

ICS 65.020  
CCS B 60

# DB33

## 浙 江 省 地 方 标 准

DB33/T 2371—2021

---

### 人工湿地处理分散点源污水工程技术规程

Technical regulations of constructed wetland for scattered point source  
domestic wastewater treatment

2021 - 09 - 22 发布

2021 - 10 - 22 实施

---

浙江省市场监督管理局 发布

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由浙江省林业局提出。

本标准由浙江省林业标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国林业科学研究院亚热带林业研究所、浙江问源环保科技股份有限公司、中国科学院水生生物研究所、松阳县自然资源和规划局。

本标准主要起草人：邵学新、吴明、梁威、陶卓、丁俊、叶征莺、何起利、叶小齐、焦盛武。

# 人工湿地处理分散点源污水工程技术规程

## 1 范围

本标准规定了人工湿地处理工程的一般要求、工艺流程、预处理、工艺选择、工艺设计、进出水系统、填料选择与设置、植物选择与设置、防渗与结构、附属设施以及运行与维护等要求。

本标准适用于处理规模小于或等于10000 m<sup>3</sup>/d的人工湿地处理分散点源污水系统的设计和管理。

注：分散点源污水指不具备纳入城镇污水管网条件的农村生活污水（包括分散式和集中式农村污水）、农家乐污水及小城镇污水（生活污水和具有类似性质的其他污水）等。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 13663.2 给水用聚乙烯（PE）管道系统 第2部分：管材
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB/T 20221 无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材
- GB 50013 室外给水设计标准
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范
- GB 50286 堤防工程设计规范
- GB 50869 生活垃圾卫生填埋处理技术规范
- DB33/ 973 农村生活污水处理设施水污染物排放标准
- DB33/T 1196 农村生活污水处理设施污水排入标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**人工湿地** constructed wetland

模拟自然湿地的结构与功能，利用植物、微生物和基质的物理、化学、生物及其协同作用，人为建造的用于污水处理的湿地。根据水流特征，可分为表面流人工湿地、水平潜流人工湿地、垂直潜流人工湿地，以及由不同类型人工湿地组合而成的复合人工湿地等。

### 3.2

**表面流人工湿地** free water surface constructed wetland

水面在填料表面以上，污水从池体进水端水平流向出水端，主要通过植物根茎和表层填料上微生物活动，以及植物吸收、基质吸附的共同作用去除污染物的人工湿地。

### 3.3

**水平潜流人工湿地 horizontal subsurface constructed wetland**

水面在填料表面以下，污水从池体进水端水平流向出水端，主要通过植物根系和填料表面的微生物活动，填料阻截和吸附，植物吸收的共同作用去除污染物的人工湿地。

### 3.4

**垂直潜流人工湿地 vertical flow constructed wetland**

污水从湿地表面垂直流过填料从底部排出，或从湿地底部进入垂直流向填料表面并排出，主要通过植物根系和填料表面的微生物活动，填料阻截和吸附，植物吸收的共同作用去除污染物的人工湿地。

### 3.5

**复合人工湿地 hybrid constructed wetland**

由表面流、水平潜流或垂直潜流等不同类型处理单元串联构成。

### 3.6

**污染物表面负荷 pollution area loading rate**

人工湿地单位表面积在单位时间内接纳并将其去除到预定程度的污染物的量。

### 3.7

**水力表面负荷 hydraulic surface loading rate**

人工湿地单位表面积在单位时间内所能接纳的污水量。

### 3.8

**水力停留时间 hydraulic retention time**

污水在人工湿地内的停留时间。

### 3.9

**孔隙率 porosity factor**

人工湿地充填填料堆积体积中，填料间孔隙体积所占的百分比。

### 3.10

**渗透系数 permeability coefficient**

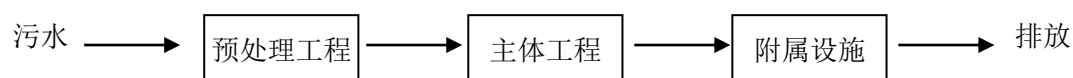
污水在人工湿地填料或防渗层内单位时间流过的距离。

## 4 一般要求

- 4.1 人工湿地污水处理工程应符合相关规划要求，以及水污染防治、水资源保护和自然生态保护、交通、防洪、排水等方面的要求。人工湿地污水处理工程不适宜在人口稠密或土地资源紧张的地方应用。
- 4.2 人工湿地污水处理工程应设在建设区域主导风的下风向，城镇及农村饮用水水源的下游，应符合大气环境防护距离要求及其他卫生、安全等各类防护距离要求。
- 4.3 人工湿地污水处理工程的建设不应应对自然生态环境造成破坏，运行时不应对环境造成二次污染，应有控制蚊蝇生长和消除恶臭的措施，并应制定发生环境污染事故及台风、暴雨等极端天气的应急预案。
- 4.4 人工湿地污水处理工程的景观建设，应在满足处理要求的基础上，结合水体景观和沿岸建设，综合确定处理设施形状和植物配置。
- 4.5 人工湿地污水处理工程系统，主要包括预处理工程、主体工程、附属设施等三大部分。人工湿地污水处理工程应按照工艺合理、布设紧凑、排水通畅、管理方便、景观协调、交通便利的原则进行总体布置。
- 4.6 人工湿地污水处理工程应按照充分利用地形地势、重力流排水为主、土方平衡合理、提水能耗较低的原则进行高程设计。
- 4.7 人工湿地污水处理工程系统中，宜建设能提高处理效率、延长运行周期、控制二次污染、便于日常管理、增加运行稳定性的人工处理设施。

## 5 工艺流程

人工湿地污水处理系统典型工艺组合如下：



## 6 预处理

- 6.1 预处理工程主要用于降低污水中的悬浮物、漂浮物、油类、有机污染物及其他特征污染物并具有水量调节能力。
- 6.2 预处理设计水量应按所纳废水水量确定。无实测数据情况下，可参照《浙江省取（用）水定额》中相关用水定额的80%~90%采用；也可参考相似工程经验；农家乐水量以最大接待能力核算。
- 6.3 预处理系统污水排入标准按照 DB33/T 1196 的要求确定。
- 6.4 预处理系统出水主要水质指标，应根据后续处理工艺的类型按表1确定。

表1 不同后续处理工艺要求的预处理系统出水主要水质指标

项目	人工湿地类型		
	表面流人工湿地	水平潜流人工湿地	垂直潜流人工湿地
COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	≤125	≤200	≤200
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	≤50	≤80	≤80
SS (mg/L)	≤100	≤60	≤80
TN	≤25	≤40	≤40
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	≤10	≤25	≤25
TP (mg/L)	≤3.0	≤5.0	≤5.0
pH	6~9		

## 7 主体工程

### 7.1 工艺选择

7.1.1 人工湿地处理工艺应根据污水水质、处理水量、自然环境、生态特点、景观要求、处理标准、建设投资、运行成本等条件确定。

7.1.2 表面流人工湿地宜在土地面积充裕，污水中悬浮物较多的情况下采用；应用时应控制蚊蝇的孳生和漂浮物的积存。

7.1.3 潜流人工湿地处理效率和效果优于表面流人工湿地，应用时尽可能降低污水中悬浮物量。

7.1.4 人工湿地处理系统可由单个表面流或潜流（水平、垂直）处理单元构成，也可由多个同类处理单元并联、串联或不同类型人工湿地串联构成复合人工湿地。

## 7.2 工艺设计

7.2.1 人工湿地工艺设计主要包括表面积、水力停留时间、深度、形状与构造等，还包括进出水系统、填料布设、植物配置、防渗与结构等内容。

7.2.2 人工湿地的表面积设计可按  $COD_{Cr}$  (化学需氧量)、 $BOD_5$  (五日生化需氧量)、 $NH_3-N$  (氨氮)、 $TN$  (总氮)、 $TP$  (总磷) 等主要污染物表面负荷和水力表面负荷进行计算，并应取其设计计算结果中的最大值，同时应满足水力停留时间要求。污染物表面负荷、水力表面负荷和水力停留时间应按下列公式计算：

a) 污染物表面负荷 ( $N_A$ )

$$N_A = \frac{Q \times (S_0 - S_1)}{A} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

式中：

$N_A$ ——污染物表面负荷（以  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 、 $NH_3-N$ 、 $TN$ 、 $TP$  计， $g/m^2 \cdot d$ ）；

$Q$ ——人工湿地污水设计处理流量 ( $m^3/d$ )；

$S_0$ ——进水污染物浓度 ( $g/m^3$ )；

$S_1$ ——出水污染物浓度 ( $g/m^3$ )；

$A$ ——人工湿地的表面积 ( $m^2$ )。

b) 水力表面负荷 ( $q$ )

$$q = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

式中： $q$ ——水力表面负荷 ( $m^3/m^2 \cdot d$ )。

c) 水力停留时间 ( $T$ )

$$T = \frac{lbhn}{Q} \dots \dots \dots (3)$$

式中：

式中： $T$ ——水力停留时间 (d)；

$l$ ——人工湿地长度 (m)；

$b$ ——人工湿地宽度 (m)；

$h$ ——人工湿地深度 (m)；

$n$ ——人工湿地填料孔隙率 (%)。

7.2.3 人工湿地的总深度应为水深或填料高度加超高。表面流人工湿地的水深宜为 0.3 m~0.5 m，超高应大于风浪爬高，且宜大于 0.5 m；潜流人工湿地水深宜为 0.4 m~1.6 m，超高宜取 0.3 m。

7.2.4 人工湿地建设场地的自然坡度宜平整，表面流人工湿地水力坡度宜小于 0.5%，潜流人工湿地水力坡度宜为 0.5%~1.0%。

注：水力坡度指污水在人工湿地内沿水流方向上的水位下降值与路程距离的百分比。

7.2.5 人工湿地处理单元的长宽比应符合下列规定：

- 表面流人工湿地大于 3:1；
- 水平潜流人工湿地 3:1~5:1；
- 垂直流人工湿地 1:1~3:1；
- 对于不规则人工湿地，应设置避免短流、滞留的导流设施。

7.2.6 表面流人工湿地处理单元面积不宜大于 3000 m<sup>2</sup>，潜流人工湿地处理单元面积不宜大于 2000 m<sup>2</sup>。当污水处理量超过 100 m<sup>3</sup>/d 时，人工湿地处理单元不宜少于 2 个。

7.2.7 垂直流人工湿地采用底部排水时，应设有与底部排水管相连的通气管。通气管管径宜与排水管相同，管顶部应设防杂物进入的保护罩。

7.2.8 人工湿地主要设计参数宜通过试验资料确定，无试验资料时，可按表 2、表 3 和表 4 中的参数选用。复合人工湿地可将总的污染物负荷分配到各段分别进行设计。

表2 表面流人工湿地主要设计参数

项 目		常规处理
COD <sub>Cr</sub>	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	2.5~4.0
	去除效率(%)	50~60
NH <sub>3</sub> -N	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	1.5~2.5
	去除效率(%)	20~50
TP	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0.25~0.35
	去除效率(%)	35~70
水力负荷[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·d)]		≤0.08
水力停留时间(d)		≥5.0

表3 水平潜流人工湿地主要设计参数

项 目		常规处理
COD <sub>Cr</sub>	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	6~10
	去除效率(%)	55~75
NH <sub>3</sub> -N	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	3.0~4.0
	去除效率(%)	40~70
TP	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0.3~0.5
	去除效率(%)	70~80
水力负荷[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·d)]		≤0.4
水力停留时间(d)		≥3.5

表4 垂直潜流人工湿地主要设计参数

项 目		常规处理
COD <sub>Cr</sub>	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	10~12
	去除效率(%)	60~80
NH <sub>3</sub> -N	表面负荷[g/(m <sup>2</sup> ·d)]	3.5~4.5
	去除效率(%)	50~75

表4 垂直潜流人工湿地主要设计参数（续）

项 目		常规处理
TP	表面负荷 $[g/(m^2 \cdot d)]$	0.3~0.5
	去除效率(%)	60~80
水力负荷 $[m^3/(m^2 \cdot d)]$		$\leq 0.6$
水力停留时间(d)		$\geq 1.6$

### 7.3 进出水系统

7.3.1 人工湿地处理单元的进出水系统设计，应保证配水和集水的均匀性和可调性。表面流人工湿地应设置大水量冲击时的溢流或分流设施；潜流人工湿地应设置防止进水端雍水、发生表面流的溢流或分流设施。

7.3.2 表面流人工湿地的进水、出水系统可采用一个或几个进出口的过水形式进行配水和集水。进水口和出水口的水流平均速度应小于0.2 m/s。

7.3.3 潜流人工湿地宜采用可使进出水均匀的穿孔管、多管口并联、穿孔花墙、可调堰等形式。进水区和出水区的位置，按水流可沿水平方向（水平潜流型）或垂直方向（垂直潜流型）均匀流过填料层来确定，并保持水位可调。

7.3.4 人工湿地处理单元构筑物应设置放空阀或易于放空的设施。

7.3.5 人工湿地进水、出水口应采取消能、防冲刷、加固等措施；人工湿地出水直接进入地表水体且有地表水高水位倒灌的可能时，应设置防倒灌设施。

7.3.6 人工湿地进出水管道宜采用PVC或PE管，所用管材的类型、加工要求、防腐做法等应符合GB/T 20221和GB/T 13663.2的规定。

### 7.4 填料选择与设置

7.4.1 人工湿地填料应能为植物和微生物提供良好的生长环境，应具有较强的机械强度，较大的孔隙率、比表面积和表面粗糙度，以及良好的生物和化学稳定性。

7.4.2 填料可采用碎石、砾石、粗砂、火山岩、页岩、蛭石、沸石、矿渣、炉渣、陶粒等材料加工制作，亦可采用经过加工和筛选的碎砖瓦、混凝土块等材料，宜就近取材。

7.4.3 填料应按级配要求配置，填料中不应有泥土残渣及其他杂物，应保持良好的过滤性和透水性。

7.4.4 潜流人工湿地的填料层可采用单一材质或几种材质组合，填料粒径可采用单一规格或多种规格搭配。填料层上可铺设0.1 m~0.2 m厚适宜植物生长的土壤或沙石覆盖层。

7.4.5 水平潜流人工湿地的填料铺设区域分为进水区、主体区和出水区。进水区长度宜为1.0 m~1.5 m，出水区长度宜为0.8 m~1.0 m。进水区填料应沿着水流方向从大到小铺设，出水区填料应沿着水流方向从小到大铺设。

7.4.6 垂直潜流人工湿地按水流方向，填料依次为主体填料层、过渡层和排水层。由上部喷流布水时，宜在布水范围内局部铺设厚0.5 m，粒径8.0 mm~15.0 mm的砾石覆盖层。

7.4.7 潜流人工湿地填料应采取防止填料堵塞的措施。在保证净化效果的前提下，宜采用直径相对较大的填料，进水端的设计形式应便于清淤。

7.4.8 人工湿地填料层的填料直径、深度和装填后的孔隙率，可按试验结果或按相似条件下实际工程运行结果进行设计，也可按表5选用。



表 5 潜流人工湿地填料层主要设计参数

项 目	水平潜流人工湿地			垂直潜流人工湿地		
	进水区	主体区	出水区	主体层	过渡层	排水层
填料直径 mm	40~20	20~10	10~30	2~5	5~10	10~20
填料深度 (m)	0.6~1.2	0.6~1.2	0.6~1.2	0.8~1.2	0.2~0.3	0.2~0.3
填料装填后孔隙率 (%)	50~40	40~30	30~35	30~35	35~45	45~55

## 7.5 植物选择与设置

7.5.1 人工湿地植物宜优先选择耐污去污能力强、根系发达、输氧能力强、抗冻和抗病虫害、收割与管理容易、经济价值高和景观效果好的本土植物。

7.5.2 人工湿地的植物可由一种或几种植物或木本和草本植物优化组合构成。配置时应根据植物的除污特性、生长周期、景观效果、环境条件、种间竞争等因素确定其种类和空间分布。

7.5.3 人工湿地植物选择以草本植物为主，适当考虑小型木本植物。表面流人工湿地可选满江红、浮萍等漂浮植物，睡莲、菱角、苕菜、萍蓬草等浮叶植物，穗状狐尾藻、黑藻、苦草、眼子菜、菹草等沉水植物。潜流人工湿地可选风车草、美人蕉、芦苇、芦竹、香蒲、菖蒲、水葱、灯心草、菰、荷花、旱伞草、蔗草等挺水植物。

7.5.4 人工湿地植物种植密度可根据植物种类、种苗类型和单束种苗支数进行优化调整。浮叶植物和沉水植物种植密度宜为 3 株/平方米~9 株/平方米，挺水植物的种植密度宜为 9 株/平方米~25 株/平方米，植物株距宜取 0.2 m~0.5 m。

7.5.5 人工湿地植物的种植时间应根据植物生长特性确定，宜选择在春季或初夏，也可在夏末或初秋种植。

7.5.6 植物栽种后应立即充水，潜流湿地可先将水位控制在设计水位，待植物成活后通过降水来刺激地下根的伸展，然后恢复到设计水位。表面流湿地的初期水位可控制在 0.2 m~0.3 m，植物生长稳定后可将水位调整到正常运行状态。植物种植完成后，逐步增大水力负荷使其驯化适应处理水质。

7.5.7 人工湿地植物可采用幼苗移植、盆栽移植或收割植物移植等方式栽种，不宜采用种子繁殖。

## 7.6 防渗与结构

7.6.1 人工湿地构筑物应具有防止污水渗漏功能，不应污染地下水。防渗措施应根据污水性质和地质情况，并结合施工、经济、工期等多方面因素来确定。

7.6.2 人工湿地建设场地的土壤渗透系数应小于  $10^{-8}$  m/s，且厚度大于 0.5 m。土壤渗透系数大于  $10^{-8}$  m/s，应构建防渗层。

7.6.3 人工湿地防渗可采用粘土碾压法、三合土碾压法、土工膜法、塑料薄膜法和混凝土法等方法，可按照 GB 50869 执行。

7.6.4 人工湿地处理工程基本构筑物包括堤（坝）、沟渠、配水井、隔墙等，可采用粘土、毛石等与自然环境协调性好的天然材料建造，也可采用混凝土、砖等材料建造。

7.6.5 人工湿地采用毛石、混凝土、砖等材料建造的堤（坝）、沟渠、配水井、隔墙时，应符合 GB 50069 的规定；采用粘土建造堤（坝）、隔墙时，应符合 GB 50286 的规定。

## 8 附属设施

### 8.1 消毒设施

- 8.1.1 人工湿地出水中粪大肠菌群数超过 DB33/ 973 的规定时，应设置消毒设施。
- 8.1.2 可采用氯气、二氧化氯、次氯酸钠、液氯、紫外线和臭氧等进行消毒。消毒方式可参考 GB 50014。
- 8.1.3 人工湿地污水处理工程的消毒设施和有关建筑物的设计，应符合 GB 50013 中的有关规定。

## 8.2 计量与检测设施

应按 DB33/ 973 及环境保护和建设部门的要求，开展处理水量计量、水质监测及运行状况监控。

## 8.3 其他设施

- 8.3.1 人工湿地污水处理工程中的其他设施主要包括建设区内的供配电系统、运行管理用房、建设区道路、绿化工程等。
- 8.3.2 供配电系统设计应符合 GB 50052 的规定。
- 8.3.3 人工湿地污水处理工程的运行管理用房可根据实际需要进行设置。
- 8.3.4 人工湿地污水处理工程建设区内道路的设置，应在满足运输和通行要求的情况下，与景观工程相协调。
- 8.3.5 建筑物、构筑物、道路两侧及其他空闲地应进行绿化。绿化植物应选择抗污能力强、景观效果好、易于管理的植物，速生与非速生植物相结合，灌木与乔木相结合，并尽量选择本土植物。

## 9 运行与维护

### 9.1 运行

- 9.1.1 人工湿地日常运行管理要求见《浙江省农村生活污水处理设施管理条例》等有关规定。
- 9.1.2 操作人员、技术人员及管理人员应进行相关法律法规、专业技术、安全防护、应急处理等理论知识和操作技能的培训。特殊作业人员持证上岗。
- 9.1.3 应制定设备操作、运行要求、巡视检查、交接班、安全守则、应急预案等管理制度。
- 9.1.4 人工湿地污水处理工程的试运行期应不少于 3 个月，并有试运行记录，试运行期应进行不少于连续 2 个月的水质检测。
- 9.1.5 试运行时应采用逐步加大水力负荷与污染物处理负荷的进水方式，每次提高幅度视污染物去除率、植物和微生物生长情况而定，直至达到设计要求和稳定运行。
- 9.1.6 运行时应对流量、水位、水质和一些生物学参数进行日常检测，对设备运行、构筑物工况、植物病害、污泥沉积等进行定期检查并记录。
- 9.1.7 运行中出现水质异常情况时，应及时进行分析，可增加监测内容、调整取样位置和监测频率。
- 9.1.8 人工湿地处理设施应定期检查填料的堵塞情况，可根据情况采用间歇式运行方式。必要时应进行填料的翻动、清理或更换部分填料。
- 9.1.9 人工湿地出水应符合 DB33/ 973。
- 9.1.10 人工湿地处理设施应定期清淤排泥。污泥处理、处置及利用应符合 GB 50014 的有关规定。
- 9.1.11 人工湿地处理设施应设置除臭装置处理恶臭气体。恶臭气体排放浓度应符合 GB 14554 的相应规定。

### 9.2 维护

- 9.2.1 人工湿地应及时收割植物和补种缺苗。收割时间应选择植物休眠期或枯萎后。收割前应先降低系统内的水位并使表土干燥，收割和补种时不得破坏湿地土壤。收割的植物应考虑再利用或无害化处理。
- 9.2.2 冬季运行时，宜采取强化预处理、减轻污染负荷、延长水力停留时间等措施来提高处理效果。可采用收割植物覆盖等措施保持地表温度。可利用植物季节性休眠特性或木本和草本植物搭配。
- 9.2.3 人工湿地污水处理工程运行期间应进行植物的病虫害防治、枯萎植物和死亡水生生物的清理工作。不宜在人工湿地污水处理工程中使用化学除草、杀虫等易破坏生态系统的药剂。杂草可采取调节水位和人工拔除的方式加以控制。
- 9.2.4 人工湿地污水处理系统的围堰（堤坝）边、过滤坝、输水管道、集水布水设施的漂浮物及处理设施底部的沉积物应进行定期清理。
- 9.2.5 人工湿地污水处理系统出现短流、堵塞等异常现象时，可采取控制进水水量、停床轮作、表层更换填料、冲洗等措施。
- 9.2.6 根据暴雨、洪水、干旱、结冰等天气情况，调节和控制人工湿地污水处理设施水位。应设置排洪、分流等设施应对突发事件风险。
- 9.2.7 应对构筑物、建筑物及各种管道、闸阀、护栏、爬梯、照明设备等做定期检查和维修。
-