



居住区小型污水处理论析

黄 康

(蚌埠市规划设计研究院, 安徽 蚌埠 233000)

摘 要: 随着城市建设发展, 居住区环境保护、污水治理日益被重视。其污水依照排放标准的不同对处理深度和工艺有不同的要求。文章概述了居住区小型污水处理、中水回用常用的工艺及其本质, 探讨了各工艺关键反应池的控制性参数。

关键词: 居住区; 污水处理; 再生利用; 生物接触氧化; 活性污泥法; SBR MBR

中图分类号: X5

文献标识码: A

本文探讨的居住区包括规划意义上的居住区、小区、组团三种(按《城市居住区规划设计规范》分类), 为泛称。

一种情况, 对城市污水处理厂尚未覆盖或近期末实施污水管道的地区, 新建居住区已按分流制排水体制实施, 则居住区污水的出路可能是近期市政雨水管道(在无城市污水处理设施时暂充当合流管使用, 这种现象在近年新辟的各种开发区相当普遍)或排入河流水体, 常规的居住区生活污水初步处理方式是化粪池, 但随着城市建设发展, 居住区的环境保护、污水治理日益被重视, 这种简单处理方式已不能完全满足要求, 而居住区小型污水处理是良好的选择。另一种情况, 对城市严重缺水地区, 有条件实施污水再生利用、提高水重复利用率的地区, 居住区污水深度处理、再生回用技术正面临发展的机遇。虽然居住区污水处理规模与城市污水处理厂相差很大(处理能力一般低于 $4000\text{m}^3/\text{d}$), 但其水源水质分布的不均匀性使其处理工艺和复杂度方面未必逊于城市污水处理厂。

1 居住区小型污水处理水质标准

居住区小型污水处理按照污水处理的出处或处理出水水质标准分为两种, 一种达标排放至规划出口, 一种为污水再生回用。

1.1 以达标排放为目的的污水处理

对排放至市政排水管中的居住区污水, 依据《污水排入城市下水道水质标准》和《污水综合排放标准》三级标准, 对有二级城市污水处理厂的地区, 出水 $\text{BOD} \leq 300$, $\text{COD} \leq 500$, $\text{SS} \leq 400$ (单位均为 mg/L)。

对居住区周边尚无配套市政污水管道而近期需直接排入水体的, 居住区污水出水需按水体要求达标排放, 如是风景(名胜)区的, 需按风景(名胜)区等级和相应要求排放。对一般水体, 居住区污水出水参照《污水综合排放标准》(GB8978-1996)分级排放, 排入III类水体的污水按一级标准执行, 其 $\text{BOD} \leq 20$, $\text{COD} \leq 100$, $\text{SS} \leq 70$; 排入IV、V类水体的污水按二级标准执行, 其 BOD



≤ 30 , $\text{COD} \leq 150$, $\text{SS} \leq 150$ 。

目前居住区污水排水中主要为有机物污染,为满足达标排放的处理工艺以生化处理为主,污水处理装置一体化的趋势,生产厂家设计制造组合设备,方便选型和安装调试,如各种埋地式无动力生活污水处理装置。

1.2 以污水再生利用为目的的污水处理

污水再生利用在居住区即是中水回用,处理出水以居住区杂用水和环境景观用水为主,依据《建筑中水设计规范》(GB/T50336-2002),其水质应分别符合城市污水再生利用城市杂用水和景观用水的水质标准,依照进一步细化的用途:前者 $\text{BOD} \leq 10 \sim 20$,后者 $\text{BOD} \leq 6 \sim 10$ 。

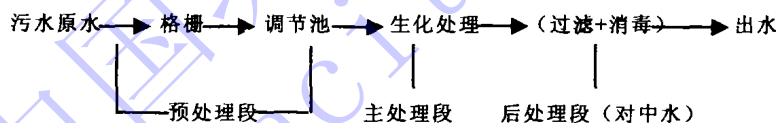
中水处理的工艺选择依赖于中水水源的种类,居住区杂排水(除冲厕之外的洗浴水)最优、上述符合污水综合排放二级标准的出水次之、居住区污、废合流水最差。

对以居住区杂排水为主的中水水源,采用物化处理为主、生物处理为辅的工艺流程;对符合二级处理标准的中水水源,采用物化、生化结合深度处理的工艺流程;对污、废合流的中水水源,采用二段生物处理结合物化处理的工艺流程。

但目前相当多数居住区室外管道尚未实现杂排水中水水源的分流收集,在不能保证原水只经简单物化处理就达标的前提下,居住区中水处理往往是在污水生化处理之后再进行物化深度处理(过滤、消毒、生物活性炭吸附等)。

2 居住区污水处理工艺流程

居住区污水处理典型的工艺流程如下:



其中生化处理为主处理段,居住区多采用一体化处理装置,有的一体化处理装置中已包括了预处理段的部分工艺,如调节池等。

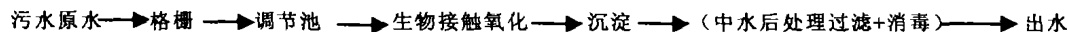
3 居住区污水生化处理技术应用

目前居住区污水生化处理以采用生物接触氧化法和活性污泥法居多。

3.1 生物接触氧化法

生物接触氧化法原型是在主池中充填布满生物膜的填料,经曝气的居住区污水与生物膜充分接触,在生物膜上微生物新陈代谢作用下去除污染。

生物接触氧化法是目前居住区污水处理中最常用的处理技术,环保企业生产的一体式生活污水处理设备大多采用生物接触氧化法,工艺流程如下:



该工艺操作简单、运行方便,不需回流污泥、不产生污泥膨胀,且抗冲击负荷能力较强。

在实际工程设计中,接触氧化池各参数计算、设计可依据 BOD —容积负荷率(每立方米接触曝气池每天去除 BOD 的千克数)或 HRT (水力停留时间)。依据 BOD —容积负荷率与处理出水 BOD 有直接关系,对符合污水综合排放一、二级标准的出水设计 BOD —容积负荷率可取 $0.5 \sim 7 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{d}$,对符合城市污水再生利用城市杂用水和景观用水的出水设计 BOD —容积负荷率可



取 $0.2 \sim 1 \text{ kgBOD/m}^3 \cdot \text{d}$ 。依据 HRT 计算接触氧化池参数本质上是因为 BOD 去除速率与 BOD 浓度直接相关,理论推导可知 $\text{HRT} = K(\ln \text{BOD}_{\text{原水}} - \ln \text{BOD}_{\text{出水}})$ 。

设计对生产厂家的工艺选型中应以 BOD—容积负荷和去除率两个参数来具体衡量,目前居住区规划中预留的小型污水处理用地一般均较紧凑,多选用负荷较高的生物接触氧化工艺,该工艺的生物膜上微生物以硝化菌和丝状菌为主,其接触氧化能力比活性污泥法高。设计时另一要点是要保证曝气充足,加速填料的生物膜脱落更新,保持较高浓度的微生物量,而溶解氧含量与水深相关,一般曝气池填料深度应在 $3\text{m} \sim 3.5\text{m}$ 范围较为合理,则池体深度应大于 4.5m ,而目前一体化污水处理设备填料深度大部分在 3m 以下,在选型时宜根据设备深度复核 BOD—容积负荷和 BOD 去除率。

生物接触氧化与厌氧、缺氧交替运行可达到同步脱磷除氮的处理效果,如某生物膜法 A/A/O 微动力地埋式一体化设施应用于某风景区生态示范小区中水工程,日处理能力 $300\text{m}^3/\text{d}$,由厌氧池、缺氧池、好氧池、二沉池、砂滤池、消毒池、中水池等组成,主要设计参数:厌氧池容积负荷为 $0.32\text{kgCOD}_{\text{cr}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;缺氧池容积负荷为 $0.41\text{kgCOD}_{\text{cr}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$;好氧池容积负荷为 $0.62\text{kgCOD}_{\text{cr}}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。该工艺在稳定高效去除污水 BOD/COD 的同时,取得了良好的脱磷除氮效果,处理出水含磷率 $\leq 0.4\text{mg/L}$,这对于使用含磷洗衣粉而排水出口是湖泊的地区是很有借鉴作用的。

3.2 活性污泥法

活性污泥法原型是使居住区污水经曝气与活性污泥相互混合、充分接触,活性污泥中的微生物新陈代谢去除污染。

活性污泥法包括:普通曝气法(常规活性污泥法)、氧化沟、SBR(间歇式活性污泥法)、AB 法(吸附—生物降解)、A/O 法(缺氧—好氧)、A/A/O 法(厌氧—缺氧—好氧)等技术,其中 SBR 法是目前在居住区污水处理方面较有发展前途的工艺,其用地节省、自动控制方便、运行费用较低。

SBR(Sequencing Batch Reactor)是“间歇式活性污泥法”的简称,近年来引起广泛重视并逐渐普及。该工艺运行时五个工序“进水、反应、沉淀、排放、待机”依次在曝气池中进行。近年出现了许多 SBR 的变形工艺如 ICEAS(间歇式周期循环延时曝气系统)、CASS(或称 CAST,循环式活性污泥法)、UNITANK(一体化池)、MSBR(改良式序列间歇反应器)等,这些 SBR 工艺各有特色,适于不同处理要求。

SBR 工艺无需专设污泥回流设备和二沉池,耐冲击负荷,能较好地在相当于氧化沟法的低负荷至相当于常规活性污泥法的高负荷状态下正常运行,常规高负荷为 $0.1 \sim 0.4\text{kg-BOD/kg-ss} \cdot \text{d}$,低负荷 $0.03 \sim 0.1\text{kg-BOD/kg-ss} \cdot \text{d}$,同等条件下占地面积一般比采用生物接触氧化法工艺稍大,设计中可根据居住区规划环境条件选用。

SBR 反应池参数的设计不宜采用与传统连续式曝气池相同的计算方法,而宜采用总污泥量综合设计法,该法是以提供 SBR 反应池一定的活性污泥量为前提,并满足适合的 SVI(污泥容积指数),保证在沉降阶段历时和排水阶段历时内的沉降距离和沉淀面积,据此推算出最低水深下的最小污泥沉降所需体积,然后根据最大周期进水量求算贮水容积,两者之和即为所求 SBR 池容。

4 适于中水回用的工艺—膜生物反应器(MBR)

按前述,居住区的中水处理往往是在污水生化处理之后再作物化深度处理,系统的复杂度相对增大,用地也相应增加。

膜生物反应器(MBR)是将膜技术应用于污水处理的一项新兴技术,MBR 在紧凑的空间内同



时实现微生物对污染物质的降解和超滤膜对污染物的分离。该工艺可以大大减少所需空间,处理出水水质一般均优于国标再生水水质标准。

膜生物反应器由膜组件及生物反应器两部分组成,实际应用于污水处理工艺中的膜是微滤膜或超滤膜,结构型式多采用中空纤维式、平板式等。目前应用与居住区中水回用的 MBR 规模还不小,约在 10~500 m³/d,多数应用于中、高档建筑物内的中水回用系统,但随着膜制造技术的进步和膜制造成本的降低,该技术将会在居住区中水回用方面得到推广。

5 总 结

居住区小型污水处理选择工艺流程和设备时,要综合考虑污水原水水质、处理出水水质要求、规划用地要求、运行维护难易、费用等因素,多方案比选。有些环保企业提供设备参数时,重视 COD、BOD 参数值而忽视其它一些指标如污水的可生化性 BOD / COD 值、pH 值等,这些重要参数对选择处理工艺和反应器的类型同样起着重要作用,而不应机械地根据流量、BOD 去除率普选设备。应从本质上分析各种工艺的原型设计依据、科学地遴选处理工艺才可以保证居住区污水处理选型合理、运行健康。

参 考 文 献:

- [1] 张自杰.排水工程(下册)(第四版)[M],北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2] GB8978—1996,污水综合排放标准[S].
- [3] 张统. CASS 工艺处理小区污水及中水回用[J]. 给水排水, 2001,(7).
- [4] Morgenroth E. Sequencing Batch Reactor Technology: Concepts, Design and Experiences[M], CIWEM. 1998.
- [5] 胡大镛. SBR 反应池容积计算方法及评价[J]. 中国给水排水, 2002,(6).
- [6] 张光辉. MBR 与 MCR 处理微污染原水的效果[J]. 中国给水排水, 2004,(2).

Discourse on Sewage Treatment in Residential Areas

HUANG Kang

(Bengbu Design Institute on Urban Planning, Bengbu 233000, China)

Abstract: The development of urban construction and environment calls for intensive attention on the sewage treatment of residential areas. Treatment processes of residential sewage vary according to the inlet water quality and the outlet water quality of treatment. Small-scaled sewage treatments of residential areas and wastewater reclamation are explicated in the paper, in addition to some key parameters of the respective reactor.

Key words: residential areas; sewage treatment; bio-contact oxidation; activated sludge process; SBR; MBR