

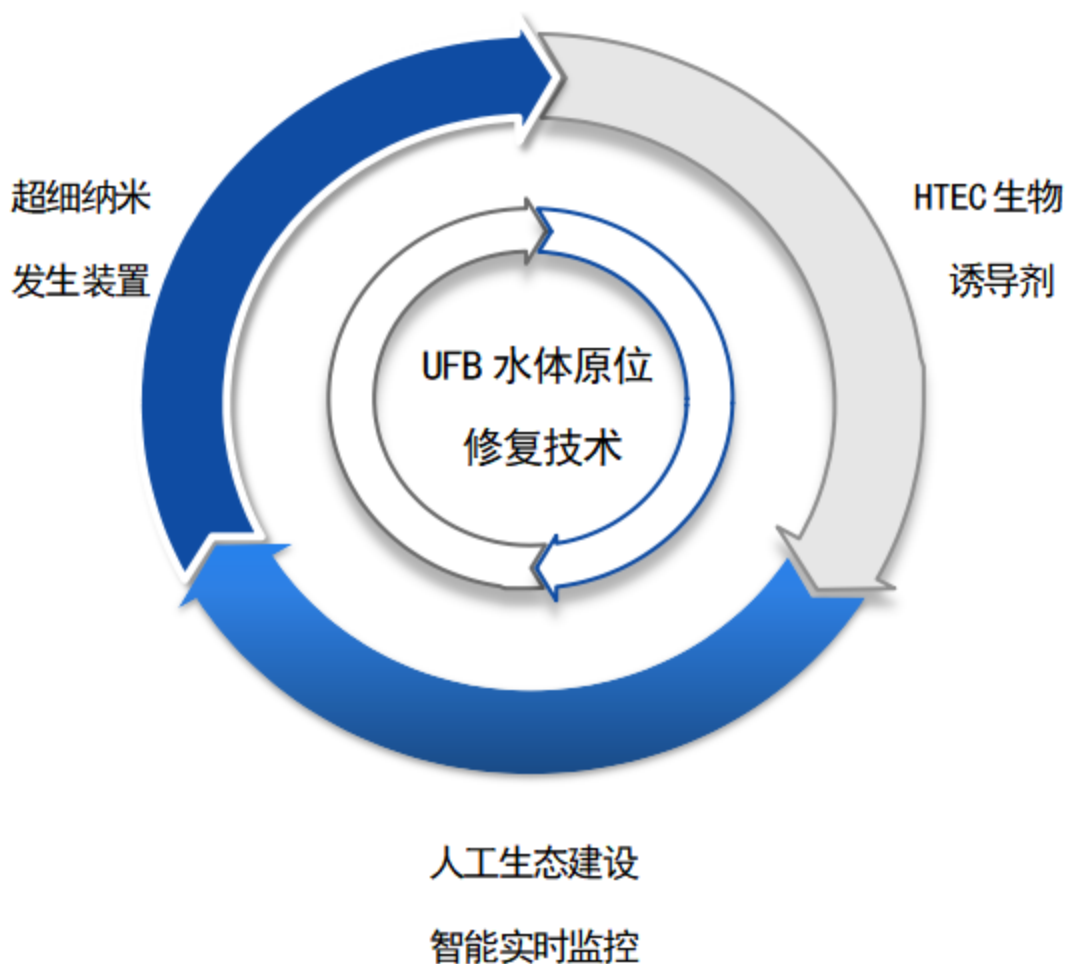
环境检测部关于UFB水体原位修复技术知识普及

圣圆水务集团以净化水质、加强水体循环利用等为重点，采用北京北方宏拓环境科技有限公司“UFB原位修复技术”，在东红海子水域中安装纳米曝气增氧设备，利用纳米气泡的纳米尺度界面行为调控，实现营养物富集、生物生理活性应激等功能，从而促进水底生态多样性的重建和发展，进而改善和优化水质。为进一步增强集团职工业务知识，提升业务能力，在集团上下营造重视学习、崇尚学习、坚持学习的浓厚氛围，现将UFB水体原位修复技术知识整理印发如下。

一、UFB水体原位修复技术主要工艺简介

自然水域都有一定程度的自净能力，这种自净能力来源于水中微生物的活动及生态功能。“UFB水体原位修复技术”可在短期内对黑臭水体及富营养化水体进行良好的修复治理，不清淤、不换水、不投加药剂，效果快速、持续。“UFB水体原位修复技术”前期通过可瞬间产生 10^8 数量级纳米气泡的UFB纳米曝气除臭除藻，改善水体厌氧环境，初步对污染物进行降解；再利用专用于水体修复的HTEC生物诱导剂迅速激活水体中的有益土著微生物，恢复其新陈代谢能力，并迅速增加细菌的生物数量和活性，分解水中污染物，优化水质；然后为适应不同水体功能，配套不同功能的辅助工艺进行针对性设计，如利用MBS生态浮岛富集大量以硝化菌、光合菌群为主导的复合菌强化

除氮能力，利用接触氧化高效生物载体或生物膜净化床固化微生物增加水体中微生物及周从生物的数量，提高处理效率。



(一) UFB 纳米曝气

根据经典理论计算，纳米气泡内部的压力很大，而根据亨利定律压力越大溶解速度越快，因此随着气泡体积缩小，气泡的寿命会指数下降，其存在的时间非常短，因此在很多年里，理论上认为纳米级气泡不可能存在。但随着先进成像技术的发展，如原子力显微镜的发展，尤其是其在溶液环境下纳米级成像技术以及多模式操作方式的完善，

为观测和研究认识纳米气泡创造了条件。2000年，中国科学院胡钧课题组和日本的Ishida等两个独立的实验室各自发表了用TM-AFM在实验中观察到的固液界面纳米气泡的图像。

表 1-1 UFB 纳米气泡参数

基本粒径	67-155nm
1 小时产出数量 (7 天后测试)	4.6 亿个/ml
水中存活时间	2 周以上
检测方法	马尔文 NanoSight (测试条件: 密闭无尘空间, 超纯水和高纯度氧气)

纳米气泡的稳定存在将影响界面的许多重要过程, 如界面层流、催化、电化学反应等, 当纳米气泡达到足够浓度 ($>10^8$ 个/ml) 后, 会在宏观反应中体现出很多特殊的性质。

“UFB 水体原位修复技术”中的纳米曝气对水体治理的主要作用有:

1. 快速增氧。由于气泡具有很强的悬浮性, 滞留性和扩散性, 气上升作用弱, 可长期停留在水中, 实现对水体迅速并持久的增氧效果。

2. 除黑除臭。由于水体及水底的厌氧环境被迅速改变, 抑制了微生物在贫氧状态下分解产生的硫化氢、氨、胺等带异味的气体, 减少铁、锰等析出后与硫反应形成的硫化亚铁硫化锰等黑色物质, 可迅速除黑除臭。

3. 除藻。纳米气泡对部分藻类具有直接抑制作用, 而且其具有刺

激促进生物成长的特性，不同于一般的气体溶解水，表现出更强的功能性，可快速消除藻类、水华，阻止藻类与细菌增生。

4. 矿化底泥。分布在泥水混合界面的超小纳米气泡（100nm 以下）会通过布朗运动直接向河道底部渗透，使水底表层含氧量迅速上升，为好氧微生物提供良好的生长环境，通过微生物代谢过程促进水底污泥中有机物的降解，使底泥逐步消减形成无机化底质覆盖层，减少底泥营养盐的释放，阻断内源污染并一直持续。

5. 减少营养盐释放。水体充氧后可有效抑制水底厌氧菌的有机质分解过程，减少水底氮，磷等营养盐的释放。

6. 改善水色及透明度。纳米气泡通过有效地促进水生生物的生长，减少水中有机质量，分解水生生物碎屑，使水体透明度明显提高，改善水色。

通过多年的工程运用，UFB 纳米曝气可以满足任何恶劣环境并运用于多种行业，有潜水型、漂浮型、陆地型三种设置模式。

（二）HTEC 系列生物诱导剂

HTEC 生物诱导剂依据触媒连锁反应的作用来分解有机物并且使有机物低分子化。同时刺激微生物的生物化学反应（消化、吸收、代谢等等），促进微生物的活性和有益微生物的数量，同时加速了有机物的分解过程。该诱导剂可以针对不同的触媒反应进行多层次、多次数，并且是连锁式的高效率反应作业。主要有以下几个系列：

表 2-1 HTEC 诱导剂规格

项目名称	规格	备注
诱导剂	HTMC-I	激活系列
	HTMC-II	稳定系列
	HTMC-III	促繁系列
	HTMC-IV	保育系列

有计划的向水体中投放生物诱导剂，激活微生物进行分解、矿化水体中有机物，优化水质，有效促进并完善水中有机质和营养盐的迁移、转化、输出的过程。通过微生物的繁衍恢复水体的生态自净能力。其具有以下特点：

1. 通过刺激微生物的生物化学反应来促进有机物的分解。
2. 不含有任何微生物，不存在损害生态的风险，可以放心使用。
3. 可以 100% 生物分解，具有非刺激性、非危险物、非腐蚀性、不燃性的高度安全产品。

（三）辅助工艺

对于污染较严重或者水质要求高的水体，在不影响其水力条件下，会根据其不同的污染形成原因和水体特点，分别设计不同辅助工艺实施更有针对性的治理方式：如设置 MBS 生态浮岛，在种植基中配置 MBS 载体，富集大量以硝化菌、光合菌群为主导的复合菌强化除氮能力，增强水体污染治理能力；配合多类型功能性植物，对水中氮磷等营养盐进行吸收吸附，也对水面进行了“绿化”，美化了环境。同时，利用高效生物载体或生物膜净化床固化微生物增加水体中微生物

及周从生物的数量，提高处理效率。

二、技术特点

（一）原位治理

实现水体和底泥同步治理，不需清淤换水，施工周期短，对周围环境影响小。

（二）抗外源污染输入

可容纳持续性水体总量 1-5%/天的生活污水排入，大雨导致的冲击性外源污染输入在 3-14 天恢复。

（三）无二次污染

不需要处置淤泥，不投加化学药剂、生态治理，重建自然净化能力。

（四）见效快

一月内消除黑臭，可通过 AI 及云平台在线监控，自动化程度高。

（五）维护简单

设备寿命长，系统运维工作量小，便于长效治理。

（六）服务灵活

根据不同水体特点进行针对性设计，可提供治理及长效管理等多种服务方式。

三、应用领域

UFB 原位修复技术中的纳米曝气不仅可应用与环保水治理领域，在其他很多领域也有极大的应用前景，可以进行不断的开拓研究。

环境	农业	食品	水产业
			
-土壤净化	-农畜物的	-鲜度保持	-水产物的
-地下水净化	>成长促进	-酸化防止	>成长促进
-工厂排水处理	>产量增加	-增加风味	>产量增加
-污泥减容化处理	>提高质量	-增加食感	>提高质量
-有害物分解	-鲜度保持	-增加香味	-鲜度保持
-藻类除去	-液肥		-养殖场环境改善
-凝集SS处理 SS (suspended solids 浮游物浓度)	-生产管理 (植物工厂等)		
-其他等	-其他等	-其他等	-其他等
洗净	产业	美容	其他
			
-厕所洗净(剥离便池的尿碱结晶)	-精密剥离	-温泉(气泡浴)	-医疗/医药品
-生产线清洗	-硅晶片 薄膜分离	-脸/头皮, 头发的洗净	-船舶
-盐化危害对策		-纳米技术化妆品	-制纸行业
-配管附着生物膜等污染除去		-纳米技术淋浴花洒头	-日用品
-玻璃鳞状污渍对策			-能源
-洗衣机			-水族馆
-蔬菜/食品			
-其他等	-其他等	-其他等	-其他等

供稿: 环境检测部 苏日娜