

文章编号: 1673-1212(2006)01-0138-03

城市生活垃圾渗滤液处理技术的研究

郭广慧¹, 陈玉成^{1,2}

(1. 西南农业大学 资源环境学院, 重庆 400716; 2. 重庆市农业资源环境重点实验室, 重庆 400716)

摘要:垃圾填埋过程中产生的成份复杂、高浓度的垃圾渗滤液, 如果不加处理而直接排放, 就会对大气、水体及土壤造成严重的污染, 对人体健康造成严重危害。因此, 寻求一种高效经济的垃圾渗滤液处理技术显得尤为重要。为此阐述了城市生活垃圾渗滤液的处理技术: 生物处理法, 物理化学法和其他方法。其中, 生物处理法包括: 好氧生物处理, 厌氧生物处理, 厌氧-好氧生物处理法; 物理化学法包括: Fenton法, 电解氧化法, 光催化氧化法和等离子体处理技术; 其他方法包括: 土地处理法, 回灌法和有效微生物(EM)法。

关键词:城市生活垃圾渗滤液 预处理 处理技术**中图分类号:** X799.3**文献标识码:** B

1 前言

垃圾渗滤液, 又称渗沥水或浸出液, 是指垃圾在堆放和填埋过程中, 由于发酵和雨水的淋溶、冲刷, 以及地表水和地下水的浸泡而过滤出来的污水^[1]。目前, 我国城市垃圾处理中70%以上是采用卫生填埋法, 而卫生填埋的一个直接后果就是产生大量渗滤液。这种渗滤液水质水量变化大, 有机物浓度高、重金属含量高、氨氮含量高, 对周边环境及填埋场场底土层污染严重, 而且污染持续时间长, 易引起二次污染。因而, 对渗滤液进行有效的收集和处理已成为城市环境中亟待解决的问题, 垃圾渗滤液的处理技术也是国际上的研究热点问题之一。

2 垃圾渗滤液的预处理

垃圾渗滤液成分复杂, 有机物含量高, 仅采用生物处理很难达到理想效果, 而且高浓度的氨氮对微生物的活性有强烈的抑制作用^[2], 重金属离子对微生物也会产生中毒和抑制作用。因此, 必须对其进行预处理, 才能使后续生物处理顺利进行。

吹脱法是垃圾渗滤液预处理常用的方法, 主要用于去除渗滤液中的氨氮。吴方同等^[3]采用填料塔吹脱去除氨氮含量为1500~2500mg L⁻¹的垃圾渗滤液, 在温度25℃, pH为10.5~11.0, 气液比为2900~3600时, 氨氮吹脱效率达95%以上。卢平等^[4]用吹脱法处理垃圾渗滤液中的氨氮, 对其去除率达60%以上, 满足后续工艺对氨氮浓度和pH值的要求。王有乐等^[5]利用超声波吹脱技术处理高浓度NH₃-N废水, 结果表明废水经超声波辐射后, NH₃-N的吹脱效果明显增加, COD_{Cr}的去除率也显著提高。利用超声波吹脱技术预处理垃圾渗滤液还有待于进一步研究。

对于重金属离子浓度高的垃圾渗滤液, 可采用混凝、吸附等方法来去除重金属。尚安雯等^[6]研究了混凝在预处理渗滤液的作用, 结果表明混凝预处理可有效去除难生物降解的有机物污染(E260)和对微生物增殖有抑制作用的有毒、有害物质, 提高了

垃圾渗液的可生化性。沈耀良等^[7]运用混凝-吸附(PAC作混凝剂, 焦炭作吸附剂)去除渗滤液中的COD和重金属, PAC和焦炭投加量为400mg L⁻¹和8~10g L⁻¹时, COD去除率为58.9%, 重金属去除率为60%左右。

3 生物处理

3.1 好氧处理

好氧处理包括活性污泥法、氧化塘、生物膜、生物转盘等。低氧-好氧活性污泥法及SBR法等改进型活性污泥法, 因其能维持高有机负荷、低水力停留时间, 因而节省空间、提高处理能力。

3.2 厌氧处理

厌氧处理技术包括厌氧生物滤池、厌氧污泥床等。

3.3 厌氧好氧相结合

采用厌氧-好氧处理工艺经济且处理效率高。表1列出了生物处理的各种方法。

生物处理虽然有较成熟的理论和丰富的运行经验, 但是垃圾渗滤液水质水量变化大, 有害有毒物质浓度高, 单独使用生物技术往往是不合适的, 通常需要与物化法相结合才能取得较好的处理效果。

4 物理化学法

4.1 Fenton法

Fenton法主要利用Fe²⁺和H₂O₂之间的链反应催化生成的·OH自由基, ·OH自由基有极强的氧化作用, 能够对有机物进行有效降解。程洁红等^[13]用Fenton-混凝法对垃圾渗滤液进行预处理, COD的去除率达66.9%, 为后续厌氧-好氧生化处理提供准备。然而, 尽管Fenton试剂氧化性强, 却只能将部分化合物氧化或偶合成其他可生化性较高的化合物, 对于多环芳烃这类分子量较大, 结构复杂, 化学性能稳定的有机物极少能被Fenton试剂

收稿日期: 2005-09-29

作者简介: 郭广慧(1981-), 女, 山西交城人, 硕士研究生, 研究方向为污染防治与控制。

表 1 生物处理的各种方法及处理效果

处理方法	处理工艺条件	进水浓度	出水浓度 / 去除率	效果
好氧处理	低氧-好氧两段活性污泥法 ^[9]	水温: 16~23.5℃ COD _{Cr} : 6446mg L ⁻¹ BOD ₅ : 3502mg L ⁻¹	COD _{Cr} : 226.7mg L ⁻¹ BOD ₅ : 13.3mg L ⁻¹	去磷效果好 去氮效果差
	UASB ^[9]	有机负荷: 7~12KgCOD _{Cr} ·m ⁻³ ·d ⁻¹ HRT: 19~27h COD _{Cr} : 5000~12000mg L ⁻¹	COD _{Cr} 去除率: 90%	系统的启动控制条件及重要的控制参数易于控制
厌氧处理	上流式厌氧过滤器 ^[10]	容积负荷: 5kgCOD _{Cr} ·m ⁻³ ·d ⁻¹	中温 高浓度 COD: 3000~8000mg L ⁻¹ COD 去除率: 95% COD 去除率: 90%	符合《生活垃圾填埋污染控制》(GB16889-1997) 二级标准
	厌氧-好氧生物法处理 ^[11]	COD _{Cr} : 2400~3300mg L ⁻¹	COD _{Cr} : 119~185mg L ⁻¹ 总去除率达 90% 以上	
好氧厌氧结合处理 ^[12]	A/B 复合系统处理		COD 去除率: 94.2% 氨氮去除率: 95.1%	

氧化, 只能用生化等其他方法去除。邹长伟等^[14]采用 PAF 混凝+UF-Fenton 工艺对经氧化沟处理后的垃圾渗滤液进行深度处理, 在最佳工艺条件下, COD 去除率达 86.8%, 色度去除率达 99%。

4.2 电解氧化处理技术

电解法氧化处理废水的实质就是通过·OH 直接氧化或[Cl]间接氧化作用, 破坏有机物结构, 使有机物降解。李小明等^[13]用电解法处理经 SBR 处理后的垃圾渗滤液 (COD 及 NH₃-N 浓度分别为 693mg L⁻¹ 和 263mg L⁻¹), 在 pH 为 4, Cl⁻ 浓度为 5000mg L⁻¹, 电流密度为 10Adm⁻², SPR 三元电极为阳极, 电解时间 4h 的工艺条件下, 发现电解氧化过程中, NH₃-N 被优先去除, 其次是 COD, COD 去除率为 90.6%, NH₃-N 的去除率为 100%。电解法处理常常作为垃圾渗滤液深度处理, 但也出现将其作为渗滤液预处理的报道。李庭刚等^[16]利用电解氧化法对垃圾渗滤液也进行预处理, 在添加 Cl⁻ 4000mg L⁻¹, 极板间距为 10mm, pH 为 8, 初始温度为 50℃ 的条件下, 经 4h 的电解氧化, 垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和色度的去除率分别达到 88%, 100% 和 98%。而且高浓度的 Cl⁻ 和电流密度具有相当强的协同作用效应, 对渗滤液中典型的有毒难降解有机化合物 (苯酚) 有很好的去除作用, 苯酚去除率达 82%, 水质的可生化性显著提高, 有利于后续生化处理。

4.3 光催化氧化技术

光催化氧化技术机理是半导体材料 (如 TiO₂) 或催化氧化剂受到能量大于带隙能量的光照射时, 处于价带 (VB) 上的电子就被激发到导带 (CB) 上, 使导带上生成高活性电子 (e⁻), 价带上生成带正电的空穴 (h⁺), 形成氧化-还原体系, 从而起到了降解污染物的作用。光催化氧化采用的半导体有二氧化钛、氧化锌、三氧化二铁等。王里奥^[17]等采用复合半导体催化剂 ZnO/

TiO₂ 处理垃圾渗滤液, 效果较好, 可用作垃圾渗滤液的深度处理。弓晓峰^[18]以玻璃纤维布作载体制备的 TiO₂ 膜光催化氧化处理垃圾渗滤液, 取得了较好的效果。

4.4 等离子体技术

周爱蛟^[19]等利用高压脉冲放电产生的非平衡等离子体技术对垃圾渗滤液进行预处理, 放电处理一次, 很多难降解的有机物变成可降解的物质, 渗滤液的 COD 升高 20%, BOD₅ 值升高 59.7%, NH₃-N 去除率达 76.6%, 在一定程度上提高了渗滤液的可生化性, 降低氨氮对微生物的抑制作用。

此外, 化学混凝沉淀法、化学吸附法、膜处理法、湿法氧化、辐照法等也应用于垃圾渗滤液的处理。与生物处理相比, 物化处理不受水质水量影响, 出水水质稳定, 尤其对 BOD 和 COD 比值较小, 难生化处理的垃圾渗滤液, 有较好的处理效果。但是此法成本较高, 不适合大水量垃圾渗滤液的处理。

5 其他方法

5.1 土地处理法

土地处理主要通过土壤颗粒的过滤, 离子交换吸附和沉淀等作用去除渗滤液中悬浮固体和溶解成分。渗滤液的土地处理包括慢速渗滤系统 (SR)、快速渗滤系统 (RI)、表面漫流 (OF)、湿地系统 (WL)、地下渗滤土地处理系统 (UG) 以及人工快渗滤处理系统 (ARI) 等多种土地处理系统。陈玉成等^[20]经过静态与动态试验及小试, 从五种土壤中选择合适重庆地区垃圾渗滤液土地处理的基质土壤。采用土地渗滤与芦苇湿地两级土地处理系统净化城市垃圾渗滤液, 结果表明: 此方法在技术上是可行的, 经处理后, COD_{Cr} 和氨氮的去除率均达到 90% 以上, 出水水质达国家一级排放标准。

5.2 回灌法

渗滤液回灌就是用适当的方法将在填埋场底部收集到的渗滤液从其覆盖层表面或覆盖层下部重新灌入填埋场。通过控制回灌次数、水力负荷、有机负荷等参数,达到净化渗滤液目的。通过回灌,有利于增加垃圾中微生物的活性,加速产甲烷的速率、垃圾中污染物溶出及有机物的分解,同时对去除重金属离子具有更大的优越性^[21],加速了垃圾填埋场的稳定化进程;同时减少了渗滤液的场外处理量。

徐迪民等^[22]详细研究了垃圾填埋渗滤液回灌的影响因素,发现在试验所用的亚粘土上加入一定比例的细砂可改善覆土层的透水性和透气性,土砂比以7:1为最佳。土砂比为7:1的土柱对进水负荷从6.6~115g m⁻²d⁻¹范围内变化的垃圾渗滤液进行处理,在运行两个月的时间内,COD的去除率可达98%左右。

唐山填埋场采用“回灌+生物处理”工艺,运行结果表明^[23],经回灌后,渗滤液后续处理量为减少,经生化 and 消毒处理后排放。王琪等^[24]经试验研究认为,回灌有助于在填埋层建立有机物降解的微生物优势菌群,在较小负荷下,渗滤液经兼性填埋层回灌处理,COD_{Cr}去除率可达95%;NH₃-N浓度可以降到10mgL⁻¹。但是对回灌法处理垃圾渗滤液的工艺流程、技术参数尚需要进一步优化。

5.3 有效微生物EM法

EM是一种由酵母菌、放线菌、光合细菌、藻类共5属80多种有益微生物经特殊方法培养而成的混合微生物制剂,其中含有分解性细菌、合成性细菌、厌氧菌、兼性菌、好氧菌。EM菌群在其生长过程中能迅速降解有机污染物,把有机污染物转化为生物体和气体,并释放一部分能量,最终达到净化污水的目的,同时相互间协同作用共生繁殖,代谢出抗氧化物质,从而形成稳定而复杂的生态系统,抑制有害微生物的生长繁殖,抑制含硫、含氮有机物分解产生恶臭。叶晓玫^[25]等人应用EM技术对毒性大、浓度高的垃圾渗滤液进行静态小试和稳定塘中试,结果表明,EM对渗滤液中的主要指标BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N、T-P、色度的去除效果显著,对垃圾渗滤液的净化能力强。

6 结语

垃圾渗滤液水量变化大,季节性变化量大;成分复杂,随着渗滤液的年龄而变化,因此在选择处理垃圾渗滤液工艺时,必须因地制宜,通过技术经济比较,通过小试或中试取得可靠优化的工艺参数,以获得最佳处理方案,达到理想的去除效果。同时在开发、应用新的处理技术时要向着操作简单、投资低廉、不发生二次污染、处理效果好的方向发展。

参考文献:

[1]陈玉成,李章平.城市生活垃圾渗滤液的污染及其全过程控制[J].环境科学动态,1995(4):15-18.
[2]赵庆良,李湘中.垃圾渗滤液中氨氮对微生物活性的抑制作用[J].环境污染与防治,1998,20(6):1-4.
[3]吴方同,苏秋霞,孟了.吹脱法去除城市垃圾填埋场渗滤液中的氨氮[J].给水排水,2001,27(6):20-25.

[4]卢平,曾丽璇,张秋云等.高浓度氨氮垃圾渗滤液处理研究方法[J].中国给水排水,2003,19(5):44-45.

[5]王有乐,翟钧,谢刚.超声波吹脱技术处理高浓度氨氮废水试验研究[J].环境污染治理技术与设备,2001,2(2):59-63.

[6]尚爱安,赵庆祥,徐美燕.混凝在垃圾渗滤液处理中的作用研究[J].中国给水排水,2004,20(1):50-53.

[7]沈耀良,杨铨大,王宝贞.垃圾渗滤液的混凝-吸附预处理研究[J].中国给水排水,1999,15(11):10-15.

[8]徐迪民.低氧-好氧两段活性污泥法处理垃圾填埋场渗滤水的研究[J].中国环境科学,1989,9(4):311-315.

[9]司马冰,张向和.UASB技术处理中小城镇生活垃圾渗滤液的试验研究[J].重庆环境科学,2003,25(11):61-62.

[10]徐竺,李正山,杨致贤.上流式厌氧过滤器处理垃圾渗滤液的研究[J].中国沼气,2002,20(2):12-16.

[11]黄群贤,张月红,董文庚等.厌氧-好氧生物法处理垃圾渗滤液的研究[J].河北工业科技,1999,16(4):1-3.

[12]王宝贞,王承武,杨铨大等.A(缺氧活性污泥)/B(A/O淹没式生物膜)符合系统处理垃圾填埋场渗滤液[J].给水排水,1996,22(5):15-18.

[13]程洁红,李尔扬,李定龙.Fenton-混凝法在垃圾渗滤液预处理中的试验研究[J].江苏石油化工学院学报,2002,4(2):27-19.

[14]邹长伟,江艳,万金保.光化学氧化深度处理垃圾渗滤液的研究[J].南昌大学学报,2003,25(2):35-38.

[15]李小明,王敏,矫志奎等.电解氧化处理垃圾渗滤液研究[J].中国给水排水,2001,17(8):14-17.

[16]李庭刚,陈坚等.电化学氧化法处理高浓度垃圾渗滤液的研究[J].上海环境科学,2003,22(12):892-897.

[17]王里奥,黄本生,吕红等.光催化氧化处理生活垃圾渗滤液[J].中国给水排水,2003,19(6):56-58.

[18]弓晓峰,简敏菲,刘春英等.玻璃纤维布负载TiO₂膜催化氧化垃圾渗滤液[J].重庆环境科学,2003,25(11):56-58.

[19]周爱姣,陶涛.高压脉冲放电等离子体处理垃圾渗滤液[J].武汉城市建设学院学报,2001,18(3-4):44-47.

[20]陈玉成,陈小龙,皮广杰.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.

[21]陈斌.回灌法在垃圾渗滤液处理中的应用前景[J].福建化工,2000,(3):30-33.

[22]徐迪民,李国建,于晓华等.垃圾填埋场渗滤水回灌技术的研究[J].同济大学学报,1995,23(4):371-375.

[23]秦峰,王雷,陈立伟.城市生活填埋场渗滤液处理技术研究[J].环境污染治理技术与设备,2001,2(6):24-30.

[24]王琪,董璐,李恒等.垃圾填埋场渗滤液回流技术的研究[J].环境科学动态,2000,13(3):1-5.

[25]叶晓玫,正曼英,刘家强.应用有效微生物(EM)技术处理垃圾渗滤液的研究[J].环境卫生工程,2002,10(1):3-5.

(下转147页)

(2) α -中污带(强中污带)在化学特点上和污带相近,但是这一带除还原作用以外,也发生氧化作用,所以蛋白质开始分解为氨和氨基酸。二氧化碳和硫化氢还有颇多分量,铁化合物为硫化亚铁和氧化铁两种形式。氧仍缺乏,其来源还是靠大气的扩散。

这一带的生物种类仍极有限,主要还是细菌,真菌也很多,出现了蓝藻和绿色鞭毛藻类。吞食细菌的纤毛虫和轮虫的某些种类也大量出现,并且有蝇类幼虫出现。水底污泥已部分矿质化,在上面滋生着多量颤蚓和大红摇蚊幼虫。这一带的生物都是需氧量较低的种类。

(3) β -中污带(弱中污带) β -中污带由于绿色植物的大量出现,在化学特点上已和前两带显著不同。这一带氧化作用已显然超过还原作用,有机物含量较低,氮化合物呈铵盐,亚硝酸盐和硝酸盐状态;铁化合物呈氧化铁态。二氧化碳和硫化氢含量很少。溶解氧量丰富有时达到

过饱和。

(4) β -中污带的生物种类极为多样多式,蓝藻、绿藻、纤毛虫、轮虫、软体动物,小型甲壳动物和昆虫等大量出现,并有鱼类出现。细菌的数量迅速减少。

(5) 寡污带,在寡污带中水的自净作用已完全完成,污泥沉淀通常已矿质化,蛋白质达到矿质化的最后阶段,形成了硝酸盐类。氧极丰富,二氧化碳含量很少,硫化氢在水层中几乎完全消失。

寡污带的生物组成较 β -中污带更为多样化,植物中除了绿藻和硅藻外还有甲藻和金藻,并有许多显花植物出现。动物有轮虫、甲壳类、苔鲜类、海绵类等,并且各类动物的种类都很多。鱼类也大量出现,种类也多。

根据各河段生物种类组成,对照污水指示生物表。可以对某区段被有机物污染的程度作出初步判断。

Aquatic Ecosystem and Bio-monitoring

ZHAO Jing-yuan¹, CHEN Jia-hou², ZHAO Jiao-fei³

(1. Zhaoyuan Environmental Monitoring Station, Zhaoyuan 166500, China;

2. Heilongjiang Foreign Cooperation Center of Environment Protect, Harbin 150090, China)

Abstract: There is a relation between biodiversity & distribution and watershed. The community frame, index and abundance will be replaced after being polluted. Here we try to introduce some knowledge about aquatic ecosystem and bio-monitoring.

Key words: aquatic creatures water pollution bio-monitoring

(上接 140 页)

Studies on Treatment Technologies of Municipal Domestic Refuse Leachate

GUO Guang-hui¹, CHEN Yu-cheng^{1,2}

(1. College of Resource and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China;

2. Key Lab of Agricultural resources and Environment, Chongqing 400716, China)

Abstract: A great of complicate and high-concentrate organic wastewater would appear in the course of landfilling. The leachate will cause serious environment pollution if discharged without treatment, such as air pollution, water pollution and soil pollution, which may cause harmful to human health. Therefore, it was serious important to find a kind of economical and effective treatment for municipal domestic refuse leachate. Several treatment technologies for landfill leachate are summarized and analyzed, for example, biological treatment, physical-chemical treatment and others. Aerobic biological treatment, anaerobic biological treatment and combing Anaerobic-Aerobic biological were introduced in biological treatment; Fenton reagent, electrolytic oxidation, photocatalytic oxidation, plasma technology were recommend in physical-chemical treatment. Other treatment also presented including soil treatment, recirculation treatment and effective microorganism.

Key words: municipal domestic refuse leachate pretreatment treatment technology