

# 生物及生态修复技术在河道整治工程中的应用

饶 胜

(广东省广州市宏涛水利水电勘测设计室, 广东 广州 510405)

**摘 要:**随着人们对生态环境问题的日益关注,水利工程中的水生态环境元素也成为工程技术中不可忽视的层面,各地在河道整治中注重实施河道的生物修复和生态恢复也就成为大势所趋。河道生物修复是一类低耗、高效和环境安全的生物技术,是国外流行的最新治污技术之一,特点是能对污染环境进行原位处理,无需基建投资,效果理想且无副作用。将生物修复技术与水工工程技术相结合应用于城市河流的生态恢复工程实践在国内尚属探索起步阶段,结合石井河流域均和涌整治工程实践,介绍水体生物修复技术在城市污染河流综合整治工程设计中应用的一个实例。

**关键词:**生物修复;生态恢复;河道整治

**中图分类号:**TV91;Q178 **文献标识码:**B

## 1 生物修复技术的概念及优点

生物修复技术是新近发展起来的一项清洁环境的低投资、高效益、便于应用、发展潜力巨大的新兴技术,它利用特定生物(特别是微生物)对水体中污染物的吸收、转化或降解,达到减缓或最终消除水体污染、恢复水体生态功能的生物措施,这一过程是受控或自发的<sup>[1]</sup>。

与传统的物理化学修复技术相比,生物修复技术具有以下优点:①费用省,仅为现有环境工程技术的几分之一,如采用生物清淤比机械清淤费用将节省80%以上;②环境影响小,不会形成二次污染或导致污染物的转移;③可最大限度地降低污染物浓度。

## 2 工程概况

石井河流域位于广州市中心区西北部,干流全长21.72 km,河口控制断面以上集雨面积89.67 km<sup>2</sup>。其中新广花公路至白海面段位于白云区均和街境内,故又称均和涌。本工程的整治范围是桩号K17+600至K19+440(上游起点)。主要任务是堤防达标加固、河道水生态环境修复、沿线景观改造3个方面。

均河涌是石井河流域的上游,且通过由白海面拦河闸(桩号K19+440)抬高水位以引白海面水入均河涌向石井河流域供水。因而均和涌的水质影响到整条石井河流域的水质状况。根据环保部门对均河涌水质情况的调查结果显示,均河涌水质

平均污染指数为2.34,属重度污染。水质污染负荷比在前6位的指标是:氨氮35.54%,矿物油26.5%,生化需氧量14.73%,高锰酸盐指数8.03%,亚硝酸盐氮1.72%。因此,对均河涌进行水体生物修复及生态恢复关系到整个均河涌整治工程的实质性效果。

均河涌生态恢复工程技术路线定位以强氧化曝气、浮岛式复合生物滤床、岸基垂直流人工湿地等为主,结合底泥生物氧化、水体微生物修复、生态恢复等技术手段,使均和涌水体由乳白色乃至黑臭变为洁净好氧状态,透明度达到30 cm以上,以2.62 m<sup>3</sup>/s流量,每天向石井河输送洁净好氧的环境用水。

## 3 工艺流程及技术要点

### 3.1 工艺流程简介

均河涌水体生物修复工程由强氧化曝气区、二级氧化区、生态恢复区及生态系统形成区等4个处理单元组成。所有处理单元直接设置在河涌里,进行直接修复。白海面水引入均和涌后自流通过5组串联的强氧化曝气系统,利用高速流动的水体在廊道迂回曲折运动,强化天然复氧过程,同时根据水体状况,不定期启动4台备用表曝机,以进一步强化水体增氧过程;富氧水体经过一段时间沉淀,一部分通过管道进入在河涌上修建的生物滤床,通过水车式增氧机叶轮推动,使水体在氧化区中快速流动,增加大气复氧;一部分通过水管进入岸基垂直流人工湿地,沉淀水体中悬浮物,并继续除去水中有机物,同时对氮、磷也有除去作用;二级氧化及移动生物滤床处理后水体进

入由旧均和涌改建的生态区。生态区两边堤岸二级平台内建成岸基垂直流人工湿地系统,水体再经过一段时间停留,形成生物系统后排放至均和涌下游。其工艺流程如图 1。

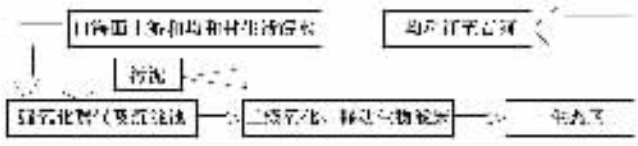


图 1 生物修复工艺流程

### 3.2 各单元技术设计要点

#### 3.2.1 强氧化曝气区设计方案

利用均和涌 K19+270~K19+440 段宽 20 m 的旧河涌改建成强氧化曝气池。沿线各村生活污水进水口各采用 3 层格栅,以免漂浮物堵塞表曝机。

强氧化曝气系统共有 5 组,每组由曝气池和混合填料池组成,曝气池内置 1 台表曝机(BBQ6 型,  $N=5.5$  kW,清水充氧量  $13.1$  kgO<sub>2</sub>/h)或大型水车曝气机。混合填料池内置 50 m<sup>3</sup>  $\Phi$ 100 mm 生物悬浮填料,用丝网固定。1 台 2PmL 污泥泵( $Q=18$  m<sup>3</sup>/h,  $N=1.5$  kW)。

#### 3.2.2 二级氧化区设计方案

利用均和涌 K18+770~K19+270 段宽 20 m 的旧河涌改建成二级氧化区。二级氧化区河面设置浮岛式复合生物滤床,并利用两岸的二级平台通过布管、填料、芦苇等建成岸基垂直流人工湿地系统,对废水进行净化。

设计流量为 22.6 万 m<sup>3</sup>/d;水车式增氧机 18 台(YC-1.5-4,  $N=1.5$  kW);清水充氧量 2.59 kgO<sub>2</sub>/h。

该移动生物滤床采用 10 台敞开式复合生物滤床,上面分别种植芦苇、茭白、香蒲、美人蕉湿地植物。生物滤床分别布置在河道两侧,四周设空气仓,通过潜水泵控制生物滤床沉浮,并在河道自由移动,不影响河道排洪。

每套设计流量 150~200 m<sup>3</sup>/d,生物滤床面积 100 m<sup>2</sup>,生物滤床内铺设生物填料,粒径 15~30 mm。每级铺设的填料粒径、厚度均有不同。填料厚度为 700 mm。填料体积为 88.2 m<sup>3</sup>,生物滤床又分为 3 格,采用串联运行。每格生物滤床设布水、集水系统各 1 套,布水、集水均采用穿孔 UPVC 管。为防止堵塞水孔,PVC 管外包一层尼龙布。

岸基垂直流人工湿地系统利用卵石接触氧化法对水体进行净化,充分节省了土地,是地下廊道式的治污设施<sup>[2]</sup>。净化场结构十分简单,主体结构是地下矩形廊道,内部放置粒径 10~15 cm 不等的卵石。用水泵将河水泵入栅形进水口,经导水结构后水流均匀平顺流入廊道。另外有若干进气管将空气通入廊道内。净化作用主要由接触沉淀作用、吸附作用、氧化分解作用三方面组成。通过净化场后,水质明显提高,效果十分显著。

二级氧化区岸基垂直流人工湿地系统每边分 5 组,共 10 组。50 m 为一组,每组设计流量为 50 m<sup>3</sup>/h,人工湿地内铺设生物填料,粒径 10~15 mm,布水、集水均采用穿孔 UPVC 管,  $\Phi$ 75 mm,每组配一台推流泵。

#### 3.2.3 生态系统恢复区设计方案

生态系统恢复区由均和涌 K18+770~K18+035 段河涌

清淤改建而成。河面设置圆形生物滤床,并利用两岸的二级平台通过布管、填料、芦苇等建成岸基垂直流人工湿地系统,对一部分废水进行净化,其中填料与二级氧化区略有不同,以卵石为主。

岸基垂直流人工湿地系统采用 UPVC 管,总长 2 940 m,  $\Phi$ 110 mm;设计流量为 22.6 万 m<sup>3</sup>/d,面积 1 470 m<sup>2</sup> (735 m $\times$ 20 m),塘深 1.3 m,停留时间为 0.10 d,水车式增氧机 18 台(YC-1.5-4,  $N=1.5$  kW),清水充氧量 2.59 kgO<sub>2</sub>/h。

#### 3.2.4 生态系统形成区设计方案

生态系统形成区由 K17+600~K18+035 河涌清淤改建而成,两岸二级平台也采用岸基垂直流人工湿地系统。

岸基垂直流人工湿地系统采用 UPVC 管,总长 1 740 m,  $\Phi$ 110 mm。

在河道 17+600 处设置拦水坝,使水体保持一定的水位。从下游到上游设 5 级回流管和回流泵,使下游已形成生物系统水体回流至上游,有助于河涌洁净好氧生物系统形成。每级回流管长 340 m,二级回流之间有 20 m 重叠。回流管回水量为 180 t/h。离心水泵 5 台( $Q=180$  m<sup>3</sup>/h,  $H=1.8$  m,  $N=1.5$  kW)。

#### 3.2.5 底泥生物氧化和生态恢复

对均和涌段 1 840 m 段进行底泥生物氧化。利用解毒技术、生物促生技术和底泥微生物定向扩增技术,将配好的药物,用高压喷枪直接喷洒在清淤后的底泥上或水体中。

由于河水具有流动性和扩散作用,且不断会有新的污染源进来,底泥生物氧化结束,每天将  $1 \times 10^{-6}$  剂量的 Bio Energizer 以及土著微生物和生物氧化共代谢底物向河道中均匀喷洒,并启动增氧设施,以保持生物降解速度。水体生物修复期 30 d。

在此过程中,首先形成的是菌藻生态系统,随着河涌水体溶解氧的增加,逐步出现枝角类、挠足类等浮游动物、着生动物、底栖动物甚至鱼类等高等动物,形成包括生产者(水生高等植物、浮游藻类、着生藻类)、消费者(浮游动物、着生动物、底栖动物和鱼类)和分解者(微生物)共同组成的河涌生态系统,河涌生态系统建立有助于保持河涌洁净好氧状态,提高河涌自净能力<sup>[3]</sup>。河涌生态恢复期为 30 d。

## 4 结 语

将环境工程中的生物修复技术应用到水利工程的河道综合整治中,是城市河流特别是受污染河流整治的重要方向。生物修复使生态系统遭到破坏的城市河流重新恢复原有的水生态环境成为可能,因此,该技术具有很高的应用价值,其前景十分广阔。

#### 参考文献:

- [1] 徐亚同,史家梁,张 明. 污染控制微生物工程[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [2] 周启星,宋玉芳,孙铁珩. 生物修复研究与应用进展[C]. 自然科学进展,2004,(7).
- [3] 彭清涛. 植物在环境污染处理中的应用[J]. 环境保护,1998,(2):19-22.
- [4] 董哲仁,刘 荷,曾向辉. 生态-生物方法水体修复技术[J]. 中国水利,2002,(3).
- [5] 董哲仁. 河流生态恢复的目标[J]. 中国水利,2004,(10).