

岩矿鑑定文集

第 1 輯

冶金工业部地質研究所 編

內 部 发 行

冶金工业出版社

岩矿鑑定文集

第 1 輯

冶金工业部地質研究所 編

內 部 发 行

冶金工业出版社

總 目 录

矿物研究方法	В. И. 米謝金	(1)
一、矿物分离方法及矿物鑑定的准备工作		(1)
1. 試样的淘洗		(3)
✓ 2. 重液分离		(6)
3. 矿物的磁选和电磁选		(14)
✓ 4. 离心分离		(18)
✓ 5. 矿物电化分离法		(24)
✓ 6. 粘附面上离心分离		(31)
✓ 7. 矿物介电常数的测定及介电分离		(36)
8. 重砂定量分析法		(52)
二、矿物鑑定和研究方法		(61)
1. 油浸法		(61)
2. 費氏旋轉台鑑定矿物方法		(97)
中国銅矿的工业类型及分布規律提要	郭文魁	(145)
略論金屬矿物的显微鏡鑑定並介紹一种測定矿物反射率的新方法 (綱要)	陈 正	(151)
銻和鉍的地球化学	郭承基	(164)
稀有元素矿物的鑑定	郭承基	(177)
內蒙花崗偉晶岩中稀有元素的分布規律	郭承基	(187)
費氏旋轉台用法說明	何作霖	(202)
一、引言		(202)
二、礦物光性略說		(203)
三、礦物消光之意义		(205)

四、球体平面投影图及其用法	(208)
五、旋轉台之构造	(210)
六、旋轉台使用前之預查及校正法	(213)
七、礦物晶系之鑑別法	(215)
八、光學對称軸之測法	(219)
九、光軸角之測法	(224)
十、长石鑑別法	(230)
十一、測驗之差誤及长石鑑別之難易	(242)
对岩浆岩化学成分研究工作的一些看法	王恒升 (245)
光譜分析在研究矿石物質成分中的应用	A. Γ. 克列斯基揚尼諾夫 (262)
变質岩的鑑定和研究方面的一些基本問題	程裕洪 (290)
关于研究变質岩和变質地層的一些基本知識 (节要)	程裕洪 (310)
火成岩成因基本問題	王述平 (328)
一、岩浆	(328)
二、岩浆固結的概念	(329)
1. 結晶作用	(329)
2. 岩浆的粘性	(331)
3. 岩浆的溫度	(333)
4. 造岩矿物的結晶次序	(338)
三、岩浆的化学成分	(338)
1. 火成岩的化学成分	(338)
2. 揮发性成分	(340)
四、岩浆冷却、結晶作用的历程	(341)
五、矽酸盐溶液的結晶作用	(345)
1. 相律	(345)

2. 二元系平衡图	(350)
3. 透輝石——鈣长石系	(352)
4. 石英——鉀长石系	(357)
5. 白榴石——二氧化矽系	(357)
6. $MgO-SiO_2$ 系	(358)
7. 固体溶液的二元系	(361)
8. 有限的固体溶液的二元系	(363)
9. 三元系	(367)
10. 三元系统中的固体溶液	(370)
六、反应原理及其岩石学的意义	(372)
1. 反映系列	(372)
2. 关于鲍文反映系列的討論	(374)
3. 理論結合实际問題	(376)
七、火成岩生成时期的确定	(379)

矿物研究方法*

В. И. 米謝金 著

王志謨 譯 孫延綿 整理

一、矿物分离方法及矿物鑑定的准备工作

在进行矿石的物質成份研究时，其基本任务之一，就是矿石的化学性質和物理性質以及矿物的研究，首先是金屬矿物的光性研究並測定与其它金屬矿物和非金屬矿物的含量关系。矿石的整个特征只有对所有的，最基本的矿物进行全面研究后才能得知，但是在大多数的研究工作中，例如，了解矿物的化学性質，測定比重及其它等等，都需要备有主体和其它混杂矿物的单纯矿物，否則就不能够保証鑑定結果的可靠性。在做矿物的定量分析时，我們經常必須去分离那些妨碍鑑定的矿物或者分离一些沒有其它矿物混杂的純矿物，这是因为在自然界中它們很少生成适于我們鑑定用的很大和很純的晶体，而是經常都形成小的晶体，位于或机械混入其它矿物中（例如，在砂矿中）或者与其它矿物呈連生体出現，因此在做这种或那种矿物研究之先常要把它选的較比純一些。这在研究有色金屬尤其是稀有金屬方面具有很大意义。在稀有金屬中有益矿物的含量一般都不超过百分之几，有时百分之零点和零点零几，以至具有

* 本文系专家在講課时的簡要講稿，故不能認為是講稿全文。同时，矿物研究方法其中X射綫和差热分析部分因沒有底稿，未能附上，待以后整理后再刊出。

工业意义的矿山以及認為較富的矿山。当矿石的矿物成份很简单同时結晶也很粗大时，提供研究用的矿物並不怎样困难，但是对于那些矿物顆粒較細的矿石，在其中又經常見有連生体和其它矿物的連晶，尤其当有益矿物品位較低时，提取单矿物就較比复杂並且有时也很难分离出来，准备分析用的和进一步研究用的矿物需要很多時間和人力去分离。

在双筒放大鏡或者在双目显微鏡下用手工提取单矿物的效果較好，但这种方法是非常費力的，並且这种方法也仅仅是在挑选的最后阶段，最后提純或者檢查矿物的純度阶段才采用，是在其它方法采用后的一个阶段。

根据矿石的研究任务和性質，矿物的分离及提純采用各种不同的方法。这些方法主要是利用其物理性質（比重，磁性，导电性等等）。屬於这方面的方法計有：

1. 在水中淘洗（在淘洗盘中或在精选盘中）。
2. 重液分选。
3. 磁选。
4. 电磁选。
5. 靜电分选及其它方法。

化学方法分离矿物（精选溶解，电化学分离）很少采用。在大多数情况下，上述各种方法不能够完全百分之百地把矿物分离开来，因此，有时需要进行重复分离或者在双筒鏡下再用手工作提純，每种方法采用的合理性和必要性是根据矿物的成份，物理和化学性質来決定的。矿物的含量，矿物顆粒度的大小，連晶程度，这要在具体情况下來決定。

被送去做定量分析的这种或那种矿物的試样，其加工必須尽可能地謹慎些，尽可能使有益矿物少流失。但是在这种情况下，所要分离的矿物都是由于不相干的矿物妨碍而不能够分离。

这些矿物在进一步的分析工作中需要考虑到。为了保证所有的有益矿物有时还要有意識地不要把其它混入物完全除掉（例如，在淘洗重砂时），在这种情况下，当需要提取純矿物做化学分析或做某种研究时，则需要提取尽可能純的矿物，如果矿物很多，就不需要考虑流失了。这要根据試样处理程序来选择。

1. 試样的淘洗

以提取重矿物为目的的在水中淘洗矿石是最广泛应用的选矿方法之一並且也是在砂錫矿床，錫、金、鉍及稀有金屬矿床取样时广泛采用的方法。淘洗試样大部份都是在野外进行，直接在采取試样点附近水源較充足的地方进行。

根据取样任务的不同其所有淘洗后的試样也可能是不同的。在地質測量和勘探过程中一般所取試样体积为一量积斗（0.02 立方公尺），也就是說其重量約等于 30~40 公斤，但是在某些情况下，例如，在普查磁鉄矿时所采試样体积可以縮小，可是在普查金剛石时所采試样的体积就要增大很多了。

一般重砂試样的淘洗是用木制的淘洗盘如图 1 淘洗盘的制造根据可能，最好是用硬木。可以用几块板鑲起来或者由一块木头凿成。淘洗盘的大小並沒多大关系，最主要的是木板要鑲紧並且不要有裂縫和裂口。

装满碎砂石的淘洗盘在水中使其稍許傾斜，一只手扶着它，用刮棒或手攪拌碎砂石，这样就把砂石弄碎，輕的泥浆部分浮起並被水冲走。重的矿物、砂子和礫石就沉到淘洗盘底部去了，反复淘洗几次，把上部的礫石洗除，看一下，不要把金屬矿物碎块

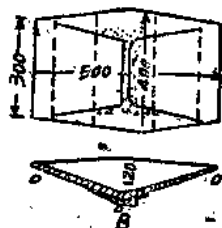


图 1 淘洗盘

及連生体丟掉，把这些連生体安置一边准备做进一步的研究。这样来回重复几次，直到淘洗盘中只剩下砂子时为止。嗣后再小心地淘洗輕矿物，在水中小心搖动和抖动淘洗盘，把它拿平穩，以使重矿物沉沒的深一些，然后稍微揚起淘洗盘，这时流去的水才能将表面的輕矿物帶走。但必需要注意的是，松散的矿物必須始終要留于水中，这样重矿物才能集中在淘洗盘較深的底部，也就是說集中在淘洗盘中間底縫那里，而輕矿物則浮在上面，靠近淘洗盘上緣部分。有时要将淘洗盘持平穩並用力搖动，来回地攪拌。

淘洗时一定要很謹慎，尽可能不使重矿物淘洗出去。尤其当淘洗快要結束的时候，也就是輕矿物剩下已經不多时更要注意。不管在什么情況下都不允許将重砂淘洗过度，应当在重砂中剩下一点輕矿物，否則，就要連同最后剩下的輕矿物帶走一部分重矿物。为此应当經常观察淘洗掉的砂子，如果有益矿物开始向淘洗盘邊緣滾动，淘洗就应結束。根据采样的目的不同淘洗的程度也不一样；在大多數的情況下淘到所謂灰砂，也就是在砂中不仅有重矿物，还有一部分輕矿物（佔重砂數量的百分之三十）。可用石榴石，电气石或者其它比重相同的矿物做驗證矿物，也就是說这些矿物应当留在重砂中。在普查某种重矿物（金）时重砂可以淘洗到輕矿物完全洗掉时呈現的黑色。

为了減少流失，要反复地进行淘洗，为此輕砂部分（尾砂）要装在一个專門的大淘洗盘，盆或槽子里，並且再将这些尾砂按原来的方法重新淘洗。必要时，尤其在重大的情況下（例如，做驗證淘洗）要进行很多次反复的淘洗。这样就能大大減少流失並且也能够減輕在按粒度大小进行初步分級（篩分）时的工作。

在淘洗含泥量較高的砂样时流失量是很大的。有益矿物粒

子表面滾上一层泥質时，很容易和泥質物料一起淘掉。在这种情况下最好首先在水中浸泡几小时並要时而攪拌。

淘洗后所得到的灰色重砂还含有很多輕矿物，这些輕矿物要“精选”（仔細的最終淘洗）时，淘掉。精选最好用小淘洗盘或用沒有着釉的具有麻面的磁碗在盆中或水桶中来进行。

放一点重砂于淘洗盘或磁碗中，使碗傾斜，小心地来回搖动使重砂冲开，嗣后再精选重砂，小心地来回旋轉使水連同輕矿物抛掉。用淘洗盘进行精选的技术与上述方法一样，不过需要更細致一些。淘掉到盆中或桶中的輕砂中多少都含有重矿物。为此在精选重砂时，一定要对把尾砂反复淘洗，以全部回收有益矿物。重砂最后的精选最好在室内进行。

淘洗后所得到的重砂放在盘上或碗中用微火烘干，不要烘的太过火了和太灼热，因为許多矿物在加热时就要改变其性質、磁性、顏色或碎裂（辰砂）。

淘洗試样是很簡單的工作，但是該項工作是重砂采样較比重要工作程序中的一項，重砂分析的結果在很大程度上是要根据它，因此淘洗中必須要細致並且要时面进行其質量的驗証。进行驗証非常簡便：驗証試样的淘洗一般的方法就是放在大淘洗盘中或槽中並把重砂装在一个口袋中。所有淘掉的試样（尾砂）全都收回来並进行反复細致的淘洗，一直淘到从尾砂中淘不出有益矿物时为止。所有从尾砂中淘出的重砂合起来装在第二个口袋里，两个口袋中的試样分別开来分析。

第一口袋中試样分析結果表明，一般淘洗中有益矿物回收部分，第二口袋中試样分析結果表明，有益矿物流失部分，而其含量——就是試样中的矿物含量。驗証結果登記在專門的台賬上。經過分析研究流失原因並找出其消除办法。如果需要的話可以計算出專門的淘洗流失修正系数，該修正系数在矿区評

价时加以考虑。

2. 重 液 分 离

在水中用淘洗盘淘洗试样有益矿物虽然被精选了好多次，还不能够完全无有流失的把它与轻矿物分离开来，因此最后的分离还是要借助重液来进行。在重液中轻矿物漂浮，而重矿物则沉到底部。当前较普遍采用的有以下几种重液：

1. 三溴甲烷 (CHBr_3)，比重 2.9，易挥发并不稳定，其颜色为黄色并带有强烈的特殊味道。

三溴甲烷应当装在一个暗色的瓶中或暗色的箱中，因为见光非常容易分解。因其富有黏着力用起来很方便，但是三溴甲烷的气味是有毒的并且使用时一定要在通风很好的通风橱中，用三溴甲烷分离后的矿物用有机溶剂非常容易洗掉，最好是用乙醇，乙醇很快地把三溴甲烷溶解并且同时也能把溶解在其中的三溴甲烷回收回来以备下次再用。为此须将用过的三溴甲烷连同乙醇倒入分液漏斗中，加入少许水（比重液和矿物多五、六倍的样子）用力地搖动几次并让其自行沉淀。酒精溶解于水，而三溴甲烷则形成乳浊液，该乳浊液与水不溶合并沉底形成一层三溴甲烷薄膜，拧开玻璃塞使其流入另外一个杯中，尽可能使水不要混入其中。用此种方法回收来的三溴甲烷可以在下次分离矿物中再用，但要事先检查一下其比重，因为回收回来的重液其比重会减低（未完全与酒精分离）。其它溶剂（甲苯、二甲苯）不太好用，因为溶合在其中的三溴甲烷不能回收回来，因而费掉。

2. 杜列液是一种饱和的盐溶液混合液 (HgI_2 和 KI) 其比重为 3.2，与三溴甲烷所不同的是它富黏着力，很难润湿矿物颗粒，因此分离细级矿物时不太好用。该重液有毒性，因为

其中含汞。不仅其气味对人有害，而重液本身也伤害人的皮肤。因此在使用此种重液时应当在通风厨中並要带胶皮手套。

如果遇有硫化物和金属，重液就很容易将它腐蚀，变成金属汞並且呈暗紅顏色。因此，如果在試样中含有硫化物，利用該重液分离时要尽可能快一些。重液的回收用2%的碘化鉀，嗣后再用水，最好是热水。用后的水需要存放起来，用水浴蒸发一下，将重液回收回来以备下次再用。

在試驗室可以自己配制杜列液，取100克碘化鉀 (KI) 与125克二碘化汞 (HgI_2) 溶合起来，再加上36克的水，攪拌，放在热的水浴中使其蒸发，一直到其中的螢石（做为标志）漂起或者处在悬浮状态时为止。当它稍許冷凝后，就会沉出一部分黄色晶体或者出現黄色的浮皮，可用濾紙将其濾出，加上一些水使之溶合，放在水浴上蒸发。

3. 苏斯那——劳而布哈重液很少被采用。該重液是一种二碘化汞 (HgI_2) 饱和溶液和碘化鋇 (BaI_2) 的混合液。比重为3.40—3.45，其比重也可能达到3.60—3.65，該重液非常容易分解，与杜列液一样也是有毒气的，因而在使用时也应当采用防护措施。

重液的配制，取100克碘化鋇与130克二碘化汞溶合起来，再加上20克左右的水，将其放在热水浴中，攪拌直至盐类溶解为止，蒸至其中的綠廉石浮起为止。冷凝后会出現黄色晶体。只有将重液放几天之后才能将这些黄色晶体除掉，嗣后再将其倒出。配制出来重液的比重可以达到3.40，欲要配制比重很大的重液，需要使其饱和：将其放在水浴中蒸发，直至其表面出現黄色，往里加碘，約每10立方公分重液中加一克（也就是一克碘，34克重液），繼續加热並用玻璃棒攪拌使碘完全溶

解为止。重液逐渐冷凝，澄清后也就把結晶体分离出去了，用鹽飽和后重液呈暗紅色並且其比重也可增大到 3.65，用苏斯那一勞而布哈重液分离后的試样洗滌可用稀釋的碘化鉀（2%）溶液和水，洗滌后的溶液用水浴蒸发，从中可以回收重液。

往往在工作中所应用的不是濃縮的重液，而是稀釋到一定比重的重液，一般可采用洗滌分离后矿物的回收液来做稀釋的溶剂。

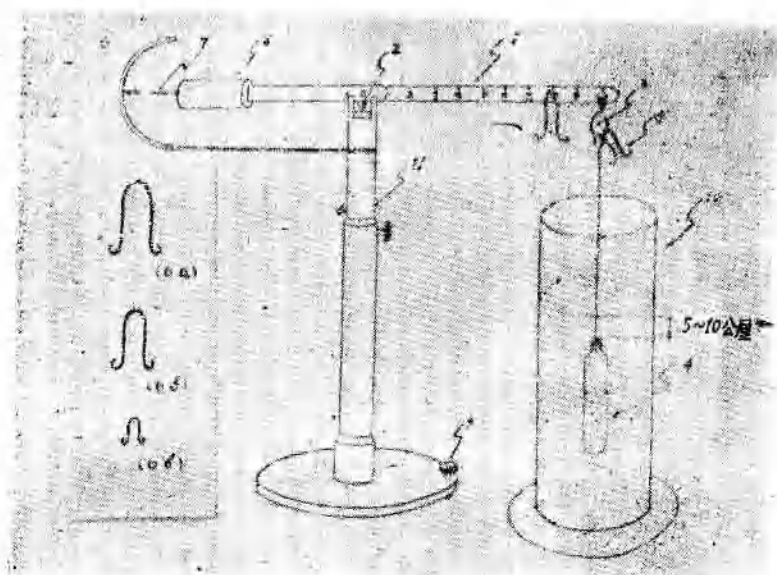


图 2

为了得到所需比重的重液加入濃縮重液中的溶剂数量可按下列公式求出：

$$d = \frac{d_0 V_0 + d_1 V_1}{V_0 + V_1} \quad \text{或} \quad V_1 = \frac{V_0 (d_0 - d)}{d - d_1}$$

式中: V_0 ——重液的原体积;

V_1 ——溶剂的体积;

d_0 ——重液的原比重;

d_1 ——溶剂的比重;

d ——混和剂的比重。

稀释后的重液需要验证或检查一下其比重, 正如配制重液时或回收到的重液应当检查比重一样。为此最好利用液体比重天平来进行, 如果没有液体比重天平, 可以用比重瓶(或者用分析天平衡量液体比重的方法)。在个别情况下, 可采用事先已知比重的矿物投入需要测定的重液中。

液体比重天平的构造并不复杂, 我们自己也可以制造。其构造如图 2 所示: 天平梁 (1) 在支架座 (11) 的齿槽 (2) 上自由的摆动, 在 天平梁的右端固着一小钩 (3) 是为了悬挂浮坠的 (4)。在 天平梁的左端固着一个平衡锤 (5) 是为了平衡悬浮坠的。天平梁的右边从中心轴开始到固定小钩的点之间共分十个 小格, 每个小格内还有十个分格并在其上有一小切口是为了放砝码的, 每个砝码 (6) 是用弯曲铁丝做成的, 几个主要的砝码重量的选择应当在数量上是与悬浮坠的体积相等, 每个砝码同样也应当吻合比重并且要把它挂在天平梁的小钩上平衡放在蒸馏水 (比重为 1) 中的悬浮坠。所有辅助砝码 (6^a 和 6^b) 应当是大砝码的十分之一和一百分之一。液体比重天平应该是拆开来存放。在测定比重之前, 先把天平梁安在支架座的齿槽里, 把悬浮坠挂在小钩上。然后开始使平衡锤的尖端 (7) 与支架平板条上固有的尖端 (8) 吻合 (或刻线), 提升或找平支架转动底座上的螺旋 (9)。需要测定比重的重液倒在圆筒杯 (10) 里, 其中放入悬浮坠使天平梁处于平衡状态, 悬浮坠的上端沉入重液表面内 5—10 公厘。这时天平梁处于不平衡状

态，为使天平梁恢复平衡状态就须在天平梁的小钩上再添一些重量（砝码），其重量关系如下：

$$P = d \cdot V$$

式中： P ——追加重量（砝码）；

d ——重液比重；

V ——悬浮墜的体积。

大的砝码挂在天平梁的钩上和放在天平梁上，辅助砝码只放在天平梁上。将砝码取下后就可以测定出比重来了，小钩上砝码和数目表示比重的整数。放在天平梁上的大砝码表示小数点以后一位数（与切口的数值相吻合），放在天平梁上的辅助砝码表示小数点以后二位和三位数字（估大砝码的 $1/10$ 和 $1/100$ ）。例如：如果液体比重天平的悬浮墜放入三溴甲烷中，两个大的砝码挂在小钩上，一个大砝码位在第八小格上，一个小辅助砝码（比大砝码的重量小 $1/10$ ）位在第五个小格上，则所要测定的三溴甲烷的比重为 2.85。

化验人员所应用的和工业上所生产的液体比重天平是应用在测定比重不超过 2 的液体上。在大多数的重液中都是浮起的，因此需要调换一个较比重的悬浮墜，同时也需要把平衡锤增大并且还要制做新的砝码。

悬浮墜的重量和体积不一，但其比重应当不小于 4.5，最好是用体积为 5 立方公分的悬浮墜，这时其重量将近 22 克。悬浮墜的制做可用玻璃管，将其一端封闭住，嗣后装进碎铁末或者最好装汞，另一端再封闭住弯一小钩，拴上一根细铂金絲（或鋼絲，但不要銅絲，不得以时还可脫脂的头发絲），新制做成的悬浮墜挂在天平梁的小钩上并用新做的比較重一点的平衡锤或輔助負荷平衡。該輔助負荷位于平衡锤的右边。这时需要测定悬浮墜的体积，为此，需将挂在天平梁小钩上的悬

浮墜放入裝蒸溜水的玻璃杯內，使其沉入距水面 5—10 公厘的樣子，于小鈎上加重使天平平衡。嗣后取下砝碼放在分析天平上稱重，因為蒸溜水的比重為 1，其重量正好吻合浮墜的體積（如果水的溫度超過 25°C ，則需要修正其密度）。懸浮墜的體積更準確的測定可用分析天平在水中和空氣中進行（與測定比重一樣）。

測定完懸浮墜的體積之后要用鋁或其他材料制做新的砝碼，不易氧化的和受汞腐蝕的，幾個大的砝碼在數值上應當等於懸浮墜的體積（砝碼不應少於 4—5 個）。所有小的砝碼要比大的砝碼小十分之九和百分之九九。在我們試驗過程中最好要有 1—2 個重砝碼，這兩個砝碼要比現有的大二或三倍，要有 3—5 個稍小一點，1—2 個輔助砝碼。借助這些新的砝碼和懸浮墜就可以很快地並很準確的把現在我們所應用重液的比重測定出來。

在用重液分離重礦物和輕礦物的過程中所需要的設備非常簡單。在普通化驗用的漏斗下端接上一根直徑約一公分，長 5 公分的橡皮管，為了用起來方便起見最好把漏斗的下端截去一些，剩下 15—20 公厘能接上橡皮管就可以了。接在漏斗下端的橡皮管可用摩勒（Moop）夾子夾住，以防在分離過程中液體流出。

將三溴甲烷或其它重液倒入漏斗中約占其體積的二分之一至三分之二，再很小心地將重砂倒入其中，嗣后用玻璃棒細致地攪拌，澄清一定時間，為的是能使輕礦物漂浮上面，重礦物沉入下部，為了使礦物分離得更純，攪拌和澄清需要重複幾次（一般為 2—3 次）。

當輕礦物都浮起、重礦物下沉后，張開夾子使一部分三溴甲烷連同沉下的重礦物流到另外一個帶濾紙的杯里，嗣后再將夾

子挾住，不要使輕礦物流出。剩下的一部分重液連同細小礦物倒入另外一個帶濾紙的漏斗里。過濾後的三溴甲烷收起來以備下次再用，而濾紙連同其上的礦物用酒精或者用其它溶液洗滌兩三次。輕部分和重部分或直接連同濾紙一起放在干燥箱里烘干或事先放在磁杯中。

為了減少三溴甲烷的蒸發，分離時可用帶有毛玻璃塞的分液漏斗，可是該分液漏斗的毛玻璃塞里容易阻塞礦物顆粒，因此最好是把栓截掉並接上一根帶有夾子的橡皮管。

為了更順利地進行工作起見，需要完成以下幾個條件：

1. 所用的玻璃器皿應當是很清潔的和很干燥的。如果在漏斗的邊部留有一滴水的話，則就會沖淡重液並會減低其比重，而用三溴甲烷分離過程中水珠就會把礦物顆粒粘着住，聚集一團，這時分離就不能夠進行了。同樣，分離後的試樣也應當烘得很干。

2. 往漏斗里放的試樣不應太多，放多了會影響分離。因為輕礦物可能會把重礦物裹到上面來，而重礦物也會把輕礦物裹到下邊去。在重液中輕礦物層不應太厚，否則就難以將其中所裹來的重礦物除掉，尤其是在分離細級礦物時就更不能完全將其分离開來。

3. 在輕礦物中經常裹有重礦物顆粒，這些重礦物顆粒還未來得及沉下去就被輕礦物給帶到上面來了。除此之外，許多重液（尤其是水溶液—杜列液，蘇斯那一勞而布哈液，克里奇液及其它重液等）不能很好地將礦物潤濕並且礦物顆粒在上面漂浮好久也不沉到重液中去，因此就需要很細致的不止一次的來攪拌輕級礦物與重級礦物。

4. 攪拌時，如果不斷的攪拌就會發生旋流，這種旋流阻止礦物漂浮和下沉，因此應當避免攪拌時所發生的旋流，而應