

矿床最低工业品位的若干问题

张维根 崔春香 李景云

(冶金部第三地质勘查局·太原市)

指出,目前我国推行的矿产工业指标中,无论对矿化不均匀还是较均匀的矿床执行三项品位指标,均有利于正确评价矿床的工业价值。认为,矿床最低工业品位虽不是一项圈定矿体、计算储量的直接指标,但却是决定矿床能否被工业利用的关键品位。建议,以矿床最低工业品位为界,在能利用储量(表内储量)一类中划分出应盈利的能利用储量(应盈利的表内储量)和尚难盈利的能利用储量(尚难盈利的表内储量)两个亚类。

关键词 矿床 最低工业品位



勘探方法

问题的提出

矿产工业指标是评价矿床工业价值、圈定矿体和计算储量的重要依据。它是地质、经济和技术等因素的综合反映。在矿产工业指标的各项内容中,最重要的是品位指标,因为只有品位指标达到了要求,讨论其他指标才有了前提。

当前,在一般工业指标或工业部门下达的具体矿床工业指标中,对品位指标大都只提出两项品位要求,即边界品位和块段最低工业品位。边界品位是区分矿与非矿的标准。达到边界品位的,即为矿石;而低于边界品位的为废石。它是圈定矿体单个样品有益组分含量的最低要求,其含义是十分清楚的。块段最低工业品位是按块段或单个工程计算的最低工业品位要求,并将它作为划分储量类别的一项标准。从理论上讲,在当前技术经济条件下,它应是开发这类矿床在技

术上可行、经济上合算的品位,即能达到经济平衡的品位。但在实际上,矿床在开发过程中,由于矿石品位的贫化(正常贫化率为10%~20%)和表内矿石的损失(正常损失率为10%左右),致使开采达到、甚至超过块段最低工业品位的矿石,经济上也是不合算的。所以,把块段最低工业品位视为经济平衡品位是不切实际的。

近年来,在全国储委颁发的某些矿产(如金、银、铂族等贵金属)地质勘探规范^[1,2]所提出的一般工业指标中,除边界品位和块段最低工业品位外,还增加了矿床最低工业品位一项指标。

还有一些矿产,在一般工业指标中,虽仅有边界品位和块段最低工业品位的要求,但在工业部门下达的具体矿床品位指标中,也提出了矿床最低工业品位的要求(表1)。

另外,在钨矿地质勘探规范^[8]提出的一般工业指标中,虽仅有边界品位和块段最低工业品位指标,但在其附录中也提出矿床最低工业品位的要求。

本文1992年4月收到,1993年6月改回,于纯烈编辑。

表 1 具体矿床的品位指标

矿 床	边界品位	块段最低工业品位	矿床最低工业品位
山西克俄铝土矿 ^[1] (Al ₂ O ₃ /SiO ₂)	2.1	2.6	3.6
安徽某锑矿 ⁽³⁾ (Sb)	0.7%	1.5%	3.5%
广西某铅锌矿 ⁽⁷⁾ (Pb+Zn)	0.8%	1.7%	5.0%
湖南某铅锌矿 ⁽⁷⁾ (Pb+Zn)	0.8%	1.7%	4.71%
广东某独居石矿 ⁽³⁾ (独居石)	250g/m ³	300g/m ³	500g/m ³
河北某铅锌矿 ⁽⁷⁾ (Pb+Zn)	0.8%	1.7%	4.5%

在所有采用三项品位指标的矿产中,可以看出,其矿床最低工业品位一般高出块段最低工业品位 0.5 ~ 1 倍,个别高达 2 倍。

尽管如此,由工业部门下达的具体矿床的品位指标,还要高于规范提出的一般品位指标(表 2)。

表 2 一般品位指标与具体矿床勘探品位指标对比 (Au, g/t)

矿 床	一 般*			勘 探		
	边界品位	块段最低工业品位	矿床最低工业品位	边界品位	块段最低工业品位	矿床最低工业品位
河南洞盆金矿 (岩金、坑采)	1	3	5	1	4	5.5
吉林夹皮沟金矿 (岩金、坑采)	1	3	5	1.5	4	6
山东焦家金矿 (岩金、坑采)	1	3	5	3	5	8

*取自地矿部《岩金矿地质详查规范》(征求意见稿), 1991 年。

由上可知,在矿产地质勘探规范列出的一般工业指标和工业部门下达的矿产勘探工业指标中,矿床最低工业品位这项指标已越来越受到重视。但是,矿床最低工业品位的含义是什么?它与块段最低工业品位有什么区别?介于这两项品位指标之间和高于矿床最低工业品位的储量算什么性质的储量?这些问题,在全国储委或有关部门颁布的规范和文献中,都没有进行过充分讨论,因而需要深入研究和提出明确的概念。

讨 论

1. 含义

矿床最低工业品位的含义,在目前的规

范和文献中至少有 4 种表达方式:

- (1) 矿床应达到的平均品位⁽¹⁾;
- (2) 整个矿区有用组分的总平均含量,是从整体上衡量矿床贫富程度的一个参数⁽⁵⁾;
- (3) 矿区工业矿石的总平均品位,用以衡量全矿区矿石的贫富程度,它是衡量某些矿床(尤其是矿石品位变化大的)在当前是否值得开发和开发后能否获得预期经济效益的一项标准⁽³⁾;
- (4) 可供工业开采的一个或多个矿体的最低平均品位要求,也是企业盈亏及有无偿还基建投资能力的最低品位^⑥。

笔者认为,对上述矿床最低工业品位的

(1) 国家黄金管理局,《金矿工业指标制定细则》(试行), 1988 年。

4种表述都是不合适或不够全面的。显然,若把它作为矿床应达到的平均品位过于笼统。把它作为衡量一个矿床矿石的贫富程度,也值得商榷。因为,不能把等于或稍高于矿床最低工业品位的就算作富矿床,而低于这项指标的就算作贫矿床。把矿床最低工业品位作为衡量矿床能否开发和获得经济效益的一项标准,由于它考虑到经济效果,应当说,这种看法反映了这项品位指标的基本含义。但如果把它作为矿山盈利的品位则不切合实际,因为刚达到这项品位指标的矿床仅能取得经济上的收支平衡,只有高于它时才能盈利。同时,强调该项指标只适用于某些矿床或矿石品位变化大的矿床的观点也是不全面的。

笔者认为矿床最低工业品位的含义应是:在当前技术经济条件下,能充分利用矿产资源又能使矿山企业达到经济平衡的矿床的最低平均品位。所谓经济平衡是指从1t矿石中提取的最终产品(精矿或金属)的价值等于1t矿石的采、选(冶)的生产全成本与偿还吨矿基建投资本息之和。很明显,开采低于该项品位指标的矿床是不能盈利的,而开采高于该项品位指标的矿床是能盈利的。

2. 储量类别的划分

当前,普遍采用两分法储量分类,即将储量分为能利用储量(表内储量)和尚难利用储量(表外储量)两类。其品位指标界线是块段最低工业品位,即介于边界品位和块段最低工业品位之间的矿石储量划为尚难利用储量(表外储量);高于块段最低工业品位的矿石储量划为能利用储量(表内储量)。

然而,当矿产工业指标中提出三项品位指标后,上述储量分类就显得不够充分,需将表内储量再进行细分,因为在表内储量内,以矿床最低工业品位为界,其上、下范围的储量在经济意义上是有差异的。例如,

湖南某铅锌矿,其矿床平均品位 $Pb+Zn$ 为2.61%,高于块段最低工业品位($Pb+Zn$ 为1.7%),而低于矿床最低工业品位($Pb+Zn$ 为4.71%),其采选冶和建设条件均较好,由于经济上得不偿失,致使该矿地质勘探报告提交30余年未被开发利用。因此,笔者建议,以矿床最低工业品位为界,将能利用储量(表内储量)细分为两个亚类:介于块段最低工业品位与矿床最低工业品位之间的储量称为尚难盈利的能利用储量(尚难盈利的表内储量);高于矿床最低工业品位的储量称为应盈利的能利用储量(应盈利的表内储量)。当然,开采一个矿床是否盈利取决于多种因素,除矿石品位外,还取决于矿床开采的外部条件、企业管理水平和全员素质等。下面需要指出几点:

(1) 刚达到矿床最低工业品位的储量,属于经济上不盈不亏的收支平衡量,因为它不能盈利,所以把它列入尚难盈利的表内储量。

(2) 如果一个矿床由若干个矿体组成,而且其中可以分出主矿体(其储量占总储量的 $2/3$ 以上的矿体或几个矿体),则矿床最低工业品位是对主矿体而言的,次要矿体可以参加矿床平均品位的计算,但以不改变储量类别为原则;如果组成矿床的各个矿体的储量规模差别不大,则矿床平均品位由各个矿体求得。

(3) 计算矿床平均品位时,只以表内矿参加计算。

(4) 在矿床平均品位高于矿床最低工业品,即其储量属于应盈利储量的情况下,正如李程光^[7]所指出,夹于矿体内或在其边部产出的、品位于边界品位和块段最低工业品位之间的矿石;在矿体中,夹于较富块段间或其旁侧产出的、品位介于边界品位和块段最低工业品位之间的矿石;主矿体上、下盘的品位介于边界品位和块段最低工业品位之间的小矿体,这些部分的储量从品位指

标来讲，应属尚难利用（表外）储量，但它们与待采表内矿赋存一起，或处于待采矿体开采范围内，矿山企业在开采表内矿的同时，顺便开采利用这类表外储量，既符合贫富兼采原则，又能获取一定的经济效益。因此，上述表外储量应当成表内储量。这也表

明在对待储量类别问题上，要坚持矿产资源充分利用和具有开采经济效益这两条原则。这正是国家矿产储量管理局^②所确定的：“…对夹在表内矿中厚度不大且分布零星难以分采的表外矿，无须单独圈出”的道理。表3列出笔者拟定的矿产储量分类方案。

表 3 矿产储量分类方案

储 量 类 别	能利用储量 (表内储量)	应盈利的能利用储量(应盈利的表内储量)
		床 最 低 工 业 品 位
		尚难盈利的能利用储量 (尚难盈利的表内储量) (包括刚达到矿床最低工业品位的储量)
	尚难利用储量 (表外储量)	块 段 最 低 工 业 品 位
		边 界 品 位 废 石

3. 矿床最低工业品位与块段最低工业品位的区别

综上所述，可以看出这两项品位指标的区别：

块段最低工业品位是对一个回采单元而言的。它是一个回采单元有用组分平均含量的最低要求，是圈定矿体、计算储量的一项重要指标；它未考虑采、选过程中的贫化；从经济上讲，它不是最低可采品位，也不能算为经济平衡品位，因为从具有这种品位的块段采取矿石，其有用组分的价值抵偿不了包括采、选（冶）和基建投资在内的总费用；它是区分表内储量与表外储量的标准之一。在《矿床勘探》^③一书中提出了用价格法确定块段最低工业品位的公式：

$$S_m = \frac{W}{C \cdot F} \times 100$$

式中， S_m ——块段最低工业品位； W

——开采和加工处理 1t 矿石所需的全部费用，元/t； C ——从矿石中提取 1t 金属的最高计划成本，元/t； F ——生产加工金属的总回收率，%。从该公式中可以判断块段最低工业品位的计算未考虑采矿的贫化。

矿床最低工业品位是对整个矿床而言的。它既考虑到了采矿过程中的贫化，又兼顾了基建投资的偿还；它虽不是圈定矿体和计算储量的一项直接指标，但却是决定矿床能否被工业利用的关键品位；它是将表内储量划分为两个亚类的依据。应当指出，不仅对矿化不均匀的矿床，而且对矿化较均匀的矿床，都应提出这项品位指标，因为对所有矿床而言，从品位上考虑，都存在一个是否值得工业开采利用的问题。

4. 矿床最低工业品位的计算

根据笔者给定的有关矿床最低工业品位的含义，用价格法可以建立如下方程^④：

② 国家矿产储量管理局《国储〔1991〕164号》，1991年。

③ 地矿部地质技术经济研究中心矿床经济评价研究室，《实用矿床技术经济评价手册》，1987年。

$$r_x \cdot P_x - C_x - K \cdot R = 0,$$

$$\text{其中 } r_x = \frac{\varepsilon_x \cdot a (1-r)}{\beta_x},$$

所以:

(1) 当最终产品为精矿时

$$a = \frac{\beta_x (C_x + K \cdot R_1)}{P_x \cdot \varepsilon_x (1-r)} \quad (1)$$

(2) 当最终产品为金属时

$$a = \frac{\beta_y (C_y + K \cdot R_2)}{P_y \cdot \varepsilon_x \cdot \varepsilon_y (1-r)} \quad (2)$$

式中: a ——矿床最低工业品位 (% 或 g/t); β_x ——精矿产品品位 (% 或 g/t); C_x ——1t 矿石采选全部成本 (元/t); ε_x ——精矿回收率 (%); r ——采矿贫化率 (%); P_x ——精矿价格 (元/t); r_x ——精矿产率 (%); β_y ——金属产品品位 (% 或 g/t); C_y ——1t 矿石采选冶全成本 (元/t); P_y ——1t 金属价格 (元/t); ε_y ——冶炼回收率 (%), K ——静态标准投资收益率 (%), 国家目前尚无统一规定, 可参考《实用矿床技术经济评价手册》^⑧: 黑色矿山为 8% ~ 10%, 有色矿山为 8% ~ 12%, 贵金属矿山为 10% ~ 15%, 化工矿山为 7% ~ 10%; R_1 ——1t 原矿采选基建投资 (元/t); R_2 ——1t 原矿采选冶基建投资 (元/t)。

举例: 某石英脉型金矿床, 靠近铁路, 有简易公路通矿区, 矿区缺水, 矿体呈单脉, 厚度和品位变化较大, 矿体倾角 50 ~ 75°, 矿床规模中型, 埋藏较深, 采用阶段崩落法坑采, 选矿推荐用全泥氰化法。按上述条件及类似矿山资料选取各项技术经济指标为:

采矿 57.45 元/t, 选矿 46.79 元/t, 尾矿输送 4.54 元/t, 冶炼费 12.82 元/t, 企业管理费 27.63 元/t, 采矿贫化率 21%, 选冶总回收率 89.67%, 金成色 990, 金价 48 元/g, 标准投资收益率 15%。确定矿床最低工业品位?

解: 因最终产品为黄金, 所以采用公式 (2), 即

$$a = \frac{\beta_y (C_y + K \cdot R_2)}{P_y \cdot \varepsilon_x \cdot \varepsilon_y (1-r)},$$

将所取各项技术经济指标代入式 (2), 得 $a = 4.88 \text{ g/t}$ 。

所以, 该矿的矿床最低工业品位定为 5g/t 比较合适。

确定矿床最低工业品位, 除上述价格法外, 还可采用净现值法和方案对比法或类比法。净现值法既考虑到了经济效果, 又考虑到了资源的充分利用程度, 净现值为零的品位即可确定为矿床最低工业品位, 但该法计算工作量大, 容易出错。方案对比法, 实质上是一种类比法, 是在综合一系列技术经济指标基础上选出其中最合理的品位指标方案, 对比因素多, 适用于各种类型矿床和勘查开采的各个阶段, 但要按不同指标圈定矿体和计算储量, 工作量大, 而且边界品位间隔不能很大, 对比方案只局限于几个, 容易产生主观性, 具体作法可参考有关文献^{⑨⑩}。

5. 名称的统一

在矿产工业指标的三项品位指标中, 除边界品位一词比较统一外, 其余两项品位指标的名称繁多。例如, 在颁布的矿产规范及有关文献中, 关于块段最低工业品位的名称有: 工业品位^(3,5), 最低可采品位⁽³⁾, 最低平均品位⁽³⁾, 经济平衡品位⁽³⁾, 最低可采平均品位⁽⁹⁾, 最低平均可采品位⁽⁵⁾, 最低工业品位^(1,2,3,4,8,12,13), 平均工业品位⁽¹⁰⁾, 单工程平均品位⁽¹¹⁾, 最低工业可采品位⁽⁵⁾, 块段工业品位⁽³⁾, 块段平均品位⁽³⁾, 等等。矿床最低工业品位有时称为: 矿区平均品位^(3,5), 矿床平均品位^(1,3), 矿区最低平均品位⁽³⁾, 矿床工业品位⁽⁶⁾, 开发工业品位⁽⁷⁾, 等等。

为便于工作规范化, 名称统一实有必要。笔者建议, 对于块段或单工程而言, 采用块段最低工业品位一词为宜。该名称既指明了品位载体的对象, 还标出了有用组分平

均品位的最低要求。

对于矿床的平均品位的最低要求,笔者建议采用矿床最低工业品位一词为好。矿区的范围无明确的概念,一般包括矿床及其邻近地区,更重要的是,“矿区”不是工业开采的对象,开采的是矿床或矿体,对于矿区是无品位可言的。矿床是在地壳的某一特定地质环境内产出并适合于当前工业开采利用的矿物集合体⁽⁵⁾,对矿床有品位的要求;同时,该项品位指标是衡量矿床是否具有工业价值的标准,存在极小值。所以,矿床最低工业品位一词完整地反映了其内在含义。如果称矿体最低工业品位也不合理,因为一个矿床往往由若干个矿体组成,不能对每个矿体都提出一个工业品位要求,这是显而易见的。另外,称作矿床开发工业品位也似不妥,因为具有工业价值,也就具有开发价值,“开采”与“工业”叠加一起,显得重复。

参考文献

- (1) 全国矿产储量委员会,《岩金矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1984年。
(2) 全国矿产储量委员会,《银矿地质勘探规范》

(试行),地质出版社,1991年。

(3) 全国矿产储量委员会办公室,《矿产工业要求参考手册》(修订版),地质出版社,1987年。

(4) 地矿部、冶金部,《镍矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1983年。

(5) 地质辞典办公室,《地质辞典》(五),地质出版社,1982年。

(6) 西安地质学院等,《矿床学》,地质出版社,1981年。

(7) 李程光,地质与勘探,1990年,第9期。

(8) 地矿部、冶金部,《钨矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1983年。

(9) 长春地质学院矿床勘探教研室,《矿床勘探》,地质出版社,1979年。

(10) 地质部、冶金部,《铁矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1981年。

(11) 地质部、冶金部,《锰矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1982年。

(12) 全国矿产储量委员会,《铝土矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1984年。

(13) 地质部、冶金部,《铜矿地质勘探规范》(试行),地质出版社,1981年。

Some Problems on Minimum Industrial Grade of Deposit (MIGD)

Zhang Weigen Cui Chunxiang Li Jingyun

It is suggested that using three grade indexes in the industrial factors for ores which are popularized in China is favourable to correctly evaluate the industrial value of deposits, not only for homogeneously mineralizing deposits, but also for unhomogeneously mineralizing deposits. Although MIGD is not a direct index to block out ore-bodies and calculate resources, it is a key factor to determine a deposit which be mined or nor. We suggest that taking MIGD as the standard, usable resource can be divided into two subtypes: one is profitably usable resource and the other is unprofitably usable resource.

