

# 人工湿地对面源污染中氮磷的去除效果研究

## ——以铁冲小流域为例

徐珊珊,王建英,雷文文,杨建明

(西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司,云南 昆明 650217)

[关键词] 生态清洁型小流域;人工湿地;氮;磷;去除率

[摘要] 以昆明市盘龙区铁冲小流域为例,对小流域面源污染治理过程中人工湿地对氮、磷的去除效果进行了研究,结果表明:人工湿地对面源污染中总氮的去除效果随季节变化明显,春、夏、秋季去除效果明显好于冬季,冬季湿地中植物枯萎后不进行收割可能造成水中总氮浓度上升,为避免水生植物腐烂对下游水质造成污染,保持人工湿地的净水作用,应在冬季对湿地内枯萎的植物进行收割;人工湿地对总磷的去除效果前期优于后期。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] B [文章编号] 1000-0941(2017)07-0028-02

生态清洁型小流域是指在传统小流域综合治理的基础上,将水土资源保护、面源污染防治、农村垃圾及污水处理等结合起来的一种新型的综合治理模式<sup>[1]</sup>。人工湿地系统在改善农村水质方面发挥着重要作用<sup>[2]</sup>,具有污染物去除率高、管理强度低和运行成本少等特征,是一种常用的农业生态工程技术<sup>[3]</sup>。

松华坝水库作为昆明市重点饮用水源,1991年起水质开始出现恶化迹象,1991—1995年水质基本在Ⅱ、Ⅲ类之间波动,1996年以来均为Ⅲ类,总氮含量严重超标,有时甚至降至Ⅳ类<sup>[4]</sup>,主要是因为受农业面源污染的影响。铁冲小流域位于松华坝水库水源区,在生态清洁型小流域治理过程中采用人工湿地净化铁冲河水质,对其中人工湿地的治理效果进行研究,期望能为今后类似地区生态清洁型小流域治理提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究地概况

铁冲小流域位于盘龙区北部阿子营乡境内,流域汇水汇入牧羊河,土地总面积 18.56 km<sup>2</sup>,海拔 2 105 ~ 2 344 m,垂直高差 239 m,属盘龙区北部浅切割低山丘陵中轻度流失区。属北亚热带和暖温带混合型气候区,多年平均气温 13.5 ℃、≥10 ℃活动积温 3 965 ℃、日照时数 1 800 h、无霜期 234 d、降水量 1 042.5 mm,降水量年际变化小、年内变化较大,一般雨季为 5 月中旬至 10 月下旬,雨季降水量占全年降水量的 87%。铁冲小流域所属阿子营乡是昆明市主要的百合花生产基地和蔬菜种植基地,流域内大量种植花卉和蔬菜,种植过程中大量使用的化肥、农药等对流域水质造成了较为

严重的污染。

### 1.2 人工湿地布置情况

为控制上游污水进入牧羊河,进而影响松华坝水库水质,2008 年底阿子营乡水管站在铁冲河出口处建成人工湿地,将所有铁冲河径流纳入湿地处理后再排入牧羊河,以净化小流域出水水质。2010 年 11 月至 2011 年 1 月,在生态清洁型小流域治理过程中,对湿地内水生植物进行了补植补种,主要种植芦苇、蒲草等水生植物,完成后湿地面积达 17 hm<sup>2</sup>。人工湿地在小流域中的位置见图 1。

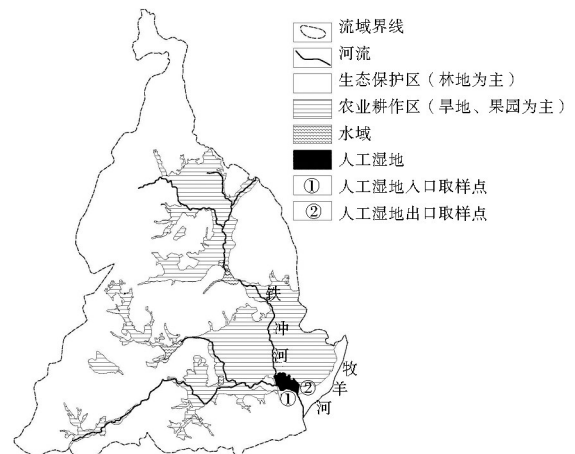


图 1 人工湿地在小流域中的位置示意

### 1.3 水样采集与分析

分别在湿地入口及出口设置取样点,取样点位于水面下 10 cm 左右,用注射器抽取水样 500 mL 放置在聚氯乙烯瓶中。2010 年 11 月至 2011 年 1 月生态清洁型小流域治理工程施工期间每月取样一次,施工结束后,每个季节取样一次。通常在水样采集后 2 h 内进

行分析,水样较多时将水样置于4℃低温环境保存,24h内处理完毕。

测定指标及方法:总氮用碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法测定<sup>[5]</sup>;总磷用钼酸铵分光光度法测定<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 对总氮的处理效果

人工湿地对总氮的净化效果见表1。由表1知,试验期间人工湿地入口处总氮浓度在0.050~0.893 mg/L之间,出口处总氮浓度在0~0.878 mg/L之间。经人工湿地处理后总氮浓度明显下降,但人工湿地对总氮的去除效果受气候影响较大,春、夏、秋三季均保持了较理想的去除率,但冬季去除率低,部分年份1—2月去除率甚至出现负值。这是因为植物吸收氮的速度受植物本身净生长量和植物组织中氮浓度的限制<sup>[7]</sup>,春、夏、秋三季水生植物生长旺盛,对总氮的去除效果明显,而冬季人工湿地内植物基本停止生长,未收割的枯叶在腐烂过程中可能会释放氮。

表1 人工湿地对总氮的净化效果

取样时间	湿地入口 总氮浓度(mg/L)	湿地出口 总氮浓度(mg/L)	去除率(%)
2010-11-08	0.893	0.878	1.68
2010-12-08	0.329	0.208	36.78
2011-01-08	0.599	0.316	47.25
2011-01-24	0.127	0.127	0
2011-02-23	0.317	0.497	-56.78
2011-07-01	0.050	0.040	20.00
2011-09-20	0.340	0.140	58.82
2012-01-10	0.150	0.250	-66.67
2012-04-23	0.110	0.060	45.45
2012-06-27	0.640	0.170	73.44
2012-10-09	0.470	0.040	91.49
2013-01-28	0.111	0.000	100
2013-03-25	0.090	0.060	33.33
2013-07-26	0.080	0.050	37.50
2013-10-31	0.110	0.060	45.45

### 2.2 对总磷的处理效果

人工湿地对总磷的净化效果见表2。由表2可知,试验期间人工湿地入口处总磷浓度在0.040~0.296 mg/L之间,出口处总氮浓度在0.024~0.060 mg/L之间。人工湿地对总磷的去除效果较为明显,去除率在16%~82%,平均值为42%。其去除机制主要是通过填料对总磷的沉淀或吸附反应而降解<sup>[8]</sup>。随着湿地运行时间的延长,总磷处理效果有下降趋势,2013年后湿地对磷的去除率明显降低,甚至还出现了未去除的情况。

## 3 结论

(1)人工湿地对面源污染物中总氮的去除效果随

表2 人工湿地对总磷的净化效果

取样时间	湿地入口 总磷浓度(mg/L)	湿地出口 总磷浓度(mg/L)	去除率(%)
2010-11-08	0.296	0.054	81.76
2010-12-08	0.082	0.034	58.54
2011-01-08	0.052	0.035	32.69
2011-01-24	0.103	0.024	76.70
2011-02-23	0.063	0.039	38.10
2011-07-01	0.062	0.041	33.87
2011-09-20	0.100	0.060	40.00
2012-01-10	0.050	0.040	20.00
2012-04-23	0.070	0.040	42.86
2012-06-27	0.120	0.060	50.00
2012-10-09	0.150	0.040	73.33
2013-01-28	0.060	0.050	16.67
2013-03-25	0.070	0.040	42.86
2013-07-26	0.040	0.040	0
2013-10-31	0.050	0.040	20.00

季节变化明显,春、夏、秋季去除效果明显好于冬季。

(2)冬季湿地中植物枯萎后不进行收割可能造成水中总氮浓度上升,为避免水生植物腐烂对下游水质造成污染,保持人工湿地的净水作用,应在冬季对湿地内枯萎的植物进行收割。

(3)人工湿地对总磷的去除效果前期优于后期。

### [参考文献]

- [1] 郝咪娜.浙江省生态清洁小流域建设措施研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013:1.
- [2] 刘文祥.人工湿地在农业面源污染控制中的应用研究[J].环境科学研究,1997,10(4):15-19.
- [3] 汪庆兵,张建锋,刘光彦,等.人工湿地系统对农业面源污染TN/TP的消减作用——以安吉县深溪河小流域为例[J].中国农学通报,2014,30(23):197-204.
- [4] 刘楚文.松华坝水库水源区面源污染的防治[J].水利规划与设计,2006(6):12-13.
- [5] 国家环境保护局.水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法:GB 11894—89[S].北京:国家环境保护局,1989:1-4.
- [6] 国家环境保护局.水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法:GB 11893—89[S].北京:国家环境保护局,1989:1-4.
- [7] 胡浩云,张学英.浅谈人工湿地对面源污染中氮素的去除效果[J].南水北调与水利科技,2011,9(3):142-144.
- [8] 陈秀荣,周琪.人工湿地脱氮除磷特性研究[J].环境污染与防治,2005,27(7):526-529.

[作者简介] 徐珊珊(1984—),女,云南建水县人,工程师,学士,主要从事水土保持和地质灾害防治等工作。

[收稿日期] 2016-12-20

(责任编辑 李杨杨)