

矿产资源可供性动态分析的一种方法

——试论储量品位与成本价格关系及其模型编制

郑文元

(中国地质大学, 北京 100083)

[摘要]在市场经济条件下矿产已商品化,使其储量、品位与成本、价格四要素之间的关系呈现相关互动。即这4个要素中的某一个发生变化时,将牵涉其他3个要素的变化。据此编制储量、品位与成本、价格关系模型,显现在开发矿产资源过程中,品位、储量具有动态形式,并随着价格与成本升降而变化。因此运用这种模型,根据矿产品的价格变化可简便、快速、直观地调整开采成本,确定盈亏品位界限、成本与价格比和储量可供情况。模型还可为政府部门或大型企业集团实施储量、品位动态管理,使矿山企业科学配矿,贫富兼采,提高资源利用率,保护利用好矿产资源。

[关键词]矿产可供性 盈亏品位 储量品位模型

[中图分类号]P62 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2006)04-0086-04

0 前言

矿产资源是经济和社会可持续发展的重要物质基础,是贯彻落实科学发展观,国家实现工业化和现代化的基本资源,在经济社会发展中起着重要的基础性作用。矿产资源可供性研究,是为政府部门或大型企业集团做战略部署、规划制定、政策选择提供科学论证和依据。因而科学评价我国矿产资源可供程度,对保证国家经济安全运行所需要的矿产资源和制定矿业战略、方针政策和中长期规划等均具有重要意义。

目前,矿产资源可供性研究,基本采用储量静态可供保障年限和储量动态可供程度研究两种方法。对有色金属矿产资源可供性动态研究,通常按预测的各年份或某一时期如5年或10年的金属需求量按产储比进行资源配置,预测各时期所需求的储量。文章对矿产资源可供性动态研究则采用另一种方法,即在市场经济条件下,编制矿产储量、品位与成本、价格关系模型,研究这4个要素相关互动关系,表征价格、成本的变化牵动矿产开采品位和储量的变化情况。

1 储量、品位与成本、价格之间关系

开发矿业在市场经济条件下,矿产品已商业化使其储量、品位与成本、价格四要素之间的呈现一种

相关互动的关系,表现在:

1) 矿产品价格与供求关系:在通常情况下,供求关系决定市场价格。当市场上供大于求,货源充足时价格趋于低价位态势;反之,求大于供,货源紧缺时价格处于高价位态势。

2) 价格与成本关系:价格牵动成本变化,作为矿山企业来说,矿产品价格高于成本则盈利,低于成本则亏本,价格与成本为1:1时,则盈亏持平。矿山企业依据盈亏状况,调整成本和采选矿石数量。

3) 成本与品位关系:开发矿业就技术经济而言,矿石品位是评价矿床经济价值的主要技术经济指标。因而矿石品位与开发矿产成本的关系极为密切。采选实践表明,矿石品位高,采选矿石量少,则采选成本低;矿石品位低,采选矿石量多,则采选成本高,详见表1和图1(模型I)所示。

4) 储量与品位关系:矿石品位是计算矿产储量的重要参数之一。在计算矿床(区)储量时用低品位工业指标圈定矿体规模大,储量多;用高品位工业指标圈定矿体规模小,储量少。就某一种矿产的全国总储量而言也是如此。据以铜矿为例统计全国900多个矿区保有表内铜矿查明资源储量和品位分布比例:铜品位>1%的查明资源储量占总量的30%;铜品位<1%的查明资源储量占总储量的70%。可见储量与品位的关系是:品位高,储量规模小;品位低,储量规模大,详见表2和图1(模型I)、

[收稿日期]2006-03-29; **[修订日期]**2006-05-22; **[责任编辑]**韩进国。

[第一作者简介]郑文元(1961年—),男,1984年毕业于厦门大学,获学士学位,在读博士生,现主要从事资源经济管理工作。

图2(模型II)。

表1 坑采铜矿品位与成本、价格关系

原矿品位 /%	采出矿石量 /t	铜精矿制造成本/(元/t)	铜精矿价格/(元/t)	成本与价格比
2.0	65	5 850	18 266	1:3 盈利
1.5	86	7 740	18 266	1:2 盈利
1.0	130	11 700	18 266	1:1.6 盈利
0.6	213	19 170	18 266	1:1 盈亏持平
0.5	256	23 040	18 266	1:0.8 亏本
0.4	323	29 070	18 266	1:0.6 亏本

注:①采选成本90元/t;②2004年实际坑采铜矿出矿铜品位为0.99%(据2005年中国有色金属工业年鉴),铜精矿(铜含量)单位制造成本为11973元/t(据中国有色金属工业协会2004年有色金属工业统计资料汇编,2005年12月),铜精矿2004年均销售价格18266元/t(资料来源同上),2005年有的矿山报价25000元/t以上,2006年1月有的矿山最高报价31000元/t(据中国金属通报,2006年3期)。

表2 品位、储量与成本、价格关系(以铜矿为例)

原矿品位 /%	查明资源储量/万t	占总量 /%	铜精矿制造成本/(元/t)	铜精矿价格/(元/t)	成本与价格比
1.5	945	14	7 740	18 266	1:2.4 盈利
1.2	1 418	21	9 720	18 266	1:1.9 盈利
1.0	2 026	30	11 700	18 266	1:1.6 盈利
0.8	2 701	40	14 490	18 266	1:1.3 盈利
0.6	4 254	63	19 170	18 266	1:1.0 持平
0.4	5 537	82	29 070	18 266	1:0.6 亏本

2 模型的编制

2.1 模型的含义

模型一词,英文为“Model”,有的也译作模式。当今模型或模式已广泛用于许多领域或学科中,但

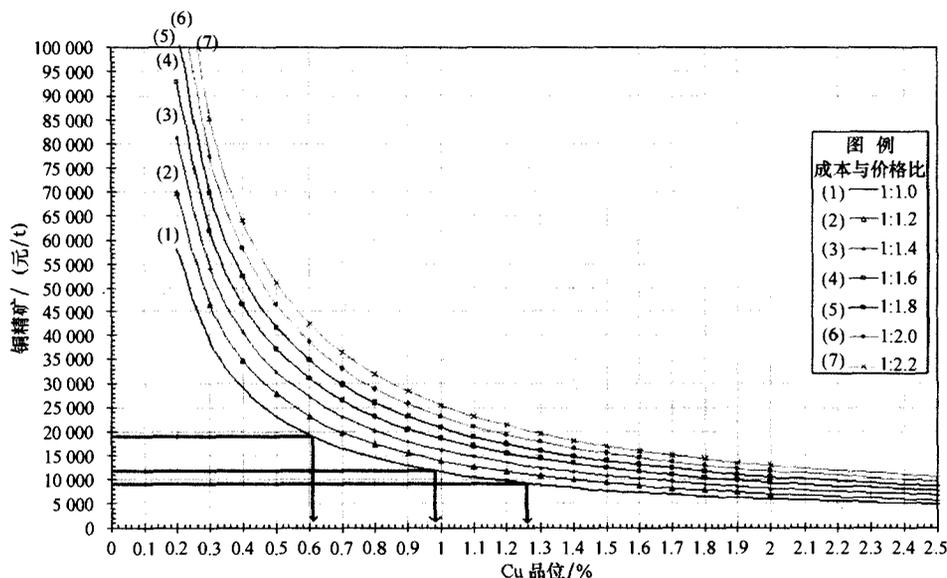


图1 模型I 中国铜矿坑采矿床品位与成本、价格关系模型

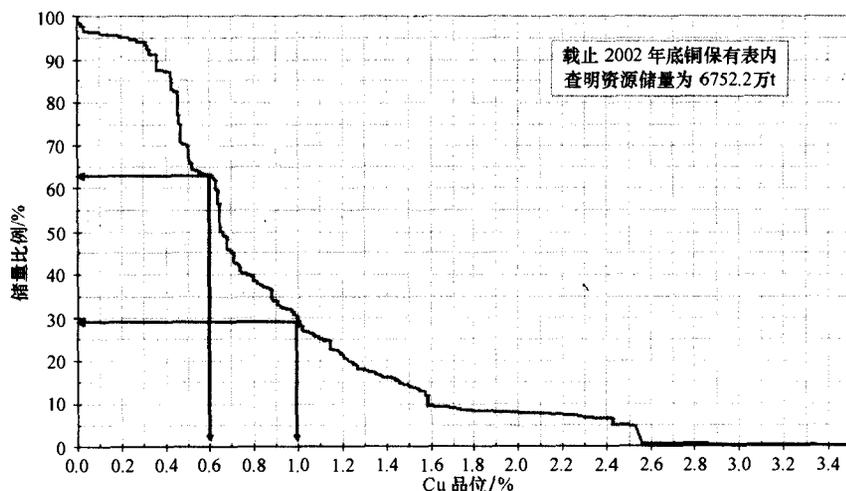


图2 模型II 中国铜矿储量 - 品位关系模型

对其含义的理解、应用却各有不同。

“Model”一词引入地学中的含义表述:美国地质协会出版的《地质词典》(Glossary of Geology, 1980,第二版)所给予的解释为^[1]“用描述、统计数字或类比的方法对不能直接观察或难以直接观察的现象或过程所作的一种能起作用的假说或精确的模拟”。这种解释对自然科学总体而言是确切的。但移植到地质学研究中将“Model”译为模型或模式在中文表达上有不同的理解或解释。有的认为模型、模式是同义词;有的认为模型、模式2个词的差异很大。如陈毓川(1990)认为^[2]：“模式”是指某种事物的标准形式或使人可以照着做的参考对象；“模型”是按照实物的形状和结构按比例制成的仿真品，多用于展览或实验。将模式的概念移植到地质学中，用以描述某些特定的地质现象、体现地质体赋存的地质环境、反映一定地质发展阶段的地质体的基本特征，是对地质体在时间、空间等多元场中变化的高度概括。

《辞海》(缩印本,上海辞书出版社,1999年版)对模型的含义的表述更加广泛,现摘引有关论述:模型是具有原形相似特征的代替物。是系统或过程的简化、抽象和类比表示。根据代表原形的不同方式,可分为物质模型和思想模型两大类。模型被用于不同的领域。如在经济学上,模型能描述出事物实体或社会经济现象的主要特征和变化规律,是一种定量的抽象和概括。按性质可分为:实体模型,参照实物制作,几何形状尺寸应符合相似要求;图形模型,利用抽象概念,反映事物变化规律,如需求曲线等;数学模型,运用符号或数学公式,予以模拟表述;经济模型,亦称“经济数学模型”,运用数学方程式反映经济现象中各种变量之间关系的一种分析方法。

中国大百科全书经济学(I)(北京、上海:中国大百科全书出版社,1988年版)在《建造模型》条目中对模型的表述:把经济学在论述某一特定问题时,对有关的主要经济变量之间存在相互关系的理论作为假说,表述成结构方程式体系,作为研究对象的缩影,便于分析处理,就叫做模型。

基于上述,文章所研究的矿产资源可供性分析的一种方法,系属矿业经济研究范畴,采用模型这一术语,用模型方法模拟矿产品在市场上的价格变化关联矿业开发的产品制造成本的变化而牵动矿产品位、储量的变化,以图形表达加以简化、抽象和概括,编制矿产储量、品位与成本、价格关系模型。

2.2 编模采用的数据

编制矿产储量、品位与成本、价格关系模型采用如下数据:

1) 矿产储量、品位引用国土资源部矿产资源储量司全国矿产储量数据库(2003)截至2002年底的保有表内铜矿储量、基础储量、查明资源储量及其品位等数据。

2) 矿石单位成本引用中国有色设计研究总院《有色金属工程设计经理手册》(化工出版社,2003)所列的铜矿采选矿石单位成本数据,即坑采矿石单位成本35~55元/t(空采法、崩落法),取中值45元/t;选矿单位成本,易选矿石25~40元/t,难选矿石35~55元/t,取难选矿石成本中值45元/t。合计采选矿石成本为90元/t。

3) 计算生产1吨铜精矿(铜含量,下同)所需矿石量采用的基本参数:铜品位从0.2%~2.5%;采矿回采率和选矿回收率均引用中国有色金属工业年鉴(1999—2003年历年版本有关数据):坑采回采率88.3%(1999—2003年5年平均),选矿回收率87.8%(1999—2003年5年加权平均值)。

4) 铜精矿制造成本(包括直接材料费、直接人工费、其他直接费用、制造费用),引用中国有色金属工业统计资料汇编(2003,2004),2003年为10272元/t,2004年为11973元/t。

5) 铜精矿价格引用北京安泰科信息公司和中国金属通报(周刊)发布的矿产品价格信息。

2.3 模型的编制及其结构

依据上述模型的含义和编模采用的数据以及储量、品位与成本、价格四要素的相关互动关系,模拟铜精矿制造成本和市场价格变化,牵动矿产品位、储量的变化,编制成铜矿储量、品位与成本、价格关系模型,详见图1、图2。

模型结构:模型I为品位与成本、价格关系模型。图形横坐标表示铜品位取值为0.2%~2.5%;纵坐标表示铜精矿制造成本(元/t,人民币)和市场价格(元/t,人民币)。模型由7条曲线组成品位与成本、价格关系盈亏图形,即曲线(1)为铜精矿制造成本线,当成本与价格比为1:1时称为盈亏持平线(或称盈亏平衡点);曲线(2)~(7)系不同比例的盈利线。模型II为储量、品位关系模型。由铜矿查明资源储量和品位组成的图形,横坐标表示各级品位,取值从0.2%~3.4%;纵坐标表示各级品位占有储量的累计比例(%)。

3 模型的功能及其应用

从模型结构来看,显示出矿产储量、品位与成本、价格之间具有相关互动功能,可用于:

1) 确定勘查、开发矿产资源的盈亏品位界限。

依据模型 I 曲线(1)铜精矿制造成本,可确定开采铜矿品位界限。如近年来铜精矿制造成本在 9 000 ~ 12 000 元/t 之间,模型显示确定品位为 1% ~ 1.2%,并经开采实际数据检验得到了认证。2004 年我国铜矿坑采出矿品位为 0.99% ≈ 1%。

2) 根据成本、价格,用模型可确定开采铜矿盈利品位和盈利情况。如 2004 年铜精矿制造成本 11 973 元/t、价格 18 266 元/t。根据模型 I 确定开采盈利品位为 1%,成本与价格比为 1:1.5,见模型 I 盈利线(3) ~ (4),可盈利 50%。

3) 根据确定的盈利品位界限,用模型 II 可确定拥有储量情况。如 2004 年铜精矿制造成本为 11 973 元/t、价格 18 266 元/t,成本与价格比为 1:1.5,模型显示盈利品位为 1% 以上,占全国铜矿查明资源储量(6 752 万 t)近 30%,即拥有查明资源储量 2 026 万 t。

4) 运用模型 II 科学配矿,贫富兼采。根据矿产品在市场上价格变化,开矿以盈利为前提可及时调整矿产品制造成本、开采品位以及储量拥有情况。如 2005 年—2006 年 1 月铜精矿价格持续上涨到 25 000 元/t 以上(2006 年 1 月已达 26 500 ~ 31 000 元/t)如能将铜精矿制造成本上调到 19 000 元/t,价格以 26 500 元/t 计,成本与价格比为 1:1.4,以利多开贫矿,节省富矿,扩大可开发储量。以 19 000 元/t 成本计,模型给出开采品位为 0.6% 以上,占铜矿查明资源储量总量的 63%,拥有查明资源储量 4 254 万 t。

4 结 论

综上所述,在市场经济条件下,该模型对矿业开发具有如下作用:

1) 模型能够表达储量、品位与成本、价格之间相关互动关系。即矿产品在市场上价格变化牵连矿产品制造成本的变化而影响到开采品位和可供储量的变化。模型显示出品位和储量在矿业开发过程中呈现一种动态形式。

2) 为政府部门或大型企业集团实施储量、品位动态管理,制定矿业开发宏观调控政策,模型提供了可供参考的依据。

3) 依据矿产品在市场上的价格变化,运用该模型可简便、快速、直观地调整矿产品制造成本、盈亏品位界限、成本与价格比和储量拥有情况。

4) 鉴于各种矿产的开采矿石单位成本、精矿制造成本、矿产品位及其占有储量和矿产品价格等各不相同。因而,该模型仅适用于铜矿勘查、开发,不适用于其他矿产。但可参考这种编模方法加以编制类似的模型。

[参考文献]

- [1] 陈毓川,朱裕生. 中国矿床成矿模式[M]. 北京:地质出版社, 1993:1-2.
- [2] 考克斯 D P,辛格 D A. 矿床模式[M]. 宋伯庆,李文祥,译. 北京:地质出版社,1990.
- [3] 张贻侠. 矿床模型导论[M]. 北京:地震出版社,1993:1-46.
- [4] 肖振民. 西方矿产勘查评估和投资经济[M]. 北京:地质出版社,1999:4-68.
- [3] 何贤杰,曹新元. 美国矿产可供性系统[J]. 中国地质,2000, 11:44-49.
- [4] 张 莓,曹新元. 中国铜矿资源的可供性研究[J]. 中国矿业, 2003,12(2):13-18.
- [3] 任保平. 低成本经济发展的制度阐释[M]. 北京:中国社会科学出版社,2003:64-191.
- [4] 吴汉洪,郭 杰. 经济学基础[M]. 北京:中国人民大学出版社,2004:1-126.

DYNAMIC ANALYSIS OF MINERAL RESOURCES SUPPLY

Zheng Wen - yuan

(Chinese University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: Mineral resources is one kind of merchandise in the market economic system. The system leads to such a situation that reserve, grade, cost and price are related with others, and others will change at the same time as one change. A dynamic model describing relationship among reserve, grade, cost and price has been designed. The model shows that reserve and grade change dynamically with price and cost in the course of developing mineral resources. According to this model, it is easy to make adjusting the mining cost and determining the cutoff grade, ratio of the cost with price and as well as the situation of minable reserve based on the price variation of mineral products. This will assist the government and firms to manage dynamically mineral reserve and grade, and also make for the reasonable mining and ores partitioning and increasing utilizing ratio of mineral resources.

Key words: mineral resources supply, profit and lose grade, reserve and grade model