

# 关于废水含重金属铅的处理方法的研究

任晓洪<sup>1</sup> 武军杰<sup>1</sup>

(黄河水院, 环化系)

**[摘要]**: 随着经济的发展, 工业排放的废水中含有的有毒金属离子越来越多, 环境的污染也越来越严重, 环境的污染已经严重威胁到人类健康。本文综述的是近几年来国内外含铅废水的处理技术与进展。

**[关键词]**: 铅 废水处理

**[abstract]** : along with the development of economy, the industrial emissions of wastewater containing toxic metal ions, more and more is also more and more serious environmental pollution, and environmental pollution has a serious threat to human health. The paper reviews the recent is leaded wastewater treatment techniques and progress.

**[keywords]** : lead wastewater treatment

工业废水是造成环境污染的主要根源。其中以重金属离子的污染难以治理, 而铅作为一种重金属, 是自然界中分布很广泛的一种元素, 铅大量运用在现代工业中。而同时, 铅又是一种严重的污染物, 它在水体中积累到一定量就会对水体生物产生严重危害, 并通过食物链对人体健康造成极大的危害。水体重金属污染已经成为当今世界环境污染的难题。目前国内外关于含铅废水的处理方法主要可分为三大类:(1)物理处理法 (2) 化学处理法 (3) 生物处理法。

## 1. 物理处理法

常用的物理处理法. 包括吸附法、离子交换法、膜分离法等, 但是目前最常用的是吸附法

### 1.1 吸附法

吸附法是应用多种多孔吸附材料去除废水中重金属离子的一种方法<sup>[1]</sup>。

而吸附剂的选择是吸附法的关键。

#### 1.1.1 传统材料

活性炭是传统的吸附材料, 是一种较强的吸附能力, 去除率高, 但再生效率低, 处理水质不能达到GB的要求<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.2 天然材料

某些天然物质也具有吸附的能, 而且吸附的效果还很好。这类材料价格低、来源广。比方说天然沸石, 它是最早用于重金属污染治理的矿物材料。Leppert研究沸石, 是斜发沸石, 对Pb有很强的亲和力, 吸附能力为55.4mg/g<sup>[3]</sup>, 它的吸附能力来源于它的结构。曹伟, 傅佩

玉<sup>[4]</sup>用天然沸石对含铅废水进行了实验研究,结果表明pH值在5-10之间除铅效果最好。杨胜科等<sup>[5]</sup>对海泡石除铅离子的影响机理进行了实验探讨。得出海泡石可以将含 $Pb^{2+}$ 10mg/L的水净化到0.05mg/L以下,去除率可达99%以上。此类方法有很广阔的应用空间。

### 1.1.3 改性材料

有些天然材料本身的吸附能力不是很强,但是通过处理后,吸附能力有很大的提高。如膨润土也是天然吸附材料,经过处理后的效果会更好。胡恭任,于瑞莲<sup>[6]</sup>通过对酸改性膨润土处理含铅废水的研究得出硫酸生膨润土对 $Pb^{2+}$ 的去除率可过到99.6%,处理效果较原土有明显提高。处理后后残留 $Pb^{2+}$ 浓度低于国家排放标准。粉煤灰是锅炉燃烧后所排出的一种工业废渣。李芳文,魏先勋等<sup>[7]</sup>用煅烧—碱溶法可将粉煤改性制得类沸石,并研究了粉煤灰吸附剂的再生问题。詹旭,刘大银等<sup>[8]</sup>对累托石的改性进行了研究,得出了无机—有机改性后的累托石,铅去除率基本达到100%。钱功明,杨昌柱等<sup>[9]</sup>用流动盛开的方法将改性天然磷灰石粉末制备成颗粒状水处理剂,对工业含铅废水进行了静态和动态的处理研究,得出无论是静在动态实验中,水处理剂表现出了很强的去除 $Pb^{2+}$ 能力,每1kg的水处理剂可以处理 $Pb^{2+}$ 浓度为58.3mg/L的废水3m<sup>3</sup>。此类方法具有资源丰富价格低廉、改性方法简单,可避免二次污染等优点,但本法大多处于实验室阶段,因此尚需进一步研究。

### 1.2 离子交换法

离子交换法是利用水中离子与离子交换剂上的离子进行交换,达到去除水中有害离子的方法。目前国内外在用此法处理含铅废水上比较常用离子交换树脂来处理。常瑜,宋哲<sup>[10]</sup>使含铅废水通过双层过滤和732树脂的处理,出水达到排放标准,并用15%醋酸铵洗脱饱和树脂,产生的醋酸铅浓液可回收。缺点是再生剂昂贵,需要开发新型树脂。八十年代初,美国的R. E. Wing等<sup>[11]</sup>研制出了一种称为“不溶性淀粉黄原酸酯”的处理剂,去除率高,反应,制药方便,无二次污染。而在此基础上,我国钟长庚,诏东涌等<sup>[12]</sup>用为原料,代替淀粉,制成不溶性甘蔗渣黄原酸酯(简称IBX)。此类方法设备较简单,操作控制容易,无二次污染,具有良好的发展前景。

### 1.3 膜分离技术

膜分离是利用一种半透膜,在外界作用下,不改变溶液的化学形态,而达到分离的目的。它是一个高效的分离过程,分离过程能耗低,工作温度为室温,便于维护,设备的可靠性高,处理量和设备规模在很大的范围内变化,占地面积小,与其它的兼容性好,不会产生二次污染,但是膜价格昂贵,易受污染<sup>[13]</sup>。

## 2 化学处理法

在含铅废水处理中化学处理法有化学沉淀法和电解法

### 2.1 化学沉淀法

化学沉淀法是向废水中投加某些化学物质,使它和废水中的污染物发生直接的化学反应,生成难溶于水的沉淀物而使污染物分离除去的方法。但是用该法处理只是转移了废水中的污染物质,并有可能造成二

次污染。在处理含铅废水中常用氢氧化物沉淀法来使 $Pb^{2+}$ 离子转化为沉淀达到分离目的,由于铅是一种两性金属, pH过高时铅就会形成络合物使生成的沉淀发生溶解,所以在用氢氧化物沉淀法时要严格控制pH的变化范围. 而硫化物沉淀法, 是向废水中加入试剂硫化钠溶液, 使之与废水中金属产生沉淀, 虽然操作简单, 但是硫化物沉淀在形成过程中容易产生胶体, 给分离带来困难, 不仅沉淀物分离需要合适的PH值, 而且还会产生大量的有害硫化氢气体, 在安全技术方面要求严格. 郑荣光, 王芳等<sup>[14]</sup>用氢氧化镁处理含废水进行研究, 结果表明氢氧化镁的铅无能为力除率较高. 而高永, 董亚玲等<sup>[15]</sup>把化学沉淀法与膜技术结合起来, 来处理铅废蓄电池生产废水, 并得到了好的效果.

## 2.2 电解法

电解法将电能转化成化学能使电解槽内电极附近产生氧化还原反应, 从而使废水得以净化的过程。即废水进行电解反应, 废水中的有毒物质在阳极和阴极分别进行氧化还原反应结果产生新物

质. L.makhloufi等<sup>[16]</sup>在浸入水中的旋转铁盘上进行了铅离子与铁的电解氧化还原反应的实验, 结论表明这种方法与化学沉淀法相比, 周期短, 操作费用低, 能耗少, 利于回收铅抢救无效优点, 但是阳极材料铁的消耗大, 占地面积大.

## 3 生物处理法

生物处理法是利用生物的新陈代谢作用来处理废水。它可以分为微生物处理法、植物修复法。

### 3.1 微生物处理法

此法能够在处理重金属的同时又能去除水中的无机物。肖亦, 钟飞<sup>[17]</sup>等通过对固定化微生物技术在废水处理中的应用进行研究发现微生物固定后, 稳定性增加, 对毒物的承受能力和降解能力都有所增加。可用于各种有机废水中重金属离子的去除。由于细胞固定技术目前尚处于实验研究阶段, 要实现工业化还需要进一步研究。微生物处理法具有微生物密度高、反应快、耐毒害能力强, 微生物能够重复利用、产物分离容易、设备不等优点。因此, 此项技术有着广阔的发展前景和应用潜力。胡罡等<sup>[18]</sup>研究了用包埋法技术对龟裂链霉菌菌体进行固定, 来制得生物吸附剂来对含铅废水的处理。汪士新<sup>[19]</sup>从多种微生物中提取壳聚糖为絮凝剂回收废水中的 $Pb^{2+}$ 等离子. 康建雄<sup>[20]</sup>研究了Pullulsn絮凝剂对 $Pb^{2+}$ 的絮凝效果, 并讨论溶液的pH值和 $Pb^{2+}$ 浓度对絮凝的影响。

### 3.2 植物修复法

植物修复法是利用绿色植物来转移、容纳或转化污染物使其对环境无害。植物修复的对象是重金属等污染的土壤及水体。研究表明, 通过植物的吸收、挥发、根滤、降解、稳定等作用, 可以净化土壤或水体中的污染物, 达到净化环境的目的, 因而植物修复是一种很有潜力、正在发展的清除环境污染的绿色技术。植物处理重金属离子与植物的根、土壤微生物及根部环境有关, 在不同的环境中, 重金属离子有不同的化学性质<sup>[21]</sup>. Srivastava等<sup>[22]</sup>研究了植物中的木质素对 $Pb^{2+}$ 的作用, 研究发现在300 时 $Pb^{2+}$ 的去除效果为1587mg/g, 在400时1865mg/g。加

拿大的白杨幼苗对 $Pb^{2+}$ 的富集浓度达到233.7mg/kg. 此法具有成本低、不破坏土壤和河流生态环境、不引起二次污染等优点. 具有具大的前景. 自20世纪90年代以来, 植物修复成为环境污染治理研究领域的一个前沿性课题。

#### 4 含铅废水处理技术的发展走向

近几年来, 人们对环境越来越关注, 重金属废水处理也进入了人们的视野, 环保科技有所发展, 但目前在此领域内, 很多研究仍处于实验室分段, 要实现工业化还需进一步的研究. 由于传统方法处理废水成本高, 反应慢, 易造成二次污染等一系列问题, 因此建议使用生物法或新型的吸附法. 这此方法不仅处理效果好, 成本低, 低甚至无二次污染, 可回收利用等特点. 而且在废水处理中, 减少了废水的排放量, 保护和改善了水系水质, 减轻了环境的污染负荷, 维护了社会稳定, 促进了企业的经济发展. 认水处理剂是一种质优价廉的最具有应用和开发价值的环境矿物材料。

#### 参考文献

- [1] 李江, 甄宝勤. 吸附法处理重金属废水的研究进展[J]. 应用化工, 2005, 34(10):591-594.
- [2] 鲁栋梁, 夏璐. 重金属废水处理方法与进展[J]. 化工技术与开发, 2008, 37(12):32-36
- [3] Leppert D. Heavy metal sorption with clinoptilolite zeolite : alternatives for treating contaminated soil and water[J]. Mining Eng , 1990, 9(42):604-608.
- [4] 傅佩玉. 天津沸石处理含铅废水的试验研究[J]. 环境导报, 1998 , 1(2):20 -23.
- [5] 杨胜科, 周春雨, 张威, 等. 非金属矿物材料处理含铅废水影响因素探讨[J] . 化工矿物与加工, 2002, 31(5): 11-12.
- [6] 胡恭任, 于瑞莲. 酸改性膨润土处理含铅废水. 中国矿业 [J]. 2007, 16(2):100-102
- [7] 李方文, 魏先勋, 李彩亭, 等. 煅烧—碱溶法制粉煤灰类沸石吸附剂及其在处理含铅废水中的应用[J] . 环境污染治理技术与设备, 2002 , 3(10):61-63.
- [8] 詹旭, 刘大银, 钟康年, 等. 改性累托石对废液中Pb 吸附研究[J].

环境科学与技术, 2005, 28 (4): 24-28.

[9] 钱功明, 杨昌柱, 崔艳萍等. 一种重金属废水处理剂处理工业含铅废水的研究[J]. 矿物学报 2008, 28(1): 93-97

[10] 张少峰, 胡熙恩. 含铅废水处理技术及其展望[J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 4(11): 68-71.

[11] 张云得. 重金属离子捕集剂—谷壳黄原酸酯的制备和不同pH下捕集效果的测试[J]. 化工环保, 1994, 14(1): 55-57.

[12] 钟长庚, 唐东涌. 用不溶性甘蔗渣黄原酸酯处理含铅废水[J]. 湘潭大学自然科学学报, 1992, 11(5): 43-48.

[13] 李纯茂, 俞宁, 膜分离技术在重金属废水处理中的应用研究[J]. 三峡环境与生态, 2009, 2(1): 46-49

[14] 郑荣光, 王芳. 氢氧化镁处理含铅废水的研究[J]. 无机盐工业, 2000, 32(1): 26-27.

[15] 高永, 董亚玲, 顾平, 等. 化学沉淀—微滤法处理电池生产废水[J]. 中国给水排水, 2004, 20(4): 44-46.

[16] Makhlof L, Saidani B, Hammache H. Removal of lead ions from acidic aqueous solutions by cementation on iron [J]. Water Research, 2000, 12(6): 38 - 42.

[17] 肖亦, 钟飞, 潘献晓. 固定化微生物技术在废水处理中的应用研究进展. 环境科学与管理[J]. 2009, 34(6): 82-84

[18] 胡罡, 张利, 童明容. 聚乙烯醇包埋龟裂链霉菌对水中Pb<sup>2+</sup>吸附性能的研究[J]. 离子交换与吸附, 2000, 33(2): 28-31.

[19] 汪士新, 陈天. 利用壳聚糖为絮凝剂回收工业废水中蛋白质、染料以及重金属离子[J]. 江苏环境科学, 1996. (1): 45-46.

[20] 康建雄, 吴磊, 等. 生物絮凝剂Pullulan絮凝pb<sup>2+</sup>的性能研究[J]. 中国给水排水, 2006, 22(19): 62-64.

[21] 朱媛媛, 蒋新元, 胡讯. 生物质材料在重金属废水处理中的应用[J]. 环境保护科学, 2008, 34(1): 9-12.

[22] Sdvastava SK, Shanna A. Studies on the uptake of lead and zinc by lignin obtained from black liquor—a paper industry waste material[J]. Environ Technol, 1994, 15: 353-361.