

# 上海市水利管理处

## Shanghai Water Conservancy Management

### 水利科技

- 水利科研
- 科技动态
- 论文集萃

### 信息搜索

 

## 人工湿地在景观用水中的应用

**摘要:** 随着经济的快速发展,人们对居住环境的要求也越来越高,水景已成为公园、旅游区、住宅小区环境设计的亮点。采用人工湿地处理系统来保证景观用水的水质,正好迎合了这种需要,即美化了环境净化了污水,又节省了投资,一举两得。

**关键词:** 人工湿地 污水处理 景观用水

### 1 景观用水概述

近几年来城市建设发展迅速,人民的居住条件得到了改善。人们在改善居住条件的同时,对住宅周围环境也提出了相应的要求,如绿化及水景观等。景观水体的水质维护主要是控制水中的COD, BOD<sub>5</sub>, TP, TN等污染物的含量及藻类等生长(使其不过度繁殖),保持水体的清澈洁净,水处理的目的是为了保持整个水域的水质。

研究表明,以自来水作为景观水体的初期注入水和后期补充时可将其直接用与景观水体;如果利用的是天然河水则需根据河水的水质情况决定是否需对其进行特别处理,同时也要考虑水资源费用的付出。景观用水倘若采用自来水,其运行费用比较大,则增加了居民的物业费用,景观水经过数次循环后也同样需要处理。通常这类水有机物浓度较低,处理水量稳定、处理程度为三级。为了使污水处理设施与周围环境相适应,采用人工湿地,这一种新型生态污水处理技术,不失为适合于处理景观用水的较好选择。

### 2 景观水处理工艺的研究现状

#### 2.1 研究现状

目前,城市内的湖泊、水库等缓流景观水体的污染状况令人担心。主要存在的问题是富营养化,1986-1987年对我们23个城市湖泊水库的调查情况表明,几乎全部被调查的水库、湖泊水的总氮都超过0.2mg/L,大多数孤僻、水库为1.0-5.0 mg/L以上,有20%以上高达5.0 以上。92%以上的城市湖泊、水库总磷浓度超过0.02 mg/L,近50%的总磷浓度为0.2-1.0 mg/L。城市湖泊、水库的透明度指标多数为0.2-0.4 m。其水体中浮游植物个体总数较高。调查表明,中国大部分城市湖泊、水库已达到富营养化程度。许多具有美学价值、旅游观光功能的水体其生态环境效益、社会效益正在逐步削弱。

景观水体(公园、居住小区、公共场所的水景)的水处理很少为人所重视,现有的处理方式又大都仅限于通过假山、喷泉等来处理,极易造成藻类疯长、水体发绿甚至发臭等现象。周杰等通过人工曝气复氧治理黑臭河流,获得了较好的效果[1]。王士芬、李家就对湖泊水藻类的去除提出了一系列建议,但要从根本上保证水质尚需采取一定的水处理措施[2]。

国外城镇,有水景则名。世界上,有许多大城市,像罗马、巴黎、纽约、芝加哥……,甚至一些小城镇,如威尼斯,都因为水景而闻名,显得与众不同,每年吸引很多外地游客。这些城镇河道,根据不同的地形和水系特点因地制宜,自然生动,富于变化。河道上或岸边都有较完善的市民亲水休闲设施,同时城市防洪排水标准较高,亲水休闲和高标准城市防洪有机结合,具有较强的水位控制能力。良好的水质是这些城镇景观水系的基础,水系和周边绿化、建筑、桥梁等融为一体,形成城市景观,公共游艇和私家游艇成为景观水系重要亮点。

国外采用人工湿地处理景观用水较为成功的案例有:巴尔的摩内港、芝加哥滨水地区、波士顿海港、悉尼杰克逊湾、日本神户港口、新加坡克拉克码头、巴塞罗那港口、英国的索福特码头等[3]。这些对当地的城市环境和景观品质的改善都起到了积极的推动作用,为城市景观水发展积累了许多宝贵的经验。

#### 2.2 景观水处理工艺

目前,世界上常用的景观水处理工艺有以下几种:

##### 2.2.1 曝气充氧法

水体曝气充氧是对水体进行人工曝气复氧以提高水中的溶解氧含量,使其保持好氧状态,防止水体黑臭现象的发生。曝气充氧方式有瀑布,跌水,喷水3种,但这3种的能耗都很高,故极少24h连续运行[4]。而且,仅依靠水的曝气充氧只能局部提高水体中的溶解氧含量,而很难保证整个水体的好氧条件,因此其只能作为景观水处理的辅助手段。

目前,增氧的主要功能:

##### 1) 消除有机物污染和黑臭

在有充足氧气和丰富好氧微生物的条件下，有机物污染指标COD和BOD5明显下降，黑臭现象消失。湖底的有机物降解所产生的甲烷、硫化氢等有毒和有害气体被去除。

## 2) 减少水体营养盐含量

充氧后，抑制了湖底厌氧菌的有机质分解过程，随湖底氮、磷营养盐的释放量减少。同时，好氧微生物的活动，加速底质的无机化过程。磷可以与水体中钙相结合，形成不溶于水的化合物，而沉降于湖底，从水中去除。

## 3) 消除藻类水华

水中曝气造成的水层对流交换条件，使表层蓝藻水华难以形成。表层水中的藻类被转移到湖底或下水层，因光照条件改变，难于维持生长，抑制藻类的繁殖。

## 2.2.2 生化处理法

若景观水体的初期注入水和后期补充水中的有机物含量较高，则可利用生化处理工艺去除此类污染物。目前，被广泛采用的工艺是生物接触氧化法，它具有处理效率高，水力停留时间短，占地面积小，容积负荷大，耐冲击负荷，不产生污泥膨胀，污泥产率低，无需污泥回流，管理方便，运行稳定等特点。

## 2.2.3 物化法

### ① 混凝沉淀法

混凝沉淀法的处理对象是水中的悬浮物和胶体杂质，沉淀或澄清构筑物的类型很多，可除藻率却不相同。例如用静沉池处理泰晤士河水时，平均除藻率为59%，可是用它处理衣阿华河水时除藻率为37%（硫酸铝混凝）~97%（石灰软化）；应用澄清池处理波兰河水时，平均除藻率为85%~86%（无预氯化）和95%~97%（预氯化），并且浮游生物量也分别相应下降了93%~96%和99%[5]。混凝沉淀法具有投资少、操作和维修方便、效果好等特点，可用于含大量悬浮物、藻类水的处理，对受污染的水体可取得较好的净化效果。

### ② 过滤法

当原水中藻类和悬浮物较少时可对其进行直接过滤，当水中含藻量极高时应先在滤池前增加沉淀池或澄清池，过滤工艺的关键是滤速的大小。采用均质砂滤池或双层滤料滤池进行直接过滤时，对藻类的去除率为15%~75%；过滤可降低水的浊度，同时水中的有机物、细菌乃至病毒等也都随浊度的降低而被去除[6]。

### ③ 加药气浮法

气浮净水工艺分为分散空气气浮法、电解凝聚气浮法、生物及化学气浮法和溶气气浮法（真空式气浮法和压力溶气气浮法）。目前，应用较多的是部分回流式压力溶气气浮法，其处理效果显著而且稳定，并能大大降低能耗。

## 2.2.4 自然净化处理

自然处理系统（Natural Treatment Systems）一般分为稳定塘系统和土地处理系统。稳定塘系统（Aquatic Systems）是通过水—水生生物系统（菌藻共生系统和水生生物系统）对污水进行自然处理的工程设施。土地处理系统（Soilbased System）是利用土壤—微生物—植物系统的陆地生态系统的自我调控机制和对污染物的综合净化功能，对污水进行净化的工程设施。

自然处理系统尤其是人工湿地，是多数鸟类及水生动植物的良好栖息地。在净化污水的同时，提供了生物多样性的存在条件，也成为人们回归自然、亲近自然的最佳场所，是美化城市环境的较好选择。采用自然处理技术对处理景观用水，一可以节约投资，二美化环境，去除污水中引起富营养化的主要污染物质氮、磷，达到保护水体的目的。

自然生物处理系统可分为：

## 3 人工湿地的技术特点

目前，很多地区如公园、旅游小区以及住宅小区等都在采用或考虑采用人工湿地来处理景观用水，保证景观水体的水质。人工湿地的兴建，增加了景观的视觉美感和观赏价值，有利于提高景观开发的机会，同时给当地的居民提供了良好的休憩场所，改善了城市人文景观，提升了人们的生活质量。

人工湿地是一种由人工建造和监督控制的模拟自然生态系统净化污水的反应单元。人工湿地成熟以后，填料表面吸附了许多微生物，形成了大量的生物膜，植物根系分布于池中，通过物理、化学及生物三重反应机理协同作用净化污水。人工湿地处理污水具有高效率、低投资、低能耗及低维持技术等优点。

人工湿地根据湿地中主要植物类型可分为（1）浮生植物系统；（2）挺水植物系统；（3）沉水植物系统。目前，应用较为广泛的是挺水植物系统。而根据污水在湿地中流动方式的不同又将其分为地表流湿地（SFW, surface Flow Wetland）、潜流湿地（SSF, Subsurface Wetland）和垂直流湿地（VFW, Vertical Flow Wetland）三种类型。

污水人工湿地处理系统，是将污水有控制地投配到经人工构造的湿地上，主要利用土壤、植物和微生物等作用处理污水的一种污水自然处理系统。

高效率：在进水浓度较低条件下，人工湿地对BOD<sub>5</sub> 的去除率可达85%~ 95%，COD的去除率可达80% 以上，处理出水中BOD<sub>5</sub>的浓度在10mg/L 左右，SS小于20 mg/L。同时，湿地对N和P 去除率也很高，可分别达到60% 及90% 以上，而城市二级污水处理厂对N 和P 的去除率仅能达到20%~ 40%。低投资、低运行费、低维修技术[7]。

人工湿地处理污水的运行成本非常低廉，一般为0.1~0.2元 / t污水，是传统的二级污水处理厂的1/10~1/2。可以大幅度降低污水处理成本。而且净化效果良好，净化水质可达二级以上处理水平。此外，基建投资也节省得多，一般为150~800元 / t污水，是传统的二级污水处理厂的1/5~1/2。人工湿地处理技术的最大弊端就是占地面积较大，是传统二级生化处理方式的2~3倍[8] [9]。至于维护技术，由于人工湿地基本上不需要机电设备，维护上只是清理渠道及管理作物，一般农民完全可以承担，只需个别专业人员定期检查。低能耗、无二次污染：人工湿地基本上不耗能，这是其它处理方法无法相比的。且其它水处理工艺的能耗不仅是经济问题，同时也是环境问题。因为耗能过程中产生的CO<sub>2</sub> 及SO<sub>2</sub> 等气体，还会污染大气环境。人工湿地在非点源污染控制中具有以下作用：保护水环境不受污染，人工湿地通过物理、化学和生物处理协同作用，不仅能减弱土壤侵蚀，拦截泥沙、肥料、杀虫剂、病原体和重金属等，而且能净化已经被污染的水体，从而达到降低非点源污染的危害，保护水环境的作用[10]。

尽管占地面积较大（其吨水用地比其他方法要大1-2倍），但它却具有只需非常低的投资，低的运行费用和吨水处理成本等优点。这样使得采用人工湿地处理景观污水成为可能，并且还带来一定的经济效益和社会效益。

人工湿地处理污水具有高效率、低投资、低运转费、低维持技术、低能耗等优点[11]。高效率不仅表现在人工湿地对有机物有较强的降解能力，而且对N、P的去除率也很高。从国内外有关城市污水的研究表明，在进水浓度较低条件下，人工湿地BOD<sub>5</sub>的去除率可达85%—95%，COD的去除率可达80%以上，处理出水中BOD<sub>5</sub>的浓度在10mg/L左右、SS小于20mg/L、而对N的去除率可达60%，对P的去除率可达90%以上。根据国外资料，一般湿地系统的投资和运行费用仅为传统的二级污水厂的1/10~1/2。

#### 4人工湿地在景观用水中的实例

目前越来越多的居住小区都有景观水体，虽然对雨水和污水等点源污染进行了截留，但由于无法控制非点源所带来的污染，所以很多小区的景观水体水质日益恶化，可以采用人工湿地对这种小型的封闭性水体进行。

吕伟娅等就利用人工湿地对南京聚福园景观水非点源污染进行控制，通过对雨水的回用净化处理，全年节约水资源235550m<sup>3</sup>，节约水费29.26 万元，取得了良好的环境效益和经济效益。如武汉丽水佳园和浙江温岭锦园小区采用人工湿地生态处理工艺来控制非点源对景观水体造成的污染，其中丽水佳园景观湖面积为5000m<sup>2</sup>，锦园小区景观河面积15000m<sup>2</sup>，通过利用人工湿地及相应的辅助处理，高效低耗地控制非点源污染，得以有效地降解去除水体中氮、磷等营养元素及有机污染物，长效保持景观水体水质达到标准。

海南省海口市望海狮城生态小区生活污水经生化处理后达到国标生活污水排放标准，然后将南区800m<sup>3</sup>的污水进入三级土地-植物系统（SFS人工湿地系统），设计湿地面积为2200~3000m<sup>3</sup>，处理系统沟槽深度1.5m，底部为碎石（直径10~15cm）。砾石及土壤组成的通透性混合材料，污水渗透速率为每小时3~4cm污水停留时间2~3d。表面覆盖土壤种植沼泽植物及花卉等，这样即可以形成很好的景观，同时起到污水净化的作用[12]。

#### 5 结论

随着人们对周围环境的日益重视和环保意识的不断增强，对周围环境的的要求不断提高，对于景观水处理的重要性及必要性必将有更深入的认识，景观水处理也必将成继生活用水处理、工业用水处理后的又一给水处理新领域，其市场和发展空间巨大。

人工湿地系统是一种正在不断得到研究、应用和发展之中污水处理新技术。该技术应用于城市住宅小区景观用水的处理是一种新的探索，能形成动态水景观——“活水”景观，有其观赏价值和社会效益，有着实际的应用前景。采用传统的方法需要大额的一次性投资和运行费用，而且需要专业的管理人员。利用人工湿地系统处理城市景观水能满足人们对回用水水质要求日益提高的需要，而且投资低，低运转费，低维护技术，低能耗。是一种即经济又有效的景观水处理技术。

#### 参考文献

- [1] 邹平 江霜英 高廷耀.城市景观水的处理方法.城市污染控制国家工程研究中心.
- [2] 王凤琴.天津湿地及湿地鸟类可持续发展的建议.
- [3] 蔡昌凤 徐建平.景观水微污染控制.
- [4] 甘树应 杨青 潘煜等.景观水体污染处理工艺研究及工程应用.
- [5] 李佩成 寸待贵等.再论景观水资源及其分类.
- [6] 潘建良 李道堂 赵敏钧.住宅小区人工湿地—水景观及其应用

[7] 岳亮 薛惠锋. 论景观水资源学

[8] 桂森 孟繁艳 李学东等. 密云水库水质现状及发展趋势[J]. 环境科学, 1999, 20 (2):1102112.

[9] 何萍 王家骥. 非点源(N PS) 污染控制与管理研究的现状、困境与挑战[J]. 农业环境保护, 1999, 18(5) :2342237.

[10] 朱颜明 黎劲松 杨爱玲等. 城市饮用水地表水源非点源污染研究[J]. 城市环境与城市生态, 2000, 13 (4) :124.

[11] L ee S I. Nonpo int source po llut ion [J ]. F isheries,1979, (2) :50252.

[12] 刘长礼 张宏斌. 丹江上游非点源污染分析[J]. 长江职工大学学报, 2001, 18 (2) :36237.

#### 作者简介

余杰（1978～），男，江西南昌人，工程师，硕士。研究方向为水污染控制与治理。

附件：

作者：余杰 田宁宁

来源：中国水利水电市场

日期：2009-03-09

---

[首 页](#) | [信息公开](#) | [行业管理](#) | [信息简报](#) | [水利科技](#) | [党的建设](#) | [便民服务](#)

上海市水利管理处

地址：上海市南苏州路333号华隆大厦23楼 邮政编码：200002 电话：63216790 Email:shsl@shsl.org.cn

（建议您将电脑显示屏的分辨率调整为1024\*768浏览本网站）