

复合潜流人工湿地处理农村生活污水技术规范

Specification for treating rural domestic sewage technology of integrated subsurface flow constructed wetland

地方标准信息服务平台

2023 - 07 - 31 发布

2023 - 08 - 31 实施

前 言

本文件按照 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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由安徽省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：安徽农业大学、安徽省质量和标准化研究院、金寨县茶谷和美丽乡村建设服务中心。

本文件主要起草人：王振、巫厚长、钟耀华、徐生造、张震、王华斌、张士胜、洪登华、吴红淼、田彤、申玉霞、陈宇、熊德伟。

地方标准信息服务平台

复合潜流人工湿地处理农村生活污水技术规范

1 范围

本文件规定了复合潜流人工湿地处理农村生活污水技术的基本要求、设计、施工和验收。
本文件适用于 20 m³/d 以下规模的农村生活污水的处理。

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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 20kV及以下变电所设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范
- GB 50332 给水排水工程管道结构设计规范
- GB 50869 生活垃圾卫生填埋处理技术规范
- GB 55007 砌体结构通用规范
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- DB34/ 3527 农村生活污水处理设施水污染物排放标准
- DB34/T 4297 农村生活污水处理设施建设技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农村生活污水 rural domestic sewage
农村居民进行冲厕、炊事、洗涤、洗浴等生活活动产生的污水。

3.2

人工湿地 constructed wetland
人工筑成的水池和沟槽，底面和侧面铺设防渗漏隔水层，池（槽）内充填一定深度的基质层，基质表面种植水生植物，利用基质、植物、微生物的协同作用使污水得到净化。按照污水在基质层流动方式分为表面流人工湿地、垂直流人工湿地、水平潜流人工湿地和复合潜流人工湿地。

3.3

导流墙（板） diversion wall (plate)
按照一定间距和埋深布设于复合潜流人工湿地中，用于划分基质填充区域和调控湿地基质层中污水流向的隔墙（板）。

3.4

复合潜流 integrated subsurface flow

人工湿地基质层中污水在导流墙（板）作用下形成的一种水平流与垂直流相结合的复合流态。

3.5

基质 bed filler

填充于复合潜流人工湿地内，为湿地植物与微生物提供生长环境并对污染物起过滤、阻截、吸附等作用的填充材料。

3.6

孔隙率 porosity

复合潜流人工湿地基质层中，存在于基质间孔隙体积占基质层全部体积的百分比。

3.7

水力停留时间 hydraulic retention time

污水在复合潜流人工湿地基质层内的平均驻留时间。

3.8

表面有机负荷 contaminant surface loading

单位面积复合潜流人工湿地在单位时间内消纳的五日生化需氧量。

3.9

表面水力负荷 hydraulic surface loading

单位面积复合潜流人工湿地在单位时间内接纳的污水体积。

3.10

水力坡度 hydraulic slope

污水在人工湿地内沿水流方向单位渗流路程长度上的水头损失。

4 基本要求

4.1 构成

4.1.1 复合潜流人工湿地系统包括预处理设施、复合潜流人工湿地和配套设施。

4.1.2 预处理设施宜包括格栅井和调节池。

4.1.3 配套设施宜包括排放口、道路、绿化、护栏、泵房和标识牌等。

4.2 选址

4.2.1 应符合乡镇、村庄总体规划、土地利用规划和饮用水源地保护等要求。

4.2.2 应考虑土地面积、地形、气象、水文以及动植物生态因素等自然背景条件。

4.2.3 应避免受到洪涝灾害影响，宜设在农户居住区夏季主导风向的下风向。

4.2.4 应具有良好的交通、供水和供电条件。

4.3 内部设施

4.3.1 合理紧凑布置构筑物及相关设施。

4.3.2 设施之间应优先采用重力流；需要提升时，应一次提升。

4.3.3 根据需求设置检修栈道。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 进水水量与水质应符合 DB34/T 4297、DB34/ 3527 的规定。

5.1.2 工艺流程见图 1。

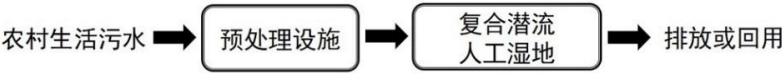


图1 复合潜流人工湿地系统工艺流程

5.1.3 基质的选择应遵循功能良好、成本低廉、就近取材和可再利用的原则。

5.2 预处理设施

5.2.1 设计规模 2 m³/d (含) 以上的复合潜流人工湿地系统应设置格栅井和调节池，2 m³/d 以下的复合潜流人工湿地系统可只设置调节池。

5.2.2 预处理设施设计应符合 DB34/T 4297 的规定。

5.3 复合潜流人工湿地

5.3.1 工艺组成

5.3.1.1 复合潜流人工湿地池体由布水区、处理区、集水区组成。

5.3.1.2 布水区、处理区和集水区应隔开，处理区内应设置导流墙（板）。

5.3.1.3 导流墙（板）应使处理区基质层中污水呈上下折流形式，污水流态见图 2。

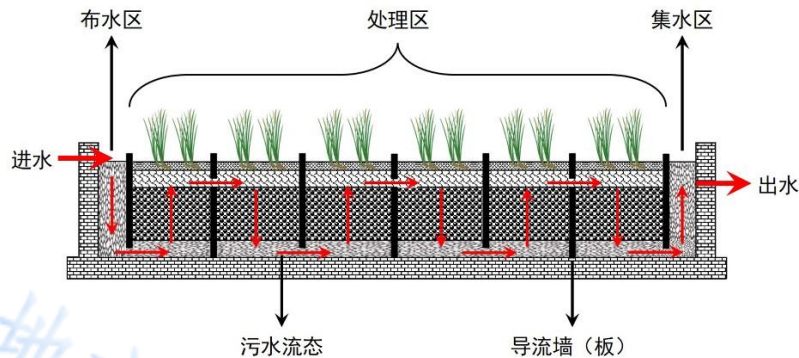


图2 复合潜流人工湿地结构及流态示意图

5.3.1.4 结合场地、工艺及进水水质等特点，复合潜流人工湿地设计时可采用多级形式。

5.3.2 工况参数

5.3.2.1 复合潜流人工湿地主要工况参数见表 1。

表1 复合潜流人工湿地主要工况参数

设计参数	复合潜流人工湿地	
	处理黑水和灰水	仅处理灰水
表面有机负荷 (q_{os})	5 g/(m ² ·d)~8 g/(m ² ·d)	4 g/(m ² ·d)~6 g/(m ² ·d)
表面水力负荷 (q_{hs})	0.10 m ³ /(m ² ·d)~0.25 m ³ /(m ² ·d)	0.20 m ³ /(m ² ·d)~0.50 m ³ /(m ² ·d)
水力停留时间 (t)	≥2 d	≥1 d
基质层厚度 (h)	0.85 m~1.30 m	0.85 m~1.30 m
基质层中有效水深 (H)	$[h-(0.2\sim0.3)]$ m	$[h-(0.2\sim0.3)]$ m

复合潜流人工湿地面积(A)	根据表面有机负荷、表面水力负荷和水力停留时间进行计算，取式（1）、式（2）和式（3）计算出的最大值
---------------	---

5.3.2.2 表面有机负荷算法按式（1）进行。

$$A = \frac{Q \times (C_i - C_e)}{q_{os}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
A ——复合潜流人工湿地面积，m²；
Q ——复合潜流人工湿地设计进水流量，m³/d；
C_i ——复合潜流人工湿地进水中污染物浓度，mg/L；
C_e ——复合潜流人工湿地出水中污染物浓度，mg/L；
q_{os} ——表面有机负荷，g/(m²·d)。

5.3.2.3 表面水力负荷算法按式（2）进行。

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

式中：
A ——复合潜流人工湿地面积，m²；
Q ——复合潜流人工湿地设计进水流量，m³/d；
q_{HS} ——表面水力负荷，m³/(m²·d)。

5.3.2.4 水力停留时间算法按式（3）进行。

$$A = \frac{t \times Q}{H \times \varepsilon} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
A ——复合潜流人工湿地面积，m²；
t ——水力停留时间，d；
H ——基质层中有效水深，m；
ε ——复合潜流人工湿地基质层的有效孔隙率，%；
Q ——复合潜流人工湿地设计进水流量，m³/d。

5.3.3 几何参数

- 5.3.3.1 池体长宽比宜为 1:1~3:1，深度宜为 1.1 m~1.5 m，水力坡度宜为 0.5%~1.0%。
- 5.3.3.2 布水区和集水渠的宽度宜为 0.4 m~0.6 m。
- 5.3.3.3 处理区内相邻导流墙（板）的间距不应小于 1 m。
- 5.3.3.4 围堤（或挡墙）顶高与处理区内基质层表面高差不应小于 0.2 m。

5.3.4 布水与排水

- 5.3.4.1 进水宜采用多点进水方式均匀投配污水。
- 5.3.4.2 管道及闸阀应适时采取防冻措施。
- 5.3.4.3 排水口应高于地表水位。

5.3.5 防渗

- 5.3.5.1 应在池体底部和侧面进行防渗处理。

5.3.5.2 防渗层应符合 GB 50869 的规定，渗透系数不应大于 10^{-8} m/s。

5.3.6 基质层

5.3.6.1 基质层厚度宜为 0.85 m~1.30 m。

5.3.6.2 布水区和集水区内部应填充粒径为 5 cm~10 cm 的砾石或鹅卵石，填充厚度宜为 0.85 m~1.30 m，孔隙率不宜超过 50%。

5.3.6.3 处理区中的基质应分层填充，按照自下而上顺序依次划分为承托层、功能填料层、缓冲层和植物栽植层，基质级配与布设见表 2。

表2 复合潜流人工湿地处理区基质层的级配布置

层级	基质级配粒径范围 (cm)	铺设厚度范围 (cm)
承托层	5~10	20~30
功能填料层	2~5	50~70
缓冲层	1~2	10~20
植物栽植层	0.3~0.8	5~10
基质层总厚度	——	85~130

5.3.6.4 各级配基质的有效粒径比例不宜小于 80%。

5.3.6.5 处理区中基质层的初始孔隙率宜控制在 30%~45%。

5.3.6.6 处理区的功能填料层中宜填充富含钙、镁、铁等基质，宜以导流墙（板）为界分区域填充。

5.3.7 湿地植物选配与种植

5.3.7.1 湿地植物选配宜优先选择本地物种，可选择芦苇、茭白、香蒲、菖蒲、美人蕉、水葱、灯芯草、旱伞草、再力花、千屈菜等多年生植物，也可选用西伯利亚鸢尾、石菖蒲、麦冬等四季常绿植物，还可根据当地实际情况筛选合适的湿地植物。

5.3.7.2 宜按一定的时空比例以一种或多种植物为优势种进行优化搭配。

5.3.7.3 植物的栽种时间和密度应根据植物生长特性确定。在种植第一年启动复合潜流人工湿地时，应在生长季结束前或霜冻期来临前 3~4 个月进行种植。

5.3.7.4 植物栽种后，在复合潜流人工湿地运行前期，宜将复合潜流人工湿地内水位蓄至基质层表面以下 10 cm。

5.3.8 土建工程

5.3.8.1 预处理构筑物结构设计应符合 GB 50069 和 GB 50332 的规定，宜采取钢筋混凝土或者钢筋混凝土与砌体结合的结构，且达到 P6 级抗渗强度。

5.3.8.2 预处理构筑物采用钢板等结构时，具体措施见 GB/T 50046 的规定。

5.3.8.3 池体采用砌筑挡墙结构时，结构设计应符合 GB 55007 的规定；池体采用钢筋混凝土挡墙结构时，结构设计应符合 GB 55008 的规定。

5.3.9 电气

5.3.9.1 复合潜流人工湿地污水处理工程的供配电系统应符合 GB 50052 和 GB 50053 的规定。

5.3.9.2 复合潜流人工湿地污水处理工程的低压配电设计应符合 GB 50054 的规定。

6 施工和验收

复合潜流人工湿地工程的施工和验收按照 DB34/T 4297 的规定执行。

地方标准信息服务平台