

# 微生物水质改善原位处理技术在潘家口水库的应用研究

王少明<sup>1</sup> 王雄伟<sup>2</sup> 陈月妹<sup>3</sup>

- (1. 水利部海委引滦工程管理局,河北 唐山 064300;
2. 北京万润华夏环境技术有限公司,北京 100085;
3. 河北省宽城县水务局,河北 承德 067600)

**【摘要】** 本文采用“三步法”水质改善技术,通过大型水上自动综合平台投加微生物制剂,在潘家口水库库区进行了试验。不同点位、不同深度相关指标的检测和分析结果表明,污染指标降解率较高,技术可行且效果明显。

**【关键词】** 潘家口水库;微生物处理技术;应用

中图分类号: TV211

文献标识码: A

文章编号: 2096-0131(2018)01-008-05

## Research on application of microbiological water quality improvement in situ treatment technology in Panjiakou Reservoir

WANG Shaoming<sup>1</sup>, WANG Xiongwei<sup>2</sup>, CHEN Yuemei<sup>3</sup>

- (1. Ministry of Water Resources Haiwei Luanhe River Diversion Engineering Administration, Tangshan 064300, China;
2. Beijing Wanrun Huaxia Environmental Technology Co., Ltd., Beijing 100085, China;
3. Hebei Kuancheng County Water Authority, Chengde 067600, China)

**Abstract:** Panjiakou Reservoir is affected by Luanhe River upstream reservoir water quality and reservoir fish culture in the netpen. The total phosphorus and total nitrogen content of the reservoir are obviously increased. The water quality of water bodies is mildly eutrophicated. In the paper, ‘three-step-method’ water quality improvement technology is adopted. Microbial preparation is put through a large-scale water automatic comprehensive platform, and the Panjiakou Reservoir area is tested. The test and analysis results of different sites and different depth related indexes show that the pollution index degradation rate is higher, and the technology is feasible and effective.

**Key words:** Panjiakou Reservoir; microbiological treatment technology; application

### 1 概述

潘家口水库位于河北省滦河干流上,是天津、唐山两市重要的饮用水水源地。由于受滦河上游入库水质以及水库网箱养鱼的影响,水库总磷、总氮含量呈明显

上升趋势,目前水质为V类水标准,水体呈现轻度富营养化。由于水库网箱养鱼的污染负荷比重已占到潘家口水库、大黑汀水库总污染负荷的30%以上,其中总磷负荷占57%以上,成为水库的主要污染物。为保证潘家口水库水质安全,必须对水体中的磷进行消减,为

此,在潘家口水库下池开展了水生态立体调控技术示范,原位处理下池水库水体,获得了较好效果。

## 2 试验区点位布置及技术应用

选择潘家口水库下池作为实验基地,试验区域见图1。潘家口水库下池位于主坝下游6km处,是潘家口水库抽水蓄能电站的调蓄水库,总库容3168万 $m^3$ ,有效库容1000万 $m^3$ 。

### 2.1 试验区及检测

由于下池水域面积大,抽水蓄能发电导致下池水位经常变动,且试验区域内外有部分水体交换,对试验结果会产生影响。在下池库区选取约0.25 $km^2$ 的水面进行试验。试验区选取人员能够进出方便,便于运送材料、设备的区域。试验设备采用装卸式综合自动投送平台,按照不同水深通过计量泵向试验区精准投送微生物制剂。

在实验区域选择5个监测点位(图1)。每个点位按照表层、1m、2m和3m水深取样检测。根据方案按照步骤进行现场试验,试验期为2016年7月15日—8月15日,水质检测部门在现场采集实施“三步法”前后各点位的样品,对水体中的TP、TN进行检测。

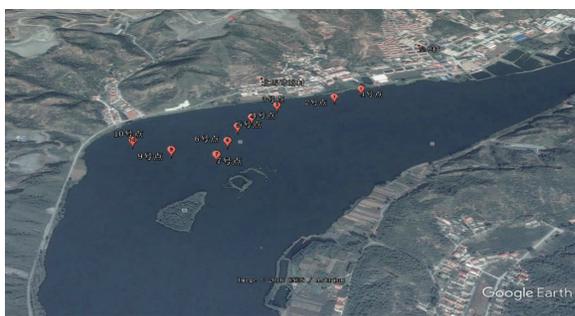


图1 试验区域及检测点位

### 2.2 采用的技术工艺及原理

本研究采用“三步法”水质改善及水态修复技术,技术原理见图2。

在试验区内集成了微生物固定化技术、纯天然材料的生物膜技术、生化协同与缓释技术、靶向菌群驯化和低温发酵等多项技术。通过“三步法”工艺和方法,调控内外源污染转移,对水体微生态进行重建与藻相

控制、底泥原位消减和底栖生态改良、修复,进而达到水体还清、持续长效的目的。即以水体和底泥解毒为前提,降低或去除有毒有害物质生物细胞的危害,给微生物营造适宜生长和生存的环境,使其最大限度发挥分解功能,持续改善水环境。

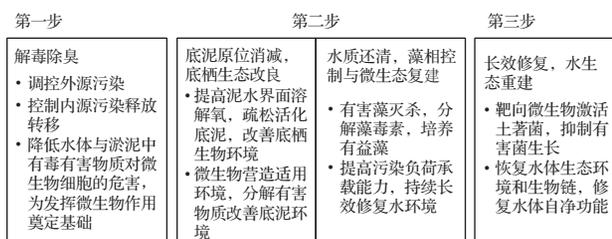


图2 三步法工艺机理

## 3 试验数据及分析

采用“三步法”水质改善与生态修复技术,利用生化协同的方法,前期投送解毒除臭剂及活水剂等产品,通过释放新生态氧、提高氧化还原电位和链式反应系统,将长链大分子降解为小分子,后期投放靶向微生物,由靶向微生物菌群降解,达到长效修复,水生态重建的目的。

### 3.1 水体处理前后总磷的对比分析

#### 3.1.1 解毒除臭和水质还清

通过小试初步确定材料计量和实施步骤,根据实际水域情况和下池水体水质检测情况进行调整。依照初步试验确定的时间间隔和步骤,采用水上自动投送平台,将解毒除臭剂和活水剂等材料按照设定深度投送到水体中。各点位处理前后的总磷检测情况及不同水深总磷的去除率见图3、图4。

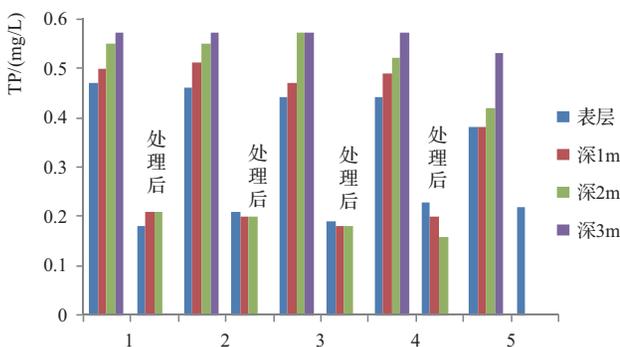


图3 各点位TP处理前后对比

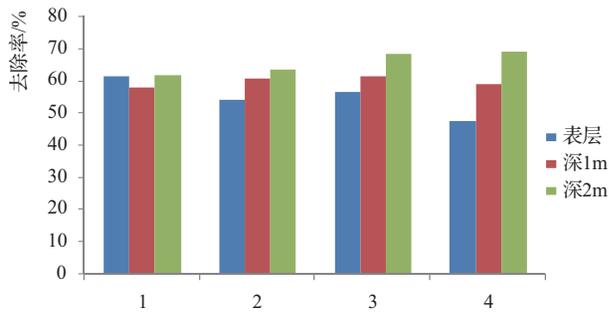


图4 各点位不同水深 TP 的去除率

从图3可以看出,5个点位在同一水深和每个点位的不同水深 TP 数值是不同的,整个水域 TP 的分布是不均的;随着水深增加 TP 数值也逐渐增大,深水污染程度高于表层。

从图4可以看出,TP 的去除率随着水深的增加而增大,说明产品投送是均匀而有效的,未受到水深影响。TP 的去除率表层、深1m 和深2m 分别为 47.73% ~ 61.7%、58% ~ 61.7% 和 61.82% ~ 69.23%,说明该项技术和产品对降低 TP 是有效的,接近Ⅲ类地表水的 TP 标准值。

### 3.1.2 投入靶向微生物

投入靶向微生物的目的是生化协同降解污染物,激活水体中有益菌,达到长效修复作用。投放靶向微生物制剂前后各点位总磷变化情况及不同水深总磷的去除率情况见图5~图10。

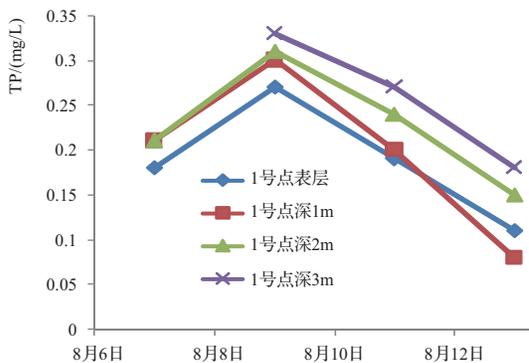


图5 1号点位 TP 变化曲线

从图5~图9的曲线可以看出,不同点位、不同水深 TP 的变化规律是相同的,随着时间增长前期指标稍有增大外,TP 随时间增长而减小;表层的指标比深水

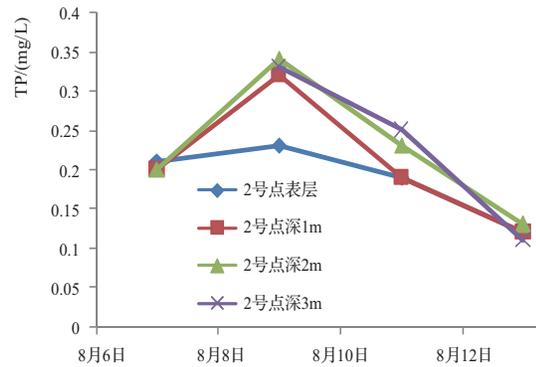


图6 2号点位 TP 变化曲线

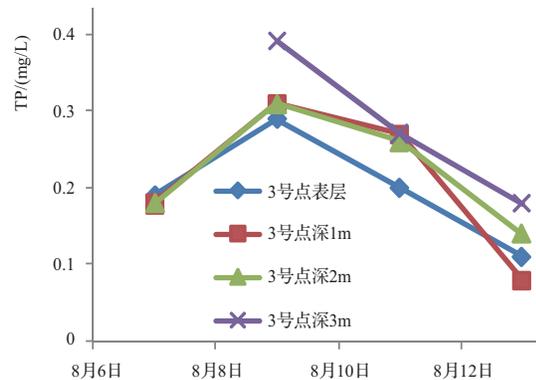


图7 3号点位 TP 变化曲线

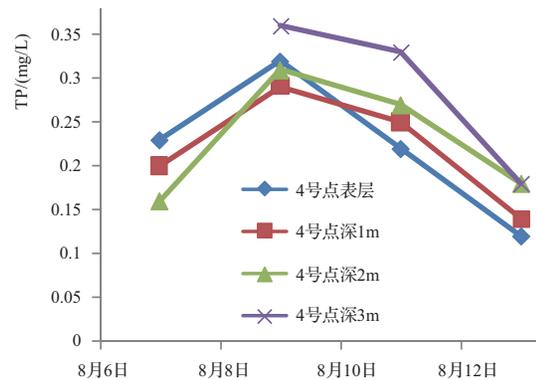


图8 4号点位 TP 变化曲线

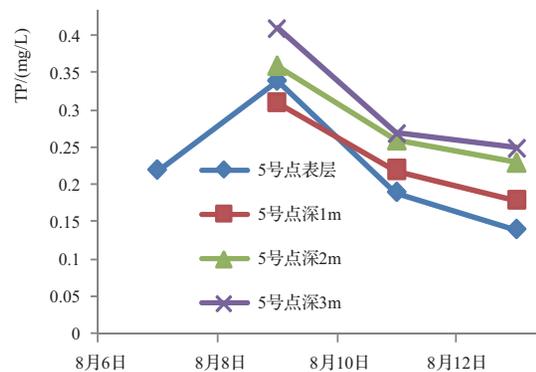


图9 5号点位 TP 变化曲线

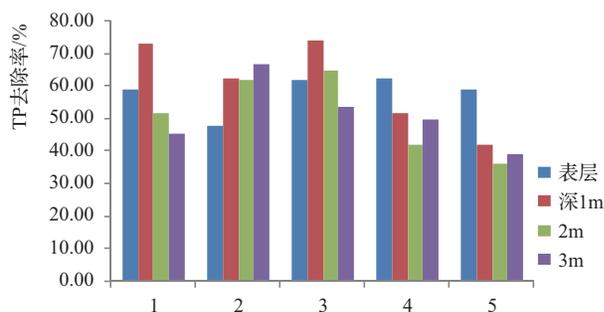


图 10 各点位不同水深 TP 去除率

的指标低,同一时间的空间上,TP 从表层到水下 3m 指标逐渐增大,水深的地方指标高,与水体中溶解氧含量及微生物代谢的环境有关。TP 的分布是不均匀的,在同一深度不同点位的 TP 指标有所不同。

从图 10 可以看出除 2 号点位,TP 的去除率随深度增大而降低,2 号点随深度增加曲线峰值 TP 值相对较大,曲线终端值相近,所以去除率随深度增大而增大;1 点、3 点、4 点、5 点位深度 1m 的去除率高外,均随深度增大去除率降低,也即表层去除率高。1 点、2 点、3 点、4 点和 5 号点位 TP 去除率范围分别为 45.45% ~ 73.33%、47.83% ~ 66.67%、53.85% ~ 74.19%、41.94% ~ 62.50% 和 36.11% ~ 58.82%。

由于抽水蓄能电站的运行,下池库区水位经常变动,受水体交换影响,前期已将长链大分子变为小分子,释放新生态氧,投入菌群后微生物需要适应环境,所以初期两天 TP 的指标有所增加,随靶向微生物代谢作用增强,TP 指标逐渐降低。

## 3.2 总氮的变化

### 3.2.1 解毒除臭与水质还清

在水中投放解毒除臭产品后,各点位总氮量及不同水深下总氮的去除率情况发生了相应变化,见图 11、图 12。

从图 11 可以看出,试验前水域不同点位和同一点位不同深度的 TN 浓度大致相同。从图 12 可以看出,投入产品后各点位以及同一点位不同深度 TN 浓度均有不同程度降低,表层、水深 1m 和 2m 降解率分别为 50.19% ~ 57.87%、37.93% ~ 60.13% 和 33.19% ~ 58.82%,说明该项技术和产品对深大水体或大水域降

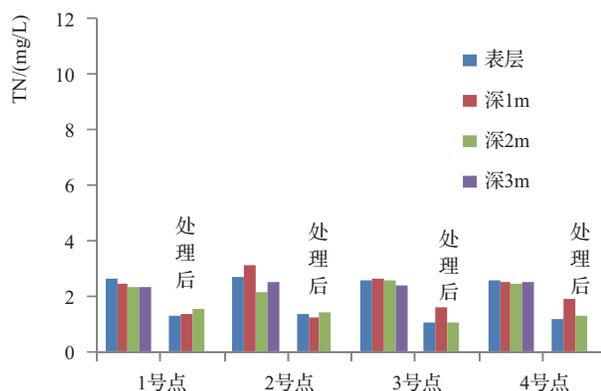


图 11 各点位 TN 处理前后对比

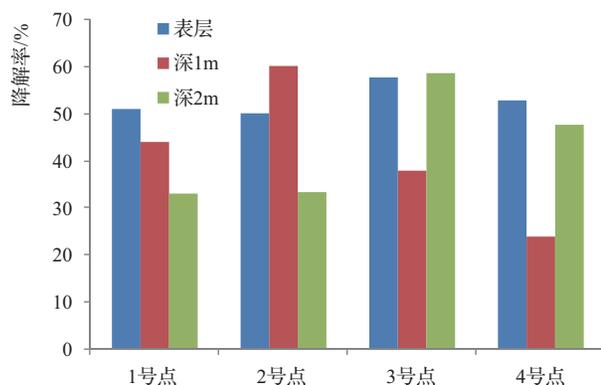


图 12 各点位不同水深 TN 的降解率

低 TN 是可行的,且效果明显。

### 3.2.2 投加靶向微生物菌群

在水中投放靶向微生物制剂后,各点位不同水深总氮量与不同水深下总氮的降解率发生了相应变化,见图 13 ~ 图 18。

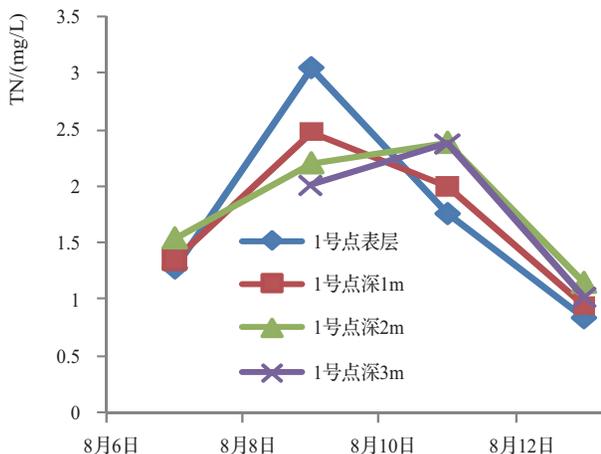


图 13 1 号点 TN 变化曲线

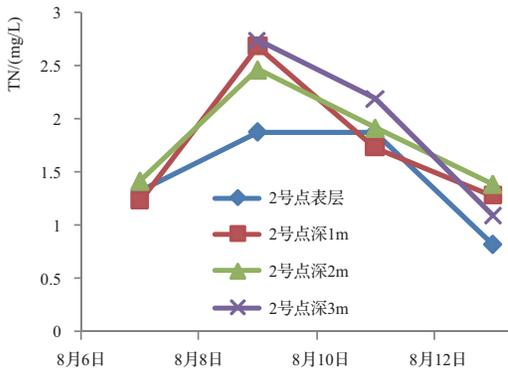


图 14 2 号点 TN 变化曲线

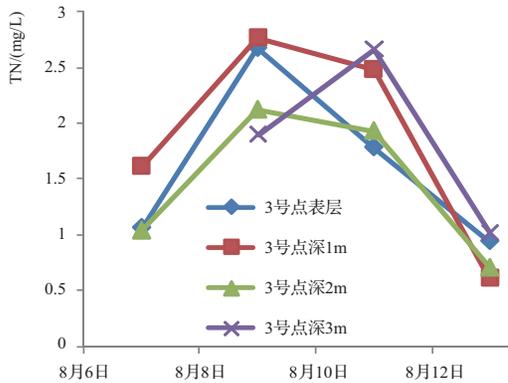


图 15 3 号点 TN 变化曲线

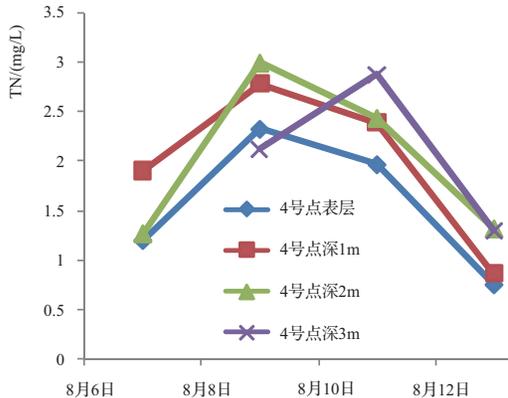


图 16 4 号点 TN 变化曲线

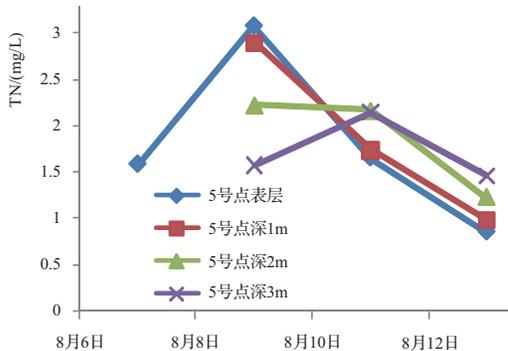


图 17 5 号点 TN 变化曲线

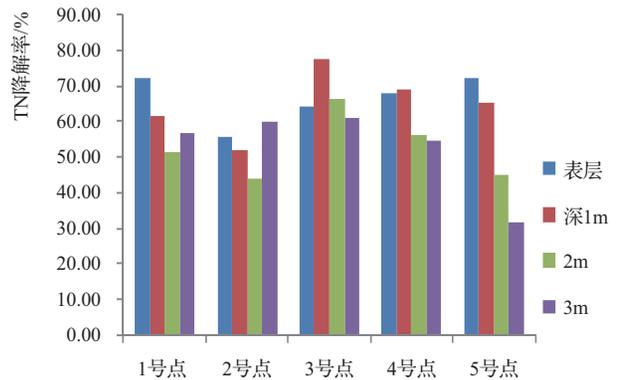


图 18 不同点位不同深度 TN 降解率

从图 13—图 17 的曲线可以看出,不同点位、不同水深 TN 的变化规律是相同的。各点位均于 8 月 9 日出现浓度最高点,然后时间增长而不断降低,曲线上凸形,说明投加靶向微生物对各点位 TN 的降解是有效的。

从图 18 可以看出,除 3 号点位外,1、4、5 各点位均呈现出表层 TN 降解率高于其他水深的降解率,虽然 2 号点位的深层 TN 降解率略高于表层,综合来看,表层 TN 降解率应高于其他水深。3 号点位深 1 米的 TN 降解率高于其他水深的 TN 降解率。总的趋势是 TN 的降解率随深度增大而降低。1、2、3、4、5 点位的降解率范围分别为 51.46% ~ 72.46%、43.72% ~ 59.85%、61.28% ~ 77.62%、54.86% ~ 69.06% 和 31.62% ~ 72.08%,说明靶向微生物菌群对降低 TN 效果明显。

#### 4 结 语

研究表明:“三步法”水体除臭、还清工艺和方法对大水深水体或大中型水库污染治理技术上可行,便于实施且效果明显。在不考虑水位和水体交换影响的前提下,投放解毒除臭剂和活水剂等微生物制剂对各点位不同水深 TP 的去除率 47.73% ~ 69.23%,对 TN 的降解率 33.19% ~ 60.13%;靶向微生物菌群对各点位不同深度 TP 的去除率 36.11% ~ 74.19%,对 TN 的降解率 31.62% ~ 77.62%。

建议对大水深水体或大中型水库进行污染综合治理前,应调查和拥有水文、河相、进出水量及污染源等数据资料,均匀布置投料位置和检测点位,治理水域尽可能全水域进行,便于更好制定方案。