

某些金属矿床化学取样方法和 試驗研究中的若干問題

叶 璇 于文波

化学取样的目的是确定矿石中有益有害組份的含量及其分布規律，并作为划分矿石工业类型，圈定矿体、計算儲量和損失貧化的依据。取样結果正确与否直接影响矿床的工业评价。因此，化学取样是找矿勘探和矿山地质工作中一项重要的工作。

几年来随着地质勘探事业的发展，金属矿床化学取样工作也有較大的改进和提高。如某些矿区結合矿床地质特点采用了一些較經濟合理的取样方法、放宽取样間距，和加工K值确定等方面都取得了一定成績。这些成績对提高地质勘探工作效率、改善劳动条件、降低成本、保証质量和及时指导生产都起了一定作用。因此，結合矿床地质特点开展各种取样方法的試驗研究是具有一定經濟技术意义的。

本文根据某些矿床的試驗研究資料，对刻槽法、方格法取样的代表性和試驗研究中的几个問題，提出初步看法，仅供研究討論。

一、几种取样方法的实质及其分类

化学取样方法有全巷法、剝层法、刻槽法、方格法、抓取法、炮眼法等六种。

这几种取样方法在不同地质条件的矿床其代表性不同。取样方法的可靠性除了与矿床的地质因素有关外，还决定于取样点控制范围和分布的均匀性，以及样品重量。根据它們对矿体控制的实质，可将各种取样方法分为三类（表1）：

表 1

样品重量	控制范围	分类	I	II	III
		体 积	面 积	綫 的	
大 小		全巷法	剝层法	刻槽法	
		抓取法	方格法	炮眼法	

全巷法和抓取法是在矿体一定体积内进行取样，取样点控制的范围大，样品重量大，取样精度較高。剝层法和方格法是在矿石内一定面积上取样。刻槽法和炮眼法是在相当于一條綫上取样，刻取断面較小。样品重量小，相应的取样精度較差。

由于各类取样方法对矿体控制的实质不同，因而对矿化均匀程度不同的矿床，也就具有不同的代表性，一般对于矿化均匀的矿床各种取样方法的代表性是相近的。对于矿化不均匀或极不均匀的矿床取样的代表性就有显著的不同。因此，在矿化不均匀的矿床必須进行試驗研究，才能选择合理的取样方法。

二、刻槽法和方格法比较

各种取样方法的代表性与矿床的地质条件有关，即以矿床中的金属矿物的賦存状态和分布的均匀程度，矿石組織結構、顆粒大小等地质因素为主。一般金属矿物呈致密块状，顆粒大致相等，分布均匀，而矿化也較均匀；当金属矿物为板状，放射状和块状呈集合体分布时，矿化就不均匀。現根据几个矿床的試驗研究結果，并結合矿床地质特点来分析刻槽法和方格法取样的代表性：

(一) 对矿化均匀的矿床，如某鉄矿床矿体中的金属矿物分布均匀，以致密块状磁鉄矿为主，品位变化系数在20—40%之間。試驗結果証明刻槽法和方格法取样的代表性相近。两种方法所引起的平均相对誤差一般在3%左右（表2），单个样品相对誤差在10%以内。两种取样方法計算的品位变化系数也相近，說明在矿化均匀的矿床，刻槽法和方格法取样的代表性是相近的。

(二) 对矿化不均匀的矿床，如某銅矿床以輝銅矿，斑銅矿为主，多呈馬尾絲状，网状和細脉状等。

金属矿物分布不均匀，品位变化系数在40—100%之间。试验结果证明不同取样方法的代表性不同。如表2所示，方格法和刻槽法所引起的平均品位相对误差分别为0.6%和47%。单个样品品位误差以刻槽法误

差最大为66%。方格法误差较小(如图1)。所计算的品位变化系数也与剥层法接近(表2)。说明了方格法取样的代表性较好。

(三)对矿化很不均匀的矿床，如某汞矿床金属

刻槽法与方格法比较表

表2

矿床	样品个数	剥层法		刻槽法				方格法			
		平均品位(%)	品位变化系数(%)	平均品位(%)	绝对误差(%)	相对误差(%)	品位变化系数(%)	平均品位(%)	绝对误差(%)	相对误差(%)	品位变化系数(%)
某铁矿床	4	57.75	—	56.81	0.94	1.64	4.3	56.23	1.52	2.62	6.6
某铜矿床	9	0.684	52	1.00	-0.316	47	94	0.680	0.004	0.6	63
某汞矿床	20	0.736	121	1.200	-0.470	70.8	137	0.799	-0.069	9.3	143
某钨矿床	12	0.453	97	0.523	-0.07	13.5	247	0.502	-0.049	10.8	133
	14	1.365	104	1.129	0.236	17.3	256	1.354	0.011	0.8	147
	15	0.835	149	0.788	0.051	6.1	213	0.693	0.146	17.4	118

注 1) 某铁矿床以全巷法为对比基数。
2) 某铜矿床试验资料根据矿山资料。

3) 刻槽法与方格法比较均以剥层法为对比基数。

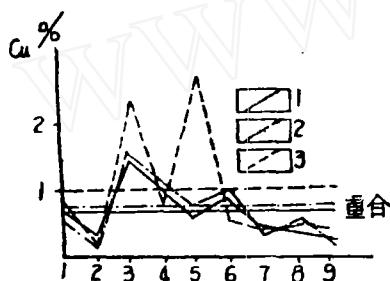


图1 某铜矿取样方法试验品位对比曲线图

1. 剥层法品位曲线; 2. 方格法品位曲线;
3. 刻槽法品位曲线。

矿物呈星点状，条带状和浸染状等，分布很不均匀，品位变化系数为100—150%之间，试验结果证明方格法取样的代表性亦较好。平均相对误差为9.3%，刻槽法为70.8% (表2)。从图2来看方格法与剥层法品位曲线基本吻合，刻槽法品位曲线波动的幅度较大。

(四)对矿化极不均匀的矿床，如某钨矿床，金属矿物晶体大小不一，呈板状，块状集合体，分布极不均匀。品位波动的幅度较大，其品位变化系数为300%左右。三个试验地段的资料说明了方格法的平均品位接近剥层法，其平均品位相对误差为2.8%，刻槽法为8.1%。从单个样品品位误差分析，虽然两种方法与剥层法相差较大，大多数超过了允许误差范

围，但相对比较，方格法的单个样品品位误差小，超差个数少。三个地段中刻槽法大于方格法品位误差的样品个数分别占总数的53.4%、64.2%、75%。剥层法品位变化系数与方格法接近，与刻槽法相差较大(表2)。从品位变化曲线(图3)来看方格法与剥层法的品位曲线波动的幅度基本一致，剥层法品位高，方格法品位也高，刻槽法品位曲线波动幅度大，常与剥层法品位曲线形成峰谷相交的现象。产生这种现象的原因是由于黑钨矿呈板状，块状，极不均匀地分布在矿脉中，当样槽布置在黑钨矿上，品位突然增高，当样槽布置在没有黑钨矿的地方品位便低，实际上在样槽附近有很多黑钨矿，因此，不能较正确

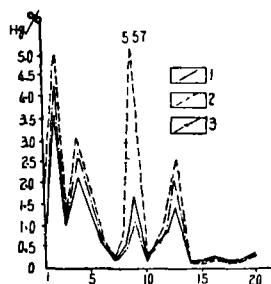


图2 某汞矿不同取样方法，品位对比曲线图

1. 剥层法品位曲线;
2. 刻槽法品位曲线;
3. 方格法品位曲线

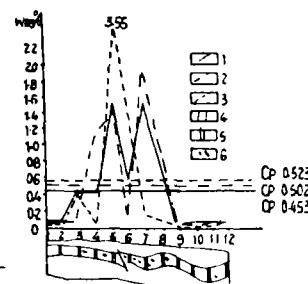


图3 某钨矿不同取样方法品位对比曲线图

1. 剥层法品位曲线; 2. 方格法品位曲线; 3. 刻槽法品位曲线;
4. 矿脉; 5. 刻槽位置; 6. 黑钨矿

地反映它所控制范围内的矿石品位。方格法由于它在一定范围内均匀布置了很多取样点，控制面积大，可避免金属品位较实际过高或过低的現象。

综合以上四个矿床的试验资料证明，在矿化均匀的矿床，刻槽法和方格法代表性均较好，随着矿化不均匀程度的增加，刻槽法取样的代表性显得不足，而方格法取样的代表性是较好的。

三、对刻槽法和方格法的初步认识

要对各种取样方法作出全面评价，显然我们的工作是不够的。这里只谈谈对刻槽法和方格法取样的代表性及其应用的几点体会：

(一) 在矿化均匀或较均匀的矿床，刻槽法和方格法取样具有较好的代表性，可考虑采用这两种方法取样。在矿体与围岩呈渐变过渡关系的矿床，采用刻槽法较为适宜。

(二) 随着矿化不均匀程度的增加，刻槽法取样的代表性愈显得不足，在某些矿床可考虑采用方格法代替刻槽法取样。但对某些形态复杂的厚度较小的矿床由于难以正确布置方格网，采用剥层法取样也是必要的。

(三) 确定某矿床的取样方法时不仅要考虑方法的可靠程度，还要求方法本身经济合理。通过实际工作体会，初步的认为方格法取样具有一些优点，这种取样方法过程简单，操作容易，样品重量小（一般仅为刻槽法的 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ），工效提高2倍以上。

四、取样方法试验研究工作中若干问题

(一) 试验位置的选择

由于矿床不同部位矿体的矿石结构、物质成份、以及物理、化学性质都有很大差异，因此如何选择具有足够代表性的地段是试验工作中首先遇到的问题。我们选择试验位置时考虑了如下几方面：1) 在矿体规模，形态变化方面选择了主要勘探和开采的矿体进行试验。2) 在试验地段的矿石品位及矿化均匀性方面，编制了试验地段与全矿体样品分级频率曲线（或者用品位变化系数），衡量试验矿体和地段的平均品位是否与全区矿体的平均品位相近。如两条曲线基本吻合，同时所计算的品位变化系数亦相近，则所选择的试验地段是合适的（图4）。3) 在矿石类

型、矿物成份方面，要具有代表性。当一个矿体有几

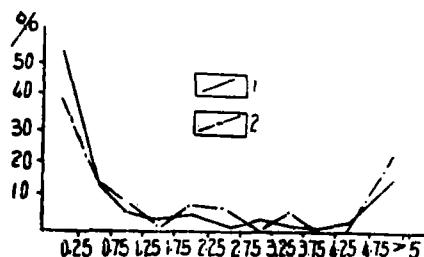


图4 某锡矿品位频率曲线图

1. 全矿体品位曲线；2. 试验地段品位曲线

种不同的矿石类型，各类型所占的比例不同，首先选择了主要类型进行试验，而对于所占比例很少的某些类型暂不考虑；若各种类型所占的比例差不多，则需要分别按类型进行试验。当不同矿石类型具有分带现象，如上部为氧化矿，下部为硫化矿，则应分别选择在矿床上部和下部地段。4) 在矿石的组织结构和构造，矿物分布以及矿石物理性质方面要具有代表性。也就是说应选择金属矿物和影响金属含量变化的主要组织结构的矿石上进行试验。5) 试验地段长度为10—20米，沿脉坑道等距离布置，这样可以了解品位的变化情况，计算各地段的平均品位。如试验样品分布过于零散，往往容易产生偶然性误差，同时也不便采用平均品位进行对比。

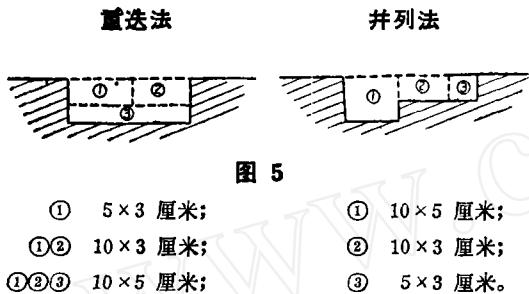
(二) 对比基数的确定和应用

在进行各种取样方法试验对比时，需选一种可靠的取样方法做为基数。对比基数确定的正确与否直接影响试验结果的评价和取样方法的选择。一般采用对比基数有开采块段法，全巷法，剥层法和大规格刻槽法。

开采块段法是块段实际开采品位，与各种取样方法对比，其精度较高。但由于在实际应用过程中较为复杂，往往在采矿和选矿过程难以单独求出块段的平均品位。因此，在试验工作中应用的较少。一般常用的对比基数为全巷法和剥层法。全巷法取样较剥层法工作量大，除在厚度大的矿体进行各种取样方法试验以它为基数外。一般多采用剥层法作对比基数，在一些矿化均匀的矿床也可以采用大规格刻槽法作对比基数。

采用剥层方法为对比基数时，施工顺序有两种：其一是先剥层，然后在相关位置上采用不同取样方法

刻取样品；其二是先用不同方法取样，然后再用剥层法取样。这两种方法各有优缺点，第一种方法在样品加工时不需要混合，不易产生加工误差，但因为剥层法和几种取样方法不在同一深度，单个样品品位有些差异；第二种方法易产生加工误差。刻槽规格试验，除了选择全巷法和剥层法为基数外，还可以大规格刻槽为基数。试验的方法有重迭法和并列法两种，重迭法是按所选择的试验规格，在同一位置上由小而大地逐渐扩展，再按各断面规格顺次混合进行加工缩分；并列法是依次在相邻部位，分别刻取各种规格的样品（图5）。再分别进行加工缩分，最后根据分析结果进行比较。



第一种方法由于各断面规格的样品，加工时多次混合，使样品颗粒变细和损失，往往容易产生较大的加工误差。第二种方法由于各断面规格不在同一位置上，单个样品品位不一致，尤其在矿化极不均匀的矿床，各种断面规格的样品品位相差较大，但是对样品所代表控制一定地段的平均品位来说，则其误差影响就不显著。因此，在矿化较均匀的矿床可考虑采用并列法。在矿化极不均匀的矿床可考虑采用重迭法，并需特别注意加工质量。

（三）允许误差的确定

各种取样方法试验对比的允许误差范围，目前没有统一的规定，有的是根据专家的建议和采用各级储量级别的误差范围，有的是采用了化验允许误差范围。

确定取样方法的对比允许误差范围，除了应考虑试验样品的平均相对误差值的大小外，还要考虑单个样品的合格率及其误差性质。对于平均相对允许误差的要求应该严格，因为平均品位直接影响储量计算的精度。据此我们对3—4勘探类型的矿床采用了平均相对允许误差10—15%来衡量（相当A₂级的允许误差范围）。在1—2勘探类型的矿床采用5—10%（相

当A₁级的允许误差范围）来衡量。单个样品的允许误差范围采用化学允许误差范围来衡量，合格率为70%（按冶金部地质局所颁布的矿石化学分析允许偶然误差范围）。

（四）试验结果分析

选择合理的取样方法，除了结合矿床地质特征进行分析外，还需根据各种取样方法试验结果进行对比。我们常采用品位误差对比法，图解法和数理统计法等三种：

1) 品位误差对比法：即是利用品位误差值大小对比，以做为基数的取样方法样品品位与不同取样方法样品品位进行对比。根据误差值的大小来衡量各种取样方法的可靠程度。有时几种取样方法的误差均较大，超过允许误差范围，在这种情况下就应该采用相对比较法，从中比较出误差最小的取样方法。

2) 图解法：即是利用各种取样方法的品位资料编制曲线图，来分析了解各种取样方法品位的波动情况和产生误差的原因。编制了如下几种图：

- (1) 各种取样方法的平均品位曲线图；
- (2) 各种取样方法单个样品品位曲线和素描图；
- (3) 各种取样方法品位误差曲线图。

3) 数理统计法：是建立在样品的数理统计和偶然率理论的基础上，采用数理统计的数据来说明各种取样方法的代表性。根据阿尔波夫所著“金属矿床取样”一书指出：取样方法的正确与否取决于样品系列的均方差数值（ δ ）和金属品位变化数值（V），在其他条件相同的情况下必须选择金属品位变化系数最小的取样方法。金属品位变化系数是反映有用组份分布均匀程度的数据，各种取样方法所计算的品位变化系数不同，因此，可以参考品位变化系数的数值来衡量各种取样方法的可靠性。另外还可以根据样品误差概率来分析各种取样方法的代表性。

通过试验工作，我们深深体会到刻槽法取样是采用手工操作劳动强度较大，工效较低，尤其在某些含矸质较高的矿床，粉尘浓度大，严重影响工人同志身体健康，因此，进行取样方法和取样机械化等方面的试验研究工作具有一定现实意义。本文仅根据几个矿床的试验资料对刻槽法和方格法代表性提出了初步看法，所提出的试验研究工作中几个问题仅仅是工作中的一点体会，还不成熟，希同志们指正。