

黑錫矿脉狀矿床的試料采取、加工及高品位样品的处理方法

湖南、江西、廣東分局合編

取样的目的在于确定矿石中有益組分及有害雜質的含量，从而作为矿体圈定、矿石品級划分及儲量計算的根据。因此取样的正确与否，直接影响到矿床评价及矿物利用的正确性。

黑錫矿在矿体中的分布一般可以分为如下几种：

①矿物晶体的大小相近似，分佈较为均匀；②矿物晶体大小不一，分佈很不均匀，有时呈分段富集，在矿脉上下盤圍岩中，亦往往含矿；③矿物晶体分佈极不均匀，黑錫矿呈囊狀（砂包狀）分布，时隱时現。由于矿体含矿的均匀程度不尽相同，采样方法也应有所差别。例如在含矿不均匀的矿体中，应考虑刻槽的間距或剝层法的地質和經濟效果；对于某一盤富集的含矿圍岩，就应该考虑样品合併后对矿体圈定的影响；矿物結晶粗大，应选用較大的断面規格；含量变化极不稳定的，必須注意采样間距的加密問題等等。由此可見，矿石的結構、矿物分佈的均匀性对于正确地选择采样方法有着重要的关系。因此，在勘探工作的开始阶段，結合矿石結構及含矿均匀程度，进行采样方法、規格、間距、样品合併和加工系数等試驗工作，是有实际意义的。

（一） 取样方法、規格及間距

1. 取样方法

几年来的勘探經驗証明，脈錫矿床利用刻槽法和剝层法进行取样是完全合适的。在坑道中利用打眼法采取矿体未揭露部分的試料，以及廢石堆取样及重砂取样等方法，也是錫矿勘探工作中必不可少的（註1）。茲將各法分別叙述如下：

（1）刻槽法——垂直矿脉脈壁每隔一定間距按照一定規格刻取矿石样品。过去各矿山在沿脈坑道中采样多在坑道頂板每隔一定間距刻取一槽。这种方法固然能达到一定的代表性，但样槽分佈在矿体的一个水平面上，样槽本身又受規格的限制，其代表体积較小，在錫矿分佈极不均匀的情况下，样槽常有刻在无矿部份或恰在錫矿晶体上，因而形成品位突高突低的現象。为了避免这个缺点并尽可能地扩大样品的代表体

积，适当采用掌子面取样是合适的。其方法是在沿脈坑道中，每一个掌子面刻取三个样槽，上下样槽距离頂、底板各 50 公分（图 1），刻取后混合为一个試料。

掌子面采样的水平間距相当于一火爆破的深度，虽然岩石的强度和掘进的工效都能影响采样間距，但一般均为一公尺左右，相差不致很大。在掌子面采样影响坑道掘进的情况下，可以仍用頂板采样，但必須以掌子面采样結果檢查其正确性。

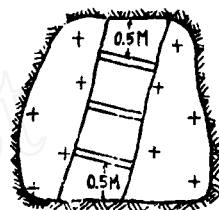


图 1

穿脈坑道的刻槽取样与掌子面取样方法相同，兩壁各刻取三个样槽，分別混合成为二个試料（如图 2）。

过去各矿山在穿脈样槽佈置上，常用兩壁各刻取一槽，混合为一个試料，或兩壁及頂板各刻一槽混合化驗的方法，这除非是矿染分佈比較均匀的矿床，其品位代表性不能認為是很全面的。

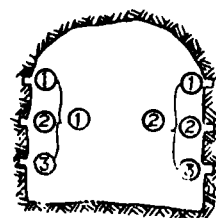


图 2

天、地井中的刻槽取样，在矿染分佈均匀或上下变化具有一定的規律时，仅在一壁刻取即可代表其含矿品位。但矿染分佈极不均匀，变化較大，且矿体亦不稳定时，为使扩大試样采取范围，則須在兩壁取样，分別化驗。

由于天、地井取样技术操作的复杂性及工料的大量消耗，样槽間距常可放大至沿脈样槽的 2 ~ 3 倍，样槽規格則需大于沿脈样槽的一倍。其最大間距的确定，应根据間距試算結果。如目的在于研究矿染縱橫变化規律，則天井中样槽的間距应与沿脈样槽間距相同；在脈幅膨縮变化大的地方，必要时应将样槽間距縮短。

民窿采样由于工作条件上的限制，往往不可能將矿体上的障碍物（如廢石、支柱、崩土等）全部清除，因而样槽間距也不可能严格控制，但样槽的間距一般应不大于 5—10 公尺。在已停止生产的廢窿中，

由于民工挖掘而使矿体表面品位过低而失去代表性，因而需要爆破至一定深度再行取样。爆破深度一般为0.3~0.5公尺。

地表露头及样槽中的矿脉，事实上不可能沿倾斜掘凿过深，因此无法利用两壁，仅能在矿体的出露面上进行取样。一般刻取2~3个样槽，混合成为一个试样。样槽的正确布置是根据矿脉产出的形态进行的。大脉型矿脉以穿过全部脉幅为原则。若围岩含矿，则须在两盘围岩以同一规格分别刻槽（如图3）。矿脉两侧

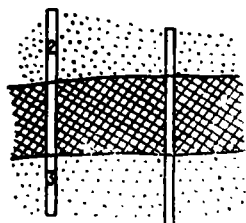


图 3

有小枝脉距离大脉很近时，应在小脉的相应部位刻取，并与主脉样品合并（如图4）。细脉型矿床，样槽应垂直矿带走向，以全部带宽为取样范围连续刻取，每一公尺为一个样品（如图5）。

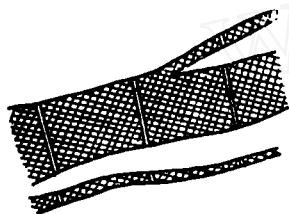


图 4

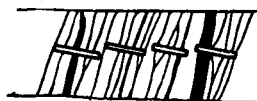


图 5

网脉型矿床应根据细脉的产状和形态进行布置，若小脉大致呈同一走向集聚成带地分布，则样槽的布置与细脉带型矿床相同；若小脉呈不规则的网状分布，则可采用十字法刻取，这种方法亦常用于探井中的采样（如图6）。



图 6

（2）剥层法——是垂直在矿体的面上剥取一层矿石样品。这种方法由于剥取面积较大，样品重量较多，因而品位代表性较高，尤其是对于矿染极不均匀、呈囊状出现的矿体，刻槽法往往难以控制品位的变化，而采用剥层法可以提高样品的代表性，但剥层法费工时，虽属主要方法之一，一般只有在特定情况下才使用。为了确切地了解含矿品位，在矿山开始勘探阶段，通过试验研究和对比剥层法与刻槽法的地质效果是非常必要的。

剥层法有时可以当作一种辅助方法使用，即当矿

体幅宽过小时，用以满足样品原始重量的要求。剥层法可以用在掌子面采样或旧坑道中的顶板采样。用在掌子面采样时，应将矿体表面大致削平，按矿体幅宽全部剥取；用在顶板取样时，剥层长度为一公尺，根据矿物分布均匀程度连续剥层或间隔1~2公尺剥取一个试样。样品的剥离深度应超过矿物晶体的一般大小。钨矿通用的深度一般为5公分。

（3）打眼法——实际是刻槽法和剥层法的一种辅助方法。当矿脉幅宽大于坑道宽度，或矿脉未完全被坑道所揭露，或坑道两壁含矿围岩未完全揭露，仍须继续取样而又无法应用刻槽法和剥层法时，均可使用这个方法。操作方法是用人凿眼或风钻眼搜集岩屑。凿眼直径一般为5公分，当眼深小于20公分时，应考虑放大眼的直径至一倍或更大。以风钻凿眼时，应在钎子后端装配一个带弹簧的封闭帆布回筒，随着钎子的鑽进可以任意压缩（如图7），以此搜集岩屑可以得到较大的效果。

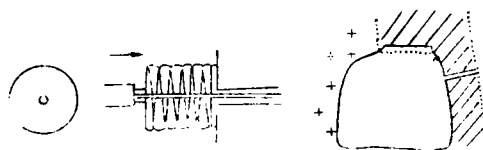


图 7

（4）废石堆取样——开采多年的矿山，废石壘，遍地皆是。由于以往选矿技术过低，在废石或尾矿中均有较多的残留钨矿。此种废石和尾矿沿山坡倾倒时，其中含矿碎屑往往集中于其底部或聚集于边缘部分，致使废石堆内含矿不甚均匀。因此，必须按一定距离布置方格网，以便挖掘小井，由井内自上而下地每一公尺采取一个试样。方格网的密度根据废石堆的大小、厚薄而定，大而薄的废石堆采用较疏的间距；小而厚的则采用较密的布置方法。其纵横间距一般为10×10—20×20公尺，在特殊情况下也可以加大一些。

小井的规格随深度而有所不同，但要求采样体积大致为一立方公尺。随着小井下挖深度的增加应逐渐加大井口，以阶梯式的挖掘法加固井壁，以保安全。废石堆的周边是观察矿物分布情况最方便的地方，在布置试样小井时，应考虑周边的有利条件。

在废石堆上布置小井之前，应当先进行废石堆的平整工作，使其表面略近平整，周围坡度也近乎一致。这样对于计算体积和求取矿石数量较为方便准确。

廢石試料的處理程序：首先是將全部試料過秤，測定總重量；然後以手揀方法，將礦石及含礦圍岩與不含礦圍岩區分成兩部分，並分別過秤，以便折算品位，最後將含礦部分運往加工。

(5) 重砂取樣——在普查找礦或礦區勘探時，尋找原生礦床的重砂取樣地點，大都在溪流兩岸的沖積層及殘積坡積層中。由於取樣地點及砂礫層厚度的不同，取樣方法亦可分為淺坑法與刻槽法兩種。

淺坑法廣泛應用於沖積層、坡積層及殘積層的取樣中。淺坑的規格大致為 $0.4 \times 0.4 \times 0.2$ 立方公尺，採集重約 20—30 公斤的砂礫進行淘洗。挖掘前，應將採樣地點的腐植土、浮砂等全部清除。

刻槽法主要應用於各種深厚的沉積砂層的探槽和淺井中。試料重量一般不少於 50 公斤，每 0.5 公尺或 1 公尺刻取一槽，槽槽斷面可用 $5 \times 10 \sim 10 \times 20$ 平方公分。淺井中相對兩壁的試料應混合為一個樣品。

在含礦極不均勻或礫石較大時，亦有將淺井中全部砂石取出淘洗的全巷法。淺井井口規格一般為 1.4×1.6 或 1.2×1.6 平方公尺。採樣長度根據含砂層的厚薄及均勻程度而定。一般適用 0.5—1 公尺不等。

河流上游的砂咀，彎曲的部分以及平緩山坡的山麓低窪處，都是重砂最容易積聚的地方，重砂取樣時應特別予以注意。

2. 試料規格

試料斷面規格的大小與礦物的顆粒度及含礦均勻程度有關。黑鎢礦的結晶顆粒愈大，斷面規格亦應愈大。含礦不均勻時，樣品應當保持相當的重量，才能具有代表性，因此斷面規格也應相應地增大。礦脈幅寬過小時，為使樣品原始重量不致過少，常常選用較大的斷面規格進行取樣。

脈錫礦床中比較常用的斷面規格：刻槽法有 10×3 、 10×5 及 7×3 平方公分等數種，在特殊情況下亦有採用 20×10 平方公分的規格；剝層法一般為 100×5 或 50×5 平方公分。如礦物晶體一般大於 5 公分，則剝層深度亦應加大到比晶體直徑稍大為合適。

礦採樣如經過方法試驗証實刻槽法適用時，為了使在不同幅寬的礦脈中取樣均保持一定的原始重量起見，可使用以下取樣方法：

(1) 幅寬小於 10 公分者，採用 5×100 平方公分規格的剝層法；

(2) 幅寬大於 10 公分、小於 30 公分者，採用 5×50 平方公分規格的剝層法；

(3) 幅寬大於 30 公分、小於 100 公分者，採用 5×10 平方公分的刻槽法；

(4) 幅寬大於 100 公分者，採用 3×10 或 3×7 平方公分的刻槽法。

使用上述方法時，由於規格的差異，在幅寬相近的礦脈中採取的試料重量，常有幅寬小的反而大於幅寬大的倒置現象。而試料原始重量是取決於斷定各種規格的幅寬限度，因此採用以上方法時，應對所用各種規格進行試驗和試算。

合理的刻槽斷面是要通過規格試驗後方能確定的。這項工作應在勘探初期進行。規格試驗首先應確定參與試驗的幾種斷面規格，選擇貧、中、富各級有代表性的礦脈若干條來進行試驗，並應另選一項較大的規格以資對比。

規格試驗樣槽的刻取有兩種方式：一是按所選擇的試驗規格由大而小地逐漸擴展；一是依次在緊鄰部位分別刻取（如圖 8）。加工時使用第一種方法刻取

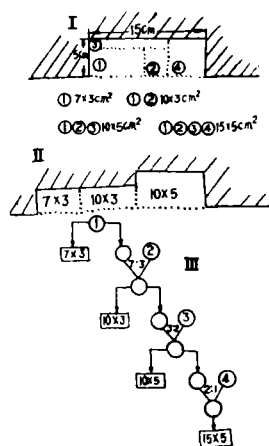


圖 8

的試料，應按各斷面面積的比例順次進行混合和縮分。例如 7×3 平方公分與 10×3 平方公分擴大大部分樣品的混合比例應為 7: (10-7) 即 7: 3，混合後的試料代表 10×3 平方公分的規格。使用第二種刻取方法時，各規格試料分別進行加工。最後根據化驗結果，比較各規格試料間的品位誤差，從而選擇合理的斷面規格。對於以第二種方法刻取的試料，由於各規格樣品不在同一部位刻取，因而品位對比應以各規格試料的平均品位為標準。至於第一種方法究竟用單個樣槽的品位，還是用若干樣槽中各規格的平均品位相互對比，都不加限制。然而常常會遇到這樣的對比結果：即同一樣槽的各規格平均品位間的差別很大，而若干個樣槽或所有試驗樣槽各規格的平均品位間的差別卻很小。這說明在某些情況下，利用平均品位進行對比，可以消除由於品位出現的偶然性所產生的影響。但凡以平均品位對比時，試驗樣槽都必須按照正常的採樣間距系統佈置。

3. 試料間距

由于本类矿床的品位变化是以幅度大、频率高为特征，品位变化系数达 120—350，甚至更高。因此，試料間距多采用 1—2 公尺。很多矿山的間距試算資料都証明了采用大于 2 公尺以上的任何間距是不合適的。

試料間距的合理数据是通过簡單的試算对比来确定的。进行試算时，除应注意矿脈的代表性外，在掘进較長、試样較多的坑道中，应按單号与双号分別計算平均品位进行对比。

下面举出原 201 矿区試料間距的試算实例藉以說明及供参考（見表 1）。

試料間距試算表 表 1

区 段	南 区	中 区	北 区	区
脈 号	286	195	298	299
坑道及分巷名称	一坑五分巷	七坑三分巷	六坑五分巷	五坑十六分巷
計算長度 (公尺)	390	222	180	342
平均品位	1 公尺組	1.540	0.410	4.224
	2 公尺單号組	1.681	0.482	4.397
	2 公尺双号組	1.400	0.212	4.053
	3 公尺1号組	1.274	0.565	4.379
	3 公尺2号組	1.125	0.307	3.945
	3 公尺3号組	2.266	0.358	4.350
相对变动系数 %	2 公尺單号組	+9.1	+17.5	+0.41
	2 公尺双号組	-9.1	-17.5	-4.0
	3 公尺1号組	-17.3	+37.7	+3.7
	3 公尺2号組	-27.0	-25.0	-6.6
	3 公尺3号組	+47.1	-12.7	+0.3
	3 公尺3号組			+40.7

編者註：表中所列平均品位均为假定数字，并非实际品位。

表 1 中参加試算的四条矿脈，是南、中、北三区中具有代表性的矿脈。試算結果表明：在南区用 2 公尺間距采样是完全适合的。在中区，2 公尺間距的誤差已超过 10%，因此采样間距应用 1 公尺。在北区，298 号脈所代表的矿脈，2 公尺和 3 公尺間距計

算所得誤差均在 10% 以內，故用 2~3 公尺間距取样是合适的；而 299 号脈所代表的矿脈，因 2 公尺間距的誤差已达 12.5%，所以仍以 1 公尺的間距取样为合适。

4. 样品的合併

合併样品可以成倍地节省化驗費用，降低勘探成本，并可簡化儲量計算手續。因此，在矿床品位变化允許的条件下，采用样品合併的方法是有經濟意义的。

本类矿床品位变化虽然不够稳定，然而采样間距較小（1—2 公尺），仍为样品合併的有利条件。

由于在合併样品的加工及化驗过程中，不可避免地会产生一定的技术誤差。誤差的大小与含矿的均匀程度有关，因此不同类型的矿床对于合併样品数量上的限制亦应不同。根据苏联在这方面所积累的經驗，属于第三、四勘探类型的黑錫矿脈狀矿床，样品合併数量可采用 2—4 个（註 2）。

样品合併必須在沿脈坑道进行系統采样时方可进行，合併方式采用原始試料或加工后的試料均可。

(二) 試料加工及 K 值測定

1. 試料加工

脈錫矿床的試料加工方法和程序，与一般有色金属

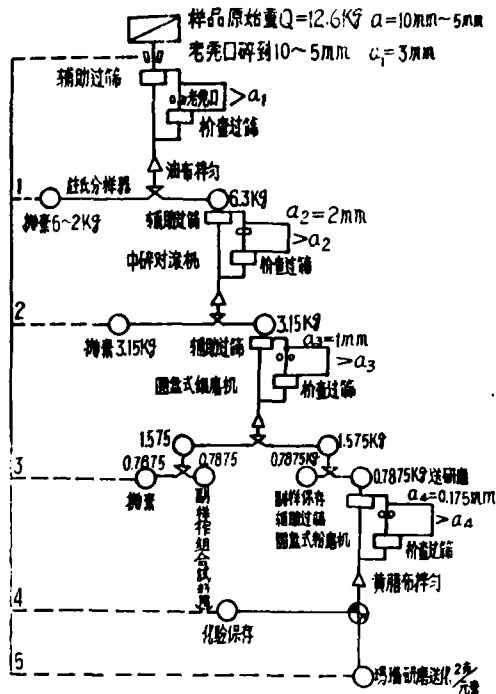


图 9

属矿床相同。样品加工是通过粗碎、中碎、细磨和粉磨等阶段来完成的，并按照切乔特公式 $Q = Kd^2$ 进行缩分。各阶段的加工方法及程序如图 9。

在试料加工过程中，应注意如下事项：①原始试料不允许经过任何方式的洗涤，以防止矿物的损耗；②加工前应將试料焙干，然后过秤；③称样所用的天平或秤应经常地、定期地进行校对；④加工間应在加工前根据样品规格校核原始重量，如相差太大，应进行检查或重采；⑤每一试料在机械破碎前后，应将机器扫除干净；⑥用油布拌勻时，相对兩角应分别先后上下提动，提动的幅度应使样品翻动超过对角线为准；⑦加工时严禁在样品中掺水；⑧付样应保存在玻璃瓶或竹筒中，以防变质；⑨加工的最后粒度不应大于 80~100 目；⑩加工损耗率的规定如下：

通过筛子孔径（公厘）	最大损耗量（克）
5	200
4	150
3	90
2	80
1	40

（通过 1 公厘孔径的最大损耗量尚无成熟经验）

2. K 值测定

加工的系数大小与矿石品位的高低以及含矿的均匀程度有关。品位低、含矿不均匀的矿石，K 值就要大一些。经验证明，脉状矿床合理的加工系数常介于 0.5~0.8 之间，其中 0.7 和 0.8 最为常用。

测定 K 值的方法，常是利用同一试料，按照所选择的加工系数依次加工，进行测定。最后所得的每一份化验样品代表一项 K 值。以各 K 值样品的化验品位与其中最高的 K 值进行比较，根据其間誤差，即可合理的選擇加工系数。加工顺序可自低 K 值开始，由小而大地进行，也有自最大 K 值开始，由大而小地进行，但由于重复地对一个试料加工破碎和拌勻，因而除了第一项 K 值的加工循环而外，第二项及以下各项 K 值的加工精度，都会在不同程度上人为地提高。这是以上两种加工顺序共有的缺点。然而比较起来，用自小而大的加工顺序较之自大而小的加工顺序，在避免人为影响的效果上显然要好一些。

在其他有色金属矿床的勘探工作中，除以上所举的方法外，尚有用以下方法测定 K 值的：即以全巷法或剥层法采取一个原始重量很大（1000~2000 公斤）的试料，破碎至 25 公厘后即予分样，然后按所选择

的试验 K 值分别加工。每一项 K 值最后有 8 份化验样品。最后以各 K 值的平均品位进行比较（註 3）。这种方法的可取之处就是可以避免由于重复加工而引起的矿石人为粉碎和拌勻的缺点，但是采取 1~2 吨重量的试料，对于脉状矿床来说是比较困难的。如果不违反分样重量大于所有测定 K 值所需重量的原则，并保证分样的高度均匀性，恰当调整原始重量，在本类矿床中使用这种方法并不是不可能的，同时试验着采用这种方法也不会是没有意义的。图 10 为经过调整的假设的 K 值试验加工示意图，可供参考。

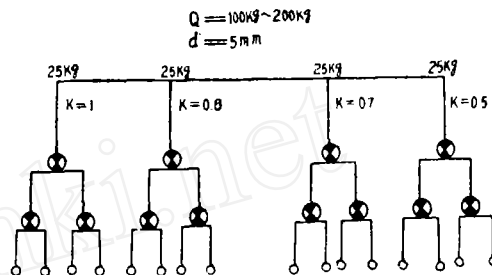


图 10

（三）高品位样品的处理方法

对于含锡品位分布不均匀、很不均匀或极不均匀的矿床，根据系统取样的结果，常有个别特殊样品的品位超过普通样品品位或平均品位的若干倍，而这种突出的样品会使矿体的正常平均品位剧烈增高，以致影响了储量计算结果的真实性。这些特殊高而又极个别的品位即为高品位。

矿体平均品位急剧增加的程度取决于高品位样品个数与普通样品个数的出现比例。当品位特高的样品在普通样品总数中出现的比例只占了 3~5% 时，就应该考虑矿体产状及含锡品位分布的特征，正确鉴定是否为偶然出现的不正常的高品位样品。区分高品位样品与普通样品的界限，在品位数字上是沒有固定标准的，但可根据不同类型的矿床分别衡量大于普通品位若干倍的样品，即为高品位的大致概念。这个概念是由矿床中有益组份分布的均匀程度来决定的。因此，对于不同类型的矿床，其倍数是不一样的。根据脉状矿床几年来勘探工作的实践，高品位超出平均品位的倍数，列表 2：

1. 高品位样品的试算与鉴定

高品位的鉴定，必须根据具体矿床有益组份的分布特征，选择几种不同的方案，分别进行试算、对比及互相验证，然后才能得到适当的标准。例如某一锡

脈錫矿床高品位超出平均品位倍数 表2

矿床类型	含錫品位分布性質	品位变化数	典型矿床	高品位超出平均品位的倍数
Ⅲ	很不均匀	130—305	大脈及一部分細脈帶錫矿	8—12
Ⅳ	极不均匀	350以上	細脈帶、网脈狀及浸染狀錫矿	12—15

矿属于第三类型, 品位分布很不均匀, 可以选择8~12倍中的任何倍数, 或更高一点的倍数。用平均品位代替法、算术平均法及沃洛多蒙諾夫法三种方法, 分别计算其平均品位, 并相互对比研究, 选择所得平均品位相近似的计算倍数, 作为计算储量时正式应用处理高品位的标准。有时应用以上三法计算的结果, 可能相差甚为悬殊, 则须根据矿床的矿化特征, 选择适当的倍数。应该指出, 由矿山采矿结果所得到的实际平均品位和应用地質試算方法所得到的平均品位相互对比验证所确定的倍数标准, 对论证高品位倍数是最有说服力的, 同时也是最合实际的依据。这样的对比验证方法, 不但选择了确定高品位倍数的标准, 而且也作为高品位的处理方法提供了资料。

2. 高品位样品的处理方法

在处理高品位以前, 必须研究高品位出现的原因和规律, 然后再合理的分别进行处理。如对高品位样品的代表性有所怀疑, 则应在原取样地点附近, 选择有代表性的地方重新取样。重新取样的化验结果如与一般样品品位相当, 在计算平均品位时, 应采用重新取样的结果; 如品位仍然很高, 则须详细研究。在证实取样地点是一个巨大矿巢或出现有一定规律的情况下, 那么就不应该把它看作是高品位, 应与其它样品一齐加起来计算平均品位; 在偶然出现的情况下, 就必须把它当作高品位并进行处理, 然后再计算平均品位。

高品位的处理方法如下:

①平均品位代替法 此法包括两种方法: 一种是除去高品位先计算一次平均品位, 然后以这个平均品位代替高品位, 再计算正常平均品位的方法; 一种是不去掉高品位先计算平均品位, 然后以这个平均品位代替高品位, 再计算正常平均品位方法。前者只有当含錫品位分布比较均匀时应用; 后者则多用于含錫品位分布比较不均匀的情况。

②算术平均法 在含錫品位分布比较均匀, 高品位出现非常偶然的情况下, 把高品位样品棄掉不用, 而以其两旁的样品计算平均品位, 并以这个平均品位代替高品位计算正常平均品位; 在含錫品位分布比较不均匀, 高品位出现较多的情况下, 则合併高品位样品与两旁的样品共同计算平均品位, 然后以这个平均品位代替高品位计算正常平均品位。

③沃洛多蒙諾夫法 即应用沃洛多蒙諾夫公式, 先计算出正常品位的最高标准数值, 亦即高品位的最低限度数值。在采样资料中, 凡高于这个标准数值的品位, 均以这个标准数值代替计算平均品位。必须说明, 应用这个方法计算正常品位的最高标准数值时, 其百分系数很难确定。目前在錫矿中, 虽然一般多采用20—30%, 但尚非成熟的经验。

另外, 在具体处理高品位的过程中, 往往会遇到一些特殊的问题, 这一些问题初步归纳一下, 约有下列两种:

①在取样少的坑嗣中, 个别品位虽不够高品位倍数条件, 但该项品位的大小非常接近于高品位, 而且对于平均品位起着绝对扩大影响, 则这个品位亦须合理的灵活处理。

②矿脈兩旁, 往往有强烈的蚀变圍岩, 其中有时并有錫矿矿染, 經取样化验证明, 合于工业指标。在这种情况下, 必需与矿脈合併计算平均品位。如果单独矿脈样品为高品位, 但經与含矿圍岩合併后为正常品位, 则不予处理; 如合併后仍为高品位, 则须按照已确定的方法予以处理。

参 考 文 献

- 註1. M. H. 阿尔波夫: 金屬矿床取样
- 註2. Г. И. 阿日吉烈等: 矿产普查勘探方法
- 註3. 地質部編: 地質勘探工作金屬矿产采样工作暫行规范

代 邮

顧克、刘春山同志: 請速示詳細通訊地址, 以便寄发稿费。如三月底仍不領取, 本刊即不再补发。

本刊編輯室