
HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ ×××-××××

人工湿地污水处理工程技术规范

Technical specification of constructed wetlands

for wastewater treatment engineering

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

环境保护部 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 适用范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义	2
4 水量和水质	5
5 总体设计	6
6 工程工艺及人工湿地设计.....	9
7 主要设备及材料.....	14
8 检测与过程控制.....	15
9 辅助工程	16
10 施工与环境保护验收.....	17
11 劳动安全与职业卫生.....	19
12 运行与管理	19
附 录 A（规范性附录）符 号.....	22

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范我国人工湿地污水处理工程的建设、运行、维护和管理，制订本标准。

本标准规定了人工湿地污水处理工程的设计、施工、验收和运行管理的技术要求。

本标准首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准起草单位：沈阳环境科学研究院。

本标准由环境保护部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

人工湿地污水处理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了采用人工湿地工艺的污水处理工程设计、施工、验收、运行维护与管理的技术要求。

本标准适用于采用人工湿地工艺的污水、雨水处理及河流、湖泊水质改善工程，可作为环境影响评价、可行性研究、设计与施工、建设项目竣工环境保护验收及建成后运行与管理的技术依据。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 4284 农田污泥中污染物控制标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 12348 工业企业厂界噪声标准
- GB 16554 国家恶臭污染物排放标准
- GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB 50003 砌体结构设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50013 室外给水设计规范
- GB 50014 室外排水设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 采暖通风与空气调节设计规范
- GB 50034 工业企业照明设计规范
- GB 50040 动力机器基础设计规范
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 10kV 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 50070 混凝土结构设计规范

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50194 建筑工程施工现场供用电安全规范

GB 50335 污水再生利用工程设计规范

GBJ 87 工业企业厂界噪声控制设计规范

GB/T13663 给水用聚乙烯（PE 管材）

GJ 3082 污水排入城市下水道水质标准

CJJ 60 城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程

CECS 199 聚乙烯丙纶卷材复合防水工程技术规程

HJ/T 15 环境保护产品技术要求超声波明渠污水流量计

HJ/T 96 pH 水质自动分析仪技术要求

HJ/T 101 氨氮水质自动分析仪技术要求

HJ/T 103 总磷水质自动分析仪技术要求

HJ/T 353 水污染源在线监测系统安装技术规范

HJ/T 354 水污染源在线监测系统验收技术规范

HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范

HJ/T 377 环境保护产品技术要求化学需氧量（COD_{Cr}）水质在线自动监测仪

JG/T 193 钠基膨润土防水毯

SL 18-2004 渠道防渗工程技术规范

3 术语和定义

以下术语和定义仅适用于本标准。

3.1 人工湿地 **constructed wetland**

指用人工筑成水池或沟槽，底面铺设防渗漏隔水层，填充一定深度的土壤或基质（填料）层，种植芦苇一类的维管束植物或根系发达的水生植物，污水由湿地的一端通过布水管渠进入，以推流方式与布满生物膜的介质表面和溶解氧进行充分的植物根区接触而获得净化。人工湿地分为表面流人工湿地和潜流人工湿地，潜流人工湿地又可分为水平潜流人工湿地和垂直潜流人工湿地。

3.2 表面流人工湿地 surface flow constructed wetland

指污水在人工湿地的土壤等基质表层流动，依靠植物根茎与表层土壤的拦截作用以及根茎上生成的生物膜的降解作用，使污水得以净化的人工湿地形式。

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

指污水从人工湿地的一端进入，在人工湿地床表面下以近水平流方式流动，最后流向出口，使污水得以净化的人工湿地形式。

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

指污水从人工湿地表面垂向流过基质床的底部或从底部垂直向上流向表面，使污水得以净化的人工湿地形式。

3.5 人工湿地单元 constructed wetland unit

指由配水系统、集水系统、基质、防渗层及人工湿地植物组成的基本处理单元，通常人工湿地由一个或多个单元组成。

3.6 孔隙率 porosity

指人工湿地充填基质堆积体积中，基质之间的孔隙体积所占的百分比。按公式（1）计算：

$$\varepsilon = \frac{V - V'}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ε ——孔隙率，%；

V ——人工湿地基质在自然状态下的体积，包括基质实体及其开口、闭口孔隙， m^3 ；

V' ——人工湿地基质的绝对密实体积， m^3 。

3.7 水力停留时间 hydraulic retention time

指污水在人工湿地内的平均驻留时间。潜流人工湿地的水力停留时间按公式（2）计算，即人工湿地有效容积与平均水量比值：

$$t = \frac{V \times \varepsilon}{Q_{av}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

t ——水力停留时间，d；

V ——人工湿地基质在自然状态下的体积，包括基质实体及其开口、闭口孔隙， m^3 ；

ε ——孔隙率，%；

Q_{av} ——平均水量, m^3/d 。

3.8 表面有机负荷 organic surface loading

指每公顷人工湿地面积单位时间内负担的五日生化需氧量公斤数。按公式(3)计算:

$$q_{os} = \frac{Q_{in} \times (C_0 - C_1) \times 10^{-3}}{A \times 10^{-4}} = \frac{10 \times Q_{in} \times (C_0 - C_1)}{A} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

q_{os} ——表面有机负荷, $kgBOD_5/ (ha \cdot d)$;

Q_{in} ——人工湿地污水入流量, m^3/d ;

C_0 ——人工湿地进水 BOD_5 浓度, mg/L ;

C_1 ——人工湿地出水 BOD_5 浓度, mg/L ;

A ——人工湿地面积, m^2 。

3.9 表面水力负荷 hydraulic surface loading

指每公顷人工湿地表面积单位时间内通过的污水体积。按公式(4)计算:

$$q_{hs} = \frac{Q_{in}}{A \times 10^{-4}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

q_{hs} ——表面水力负荷, $m^3/ (ha \cdot h)$;

Q_{in} ——人工湿地污水入流量, m^3/d ;

A ——人工湿地面积, m^2 。

3.10 水力坡度 hydraulic slope

指污水在人工湿地内沿水流方向单位渗流路程长度上的水位下降值。按公式(5)计算:

$$i = \frac{\Delta H}{L} \times 100\% = \frac{H_1 - H_2}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中:

i ——水力坡度, %;

ΔH ——污水在人工湿地内渗流路程长度上的水位下降值, m ;

H_1 ——污水在人工湿地内渗流路程 1 处的水位值, m ;

H_2 ——污水在人工湿地内渗流路程 2 处的水位值, m;

L ——污水人工湿地内的渗流路程, m。

3.11 基质 bed filler

指在人工湿地床体内用以提供人工湿地植物与微生物生长并对污染物起过滤、吸收作用的填充材料, 有碎石、卵石、土壤、砂子等。

3.12 预处理 pretreatment

指为满足人工湿地进水水质要求, 以及保证人工湿地出水水质达到相应标准, 在污水进入人工湿地之前, 对原污水进行的污水处理过程。

3.13 渗透系数 permeability coefficient

指污水在人工湿地基质或防渗层单位时间内流动通过的距离。按公式 (6) 计算:

$$k_y = \frac{\Delta S}{T} = \frac{S_1 - S_2}{T} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

k_y ——渗透系数, cm/s;

ΔS ——污水在人工湿地基质或防渗层流动通过的距离, m;

S_1 ——污水在某一时刻 T_1 时的位移, cm;

S_2 ——污水在某一时刻 T_2 时的位移, cm;

T ——污水通过人工湿地基质或防渗层的时间, s。

其计量单位通常以 cm/s 表示。

3.14 水位 water level

指在人工湿地中水面的位置。

4 水量和水质

4.1 工程接纳污水水量设计

生活污水量、工业废水量、雨水量及合流水量的设计应符合 GB50014 中 3.1、3.2、3.3 的有关规定。

4.2 工程接纳污水水质要求

4.2.1 污水的设计水质应根据调查资料确定, 或参照邻近城镇、类似工业区和居民区的水

质确定。无调查资料时，可按 GB50014 中 3.4.1 的规定设计。

4.2.2 人工湿地污水处理工程处理城市下水道污水时，其水质应符合 GJ3082 中的有关规定。

4.2.3 人工湿地污水处理工程作为二级污水处理厂处理城镇排水系统的污水时，其水质应符合 GB8978 中的三级标准。

4.2.4 人工湿地污水处理工程的接纳污水中含有有毒、有害物质时，其浓度应符合 GB8978 中《第一类污染物最高允许排放浓度》的有关规定。

4.3 人工湿地接纳污水水质要求

表面流人工湿地接纳污水的水质要求可参照 GB5084《农田灌溉水质标准》中水作的有关规定。潜流人工湿地接纳污水的水质要求可参照 GB5084《农田灌溉水质标准》中旱作的有关规定。

4.4 工程出水水质要求

4.4.1 人工湿地污水处理工程的出水水质，根据受纳水体的要求，应符合 GB8978 中的有关规定。

4.4.2 人工湿地污水处理工程作为城镇污水处理厂的建设时，根据受纳水体的要求，应符合 GB18918 中的有关规定。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 人工湿地污水处理工程的设计除应遵守本标准外，还应符合国家现行的有关标准和技术规范的规定。

5.1.2 人工湿地污水处理工程的设计应符合以下原则：

a) 应贯彻全过程控制思想，实行清洁生产，从生产工艺的源头消减污染负荷、控制污染物的产生并减少排放。

b) 应优先采用处理效率高、节约能源、节省建设投资的处理工艺。

c) 应保证污水处理设施稳定、可靠、安全运行，且易于操作和维护，降低运行费用。

d) 应重视防治二次污染，保证处理工艺流程完整，不得缺少污泥、恶臭、噪声等污染治理工程，影响周围生态环境质量。

e) 应考虑生产事故等非正常工况时的污染防治应急措施。

5.2 工程项目组成

5.2.1 人工湿地污水处理工程的工程项目主要由污水处理构（建）筑物与设备、辅助工程和配套设施等系统构成。

5.2.2 污水处理构（建）筑物与设备包括：预处理设施、人工湿地、污泥处理、恶臭处理、检测、消毒、计量设施、污水回用等单元。其中，预处理设施、人工湿地、污泥处理、恶臭处理、检测等单元为主体处理工程，消毒、计量设施、污水回用等单元为一般处理工程。

5.2.3 辅助工程包括：厂区道路、围墙、绿化工程，供电系统、给排水、消防、暖通与空调、建筑与结构等。

5.2.4 配套设施包括：办公室、休息室、浴室、食堂、卫生间等生活设施。

5.3 建设规模

5.3.1 人工湿地污水处理工程建设规模的确定应综合考虑服务区域范围内的污水产生量、分布情况、发展规划以及变化趋势等因素。

5.3.2 人工湿地污水处理工程的建设实施应坚持近期规模为主，远期可扩建规模为辅的原则，考虑人工湿地形式建设的灵活性，可以预留建设用地。

5.3.3 人工湿地污水处理工程的建设规模按以下规则分类：

- a) 小型人工湿地污水处理工程的日处理能力 $<1000\text{m}^3/\text{d}$ 。
- b) 中型人工湿地污水处理工程的日处理能力 $1000\text{m}^3/\text{d}\sim 3000\text{m}^3/\text{d}$ 。
- c) 大型人工湿地污水处理工程的日处理能力 $3000\text{m}^3/\text{d}\sim 10000\text{m}^3/\text{d}$ 。
- d) 特大型人工湿地污水处理工程的日处理能力 $\geq 10000\text{m}^3/\text{d}$ 。

5.3.4 应根据建设规模确定人工湿地污水处理工程的建设要求，并符合表1的规定。

表1 人工湿地污水处理工程建设要求

建设规模	主体处理工程	一般处理工程	辅助工程	配套设施
小型	按规范设计建设	根据需要选择	根据需要选择	根据需要选择
中型	按规范设计建设	根据需要选择	根据需要选择	根据需要选择
大型	按规范设计建设	按规范设计建设	根据需要选择	根据需要选择
特大型	按规范设计建设	按规范设计建设	按规范设计建设	根据需要选择

注：表1中的“规范”指本标准。

5.4 场址选择

5.4.1 人工湿地污水处理工程的场址选择应符合当地城镇总体发展规划和环保规划的要求，符合当地水污染防治、水资源保护和自然生态保护的要求，还应综合考虑交通、土地权

属、土地利用现状等因素。

5.4.2 人工湿地污水处理工程的场址选择应考虑自然背景条件，包括土地面积、地形地貌、土壤、气象、水文以及动植物生态因素等，并进行工程地质、水文地质等方面的勘察。

5.4.3 人工湿地污水处理工程的场址宜选择自然坡度为 0%~3%的洼地或塘，以及经济价值不高的荒地。

5.4.4 人工湿地污水处理工程的场址应不受洪水、潮水或内涝的威胁。

5.4.5 人工湿地污水处理工程的场址与居民住宅的距离应符合卫生防护距离的要求，并通过环境影响评价和环境风险评价的认定。

5.4.6 天然湿地不得直接用于污水处理。

5.5 总平面布置

5.5.1 人工湿地污水处理工程应充分利用自然环境的有利条件，按预处理设施和人工湿地的功能和流程要求，考虑人工湿地在工程所在区域中的景观作用及其出水再利用规划，并结合地形、风向、地质条件和卫生防护距离等因素，合理安排，紧凑布置。

5.5.2 厂区内生产管理建筑物和生活设施宜集中布置，其位置和朝向应力求合理，并与处理构筑物保持一定距离。

5.5.3 特大型人工湿地污水处理工程的厂区内应设置通向构筑物和附属建筑物的必要通道，通道的设计应符合下列要求：

a) 主要车行道的宽度：单车道为 3.5m~4.0m，双车道为 6.0m~7.0m，并应有回车道。

b) 车行道的转弯半径宜为 6.0m~10.0m。

c) 人行道的宽度宜为 1.5m~2.0m。

d) 通向高架构筑物的扶梯倾角宜采用 30°，不宜大于 45°。

e) 天桥宽度不宜小于 1.0m。

f) 车道、通道的布置应符合 GB50016 中的要求，并符合当地有关部门的规定。

5.5.4 特大型人工湿地污水处理工程的厂区应根据现场条件应设置围墙，其高度不宜小于 2.0m。

5.5.5 厂区的绿化应结合当地的自然条件选择适宜的植物，绿化覆盖率应符合当地城市规定要求。

5.5.6 厂区的高程布置应充分利用原有地形，符合排水通畅、降低能耗、平衡土方的要求；水流宜采用重力流布置，减少污水提升动力消耗。

5.5.7 应考虑人工湿地植物的高度与工程各单元的景观协调。

5.5.8 人工湿地污水处理工程的景观建设应遵循和谐、自然、均衡的原则，综合考虑人工湿地轮廓与不同类型人工湿地搭配、水生植物配置、人工湿地水体景观设计、人工湿地沿岸辅助设施营建等。

6 工程工艺及人工湿地设计

6.1 工程工艺流程设计原则

6.1.1 人工湿地污水处理工程的工艺流程设计应综合考虑处理水量、原水水质、建设投资、运行成本、排放标准及稳定性等因素。

6.1.2 预处理程度根据具体水质情况与污水处理技术政策，选择一级处理、强化一级处理和二级处理等适宜工艺，其设计必须符合 GB50014 中的有关规定。

6.1.3 预处理设施宜采用悬浮物去除效果较好、投资和运行费用较低的工艺。

6.1.4 采用人工湿地工艺时，应根据不同地区的气候条件、植被类型和地理条件经充分研究后加以确定，有条件的可通过实验取得相关数据后比较确定。

6.1.5 人工湿地可由单一或多个类型的人工湿地组成，根据处理规模的需要，既可采取分级串联，也可采取同级并联或更复杂的组合方式。

6.1.6 人工湿地的工艺设计应对污染源控制、污水处理以及污水资源化利用等环节进行综合考虑，统筹设计，并通过技术经济比较后确定适宜的方案。

6.2 人工湿地水力、有机负荷设计

6.2.1 人工湿地应按五日生化需氧量表面有机负荷确定湿地面积，同时应满足水力负荷要求。

6.2.2 设计中进水水量必须考虑各种极限情况，如暴雨、洪水、干旱等。同时，人工湿地应具备 10%~20% 的超负荷能力，污水进入量应可调节。

6.2.3 人工湿地应以污水入流量及出流量的平均流量作为设计水量：

$$Q_{av} = \frac{Q_{in} + Q_{out}}{2}, \text{ 其中, } Q_{out} = Q_{in} + A(P - I - ET) \dots \dots \dots (7)$$

式中， Q_{av} ——平均流量， m^3/d ；

Q_{in} ——人工湿地污水入流量， m^3/d ；

Q_{out} ——人工湿地污水出水量， m^3/d ；

A ——人工湿地面积, m^2 ;

P ——降雨量, m^3/d ;

I ——渗透量, m^3/d ;

ET ——蒸发量, m^3/d 。

6.2.4 各种人工湿地有机负荷设计参数可按表 2 选取, 用于专门处理工业污水的人工湿地的设计参数应由实验确定。

表 2 人工湿地有机负荷设计参数

湿地类型	进水 BOD_5 浓度 (mg/L)	BOD_5 负荷 ($kgBOD_5/ha \cdot d$)	处理效率 (%)
表面流人工湿地	<50	15~50	<40
水平潜流人工湿地	<100	80~120	45~85
垂直潜流人工湿地	<100	80~120	40~80

6.2.5 污水经预处理设施后进入人工湿地, 进水水质宜满足 $BOD_5/COD_{Cr} > 0.3$ 的要求。

6.2.6 人工湿地的水力负荷范围可按表 3, 其具体参数根据预处理程度、水量选取。

表 3 人工湿地水力负荷设计参数

湿地类型	水力负荷 ($m^3/ha \cdot d$)
表面流人工湿地	<1000
水平潜流人工湿地	150~5000
垂直潜流人工湿地	300~10000

6.2.7 垂直潜流人工湿地宜用于处理氨氮含量较高的污水。

6.3 人工湿地几何尺寸设计

6.3.1 潜流人工湿地设计中如采用多个人工湿地单元时, 独立单元面积不宜大于 $800m^2$ 。

6.3.2 表面流人工湿地的单元长宽比宜控制在 3:1 以上, 潜流人工湿地的单元长宽比宜控制在 3:1 以下。对于长宽比小于 1 或不规则的潜流人工湿地, 应考虑人工湿地均匀布水和集水的问题。

6.3.3 规则的潜流人工湿地单元的长度宜为 20m~50m。不规则人工湿地的设计, 应考虑尽量减少死角的问题。

6.3.4 潜流人工湿地的深度应大于植物根系所能达到的最深处, 保证人工湿地单元中植物的生长及必要的好氧条件。

6.3.5 通常以植物根系深度考虑人工湿地水深的初步设计值。在设计暴雨径流湿地时，还应考虑雨季的超高水位，此时淹没的最大深度应保证大部分植物能够生存并发挥其功能。表面流人工湿地的水深宜控制在 0.3m~0.5m，潜流人工湿地水深宜控制在 0.4m~1.6m。

6.3.6 对于潜流人工湿地，水位控制应满足如下要求：

- a) 人工湿地接纳最大设计流量时，其进水端不能出现雍水现象，防止发生表面流。
- b) 人工湿地单元中水面浸没植物根系的深度应尽可能均匀。

6.4 人工湿地水力参数设计

6.4.1 表面流人工湿地的底坡取值不宜大于 0.5%，潜流人工湿地的底坡宜为 0.5%~1%，具体应根据所采用的基质来确定。

6.4.2 表面流人工湿地的总水力停留时间宜为 4d~8d，潜流人工湿地的水力停留时间宜为 2d~4d。

6.5 人工湿地单元布局与分区设计

6.5.1 人工湿地总面积和构造形式确定后，应考虑与场所的边界和轮廓相适应，尽量减少土方搬运量和人工湿地单元之间的运输量，合理布设人工湿地单元。

6.5.2 确定人工湿地单元数目时，应考虑到运行的稳定性、易维护性和地形的特征。

6.6 人工湿地进水、出水设计

6.6.1 人工湿地进水系统的设计应保证配水的均匀性。表面流人工湿地的进水系统可采用一个末端开口的管道、渠道或带有闸门的管道。潜流人工湿地的进水系统可采用铺设在地面和地下的多头导管、与水流方向垂直的敞开沟渠以及简单的单点溢流装置。

6.6.2 人工湿地的进水流量可通过阀或闸板调节，过多的流量或紧急变化时应有溢流、分流措施。

6.6.3 潜流人工湿地出水系统的设计可采用沟排、管排、井排等方式，设计时必须考虑受纳水体的特点、人工湿地的布置及场地的原有条件。

6.6.4 对严寒地区，进、出水管的设置必须考虑防冻措施，并在潜流人工湿地单元的进出水管上设置阀门，底部设放空阀。

6.6.5 人工湿地出水量较大且跌落较高时，应设消能设施。

6.7 人工湿地植物选择与种植要求

6.7.1 人工湿地植物的选择，应根据其耐污性、生长能力、根系的发达程度以及经济与美学价值等因素，同时宜采用当地品种，保证对当地气候的适应性。

6.7.2 人工湿地的设计中，应尽可能增加植物的多样性、提高对污水的处理性能、延长使

用寿命。

6.7.3 人工湿地种植土壤的质地宜为粘土~壤土、土壤厚度为 20cm~40cm，渗透系数为 0.025cm/h~0.35cm/h。可就近采用当地的表层种植土，如当地原土不适宜人工湿地植物生长时，则需进行置换。

6.7.4 人工湿地可选择的挺水植物有芦苇、茭白、水葱、菖蒲、香蒲、灯心草等，浮水植物有凤眼莲、浮萍、睡莲等，沉水植物有伊乐藻、茨藻、金鱼藻、黑藻等。人工湿地可选择一种或几种植物作为优势种搭配栽种，并根据环境条件和植物群落的特征，按一定比例在空间分布和时间分布方面进行安排，达到生态系统高效运转，稳定可持续利用的要求。

6.7.5 人工湿地植物的栽种/移植可包括根幼苗移植、种子繁殖、收割植物的移植以及盆栽移植等。

6.7.6 人工湿地种植植物的最佳时间是春季或初夏，夏末或初秋种植也可。若要在种植的第一年启动人工湿地，可在生长季节结束前或霜冻期来临前 3 个月~4 个月进行种植。

6.7.7 人工湿地植物的插植密度不得小于 3 株/m²，潜流人工湿地植物的种植密度宜为 9 株/m²~25 株/m²。

6.8 人工湿地防堵塞设计

人工湿地防堵塞设计时，应综合考虑污水的悬浮物浓度、有机负荷、投配方式、基质粒径、植物、微生物、运行周期等因素。可采用以下方法降低堵塞的几率：

- a) 可采用厌氧水解酸化作为预处理设施，提高污水的可生化性。
- b) 可对污水进行预曝气，提高人工湿地基质中的溶解氧，更好地发挥微生物的分解作用，防止土壤中胞外聚合物的蓄积。
- c) 选择合适的基质粒径及级配，基质粒径及级配的选择应在保证净化效果和防止堵塞两者之间选择一个平衡点。
- d) 设计潜流人工湿地时，应考虑单元堵塞问题，应设置清淤装置。

6.9 工程计量设计

6.9.1 人工湿地污水处理工程的污水、污泥的计量宜考虑水头损失小、精度高、操作简单、便于管理，不宜沉积杂物的装置，一般可采用电磁流量计、超声波流量计、巴氏流量槽等。

6.9.2 人工湿地应在入水处和出水处安装计量装置，流量计量方式宜根据输水设施而定。

6.10 工程消毒要求

6.10.1 人工湿地污水处理工程作为城镇污水处理厂时，应设置消毒设施。

6.10.2 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 GB50013 中的有

关规定。

6.10.3 在特殊情况，如传染病暴发或对病菌有较高出水要求时，应对出水进行消毒处理。消毒要求应符合 GB50014 中的有关规定。

6.11 工程污水回用要求

人工湿地污水处理工程的出水作为再生水利用时，应符合 GB50335 中的有关规定。

6.12 工程突发事件应急措施

6.12.1 人工湿地污水处理工程进水水质超标时，应减少进水水量，将总污染负荷控制在设计范围内。

6.12.2 预处理设施和人工湿地都应设置溢流系统。水量超过处理能力时，预处理设施和人工湿地的溢流系统可单独使用，也可同时使用。

6.12.3 突发暴雨时，暴雨的水量如在工程处理能力与溢流系统的水量控制范围内，则可以正常运行；暴雨的水量如在工程处理能力和溢流系统的水量控制范围之外，则工程正常处理和溢流系统的水量之外的过量雨水应通过分流措施排走。

6.12.4 人工湿地污水处理工程宜备用发电机，在突然停电时使用。如没有备用发电机，须手动关闭总进水阀门，开启分流阀门。

6.12.5 人工湿地单元发生故障时，应关闭故障人工湿地单元，增加非故障人工湿地单元的进水量。如遇到整个人工湿地不能运行时，应通过人工湿地的分流措施将污水排出。

6.13 工程二次污染物控制措施

6.13.1 一般规定

6.13.1.1 人工湿地污水处理工程运行过程中，产生的恶臭、噪声、污泥及残渣等污染物的防治，应符合国家现行的环境保护法规和标准中的有关规定。

6.13.1.2 制订人工湿地污水处理工程的二次污染物治理措施前应落实污染源的特性和产生量。

6.13.2 恶臭治理

6.13.2.1 在预处理设施的恶臭产生位置应设置恶臭收集设备并进行集中除臭处理。

6.13.2.2 大型和特大型规模的人工湿地污水处理工程的预处理设施构筑物宜采取全密闭收集措施。

6.13.2.3 人工湿地产生的恶臭气体可利用人工湿地植物及绿化植物吸收处理。

6.13.2.4 人工湿地污水处理工程的恶臭气体排放浓度应符合 GB16554 中的有关规定。

6.13.3 噪声和振动防治

6.13.3.1 应采取隔声、消声、绿化等降低噪音的措施，厂界噪声应达到 GB12348 中的有关规定。

6.13.3.2 设备间、鼓风机房等机械设备的噪声和振动控制的设计应符合 GB50040 和 GBJ87 的规定。

6.13.4 污泥处理与处置

6.13.4.1 预处理设施产生的污泥处理与处置设计应符合 GB50014 中的有关规定。

6.13.4.2 潜流人工湿地内部产生的污泥可定期采用清淤设施排至预处理设施处。

7 主要设备及材料

7.1 工程设备与材料要求

人工湿地污水处理工程的预处理设施、污泥处理、恶臭处理、检测、消毒、计量设施、污水回用等单元的设备与材料应符合国家相关标准的有关规定。

7.2 人工湿地基质选择

7.2.1 基质的选则应根据基质的机械强度、表面积、稳定性、孔隙率及表面粗糙率等因素确定，且应满足下列条件：

- a) 具有一定的机械强度。
- b) 空间体积及形态方面，基质提供的表面积尽可能大。
- c) 具有一定的生物、化学及热力学稳定性。
- d) 具有一定的孔隙率及表面粗糙率。
- e) 应对固定微生物无害、无抑制作用，不得显著影响固定微生物的生物活性。
- f) 从经济角度讲，基质应具有可再用性。

g) 应根据不同基质的亲、疏水性及表面电性，合理选择基质，可采用单一的基质层或几种基质搭配组合。

7.2.2 人工湿地基质应采用多种材质，应从选料、洗料、堆放、撒料四个方面加以控制。

7.2.3 所选基质必须过筛，达到设计要求的粒径范围。保证填筑材料的含泥（砂）量和填料粉末含量小于设计要求值。

7.2.4 基质选择应本着就近取材的原则，可采用沙、石混合作为常用基质。

7.2.5 人工湿地种植土壤应采用松软粘质壤土，不得使用板结土壤，种植土壤的深度应保证不低于 20cm，土壤中不得含有石块等硬物。

7.2.6 潜流人工湿地基质系统的孔隙率宜控制在 30%~45%。

7.3 人工湿地防渗材料选择

7.3.1 人工湿地处理污水时，必须要有完备的防渗措施。防渗层的渗透率要低于 10^{-6} cm/s，防渗层宜采用黏土层，也可采用聚乙烯薄膜等其他建筑工程防水材料。对处理雨水的人工湿地也可不采用防渗层，处理后的雨水直接水体或补充地下水。

7.3.2 单体防渗的设计、施工、测验和管理应符合 SL18-2004 中的有关规定。

7.3.3 当防渗工程采用钠基膨润土防水毯作为防水材料时，可参照 JG/T193 执行。

7.3.4 当防渗材料选用聚乙烯丙纶卷材等建筑材料时，可参照 CECS199 执行。

7.4 人工湿地管材设计

7.4.1 人工湿地内部管材选用 PVC 或 PE 管时，应按 GB/T13663 规定执行。

7.4.2 人工湿地的管材防腐应符合 GB50046 中的规定。

7.5 人工湿地闸阀及其它要求

7.5.1 阀门的设计应满足国家相关制造标准中的规定。

7.5.2 阀门选用应满足耐腐蚀性强、密封性好、操作灵活等特点。

7.5.3 水位控制闸板、可调堰及格栅等采用非标设计时，应考虑材质、控制方式、防腐及耐用等几方面。

7.5.4 人工湿地总排放管入地表水体时应优先考虑采用橡胶缓闭逆止阀。

8 检测与过程控制

8.1 检测

8.1.1 人工湿地污水处理工程设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制内容。

8.1.2 大型和特大型人工湿地污水处理工程应设标准化验室，中、小型的人工湿地污水处理工程可在污水处理车间内附属设置化验室或化验台。

8.1.3 化验室或化验台应按照检测项目配备相应的检测仪器。

8.1.4 应对人工湿地的流量、水位、水质和一些生物学参数进行日常检测。对其它项目也要进行定期检查，如维修水泵、围堰、控制结构，管理植物，清除无机沉积物等。

表 4 人工湿地成功运行所需的检测内容

参 数	取样位置	取样频率
所有系统：温度、DO、pH 值	进水、出水	每周

城市污水处理系统：BOD ₅ 、TSS、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻	进水、出水	每月
工业污水处理系统：COD、TSS	进水、出水	每月
雨水处理系统：TSS	进水、出水	每月
视需要监测：NO _x -N、NH ₄ ⁺ -N、TKN、TP、金属、毒性物质	进水、出水	每月
污水流量	进水、出水	每天
降雨量	人工湿地附近	每天
水的波动	人工湿地内	每天
植被覆盖率	人工湿地内	每年

8.2 自控

8.2.1 安装在线监测系统的，应符合 HJ/T353、HJ/T354 和 HJ/T355 的规定。

8.2.2 所用监测仪器应符合 HJ/T15、HJ/T96、HJ/T377、HJ/T101、HJ/T103 等的规定。

8.2.3 全厂的控制系统宜划分为若干个单元，各单元由可编程序逻辑控制器（PLC）控制，PLC 根据工艺参数自动监控各运行设备。

8.2.4 在中控室通过计算机与 PLC 联网，实时显示运行工况、实时向 PLC 传送调整设备运行状态的指令、建立数据库并储存记录运行中各参数、指标等资料。

8.2.5 现场控制设备通过“手动/自动”选择开关进行切换，可由现场开关直接控制设备，必须将现场控制模式作为最高优先级的控制模式以保证现场操作的安全。

9 辅助工程

9.1 电气系统

9.1.1 人工湿地污水处理工程的供电方式应根据用电要求，与当地电力部门协商确定。

9.1.2 人工湿地污水处理工程的低压配电设计应符合 GB50054 的有关规定。

9.1.3 人工湿地污水处理工程的供配电系统应符合 GB50052 的有关规定。

9.1.4 人工湿地污水处理工程的施工现场供用电安全应符合 GB50194 的有关规定。

9.1.5 人工湿地污水处理工程的供电设计应符合 GB50053 的有关规定。

9.1.6 人工湿地污水处理工程的照明设计应符合 GB50034 中的有关规定。

9.2 给水、排水和消防

9.2.1 给水

9.2.1.1 人工湿地污水处理工程应有可靠的供水水源和完善的供水设施。供水设计应符合 GB50015 的有关规定。

9.2.1.2 人工湿地污水处理工程给水管网宜采用生活给水和消防给水联合供水系统。

9.2.2 排水

9.2.2.1 雨水量设计重现期应符合 GB50014 中的有关规定。

9.2.2.2 人工湿地污水处理工程的生活污水应统一收集，与污水一并进行处理。

9.2.3 消防

9.2.3.1 人工湿地污水处理工程消防设施的设置必须满足场区消防要求。

9.2.3.2 人工湿地污水处理工程管理区应符合 GB50016 中有关规定。

9.2.3.3 消防器材的设置应符合 GB50140 中有关规定，并定期检查、验核消防器材效用，做到及时更换。

9.3 采暖、通风与空调

9.3.1 建筑物的采暖与空调的设计应符合 GB50019 的有关规定。

9.3.2 当建筑物的机械通风不能满足工艺对室内温度、湿度要求时，应设空调装置。

9.4 建筑与结构

9.4.1 建筑的造型应简洁、新颖，并与周围环境相协调。厂房的平面布置和空间布局应满足工艺设备布置要求，同时应考虑今后生产发展和技术改造的可能性。

9.4.2 建筑物抗震等设计应符合 GB50011 的有关规定。

9.4.3 建（构）筑物结构设计应符合 GB50069 的有关规定。

10 施工与环境保护验收

10.1 施工

10.1.1 人工湿地污水处理工程的施工应符合国家关于施工的资质、施工程序及施工管理文件的要求。

10.1.2 人工湿地污水处理工程的施工应符合国家相关的标准和规范要求。

10.1.3 施工单位除遵守相关的施工技术规范以外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准。

10.1.4 人工湿地污水处理工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关的国家标准，并应取得供货商的产品合格证后方可使用。

10.1.5 人工湿地污水处理工程按设计文件进行建设，对工程的变更应取得设计单位的设计变更文件后再进行施工。

10.1.6 人工湿地污水处理工程建在荒地时，前期准备的主要任务是清除场地。清除工程应

包括运走场地内的建筑垃圾、树木以及其他障碍物等。

10.1.7 对于新建的人工湿地污水处理工程,地形平整后,应根据设计形成的人工湿地单元,分单元进行挖掘,将场地挖到设计深度,平整夯实。场地达到设计坡度后,进行防渗处理,防渗施工结束后,需进行渗透试验,确保其防渗效果。

10.1.8 人工湿地防渗材料采用低密度聚乙烯,敷设时应由专业人员用专业设备进行专业焊接,焊接结束检查合格后方可铺设基质。人工湿地穿墙管处应对防渗膜做局部处理,防止漏水。

10.1.9 人工湿地周边护坡宜采用夯实的土壤构建。围堰的核心可进行适当的处理,如填充砖石、混凝土等,防止一些动物的破坏。围堰夯实过程中,必须考虑土壤的湿度,不得在阴雨天施工。围堰建成后,应进行表面防护,如种植护坝植被。

10.1.10 人工构筑湿地要求基础具有一定的稳定性。如基础所在的部位原土为有机土壤或高黏土含量的土壤时,应将土清除,回填坚实基础材料。

10.1.11 潜流人工湿地单元的四周墙体可采用砖砌或混凝土浇筑,其设计应符合 GB50003 或 GB50070 中的有关规定。

10.1.12 人工湿地使用砾石作为基质时,使用前应对砾石进行级配、清洁,去除杂质。

10.1.13 潜流人工湿地种植土表层高于设计地坪时,应在人工湿地周边进行护坡。坡度宜为 4:1~2:1。

10.2 环境保护验收

10.2.1 人工湿地污水处理工程环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

10.2.2 在生产试运行期间应对其进行性能试验,性能试验报告应作为环境保护验收的重要内容。

10.2.3 人工湿地污水处理工程性能试验包括:功能试验、技术性能试验、设备和材料试验。其中,技术性能试验至少应包括以下项目:

- a) 处理污水量。
- b) 污水污染物的去除率。
- c) 污泥的处理情况。
- d) 电能消耗。

10.2.4 人工湿地污水处理工程环境保护验收的主要技术依据包括:

- a) 项目环境影响报告书审批文件。

-
- b) 各类污染物环境监测报告。
 - c) 批准的设计文件和设计变更文件。
 - d) 污水处理性能试验报告。
 - e) 试运行期间污染物连续监测报告。
 - f) 完整的启动试运行、生产试运行记录。

10.2.5 经竣工环境保护验收合格后，人工湿地污水处理工程方可正式投入使用运行。

11 劳动安全与职业卫生

11.1 一般规定

11.1.1 人工湿地污水处理工程在设计、施工和生产过程中，必须高度重视劳动安全问题，采取有效的应对措施和各种预防手段，严格执行国家相关法律法规和部门规章及标准。

11.1.2 建设单位必须在人工湿地污水处理工程建成运行的同时，保证安全和卫生设施同时投入使用。

11.2 安全与卫生

11.2.1 可根据人工湿地污水处理工程的特点，设置安全通道，供厂外人员参观。

11.2.2 人工湿地污水处理工程应设置必要的照明系统。

11.2.3 在设备安装和检修时应有相应的保护措施。

11.2.4 加强员工的安全防护意识，操作人员必须佩戴必要的劳保用品。

11.2.5 各岗位操作人员和维修人员必须经过岗前培训，经考核合格后持证上岗，并应定期进行教育培训。

11.2.6 操作人员必须严格执行本岗位安全操作规程。

11.2.7 严禁非本岗位操作人员擅自启、闭本岗位设备，管理人员不允许违章指挥。

11.2.8 建立并严格执行定期和经常的安全检查制度，及时消除事故隐患，特别是秋冬季节的防火安全。

12 运行与管理

12.1 总则

12.1.1 为加强人工湿地污水处理工程的设备管理、工艺管理和水质管理，保证污水处理厂安全运行，制订本运行管理要求。

12.1.2 人工湿地污水处理工程的运行应符合 CJJ60 中的有关规定，同时还应符合国家现行

有关标准的规定。

12.2 运行条件

12.2.1 必须具有经过培训的技术人员、管理人员和相应数量的操作人员。

12.2.2 具有完备的保障污水安全处理的规章制度。

12.2.3 具有保障人工湿地污水处理工程正常运行的周转资金和辅助原料。

12.2.4 具有负责污水处理效果监测、评价工作的机构和人员。

12.3 机构设置与劳动定岗、定员

12.3.1 人工湿地污水处理工程运营机构的设置应以精简高效、安全生产、提高劳动生产率为原则，做到分工合理、职责分明。

12.3.2 人工湿地污水处理工程的劳动定员可分为生产人员、辅助生产人员和管理人员。管理人员应包括技术人员和安全管理人員。

12.3.3 人工湿地污水处理工程的劳动定员应按定岗定量的原则合理确定。

12.4 人员与运行管理

12.4.1 人工湿地污水处理工程的操作人员、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。

12.4.2 人工湿地污水处理工程应建立生产设施运行状况、设施维护等的登记制度。

12.4.3 各岗位的操作人员应按时做好运行记录，数据应准确无误。

12.4.4 为保证人工湿地污水处理工程生产活动安全有序进行，必须建立严格的交接班制度。

12.5 人工湿地的启动

12.5.1 人工湿地的启动应经历两个阶段：系统调试、植物复活、根系发展的不稳定阶段以及植物生长成熟、处理效果良好的稳定成熟阶段。

12.5.2 潜流人工湿地在启动阶段，芦苇等植物栽种后即须充水。初期可将水位控制在地面下 25mm 左右处。按设计流量运行三个月后，将水位降低至距床底 0.2m 处，以促进芦苇等植物根系向深部发展。待根系深入到床底后，再将水位调节至地表下 0.2m 处开始正常运行。

12.6 人工湿地的管理

12.6.1 应加强植物管理，保证人工湿地水生植物的密度及良性生长。

12.6.2 植物系统建立后，必须由污水连续提供养分和水，保证植物多年的生长和繁殖。

12.6.3 应避免植物在高浓度毒性物质的作用下受损害。

12.6.4 应对死亡植物及时补种，保证植物的处理能力。

-
- 12.6.5 秋季应考虑周期性收割枯死植物和去除表面枯枝落叶。
- 12.6.6 杂草的控制可采取调节水位和人工拔除的方式，既要保证高效植株的生长优势，又要适当保持杂草的生长，维系生态系统的平衡。
- 12.6.7 人工湿地设计、建造时，应考虑引进有益生物和控制有害生物之间的生态平衡。野生生物的控制应因地制宜，综合考虑地理位置、污染物种类、人工湿地设计和管理要求等各种因素。
- 12.6.8 人工湿地必须对蚊蝇加以控制。充足的食蚊鱼数量可控制蚊蝇，以及食吃掉蚊蝇幼卵。在北方气候食蚊鱼很少生存下，可通过化学或生物药剂进行控制蚊蝇。
- 12.6.9 除草剂、杀虫剂的使用可改变人工湿地的生态功能，对出水水质不利，不宜在人工湿地中使用除草剂、杀虫剂。
- 12.6.10 应定期清理湿地内部沉积物。
- 12.7 北方低温环境运行措施**
- 12.7.1 应适时收割人工湿地植物的地上部分，改善冬季人工湿地的出水水质。
- 12.7.2 人工湿地植物的收割时间宜选择在秋末初冬植物枯萎后。应先降低人工湿地内的水位，待表土干燥后再进行收割，避免工人操作时破坏湿地土壤。
- 12.7.3 冬季应做好人工湿地的保温措施。
- 12.7.4 定期做人工湿地冻土深度测试，掌握人工湿地的运行状况。
- 12.7.5 冬季可考虑强化预处理以减轻人工湿地污染负荷。
- 12.8 人工湿地运行防止堵塞措施**
- 12.8.1 启动清淤系统，定期清淤。
- 12.8.2 间歇运行。人工湿地间歇运行和适当的湿地干化期，保证基质一定的好氧状态，避免胞外聚合物的过度积累，防止基质堵塞。
- 12.8.3 对污水进行曝气。
- 12.8.4 更换人工湿地局部的基质，这种方法可以有效的恢复人工湿地的功能。

附 录 A
(规范性附录)
符 号

ε ——孔隙率；

V ——人工湿地基质在自然状态下的体积，包括基质实体及其开口、闭口孔隙；

V' ——人工湿地基质的绝对密实体积；

t ——水力停留时间；

V ——湿地容积；

Q_{av} ——平均水量；

q_{os} ——表面有机负荷；

C_0 ——人工湿地进水 BOD₅ 浓度；

C_1 ——人工湿地出水 BOD₅ 浓度；

A ——人工湿地面积；

q_{hs} ——表面水力负荷；

i ——水力坡度；

ΔH ——污水在人工湿地内渗流路程长度上的水位下降值；

H_1 ——污水在人工湿地内渗流路程 1 处的水位值；

H_2 ——污水在人工湿地内渗流路程 2 处的水位值；

L ——污水人工湿地内的渗流路程；

k_y ——渗透系数；

ΔS ——污水在人工湿地基质或防渗层流动通过的距离；

S_1 ——污水在某一时刻 T_1 时的位移；

S_2 ——污水在某一时刻 T_2 时的位移；

T ——污水通过人工湿地基质或防渗层的时间；

Q_{in} ——人工湿地污水入流量；

Q_{out} ——人工湿地污水出水量；

P ——降雨量；

I ——渗透量；

ET ——蒸发量。