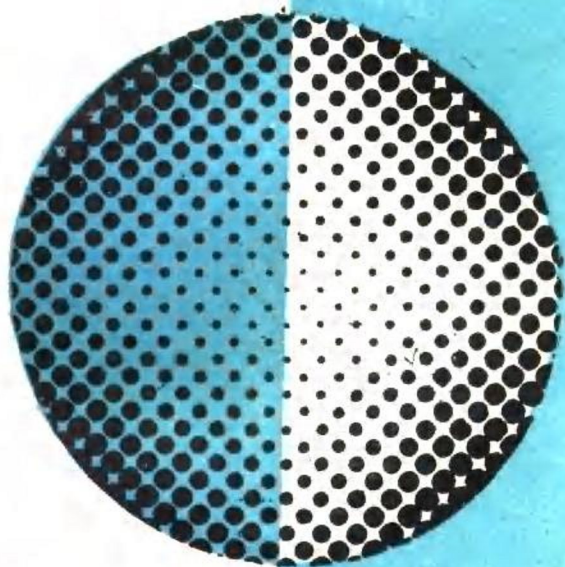


矿产资源综合评价 开发利用评价 理论与方法

主编 关凤峻 杨福田

副主编 王生龙 张应红



7.133



地质出版社

矿产资源综合利用 评价理论与方法

主 编 关凤峻 杨福田
副主编 王生龙 张应红

地质出版社

(京)新登字085号

内 容 提 要

本书是在地质矿产部“七五”重点科技攻关项目“矿产资源综合利用评价体系(主要有色金属)研究”的基础上,广泛研究吸收国内外有关矿产资源综合利用评价理论,由中国地质矿产经济研究院技术经济研究室部分科研人员编著的。主要内容包括矿产资源综合利用评价、矿产资源综合利用现状、矿产资源综合利用的理论方法、基本数理方法、矿产资源综合利用评价基础和评价体系及计算机在矿产资源综合利用评价中的应用等七个部分。

本书系统论述了矿产资源综合利用评价理论和方法。内容丰富,通俗易懂。可供地质勘查、矿山开发、矿产资源管理等生产、科研、设计、管理人员及大专院校师生进行管理、科研、学习参考。

矿产资源综合利用评价理论与方法

主 编 关凤峻 杨福田

副主编 王生龙 张应红

*
责任编辑:杨友爱

地质出版社出版发行
(北京和平里)

三河县印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*
开本:787×1092¹/₃₂ 印张:10.375 字数:220千字

1992年12月北京第一版·1992年12月北京第一次印刷

印数:1—2600册 定价:7.20元

ISBN 7-116-01186-2/P·1000

矿产资源综合利用评价

理论与方法

主 编 关凤峻 杨福田

副主编 王生龙 张应红

参加编写人员（按姓氏笔划顺序）

王 文 王生龙 齐亚彬 关凤峻 张应红

杨福田 薛全全 霍雅琴

序

人口、资源与环境，是当今世界各国共同瞩目的三大问题。资源和环境是人类赖以生存的基本条件，也是社会和经济发展的的重要因素，三者是互相促进、又是互相制约着紧密相连的关系。

人类在生活和生产活动中，需要开发利用自然资源，或者对其作进一步的转化或加工，在这个过程中，随着国民经济和社会的发展，工业化进程在加快，各种物质消费在日益增长，丰富的自然资源在大量开采，特别是矿产资源在急剧减少，一些重要资源已濒临枯竭，新的资源尚在进行地质勘探，因此，珍惜资源，合理使用资源，节约资源和资源综合利用问题，已是当代社会经济和发展亟待研究的重要问题。

我国是一个发展中的国家，拥有十一亿的人口，国土面积居世界第三位，可耕地面积只占世界总面积的7%，却养活着世界总人口的22%，这是一件了不起的大事。随着人口的增加，我国还要继续加强合理利用土地资源，为全球多作贡献！

我国矿产资源，从绝对量来看，还是比较丰富的，有些矿产储量居世界前列，但人均拥有量特别是开发量，仅为世界平均水平的1/3。随着中国社会主义经济建设和人民生活水平的不断提高，各种资源的消耗量也在飞快增长。目前中国生产水平和科学管理水平还较低，生产效率还不高，企业经济效益也不够理想，矿产资源平均回收率只有30—50%，资源使用

不合理，还存在浪费惊人的现象。这些问题不仅带来环境污染，而且使资源供需日趋紧张。

资源综合利用程度反映人类进步和科学技术水平的重要标志，它直接制约着我国国民经济发展的速度，同时关系到本世纪末我国能否实现第二步战略目标，使国民生产总值再翻一番的问题。因而资源综合利用已被我国作为一项重大技术经济政策。这对合理利用资源，增加社会财富，提高经济效益，保护自然生态平衡，都有着重要的意义。

中国地质矿产经济研究院编写的《矿产资源综合利用评价理论与方法》一书，正是根据我国国情，进一步从理论上研究矿产资源综合利用评价方法。本书在广泛收集了国内外大量的资料的基础上，对我国矿产资源综合利用现状进行了科学的分析，从理论上论证和阐述了各种评价的基本方法，同时提出了评价指标体系和应用方法。

这些研究成果亦需在实践过程中，不断充实完善和提高。

这项科研成果，对当前研究我国矿产资源综合利用方面，无疑是一个宝贵的资料，可供各有关部门和高等院校，在研究这方面问题时参考。

国家计委资源节约和综合利用司

朱良栋

1991年12月12日

前 言

本书是在地质矿产部“七五”重点科技攻关项目(编号90042)“矿产资源综合利用评价(主要有色金属)研究”的成果基础上而写成的。书中吸收了国内外有关评价的理论与方法,探讨了有关矿产资源综合利用评价方面的基本理论与基本方法,试图为开展此项工作奠定一定的理论基础,同时推荐一系列评价的方法。

矿产资源综合利用受到各国的普遍重视,绝大多数国家对综合利用矿产资源都制定了相应的鼓励性政策,并且都很重视新技术、新工艺的开发与利用。我国历来重视矿产资源的综合利用,制定了一系列鼓励和优惠政策,建立了一大批科研生产基地,在综合利用矿产资源方面取得了巨大成就。

提高矿产资源的综合利用程度,要有政策支持、法律保证和科技推动,这是搞好综合利用的前提条件。然而,没有一套科学的考评方法也是不行的,我国重视政策、法律及科技的作用,但在管理方面却显得薄弱。长期以来开展综合利用受到鼓励和奖励,但综合利用开展到什么程度应该受到鼓励和奖励,一直没有明确界限,特别是,一个矿床、一座矿山综合利用应该达到什么程度算合理没有很好研究,进而综合利用矿产资源能取得什么样的资源效益、经济效益、环境效益和社会效益,也只在提交报告中偶有定性说明,而完全没有定量评价。为了填补这个空白领域,也为了适应我国矿产资源相对短缺,共、伴生矿产多、新、细、杂、

贫的特点，我们在原科研项目基础上，完成了本书。

本书的第一章、第二章主要介绍了矿产资源综合利用现状及其评价的一般概念；第三章重点介绍国内外有关评价的方法、计算公式，并适当地进行了讨论；第四章内容是矿产资源综合利用评价体系建立、应用所涉及的一些数理方法的有关知识，并对其在本体系中应用的可行性从理论上进行了阐述；第五章、第六章是评价体系，在对评价方法、指标、标准和参数及其相互关系进行阐述后，以矿产资源综合利用的资源效益、经济效益、环境效益和社会效益为评价目标建立起矿产资源综合利用的评价体系，重点介绍了总体思路及其各部分间的逻辑关系；第七章介绍了评价软件。

本书最大特点是叙述与讨论相结合，矿产资源综合利用评价领域涉足的人不多，有关学术探讨类文献很少，其中的观点带有探索性，因而，全书可以视为在新学科领域的一次积极探讨。另外，该书介绍的评价体系又是一种应用方法，并已在实践中经过初步检验，因而，具有实用价值。

本书在编写、出版过程中得到了国家计划委员会资源节约和综合利用司副司长朱良栋（研究员级高级工程师）的热情支持和鼓励，得到了地质矿产部矿产开发管理局副局长付鸣珂（高级工程师）、中国地质矿产经济研究院院长冯剑萍（高级工程师）的具体指导，在此深表谢意。矿产资源综合利用评价是一项复杂的系统研究项目，涉及众多专业和生产、管理领域，限于笔者水平，一定存在不少问题，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 矿产资源综合利用评价	(1)
第一节 矿产资源综合利用评价概述.....	(2)
第二节 矿产资源综合利用评价的目的和原则	(15)
第三节 矿产资源综合利用评价的对象和范围	(31)
第二章 矿产资源综合利用现状	(35)
第一节 国外矿产资源综合利用现状.....	(35)
第二节 国外矿产资源综合利用技术经济政策	(41)
第三节 国外矿产资源综合利用技术的新进展.....	(43)
第四节 我国矿产资源综合利用现状.....	(46)
第五节 我国矿产资源综合利用存在问题及提 高综合利用程度的途径.....	(54)
第三章 国内外矿产资源综合利用评价有关理论 方法	(60)
第一节 国外矿产资源综合利用评价有关理 论、方法及评价标准.....	(61)
第二节 国内矿产资源综合利用评价有关理论 方法.....	(88)
第四章 矿产资源综合利用评价的基本数理方法	(126)

第一节	数理统计方法	(126)
第二节	正交试验法	(148)
第三节	多目标决策方法	(168)
第四节	资金时间价值	(191)
第五章	矿产资源综合开发利用评价基础	(207)
第一节	矿产资源综合开发利用评价指标体系	(208)
第二节	矿产资源综合开发利用类型的划分	(213)
第三节	矿产资源综合开发利用评价参考标准	(254)
第六章	矿产资源综合开发利用评价体系	(259)
第一节	矿产资源综合开发利用评价的逻辑思路	(259)
第二节	矿产资源综合开发利用评价方法	(273)
第三节	矿产资源综合开发利用评价体系特点	(306)
第七章	微型计算机在矿产资源综合开发利用评价中的应用	(308)
第一节	软件系统的结构和功能	(308)
第二节	标准化及字典库	(317)
第三节	软件系统的特点	(318)
参考文献		(322)

第一章 矿产资源综合开发 利用评价

矿产资源综合开发利用,对合理利用矿产资源,增加社会财富,提高经济效益,保护自然环境,都有重要意义。国家为了调动企业开展资源综合利用的积极性,制定了一系列方针政策,有力地推动了矿产资源综合开发利用工作。现在普查勘探矿产资源,新建或改、扩建矿山,都必须按照国家《矿产资源法》的规定,执行“综合勘探,综合评价,综合开采,综合利用”的方针。建国40多年来,特别是从70年代起,国家和企业非常重视矿产资源综合开发利用工作,以金川、攀枝花、白云鄂博三大共生矿为代表的综合开发利用矿产资源科学研究和生产实践取得了突破性进展,带动了全国矿山企业综合开发利用工作的展开。

随着矿产资源综合开发利用的广泛开展和深入进行,矿产资源综合开发利用管理工作纳入矿产开发管理重要内容。为了管理的需要,也为了研究矿产资源综合开发利用合理程度的需要,更为了针对我国人均矿产资源占有量较低、资源相对短缺和拥有矿产资源“细、杂、贫”的特点,探索一条充分发挥我国矿产资源优势,形成节约资源型经济结构,实现资源优化配置的可行之路,不仅要强调矿产资源综合开发利用,同时要注意矿产资源综合开发利用评价,从而在矿产资源综合开发利用中不仅讲求要怎样搞,而且讲求要怎样搞得

第一节 矿产资源综合开发 利用评价概述

随着社会的发展，人类对矿物原料的需要量总的说来呈上升趋势，特别像我国这样仍然处在以钢铁工业为骨干产业的发展中国家，对于传统矿产品的需求，还要有一个增长的过程。国外统计分析表明，国民生产总值人均1000美元之前，钢的消费系数一直向上增长，如图1-1所示^①。

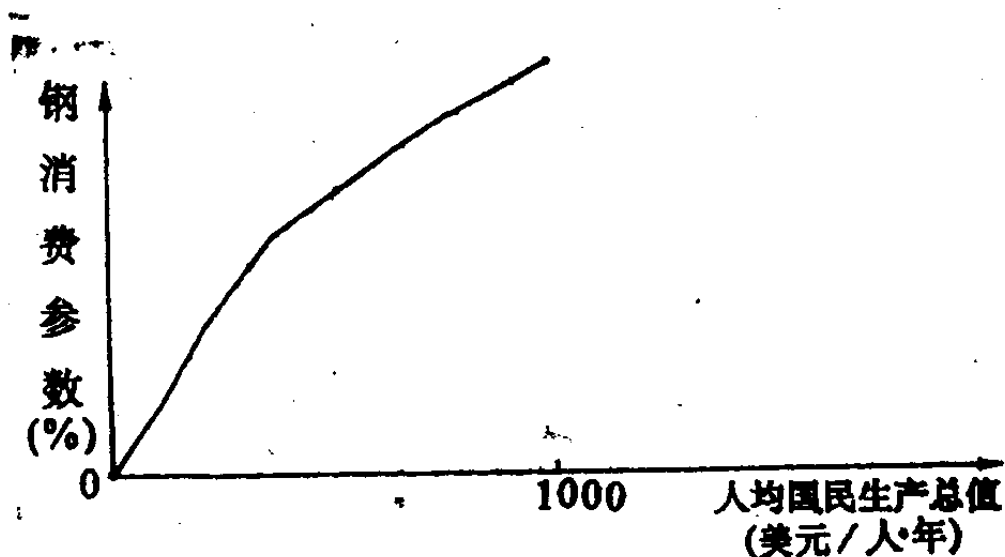


图 1-1

在一定社会发展水平和技术经济条件下，钢消费量与有色金属消费量及其它一些矿产品消费量之间存在着主要由技术因素决定的比例关系，在一定时期视比例为不变的情况下，钢消费量增长，也就意味着其它矿物原料消费的增长。这种比例关系及其增长情况见表1-1^②。

①据英国《采矿》杂志（月刊），1983年7月。引用时进行了简化。

②摘自《2000年的中国矿产资源》，第24页。

表1-1 1985年和2000年钢和部分矿产品消费量比例及增长预测

序号	需求矿产品	计算单位	亿吨钢消费比	1985年预测需求量	2000年预测需求量
0	钢	10 ⁴ t		4500	10500
1	锰	10 ⁴ t	338.50	152	355
2	铜	10 ⁴ t	124.49	56	131
3	铝	10 ⁴ t	191.44	86	201
4	铅	10 ⁴ t	64.65	29	68
5	锌	10 ⁴ t	86.35	39	91
6	镁	10 ⁴ t	3.77	1.7	3.9
7	镍	10 ⁴ t	9.42	4.2	9.9
8	钨	10 ⁴ t	0.59	0.27	0.62
9	锡	10 ⁴ t	3.67	1.65	3.85
10	钼	10 ⁴ t	1.75	0.79	1.84
11	铌	10 ⁴ t	1.02	0.46	1.07
12	汞	10 ⁴ t	0.20	0.09	0.21
13	金	t	242.60	109.17	254.73
14	银	t	2771.50	1247.18	2910.18
15	铂	t	12.40	5.58	13.02
16	钽	t	149.30	67.18	156.76
17	锂(碳酸锂)	t	3600	1620	3780
18	煤	10 ⁸ t	3.23	1.45	3.39
19	石油	10 ⁸ t	4.02	1.81	4.22
20	天然气	10 ⁸ m ³	1802.10	811	1892
21	萤石	10 ⁴ t	65.50	29.5	69

人类对矿物原料的需求，是由社会发展水平和经济发展程度决定的，但矿物原料能否满足这种需求，除在一定限度

内取决于地质普查勘探工作程度能否发现矿物原料基地外，更主要取决于自然界蕴藏的矿产资源量。

我们又知道，矿产资源的再生，是靠自然力的作用，需要经过成千上万年，以至亿年的时间。人们不可能按着这样的自然周期安排生产、组织经济，从这个意义上说，矿产资源是不可再生的，对任何历史时期的人类来说，面临的矿产资源都是不可再生的，既然如此，可以绝对地说矿产资源不可再生。

显而易见，矿物原料的需求量上升，自然界的资源是有限量，这种无限的需求与有限的供给形成了一对尖锐矛盾。因此，无论经济学家、矿物学家，还是地质学家都承认矿产资源短缺是人类面临的严重问题！

解决矿产资源短缺或不足的措施之一是寻找代用材料，开发新产品。然而，代用材料仍然消耗原料，就矿物原料而言，也仅能是用新产品代替传统材料，但新生产品的矿物原料资源，从动态观点看仍有枯竭之日。所以，解决矿产资源不足的根本措施之一就是综合开发利用矿产资源，以增加矿物原料可利用的种类和数量，变一矿为多矿，变废为宝，提高矿产资源综合开发利用的程度和水平。

社会经济发展向人类提出了综合开发利用矿产资源的要求，同时也正是经济技术的发展使其成为可能，历史上有石器时代、青铜器时代和铁器时代之说，它反映了人类文明的不断进步，同时也说明了那时对矿产资源的开发利用基本是单一的，即只能利用矿石中的铜、铁元素，不能分离青铜中的其它成分，这显然是由当时技术水平决定的。而现代综合开发利用矿产资源，已经具备了良好的技术水平条件。例如，

我国工矿企业在规定设计产品以外，广泛开展综合利用，能够从煤中回收硫铁矿、硫精矿、铝矾土、耐火粘土、瓦斯等；在有色金属冶炼中回收金、银、硫酸，在有色金属矿山开采中回收硫精矿、硫铁矿、铁精矿等；在黑色金属冶炼中回收铜、钴、钒、钛、铌、稀土等；在硫铁矿、磷矿开采过程中回收金、碘等。工矿企业利用采矿废石、选矿尾矿、碎屑、粉末、粉尘，污泥和各种废渣开展综合利用，利用煤矸石、石煤、粉煤灰等生产砖、加气混凝土、大型砌块、陶粒、墙板、水泥和混凝土掺合料、低温喷射水泥、树脂和橡胶填料等；从烧煤锅炉的干粉煤灰、炉底渣、以及从粉煤灰中提取漂珠、微珠、铁粉、炭粉等；从冶金炉、动力炉渣中回收金属、非金属、化工、建材产品（不包括高炉水渣）等；利用硫铁矿渣、磷石膏、电石渣、磷肥废渣、氨碱废渣、盐泥、铬渣、总溶剂渣等生产可用产品，如建筑材料、纯碱、烧碱、砖、肥料、饲料等；从原油、天然气中回收提取轻烃、氮气、硫磺，炼油厂能在废渣中提取环烷酸和杂酚，在尾气中提取轻烃，利用伴生卤水熬盐及提取稀有金属；铝氧厂利用赤泥、发电厂利用液态渣生产水泥等。

矿产资源综合利用是一个历史概念，它伴随矿产资源综合利用实践活动产生、发展，“综合利用”、“合理利用”和“综合利用”一直没有固定的科学定义，而在理论上深化研究需要给以明确概念，前苏联科学院通讯院士3·B·阿拉叶夫注意到了“综合性”概念的不确切性，他在经济地理概念领域内初次尝试建立科学术语时，就着手整理综合自然开发”系统的一系列概念。他提出用“经济区的综合性”概念来表示地区各经济单位之间的相互关系。前苏

联科学院A·E·费尔斯曼院士对矿产的综合利用作了非常严格的定义，即采出物的完全利用。后来用这一术语说明所有的综合利用方案，设若从原料中获取一种以上的有用组分（回收两种或两种以上有用组分；回收全部有用成分；利用选矿废料和尾矿；利用剥离的岩石）则都可称之为矿物原料的综合利用。前苏联科学院H·B·麦尼里科夫院士将综合利用理解为“最全面的利用所有有价值的原料组分”。

工业发达国家，从70年代以来，越来越注意环境保护问题，因为剥离和开采工程逐渐增加使矿物原料加工时形成的有害废料也越来越多，对环境的影响也日趋严重。综合利用，变害为利，资本主义的综合利用伴随环境治理与保护，发展较快。

我国对矿产资源综合开发利用十分重视，早在1965年国务院批转地质部制定的《矿产资源保护试行条例》中就有明确规定，“在地质勘探工作中，应当努力做好矿床的综合评价和综合勘探”。国家第六个五年计划地质工作计划中提出“要坚决改变地质普查勘探工作中只搞一种矿产，不搞共生、伴生矿产的做法，要进行综合评价和综合勘探，要加强科学攻关，解决矿产资源的综合利用”。1985年，国务院批转当时国家经委《关于开展资源综合利用若干问题的暂行规定》，对包括矿产资源的各种资源综合开发利用，给予了积极地鼓励、支持和若干优惠政策。1986年3月公布的我国《矿产资源法》的第六条、第二十一条、第二十二条及第二十八条，对矿产资源综合勘探、综合评价、综合开采、综合利用均有明确规定。

我国矿产资源综合开发利用工作，比较侧重生产技术、

科学实验研究和政策制定，而理论研究和科学化管理研究相对薄弱，至今很少见到有关矿产资源综合利用的综合性理论探讨，更没有这方面的专门著作。因此，有必要对矿产资源综合利用从理论上进行探讨，明确其基本概念和范畴。

综合利用的原意是指物质资源效能的充分利用，它是一个广泛的范畴。仅就矿产资源综合利用，包括的范围就十分广泛，只要与矿产资源勘查、开采、加工、冶炼有关的工业部门和工矿企业都面临着综合利用资源的问题。例如，煤炭资源综合利用矸石发电、制砖、制造矸石水泥，在煤矿采选中回收硫铁矿、硫精矿、铝矾土、耐火粘土、瓦斯；铁矿综合利用能够回收铜、钴、硫及金、银等。

然而矿产资源的综合利用，在地质勘查阶段主要是查明矿产，即综合勘探综合评价，人们经常所说的矿产资源综合利用一般指矿石选矿加工和矿产品初级冶炼中的综合利用，由于选矿即为分离、回收的过程，致使不少人把选矿称为矿物原料综合利用。无论选矿加工还是冶炼提取，综合利用的对象都是采出矿石。前苏联的材料表明，他们把这种笼统的综合利用概念区分为合理利用和综合利用。合理利用矿物原料是指全面增加从单位资源所获产品的数量和使用价值，从这个意义上讲，合理利用原料就是要将多组份物料产生的成分复杂的生产废料利用起来。例如，利用氧化铝厂的霞石泥（它是用一份霞石精矿和二、三份石灰经烧结和浸出而后生成的）生产水泥，以及从成分复杂的含碳酸钾母液中回收碳酸钠和碳酸钾；利用有色金属冶炼副产硫生产硫酸等，都属于原料的合理利用。他们认为矿物原料的综合利用