

# 3种典型地区农村污水排放特征调查分析

梁瀚文 刘俊新\* 魏源送 郭雪松 单保庆

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

**摘要** 目前,我国农村污水的处理率很低,农村污染问题日益受到关注。为了深入了解我国农村污水特征,在北京、浙江和云南等地分别选择水库水源地保护区、河网地区和风景旅游区内的村庄进行农村污水排放特征的调查研究,以期在农村污水治理提供准确的基础数据。调查方法包括资料调研、入户调查和现场采样监测。结果表明,生活污水和畜禽养殖污水与粪便是村落的主要点污染源;不同区域农村用水习惯不同,污水排放规律差异较大;河网地区的村落对河浜污染状况非常严重,成为隐性污染源;旅游风景区内村庄污水特征受季节影响显著。

**关键词** 农村污水 农村污染特征 农村用水量 畜禽养殖废水

中图分类号 X501 文献标识码 A 文章编号 1673-9108(2011)09-2054-06

## Investigation and analysis of rural wastewater discharge characteristics in three typical areas of China

Liang Hanwen Liu Junxin Wei Yuansong Guo Xuesong Shan Baoqing

(Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

**Abstract** Currently, the ratio of wastewater treatment is very low in rural areas in China, and the environmental pollution problem in rural areas has been more and more focused on. In order to determine the characteristics of rural wastewater in China and provide accurate basic data for wastewater treatment in rural areas, the villages of water source reserve upstream watershed in Beijing, river network zone in Zhejiang Province and tourist area in Yunnan Province were selected as the study areas, respectively, the characteristics of rural wastewater discharging were investigated. The investigated methods included corresponding data collection, household investigation and sample analysis. The results revealed that domestic wastewater, livestock and poultry raising wastewater were the main sources of point pollution, the habit of water consumption was not the same in different rural regions, the rule of wastewater discharging was also different; the creek in river network zone was heavily polluted and became the recessive pollution source; the characteristics of rural wastewater were significantly affected by the change of seasons in tourist areas.

**Key words** rural wastewater; rural pollution characteristics; quantity of rural water consumption; livestock and poultry raising wastewater

近年来,随着国家对环境污染治理力度的加大,工业废水和城市污水处理率已分别超过90%和60%<sup>[1-3]</sup>。然而,我国目前有行政村60多万个、自然村250多万个,村庄人口约7.6亿人<sup>[3,4]</sup>,其中有96%的村庄却没有排水渠道和污水处理系统<sup>[5]</sup>。因此,要使我国水体污染状况从根本上改善,加强农村污水处理是十分重要的。我国地域广阔,各地区农村经济发展水平、生产、生活方式、人文、地理特征等条件有很大差异<sup>[6]</sup>。作为农村污水,从宏观来看总量很大,但作为村庄或农户个体而言,水量又较小,日变化很大。不同地区农村的污水排放特征也不相同,有些甚至差别很大。因此,目前城镇污水处

理厂采用的技术和运行模式不适合用于农村分散型污水的处理。要治理农村污水,首先要了解不同类型农村污水的排放特征,以便有针对性地研发和选择适合的农村污水处理的技术与设备。本文作者综合考虑农村经济发达程度、生产和生活方式差异、地域分布、地形地貌特征等不同因素,分别在北京、浙

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划项目(2009BAC57B02);国家“水体污染控制与治理”科技重大专项(2009ZX07318-006)

收稿日期:2010-01-05;修订日期:2010-05-05

作者简介:梁瀚文(1982~),男,博士研究生,主要从事水污染控制技术研究工作。E-mail: hanw\_liang@163.com

\* 通讯联系人 E-mail: jxliu@rcees.ac.cn

江和云南选取水库水源地保护区、河网地区和山区旅游风景区 3 种典型地区的 6 个行政村开展农户用水和排水特征调查研究, 以期为我国相应类型农村污水治理提供基础数据。

1 调查区域与方法

1.1 调查区域概况

选择位于北京密云水库保护区的 2 个行政村(水源地-1<sup>#</sup>村和水源地-2<sup>#</sup>村)开展北方水库水源地保护区农村污水特征调查。由于地处水源地保护区, 两村没有工业及畜禽养殖场, 除农业和林业外, 主要是利用当地旅游资源开展旅游服务, 区域内建有农家乐、宾馆和饭店等, 主要集中在景区周边和通往景区的道边, 排污量大, 是本调查的重点。该地区农户住房基本上是一层平瓦房。两村的自然状况如表 1 所示。

选择位于浙江省的 3 个行政村(河网-1<sup>#</sup>村~河网-3<sup>#</sup>村)开展河网地区农村污水特征调查。该地区水网密布, 河浜、河湾众多, 经济较发达, 村民的生活水平较高。调查村的自然状况如表 2 所示, 村产业情况如表 3 所示。3 个行政村均有水泥主路贯穿各

个自然村落, 村落里有明渠排水沟。大部分房屋距离河浜 20 m 以内, 房屋的旁边就是农田或菜地。

选择位于云南省泸沽湖的 1 个村落开展高原湖泊旅游风景区农村污水特征调查。泸沽湖流域总人口为 13 233 人, 多为少数民族。目前泸沽湖的水质总体保持在 I 类<sup>[7]</sup>。近年来, 旅游业蓬勃发展, 游客数量迅速增加, 2007 年已达到 50 万人次。旅游业的发展在带来经济效益的同时, 也引发了相关的水污染问题。所调查的村落总面积 53.36 hm<sup>2</sup>, 共有农户 36 户, 沿湖分散为 4 个自然村居住, 全村本地总人口 150 人, 保持着当地少数民族的风俗与生活习惯。近两年伴随旅游产业的开发, 外来务工人员已超过 200 人。由于地处旅游景区, 旅游业及相关产业成为该村的主要经济来源。绝大多数村民将房屋出租给外来人员, 用于经营宾馆、饭店和酒吧等。少数村民自己经营旅馆。游客数量随季节变化。当地农业主要种植土豆、玉米、豆子和乔子。原村落的污水大多通过明沟自然径流排放。随着游客数量的日益增加, 污水的排放量明显上升, 为了控制水污染, 目前一些村落已由当地政府投资建设了污水收集与排水管道和污水处理设施。

表 1 水源地保护区调查村的自然状况

Table 1 Natural conditions of investigated villages in a water source reserve area

行政村	面积 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)	人均收入 (元/a)	地形	河流分布	房屋类型	住所分布	耕地面积 (hm <sup>2</sup> )	作物种类
水源地-1 <sup>#</sup> 村	10.0	2 300	6 250	平原	有一条河贯	两村基本相同, 一层平瓦房, 屋前有水泥地院落, 有集中居住区	沿河/集中	142	玉米/ 林果
水源地-2 <sup>#</sup> 村	9.8	1 100	4 200	山区	穿主村落		沿河/集中	80	玉米/杏/ 苹果

表 2 河网地区调查村的自然状况

Table 2 Natural conditions of investigated villages in a river network area

行政村	面积 (km <sup>2</sup> )	人口 (人)	人均收入 (元/a)	地形地貌	房屋类型	河流分布	耕地面积 (hm <sup>2</sup> )	作物种类
河网-1 <sup>#</sup> 村	4.76	2 245	7 300	低海拔冲积平原、粘土	二层楼房、水泥庭院、沿河浜	水系发达	315	水田、蔬菜、林苗、桑树、果地
河网-2 <sup>#</sup> 村	5.76	2 395	6 946				325	水田、旱地、桑树
河网-3 <sup>#</sup> 村	7.1	3 194	6 809		分散分布		458	水田、旱地、水产养殖

表 3 调查的 3 个行政村的产业情况

Table 3 Industrial conditions in three investigated villages

行政村	第一产业	非农产业
河网-1 <sup>#</sup> 村	水稻、蚕桑、蔬菜、畜禽养殖(猪)	砖瓦厂、洋垃圾处理加工(光纤)
河网-2 <sup>#</sup> 村	水稻、蚕桑、蔬菜、畜禽养殖(猪、鸭)	饭店、商店、羊毛衫加工厂
河网-3 <sup>#</sup> 村	水稻、蚕桑、蔬菜、畜禽养殖(猪、鱼)	饭店、商店、炼铝厂、不锈钢加工厂

## 1.2 调查内容与方法

调查内容主要包括:区域内水环境状况、农村畜禽养殖业污染排放情况、旅游及相关产业污染特征、农户用水、排水方式和规律等。

调查方法采用资料收集、入户调查和现场监测3种方式。为了便于现场调查比较,在上述区域全面调查的基础上,对各区域内重点村落进行详细调查。

## 1.3 分析方法

对水体中 pH、SS、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{COD}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、TN、TP 以及细菌群落的检测按照标准方法进行<sup>[8-9]</sup>。水温 and 溶解氧(DO)在线测试,采用 WTW-Multi 340i 手提式分析仪(CellOx325 溶氧电极)。

## 2 调查结果与分析

村民生活日常用水范围主要包括:厨房用水、洗衣用水、洗澡用水和冲厕用水4类。经使用后,这些水转变为污水。在农村,直接计量农户排放的污水量是非常困难的,只能是通过计量农户的用水量折算成污水量。

被调查的农村,由于自然条件、经济规模、生活习惯和生产方式上的差异,导致其水源、用水量及排水方式不尽相同。调查发现,农户用水来源多样化,不同地区农村用水量存在明显差异,即使同属一村,农户之间用水量差异也很大。主要受以下因素的影响:

(1) 生产方式:非养殖户、养殖户、养殖大户、小饭店经营户和度假村经营户等;

(2) 家庭生活水平:有/无洗衣机、冲水马桶/旱厕等;

(3) 家庭成员年龄结构;

(4) 家庭成员卫生习惯;

(5) 季节变化。

### 2.1 北京密云水库保护区农村用水与污水特征

图1是北京密云水库水源保护区内的2~6口人之家的农户厨房用水量调查结果。随着农户人口数量的增加,厨房用水量也相应增加。2口人之家的厨房用水量为18~35 L/d,而5口人之家的厨房用水量为50~70 L/d。在该地区,许多农户习惯于将厨房污水用于浇灌自家院落内的菜地,因此,实际产生的厨房污水量较小。

在所调查的村庄内,有些农户使用水冲厕所,庭院内修建了化粪池,冲厕污水和洗澡污水进入化粪池。

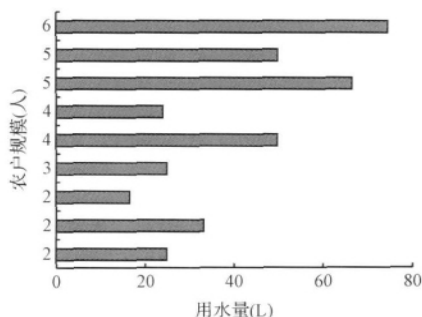


图1 密云水库保护区农户厨房用水量调查结果

Fig. 1 Kitchen water consumption of the households in Miyun water source reserve area

池。而许多农户仍然使用旱厕,没有化粪池。在较为集中的居住区,村内修筑了水泥路面,主路两旁设置排水沟,临街村民污水基本排入水沟,但距离主路较远的农户门前,常出现污水横流的现象。所调查的2个行政村,农户保持北方农村的生活习惯,夏季洗澡用水量约为25 L/(人·d),而冬季,两村居民大多集中到村里的浴室洗澡,频率为20~30 d 1次。根据监测结果,该村污水水质情况为: pH 6.28,  $\text{COD}$  709 mg/L,  $\text{NH}_3\text{-H}$  43 mg/L, TN 55 mg/L, TP 5.14 mg/L。

该地区的民俗旅游业较发达,对本地水资源消耗及水环境污染贡献较大。在水源地1#村附近,民俗度假村、宾馆、饭店依河而建。这些旅馆、度假村的共同特点是:(1)季节性明显,经营时间是每年的4月15日~10月15日,从7月末至10月初将近3个月的旺季;(2)度假村依河而建;(3)以接待团队旅游为主;(4)客流波动很大,周末为高峰。图2为其中6个大型度假村的客流波动情况。从中可以看到,客流波动性很大,周五、周六是明显的客流高峰期。客流的高度集中不可避免地带来短时间内高负荷的污染物排放,对污水收集处理提出了更高的要求。

对河流水质监测结果表明,河流经过度假村后,各主要污染物明显上升(图3)。虽然水质指标目前仍能达到作为饮用水水源地的Ⅲ类标准<sup>[7]</sup>,但是随着度假村数量的不断增加,游客数量的逐年递增,如果不采取相关措施控制污染物的排放量,将会对水质产生不良影响。

### 2.2 河网地区农村用水及污水特征

河网地区3个行政村的调查结果表明,村民用自来水作为的饮用水和厨房用水,而洗衣、冲厕和畜禽

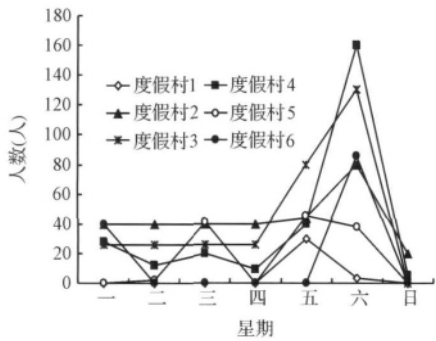


图 2 度假村入住情况  
Fig. 2 Guest in the hotels

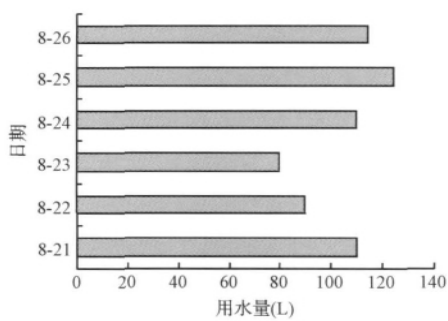


图 4 河网地区农户厨房用水量调查结果  
Fig. 4 Kitchen water consumption of a household in river network area

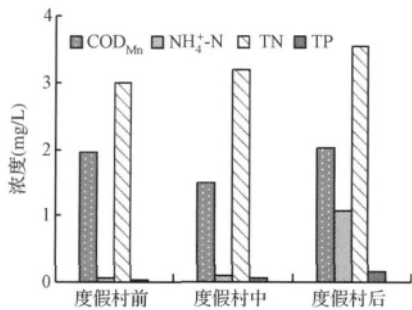


图 3 度假村前后水质变化  
Fig. 3 Water quality in front and back of the hotels

里的河浜、河湾水质非常差,均为劣Ⅴ类<sup>[7]</sup>,部分河浜甚至已被水草完全覆盖。

表 4 是部分农户生活污水水质调查结果,表明水质差异较大。

表 4 农户生活污水水质调查结果  
Table 4 Domestic wastewater quality of households (mg/L)

类 别	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
河网					
厨房污水 1	10 880	2 304	18.47	54.09	63.93
厨房污水 2	3 440	368	6.10	6.49	26.78
-1#村					
厨房污水 3	9 370	1 490	51.16	50.77	169
化粪池污水	2 370	356	475	32.36	—
河网					
生活污水 1	150	102	5.80	2.7433	7.43
-2#村					
生活污水 2	168	132	3.26	1.3134	4.68

养殖等用水则用井水。对典型农户的生活用水结构调查表明,约 80% 的生活用水消耗于洗澡和冲厕,洗衣用水和厨房用水比例分别占 10% 和 10.6%。

河网地区村民的用水量普遍较高,人均日用水量在 100~200 L 左右,接近城市居民日用水量,其中 60% 以上为洗澡用水。在河网地区,家庭浴室普遍存在,洗澡水量为 70~140 L。因此,河网地区农村生活污水很大部分是来自冲厕和洗澡的污水。图 4 是所调查的 5 户规模农户的厨房用水量。调查中发现,该地区村民习惯将厨房污水收集用来喂养畜禽;洗衣污水和其他污水(畜禽圈舍冲洗污水、院落冲洗污水等)就近排放至河浜或农田;该地区农户基本都建有化粪池,洗澡污水和冲厕污水排入自家的化粪池。但化粪池污水普遍渗漏,有污染河浜和地下水的现象。

该地区农户房屋外壁都有排雨管道,屋顶雨水有的通向水泥院子,有的流入化粪池。但庭院里大多没有排水管道和明沟排水系统,农户通常在院墙的墙角处挖若干个洞用来排水,没有院墙的则任由污水自由排放,就近汇入浜里。根据监测结果,村落

生猪养殖是该地区农村特有的产业,其主要体现在两个方面:露天堆放的粪便;圈舍冲洗污水与排放的沼液。据现场调查,一般猪圈舍的墙角有排污孔,与圈舍外的排污明沟相通,猪尿、圈舍冲洗污水以及沼液、连同粪便一起排到排污明沟,然后通过明沟排入河浜。表 5 是对该地区几家畜禽养殖废水水质的监测结果。表 6 是对某养猪大户排放污水的监测结果,猪舍距河浜大约 250 m,污水经污水沟入浜。

表 5 畜禽养殖场的污水水质分析  
Table 5 Analysis of wastewater quality in livestock and poultry farms (mg/L)

类 别	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
河网					
猪场污水 1 <sup>a)</sup>	1 409	667	245.22	23.39	249.27
-1#村					
猪场污水 2	2 130	388	58.14	36.48	80.71
河网					
养鸭池塘水	1 130	380	—	4.98	22.35
-2#村					
猪场污水	5 750	750	—	94.45	—
河网					
猪场污水	8 640	4 880	391	199.56	—
-3#村					
鱼塘水	1 590	21.33	0.9029	0.05	5.2801

a) 猪场污水进入河浜处的水质。

表 6 集约化生猪养殖户排放污水水质  
Table 6 Quality of livestock and poultry raising wastewater in a household with intensive culture

	(mg/L)				
	COD	SS	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
取样点 1	2 587	2 440	274	301	32.8
取样点 2	1 585	592	245	303	23.34
取样点 3	645	380	105	268	2.61
取样点 4	332	130	82	89.2	32.8
入浜处	117	156	23.6	28.96	68.4

由表 5 和表 6 中的调查数据可以看出,畜禽养殖废水,特别是养猪场污水,是高浓度污水,不仅 COD、氮和磷的浓度均较高。猪场废水在排放过程中,经排水沟沿途植物吸收、土壤吸附和微生物降解的作用,COD、SS、NH<sub>3</sub>-N 和 TN 的浓度呈下降趋势。而 TP 的浓度是先下降后增加,推测原因可能是因为入浜处流速较慢,污泥淤积,有磷从污泥中释放出来。另外,沿途农田施肥中大量的磷素随水流进入也是造成总磷增加的原因之一。

通过调查上述 3 个行政村的几家养殖大户,每年 7 月~9 月,生猪圈舍的冲洗频率高于其他月份,而猪粪主要是在农忙施肥季节被其他农户挑走浇地。然而,实际上由于猪粪农用的季节性,每年很长一段时间内猪粪露天堆放,不仅臭气污染,而且由于雨季暴雨径流冲刷,产生了较大的面源污染,严重危害周边的水体。

2.3 泸沽湖旅游风景区农村用水与污水特征

泸沽湖周边旅游业发达。本调查选择了 4 户不同类型的家庭开展了详细的调查。各户状况如下:

第 1 户家庭(AH),目前没有建造任何旅游设施,不接待游客,保存较为完整的当地人的生活方式,该户的用水、排水很好地反映当地农民的用水和

污水特征;  
第 2 户家庭(BH),经营具有普间的旅馆和饭店,可以反映游客在普间和餐饮的用水和污水特征;  
第 3 户家庭(CH),经营具有标准间的旅馆,可以反映居住在标间游客的用水和污水特征;  
第 4 户家庭(DH),经营饭店。

表 7 是 4 户人家用水调查结果汇总表。从表 7 中可知,AH 户的人均日用水量范围在 6.25~203.75 L 之间,用水量日变化系数大,平均人均日用水量 85 L。这说明当地居民日用水量变化系数大,但总体来说在一个较低的范围内波动。BH 户不具备单独的淋浴设施,根据普通间入住人数、餐厅的客流量、自来水使用量等,通过计算普通间游客的人均日用水量大约在 80~100 L。CH 户具有淋浴设施,人均日用水量范围在 140~356 L 之间,平均为 193 L,远高于 AH 户和 BH 户的人均日用水量,表明游客的洗浴用水所占据的比例较大。需要说明的是表中 6 月 7 日 AH 户进行房屋改造,CH 户集中清洗床单被罩,集中用水造成了用水量均增加。DH 户主要是餐饮用水,人均每餐用水量为 95 L,在该村落正常用水中也占有较大的比例。因此,游客的餐饮污水也是旅游区生活污水的重要组成部分。

根据调查结果,泸沽湖本地村民的用水量很小,游客的用水量远高于本地居民的用水量。通过监测,村落污水(包括农户、旅馆和餐饮污水)的 pH 在 7.1~7.3,COD 162~242 mg/L,NH<sub>3</sub>-N 28~68 mg/L,TP 3.9~4.9 mg/L。调查结果表明,泸沽湖主要污染来源于村落排放的污水和暴雨径流,而村落污水主要由游客引起的。因此,当地生活污水的排放量受游客人数变化影响很大。根据对不同季节游客人数的统计,7 月和 8 月里格村的游客最高日接近

表 7 AH、BH、CH 和 DH 中本地农民与游客用水情况  
Table 7 Water consumption of aboriginal and tourists in AH, BH, CH and DH

日期	AH				BH				CH				DH			
	本地 游客		PCWCD (L/人·d)		餐馆游客				本地 游客		PCWCD (L/人·d)		餐馆游客			
					B	L	S	合计					B	L	S	合计
5月31日	4	0	203.75	10	8	6	24	4	5	12	182.35	13	11	3	27	65.00
6月1日	4	0	6.25	12	0	10	22	4	5	6	153.55	3	4	13	20	61.65
6月2日	4	0	62.5	4	0	12	16	5	5	3	152.50	6	9	15	30	41.67
6月3日	4	0	95.75	5	3	4	12	1	5	3	140.00	4	4	10	18	75.50
6月4日	4	0	111.75	0	0	4	4	0	5	3	182.50	3	9	7	19	207.63
6月5日	4	0	23.50	4	3	10	17	1	5	3	232.50	7	13	11	31	29.52
6月6日	4	0	9.25	0	0	2	2	4	5	4	145.56	3	3	3	9	193.33
6月7日	4	0	166.25	4	6	6	16	5	5	3	355.63	4	6	17	27	84.74

注: B 为早餐, L 为午餐, S 为晚餐, PCWCD 为人均日用水量。 Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

1 000人/d,而当地农村居民只有不到150人,最大日生活污水排放量可达 $290\text{ m}^3/\text{d}$ ;而在每年1月、2月、3月和12月,游客较少,生活污水的排放量不足 $100\text{ m}^3/\text{d}$ 。

## 2.4 村落污染源特征分析

对比图1和图4可知,同样是5口人之家,北方农户厨房的用水量为 $50\sim 70\text{ L/d}$ ,而河网地区农户的用水量为 $80\sim 130\text{ L/d}$ 。对比农户的洗澡用水量,河网地区的农户为 $70\sim 140\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ,而北方农户在夏季也只有约 $25\text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ,这与气候、生活条件和习惯等有关。由此可见,南方河网地区农户生活用水量远高于北方农户的生活用水量,由此导致河网地区农户污水排放量也高于北方农户。但是,北方农村污水浓度远高于河网地区农村生活污水浓度,而泸沽湖村落污水浓度(表7)略高于河网地区的农村生活污水浓度。

对比上述地区农村污染特征可以发现,河网地区主要点源污染来自农村生活污水和畜禽养殖业固液污染物的排放。化粪池渗漏的生活污水流入附近河浜或渗入地下水造成水环境污染;畜禽养殖业不仅产生大量高浓度废水,而且养殖过程中由于兽药的过量使用对人体健康构成潜在威胁。河网地区村内断头浜的水质很差,而这些村内的断头浜在平时无雨季节成为村落污水与污染物的贮存地,在雨季,河浜中存留的污染物随同地表径流挟带来的污染物一同进入河流等地表水体,属典型的隐性污染源。

在密云水库保护区和泸沽湖旅游风景区的调查结果表明,主要污染源来自旅游业及相关产业,特征是污染物产生量随旅游旺季和淡季的变化显著波动。密云游客多来自北京市内及周边河北地区,以2日游为主。到了旺季周末,度假村、民俗旅馆爆满,污水日排放量到达顶峰;周末一过,游客迅速减少,污水排量又大幅下降;而在淡季,游客绝迹,不存在旅游业污染。泸沽湖地区长年平均气温较高,除每年的1月、2月和12月存在明显旅游淡季外,其他时间基本游客不断,夏季游客集中到来,对当地生态环境冲击较大。

## 3 结 论

(1) 不同区域农村用水习惯不同,污水排放规律有差异。

(2) 农村地区基础设施建设严重不足,村落缺乏统一、完善的污水收集与处理系统,污水未经处理

直接排放的现象非常普遍。目前一些村庄采用化粪池处理污水,由于缺乏防渗漏措施,对地下水有一定的污染。

(3) 农村污染现状严峻,尤其河网地区的村落对河浜污染状况极端严重,村内的断头浜在无雨季节成为村落污水与污染物的贮存地;而在雨季,河浜中存留的污染物随同地表径流挟带来的污染物一同进入河流等地表水体,属典型的隐性污染源。

(4) 造成调查地农村环境污染的原因是多方面的,不同地区农村的污染源存在差异,但总的来说可以分为点源、面源和固废三方面,而生活污水和畜禽养殖污水与粪便是村落的主要点污染源。

(5) 我国农村地区面积广阔,农村污染的治理必须根据当地实际情况,因地制宜,切勿一概而论。

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 2006年国家城市环境管理和综合整治年度报告. 北京: 中华人民共和国环境保护部 2007
- [2] 中国人民共和国环境保护部. 2007年中国环境状况公报. 北京: 中华人民共和国环境保护部 2008
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2007年城市、县城和村镇建设统计公报. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部 2008
- [4] 中华人民共和国国家统计局. 2005年全国1%人口抽样调查主要数据公报. 北京: 中华人民共和国国家统计局 2006
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 村庄人居环境现状与问题. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2005
- [6] 崔明, 覃志豪, 唐冲, 等. 我国新农村建设类型划分与模式研究. 城市规划 2006, 12: 27-32  
Cui Ming, Qin Zhihao, Tang Cong, et al. Categorization and mode study of new village construction in China. City Planning Review 2006, 12: 27-32 (in Chinese)
- [7] 中华人民共和国环境保护部. GB3838-2002(地表水环境质量标准). 北京: 中华人民共和国环境保护部/中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2002
- [8] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edn, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA. 1998
- [9] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第3版). 北京: 中国环境科学出版社 1998