



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



INTRODUCTION TO ECONOMY OF MINERAL RESOURCES

矿产资源经济概论

朱永峰 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

矿产资源经济概论

朱永峰 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

随着国际化趋势的不断加强,所有国家都无法孤立地生存和发展。世界经济一体化在不断促进国际贸易和地区合作的同时,一些大国对资源尤其是矿产资源(包括石油和天然气资源)的强取豪夺与资源丰富的输出国对本国资源的保护和利用(包括作为外交手段等)成为目前国际外交的一个重要方向。矿产资源在很大程度上是一个国家经济和社会发展的基础,GDP增长的基础是消耗越来越大量的矿产资源,包括石油、天然气、各种金属和非金属矿产资源。矿产资源经济学在研究如何估算矿产资源经济价值的同时,更重要的是要研究矿产资源在全球范围内的分布特点以及开发利用矿产资源的战略,以便为矿产资源的国际贸易和经济评估奠定基础。

本书在讲述矿产资源经济评价理论和方法的同时,介绍了世界各地矿产资源的特点及主要矿业生产国和矿产品消费国的矿业活动及矿产品贸易特点。本书可供高等院校矿产、经济类本科生使用,也可供相关研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿产资源经济概论/朱永峰编著. —北京:北京大学出版社,2007.1

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-301-10629-7

I. 矿… II. 朱… III. 矿产资源—资源经济学—研究 IV. F416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 035890 号

书 名: 矿产资源经济概论

著作责任者: 朱永峰 编著

责任编辑: 郑月娥

标准书号: ISBN 978-7-301-10629-7/F·1381

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 电子信箱: zye@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752038 出版部 62754962

印 刷 者: 北京大学印刷厂

787 毫米×980 毫米 16 开本 14.25 印张 300 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

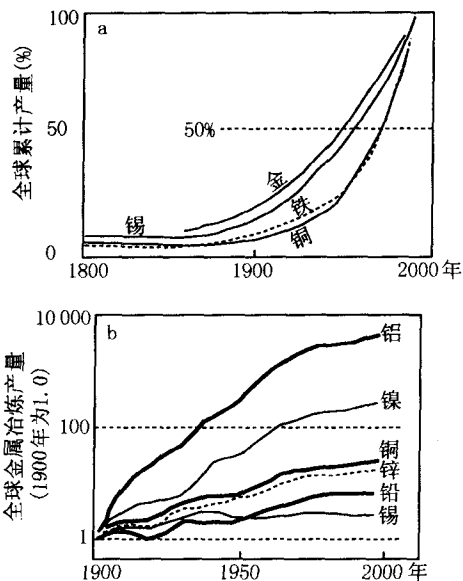
举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

矿产资源是一种基本的生产资源和劳动对象。到了信息社会和知识经济时代的今天,70%的农业生产资料仍然与矿产资源有关,80%以上的工业用原料来自矿产资源。20世纪60年代之后,人类对矿产资源开发和利用的量急剧增长(Wellmer & Becker-Platen,2002,见右图)。矿产资源在现代工业生产和国民经济发展中起到越来越重要的作用。不仅如此,矿产资源的开发利用对国家安全的重要性也逐渐得到各国政府的认同,从而给矿产资源这个纯粹的商品赋予了一定政治色彩。随着经济全球化的发展,一国经济的生存和发展受国际政治经济的影响越来越大。主权国家对本国经济的运行和发展实施有效控制和保护的能力实际上在减弱,以往隶属于国家范畴的决策,日益改由一些国际原料协会和国际机构定夺。

矿产资源的开发利用与一个国家和民族的发展及强盛关系非常密切。矿产资源不仅是国民经济发展的基础,同时也一直是国际政治斗争的工具和重大战争的驱动力。所以,矿产资源经济学所面临的研究对象除了矿产资源及其本身的经济价值之外,还涉及国际政治、国际贸易、法律、地理人文环境等多个领域。矿产资源的开发利用是人类有意识的一种社会经济活动,它不仅受矿产资源状况的制约,更受当时的经济技术水平、各个国家和地区的法律以及环境保护条例等众多因素的限制。矿产资源经济学家不仅要在发现和开采矿产资源的基础上告诉人们如何能最佳地利用和分配矿物原料、如何能避免浪费、如何能把给环境造成的负担保持在一定的限度内,更重要的是对一个国家或者地区的资源开发和利用在全球经济一体化的情况下提供明确而切实可行的政策资讯,在瞬息万变的国际政治和经济舞台上保护本国与矿产资源有关的经济和政治利益。

本书是在2000年出版发行的《矿产资源经济学》基础上编写完成的。在简化和删略大部分地质内容的同时,增加了矿业政策、资源政治、矿业环境保护、矿产资源利用效



率、资源经济等方面的内容,有侧重点地论述有关能源资源和钢铁、有色金属、农业用矿产资源(化肥)等在国民经济中的意义。在部分章节之后附有思考题或者习题,以方便读者进一步思考和理解有关问题。

本次编写过程收集了众多矿业公司的资料,这些资料部分来自矿业(石油、天然气)公司的年报,部分来自各种新闻渠道,包括电视新闻报道、报纸新闻以及一些专业网站。虽然在本书中标明了主要数据的出处,但由于所涉及数据量巨大而且收集过程漫长,不可避免存在一些遗漏,请读者谅解。部分章节是我2005年春季在德国斯图加特大学完成的,德国DAAD基金会和Massonne H. J. 教授为我提供了良好的工作环境。多年来选修本课程的数千名北京大学的本科生在课堂讨论和课外相关作业中提供了许多好的想法和资料,北京大学经济学院的刘琳、医学部的邱素均和光华管理学院的窦一炜同学提供了协助,清华大学经济学院的王东宾协助演算了教材中的一些例题和习题并校对了对部分章节。本教材的编写还得到北京大学教材建设基金的资助。在此一并致谢!

朱永峰

2006年9月于燕园

目 录

第一章 矿产资源与社会发展	(1)
1.1 矿产资源的国民经济意义	(1)
1.2 矿产资源与人口问题	(7)
1.3 矿产资源量的表示方法	(8)
第二章 矿物原料市场	(10)
2.1 市场结构与市场形态.....	(10)
2.2 市场组织形式.....	(15)
2.3 价格及价格的形成.....	(17)
2.4 矿物原料库存.....	(19)
2.5 矿业政策.....	(19)
2.6 矿产资源管理政策的规划与社会问题.....	(21)
2.7 矿业融资.....	(22)
第三章 黑色金属资源	(26)
3.1 铁.....	(26)
3.2 锰.....	(29)
3.3 镍.....	(31)
3.4 铬铁矿.....	(33)
第四章 有色金属资源	(34)
4.1 铜.....	(34)
4.2 铝及铝工业.....	(47)
4.3 铅、锌、钨、锡	(58)
第五章 稀有金属和贵金属资源	(61)
5.1 稀有金属.....	(61)
5.2 稀土金属.....	(63)
5.3 贵金属.....	(64)
第六章 非金属矿产资源	(73)
6.1 金刚石(钻石).....	(73)
6.2 我国的宝玉石资源.....	(78)
6.3 钾盐.....	(79)

6.4	磷酸盐·····	(82)
第七章	能源与能源需求 ·····	(86)
7.1	煤炭·····	(88)
7.2	石油·····	(101)
7.3	天然气·····	(118)
7.4	普洛米休斯之火·····	(124)
第八章	矿产资源与国家安全问题 ·····	(129)
8.1	矿产资源是国家安全与经济发展的重要保证·····	(130)
8.2	对东海资源的争夺·····	(132)
8.3	国家石油战略储备·····	(133)
8.4	欧盟：以一体化寻求能源安全·····	(134)
第九章	矿产资源开发利用与环境问题 ·····	(136)
9.1	环境与发展：金币的正反面·····	(136)
9.2	矿产资源回收利用问题·····	(138)
9.3	欧洲市场系统地回收废催化剂·····	(140)
第十章	我国矿产资源经济问题探讨 ·····	(144)
10.1	我国的矿产资源形势·····	(144)
10.2	中国矿产资源利用的“非公平”问题·····	(147)
10.3	中部崛起与西部大开发——如何合理地开发利用矿产资源·····	(148)
10.4	矿产资源管理体制的经济学问题·····	(150)
10.5	矿产资源开发和利用过程中的非效率问题·····	(152)
10.6	日本与中国的矿产资源战略对比·····	(153)
10.7	矿业可持续发展与循环经济·····	(155)
第十一章	海洋中的矿产资源 ·····	(157)
11.1	海底石油和天然气·····	(157)
11.2	海洋中的重要金属矿产·····	(158)
11.3	海洋中的其他矿产·····	(160)
11.4	中国的海洋矿产资源·····	(161)
第十二章	技术经济评价 ·····	(163)
12.1	固定资产投资·····	(163)
12.2	利息-资金的时间价值·····	(164)
12.3	税收·····	(165)
12.4	流动资金·····	(168)
12.5	成本费用·····	(169)

12.6	现金流量	(174)
12.7	静态评价方法	(175)
12.8	动态评价方法	(177)
第十三章	油气勘探技术经济评价	(182)
13.1	油气勘探项目经济效益分析	(183)
13.2	油气田开发方案技术经济评价	(185)
13.3	投资方案的比选	(186)
13.4	某油田的经济评价案例	(190)
第十四章	矿产资源经济评价	(194)
14.1	矿产资源经济评价的原则和方法	(194)
14.2	小型固体多金属矿床的评价	(197)
14.3	油田开发经济评价案例	(200)
第十五章	敏感性分析	(204)
主题词索引		(212)
主要参考文献		(214)

第一章 矿产资源与社会发展

1.1 矿产资源的国民经济意义

在过去的 50 多年里,占世界人口约 20%的发达国家和地区(西欧、北美、日本和俄罗斯)消耗了世界 80%的矿产资源(Linden,2004)。20 世纪 70 年代以来,全球 GDP 增长与矿产资源需求增长基本同步(图 1-1),反映出人类富裕与国家经济发展对矿产资源的依赖程度。据统计,最近 20 年发展中国家的 GDP 增长速度比发达国家 GDP 的增长速度快 80%(Batterham & Hollitt,2003),矿产资源需求增长的三分之二来自发展中国家。因此,这些国家经济发展带来的需求增长是世界矿产品市场的主体组成部分。人均 GDP 产值与矿产资源的消费量在不同的国家差别很大,发展中国家的人均 GDP 相对较低,所消费的矿产资源量也相对较小。然而,矿产资源消费量并不与 GDP 呈线性增长关系(图 1-2)。该图以国家的人均 GDP 为横坐标,以人均铝消费量为纵坐标。铝消费量与 GDP 增长有关,人均 GDP 达到一定水平之前,铝消费量呈持续上升的趋势。人均 GDP 低于 10 000 美元的发展中国家的铝消费量增长迅速。

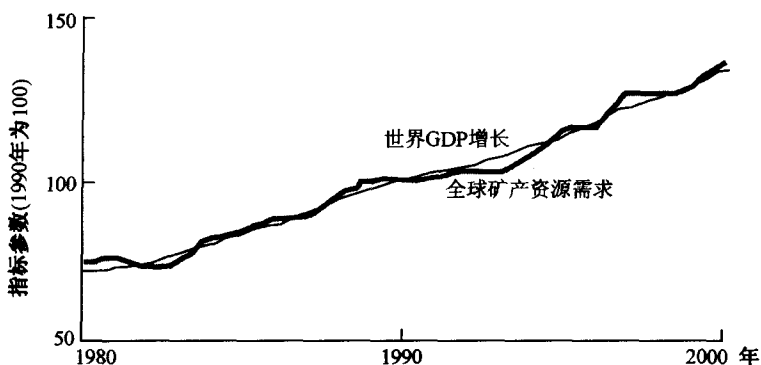


图 1-1 世界 GDP 增长与矿产资源需求量的对应关系

(数据来源: DRI-WEFA 和 Rio Tinto)

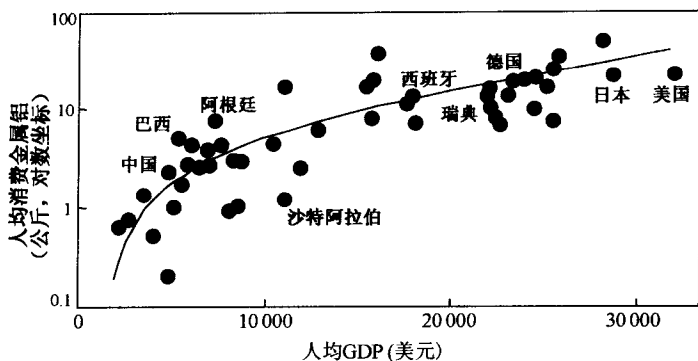


图 1-2 人均 GDP 产值与人均铝消费量的关系

(数据来源: DRI-WEFA 和 Rio Tinto)

随着生活水平的提高,每一个人的能源消费和金属消费量也跟着增加。其他金属、非金属和能源的消费与 GDP 的关系也类似于铝与 GDP 的增长关系。世界铝和铜的消费总体上自 1970 年以来一直处于增长趋势(图 1-3)。

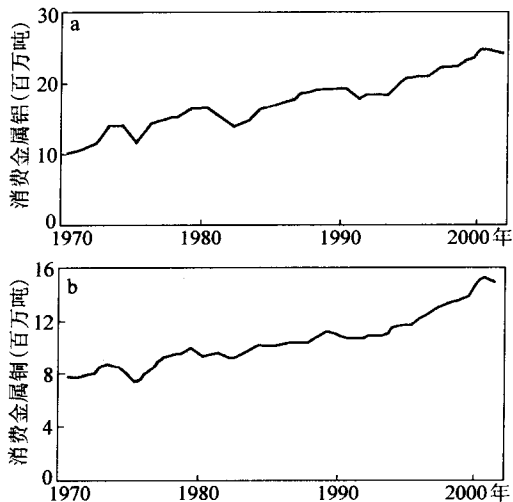


图 1-3 1970 年以来全球铝和铜消费量的变化趋势

(数据来源: Rio Tinto, 2002)

矿产资源在国民经济建设中起到举足轻重的作用。在一些矿业大国,这种作用尤其突出,甚至成为这些国家的支柱性产业。始于英国的工业革命即是由大规模使用煤炭所推动的,它极大地改变了人类社会的经济状态以及当时的世界政治和经济格局。

图 1-4 显示了英国 1780 年以来全部开采煤炭量的变化趋势。1840 年以后,英国煤炭产量大增,在 1910 年前后达到顶峰。二次世界大战之后,英国的煤炭产量迅速下降,这是石油开始大规模使用的结果。

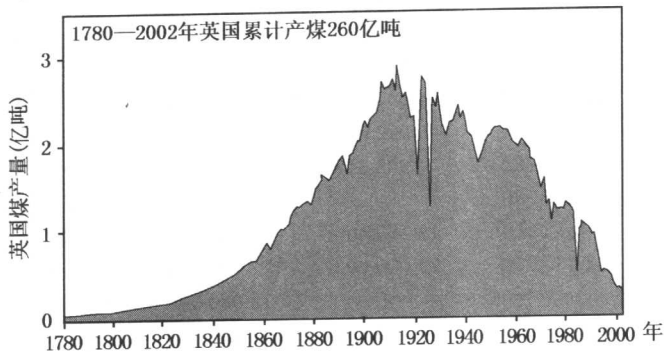


图 1-4 英国煤炭产量变化趋势

(引自 British Geological Survey, 2004)

在电子时代的今天,矿产资源依然是国民经济运行的重要保障,也是带动国民经济发展的最重要动力。例如,2005 年世界 500 强企业排名前五名中有三个矿业企业:英国石油公司(BP,排名第二)、艾克森-美孚石油公司(排名第三)和荷兰壳牌石油公司(排名第四)。我国企业前三位的分别是中石化(世界排名第三十一)、国家电力(世界排名第四十)和中石油(世界排名第四十六)。我国最大的钢铁企业宝钢集团位列第九(世界排名第三百零九;作为比较,中国工商银行世界排名第二百二十九,在我国内地企业排名第六)。

表 1-1 世界主要矿业大国各种矿产品储量基础的经济价值比较(单位:美元,引自 Vermaak, 1997)

矿产品	南非	澳大利亚	美国	俄罗斯	加拿大
国土面积*	1 223 402	7 695 051	9 363 328	22 272 036	9 976 122
黄金	493 085 256	61 887 243	110 969 804	48 230 561	80 339 573
铂族元素	650 729 286	890 899	68 661 387	185 690 309	9 105 818
银	1 865 960	6 157 668	13 434 912	9 329 800	8 770 012
煤炭	1 373 652 000	1 126 245 600	2 645 335 800	2 583 360 000	112 003 560
铀	3 616 754	14 822 396	2 302 116	4 434 602	6 219 752
锑	407 500	163 000	146 700	456 400	110 840
钴	818 385	4 910 310	46 375 150	12 548 570	14 185 340
铜	29 991 000	48 447 000	207 630 000	124 578 000	53 061 000
铅	1 643 250	19 171 250	12 050 500	6 025 250	7 120 750
镍	74 812 000	43 112 000	15 850 000	46 916 000	88 760 000
锡	163 942 500	3 278 850 000	218 590 000	1 639 425 000	327 885 000

续表

矿产品	南 非	澳大利亚	美 国	俄罗斯	加拿大
钛	34 560 000	62 400 000	29 280 000	7 680 000	17 280 000
锌	14 973 750	64 886 250	49 912 500	14 973 750	55 902 000
锆	5 772 195	10 898 550	2 139 345	2 456 210	492 453
铬	172 864 000	97 992		17 340 420	195 985
铁矿石	147 500 000	450 000 000	150 000 000	725 000 000	250 000 000
锰	329 000 000	5 922 000		46 800 250	
钒	46 393 750	909 318	14 846 000	25 980 500	337 747
萤石	3 230 280		2 691 900	8 434 620	569 786
菱镁矿	812 500	12 178 500	1 056 250	56 875 000	2 925 000
磷酸盐岩	92 400 000	20 000 000	177 600 000	44 000 000	1 600 000
钾盐			18 980 000	235 790 000	708 100 000
高岭土	19 250 000	78 750 000	612 500 000	393 750 000	31 500 000
硫		1 620 000	12 420 000	40 500 000	17 820 000
蛭石	9 356 000		11 695 000		
总计	3 670 676 366	5 312 328 976	4 424 467 364	6 280 575 242	1 794 194 616
VUA**	3 000 384	690 357	472 531	281 994	179 849

* 单位：平方公里；** VUA 表示单位国土面积的矿产品价值，单位：美元/平方公里。

表 1-2 德国 2002 年消费的矿产品量及其价值(引自 Stat. Bundesamt, BGR 以及 Linden, 2004)

矿产品名称	国产/进口	价值(亿欧元*)
工业矿物原料	95% 国产	220
石油	3% 国产	7
天然气	20% 国产	23
含沥青煤炭	48% 国产	22(42 欧元/吨)
褐煤	100% 国产	16(9 欧元/吨)
钾	100% 国产	10
石盐	100% 国产	9
国产矿产资源价值合计		307
石油	97% 进口	225
天然气	80% 进口	124
含沥青煤炭	52% 进口	19
铜	100% 进口	20
铝土矿、铝	100% 进口	37
锌、铅、锡	100% 进口	5
铁矿石	100% 进口	21
合金钢	100% 进口	20
难熔金属	100% 进口	10
贵金属	100% 进口	31
进口矿产资源价值合计		502

* 1 欧元≈10 元人民币。

表 1-3 澳大利亚的矿产品年产量 (数据来自 USGS)

矿产名称	单 位	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
金属矿产资源					
铝土矿	千吨	48 416	53 802	53 799	54 024
铝	吨	14 532	15 680	16 313	1 638
锑	吨	1 679	1 511	1 380	1 200
镉	吨	1 900	1 900	1 900	1 900
铬铁矿	吨	70 000	90 000	11 800	132 665
钴	吨	7 000	5 100	6 200	6 600
钽	吨	1 230	1 600	2 220	3 100
铜	千吨	741	832	873	883
金	吨	301.1	296.4	285.0	273.0
铁矿石	千吨	151 558	171 508	181 435	182 704
生铁	吨	7 468	7 000	7 200	7 300
铁锰合金	吨	98 000	115 000	115 000	115 000
硅锰合金	吨	116 000	135 000	135 000	135 000
钢材	千吨	8 481	7 297	7 076	8 242
铅	千吨	401	362	432	468
锰	吨	929	787	948	983
镍	吨	127	166	197	186
钇	公斤	816	812	828	800
铂	公斤	90	171	174	200
银	吨	1 720	2 060	1 970	2 077
锡	吨	10 011	9 146	9 802	6 268
钛铁矿	千吨	1 976	2 146	2 017	1 917
白钛矿	吨	32 000	27 000	30 000	39 000
金红石	吨	179 000	208 000	206 000	218 000
锌	千吨	1 163	1 420	1 519	1 469
锆	千吨	359	374	394	412
工业矿物资源					
石榴石	吨	25 000	25 000	25 000	25 000
重晶石	吨	18 000	20 000	20 000	20 000
水泥	千吨	7 450	7 500	7 500	7 550
绿坡缕石	吨	5 639	5 600	5 600	6 000
宝石级金刚石	千克拉	16 381	14 656	14 397	15 136

续表

矿产名称	单 位	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年
工业金刚石	千克拉	13 403	11 992	11 779	18 500
金刚石总计	千克拉	29 784	26 648	26 176	33 636
硅藻土	吨	20 000	20 000	20 000	20 000
长石	吨	49 600	50 000	50 000	50 000
蛋白石	百万澳元(价值)	54	76	70	62
蓝宝石	百万澳元(价值)	6	8	6	1
石膏	千吨	2 500	3 800	3 800	4 000
石灰	吨	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
菱镁矿	吨	280 505	349 783	605 314	484 314
氮	吨	430 900	575 500	762 200	686 400
珍珠岩	吨	5 000	5 000	5 000	5 000
磷灰石	千吨	2 000	2 108	977 100	2 024 580
岩盐	吨	10 022	8 798	9 536	10 000
锂辉石	吨	75 824	81 891	63 443	100 000
滑石	吨	190 384	180 272	174 946	172 241
能源矿产资源					
含沥青煤	千吨	238 200	245 500	264 680	347 890
轻煤	千吨	66 000	67 000	70 000	73 000
炼焦煤	千吨	325	325	300	300
天然气	百万立方米	30 743	30 794	30 000	31 000
液化天然气	千桶	47 097	47 260	47 000	47 300
泥煤	吨	15 000	20 000	30 000	30 000
原油	千桶	226 665	263 500	231 000	240 000
铀	吨	5 992	7 588	7 680	3 536

2004 年中国约占世界经济总量的 12%。据安格斯-麦迪森预测(引自《21 世纪经济报道》,2004 年 10 月 4 日),到 2030 年中国将占世界经济总量的 33%。2004 年中国消费了世界一半的水泥、30%的煤炭和 36%的钢铁,而且原油进口超过日本,成为世界原油第二大进口国。获得更多的资源尤其是稳定的能源供应,开始成为影响中国经济发展的重要因素。

矿产资源是指由地质作用形成的、储存于地表和地壳中,采用现代生产技术能够为国民经济所利用的固、液、气体原料。随着社会的发展和科学技术的进步,矿产资源包括的范围不断扩大,过去被视为不能利用的自然资源,随着技术水平的提高而可能变为

有利用价值的矿产资源。在地表出露的矿床已经充分开发了,剩下可开发的对象一般位于地壳深处。经济效益好的矿床已经开发了,剩下的开发对象由于品位低而一般在经济上不合算。作为资源必须同时满足三个条件,即它是地壳中特定有用元素的富集体,在技术上能够被回收,并且在经济上合算。采用回收低品位矿石中金属的技术以及采用大规模开采和大规模输送技术会大幅度降低成本。

1.2 矿产资源与人口问题

目前全球年矿产品消费约 400 亿吨,发达国家人均消费量高达 20 吨以上,而一些贫困国家的人均消费量小于 1 吨。世界人口从 20 世纪后半叶开始激增,同时世界能源的总消费量大幅度增加。发达国家大量地消费着资源,例如日本消费了世界镍的 20%,美国消费了世界镍的 17%,德国消费了世界镍的大约 10%。图 1-5 表示出我国 1970 年以来铜产量和消费量的变化。我国自 1980 年以来,随着经济发展,铜消费量急剧增长,铜供需矛盾日益明显。

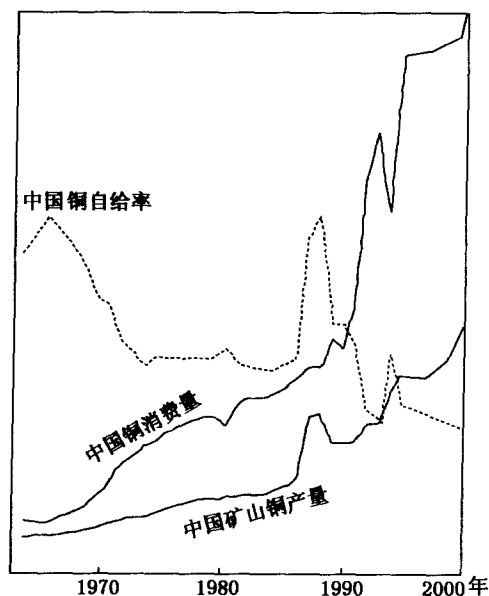


图 1-5 1970 年以来我国铜产量与消费量的变化关系

(引自朱永峰,孙世华,2000)

在 2002 年,消耗能源最多的美国(人口 29 160 万,人均 GDP 为 36 055 美元)人均消费能源折合石油 5 431 公斤,日本(人口 12 740 万,人均 GDP 为 27 909 美元)人均消

费能源折合石油 2 766 公斤,中国(人口 129 080 万,人均 GDP 为 4 449 美元)人均消费能源折合石油 685.2 公斤,马达加斯加(人口 1 690 万,人均 GDP 为 766 美元)人均消费能源折合石油仅 183 公斤,孟加拉国(人口 13 810 万,人均 GDP 为 1 761 美元)人均消费能源折合石油约 129 公斤。人口基数巨大是亚洲一些国家人均 GDP 偏低的主要原因之一。因此控制人口增长和提高能源利用效率是亚洲发展中国家面临的最重要任务。目前我国人口已经突破 13 亿,日益增长的矿产品消费已经对我国经济保持增长构成重大威胁。为保证我国经济持续发展,必须从国外购买大量矿产品。例如,2002 年我国进口的矿产品超过 2.7 亿吨(价值 456 亿美元,依据中国海关统计资料)。这些数值一直在持续增加,2004 年由于国际市场上主要金属矿产品涨价和原油价格的巨大变化,我国用于购买矿产品的外汇超过了 600 亿美元(超过德国成为世界第三大矿产品进口国,日本和美国分别为第一和第二矿产品进口国)。

1.3 矿产资源量的表示方法

矿产资源的量一般用储量基础和储量表示。储量是查明资源的一部分,它能满足目前采矿和生产实践所要求的最低物理和化学标准(包括矿石品位、矿石质量、开采厚度和深度),并且在经济上可以开采获利。划为储量的资源必须是划分当时在经济上是可以生产的。储量基础除包括属于储量的那部分资源外,还包括在一定计划范围内具有开采潜力的资源(即经济上处于边界条件的资源和某些目前是次经济的资源)。对于大多数矿种来说,对特定矿床或地区或者国家可具体规定不同品位和吨数。因此,储量基础的下限是可变的,其下界的位置视目的不同而异,主要取决于最终采用的开采计划和经济、技术水平。储量基础由三部分组成:证实的储量、推定的储量(边界储量)和次经济资源(即测定的和推定的边界-次边界经济的资源量,图 1-6)。

发现的资源			未发现的资源
确定的	推定的	推测的	
经济的和法定的		推定的储量	推测的资源量
边界经济的	测定的和推定的资源量		
次经济的			

图 1-6 矿产资源储量的分类

(依据 McKelvey, 1972)

储量是衡量矿床大小的量度,品位是衡量矿石质量的量度。金属矿产资源的品位一般用有用元素在矿石中的含量表示,如金矿品位用克/吨或盎司/吨表示(1盎司=28.35克),铜矿品位用铜元素重量百分比(%Cu)表示,铁矿用铁元素重量百分比(%Fe)表示,稀土矿用稀土氧化物重量百分比表示等。非金属矿产资源的品位表示方法较复杂,金刚石等宝石一般用克拉/吨表示,钾盐用矿石中氧化钾重量百分比(%K₂O)表示。天然气和建材石料一般用体积表示,石油用加仑、吨或桶表示(1加仑=3.78升,1桶=158公斤)。对于实际矿床,品位与储量的关系比较复杂。就开采的矿床而言,如果品位低,则要求储量大。图1-7a表示金矿品位与矿床数量之间的关系,仅约10%的金矿品位高于5.6克/吨,50%的金矿品位高于2.3克/吨,90%的金矿品位高于0.96克/吨。图1-7b反映金矿储量与矿床数量之间的关系,储量超过50百万吨的矿床不足矿床数量的10%,50%的矿床的储量小于6.6百万吨。

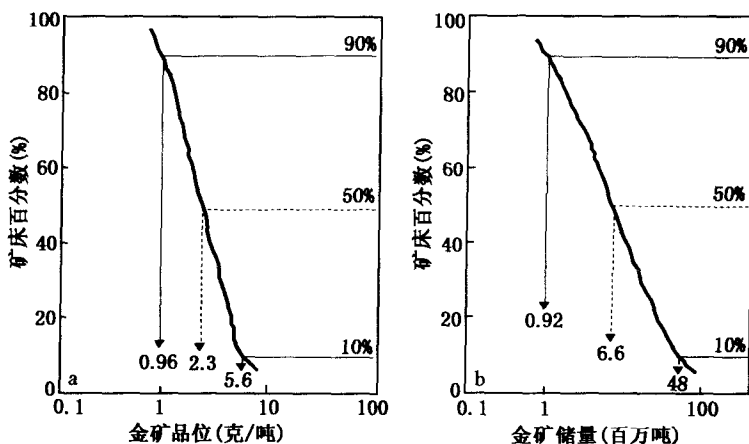


图 1-7 金矿品位、储量与矿床数的关系

(引自 Singer, 1993)

思考题

1. 如何评价矿产资源的开发利用对人类社会发展的促进作用?
2. 如何用“与时俱进”的思想认识和理解矿产资源的概念?
3. 请分析矿床的品位与吨位的关系,说明其科学意义。