

农村生活污水资源化利用人工湿地处理技术指南

1 适用范围

本指南规定了在农村生活污水资源化利用中采用人工湿地技术的术语和定义、基本规定、设施建设、设施运维的相关要求。

本指南主要适用于农村生活污水资源化利用中，将人工湿地技术作为预处理、蓄水并防止黑臭等使用的情形。

2 规范性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。引用标准的最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB/T 38836	农村三格式户厕建设技术规范
HJ 2005	人工湿地污水处理工程技术规范
CJJ/T 54	污水自然处理工程技术规程

农村生活污水资源化利用指南（试行）（环办土壤函〔2024〕390号）

人工湿地水质净化技术指南（环办水体函〔2021〕173号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 农村生活污水 rural domestic sewage

农村居民日常生活及村域内公共场所（如学校、村委会、农家乐等）生活排水设施所产生的污水，包括黑水（即厕所粪污）、灰水（洗涤水、洗浴水、厨房排水、家庭卫生清洁排水等）；不包括

工业生产废水、农产品加工废水、规模化养殖场和畜禽养殖专业户养殖废水、医疗废水等非村民生活产生污水。

3.2 人工湿地 constructed wetland

人工筑成水池或沟槽，底面铺设防渗漏隔水层，充填一定深度基质层，种植水生植物，利用基质、植物、微生物的物理、化学、生物三重协同作用使污水得到净化。按照污水流动方式，分为表面流人工湿地、水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。

3.3 表面流人工湿地 surface flow constructed wetland

污水在基质层表面以上，从池体进水端水平流向出水端的人工湿地。

3.4 水平潜流人工湿地 horizontal subsurface flow constructed wetland

污水在基质层表面以下，从池体进水端水平流向出水端的人工湿地。

3.5 垂直潜流人工湿地 vertical subsurface flow constructed wetland

污水垂直通过池体中基质层的人工湿地，包括上行垂直流人工湿地和下行垂直流人工湿地。

3.6 基质 bed filler

为人工湿地植物提供支持载体，为微生物提供附着表面，并对污染物起过滤、吸附等作用的功能性介质材料。

3.7 湿地植物 plants of constructed wetland

人工湿地中用于吸收、降解污水中污染物所种植的植物，包括

挺水植物、浮水植物、沉水植物。

3.8 水力停留时间 hydraulic retention time

污水在人工湿地内的平均驻留时间。

3.9 表面水力负荷 hydraulic surface loading

每平方米人工湿地在单位时间所能接纳的污水量。

3.10 污染物削减负荷 pollutants reduction load

单位面积人工湿地在单位时间内去除的污染物质量，污染物指标主要包括化学需氧量、五日生化需氧量、悬浮物、氨氮、总氮和总磷等。

4 基本规定

4.1 人工湿地的适用性

4.1.1 农村生活污水资源化利用中采用人工湿地的工艺流程一般为：前处理（如隔油池、化粪池、调节池等）→人工湿地→资源化利用。

4.1.2 表面流人工湿地如设计或运维不当容易蚊蝇滋生、引发黑臭，一般不推荐采用（可在复合人工湿地的第二级单元中采用）。通常情况下，一般采用潜流人工湿地。

4.1.3 考虑到占地面积、气候因素、农村建设、施工和运维水平等因素，一般在农户居住相对分散（常住人口 500 人以下）的非寒冷地区适合采用人工湿地技术。寒冷、严寒地区，需重点做好冬季保温防冻设计；在干旱半干旱地区宜采用全防渗潜流人工湿地，控制水位减少蒸发，选配耐盐耐寒本土植物，设置雨季淋洗或出水回用排盐控盐措施。具体气候分区要求可以参考《人工湿地水质净化技术指南》。

4.2 前期调查

4.2.1 人工湿地收集处理的农村生活污水可包括灰水以及黑灰混合水。在选用人工湿地前，要对收水类型及具体情况进行摸排，如黑水是否经化粪池等无害化处理，以判断人工湿地技术是否适用、确定人工湿地的前处理要求等。

4.2.2 要深入了解村庄常住人口和“潮汐式”人口波动，充分听取群众意愿和需求。

4.2.3 根据资源化利用去向，核算用水需求。当用水需求小于需要资源化利用的水量时，考虑配套其他措施，避免形成环境问题。

5 设施建设

5.1 选址

5.1.1 宜选择有一定自然坡度的洼地、荒地、水塘，便于通过重力作用进水。优先利用废弃沟塘、未利用地或低效建设用地，严禁占用永久基本农田。

5.1.2 应高于地下水位，不受洪水、潮水或内涝的威胁。不影响行洪安全。

5.1.3 出水排入水体的，出水标高应高于受纳水体常水位，同时采取必要的防倒灌（回灌）措施。

5.2 规模

5.2.1 根据村庄改厕、供水情况、常住人口和居民用水习惯，合理估算可收集污水量，同时考虑城镇化对农村的影响因素，合理确定设计规模，避免后期收不上水，设施荒废。

5.2.2 进水水质水量变化较大的，应设置调节池均衡水质水量，调

节池的水力停留时间一般不宜小于 6 小时。节假日人口变化大的，可适当扩大调节池容量，以满足“潮汐式”治理需要。

5.2.3 参考国家或行业技术规范，根据污染物削减负荷和表面水力负荷合理计算人工湿地面积。人工湿地设计尺寸不宜过小（人均面积一般不宜小于 0.5 平方米，单户式面积一般不宜小于 2.0 平方米）。

5.3 进水前处理

5.3.1 农村生活污水，原则上不可直接进入人工湿地，宜有前处理，常见前处理单元包括格栅、隔油池、化粪池、沉淀池、调节池、厌氧池等。

5.3.2 对于仅处理灰水，可以通过隔油池、沉淀池、厌氧池等前处理。厨房等灰水进入人工湿地前应考虑隔油隔渣，当进水动植物油含量较高时，应考虑采用隔油措施。

5.3.3 对于黑灰源头混合污水，应经过化粪池、厌氧池等前处理；对于黑水处理后与灰水再混合的，黑水应先经过化粪池处理，化粪池的设计应符合 GB/T 38836 等国家现行标准的要求，化粪池出水与灰水混合后应经过沉淀、厌氧等处理后再进入人工湿地。

5.4 集、布水及出水

5.4.1 人工湿地处理单元的进出水系统设计，为避免出现“短路”（水流快速穿过少数通道）或“死区”（部分区域水流停滞），应保证集水和布水的均匀性。水平潜流人工湿地应采用多点布水，可采用穿孔管或穿孔墙方式布水；垂直潜流人工湿地集水和布水系统均应采用穿孔管。

5.4.2 人工湿地运行中可根据运行条件的变化适时进行水位调节。

水位调节的目的包括调整水力停留时间和复氧效率、改善植物生长状态、优化微生物环境（防止堵塞），以及适应动态环境变化（抗冲击负荷、季节性调控等），从而实现系统长效稳定运行。水位调节的具体情形和要求，见“6 设施运维”的“6.2 水位调节”。

5.4.3 为保证湿地水位的可调性，出水处应设置可调节水位的旋转弯管、阀门、溢流堰等。

5.4.4 考虑暴雨或瞬时水量过大情形，应设置防止水量冲击的溢流或分流设施，该设施宜与前端前处理（如调节池）设施合建，确保超量污水经前处理后再行分流或溢流，避免未经处理的污水直排。

5.4.5 潜流人工湿地采用穿孔管配水时，为保证布水的均匀性，穿孔应均匀，孔宜斜向下 45 度交错布置，穿孔布水管周围宜选用粒径较大的基质，基质粒径应大于穿孔管孔径。

5.5 基质

5.5.1 人工湿地基质应具有较强的机械强度，稳定性好，较大的孔隙率、比表面积和表面粗糙度，可以为微生物和植物生长提供良好的环境。

5.5.2 基质应优先考虑本地资源，可选用碎石、砾石、火山岩、沸石、石灰石、蛭石等天然材料，以及改性火山岩、功能陶粒、改性砾石等功能性强的人工材料。

5.5.3 湿地基质不含有泥土残渣，按照大小不同的颗粒分层装填，符合粒径要求的基质至少占全部材料的 95%。

5.5.4 湿地基质具有良好的透水性，填充后湿地的孔隙率为 35%—45%。

5.5.5 基质层厚度应保证植物根系能正常生长，同时参照常见基质的推荐厚度范围确定，一般情况下南方地区（不结冰）总厚度不小于60厘米；北方地区（有冻土层）总厚度不小于80厘米，且大于冻土层深度。

5.6 湿地植物

5.6.1 应优选适合本地气候、抗病虫害能力强的本土植物，选择根系发达、去污能力强、景观效果好的植物。

5.6.2 常用的湿地植物有菖蒲、千屈菜、水葱、风车草、芦苇、香蒲、美人蕉、灯芯草、旱伞草等。

5.7 防渗

5.7.1 人工湿地底部和侧面应铺设防渗层。

5.7.2 防渗层可采用黏土层、聚乙烯薄膜及其他建筑工程防水材料，具体防渗层的设计和要求可参考 HJ 2005、CJJ/T 54 和《人工湿地水质净化技术指南》。

5.8 防冻

5.8.1 人工湿地低温运行时要做好防冻设计，保证水温不宜低于5摄氏度。

5.8.2 人工湿地的总深度应大于工程所在地冬季运行时冻土层厚度或者采取其他保温措施。可通过抬高水位利用冰层保温，或者采取覆盖收割的湿地植物、秸秆、塑料膜、加岩棉、聚氨酯发泡保温层，安装大棚、阳光房等保温措施。

5.9 施工

5.9.1 基质铺设应进行选料、洗料、堆放、撒料控制，保证填筑材

料的含泥（砂）量和基质粉末含量符合设计要求。基质需按设计要求分层铺设，在铺设过程中应保证铺设均匀，铺设不均匀将导致出现断流或死角，影响使用功能。

5.9.2 植物种植应在湿地单元构筑物、辅助工程完成且湿地通水后进行。

6 设施运维

6.1 基本要求

6.1.1 重视运行维护。运维水平的好坏决定了人工湿地的使用寿命。

6.1.2 对于设计日处理规模 20 吨及以上的，宜委托第三方专业机构作为运行维护单位。对于设计日处理规模 20 吨以下的，可由乡镇人民政府或村（居）民委员会自行运行维护，定期开展日常巡查，如出现湿地壅水、堵塞、出水黑臭或者外溢形成黑臭水体等，及时组织技术力量开展排查维修，必要时改为第三方专业机构作为运行维护单位。

6.2 水位调节

6.2.1 人工湿地运行初期，应逐步提升水位，保持水面高出基质表面，但不得淹没植物，并视植物生长情况逐渐调控水位至正常运行水位。

6.2.2 水平潜流人工湿地正常运行水位宜为基质表面以下 5—10 厘米；垂直潜流人工湿地正常运行水位宜为基质表面以下 10—20 厘米。

6.2.3 湿地水量应保证植物的生长，一般当潜流人工湿地水位线位于表层 30 厘米以下就表明湿地缺水严重，需要及时调节水位，避免影响湿地植物生长和污水处理效率。

6.2.4 根据暴雨、洪水、干旱等情况，进行水位调节。干旱时期可适当提高运行水位；暴雨或洪水时期，可适当调低运行水位，不得出现进水端壅水现象和出水端淹没现象。

6.2.5 人工湿地出现短流时，分析原因后可适当调节出水口高度。

6.2.6 人工湿地出现断流时，可适当抬高出水口高度，紧急时可临时采取从附近取水给人工湿地补水的措施。

6.3 植物管理

6.3.1 应根据植物生长情况进行缺苗补种、杂草清除、适时收割、控制病虫害。

6.4 其他

6.4.1 及时清理基质表面的淤泥和杂物。

6.4.2 出现基质堵塞情况时，可采取停床轮休方式缓解，择期将床体排空并保持落干状态一段时间，再恢复运行，必要时可局部更换基质。更换基质时，应对废弃基质妥善收集处置，防止二次污染。

6.4.3 遇暴雨天气，超出水量可采用旁通或溢流处理，使人工湿地系统水力负荷满足设计要求。

6.4.4 若人工湿地遭遇洪水浸泡，应及时排除湿地内积水，避免基质堵塞和湿地植物及微生物的损害，并对受损的设施、植物进行修复和补种。