



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113102090 A

(43) 申请公布日 2021.07.13

(21) 申请号 202110408442.X

(22) 申请日 2021.04.16

(71) 申请人 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 胡岳华 林上勇 刘润清 孙伟

(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 蒋太炜

(51) Int. Cl.

B03B 1/00 (2006.01)

B03B 1/04 (2006.01)

B03D 1/00 (2006.01)

B03D 103/02 (2006.01)

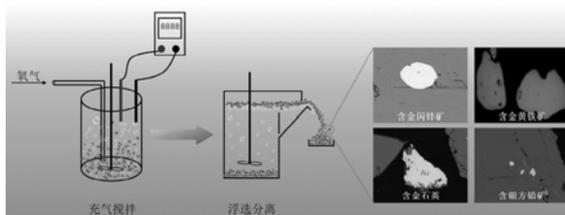
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法

(57) 摘要

本发明属于有色金属选矿技术领域,特别涉及一种硫化矿中回收伴生金银的方法。本发明的技术特征在于通过在硫化矿调浆环节中通入一定量的氧化性气体,调节矿浆中的溶解氧含量和/或矿浆电位,从而扩大含金银硫化矿与不含金银硫化矿之间的可浮性差异,使其浮选分离,达到预先富集金银的目的。本发明采用来源广泛的氧化性气体来调节矿浆环境从而浮选回收金银,具有操作简单、成本低、绿色环保、适用性广泛等优点,解决现有技术对伴生金银硫化矿选矿效率低,成本高等突出问题,具有广阔的工业化应用前景。



1. 一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,其特征在于,包括以下步骤:
步骤一、预处理:将伴生金银的硫化矿细磨至预定的细度;
步骤二、调浆:将步骤一中所得硫化矿与水混合,并高速搅拌使其混合均匀;
步骤三、调整步骤二所得矿浆的溶解氧浓度和/或矿浆的电位,得到备选矿浆;所述备选矿浆中溶解氧浓度不低于5mg/L和/或矿浆电位不低于-150mV;
步骤四、往备选矿浆中加入捕收剂和起泡剂,搅拌,然后进行浮选。
2. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:所述硫化矿包括辉钼矿、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、辉锑矿中的至少一种。
3. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤一中,磨矿细度在-0.074mm占50%~95%。
4. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤二中,矿浆浓度在5%~50%。
5. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤三中,所述氧化性气体为空气、氧气、臭氧中的至少一种;通入氧化性气体后矿浆中溶解氧浓度不低于5mg/L;矿浆电位不低于-150mV。
6. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤三中,所述氧化性气体中氧气和/或臭氧的浓度不低于5%。
7. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤四中,所述捕收剂为乙黄药、丁黄药、戊黄药、丁铵黑药、乙基钠黑药、丁基钠黑药、异丙基钠黑药、异丙基胺黑药、丁钠黑药、戊基胺黑、一硫代黑药中的至少一种。
8. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:步骤四中,所述起泡剂为2号油、MIBC中的至少一种。
9. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:
对备选矿浆进行先粗选再精选的工艺;粗选得到粗精矿;然后再对粗精矿进行调整,确保粗精矿浆中溶解氧浓度在5~20mg/L,矿浆电位在0~100mV之间;然后再进行精选。
10. 根据权利要求1所述的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法;其特征在于:
金的回收率大于等于60%、银的回收率大于等于70%。

一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法

技术领域

[0001] 本发明属于有色金属选矿技术领域,特别涉及一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法。

背景技术

[0002] 我国金银矿资源丰富,近年来,我国黄金行业以科技创新为引领,取得了勘探、开采、选冶等全产业链跨越式发展。根据世界黄金协会提供的数据,截至2016年底,世界黄金地面库存为18.83万吨,地下库存为52万吨,我国金矿查明资源储量达到12167吨,仅次于美国,位居世界第二位。目前,中国已经成为全球第一大黄金生产国、第一大黄金消费国、第一大黄金加工国、第一大黄金进口国。

[0003] 目前我国大部分的硫化矿中都伴生有金银等贵金属,资源综合回收利用价值较大。从有色金属硫化矿中回收伴生金银矿物在我国已成为金银主要来源。传统的硫化矿伴生金银的回收方法以浮选为主,通过浮选药剂将硫化矿中伴生的金银连同硫化物一起选出。当金银含量较低时,对其回收的回收率以及后续处理作业的影响不大;但其含量较高时,选矿效率较低,伴生金银的回收率也不高,如果不采用有用的手段对其进行富集,将大大增加回收金银资源的成本,影响贵金属资源的价值。由于硫化矿中伴生金银的嵌布粒度往往较细,常规浮选药剂无法选择性的作用于含金银的硫化矿表面,导致常规浮选方法无法选择性的增大含金银硫化矿与不含金银硫化矿和其它脉石矿物的可浮性差异。因此,需要采用一种全新的手段来增大含金银矿物表面的疏水性,对伴生稀贵金属的硫化矿进行选择性的富集。中国专利CN109158219A公开了一种采用硫作为载体的载体浮选方式对硫金银进行回收,该工艺的缺点是载体选择性差,浮选效率低。中国专利CN110961255A公开了一种高泥化高次生硫化铜金银矿捕收起泡剂,该技术具有较好的捕收性能和起泡性能,但存在着药剂用量大,环境污染严重等问题。由此可知,现有技术普遍存在着回收成本高、环境污染大、回收效率低等问题,因此,开发高效、环保、低成本的伴生金银矿回收工艺具有重要意义。本发明的通过调节矿浆中的溶解氧含量和矿浆电位使含金银硫化矿预先富集的方法在现有的技术文献中未见报导。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对上述已有技术存在的不足,提供一种设备投资低、生产成本低、绿色环保、适用性广泛的回收硫化矿中伴生金银的方法。

[0005] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,其具体实施方案为包括以下步骤:

[0006] 步骤一、将伴生金银的硫化矿细磨至预定的细度;

[0007] 步骤二、将步骤一中所得硫化矿与水混合,并高速搅拌使其混合均匀;

[0008] 步骤三、调整步骤二所得矿浆的溶解氧浓度和/或矿浆的电位,得到备选矿浆;所述备选矿浆中溶解氧浓度不低于5mg/L或矿浆电位不低于-150mV;

- [0009] 步骤四、往备选矿浆中加入捕收剂和起泡剂,搅拌,然后进行浮选。
- [0010] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述硫化矿包括辉钼矿、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、辉锑矿中的至少一种。
- [0011] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,步骤一中磨矿细度为-0.074mm占50%~95%,进一步优选为-0.074mm占75%~85%。
- [0012] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,步骤二中矿浆浓度为5%~50%,进一步优选为25%~35%。
- [0013] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,步骤三中往步骤二所得矿浆中通入氧化性气体至少3min,得到备选矿浆。
- [0014] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述氧化性气体为空气、氧气、臭氧中的至少一种,进一步优选为氧气。
- [0015] 作为进一步的优选,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,通入氧化性气体后矿浆中溶解氧浓度不低于5mg/L,矿浆电位不低于-150mV;进一步优选为浆中溶解氧浓度在5~20mg/L、进一步优选为8~12mg/L,矿浆电位在0~100mV、优选为0~50mV。
- [0016] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述氧化性气体中氧气和/或臭氧的浓度不低于5v%,进一步优选为20~25v%。
- [0017] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述捕收剂为乙黄药、丁黄药、戊黄药、丁铵黑药、乙基钠黑药、丁基钠黑药、异丙基钠黑药、异丙基胺黑药、丁钠黑药、戊基胺黑药、一硫代黑药中的至少一种,进一步优选为丁铵黑药、一硫代黑药,药剂用量为1~500g/t。
- [0018] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述起泡剂为2号油、MIBC中的至少一种,药剂用量为0~100g/t。
- [0019] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述捕收剂和起泡剂可直接添加,也可以预配成液体添加。
- [0020] 作为优选的,本发明一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,所述浮选药剂可以以纯固体、纯液体、不同浓度溶液中任一种形态进行使用。
- [0021] 选矿过程中,原料的细度、捕收剂、起泡剂的用量制度和现有技术相关参数的控制可以是一致的。
- [0022] 本发明所采用的氧气、臭氧、乙黄药、丁黄药、戊黄药、丁铵黑药、乙基钠黑药、丁基钠黑药、异丙基钠黑药、异丙基胺黑药、丁钠黑药、戊基胺黑药、一硫代黑药、2号油、MIBC等均属于市售常规试剂。
- [0023] 作为优选方案,本发明对备选矿浆进行先粗选再精选的工艺。粗选得到粗精矿;然后再对粗精矿进行调整,确保粗精矿浆中溶解氧浓度在5~20mg/L,矿浆电位在0~100mV之间;进一步优选为溶解氧浓度在8~12mg/L,矿浆电位在0~50mV之间。
- [0024] 本发明金的回收率大于等于60%;方案优化后,金的回收率大于等于70%、进一步优化后,金的回收率大于等于80%。
- [0025] 本发明银的回收率大于等于70%。方案优化后,银的回收率大于等于80%、进一步优化后,银的回收率大于等于85%。
- [0026] 相对目前的用于回收硫化矿中伴生金银的浮选技术,本发明技术方案带来的有益

效果为：

[0027] (1)本发明的所公开的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法,通过在硫化矿调浆环节中通入一定量的氧化性气体,调节矿浆中的溶解氧含量和矿浆电位,从而增加含金银硫化矿与不含金银硫化矿和其它脉石之间的表面疏水性差异,达到预先富集金银的目的。该方法工艺简单,通过电化学浮选的方法回收了常规选矿方法无法回收的伴生金银,填补了目前无法提高金银品位的技术空白。

[0028] (2)本发明的所公开的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法可广泛的应用各种伴生金银的硫化矿,具有浮选过程稳定,易于控制,矿化效果非常高、气泡弥散均匀、强化浮选捕收等优点。采用本发明所开发的生产工艺,还能简化传统浮选工艺流程。

[0029] (3)本本本发明的所公开的一种从伴生金银的硫化矿中回收金银的方法操作简便,设备投资小,生产成本低,药剂制度简单,能大幅度降低生产成本,提高生产效率,提高矿产资源利用率。该技术对于提高贵金属资源综合回收利用和矿山的经济效益具有非常重要的意义。

附图说明

- [0030] 图1为实施例和对比例的浮选流程图。
- [0031] 图2为实施例1所得精矿中闪锌矿中金的SEM图。
- [0032] 图3为实施例1所得精矿中黄铁矿中金的SEM图。
- [0033] 图4为实施例1所得精矿中石英中金的SEM图。
- [0034] 图5为实施例1所得精矿中石英中银的SEM图。
- [0035] 图6为实施例1所得精矿中石英中银金矿的SEM图。
- [0036] 从图1中可以看出本发明的浮选流程。
- [0037] 图2中,Sph为闪锌矿;Au为自然金。
- [0038] 图3中,Au:自然金;Py:黄铁矿。
- [0039] 图4中,Sph:闪锌矿;Au:自然金;Q:石英;Chl绿泥石;。
- [0040] 图5中Ag:自然银;Py:黄铁矿;Q:石英。
- [0041] 图6中AgAu:银金矿;Q:石英。
- [0042] 图7为实施例机理简图。

具体实施方式

[0043] 以下结合实施例子旨在再进一步说明本发明内容,而非限制本发明权利要求的保护范围。

[0044] 实施例1

[0045] 1. 矿物原料

[0046] 湖南某伴生金银的铅锌矿,粒度为-0.074mm占80%,该矿中金品位为2-3g/t,银品位为80-90g/t,铅品位为3-4%,锌品位为3-4%,铅主要为方铅矿,锌主要为闪锌矿,金主要以包裹体和连生体的形式存在于闪锌矿、黄铁矿、石英等矿物中,银主要以单体形式存在,或以包裹体和连生体存在于石英中。

[0047] 2. 操作步骤及技术条件如下:

[0048] ①粗选作业：称取一定量的铅锌矿，加水调至矿浆浓度为30%，同时通入浓度为25%的氧气至矿浆溶解氧浓度在8~12mg/L，矿浆电位在0~50mV之间，然后将矿浆倒入合适的浮选槽中，加入捕收剂煤油丁铵黑药50g/t，不加起泡剂（丁铵黑药有起泡性），搅拌3~5分钟，然后进行粗选作业，得到粗精矿和尾矿；

[0049] ②精选作业：在粗选作业的精矿中通入浓度为25%的氧气，控制矿浆中溶解氧浓度在8~12mg/L，矿浆电位在0~50mV之间，持续搅拌10分钟，然后加入丁铵黑药10g/t，搅拌3分钟后进行精选作业；

[0050] ③扫选作业：在粗选作业的尾矿中加入15g/t丁铵黑药，搅拌2~3分钟，进行钼扫选作业；

[0051] ④精选作业的中矿和扫选作业的精矿返回至粗选作业。

[0052] 实验结果如表1所示，实验流程见图1，实验所得精矿扫描电镜图片见图2~6，实验机理图见图7。

[0053] 实施例2

[0054] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：在步骤①中，使用本发明所限定最小范围，既控制矿浆中溶解氧浓度在5mg/L，矿浆电位在-150mV；在步骤②中，矿浆中溶解氧浓度在5mg/L，矿浆电位在-150mV，其结果如表1所示。

[0055] 实施例3

[0056] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：在步骤①中，控制矿浆中溶解氧浓度在20mg/L，矿浆电位在100mV；在步骤②中，矿浆中溶解氧浓度在20mg/L，矿浆电位在100mV，其结果如表1所示。

[0057] 实施例4

[0058] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：在步骤①、②中，使用10%浓度的臭氧调节矿浆电位和溶解氧含量，其结果如表1所示。

[0059] 实施例5

[0060] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：在步骤①、②中，使用空气调节矿浆电位和溶解氧含量，其结果如表1所示。

[0061] 实施例6

[0062] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：所用原矿为安徽某伴生金铜矿，粒度为-0.074mm占85%，该矿中金品位为2-3g/t，银品位为100-110g/t，铅品位为2-3%，铜品位为2-3%；铜主要为黄铜矿，铅主要为方铅矿，金主要以包裹体和连生体的形式存在于黄铜矿、黄铁矿、石英等矿物中；银主要以单体形式存在，或以包裹体和连生体存在于方铅矿、石英中。所用捕收剂为丁黄药，粗选用量120g/t；所用起泡剂为MIBC，粗选用量20g/t。其它条件以及实验参数均与实施例1相同，实验结果如表1所示。

[0063] 实施例7

[0064] 其它条件均与实施例1一致，不同之处在于：所用原矿为云南某含砷黄铁矿，粒度为-0.074mm占75%，该矿中金品位为1-2g/t，银品位为60-80g/t，砷品位约1.5%，砷主要为砷黄铁矿，金主要以包裹体和连生体的形式存在于砷黄铁矿、黄铁矿、石英等矿物中；银主要以单体形式存在，或以包裹体和连生体存在于石英中。所用捕收剂为一硫代黑药，粗选用量100g/t；所用起泡剂为2号油，粗选用量25g/t。其它条件以及实验参数均与实施例1相同，

实验结果如表1所示。

[0065] 对比例1

[0066] 其它条件均与实施例1一致,不同之处在于:在步骤①、②中,所用氧气浓度为1%,其结果如表1所示。

[0067] 对比例2

[0068] 其它条件均与实施例1一致,不同之处在于:在步骤①、②中,控制矿浆中溶解氧浓度在1~5mg/L,矿浆电位在<-150mV,其结果如表1所示。

[0069] 对比例3

[0070] 其它条件均与实施例1一致,不同之处在于:在步骤①、②中,不通入氧化性气体,其结果如表1所示。

[0071] 对比例4

[0072] 其它条件均与实施例1一致,不同之处在于:在步骤①、②中,不加入捕收剂,其结果如表1所示。

[0073] 表1浮选实验结果

序号	药剂制度	DO/Eh	产品	产率/%	品位(g/t)		回收率(%)	
					Au	Ag	Au	Ag
实施例 1	25%氧气+ 丁铵黑药	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	5.63	37.5	1287	80.85	85.52
			尾矿 ⁺	94.37	0.53	13	19.15	14.48
			原矿 ⁺	100.0	2.61	84.73	100.0	100.0
[0074] 实施例 2	25%氧气+ 丁铵黑药	5 mg/L; -150 mV	精矿 ⁺	5.32	35.04	1253	72.68	78.75
			尾矿 ⁺	94.68	0.74	19	27.32	21.25
			原矿 ⁺	100.0	2.56	84.65	100.0	100.0
实施例 3	25%氧气+ 丁铵黑药	20 mg/L; 100 mV	精矿 ⁺	5.54	36.27	1227	77.71	80.89
			尾矿 ⁺	94.46	0.61	17	22.29	19.11
			原矿 ⁺	100.0	2.59	84.03	100.0	100.0
实施例 4	10%臭氧+ 丁铵黑药	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	5.6	37.52	1291	81.66	85.49
			尾矿 ⁺	94.4	0.5	13	18.34	14.51
			原矿 ⁺	100.0	2.57	84.57	100.0	100.0

实施例 5	空气+丁铵 黑药	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	5.59	37.94	1283	80.05	84.44
			尾矿 ⁺	94.41	0.56	14	19.95	15.56
			原矿 ⁺	100.0	2.65	84.94	100.0	100.0
实施例 6	25%氧气+ 丁黄药 +MIBC	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	5.73	36.93	1487	81.49	84.96
			尾矿 ⁺	94.27	0.51	16	18.51	15.04
			原矿 ⁺	100.0	2.60	100.29	100.0	100.0
实施例 7	25%氧气+ 一硫代黑药 +2#油	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	5.21	30.27	1184	79.46	86.68
			尾矿 ⁺	94.79	0.43	10	20.54	13.32
			原矿 ⁺	100.0	1.98	71.17	100.0	100.0
[0075] 对比例 1	1%氧气+丁 铵黑药	1~5 mg/L; -180~160 mV	精矿 ⁺	4.27	12.47	457	20.78	23.33
			尾矿 ⁺	95.73	2.12	67	79.22	76.67
			原矿 ⁺	100.0	2.56	83.65	100.0	100.0
对比例 2	25%氧气+ 丁铵黑药	1~5 mg/L; -180~160 mV	精矿 ⁺	3.98	10.23	503	15.45	23.73
			尾矿 ⁺	96.02	2.32	67	84.55	76.27
			原矿 ⁺	100.0	2.63	84.35	100.0	100.0
对比例 3	丁铵黑药	-	精矿 ⁺	4.03	11.38	498	17.65	24.06
			尾矿 ⁺	95.97	2.23	66	82.35	75.94
			原矿 ⁺	100.0	2.60	83.41	100.0	100.0
对比例 4	25%氧气	8~12 mg/L; 0~50 mV	精矿 ⁺	0.98	5.3	295	1.99	3.44
			尾矿 ⁺	99.02	2.59	82	98.01	96.56
			原矿 ⁺	100.0	2.62	84.09	100.0	100.0

[0076] 由实施例1-7实验结果可知,本发明公开的技术方案能高效、高选择性的回收硫化矿中伴生的金银矿物,提高矿产资源利用率。同时,由对比例1-4的实验结果可知,实施本发明技术方案不在本发明所保护的技术参数范围内均不能实现金银的有效回收。

[0077] 需要说明的是,尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

药剂单位: g/t

时间单位: min

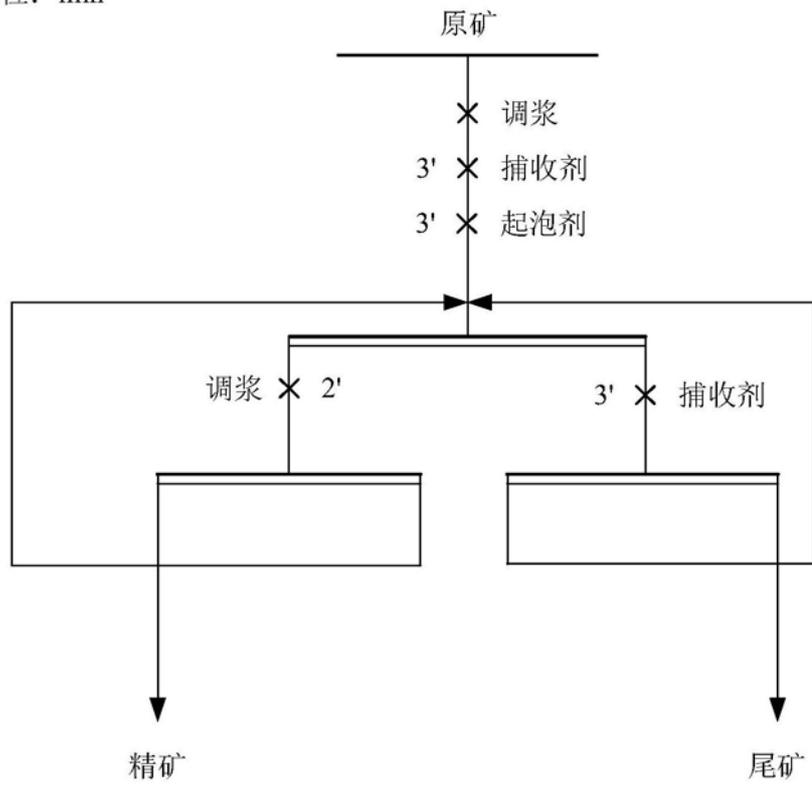


图1

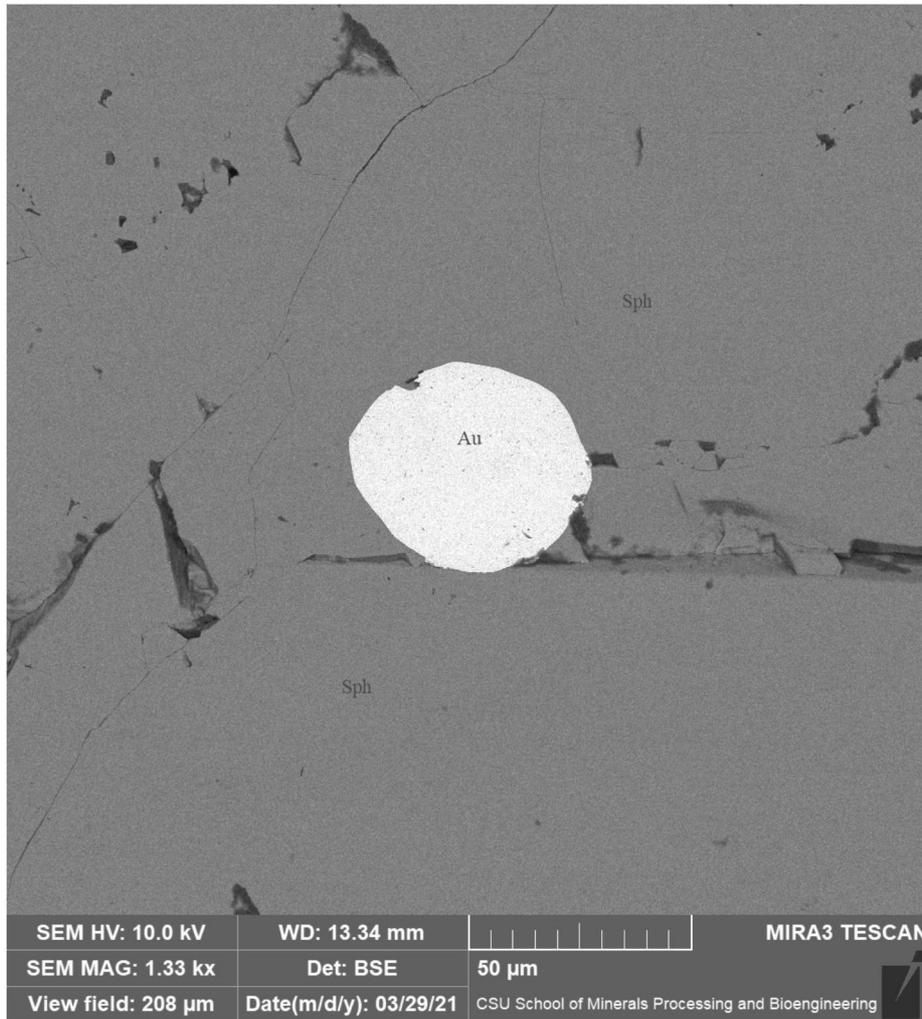


图2

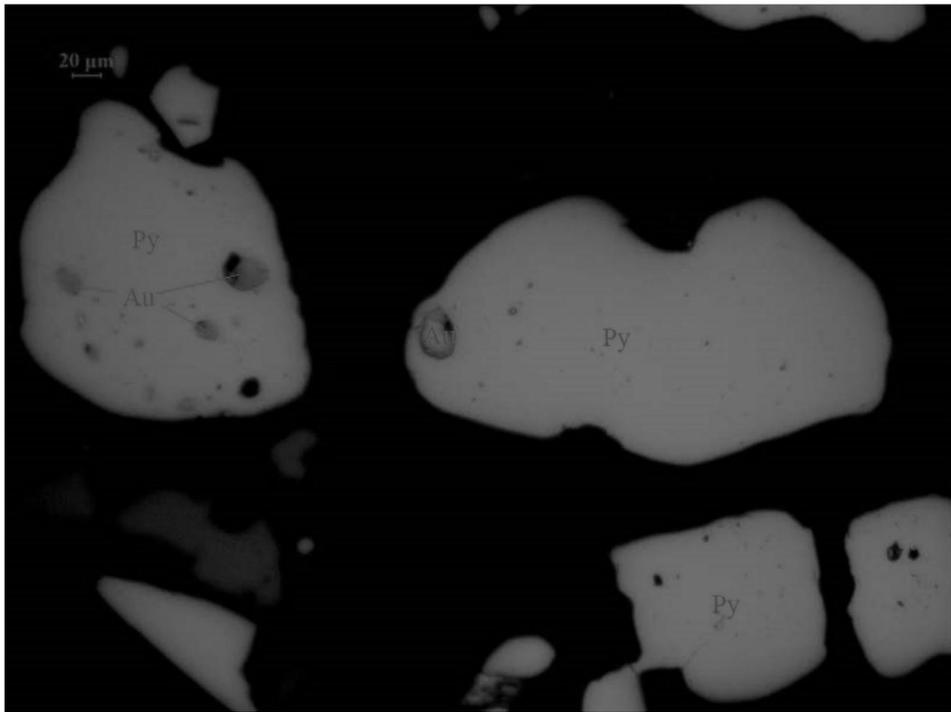


图3

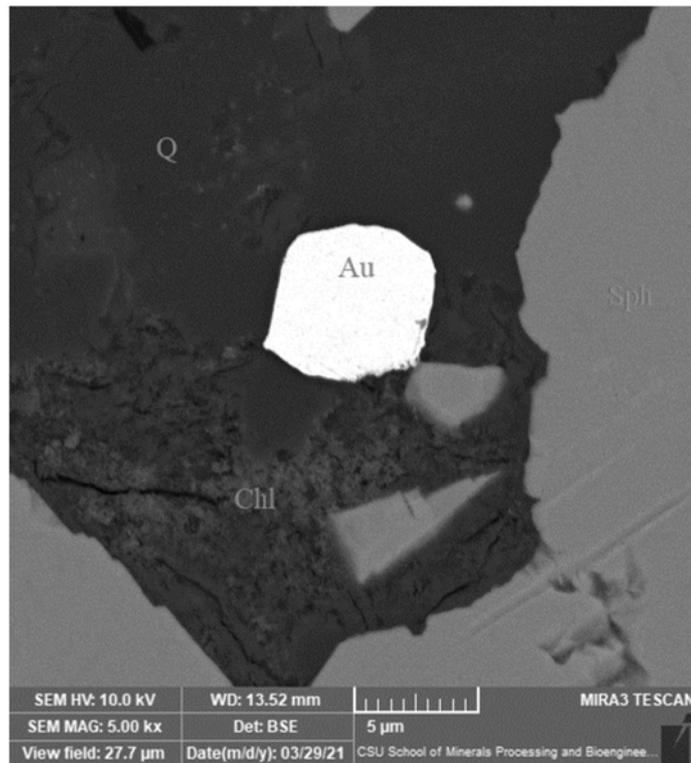


图4

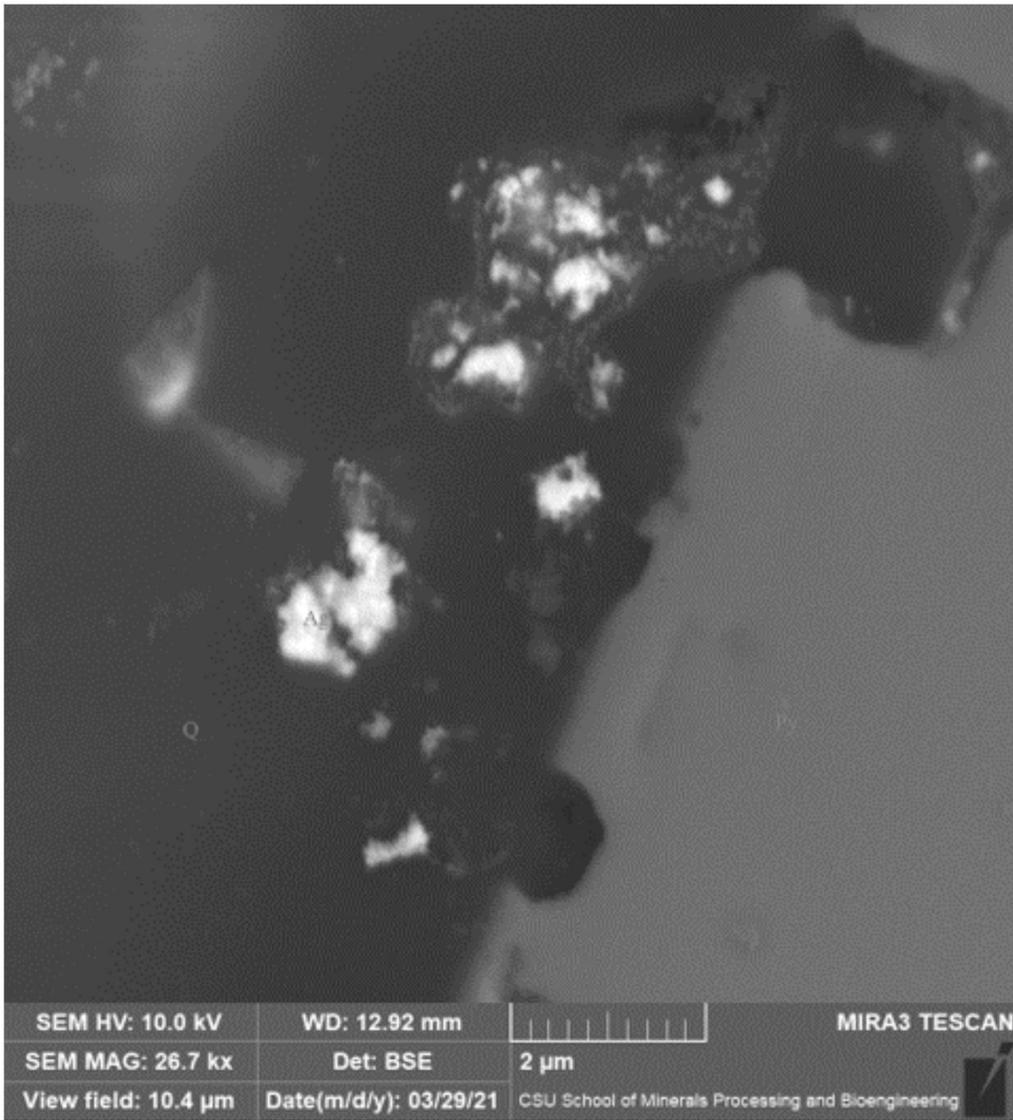


图5

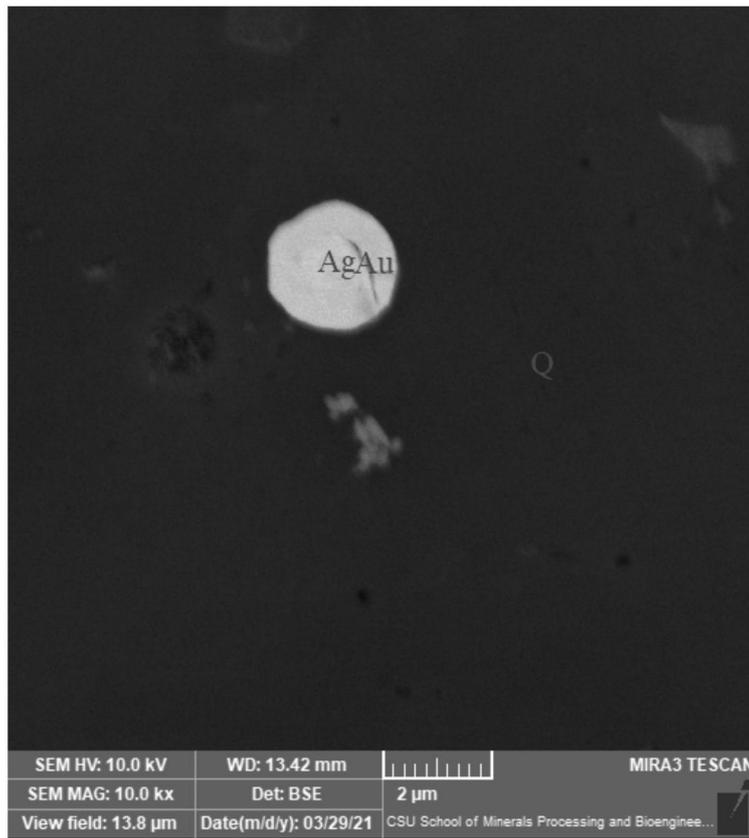


图6

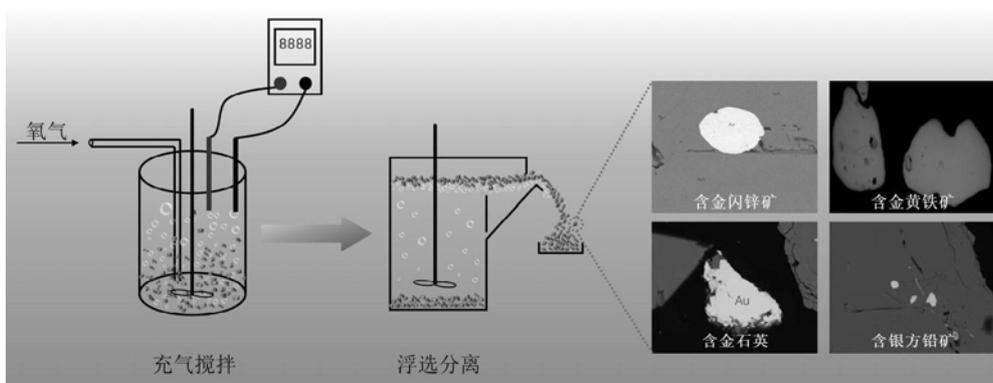


图7