

# 碱浸提取碲的工艺研究

王少锋, 汪 琼, 杨静静, 张存磊, 席珍强

(浙江理工大学材料工程中心, 杭州 310018)

**摘 要:** 运用正交法,对碱浸提取碲的工艺进行了优化。考察了浸出温度、NaOH 浓度、液固比、浸出时间对 Te 浸出率的影响。同时对最佳浸出工艺下主要杂质元素 Si、Se、Cu 的浸出进行了研究。结果表明:浸出温度、NaOH 浓度、液固比、浸出时间对 Te 的浸出率无显著影响。碱浸提取碲的最佳浸出工艺为:浸出温度 95℃,NaOH 浓度 3 mol/L,液固比 6:1,浸出时间 3 h。此工艺条件下浸出液中 Si、Se 含量较高,进行后续碲的提取工艺前需除杂。

**关键词:** 碱浸; 碲; 浸出率

**中图分类号:** TF843.5 **文献标志码:** A

## 0 引 言

碲被誉为“现代工业、国防与尖端技术的维生素,创造人间奇迹的桥梁”,“是当代高技术新材料的支撑材料”<sup>[1-3]</sup>。随着宇航、原子能电子工业等领域对包括碲在内的稀散金属的需求与日俱增,碲已成为电子计算机、通讯及宇航开发、能源、医药卫生所必需的新材料<sup>[4]</sup>。目前碲的主要来源还是铜精炼厂的阳极泥、硫酸厂的泥浆以及硫酸厂和冶炼厂的静电集尘器中的尘埃<sup>[4]</sup>。由于含碲废渣的来源各不相同,废渣的成分也有很大差异。本文运用正交法,对 NaOH 溶液浸出碲的工艺进行了研究。同时对主要杂质元素 Cu、Se、Si 的浸出状况进行了研究,为后续碲的提纯和回收提供参考。

## 1 实 验

### 1.1 原料物相及定量分析

含碲废渣在 100℃干燥 1 h,将其粒度研磨至 200 目,其成分如表 1 所示。碲渣中碲的含量为 27.5%~39.76%,其他主要金属杂质元素为 Si、Se、Cu。原料的 X 射线衍射图谱如图 1 所示。将图 1 与标准图谱进行对比可以得出,只有对应于

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 物相的衍射峰较为明显,其他大部分元素物相组分不能确定。

表 1 原料的化学成分

元素	Si/6.20	V/0	Cr/0.77	Cu/1.46	Na/9.28
含量/%	~11.5	~0.80	~1.07	~2.35	~10.79
元素	As/0	Se/6.95	Te/27.50	S/2.07	Cl/2.50
含量/%	~1.91	~8.31	~39.76	~3.31	~4.70

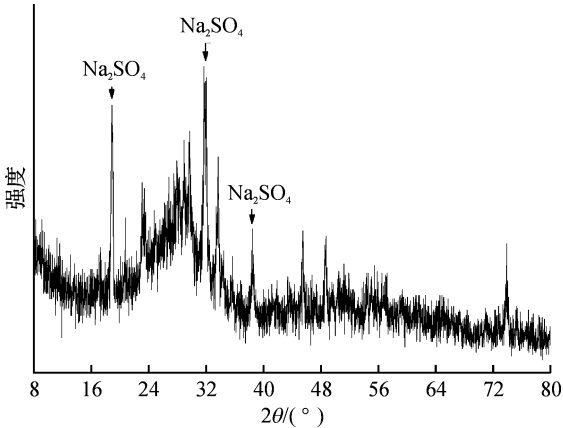


图 1 原料的 X 射线衍射图谱

### 1.2 碱浸原理

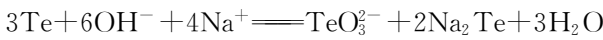
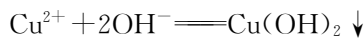
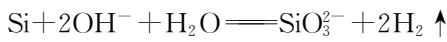
本文中碱浸采用氢氧化钠作为碱浸剂。碲单质与化合物可与碱反应生成可溶性亚碲酸盐<sup>[5-6]</sup>。Se 的化学性质与 Te 类似<sup>[5]</sup>。Cu 的可溶性盐在碱溶

收稿日期: 2012-06-25

作者简介: 王少锋(1989—),男,河南洛阳人,硕士研究生,主要从事半导体材料与器件的研究。

通信作者: 席珍强, E-mail: zjuxzq@yahoo.com.cn

液中会生成氢氧化铜沉淀除去。Si 的单质与化合物也可与碱反应转化为可溶性的硅酸盐<sup>[7-8]</sup>。碱浸过程中发生的主要反应如下:



### 1.3 正交试验设计

实验所使用的碱浸介质为 NaOH 溶液,采用正交法研究浸出温度、NaOH 浓度、液固比、浸出时间对碲浸出率的影响,并对最佳工艺条件下主要杂质元素 Si、Se、Cu 的浸出率进行了分析。其因素和水平见表 2,因素水平选定后按  $L_{16}(4^5)$  进行试验。

表 2 实验因素水平

因素	水平			
	1	2	3	4
温度(A)/℃	50	65	80	95
浓度(B)/(mol·L <sup>-1</sup> )	1	2	3	4
液固比(C)	2:1	4:1	6:1	8:1
时间(D)/h	1	3	5	7

注:液固比为 NaOH 溶液体积与含碲废渣的质量之比。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 碲的浸出率结果分析

正交试验碲的浸出率结果和分析如表 3 所示。运用极差分析法可知 4 个因素对碲的浸出率的影响由大到小顺序为:NaOH 浓度>液固比>时间>温度。碱浸提取碲的最佳工艺为  $A_4B_4C_3D_2$ ,即浸出温度 95℃、NaOH 浓度 4 mol/L、液固比 6:1、浸出时间 3 h。运用方差分析法,对实验数据进行  $F$  检验判断因素的显著性。查  $F$  分布表得  $F_{0.1}(3,3)=5.39$ ,由此可分析各因素的显著性:浸出温度、NaOH 浓度、液固比、浸出时间对 Te 的浸出率影响都不显著。

### 2.2 最佳工艺验证

在正交试验确定的最佳工艺条件下,重复 4 次进行验证试验。其结果如表 4 所示。由表 4 可知最佳工艺条件下的 Te 的浸出率可达到 99.06%。含碲废渣中主要杂质元素 Si 的浸出率为 93.93%,Se 的浸出率为 78.11%,Cu 的浸出率为 5.44%。因此进行后续碲的提取回收前应对 Si、Se 进行除杂。

表 3 碲的浸出率结果与分析

编号	因素				碲浸出率 $T/\%$
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	63.50
2	1	2	2	2	97.52
3	1	3	3	3	98.14
4	1	4	4	4	99.26
5	2	1	2	3	87.67
6	2	2	1	4	94.99
7	2	3	4	1	98.81
8	2	4	3	2	98.74
9	3	1	3	4	94.42
10	3	2	4	3	95.02
11	3	3	1	2	97.26
12	3	4	2	1	97.96
13	4	1	4	2	94.91
14	4	2	3	1	97.77
15	4	3	2	4	97.65
16	4	4	1	3	63.50
$\overline{T_1}/\%$	89.60	85.12	88.09	89.51	
$\overline{T_2}/\%$	95.05	96.32	95.20	97.11	
$\overline{T_3}/\%$	96.17	97.96	97.27	94.36	
$\overline{T_4}/\%$	96.74	98.15	97.00	96.58	
$R$	7.14	13.02	9.18	7.60	$\overline{T}=94.39$
$S$	128.28	465.87	221.76	144.01	
$f$	3	3	3	3	
$V$	42.76	155.29	73.92	48.00	
$F$	0.565 2	2.052 5	0.977 0	0.634 5	

表 4 Te 的浸出率验证试验结果

编号	$w(\text{Te})/\%$	$w(\text{Si})/\%$	$w(\text{Se})/\%$	$w(\text{Cu})/\%$
1	98.83	93.44	73.62	6.25
2	99.38	93.67	78.99	5.21
3	99.00	94.23	80.29	3.99
4	99.00	94.38	79.54	6.32
$\overline{T}$	99.06	93.93	78.11	5.44

## 3 结 论

碱浸提取碲的最佳工艺为:浸出温度 95℃、NaOH 浓度 4 mol/L、液固比 6:1、浸出时间 3 h。最佳工艺下碲的浸出率为 99.06%。浸出液中 Si、Se 的含量较高,进行后续碲的提取工艺前应先对 Si、Se 进行除杂。

### 参考文献:

- [1] 张忠亭,邓飞跃,李 彪,等.感耦合等离子体原子发射光谱法测定炼锑废渣中碲[J].冶金分析,2011,31(10):46-49.
- [2] 王兴明,陈后兴,罗仙平,等.碲的资源、用途与提取分

- 离技术研究现状[J]. 四川有色金属, 2005(1): 1-8.
- [3] 翟秀静, 周亚光. 稀散金属[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2009: 313-320.
- [4] 周令治, 陈少纯. 稀散金属提取冶金[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008: 281-285.
- [5] 沈华生. 稀散金属冶金学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1976: 149-150.
- [6] 方 锦, 王少龙, 付世继. 从碲渣中回收碲的工艺研究[J]. 材料研究与应用, 2009, 3(3): 204-206.
- [7] Rhee K I, Lee C K, Ha U C, et al. Tellurium recovery from cemented tellurium with minimum waste disposal [J]. Hydrometallurgy, 1999, 53: 189-201.
- [8] Fernandez M A, Segarra M, Espiell F. Selective leaching of arsenic and antimony contained in the anode slimes from copper refining [J]. Hydrometallurgy, 1966, 41: 255-267.

## Study on Process of Tellurium Extraction through Alkaline Leaching

WANG Shao-feng, WANG Qiong, YANG Jing-jing, ZHANG Cun-lei, XI Zhen-qiang

(Material Engineering Center, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** This paper optimizes the process of tellurium extraction through alkaline leaching with orthogonal method, investigates the influence of leaching temperature, NaOH concentration, liquid-solid ratio and leaching time on leaching efficiency of Te and meanwhile studies leaching of main impurity elements Si, Se and Cu under the optimal leaching process. The result shows that leaching temperature, NaOH concentration, liquid-solid ratio and leaching time do not have significant influence on leaching efficiency of Te. The optimal leaching process of tellurium extraction through alkaline leaching is: leaching temperature 95°C, NaOH concentration 3 mol/L, liquid-solid ratio 6 : 1 and leaching time 3 h. The leaching agent under such process conditions has a high content of Si and Se. It is necessary to eliminate impurities before conducting subsequent Te extraction processes.

**Key words:** alkaline leaching; tellurium; leaching efficiency

(责任编辑: 张祖尧)