

单户住宅污水生态处理设备的设计

刘庆玉, 焦银珠, 王书文¹ (1. 沈阳农业大学工程学院, 辽宁沈阳110161; 2. 沈阳大学环境工程重点实验室, 辽宁沈阳110031)

摘要 单户住宅污水生态处理设备是由生物净化槽和潜流人工湿地耦合而成, 其构造简单、投资少、操作管理方便、景观效果好。以单户住宅三口之家为例, 取人均日用水量为400 L, 对系统各单元进行了设计计算。

关键词 单户住宅; 污水; 生态处理; 生物净化槽; 潜流人工湿地

中图分类号 S11 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)22-06890-02

Study of Sewage Eco-treatment Equipment for Single Residence

LIU Qing-yu et al (College of Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract Sewage eco-treatment equipment for single residence was coupled by biological purification tank and subsurface flow constructed wetland. It had the advantages of simple facilities, economic investment, convenient operation and better effect of sight. Taking a single residence which had three people for example, every cell of the system was designed and calculated under the condition of the average daily water consumption of 400 L.

Key words Single residence; Sewage; Eco-treatment; Biological purification tank; Subsurface flow constructed wetland

随着经济的发展和人们生活水平的提高, 大批的单户住宅兴建起来。这些住宅由于远离城市中心, 缺少污水管道, 从而导致生活污水直接排放。这不仅污染了周围的环境, 而且威胁当地的水源安全。如果采用集中方式处理单户住宅生活污水, 那么需要铺设大量的管道, 工作量大、投资高、见效慢, 并且难以在短期内交付使用。单户住宅生活污水生态处理设备将传统污水处理设施设备化。它由生物净化槽和潜流人工湿地耦合而成, 无需动力, 各部分采用预制构件, 在工厂加工后现场安装, 施工简单、造价低廉、抗压性强、密封性好, 工期大大缩短, 能有效解决分散型污染所带来的危害, 是一种处理分散型污染的实用设备。

1 单户住宅污水生态处理系统的设计

单户住宅污水生态处理系统由生物净化槽和潜流人工湿地两个部分耦合而成, 其工艺流程见图1。

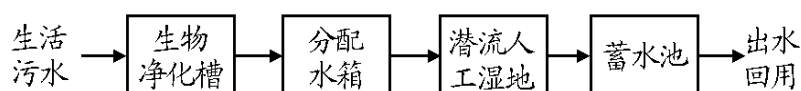


图1 单户住宅污水生态处理设备工艺流程

该设计以单户住宅三口之家为例, 用水量以住宅生活用水定额(高级住宅和别墅)为标准, 取人均日用水量为400 L, 并把三口之家的日用水量近似作为单户住宅每日生活污水排放量。

2 系统各单元设备的设计

2.1 生物净化槽的设计 传统的污水预处理采用钢筋混凝土结构, 存在易渗漏、污染大、资源浪费严重等缺点。生物净化槽在传统化粪池的基础上采用玻璃钢材料将其设备化, 主要采用容积设计。它的有效容积(V_1)由污水容积(V_1)和污泥容积(V_2)两个部分组成^[1]。

$$V_1 = \frac{Nnqt}{24 \times 1000} \quad (1)$$

式中, N 为生物净化槽所承担建筑物内的总人数(人), 取3人; n 为使用卫生器具的人数与总人数的百分比, 取100%; q 为每人每天最高排水量[L/(人·d)], 取400 L/(人·d); t 为污水在净化槽内停留时间(h), 取24 h。

根据式(1), 代入相应参数, 则生物净化槽污水部分容积为1.2 m³。

$$V_2 = \frac{maNnT(1-b)K}{1000(1-c)} \quad (2)$$

式中, a 为每人每天污泥量, 取0.7 L/(人·d); b 为新鲜污泥的含水率, 取95%; c 为污泥经发酵浓缩后的含水率, 取90%; m 为污泥清掏后残留的熟污泥量容积系数, 取1.2; K 为污泥发酵后体积缩减系数, 取为0.8; T 为污泥清掏周期(d), 取365 d。

根据式(2), 代入相应参数, 则生物净化槽污泥部分容积为0.37 m³。

通过计算, 可以得到生物净化槽的总容积(V)为1.57 m³。安全系数取1.2, 则最终容积确定为1.88 m³。为了延长污水在净化槽内的停留时间, 生物净化槽采用厌氧折流板式结构, 内部填充组合填料, 通过厌氧挂膜更好地分解污水中的污染物。

2.2 人工湿地的设计

2.2.1 湿地面积的确定。

$$A_s = \frac{Q(\ln C_o - \ln C_e)}{K_d \cdot d \cdot n} \quad (3)$$

式中, A_s 为湿地面积(m²); Q 为流量(m³/d), 取为1.2 m³/d; C_o 为进水 BOD(mg/L), 取60 mg/L; C_e 为出水 BOD(mg/L), 取10 mg/L; K_d 为与温度有关的速率常数, 取0.498 d⁻¹; d 为介质床深度, 取0.6 m; n 为介质孔隙度, 取50%。

根据式(3), 代入相应参数, 则湿地面积为14.39 m²。

2.2.2 湿地植物的选择。 湿地植物以芦苇、香蒲应用最多, 一般选用当地或本地区天然湿地中存在的植物。为了提高湿地系统的处理能力, 应尽可能提高系统的生物多样性。同时, 为了提高景观效果, 可以在湿地中栽种美人蕉等观赏性植物。

2.2.3 湿地床体的尺寸及基质的选择。 湿地床体底部采用PVC塑料防渗。湿地的长宽比不宜过大, 应控制在3:1以下。目前, 大多数欧洲国家人工湿地的长宽比在1:1~2:1之间, 以土壤为主的系统长宽比应小于1^[2]。该设计的长、宽可分别取为5.4、2.7 m。湿地填料一般采用土壤、细沙、砾石中的一种或几种, 即可达到良好的处理效果。目前使用新产品诸如某些工业副产品作为湿地的填充材料, 也是一种趋势。例如, 炉熔渣作为湿地填料, 具有很高的磷吸收能力。藻砾

除磷效果也很好,经试验检测,其最大吸收能力为 1 184 ng/kg^[3]。该设计进出水区域采用平均直径为 50 mm 的砾石填充,主体填料采用砾石和高炉渣。填料分3层,上部为 10 cm 的砾石(直径20~40 mm)层,中部为40 cm 的炉渣层,底部为 10 cm 厚的砾石(直径为20~40 mm)层。

2.2.4 湿地管道分布。集水管道采用直径为5 cm 的UPVC 管道,在管下方45°两侧开直径为6 mm 孔。在蓄水池中连接可以调节水位的软管,以避免出现漫流。

3 单户住宅污水生态处理设备的维护

(1) 生物净化槽经过长期的运行会沉积一定的污泥,所以应按设计要求定期进行清淘,以维护系统正常运行。

(2) 湿地植物要定期收割,以除去系统中的污染物。

(3) 在北方地区,还要解决湿地冬季过冬问题。由于单户

住宅湿地面积较小,冬季可以采用塑料大棚来解决保温问题。

4 结论

(1) 针对单户住宅的生活污水处理系统,提出采用生物净化槽和人工湿地相耦合的工艺,为分散的生活污水处理提供了途径。

(2) 对单户住宅的生活污水处理系统、单元进行的设计,为单户住宅污水生态处理设备的选型、设计提供了依据。

(3) 将传统的生活污水处理设施设备化,为点源污水处理的商品化奠定了基础。

参考文献

- [1] 王增长. 建筑给水排水工程[M]. 4版. 北京: 中国建筑出版社,2002.
- [2] 赵桂瑜, 杨永兴, 杨长明. 人工湿地污水处理系统工艺设计研究[J]. 四川环境,2005,24(6):24-27.
- [3] 崔玉波, 韩相奎, 宋铁红. 潜流人工湿地污水处理技术的效能与设计[J]. 环境科学动态,2003(2):23-25.