

试论城镇生活污水治理中人工湿地的运用

曾更维

深圳市水务规划设计院股份有限公司 广东省深圳 518000

摘要:我国可利用的淡水资源稀缺,根据国家可持续发展和绿色生态建设的理论,迫切需要加强对水资源和环境的保护,实现水资源的资源化利用。目前,在当地生活污水处理领域,活性污泥法因其技术成熟、运行稳定已成为污水处理的主流。但是,仅依靠活性污泥法存在很多问题。建成污水湿地处理具有消耗低、工艺简单、处理效果好的优点,为污水处理提供了新的发展方向。

关键词:城市污水;人工湿地;应用

Discussion on the application of constructed wetland in urban domestic sewage treatment

Genwei Zeng

Shenzhen water planning and Design Institute Co., Ltd., Shenzhen City, Guangdong Province, 518000

Abstract: China's available freshwater resources are scarce, according to the theory of national sustainable development and green ecological construction, it is urgent to strengthen the protection of water resources and the environment, to realize the utilization of water resources. At present, in the field of local domestic sewage treatment, the activated sludge process has become the mainstream of sewage treatment because of its mature technology and stable operation. However, relying only on the activated sludge process has many problems. Constructed sewage wetland treatment has the advantages of low consumption, simple process, and good treatment effect, which provides a new development direction for sewage treatment.

Keywords: urban sewage; Constructed wetland; application

前言:

近年来,随着城市的不断发展,人们对居住环境质量的要求也越来越高,城市河流水环境质量也直接影响到城市居民的居住体验。经过多年的防汛工程,城市河流水环境逐渐由黑臭水域向黑无臭水域转变,虽然趋势性水环境得到了预先控制,但在游泳和用水方面仍有较大差距游玩要求。

1 人工湿地主要概况

1.1 构建的湿式地下水处理系统的机理

人工湿地系统由许多主要组成部分组成,主要是微型动物群、水生植被、水饱和填充床、微生物等,具有污水处理功能和天然湿地特征的近自然处理成系统。人工湿地具有投资成本低、运营成本低、维护管理方便、水生植物美化环境、调节气候、增强生物多样性等优点。

1.2 人工湿地分类

从脱氮除磷效果分析,垂直流人工湿地效果最好,

也是人工湿地的主要类别之一。氧气脱磷反硝化工作在水重力作用下的沼泽中完成。从自然形成的角度看,主要是地表流构成的湿地,以人工处理为基础,结合湿地微生物和植物完成污水处理工作,整体处理效果比较显著。与其他湿地处理效果相比,地表流人工湿地更为便捷,常用于湿地修复工程。地下湿地主要是人工营造污水处理底板的方法,通过让污水在填料下自然流动,去除污水中的重金属,具有占地面积小的优点,这种方法成本高。水流高且偶尔停滞。潮流创造湿地,对进水、反应、排水、空隙等过程进行高质量处理,模拟潮汐调节模式,以及定期引入和处理外部污水,实现先进的水净化。然而,潮汐形成的湿地的存在带来了高投资成本的问题。

(1) 地表流人工湿地

地表流湿地又称自由地表湿地,是污水流过湿地表面,水位较浅的湿地系统,多为0.1 ~ 0.6m。该系统是

最接近天然湿地的系统，通过吸收水中生长的植物茎秆和生长在地表的生物膜吸附沉淀，去除污水中的大部分有机物。因此，该系统存在处理能力低的问题，因为难以充分利用生长在填充材料表面的生物膜以及丰富的植物根系对污染物的分解。

(2) 水平地下人工湿地

卧式地下人工湿地也称为入渗湿地系统，是一种应用广泛的湿地处理系统，主要形式是植物床系统，内含各种填料，不仅水可以在湿地底内流动，因此可以充分利用填料的表面生物膜、丰富的植物根系、表土和填料的堵塞等，以获得更高的处理效率，而且因为它在下面流动，所以保温效果高，卫生。

(3) 垂直地下人工湿地

与其他类型的湿地相比，具有面积更小、处理效率更高的优点。垂直流动形态的主要功能是与湿地中建造的水平地下相比，提高污水和沉积物中的氧气传递效率。表层多为透水性良好的砂质层，污水进入砾石层后，整个表层被淹没，逐渐弃去，渗透到底部，收集在底部收集管中。

2 人工湿地工艺的选择

本项目中，建设用地面积约4.3万 m^2 ，日处理污水处理厂尾水水量为2.5万 m^3 ，水力负荷较高，因此在选择湿地工艺时，应优先选择水力负荷能力高的类型，从三种湿地工艺水力负荷比较，垂直流水力负荷最高，从处理效率方面来看，垂直流也是最优的，同时借鉴清湖人工湿地一期工程的成功运行经验，本工程选择垂直流人工湿地为本项目的主体工艺。

污水流经垂直流人工湿地由上至下是一个“硝化和反硝化”过程，反硝化出水后，水中溶解氧将降低到较低值，为满足出水溶解氧的要求，其出水须要进行复氧，为此，在垂直流人工湿地后增设一段表流人工湿地，表流床有更强的输氧作用，对硝化反应有促进作用。此外，表床植物生长非常迅速，并在去除 NH_4^+-N 中发挥作用。许多湿地植物可以直接使用铵态氮作为氮源，在生长过程中可以去除大量的氮。

因此，本项目的湿地处理工艺采用“垂流+地流”相结合的方式构建湿地。另外，考虑到水厂尾水存在波动的可能性，当尾水水质出现超标情况时，直接进入湿地会增加湿地的负荷，导致湿地出水难以保证达到地表水Ⅲ类水质标准，为避免上述情况发生，在湿地前增设一个预处理工艺，以去除过高的 BOD_5 和氨氮。本工程选择具有硝化功能的“生态氧化池”预处理工艺。

生态氧化池主要依靠填料的吸附能力附着在生物膜

上，为浮游生物提供栖息地和天然食物来构建生态系统，以及提高水体自净功能的优势。细菌分解有机物，将铵态氮转化为硝态氮，具有净化水的作用。

3 人工湿地主要工艺设计

(1) 生态氧化池

设计进水氨氮浓度为5mg/L，出水氨氮为2mg/L，去除率为60%；氨氮去除负荷取值为 $0.05kg/(m^3 \cdot d)$ ；有效容积1500 m^3 ，设计两组，并联运行；水力停留时间(HRT)：1.44h；最大气水比1:1。

(2) 垂直流人工湿地

系统占地面积36800 m^2 ；设计布水负荷 $0.68m^3/(m^2 \cdot d)$ ；氨氮负荷为 $13.6kg/(hm^2 \cdot d)$ ；填料层厚度为1.5m；孔隙率为0.4；设计水力停留时间为24h。

为了保证湿地系统布水均匀，将垂直流湿地系统分成32个独立进水单元，各个植物池可单独运行也可并联运行。

(3) 表面流人工湿地

系统占地面积3400 m^2 ；设计有效水深为0.5m；水力停留时间为1.63h。

4 垂直流人工湿地填料的选择

本项目重点是脱氮除磷，由于预处理系统有生态氧化池，氨氮在此阶段得到了较好的去除，再经垂直流人工湿地由上至下的硝化与反硝化的过程，可进一步提高生物脱氮的效果，故出水氨氮可达标排放。

湿地对于磷的去除，主要通过填料化学吸附转化除磷及植物吸收除磷，因此在选择填料时，应选择能将磷转化为Ca-P的比例较大的填料，砾石在磷转化为Ca-P方面有较好的效果，已在人工湿地得到广泛的运用，同时砾石具有价格便宜，来源广泛、便于取材的优点，因此本工程湿地填料将以砾石为主。

另外，在填料的选择过程中，不仅应关注其对磷的转化和去除效能，同时应考虑具有较大比表面积、孔隙率和良好的稳定性。而砾石填料的缺点是比较面积小，填料本身无空隙，故生物挂膜较少，使得湿地的生物处理效能较低。

为此，为了强化湿地的处理效能，本工程选择比表面积大、孔隙率大和稳定性好的生物陶粒填料作为补充。

目前，生物陶粒广泛运用于污水处理及人工湿地当中，从运用的效果来看，以火山岩生物滤料、污泥烧制的生物陶粒等为代表的具有类似比表面积大、孔隙率大和稳定性好的陶粒具有良好的运行效果，因此，本工程选择此类陶粒（如火山岩生物滤料）作为强化湿地处理效能的填料。

本项目垂直流人工湿地填料单元组成由下至上依次是:

最底层: 细砂保护层, 厚度100mm, 粒径0.5 ~ 1.5mm; 粗碎石填料导流层: 砾石, 粒径50 ~ 70mm, 厚度为300mm; 中碎石填料层: 砾石填料, 粒径30~40mm, 填料厚度600mm; 火山岩生物滤料层: 火山岩生物滤料, 粒径30~40mm, 填料厚度200mm; 细碎石填料配水层: 砾石, 粒径10 ~ 20mm, 厚度为100mm; 粗砂填料配水层: 粗砂, 粒径3 ~ 5mm, 厚度为200mm;

5 人工湿地植物配置选择

(1) 浮草法: 水草浮于水面, 根系被淹没的方法。浮草植物现在主要用于脱氮除磷, 提高稳定池的效率。

(2) 新生植物系统: 随着新生植物发育出能够通过根系向基质输送氧气的根系, 基质内形成了多个好氧、兼性厌氧和厌氧细胞, 各种有利于去除支持生长的污染物的有害微生物。

本项目选育植物时, 用于垂流湿地的植物如美人蕉、美人蕉、纸莎草、风车草等, 用于地表发育湿地的植物, 如金鱼草、粳稻、睡莲等莲花。

6 在污水处理中人工湿地技术的相关建议

6.1 确保垂直流人工湿地配水均匀

配水系统是垂直流人工湿地处理技术的一个关键因素, 配水不均匀, 则导致污水在湿地内, 发生短流现象, 影响湿地的处理效果, 如果整个湿地只有一套配水管道系统, 采用主管长距离配水, 就会产生配水不均匀的问题。为使湿地配水更加均匀, 在湿地前设置配水渠, 通过配水渠和配水管网将原水均匀的分配给若干个垂直流湿地独立处理单元, 确保配水均匀, 保障处理效果。

6.2 做好人工湿地系统的管理养护

水处理净化能力越强, 净化效果就越高。因此, 在人工湿地工程中, 应做好工程建成后对湿地植物的管理养护、湿地系统运行调度、园建及附属设施维护等工作。从而保障人工湿地系统长期正常、稳定、高效运行; 保证人工湿地系统获得稳定的污染物去除效果, 出水水质和指标达到运行要求。

6.3 气候分析

湿地系统主要依靠植物和微生物修复, 其生长和繁殖取决于温度和季节。因此, 气候条件与湿地的正常功能和净化效率直接相关。在实际应用过程中, 要正确认识当地气候, 制定科学合理的实施策略, 确保污水处理技术的采用。微生物的最佳生长温度为20.40℃。此范围内的微生物代谢水平每10℃增加1.2倍。如果温度降到

10℃以下, 植物和微生物的新陈代谢活性就会下降, 处理效果会明显下降。结构湿地在冬季一般影响不大。植被和冰盖等科学隔热技术也可用于减轻湿地压力。冬季南方平均气温高于北方, 适合各种人工湿地的建设。

6.4 湿地植被分析

湿地植物在污水处理中发挥着重要作用, 不同的植物种类具有不同的根系生物量、生长速度、生长速度和污水处理效率。一般选用根系发达、持久性高、生长期长、经济价值高的水生植物。湿地结构平衡过度或不足也会影响湿地的正常功能。

7 结束语

人工湿地工程是保护环境、建设文明卫生城市、稳定社会、维护国民经济可持续发展的公益项目, 其效益主要表现在社会效益上。项目实施后, 将有效解决项目范围内的城市河流水环境问题, 服务城市和社会, 改善市容, 提高卫生水平, 保障人民健康, 可促进城市的发展。人工湿地是一种人工设计改造的半生态污水处理系统, 具有投资和运行成本低、能耗低、处理效率高、维护方便等优点。同时, 人工湿地可以显著改善环境, 提供环境质量, 增加植被, 保持生物多样性, 实现人与自然和谐相处, 减少水土流失, 改善生态环境。

参考文献:

- [1]潘文琛, 毛建斌.人工湿地在城镇生活污水治理中的应用[J].环境与发展, 2018, 30(04): 81
- [2]陈晨.人工湿地技术在污水处理与水环境保护中的应用[J].绿色环保建材, 2018(10): 216-218.
- [3]陈思琳, 周江, 李星和, 练川.人工湿地城镇生活污水处理技术在贵州省的发展现状研究[J].科技风, 2018(27): 144.
- [4]李志坤.人工湿地处理城镇生活污水的应用探究[J].环境与发展, 2018, 30(08): 53-54.
- [5]薛彦茵, 张国珍, 徐明飞, 焦相伟, 马凯.西北地区人工湿地组合工艺处理城镇生活污水技术研究[J].绿色科技, 2018(06): 16-17+19.
- [6]汤显强, 柴培宏, 吴敏, 金峰.太阳能人工湿地净化城镇生活污水研究展望[J].长江科学院院报, 2014, 31(01): 12-17.
- [7]王淑扬.浅析人工湿地在城镇污水治理中的应用[J].中国设备工程, 2021, 22(5): 240-241.
- [8]赵雨.城镇污水治理中人工湿地的应用研究[J].科技与创新, 2021, 22(19): 157-158.
- [9]吴慧.人工湿地在城镇生活污水治理中的应用[J].风景名胜, 2021, 23(2): 327.