

# 太河水库水域总氮的纳污能力分析与总量控制

卢杰<sup>1</sup>, 施汉昌<sup>2</sup>, 董金城<sup>1</sup>, 王孝勤<sup>3</sup>

(1 山东理工大学, 山东 淄博 255049; 2 清华大学环境模拟与污染控制国家重点实验室, 北京 100084; 3 淄博市水资源管理办公室, 山东 淄博 255000)

**摘要:**以太河水库主要污染物总氮为控制指标, 选用适合于水域水环境特征的水质模型, 对水域纳污能力、现状纳污量以及纳污削减量分别作计算。按照研究水域的功能区划和污染源分布与削减状况, 分析并确定重点治理污染源, 制定总量控制方案。

**关键词:** 排污总量控制; 总氮; 太河水库

中图分类号: X820.6 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2006)05-0019-03

## Water Capacity Analysis and Total Amount Control on TN in the Taihe Reservoir

LU Jie<sup>1</sup>, SHIH an-chang<sup>2</sup>, DING Jin-cheng<sup>1</sup>, WANG Xiao-qin<sup>3</sup>

(1 Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049 China; 2 State Key Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Tsinghua University, Beijing 100084 China; 3 Water Resources Management Office of Zibo City, Zibo, Shandong 255000 China)

**Abstract** The water capacity, pollutant quantity and cutting load of the Taihe Reservoir were calculated respectively by choosing suitable water quality model for water environment characteristics and making the major pollutant TN to be the controlled index. According to the water functional division and pollution source distribution and reduction, the major pollution source were analyzed and defined and the total amount control plans were presented.

**Key words** Total emission control; TN; Taihe reservoir

随着我国水环境保护政策由浓度控制转向总量控制, 对水域纳污能力和污染物排放总量控制的研究已成为水环境保护领域科研的热点问题。淄博市多年平均可利用水资源量为 13.4388 亿 m<sup>3</sup>, 人均可利用水资源量为 335 m<sup>3</sup>, 只有全国人均占有量的 15%, 是我国北方典型的水资源紧缺地区。太河水库是淄博市重要的地表水水源地, 随着流域社会经济的发展和人口增长, 水库作为流域点源与非点源污染物的受纳地, 日益加重的水污染正威胁着太河水库的现状使用功能。对太河水库水域总氮的纳污能力进行科学的分析与研究, 制定合理可行的总量控制方案, 对于保护当地有限的淡水资源, 控制水环境污染具有重要现实意义。

### 1 太河水库水环境现状分析

#### 1.1 水库概况

太河水库位于淄博市东南方向的淄河上游, 属山谷型和半封闭型水库, 总库容 18330 万 m<sup>3</sup>, 兴利库容 1128 万 m<sup>3</sup>, 死库容 715 万 m<sup>3</sup>, 水位 234 m, 死水位 205 m, 平均水深 11.8 m。水库坝址以上控制流域面积 780 km<sup>2</sup>, 19.7 万人以水库作为饮用水源, 同时水库还具有灌溉、防洪、养殖、旅游和放水补源等多种功能。

#### 1.2 太河水库水质现状

太河水库以降水补给为主, 近 10 年来, 年均入库流量为 7149 万 m<sup>3</sup>, 汇入水库水域污染物逐年增

收稿日期: 2005-09-10 修订日期: 2006-05-10

基金项目: 国家“八六三”计划基金资助项目 (2003AA01080)

作者简介: 卢杰 (1968-), 女, 山东邹平人, 副教授, 硕士, 主要从事水资源与水环境污染防治教学与科研工作。

加, 水库部分水质指标劣于地表水 II 类标准。

现以 COD 和 TN 的年平均质量浓度为典型指标, 表征太河水库近几年的水质变化趋势。从 COD 质量浓度变化趋势看, 1998 年前 COD 质量浓度变化幅度较大, 1998 年后趋于稳定, 基本在 15 mg/L 以下, 符合《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的 II 类水标准。从 TN 变化趋势看, 除 1998 年和 1999 年两个年份 TN 浓度较低外, 其余时段 TN 浓度变化较大, 且超出国标中湖、库 TN 标准 0.5 mg/L 要求, 是太河水库的主要污染物。

## 2 太河水库水域纳污能力分析

水域纳污能力是以水质目标作控制。以主要控制污染物为指标, 运用水质模型, 求得功能区污染物的最大允许负荷量, 是制定污染物排放总量控制方案的基本依据。现以水库主要污染物 TN 为控制指标, 选用适合于水库水环境特征的水质模型计算其水域纳污能力。

### 2.1 太河水库水质模型

通过分析比较, 拟选用四种经典的富营养化模型<sup>[1]</sup>, 用典型丰水年 1994 年实测数据进行验证, 确定适合太河水库水质状况的水质模型, 并用此模型对太河水库的纳污能力进行计算。

经计算, 选择狄龙模型:

$$\bar{C} = \frac{L\tau(1-R)}{Z}$$

式中:  $L$ ——单位水库面积总氮负荷,  $g/(m^2 \cdot a)$ ;

$R$ ——氮的滞留系数;

$\tau$ ——平均滞留时间,  $a$ ;

$Z$ ——平均近似深度,  $m$ 。

### 2.2 纳污能力分析计算

由狄龙模型得到水库单位允许负荷量:

$$L = \frac{Z\bar{C}}{\tau(1-R)}$$

水库水域纳污能力:  $W = L \cdot A$

典型水文年的现状纳污量、纳污能力和纳污削减量计算结果见表 1。

表 1 典型年太河水库水域纳污能力

项目	丰水年	枯水年	平水年
TN 现状纳污量 $Q/(t \cdot a^{-1})$	812.93	394.34	461.65
TN 纳污能力 $Q/(t \cdot a^{-1})$	39.34	14.97	37.35
纳污削减量 $Q/(t \cdot a^{-1})$	773.59	379.37	424.30
削减负荷 /%	95.2	96.2	91.9

### 2.3 计算结果分析

由表 1 可见, 在不同水文年条件下, 太河水库 TN 的现状纳污量均远远超过其纳污能力。现状纳污量和纳污能力与水文年型有密切关系, 丰水年高于平水年, 枯水年最小。

## 3 水域总量控制方案

### 3.1 纳污控制区段划分及污染源状况

根据水环境特征将水库上游淄河河段划分为两个控制区段: I 区段, 源泉镇至镇后镇控制区段; II 区段, 太河水库一级保护区控制区段。

两控制区段为农村乡镇和农业区, 废水以生活污水、养鱼废水和畜禽养殖废水为主。除以上点源外, 降水为主要非点源。采用单位面积负荷法进行降水非点源污染负荷估算<sup>[2]</sup>。控制区段污染源排放状况见表 2。

表 2 控制区段污染源排放状况

控制区段	控制断面	污染物	点源污染负荷						非点源污染负荷 $Q/(kg \cdot d^{-1})$	污染物排放量 $Q/(kg \cdot d^{-1})$
			生活污水		养鱼废水		畜禽废水			
			排污量 $Q/(m^3 \cdot d^{-1})$	质量浓度 $\rho/(mg \cdot L^{-1})$	排污量 $Q/(m^3 \cdot d^{-1})$	质量浓度 $\rho/(mg \cdot L^{-1})$	排污量 $Q/(m^3 \cdot d^{-1})$	质量浓度 $\rho/(mg \cdot L^{-1})$		
I	源泉断面	TN	1408	45	4102	160	45	1500	5.2	792.4
II	水库中心	TN	800	45	0	0	1.2	1500	15.6	53.4

### 3.2 点源总量控制方案

#### 3.2.1 治理方案

点源总量控制方案见表 3。

#### 3.2.2 实施结果分析

根据慢速渗滤出水水质, COD 去除率为 90%, TN 去除率为 85%, 计算用该方案削减的污染负荷量, 一级保护区内 TN 可削减 10.80 t/a。

#### 3.3 非点源防治对策

表 3 点源总量控制方案

控制区段	控制污染物	重点源	产生量 $Q/(kg \cdot d^{-1})$	削减量 $Q/(kg \cdot d^{-1})$	削减率 %	允排量 $Q/(kg \cdot d^{-1})$	投资/万元		投资方案
							基建投资	年运行费用	
I	TN	源泉镇	63 36	52 10	82 22	11 26	86 86	4. 53	废水经慢速渗滤系统, 出水灌溉林地、草地
		生活污水							
		源泉虹	656 32	623 50	95 04	32 82	396 82	7. 62	
II	TN	一级保护区	36 00	29 60	82 22	6 40	67. 18	3. 64	慢速渗滤法, 出水灌溉林地和草地
		生活污水							

太河流域汛期降水高度集中, 降雨多以暴雨形式出现。流域内水土流失严重, 年土壤侵蚀模数达  $2\ 697\ t/km^2$ , 使得非点源污染问题日益突出, 必须重视流域非点源的治理<sup>[3]</sup>。

### 3.3.1 发展生态农业, 综合防治水土流失

在距水域较近的村镇采用农林牧复合生态工程技术<sup>[4]</sup>, 建设农田林网, 实施水土保持。

### 3.3.2 控制化肥施用量

控制氮肥施用量, 推广配方施肥<sup>[5]</sup>。提高氮肥利用率, 减少氮素流失。

### 3.3.3 规模化养殖场粪便污水处理与综合利用

畜禽粪便可施于农田用于改良土壤结构, 提高土壤有机质含量。养殖废水易于进行生物处理并产生沼气<sup>[6]</sup>, 可进行沼气综合利用。

## 4 结论

以太河水库水质现状分析为基础, 确定水库主要污染物是总氮。从四种经典的富营养化模型中选择狄龙模型作为水库水质模型, 对其纳污能力、现状纳污量和纳污削减量分别作计算。计算结果显示, 水库水域的现状纳污量已超过纳污能力。指出为实现水库水质目标, 必须削减现状污染负荷的

96.3%。将研究水域解析为两个控制区段, 制定总量控制方案。区段 I 目前主要治理鱼场废水和农村生活污水, 通过控制方案可削减 95.04% 和 82.22% 的污染负荷。区段 II 主要对农村生活污水加以治理, 通过备选的生活污水处理工艺可削减 82.22% 的污染负荷。选用慢速渗滤土地处理工艺对农村生活污水进行处理。在污水收集设施和污水处理工程设计方案得到实施之后, 水库水域即能达到规定的水质目标。

### 【参考文献】

- [1] 张永良, 刘培哲. 水环境容量综合手册 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991: 754-761.
- [2] 卢杰, 丁金城, 施汉昌. 淄河上游农业非点源污染负荷分析与防治研究 [J]. 环境科学与技术, 2003, 26(2): 26-28
- [3] 朱余, 王凤. 巢湖流域水质状况与环境目标可达性分析 [J]. 环境监测管理与技术, 2004 16(6): 22-23, 26.
- [4] 甘师俊, 王如松. 中小城镇可持续发展先进适用技术指南 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999: 296-306
- [5] 崔玉亭. 化肥与生态环境保护 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1999: 51-59
- [6] 周菁华, 杨淑慧. 集约化猪场废弃物系统处理研究 [J]. 农业环境与发展, 2001, 17(1): 46-48

本栏目责任编辑 李文峻

## • 征订启事 •

## 欢迎订阅 2007 年《水资源保护》

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊

《水资源保护》是河海大学和环境水利研究会主办的以技术性为主, 兼顾学术性和管理性的技术性期刊。本刊 1985 年创刊, 统一刊号: CN32-1356/TV, 现为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊和江苏省一级期刊, 双月刊, 96 页, 国内外公开发行。《水资源保护》主要刊登与水资源保护有关的科技政策、综述述评、研究探讨、工程技术及措施、成果推广及经验交流, 专题讲座、国外动态、书刊评介、科技简讯, 水资源管理、评价、监测、优化配置、节水技术, 水环境污染控制以及水环境监测仪器研制等方面的文章。

本刊邮发代号: 28-298, 双月刊, 8 元/期, 全年 48 元, 每逢单月 30 日出版。欲订购者, 请径向当地邮局订购。若无法从邮局订阅, 亦可与编辑部联系索取征订单。

地址: 210098 南京市西康路 1 号 电话: (025) 83786642 传真: (025) 83786642 电子信箱: bh@hhu.edu.cn