

# 分步沉淀法处理酸性矿山废水

王明辉<sup>1,2</sup>, 晏波<sup>1</sup>, 麦戈<sup>1,2</sup>, 陈涛<sup>1</sup>, 肖贤明<sup>1</sup>

(1. 中国科学院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室和广东省环境资源利用与保护重点实验室, 广东广州 510640; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

[摘要] 采用分步沉淀工艺处理酸性矿山废水, 考察了工艺条件对废水中有价金属元素回收效果的影响。实验结果表明:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  为适宜的废水pH调节剂; 调节废水pH至4.00左右并投加0.05 mL/L的 $\text{H}_2\text{O}_2$ , 可首先去除 $\text{Fe}^{2+}$ 及 $\text{Fe}^{3+}$ , 得到富Fe渣( $w(\text{Fe})=51.00\%$ ); 调节废水pH至6.00~6.50, 先投加50 mg/L的 $\text{Na}_2\text{S}$ , 去除废水中的 $\text{Cu}^{2+}$ , 获得富Cu渣( $w(\text{Cu})=10.89\%$ ), 再将 $\text{Na}_2\text{S}$ 的投加量增至100 mg/L, 去除废水中的Zn与Mn, 获得富Zn-Mn渣( $w(\text{Cu})=2.37\%$ ,  $w(\text{Mn})=6.79\%$ ,  $w(\text{Pb})=1.61\%$ ); 进一步调节废水pH至8.40, 可去除剩余的Zn、Mn及其他重金属。分步沉淀工艺处理后的废水可达标排放, 产生的富Fe渣、富Cu渣及富Zn-Mn渣可直接出售或具有利用价值。分步沉淀工艺可实现有价金属元素的高效回收, 大幅度降低废水处理的实际成本, 值得工程应用与推广。

[关键词] 酸性矿山废水; 分步沉淀; 有价金属; 资源回收

[中图分类号] X703.1

[文献标志码] A

[文章编号] 1006-1878(2016)01-0047-06

[DOI] 10.3969/j.issn.1006-1878.2016.01.010

## Treatment of acid mine drainage by fractional precipitation process

Wang Minghui<sup>1,2</sup>, Yan Bo<sup>1</sup>, Mai Ge<sup>1,2</sup>, Chen Tao<sup>1</sup>, Xiao Xianming<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Organic Geochemistry, Guangdong Key Laboratory of Environmental Protection and Resources Utilization, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou Guangdong 510640, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** The acid mine drainage (AMD) was treated by fractional precipitation process. The effects of the process conditions on recover of valuable metals from AMD were studied. The experimental results show that:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  is the suitable agent for pH adjustment; When the wastewater pH is adjusted to about 4.00 and 0.05 mL/L of  $\text{H}_2\text{O}_2$  is added,  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$  are firstly removed from the wastewater and the iron-rich sludge with 51.00% of  $w(\text{Fe})$  is obtained; Then the wastewater pH is adjusted to 6.00-6.50, with the addition of 50 mg/L  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  is removed from the wastewater and the copper-rich sludge with 10.89% of  $w(\text{Cu})$  is obtained, and with the addition of 100 mg/L  $\text{Na}_2\text{S}$ , Zn and Mn are removed from the wastewater and the zinc-manganese-rich sludge with 2.37% of  $w(\text{Cu})$ , 6.79% of  $w(\text{Mn})$ , 1.61% of  $w(\text{Pb})$  is obtained; Finally, when the wastewater pH is adjusted to 8.40, the rest Zn, Mn and other heavy metals are removed. After treated by fractional precipitation process, the effluent quality can meet the national discharged standard, and the iron-rich sludge, copper-rich sludge and zinc-manganese-rich sludge can be sold directly or reused. The popularization and application of the fractional precipitation process is worthily because that the cost of AMD treatment could be reduced significantly with the recovery of valuable metals.

**Key words:** acid mine drainage; fractional precipitation; valuable metal; resource recovery

酸性矿山废水(AMD)成分复杂、污染严重, 其处理方法主要包括化学法、物理法、生物法和湿地法等<sup>[1-3]</sup>。目前, AMD的工程处理主要采用以石灰和硫化物为中和/沉淀剂的化学沉淀工艺<sup>[4-6]</sup>, 产生含大量重金属元素的沉淀渣。该渣有价金属品位低, 无法回收利用, 处置难度极大<sup>[7]</sup>, 目前通常将沉淀渣返回尾矿库堆存, 造成沉淀渣中重金属元素

的二次溶出, 产生新的环保问题<sup>[8-11]</sup>。因此, 改进

[收稿日期] 2015-09-08; [修订日期] 2015-10-22。

[作者简介] 王明辉(1979—), 男, 内蒙古自治区扎兰屯人, 博士生, 电话 13922252399, 电邮 835345562@qq.com。联系人: 晏波, 电话 020-85290335, 电邮 yanbo2007@gig.ac.cn。

[基金项目] 广东省科技计划项目(2014B090901040, 2014B030301060); 广东省省级环保专项资金项目(粤财工2014-176号)。

现有沉淀技术，提高沉淀渣中有价金属含量，使其具有回收利用价值，是AMD治理技术的发展方向之一。

AMD中的有价金属元素主要包括Fe, Cu, Zn, Mn<sup>[9,11-12]</sup>，需在沉淀过程中将其有效分离，分别形成不同成分的沉淀渣，如富Fe渣、富Cu渣等，方可实现回收<sup>[13]</sup>。由于Fe, Cu, Zn, Mn及其他重金属的氢氧化物与硫化物的溶度积差异较大<sup>[14]</sup>，理论上可通过控制废水pH、沉淀剂类型及投加量实现分步沉淀<sup>[9,12]</sup>。选择性沉淀技术已经成功应用于从工业废水、浸出液和矿井废水中回收一些浓度较高的有价金属元素<sup>[15-18]</sup>，但对于AMD开展的工作不多，几篇相关报道均为实验性研究<sup>[5,11,13,19-20]</sup>，主要原因是AMD中金属元素成分较复杂<sup>[21]</sup>，简单的回收其中某种金属元素一般

没有经济效益<sup>[22]</sup>，需要考虑有价金属的综合回收，从而增大了技术难度。

本工作以广东省大宝山矿槽对坑尾矿库AMD为例，开展了有价金属综合回收的分步沉淀工艺与参数研究，并对沉淀渣的回收利用价值进行了分析，探讨了其经济性，以期为AMD分步沉淀的工程应用提供理论指导。

## 1 实验部分

### 1.1 试剂和材料

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>S, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>: 分析纯。

实验所用废水样品取自大宝山矿槽对坑尾矿库AMD。大宝山矿是以铁铜为主的大型多金属矿山，废水的主要金属组成见表1。

表1 废水的主要金属组成

ρ, mg/L

Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Co	Ni	Cr	As	Cd	pH
20.37	15.40	1.04	8.47	3.10	0.29	0.20	0.09	0.07	0.06	3.20

由表1可见：废水pH为3.20；含量较高的金属元素为Fe, Mn, Cu，具有一定回收价值；其他金属元素主要是Cd, As, Cr, Pb, Zn, Co, Ni。

### 1.2 实验步骤

分步沉淀法处理AMD的工艺流程见图1。首先在AMD中加入一定量的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，搅拌反应5 min后，以Ca(OH)<sub>2</sub>调节pH，搅拌反应5 min后静置1 h，过滤后得沉淀富Fe渣；滤液再以Ca(OH)<sub>2</sub>调节pH并投加一定量Na<sub>2</sub>S，同时投加一定量混凝剂(Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)，搅拌反应5 min后静置1 h，过滤后得富Cu渣；滤液再投加一定量Na<sub>2</sub>S，同时投加一定量混凝剂(Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)，搅拌反应5 min后静置1 h，过滤后获得富Zn-Mn渣；滤液以Ca(OH)<sub>2</sub>调节pH，搅拌反应5 min后静置1 h，过滤后得最终出水。

### 1.3 分析方法

废水pH采用上海仪电科学仪器股份有限公司雷磁E-201型酸度计，使用的参考缓冲液的pH分别为4.00, 6.86, 9.18。废水中的常量金属元素及微量金属元素分别采用日本岛津公司AA-6300C型原子吸收仪与美国安捷伦科技公司7700型等离子体质谱仪(ICP-MS)，按照美国标准APHA 3111<sup>[23]</sup>测定。测定前水样经过硝酸处理，pH<2.00。对于沉淀渣试样，先将试样干燥，然后采用美国培安科技公司CEM-MARS型微波消解仪进行消解，再加入

硝酸定容后稀释(pH <2.00)，然后采用与废水试样相同方法测定金属元素含量。

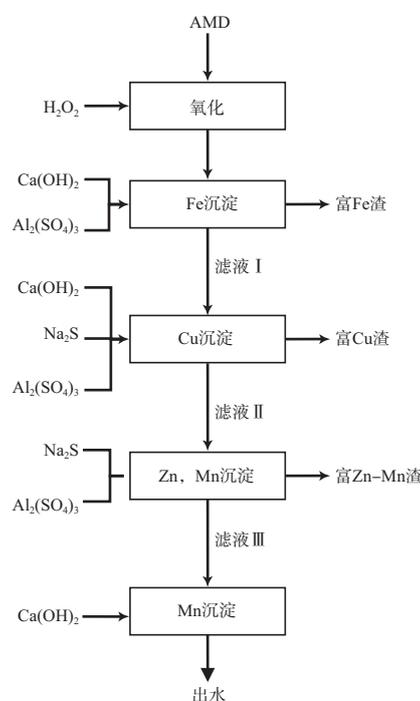


图1 分步沉淀法处理AMD的工艺流程

## 2 结果与讨论

### 2.1 废水pH调节剂的选择

NaOH和Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH的效果对比见

图2。由图2可见：采用NaOH和Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH的效果相当，沉淀渣的产生量也没有明显差别。从成本考虑，可选择Ca(OH)<sub>2</sub>作为废水的pH调节剂。

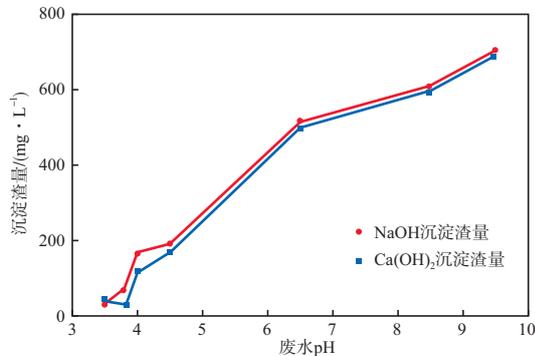


图2 NaOH和Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH的效果对比

### 2.2 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量对金属元素去除效果的影响

Fe<sup>3+</sup>可在pH 3.50左右完全沉淀，但Fe<sup>2+</sup>的完全沉淀需在pH 6.40以上<sup>[24]</sup>。为完全去除废水中的Fe<sup>2+</sup>和Fe<sup>3+</sup>并达到与废水中其他金属离子(如：Cu<sup>2+</sup>，Zn<sup>2+</sup>，Mn<sup>2+</sup>)完全分离的目的，首先需要对废水进行氧化处理，将Fe<sup>2+</sup>转变为Fe<sup>3+</sup>。在H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量为0.05~0.3 mg/L、废水pH为3.85的条件下，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量对金属元素去除率的影响见图3。由图3可见：不投加H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>时，Fe的去除率仅为48.31%；H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量为0.05 mL/L时，Fe的去除率增至98.24%；继续增加H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量，Fe的去除率上升不明显；值得注意的是，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的投加对其他金属的去除率没有明显的影响，故H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的投加量控制在0.05 mL/L即可。

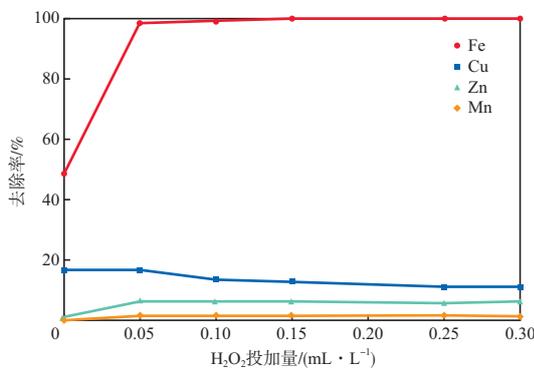


图3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量对金属元素去除率的影响

### 2.3 沉淀pH对金属元素去除效果的影响

在H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>投加量为0.05 mL/L、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>投加量为20 mg/L的条件下，沉淀pH对金属元素去除率的影响见图4。由图4可见：pH为3.85时，Fe去除率

即高达98%以上，此时其他金属离子大多残留在废水中；Cu的去除率随着pH的升高逐渐增大，在pH为7.45时其去除率达到87%；pH>6.50时，Zn与Mn的去除率快速上升，pH升至9.50时，两者的去除率均达到85%左右；继续升高至pH 11.00时，Mn的去除率增加不明显，而Zn去除率由于沉淀渣中Zn<sup>2+</sup>的溶出降至57%。

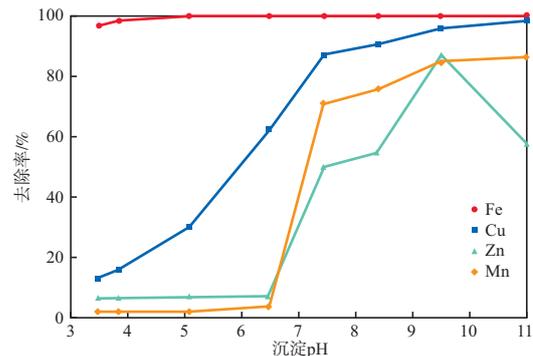


图4 沉淀pH对金属元素去除率的影响

### 2.4 小结

根据上述结果，通过投加0.05 mL/L的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>作为氧化剂并调节废水pH至4.0左右可实现Fe的选择性沉淀并可获得Fe含量为51.00%(w)的富Fe渣。但Cu，Zn，Mn难以高效分离，且Zn与Mn的去除率较低。调节废水pH至9.50时，废水中残留Mn的质量浓度为2.45 mg/L，高于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)<sup>[25]</sup>一级排放标准的要求。因此，仅通过投加Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH不能有效去除并回收Cu，Zn，Mn，需要在调节废水pH的基础上投加高效沉淀剂，分步去除并回收Cu，Zn，Mn等有价值金属元素。

### 2.5 Na<sub>2</sub>S投加量对Cu，Zn，Mn去除率的影响

CuS，ZnS，MnS溶度积差别很大，分别为1.3×10<sup>-36</sup>，2.5×10<sup>-22</sup>、2×10<sup>-13</sup><sup>[18]</sup>。因此，可通过控制pH并投加Na<sub>2</sub>S实现废水中Cu，Zn，Mn的分步沉淀。在废水pH为6.30、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>投加量为20 mg/L的条件下，Na<sub>2</sub>S投加量对金属元素去除率的影响见图5。由图5可见：Na<sub>2</sub>S投加量为50 mg/L时，Cu的去除率达到99%以上，而此时Zn与Mn的去除率不到20%；进一步提高Na<sub>2</sub>S投加量至100 mg/L，Zn与Mn的去除率快速增加到80%左右；将Na<sub>2</sub>S投加量再增加至150 mg/L，Zn与Mn的去除率没有明显增加。因此，投加适量Na<sub>2</sub>S，可实现Cu与Zn、Mn的分步沉淀，即：先投加50 mg/L的Na<sub>2</sub>S，去除废水中的Cu，获得富Cu渣；再将Na<sub>2</sub>S的投加

量增至100 mg/L, 去除废水中的Zn与Mn, 获得富Zn-Mn渣。

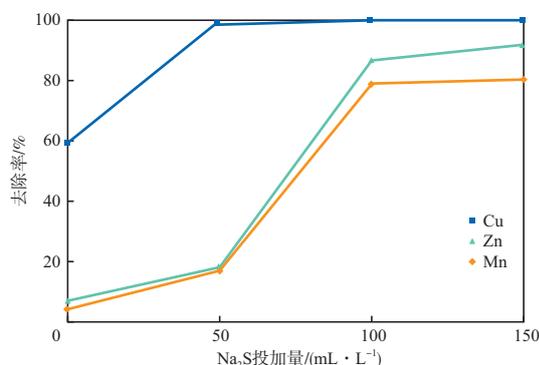


图5 Na<sub>2</sub>S投加量对金属元素去除率的影响

### 2.6 废水中Mn的去除

在pH分别为6.30, 7.45, 8.40, 9.50的条件下, 废水中剩余Mn的去除效果见表2。由表2可见, pH为8.40时, Mn的去除率高达97%以上, 废水中残留Mn的质量浓度低至0.42 mg/L, 远低于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)<sup>[25]</sup>一级排放标准对Mn的限值(2.0 mg/L)。

表2 废水中剩余Mn的去除效果

废水pH	Mn 去除率/%	残留Mn质量浓度/(mg · L <sup>-1</sup> )
6.30	78.91	3.27
7.45	81.45	2.84
8.40	97.33	0.42
9.50	98.28	0.26

### 2.7 分步沉淀处理效果

根据上述实验结果, 要回收废水样品中含量较高的有价金属元素(Fe, Cu, Zn, Mn), 可采用四步沉淀工艺: 第一步, 按0.05 mL/L的投加量投加H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 将Fe<sup>2+</sup>氧化为Fe<sup>3+</sup>, 再投加Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH至4.00左右, 使废水中的Fe<sup>3+</sup>完全沉淀, 产生富Fe渣; 第二步, 投加Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水pH至6.00~6.50, 再投加50 mg/L的Na<sub>2</sub>S, 优先沉淀废水中的Cu<sup>2+</sup>, 产生富Cu渣; 第三步, 再投加50 mg/L的Na<sub>2</sub>S, 去除废水中的Zn<sup>2+</sup>与Mn<sup>2+</sup>, 获得富Zn-Mn渣; 第四步, 进一步投加Ca(OH)<sub>2</sub>调节废水的pH至8.40左右, 去除废水中残留的Zn<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>及其他重金属, 产生混合渣。

按照该流程, 对废水进行了全流程分步沉淀实验, 各阶段金属去除率及沉淀渣的金属含量分析结果分别见表3及表4。废水经过分步沉淀处理后, 出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)<sup>[25]</sup>中一级标准的要求。分步沉淀产生的富Fe渣含Fe高达51.00%(w), 富Cu渣含Cu高达10.89%(w), 基本达到铁精矿与铜精矿品位, 可直接出售。第三步沉淀产生的富Zn-Mn渣中的Zn、Mn、Pb的含量分别达到了2.37%, 6.79%, 1.61%(w), 也具有利用价值。第四步沉淀产生的混合渣的Mn含量为1.69%(w), 其他有价金属含量很低, 不具备利用价值, 可返回尾库区。

表3 废水分步沉淀出水中的金属含量及去除率

分步沉淀出水	Cr		Mn		Ni		Co		Cu	
	ρ/(mg · L <sup>-1</sup> )	去除率/%								
第一步沉淀	0.08	17	15.18	1.45	0.13	34	0.16	45	7.03	17
第二步沉淀	0	100	14.87	3	0.01	93	0	100	0	100
第三步沉淀	0	100	3.54	77	0	100	0	100	0	100
第四步沉淀	0	100	0.15	99	0	100	0	100	0	100

分步沉淀出水	Zn		As		Cd		Pb		Fe	
	ρ/(mg · L <sup>-1</sup> )	去除率/%								
第一步沉淀	0.98	6	0.05	4	0.06	0	3.07	1	1.51	97
第二步沉淀	0.97	7	0	100	0	100	2.90	7	1.44	98
第三步沉淀	0.14	87	0	100	0	100	0	100	0.01	100
第四步沉淀	0.01	99	0	100	0	100	0	100	0.01	100

注: 各去除率均为累积去除率。

表4 废水分步沉淀渣的主要金属元素成分

沉淀渣	$w, \%$				
	Fe	Cu	Zn	Pb	Mn
第一步沉淀渣(富Fe渣)	51.00	0.28	0.02	0	0
第二步沉淀渣(富Cu渣)	1.63	10.89	0.70	0.12	0
第三步沉淀渣(富Zn-Mn渣)	0.37	0.01	2.37	1.61	6.79
第四步沉淀渣(混合渣)	0.01	0	0.06	0	1.69

## 2.8 经济效益分析

以本实验数据为基础,初步评估了采用分步沉淀工艺处理大宝山矿槽对坑尾矿库外排废水的效益。每立方米废水可生成0.065 kg富Fe渣( $w(\text{Fe})=51.00\%$ )与0.069 kg的富Cu渣( $w(\text{Cu})=10.89\%$ )。按照近年来的价格(铁精矿约为600元/t,铜精矿约为45 000元/t)计算,废水中金属资源的回收价值大约为0.35元/ $\text{m}^3$ 。分步沉淀工艺所需试剂费用约为0.72元/ $\text{m}^3$ 。可见,资源回收产生的效益可抵扣近一半废水处理所需化学品的费用。按照目前大宝山矿槽对坑尾矿库外排废水处理量20 000  $\text{m}^3/\text{d}$ 计算,每年可节省费用高达256万元。更为重要的是,通过分步沉淀工艺,可回收有价资源,获得环保与经济的双赢。

## 3 结论

a)采用分步沉淀工艺可高效回收AMD中Fe, Cu, Zn, Mn等金属元素,通过投加0.05 mL/L的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 并调节pH至3.50~4.00可获得含Fe高达51.00% ( $w$ )的富Fe渣;通过调节废水pH至6.00~6.50,再投加50 mg/L的 $\text{Na}_2\text{S}$ 可获得含Cu高达10.89% ( $w$ )的富Cu渣;再投加50 mg/L的 $\text{Na}_2\text{S}$ 可获得Zn, Mn, Pb含量分别为2.37%, 6.79%, 1.61% ( $w$ )的富Zn-Mn渣。

b)经过分步沉淀工艺处理后的废水可达标排放,产生的富Fe渣与富Cu渣基本达到铁精矿与铜精矿品位,可直接出售;产生的富Zn-Mn沉淀渣具有利用价值,产生的混合渣可返回尾库区。

c)分步沉淀工艺回收的有价金属元素产生的经济价值可抵扣近一半废水处理所需的药剂费用,大幅度降低废水处理的实际成本,值得工程应用与推广。

## 参 考 文 献

[1] Matlock M M, Howerton B S, Atwood D A. Chemical precipitation of heavy metals from acid mine drain-

age[J]. Water Res, 2002, 36(19): 4757 - 4764.

- [2] 严群, 黄俊文, 唐美香, 等. 矿山废水的危害及治理技术研究进展[J]. 金属矿山, 2010(8): 183 - 186.
- [3] 左莉娜, 贺前锋. 酸性矿山废水的治理技术现状及进展[J]. 环境工程, 2013, 31(5): 35 - 38.
- [4] Pepe H S, Hiroyuki U, Toshifumi I, et al. Acid mine drainage treatment through a two-step neutralization ferrite formation process in northern Japan: Physical and chemical characterization of the sludge [J]. Miner Eng, 2007, 20(14): 1309 - 1314.
- [5] 郑雅杰, 彭映林, 李长虹. 二段中和法处理酸性矿山废水[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2011, 42(5): 1215 - 1219.
- [6] 庄明龙. 硫化沉淀—石灰中和处理矿山酸性废水[J]. 化工环保, 2011, 31(1): 53 - 56.
- [7] Cui Mingcan, Jang Min, Cho Sang-Hyun, et al. A Continuous pilot-scale system using coal-mine drainage sludge to treat acid mine drainage contaminated with high concentrations of Pb, Zn, and other heavy metals[J]. J Hazard Mater, 2012, 215 - 216: 122 - 128.
- [8] McDonald D M, Webb J A. Chemical stability of acid rock drainage treatment sludge and implications for sludge management [J]. Environ Sci Technol, 2006, 40(6): 1984 - 1990.
- [9] 雷兆武, 孙颖. 矿山酸性废水重金属沉淀分离研究[J]. 环境科学与管理, 2008, 31(11): 59 - 61.
- [10] 郭燕妮, 方增坤, 胡杰华, 等. 化学沉淀法处理含重金属废水的研究进展[J]. 工业水处理, 2011, 31(12): 9 - 13.
- [11] Tao Chen, Bo Yan, Chang Lei, et al. Pollution control and metal resource recovery for acid mine drainage [J]. Hydrometallurgy, 2014, 147-148: 112 - 119.
- [12] 黄万抚, 王淑君. 硫化沉淀法处理矿山酸性废水研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2004, 5(8): 60 - 63.
- [13] 周源, 梁华银. 分步沉淀浮选分离法处理矿山酸性废水试验研究[J]. 南方冶金学院学报, 2004, 25(1): 67 - 69.

- [ 14 ] 李华昌,符斌.实用化学手册[M].北京:化学工业出版社,2006:362-369.
- [ 15 ] Sampaio R M M, Timmers R A, Kocks N, et al. Zn-Ni sulfide selective precipitation: The role of supersaturation [J]. Sep Purif Technol, 2010, 74(1): 108 - 118.
- [ 16 ] Innocenzi V, Vegliò F. Recovery of rare earths and base metals from spent nickel metal hydride batteries by sequential sulphuric acid leaching and selective precipitations[J]. J Power Sources, 2012, 211(1): 184 - 191.
- [ 17 ] 房苜茹,明宪权,陆孟华,等.锰矿浸渣中水溶性锰的回收[J].化工环保,2014,34(6):543-547.
- [ 18 ] 郑川立,张红玲,张炳焯,等.工业含钒废水处理工艺的研究进展[J].化工环保,2015,35(3):247-253.
- [ 19 ] 郑雅杰,彭映林,乐红春,等.酸性矿山废水中锌铁锰的分离及回收[J].中南大学学报:自然科学版,2011,42(7):1858-1864.
- [ 20 ] Silva R A, Castro C D, Vigânico E M, et al. Selective precipitation/UV production of magnetite particles obtained from the iron recovered from acid mine drainage [J]. Miner Eng, 2012, 29(SI): 22 - 27.
- [ 21 ] 王智美,陈炳辉,江春苗,等.粤北大宝山酸性矿山废水氧化亚铁硫杆菌及其相关性能研究[J].中山大学学报:自然科学版,2010,49(5):146-149.
- [ 22 ] Johnson D B, Hallberg K B. Acid mine drainage remediation options: A review [J]. Sci Total Environ, 2005, 338(1/2): 3 - 14.
- [ 23 ] American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater, american public health association [M]. Washington DC: American Public Health Association, 2005: 3 - 17.
- [ 24 ] Cherry K F. Plating waste treatment [M]. Ann Arbor: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1982: 46.
- [ 25 ] 国家环境保护局. GB 8978—1996 污水综合排放标准 [S]. 北京:中国标准出版社,1996.

(编辑 叶晶菁)

## · 信息动态 ·

### 两部委要求新建PX项目一律进入化工园区

工信部、环保部共同制定的《对二甲苯项目建设规范条件》将于2015年10月1日起正式实施。这份文件明确,新建、改扩建的PX项目厂址应位于污染治理和环境风险防范设施齐全并经规划环评的化工园区内。

《规范前提》指出,为促进PX行业健康发展,严格新建项目建设标准,根据国家有关法律法规,按照“科学选址、技术先进、资源节约、安全环保”的可持续发展原则,特制定本规范条件。

此次出台的《规范前提》明确,新建、改扩建PX项目应符合国家产业政策和《石化产业规划布局方案》等发展规划,符合相关法律法规、生态环境规划和土地利用规划要求。新建、改扩建项目厂址应位于污染治理和环境风险防范设施齐全并经规划环评的化工园区内,项目应符合规划环评的相关要求。

同时,PX项目防护距离应符合相关国家标准或规范要求。装置外部安全防护距离要符合《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和社会可接受风险标准》要求。

《规范前提》还对PX项目的工艺技术装备水平、能源消耗及产品质量、环境保护与清洁生产安全消防及职业病防治以及监督办理等几个方面做出了详细规定。

比如,根据规定,PX项目必须符合相关法律、行政法规规定和国家标准、行业标准要求的安全条件。新建和改扩建PX项目的安全设计要严格执行有关规定。安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。要开展安全生产标准化建设,提升安全管理水平,确保安全生产。

2007年厦门PX事件以来,大连、成都、宁波、茂名等多地也连续发生了反对PX项目落户本地的“邻避事件”,2015年4月福建古雷半岛的PX项目爆炸事故再次将这一行业推到了风口浪尖上。

业内认为,中国公众对于PX项目的抵制情绪是PX行业发展步履蹒跚的一个重要原因。在中国,PX是中国化工产业中为数不多的几个产能不足的产品。中国的PX发展滞后于下游产业的发展需求。

以上摘自《化工环保通讯》