DOI:10.11705/j.issn.1672-643X.2017.05.16

溧水水库型饮用水水源地水环境现状及污染源分析

姜龙杰[1], 陈 琳[1,2], 邱云鹏[1], 刘 畅[1], 朱月华[3], 朱 亮[1,2]
(1. 河海大学 环境学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学 浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 3. 溧水区方便水库管理所, 江苏 南京 211212)

摘 要: 为研究溧水方便水库的污染情况与环境现状,分析了 COD、TN、TP、叶绿素量等指标,发现以农田径流为主的面源污染是最主要的水源地污染源,水源地主要超标污染物为 TP 及 TN,总体属于Ⅳ类水。通过对大量数据进行指数分析发现:方便水库平水期水质最优,基本处于贫-中营养等级;丰水期的水质最差,基本处于中度富营养化状态,水体富营养化严重;枯水期水质良好,存在轻度富营养化趋势。方便水库的底泥重金属污染等级为低风险等级,整个方便水库的底泥属于营养盐污染底泥,有机污染严重,亟需进行适当的清淤处理。本研究对预防和控制水体污染及富营养化有一定的参考作用。

关键词: 饮用水水源地; 污染源; 水环境现状; 富营养化; 底泥; 溧水方便水库
中图分类号:X171; X524 **文献标识码**: A **文章编号**: 1672-643X(2017)05-0093-07

Analysis of water environment condition and pollution sources for the Lishui drinking-water reservoir

JIANG Longjie[1], CHEN Lin[1,2], QIU Yunpeng[1], LIU Chang[1], ZHU Yuehua[3], ZHU Liang[1,2]
(1. *College of Environment, Hohai University, Nanjing* 210098, *China*; 2. *Key Laboratory of Integrated Regulation and Resources Development of Shallow Lakes, Hohai University, Nanjing*, 210098, *China*; 3. *Management Office of Lishui Fangbian Reservoir, Nanjing* 211212, *China*)

Abstract: To analyze the pollution and environment condition of Lishui Fangbian Reservoir, the indexes, including COD, TN, TP and the content of chlorophyll, were investigated in this research. It was found that non-point source pollution with the agricultural runoff was the main pollution source. The water quality in the reservoir belonged to grade Ⅳ, and the main pollutants in the water source are TP and TN. Through an exponential analysis of a large number of data we found that the water quality is at the best condition with the status of oligotrophy to low-medium trophy during normal water season, while it was at the worst condition with oligotrophic to medium trophic level during high water season. At the low water season, the water exhibited a mild eutrophication trend. With respect to the sediment, the heavy metal pollution was at the low level of risk, the sediment of the whole Fangbian reservoir belongs to the nutrient salt polluted sediment, and it was seriously polluted by organics that might need further dredging. This study would provide a guidance for the prevention and controlling of eutrophication in the water reservoir.

Key words: drinking water source; pollution sources; water environment condition; eutrophication; sediment; Lishui Fangbian reservoir

1 研究背景

水源地保护是饮用水安全保障中最重要的一个环节,其水质状况直接关系到供水区人民群众的身体健康[1]。我国由于水源地污染而引起的饮用水安全问题相当突出,饮用水源保护已成为关系国计民生的重大问题[2]。溧水方便水库是南京市溧水区第一大中型水库,承担着溧水区主城区、开发区、石湫、洪蓝、东屏、东庐、白马的部分地区近 20 万人口的饮用水需求,也是南京市重要的应急备用水源,因此对其进行水环境现

收稿日期:2017-03-29; **修回日期**:2017-06-20
作者简介:姜龙杰(1993-),男,江苏南通人,在读硕士研究生,研究方向为水污染控制。
通讯作者:朱 亮(1963-),男,江苏姜堰人,博士,教授,博士生导师,主要从事水污染控制理论及应用的研究。

状评价和污染源分析有着重要的意义。

对水环境现状的评价是当今环保工作的一个重要部分,很多学者对此方面进行了研究。唐天均等[3]从 COD、NH_3—N、TN、TP 方面,分析了深圳湾海域水质,入湾河流水质,入湾排污口水质,提出了对深圳湾海域的治理措施;王健康等[4]针对三峡水库各介质中重金属污染现状进行了研究,为三峡水库的保护提供了科学依据;李思悦等[5]运用水质指数法对丹江口水库水质进行评价,并根据评价结果分析该水库的主要污染因子,定量评价污染因子的污染程度;王晓宇[6]结合汾河水库两年内的水质监测与评价数据,分析了其点源、面源的污染因素,提出来相应的保护建议;李云成等[7]通过对重庆市水库型饮用水源地区域内面源污染和点源污染的研究,在严格实行污染源控制基础上,针对不同水质现状类型水库,提出了修复改善型与维持优化型两种生态环境恢复策略;李文奇等[8]对洋河水库污染源进行了调查分析,并建立水库水质经验模型进行验证。

学者们对水环境的评估已经做了很多工作,但多为单一的水质分析或单一的污染源分析,且都以年为最小单位进行研究。本文结合点源污染、面源污染、内源污染的情况,使用了 COD、TN、TP、叶绿素量、重金属含量等指标,采用指数分析法,依据水质综合评分值 *WGI*、卡尔森指数 *TLI* 及生态风险指数 *RI*,分析了 1 年内各时段水环境现状,并研究了 1 年内各时段水质特点及污染源情况,为后续水环境评估和保护提供了参考和依据。

2 资料和方法

2.1 研究区域概况

2.1.1 *地理概况* 方便水库保护区位于江苏省南京市的南部,溧水区城区东北 7 km 处、紧靠国道宁杭高速公路,距禄口国际机场 25 km,毗邻茅山道院、傍依大金峦库区,库区处在东经 119°05′07″~119°07′02″,北纬 31°40′~31°43′之间。保护区面积为 77.1 km^2,覆盖了溧水区东屏镇、白马镇和句容市天王镇。方便水库库区面积 6.68 km^2。流域为东西走向,东起最高山为浮山,海拔 216 m,西至方便水库,海拔 25 m。

方便水库库区属低山丘陵区地貌单元,汇水区域主要为山丘区,植被较好,林木茂盛。方便水库丘陵区覆盖着赭红色黏土,河谷地依层次由表而下分布着上为灰黄色、下为灰白色重粉质黏土,在水下易崩解,承载能力小。

山坡上主要植物为小型树木与杂草,水库汇水区域内的农田开垦较为广泛,植被覆盖程度低,每逢较强降水,冲刷剧烈,水土流失较为严重。其中主要入库河流为青龙桥河、四古凹河、西南村河、西村河、杨家坝河、谢家棚河、王家山河、后吕河这 8 条河流,水库下游河道最终流入长江。

2.1.2 *主要污染源* 根据方便水库保护区土地利用现状,并结合实际调查发现,污染源主要来自如下的 3 个方面:

(1) 以工业污染和集约化畜禽养殖污染为主的点源污染。

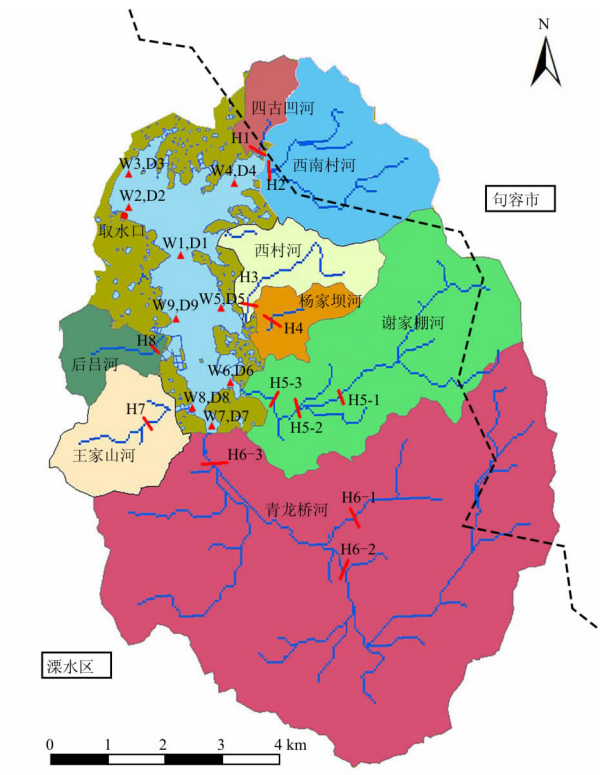
(2) 以各种农村区域生产生活活动为主的面源污染。

(3) 以水库底泥释放污染为主的内源污染。

2.2 方法

2.2.1 *监测方法* 监测主要从 3 方面进行:(1)方便水库水质监测。(2)方便水库底泥监测。(3)方便水库入库河流水质监测。

监测点的设置按照《水和废水监测分析方法》[9]的相关要求,本次研究设置了 9 个湖泊水质监测点,9 个湖泊底泥监测点,并对 8 条河流,设置了总计 12 个监测断面,具体位置如图 1 所示。



W 为水库水质监测点,H 为河道监测断面,D 为水库底泥监测点。

图 1 方便水库水环境监测点分布图

水库水质监测点 W1 位于水库北区和南区的联通处,其余监测点覆盖北部和南部的关键区域。D1 ~ D9 与 W1 ~ W9 一一对应,位置相同。汇入水库的河流共 8 条,分别为四古凹河、西南村河、西村河、杨家坝河、谢家棚河、青龙桥河、王家山河、后吕河,其中谢家棚河、青龙桥河各设置了 3 个监测断面,其余河道各一个监测断面。

2.2.2　*评价方法*　方便水库库区水体水质评价分别用丰水期(5 - 8 月)、平水期(3 - 4 月、9 - 11 月)、枯水期(12 - 次年 2 月)平均值和年平均值,采用单因子评价方法,给出主要超Ⅱ类标准污染物和超标倍数,确定库区水质达标状况,再利用库区水质年均值进行各单项水质指标的水质评分值计算,从而获得各水库的水质综合评分值 *WGI*,以判定水库水质类别,*WGI* 计算方法参考如下:

$$WGI = \max(WGI(i)) \tag{1}$$

$$WGI(i) = WGI(i)_l + \frac{WGI(i)_h - WGI(i)_l}{C(i)_h - C(i)_l} \cdot (C(i) - C(i)_l), C(i)_l < C(i) \leqslant C(i)_h \tag{2}$$

式中:$C(i)$ 为第 i 个水质项目的监测值;$C(i)_l$ 为第 i 个水质项目所在类别标准的下限值;$C(i)_h$ 为第 i 个水质项目所在类别标准的上限值;$WGI(i)_l$ 为第 i 个水质项目所在类别标准下限值所对应的评分值;$WGI(i)_h$ 为第 i 个水质项目所在类别标准上限值所对应的评分值;$WGI(i)$ 为第 i 个水质项目所在类别对应的评分值。

库区水体营养状态评价选择:叶绿素 a(chla)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD)和高锰酸盐指数(COD_{Mn})5 个项目。湖库类水源地富营养化按“贫”、“中”、“富”评价,综合营养状态指数采用卡尔森指数法,卡尔森指数 *TLI* 的计算方法参考《湖泊富营养化评价方法及分级标准》[10]及《地表水环境质量评价办法(试行)》。

底泥重金属污染等级评价采用潜在生态风险指数法[11],因为潜在生态风险指数 *RI* 值不仅能够反映某一特定环境下沉积物中各种污染物对环境的影响以及多种污染物的综合效应,而且用定量的方法划分出潜在生态风险的程度。底泥有机质参照太湖高氮磷底泥环保疏浚范围控制值(TN ≥ 1 627 mg/kg,TP≥625 mg/kg)进行分析与评价。

3　水环境现状分析

3.1　水库水质与富营养化现状

根据方便水库丰、平、枯 3 次水样监测数据,得到方便水库整个库区、取水口 W2 的水质类别及其主要污染物的超标情况,通过计算获得综合营养指数 *WGI* 和卡尔森指数 *TLI*,从而获得各时段方便水库库区水体所对应的水体污染程度评定结果和营养状态分级,详情见表 1 和表 2,其中表 1 括号内数字表示超标倍数。

表 1　方便水库丰、平、枯水期主要污染物浓度及超标　　mg/L

污染指标	枯水期	平水期	丰水期	全年平均
COD_{Mn}	1.32	2.22	4.49(0.12)	2.68
TN	0.96(0.92)	0.79(0.58)	1.21(1.42)	0.99(0.98)
TP	<0.01	<0.01	0.385(14.4)	0.135(4.4)
NH_3—N	0.17	0.11	0.18	0.15

表 2　方便水库丰、平、枯水期水质与富营养状况表

项目	枯水期	平水期	丰水期	全年平均
总体水质类别	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅴ类	Ⅳ类
总体 *WGI*	53.4	49.8	83.2	62.1
取水口水质类别	Ⅱ类	Ⅱ类	Ⅳ类	Ⅲ类
取水口 *WGI*	40.0	37.2	70.0	43.1
总体 *TLI*	33.5	24.0	44.3	33.9
总体营养状态	中营养	贫营养	中营养	中营养
取水口 *TLI*	33.0	25.9	43.2	34.0
取水口营养状态	中营养	贫营养	中营养	中营养

枯水期,方便水库水质整体上属于Ⅲ类水,属于中营养状态,主要超标指标是 TN,取水口 W2 处的水质为Ⅱ类水,满足《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002)的Ⅱ类水标准;平水期,方便水库整体上属于Ⅲ类水,属于贫营养状态,主要超标指标为 TN,取水口 W2 的水质为Ⅱ类水,满足《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002)的Ⅱ类水标准要求;丰水期,方便水库整体属于Ⅴ类水,属于中营养状态,主要超标指标为 TP、TN、COD_{Mn},取水口 W2 处的水质为Ⅳ类水,超出《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002)的Ⅱ类水标准;就全年平均而言,

水库水质属于Ⅳ类水,属于中营养状态,主要超标指标为 TP、TN,水库富营养化状态不太严重,但存在较明显的富营养化的趋势,取水口 W2 的水质属于Ⅲ类水,明显超出《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的Ⅱ类水标准。

综合考虑方便水库丰、平、枯 3 个水期的水质和营养状态可见,方便水库的水质和营养状态呈现一致性:平水期水质和营养状态最优,枯水期及丰水期较差。方便水库水质和营养状态从平水期(3-4、9-11 月份)到枯水期(12-次年 2 月份)逐渐下降,到丰水期(5-8 月份)水质明显下降,水质最差。这是因为枯水期水质主要反映点源污染的情况,丰水期水质主要受面源污染的影响[5],在方便水库汇水区域内,地面径流是最主要的污染来源。丰水期污染物随大量的雨水进入水库;平水期外源污染比丰水期少,水量比枯水期多,对内源污染的承载能力比枯水期强;枯水期水量较少,内源污染对水质影响较大。

3.2 入库河流水质现状

方便水库主要由 8 条入库河流组成,分别为:四古凹河、西南村河、西村河、杨家坝河、谢家棚河、青龙桥河、王家山河以及后吕河,其丰、平、枯期入库水质情况如表 3 所述。

表 3 方便水库丰、平、枯期入库河流水质情况表

入库河流	枯水期		平水期		丰水期	
	水质综合评分值 *WGI*	水质类别	水质综合评分值 *WGI*	水质类别	水质综合评分值 *WGI*	水质类别
四古凹河(H1)	73.2	Ⅳ类	57.4	Ⅲ类	112.0	劣Ⅴ类
西南村河(H2)	68.4	Ⅳ类	41.1	Ⅲ类	128.4	劣Ⅴ类
西村河(H3)	166.8	劣Ⅴ类	107.4	劣Ⅴ类	138.0	劣Ⅴ类
杨家坝河(H4)	112.4	劣Ⅴ类	22.1	Ⅱ类	120.6	劣Ⅴ类
谢家棚河(上游)(H5-1)	85.5	Ⅴ类	70.8	Ⅳ类	118.3	劣Ⅴ类
谢家棚河(中游)(H5-2)	70.3	Ⅳ类	43.1	Ⅲ类	121.4	劣Ⅴ类
谢家棚河(下游)(H5-3)	63.2	Ⅳ类	50.5	Ⅲ类	126.8	劣Ⅴ类
青龙桥河(H6-3)	101.1	劣Ⅴ类	60.0	Ⅲ类	112.0	劣Ⅴ类
青龙桥河上游(弯坝)(H6-1)	71.7	Ⅳ类	64.3	Ⅳ类	98.4	Ⅴ类
青龙桥河上游(蛟河)(H6-2)	75.1	Ⅳ类	79.9	Ⅳ类	128.4	劣Ⅴ类
王家山河(H7)	69.2	Ⅳ类	115.7	劣Ⅴ类	127.6	劣Ⅴ类
后吕河(H8)	86.1	Ⅴ类	66.0	Ⅳ类	130.7	劣Ⅴ类

方便水库 8 条入库河流,平水期水质相对较好,基本属于Ⅱ类-劣Ⅴ类水;而枯水期及丰水期水质较差,基本属于Ⅳ类-劣Ⅴ类水,尤其以青龙桥(H6-3)、西村河(H3)、杨家坝桥(H4)最为严重,因此对这 3 条河流进行重点分析:

(1)青龙桥河因其长度最长,汇水面积最大,且汇水区域内有多个点源污染,故水质相对较差。

(2)西村河水质最差,分析数据发现,西村河枯水期水质综合评分值 *WGI* 为 166.8,丰水期水质综合评分值 *WGI* 为 138.0,即枯水期水质劣于丰水期。但氮磷等营养盐含量出现枯水期少于丰水期,即氮磷方面,枯水期水质优于丰水期水质,说明它们受农业及城镇径流以及家庭生活引起的点源污染的影响较大[12]。由此可知,与其他河流不同,西村河最主要污染源不是农田径流等面源污染,又由于西村河附近有村落分布,故初步推测主要污染源为集中的生活污水和农村固废等点源污染。此外西村河河流长度较短,水体纳污能力弱。综上,集中的点源污染加上较差的纳污能力,是造成西村河水质最差的主要原因。

(3)杨家坝河枯水期和丰水期水质均为劣Ⅴ类,平水期为Ⅱ类。综合分析数据和地图后发现,杨家坝河和西村河临近,河道较短,且水质均较差,应是该区域同一污染源造成。

3.3 底泥现状

根据监测结果,综合考虑 Hg、Cd、As、Pb、Cu、Zn、Cr、Ni 这 8 种重金属,分别计算出方便水库丰、平、枯水期 9 个监测点的潜在生态风险指数 *RI* 值,

计算结果如表 4 所述。

表 4　方便水库丰、平、枯水期底泥重金属潜在生态风险评价表

监测点位	枯水期		平水期		丰水期	
	RI 值	评级等级	*RI* 值	评级等级	*RI* 值	评级等级
D1	104.0	低风险	76.1	低风险	54.4	低风险
D2	78.5	低风险	86.3	低风险	41.2	低风险
D3	84.5	低风险	86.2	低风险	62.3	低风险
D4	62.5	低风险	83.8	低风险	54.8	低风险
D5	91.5	低风险	90.7	低风险	44.9	低风险
D6	105.2	低风险	87.9	低风险	71.7	低风险
D7	101.2	低风险	60.9	低风险	67.3	低风险
D8	109.7	低风险	79.0	低风险	54.6	低风险
D9	106.0	低风险	69.5	低风险	39.4	低风险

由表 4 可见,方便水库的底泥重金属污染等级为低风险等级,重金属污染不严重,整个水库的潜在生态风险指数低,重金属污染底泥的风险极小。水库镉指标有轻微超标现象,大部分镉浓度值均在0.3 ~0.5 mg/kg,大于镉的一级标准限值 0.20 mg/kg,但其他重金属指标基本上不超标,同时,据调查土壤平均镉浓度为 0.32 mg/kg,说明水库底泥镉轻微超标的原因是库区镉背景值偏高。

底泥营养物质的调查中,进行了 3 次采样,第一次采样点为 D1 ~ D9,后两次采样点位与第 1 次相同,分别记作 D10 ~ D18 和 D19 ~ D27。在通过对监测点位 D1 ~ D27 的分析后得出,底泥有机质含量介于 1% ~3.5%;D5、D6、D8、D9、D12、D16、D24 的底泥 TN 含量介于 1680 ~ 1960 mg/kg,高于疏浚范围控制值(1627 mg/kg);D1、D4 ~ D12、D14 ~ D18、D20、D21、D23 ~ D27 的底泥 TP 含量介于 655 ~ 1460 mg/kg,高于疏浚范围控制值(625 mg/kg)。整个方便水库的底泥有机污染严重,属于营养盐污染底泥,其中,方便水库整个南面库区(D5 ~ D9、D14 ~ D17、D23、D24、D26、D27)及北面库区的 D12 监测区亟需进行适当的清淤处理。

4　水源地污染源对水环境影响分析

4.1　点源污染对水环境的影响

在方便水库汇水区域内,点源污染主要包括工业污染源和集约化畜禽养殖污染,主要污染指标为 COD_{Cr}、TN、TP、NH_3—N,具体排放量见表 5。

表 5　各类点源污染排放量与贡献率情况表　　t/a, %

污染类别	COD_{Cr}		TN		TP		NH_3—N	
	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率
工业污染源	1.711	11.25	0.213	7.16	0.047	3.23	0.162	10.76
集约化禽畜养殖	13.499	88.75	2.761	92.84	1.409	96.77	1.344	89.24
合计	15.210	100.00	2.974	100.00	1.456	100.00	1.506	100.00

工业污染源有 3 个点:(1)位于水库上游白马镇朱家边村的南京亚狮龙体育用品有限公司;(2)位于白马镇朱家边村的南京骏马耐磨材料厂;(3)位于白马镇革新村的革新磁瓦厂。3 个污染源均距离蛟河的监测点 H6 -2 最近,对监测点 H6 -2 影响最大。

集约化畜禽养殖污染源有 5 个点:1 个位于句容市天王镇农林村,临近四古凹河、1 个位于溧水区白马镇革新村,临近蛟河、3 个位于溧水区白马镇浮山村,临近弯坝与谢家棚河。

点源污染排放相对集中,对周边环境会造成一定的污染;从贡献率来看,集约化禽畜养殖的污染物对点源污染总量的贡献率高达 90% 左右,是最主要的点源污染源;从分布位置来看,各点源污染位置相对集中,主要位于青龙桥河上游周边地区。

4.2　面源污染对水环境的影响

面源污染主要包括了农村生活污水污染、农田径流污染、农田固废污染、水土流失氮磷污染、分散式畜禽养殖污染。主要污染指标为 COD_{Cr}、TN、TP、NH_3—N,面源污染的排放量如表 6 所示。

从贡献率来看,生活污水和农田径流两者占据了 99% 以上的 COD_{Cr} 贡献率,其中农田径流占据了 95%;农田径流的 TP、NH_3—N 贡献率最高,均占 90% 左右;农田径流的 TN 贡献率也高达 80%;此外,农田固废和水土流失也会带来不少的 TN 和 TP 污染量。从分布位置来看,面源污染遍布整个水库保护区内,带来农田径流污染的水田遍布于汇水区域的中部,面积最大;带来生活污水以及农村固废污

染的农村村落沿河零星分布;此外,保护区的西南部和东北部为山丘林地,每逢较强降水,雨水冲刷会带来一定的水土流失污染。

4.3 内源污染对水环境的影响

内源污染是指水动力通过对湖泊沉积物产生作用,使得水库底泥释放污染,增加水体中的悬浮质,并经过一系列物理、化学、生物过程释放出生物能利用的营养物质的过程。在湖泊水库的富营养化治理方面,内源释放一直是比较受关注的问题。

李一平[13]等模拟了水动力条件下底泥的起动规律,分析了底泥运动的不同状态,通过改变水槽转速模拟了不同扰动强度下底泥悬浮和释放的规律。以此为参考,通过计算得到底泥释放 TN、TP、NH_3—N 的通量分别为:145.62、32.14、29.12 mg/(m^2·d)。

方便水库蓄水区常年水位的水面面积为 6.68 km^2,通过计算,方便水库每年(以 300 天计)通过底泥释放的 TN、TP、NH_3—N 污染负荷分别为:291.822、64.409 和58.356 t,见表 7。

4.4 水源地污染源分析

综合上述数据,3 类污染源的污染排放量与贡献率情况如表 7 所示。

表 6 各类面源污染排放量与贡献率情况表 t/a, %

污染类别	COD_{Cr}		TN		TP		NH_3—N	
	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率
生活污水	110.017	4.90	33.542	3.82	2.952	1.83	26.833	5.80
农田径流	2130.922	94.93	703.195	80.09	142.766	88.57	426.191	92.05
农村固废			44.473	5.07	7.769	4.82		
水土流失			95.981	10.93	7.301	4.53	9.598	2.07
畜禽养殖	3.822	0.17	0.787	0.09	0.405	0.25	0.383	0.08
合计	2244.761	100.00	877.978	100.00	161.193	100.00	463.005	100.00

表 7 3 类污染源污染排放量与贡献率情况表 t/a, %

污染类别	COD_{Cr}		TN		TP		NH_3—N	
	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率	排放量	贡献率
点源污染	15.210	0.67	2.974	0.25	1.456	0.64	1.506	0.29
面源污染	2244.533	99.33	877.908	74.86	161.187	70.99	462.950	88.55
内源污染			291.822	24.89	64.409	28.37	58.356	11.16
合计	2259.743	100.00	1172.704	100.00	227.052	100.00	522.812	100.00

方便水库污染源中主要污染物为 TN、TP,大量的污染物通过入库河流进入到水库导致水库 TN、TP 超标。

面源污染是影响方便水库水质最主要因素,总氮和总磷的贡献率均达到 70% 以上,其中农田径流污染的 TN 和 TP 贡献率达到总量的 60% 以上,这与东屏镇和白马镇近年来粮食作物和经济作物播种面积不断增长有关。在农作物种植过程中,过量的施肥量和不科学的施肥方式,会造成土地中氮磷含量超标,在雨水的冲刷下,随地面径流汇入入库河流中,按流域统计,青龙桥河因其河道最长、汇水面积最大,导致污染贡献率最大。因此,规划中要对农田种植污染进行重点控制。

此外,内源污染依然有着 20% 以上的 TN 和 TP 污染贡献率,因此控制面源污染和内源污染,是水源地治理的关键所在。

5 结论与对策

综合来看,水库水质全年基本属于Ⅳ类水,取水口 W2 的水质属于Ⅲ类水,明显超出《地表水环境质量标准》(GB3838 - 2002)的Ⅱ类水标准;水库整体及取水口 W2 富营养情况属于中营养状态,水库富营养化状态不太严重,但存在较明显的富营养化的趋势;底泥重金属污染等级为低风险等级,底泥属于营养盐污染底泥,有机污染严重。因此溧水方便水库水源地区域需要进行一系列科学整治。水源地保护是一个因地制宜、综合治理的过程,针对溧水方便水库目前的生态状况及汇水区域内的具体情况,提

出如下防治措施:

(1)首先,由于面源污染对水质影响的贡献率最大,应当放在治理的首要地位。针对面源污染,应改进农业耕作方式,合理施肥,防止过多的氮元素进入自然环境中,促进土壤养分良性循环[13];合理灌溉,减少水土流失;合理进行耕作布局,从而为合理施肥、合理灌溉提供更好的执行条件[14]。

(2)其次,内源污染也是不可忽视的一部分。在外源污染控制的基础上,对河道实施淤积污染底泥环保疏浚,清除内源,可有效地提高河道水域面积和蓄水容量,去除底泥中重金属、过多的有机物等有害物质,极大程度地减少营养盐溶液释放[15]。

(3)此外,点源污染虽然总量不大,但污染集中,仍然需要加以关注。针对点源污染,因点源污染较少且规模较小,一方面要规范其排放条件,另一方面要促进推动污染物的资源化利用、循环利用。

(4)我国饮用水水源水质标准久未修订,无法满足新的饮用水水质标准。因此应尽快将水源水质标准内容纳入相关的法律法规,使水源水质标准的制定、实施及定期修订得到法律保障,以适应我国经济建设快速发展的形势[16]。

(5)最后,政府还有义务加强对环境的监管,完善饮用水水源地的区划工作,加强相应环保基础设施建设;与时俱进,采用自动化措施,对水源地地表水水质以及排污口的排污情况进行在线监测,并预先建立应急预案;加强环保宣传工作,引导群众形成水源地保护意识,并自觉执行,从统一管理和提高利用率两方面着手,保护水源地的水资源[17]。

参考文献:

[1] 陈炼钢, 陈敏建, 丰华丽. 基于健康风险的水源地水质安全评价[J]. 水利学报, 2008,39(2):235 - 239.

[2] 侯 俊,王 超,兰 林,等. 我国饮用水水源地保护法规体系现状及建议[J]. 水资源保护,2009, 25(1):79 - 82.

[3] 唐天均,韩 龙,彭 溢,等. 深圳湾水环境污染现状及防治对策研究[J]. 环境科学与管理, 2016,41(2):43 - 45 + 77.

[4] 王健康,周怀东,陆 瑾,等. 三峡库区水环境中重金属污染研究进展[J]. 中国水利水电科学研究院学报,2014, 12(1):49 - 53.

[5] 李思悦,张全发. 运用水质指数法评价南水北调中线水源地丹江口水库水质[J]. 环境科学研究,2008,21(3): 61 - 68.

[6] 王晓宇. 汾河水库及其上游水环境状况分析及治理[J]. 水资源保护,2010,26(4):89 - 94.

[7] 李云成,杨 玲,朱乾德. 重庆市水库型饮用水源地污染源分析与生态修复[J]. 南水北调与水利科技,2015,13(5):1016 - 1020.

[8] 蔡金榜,李文奇,逄 勇,等. 洋河水库污染现状及对策分析[J]. 水利水电技术,2006,37(5):10 - 13.

[9] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,2002:32 - 36.

[10] 王明翠,刘雪芹,张建辉. 湖泊富营养化评价方法及分级标准[J]. 中国环境监测,2002,18(5):47 - 49.

[11] 金 德,史永红,高良敏. 应用生态风险指数法评价沉积物中重金属污染[J]. 山西建筑,2010,36(13):335 - 336.

[12] Tomasko D A,Corbett C A,Greening H S,et al. Spatial and temporal variation in seagrass coverage in Southwest Florida: assessing the relative effects of anthropogenic nutrient load reductions and rainfall in four contiguous estuaries[J]. Marine Pollution Bulletin,2005,50(8):797 - 805.

[13] 李一平,逄 勇,吕 俊,等. 水动力条件下底泥中氮磷释放通量[J]. 湖泊科学,2004,16(4):318 - 324.

[14] 徐帅琳. 浍河水库渔业环境现状分析及评价[J]. 山西水利,2015(1):18 - 19.

[15] 刘 春,郑兰萍. 竹皮河水环境现状分析及治理保护措施[J]. 资源节约与环保,2015(3):215 - 216.

[16] 侯 俊,王 超,吉栋梁. 我国饮用水水源水质标准的现状及建议[J]. 中国给水排水,2007,23(20):103 - 106.

[17] 闻常玲,王莉红,贺徐蜜,等. 水库型饮用水水源地生态安全评价及应用[J]. 水资源保护,2008,24(3):91 - 94.