

文章编号:2095-6134(2016)04-0489-08

# 淳安县工业源排污系数核算与检验<sup>\*</sup>

张姗姗<sup>1,2</sup>, 张落成<sup>1†</sup>, 杨永可<sup>3</sup>, 李恒鹏<sup>1</sup>, 吴志旭<sup>4</sup>

(1 中国科学院南京地理与湖泊研究所中国科学院流域地理学重点实验室, 南京 210008; 2 中国科学院大学, 北京 100049;  
3 南京大学地理信息科学系, 南京 210023; 4 淳安县环境保护监测站, 杭州 311700)  
(2015 年 10 月 26 日收稿; 2016 年 3 月 4 日收修改稿)

Zhang S S, Zhang L C, Yang Y K, et al. Calculation and validation of industrial pollution discharge coefficients in Chun'an county[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2016, 33(4): 489-496.

**摘 要** 根据 2007 年第 1 次全国污染源普查结果, 利用淳安县 205 家企业的产值、废水排放、化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)和氨氮排放量( $\text{NH}_3 - \text{N}$ ), 核算不同行业万元产值排污系数; 并采用 33 家重点企业 2012 年的排污数据进行验证. 结果表明, 在 33 类细分行业中, 豆制品制造业万元产值废水(257.090 8 t)、COD(473.548 4 kg)和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ (6.171 9 kg) 排放均最大; 棉、化纤纺织加工业万元产值废水(0.000 6 t)、COD(0.003 2 kg)和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ (0.000 0 kg) 排放均最低. 丝绢纺织及精加工、碳酸饮料制造和食用植物油加工业的万元产值  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放量也为 0.000 0 kg. 排污系数验证显示, 啤酒制造、果菜汁及果菜汁饮料制造和豆制品制造业的万元产值排污系数误差较大, 预测值均高于实测值; 其他行业万元产值排污系数误差较小, 多为预测值略低于实测值.

**关键词** 万元产值排污系数; 工业源污染; 淳安县

中图分类号: X321 文献标志码: A doi:10.7523/j.issn.2095-6134.2016.04.009

## Calculation and validation of industrial pollution discharge coefficients in Chun'an county

ZHANG Shanshan<sup>1,2</sup>, ZHANG Luocheng<sup>1</sup>, YANG Yongke<sup>3</sup>, LI Hengpeng<sup>1</sup>, WU Zhixu<sup>4</sup>

(1 Key Laboratory of Watershed Geographic Sciences, Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;  
3 Department of Geographical Information Science, Nanjing University, Nanjing 210023, China;  
4 Chun'an Environmental Monitoring Station, Hangzhou 311700, China)

**Abstract** Based on the output values and pollution discharge data (wastewater, chemical oxygen demand, and  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ) of 205 enterprises in Chun'an county in China obtained from the first national pollution source census of 2007, the discharge coefficients of pollutant over products of 10 000 yuan for different industrial categories in Chun'an county were calculated. Moreover, output values and pollution discharge data of 33 enterprises in 2012 were used to validate calculation

<sup>\*</sup> 中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-10-04-2)、中国科学院南京地理与湖泊研究所 135 重点项目(NIGLAS2012135006)和国家自然科学基金重点项目(41130750)资助

<sup>†</sup> 通信作者, E-mail: lchzhang@niglas.ac.cn

results. The results showed that the soy products manufacturing was the highest pollution discharge industry and the draining wastewater, COD, and  $\text{NH}_3 - \text{N}$  were up to 257.090 8 t, 473.548 4 kg, and 6.171 9 kg, respectively, whereas the discharge coefficients were the lowest for the cotton and chemical fiber textile industry (0.000 6 t, 0.003 2 kg, and 0.000 0 kg, respectively). Additionally, the discharge coefficient of  $\text{NH}_3 - \text{N}$  over products of 10 000 yuan was 0.000 0 kg for the silk spinning and finishing, carbonated beverage manufacturing, and edible vegetable oil processing. Validation results showed that the prediction errors in the discharge coefficients were marked in beer manufacturing, fruit juice beverage manufacturing, and soy products manufacturing, and the predicted values were larger than the measured values. However, the predicted values well matched the measured values in the other industries, and the predicted values were all slightly smaller than the measured values.

**Key words** discharge coefficient of pollutant over products of 10 000 yuan; industrial source pollution; Chun'an county

工业排污系数指生产单位产品或使用单位原料排放到环境中的污染物量<sup>[1-2]</sup>.第1次全国污染源普查——工业污染源产排污系数核算,根据“四同”要素:相同的生产工艺、规模、产品类型和原料来核算工业源污染物排放系数<sup>[3-4]</sup>.由于不同企业的生产工艺、规模、产品类型和原料不尽相同,“四同数据”获取非常困难,从而使基于“四同数据”的工业污染源产排污系数计算方法的应用受到限制<sup>[5-7]</sup>.

为了获得可指导实践的排污系数,杨龙元等<sup>[8]</sup>首次提出万元产值排污系数,并利用江苏省溧阳市 2001 年 18 家工矿企业废水污染物数据,估算了溧阳市工业行业的万元产值排污系数.万元产值排污系数只需获得企业的产值和废水中污染物排放量即可,数据获取较为简便,为估算工业污染物排放水平提供可能.鉴于杨龙元等以 18 家工矿企业的废水污染物数据为样本,样本数量较少,使得推算出的万元产值排污系数的实用性受到一定限制.

本文根据 2007 年第 1 次全国污染源普查结果,选取淳安县境内有监测记录的 205 家企业废水污染物排放数据,计算分行业的万元产值的排污系数;然后利用该系数推算 2012 年的污染物排放量,并与实际污染物排放量进行对比验证.

1 研究区概况

千岛湖是新安江水电站大坝建成蓄水后形成

的人工湖泊,兼具发电、防洪、航运、旅游等功能,更是杭州及下游城市的重要饮用水和工业用水水源地<sup>[9-10]</sup>.研究区及淳安县主要工业企业位置分布如图 1 所示.

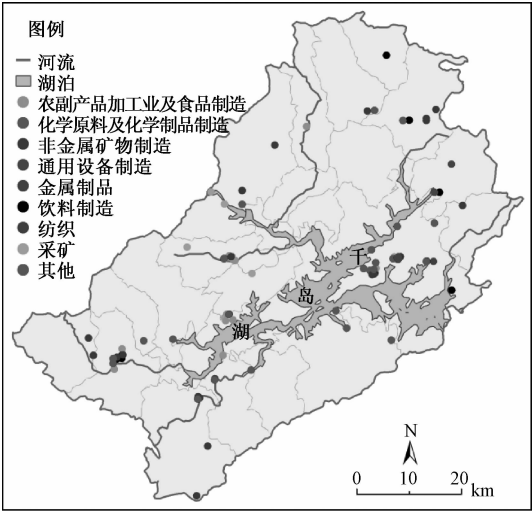


图 1 研究区位置和淳安县 205 家企业分布图  
Fig.1 Location of the study area and distribution of the 205 companies in Chun'an county

千岛湖水域面积 98% 在淳安县境内.淳安县境内的新安江、武强溪、富强溪和郁川溪等 20 余条河流均汇入千岛湖<sup>[11-12]</sup>.改革开放以来,淳安县工业发展迅速,到 2012 年,工业增加值占到淳安县 GDP 的 33.21%.其中,饮料、纺织和电气机械制造 3 大行业成为淳安县工业发展的支柱产业.随着工业的发展,千岛湖的水环境和生态问题日益突出.工业废水的 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  成为影响千岛湖水质的主要因素之一<sup>[13-15]</sup>.

## 2 数据与方法

### 2.1 数据源

数据源包括:1)2007 年第 1 次全国污染源普查获得的淳安县 205 家企业的工业产值、废水排放、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ;2)淳安县 33 家在 2007 年和 2012 年均 有 排 污 数 据 的 重 点 企 业 的 2012 年 排 污 数 据;33 家 企 业 废 水 排 放 量 为 464.55 万 t,占 全 县 2012 年 工 业 废 水 排 放 的

77.33%;COD 为 331.1 t, $\text{NH}_3 - \text{N}$  为 34.18 t;3)经济数据分别来自于 2007 年和 2012 年《淳安县统计年鉴》<sup>[16-17]</sup>。

根据 205 家企业污染物排放强度,可将其分为 9 大类:纺织业、饮料制造业、农副食品加工及食品制造业、采矿业、金属制品业、化学原料及化学制品制造、非金属矿物制造业、通用设备制造业和其它。同时 9 大类行业可细分为 33 类小行业,见表 1。

表 1 淳安县工业分类情况  
Table 1 Industry categories in Chun'an county

大行业	小行业	企业数量/家
采矿业	铁矿采选、铅锌矿采选、化学矿开采	7
农副食品加工及食品制造业	食用植物油加工、肉制品及副产品加工、水产品加工、蔬菜、水果和坚果加工、淀粉及淀粉制品的制造、豆制品制造、食品制造业	44
饮料制造业	酒的制造、碳酸饮料制造、瓶(罐)装饮用水制造、果菜汁以及其他饮料制造	26
纺织业	棉、化纤纺织加工、麻纺织、丝绢纺织及精加工、缫丝加工、绢纺和丝织加工、绳、索、缆的制造	36
化学原料及化学制品	涂料制造、专用化学产品制造、化妆品制造	17
非金属矿物制造业	非金属矿物制造业	17
金属制品业	金属制品业	7
通用设备制造业	泵、压缩机及类似机械的制造、其他通用设备制造业	13
其他	交通运输设备制造、水的生产和供应业、橡胶制品业、化学纤维制造、木材加工、草制品业	37

### 2.2 指标选择

估算工业排污系数涉及的指标包括企业产值、废水排放、COD (chemical oxygen demand) 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ 。其中产值反映的是企业的规模。COD 是指工业废水中能被强氧化剂氧化的物质(一般为有机物)含量,是工业废水研究和管理中的一个重要且能较快测定的有机物污染参数。 $\text{NH}_3 - \text{N}$  亦是工业废水中的主要污染物质,主要是在工业生产过程中,通过有机氮或无机氮与其他物质产生化学反应产生。本研究即选择万元产值废水排放、万元产值 COD 和万元产值  $\text{NH}_3 - \text{N}$  来表示不同类型工业的污染物排污特点。

### 2.3 万元产值排污系数计算与验证方法

万元产值排污系数计算方法直接借用杨龙元等<sup>[15]</sup>提出的计算方法,计算公式如下:

$$K_1 = M/G, \tag{1}$$

$$K_2 = 1\,000 \times M/G. \tag{2}$$

普查数据中产值为万元,废水、COD、 $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放量单位均为 t,考虑到 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排污系数太小,单位运用 kg/万元,所以需要在计算的时

候乘以 1 000。式中, $K_1$  为废水万元产值排污系数, $K_2$  为 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  万元产值排污系数, $M$  为实测的污染物排放量, $G$  为企业产值。

鉴于 2007—2012 年间,经济膨胀对工业总产值有一定影响,故加入通货膨胀率因子,估算去除通货膨胀率后 2012 年 33 家重点企业的污染物排放量,并与实测污染物排放量进行比较,以检验万元产值排污系数的适用性。通货膨胀率和 2012 年污染物排放量计算公式为:

$$\hat{M}_1 = K_1 \times G \times (1 - \eta), \tag{3}$$

$$\hat{M}_2 = K_2 \times G \times (1 - \eta)/1\,000, \tag{4}$$

$$\eta = (p_i - p_0)/p_0, \tag{5}$$

$$D_1 = \frac{|\hat{M}_1 - M|}{M} \times 100\%, \tag{6}$$

$$D_2 = \frac{|\hat{M}_2 - M|}{M} \times 100\%. \tag{7}$$

式中, $\hat{M}_1$  为企业废水排放量估算值, $\hat{M}_2$  为企业 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放量估算值; $\eta$  为 2007—2012 年间的通货膨胀率, $P_i$  为现期物价水平(2012

年), $P_0$ 为基期物价水平(2007 年); $D_1$  为 2012 年废水万元产值排污实测值和预测值之间的误差系数, $D_2$  为 2012 年 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  万元产值排污实测值和预测值之间的误差系数,式(4)中除以 1 000,是为了将 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  单位转化为 t.

### 3 结果分析

#### 3.1 纺织业万元产值排污系数

纺织行业的万元产值排污系数均较低(表 2). 其中,绢纺和丝织加工的工业废水排放和 COD 均最大;棉、化纤纺织加工的工业废水、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  均最低. 绢纺和丝织加工行业在使用喷水织机生产化纤长丝机织物过程中,排放废水较多,工业废水中富含有机物,使得 COD 较高. 另外,麻纺织业在苕麻脱胶过程和亚麻沤制过程中产生污染物多,特别是沤制亚麻过程中产生大量富含有机质的废水,因而工业废水排放和 COD 也较大. 然而,棉、化纤纺织加工业和绳、索、缆制造过程中,除染色时排放工业废水外,其他生产过程几乎不排放工业废水,因而万元产值废水排放、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  均较低.

表 2 纺织业产值和万元产值排污系数				
Table 2 Output values and discharge coefficients of pollutant over products of 10 000 yuan in textile industries				
行业名称	产值/ 万元	废水/ (t/万元)	COD/ (kg/万元)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ / (kg/万元)
棉、化纤纺织加工	15 419	0.000 6	0.003 2	0.000 0
麻纺织	23 000	9.724 9	1.321 7	0.140 0
丝绢纺织及精加工	7 335	5.706 7	0.563 1	0.000 0
缫丝加工	28 338	8.310 7	0.672 9	0.033 5
绢纺和丝织加工	163 439	17.189 9	2.238 7	0.094 8
绳、索、缆制造	2 300	0.028 7	0.004 3	0.000 0

#### 3.2 饮料制造业万元产值排污系数

饮料制造行业中,酒制造万元产值废水排放量、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  均为最高,主要因为酿酒过程中废水排放量大,且在原料发酵过程中,生成大量有机质,使得 COD 较大;另外,酿酒原料,如小麦富含蛋白质,发酵过程中,蛋白质分解,从而产生较多的  $\text{NH}_3 - \text{N}$ . 瓶(罐)装饮用水制造万元产值工业废水排放量略低于酒制造业,但远大于碳酸饮料制造和果菜汁及其他饮料制造;然而,瓶(灌)装饮用水制造业的万元产值 COD 却低于啤酒制造,且与碳酸饮料制造、瓶(罐)装饮用水制造和果菜汁及其他饮料制造业的 COD 相差不大.

此外,碳酸饮料制造、瓶(灌)装饮用水制造业的万元产值  $\text{NH}_3 - \text{N}$  均非常低,因为生产原料以及生产工艺中没有富含有机氮(如蛋白质)和无机氮的物质. 具体见表 3.

表 3 饮料制造业产值和万元产值排污系数				
Table 3 Output values and discharge coefficients of pollutant over products of 10 000 yuan in beverage manufacturing industry				
行业名称	产值/ 万元	废水/ (t/万元)	COD/ (kg/万元)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ / (kg/万元)
啤酒制造	35 505	29.037 1	3.764 0	0.610 5
碳酸饮料制造	88	0.997 3	0.880 7	0.000 0
瓶(罐)装 饮用水制造	3 534	23.987 9	0.561 9	0.000 0
果菜汁及其他 饮料制造	149 597	4.198 3	0.418 9	0.008 2

#### 3.3 农副食品加工业及食品制造业万元产值排污系数

农副食品加工业及食品制造业中,尽管淀粉及淀粉制品的制造万元产值废水排放不是最大,但是其万元产值 COD 最高,淀粉产品主要包括淀粉和淀粉糖,淀粉糖的制作工艺为酶法,生产过程要经过酶的水解作用,生成大量有机质,故 COD 非常高. 豆制品制造万元产值废水和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  最高. 豆制品加工一般要经过发酵、磨浆、点卤、杀菌等过程,整个过程中都会产生废水,且废水中富含蛋白质和蛋白质分解物,导致  $\text{NH}_3 - \text{N}$  较高. 食用植物油加工的生产工艺为预榨、浸出和精炼,生产过程很少有废水和化学物质产生,故污染物排放量很小. 具体见表 4.

表 4 农副食品加工业产值及食品制造业产值和万元产值排污系数				
Table 4 Output values and discharge coefficients of pollutant over products of 10 000 yuan in agricultural food processing industry and food industry				
行业名称	产值/ 万元	废水/ (t/万元)	COD/ (kg/万元)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ / (kg/万元)
食用植物油加工	446	0.406 9	0.763 6	0.000 0
肉制品及 副产品加工	37	10.790 1	9.354 8	0.543 0
水产品加工	6 532	1.318 1	0.266 4	0.032 6
蔬菜、水果和 坚果加工	989	12.208 8	35.429 7	0.010 1
淀粉及淀粉 制品制造	93	39.492 4	473.548 4	3.075 3
豆制品制造	648	257.090 8	24.431 6	6.176 9
食品制造业	16 063	24.838 3	5.417 1	0.328 7

### 3.4 采矿业、化学原料制造及通用设备制造业万元产值排污系数

采矿业、化学原料及化学制品制造和通用设备制造业万元产值 COD、工业废水和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排污系数见表 5。采矿业中铁矿采选万元产值工业废水量最高,达 86.29 t;铅锌矿和化学矿开采万元产值废水排放量相差不大,但均远低于铁矿采选业;铅锌矿的万元产值 COD 最高,分别为铁矿和化学矿采选业的 1.7 倍和 5.4 倍;而三者的万元产值  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放量均非常低,几乎是零排放。

在化学原料及化学制品制造业中,化学原料及化学制品制造万元产值废水排放和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  均很低。涂料制造万元产值 COD 远低于专用化学产品制造和化妆品制造。

在通用设备制造业中,泵、压缩机及类似机械制造万元产值废水、COD 明显高于其他通用设备制造业;其生产过程需要使用油漆、稀料、焊材、矿物油、乳化液等工艺材料,且随加工和涂装等过程产生废水一起排放,故其万元产值 COD 较高。

表 5 采矿业和化学原料制造及通用设备制造业产值和万元产值排污系数  
Table 5 Output values and discharge coefficients of pollutant over products of 10 000 yuan in the mining industry and the chemical materials and ordinary machinery manufacturing

产业大类	细分行业	产值/万元	废水/(t/万元)	COD/(kg/万元)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ /(kg/万元)
采矿业	铁矿采选	2575	86.294 8	1.506 8	0.001 1
	铅锌矿采选	7 705	15.441 1	2.554 2	0.000 0
	化学矿开采	3 370	13.911 3	0.462 9	0.007 6
化学原料及化学制品制造	涂料制造	94	1.358 0	0.431 0	0.009 6
	专用化学产品制造	32 215	4.214 5	2.346 1	0.064 8
	化妆品制造	542	0.764 5	2.696 0	0.044 4
通用设备制造业	泵、压缩机及类似机械制造	515	62.823 1	6.893 2	0.000 0
	其他通用设备制造业	17 841	5.069 3	0.790 0	0.047 6

### 3.5 万元产值排污系数验证

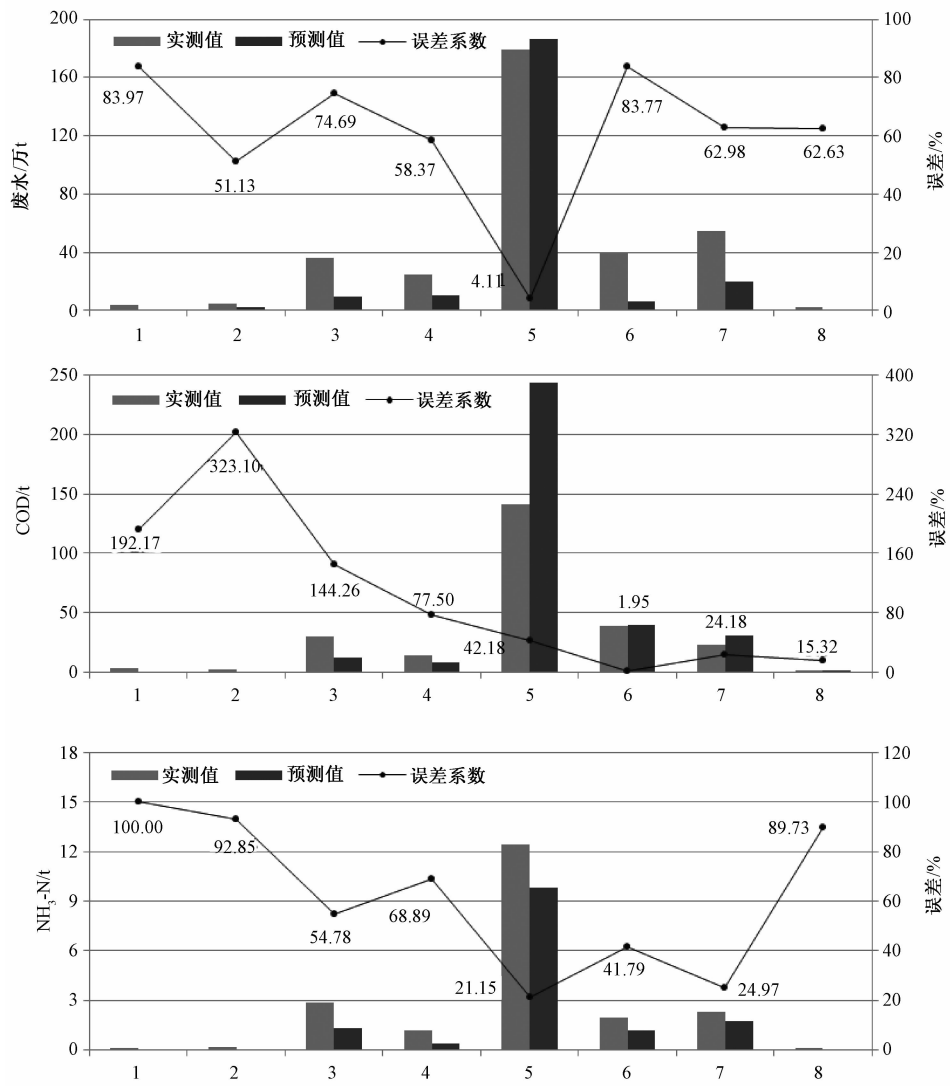
据表 1(淳安县行业分类标准),将 33 家企业归类到 11 个细分行业,预测 11 个行业 2012 年的废水排放量、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,并与实测值进行比较,如图 2 所示。2007 和 2012 年,33 家企业的总产值 529 127.0 万元增长至 537 270 万元;而工业排污则明显降低,废水排放由 495.71 万 t 降低到 464.55 万 t, COD 由 671.94 降低到 331.10t,  $\text{NH}_3 - \text{N}$  由 48.44t 降低到 28.25t。总体而言,33 家企业在 2007 和 2012 年豆制品制造、啤酒制造、果菜汁及果菜汁饮料制造 3 种行业排污实测值与预测值误差明显,整体上应该与污水处理厂的效益提高、减排技术改进、强度加大等有关系,故将上述 3 种行业的工业排污单独显示,见表 6。

铅锌矿采选、化学矿开采和非金属矿物制造业的废水、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的实测值与预测值均很低,且两者的绝对误差较小。然而,由于实测值和预测值均较低,较小的绝对误差即可产生较高的差异系数,故此时较高的差异系数并不代表误差较大。另外,铅锌矿采选的工业总产值在 2007 年为 4 261.00 万元,在 2012 年只有 506.00 万元;

而铅锌矿采选的排污系数与生产规模有密切关系,生产规模越大则排污系数越低;反之亦然。故使用较小的排污系数预测 2012 年的排污量,是导致预测值偏小的直接原因。2007 年工业污染源普查中,没有监测铅锌矿采选的  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放,而在 2012 年的数据中监测了  $\text{NH}_3 - \text{N}$  排放量,故误差达到 100%。化学矿采选行业的排污系数与化学矿的品位直接相关,品位越高排污系数越低,因而在计算化学矿的排污系数时,品位是必不可少的因素。

麻纺织和缫丝加工行业的工业排污预测误差相对较大。麻纺织的 COD 预测误差达到 144.26%, $\text{NH}_3 - \text{N}$  预测误差达到 54.78%。缫丝加工行业的 3 种工业排污的预测误差在 58.37%~77.50% 之间。麻纺织和缫丝加工行业的总产值明显下降,2007 年分别为 23 000.00 万元和 29 536.00 万元,2012 年分别降低到 11 000.00 万元和 14 615.00 万元。生产规模同样对其排污系数有直接影响,规模越大,排污系数越低,导致 2012 年工业排污预测值偏低。

绢纺和丝织加工业的工业排污预测误差非常



1 铅锌矿采选; 2 化学矿开采; 3 麻纺织; 4 缂丝加工; 5 绢纺和丝织加工; 6 化学试剂和助剂制造;  
7 金属表面处理及热处理加工; 8 非金属矿物制造业.

图 2 不同行业废水排放、COD、NH<sub>3</sub>-N 的预测值与实测值比较

Fig. 2 Predicted and measured values of discharge of the waste water, COD, and NH<sub>3</sub>-N in different industry categories

表 6 豆制品制造、啤酒制造和果菜汁及果菜汁饮料制造的废水排放、COD 和 NH<sub>3</sub>-N 的预测值与实测值比较

Table 6 Predicted and measured values of the discharge of waste water, COD, and NH<sub>3</sub>-N in soy products manufacturing, beer manufacturing, and fruit juice beverage manufacturing

行业名称	废水/万 t			COD/t			NH <sub>3</sub> -N/t		
	实测值	预测值	预测误差/%	实测值	预测值	预测误差/%	实测值	预测值	预测误差/%
豆制品制造	18.14	46.41	155.91	15.20	44.10	190.13	1.45	11.16	669.38
啤酒制造	73.70	194.85	164.39	48.63	248.01	409.99	4.77	41.00	759.43
果菜汁及果菜汁饮料制造	20.64	52.37	153.79	8.08	43.97	443.96	0.79	1.09	38.69

低,工业废水、COD 和 NH<sub>3</sub>-N 的预测误差分别为 4.11%、40.07% 和 21.15%。其中工业废水预

测值略高于实测值,而 COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的预测值均低于实测值.

化学试剂和助剂制造行业的废水预测误差达到 83.77%, $\text{NH}_3 - \text{N}$  的预测误差降低为 41.79%,而 COD 的预测误差仅有 1.95%.另外,除 COD 的预测值略高于实测值外,废水和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的预测值均低于实测值.

金属表面处理及热处理加工行业中,除废水排放预测误差较高(62.98%)外,COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的预测误差均较低,分别为 24.18% 和 24.97%.而且除 COD 的预测值高于实际值外,废水排放和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  的预测值均低于实测值.豆制品制造、啤酒制造、果菜汁及果菜汁饮料制造行业的预测误差均很高,且 3 种行业的工业排污预测值均高于实测值.啤酒制造行业的预测

误差最为明显,其废水、COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  预测误差分别达到了 164.39%、409.99% 和 759.43%.啤酒制造业原料以麦芽和大米或玉米、小麦为主,末端治理技术改进为采用厌氧/好氧生物组合工艺;除末端处理技术改进导致啤酒制造业排污降低之外,啤酒产品多元化(麦芽度、酒精度降低)也是导致啤酒行业工业排污降低的主要原因.故啤酒行业更适合于使用基于产品的排污系数(见表 7),根据国家制定的啤酒工业污染物排放标准,COD 预处理标准为 500 mg/L,排放标准为 80 mg/L,氨氮排放标准为 15 mg/L,只有在回收中间废弃物的情况下,前 2 种规模等级符合污染物排放标准,所以啤酒行业要进行工艺改造,回收中间废弃物,减少小规模生产,加大减排力度.

表 7 基于产品的啤酒行业排污系数  
Table 7 Discharge coefficients of beer industry based on product

原料	工艺	规模等级/( $10^7$ L/a)	废水/(t/kL)	COD/(g/kL)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ /(g/kL)
麦芽和大米(或玉米、小麦)	回收中间废弃物	$\geq 50$	4	300	60
		10 ~ 50	5	400	100
	不回收中间废弃物	$\leq 10$	10	1 200	180
		$> 10$	6	840	200
		$\leq 10$	12	1 500	300

4 结论

本文利用 2007 年全国污染源普查结果,以及 2012 年企业排污数据,核算并验证千岛湖流域淳安县境内不同行业的万元产值排污系数,对提出可指导实践应用的万元产值排污系数具有重要意义.

万元产值排污系数能较好地用于估计淳安县工业排污特点.在不同的行业中,万元产值排污系数较大的为采矿业、农副食品加工及食品制造业、纺织业、饮料制造业;而非金属矿物制造业和金属制品业的万元产值排污系数则较低,因后者在加工过程中废水排放量较少,COD 和  $\text{NH}_3 - \text{N}$  自然也非常低.

万元产值排污系数验证显示,除啤酒制造、果菜汁及果菜汁饮料制造、豆制品制造行业的万元产值存在较大的不确定性外,其他行业均有相对较高的实用性.鉴于啤酒制造、果菜汁及果菜汁饮料制造行业产品类型多样,均一化的万元产值排

污系数并不能很好地反映其排污特点,因而可考虑使用基于产品的排污系数.另外,矿石品位是影响采矿行业万元产值排污系数的重要因素,若能根据不同的矿石品位核算万元产值排污系数,将更具有针对性和指导性.

参考文献

[ 1 ] 段宁,郭庭政,孙启宏,等.国内外产排污系数开发现状及其启示[J].环境科学研究,2009,22(5):622-626.  
[ 2 ] 谢红彬,陈雯.太湖流域制造业结构变化对水环境演变的影响分析:以苏锡常地区为例[J].湖泊科学,2002,14(1):53-59.  
[ 3 ] 中国环境科学研究院.第一次全国污染源普查工业污染源排污系数核算项目技术报告[R].北京,2008.  
[ 4 ] 蔡佑振.第一次全国污染源普查的一些思考[J].环境科学导刊,2009,28(3):98-101.  
[ 5 ] 曹群,郭正,潘琼,等.工业源产排污系数在污染源普查中的应用分析[J].环境与可持续发展,2009(2):14-15.  
[ 6 ] 金瑜.浅谈工业源产排污系数的应用[J].污染防治技术,2009,22(5):88-90.  
[ 7 ] 董广霞,周同,王军霞,等.工业污染源核算方法探讨

[J]. 环境保护, 2013(12):57-59.

[ 8 ] 杨龙元, 范成新, 张路. 太湖典型地区工矿企业废水中主要污染物排放特征研究:以江苏溧阳市为例 [J]. 湖泊科学, 2003,15(2):139-146.

[ 9 ] 韩晓霞, 朱广伟, 吴志旭, 等. 新安江水库(千岛湖)水质时空变化特征及保护策略 [J]. 湖泊科学, 2013,25(6):836-845.

[10] 余员龙, 任丽萍, 刘其根, 等. 2007—2008 年千岛湖营养盐时空分布及其影响因素 [J]. 湖泊科学, 2010,22(5):684-692.

[11] 韩伟明, 胡水景, 金卫, 等. 千岛湖水环境质量调查与保护对策研究 [J]. 环境科学研究, 1997,10(06):23-29.

[12] 吕唤春. 千岛湖流域农业非点源污染及其生态效应的研究 [D]. 杭州:浙江大学, 2002.

[13] 张红举, 彭树恒, 周娅, 等. 千岛湖现状污染负荷分析与限制排污总量研究 [J]. 水资源保护, 2014(4):53-56, 96.

[14] 程曦. 湖泊水质与经济发展关系研究:来自中国 48 个典型湖泊横截面数据的证据 [J]. 党政干部学刊, 2012(9):46-55.

[15] 严力蛟, 俞新华, 方志发. 影响千岛湖水质的主要环境问题与富营养化防治对策 [J]. 当代生态农业, 2001(22):94-96.

[16] 淳安县统计局. 淳安统计年鉴 2007 [M]. 北京:中国统计出版社, 2008.

[17] 淳安县统计局. 淳安统计年鉴 2012 [M]. 北京:中国统计出版社, 2013.