

分散式生活污水处理技术进展

符东, 王成端, 万霞 (四川理工学院材料与化学工程学院, 四川自贡 643000)

摘要 介绍了分散式生活污水处理的意义与必要性, 并总结了目前国内外人工湿地、地下渗滤和净化槽3种主要的分散式生活污水处理技术的进展。

关键词 分散式生活污水; 人工湿地; 渗滤; 净化槽

中图分类号 S181 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)25-269-02

Review on the Decentralized Domestic Sewage Treatment Technologies

FU Dong, WANG Cheng-duan, WAN Xia (College of Material and Chemical Engineering, Sichuan University of Science and Engineering, Zigong, Sichuan 643000)

Abstract This paper introduces the significance and necessity of decentralized domestic sewage treatment. Constructed wetland, subsurface wastewater infiltration and purification tank these three main methods of decentralized domestic sewage technologies in China or abroad were discussed.

Key words Decentralized domestic sewage; Constructed wetland; Subsurface wastewater infiltration; Purification tank

近年来, 我国经济快速发展的同时也带来了许多负面的影响, 在以生态资源为代价的背景下, 我国的生态环境变得越来越脆弱。水是生命之源, 在我国面临着淡水短缺、水体质量下降等问题。在农村地区, 由于缺少相关的污水处理设施, 生活污水大多数都没有经过任何处理就直接排放到河流和湖泊中, 对周围的环境造成严重的污染。同时, 这与我国提出的可持续发展道路和建设新农村政策不符。

在我国城镇发展过程中, 市政污水处理系统将指定排污范围内的污水收集后, 由城市污水管网输送到污水处理厂进行集中处理。但是, 我国农村等较为偏远的地区发展还较为落后, 这些地方的生活污水处理目前没有得到较好的解决。然而, 要将这些地方的生活污水全部收集到污水处理厂, 将会花费高昂的污水管道建设费用。这些管网收集不到的生活污水称为分散式生活污水^[1]。国家环保总局发布了相关政策, 要求对分散式污水进行处理后达标排放^[2]。分散式生活污水随意排放, 对周围的环境造成不良影响, 所以, 开发经济高效的分散式生活污水处理工艺迫在眉睫。

1 生活污水分散处理的意义

我国污水处理的主要方式为集中式处理。污水的集中处理有处理效果好、维护方便等优点, 但是收集污水需要大量的管网系统, 这样会造成投资大、运行费用高。同时, 当今社会面临着水资源短缺的问题, 特别是我国已经到了严重缺水的地步, 污水的回收与再利用必然会成为污水处理的重点策略。据报道, 污水在管网输送的过程中会出现污水的渗漏^[3]。未经处理的污水渗漏到自然环境中, 不仅对环境造成了污染, 而且对水资源的回收利用、水资源的可持续发展是极为不利的。所以将污水进行就地处理和回用, 是目前积极倡导的污水处理模式, 即污水分散式处理。

2 分散式生活污水处理技术国内外研究进展

我国对农村生活污水分散处理的研究起步于20世纪90

年代初, 与其他的发达国家相比在技术经验、管理维护和技术推广等方面都存在明显的不足。韩昌富等^[4]设计了一种新型的集成式系统, 利用太阳能作为能源处理分散式生活污水; 范争涛等^[5]提出了一种利用车载一体化移动式装备处理分散式生活污水的设想; 洪嘉年^[6]用快速渗滤技术处理生活污水, 经过处理过后的污水能够达到城镇生活污水的排放标准。据报道, 使用一种生物支架人工湿地(bio-rack wetlands)系统处理被污染的河水, 效果较为明显^[7]。

30多年前, 一些发达国家的科研人员就对污水的分散式处理展开了研究。日本在2000年左右开始对偏远地区的生活污水进行分散处理, 目前提出了两套工艺较为成熟的净化槽技术, 一种是对生活污水进行处理的合并处理净化槽; 一种是针对非生活污水进行深度处理的净化槽。澳大利亚科学和工业研究组织的专家指出, “FILTER”污水分散处理技术对生活污水进行分散式处理具有较好的效果^[8]。美国Lesliel. L和Behrends等在人工湿地的基础上提出了一种新的排水和填充系统(draind and filled system), 使人工湿地变为一个微生物反应器, 提高系统的处理效率; David A. Flowers等认为人工湿地部分出水回流, 可以提高人工湿地对磷的去除能力; 由于人工湿地在冬天的处理效果不稳定, 设计了一种供暖设备, 在冬天加热人工湿地的进水, 以提高湿地的处理效果。

3 主要的分散式生活污水处理技术

3.1 人工湿地处理技术 人工湿地(constructed wetland)是20世纪70年代发展起来的一种建设成本低、运行费用低的废水处理技术^[9], 它在处理乡村、小区、机场等分散式污水方面综合效果明显。研究发现, 人工湿地系统对有机物、氮和磷有较高的去除率。人工湿地是由人工制造的具有与湿地类似作用的污水处理系统, 主要由基质、植物和微生物构成, 主要是通过这三者相互作用去除污染物。在人工湿地中有机物的去除主要是通过微生物的好氧与厌氧降解完成的^[10]。微生物的硝化和反硝化作用被认为是人工湿地去除污水中氮的主要机理, 人工湿地除氮机理是一个较为复杂的

过程,到目前为止科学家们提出了不同的去除机理。有研究表明^[11],向污水中添加碳源可以显著提升氮的去除率。人工湿地的脱磷过程主要有基质的吸附、植物和微生物吸收^[12-13]。并且基质的不同对磷的去除也有显著的影响,在研究基质对磷的吸附时,可采用 Langmuir 方程来计算吸附量。水生植物的根可以直接吸收和沉降污水中的氮磷等物质。人工湿地处理污水的效率较不稳定,影响因素较多。一是水力停留时间。微生物降解废水中的污染物需要一定的时间,停留时间应该适当的延长,最好应接近理论停留时间^[14]。二是湿地植物。植物可以直接吸收一部分氮磷,不同的植物对污染物的去除效果差异较大。为人工湿地选择植物时,应当考虑去除的目标污染物。同时,植物要定期收割,以加快植物对污水中污染物的吸收^[15]。三是温度。有研究发现^[16],季节变化对有机物和氨氮的去除率影响较大,一般在冬季人工湿地对污染物的去除率较低,因为低温影响了微生物的活性。微生物反硝化最合适的温度范围为 10~30℃^[17]。不同人工湿地对不同污水的处理效果不同(表 1)。

表 1 人工湿地处理生活污水的效果				%
污水	COD 去除率	P 去除率	N 去除率	
生活污水 ^[18]	87.4	90.0	—	
农村生活污水 ^[19]	41.7	84.4	77.4	
养殖污水 ^[20]	62.6	80.5	77.7	

3.2 地下渗滤技术 地下渗滤系统是将污水输送到距地表约 60 cm 左右深的具有一定结构的土壤中,使污水经土壤渗滤作用下向周围扩散且达到处理要求的过程。污水在流动过程中通过微生物降解和植物吸收以及沉淀等方式被净化。李斌等^[21]发现地下渗滤系统对生活污水中各污染物的去除效果较好,对 NH₃-N、COD、总氮和磷的平均去除率都在 50% 左右,表明该系统有较好的污水净化能力。地下渗滤系统对 TN 的去除效果不是很理想,氮的去除机理包括植物吸收、微生物降解和氨的挥发^[22]。在地下渗滤系统中,有机氮首先在微生物的作用下转化为氨氮,接着微生物通过硝化作用将氨氮转化为硝态氮,最终通过反硝化细菌的反硝化作用转化为氮气或氮氧化合物而挥发^[23]。污水中的无机氮可以被植物根系吸收,但吸收的量通常很小,仅占总氮的 10% 左右。一般的氨氮挥发作用主要发生在土壤 pH>8.0 的情况下,然而通常情况下生活污水呈中性。所以,地下渗滤系统中氮的去除机理主要是硝化-反硝化作用。微生物的硝化-反硝化作用与系统中的氧含量密切关系,反硝化过程只有在缺氧的条件下才能顺利进行。所以系统的氧含量与系统的去除效果有着很大的关系^[24]。地下渗滤系统处理生活污水的效果见表 2。

表 2 地下渗滤系统处理生活污水的效果				%
污水	COD 去除率	P 去除率	N 去除率	
生活污水 ^[25]	93.0	89.0	80.0	
生活污水 ^[26]	41.4	58.3	70.6	
生活污水 ^[27]	94.5	98.4	98.3	

3.3 净化槽技术 净化槽是起源于日本的一种小型分散式生活污水处理装置。污水进入净化槽后,首先通过沉淀分离槽将悬浮物和颗粒较大的物质分离。在厌氧阶段,厌氧室中负载有不同的厌氧生物膜,污水通过微生物的厌氧降解去除部分污染物。在好氧阶段,通过曝气提高水中的溶解氧,好氧微生物可氧化分解剩余的可溶性有机物。经过处理后的污水通过沉淀池沉淀以及消毒后外排。

目前,在日本净化槽技术已经非常成熟,经过净化槽处理后的出水达到了国家一级标准。单独处理净化槽本身只是一种厕所,它仅仅作为一种贮水容器^[28]。由于净化槽对 P 的去除效果不是很好,而通过电化学絮凝法与净化槽技术组合工艺可以大大提高污水中 P 的去除率^[29]。王昶等^[30]开发了一种适用于农村生活污水分散处理的高效净化槽,通过优化工艺提高了净化槽的抗冲击性和系统的出水水质。

目前,净化槽技术的发展趋势主要为:通过改变厌氧和好氧室里的填料,来增加净化槽对污水的去除率;在满足污水排放标准的前提下,尽量减小净化槽的占地面积。在我国,由于净化槽技术研究起步较晚,在技术和管理上都还很成熟。今后除了要深入研究和完善净化槽技术,还要学习相关的管理维护经验,并且加大推广力度。净化槽技术处理生活污水的效果见表 3。

表 3 净化槽技术处理生活污水的效果				%
污水	COD 去除率	P 去除率	N 去除率	
河水 ^[31]	34.8	26.7	34.7	
农村生活污水 ^[32]	83.6	94.1	97.9	
农村生活污水 ^[33]	59.4	37.0	94.9	

3 种分散式污水处理技术各有优缺点(表 4),目前还有化粪池技术、浮床处理技术、稳定塘处理技术、生物膜技术、厌氧沼气处理技术等。

表 4 3 种分散式生活污水处理技术比较			
工艺	占地面积	能耗	投资运行费用
人工湿地系统	大	低	小
净化槽系统	大	中	大
地下渗滤系统	中等	低	小

4 结语

污水分散式处理思想不仅符合可持续发展道路,还避免了先污染后治理的问题,同时我国是一个农业大国,农村在我国占据着举足轻重的地位,对农村生活污水分散式处理,可以大大改善农村地区的生态环境,节省相关的基础建设费用,以及减少污水在管道输送过程中造成的浪费。研究表明,目前分散式生活污水处理技术是可行的,技术较为成熟,出水达到了国家规定的排放标准。

分散式生活污水处理在污水处理领域具有良好的发展前景,人工湿地处理技术和生态厕所在我国部分城市和农村都有应用。人工湿地处理技术与城市景观的结合,以及设备的简化及运行成本的降低,将是下一步的研究重点。

面团稳定时间、降低弱化度等,对于实际生产的意义主要体现在提高了面粉的耐机械搅拌能力和吸水能力。

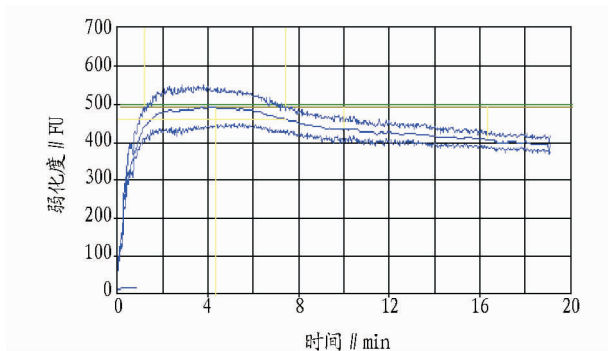


图2 某水饺粉加入某改良剂后粉质曲线

5 结论

速冻水饺以速食和美味得到消费者的青睐,已成为人们日常生活中常备速冻食品之一。复配食品添加剂能够解决在食品加工和流通中遇到的一系列问题已经得到印证,它对

食品成本的降低和质量的提高起到关键性的作用^[1]。我国复配食品添加剂产业虽已发展起来,但还存在着从业者的意识不高,新型产品不足,尤其是相关法律法规还不健全,滥用食品添加剂现象还存在等问题。现在,人们已经开始认识到食品安全的重要地位和作用,规范使用复配食品添加剂更是重中之重。努力提高复配食品添加剂的质量,向着为食品提供更加健康和安全保障的方向发展应该是整个行业共同的目标。

参考文献

- [1] 邓新煜,姜鑫. 浅谈复配食品添加剂的现状与发展前景[J]. 食品安全导刊,2013(8):76-77.
- [2] 李梦琴,张剑,冯志强. 小麦品质特性与速冻水饺品质关系的研究[J]. 中国粮油学报,2006,21(3):217-220.
- [3] 岳宗阳. 冷冻面团在冻结及贮藏期间品质变化机理研究[D]. 郑州:河南农业大学,2012.
- [4] 肖丽娟,曾凡坤. 食品添加剂的复配[J]. 中国食品添加剂,2005(1):49-52.
- [5] 段素华,李爱民,王晓君. 乳化剂对速冻水饺品质影响[J]. 粮食与油脂,2010(1):19-22.
- [6] 排水,2003,19(4):9-11.
- [7] VYMAZAL J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands[J]. Science of total environment,2007,380:48-65.
- [8] 梁帮强. 强化人工湿地工艺处理生活污水中试研究[D]. 重庆:西南大学,2011.
- [9] 黄逸群. 人工湿地处理城镇生活污水的效用研究[D]. 泰安:山东农业大学,2008.
- [10] 丁雷. 人工湿地的设计及净化养殖污水功能的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2007.
- [11] 李斌,杨继富,樊国中. 农村分散生活污水地下渗滤系统处理技术研究[J]. 中国农村水利水电,2013(4):20-23.
- [12] 李英华,孙铁珩,李海波,等. 地下渗滤系统脱氮的研究进展[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,2009,37(4):87-91.
- [13] 史莉,张笑一. 地沟式污水土地处理+人工湿地中植物对磷的去除效果[J]. 生态环境,2003,12(3):289-291.
- [14] 王志帅,王成端. 人工快速渗滤系统主要技术研究的国内进展[J]. 四川理工学院学报(自然科学版),2011,24(4):493-496.
- [15] 闫亚男,张列宁,席北斗,等. 改良化肥池/地下土壤渗滤系统处理农村生活污水[J]. 中国给水排水,2011,27(10):69-72.
- [16] 郑彦强,卢会霞,许伟,等. 地下渗滤系统处理农村生活污水的研究[J]. 环境工程学报,2010,10(4):2235-2238.
- [17] 蔡世涛,王成端,徐庆元,等. 无砾石微孔管地下渗滤系统试验研究[J]. 环境科学与技术,2011,34(3):98-101.
- [18] RENOUS S, GIVAUDAN J G, POULAIN S, et al. Landfill leachate treatment: Review and opportunity[J]. Journal of materials,2008,150(3):468-493.
- [19] 陈男,冯颖,冯传平,等. 点絮凝法去除合并净化草槽出水中的磷[J]. 环境科学与技术,2008,31(9):103-106.
- [20] 王昶,杜晓雪,贾青竹,等. 家庭生活污水分散处理净化槽的研究[J]. 水处理技术,2008,34(2):79-82.
- [21] 高山,吴明生,吴林林,等. 生物净化槽对黑臭河水净化效果的中试研究[J]. 中国环境科学,2008,28(5):433-437.
- [22] 干钢,唐毅,郝晓伟,等. 日本净化槽技术在农村生活污水处理中的应用[J]. 环境科学学报,2013,7(5):1791-1796.
- [23] 杨帆,梁和国. 地理式生物净化槽处理农村生活污水效果分析[J]. 长江大学学报(自然科学版),2014,29(11):59-65.
- [1] 黄琳丽,潘晶,孙铁珩,等. 我国分散式生活污水生态处理综析[J]. 安徽农业科学,2011,39(2):877-879,888.
- [2] 郭永龙,武强,王焰新,等. 分散式生活污水污染源的治理技术与方法述评[J]. 环境科学与技术,2004,27(1):100-102.
- [3] 陆宾. 浅谈分散式污水处理技术及发展趋势[J]. 江西建材,2013(4):78-79.
- [4] HAN C F, LIU J X, LIANG H W, et al. An innovative integrated system utilizing solar energy as power for the treatment of decentralized wastewater[J]. Journal of environmental sciences,2013,25(2):274-279.
- [5] 范争涛,潘瑞玲,潘振鹏. 车载移动式一体化装备用于农村生活污水的处理[J]. 水污染防治,2014(10):31-33,118.
- [6] 洪嘉年. 农村污水处理和处置方案初探[J]. 给水排水,2004,30(7):31-33.
- [7] WANG J, ZHANG L Y, LU S Y, et al. Contaminant removal from low-concentration polluted river water by bio-rack wetlands[J]. Journal of environmental science,2012,24(6):1006-1013.
- [8] 张增胜. 农村分散式污水处理适用技术及机理研究[D]. 上海:东华大学,2010.
- [9] 夏汉平. 人工湿地处理污水技术的机理与效率[J]. 生态学杂志,2002,21(4):51-59.
- [10] 汤显强,黄岁樑. 人工湿地去污机理及其国内外应用现状[J]. 水处理技术,2007,33(2):9-13.
- [11] LU S L, HU H Y, SUN Y X, et al. Effect of carbon source on the denitrification in constructed wetlands[J]. Journal of environmental science,2009,21(8):1036-1043.
- [12] 谢龙,汪德耀,戴昱. 水平潜流人工湿地有机物去除模型研究[J]. 中国环境科学,2009,29(5):502-505.
- [13] 吴振斌,成水平,贺锋. 垂直流人工湿地的设计及净化功能初探[J]. 应用生态学报,2002,13(6):715-718.
- [14] 周金娥,唐立峰. 人工湿地系统的除污机理及影响因素探讨[J]. 土壤,2009,41(4):520-524.
- [15] 高志峰,曲军超. 人工湿地净污效果影响因素分析[J]. 水科学与工程学报,2009(2):38-40.
- [16] 王世和,王薇,俞燕. 潜流式人工湿地的运行特性研究[J]. 中国给水

(上接第270页)

参考文献