

东江定南水下历河水质特征变化及污染成因分析

曾金凤

(江西省赣州市水文局,江西 赣州 341000)

摘要: 东江源区已成为国家生态补偿试点及珠江流域水资源保护规划典型试点区域。本文综合运用单因子指数评价法、均值型污染指数法、季节性肯达尔检验法及等标污染负荷法,基于东江水定南水下历河 2003~2014 年水质监测资料和 2013 年排污调查资料,从水功能区水质现状、水质演变趋势、主要污染物等方面分析了该河段水质特征变化。结果表明该河段饮用水源区水质清洁,保留区重污染,工业用水区严重污染。稀土冶炼、农业开发、污水处理厂废水排污是该河段主要污染原因,并由此提出相应的治理措施。

关键词: 水功能区;水质变化;水资源质量;定南水下历河

中图分类号: TV991.21

文献标识码: B

文章编号: 1004-4701(2015)01-0041-07

0 引言

近 10 年来,珠江流域东江水系定南水下历河受当地稀土矿区水土流失、稀土冶炼、果业开发、污水处理厂废水排污影响,该河段土壤酸化、水土流失、水质恶化及水源涵养功能下降。尤其是定南水下历河定南工业用水区,氨氮、总磷、COD、pH 等指标超标,水质常年呈劣 V 类。

本文拟采用单因子指数评价法^[1]、均值型污染指数法^[1]、季节性肯达尔检验法^[2]及等标污染负荷法^[3],对东江水系定南水下历河 2003~2014 年水质监测资料和 2013 年排污调查资料进行分析评价,从水功能区水质现状、水质演变趋势、主要污染物等方面分析该河段水质特征变化及污染成因,为落实东江源区生态补偿^[4]、开展东江源区水资源保护规划典型试点工作^[5]及加强该河段水生态系统保护与修复治理提供参考。

1 流域、水功能区及社会经济概况

1.1 流域及水功能区概况

下历河又名下历水,东江二级支流,定南水一级支流,流经定南县历市镇、天九镇,流域面积 203 km²,主河道长度 35.0 km,多年平均径流量为 1.61×10⁸ m³。

根据《江西省地表水(环境)功能区划》(2010 年)^[6],该河段划有定南水下历河定南饮用水源区、定南水下历河定南保留区、定南水下历河定南工业用水区 3 个水功能区,各水功能区水质目标分别为 II~III 类、III 类、IV 类。依据《地表水资源质量评价技术规程》(SL395-2007)^[7],采用单因子指数评价法按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)^[8]评价,2013 年下历河饮用水源区水质类别为 II~III 类,水质达水功能区水质目标;保留区水质类别为劣 V 类水,主要超标项目为氨氮,超标倍数为 2.6 倍;工业用水区水质类别为劣 V 类,主要超标项目为氨氮、总磷、pH,氨氮、总磷超标倍数分别为 5.7 倍、0.25 倍,pH 值最大 11.5,最小为 5.1。

1.2 流域社会经济

流域所在区域为定南县历市镇、天九镇,镇域总面积 442 km²,总人口 23 万。该区域发展迅速,现有生态工业园、农业科技园、物流产业园、旅游产业园、中学(职)教育园等园区,有大华新材料、南方稀土、鑫磊稀土、鑫盛钨业、江西五丰牧业有限公司、定南普通金属制造有限公司、江西定杭木制品厂等主要工业企业。该区域农业特色明显。有耕地面积 3 266.6 hm²,林地面积约 2.3 万 hm²,以生猪、脐橙、茶油为主导的农业产业发展迅猛。

1.3 研究方法

1.3.1 均值型污染指数法

本文采用均值型污染指数法对主要污染因子评价。均值型污染指数法是用水体各监测项目的监测结果与其评价的标准(本文以水功能区目标水质标准)之比作为该项目的污染分指数,然后通过各种数学手段将各项目分指数综合得到该水体的污染指数,以此作为水质污染程度分级评定的尺度。

1.3.2 季节性肯达尔检验方法

本文主要依据《地表水资源质量评价技术规程》,采用季节性肯达尔检验方法,分析定南水下历河工业用水区水质变化趋势。

1.3.3 等标污染负荷法

本文采用等标污染负荷法对入河排污口、主要污染因子进行评价,计算公式略。

2 下历河水质变化特征

2.1 下历河工业用水区水质变化趋势分析

选取2003~2013年共计11年电导率、砷、亚硝酸盐氮、硝酸盐、总磷、五日生化需氧量、氨氮、总硬度、化学需氧量、高锰酸盐指数、硫酸盐11个指标监测资料,2009~2013年共计5年化学需氧量监测资料,对下历水定南工业用水区进行水质变化趋势分析(结果见表1)。

表1 定南水下历河定南工业用水区主要指标趋势分析

检验序号	水质项目	浓度中值 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	浓度变化趋势	变化率/%	显著水平/%	评价结论
1	电导率	313	45.3	14.9	0.00	高度显著上升
2	砷	0.01	0.00	7.78	0.01	高度显著上升
3	亚硝酸盐氮	0.09	0.01	16.2	0.38	高度显著上升
4	硝酸盐	0.75	0.05	6.89	0.04	高度显著上升
5	总磷	0.23	0.015	6.67	0.04	高度显著上升
6	五日生化需氧量	2.70	0.10	3.70	0.92	高度显著上升
7	氨氮	5.23	0.78	15.0	0.00	高度显著上升
8	化学需氧量	71.6	0.26	3.5	17.05	显著上升
9	高锰酸盐指数	3.50	0.06	1.75	11.3	无明显升降趋势
10	总硬度	45.5	0.20	0.44	90.0	无明显升降趋势
11	硫酸盐	9.20	0.17	1.85	76.7	无明显升降趋势

结果表明:

(1)参评指标中有电导率、砷、亚硝酸盐氮、硝酸盐、总磷、五日生化需氧量、氨氮7项指标呈高度显著上升趋势,占评价指标的63.6%;化学需氧量1项指标呈显著上升趋势,占9.09%,总硬度、高锰酸盐指数、硫酸盐3项指标呈无明显升降趋势,占27.3%。

(2)指标浓度的变化速率不同。其中,氨氮变化速率最大为15.0%,浓度变化率0.78 mg/L;总硬度变化速率最小为0.44%,浓度变化率为0.2 mg/L。

(3)水质变化上升趋势综合指数 $WQTI_{UP}$ >水质变化下降趋势综合指数 $WQTI_{DN}$,表明2003~2013年11年间该水功能区水质整体状况趋于恶化。

2.2 下历河主要污染指标分析与主要污染因子评价

2.2.1 下历河工业用水区主要污染因子分析

从11年132次监测数据统计,采用单因子指数评价法,按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)对下历河工业用水区进行水质评价,该水功能区主要超标污染物有营养盐及有机污染综合指标氨氮、化学需氧量、总

磷,理化指标pH及毒理性指标砷,结果见表2。

氨氮是该水功能区最主要超标物,年平均浓度9.51 mg/L。V类水占3.03%,劣V类水占86.4%,达标率仅占10.6%。其中,2010年11月2日监测取样高达82.4 mg/L,超标倍数为53.9倍。11年间氨氮浓度变化趋势见图1。

化学需氧量年平均浓度71.6 mg/L。V类水占21.6%,劣V类水占41.2%,达标率仅占37.3%。最大超标倍数为16.4倍。5年间化学需氧量浓度变化趋势见图2。

总磷达标率为62.1%,V类水占10.6%,劣V类水占27.3%,最大超标倍数为5.3倍;11年间总磷浓度变化趋势见图3。

pH达标率为63.6%,劣V类水占36.4%,最大超标倍数为1.4倍。11年间pH浓度变化趋势见图4。

砷达标率为66.7%,V类水占21.2%,劣V类水占12.1%,最大超标倍数为8.2倍。11年间总砷浓度变化趋势见图5。

表2 2003~2013年下历河工业用水区氨氮监测评价结果

水质类别	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类	劣Ⅴ类			
	$0.5 < C \leq 1$	$1 < C \leq 1.5$	$1.5 < C \leq 2$	$2 < C \leq 10$	$10 < C \leq 20$	$20 < C \leq 30$	≥ 30
监测次数/次	2	12	4	72	25	13	4
所占比例/%	1.52	9.09	3.03	54.55	18.94	9.85	3.03

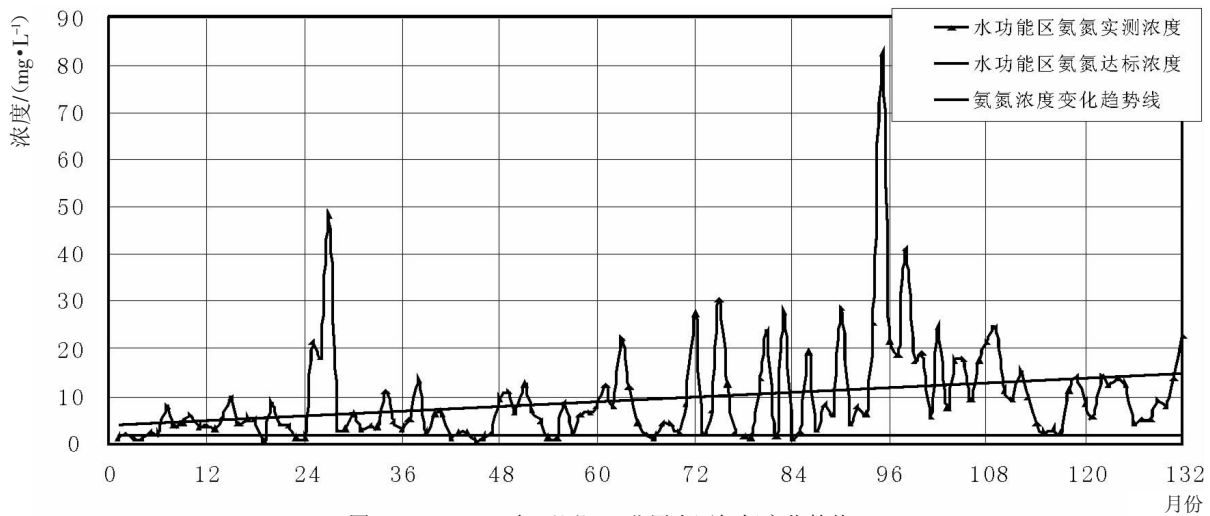


图1 2003~2013年下历河工业用水区氨氮变化趋势

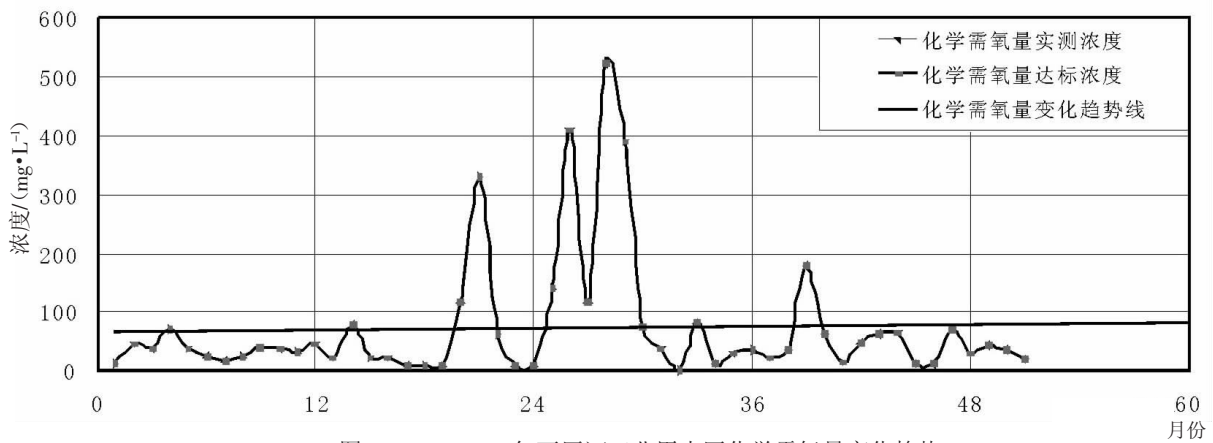


图2 2009~2013年下历河工业用水区化学需氧量变化趋势

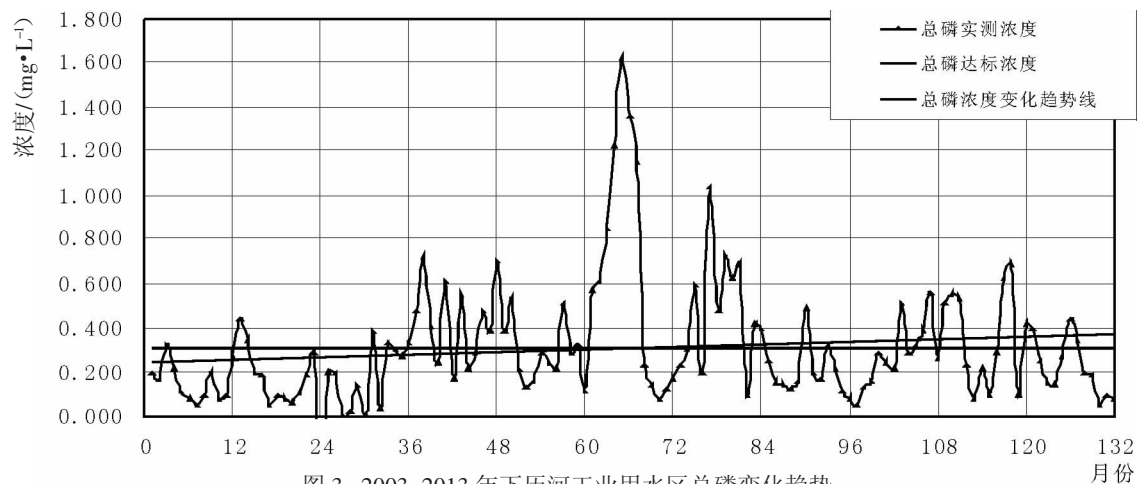


图3 2003~2013年下历河工业用水区总磷变化趋势

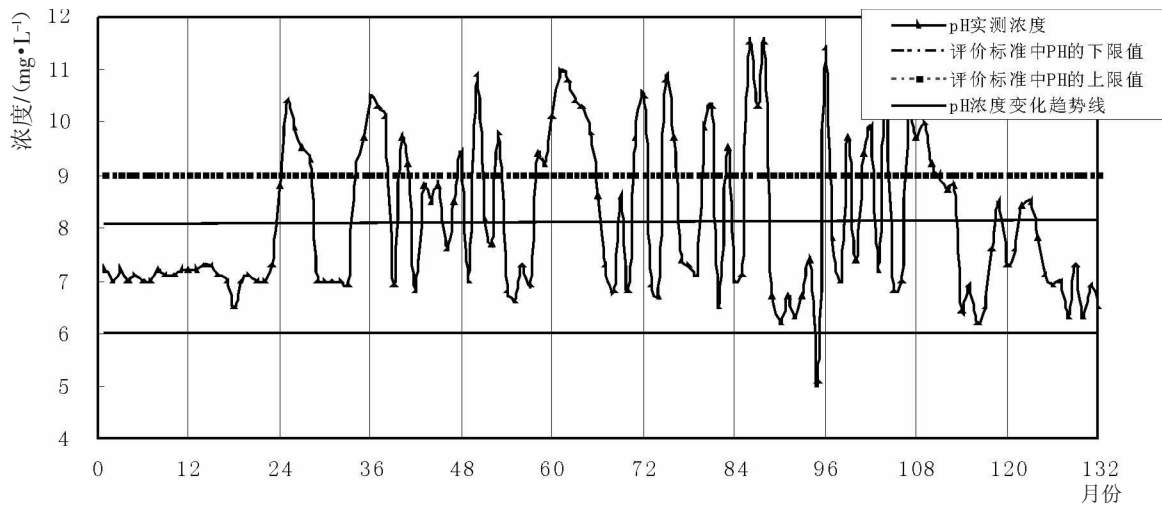


图4 2003~2013年下历河工业用水区 pH 变化趋势

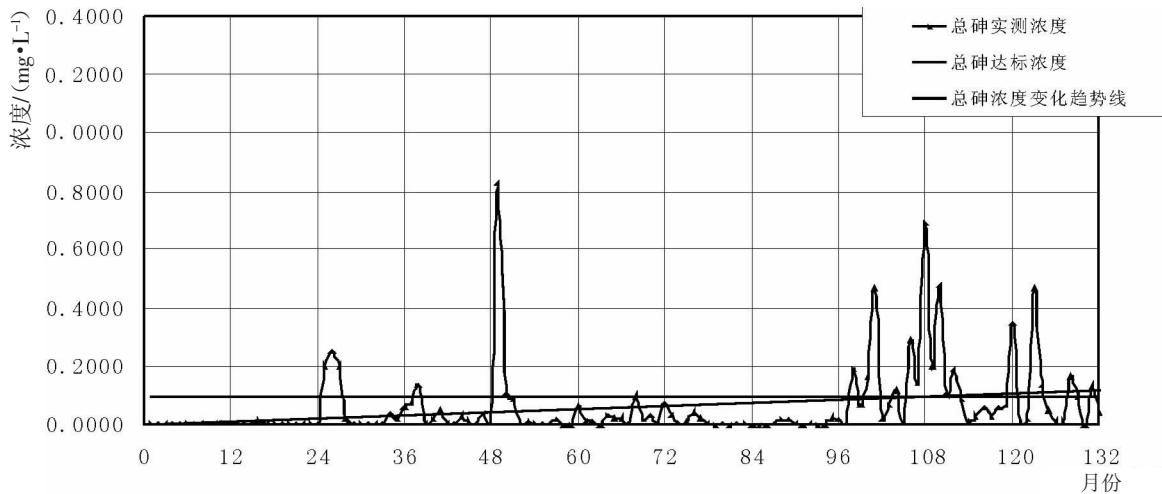


图5 2003~2013年下历河工业用水区总砷变化趋势

2.2.2 下历河不同水期主要污染因子评价

赣州市水资源监测中心 2013 年 9 月起,对下历河饮用水源区及保留区 2 个水功能区进行监测。选取 2013 年 9 月~2014 年 7 月监测成果中 pH、氨氮、化学

需氧量、总磷、砷 5 个主要污染因子,依据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002),采用均值型污染指数法按汛期、非汛期对下历河工业用水区、饮用水源区及保留区进行水质评价,评价结果见表 3。

表3 2013年9月~2014年7月下历河不同水期水质评价结果

分期	水功能区名称	氨氮平均浓度/ (mg/L)	化学需氧量平均 浓度/(mg/L)	总磷平均 浓度/(mg/L)	pH 平均值	综合污染 指数	水质污染 程度分级
汛期	保留区	4.11	16.3	0.074	7.4	1.10	重污染
	饮用水源区	0.12	6.3	0.023	6.9	0.13	清洁
	工业用水区	19.4	17.0	0.114	7.3	3.02	严重污染
非汛期	保留区	6.34	15.2	0.237	7.4	1.71	重污染
	饮用水源区	0.11	7.0	0.011	8.3	0.64	轻度污染
	工业用水区	17.7	43.7	0.263	7.3	2.86	严重污染

由表3分析,下历河饮用水源区、保留区、工业用水区汛期综合污染指数分别在<0.20、1.01~2.00、>2.0之间,水质污染程度分别是清洁、重污染和严重污染。非汛期综合污染指数分别在0.41~0.70、1.01~2.00、>2.0之间,水质污染程度分别是轻度污染、重污染和严重污染。整体上汛期污染综合指数比非汛期略低,说明其汛期水质略优于非汛期。

3 污染成因分析

3.1 支柱产业开发利用及城镇生活废水排放污染

3.1.1 主要排污口及排污量

2013年,赣州市水资源监测中心按丰、平、枯不同水期对该河段主要排污口进行调查监测。入河排污口主要有定南鑫盛钨业排污口、定南富田工业园(南区)排污口、定南南方稀土排污口、定南富田工业园(北区)排污口和定南污水处理厂5个(见图6)。经统计,其污水总量为411万t/a,悬浮物2174t/a,五日生化需氧量103t/a、化学需氧量3124t/a、石油类7.7t/a、氨氮2046.5t/a、总磷5.7t/a、总镉0.78t/a、硫化物8.4t/a。

3.1.2 主要污染物分析

根据监测数据,依据《污水综合排放标准》(GB8978-1996)^[9]二级排放标准计算,按等标污染负荷法相关公式,对下历河主要排放源和污染物进行评价,计算结果见表4。

由表4分析,定南南方稀土排污口、定南富田工业园(南区)排污口、定南污水处理厂是该河段主要污染贡献者,占排污量的84.1%。

主要入河污染物氨氮、化学需氧量、总磷、悬浮物、总镉、硫化物、五日生化需氧量、石油类、阴离子表面活性剂9个指标等标负荷比分别为38.39%、15.91%、12.1%、11.78%、8.80%、8.19%、2.83%、1.66%、0.34%。氨氮为主要污染物,其次为化学需氧量和总磷,前3者占总量的66.4%(见图7)。

3.2 果业开发生产过程中产生的面污染

定南县长期以来农业发展处于粗放式管理状态,果业开发力度自2000年以来加大,农药化肥施用量增多,面污染呈日益严重趋势。据《东江源区水生态系统保护与修复规划报告》^[10]调查统计,2009年下历河有农田11.2km²,果园23.0km²,主要污染物COD、氨氮、总氮、总磷、有机磷、有机氯含量分别为20.5t/a、30.9t/a、284.3t/a、103.9t/a、1.69t/a、1.11t/a。

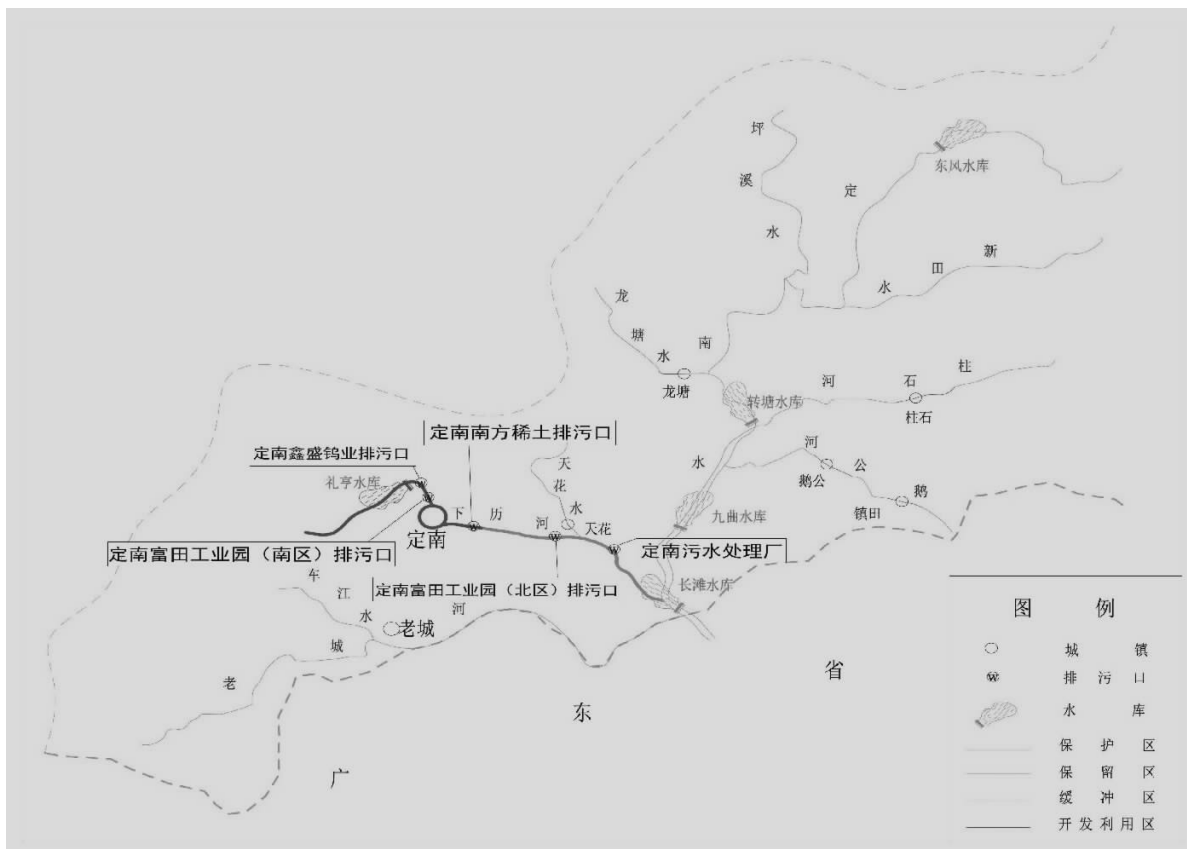


图6 定南水下历河主要排污口

表4 定南水下历河主要工业废水污染源和污染物评价结果

断面名称	各污染物等标污染物负荷(P_i)									污染源等标 污染负荷 (P_n)	污染源等标 污染负荷比 (K_n)%	污染源 位次
	悬浮物	五日生化 需氧量	化学需氧 量	石油类	氨氮	总磷	阴离子表 面活性剂	总镉	硫化物			
定南南方 稀土排污口	0.12	0.08	0.59	0.02	7.57	0.24	0.01	0.62	0.56	9.82	29.49	1
定南富田工业园 (南区)排污口	3.14	0.16	2.08	0.05	0.97	0.31	0.03	1.41	0.97	9.13	27.42	2
定南污水处理厂	0.50	0.65	1.63	0.46	0.73	3.30	0.06	0.79	0.95	9.05	27.20	3
定南鑫盛 钨业排污口	0.09	0.03	0.45	0.01	3.22	0.11	0.00	0.07	0.21	4.19	12.59	4
定南富田工业园 (北区)排污口	0.08	0.02	0.54	0.01	0.30	0.06	0.01	0.04	0.04	1.10	3.31	5

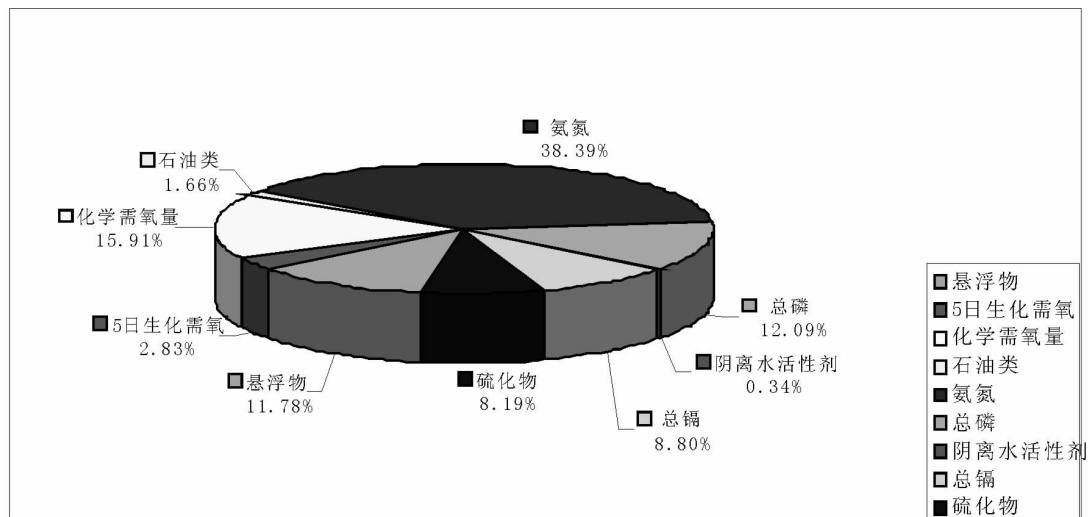


图7 主要入河污染物等标负荷饼图

3.3 森林涵养水源、保护水土和调节气候的功能弱化

定南矿采区矿山迹地大面积剥离和开挖地表引起生态环境恶化,造成严重的水土流失,出现人造沙漠,土地资源退化。同时,发展果业,坡地开垦,尤其是在坡度大于25°以上坡地开垦,人为造成水土流失,削弱了涵养水源能力。每逢雨季有毒有害废水肆意泄排,大量尾砂直接泻入河道,对水环境构成极大威胁。

4 结论与建议

4.1 结论

综合分析,该河段水质整体呈下降趋势,汛期水质略优于非汛期;饮用水源区汛期水质清洁,非汛期轻度污染;保留区重污染,主要污染物为氨氮;工业用水区严重污染且常年水质为劣V类。主要污染物有悬浮物、化学需氧量、pH、砷、总磷,其氨氮严重超标。

从主要排污口污染分析,定南南方稀土排污口、定

南富田工业园(南区)排污口、定南污水处理厂为排污的主要贡献者,占排污量的84.1%。受矿业开采、稀土冶炼和农业开发影响,氨氮、化学需氧量、总磷等为主要污染指标,占排污量的64.4%。

4.2 建议

按最严格水资源管理要求,为达到东江源区重要江河水功能区2015、2020、2030年达标率目标要求^[1],综合考虑该河段污染物削减措施的技术可行性、当地经济合理性、流域内工矿企业长期稳定运行和达标排放的可靠性,提出以下建议:

(1)加快生态补偿政策的落实^[2]。目前,资金投入不足一直是东江源区生态修复与建设制约的“瓶颈”。尤其是被列为国家级贫困县的定南县,面临着发展与保护的尖锐矛盾。因此,生态补偿政策应尽快在振兴赣南苏区的利好政策下落实到位。

(2)整顿和规范该县矿产资源开发秩序。尽快落实国务院和江西省政府关于加强稀土资源管理有关政策

[13-15], 加快治理与修复沿河历史遗留的废弃矿迹, 关停整顿大、小稀土矿点, 优化和改进矿产品开采和加工工艺, 实现该县稀土产业的健康可持续发展。

(3) 开展相应的治污工程。在拟定污染物入河量控制方案基础上, 依据入河排污口布局, 结合江西省珠江流域(片)水资源保护规划^[16], 针对现有主要入河排污口, 拟定优化整治措施。同时, 开展入河排污口整治工程、生活垃圾收集转运工程、生活污水处理工程、岸边带生态建设工程和农田氮磷流失生态拦截工程。

(4) 尽快调整产业结构和工业布局。当地政企应该严格遵照流域水资源综合利用与保护规划^[15]目标, 进一步加快调整产业结构和工业布局, 限制新建高耗水、大排污的工业企业, 并结合城市环境综合整治, 提高工业用水的重复利用率和污水处理率。

(5) 实行最严格的水资源管理制度^[12]。建立用水总量、用水效率和水功能区限制纳污红线, 开展限排总量空间分解研究, 从而控制入河排污总量, 提高水资源利用效率, 切实落实好“三条红线”管理制度。

参考文献:

[1] 黎明, 左其亭. 水环境学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.3: 173-175.

[2] 彭文启, 等. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.7: 151-165.

[3] 张征, 沈珍瑶, 韩海荣, 等. 环境评价学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

[4] 国务院关于支持赣南等原中央苏区振兴发展的若干意见 [Z](国发[2012]21号), 2012.

[5] 珠江流域水资源保护规划[R]. 广州: 水利部珠江水利委员会, 2014年.

[6] 江西省地表水环境水功能区划[R]. 南昌: 江西省水利厅, 江西水利规划设计院, 2007年.

[7] SL395-2007 地表水环境质量评价技术规程[S].

[8] GB3838-2002 地表水环境质量标准[S].

[9] GB8978-1996 综合污水排放标准[S].

[10] 东江源区水生态系统保护与修复规划报告[R]. 赣州: 赣州市水利局; 北京: 北京中水新华国际工程咨询有限公司, 2011, 10.

[11] 江西省地表水(环境)功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制意见[R]. 南昌: 江西省水文局, 2012, 9.

[12] 刘旗福, 曾金凤. 东江源水功能区水质变化特征与保护政策关联分析[J]. 人民珠江, 2014, 2.

[13] 国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知[Z](国发[2005]28号), 2005, 8.18.

[14] 国土资源部关于全国整顿和规范矿产资源开发秩序重点矿区的公告[Z](国发[2005]28号). 中华人民共和国国土资源部, 2006, 10.20.

[15] 江西省人民政府办公厅印发赣州市稀土整治工作方案的通报[Z](赣府厅字[2011]28号). 江西省人民政府, 2011, 3.

[16] 江西省珠江流域东江源区水资源保护规划[R]. 南昌: 江西省水利规划设计院, 2013.

Analysis of water quality variation and reason of Xiali River pollution of Dingnan River of Dongjiang River

ZENG Jin-feng

(Ganzhou Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Ganzhou 34100, China)

Abstract: Dongjiang River source zone has become the national ecological compensation pilot zone and the typical pilot zone of water resources protection plan in the Pearl River Basin. The water quality characteristics change is analyzed from the current situation of water quality, water quality evolution trend and main pollutants in the water function zone by the integrated use of single factor index method, average pollution index method, seasonal Kendall test method and the equal standard pollution load method, based on the 2003~2014 water quality monitoring data and the 2013 sewage drainage survey data of Xiali River of Dingnan River of Dongjiang River. The results show that the water quality of drinking water source zone is clean, reserved zone is heavy pollution, industrial water utilization zone is serious pollution. It was demonstrated that the ammonia nitrogen, chemical oxygen demand, PH value, arsenic and total phosphorus etc. are the main contaminants of the river. Rare earth smelting, agricultural development, waste water drainage of sewage treatment plant are their main reason of the river pollution. Finally, the corresponding measures for ecological regulation is proposed.

Key words: Water function zone; Water quality change; Water resources quality; Xiali River of Dingnan River

编辑: 张绍付