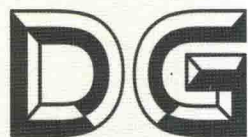


上海市工程建设规范



DG/TJ 08-2190-2015

J 13317-2016

平板膜生物反应器法污水处理工程技术规范

Technical specification for wastewater treatment by flat-sheet membrane bioreactor

2015-12-18 发布

2016-04-01 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会 发布

上海市

平板膜生物反应器法污水处理工程技术规范

Technical specification for wastewater treatment by flat-sheet membrane bioreactor

DG/TJ 08—2190—2015

J 13317—2016

主编单位：上海城投污水处理有限公司

批准部门：上海住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2016年4月1日

同济大学出版社

2016 上海

图书在版编目(CIP)数据

平板膜生物反应器法污水处理工程技术规范/上海
城投污水处理有限公司主编. --上海: 同济大学出版社,
2016.4

ISBN 978-7-5608-6286-6

I. ①平… II. ①上… III. ①生物膜反应器—污水处
理工程—技术规范 IV. ①X703-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 071685 号

平板膜生物反应器法污水处理工程技术规范

上海城投污水处理有限公司 主编

策划编辑 张平官

责任编辑 朱 勇

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 2.375

字 数 64000

版 次 2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-6286-6

定 价 22.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建管[2015]1028号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《平板膜生物反应器法污水处理 工程技术规范》为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海城投污水处理有限公司主编的《平板膜生物反应器法污水处理工程技术规范》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08-2190-2015，自 2016 年 4 月 1 日起实施。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海城投污水处理有限公司负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会

二〇一五年十二月十八日

前 言

本规范根据上海市城乡建设和交通委员会《关于印发〈2014年上海市工程建设规范和标准设计编制计划〉的通知》(沪建交[2013]1260号),由上海市建筑建材业市场管理总站主管,由上海城投污水处理有限公司主编,同济大学、上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司参编。本规范总结了近年来平板膜生物反应器法处理污水的工程经验,其中所涉及的主要设计方法及参数经过多方专家论证,在此基础上编制了本规范。

本规范的主要内容有:1 总则;2 术语;3 工艺设计;4 安装、调试与验收;5 运行与维护。

本规范在执行过程中,如有意见或建议,请反馈至上海城投污水处理有限公司(地址:上海市浦东新区龙东大道1851号;邮编:201203;邮箱:qiuzhan@shwwt.com),或上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路683号;邮编:200032;E-mail:shgcjsgf@sina.com),以供修订时参考。

主 编 单 位:上海城投污水处理有限公司

参 编 单 位:同济大学

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

主要起草人员:麦穗海 藏莉莉 王荣生 王志伟 裘湛
吴志超 王美玲 韩小蒙 林冰洁 于鸿光
王盼 谭学军

主要审查人员:俞亮鑫 唐建国 王国华 周新宇 张欣
俞士静 黄瑾 熊建英 邹伟国

上海市建筑建材业市场管理总站

2015年11月

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 1 总 则 | 1 |
| 2 术 语 | 2 |
| 3 工艺设计 | 4 |
| 3.1 一般规定 | 4 |
| 3.2 预处理工艺 | 5 |
| 3.3 生化处理工艺 | 6 |
| 3.4 平板膜分离系统 | 17 |
| 3.5 后处理工艺及其他 | 19 |
| 4 安装、调试与验收 | 21 |
| 4.1 一般规定 | 21 |
| 4.2 安 装 | 21 |
| 4.3 调 试 | 23 |
| 4.4 验 收 | 23 |
| 5 运行与维护 | 25 |
| 5.1 日常操作管理 | 25 |
| 5.2 平板膜清洗 | 25 |
| 5.3 平板膜生物反应器系统停运后恢复 | 26 |
| 5.4 平板膜组件更换 | 27 |
| 本规范用词说明 | 28 |
| 引用标准名录 | 29 |
| 条文说明 | 31 |

Content

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | General provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Process design | 4 |
| 3.1 | General regulations | 4 |
| 3.2 | Pretreatment process | 5 |
| 3.3 | Biochemical treatment process | 6 |
| 3.4 | Flat-sheet membrane separation system | 17 |
| 3.5 | Post-treatment process | 19 |
| 4 | Installation, commissioning and acceptance | 21 |
| 4.1 | General regulations | 21 |
| 4.2 | Installation | 21 |
| 4.3 | Commissioning | 23 |
| 4.4 | Acceptance | 23 |
| 5 | Operation and maintenance | 25 |
| 5.1 | Daily operation and management | 25 |
| 5.2 | Flat-sheet membrane cleaning | 25 |
| 5.3 | Flat-sheet membrane bioreactor recovery and re-startup | 26 |
| 5.4 | Flat-sheet membrane module replacement | 27 |
| | Explanation of wording in the standard | 28 |
| | List of quoted standards | 29 |
| | Explanation of provisions | 31 |

1 总 则

1.0.1 为规范平板膜生物反应器法污水处理工程的工艺设计、施工、验收及运行管理,指导平板膜生物反应器工艺系统的稳定运行,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于以平板微滤、超滤膜生物反应器构成的城镇污水处理新建、改建、扩建工程的设计、安装调试与验收、运行与维护。

1.0.3 平板膜生物反应器法污水处理工程技术,除应按本规范执行外,尚应符合国家现行有关标准的规定。



2 术 语

2.0.1 膜生物反应器法 membrane bioreactor(MBR 法)

把生物反应与膜分离相结合,利用膜作为分离介质替代常规重力沉淀固液分离获得出水的污水处理方法。

2.0.2 膜过滤 membrane filtration

在污水处理中,以膜为介质进行过滤,达到固液分离目的的技术。

2.0.3 跨膜压差 trans-membrane pressure(TMP)

膜外侧(混合液侧)与膜内侧(透过液侧)之间的压力差值,单位为 kPa。

2.0.4 精细杂质分离设备 superfine impurity separator

分离粒径小于 0.2mm~0.5mm 的用于去除杂质的预处理设备。

2.0.5 分体浸没式膜生物反应系统 split submerged membrane bioreactor

膜区与生物反应区分开设置于两个构筑物内的浸没式膜生物反应系统。

2.0.6 一体浸没式膜生物反应系统 integral submerged membrane bioreactor

膜区与生物反应区合并设置于同一个构筑物内的浸没式膜生物反应系统。

2.0.7 曝气强度 aeration intensity

单位膜组件投影面积上的曝气量,单位为 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 。

2.0.8 临界通量 critical flux

在一定的操作条件下,当膜的过滤通量低于某一通量值时,

膜的表面形成滤饼的速度可忽略不计,膜过滤阻力不随时间或跨膜压差的改变而改变;当膜的过滤通量大于该通量值时,膜表面将快速形成滤饼,膜的过滤阻力随时间的延长(或跨膜压差的增加)而显著增加,该通量称为临界通量,单位为 $L/(m^2 \cdot h)$ 。

2.0.9 膜清洗 membrane cleaning

通过物理、化学等方法恢复膜通量的措施。

2.0.10 在线化学清洗 in-situ chemical cleaning

将药液通过自流或泵送的方式注入膜腔内,通过化学作用恢复膜通量的在线原位清洗措施。

2.0.11 离线物理清洗 ex-situ physical cleaning

将膜组件取出反应器,通过物理方法(如擦洗、水冲等)恢复膜通量的措施。

2.0.12 抽停时间 suction/non-suction time

膜运行(出水)的时间及停止运行的时间。

3 工艺设计

3.1 一般规定

3.1.1 平板膜生物反应器处理工艺适用于以下情况：

- 1 进水水质波动较大。
- 2 出水水质要求达到现行国家标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 中的一级 A 标准或更高。
- 3 污水处理厂(站)占地面积受到限制。
- 4 对已有处理设施的扩建或提标。

3.1.2 平板膜生物反应器宜按照以下工艺流程进行设计：

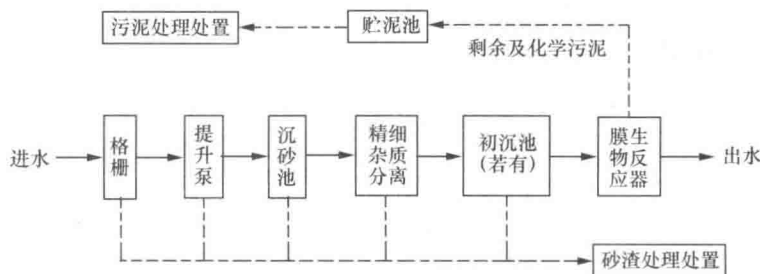


图 3.1.2 工艺流程

3.1.3 针对水量波动情况,设计应采取调蓄、削峰等措施,减少水量冲击造成的不利影响。

3.1.4 平板膜生物反应器工艺的进水动植物油(n-Hex)宜小于 30mg/L 且矿物油(n-Hex)宜小于 3mg/L, pH 值宜为 6.5~8.5, 营养组合比(五日生化需氧量:氮:磷)宜为 100:5:1。

3.1.5 平板膜生物反应器工艺的设计水温宜为 10℃~37℃,当

水温低于 8°C 或高于 45°C 时,应采取应对措施。

3.1.6 对于改建工程,平板膜组件布置应核算池容、池体构型及池内水力循环条件等因素。

3.2 预处理工艺

3.2.1 预处理工艺应去除进水中硬质、尖锐的颗粒类物质以及易缠绕的纤维类物质。经预处理后,主体构筑物的进水水质应符合生物处理对进水水质的一般要求。

3.2.2 预处理设施宜包括格栅、沉砂池、精细杂质分离设备以及其他必要的物理或化学处理装置。

3.2.3 预处理设施的设计流量应按分期流量分别计算。当污水为自流进入时,应按每期的最高日最高时设计流量计算;当污水为提升进入时,还应按每期工作水泵的最大组合流量进行校核。

3.2.4 各预处理构筑物(设备)数量不应少于 2 座(套),并按并联设计。

I 格栅

3.2.5 平板膜生物反应器工艺的生化处理系统或水泵前必须设置格栅,可根据进水水质情况,设置一道或多道格栅,末道格栅的栅条间隙不宜大于 3.0mm 。

3.2.6 格栅设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

II 沉砂池

3.2.7 采用平板膜生物反应器工艺的城镇污水处理厂应设置沉砂池,池型宜采用曝气沉砂池。

3.2.8 沉砂池设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

Ⅲ 精细杂质分离设备

3.2.9 污水预处理系统应设置精细杂质分离设备。

3.2.10 用于城镇污水处理厂平板膜生物反应器工艺的预处理单元应设置可去除 0.2mm 及以上颗粒物及纤维类物质的精细杂质分离设备；当条件受限时，可采用去除 0.5mm 及以上的精细杂质分离设备。

3.2.11 精细杂质分离设备型式宜采用平板式、转鼓式、步进式，且宜自带清洗装置，清洗方式可采用物理清洗或化学清洗。

3.2.12 精细杂质分离设备的过滤孔形式宜采用圆形或网格形。过滤网(板)宜采用防腐蚀材料。

Ⅳ 初沉池

3.2.13 当污水中悬浮物浓度高于 500mg/L 或平板膜生物反应器设计污泥浓度低于 8g/L 时，宜设初沉池，同时宜设超越管。

3.2.14 初沉池设计应符合现行国家标准《室外排水设计规范》GB 50014 的有关规定。

3.3 生化处理工艺

I 一般规定

3.3.1 平板膜生物反应器法应根据不同的处理目标，采用不同工艺配置，一般分为以下 3 种情况：

1 当以去除碳源污染物为主要目标时，可采用单一的好氧膜生物反应器(O-MBR)工艺。

2 当以去除碳源污染物及脱氮为主要目标时，可采用缺氧/好氧膜生物反应器(A/O-MBR)组合工艺。

3 当以脱氮除磷为主要目标时，可采用配有化学除磷的厌

氧/缺氧/好氧膜生物反应器(A/A/O-MBR)或配有化学除磷的缺氧/好氧膜生物反应器(A/O-MBR)组合工艺或各种改进生物工艺。

3.3.2 平板膜生物反应器法处理城镇污水的主要参数可按表 3.3.2 取值。

表 3.3.2 平板膜生物反应器法的主要参数取值

| 项目 | 单位 | 参数取值范围 | 推荐值 |
|---|---|-------------|-------------|
| COD 容积负荷 L_{VCO_2} | $\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ | 1.0~3.0 | 1.5 |
| BOD_5 污泥负荷 L_{SBOD_5} | $\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ | 0.05~0.15 | 0.10 |
| 凯氏氮容积负荷 L_{VN} | $\text{kgTKN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ | 0.11~0.20 | 0.20 |
| 总氮污泥负荷 L_{STN} | $\text{kgTN}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ | ≤ 0.05 | ≤ 0.05 |
| MBR 池污泥浓度 X | gMLSS/L | 8~18 | 12 |

3.3.3 生物反应区(池)中的厌氧区(池)、缺氧区(池)应采用机械搅拌,混合输出功率宜为 $5\text{W}/\text{m}^3 \sim 8\text{W}/\text{m}^3$ 。机械搅拌器布置的间距、位置应根据相关资料确定。

3.3.4 当计算好氧区(池)与膜区(池)体积相差较大时,宜采用分体浸没式平板膜生物反应系统;反之,宜采用一体浸没式平板膜生物反应系统。

3.3.5 好氧区(池)及膜区(池)宜采用鼓风曝气。好氧区(池)可选择微孔曝气器或穿孔曝气管,曝气量应根据污染物降解需氧量及污泥悬浮所需最低气量,两者比较后取大值;膜区(池)宜采用穿孔曝气管,当采用微孔曝气器时,平板膜运行参数的选择应根据实际情况设定安全系数 1.0~1.5。

3.3.6 当设计污泥浓度低于 8g/L 时,可根据实际情况,增加厌氧、缺氧区(池)的水力停留时间 $0.5\text{h} \sim 1.5\text{h}$ 。

3.3.7 除小型成套设备以外,平板膜生物反应器工艺应至少设置 2 组及以上可独立运行的膜区(池),并应考虑单组膜清洗时的运行方式。当设置 2 组及以上的膜区(池)时,宜采用公共的回流

渠道进行混合液回流。

3.3.8 膜区(池)的有效水深应结合工艺流程、水力高程设计、供氧设施类型和选用风机性能参数等综合因素确定,一般可采用2.0m~6.0m。当水深为2.0m~3.2m时,平板膜组件宜采用单层(一层)型式布置;当水深为3.2m~4.4m时,平板膜组件宜采用双层(两层)型式布置;当水深大于4.4m时,平板膜组件宜采用三层型式布置。

3.3.9 生物反应区(池)超高宜为0.5m~1.0m。

3.3.10 每组生物反应区(池)宜在有效水深一半处设置中位放空管。

II 去除碳源污染物

3.3.11 当以去除碳源污染物为主要目标时,好氧生物反应池的容积可按下列公式计算,并宜同时满足以下条件:

1 按容积负荷计算:

$$V_o = \frac{Q(COD_o - COD_e)}{1000L_{vCOD}} \quad (3.3.11-1)$$

式中: V_o ——好氧区(池)容积(m^3);

Q ——生物反应池的设计进水量(m^3/d);

COD_o ——生物反应池进水化学需氧量(mg/L);

COD_e ——生物反应池出水化学需氧量(mg/L);

L_{vCOD} ——生物反应池化学需氧量容积负荷 [$kg\ COD/(m^3 \cdot d)$],
一般取1.0~3.0。

2 按平板膜组件布置所需最小有效容积计算:

$$V_{om} = n_1(l+0.6) \times (b+0.5) \times (h_1 + n_2 h_2 + 0.2) \quad (3.3.11-2)$$

式中: V_{om} ——平板膜组件布置所需容积(m^3),应与平板膜制造商校核;

n_1 ——单层平板膜组件数量(套);

- l ——单个平板膜组件长度(m);
 b ——单个平板膜组件宽度(m);
 h_1 ——单个平板膜组件底座高度(m);
 n_2 ——平板膜组件层数(层);
 h_2 ——单个平板膜组件高度(m)。

3.3.12 剩余污泥量,可按下列公式计算:

$$\Delta X = \frac{Q}{1000} \left[f_{\text{NVSS}} (SS_0 - SS_e) + \frac{Y_{\text{COD}} (\text{COD}_0 - \text{COD}_e)}{1 + K_{dT} \theta_c} \right] \quad (3.3.12)$$

式中: ΔX ——剩余污泥量(kgMLSS/d);

f_{NVSS} ——生物反应池进水 SS 中的 NVSS 所占比例,一般取 0.17~0.28;

SS_0 ——生物反应池的进水悬浮物浓度(mg/L);

SS_e ——生物反应池的出水悬浮物浓度(mg/L);

Y_{COD} ——污泥产率系数(kgMLVSS/kgCOD);宜根据试验资料确定,无试验资料时,一般取 0.2~0.4;

K_{dT} —— $T^\circ\text{C}$ 时的衰减系数(d^{-1});

θ_c ——生物反应池设计污泥泥龄(d),一般取 30~60。

3.3.13 衰减系数 K_d 值应根据不同季节污水温度进行修正,可按下列公式计算:

$$K_{dT} = K_{d20} (\theta_T)^{T-20} \quad (3.3.13)$$

式中: K_{d20} —— 20°C 时的衰减系数(d^{-1}),一般取 0.08~0.20;

θ_T ——温度系数,一般取 1.02~1.06;

T ——设计温度($^\circ\text{C}$)。

3.3.14 生物反应池内混合液固体平均浓度可按下列公式进行计算:

$$X_0 = \frac{\Delta X}{V_0 / \theta_{co}} \quad (3.3.14)$$

式中: X_0 ——好氧区(池)内混合液悬浮固体平均浓度(gMLSS/L),

针对 O-MBR 工艺,好氧区(池)内混合液固体平均浓度即为生物反应池内混合液固体平均浓度;

ΔX ——剩余污泥量(kgMLSS/d),按本规范所列公式 3.3.12 计算;

θ_{co} ——好氧区(池)设计污泥泥龄(d),一般取 15~30,针对 O-MBR 工艺,一般取 30~60。

3.3.15 对于分体浸没式 O-MBR,由平板膜分离单元区(池)到好氧区(池)的混合液回流量可按下列公式计算:

$$Q_{R1} = QR_1 \quad (3.3.15)$$

式中: Q_{R1} ——由平板膜分离单元区(池)到好氧区(池)的污泥混合液回流量(m^3/d);

Q ——生物反应池的设计进水量(m^3/d);

R_1 ——由平板膜分离单元区(池)到好氧区(池)的污泥混合液回流比(%),一般取 150~300。

3.3.16 好氧池(区)可按下列公式校核各项参数值:

1 COD 容积负荷:

$$L_{V_{COD}} = \frac{Q(COD_o - COD_e)}{1000V_o} \quad (3.3.16-1)$$

式中: $L_{V_{COD}}$ ——生物反应池化学需氧量容积负荷[kg COD/($m^3 \cdot d$)];

V_o ——好氧区(池)容积(m^3)。

2 BOD₅污泥负荷:

$$L_{S_{BOD}} = \frac{Q(S_o - S_e)}{1000X_oV_o} \quad (3.3.16-2)$$

式中: $L_{S_{BOD}}$ ——生物反应池五日生化需氧量污泥负荷[kgBOD/(kgMLSS·d)],一般取 0.05~0.15;

S_o ——生物反应池的进水五日生化需氧量浓度(mg/L);

S_e ——生物反应池的出水五日生化需氧量浓度(mg/L)。

III 生物脱氮

3.3.17 当以去除碳源污染物和脱氮为主要目的时,好氧区(池)