

垃圾渗滤液 处理技术 及工程示范

王惠中 等著



河海大学出版社

垃圾渗滤液处理技术 及工程示范

王惠中 黄娟 著
李月中 朱卫兵

河海大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

垃圾渗滤液处理技术及工程示范/王惠中等著. —南京:
河海大学出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-5630-2573-2

I. 垃… II. 王… III. 垃圾处理 IV. X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 004096 号

- | | |
|------|--|
| 书 名 | 垃圾渗滤液处理技术及工程示范 |
| 书 号 | ISBN 978-7-5630-2573-2/X · 10 |
| 责任编辑 | 毛积孝 |
| 责任校对 | 李元松 |
| 封面设计 | 拐点文化 |
| 出版发行 | 河海大学出版社 |
| 地 址 | 南京市西康路 1 号(邮编:210098) |
| 电 话 | (025)83737852(总编室)
(025)83722833(发行部) |
| 经 销 | 江苏省新华发行集团有限公司 |
| 排 版 | 南京理工大学印刷厂 |
| 印 刷 | 丹阳兴华印刷厂 |
| 开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/32 7.75 印张 136 千字 |
| 版 次 | 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷 |
| 定 价 | 26.00 元 |

课题主要参加人员

王惠中 黄 娟 李月中 朱卫兵
刘伟京 吴云波 焦 涛 邹 敏
陆继来 李 彬

前 言

随着我国城市化进程迅速发展,我国城市生活垃圾以平均每年 8%~10% 的速度增长。城市生活垃圾最主要的处理方法有卫生填埋法和焚烧发电两种,由于卫生填埋法具有成本低、技术成熟、管理方便等优点,在目前垃圾处理中得到了广泛的应用。然而,在垃圾填埋过程中所产生的污染性极强的垃圾渗滤液,由于其具有水量水质变化大、成份复杂、浓度高等特点,所以处理难度非常大,是目前国内外环保科研重点攻关的技术之一。

目前,我省垃圾填埋场所产生的渗滤液基本上未能得到有效的处理,据我院近期对全省 13 个省辖市的 18 个垃圾填埋场进行的调查,垃圾填埋场产生的渗滤液有的经过简单预处理后排入城市污水处理厂处理,有的甚至不经处理直接排放,对垃圾填埋场周围地下水和地表水、土壤、大气、生物等造成严重的二次环境污染。

为此,我院与常州维尔利环保公司合作,开展了《垃圾渗滤液处理技术及工程示范》的课题研究,以常州市生活垃圾填埋场渗滤液处理工程作为示范工程,采用膜生化反

应器(MBR)+纳滤(NF)处理工艺,进行了近两年的跟踪监测研究,不仅使各项出水水质指标稳定达到国家新标准要求,而且有效地解决了垃圾渗滤液处理技术成本高的难题,项目通过江苏省环保厅组织的专家论证,总体指标处于国内领先水平。

该示范工程在引进、消化和吸收了德国先进的膜生化技术基础上,首次将错流过滤和射流充氧有机结合,有效解决国内垃圾渗滤液进水氨氮浓度高、水质水量变化大的问题;同时,将外置式膜生化反应器工艺应用到大水量的渗滤液处理工程实际中,采用了生化+膜的组合工艺,增强了抗冲击负荷的效果;利用MBR在高浓度有机废水处理中的优势和纳滤的截留原理,在保证出水达标的同时,将垃圾渗滤液中有有机物和重金属基本去除;另外,该工程对超滤膜的维护与保养进行实验研究,降低了工程运行费用。总之,该项工程技术有效地解决了目前垃圾渗滤液处理中的调节池二次污染防治、生物脱氮处理效果、深度处理出水的水质保证及渗滤液处理成本高等多项问题,确保渗滤液出水水质可以稳定达到《生活垃圾填埋污染控制标准》(GB 16889—2008)标准的要求。并通过增加后置反硝化工艺和更换纳滤膜元件等方法,保证渗滤液出水水质达到国家特别排放限值的要求。

作者通过几年来对渗滤液处理技术及示范工程的研究

究,为江苏省垃圾渗滤液的处理积累了科学的理论和实用经验。为此,我们组织编著了本书,以供广大渗滤液处理技术研究和学习者参考。由于时间仓促及我们的学识水平限制,本书若有疏漏和不足之处,请广大读者多多包涵。另外,本书在编写过程中得到很多单位和个人的大力支持,在此表示衷心感谢!

目 录

第一章 垃圾渗滤液污染及其控制	1
第一节 垃圾渗滤液的产生和危害	1
一、垃圾渗滤液的来源及产生量	1
二、垃圾渗滤液的特点	2
三、垃圾渗滤液的危害	12
第二节 垃圾渗滤液排放要求	14
一、美国垃圾渗滤液排放要求	14
二、欧盟垃圾渗滤液排放要求	19
三、英国垃圾渗滤液排放要求	19
四、加拿大垃圾渗滤液排放要求	20
五、澳大利亚垃圾渗滤液排放要求	21
六、日本垃圾渗滤液排放要求	25
七、其他国家垃圾渗滤液排放要求	27
八、我国生活垃圾渗滤液排放控制要求	29
第三节 垃圾渗滤液主要控制方法	30
一、与城市污水厂的合并处理(场外处理)	31
二、循环喷洒处理(场内处理)	34

三、预处理—合并处理(场内—场外联合处理)	37
四、建设独立的场内完全处理系统	40
第二章 垃圾渗滤液处理技术	43
第一节 物化法	43
一、絮凝沉淀法	44
二、膜分离技术	46
三、活性炭吸附技术	48
四、化学氧化技术	49
五、光催化氧化	51
六、催化电解氧化法	52
第二节 生物法	56
一、稳定塘技术	56
二、生物转盘技术	58
三、厌氧固定膜生物反应器	58
四、上流式厌氧污泥床(UASB)	58
五、活性污泥法	59
第三节 土地法	61
一、回灌法	62
二、人工湿地处理系统	63
第四节 组合处理方法	63
第五节 各种技术比较	64

第三章 垃圾渗滤液处理工艺现状	66
第一节 工艺研究现状	66
第二节 国外主流工艺技术介绍	70
一、德国 MBR+NF 技术	70
二、美国 DTRO 技术	73
三、美国 USFilter 公司技术	76
第三节 国内垃圾渗滤液处理工艺	78
一、北京肇麟环保“三段法+1”技术	81
二、北京天地人公司技术	86
三、同济大学垃圾矿化床技术	93
四、珠海市德莱环保单级自养脱氮氮+OFR 氧化絮凝复合床技术	97
第四节 国内典型垃圾填埋场渗滤液处理工程 实例	101
第四章 膜生化反应器(MBR)+纳滤(NF)技术	
原理	108
第一节 膜生化反应器技术原理	108
一、膜生化反应器	108
二、生化膜及材料的选择	111
第二节 膜生化反应器处理垃圾渗滤液前景 展望	115
一、膜生化反应器处理垃圾渗滤液的技术前景	115

二、膜生化反应器处理垃圾渗滤液的市场前景	117
三、膜生化反应器处理垃圾渗滤液的推广前景	118
第五章 垃圾渗滤液处理示范工程	119
第一节 工程概况	119
第二节 示范工程垃圾渗滤液处理方案	120
一、垃圾渗滤液的处理工艺	120
二、工艺流程说明	122
三、主要设备	127
四、处理构筑物	129
第三节 处理单元过程与设计技术参数	130
一、水质水量及主要处理要求	130
二、生化单元设计技术参数	131
三、充氧曝气单元设计技术参数	133
四、超滤单元设计技术参数	134
五、纳滤单元设计技术参数	134
六、各工艺段处理效果	135
第四节 试验方案与运行调试说明	137
一、试验方案	137
二、试验过程	139
三、运行调试说明	139
四、试验及调试结果分析	142
第五节 管式超滤膜的研究	150

一、超滤的基本原理	150
二、管式超滤膜的影响因素	151
三、管式超滤膜的使用控制说明	152
四、管式超滤膜的污染	153
五、管式超滤膜的替代与维护研究	154
第六章 技术及经济效益分析	156
第一节 技术先进性讨论	156
一、排放监测数据分析	156
二、与国内同类型垃圾渗滤液处理技术的比较	161
第二节 示范工程建设投资成本	165
第三节 同其他类型垃圾渗滤液处理工艺的 经济性比较	171
第七章 针对新标准(GB 16889—2008)中特别排放 限值可达性的小试研究	175
第一节 研究目的和拟解决的关键问题	175
一、试验目的	175
二、小试拟解决的关键问题	176
第二节 工艺流程和技术参数	177
一、试验的工艺流程及说明	177
二、处理单元过程与设计技术参数	178
第三节 试验结果分析	183
一、各工艺阶段的出水数据汇总	183

二、COD 去除效果分析	186
三、氨氮去除效果分析	187
四、总氮去除效果分析	188
五、总磷去除效果分析	189
六、试验结论	191
参考文献	192
附录 生活垃圾填埋场污染控制标准	201

第一章

垃圾渗滤液污染及其控制

第一节 垃圾渗滤液的产生和危害

一、垃圾渗滤液的来源及产生量

1. 垃圾渗滤液的来源

垃圾渗滤液是指垃圾在填埋和堆放过程中由于垃圾中有机物的分解产生的水和垃圾中的游离水、降水以及入渗的地下水,通过淋溶作用形成的污水。垃圾渗滤液产生的主要来源有:①降水的渗入,包括降雨和降雪,它是渗滤液产生的主要来源;②外部地表水的流入,包括地表径流和地表灌溉;③地下水的渗入,当填埋场内渗滤水水位低于场外地下水水位,没有设置防渗系统时,地下水就有可能渗入填埋场内;④垃圾本身含有的水分,这包括垃圾本身携带的水分以及从大气和雨水中的吸附量;⑤垃圾在降解过程中产生的水分,垃圾中的有机组分在填埋场内分解时会产生水分。

2. 垃圾渗滤液的产生量

垃圾渗滤液的产生量受多种因素的影响,如降雨量、蒸发量、地面流失、地下水渗入、垃圾的特性、地下层结构、表层覆土和下层排水设施的设置情况等。主要影响因素包括:①降雨量和蒸发量是影响渗滤液产生的重要因素,这可以从当地的气象资料来获得;②填埋场表面的斜坡很重要,在平缓的斜坡上,水易于集结,因而大量渗滤,而在较陡的斜坡上,水容易流掉,从而减少了到达垃圾中的水量。垃圾填埋场的最终覆土层一般做成中心高、四周低的拱型,保持 1%~2% 的坡度,这样可使部分降雨沿地表流走。但当表面斜坡大于 8% 左右时,表面径流就有可能侵蚀垃圾堆的顶部覆盖物,使填埋场暴露,因此,表面斜坡应小得足以预防表面侵蚀;③填埋最终覆土后,表面上长有植物,可以通过根系吸收水分,并通过叶面蒸发作用减少渗滤液发生量;④地下水的渗透,要根据场内渗滤液水位和场外地下水来定,对于防渗情况良好的填埋场,可以不考虑渗滤液的渗出和外部地下水的渗入。渗滤液产生量波动较大,但对于同一地区填埋场,其单位面积的年平均产生量是在一定范围内变化的。

二、垃圾渗滤液的特点

1. 水量水质变化大

影响渗滤液水质成分的因素很多,同一填埋场渗滤液

水质水量变化很大,Nancy Ragle 等人对美国西雅图的一座城市垃圾填埋场调查发现,渗滤液水质的时变化系数、日变化系数分别高达 200% 和 300%,且渗滤液水质随水量而变化。老龄填埋场的渗滤液中污染物浓度一般随渗滤液量的增加而升高,且两者间存在一定的相关性。垃圾渗滤液的成分随填埋时间而发生变化,渗滤液水质在不同填埋时段差异很大。填埋初期(填埋年龄在 5 年以下)的渗滤液称为早期渗滤液,渗滤液呈黑褐色,渗滤液中约 90% 的可溶性有机物是短链的易生物降解的挥发性脂肪酸,其中以乙酸、丙酸和丁酸为主要成分,其次是带有较多羟基和芳香族羟基的灰黄霉酸,BOD/COD 比值较高,在 0.4~0.8, pH 值较低,SS、COD、BOD 浓度高,可生化性较好,易于处理。填埋时间在 5 年以上的渗滤液呈褐色,其中易生物降解的有机物比例明显下降,而灰黄霉酸类物质的比重则要增加,pH 值升高,接近中性或略偏碱性,BOD/COD 甚至下降到 0.1 以下,氨氮浓度升高,渗滤液可生化性降低。

国外的研究表明,垃圾渗滤液水质水量还受到垃圾成分、填埋方式及填埋场水文、土质、气候等因素的影响,特别是由于国内外垃圾的成分、收集途径不同,造成国内外渗滤液水质差异较大。城市消费水平及消费结构不同,生活垃圾渗滤液的水质也有差异。相比较而言,国内垃圾渗

滤液成分更复杂。因此,任何一个垃圾填埋场,其渗滤液处理工艺的选择不仅要满足近期渗滤液的水质特征和处理要求,还要兼顾远期变化后的渗滤液水质特征和处理要求,这就使得渗滤液的处理工艺设计十分困难和复杂。

同时,由于垃圾填埋场是一个敞开的作业系统,因而其渗滤液的产生量受气候和季节变化的特征极为明显。在积雪和非积雪地区,填埋场渗滤液产生量的最大和最小量之比可达 10 : 1 和 4 : 1。为保证渗滤液处理系统(无论是采用物化处理还是生物处理)正常运行,必须考虑设置足够容积的调节池,以满足最大渗滤液量的贮存调节之需。目前,多结合垃圾填埋场的建设,在垃圾坝和截污坝之间设置一个容积很大的渗滤液贮存池(如苏州七子山垃圾填埋场设置了一个容积为 2.5 万 m^3 的渗滤液池;杭州天子岭垃圾填埋场设置了可满足 10 年一遇暴雨产生量、非常容积可满足 30 年一遇暴雨时渗滤液产生量贮存的渗滤液池)。实际上,虽然这种大容量的贮存池对于渗滤液的收集贮存来讲是必需的,但对于渗滤液的处理工艺系统而言,其功效则仅表现在补充不足、贮存盈余的调节和在一定程度上的短时期内的水质均化作用。由于渗滤液的水量变化易导致水质的急剧波动,因而无论是在填埋场设置贮存池还是考虑在处理工艺系统中另设调节池(实际上一概不设),对于满足特定处理系统