



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110373539 B

(45) 授权公告日 2021.02.19

(21) 申请号 201910800146.7

C22B 11/02 (2006.01)

(22) 申请日 2019.08.28

审查员 黄秀娇

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110373539 A

(43) 申请公布日 2019.10.25

(73) 专利权人 中南大学
地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72) 发明人 刘伟锋 张杜超 陈霖 杨天足
贾锐 刘好男

(74) 专利代理机构 广州市红荔专利代理有限公司 44214
代理人 胡昌国

(51) Int. Cl.
C22B 1/24 (2006.01)

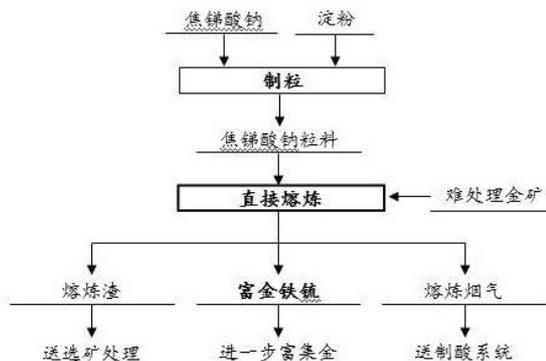
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种难处理金矿直接熔炼强化富集金的方法

(57) 摘要

一种难处理金矿直接熔炼强化富集金的方法,将焦锑酸钠和淀粉混合制粒后再与难处理金矿混合,然后在高温下通入富氧空气氧化熔炼,焦锑酸钠中的Sb(V)被淀粉还原为金属并与难处理金矿中的金作用后富集于富金铁硫中,熔炼渣送选矿处理。本发明的核心是利用焦锑酸钠高温挥发性小和易被淀粉还原的性质,在难处理金矿直接熔炼过程使锑与金作用后初步富集于富金铁硫,大幅度降低了直接熔炼过程对锑的需求,最终实现难处理金直接熔炼强化富集金的目的。本发明控制混合物料中锑的质量百分含量小于1.0%,大幅度降低了锑的消耗,金在富金铁硫中的直收率达到99.0%以上,具有原料适应性强、金属回收率高和工艺流程简单的优点。



1. 一种难处理金直接熔炼强化富集金的方法,其特征在于:

(1) 制粒

将焦锑酸钠、淀粉和水按照重量比100:5.0:2.0-10.0混合后制粒,制备的焦锑酸钠粒料粒度为1.0-3.0mm,焦锑酸钠粒料送直接熔炼过程使用;

(2) 直接熔炼

难处理金矿、焦锑酸钠粒料和熔剂混合,控制混合物料中锑的质量百分含量小于1.0%,混合物料中FeO/SiO₂的质量比维持在1.2-1.4/1,混合物料中CaO/SiO₂的质量比为0.45,将混合物料升温至1150-1250℃,然后通入浓度为65-80%的富氧空气进行氧化熔炼,保持反应时间1.0-3.0h以使熔炼渣和富金铁铈澄清分离,富金铁铈用于后续进一步富集金,熔炼渣送选矿处理,熔炼烟气用于制备硫酸。

一种难处理金矿直接熔炼强化富集金的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及有色冶金领域中黄金冶金过程,特别是难处理金直接熔炼强化富集金的火法冶金方法。

背景技术

[0002] 黄金是稀缺的战略性金属,广泛应用于黄金饰品、货币储备和高科技产业。2018年我国的黄金产量为401.12吨,大约1/3以上产自难处理金矿,随着优质资源的日益消耗,这一比例仍在不断增加。难处理金矿,又称难浸金矿或顽固金矿,它是指即使经过细磨金的氰化浸出率仍然低于80%的矿石,主要有微粒包裹金矿、含铜金矿、含铋金矿、含碳金矿和含碲金矿等。含砷的难处理金矿则又是难处理金矿中最难处理的且贮量最大的,其开发利用是世界性难题。这主要是因为细粒金或次显微金呈包裹或浸染状存在于黄铁矿、毒砂和磁黄铁矿等硫化矿中,甚至金以超显微金状态进入这些矿物的晶格,即使将矿石磨得很细,也不能使金解离,金的氰化浸出率通常小于50%。因此,必须先对矿石进行预处理以分离有关金属或消除影响金浸出的因素,使其中的金能被氰化法提取。

[0003] 有关难处理金矿的预处理方法的研究很多,但目前工业上应用最广泛的是两段焙烧法、加压氧化法和细菌氧化法(杨天足. 贵金属冶金及产品深加工. 中南大学出版社, 2005年)。两段焙烧方法是将含砷难处理金矿在两段沸腾炉中焙烧,使砷和硫被氧化形成 As_2O_3 和 SO_2 挥发,生成多孔的焙砂。该方法具有工艺简单和处理成本低的优点,得到了广泛应用,金的浸出率为75-92%,氰化尾渣中金的含量为4.0-20.0g/t,但是焙烧过程的 Fe_2O_3 二次包裹现象导致金浸出率变化较大,因此,在用两段焙烧法处理难处理金矿时,要兼顾脱砷脱硫打开包裹体且形成 Fe_2O_3 时不包裹金是十分困难的(申开榜. 谈谈两段焙烧法预处理高硫砷难浸金精矿. 云南化工, 2007, 34(5): 26-29.)。加压氧化法是指在高温高压酸性并存在氧气的情况下,黄铁矿和毒砂被氧化分解,使被包裹的金暴露。该方法具有处理时间短、金浸出率高和对有害金属敏感性低等优点,金的浸出率高达95-97%,氰化尾渣中金的含量为1.5-2.0g/t。但是存在投资大、银回收率低和处理成本高的缺点(邱廷省, 聂光华, 张强. 难处理含铜金矿石预处理与浸出技术现状及进展. 黄金, 2005, 26(8): 30-34.)。细菌氧化法是指在细菌作用下氧化黄铁矿和毒砂,使包裹金充分暴露(崔日成, 杨洪英, 富瑶, 陈森, 张硕. 不同含砷类型金矿的细菌氧化-氰化浸出. 中国有色金属学报, 2011, 21(3): 694-699.)。细菌氧化法具有工艺简单的优点,金的浸出率为92-95%,氰化尾渣中金的含量为2.0-5.0g/t,但是存在氧化周期长和环保成本高等缺点。

[0004] 虽然上述各种难处理金矿预处理方法均各有利弊,但是技术人员通常结合难处理金矿特点选用经济效益比较好的预处理方法,推动了我国黄金冶炼行业的蓬勃发展。然而,在铜、镍和铅等重金属的火法熔炼过程中,精矿中微量的金和银等贵金属会被捕集在铈相或金属中,最终从阳极泥中提取贵金属,说明铈相或金属可以作为贵金属的捕集剂(陈景. 火法冶金中贱金属及铈捕集贵金属原理的讨论. 中国工程科学, 2007, 9(5): 11-16.)。所以,冶金工作者一直尝试利用重金属火法熔炼系统实现从难处理金矿中捕集金的目的。

[0005] 对于含铜较高的难处理金矿通常可以直接配入铜精矿熔炼系统使用($\text{Cu}>12.0\%$), 而含铜较低的高砷难处理金矿则经过两段焙烧后的焙砂加入铜或铅冶炼系统, 最终从阳极泥中回收金。该工艺已经于2012年在我国山东某企业获得应用(崔志祥等. 富氧底吹熔池铜的理论与实践, 中国有色冶金, 2010, 12(6):21~26. 王信恩等. 高砷复杂金精矿多元素的提取方法, ZL200910020494.9, 授权日:2011-08-11.), 即将高砷金矿焙砂配入铜冶炼系统处理, 即高砷金精矿经过两段焙烧脱除砷和硫后, 焙砂与铜精矿加入富氧底吹炉中造钼熔炼使金进入铜钼, 最终从铜电解精炼的阳极泥中回收贵金属。该造钼捕金方法的设计初衷是用难处理金矿的焙砂作为重金属冶炼过程的熔剂, 但由于焙砂中 Fe_2O_3 和 SiO_2 的含量都较高, 不能实现其作为熔剂的目的, 需要扩大铜或铅冶炼规模以消除其不利影响。另外, 还会导致原金属冶炼渣中金夹杂损失和新产熔炼渣中主金属的额外损失, 使得后续处理成本大幅度增加。

[0006] 借鉴铅冶炼过程富集贵金属的经验, 研究人员提出将难处理金矿与含铅废渣还原固硫熔炼方法处理(刘维等. 基于难处理金矿与含铅废渣原料还原固硫熔池熔炼回收铅和金的方法. ZL201410532819.2, 授权日:2016-11-02.), 即将难处理金矿、含铅物料和含铁固硫剂混合制粒, 粒料和碳还原剂在氧气底吹炉中熔炼, 最终从粗铅中回收金。该方法在熔炼过程同时产出熔炼渣、铁钼和粗铅三种, 不仅澄清分离难度大, 而且对含铅废渣需求量大, 还容易导致金的分散损失。

[0007] 基于这些方法存在的问题, 本专利发明人提出将含砷锑难处理金矿采用熔池熔炼方法处理(杨天足等. 一种含锑砷难处理金矿直接熔炼富集金的方法, ZL201310181632.8, 授权日:2014-04-30.), 即难处理金矿直接熔炼将金富集进入铁钼相, 铁钼再吹炼进一步使金富集在贵铁钼中, 最终实现金的有效富集。针对成分为 $\text{Au}48.0\text{g/t}$ 、 $\text{Sb}4.20\%$ 和 $\text{As}3.50\%$ 的含锑难处理金矿直接熔炼富集金, 结果表明:熔炼产物富金铁钼和熔炼渣的分层清晰, 富金铁钼中金含量为 143.58g/t , 金的直收率达到 98.0% 以上, 这说明对于特殊的含锑难处理金矿直接熔炼时可以将金高效捕集在富金铁钼中。

[0008] 通过机理研究发现, 难处理金矿中存在的辉锑矿对直接熔炼过程金的高效富集有非常重要的作用, 基于此, 我们提出在难处理金矿直接熔炼时配入锑烟灰实现配入锑的目的, 金在富金铁钼中的直收率也能达到 98.0% 以上(刘伟锋等. 一种难处理金矿熔融萃取富集提金的方法, 201810769193.5, 申请日:2018年7月13日.)。但是, 由于硫化锑和氧化锑两种锑化合物在高温下挥发性极强, 这就需要通过提高物料中锑的含量才能实现金的高效富集, 同时锑价格昂贵, 大量锑化合物的引入势必会导致生产成本的增加。因此就有必要通过研究降低难处理金矿直接熔炼过程对锑含量的要求。

发明内容

[0009] 为了克服难处理金矿传统处理方法的不足, 本发明提供一种难处理金直接熔炼强化富集金, 且金回收率高和成本低的火法冶金方法。

[0010] 为达到上述目的本发明采用的技术方案是: 将焦锑酸钠和淀粉混合制粒后再与难处理金矿混合, 然后在高温下通入富氧空气氧化熔炼, 焦锑酸钠中的 Sb(V) 被淀粉还原为金属并与难处理金矿中的金作用后富集于富金铁钼中, 熔炼渣送选矿处理。本发明的核心是利用焦锑酸钠高温挥发性小和易被淀粉还原的性质, 在难处理金矿直接熔炼过程使锑与

金作用后初步富集于富金铁钨,大幅度降低了直接熔炼过程对锑的需求,最终实现难处理金直接熔炼强化富集金的目的。

[0011] 具体的工艺过程和参数如下:

[0012] 1、制粒

[0013] 将焦锑酸钠与淀粉混合后制粒;将焦锑酸钠、淀粉和水按照重量比100:5.0:2.0-10.0混合后制粒,制备的焦锑酸钠粒料粒度为0.5-3.0mm,焦锑酸钠粒料送直接熔炼过程使用。

[0014] 2、直接熔炼

[0015] 难处理金矿与焦锑酸钠粒料混合后高温熔炼使金富集于富金铁钨中;难处理金矿、焦锑酸钠粒料和熔剂混合,控制混合物料中锑的质量百分含量小于1.0%,混合物料中FeO/SiO₂的质量比维持在1.2-1.4/1,混合物料中CaO/SiO₂的质量比为0.45,将混合物料升温至1150-1250℃,然后通入浓度为65-80%的富氧空气进行氧化熔炼,保持反应时间1.0-3.0h以使熔炼渣和富金铁钨澄清分离,富金铁钨用于后续进一步富集金,熔炼渣送选矿处理,熔炼烟气用于制备硫酸。

[0016] 本发明所述的难处理金矿主要成分质量百分含量为:Fe15.0-35.0%、SiO₂5.0-30.0%、S10.0-35.0%和Au1.0~200.0g/t。

[0017] 本发明所述的焦锑酸钠中NaSb(OH)₆的质量含量不小于50.0%。

[0018] 本发明所述的铁矿石中FeO质量百分含量不小于50.0%,石灰石中CaO质量百分含量不小于45.0%。

[0019] 本发明与难处理金矿传统处理方法比较,有以下优点:1、利用焦锑酸钠高温挥发小的性质,提出采用焦锑酸钠作为难处理金矿直接熔炼过程的锑来源,控制混合物料中锑的质量百分含量小于1.0%,大幅度降低了锑的消耗;2、利用焦锑酸钠中Sb(V)可以被淀粉还原为金属的性质,将焦锑酸钠和淀粉制粒后与难处理金矿熔炼,金在富金铁钨中的直收率达到99.0%以上;3、本发明具有原料适应性强、金属回收率高和工艺流程简单的优点。

附图说明

[0020] 图1:本发明工艺流程示意图。

具体实施方式

[0021] 实施例1:

[0022] 本发明所述的难处理金矿主要成分质量百分含量为:Fe24.52%、SiO₂16.95%、S14.93%和Au33.50g/t;焦锑酸钠主要成分质量百分含量为:NaSb(OH)₆98.2%,铁矿石中FeO的质量百分含量58.44%,石灰石中CaO的质量百分含量48.5%。

[0023] 将焦锑酸钠、淀粉和水按照重量比100:5.0:4.0混合后制粒,保持焦锑酸钠粒料粒度为1.5mm;随后将上述难处理金矿、焦锑酸钠粒料和熔剂混合,控制混合物料中锑的质量百分含量小于0.90%,混合物料中FeO/SiO₂的质量比维持在1.4/1,混合物料中CaO/SiO₂的质量比为0.45,将混合物料升温至1150-1250℃,然后通入浓度为70%的富氧空气进行氧化熔炼,保持反应时间2.0h以使熔炼渣和富金铁钨澄清分离,富金铁钨中金含量达到128g/t,熔炼渣中金含量为0.2g/t,金的直收率大于99.5%以上。

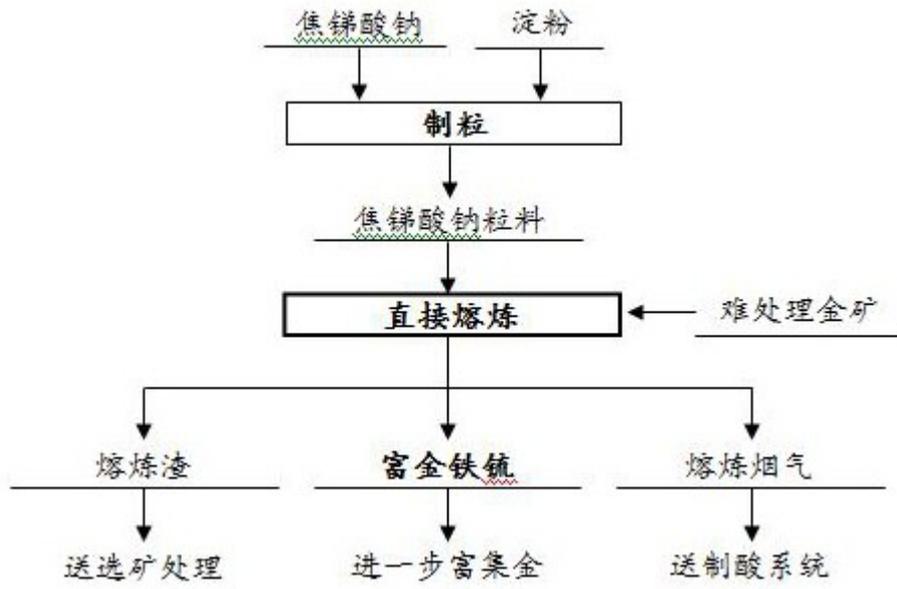


图1