

# 空气吹脱法在生活垃圾渗滤液氨氮脱除中的实验研究\*

## Ammonia Nitrogen Removal from Municipal Landfill Leachate by Air Stripping

吴家前<sup>1</sup>, 张 健<sup>2</sup>, 李英花<sup>2</sup>

WU Jia-qian<sup>1</sup>, ZHANG Jian<sup>2</sup>, LI Ying-hua<sup>2</sup>

(1. 广西壮族自治区环境监测中心站, 广西南宁 530022; 2. 广西大学环境学院, 广西南宁 530004)

(1. Guangxi Zhuang Autonomous Region Environmental Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530022, China; 2. School of Environment, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:** 采集生活垃圾填埋场渗滤液样品, 用 10% 石灰乳和 10% NaOH 溶液调节 pH 值至 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0 后, 用鼓风空气吹脱法进行氨氮脱除实验。结果表明, 在常温、曝气量为 10L/min、曝气强度为 30m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) 条件下, 将渗滤液的 pH 值提高至 10.0~11.0 后再进行吹脱, 有利于氨从渗滤液中逸出, 吹脱后 pH 值下降为 9.0。当 pH 值为 11.0, 气液比为 2000~2500, 吹脱时间为 150min 时, 渗滤液中的氨氮去除率大于 90%。渗滤液中氨氮的去除与 COD<sub>Cr</sub> 的去除无直接关系。

**关键词:** 氨氮 渗滤液 生活垃圾 空气吹脱

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9164(2010)03-0274-03

**Abstract:** Collecting municipal landfill leachate and adjust pH value to 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0, 13.0, respectively by 10% CaCO<sub>3</sub> and 10% NaOH, then using air stripping removal ammonia nitrogen. The experiment was carried out in room temperature and under the aeration intensity of 30m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h). The result shows that air stripping is more effective at a high pH value (10.0~11.0) because the saturated ammonia tends to release, thereafter the pH value descends to 9.0. When pH=11.0 and gas-liquid ratio around 2000~2500, the ammonia nitrogen removal rate surpass 90% after 150-min stripping. The ammonia nitrogen removal has no direct relation with COD<sub>Cr</sub> removal.

**Key words:** ammonia nitrogen, landfill leachate, municipal solid waste, air stripping

在我国生活垃圾处理中, 卫生填埋法由于建设投资少、技术要求低等优点, 仍占据主导地位, 其所产生的渗滤液具有成分复杂、有机物浓度高等特点<sup>[1,2]</sup>。目前国内处理生活垃圾, 常用生物加物理化学方法协同处理, 其中氨氮浓度高是影响渗滤液处理达标的关键问题之一。渗滤液中的氨氮主要来源于垃圾中食物蛋白质等含氮物质的生物降解。由于填埋层中的氧气被逐渐消耗并导致最终的厌氧环境, 使氨氮无法得到进一步氧化, 所以渗滤液中氨氮含量普遍偏高, 直至封

场后其质量分数可占总氮的 85%~89%。高浓度的氨氮使生活垃圾处理渗滤液的碳氮比过低, 微生物营养元素比例严重失调, 而且有机碳缺乏, 难以进行有效的硝化反应和反硝化反应。为了降低生活垃圾处理渗滤液的氨氮浓度, 国内外主要采取吹脱、沉淀、电化学氧化、离子交换等预处理措施<sup>[3~5]</sup>。其中吹脱法是在碱性条件下, 采用空气吹脱使游离氨从渗滤液中逸出, 以降低氨氮浓度, 作为生物处理的前处理, 一方面降低了氨氮对生物处理过程的抑制作用, 另一方面提高了渗滤液的可生化性。吹脱法由于工艺简单, 运行成本低而在我国大型生活垃圾填埋场渗滤液处理中广泛运用。本文以南宁市生活垃圾填埋场渗滤液为对象进行吹脱实验研究, 探讨影响广西生活垃圾渗滤液氨氮吹脱过程的影响因素, 为生活垃圾处理渗滤液后续的生化处理提供有利的工艺条件。

收稿日期: 2010-03-01

修回日期: 2010-03-31

作者简介: 吴家前 (1959-), 男, 高级工程师, 主要从事环境监测与污染治理技术研究。

\* 广西科学研究与技术开发计划项目 (桂科攻 0816002-5); 广西研究生教育创新计划项目 (桂学位 [2008] 14 号) 资助。

## 1 实验部分

### 1.1 实验用水

实验所用渗滤液原液取自广西南宁城南生活垃圾卫生填埋场渗滤液调节池,取回后密封保存。渗滤液原液呈棕灰色,漂浮大量泡沫,伴有极重的腐败臭味,COD<sub>Cr</sub>为2600~4800 mg/L,NH<sub>3</sub>-N为900~1600 mg/L,SS为800~1200 mg/L,BOD<sub>5</sub>为776~1700 mg/L,pH值为7.20~8.30。

实验用水样品制备:在6个容积为2000ml烧杯(分别编号1#~6#)中分别放入1000ml的渗滤液原液,分别用10%石灰乳粗调pH值,再用10%NaOH溶液分别微调pH值至8.0、9.0、10.0、11.0、12.0、13.0备用。

### 1.2 实验装置

采用鼓气式吹脱法使游离氨从渗滤液中逸出的实验装置如图1所示。容积为5L的吹脱槽底部安设微孔橡胶曝气管,压缩空气经曝气管被分散成微小气泡,让吹脱槽内的渗滤液与空气充分接触,渗滤液中呈饱和状态的氨氮穿过气液界面向气相扩散,从而达到脱除氨氮的目的。通气量由调节阀控制,通过玻璃转子流量计计量。

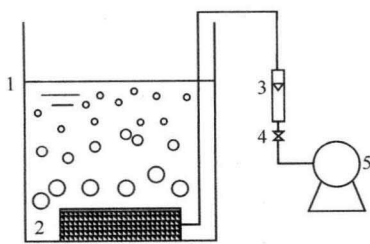


图1 实验装置

Fig.1 Experiment device

1. 吹脱槽;2. 微孔曝气管;3. 玻璃转子流量计;4. 调节阀;5. 空压机。

1. Blowing groove;2. Microporous aeration pipe;  
3. Rotameter;4. Control value;5. Air compressor.

室温下,将预先制备好的实验水样品分别移入吹脱槽,控制曝气量为10L/min、曝气强度为30m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)进行吹脱实验,定时取样测定COD<sub>Cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N和pH值。曝气的气量体积与水样的体积之比为吹脱气液比。

### 1.3 分析方法

COD<sub>Cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N、pH值分别采用微波消解法、纳氏试剂分光光度法、玻璃电极法测定<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 渗滤液pH值随吹脱时间的变化

渗滤液中,NH<sub>3</sub>与NH<sub>4</sub><sup>+</sup>共存的平衡状态(NH<sub>3</sub>

+H<sub>2</sub>O↔NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>)受pH值影响,pH值呈碱性有利于平衡向左移动。由图2可知,1#、2#渗滤液的pH值并没有随着吹脱时间的变化而下降,反而略有升高,稳定于pH值为9.10左右,说明该pH值下的渗滤液含有大量的游离氨,游离氨有较强的缓冲作用,氨逸出量很小。3#~6#渗滤液的pH值均大于10.00,氨的电离平衡被打破,容易往生成游离氨的方向移动,吹脱过程容易进行。渗滤液pH值随着时间的增加都逐渐降低,在150min后趋于平缓,此时3#和4#渗滤液的pH值稳定于9.00,5#、6#渗滤液则在250min时pH值分别稳定为10.08和11.44。由此可见,将渗滤液的pH值提高至10~11后再进行吹脱,有利于使渗滤液中的氨氮多呈氨状态而最终从废水中逸出。

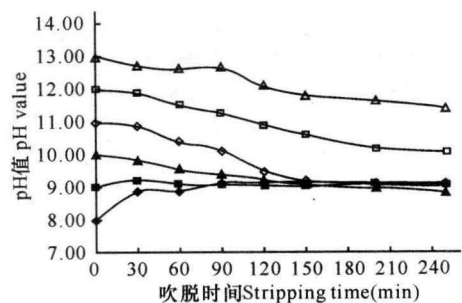


图2 渗滤液pH值与吹脱时间的关系

Fig.2 Relationship between pH value of blowing groove liquid and stripping time

◆:1#;■:2#;▲:3#;◇:4#;□:5#;△:6#.

### 2.2 渗滤液氨氮去除率的变化

由图3可见,在气液比相同的前提下,3#~6#渗滤液的氨氮去除率明显大于1#、2#的氨氮去除率。气液比为2500时,1#、2#渗滤液的氨氮去除率分别为56.3%、58.1%,3#的氨氮去除率达71%。相同气液比条件下,4#~6#氨氮去除率基本一致,初始pH值对氨氮的去除率没有很大的影响。主要原因是由于原液中存在的铵盐(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)是一种强酸弱碱盐,提高pH值将逐渐地破坏其电离平衡。当pH值为10.00时,

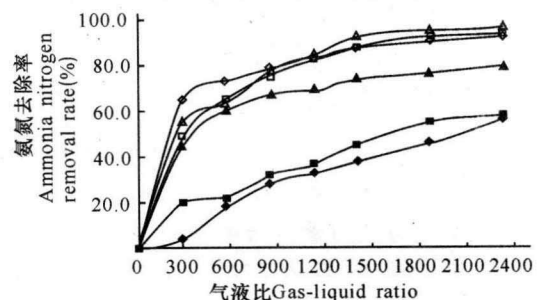


图3 不同pH值下氨氮去除率与气液比关系

Fig.3 Relationship between ammonia removal rate and gas-liquid ratio in different pH condition

◆:1#;■:2#;▲:3#;◇:4#;□:5#;△:6#.

基本已将电离平衡破坏,因此吹脱效率提高较快。当 pH 值超过 11.00 后,渗滤液中的氨氮大多数以游离氨存在,此时提高 pH 值仅增加少量的游离氨,故对吹脱效率影响不大。若将吹脱废水的 pH 值提高至 11.00,可以避免因碱的大量加入而增大处理成本。

吹脱时间 150min 条件下,气液比为 1500 时,3<sup>#</sup> 渗滤液的氨氮去除率已经达到 70% 以上,继续增大气液比到 2000 时,氨氮去除率只增加了 2.6%,到 2500 时,也仅增加 5.7%,氨氮去除率为 79.26%。4<sup>#</sup> 渗滤液的气液比为 1500、2000、2500 时,氨氮去除率分别为 87.5%、90.5% 和 92.1%。如果再提高 pH 值,设备的腐蚀和氨氮的逸散问题将很难控制,运行费用也会大大提高,吹脱后废水的 pH 值也较高,就会对后续的处理产生很大影响。综上所述,适宜的气液比为 2000~2500,pH 值为 11 左右。

### 2.3 COD<sub>Cr</sub> 去除率与氨氮去除率的关系

由图 4 可知,1<sup>#</sup> 和 2<sup>#</sup> 渗滤液在氨氮去除率达到 20% 时,COD<sub>Cr</sub> 的去除率分别为 6.5% 和 15.0%。3<sup>#</sup>~5<sup>#</sup> 渗滤液由于 pH 值提高,氨氮去除率有了很大的提高,当氨氮去除率大于 80.0% 时,COD<sub>Cr</sub> 的去除率稳定在 20.8%。6<sup>#</sup> 渗滤液的 COD<sub>Cr</sub> 去除率最高达到了 29.0%,比 1<sup>#</sup>~5<sup>#</sup> 渗滤液的都高,氨氮去除率也有 96.8%。可见,COD<sub>Cr</sub> 的去除与氨氮的去除并无直接联系,只与吹脱液的 pH 值相关。原因可能是调节 pH 值投加的石灰乳对水样的混凝沉淀作用较大。

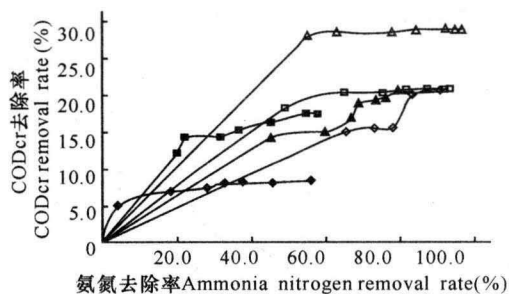


图 4 不同 pH 值下 COD<sub>Cr</sub> 去除率与氨氮去除率关系

Fig. 4 Relationship between COD<sub>Cr</sub> removal rate and ammonia nitrogen removal rate in different pH condition

◆:1<sup>#</sup>; ■:2<sup>#</sup>; ▲:3<sup>#</sup>; ◇:4<sup>#</sup>; □:5<sup>#</sup>; △:6<sup>#</sup>.

COD<sub>Cr</sub> 的去除主要是由于石灰乳的混凝沉淀作用,其去除率只与石灰乳的投加量和垃圾渗滤液本身的性质有关,吹脱对 COD<sub>Cr</sub> 的去除率影响不大。

### 3 结论

(1)室温下,控制曝气量为 10L/min、曝气强度为 30m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)条件下,将渗滤液的 pH 值提高至 10~11 后再进行吹脱,有利于氨从渗滤液中逸出,吹脱后 pH 值下降为 9.0。

(2)在本实验条件下,当气液比为 2000~2500,渗滤液 pH 值为 11.0,吹脱时间为 150min 时,氨氮去除率大于 90%。

(3)氨氮的去除与 COD<sub>Cr</sub> 的去除并无直接关系,COD<sub>Cr</sub> 的去除主要是由于石灰乳的混凝沉淀作用,其去除率只与石灰乳的投加量和垃圾渗滤液本身的性质有关。

#### 参考文献:

- [1] 尚爱安,徐美燕,孙贤波,等.物化-生化组合工艺处理垃圾渗滤液[J].华东理工大学学报:自然科学版,2005,31(6):756-759,782.
- [2] 周恭明.生活垃圾填埋场渗滤液处理技术进展[M].上海:同济大学出版社,2004.
- [3] 孙道玮,安晓雯,仇春华,等.大连市城市垃圾填埋场垃圾渗滤液水质评价[J].大连大学学报,2006,27(4):88-91.
- [4] 夏素兰,周勇,曹丽淑,等.城市垃圾渗滤液氨氮吹脱研究[J].环境科学与技术,2000,3(3):26-29.
- [5] 潘终胜,汤金辉,赵文玉,等.化学沉淀法去除垃圾渗滤液中的氨氮的实验研究[J].桂林工学院学报,2003,23(1):89-92.
- [6] 国家环境保护总局,水和废水监测分析方法编委会.水和废水监测分析方法[M].第4版.北京:中国环境科学出版社,2002.

(责任编辑:邓大玉)

### 英国科学家测算出中微子质量上限

中微子,又被称为原子中的“鬼粒子”,宇宙间的“隐身人”。它们极小极轻,很难捕捉,虽然已经被证明具有质量,但是要想对其质量进行测定却十分困难。最近,英国科研人员通过宇宙星系的颜色测量估算出星系间的距离,然后结合巨型 3D 星系地图和大爆炸后的温度波动信息(即宇宙微波背景辐射),计算出中微子质量的一个最小上限:不超过 0.28 电子伏特。该数值比氢原子质量的十亿分之一还要小。该研究主要是基于以下原理:宇宙中的物质会自然而然地形成“团”和星系群,而大量的中微子会对这些宇宙物质产生巨大的累积影响。中微子极轻,它们在宇宙中以极高的速度穿梭,这种运动会对宇宙中的物质“团”产生“趋于平滑”的作用。通过对宇宙中星系分布情况的分析(比如星系趋于平滑的程度),就能计算出中微子质量的上限。该方法的运用使人类向最终准确测定中微子质量又迈进了一步。

(据科学网)