



T/CECS ××× -202×

---

中国工程建设标准化协会标准

膜曝气生物膜反应器污水  
处理设计标准

Standard for design of wastewater treatment with membrane aerated  
biofilm reactor  
(征求意见稿)

××××× 出版社

中国工程建设标准化协会标准

2024年7月

# 膜曝气生物膜反应器污水处理设计标准

Standard for design of wastewater treatment with  
membrane aerated biofilm reactor

(征求意见稿)

T/CECS XX-20XX

主编单位：天津海之凰科技有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年XX月X日

2024 北京

XX 出版社

## 前言

《膜曝气生物膜反应器污水处理设计标准》（以下简称标准）是根据中国工程化建设标准化协会《关于印发<2023 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023]50 号）的要求进行编制。编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 7 章，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、工艺选择、工艺参数、MABR 系统设计、检测与控制。

本标准的某些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。

本标准由中国工程化建设标准化协会城市给水排水专业委员会归口管理，由天津海之凰科技有限公司负责日常管理和具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈给天津海之凰科技有限公司（地址：天津市西青区榕苑路 16 号鑫茂科技园 C2 座 4 层 D 单元， 邮编：300384）

本标准主编单位：天津海之凰科技有限公司

中国市政工程中南设计研究总院有限公司

本标准参编单位：……

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

# 目次

1	总则 .....	1
2	术语和符号 .....	2
	2.1 术语 .....	2
	2.2 符号 .....	3
3	基本规定 .....	6
4	工艺选择 .....	7
5	工艺参数 .....	10
6	MABR 系统设计 .....	13
	6.1 一般规定 .....	13
	6.2 MABR 池容积 .....	14
	6.3 MABR 膜块 .....	16
	6.4 膜供气系统 .....	18
	6.5 回流污泥 .....	20
	6.6 剩余污泥处理及处置 .....	21
7	检测与控制 .....	22
	7.1 一般规定 .....	22
	7.2 检测 .....	22
	7.3 控制 .....	23
	本标准用词说明 .....	25
	引用标准名录 .....	26
	附：条文说明 .....	27

# Contents

1	General provisions .....	1
2	Terms and symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic requirements.....	6
4	Process selection .....	7
5	Process parameters.....	10
6	MABR systems design .....	223
6.1	General requirements.....	13
6.2	MABR pool volume .....	14
6.3	MABR membrane treatment unit .....	16
6.4	Membrane gas supply system.....	18
6.5	Returned sludge .....	20
6.6	Excess sludge treatment and disposal.....	21
7	Instrumentation and control .....	22
7.1	General requirements.....	22
7.2	Test.....	22
7.3	Control.....	23
	Explanation of wording in this specification .....	25
	List of quoted standards .....	26
	Addition: Explanation of provisions .....	27

# 1 总则

1.0.1 为规范污水处理膜曝气生物膜反应器的工艺设计，做到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的城镇污水处理中膜曝气生物膜反应器（MABR）的工艺设计。

## 【条文说明】

本标准文件只适用于新建、扩建和改建的城镇污水处理系统中使用膜曝气生物膜反应器（MABR）的工艺设计。鉴于工业废水水质复杂，与城镇污水水质差别大，本文件不包括工业废水的內容，但与城镇污水相近性质的工业废水，可参考本文件进行设计。

1.0.3 膜曝气生物膜反应器的工程设计，除应符合本文件规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 【条文说明】

有关规范和标准有：《地表水环境质量标准》GB3838、《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918、《室外给水设计标准》GB50013、《室外排水设计标准》GB 50014、《城乡排水工程项目规范》GB 55027 等。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 膜曝气生物膜反应器 membrane aerated biofilm reactor, MABR

以透氧膜为微生物载体并为其表面的生物膜无泡传输氧气,氧气和污染物分别从生物膜两侧扩散进入生物膜被逐渐消耗的生物膜法污水处理系统。

#### 2.1.2 膜组件 membrane module

由 MABR 中空纤维膜丝、集气管、浇铸槽及封端用树脂或其它材料浇铸而组成的帘式器件。

#### 2.1.3 膜块 membrane treatment unit

由多个 MABR 膜组件、尾气收集及释放装置、膜组件架、供气管道、阀门等连接而成的污水处理单元。

#### 2.1.4 膜曝气生物膜反应器处理池 membrane aeration biofilm reactor treatment tank, MABR 池

由 MABR 膜块、供气连接管道、污水池体以及其它配套设施等组成的污水处理设施。

#### 2.1.5 膜曝气生物膜反应器处理系统 membrane aeration biofilm reactor treatment system, MABR 系统

由 MABR 膜块、供气设备、污水泵、污水池以及其它配套设施等组成的污水处理系统。

#### 2.1.6 膜面积 membrane area

中空纤维膜组件可有效利用的膜外表面积之和。

#### 2.1.7 透氧通量 oxygen flux

在规定的温度、供气压力、水深等测试条件下,在单位时间内透过单位膜面

积的氧气总量。

### 2.1.8 MABR 池膜投配比 membrane ratio of MABR tank

在生物反应系统中设计 MABR 系统，所用模块的膜总面积与设计处理水量的比值。

### 2.1.9 MABR-A 池膜投配比 membrane ratio of MABR-A tank

采用 MABR 系统进行强化脱氮工艺中，在缺氧区(池)内设计 MABR 膜块，所用模块的膜总面积与设计处理水量的比值。

## 2.2 符号

$A$ ——单膜块面积；

$a$ ——碳的氧当量，当含碳物质以  $BOD_5$  计时，应取 1.47；

$b$ ——常数，氧化每公斤氨氮所需氧量，应取 4.57；

$c$ ——常数，细菌细胞的氧当量，应取 1.42；

$E_A$ ——曝气器的利用率；

$G_s$ ——标准状态下好氧区（池）供气量；

$K_d$ ——衰减系数；

$K_{de}$ ——脱氮速率；

$L_{mn}$ ——MABR 池氨氮膜面积负荷；

$L_{ms}$ ——MABR 池  $BOD_5$  膜面积负荷；

$L_{mntn}$ ——MABR 池总氮膜面积负荷；

$L_s$ ——生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷；

$N$ ——MABR 膜块数量；

$N_k$ ——生物反应池进水总凯氏氮浓度；

$N_{ke}$ ——生物反应池出水总凯氏氮浓度；

$N_{ne}$ ——MABR 池出水氨氮浓度；

$N_{no}$ ——MABR 池进水氨氮浓度；

$N_{oe}$ ——生物反应池出水硝态氮浓度；

$N_{te}$ ——MABR 池出水总氮浓度；

$N_{to}$ ——MABR 池进水总氮浓度；

$Q$ ——污水设计水量；

$O_s$ ——标准状态下好氧区（池）污水需氧量；

$O_2$ ——好氧区（池）污水需氧量；

$R$ ——污泥回流比；

$R_i$ ——混合液回流比；

$S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量浓度；

$S_0$ ——生物反应池进水五日生化需氧量浓度；

$T$ ——设计温度；

$t$ ——生物反应池水力停留时间；

$t_m$ ——MABR 池水力停留时间；

$V_1$ ——MABR 池容积；

$V_2$ ——好氧池容积；

$v_n$ ——硝化速率；

$X$ ——生物反应池内混合悬浮固体平均浓度；

$X_v$ ——生物反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度；

$Y$ ——污泥产率系数；

$\Delta X_v$ ——排出生物反应系统的微生物量；

$\theta_c$ ——设计污泥龄；

$\rho$ ——MABR 池膜投配比；

$\rho_A$ ——MABR-A 池膜投配比。

### 3 基本规定

3.0.1 MABR 系统前应设置预处理系统，预处理系统应符合下列规定：

1 新建污水处理工程，MABR 系统前预处理设施应根据国家现行相关标准、污水水质特征和 MABR 系统进水要求等合理选择。

2 新建污水处理工程，采用 MABR 系统作为生物处理单元时，MABR 系统前应设超细格栅，可不设初沉池。

3 改建或维持原工艺的扩建工程，应充分利用原有预处理设施。

#### 【条文说明】

新建污水处理工程中采用 MABR 系统作为生物处理单元时，在 MABR 系统前的超细格栅设置在沉砂池之后，如若预处理设施不设置沉砂池，应设置在细格栅之后。

3.0.2 MABR 系统后续工艺应根据国家现行相关排放标准和污水处理程度，合理选择深度处理工艺，深度处理工艺应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定。

#### 【条文说明】

新建污水处理工程中采用 MABR 系统作为生物处理单元时，MABR 系统后深度处理工艺中宜采用辅助除磷设施，辅助除磷的设计和选择应符合《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

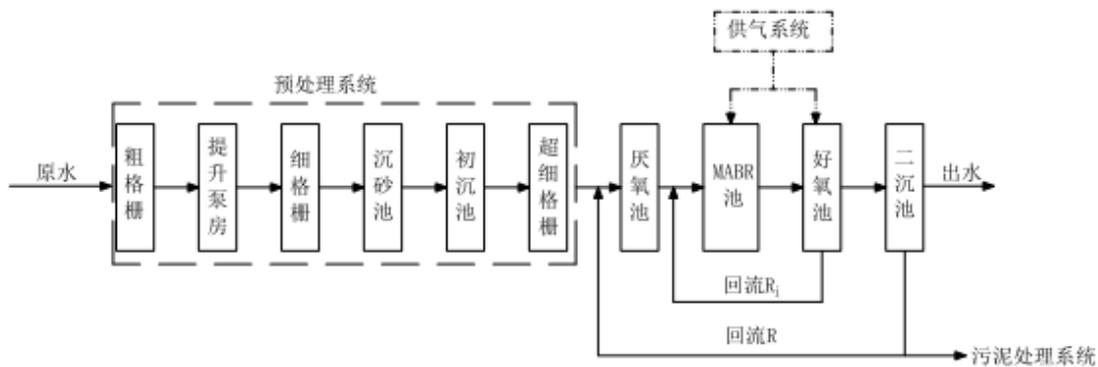
3.0.3 MABR 系统工程应设置消毒设施，对二沉池出水进行消毒。消毒系统的设计及安全措施，应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 和《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定。

## 4 工艺选择

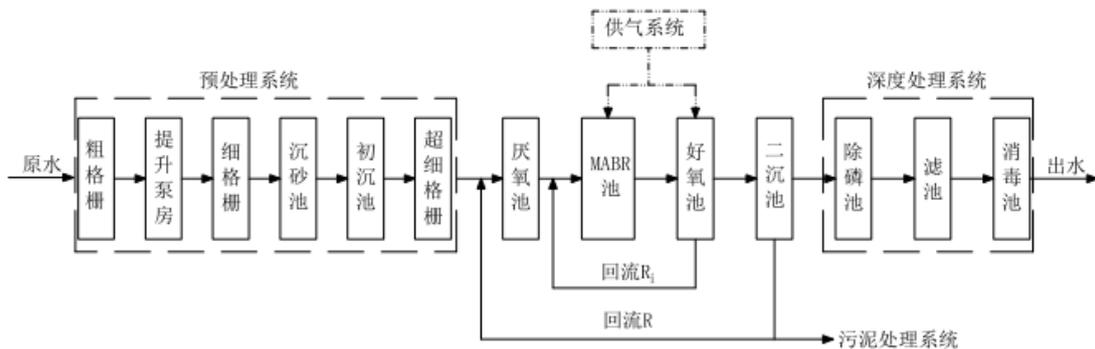
4.0.1 应根据污水水质和处理要求等具体情况，设计或选择预处理系统、MABR系统、深度处理系统、设备配置以及配套设施。

4.0.2 预处理系统主要包括格栅、沉砂池、初沉池和超细格栅，深度处理系统主要包括除磷、过滤和消毒。

4.0.3 新建项目，选择 MABR 系统的二级处理时，宜采用 MABR-I 工艺（图 4.0.3（a））；选择 MABR 系统的二级处理和深度处理时，宜采用 MABR-II 工艺（图 4.0.3（b））。



(a) MABR-I 工艺流程图



(b) MABR-II 工艺流程图

图 4.0.3 新建项目工艺选择流程图

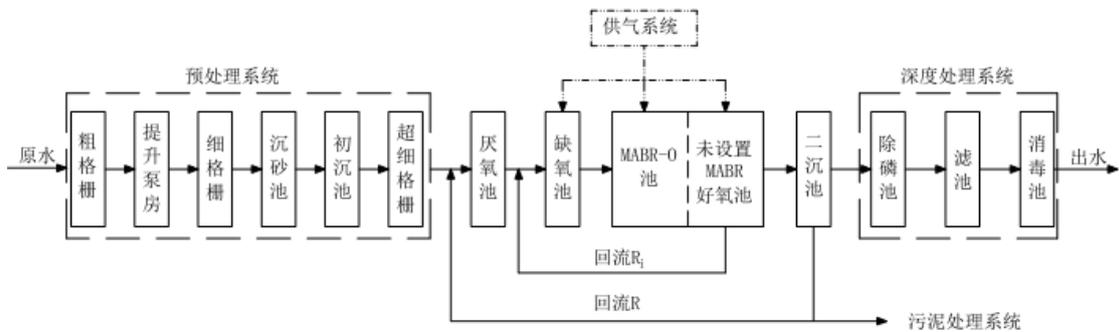
### 【条文说明】

本条的 MABR-I 工艺中 MABR 系统出水经过二沉池后 SS、总磷或其他指标不

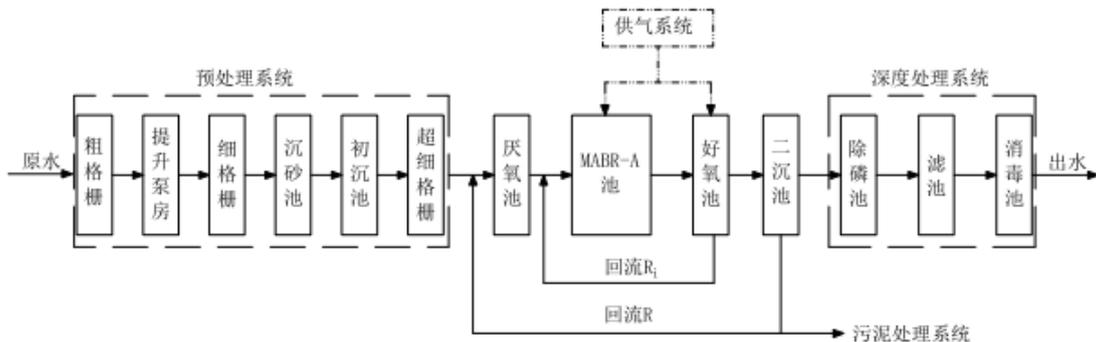
能满足设计出水水质要求时，应增设深度处理系统。

4.0.4 改建或扩建项目，当 MABR 系统用于强化去除有机污染物时，宜采用 MABR-O 工艺（图 4.0.4 (a)）；当 MABR 系统用于脱氮时，宜采用 MABR-A 工艺（图 4.0.4 (b)）；当 MABR 系统兼顾有机污染物的去除和脱氮功能时，宜采用 MABR-A-O 工艺（图 4.0.4 (c)），并应符合下列规定：

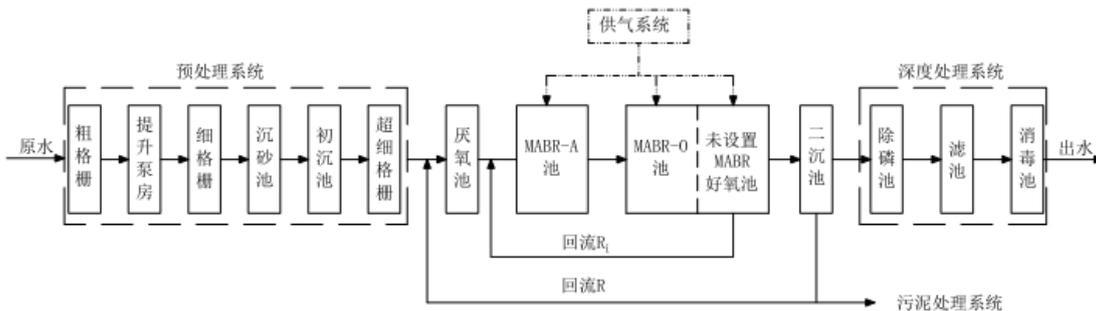
- 1 MABR-O 工艺中将 MABR 膜块安装在原有好氧区（池）内。
- 2 MABR-A 工艺中将 MABR 膜块安装在原有缺氧区（池）内。
- 3 MABR-A-O 工艺中将 MABR 膜块安装在原有缺氧池和好氧池部分区域内。



(a) MABR-O 工艺流程图



(b) MABR-A 工艺流程图



(c) MABR-A-O 工艺流程图

图 4.0.4 改扩建项目工艺选择流程图

**【条文说明】**

混合液回流比设计取值范围为 0~100%。

改建或扩建项目在好氧池内设置 MABR 系统,需要根据组合工艺、设计要求、出水水质和后续处理系统进行具体布设。

## 5 工艺参数

5.0.1 MABR 系统中采用的 MABR 膜及膜组件的性能均应符合现行国家标准《膜曝气生物膜反应器（MABR）中空纤维帘式膜组件》GB/T42281 的有关规定，MABR 膜组件及 MABR 膜基本参数及取值范围应符合表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 常用 MABR 膜组件及 MABR 膜基本参数及取值范围

名称	单位	典型值或取值范围
膜面积	m <sup>2</sup>	≥20
供气管接口内径	mm	25
供气管长度	mm	1093
膜组件长度	mm	1500~2050
初始透氧通量	L/(m <sup>2</sup> h)	≥10
膜丝内径	μm	300~450
膜丝外径	μm	700~850
膜丝平均断裂拉伸强力	N	≥30

5.0.2 MABR 系统宜采用 MABR 膜块安装，常用 MABR 膜块的性能参数及取值范围应符合表 5.0.2 的规定。

表 5.0.2 MABR 膜块性能参数及取值范围

名称	单位	典型值或取值范围					
		MABR-896	MABR-672	MABR-420	MABR-336	MABR-168	MABR-126
型号	—						
规格 (长×宽×高)	mm	2402×2000 ×2350	2402×2000 ×1850	2402×1240 ×2400	2402×1000 ×2400	2402×1000 ×2400	1211×1000 ×2000
膜面积	m <sup>2</sup>	896	672	420	336	168	126
供气压力	kPa	20~50	20~50	20~25	20~25	20~25	20~25
排水体积	L	363	327	209	172	82	65

膜块 BOD <sub>5</sub> 膜面积负荷	kg/ (组 d)	5~12.5	3.75~9.3	2.2~5.5	1.8~4.5	0.9~2.0	0.7~1.7
膜块氨氮膜 面积负荷	kg/ (组 d)	1.3~1.6	0.97~1.2	0.6~0.72	0.48~0.58	0.24~0.29	0.18~0.22
膜块总氮膜 面积负荷	kg/ (组 d)	0.6~1.2	0.5~0.8	0.3~0.50	0.23~0.40	0.12~0.20	0.09~0.15

**【条文说明】**

MABR 膜块参数是根据单位膜面积的负荷值所得，单位膜面积的负荷值应按 5.0.3 条规定取值，MABR 系统的负荷参数值不包含池体中悬浮污泥对污染物的去除负荷。

当池体有效水深小于 3.5 m 时，宜选用型号 MABR-672 膜块；当池体有效水深为 3.5 m~5.5 m 时，宜选用型号 MABR-896 膜块；当池体有效水深大于 5.5 m 时，根据实际情况可选择 MABR-896 膜块或两种型号的膜块叠加。

当处理规模大于 500 m<sup>3</sup>/d 时，宜选用 MABR-672 或 MABR-896 规格；当处理规模小于等于 500 m<sup>3</sup>/d，宜选用 MABR-420、MABR-336、MABR-168 和 MABR-126 规格。

5.0.3 MABR 系统的主要设计参数，宜根据试验资料确定；无试验资料时，可按表 5.0.3 的规定取值。

表 5.0.3 MABR 系统的主要设计参数及参考值

名称	符号	单位	参考值
混合液悬浮固体浓度	$X$	gMLSS/L	2.5~5
BOD <sub>5</sub> 污泥负荷	$L_s$	kgBOD <sub>5</sub> / (kgMLSS d)	0.05~0.10
硝化速率	$v_n$	kgNH <sub>3</sub> -N/ (kgMLSS d)	0.02
脱氮速率	$K_{de}$	kgNO <sub>3</sub> -N/ (kgMLSS d)	0.03~0.06
MABR-BOD <sub>5</sub> 膜面积负荷	$L_{ms}$	gBOD <sub>5</sub> / (m <sup>2</sup> d)	5~20
MABR-NH <sub>3</sub> -N膜面积负荷	$L_{mn}$	gNH <sub>3</sub> -N/ (m <sup>2</sup> d)	1.4~2.5

MABR-TN 膜面积负荷	$L_{mn}$	$g/(m^2 d)$	0.7~1.3
污泥龄	$\theta_c$	d	10~22
MABR 池膜投配比	$\rho$	$(m^2 d)/m^3$	3~10
MABR-A 池膜投配比	$\rho_A$	$(m^2 d)/m^3$	3~5
水力停留时间	$t$	h	10~23
			其中厌氧 1~2
			缺氧 4~8
MABR 池水力停留时间	$t_m$	h	2~10
污泥回流比	$R$	%	20~100
混合液回流比	$R_i$	%	0~100
污泥产率	$Y$	$kgVSS/kgBOD_5$	0.1~0.4 (设初沉池)
			0.2~0.5 (不设初沉池)

**【条文说明】**

混合液悬浮固体浓度为生物反应池系统中活性污泥的混合液悬浮固体平均浓度， $BOD_5$  污泥负荷为好氧池活性污泥对污染物的污泥负荷；MABR- $BOD_5$  膜面积负荷是 MABR 膜对污染物的去除负荷，不包含  $BOD_5$  污泥负荷数值；类推，MABR- $NH_3-N$  膜面积负荷和 MABR-TN 膜面积负荷均指 MABR 膜及其表面生物膜对污染物的去除负荷，不包含活性污泥中的硝化速率和总氮速率。

MABR 池水力停留时间为新建工程选用 MABR-I 工艺或 MABR-II 工艺时 MABR 池的水力停留时间。

## 6 MABR 系统设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 MABR 系统中 MABR 膜组件有效膜面积不宜小于 20 m<sup>2</sup>。

**【条文说明】**

城镇污水处理厂处理水量一般比较大，采用 MABR 系统时所涉及的膜面积也比较大。根据安装和使用要求，MABR 膜块内的膜组件面积不宜过小，原因是：膜面积过小会导致膜组件数量增多，安装连接管件增多，安装不便且漏气风险增大。

6.1.2 MABR 膜组件应按照产品保持要求进行贮存，应符合现行国家标准《膜曝气生物膜反应器（MABR）中空纤维膜组件》GB/T 42281 的有关规定。

6.1.3 混合液回流点、污泥回流点以及回流比的设计，应综合考虑其对污染物降解、水力停留时间、溶解氧浓度以及污泥浓度等因素，在运行中应能根据实际需要进行调整。

**【条文说明】**

MABR 系统工艺流程选择不同，混合液和污泥的回流比例选择不同、回流位置点选取也不相同，需根据实际情况综合考虑。

6.1.4 MABR 系统中缺氧区（池）DO 浓度宜控制在 0.2 mg/L~0.5 mg/L，好氧区（池）DO 浓度宜控制在 1 mg/L~2 mg/L。

**【条文说明】**

本条中 MABR 系统缺氧区（池）包含新建项目的 MABR 池和改建或扩建项目的 MABR-A 池，好氧区（池）包含新建项目的 MABR 池和改建或扩建项目的 MABR-0 池。

6.1.5 MABR 膜块的填充体积不宜超过池体的 2/3。

### 【条文说明】

MABR 系统的生物处理单元中池体内不能将 MABR 膜块填充的过满，原因有：

- 1 填充密度过大，对于池内水体流态产生不利影响；
- 2 DO 浓度控制在低好氧环境难度增大；

## 6.2 MABR 池容积

6.2.1 新建项目采用 MABR-I 或 MABR-II 工艺时，MABR 池的容积按下列公式计算：

$$V_1 = \frac{0.001Q(N_{to}-N_{te}-\rho L_{mnt})-0.12\Delta X_V}{K_{de}X} \quad (6.2.1-1)$$

$$K_{de(T)} = K_{de(20)} 1.08^{(T-20)} \quad (6.2.1-2)$$

$$\Delta X_V = Y \frac{Q(S_0-S_e)}{1000} \quad (6.2.1-3)$$

式中： $V_1$ ——MABR 池容积 ( $m^3$ )；

$Q$ ——污水设计水量 ( $m^3/d$ )；

$S_0$ ——生物反应池进水五日生化需氧量浓度 ( $mg/L$ )；

$S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量浓度 ( $mg/L$ )；

$\rho$ ——MABR 池膜投配比 [ $(m^2 \cdot d) / m^3$ ]；

$N_{to}$ ——MABR 池进水总氮浓度 ( $mg/L$ )；

$N_{te}$ ——MABR 池出水总氮浓度 ( $mg/L$ )；

$\Delta X_V$ ——排出生物反应系统的微生物量 ( $kgMLVSS/d$ )；

$L_{mnt}$ ——MABR 池总氮膜面积负荷 [ $g / (m^2 \cdot d)$ ]；

$K_{de}$ ——脱氮速率 [ $kgNO_3-N / (kgMLSS \cdot d)$ ]，20℃时采用(0.03~0.06) [ $kgNO_3-N / (kgMLSS \cdot d)$ ]，并按本标准公式 6.2.1-2 进行温度修正；

$T$ ——设计温度 (°C);

$Y$ ——污泥产率系数 (kgVSS/kgBOD<sub>5</sub>)。

计算结果小数进位, 保留整数。

6.2.2 新建项目采用 MABR-I 或 MABR-II 工艺时, 好氧池的容积按下列公式计算:

1 按污泥负荷计算:

$$V_2 = \frac{Q(S_0 - \rho L_{ms} - S_e)}{1000 L_s X} \quad (6.2.2-1)$$

2 按污泥龄计算:

$$V_2 = \frac{Q Y \theta_c (S_0 - \rho L_{ms} - S_e)}{1000 X_V (1 + K_d \theta_c)} \quad (6.2.2-2)$$

式中:  $V_2$ ——好氧池容积 (m<sup>3</sup>);

$V_1$ ——MABR 池容积 (m<sup>3</sup>);

$L_{ms}$ ——MABR 池的五日生化需氧量膜面积负荷[gBOD<sub>5</sub>/ (m<sup>2</sup>·d) ];

$L_s$ ——生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷[kgBOD<sub>5</sub>/ (kgMLSS·d) ]

$Q$ ——污水设计水量 (m<sup>3</sup>/d);

$S_0$ ——生物反应池进水五日生化需氧量浓度 (mg/L);

$S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量浓度 (mg/L);

$X$ ——生物反应池内混合悬浮固体平均浓度 (gMLSS/L);

$X_V$ ——生物反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度 (gMLVSS/L);

$Y$ ——污泥产率系数 (kgVSS/kgBOD<sub>5</sub>);

$\theta_c$ ——设计污泥龄 (d);

$K_d$ ——衰减系数 (d<sup>-1</sup>), 20°C的数值为 0.040~0.075;

$\rho$ ——MABR 池膜投配比[ (m<sup>2</sup> d) /m<sup>3</sup> ]。

计算结果小数进位, 保留整数。

6.2.3 新建项目 MABR 池和好氧池的池容分别按 6.2.1 和 6.2.2 公式计算后应按

水力停留时间进行校核，不能满足水力停留时间时，按水力停留时间计算的容积取值。

6.2.4 改建项目采用 MABR-A 工艺强化脱氮时，应将 MABR 膜块设置于缺氧区（池），根据 MABR-A 工艺适当增加缺氧区（池）容积，减少原有好氧区（池）的容积，生物反应池总容积保持原有生物反应池容积。

#### 【条文说明】

如原有工艺为厌氧/缺氧/好氧法（AAO 法），按照《室外排水设计标准》GB50014 标准中 7.6.17 规定的生物反应池的容积进行计算，在根据 MABR-A 工艺强化脱氮去除量核算缺氧区（池）容积，好氧区（池）容积计算时核减 MABR-A 工艺去除有机物的量。

6.2.5 改建或扩建项目采用 MABR-O 工艺时，应将 MABR 膜块设置于部分好氧区（池），MABR 膜块在好氧区（池）占有的体积通过去除污染物进行设计计算，生物反应系统容积按照原有工艺执行。

6.2.6 改建或扩建项目采用 MABR-A-O 工艺强化脱氮除碳时，应将 MABR 膜块设置于缺氧区（池）和部分好氧区（池），生物反应系统容积按照原有工艺执行。

## 6.3 MABR 膜块

6.3.1 MABR 膜块的设计布置、连接顺序应充分考虑生物处理单元和水体流向的需要，并应符合下列规定：

1 MABR 膜块顶部与最低液面的距离不应小于 0.5 m。

2 当池体底部设置潜水搅拌器时，MABR 膜块底部距离潜水搅拌器顶部不应小于 200 mm。

3 当采用悬挂式安装时，应校核 MABR 膜块重量对承重结构的影响。

6.3.2 MABR 膜块使用的零部件材料、焊接材料和粘接材料等应符合国家现行标

准的规定，焊接质量应符合现行国家标准《焊接工艺规程及评定的一般原则》GB/T 19866 的有关规定，UPVC 材质的管道、管件和阀门安装与粘接应符合《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 10002.1、《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管件》GB/T 10002.2 和《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）阀门》GB/T 10002.3 的有关规定。

6.3.3 MABR 膜块数量设计计算，应符合下列规定：

1 新建项目采用 MABR-I 或 MABR-II 工艺时，应按下列公式计算：

$$N = \frac{Q(S_0 - S_e) - 0.001L_s XV_2}{AL_{ms}} \quad (6.3.3-1)$$

$$N = \frac{Q(N_{to} - N_{te}) - 0.001v_n XV_2}{AL_{mn}} \quad (6.3.3-2)$$

$$N = \frac{Q(N_{no} - N_{ne}) - 0.001K_{de} XV_2}{AL_{mtn}} \quad (6.3.3-3)$$

式中： $N$ ——MABR 膜块数量（组）；

$Q$ ——污水设计水量（ $m^3/d$ ）；

$S_0$ ——生物反应池进水五日生化需氧量浓度（ $mg/L$ ）；

$S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量浓度（ $mg/L$ ）；

$L_s$ ——生物反应池的五日生化需氧量污泥负荷[ $kgBOD_5 / (kgMLSS \cdot d)$ ]。

$X$ ——生物反应池内混合悬浮固体平均浓度（ $gMLSS/L$ ）；

$V_2$ ——好氧池容积（ $m^3$ ）；

$L_{ms}$ ——MABR 池  $BOD_5$  膜面积负荷[ $g / (m^2 \cdot d)$ ]；

$A$ ——单组膜块面积（ $m^2$ ）；

$N_{no}$ ——MABR 池进水氨氮浓度（ $mg/L$ ）；

$N_{ne}$ ——MABR 池出水氨氮浓度（ $mg/L$ ）；

$v_n$ ——硝化速率[ $kgNH_3-N / (kgMLSS \cdot d)$ ]；

$L_{mn}$ ——MABR 池氨氮膜面积负荷[ $g / (m^2 \cdot d)$ ]；

$N_{to}$ ——MABR 池进水总氮浓度（ $mg/L$ ）；

$N_{te}$ ——MABR 池出水总氮浓度 (mg/L);

$K_{de}$ ——脱氮速率[ $\text{kgNO}_3\text{-N}/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$ ], 20°C时采用(0.03~0.06)[ $\text{kgNO}_3\text{-N}/(\text{kgMLSS}\cdot\text{d})$ ], 并按本文件公式 6.2.1-2 进行温度修正;

$L_{mtn}$ ——MABR 池总氮膜面积负荷[ $\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ].

2 改建或扩建项目采用 MABR-A 工艺强化脱氮时, 宜按公式 6.3.3-2 计算。

3 改建或扩建项目采用 MABR-O 工艺强化去除有机污染物时, 宜按公式 6.3.3-1 计算。

4 改建或扩建项目采用 MABR-A-O 工艺强化脱氮除碳时, 宜按公式 6.3.3 计算。

#### 【条文说明】

MABR 膜块数量计算时需要分别按照 MABR- $\text{BOD}_5$  膜面积负荷、MABR- $\text{NH}_3\text{-N}$  膜面积负荷和 MABR-TN 膜面积负荷分别进行计算, 三者取最大值, 计算结果小数进位, 保留整数。

## 6.4 膜供气系统

6.4.1 MABR 系统, 在标准状态下供气量应根据试验确定, 缺少试验资料时, 可按  $0.17 \text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{min}) \sim 0.25 \text{ L}/(\text{m}^2\cdot\text{min})$  取值。

#### 【条文说明】

MABR 系统中的生物反应池供气系统需要通过 MABR 系统向池体内供给, MABR 膜既是生物膜的载体, 也是生物膜的供气源, MABR 系统供气量通过单位膜面积的供气量与投入使用的膜面积总数计算得出, 单位膜面积的供气量数据是根据试验、工程资料和理论计算综合分析后获取的。

6.4.2 新建项目采用 MABR-I 或 MABR-II 工艺时, 未设置 MABR 系统的好氧区(池) 供气量应按下列公式计算:

$$O_2 = 0.001aQ(S_0 - S_e - \rho L_{ms}) - c\Delta X_V + b[0.001Q(N_k - N_{ke} - \rho L_{mn}) - 0.12\Delta X_V] - 0.62b[0.001Q(N_k - N_{ke} - N_{oe} - \rho L_{mntn}) - 0.12\Delta X_V] \quad (6.4.2-1)$$

$$G_s = \frac{O_s}{0.28E_A} \quad (6.4.2-2)$$

- 式中： $O_2$ ——好氧区（池）污水需氧量（ $\text{kgO}_2/\text{d}$ ）；
- $a$ ——碳的氧当量，当含碳物质以  $\text{BOD}_5$  计时，应取 1.47；
- $Q$ ——污水设计水量（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）；
- $S_0$ ——生物反应池进水五日生化需氧量浓度（ $\text{mg/L}$ ）；
- $S_e$ ——生物反应池出水五日生化需氧量浓度（ $\text{mg/L}$ ）；
- $\rho$ ——MABR 池膜投配比[（ $\text{m}^2 \text{d}$ ）/ $\text{m}^3$ ]；
- $L_{ms}$ ——MABR 池  $\text{BOD}_5$  膜面积负荷[ $\text{g}/（\text{m}^2 \cdot \text{d}）$ ]；
- $c$ ——常数，细菌细胞的氧当量，应取 1.42；
- $\Delta X_V$ ——排出生物反应池系统的微生物量（ $\text{kgMLVSS}/\text{d}$ ）；
- $b$ ——常数，氧化每公斤氨氮所需氧量（ $\text{kgO}_2/\text{kgN}$ ），应取 4.57；
- $N_k$ ——生物反应池进水总凯氏氮浓度（ $\text{mg/L}$ ）；
- $N_{ke}$ ——生物反应池出水总凯氏氮浓度（ $\text{mg/L}$ ）；
- $L_{mn}$ ——MABR 池氨氮膜面积负荷[ $\text{g}/（\text{m}^2 \cdot \text{d}）$ ]；
- $N_{oe}$ ——生物反应池出水硝态氮浓度（ $\text{mg/L}$ ）；
- $L_{mntn}$ ——MABR 池总氮膜面积负荷[ $\text{g}/（\text{m}^2 \cdot \text{d}）$ ]；
- $0.12\Delta X_V$ ——排出生物反应池系统的微生物中含氮量（ $\text{kg}/\text{d}$ ）；
- $G_s$ ——标准状态下好氧区（池）供气量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）；
- $O_s$ ——标准状态下好氧区（池）污水需氧量（ $\text{kgO}_2/\text{h}$ ）；
- 0.28——标准状态下的每立方米空气中含氧量（ $\text{kgO}_2/\text{m}^3$ ）；
- $E_A$ ——曝气器的利用率（%）。

#### 【条文说明】

利用公式计算时，考虑到水温、当地的海拔高度等因素，需要将污水需氧量换算成标准状态下的需氧量，以此来选用曝气装置和设备。

6.4.3 改建或扩建项目 MABR 系统按 6.4.1 取值，未设置 MABR 系统的生物反应池应按 6.4.2 公式计算。

#### 【条文说明】

采用 MABR-A 工艺时，MABR 系统设置在原有工艺中的缺氧区（池），将整体系统需氧量前置，不设置 MABR 系统的原有好氧区（池）计算供气量时，所用污染物的量需要扣减 MABR 系统降解去除的微生物量。

采用 MABR-A-O 和 MABR-O 工艺时，MABR 系统设置在原有工艺的缺氧区（池）和部分好氧区（池），此部分供气量按照 MABR 系统供气量进行取值，剩余未设置 MABR 系统的好氧区（池）计算供气量时，所用污染物的量需要扣减 MABR 系统降解去除的微生物量。

6.4.4 鼓风机曝气的台数应根据供气量确定；供气量应满足 MABR 系统系统或组合工艺及辅助系统的设计要求，供气设备的其他规定，应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

## 6.5 回流污泥

6.5.1 MABR 系统污水混合液回流比宜采用 0%~100%或根据出水水质及总氮的排放要求确定。

#### 【条文说明】

根据设计水质要求和进水水质条件调节混合液回流比。

6.5.2 通过污泥回流保持生物处理区的生物量，污泥回流比宜为 20%~100%。

6.5.3 污泥（污水）回流设备可采用离心泵、混流泵、潜水泵、螺旋泵或空气提升器。当生物处理系统中带有厌氧区(池)、缺氧区(池) 时，应选用不易复氧的污

泥回流设备。

6.5.4 回流污泥设施的其他要求应符合国家现行标准《室外排水设计标准》GB50014 的有关规定。

## **6.6 剩余污泥处理及处置**

6.6.1 剩余污泥的设计、污泥处理和处置应符合国家现行标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

6.6.2 当生物后处理采用化学除磷时，化学除磷的污泥量应根据药剂投加量计算。

## 7 检测与控制

### 7.1 一般规定

7.1.1 MABR 工程设计应根据工程规模、工艺组合流程、运行管理要求设置生产控制、运行管理与安全运行所需要的检测仪表和控制装置。

7.1.2 MABR 工程的进、出水应按国家现行排放标准和环境保护部门的要求，设置相关项目的在线检测仪表。常用的主要有流量计、pH 计、DO 仪、水质自动在线检测仪等。

#### 【条文说明】

本条规定是 MABR 工程中常用水质自动在线检测仪检测项目包括 COD<sub>Cr</sub>、氨氮、总氮、总磷，包括但不限于本条款中所涉及的检测项目。

7.1.3 MABR 系统的过程控制系统应满足生产管理、处理工艺以及膜系统对自动化控制的要求，保证自动化控制系统在配置上的完整性和适应性。

#### 【条文说明】

MABR 系统中存在间歇运行的底部曝气系统和排气系统，实现远程自动化控制有利于操作和管理。

7.1.4 MABR 系统应具备机电设备事故状态下的安全控制功能。

### 7.2 检测

7.2.1 MABR 系统各处理单元宜设置生产控制、运行管理所需的检测仪表。

7.2.2 MABR 系统宜设回流污水混合液流量计，并采用能满足污水混合液回流量调节要求的设备。

#### 【条文说明】

在 MABR 系统应用过程中，根据不同 MABR 系统和水质要求，出水水质指

标中对总氮和总磷含量指标有着不同要求，需要及时调整回流混合液的流量，设置回流污水混合液流量计是有必要的。

7.2.3 MABR 系统出水水质检测项目主要包括：COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、氨氮、总氮、总磷和 SS 等。

**【条文说明】**

出水水质检测项目根据污水处理厂项目环境影响评价要求进行确定，包括但不限于本条款中所涉及的检测项目。

7.2.4 水质检测采样、测定应符合国家现行有关标准的规定。

**【条文说明】**

现有标准包括但不限于以下现行国家或行业标准，《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91、《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828、《水质 五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）的测定 稀释与接种法》HJ 505、《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535 或《水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法》HJ 536、《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636 和《水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法》HJ 670。

## 7.3 控制

7.3.1 MABR 系统应设置完整的、独立的自动控制系统，相关设计应符合国家现行标准《电气控制设备》GB/T 3797 的有关规定。

**【条文说明】**

当 MABR 系统运行条件与常规处理工艺不同，不建议自动控制系统与其他工艺过程合并，应独立设置，工艺自动控制系统的组成应根据工艺形式及运行管理要求确定。

7.3.2 自动控制系统应具有信息收集、处理、控制、管理和安全保护功能。

7.3.3 自动控制系统宜设有报表系统，根据需求生成年、月、日运行报表。

7.3.4 自动控制系统应设有不间断电源或蓄电池。

## 本标准用词说明

1 为方便执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不一样的用词说明如下：

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，正常情况下都应该这样做的：

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该这样做：

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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的时，写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

## 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。

《室外给水设计标准》GB 50013

《室外排水设计标准》GB 50014

《城乡排水工程项目规范》GB 55027

《地表水环境质量标准》GB3838

《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918

《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 10002.1

《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管件》GB/T 10002.2

《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）阀门》GB/T 10002.3

《焊接工艺规程及评定的一般原则》GB/T 19866

《膜曝气生物膜反应器（MABR）膜组件》GB/T 42281

《城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 60

《水质 五日生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）的测定 稀释与接种法》HJ 505

《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 535

《水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法》HJ 536

《水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》HJ 636

《水质 磷酸盐和总磷的测定 连续流动-钼酸铵分光光度法》HJ 670

《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ 828

《地表水和污水监测技术规范》HJ/T 91

《膜生物反应器城镇污水处理工艺设计规程》T/CECS 152

中国工程建设标准化协会标准

膜曝气生物膜反应器地表水体净化技术规程

T/CECS XXX-202X

条文说明

## 编制说明

为规范污水处理膜曝气生物膜反应器的工艺设计,做到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便,编制组在充分调查研究的基础上,依据国家相关标准和大量膜曝气生物膜反应器在城镇污水处理厂的新建工程和提标改造工程应用实践案例总结,对本规程进行编制。

为便于广大设计、施工、科研、院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。