具体实施方式

**[0001]**    本发明涉及一种从橄榄石‑蛇纹石矿中提取矿物的方法。

**[0002]**    蛇纹岩主要由超基性岩经中低温热液交代作用或中低级区域变质作用，使原岩中的橄榄石和辉石发生蛇纹石化而形成，各矿物粒度相对比较细，金属矿物磁铁矿、褐铁矿和黄铁矿多包裹于蛇纹石中。

**[0003]**    主要元素镍钴赋存于上述矿物中，含量分别为0.23%和0.03%，显微镜下未发现镍钴的独立矿物。

**[0004]**    采用物理选矿方法（浮选、重选摇床）并不能富集镍、钴、氧化镁。因此，需要提供一种能够富集镍、钴、氧化镁的方法。

**[0005]**    本发明提供了一种从橄榄石‑蛇纹石矿中提取矿物的方法，使用该方法能够富集矿物中的镍、钴和氧化镁。

**[0006]**    为了解决上述技术问题，本发明提供了一种从橄榄石‑蛇纹石矿中提取矿物的方法，包括将橄榄石‑蛇纹石矿破碎，还包括以下步骤：

**[0007]**    （1）将破碎后的橄榄石‑蛇纹石先进行酸浸或碱浸，得到浸出液；

**[0008]**    （2）将步骤（1）得到的浸出液净化除杂后硫化，沉淀完全后将沉淀分离；

**[0009]**    （3）在步骤（2）的分离沉淀后的母液中加入30‑50℃的碳酸盐溶液使之沉淀完全，分离沉淀，完成橄榄石‑蛇纹石矿中镍、钴、镁的提取。

**[0010]**    进一步地，所述酸浸中使用的酸为强酸。

**[0011]**    进一步地，所述强酸为硫酸或盐酸。

**[0012]**    进一步地，所述碱浸中使用的碱为强碱。

**[0013]**    进一步地，所述浸出液净化时浸出液中含铁较低时采用氧化中和水解除杂法净化除杂。

**[0014]**    进一步地，所述浸出液净化时浸出液中含铁较高时采用黄钾铁矾法净化除杂。

**[0015]**    进一步地，步骤（2）中硫化的具体方法为将净化除杂后的浸出液放入室温条件下的含硫化物的弱酸性溶液中。

**[0016]**    本发明还提供一种从橄榄石‑蛇纹石矿中提取矿物的方法，包括将橄榄石‑蛇纹石矿破碎，还包括以下步骤：将破碎后的橄榄石‑蛇纹石作为生产钙镁磷肥时的助熔剂进行原料的炉料熔融，完成橄榄石‑蛇纹石矿中镍、钴的提取。

**[0017]**    应用本发明的第一种方法从橄榄石‑蛇纹石矿中提取矿物，镍、钴、镁浸出率分别为65～70%；55～60%；80～85%。回收率分别为60～65%；50～55%；75～80%。该工艺最终获得两个产品：一个是化学镍、钴精矿，含镍8～10%，含钴0.87～0.96%；另一个产品是菱镁矿，含氧化镁41～45%。

**[0018]**    原矿由比较纯的（98%）利蛇纹石组成，含氧化镁，二氧化硅，氧化钙比较高。其中有害杂质三氧化硅，氧化铝，氧化钙，比较低，可以满足制作钙镁磷肥助熔剂的要求。应用其作为助熔剂生产钙镁磷肥时，其中金属镍、钴可以得到综合回收。

**[0019]**    钙镁磷肥的生产工艺成熟简单，而且对该矿无需特殊处理。

**[0020]**    附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：

**[0021]**    图1是本发明的试验样品的具体破碎制备工艺流程；

**[0022]**    图2是本发明的试验样品的原矿的X衍射分析图谱；

**[0023]**    图3是原矿岩矿的鉴定结果Ⅰ：片状、纤维状蛇纹石和具橄榄石假象的蛇纹石，其中Se‑蛇纹石，1‑金属矿物；

**[0024]**    图4是原矿岩矿的鉴定结果Ⅱ：金属矿物在蛇纹石中呈浸染状‑星点状分布，其中Se‑蛇纹石，1‑金属矿物；

**[0025]**    图5是原矿岩矿的鉴定结果Ⅲ：磁铁矿呈星点状分布于蛇纹石中，其中Mag‑磁铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0026]**    图6是原矿岩矿的鉴定结果Ⅳ：磁铁矿呈浸染状分布于蛇纹石中，其中：Mag‑磁铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0027]**    图7是原矿岩矿的鉴定结果Ⅴ：分布于蛇纹石中的褐铁矿，其中：Li‑褐铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0028]**    图8是原矿岩矿的鉴定结果Ⅵ：浸染状的褐铁矿和星点状分布的磁铁矿，其中：Li‑褐铁矿，Mag‑磁铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0029]**    图9是原矿岩矿的鉴定结果Ⅶ：褐铁矿交代磁铁矿，其中：Li‑褐铁矿，Mag‑磁铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0030]**    图10是原矿岩矿的鉴定结果Ⅷ：星点状分布于蛇纹石中的黄铁矿，其中：Py‑黄铁矿，Se‑蛇纹石；

**[0031]**    图11是矿石可磨度曲线；

**[0032]**    图12是磨矿细度曲线；

**[0033]**    图13是本发明的从经破碎的试验样品中提取矿物的工艺流程图。

**[0034]**    本实施方式中所指百分含量如未特殊说明，均表示质量百分含量。

**[0035]**    1、试验样品的采集和制备。

**[0036]**    1.1 试验样品的采集

**[0037]**    本发明的试验样品选自新疆塔城托里县含镍、钴的橄榄岩‑蛇纹岩矿。

**[0038]**    1.2 试验样品的破碎制备工艺

**[0039]**    按规范对试验样品进行破碎、筛分、混匀、缩分、取出化学样。**[0021]**试验样品的具体破碎制备工艺流程见图1。

**[0040]**    2、 矿石物质成分的研究

**[0041]**    矿石物质成分的研究，目的是为了了解矿石的化学成分及矿物组成，为充分回收矿石中有用元素以及流程方案的制定提供依据。

**[0042]**    2.1 矿石化学组成的研究

**[0043]**    2.1.1 原矿光谱分析

**[0044]**    原矿光谱分析结果见表1。

**[0045]**

**[0046]**    2.1.2 原矿化学多元素分析

**[0047]**    原矿化学多元素分析结果见表2（质量百分含量）。

**[0048]**

**[0049]**    2.1.3 原矿镍物相分析

**[0050]**    原矿镍物相分析结果见表3。

**[0051]**

**[0052]**    2.2 原矿矿物成分的研究

**[0053]**    2.2.1 原矿X衍射分析

**[0054]**    原矿X衍射分析98%为利蛇纹石，未检出2%。

**[0055]**    X衍射分析图谱见图2。

**[0056]**    2.2.2 原矿岩矿鉴定（不同的蛇纹石矿见图3‑图10）。

**[0057]**    3、矿石物理性质的测定。

**[0058]**    3.1 矿石可磨度的测定

**[0059]**    矿石可磨度测定采用的标准矿石为杨家杖子大北岭钼矿石，被测矿石为本申请人取样于新疆塔城托里县含镍钴橄榄岩－蛇纹岩，矿样粒度－2mm～＋0.154mm。

**[0060]**    将试验样称取500g进行磨矿，磨矿浓度50%，磨不同时间，分别筛去－200目（－0.074mm），根据－200目含量绘制出磨矿细度曲线图。矿石可磨度测定结果见表4， 矿石可磨度曲线见图11。

**[0061]**

**[0062]**    从表4和图11中可以看出，标准矿石磨－200目70%时需7分12秒（432秒），被测矿石磨－200目70%时需18分36秒（1116秒），标准矿石与被测矿石的磨矿时间比值为

**[0063]**

**[0064]**    其中：K－表示矿石可磨度难易系数；

**[0065]**    To－表示标准矿石磨矿时间；

**[0066]**    T－表示被测矿石磨矿时间。

**[0067]**    从测定结果看出，被测矿石较标准矿石难磨的多。

**[0068]**    3.2 矿石真密度、松散密度的测定。

**[0069]**    原矿真密度：2.36 t/m3；

**[0070]**    原矿松散密度：1.42 t/m3。

**[0071]**    3.3 矿石磨矿细度的测定。

**[0072]**    测定的目的是通过细度曲线，查出该矿磨到－200目某一百分含量所需的磨矿时间，磨矿细度曲线是为磨矿细度试验提供依据的。

**[0073]**    磨矿用240×90mm圆锥形球磨机，将试验样品称取500g，磨矿浓度50%，磨不同时间，将不同时间磨出的矿浆用－200目标准筛先湿筛，筛上产品烘干再用200目标准筛检查干筛，根据筛下（－200目）重量所占比例绘制出磨矿细度曲线。

**[0074]**    磨矿细度结果见表5，磨矿细度曲线见图12。

**[0075]**

**[0076]**    4、从经破碎的试验样品中提取矿物。

**[0077]**    **一、第一种提取矿物的方法**

**[0078]**    4.1 提取矿物的工艺流程如下：

**[0079]**    首先进行酸或碱浸出，在浸出过程中，镍、钴矿中镍、钴、镁均被溶解以二价离子状态进入浸出液。杂质铁、二氧化硅不溶或少溶，留在浸出渣中，通过酸或碱浸使镍、钴、镁与杂质铁、硅等初步分离，然后将浸出液净化除杂，使镍、钴、镁与杂质分离，纯洁浸出液，往净化液中加入硫化剂，使可溶的镍、钴硫酸盐转变为不溶解的硫化物入沉淀固相，将沉淀固相分离后烘干，得到镍钴精矿。硫酸镁不与硫化剂作用，仍留在溶液中，通过硫化沉镍、钴，使镍、钴与镁分离，最后在镍、钴沉淀母液中加入碳酸盐，使可溶的硫酸镁转变为不溶的碳酸镁，将不溶的碳酸镁分离出来后烘干，得到菱镁矿。完成试验样品中镍、钴、镁的提取。

**[0080]**    试验具体流程见图13。

**[0081]**    4.2 提取矿物试验基本原理。

**[0082]**    4.2.1 浸出基本原理

**[0083]**    H2（Ni·Mg）SiO4·H2O+H2SO4=（Ni·Mg）SO4+H2SiO3+H2O

**[0084]**    （Mg·Fe）3[Si2O5]（OH）4+3H2SO4=3（Mg·Fe）SO4+2H2SiO3+3H2O

**[0085]**    4.2.2 硫化沉镍钴基本原理

**[0086]**    硫化沉镍、钴的基本原理基于可溶镍钴硫酸盐或盐酸盐与硫化剂作用生成不溶的硫化物，入沉淀固相，主要化学反应为：

**[0087]**    NiSO4+Na2S=NiS+Na2SO4

**[0088]**    NiCl2+Na2S=NiS+2NaCl

**[0089]**    CoSO4+Na2S=CoS+Na2SO4

**[0090]**    CoCl+Na2S=CoS+2NaCl

**[0091]**    4.2.3 碳化沉镁的基本原理

**[0092]**    碳化沉镁的基本原理是依据镁硫酸盐与碳酸盐作用，生成不溶的碳酸镁，入沉淀固相，主要化学反应为：

**[0093]**    MgSO4+Na2CO3=MgCO3+Na2SO4

**[0094]**    MgCl2+Na2CO3=MgCO3+2NaCl

**[0095]**    4.3 试验结果及分析

**[0096]**    4.3.1 具体浸出条件及浸出试验结果与分析见表6（百分数均为质量百分数）。

**[0097]**

**[0098]**    从表6可以看出，酸浸浸出率高于碱浸，硫酸、盐酸浸出率高于硝酸。

**[0099]**    4.3.2 浸出液的净化

**[0100]**    浸出液的净化采用氧化中和水解除杂或者黄钾铁矾法除杂均能达到除杂要求，但中和渣中镍钴含量较黄钾铁矾渣高，镍钴在渣中损失较黄钾铁矾法高。浸出液中含铁较低时采用氧化中和水解法除杂，浸出液中含铁较高时，采用黄钾铁矾法除杂。

**[0101]**    4.3.3 硫化沉镍钴

**[0102]**    硫化沉镍钴可在室温下弱酸性溶液中进行，获得的化学镍钴精矿，含镍8%～10%（质量百分含量），含钴0.87%～0.96%（质量百分含量）。可通过调整硫化沉镍、钴条件来调整，化学镍钴矿中镍、钴品位。选择表6中第四组浸出液浸出后，进行硫化，具体硫化沉镍钴条件及得到的镍钴精矿中镍钴含量见表7。

**[0103]**

**[0104]**    4.3.4 碳化沉镁

**[0105]**    碳化沉镁在加温弱碱性溶液中进行，获得的化学菱镁矿含镁41%～45%。选择表6中第四组浸出液浸出，选择表7中第二组数据进行硫化后，进行碳化，具体碳化沉镁条件及得到的菱镁矿中含镁量见表8。

**[0106]**    表8

**[0107]**

**[0108]**    **二、第二种提取矿物的方法**

**[0109]**    钙镁磷肥又称熔融含镁磷肥，它是一种含有磷酸根（PO43‑）的硅铝酸盐玻璃体的微碱性肥料，无明显的化学式，其主要成分为Ca3（PO4）2与Ca2SiO4，它是一种低浓度的单一磷肥，含有效P2O5  12～20%，与普钙相似。但它对磷矿适应性强，且产品中除含磷外，还含有镁、钾、铁、锰、铜、锌、钼等多种营养元素，肥效良好，成本低，特别适合于我国大量的酸性土壤，砂质土壤和缺镁的贫瘠土壤。

**[0110]**    钙镁磷肥生产的基本原理，包括三个基本过程，炉料熔融，熔体水淬骤冷、水淬渣的干燥和研磨，其中前两个是生产的关键。

**[0111]**    蛇纹石主要成分为硅酸镁含有结晶水，化学式可3MgO·2SiO2·2H2O；有时含有少量铁，其化学式可成3（Mg·Fe）O2SiO2·2H2O，并且含金属镍0.2%，橄榄石（Mg2SiO4与Fe2SiO4的混合物）。

**[0112]**    本试验样品含氧化镁，二氧化硅，氧化钙比较高。其中有害杂质三氧化硅，氧化铝，氧化钙，比较低，可以满足制作钙镁磷肥助熔剂的要求。

**[0113]**    若助熔剂是蛇纹石（或橄榄石）时，则其中镍、钴被还原

**[0114]**    NiO+CO=Ni+CO2   CoO+CO=Co+CO2

**[0115]**    生成的镍、钴被还原的铁和磷形成镍、钴、磷、铁沉入炉底，可定期排出导入磷铁模中让其凝固成型，可作为炼镍、钴的原料，回收利用。

**[0116]**    一般生成一吨钙、镁磷肥，约可得到镍铁（含镍15～16%）80kg，其中钴也得到回收。

**[0117]**    最后应说明的是：以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，对于本领域的技术人员来说，其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。