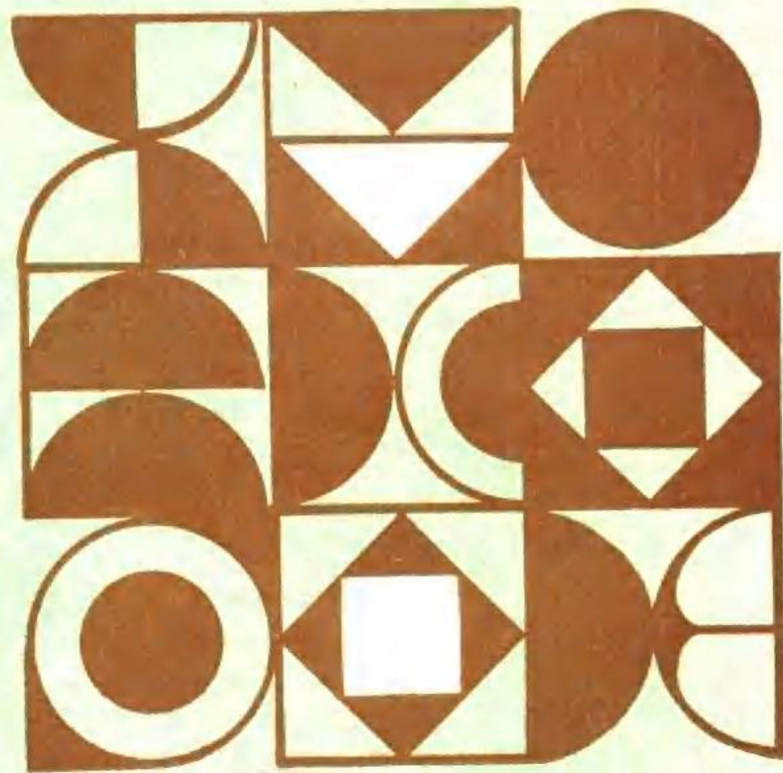




# 矿产资源分析

钱抗生 盛桂浓 著

97  
F407.133  
5  
Z

# 矿产资源分析

钱抗生 盛桂浓 著

海洋出版社

1996年·北京

---

## 内 容 简 介

矿产资源既是社会主义建设的物质基础,又是制定国民经济计划和长远规划的重要依据。本书从矿产资源经济的特殊规律出发,系统论述了现代矿产资源开发利用的发展趋势和矿产资源经济中的一些基本问题,对矿产资源的含义、开发历史与发展趋势,矿产资源经济与工、农业经济的异同作了论述;把资源勘查与开发利用结合起来,提出了对矿产资源进行三维分类的新思路;在全面介绍国内外矿产资源分析工作的基础上,结合对矿产资源的三维分类,系统地、动态地论述了矿产资源分析的理论、原则、方法和影响因素等;对钢铁、有色金属和能源等矿产作了具体的分析;根据对矿产资源的分析,结合对主要工业国和资源国的矿产资源和政策分析,论述了我国有关的矿产资源政策问题。

本书是首部系统论述矿产资源经济、资源分析方法和资源政策的专著,具有较高的学术水平和实用价值,可供地质矿产、冶金、能源、经贸、计划、规划等部门,以及有关的科研、设计、生产、咨询单位和高、中等专业院校师生、研究人员、管理人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

矿产资源分析/钱抗生,盛桂浓著. —北京:海洋出版社,1996.4

ISBN 7-5027-4048-1

I. 矿… II. ①钱… ②盛… III. 矿产资源-分析 IV. ①P627②TD98

## 海洋出版社 出版发行

(100860 北京市复兴门外大街1号)

北京四季青印刷厂印刷 新华书店发行所经销

1996年5月第1版 1996年5月北京第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.375

字数:300千字 印数:1—1000册

定价 15.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

## 序

矿产资源是人类社会的宝贵财富,是人类文明发展必不可少的物质基础。矿产资源对于各个国家来说,是象征综合国力,并影响其发展的重要因素。随着社会经济的发展,人们对矿产资源的需求正在急剧增加。在地球上,矿产资源不仅数量有限,而且分布极不均衡,同时因其采后不可再生,它们的合理利用与开发更显得极为重要。矿产资源在分布上的不均衡性,和各国社会经济在发展水平上的差异性,又进一步影响着矿产资源的勘查、开发、利用、流通、储备和保护。尽管矿产资源的供应前景不像某些资源专家所估计的那样悲观——某些矿资源即将枯竭,但某些矿产品,在一定时期内,在一些国家中出现供应不足,或出现短缺现象仍然是可能的。为了防止矿产资源供应上出现短缺,克服由于某些矿产品出现供应不足而给经济发展带来困难,人们有必要做好矿产资源的分析工作,做到超前勘查、合理开发和利用矿产资源,以保护社会经济持续、快速、健康发展。

矿产资源问题现已成为世界上迫切需要解决的重大问题之一。对我国来说,同样也是一个急需解决的问题。我国矿产资源虽然丰富,矿产种类齐全,矿产资源分布广泛,是世界主要资源国之一,但人口众多,人均矿产占有量较少。尽管我国有很多矿产资源量位居世界前列,有的还占有很大优势,但是,在我国经济迅速发展的今天,仍有不少矿种不能满足国民经济发展的需要。因此,研究矿产资源经济的基本理论,分析世界矿产资源的形势,探讨我国的资源勘查、开发、利用、保护、储备和进出口政策,都具有极大的现实意义。

《矿产资源分析》一书首次系统地论述了矿产资源问题。钱抗生研究员、盛桂浓高工在讨论矿产资源的含义和特性的基础上,首次从矿产资源分析的角度出发,提出了矿产资源三维分类的思路。将矿产资源勘查与开发利用过程中的资源分类工作结合起来,进行矿产资源的动态分类。在分析矿产资源开发利用历史的基础上,探讨了今后的发展趋势,并对矿产资源经济与工、农业经济的异同作了讨论。作者在对国内外矿产资源分析工作进行论述的基础上,对矿产资源分析的原则、方法和影响因素进行了探讨,并对黑色和有色金属及能源等矿产作了具体的分析。作者在论述主要的矿产资源政策的同时,对主要资源国和工业国的矿产资源状况和资源政策进行了分析,并对我国的矿产资源政策问题进行了探讨。

该书是一本具有较高理论水平和实用价值的著作。它的出版对我国矿产资源分析工作将起到推动作用。愿我国矿产资源分析工作不断发展,矿产品能获得长期稳定的供应,保证我国经济的继续腾飞。

中国科学院院士、中国科学院地学部  
副主任、国家自然科学基金委员会副主任

孙· 枢

1996年4月于北京

# 前 言

矿产资源是我们社会的宝贵财富,它既是社会主义建设的物质基础,又是我们制定国民经济发展和长远规划的重要依据。

作为国民经济重要组成部门之一的采掘工业,其经济活动既与工业经济和农业经济有很多共同之处,又有它自己所独有的特殊规律。如何从矿产资源经济的规律出发,进行矿产资源分析,优选勘查开发的矿种、类型和地区,并据此制定出符合矿产资源经济规律和我国实际的矿产资源勘查、开发和保护战略,从而提高矿产资源勘查、开发的经济效益,是地质、采矿以及计划部门一项必不可少的工作。

为了更好地进行矿产资源分析工作,研究如何提高矿产资源开发工作的经济效益,作者试图从矿产资源经济出发,从三个方面分析讨论资源勘查和开发工作中的一些问题。首先,从矿产资源的含义及其特点出发,讨论现代矿产资源开发利用的发展趋势和矿产资源经济中的一些基本问题。其次,将着重讨论矿产资源分析工作的意义、原则、内容和方法,简要介绍国内外矿产资源分析工作的状况,并对钢铁资源、有色金属资源和能源矿产的开发利用,以及目前的生产状况和资源保证程度进行简要的分析。第三,将介绍世界主要工业国和资源国的矿产资源状况和资源政策,并结合我国的矿产资源特点,对我国矿产资源的分析工作和资源政策问题进行初步探讨。

在本书编写和出版过程中,得到了很多同志的热心帮助,特在此致以谢意。但由于我们水平有限,而矿产资源分析工作又较为复杂,国内外至今很少见到有关这方面较为系统和完整的专著,书中错误不当之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

作者

1995年5月于北京

# 目 录

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| <b>第一篇 总论</b> .....                        | (1)  |
| <b>第一章 矿产资源的含义及其特征</b> .....               | (2)  |
| 第一节 矿产资源的含义 .....                          | (2)  |
| 第二节 矿产资源在数量上的有限性 .....                     | (3)  |
| 第三节 矿产资源在分布上的不均衡性 .....                    | (5)  |
| 第四节 矿产资源勘查工作中的探索性 .....                    | (7)  |
| 第五节 矿产资源在开发建设周期上的长期性 .....                 | (8)  |
| 第六节 矿产资源的不可再生性、在开采利用上的不可逆性及非弹力和集中垄断性 ..... | (11) |
| 第七节 矿产资源的丰度直接影响开发的经济效益 .....               | (12) |
| <b>第二章 矿产资源分类</b> .....                    | (14) |
| 第一节 关于矿产资源与矿产储量的一些概念 .....                 | (14) |
| 第二节 矿产资源的分类简史 .....                        | (17) |
| 第三节 西方国家的矿产资源分类 .....                      | (18) |
| 第四节 前苏联及东欧国家的资源分类 .....                    | (22) |
| 第五节 矿产资源的国际分类 .....                        | (26) |
| 第六节 我国矿产资源的分类 .....                        | (28) |
| 第七节 对矿产资源分类的探讨 .....                       | (32) |
| <b>第三章 矿产资源开发利用的历史和趋势</b> .....            | (35) |
| 第一节 古代矿产资源的开发活动——独立矿业的形成时代 .....           | (36) |
| 第二节 产业革命以后的资源开发 .....                      | (38) |
| 第三节 现代矿产资源开发利用的特征 .....                    | (40) |
| 第四节 矿产资源开发利用的趋势 .....                      | (43) |
| <b>第四章 矿产资源开发工作中的几个经济问题</b> .....          | (46) |
| 第一节 矿产资源勘查开发工作的性质及其阶段划分 .....              | (46) |
| 第二节 矿业活动中的几个基本经济问题 .....                   | (50) |
| 第三节 矿产资源经济的特征 .....                        | (52) |
| 第四节 矿产资源开发工作中的二种评价 .....                   | (54) |
| <b>第五章 矿产市场</b> .....                      | (58) |
| 第一节 矿产市场的种类、特点和作用 .....                    | (58) |
| 第二节 矿产市场的开拓与竞争 .....                       | (60) |
| 第三节 矿产品价格的制定 .....                         | (63) |
| 第四节 矿产市场的分析 .....                          | (67) |
| <b>第二篇 矿产资源分析</b> .....                    | (69) |
| <b>第六章 矿产资源经济分析概述</b> .....                | (69) |
| 第一节 矿产资源分析工作的意义及国内外矿产资源分析工作概况 .....        | (70) |
| 第二节 矿产资源分析工作的原则与应考虑的影响因素 .....             | (73) |
| 第三节 矿产资源分析工作的内容 .....                      | (78) |
| 第四节 世界主要矿产资源简析 .....                       | (81) |
| <b>第七章 矿产资源分析方法概述</b> .....                | (95) |
| 第一节 矿产资源的现状分析 .....                        | (95) |
| 第二节 矿产资源的前景分析 .....                        | (98) |

|             |                                  |              |
|-------------|----------------------------------|--------------|
| 第三节         | 矿产资源的需求分析 .....                  | (105)        |
| 第四节         | 矿产资源的供应能力分析 .....                | (122)        |
| 第五节         | 矿产资源的保证程度分析 .....                | (129)        |
| <b>第八章</b>  | <b>钢铁资源分析 .....</b>              | <b>(133)</b> |
| 第一节         | 钢铁工业发展简史及其矿石供应 .....             | (133)        |
| 第二节         | 铁矿资源的现状与前景 .....                 | (137)        |
| 第三节         | 铁矿石的供需现状与前景 .....                | (141)        |
| 第四节         | 国外铁矿资源开发的几个特点 .....              | (143)        |
| 第五节         | 我国铁矿资源概况及对外开发政策的探讨 .....         | (145)        |
| 第六节         | 锰矿资源分析 .....                     | (149)        |
| <b>第九章</b>  | <b>有色金属资源分析 .....</b>            | <b>(152)</b> |
| 第一节         | 世界主要有色金属资源的储量状况 .....            | (153)        |
| 第二节         | 世界有色金属资源的前景 .....                | (154)        |
| 第三节         | 世界有色金属资源供需前景及资源保证程度展望 .....      | (161)        |
| 第四节         | 对我国有色金属资源开发战略的探讨 .....           | (167)        |
| <b>第十章</b>  | <b>能源资源分析 .....</b>              | <b>(170)</b> |
| 第一节         | 人类利用能源的历史及趋势 .....               | (171)        |
| 第二节         | 能源资源的现状与前景 .....                 | (173)        |
| 第三节         | 能源供需现状与前景 .....                  | (178)        |
| 第四节         | 对我国能源政策问题的几点认识 .....             | (181)        |
| <b>第三篇</b>  | <b>矿产资源政策 .....</b>              | <b>(183)</b> |
| <b>第十一章</b> | <b>矿产资源的若干政策问题 .....</b>         | <b>(183)</b> |
| 第一节         | 矿产资源的优劣形势分析 .....                | (183)        |
| 第二节         | 矿产资源的勘查政策 .....                  | (184)        |
| 第三节         | 矿产资源的开发政策 .....                  | (185)        |
| 第四节         | 矿产资源勘查开发的投资政策 .....              | (186)        |
| 第五节         | 矿产品的价格政策 .....                   | (187)        |
| 第六节         | 矿产资源的保护政策 .....                  | (187)        |
| 第七节         | 矿产资源的储备政策 .....                  | (188)        |
| 第八节         | 矿产资源的合理利用和环境保护政策 .....           | (190)        |
| 第九节         | 矿产资源的替代政策 .....                  | (191)        |
| 第十节         | 矿产资源开发过程中的税收政策 .....             | (192)        |
| 第十一节        | 矿产资源的节约政策 .....                  | (192)        |
| 第十二节        | 矿产资源的进出口政策 .....                 | (193)        |
| 第十三节        | 其他矿业政策问题 .....                   | (194)        |
| <b>第十二章</b> | <b>主要工业国和资源国的矿产资源及资源政策 .....</b> | <b>(195)</b> |
| 第一节         | 美国 .....                         | (195)        |
| 第二节         | 前苏联 .....                        | (198)        |
| 第三节         | 日本 .....                         | (201)        |
| 第四节         | 英国 .....                         | (204)        |
| 第五节         | 法国 .....                         | (206)        |
| 第六节         | 原联邦德国 .....                      | (207)        |

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 第七节 澳大利亚 .....                 | (209)        |
| 第八节 加拿大 .....                  | (211)        |
| 第九节 巴西 .....                   | (214)        |
| 第十节 南非 .....                   | (216)        |
| 第十一节 印度 .....                  | (217)        |
| 第十二节 沙特阿拉伯 .....               | (220)        |
| 第十三节 其他国家 .....                | (221)        |
| <b>第十三章 对我国矿产资源政策的探讨 .....</b> | <b>(222)</b> |
| 第一节 我国矿产资源简况 .....             | (223)        |
| 第二节 我国矿产资源的开发 .....            | (224)        |
| 第三节 我国矿产资源勘查开发工作中存在的主要问题 ..... | (225)        |
| 第四节 主要工业国及资源国矿产资源政策的简析 .....   | (227)        |
| 第五节 对我国矿产资源政策的探讨 .....         | (228)        |
| <b>主要参考文献 .....</b>            | <b>(233)</b> |

# 第一篇 总 论

自然资源是人类赖以生存和发展的物质基础。如果说,土地资源和依赖土地资源而发展起来的农业是人类得以生存所不可缺少的物质条件,那么,矿产资源则可以说是人类文明和社会发展所必不可少的物质基础。“古代人”学会了利用燧石作劳动工具来进行生产劳动,从而促使猿进化到人,并进入到原始共产主义社会,而人类对金属资源和能源资源的开发利用,则使得原始社会解体,并进入到文明社会。同样,随着黑色、有色、稀贵金属以及放射性矿产资源和能源、化工、非金属、建筑材料矿产资源开发利用程度的不断提高,也就极大地推动了科学技术的发展和劳动生产率的提高,并使人类从奴隶社会发展到封建社会、资本主义社会,并最终将到共产主义社会。从这个意义上讲,人类对矿产资源开发利用程度的高低,也可以作为衡量人类社会水平的一个尺度。

在现代社会中,矿产资源已经成为各国发展国民经济最基本的条件。因此,任何离开矿产资源供需的社会发展计划和规划,实际上都将成为“空中楼阁”和“无米之炊”。由于矿产资源对社会经济发展的影响极大,加上矿产资源在地球上分布不平衡,更促进了人们对矿产资源的关注。有些国家之间甚至发生了为争夺矿产资源而引起的战争。美国前总统卡特在给国会的报告中曾指出,第三次世界大战有可能是为了争夺中东的石油而爆发。现代战争就是资源战争。美国前总统里根也很重视战略资源的开发,并积极增加战略资源的储备。就是矿产资源比较贫乏的日本,也非常重视矿产资源形势分析,加强国内及海外矿产资源的探查与开发,并推进未来矿产资源的探查和开发研究工作,以期获得矿产资源的长期稳定供应。日本前首相田中角荣在为《资源问题的展望》一书写的开场白中就指出,现在资源问题已成为世界上急待解决的重大问题。

我国是一个社会主义国家,我们的生产目的是为了保证最大限度地满足整个社会日益增长的物质和文化需要,“社会将按照根据实有资源和整个社会需要的计划来支配这一切东西”<sup>①</sup>。在开发我国的矿产资源时,如何根据矿产资源经济的特点,做好矿产资源的经济分析工作,正确合理进行探查和开发工作,从而提高我们开发矿业的经济效益,已是值得我们研究的重大问题。本篇正是在这一思想指导下,我们首先就必须了解与矿产资源分

---

<sup>①</sup> 恩格斯,共产主义原理。见:马克思恩格斯全集(第四卷),北京:人民出版社,1965. 369

析工作有关的诸如矿产资源、矿产储量及矿产储量的含义,以及矿产资源分类等基本概念。其次,应了解矿产资源开发的历史和发展趋势。第三,应了解矿产资源经济的特点与规律,以及矿产市场的特点,为进行矿产资源分析工作打好理论基础。

## 第一章 矿产资源的含义及其特征

矿产资源是我们大家都熟悉的一个名词,但对矿产资源的含义和特性,不同的人有不同的解释。

### 第一节 矿产资源的含义

日本学者西尾滋认为,资源这个术语,一般出自第二次世界大战前。当时,由于物资,特别是与战争密切相关的矿产品的缺乏,就有人把一些可以获得的天然物资,如森林、矿物原料等通称为资源。对属于天然矿物方面的资源,又称为矿产资源。1932年,国民政府成立了垄断工矿业的主要机构——国防设计委员会,到1935年改组称为资源委员会,主管钢铁、油矿等军需工业和垄断钨、锑的出口,以后还垄断了煤和有色金属等矿产。由此可见,当时已把煤、铁、石油和钨、锑等有色金属通称为资源。

据《辞海》解释,“资源”二字,乃由资与源两字联合组成,“资”乃指财物、费用。资乃为第二位的“宝贝”,是指具有现实的或潜在的价值东西。而“源”乃来源、源泉,是一切事物之本。因此,在词典中资源的词义是“储存的或需要时立即可以得到的某种东西”。由此可见,“资源”一词乃指可以获得物质财富的源泉。对于矿产资源(包括能源)来说,考虑到由于科学技术的发展,政治经济条件的变化,社会对矿产资源需要的增加,人们对开发矿产资源前景的预测和规划,现已将其含义引伸到包括推测其客观存在的、现在或将来具一定价值的一切地下物质。由此可见,矿产资源实为尚未开发利用的矿物原料,是一种自然财富。它一方面体现了客观地质作用形成的有用物质的天然富集,另一方面它又在目前或可以预见的将来,具有一定的经济价值。只有达到这二条标准者,才能称为矿产资源。此外,我们也应看到,在一定的社会政治、技术经济条件下矿产资源量是一个常量;但在发展着的社会中,矿产资源量又是一个变量,它将随着地质找矿形势、技术经济条件和社会政治条件的改变而变化。

根据以上讨论,我们可从以下几个方面去认识矿产资源的含义:

(1)矿产资源是赋存在地壳中有用岩石、矿物和元素的聚集物,它们经过漫长的成岩

成矿作用而富集。是现在或可以预见的将来,将能作为一种物质财富或商品,而加以开发回收的天然物质,即矿产资源的天然物质意义。

(2)矿产资源在开发利用的过程中,必须是在科学技术上能够实现的,在经济上是合理的。例如随着技术的进步,人类可能利用的矿产资源,不论从品种上说,还是从数量上看,都是在不断增加的。同时,随着社会劳动生产力的提高,就可能使一些过去不宜开发的非经济或次经济的低品位矿物堆积物变成次经济的矿产资源,或变成可以经济合理地进行开采的矿产储量。因此,在分析研究矿产资源时,必须综合地考虑这二个方面,即矿产资源的技术经济含义。

(3)与其他一切事物一样,矿产资源量的确定,除了必须依据技术、经济条件外,还必须考虑政治条件和军事条件的变化,以及社会需要的变化。例如随着政治或国防上的需要,一方面可能使一些在正常条件下不宜开采的次经济的矿产资源,成为可供开采的矿产储量。另一方面也可能为了战略储备,实行矿产品禁运等矿产储量的储备,以进行资源的保护,从而禁止开发某些矿产,使一些可供开采的矿产储量变成实际上的矿产资源,即矿产资源的政治军事意义。

(4)矿产资源开发与人类的关系。随着人类对矿产资源开发利用程度的提高(包括从数量到质量二个方面),矿产资源对人类的贡献也越来越大。若处理不好,则对自然界的破坏作用也将越来越大,并造成自然界对人类的反作用或惩罚的不断增强。为了确保人类与自然的平衡,避免只就眼前利益而引起的对矿产资源的盲目开采,从而造成自然界对人类的惩罚(包括产生资源危机和自然灾害),也就是矿产资源的社会意义。

由此可见,矿产资源应是一个包括地质、技术、经济、政治(含军事)、社会的综合概念。它在数量上,也是由以上各因素所决定的,并且是随以上各因素的变化而变化的。因此也应该是一个动态的数量(函数值)。所以在我们今后考虑矿产资源问题时,必须考虑地质的、技术的、经济的、政治(含军事)的和社会的因素,同时还应从动态的概念出发,分析矿产资源的现状和未来,合理地解决矿产资源的勘查、开发、利用、供应和保护等问题。

综上所述,我们可以看出矿产资源具以下含义:矿产资源是赋存在地壳中的有用岩石、矿物或元素的聚集体;它在目前或可以预见的将来,能被当时的科学技术所开发出来,并在经济上是合理的天然物质;它的开发利用,受科学技术、社会需求、经济条件、政治军事形势以及环境保护等因素的影响。从数量上看,它又随这些条件或因素的变化而变化。因此矿产资源既具有客观存在的自然物质的属性,又具有社会、经济、政治,乃至军事的属性,从本质上看,是一个技术经济概念,更确切地讲,应是一个经济概念。

## 第二节 矿产资源在数量上的有限性

由于矿产资源是地壳中由地质作用使有用物质聚集而成的,而这种聚集的程度,又要

求能够达到可供工业开发利用的标准。这就要求在质量上和数量上都能满足现代科学技术条件下能够开发利用的水平,在经济上至少能够达到投入与产出相等的水平。这种严格的要求,使地球上大量有用物质,成为人们可望而不可及的东西。就是地壳中含量最多(即占地球总重量 35%,占地壳总重量 6%)、矿石储量非常丰富的铁,目前,全世界可供开采的铁矿石储量仅为  $1\ 510 \times 10^8$  吨,金属储量为  $646 \times 10^8$  吨(资源量估计大于  $8\ 000 \times 10^8$  吨,含铁量为  $2\ 300 \times 10^8$  吨)。地质矿产部情报所 1980 年估计全世界的矿石储量为  $3\ 500 \times 10^8$  吨。即使按立见辰雄估计到地下 10 公里算,铁矿资源也只有  $24 \times 10^{12}$  吨,还不到地球中  $1.5 \times 10^{22}$  吨铁总量  $1/10^9$ ,还不到地壳中铁的  $1/10^5$ 。目前已探明的铁矿石储量,按目前的生产水平计,也只能满足全世界开采 160 余年。由此可见,真正可供人们开发利用的矿产资源量是有限的。

在自然资源中,在一定的时期内,有的使用后数量并不减少,例如耕种着的土地,年年耕种,而土地面积并不减少;有的虽然减少了但可再生,例如森林被砍伐以后,虽然减少了,但仍可再种而获得。但矿产资源却与之相反,一经开采,就不复存在。既要减少已经探明的矿产储量,而且没有一个人能在已经开采过的矿床中再“种”出原来的矿产储量来。从这个意义上看,我们也可以认为,矿产资源在客观上是有限的。

从矿产资源的形成过程看,各种矿床都需经过漫长的地质年代,通过岩浆分异、构造控制、化学交代、变质富集和迁移沉积作用等复杂的途径,使分散的矿物、元素富集成具有工业意义的矿床。例如铅,在地壳中的丰度仅为  $13 \times 10^{-6}$ ,而可采品位却要达到百分之几,要形成工业矿床,就应富集 2 000 倍。要真正付诸开采,还需具备一定的数量和矿区的内外部建设条件。这些也都是造成矿产资源在客观上是有限的原因。

有人认为,矿产资源既然要受技术经济条件制约,而技术又是在不断进步的,所以矿产资源也就可以不断增加。从这个意义讲,矿产资源应该是无限的。但这种认识,我们认为也是不完全的。确实,科学技术是在不断的进步,社会经济条件也是在不断地获得发展和改善,技术和经济上的进步和发展,使人们能够去开发过去无法利用的资源,有的甚至还能获得比过去更好的利用效果。但是,这种进步也大都是在矿产资源满足不了社会需要的前提下,才被迫采取的。例如大陆石油资源存在着耗尽的可能,人们才被迫加速海洋石油资源、煤炭资源、核能资源、水能资源、地热资源和太阳能资源等的开发。如果说能源资源是无限的,这种说法可能是正确的,但它已超出人们分析中常指一种具体的矿产资源这个概念。由此可见,对任何一种具体的矿产资源而言,不管技术进步有多大的影响,它总是有限的。

如果就一个矿山企业而言,矿产资源的有限性更为突出。尽管矿产资源是矿山存在的前提条件,矿石储量是矿山进行生产的基础,但是目前矿山的设计储量,如按设计能力计,小矿只有 7—8 年,中矿只有十几年,大矿也只有三五十年。即使考虑到一些远景储量作为

后备,矿山寿命的年限大多因受资源有限问题所限,也只有几十年。资源能保证矿山服务年限达上百年者只是少数。因资源开采殆尽而被迫闭坑的矿山是屡见不鲜的,为此人们还常把矿山企业称为短命企业。这也充分证明矿产资源,是一种有限的资源,它不论在地球上,还是在一个国家,一个地区或一个矿山,都有这个有限性的特征。

### 第三节 矿产资源在分布上的不平衡性

矿产资源是有用元素或矿物、矿物组合物的高度富集体,而其富集到什么程度才能成为矿床,才能为人们经济合理地加以开采呢?我们可以拿金属矿产资源为例,若将地壳中一些主要金属元素的平均丰度和目前开采的最低工业品位进行比较(表 1-1),我们就可以看出它们必须富集多少倍。

由表 1-1 可见,即使我们尽量选取目前开采的最低品位作基数,要使自然界的金属元素富集成工业矿床,除铁、铝等几种元素外,大多数金属元素要形成工业矿床,均需富集几十倍、几百倍、甚至几千倍。要使有用元素或矿物集合体富集成工业矿床,从我们地质工作的实践看,就必须使有用元素或矿物质有充足的来源,并具有有利的成矿条件——地层的、构造的和地球化学的条件。从矿床形成的历史过程看,除火山硫和大洋中的锰结核等少数几种矿产资源外,大多数需要上万年,甚至上亿万年的时间。由此可见,要形成具有工业意义的矿床,对成矿地质条件的要求是非常严格而复杂的。此外,在矿床形成之后,还应具有保存的条件,以致在矿床形成之后还不至会被破坏。只有在这些制约因素能有利地结合时,才能造成我们目前世界上存在的矿产资源,其结果必然是造成矿产资源在客观分布上的不平衡性。

根据美国内务部矿业局 1986 年出版的《矿产品概况》中世界主要金属矿产储量数字计算,世界大多数种类的矿产都分别集中在少数几个国家或地区的某些矿带中。就是人们最常见的铁、铝等矿床也不例外。其他矿床更是如此,甚至有的还可以说是“得天独厚”。例如国外铁矿石储量的 75%分布在前苏联、澳大利亚、美国、加拿大和巴西等五国;锰矿石储量的 92%集中在南非和前苏联;铬矿石储量的 97%在南非、津巴布韦和前苏联;铜矿储量的 56.8%在智利、美国、澳大利亚、前苏联和赞比亚;铝土矿储量的 72%在几内亚、澳大利亚、巴西、牙买加和印度;铅矿储量的 57%在澳大利亚、美国、加拿大、前苏联和南非;锌矿储量的 53%在加拿大、美国和澳大利亚;金矿储量的 55%和铂矿储量的 81%集中在南非。据其他有关资源专家的统计分析,世界煤矿资源的 80%在前苏联、美国和中国;石油储量的 74%在中东(包括沙特阿拉伯、伊朗、科威特、伊拉克和利比亚)和前苏联。

同样,我国的钨矿储量几乎等于国外钨矿储量的总和,我国的稀土矿更几倍于国外稀土矿储量之和。如从我国矿产资源的分布看,铁矿一半以上分布在辽宁、四川和河北;铜矿

表 1-1 金属元素形成工业矿床所需富集的倍数

| 元素名称  | 在大陆地壳中的平均丰度 <sup>*</sup> ( $\times 10^{-6}$ ) | 可供开发的最低工业品位 <sup>**</sup> ( $\times 10^{-6}$ ) | 需要富集的倍数      |
|-------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|
| 铁(Fe) | 50 000                                        | 200 000—300 000                                | 4—6          |
| 锰(Mn) | 950                                           | 80 000—150 000                                 | 84—158       |
| 铬(Cr) | 100                                           | 60 000—200 000                                 | 600—2 000    |
| 镍(Ni) | 75                                            | 3 000—30 000                                   | 40—400       |
| 钴(Co) | 25                                            | 200—5 000                                      | 8—200        |
| 钨(W)  | 1.5                                           | 560—1 000                                      | 373—667      |
| 钼(Mo) | 1.5                                           | 300—1 000                                      | 200—667      |
| 钛(Ti) | 4 400                                         | 20 000—150 000                                 | 4.5—34       |
| 铌(Nb) | 20                                            | 140—1 000                                      | 70—500       |
| 钽(Ta) | 2                                             | 80—160                                         | 40—80        |
| 锆(Zr) | 165                                           | 4 000—40 000                                   | 24—242       |
| 铜(Cu) | 55                                            | 2 000—10 000                                   | 36—182       |
| 铅(Pb) | 13                                            | 3 000—15 000                                   | 231—1 154    |
| 锌(Zn) | 70                                            | 5 000—30 000                                   | 71—249       |
| 锡(Sn) | 2                                             | 1 000—2 000                                    | 500—1 000    |
| 汞(Hg) | 0.08                                          | 400—1 000                                      | 5 000—12 500 |
| 银(Ag) | 0.07                                          | 17—50                                          | 243—714      |
| 金(Au) | 0.004                                         | 6—15                                           | 1 500—3 750  |
| 铂(Pt) | 0.01                                          | $\geq 0.17$                                    | 17           |
| 铝(Al) | 81 300                                        | 200 000—300 000                                | 2.5—3.7      |
| 镁(Mg) | 20 900                                        | 114 000—276 000                                | 5.5—13       |
| 铀(U)  | 1.8                                           | 300—500                                        | 167—278      |
| 钍(Th) | 7.2                                           | 1 000—100 000                                  | 139—13 888   |

<sup>\*</sup>马索(Mason,1966)。

<sup>\*\*</sup>根据国内外目前开采利用的各种矿床类型的品位。

的 70%以上在长江中下游和云南、西藏、甘肃和山西等省区；铝土矿的 90%分布在山西、河南、贵州和广西；而钨矿的 70%在南岭；锡矿的 60%在云南和广西；镍矿 64%在甘肃；汞矿的大部分在贵州；一些稀有和稀土矿几乎都集中在几个矿区中。其余如非金属和燃料矿产的煤和石油等，也有类似情况。

## 第四节 矿产资源勘查工作中的探索性

如前所述地壳中虽然含有大量的金属元素和各种矿物资源，但它们在地壳中大多处于分散状态。要把平均含量仅为 5% 的铁富集到 20%—60% 以上，把平均含量仅为 0.005% 的铜富集到 0.3%—3%，把平均含量仅为  $5 \times 10^{-7}$  的金富集到 2—50 克/吨，并要长期予以保存，就需要有特定的地质环境。即使有富集和保存的条件，还需要有一定数量的物质来源，要找到这样的地质环境，也是很困难的。这种寻找矿产资源的随机性，就形成找矿工作的探索性。在人们尚处在利用矿产资源的初期，其需要的矿种有限，而且需求量也是很少的。当时，人们只需要直接用肉眼，在地表就很容易找到人们所需的石头，甚至有关的金属资源，这时的难度和风险也还比较小。但随着需求量的增大，所需矿物原料的增多，地表上特别富集的金属和其他矿产都日渐稀少。人们容易找到的地表矿床现已大部被人们找到和开发。加上可供人们开发的矿产资源，还应具有一定的数量、丰度和开发利用条件，要找到所需要的、并有一定数量的矿物资源就日渐困难。特别是在大规模开发矿业以来，随着采矿技术的进步，人们不但能够大规模地开采地表及浅部的矿产，而且能经济地开采埋藏较深的矿产。例如埋在 500 米左右的金属矿产和埋深在 5 000 米内外的石油资源，以及海深在 200 米左右的陆棚大陆架资源已经成为人们开发矿产资源的主要对象。就是在海深达 5 000 米的深海锰结核，不久也将成为人类获得镍、钴、铜、锰的主要来源之一。地表矿产资源的枯竭和地下深处矿产资源的开发，一方面促进了地质找矿技术水平的提高，另一方面又增加了找矿勘探工作的难度和冒险性。

随着地下矿产资源的大规模开采，为了提高寻找矿产的效果，一方面促进了成矿理论的发展；另一方面又推动了找矿勘探技术的提高。同时也促使人们专门去研究矿床的经济价值问题。

20 世纪 50 年代以来，就成矿理论方面而言，各种地质构造和控矿构造的研究（如板块学说在矿床学中的应用）进一步深入，区域成矿规律的研究有了新进展（如对成矿地质环境的研究，时代对成矿的控制作用，金属矿产形成的继承性等），对成矿机制的研究有了新进展（如上地幔与地壳成矿的关系，新成矿模式的不断出现等），促进了人们要以地质认识（包括区域地质环境的分析和成矿模式的应用等）来统率各种找矿方法，正确地处理、解释和应用各种方法所取得的数据和资料，并给予合理的解释。以求合理地进行矿产资源的远景评价，作为资源摸底。

为了探查地下深处的矿产资源，人们在加强成矿理论研究的同时，在找矿勘探手段上也取得了很大的进步。人们可应用已经掌握的知识，根据地质、物化探工作的成果，在有利的构造部位进行钻探或坑探，去探明人们所需的矿产资源。但是，尽管人们在长期的找矿

实践中积累了丰富的找矿经验,尽管科学技术进步为找矿勘探工作提供了大量的先进的找矿仪器和设备,以及包括电子计算机在内的数据处理手段。但是,矿产资源深埋地下,人们不能直接看到。对几千万年到几亿年以前形成的矿产资源,目前的地质理论对其成因和可能赋存的部位只能作出一般的推断。根据矿物资源的物理和化学特征而发展起来的地球物理和地球化学探矿法,一般也具有多解性。所有这一切都给找矿勘探工作增加很大的困难,造成找矿工作的成功率较低,使找矿勘探工作具有很大的探索性和冒险性。例如在美国,自 1945—1960 年发现的、到 1967 年底被确认的油田和天然气田,共打钻井 93 554 个,发现石油或天然气的钻井仅有 9 645 个,其中可供商业开发的油井只有 2 274 个,占所打钻井的 2.43%<sup>①</sup>。

由于地质勘探和矿山开发工作的持续不断地进行,交通方便和较易发现的地表矿床大多已被人们发现、勘探和开发。所有这一切都造成了当前普查找矿工作的日益困难,使找矿勘探工作的投资效果在当前货币价值上的效果不断下降。据统计,美国和加拿大的金属矿产勘查工作,如要获得相同储量的矿产资源,70 年代所花的投资,大致为 50 年代的 3 倍。要发现和探明一个大型矿床,若 50 年代需要 500—1 000 万美元,60 年代就需要 2 000 万美元,到 70 年代末则达 3 000 万美元。因此,普查勘探费用在金属矿产品开发费用中的比重,也从 1951—1955 年间的 3.6%,上升到 1970—1975 年间的 6%。在我国,也有类似的情况,如云锡公司现在要探得 1 吨锡所花的费用,也约为过去 3 倍。单位探矿费用的增加以及探矿费用在矿产资源开发费用中所占比重的增加,更增加了找矿勘探工作的风险性。因此,找矿勘探工作与一般工业生产不同,后者只要投入一定量的劳力和物资,就能按比例地生产出相应的产品,创造出相应的价值。而地质工作在整个找矿勘探过程中,都具有很大的探索性和冒险性。所以,有人常称地质工作是一项调查研究工作,是一项探索性很强的工作,是一项具有冒险性的事业。既然矿产资源是一项探索性很强的冒险性事业,其工作质量、工作方针、工作安排的好坏,必将极大地影响其工作成果。从我们以往的工作经验看,只要我们做好工作,地质工作就可成为一项探索性很强的高风险、高效益的工作。

## 第五节 矿产资源在开发建设周期上的长期性

矿产资源开发工作的另一个特点是开发建设周期上的长期性。这一方面表现在矿产资源的开发,不像其他工业项目那样可以有急功近利可得。如果说我们能用一年时间建起一座大型高炉,并使其炼出生铁。但我们却可能用 10 年时间也建不起一座大型矿山。这

---

<sup>①</sup> 据 API. Facts & Figures. 1967

是为什么呢?因为要建一座大型矿山必须有大型矿床作为前提,而大型矿床还需要人们去寻找,去探明。而矿山又不能按我们的主观意志去建在交通方便的大城市中,没有相应的外部条件,要想建成大型矿山也只能是个幻想。为了认识矿产资源开发工作长期性这个特点,我们在这里将简单地介绍一下矿产资源开发工作的过程。

### 一、矿产资源的寻找是一项复杂的工作

为了寻找矿产资源,地质人员必须尽力收集各种地质资料,进行基础地质调查,确定和划分各种岩石类型及其分布,推断可能赋存矿产资源的地带,并据此编制普查找矿设计和有关图纸。经有关领导部门批准,组织地质力量进行地质测量和各种物化探工作。在可能条件下,还应辅以包括地震、重力、磁法、电法和航空地质、遥感地质、同位素地质、数学地质以及地球化学和航空物探等工作,以寻找矿体的影踪。在经过这些工作以后,在成矿有利和可能赋存矿体的部位,还需打少量钻孔,以检验人们的认识,以及确认矿化体或矿点的客观存在。在交通极度不方便的地区,人们为了进行钻井,还需修筑简易道路。该项工作的完成,一般需要2—3年的时间。

### 二、矿产资源的评价和坑探工作需要较长的时间

当人们通过大量的地质调查工作找到矿点或矿化区后,它们是否能够成为具有工业价值的矿床,就取决于它们的数量、质量以及开采与选冶条件。同时也决定于社会对该种矿产品的需求程度,以及建设这些矿山的外部条件如何,投资大小和开发经济效益的好坏。为了解决这些问题,人们必须对已发现的矿点进行地质评价,确定矿床总规模,矿体形态,矿石质量,选冶条件及开发条件,并进行技术经济评价,从而得出是否值得进行勘探的结论。这就需要地质工作者组织钻探或勘探力量,对矿点进行总体评价,以肯定或否定矿(床)点的工业价值。

当矿床具有工业价值时,人们就需要根据生产建设的需要,对矿床进行详细勘探,以保证矿山建设工作能顺利地确定矿山开发方案,以满足矿山开拓设计。这就要求地质部门,在这一时期要进行大量的钻井或坑探工作。从目前矿床的勘探工作看,一般均需打数万米的钻井,有的还需配合上千米的坑探工作,大量的样品测试,现场观察以及综合分析研究等工作。对于一些大型矿床,钻探工程还可多达10万余米。在目前的钻、坑探技术水平条件下,一台钻机每月仅能打数百米。加上勘探工作具有探索性的特点,全部工程又不能同时进行,这就造成地质勘探工作的长期性。从目前勘探工作看,要探明一个矿床,最少也需要3—5年的时间。对一些特殊条件下的大型矿床,有的勘探周期高达10余年。