

# 农村臭水塘污染问题及其水环境整治方法研究

张嘉惠 吴世刚\*

广州华科环保工程有限公司, 中国·广东 广州 510000

**摘要:** 随着中国农村经济的迅猛发展和人口规模的不断扩大, 农村水环境面临日益严峻的挑战, 水质恶化趋势明显。在农村里水塘可被用于洗涤、灌溉、排水及其他多种综合用途, 随着人口经济发展水塘自净能力下降, 形成了臭水塘。论文以某地农村臭水塘环境整治为例, 通过诊断农村臭水塘存在的污染问题, 针对各水体的实际情况提出可行的工程措施, 改善农村人居环境, 响应国家政策, 促进美丽乡村建设。

**关键词:** 农村黑臭; 生态塘; 水生态环境

## Research on the Pollution of Rural Stinky Ponds and the Methods of Water Environment Improvement

Jiahui Zhang Shigang Wu\*

Guangzhou Huake Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

**Abstract:** With the rapid development of rural economy and the continuous expansion of population in China, the rural water environment is facing increasingly severe challenges, and the trend of water quality deterioration is obvious. In rural areas, ponds can be used for washing, irrigation, drainage, and other comprehensive purposes. With the development of population and economy, the self purification capacity of ponds has decreased, forming foul smelling ponds. This paper takes the environmental remediation of rural odor ponds in a certain area as an example. By diagnosing the pollution problems in rural odor ponds, feasible engineering measures are proposed based on the actual situation of each water body to improve the rural living environment, respond to national policies, and promote the construction of beautiful countryside.

**Keywords:** rural black and odorous; ecological pond; water ecological environment

## 1 引言

在农村经济迅速发展和人口不断增长的背景下, 水环境的质量问题日益凸显。农村集约化养殖场的快速发展、农业中农药化肥的不当使用以及村民生活污水和废弃物的无序排放, 均对农村水环境造成了严重污染。这些污染问题不仅直接威胁着农民的生存环境和身体健康, 水塘被作为当地污水的主要处理单元, 黑臭环境越发突出。

## 2 某地水塘概况

以某项目为例, 在实地调研发现, 当地水塘大部分为封闭水塘, 水体整体呈发黄发绿, 带有异味, 水深约为 1~2m, 水塘面积为 400~1000m<sup>2</sup>。

### 2.1 生活污水污染

部分村庄雨污混流, 无污水收集管也没有污水处理设施, 污水主要通过明渠或管道排入水塘。部分村组的冲厕水进入化粪池, 厨房及卫生间其他污水通过引管排到房屋外的小水沟, 然后漫流至水塘。

### 2.2 散养畜禽污染

部分村组在水塘周围散养畜禽, 其粪尿中的污染物随冲洗水流进水塘, 使水塘的 COD 和氨氮增大, 破坏了水体自净能力, 使水塘发黑发臭。

### 2.3 农业污染

调研发现, 部分水塘旁边存在菜地或农田, 农户会在种植过程中施加化肥和喷洒除草剂等, 这些化学肥料会随雨水或浇灌水漫流进入水塘, 从而使水塘富营养化, 水塘自净能力下降。

### 2.4 底泥污染

调研发现大部分水塘由于无人运维, 长期无清淤措施, 而当水塘遭受不断污染后, 部分污染物会通过沉淀或吸附于颗粒物上而积聚在底泥中。在特定条件下, 这些污染物可能会重新被释放, 形成二次污染源, 进而加剧水塘的污染状况。

### 2.5 生活垃圾污染

部分水塘里存在不少生活垃圾, 且有部分水塘旁边为生活垃圾放置点, 部分生活垃圾未及时处理随风吹或雨水漫流进入水塘, 成为污染源, 破坏水体自净能力, 使水塘发黑发臭。

### 2.6 水塘监测及诊断

为了进一步确定水塘水质及淤泥情况, 对水塘进行了水质及淤泥检测, 水质检测指标有氧化还原电位、氨氮、溶解氧、透明度、高锰酸盐指数、pH 值、总磷、总氮, 淤泥检测指标有总磷、全氮、有机碳(见表 1、表 2)。

表 1 水塘水质检测数据结果

点位	地表水							
	高锰酸盐指数	氨氮	总氮	总磷	溶解氧	氧化还原电位	pH 值	透明度
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mV	无量纲	cm
1# 水塘	5.6	0.253	0.8	0.11	7.8	146	7.6	54
2# 水塘	18.4	15.4	28.3	2.76	1.8	-211	7.5	17
3# 水塘	17.3	30.4	39.1	3.52	2.3	-226	7.5	35
4# 水塘	14.8	8.11	10.2	3.41	4.9	149	7.6	> 30
5# 水塘	35.7	0.55	2.36	1.12	10.2	104	8.2	16
6# 水塘	10.6	3.61	4.53	1.07	4.2	129	7.7	55
7# 水塘	18.4	1.26	3.66	0.83	5.7	145	8.1	18

表 2 水塘底泥检测数据结果

点位	沉积物		
	有机碳 %	总磷 (mg/kg)	全氮 (mg/kg)
1# 水塘	1.36	732	678
2# 水塘	3.27	1710	2110
3# 水塘	3.74	9120	2310
4# 水塘	3.94	1600	2580
5# 水塘	1.9	683	805
6# 水塘	3.96	1680	1430
7# 水塘	2.65	658	1910

通过检测数据可知，当地水塘的高锰酸盐指数普遍较高，最高的达到 35.7mg/L，总磷的指标也较高，仅从总磷分析，有 85.71% 的水塘低于劣 V 类，水塘水质不容乐观。

底泥的污染评价参照了广东省地方标准《城市河湖环保清淤及底泥处理处置技术规程》进行，其中单项污染指数评价法适用于底泥中氮磷的评价（见表 3）。

### 3 水塘生态治理技术

以治理目标为导向，通过资料收集和现场排查，诊断当地现有臭水塘存在的污染问题，针对各水体的实际情况提

出可行的工程措施，实现水塘治理后水体感官无异味、颜色无异常，减缓当地农村水生态环境问题。

并根据《农村黑臭水体治理工作指南（试行）》的指导方针，结合当地农村臭水塘现状，以污染问题为导向，将分类治理、精准控源、生态修复有机融合为核心措施，提出“污染问题—水体场景与功能—治理措施组合”的决策思路，结合实际情况进而形成可复制、可推广的治理模式。

#### 3.1 控源截污技术

针对乡镇污水处理厂周边的村庄，应优先考虑将其纳入集中处理体系。针对治理区域内分布广泛、人口规模相对较小、地形环境错综复杂以及污水收集困难的多个邻近村庄，推荐使用分布式污水处理模式，这一模式更符合这些地区的实际情况，能够有效提升污水治理效率，保障环境质量。对于土地资源充足、气候条件适宜的村庄，鼓励采取集中自然处理技术，如污水处理站、氧化塘、人工湿地等，以最小化基建投资，降低运行成本。

#### 3.2 清淤疏浚技术

##### 3.2.1 底泥疏浚及清理

水塘底部的淤泥含有各种污染物，严重影响水体水质。底泥疏浚能有效消除水体的内源污染，避免沉积的污染底泥中污染物的释放对水质产生影响，改善水质，美化水体景观，同时也能达到疏浚水体的目的。

##### 3.2.2 底泥微生物修复

微生物修复，指采用特定的治污高效菌，有针对性地投放到水体底泥中，实现底泥内有机污染物的原位降解。这一措施不仅有助于修复严重受损的底端生物链，更可促进底泥的矿化进程，加速底泥中有机物的分解、转换与传递。通过这一系列过程，底泥中的有机物含量得以显著降低，进而使底泥的体积和厚度得到有效控制和减少<sup>[1]</sup>。

#### 3.3 生态修复技术

##### 3.3.1 生态塘

生态塘作为一种高效稳定的污水处理方式，通过在塘中种植水生植物和养殖水产和水禽，成功构建了一个可持续的人工生态系统。该系统利用太阳能作为主要能源，促进多

表 3 塘底泥污染评价结果

点位	底泥氮磷污染程度分级			有机污染指数评价		
	磷污染程度	氮污染程度	ON (%)	OC (%)	OI	污染程度
1# 水塘	重度污染	轻度污染	0.06441	1.36	0.0875976	轻度污染
2# 水塘	重度污染	重度污染	0.20045	3.27	0.6554715	重度污染
3# 水塘	重度污染	重度污染	0.21945	3.74	0.820743	重度污染
4# 水塘	重度污染	重度污染	0.2451	3.94	0.965694	重度污染
5# 水塘	重度污染	轻度污染	0.076475	1.9	0.1453025	轻度污染
6# 水塘	重度污染	中度污染	0.13585	3.96	0.537966	重度污染
7# 水塘	重度污染	中度污染	0.18145	2.65	0.4808425	中度污染

条食物链间的物质循环与能量转化。过程中生态塘可有效降解和转化污水中的污染物,实现了污水的净化处理,并可回收水生植物、水产和水禽等资源<sup>[2]</sup>。经过净化处理的污水还可作为再生水资源进行循环利用,实现了污水处理与资源利用的有机结合。

### 3.3.2 生态浮岛

生态浮岛作为一种高效的人工生态系统,其优势在于水生植物和无土栽培技术的运用、水体空间生态位和营养生态位的充分利用,以及对水体污染负荷的有效削减和对藻类生长的抑制效果。生态浮岛的设计和应用,不仅利用了物种间的共生关系,更实现了对水体中污染负荷的有效削减。这不仅提升了水体的透明度,还显著改善了水质指标,为水环境治理提供了新的解决方案。还对藻类的生长产生了一定的抑制效果,进一步提升了其在水环境治理中的实际应用价值。

### 3.3.3 生态护坡

在疏挖区、基底修复基础上,种植、恢复乔草带及湿生植物带,在水塘内自然恢复水生植物,促进水塘生态景观的改善和生态系统逐渐恢复。

### 3.3.4 曝气增氧

曝气增氧技术主要是采用跌水、喷泉、射流以及其他各类曝气形式有效提升水体的溶解氧水平。浅层曝气设备能够大面积、持续地让水体内部产生垂直方向的对流,使上下层相互交换,有效给水体充氧曝气、净化水质,消除藻华。太阳能曝气机在湖、塘生态修复上具有重要应用,主要是通过曝气作用使水体解层,并引导表层饱和和溶解氧水向水体底层方向流动,从而有效提高了底层水体的溶解氧水平,打破水塘自然水体的含氧分层,使水塘等水体自净能力提高<sup>[3]</sup>。

### 3.3.5 活水循环

平原地区具有不少雨源型河流,上游无稳定的清洁水源,补给主要来源于天然降水,甚至是污水处理设施尾水排放。项目地属亚热带季风性气候,降雨量集中于汛期,非汛期降水量少,农村部分雨源型水体成为无源之水,对水资源、水环境、水生态压力明显加大。

活水循环技术,作为一种高效的水体处理技术,特别适用于农村地区雨源型河流、缓流水体及坑塘区域的污染治理与水质维护工作,能够显著提升水体的流动性,有效增加水体的生态基流,显著改善水质,从而巩固并提升水体生态系统的稳定性与健康度。可为农村地区的水环境治理提供有力支持,助力实现水资源的可持续利用与保护。

### 3.3.6 生物操纵

通过调控水体中捕食者(主要为鱼类)的种类构成或数量,可以有目的地调整植食性浮游动物群落的构成,进而推动滤食效率较高的植食性大型浮游动物,特别是枝角类种

群的增长。通过生物操纵技术的实施,将有助于减少不良藻类生物量,从而提升水体的透明度,达到改善水质的目的。

### 3.3.7 人工湿地

人工湿地系统净化污水机理主要包括:通过植物的根系、生物膜的填料层对污水产生过滤、沉淀、吸附等物理作用;在植物生长过程中对污水中的污染物进行吸收和同化;并通过水生植物的导气组织向水体与填料层输送氧气,使填料周围的多种微生物在厌氧、兼氧、好氧等复杂状态下消化降解污染物,使其对氮有较高的去除效率<sup>[4]</sup>。

## 3.4 治理技术确定

在对项目区进行大量实地调研的基础上,结合当地实际情况,通过仔细比选,对进入水塘的农村生活污水进行截污的基础上,结合各臭水塘现场实际问题因地制宜针对性采用相关措施。

①对于初期雨水径流污染、农业污染,采用“植草沟+人工湿地”对径流雨水及部分农田退水进行净化处理。

②对于水塘周边生活垃圾堆积的问题,采用清理并转移垃圾堆放点,规范垃圾收集措施。

③对于水塘周边畜禽养殖的问题,清理并转移养殖点,设置禁养区。

④对于长期底泥淤积问题,采用“清淤疏浚+底质预处理”的工程措施对臭水塘进行治理。

⑤对于水质发黄发绿等问题,构建“生态塘/人工浮岛+曝气增氧”,对水塘进行生态修复。

## 4 结语

改善农村人居环境,是党中央基于战略和全局视角所作出的重要决策与部署,更是推进乡村振兴战略的核心任务,进行农村臭水塘治理改善农村人居环境的重要环节,是助力实现村容干净整洁有序,建设美丽乡村的重要举措。整治工作需要在充分把握本地区污染源和黑臭程度诊断,采用水生态环境技术针对性开展臭水塘整治工程,结合实际情况进而形成可复制、可推广的治理模式。

### 参考文献:

- [1] 蔡惠凤,陆开宏,金春华,等.养殖池塘污染底泥生物修复的室内比较实验[J].中国水产科学,2006,13(1):140-145.
- [2] 李鸿莉,陈怡,肖军.生态塘技术特点及应用实例[J].油气田环境保护,2012,22(4):78-80.
- [3] 吴锐敏,吴锐杰,叶瑞彬.浅析湖、塘水生态修复措施[J].水资源开发与管理,2022,8(2):49-53.
- [4] 王文明,危建新,聂世辉,等.人工湿地生态技术及其应用[J].四川环境,2013,32(3):6.

作者简介:张嘉惠(1997-),女,中国广东云浮人,本科,助理工程师,从事水污染防治及水生态修复研究。