

# 人工湿地填料净化生活污水级配优化解析

赵夏生 苏展 杨万全

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

**摘要:** 人工湿地属于生态工程水处理技术体系, 在污水处理中有着普遍的应用时候, 并且人工湿地填料净化生活污水级配成了优化的重点。基于此, 本文通过对人工湿地的了解, 对人工湿地填料净化生活污水级配优化的相关内容, 展开了分析和阐述, 以供参考。

**关键词:** 人工湿地; 填料净化; 生活污水; 级配; 优化

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.105

人工湿地填料净化工艺是不仅可以减少成本, 还可以降低对能源的消耗, 并且后期维护也相对较为简单, 在污水处理方便, 有着明显的作用。同时, 在人工湿地中, 填料属于一项重点内容, 通常以土壤、碎石、炉渣等一些简单材料作为填料, 但是这样很容易发生堵塞, 不易被更换等。对此, 在条件允许情况下, 对人工湿地填料净化生活污水级配进行了优化, 利用粉煤灰、碎石、水泥, 以及化学添加剂等方面, 对人工湿地填料净化结构进行优化和配制, 从而提升净化的效果, 维护良好的生态环境。

## 一、人工湿地分析

为了解决生态环境污染问题, 人工湿地建设成为一项重点内容, 其概述如下。

1、湿地主要是由人工建造以及控制运行与沼泽类似的地面, 并且将污水和污泥投配到人工建造的湿地上, 污水和污泥会沿着一定的方向进行流程<sup>[1]</sup>。同时, 通过利用土壤、人工介质、植物、微生物、化学、生物等作用下, 对污水、污泥进行处理。另外, 人工湿地具有良好的吸附、滞留、过滤、氧化还原、沉淀、微生物分解、转化等作用, 可以对生态环境进行净化, 确保生态环境的质量。

2、人工湿地属于生态系统, 并且具有一定的综合性, 并且应用生态系统中的生物共生、物质循环再生原理, 注重结构与功能之间的协调。同时, 在实现废水中污染物质良性循环的前提下, 充分发挥资源的作用, 避免给生态环境造成较为严重影响, 实现污水处理的最佳效果。

3、人工湿地中植物, 可以为水体护输氧气, 并且可以增加水体的活性。同时, 在控制水质污染, 以及降解有害物质方面, 有着十分重要的作用。同时, 人工湿地时候中的微生物是降解水土污染物的核心, 利用呼吸的功能, 将废水中大量的有机物进行分解, 形成二氧化碳和水。另外, 污水中有机污染物都可以进行降解, 并且会成为生物细胞的重要部分, 其余部分就会转变成对环境无害的有机物质, 重新回归到自然环境中, 这样可以对生态环境起到良好的维护效果。

4、人工湿地还具有同化的作用, 可以颗粒作为营

养物质进行吸收, 这样可以在一定程度上去除污水中的颗粒物, 从而起到良好的净化作用, 避免生活污水给生态环境带来一定的影响。

## 二、人工湿地填料分析

人工湿地填料作为人工湿地系统中一项重点内容, 通过填料的微生物、植物、物理等作用, 可以将污染物进行去除, 将生活污水进行净化。同时, 通过利用级配优化, 可以有效提升人工湿地填料净化的效果, 降低对成本和材料的损耗。

1、强化净化效果。根据情况, 对人工湿地填料进行级配所化, 可以适当提升比表面积, 增加填料和水之间的接触面积, 这样在一定程度上可以增强生物降解和生物吸附的作用, 促使无污染物净化速度得以加速, 确保良好的净化修复效果。

2、降低成本。人工湿地的填料还有降低成本的效果, 可以结合实际情况, 适当减少填料的使用, 从而降低成本<sup>[2]</sup>。同时, 由于填料的使用寿命较长, 这样可以降低后期的维护成本。

3、减少污染物的排放。人工湿地填料可以有效减少污染物排放, 例如: 氮、磷等物质, 促使生活污水达到相关排放标准, 减少对周围环境的影响, 实现良好的生态环境, 充分展现了人工湿地填料自身的价值。

4、应用推广。人工湿地填料在污水处理方面有着普遍的应用, 可以有效提升处理净化的效果, 有助于解决污水处理, 以及资源回收再利用问题, 所以在相关领域发展中, 值得应用和推广。

## 三、级配实验

以之江生态湿地及中水利用工程位于杭州市之江度假区单元为例, 其设计规模8万m<sup>3</sup>/d, 包含生态湿地工程、泵站工程、输水管道工程及配套景观工程, 湿地占地面积约125488m<sup>2</sup>, 输水管道管径总长约6.28km, 管径为DN1000, 双排布管。工程服务对象为之江净水厂尾水, 之江净水厂出水进入生态湿地净化处理, 净化处理后的尾水由泵站通过输水管道排入铜鉴湖主湖区。在人工湿地填料净化生活污水级配优化的时候, 通过利用实验的方式, 判断人工湿地填料净化生活污水级配优化的效果, 其详细内容如下。

### 1、实验材料

考虑不同地区填料来源以及成本的特殊性, 所以在采取方面, 应当因地制宜, 例如: 粗砾石、粉煤灰、煤渣、空心砖等实验填料。同时, 在确定实验填料以后, 需要经过筛选、晾干处理, 并且处理完成以后, 等待使用, 确保后续实验有效地展开。

### 2、实验设计

在人工湿地填料净化生活污水级配实验分析的时候, 所使用试验装置由污水配给瓶、流量控制装置、填料柱、大漏斗、接收器、滤纸、纱布等, 其中填料柱的

内径应当为4.5cm，高度为28cm，其材质应当为PVC材质。同时，需要根据相关标准以及预先设计方案，将填料进行混合，并且填充到PVC管中，进行压实处理。但是，需要注意的是，填充的总高度应当为25cm，并且利用蒸馏水自下而上的浸透填料柱，并且利用污水进行淋溶。在淋浴污水负荷计算的时候，需要根据人工湿地污水负荷的基础之上展开，确保计算的准确性。

### 3、样品采集与分析

在实验材料和实验设计完成以后，就需要进行样品的采集和分析，具体的内容如下。

3.1在人工湿地填料净化生活污水级配实验分析的时候，通常采用连续淋溶的方式，并且一次污水淋洗的体积应当在200mL，并且每淋洗一次，就需要取样一次，需要连续取样10次，一共淋洗2L，也就是取样10次。同时，在取样以后，需要将接收器中的水样进行混匀，经过过滤纸进行过滤，并且过滤完成以后，从中取样进行水质分析，获取相应的分析结果。

3.2在实验测定的时候，可以利用铬酸钾氧化法，采用分析设备测定、硫酸钾消解—紫外分光光度法、硫酸钾消解—钼锑抗分光光度法等方法进行测定<sup>[3]</sup>。但是，在实验测定期间，还需要结合实际情况，合理选择方式方法，从而保证实验的准确性。

### 4、实验结果分析

根据以上分析，得出了以下几个结果。

1、人工湿地利用好氧时候降解、厌氧降解、以及填料吸附沉降、植物组织等功能实现，并且植物根系不断向床体释放氧气，这样可以有效降解人工湿地中有害物质。同时，本实验无植物，主要依靠填料吸附和填料表面微生物同化吸收。同时，在化学需氧量去除方面，存在着一定的差异性，对同种处理化学需氧量去除率，会随着淋洗水量的增加，产生较大的差异，表1所示。根据表1所示，去除率的自高到低的顺序应当为311>211>131>121>111>112>113，并呈现下降的趋势，不同处理下降的幅度，也是存在着一定的差异性。另外，由于填料度相对较小，颗粒也就越细，这样可以与粉煤灰吸附的平衡性有着直接的关系。随着淋洗污水量的增加，各个处理都出了不同程度下降，并且经过10次的淋洗以后，311的去除率的效果十分显著，要高于其他处理，存在的差异性极为显著，这样可能与室内实验不种植植物有着直接的关系，有机污染物的去除，仅仅利用填料吸附和微生物降解实现处理，水力渗透系数就会有所降低，并且填料接触的时间较长，以及接触面较大，可以很好地提供吸附沉降的条件，提升人工湿地填料净化生活污水级配的效果。

表1：不同化学需氧量去除率动态变化

处理代号	淋洗污水在以下淋洗体积时候的去除率%						
	200mL	400mL	600mL	1000mL	1400mL	1800mL	2000mL
111	36.058e	29.60e	28.8e	27.54e	27.28e	26.84e	26.28e
211	41.74b	39.60b	36.64b	34.54b	30.81b	30.28b	30.18b
311	47.84a	25.74g	42.51a	41.88a	24.08e	32.91a	32.68a
112	27.64g	25.74g	25.54g	25.44g	24.24g	23.38de	22.34d
113	28.24f	28.04f	27.84f	27.13f	27.84f	25.598d	24.43c
121	34.38e	32.04d	31.91d	31.07d	30.18a	25.78d	17.07de
131	40.08c	38.98c	37.81c	32.23a	31.58c	25.44f	24.68e

2、人工湿地去除氮素的时候，可以利用植物组织进行吸收、填料吸附沉降、填料表面等，并且在填料柱实验不能进行植被种植，主要是室内缺乏阳光，不利于生物的生长，再加上实验水力停留的时间较长，无法满足去除氮素的需求。同时，在处理期间，其处理时间存在着一定的差异性，污水中的TN去除，通常情况下与填料种类、级配等方面有着直接的关系，并且TN主要是利用填料的吸附作用进行去除，对此孔隙率较低，水利渗透系数较低，可以很好地与污染物进行接触。同时，随着淋洗污水量的增加，各个处理都会呈现不同程度的下降，经过淋洗10次，311的去除率有着明显的效果，另外，所有处理TN去除率都会随着时间的变化，产生不同程度的下降，并且淋洗水量的增加，各种填料对TN的吸附能力，逐渐呈现了饱和的状态，对TN进行有效的去除。

3、对于可溶性氮，尤其是硝态氮，在人工湿地介质中，很难被吸附，并且可以随着地下水流动产生迁移<sup>[4]</sup>。本实验污水中NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N去除，利用填料中反硝化作用，并且去除率的时间也存在着一定的差异，同种处理对NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N的去除率随着淋洗的增加，产生一定变化，其去除效果依旧311更为显著。另外，由于淋洗污水量的增加，各个处理都会出现不同程度上的下降，但是经过10次的淋洗以后，311与其他处理有着明显的差异，这样就说明所选用的填料种类和级配对NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N去除的影响相对较小，但是去除率的效果不是很好。

4、人工湿地填料属于一种去除生活污水中的一项技术体系，并且填料对净化效果和运行成本等方面有着重要的影响。为了保证人工湿地填料的净化效果，就需要对填料进行级配优化，结合实际情况，适当增加人工湿地填料的比表面积，降低水力阻力，并且增加填料的

流动性,增加接触时间,这样可以有效强化降解速度,促使净化效果得到基础性的保障。

5、在生活污水处理的期间,人工湿地填料净化技术具有非常明显的应用价值,并且通过级配优化,可以对生活污水中的各项污染物进行去除,确保生活污水符合相关标准才能排水。总的来说,在生活污水处理期间,通过利用人工湿地填料净化技术,可以时间经济性、高效性和环保性。

### 四、优化方式

人工湿地填料内部属于空隙结构,并且具有一定的连续性,孔隙率较高,透水性也相对较为良好,其过滤性和吸附性也是十分显著,所以在人工湿地填料净化生活污水结合的时候,根据以上试验,得出可以从以下几个方面展开。

#### 1、物理方式

如果人工湿地孔隙率达到了35%的话时,孔径从几微米到几毫米,并且人工湿地填料制作的时候,需要结合实际情况,适当添加减水剂等一些外加剂,这样可以有效增加内部的微孔结构,这种结构有利于更好地吸收生活污水的污染物。同时,在人工湿地填料净化生活污水级配优化的时候,还需要对填料浓度进行严格的控制,通常情况下将其控制在0.6mg/L左右,这样可以实现良好的吸附效果。

#### 2、化学方式

人工湿地填料碎石表面包裹一层薄水泥浆的,这样可以直接借用水泥的胶粘作用,形成一个整体。同时,在水中浸泡的时候,水泥浆微孔就会形成多个水泥-水临界面,这样可以中生活物污水中的物质进行溶解分析,并且与会中的一些元素可以进行交换和吸附,这样可以很好地净化生活污水,降低对生态环境的影响。

#### 3、生化方式

人工湿地填料密集的空隙结构有助于微生物的生长,并且其表面以及内部,都有助于是卫微生物形成生物膜,这样可以为生活污水重污染物提供物质,以此提升污染物的去除效率<sup>[5]</sup>。

### 五、注意事项

人工湿地填料净化生活污水级配优化期间,由于具有一定的复杂性,所以需要考虑的内容也相对较多,必须对各个方面进行全面的考虑,这样才能确保人工湿地填料净化生活污水级配优化的效果。本段内容主要针对人工湿地填料净化生活污水级配优化期间的注意事项,展开了分析和阐述。

#### 1、温度问题

温度是人工湿地填料净化生活污水级配优化期间,重点考虑的一项内容,需要考虑低温时候对填料所产生的影响,根据影响做好预防处理,避免给人工湿地填料净化生活污水级配带来一定的影响。同时,对于表面疏和竖流湿地,低温的状态避免就会结冰,这样就会给复氧过程带来一定的影响,促使生化水平得到降低,冰层减少了有效水深,这样可以在一定程度上缩短了停留的时间,对净化处理带来一定的影响。但是,人工湿地填料净化生活污水级配优化的时候,对于温度方面没有

有效地解决方式,然而可以采取一定的措施降低温度所带来的影响,例如:结合实际情况,采取合理的保温措施,确保良好的人工湿地填料净化生活污水级配效果。

#### 2、占地面积

人工湿地的机理与特点与传统生活污水处理相比,其占地面积相对较大,通常情况下认为是传统工艺的2~3倍左右。但是,由于现有的土地资源是非常宝贵的,这样就给人工湿地填料净化生活污水带来了一定的限制,并且由于自身处理相对较为特殊,占地面积问题难以得到解决,这时就需要结合实际情况,减少土地资源的占用,并且可以将其选定在郊区,采用组合工艺。

#### 3、阻塞问题

时间的变化,人工湿地中的各项营养物质不断积累,有利于湿地中微生物,这样加上微生物的腐败,保护工作不当,就很容易产生淤积和阻塞的现象,这样不仅给人工湿地填料净化生活污水带来一定的影响,还会给水的复氧带来影响<sup>[6]</sup>。对此,在人工湿地填料净化生活污水级配优化的时候,需要结合设计情况,选择合适的填料,多孔不易结块,并采用合理的工作,这样可以间歇性地恢复人工湿地的渗透率,确保良好的净化效果。

### 结束语

综上所述,人工湿地的存在就是为了维护生态环境,强化环境质量。但是,在人工湿地填料净化期间,由于生活污水具有一定的特殊性,所以应当结合实际情况,进行级配优化。在人工湿地填料净化生活污水级配优化的时候,需要进行实验分析,根据实验得出结论,并且采取合理方式进行优化,并且还需要掌握注意事项,确保良好的人工湿地填料净化生活污水级配优化效果,促使生活污水处理达到相关标准。

### 参考文献

- [1]肖焯,黄志刚,令玉林,李友凤,张元渊,龙广艳.人工湿地不同基质对城市生活污水净化效果研究[J].安徽农业科学,2022,50(17):52-55+61.
- [2]蔡若奇,倪慧成,席海朋,李俊波,吴智仁.新型玄武岩纤维填料净化槽处理分散式生活污水[J].环境工程,2022,40(07):146-152.
- [3]王旭,曹文平,张寒雨,苏鹏.不同填料生物滤池净化生活污水性能的对比较研究[J].水处理技术,2016,42(06):47-50.
- [4]邹铭,宋新山,王逸飞,陈小华,曹海云,曹新.添加含锰和含铁填料的人工湿地对低污染水净化效果的实验研究[J].湿地科学,2022,20(05):694-703.
- [5]王守中,张统,张琪,方小军.新型装配式填料人工湿地系统净化生活污水的效能[J].中国给水排水,2019,35(19):105-110.
- [6]陈咄圳,华进程,郑向群,丁永祯,孙璘,刘月敏,成卫民,杨波,张春雪,师荣光,姚秀荣.以建筑废砖为填料的人工湿地对农村生活污水的净化效果[J].环境工程,2017,35(09):35-39.