

人工湿地运行维护技术规范

Technical specification for operation and maintenance of constructed wetlands

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 启动期运行维护	2
6 试运行期运行维护	3
7 稳定运行期运行维护	3
8 特殊时期运行维护	5
9 监测与记录	5
附 录 A （规范性） 人工湿地植物长期维护方法	7
附 录 B （规范性） 人工湿地常见运行异常及建议措施	8
附 录 C （资料性） 人工湿地运行记录样表	9

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责任。

本文件由山西省生态环境厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省生态环境标准化技术委员会（SXS/TC13）归口。

本文件起草单位：山西省生态环境监测和应急保障中心（山西省生态环境科学研究院）、泽州县丹河湿地建设运营有限公司、山西省太原生态环境监测中心。

本文件主要起草人：王爱一、马艳霞、高琼、赵宏玺、靳琳芳、李昉梅、毛雨廷、李洪铖、耿毅、李莉、闫函、张伟生、王建兴、杜晓玮、李宁芳、魏波。

人工湿地运行维护技术规范

1 范围

本文件规定了人工湿地运行维护的术语和定义、基本规定、启动期运行维护、试运行期运行维护、稳定运行期运行维护、特殊时期运行维护和监测与记录。

本文件适用于山西省境内提升改善低污染水体水质的人工湿地的运行维护，其他人工湿地的运行维护可参照执行。

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 3838 地表水环境质量标准

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

HJ 355 水污染源在线监测系统（COD_{Cr}、NH₃-N等）运行技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人工湿地 constructed wetland

模拟自然湿地的结构和功能，人为地将低污染水投配到由填料（或土壤）与水生植物、动物和微生物构成的独特生态系统中，通过物理、化学和生物等协同作用使水质得以改善的工程。或利用河滩地、洼地和绿化用地等，通过优化集布水等强化措施改造的近自然系统，实现水质净化功能提升和生态提质。

人工湿地按照填料（或土壤）和水面的位置关系，分为表面流人工湿地和潜流人工湿地。

3.2

表面流人工湿地 surface flow constructed wetland

水面在土壤表面以上，水从进水端流向出水端的人工湿地。

3.3

潜流人工湿地 subsurface flow constructed wetland

水面在填料表面以下，水从进水端水平或垂直流向出水端的人工湿地。

潜流人工湿地按照水流方向，分为水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。水平潜流人工湿地指进水水平流过填料层的人工湿地；垂直潜流人工湿地指进水垂直流过填料层的人工湿地，按水流方向不同又可分为下行垂直流人工湿地和上行垂直流人工湿地。

3.4

填料 substrate

为人工湿地植物与微生物提供生长环境并对污染物起过滤、阻截和吸附等作用的填充材料，包括砾石、沸石、陶粒、火山岩及对生态环境安全的其他材料。

3.5

低污染水体 low polluted water

达标排放的污水处理厂出水、微污染水体、农田退水及类似性质的水体。

3.6

微污染水体 slightly polluted water

化学需氧量、氨氮、总磷等主要水质指标差于GB3838中III类标准限值，但不差于V类标准限值的水体。

3.7

预处理 pretreatment

为满足工艺总体要求和人工湿地进水水质要求，在人工湿地前设置的生态滞留塘、沉淀池、格栅等处理工艺。

3.8

后处理 postprocessing

根据受纳水体功能或用户要求，在人工湿地出水后设置的消毒、增氧、稳定塘等处理工艺。

3.9

启动期 start up phase

人工湿地从开始进水到完成联合试运转的阶段。

3.10

试运行期 trial operation period

在启动期后，对人工湿地的性能进行测试和优化，达到设计处理效果的阶段。

3.11

稳定运行期 stable operation period

在试运行期后，人工湿地达到相对稳定的状态，进入正常运行的阶段。

3.12

表面水力负荷 surface hydraulic load

单位时间内进入单位面积人工湿地的水量， $m^3/(m^2 \cdot d)$ 。

4 基本规定

4.1 人工湿地进水水质和水量应满足设计要求，其中进水量日均值不宜高于设计处理规模的80%。

4.2 冬季低温环境人工湿地应采取保温或强化处理措施，确保核心功能区连续运行。

4.3 进水为污水处理厂出水时，污水处理厂出水消毒不应采用含氯消毒剂。

4.4 运行维护人员应熟悉相关标准和规范、处理工艺和运行技术要求，掌握仪器设备的操作和维护技术要求。

4.5 制订运行维护相关管理制度、运行维护规程并有效执行。

4.6 应建立长期有效的水质、水量监测评价制度。

5 启动期运行维护

5.1 人工湿地调试应按照单体调试、局部联合调试与系统联合试运转的步骤逐步进行。

5.2 水位控制

5.2.1 表面流人工湿地应保持低水位运行，挺水植物种植区域水深宜控制在 10cm~30cm，不应淹没整株挺水植物；浮水植物和沉水植物种植区域水深不宜超过 50cm。

5.2.2 潜流人工湿地在启动初期水位宜保持在填料表面以下 10cm~15cm；运行至少一个月后，逐步将水位降低至距湿地床底约 20cm，以促进植物根系发展。

5.3 人工湿地启动后，宜适当添加安全的微生物菌剂，辅助人工湿地快速形成微生物群落，及时栽种湿地植物。

5.4 进入联合试运转后，进水表面水力负荷应达到最大设计负荷，联合试运转不少于 72 h。

6 试运行期运行维护

6.1 试运行期不应少于 3 个月，应保证 1 个月以上的稳定运行。

6.2 水位控制

6.2.1 表面流人工湿地试运行期，水位应逐步升高至设计水位，并根据水质和水量进行动态调节，水深宜保持在 30cm~60cm 之间。

6.2.2 潜流人工湿地试运行期，初始应采用高水位运行，平均水位宜高出填料表面 10cm~20cm，不宜超过 30cm，不应淹没整株挺水植物；植物良性生长后，逐步降低水位至设计水位。

6.3 试运行期应注意观察植物的生长状况，一旦出现死亡应及时补种；同时防止杂草滋生。

6.4 试运行期人工湿地发生水绵或其他浮游植物滋生时，应及时进行人工打捞。

7 稳定运行期运行维护

7.1 预处理设施

7.1.1 表面流人工湿地进水杂物较多时，宜在进水口附近设置简易过滤装置、种植植物过滤带等措施；潜流人工湿地的进水悬浮物浓度高于 20mg/L 时，应启动生态滞留塘、沉淀池和格栅等预处理设施。

7.1.2 生态滞留塘应及时清理沉积物、清除水面漂杂物及腐败植物等，沉积物淤积厚度不应超过 50cm，水面应保持整洁。

7.1.3 沉淀池和格栅等设施运行及维护按 CJJ 60 的规定进行。只设置单个沉淀池的，清淤期间不宜对池体排空，宜使用小型设备清淤。

7.2 人工湿地

7.2.1 水位控制

7.2.1.1 表面流人工湿地水位应与植物匹配，水深一般为 30cm~50cm。

7.2.1.2 潜流人工湿地水位应按设计要求控制，宜在填料表面 10cm 以下。

7.2.2 主体构筑物

7.2.2.1 每季度应定期对人工湿地主体构筑物进行检查，如出现裂缝、沉降、漏水和腐蚀等情况，应及时修复并符合 GB50141 的相关规定。

7.2.2.2 每年应定期对人工湿地围护结构和跌水堰等进行检查，如发现坑洞或坍塌情况应及时修整。

7.2.3 人工湿地植物长期维护应按照附录 A 的规定实施。

7.2.4 生物控制

7.2.4.1 杂草控制可采用人工清除或水位调节等手段，禁止使用化学除草剂。

7.2.4.2 藻类控制应注重前期预警观察与打捞，宜采用增加水体流动形成扰动、种植对藻类有抑制作用的水生植物等措施进行干预。

7.2.4.3 蚊蝇控制宜采用种植驱虫草、安装驱蚊灯、设置捕蝇网等方式。

7.2.4.4 病虫害宜采用绿色防治措施，避免使用化学农药。

7.2.5 湿地防堵

7.2.5.1 每日巡视表面流人工湿地情况，检查进出水节点淤堵情况，清除淤堵杂物，淤积厚度不应超过 50cm。

7.2.5.2 每日巡视潜流人工湿地填料表面情况，及时清理填料表面杂物和植物残体。如出现漫流现象，应分析原因并按以下措施及时处理：

- 当潜流人工湿地出现漫流且面积不超过 10%时，宜调整人工湿地运行方式，分区间歇排空，干湿交替运行；
- 当漫流面积超过 10%但未超过 30%时，应监测人工湿地堵塞情况，翻松堵塞区域的填料层，清理填料附着物后复原；
- 当漫流面积超过 30%、出现严重堵塞时，需清洗或更换填堵塞区域填料。对于水平潜流人工湿地应根据进水均匀程度，定期清洗进水端填料或更换填料；对于垂直潜流人工湿地应根据堵塞情况，清洗或更换表层 30cm 堵塞填料。更换填料前，应排空堵塞单元，更换填料应与原填料级配相同。

7.2.5.3 必要时，潜流人工湿地可采取排空方式，排出脱落的生物膜及淤泥，宜采用分区依次排空。

7.2.6 每季度检查潜流人工湿地填料层沉降现象，超过设计允许范围时应分析原因并及时修复。

7.3 后处理设施

7.3.1 采用紫外线消毒的，应定期清洁灯管，每日检查消毒设备的运行参数；采用化学消毒的，应控制投加量，做好药剂管理。

7.3.2 采用增氧设施的，应每日巡视人工曝气装置运行情况，及时清理周边漂浮物和垃圾；每年应至少开展一次人工曝气装置的检修保养工作。

7.3.3 采用稳定塘的，其运行维护按本文件 7.1.2 执行。

7.4 配套设施

7.4.1 应对引排水和集布水系统进行不少于每周一次的周期性巡查，定期清除淤堵物，对存在输水问题的管（渠）、水泵和阀门等设备及时进行维修更换，确保管道通畅、水泵和阀门等设备运行正常。

7.4.2 自动化控制

7.4.2.1 每日检查控制器、传感器等硬件的外观和连接情况，每周清洁散热部件和传感探头，按期校准传感器。

7.4.2.2 定期备份控制软件数据，每周检查软件运行日志。

7.4.2.3 及时调整控制参数，确保人工湿地稳定高效运行。

7.4.3 废弃物处置

7.4.3.1 植物残体宜通过制作有机肥、生物质燃料、饲料等方式进行资源化利用。

7.4.3.2 浮渣及淤堵杂物可纳入当地生活垃圾统一处置。

7.5 人工湿地出现运行异常时应及时进行处理。人工湿地常见运行异常及建议措施应按照附录 B 的规定实施。

8 特殊时期运行维护

8.1 汛期运行维护

8.1.1 汛期期间，当表面流人工湿地水位超过警戒水位时，应及时排水，视情况及时清理淤积泥沙；潜流人工湿地应加强预处理设施的运行维护，防止进水悬浮物浓度过高，必要时通过旁路排涝，同时需加大对引排水管（渠）和集布水系统的淤泥、杂物等的清理频次。

8.1.2 汛期结束后，需对人工湿地引排水管（渠）、集布水系统、建构筑物等进行全面排查，及时进行抢修；检查填料的流失和塌陷情况，及时补充和修复；排查人工湿地植物受损情况，及时扶正、补栽和清除植物残体。

8.2 低温环境运行维护

8.2.1 表面流人工湿地在进入冰冻期前，宜提升水位至湿地表面以上约 10cm~20cm，延长水力停留时间，待表面形成冰盖后降低运行水位，在冰盖和湿地表面形成空气隔绝层。

8.2.2 潜流人工湿地

8.2.2.1 进水为微污染水体时，进水温度低于 8℃时可采取以下保温措施：

——将收割的植物均匀覆盖在人工湿地表面进行保温，待气温回升后及时清运植物残体；

——覆盖塑料薄膜或搭建温室大棚对人工湿地进行保温；

——进入冰冻期后，可提升水位至湿地填料表面以上约 10cm~20cm，延长水力停留时间，待表面形成冰盖后降低运行水位，在冰盖和湿地表面形成空气隔绝层。

8.2.2.2 进水为污水处理厂出水时，应做好进水管道的保温措施，湿地进水温度不宜低于 8℃，同时可采取植物覆盖、覆盖塑料薄膜或搭建温室大棚的保温措施。

8.2.2.3 人工湿地低温运行期间，宜采取强化预处理、多点进水、降低表面水力负荷、延长停留时间等措施。

9 监测与记录

9.1 监测

9.1.1 应监测进出水的水质、水量，水质指标宜包括水温、pH 值、悬浮物、化学需氧量、氨氮和总磷等；结合人工湿地出水接纳水体或回用需求，可增加相应的水质指标。

9.1.2 宜采用人工监测和自动监测相结合的方式，优先采用自动监测。

9.1.3 人工监测频次每月应不少于 2 次，自动监测的运行维护应按 HJ355 规定执行。

9.1.4 在条件允许的情况下，可酌情开展生物多样性的观测或监测。

9.2 记录和报表

9.2.1 每日填写生产运行记录，记录样表可参考附录 C。

9.2.2 人工湿地运行维护宜执行计划报表、统计报表和分析报告制度。

9.2.3 应做好档案的分类归档、存储和保存工作。

附 录 A
(规范性)
人工湿地植物长期维护方法

人工湿地植物长期维护按表A.1提供的方法。

表 A.1 人工湿地植物长期维护方法

植物生长期	维护方法
休眠期	湿地植物在冰盖下越冬，应保持正常水位。为使植物根部能接触空气，避免长期水淹导致根部缺氧腐烂，可采用低水位运行，水位宜控制在植物根部以上5cm~10cm。
萌芽期	植物开始萌芽，为确保出苗率，此阶段禁止工作人员进入，以免造成初期萌芽损伤、出苗率降低、缺苗现象，出苗率应达到95%以上。
幼苗期 (生长期)	植物和杂草同步生长，应注意清除杂草。
旺盛期	植物病虫害的高发期，应采取灭杀、提前收割部分植物等措施。对于生长过于密集的植物区域，进行适当疏苗，保证植物有足够的生长空间。
衰老期 (成熟期)	应适当降低水位，使植物根系逐渐适应环境变化。观察植物整体长势，及时清除已经枯萎植株，防止其腐烂影响水质。
收割 清理期	每年应进行至少一次收割。表面流人工湿地具备降水条件时应先降低水位，待表层干燥后再收割，不具备降水条件时可采用工具船或人工收割；潜流人工湿地收割前应降低水位，植物残茎宜保留约10cm~20cm。
休眠期 (越冬期)	可将人工湿地水位提升至填料表面约10cm~20cm，延长水力停留时间，待表面完全冰冻形成冰盖后，降低至设计水位。

附录 B

(规范性)

人工湿地常见运行异常及建议措施

人工湿地常见运行异常及建议措施按表B.1提供的方法。

表 B.1 人工湿地常见运行异常及建议措施

序号	分类	主要问题	建议措施
1	水质变化	进水水质异常	当发现进水水质异常时，应及时关闭进水阀门，停止进水；可采取适当提高水位或改变水流方式，增加水力停留时间。
2		出水水质异常	表面流人工湿地可在出水口设置应急的过滤设施，投加适宜的降解菌剂、吸附材料等，或适当增加人工曝气。 潜流人工湿地应检查填料状况，如遇堵塞及时清理或更换，也可投加适宜的降解菌剂，或采取间歇运行。
3		局部恶臭	查找臭味来源，及时清理腐败植物残体、垃圾等。
4	水量变化	进水量骤减	检查进水口、进水管等设施，如遇堵塞及时清理，如遇故障或损坏及时维修或更换，并关注湿地水质变化。
5		进水量骤增	雨雪天气等原因造成人工湿地进水量骤增，应及时清理漂入人工湿地的垃圾和枯枝败叶；检查人工湿地设施运转情况，合理调节湿地内部的水位，如遇超过设计表面水力负荷，应采取分流措施并及时修复受损设施。
6		出水量骤减	在进水量不变情况下，出水量骤减或水位异常上升，应逐步检查人工湿地主体构筑物，如出现破坏、渗漏、堵塞等应及时修复。
7		布水不均匀	检查布水渠或管道堵塞、布水口淤堵情况，及时清理淤泥、腐败植物或其它杂物；检查布水管孔口，及时疏通恢复。
8	湿地淤堵	表面流人工湿地淤积	按本文件 7.2.5 执行。
9		潜流人工湿地淤积	按本文件 7.2.5 执行。
10	湿地植物	倒伏	应对倒伏植物折断、腐烂的部分进行修剪，避免其在水中分解腐烂，影响水质；如遇倒伏严重应及时进行收割。
11		杂草疯长	可采用人工拔除或水位调节、生物防治等手段控制杂草。
12		湿地大面积出现浮萍、水棉、丝状藻等	应定期检查，及时清理，建议采用专业机械设备进行清理。同时，可采取适当降低水位，结合补种睡莲、荷花、铜钱草等浮叶植物进行遮光等措施。
13	其他异常情况	主体构筑物损坏	出现裂缝、沉降、漏水和腐蚀等情况应及时修复。
14		管道漏水	及时修补或更换。
15		填料局部沉降	观察填料沉降的位置和范围，分析沉降原因。如遇沉降量较小，可以将沉降区域的填料补充至设计高度；如遇基底问题导致的沉降，应对基底进行加固，如采用打桩、换填等方式；如遇水流冲刷引起的沉降，应在沉降区域周围设置防冲刷设施。

附 录 C
(资料性)
人工湿地运行记录样表

人工湿地运行记录样表见表C.1~C.3。

表 C.1 人工湿地运行维护记录样表

项 目	____年____月____日	时间_____	天气_____
水量、水质情况	进水口流量	____m ³ /h 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
	出水口流量	____m ³ /h 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
	进水口水质	COD____ mg/L、氨氮____mg/L、总磷____mg/L …… 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
	出水口水质	COD____ mg/L、氨氮____mg/L、总磷____mg/L …… 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
运行维护	预处理设施	机械、格栅等设备设施情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		植物养护及病虫害防治情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		水面整洁和水位情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		沉积物淤积情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
	人工湿地	电气、机械等设备设施情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		管道、供水等设备设施情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		植物养护及病虫害防治情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		水面或填料表面情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		主体构筑物情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		淤堵情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
		保温措施: 正常 <input type="checkbox"/> 异常: _____	
	后处理设施	……	
	配套设施	……	
自动化控制	……		
废弃物处置	……		
……	……		
应急管理	强降雨等异常天气	否 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> , 湿地情况: 正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 采取的措施: _____	
	其他情况		
其他运行维护主要工作及问题等			

责任人:

记录人:

表 C.2 设施设备/构筑物故障登记样表

设施设备/构筑物 名称		设施设备/构筑物 编号		故障时间	
				解决故障时间	
设施设备/构筑物故障或问题描述:					
采取的处理措施描述:					
故障或问题原因分析:					
技术负责人签名: 当班负责人签名: 操作/值班人员签名:					

日期: 年 月 日

表 C.3 设施设备/构筑物维修保养记录样表

设施设备/构筑物名称：设施设备/构筑物编号：					
日期	时间	维修保养内容	异常情况描述	处理处置情况	负责人签名
备注：					

注1：维修保养过程中如有其他需要说明的内容应该填写在备注中；

注2：每个设施设备/构筑物均应设置维修保养记录表并分别保存。