

滇池流域典型城郊村镇排放污水 COD_{Cr} TSS 特征分析

张德刚^{1,2}, 汤利¹, 陈永川¹, 管锡鹏¹

(1. 云南农业大学资源与环境学院, 云南 昆明 650201; 2. 红河学院理学院, 云南 蒙自 661100)

摘要: 研究滇池流域典型城郊村镇排放污水化学需氧量(COD)和固体悬浮物(TSS)特征对于了解该类区域污水有机污染状况及治理工程设计具有指导意义。本文以主要入滇池河道——大清河下游张家庙汇水区为研究区域,通过现场采样及室内分析方法研究分析了滇池流域典型城郊村镇排放污水 COD_{Cr}、TSS 特征。结果表明,该区域排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 的浓度很高,分别在 773~1 518 mg·L⁻¹ 和 183~370 mg·L⁻¹ 之间。该区域排放污水有机污染严重。一天之中各时刻排放污水流量、COD_{Cr}、TSS 浓度高峰出现在上午、中午和夜晚,低谷出现在清晨和傍晚;同一月份各天总体上差异不显著;一周内工作日与非工作日的变化差异不显著;所研究的 3、4、5、6 月份之间总体上差异不显著。排放污水流量和污染物 COD_{Cr}、TSS 浓度变化基本反映了滇池流域典型城郊村镇居民的生活方式及作息规律。

关键词: 滇池流域;生活污水;COD_{Cr};TSS;城郊;村镇

中图分类号: X832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2008)04-1446-04

Characteristics of Chemical Oxygen Demand and Total Suspended Solid in Discharged Household Wastewater from Typical Suburb Regions in Dianchi Lake Catchments

ZHANG De-gang^{1,2}, TANG Li¹, CHEN Yong-chuan¹, GUAN Xi-peng¹

(1. College of Resources and Environmental Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. College of Sciences, University of HongHe, Mengzi 661100, China)

Abstract: Chemical oxygen demand(COD) and total suspended solid(TSS) are important index in assessment of water organic pollution. A study was conducted to assess the household wastewater quality and the dynamic changes of COD_{Cr} and TSS concentrations in discharged household wastewater from typical suburb of Kunming City in Dianchi Lake Catchments. The concentrations of COD_{Cr} and TSS were analyzed and monitored regularly over the period from March through June in Zhangjiamiao village in Daqing River Catchments, which is the main river flowing into Dianchi lake. The result showed that the concentrations of COD_{Cr} and TSS in the wastewater discharged from this area were very high, ranging from 773 to 1 518 mg·L⁻¹ and 183 to 370 mg·L⁻¹ respectively, which indicating the severe organic pollution. The discharge flux and concentrations of COD_{Cr} and TSS in the wastewater were higher in the morning, noon and night during the day, which may be related to the daily life pattern of the local residents. However, no significant difference was found between the non-working days and the working days and the concentrations of COD_{Cr} and TSS were also no significant variations in the studied period from March through June.

Keywords: Dianchi lake catchments; household wastewater; COD_{Cr}; TSS; suburb; village

化学需氧量(COD)是评定污、废水中有机物污染程度,进行污水监测分析的重要指标。固体悬浮物(TSS)是污水处理中需要考虑的重要指标,对于污水处理厂来说不仅要控制进水和出水的固体悬浮物浓度,而且在处理过程中也需控制固体悬浮物浓度以达

到最高效率^[1]。研究区域排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 特征对于了解区域污水有机污染状况、选择污水治理方案具有指导意义。

城乡结合部地带的生活、生产排污已成为流域水体污染的主要原因之一^[2]。滇池流域大清河周边许多村镇目前已经成为现代新昆明的“城中村”和“城外村”,这些地区缺乏基本的市政设施,固体废弃物无序堆放,大量生活污水未经处理直接排放,造成城市道路上污水横流^[3],环境污染极其严重。多数村镇排放污水未经处理直接排入大清河,最终进入滇池,成为

收稿日期:2008-01-04

项目资助:“863”项目(2005AA601010-02-5-03)

作者简介:张德刚(1977—),男,云南石屏人,硕士,讲师,主要从事植物营养与环境的教学与研究。E-mail:zhangdg2000@163.com

通讯作者:汤利 E-mail:tangli@yahoo.com

滇池外源污染的重要组成部分。尽管国内外针对城市社区和农村地区的生活污水治理及其利用方面开展过许多研究^[4-9]。但是对于城郊结合地区村镇排放污水特征,特别是滇池流域的研究甚少。为此,在研究了滇池流域典型城郊村镇排放污水氮磷特征的基础上^[10],本文进一步研究分析了污水 COD_{Cr} 和 TSS 特征,以期全面了解该类区域污水状况,为区域污水治理提供全面参考。

1 材料与方法

1.1 研究位点及采样方法

在滇池流域大清河下游选取典型城郊居民区张家庙村,该村具有昆明市“城中村”的典型特征。住房多为居民自己所建,3~6 层不等,绝大多数住房沿道路四周,第一层为铺面,中间为出租房或旅店,顶楼自家居住。出租房和旅店多是外地务工或短期劳工及其家属生活居住。由于缺乏基本的市政设施,固体废弃物无序堆放,大量生活污水未经处理直接排放到房屋下的明渠或者暗渠。采样点设在排水沟出口,排水沟长约 150 m 左右,直接收集两旁约 40 栋住房污水,排水沟旁边环境污染严重,泥土、垃圾、灰尘横飞,排水沟里面沉积了很多污泥及各种垃圾,污水恶臭。多条排水沟污水汇入一条长约 100 m 的暗渠后排入大清河。

分别于 2007 年 3 月 10、11、12、13 日,4 月 22、23 日每隔 1~2 h 采样 1 次,5 月 24 日,6 月 15 日每天采样 1 次。采用有机玻璃容器采样,每个样品 3 次重复。同时测定污水流量。水样 24 h 内送实验室进行分析。

1.2 分析方法

各指标按国家标准方法进行分析。COD_{Cr} 用重铬酸钾法 (GB 11914—89),TSS 用重量法 (GB11901—89)。

2 结果与分析

2.1 城郊村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 特征分析

4 月 22、23 日 2 d 采样各时刻污水 COD_{Cr} 和 TSS 分析结果平均值见表 1。从表 1 可以看出排放污水 COD_{Cr} 在 (773±33)~(1 518±161)mg·L⁻¹ 之间,平均值为 (1 107±222)mg·L⁻¹;TSS 在 (183±38)~(370±71)mg·L⁻¹ 之间,平均值为 (280±67)mg·L⁻¹。COD_{Cr} 是国家污水综合排放二级标准^[11]的 5.54 倍;TSS 是国家污水综合排放二级标准的 1.12 倍。COD_{Cr} 和 TSS 浓度分别高于当日同地段大清河 17.03 和 2.98 倍。

表 1 2007 年 4 月 22、23 日 2 d 各时刻采样 COD_{Cr} 和 TSS 分析结果

Table 1 Data on household wastewater quality

时间	COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	TSS/mg·L ⁻¹	时间	COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	TSS/mg·L ⁻¹
07:00	773±33	183±38	16:00	986±189	251±81
08:00	1 032±34	293±52	17:00	938±283	280±25
09:00	1 518±161	346±24	18:00	938±283	237±45
10:00	1 162±35	297±65	19:00	1 040±206	337±11
11:00	1 030±20	276±62	20:00	980±7	226±40
12:00	1 199±86	261±168	21:00	1 044±212	254±42
13:00	1 492±40	333±50	22:00	1 239±21	370±71
14:00	1 214±166	222±45	Total	1 107±222	280±70
15:00	1 165±19	316±13	大清河	65	94

注:数字表示方式为平均值±标准差,大清河为当日同地段水质。

2.2 城郊村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 浓度变化规律

2.2.1 日变化规律

选取 4 月 22、23 日 2 d 各时刻采样结果进行分析见图 1。从图中可以看出,流量、COD_{Cr} 和 TSS 浓度随时间呈现一定的变化,并且其变化趋势大体一致,表现出 COD_{Cr} 和 TSS 浓度与流量呈现出一定的相关性;COD_{Cr} 和 TSS 浓度之间变化趋势总体上趋于一致。具体表现为流量和 COD_{Cr} 和 TSS 浓度高峰大多出现在上午(09:00)、中午(13:00)和夜晚(22:00);低谷出现在清晨(07:00)和傍晚(18:00)。这一结果与氮、磷规律相似^[10],说明 COD_{Cr} 和 TSS 等浓度与氮磷浓度之间有一定的相关性。

2.2.2 月内变化规律

随机选取 3 月份连续 4 d 采样分析结果,取每天各时刻浓度平均值分析同一个月连续几天的变化见图 2。由图可以看出,COD_{Cr} 浓度只有 3 月 10 日与 3 月 12 日两天之间差异显著,其余各天之间差异不显著;TSS 浓度 3 月 10、11、12 日之间差异不显著,与 3 月 13 日之间差异显著。基本上,在相同的气候状况下,一个月中 COD_{Cr} 和 TSS 浓度各天之间除个别特殊日外,总体上差异不显著。

2.2.3 周变化规律

根据 6 d 工作日与非工作日采样分析结果,分析一周内工作日与非工作日 COD_{Cr} 和 TSS 浓度变化情况见图 3。从图中可以看出,工作日与非工作日 COD_{Cr} 和 TSS 浓度之间有一定变化,但是经 *t* 检验得出,COD_{Cr} 和 TSS 浓度变化工作日与非工作日之间差异不显著。

2.2.4 月变化规律

选取 3、4、5、6 月份代表性几天的分析结果进行

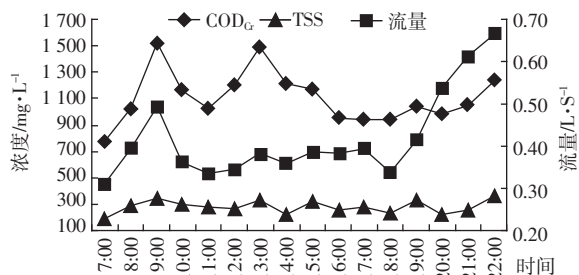
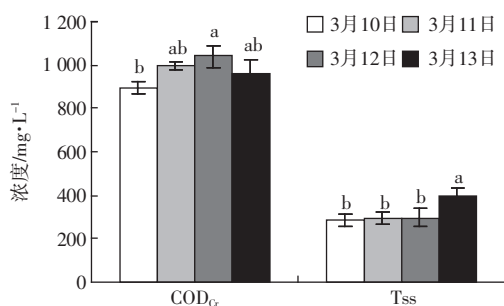


图1 村镇排放污水时刻变化

Figure 1 Hourly changes of household wastewater discharge



注:不同字母表示差异性显著,下同。

图2 村镇排放污水月内日变化

Figure 2 Daily changes of household wastewater discharge

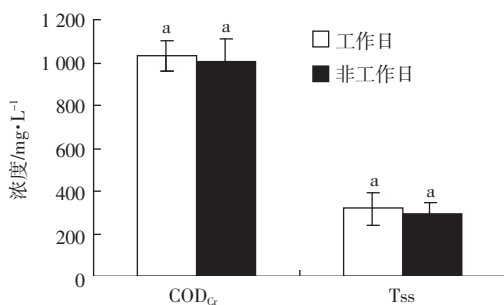


图3 村镇排放污水周变化

Figure 3 Weekly changes of household wastewater discharge

分析月份之间的差异见图4。从图中可以看出,各月份 COD_{Cr} 和 TSS 浓度之间有一定变化。经方差分析结果表明 COD_{Cr} 浓度 3、4、5 月份之间差异不显著而与 6 月份之间差异显著;TSS 浓度 3、4、6 月份差异不显著,而 4、6 月份与 5 月份差异显著。这种月份之间差异的变化可能与相应月份内的气候变化和月份内人员流动有关。

3 讨论

3.1 城郊村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 特征分析

该类区域由于缺乏基本的市政设施,固体废弃物无序堆放,大量生活污水未经处理直接排放,再加

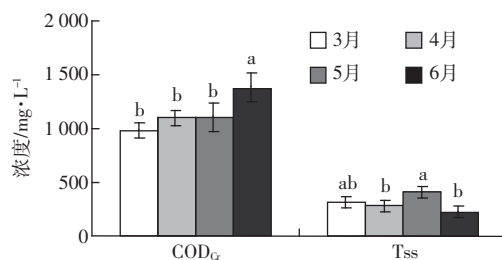


图4 村镇排放污水月变化

Figure 4 Monthly changes of household wastewater discharge

之这些地区大量务工人员及其家属租住,大部分人员经济收入较低,卫生习惯差,用水量低,污水中包括大量人粪尿液及一些生活垃圾腐臭液,所以污水 COD_{Cr} 浓度极高,是国家污水综合排放标准的 5.54 倍,有机污染极其严重。TSS 浓度相对较低,但也是国家污水综合排放标准的 1.12 倍,这主要是由于用水量相对较小,很多悬浮固体进入沟渠以后沉积在里面而未随水流动出来的缘故。污染物 COD_{Cr} 和 TSS 浓度是当日同地段大清河(受纳水体)的 17.03 和 2.98 倍。该区域有机污染普遍高于张振莲^[12]研究张家口城市生活污水 COD_{Cr} 浓度(500~1 000 mg·L⁻¹),是陈明曦等^[15]研究校园生活污水 COD_{Cr} 浓度(13~214 mg·L⁻¹)的 4~117 倍。污水中含有大量的固体悬浮物,沉积在沟渠里面,严重影响周边环境卫生。

许多这一类型村镇污水一般通过明渠或者暗渠收集后就直接排入邻近河道,是河道污染的重要来源之一。昆明城区河道普遍污染严重,河道污水流入滇池,所以城郊分散的“城中村”类型污染是滇池外源污染的重要组成部分,在入滇河道治理中应该引起重视。在进行治理时应结合社会主义新农村建设,综合整治区域环境卫生状况,彻底清除居民住宅旁边的生活垃圾、道路污染源和沟渠沉积物,使排放污水汇入集中的地方,建设合适的工程措施对污水进行有效治理。

3.2 城郊村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 规律

村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 浓度高峰多出现在上午、中午和夜晚;低谷出现在清晨和傍晚,与氮、磷浓度规律相似^[10]。与李桂芳等^[14]研究株洲市生活污水的结果中午和傍晚前后浓度较高、早晨和半夜浓度较低;陈明曦等^[13]研究校园生活污水变化规律结果中午和夜晚时分浓度高,清晨和傍晚浓度低等结果有相似,也有不同。这主要是由该类区域城郊和“城中村”类型环境状况、居民的人员组成和作息习惯所决定。该区域大多数人口为外地进昆明务工及家属,9:00

是吃早饭的高峰期,13:00 是吃午饭的高峰期,夜晚 22:00 是打工归来洗漱、吃饭和准备睡觉之时,因而这些时段流量、COD_{Cr} 和 TSS 浓度较高。其他时段大多数人外出做工,排水较少,污染物浓度也相对较低。工作日与非工作日之间无差异也反映了该区域大部分务工人员及其家属没有周末双休习惯。

4 结论

(1)滇池流域典型城郊村镇排放污水 COD_{Cr} 和 TSS 浓度极高,均高于国家污水综合排放二级标准。排放污水有机污染极其严重,大量固体悬浮物沉积在排水沟渠底部。

(2)排放污水流量、COD_{Cr} 和 TSS 浓度之间有一定的相关性,一般流量大时,污染物浓度也高。COD_{Cr} 和 TSS 浓度的变化趋势总体上趋于一致。

(3)COD_{Cr} 和 TSS 浓度规律,在一天之中,高峰多出现在上午、中午和夜晚;低谷多出现在清晨和傍晚。一周之中,工作日与非工作日之间变化差异不显著;一月之中,各天之间除少数日外总体上变化差异不显著;月份间,所研究的 3、4、5、6 月份之间总体上变化差异不显著。

参考文献:

- [1] 夏青. 流域水污染物总量控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. 109-110.
XIA Qing. Total amount control of water pollutant for river basin[M]. Beijing: China Environment Science Press, 1996. 109-110.
- [2] 张维理, 武淑霞, 冀宏杰, 等. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I. 21 世纪初期中国农业面源污染的形势估计 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 1008-1017.
ZHANG Wei-li, WU Shu-xia, JI Hong-jie, et al. Estimation of agricultural non-point source pollution in China and the alleviating strategies I. Estimation of agricultural non-point source pollution in China in early 21 century[J]. *Agricultural Sciences In China*, 2004, 37(7): 1008-1017.
- [3] 王映雪. 昆明市“城中村”生态环境管理对策研究[J]. 云南环境科学, 2006, 25(1): 21-23.
WANG Ying-xue. Ecological environmental management on villages inside the urban area of Kunming[J]. *Yunnan Environment Sciences*, 2006, 25(1): 21-23.
- [4] Hakan J, Thor-axel S, Jan S, et al. Source separated urine-nutrient and heavy metal content. water saving and faecal contamination[J]. *Water Sci Tech*, 1997, 35(9): 145-152.
- [5] 陈鸿烈, 曾安新, 梁家柱. 台湾农村生活废水之水质特性及其影响研究[J]. 水土保持研究, 1999, 6(3): 100-105.
CHEN Hong-lie, ZENG An-xin, LIANG Jia-zhu. Evaluation of water quality and influence from domestic wastewater[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 1999, 6(3): 100-105.
- [6] Zimmoa O R, Van der Steenb N P, Gijzenb H J. Comparison of ammonia volatilization rates in algae and duckweed-based waste stabilization ponds treating domestic wastewater[J]. *Water Research*, 2003, 37: 4587-4594.
- [7] Al-Jayyousi O R. Greywater reuse: towards sustainable water management[J]. *Desalination*, 2003, 156: 181-192.
- [8] 陈能汪, 张路平, 洪华生, 等. 九龙江流域农村生活污水污染定量研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2004, 43: 249-253.
CHEN Neng-wang, ZHANG Luo-ping, HONG Hua-sheng, et al. Estimates of household wastewater loads from Jiulong River Watershed[J]. *Journal of Xiamen University(Natural Science)*, 2004, 43: 249-253.
- [9] 胡霞, 傅永胜, 傅强. 拉萨市城市生活污水的水质监测分析[J]. 环境化学, 2003, 6(22): 627-628.
HU Xia, FU Yong-sheng, FU Qiang. Inspection and analytical for household wastewater of LaSa City[J]. *Environment Chemistry*, 2003, 6(22): 627-628.
- [10] 张德刚, 汤利, 陈永川, 等. 滇池流域典型城郊村镇排放污水氮磷特征分析[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(6): 2245-2250.
ZHANG De-gang, Tang Li, Chen Yong-chuan, et al. Study on Discharge rule and character of nitrogen and phosphorus for household wastewater from suburb typical region in Dianchi lake catchmen[J]. *Journal of Agro-environment Science*, 2007, 26(6): 2245-2250.
- [11] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. (第3版). 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 586-587.
State Environmental Protection Administration of China. Inspection and analytical approach for water and waste (Third Edition)[M]. Beijing: China Environment Science Press, 1989. 586-587.
- [12] 张振莲. 张家口城市生活污水的监测与分析[J]. 水资源保护, 2003, 2: 49-50.
ZHANG Zhen-lian, Inspection and analytical for household wastewater of ZhangJiaKou City[J]. *Water Resource Protect*, 2003, 2: 49-50.
- [13] 陈明曦, 黄钰铃, 时晓燕, 等. 校园生活污水水质时空动态规律初探[J]. 中国环境卫生, 2006, 3(9): 50-56.
CHEN Ming-xi, Huang Yu-ling, Shi Xiao-yan, et al. Discussing on space-time dynamic changing rule of campus sewage quality [J]. *China Environment Sanitation*, 2006, 3(9): 50-56.
- [14] 李桂芳, 孟范平, 李科林. 株洲市生活污水污染特征研究[J]. 中南林业学院学报, 2001, 2(21): 23-28.
LI Gui-fang, MENG Fan-ping, LI Ke-lin. Study of the pollution features of domestic sewage in Zhuzhou city [J]. *Journal of Central South Forestry University*, 2001, 2(21): 23-28.