

## 1 我国中小城镇水污染现状与特点

### 1.1 中小城镇水污染现状与趋势

我国是一个缺水的国家,缺水的原因是多方面的,水污染是其中一个重要方面。目前,我国大城市的污水处理已受到重视,基

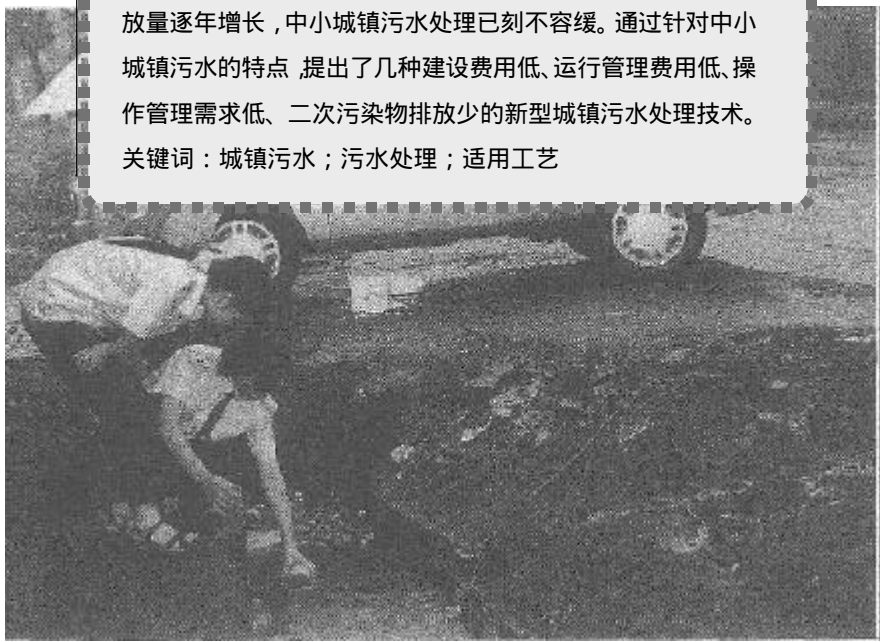
# 我国中小城镇 污水处理适用工艺综述

辛青,黄种买,陆其林

(武汉大学环境工程系,湖北 武汉 430079)

**摘要:**随着城镇化的发展和人民生活水平的提高,城镇污水排放量逐年增长,中小城镇污水处理已刻不容缓。通过针对中小城镇污水的特点,提出了几种建设费用低、运行管理费用低、操作管理需求低、二次污染物排放少的新型城镇污水处理技术。

**关键词:**城镇污水;污水处理;适用工艺



本上采取了一定的治理措施,但是中小城镇大多数没有污水处理设施,大量的污水未经处理便直接排入水体,造成了当地的水环境污染。

据预测,随着我国中小城镇的快速发展,城镇排污量将成倍增长,到2010年可能要增加到300亿t。可见,虽然单个中小城镇排放的污水量无法与大城市相比,但是我国中小城镇数量众多,其排放总量相当可观。而且中小城镇布局分散,每个中小城镇排放的污水都影响到当地的城市和自然环境,必须对中小城镇的污水进行控制才能实现可持续发展目标。

### 1.2 中小城镇污水的特点

中小城镇的污水主要是生活污水,其水量一般小于 $10 \text{万 m}^3/\text{d}$ , $\text{COD} < 500 \text{mg/L}$ , $\text{pH} = 6.5 \sim 7.5$ , $\text{BOD}_5 < 250 \text{mg/L}$ , $\text{SS} < 500 \text{mg/L}$ ,色度(稀释倍数法) $> 100$ ,含有一定量的氮和磷,且水质、水量的波动较大,可生化性好。

## 2 我国中小城镇污水处理工艺存在的问题及解决方法

目前,我国中小城镇绝大多数污水处理厂所采用的都是低负荷的活性污泥法工艺。这些工艺普遍都有建设费用大、运行费用高、反应时间长、占地面积大等缺点。许多污水处理厂建成后因为缺乏经费而不能正常运行。

(上接前页)

从淡水流出口流出,实现海水淡化。

### 3 小结

此两种设计还需进一步完善,比如在第一个设计里,关于水合离子在流体中受到的摩擦影响就很大,这一问题已有人进行较为详细的计算;此外有关这两个装置运作的流体模型以及过程中的传递过程都有待进一步论证和优化。具体工作方面,作者倾向于从微观角度,通过建立模型对水合离子在流体中的运动进行研究,从而得到评价这一想法的更有力证据。

海水淡化是本世纪海洋资源开发的重要课题,我们

提出以上构想,希望起到抛砖引玉的作用,能得到更好的启发,进一步改进和完善相关思路,一起努力为海水淡化技术的发展和进步做出贡献。

参考文献:

- [1] 杨佩卿.一种节能的海水淡化装置的设计思想.净水技术,1990(2).
- [2] 韩鸿兴,潘雳.一种新型海水淡化装置.能源研究与信息,1997,13(4).
- [3] 莫剑雄.对“一种节能的海水淡化装置的设计思想”一文的商榷.净水技术,1990(4).

中小城镇污水的处理工艺应克服以上不足。在选择工艺时,还要同时考虑废水处理设施所产生的环境污染、生态影响以及资源和能源的消耗水平。我国城镇迫切的需要经济、高效、节能、技术先进可靠的污水处理工艺和技术。

下面介绍几种适用于我国中小城镇污水处理的二级处理工艺。

### 3 适合中小城镇污水的二级处理工艺

#### 3.1 UNITANK 工艺

UNITANK 工艺是在 SBR 的基础上改进提出的一体化污水处理工艺。它吸收了 SBR 的优点,将污水连续式生化处理和间歇式生化处理结合起来。

UNITANK 系统的主体是一个被分成左、中、右三个单元的矩形反应池,三池之间水力相通,每个池都设有曝气系统。外侧的两格池都设有固定的出水堰,污水可以进入三池中的任一个,当其中两个池用来曝气时,另一个池用来沉淀。系统采用连续进水的运行方式,通过对系统运行的调整可实现对处理过程及时间的控制。

UNITANK 技术中各处理单元设计紧凑,可加大处理构筑物的竖向高度来缩小整个工厂的占地面积,每立方米占地  $0.3 \sim 0.6\text{m}^2$ ,单位面积污水处理能力要比传统氧化沟工艺高  $25\% \sim 80\%$ 。系统不需要设置调节池、单独的二次沉淀池、外部污泥收集、回流系统,减少了一次性投资。污泥体积小、易于沉淀,并且可以通过脱氮除磷过程抑制丝状菌的生长,减少了污泥膨胀,从而减少了污泥处理的费用。由于 UNITANK 技术采用了自动控制系统,便于操作和管理,从而减少了专业工作人员的数量,吨水的处理费用也低于国内普遍水平。

UNITANK 技术因其集经济性、科学性和实用性于一体,在未来的中小城镇污水处理工艺的发展和应用领域中将占有重要的地位。

#### 3.2 奥贝尔氧化沟工艺

奥贝尔氧化沟 1960 年在南非开发并使用,它是由三个相对独立的同心椭圆形沟道组成,每条沟道都是一个闭路连续循环的完全混合反应器。运行时,污水先进入第一沟后,通过水下输入口连续的从一条沟道进入下一条沟道。每条沟道中的污水及污泥在沟内循环数百次后再流入下一沟,最后污水从第三沟流入二沉池,进行固液分离。因此,奥贝尔氧化沟相当于一系列串连的完全混合反应器。

奥贝尔氧化沟的主要优点如下:

(1) 总投资少。不用设置初沉池,处理城镇污水只需格栅和沉砂池,可不设或设较小的调节池,因此总投资少。

(2) 节能性能好。氧化沟运行时每一条沟中溶解氧分别为:第一沟道  $\text{DO} = 0 \sim 0.5\text{mg/L}$ ,第二沟道  $\text{DO} = 0.5 \sim 1.5\text{mg/L}$ ,第三沟道  $\text{DO} = 1.5 \sim 3.0\text{mg/L}$ 。氧的传递作用是在亏氧条件下进行的,具有较高的传质效率。由于第一沟道溶解氧的平均值很低,且体积约为总体积的  $60\%$ ,因此,大部分氧化和硝化反应在第一沟道发生,具有较高的反硝化率,节能效果显著。通常可以省电  $15\%$  以上。

(3) 流程简单、抗冲击负荷能力强、出水水质稳定、易于维护管理。

(4) 污泥处理费用低。奥贝尔氧化沟一般为延时曝气,泥龄较长,污泥量少,污泥处理费用也较低。

奥贝尔氧化沟一般适用于  $20\text{万 m}^3/\text{d}$  以下规模的污水处理厂。目前,全国已有 20 多个城市污水厂采用了奥贝尔氧化沟工艺,其中,北京大兴、潍坊市、文登市的污水处理厂已经投入运行,规模  $4 \sim 10\text{万 m}^3/\text{d}$ 。

#### 3.3 C/B 法

C/B 法是由强化絮凝和曝气生物滤池集成,是由 C 段和 B 段组成,两段可以分段建设,独立运行,可以根据建厂的情况灵活掌握。

C 段为化学、生物强化絮凝阶段。大量试验与运行结果表明,强化絮凝处理工艺可以显著去除城镇污水中的各种有毒有害污染物,对悬浮物、重金属、磷等的去除率达  $90\%$  以上。C 段用化学药剂和活性污泥絮凝去除大于  $1\ \mu\text{m}$  的悬浮物,其 COD 去除率达到  $60\% \sim 70\%$ ,并可显著提高其可生化性。反应池中污泥浓度高,这一方面可以提高化学药剂的利用率,另一方面可以加快絮状物的形成,并形成污泥层,改善分散性悬浮物和磷酸盐的沉降去除效果。因此 C 段与化学强化工艺相比,运行费用更低,固液分离效果更好。

B 段的核心是曝气生物滤池 (BAF),实际上是生物膜工艺的新进展。微生物附着在比表面积很大的填料上,污泥停留时间长、容积负荷高、水力停留时间短、能够承受日常突发的冲击负荷。此

外,BAF可以截留大量的悬浮物,不需要固液分离,省去了二沉池,降低了投资费用。据德国Philipp Muller公司的资料,BAF(曝气生物滤池)处理城镇污水与传统的活性污泥法相比,可节省占地75%以上,投资费用降低25%以上,运行费用也降低了20%左右。

此外,随着科技的进步,尤其是利用工业废料及非金属材料生产的高效絮凝剂的出现,使絮凝剂的价格大幅度降低,同时由于生物絮凝技术的引入,C段的药剂投加量可降低20%~30%,可进一步的降低费用。B段主要处理溶解性有机物,曝气量不到常规生化池的50%,而电耗大幅度的降低。总体而言,C/B法的运行费用比二级生化法低20%~30%。

### 3.4 厌氧水解 - 高负荷生物滤池

厌氧水解 - 高负荷生物滤池组合工艺采用厌氧水解滤池取代传统的初沉池作为预处理工艺(流程图见图1),在传统高负荷生物滤池的基础上对其进行改造,保留了该方法高负荷、高效率的优点。处理系统集初沉池、曝气池、污泥回流设施以及供氧设施等于一体,简化了污水处理流程,运行管理简单方便,且能承受较强的冲击负荷。通过采用高空隙率、高附着面积和高二次布水性能的新型塑料模块填料,取消了滤池出水回流系统,提高效率的同时降低了建设投资和运行能耗。

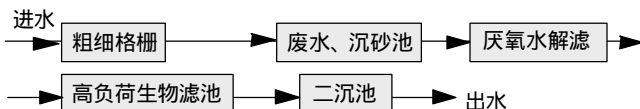


图1 厌氧水解 - 高负荷生物滤池工艺流程

实验表明,厌氧水解 - 高负荷生物滤池处理系统COD<sub>Cr</sub>的去除率为75%~85%,BOD<sub>5</sub>去除率为85%~95%,SS去除率高达85%~95%。均满足城市污水二级处理的出水要求。同时,由于好氧生物滤池中的生物膜具有一定的厌氧分解功能,因此厌氧水解 - 高负荷生物滤池的污泥产量很低。这意味着二次污染物数量的降低和污泥处理处置费用少。

### 3.5 蚯蚓生态滤池

蚯蚓生态滤池是利用滤床中建立的人工生态系统,通过蚯蚓和滤床中其他微生物的协同作用处理城镇污水中含有的各种形态的污染物质,是一种全新概念的污水处理工艺。有研究表明,蚯蚓生态滤

池的COD<sub>Cr</sub>去除率达83%~88%,BOD<sub>5</sub>去除率高达91%~96%,SS去除率为85%~92%。可见,该工艺能高效处理城镇污水中的污染物。此外,由于滤池中建立的蚯蚓生态系统具有较强的污泥分解功能,蚯蚓生态滤池处理系统的污泥产率远低于普通活性污泥法,这意味着产生的固体污染物少,剩余污泥处理和处置费用低。

除了处理效率高、能耗少、产泥率低等优点外,该方法还集初沉池、曝气池、二沉池、污泥回流设施以及供氧设施于一体,大大简化了污水处理流程,且运行管理简单方便,并能承受较强的冲击负荷,适应了中小城镇污水处理厂的要求。

## 4 结语

目前我国很多污水处理工艺是直接引进的,并不完全适用于国内。先进的技术不一定是最好的,只有高效、低投入、低运行成本的污水处理技术才是符合我国国情的。上面提到的几种工艺都具有投资省,处理水量小,效果好的特点,城镇污水处理厂可以酌情选择适合当地情况的污水处理工艺。此外,这些工艺也都有自身的不足和值得改进的地方,在实际应用中通过科学设计、优化组合,达到技术上的互补,这也是我们今后的一个研究方向。

### 参考文献:

- [1] 张凯松,周启星,孙铁珩.城镇生活污水处理技术研究进展[J].世界科技研究与发展,2003,25(5):5~10.
- [2] 朱静平,王成端.适于中小城镇污水处理工艺流程的研究[J].西南工学院学报,2002,17(1):46~51.
- [3] 杨波,陈兰.适用于中小城镇污水处理的UNITANK工艺[J].科技纵横,2003(4):34~36.
- [4] 沈云新,唐耀武.Orbal氧化沟的评价与改进设想[J].化工给排水设计,1998(4):23~27.
- [5] 张悦,姚念民.我国城市污水处理新工艺[J].节能与环保,2001(7):14~17.
- [6] 张炎生,扈胜禄,黄伟,王玉宾,孙伟.C/B法城镇污水处理技术简介[J].矿产与地质,94(17):78~71.
- [7] 杨健,施鼎立.城市污水处理绿色技术及其进展[J].环境保护 - 工程与技术,2000(8):15~18.
- [8] 俞庭康,杨健.城市污水处理最佳实用技术新进展[J].环境污染治理技术与设备,2000,1(5):54~60.
- [9] 刘东,周先桃,杨世奎.我国城镇污水处理技术评述[J].西南大学学报—自然科学版,28(3):302~306.
- [10] 周律.中小城市污水处理投资决策与工艺技术[M].化学工业出版社,2002.