

ICS 13.020.20

CCS Z00/09

团 体 标 准

T/HEEPA 11—2024

农村生活灰水微生物燃料电池湿地处理 技术规范

Technical Specification for Microbial Fuel Cell Wetland of Rural Domestic
Greywater Treatment

2024-03-25 发布

2024-04-25 实施



合肥市生态环境保护协会

发布

合肥市生态环境保护协会团体标准

农村生活灰水微生物燃料电池湿地处理技术规范

T/HEEPA 11—2024

*

合肥市生态环境保护协会发行

地址:安徽省合肥市高新区创新产业园一期 A3 栋 609 室

电话: 0551-63508003

网址:<http://www.hfepa.org.cn>

*

2024 年 04 月第一版 2024 年 04 月第一次印刷

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 农村生活灰水	1
3.2 人工湿地	1
3.3 微生物燃料电池湿地	1
3.4 微生物燃料电池湿地基质	2
3.5 微生物燃料电池湿地阳极	2
3.6 微生物燃料电池湿地阴极	2
3.7 微生物燃料电池湿地外加电路	2
4 基本要求	2
5 规格型号	2
6 水量和水质	3
6.1 灰水水量	3
6.2 灰水水质	3
7 灰水处理系统	4
7.1 组成与功能	4
7.2 工艺流程	4
7.3 预处理设施	4
7.4 微生物燃料电池湿地	5
8 施工和验收	7
9 运行和维护	7

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》给定的规则起草。

本文件由合肥科环环境科技股份有限公司提出。

本文件由合肥市生态环境保护协会归口。

本文件起草单位：合肥科环环境科技股份有限公司、中科院合肥物质科学研究院、安徽静东生态科技有限公司、安徽九辰环境科技有限公司、合肥中盛水务发展有限公司、安徽力诺环保工程有限公司、安徽锋亚环境技术有限公司。

本文件主要起草人：李亚惠、孔令涛、孔德宏、孟亚珉、张东厚、陈海峰、施海仁、骆婉、黄竹祥、杨海锋。

农村生活灰水微生物燃料电池湿地处理技术规范

1 范围

本文件规定了农村生活灰水微生物燃料湿地的术语和定义、基本要求、规格型号、水量和水质、灰水处理系统、施工和验收、运行和维护。

本文件适用于农村生活灰水用微生物燃料电池湿地处理分散农户、村庄及新型农村社区的生活灰水，其他类似农村污水水质的污水处理等亦可以参照使用。

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/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB/T 23486 城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50334 城镇污水处理厂工程质量验收规范
- GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
- GB 50869 生活垃圾卫生填埋处理技术规范
- GB 51221 城镇污水处理厂工程施工规范
- GB/T 51403 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术标准
- CJJ/T 54 污水自然处理工程技术规程
- CJJ 60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程
- CJJ 124 镇(乡)村排水工程技术规程
- CJ/T 309 城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质
- HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农村生活灰水 rural domestic greywater

指农村居民生活活动所产生的除去厕所粪尿污水之外的其他生活污水如厨房废水、卫生间洗涤废水等。

3.2

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，充填一定深度的基质层，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。

3.3

微生物燃料电池湿地 microbial fuel cell wetland

将微生物燃料电池嵌入到人工湿地中，构成微生物燃料电池湿地，其可利用微生物为催化剂，将废水中的有机物的化学能直接转化成电能，实现废水的有效处理。按照废水流动方式分为水平潜流微生物燃料电池湿地和垂直潜流微生物燃料电池湿地。

3.4

微生物燃料电池湿地基质 microbial fuel cell wetland substrate

指对废水中污染物有过滤、吸附作用的材料如砾石、砂粒、沸石、粉煤灰、铁碳、陶粒等。

3.5

微生物燃料电池湿地阳极 microbial fuel cell wetland anode

指能使有机物发生氧化反应，并释放出电子和质子的电极。湿地中的阳极一般处于厌氧环境中，阳极材料一般为不锈钢丝网包裹的碳毡。

3.6

微生物燃料电池湿地阴极 microbial fuel cell wetland cathode

指能使氧气接受电子，发生还原反应，并与质子生成水的电极。

3.7

微生物燃料电池湿地外加电路 microbial fuel cell wetland external circuit

指由负载、输电导线和开关等部分，与微生物燃料电池湿地内部电路组成闭合电路。

4 基本要求

4.1 微生物燃料电池湿地建设规模应统筹考虑村庄常住人口数量、排放量及排污负荷等因素，进行近期规划与远期预留。

4.2 微生物燃料电池湿地选址应符合以下要求：

- a) 应满足村庄土地利用规划和饮用水源地保护的要求；
- b) 应不占或少占农田、林地；
- c) 应便于出水回用或安全排放。

4.3 微生物燃料电池湿地出水应以“资源化、减量化”为原则，降低处理难度、减少处理成本。

4.4 微生物燃料电池湿地出水水质应符合国家及安徽省有关规定。

4.5 设施排泥应合理处置并遵循资源化利用优先的原则。污泥农用应满足CJ/T 309的要求，污泥用作园林绿化应满足GB/T 23486的要求。

5 规格型号

5.1 微生物燃料电池湿地代号与处理水量见表1。

表 1 微生物燃料电池湿地代号与处理水量

代号	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
处理水量/t	0.5	1	1.5	2.5	5	10	25	50	100	200

5.2 标记方法见图1，标记标明在微生物燃料电池湿地铭牌上。

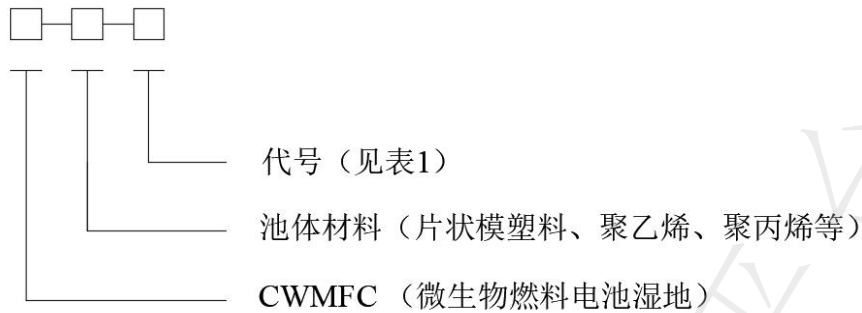


图1 标记方法

示例:

CWMFC-玻璃纤维增强不饱和聚酯-M1表示处理水量0.5 t, 池体材料为玻璃纤维增强不饱和聚酯的微生物燃料电池湿地。

6 水量和水质

6.1 灰水量

微生物燃料电池湿地的设计水量应根据实际排水量进行确定。缺乏实测数据的, 根据用水量、生活习惯、经济条件等确定或参考同地域、同类型农村生活灰水处理工程经验值, 或参考表2进行取值确定。

表2 农村居民生活用水量参考值和排放系数

村庄类型	参考值 (升/人·日)
经济条件很好, 有独立淋浴、水冲厕所、洗衣机, 旅游区	120~200
经济条件好, 室内卫生设施较齐全, 旅游区	90~130
经济条件较好, 卫生设施较齐全	80~100
经济条件一般, 有简单卫生设施	60~90
无水冲式厕所和淋浴设备, 无自来水	40~70

注1: 用水定额可根据本地区的水资源条件、家庭卫生设施情况及经济发展水平等因素进行确定。水资源丰富、家庭设施齐全及经济发展水平高的地区可取高值, 反之取低值。

注2: 生活灰水排放系数取生活用水量的40%~90%。污水收集系统完善的地区可取高值, 反之取低值。

6.2 灰水水质

农村生活灰水水质宜根据实际调查情况确定。缺乏实测数据的, 根据用水现状、生活习惯、经济条件等确定或参考同地域、同类型村庄生活灰水水质资料, 也可参考表3进行适当取值。灰水收集系统完善或用水量较小的地区可取高值, 反之取低值。

表3 农村生活灰水日平均排污状况

主要指标	pH	SS mg/L	COD mg/L	BOD ₅ mg/L	LAS mg/L	NH ₄ ⁺ -N mg/L	TN mg/L	TP mg/L
建议取值范围	6.5~8.0	50~350	100~450	50~300	5~35	5~35	10~60	0.5~10

7 农村生活灰水微生物燃料电池湿地处理系统

7.1 组成与功能

7.1.1 农村灰水微生物燃料电池湿地处理系统主要由收集管道、预处理设施、微生物燃料电池湿地、排水管道等组成。

7.1.2 农户日常生活中产生的灰水，通过收集管道流入预处理设施，而后进入微生物燃料电池湿地，最终通过排水管道回用或排放。

7.1.3 收集管道其功能主要是将农户产生的灰水进行统一收集后，将其输送至预处理设施。

7.1.4 预处理设施其功能主要是均衡灰水水质与水量，同时去除部分悬浮物、有机物等污染物。

7.1.5 微生物燃料电池湿地是灰水处理系统的最重要的功能单元，灰水中的大部分污染物在此发生沉淀、吸附及降解等作用，进而实现灰水的深度净化。

7.1.6 排水管道其功能主要是将已净化后的灰水输送至系统外面，进行农业回用或排放。

7.2 工艺流程

7.2.1 单户原位处理流程

村庄布局分散、地形条件复杂、灰水不易集中收集的连片村庄，宜采用规模较小的微生物燃料电池湿地灰水处理装置分散处理，具体流程如图2。

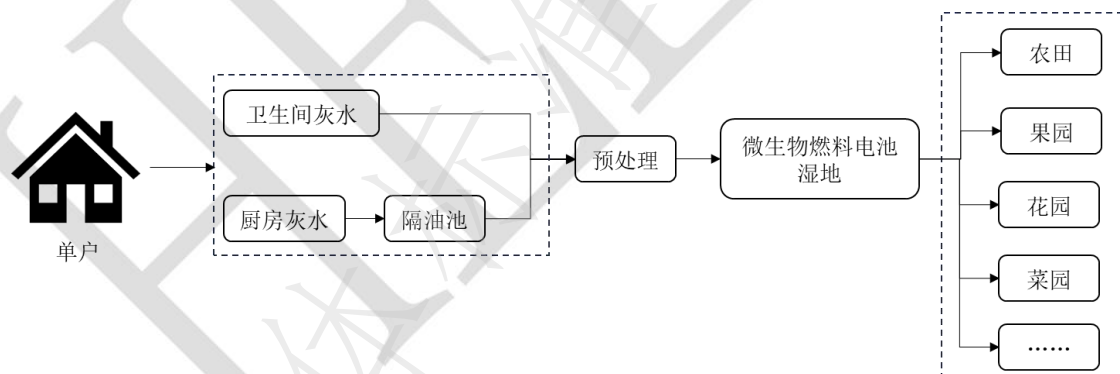


图2 单户原位处理流程

7.2.2 联户或多户集中处理流程

村庄布局相对集中、地形条件较好，灰水较易集中收集的村庄，宜采用规模较大的微生物燃料电池湿地灰水处理装置集中处理，具体流程如图3。

7.3 预处理设施

7.3.1 预处理的程度和方式应综合考虑生活灰水水量、水质及处理规模等因素，可选择格栅、初沉等一级处理工艺。

7.3.2 灰水的SS含量 ≥ 100 mg/L时，预处理设施应具有沉淀功能；灰水的SS含量 < 100 mg/L时，可直接进入微生物燃料电池湿地，无须设置预处理设施。

7.3.3 灰水中含油量 ≥ 50 mg/L时，预处理设施应具有除油功能；灰水中含油量 < 50 mg/L时，可直接进入微生物燃料电池湿地，无须设置预处理设施。

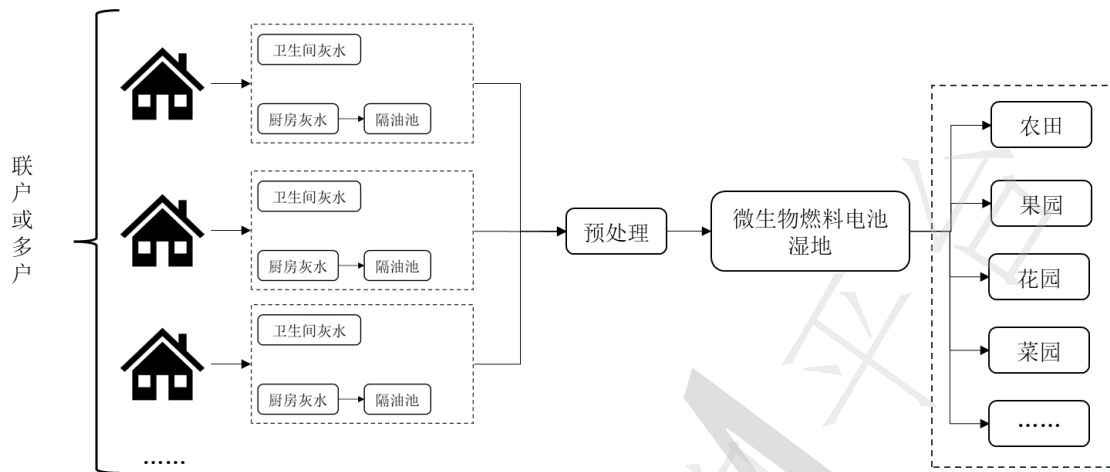


图 3 联户或多户集中处理流程

7.4 微生物燃料电池湿地

7.4.1 设计要求

7.4.1.1 微生物燃料电池湿地设计进水水质及系统污染物去除效率应符合 HJ 2005 中的有关规定。对于设计进水水质达不到有关规定的，应设预处理设施。

7.4.1.2 微生物燃料电池湿地的主要设计及运行参数，应根据试验资料确定，若无试验资料时，可根据表4进行确定。

7.4.1.3 微生物燃料电池湿地面积应在满足水力负荷的要求下，按五日生化需氧量表面有机负荷确定。

7.4.1.4 微生物燃料电池湿地的水力坡度等设计参数应符合 CJJ/T 54中的有关规定。

表4 微生物燃料电池湿地主要设计、运行参数

湿地类型	水平潜流微生物燃料电池湿地	垂直潜流微生物燃料电池湿地
BOD ₅ 负荷/ [kg/ (hm ² · d)]	80~120	80~120
水力负荷/ [m ³ / (m ² · d)]	<0.5	<1.0
水力停留时间/d	1~3	1~3

7.4.2 尺寸

微生物燃料电池湿地宜采用如下尺寸：

- 水平潜流微生物燃料电池湿地的单元面积不宜超过800 m²，垂直潜流微生物燃料电池湿地单元的面积不宜超过1500 m²；
- 微生物燃料电池湿地单元的长宽比宜控制在3:1以下；
- 微生物燃料电池湿地的几何形状，应尽量规则，对于不规则的微生物燃料电池湿地，应考虑均匀布水和集水的问题；

- d) 微生物燃料电池湿地的水深宜为 0.8 m~2.0 m，液位至池顶高度宜取 0.2 m~0.3 m；
 e) 微生物燃料电池湿地的水力坡度宜为 0.5 %~1 %；
 f) 微生物燃料电池湿地结构形式见图4。

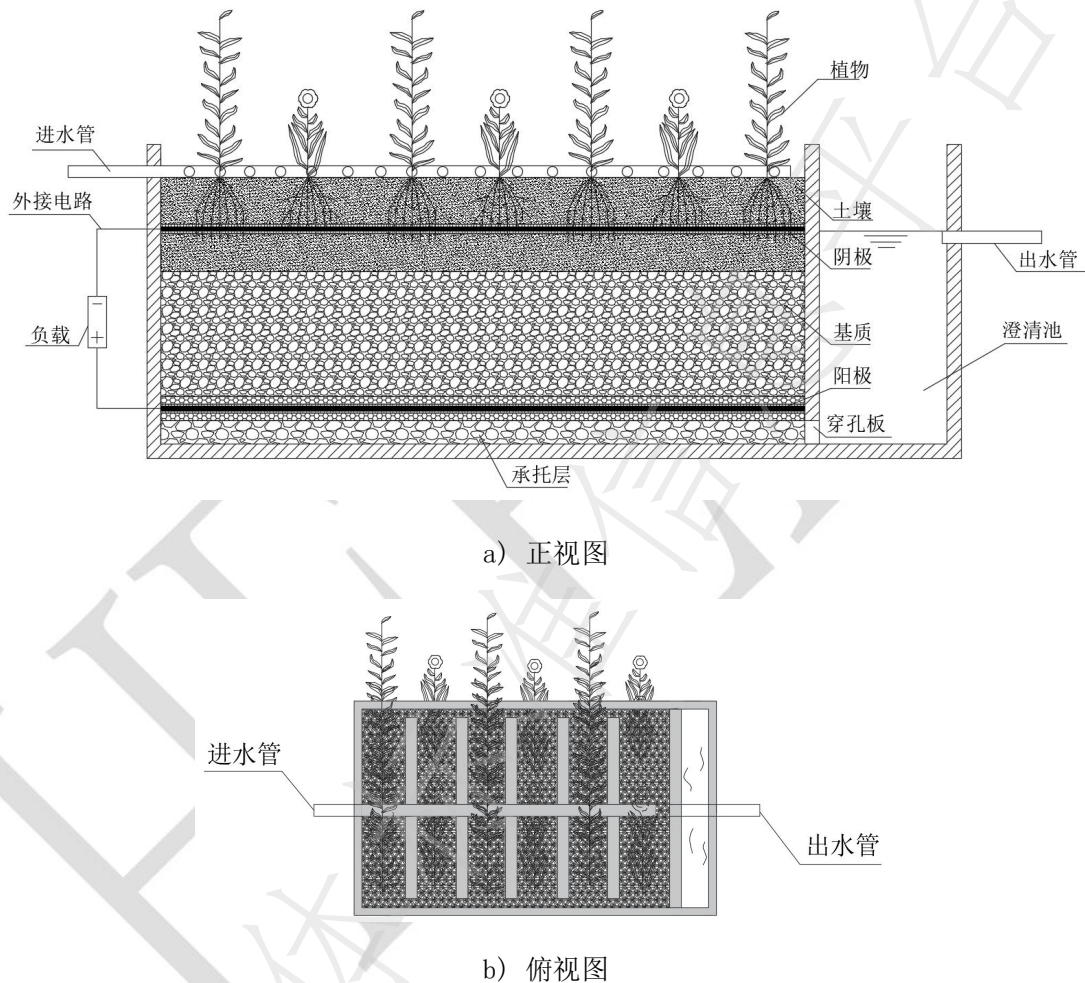


图 4 微生物燃料电池湿地结构示意图

7.4.3 集水、配水及出水设施要求

集水、配水及出水设施应满足下列要求：

- 微生物燃料电池湿地宜采用穿孔管、配（集）水管、配（集）水堰等装置；
- 穿孔管的长度应与微生物燃料电池湿地的宽度相近，管孔密度应均匀，管孔尺寸与间距取决于灰水的进出水的水力条件，管孔间距不宜大于微生物燃料电池湿地宽度的10%；
- 穿孔管周围基质粒径应大于穿孔管孔径；
- 在寒冷地区，进出水管、集水管及配水管的设置应考虑防冻措施；
- 微生物燃料电池湿地出水可采用沟排、管排等方式，并设溢流堰、可调管道及闸门等具有水位调节功能的设施；
- 微生物燃料电池湿地出水量较大且跌落较高时，应设置消能设施；
- 微生物燃料电池湿地出水应设置排空设施。

7.4.4 基质要求

基质应满足下列要求：

- a) 基质选择应以“就地取材”为原则；
- b) 基质选择应根据基质的机械强度、比表面积、稳定性等因素确定；
- c) 基质层的初始孔隙率宜控制在35 %~40 %。

7.4.5 植物搭配与种植

植物搭配与种植要求如下：

- a) 湿地宜优先选用耐污能力强、根系发达、去污效果好且容易管理的本土植物，宜搭配种植，以便四季均有常绿型水生植物，保证冬季运营时湿地的污染物去除率；
- b) 湿地可选择的植物有芦苇、芦竹、四季鸢尾、菖蒲、灯芯草、茭白、美人蕉等水生植物，植物密度宜为9株/m²~25株/m²；
- c) 种植土壤应优先采用当地表层种植土，土壤厚度一般20 cm~40 cm，渗透系数宜为0.025 cm/h~0.35 cm/h。

8 施工和验收

8.1 施工

- 8.1.1 施工单位应具有承担同类污水处理施工的实践经验，同时遵守相关的施工技术规范。
- 8.1.2 构筑物施工应满足GB 50141中的有关规定。
- 8.1.3 管道的施工应满足GB 50268中的有关规定。
- 8.1.4 设备的施工应满足GB 51221中的有关规定。
- 8.1.5 开挖支护与地基处理应满足 GB 50268 和 CJJ 124中的相关规定。
- 8.1.6 防渗层施工应按GB 50869和GB/T 51403中的有关规定执行。
- 8.1.7 施工质量验收应满足GB 50204和GB 50683中的有关规定。
- 8.1.8 施工安全卫生应满足GB/T 12801中的有关规定。
- 8.1.9 施工结束后，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。

8.2 验收

- 8.2.1 项目验收包括资料验收、工程验收和环保验收三部分，应由项目建设单位组织设计、勘察、施工等有关单位联合进行。
- 8.2.2 建设单位应对立项文件，招投标文件，设计文件，工程合同，工程验收申请，工程调试运行报告等资料进行审核，审核通过后进行系统整理、分类立卷，并及时归档。
- 8.2.3 项目验收中构筑物验收应符合GB 50141中的相关规定。
- 8.2.4 项目验收中管道工程验收应符合GB 50268中的相关规定。
- 8.2.5 项目验收中设备的验收应符合GB 50334中的相关规定。
- 8.2.6 对于农村生活灰水微生物燃料电池处理系统的环保验收应符合当地环保部门的相关政策。
- 8.2.7 项目验收应与工程后续运行管理紧密衔接，以确保工程能够进入正式运行管理阶段。

9 运行和维护

- 9.1 工程的运行应符合CJJ 60中的有关规定。
- 9.2 工程在运行前应制定设备台账、运行记录等管理制度。
- 9.3 工艺流程图、操作和维护规程等应示于明显部位。
- 9.4 应定期检测进出水水质，并定期对管道、设备等进行校验。
- 9.5 湿地植物系统建立后，应保证连续提供灰水，保持水生植物的密度及良性生长。

- 9.6 湿地在低温环境运行时，做好湿地的保温措施，水温不宜低于4℃。
- 9.7 适当采用间歇运行方式或局部更换湿地系统的基质可以防止微生物燃料电池湿地运行堵塞。
-