

47-52

论岩金矿床品位指标及其合理制定

袁怀雨 陈希廉 曹乐农 黄凤吟

(北京科技大学)

p. 618.510.9

A

在勘探和矿山生产时期制定金矿合理品位指标,不能以价格法为准,也无必要为金矿设立第3个品位指标——矿床最低平均品位。阐述了制定金矿床合理品位指标时所遵循的原则和方法,介绍了3个金矿床实例。

关键词 品位指标 边界品位 工业品位 矿床最低平均品位
金矿



工作方格

岩金矿床品位指标是指引导金矿勘查,进行矿体圈定和储量计算,矿床评价,以至开发的主要依据。品位指标制定得合理与否,关系到金矿勘查和开发中的许多重大问题。在勘查中,它不仅影响到储量的多少,品位的高低,以及矿体形态复杂程度,而且也会涉及到勘探的经济效果。如果品位指标定得不合理时,可把一个完整的工业矿体圈成支离破碎的小矿体,甚至全部划为表外矿或废石,把一个本来有经济价值的金矿作出否定评价;也可能把表外矿或废石划为工业矿体;在开发中,还将显著影响矿山生产经济效益,资源回收程度及能耗等。因此,矿床品位指标的合理制定,已日益引起人们的重视。

目前,我国岩金矿床执行三品位指标制(边界品位、工业品位、矿床最低平均品位),其在地质技术上的含义是明确的,不赘述。1988年10月国家黄金管理局颁发的《金矿工业指标制定细则》(试行),针对金矿特点,首次对金矿品位指标的内容、确定的原则和方法作出了规定,但对其经济含义,即指标高低所要达到的经济目的没有明确。因此,在

1991年的全国金矿工业指标研讨会上,与会代表对这3个品位指标的经济含义和制定方法,提出了一些不同的认识和建议,这也说明,目前我国各金矿所执行的品位指标,是以不同经济效益为目的的(如盈亏平衡、还贷付息盈亏平衡、平均利润、最大利润等)。这种状况,对最大限度提高岩金生产效益显然是不利的。本文拟结合近年来笔者进行岩金矿品位指标的合理制定科研中的体会作一些探讨,不当之处,恳请读者指正。

1 现行的制定品位指标方法评述

在各种有关规范和文献中制定品位指标的方法,一类是不以经济目的为准,如类比法、数理统计法、地质试圈矿体法等,一般只作参考或在普查中使用,本文不作评述。在勘探和开发中制定和下达的品位指标,多采用价格法和方案法。

1.1 价格法

价格法是以单位矿石的某种盈亏平衡品位为准,确定品位指标。这种方法较简便,但有以下缺陷:

(1)对盈亏平衡的成本范围认识不一(表1)。在表1中,有些资料对某一品位指标认识

相同,但对另外的品位指标认识又不同;还有的资料计算工业品位时的成本范围与另一资料计算矿床最低平均品位时的成本范围相同。认识差别如此之大,甚至相互矛盾,多年来一直不能统一,实际上也很难取得共识。正

如鞠毓绂^①指出的,这种情况“说明没有真正认识”工业品位和矿区平均品位的“实质区别,以及这两个指标最佳化条件到底是什么?”在这种情况下,怎能正确制定合理品位指标?

表1 计算盈亏平衡品位时对成本范围的不同认识

	各种认识	无经济意义	计算盈亏平衡时的成本范围							
			选冶	回采运输	切割	采准	企管费	营业外支出	还贷付息	额定利润
边界品位	1	✓								
	2		✓	✓						
	3		✓	✓	✓	✓	✓			
工业品位	1		✓	✓	✓	✓				
	2		✓	✓	✓	✓	✓			
	3		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
矿区平均品位	1		✓	✓	✓	✓	✓			
	2		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	3		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	4		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

表中“✓”表示不同学者计算成本时所包括的成本项目。

(2)价格法公式中所用到的技术经济参数只能是固定值,实际上,这些参数大都随品位指标而变。如品位指标较高,则矿石平均品位也高,选、冶回收率将提高;品位指标较低,矿体厚度增大,对地下开采矿山,贫化率可能降低等等;因此,难以准确测算出盈亏平衡品位。^①

(3)价格法公式只能反映静态经济评价利润指标,却无法反映计时经济评价指标,如净现值、内部收益效率等,而计时评价指标更为重要。

(4)价格法的本意是在不赔的前提下,尽量多回收资源,如有利润更好,而不考虑是否达到最佳经济效益。今后在市场经济条件下,是不可行的。

(5)用价格法确定的边界品位和工业品位圈矿体,不能说明开发该矿的效益如何。一是按上述第2点计算的盈亏平衡品位是不准

确的;二是按上述第3点,不能说明计时经济效益;三是即使测算的盈亏平衡品位是准确的,所圈矿体的平均品位不一定大于或等于价格法确定的矿床最低平均品位,如果达不到,如何处理?^②

学术界有以下不同主张:

①作否定评价,否则,需要国家给予贷款的优惠条件,或设法降低基建费用或改进选、冶技术等。这样处理过于武断。如据徐维昌^②提供的资料,双王金矿(即太白金矿)的平均品位为3.08g/t。按盈亏平衡且还贷付息的价格法计算,矿床最低平均品位应为4.17g/t,则该矿被否定。实际上,该矿上富下贫,东富西贫,完全可以先采东部上段较富矿体。可供生产前9年开采的富矿品位达4.13g/t,据方案法测算,投产5.66年即可还清贷款,动态投资偿还期也仅8.24年,总利润25078万元,总现值1446万元,财务内部

① 鞠毓绂,岩金矿工业指标待讨论的几个问题,1991年。

② 徐维昌,陕西省太白县双王金矿东段合理品位指标研究及其制定原则,1991年。

收益率 15.6%。可见,仅按达不到价格法制定的矿床最低平均品位就作否定评价,可能会否定一个经济效益相当好的矿床。目前,双王金矿已投产,经济效益很好。

②去掉一些贫矿,以满足矿床最低平均品位的要求。这样做,所圈矿体将因人而异。

③提高边界品位和工业品位指标,这等于否定了价格法制定品位指标的原则。

②、③两种处理都存在一个问题,即调整边界品位和工业品位,使矿体平均品位恰好达到矿床最低平均品位指标还是大于矿床最低平均品位?大又大到什么程度?这都是价格法难以回答的问题。

如果正好满足三项品位指标,似乎应该意味着开发该矿将不赔不赚。实则不然,如双王金矿达不到矿床最低平均品位指标,实际经济效益还相当好。又如鞠毓钹对后沟金矿的测算,边界品位为 1.5g/t,不论工业品位是采用直接成本盈亏平衡价格法确定的 2.5g/t,还是总成本盈亏平衡价格法确定的 3.5g/t,用方案法测算,返本后利润均有 6000 余万元,投资利润率分别为 15.7% 和 17.3%。尤其是,当工业品位为 2.5g/t 时,矿床平均品位为 5.055g/t,与用总成本加固定年限内偿还贷款本息的价格法测算的矿床最低平均品位指标 5g/t 接近。更有意思的是,当工业品位为 3g/t 时,总利润最大,其指标反而低于总成本盈亏平衡品位(3.5g/t)。

(6)按有关规定,金矿山还贷期为 6 年。有开发价值的金矿的生产期绝大多数超过还贷期,且多数将大大超过还贷期。还贷期当然要采品位富的矿石,但还贷后费用大大降低,开采较贫矿石也可获得较高的经济效益。显然,将还贷期盈亏平衡品位扩大为全矿平均品位指标太高,只瞻前,不顾后,也不利于金矿资源的充分利用。

1.2 方案法

方案法比价格法优越,可较准确地预测按某品位指标圈定矿体在开发时是否有效

益,效益多大。如中国地质大学(武汉)与陕西地矿局第三地质队协作,用方案法对双王金矿合理品位指标的研究成果,经生产实践证明是正确的,双王金矿投产后收到较好的经济效益。

现行方案法也存在一些不足:设置的品位指标方案一般 3~5 个,不超过 10 个,因方案较少,从中所选择的品位指标未必是最佳的;有的研究人员建立了有关技术经济参数的动态数学模型,但多数还是用固定的技术经济参数;虽然都指出合理品位指标应兼顾动态、静态经济效益和资源回收效益,但大多数还是定性地判断最能兼顾各种效益的合理品位指标,难免有一定的主观性,因而结论往往因人而异。

2 确定金矿合理品位指标的原则

我们认为,在勘探和矿山生产时期确定金矿的合理品位指标,应遵循以下原则:

(1)不能以价格法为准,这是由以上所分析的价格法的一系列根本性的、难以克服的严重缺陷所决定的。应该用方案法。

(2)在摒弃价格法的前提下,矿床最低平均品位指标可以取消,该指标本来就是用价格法计算出来的边界品位和工业品位指标,不能保证矿床开发时取得最佳效益,这对品位分布极不均匀的金矿尤甚,因而不得不为金矿单独设置的第 3 个品位指标,作为对边界品位和工业品位是否合适的检查性、验证性指标。但前已分析过,设置用价格法计算出来的“矿床最低平均品位”仍不能正确确定开发矿床的效益。再则,既然不用价格法确定边界品位和工业品位,矿床最低平均品位指标自然也无必要了。其实,矿床最低平均品位是边界品位和工业品位的函数,只要边界品位和工业品位合理,用它们所圈定的矿体的平均品位当然也是合理的。

(3)使用价格法,首先要分别明确合理边界品位和工业品位的经济意义;不用价格法,

也就不必再讨论这个有许多分歧的问题了。我们认为,合理边界品位和工业品位是相关指标,其经济意义就是用它们圈定的矿体投入开发后能取得最佳效益。

(4)合理的品位指标,应兼顾经济效益和资源回收、能耗等社会效益,经济效益应兼顾国家和矿山企业的效益、计时评价效益和不计时评价效益,即兼顾多个决策目标。我国不能像西方国家那样,单纯以矿山的经济效益,而且是计时评价指标如净现值、内部收益率最大为唯一目标,而不顾社会效益;在我国社会主义市场经济体制下,也不能只强调资源回收等社会效益而不顾矿山经济效益,如将矿山经济效益限定为平均利润,即以净现值为零为准,更不能为多回收资源而将矿山置于不赔不赚甚至亏损状态。我们认为在制定金矿合理品位指标时,至少应选用以下决策目标:财务净现值、财务评价总利润、金总产量,如有必要和可能还可选择财务内部收益率、单位金产量能耗、静态与动态投资回收期等。合理品位指标应该用该指标圈定的矿体,开发后能获得兼顾以上各决策目标的最佳综合效益。

(5)从双品位指标异步滚动组合的多个方案中选优。设置供选择的品位指标方案时不能先固定其中一个,再变动另一个。从这样的方案中优选出来的方案不能保证是最优的。应该分别设置若干个可能的边界品位和工业品位方案,再异步滚动组合成若干组品位指标方案,从中选优。尾矿品位是品位指标的最低极限,也可以尾矿品位的1.5~2倍为最低极限。品位指标的上限可按经验或类比确定,一般不超过3~4g/t。各方案的间隔可取0.2~0.25g/t,最小不小于0.1g/t。

(6)动静结合原则,“动态”在此有3个含义:

①不仅作静态经济效益分析,更要作动态即计时经济效益分析。

②生产矿山的品位指标不能一次制定后

一成不变,应随时间推移,在一定时期内稳定,而当采、选技术进步,黄金价格、生产成本等变动时,适时予以调整。

③独立的技术、经济参数(如维简费)可以是静态的,但前已述及,有些相关技术、经济参数应是动态的。因为品位指标与用以确定合理品位指标的有关技术、经济参数间(如损失率、贫化率、选冶回收率、单位采选成本等)存在着相互制约、互为变量的关系。如果在制定品位指标时的技术、经济分析中,采用固定的技术、经济参数(如生产统计的平均值)所测算的总利润、净现值、金产量等,必定是不准确的。因此,为建立最优化的合理品位指标,在进行技术、经济分析时,应该建立起能反映品位指标与有关技术、经济参数间动态变化的直接或间接相关的数学模型。

3 制定金矿合理品位指标的方法

按以上原则制定金矿合理品位指标的方法介绍如下:

3.1 建立矿体数学模型

对各品位指标方案进行技术经济分析,首先必须计算各品位指标方案对应的矿石储量和平均品位。而按双指标异步滚动组合的品位指标方案至少会有数十个乃至上百个,如用传统的断面法进行计算,则每改变一次品位指标,就要在所有储量计算图纸上重新圈定一次矿体,其工作量将大到难以完成的程度。对此,国外是采用克里格法或数理统计法在电子计算机上进行计算,但不适用于我国现行的双品位指标制。经过反复探索,我们对国外的数理统计法进行改进,在国内首次研究出一种适用于双品位指标的新的数理统计法,以及相应的适于微机使用的软件,可建立矿体数学模型,快速计算各品位指标方案的储量和平均品位,大大减少了工作量。

3.2 建立以双品位指标为自变量求损失率和贫化率的数学模型

规模较大的露天开采金矿,品位指标的

变动对损失率和贫化率影响不大,可不建数学模型,而参照类似矿山的生产统计数据选取适当的损失率、贫化率数值。

地下开采规模小的金矿,品位指标的变动对损失率和贫化率有明显的影响。因此,有可能时应建立能反映其相应变化的数学模型。其基本依据是:当品位指标提高(或降低)时,矿体厚度相应变薄(或变厚),导致损失率和贫化率的升高(或降低),其间有密切的相关关系,可建立回归方程。各矿床的地质条件、开采条件不同,其数学模型也不同,应单独建立数学模型。值得注意的是,他们往往貌似线性相关,实质是非线性相关。在勘探时期,建立数学模型可能有困难,难以收集到必要的资料,则只能参照类似矿山的生产实际选取适当的损失率、贫化率数值。

3.3 建立以入选品位为自变量的选、冶回收率数学模型

对用一矿床的同一工业类型矿石,入选品位与选冶回收率一般有密切相关关系,入选品位提高,选冶回收率也提高,反之,则降低,应该建立反映此相关关系的回归方程。在勘探阶段可利用选矿试验数据,至少要有5~6个品位高低不同的选矿试样。也可收集类似矿山的选矿生产实际数据,利用这些数据进行分析,建立入选品位与选冶回收率的回归方程。

3.4 分析品位指标对采选成本的影响

品位指标的改变,引起矿体形状、厚度、储量的改变,单位采矿成本可能也会改变。据李俊英^③在新城金矿的研究(该矿用上向分层尾砂胶结充填法采矿)指出,品位指标的变化主要导致矿体厚度发生改变,而矿体的走向、延伸方向的变化不大。因此,掘进工程量、废石提升、运输量及其费用变化不大。但矿石量改变了,吨矿成本中摊消的掘进、废石提

升、运输费用将有变化,故吨采矿总成本也将改变。他建立了品位指标与吨矿采矿成本的数学模型。又如对露天金矿,若露天开采境界已定,品位指标的改变使境界内储量发生改变,但境界内矿岩总量不变。因此,改变品位指标后吨矿采矿成本会改变;但若矿、岩运输距离相近,则吨矿岩采剥成本不变。至于选、冶成本,只要品位指标的改变未使矿石选冶加工性能发生明显变化,则单位矿石选、冶成本不会改变。总之,应具体矿床作具体分析,对受品位指标影响的成本参数建立数学模型。

3.5 在微机上建立综合技术经济分析模型,进行各品位指标方案的技术经济分析

可以利用 LOTUS1-2-3 软件包在微机上建立综合技术经济分析模型,将有关数据、所选择的技术经济参数及上述数学模型都输入该模型,利用软件包的 What If 功能可以方便快速地进行各品位指标下净现值、总利润、金总产量等决策目标的计算。

3.6 合理品位指标的多目标优化决策

要选取兼顾各决策目标的合理品位指标,但各决策目标的量纲又不同,无法将量纲不同的决策目标简单相加。我们认为可以用模糊数学中的模糊综合评判或灰色系统理论中的灰色效果测度,进行多目标优化决策,选出合理品位指标。据我们的经验,用此两种数学方法得出的结论是一致的,关键是确定各决策目标的权重。在1991年国家黄金管理局召开的科研项目汇报会上,我们向到会评议科研项目的10余位金矿专家用德尔非法进行调查,得到总利润、净现值、金总产量3个决策目标的权重分别为0.34、0.37、0.29。

按上述原则和方法,对山东仓上金矿、新城金矿、陕西太白金矿的合理品位指标进行了研究(表2)。

③ 李俊英,以某岩金矿为例试论“边界品位”的优化,1991年。

表2 新城、太白、仓上金矿品位指标优化结果及其综合效益

		边界品位 (g/t)	工业品位 (g/t)	总利润增量 (万元)	净现值增量 (万元)	金产量增量 (kg)
新城	原指标	2	3	0	0	0
	优化指标	2.25	2.25	431	367	-185
太白	原指标	1	2.5	0	0	0
	优化指标	2	2	10821	7554	-1844
仓上	原指标	1.5	3	0	0	0
	优化指标	1.5	1.5	639	-53	351

由表2可见,对金矿合理品位指标的研究将能获得显著的经济效益和社会效益。

参考文献

- 1 李万亨.我国岩金矿床品位指标优化研究.见:矿产勘查(第2辑),1991.
- 2 陈希廉等.矿产经济学.北京:中国国际广播出版社,1992.

3 袁怀雨、舒航.矿产经济理论与实践.北京:冶金工业出版社,1993.

4 国家黄金管理局.金矿工业指标制定细则(试行).1988.

5 全国矿产储量委员会.岩金矿地质勘探规范.北京:地质出版社,1984.

The Grade Index of Gold Deposit and Reasonable Establishment

Yuan Huaiyu, Chen Xilian, Cao Lenong, Huang Fengyin

The price method can't be used in establishing reasonable grade index of gold deposit in the period of exploration and mining. It's not necessary to set up a third grade index—average grade of deposit for gold deposit. The article expounds the principle and method of establishing reasonable grade index of gold deposit, as well as three examples.

(上接封三)

加轻压开慢车,经1~2个回次的初磨阶段,使钻头底唇部与孔底岩石逐渐磨合达均匀磨损后,再施加正常压力和转数。鉴于目前机台仪表配备不全或钻压表有误差,准确的钻压和转数很难掌握,因此合理控制时效(不超过1m/h为宜),是防止胎体过快磨损,提高寿命,获得可观进尺的行之有效的途径。

3 结论

(1)电镀钻头可以提高“打滑”地层的钻

进时效,且成本低,优于热压金刚石孕镶钻头,若保径和底唇造型工艺方面作进一步改善,将有很好的发展前景。

(2)在有裂隙的“打滑”地层钻进,电镀钻头胎体硬度不应低于HRC45。

(3)钻压、转数要合理控制,切实保障电镀钻头的初磨阶段。要探索电镀钻头钻进参数最优化问题,即既要克服“打滑”,保持较高时效,又要限制时效过高,防止胎体磨损太快,降低寿命,以取得较好的技术经济效果。

Testing Effect of Electroplated Artificial Diamond Drilling Bits

Hu Zhongli

It is shown in this paper that low-temperature-electroplated artificial diamond impregnated drilling bits are much more economical than hot-pressing natural diamond impregnated ones when they are used in hard formation drilling. The features of this kind of bits, such as higher effectiveness, lower cost and quick wearing of their matrices, are mainly caused by a special electroplating technics and the composition of matrices. Measures to prevent matrices from quick wearing are also put forward.