



论与工业指标有关的几个地质技术经济问题

涂英伟

众所周知,工业指标的制定,是一项技术复杂、政策性很强的工作。要使工业指标制定得合理,就应该在对矿床进行综合开发利用研究的同时,对地质、技术和经济效果诸方面进行全面的分析比较,这样才能得出最佳结论,以便从各种方案中优选出来的最合理的工业指标,在技术上可行、经济上合理、又能最大限度地保持矿体的完整性,最大限度地开发利用和保护资源,使它的潜力得以充分发挥,并减少资源的破坏与浪费。此外,还要考虑到国民经济的特殊需要。

工业指标的内容是多方面的,工业品位的制定只是其中的一项。现就其中几个最复杂的问题讨论如下。

综合利用多金属矿时合理的综合品位指标的制定方法

我国矿山开采的实践表明,多金属矿山的主要生命力在于综合利用。如果只采一种矿种,丢弃更多的甚至工业价值更高的共生和伴生矿种,往往会造成矿山亏损,严重破坏地下资源。

综合利用多金属矿产,不但要在地质勘探阶段就对矿石中各种金属的物质组分和矿石的加工技术性能进行有代表性的、系统的研究和试验工作,以确定技术上利用这些矿石的可能性,提供方法、流程、加工材料、选别指标等方面必要的试验成果,作为矿山企业设计的参考或试选厂设计的依据,而且还要考虑在经济效果上是否合算。衡量经济效果的最重要的标准就是利润和盈利率,整个国民经济的相应标准则是核算成本,国家经济政策的需要。

研究综合利用多金属矿床的工业指标,一般都要求将能够回收的、在经济上合算、技术上又可行的伴生金属或非金属作为工业储量来计算,并将伴生金属含量折算成主金属含量,然后确定矿石的综合最低工业品位指标,或分别提出伴生金属和主金属的最低工业品位指标。

综合利用多金属矿床的工业指标的计算公式可以分为两类:一是回收各种伴生金属时的各方面的直接和间接的成本与价格的平衡关系,也就是要考虑伴生金属在回收过程中从采、选、冶一直到变成产品的全过程的成本,这种成本又不能大于产品的现行价格;二是只考虑回收各种伴生金属时不可避免的直接递增成本与其价格之间的平衡关系,而完全不考虑因回收伴生金属所发生的任何间接的成本,因为它计入了开采和选矿流程开始阶段的成本,而这些成本并不是由于增加了伴生金属的产品才有的,即使不回收伴生金属的产品,只回收主金属,这些成本也早就存在。

两种方法各有其优缺点,应实事求是地根据实际情况决定,但总的原则都是遵循价值规律的普遍原则,遵循价格应大于成本的普遍原则,只有这样才能有盈利。

用下述公式将能反映本文的观点:

$$A = \alpha_1 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_2 \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 \quad (1)$$

式中, A—综合利用的矿石价值(元/吨或元/米³); α_1 —主金属的矿石最低工业品位(%); γ_1 —主金属的采矿回收率(%); γ_2 —主金属的选矿回收率(%); γ_3 —主金属的冶炼回收率(%); a_1 —主金属的产品现行价格(元/克或元/吨); α_2 —伴生金属的矿石最低工业品位; γ_a —伴生金属的采矿回收率(%); γ_b —伴生金属的选矿回收率(%); γ_c —伴生金属的冶炼回收率(%); a_2 —伴生金属的产品现行价格(元/克或元/吨)。

$$C = c_1 + c_2 = \alpha_1 a \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_2 b \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 \quad (2)$$

式中, C—综合利用回收每吨矿石中的多金属的成本(元/吨); c_1 —回收1吨矿石中的主

金属的成本(元/吨); c_2 —回收1吨矿石中的伴生金属的成本(元/吨); α_{1a} —主金属的平均品位(%); α_{2b} —伴生金属的平均品位(%); γ —采矿贫化率。

根据价值规律的法则应为 $A \geq C$

$$\alpha_{1a} \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_{2b} \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 \geq \alpha_{1a} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 \quad (3)$$

以 X 表示 α_{2b} 对 α_{1a} 的比值, 即

$$\alpha_{2b} = X \alpha_{1a} \quad (4)$$

把式(4)代入式(1)得

$$A = \alpha_{1a} \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + X \alpha_{1a} \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 \quad (5)$$

$$\alpha_{1a} \geq \frac{\alpha_{1a} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + X \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2} \quad (6)$$

$$\alpha_{2b} \geq \frac{[\alpha_{1a} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + \alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2] \cdot X}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 + X \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2} \quad (7)$$

如果矿山企业的最终产品是通过选冶富集的精矿, 则式(6)、(7)应改写成

$$\alpha_{1a} \geq \frac{\beta_{1精} \cdot [\alpha_{1a} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1] + \beta_{2精} \cdot [\alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2]}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot u_{1精} + X \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot u_{2精}} \geq \frac{C \cdot (\beta_{1精} \cdot \beta_{2精})}{R_1 \cdot u_{1精} + R_2 \cdot u_{2精}} \quad (8)$$

$$\alpha_{2b} \geq \frac{\beta_{1精} \cdot X \cdot [\alpha_{1a} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1] + \beta_{2精} \cdot X \cdot [\alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2]}{R_1 \cdot u_{1精} + R_2 \cdot u_{2精}} \quad (9)$$

式中, $\beta_{1精}$ —主金属的精矿品位(%); $\beta_{2精}$ —伴生金属的精矿品位(%); R_1 —主金属的总回收率(%); R_2 —伴生金属的总回收率(%); $u_{1精}$ —主金属精矿的现行价格(元/吨); $u_{2精}$ —伴生金属精矿的现行价格(元/吨)。

可以把伴生金属品位折算成产值相等的主要金属品位, 公式如下:

$$\alpha_{2b} \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2 = \alpha_y \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 \quad (10)$$

式中, α_{2b} —伴生金属平均品位(%); α_y —根据产品价格相等由伴生金属平均品位折算出来的主金属品位(%)。

将式(10)改写成

$$\alpha_{2b} = \frac{(1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1}{(1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2} \quad (11)$$

或

$$\begin{aligned} \alpha_{2b} &= \alpha_y \cdot K \\ \alpha_y &= \alpha_{2b} / K \end{aligned} \quad (12)$$

式中, $K = \frac{(1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1}{(1 - \gamma) \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c \cdot a_2}$ (等值系数)

把式(12)代入式(2)得

$$\left(\alpha_{1a} + \frac{\alpha_{2b}}{K} \right) \cdot (1 - \gamma) \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 = C \quad (13)$$

式中, $\alpha_{1a} + \frac{\alpha_{2b}}{K}$ —多金属矿石的综合品位, 用 α_{Σ} 代表。根据式(13)可把式(1)

写成

$$A = \alpha_{\Sigma d} \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1 \quad (14)$$

式中, $\alpha_{\Sigma d}$ — 综合最低工业品位。

$$A \geq C$$

$$\therefore \alpha_{\Sigma d} \geq \frac{\beta \cdot C}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a_1}$$

式中, β — 精矿综合品位。

综合最低工业品位实际上就是用主金属的最低工业品位和由伴生金属最低工业品位折算出来的主金属品位之和。

采用以上的公式来制定多金属矿床的主、伴金属的以及综合的品位指标可以合理地综合利用地下资源, 如果制定以后又能执行的话, 就可以避免因采富弃贫只回收主金属丢弃大量伴生金属, 还可以使设计部门在确定各种不同类型矿石混采、分采、分选和将成分不同的精矿分别冶炼时有比较可靠的根据。

由此可见, 如何正确地理解和制定合理的工业品位指标, 对于正确的全面的评价一个多金属矿床来说是多么的重要, 这一问题应该引起特别的重视。

关于入选品位指标和精矿品位的合理界限

如前所述, 要对入选品位指标制定出一个合理的界限, 需要先明确出合理的精矿品位的界限。因为入选的品位指标和入选原矿的矿石性质对精矿的品位和回收率的关系, 对精矿的成本和投资起着决定性的影响, 因此也可以把精矿品位的制定, 作为入选品位指标内容的一项组成部分, 它们之间的关系可以用以下的公式来表示:

$$\beta \leq \alpha - \gamma \cdot d + s \quad (1)$$

式中, β — 精矿品位; α — 最低工业品位; γ — 采矿贫化率; d — 开采块段的实际平均品位; s — 矿石加工富集增加的品位。

也可以把式(1)写成

$$\alpha \geq \beta + \gamma \cdot d - s \quad (2)$$

从上式看出, 开采贫化品位($\gamma \cdot d$)越小, 精矿品位就越大; 开采贫化品位越大, 则精矿品位越小; 开采贫化率为0时, 式(2)就变成了

$$\beta \geq \alpha + s \text{ 或 } \alpha \leq \beta - s \quad (3)$$

$\therefore \beta - s = d_a$ (d_a 系出矿品位或入选原矿品位)

\therefore 当采矿贫化率为0时,

$$\alpha \leq d_a \quad (4)$$

从上式看出, 出矿品位(d_a)和最低工业品位(α)越高, 则精矿品位(β)就越高; 出矿品位(d_a)和最低工业品位(α)越低, 则精矿品位就越低。根据一般的矿石加工技术性质试验的结果, 某些矿种的出矿品位和最低工业品位与精矿品位之间常常是翻一番的关系。例如, 湖南某大型胶磷矿的五氧化二磷, 入选原矿品位(出矿品位)约为14%时, 选出的精矿只能达到28%左右, 还不稳定。当五氧化二磷的出矿品位为15%左右时, 精矿品位可达到30%的稳定的合格精矿。又如某自熔性磁、赤混合铁矿出矿品位为30%时, 精矿品位只能达到60%, 再高就不行了。那么, 精矿品位究竟能够达到多高? 多高才算合理呢?

从钢铁联合企业的角度看, 所谓合理精矿品位, 是指在一定加工、冶炼条件下, 选矿厂技术上能够达到而高炉冶炼效果最经济的品位。所以合理精矿品位的确定实质上就是矿山多支出的费用与冶炼所获得收益的综合比较。只有当冶炼的收益高于提高精矿品位所付出的代价时, 才算是经济合理的, 这种精矿品位才算是合理的精矿品位。

实际上要从不同品位精矿中找出经济效果最好的品位, 就必须作全面的技术经济分析, 进行多方案比较。因为合理的精矿品位除了取决于精矿成本、投资以外, 还取决于矿石性质、品位和回收率。所以在进行方案比较时, 就要对这几个项目进行技术经济效果的比较,

才能决定多高的精矿品位才是最合理的。

鞍山黑色冶金矿山设计研究院的同志提出用基建投资回收期及单位产量总费用这两项指标来比较方案的优劣。

$$\text{基建投资回收期} \quad t = \frac{T}{E - F} \quad (1)$$

$$\text{单位产品总费用} \quad V = F + T \cdot K \quad (2)$$

式中, t —基建投资回收期(年); T —每吨生铁基建投资(元/吨); E —每吨生铁国家调拨价格(元/吨); F —每吨生铁生产成本(元/吨); V —单位产量总费用(元/吨); K —黑色冶金部门平均投资效果系数, 当投资返本期取6年时, K 为0.167。

投资回收时间越短, 或单位产品总费用越少, 说明方案的投资效果越好。这两项指标的高低, 在生铁调拨价格及部门平均投资效果系数一定的条件下, 主要取决于用不同品位精矿进行高炉冶炼的生铁成本和基建投资。

根据计算出的单位生铁成本、投资, 由式(1)、(2)得出不同品位精矿冶炼的投资效果, 进而确定适合本企业实际的经济合理的铁精矿品位。

但是, 我国各矿山的实践已经证明, 只根据成本和投资的经济效果而优选出来的精矿品位是不够全面的。因为根据这一原则很容易得出这样的错误结论, 即精矿的品位越高就越合理。然而国内外的实践都已证明, 事实并不是这样, 精矿品位越高并不一定意味着就是越合理。贯彻精料方针, 并不是要盲目地追求精矿的高品位; 合理的精矿品位的界限是有一定的极限的, 高过了头也不合理, 低了也不合理, 不同的矿石类型应该有适合于自己特点的不同的合理的精矿品位。

成本核算和投资的经济效果, 只能是优选合理的精矿品位的重要因素之一。除此以外, 矿石的性质和矿石的矿物成分、矿石结构、矿物粒度、有用元素的赋存状态、矿物的镶嵌关系、原矿品位、造渣元素含量、有用有害元素含量, 以及资源的合理利用和选冶综合效果, 加上精矿品位和回收率之间的消长关系, 也都是决定合理的精矿品位的决定性因素。只有兼顾并全面考虑了这些因素, 合理的精矿品位的界限才能制定得有依据。

现以铁矿为例来说明。目前国内外有一种趋势, 就是要求把精矿品位提得越高越好, 这对有储量丰富的富铁矿或者易选的磁铁矿储量的国家来说是不成问题的。这些国家, 精矿品位一般都要求达到65% TFe以上。但是在我国就不一定适合。我国铁矿中绝大部分都是低品位的贫铁矿, 而且易选的磁铁矿和菱铁矿比例小, 主要是难选的赤铁矿, 另外还有一部分是混合矿(磁铁矿和赤铁矿)。其中纯磁铁矿含铁72.4%, 纯赤铁矿—70%, 菱铁矿—48.3%, 褐铁矿—52.2~66.1%。如按矿物纯度为90%计算, 则磁铁矿精矿理论含铁应为65.16%。赤铁矿精矿—63%, 菱铁矿精矿—43.48%, 褐铁矿只有46.98~59.49%, 也就是说, 当选矿深度相同时, 各类型矿石可能获得的最高铁精矿品位是不等的, 当然他们的合理的铁精矿品位的界限也就不一样, 并不是所有的铁矿物成分和铁矿石类型都能达到TFe65%的精矿品位标准。因为它们自身的含铁品位的理论极限值, 首先就限制了不可能达到这一标准。

除此以外, 金属铁矿物的嵌布粒度越细, 它与脉石矿物嵌生越密切、越复杂, 就必然会导致金属铁矿物和脉石矿物的分离难度增加, 精矿品位难以提高, 回收率降低, 使大量主金属流失到了尾矿。

如果金属矿物与脉石矿物结合成特殊的结构, 则精矿品位更难以提高, 如宁乡式赤铁矿的精矿品位再高也只能提到53%左右; 攀枝花钒钛磁铁矿, 磁选精矿中TFe的最高品位只能达到56%。

除了铁的赋存状态、颗粒大小、结构和嵌布关系影响精矿品位以外, 造渣组分和挥发物含量也是决定合理的精矿品位界限的重要因素。如安徽和睦山含铁50.21%的磁重精矿, 其烧结矿质量却相当于含铁59.19%的东鞍山浮选精矿。江苏梅山精矿含铁仅51.05%, 比南芬磁选精矿低12%, 但烧结矿品位却高3.5%。梅山含铁51.05%的精矿制成烧结矿后的含铁量相当于苏联含铁65%精矿的烧结矿。安徽桃冲磁赤混合自熔性矿石的精矿含铁60.76%, 其

烧结矿品位比山西岚县含铁65.58%的精矿烧结矿还高约2%，与齐大山铁矿65% TFe品位的精矿质量相当。田湖铁矿自熔性矿石含铁50%的精矿的烧结矿品位和祁东铁矿含铁63%的精矿的烧结矿的含铁品位相当。这是因为上述矿石是含钙较高、烧减量较高的自熔性矿石。因此，像这种类型的自熔性或半自熔性矿石的合理的精矿品位的界限就不能按65% TFe的标准来要求了。

结论应该是不同类型的矿石的合理精矿品位的界限是不一样的，它取决于矿石性质、矿石类型、品位和回收率、成本和投资效果、综合回收效果、资源利用率等方面的情况，只有全面考虑这些因素，并进行了地质、技术和经济效果方面的综合方案比较，在一定的加工、冶炼条件下，选矿厂技术上可行、高炉冶炼效果又经济的品位才是合理的精矿品位的界限。

关于矿山补偿贸易的最低工业品位

在我国自己建设的矿山企业中，按照价格法的原则，每吨矿石的价值等于或大于每吨矿石的成本，即 $A \geq C$ ，矿石的最低工业品位是在价格等于成本，利润等于0，即不亏不赚时的品位，即

$$A = C \quad (1)$$

$$A = \alpha \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{C\beta}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a} \quad (3)$$

但是外国投资建设的矿山企业，为使矿山建成投产后的产值除了回收基建和生产成本、积累资金维持企业再生产以外，还要在规定时间内偿付清外债，因此对其最低工业品位的计算就不同于我国自己建设的矿山企业的不亏不赚的最低工业品位，这时的首要问题是能不能盈利，要求用每年的利润来还清这一切。为此就要制定出补偿贸易的最低工业品位——矿山企业在从事补偿贸易时能够按要求期限以利润还清外债所应具有的最限度的最低工业品位。

$$\text{此时,} \quad A = M + C \quad (4)$$

式中，M是每吨矿石的利润。

根据式(2)和式(3)可写成

$$\alpha = \frac{\beta(M+C)}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a} \quad (5)$$

式中的 α 为最低工业品位，系指单金属矿床而言。

为了在规定的偿还时间以内还清全部投资借款，就要算出每年的投资回收额(M)即偿付能力。

$$M = P \times \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \quad (6)$$

式中，P—所选定的最低工业品位的贷款投资总额。

$$\frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} = \text{投资回收系数}(f)$$

式中，i为利率；t为偿还外债的时间(年)。

$$\text{因此} \quad M = Pf \quad (7)$$

$$\therefore M = \frac{\alpha \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a}{\beta} - C$$

代入式(6)或式(7)

$$\alpha = \frac{(Pf+C)\beta}{\gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot \gamma_3 \cdot a} \quad (8)$$

式中， α —单金属补偿贸易的最低工业品位。

对国外投资建设的多金属矿山企业的综合品位指标的制定,可以采用前面提到的等值系数K,把等值的伴生金属折算成主金属品位的办法来计算其储量。

由美国福祿公司贷款投资帮助我国建设的某铜矿,采用了不同于我国一般概念的品位指标。他们所确定的边界品位(相当于我们理解的最低工业品位的概念)系指按最小的分采单元(15×15×15米的块体)来衡量是矿或不是矿的品位界限。在总体经济分析中,如果某一块体的品位大于边界品位(最低工业品位)就认为它是矿,否则就认为是废石。此外他们还计算了中间性的收支平衡边界品位,这种边界品位针对的是采下的物料。如果已采下的物料含铜虽然低于边界品位,但大于中间性收支平衡品位,仍然要送往选厂,只有低于中间性收支平衡品位的物料才能送往废石场或浸堆。

该铜矿的品位指标的制定采用了净现值的概念,他们所说的净现值即每个生产年现金增值折合成矿山建成投产时的现值总和(现金增值即年产品收入总和减出全年费用之差)。通过净现值的分析,选取能得到最大的净现值的边界品位(即最低工业品位,以下同),作为矿区采用的最佳边界品位。

具体的算法如下:

$$B = F \times \gamma \quad (1)$$

式中, B—可采矿量; F—地质储量; γ —采矿回收率。

$$X_1 = \frac{B}{y_1} \quad (2)$$

式中, X_1 —年产矿石量; y_1 —矿山服务年限(年)。

$$X_2 = \frac{X_1}{y_2} \quad (3)$$

式中, X_2 —日产矿石量; y_2 —每年工作日(日)。

$$A_x = a \cdot \gamma \cdot X_1 \cdot v \quad (4)$$

式中, A_x —某种主金属或伴生金属的年产值; a—此种金属的平均品位; γ —总回收率; X_1 —年产矿石量; v—产品价格(元/吨或元/克)。

$$C = X_1 (C_1 + C_2) \quad (5)$$

式中, C—一个生产年的采选费用; C_1 —1吨已采出矿石的采矿成本; C_2 —1吨矿石的选矿成本。

$$M = P \cdot f \quad (6)$$

式中, M—年投资偿还额; P—投资总额; f—投资回收系数。

$$D = A_{x\Sigma} - (C + M) \quad (7)$$

式中, D—年现金增值; $A_{x\Sigma}$ —所有能回收的主、伴金属的年产价值总和。

$$H = D \times \frac{(1+i)^t - 1}{i(1+i)^t} \quad (8)$$

式中, H—净现值; i—贴现率; t—偿还期(年)。

最后根据净现值的分析,择优选择参加竞争的各种不同方案的边界品位,将其中能够获得最大利润的,也就是净现值最高的边界品位作为最后采用的矿区边界品位(即最低工业品位)。

从经济的、技术的和最大限度的合理利用矿产资源的角度来全面分析一下美国福祿公司对我国某铜矿品位指标制定的意见,就可以看出它的优点和缺点。福祿公司制定的品位指标的基础和依据是什么?它的实质是什么?把美国福祿公司制定品位指标的原则和我国有关工业指标制定的原则进行比较分析以后,就可以看出两种不同的社会制度在考虑矿山建设的决策问题上的出发点和目标上是有本质的和原则性的区别的。

美国福祿公司制定的某铜矿的工业指标,实际上就是经济方案优选法和价格法的联合方法,它的实质就是要赚取最大的盈利。利润决定一切,利润就是核心。它的优点就是短期内可以见效,在设计服务年限内矿山企业不致于因此亏本,在目前我国资金设备不足、技术能力

有限的情况下，为了四化的需要，引进新技术为我所用，这样做还是应该的。

但是不能不看到，福祿公司制定的工业指标有一个致命的弱点，这就是只考虑了近期的需要，而没有考虑长远的利益和后果，它虽然也计算了不同工业品位采用后的储量变化，但是它并没有把储量的变化作为优选最低工业品位的决定因素之一，它择优选择最佳的最低工业品位的界限时的唯一的决定因素就是利润，基本上不考虑或很少考虑各种不同的最低工业品位在多大的程度上影响了矿产储量的变化、品位的变化、厚度的变化、矿体空间构造和形态的变化以及在合理利用地下资源的程度上的变化……等等，假如根据净现值的分析，具有最大利润即最高净现值的最低工业品位如果被采用了以后，会导致矿体支离破碎、形态复杂，连接不起来，但是从净现值分析的原则出发，它们也还是会采用利润最大的最低工业品位，而很少考虑后者，因此这样一来就会出现吃富丢贫、采易丢难、采中丢边、采主丢次，还有违背开采程序甚至先采底部的富矿，至于位于其顶部的贫矿则让其听天由命等不合理的破坏资源保护政策的后果，这种例子我们已经见到过了。有一种理论认为对于一个大型矿山来说，随着生产时间的增加，工业指标也应逐步降低，因为到那时，它已偿还了基建投资的分摊费，开发利用的技术水平也更进一步，这种说法在一定的限度内还是合理的，但是要知道，矿区的平均品位是矿区内的富矿和贫矿平衡以后的结果，如果把富矿吃掉了以后，整个矿区的平均品位会急剧的降低，到那时贫矿将会更贫，甚至贫得使那时的开发利用技术水平都不能利用的程度。用我国制定工业指标的原则来考虑就必须贫富搭配开采，把近期和长远的利益结合起来，而用福祿公司的原则就很难考虑这一点。有鉴于此，可以认为，福祿公司考虑的制定工业指标的原则，只能因地制宜，根据四化的需要，现阶段它在某铜矿可能是可行的，但是不应把它作为不变的教条千篇一律地运用到其他矿区中去，我们只能根据中国的特点，一个矿区一个矿区地认真分析，制定适合于我们中国自己特点的关于工业指标的原则和概念。

二十世纪铅的生产

迄今世界上共开采了铅190万吨。几乎所有这些金属都是在第二次世界大战以后开采的。因为从1778年铅发现伊始至1900年，所生产的铅不超过500吨，而在本世纪头40年生产和消耗的铅也只有10.8万吨。

在铅工业发展的早期阶段，小矿山是铅的主要来源，所开采的是脉状矿床，因而其产量有限，而且不稳定。这种矿山将近有30个，现在都已关闭，其总产量为10万吨。现有的生产矿山共计50个，总共产铅180万吨。其中最大的矿山为美国科罗拉多州的克莱迈克斯，其累计总产量为78万吨。此外还有犹他铜矿山（26万吨）、恩达科矿山（8.6万）、丘基卡马塔（7.2万吨）、奎斯塔（6.8万吨）和西里塔（6万吨）。

在现有的生产矿山中，可回收的铅的储量大约为400万吨。尽管这个数字是迄今铅消耗量的两倍，但是这些资源并不能满足本世纪末之前对铅的需求，80年代铅的消耗量预计为230~280万吨，而本世纪最后20年的消耗量推测为400~450万吨。

这种对铅需求的不断增长，要求积极普查和勘探新的资源。现在计有40个铅矿床正处于不同的勘探和开发阶段。其中12个已明确将于1981~1986年

投入开采，另外12个也很可能在80年代内投产。这24个矿床总的可靠铅储量为320万吨，这就使供求矛盾得到缓和。

铅的地理分布的不均性是原生铅生产主要特征之一。比如说，资源和生产明显地集中在西半球，美国、加拿大和智利所生产的铅便占整个铅年产量的约90%。世界铅产量的70%左右是由6个大矿山生产的，其中3个为斑岩铅矿床，其余的为斑岩铜铅矿床。这6个矿总产量约为7.33万吨/年。其余3.1~3.2万吨由分散的45个矿山提供，其中大部分是将铅作为副产品回收的。看来，这种状况可能会持续下去。

克莱迈克斯是世界铅矿企业中首屈一指的力量。1980年的产量预计达到4.5万吨，即世界总产量的42%左右。阿迈克斯公司迄今共生产铅85万吨，即世界历年总产量的45%。该公司将有诸如基特索特、芒托尔曼、芒特埃蒙斯等新矿山投入开发，因此将保持这种领先地位。仅次于阿迈克斯的是智利的科德尔科，在过去的两年中其年产量为1.3万吨。

据估计，本世纪头80年生产并消耗的铅为200万吨，其后20年的消耗量将为400万吨以上，而铅的储量为700多万吨。这样看来，本世纪铅的消费将得到充分的保障，情况令人满意。

余传菁摘自《Mining Journal》，
V.294, No.7553, p.416.