



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112958270 A

(43) 申请公布日 2021.06.15

(21) 申请号 202110137782.3

(22) 申请日 2021.02.01

(71) 申请人 核工业北京化工冶金研究院
地址 101149 北京市通州区九棵树145号

(72) 发明人 刘志超 李广 李春风 强录德
贾秀敏 马嘉 唐宝彬

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所(普
通合伙) 43114

代理人 张伟 魏娟

(51) Int. Cl.

B03B 9/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种含铀低品位多金属矿综合回收方法

(57) 摘要

本发明公开了一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,该方法是将铀低品位多金属矿细碎后先利用螺旋溜槽进行预抛尾,螺旋溜槽重选精矿经过再磨后分级摇床重选,而重选时损失在小粒级中的塔贝石直接浮选回收,摇床重选精矿通过抑制铀矿物浮选和强磁脱铀等工艺,得到放射性合格的铅精矿和铁精矿,最后通过磁选和浮选联合的办法富集塔贝石,该方法能够实现铀低品位多金属矿中多种低品位有用矿物的综合回收,不仅能够降低浮选药剂的用量,而且大幅度提高塔贝石精矿中铀铀的品位,且工艺流程具有环境友好、资源回收率高、生产成本低等优点。

1. 一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:包括以下步骤:

1) 将含铀低品位多金属矿破碎后,通过螺旋溜槽进行重选,得到螺旋溜槽重选粗精矿和螺旋溜槽重选尾矿;

2) 将螺旋溜槽重选粗精矿经过磨矿后,依据矿石粒径大小进行分级,粒径大于0.043mm的矿石分为多个粒级,各粒级矿石分别进行摇床重选,合并各重选精矿,得到摇床重选精矿;粒径小于0.043mm矿石通过调浆后,以六偏磷酸钠为抑制剂、羟肟酸类化合物为捕收剂、煤油和丁基黄药组合作为辅助捕收剂以及松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到浮选塔贝石精矿和浮选尾矿;

3) 将摇床重选精矿经过细磨和调浆后,以淀粉和/或水玻璃作为抑制剂、乙硫氮作为捕收剂及松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+多次精选流程,得到铅硫混合精矿和选铅尾矿;

4) 所述铅硫混合精矿进行强磁选,磁选尾矿为铅硫精矿,磁选精矿为含铀矿物;

5) 所述铅硫精矿经过再次细磨后,以石灰和淀粉作为抑制剂,进行一次粗选+多次精选流程,得到铅精矿;

6) 所述选铅尾矿进行弱磁选,采用一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到铁精矿和选铁尾矿;

7) 所述选铁尾矿进行强磁选,采用一次粗选+多次精选,得到磁选铀精矿和选铀尾矿;

8) 选铀尾矿经过调浆后,以羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃中至少一种作为抑制剂,羟肟酸类化合物作为捕收剂,煤油作为辅助捕收剂,松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到浮选铀精矿和浮选尾矿。

2. 根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤1) 中,含铀低品位多金属矿石破碎至粒度在1~3mm范围内。

3. 根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤2) 中,螺旋溜槽重选粗精矿经过磨矿至粒度小于0.6mm;

步骤2) 中,将粒径大于0.043mm的矿石分为3~5个粒级;

分为5个粒级时,各粒级范围为:-0.6mm~+0.4mm、-0.4mm~+0.2mm、-0.2mm~+0.074mm、-0.074mm~+0.043mm、-0.043mm;

分为4个粒级时,各粒级范围为:-0.6mm~+0.3mm、-0.3mm~+0.15mm、-0.15mm~+0.043mm、-0.043mm;

分为3个粒级时,各粒级范围为:-0.6mm~+0.15mm、-0.15mm~+0.043mm、-0.043mm;

步骤2) 中,调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~35%,温度为20~50℃;

步骤2) 中,在粗选过程中,六偏磷酸钠的用量为100~300g/t,羟肟酸类化合物的用量为300~1500g/t,煤油的用量为20~1000g/t,丁基黄药的用量为10~200g/t,松醇油的用量为10~200g/t;

步骤2) 中,扫选过程中,羟肟酸类化合物的用量为200~800g/t。

4. 根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤3) 中,摇床重选精矿细磨至粒度满足-200目质量百分比含量占50~90%,调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~35%,温度10~45℃;

步骤3) 中,在粗选过程中,淀粉和/或水玻璃的用量为50~1000g/t,乙硫氮的用量为50~300g/t,松醇油的用量为50~300g/t。

步骤3)中,在精选过程中,淀粉和/或水玻璃抑制剂的用量为淀粉0~100g/t。

5.根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤4)中,强磁选过程中,磁场强度为1.0~1.5T,给矿的质量百分比浓度为10%~30%。

6.根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤5)中,铅硫精矿细磨至粒度满足-300目质量百分比含量占60~90%;

步骤5)中,粗选过程中,石灰的用量为1000~5000g/t,淀粉的用量为30~400g/t;

步骤5)中,精选过程中,石灰的用量为500~2000g/t,淀粉的用量为0~100g/t。

7.根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤6)中,粗选过程中,磁场强度为1500~25000e;

步骤6)中,扫选过程中,磁场强度为1500~30000e;

步骤6)中,精选过程中,磁场强度为1000~20000e。

8.根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤7)中,选铁尾矿调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~40%;

步骤7)中,粗选过程中,磁场强度为1.0~1.5T;

步骤7)中,精选过程中,磁场强度为0.8~1.2T。

9.根据权利要求1所述的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其特征在于:

步骤8)中,选铀尾矿调浆至矿浆的质量百分比浓度为15~35%,温度为15~45℃;

步骤8)中,粗选过程中,羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃中至少一种的用量为100~500g/t,羟肟酸类化合物的用量为200~1500g/t,煤油的用量为30~300g/t,松醇油的用量为10~100g/t;

步骤8)中,扫选过程中,羟肟酸类化合物的用量为100~500g/t。

一种含铀低品位多金属矿综合回收方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,具体涉及一种含铀低品位多金属矿绿色高效选矿综合回收方法,属于选矿技术领域。

背景技术

[0002] 陕西某低品位多金属铀矿床铀资源量巨大,达到大型铀矿床的标准,但铀品位仅有0.016%。 Nb_2O_5 资源量3.8万吨,品位0.021%。铅资源量88.9万吨,品位0.49%。该多金属矿床储量巨大,但是各有用组分品位较低,都在边界品位以下,直接水冶无经济效益。只有通过选矿预处理得到可经济利用的高品位精矿产品,同时回收伴生有用元素和组分,才可能具备工业开发利用价值。

[0003] 该矿床矿石具有组成复杂,有用矿物种类多、具有放射性等特点,根据前人的研究结果可以看出,虽然在铀多金属矿选矿综合回收方面取得了一定的进展,但仍然存在一系列问题:矿石在磨矿过程中易泥化,影响有用矿物的回收率;细泥中的塔贝石无法回收;选矿产品铅精矿和铁精矿放射性超标,不能直接销售;塔贝石精矿中铀、铌品位富集比不高,后续水冶矿石处理量大,生产成本高等问题。中国专利(CN109482336B)公开了一种低品位铌钛铀矿重选回收新工艺,但是该发明仅仅是通过重选将有用矿物进行了预先富集,有用矿物品位低,且没有进一步相互分离。中国专利(CN106925433B)公开了一种含铌钛铀矿的多金属矿选矿工艺,该工艺在重选时未采用分段破磨分段分选的方法,重选成本高,有用元素回收率低,且细粒尾矿未采用浮选法回收铀,造成铀回收率低,回收铀时采用单一的浮选办法,浮选试剂消耗量大,对环境影响大。中国专利(CN108787159B)公开了一种低品位含铀多金属矿的综合回收选矿方法,该方法重选时难以回收磨矿过程中泥化的铀,在回收伴生有价金属时未考虑放射性脱除,选矿产品放射性达不到相关标准,回收矿物时仅采用浮选法,并且需要调节矿浆pH为酸性,因此不仅浮选药剂用量大,而且也会腐蚀浮选设备和管道。

发明内容

[0004] 针对现有技术中对含铀低品位多金属矿选矿综合回收方面存在的问题,本发明的目的是在于提供一种含铀低品位多金属矿中 useful 矿物绿色、高效综合回收的方法,该方法通过重选、浮选、磁选等技术手段相结合,能够富集塔贝石以及放射性合格的铅精矿和铁精矿,不但降低了浮选药剂的用量,而且大幅度提高塔贝石精矿中铀铌的品位,且选矿工艺流程具有环境友好、资源回收率高、生产成本低等特点。

[0005] 为了实现上述技术目的,本发明提供了一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其包括以下步骤:

[0006] 1) 将含铀低品位多金属矿破碎后,通过螺旋溜槽进行重选,得到螺旋溜槽重选粗精矿和螺旋溜槽重选尾矿;

[0007] 2) 将螺旋溜槽重选粗精矿经过磨矿后,依据矿石粒径大小进行分级,粒径大于

0.043mm的矿石分为多个粒级,各粒级矿石分别进行摇床重选,合并各重选精矿,得到摇床重选精矿;粒径小于0.043mm矿石通过调浆后,以六偏磷酸钠为抑制剂、羟肟酸类化合物为捕收剂、煤油和丁基黄药作为辅助捕收剂以及松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到浮选塔贝石精矿和浮选尾矿;

[0008] 3) 将摇床重选精矿经过细磨和调浆后,以淀粉和/或水玻璃作为抑制剂、乙硫氮作为捕收剂及松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+多次精选流程,得到铅硫混合精矿和选铅尾矿;

[0009] 4) 所述铅硫混合精矿进行强磁选,磁选尾矿为铅硫精矿,磁选精矿为含铀矿物;

[0010] 5) 所述铅硫精矿经过再次细磨后,以石灰和淀粉作为抑制剂,进行一次粗选+多次精选流程,得到铅精矿和选铅尾矿;

[0011] 6) 所述选铅尾矿进行弱磁选,采用一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到铁精矿和选铁尾矿;

[0012] 7) 所述选铁尾矿进行强磁选,采用一次粗选+多次精选,得到磁选铀精矿和选铀尾矿;

[0013] 8) 选铀尾矿经过调浆后,以羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃中至少一种作为抑制剂,羟肟酸类化合物作为捕收剂,煤油作为辅助捕收剂,松醇油作为起泡剂,经过一次粗选+一次扫选+多次精选流程,得到浮选铀精矿和浮选尾矿。

[0014] 本发明涉及的低品位多金属铀矿主要由重晶石、方解石、长石、石英、黄铁矿、方铅矿、楣石、角闪石、黑云母、绿帘石、石榴子石、磁铁矿、锆石、磷灰石、沥青铀矿、塔贝石等矿物组成,主要有用矿物为塔贝石、方铅矿、磁铁矿等,铀品位为0.016%,铌品位为0.017%,铅品位为0.54%,铁品位为4.04%。

[0015] 本发明针对含铀低品位多金属矿的主要矿物物相结构及组成复杂,有用矿物种类多、具有放射性等特点,采用了重选、浮选、磁选等相结合的技术手段实现了有用矿物的综合回收。本发明首先采用螺旋溜槽流程来进行预抛尾,实现有用矿物的初步富集,并且将螺旋溜槽重选精矿经过细磨和分级重选,能够减少矿石泥化,有效提高了有用矿物的重选回收率,而对于不利于重选的粒径较小的粒级中的塔贝石直接通过浮选回收;重选精矿通过抑制铀矿物抑浮选、弱磁回收磁铁矿以及强磁脱铀等工艺,得到了放射性合格的铅精矿和铁精矿,通过磁选和浮选联合富集塔贝石,不仅降低了浮选药剂的用量,而且大幅度提高铀铌精矿中铀铌的品位,通过在浮选塔贝石过程中抑制碳酸盐矿物浮选,大幅度降低了浮选精矿中碳酸盐含量,可减少后续浸出时硫酸的用量。

[0016] 作为一个优选的方案,步骤1)中,含铀低品位多金属矿石破碎至粒度在1~3mm范围内。磨矿至适当粒度范围内,有利于螺旋溜槽重选预抛尾过程。

[0017] 作为一个优选的方案,步骤2)中,螺旋溜槽重选粗精矿经过磨矿至粒度小于0.6mm。

[0018] 作为一个优选的方案,步骤2)中,将粒径大于0.043mm的矿石分为3~5个粒级;

[0019] 分为5个粒级时,各粒级范围为:-0.6mm~+0.4mm、-0.4mm~+0.2mm、-0.2mm~+0.074mm、-0.074mm~+0.043mm、-0.043mm;

[0020] 分为4个粒级时,各粒级范围为:-0.6mm~+0.3mm、-0.3mm~+0.15mm、-0.15mm~+0.043mm、-0.043mm;

[0021] 分为3个粒级时,各粒级范围为:分别为-0.6mm~+0.15mm、-0.15mm~+0.043mm、-0.043mm;

[0022] 本发明将螺旋溜槽重选精矿经过细磨至适当粒度并进行分级重选,能够减少矿石泥化,有效提高了有用矿物的重选回收率。

[0023] 作为一个优选的方案,步骤2)中,调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~35%,温度为20~50℃。

[0024] 作为一个优选的方案,步骤2)中,在粗选过程中,六偏磷酸钠的用量为100~300g/t,羟肟酸类化合物的用量为300~1500g/t,煤油的用量为20~1000g/t,丁基黄药的用量为10~200g/t,松醇油的用量为10~200g/t。将不利于重选的细粒直接通过浮选回收其中的塔贝石,且通过控制优选的浮选药剂制度下,能够获得较高的回收率。

[0025] 作为一个优选的方案,步骤2)中,扫选过程中,羟肟酸类化合物的用量为200~800g/t。

[0026] 作为一个优选的方案,步骤3)中,摇床重选精矿细磨至粒度满足-200目质量百分比含量占50~90%,调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~35%,温度10~45℃。

[0027] 作为一个优选的方案,步骤3)中,在粗选过程中,淀粉和/或水玻璃的用量为50~1000g/t,乙硫氮的用量为50~300g/t,松醇油的用量为50~300g/t。淀粉和水玻璃主要是用于抑制铀矿物浮选。该过程主要回收以方铅矿为主的复合铅硫混合矿,在优选的浮选药剂制度下能够获得高回收率。

[0028] 作为一个优选的方案,步骤3)中,在精选过程中,淀粉和/或水玻璃抑制剂的用量为淀粉0~100g/t,尾矿依次返回上一级浮选。

[0029] 作为一个优选的方案,步骤4)中,强磁选过程中,磁场强度为1.0~1.5T,给矿质量百分比浓度为10%~30%。通过控制磁场强度,可以将含铀的磁性矿物优选选出。

[0030] 作为一个优选的方案,步骤5)中,铅硫精矿细磨至粒度满足-300目质量百分比含量占60~90%。

[0031] 作为一个优选的方案,步骤5)中,粗选过程中,石灰的用量为1000~5000g/t,淀粉的用量为30~400g/t;石灰是用于抑制黄铁矿浮选,而淀粉是用于抑制铀矿物浮选。

[0032] 作为一个优选的方案,步骤5)中,精选过程中,石灰的用量为500~2000g/t,淀粉的用量为0~100g/t,尾矿依次返回上一级浮选。

[0033] 作为一个优选的方案,步骤6)中,粗选过程中,磁场强度为1500~25000e。

[0034] 作为一个优选的方案,步骤6)中,扫选过程中,磁场强度为1500~30000e。

[0035] 作为一个优选的方案,步骤6)中,精选过程中,磁场强度为1000~20000e,尾矿依次返回上一级磁选。

[0036] 作为一个优选的方案,步骤7)中,选铁尾矿调浆至矿浆的质量百分比浓度为10~40%;

[0037] 作为一个优选的方案,步骤7)中,粗选过程中,磁场强度为1.0~1.5T;

[0038] 作为一个优选的方案,步骤7)中,精选过程中,磁场强度为0.8~1.2T,尾矿依次返回上一级磁选。

[0039] 作为一个优选的方案,步骤8)中,选铀尾矿调浆至矿浆质量百分比浓度为15~35%,温度为15~45℃。

[0040] 作为一个优选的方案,步骤8)中,粗选过程中,羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃中至少一种的用量为100~500g/t,羟肟酸类化合物的用量为200~1500g/t,煤油的用量为30~300g/t,松醇油的用量为10~100g/t。羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃等主要是抑制碳酸盐矿物浮选。

[0041] 作为一个优选的方案,步骤8)中,扫选过程中,羟肟酸类化合物用量为100~500g/t。

[0042] 本发明提供的一种含铀低品位多金属矿综合回收方法,其包括以下具体步骤:

[0043] (1) 矿石细碎螺旋流程预先抛尾:将矿石细碎至1~3mm,采用螺旋溜槽进行分选,得到螺旋溜槽重选粗精矿和重选尾矿。

[0044] (2) 螺旋溜槽重选粗精矿磨矿分级重选:将(1)中得到的螺旋溜槽重选粗精矿磨至细度小于0.2~0.6mm,将磨矿后的矿石分成三至五个粒级,例如分成4个粒级,可以按照以下粒度范围进行分级:-0.6~+0.3mm、-0.3~+0.15mm、-0.15~+0.043mm、-0.043mm。大于0.043mm粒级的矿石分别采用摇床分离富集有用矿物,各个粒级的重选精矿合并得到摇床重选精矿;小于0.043mm细的粒级矿石由于重选效果差,采用浮选法回收塔贝石。

[0045] (3) 细粒级矿石直接浮选塔贝石:将步骤(2)中螺旋溜槽重选粗精矿磨矿后分级得到的-0.043mm粒级矿石直接浮选回收塔贝石。

[0046] 1) 将矿浆浓度调至10~35%,温度调至20~50℃,添加抑制剂六偏磷酸钠100~300g/t,羟肟酸类捕收剂300~1500g/t,辅助捕收剂煤油20~1000g/t,丁基黄药10~200g/t,起泡剂松醇油10~200g/t,充分搅拌3~15min后进行粗选,得到粗选精矿和粗选尾矿。

[0047] 2) 将1)中得到的粗选尾矿中添加200~800g/t羟肟酸类捕收剂,充分搅拌3~15min后进行扫选,得到扫选精矿和扫选尾矿。

[0048] 3) 将1)中的粗选精矿和2)中的扫选精矿合并后进行精选,精选尾矿返回上一级浮选,多次精选,直至达到理想的浮选指标。

[0049] (4) 从摇床重选精矿中回收合格铅精矿:

[0050] 1) 将摇床重选精矿磨至细度为-200目占50~90%,将制备好的矿浆放入浮选机,矿浆浓度为10~35%,矿浆温度10~45℃。添加淀粉和水玻璃中一种或者两者组合作为铀矿物的抑制剂,用量为50~1000g/t,添加乙硫氮做方铅矿捕收剂,用量为50~300g/t,添加起泡剂松醇油10~100g/t,充分搅拌均匀,搅拌时间为1~10min。在药剂与矿物充分作用后,充气对方铅矿进行粗选,得到的泡沫产品为铅硫粗精矿,槽内产品为选铅尾矿。

[0051] 2) 上述步骤1)所得铅硫粗精矿进行多次精选,在精选时加入抑制剂淀粉0~100g/t,浮选尾矿依次返回上一级浮选,进行多次精选,直至达到理想的浮选指标。

[0052] 3) 对步骤2)得到的铅硫混合精矿进行强磁选,磁场强度为1.0~1.5T,给矿浓度为10%~30%,强磁尾矿为铅硫混合精矿1,强磁精矿为含铀矿物。

[0053] 4) 对步骤3)得到的铅硫混合精矿1进行再磨,细度磨至细度为-300目占60~90%;添加石灰作为黄铁矿的抑制剂,用量为1000~5000g/t,加入铀矿物抑制剂淀粉30~400g/t,充分搅拌均匀,搅拌时间为1~15min,在药剂与矿物充分作用后,充气对方铅矿进行浮选,得到的泡沫产品为铅精矿,槽内产品为浮选尾矿。

[0054] 5) 步骤4)中得到的泡沫精矿进行精选,在精选时加入石灰500~2000g/t,淀粉0~100g/t,浮选尾矿依次返回上一级浮选,进行多次精选,直至达到理想的浮选指标。

[0055] (5) 从选铅尾矿中回收磁铁矿：

[0056] 1) 将上述步骤(4)中得到的选铅尾矿，在磁场强度1500~25000e条件下粗选一次，得到粗选精矿和粗选尾矿；粗选尾矿在磁场强度1500~30000e条件下扫选一次，得到扫选精矿和选铁尾矿。

[0057] 2) 将上述1)中得到的粗选精矿和扫选精矿合并后进行精选，精选时磁场强度为1000~20000e，精选尾矿返回上一级磁选，进行多次精选，直至达到理想的磁选指标。

[0058] (6) 从选铁尾矿中回收铀矿物：

[0059] 1) 首先将选铁尾矿的矿浆浓度调至10~40%，在1.0~1.5T磁场条件下粗选铀矿物，得到强磁含铀粗精矿和磁选粗尾矿；将磁选粗精矿在0.8~1.2T磁场条件下精选，精选尾矿返回上一级磁选，进行多次精选，直至达到理想的磁选指标。

[0060] 2) 将1)中得到的磁选粗尾矿矿浆浓度调至15~35%，矿浆温度15~45℃，添加碳酸盐矿物抑制剂羧甲基纤维素、腐殖酸钠、水玻璃中的一种或者几种，用量为100~500g/t，羟肟酸类捕收剂200~1500g/t，辅助捕收剂煤油30~300g/t，起泡剂松醇油10~100g/t，充分搅拌3~15min后进行粗选，得到粗选精矿和粗选尾矿。

[0061] 3) 将2)中得到的粗选尾矿中添加100~500g/t羟肟酸类捕收剂，充分搅拌3~15min后进行扫选，得到扫选精矿和扫选尾矿。

[0062] 4) 将2)中的粗选精矿和3)中的扫选精矿合并后进行精选，精选尾矿返回上一级浮选，多次精选，直至达到理想的浮选指标。

[0063] 相对现有技术，本发明技术方案带来的有益技术效果：

[0064] 本发明技术方案采用螺旋溜槽重选预抛尾结合分级摇床重选，能够减少了矿石泥化，有效提高有用矿物的重选回收率。

[0065] 本发明技术方案采用重选结合浮选工艺可以提高塔贝石的回收率，对粒径较大的矿石分级重选，并进一步通过磁选和浮选联合富集塔贝石，以及对重选时损失在较小粒级矿石直接浮选，有效回收了塔贝石，不仅降低了浮选药剂的用量，而且大幅度提高铀铈精矿中铀铈的品位。

[0066] 本发明技术方案通过采用抑制铀矿物浮选和强磁脱铀等工艺，得到了放射性合格的铅精矿和铁精矿。

[0067] 本发明技术方案在浮选塔贝石过程中通过抑制碳酸盐矿物浮选，大幅度降低了浮选精矿中碳酸盐含量，可减少后续浸出时硫酸的用量。

[0068] 综上所述，本发明技术方案能够实现矿物物相结构及组成复杂，有用矿物种类多、具有放射性等特点的含铀低品位多金属矿中有用矿物的综合回收，工艺流程具有环境友好、资源回收率高、生产成本低等优点。

附图说明

[0069] 图1为本发明的含铀低品位多金属矿选矿工艺流程图。

具体实施方式

[0070] 以下具体实施例旨在进一步说明本法面膜内容，而不是限制权利要求的保护范围。

[0071] 实施例1

[0072] 陕西某低品位多金属铀矿主要由重晶石、方解石、长石、石英、黄铁矿、方铅矿、榍石、角闪石、黑云母、绿帘石、石榴子石、磁铁矿、锆石、磷灰石、沥青铀矿、塔贝石等矿物组成,主要有用矿物为塔贝石、方铅矿、磁铁矿等,铀品位为0.016%,铌品位为0.017%,铅品位为0.54%,铁品位为4.04%。

[0073] (1) 首先将矿石细碎至-5mm,采用螺旋溜槽进行分选,得到螺旋溜槽重选粗精矿和重选尾矿1。

[0074] (2) 将(1)中得到的螺旋溜槽重选粗精矿磨至细度小于0.6mm,将磨矿后的矿石分成五个粒级,分别为-0.6~+0.4mm、-0.4~+0.2mm、-0.2~+0.074mm、-0.074~+0.043mm、-0.043mm。将前四个粒级分别用摇床重选,得到的四个重选精矿合并得到摇床精矿,四个重选尾矿合并为重选尾矿2。

[0075] (3) 将(2)中分级得的-0.043mm粒级矿石的矿浆浓度调至35%,温度调至40℃,添加抑制剂六偏磷酸钠300g/t,捕收剂水杨羟肟酸1500g/t,辅助捕收剂煤油800g/t,丁基黄药200g/t,起泡剂松醇油100g/t,进行粗选,粗选尾矿添加捕收剂水杨羟肟酸800g/t进行扫选,粗选精矿和扫选精矿合并后精选三次,得到铀铌精矿1和浮选尾矿1。

[0076] (4) 将(2)中得到的摇床重选精矿磨至细度-0.074mm占85%,矿浆浓度调至35%,温度调至40℃,添加抑制剂水玻璃600g/t,淀粉200g/t,捕收剂乙硫氮300g/t,起泡剂松醇油100g/t,搅拌10min,在药剂与矿物充分作用后,充气对方铅矿进行粗选,对得到的粗选铅硫混合精矿精选三次,得到铅硫混合精矿,在磁场强度1.5T条件下分选铅硫混合精矿,降低铅硫混合精矿中铀的含量,得到铅硫混合精矿1,将铅硫混合精矿1磨至细度-0.048mm占85%,添加石灰4000g/t,淀粉300g/t,搅拌15min后浮选方铅矿,得到方铅矿粗精矿,对得到的方铅矿粗精矿精选三次,每次添加石灰1000g/t,淀粉100g/t,得到最终铅精矿。

[0077] (5) 将上述步骤(4)中得到的选铅尾矿,在磁场强度25000e条件下粗选一次,得到粗选铁精矿和粗选铁尾矿;粗选铁尾矿在磁场强度30000e条件下扫选一次,得到扫选铁精矿和选铁尾矿。将粗选铁精矿和扫选铁精矿合并后在磁场强度20000e条件下精选两次,得到铁精矿。

[0078] (6) 将粗选铁尾矿的矿浆浓度调至30%,在1.5T磁场条件下粗选铀矿物,得到强磁含铀粗精矿和磁选粗尾矿;将磁选粗精矿在1.2T磁场条件下精选两次,得到铀铌精矿2。

[0079] (7) 将(6)中得到的磁选粗尾矿矿浆浓度调至35%,矿浆温度40℃,添加碳酸盐矿物抑制剂羧甲基纤维素300g/t,水玻璃200g/t,水杨羟肟酸类1200g/t,辅助捕收剂煤油300g/t,起泡剂松醇油100g/t,充分搅拌15min后进行粗选,得到粗选精矿和粗选尾矿,在粗选尾矿中添加400g/t水杨羟肟酸,充分搅拌15min后进行扫选,得到扫选精矿和扫选尾矿。将粗选精矿和扫选精矿合并后进行精选2次,得到铀铌精矿3和浮选尾矿2。

[0080] 将铀铌精矿1,铀铌精矿2和铀铌精矿3合并成铀铌总精矿,将浮选尾矿1,浮选尾矿2,重选尾矿1和重选尾矿2合并成总尾矿。试验结果见表1,铅精矿和铁精矿放射性检测结果见表2。

[0081] 表1实施例1试验结果

选矿产品	产率/%	铅/%		铁/%		铀/%		铌/%	
		品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率
[0082] 铅精矿	0.35	65.36	40.58	2.00	0.21	0.005	0.07	0.005	0.07
铁精矿	2.97	0.094	0.52	62.10	51.83	0.003	0.56	0.003	0.61
铀铌总精矿	2.42	0.925	4.05	17.25	10.23	0.487	74.85	0.496	75.12
总尾矿	94.26	0.307	54.85	1.879	37.73	0.004	24.52	0.005	24.20
原矿	100	0.54	100.00	4.04	100.00	0.016	100.00	0.017	100.00

[0083] 表2实施例1铅精矿与铁精矿放射性检测结果

[0084] 检测项目	238U (Bq/Kg)	226Ra (Bq/Kg)	232Th (Bq/Kg)	40K (Bq/Kg)
铅精矿	267	421	147	1997
铁精矿	259	432	136	1701
国家标准	1000	1000	1000	10000
放射性结果	合格	合格	合格	合格

[0085] 实施例2

[0086] 陕西某低品位多金属铀矿主要由重晶石、方解石、长石、石英、黄铁矿、方铅矿、榍石、角闪石、黑云母、绿帘石、石榴子石、磁铁矿、锆石、磷灰石、沥青铀矿、塔贝石等矿物组成,主要有用矿物为塔贝石、方铅矿、磁铁矿等,铀品位为0.016%,铌品位为0.017%,铅品位为0.54%,铁品位为4.04%。

[0087] (1) 首先将矿石细碎至-3.5mm,采用螺旋溜槽进行分选,得到螺旋溜槽重选粗精矿和重选尾矿1。

[0088] (2) 将(1)中得到的螺旋溜槽重选粗精矿磨至细度小于0.4mm,将磨矿后的矿石分成四个粒级,分别为-0.4~+0.2mm、-0.2~+0.074mm、-0.074~+0.043mm、-0.043mm。将前三个粒级分别用摇床重选,得到的三个重选精矿合并得到摇床精矿,三个重选尾矿合并为重选尾矿2。

[0089] (3) 将(2)中分级得的-0.043mm粒级矿石的矿浆浓度调至30%,温度调至35℃,添加抑制剂六偏磷酸钠250g/t,捕收剂水杨羟肟酸500g/t,苯甲强肟酸500g/t,辅助捕收剂煤油600g/t,丁基黄药150g/t,起泡剂松醇油75g/t,进行粗选,粗选尾矿添加捕收剂苯甲羟肟酸400g/t进行扫选,粗选精矿和扫选精矿合并后精选三次,得到铀铌精矿1和浮选尾矿1。

[0090] (4) 将(2)中得到的摇床重选精矿磨至细度-0.074mm占75%,矿浆浓度调至30%,温度调至25℃,添加抑制剂水玻璃400g/t,淀粉150g/t,捕收剂乙硫氮250g/t,起泡剂松醇油60g/t,搅拌10min,在药剂与矿物充分作用后,充气对方铅矿进行粗选,对得到的粗选铅硫混合精矿精选三次,得到铅硫混合精矿,在磁场强度1.5T条件下分选铅硫混合精矿,降低铅硫混合精矿中铀的含量,得到铅硫混合精矿1,将铅硫混合精矿1磨至细度-0.048mm占80%,添加石灰3500g/t,淀粉200g/t,搅拌15min后浮选方铅矿,得到方铅矿粗精矿,对得到的方铅矿粗精矿精选两次,每次添加石灰800g/t,淀粉80g/t,得到最终铅精矿。

[0091] (5) 将上述步骤(4)中得到的选铅尾矿,在磁场强度25000e条件下粗选一次,得到

粗选铁精矿和粗选铁尾矿；粗选铁尾矿在磁场强度25000e条件下扫选一次，得到扫选铁精矿和选铁尾矿。将粗选铁精矿和扫选铁精矿合并后在磁场强度20000e条件下精选两次，得到铁精矿。

[0092] (6) 将粗选铁尾矿的矿浆浓度调至20%，在1.2T磁场条件下粗选铀矿物，得到强磁含铀粗精矿和磁选粗尾矿；将磁选粗精矿在1.0T磁场条件下精选两次，得到铀铈精矿2。

[0093] (7) 将(6)中得到的磁选粗尾矿矿浆浓度调至30%，矿浆温度35℃，添加碳酸盐矿物抑制剂羧甲基纤维素250g/t，水玻璃200g/t，苯甲羟肟酸类800g/t，辅助捕收剂煤油200g/t，起泡剂松醇油80g/t，充分搅拌10min后进行粗选，得到粗选精矿和粗选尾矿，在粗选尾矿中添加300g/t苯甲羟肟酸，充分搅拌10min后进行扫选，得到扫选精矿和扫选尾矿。将粗选精矿和扫选精矿合并后精选3次，得到铀铈精矿3。得到铀铈精矿3和浮选尾矿2。

[0094] 将铀铈精矿1，铀铈精矿2和铀铈精矿3合并成铀铈总精矿，将浮选尾矿1，浮选尾矿2，重选尾矿1，重选尾矿2合并成总尾矿。试验结果见表3，铅精矿和铁精矿放射性检测结果见表4。

[0095] 表3实施例2试验结果

选矿产品	产率/%	铅/%		铁/%		铀/%		铈/%	
		品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率
铅精矿	0.32	67.23	41.58	1.98	0.11	0.004	0.07	0.005	0.07
[0096] 铁精矿	3.23	0.089	0.49	63.40	55.83	0.003	0.58	0.003	0.58
铀铈总精矿	2.46	0.875	3.76	15.13	8.97	0.513	76.43	0.521	77.21
总尾矿	93.99	0.323	54.17	1.72	35.09	0.003	22.92	0.005	22.14
原矿	100.00	0.54	100.00	4.04	100.00	0.016	100.00	0.017	100.00

[0097] 表4实施例2铅精矿与铁精矿放射性检测结果

检测项目	238U(Bq/Kg)	226Ra(Bq/Kg)	232Th(Bq/Kg)	40K(Bq/Kg)
[0098] 铅精矿	242	400	139	1978
铁精矿	255	411	122	1609

[0099] 国家标准	1000	1000	1000	10000
放射性结果	合格	合格	合格	合格

[0100] 实施例3

[0101] 陕西某低品位多金属铀矿主要由重晶石、方解石、长石、石英、黄铁矿、方铅矿、榍石、角闪石、黑云母、绿帘石、石榴子石、磁铁矿、锆石、磷灰石、沥青铀矿、塔贝石等矿物组成，主要有用矿物为塔贝石、方铅矿、磁铁矿等，铀品位为0.016%，铈品位为0.017%，铅品位为0.54%，铁品位为4.04%。

[0102] (1) 首先将矿石细碎至-3mm，采用螺旋溜槽进行分选，得到螺旋溜槽重选粗精矿和重选尾矿1。

[0103] (2) 将(1)中得到的螺旋溜槽重选粗精矿磨至细度小于0.3mm,将磨矿后的矿石分成三个粒级,分别为-0.3~+0.15mm、-0.15~+0.074mm、-0.074~+0.043mm、-0.043mm。将前两个粒级分别用摇床重选,得到的两个重选精矿合并得到摇床精矿,两个重选尾矿合并为重选尾矿2。

[0104] (3) 将(2)中分级得的-0.043mm粒级矿石的矿浆浓度调至25%,温度调至30℃,添加抑制剂六偏磷酸钠200g/t,捕收剂水杨羟肟酸400g/t,苯甲强肟酸600g/t,辅助捕收剂煤油500g/t,丁基黄药100g/t,起泡剂松醇油50g/t,进行粗选,粗选尾矿添加捕收剂水杨羟肟酸500g/t进行扫选,粗选精矿和扫选精矿合并后精选三次,得到铀铋精矿1和浮选尾矿1。

[0105] (4) 将(2)中得到的摇床重选精矿磨至细度-0.074mm占70%,矿浆浓度调至25%,温度调至20℃,添加抑制剂水玻璃300g/t,淀粉100g/t,捕收剂乙硫氮200g/t,起泡剂松醇油50g/t,搅拌5min,在药剂与矿物充分作用后,充气对方铅矿进行粗选,对得到的粗选铅硫混合精矿精选三次,得到铅硫混合精矿,在磁场强度1.2T条件下分选铅硫混合精矿,降低铅硫混合精矿中铀的含量,得到铅硫混合精矿1,将铅硫混合精矿1磨至细度-0.048mm占75%,添加石灰3000g/t,淀粉150g/t,搅拌10min后浮选方铅矿,得到方铅矿粗精矿,对得到的方铅矿粗精矿精选三次,每次添加石灰1000g/t,淀粉50g/t,得到最终铅精矿。

[0106] (5) 将上述步骤(4)中得到的选铅尾矿,在磁场强度20000e条件下粗选一次,得到粗选铁精矿和粗选铁尾矿;粗选铁尾矿在磁场强度25000e条件下扫选一次,得到扫选铁精矿和选铁尾矿。将粗选铁精矿和扫选铁精矿合并后在磁场强度15000e条件下精选两次,得到铁精矿。

[0107] (6) 将粗选铁尾矿的矿浆浓度调至15%,在1.0T磁场条件下粗选铀矿物,得到强磁含铀粗精矿和磁选粗尾矿;将磁选粗精矿在0.8T磁场条件下精选两次,得到铀铋精矿2。

[0108] (7) 将(6)中得到的磁选粗尾矿矿浆浓度调至25%,矿浆温度30℃,添加碳酸盐矿物抑制剂羧甲基纤维素200g/t,水玻璃250g/t,苯甲羟肟酸类700g/t,辅助捕收剂煤油300g/t,起泡剂松醇油50g/t,充分搅拌5min后进行粗选,得到粗选精矿和粗选尾矿,在粗选尾矿中添加400g/t苯甲羟肟酸,充分搅拌5min后进行扫选,得到扫选精矿和扫选尾矿。将粗选精矿和扫选精矿合并后精选3次,得到铀铋精矿3。得到铀铋精矿3和浮选尾矿2。

[0109] 将铀铋精矿1,铀铋精矿2和铀铋精矿3合并成铀铋总精矿,将浮选尾矿1,浮选尾矿2,重选尾矿1,重选尾矿2合并成总尾矿。试验结果见表5,铅精矿和铁精矿放射性检测结果见表6。

[0110] 表5实施例3试验结果

选矿产品	产率/%	铅/%		铁/%		铀/%		铈/%	
		品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率	品位	回收率
铅精矿	0.29	70.27	39.73	1.83	0.10	0.004	0.06	0.005	0.07
铁精矿	3.07	0.085	0.44	61.35	52.67	0.003	0.56	0.003	0.57
铀铈总精矿	2.19	0.814	3.56	14.86	8.43	0.527	73.21	0.542	72.89
总尾矿	94.45	0.337	56.27	1.933	38.80	0.005	26.17	0.005	26.47
原矿	100	0.54	100	4.04	100	0.016	100	0.017	100

[0112] 表6实施例3铅精矿与铁精矿放射性检测结果

检测项目	238U (Bq/Kg)	226Ra (Bq/Kg)	232Th (Bq/Kg)	40K (Bq/Kg)
铅精矿	231	985	131	1942
铁精矿	245	407	119	1587
国家标准	1000	1000	1000	10000
放射性结果	合格	合格	合格	合格

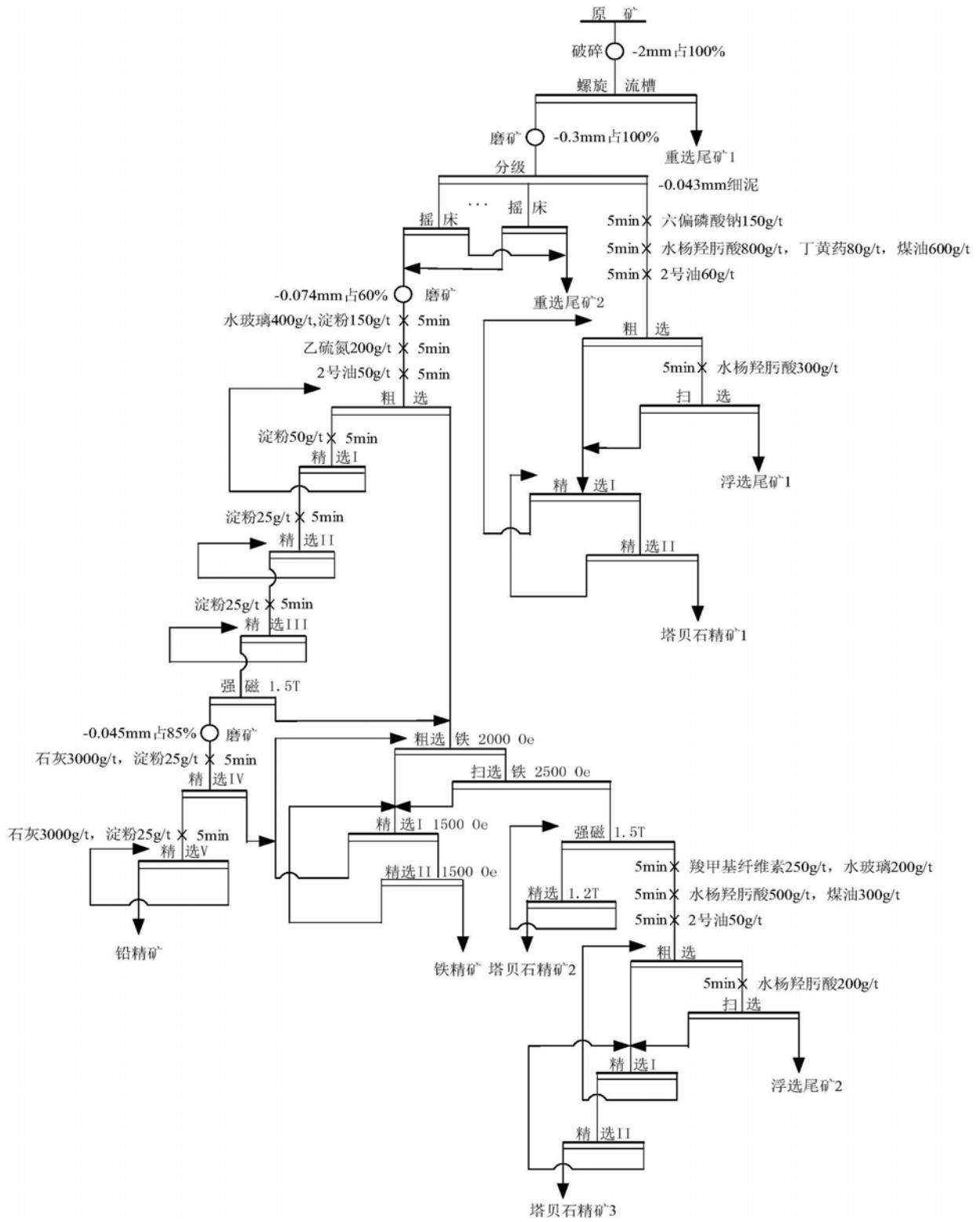


图1