

湖泊底泥环保疏浚中底泥的科学疏浚深度探讨

王云飞 张 婷 陈厚军

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：本文基于西南某湖泊疏浚工程地质勘察为背景，通过对水上钻探对湖泊底泥的取样，底泥的室内试验，以及吸附解析试验，从三个方面分析了底泥环保疏浚深度的建议。将底泥由上至下依次分为污染层(A)、过渡层(B)、稳定层(C)。最终建议对污染层和过渡层进行清除，主要污染底泥还是以工业革命以来，经济快速发展，人口急剧增长，导致流域内最低基准面接纳了所有的污染来源，聚集在湖泊水体下的土壤中，对清理表层污染层，对水质的提升起着关键性的作用。

关键词：湖泊；底泥；环保疏浚

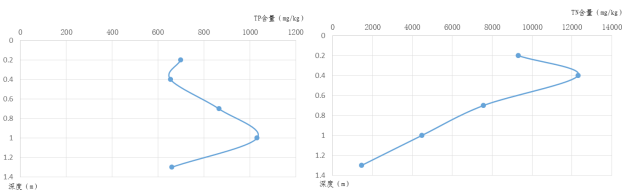
1 研究背景

在如今国民经济飞速发展的同时，环保问题日益突出，人口的增长和环境的容纳量的矛盾已经到了不可忽视的地步，人口聚集地多数都在各大河流、湖泊流域附近，有水的地方才有生命。我们赖以生存的湖泊河流，已经满目疮痍，向我们发出了警告，多数水体发生水华现象，臭气熏天，水中动植物已面临灭绝，生态环境严重破坏，人民的生活环境恶劣。在次背景下，环保疏浚刻不容缓。但是环保疏浚和水利疏浚有所区别，水利疏浚多以行洪、恢复或扩大库容为目的，环保疏浚旨在改善上覆水体水质，改善水生态环境。底泥的环保疏浚深度的确认十分重要。该项目工作就需要勘察专业人员，对水体和底泥进行详细的科学研究论证^[1]。

2 疏浚深度的方法

2.1 总氮总磷拐点法

在某湖泊疏浚工程区布置化学分析取样孔77个，取化学样225个，对湖库底泥中总氮、总磷含量进行统计分析，发现随深度存在一定的规律，见图一。



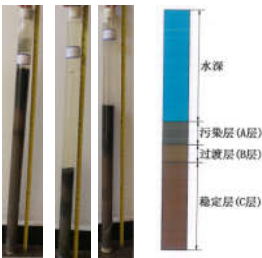
图一 底泥中总氮总磷随深度变化情况

分析发现0.0-2.0m深度底泥TP或TN含量超过《湖泊河流环保技术指南》给出的TN、TP参考控制值（TN含量 $\geq 1627\text{mg/kg}$ ，TP含量 $\geq 625\text{mg/kg}$ ）的化学样为202个，占总取样的89.7%，说明疏浚区底泥TN、TP污染严重，且污染深度较深。由图所示，勘察区内0.0~2.0m深度的底泥TP、TN含量随深度变化趋势差异性较大，大部

分钻孔TN、TP含量在深度0.4~0.7m处出现拐点，说明拐点上方底泥为近期污染沉积。

2.2 直接观测法

采取人工底泥取样器（亚克力管）和钻机取样内管为透明亚克力管的方法，对水体和底泥采取了80多组样品，原状采样见照片1，根据底泥的颜色、气味、粒径和黏稠度等理化指标也可将底泥由上至下依次分为污染层(A)、过渡层(B)、稳定层(C)。污染层（A层）：表层0~0.6m，淤泥，灰黑色，流塑，腥臭味。过渡层（B层）：污染层下0~0.4m，淤泥，灰黄色，流塑，腥臭味。稳定层（C层）：底泥1.0m以下，淤泥，灰黄色、灰褐色，流塑~软塑，稍有腥味。



照片1 底泥采样器中原状底泥

2.3 重金属特征分析疏浚深度

重金属进入水体之后，在各种物理和化学的作用下，最终进入沉积物，但环境条件改变又会发生沉积物的可逆过程，发生这种过程的原因就是重金属在底泥中存在不同的化学形态，不同重金属形态对生物的有效性（毒性）有很大的差异。因此，底泥疏浚时研究其重金属的分布，具有重要的指导意义。对底泥中重金属含量进行潜在风险评价，评价底泥中重金属含量对的生态危害指数，帮助确定底泥有效疏浚深度。采用瑞典科学家 Hakanson的潜在生态风险指数法（The Potential Ecological

Risk Index), 对湖泊底泥中的工业污染源(重金属)进行科学合理的评价, 目的为找出近期新增产生的重金属, 清除后恢复原有生态环境中可容纳消纳的量值^[2]。故

采用本方法的重点为找出当地的本地值, 本次研究区采用南部湖底重金属为背景值, 对疏浚区底泥重金属潜在生态风险进行评价, 部分评价结果见表

续表4-6 底泥重金属潜在生态风险评价结果

送样编号	取样位置(m)	重金属生态风险系数							风险指数	程度分级
		Cu	Pb	Zn	Cr	Cd	As	Hg		
ZK83-H2	0.20-0.40	14.52	6.81	1.61	6.84	107.04	12.16	84.89	233.87	中风险
ZK85-H1	0.00-0.20	3.93	3.44	1.28	2.26	58.29	4.21	23.21	96.61	低风险
ZK85-H2	0.20-0.40	6.15	5.52	1.60	2.97	57.11	7.75	29.79	110.89	低风险
ZK85-H3	1.50-1.70	6.27	6.76	1.38	4.90	39.86	7.44	22.95	89.56	低风险
ZK86-H1	0.00-0.20	10.34	6.28	1.18	4.41	82.07	9.89	34.32	148.49	低风险
ZK86-H2	0.20-0.40	3.76	3.59	0.71	2.62	41.46	5.49	20.47	78.10	低风险
2K88-H1	0.00-0.20	7.92	4.62	1.15	3.77	52.29	5.31	29.47	104.53	低风险

根据环保部制定的《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》, 疏浚区重金属污染底泥的疏浚控制值为重金属潜在生态风险指数 > 300 , 由表中底泥重金属潜在生态风险评价结果可知, 勘察区底泥中只有个别化学样的重金属潜在生态风险指数超过了控制值 (> 300), 占取样总数的3%, 因此说明疏浚区底泥中重金属产生的潜在生态风险较低, 疏浚区深度可不考虑重金属污染风险。

2.4底泥的吸附解析试验

底泥样品现场分割, 用聚乙烯封口袋密封后, 冷冻保存.经冷冻干燥后, 过100目筛储存储备用。在采集底泥样品的同时, 采集上覆水, 水样运回实验室后立即用 $0.45\mu\text{m}$ 的微孔滤膜过滤, 每L过滤水中加入3mL氯仿, 冷藏保存备用^[3]。

2.4.1氨氮的吸附热力学实验

用氯化铵配制氮的系列浓度:0, 0.15, 0.20, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 4.00, 8.00mg/L, 按水土比100:1加入底泥和不同浓度的含氮溶液, 恒温振荡[(25±1)℃, 220r/min]2h至吸附平衡, 离心(5000r/min)5min, 上清液过 $0.45\mu\text{m}$ 纤维滤膜后用纳氏试剂法测定 NH_4^+-N 浓度.以上处理设3个平行, 相对离均差 $<5\%$ 。

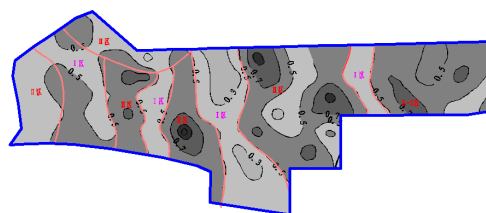
2.4.2试验分析

底泥营养盐的释放是维持湖泊富营养状态的重要因素, 分析底泥中氮磷含量的变化, 有助于了解底泥中营养盐的迁移转化过程。底泥氧化层中TN含量为1268.58~2160.50mg/kg, 平均1736.13mg/kg; 污染层中TN含量为1035.15~2061.28mg/kg, 平均1339.38mg/kg; 过渡上层、过渡下层、健康层中TN平均含量分别为1015.25, 882.94, 639.64mg/kg。

研究湖泊地区底泥由上至下依次分为污染层(A)、过渡层(B)、稳定层(C)。各层的平均厚度为0.33, 0.34, 0.50m。底泥中随深度增大呈下降趋势, 且在氧化层及污染层中含量较下层高, EPC0在污染层和过渡上层随深度的增大呈下降趋势, 且下降速度较快, 在过渡层以下基本达到平衡, 依次推算疏浚平均深度为0.40~0.70m^[4]。

3 环保清淤分区

影响湖水运动和沉积物分异的主要作用是湖浪。湖浪引起的拍岸浪、波浪回流和沿岸流可以搬运较粗的质点再沉积, 波浪的回流把细碎屑物带到岸外的湖盆深处。大风浪时, 也可以把周围较浅处的湖底搅动, 冲刷底部, 发生搬运和再沉积。因此, 疏浚工程范围内的底泥污染程度不同, 根据工程区底泥污染物特征分析, 将工程区分为两个疏浚工程区, 分别为疏浚I区、疏浚II区。其中疏浚II-2区重金属潜在生态风险程度为中风险。底泥疏浚分区见图3。



结束语

环保疏浚深度的科学确定十分重要, 底泥中的营养盐、重金属、有害物质等指标, 又属于一个各向异性的值, 施工时又很难按照勘察所评价的指标反复变动, 故先由文中提出的三种方法, 确定疏浚区的一个客观的污染层厚度, 再根据疏浚范围划分若干个合适大小的小区, 进行施工设计是科学的。本次文中的三种方法属于

较为可行勘察手段,且具有可靠的数据支撑^[5]。

参考文献

[1]王雯雯,姜霞,王书航,金相灿.太湖竺山湾污染底泥环保疏浚深度的推算[J].中国环境科学,2011,31(06):1013-1018.

[2]姜霞,王雯雯,王书航,金相灿.竺山湾重金属污染底泥环保疏浚深度的推算[J].环境科学,2012,33(04):1189-1197.

[3]张润宇,王立英.红枫湖后午沉积物磷形态与

生物有效磷的垂向分布及疏浚深度推算[J].地球与环境,2012,40(04):554-560.

[4]丁涛,田英杰,刘进宝,胡立芳,王佳怡,郭珍妮,后静.杭州市河道底泥重金属污染评价与环保疏浚深度研究[J].环境科学学报,2015,35(03):911-917.

[5]何伟,商景阁,周麒麟,程南宁,范成新.淀山湖底泥生态疏浚适宜深度判定分析[J].湖泊科学,2013,25(04):471-477.