

露天铁矿禀赋优势等级划分和合理矿业税费的研究

刘保顺, 袁怀雨, 李克庆

(北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100083)

[摘要]利用自组织神经网络,对我国主要露天铁矿进行了禀赋优势等级划分。权利金大小的确定,应以铁矿资源的资产评估为基础,资产评估时合理成本的取值应是评估矿山所在同一等级矿山的平均成本。矿产资源的原有价值是权利金征收的对象。最后以歪头山为实例,计算了铁矿资源的原有价值 and 权利金。结果表明,目前对歪头山铁矿征收的税费仍然偏高。

[关键词]露天铁矿 禀赋优势 矿业税费 权利金 自组织神经网络

[中图分类号]P618.31;F407.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)04-0069-04

我们认为^[1,2]:按目前法规征收的矿产资源税和资源补偿费存在一些问题,矿业税赋过重,建议取消资源税和资源补偿费,改为征收矿产资源权利金,以在经济上体现国家对矿产资源的所有权。矿产资源的原有价值转化为绝对矿利和第一形态级差矿利之和,大部分由国家以权利金的形式征收,小部分可以留给矿产的勘查开发者,以资鼓励。权利金应按消耗储量征收。

为核定各矿山的权利金征收额,需评估各矿山的绝对矿利和第一形态级差矿利,显然生产成本不能取各矿山的实际成本,而应取禀赋优势条件相似的矿山平均成本。为此,首先要进行矿山禀赋优势等级划分。本文试图探讨露天铁矿的禀赋优势等级划分。

1 露天铁矿禀赋优势等级划分的指标体系

为征收资源税,国家税务局曾对铁矿进行过资源等级划分,其评价指标体系存在一些不合理之处(详见下文)。我们研究中建立的指标体系如图1:

评价指标中,除矿体形态和矿石类型为定性指标外,其它为定量的指标。对定性指标,采取赋值的办法,将其量化,矿石类型分为3类,分别为磁铁矿、赤铁矿、混合矿,3类矿石的表现值分别是:磁铁矿:1;赤铁矿:0.8;混合矿:0.6。矿体形态,按形态的复杂程度可分为5类,其表现值分别是:层状、大脉状矿体:1;似层状、脉状、板状:0.8;透镜状、扁豆状:

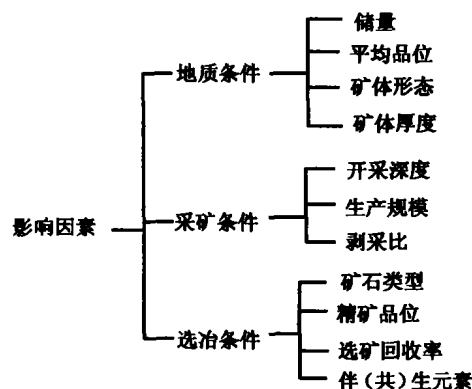


图1 铁矿资源等级划分指标体系

0.6;筒状、囊状:0.4;帚状、不规则状:0.2。

对定量指标,本文采用如下基于平均水平上的效益函数:

记第 j 个分指标 Z_j 的平均值为 P_j

$$P_j = (\sum_{i=1}^m X_{ij}) / m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

对于正指标,如储量、品位、年采矿量、精矿品位、金属回收率,记

$$M_{ij} = \frac{X_{ij} - P_j}{P_j} \quad (2)$$

对于逆指标,如采矿深度、剥采比,记

$$M_{ij} = \frac{P_j - X_{ij}}{P_j} \quad (3)$$

则将原始指标值 X_{ij} 按以公式(4)转化到 $[-1, 1]$ 区间上的效益函数值 Y_{ij} 。

[收稿日期]2002-10-28;**[修订日期]**2002-12-20;**[责任编辑]**曲丽莉。

[第一作者简介]刘保顺(1967年-),男,1994年毕业于北京科技大学,获硕士学位,在读博士生,讲师,主要从事矿产经济学、矿山管理信息系统的研究工作。

$$Y_{ij} = \frac{1 - e^{-M_{ij}}}{1 + e^{-M_{ij}}} \quad (4)$$

铁矿中的有益组分,可提高铁矿资源等级,而有害组分可降低铁矿资源的等级。有益组分采取综合品位换算的方法,用公式(5)表示:

$$\delta_{\text{综合}} = \delta_{\text{铁}} + \sum_{i=1}^n (f_i \cdot \delta_i) \quad (5)$$

其中: $\delta_{\text{综合}}$ —铁矿综合品位; δ_i —铁矿中伴生组分 i 的品位; f_i — i 组分品位换算成铁品位的品位换算系数。

在本文中,品位换算系数采用价格法, f_i 由公式(6)计算:

$$f_i = \frac{\varepsilon_i \cdot \varepsilon_{pi} \cdot \varepsilon_{si} \cdot \lambda_i}{\varepsilon_{\text{铁}} \cdot \varepsilon_{p\text{主}} \cdot \varepsilon_{s\text{主}} \cdot \lambda_{\text{铁}}} \quad (6)$$

式中: ε_i —伴生组分 i 的采矿回收率; $\varepsilon_{\text{主}}$ —铁组分的采矿回收率; $\varepsilon_{p\text{主}}$ —铁组分的选矿回收率; $\varepsilon_{s\text{主}}$ —铁组分的冶炼回收率; $\lambda_{\text{铁}}$ —铁组分的精矿价格; ε_{pi} —伴生组分 i 的选矿回收率; ε_{si} —伴生组分 i 的冶炼回收率; λ_i —伴生组分 i 的精矿价格。

按照公式(5)和(6),在研究的 30 个露天矿山中对朱矿、兰尖和大冶 3 个矿山进行了品位换算。

朱矿和兰尖在品位换算时只考虑了这两个矿山回收 Ti 精矿,大冶铁矿综合品位的换算时,考虑了大冶铁矿回收有用组分 Cu、S、Co。

2 用自组织神经网络对铁矿资源聚类分析

自组织特征映射网络是 1981 年由芬兰 Helsinki 大学的 T Kohonen 教授提出的 (Self - Organizing feature Map, 简称为 SOM), 又称 Kohonen 网。Kohonen 认为,一个神经网络接受外界输入模式时,将会分为不同的对应区域,各区域对输入模式具有不同的响应特征,而且这个过程是自动完成的。自组织特征映射正是根据这一看法提出来的,其特点与人脑的自组织特征相类似。

按照前边铁矿资源等级划分的体系及各指标的隶属度,对所研究的 30 个露天矿山以 Matlab 为编程工具,运用自组织神经网络进行聚类分析。研究时设计的 SOM 网如图 2:

从图 2 可以看出,通过此网络可以将不同的矿山根据建立的指标体系映射到一个一维的直线上,从而达到了分类的目的。设观察样本 $X_{n \times p}$, p 为变量数, $p = 1, 2, \dots, 11$, $n = 1, 2, \dots, 30$, 在分类时,第 i 个样本和第 j 个样本的距离定义如下:

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^{11} |x_{ik} - x_{jk}| \right]^{1/2} \quad (7)$$

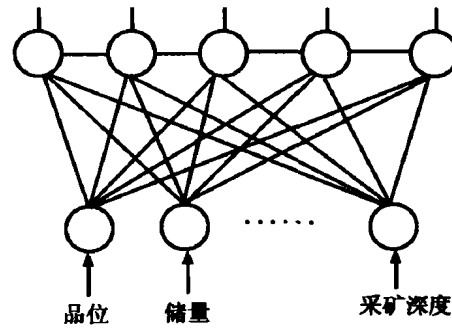


图 2 研究中采用的 SOM 网

自组织神经网络运行后的结果见表 1。

表 1 自组织神经网络分类结果

编号	矿山名称	聚类结果
1	本钢南芬铁矿	I
2	首钢水厂铁矿	
3	鞍钢弓长岭露天矿	
18	本钢歪头山铁矿	II
5	鞍钢齐大山铁矿	
4	太钢峨口铁矿	
11	石人沟铁矿	III
10	唐钢棒磨山铁矿	
7	马钢南山铁矿	
8	鞍钢眼前山铁矿	IV
17	马钢姑山铁矿	
9	首钢大石河铁矿	
20	尖山铁矿	V
23	攀钢兰尖铁矿	
15	武钢大冶铁矿	
6	包钢公益明铁矿	
25	唐山马兰庄铁矿	
14	鞍钢东鞍山铁矿	
13	鞍钢大孤山铁矿	
12	唐钢庙沟铁矿	
26	朱家包包铁矿	
19	包钢白云鄂博铁矿	
21	宣钢近北庄铁矿	
22	海南铁矿北一矿区入选矿	
28	本溪北龙铁矿	
24	承钢黑山铁矿	
27	洮源钢铁厂支家庄铁矿	
29	莱芜鲁南矿业有限公司	
16	首钢密云铁矿	
30	安阳钢铁集团舞阳矿业公司	

注:分类所用的数据主要来源于文献[4]。

国家税务总局将露天铁矿等级划分为 6 类,我们分为 5 类;分类相同者占 63%,分类不同的矿山见表 2。

表2 本文和国家税务局铁矿资源等级划分不一致的矿山

矿山名称	自组织聚类分析	国家税务局
包钢公益明铁矿	IV	II
唐钢石人沟铁矿	II	IV
唐钢庙沟	IV	V
武钢大冶露天矿	III	V
马钢姑山铁矿	III	V
本钢歪头山铁矿	II	V
兰尖铁矿	III	V
承钢黑山铁矿	V	VI
朱家包包铁矿	IV	VI

原因分析如下:

1)二者划分指标体系不相同。在国家税务局分类时,没有考虑伴(共)生元素,这有点欠妥。虽然考虑共(伴)生元素是一件很复杂的事情,但我国铁矿资源“贫、细、杂”的特点决定了此因素必须加以考虑。本文对此采用的是综合品位换算的方法。实际运算结果表明,如果不采用综合品位,大冶铁矿、朱家包包和兰尖铁矿都被分到禀赋优势不大好的矿山中。采用综合品位后,它们的资源等级都得到了提高。那么这几个矿山的实际情况如何呢?实际上它们的禀赋优势是较大的。例如,攀枝花、大冶铁矿和海南铁矿(包括富矿),在80年代到90年代初,都是我国铁矿山中三大盈利大户。最近几年大冶铁矿,仅仅是综合回收的铜、硫钴和金,这三项年产值近9000万元;攀枝花铁矿回收的钒和钛价值也是很高的,据辽宁冶金网2001年报道:攀钢钛工业钛精矿产量已经由9万余吨提高到15万吨,2002年将达18万吨;钛白粉产量由几百吨提高到去年的7200吨,今年将上万吨,且成本大幅下降,质量大幅提高。在选钛方面,钛精矿的成本已由每吨400多元下降到去年的350多元,2002年还将下降到300元以下。同样,在钛白粉方面,以前二氧化钛回收率不足60%,现在已经提高到75%以上。钛白粉的单位成本也已经由每吨数万元下降到现在的每吨8000元以下。另外,在国家税务局铁矿资源评价体系中,没有考虑矿体的形态和矿石的类型,而这两个因素对铁矿资源禀赋优势的影响还是比较大的。在国家税务局铁矿指标等级划分体系上,虽然考虑了矿石的普氏硬度系数,但在评价指标权系数中,矿石普氏硬度系数的权值在赋存条件中为0.5,所占权重是采出矿石品位和矿石储量二者权值之和,矿石硬度所占的权重明显太大。矿石硬度对铁矿资源的禀赋优势有影响是不容置疑的,但仅仅一个矿石普

氏硬度系数,不足以说明铁矿资源之好坏,因为矿石硬度这一指标对资源禀赋优势等级的影响是比较复杂的。对露天矿而言,普氏硬度系数,在采矿方面,仅是矿石硬度一个因素不能反映出采矿效果的难易程度,包括凿岩、爆破和边坡的稳定性。一般认为矿石硬度大,凿岩困难,但如果矿石中含有角闪石、阳起石等硬度不大,但弹性和韧性大的矿石,凿岩也很困难;对石英岩而言,凿岩虽然困难,但由于石英岩中石英的脆性,爆破反而变得很容易。对矿体的稳固性而言,普氏硬度系数起一定的作用,但起更大作用的是岩体的结构面,如结构面上节理的发育;在选矿方面,单是一个矿石硬度也不足以说明选矿条件的好坏,一般认为矿石硬度小,易磨,但如果矿石中含有绢云母、绿泥石等粘土类矿物,磨矿时往往会出现泥化现象,对选别效果反而不利。鉴于此,本文没有选用此指标来评价铁矿资源的等级。

2)资料在时间上也存在着差异。本次划分是以2000年《我国铁矿矿产资源开发利用水平调查研究报告》为主要资料,而国家税务局的资料是1988年矿山的统计年报。

从划分结果上看,国家税务局铁矿资源等级划分的结果中存在以下不合理的地方:

(1)多金属矿山大多被分到资源差的等级中,如攀枝花朱矿和兰尖矿,武钢大冶矿,这是由于没有考虑共(伴)生有用元素造成的。

(2)石人沟铁矿在税务局铁矿资源分类中与鞍钢东鞍山分在一起。从矿石类型上看,石人沟铁矿是磁铁矿,东鞍山是赤铁矿,石人沟铁矿的选矿回收率为89.45%,明显高于东鞍山(选矿回收率72.32%),将它们放在同一等级不合适。

(3)石人沟铁矿和包钢公益明铁矿相比,二者都是磁铁矿,但石人沟铁矿的资源优势明显要高于公益明铁矿表3。

表3 石人沟铁矿和公益明铁矿各项指标的对比

矿山	储量 t	品位 %	剥采比 1/t	年产量 万t	铁精 品位 %	精矿 产量 万t	回收率 %
石人沟	22749.3	32.1	2.96	84.8	68.08	37.3	89.45
公益明	308.6	35.52	3.65	15.97	64.14	8.5	81.63

将公益明铁矿放在第二等,而石人沟铁矿放在第四等明显不合理。

(4)从资料上分析,石人沟铁矿和歪头山铁矿的资源优势相近,应将其放在同一等级,但国家税务局将其分别放在第四和第五等级。

3 矿山合理生产成本的确定

开采不同等级铁矿资源的合理成本模型是:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot Q_j}{\sum_{j=1}^n Q_j} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

式中: C_i —开采第 i 类铁矿资源的合理生产成本;
 C_{ij} —开采第 i 类铁矿资源的第 j 个矿山的生产成本;
 Q_j —第 i 类铁矿资源中第 j 个矿山的铁精矿产量; m —铁矿资源划分的等级数; n — i 类矿山中的矿山数。

根据上述自组织神经网络分类的结果,对这些矿山计算了它们 2000 年各类矿山合理的生产成本(在精矿总成本扣除投资贷款利息、折旧费和维简费)。

表 4 开采各类铁矿资源的合理生产成本

类别	I	II	III	IV	V
成本/元/吨	215.63	234.04	244.08	275.74	300.45

4 实例和分析

本钢歪头山铁矿是一大型的露天矿山,包括有歪头山(简称主矿)和马耳岭两个矿区,矿石类型为单一类型的磁铁矿石,可选性好,是本溪钢铁公司主要原料基地之一,目前资源税税率为 5.8 元/吨矿石。

通过自组织神经网络的聚类,歪头山铁矿和鞍钢齐大山铁矿、太钢峨口铁矿、石人沟铁矿的资源处在同级,因而在确定歪头山铁矿采矿成本和选矿成本时,按公式(8)取这 3 个矿山平均的采矿成本和选矿成本,作为计算歪头山铁矿权利金时的目标采选成本。露采范围内矿产资源可供开采 18 年。其原有价值和权利金计算公式^[3]见(9)和(10)。

$$P_0 = \sum_{i=1}^n [\text{净现金流量}_i \times (1+i)^{-i}]$$

$$= \sum_{i=1}^n [(\text{现金流入}_i - \text{现金流出}_i) \times (1+i)^{-i}] \quad (9)$$

$$P_0 = \sum_{i=1}^t S_i \times (1+i)^{-i} \quad (10)$$

式中: P_0 —矿产资源自身价值; S_t —第 t 年征收的权利金; i —折现率; t —矿山剩余服务年限。

计算后得 $P_0 = 9847.21$ 万元, P_0 即为歪头山铁矿产露采范围内矿产资源的原有价值,建议国家征收权利金占 90%,年征收的权利金为 591.15 万元,单位储量征收权利金 = 年权利金/年消耗储量 = 591.15/350 = 1.69 元/吨消耗储量。如果权利金按采出矿石量征收,则为 591.15/371.28 = 1.59 元/吨采出矿石量,可见目前铁矿资源税虽已减少 60%,仍显著偏高。

从铁矿资源等级划分的结果看,歪头山铁矿所在等级的矿山精矿的平均经营成本为 234.04 元/吨精矿,此成本高于其实际经营成本 225.64 元/吨精矿,说明歪头山铁矿除可获得绝对矿利和第一形态的级差矿利外,还可获得第二形态的级差矿利。若不进行矿产资源等级划分,按实际经营成本测算权利金,则为 3.47 元/单位储量,每年多交权利金 622.11 万元(= 1213.26 - 591.15),这部分超额利润是由于矿山提高生产技术和经营管理水平获得的,在企业上交所得税后应全部归矿山所有,国家不应将这部分利润全部从矿山拿走。

[参考文献]

- [1] 袁怀雨,李克庆. 资源税与矿产资源补偿费制度改革[J]. 资源·产业, 2000, 64, 3~4.
- [2] 刘保顺,李克庆. 我国矿业税费的发展及现状[J]. 有色金属矿产与勘查, 2000, 1~2.
- [3] 袁怀雨,李克庆,刘保顺,等. 矿产的资产评估方法与矿业权流转价格和矿业税费征收标准的关系[J]. 中国矿业, 2000, 9(2): 4.
- [4] 王志民,侯景儒,童光煦. BP 神经网络在储量计算中的应用[J]. 地质与勘探, 1999, (4): 1~3.
- [5] 侯俊胜,王颖. 神经网络方法在煤层气测井资料解释中的应用[J]. 地质与勘探, 1999, (3): 1~2.
- [6] 单志刚,邵伟光,陈俊涛. 人工神经网络在实时卡钻预测中的应用研究[J]. 地质与勘探, 2000, (2): 2~3.
- [7] 苏金明. Matlab 实用指南(下册)[M]. 北京:电子工业出版社, 2002, 1, 435.
- [8] 闻新. Matlab 神经网络应用设计[M]. 北京:科学出版社, 2001, 5, 271~299.

THE NATURAL ENDOWMENT SUPERIORITY CLASSIFICATION OF STRIP IRON MINE AND RATIONAL MINING TAXES

LIU Bao - shun, YUAN Huai - yu, LI Ke - qing

(School of Civil and Environmental Engineering, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083)

Abstract: With self - organization neural net, the main strip mines are classed on their natural endowment superiority. Before the decision of rational mining taxes, mineral resources asset must be evaluated. To evaluate mineral resources, the rational operating cost should be the average cost of the same class mines, not the actual operating cost. The mineral resources original value is the object to levy royalty. As an example, the mineral resources original value and the royalty are calculated in Waitoushan iron mine. The result shows that the tax in Waitoushan is still higher.

Key words: strip iron mine, natural endowment superiority, mining tax, royalty, self - organization