

T/SDEPI

团 体 标 准

T/SDEPI 031—2022

水处理生物膜速净工艺（BFM）技术规程

Technical specification for water treatment of Biofilm & Magnetic-separation
process (BFM)

2022 - 10 - 27 发布

2022 - 10 - 27 实施

目 次

前 言.....II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总体要求..... 2

5 工艺设计..... 3

6 检测与控制..... 6

7 施工与安装..... 7

8 调试与验收..... 8

9 运行与维护..... 8

附 录 A （规范性） 悬浮载体的物理性能..... 10



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》的规定起草。

本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

本文件由山东省环境保护产业协会提出并归口。

本文件主编单位：济南市市政工程设计研究院(集团)有限责任公司
青岛思普润水处理股份有限公司

本文件参编单位：山东公用水务集团有限公司
烟台市辛安河污水处理有限公司
山东建筑大学

本文件主要起草人：孙逊、吴迪、张晶晶、徐玮、周家中、曹臻、王存峰、卓春敏、韩文杰、杨红红、高彦博、苑广耀、杨忠启、王永磊、傅凯放、薛磊、于振滨、王书波、宋美芹、辛涛、门艳辉、殷建文、程丽洁、田海成、时丹、郑志佳、宋平周、李洪禹、杨永刚



水处理生物膜速净工艺（BFM）技术规程

1 范围

本文件规定了生物膜速净工艺（BFM）的总体要求、工艺设计、检测与控制、施工与安装、调试与验收、运行与维护等要求。

本文件适用于采用生物膜速净工艺（BFM）处理市政污水、工业废水、黑臭水体及初期雨水等微污染水的新、改、扩建工程，适用于大、中、小型水处理厂站。

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。

GB50014	室外排水设计标准
GB50334	城镇污水处理厂工程质量验收规范
CJ/T461	水处理用高密度聚乙烯悬浮载体填料
GB18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB3838	地表水环境质量标准

3 术语和定义

3.1 生物膜速净工艺 biofilm & magnetic-separation (BFM)

以纯膜移动床悬浮载体生物膜工艺耦合超效分离工艺的具备脱氮除磷功能的水处理工艺系统，包括B段、M段、控制系统三个部分，其中B段指纯膜移动床悬浮载体生物膜工艺，M段指超效分离工艺，控制系统指自动化、信息化、智能化控制系统，简称BFM工艺。

3.2 移动床悬浮载体生物膜工艺 moving bed biofilm reactor (MBBR)

依靠在水流和气流作用下处于流化态的载体表面的生物膜对污染物吸附、氧化和分解，使污水得以净化的工艺。工程应用中，按照生化系统内是否富集活性污泥，分为泥膜复合MBBR（Sludge Coupled MBBR，简称S-MBBR）和纯膜MBBR（Pure MBBR，简称P-MBBR）两种工艺形式。P-MBBR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去除。

3.3 超效分离工艺 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。

3.4 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)。

3.5 堆积体积 bulk volume

悬浮载体在自然堆积状态下的体积， m^3 。

3.6 总比表面积 total specific surface area (TSSA)

单位堆积体积悬浮载体的几何表面积，简称TSSA， m^2/m^3 。

3.7 有效比表面积 effective specific surface area (ESSA)

单位堆积体积悬浮载体可供微生物附着生长形成生物膜，且保证良好传质和保护生物膜不被冲刷

的表面积，简称 ESSA， m^2/m^3 。

3.8 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质，符号 L_s ，单位 $gX/(m^2 \cdot d)$ ，其中X为污染物， m^2 指有效表面积，表面污染物去除负荷是基于ESSA建立的。

3.9 填充率 fill rate (FR)

悬浮载体的堆积体积与填充区域体积之比，%。

3.10 磁介质 magnetic medium

具有稳定化学性质的软磁性微米级颗粒物。

3.11 磁介质污泥 magnetic medium sludge

磁介质、污水中的悬浮颗粒物、混凝剂与助凝剂等反应沉淀后形成的混合物。

3.12 重载刮泥机 heavy duty mud scraper

专用于磁介质污泥刮集、排除的设备。

3.13 高剪机 high-speed shear

破碎磁介质污泥的设备。

3.14 磁分离机 magnetic drum separator

利用高梯度磁场回收磁介质的设备。

3.15 准IV类标准 quasi class IV standard

出水标准在GB18918一级A标准基础上，进一步要求COD、氨氮、TP满足GB3838中IV类水的要求，TN满足 $\leq 10mg/L$ 的出水标准。

4 总体要求

4.1 适用条件

BFM工艺既适用于常规污水处理，也适用于 $3^{\circ}C \sim 12^{\circ}C$ 低温污水的处理，还可适用于 $<40000mgTDS/L$ 高盐污水的处理。设计温度低于 $3^{\circ}C$ 时，应采取保温或增温措施。

4.2 进水水质与预处理

BFM工艺的进水，SS宜小于 $300mg/L$ ，且不应微生物具有抑制和毒害作用。预处理细格栅栅距应 $\leq 3mm$ ，宜选用网孔板细格栅。预处理其他要求参照《室外排水设计标准》(GB50014)执行。

4.3 参数选取

BFM工艺参数的选用应根据项目设计规模、进出水水质、水温、占地等综合因素合理确定。B段构筑物序列数不宜少于2组；M段构筑物序列数不应少于2组，应按并联设计。

4.4 建设形式

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1进行确定。

表1 装配式 BFM 污水处理设施建设实施时间

处理规模(万 m^3/d)	实施时间 (d)
≤ 1.0	20~60
1.0~5.0	30~70
5.0~10.0	40~90

>10	50~100
-----	--------

4.5 工艺占地

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制的污水处理线占地指标宜参照表2进行确定。

表2 BFM 工艺占地指标（水处理线）

处理规模(万 m ³ /d)	占地[m ² /(m ³ d ⁻¹)]
≤1.0	0.20~0.45
1.0~5.0	0.15~0.40
>5	0.10~0.35

4.6 控制系统

采用BFM工艺时，应同步配置具有自动化、信息化、智能化特征的控制系統，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。

5 工艺设计

5.1 BFM-B 段

5.1.1 根据污染物去除需求，B 段工艺流程应参照图 1 确定并符合下列规定：

5.1.1.1 当对出水 TN 无特殊要求、仅需要去除有机物或氨氮时，宜仅设置好氧段（O），采用工艺流程 1。

5.1.1.2 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（O/A/O），采用工艺流程 3。

5.1.1.3 当系统需要脱氮且 TN 去除率≥80%或出水 TN≤10mg/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。

5.1.1.4 当系统 TN 去除率介于 70%~80%时，宜根据实际进出水水质进行工艺流程的灵活选取。

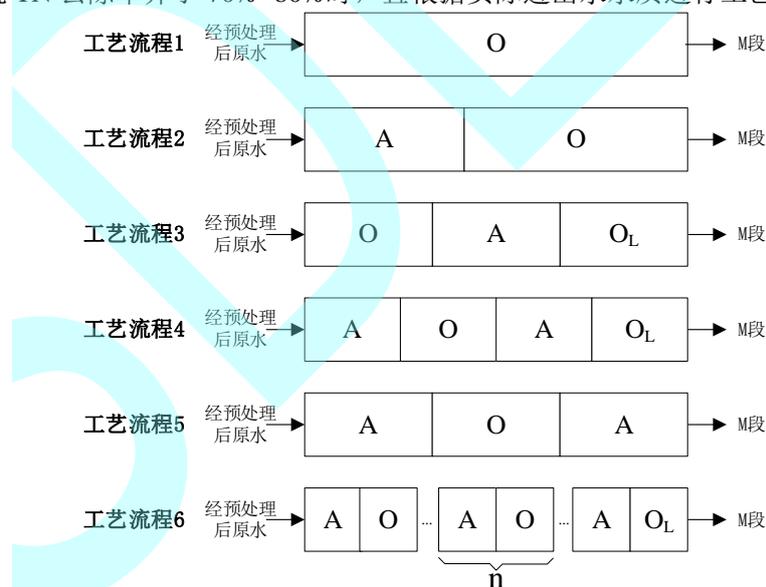


图1 B段工艺流程

5.1.2 B 段应根据设计水温和水质，采用表面污染物去除负荷[gX/(m² d)]进行设计，应符合下列规定：

5.1.2.1 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 BOD₅ 浓度以及 BOD₅ 去除率要求进行合理取值，12℃时 BOD₅ 表面负荷取值宜参照表 3 进行确定。

表3 以脱碳为主的反应区 12℃时 BOD₅ 表面负荷取值

一般规定	
BOD ₅ 去除率(%)	BOD ₅ 表面负荷[gBOD ₅ /(m ² d)]
<80	5~20
≥80	1~12
特殊规定	
微污染水或含生物抑制性污水	0.5~4.0

5.1.2.2 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，12℃时硝化表面负荷取值宜参照表 4 进行确定。

表4 以硝化为主的反应区 12℃时硝化表面负荷取值

一般规定	
氨氮去除率(%)	硝化表面负荷[gNH ₄ ⁺ -N/(m ² d)]
<85	0.12~1.20
≥85	0.10~0.85
特殊规定	
微污染水或含生物抑制性污水	0.01~0.25

5.1.2.3 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，12℃时反硝化表面负荷取值宜参照表 5 进行确定。

表5 以反硝化为主的反应区 12℃时反硝化表面负荷取值

脱氮区域	反硝化表面负荷[gNO _x -N/(m ² d)]
一般反硝化区	0.05~0.80
外投碳源反硝化区	0.15~2.00

5.1.3 B 段主要工艺参数选取，应符合下列规定：

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

5.1.3.2 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，其中后好氧区（O_L）HRT 不宜小于 15min；其余各反应区 HRT 不宜小于 30min。

5.1.3.3 B 段各反应区水平流速不宜大于 65m/h，采用方形池体时，布水边与非布水边的比宜为 1:5~8:1；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 50m。

5.1.4 悬浮载体投加量计算，应符合下列规定：

5.1.4.1 根据污染物去除量要求（gX/d）以及设计表面污染物去除负荷[gX/(m² d)]，核算出所需悬浮载体的总有效表面积（m²）。

5.1.4.2 根据所选用悬浮载体的有效比表面积（m²/m³），转换成该类型悬浮载体的总堆积体积（m³）。

5.1.4.3 对于新建工程，根据 5.1.3.1 要求确定各反应区填充率，进而确定各反应区池容；对于改建工程，根据各反应区池容，校核填充率，满足 5.1.3.1 规定要求。

5.1.5 B 段主要设备材料包括悬浮载体、进出水系统、流化系统等，应符合下列规定：

5.1.5.1 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/T461）的相关要求，物理性能符合附录 A 的相关要求。

5.1.5.2 悬浮载体宜选择有效比表面积较大的型号。

5.1.5.3 进出水系统中，出水端应设置拦截筛网。

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

5.1.5.5 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≥40%，开孔孔径不得大于实际使用悬浮载体的尺寸的 80%。

5.1.5.6 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。

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

5.2 BFM-M 段

5.2.1 M 段工艺流程，应符合以下规定：

5.2.1.1 M 段应由反应单元、沉淀单元、磁介质回收单元组成（图 2）。

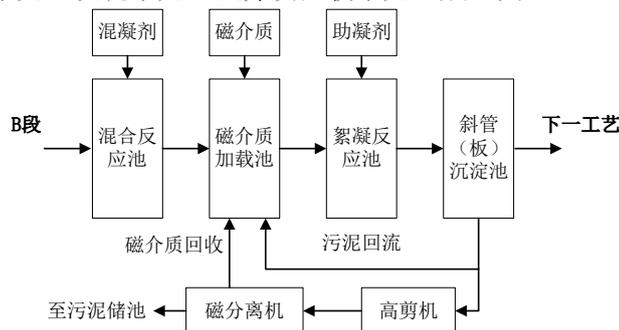


图2 M 段工艺流程流程图

5.2.1.2 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。

5.2.2 M 段设计参数选择，应符合下列规定：

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

5.2.2.2 M 段反应单元各阶段设计停留时间参照表 6 进行确定。

表6 M 段各阶段设计停留时间

类型	水力停留时间(min)
混合反应池	1.0~2.5
磁介质加载池	1.5~2.5
絮凝反应池	3.0~5.0

5.2.3 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，应符合下列规定：

5.2.3.1 反应单元搅拌器宜采用立式搅拌器，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，宜采用专用桨叶，确保混凝反应效果；搅拌器轴功率应确保水体完全混合，保证整池平均流速 $\geq 230\text{mm/s}$ ，电机功率宜大于实际轴功率的 1.2 倍。

5.2.3.2 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 $3.8\text{g}/\text{cm}^3\sim 5.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，粒径 100 目~600 目。

5.2.3.3 磁介质污泥回流根据进水水质情况确定，回流量宜为进水量的 2%~6%；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。

5.2.3.4 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 30d 的最大运行投加量。混凝剂和助凝剂宜采用湿法投加，储备量宜按 7d~15d 最大运行投加量设计。

5.2.4 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）、重载刮泥机、集水槽等，应符合下列规定：

5.2.4.1 沉淀池设计应结合当地气候条件，宜设置遮阳、保温等措施。在严寒地区应将沉淀池设于室内。

5.2.4.2 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。

5.2.4.3 进入沉淀区前应设置导流墙。

5.2.4.4 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。

5.2.4.5 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 $40\text{g}/\text{L}\sim 80\text{g}/\text{L}$ 计。

5.2.5 斜管（板）沉淀池的设计，应符合下列规定：

5.2.5.1 斜管孔径或斜板净距宜为 80mm~100mm。

5.2.5.2 斜管（板）的长度宜为 1.0m~1.5m。

5.2.5.3 斜管（板）水平倾角宜为 60° 。

5.2.5.4 斜管（板）区上部清水区的水深宜为 0.5m~1.0m。

5.2.5.5 斜管（板）底部缓冲区的高度宜为 0.5m~1.2m。

5.2.5.6 池底浓缩污泥斗的深度宜为 0.45m~1.05m。

5.2.5.7 斜管（板）沉淀池可根据实际需求选型设置冲洗设施。

5.2.6 排泥区刮泥机，应符合以下规定：

5.2.6.1 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 1.5m/min~2.5m/min；刮泥机扭矩按常规沉淀池计算值的 1.5 倍~4.0 倍配置。

5.2.6.2 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 0.4m/min~0.6m/min；刮泥机扭矩按常规沉淀池计算值的 1.5 倍~4.0 倍配置。

5.2.7 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，应符合下列规定：

5.2.7.1 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 $\geq 700\text{mT}$ 。

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

5.3 污泥产量

BFM工艺污泥产量包括生物污泥和化学污泥，可按式(1)进行计算：

$$\Delta X = f \times Q \times SS_0 + Y_{obs} \times Q \times (S_0 - S_e) + Km_c \dots\dots\dots(1)$$

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），无试验资料时，可取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 2.5kgSS/kgFe~3.5kgSS/kgFe，铝盐可按照 4.0kgSS/kgAl~5.0kgSS/kgAl计算；

m_c ——混凝剂投加量（kg/d），按Fe或Al计。

5.4 曝气设计

5.4.1 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 GB50014 进行计算确定。

5.4.2 B 段好氧区水深 $\geq 6\text{m}$ 时宜采用穿孔曝气的方式；当好氧池水深 $\leq 5\text{m}$ 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；宜采用可提升曝气方式。

5.4.3 B 段好氧区曝气应采用鼓风曝气方式。

5.4.4 采用穿孔管曝气的管材宜采用 ABS 或不锈钢耐用材质。

5.4.5 曝气器的数量应根据供气量和服务面积计算确定。

5.5 污泥脱水

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GB50014中关于活性污泥法污泥脱水的规定。

6 检测与控制

6.1 检测

6.1.1 B 段宜设置 DO、ORP、pH、氨氮、硝氮、悬浮物在线检测仪表。

6.1.2 B 段拦截筛网前后宜设置液位计。

6.1.3 M 段宜设置化学需氧量、总磷、悬浮物（浊度）在线检测仪表。

6.2 控制

- 6.2.1 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。
- 6.2.2 控制系统，应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、工艺运行三维建模、生产监控、数字运营等功能，并采用物联网、人工智能等技术，应符合下列规定：
 - 6.2.2.1 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。
 - 6.2.2.2 控制系统，应包含进水预测预警功能。
 - 6.2.2.3 控制系统，宜配套云平台和移动端小程序。
 - 6.2.2.4 控制系统，软件应采用单服务端/多客户端架构。
- 6.2.3 B 段好氧区 DO 宜控制在 2mg/L~6mg/L。
- 6.2.4 风机、搅拌器、回流泵应变频可调。

7 施工与安装

7.1 基本要求

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》GB50334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。

7.2 B 段安装要求

- 7.2.1 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：
 - 7.2.1.1 同一组曝气设备标高的允许偏差宜为 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差宜为 $\pm 2\text{mm}$ ，不同组曝气管道标高的允许偏差宜为 $\pm 5\text{mm}$ 。
 - 7.2.1.2 曝气管道安装前，应先将管道吹扫干净。
 - 7.2.1.3 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。
- 7.2.2 B 段拦截筛网安装应平整，和墙体连接处连接缝应小于 8mm。
- 7.2.3 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 度~35 度。

7.3 M 段安装要求

- 7.3.1 M 段磁分离机的安装应符合以下规定：
 - 7.3.1.1 吊装过程应保持平稳，吊装绳不得与磁分离机的鼓面接触。
 - 7.3.1.2 磁分离机水平度允许偏差不宜大于 2/100。
 - 7.3.1.3 安装后磁分离机的磁场角度应稳定在适用状态。
 - 7.3.1.4 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。
- 7.3.2 M 段搅拌器的安装应符合以下规定：
 - 7.3.2.1 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。
 - 7.3.2.2 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。
 - 7.3.2.3 搅拌器机座应为装配基准，水平度允许偏差不应大于 1/1000。
- 7.3.3 M 段重载刮泥机，若采用四臂式，安装应符合以下规定：
 - 7.3.3.1 减速机（安装）水平度允许偏差不应大于 1/1000。
 - 7.3.3.2 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 100mm~150mm。
- 7.3.4 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：
 - 7.3.4.1 减速机（安装）水平度允许偏差不应大于 1/1000。
 - 7.3.4.2 池底地面平整度 $\leq 5\text{mm}$ ，超出需要二次找平。
 - 7.3.4.3 两条滑轨距离偏离 $\leq 2\text{mm}$ ，滑轨的全长直线度偏差 $\leq 5\text{mm}$ ，轨道两边高度差 $\leq 5\text{mm}$ 。
 - 7.3.4.4 两端短轴中心高度差不应大于 1mm。
- 7.3.5 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。
- 7.3.6 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。
- 7.3.7 M 段斜管（板）安装，应按以下要求进行：
 - 7.3.7.1 将斜管（板）支架安装到位并检查焊接点牢固，确保支撑强度。

- 7.3.7.2 将斜管（板）进行逐片焊接，一个焊接单元约 1m^2 ，然后进行沉淀池内组装。
- 7.3.7.3 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。
- 7.3.7.4 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。

8 调试与验收

8.1 基本要求

- 8.1.1 应按照单机调试、清水联动调试、生产联动调试的顺序进行。
- 8.1.2 BFM 工艺调试，应参照下列规定：
 - 8.1.2.1 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确认，并清理干净。
 - 8.1.2.2 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。
 - 8.1.2.3 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。
 - 8.1.2.4 水质验收，应以设计进出水水质为参照标准，以具备第三方检测资质的检测机构提供连续三天及以上时间对各项指标监测的合格报告后方可验收。

8.2 B 段调试要求

- 8.2.1 B 段配水、配气试验合格后，在带水情况下，宜分批次投加悬浮载体。
- 8.2.2 B 段挂膜时水温不宜低于 10°C ，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。

8.3 M 段调试要求

- 8.3.1 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。
- 8.3.2 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：
 - 8.3.2.1 开启进水闸（阀）门。
 - 8.3.2.2 开启混凝反应单元各搅拌器。
 - 8.3.2.3 开启刮泥机和磁介质污泥回流泵。
 - 8.3.2.4 逐步投加磁介质至初始投加量。
 - 8.3.2.5 分别开启混凝剂计量泵和助凝剂计量泵。
 - 8.3.2.6 开启高剪机、磁分离机。
 - 8.3.2.7 开启剩余污泥泵。
- 8.3.3 M 段调试初期宜按照不低于 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 池容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。

9 运行与维护

9.1 基本要求

- 9.1.1 应根据进水水质调整药剂的投加量，确保出水水质稳定达标并实现经济运行。
- 9.1.2 应及时消除水流不均匀、短流及阻塞等现象。
- 9.1.3 维护工作应包括电气、仪表、机械设备累计运行记录和维护、维修与保养记录。
- 9.1.4 应按设备的维修保养手册保养维护。
- 9.1.5 操作人员应严格执行设备操作规程，定时巡视设备运转是否正常，包括温升、响声、振动、电压、电流等，发现问题应尽快检查排除。
- 9.1.6 应对控制系统定期进行维护保养，并根据实际水质水量情况对自控系统进行改进。

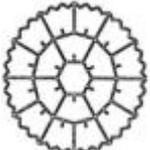
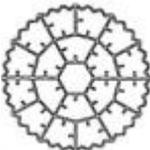
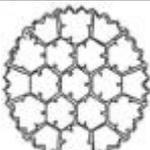
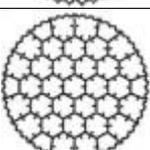
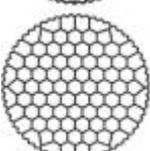
9.2 B 段运行维护要求

- 9.2.1 B 段应保障搅拌器运行良好，曝气系统正常，悬浮载体流化状态良好，无堆积堵塞情况。
- 9.2.2 应定期检查 B 段拦截筛网运行、曝气器堵塞和损坏情况，并观察后续单元是否正常运行。
- 9.2.3 应定期监测 B 段的 ORP、DO 和出水水质，并应及时调整系统的供气量、回流等相关参数。
- 9.2.4 应通过在线液位计和人工巡视相结合的方式观察 B 段悬浮载体区的液位情况。
- 9.2.5 应定期观察 B 段生物膜生物相的变化，发现异常及早解决。
- 9.2.6 B 段停运和重启，应符合下列规定：
 - 9.2.6.1 在停止运行时，先停止进水再停止曝气。
 - 9.2.6.2 如短时间停运，缺氧区和好氧区应分别保持适度的搅拌与曝气，以便维持生物膜的活性。
 - 9.2.6.3 如长时间停运，则停止进水后应开启搅拌和曝气约一周，在恢复进水前两天，应预先启动搅拌和曝气。
 - 9.2.6.4 系统重启时，应先启动搅拌、曝气，确保拦截筛网畅通，然后开启进水，进水水量适度调低，并缓慢增至设计水量。

9.3 M 段运行维护要求

- 9.3.1 M 段药剂制备与投加应符合下列规定：
 - 9.3.1.1 应根据项目具体水质，结合小试试验，筛选合适的混凝剂、助凝剂。
 - 9.3.1.2 混凝剂宜选用铁盐、铝盐或铁/铝聚合盐类等，配置浓度宜为 5%~15%，混凝剂品种和投加量应结合小试试验及工程调试运行实际效果进行投加。
 - 9.3.1.3 絮凝反应池中投加的助凝剂宜选用聚丙烯酰胺（PAM），每升处理水中的投加量宜为 0.5mg/L~2.0mg/L，投加助凝剂的配制浓度宜为 0.1%~0.3%。
 - 9.3.1.4 磁介质投加量应根据混凝沉淀试验结果确定。无试验数据时，初始投加量宜为 10kg/m³ 池容~40kg/m³ 池容。
 - 9.3.1.5 磁介质运行投加量应根据水质变化确定。每立方米处理水中的平均磁介质运行投加量不宜大于 8g/m³，宜为 2g/m³~5g/m³。
- 9.3.2 M 段运行，应符合下列规定：
 - 9.3.2.1 定时巡视各设备的工况条件，并做好设备维修保养记录。
 - 9.3.2.2 按工艺运行要求，定期或连续补充磁介质。
 - 9.3.2.3 按工艺运行、进出水水质指标要求，检查矾花的大小、形态和沉降性能，调整药剂制备和投加。
- 9.3.3 M 段停止运行操作应按以下要求进行：
 - 9.3.3.1 关闭进水闸门。
 - 9.3.3.2 停止投加混凝剂、磁介质和助凝剂。
 - 9.3.3.3 待磁分离机上无磁介质时，先停刮泥机、磁介质回收泵、磁介质污泥回流泵，再停高剪机与磁分离机。
 - 9.3.3.4 停止各搅拌器等其他设备。

附录 A
(规范性)
悬浮载体的物理性能

类别	有效比表面积 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	-	-	-	