

# 用微型动物预测保定鲁岗污水处理厂 活性污泥系统理化参数

周可新<sup>①②</sup> 许木启<sup>①\*</sup> 曹宏<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>中国科学院动物研究所 北京 100080 ; <sup>②</sup>河北大学生命科学学院 保定 071002)

**摘要** :用微型动物预测了保定鲁岗污水处理厂活性污泥系统的理化参数。建立的 4 个多元线性回归方程对出水 BOD<sub>5</sub>、出水 TN、SVI 和出水 SS 做预测,分别需 5、5、8 和 5 种微型动物,预测成功率分别为 78.7%、79.3%、89.5% 和 62.3%。

**关键词** :微型动物 活性污泥 理化参数

中图分类号 :X171.5 文献标识码 :A 文章编号 :0250-3263(2007)04-57-03

## The Prediction of Activated Sludge System Physico-chemical Parameters of Baoding Lugang Sewage Treatment Plant Based on Microfauna

ZHOU Ke-Xin<sup>①②</sup> XU Mu-Qi<sup>①\*</sup> CAO Hong<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> *Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080* ;

<sup>②</sup> *College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, China* )

**Abstract** :Physico-chemical parameters of Baoding Lugang Sewage Treatment Plant activated sludge system were predicted based on microfauna. Four multiple linear regression equations for the prediction of effluent BOD<sub>5</sub>, effluent TN, SVI, effluent SS were derived, each need 5, 5, 8, 5 species of microfauna, with percentage of successful prediction 78.7%, 79.3%, 89.5% and 62.3% respectively.

**Key words** :Microfauna ; Activated sludge ; Physico-chemical parameter

相对于其他监测生物,微型动物具有如下特点:(1)取材方便、易于培养;(2)生长周期短,能快速提供结果;(3)灵敏度高;(4)可选种类多样而广适于各种欲监测环境。因此,微型动物被广泛应用于各类水环境监测中。

活性污泥对污水的净化是由生物来完成的,只有生物群落保持稳定优良的结构,活性污泥才能长期、稳定、高效地运行,发挥出最大的效能。由于理化参数的测定通常较费时间,如 BOD<sub>5</sub>(五日生化需氧量)的测定需要 5 d 的时间,同时还需要一些仪器,而通过长期对微型动物与理化参数间关系的研究,建立两者间的多

元线性回归方程,用于预测理化参数,不失为获得大致结果的简便有效的方法。此方法既可作为理化检测的补充,且对于规模较小、缺乏仪器设备及化验人员的污水处理厂,更具实用价值。

基金项目 国家重点基础研究发展计划 973 项目( No. 2006CB403306 )、河北省自然科学基金项目( No. C2006000973 )、国家自然科学基金项目( No. 30370224 ) ;

\* 通讯作者, E-mail :xumq@ioz.ac.cn ;

第一作者介绍 周可新,男,博士,副教授,研究方向:生态学 ;

E-mail :zhoukexin1@yahoo.com.cn.

收稿日期 2007-01-15,修回日期 2007-05-09

### 1 材料与方法

从 2002 年 7 月 16 日至 2003 年 7 月 15 日在保定市鲁岗污水处理厂曝气池末端每周采一次活性污泥混合液,共采集了 50 个水样,其中第 12 周、25 周和 30 周末采样。

物种鉴定及计数分为两个步骤。一是鉴定除小型鞭毛虫外的其他微型动物的种类并测定其密度。用微量移液管吸取 50 μl 摇匀后的活性污泥混合液滴在载玻片上,用盖玻片盖好后,置于光学显微镜下鉴定物种并计数,观察完一个视野后再移动到另一个视野,直至计数完为止。死亡的个体不计数,对于累枝虫(Epistylidae)、盖虫(Operculariidae)及聚缩虫(Zoothamniidae)等群体性原生动物的个体分别计数。重复上述步骤三次,取平均值。鉴定物种时用高倍镜(400 倍),计数时用低倍镜。鉴定微型动物时参照《微型生物监测新技术》<sup>[1]</sup>、《Protozoology》<sup>[2]</sup>、《Free-Living Freshwater Protozoa》<sup>[3]</sup>及《Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates》<sup>[4]</sup>等检索书和图谱。原生动物尽量鉴定到种,后生动物仅统计每一类群的总数。

数据处理采用 SPSS 11.5 版统计软件包。

### 2 结果

为了预测鲁岗污水处理厂活性污泥系统的出水 BOD<sub>5</sub>(五日生化需氧量)、出水 TN(总氮)、SVI(污泥容积指数)、出水 SS(悬浮固体),建立了 4 个多元线性回归方程。方程中的自变量代表该种微型动物在曝气池中的密度(ind./ml)。

$$BOD_5 = 17.035 - 0.004 10 \times \text{锐利楯纤虫} + 0.008 19 \times \text{小口钟虫} - 0.003 94 \times \text{钟钟虫} + 0.003 00 \times \text{集盖虫} - 0.003 54 \times \text{半圆表壳虫}$$

$$TN = 27.294 - 0.001 98 \times \text{有肋楯纤虫} + 0.002 45 \times \text{小轮毛虫} + 0.011 77 \times \text{小口钟虫} - 0.006 96 \times \text{半圆表壳虫} - 0.017 53 \times \text{球核甲变形虫}$$

$$SVI = 73.444 - 0.000 21 \times \text{小轮毛虫} + 0.000 17 \times \text{钝漫游虫} + 0.000 64 \times \text{龙骨漫游虫}$$

$$+ 0.000 16 \times \text{八钟虫} - 0.000 38 \times \text{集盖虫} - 0.000 12 \times \text{半圆表壳虫} - 0.000 44 \times \text{球核甲变形虫} + 0.001 89 \times \text{线虫}$$

$$SS = 17.406 - 0.002 75 \times \text{半圆表壳虫} - 0.013 \times \text{球核甲变形虫} + 0.003 6 \times \text{集盖虫} - 0.000 95 \times \text{有肋楯纤虫} - 0.005 75 \times \text{点钟虫}$$

经检验,鲁岗污水处理厂出水 BOD<sub>5</sub> 预测成功率为 78.7%,出水 TN 预测成功率为 79.3%,SVI 预测成功率为 89.5%,出水 SS 预测成功率为 62.3%。

图 1~4 分别为鲁岗污水处理厂出水 BOD<sub>5</sub>、出水 TN、SVI 及出水 SS 的预测值和实测值。

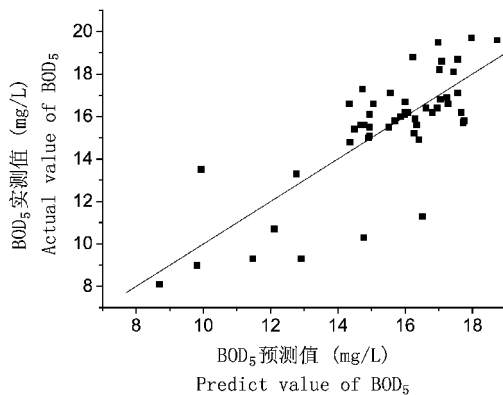


图 1 鲁岗污水处理厂出水 BOD<sub>5</sub> 的预测值和实测值  
Fig.1 Predict and actual value of effluent BOD<sub>5</sub> of the Lugang Sewage Treatment Plant

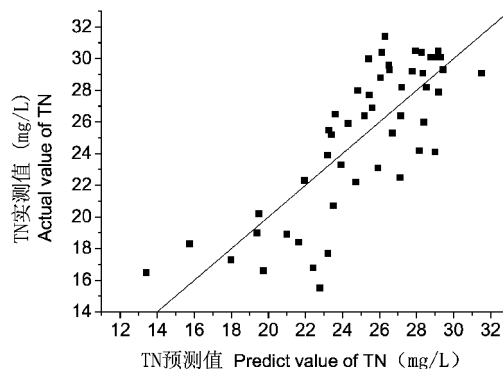


图 2 鲁岗污水处理厂出水 TN 的预测值和实测值  
Fig.2 Predict and actual value of effluent TN of the Lugang Sewage Treatment Plant

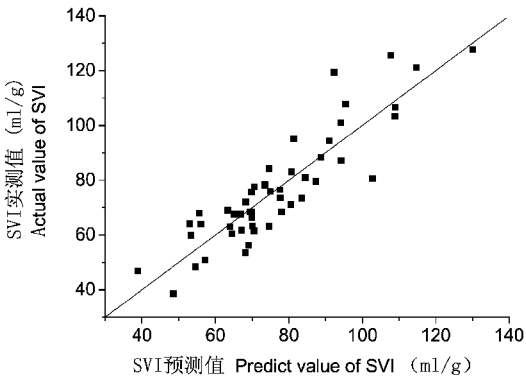


图3 鲁岗污水处理厂 SVI 的预测值和实测值

Fig.3 Predict and actual value of SVI of the Lugang Sewage Treatment Plant

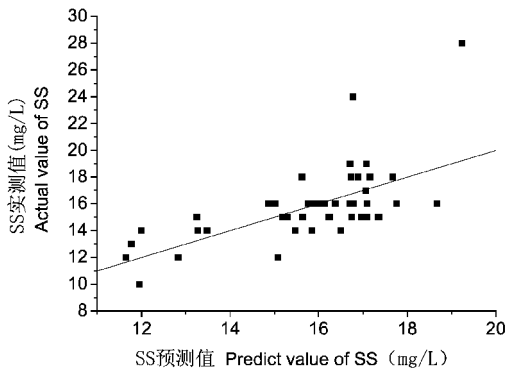


图4 鲁岗污水处理厂出水 SS 的预测值和实测值

Fig.4 Predict and actual value of effluent SS of the Lugang Sewage Treatment Plant

### 3 讨论

活性污泥中的微型动物主要是原生动物。在活性污泥中,原生动物与游离细菌数量直接相关,即当游离细菌数量上升时,原生动物的数量也随之增加。所以活性污泥微型动物的群落结构在很大程度上是细菌群落结构的反映,这也是可用微型动物密度预测活性污泥系统理化参数的依据。

Curds 等<sup>[5]</sup>预测 BOD<sub>5</sub> 的成功率为:处理生活污水的厂为 67%,处理工业废水的厂为 44%。Al-Shahwani 等<sup>[6]</sup>预测 BOD<sub>5</sub> 的成功率为:处理生活污水的厂为 66%,处理工业废水的厂为 48%,利用了 20 种原生动物,较 Curds 等<sup>[5]</sup>

利用的原生动物数有所减少。陈声贵等<sup>[7]</sup>建立的方程虽然比 Curds 和 Al-Shahwani 等的方程要求的种类少一些,但依然需要鉴定 10 种左右原生动物,其方程中预测 BOD<sub>5</sub>、SS、TN 和 TP 所需的微型动物种类分别为 15、9、10 和 12 种,预测成功率分别为 70%、77%、68% 和 70%。

我们建立的预测方程中所需鉴定的微型动物种类只需几种,且预测的成功率没有明显降低,如对鲁港污水处理厂出水 BOD<sub>5</sub>、出水 TN、SVI、出水 SS 进行预测,分别需 5、5、8 和 5 种微型动物,预测成功率分别为 78.7%、79.3%、89.5% 和 62.3%,因而更为简便和实用。

用微型动物密度预测理化参数非常节省人力物力,并能快速地对系统的运行情况做出初步判断。对于一些没有足够的化验仪器及化验人员的中小型污水处理厂较适合。但此方法还有一些不足,如微型动物必须鉴定到种,因为同属不同种的微型动物可能有不同的生态习性,比如钟虫属的某些种。

随着微型动物鉴定技术的发展,如图像分析(image analysis)技术等,可使微型动物种类的鉴定更加简便,从而促使生物监测有更大的发展。

### 参 考 文 献

- [1] 沈韞芬,章宗涉. 微生物监测新技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [2] Kudo R R. Protozoology. Charles C. Springfield, Illinois, USA: Thomas Publisher, 1966.
- [3] Patterson D J. Free-living Freshwater Protozoa. London: Manson Publishing Ltd, 1996.
- [4] Foissner W, Berger H, Schaumburg J. Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates. Munich: Bavarian State Office for Water Management, 1999.
- [5] Curds C R, Cockburn A. Protozoa in biological sewage-treatment processes. II. Protozoa as indicators in the activated-sludge process. *Water Research*, 1970, **4**: 237 ~ 249.
- [6] Al-Shahwani S M, Horan N J. The use of protozoa to indicate changes in the performance of activated-sludge plants. *Water Research*, 1991, **25**(6): 633 ~ 638.
- [7] 陈声贵, 许木启, 曹宏等. 活性污泥微型动物种群动态与水质净化效能的关系. *动物学报*, 2003, **49**(6): 775 ~ 786.