



城市垃圾渗滤液的水质特性及其处理现状

张艮林¹, 徐晓军^{1,2}, 童 雄¹

(1. 昆明理工大学环境与工程学院, 云南 昆明 650093;

2. 青岛理工大学环境与市政工程学院, 山东 青岛 266033)

摘 要: 介绍了城市垃圾渗滤液的水质特性以及当前垃圾渗滤液处理的研究及应用现状, 在此基础上总结了垃圾渗滤液处理存在的问题及发展趋向。

关键词: 垃圾渗滤液; 水质特性; 处理工艺; 方法

中图分类号: O65 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0308 (2005) 06-0060-03

Characteristics of Water from City Rubbish Filtration and Current Situation of Treatment Technology

ZHANG Gen-lin¹, XU Xiao-jun², TONG Xiong¹

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650093, China,

2. Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, shandong 266033, China)

ABSTRACT: Properties of water in rubbish filtrate and some problems for its treatment as well as the development trend of treatment methods are introduced.

KEY WORDS: rubbish filtrate; characteristics of water quality; treatment; method

随着城市水平的不断提高, 我国城市垃圾产量也急剧增大, 卫生填埋仍将是我国当前主要的垃圾处理方式之一。垃圾填埋过程中, 由于厌氧发酵、有机物分解、雨水冲淋等产生多种代谢物质, 形成高浓度的有机废液, 即垃圾渗滤液^[1]。渗滤液一旦进入外部环境就会造成严重的二次污染^[2]。当前, 城市垃圾渗滤液的处理取得了一定的研究成果。但由于其水质极为复杂, 目前我国在渗滤液的经济有效处理方面仍然存在一些问题。因此, 认识垃圾渗滤液的危害, 总结垃圾渗滤液的污染特征及当前的处理现状, 对于采取相应的对策控制其危害无疑具有非常重要的意义。

1 垃圾渗滤液的水质特性

1) 水质成分复杂: 蒋海涛等总结了我国城市垃

圾渗滤液的典型污染物组成及浓度变化情况^[3], 如表1所示, 可见垃圾渗滤液的水质成分十分复杂。

2) 有机污染物和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量高: 张兰英等采用GC-MS-DS联用技术鉴定出垃圾渗滤液中有93种有机化合物, 其中22种被我国和美国列入EPA环境优先控制污染物的黑名单^[4]。高浓度的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 是“中老年”填埋场渗滤液的重要水质特征之一, 也是导致其处理难度较大的一个重要原因。

3) 重金属含量大, 色度高且恶臭: 渗滤液含多种重金属离子, 当工业垃圾和生活垃圾混埋时重金属离子的溶出量往往更高。渗滤液的色度可高达2 000~4 000倍, 并伴有极重的腐败臭味。

4) 微生物营养元素比例失衡: 垃圾渗滤液中有机物和氨氮含量太高, 但含磷量一般较低。

表 1 垃圾渗滤液的典型污染物组成及浓度变化/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Tab. 1 Composition and concentration of typical pollutants in rubbish filtrate

颜色	嗅	总残渣	ORP/mv	有机酸	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	$\text{NO}_2^- - \text{N}$	pH
黄- 黑灰色	恶臭	2 356~ 35 703	320~ 800	46~ 24 600	20~ 7 400	0. 59~ 19. 26	5. 5~ 8. 5
TP	Cl^-	SO_4^{2-}	As	Cd	Pb	Cu	Zn
0. 86~ 71. 9	189~ 3 262	9~ 736	0. 1~ 0. 5	0~ 0. 13	0. 069~ 1. 53	0. 1~ 1. 43	0. 2~ 3. 48
Fe	COD_{Cr}	BOD_5	Hg	Cr	Mn	TOC	SS
6. 92~ 66. 8	189~ 54 412	116~ 19 000	0~ 0. 032	0. 01~ 2. 61	0. 47~ 3. 85	1 500~ 20 000	200~ 1 000
总硬度	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+			
3 000~ 10 000	200~ 300	50~ 1 500	200~ 2 000	200~ 2 000			

2 国内外垃圾渗滤液的处理现状

1) 生物处理法: 表 2 总结了当前垃圾渗滤液生物处理法的各种主要工艺及特点。

2.1 垃圾渗滤液单元处理工艺

表 2 垃圾渗滤液生物法处理工艺及其特点

Tab. 2 Biological process for treatment of rubbish filtrate and its characteristics

垃圾 渗 滤 液 生 物 处 理 法	好 氧	活性污泥法	传统活性污泥法	费用低廉, 效率较高, 比化学氧化法效果好, COD _{Cr} 和 BOD ₅ 的去除率高。
		低氧—好氧活性污泥法	经 SBR 法改进, 能维持较高的运转负荷, 耗时短, 比常规活性污泥法有效。	
		物化—活性污泥复合处理系统	适用于难降解的高分子化合物, 存在重金属离子抑制作用的情况, 运行时具有较大的操作灵活性。	
		曝气稳定塘	体积大, 有机负荷低, 降解速度慢, 但工艺简单, 成本低, 效果较好	
		生物膜法	具有抗水量、水质冲击负荷的优点, 生物膜上微生物世代生长, 仅适用于性质与城市污水相近的渗滤液。	
	厌 氧	厌氧生物滤池	适用于处理溶解性有机物, 负荷必须维持较低水平才能达到理想效果。	
		上流式厌氧污泥床 (UASB)	负荷比厌氧滤池大得多, 出水中含有较多氨氮, 会消耗水中的溶解氧。	
	厌 氧 二 好 氧	厌氧—好氧生物氧化工艺	即厌氧硝化和生物氧化塘相结合, 对高浓度有机废水处理效果好。	
		厌氧—氧化沟—兼性塘工艺	进水的 COD _{Cr} 高时, 出水水质好; 但 COD _{Cr} 降低到不利于生化处理时, 即使与混凝处理相结合出水也难以达标。	
		UASB—氧化沟—稳定塘	突出优点为在第一沟中既能对氨氮进行硝化, 又能以 BOD ₅ 为碳源对硝酸盐进行反硝化, 氨氮去除率高, 同时减少了需氧量。	
		厌氧—气浮—好氧工艺	在厌氧后加入气浮工艺, 提高处理能力以应付水质偏高的情况, 净化后水质达标。	

2) 物化处理法: 主要包括混凝、化学沉淀、化学氧化、吸附、吹脱和膜分离等。物化法可以有效削减渗滤液中的有机物、氨氮、重金属离子和色度等, 改善其可生化性, 为后续生物处理工艺创造良好的条件。Ying, W- C 等将粉末活性炭投入间歇式活性污泥法反应器中, 由于吸附和降解同时进行, 出水水质明显比两者单独使用时要好^[5]。A. Amokrane 等分别用三氯化铁和硫酸铝对渗滤液进行混凝实验, 当两者的投量均为 $0. 035\text{mol/L}$ 时, 浊度的去除率分别为 95% 和 87%, COD_{Cr} 的去除率分

别为 5% 和 42%^[6]。

3) 土地处理法: 主要是通过土壤颗粒的过滤、离子交换吸附等作用去除其中的悬浮颗粒和溶解成分。目前应用较多的是人工湿地和回灌法。回灌法是利用填埋层的厌氧滤床作用使参滤液降解, 提高其可生化性。徐迪民等对其机理作过探讨, 并详细研究了渗滤液回灌的影响因素^[7]。孙英杰等提出以渗滤液回灌技术作为合并处理预处理工艺, 来削减单独处理时的生化负荷并加速渗滤液水质稳定化^[8]。人工湿地则是近几年出现的新型处理工艺。



当前已有不少生态环境学家正在研究利用藻类、芦苇、香根草以及各种水草等对渗滤液进行净化,也取得了一定的成果^[9~12]。

4) 其它方法: 辐射法^[13]、电渗析^[14]、电凝^[15]、超声技术^[2]等在国内外都有应用。

2.2 垃圾渗滤液组合处理工艺

1) 与城市生活污水合并处理渗滤液。与城市污水合并处理是国内外最常用的一种处理方法。渗滤液中 COD_{cr} 、 BOD_5 及 NH_4^+-N 含量高, 而磷含量较低, 合并处理既使污染物得到稀释, 又能补充某些元素的不足, 使后续处理效果和经验性明显提高。沈耀良等采用 A/O 法对渗滤液与城市污水混合液进行了处理, 当 $\text{COD}_{\text{cr}} < 5\,500\text{mg/L}$ 的渗滤液与城市污水按 4:6 的比例混合时, COD_{cr} 去除率可达 88.9%^[1]。

2) 生物组合处理技术。表 2 也表明, 厌氧与好氧组合工艺处理渗滤液水质为 COD_{cr} 为 $8\,000\text{mg/L}$ 、 BOD_5 为 $5\,500\text{mg/L}$, 在设计上采用上向流式厌氧污染床—奥贝尔氧化沟—稳定塘工艺流程, 获得了 COD_{cr} 去除率 95%、 BOD_5 去除率 97% 的处理效果^[6]。

3) 物化—生化组合处理工艺。许多工艺都采用吹脱或混凝过程以降低垃圾渗滤液中高浓度的氨氮、重金属离子和生物难降解有机物。“混凝—Fenton—SBR”^[17]、“吹脱—SBR—吸附混凝法”^[18]、“水解酸化—SBR 法—混凝沉淀”^[19]、“厌氧—吹脱—缺氧—好氧—混凝沉淀”^[20] 等物化—生化组合工艺都有一定的应用。

4) 回灌—常规处理(—膜分离) 处理技术。该组合工艺将常规处理技术、回灌技术和高新膜分离技术有机地结合, 既优势互补又加速垃圾填埋的稳定化。吴志超等^[21] 通过比较确定了投资最省、效果最好的组合工艺流程: 回灌—格栅—调节池—体式膜生物反应器—反渗透—生物硝化池—二沉池, 设计进水 COD_{cr} 为 $1\,500\sim 15\,000\text{mg/L}$, NH_4^+-N 为 $700\sim 1\,800\text{mg/L}$, 处理后最终出水 $\text{COD}_{\text{cr}} < 100\text{mg/L}$, $\text{NH}_4^+-\text{N} < 15\text{mg/L}$ 。

3 垃圾渗滤液处理存在的问题及研究趋向

1) 考虑到垃圾渗滤液处理费用较高, 应因地制宜地通过技术经济比较后合理选择处理方案。具体到处理工艺而言, 多元复合新工艺应是今后发展的趋势。

2) NH_4^+-N 浓度过高以及可生化性差是垃圾渗滤液处理技术上的另一个难题。因此, 发展高浓

度氨氮处理技术和渗滤液深度处理技术应该作为研究的重点。

3) 渗滤液的处理固然重要, 但也应考虑发展渗滤液减量垃圾填埋技术, 如好氧填埋或准好氧填埋等。

参考文献:

- [1] 沈耀良, 王宝贞, 杨铨大等. 城市垃圾填埋场渗滤液处理方案 [J]. 污染防治技术, 2000, 13 (1): 17~20.
- [2] 赵庆良, 李伟光. 特种废水处理技术 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2003.
- [3] 蒋海涛, 周恭明, 高廷耀. 城市垃圾填埋场渗滤液的水质特性 [J]. 环境保护科学, 2002, 28 (6): 11~13.
- [4] 张兰英. 垃圾渗滤液中有机污染物的污染及去除 [J]. 中国环境科学, 1998, 18 (2): 184~188.
- [5] Ying, W C; Bank, RR; Sajka, SA. Treatment of a landfill leachate in Powdered Activated Carbon Enhanced Sequencing Batch Bioreactors [J]. ENVIRON, 1987, (6): 1~8.
- [6] A. Amokrane; C. Comel; J. Veron. Landfill leachates pretreatment by coagulation-flocculation [J]. Wat. Res., 1997, (31): 2775~2782.
- [7] 徐迪民等. 垃圾填埋场渗滤水回灌技术的研究 [J]. 同济大学学报, 1995 (32): 119~128.
- [8] 孙英杰, 徐迪民, 胡跃城. 城市生活垃圾填埋场渗滤液处理方案探讨 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2003, 3 (3): 65~68.
- [9] 黄立南, 林里, 陈月琴等. 藻类对垃圾填埋场渗滤液的净化 [J]. 生态学报, 2002, 22 (2): 253~258.
- [10] 夏汉平, 敖惠修, 刘世忠等. 应用香根草对垃圾场进行植被恢复及净化垃圾污水的研究 [J]. 广州环境科学, 2002, 17 (1): 34~37.
- [11] 陈玉成, 陈小龙, 皮广洁. 城市生活垃圾渗滤液土地处理的模拟研究 [J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14 (2): 19~21.
- [12] Tijass Bulc. The Use of Constructed Wetland for Landfill Leachate Treatment [J]. Wat. Sci. Tech., 1997, 35 (5): 301~306.
- [13] 周爱姣, 陶涛. 垃圾填埋场渗滤液物化处理的现状及发展趋势 [J]. 重庆环境科学, 2001, 23 (6): 67~70.
- [14] Kawahishi, T et al. Desalination for landfill leachates containing condensed inorganic salts [J]. Desalination, 1994, (97): 1~3.
- [15] Mills, Donald. New process for electrocoagulation, Journa/American Water Works Association [J]. 2000, (29): 34~43.
- [16] 张祥丹, 王家明. 城市垃圾渗滤液处理工艺介绍 [J]. 给水排水, 2000, 26 (10): 9~20.
- [17] 熊忠, 林衍. 混凝—Fenton—SBR 处理垃圾渗滤液的影响因素研究 [J]. 城市环境, 2002, 16 (4): 19~20.
- [18] 胡勤海, 金明亮, 方干等. 吹脱—SBR—吸附混凝法处理垃圾填埋场渗滤液 [J]. 环境污染与防治, 2000, 22 (3): 21~29.
- [19] 范洪波, 程洁红. 水解酸化—SBR 法—混凝沉淀工艺处理垃圾渗滤液的研究 [J]. 给水排水, 1996, 22 (5): 13~14.
- [20] 邹莲花, 王宝贞. 城市生活垃圾填埋场渗滤液处理的实验研究 [J]. 环境工程, 2003, 21 (4): 10~12.
- [21] 吴志超, 邵立明. 顾国维. 生活垃圾填埋场渗滤液的新型处理技术 [J]. 环境卫生工程, 2000, 8 (2): 62~64.