



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102921539 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 13

(21) 申请号 201210439971. 7

B03C 1/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 11. 07

(71) 申请人 牛庆君

地址 836100 新疆维吾尔自治区阿勒泰地区
富蕴县喀拉通克铜镍矿迎宾路 17 号
新疆新镍再生资源利用开发有限公司
(836100)

(72) 发明人 牛庆君

(74) 专利代理机构 宁夏专利服务中心 64100

代理人 赵明辉

(51) Int. Cl.

B03B 7/00 (2006. 01)

B03B 5/30 (2006. 01)

B02C 17/10 (2006. 01)

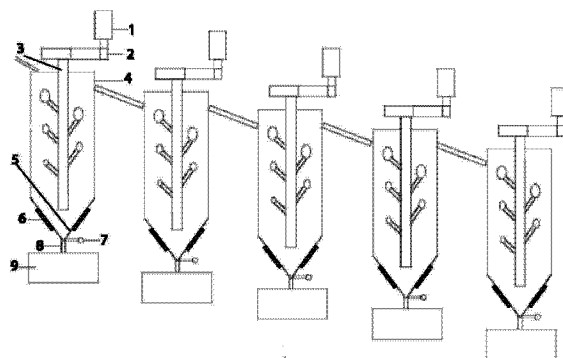
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法。其特点是,包括如下步骤:(1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$; (2) 将得到的尾矿颗粒用球磨机加水进行湿式研磨,直至矿浆颗粒中的至少 95% 大于等于 500 目;加水将得到的矿浆浓度调为 20%~60%,然后用重选机以水重选法将含钴部分选出即可。本发明方法是将蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿视为一种含镍、铬、钴、铁、金、镁、钙、硅等的多金属和非金属的伴生矿,尤其是把蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿看成一种独特的新型钴矿资源。利用创新的选矿工艺、烧结工艺、冶炼工艺对蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿进行综合利用,主要回收钴元素。



1. 一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;

(2) 将得到的尾矿颗粒用球磨机加水进行湿式研磨,直至矿浆颗粒中的至少 95% 大于等于 500 目;加水将得到的矿浆浓度调为 20%~60%,然后用重选机以水重选法将含钴部分选出即可。

2. 如权利要求 1 所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:步骤 (2) 中用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,水与尾矿粉粒的重量比为 65%:35%,研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$;之后进行第二次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 60%:40%,研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$;之后进行第三次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 80%:20%,研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

3. 如权利要求 1 所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:将步骤 (2) 得到的含钴部分作为原料按照镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

4. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:步骤 (2) 中的重选机采用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机,其是由至少 2 组依次通过管路连通的重选分离单元组成,并且所有重选分离单元的离地高度依次增高或依次降低;其中重选分离单元包括搅拌桶 (4),在该搅拌桶 (4) 内安装有螺旋搅拌桨 (3),该螺旋搅拌桨 (3) 与驱动机构传动连接从而驱动螺旋搅拌桨 (3) 旋转,而在搅拌桶 (4) 底部设有排料管口 (8),在该排料管口 (8) 上安装有阀门 (7)。

5. 如权利要求 4 所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:其中任意两组相邻重选分离单元之间的高度差均相等;其中在每组重选分离单元下方均设有盛料池 (9);其中驱动机构由电机 (1) 和与其配套连接的减速器 (2) 组成,该减速器 (2) 的输出轴与螺旋搅拌桨 (3) 的旋转轴传动连接;其中搅拌桶 (4) 采用钢材质;其中在搅拌桶 (4) 上方安装有支架,而螺旋搅拌桨 (3) 的一端通过轴承安装在该支架上,其另一端伸入搅拌桶 (4) 内;其中搅拌桶 (4) 的底部为尖端向下的圆锥体状,该圆锥体状部分 (5) 的高度占搅拌桶 (4) 高度的 20%-60%;其中在搅拌桶 (4) 底部圆锥体状部分 (5) 的内侧或外侧沿圆周方向安装有至少 2 组电磁铁 (6),并且该电磁铁 (6) 的磁场强度为 1200~8000 奥斯特;其中电磁铁 (6) 为 2-12 组,并且电磁铁 (6) 沿圆锥体状部分 (5) 的圆周方向均匀分布。

6. 一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;

(2) 将得到的尾矿颗粒用输送带输送到强磁磁选机上方的料仓中匀速倒入,使尾矿颗粒从料仓里均匀地撒放到强磁磁选机上旋转的磁滚表面进行强磁磁选,得到磁性颗粒;

(3) 将得到的磁性颗粒用球磨机加水进行湿式研磨后,再次进行强磁磁选分别得到磁性颗粒矿物部分和非磁性颗粒矿物部分,其中磁性颗粒矿物部分中有含钴矿物部分;

(4) 将得到的非磁性颗粒部分用重选机以水重选法将含钴矿物部分与其它部分分离开来即可。

7. 如权利要求 6 所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:步骤(3)中用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,水与尾矿粉粒的重量比为 65% : 35%,研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$;之后进行第二次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 60% : 40%,研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$;之后进行第三次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 80% : 20%,研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

8. 如权利要求 6 所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:将步骤(3)得到的磁性颗粒矿物部分和步骤(4)得到的含钴矿物部分共同作为原料按照镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

9. 如权利要求 6 至 8 中任意一项所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:步骤(4)中的重选机是由至少 2 组依次通过管路连通的重选分离单元组成,并且所有重选分离单元的离地高度依次增高或依次降低;其中重选分离单元包括搅拌桶(4),在该搅拌桶(4)内安装有螺旋搅拌桨(3),该螺旋搅拌桨(3)与驱动机构传动连接从而驱动螺旋搅拌桨(3)旋转,而在搅拌桶(4)底部设有排料管口(8),在该排料管口(8)上安装有阀门(7)。

10. 如权利要求 9 所述的一项所述的一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特征在于:其中任意两组相邻重选分离单元之间的高度差均相等;其中在每组重选分离单元下方均设有盛料池(9);其中驱动机构由电机(1)和与其配套连接的减速器(2)组成,该减速器(2)的输出轴与螺旋搅拌桨(3)的旋转轴传动连接;其中搅拌桶(4)采用钢材质;其中在搅拌桶(4)上方安装有支架,而螺旋搅拌桨(3)的一端通过轴承安装在该支架上,其另一端伸入搅拌桶(4)内;其中搅拌桶(4)的底部为尖端向下的圆锥体状,该圆锥体状部分(5)的高度占搅拌桶(4)高度的 20%~60%;其中在搅拌桶(4)底部圆锥体状部分(5)的内侧或外侧沿圆周方向安装有至少 2 组电磁铁(6),并且该电磁铁(6)的磁场强度为 1200~8000 奥斯特;其中电磁铁(6)为 2-12 组,并且电磁铁(6)沿圆锥体状部分(5)的圆周方向均匀分布。

从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法。

背景技术

[0002] 蛇纹石石棉岩属镁铝硅酸盐矿物,蛇纹石石棉又称温石棉,其理论化学成分 $\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, 含 MgO 43.00%、 SiO_2 44.10%、 H_2O 12.9%;纤维蛇纹岩属层状结构。蛇纹石石棉岩中除含石棉外,还含有镍 Ni、铬 Cr、钴 Co、铁 Fe、铜 Cu、金 Au、银 Ag、钙 Ca、镁 Mg、铝 Al、铅 pb、锌 Zn、钾 K、钠 Na、锰 Mn、钛 Ti、锡 Sn、铷 Rb、锶 Sr、钇 Y、锆 Zr、铪 Hf、铈 Ce、钡 Ba、镉 Cd、铀 U、镓 Ga、铌 Nb、钨 W、硅 Si、硫 S、磷 P 等。

[0003] 目前,蛇纹石石棉岩选石棉的工艺是:蛇纹石石棉岩经粉碎后粒度为 0.00 至 6.00mm 时吹选石棉,每选出 1 吨合格的 3~5 级石棉需用蛇纹石石棉岩石棉矿石 26~28 吨,即每产 1 吨成品石棉要产生 25~27 吨尾矿,尾矿的产生和存放占用了大量的土地,并对环境造成严重的污染和破坏。

[0004] 石棉尾矿一直没有得到有效的治理和综合利用,这不但造成了石棉尾矿中的镍、铬、钴、铁、金等资源的极大浪费,同时造成了矿区周边生态环境的严重破坏,阻碍了矿区周边社会和经济的正常发展。

[0005] 由于蛇纹石石棉岩型温石棉与其他金属和非金属矿物伴生于同一矿体中。所以,该蛇纹石石棉岩除含有石棉以外,还含有镍、铬、钴、铁、金、钙、镁、硅等多种金属和非金属元素。实际上是一种典型的多金属和多非金属伴生矿,尤其是一种特殊的稀有贵金属多金属伴生矿。经电子显微镜观察,该石棉岩为蛇纹岩,以蛇纹石为主,含量占 70%,其余部分含绿泥石、辉石、绢石,含量占 30%。

[0006] 其原矿分析结果的百分比为:镍 Ni 0.22、铬 Cr 0.22、钴 Co 0.015、铁 Fe 5.37、铜 Cu 0.0080、钙 Ca 0.56、镁 Mg 22.49、铝 Al 11.07、锌 Zn 0.008、铅 pb 0.030、钾 K 0.039、钠 Na 0.066、钛 Ti 0.035、锶 Sr 0.003、硅 Si 18.02、硫 S 0.015、磷 P 0.034、砷 As 0.16、氧 O 49.60。另外,金 Au 每吨 0.050 克~0.170 克。

[0007] 根据多次检测结果,该蛇纹石石棉岩原矿中的钴含量为 0.015%。目前,世界钴资源非常紧缺,中国钴资源更是稀有匮乏,而且中国现在是世界最大的钴资源消耗国之一。由于钴和镍是互为伴生矿物,目前,国内有色金属生产企业利用本国传统钴矿所生产的钴产品根本无法满足国民经济发展需求。近百分之八十钴矿资源和近百分之三十的钴产品依赖进口。近几年来钴价格居高不下,每吨含钴 99% 的电解钴价格为人民币 18.3 万元至 21 万元,最高时达到 60 多万元。当钴金属用于生产镍基不锈钢和镍基特殊钢时,以目前电解钴市场价格计算,每个含钴百分点折合人民币 1830 元 2100 元。石棉尾矿每吨中含钴 0.015% 时,目前市场价值为人民币 27.45 元至 31.5 元。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,能够

对蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿进行综合利用,从而回收利用其中的钴元素。

[0009] 一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特别之处在于,包括如下步骤:

[0010] (1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;

[0011] (2) 将得到的尾矿颗粒用球磨机加水进行湿式研磨,直至矿浆颗粒中的至少 95% 大于等于 500 目;加水将得到的矿浆浓度调为 20%~60%,然后用重选机以水重选法将含钴部分选出即可。

[0012] 步骤(2)中用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,水与尾矿粉粒的重量比为 65%:35%,研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$;之后进行第二次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 60%:40%,研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$;之后进行第三次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为 80%:20%,研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

[0013] 将步骤 02) 得到的含钴矿物部分作为原料按照镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

[0014] 步骤(2)中的重选机采用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机,其是由至少 2 组依次通过管路连通的重选分离单元组成,并且所有重选分离单元的离地高度依次增高或依次降低;其中重选分离单元包括搅拌桶,在该搅拌桶内安装有螺旋搅拌桨,该螺旋搅拌桨与驱动机构传动连接从而驱动螺旋搅拌桨旋转,而在搅拌桶底部设有排料管口,在该排料管口上安装有阀门。

[0015] 进一步的,其中任意两组相邻重选分离单元之间的高度差均相等;其中在每组重选分离单元下方均设有盛料池;其中驱动机构由电机和与其配套连接的减速器组成,该减速器的输出轴与螺旋搅拌桨的旋转轴传动连接;其中搅拌桶采用钢材质或非钢材质;其中在搅拌桶上方安装有支架,而螺旋搅拌桨的一端通过轴承安装在该支架上,其另一端伸入搅拌桶内;其中搅拌桶的底部为尖端向下的圆锥体状,该圆锥体状部分的高度占搅拌桶高度的 20%-60%;其中在搅拌桶底部圆锥体状部分的内侧或外侧沿圆周方向安装有至少 2 组电磁铁,并且该电磁铁的磁场强度为 1200~8000 奥斯特;其中电磁铁为 2-12 组,并且电磁铁沿圆锥体状部分的圆周方向均匀分布。

[0016] 一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,其特别之处在于,包括如下步骤:

[0017] (1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;

[0018] (2) 将得到的尾矿颗粒用输送带输送到强磁磁选机上方的料仓中匀速倒入,使尾矿颗粒从料仓里均匀地撒放到强磁磁选机上旋转的磁滚表面进行强磁磁选,得到磁性颗粒;

[0019] (3) 将得到的磁性颗粒用球磨机加水进行湿式研磨后,再次进行强磁磁选分别得到磁性颗粒矿物部分和非磁性颗粒矿物部分,其中磁性颗粒矿物部分有含钴部分;

[0020] (4) 将得到的非磁性颗粒矿物部分用重选机以水重选法将含钴部分与其它部分分离开来即可。

[0021] 步骤(3)中用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,

水与尾矿粉粒的重量比为 65% : 35%, 研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$; 之后进行第二次加细研磨, 水与尾矿粉粒的重量比为 60% : 40%, 研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$; 之后进行第三次加细研磨, 水与尾矿粉粒的重量比为 80% : 20%, 研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

[0022] 将步骤 (3) 得到的磁性颗粒矿物部分和步骤 (4) 得到的含钴矿物部分共同作为原料按照镍 - 铬基特殊钢炼钢工艺或者镍 - 铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼, 即可得到含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基不锈钢。

[0023] 步骤 (4) 中的重选机是由至少 2 组依次通过管路连通的重选分离单元组成, 并且所有重选分离单元的离地高度依次增高或依次降低; 其中重选分离单元包括搅拌桶, 在该搅拌桶内安装有螺旋搅拌桨, 该螺旋搅拌桨与驱动机构传动连接从而驱动螺旋搅拌桨旋转, 而在搅拌桶底部设有排料管口, 在该排料管口上安装有阀门。

[0024] 进一步的, 其中任意两组相邻重选分离单元之间的高度差均相等; 其中在每组重选分离单元下方均设有盛料池; 其中驱动机构由电机和与其配套连接的减速器组成, 该减速器的输出轴与螺旋搅拌桨的旋转轴传动连接; 其中搅拌桶采用钢材质; 其中在搅拌桶上方安装有支架, 而螺旋搅拌桨的一端通过轴承安装在该支架上, 其另一端伸入搅拌桶内; 其中搅拌桶的底部为尖端向下的圆锥体状, 该圆锥体状部分的高度占搅拌桶高度的 20% - 60%; 其中在搅拌桶底部圆锥体状部分的内侧或外侧沿圆周方向安装有至少 2 组电磁铁, 并且该电磁铁的磁场强度为 1200 ~ 8000 奥斯特; 其中电磁铁为 2-12 组, 并且电磁铁沿圆锥体状部分的圆周方向均匀分布。

[0025] 本发明方法是将蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿视为一种含镍、铬、钴、铁、金、镁、钙、硅等的多金属和非金属的伴生矿, 尤其是把蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿看成一种独特的新型钴矿资源。利用创新的选矿工艺、烧结工艺、冶炼工艺对蛇纹石石棉岩型的石棉尾矿进行综合利用, 主要回收钴元素, 并把钴元素及其伴生的镍、钴、铁元素冶炼成含镍铬钴的生铁, 并进一步将这种生铁转化成含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基不锈钢。

附图说明

[0026] 附图 1 为本发明采用的选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机示意图。

具体实施方式

[0027] 本发明所采用的重选机为选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机:

[0028] 如图 1 所示, 由 5 组依次通过管路连通的重选分离单元组成, 当然根据需要也可以设置较少或更多组重选分离单元, 并且所有重选分离单元的离地高度依次增高或依次降低; 其中重选分离单元包括钢材质或非钢材质的搅拌桶 4, 搅拌桶 4 的钢板或非钢材质的厚度分别为 10mm 和 ≥ 10 mm, 搅拌桶 4 的底部为尖端向下的圆锥体状, 该圆锥体状部分 5 的高度占搅拌桶 4 高度的 20% - 60%, 而底部之上的部分均为圆筒状。在该搅拌桶 4 内安装有螺旋搅拌桨 3, 该螺旋搅拌桨 3 与驱动机构传动连接从而驱动螺旋搅拌桨 3 旋转, 而在搅拌桶 4 底部设有排料管口 8, 在该排料管口 8 上安装有阀门 7。

[0029] 如图 1 所示,任意两组相邻重选分离单元之间的高度差均相等,并且在每组重选分离单元下方均设有盛料池 9,而驱动机构由电机 1 和与其配套连接的减速器 2 组成,该减速器 2 的输出轴与螺旋搅拌桨 3 的旋转轴传动连接,从而使螺旋搅拌桨 3 的转速可调。而在搅拌桶 4 上方安装有支架,而螺旋搅拌桨 3 的一端通过轴承安装在该支架上,其另一端伸入搅拌桶 4 内。驱动机构可以安装在该支架上,或者安装在该支架上方的其它支架上。

[0030] 另外在搅拌桶 4 底部圆锥体状部分 5 的外侧沿圆周方向安装有至少 2 组电磁铁 6,并且该电磁铁 6 的磁场强度 1200 ~ 8000 奥斯特,电磁铁 6 的数量具体为 2-12 组,并且电磁铁 6 沿圆锥体状部分 5 外侧的圆周方向均匀分布。

[0031] 该选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机的使用方法和工作原理是:

[0032] 重选分离使用时电磁铁 6 可以通电,电磁铁 6 的磁场强度通过圆锥体状部分 5 的钢板传导到钢板内壁,使之形成磁场,该磁场使矿浆中的磁性物质和弱磁性物质被吸附到钢板内壁上。当电磁铁 6 被切断电源时,磁场随之消失,原来被磁场吸附到钢板内壁上的磁性物质和弱磁性物质脱离磁场滑落到圆锥体状部分 5 的尖锥处。

[0033] 其中螺旋搅拌桨 3 的功能作用是:使搅拌桶内液体化的砂浆按规定的流向和流速运动。当螺旋搅拌桨 3 转动时,使矿浆螺旋搅动旋转,矿浆中的各种密度不同的颗粒在重力作用下,绝大部分逐渐分层沉淀,从圆锥体状部分 5 底部往上,颗粒密度依照由大到小的梯度依次形成沉淀层。电磁铁 6 通电时,利用电磁铁 6 的磁场强度通过圆锥体状部分 5 的钢板外壳从内部将磁性或弱磁性物质的混合物吸附到搅拌桶 4 内壁上,而其他非磁性物质在重力作用下共同作用,使矿浆中的各种密度不同颗粒中的绝大部分逐渐分层沉淀,最终从圆锥体状部分 5 的底部往上,颗粒密度依照由大到小的梯度依次形成沉淀层。

[0034] 每组重选分离单元中螺旋搅拌桨 3 的形状、转速都可以根据需要自行调整。

[0035] 如图 1 所示,矿浆在重力作用下通过管路依次向更低的下一个重选分离单元排送,很明显,使用时应当向离地面最高的重选分离单元中注入待重选分离的矿浆。

[0036] 当单个搅拌桶 4 内的圆锥体状部分 5 沉淀满磁性或弱磁性物质及其非磁性重金属化合物时,关闭电磁铁 6 的电源,使其断电失去磁性,打开搅拌桶 4 底部排料管口 8 处的阀门 7,排出选出的矿浆,使其进入下方的盛料池 9 即可完成重选分离。

[0037] 很明显,通过调整重选分离单元的数量、高度差、内部螺旋搅拌桨 3 形状及转速、电磁铁 6 的磁场强度、矿浆的浓度,可以根据需要选出矿浆中特定的成分。

[0038] 实施例 1:

[0039] 本发明采用的回收利用方法之一是:

[0040] 一种从蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收利用钴的方法,包括如下步骤:

[0041] (1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;

[0042] (2) 将得到的尾矿颗粒用球磨机加水进行湿式研磨,直至矿浆颗粒中的至少 95% 大于等于 500 目;加水将得到的矿浆浓度调为 20%~60% (即矿物重量占矿浆总重量的 20%,水的重量占矿浆总重量的 80%,其他以此类推),然后用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机以水重选法将含钴部分选出即可。

[0043] 由于钴的密度为 8.9 克每立方厘米,铁的密度为 7.8 克每立方厘米,即钴化合物分子团密度比铁化合物分子团的密度大一些,钴和铁均具有磁性。用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机以水重选法将含钴化合物分离出来,然后在搅拌桶下半部的圆锥体尖锥容器

内得到含钴化合物,及其他重金属的化合物。每个搅拌桶下半部圆锥体尖锥容器内的含钴化合物的数量依次逐渐减少,直到接近于零为止。

[0044] 步骤(2)中用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,水与尾矿粉粒的重量比为65%:35%,研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$;之后进行第二次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为60%:40%,研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$;之后进行第三次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为80%:20%,研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

[0045] 将步骤(2)得到的含钴矿物部分作为原料按照镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

[0046] 其中的球磨机为一般选矿用的电动球磨机及其配套设施,产量大小根据球磨机的大小来确定。

[0047] 采用上述工艺,蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中的镍、铬、钴、铁、金等重金属回收率为70%~90%。

[0048] 实施例2:

[0049] 本发明采用的回收利用方法之二是:

[0050] (1) 将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿破碎至粒度 $\leq 3\text{mm}$;将破碎后粒度 $\leq 3\text{mm}$ 的蛇纹石石棉岩型石棉尾矿粉粒用强磁磁选机进行选矿;具体是用矿用输送带将石棉尾矿粉粒输送到强磁磁选机上方的料仓中,控制其从料仓里均匀地撒放到强磁磁选机磁滚表面,并使其磁滚按照规定的转速均匀转动。

[0051] 由于蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中镍、铬、钴、铁、金等共同伴生,其中的铁有一部分为磁铁矿,此步骤是利用磁铁矿的磁性把磁铁与其他镍、铬、钴、铁、金等伴生矿吸附到强磁磁选机的磁滚上。

[0052] 当其中的磁滚吸附含磁铁的伴生矿的磁性粉粒料厚度达到一定程度时,用挡板将吸附住的磁性粉粒料刮下。刮下的磁性粉粒料落入下方磁性粉粒料的料仓之中,或用输送带传送到指定的磁性粉粒料堆放场地。

[0053] 强磁磁选机磁滚的表面平均强度为4200奥斯特至8000奥斯特或者8000奥斯特以上。挡板距强磁磁滚表面距离12mm,磁滚速度75rpm。

[0054] 蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中回收的含镍、铬、钴、铁、金等磁性粉粒料含镍0.44%;含铬0.59%;含钴0.032%;含铁26.43%;含金每吨0.1克以下。用上述工艺,镍的回收率是25%;铬的回收率是31.8%;钴的回收率是26.6%;铁的回收率是61.5%;金的回收率是12.5%。

[0055] (2) 将得到的含钴部分用球磨机加水进行湿式研磨后,再次进行强磁磁选分别得到磁性颗粒部分和非磁性颗粒部分,其中磁性颗粒部分即为含钴部分;

[0056] 用球磨机加水进行湿式研磨具体是指,第一次研磨的给矿粒度 $\leq 3\text{mm}$,水与尾矿粉粒的重量比为65%:35%,研磨至粒度 ≥ 200 目的尾矿粉粒 $\geq 70.00\%$;之后进行第二次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为60%:40%,研磨至粒度 ≥ 400 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$;之后进行第三次加细研磨,水与尾矿粉粒的重量比为80%:20%,研磨至粒度 ≥ 500 目的尾矿粉粒 $\geq 95.00\%$ 即可。

[0057] (3) 将得到的非磁性颗粒矿物部分用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机以水重选法将含钴矿物部分与其它矿物部分分离开来即可。

[0058] 由于钴的密度为 8.9 克每立方厘米,铁的密度为 7.8 克每立方厘米,即钴化合物分子团密度比铁化合物分子团的密度大一些,钴和铁均具有磁性。用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机以水重选法将含钴化合物分离出来,然后在搅拌桶下半部的圆锥体尖锥容器内得到含钴化合物,及其他重金属的化合物。每个搅拌桶下半部圆锥体尖锥容器内的含钴化合物的数量依次逐渐减少,直到接近于零为止。

[0059] 将步骤 (2) 得到的磁性颗粒部分和步骤 (3) 得到的含钴部分共同作为原料按照镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

[0060] 用上述工艺,镍的回收率是 13.0%;铬的回收率是 18.1%;钴的回收率是 14.1%;铁的回收率是 47.7%;金的回收率是 4.1%。

[0061] 对于矿浆中其它非磁性铁化合物及其镍、铬、钴、金等伴生物,以及弱磁性铁化合物及其镍、铬、钴、金等伴生物,采用选矿用液体矿浆螺旋搅拌重选分离机按水重选工艺进行水重选并选出。湿式磁选给矿粒度为 $\leq 3\text{mm}$,给矿浓度 35%。

[0062] 用上述工艺,湿式磁选给矿粒度为 $\leq 3\text{mm}$,给矿浓度 15%~20%。蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中镍、铬、钴、铁、金等回收率为 70%~90%时,镍的回收率为 8.33%~10.71%;铬的回收率为 10.71%~13.77%;钴的回收率为 8.75%~11.25%;铁的回收率为 9.59%~12.33%;金的回收率为 5.74%~7.38%。

[0063] 以下用 XN18 型镍铁高炉为例,用实施例 1、2 得到的含钴部分炼钢的方法如下:

[0064] (1) 实施例 2 得到的含磁铁化合物及其镍、铬、钴、金等伴生物,其中含铁 58.00%至 61.60%;含镍 0.44%至 0.69%;含铬 0.59%至 0.96%;含钴 0.032%至 0.051%;含金每吨 0.1 克以下;含硫、磷均不超标;含硅 6.40%至 6.17%;还含有少量的氧化镁、氧化钙等。

[0065] 实施例 1 得到非磁性铁化合物及其镍、铬、钴、金等伴生物,还得到弱磁性铁化合物及其镍、铬、钴、金等伴生物,以及其他密度与铁化合物相近或大于铁化合物的金属混合物。其中含铁 35%至 52%;含镍 0.567%至 0.63%;含铬 0.72%至 0.81%;含钴 0.0405%至 0.045%;含金每吨 0.050 克至 0.10 克。

[0066] 综上所述,无论湿式球磨选矿工艺,或者是湿式重选选矿工艺都必须将蛇纹石石棉岩型石棉尾矿中的石棉、镍、铬、钴、铁、金等一并同时分离选出,否则如将其中的单个选项单独进行选矿,会导致成本过高。

[0067] (2) 把经过实施例 1 和实施例 2 得到的含镍、铬、钴、铁、金等混合物用烧结球团工艺进行造粒后烧结成合格球团。

[0068] 用球团烧结机把得到的含镍、铬、钴、铁、金等混合物掺入 1%~10%的褐铁矿粉粘结剂搅拌均匀,然后用电动造球机进行造球,之后将球团用球团烧结机用煤或煤气或天然气在 600℃~1300℃下进行烘干烧结成合格的含镍、铬、钴、铁、金等球团,烘干烧结时间为 6h~24h。球团直径一般是在 10mm 至 30mm,混合物的湿度以自动粘结成球团为适宜。

[0069] (3) 把合格含镍、铬、钴、铁、金等混合物的烧结球团按冶炼要求定量配入直径为

2.00mm ~ 5.00mm 石灰石颗粒, 定量配入直径为 10.00mm ~ 50.00mm 的兰炭块 (或白煤块或焦炭块), 然后送入 XN18 型镍铁高炉进行冶炼, 并用鼓风机通过热风炉向 XN18 型镍铁高炉进行送风, 风温在 600℃ 至 1200℃ 之间。配入石灰石颗粒是为了冶炼时脱硅造渣。由于兰炭和白煤的价格比焦炭的价格低的多, 为了降低冶炼含镍铬钴生铁的生产成本, 用 XN18 型镍铁高炉冶炼含镍铬钴生铁时用兰炭或白煤代替焦炭。用鼓风机通过热风炉向 XN18 型镍铁高炉进行送风, 风温在 600℃ 至 1200℃ 之间, 是为了提高炉温, 有利于加快炉内氧化还原反应。风温越高, 越容易节约兰炭, 更有利于炉况的顺行。有利于降低生产成本。特制的热风炉用 XN18 型镍铁高炉产生的荒煤气燃烧加热或煤炭炉燃烧加热。该特制热风炉主要由不锈钢管和保温砖砌成, 热风在不锈钢管内穿行, 该不锈钢管在热风炉内曲折并多层来回绕行, 目的是为了最大限度的提高风温。

[0070] XN18 型镍铁高炉是为冶炼含镍、铬、钴的生铁而特制的, 其特征在于炉容 18 ~ 20 立方米, 冶炼时可用兰炭或白煤代替焦炭, 由于不用焦炭, 尽管总体能耗偏高, 但生产成本却相对较低。

[0071] XN18 型镍铁高炉炉底用特制的带有尖锥坑的耐火砖砌成, 尖锥的锥尖朝下, 这样有利于贵重金属在冶炼时优先沉入炉底, 待贵重金属攒满尖锥坑时便于取出。该 XN18 型镍铁高炉炉底用特制的转动装置制成, 便于收取贵重金属。

[0072] XN18 型镍铁高炉与普通的炼铁高炉相比, 其多了特制的转底部分并预留了两个贵重金属出口。便于收取沉降到炉底贵重金属。

[0073] 含镍、铬、钴、铁、金等烧结球团在 XN18 型镍铁高炉冶炼下生产成合格的含镍、铬、钴的生铁铁水。该含镍、铬、钴的生铁铁水中硫磷均不超标。另外, 含镍、铬、钴、铁、金等烧结球团中的金元素等氧化性较差的重金属元素, 冶炼时被首先还原出来, 并沉降到炉底的特制锥形耐火砖中。积攒到一定量时将其从炉底中特制的锥形耐火砖中的出口流出或取出并提纯之后得到纯金或其他重金属。

[0074] (4) 将 XN18 型镍铁高炉冶炼生产出的合格的含镍、铬、钴的生铁铁水用特制的保温铁水包盛装后按照传统的镍 - 铬基特殊钢炼钢工艺转倒入炼钢电炉中进行炼钢, 并按钢号标准配入定量的铁合金添加剂, 炼出合格的镍 - 铬基特殊钢钢水。之后将该钢水用特制的保温钢水包盛接, 再倒入精炼炉进行精炼, 直到炼出合格镍 - 铬基特殊钢钢水, 并浇铸成合格的镍 - 铬基特殊钢的钢锭为止。镍 - 铬基特殊钢钢锭的钢号以国家标准为准。

[0075] 或者将 XN18 型镍铁高炉冶炼生产出的合格的含镍、铬、钴的生铁铁水用特制的保温铁水包盛装后按照传统的镍 - 铬基不锈钢炼钢工艺转倒入炼钢电炉中进行炼钢, 并按钢号标准配入定量的铁合金添加剂, 炼出合格的镍 - 铬基不锈钢钢水。之后将该钢水用特制的保温钢水包盛接, 再倒入精炼炉进行精炼, 直到炼出合格镍 - 铬基不锈钢钢水, 并浇铸成合格的镍 - 铬基不锈钢的钢锭为止。镍 - 铬基不锈钢钢锭的钢号以国家标准为准。

[0076] 实施例 1 中采用湿式重选得到的镍、铬、钴、铁、金等重金属混合物, 当其作为生产镍 - 铬基特殊钢或镍 - 铬基不锈钢的原料时, 可以减少镍、铬、钴、铁的添加量。按照现有常规工艺中镍 - 铬基特殊钢炼钢工艺或者镍 - 铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼, 即可得到含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607% ~ 0.0867% 的镍 - 铬基不锈钢。

[0077] 实施例 2 中得到的磁性颗粒部分的混合物, 其中含铁 58.00% 至 61.60%; 含镍

0.44%至0.69% ;含铬 0.59%至 0.96% ;含钴 0.032%至 0.051% ;含金每吨 0.1 克以下 ;含硫、磷均不超标 ;含硅 6.40%至 6.17% ;还含有少量的氧化镁、氧化钙等。

[0078] 得到的非磁性颗粒部分中的含钴矿物部分的混合物,其中含镍 0.567%~0.630% ;含铬 0.729%~0.810% ;含钴 0.0405%~0.0450% ;含金是每吨 0.05 克~0.10 克。其余的主要为铁和其他重金属化合物。

[0079] 将磁性颗粒混合物和非磁性颗粒混合物作为含钴原料,由于磁性颗粒混合物和非磁性颗粒混合物中的镍、铬、钴、铁均为生产镍-铬基特殊钢或镍-铬基不锈钢的必需原料,因此可以相应减少镍、铬、钴、铁的原料使用。按照现有常规工艺中镍-铬基特殊钢炼钢工艺或者镍-铬基不锈钢炼钢工艺进行冶炼,即可得到含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基特殊钢或者含钴量为 0.0607%~0.0867%的镍-铬基不锈钢。

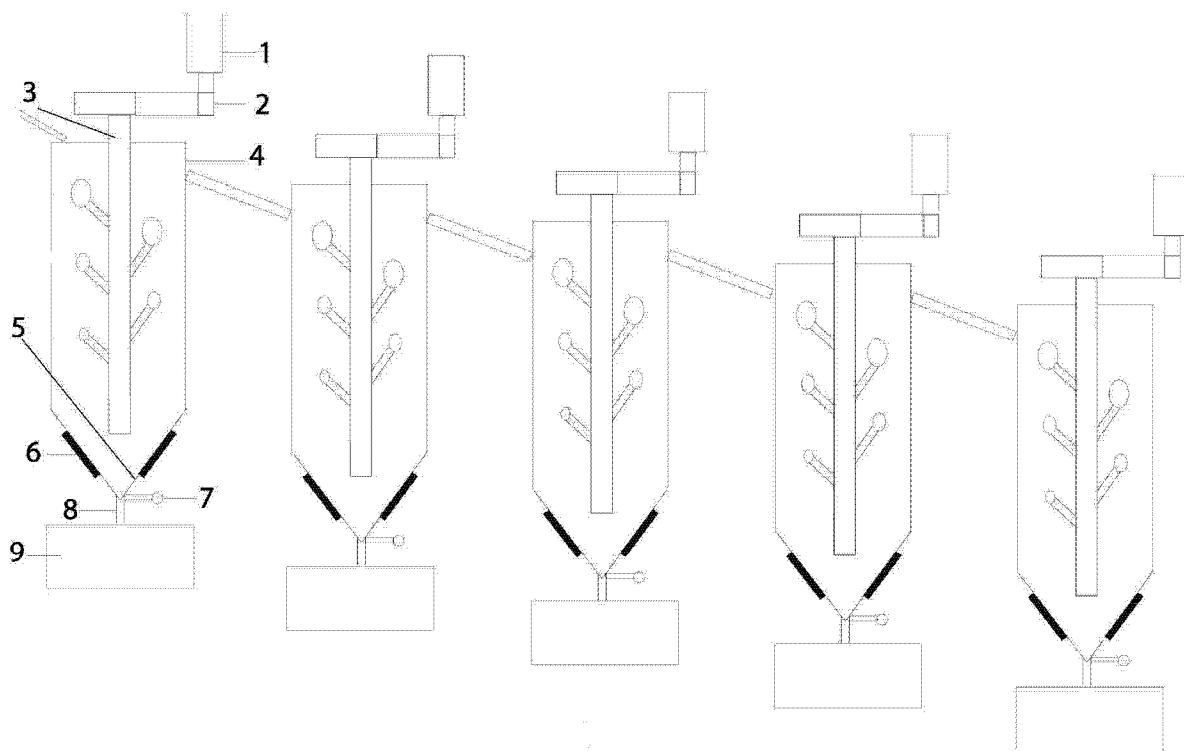


图 1