

# 滇池流域农村污水生态处理系统设计

刘超翔, 胡洪营, 黄霞, 施汉昌, 钱易

(清华大学 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100084)

**摘要:** 采用表面流人工湿地、潜流式人工复合生态床和生态塘组合工艺, 结合生态及景观建设进行了滇池流域农村污水处理工程设计。该工程既处理了生活污水, 又改善了生态环境, 体现了污水处理与生态环境建设相结合的新理念。

**关键词:** 滇池流域; 生活污水; 人工湿地

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2003)02 - 0093 - 02

## 1 设计基础资料及依据

由于国内缺乏对村镇污水治理的基础资料, 设计前进行了为期 1 年的场地信息调查以及现场试验, 从而确定了工艺流程及相关的工艺参数。

确定生活污水的排放量及水质。在示范区的 4 个行政村, 采取随机抽样的方法(内容包括家庭人口、取水方式、日用水量、洗衣方式、洗澡方式、家庭厕所等)共调查 530 户(占总户数的 27%), 选择其中的 16 户作为典型, 连续 3 d 跟踪调查水量及水质。

人工复合生态床工艺研究<sup>[1]</sup>。通过 1 年的现场模拟试验, 对不同运行条件及工况下人工复合生态床的运行进行了系统研究, 确定了工艺参数。

示范区的气象、水文资料。包括近 3 年气温、降雨量、蒸发量, 地下水位及滇池的水位变化。

地形勘测。为村里生活污水的沟渠收集系统设计 and 场地选择提供了依据。

## 2 设计水质、水量

设计处理水量:  $80 \text{ m}^3/\text{d}$ (考虑 20% 的人口发展系数)。

设计进水水质:  $COD$  为  $200 \text{ mg/L}$ , 总氮为  $30 \text{ mg/L}$ , 氨氮为  $23 \text{ mg/L}$ , 总磷为  $5 \text{ mg/L}$ 。

设计出水水质:  $COD$  去除率 80%, 总氮去除率 85%, 总磷去除率 85%。

## 3 工艺流程的确定

经村里新建沟渠收集系统汇过来的污水将依靠重力流首先进入到表面流人工湿地内。根据现场试验结果, 表面流人工湿地对氨氮有很好的去除效果(对氨氮去除率 90%)。另外, 污水处理系统位于低洼荒地, 在滇池高水位时期一部分土地将处于水淹状态, 里面生长着许多天然水生植物, 因此稍加人工修整即可构建良好的表面流人工湿地。考虑到表面流人工湿地对磷的去除效果差,  $SS$  浓度高、出水浑浊, 故在其后紧接着串联一级潜流式人工复合生态床。在床内填充水力传导性能好和具有多孔结构的介质, 通过介质吸附和微生物的作用来强化系统的除磷脱氮效果。湿地系统除具除污作用外, 还应具有景观及生态效果, 这对于滇池流域环境的恢复及保护具有特殊的意义, 鉴于此在设计计算时作了适当的放大。整个系统工艺流程见图 1。

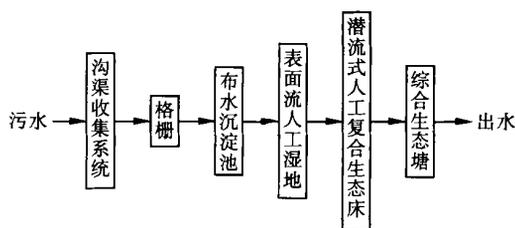


图 1 农村生活污水处理工艺流程

## 4 各主要单元设计

基金项目: 国家科技部重大专项(2000 - 03)

#### 4.1 沟渠收集系统

设计中要求考虑与村庄未来规划相协调,能够达到90%以上的污水收集率,尽量利用原有沟渠以降低工程造价。首先,在村内主干道修建“三面光”的石砌结构干渠(铺设盖板),以连接主要的居民住宅区域。然后再修建砖砌结构的支渠以汇集各部分住宅区的生活污水。最后修建支沟将各家的生活污水引入到沟渠系统里。

值得指出的是,在村外部分或一些特殊地段修建了生态沟渠,依靠其内生长的水草等植物和水流作用自然净化污水。

#### 4.2 布水沉淀池

村里的生活污水多数为明渠收集,容易混入垃圾,因此在进水渠中设置了格栅。格栅宽为0.60 m,长为1 m,栅条间距为30 mm,采用人工清渣。布水沉淀池一方面起到初沉池的作用,使污水中粒径较小的无机和有机颗粒沉降下来;另一方面起到了调节水量和布水的作用。池体长 $\times$ 宽 $\times$ 深为20 m $\times$ 2 m $\times$ 0.8 m,有效容积为27 m<sup>3</sup>,停留时间为8 h。池内布水区采用矩形堰口,均匀布置,出水方向呈放射状,使污水能够更加均匀地流入湿地系统。

#### 4.3 表面流人工湿地

表面流人工湿地面积为2 000 m<sup>2</sup>,水力负荷为4 cm/d。地面以上维持30 cm的自由水位,滇池流域气候温暖(平均温度为14.7 ℃/a),故不用考虑冬季冰冻情况。湿地内种植的水生植物主要为茭白,还有芦苇、慈菇和水花生等,基本上是利用场地内的原有植物,但对其进行了分栽和移栽以保证分布均匀。由于湿地边界不规则,平均长宽比较小,而且布水区较长(20 m),故沿布水方向将湿地分为面积狭长的两个区,以保证布水均匀和一定的推流效果。设计时充分利用地形、地势,避免出现水流死区,尽量减少工程开挖量和对原水生植被的破坏。

#### 4.4 潜流式人工复合生态床

潜流式人工复合生态床为地上式,床体从池底开始堆积,总面积为300 m<sup>2</sup>,设计水力负荷为30 cm/d。床体长 $\times$ 宽 $\times$ 深为50 m $\times$ 6 m $\times$ 0.8 m,里面填充了炉渣等水力传导性能良好的填料。生态床上部种植水芹等常绿水生植物。为了防止暴雨对生态床的冲

击,在填料层里安装了直径为150 mm的穿孔PVC管,高于正常水位时水流会直接从溢流管内流走。地上式潜流人工复合生态床适用于地势低、地下水位浅的场地,这样既保护了地下水还可以大大降低工程量和工程费用。

#### 4.5 综合生态塘

综合生态塘与湿地组成了一个完整的植物塘、床系统。综合生态塘面积为1 400 m<sup>2</sup>,平均水深为0.6 m,该区除可对水质进行深度处理外,还具有生态和景观作用。池塘区种植了莲及慈菇等水生植物,也为鱼、虾等提供了生存环境。

### 5 生态、景观设计

将生态和景观设计纳入到湿地系统,是该污水处理工程的一个新思路。按照“红、黄、绿”三种颜色协调搭配、植物高低错落有致的设计原则,对湿地周边进行了绿化:种植了花石榴、柳树、千头柏、毛叶丁香等,并铺植了草皮。综合生态塘内填筑了“葫芦岛”,岛上种植的红叶小波和金叶女贞,从远处看去给人以美的享受。另外,预留了供人们活动的场所。

为了给鱼类等水生动物提供一个良好的生存环境,对综合生态塘进行了人工清淤(30 cm),放养了泥鳅、田螺等,这些水生动物可吞食湿地中的底泥,间接消耗水体中的氮、磷等营养物质。茂盛的水生植物以及生长在其中的鱼、青蛙、蛇及水鸟等构成了一个良性的湿地生态系统。

### 6 建设及运行费用

整个工程的建设费用(沟渠收集系统除外)为5.2万元,其中绿化及景观建设费用为2.2万元(约占总费用的42%)。处理设施的运行仅需要少量的人工费用,其运行成本为0.03元/m<sup>3</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 刘超翔,胡洪营,张健,等.人工复合生态床处理低浓度农村污水[J].中国给水排水,2002,18(7):1-4.

电话:(010)62794005 62778943

E-mail:liucx99g@mails.tsinghua.edu.cn

收稿日期:2002-08-30