

# 矿山开发地质 经济概论

高德福 吴双生 编

冶金工业出版社

94  
F407.1  
9  
2

# 矿山开发地质经 济 概 论

高德福 吴双生 编

XAH141/24

冶金工业出版社

(京)新登字036号

## 内 容 提 要

本书介绍矿山开发地质经济评价的理论、原则和方法。主要包括：矿床经济评价与择优标准，矿山开发前勘查地质经济评价，矿山开发地质经济可行性研究，矿床工业指标的制定，矿山开发时期的阶段划分及基建地质经济，矿山投产初期、生产高峰期和生产后期的地质经济等。

本书可供从事地质技术经济、矿床勘查、矿山地质、采矿和选矿等工程技术人员以及矿山生产管理人员使用，也可作为高等和中等院校有关专业师生的教学参考书。

### 矿山开发地质经济概论

高德福 吴双生 编

\*

冶金工业出版社出版发

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

河北香河县第二印刷厂印刷



\*

850 × 1168 1/32 印张 10 1/4 字数 268 千字

1991年11月第一版 1991年11月第一次印刷

印数 00,001 ~ 1,500 册

ISBN 7-5024-0877-0

TD·150 定价 9.10 元

# 前 言

地质经济学是介于地质科学与经济科学之间的一门新学科，是以地质科学所揭示的地质规律作为依据，研究地质部门生产力和生产关系的经济运动规律及其应用的学科。

矿山开发地质经济主要任务是研究从地质勘探完毕建矿到闭坑期间矿山开发过程中的矿产资源合理开发利用的地质经济问题。它以地质经济学的理论基础，运用经济数学、经济地理、经济技术、经济管理、电子计算技术等方法，以及矿产资源的综合评价和找矿勘探等方法手段综合分析不同阶段动态经济指标和确定矿山勘探开发及矿产资源合理利用的最优方案。它是地质经济在矿山开发工作中广泛应用和发展演化而形成的一个分支学科。它在矿山开发地质和经济活动的大量实践中，应用社会主义商品经济规律，全过程地综合评价揭示地质体的经济价值以及对其开发利用中的经济规律，不断扩大矿山资源，保证矿山稳产高产，延长矿山寿命。

近年来，随着我国矿业开发的进展，矿山地质工作者积累了大量的地质经济资料 and 实践经验，从地表露头到矿坑深部，由单脉体矿山到脉群矿山的开拓都为矿山开发地质经济提供了大量的实际资料、数据，奠定了进行理论概括的基础。同时在生产实践也提出了不少急待解决的经济问题，并且要求及时地、科学地决策，为技术措施，技术方案和长远规划的制订提供科学的依据。矿山开发地质经济这一地质科学的新兴分支学科，正是在研究、分析以及解决这些问题的过程中不断形成和发展的。

本书在编写过程中曾得到老一辈矿床地质学家康永孚先生的支持与指导，黄强华及其他同志提供了部分基础资料，在此一并表示感谢。

由于矿山开发地质经济评价问题的复杂性，许多问题尚待进一步探讨，因此本书在体系和内容上缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

作者  
1989年

# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>1 绪论</b> .....                  | 1   |
| 1.1 矿山开发地质经济概述 .....               | 1   |
| 1.2 矿山开发地质经济评价工作的内容及研究对象 ...       | 2   |
| 1.3 矿山开发地质经济学与各相关学科的关系 .....       | 3   |
| 1.4 矿山开发地质经济评价工作的特点和研究<br>方法 ..... | 4   |
| <b>2 与地质经济有关的指标概念</b> .....        | 8   |
| 2.1 投资与成本 .....                    | 8   |
| 2.2 价格与利润 .....                    | 15  |
| 2.3 流动资金与固定资产折旧 .....              | 21  |
| 2.4 贴现、现值与现金流量 .....               | 23  |
| 2.5 资金的时间价值与利息 .....               | 26  |
| <b>3 矿床经济评价及择优标准</b> .....         | 37  |
| 3.1 概述 .....                       | 37  |
| 3.2 矿床经济评价指标计算方法 .....             | 47  |
| 3.3 分析评价及择优标准 .....                | 66  |
| <b>4 决策的基本原理与方法</b> .....          | 76  |
| 4.1 概述 .....                       | 76  |
| 4.2 风险决策 .....                     | 81  |
| 4.3 不确定情况下的决策 .....                | 86  |
| 4.4 短期决策 .....                     | 88  |
| 4.5 决策树 .....                      | 93  |
| 4.6 决策的灵敏度分析 .....                 | 96  |
| <b>5 矿山开发前勘查地质经济评价</b> .....       | 104 |

|           |                                 |            |
|-----------|---------------------------------|------------|
| 5.1       | 概述 .....                        | 104        |
| 5.2       | 规划阶段地质经济评价 .....                | 105        |
| 5.3       | 评价勘探阶段地质经济评价 .....              | 113        |
| 5.4       | 工业勘探阶段的地质经济评价 .....             | 126        |
| <b>6</b>  | <b>矿山开发地质经济可行性研究 .....</b>      | <b>140</b> |
| 6.1       | 概述 .....                        | 140        |
| 6.2       | 市场调查与预测 .....                   | 145        |
| 6.3       | 资源开发利用的可行性及内外部条件的分析<br>研究 ..... | 150        |
| 6.4       | 产品方案及生产规模的确定 .....              | 154        |
| 6.5       | 采选工艺流程的确定和设备选型 .....            | 163        |
| 6.6       | 矿山建设条件的调查及厂址选择 .....            | 177        |
| 6.7       | 投资、成本及财务分析 .....                | 181        |
| <b>7</b>  | <b>矿床工业指标的制定 .....</b>          | <b>193</b> |
| 7.1       | 概述 .....                        | 193        |
| 7.2       | 工程指标体系中主要指标的制定 .....            | 196        |
| 7.3       | 矿块指标体系中边际品位的确定 .....            | 205        |
| 7.4       | 综合指标及伴生有益组分工业品位的制定 .....        | 213        |
| <b>8</b>  | <b>矿山开发时期的阶段划分及基建地质经济 .....</b> | <b>219</b> |
| 8.1       | 矿山开发时期地质工作任务及阶段划分 .....         | 219        |
| 8.2       | 基建阶段的地质经济 .....                 | 222        |
| <b>9</b>  | <b>矿山投产初期阶段地质经济 .....</b>       | <b>231</b> |
| 9.1       | 投产初期生产勘探 .....                  | 231        |
| 9.2       | 矿石开采损失贫化的经济评价及集约化标准 ...         | 239        |
| 9.3       | 三级矿量保有标准的确定 .....               | 249        |
| <b>10</b> | <b>矿山生产高峰期阶段地质经济 .....</b>      | <b>260</b> |
| 10.1      | 矿床动态工业指标和级差品位计算 .....           | 260        |
| 10.2      | 资源综合评价及贫矿合理利用 .....             | 267        |
| 10.3      | 建立矿床经济评价及预测模型 .....             | 279        |
| <b>11</b> | <b>矿山生产后期阶段地质经济 .....</b>       | <b>298</b> |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 11.1 生产后期资源状况分析..... | 398 |
| 11.2 二次资源利用经济评价..... | 301 |
| 11.3 矿山造田复林.....     | 308 |
| 11.4 闭坑地质评述.....     | 311 |
| 主要参考文献.....          | 316 |



# 1 绪 论

## 1.1 矿山开发地质经济概述

矿山是指开发利用的矿产资源所在地。矿山是一个勘探、建设周期长，并以资源为基础的有限生产企业。其生产过程大致可分为矿山开发前期、矿山开发时期和矿山开发后期三个大的时期。矿山开发地质经济是研究从矿山建设到闭坑的整个过程中，对已揭露控制的地质体进行经济价值分析，对采掘工业生产中的主要生产资料——矿产资源的开发利用进行经济评价。

随着电算技术、数学模拟（模型）的广泛应用，使矿山开发地质经济工作更能科学地、准确地评定被揭露地质体的经济价值。这对于建矿的可行性研究、动态工业指标、边际品位最优化、贫化与损失经济效益分析、三级矿量保有期计算、综合找矿和综合回收、二次资源的经济评价等方面分析研究的深化，使之从概念性的宏观描述发展演化到定量的科学计算，进而建立与生产有关的地质经济模拟（模型）和经济指标体系，并借以进行地质经济分析及方案目标的择优决策，都是至关重要的。

长期以来，矿山地质工作单纯地被认为只是认识地质现象的工作，没有真正理解到矿山地质工作对矿山企业经济的影响。实质上，矿山地质工作是社会化生产过程中的专业分工，是矿山生产建设的先行和基础，与矿山生产各专业有着密切的工作关系。矿山地质工作是地质经济和开发技术相结合的综合性工作。因此，矿山开发地质经济就成为矿山地质、矿业技术经济和工程经济的有机结合的产物。

## 1.2 矿山开发地质经济评价工作的内容及研究对象

矿山开发地质经济是部门经济的一个分支。其经济评价工作贯穿在矿山开发的各个时期，直至闭坑为止的整个过程中，其评价工作要根据社会对矿物原料的需要和开发利用的可能条件，以及矿产品市场变化和发展趋势，依据国家制定矿山开发的法规、技术政策和要求进行。评价工作内容包括为扩大矿床远景而进行探矿最优化对比、多次圈定矿体、多时期和多阶段地进行矿床工业指标计算和生产矿量平衡等等。具体讲评价的范围有以下几方面。

(1) 矿山建设条件评价。评价研究矿床地质勘探程度及其对矿山开发建设的影响，分析矿床产出的地理位置、交通与供电、供水、排水和工程地质条件等等。如果勘探程度不够，矿山开发时还要投入一定的工程量补勘。

(2) 技术评价。主要查明开采地质体的物质组成，可采条件和从矿石中提取有用组分的矿石加工工艺，以及论证开采矿床的技术可能性。

(3) 经济评价。主要查明资源的自然价值和可提取价估算及开发利用的经济效果，论证其开发利用的经济合理性。

(4) 生态评价。由于矿山开发，造成环境污染，需提出防止和治理污染的措施。

(5) 探采评价。矿山在进行生产探矿和采矿过程中，要经常对三级矿量保有程度、万吨掘进（剥离）量和矿石贫化损失做经济效益分析评价。

(6) 空场处理评估。矿山开采产生空场，导致岩移（边坡或地压）的形成，因此，对开采空场的处理因素，应做经济评估。

矿山在自身开发过程中，往往由于地质条件的变化，社会对矿产品需求情况等原因，在一定时期内，矿山开发工作必须保持相应的计划和比例，这与矿山开发地质经济工作中所涉及的矿山建设年限、服务时间长短、选矿回收率、入选矿石品位、降低贫

化与损失和尾矿品位等因素均有很密切的关系。使开发计划与影响矿山开发的各种因素协调一致,符合矿山开发地质经济规律,达到好的经济效益和社会效益,就是最优化评价。

矿山开发地质经济研究的对象是矿山开发不同阶段的经济地质体。其评价工作就是研究矿山开发时期的经济活动规律。马克思曾指出社会生产的扩大有两种形式,如果生产场所扩大了,就是外延的扩大,如果生产资料的效率提高了,就是内涵的扩大。社会生产的基础是生产资料,矿产资源则是生产资料的基础。矿山开发过程中的探矿和找矿,这就是外延的扩大;实行矿产资源经济上的再分,使矿山的服役年限得到延长,改变生产场所,合理开采,实行级差品位配矿,提高矿块利用价值,则是内涵上的扩大。

### 1.3 矿山开发地质经济学与各相关学科的关系

矿山开发地质经济学是以研究矿产地质资源的开发利用为主要对象的一门应用学科,其所涉及的知识面十分广泛,有地质的、政治的、经济的、技术的、工程的,还有市场信息方面的知识。已被揭露的地质体的经济价值,与其地质特征、规模、厚度、产状、矿石品位、矿石组分密切关联。地质学中的矿物学、矿床学、构造地质学、找矿勘探地质学和采矿、选矿、工程经济学、矿山环境地质等都与矿山开发地质经济学有着密切联系。

矿山开发地质经济与生产力经济学关系也很紧密,要使配置的矿产储量能迅速地形成生产力,就必须了解生产力的配置因素的组合等等。

矿山开发地质经济与经济地理也密切相关。因为矿产配置是有区域性的,各区域的经济地理条件对矿产开发利用的内、外部条件和矿产储量的使用价值影响较大。例如,在交通条件差的地区配置了高级储量的矿产资源,就会形成“呆矿”。

矿山开发地质经济在研究地质效果和进行经济核算时,若没有严格的统计资料,其矿山开发地质经济决策就会缺乏科学的依

据。因此，统计学是矿山开发地质经济学研究的重要方法之一。

采矿学、选矿学和工程学以及环境地质与矿山开发地质经济均有直接关联。矿产储量是否利用得好，要通过开采才能检验，配置的矿产储量利用率的高低，也要由开采确定。把不能开采的矿体划入开采块段，显然夸大了矿产的使用价值；反之，把值得开采的矿体漏划，也就降低了矿产的使用价值。在其研究方法上，矿山开发地质经济还与系统工程学、运筹学、数理统计、电子计算机等学科有关。

矿山开发地质经济也与国土经济学有着密切的联系，因为它是在国土开发的总原则下，研究如何开发利用、治理保护每一个矿山。

## 1.4 矿山开发地质经济评价工作的特点和研究方法

### 1.4.1 矿山开发地质经济评价工作的特点

矿山开发地质经济评价工作具有如下特点：

（1）矿山开发地质经济是地质、工程、采矿、选矿和金融等多学科的综合性工作，它不同于一般的地质工作，而必须揭露和圈定地质体的工业开发利用边界，进行物质组成分析，确定其自身的可利用价值，以及其应用开发的必要条件，为采矿和选矿提供劳动对象。矿山地质的大量工作都是体现投入和产出关系，反映经济效益高低的物质成果。例如，把不合乎工业要求的矿块进行开采，必然会造成资金浪费；如果把够工业要求的矿块漏划，就会损失矿产资源。

（2）矿山开发地质经济工作，需应用多种技术和手段去发现和研究矿山开发不同阶段单元经济地质体的内在特点及其与外部条件的关系。矿山地质工作者的知识水平，技术的熟练程度以及手段的使用，对认识地质体的经济价值起着重要作用。因此，提供给矿山经济决策和采、选工程使用的各种地质数据信息资料，必须真实、可靠并进行实际验证，予以补充修正。

（3）国内外市场和外部供需条件的变化，会对矿山开发地

质经济产生经常性的影响，应遵循动态的经济规律原则，使用多因素进行综合的数学模拟，以尽可能地求得思维与效果，理论与实际的统一。调查市场需求变化，分析内、外部条件的可行性及其未来变化，是矿山开发地质经济评价不可缺少的必要环节。

（4）应用矿山地质工作技术手段方法获取的资料，经常进行经济分析和质量控制研究，不失时机地进行决策，是矿山开发地质经济评价又一显著特点。这也是提高矿山整体经济效益的有效途径。不仅能提高矿山开发地质经济的质量，而且能确保矿山的经济效益。实践证明，地质学与物理学、化学、空间科学、地球物理学、地球化学、遥感地质、数学地质等学科的互相渗透，使传统手段和新方法互相验证、互相补充取得了较好的效果，提高了地质经济效益。

#### **1.4.2 矿山开发地质经济评价工作的手段、方法**

目前，矿山地质技术手段方法所取得的主要数据和大量的信息都直接或间接地影响着矿山开发地质经济评价的成果，决定着矿山开发经济效益。需要进行经济评价的几种常用的手段方法如下：

（1）探矿工程。包括槽、井、硐、钻四项工程勘探。前三项统称之为坑探工程，决定着矿山地表或深部地质矿体与地质现象的揭露与验证；钻探工程主要包括地表岩心钻探和坑内金刚石钻探，大都用于深部和周边的探矿，以不断扩大矿山资源。

（2）岩矿测试。主要指岩石和矿物成分、化学成分、物理性质、化学性质等方面的显微镜鉴定和化学分析，以及机械物理加工、化学加工试验（包括矿石物质组成的技术选别试验。岩矿测试的结果，是矿产储量计算、采矿设计与施工、选矿工艺的选取、流程的确定和技术经济评价的主要基础和依据。

（3）物、化探方法。是利用地质体的地球物理性质的差异和地球化学产生的异常，寻找隐伏矿、盲矿的一种较为有效的重要手段和方法。地质工作与物、化探相结合得好，找到矿，能使矿山资源和储量增长，使矿山稳产高产有了保障。

（4）遥感地质技术。其技术范围包括摄影测量、电视测量、多光谱测量、红外测量、雷达测量、激光测量以及全息摄影测量等，多用于区域性的地质找矿评价和矿区中有些地段的找矿，为矿山的后续接替创造可能的条件。

（5）矿山开发的多阶段、多时期经济评价。矿山从基建、投产到闭坑这一段时间里，矿山地质工作者从事的是开发地质和经济分析工作。矿山开发地质工作根据其性质、时间、内容、对象大致分为三个时期，不同时期有不同的评价原则和内容（见表1-1）。

表 1-1 矿山开发地质时期阶段划分简表

| 矿山开发时期（阶段） |            | 主 要 工 作 内 容                   |
|------------|------------|-------------------------------|
| 矿山开发前期     | 地质规划（普查阶段） | 区域地质调查或矿产地质普查进行矿点择优           |
|            | 评价勘探阶段     | 对矿床地质、储量、质量理论评述及工业勘探进行可行性研究   |
|            | 工业勘探阶段     | 对矿山建设和技术进行经济分析，和可行性研究         |
|            | 矿业开发可行性研究  | 研究矿山建设项目技术的先进性，对建设条件的可行程度进行分析 |
| 矿山开发时期     | 矿山生产前期     | 矿山达产后进入设计能力的地质经济工作            |
|            | 矿山生产时期     | 矿山正常生产时的指标、矿体经济单元划分等经济工作      |
|            | 矿山生产高峰期    | 矿山生产高峰状况的指标和矿体经济最优化研究         |
|            | 矿山生产高峰期后   | 高峰期后地质经济研究                    |
| 矿发山后<br>开期 | 闭坑阶段       | 资料编制、自然生态平衡及恢复等工作             |
|            | 二次资源开发研究   | 资源保护和二次资源开采可行性研究              |

所谓矿山多阶段、多时期评价就是阶段性的计时评价。矿山在开发过程中，时间因素是经济效果计算中很重要的一个因素。随着时间的变化，从使用价值角度衡量矿山开发中若干地质体的经济情况，如储量、品位、矿体厚度、伴生有益、有害组分、产状等参数，并论证经济地质体能否满足矿山企业需要，这种使用价值可从三个方面进行经济评定：一方面是根据矿床地质特征评定，这是大自然所固有的；另一方面是根据矿床所处的经济地理

环境，加工经济技术条件及国民经济需要程度的评定；第三就是开发过程（时间）条件变化的评定。一般评定方法有三种，即定性评定，就是对其质的经济评定，采用类比法和方案法对地质体进行物质组分评定。定量评定，就是用货币形式反映的价格法，总现值法，兰纳法等。定时评定，就是使用动态分析方法，使用级差品位、级差矿利、动态计算等方法。

随着现代化建设事业的不断前进，我国矿山开发工作得到发展，矿山开发地质经济研究愈来愈引起有关部门的重视，而且初见成效。主要表现：①加深了对矿山开发地质经济评价的认识；②加强了矿山基础地质和矿床特征的研究，寻找了新矿体，延长矿山服务年限，扩大了建厂的投资效果；③加强矿产资源保护，降低矿石开采贫化与损失；④重视边坡工程和地压地质经济效益的分析及环境地质效益分析。

# 2 与地质经济有关的 指标概念

在矿山开发地质经济评价和抉择中，通常要借助于很多技术经济指标和计算参数，如投资、成本、产品销售价格、利润、投资效益、投资回收期等价值指标和效益指标。其中投资、产品销售价格和成本则是全部经济计算的基础。这几个指标计算得是否正确和制定得是否合理，对矿山技术经济工作的质量和经济评价成果有着直接影响。为了在矿山开发地质经济评价和计算中更好地把握和运用这些基本参数，必须明确这些基本参数的概念及计算方法。

## 2.1 投资与成本

### 2.1.1 基本建设投资分类及计算

矿山基本建设投资是指花费在矿山建设上的全部活化劳动和物化劳动的总和，是矿山开发建设全部工程量的价值表现。通常包括从矿山筹建到竣工投产时基建勘探、工程开拓、建筑安装、设备、工具和器具的购置以及设计、科研、培训、试车等的全部费用。它是反映矿山建设规模的一项综合性指标。

#### 2.1.1.1 投资分类

在矿山开发技术经济工作中，使用的投资类型很多。根据计算范围不同，通常可分绝对投资、相对投资和评价投资。

绝对投资又称全部投资，是指建设矿山或实施工程项目实际需要的全部投资。它是国家编制投资计划、银行贷款和集资的依据。

相对投资也称比较投资，通常用于方案比较。在方案比较



时，为了简化计算，减少重复工作，有时可以不计算各方案相同项目费用，而只计算各方案不同工程项目费用进行比较，因此它不能作为国家计划和资金筹措的依据。

评价投资，在方案比较和效果评价中使用。为了使比较的方案具备可比条件，并且能客观地评价矿山开发经济效益，除了计算实际需要的投资外，常常还要计算与之相关的投资。这种考虑了相关投资后的投资，就是评价投资。评价投资不是矿山企业未来实际需要的投资额，它只适用于方案比较和经济评价。

根据工程的主次和相关关系，可分直接投资、辅助投资和 related 投资。

直接投资是花费在产品生产主要环节上的投资；辅助投资是指花费在为主要生产车间、工段服务的辅助公用设施上的投资；相关投资则是指花费在新建项目相关的企业或部门的投资。

按照投资计算的程度，还可以分估算投资、概算投资和预算投资三种。

估算投资的精度较低，只适用于地质勘探评价、矿山开发规划、可行性研究和方案设计时程度较低的计算。在初步设计和相当于初步设计的方案设计阶段才有条件编制概算计划，其精度要求较高，银行可据此拨款或贷款。预算投资精度要求更高，一般由施工单位编制。

#### 2.1.1.2 投资计算方法及精度

##### 1. 投资估算

(1) 单位产品投资估算 是根据类似矿山单位产品投资指标和矿山生产能力估算的矿山建设的总投资额。矿山企业单位产品投资指标，可按矿石和矿岩两种指标计算。

1) 单位矿石投资指标估算法 设单位矿石投资为 $K_r$ (元/吨)，矿山年产矿石量为 $Q_r$ (吨)，矿山外部工程等投资为 $K'$ (元)，则矿山企业总投资 $K$ 为：

$$K = K_r Q_r + K' \quad (2-1)$$

2) 单位矿岩投资估算法 设单位矿岩投资为 $K_m$ (元/吨)，