文章编号:1674-9669(2012)03-0040-03

阳离子聚丙烯酰胺在湿法炼铜中的应用研究

袁 城, 黄万抚, 邹莲花
(江西理工大学资源与环境工程学院, 江西 赣州 341000)

摘 要:采用絮凝技术可使湿法炼铜流程顺利,并带来巨大的经济效益,为在生产中获得更经济高效且能显著提高絮凝效果的工艺参数,从阳离子聚丙烯酰胺溶液的配制和絮凝效果两方面研究了阳离子聚丙烯酰胺在湿法炼铜中的应用.探讨了温度、搅拌速度对配制絮凝剂稀溶液的影响;絮凝剂的选型、用量、沉降时间对絮凝效果的影响,实验结果表明,在温度为 40 ℃,搅拌速度为 40 r/min 时阳离子聚丙烯酰胺溶解速度最快,溶解时间为 2 h;湿法炼铜浸出矿浆加入 800 万分子量的阳离子聚丙烯酰胺 20 mg/L,沉降 2 h 絮凝效果最佳.

关键词:阳离子聚丙烯酰胺;湿法炼铜;溶液配制;絮凝效果
中图分类号: TF811 **文献标志码**:A

Applying cationic polyacrylamide to copper hydrometallurgy

YUAN Cheng, HUANG Wan-fu, ZOU Lian-hua
(School of Resource and Environmental Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: This article studies the application of cationic polyacrylamide in copper hydrometallurgy from two aspects, including solution preparation and flocculation effect for more efficient production and favorable technology parameters of flocculation effect. The influences of temperature, stirring speed on the preparation of dilute flocculant solution and the effects of flocculant selection, dosage, settling time on flocculation are studied. The results show that, cationic polyacrylamide dissolves at the fastest rate at the temperature of 40 ℃ with stirring speed of 40 r/min and dissolution time of 2 h. Upon adding 20 mg/L cationic polyacrylamide of 8 million molecular weight to leaching ore pulp with copper hydrometallurgy technology, flocculation effect is the most optimal with sediment time of 2 h.

Key words: cationic polyacrylamide; copper hydrometallurgy; solution preparation; flocculation effect

0 前 言

近年来,有色金属价格大幅走高[1],原料来源日趋紧张,高品位金属矿日渐减少[2],为响应国家循环经济政策,大部分中小型冶炼厂开始普遍从低品位含铜废渣中采用湿法搅拌浸出回收铜[3].由于物料品位低,渣量大,絮凝沉降法[4-5]是实现固液分离的一种有效的预处理方法,絮凝是指通过所添加的高分子絮凝剂的吸附、架桥,将不稳定状态的颗粒群或已经凝结的小絮团结合成较大絮团的过程[6].在湿法冶金过程中,絮凝是浸出各工序不可缺少的重要环节,它能提高上清液的质量[7],有利于浸出矿浆的压滤.采用絮凝技术不仅可使流程顺利,而且能带来巨大的经济效益[8],絮凝沉降技术虽获得了广泛应用, 但选型或使用方法不当, 絮凝澄清效果都很不理想, 为改善絮凝沉降效果、降

收稿日期:2012-03-19
作者简介:袁 城(1987-),男,硕士研究生,主要从事固体废弃物资源化技术研究,E-mail:474040921@qq.com.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

低药剂消耗费用许多科研工作者对此进行了探讨[9].

絮凝剂分为无机絮凝剂、有机絮凝剂、生物絮凝剂等,阳离子聚丙烯酰胺(CPAM)是水处理中最具发展前景的有机高分子絮凝剂,因具有适用 pH 值范围广、受共存盐影响小,对水中带有负电荷微粒能起到"电荷中和"及"吸附架桥"作用而有效地絮凝、脱色,并能强化固液分离过程等优点,而广泛用于石油开采、造纸、冶金、采矿、纺织印染、国防、日用化工、水处理等领域[10-12].

本文从配制和絮凝效果的优化两方面研究了阳离子聚丙烯酰胺在湿法炼铜中的应用,旨在为在生产中提供更高效、更经济且能显著提高絮凝效果的工艺参数.

1　实验仪器设备及实验材料

1.1　实验仪器设备

JJ-1 定时电动搅拌机、恒温水浴锅、温度计、721 分光光度计、电子分析天平

1.2　实验材料

各种规格的阳离子聚丙烯酰胺,均为外购.

1.3　实验方法

1.3.1　阳离子聚丙烯酰胺稀溶液的配制

絮凝剂固体颗粒不能直接加入矿浆中,必须溶解配制成稀溶液[13]后使用,配制 0.2 %阳离子聚丙烯酰胺稀溶液,称取 2 g 阳离子聚丙烯酰胺溶解在 1L 水中,配制时絮凝剂先在烧杯中加入 500 mL 水,絮凝剂均匀筛入水中,再加入 500 mL 水,以防止絮凝剂与絮凝剂之间结团.絮凝剂稀溶液放置时间不能太久,否则会影响絮凝效果,应现配现用.

1.3.2　阳离子聚丙烯酰胺的絮凝效果的确定

取 1 L 湿法炼铜车间浸出矿浆,加入一定量阳离子聚丙烯酰胺溶液,搅拌 1 min 后立即转移到 1 L 量筒中,静置沉降,观察底流高度、上清液[14]是否清亮以及絮凝矾花情况来确定絮凝效果.

2　实验结果与分析

2.1　阳离子聚丙烯酰胺配制条件的优化

2.1.1　搅拌速度对阳离子聚丙烯酰胺溶解的影响

搅拌能加快絮凝剂的溶解,设定溶解温度为 30 ℃,分别在搅拌速度为 20 r/min、30 r/min、40 r/min、50 r/min、>50 r/min 条件下进行实验,实验结果如表 1 所示.

搅拌速度太慢,絮凝剂不能很好的溶解;搅拌速度过快会使絮凝剂粘附在搅拌杆上,甚至破坏絮凝的结构影响絮凝剂的功效.从表 1 可以看出,絮凝剂溶解配制的最佳搅拌速度为 40 r/min.

表 1　搅拌速度与絮凝剂溶解的关系

搅拌速度 /(r·min^{-1})	溶解情况
20	筛入的絮凝剂停留在水面较长时间不能进入水中溶解
30	筛入的絮凝剂还是有部分絮凝剂停留在水面
40	筛入的絮凝剂可以很好的进入水中随着搅拌进行溶解
50	筛入的絮凝剂能很好的进行溶解,但有部分絮凝剂粘附在搅拌器搅拌杆上
>50	粘附现象更加严重

2.1.2　温度对阳离子聚丙烯酰胺溶解的影响

考查温度对阳离子聚丙烯酰胺溶解的影响,设定搅拌速度为 40 r/min,分别在温度为 25 ℃、30 ℃、35 ℃、40 ℃、45 ℃条件下进行实验,实验结果如图 1 所示.

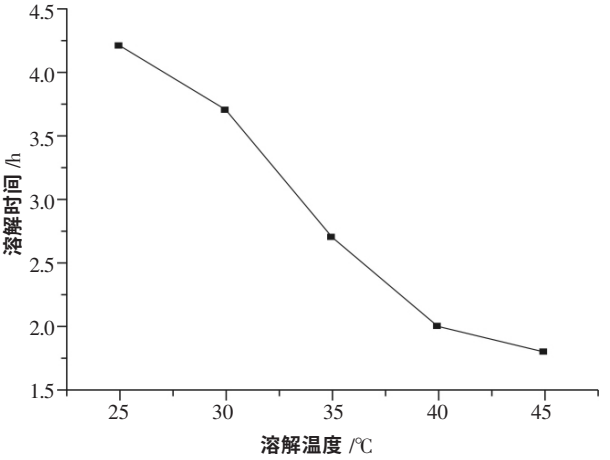


图 1　温度与阳离子聚丙烯酰胺溶解的关系

絮凝剂的溶解随时间变化而呈现不同的趋势,刚开始絮凝剂固体颗粒未能与水充分接触,溶解速率较慢,一段时间后溶解速率明显加快,一定时间后几乎完全溶解,溶解速率减缓.从图 1 中可以看出,当温度为 40 ℃时,溶解时间为 2 h,45 ℃时溶解时间为 1.8 h,由于温度太高会破坏絮凝剂的结构,结合经济节能方面综合考虑,选择溶解温度为 40 ℃.

2.2　阳离子聚丙烯酰胺絮凝效果的优化

阳离子聚丙烯酰胺的分子量,离子活度,用量以及沉降时间都会对絮凝效果产生影响,实验确定了湿法炼铜中使用的阳离子聚丙烯酰胺的分子量,离子活度,最佳用量以及沉降时间.

2.2.1　阳离子聚丙烯酰胺分子量对絮凝效果的影响

试验条件:加入离子活度为 25 %,浓度 0.2 %的阳离子聚丙烯酰胺溶液 10 mL,沉降时间 1 h,阳离子聚丙烯酰胺分子量对絮凝效果的影响如表 2 所示.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 阳离子聚丙烯酰胺分子量对絮凝效果的影响

分子量/万	上清液清亮	底流体积/mL	絮凝矾花情况	沉降速度
400	浑浊	405	中大,不密实	较快
600	比 400 万稍好	396	中,不密实	较快
800	清亮	342	中,较密实	较快
1200	清亮	567	大,不密实	快

絮凝剂的选型是絮凝剂应用的一个重要环节,分子量小的絮凝剂的分子链不能在各颗粒之间形成聚合作用的桥,将分散系牵连在一起,无法达到絮凝的效果;而分子量过大形成的絮凝矾花大,导致渣量也大.从表 2 可以看出,对于湿法炼铜浸出矿浆,选用分子量为 800 万的阳离子聚丙烯酰胺絮凝效果最好.

2.2.2 絮凝剂用量对絮凝效果的影响

试验条件:加入离子活度为 25 %,沉降时间 1 h,分别加入浓度 0.2 %的分子量为 800 万的阳离子聚丙烯酰胺溶液 5 mL,10 mL,15 mL,20 mL 进行实验,即絮凝剂固体颗粒用量分别为 10 mg/L,20 mg/L,30 mg/L,40 mg/L.絮凝剂用量对絮凝效果的影响如表 3 所示.

表 3 絮凝剂用量对絮凝效果的影响

用量/(mg·L^{-1})	上清液清亮	底流体积/mL	絮凝矾花情况
10	浑浊	493	小,不密实
20	清亮	351	中,较密实
30	清亮	510	中大,较密实
40	清亮	536	大,不密实

实验表明,絮凝剂用量少达不到充分有效的絮凝,用量过大,既造成浪费,还会产生"胶溶作用"成为稳定的分散体系.从表 3 可以看出,当加入絮凝剂溶液 10 mL,即絮凝剂固体颗粒的用量为 20 mg/L 时,絮凝效果显著.

2.2.3 沉降时间对絮凝效果的影响

沉降时间是矿浆沉降分离的重要参数之一,随沉降时间的变化,矿浆的沉降分离程度也随之发生变化,所以有必要通过实验确定最佳沉降时间.试验条件:加入离子活度为 25 %,浓度 0.2 %的分子量为 800 万的阳离子聚丙烯酰胺溶液 10 mL,沉降时间对絮凝效果的影响如图 2 所示.

在矿浆中加入絮凝剂后,矿浆中的不稳定颗粒群与絮凝剂通过吸附、架桥作用形成絮凝矾花,迅速沉降至底流,底流高度可以衡量出絮凝沉降的效果,底流高度越低,絮凝沉降效果越好.实验结果表明,开始时底流高度下降较快,随着沉降时间的增长,底流的

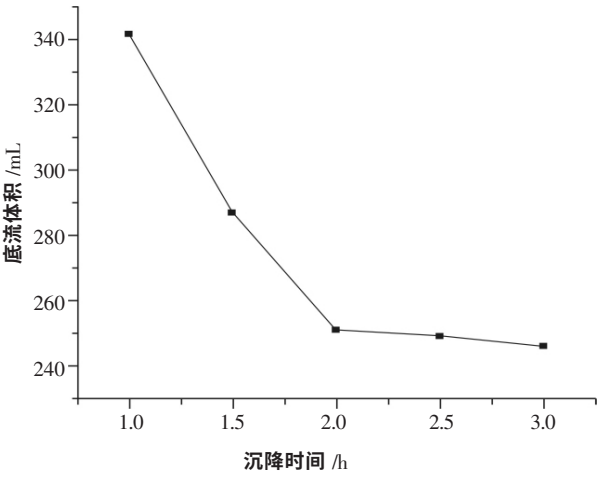


图 2 沉降时间与絮凝效果的关系

高度逐渐趋于稳定.从图 2 可以看出,沉降 2 h 就能达到很好的絮凝效果.因此,最佳的沉降时间为 2 h.

2.2.4 离子活度对絮凝效果的影响

试验条件:加入浓度 0.2 %的分子量为 800 万的阳离子聚丙烯酰胺溶液 10 mL,沉降时间 2 h.离子活度对絮凝效果的影响如图 3 所示.

由图 3 可知,阳离子聚丙烯酰胺的离子活度对

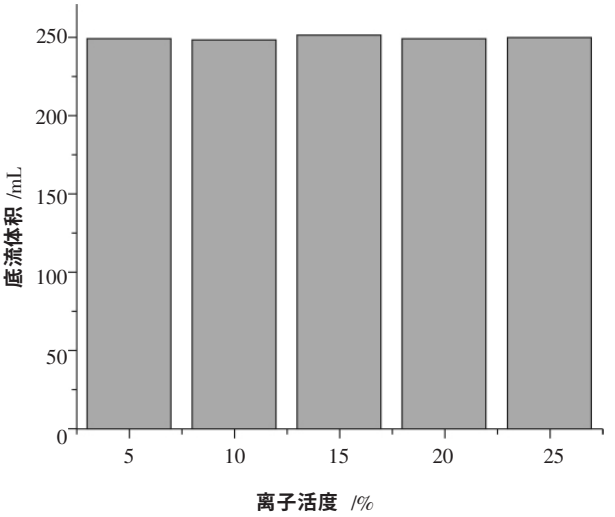


图 3 阳离子聚丙烯酰胺离子活度与絮凝效果的关系

絮凝效果影响不大,即分子链中引入的阴离子基团增加,其絮凝效果变化不明显.后续实验选用离子活度为 25 %的阳离子聚丙烯酰胺.

3 结 论

(1)配制阳离子聚丙烯酰胺絮凝剂稀溶液的最

(下转第 79 页)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

京:北京化工大学,2010.
[19] 刘　建,闫英桃,王　慧.高岭土的改性及其从含砷水中除砷性能研究[J].应用化工,2009,38(8):1100-1104.
[20] 姚淑华,贾永锋,汪国庆,等.活性炭负载 Fe(III)吸附剂去除饮用水中 As(V)[J].过程工程学报,2009,9(2):250-256.
[21] 邵　坚,王　宁,李　涛,等.粉煤灰对砷吸附性能研究[J].华北水利水电学院学报,2011,32(5):135-137.
[22] Ma L, Tu S X. Removal of arsenic from aqueous solution by two types of nano TiO_2 crystals[J]. Environmental Chemistry Letters, 2011, 9(4): 465-472.
[23] 刘巧玲.饮用水除砷处理方法研究[J].建筑建材装饰,2009,58(10):131-133.
[24] 彭福全,熊正为,王志勇.离子交换法除砷实验研究[J].湖南科技学院学报,2010,31(4):94-96.
[25] Anirudhan T S, Unnithan M R. Arsenic (V) removal from aqueous solutions using an anion exchanger derived from coconut coir pith and its recovery [J]. Chemosphere, 2007, 66: 60-66.
[26] ZHANG Xiao-zhuan, JIANG Kai, TIAN Zhen-bang, et a1. Removal of arsenic in water by an ion-exchange fiber with amino groups[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 110: 3934-3940.
[27] 郑文飞.发展中国家饮用水除砷技术探讨[J].化学工程与装备,2009(10):182-185.
[28] 杨　凡.关于膜技术在饮用水除砷处理中的研究与应用[J].科技资讯,2009(18):7.
[29] Waypa J J, Elimelech M, Hering J G. Arsenic removal by RO and NF membranes[J].J.WWA, 1997, 89(10): 102-114.
[30] 吴水波.混凝-微滤工艺的饮用水除砷研究[D].天津:天津大学,2007.
[31] 白　艳,王　志,樊智锋,等.壳聚糖絮凝-超滤法去除水中微量砷[J].膜科学与技术,2008,28(3):87-94.
[32] Ghurye G, Clifford D. Tripp A. Iron coagulation and direct microfiltration to remove arsenic from groundwater[J]. Journal-American Water Works Association, 2004, 96(4): 143-152.
[33] Freemantla Michael. Arsenic rooted from water: powdered water hyacinth roots rapidly remove arsenic from water[J].Chemical and Engineering News, 2005, 83(14): 12.
[34] Ma L Q, Komar K M, Tu C, et a1. A fern that hyperaccumulates arsenic[J].Nature, 2001, 409(6820): 579.
[35] 郑凤英,李顺兴,韩爱琴,等.超富集植物蜈蚣草对水中 As(Ⅲ)吸附行为的研究[J].分析科学学报,2006,22(4):401-405.
[36] Tu S, Ma L Q, Fayiga A O, et a1. Phytoremediation of arsenic-contaminated groundwater by the arsenic hyperaccumulating fern Pteris vittata L[J].International Journal of Phytoremediation, 2004, 6(1): 35-47.
[37] Srivastava M, Ma L Q, Santos J A G. Three new arsenic hyperaccumulating ferns[J]. Science of The Total Envrionment, 2006, 364(1/2/3): 24-31.
[38] Katsoyiannis I A, Zouboulis A I. Application of biological processes for the removal of arsenic from groundwaters[J]. Water Researsh, 2004, 38(1): 17-26.

(上接第 42 页)

佳温度为 40 ℃,搅拌速度为 40 r/min.

(2)在湿法炼铜浸出矿浆固液分离中,选择离子活度 25 %分子量 800 万的阳离子聚丙烯酰胺絮凝剂,用量为 20 mg/L,沉降 2 h 絮凝效果最好.

参考文献:

[1] 宾智勇.复杂多金属物料综合回收铜铅锌锡试验研究[J].湖南有色金属,2004,20(6):16.
[2] 李洪桂.湿法冶金学[M].长沙:中南大学出版社,2002.
[3] 刘大星.湿法炼铜的发展与前景[J].有色金属再生利用,2005(7):34-36.
[4] 马青山.絮凝化学和絮凝剂[M].北京:中国环境科学出版社,2002:147-148.
[5] 张育新,康　勇.絮凝剂的研究现状和发展趋势[J].化工进展,2002,21(11):799.
[6] 何　瑛,鲁淑群,路顺利,等.絮凝技术在化工污水处理中的应用[J].过滤与分离,2004,14(3):27.
[7] 王忠东, 王新文.絮凝技术在湿法炼锌浸出工艺的应用[J].甘肃冶金,2003,25(12):91-92.
[8] 刘谟禧.絮凝技术在矿冶中的应用[J].矿冶工程,1993,13(2):50-51.
[9] 李小云,黄晓菊.絮凝技术在水处理中的应用研究[J].北方环境,2011,23(10):34.
[10] Cho M S,Song B K,Yoon K J.Flocculation characteristics of copolymer of acrylamide with quaternary ammonium cationic monomer flocculation by cationic polyacrylamide[J]. Ind Eng Chem,2002,8(2):131-137.
[11] Kelen T,Tudos F.Analysis of the liner methods for determining copolymerization reactivity ratios(I): A new improved linear graphic method[J].J Macrom Sci Chem,1975,A9(1):1-27.
[12] Aminian H, Bazin C.Technical note solvent extraction equilibria in copper-iron-lix984 system[J].Mineral Engineering,2000,6(13):667-672.
[13] 储荣邦, 褚春娟.PAM 阴离子型絮凝剂在处理重金属废水中的应用[J].电镀与环保,2006,26(1):38-39.
[14] 向　凤. 湿法炼锌过程中絮凝剂的应用研究[J].湖南有色金属,2011,27(2):27-30.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net