权利
1524	西班牙人在古巴采矿,新大陆最早有记录的采矿
1550	捷克斯洛伐克最早使用提升泵
1556	第一部采矿著作(<i>De Re Metallica</i> ,作者 Georgius Agricola)在德国出版
1585	北美洲发现铁矿(美国北卡州)
1600	铁、煤、铅、金开采在美国东部开始
1627	炸药最早用于欧洲匈牙利矿山(在中国可能更早)
1646	北美第一座鼓风机在美国麻省建成
1716	第一所采矿学校在捷克斯洛伐克建立
1780	工业革命开始,现代化机器最早用于矿山
1800	美国采矿业蓬勃发展,淘金热打开西部大门
1815	Humphrey Davy 在英国发明矿工安全灯
1855	贝氏(Bessemer)转炉炼钢法首先在英国使用
1867	诺贝尔发明的硝化甘油炸药用于采矿
1903	第一座低品位斑岩铜矿在犹他州建成,机械化大规模开采时代在美国拉开序幕

①在我国采矿发展史上,某些开采活动和矿物利用的发生时间也许比表中所列的更早,《采矿手册》(第一卷)(冶金工业出版社,1988)有较完整的论述。②可能的发生时间。

1.1.3 矿物与经济增长

人类社会的发展史,常以某种矿产为标志,如石器时代、青铜时代和铁器时代。每一种

新矿产品的使用,都为人类带来更充足的食物、衣着和住所,标志着人类生活水平的提高。而每一种新矿产品的使用,又是人类技术进步的结果。没有矿产勘探、开采与加工处理技术的发展,潜在的资源便不能加以利用。因此,可用资源在很大程度上依赖于可用技术。一旦与某种矿产资源开发及利用有关的技术发展了,该资源便为社会经济的增长与人类生活水平的提高奠定了基础。

由于矿产资源的不可再生性,资源会随其开发与利用而变得稀缺,因此,导致该矿产的成本升高,使用受限,进而使经济增长受到制约。另一方面,技术的进步使矿产生产的效率提高,成本下降,可用资源增加,矿产价格降低,促进经济增长。

除了资源和开采技术外,影响矿产价格进而影响经济增长的因素还有市场组织、外部效应。譬如,某种矿产的卡特尔(Cartel,一种市场垄断组织)对该矿产产量与价格的垄断,会使该矿产价格高于自由竞争价格,因而妨碍社会经济增长。

所谓外部效应,是指产生于某种矿产市场之中,但又存在于该矿产市场之外的效应。譬如,环境污染便是对矿产开发有较大影响的一种外部效应。一个钢铁生产者与矿产(煤、石灰石、铁矿等)销售者和钢铁产品购买者做交易,可是处于这三者之外的人会受到该钢铁企业排放废物,如高炉尘、氧化硫等污染物的侵害。在矿产开发过程中,为克服不利的外部效应而产生的费用称为外部成本。外部成本过低,会导致矿产价格偏低,矿产资源消耗过量;提高外部成本,使矿产价格增长,矿产使用与生产减少。

经济增长可以用国民生产净值的变化来度量。国民生产净值是某一时期内生产的可供消耗或可投资的物品与劳务的总和。由于国民生产总值较国民生产净值更便于计算,实际中常用国民生产总值的变化来度量经济增长。综合物价水平即是以现行价格计算的国民生产总值对以不变价格计算的国民生产总值之比。某矿产价格与综合物价水平之比的变化表明该矿产相对价格的变化。

矿产价格若相对于其他产品价格而下降,则有利于经济增长;反之,则会妨碍经济增长。研究认为,由于矿产资源的不可再生性,矿产价格会随着矿产资源的消耗而上升,因此会影响经济的增长。最新统计分析表明,矿产价格就长期而言呈上升趋势,并有垄断现象出现,一小部分矿产表现出相对稀缺。短期的矿产价格波动,主要是受市场组织、外部成本以及汇率等因素的影响。

1.1.4 矿业在国民经济中的作用

采矿业是基础工业,为许多工业和农业提供原材料和辅助材料。表 1.3 列出了主要工业部门及农业利用的主要矿产品。没有采矿业,许多工业(特别是金属冶炼和加工工业)就成为无米之炊。国民经济的发展和人类生活水平的提高与矿产开发和利用有着密切的正比关系,人均矿产品消耗水平已成为衡量一个国家发展程度及其国民生活水平的一个重要指标。自现代工业、现代农业出现以来,矿物资源已成为一个社会取得繁荣、一个国家得以富强的重要因素,矿产资源的丰富程度及其开发利用能力基本上反映了一个国家的实力。

在人类历史上,社会生产力的任何一次巨大进步都伴随着矿产资源利用水平的巨大飞跃。近代世界经济成长正是建立在矿业充分发展的基础上的。矿业在国民经济增长阶段起着支柱和启动作用。如:欧洲 17~18 世纪的工业革命与取自美洲丰富的矿产资源是分不开的;美国 18 世纪初从卡罗莱纳洲、佐治亚洲逐步向田纳西州、新墨西哥州开发黄金,最后于 1848