

集中式污水处理厂取代化粪池可行性分析

郝晓地, 赵 靖, 李俊奇

(北京建筑工程学院可持续环境生物技术研发中心, 北京 100044)

摘要: 简要介绍化粪池的原始功能、负面效应、建设费用、技术管理等方面内容; 分析新形势下兴建集中式污水处理厂取代传统化粪池的可行性; 探讨化粪池设置对进入污水处理厂中有机物负荷削减产生的对脱氮除磷不利影响; 提出修正化粪池设置有关规范和取消化粪池后室内外管线布置等有关技术措施; 明确有集中式污水处理厂的城市(城镇)可以完全取消化粪池的意义。

关键词: 污水处理; 化粪池; 城市污水; 脱氮除磷

中图分类号: X703

文献标识码: B

文章编号: 1004-6933(2006)04-0085-03

Feasibility analysis of centralized WWTPs instead of septic tanks

HAO Xiao-di, ZHAO Jing, LI Jun-qi

(The R & D Centre for Sustainable Environmental Biotechnology, Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: The function, deficiency, construction costs and, management of septic tanks were briefly introduced. Feasibility for centralized wastewater treatment plants (WWTPs) replacing septic tanks was analyzed. The negative effects of septic tanks on nitrogen and phosphorus removal were discussed, which was caused by the decreasing of organic loadings into the WWTPs. Some suggestions about revising the location criterion of septic tanks and pipeline layout techniques after canceling septic tanks were made. Finally, the significance for replacement of septic tanks with centralized wastewater treatment plants (WWTPs) was concluded.

Key words: wastewater treatment; septic tank; domestic wastewater; nitrogen and phosphorus removal

目前,无论是大城市还是小城镇,新城还是旧城,南方还是北方,铺设城市下水道截污、集中兴建市政污水处理厂处理城市污水已成趋势^[1-3]。在此情形下,作为原始简单处理污水的设施——化粪池便显得多余。如果在兴建集中式污水处理厂的城市规划与建设中能够取消化粪池,这一举措在宏观上意味着节省占地、节约投资、改善生活环境、避免意外事故发生,从微观作用来说,改善集中污水处理厂污水处理效果,特别是以控制水体富营养化为目的的三级脱氮除磷效果。

本文就化粪池的原始功能、负面效应、建设费用、环境效益、技术管理等方面内容作简要介绍,分析取消化粪池对改善污水生物脱氮除磷效果的影

响,探讨兴建集中式污水处理厂趋势下取消传统化粪池的可行性,提出有关取消化粪池的具体管理与技术建议。

1 化粪池的原始功能与负面效应

化粪池是一种比较简单的初级污水处理构筑物。它的作用机理主要是靠重力沉淀对沉淀截留的悬浮有机污染物(COD/BOD)进行厌氧消化分解。在城市基础设施建设还十分落后的年代,特别是处在城市排水系统尚未普及、还顾不上考虑污水处理的特定情况下,化粪池作为一种简易的污水处理设施,其原意是在污水排放水体前能得到一定程度的稳定处理。我国有关设计规范或设计手册关于设置

化粪池的规定也正是基于这方面的考虑,如《给水排水设计手册》里规定在以下两种情况宜设置化粪池^[4]:没有城市污水处理厂时,生活粪便污水应设化粪池,经化粪池处理合格后的水方可排入城镇下水道或水体;城镇虽有生活污水处理厂的规划,但其建设滞后于建成生活小区,则应在生活小区内设置化粪池。

正因为有设计规范的约束,目前在很多地方对新建楼宇的项目审批中仍然有化粪池的设计要求,甚至设计化粪池被行政审批部门理解为一种必不可少的“环保”措施,没有考虑集中式城市污水处理厂与化粪池间的关系。也有很多人认为在兴建集中式污水处理厂情况下仍有必要设置化粪池,因为化粪池可以减轻污水处理厂的有机物处理负荷。这样的规范要求和对化粪池功能的认识导致化粪池遍布城区的各个角落,使管理以及安全隐患问题日益凸现。

此外,化粪池的建设费用也是不容忽视。按广东省建设砖砌化粪池的概算价格计算,建设一座容积为 $20\sim 80\text{ m}^3$ 的化粪池的造价(直接费用)在 $3\sim 13$ 万元之间^[5]。据统计,2002年仅广州市就有化粪池3万多个^[6]。可见,遍布中国各城市的化粪池基建投资应是一笔不小的数字。

由于兴建化粪池,使本来就紧张的城市可绿化空地进一步萎缩。据资料显示,若取消化粪池,每幢房子周围的绿化面积将会有所增加,人均增加绿地面积约 0.5 m^2 ^[7]。

2 化粪池对集中式污水处理厂处理效果的影响

化粪池对污水的简易处理主要是通过截留、沉淀、厌氧分解等物理与生化过程,达到去除病原菌和降解部分有机物的目的。在一般情况下,污水在化粪池内经 $12\sim 24\text{ h}$ 的沉淀后,原始质量浓度为 $100\sim 350\text{ mg/L}$ 的悬浮固体(SS)约 $60\%\sim 70\%$ 可被沉淀;原始有机物质量浓度为 $100\sim 400\text{ mg/L}$ 的 BOD_5 约可去除 $20\%\sim 30\%$;对氮、磷的去除则微不足道^[8]。

城市污水处理厂通过城市下水管网系统收集、输送污水至处理厂集中处理。通常的城市污水处理采用二级或三级处理工艺;二级处理对有机物(BOD_5)去除率高达 90% 以上^[8];三级处理对氮、磷的去除亦可高达 90% 以上。相形之下,化粪池净化污水的作用则显得微不足道。但是,化粪池对少量有机物的降解却可能导致以脱氮除磷为目的的三级处理存在碳源不足的现象。为控制水体富营养化的影响,目前城市污水处理正逐步实现或升级改造为

三级处理。生物脱氮除磷需要污水中有足够的碳源方能顺利实现,经硝化和反硝化途径脱氮,每去除 1 g 氮约需 $\text{COD } 4\sim 5\text{ g}$;经聚磷菌(PAOs)好氧渠道过量摄磷,每去除 1 g 磷约需 $\text{COD } 25\text{ g}$ ^[9]。因此,在兴建集中式城市污水处理厂情况下再设置化粪池,对脱氮除磷而言反而起了副作用,造成进入污水处理厂所需碳源不足。实践证明,市政污水处理厂在脱氮除磷方面碳源不足是制约脱氮除磷效果的主要原因^[10]。

3 集中式污水处理厂取代化粪池功能可行性分析

近年来,在国民经济持续、快速、健康发展过程中,我国城市化进程也进入了快速发展阶段。自1990年到2003年,我国城市排水管道长度增加了2.2倍,城市污水处理厂由80座增加到612座。随着城市基础设施的不断完善,一大批集中式污水处理厂将相继建成,标志着我国污水处理事业将发展到一个崭新的阶段。

无论是大城市还是小城镇,新城或老城,南方或北方,城市下水道的普及、完善和城市污水处理厂的陆续兴建,使得化粪池的传统作用已失去,它对有机物的原始净化功能完全可以交由市政污水处理厂完成。这样做有诸多优点:

a. 可将分散建设的化粪池资金集中使用到污水处理厂建设中去,变分散处理为集中处理。实际上,在市政污水处理厂存在的情况下,继续设置化粪池等于是对污水处理设施的重复建设,不仅浪费建设资金,而且也占用宝贵的城市土地。

b. 化粪池的处理功能交由污水处理厂完成后相当于增加了 $20\%\sim 30\%$ 进水有机物负荷,这对生物脱氮除磷效果的提高无疑是至关重要的。

c. 城市中不设化粪池,从根本上避免了甲烷气体爆炸等可能带来的负面影响。

目前,广州市已率先在全国取消了兴建化粪池的管理规定,上海、常州、杭州等城市在新建住宅区时也考虑不再兴建化粪池^[11]。随着国民经济发展,传统理念应不断更新,城市规划与市政建设也应与时俱进。

4 取消化粪池的几点建议

上述分析表明,在城市集中式污水处理厂普遍建设的情况下,不仅新规划城区不应再设计化粪池,即使是对已存在化粪池的老城,也应考虑取消化粪池,将其废弃或改作它用。目前取消化粪池难以实

施的主要原因是由于设计规范的内容严重滞后于城市发展的速度和规模。因此,有关方面应对此问题展开全面论证,在有关规范中修正化粪池设置的有关规定,明确有集中式污水处理厂的城市/城镇可以考虑完全取消化粪池。

取消化粪池后,建议建筑物室内的污、粪水管采用合流制,室内少数设一根立管,便于住宅室内空间的使用;室外的管线也应相应减少,使施工更为简单。

对于已经设置化粪池的老城区,化粪池可以废弃,填埋后用作绿化用地,或清理、改造用作中水或雨水利用的贮水池。

参考文献:

- [1] 侯剑秋. 集中治理是解决水污染的有效途径[J]. 生态科学, 2001, 20(1/2): 155-158.
- [2] 国家城市给水排水工程技术研究中心. 中国城市污水处理现状及规划[J]. 中国环保产业, 2003(1): 32-34.

- [3] 中国环境保护产业协会水污染治理委员会. 我国水污染治理行业发展状况[J]. 中国环保产业, 2005(1): 42-43.
- [4] 核工业第二研究设计院. 给水排水设计手册(二)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 684.
- [5] 广东省建设厅. 建筑工程[M]. 广州: 广东省建设科技出版社, 2003.
- [6] 李艳, 赖颢宁. 广州不再新建化粪池 污水处理厂担此重任[EB/OL]. [2004-2-17]. <http://www.hwcc.com.cn>.
- [7] 闻士英. 住宅小区取消化粪池之我见[J]. 住宅科技, 1994(11): 38-40.
- [8] 张自杰. 排水工程(下册)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000: 45.
- [9] HAO X D. Model-based optimization of sustainable biological nutrient removal processes[M]. Delft: TU Delft, 2001.
- [10] 华光辉, 张波. 城市污水生物除磷脱氮工艺中的矛盾关系及对策[J]. 给水排水, 2000, 26(12): 1-5.
- [11] 刘维城. 中国城市排水行业的发展状况与目标[EB/OL]. [2004-1-2]. <http://www.h20-china.com>.

(收稿日期: 2005-01-14 编辑: 傅伟群)

(上接第 70 页)

a. 结合典型的试验资料, 计算结果与试验资料值的良好符合, 表明本文提及的数学模型和相应的数值方法可用于同流三维模拟; 同时, 得出流速比较小时的工况情形。

b. 得到了纯射流的流线特性, 即始终是沿水平方向向下游流动, 而没有上下浮动的现象。在同轴射流条件下, 射流向下游扩散, 扩散程度主要受流速比的影响。

c. 得到了同轴射流的浓度场分布特性, 即在垂直于射流方向的断面上, 浓度等值线呈圆形, 这与横流中的射流浓度等值线呈马蹄形是不同的。

参考文献:

- [1] MCGUIRK J J. Prediction of turbulent buoyant jets in a co-flowing stream[D]. London: Uni of London, 1975.
- [2] ASHOK K, RODI W. Prediction of heat and mass transfer in open channels[J]. J of the Hydr Div, ASCE, 1978, 104(3): 397-420.
- [3] 余常昭. 紊动射流[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993: 89-96.

- [4] 郑邦民. 三维紊动对流扩散的数值分析[C]//中国力学学会. 第 17 届国际理论与应用力学大会: 中国学者论文集锦. 北京: 北京大学出版社, 1991: 18-29.
- [5] 槐文信. 同流热污水排放的三维数学模型及计算方法[J]. 武汉水利电力大学学报, 1997, 30(4): 1-5.
- [6] 槐文信. 浅水型同流污水排放近区稀释特性[J]. 水动力学研究与进展, 1998, 13(1): 79-86.
- [7] YOUNG D K, WON S, SEE W K, et al. Jet integral-particle tracking hybrid model for single buoyant jets[J]. J of Hydr Eng, ASCE, 2002(8): 753-760.
- [8] Landis F, Shapiro A H. The turbulent mixing of co-axial gas jets [C]//4th Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute. Preprints of papers. Calif: Stanford Univ Press, 1951: 19-25.
- [9] ERIC H. Buoyant jets with three-dimensional trajectories[J]. J of the Hydr Div, ASCE, 1972, 98(11): 1999-2014.
- [10] 陶文铨. 数值传热学[M]. 2 版. 西安: 西安交通大学出版社, 2001: 353-356.
- [11] 李炜. 黏性流体的混合有限分析解法[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 147-154.
- [12] PRATTE B D, BAINES W D. Profiles of the round turbulent jet in a cross flow[J]. J of the Hydr Div, ASCE, 1967, 93(6): 53-64.

(收稿日期: 2005-01-06 编辑: 徐娟)