

# 按照矿量的级别确定工业品位指标

矿石工业品位指标问题，是矿山开采因而也是地质勘探工作中的基本问题之一。我国多年来采用的，是由边界品位和最低工业品位组成的“二项指标体系”。近几年来，国内外对它的缺点和改革它的办法，已经先后有过一些探讨。下面介绍的A.M.马尔戈林和Л.П.布尔多的文章，就是其中之一。文章中的修正主义经济观点，主要是主张从批发价格出发，而不是把国家计划和核算价格统一起来去确定工业品位指标。这实际上是要以按批发价格销售产品获得的利润来刺激生产，而不是以社会主义经济计划来调节生产，不是以政治统帅生产。这是我们所要反对的。由于这个问题与品位指标体系之间并没有必然的联系，所以，不论在采用那一种指标体系（包括二项指标体系）时，这个问题都是既能够发生，又能够排除的。因此，只要我们把价格和利润的问题另作处理，文章对“二项指标体系”缺点的分析和对它进行改革的设想，还是值得我们注意的。

——译者

## 用两项品位指标圈定工业矿体的做法

在俄国最早的一篇探讨确定矿床开采范围方法的论文（发表于1908年）中，就已经提出了“二项品位指标”的设想。它的作者Л.Ф.葛拉乌曼认为，工业储量应为“矿床的那一部位，对它进行开采可获得利润；它的边界以外，采出和加工矿石的直接费用已不能由它所包含的金属抵偿”。换句话说，工业储量应当符合两项要求：第一，每一个局部矿量的回采和加工的直接费用应能回收；第二，开发整个矿床的全部费用也应得到抵偿。

后来的绝大多数学者都接受了这种观点，主要的分歧仅在于怎样使用它们来评价矿床的问题。

对矿石有用组分的上述两项要求，实际上就反映在“边界”品位和“最低工业”品位这两项指标上。

它们的含义和试算的程序，在《矿石工业品位指标制定方法指南》（1965年）中已经阐明。其中说到，边界品位是“矿体最边缘的样品中有用组分含量的下限，它用于圈定平衡表内储量”。

首先应当明确，边界品位是一个经济限额。但《方法指南》仅仅指出了它应当介于尾矿品位和最低工业品位之间，而没有说明应当怎样把它计算出来。

最低工业品位的用意说得比较明确。它要求获得的金属能用来抵偿包括基本建设、开采和处理矿石在内的全部费用。它的计算公式是：

$$C = \frac{3 \times 100}{\text{ЦИР}} (\%) \quad (1)$$

其中指出，不论是每吨矿量的开采和处理费用

(3)，还是金属回收系数(И)和采矿贫化系数(P)，都应当在解决矿区开发基本问题的过程中确定。而单位产品的销售价格(Ц)，则以批发价格为准，在特殊情况下，可以某种核算价格为准。特别强调的是，最低工业品位仅按能保证企业一年或半年开采的块段来制定，而不按整个矿山或者它的某一个区段来制定。

## 按两项指标圈定矿体的矛盾性

在《方法指南》中，边界品位与最低工业品位的区别实际上是：

(1)最低工业品位要根据单位矿量的全部生产费用来确定，边界品位则只涉及直接的经济支出；

(2)最低工业品位是矿山企业在一年或半年中开采矿量平均品位的标准，边界品位则是个别样品所反映的、单位空间上的矿石品位标准。

这种差别似乎还不足以说明：只有二项指标制才能充分满足上述两条要求（整个矿区的开采是有收益的，开采其中任何一个局部的矿量也是有收益的），因此按两项要求来圈定矿体是完全必要的。这种方法的缺点还在于：它既没有说明确定边界品位时应当考虑哪几项生产费用，也没有说明最低工业品位适用于多大的矿块。其实，如果追究这两项指标的出发点，必然会得出能反映最贫的工业矿石应当具有什么样的最低价值的一项指标。它的计算公式与(1)式很相似：

$$C = \frac{3_0 \times 100}{\text{ЦИР}} (\%) \quad (2)$$

式中C——技术上可能分别开采的最小空间内矿

石的金属含量下限, 30——在这个空间里单位矿量的开采和加工费用之和。

### 按一项指标圈定矿体

在否定以二项品位指标能合理圈定表内矿体的大量文章里, 反反复复地讨论同样的一些问题, 也就是: 容许花多大代价去开采质量低劣的矿体边缘部分; 它们的计算空间以多大为合理。文章的作者们一致认为, 矿石有无开采价值的标准, 应当用来衡量有限的单位空间的矿体; 但是对于应当把哪几项费用计入开采成本的问题是有分歧的。例如E. II. 普罗柯菲耶夫认为, (在砂金矿) “工业与非工业矿体的界限, 应当通过砂矿床的那一部位, 在那里, 砂金的价值等于回采和处理河砂的代价”。A. M. 巴甫连柯则认为, 甚至连建设企业的投资都应计入矿体边缘部分每吨矿石的开采和加工费用。认为应当用一项限额来衡量生产费用的H. B. 沃洛多莫诺夫, 也持类似的意见。

K. II. 波查里茨基则相反, 他认为对于矿体边缘的贫矿只应计算采矿和加工的各项直接费用。在B. M. 斯多洛夫的论文中, 可以见到这种意见的数学推理。

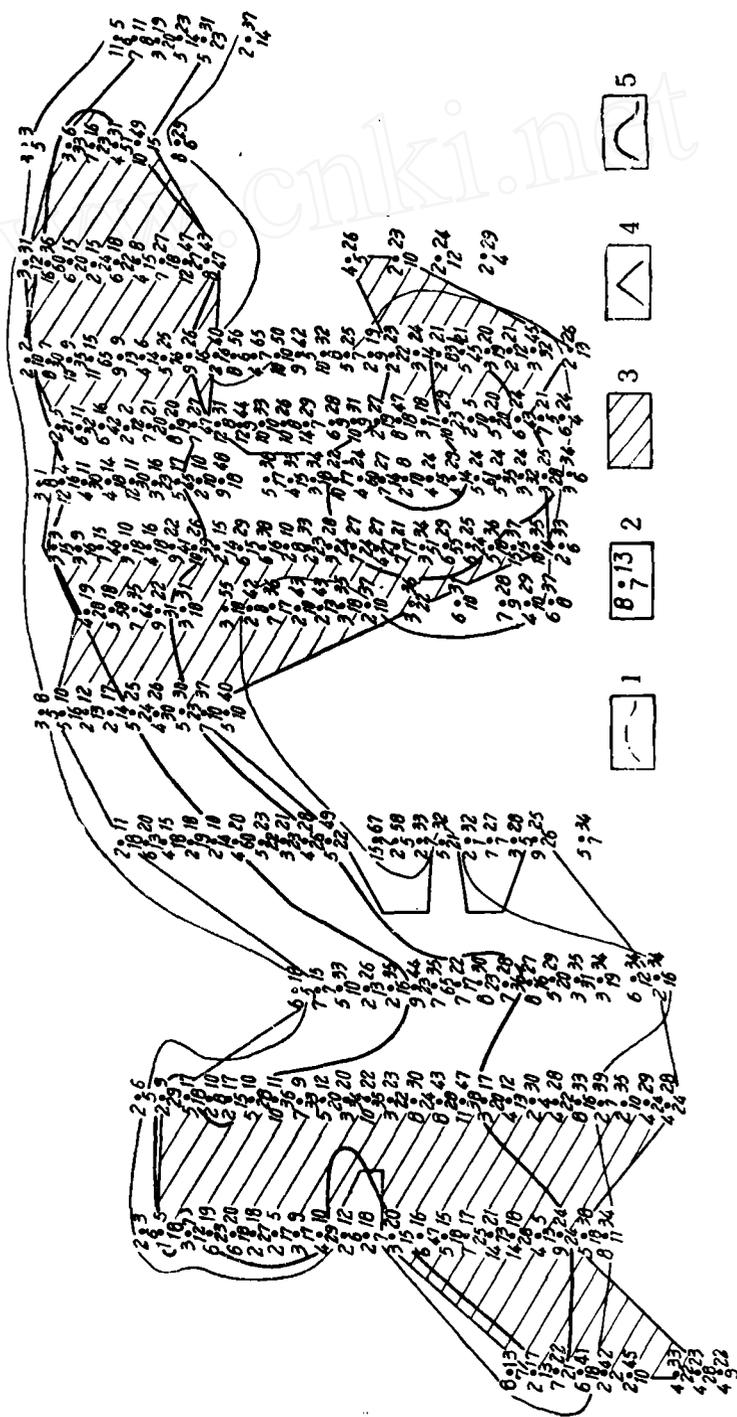
总之, 所有主张按一项指标来圈定工业矿体的理论和方案, 都可以归结为A. Ф. 葛拉乌曼的见解。K. II. 波查里茨基把这种见解明确地表述为:

“1, 确有工业价值的全部矿量, 不仅应能保证回收采选作业的直接费

用, 而且应能保证回收企业的基本建设投资;

2, 能延长折旧年限并能顺便开采的、仅达工业利用条件的贫矿, 应能保证回收的只是因开采这种矿石而发生的直接费用。”

尽管这种意见的最终目的仍然是要用最低工业品



由钻孔按剖面控制的矿体平面图

1—钻孔及有关参数(左侧是矿体厚度, 米; 右侧是钻孔见矿间隔内金属平均品位, 克/吨);  
2—按现行工业品位指标使用方法圈定的合格矿块; 3—按现行边界品位使用方法圈定的矿体界限; 4—金属成本等值线, 25卢布/克; 5—金属成本等值线, 10卢布/克

位和边界品位这两项指标来圈定矿体,但它却能引导我们更接近问题的实质。根据这一点,我们提出了一个“按一项指标圈定矿体”的方案,这样就排除了使用两项指标时可能出现的矛盾性。

### 按照回收待投费用 原则圈定工业矿体

对表内矿量的两项要求,都可以在按照下列办法划分工业与非工业矿体的界限时给予满足:

“开采某一区段将要发生的费用,能由给定的产品价格抵偿时,这一区段的矿量方可作为开采对象列入储量平衡表。”

显然,只有根据这条可称之为“回收待投费用”的原则,才可能有矿床的合理开采。

事实上也是,当在矿山的生产过程中回采作业接近矿床边缘时,就得解决“遇到什么质量的矿石就应当停止继续向前采矿”的问题。这时,要考虑回收的不是已经投入的费用(勘探、矿山基建、开拓中段直至矿块切割的费用),而只是即将投入的费用。在回采阶段它包括采矿、运输和处理矿石的费用。回采作业(或表内矿量)的合理界限,应以矿石中有用组分的价值与矿石的回采和处理的直接支出相当为标准。

正在开采的任何矿区,不论它从整体上来说有无工业价值,都应当从回采和处理每吨矿石需要多少费用出发,按试算出来的边界品位这一项指标来圈定矿体。如果矿区已决定开采,那么它合理的开采界限也应当按边界品位来圈定。

在一个新矿区,当还不能肯定它投入开采后从整体上来说能否有收益时,它保有的只是“后备表内”储量。采出的矿量应当抵偿的不仅有矿石回采和处理的直接费用,而且有矿山建设的投资。所以,圈出矿体的平均品位,应当高于只根据直接成本制定的边界品位。把它开采出来,应当能抵偿全部支出。在矿床评价阶段,这些支出就是“待投费用”。只有满足了这个条件,“后备表内”储量才可晋升为“表内”储量。

回收待投费用的原则似乎又回到了现行的两项指标,因为圈定矿体固然是按一项指标(边界品位)进行,但到了后来,圈出矿量的平均品位还是要用最低工业品位指标来衡量。事实并非完全如此。第一,矿体的圈定完全按边界品位这一项指标进行,它是根据明确规定的费用项目试算出来的。第二,最低工业品位不是对某种界限不清的矿块的起码要求,而是对整个矿山(或者是矿山的一个独立的区段)这种十分具体的对象的起码要求。这个要求就是根据开发整个矿山(或者一个独立区段)的待投费用制定出来的。我

们举例来说明这种方法的优点。

插图上表示的矿体应当用露天矿开采(平均剥离厚度约24.6米,矿体厚度约5.5米)。预计生产费用为:剥岩或采矿—— $a_0=10.6$ 卢布/吨;岩石运往废石场—— $a_{T0}=2.1$ 卢布/吨;矿石运往选厂—— $a_{TII}=4.6$ 卢布/吨;选矿—— $a_{II}=66$ 卢布/吨;附加费用—— $a_{II}=9.6$ 卢布/吨;回收系数—— $II=0.91$ ;贫化系数—— $P=0.88$ ;金属批发价格—— $II=10$ 卢布/克。

在矿床的开采中,当从矿石中提取的金属的价值要低于这些费用之和时,回采作业就应该停下来。但是,每吨矿石的直接生产费用,是随着它埋藏的位置(在矿体顶板、底板还是在“边界”)而变化的。

顶板的边界品位是:

$$C_T = \frac{1}{\Pi II P} ((a_{TII} + a_{II} + a_{II}) - a_{T0}) \quad (\text{克/吨}) \quad (3)$$

式中不考虑采矿费用,因为它不受矿体界限变动的影响(不论是矿石还是岩石,总之要挖出来)。

回采矿体底板时的情况则有所不同。待投费用不是采选矿石与剥离岩石费用之差,而是要包括采选作业的各项费用。所以矿体底板的边界品位是:

$$C_{\perp} = \frac{1}{\Pi II P} (a_0 + a_{TII} + a_{II} + a_{II}) \quad (\text{克/吨}) \quad (4)$$

将各项已知数代入这两个公式,得出 $C_T=9.7$ 克/吨, $C_{\perp}=11.3$ 克/吨。根据这两项指标可在每个钻孔中划分出工业矿段,并求出平均品位( $C$ )、矿体厚度( $m$ )和剥离厚度( $h$ )。

除了在剖面图上用来圈定矿体的边界品位外,还须求出在平面图上用来圈定矿体的边界品位。为了使露天采场的掌子面每扩大一米在经济上都是合理的,提取的金属的价值应能抵偿剥岩、采矿、选矿、往选厂运矿的费用和附加费用。这个要求可用下式表示出来:

$$C_{\perp} \Pi II P \geq h(a_0 + a_{T0}) + m(a_0 + a_{TII} + a_{II} + a_{II}) \quad (5)$$

$$\text{或 } C_{\perp} \geq \frac{1}{\Pi II P} \left( \frac{h}{m} (a_0 + a_{T0}) + (a_0 + a_{TII} + a_{II} + a_{II}) \right) \quad (\text{克/吨}) \quad (6)$$

这一边界品位就是每个钻孔平均品位的下限。

在实际工作中,计算露天矿的工业指标往往要考虑平均剥离厚度、矿体平均厚度以及平均剥离系数。为了考虑厚度的变化,除了矿石边界品位外,还要有矿体厚度下限和剥离系数上限这两项指标。要同时确

定这么多项技术内容不同的指标是很不容易的。如改用金属直接成本限额则要简便得多。可将(5)式解为:

$$C \geq \frac{1}{CIP} \left( \frac{h}{m} (a_0 + a_{T0}) + (a_0 + a_{T1} + a_{T2} + a_{T3}) \right) = S \quad (7)$$

也就是说,矿石合格与否的标准,可用获得金属的价值与它的成本(即待投费用)S的关系表示。因此,这几项指标就可以用成本限额一项指标来代替。

根据各个钻孔的剥岩和矿体厚度(m和h)计算出每个勘探剖面的S值。然后绘出其等值线(见图)。其中 $S=11=10.0$ 卢布/克,就是在平面图上经济合理的采矿范围。

值得注意的是,在矿体边界上的金属含量不是到处一致,但都与包括采矿、运矿和选矿在内的直接费用限额相等。

这还只是“后备表内”储量。但由于圈出矿体的平均品位是30.0克/吨,超过了最低工业品位26.0克/吨,因此也达到了表内储量的要求。

在例中,这样圈出的金属储量,比按现行的《方法指南》圈出的金属储量多30%,金属生产成本低20%,利润多70%。

### 分别确定各级矿量的最低品位

由于应用“回收待投费用”原则,品位指标的“项数”就会与开发矿区(或者它的一部分)中勘探和开采的“阶段数”相等起来。而且,每一项品位指标总是与一定的块段(矿区、矿体、中段、采场)、与它的待投费用、与它具有的勘探程度和开采工作准备程度相对应的。我们在上面已经探讨了的两项指标,其中一项相当于开采工作的最后阶段,另一项相当于矿山建设的开始阶段。

矿量的勘探程度和开采工作准备程度越高,对矿石平均品位的要求显然就应当越低。现举东哈萨克斯坦的一个脉状矿床为例来说明这个道理。在长宽各约50米的矿块上已投入沿脉坑道和天井。划分采场和矿柱的边界品位可按(2)式求出。 $3_1$ 仅包括每吨矿石的采、运、选和附加费用(为40.8卢布)。C—每次爆破采下矿石的品位,也就是回采矿量的最低品位。

为了回采一个矿块的矿石,必须在下部开掘拉底坑道。每吨矿石的这项费用( $3_2$ )约为5.2卢布。所以,已经四面用坑道和天井圈定但还未拉底的矿块,每吨矿石的生产费用为 $3_0=3_1+3_2=46.0$ 卢布。

上下有沿脉坑道,但还没有天井的矿块,如果每

脉状矿床各个开采阶段最低品位序列

与各阶段相对应的矿量级别	矿块开采技术条件	矿块中每吨矿石的待投费用(卢布)	最低品位(取边界品位的倍数)
备采矿量	一次爆破作业的回采矿量	处理、运输、回采 40.8	1.00
采准矿量	一个采场的矿块	同上,加切割 46.0	1.13
开拓矿量	相邻中段之间未经天井分割为采场的块段	同上,加天井 48.6	1.19
准备开拓的矿量	最低中段的“下垂”矿块	同上,加加深竖井、石门、沿脉坑道 53.0	1.30
新建矿区矿量	全矿区的表内矿量	同上,加矿山基本建设 61.6	1.51

吨矿石含有金属的价值能抵偿包括掘进天井 $3_3$ 在内的生产费用 $3_0=3_1+3_2+3_3$ 时,才构成工业矿量。式中 $3_3=2.6$ 卢布。

为了开采最低中段以下的矿块,首先要完成开拓工作,即加深竖井、掘进石门和沿脉坑道。也就是说,最低中段“下垂”矿块的品位应与 $3_0=3_1+3_2+3_3+3_4$ 成正比,其中 $3_4$ 是准备开拓的中段每吨矿石的开拓费用。假设 $3_4$ 为4.4卢布,则 $3_0=3_1+3_2+3_3+3_4=53.0$ 卢布。

在建矿以前,待投的不仅有开拓费用,而且还有房屋和其他建筑安装费用,即 $3_5=8.6$ 卢布。

由此,我们求出了与各级矿块相对应的最低工业品位序列(见表)。圈定工业矿量始终按边界品位这一项指标(见表中第一行)进行,而最低工业品位则通常为若干项。矿块的开发工作进行到那一步,就要用与它相应的指标来对它进行评价。

这种方法不仅适用于开采阶段,而且也适用于勘探阶段。在找矿评价和勘探阶段,工业品位指标应比已经探明和正在开采的矿区为高。因为在待投费用中,除了开采费用之外,还包括矿床勘探费用。

节译自:《Советская геология》, 1971, № 1, стр. 81—93

