

# Source Apportionment of Water Pollutants in Key Rivers of Liyang City

Zhenxu Huang<sup>1,3</sup>, Yu Chen<sup>1</sup>, Tao Zhou<sup>2</sup>, Xianguo Dong<sup>2</sup>, Yan Ren<sup>2</sup>, Yongsong Mo<sup>2</sup>, Mingli Qian<sup>2</sup>, Yuan Liang<sup>1\*</sup>, Yong Xu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Suzhou University of Science and Technology, Suzhou Jiangsu

<sup>2</sup>Liyang Environmental Monitoring, Changzhou Jiangsu

<sup>3</sup>Suzhou Ketai Environmental Technology Company co., LTD, Suzhou Jiangsu

<sup>4</sup>Suzhou Branch of Jiangsu Provincial Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Suzhou Jiangsu

Email: \*liangyuan@mail.usts.edu.cn

Received: Jan. 7<sup>th</sup>, 2016; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2016; published: Feb. 5<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## Abstract

Source apportionment can provide the basis for comprehensive improvement of water environment. Based on the investigation and mathematical model, this paper estimated water pollutants emission and contribution from point source and non-point source in the key rivers of Liyang city. The results show that: the fishery, rural domestic sewage and city sewage treatment plant are the main water pollutant sources. The contribution of water pollutants from industrial emission source is small and the water pollutants emission from is increased from 2011 to 2013. The loss of the total nitrogen and total phosphorus from farmland accounted for 46.24% and 46.88% respectively. The loss of COD and total phosphorus from fishery accounted for 26.01% and 40.83% respectively and the pollutant contribution kept increasing. The contribution of COD, ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus from point source is 37.12%, 44.02%, 21.30% and 7.63%, and from non-point source is 62.88%, 55.98%, 78.70% and 92.37%, respectively. As a result, the management of non-point source is more important than that of point source.

## Keywords

Water Pollution, Investigation, Contribution, Source Apportionment

# 溧阳重点流域污染源解析研究

黄振旭<sup>1,3</sup>, 陈 昱<sup>1</sup>, 周 涛<sup>2</sup>, 董献国<sup>2</sup>, 任 燕<sup>2</sup>, 莫永松<sup>2</sup>, 钱敏莉<sup>2</sup>, 梁 媛<sup>1\*</sup>, 徐 勇<sup>4</sup>

作者简介: 黄振旭(1981-), 男, 本科, 工程师, 从事环境咨询、规划管理等工作。

\*通讯作者。

文章引用: 黄振旭, 陈昱, 周涛, 董献国, 任燕, 莫永松, 钱敏莉, 梁媛, 徐勇. 溧阳重点流域污染源解析研究[J]. 水资源研究, 2016, 5(1): 59-64. <http://dx.doi.org/10.12677/jwrr.2016.51007>

<sup>1</sup>苏州科技大学, 江苏 苏州

<sup>2</sup>溧阳市环境监测站, 江苏 常州

<sup>3</sup>苏州科太环境技术有限公司, 江苏 苏州

<sup>4</sup>江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 江苏 苏州

Email: \*liangyuan@mail.usts.edu.cn

收稿日期: 2016年1月7日; 录用日期: 2016年1月24日; 发布日期: 2016年2月5日

## 摘要

流域源解析可为水环境综合整治提供依据。本文采用调查和数学模型估算溧阳重点流域内点源和面源的典型水污染物的排放量和贡献率。结果显示, 渔业养殖、种植农村生活污水和污水厂是溧阳主要的水污染源。工业排放的污染物虽然贡献率较小, 但是从2011到2013有逐年增加的趋势。种植业的总氮、总磷排放量分别占溧阳排放总量的46.24%和46.88%。渔业养殖排放的COD、总磷分别占溧阳排放总量的26.01%和40.83%, 且排放贡献率有增加的趋势。点污染源排放的COD、氨氮、总氮、总磷的贡献率分别为37.12%, 44.02%, 21.30%和7.63%, 而面源的相应污染物的贡献率分别为62.88%, 55.98%, 78.70%和92.37%。对面源的管理控制措施是溧阳水环境整治的重点。

## 关键词

水污染, 调查, 贡献率, 源解析

## 1. 引言

我国工业、生活排放的废水高达 1.64 亿  $\text{m}^3/\text{d}$  [1] [2], 并以 18 亿  $\text{m}^3/\text{a}$  的速度增长, 对水环境产生巨大压力。生活污水、工业废水和农业面源是城市水环境的主要污染源[3], 控源与污染治理是改善区域水环境的重要措施。溧阳经济发展程度较高, 工业化、城镇化进程不断加快, 水资源开发利用程度加深, 同时处于太湖流域上游地区, 境内水系发达, 其水环境质量对太湖水质改善有重要作用, 然而溧阳地区各类水污染源对水环境质量的贡献量仍不清楚, 因此本文通过调查及数学模型, 核算溧阳工业、生活及农业的典型水污染物排放量及其对溧阳水环境的贡献率, 筛选重点排放源, 为溧阳水环境综合整治提供依据。

## 2. 重点水污染源调查

### 2.1. 调查内容和方法

本次调查主要通过溧阳环保部门、污染企业、镇政府、农业委员会、水务局等部门的走访、收集资料并结合溧阳重点流域的实地踏勘, 对溧阳重点流域影响较大的溧城、别桥、埭头、上黄、竹箠、南渡 6 镇的生活、工业及农业污染源进行排查, 面积约 376.36  $\text{km}^2$ , 收集 2011~2013 年的相关资料。调查区域涉及到常州河、丹金溧漕河、南河、竹箠河、芜太运河、中河、赵村河、马垫河、溧戴河等河流的汇水区域。

### 2.2. 点污染源调查及入河污染负荷估算

本研究的点污染源主要为直排污水的工业企业和城市污水处理厂。溧阳市工业发达, 共涉及化学原料和化学制品制造业、黑色金属冶炼和压延加工业、纺织业、酒、饮料和精制茶制造业等 15 个行业。本研究区域内调查了 89 家污水直排企业和 9 家污水处理厂。溧阳各污水处理厂出水均达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准, 处理的水质水量年际变化量不大, 约 72,600  $\text{t}/\text{d}$ 。2011~2013 年工业企业和污水

处理厂污染物排放量如表 1 所示。

### 2.3. 生活污染源调查及入河污染负荷估算

根据溧阳统计年鉴, 2011~2013 年的城镇人口分别为 29.66, 30.62 和 30.45 万人, 农村人口分别为 20.81, 50.70 和 20.24 万人。溧阳建成区内的城镇生活污水接管率可达 88%, 经城市污水处理厂处理后排入丹金溧漕河、中河或赵村河。但由于建成区雨污分流不彻底、污水管网未到位, 仍有少量生活污水直排入水体, 入河率为 0.096。农村地区建设有分散式污水处理设施, 但大部分农村分散的生活污水收集处理率不高, 入河率约为 0.7。根据《太湖流域主要入湖河流水环境综合整治规划编制技术规范》[4]中产污系数, 计算生活污染对水环境的污染负荷, 如表 2 所示。

### 2.4. 农业污染源调查及入河污染负荷估算

农业面源污染主要来自种植业、水产养殖和畜禽饲养。农业面源污染不易监测, 分散隐蔽且不确定性大, 难以做到准确计算[5] [6]。溧阳近年持续进行畜禽养殖业污染综合整治工作, 畜禽粪便基本实现三分离一净化, 其对水体污染量较小, 因此本文仅估算种植业和水产养殖业的重点水污染物入河量。

农田施用的农药、化肥由于灌溉、降雨等作用, 部分流失进入地表水体, 造成种植业面源污染[7] [8]。溧阳建设用地不断增加、耕地面积持续下降、2011~2013 农田面积分别为 541,916、526,734、501,906 亩。根据《太湖流域主要入湖河流水环境综合整治规划编制技术规范》, COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 农田径流排污系数分别为 10 (kg/亩·年)、2 (kg/亩·年)、20 (kg/亩·年)、2 (kg/亩·年), 农田污染物入河系数均为 0.1, 估算种植业典型污染物入河污染负荷, 如表 3 所示。

溧阳地区主要水产养殖种类为青鱼、草鱼、鲫鱼、虾类、蟹类。调查各水产养殖种类的养殖数量, 并根据《水产养殖业污染源产排污系数手册》[9]中各鱼类的产污系数计算水产养殖业的 COD、TN 和 TP 的排放量, 如表 3 所示。

## 3. 水污染贡献率研究

工业、污水处理厂、城镇及农村生活污水、种植业和水产养殖所排放的 COD、氨氮、总氮和总磷的贡献率如图 1 所示。

溧阳市 2011~2013 COD 入河总量分别为 6047.5、6291.1 和 6488.0 t, 呈逐年上升趋势。从 2011~2013 年平均贡献率上看, 各污染源 COD 贡献率排序为渔业 > 农村生活 > 污水处理厂 > 工业 > 种植业 > 城镇生活。渔业养殖、农业生活水和污水处理厂是主要的 COD 排放源, 其贡献率分别为 26.01%、22.43%和 22.12%。工业污水贡献率较低, 约为 COD 总排放量的 15%, 但排放量逐年增长, 与 2011 年相比, 2012、2013 年工业污水贡献率 3.68%和 5.79%。点源污染对 COD 贡献率为 37.12%, 面源污染对 COD 贡献率为 62.88%。

Table 1. The pollution emissions from sewage treatment plants (t)

表 1. 污水处理厂污染物排放量(吨)

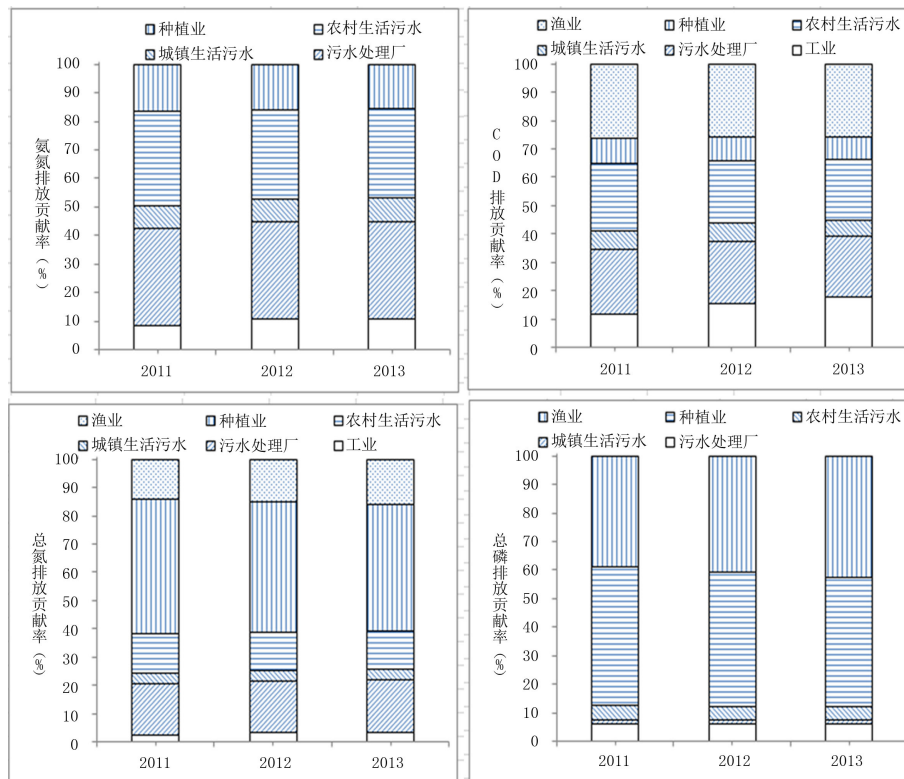
项目		COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
工业	2011	716.37	54.89	-	-
	2012	1243.9	89	-	-
	2013	1496.1	95.6	-	-
污水处理厂	2011	1387	221.92	416.1	13.87
	2012	1387	221.92	416.1	13.87
	2013	1387	221.92	416.1	13.87

**Table 2.** The pollution emissions from domestic pollution sources (t)  
**表 2.** 生活污水源污染入河量(吨)

污水种类年度		COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
城镇生活污水	2011	374.18	51.97	83.15	3.12
	2012	386.19	53.64	85.82	3.22
	2013	384.11	53.35	85.36	3.2
农村生活污水	2011	1435.81	212.71	319.07	10.64
	2012	1385.31	205.23	307.85	10.26
	2013	1396.3	206.86	310.29	10.34

**Table 3.** The pollution emissions from planting (t)  
**表 3.** 种植业污染物入河量(吨)

	年度	COD	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP
种植业	2011	541.92	108.38	1083.83	108.38
	2012	526.73	105.35	1053.47	105.35
	2013	501.91	100.38	1003.81	100.38
水产养殖业	2011	1592.2	-	318.2	86.07
	2012	1629.11	-	340.38	91.83
	2013	1674.28	-	354.57	95.67



**Figure 1.** The contribution of the pollution sources  
**图 1.** 各污染源的贡献率分布图

溧阳市 2011~2013 年氨氮入河总量分别为 649.9、657.5 和 653.9 t。从 2011~2013 年平均贡献率上看,各污染源氨氮贡献率依次为:污水处理厂 > 农村生活 > 种植业 > 工业 > 城镇生活。污水处理厂、农村生活污水和种植业是主要的氨氮排放源,其平均贡献率分别为 33.95%、31.86% 和 16.02%。工业污水的氨氮排放贡献率约 10%,但排放量逐年增长,与 2011 年相比,2012、2013 年工业污水氨氮贡献率分别增加了 2.4% 和 2.47%。种植业由于农田面积的降低和农药化肥施用强度的降低。氨氮排放贡献率有小幅下降,与 2011 年相比,2012、2013 年种植业氨氮贡献率分别降低了 0.66% 和 1.33%。渔业养殖没有估算氨氮。点污染源对氨氮贡献率为 44.02%,面源对氨氮贡献率为 55.98%。

溧阳市 2011~2013 年总氮入河总量分别为 2275.2、2275.0 和 2241.5 t。2011~2013 年平均贡献率上看,各污染源总氮贡献率依次为:种植业 > 污水处理厂 > 渔业 > 农村生活 > 城镇生活 > 工业。种植业、污水处理厂和渔业养殖是主要的总氮排放源,平均贡献率分别为 46.24%、18.38% 和 14.92%。种植业中由于氮肥的流失成为总氮的最大贡献源。点污染源对总氮贡献率为 21.30%,面源对总氮贡献率为 78.70%。

溧阳市 2011~2013 年总磷入河总量分别为 222.1、224.5 和 223.5 t。2011~2013 年平均贡献率上看,各污染源总磷贡献率依次为:种植业 > 渔业养殖 > 污水处理厂 > 农村生活 > 城镇生活。种植业、渔业养殖和污水处理厂是主要的总磷排放源,平均贡献率分别为 46.88%、40.83% 和 6.21%。种植业中由于化肥的流失成为总磷的最大贡献源,随着农田种植面积的降低,2012、2013 年农业总磷贡献率分别比 2011 年降低了 1.88% 和 3.88% 但随着养殖规模的扩大,2012、2013 年渔业养殖的总磷排放贡献率比 2011 年增加了 2.2% 和 2.06%。点源污染对总磷贡献率为 7.63%,面源对总磷贡献率为 92.37%。

#### 4. 结论与建议

(1) 渔业养殖、种植农村生活污水和污水厂是溧阳主要的水污染源。工业排放的污染物虽然贡献率较小,但是从 2011 到 2013 有逐年增加的趋势。种植业的总氮、总磷排放量分别占溧阳排放总量的 46.24% 和 46.88%。渔业养殖排放的 COD、总磷分别占溧阳排放总量的 26.01% 和 40.83%,且排放贡献率有增加的趋势。

(2) 点源污染(主要包括工业、污水处理厂)排放的 COD、氨氮、总氮、总磷的贡献率为 37.12%, 44.02%, 21.30% 和 7.63%,而面源污染(城镇分散生活污水、农村生活污水、种植业、渔业)对 COD 氨氮、总氮、总磷的贡献率为 62.88%, 55.98%, 78.70% 和 92.37%。面源污染物对区域水环境污染贡献率大于点污染源。

(3) 为有效减少溧阳市各污染物入河量,应加强工业企业管理,减少工业废水排放,加快农村生活污水处理厂建设,减少农村污水直排入河,有效控制农村生活污水,提高生态养鱼比率,减少渔业产生的污染物。

#### 基金项目

本研究得到溧阳市科技支撑计划项目(编号 LC2014007)资助。

#### 参考文献 (References)

- [1] 张桂杰, 郑念发, 李鹤. 我国水环境污染现状及其防治[J]. 科技资讯, 2010(21): 144-145.  
ZHANG Guijie, ZHEN Nianfa and LI He. The water environmental quality and its control in our country. Science & Technology Information, 2010(21): 144-145.
- [2] 高延耀, 陈洪斌, 夏四清, 周增炎. 我国水污染控制的思考[J]. 给水排水, 2006, 32(5): 9-13.  
GAO Tingyao, CHEN Hongbin, XIA Siqing and ZHOU Zengyan. Review on water pollution control in China. Water and Wastewater Engineering, 2006, 32(5): 9-13.
- [3] 白玉华, 郭岩, 张岩. 我国农村水环境面源污染原因及对策分析[J]. 给水排水, 2009, 35(S1): 21-25.  
BAI Yuhua, GUO Yan and ZHANG Yan. The reason of water pollution from non-point source and their controlling measures. Water and Wastewater Engineering, 2009, 35(S1): 21-25.
- [4] 江苏省环境科学研究院. 太湖流域主要入湖河流水环境综合整治规划编制技术规范[S]. 2008.  
Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science. Technical specification of water environment comprehensive treatment

- plan about the main rivers in Tailu basin. 2008.
- [5] 徐国梅, 张雷. 农村水环境面源污染的思考与几点对策[J]. 环境科学与管理, 2011, 36(5): 14-17.  
XU Guomei, ZHANG Lei. The consideration and countermeasure of rural water environment non-point source pollution. Environmental Science and Management, 2011, 36(5): 14-17.
- [6] 蔡新源. 农村水面源污染的特点和控制[J]. 科技资讯, 2009(11): 113.  
CAI Xinyuan. Characteristics and control of rural non-point source pollution. Science & Technology Information, 2009(11): 113
- [7] 王美侠. 丰县城水污染源调查分析及控制建议[J]. 化学工程与装备, 2012(8): 223-232.  
WANG Meixia, Investigation and control measure of water pollution sources in Feng County. Chemical Engineering & Equipment, 2012(8): 223-232.
- [8] 刘佳丽, 徐满清, 黄学平, 陈清明, 罗强. 赣江(南昌段)沿岸水污染源的调查与研究[J]. 水利水电技术, 2010, 41(4): 13-18.  
LIU Jiali, XU Manqing, HUANG Xueping, CHEN Qingming and LUO Qiang. Investigation and research on water pollution sources along riverside of Ganjiang River (Nanchang reach). Water Resource and Hydropower Engineering, 2010, 41(4): 13-18.
- [9] 全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数测算项目组. 第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册[Z]. 2009.  
The Group of Pollution Discharging Coefficient in the National Aquaculture Pollution Census. The emission coefficient manual of the first national pollution census. 2009.