

枯柯河柯街段水质突变成因分析及防治

张 宁

(云南省水文水资源局保山分局,云南 保山 678000)

摘要:依照地表水评价方法建立水质模型,对柯街水文站点水质突变的情况进行分析,并对该河段的污染原因进行调查,进行河流纳污能力分析、计算,为保障水资源的可持续利用,提出了水污染防治对策。

关键词:纳污能力;水质;怒江流域

中图分类号:X522 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2007)S2-0100-02

怒江流域枯柯河发源于老营区猴子山石卡东麓,由北庙峡谷流入保山城区,经西邑、丙麻流入昌宁县境内。在昌宁县境内名为枯柯河,下段流经保山市施甸县,全长 183.55 km,流域面积 1524.3 km²。河床比降约 3‰,流域内耕地 2.85 万 hm²,其中水田 1.52 万 hm²。枯柯河属于勐波罗河隆阳—昌宁开发利用一级区,工农业生产总值 14 959 万元,开发利用区内分布的厂矿均集中在主要支流上。

1 水质现状评价及污染成因分析

1.1 水质现状评价

在枯柯河柯街乡大树村设有柯街水文站,该水文站位于东经 99°26′,北纬 24°53′。根据柯街水文站多年监测的水文资料和水质监测数据分析,水环境污染状况呈现波动上升趋势。每年主要污染因子枯水期高于丰水期和年平均监测值(见表 1)。根据 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》对该河段进行评价,近几年的枯水期和全年平均值中,达到Ⅲ类水质目标的年份仅占 1/3。按照污染物排序指标和单因子评价法评价得出,影响该河段水质变化的主要污染因子为 COD 和 BOD₅。按照云南省水环境监测中

心的要求,当 COD_{Mn}质量浓度大于 15 mg·L⁻¹时,同时测定化学耗氧量 COD_{Cr}。

1.2 污染成因分析

通过调查,柯街水文站上游柯街糖厂的废水排放对这段水域水质变化起到关键影响作用。根据 2005 年云南省的入河排污口普查登记结果,糖厂每年的 1 月至 4 月进行生产,主要产品为白砂糖和酒精。生产规模为:白糖 1.76 万 t/a,酒精 0.13 万 t/a。没有设置重复用水设施,其排污方式为天然排放。由于该糖厂是季节性生产,间歇式排污,引起这一河段的水质突变。污染物排入河中受水体水文条件影响而变化。

在 2006 年 4 月水文站水质日常监测中发现,水质变化异常,按照 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》评价结果显示,该河段水质为劣Ⅴ类。保山市水环境监测分中心按照水质监测应急处理方案,对该河段进行分时分段采样,测得影响该河段水质的主要污染因子的含量见表 2。

由于糖厂生产季节结束,在随后对柯街水文站点的监测显示,该河段水质转好,能满足Ⅲ类水质标准,污染因子的检测值见图 1。

表 1 主要污染因子及其监测评价结果

年份	ρ(NH ₃ -N)(mg·L ⁻¹)			ρ(COD _{Mn})(mg·L ⁻¹)			ρ(BOD ₅)(mg·L ⁻¹)			水质类别		
	丰水期	枯水期	年平均	丰水期	枯水期	年平均	丰水期	枯水期	年平均	丰水期	枯水期	年平均
2001	1.55	0.59	1.07	2.2	12.4	7.3	2.7	3.4	3.0	Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ
2002	0.53	0.23	0.38	1.6	2.0	1.8	< DL	3.4	< DL	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ
2003	0.71	1.22	0.96	2.3	9.1	5.7	< DL	< DL	< DL	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ
2004	0.48	0.27	0.38	2.4	20.1	11.3	2.0	11.2	6.6	Ⅱ	超Ⅴ	Ⅴ
2005	0.38	0.26	0.32	2.5	1.7	2.1	< DL	< DL	< DL	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
2006	0.29	1.26	0.78	3.7	12.8	8.3	3.6	19.4	11.5	Ⅲ	超Ⅴ	超Ⅴ

表 2 糖厂排污时污染因子监测结果

取样点	取样时间	$\rho(C_{BOD_5})$ ($mg \cdot L^{-1}$)	$\rho(C_{COD})$ ($mg \cdot L^{-1}$)
排污口	8 00	186.6	619.4
水文站监测点 1	8 00	64.7	142.8
水文站监测点 2	9 00	58.7	63.2

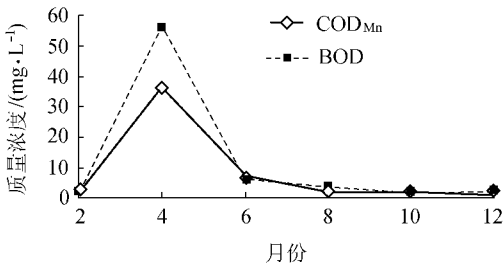


图 1 柯河水文站 2006 年水质监测

根据污染状况的最大化进行分析评价 4 月份水文监测资料监测结果 河水的平均流量为 $1.82\text{ m}^3/\text{s}$,平均流速为 0.26 m/s 。由于水质变化趋势发生在枯水期 河流流量小 流速不大 弥散系数较低 河水的稀释能力变小 自净能力较差 水质类别均为劣Ⅴ类。

2 纳污能力及污染物的削减

保山市水行政主管部门对该河段的水质目标要求为Ⅲ类地表水标准。依照这一标准要求 可采用削减排放控制污染物入河量达到功能区水体的纳污能力。由于污染因子在水中的削减方式存在差异 ,建立不同的水质模型对两种污染因子分别进行分析^[2]。

2.1 一维恒定流域模型

根据长江流域水资源保护局和云南省水资源保护规划技术小组的统一要求 河流水功能区的 COD 采用一维恒定流域模型计算纳污能力。

$$W_{允} = 86.4\{C_s - C_0\exp[-kL/u]\} \cdot \exp(kL/2u)Q_r \tag{1}$$

式中 : $W_{允}$ 为最大纳污能力 ; C_s 为功能区水质控制目标值 ; C_0 为初始断面背景值 ; k 为综合自净系数 ; L 为功能区河段长度 ; u 为河段平均流速 ; Q_r 为流量。

由式 (1) 计算出枯柯河水功能Ⅲ级区 COD_{Mn} 的纳污能力水平 结果见表 3。

根据糖厂排污时段进行的连续监测 排污至苦柯河柯街段的流量为 $0.20\text{ m}^3/\text{s}$ 排污时间按照每天

表 3 枯柯河纳污能力水平

污染物	$\rho(C_0)$ ($mg \cdot L^{-1}$)	$\rho(C_s)$ ($mg \cdot L^{-1}$)	K/d^{-1}	L/km	$u(m \cdot s^{-1})$	$Q_r(m^3 \cdot s^{-1})$	$C_s - C_0 \exp(-kL/u)$ ($mg \cdot L^{-1}$)	$W_{允}/(kg \cdot d^{-1})$	换算系数	COD/ ($kg \cdot d^{-1}$)
COD_{Mn}	4.0	6.0	0.27	43	0.26	1.82	3.61	735	4	2940

8 h 进行 ,COD 现状排放量为 $3\,565\text{ kg/d}$ 。

为使 COD 水质现状达到目标值 需要对污染物总排放量削减 18%。

2.2 Streeter-Phelps 模型

污染物质进入河流后起到推流和扩散作用。BOD 在衰减过程中不断消耗 DO ,与此同时空气中的氧气又不断溶解到河水中。对该段河流建立 BOD-DO 耦合模型 通过模型可以算出河流的最大氧亏值 采用试算法 得到溶解氧质量浓度不低于Ⅲ类水质 (5 mg/L) 的目标。当天监测的水温为 26.0°C , $\rho(DO)$ 为 7.3 mg/L ,由 DO 的标准指数可算出 26.0°C 时饱和 $\rho(DO)$ 为 8.44 mg/L 。河流起始点的氧亏值 D_0 为 1.14 mg/L 。

参照环保部门的经验值 在 26.0°C 时 自净系数 $k_1 = 0.30\text{d}^{-1}$, $k_2 = 3.90\text{d}^{-1}$ 。则最大允许氧亏值为 3.44 mg/L 。

BOD-DO 耦合模型 :

$$t_c = 1/(k_2 - k_1) \ln\{k_2/k_1[1 - D_0(k_2 - k_1)/\rho_0 k_1]\}$$
$$D_c = (k_1/k_2)\rho_0 \exp(-k_1 t_c)$$

式中 : t_c 为临界流动时间 ; D_c 为溶解氧亏值。

采用试算法 假设不同起点 BOD 浓度为 ρ_0 得到相应于溶解氧质量浓度不低于 5.0 mg/L 的临界氧亏值 见表 4。要使得临界氧亏值 D_c 不低于 3.44 mg/L ,则起点允许的 ρ_0 为 54 mg/L 。河段 BOD_5 的值取上游水功能区的目标值 即 3.0 mg/L 。则糖厂排出废水的最大允许 BOD 质量浓度为 81.9 mg/L 。

表 4 试算法求起点允许的起点 BOD 浓度 ρ_0

计算次数	$\rho_0/(mg \cdot L^{-1})$	t_c/d	$\rho(D_c)/(mg \cdot L^{-1})$	计算次数	$\rho_0/(mg \cdot L^{-1})$	t_c/d	$\rho(D_c)/(mg \cdot L^{-1})$
1	100	0.672	6.29	4	55	0.633	3.50
2	80	0.660	5.05	5	54	0.631	3.44
3	60	0.641	3.81	6	50	0.624	3.19

实测的排污口 BOD 质量浓度为 186.6 mg/L ,因此对 BOD 浓度的削减率为 56% 才能满足要求 也即为污染物排放总量削减 56%。

3 防治对策

水功能区实行目标责任管理 针对功能区水质现状和市水行政主管部门规划水质目标的具体要求 采取污染物减排措施 逐步改善水质状况。通过对该段河流污染原因调查和评价因子的分析 要使

冲击负荷能力强,可实现自动化管理的特点。

3.4 人工湿地

人工湿地是人工建造的、可控制和工程化的湿地系统。人工湿地技术是一种生态的处理方法,根据湿地中水流方向的不同,可分为平流式和潜流式和垂直流人工湿地。它是通过基质的过滤、吸附、化学反应和沉淀、微生物的生物作用和植物的吸收去除水中的污染物。其出水水质较好,对有机物和氮磷等营养盐有较好的去除效果,不少工程,如奥运公园和天津泰达景观河道再生水补水系统中就应用了人工湿地技术对再生水进行净化。

该方法处理成本低廉,还可以营造良好的景观,在污水回用和雨水利用中得到了广泛的应用,主要缺点是占地面积较大。

4 结论与建议

在我国现行的再生水标准中,对氮、磷营养盐的限量显著高于控制河湖水体富营养化所要求的氮、磷阈值,因此再生水在大量回用到城市河湖水体前需要进行除磷脱氮处理。另一方面,在我国现阶段污水处理技术与经济条件下,由于城市中不同河湖具有不同的水力学条件、功能特性和景观要求,考虑到处理成本的可承受性,建议对再生水水质的进一步提高可分步实施。

对于切实没有能力或场地对再生水进行深度处理的场合,可以对城市河湖进行生态化建设,构建水生动植物系统以对补给的再生水进一步净化,保持水体水质稳定,缓解富营养化趋势。对于城市河湖水质要求较高的地区,如北京的城区内河湖、奥运景观水体等,建议综合应用两种手段改善城市河湖水质,防止富营养化的发生。

鉴于氮磷处理工艺复杂,从经济和合理性角度来说,再生水中氮磷营养物的去除,应尽量在污水处理厂的生物处理工段解决,再生水出厂后的再处理应是暂时和不得已的措施。

参考文献：

[1] 陈立,王启山.缺水地区实现水资源良性循环的技术途径[J].中国给水排水,2002,28(5):56-58.
[2] 樊开青,吕伟娅.再生水回用于景观水体的初步探讨[J].环境保护科学,2005(8):28-30.
[3] 杜桂森.北京城区河湖水质分析[J].湖泊科学,2005,17(4):373-377.
[4] 倪福勋,曾思育.奥运湖不同补水方案富营养状态趋势分析[J].四川环境,2006,25(4):82-86.
[5] 张世情.对城市河湖水质改善的探讨[J].北京水利,2005(6):13-15.

[6] 胡秀琳,井艳文,刘虎城,等.移动式絮凝-气浮集成系统研制及其在城市污染河湖治理中的应用[J].环境污染治理技术与设备,2006,7(4):132-135.
[7] 杜建国.奥运公园再生水补水研究[J].中国水利,2006(3):54-58.
[8] 王鹤立,陈雷.再生水回用于景观水体的水质目标、策略与技术[J].环境科学,2002,23(S1):93-98.
[9] 李发站,吕锡武,王华成,等.UF膜与砂滤生物接触氧化联用处理富营养化湖泊水[J].水处理技术,2006,32(6):41-44.
[10] 王利.再生水水源水质问题及对策[J].给水排水,2006,32(10):9-11.

(收稿日期:2007-05-30 编辑:高渭文)

(上接第101页)

得糖厂在排污期间河流水体达到Ⅲ类水质,必须对糖厂排污口污染物排放量进行削减,削减率达56%以上。也要向污染企业进行宣传教育,通过改变生产工艺或者加大污水处理等方法,使得这一水功能区的水质得到长久保护,促进水功能区域的工农业生产健康发展。

参考文献：

[1] 丁桑岚.环境评价概论[M].北京:化学工业出版社,2001.
[2] 李青山,李怡庭.水环境监测实用手册[M].北京:中国水利水电出版社,2003.

(收稿日期:2007-11-08 编辑:舒建)

·简讯·

2007年大坝安全监测与信息分析研讨会成功举行

由中国水力发电工程学会大坝安全监测专业委员会主办,河海大学、安徽省长江河道管理局和中国水力发电工程学会大坝安全监测专业委员会资料分析与信息处理学组承办,武汉大学和中国水利科学研究院协办的“2007年大坝安全监测与信息分析研讨会”,于2007年11月23~25日在安徽芜湖市召开。来自全国研究设计、建设施工、运行管理、仪器制造等32个单位的68名代表参加了会议。

会议就大坝安全综合分析理论和方法、大坝安全信息管理、分析评价系统研制与开发技术、大坝安全监测系统设计方法、大坝健康诊断技术和方法以及新型监测、检测技术及应用、大坝安全监测施工工艺等主题从多角度、多层面研讨了一些新技术、新方法、新理论、新观念和新进展。

(本刊编辑部供稿)