

# 对小城市污水处理工程设计的思考

王 杉

**提要** 对小城市污水的水质水量进行了分析说明,并就此提出适用于小城市的污水处理工艺应具备抗负荷冲击、运行管理简便、造价低廉等特点,同时以实例说明氧化沟和 SBR 工艺较为适合小城市污水处理。

**关键词** 小城市污水 处理 工程设计 氧化沟 SBR

我国现有设市城市 668 个(包括直辖市 4 个,地级市 222 个和县级市 442 个),其中 20 万人口以下的县级市有 382 个。另外还有不设市的县城 1 693 个。

按我国对城市规模的划分,所谓小城市是指市区和近郊区人口不足 20 万人的城市。实际上大多数县级市和县城的人口均在 10 万以下,一般为 5 万~10 万人,3 万~5 万人的县级市和县城也不在少数。从城市概念上来看,建制镇亦属“城市”范畴,建制镇的人口规模从 5 000~30 000 人不等,这部分小城市的数量更是数以万计。

迄今为止,绝大部分小城市中的城市污水仍然处于不加治理直接排放到水体的状态,这成为水体环境污染的主要来源。因此,要改善我国水环境被污染的状况,保护我国紧缺的水资源,除了要刻不容缓地对大中城市的城市污水进行处理外,小城市也应该成为关注的重点,加快小城市的城市污水处理步伐。

## 1 小城市的城市污水量

如前所述,现状大部分小城市的人口变化幅度在 0.5 万~10 万人之间。考虑到城市化进程的加

快和区域性排水情况的增多,估计今后若干年内人口规模 5 万~10 万人的小城市会多起来,若按 10 万人口规模考虑,对照《城市给水工程规划规范》(GB50282-98)有关条文进行城市用水量的测算,采用城市单位人口综合用水量指标 0.3 万~0.6 万  $m^3/(万人 \cdot d)$ ,则一般小城市的最高日城市用水量约为 3 万~6 万  $m^3/d$ 。

由于污水处理厂的规模是按平均日计算的,因此上述城市用水量应除以  $K_d$ (日变化系数)。小城市的  $K_d$  可采用 1.5,则平均日用水量约 2 万~4 万  $m^3/d$ 。再考虑到产污系数( $K_{产}$ )和截污系数( $K_{截}$ )的共同影响,如  $K_{产}$ 和  $K_{截}$ 均采用 0.9,则  $K_{产} \times K_{截} = 0.8$ ,即小城市的城市污水量约为 1.5 万~3 万  $m^3/d$ ,这个数字是规划概念上的数字,并不是一个精确的数值。由于我国幅员广大,气候相差悬殊,经济水平发展也很不平衡,加上水资源的分布差异较大,因此城市污水量必然相差很大,所以这个数字可以更大些也可以再小些。但它反映了我国小城市污水量的一个大体水准,这对于确定小城市污水处理工程的规模和采用什么工艺具有参考意义。

为课题,组织力量,及早解决这一问题。

最后,笔者认为,实行供需双方需水量综合管理,节省供排水设施投资,是我国城镇节水工作发展的大方向,应引起城建有关领导与节水部门以及规划、设计单位的注意,大力予以推动。

## 参考文献

1 Duane D. Baumann. Urban Water Demand Management and Plan-

ning. McGraw Inc, 1997

2 U S EPA. Water Conservation Plan Guidelines, 1998, 8

3 David Stephenson. Loss Control and Rehabilitation. Water Supply and Management, 1998

4 肖绍雍. 中国城镇供水事业发展形势与未来展望. 中国水工业科技与产业. 北京:中国建筑工业出版社, 2000

作者通讯处:100085 北京 286 信箱干休所 2 号楼东门 401

电话:(010)62916208(H)

收稿日期:2001-4-3

## 2 小城市的城市污水水质

小城市的城市污水水质和以下因素密切相关。

(1) 城市性质。我国大多数小城市属于综合性城市,即居住、商贸、工业混杂在一起,以居民生活污水为主,工业废水所占比重不大。当然也有部分小城市例外,在浙江省就有一些小城市由于乡镇企业的飞速发展而集中了大批具有地方特色的工业企业。诸如:绍兴县集中了大量印染厂,富阳市集中了大量造纸厂,海宁市制革工业发达而黄岩市(区)的精细化工工业和食品加工业众多。这些小城市的工业废水量所占比重就相当大。而大部分小城市的城市污水性质相差不大,一般 BOD 为 100~150 mg/L, COD 为 250~300 mg/L, SS 为 200 mg/L 左右。对于那些工业废水量所占比重较大从而影响到城市污水处理效果的小城市来说,则应根据具体情况采取相应的措施,如将工业废水进行预处理后再进入城市污水系统或将工业废水集中进行工业废水的联片处理等。

(2) 城市现有的排水系统。不少小城市的排水系统是雨污合流系统,而且年代已久,质量很差,有的还是砖石渠道,即使是管道也存在不少问题。这样的系统在雨季或在地下水位高的时候,大量雨水和地下水进入,造成污水的浓度很低。很多小城市居民住宅的粪便污水是通过化粪池直接排入水体的(生活废水在化粪池后和化粪池出水相混合)。这种生活污水 BOD 的浓度很低,往往只有 30~40 mg/L,对生化处理不利。因此,在建设污水处理厂的同时应将原有的排水系统加以完善和改造,如将合流制改成分流制,对原有的化粪池应该去除,在居民住宅内部也不再需要将粪便污水和生活废水分开,可以合成一根管道等。采用上述措施就可以使小城市的城市污水水质保持在正常水平上,从而能保证城市污水处理厂达到较高的处理效率。

(3) 气温、水资源以及经济发展水平。气候炎热的地区、水资源丰富的地区及经济发展水平较高的地区,用水量就大,排水量亦大,城市污水浓度相对较低。

## 3 适用于小城市的污水处理工艺

### 3.1 小城市污水处理工艺特点

小城市的污水处理工艺应能满足以下条件:

(1) 处理工艺应具有较强的适应冲击负荷的能力,因为小城市污水量昼夜变化大,从而水质波动较大。

(2) 要求管理简单、运行稳定、维修方便。这对于小城市尤为重要,因为小城市往往技术力量比较薄弱。

(3) 所选择的处理工艺具有可以方便地改变其处理流程的能力。这主要为了满足数量众多的小城市的各种不同需求。如:有的小城市地处封闭水体,污水需要除磷脱氮;而有些小城市附近有大江、大河,只需要处理 BOD 即可。这就要求所选择的处理工艺流程能很方便地创造好氧、缺氧、厌氧的环境。

(4) 基建投资和运行费用低。

### 3.2 小城市污水处理工艺示例

符合上述条件的处理工艺有多种,现举两典型工艺加以说明,以供参考。

#### 3.2.1 氧化沟工艺

氧化沟具有以下特点:

(1) 工艺流程简单,运行管理方便。氧化沟工艺不需要初沉池和污泥消化池。有些类型氧化沟还可以和二沉池合建,省去污泥回流系统。

(2) 运行稳定,处理效果好。氧化沟的 BOD 平均处理水平可达到 95% 左右。

(3) 能承受水量、水质的冲击负荷,对浓度较高的工业废水有较强的适应能力。这主要是由于氧化沟水力停留时间长、泥龄长和循环稀释水量大。

(4) 污泥量少、性质稳定。由于氧化沟泥龄长。一般为 20~30 d,污泥在沟内已好氧稳定,所以污泥产量少从而管理简单,运行费用低。

(5) 可以除磷脱氮。可以通过氧化沟中曝气机的开关,创造好氧、缺氧环境达到除磷脱氮目的,脱氮效率一般 > 80%。但要达到较高的除磷效果则需要采取另外措施。

(6) 基建投资省、运行费用低。和传统活性污泥法工艺相比,在去除 BOD、去除 BOD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$  及去除 BOD 和脱氮三种情况下,基建费用和运行费用都有较大降低,特别是在去除 BOD 和脱氮情况下更省。同时统计表明在规模较小的情况下,氧化沟的基建投资比传统活性污泥法节省更多。

浙江省东部某县级市,2000 年人口为 8.5 万

人,2010年规划人口为15万人。截污率2000年采用0.6,2010年采用0.75。2000年污水总量为1.9万 $m^3/d$ 。

该市污水水质:BOD为100~150 $mg/L$ ;COD为300~350 $mg/L$ ;SS为200~250 $mg/L$ 。

污水处理厂采用4座卡鲁塞尔氧化沟,每座氧化沟处理能力为1万 $m^3/d$ ,每座尺寸为:76 $m \times 28m \times 3.9m$ 。现已建成2座,2010年再增加2座。

氧化沟主要设计参数为:污泥负荷0.10 $kgBOD/(kgMLSS \cdot d)$ ;污泥泥龄15 $d$ ;悬浮固体平均浓度3.5 $g/L$ ;污泥产率0.65 $kgSS/kgBOD$ 。每池采用3台表面曝气机,每台功率55 $kW$ ,变频调速。

### 3.2.2 SBR工艺

SBR工艺具有以下特点:

(1) SBR工艺流程简单、管理方便、造价低。SBR工艺只有一个反应器,不需要二沉池,不需要污泥回流设备,一般情况下也不需要调节池,因此要比传统活性污泥工艺节省基建投资30%以上,而且布置紧凑,节省用地。由于科技进步,目前自动控制已相当成熟、配套。这就使得运行管理变得十分方便、灵活,很适合小城市采用。

(2) 处理效果好。SBR工艺反应过程是不连续的,是典型的非稳态过程,但在曝气阶段其底物和微生物浓度变化是连续的(尽管是处于完全混合状态中),随时间的延续而逐渐降低。反应器内活性污泥处于一种交替的吸附、吸收及生物降解和活化的变化过程之中,因此处理效果好。

(3) 有较好的除磷脱氮效果。SBR工艺可以很容易地交替实现好氧、缺氧、厌氧的环境,并可以通过改变曝气量、反应时间等方面来创造条件提高除磷脱氮效率。

(4) 污泥沉降性能好。SBR工艺具有的特殊运行环境抑制了污泥中丝状菌的生长,减少了污泥膨胀的可能。同时由于SBR工艺的沉淀阶段是在静止的状态下进行的,因此沉淀效果更好。

(5) SBR工艺独特的运行工况决定了它能很好的适应进水水量、水质波动。

浙江省某县级市为海岛城市,人口较多,但淡水资源缺乏,因此人均用水量较低。该市2005年规划人口16万人,2010年规划人口为20万人。污水处理厂的规模远期为6万 $m^3/d$ ,近期为2万 $m^3/d$ 。近期规模较小的原因是该市污水收集系统很不完善,因此近期污水截污率在设计中仅考虑0.5左右。

该市污水水质:BOD为160 $mg/L$ ;COD为320 $mg/L$ ;SS为220 $mg/L$ 。

污水处理厂远期采用6座MSBR池,近期建2座。每座的处理能力为1万 $m^3/d$ ,每座尺寸为50 $m \times 40m \times 4.5m$ 。MSBR池主要设计参数如下:污泥负荷0.2 $kgBOD/(kgMLSS \cdot d)$ ;污泥泥龄20 $d$ ;悬浮固体平均浓度3 $g/L$ 。

每座MSBR池采用18台增氧泵进行供氧。

### 4 结语

综上所述,氧化沟和SBR工艺较为适合小城市采用。鉴于数量庞大的小城市在城市污水水量、水质方面具有共性,笔者认为可以由有关部门组织编制氧化沟和SBR工艺的单元构筑物标准(通用)图集,规格系列可以分成5000 $m^3/d$ ,10000 $m^3/d$ ,20000 $m^3/d$ 3种,并配以相应的机械电器和自控的成套设备。根据这3种单元构筑物可组成从5000~40000 $m^3/d$ (甚至更大些)规模的污水处理厂,从而满足人口规模不同的小城市需要。这必将大大促进小城市的污水处理事业的发展,对改善生态环境和保护水资源大有裨益,具有显著的社会、环境和经济效益。

[编后语] 随着我国经济的不断发展和人们环保意识进一步增强,小城市(镇)的污水处理已经提到议事日程上来。针对小城市(镇)污水处理特点,制订切实可行的工艺方案已刻不容缓。本刊近年来一直以此为报道重点,为广大工程设计人员提供了一个良好的交流与学习的园地。本文作者根据多年的设计经验,对该问题提出了一些观点和建议,希望能引起广大读、作者的共鸣。

作者通讯处:310007 浙江省城乡规划设计院

电话:(0571)85112886-2507

收稿日期:2001-4-3