

滁河全椒段河流水质污染评价及驱动因子解析

杜艳¹, 袁学华² (1. 安徽省环境科学研究院, 安徽合肥 230071; 2. 安徽文达信息工程学院, 安徽合肥 231201)

摘要 以2014—2015年滁河流域全椒段水质监测数据为基础, 选取9类影响水质的污染因子, 利用单因子指数评价法分析流域水质演化趋势, 并对水质的驱动因子进行解析。结果表明, 2014—2015年滁河全椒段水质污染严重, 主要污染物是氨氮、化学需氧量(COD)。滁河流域污染主要来源于工业、农业及畜禽养殖污染废水的排放。
关键词 水质演化; 污染指数; 滁河流域
中图分类号 X522 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)31-0072-04

Temporal Variation of Water Quality and Driving Factors in Chuhe Watershed of Quanjiao
DU Yan¹, YUAN Xue-hua² (1. Anhui Provincial Academy of Environmental Sciences, Hefei, Anhui 230071; 2. Anhui Wenda University of Information Engineering, Hefei, Anhui 231201)
Abstract Based on the water quality monitoring data from Quanjiao section in Chuhe River basin in 2014 and 2015, selected nine kinds of pollution factors affecting water quality, utilized single factor index evaluation method to research basin water quality evolution trend of and analyzed driving factors of water quality. According to the result, the water in Quanjiao section was contaminated seriously by main pollutants, ammonia nitrogen and COD from 2014 to 2015, which mostly came from the polluted wastewater discharge of industrial, agricultural and live-stock.
Key words Variation of water quality; Pollution index; Chuhe watershed

我国正处于战略转型期, 城市化、工业化进程加快, 必将进一步增加污水排放量, 再加上我国水资源时空分布不均匀, 降水主要集中在夏季, 水体自净和生态补偿调控能力有限, 发达国家近百年的环境问题在我国二三十年内暴发^[1-2]。水环境问题已成为21世纪危及全球的重大国际问题^[3]。近年来, 尽管我国地表水环境状况呈好转趋势, 但是部分地区和水域的污染仍较严重^[4-5]。目前我国水环境污染管理的主要对象是工业废水和城市生活污水等点源, 由于意识层次、技术水平、信息收集和资金供给的限制, 农村地区的水环境管理主体和客体难以把握自身在整个流域水环境保护中的地位和职责, 面源污染已成为水环境污染的重要来源^[4, 6-8]。

滁河为长江下游左岸一级支流, 古称涂水, 唐代改名为滁河, 发源于安徽省肥东县梁园镇, 主要流经安徽滁州及南京江北, 于六合县大河口入长江, 全长269.2 km, 主要支流有小马厂河、大马厂河、襄河、清流河、来安河、沛河、皂河、八百河等。滁河既是苏皖两省的交界, 又是滁州、南京六合区、浦口区的母亲河。滁河流域在全椒境内分布有制药、印染等工业企业, 是全椒县重要的经济发展中心。笔者利用2014—2015年滁河流域全椒境内4个常规监测断面及其主要支流襄河入滁河断面水质监测数据, 选取9个典型污染因子, 采用单因子评价方法, 结合污染源调查, 研究滁河水质变化特点及驱动因子, 以期为滁河流域综合治理提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据获取 对滁河全椒段进行了水环境调查, 水质监测项目包括BOD₅、氨氮、挥发酚、氰化物、As、Hg、Pb、Cr⁶⁺、Cd、石油类主要环境指标。在滁河自上而下设置古河(入境)、赤镇、官渡、陈浅(出境)4个常规断面及主要支流襄河入滁河化肥厂下断面, 分析滁河流域全椒段的水质演化过程

及驱动因子。断面位置见图1。
1.2 评价方法 单因子污染指数法是指各指标的标准化浓度与该指标达到国家相应水质标准下的标准化浓度之比^[7], 计算公式见下:

$$P_i = C_i / S_i \tag{1}$$

式中, P_i 为第*i*个污染物污染标准指数; C_i 为第*i*个水质因子的监测浓度值; S_i 为第*i*个水质因子的标准浓度值, 采用国家地面水环境质量标准(GB 3838—2002)中的Ⅲ类水质标准作为标准值^[9]。 $P_i > 1$ 表明该因子浓度超标, $P_i < 1$ 表明该因子符合标准。

2 结果与分析

2.1 滁河流域水质现状 2014—2015年滁河流域全椒段4个常规监测断面及其主要支流襄河化肥厂下断面年度监测结果见表1, 单因子评价和水质判别结果见表2。以《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅲ类水标准为基准, 2014和2015年5个断面pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氰化物和总磷均值单因子评价结果小于1; 化学需氧量、氨氮和总氮单因子评价结果均大于1。说明滁河流域全椒段水质年度平均值达不到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅲ类水体功能要求, 主要超标污染物是氨氮、总氮(河流不考核)和化学需氧量。

滁河流域全椒段水质判别结果显示: 2014和2015年入境水质(古河断面)、滁河出境水质(陈浅断面)、境内官渡和赤镇断面水质均为Ⅳ类, 但入境时仅有COD超标, 出境时除COD外, 氨氮也超标; 滁河主要支流襄河入滁河水质(化肥厂下断面)水质为劣Ⅴ类, 主要超标物为氨氮。

2.2 主要污染因子空间变化趋势 从图2可见, 2014和2015年滁河流域全椒段COD含量的空间变化不大, 但均高于《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅲ类标准; 2014和2015年总磷和氨氮年度均值在滁河全椒境内4个常规监测断面从上游到下游呈上升趋势, 尤其是官渡至陈浅段

作者简介 杜艳(1983—), 女, 安徽宿州人, 工程师, 从事环境规划及生态质量评价。
收稿日期 2017-08-30

含量增加较快。调查发现,襄河水质(化肥厂下监测断面)2014 年有 7 个月的监测结果达劣V类水平,2015 年有 9 个月的监测结果达到劣V类水平。襄河流域是全椒工业集中区

域,也是全椒县城襄河镇所在区域,工业企业、人口数量较多,养殖业较发达,襄河河水的汇入是导致该段陈浅断面水质变差的主要原因。



图 1 滁河流域水质监测断面分布

Fig.1 Distribution of water quality monitoring section in Chuhe Watershed

表 1 2014 和 2015 年滁河流域水质年度平均值

Table 1 Annual mean value of water quality in Chuhe Watershed in 2014 and 2015

断面名称 Section	年份 Year	水温 Water temperature ℃	pH	溶解氧 Dissolved oxygen mg/L	高锰酸盐指数 Permanganate index//mg/L	化学需氧量 Chemical oxygen demand mg/L	氨氮 Ammonia nitrogen mg/L	氟化物 Fluoride mg/L	总氮 Total nitrogen mg/L	总磷 Total phosphorus mg/L	水质判别 Water quality discrimination
陈浅 Chenqian	2014	19.33	7.60	7.815	4.675	28.833	1.473	0.158	2.426	0.074	IV
	2015	19.70	7.42	6.398	5.117	26.750	1.187	0.408	1.580	0.160	IV
化肥厂下 Under the chemical fertilizer plant	2014	19.15	7.50	6.351	4.867	31.383	2.224	0.140	2.741	0.091	劣V
	2015	19.67	7.44	5.976	5.817	31.333	2.637	0.411	3.188	0.196	劣V
官渡 Guandu	2014	18.83	7.62	7.568	4.700	30.658	0.613	0.166	1.025	0.037	IV
	2015	19.27	7.49	7.907	5.008	25.750	0.384	0.454	0.750	0.112	IV
赤镇 Chizhen	2014	18.74	7.61	7.689	4.642	30.242	0.812	0.167	1.132	0.053	IV
	2015	19.62	7.59	8.148	5.108	24.667	0.468	0.519	0.843	0.087	IV
古河 Guhe	2014	18.94	7.71	9.145	4.608	28.700	0.602	0.159	0.954	0.039	IV
	2015	19.70	7.58	7.764	5.267	28.000	0.516	0.427	0.818	0.066	IV
Ⅲ类标准 Class III standard	—	—	6~9	≥5	≤6	≤20	≤1	≤1	≤1	≤0.200	

表 2 滁河流域水质单因子评价结果

Table 2 Single factor evaluation results of water quality in Chuhe Watershed

断面名称 Section	年份 Year	pH	溶解氧 Dissolved oxygen mg/L	高锰酸盐指数 Permanganate index mg/L	化学需氧量 Chemical oxygen demand mg/L	氨氮 Ammonia nitrogen mg/L	氟化物 Fluoride mg/L	总氮 Total nitrogen mg/L	总磷 Total phosphorus mg/L
陈浅 Chenqian	2014	0.28	0.79	0.81	1.57	2.22	0.14	2.74	0.45
	2015	0.24	0.98	0.97	1.57	2.64	0.41	3.19	0.98
化肥厂下 Under the chemical fertilizer plant	2014	0.28	0.79	0.81	1.57	2.22	0.14	2.74	0.45
	2015	0.24	0.98	0.97	1.57	2.64	0.41	3.19	0.98
官渡 Guandu	2014	0.31	0.54	0.78	1.53	0.68	0.17	0.96	0.19
	2015	0.29	0.62	0.83	1.29	0.38	0.45	0.75	0.56
赤镇 Chizhen	2014	0.31	0.49	0.77	1.51	0.81	0.17	1.13	0.26
	2015	0.34	0.60	0.85	1.23	0.47	0.52	0.84	0.44
古河 Guhe	2014	0.36	0.42	0.77	1.44	0.62	0.16	0.93	0.20
	2015	0.31	0.65	0.88	1.40	0.52	0.43	0.82	0.33

2.3 主要污染因子时间演化趋势 滁河全椒境内 4 个常规监测断面数据显示,2015 年 COD 和氨氮含量较 2014 年有下降趋势,总磷含量有上升趋势(图 2)。为进一步了解滁河流域全椒段主要污染物时间演化趋势,绘制了各常规监测断面

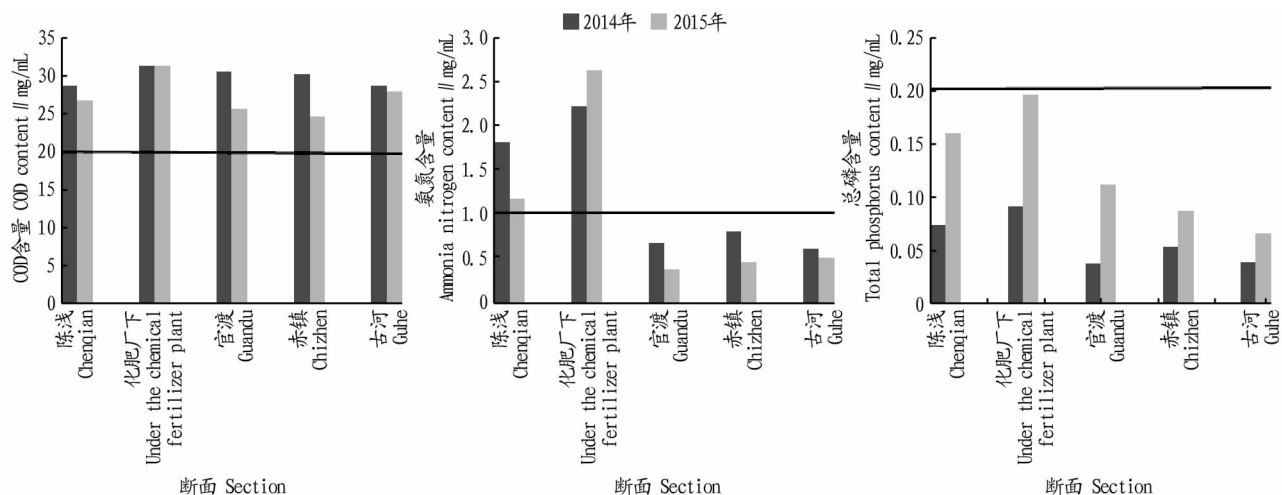


图2 2014和2015年滁河流域主要污染物空间演化趋势

Fig. 2 The trend of the spatial evolution of the main pollutants of Chuhe River Basin in 2014 and 2015

的主要污染物变化趋势图(图3)。从图3可见,4个常规监测断面变化趋势相似、含量相差不大,说明滁河从古河段至陈浅段COD污染来源相似。COD含量1月最低,4、5月和8、9月含量较低,2、3月和6、7月含量较高。陈浅监测断面氨氮随时间变化趋势较古河、赤镇和官渡断面有较大差异,2014年2、4、11月和2015年2月明显高于其他3个断面。滁河上游古河和赤镇断面24个月总磷监测数据变化趋势相似,比较平稳;官渡和陈浅断面变化幅度较大,尤其是陈浅断面变化最为剧烈,在2015年1、10和12月出现了异常高值,超出地表水环境质量标准(GB 3838—2002)中的Ⅲ类标准,这3个月滁河主要支流襄河总磷也超标。

3 讨论

3.1 源头水量不足,水环境容量小 滁河为雨源型河流,地表水资源年际变化大,源头(滁河肥东段)丰水年份是枯水年份的3~4倍。年内降水分配不均,通常6—9月降水量约占全年降水总量的65%,同期地表水资源量约占全年总量的75%。在无雨或少雨季节,源头几乎处于干涸状态。

利用GWLF(generalized watershed loading function)流域负荷模型计算得到滁河全椒段COD、氨氮和总磷的纳污能力分别仅为7 554.06、453.35和53.41 t/a。

3.2 畜禽养殖污染源 目前现场调查流域内有128家规模化养殖场,养殖量为305 941头(猪当量);581家小规模养殖户(家庭散养),养殖量为242 398头(猪当量)。流域内畜禽养殖规模化程度低,传统养殖比重大,养殖量大。根据《全国水环境容量核定技术》和《畜禽养殖业污染物排放标准》技术方法和参数^[10],按产生量的40%计算污染物流失量,滁河流域全椒境内畜禽养殖COD、氨氮和总磷的排放量分别为2 910.19、717.7和167.61 t/a。

畜禽养殖污染最为突出的是粪便污染,目前流域内粪便的再生利用程度很差,除了鸡粪有少量利用外,禽粪几乎全部排放到水体中;同时,流域内的畜禽养殖大部分为家庭式散养,布局分散,日常产生的粪便多用水冲刷清扫,均直接排放至周边沟渠后汇入滁河。近几年,随着家禽养殖场的增

多,家禽数量比例有很大增长,粗放式管理的畜禽业对滁河水水质产生巨大影响。

此外,滁河主要支流襄河每年2月开始河道养鸭、养鹅现象普遍,现场走访鸭、鹅活动水面水质发臭、现场监测水中溶解氧含量较养殖区域上游200 m有明显下降趋势。

3.3 种植业污染源 滁河流域全椒境内农业种植面积较大,2015年农业耕地面积为4.13万hm²,根据《全国水环境容量核定技术》^[11]和《第一次全国污染源普查:农业污染源肥料流失系数手册》技术方法和参数,考虑到全椒县年均降水量约1 081 mm的因素,导致污染物流失程度相对较大,故修正系数取0.6,滁河流域全椒境内种植业COD、氨氮和总磷的排放量分别为3 719.06、743.81和44.64 t/a。

区域空间发展较原始,区位优势不明显,农业经营主体综合素质低,社会化服务体系不健全,农业产业发展水平较低。尚未形成大规模专业化、规模化发展,易造成农民个人为了追求产量,盲目采用过量追肥方式提高产量;这种方式往往不但不能提高产量,还会造成土地板结,过量N、P通过灌溉水、雨水进入滁河,造成河流污染。

3.4 工业污染源 滁河流域全椒境内目前有6家经济开发区或工业集聚区,至今全部未设立园区污水处理厂。产生废水排放的规模以上工业企业84家,除了7家工业企业自建污水处理达标排放以外,其余工业企业的污水排放到滁河至支流襄河,造成襄河水水质恶化,随着襄河汇入滁河,导致滁河下游陈浅断面氨氮和总磷显著高于襄河汇入前的上游各断面。

3.5 生活污染源污染 滁河流域全椒境内目前污水处理厂仅有全椒县生活污水处理厂1家,全椒县城区生活污水约有60%纳入该污水处理厂处理后排放,约40%的县城区生活污水未经处理直接经管道排入地表沟渠后进入老襄河或新襄河水域,进而进入滁河。

滁河流域全椒境内农村人口多且分散,所有乡镇和乡村无污水处理厂,没有完善的排水管网,产生的生活污水均未经任何处理直接经下水道或房前屋后沟渠排入附近的河道。一些排水沟年久失修,污水多溢出沟外,漫流到地面上。少

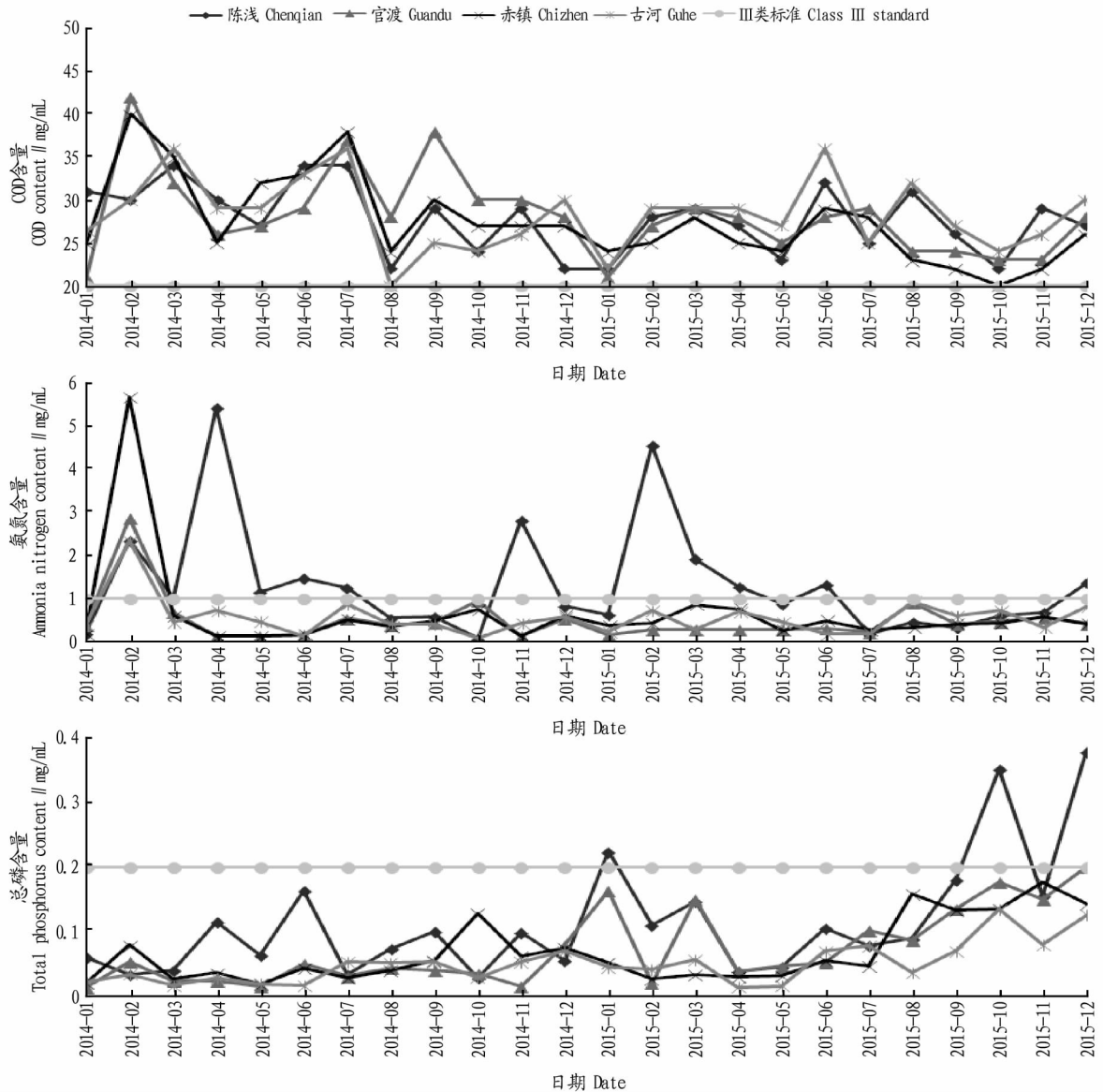


图3 2014和2015年滁河流域主要污染物时间演化趋势

Fig.3 Time evolution trend of main pollutants of Chuhe River Basin in 2014 and 2015

数村落的生活污水经过化粪池的简单处理再渗入地下或排入河道,形成流域极大的生活污染。

4 结论

(1)2014、2015 年滁河全椒段水质未达到地表水类标准《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅲ类水体功能要求,主要超标因子为氨氮和 COD。

(2)滁河流经全椒段水质明显变差,氨氮超标严重,污染主要来源于官渡至陈浅段。

(3)通过对 2014 和 2015 年滁河和常规控制断面首要污染物水质时间演化趋势的分析,判断滁河水质 COD 的变化主要由流域内生活污水和农业种植业造成。陈浅断面氨氮较其他 3 个断面高的原因主要与工业点源和畜禽养殖污染排放有关。

参考文献

[1] 陈六一,张明,徐鹏伟,等.浙江省太湖流域水环境管理思路研究[J].

环境污染与防治,2010,32(9):80-83.
[2] 陈红雨,史常立,王妍,等.成都市河流水质变化趋势及污染控制措施[J].环境监测管理与技术,2015(2):35-38.
[3] 解莹,李叙勇,王慧亮,等.滁河流域上游地区主要河流水污染特征及评价[J].环境科学学报,2012,32(3):645-653.
[4] 林惠凤,刘某承,洪传春,等.中国农业面源污染防治政策体系评估[J].环境污染与防治,2015,37(5):90-95.
[5] 庞博,王铁宇,吕永龙,等.洋河流域张家口段河流水质演化及驱动因子分析[J].环境科学,2013,34(1):379-384.
[6] 吴健,杨结,霍健.中国钢铁产品出口隐含环境影响研究[J].环境污染与防治,2013,35(6):78-82.
[7] 王雪蕾,王新新,朱利,等.巢湖流域氮磷面源污染与水华空间分布遥感解析[J].中国环境科学,2015,35(5):1511-1519.
[8] 宋宁慧,卜元卿,单正军.农药对地表水污染状况研究概述[J].生态与农村环境学报,2010,26(1):49-57.
[9] 中国环境科学研究院.地表水环境质量标准:GB 3838—2002[S/OL].(2014-05-04)[2017-07-01].<http://www.docin.com/p-805531314.html>.
[10] 中国环境规划院.全国水环境容量核定技术指南[R].2003.
[11] 农业部环保所.畜禽养殖业污染物排放标准:GB 18596—2001[S/OL].(2009-05-02)[2017-07-01].<http://www.dowater.com/Standards/2009-05-02/6599.html>.