**T/CECS ×××-202×**

中国工程建设标准化协会标准

人工湿地系统运行与维护标准

（征求意见稿）

×××××出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

2022年6月

人工湿地系统运行与维护标准

（征求意见稿）

T/CECS XX-20XX

主编单位：深圳市水务（集团）有限公司

 亚太建设科技信息研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年XX 月XX 日

2022北京

XX出版社

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第一批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2021]011号）的要求，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分8章，主要内容包括：总则，术语，基本规定，水质水量管理，设施设备运行管理，植物及其他生物管理，防堵管理，安全与应急管理。

本标准的某项内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由亚太建设科技信息研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：北京市西城区德外大街36号A座429室，邮政编码：100120）。

|  |  |
| --- | --- |
| **主 编 单 位：** | 深圳市水务（集团）有限公司亚太建设科技信息研究院有限公司 |
|  |  |
| **参 编 单 位：** |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| **主要起草人：** |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **主要审查人：** |  |  |  |  |  |

# 目 次

[1 总 则 1](#_Toc106898013)

[2 术 语 2](#_Toc106898014)

[3 基本规定 4](#_Toc106898015)

[4 水质水量管理 5](#_Toc106898016)

[4.1 一般规定 5](#_Toc106898017)

[4.2 水质管理 5](#_Toc106898018)

[4.3 水量管理 6](#_Toc106898019)

[5 设施设备运行管理 8](#_Toc106898020)

[5.1 一般规定 8](#_Toc106898021)

[5.2设施运行管理 8](#_Toc106898022)

[5.3 填料管理 10](#_Toc106898023)

[5.4 管路系统管理 11](#_Toc106898024)

[5.5设备管理 12](#_Toc106898025)

[6 植物及其他生物管理 13](#_Toc106898026)

[6.1一般规定 13](#_Toc106898027)

[6.2 植物管理 13](#_Toc106898028)

[6.3 动物管理 14](#_Toc106898029)

[6.4其他生物管理 15](#_Toc106898030)

[7 防堵管理 16](#_Toc106898031)

[7.1 一般规定 16](#_Toc106898032)

[7.2 垂直流人工湿地的防堵管理 16](#_Toc106898033)

[7.3 水平流人工湿地的防堵管理 16](#_Toc106898034)

[8 安全与应急管理 17](#_Toc106898035)

[8.1 一般规定 17](#_Toc106898036)

[8.2 安全管理 17](#_Toc106898037)

[8.3 应急管理 17](#_Toc106898038)

用词说明..............................................................................................................19

引用标准名录......................................................................................................20

附：条文说明.......................................................................................................21

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc106898013)

[2 Terms 2](#_Toc106898014)

[3 Basic requirements 4](#_Toc106898015)

[4 Management of water quantity and water quality 5](#_Toc106898016)

[4.1 General requirments 5](#_Toc106898017)

[4.2 Management of water quantity 5](#_Toc106898018)

[4.3 Management of water quality 6](#_Toc106898019)

[5 Facilities and equipment operation management 8](#_Toc106898020)

[5.1 General requirments 8](#_Toc106898021)

[5.2 Equipment operation management 8](#_Toc106898022)

[5.3 Carrier management 10](#_Toc106898023)

[5.4 Pipeline system management 11](#_Toc106898024)

[5.5 Equipment management 12](#_Toc106898025)

[6 Plant and other creature management 13](#_Toc106898026)

[6.1 General requirments 13](#_Toc106898027)

[6.2 Plant management 13](#_Toc106898028)

[6.3 Animal management 14](#_Toc106898029)

[6.4 Other creature management 15](#_Toc106898030)

[7 Anti blocking management 16](#_Toc106898031)

[7.1 General requirments 16](#_Toc106898032)

[7.2 Anti blocking management of vertical flow constructed wetlands 16](#_Toc106898033)

[7.3 Anti blocking management of subsurface horizontal flow constructed wetlands 16](#_Toc106898034)

[8 Security and Emergency Management 17](#_Toc106898035)

[8.1 General requirments 17](#_Toc106898036)

[8.2 Security management 17](#_Toc106898037)

[8.3 Emergency management 17](#_Toc106898038)

[Explanation of wording 19](#_Toc73972083)

List of quoted standards........................................................................................20

Addition: Explanation of provisions.....................................................................21

# 1 总 则

**1.0.1** 为进一步加强水生态环境保护修复，指导人工湿地运维工作，提升人工湿地运行维护的规范性，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于达标排放的污水处理设施出水、受污染地表水、农田退水及类似性质的低污染水的人工湿地运行和维护，也可作为其他人工湿地运行维护的技术依据。

**1.0.3** 人工湿地系统运行与维护除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 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（含土壤）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净化水质的工程；或利用河滩地、洼地和绿化用地等，通过优化集布水等强化改造措施从而实现水质净化功能提升和生物多样性保护的近自然系统。人工湿地按照填料和水的位置关系可分为表面流人工湿地和潜流人工湿地，其中潜流人工湿地按照水流方向可分为水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。

**2.0.2** 受污染地表水 polluted surface water

受到污染，主要水质指标差于《地表水环境质量标准》GB 3838中Ⅳ类水质标准，但不差于水污染物排放标准地表水。

**2.0.3** 低污染水 low polluted water

达标排放的污水处理设施出水、受污染地表水、农田退水等类似性质的水。

**2.0.4** 填料 carrier

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，包括砂砾、沸石、石灰石、页岩、陶粒、火山岩及对生态环境安全的合成材料等。

**2.0.5** 水力停留时间 hydraulic retention time

湿地进水从进入人工湿地到流出人工湿地的时间差的平均值。

**2.0.6** 孔隙率 porosity

人工湿地填料间的孔隙总体积占人工湿地总体积的百分比。

**2.0.7** 渗透系数 permeability coefficient

人工湿地填料中，单位水力梯度下的单位流量。

**2.0.8** 预处理 pretreatment

为满足工程总体要求、人工湿地进水水质要求及减轻湿地污染负荷，在人工湿地前设置的处理工艺，如格栅、沉砂、初沉、均质、水质酸化、稳定塘、厌氧、好氧等。

**2.0.9** 后处理 aftertreatment

为满足出水达标排放或回用要求，在人工湿地后设置的处理工艺，如活性炭吸附、混凝沉淀、过滤、消毒、稳定塘等。

**2.0.10** 再生水 recycled water

受到一定程度污染的水经适当处理后，达到一定的水质指标，满足某种使用要求，可进行有益使用的水。

**2.0.11** 表面流人工湿地 free water surface constructed wetlands

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。

**2.0.12** 水平流人工湿地 subsurface horizontal flow constructed wetlands

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。

**2.0.13** 垂直流人工湿地 vertical flow constructed wetlands

污水垂直通过池体中基质层的人工湿地。

**2.0.14** 潜流人工湿地 subsurface constructed wetlands

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。

# 3 基本规定

**3.0.1** 人工湿地的运行和维护包括水质水量管理、设施设备运行管理、植物及其他生物管理、防堵管理、安全应急管理等。

**3.0.2** 应对技术及管理人员进行相关法律法规、专业技术、安全防护、应急处理等培训，并应制定明确清晰的岗位责任。

**3.0.3** 应建立健全运行维护机制，包括但不限于制定设备台账、运行记录、巡视交接、安全检查、应急预案等管理制度。

**3.0.4** 应加强人工湿地进出水监管，明确污染物削减要求。

**3.0.5** 应通过物理、化学、生物等协同作用改善水质，应选择本土物种，不宜采用投加药剂等强化措施。

**3.0.6** 应在人工湿地工程现场的明显位置标示人工湿地流程图、运行规程、维护规程，运行维护人员应严格按照规程进行操作。

**3.0.7** 人工湿地的运行与维护应保障经费。

# 4 水质水量管理

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 人工湿地的进水水质应根据湿地处理能力及当地水生态、水环境目标要求、水污染物排放标准、社会经济情况等因素综合确定。

**4.1.2** 人工湿地出水水质应达到受纳水体水环境保护目标要求，有再生水回用需求时出水水质需满足再生水回用用途要求。

**4.1.3**人工湿地运行过程中应加强进出水水质、重要工艺节点水质、进出水水量、水位高度等运行数据的管理和分析应用。

**4.2 水质管理**

**4.2.1** 人工湿地进水水质的检测指标应包括pH值、水温、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、色度、总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅等指标，对于盐湖、滨海区域宜补充检测进出水的全盐量。

**4.2.2** 人工湿地进水水质检测的采样要求、质量控制及数据整理应符合国家标准《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB/T 11893、行业标准《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ535等相关要求。

**4.2.3** 人工湿地的进水、出水水质检测项目和频次宜符合表4.2.3的要求。

**表4.2.3 人工湿地检测项目及频次**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 项目 | 人工/在线检测频次 |
| 物理指标 | pH值、水温、悬浮物 | 每周 |
| 化学指标 | 溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷 | 3个月1次 |
| 重金属 | 总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅 | 每6个月 |
| 新污染物 | 持久性有机污染物、内分泌干扰物、抗生素等 | 根据排放对象及具体管理需要 |

**4.2.4** 人工湿地在实际运行过程中积累的水质、水量等数据应定期进行分析。

**4.2.5** 人工湿地进水水质异常时应采取以下措施：

**1** 当进水水质超标时，应减少进水水量，及时报备相关单位，将污染负荷控制在设计范围，并检测出水水质；

**2** 当悬浮物浓度高于100 mg/L进入时，应立即停止进水，恢复正常进水后应增加进水水量来保持湿地滤料表层的渗透能力；

**3** 当重金属等有毒有害物质水体进入时，应立即停止进水，并尽快将污染源清除，当进水水质正常后逐步恢复至正常工况运行；

**4** 有条件时可增设进水在线检测仪表，建立上下游联动预警机制，及时、准确发布预警信息，减少上游来水突发污染事件造成水质安全问题；

**5**当进水水量不足设计要求的10%-20%，应按照植物生长的要求对植物进行养护。

**4.2.6** 人工湿地的出水水质异常时应采取以下措施：

**1** 由进水异常导致出水水质异常时，应对湿地各单元进水水质进行检测，排查异常原因，可减少水量将污染负荷控制在设计范围内；

**2** 由湿地滤料堵塞导致出水水质、水量异常时，应及时停止进水并更换滤料；

**3** 由植物腐败导致出水水质异常时，应及时清理腐败植物；

**4** 当超出设计处理水量导致出水水质异常时，应立即切换至正常工况并跟踪检测出水水质变化；

**5** 若长时间出水水质不达标，应进行人工湿地提标。

**4.3 水量管理**

**4.3.1** 人工湿地水量的日常管理应符合以下要求：

**1** 投运调试过程中应逐步加大处理水量，宜根据植物栽种、植物生长、水位高度、出水水质等情况动态调整处理水量，直至处理水量达到设计规模，出水水质稳定并达到设计出水水质后即完成启动调试；

**2** 日常运行中应加强巡视，注意人工湿地各单元（区域）过水情况、水位高度和布（配）水渠、集水渠、管网入口、出水堰口等位置杂物堆积情况，通过调节管道阀门、活动堰板等附属设施和及时清理堆积杂物等措施，均衡分配人工湿地各单元（区域）处理水量。

**4.3.2** 人工湿地水量异常时可采取以下措施：

**1** 当人工湿地处理水量大于设计规模，部分或全部单元（区域）出现壅水、漫流现象且上游来水没有明显变小趋势时，宜打开人工湿地超越管道、旁通管道或及时联系相关单位控制上游来水；

**2** 当出现持续干旱天气导致人工湿地进水流量较小时，宜通过调小出水流量等措施将人工湿地水位控制到适宜高度，必要时暂时关闭出水或引入其他水源。

**5 设施设备运行管理**

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 人工湿地一般采用预处理、人工湿地、后处理的工艺流程，预处理和后处理视需要设置。

**5.1.2** 人工湿地工艺流程内涉及的所有设施设备管理应符合行业标准《城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规范》CJJ60的有关规定，同时还应符合《室外排水设计规范》GB50014等相关国家现行标准的规定。

**5.1.3** 人工湿地工艺应综合考虑污水水质、人工湿地类型及出水水质要求等因素，选择合适的预处理单元，并定期清除预处理单元的淤泥。

**5.1.4** 当人工湿地出水作为再生水利用时，应设置消毒设施，并符合《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335的有关规定。

**5.2设施运行管理**

**5.2.1**人工湿地设施的运行模式应符合下列规定：

**1** 在人工湿地系统运行初期可直接进污水，后续根据植物、微生物生长状况逐周/月提高水力负荷至设计运行要求，待污染物去除率稳定后即完成启动期；

**2** 人工湿地系统日常运行可采用连续、间歇或潮汐流运行方式，具体应根据所设计的湿地类型和来水的水质水量选择合适的运行模式，水力停留时间应通过实验或按相似条件下人工湿地的运行经验确定；

**3** 人工湿地所在地气候分区为I区和II区，低温运行时宜通过水位调控表面形成冰层、植物收割残体覆盖填料表层或建设阳光大棚等措施进行保温。

**5.2.2**人工湿地的水位调控应符合下列规定：

1. 表面流人工湿地水位调控应符合以下要求：
2. 人工湿地运行初期，应低水位运行，挺水植物种植区域水深大于 10 cm，但不得淹没植物幼苗；浮水植物和沉水植物种植区域水深不应超过水体透明度，一般不超过50 cm，后续根据植物实际生长情况逐步提高运行水位至设计运行水位；
3. 人工湿地正常运行时，水位应与配植的植物相匹配，一般为0.3~2 m，平均水深不宜超过0.6 m。

**2** 水平潜流人工湿地水位调控应符合以下要求：

1. 植物种植后，应及时提升人工湿地运行水位并保持一定高度，水面宜高出填料表面10~15cm，但不得淹没植物幼苗。视植物根系生长状况，逐渐恢复正常运行水位；
2. 当遇到暴雨、洪水极端气候时，应降低人工湿地运行水位，避免进水端壅水，形成短流；
3. 当遇到干旱极端气候时，应适当提高人工湿地运行水位，避免植物大量死亡，但运行水位应低于填料表面，避免短流；
4. 当人工湿地所在地为气候分区Ⅰ区~Ⅱ区，结冰期应提高人工湿地运行水位，待形成冰层后降低水位运行，以便提供空气层保暖；
5. 当人工湿地表面出现漫流现象但面积不超过10%时，应调整人工湿地运行方式，加大进水流量，采用间歇式运行，若调整后仍存在漫流现象，则需在漫流区域进行补料，补料后应仍保持人工湿地表面平整；
6. 人工湿地正常运行时，水位宜为填料表面以下5~10 cm。

**3** 垂直潜流人工湿地水位调控应符合以下要求：

1. 植物种植后，应及时提升人工湿地运行水位并保持一定高度，水面宜高出填料表面10~15 cm，但不得淹没植物幼苗，植物良性生长后应根据植物根系生长情况逐周降低运行水位引导向下延伸；
2. 当遇到干旱极端气候时，应适当提高人工湿地运行水位至填料表面以下5~10 cm，避免植物大量死亡；
3. 当遇到暴雨、洪水极端气候时，应降低人工湿地运行水位，避免进水端壅水，形成短流；
4. 当出水氨氮、总氮去除效率较低时，可采用潮汐式或半水位运行，潮汐后水位应不低于填料层高度的一半；
5. 当人工湿地表面出现长时间壅水但面积不超过10%，应加大进水量与间歇运行时间，若调整后仍存在壅水现象则需在壅水区域进行补料，补料后应仍保持人工湿地表面平整；
6. 人工湿地正常运行时，水位宜为填料表面以下10~20 cm。

**5.2.3** 人工湿地池体防渗应满足以下要求：

**1** 人工湿地建设时必须在底部和侧面进行防渗处理，不宜低于当地最高地下水位；

**2** 当原有土层渗透系数不大于10-8 m/s且厚度大于60 cm时，无需采用其他防渗处理；

**3** 当原有土层渗透系数大于10-8 m/s时，应采用其他措施进行防渗处理，可参照《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》CJJ 17执行；

**4** 防渗层应足够坚固，防止植物根系穿透；

**5** 防渗层完工以后，应当进行渗透试验。

**5.3 填料管理**

**5.3.1** 表面流人工湿地在出现以下情况时应及时采取下列措施：

**1** 当池体两侧或内部出现杂物时应及时清理；

**2** 当进水悬浮物浓度超过100 mg/L时，应立即停止进水，待进水悬浮物不超过100 mg/L后方可恢复运行；

**3** 当湿地淤泥超过50 cm时应及时清淤，污泥处理与处置应符合行业标准《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60中的有关规定。

**5.3.2** 水平潜流人工湿地在出现以下情况时应及时采取措施：

**1** 当池体两侧或内部出现杂物时应及时清理；

**2** 当进水悬浮物浓度超过60 mg/L时，立即停止进水，待进水悬浮物不超过70 mg/L后方可恢复运行；

**3** 当湿地表面出现漫流现象但面积不超过10%时，应调整湿地运行方式，加大进水流量，间歇式运行，若调整后仍存在漫流现象则需在漫流区域进行补料，补料后应仍保持湿地表面平整；

**4** 当湿地表面出现漫流且面积为10%~30%时，应观察判断湿地堵塞情况，翻松堵塞区域填料层，清洗填料后复原；

**5** 当湿地表面出现漫流且面积超过30%时，应观察判断湿地堵塞情况，更换堵塞区域填料；换填料前，应先排空堵塞单元，更换填料应与原填料级相同，施工中宜采用人工挖掘，转运时宜采用满负荷小于1 ton的轻型转运机械；

**6** 当湿地表面填料出现沉降或坍塌现象时，应及时补充填料至设计高程。

**5.3.3** 垂直潜流人工湿地在出现以下情况时应及时采取措施：

**1** 当池体两侧或内部出现杂物时应及时清理；

**2** 当进水悬浮物浓度超过80 mg/L时，立即停止进水，待进水悬浮物不超过70 mg/L后方可恢复运行；

**3** 当湿地表面出现长时间壅水但面积不超过10%，应加大进水量与间歇运行时间，若调整后仍存在壅水现象，则需在积水区域进行补料，补料后应仍保持湿地表面平整；

4 当湿地表面出现长时间壅水且面积为10%~30%时，应监测湿地堵塞情况，翻松堵塞区域填料层，清洗填料后复原；

**5** 当湿地表面出现长时间壅水且面积超过30%时，应观察判断湿地堵塞情况，更换堵塞区域填料；换填料前，应先排空堵塞单元，更换填料应与原填料级相同，施工中宜采用人工挖掘，转运时宜采用满负荷小于1 ton的轻型转运机械；

**6** 当湿地表面填料出现沉降或坍塌现象时，应及时补充填料至设计高程。

**5.3.4** 生物填料和基质等需定期更换的废弃物应优先选择交由资源回收专业机构处置或按照国家标准《固体废物鉴别标准通则》GB 34330、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599和行业标准《农业固体废物污染控制技术导则》HJ 588进行处理和处置。

**5.4 管路系统管理**

**5.4.1** 表面流人工湿地管道系统的运行与维护应符合以下要求：

**1** 每周巡视各布水点或溢流堰，如发现杂物堵塞应及时清理；

**2** 应定期巡查引排水管，出现腐蚀、破损情况及时修补。

**5.4.2** 水平潜流人工湿地管道系统的运行与维护应符合以下要求：

**1** 每周巡查集布水渠，检查渠道沿线的明漏或地面塌陷情况，渠道维护应符合《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的相关规定，发现杂物堵塞进出水口应及时清理；

**2** 应定期巡查引排水管，出现腐蚀、破损情况及时修补。

**5.4.3** 垂直潜流人工湿地管道系统的运行与维护应符合以下要求：

**1** 每周巡查集布水渠，检查渠道沿线的明漏或地面塌陷情况，渠道的维护应符合行业标准《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68的相关规定；

**2** 每周巡查集布水管，观察是否出现布水管末端凸出填料层、布水口或集水管口堵塞等异常现象，如出现则应及时修复并更换；

**3** 根据不同气候分区人工湿地实际运行情况定期对集水管进行反冲洗，宜采用分区依次进行，反冲洗后立即启动排空设施将反冲洗下来的杂物及时从人工湿地内排出；

**4** 应定期巡查引排水管，出现腐蚀、破损情况及时修补。

**5.5设备管理**

**5.5.1** 人工湿地如有水泵和风机，应定期对水泵和风机进行保养，水泵每年进行1次全面的预防性检修，备用泵每月进行1次试运转，当环境低于0℃时应及时放掉泵壳存水，风机进风廊道、空气过滤装置应根据压差变化情况适时清洁。

**5.5.2** 应对闸阀进行定期维护和保养，检查密闭性、阀杆垂直度以及零部件腐蚀磨损情况，经常清除垃圾及油污，加注润滑脂或润滑油，并做好运行维护记录。

**5.5.3** 宜每月核算1次计量设备的水力表面负荷能否满足设计水力表面负荷。

**6 植物及其他生物管理**

**6.1一般规定**

**6.1.1** 应重视植物及其他生物管理，因时、因势制宜维持湿地生态系统的平衡。

**6.1.2** 应遵循植物的生长规律，根据植物的实际生长状况进行适当的补种、分株、修剪疏除等维护措施，植物养护应符合行业标准《园林绿化养护标准》CJJ/T 287中的有关规定。

**6.1.3** 对影响人工湿地正常运行或对人类构成危险的动物应予以防范和控制，对其他动物应予以保护。

**6.1.4** 对可能出现的病虫、害虫、藻类、杂草和入侵物种宜采用物理或生物的方法予以防范和控制，避免使用化学药剂。

**6.2 植物管理**

**6.2.1** 植物种植及初期维护应符合以下要求：

**1** 栽种时间应根据植物生长特性确定，宜在春季或秋季，必要时也可在夏季栽种，但应采取措施保证存活率植物栽种前可适量充水保证填料表面湿润；

**2** 植物栽种后应立即继续充水，可根据湿地类型选择合适的运行水位并定期调控；

**3** 初期植物维护应逐步加大水力负荷，每次加大幅度应根据植物和微生物生长情况以及出水水质等确定，直至达到设计要求后稳定运行；

**4** 植物初期运行维护时间应视温度和季节确定。

**6.2.2** 植物日常管护应符合以下要求：

**1** 当发现缺苗、死苗，应及时补苗，保持正常植物密度；

**2** 当发现植株过密，应及时分株，保持正常植物密度；

**3** 当发现存在杂草时，应优先采用抬高湿地运行水位、人工拔除等物理方式抑制其生长，尽量避免使用化学农药；

**4** 当发现枯黄、枯死、倒伏和弱枝弱株水生植物时，应及时修剪疏除；

**5** 人工湿地所在地气候分区为Ⅰ和Ⅱ区时，在低温条件下对植物应做好保温防护，宜采用阳光棚等措施。

**6.2.3** 表面流人工湿地植物收割应符合以下要求：

**1** 对于不同挺水植物，应根据湿地所在地所属气候区定期收割，当水位可降低时，应降低水位待表层干燥后再收割，当水位不可降时可采用工具船或人工收割，收割后应对植物碎屑、残渣等进行及时清理；

**2** 对于沉水植物、浮水植物，在旺盛生长期视实际情况进行不间断收获和打捞，一般可在冬季和夏季休眠前进行全面收获，可通过工具船进行人工或机械收割，沉水植物收割至水面下10 ~20 cm为宜，收割后应对植物碎屑、残渣等进行及时清理。

**6.2.4** 潜流人工湿地植物收割应符合以下要求：

**1** 对于不同挺水植物，收割频次宜根据不同气候区人工湿地植物的实际生长情况确定；

**2** 收割时不应破坏填料表面，收割后应及时清理填料表面植物残体；

**3** 收割及转运宜采用满负荷小于1 ton的轻型机械进行操作；

**4** 植物收割残体或已用于覆盖潜流湿地保温的植物残体应妥善处置，优先交由再生资源回收公司进行处理和利用。

**6.3 动物管理**

**6.3.1**应减少对大型无脊椎动物的人为干扰，在必要运行维护中应避免伤害、捕捞。

**6.3.2**应减少对鱼类的人为干扰，禁止钓鱼、捕鱼等活动。

**6.3.3**应保护鸟类，减少人类干扰，杜绝猎捕行为。

**6.3.4**应严格控制啮齿类动物，预防其泛滥成灾。

**6.3.5** 当存在蛇类等危险性动物，应在其经常出没的区域树立警示牌，当出现数量泛滥时采取必要措施予以控制。

**6.4其他生物管理**

**6.4.1** 病虫防治应以预防为主，优先采用物理或生物方法，尽量避免使用化学农药。

**6.4.2** 害虫管理应优先采用种植驱虫草、安装驱蚊灯或捕蝇网等生物、物理的防治方式。

**6.4.3** 藻类管理应符合以下要求：

**1** 表面流人工湿地宜通过增强水体流动性、种植植物、投放滤食性鱼类以及商品抑藻剂等措施进行控制，当出现大量水绵时应及时打捞清理；

**2** 潜流人工湿地运行初期应及时清理植物表面积水滋生的水绵等丝状藻类，正常运行后应通过水位控制控制水绵等丝状藻类的生长。

**6.4.4** 杂草管理应符合以下要求：

**1** 当潜流人工湿地出现少量杂草时，应及时人工清除；

**2** 当潜流人工湿地出现大量杂草时，宜提高人工湿地运行水位至高于填料表面适宜高度。

**6.4.5** 入侵物种管理应符合以下要求：

**1** 对运行维护人员应进行相关培训，做到早发现、早处理；

**2** 对于植物入侵种，早期应及时清除地上及地下部分，后期应根据其生长繁殖特性进行及时防治；

**3**对于动物入侵种，早期应及时清理所有个体，后期应根据其生活特性进行及时根治。

# 7 防堵管理

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 人工湿地基质铺放时，在条件允许情况下可对基质进行冲洗，减少基质所携带的细粉尘或土壤。

**7.1.2** 人工湿地单元进水后，应检查人工湿地水位，应均匀配水。

**7.1.3** 条件允许时可采用轮休方式运行湿地，可在春、夏、秋季各放空约1周，也可采用定期快速排水或反冲洗方式。

**7.2 垂直流人工湿地的防堵管理**

**7.2.1** 对于大型垂直流人工湿地项目，宜采用轮作运行模式，约1/4的垂直流湿地轮流进行闲置放空，闲置时间宜为1周。

**7.2.2** 垂直流人工湿地宜采用间隙配水的方式。

**7.2.3** 垂直流人工湿地宜设置排气管，并通至床面，垂向管段的中下部也应设置花孔，应尽量使湿地床表面具有较长的干燥时间。

**7.2.4**可根据湿地淤堵规律对已经发生堵塞的垂直流湿地清挖表层30cm湿地填料，清洗或更换后回填。

**7.2.5** 垂直流湿地应定期对湿地淤泥（沉积物）和死亡植物组织及残渣进行清理，有反冲洗系统的湿地应定期反冲洗。

**7.3 水平流人工湿地的防堵管理**

**7.3.1** 水平潜流湿地宜从长边布水和集水。

**7.3.2** 当进水段出现雍水或堵塞现象时，应逐步降低出水区水位。

**7.3.3** 水平潜流湿地进水段需保证配水均匀，并宜沿水流方向逐步减小湿地填料粒径。

**7.3.4** 当人工湿地因堵塞且无法运行时，可顺水流方向翻洗被淤堵部分湿地床填料。

# 8 安全与应急管理

**8.1 一般规定**

### 8.1.1 宜引入大数据、云计算、物联网等高新技术手段，在风险较大的场所安装视频监控及风险预警系统，对人工湿地内客流量、设备设施运行状况、人员不安全行为等进行识别预警。

### 8.1.2应在汛期前对人工湿地进行全面排查，及时发现风险并进行防控，严防塌方、滑坡以及通道堵塞。

**8.2 安全管理**

**8.2.1** 应定期组织开展安全风险辨识与评估，采取相应的安全风险预防和控制措施，建立安全风险数据库。

**8.2.2**应建立健全安全隐患排查治理制度，制定隐患排查计划，定期组织开展隐患排查治理工作，及时发现并消除安全隐患，实行隐患闭环管理。

### 8.2.3应在管养区域内存在溺水、跌倒、坠落、触电、火灾等较大危险因素的场所及设备设施处设置明显的安全警示标志。

**8.2.4** 应建立安全保卫巡查队伍，对区域内公共安全定期巡检。

**8.2.5** 当接到气象局发布的台风和强降雨等预警，应提前做好防台、防汛等现场工作。

### 8.2.6 当出现特殊天气及其他异常情况时，应对人工湿地进行闭园管理，在湿地出入口设置封闭告示，利用信息化传媒方式发布封闭通知。

**8.3 应急管理**

**8.3.1** 应建立应急管理的组织机构和机制，并建立应急救援队伍。

**8.3.2** 应按照国家标准《生产经营单位生产事故应急预案编制导则》GB/T 29639、《生产安全事故应急条例》（国令第708号）等有关规定编制应急预案文件。

### 8.3.3 应设常规应急避险设施、生物灾害避险设施及火灾应急避险设施，在挺水植物（密集）种植区等耐火性差的区域应设置应急防火隔离设施，在生物灾害风险区应配置可控制有害植物及病虫害及传染病的安全设施。

### 8.3.4 应建立与气象部门的强降雨和台风联防机制，随时跟踪降雨量、降雨时间、台风等级 台风登陆时间等信息，预防湿地池漫灌，对植株较高、易倒伏的植物应提前采取加固措施。

**8.3.5** 应按照《生产安全事故应急演练基本规范》（AQ/T9007）的有关规定组织人员定期开展生产安全事故应急演练。

**8.3.6** 应在紧急情况或灾害发生后，根据预案要求立即启动应急程序。

# 用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1** 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2** 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3** 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4** 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《室外排水设计规范》GB50014

《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335

《地表水环境质量标准》GB 3838

《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB/T 11893

《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》GB 18599

《湿地分类》GB/T 24708

《生产经营单位生产事故应急预案编制导则》GB/T 29639

《固体废物鉴别标准通则》GB 34330

《城市生活垃圾卫生填埋技术规范》CJJ 17

《城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规范》CJJ 60

《城镇排水管渠与泵站运行、维护及安全技术规程》CJJ 68

《园林绿化养护标准》CJJ/T 287

《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ535

《农业固体废物污染控制技术导则》HJ 588

**中国工程建设标准化协会标准**

 人工湿地系统运行与维护标准

T/CECS XX-20XX

条文说明

# 制定说明

本标准制定过程中，编制组进行了人工湿地系统运行与维护的调查研究，总结了我国不同类型人工湿地的运行和维护的实践经验，同时参考了国外先进的技术标准，如美国的《人工湿地污水处理工程规范》中关于人工湿地设施的维护管理要求、水生植物系统的管理要求、以及系统的监控要求等内容，通过对实践经验和先进技术的调研和总结，取得了适用于我国气候条件、切实可行的人工湿地运行维护的技术要点。

本标准的编制以科学性、实用性、引导性和可操作性为基本原则，重点解决人工湿地运行维护中的水质水量管理、设施设备管理、植物管理、防堵管理、应急管理等问题，编制组将定期对本标准实施情况进行调查，并对实施效果进行跟踪评估，不断修改完善。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条款规定，《人工湿地系统运行与维护标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

# 目 次

1 总 则 24

[3 基本规定 25](#_Toc106898015)

[4 水质水量管理 26](#_Toc106898016)

[4.1 一般规定 26](#_Toc106898017)

[4.2 水质管理 26](#_Toc106898018)

[4.3 水量管理 27](#_Toc106898019)

[5 设施设备运行管理 28](#_Toc106898020)

[5.1 一般规定 28](#_Toc106898021)

[5.2设施运行管理 28](#_Toc106898022)

[5.3 填料管理 30](#_Toc106898023)

[5.4 管路系统管理 30](#_Toc106898024)

[5.5设备管理 31](#_Toc106898025)

[6 植物及其他生物管理 32](#_Toc106898026)

[6.1一般规定 32](#_Toc106898027)

[6.2 植物管理 32](#_Toc106898028)

[6.3 动物管理 34](#_Toc106898029)

[6.4其他生物管理 34](#_Toc106898030)

[7 防堵管理 35](#_Toc106898031)

[7.1 一般规定 35](#_Toc106898032)

[7.2 垂直流人工湿地的防堵管理 35](#_Toc106898033)

[7.3 水平流人工湿地的防堵管理 36](#_Toc106898034)

[8 安全与应急管理 37](#_Toc106898035)

[8.3 应急管理 37](#_Toc106898038)

# 1 总则

**1.0.1** 人工湿地作为一种水处理方式，与传统水处理方式相比，具有生态效益显著、建设投资小、运维能耗低、运行费用少等优点，近年来被广泛用于处理生活污水、工业废水、暴雨径流、富营养化水体等，取得了良好效果。现行的人工湿地相关标准在运维管理方面虽有涉及，但提出的技术要求和规定都比较笼统，难以满足运维管理过程中的实操性需求。

**1.0.2** 人工湿地的运行和维护承担达标排放的污水处理设施出水等低污染水的水质改善任务，作为直接处理生产生活污水的治污设施人工湿地可以参照本标准。运维不善会导致人工湿地设计的功能丧失或弱化，因此针对不同处理对象、不同类型的人工湿地提出运行维护的技术要求和指导至关重要。堵塞是人工湿地发挥效益不佳的重要问题，低温也是影响北方严寒地区和南方长江中下游地区人工湿地运维的主要制约条件，会造成人工湿地床的透气性变差、氧传输能力下降，均需要从运行维护方面提出相应的解决方案。

**1.0.3** 现行有关国家标准、行业标准、地方标准包括但不限于《湿地分类》GB/T 24708-2009、《农村生活污水处理工程技术标准》GB/T 51347-2019、《湿地信息分类与代码》LY/T 2181-2013、《人工湿地污水处理技术导则》RISN-TG006-2009、《水生生物湿地类型划分》SC/T 9601-2018、《人工湿地污水处理工程技术规范》HJ 2005-2010、《污水自然处理工程技术规程》CJJ/T 54-2017、《河道人工湿地设计规范》DB13/T 5217-2020、《人工湿地水质净化工程技术规范》DB13/T 5184-2020、《生态修复型人工湿地中植物配置技术规程》DB32/T 3405-2018、《上海市人工湿地污水处理技术规范》DG/TJ 08-2100-2012、《人工湿地水质净化工程竣工环境保护验收技术规范》DB13/T 5183-2020、《省级重要湿地和一般湿地生态监测技术规程》DB34/T 3422-2019等。

# 3 基本规定

**3.0.2** 参与人工湿地系统设施设备运行和维护的技术人员和管理人员应进行相关培训，并明确专人负责各项设施的运维。培训内容主要包括污水处理、人工湿地工程管理的法律和规章制度，国家、行业和地方现行有关标准；污水性质、污水处理的基本流程以及人工湿地污水处理工程运行的工艺流程；劳动安全防护设施和个人卫生措施；处理事故和应急操作程序。此外，对技术人员的培训还应包括：系统及设备的使用、运行、检查，以及设备运行故障的排除；设备日常和定期维护；事故或紧急情况下人工操作和事故处理；设备运行及维护记录填写，以及事故和其它事件的记录及报告的填写。

关于人工湿地运营档案的规定。根据人工湿地的运行方式、进出水水质、设施设备等具体情况，建立人工湿地系统各构筑物基本情况档案，各构筑物运行控制参数档案，设施设备运行方式的记录档案，人工湿地污水工艺方案及方案调整，设备设施维护管理方式等档案，形成生产设施运行状况、设施维护等的人工湿地设备设施运营档案。

**3.0.3** 通过制定设施运行的各项管理制度，可以保证人工湿地系统的设施设备正常运行使用，进而确保人工湿地系统的处理效果。人工湿地设施运营管理制度的主要内容应包括：1）设备台账制度，台账内容包括设备编号、设备名称、规格型号、生产厂家、安装数量、主要性能参数、安装地点、采购及安装使用日期、负责部门及负责人等相关信息；2）人工湿地系统设备设施运行记录制度，记录设施和设备运行时间、运行参数等，如发生故障，应详细记录故障及维修情况等；3）定期巡视制度，包括巡视内容、巡视范围及频次、巡视情况处置、记录与上报等；4）交接班制度，主要交接人工湿地系统设备设施的运行情况和运行记录以及工具和生产辅助材料等实物，上下班交接人员应在现场进行交接，对实物及运行记录核实确定后，应签字确认；5）安全检查记录，包括检查时间、检查部门、存在问题、整改措施及反馈；6）突然事件应急预案。

**3.0.5** 人工湿地的生物应当选择本土物种，避免外来物种入侵。

# 4 水质水量管理

**4.1 一般规定**

**4.1.2** 人工湿地回用水水质相关标准详见表4.1.2。

**表4.1.2 回用水水质相关标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 回用用途 | 标准 |
| 1 | 城市杂用水 | 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 |
| 2 | 景观环境用水 | 《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 |
| 3 | 工业回用水 | 《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 |
| 4 | 农田灌溉用水 | 《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》GB/T20922，《农田灌溉水质标准》GB 5084 |
| 5 | 生态补水 | 满足受纳水体水（环境）功能区划  |

**4.1.3** 人工湿地的运维过程中，通过对相关数据进行管理和分析，对后续的运行和维护进行指导，确保实现长效稳定的运行目标。

**4.2 水质管理**

**4.2.2** 人工湿地进水水质检测的分析方法可参考表4.2.2.

**表4.2.2 人工湿地进水水质检测的分析方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测指标 | 分析方法 | 方法来源 |
| 1 | pH值 | 玻璃电极法 | GB 6920 |
| 2 | 水温 | 温度计或颠倒温度计测定法 | GB 13195 |
| 3 | 溶解氧 | 电化学探头法 | HJ 506 |
| 便携式溶解氧测定仪 | HJ 925 |
| 4 | 悬浮物 | 重量法 | GB 11901 |
| 5 | 化学需氧量 | 重铬酸盐法 | HJ 828 |
| 快速消解分光光度法 | HJ/T 399 |
| 6 | 五日生化需氧量 | 稀释与接种法 | HJ 505 |
| 7 | 氨氮（以N计） | 纳氏试剂分光光度法 | HJ 535 |
| 水杨酸分光光度法 | HJ 536 |
| 蒸馏-中和滴定法 | HJ 537 |
| 气相分子吸收光谱法 | HJ/T 195 |
| 8 | 总氮（以N计） | 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法  | HJ 636 |
| 气相分子吸收光谱法 | HJ/T 199 |
| 9 | 总磷（以P计） | 钼酸铵分光光度法 | GB 11893 |
| 10 | 总汞 | 冷原子吸收分光光度法 | HJ 597 |
| 原子荧光法 | HJ 694 |
| 11 | 烷基汞 | 气相色谱法 | GB/T 14204 |
| 冷原子荧光光谱法 | HJ 977 |
| 12 | 总镉 | 双硫腙分光光度法 | GB 7471 |
| 电感耦合等离子体质谱法 | HJ 700 |
| 13 | 总铬 | 二苯碳酰二肼分光光度法 | GB 7466 |
| 电感耦合等离子体质谱法 | HJ 700 |
| 火焰原子吸收分光光度法 | HJ 757 |
| 14 | 六价铬 | 二苯碳酰二肼分光光度法 | GB 7467 |
| 流动注射-二苯碳酰二肼光度法 | HJ 908 |
| 15 | 总砷 | 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法 | GB 7485 |
| 原子荧光法 | HJ 694 |
| 电感耦合等离子体质谱法  | HJ 700 |
| 16 | 总铅 | 双硫腙分光光度法 | GB 7470 |
| 电感耦合等离子体质谱法 | HJ 700 |

**4.2.4** 定期对人工湿地的水质、水量进行分析可对后续的运行提供指导。

**4.2.5** 进水水质异常情况主要包括进水水质超出设计标准、高浓度污水进入、高浓度悬浮物进入及其他异常水等。当进水水质的悬浮物浓度较高时，通过增加进水水量，可以保持湿地滤料表层的渗透能力。及时发布预警信息，可以实现水质的管控，减少上游来水突发污染事件造成水质安全问题。当进水水量不足设计要求的10%-20%，要以按照植物生长的要求对植物进行养护。

**4.2.6** 出水水质异常情况主要包括进水水质异常、湿地滤料堵塞、植物腐败、超出设计处理水量等情况引起的出水水质异常。植物收割后及时清理干净植物根茎叶，避免引起水质异常。

**4.3 水量管理**

**4.3.2** 保持适宜水位高度，从而避免人工湿地植物因水位过低出现干旱死亡。

**5 系统运行**

**5.1一般规定**

**5.1.1** 本条款提出了人工湿地工艺的一般流程。根据行业标准《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）的有关内容，污水经过预处理单元后进入人工湿地，当人工湿地出水作为再生水利用时，需再经过后处理单元方可排放与回用。

**5.1.2** 本条款明确了设施设备管理需要满足的有关技术规定。

**5.1.3** 预处理单元主要用于去除悬浮物、漂浮物，有机物的水解酸化、伴生污染物处理等，需定期清除预处理单元的淤泥以维持其正常运行，从而为后续处理工程提供水质保障。

**5.1.4** 减少人工湿地出水病菌的种类和数量。

**5.2设施运行管理**

**5.2.1**本条各款规定说明如下：

**1** 运行初期，逐步提高处理污水水力负荷可为植物生长、微生物的挂膜与驯化创造有利条件，启动期的长短根据植物的种类、季节、气候、填料、水力负荷等因素确定。

**2** 不同类型人工湿地的运行模式略有差异。表面流人工湿地宜采用连续流或间歇流运行，水平潜流人工湿地宜采用连续流运行，垂直潜流人工湿地宜采用间歇流或潮汐流运行。水力停留时间是影响系统污染物去除效率的关键因素之一，在去除率不佳时应予以调节，其范围可根据人工湿地所在地气候分区参考表5.2.1。气候分区参照《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）表1 全国气候分区及行政区划范围。

**3** 气候分区为I区和II区的人工湿地，冬季低温运行时应采取保温措施，保持水温在4℃以上，以保障微生物活性。

**表5.2.1 不同气候区人工湿地水力停留时间参考值**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  气候分区湿地类型 | I 区 | II 区 | III 区 | IV 区 | V 区 |
| 表面流人工湿地（d） | 3.0~20.0 | 2.0~12.0 | 2.0~10.0 | 1.2~5.0 | 1.2~6.0 |
| 水平潜流人工湿地（d） | 2.0~5.0 | 1.0~4.0 | 1.0~3.0 | 1.0~3.0 | 1.0~3.0 |
| 垂直潜流人工湿地（d） | 1.5~4.0 | 0.8~2.5 | 0.8~2.5 | 0.6~2.5 | 0.6~2.5 |

**5.2.2** 本条各款规定说明如下：

**1** 表面流人工湿地的水位高度应根据植物的实际生长状况予以调控。主要的调控目的是为植物提供良好的生长生存环境，调控原则为最终水位不宜淹没挺水植物、水深不宜超过水体透明度。根据《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021），表面流人工湿地可能由天然湖泊、河流、坑塘等水系改造而成，故水位宜在0.3~2 m之间，深水区水位宜为1.5~2 m，一般控制在30%以内。但平均水深不宜超过0.6 m，以满足挺水植物的生长环境。

**2** 根据水平潜流人工湿地实际运行所处阶段与不同气候状况，适时适当调整水位高度，预防出现短流、溢流和植物大量死亡等影响系统运行效率的情况发生。根据《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）与《人工湿地污水处理技术导则》（住建部），漫流现象的发生可能是由于填料内部气团阻碍或填料堵塞导致的单位垂直截面孔隙率下降的结果。当漫流面积不超过10%时，综合考虑系统运行效率与经济成本，宜先尝试通过加大进水流量、采用间歇式运行方式冲刷填料、排除填料内部的气团，提高单位垂直截面孔隙率。若仍出现漫流现象，则建议选择操作易行、工期较短、成本较低的补料措施，宜分区进行，以满足人工湿地正常运行。气候分区参照《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）表1 全国气候分区及行政区划范围。

**3** 垂直潜流人工湿地应根据实际运行所处阶段、不同气候状况和进出水水质，适时适当调整水位高度，预防出现溢流、短流、壅水和植物大量死亡等影响系统运行效率的情况发生；潮汐式或半水位运行可以增强人工湿地的复氧能力和碳源利用率，提高氨氮与总氮的去除率；与水平潜流人工湿地漫流现象类似，垂直潜流人工湿地壅水现象的发生可能是由于填料内部气团阻碍或填料堵塞导致的单位水平截面孔隙率下降的结果。当壅水面积不超过10%时，综合考虑系统运行效率与经济成本，宜先尝试通过加大进水流量、采用间歇式运行方式冲刷填料、排除填料内部的气团，提高单位水平截面孔隙率。若仍出现壅水现象，则建议选择操作易行、工期较短、成本较低的补料措施，宜分区进行，以满足人工湿地正常运行。

**5.2.3** 一方面防止污水渗漏污染地下水，威胁地下水安全；另一方面保障人工湿地池体的正常功能。

**5.3 填料管理**

**5.3.1** 预防杂物落入表面流人工湿地中阻挡水流，保障水体流动性；通过管理进水悬浮物浓度不超过100 mg/L（《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）），预防悬浮物淤积阻挡水流而形成死区，并通过及时清淤来保障表面流人工湿地的有效运行空间。

**5.3.2** 填料是湿地系统的主要组成部分之一，填料管理的好坏将直接影响系统的运行效率。水平潜流人工湿地主要从以下三个方面保障填料发挥其正常功能：1）预防杂物从两侧或内部落入水平潜流人工湿地进出水口引起堵塞，保障填料内部稳定的水体流动；2）通过管理进水悬浮物浓度不超过60 mg/L(《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010）)延缓填料堵塞，提高其使用寿命；3）通过间歇运行排除气团、清洗或更换堵塞填料恢复单位垂直界面的孔隙率。具体措施应根据现场漫流实际情况对应处理，不同漫流程度采取的不同措施参考了《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）关于漫流现象的管理办法。

**5.3.3** 与水平潜流人工湿地填料管理类似，垂直潜流人工湿地同样从以下三个方面保障填料发挥其正常功能：1）预防杂物从两侧落入垂直潜流人工湿地表面引起部分区域堵塞，降低填料的有效空间；2）通过管理进水悬浮物浓度不超过80 mg/L（《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ2005-2010））延缓填料堵塞，提高其使用寿命；3）通过间歇运行排除气团、清洗或更换堵塞填料恢复单位垂直界面的孔隙率。具体措施应根据现场壅水实际情况对应处理，不同壅水程度采取的不同措施参考了《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）关于漫流现象的管理办法。

**5.3.4** 防止废弃物产生二次污染。

**5.4 管路系统管理**

**5.4.1** 布水点或溢流堰堵塞会降低表面流人工湿地整体的水体流动性，增加死区；引排水管腐蚀或破损会引起二次污染。

**5.4.2** 集布水渠发生明漏或地面塌陷会导致二次污染；进出水口杂物堵塞会降低填料内部流态的均匀性，增加死区，更易发生填料堵塞；引排水管腐蚀或破损会引起二次污染。

**5.4.3** 集布水渠发生明漏或地面塌陷会导致二次污染；布水管末段凸起或布水口杂物堵塞会降低布水的均匀性；集水管长期运行易形成生物膜，影响过水流量，增大过水水头。不同气候分区温度差异显著，生物膜的生长速度有所差异，故需根据不同气候分区（参照《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021）表1 全国气候分区及行政区划范围）人工湿地实际运行情况定期对集水管进行反冲洗；引排水管腐蚀或破损会引起二次污染。

**5.5 设备管理**

**5.5.3** 利用计量装置对人工湿地系统水力表面负荷进行核算和调整，确保人工湿地能够最大负荷的进行污水处理并达到最优的处理效果。

# 6 植物及其他生物管理

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 本条款明确了以维持湿地生态系统平衡为核心的植物及其他生物管理原则。宜根据人工湿地实际所处的不同运行阶段与运行状况采取合适的措施维持湿地生态系统的平衡，以达到最佳的处理效果。

**6.1.2** 本条款明确了人工湿地植物维护的基本原则与养护标准。

**6.1.3** 本条款明确了对人工湿地内部动物的管理原则。

**6.1.4** 本条款明确了对人工湿地中可能出现的病虫、害虫、藻类、杂草和入侵物种的管理原则。

**6.2 植物管理**

**6.2.1** 除填料外，植物在湿地系统污染物去除过程中发挥了重要作用。合适的种植时机与良好的初期维护是植物能否健康生长发育的关键。春、秋两季的温度适宜大部分植物的生长发育；适量的充水保持填料表面湿润有利于提高植物的生存率；适宜的调节水位可促进植物根系向下发育。

**6.2.2** 植物的生长生存状态会直接或间接影响湿地系统的运行效率。日常植物维护应根据实际生长状况采取针对性的措施，确保植株的密度与长势正常。根据《人工湿地水质净化技术指南》（生态环境部2021），铤水植物宜为9 ~25株/m2，浮水植物宜为1~9株/m2，沉水植物宜为16~36株/m2。高密植单元种植密度为前述密度最大值的3倍以上。

**6.2.3** 植物凋亡后会落入表面流人工湿地当中，如果未及时收割与清理将成为湿地内部的污染源；沉水植物或浮水植物生长过于旺盛会快速打破湿地生态平衡，发生生态退化。收割频次可参考表6.2.4。

**6.2.4**植物凋亡后会落入潜流人工湿地填料表面，如果未及时收割与清理会快速堵塞填料上层进水区；收割与转运的机械过重会破坏填料表面。收割频次可参考表6.2.4。植物残体可制作成生物炭，发挥其经济价值。

**表 6.2.4 不同气候分区下不同植物建议收割（打捞）频次**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  气候分区植物种类 | I 区 | II 区 | III 区 | IV 区 | V 区 |
| 沉水植物 | 狐尾藻 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 菹草 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 苦草 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 黑藻 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 金鱼藻 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 竹叶眼子菜 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 龙舌草 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 眼子菜 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 水车前 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 杉叶藻 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 水毛茛 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 龙须眼子菜 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 漂浮植物 | 槐叶萍 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 水鳖 | 1 ~2 | 1 ~2 | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 浮叶植物 | 睡莲 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 菱 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 芡实 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 荇菜 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 莼菜 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 萍蓬草 | 1  | 1  | 1~2 | 2~3 | 1~2 |
| 挺水植物 | 芦苇 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 香蒲 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 菖蒲 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 美人蕉 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 再力花 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 风车草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 花叶芦荻 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 香根草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 水芹 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 水葱 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 马蹄莲 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 慈菇 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 茭草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 莲 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 灯芯草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 千屈菜 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 黄菖蒲 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 麦冬 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 芦竹 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 水莎草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 藨草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 梭鱼草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 荻 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 水蓼 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 芋 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 水仙 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 蒿草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |
| 苔草 | 1  | 1  | 2~3 | 4~6 | 2~3 |

**6.3 动物管理**

人工湿地除了水质净化功能，同样兼具生态功能及价值，可为动物提供栖息生活的优良环境。对大部分动物应予以保护，但对系统正常运行有不良影响或对人有极大危险的动物应予以控制。

**6.4 其他生物管理**

**6.4.1** 化学农药会造成二次污染。

**6.4.2** 保障植物的正常生长以及工作人员的健康安全。

**6.4.3** 藻类的分解会释放氮、磷等污染物，藻类大量繁殖也会对填料造成严重影响。潜流人工湿地可降低运行水位抑制藻类的生长。

**6.4.4** 杂草与植物存在竞争关系，严重时会影响系统运行效率，可通过短期淹水抑制杂草的生长。

**6.4.5** 植物入侵管理以薇甘菊为例：应在10月前对已出现薇甘菊的区域进行全面的人工割除、拔除或机械铲除。选择在良好的天气下，暂停湿地进水，降低运行水位，先将植株割除，再耕翻除根，尽量将残留在填料中的根茎集中焚烧销毁，并对耕翻填料进行裸晒。

动物入侵以福寿螺为例：表面流人工湿地水位可调低至适宜位置维持数日可有效去除成螺，潜流人工湿地水位调高至适宜位置维持数日可有效杀死大部分福寿螺卵。此外，应对人工湿地边坡及周边的福寿螺卵宜定期人工清除。

# 7 防堵管理

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 湿地堵塞的过程实质是孔隙率减少的过程，由下式可得，当三分之一的孔隙空间被堵塞时，渗透系数将减少10倍。

k=(ρgε^3 D^2)/(150〖(1-ε)〗^2 μ)

式中：ε——孔隙率；

 ρ——水的密度，kg/m3；

 D——颗粒直径，m；

 μ——水的粘度，kg/m/d。

孔隙率的急剧下降会引起湿地过流能力的降低、基质堵塞，污水会在湿地表面形成漫流，从而丧失了污水净化的功能，影响湿地的使用寿命及长期运行的稳定性。

**7.1.3** 在污水进入湿地前，应对进水进行预处理，降低进水中悬浮物浓度和有机污染负荷，减轻湿地系统处理负荷，减少湿地堵塞风险。轮休方式运行湿地能够加速湿地中堵塞物质的矿化，减缓和避免湿地发生堵塞，恢复湿地有效孔隙。采用定期快速排水或反冲洗方式能够促进生物膜脱落。

**7.2 垂直流人工湿地的防堵管理**

**7.2.1**采用轮作运行模式，形成“负荷-静置”状态。在静置状态下，湿地处于一定的好氧状态，可消减湿地负荷状态下积累的聚合物和沉积物，提升渗透率，防止基质堵塞。在负荷-静置状态下，可采用多个垂直流湿地并联系统，在负荷阶段发生的堵塞，在静置阶段可恢复水力传导。

**7.2.2** 间隙配水的垂直流人工湿地系统能够保证系统的氧含量，避免沉积物和有机污染物的过渡累积，防止基质堵塞。同时，能够提高系统硝化反应速率，提高人工湿地的脱氮效率。

**7.2.4** 当人工湿地发生堵塞并且情况严重时，需要更换新的填料，或将填料表面沉积物洗净后回填，并在其上重新种植植物。

**7.2.5** 可以采用高压水枪或机械方法对人工湿地进行定期（一般1-3个月）冲洗，提高湿地基质空隙率。

**7.3 水平流人工湿地的防堵管理**

**7.3.1** 考虑水平潜流人工湿地布水集水的均匀性等问题，宜从长边布水和集水，减少纵断面水力负荷。当人工湿地因堵塞且无法运行时，可顺水流方向翻洗受淤堵部分湿地床填料；湿地植物也需拔除及复植，并进行适当改造。

**7.3.2** 逐步降低出水区水位，能够增加水力坡度，保证人工湿地继续运行。

**7.3.3** 应合理设计水平流湿地的尺寸及长宽比，确保湿地内部水流流动路径均匀，减小湿地堵塞的可能性。

# 8 安全与应急管理

**8.3 应急管理**

**8.3.2** 应根据可能发生的事故种类特点，按照有关规定设置应急设施，配备应急装备，储备应急物资，建立管理台账，安排专人管理，并定期检查、维护、保养，确保其完好、可靠。