

广东省标准



DBJ15-XX-2023

备案号 JXXXXX-2023

悬浮载体生物膜速净技术规程

Technical Specification for Rapid Purification of Biofilm &

Magnetic-separation process

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

广东省住房和城乡建设厅发布

本标准涉及专利

前言

根据广东省住房和城乡建设厅《关于下达广东省标准<悬浮载体生物膜速净技术规程>编制任务的通知》，编制组广泛开展调查研究，认真总结悬浮载体生物膜速净工艺的工程实践经验，参考国内外有关标准，编写了本规程。

本规程的主要技术内容是：1、总则；2、术语；3、基本规定；4、工艺设计；5、检测与控制；6、施工与安装；7、调试与验收；8、运行与维护。其中4、6、7、8全部条款涉及专利内容。本标准涉及专利单位共同承诺：同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该广东省地方标准时实施本专利。

本规程由广东省住房和城乡建设厅负责本规程的管理，由广东省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容解释。执行过程中，如有意见或建议，请寄送广东省建筑设计研究院有限公司(地址：广州市荔湾区流花路97号，邮编：510010)。

主编单位：广东省建筑设计研究院有限公司

青岛思普润水处理股份有限公司

参编单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司

肇庆市水务集团有限公司

首创爱华（天津）市政环境工程有限公司

广东省广业环保产业集团有限公司

主要起草人：李骏飞，吴迪，李德强，周家中，杨磊三，李树苑，彭明，刘敏，周华，韩文杰，周炜峙，刘海燕，陈虹，李彦斌，袁维芳，马少博，辛涛，殷建文，李洪禹，杨忠启，李德毅，刘伟凡，罗文剑，梁恽祯，张晶晶，韩建博，李旭东，王浩

主要审查人：

目 录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	4
4 工艺设计.....	6
4.1 预处理.....	6
4.2 BFM-B 段.....	6
4.3 BFM-M 段.....	11
4.4 污泥产量.....	13
5 检测与控制.....	15
5.1 一般规定.....	15
5.2 检测.....	15
5.3 控制.....	15
6 施工与安装.....	17
6.1 一般规定.....	17
6.2 施工.....	17
6.3 安装.....	20
7 调试与验收.....	25
7.1 一般规定.....	25
7.2 调试.....	25
7.3 验收.....	26
8 运行与维护.....	31

8.1 一般规定	31
8.2 运行	31
8.3 维护	33
本规程用词说明	35
引用标准名录	36
附：条文说明	37

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Basic Requirements	4
4 Technological Design.....	6
4.1 Pretreatment	6
4.2 BFM-B Process.....	6
4.3 BFM-M Process.....	11
4.4 Sludge Yield.....	13
5 Monitoring and Control	15
5.1 General Requirements.....	15
5.2 Monitoring	15
5.3 Control	15
6 Construction and Installation	17
6.1 General Requirements.....	17
6.2 Construction.....	17
6.3 Installation	20
7 Commissioning and Acceptance.....	25
7.1 General Requirements.....	25
7.2 Commissioning	25
7.3 Acceptance	26

8 Running and Maintenance	31
8.1 General Requirements.....	31
8.2 Running.....	31
8.3 Maintenance.....	33
Explanation of wording in this specification	35
List of quoted standards.....	36
Addition: Explanation of provisions.....	37

1 总则

1.0.1 为规范悬浮载体生物膜速净工艺的应用，做到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用悬浮载体生物膜速净工艺处理市政污水、工业废水、农村污水的新、改、扩建工程，适用于大、中、小型污（废）水处理厂（站），也适用于黑臭水体、初期雨水等微污染水的处理。

1.0.3 悬浮载体生物膜速净工艺的设计、建设、验收及运行维护，除应执行本规程外，尚应符合国家、行业及广东省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 悬浮载体生物膜速净工艺 biofilm & magnetic-separation, BFM

以纯膜移动床悬浮载体生物膜技术耦合超效分离技术的具备脱氮除磷功能的水处理工艺系统，包括 B 段、M 段、控制系统（F）三个部分，其中 B 段指纯膜移动床悬浮载体生物膜技术，M 段指超效分离技术，控制系统指自动化、信息化、智能化控制系统，简称 BFM 工艺。

2.0.2 纯膜移动床悬浮载体生物膜技术 pure moving bed biofilm reactor

生物池不富集悬浮态微生物，主要依赖悬浮载体附着态微生物进行污染物吸附、氧化和分解，使水得以净化的移动床生物膜反应器，属于连续流生物膜法，简称 P-MBBR 技术，是 BFM-B 段。

2.0.3 超效分离技术 super-efficient separation

通过向反应系统内投加磁介质，提高沉淀池固体通量并加速污泥沉降的高效固液分离工艺，是 BFM-M 段。

2.0.4 悬浮载体 suspended carrier

水处理过程中，可为微生物附着生长提供受保护空间，且挂膜成熟后密度与水接近，通过曝气或者搅拌可呈现悬浮状态的载体，整体呈空心圆柱状，内部有不同的构造，材质一般为高密度聚乙烯(HDPE)。

2.0.5 堆积体积 bulk volume

悬浮载体在自然堆积状态下的体积， m^3 。

2.0.6 总比表面积 total specific surface area

单位堆积体积悬浮载体的几何表面积，简称 TSSA， m^2/m^3 。

2.0.7 有效比表面积 effective specific surface area

单位堆积体积悬浮载体可供微生物附着生长形成生物膜，且传质传氧良好和保护生物膜不被冲刷的表面积，简称 ESSA， $ESSA < TSSA$ ， m^2/m^3 。

2.0.8 总有效表面积 total effective surface area

反应系统内悬浮载体上可供生物膜附着生长,且保证良好传质和保护生物膜不被冲刷的总的表面积,等于悬浮载体的堆积体积与对应悬浮载体有效比表面积的乘积,简称 TESA, m^2 。

2.0.9 表面污染物去除负荷 surface loading

单位有效表面积每天能去除的污染物量,符号 L_s ,单位 $\text{gX}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,其中 X 为污染物, m^2 指有效表面积。

2.0.10 填充率 fill rate

悬浮载体的堆积体积与填充区域体积之比, %。

2.0.11 磁介质 magnetic medium

具有稳定化学性质的软磁性微米级颗粒物。

2.0.12 磁介质污泥 magnetic medium sludge

磁介质、污水中的悬浮颗粒物、混凝剂与助凝剂等在反应沉淀后形成的混合物。

2.0.13 重载刮泥机 heavy duty mud scraper

专用于磁介质污泥刮集、排除的设备。

2.0.14 高剪机 high shear mixer

破碎磁介质污泥的设备。

2.0.15 磁分离机 magnetic drum separator

利用高梯度磁场回收磁介质的设备。

2.0.16 准IV类标准 quasi Class IV standard

出水标准在《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918 一级 A 标准基础上,进一步要求氨氮、总磷满足《地表水环境质量标准》GB 3838 中IV类水的要求, TN 满足 $\leq 10\text{mg/L}$ 的出水标准。

3 基本规定

3.0.1 进入 BFM 工艺的污水不宜对微生物具有抑制和毒害作用。

3.0.2 BFM 工艺由 B 段和 M 段组成，其中 B 段为生化单元，采用纯膜 MBBR 工艺；M 段为固液分离单元，采用超效分离工艺。

3.0.3 以 BFM 工艺为核心的水处理工艺流程，宜采用图 3.0.3。



图3.0.3 以 BFM 工艺为核心的水处理工艺流程

3.0.4 BFM 工艺参数的选用应根据项目建设规模、进出水水质、水温、占地等综合因素合理确定。

3.0.5 B 段构筑物不应少于 2 个（格），应按并联设计。M 段构筑物分格数不应少于 2 个（格），应按并联设计。对于改建项目以及点源污染治理，应根据项目实际情况，确定格数和运行方式。

3.0.6 BFM 工艺构筑物既可采用传统混凝土现场浇筑形式建设，也可采用装配式混凝土或装配式钢结构形式建设；对施工时间有严格要求时，宜选用装配式形式建设，建设实施时间宜参照表 3.0.6 进行确定。

表3.0.6 装配式 BFM 污水处理设施建设实施时间

处理规模（万 m ³ · d ⁻¹ ）	实施时间（d）
≤1.0	20~60
1.0~5.0	30~70
5.0~10.0	40~90
>10.0	50~100

3.0.7 采用 BFM 工艺的市政污水处理达到一级 A、准IV类或更严格氮磷排放限值的污水处理工艺线生产构筑物占地指标宜参照表 3.0.7 进行确定。

表3.0.7 BFM 工艺占地指标（水处理工艺线生产构筑物）

处理规模（万 m ³ · d ⁻¹ ）	占地[m ² /(m ³ · d ⁻¹)]
---	---

<1.0	0.15~0.30
1.0~5.0	0.10~0.25
≥5.0	0.05~0.20

3.0.8 地下或半地下污水厂设计应综合考虑规模、用地、环境、投资等各方面因素，确定建筑结构、通风、除臭、交通、消防、供配电及自动控制、照明、给排水、监控等系统的配置，各系统之间应相互协调。

3.0.9 地下或半地下污水厂应充分利用污水厂的上部空间，有效利用土地资源，提高土地利用率。

3.0.10 采用 BFM 工艺时，应同步配置智慧化控制系统，该系统可实现 BFM 工艺可靠、稳定、降碳的自动化控制及日常运维管理，系统宜配套云平台及移动端小程序。

3.0.11 采用 BFM 工艺时，应根据设计处理体量、建设形式、进出水水质等综合确定项目投资。

4 工艺设计

4.1 预处理

4.1.1 污水进入 BFM 工艺前，应进行预处理。

4.1.2 BFM 工艺预处理流程宜采用图 4.1.2:

- 1.当进水 SS<300 mg/L 时，可不设初沉池；
- 2.当进水 SS 在 300 mg/L~500 mg/L 时，宜设初沉池；
- 3.当进水 SS>500 mg/L 时，应设初沉池；
- 4.当进水含油量>30mg/L 时，应增设隔油池；
- 5.当进水水质或水量波动大时，应设置调节池。



图4.1.2 预处理工艺流程

4.1.3 预处理细格栅栅距应 ≤ 3 mm，宜选用网孔板细格栅。

4.1.4 预处理其他要求应按照《室外排水设计标准》GB 50014 执行。

4.2 BFM-B 段

4.2.1 根据污染物去除需求，B 段工艺流程可参照图 4.2.1 确定并符合以下规定：

- 1 当对出水 TN 无特殊要求，仅需要去除有机物或氨氮时，宜只设置好氧段（O），采用工艺流程 1；
- 2 当系统需要脱氮且 TN 去除率 $< 70\%$ 时，如主要考虑原水碳源脱氮，宜设置缺氧-好氧段（A/O），采用工艺流程 2；当主要考虑外投碳源进行脱氮时，宜设置好氧-缺氧-好氧段（O/A/O），采用工艺流程 3；
- 3 当系统需要脱氮且 TN 去除率 $\geq 70\%$ 或出水 TN ≤ 10 mg/L 时，宜设置缺氧-好氧-后缺氧-后好氧（A/O/A/O），或缺氧-好氧-后缺氧（A/O/A），或多级缺氧-好氧（多级 A/O），采用工艺流程 4 或 5 或 6，如采用工艺流程 6 时，内回流形式应根据实际情况进行确定；
- 4 宜根据进、出水水质要求以及项目的实际情况，合理确定进水方式为单点

进水或多点进水。

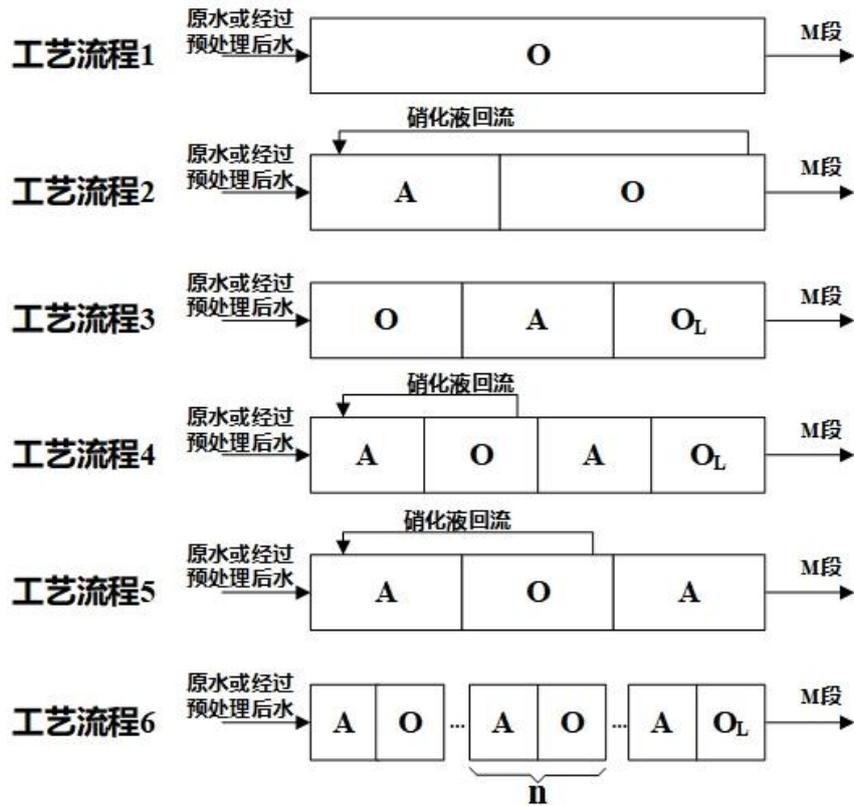


图4.2.1 B 段工艺流程

4.2.2 B 段应根据设计水温 and 水质，采用表面污染物去除负荷 $[gX/(m^2 \cdot d)]$ 进行设计。

4.2.3 对于以脱碳为主的反应区，B 段表面污染物去除负荷应根据出水 BOD_5 浓度以及 BOD_5 去除率要求进行合理取值， $15^\circ C$ 时 BOD_5 表面有机负荷取值宜符合表 4.2.3 的规定。

表4.2.3 脱碳为主的反应区 $15^\circ C$ 时 BOD_5 表面有机负荷取值

一般规定	
BOD_5 去除率 (%)	BOD_5 表面有机负荷 $[gBOD_5/(m^2 \cdot d)]$
<80	6.0~25.0
≥ 80	1.5~15.0
特殊规定	
微污染水或含生物抑制性污水	0.8~5.0

4.2.4 对于以硝化为主的反应区，B 段表面污染物去除负荷应根据出水氨氮浓度、好氧区有机物负荷以及氨氮去除率等进行合理取值， $15^\circ C$ 时表面硝化负荷取值宜

符合表 4.2.4 的规定。

表4.2.4 以硝化为主的反应区 15°C时表面硝化负荷取值

一般规定	
氨氮去除率 (%)	表面硝化负荷[gNH ₄ ⁺ -N/(m ² ·d)]
<85	0.14~1.40
≥85	0.12~0.90
特殊规定	
微污染水或含生物抑制性污水	0.015~0.300

4.2.5 对于以反硝化为主的反应区，B 段表面污染物去除负荷应根据进水 C/N、出水硝氮浓度、是否外投碳源等进行合理取值，15°C时表面反硝化负荷取值宜符合表 4.2.5 的规定。

表4.2.5 以反硝化为主的反应区 15°C时表面反硝化负荷取值

脱氮区域	表面反硝化负荷[gNO _x ⁻ -N/(m ² ·d)]
一般反硝化区	0.10~1.00
外投碳源反硝化区	0.25~2.50

4.2.6 B 段各反应区填充率不应大于 67%，不宜低于 25%，宜为 40%~67%。

4.2.7 悬浮载体投加应按堆积体积核算，投加量应按下式计算：

$$BV = \frac{Q \times (X_0 - X_e)}{L_A \times SV} \quad (4.2.7-1)$$

式中：BV——悬浮载体堆积体积（m³）；

Q——设计进水水量（m³/d）；

X₀——B 段进水污染物的量（kg/m³）；

X_e——B 段出水污染物的量（kg/m³）；

L_A——设计表面污染物去除负荷[gX/(m²·d)]；

SV ——悬浮载体的有效比表面积（m²/m³）；

4.2.8 B 段各反应区池容应符合以下规定：

- 1 对于新建工程，需要综合建设用地合理确定填充率和反应区池容；

2 对于改建工程，根据各反应区池容，校核填充率，当填充率低于 4.2.6 规定的最小值要求时，宜缩小投加区域；当填充率高于 4.2.6 规定的最大值时，宜更换更大的有效比表面积的悬浮载体按 4.2.7 重新核算，满足 4.2.6 规定要求。

4.2.9 B 段各反应区水力停留时间应根据有效池容和水量进行核算，其中最后一级好氧区（O_L）HRT 不宜小于 15min；其余各反应区 HRT 不宜小于 30min。

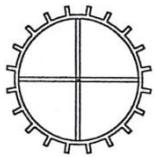
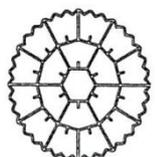
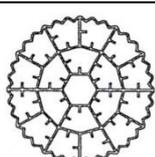
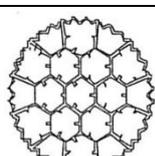
4.2.10 B 段各反应器水深不宜超过 12m，超高宜为 0.5 m~1.0 m。

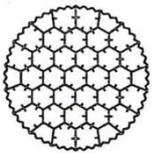
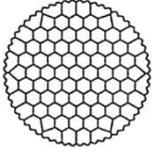
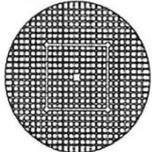
4.2.11 B 段各反应区水平流速不宜大于 65 m/h，采用方形池体时，布水边与非布水边的比宜为 1:3~8:1；当不满足此条件时，可采用增加搅拌器、设置隔墙等确保悬浮载体均匀流化的措施；采用圆形池体时，直径不宜大于 50 m。

4.2.12 B 段主要设备材料包括悬浮载体、进出水系统、流化系统等。

4.2.13 悬浮载体的选取宜满足《水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料》 CJ/T 461 的相关要求，物理性能满足表 4.2.13 相关要求。

表4.2.13 悬浮载体填料的物理性能

类别	有效表面积 m ² /m ³	填料密度 g/cm ³	空隙率 %	抗压强度 N/mm	压缩回弹率%	磨损率 %	破损率 %	示意图
A 类 填料	350	0.94~0.97	90	-	-	-	5	
	450	0.94~0.97	92	0.21	95	19		
	500	0.94~0.97	92					
B 类 填料	620	0.94~0.97	92	0.18	96	25		

	800	0.94~0.97	90	0.25	75	18	
	800			0.20			
	800		91	0.32	95		
	800			0.14	93		
C 类 填料	1200	0.94~0.97	90	0.14	63	25	
	1200		70	-	-	-	

4.2.14 悬浮载体宜选择有效比表面积较大的型号。

4.2.15 进出水系统中，各反应区出水端应设置拦截筛网。拦截筛网宜采用不锈钢或高分子复合等耐磨损材质，开孔率 $\geq 40\%$ ，开孔孔径不得大于实际使用悬浮载体的尺寸的 80%。

4.2.16 拦截筛网应用形式包括板式以及筒式，应根据实际生物池池型、反应区确定应用形式。

4.2.17 流化系统分为好氧区流化系统和缺氧区流化系统。好氧区流化系统应采用鼓风曝气设备，特殊情况如池型限制等，可增加搅拌器辅助悬浮载体流化；缺氧区流化系统宜采用搅拌器。

4.2.18 B 段曝气方式应符合以下规定：

- 1 B 段好氧区水深 ≥ 6 m 时宜采用穿孔曝气的方式；
- 2 当好氧池水深 ≤ 5 m 且填充率低于 30%时，宜采用穿孔曝气与微孔曝气相结合的方式，同时穿孔曝气与微孔曝气宜采用不同的风机进行控制；
- 3 当同时不满足上述要求时，宜根据实际情况进行灵活选择。

4.2.19 B 段好氧区需氧量应根据去除的五日生化需氧量、氨氮的硝化和脱氮等要求，参照 GB 50014 进行计算确定。

4.2.20 曝气器的数量应根据供气量和服务面积计算确定。

4.2.21 采用穿孔管曝气的管材宜采用 ABS 或不锈钢耐用材质。

4.2.22 搅拌器宜选用不锈钢材质，桨叶直径不宜低于 1.0 m，转速不宜高于 120 rpm。

4.2.23 污水中含有大量产生泡沫的表面活性剂时，应有除泡沫措施。

4.3 BFM-M 段

4.3.1 M 段由反应单元、沉淀单元、磁介质回收单元组成（图 4.3.1），符合以下规定：

1 反应单元应由串联组合的混合反应池、磁介质加载池、絮凝反应池，污泥回流、药剂投加等相关配套设备构成；

2 当 M 段需强化去除溶解性难降解 COD 时，可在混合反应池前设置活性炭吸附池，并同步投加活性炭；

3 沉淀单元应包括清水区、沉淀区、配水区、缓冲区、污泥浓缩区等。主要配套设备应包括：斜管（板）、重载型刮泥机、集水槽等；

4 磁介质回收单元应由高剪机、磁分离机等相关配套设备构成。

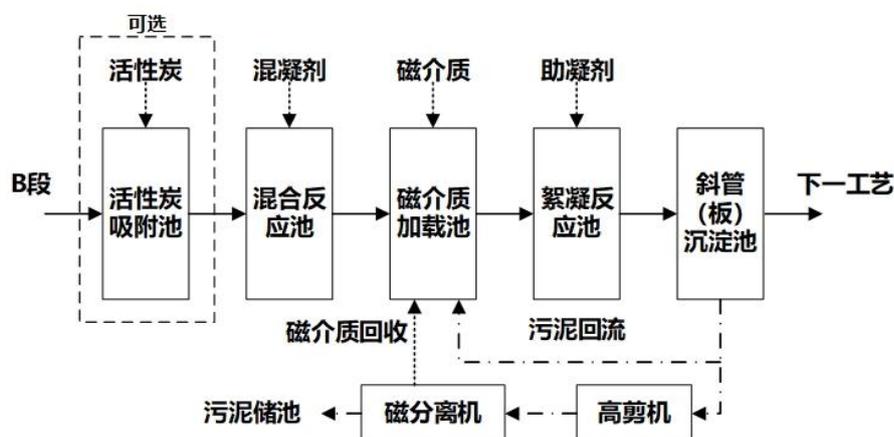


图4.3.1 M 段工艺流程图

4.3.2 M 段反应单元各阶段设计停留时间及速度梯度值应参照表 4.3.2 的规定。

表4.3.2 M 段各阶段设计停留时间及速度梯度值

类型	水力停留时间 (min)	速度梯度值 (s^{-1})
混合反应池	1.0~2.5	300~1000
磁介质加载池	1.5~2.5	100~500

絮凝反应池	3.0~5.0	70~200
-------	---------	--------

4.3.3 反应单元搅拌器应符合下列规定：

1 宜采用立式搅拌器，磁介质加载池和絮凝反应池桨叶设计应充分考虑磁介质影响，宜采用专用搅拌器，确保混凝反应效果；

2 搅拌器轴功率应确保水体完全混合，保证整池平均流速 ≥ 230 mm/s，电机功率宜大于实际轴功率的 1.2 倍。

4.3.4 磁介质主要成分应为四氧化三铁 (Fe_3O_4)，且磁性物含量不宜低于 96% (烘干后)，真密度 $3.8 \text{ g/cm}^3 \sim 5.2 \text{ g/cm}^3$ ，粒径 100 目~600 目。

4.3.5 磁介质污泥回流应符合下列规定：

1 根据进水水质情况确定，回流量宜为进水量的 2%~6%；

2 磁介质污泥回流泵宜选用大通道、耐磨泵，具有高耐磨及高通过性特点，避免泵频繁堵塞。

4.3.6 药剂投加系统应符合下列规定：

1 磁介质宜采用干法投加，补充投加时可采用间歇方式，投加频次不宜小于 1 次/d；储备量不宜小于 30 d 的最大运行投加量；

2 混凝剂和助凝剂宜采用湿法投加，储备量宜按 7 d~15 d 最大运行投加量设计。

4.3.7 沉淀单元应符合以下规定：

1 沉淀单元设计应结合当地气候条件，宜设置遮阳、保温等措施；

2 沉淀单元应采用斜管（板）沉淀池，且应采用上向流斜管（板）沉淀；

3 斜管（板）沉淀池可根据实际需求选型设置冲洗装置，清洗周期根据运行情况确定，宜每季度清洗一次；

4 沉淀池可设置成方形池、圆形池或矩形池体。当设置成方形池体时，刮泥机覆盖不到的四角区域应抹圆坡，角度宜为 $45^\circ \sim 55^\circ$ ；底部刮泥机覆盖的圆形区域坡度不宜小于 1/1000；

5 进入沉淀区前应设置导流墙。

4.3.8 M 段沉淀区水力负荷宜为 $10 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 25 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，固体通量不宜高于 $20 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

4.3.9 底部污泥区的容积，应根据处理水量、悬浮物去除量、加药量、排泥周期和浓度等因素通过计算确定。底部浓缩污泥斗容积宜按高效沉淀池泥斗设计，泥斗内磁介质污泥浓度可按 $40 \text{ g/L} \sim 80 \text{ g/L}$ 计。

4.3.10 斜管（板）沉淀池的设计应符合下列规定：

- 1 斜管孔径或斜板净距宜为 $80 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm}$ ；
- 2 斜管（板）的长度宜为 $1.0 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$ ；
- 3 斜管（板）水平倾角宜为 60° ；
- 4 斜管（板）区上部清水区的水深宜为 $0.5 \text{ m} \sim 1.0 \text{ m}$ ；
- 5 斜管（板）底部缓冲区的高度宜为 $0.5 \text{ m} \sim 1.2 \text{ m}$ ；
- 6 池底浓缩污泥斗的深度宜为 $0.45 \text{ m} \sim 1.05 \text{ m}$ 。

4.3.11 排泥区刮泥机应符合以下要求：

1 如采用圆形或方形沉淀池，选用重载型四臂刮泥机设备进行刮集，刮泥耙外缘线速度应为 $1.5 \text{ m/min} \sim 2.5 \text{ m/min}$ ；刮泥机扭矩按常规沉淀池计算值的 1.5 倍~4.0 倍配置；

2 如采用矩形沉淀池，选用非金属链板式刮泥机设备进行刮集，刮泥机运行速度为 $0.4 \text{ m/min} \sim 0.6 \text{ m/min}$ ；刮泥机扭矩按常规沉淀池计算值的 1.5 倍~4.0 倍配置。

4.3.12 磁分离机宜选用高梯度磁分离机，永磁筒回收区表面最大磁感应强度 $\geq 700 \text{ mT}$ 。

4.3.13 高剪机筒体宜采用不低于 SS316L 材质，桨叶宜选用钛合金或高铬合金等耐磨材质。

4.4 污泥产量

4.4.1 BFM 工艺污泥产量主要包括生化污泥和化学污泥，如含有初沉池时，也应包含初沉污泥。初沉污泥量计算可参考《室外排水设计标准》GB 50014。

4.4.2 BFM 工艺污泥产量可按下式进行计算：

$$\Delta X = f \times Q \times SS_0 + Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S_e) + K \times m_c \quad (4.4.2-1)$$

式中： ΔX ——BFM 污泥产量（kgDS/d）；

f ——SS 的污泥转化率（gSS/gSS），宜根据试验资料确定，无试验资料时可取 0.7~0.9；

Q ——设计进水水量（m³/d）；

SS_0 ——BFM 工艺进水悬浮物浓度（kg/m³）；

Y_{obs} ——生物膜表观产率系数（kgSS/kgBOD₅），0.1~0.6；

S_0 ——BFM 工艺进水 BOD₅ 量（kg/m³）；

S_e ——BFM 工艺出水 BOD₅ 量（kg/m³）；

K ——混凝剂污泥产生系数，铁盐可按照 2.5 kgSS/kgFe~3.5 kgSS/kgFe，铝盐可按照 4.0 kgSS/kgAl~5.0 kgSS/kgAl 计算；

m_c ——混凝剂投加量（kg/d），按 Fe 或 Al 计。

4.4.3 BFM 工艺剩余污泥应根据出厂含水率要求，合理选择脱水方式。脱水方式选择可参考 GB 50014 中关于活性污泥法污泥脱水的规定。

5 检测与控制

5.1 一般规定

5.1.1 BFM 工艺应根据工程规模、工艺流程、运行管理、安全保障和环保监督要求确定检测和控制的内容。

5.1.2 检测仪表和自动化控制系统应保障 BFM 工艺的安全可靠、便于运行和改善劳动条件，提高科学管理和智慧化水平。

5.1.3 检测和控制系統宜兼顾现有、新建、改建、扩建和规划的要求。

5.2 检测

5.2.1 BFM 工艺各处理单元应设生产控制和运行管理所需的检测仪表。

5.2.2 B 段应设置溶解氧、硝氮在线检测仪表，宜设置氧化还原电位、pH、氨氮、悬浮物在线检测仪表。

5.2.3 B 段拦截筛网前后宜设置液位计。

5.2.4 M 段宜设置化学需氧量、总磷、悬浮物（浊度）在线检测仪表。

5.3 控制

5.3.1 B 段好氧区控制 DO 宜为 2 mg/L~6 mg/L。

5.3.2 M 段搅拌器搅拌强度（G 值）应根据实际情况选择 70 s^{-1} ~ 1000 s^{-1} ，宜与变频器配套使用。

5.3.3 M 段除磷药剂的投加量宜根据进出水总磷浓度进行确定。

5.3.4 BFM 工艺应配套实现自动化、信息化、智能化运行和管理的控制系统。

5.3.5 控制系统，宜具有智能曝气和加药、监测预警、数据分析与预测、设备健康管理、生产监控、数字运营等功能，并采用物联网、人工智能等技术，控制系统内置工艺的池型应布置三维建模，应符合下列规定：

1 智能曝气和加药，应具备前馈、后馈调节机制，配套相关软硬件，实现节能降耗；

- 2 控制系统，应包含进水预测预警功能；
- 3 控制系统，宜配套云平台和移动端小程序；
- 4 控制系统，软件应采用单服务端/多客户端架构。

5.3.6 风机、搅拌器、回流泵应具备变频调速功能，可根据实际需要调整输出效能。

6 施工与安装

6.1 一般规定

- 6.1.1** 工程设计、施工单位应具有国家或行业规定的相应的工程设计、施工资质。
- 6.1.2** 应按工程设计图纸、技术文件、设备图纸等组织工程施工，工程的变更应取得批复的设计变更文件后实施。
- 6.1.3** 施工前，应进行施工组织设计或编制施工方案，明确施工质量负责人和施工安全负责人，经批准后方可实施。
- 6.1.4** 施工前应熟悉设计文件和设备安装要求，应进行施工图和设备安装技术交底。
- 6.1.5** 施工前应将设备技术要求、现场情况与图纸进行核对，对预埋件进行复核，发现问题应及时解决。
- 6.1.6** 设备安装前应按设计和设备允许的偏差对设备基础、预埋件位置和几何尺寸进行复检和校正，并应有记录。
- 6.1.7** 施工使用的材料、半成品、部件应符合国家现行标准和设计要求，设备安装应符合 GB 50231 的规定。
- 6.1.8** 施工前应认真阅读设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预留孔、预埋件的准确位置和做法，对有高程和平面位置要求的设备基础要严格控制在设备要求的误差范围内。

6.2 施工

- 6.2.1** 采用 BFM 工艺的污水处理设施涉水构筑物的土建施工除应符合《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334 的规定外，还应控制配水、配气和集水部分的施工质量和精度。
- 6.2.2** 混凝土构筑物的土建施工应符合《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的有关规定。
- 6.2.3** 土建施工应重点控制池体的结构强度、抗浮处理、地基处理、池体抗渗处理，

满足设备安装对土建施工的要求。

6.2.4 池体混凝土标号低，碳钢磨损指数高时，宜增加池体防护措施。

6.2.5 需要在软弱地基上施工且构筑物荷载不大时，应采取适当的措施对地基进行处理，必要时可采用桩基。

6.2.6 设备基础应按照设计要求和图纸规定浇筑，混凝土基础应平整坚实。杜绝出现裂缝和渗漏，出现渗漏时，应会同设计等有关方面确定处理方案，彻底解决问题。

6.2.7 模板、钢筋、钢筋混凝土分项工程应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定，并应符合以下要求：

- 1 模板架设应有足够强度、刚度和稳定性，表面平整无缝隙，尺寸正确；
- 2 钢筋规格、数量准确，绑扎牢固应满足连接要求，无锈蚀；
- 3 钢筋混凝土配合比、抗渗性能、预防碱集料反应、施工缝设置、伸缩缝设置、设备基础预留孔及预埋螺栓位置均应符合规范和设计要求，冬季施工应有保温防冻等相应措施。

6.2.8 现场浇筑钢筋混凝土水池施工允许偏差应符合表 6.2.8 的规定。

表6.2.8 现浇钢筋混凝土水池施工允许偏差

编号	项目	允许偏差 /mm	
1	轴线位置	底板	15
		池壁、柱、梁	8
2	高程	垫层、底板、池壁、 柱、梁	±10
3	平面尺寸（混凝土底板和池体 长、宽或直径）	$L \leq 20 \text{ m}$	±20
		$20 \text{ m} < L \leq 50 \text{ m}$	±L/1000
		$50 \text{ m} < L \leq 250 \text{ m}$	±50
4	截面尺寸	池壁、柱、梁、顶板	±10
			-5

		洞、槽、沟净空	±10
5	垂直度	$H \leq 5 \text{ m}$	8
		$5 \text{ m} < H \leq 20 \text{ m}$	1.5H/1000
6	表面平整度（用 2m 直尺检查）		10
7	中心位置	预埋件、预埋管	5
		预留洞	10
<p>注：1.表中 L 为底板和池体的长、宽或直径；H 为池壁、柱的高度</p> <p>2.若设备对钢筋混凝土水池施工允许偏差有特殊要求，以设备要求为准。</p>			

6.2.9 采用装配式方式实施时，应符合以下规定：

1 装配式污水处理设施施工使用的原材料、半成品、构件、设备等的规格、尺寸和质量应符合国家现行有关标准的规定和设计文件的要求，不得使用国家明令禁用、淘汰的产品。进入施工现场时应进行进场验收，按照种类、规格、批次分开存储与堆放，并应标识清晰，做好相应保护工作；

2 装配式污水处理设施的施工与验收应符合本规范和现行国家标准《城镇污水处理厂工程施工规范》GB 51221、《城镇污水处理厂工程质量验收规范》GB 50334、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《钢结构工程施工规范》GB 50755、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定；

3 现场拼装池体应按定位放线、检查基础平整度、拼装底板模块、拼装转角模块、拼装墙板与抗弯立柱模块、紧固螺栓及密封件、安装拉压构件模块、顶板模块（根据实际需求选择安装）的顺序进行现场装配；

4 装配式污水处理设施施工前，宜选择有代表性的单元进行试安装和相关性能测试，并应根据试安装结果及时调整施工工艺、完善施工方案；

5 地基应满足装配式污水处理设施的地基承载力、变形和稳定性要求；

6 采用钢筋混凝土底板时，应采用抗渗混凝土，底板施工应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定；

7 基础顶面直接作为柱的支承面、基础顶面预埋钢板或支座作为柱的支承面时，其支承面、地脚螺栓（锚栓）的允许偏差应符合《钢结构工程施工质量验收

标准》GB 50205 及《钢结构设计标准》GB 50017 的规定；

8 锚栓及预埋件安装应符合《钢结构设计标准》GB 50017 的规定，并应符合以下要求：

- 1) 宜采用锚栓定位支架、定位板等辅助固定措施；
- 2) 锚栓和预埋件安装到位后，应可靠固定；当锚栓埋设精度要求较高时，可采用预留孔洞、二次埋设等工艺；
- 3) 锚栓应采取防止损坏、锈蚀和污染的保护措施；
- 4) 钢柱地脚螺栓应按相关规定进行紧固，对于外露的地脚螺栓应采取防止螺母松动和锈蚀的措施；
- 5) 当锚栓需要施加预应力时，可采取后张拉法，张拉力应符合设计文件的要求，并在张拉完成后进行灌浆处理。

6.3 安装

6.3.1 设备安装位置应准确，螺栓应紧固；与供电电缆、供水和供气管道及其他设备的连接应正确，且不得遗漏，并应清除连接管道及设备内部的杂物。

6.3.2 1 风机、泵类等机械设备安装应符合《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

6.3.3 B 段曝气设备应按照工艺设计图纸及技术要求进行施工安装，符合下列规定：

- 1 同一组曝气设备标高的允许偏差应为 2 mm，水平度允许偏差应为 ± 2 mm，不同组曝气管道标高的允许偏差应为 5 mm；
- 2 曝气管道安装前，应先将管道吹扫干净；
- 3 安装完成后应进行曝气均匀性试验以及接口气密性检查，合格后方可进行下一步操作。

6.3.4 B 段拦截筛网安装应平整，和墙体连接处连接缝应小于 8 mm。

6.3.5 B 段搅拌器与水平面形成可调的垂直倾角，倾角范围宜在 $0^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

6.3.6 M 段搅拌器的安装应符合以下规定：

- 1 搅拌器安装应与轴上的标记相对应，搅拌部分连接的螺栓应采取防松措施；

2 拆除运输包装后，应及时安装搅拌器立轴。立轴中心线垂直允许偏差不应大于 1/1000；

3 搅拌器机座应为装配基准，水平度允许偏差不应大于 1/1000。

6.3.7 M 段重载刮泥机，若采用四臂式，安装应符合以下规定：

1 减速机（安装）水平度允许偏差不应大于 1/1000；

2 立轴安装应为止口法兰安装。刮臂与立轴应为法兰式安装。刮板应安装于刮臂上，相间刮板重叠量应为 100 mm~150 mm。

6.3.8 M 段重载刮泥机，若采用非金属链板式，安装应符合以下规定：

1 减速机（安装）水平度允许偏差不应大于 1/1000；

2 池底地面平整度 ≤ 5 mm，超出需要二次找平；

3 两条滑轨距离偏离 ≤ 2 mm，滑轨的全长直线度偏差 ≤ 5 mm，轨道两边高度差 ≤ 5 mm；

4 两端短轴中心高度差不应大于 1 mm。

6.3.9 M 段磁分离机的安装应符合以下规定：

1 吊装过程应保持平稳，吊装绳不得与磁分离机的鼓面接触；

2 磁分离机水平度允许偏差不宜大于 2/100；

3 安装后磁分离机的磁场角度应稳定在适用状态；

4 磁分离机安装后，应检查各个部件螺栓紧固状况，并转动电机叶片观察磁分离机有无卡顿现象。

6.3.10 M 段高剪机应为立式安装，立轴与基座面的垂直度允许偏差应小于 1/1000。

6.3.11 M 段磁介质污泥回流泵与磁介质回收泵的纵、横向水平度允许偏差不应大于 1/1000。

6.3.12 M 段斜管（板）安装，应按以下要求进行：

1 将斜管（板）支架安装到位并检查焊接点牢固，确保支撑强度；

2 将斜管（板）进行逐片焊接，一个焊接单元约 1 m²，然后进行沉淀池内组装；

3 斜管（板）应布置固定设施，采用尼龙绳捆绑或硬性压条进行固定，防止

斜管（板）移动；

4 斜管（板）安装完成后，在无水浸泡的露天环境中，需要采取遮光措施，避免阳光暴晒，影响使用寿命。

6.3.13 采用装配式方式实施时，应符合以下规定：

1 构件吊装应符合下列要求：

- 1) 构件应按照吊装顺序预先编号，吊装时应严格按编号顺序起吊；
- 2) 构件应采用慢起、稳升、缓放，起吊过程中构件应保持平稳，不得出现倾斜和扭转；
- 3) 构件在吊装过程中，宜设置缆风绳控制构件在空中位置和转动；
- 4) 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于 6 级时，不得进行吊装作业。

2 构件吊装就位后，应及时校准并采取临时固定措施。构件就位校核与调整应符合下列规定：

1) 构件安装后，应对安装位置、安装标高、垂直度进行校核与调整；对相邻构件平整度、高低差、拼缝尺寸进行校核与调整；

2) 临时固定措施、临时支撑系统应具有足够的强度、刚度和整体稳固性，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《钢结构工程施工规范》GB 50755 执行。

3 混凝土预制构件采用高强螺栓连接时，在构件制作时预埋连接用的螺杆和锚固板，待构件按照顺序吊装临时固定满足要求后，使用套管将两个构件的螺栓进行连接，高强螺栓的紧固方式和紧固力应符合设计要求，并应对外露铁件采取防腐措施；

4 钢结构预制构件宜采用焊接连接，焊接应符合《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工规范》GB 50755 的相关规定，采用焊接连接时，应采取避免损伤已施工完成的结构、预制构件及配件的措施；

5 钢结构预制构件采用螺栓紧固连接施工时，螺栓紧固件的性能等级不应低于 4.8 级，紧固力矩应在 25Nm~48Nm 的范围内并应符合《钢结构工程施工规范》GB 50755 的相关规定；

6 构件接缝防水处理应编制专项方案，所采用的施工方法满足设计要求并组织专家咨询论证，并应符合下列规定：

- 1) 防水施工前，应将构件缝隙清理干净；
- 2) 应按设计要求填塞背衬材料；

3) 密封材料嵌填应饱满、密实、均匀、顺直、表面平滑，其厚度、强度应满足设计要求。

7 焊接施工宜采用预留焊接收缩量或预置反变形方法控制收缩和变形，收缩余量和反变形值宜通过预估计算或试验确定；

8 焊后消除应力处理应符合下列规定：

1) 设计文件或其他文件对焊后消除应力有要求时，需经疲劳验算的结构中承受拉应力的对接接头或焊缝密集的节点或构件，宜采用电加热器局部退火和加热炉整体退火等方法进行消除应力处理；

2) 焊后热处理应符合国家现行标准《碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法》JB/T 6046 的规定；

3) 用锤击法消除中间焊层应力时，应使用圆头手锤或小型震动工具进行，不应在根部焊缝、盖面焊缝或焊缝坡口边缘的母材进行锤击。

9 采用钢板作为底板的钢结构装配式构筑物，须严格控制底部焊缝质量，所有焊缝必须保证 100%满焊，焊缝的尺寸偏差、外观质量和内部质量检验应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构焊接规范》GB 50661 执行；

10 采用钢筋混凝土作为底板的钢结构装配式构筑物，须控制预埋板下部止水钢板的焊接质量，同时采用合适的焊接工艺和焊接顺序使构件的变形和收缩量最小：

1) 止水钢板与预埋板的焊缝宜双面对称焊接；

2) 长焊缝宜采用分段退焊法或多人对称焊接法；

3) 构件焊接宜采用跳焊法，避免构件局部热量集中。

11 装配式污水处理设施防水层、防腐层施工应符合下列规定：

1) 防水层、防腐层施工应在满水试验和气密性试验合格后、设备尚未安装前进行；

2) 防水层、防腐层所用材料的品种、规格、性能等应符合国家现行标准和设计要求；涂装层厚度等技术指标应符合设计要求；当设计无要求时，涂料类材料的涂刷不应少于一底二面；

3) 施工前应进行基层表面处理，并应在隐蔽工程验收合格后方可进行下道工序；混凝土构件基层表面应平顺整洁、无浮浆，钢结构构件应进行除锈、防锈

处理；

4) 突出池壁的管件、出水口、阴阳角等部位，应在大面积涂装前做附加层且应平缓过渡；

5) 防水、防腐涂料应涂刷均匀，涂层不应有脱皮、漏刷、流坠、皱皮、厚度不均、表面不光滑等现象。

7 调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 应按照单机调试、清水联动调试、生产联动调试的顺序进行。

7.1.2 设备单机调试、清水联动调试和生产联动调试均要求建设单位、监理单位、设计单位、施工单位、供货单位和调试人员在现场进行。试车均以清水注入；调试按照规定进行。

7.1.3 水处理构筑物施工完毕，满水试验应按照《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 执行。地面以下渗水量应符合设计规定，最大不得超过 $2\text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。试验合格后进入调试工作。

7.1.4 调试前应对相关人员进行安全和技术培训、交底，并制定调试方案和应急预案，提前准备调试用的药剂、耗材、器具等。

7.1.5 调试前应根据设计图纸，按工艺流程逐一检查施工以及设备安装情况，如有不符之处，须立即整改，符合设计要求后进行单体调试。

7.1.6 调试前应将每个单元的连接管道、阀门、装置以及构筑物的位置进行确认，并清理干净。

7.1.7 通水调试前应首先对水泵、风机等需要加油的设备进行注油。对泵、风机、自动阀门进行手动确认，确认无误后进行程控确认，对仪表进行通电检查并完成自控系统的参数设置。确认无误后进行所有机电设备的空载单机调试。

7.1.8 应做好材料设备、隐蔽工程和分部分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程经过单项验收合格后，方可进行下一道工序施工。

7.1.9 所有验收过程应做验收记录。

7.2 调试

7.2.1 B 段配水、配气试验合格后，再进行悬浮载体投加。

7.2.2 B 段应在带水的情况下投加悬浮载体，悬浮载体宜分批次投加。

7.2.3 B 段挂膜时水力负荷宜减量，并根据处理效果逐步提高进水水量至设计值。

若应急项目难以保障时，宜投加挂膜成熟的悬浮载体。

7.2.4 M 段应观察沉淀池堰板过水是否均匀，若不均匀，应进行调整。

7.2.5 M 段在满足现场运行相关的水、电、药剂等条件下，系统启动应按下列顺序进行：

- 1 开启进水闸（阀）门；
- 2 开启混凝反应单元各搅拌器；
- 3 开启刮泥机和磁介质污泥回流泵；
- 4 逐步投加磁介质至初始投加量；
- 5 分别开启混凝剂计量泵和助凝剂计量泵；
- 6 开启高剪机、磁分离机；
- 7 开启剩余污泥泵。

7.2.6 M 段调试初期宜按照不低于 10 kg/m^3 的磁介质浓度一次性分批投加磁介质。待系统稳定运行后，按照磁介质流失量进行磁介质的补投。

7.2.7 调试过程应积累分析工艺运行参数，优化风机、电动阀门、加药泵等的控制逻辑和参数。

7.2.8 调试过程应对进出水各项指标及工况参数进行检测、记录、统计及分析。调试完成后应根据水质和水量对各工艺设备使用参数进行合理匹配，并编制调试报告，制定操作说明书。

7.3 验收

7.3.1 工程验收包括单项验收和竣工验收，应符合以下规定：

- 1 单项验收应由施工单位会同建设单位、设计单位、监理单位共同进行；
- 2 竣工验收应由建设单位组织施工、设计、监理、勘察、管理及有关单位联合进行，监督部门进行程序监督。

7.3.2 单项验收包括分项到货验收、分项安装验收、单位工程主要部位工程质量验收、单位工程质量验收、悬浮载体验收、设备安装工程单机及联动试运转验收、交工验收、通水试运行验收、水质验收。单项验收时应按相应的标准进行检验，并填写单项验收记录。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/398140027055006075>