

石砭峪水库氮、磷营养盐季节变化及其收支分析

黄廷林, 秦昌海, 李璇

(西安建筑科技大学西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710055)

摘 要:以石砭峪水库为研究对象, 2011年7月至2012年7月对水库上游来水、库区及放水水质进行定期监测, 分析了水库氮(N)、磷(P)营养盐的季节性变化规律, 同时结合现场模拟实验对水库N、P营养盐收支状况做了相关研究。结果表明: 石砭峪水库N、P含量呈现明显的季节性变化, 表现为丰水期>平水期>枯水期; 总氮(TN)和总磷(TP)年均值分别为2.65 mg/L和0.04 mg/L, 较高的N、P含量导致水库浮游植物在适宜条件下大量繁殖, 水库供水水质下降; 水库TN、TP年输入量分别为226.50 t和4.38 t, 年输出量分别为218.11 t和4.31 t, 年滞留量分别为49.87 t和1.07 t; 水库TN、TP输入负荷大小顺序是上游入流>库区周边地表径流>水库沉积物释放>大气沉降; 水库TN和TP的年均沉积量分别为41.48 t和1.00 t; 水库沉积物的TN、TP年释放量分别为7.29 t和0.33 t, 对藻类生长繁殖的作用不可忽略。

关键词:石砭峪水库; 营养盐; 季节变化; 收支; 沉积物

中图分类号:X524

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2013)01-0111-06

近年来, 我国湖库水质问题越来越突出^[1], 诸如水体富营养化、水体水质季节性恶化等现象更是屡见不鲜^[2-3]。水体富营养化导致藻类和其他水生植物过量繁殖, 水体透明度下降, 溶解氧含量降低, 进而引起水生生物大量死亡、水质恶化、发腥发臭^[4]。关于富营养化的成因有两种理论, 目前人们较为认可的是生命周期理论^[5], 认为氮、磷的化合物过量进入水体是造成水体富营养化的根本原因。而很多文献表明^[6-7], 湖库存在水质的季节性变化, 所以全面地分析水体氮、磷营养因子的季节变化与收支状况, 有助于揭示水体富营养化的产生原因及提出正确地控制水体富营养化的措施。但目前关于水体氮、磷季节变化与其收支相关性研究开展的相对较少^[3]。鉴于此, 笔者以石砭峪水库为研究对象, 以水质监测与现场模拟实验为依据, 从水库中氮、磷来源入手, 分析研究水库氮磷季节变化及收支情况。

1 材料与方 法

1.1 水库概况

石砭峪水库是西安黑河引水系统的事故备用水源, 1990年8月开始向西安供水, 水库大坝位于长安区境内秦岭北麓漓河上游石砭峪, 北距西安40 km, 坝址以上流域面积132 km², 多年平均径流量0.95亿m³。水库总库容2 810万m³, 最大水深约50 m, 日供水能力40万t。石砭峪水库蓄水主要靠地表径流的补给, 根据降雨量及入库流量的变化, 本文以6~9月作为丰水期, 4、5、10、11月作平水期, 枯水期按1、2、3、12月来算, 其降雨量以及入库量各占全年的65%、25%、10%左右。

1.2 大气沉降模拟实验方法

为了准确地计算大气沉降输入水库的N、P等量, 笔者在水库现场进行了大气沉降模拟实验。参考相关文献^[8], 具体实验方法如下:

(1)湿沉降 在降水较大的过程中采集降水, 采集完毕摇匀后立即测定。其沉降速率 $M(\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 用公式(1)计算:

收稿日期:2012-11-15 修改稿日期:2013-01-10

基金项目:国家自然科学基金重点项目(50830303);陕西省科技统筹创新工程计划项目(2011KTCG03-07);陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项(2010ZDKG-110)

作者简介:黄廷林(1962-),男,山东昌邑人,教授,博士,主要从事水资源保护与水质控制,水处理技术,水环境修复方面研究。

$$M = C_1 \times h \times 10^3 \quad (1)$$

式中: C_1 为雨水相应污染物的浓度(mg/L); h 为年均降水量, 0.898 m ; 10^3 为单位换算系数。

(2) 干沉降 用直径 20 cm 的烧杯收集大气降尘, 烧杯中加有一定量的蒸馏水和盐酸, 以保证杯内湿润, 避免再次起尘和抑制微生物繁殖。每月收集一次降尘, 为保证数据准确性, 降雨时用盖子盖住烧杯口以避免降雨的影响, 且每次用两个烧杯收集降尘。大气降尘收集完毕后, 用蒸馏水多次冲洗烧杯, 然后定容稀释至 1 L 。沉降速率 $N(\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 用公式(2)计算:

$$N = (C_2 \times V \times 12) / 0.0314 \quad (2)$$

式中: C_2 为各月干沉降水样浓度($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$); V 为稀释后的体积, 即 1 L ; 0.0314 为烧杯底面积(m^2); 12 为一年中的 12 个月份。

沉降通量 $W(\text{kg}/\text{a})$ 用公式(3)计算:

$$W = M_{(N)} \times S \quad (3)$$

式中, S 为沉降面积(km^2)。大气沉降总量即为干沉降量与湿沉降量之和。

1.3 监测断面与检测方法

本研究的监测时间为 2011 年 7 月至 2012 年 7 月, 取样点分三处, 分别是入库(S1)、库区、汇流池, 库区又分为 S2 和 S3 两取样点, 如图 1 所示。表层水样在水面下 $0.2 \sim 0.5 \text{ m}$ 处进行采集, 垂向采用直立式采样器沿水深每隔 $5 \sim 10 \text{ m}$ 取样一次。采样频率一般是一周一次, 具体视天气情况而定。对于物理指标, 如水温、水深等可直接通过 HACH Hydrolab DS-5 型多功能水质分析仪进行测定。经 $0.45 \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤后测定的 TN、TP 可认为是总溶解态氮、磷(TDN、TDP), TP 与 TDP 的差值可认为是总颗粒态氮、磷(TPN、TPP)。TN、TP 等均按照《水与废水监测分析方法》中所规定的国家标准方法测定。

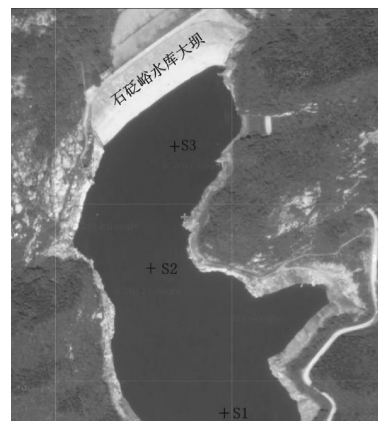


图1 石砭峪水库取样点布置图

Fig. 1 Sampling sites in the Shibiyan Reservoir

2 结果与分析

2.1 氮、磷季节变化

图 2 是库区取样点 S2 的营养盐含量变化, 而表 1 为水库取样点 S2 的丰、平、枯水期相应的营养盐浓度。由图 1、表 1 知, 水库 TN 含量范围在 $1.95 \sim 3.40 \text{ mg/L}$, 全年均值为 2.65 mg/L , 最大值出现在 2011 年 5 月; 水库 TP 含量范围在 $0.02 \sim 0.09 \text{ mg/L}$ 之间, 全年均值为 0.04 mg/L , 最大值出现在 2011 年 9 月。水库全年 TN 含量超出地表水环境质量标准 III 类水(1 mg/L)1 倍多, 除汛期外, TP 含量基本符合 III 类水(0.05 mg/L)。根据营养盐浓度的绝对限制法则^[9], N、P 都不是库区藻类生长的限制因子, 这也说明在适宜的自然条件下, 藻类可能会快速增殖与生长, 从而增加水库供水风险。对藻类监测也表明, 水库藻类爆发时期, 藻类密度在 10^7 个/L 以上, 透明度不足 1 m 。另外, 库区 N/P 值在 50 以上, 据相对限制法则^[10], 说明如果出现藻类大量生长, 则 P 营养盐会优先被消耗到低值, 从而使 P 成为限制因子。另外, 库区 TN、TP 含量大小分别是丰水期 > 平水期 > 枯水期, 这说明水库受面源污染影响较大。

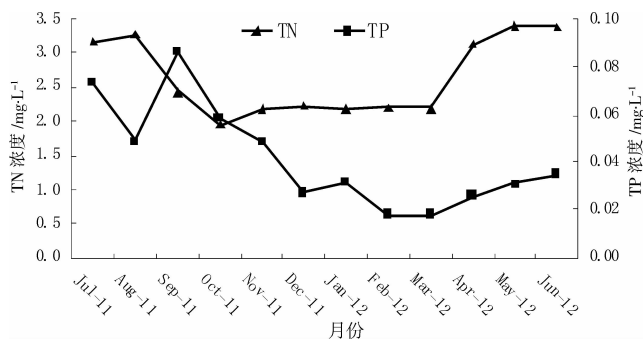


图2 库区营养盐含量变化

Fig. 2 The distribution of nutrient of reservoir

TN、TP 含量的季节变化趋势相似, 均从 3 月份开始上升, 直至 9 月份。3~5 月 TN、TP 含量上升主要是由于春汛期间山上冰雪融化产生的径流, 而 6~9 月则主要是由于降雨产生的径流以及水库沉积物

释放污染物所致. 两者的差异在于,TP 汛期过后至次年 3 月,一直呈下降趋势,而 TN 含量则一直稳定在 2.0 mg/L 左右. 这应该与上游来水的营养盐含量变化及其各自的物理形态不同有关,对入库的监测表明,2011 年 9 月—2012 年 3 月期间入库 TP 一直呈下降趋势(由 0.069 mg/L 下降至 0.013 mg/L),而 TN 含量则基本维持在 2.1 mg/L;丰水期颗粒态磷(TPP)在 TP 中的比重较大(最高达 50%),因此随着汛期的结束,TP 含量随着

TPP 在库区的沉降而逐渐减小,而 TN 则由于颗粒态氮(TPN)含量较小(20%左右),所以 TPN 可在较短时间内就沉降完. 所以 TN、TP 的年度变化差异是上游来水与库区营养盐物理形态双重作用的结果.

2.2 氮、磷收支状况

2.2.1 输入

水体 N、P 来源包括外源、内源. 外源有上游来水,水库周围山体、路面等地表径流,周围居民生活污水输入及游客污染物等. 内源则包括水产养殖投料、底泥沉积物的释放库面大气干、湿沉降等. 生物固氮作用对水体氮的增加也有一定的作用.

(1)上游来水 根据石砭峪水库管理站提供的 2001 年—2011 年间的水库水文统计资料,取各年入库水量均值 6 395 万 m³ 作为年均入库水量,而丰、平、枯水期的入库水量各约占全年的 65%、25%、10%. 则根据式(4)计算出的 N、P 负荷见表 3.

$$w = (C_{\times} 0.65 + C_{\times} 0.25 + C_{\times} 0.1) \times Q \times 0.01$$

(4)

式中:w 为上游来水年入库负荷(t);C_丰、C_平、C_枯 为丰、平、枯水期对应的 N、P 浓度(mg/L),见表 2;Q_{入库} 为年入库流量;0.01 为换算系数.

由表 2、3 可知,入库与库区的季节变化规律相似,且丰水期的入库负荷较大,占到全年入库负荷的 70%以上.

(2)水库沉积物的污染物释放 水体沉积物中多年累积下来的营养盐等污染物会在特定的环境下(如低溶解氧等)向水体释放,成为水体重要的污染源. α 判别法^[11] 以及所测水温等理化指标均表明石砭峪水库为稳定分层型水库. 水体分层后上下水体由于缺乏交换而得不到表层复氧的补充,而生物的呼吸作用和底泥、水体中的大量还原性物质的氧化作用仍然会消耗底层的溶解氧,造成底层水体处于缺氧或厌氧状态,进而加速了内部营养盐和络合金属物质的溶解释放^[7]. 据报道,西湖底泥年释 P 量是 1.346 t 左右,相当于外部输入 P 负荷 36.4%^[12],可见沉积物释放对水体的影响较大. 而连续水质检测表明,水库在 6 月~8 月份水体形成稳定分层,且底层溶解氧(DO)从 6 月下旬开始就低于 0.5 mg/L,这无疑为沉积物中污染物释放提供了有利条件.

为了考察水库底泥中污染物的释放,并对其释放量进行估算,在实验室控制 DO<0.5 mg/L、温度 7~8 ℃ 和避光条件下,对从采样点采集的泥样进行了模拟实验,结果见表 4. 由表 4 可见,水库沉积物在上述控制条件下,会向水体释放大量污染物,造成水体水质恶化.

(3)库区周围地表径流 土地利用方式的不同,N、

表 1 库区各期营养盐浓度

Tab. 1 The contents of nutrient of reservoir in different periods

指标	浓度均值/mg · L ⁻¹			全年均值 /mg · L ⁻¹
	丰水期	平水期	枯水期	
TN	3.07	2.66	2.20	2.65
TP	0.06	0.04	0.02	0.04

表 2 入库各期营养盐浓度/mg/L

Table2 The contents of nutrient of input water in different periods /mg/L

指标	浓度均值			全年均值
	丰水期	平水期	枯水期	
TN	3.51	2.85	2.49	2.95
TP	0.06	0.04	0.03	0.04

表 3 N、P 入库年负荷一览表/t

Tab. 3 The annual load of TN and TP of input water into reservoir /t

项目	丰水期	平水期	枯水期	合计
TN	145.90 (70.3)	45.56 (22.0)	15.92(7.7)	207.38
TP	2.49(75.0)	0.64 (19.3)	0.19(5.7)	3.32

注:()内数据为各期负荷占全年的百分比(%).

表 4 水库底泥污染物释放模拟结果

Tab. 4 The release of TN and TP in sediment of reservoir

项目	初始浓度 (mg/L)	释放极值 (mg/L)	最大释放速率 (mg/m ² · d)	释放量 (t/a)
TN	3.02	3.90	134.9	7.29
TP	0.05	0.25	6.0	0.33

注:水库底层的缺、厌氧区面积按 0.6 km² 算,而释放时间按 90 d(6 月中旬~9 月中旬)计算.

P等土壤流失损失的系数也不相同.库区控制流域约30 km²,且多为山坡林地、灌木地,参考相关文献^[13],N、P输出系数按灌木地测算,分别选用2.8 kg/(hm²·a)、0.15 kg/(hm²·a),则TN、TP每年径流入库负荷分别为8.40 t和0.45 t.

(4)大气沉降 大气沉降中的N、P营养盐是湖泊水体氮素的重要输入源,造成水体N含量增加,水体富营养化加重^[14].而有研究表明,大气湿沉降向太湖输入的TN总量占总入湖污染量的13.6%^[15].

(I)大气湿沉降 经测定,库区雨水的TN、TP浓度均值为1.57 mg/L、0.06 mg/L.按式(1)计算得,N、P年均沉降速率分别为1 404 kg/km²·a、55 kg/km²·a,水库面积约0.7 km²,则N、P年湿沉降量分别为0.99 t和0.04 t.

(II)大气干沉降 根据水库现场4~6月份沉降实验结果,取三个月均值,按(2)式的N、P沉降速率分别为3 492 kg/km²·a、340 kg/km²·a.有关与相关文献^[8,16]相比,库区干沉降速率相对较大,这可能与该水库周边环境.因为紧邻水库的环山公路以及库区周围的采石场采石及石料运输等均可产生较为严重的扬尘现象,致使地面污染物随尘土上扬而漂浮于空中,而库区大气干扰较少,污染物易于在库区沉降.库区面积约0.7 km²,则N、P年干沉降量分别是2.44 t和0.24 t.

综上得,大气沉降以干沉降为主,大气N、P年沉降总量分别为3.43 t和0.28 t.

(5)生物固氮作用 生物固氮作用是很多水体中影响氮素变化的重要途径.随着水体富营养化程度的提高,及固氮微生物种类增多,其固氮速率也增大^[17].根据孙寓姣^[18]等人对官厅水库生物固氮作用的研究结果,并考虑石砭峪水库的富营养化程度,春、秋两季固氮速率取9.0 nmol/m³·d,其他时间由于水库富营养化程度较低,取2.0 nmol/m³·d,则年生物固氮量为0.7 kg.由于生物年固氮量相对较小,所以文中忽略不计.另外由于生物反硝化引起的N的输出量相对较小且量值较难确定,所以在此不计.

2.2.2 输出

氮磷等输出主要是水库泄洪、供水、动植物收获等.水库基本没有动植物收获,由此产生的输出量可忽略不计.

(1)放水 与入库水量类似,根据水库的水文资料可得到年均出库水量6 359万 m³,其主要包括水库泄洪和正常供水.

取各年丰、平、枯水期各期的放水比例分别为53%、31%和16%.水库放水量与上游入库水量计算方法类似.出库量包括每年汛期泄洪约1 000万 m³,由于泄洪主要是水体上层,所以这部分水的N、P含量按水深0~5 m水体的均值测算(3.07和0.049 mg/L),得出N、P年出库负荷如表5所示.

(2)沉积 通过测定,降雨量较小的平、枯水期TPN、TPP含量较小,所以水库氮、磷的沉降主要发生在悬浮物含量较大的汛期,而其他时期的沉降量忽略不计.根据水库汛期期间库区TPN和TPP所占比例约为20%和30%,估算出每年沉于库底的TPN、TPP的含量分别约为41.48 t、1.00 t.

2.2.3 营养盐收支状况

N、P收支结果见表6.由从表6中可知,N、P的年输入量分别为226.50 t、4.38 t,输出量分别为218.11 t、4.31 t.输入负荷的大小顺序是上游来水>库区周围地表径流>水库沉积物>大气沉降.值得一提的是,上游来水的总氮贡献率接近90%,而且易于被藻类吸收的无机氮占90%以上,所以上游来水为藻类的生长繁殖提供源源不断的氮源.虽然除上游来水外,其它来源的N、P贡献率不足30%,但是在降雨量、入库量较小,外源污染的负荷

表5 N、P出库年负荷一览表/t

Tab. 5 The annual load of N and P that out of reservoir /t				
项目	丰水期	平水期	枯水期	合计
TN	120.74(3.17)	37.71(2.27)	17.15(2.12)	176.63
TP	2.47(0.07)	0.66(0.04)	0.17(0.02)	3.31

注:()内数据为N、P营养盐相应的浓度(mg/L)

表6 营养盐收支一览表

Tab. 6 Nutrient budget of Shibianyu reservoir

		TN		TP	
项目		负荷	贡献率	负荷	贡献率
		/t · a ⁻¹	/%	/t · a ⁻¹	/%
输入	上游来水	207.38	91.6	3.32	75.0
	底泥释放	7.29	3.6	0.33	7.5
	地表径流	8.40	4.1	0.45	10.5
	大气沉降	3.43	1.7	0.28	7.0
	合计	226.50	100	4.38	100
输出	放水	176.63	81.0	3.31	76.8
	沉积	41.48	19.0	1.00	23.2
	合计	218.11	100	4.31	100

骤减时,水库沉积物就成为一个最主要的污染源,尤其是作为藻类限制因子的磷源,其贡献率达到7.5%,所以水库沉积物污染物的释放对水体藻类生长繁殖有不可忽略的作用。

水库 TN、TP 年均滞留量分别为 49.87 t、1.07 t,滞留率分别为 22.0%、24.4%,而水库沉于库底的氮、磷高达 41.48 t/a、1.00 t/a,分别约占总输入量的 18.3%和 22.38%。由此可见,水库滞留的营养盐大部分沉于库底,但是在适当条件下,这些污染物会重新向水体释放,造成“二次污染”,从而使水体水质恶化并加剧水体富营养化水平。

3 结 论

(1)石砭峪水库 TN、TP 含量分别在 1.95~3.40 mg/L 与 0.02~0.09 mg/L 之间,全年均值分别为 2.65 mg/L 和 0.042 mg/L。水库 N、P 含量远高于藻类疯长临界值,藻类爆发风险较高;N、P 比在 50 以上,磷可能会被优先利用,从而成为限制因子。

(2)水库 TN、TP 呈明显的季节性变化,总体上丰水期>平水期>枯水期,主要受面源污染的影响。水库属于分层型水库,6、7、8 月属于稳定分层期,厌氧条件下水库沉积物中 N、P 等污染物会明显释放。

(3)水库 TN、TP 输入量分别为 226.63 t 和 4.38 t,输出量分别为 179.62 t 和 3.39 t,年均滞留量分别为 45.16 t 和 0.97 t,滞留率分别为 22.0%和 24.4%;营养盐输入量大小分别是上游来水>库区周围地表径流>水库沉积物>大气沉降。

(4)每年沉于库底的 N、P 营养盐的量分别约为 41.48 t 和 1.00 t,分别约占总输入负荷的 18.3%和 22.8%;这部分营养盐重新向水体释放造成的“二次污染”会加剧水库的富营养化。

(5)水库沉积物释放的 TN、TP 年负荷分别为 2.4 t 和 0.32 t,TP 贡献率 7.5%;当降雨量较小、外源污染负荷骤减时,沉积物释放的 TP 成为水库 TP 最主要来源,对藻类生长繁殖的作用不可忽略。

参考文献 References

- [1] 国家环保总局. 中国环境状况公报[R]. 2004-2008.
StateEnvironmental Protection Administration. In 2011 China's Environmental Status Bulletin[R]. 2004-2008.
- [2] 孟 磬, 葛 曦. 密云水库水体富营养化评价与防治[J]. 河北省科学院学报, 2011, 28(2): 53-57.
MENG Die, GE Xi. Assessment and control of water eutrophication in Miyun Reservoir[J]. Journal of The Hebei Academy of Sciences, 2011, 28(2): 53-57.
- [3] 邓焕广, 张 菊. 东昌湖水体富营养化评价及 N、P 平衡研究[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(8): 178-180.
DENG Huan-guang, ZHANG Ju. Assessment of eutrophication and balance of N and P in Dongchang Lake[J]. Environmental Science And Management, 2008, 33(8): 178-180.
- [4] 张锡辉. 水环境修复工程学原理与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002, 48-51.
ZHANG Xi-hui. Water environmental remediation engineering principles and application. Beijing: Chemical Industry Press, 2002: 48-51.
- [5] 付春平, 钟成华, 邓春光. 水体富营养化成因分析[J]. 重庆建筑大学学报, 2005, 27(1): 128-131.
FU Chun-ping, ZHONG Cheng-hua, DENG Chun-guang. Analysis on cause of the eutrophication of water body[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2005, 27(1): 128-131.
- [6] 夏品华, 林 陶, 李存雄, 等. 贵州高原红枫湖水库季节性分层的水环境质量响应[J]. 中国环境科学, 2011, 31(9): 1477-1485.
XIA Pin-hua, LIN Tao, LI Cun-xiong, et al. Features of the water column stratification and the response of water quality of Hongfeng reservoir in Guizhou, China[J]. China Environmental Science, 2011, 31(9): 1477-1485.
- [7] 黄廷林, 章武首, 柴蓓蓓. 大水深水库内源污染特征及控制技术[J]. 环境污染与防治, 2010, 32(3): 1-4.
HUANG Ting-lin, ZHANG Wu-shou, CHAI Bei-bei. Study on the characteristics and control of endogenous pollution in source water reservoir with great depth[J]. Environmental Pollution And Control, 2010, 32(3): 1-4.
- [8] 魏 样, 同延安, 乔 丽, 等. 陕西省不同生态区大气氮沉降量的初步估算[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(4): 795-800.
WEI Yang, TONG Yan-an, QIAO Li, et al. Preliminary estimate of the atmospheric nitrogen deposition in different ecological regions of Shaanxi Province[J]. Journal of Agro-Environment Science, 2010, 29(4): 795-800.
- [9] Justic D, Rabalais N N, Tumer R E, et al. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences[J]. Estuarine Coastal and Shelf Sci, 1995, 40: 339-356.

- [10] 杨东方, 张 经, 陈 豫, 等. 营养盐限制的唯一性因子探讨[J]. 海洋科学, 2001, 25(12): 49-51.
YANG Dong-fang, ZHANG Jing, CHEN Yu, et al. The uniqueness of nutrition limitation[J]. Marine Sciences, 2001, 25(12): 49-51.
- [11] 王 冠. 浅谈水库水温计算方法[J]. 吉林水利, 2007, 295(1): 7-10.
WANG Guan. Talking on the calculation method for the water temperature in a reservoir[J]. Jilin Water Resources, 2007, 295(1): 7-10.
- [12] 韩伟明. 底泥释磷及其对杭州西湖富营养化的影响[J]. 湖泊科学, 1993, 5(1): 71-77.
HAN Wei-ming. Phosphorus from the sediments of West Lake in Hangzhou and its effects on lake eutrophication [J]. Journal of Lake Sciences, 1993, 5(1): 71-77.
- [13] 史志华, 张 斌, 蔡崇法, 等. 汉江中下游农业面源污染动态监测信息[J]. 遥感学报, 2002, 6(5): 382-386.
SHI Zhi-hua, ZHANG Bin, CAI Chong-fa, et al. The Establishment and Application of Agricultural Non- point Source Pollution Information System in Hanjiang River Watershed[J]. Journal of Remote Sensing, 2002, 6(5): 382-386.
- [14] Twonsend A R, Braswell B H, Holland E A, et al. Spatial and temporal patterns in terrestrial carbon storage due to deposition of fossil fuel nitrogen [J]. Ecological Applications, 1996, 6: 804-814.
- [15] 宋玉芝, 秦伯强, 杨龙元, 等. 大气湿沉降向太湖水生生态系统输送氮的初步估算[J]. 湖泊科学, 2005, 7(3): 226-230.
SONG Yu-zhi, QIN Bo-qian, YANG Yuan-long, et al. Primary Estimation of Atmospheric Wet Deposition of Nitrogen to Aquatic Ecosystem of Lake Taihu[J]. Journal of Lake Sciences, 2005, 7(3): 226-230.
- [16] 陈能汪, 洪华生, 肖 健, 等. 九龙江流域大气氮干沉降[J]. 生态学报, 2006, 26(8): 2602-2607.
CHEN Neng-wang, HONG Hua-sheng, XIAO Jian, et al. Dry deposition of atmospheric nitrogen to Jiulong River watershed in southeast China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(8): 2602-2607.
- [17] 林国恩. 流溪河水库氮磷营养盐动态与收支分析[D]. 广州: 暨南大学, 2009.
LIN Guo-en. The dynamics and budget of nitrogen and Phosphorus for Reservoir Liuxihe[D]. Guangzhou: university of Jinan, 2009.
- [18] 孙寓姣, 陈 程, 丁爱中, 等. 官厅水库生物固氮作用对水体富营养化的响应[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2011, 41(4): 1179-1185.
SUN Yu-jiao, CHEN Cheng, DING Ai-zhong, et al. Response of Biological Nitrogen Fixation to Eutrophic Water in Guanting Reservoir[J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2011, 41(4): 1179-1185.

Studies on the seasonal variation and budget of nitrogen, phosphorus of the shibianyu reservoir

HUANG Ting-lin, QIN Chang-hai, LI Xuan

(Xi'an University of Architecture and Technology, key Laboratory of Northwest Resource, Environment and Ecology of Ministry of Education Xi'an 710055, China)

Abstract: Based on the data monitored from Jul. 2011 to Jul. 2012 in Shibianyu Reservoir, the seasonal variation of nitrogen (N), phosphorus (P) nutrition were discussed and the simulating experiment were setup to analyse the budget of N, P. Results indicate that those parameters' seasonal changes are obvious and their concentrations in abundant water period are much higher than in low water period. The average concentration of TN, TP per year are respectively 2.65mg/L and 0.04mg/L, and high concentration of TN and TP might bring algal bloom if the reservoir has fitting condition, which will endanger the water supply. The yearly input of TN, TP respectively amount to 226.50t and 4.38t, and output are respectively 218.11 t and 4.31 t, and the retention reach respectively 49.87 t and 1.07 t. The input from input water is the largest, input from land runoff is next to the largest, others are reservoir sediments and atmospheric deposition. TN, TP that settled down on the river floor per year are respectively 41.48t and 1.00t; The release of TN and TP in sediment of reservoir respectively amount of 7.29t and 0.33t and its contribution to algal bloom is important.

Key words: Shibianyu Reservoir; nutrition; seasonal variation; balance of input and output; reservoir sediment

Biography: HUANG Ting-lin, Professor, Ph. D., Xi'an 710055, P. R. China, Tel: 0086-29-82201038, E-mail: huangtinglin@xauat.edu.cn