

# 化学沉淀法处理化学镀镍废水的研究

冯粒克<sup>1</sup>, 施银燕<sup>2</sup>, 汪向阳<sup>2</sup>, 陈金思<sup>2</sup>

(1 安徽马鞍山市环境工程评估中心, 安徽 马鞍山 243000;

2 合肥徽锐工程科技有限公司, 安徽 合肥 230009)

摘要: 采用化学沉淀法从含镍废水中回收镍, 通过实验确定了氢氧化钠处理废水的最佳工艺参数, 回收得到镍盐, 并对沉渣处理进行了初步探讨。结果表明: 以双氧水为破络剂, 氢氧化钠为沉淀剂, 双氧水用量为 50mL/L, 氢氧化钠用量为 25g/L, 温度为 60℃时沉淀效果最佳。

关键词: 化学沉淀法; 化学镀镍废水; 预处理

中图分类号: X781.1

文献标识码: A

文章编号: 1008-021X(2010)08-0018-03

## Study on Removal of Nickel from Electroplating Wastewater by Chemical Precipitation

FENG Li-ke<sup>1</sup>, SHI Yin-yan<sup>2</sup>, WANG Xiang-yang<sup>2</sup>, CHEN Jin-si<sup>2</sup>

(1 Maanshan Appraisal Center For Environment & Engineering Maanshan 243000 China

2 Hefei Very Engineering Technology Co., Ltd., Hefei 230009, China)

**Abstract** Nickel was removed from electroplating wastewater by chemical precipitation, precipitant and process parameters were also determined by experiments. The treatment method of sludge produced by chemical precipitation process was primarily studied. The results of best technology showed that the concentration of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was 50mL/L, NaOH was taken as precipitant and its concentration was 25g/L, and the temperature was 60°C.

**Key words** chemical precipitation; electroplating wastewater; pretreatment

### 1 前言

化学镀镍是以镍盐和次磷酸盐等作用而生成 Ni-P 非晶镀层<sup>[1]</sup>, 化学镀镍磷以其不需外电源、镀层均匀、硬度高、耐磨性能好、镀覆部件不受尺寸形状限制等优点, 已经广泛应用于各个领域<sup>[2]</sup>。但同时含镍废水也越来越多, 且大部分以废水的形式放掉, 造成资源浪费, 同时, 镍的毒性较大, 含镍废液直接排放必将对环境和人体健康造成危害<sup>[3-4]</sup>。因此, 研究化学镀镍废水的处理越来越受到关注。

目前, 处理化学镀镍废水的方法主要有三类: 第一类是废水中重金属离子通过发生化学反应除去的方法, 包括化学沉淀法、化学还原法和电化学还原法等。第二类是使废水中的重金属在不改变其化学形态的条件下进行吸附、浓缩、分离的方法, 包括吸附、溶剂萃取、蒸发和凝固法、离子交换和膜分离等。第三类是借助微生物或植物的絮凝、吸收、积累、富集等作用去除废水中重金属的方法, 其中包括生物絮凝、生物化学法和植物生态修复等。

在这些方法中, 化学沉淀法是目前使用最广泛的方法, 该法具有较好的适应性。通过向废水中投加沉淀剂, 使镍离子以碳酸盐、氢氧化物、氧化物或

硫化物的形式沉淀, 从废水中分离, 实现废水净化。常用的沉淀剂有石灰乳<sup>[5]</sup>、氢氧化钠、硫酸亚铁<sup>[6]</sup>和碳酸钠<sup>[7]</sup>等。

本文以氢氧化钠为沉淀剂, 研究了化学沉淀法处理化学镀镍废水的处理工艺, 并对污泥量以及沉淀物的处理进行了研究, 废水经处理后达到国家排放标准 (GB8978-1996)。

### 2 实验部分

#### 2.1 废水成分分析

本实验所用化学镀镍废水取自安徽省芜湖市某金属材料公司, 经过滤处理后, 废水的 pH 值为 4.30, 主要成分见表 1。

表 1 废水的主要成分

金属	Ni <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )	10270	3.0	51.2	13.3

由以上水质数据可知, 该公司排放的含 Ni<sup>2+</sup> 废水中, Ni<sup>2+</sup> 含量很高, 且纯度也很高。回收其中的 Ni<sup>2+</sup> 不仅可以减小对环境的污染, 更有利于企业经济效益的提高, 是一个很有意义的课题。

#### 2.2 主要仪器及试剂

收稿日期: 2010-06-06

作者简介: 冯粒克 (1972-), 男, 2001 年硕士毕业后一直从事环境工程咨询与管理工作。

WX-1E2 原子吸收分光光度计, 721 分光光度计, pH 计, 恒温水浴锅, 磁力搅拌器。

氢氧化钠 (分析纯), 30% 双氧水。

### 2.3 实验方法

#### (1) 成分分析。

取经过滤除杂的含镍废液 (即含  $\text{Ni}^{2+}$  废水), 用原子吸收光谱分析法分析溶液中离子组成。

#### (2) 废液的预处理

由于化学镀镍液中  $\text{Ni}^{2+}$  以  $\text{Ni}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$  形式存在, 所以仅加碱难以将其转变为  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  沉淀。要沉淀回收  $\text{Ni}^{2+}$ , 就必须使  $\text{Ni}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$  分解游离出  $\text{Ni}^{2+}$ 。本研究采用双氧水氧化法进行破络预处理。

#### (3) 镍离子去除实验

取一定量经预处理的废水, 向其中加入一定量的氢氧化钠, 控制反应温度, 搅拌 0.5h 静置分层 (由于氢氧化镍沉淀速度很慢, 实验时沉淀时间定为 7d), 取上层液体分析其中  $\text{Ni}^{2+}$  含量。

## 3 结果与讨论

### 3.1 双氧水用量对镍离子去除率的影响

取 100mL 含镍废水, 向其中加入不同量的双氧水, 搅拌 1h 后按 25g/L 的量加入氢氧化钠, 常温下反应 0.5h。镍离子去除率与双氧水用量的关系见图 1。

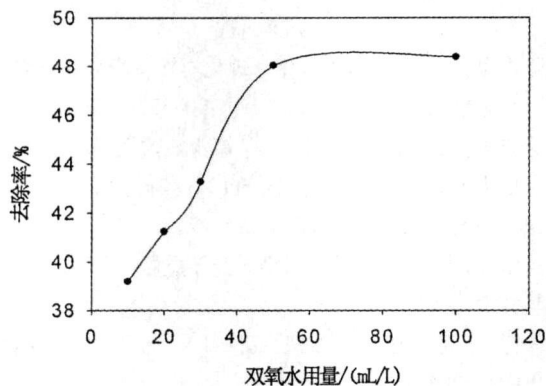


图 1 双氧水用量对镍离子去除率的影响

由图 1 可以看出, 随着双氧水用量的增加, 镍离子的去除率也随之增加, 直到双氧水用量达到 50mL/L。双氧水用量较低时, 不能完全将镍络合物破络, 导致镍离子未能完全沉淀。

### 3.2 氢氧化钠用量与体系 pH 值的关系

取 100mL 含镍废水, 向其中加入 3mL 的双氧水, 搅拌 1h 后投加不同量的氢氧化钠, 常温下反应 0.5h。反应体系 pH 值与氢氧化钠用量的关系见图 2。

由图 2 可以看出, 氢氧化钠投加量小于 5mg/L 时, pH 值随着氢氧化钠添加量的增加增加缓慢, 这

可能是因为添加的氢氧化钠与废液中的  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  等金属离子反应, 氢氧化钠调节体系 pH 值作用不明显; 在氢氧化钠添加量为 5 到 15g/L 时, 氢氧化钠的主要作用是调节反应体系的 pH 值, 以及与  $\text{Cu}^{2+}$  反应; 而当氢氧化钠添加量达到 15g/L 以上时, pH 值增加趋势趋于平缓, 此时体系中主要是镍离子和氢氧化钠的反应。

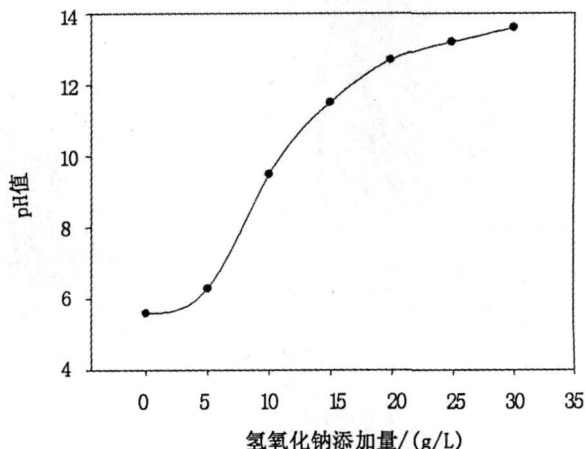


图 2 氢氧化钠用量对体系 pH 值的影响

### 3.3 氢氧化钠用量对镍离子去除率的影响

取 100mL 含镍废水, 向其中加入 3mL 的双氧水, 搅拌 1h 后投加不同量的氢氧化钠, 常温下反应 0.5h。镍离子去除率与氢氧化钠用量的关系见图 3。

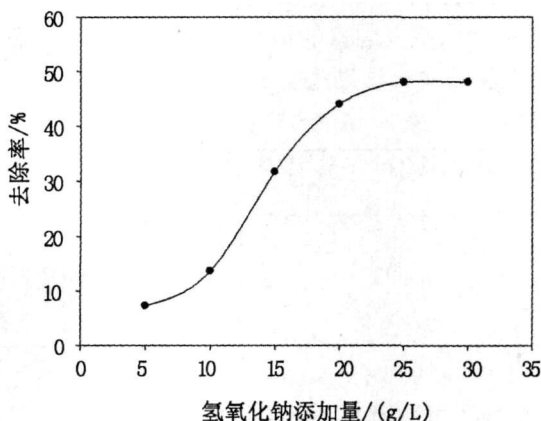


图 3 氢氧化钠用量对镍离子去除率的影响

氢氧化钠用量对含镍废水处理十分重要, 如果氢氧化钠用量不足, 则不能完全沉淀废水中的镍离子; 如果用量过高, 虽然能降低镍离子含量, 但会造成资源浪费, 而且出水水质也不符合国家排放标准。由图 3 可以看出, 氢氧化钠用量的增加, 废水中镍离子的去除率也随之增加, 但当氢氧化钠用量超过 25g/L 后, 镍离子去除率不随着氢氧化钠用量的增加而变化, 这可能是因为此时废水中的游离镍离子反应完全了。

### 3.4 反应温度对镍离子去除率的影响

取 100mL 含镍废水, 向其中加入 3mL 的双氧水, 搅拌 1h 后按 25g/L 的量投加氢氧化钠, 不同温度下反应 0.5h。镍离子去除率与反应温度的关系见图 4。

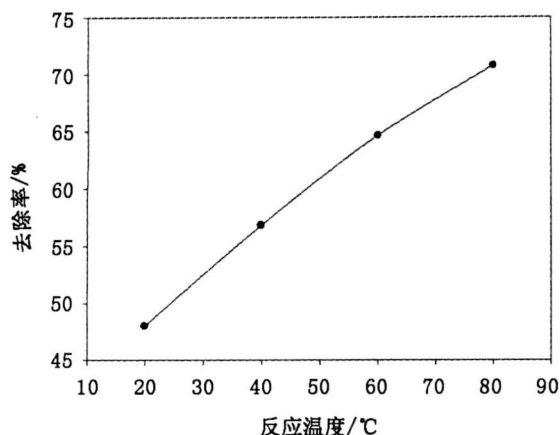


图 4 反应温度对镍离子去除率的影响

从图 4 可以看出, 随着反应温度的增加, 镍离子去除率随之增加。这是因为, 提高反应温度, 一方面有利于镍离子和氢氧化钠的反应; 另一方面也有利于双氧水的破络作用, 废水中游离镍离子增多, 反应更加彻底。

### 3.5 工艺条件优化

为了得到氢氧化钠处理化学镀镍废水的最佳工艺, 采取三水平三因素的正交实验, 正交实验水平及因素见表 2, 实验结果见表 3。

表 2 正交实验水平及因素

因素	双氧水用量 / (mL/L)	氢氧化钠用量 / (g/L)	温度 / °C
	A	B	C
1	30	15	20
2	50	20	60
3	100	25	80

注: 沉淀时间为 7d。

由表 3 可以看出, 影响镍离子去除率的因素主次关系为: 氢氧化钠用量、反应温度、双氧水用量。正交试验最佳结果为: 氢氧化钠用量为 25g/L, 反应温度为 60°C, 双氧水用量为 50mL/L。在此条件下镍离子为 0.980mg/L, 达到国家排放标准 (GB8978-1996)。

### 3.6 沉淀物处理方法

将氢氧化钠沉淀得到的沉淀物经过滤、洗涤、干燥后称得每升废液产生的沉渣量为 15.3g, 该沉渣的主要成分为氢氧化镍。为了进一步从沉淀物中提取镍并减少沉渣量, 本文采用硫酸溶解沉淀, 使其中

的镍以硫酸镍的形式回收, 镍的回收率为 92.1%, 但关于硫酸镍的提纯问题还有待于进一步的实验研究。

表 3 正交实验结果

序号	A	B	C	去除率 / %
1	1	1	1	57.99
2	1	2	2	98.85
3	1	3	3	98.64
4	2	1	2	89.44
5	2	2	3	93.25
6	2	3	1	99.25
7	3	1	3	78.52
8	3	2	1	98.49
9	3	3	2	99.06
K1	255.48	225.95	255.73	
K2	281.94	290.59	287.35	
K3	276.07	296.95	270.41	
k1	85.16	75.316667	85.243333	
k2	93.98	96.863333	95.783333	
k3	92.023333	98.983333	90.136667	
R	8.82	23.666667	10.54	

## 4 结论

化学镀废水中镍离子含量高, 废液中含有大量的有机络合剂和添加剂, 镍主要以络合物的形式存在, 氧化破络预处理后, 用氢氧化钠沉淀, 沉淀后水样中镍离子含量达到国家排放标准, 沉淀物用硫酸溶解回收, 镍的收率可达到 92.1%。

## 参考文献

- [1] 陈志勇, 王辉. 漂白粉氧化处理化学镀镍废液的研究 [J]. 电镀与环保, 2001, 21(4): 30-31.
- [2] 陈志勇, 刘彦明, 王辉, 等. 化学镀镍液的循环利用及废水处理研究(II)——废水处理 [J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 1996, 9(3): 296-299.
- [3] 王学锋, 木桂芬. 重金属污染研究新进展 [J]. 环境科学与技术, 2003, 26(1): 54-56.
- [4] 孟祥和, 胡国飞. 重金属废水处理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 5-12.
- [5] 黄新, 李涛, 唐楷, 等. 化学沉淀法回收含镍废水中镍的研究 [J]. 化学工程师, 2008(10): 37-39.
- [6] 孙红, 赵立军, 杨永生. 化学沉淀法处理化学镀镍废液中镍的研究 [J]. 黑龙江大学自然科学学报, 1999, 16(2): 102-105.
- [7] 王晓波, 萨如拉, 杨润昌, 等. 化学镀镍废液处理新工艺及机理研究 [J]. 湘潭大学自然科学学报, 2004, 26(1): 78-80.

(本文文献格式: 冯粒克, 施银燕, 汪向阳, 等. 化学沉淀法处理化学镀镍废水的研究 [J]. 山东化工, 2010, 39(8): 18-20.)