

经济矿床学

〔美〕 M.L. 詹森 A.M. 贝特曼 著

科学出版社

1979年1月第1版

经济矿床学

〔美〕 M. L. 詹森 A. M. 贝特曼 著
余鸿彰 杨珊珊 张 瑚 张怀素 译

科学出版社

1987

内 容 简 介

本书是美国著名矿床学家艾伦·贝特曼的名著《经济矿床学》一书的第三版。是贝特曼的同事詹森教授在贝特曼逝世之后根据其原著经修订再版的。本书的特点是很注重矿床的工业利用问题,全书在用了五分之二篇幅分述成矿作用之后,以五分之三的篇幅按矿种和工业用途描述了各种矿床。列举了很多著名矿床的实例和矿产的最新工业用途,使读者增加很多工业知识,是一本颇有实用价值的矿床学参考书。

Mead L. Jensen Alan M. Bateman
ECONOMIC MINERAL DEPOSITS
John Wiley & Sons, 1979

经 济 矿 床 学

〔美〕 M. L. 詹森 A. M. 贝特曼 著

余鸿彰 杨珊珊 张 瑚 张怀素 译

责任编辑 衣晓云

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1987年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1987年6月第一次印刷 印张: 39 3/4

印数: 0001—1,600 字数: 931,000

统一书号: 13031·3513

本社书号: 4557·13—14

定价: 9.30元

译 者 的 话

本书是美国著名矿床学家艾伦·贝特曼所著《矿床学》的第三版，是贝特曼的同事M. L. 詹森教授根据贝特曼生前的嘱咐，在第二版的基础上修订而成。全书共分四大部分，二十九章；第一、二部分的十七章讨论各种成矿作用；第三、四部分的十二章为矿床各论。作者在修订中对近三十余年来在成矿理论各个方面的进展进行了比较全面的综合，使读者对各种成矿理论的发展现状能得到一个比较系统的了解，这是本书的特点。在矿床各论的章节中，对各种矿产的最新工业利用有较好的介绍，能使读者增加不少工业知识；但对典型矿床的地质描述大部过于简略，这是本书不足之处。

由于本书是为美国大学生编写的教材，不少内容主要针对美国读者的需要，如叙述资本主要国家矿业界权益之争，一些大矿山企业的生产情况等，对我国读者意义不大，因此在翻译时已予删去，这样可以使内容更紧凑、实用。原书部分篇章前有引语，其中一些内容有明显的政治性错误，因此在译文时一律删去，以求体例统一。原文中引用的不少国家的名称是按西方国家的习惯用法，除个别的已按正式名称改译外，一般未作变动。原书中使用的度量衡制式不统一，有英制和公制，为了使读者阅读时方便，译者将几种主要度量的转换表附后。原书中有不少印刷上的错误，凡能发现的已予改正，并加译注，但由于译者水平有限，尚难免有遗漏未改正之处，希读者惠予指正。

参加本书翻译的有张 瑚（第二、十三、廿一、廿五章）、杨珊珊（第九、十二、廿二、廿三章）、张怀素（第廿四章）。其余章节由余鸿彰承担。刘迺隆同志对部分译文进行过审校。

译 者

一九八四年十月

1984.10

英制度量衡换算表

1 英里 = 1.609km

1 码 = 0.914m

1 英尺 = 30.48cm

1 英寸 = 2.54cm

1 平方英里 = 2.59km²

1 英亩 = 4,047m²

1 平方英尺 = 929cm²

1 短吨 = 0.907t

1 英担 = 50.802kg

1 磅 = 0.454kg

1 金衡盎司 = 31.103g

1 巴 = 10⁵pa

1 加仑 = 4.546 l

1 桶 = 158.988 l

序 言

本书第一版出版于1942年末，第二版出版于1950年4月。1971年5月11日，A.贝特曼在去世前不久曾征求我的意见，问我是否愿意编写第三版。

自本书第二版问世以来，一代人的时间已经过去了，在这一段时期里，特别是由于能源危机，世界各国人民终于认识到，不能再生的能源和矿物资源的数量是有限的，而且这些资源产出的地区或国家，不像工业化国家所曾开采的资源那样好采。过去对能有效进行勘查工作的地质学家的需要从来没有像现在这样迫切。即使这样，在美国，很多大学里有关经济地质学的课程正在减少，这部分是由于那些对野外或勘查事业缺少经验的地质科学家们决策的结果。相反，在苏联，从事勘查工作的地质学家要比整个北美多十倍以上。

在本书这一版中，保留了前两版的组织结构。重点放在矿石形成和富集的作用方面，而不是放在矿床的分类方面。

本版的第一部分是关于各种原理；第二部分探讨矿床形成的各种作用；第三部分讨论各种金属矿床；第四部分是关于各种非金属矿床。

第二版中关于构造地质、物探技术、冶炼提取过程、地下水供给和其它一些特定的篇章，在本版中已予删去，因为这些题目在其它的专门教科书中已经作了广泛而较为详细的论述。

本版有几章完全是新增的，它们包括第一章矿物资源的经济学和勘查工作及第十、十一章，即细菌成矿和海底喷气火山成矿作用等这些新近才为人们认识到的作用。对于本版其它很多章节已经都作了全面的改写，而只有少数章节只是稍有改动。不过，没有哪一章保持了第二版中的原样。在本版的编写中曾力求在有关矿产储量、资源和产量方面采用最新的数字，这一点是本书值得一提的特点，还几乎没有其它现代经济地质学教科书这样作过。本书所引用的表格和数字一半以上是新的。有关矿产价格的变化、储量和所有各种主要金属的资源情况的图表都收集在本版中。本书不仅可以推荐为研究生和大学生的教科书，而且对很多非地质学家也是一本可以增长知识的参考书和资料性教材。

本书主要采用公制，所以各种量度都以公制为单位。只在特殊情况下，诸如采矿中段用英尺，金和银以金衡制，而某些以吨位数字为量度时才使用英制。

对于那些曾给予我以智慧、思想和经验的学生们、同事们，特别是和我曾共事达难忘的十四年之久的A.贝特曼，如果不表示我的感激之情，我是很过意不去的。在我度过大多数岁月的教育和教学生涯的马萨诸塞理工学院、耶鲁大学和犹他州大学的各个协会为我提供了休假、基金和时间，让我去参观除南极洲之外各大洲的各种矿床。我也要向那些从事勘查和采矿的地质学家和外国各地地质调查机构和大学的人氏无例外地表示我的谢意，他们总是把我当作一位受欢迎的客人而不是一个麻烦，而且他们陪同我花费了很多不应该花费的时间。

最后，尤为重要的是，我从前和现在的学生、评论家、同事们、朋友们和论敌们曾

指出我手稿中很多错误和遗漏。我对他们花费时间给予指正和提供建议表示衷心感谢。

我对Don Garlick感激不尽，他批判性地通读了全部手稿，他不仅建议作很多重大的修改，而且也为本书提供许多很好的数字。他的父亲W.G.Garlick对本书有关赞比亚铜矿带部分的资料进行了修改并使之更新。

除此之外，Hayet Qidnai, Hasan Mohammed和N.Carouso对本书清样作了校阅，作了很多重要的修改并指出不少错误。

对下列阅读过本书部分手稿的一些读者，如 B.Sharp, E. Callaghan, E. Cheney, F.W.Christiansen, W.J.Christiansen, G.de V. Klein, E.Erickson, M. P.Erickson, R.R.Shrock和很多把本书草稿当教材使用的大学毕业生，我也表示感谢。Robina Bullock 和 Sylvia Howells 完成了对我难认的手稿打字的繁重任务。

最后，我还要感谢J.威利公司编辑部的那些成员，特别是Don Deneck，他向我提供了亲切的编辑上的忠告，并在需要的时刻对我进行鼓励。还有很多人不能一一列举，但对 Deborah Herbert, Linda Indig, Maddy Lesure, Malcolm Easterlin, Vivian Kahane等人不能不表示谢意。

M. L. 詹森
犹他州 盐湖城

目 录

第一部分 原 理

第 一 章	矿产的经济学和勘查工作	1
第 二 章	矿物应用简史和经济地质学的发展情况	29
第 三 章	矿床的物质及其形成	39
第 四 章	矿床的岩石学: 岩浆、溶液和沉积物	61

第二部分 矿床形成的各种作用

第 五 章	岩浆富集作用	81
第 六 章	升华	94
第 七 章	接触交代作用	95
第 八 章	热液作用	106
第 九 章	沉积作用	156
第 十 章	细菌成因的矿床	176
第 十 一 章	海底喷气和火山成因作用	186
第 十 二 章	蒸发作用	207
第 十 三 章	残余富集和机械富集	223
第 十 四 章	氧化作用和表生富集作用	252
第 十 五 章	变质作用	265
第 十 六 章	矿床成因小结	273
第 十 七 章	矿床的分类	276

第三部分 金属矿床

第 十 八 章	贵金属	287
第 十 九 章	有色金属	333
第 二 十 章	铁和铁合金金属	413
第 二 十 一 章	稀有金属和有关非金属	473

第四部分 非金属矿床

第 二 十 二 章	能源和煤	497
第 二 十 三 章	石油地质	517
第 二 十 四 章	陶瓷原料	531
第 二 十 五 章	结构材料和建筑材料	542
第 二 十 六 章	冶金和耐火原料	563

第二十七章	工业和制造原料.....	576
第二十八章	化工原料.....	597
第二十九章	研磨物和研磨矿物.....	618

第一部分 原 理

第一章 矿产的经济学和勘查工作

矿产资源及其在国际事务中的影响

矿石储量和矿物资源对地质学者来说是有区别的。资源这个词是指假想的和推测的，未发现的、具潜在经济意义的矿床，或者是一个其经济意义不明的、尚未发现的矿床。储量则是一种在评价的时候，在经济上划算，在法律上能够开采的可用矿物或能源矿产的富集体（见图1-1）。

今天、矿产资源差不多已经成为工业强国的同义词，而工业强国又依赖于拥有或获得大量的、已经成为工业生活方式的支柱的矿产资源。矿产资源与人类有着密切的关系。人们惊讶地认识到，工业时代的兴起极大地加快了对矿产的需要，以致于全世界在第二次世界大战前后的短短一段

时间里采掘和消耗的矿产资源比以往任何时候都要多。为了满足工业的需要，对矿产无止境的需求已经使得某些我们习惯地认为是没有问题的资源，现在看来相当短缺了，并且那些能够满足大量要求的资源正在被迅速耗尽。

一个半世纪，或不到一个半世纪以前，铜和铁的消费的增长速度是与人口的增长直接成比例的。如果人口翻一番，这些金属的消费也翻一番。反之，在工业革命的头一个一百年中，即大致在1812—1912年之间，人口增长为3倍，而铜的消耗费量却增长了80倍，铁增长了100倍！

人类为了虚荣、需要或安逸，需要从地球上获取矿产财富，这一直成为人们去发现、勘察和买卖矿产的一种强有力的刺激力量。为了寻找矿产，引起了发现新的陆地并在其上定居的航海活动。对矿产的占有结果是发展了工业，造成商业上和政治上的霸权，也引起了冲突和战争。在古代的萨姆斯国家中，冬季的山洪冲下来含黄金的砾石，当地的野人利用羊毛垫底的斜槽来淘取黄金。然后把羊毛挂在树上晾干，就能从羊毛中把细小的金粒抖出来，这就激发了Jason和Argonauts驾驶Argo号船去Euxine沿岸寻找含黄金的羊毛。这是一件有关沙矿淘金热潮最早的记录，也是一个有关早期采矿事业诗歌般的描述。很显然，把腓尼基人和罗马人吸引到不列颠去的是锡矿，驱使西班牙的

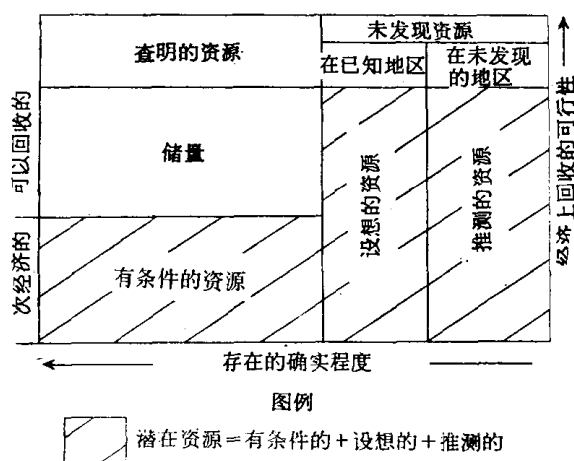


图1-1 矿产储量和矿产资源中使用的术语

征服者移居新大陆的是黄金和白银。1849年的黄金潮导致了美国人移居加利福尼亚，并且以后又从墨西哥和西班牙那里索取了西部的领土。

回顾一下居于前列的工业国家的发展历史，人们可以看到，它们的兴起是与它们对矿产资源的利用分不开的。最初是利用煤和铁，因为煤是一种能源，它能驱使各种机器转动，而机器又是由铁造成的。那些能获得各种各样矿产资源的国家，也就是那些变为伟大工业国的国家，也是政治上和军事上强大的国家。而那些依靠它们石油蕴藏的国家，诸如中东各国也正参加到这个行列中去；或者像日本那样靠进口各种新的资源，或者像苏联、澳大利亚和巴西那样靠发展本国巨大矿产储量的国家也都列身于这样的大国中去。

在英国中部、在法国以及在美国的Great Lakes区和阿巴拉契亚区，大工业中心不断兴起并非偶然的。因为在这些地方，既产铁，又产煤，它们孕育了第一批促成工业生长的钢铁工业。而缺乏合适的矿产供应的那些国家，或者变成农业国，或者变成侵略他人的国家，前者如阿根廷，后者如法国和日本。许多具有矿产资源的欠发达国家，在工业革命中曾有过各种困难。巴西拥有很多铁，但缺煤。印度有很多锰、煤和铁。它不仅拥有五个大的钢厂，而且还向日本和伊朗输出铁矿石。中国和苏联拥有巨大的煤和铁，它们都正在或将要变成主要的工业国家。

英国由于铁矿的减少，经济发生了变化，英镑的价值暴跌。当然，殖民地的丧失和第二次世界大战期间的庞大负债也加重了英国的问题。

或许，在这个工业时代，还很少有人认识到我们对矿产的依赖已经达到了什么程度。在我们每家每户，电灯、动力、取暖、炉子、电视、洗衣机、窗户和所有用具都是矿产品制成的。我们的各种运输工具（汽车、船只和飞机）和通讯工具（电话、无线电和电视）都需用各种金属。

矿产经济学的独特性

矿产经济学这个题目中包括价值、成本、长期投资、储量、分布、所有权和矿产的国际流通这些因素。下列因素差不多可以说是矿产经济学所特有的，它们是：

产 出 情 况

有限性和局限性。有经济价值的矿产在产出和分布上是有限的。它们的产出与国界无关；很多具有经济价值的矿产高度地局限在很少几个矿床中，而这些矿床在地区范围上可能是十分有限的。

矿产储量和其发现的不确定性

矿产储量是难于确定的，因为采掘和冶炼的价值和成本和运输的成本决定了这些资源是否有潜在的经济意义。不过有幸的是，尽管对未来消费矿产的估计一般偏低，而资源的潜力一般却也都是被大大低估了。由于这些不确定性，对资源的勘查是一项全球性

的任务，它引起了有关在其它国家（特别是发展中国家）中关于产业的名称或所有权的有效性的更多的不确定性。

另一个造成不愿意在政治上不稳定的国家更多投资的问题，是新的矿业的开发成本大大增加了。在美国，搞一个从采矿到精炼每年新增一吨铜的生产能力的成本（不包括城镇建设、运输、供水等辅助性建设投资）已经从1965年的3500美元涨到1976年的6500美元。而铜的价格在同一时期提高很少，从每磅0.45美元上涨到每磅不到0.6美元。铜的价格要每磅超过0.8美元才能抵销生产成本的膨胀率。

短缺、耗减和采矿成本

一个矿床的耗竭可以突然出现，或者缓慢地发生，这决定于价格的变动、成本、市场、矿石的耗竭等等原因。目前，通货膨胀已经把很多成本提到一个新的高度，甚至使大多数矿产提价，利润率仍然是很窄的。即使不考虑通货膨胀，铜也是一个特殊例子，它的价格达到历史上空前的高度，但由于世界的产量、库存和新矿床的增加，现在正在下跌，甚至按人口计算的需要量也增长不到这样快，结果造成生产的削减。

一般人对采矿工业中的耗减扣除额（depletion allowance）的意义有严重的误解；因为耗减扣除额正面临被取消的危险，这一点是很明显的。当一个矿床行将采尽的时候，其收益的一部分应该用来作勘查费用，以期发现另外的矿床，否则当该矿床采完时，采矿公司就要关门。在美国，对很多金属矿床来说，纳税前可允许将其收益的15%作为耗减扣除额。对硫磺等一些非金属矿床来说，得到的耗减扣除额还要多；石油康采恩被允许留27.5%，但对一些大公司，耗减扣除额已减至零。其实，耗减与折旧基本上没有什么区别，在其它所有工业中是允许有折旧费的。折旧很容易确定，因为它的根据是成本，而耗减则很难确定，因为它的根据是分批探得的储量和矿床的预期寿命。

废料的回收

矿产的再循环，作为使用金属的一种有效过程，正在变得愈来愈有效。当然，不可能从矿产的某些使用中再回收废料，如用于油漆中和四乙基汽油中的铅，罐头盒涂层中的锡，特别是化石燃料。但即使这样，对从很多使用方法中回收废料的潜力还未很好认识。然而相比之下，1976年差不多回收了50亿个铝罐头盒（图1-2）。这样不仅节约了铝，而且还降低了对铝土矿的需求量，减少了把这么多的铝土矿运往水电站的费用，每回收一公斤的铝可以节约4千瓦的电力。

对环境保护的需要

过去十年中，矿产工业比已往任何时候都面临了地面勘探、开发、采矿、冶炼对环境影响的更加严格的限制。工业部门最初是很勉强的，现在正在按照对环境保护的要求花费上亿的金钱。尽管这样的问题是爆炸性的，是使人易动感情的，但只要冷静考虑，就是可以理解的、也是值得作的。

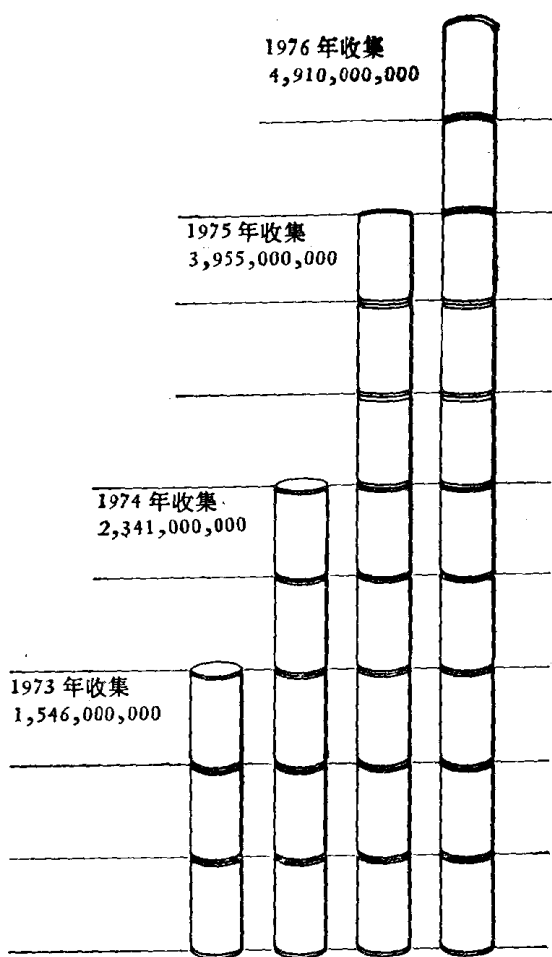


图1-2 铝罐头盒的再循环三年中增长了三倍

举一个例来看，最初被福特总统否决的《地表采矿控制和复原法案》，由于它在精神上和目的上具有束缚性，根本不是什么法令。被否定的议案没有满足提供足够的煤来满足我们眼下对燃料的需要，或者允许用煤来代替石油和天然气的输入。在这个问题上曾经反映出来对立的观点。例如众议员Hechler就说过：“我们要力争在为时不晚之前通过我的提案。我打算为逐步取消露天剥采而坚持斗争，这样我们就能转向那些我们能得到能源供应有巨大优势的地方去。”他所举的“能源供应巨大优势”的实例还需要进一步的论据。

相反，众议员A.G. Gilbert 这样说：

“当提供一个现代人类生活的纯结环境的所有事实和成本很明显成为中心问题时，人们会提出疑问，在环境保护局（EPA）的各种有关环境保护的规定中是否‘砍杀’不太多。我作为委员会的一名成员赞成：（1）更多利用美国的煤炭储量来提供足够的电力，并由此把我们的油和天然气的进口降到一个可以控制的水平；（2）在这十年内，尽我们经济条件之所能改善环境；（3）现在就开展一个在将来更好利用我们所有自然能源的全力研究计划。”

1977年，一个大大限制一个地区露天剥采煤矿的地表采煤规则成为法律。这个法案要求每开采一吨煤要用13美分来作为恢复环境的开支。当每吨煤的售价为20—40美元时，用不到煤的生产成本1%的开支来保护环境可以认为是不多的，或者说恢复环境并不费钱。

能源和矿产储量的“危机”

石油储量

能源危机不仅降临到美国的家庭中，而且也来到所有工业国家人民的家庭中，以及某些工业化程度不高而油、气储量有限的某些国家中。这样的形势，甚至在不多的几年前对老百姓来说差不多没有认识到，而对矿产资源研究的经济学家来说，由于地质上成功地找到了一些新的油矿，害怕把危机的情况讲得过分了。过去他们叫“狼来了”的次数太多，可是最后，狼真正到我们这儿来了。

在美国，第一口成功的油井是1859年在宾夕法尼亚的泰特斯维尔附近打到的。虽然这口井打到一个地层油捕里，是一口生产井，可是对康涅狄格州纽黑文的最初的投资者来说，在经济上还是一次失败。如果不是钻井上的一位雇员，即纽约—纽黑文—哈特福德铁路的失业的列车员E. L. Drake “上校” 的坚持，在钻井打到69英尺处发现油 以前好几个月，这些投资者可能就已放弃钻进了。自十九世纪以来，已经探明的石油储量，按给定的消费速率来看，从来不够支持15—20年的需要。现在即使包括阿拉斯加和美国的大陆架的储量在内，探明储量约为500亿桶，而每年消费量为70亿桶。美国必须进口其石油需要量的一半，并且按石油输出国组织（OPEC）所规定的每桶13—14美元的价格*支付。美国国内的石油价格规定为每桶7.66美元，直到1977年才允许每年提价10%。

实际上，地质学家M. K. Hubbert在这次危机之前就曾预计到这种石油匮乏的年代。他认为原有资源的实际数量对油田的寿命来说是极不重要的。生产和消费呈指数性的增长，不管原来有多少都会加快耗竭。Hubbert曾对原有的世界石油资源作过两次估计，并且利用已发现的数据加上逻辑曲线分析法去计算资源使用的年限（图1-3）。如果原来的资源是13,500亿桶，在2020年左右，其90%将要消耗完。如果资源比这个数多50%，那么到2030年左右亦将耗尽。

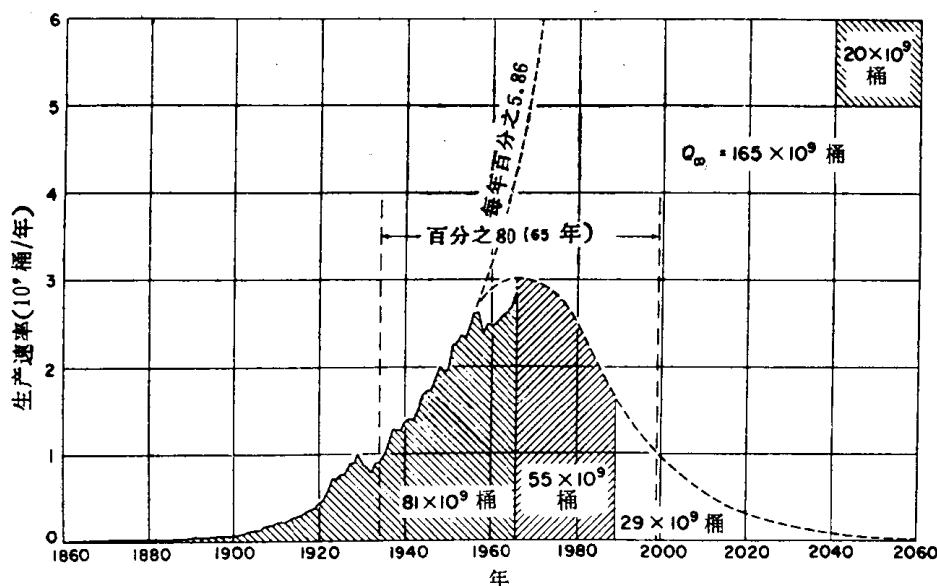


图1-3 世界原油生产对产油最终量的两值的完全循环（引自Hubbard “能源资源”，据Cloud “资源和人” W.H. Freeman公司，1969）

当然，美国的石油资源比这个储量大。美国东部海床的近海石油资源可能是很大的，但是直至1978年，对环境污染影响的研究延误了对这广阔近海区域的钻探工作。

卡特总统已经宣布一个计划，要在1985年把目前每日消费进口石油9百万桶减少到每日6百万桶**。他的意图是想增加美国国内的石油成本，来提供勘查和钻探的基金，以便打深钻和在美国东部大陆架进行广泛的近海钻探。

对比之下，中东和非洲北部的石油储量如下（以亿桶计）：

* 作者写书时的价格。——译注

** 原文为每日90亿桶减少到60亿桶，估计为9百万桶和6百万桶之误。——译者

沙特阿拉伯	1730
科威特	810
伊 朗	660
伊拉克	350
中立区	340
利比亚	270
阿尔及利亚	80
阿 曼	180
埃及和其他中东国家	
总计	4420

如果世界上还有什么地方是另外一个中东，那么这个机会就会是在苏联的西伯利亚。估计苏联和中国有25000亿桶石油储量，其中很大一个幅度是不确定的。迄今苏联和中国的石油的潜力只发现了1500亿桶。其中已经生产的不到500亿桶。

世界的其余部分，包括苏联和中国，已经证实的储量大致为6000亿桶。这个数字是如此巨大，如象中东的储量一样，它们在本世纪末可能大部分将被消耗掉。依靠液体石油作为一种能源是一个比较短期的解决办法，必须发展其他能源。

现在，能源“危机”得到了人们的承认，下一个危机是很多工业国家经济矿产储量的明显减少。例如在第二次世界大战前，美国对矿物资源的需求是颇能自力更生的。只有大约十几种矿产必须进口，如镍、锰、铬、其他铁合金金属，石棉和工业钻石。

可是第二次世界大战带来一次可怕的震动。美国没有矿产储量来供应我们自己及其盟国的军事需要。美国不得不转向53个国家去进口63种关键性的矿产，其中27种完全来自国外资源。换一句话说，美国在战时不能自给自足地去维持她的庞大工业，这一点对将来的国际关系也具有影响。和平时期的需要量也是令人生畏的。

对工业最重要的32种矿产中，美国能自给自足的有9种，不足的有18种，缺少的有5种。而且，可以预料得到，在廿一世纪到来之前，美国对这32种矿产的消费将要翻一番。1978年卡特总统成立了一个“非燃料矿产政策协调委员会”，指示它在15个月内向白宫提出政策建议和选择。这一研究的主要之点集中放在那些对美国经济最关键性的矿产上，诸如铜、铝、铁、锌、锰、铬、铅、镍和钨。

图1-4表示欧洲，特别是苏联和日本钢铁工业的巨大增长情况，后两个国家的增长率分别为7.5%和16%。美国钢的生产增长率大约为1.5%，而且美国进口其铁矿石的40%。自然，日本的铁矿石也全部靠进口，但是她在澳大利亚西部有一个可获矿石的来源。

矿业年会杂志曾指出（图1-5），美国从1950年至预测的2000年关于能源、金属和非金属的需要、消费和赤字的情况。1950年，赤字分别为0—10亿美元。2000年的预计赤字分别为220亿、360亿和60亿美元。亦即2000年时总的赤字为640亿美元。这些赤字是在1972年估计的，而且从那时以来形势已严重恶化。

仅仅几年以前，美国矿产的坑口价值大约总共为200亿美元（原始价值），但是为制成品提供原料、制成品的价值在国民生产总值中增到1万亿美元以上。目前，那些矿产和燃料资源值660亿美元，而且可能在不到10年内，在国民生产总值很少变化的情况下，

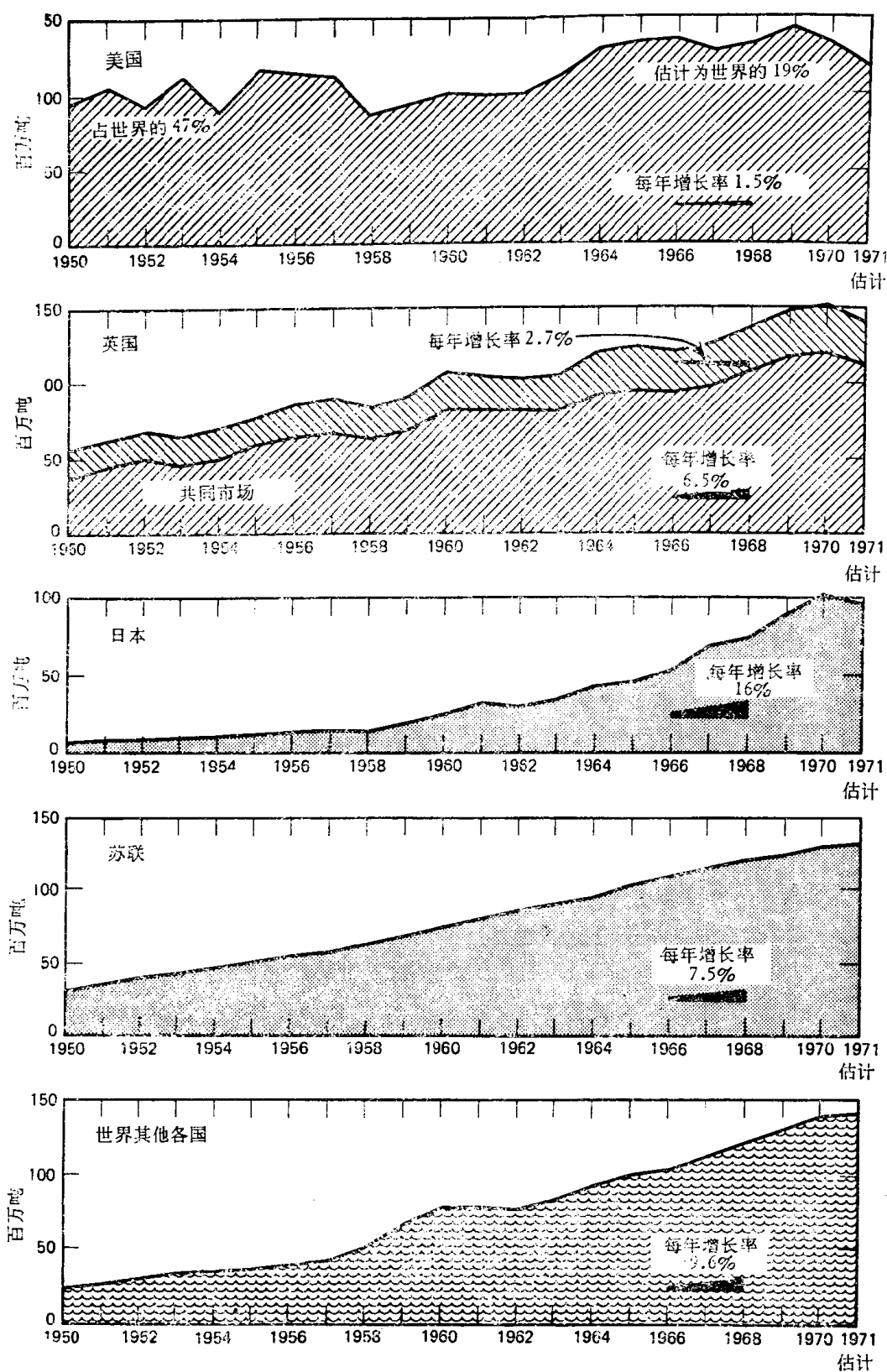


图1-4 世界钢的生产情况 (引自矿业年会杂志, 1972年7月)

超过1000亿美元。

最后, 环境保护的需要及野生和原始区域的建立正在限制美国在国内发现和开发潜在的矿物资源。当1964年通过野生生物法案时, 有1260万英亩, 其中包括另加的380万

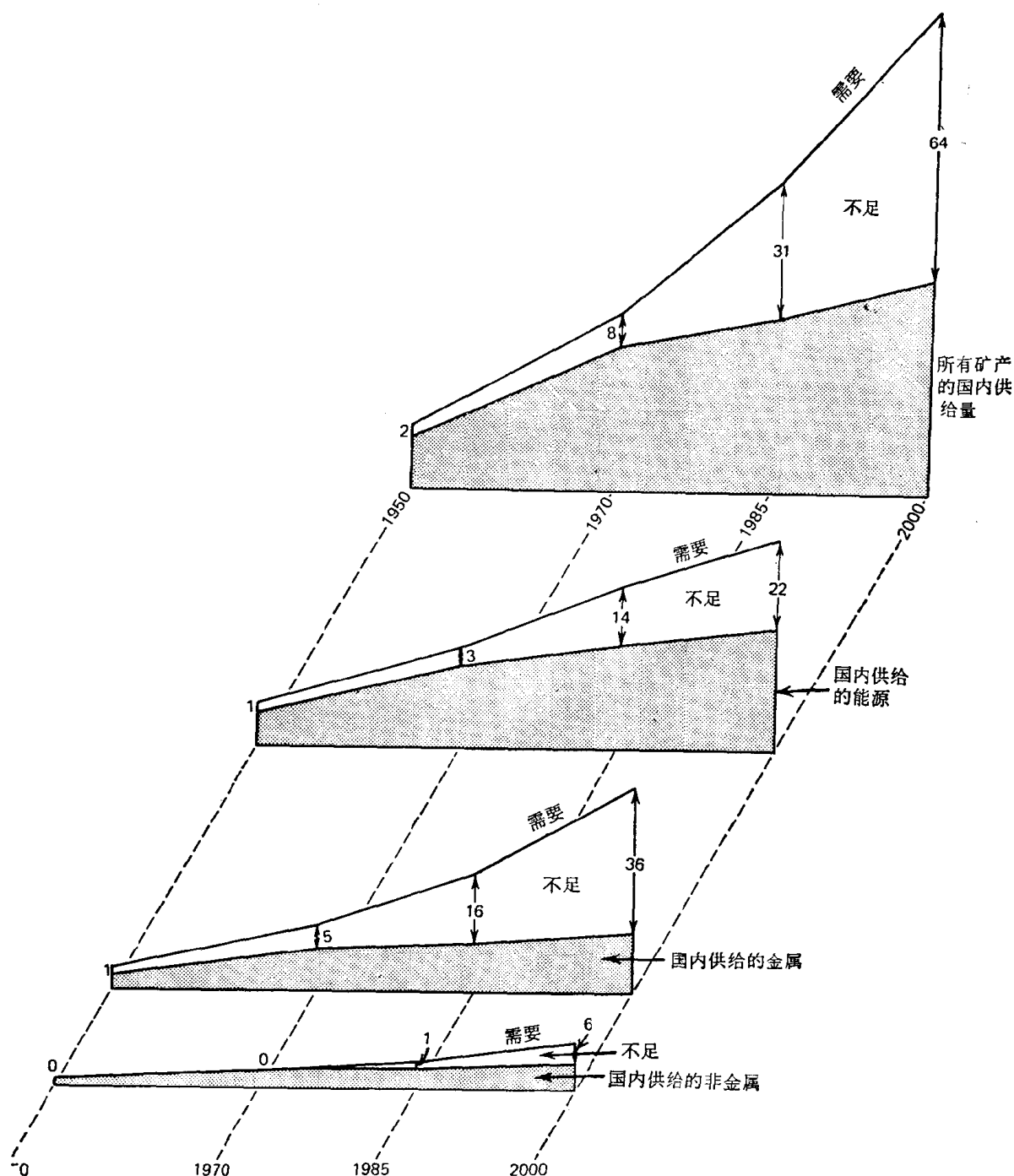


图1-5 美国原始矿产需求中正在发展的赤字（以10亿美元计）（1985、2000年按1970年价格）
（引自矿业年会杂志，1972年7月）

英亩的地区被列为“原始地”。首先有274处以上的地区正在被“研究”。目前有三分之二的这种公用地限制采矿工业插足。Ohle简单明瞭地说过：“现在我们每年被迫花费上亿美元去进口那些我们能够在国内生产的矿产。圈出原生保护区是好事，我们赞成这样做，并且从中得到好处；但是当野生区变得如此之多，以致开始不适当地逐步削弱我国自然资源的供应的时候，这就成为我们难以负担的铺张浪费了。”

另一方面，当占世界人口5%的人消费30%的世界的矿产资源时，野生保护区可能比更多的凯迪拉克牌汽车更为宝贵。