

人工湿地控制滇池面源水污染适用性研究*

段志勇 施汉昌 黄霞 胡洪营

(清华大学环境科学与工程系,北京 100084)

摘要 由于滇池面源污染主要发生在农村地区,而这些地区在水污染控制方面的资金投入和管理水平有限,所以应用于面源污染的水污染控制技术要求是低投入、易管理的工艺方法。而人工湿地是一种基建费用低,运行成本低,维护技术低的“三低”技术,氮磷去除效果显著,是一种适合应用于发生在农村地区的面源污染控制的工艺方法。

关键词 面源污染 人工湿地 适用性

1 前言

随着人们对湖泊水污染控制研究的深入,人们越来越认识到面源污染中氮磷控制的重要性。以我国滇池为例,滇池流域总面积为2 920 km²,径流量为5.7亿 m³。据1995年滇池流域污染源调查,面源入湖的总氮和总磷分别为2 955 t/a和417 t/a,占滇池入湖总氮和总磷的33%和41%^[1]。随着近年流域点源污染控制工程的实施,面源氮磷入湖量所占的比例已超过50%。因此控制面源污染已成为解决滇池富营养化的关键^[2]。但由于面源污染发生在广大农村地区,这些地区在水污染控制方面的资金投入和管理水平是有限的,这就决定了污水氮磷控制技术的选择应遵循投资费用少、运行费用低、维护管理简便的原则。本研究就是对符合这一要求的人工湿地^[3~5]的处理效果进行研究并进行经济性比较。

2 实验装置与方法

试验由以植物床为主体的实验系统组成,流程图为:格栅 调节池 配水系统 植物床 集水渠 排放。其中调节池兼有沉淀池的作用。植物床共分6个床体,每个床体尺寸为:长6 m、宽1 m、深0.6 m,底坡1%,布水量为750 L/d,进水流速521 mL/min,相应水力负荷为10 cm/d,水力停留时间57.6 h。

选用的填料是工业锅炉炉渣,栽种的水生植物是芦苇、茭草、菖蒲等当地常见的水生植物。植物床体初期的水位调节为:最初使水位保持在株苗基部以上5 cm左右;在植株扎根成活以后,再将水位渐渐下调以利于植物根系向下生长。监测床体中污水的COD、TN、TP变化情况。

3 实验结果与讨论

现场调查表明,流域内村镇厕所一般以干厕为主,生活污水主要来源于生活杂用水,通常由明渠汇集,但收集系统不完整。与市区生活污水相比,村镇生活污水的污染负荷相对较小,其中总氮和总磷排放量分别为0.9g/人·d和0.17g/人·d,是市区生活污水的12%和22%。因此,村镇生活污水的处理技术应满足低负荷和小规模的特征。在实验中,针对当地污水情况,将进水各水质指标值都调至较低情况进行试验。监测指标取能反映人工湿地系统宏观去除效果的COD、TN、TP。

3.1 COD 沿程降解情况

COD沿程降解情况如图1所示。从图1可以看出COD在床体的前部降解很快,后部降解缓慢,床体中COD平均去除率约为79%,多个床体均表现为COD去除情况稳定。

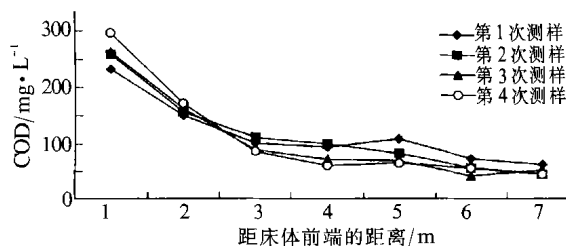


图1 COD沿程降解情况

人工湿地由土壤、水生植物、微生物组成,其对污水中污染物的降解是由这几部分共同作用完成的。根据根区法理论,生长在湿地中的挺水植物通过叶的吸收和茎杆的运输作用,将空气中的氧传输到根部,在根须周围形成好氧区。以有利于好氧微生物对有机质的分解作用。在根须较少的地方形成兼性区和厌氧区,有利于兼性微生物和厌氧微生物降解有机物。

*国家科技部重大专项“滇池流域面源污染控制研究”(2000-03)基金项目

的作用。好氧微生物在根须周围形成的好氧区域将废水中大部分有机物质分解成为 CO_2 和水。水生植物的吸收作用和挥发作用也会起到比较重要的作用^[6,7],但是最主要的还是靠微生物的硝化反硝化作用。

3.2 总氮沿程降解情况

总氮沿程降解情况如图 2 所示。从图 2 可以看出 TN 平均去除率约为 68%,污水中 TN 值沿程下降,多个床体均表现出 TN 去除情况稳定。

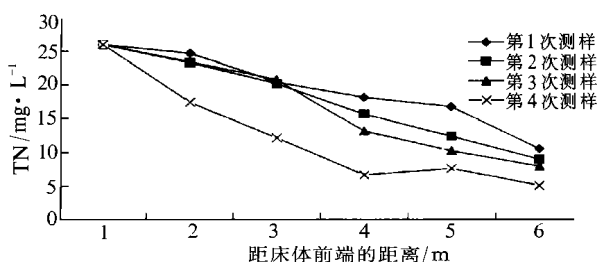


图 2 总氮沿程降解情况

在床体中的好氧区域,硝化细菌将氨氮硝化,生成硝酸氮和亚硝酸氮。厌氧细菌在厌氧区通过发酵作用将有机物分解。反硝化细菌则在缺氧区域完成反硝化过程。水生植物的吸收作用和挥发作用也起到了比较重要的作用^[7,8],但是最主要的仍是微生物的硝化反硝化作用。

3.3 总磷沿程降解情况

总磷沿程降解情况如图 3 所示。从图 3 可以看出 TP 去除率约为 60%,污水中 TP 值沿程下降,多个床体均表现出 TP 去除情况稳定。

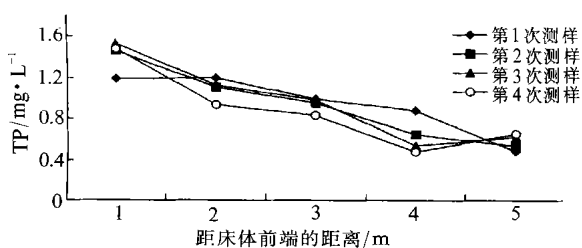


图 3 TP 沿程降解情况

磷的去除有两方面的原因,一是因为污水中的磷与铝、铁、钙等离子进行化学反应,因而在湿地系统中,矿物质和无定形铝含量高的填料比有机质含量高的填料的磷去除率要高。二是因为水生植物吸收磷,以构成自身组成部分。

4 人工湿地应用于面源污染控制的经济性和运行管理可行性分析

近年来人们对人工湿地的深入了解,可以看到人

工湿地应用于面源污染控制的优势:

(1)从资金投入来看,人工湿地系统由于是一种低投入低能耗的工艺系统,满足了应用于面源污染控制必须是低投入的要求,因而成为面源污染氮磷控制的首选。这一点从附表中人工湿地系统和传统活性污泥处理法的对比可以看出来。

附表 人工湿地系统和传统处理法的比较

项目 名称	处理 方式	处理 规模 /t	总投资 /万元	吨水投 资/ 元 t^{-1}	年运行 费用 /万元	吨水处 理成本 /元 t^{-1}	吨水耗 电/ $\text{kw} \cdot \text{h} \cdot \text{t}^{-1}$	吨水用 地/ $\text{m}^2 \cdot \text{t}^{-1}$
某污水 处理厂	活性 污泥	50 000	3 300	660	100	0.20	0.175	2
某人工湿 地系统	人工 湿地	3 100	42.89	138	2.0	0.02	0	2.7

从附表可以看出人工湿地系统的投资为传统方法的 21% 以下、运行费用为其 2%、水处理成本为其 10%、耗电量理论上为 0,以至于人工湿地系统的总投资为活性污泥法的 2.9% 以下,远低于传统处理法的总投资,这足以说明人工湿地系统在经济适用性方面较传统活性污泥法更优越,只是其用地要大于传统处理法,而这在土地资源相对较多的农村地区一般不会成为限制性因素。

(2)从工艺管理方面看,人工湿地系统管理非常简单,远不需要传统活性污泥工艺那样多的工艺操作和机械操作的专门人员,因此,人工湿地系统非常适用于缺乏专门技术人员管理操作水污染控制装置的农村地区。

5 结论

从上面的 COD、TN、TP 的实验结果和降解趋势图可以看出,人工湿地在污染物浓度较低的情况下对污水中 C、N、P 的去除效果都在 60% 以上。从主要控制目标氮磷的去除效果来看,人工湿地系统由于包含有填充介质和水生植物 2 个降解氮磷效率高的子系统,所以适用于氮磷去除要求较高的情况。从试验结果比较稳定的降解趋势和效果可以看出,尽管试验地区水质水量波动较大,床体填充介质采用的是廉价的炉渣,床体栽种的水生植物没有进行专门管理,各床体都表现出了对污水中各污染物的良好的降解效果。因此,可以说人工湿地系统是一种用于面源水污染控制的理想选择。

参考文献

- 1 清华大学环境科学与工程系. 滇池流域面源污染控制技术研究报告. 2000:3~11.

澳门半岛交通噪声模拟与控制研究

白松涛 傅立新 王志石 谭伟文 陈海英 邓宇华

(清华大学环境科学与工程系,北京 100084)

摘要 交通噪声是澳门半岛最主要的环境噪声源。本研究在国际上通用的交通噪声预测模型 STAMSON 的基础上,根据澳门半岛封闭型道路的特征,建立了封闭型道路交通噪声计算机预测模式,经过实测数据的验证,模型预测结果达到了令人满意的精度要求。利用建立的交通噪声预报模式,计算了澳门半岛不同类型道路的交通噪声水平,定量评价了道路交通噪声的污染状况。最后,根据澳门半岛交通密度高的特点,提出了新的环境噪声标准建议,并给出了逐步改善环境交通噪声的主要措施。

关键词 STAMSON 模型 交通噪声 噪声模拟

1 前言

澳门半岛是一个东南至西北窄,东北至西南宽的狭长半岛,岛上的道路相当狭窄且无序,许多路段坡陡弯急。另一方面,随着社会经济的发展,澳门市的车流量明显增大,导致道路两旁的噪声显著增加。本研究对澳门半岛主要交通干线噪声污染的现状和特点进行了多方位监测与分析,希望能够为澳门市政厅治理交通噪声提供必要的科学支持。

2 噪声预测模型

在本次研究中采用了加拿大的 STAMSON 模型,该模型采用了以美国 FHWA 公路噪声预测模式为基础的 ORNAMENT (Ontario Road Noise Analysis Method for Environment and Transportation) 和 STEAM (Sound from Trains Environment Analysis Method) 2 种方法,经参数修正后可以模拟预测澳门的交通噪声水平。

FHWA 公路噪声预测模式适用范围大,而且精度高(在噪声接受器在 15 m 的距离下误差在 1.64dB

内)。FHWA 模式将道路上汽车按车流进行分类,先求出某一类车辆的小时等效声级,公式如下:

$$\begin{aligned} \text{Leq}(h_i) = & L_{oe,i} + 10\log\left(\frac{N_i D_0}{S_i T}\right) \\ & + 10\log\left(\frac{D_0}{D}\right)^{1+} + 10\log\left[\frac{(1, 2)}{S - 30 + B}\right] \end{aligned} \quad (1)$$

式中 $\text{Leq}(h_i)$ ——第 i 类车辆 h 小时的 Leq dB(A);

$L_{oe,i}$ ——第 i 类车辆的参考能量平均辐射声级 dB(A);

N_i ——在制定时间 T 内通过某预测点的第 i 类车流量 辆;

D_0 ——测量车辆辐射声级的参考位置距离 m;

D ——从车道中心到预测点的垂直距离 m;

S_i ——第 i 类车辆的平均车速 km/h;

2 播磨干夫. 中国的水资源和水环境. 水处理信息报导, 1997. (3): 33 ~ 35.

3 高拯民, 李宪法等. 城市污水土地处理利用设计手册. 北京: 中国标准出版社, 1991. 15 ~ 17.

4 Karamat R. Sistani, D. A. Mays, R. W. Taylor. Development of Natural Conditions in Constructured Wetland: Biological and Chemical Changes. Ecological Engineering, 1999. 12: 125 ~ 131.

5 A. Badkoubi, H. Ganjidoust, A. Ghaderi and A. Rajabi. Performance of a Subsurface Constructed Wetland in Iran. Wat. Sci. Tech, 1998. 38 (1): 345 ~ 350.

6 T. O. Okurut, G. B. J. Rijs and J. J. A. Van Bruggen. Design and

Performance of Experimental Constructed Wetlands in Uganda, Planted with Cyperus Papyrus and Phragmites Mauritianus. Wat. Sci. Tech, 1999. 40 (3): 265 ~ 271.

7 彭江燕, 刘忠翰. 不同水生植物影响污水处理效果的主要参数比较. 云南环境科学, 1998. 17 (2): 47 ~ 51.

8 曹向东, 王宝贞, 蓝云兰, 刘鸿亮. 强化塘-人工湿地复合床生态系统氮和磷的去除规律. 环境科学研究, 2000. 13 (2): 15 ~ 19.

第一作者 段志勇, 男, 1999 年毕业于同济大学环境工程专业, 获学士学位; 2002 年毕业于清华大学环境工程专业, 获硕士学位。

Abstract A new procedure was put forward ,by which municipal solid organic wastes (MSOW) were first pyrolyzed ,then combusted ,and the pyrolysis products of the wood ,paper and plastic in MSOW were used to produce mesopore activated carbon. The experimental results indicate that the new procedure is practicable.

Key words organic waste ,pyrolysis ,activated carbon and pore structure

DISTRIBUTION OF HEAVY METAL ELEMENTS IN THE DIFFERENT DIAMETRAL ATMOSPHERIC PARTICULATE MATTERS Xie Hualin *et al* (55)

Abstract Heavy metal element composition and species in the diferent diameter airborne particle were samled and measured in the atmosphere of Hengyang urban districts using DF- I five-stage classification air sampler in winter and summer. Analyses were carried out by ICP AES method ,and distribution proportions of elements in five phases were calculated. The results showed that the contents of most of heavy metal elements were higher in winter than in summer. The metals of being harmful to human body mainly concentrated in the 2.0 μm particles. Mn , Zn ,Cu and Co mainly distributed to oxide phase ,dissoluble phase ,carbonate phase and organic phase. Pb and V mainly distributed to indissoluble phase.

Key words atmospheric particulate matters ,heavy metals ,sequential extraction procedure and ICPAES

RESEARCH ON ENVIRONMENTAL CAPACITY MODEL OF Hg IN XIAWAN SECTION OF XIANGJIANG RIVER Liu Fen *et al* (58)

Abstract Based on hydraulics feature of Xiawan Section of Xiangjiang River and water quality requirements of Xiangjiang Section together with integrated analysis on hydrological parameters of many years and corresponding environmental monitoring data. A set of environmental capacity models of Hg of this river section was established. This set of models has been proved to fit practical situation of this river section. It is used for forecasting environmental capacity of Hg and concentration varying regularity of Hg on water body under different hydrological conditions. so as to adjust discharging intensity of pollution source of Hg.

Key words Hg ,environmental capacity ,model and transverse mixing coefficient

DISTRIBUTION METHOD STUDY OF DRAINAGED WATER POLLUTANT TOTAL AMOUNT IN A REGION Li Ruzhong (61)

Abstract Total amount distribution of drained water pollutants is an important part of the water pollutant total amount control problem. In this paper ,an analytic hierarchy process and a new quantitative scaling method for distribution of drained water pollutant total amount are put forward based on the systematic impact of economics ,society and environment. The new method not only wipes out the unjustness of the equal proportion distribution method ,but also takes account of the differences among regions.

Key words total amount distribution ,analytic hierarchy process and decision making system

APPLICABILITY RESEARCH ON DIANCHI LAKE NON-POINT POLLUTION CONTROL BY CONSTRUCTED WETLAND Duan Zhiyong *et al* (64)

Abstract The technology applied in scope pollution must be economical and controlled easily ,because the scope pollution in Dianchi Lake Area is mainly occurred in countryside and the financial fund and the management level in such area are both limited. Constructed wetland is a "three lowness " technology of low founding fund ,low running fund and low supporting technology whose removal rates of nitrogen and phosphorus are obvious ,so it is a well adapted technology which is applied in scope pollution mainly in the countryside.

Key words scope pollution ,constructed wetland and applicability

RESEARCH ON SIMULATION AND CONTROL OF TRAFFIC NOISE IN MACAO Bai Songtao *et al* (66)

Abstract Traffic noise is the main source of environmental noise in Macao. On the base of the STAMSON model that is popular used in world ,according to the character of close roads in Macao ,a Close Road Traffic Noise Forecast Model is built. Through the validation of monitoring