

滇池流域村镇生活污水地下渗滤系统设计

张 建¹ 黄 霞² 施汉昌² 胡洪营² 钱 易²

(1 山东大学环境科学与工程学院, 济南 250100; 2 清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要 采用地下渗滤系统处理滇池流域的村镇生活污水, 进行了工程的设计和建设。工程设计处理水量为 $30 \text{ m}^3/\text{d}$, 设计水力负荷为 $0.08 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。该工程对 COD, 总氮, 总磷的去除率分别可以达到 86.7%, 85.5% 和 96.5%。工程的基建投资和运行费用不高, 管理简单, 兼具有美化景观的作用, 并可产生一定的经济效益。

关键词 滇池流域 村镇生活污水 地下渗滤

Design of subsurface infiltration system to treat rural domestic wastewater in Dianchi valley

Zhang Jian¹, Huang Xia², Shi Han-chang², Hu Hong-ying², Qian Yi²

(1. School of Environmental Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China;

2. Department of Environmental Sciences and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Subsurface infiltration system has been designed to treat rural domestic wastewater in Dianchi valley. The treatment ability is $30 \text{ m}^3/\text{d}$ and the design hydraulic loading of the infiltration system is $0.08 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$. The COD, total nitrogen and total phosphorus removal rates of the system reach 86.7%, 85.5% and 96.5% respectively. The system offers advantages including lower construction and operation costs, easy maintenance and many economic returns.

Keywords: Dianchi valley; Rural domestic wastewater; Subsurface infiltration system

近年来, 由于大量工农业废水和生活污水排放到滇池, 使得滇池中的氮磷污染物不断富集累积, 造成了水体的严重富营养化, 直接威胁到昆明地区工农业生产的发展和当地居民的身体健康。研究表明, 滇池流域中 50% 以上的氮、磷来自农村面源, 因此面源污染控制是全面实现滇池水质目标的关键^[1]。

滇池流域有农业人口 70 余万, 分散在全流域的大小村落, 由于绝大多数农村无下水道系统, 使污染的发生非常分散。村镇生活污水是滇池流域农村面源污染的重要组成部分。选择经济有效的工艺对村镇生活污水进行处理是滇池富营养化控制的重要环节。

考虑到农村经济基础差, 农民管理水平低的现

状, 本课题选择具有基建和运行费用节省, 管理简单, 氮磷去除效果好等特点的地下渗滤系统对滇池流域的村镇生活污水进行处理。

1 地下渗滤系统设计

1.1 设计基础资料与依据

由于国内缺乏对村镇生活污水治理的基础资料, 设计前进行了为期 2 年的场地信息调查及现场工艺试验研究, 获得了主要的设计资料, 确定了工艺流程及工艺参数。

(1) 确定生活污水的排放量及水质。在面源污染控制示范区的 4 个行政村, 采用普查和典型户跟踪调查两种方式对村镇生活污水的排放规律进行了深入调查。普查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、

国家科技部“十五”专项(2000-03)。

家庭厕所等。共调查农户 530 户,占 4 个村总户数的 27%。选择 16 户作为典型户,连续 3 天跟踪调查排放污水的水量及水质。

(2)地下渗滤系统的工艺研究^[1~3]。通过地下渗滤小试和中试系统的研究,对不同填充介质及不同运行条件和环境条件下地下渗滤系统的工艺特性和污染物去除机理进行了较为系统的研究,确定了村镇生活污水处理的工艺流程和地下系统的工艺参数。

(3)获取示范区的气象、水文资料。主要包括面源污染控制示范区近 3 年里气温、降雨量、蒸发量、地下水位及滇池水位变化等资料。

(4)地形勘测。为村内生活污水的沟渠收集系统设计和污水处理的场地选择提供依据。

1.2 水质水量

(1)设计水量。有效服务年限按 20 年考虑,人口年增长率按当地农村地区的 9%考虑,人均生活污水排放量按 35 L/(人·d)计算,生活污水收集率取 90%。计算得到示范村污水处理设施的设计服务人口为 957 人,工程设计处理水量为 30 m³/d。

(2)设计进水水质。COD 250 mg/L, SS 120 mg/L, 磷 5 mg/L, 总氮 15 mg/L。

(3)设计出水水质。基于总量控制的基本原则,确定地下渗滤系统的设计总氮去除率大于 85%,设计总磷去除率大于 80%,设计 COD 去除率大于 80%。

1.3 工艺流程

村镇生活污水地下渗滤系统的工艺流程见图 1。经示范村内污水沟渠收集系统汇集的生活污水依靠重力流入污水处理系统。由于村里的生活污水多数为明渠收集,容易混入垃圾,因此在进水中设置格栅拦截水中的大块物体。然后,污水进入预沉池,通过沉淀作用去除污水中的悬浮物和部分有机物,以防止后续地下渗滤系统中土壤孔隙的堵塞。在昆明地区的 6~9 月份降雨量很大,因此在预沉池的进水口一侧设置暴雨溢流口。



图 1 地下渗滤处理工艺流程

预沉池处理出水进入调节池,然后通过水泵将污水提升至地下渗滤系统,通过土壤、植物、微生物的综合净化作用实现对有机物、氮、磷等污染物质的有效去除。处理出水经集水管收集后排入农田排灌水沟渠,用于周围农田的浇灌。

1.4 主要处理单元设计

1.4.1 格栅

采用不锈钢制人工细格栅,置于进水渠道上,格栅宽 0.6 m,长 1 m,栅条间隙 10 mm。格栅倾角采用 45°。由于污水处理系统规模比较小,因此采用人工的方式清除格栅拦截的悬浮物。

1.4.2 预沉池

预沉池可以有效沉淀污水中粒径较小的无机和有机颗粒,减小后续地下渗滤系统的负荷,防止土壤孔隙的堵塞。预沉池设计水力停留时间取 3 h,预沉池长 2.5 m,宽 1.5 m,深 1.6 m。池体采用砖混结构,内壁贴防渗膜。

1.4.3 调节池

通过调节池调节进水的水质和水量。在池中安装潜污泵,将污水提升至地下渗滤系统的布水沟。调节池设计水力停留时间 6 h,调节池长 2.5 m,宽 2.5 m,深 1.8 m。池体采用砖混结构,内壁贴防渗膜。

1.4.4 地下渗滤系统

根据实验室小试系统和滇池流域现场中试系统的研究结果,综合考虑强化脱氮效果和防止土壤堵塞问题,确定示范村地下渗滤示范工程采用以当地红壤土为填充介质的浅层强化布水系统,水力负荷取 0.08 m³/(m²·d)^[1],故所需要的土地面积为 $A = 30/0.08 = 375$ (m²)。

地下渗滤系统的剖面见图 2。示范村的土壤为粘性红壤土,通气和透水性差,肥力较低,需要进行适当改良,以提高土壤的过水能力和肥力。本工程在地下渗滤系统的底层填充土壤(厚 40 cm)中掺加 20% 的昆明陶砂以增加土壤的过水能力,在表层填充土壤(厚 30 cm)中掺加 25% 的炉渣(炉渣过 1 cm 筛子)以增加土壤的通气和透水性能。为了提高土壤的腐殖质含量,改善土壤的团粒结构,为土壤微生物创造一个良好的生长环境,在渗滤沟内的土壤中掺加一定的草炭,使土壤的有机质含量达到 5% 左右。

为有效防止土壤孔隙的堵塞和提高氮的去除效

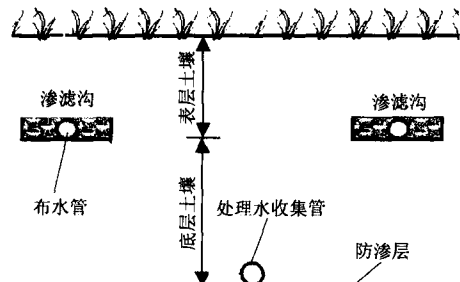


图2 地下渗滤系统剖面



图3 地下渗滤系统示范工程

果,地下渗滤系统采用干湿投配操作模式。干湿比为1,即污水投配1 d,落干1 d。共建造两块地下渗滤系统,每块长度为20 m,宽度为10 m。由于示范村地下水埋深较浅(<0.5 m),因此地下渗滤系统建于地上,周围砖砌围墙。为了防止处理出水污染地下水,系统底部铺设防渗材料。系统的地表种植多年生黑麦草。

2 工程运行情况

村镇生活污水处理地下渗滤示范工程自2002年12月建成,调试1个月以后正常运行。对示范工程的处理效果进行了为期1年的监测。结果表明,系统在正常运行期间对总氮的平均去除率为85.5%,对总磷的平均去除率为96.5%,对COD的平均去除率为86.7%,达到设计要求。

本工程在建设过程中,还考虑了景观和生态效果,在地表种植草坪,并建设了花坛,使污水处理系统成为一个优美的景观生态系统(见图3),给当地居民营造了一种愉快的工作和生活环境。系统地表种植的多年生黑麦草是一种优良的牧草,可以定期收割用来喂养牲畜,亦可以供给堆肥厂用来生产绿色复合肥,产生一定的经济效益。

3 经济分析

地下渗滤系统的日常维护工作比较简单,仅需要对沟渠和格栅内的垃圾进行定期清理。整个工程的建设费用(沟渠收集系统除外)为4万元。处理设施的运行仅需要少量的人工管理费用和污水提升电费,其运行成本为0.15元/ m^3 。

4 结论

(1)地下渗滤系统处理村镇生活污水,对COD,总氮,总磷的去除率分别可以达到86.7%,85.5%和96.5%。

(2)地下渗滤系统基建投资和运行费用不高,管理简单,具有美化景观的作用,亦可产生一定的经济效益,非常适合于在滇池流域推广应用。

参考文献

- 1 张建. 地下渗滤系统处理村镇生活污水的研究与应用: [学位论文]. 北京: 清华大学, 2003
- 2 张建, 黄霞, 魏杰, 等. 地下渗滤污水处理系统的氮磷去除机理. 中国环境科学, 2002, 22(5): 438~441
- 3 张建, 黄霞, 刘超翔, 等. 地下渗滤处理村镇生活污水的中试. 环境科学, 2002, 23(6): 57~61

○电话: (0531)8361568

E-mail: zhangjian00@tsinghua.org.cn

收稿日期: 2004-1-8

国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》 (全面修订送审稿)审查会召开

由公安部消防局组织的国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》(全面修订送审稿)审查会于2004年4月6日至9日召开。会议通过了对该规范的审查。参加会议的有建设部标准定额司、消防局防火处、四川消防科研所、贵州省消防总队等来自消防、设计、工程施工、生产厂家各个方面的代表。

新规范增加了倒流防止器和多功能水泵控制阀,还增加了施工验收合格判断和划分标准,对不符合工程建设标准的内容进行了修订,其中强制性条文15条。新规范强化了现场施工质量检查,明确了主控项目和一般项目。自动喷水灭火系统将进一步强调系统的整体性,系统的控制和信号显示。另该规范还增加了维护管理的章节。

(杨琦)