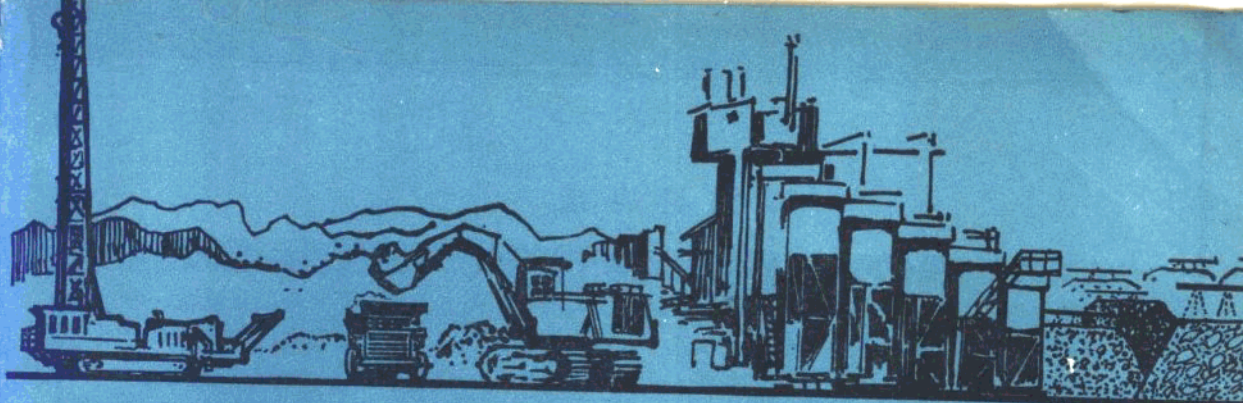




1986

国外黄金会议译文集

GUOWAI HUANGJIN HUIYI
YIWENJI

《国外黄金参考》编辑部 编译

速达冶金科技信息服务公司

一九八七年十二月

30156

300
51
1

1986 国外黄金会议译文集

《国外黄金参考》编辑部编

速达冶金科技信息服务公司
一九八七年十二月

编者的话

《Gold 100》是南非矿冶协会1986年出版的,这套论文集由冶金部情报研究总所速达冶金科技信息服务公司几经周折从第三国收集到的。它囊括了西方几个主要产金国在地质、采矿、选矿、冶炼和分析化验等领域所采用的最新技术和设备。经有关专家鉴定,这是一本难得的技术文献,对我国黄金工业的发展颇有参考价值。为此,我们特请有关专家结合我国黄金生产现状,对这套论文集进行了精选,组织翻译出版,以供有关厂矿、科研和设计单位借鉴。

本书在翻译出版过程中得到下列单位的支持:

河北省黄金公司

山东招远金矿

全国金矿地质工作领导小组办公室

河南省黄金公司

辽宁省黄金公司

陕西省黄金公司

山东省黄金公司

吉林省黄金公司

安徽省黄金公司

山东省招远县黄金公司

山东省烟台地区黄金公司

沈阳黄金专科学校

沈阳矿冶研究所

吉林省冶金研究所

广西省黄金公司

广东省黄金公司

浙江省黄金公司

北京有色冶金设计总院

北京有色金属研究总院

内蒙古黄金公司

江苏省有色金属工业公司

北京矿冶研究总院金银研究室

本编辑部在此表示感谢!

参加本书翻译工作的有:谢文政、宛传永、华靖、姚志远、李村、李博、季卫东、陈永生、葛鹏图、张兴仁、余继燮、石增荣、徐正春、郭硕朋、黄孔宣、侯文、赵治国、苏明文、杨立、刘庆、方以规等,参加校对工作的有:张济民、周美付、冯锐、陈隆金、向仁杰、韩桂春、苏明文、葛鹏图、陈永生、黄孔宣、侯文、莫峰、孙龄高。全书由黄孔宣审校。

正文设计:夏南

封面设计:王耀忠

目 录

金的分布与评价

1	深部矿金的分布模式及其品位评价问题.....	(1)
2	沉积学在改进金矿开采评价方面的应用.....	(7)
3	卡林金矿公司日常矿石控制和生产报告的计算机化.....	(11)
4	金分析仪——矿床评价的工具和改进采矿决策的手段.....	(15)
5	Ventersdorp Contact Reef砂矿中受物源区控制的金分布模型的地球化学鉴别.....	(22)

采 矿 工 艺

6	深部薄矿脉黄金采矿技术的发展.....	(35)
7	地质特点和岩石裂隙对南非金矿机械化采矿系统的影响.....	(43)
8	南非金矿的非爆破采矿.....	(53)
9	深部顶板无支护采矿法.....	(57)
10	生产性矿山巷道的支护系统.....	(62)
11	克卢夫矿区用组合木垛作为采场永久支架.....	(70)
12	黄金开采的紧迫问题：一个独特的观点.....	(73)
13	减少废石的运输提升和选别的经济效益.....	(79)

选 矿 工 艺

14	用于提高从焙砂和黄铁矿中回收金的细磨设备.....	(87)
15	各种化学、物理和矿物学因素对浮选含金黄铁矿的影响.....	(97)
16	对影响威特沃特斯兰德型矿石中黄铁矿、金及铀浮选行为的各种浮选参数的研究及其实际应用.....	(103)

炭浆与堆浸工艺

17	一种新型炭浆吸附槽.....	(117)
18	炭浆厂工艺发展的回顾.....	(125)
19	ERGO炭浸厂搅拌器的设计.....	(138)
20	从载金炭上回收金的工艺.....	(149)
21	线性筛：黄金工业筛分中重要发展.....	(155)
22	炭再生的一种新方法.....	(164)
23	锌置换沉淀浓氰亚酸盐电解液中的金.....	(178)
24	President Brand新炭浆厂.....	(186)
25	堆浸和制粒：美国堆浸实践.....	(200)
26	菲律宾马斯巴特金矿堆浸实践.....	(208)

难浸矿石的处理方法

27	从难浸的砷矿石中回收金工艺选择的影响因素.....	(215)
28	含砷金矿的焙烧——矿物学透视.....	(220)
29	从难浸矿石中回收金.....	(234)
30	难浸金的加压氧化预处理.....	(242)
31	用加压氧化和硫脲浸出法从难浸矿石中浸出金.....	(249)
32	用低减加压氰化浸出技术从难浸浮选精矿中回收金的实践.....	(256)
33	在细菌浸出过程中从硫化矿物解离难浸金.....	(266)

提金新工艺

34	树脂提金工艺的新发展.....	(277)
35	微生物槽浸工艺.....	(285)
36	威特瓦特兰持金矿硫脲浸出研究.....	(293)
37	黄金矿山污水的生物处理.....	(303)

分析化验

38	用CYCAD系统监测和控制英美公司氰化厂的氰化物用量.....	(313)
39	金矿中金化学状态的穆斯堡尔谱研究.....	(318)
40	AZTEC: 一种用于金分析的高精密自动测试仪.....	(323)
41	厂矿金、银试样的分析.....	(328)

深部矿金的分布模式及其品位评价问题

D.G. Krige 约翰内斯堡威特沃特斯兰德大学采矿系

引言

深部金矿品位评价问题，一般可划分为针对那些正在进行勘探和可行性研究的未开发矿床以及针对现已开采矿床两类。

在未开发地区进行勘探时，有必要对钻探方案，即钻孔密度、偏斜钻孔数目等进行分析。针对潜在矿山勘探结果的地质及地质统计学的解释及其相应的可行性和风险性研究进行分析也是必要的。有关的主要参数包括：第一，矿体产出的深度和由此而产生的额外的钻孔和（或）偏斜孔的费用；第二，圈定作为选择性开采的富矿体的深度范围问题；第三，金品位的多变性。这些都使得金品位的估计具有很大的不确定和风险性。

对于生产矿山而言，为了矿山规划、矿石储量评价、选择采矿方法的开采规模和效果及生产中可能的品位变化的估计、品位控制等目的，这一问题主要与构造模式及地质、地质统计学资料的解释有关。

下面简单回顾一下在过去30~40年来解决这些问题所取得的进展。

解决这些问题时所需要的模型

在地质、矿物和矿石评价领域，非常需要一些模型圈定矿体的构造（走向、倾向、断层作用等）和沉积特征。金在矿体中的产出特征需用矿物学模型来解释，以便设计合适的回收工厂并估计可能的回收率。确定金（以及任一副产品）的品位的频率分布模式和矿体内这些品位的构造模式需要地质统计模型。

这些模型常常是相互关联的。例如，沉积学特征能够表明坑道和坑道间两部分矿体的对应性，这些可能具有不同的地质统计品位模型，理论上，在进行品位估计时，将作为单独的群体加以处理。

地质和矿物模型在此不作讨论。

在勘探阶段，必要的资料将限于来自少数深部钻孔的数据。因此，模型仅具有原始特征，但这些可能得到的数据必须最大限度地利用，并有必要模式化。来自于相邻矿区和有关金矿田的资料作为一个整体，也具有辅助意义。

在南非金矿中，通常可以用于金品位评估的地质统计模型是：

频率分布模型：三参数对数，

构造模式：de Wijsian半方差图和线性方差——总体区域大小图。

三参数对数模型

这个问题作者在30年前继1947年Sichel介绍的二参数对数后作过介绍，且已经证明它是

非常灵活和非常适用的。对于基于有限的钻孔资料的品位估计，它具有受极值(即特殊值)的影响较小，提供的偏离置信度的范围较传统的数学平均值更窄的特点，估计的参数直接来源于钻孔品位值，并参考相邻矿段的资料，已表明即使这一模型采用来自于非对数偏差分布的数据，其结果仍是相当可靠的。

三参数对数中，平均值 θ 和对数方差 δ_2 是较为重要的，第三个参数 β 是在对数转换前恒定地加于品位值上的数，以便保证转换值的分布尽可能接近高斯值。然而，这个参数是稳定的，根据这一模型所作的估计值对最佳 β 值两边的变化不是很敏感的。这一事实表明该模型有两个用途，即钻孔品位估计和吨—品位估计。

为了进行钻孔品位估计，以下列10个钻孔的品位值为实例(1, 50, 130, 240, 390,

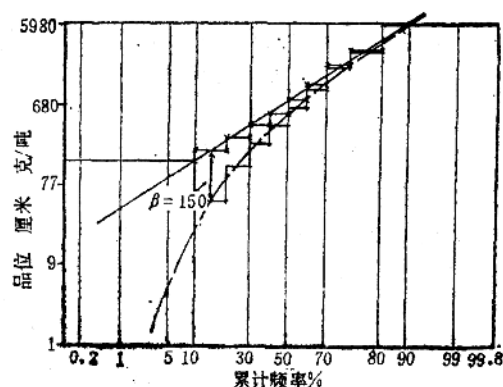


图1 投入对数概率纸上的10个钻孔品位的累计频率分布

640, 1 035, 1 862, 2 845, 5 833, 厘米克/吨), 将其投入对数概率纸上(图1), 表现出一个理想的常数值为 150厘米克/吨。利用这一数值, Sichel的对数 t 的估计值显示出矿区的平均品位值为1 263厘米克/吨, 在 β 值较高, 为500时(即+233%), 平均值减少至1221(即减少3.3%), 然而, 当 β 接近无穷大时, 品位又增加, 接近算术平均值1 303。对于较低的 β 值, $\beta = 75$ (即-52%), 品位估计值增加至1 335(即+5.7%), 当 β 值减少至0时, 品位估计值增加至3300(即+161%)。显然, 产生这一系统偏差的唯一真正原因是, 如果 β 值是是不可估计的, 品

位估计就会差50%或更多。

对于一个新矿段的吨位—品位估计, 必须对通过开采或通过品位控制确定了大小的矿块的正常品位分布进行估计。平均品位和对数方差是较为重要的参数, 如果未转换品位的方差相同, 则转换后品位对数方差 δ_2 将随 β 参数值的增加而减少, 但品位分布的实际模式只发生很小的变化。

当 β 值达平均品位值的20%时, 相应的矿块对数方差达0.5, β 值所产生的最大偏差达最佳值的 $\pm 40\%$, 仅占可采矿石百分率和工业品位的2%; 而且, 这还可以部分地补偿, 相应的总体相对利润的最大偏差由下式计算:

可采矿石百分率 $\times$ (工业品位 - 最低可采品位)

其计算结果很小。

构造模型

构造模型常用来估计实际开采矿体的品位分布频率, 以便对吨位—品位和某一规模的选择性采矿效果进行估计。

当估计钻孔数和每一个钻孔的偏斜度的最大综合费用时, 需要品位模型和构造模型。在生产期间, 它们更为有效地用于矿石储量估算和品位控制。

模型及其应用在由模式化的金矿体中的一系列典型的金品位数据所建立起来的详图中表现出来。

新矿区的钻探模式

第一次试图比较了原有的钻孔中辅加偏斜度作为代用资料来估计新的深孔的相对效益和费用。这一分析表明,五个斜钻就可以保证评价的需要,其效果比一个新钻孔还要好。

最近,更为详细的分析,包括品位变化和深度的大致范围证实了这一早期的结论。它表明,对于深部矿山,每个钻孔与矿体4~5个满意的交叉,在估算矿区总体品位估计的费用时,效果最佳。在这些分析中,一直采用上述讨论的模型。

新的深部矿山矿体的模式化

为了表明 Lognormal—de wijsian模型和提供一套典型钻孔数据的特征,通过将下列各参数用于各个样品品位中,以建立一个金矿体模式。

平均品位 $\theta = 1017$ 厘米克/吨

第三个参数 $\beta = 75$,

对数方差 $\delta_2 = 0.9807$,

共采用90000个样品品位,所得到的品位分布模型如图2(直方图和相应的对数模型)和图3(对数概率纸上的累计频率)。品位值的构造模型以转换值的半变异图(Semivariogram)形式显示于图4中,即 $\ln(\text{厘米克/吨} + 75)$ 标在相应的滞后对数附近。理想的Lognormal—de wijsian半变异图将标成一直线。但象图4中,需要两段或更多的线段组成的半变异曲线在实际中并不常见。相应地区的方差大小

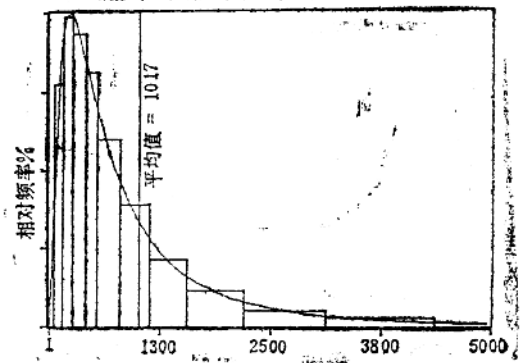


图2 模拟矿体的90000个品位值的累计频率分布

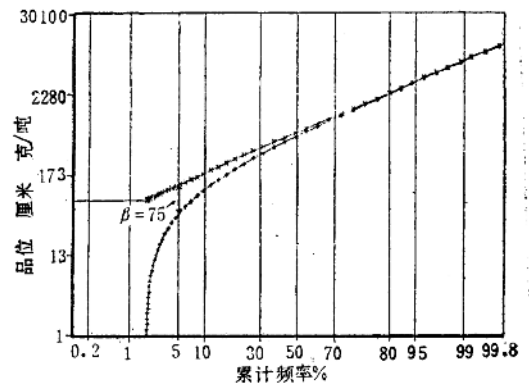


图3 投入对数概率纸上的模拟矿体的90000个品位值累计频率分布

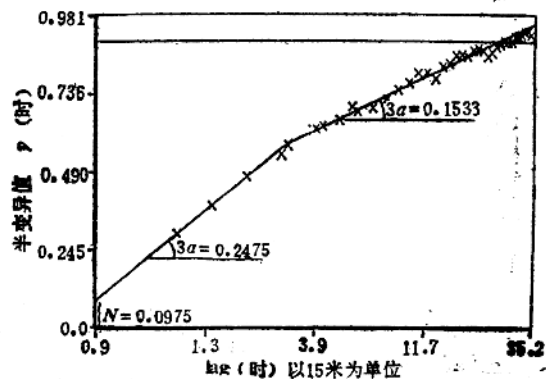


图4 模拟矿体的 lognormal de—wijsian半变异值

也与理想的直线关系不一致(如图5)。

采矿区面积可定为 5×5 平方公里。

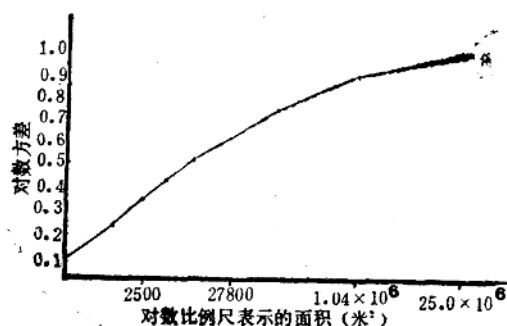


图5 模拟矿体的90000个品位值域的区域
相关性方差大小

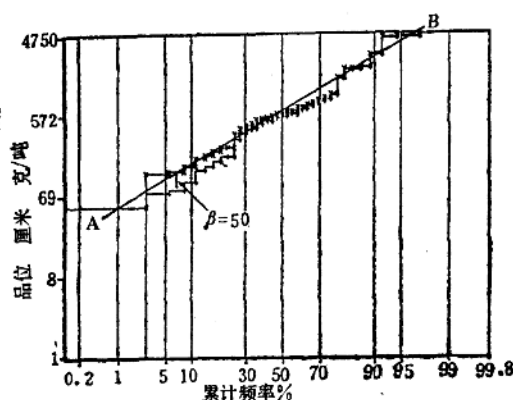


图6 投入对数概率纸上的36个钻孔

品位值的累计频率分布

钻 孔 品 位 估 计

从90000个样品值中取出12个钻孔值,每个具有相等的两个偏角,即总共36个交叉值,这些钻孔或多或少地被系统地分布,在开采矿区中,其品位列于表1中。

金矿段12个钻孔品位值 表1

钻 孔 No.	交 叉 品 位 1	2	3	厘米克/吨 平均
1	4 425	4 297	4 697	4 473
2	950	1 475	388	938
3	655	2 743	1 943	1 781
4	74	148	588	270
5	134	513	405	350
6	79	194	167	147
7	1	195	97	98
8	852	1 877	761	1 164
9	546	449	587	528
10	480	724	474	559
11	537	668	348	517
12	1 835	801	302	979

为了在置信度范围内估计总体的平均品位,首先将36个值投到对数概率纸上,(如图6)。为了得到一条合理直线(直线AB)并提供平均品位的960厘米克/吨图示估计,需要一个50厘米克/吨的第三参数。由于12个钻孔间相隔1公里以上,因此,其品位间很少或没有关系,可以将它们作为随机样品,使用Sichel的估计方法,产生下列结果:

第三个参数 = 50 厘米克/吨；转换值的方差（未调整） = 0.8329；转换值的平均值 = 6.5013；几何平均值 + β = 715.9 厘米克/吨

t 估计公式 = 几何平均值 $\times F(V \cdot n) \cdot$

$$= (715.9 \times 1.3935) - 50$$

$$= 947.5 \text{ 厘米克/吨}$$

中心为 90% 的可信度，

间隔：较下部 = 593；较上部 = 2205。

可以看出，真正的群体平均值（即 90 000 个模拟品位值的平均值 = 1 017），很好的落入钻孔估计的可信范围内。

重复 12 个钻孔的这一系列数值，十有九次情况是如此。

在许多情况下，来自邻近矿区的整个矿田的有关资料可以提高品位估计的质量，并缩小可信度的范围，特别是在钻孔数据明显偏离正常值的情况下尤为如此。

吨位—品位估计

在深部矿山，选择采矿的范围受到限制，采矿可能在长壁系统上进行，如在 E·R·P·M 和 Western Deep Level 矿山的情形。然而，即使采用长壁采矿法，可供选择的范围较大，也要对被采矿体的开采百分率和相应的品位进行估计。即使整个矿体都被开采，在可行性研究阶段，对开采的平均品位的变化范围，有一个大致的估计仍是非常必要的。这是每年生产的基础。

为了这些目的，空间结构的估计变得十分重要。只要能得到钻孔品位，这种结构通过各地区间方差大小可以估计。

在深部矿，这种相关性对较小矿块没有多少实际意义，但在较大地区内，其意义较大。如果将矿区划分为 6 个部分，每部分 4 平方公里，并布置两个钻孔，这些部分的钻孔平均值的对数方差可以计算出来，整个矿区 12 个孔的总体方差也可以计算出来。这些方差如下：

整个矿区内钻孔平均值方差 = 0.9098；

矿区 1/6 面积钻孔平均值方差 = 0.88857。

当将这两个方差投入到相关的对数区域时，二者呈直线关系，如图 7。直线外推部分是指经一年的生产后，对开采区必要的方差估计。

采区不是一个单独的方形地区，而是几条长壁（总计 8 公里）。这些长壁可分为 4 个次级单元，每个两公里长且相分离，毫不相关。这些次级单元的开采面每年平均前进 90 米，按线性关系原理，这些次级单元相当于 1.45×1.45 平方公里的方形地区的方差。当进行内推时，矿体内这些单元的方差列于表 2 中，4 个矿段单元的平均值是前者的 1/4。

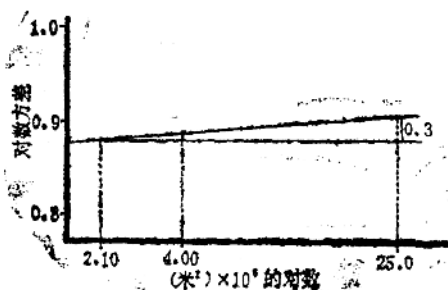


图7 据 12 个钻孔平均品位估计的区域相关性方差大小

采矿区和次级区域的估计方差 表2

	面积(公里 ²)	内部方差	相互方差
总 计	25.0	0.9098	0.0000
次 级 区	4.2	0.8886	0.0212
每年的次级采区	2.04	0.8797	0.0301
每年4个次级采区	—	—	750000

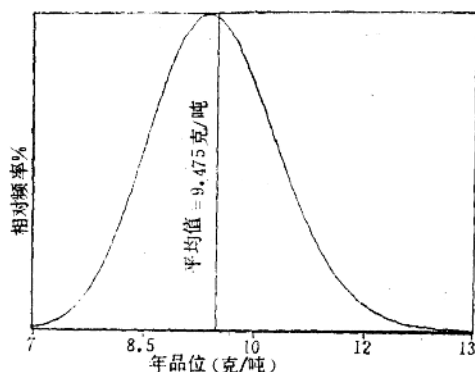


图8 估计的每年品位分布情况

每年平均开采品位变化范围现在可以从平均值 = 947.5, $\delta_2 = 0.0075$, $\beta = 50$ 的矿块对数正态模型估算出来, 出现图8的分布情况, 表明对于平均回采宽度为100厘米的矿体, 10年内每年开采的平均品位如下:

8.2, 8.5, 8.8, 9.1, 9.3, 9.5, 9.8, 10.1, 10.3, 11.0,

品位的次序不能预测, 在开始的一两年内, 在一个较小的区域内回采, 较高或较低的品位占主导地位, 在后几年, 随着回采的扩展, 品位可能变得较稳定。

如果能够在相当于2000米²的地区范围内进行选择性的采矿, 参数 δ_2 定为0.03应该是可以接受的。平均值为947.5, $\beta = 50$, 回采宽度100厘米回采品位能提高如下:

开采率 (%)	100	95	90	80
品位 克/吨	9.5	9.6	9.8	10
提高 (%)	1	3	5	

矿石储量估计

为了编制采矿计划, 进行品位控制, 效益估计和确定选择性采矿规模, 有必要对一个投产的深部金矿进行详细的矿石储量估计。

利用地质统计学的克里格方法可以使传统的方法和回归方法得到很大的改进, 这种改进在金品位空间结构是各向异性的, 而且能够用适当的沉积学模型加以补充的地方表现得尤为突出。

在这里, 不能对这一技术加以详细讨论。

结 论

这一简要的回顾试图总结在南非金矿中碰到的金分布模型(频率和空间上), 以及怎样用这些模型来克服和解决某些评价问题, 特别是在可行性研究和编制计划早期阶段的问题。尚有一些问题需在此基础上进行进一步的研究。

谢文政 译 张济民 校

沉积学在改进金矿开采评价方面的应用

M. Nami和L. Verrezen 南非矿务局研究所

引 言

可以把利润率定义为纯利润的现值和基本建设的现值之比。在威特沃特斯兰德金矿利润率最重要的决定因素是矿体的平均品位和品位的分布、经济模拟试验已表明,利润率对古砂矿中品位值变化是最灵敏的,而对基建费用、开采比率、工作价值及最小的回采宽度方面的变化是极不灵敏的。例如,平均品位5%的变化能导致利润率约10%的变化。

在建立金矿开采冒险业中,对于品位和其分布的不正确认识是最危险的因素,并使大多数投资者在设计和建立矿山中最有可能导致错误。因为设计和经营矿山以达到最大利润率,所以尽可能准确地了解品位及其分布是绝对必要的。

伴随威特沃特斯兰德矿体评价而遇到的问题,主要是由于金属矿物的浓度极低和它们的自然空间的变化问题。尽管有尖端的地质统计学法,但错误仍然是难免的。目前,沉积学的资料很少用于古砂矿的评价,在多数情况下,仅仅只有定性的应用。

本文有双重目的,首先,论证沉积学知识在开始新的采矿冒险业时所起的作用;其次,说明在建立矿山中如何利用沉积学的资料。

新的采矿冒险业

在威特沃特斯兰德古砂矿中品位通常出现三个对数正态频率分布参数。这种频率分布的重要结论是大多数样品的值低于平均品位值。例如,在Kimberley 古砂矿中(Evander金矿公司)66%的样品的值低于平均值;Basal古砂矿中(Free state金矿公司)87%的样品的值低于平均值;在“B”古砂矿中Free State金矿公司有90%的样品的值低于平均值,为横切古砂矿之一在地表所打的钻孔中取得的样品分别有66%、87%或90%的低于平均品位的概率。

虽然试图通过钻孔资料的地质统计分析以改正这种品位估计过低使之正常化,但尽量利用本区沉积环境的沉积学特征来改进评价工作,这项工作通过钻孔岩芯的详细的相分析来完成。在化验岩芯样品前应记录岩芯的一系列沉积学参数。这些参数包括岩性(砾岩、石英岩、页岩和油母岩)、岩石层序、沉积物粒度(尤其是砾石的大小)、颗粒胶结物及沉积构造。例如,由油母岩同上覆的单个的砾石层组成的砂矿床,在频率分布高品位区内的,比无构造基质支撑的砾岩有一比较大的概率落差。因此,钻孔结果的地质统计的加权包括沉积学要考虑的事实。

在采矿冒险事业的初期阶段,岩芯资料的相分析的进一步应用是再造整个古砂矿体系成矿环境。这产生了在性质上对古砂矿不同类型的比例估计。

根据所有这些钻孔剖面已经阐明了区域环境,因而这个地区模式的性质可能显示出

来。剖面的定性分类，诸如近侧的和远端的、高能的或低能的、古河床或古高地之类是有助于有效地改进钻孔岩芯中矿体的评价的。

矿山的评价

数十年来，品位资料仅仅来源于传统的碎片采样，它使用两种采样密度。在开采的最初阶段（详探取样）其采样密度通常是常规取样的两倍。详探取样执行的标准是相隔 3 米，通常使用 6 米² 网格取样。

这种规格的取样使矿石储量计算得以完成，并为设计的需要提供资料。设计包括古砂矿开采顺序，事先设计好的使回收品位与已公布的矿石储量的平均品位相适合。

尽管对品位值采用了最先进的地质统计学方法进行处理，但误差常常是很大的。这种误差给正确确定开采的布局，能够得到最大回收率的开采速度和顺序造成困难。

评价不准确的基本原因是品位变化太大和低密度取样联合产生的。通过增加取样的密度，有意义的改进对矿石储量估算是可能的。然而，对推断长距离的金矿分布类型，其贡献是微不足道的；而对在采矿工程的长期的和短期的设计倒是一个重要因素。从古砂矿露头获得的沉积学的资料能将长距离的金的分布类型稍加区别，并为精确地估计矿石储量，提供附加的参数。

沉积学的资料可在两方面得到应用：

- 1)、提高地质统计技术（描述法）；
- (2)、开发矿石分选工艺流程的数学模式（确定法）。

描 述 法

描述法包括鉴定沉积环境和沉积学特征与金矿分布间的关系。利用这种方法用特殊的特征可将砂矿分成不同的沉积单元（相），那里的每一个相就代表一个独特的沉积作用过程。在当前，大多数以地质统计法为基础的评价技术中常使用这种相的分类。

地质统计学法认为品位是它们在空间中的位置的函数。最常使用的方法是克里格法（Kriging）。基本上，克里格法是一种将古砂矿划分成许多矿段的方法。单个样品的值作为从矿段到为矿段设计的平均品位的距离的函数而加权。在克里格法的应用方面作的基本设想是所有样品值属于一个总体（即总体的所有亚组象母体群那样表现为同样的频率分布）。

沉积学以两种形式被引进到这个过程中。首先，古砂矿沉积学的性质，例如，古流水的方向可以用来确定大多数有效矿段的方位、大小和形态。在第二种方法中，沉积学常用于证实品位总体的基本设想。后者可以通过鉴定对具有同样品位总体的古砂矿的不同沉积单元而完成。

第二种方法已经在 Klerksdorp 金矿公司的 Vaal Reef 古砂矿中得到了应用。沉积学的研究描绘出了地理上两个独立的相，即斯蒂尔方丹和威特科普相。根据砾石的大小、燧石砾石含量、油母岩出现的频率和下伏河道单元出现或缺失而将它们加以区别（表1）。图1表示这些相的地理分布。当取样的值按照这些标准被分开时，它们主要显示出不同的品位频率分布（图2）和不同的半方差图（图3）。



图1 Klerksdorp金矿公司采矿平面图示Vaal Reef古砂矿的斯蒂尔方丹(Stilfontein)和威特科普(Witkop)相的分布

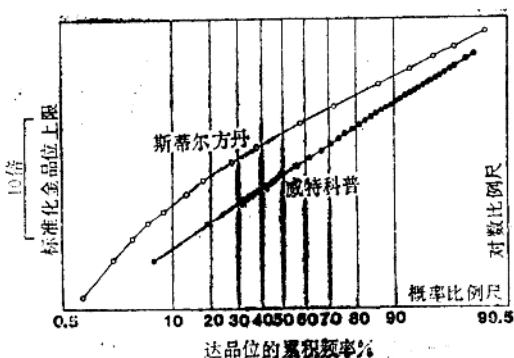


图2 哈特比斯特方丹金山瓦尔矿层古砂矿(VRP)的斯蒂尔方丹相和瓦尔矿层金山瓦尔矿层古砂矿(VRP)的威特科普相的标准化的累计品位频率分布

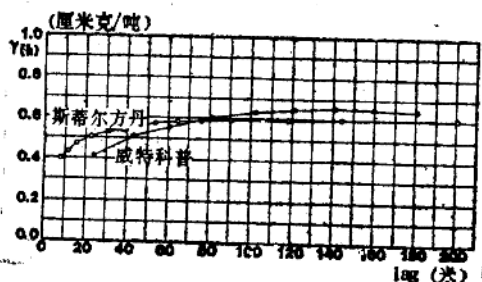


图3 半方差图为哈特比斯特方丹金山Vaal Reef古砂矿(VRP)的斯蒂尔方丹相(按克里格以7.62米的网格规格化)和Vaal Reef金矿(VRP)的威特科普相(根据Verrezen以20米网格规格化)

瓦尔矿层古砂矿的斯蒂尔方丹和威特科普相之间的沉积学区别 表1

(沉积)性质	斯蒂尔方丹	威特科普
油母岩	大量	少量
河床单元	缺失	出现
砾石粒度*	22毫米	> 30毫米
燧石砾石	12%	5%

* Minter

这些因素表明斯蒂尔方丹和威特科普应分别进行评价。在没有认识到沉积学相边缘会产生单个的半方差图的情况下,若所有的取样值都已数字化了,地质统计技术将导致对Vaal Reef古砂矿两个相的不够准确的值。这是由于利用了一个不正确的半方差图代表两个正确的半方差图的平均品位来评价两地区的结果。这种方法通过对不同的古砂矿类型或在一个相内的沉积学的单元作半方差图而得到进一步完善。

在描述法中的另一方法是在共克里格法技术中利用沉积学的参数作为因素。这里除根据需要确定品位的矿段的距离外,样品的值也要按照它们的沉积学特征进行加权。用这种方法可以调整沉积的富矿体的趋势。

确 定 法

任何可能有经济价值的砂矿床建造的的必要条件是从脉石矿物中选择性的分选金属矿物。选择性分选作用的四种机理已经确定,即颗粒的不均匀的夹带物、差异搬运、不均匀的沉积

和差异剪切。

上述几种分选作用的机理对威特沃特斯兰德古砂矿金的富集是可靠的。这种确定法是以主要的水力学条件和分选过程的物理和数学模式为根据的。对于金的沉积和富集而言，这种模式是可靠的。这种方法，不仅能对沉积单元分类，而且基本上能够估计相关的分布类型。进一步地在古砂矿中趋势的方向和高度被确定为具较高的置信度。

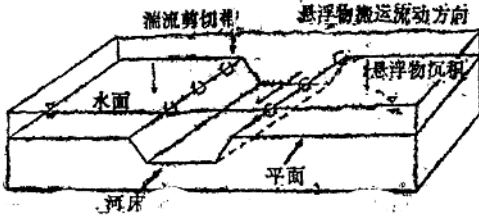


图4 河床上数学的悬浮分选模式的沉降图解
说明由James所发展的

悬浮的微粒从大量沉积物富集的河床搬运到少量沉积物富集的平原地。在这地区，由于流体搬运能力减少，沉积物趋于沉降。

物质搬运到河岸地区要消耗河床中的物质并影响到沿河床的长方向的沉积物分布。描述河道和河岸系统悬浮物质分布的三维问题已分为二维模式：即横穿平原的横向分布和在河床下面的纵向分布的模式。

这些模式与在威特沃特斯兰德古砂矿床的几个剖面中若干个观察到的金的分布完全相符，图5是表示这种模式的一个例子。测得的金富集值投影在横剖面上表现与不整合几何学相关。高值出现在紧靠河道的边部的河岸剖面上。

已经证明，模拟品位与实际品位分布之间有相对良好的一致性。然而已经证明，显示在图5中的模拟结果是观察到的分布情况的再现，决不是一种预测。这种观察结果可通过适当的选择水力参数，诸如流动深度、坡度及河床粗糙程度等而取得。应用确定法预测品位的分布需要有河床几何学、水力条件和沉积时期金矿微粒的特征等知识。依赖于可见的露头，后两项能通过观察品位或砾石大小的分布的模拟试验来确定，而这个时期的河床几何学必须是用内插法或外插法来确定。尽管确定法明显地是很有前途的，但在矿山实际使用之前仍是值得重视的工作。

结 论

作为威特沃特斯兰德古砂矿床沉积成因的结论，它们的沉积特征与品位之间有很好的亲缘关系。在评价中概括了利用沉积学的两种方法，这两种方法有可能改进现有的评价技术和

描述这种分类过程的几种数学模式已经有了发展。在这些模式中有一个数学模式描述流体的悬浮物负荷的搬运分选。这些模式模拟对河流——漫滩体系中悬浮物质和沉积物质的分布。在平面切面上，在剧烈湍流流动的高峰时期产生流动比较深、比较快的主河道流体和相关的较狭的、比较慢的流体间相互作用(图4)，这种相互作用使其冲量的

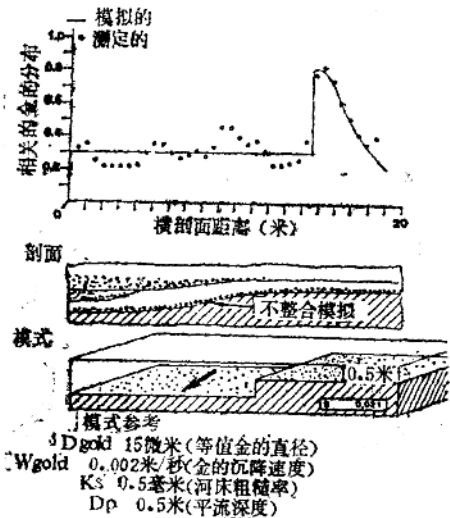


图5 根据混合矿层古砂矿中古河道资料数学拟合的悬浮物分类模式的修正

金矿分布类型的预报工作。这些分别是描述法和确定法。前者利用沉积学去提高地质统计技术,而后者是用数学方法模拟金属矿物的自身的分选作用。

描述沉积学法在威特沃特斯兰德金矿开采工业中正得到相当的重视。通常,在古砂矿床内单个相的认识和评价,可能引起整个开采冒险业阶段中评价和矿石储量计算方面的重大改进。修改取样的布局以辨认不同的沉积相,甚至是三维空间的。在地质统计技术方面使用沉积学的参数直接用来评价地下矿段,这些方面都有可能得到进一步提高。

目前,金属矿物分选工艺流程的定性的模拟工作被限制在开发、测试和应用等范围内。这种方法是很有前途的。随着有关如何推断在动力环境下,主要的水力条件、河床系统的几何学及重矿物的习性等知识的增加,确定法可能对设计采矿工程的意图变得更有用。

宛传永 译 周美付 校

卡林金矿公司日常矿石控制和生产报告的 计算机化

J.M.Rendu和D.J.Stainbrook 美国纽芒特采矿公司

前言

卡林金矿矿业公司是纽芒特矿业公司的子公司,所属金矿在美国内华达州的东北部。1985年共有四个露天矿生产,开采总量达2450万吨/年。最先投产、现在仍在开采的是卡林露天矿,它始于1965年。最大的矿床是1980年发现的Gold Quarry矿床,在1.31亿吨矿石中,估计含金220吨。在1985年由卡林1号氰化厂(2400吨/日),2号氰化厂(6300吨/日)以及马杰克里克堆浸厂(2300吨/日)生产金锭。

矿体控制被定义为把开采出来的物质选择性分成矿石和废石,一般是根据爆破孔岩粉的试金分析来控制。同时还考虑了其他一些冶金上的控制因素,包括岩粉中含碳物质的数量。传统的做法是在每一个爆破孔上标上旗子,旗子的颜色反映金含量和冶炼控制因素,之后,根据旗子标记,开采爆破孔周围的矿石。

内华达大多数金矿采取了这样的步骤,其中包括卡林金矿公司的一些露天矿。唯一的例外是Gold Quarry露天矿,因为那里矿石品位在极短距离内就会发生变化,所以根据单个爆破孔的分析值确定矿体品位边界已无意义。由于对选矿品位,浸出品位和废石需要鉴别,这就加重了Gold Quarry矿石品位控制的复杂性。所以必须实施一种稳妥的方法。所用的方法是将矿床分成小体积的块段,其大小近似地等于爆破孔的间距,然后从相邻爆破的地质统计平均值,算出块段的矿量。

纽芒特采矿公司成功地采用了地质统计学方法对加拿大不列颠哥伦比亚地区的 Similkameen铜矿品位的控制。在Similkameen矿获得的经验被用于卡林金矿品位控制系统的原始设计中。把地质统计和大大改进了的计算机硬件的可利用性在矿山结合在一起,产生了一个非常成熟的自动化系统。该系统在Gold Quarry矿采矿中的应用大大地提高了矿石品位控制的质量。由于该系统在Quarry矿中成功的应用,所以迅速地其他矿床中得到采用。

按现实情况,卡林日常矿石控制系统还没有定型,的确还需要综合用户的意见以及以往的应用中所获得经验来不断地发展和改进。所以,在矿山批准前,上述系统中的有些部分仍处在现场试验阶段,同时纽芒特公司其他矿山在考虑应用类似的传统。

矿石控制程序

在研究用于Gold Quarry露天矿矿石控制的计算机系统之前,首先必须对该系统的全过程有一详细的了解。将采出的物质根据含金量分为矿石品位、浸出品位或废石,并确立氰化厂和堆浸厂内金的回收率。用爆破孔取样火试金分析测定金品位。测定氰化回收率所采用的方法是用火试金分析法和原子吸收光谱分析法(AA)测量爆破孔的金含量。AA法与火试金分析法结果的比值低时,一般标志该区金回收率较低。

矿石控制的质量首先决定于爆破孔岩粉的测定和试金分析。只有当测量值和火试金分析值以及AA分析值可靠有效时,则可将这些数据输入计算机数据库。然后做出全台阶图,在图上,根据矿品和火试金分析值用不同颜色标出爆破孔岩粉值。用地质统计平均法从爆破孔岩粉计算矿石品位分布,于是绘出一组新的台阶图以显示出估算的品位。这些矿石控制图就可用来决定哪些是送到氰化厂,还是堆浸厂或是废石堆场。测量人员也可用这些图标出露天矿矿带的位置,挖掘机手用这些图恰当地调度矿车。

矿石控制人员也可估算开采矿石的总吨数和品位,矿坑工长需要这些估算,以便安排日常生产进度计划。此外,矿石控制人员还必须以每周为基础估算后一周开采矿石数量和矿石品位。用露天矿开采图和矿石控制图相比较得出这些估算。这些操作都已计算机化了。

硬件设备

计算机日常矿石控制系统的成功应用,主要取决于所安装的合适硬件装置。在卡林公司采用的硬件装置是由一套与许多外部设备相联结的主计算机组成。外部设备构成了采矿工程工作台。该工作台有彩色图示监测器、数字转换器、绘图仪和打印机。

可以认为采用的中央主机是合适的,因为它可使许多矿山和氰化系统连接在一起,其中包括试验系统、矿车运输系统、库存堆放系统、氰化厂生产系统以及其他系统等。在这些其他系统中有些已经使用,而另一些系统正在考虑进一步发展。然而应认识到,只有当这种装置不会导致高度交互系统的效益损失时,它才能得以存在。

爆破孔系统

矿石控制系统用的计算机程序,可以分成三个主要系统:爆破孔系统,矿石控制系统和生产报告系统。爆破孔系统的作用主要是输入和显示爆破孔的位置和数值。它包括以下功能:

(1) 试金分析数据输入:可以把爆破孔试样的金分析值输入到数据库中,它可用手动键盘输入,或直接以联接中央主机和实验室之间的计算机输入。试样分析值的输入在矿山实验室管理下进行。

(2) 测量数据输入:爆破孔测量数据由测量人员人工输入。现场测量数据自动地用数