

4. 实验研究局部熔融对钠长石多晶集体变形的影响 利用高温蠕变装置, 实验研究了低比例部分熔融 (5—8%) 对细粒钠长岩 (钠长石~94%, An 0—5、石英~2%、透辉石~3%) 流变学行为的影响。熔融相由钠长石—透辉石和钠长石—石英发生低共熔而成, 低共熔温度约为1075℃。在 $T < 1075^\circ\text{C}$ 和 $T > 1075^\circ\text{C}$ 时, 钠长岩的稳态蠕变行为分别用

$$\dot{\epsilon} = \exp(27.5) \sigma^{2.4} \exp\left(\frac{-523\text{KJ/mol}}{RT}\right)$$

$$\dot{\epsilon} = \exp(61.1) \sigma^{1.3} \exp\left(\frac{-872\text{KJ/mol}}{RT}\right)$$

表示, 其中 $\dot{\epsilon}$ ——应变率, S^{-1} ; σ ——差应力, MPa ; R ——气体常数; T ——绝对温度, K 。TEM显微构造研究表明, 部分熔融导致钠长岩的变形机制从晶内位错蠕变转变为由扩散作用相协调的颗粒边界滑移。这一变形机制能将应变速率提高二倍以上。实验研究为熔体强化变形提供了科学的依据。水和晶内位错的存在能有效地降低糜棱岩的熔点, 剪切加热能使地壳深部韧性剪切带中糜棱岩发生局部熔融, 熔体润滑颗粒边界、增强其滑移, 产生地壳的弱化, 提高构造运动速率。糜棱岩中大量出现的混合岩条带以及和大型韧性剪切带伴生的花岗岩体似乎就是熔体强化变形的重要佐证。

5. 实验研究Al、Si有序程度对钠长石变形的影响 利用Griggs装置, 在围压700MPa和应变率 10^{-4} 至 10^{-7}S^{-1} 的条件下, 对人工烧结而成的细粒 (44—53 μm) 钠长石多晶集体进行高温变形实验, 了解钠长石架状结构中Al、Si有序程度对其变形机制的控制作用。在800℃时, 钠长石呈半脆性; 在1020℃时, 钠长石呈韧性。机械双晶、高密度位错和重结晶作用仅出现在变形温度为1020℃的高温钠长岩之中, 表明位错的活动性和晶界的迁移速率随结构的无序程度提高而增加。机械双晶、位错滑移和重结晶作用是钠长石塑性变形的主要机制, 它们之间具有密切的相互联系。

自然金的化学分离方法

蔡长金 宋湘荣 陆军荣

(武汉部队黄金地质研究所)

自然金由于含量低 (一般几—几十g/t), 颗粒细微 (大多在0.1mm以下, 甚至几 μm 或1 μm 以下), 往往难以分离和提纯。笔者对分离不同矿物组合中的自然金 (包括银金矿, 下同) 采用物理方法与化学方法相结合, 取得了良好的效果, 纯度一般在99%以上, 不仅大大节省了挑样时间, 减轻了劳动强度, 也提高了单矿物的纯度。X光、电子探针、离子探针、化学分析和物性测试表明, 化学方法分离不影响测试结果。

1. 自然金分离流程 其分离流程见图1。精淘后所得的金精矿 (无磁性部分), 常混有较多的黄铁矿等重矿物, 而石英等轻矿物一般含量很少, 自然金含量一般少于50%, 有的含

量很少。用化学方法将伴生矿物溶解，可得到自然金。但矿物组合不同，其化学处理方法也不相同。

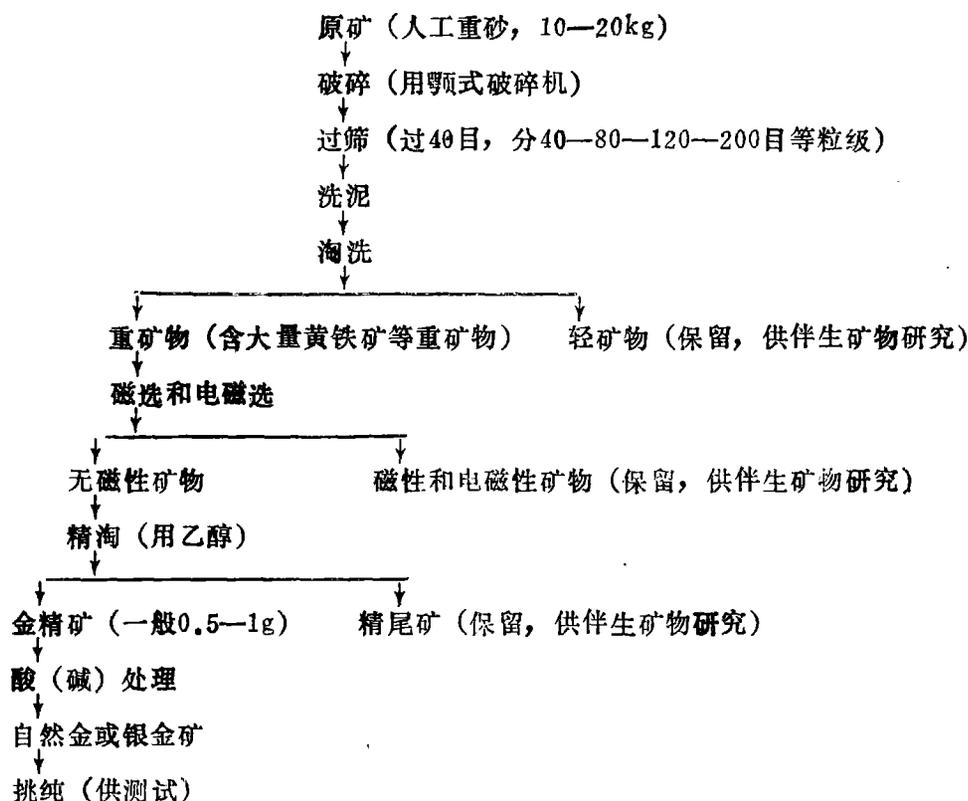


图1. 自然金 (银金矿) 分离流程

2. 矿物组合类型 采自 9 个矿床的矿石样品 (其中岩金矿床 7 个, 砂金矿床 2 个), 根据精淘后的矿物组合和在酸 (碱) 中的溶解性能, 可划分如下矿物组合类型: (1) 自然金 (银金矿) - 黄铁矿 (方铅矿) 型。 (2) 自然金 (银金矿) - 褐铁矿 (赤铁矿) 型。 (3) 自然金 (银金矿) - 辉铋矿 - 白钨矿 (黑钨矿) - 黄铁矿型。

3. 不同矿物组合中的自然金的化学分离方法 笔者对自然金的主要伴生矿物 (黄铁矿等) 首先进行单矿物的溶解和溶解条件试验。表明, 对自然金 (银金矿) - 黄铁矿 (方铅矿) 型矿物组合, 用高氯酸 + 硝酸在加热条件下处理是比较适合, 不仅能完全溶解黄铁矿和方铅矿, 而且能同时溶解磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、毒砂等大多数的硫化物等, 只要试剂量适当, 在溶解过程中不产生沉淀物。自然金溶解的量为 0.856% (用等离子体直读光谱测定, 溶液中有 Fe^{2+} 存在, 测定时未考虑 Fe^{3+} 的干扰, 因此实际溶解的金低于此值), 完全在允许误差范围内。

对自然金 - 褐铁矿 (赤铁矿) 型矿物组合, 宜用盐酸加氯化亚锡的方法处理。此法还能溶解磁铁矿、针铁矿、水针铁矿等铁的氧化物和氢氧化物, 而自然金溶解甚微, 用它处理自然金, 溶解的金仅为 0.25ppm (等离子直读光谱)。

对自然金-辉铋矿-白钨矿(黑钨矿)-黄铁矿型矿物组合,必须用氢氧化钾、硫酸、高氯酸+硝酸分步处理。若矿物组合中缺乏辉铋矿,或白钨矿(黑钨矿)、黄铁矿则可免去相应操作步骤。若该矿物组合中无黑钨矿,而只有白钨矿,在第二步处理时可用磷酸+硝酸的方法处理,其效果比仅用硫酸要好。

金精矿样品,经化学处理后所得的自然金(银金矿),其纯度一般在99%以上,相当令人满意。处理所得到的自然金有时混有少量极细粒石英或少量石英连晶。可用如下方法处理:将样品置于20—30ml塑料坩埚中,一次加5ml氢氟酸HF,在水浴坩上加蒸蒸发,近干,再加HF 5ml,继续蒸发,直到石英全部被除去为止,一般加HF 2—3次即可。

4. 注意事项 (1) 样品在酸(碱)处理前,应对矿物成分进行检查,以便选择合适的处理方案。(2) 试剂量应视矿样多少、矿物种类和试剂性质而定。一般0.5—1g的矿样,加30—50ml的试剂即可。(3) 加热时间要适当,过短溶解不全,过长则增加溶金量。(4) 加热时应经常搅拌。(5) 滤去或倾去上层清液时,要注意有否漂浮的微小金粒。剩下的金粒必须用蒸馏水清洗干净,洗净后在电烘箱中烘干。

烘干后的样品中仍有少量杂质(1%以下),可在镜下手选,或作再一次化学处理,视具体而定。若有铁质或金粒表面有铁染,可用盐酸+氯化亚锡处理。

表 分离不同矿物组合的自然金(银金矿)的化学处理方法及结果

矿物组合	化学试剂	操作方法	化学外理结果	备注
自然金-黄铁矿(方铅矿)	1. 高氯酸 HClO ₄ 2. 硝酸 HNO ₃	将矿样置100ml烧杯中,分别加入20—50ml浓HClO ₄ +2—5ml浓HNO ₃ ,在低温电炉上加热约20—30分钟(硫化物完全溶解为止),冷却,滤去清液,用蒸馏水清洗4—5次,烘干。	自然金(银金矿)纯度一般可到99%以上。有时金表面见少量铁质和石英连体,其余金属矿物一般极少见。	1. 原样中可含黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、毒砂等硫化物,处理过程中,大多被溶解。 2. 方铅矿、黄铁矿可有可无。
自然金-褐铁矿(赤铁矿)	1. 盐酸HCl 2. 氯化亚锡 SnCl ₂ (固体)	操作同上,试剂为20—50ml 16% HCl + 0.2—0.5g SnCl ₂ ,加热约20分钟。	结果同上	
自然金-辉铋矿-白钨矿(黑钨矿)-黄铁矿	1. 氢氧化钾 KOH 2. 硫酸H ₂ SO ₄ 3. 高氯酸 HClO ₄ 4. 硝酸 HNO ₃	第一步:用20—50ml 10% KOH溶液,加热约20分钟以溶解辉铋矿,滤去清液。 第二步:用20—50ml浓H ₂ SO ₄ ,加热40—50分钟(加热过程中冒烟),溶解白钨矿(黑钨矿)。滤去清液。 第三步:加20—50ml浓HClO ₄ +2—5ml浓HNO ₃ ,加热20—30分钟,溶解黄铁矿等硫化物。	自然金纯度可达99%以上,少量石英等非金属矿物,金属矿物少见。	1. 若无黄铁矿、辉铋矿、白钨矿(黑钨矿),可免去相应操作步骤。 2. 操作步骤不能变。