

上海夏长浦 (试验段)水质治理研究

孙家珍, 陈书玉

(上海市城市建设设计研究院, 上海 200011)

摘要: 根据上海苏州河二级支流夏长浦的水质、环境等实际情况, 介绍了7种水质治理方案的比选。详细叙述了对确定采用的科利尔生物接触氧化法的特点、试验工程、试验结果等。

关键词: 水质治理; 生物带; 生物接触氧化法; 挂膜

中图分类号: X522 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4655(2006)04-0052-03

1 研究背景

上海苏州河的二级支流夏长浦经一级支流彭越浦流入苏州河。夏长浦现状一端已经成为断头浜, 另一端流入彭越浦处由水闸控制。达到一定水位时, 自流或启泵排入彭越浦。由于沿线还有20个雨污水混接点, 致使一部分污水排入河中, 造成夏长浦水质污染; 平时闸门关闭, 水体流动性差, 更使污染加剧。到了夏天污泥上翻, 透明度 <0.2 , 水体更是发黑发臭, 严重影响了周边居民的生活。

在此背景下, 上海市城市建设设计研究院和闸北区河道所选择夏长浦约150m河道作为水质治理的试验段, 联合进行了工程性试验。

夏长浦宽约13m, 规划水深为2.5m, 但因河道淤结严重, 实际水深仅1~2m。处理前水质指标由上海市闸北区环境监测站检测, 见表1。

表1 处理前水质指标

采样指标	处理前的水质		
	试验段	试验段	原平路桥
COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	215	208.96	225.32
BOD ₅ /mg·L ⁻¹	63	68.25	72.89
NH ₃ -N/mg·L ⁻¹	23.7	22.86	24.67
TN/mg·L ⁻¹	26.5		
TP/mg·L ⁻¹	2.01	2.15	2.35
采样时间	2006.1.17 15:37	2006.1.19 10:00	2006.1.19 10:00

2 河道就地处理方案选择原则

1) 根据河水水质、水量以及接纳水体的环境容量, 选择技术先进、处理效果好、运行稳定、占地少的河水净化处理工艺。

2) 污水处理工艺的选择需考虑管理方便、运行费用低, 同时需充分考虑地形地貌的特点, 充分结合

现有的水利或排水设施, 因地制宜, 施工维修方便。

3) 污水处理采用的设备及装置简单, 力求先进可靠、经济实用, 对河道管理影响小。

4) 对周边环境影响小, 尤其是对居住区影响小。

3 河道污染就地处理方案研究

根据夏长浦的水质等实际情况, 对国内现有几种河水净化工艺, 进行比较选择。

3.1 砾间接触氧化法

砾间接触氧化法是通过人工填充砾石, 增大生物膜面积, 增加污水的接触时间, 水在砾间流动过程中与砾石上附着的微生物膜接触、沉淀, 进而被生物膜作为营养物质而吸附、氧化分解, 从而改善水质。

3.2 薄层流法

河流的净化主要是河床上附着的生物膜起的作用。生物膜增大, 通过膜表面的水的流量就会减小, 生物膜的净化能力就得到了增强。薄层流法是采用增加河宽, 增大河床表面的生物膜来净化污染水体的。对地段允许、水量很小、污染不是很严重的河流当然有比较好的去除效果。对于河流两侧是已建成的居住小区, 显然不可能采用此法来实现河流的污染治理。

3.3 伏流净化法

伏流净化法是利用河床向地下的渗透作用和伏流水的稀释作用来净化河流。该方法可被看作是一个大的过滤池, 靠河床滤膜的过滤缓缓地向下扩散, 成为清洁的地下水。用于稀释的伏流水是渗入地下的清洁水, 人为地用泵将其提升到地面来稀释河流, 以增强河流的自净化功能。此法对大流量的河道是根本无法实现河流水体的净化, 而且运行费用高。

3.4 直接在污染的河水中种植水生植物

植物调控是利用在河流中种植高等水生植物摄取

水中的营养，从而降低水中的营养盐，充分发挥水草对藻类生长的抑制作用。但是采用这种方法会出现一个新的矛盾，即水草生长过快或者水草腐烂都会造成河流的二次污染，腐烂的水草如不及时打捞，也将会使水质进一步恶化。如何控制污染物浓度与植物生长的平衡点是关键。这个问题比较难以把握。

3.5 高效复合微生物菌群 EM 技术

高效复合微生物菌群 EM 技术是由日本琉球大学比嘉照夫教授开发出的微生物技术，即向污水中投加由 5 科 10 属 80 多种复合培养而成的微生物。其生长过程能够分解污水中的有机物，同时依靠相互间共生增殖及协同作用，代谢出抗氧化物质，生成稳定而复杂的微生态系统，抑制有害微生物的生长繁殖，激活水中具有净化功能的水生生物，通过这些生物综合效应达到修复水体的目的。使用 EM 技术对污水处理， BOD_5 的去除率为 70.7%；COD 的去除率为 60% 以上；可将氮转换成硝酸盐氮和亚硝酸盐氮；对磷的去除率可达 75%。总体来说，这一方法对河水中污染物的去除效果良好，但是对富营养化的监测指标总氮并没有彻底有效的去除，而且也存在投入的微生物会随河水的流动而流失的问题。

3.6 河流污染水体原位修复 ABFT 技术

捷晖集团研制的河水净化工艺是根据河水水流特性，专门用于动态河流治理，利用原有河道，采用生化法进行脱氮、除磷的新型河道净化处理的工艺。这一方法不仅有特殊的布水方式，而且有先进的生物酶固定化技术。其不仅克服了微生物易流失的缺点，对氮、磷等污染物的去除在同一过程进行，而且效果显著，运行稳定，不会出现二次污染。能真正取得对河流一次治理、终身不臭的效果。

河流污染水体原位修复 ABFT 技术成功地解决了上述河水被污染的问题。这技术采用的 JHE 型生物填料，其密度接近于水。因该填料的特殊结构，填料外部表面的微生物为好氧菌群，填料内部表面生长的微生物因其氧的传质由外向里呈递减。其内部微生物优势菌群为兼氧菌种，因此具有反硝化脱氮的功能。因填料外部硝化反应产物为填料内部反硝化反应过程的底物，因此使填料内外形成“离子泵”效应，能在同一系统中同时进行生物硝化与反硝化过程，达到完全脱氮的目的。

原有河水经格栅去除纸张等较大颗粒的固体漂浮物后，在挡水坝处用管网引流并经加药系统加药，在斜管沉淀池内使泥水分离。分离后的清液自流进入 ABFT 生化池进行生化处理，生化处理出水依靠自

身重力势能直接排入原河道。但是，该工艺需要较多的土建工程。如周边均为建成的居住小区，没有建设用地，实施会有较大的难度。

3.7 科利尔生物接触氧化法

科利尔生物接触氧化法处理工艺是采用复合菌利用污水中的碳源和磷，消耗水中的含碳有机物，将 COD 转变为二氧化碳和水，将磷转化为能量物质 ATP。另一方面利用上述转化过程中产生的能量将氮源转化为氮气。这两个过程在水中交互发生，互相衔接，最终使污染基因变为水、氮气和二氧化碳，完成了物质转换的一个循环。

该处理工艺的反应机理为：

在好氧区，好氧菌将氨氮经亚硝化和硝化作用变为硝态氮，并把小分子有机物转化为 CO_2 和 H_2O ，把可溶性无机磷转化为细胞体内的能量物质 ATP；

在厌氧区，厌氧菌把难降解的大分子有机物分解为可降解的小分子有机物，将硝基氮转化为 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。科利尔复合菌作用过程示意图见图 1。

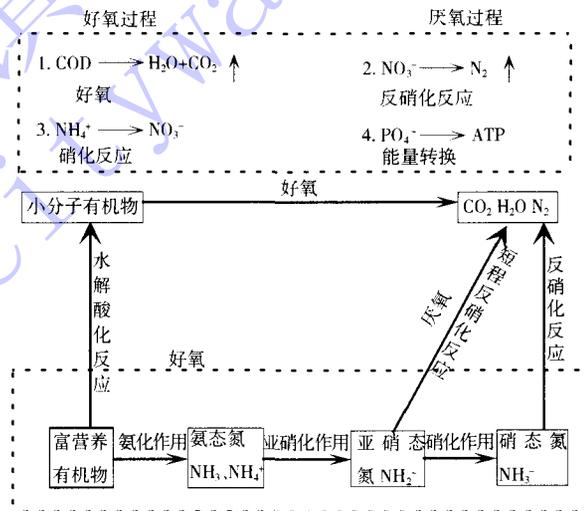


图 1 科利尔复合菌作用过程示意图

这一方法采用生物带的接触氧化法就地处理河水，具有处理效果好、无土建工程、设备少、运行费用低、管理方便、对环境以及对河道管理影响小等优点。经过比选，决定采用科利尔生物接触氧化法就地处理河水。

4 科利尔生物接触氧化法试验工程

4.1 工程方案

在河道闸泵间设置 2 台空压机（其中 1 台备用），机外加罩。沿河敷设输气管，河底设置曝气管，曝气管上方安装生物带（见图 2）。然后投加科利尔复合菌粉。在开始试验的 10~12 d 时间内空压机 24 h 运行；待生物带挂膜后，改为每天开机 2 次，每次 2 h。12 d

后水质明显开始好转。

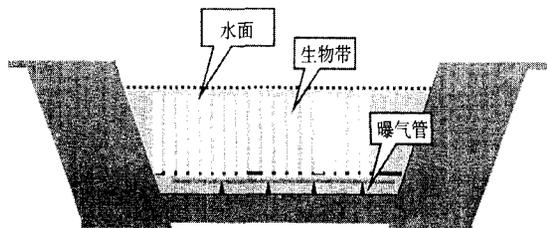


图3 生物带安装示意图

4.2 试验初步结果

经过处理,虽然夏长浦仍然每天需排水至彭越浦,尤其是雨天,放水至彭越浦水量更多,而且因水闸密封差,会出现彭越浦河水倒灌的情况。但是下游试验段水质还是明显改善,透明度提高,达到大于0.5,无臭味,黑色的底泥也不再上翻。

处理后水质指标经上海市闸北区环境监测站检测,检测报告见表2。

表2 处理后水质指标

检测内容	物华园桥处(试验段)	夏长浦原平路口 (试验段上游50m处)
COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	104	89
BOD ₅ /mg·L ⁻¹	24	24
NH ₃ -N/mg·L ⁻¹	10	10
TN/mg·L ⁻¹	11	11.2
TP/mg·L ⁻¹	0.78	0.76
检测时间	2006.3.21 11:00	2006.3.21 11:00

经过治理后,夏长浦地区试验前与对照区域进行检测分析,检测结果见表3。

表3 治理后的检测分析

检测内容	试验段		原平路桥(试验段上游50m)	
	治理后结果 /mg·L ⁻¹	治理前后 去除率/%	治理后结果 /mg·L ⁻¹	治理前后 去除率/%
COD _{Cr}	104	52	89	61
BOD ₅	24	62	24	67
NH ₃ -N	10	58	10	59
TN	11	58	11.2	
TP	0.78	61	0.76	68

5 科利尔生物接触氧化法处理河水的特点

科利尔生物接触氧化法包括科恩生物带、科利尔复合菌净水剂、科恩微孔曝气管和科利尔生物接触氧化工艺等几个方面。

1)科恩生物带有其特殊的复合结构,分内外两层。外层由疏松的纤维材料组成的好氧层,里层胶联着一层比较致密的基板,形成厌氧层。生物带有巨大的表面积,与水中有机物的接触面很大。在生物带的

一个断面上,由外及里形成好氧、缺氧和厌氧三个反应区。污染物基团由外及里通过生物带的三个反应区,被附着在生物带上的科利尔菌迅速分解。

2)投加的科利尔复合菌净水剂由湖北科亮生物工程有限公司的许榕博士拥有专利。该净水剂原用于水产养殖,也可用于污水和景观水处理,并通过湖北省疾病预防控制中心毒性检测等。

科利尔复合菌在有机氮浓度较高的情况下,能分泌出一定的胞外酶,可降解分子量较大的有机氮化合物,并与各种形态的氮进行同化和异化作用。它一方面消耗污水中的碳源和磷,将COD转变为CO₂和H₂O,将磷转化为能量物质ATP;另一方面,利用上述反应过程中产生的能量将氮转变为氮气。两种反应交替发生,最终使污染物变为CO₂、N₂和H₂O。

3)科恩微孔曝气管采用新型高分子材料制成。管壁密布小气孔,孔径内大外小,在有一定内压时小孔才能张开向外供气。气泡直径在1~2mm,比表面积大,上升速度慢,布气均匀,氧转移率高。在静水压力下,气孔关闭,避免了气孔堵塞。

生物带及微孔曝气管均安装在水面以下0.2m至河底之间,不影响河道景观及水体功能,不影响河道挖泥船通行,且安装和拆除都极为简单快捷。

4)科利尔生物接触氧化工艺采用科利尔生物接触氧化法处理河水,由于在一条河道内进行硝化反硝化,在生物带一个断面上可同时进行厌氧、缺氧、好氧作用,不需要污泥回流,减少了电耗。

反硝化过程中产生的氧可得到充分利用,气水比低,电耗小,运行费用低。

因分解过程的食物链长、产泥少。能改变河道底泥的结构,将淤泥中有机物降解,黑泥将会逐步变为黄色。

该工艺毋需土建改造,也无大型机电设备,投资相对较省。

6 结语

1)经过治理以后,虽在上游尚未进行水质处理、河道仍有污染源在排放、试验段也每天向外河排水的情况下,夏长浦河试验段水质还是得到了明显改善。

2)距离试验段约50m的原平路桥水质也得到明显改善,说明处理效果有辐射作用。

3)即使河道每天有污水排放及苏州河涨落潮的冲击影响,夏长浦试验段生物带还是挂膜效果良好,适应能力强,说明采用科利尔生物接触氧化工艺是治理河道水质污染合适的方法之一。