



T/CECS ×××-202×

中国工程建设标准化协会标准

拼装式漂浮湿地工程技术规程

Technical Code for Prefabricated Floating Wetland Engineering

(征求意见稿)

×××××出版社

中国工程建设标准化协会标准

拼装式漂浮湿地工程技术规程

Technical Code for Prefabricated Floating Wetland Engineering

T/CECS XXX-202X

主编单位：亚太建设科技信息研究院有限公司

南京天河水环境科技有限公司

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

XX 出版社

202X 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2023年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2023〕50号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分8章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、设计、安装与撤离、验收、监测与运维、应急及安全管理。

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

本规程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。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给亚太建设科技信息研究院有限公司（地址：北京市西城区玉桃园三区13号楼，邮编：100035，邮箱：xinxiyuanbiaozhun@163.com）。

主 编 单 位： 亚太建设科技信息研究院有限公司
南京天河水环境科技有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则	7
2 术语和符号	8
2.1 术 语	8
2.2 符 号	8
3 基本规定	10
4 设计	11
4.1 一般规定	11
4.2 工艺设计	11
4.3 参数设计	12
4.4 进出水系统	13
4.5 预处理系统	13
4.6 反冲洗系统	13
4.7 浮动装置材料选择与固定	13
4.8 植物选择与种植	14
4.9 湿地造型设计	14
5 安装与撤离	15
5.1 安装	15
5.2 撤离	15
6 验收	17
7 监测与运维	18
7.1 监测	18
7.2 运维	18
8 应急及安全管理	20
附录 A: 撤离作业指导书	21
用词说明	23
引用标准名录	24
条文说明	244

Contents

1 General provisions.....	6
2 Terms and Symbols.....	7
2.1 Terms.....	7
2.2 Symbols.....	7
3 Basic requirements.....	9
4 Design.....	10
4.1 General requirments.....	10
4.2 Process design.....	10
4.3 Parameter design.....	11
4.4 Water inlet and outlet system.....	12
4.5 Preprocessing system.....	12
4.6 Backwashing system.....	12
4.7 Selection of floating device materials and fixation.....	12
4.8 Plant selection and planting.....	13
4.9 Wetland shape design.....	13
5 Installation and Demobilization.....	14
5.1 Installation.....	14
5.2 Demobilization.....	14
6 Acceptance inspection.....	16
7 Monitoring and Maintenance.....	17
7.1 Monitoring.....	17
7.2 Maintenance.....	17
8 Emergency and Safety Management.....	19
Appendix A:Evacuation Operating Instruction Manual.....	20
Explanation of wording	22
List of quoted standards.....	23
Addition: Explanation of provisions.....	24

1 总则

1.0.1 为规范和指导拼装式漂浮湿地工程，达到安全可靠、环保低碳、经济合理的效果，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用拼装式漂浮湿地进行河流湖泊水体、再生水、农田排水等微污染水水质提升工程的设计、安装、验收、运行与维护。

1.0.3 拼装式漂浮湿地的设计、安装、运行与维护除应符合本规程规定外，还应符合国家现行有关标准和中国工程建设标准化协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 拼装式漂浮湿地 Floating Wetland

拼装式漂浮湿地是结合生物膜法水处理技术与漂浮式人工湿地生态技术所构建的水上原位处理微污染水体的湿地系统，由动力模块和湿地模块组成。

2.1.2 填料 Filter Media

为满足微生物生长环境并对环境污染物起到过滤、阻截、吸附与降解等作用的填充材料，主要为轻质多孔且生态安全的合成材料。

2.1.3 下向式垂直流人工湿地 Vertical Flow Constructed Wetland - Downflow Type

待处理水进入湿地模块表面后，水流由表面流至底部，方向呈现垂直态，且内部设置紧密堆集填料的人工湿地。

2.1.4 表面水力负荷 Surface hydraulic loading

湿地每平方米表面积在单位时间所能接纳的处理水量。

2.2 符号

2.2.1 水力负荷计算

q ——水力负荷 $[m^3/(m^2 \cdot d)]$ ，一般取 $2\sim 3 m^3/(m^2 \cdot d)$ ；

Q ——设计处理水量 (m^3/d) ；

A ——拼装式漂浮湿地面积 (m^2) 。

2.2.2 水力停留时间计算

T ——水力停留时间 (h) ，一般取 $0.4\sim 0.6$ ；

A ——拼装式漂浮湿地面积 (m^2) ；

H ——拼装式漂浮湿地高度 (m) ；

Q ——设计处理量 (m^3/h) 。

2.2.3 拼装式漂浮湿地配水穿孔管孔口出水流量计算

$Q_{孔}$ ——穿孔管出水流量 (m^3/s) ；

μ ——单孔孔口出水流量系数，一般取 $0.60\sim 0.62$ ；

$A_{孔}$ ——穿孔管孔口面积总和(m^2);

$h_{f孔口}$ ——孔口设计进、出水水位差(m);

$\eta_{孔}$ ——安全系数, 包括淤堵、遮蔽等影响, 为保证安全, 宜取 0.1~0.2;

g ——重力加速度(m/s^2)。

2.2.4 水循环周期计算

t ——水循环周期 (次/d), 一般取 2~4;

V ——治理区域水体水量(m^3);

Q ——设计处理量(m^3/d)。

3 基本规定

3.0.1 拼装式漂浮湿地工程应包括设计、安装与撤离、验收、监测与运维、应急及安全管理等相关内容。

3.0.2 拼装式漂浮湿地宜应采用原位漂浮设置，单个模块面积不宜过大，宜采用下向式垂直流人工湿地类型。

3.0.3 拼装式漂浮湿地装置处理后水质应满足排放、回用或地表水功能区水质标准等相关要求。

3.0.4 拼装式漂浮湿地设计中涉及排水相关的水力设计应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014的有关规定。

3.0.5 拼装式漂浮湿地设计及安装应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201的有关规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 拼装式漂浮湿地处理工艺应根据设置水体区域的水动力条件、水质条件、所在区域的气候条件和处理要求确定。

4.1.2 工程宜设计自动控制系统(PLC)，实时监控各处理工艺单元运转情况。

4.1.3 拼装式漂浮湿地设计规模应结合实际项目水体水质、水量和水质提升要求、项目水域面积及经济技术等因素确定。在满足项目防洪排涝要求的基础上，做到美观、合理及与水体环境和谐。

4.2 工艺设计

4.2.1 拼装式漂浮湿地工程的工艺设计流程应符合图 4.2.1 规定。

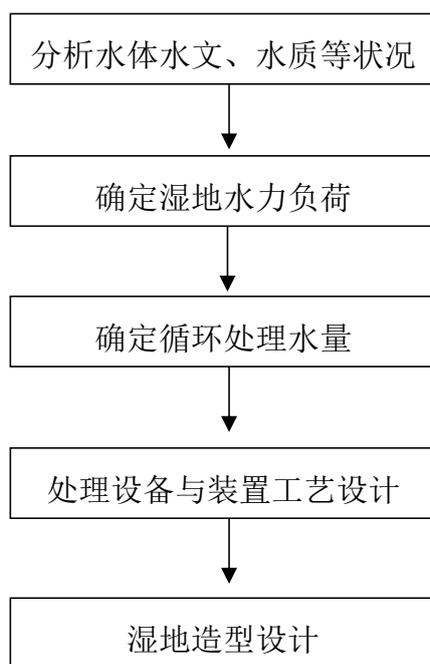


图 4.2.1 拼装式漂浮湿地设计流程图

4.2.2 拼装式漂浮湿地进水水质应符合下列规定：

1 $SS \leq 100 \text{ mg/L}$ 、 $COD \leq 60 \text{ mg/L}$ 、 $NH_3-N \leq 8 \text{ mg/L}$ 、 $DO \geq 2 \text{ mg/L}$;

2 当进水中含油量 $\geq 50 \text{ mg/L}$ 时，应有隔油措施。

4.2.3 拼装式漂浮湿地出水水质应符合设计要求的水质指标标准。

4.2.4 拼装式漂浮湿地适宜水深宜 $\geq 0.8 \text{ m}$ ，适宜水体流速宜 $\leq 0.5 \text{ m/s}$ 。

4.3 参数设计

4.3.1 拼装式漂浮湿地工艺设计参数应包括水力负荷、水力停留时间等。

1 水力负荷计算：

$$q = Q/A \quad (4.3.1-1)$$

式中： q ——水力负荷 $[\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$ ，一般取 $2\sim 3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；

Q ——设计处理水量 (m^3/d) ；

A ——拼装式漂浮湿地面积 (m^2) 。

2 水力停留时间计算：

$$T = A \times H/Q \quad (4.3.1-2)$$

式中： T ——水力停留时间 (h) ，一般取 $0.4\sim 0.6$ ；

A ——拼装式漂浮湿地面积 (m^2) ；

H ——拼装式漂浮湿地高度 (m) ；

Q ——设计处理量 (m^3/h) 。

3 拼装式漂浮湿地配水穿孔管孔口出水流量计算：

$$Q_{\text{孔}} = \eta_{\text{孔}} \times \mu \times A_{\text{孔}} \times (2gh_{f\text{孔口}})^{1/2} \quad (4.3.1-3)$$

式中： $Q_{\text{孔}}$ ——穿孔管出水流量 (m^3/s) ；

μ ——单孔孔口出水流量系数，一般取 $0.60\sim 0.62$ ；

$A_{\text{孔}}$ ——穿孔管孔口面积总和 (m^2) ；

$h_{f\text{孔口}}$ ——孔口设计进、出水水位差 (m) ；

$\eta_{\text{孔}}$ ——安全系数，包括淤堵、遮蔽等影响，为保证安全，宜取 $0.1\sim 0.2$ ；

g ——重力加速度 (m/s^2) 。

4.3.2 拼装式漂浮湿地配套出水循环应包括水循环周期设计。

水循环周期计算：

$$t = V/Q \quad (4.3.2)$$

式中： t ——水循环周期（次/d），一般取 $2\sim 4$ ；

V ——治理区域水体水量 (m^3) ；

Q ——设计处理量 (m^3/d) 。

4.4 进出水系统

4.4.1 拼装式漂浮湿地进出水系统应满足配水均匀性和可调性要求，可采用穿孔管、配水管、连通管等连接成一个配水系统。

4.4.2 穿孔管配水应符合下列规定：

1 穿孔管应均匀布置于湿地模块上部，穿孔管流速宜为 1.5m/s~2.0m/s，配水孔宜斜向下 45° 交错布置，孔径宜为 5mm~10mm，孔口流速不小于 1m/s；

2 穿孔管的管孔应分布均匀，管孔尺寸和间距应根据进水流量和进出水水力条件核算，管孔间距宜 $\leq 0.1\text{m}$ ；

3 配水管支管间距宜为 0.3m~0.4m；

4.4.3 拼装式漂浮湿地进、出水管道宜采用硬聚氯乙烯管，管材应符合《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 20221 的有关规定。

4.5 预处理系统

4.5.1 为满足工艺总体要求、进水水质要求及防湿地堵塞要求，应在进水前设置预处理系统。

4.5.2 预处理系统应包括过滤单元和曝气单元，应符合以下规定：

1 预处理系统过滤单元宜采用活动式过滤板，安装方式宜为插拔式。

2 曝气单元宜采用纳米式曝气。

4.6 反冲洗系统

4.6.1 拼装式漂浮湿地应在填料区底部设置气提方式的反冲洗系统。

4.6.2 拼装式漂浮湿地反冲洗系统应设置自动控制程序，频次宜每季度 1~2 次。

4.7 浮动装置材料选择与固定

4.7.1 浮动材料（浮筒）宜选择 SUS304 不锈钢和 HDPE（高密度聚乙烯）等材质，骨架宜选择 SUS304 不锈钢结构。

4.7.2 HDPE 材料应具备抗拉、抗压、抗撕裂、耐老化等性能，具有抗冻融、抵抗水中风浪冲击的特点，材料应符合《给水用聚乙烯(PE)管道系统第 2 部分：管材》GB/T13663.2 的相关规定。

4.7.3 浮动装置的固定方式宜选择绳索锚固，受力计算应符合《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069 的有关规定。

4.8 植物选择与种植

4.8.1 植物选择应符合下列规定：

1 宜选择适合当地气候环境的植物，且根系发达，耐热及抗病虫害等抗逆性强，易养护，具有一定观赏价值；

2 不得选择水葫芦、空心莲子草、大米草、互花米草及其它外来入侵物种。

4.8.2 植物种植应符合下列要求：

1 种植时间应根据植物生长特性确定，宜在春季或初夏，必要时也可在夏季、秋季种植，应采取相应措施提高成活率；

2 种植密度可根据植物种类与工程的要求调整，挺水植物的种植密度宜为 16 株/m²~25 株/m²，浮水植物种植密度宜为 800 株/m²~1000 株/m²；

3 宜选择多种植物分区搭配种植。

4.9 湿地造型设计

4.9.1 拼装式漂浮湿地模块长宜≤6m，宽宜≤3m，面积宜≤12m²。

4.9.2 拼装式漂浮湿地造型宜为梯形、三角形及矩形等，可根据场地特点进行单体模块之间的自由组合拼装，宽阔的水面宜采用蜂巢型、花瓣型等，较窄的水面宜采用船型、月牙型等。

5 安装与撤离

5.1 安装

5.1.1 管道安装应符合国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268的有关规定。

5.1.2 设备安装应符合国家标准《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221的有关规定。

5.1.3 电气设备安装应符合国家标准《电气控制设备》GB/T 3797的有关规定。

5.1.4 电气设备应做好防水、接地保护，接地电阻应符合国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169的有关规定。

5.1.5 施工安全卫生应符合国家标准《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801的有关规定。

5.1.6 安装结束后，应进行试运行，并对设施进行调试，保证各处理单元正常运行。

5.1.7 安装质量验收应符合国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683的有关规定。

5.2 撤离

5.2.1 水处理设备撤离前的作业，应符合下列规定：

- 1 应检查所有使用的工具和设备是否符合安全要求，确保其完好无损。
- 2 应对工作区域进行检查和准备，并清除可能存在的障碍物或危险品。

5.2.2 水处理设备撤离现场时，应符合下列规定：

- 1 操作应符合《作业指导书》(附录 A)中指引的要求；
- 2 设置安全防护设施应符合《水利水电工程施工安全防护设施技术规范》SL-714-2015的要求；
- 3 拆除机电设备应符合《水利水电工程机电设备安装安全技术规程》SL400-2016的要求。

5.2.3 水处理设备撤离后，场地及设备应符合以下规定：

- 1 撤离场地清理干净，拆卸产生的垃圾和废弃物应进行分类处理，周围水域无遗留设备部件或杂物；

2 动力模块、湿地模块及配套水循环系统的各部件应被安全、完整地拆卸并运输至指定地点，且经过检查和维护，损坏或故障部件应进行维修或更换，各部件分类存储宜妥善保管，避免丢失和损坏。

6 验收

6.0.1 拼装式漂浮湿地验收应包括台账资料验收和现场工程验收。

6.0.2 验收台账资料应包括但不限于产品合格资料、施工图纸及第三方水质检测报告。

6.0.3 拼装式漂浮湿地工程验收应分为主控项目和一般项目，具体应符合下列规定：

1 主控项目应符合下列规定：

- 1) 水质验收：出水水质应符合设计要求；
- 2) 结构安全性：锚固系统应满足《防洪标准》GB 50201 的有关规定，材料应符合《给水用聚乙烯(PE)管道系统第 2 部分：管材》GB/T 13663.2 中抗拉压性能指标；
- 3) 水力性能：实际水力负荷应达到设计值的 90%以上，水力停留时间误差不超过 $\pm 10\%$ ；
- 4) 植物存活率：种植 3 个月后植物存活率应 $\geq 85\%$ ；
- 5) 电气安全：接地电阻值应 $\leq 4\ \Omega$ ，防水等级不低于 IP67。

2 一般项目应符合下列规定：

- 1) 外观质量：湿地造型组合误差应 \leq 设计尺寸的 3%；
- 2) 管道系统：配水穿孔管孔口流速偏差应 $\leq 15\%$ ，支管间距允许偏差 $\pm 0.05\text{m}$ ；
- 3) 生态安全性：植物配置应符合 4.8.1 条物种要求，外来物种检出率应为 0。

7 监测与运维

7.1 监测

7.1.1 进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、DO 等水质指标检测频次宜 1 次/天，COD、TP 等水质指标检测频次宜 1 次/月。

7.1.2 进出水水质波动或恶化时，可增加监测指标、监测点位和监测频率。

7.2 运维

7.2.1 拼装式漂浮湿地运行方式应符合下列要求：

1 当进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、TP 等主要指标劣于地表 V 类水标准时，拼装式漂浮湿地应满负荷运行；

2 当进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、TP 等主要指标优于地表 III 类水标准时，拼装式漂浮湿地可间歇式运行；

3 当进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、TP 等主要指标优于地表 II 类水标准时，拼装式漂浮湿地可暂停运行。

7.2.2 拼装式漂浮湿地的进水过滤板清洗、填料反冲洗及相关设备设施的检修维护频次应符合下列要求：

1 拼装式漂浮湿地进水过滤板清洗宜每周 1 次。

2 拼装式漂浮湿地下方填料反冲洗宜每季度 1~2 次。

3 水泵预防性检修宜每年 1 次，备用泵试运转宜每月 1 次，风机进出气口过滤网和消音装置清洗宜每月 1 次。

4 阀门、管道连接部位、设备接口、腐蚀磨损情况检查宜每月 1 次。

5 控制柜内的接线和元件检查宜每月 1 次。

7.2.3 应根据植物的种类、生长情况确定植物收割季节和频次，收割时间应在春末夏初或者秋季，收割后株高应保留约 20cm，切口应整齐。

7.2.4 植物发生病虫害时，应优先采取物理、生物方法进行处理，不宜使用农药、除草剂和杀虫剂等。

7.2.5 管理人员和维护人员须通过安全教育培训后上岗，培训内容应包括但不限

于安全操作规程、电气安全知识、溺水急救等。

7.2.6 应注意观察植物生长状态，发现缺苗、死苗应及时补苗。

8 应急及安全管理

8.0.1 当出水水质突发恶化时，应对湿地进水及各处理单元的水质进行检测，分析水质恶化原因，采取调节进水水量、延长水力停留时间等措施。

8.0.2 强降雨及强泄洪时应暂停进水，恢复运行前应及时对相关设施进行清洗。

8.0.3 拼装式漂浮湿地应有安全防护措施，并在周边设置警示标识，警示标识应采用醒目的颜色和字体。

8.0.4 拼装式漂浮湿地周边应配备必要的救援设备，救援设备应定期检查和维护。

附录 A：撤离作业指导书

A.0.1 本作业指导书旨在规范拼装式漂浮湿地的撤离操作，确保作业安全、高效，保护设备不受损坏，同时减少对环境的影响。

A.0.2 适用于拼装式漂浮湿地的撤离作业，包括动力模块、湿地模块和配套水循环系统。

A.0.3 作业前准备应符合下列规定：

1 人员准备应包括以下内容：

1) 作业人员应熟悉拼装式漂浮湿地的结构和性能，掌握撤离作业的操作流程和安全注意事项。

2) 明确作业负责人，负责指挥和协调作业过程。

2 场地准备应包括以下内容：

1) 选择合适的撤离场地，确保场地平整、坚实，有足够的空间进行设备的拆卸和运输。

2) 清理场地周围的障碍物，确保作业安全。

3 工具及设备准备应包括以下内容：

1) 包括船只、绳索、扳手、螺丝刀、钳子等常用工具。

2) 吊装设备，包括起重机、吊车等。

3) 船只、绳索、吊带等固定和吊装辅助工具。

4) 运输工具，包括卡车、拖车等。

A.0.4 作业步骤应包括以下内容：

1 关闭动力模块中的水泵、风机和控制柜，停止设备运行；关闭水循环系统中的水泵，停止水循环。

2 使用工具拆卸动力模块和湿地模块之间的气管和水管；拆卸水循环系统中的水泵和水循环管道。

3 小心移除模块上方水生植物，可使用工具轻轻挖掘或剪断根部；拆除动力模块和湿地模块固定绳索；拆除湿地模块单体模块之间锁扣。

4 使用托架将拆卸下来的动力模块、湿地模块和水循环系统的各个部件分别

搬运到运输工具上；在运输过程中，要注意固定设备，防止设备晃动和碰撞。

5 清理撤离场地，应将拆卸过程中产生的垃圾和废弃物进行分类处理；检查周围水域，确保没有遗留的设备部件或杂物，避免对水环境造成影响。

A.0.5 安全注意事项应符合下列规定：

1 作业人员必须佩戴安全帽、救生衣等个人防护装备，确保人身安全。

2 在水上作业时，应密切关注水流、风浪等情况，确保作业安全。

3 吊装作业时，应严格遵守吊装操作规程，确保吊装设备和绳索、吊带的安全可靠。

4 拆卸过程中，应小心操作，避免损坏设备和造成人员伤害。

5 运输过程中，应确保设备固定牢固，防止在运输过程中发生意外。

6 遇到恶劣天气或其他不可抗力因素时，应暂停作业，确保人员和设备安全。

A.0.6 作业后整理应符合下列规定：

1 对拆卸下来的设备部件进行检查和维护，如有损坏或故障，应及时进行维修或更换。

2 设备部件应进行分类存储，妥善保管，避免丢失和损坏。

3 整理作业过程中的记录和资料，为今后的设备安装和维护提供参考。

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。

《室外排水设计标准》GB50014

《给水排水工程构筑物结构设计规范》GB 50069

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169

《防洪标准》GB 50201

《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268

《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB50334

《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683

《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221

《电气控制设备》GB/T 3797

《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801

《给水用聚乙烯(PE)管道系统第2部分：管材》GB/T13663.2

《无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 20221

中国工程建设标准化协会标准

拼装式漂浮湿地工程技术规程

T/CECS ×××-202×

条文说明

制定说明

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，《拼装式漂浮湿地工程技术规程》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	27
2 术语	28
3 基本规定	29
4 设计	32
4.3 参数设计	32
4.7 浮动装置材料选择与固定	32
4.9 湿地造型设计	32
6 验收	35
7 监测与运维	37
7.1 监测	37
7.2 运维	37
8 应急及安全管理	39

1 总则

1.0.1 拼装式漂浮湿地作为河湖微污染水体的原位净化设施，与传统岸基式人工湿地相比，具有不占用陆地空间、填料不堵塞、运营成本低等优点，近年来被广泛用于河湖水体水质净化、水域环境美化等场所，取得了良好效果。现行湿地相关标准虽有所涉及，但匹配度不高，难以为拼装式漂浮湿地设计、安装、监测、验收、运行与维护、应急及安全管理等内容提供参考价值。

1.0.2 拼装式漂浮湿地主要承担河湖微污染水体的水质改善、提升任务，考虑到其安装方式为漂浮式（原位设置于水面上），应用时首先应充分考虑项目设施对防洪排涝的影响；运行维护是决定拼装式漂浮湿地运行稳定与否的关键，因此提出运行维护的技术要求至关重要；低温也是北方地区和南方长江中下游地区拼装式漂浮湿地表面植物生长的主要制约条件，需要针对不同区域、不同工况提出相应解决方案。

2 术语

2.0.1 拼装式漂浮湿地模块化设置，包含动力模块和湿地模块，动力模块应包含动力系统和预处理系统，湿地模块应紧密堆集填料且底部应有清洗填料的反冲洗系统。拼装式漂浮湿地利用动力设备进水，进水前应进行预处理，处理后出水应结合水循环系统实现处理水域的整体水质高效提升。

动力模块提供整个湿地系统的气动力和水动力，同时实现对水体的预处理；湿地模块采用典型的下向式垂直流人工湿地工艺，模拟自然湿地的结构和功能，将动力模块预处理后的水均匀分配到由紧密堆集的微生物填料区与水生动植物构成的独特生态链中，实现水质的净化和近自然系统的生物多样性构建。拼装式漂浮湿地采用一体化模块拼装，可适应不同的河道形态。拼装式漂浮湿地采用轻量化设计，以不锈钢为骨架，HDPE 等防腐管道为浮筒，模块间采用不锈钢软链接，保证了湿地的整体结构稳定，延长使用寿命，有利于水环境领域的绿色低碳发展。

拼装式漂浮湿地与传统生态浮岛（浮床）区别详见表 1。

表 1 拼装式漂浮湿地与传统生态浮岛（浮床）区别

序号	比较内容	拼装式漂浮湿地	传统生态浮岛	说明
1	结构材料	SUS304+HDPE	HDPE 或 UPVC	拼装式漂浮湿地结构更强，不容易破损；抗风浪能力强。
2	浮床下部结构	模仿岸基人工湿地结构，具有轻质水槽及槽内紧密堆集的微生物填料	悬挂稀疏的条状填料，水很容易未经填料穿越而过。	拼装式漂浮湿地去除有机物效果好，且净化效果可以量化。

3 基本规定

3.0.1 本条对拼装式漂浮湿地工程的设计、安装与撤离、验收、监测与运维、应急及安全管理做出详细规定。

1 拼装式漂浮湿地工程的设计是整个项目的基础和关键环节。设计应充分考虑工程所在地的水体特征、水质状况、气候条件、周边环境等因素，以确保漂浮湿地能够有效地发挥水质提升等功能。设计内容应包括漂浮湿地的结构设计、植物选择与配置、填料选择、布水与集水系统设计、动力系统设计等方面。同时，设计还应考虑工程的美观性和与周边环境的协调性。

2 安装与撤离

安装：拼装式漂浮湿地的安装应严格按照设计要求进行。在安装过程中，应确保各个模块之间的连接牢固可靠，布水与集水系统畅通无阻，植物种植符合规范，安装位置满足防洪要求。安装完成后，应对整个系统进行调试和试运行，确保其正常运行。

撤离：当拼装式漂浮湿地需要撤离时，应制定详细的撤离方案。撤离过程中应注意保护湿地设施，避免损坏。撤离后，应对场地进行清理和恢复，确保不留下任何环境问题。

3 验收

验收：拼装式漂浮湿地工程完工后，应进行严格的验收。验收内容包括工程质量、设备性能、水质指标等方面。验收合格后，方可投入正式运行。

4 监测与运维

监测：在拼装式漂浮湿地运行过程中，应定期对水质进行监测，以了解湿地的处理效果和运行状况。监测指标应包括主要污染物浓度、水生生物指标等。同时，还应对湿地设施的运行状态进行监测，如植物生长情况、填料堵塞情况等，以便及时发现问题并采取相应的措施。

运行：拼装式漂浮湿地的运行应制定科学合理的运行方案，包括运行参数的调整、设备的维护保养、植物的管理等方面。运行过程中应严格遵守操作规程，确保系统的安全稳定运行。

维护：定期对拼装式漂浮湿地进行维护是保证其长期有效运行的重要措施。

维护内容包括植物修剪与补种、填料清洗、设备检修与维护等方面。同时，还应注意清理拼装式漂浮湿地周围的垃圾和杂物，保持环境整洁。

5 应急及安全管理

制定应急预案：针对可能出现的突发情况，如暴雨、洪水、水质恶化等，应制定相应的应急预案。应急预案应明确应急组织机构、应急响应程序、应急处置措施等内容。

3.0.2 拼装式漂浮湿地设施通过其独特的结构和生态功能，能够对微污染水体中的有机物、氮、磷等污染物进行有效去除。处理后的水质应满足不同的标准要求，具体如下：

1 排放要求

如果处理后的水需要排放到自然水体中，必须满足相应的排放水质标准。这是为了防止处理后的水对受纳水体造成污染，保护水生态环境的稳定和健康。排放水质标准通常由国家或地方政府制定，根据不同的水体功能和环境要求确定具体的污染物限值。

2 回用要求

处理后的水如果用于回用，如农业灌溉、工业用水、景观用水等，应满足相应的回用水质标准。不同的回用用途对水质的要求各不相同，例如农业灌溉用水需要考虑水中的盐分、重金属等对土壤和农作物的影响；工业用水则需要根据不同的工业生产过程确定水质要求；景观用水则需要考虑水质对水生生物和景观效果的影响。

3 地表水功能区水质标准要求

如果处理后的水排放到地表水功能区，如河流、湖泊等，必须满足该功能区的水质标准。地表水功能区是根据水体的不同用途和保护要求划分的，不同功能区的水质标准也有所不同。例如，饮用水水源保护区的水质标准要求较高，而一般景观娱乐用水区的水质标准相对较低。

3.0.4 关于拼装式漂浮湿地与排水相关的水力设计符合 GB50014《室外排水设计标准》的规定。

拼装式漂浮湿地的排水流量应根据其处理的水体规模、水质要求以及所处的环境条件进行合理确定。在设计过程中，需符合《室外排水设计标准》中关于不

同类型排水系统流量计算的方法，综合考虑雨水、污水等汇入水量以及湿地自身的处理能力，确保排水系统能够及时有效地排放处理后的水，避免积水和溢流现象的发生。

考虑到拼装式漂浮湿地可能会受到季节性变化、降雨等因素的影响，应进行不同工况下的排水流量分析，以保证在各种情况下都能满足排水要求。

4 设计

4.3 参数设计

4.3.2 水流速度的增加，有利于水体复氧，强化微生物和水生植物降解效率，进而达到自净能力及环境容量的目的。因此，区域循环活水设计是必需的。通过调动拼装式漂浮湿地出水，以提高区域水体的复氧、自净能力，加快水体中污染物的降解，从而达到改善水质的目的。

4.7 浮动装置材料选择与固定

4.7.1 以 SUS304 不锈钢和 HDPE 等材质作为浮动材料（浮筒），以 SUS304 不锈钢结构为骨架，每个浮筒是一个封闭的独立结构，通过浮筒和骨架的可靠固定，保证拼装式漂浮湿地在受到意外强力冲击的前提下不容易沉没。

4.9 湿地造型设计

4.9.2 考虑到拼装式漂浮湿地单体模块结构稳定性和景观性，单体一般设计为梯形、三角形和矩型，包括但不限于以上形状。

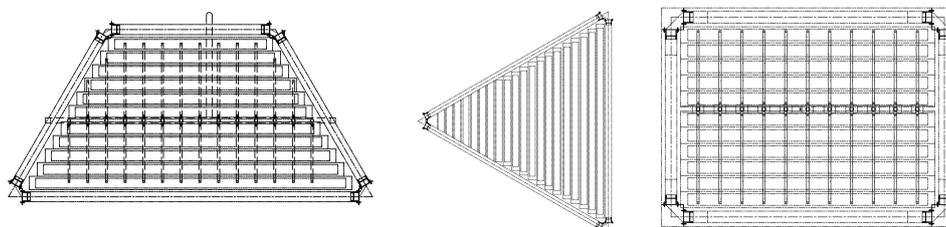


图 1 拼装式漂浮湿地单体造型

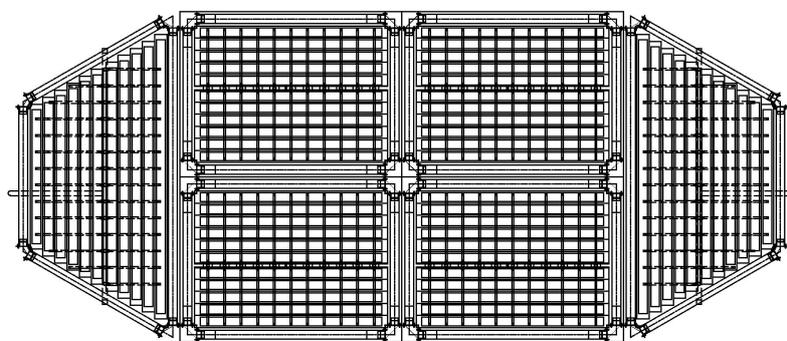


图 2 拼装式漂浮湿地组合造型 1

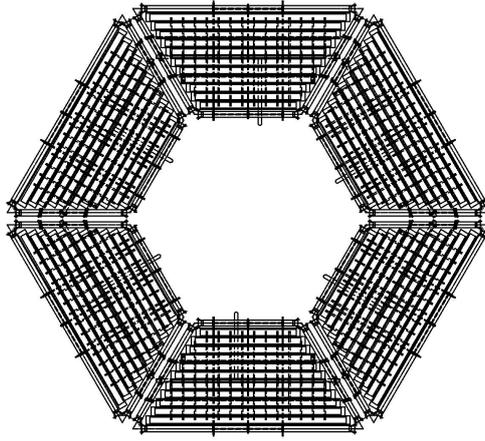


图 3 拼装式漂浮湿地组合造型 2

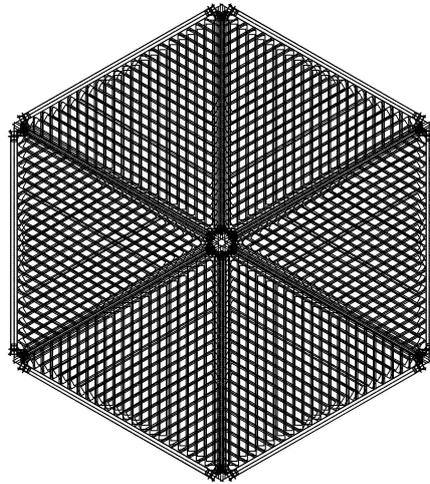


图 4 拼装式漂浮湿地组合造型 3

1 梯形

梯形单体模块具有独特的几何形态，其斜边能够在拼接组合时创造出丰富的线条变化。在水域中，这种线条变化可模拟自然水岸的不规则性，与周边自然景观相融合，避免了单一形状的呆板，为整个湿地景观增添动态与层次感。例如，多个梯形模块按特定顺序拼接，斜边形成的连续折线或曲线效果，能在视觉上产生类似涟漪或水流的动感，提升景观的观赏性与艺术性。

另外，梯形结构具有较好的稳定性。其底边与斜边形成的角度关系，使得模块在水面漂浮时能够有效分散外力作用。当受到水流冲击或风力作用时，梯形的斜边可以将水平方向的力分解为垂直与水平两个分力，垂直分力部分有助于模块更好地扎根于水面，减少横向位移的可能性。与其他形状相比，梯形在承受不平衡外力时，更不容易发生倾覆，保障了漂浮湿地整体结构的安全稳定。

2 三角形

三角形在景观设计中属于简洁而富有力量感的元素，其独特的形状在水面上能够形成鲜明的视觉标识，与周围较为柔和的自然景观如水面、水生植物等形成对比，突出漂浮湿地的人工构造特色，同时也为整个水域景观增添了一份几何美感与现代气息。

同时，三角形是一种极为稳定的几何形状，具有天然的结构优势，三角形单体模块能够有效抵抗各种外力干扰。其三条边相互支撑，形成稳固的力学结构，无论是水流的剪切力还是风力的作用，三角形模块都能够通过自身的结构将外力均匀分散到三条边上，从而保持在水面上的稳定姿态。在复杂的水域环境中，这种稳定性有助于维持漂浮湿地整体结构的完整性，降低因局部模块失稳而导致整个系统受损的风险。

3 矩形

矩形的边界清晰，与周围环境形成明确的界限，在景观设计中可以利用这一特点进行分区布局，例如将不同功能或植物配置的区域通过矩形模块的组合清晰划分开来，使整个湿地的功能分区一目了然，增强景观的可读性与可识别性。

在漂浮状态下，矩形的四条边能够提供较为均匀的支撑力，对于垂直方向的浮力和水平方向的外力都有较好的承载能力。当多个矩形模块拼接成大面积的湿地时，它们之间的连接边能够相互协同工作，进一步增强整体结构的稳定性。而且矩形模块在制造和安装过程中相对简单，其结构的规整性有利于确保连接的紧密性和可靠性，从而保障湿地在长期使用过程中的结构安全。

拼装式漂浮湿地宜选择多种植物分区搭配种植，避免后期植物生长串混或侵占。

6 验收

6.0.1 拼装式漂浮湿地工程验收应/宜包括主要部位工程质量验收，通水试运行验收，竣工验收。

1 主要部位工程质量验收

主要部位工程质量验收是拼装式漂浮湿地工程验收的重要环节。拼装式漂浮湿地的主要部位包括湿地模块的拼接质量、固定装置的牢固性、水生植物的种植情况等。

湿地模块的拼接质量应符合设计要求，拼接处应紧密无缝，不得有松动、漏水等现象。验收时应检查模块的尺寸、形状、拼接方式等是否与设计图纸一致。固定装置的牢固性对于确保拼装式漂浮湿地的稳定性至关重要。固定装置应能够承受水流、风浪等自然力的作用，不得出现松动、移位等情况。验收时应检查固定装置的材料、规格、安装方式等是否符合设计要求。

水生植物的种植情况直接影响拼装式漂浮湿地的生态景观功能。水生植物应按照设计要求进行种植，种植密度、品种搭配等应符合生态设计要求。验收时应检查水生植物的成活率、生长状况等。

2 通水试运行验收

通水试运行验收是在拼装式漂浮湿地工程完成后，对其通水运行情况进行的验收。通水试运行的目的是检验湿地工程的水力性能、水质净化效果等是否符合设计要求。

水力性能验收主要包括水流速度、流量分布、水位变化等方面。验收时应测量不同部位的水流速度和流量，观察水位变化情况，确保水流顺畅，不得出现堵塞、积水等现象。水质净化效果验收也是通水试运行验收的重点，验收时分析水质指标，如化学需氧量（COD）、氨氮、总磷等，检验湿地工程对水质的净化效果是否达到设计要求。

3 竣工验收

竣工验收是拼装式漂浮湿地工程验收的最后环节。竣工验收应在主要部位工

程质量验收和通水试运行验收合格的基础上进行。

竣工验收应包括工程资料审查和现场检查两个方面。工程资料审查主要包括设计文件、施工图纸、施工记录、质量检验报告等，确保工程资料齐全、真实、准确。现场检查主要包括湿地工程的外观质量、设施设备运行情况、生态环境效果等，确保工程质量符合设计要求和相关标准规范。

竣工验收合格后，应及时办理工程移交手续，将拼装式漂浮湿地工程移交使用单位管理和维护。同时，应整理归档工程验收资料，为工程的后续管理和维护提供依据。

7 监测与运维

7.1 监测

7.1.1 对拼装式漂浮湿地进出水流量和水质情况进行监测是确保湿地系统正常运行和发挥其生态功能的关键环节。通过及时、准确的监测，可以了解湿地系统的处理效果、运行状态以及可能存在的问题，为湿地的管理和维护提供科学依据。

规定检测频次每天不应低于 1 次，主要是基于以下考虑：

1、及时发现问题：每天进行一次监测可以及时发现湿地系统在运行过程中出现的问题，如水质恶化、流量异常等。这样可以采取相应的措施进行调整和修复，避免问题进一步扩大。

2、动态掌握运行状态：湿地系统的运行状态可能会受到多种因素的影响，如天气、进水水质变化等。每天进行监测可以动态掌握湿地系统的运行状态，及时调整运行参数，确保其稳定运行。

3、满足管理要求：对于一些需要严格管理的拼装式漂浮湿地项目，每天一次的监测频次可以满足管理部门对湿地系统运行情况的监管要求。

7.2 运维

7.2.2 拼装式漂浮湿地进水过滤板在系统运行中起着关键的过滤作用，它能够阻挡水中的杂质、悬浮物等进入湿地系统，保证后续处理工艺的正常运行。然而，随着时间的推移，过滤板上会逐渐积累各种污染物，如泥沙、藻类、有机物等。如果不及时清洗，这些污染物会堵塞过滤板的孔隙，降低过滤效率，增加进水阻力，影响系统的进水流量和处理效果。同时，过多的污染物堆积还可能导致微生物滋生，引发水质恶化等问题，对整个湿地生态系统造成不利影响。因此，定期对进水过滤板进行清洗是维持拼装式漂浮湿地系统稳定运行的重要措施。

经实践研究和经验总结，确定每周不低于一次的清洗频率是较为合理的。这一频率主要基于以下考虑：

1、水质状况

不同的水源水质差异较大，所含污染物的种类和浓度也各不相同。如果水源水质较差，污染物含量较高，那么过滤板上的污染物积累速度就会较快。在这种

情况下，每周一次的清洗可能无法完全保证过滤板的清洁度和过滤效果，因此需要适当增加清洗次数，以确保进水过滤板始终保持良好的工作状态。相反，如果水源水质相对较好，污染物含量较低，那么每周不低于一次的清洗频率通常能够满足要求，既能保证过滤板的正常运行，又不会造成过度清洗带来的资源浪费和设备损耗。

2、湿地处理规模

拼装式漂浮湿地的处理规模也是影响清洗频率的一个重要因素。对于处理规模较大的湿地系统，其进水流量较大，过滤板所承受的过滤负荷也相应增加。污染物更容易在过滤板上积累，因此需要更频繁地进行清洗，以防止过滤板堵塞，保障系统的稳定运行。而对于处理规模较小的湿地系统，由于进水流量相对较小，过滤板的污染程度相对较轻，每周不低于一次的清洗频率足以维持其正常运行。

3、季节变化

季节变化对进水过滤板的污染情况也有一定的影响。在夏季，气温较高，水中藻类等微生物生长繁殖迅速，容易在过滤板上形成生物膜，导致过滤阻力增加。此外，夏季雨水较多，可能会携带大量的泥沙和悬浮物进入湿地系统，进一步加重过滤板的污染。因此，在夏季应适当增加清洗频率，以应对这些季节性因素带来的影响。而在冬季，水温较低，微生物活动相对减弱，进水水质相对较为稳定，过滤板的污染速度可能会有所减缓，此时可以根据实际情况适当调整清洗频率，但仍应保证每周不低于一次。

清洗方法——高压水枪冲洗：这是一种常见的物理清洗方法，利用高压水枪产生的强大水流冲击力，将过滤板上的污染物冲洗掉。

8 应急及安全管理

8.0.3 拼装式漂浮湿地警示标识一般设置“水深危险”、“禁止游泳”、“禁止攀爬”、“有电危险”等。