

HJ

中华人民共和国环境保护行业标准

HJ/T ×××-××××

序批式活性污泥法污水处理工程技术规范

Waste Water Treatment Project Technical Specification
of Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process

(征求意见稿)

200×-××-××发布

200×-××-××实施

国家环境保护总局 发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 一般规定.....	3
5 设计流量和设计水质.....	3
6 SBR 工艺设计.....	4
7 主要设备.....	15
8 检测、控制和自动监测.....	16
9 电气.....	17
10 运行管理.....	17
附 录 A（规范性附录）符 号.....	20
附 录 B（资料性附录）序批式活性污泥法的其他变形工艺.....	23

前 言

为了贯彻《中华人民共和国水污染防治法》，防治水污染，改善环境质量，制定本标准。

本标准规定了采用序批式活性污泥法及其变形工艺的污水处理工程的工艺设计、主要设备、检测和控制、运行管理的技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准由国家环境保护总局科技标准司提出。

本标准为首次发布。

本标准主要起草单位：天津市环境保护科学研究院、中国环境保护产业协会（水污染治理委员会）、安徽国祯环保节能科技股份有限公司。

本标准国家环境保护总局 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由国家环境保护总局解释。

序批式活性污泥法污水处理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了采用序批式活性污泥法（以下简称 SBR）及其变形工艺的污水处理工程的工艺设计、主要设备、检测和控制、运行管理的技术要求。

本标准适用于采用 SBR 及其变形工艺的新建、改建和扩建城镇污水或工业废水处理工程，作为环境影响评价、可行性研究、工艺设计及建成后运行与管理的技术依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 50014-2006	室外排水设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50053	10KV 及以下变电所设计规范
GB 50334	城市污水处理厂工程质量验收规范
CJJ60	城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程
HJ/T 15	环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计
HJ/T 96	pH 水质自动分析仪技术要求
HJ/T 101	氨氮水质自动分析仪技术要求
HJ/T 103	总磷水质自动分析仪技术要求
HJ/T 247	环境保护产品技术要求 竖轴式机械表面曝气装置
HJ/T 251	环境保护产品技术要求 罗茨鼓风机
HJ/T 252	环境保护产品技术要求 中、微孔曝气器
HJ/T 260	环境保护产品技术要求 鼓风式潜水曝气机
HJ/T 277	环境保护产品技术要求 旋转式滗水器
HJ/T 278	环境保护产品技术要求 单级高速曝气离心鼓风机
HJ/T 353	水污染源在线监测系统安装技术规范（试行）
HJ/T 354	水污染源在线监测系统验收技术规范（试行）
HJ/T 355	水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）

城市污水处理工程项目建设标准（修订）（建设部，2001年）

3 术语和定义

3.1 序批式活性污泥法 sequencing batch reactor activated sludge process

指在同一反应池（器）中，按时间顺序由进水、曝气、沉淀、排水和待机 5 个基本工序组成的活性污泥污水处理方法。

3.2 运行周期与周期时间 running cycle and cycle time

指一个反应池按顺序完成一次进水、曝气、沉淀、排水、待机工作程序的周期。一个运行周期所经历的时间称为周期时间。

3.3 进水工序与进水时间 fill procedure and fill time

指从反应池最低水位开始充水至反应池最高水位停止的工序。进水工序可分为非限制曝气进水（进水同时曝气）和限制曝气进水（进水期不曝气）。一个运行周期内进水工序所经历的时间称为进水时间。

3.4 曝气工序与曝气时间 aeration procedure and aeration time

指对反应池中的污水进行曝气处理的工序。曝气工序可根据需要选择好氧、缺氧—好氧、厌氧—缺氧—好氧等不同的工艺。一个运行周期内曝气工序所经历的时间称为曝气时间。

3.5 沉淀工序与沉淀时间 sedimentation procedure and sedimentation time

指反应池在停止曝气后进行静止沉淀，使泥水分离的工序。一个运行周期内沉淀工序所经历的时间称为沉淀时间。

3.6 排水工序与排水时间 drainage procedure and drainage time

指将沉淀后的上清液撇出，至反应池最低水位停止的工序。一个运行周期内排水工序所经历的时间称为排水时间。

3.7 滗水 decanting water

在不扰动沉淀后的污泥层、挡住水面的浮渣不外溢，将上清液从水面撇除的操作。

3.8 待机时间 latency time

指从一个周期停止排水到下一个周期开始进水之间的历时。

3.9 反应时间 reaction time

指一个运行周期内从开始进水到曝气停止所经历的时间。

3.10 生物选择区 biological choice section

指设置在反应池前端，使回流污泥和未被稀释的污水混合接触的预反应区。生物选择区的类型有好氧、缺氧和厌氧。

3.11 主反应区 main reaction section

指反应池在预反应区后面的大部分反应区。

4 一般规定

- 4.1 SBR 工艺宜用于中小型城镇污水和工业废水处理工程。
- 4.2 SBR 工艺应兼有时间上的理想推流式和空间上的完全混合式反应器的特点。
- 4.3 SBR 工艺应具有静置沉淀功能，保障良好的泥水分离效果。
- 4.4 SBR 工艺设计宜优先采用普通 SBR 和循环式活性污泥（CASS）工艺。
- 4.5 在选用 SBR 工艺时，应根据进水水质采取适当的前处理工艺。
- 4.6 反应池内宜维持较高的污泥浓度（MLSS：3000mg/L~6000mg/L）。
- 4.7 有脱氮除磷要求时，工艺系统宜设置生物选择区，防止污泥膨胀，强化脱氮除磷功能。
- 4.8 SBR 工艺系统应具有灵活调节的运行方式，并根据工艺和运行要求设置检测与控制系统，实现运行管理自动化，保证系统稳定运行。
- 4.9 SBR 工艺系统出水直接排放时，应符合国家或地方排放标准要求。

5 设计流量和设计水质

5.1 设计流量

5.1.1 城镇旱流污水设计流量应按下列公式计算：

$$Q_{dr} = Q_d + Q_m \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_{dr} —— 截留井以前的旱流污水设计流量，L/s；

Q_d —— 设计综合生活污水量，L/s；

Q_m —— 设计工业废水量，L/s。

在地下水位较高的地区，应考虑入渗地下水量，入渗量宜根据测定资料确定。

5.1.2 居民生活污水定额和综合生活污水定额应根据当地的用水定额，结合建筑内部给排水设施水平和排水系统普及程度等因素确定。可按当地相关用水定额的 80%~90% 设计。

5.1.3 综合生活污水量总变化系数应根据当地实际综合生活污水量变化资料确定，没有测定资料时，可按表 1 的规定取值。

表 1 综合生活污水量总变化系数

平均日流量 (L/s)	5	15	40	70	100	200	500	>1000
总变化系数	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

5.1.4 工业区内生活污水量、沐浴污水量的确定，应符合 GB 50015 的有关规定。

5.1.5 工业区内工业废水量和变化系数，应根据工艺特点和国家现行工业用水量的有关规定确定。

5.1.6 提升泵站、格栅、沉砂池，按合流设计流量计算。

5.1.7 初次沉淀池，宜按旱流污水量设计，用合流设计流量校核，校核的沉淀时间不宜小于 30min。

5.1.8 反应池宜按平均日污水量设计；反应池前、后的水泵、管道等输水设施应按最高日最高时污水量设计。

5.2 设计水质

5.2.1 污水的设计水质应根据调查资料确定，或参照邻近城镇、类似工业区和居住区的水质确定。无调查资料时，可按下列标准设计：

a) 生活污水的五日生化需氧量按每人每天 25~50g 计算；

b) 生活污水的悬浮固体量按每人每天 40~65g 计算；

c) 生活污水的总氮量按每人每天 5~11g 计算；

d) 生活污水的总磷量按每人每天 0.7~1.4g 计算；

e) 工业废水的设计水质，应根据工业实际情况或参照类似工业区的资料确定，其五日生化需氧量、悬浮固体量、总氮量和总磷量，可折合成人口当量计算。

5.2.2 污水厂（站）内生物处理构筑物进水的水温宜为 10℃~37℃，pH 宜为 6.5~9.5，营养组合比（五日生化需氧量：氮：磷）宜为 100：5：1。当有工业废水进入时，应考虑有害物质对微生物活性的影响。

5.3 污染物去除率

SBR 工艺通常情况下属于污水处理厂（站）的二级处理工艺，污染物去除率按照表 2 计算。

表 2 SBR 工艺的污染物去除率

处理级别	主要工艺	污染物去除率（%）	
		悬浮物（SS）	五日生化需氧量（BOD ₅ ）
二级	初次沉淀、SBR 活性污泥反应	70~90	65~95

注：根据水质、工艺流程等情况，可不设置初次沉淀池。

6 SBR 工艺设计

6.1 预处理

6.1.1 SBR 污水处理工程进水系统前必须设置格栅。进水泵房及格栅设计应符合 GB 50014-2006 第 5.4 及 6.3 节的规定。

6.1.2 SBR 污水处理工程应设置沉砂池，沉砂池的设计应符合 GB 50014-2006 第 6.4 节的规定。

6.1.3 采用 SBR 工艺的城镇污水处理厂应设置初次沉淀池，初沉池的设计应符合 GB 50014-2006 第 6.5 节的规定。

6.1.4 水质或水量变化大的情况下，宜设置调节设施。

6.2 普通 SBR 工艺设计

6.2.1 普通 SBR 工艺流程

SBR 工艺由进水、曝气、沉淀、排水、待机五个工序组成，基本运行方式分为限制曝气进水和非限制曝气进水两种。图 1 为限制曝气进水，图 2 为非限制曝气进水。

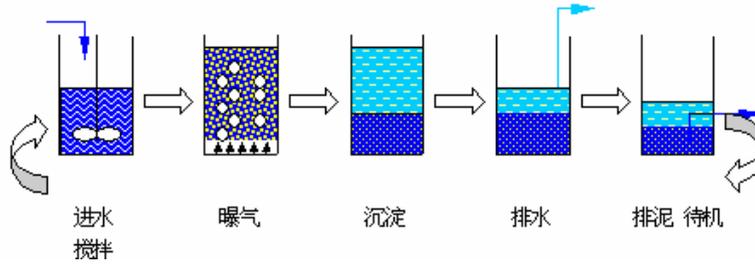


图 1 普通 SBR 工艺流程——限制曝气进水

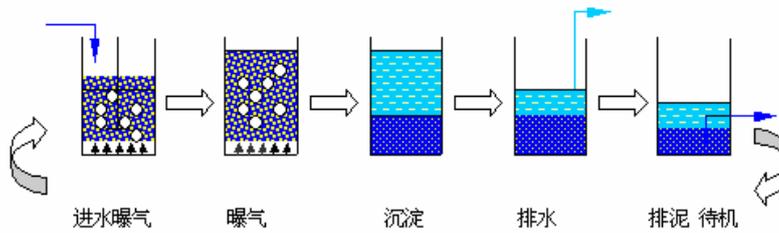


图 2 普通 SBR 工艺流程——非限制曝气进水

6.2.2 反应池设计

6.2.2.1 反应池的数量宜不少于 2 个。

6.2.2.2 反应池水深宜为 4.0~6.0m。当采用矩形池时，反应池长度与宽度之比应满足下列规定：

- a) 间歇进水时宜为 1 : 1~2 : 1；
- b) 连续进水时宜为 2.5 : 1~4 : 1。

6.2.2.3 限制曝气进水的反应池，进水方式宜采用淹没式入流。

6.2.2.4 SBR 工艺反应池应设置固定式事故排水装置，可设在滗水结束时的水位处。

6.2.2.5 反应池应采用有防止浮渣流出设施的滗水器。

6.2.2.6 反应池设计超高一般取 0.5~0.7m。

6.2.2.7 反应池有效反应容积比宜大于 60%。

6.2.2.8 反应池的非反应容积宜小于传统活性污泥法二沉池的容积。

6.2.2.9 反应池有效反应容积按下列公式计算：

$$V_R = Q \left(\frac{S_0 - S_e}{1000 L_s X} \right) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

V_R —— 反应池的有效反应容积, m^3 ;

Q —— 设计污水流量, m^3/d ;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, mg/L ;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, mg/L ;

L_S —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, $kgBOD_5/kgMLVSS \cdot d$;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, $kgMLVSS/m^3$ 。

6.2.2.10 反应池有效反应时间按下列公式计算:

$$T_{ER} = 24 \left(\frac{S_o - S_e}{1000 L_S X} \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

T_{ER} —— 去除污水中污染物的有效反应时间, h ;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, mg/L ;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, mg/L ;

L_S —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, $kgBOD_5/kgMLVSS \cdot d$;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, $kgMLVSS/m^3$ 。

6.2.2.11 反应池总容积按下列公式计算:

$$V = Q \left(\frac{t_s + t_D + t_b}{24m} + \frac{S_o - S_e}{1000 L_S X} \right) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

Q —— 设计污水流量, m^3/d ;

t_s —— 反应池的沉淀时间, h ;

t_D —— 反应池的排水时间, h ;

t_b —— 反应池的待机时间, h ;

m —— 反应池的充水比;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, mg/L ;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, mg/L;

L_s —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, kgBOD₅/kgMLVSS·d;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, kgMLVSS/m³。

6.2.2.12 反应池水力停留时间按下列公式计算:

$$HRT = 24 \left(\frac{t_s + t_D + t_b}{24m} + \frac{S_o - S_e}{1000L_s X} \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

HRT —— 反应池的水力停留时间, h;

t_s —— 反应池的沉淀时间, h;

t_D —— 反应池的排水时间, h;

t_b —— 反应池的待机时间, h;

m —— 反应池的充水比;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, mg/L;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, mg/L;

L_s —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, kgBOD₅/kgMLVSS·d;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, kgMLVSS/m³。

6.2.2.13 反应池有效反应容积比和非反应容积比按下列公式计算:

$$\text{有效反应容积比} = \frac{V_R}{V} = \frac{T_{ER}}{HRT} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{非反应容积比} = 1 - \text{反应容积比} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

V_R —— 反应池的有效反应容积, m³;

V —— 反应池的总容积, m³;

T_{ER} —— 去除污水中污染物的有效反应时间, h;

HRT —— 反应池的水力停留时间, h。

6.2.2.14 反应池的非反应容积按下列公式计算:

$$V_{\text{非}} = V - V_R = Q \frac{t_s + t_D + t_b}{24m} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$V_{\text{非}}$ —— 反应池的非反应容积, m^3

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

V_R —— 反应池的有效反应容积, m^3 ;

Q —— 设计污水流量, m^3/d ;

t_s —— 反应池的沉淀时间, h ;

t_D —— 反应池的排水时间, h ;

t_b —— 反应池的待机时间, h ;

m —— 反应池的充水比。

6.2.3 工艺参数

6.2.3.1 污泥负荷按下列规定设计:

- a) 去除碳源污染物时, 污泥负荷取 $0.2\sim 0.4 \text{ kgBOD}_5/\text{kgMLVSS}\cdot\text{d}$;
- b) 生物脱氮时, 污泥负荷取 $0.05\sim 0.10 \text{ kgBOD}_5/\text{kgMLVSS}\cdot\text{d}$ 。

6.2.3.2 活性污泥浓度按下列规定设计:

- a) 去除碳源污染物时, 反应池内混合液悬浮固体平均浓度一般取 $3\sim 5\text{gMLVSS/L}$;
- b) 生物脱氮时, 反应池内混合液悬浮固体平均浓度一般取 $2.5\sim 4.0\text{gMLVSS/L}$ 。

6.2.3.3 反应池活性污泥容积指数一般取 $100\sim 140 \text{ mL/g}$, 不宜大于 140 mL/g 。

6.2.3.4 充水比按下列规定设计:

- a) 去除碳源污染物时, 反应池充水比宜取 $0.25\sim 0.50$;
- b) 生物脱氮时, 反应池充水比宜取 $0.15\sim 0.30$ 。

6.2.3.5 污泥泥龄按下列规定设计:

- a) 去除碳源污染物时, 污泥龄为 $5\sim 15 \text{ d}$;
- b) 生物脱氮时, 污泥龄为 $20\sim 30 \text{ d}$ 。

6.2.3.6 容积负荷按下列公式计算:

$$L_v = L_s \cdot X \dots\dots\dots (9)$$

式中:

L_s —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, $\text{kgBOD}_5/\text{kgMLVSS}\cdot\text{d}$;

L_v —— 反应池的五日生化需氧量容积负荷, $\text{kgBOD}_5/\text{m}^3\cdot\text{d}$;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, $\text{kgMLVSS}/\text{m}^3$ 。

6.2.3.7 反应池充水比按下列公式计算:

$$m = \frac{H_1}{H} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- m —— 反应池充水比;
- H_1 —— 反应池的最大设计充水深度, m;
- H —— 反应池的总有效水深, m。

6.2.3.8 周期时间按下列公式计算:

$$t = \frac{24mV}{Q} \dots\dots\dots (9)$$

或

$$t = t_R + t_S + t_D + t_b \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- t —— 周期时间, h;
- m —— 反应池充水比;
- V —— 反应池的总容积, m³;
- Q —— 设计污水流量, m³/d;
- t —— 反应时间, 宜为 2.0~6.0h;
- t_S —— 反应池的沉淀时间, 宜为 0.5~1.0h;
- t_D —— 反应池的排水时间, 宜为 1.0~1.5h;
- t_b —— 反应池的待机时间, 宜为 0~0.1h。

6.2.3.9 一天内的周期数按下列公式计算:

$$n_z = \frac{Q}{mV} \dots\dots\dots (11)$$

或

$$n_z = \frac{24}{t} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- n_z —— 一天内的周期数 (宜取整数);
- t —— 周期时间, h;
- Q —— 设计污水流量, m³/d;
- m —— 反应池充水比;
- V —— 反应池的总容积, m³。

6.2.3.10 进水时间按下列公式计算:

$$t_F = \frac{24mV}{Qn} \dots\dots\dots (13)$$

或

$$t_F = \frac{t}{n} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

t_F —— 进水时间, h;

m —— 反应池充水比;

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

Q —— 设计污水流量, m^3/d ;

t —— 周期时间, h;

n —— 反应池个(格)数。

6.2.3.11 曝气时间按下列公式计算:

a) 非限制曝气进水时:

$$t_Q = t_R = \frac{m(S_o - S_e)}{1000L_S X} \dots\dots\dots (15)$$

$$t_R = mT_{ER} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

t_Q —— 曝气时间, h;

t_R —— 反应时间, h;

m —— 反应池充水比;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量;

L_S —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷, $kgBOD_5/kgMLVSS \cdot d$;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, $kgMLVSS/m^3$;

T_{ER} —— 去除污水中污染物的有效反应时间, h。

b) 限制曝气进水时:

$$t_Q = t_R - t_F \dots\dots\dots (17)$$

式中:

t_Q —— 曝气时间, h;

t_R —— 反应时间, h;

t_F —— 每池的进水时间, h。

6.2.3.12 污泥泥龄按下列公式计算:

$$\theta_c = \frac{t_R}{t} \times \frac{VX}{\Delta X} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

θ_c —— 污泥泥龄, d;

t_R —— 反应时间, h;

t —— 周期时间, h;

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, $kgMLVSS/m^3$;

ΔX —— 剩余污泥量, $kgSS/d$ 。

6.2.4 供氧系统

6.2.4.1 供氧系统需氧量按下列公式计算:

$$O_2 = 0.001aQ(S_o - S_e) - c\Delta X_{VSS} + b[0.001Q(N_k - N_{ke}) - 0.12\Delta X_{VSS}] \dots\dots\dots (19) \\ - 0.62b[0.001Q(N_t - N_{te} - N_{oe}) - 0.12\Delta X_{VSS}]$$

式中:

O_2 —— 污水需氧量, kgO_2/d ;

Q —— 反应池的进水流量, m^3/d ;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, $mgBOD_5/L$;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, $mgBOD_5/L$;

ΔX_{VSS} —— 反应池排出系统的微生物量, kg/d ;

N_k —— 反应池进水总凯氏氮浓度, mg/L ;

N_{ke} —— 反应池出水总凯氏氮浓度, mg/L ;

N_t —— 反应池进水总氮浓度, mg/L ;

N_{te} —— 反应池出水总氮浓度, mg/L ;

N_{oe} —— 反应池出水硝态氮浓度, mg/L ;

$0.12\Delta X_{vss}$ —— 排出反应池系统的微生物量中含氮量, kg/d;

a —— 碳的氧当量, 当含碳物质以五日生化需氧量计时, 取 1.47;

b —— 氧化每公斤氨氮所需氧量 (kgO_2/kgN), 取 4.57;

c —— 细菌细胞的氧当量, 取 1.42。

去除含碳污染物时, 反应池曝气时段的污水需氧量也可取 $0.7\sim 1.2\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$ 。

6.2.4.2 标准状态 (0.1MPa , 20°C) 下污水需氧量按下列公式计算:

$$O_s = K_0 \cdot O_2 \dots\dots\dots (20)$$

$$K_0 = \frac{C_s}{\alpha(\beta C_{sw} - C_o) \times 1.024^{(T-20)}} \dots\dots\dots (21)$$

式中:

O_s —— 标准状态下污水需氧量, kgO_2/d ;

K_0 —— 需氧量修正系数;

O_2 —— 污水需氧量, kgO_2/d ;

C_s —— 标准条件下清水中饱和溶解氧浓度, 取 9.2mg/L ;

α —— 鼓风曝气 $\alpha=0.85$, 机械曝气 $\alpha=0.9$;

β —— 鼓风曝气 $\beta=0.9$, 机械曝气 $\beta=0.95$;

C_{sw} —— 清水在 $T^\circ\text{C}$ 、实际压力时的饱和溶解氧浓度;

C_o —— 混合液剩余溶解氧, 一般取 2mg/L ;

T —— 操作温度, $^\circ\text{C}$ 。

6.2.4.3 标准状态下的鼓风曝气的供气量按下式计算:

$$G_s = \frac{O_s}{0.28E_A} \dots\dots\dots (22)$$

$$E_A = \frac{100(21 - O_t)}{21(100 - O_t)} \dots\dots\dots (23)$$

式中:

G_s —— 标准状态下的供气量, m^3/d ;

O_s —— 标准状态下污水需氧量, kgO_2/d ;

E_A —— 曝气设备的氧利用率;

O_t —— 曝气后反应池水面逸出气体中氧的体积百分比。

6.2.5 反应池的混合搅拌

6.2.5.1 应根据好氧、厌氧等反应条件选用混合搅拌设备,混合搅拌功率宜采用 $2\sim 8\text{W}/\text{m}^3$ 。

6.2.5.2 厌氧和缺氧宜选用潜水式推流搅拌器。

6.2.5.3 好氧宜选用潜水式鼓风机曝气搅拌器或潜水式射流曝气搅拌器。

6.2.6 加药系统

6.2.6.1 污水经生物除磷不能达到要求时,可采用化学除磷,设置加药系统,药剂种类、剂量和投加点宜根据试验资料确定。

6.2.6.2 化学除磷时,对接触腐蚀性物质的设备和管道应采取防腐措施。

6.2.6.3 硝化碱度不足时,应设置加碱系统,硝化段 pH 宜控制在 $8.0\sim 8.4$ 。

6.2.7 剩余污泥量的计算

6.2.7.1 按污泥泥龄计算:

$$\Delta X = \frac{V \cdot X}{\theta_c} \dots\dots\dots (24)$$

式中:

ΔX —— 剩余污泥量, kgSS/d ;

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度, gMLSS/L ;

θ_c —— 污泥泥龄, d 。

6.2.7.2 按污泥产率系数、衰减系数及不可生物降解和惰性悬浮物计算:

$$\Delta X = YQ(S_o - S_e) - K_d V X_v + fQ(SS_o - SS_e) \dots\dots\dots (25)$$

式中:

ΔX —— 剩余污泥量, kgSS/d ;

Y —— 污泥产率系数, 20°C 时取 $0.4\sim 0.8\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$;

Q —— 设计平均日污水量, m^3/d ;

S_o —— 反应池进水五日生化需氧量, kg/m^3 ;

S_e —— 反应池出水五日生化需氧量, kg/m^3 ;

K_d —— 衰减系数, d^{-1} ;

V —— 反应池的总容积, m^3 ;

X_v —— 反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度, gMLVSS/L;

f —— 悬浮物的污泥转换率, 宜根据试验资料确定, 无试验资料时可取 0.5~0.7gMLSS/gSS;

SS_o —— 反应池进水悬浮物浓度, kg/m^3 ;

SS_e —— 反应池出水悬浮物浓度, kg/m^3 。

6.3 SBR 变形工艺设计

6.3.1 循环式活性污泥工艺 (CASS)

6.3.1.1 CASS 工艺流程

CASS 工艺由进水/曝气、沉淀、滗水、闲置/排泥四个基本过程组成, 图 3 为 CASS 工艺流程。

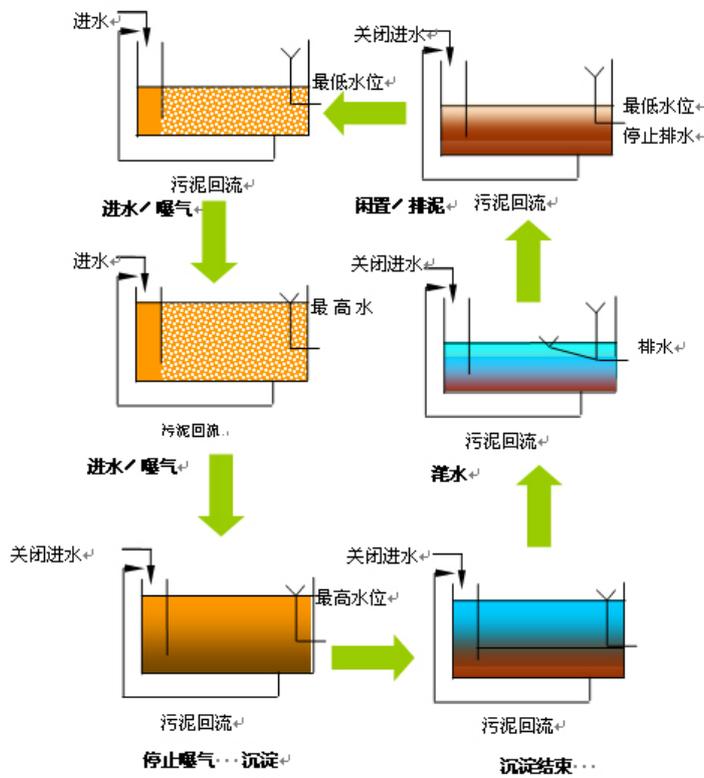


图 3 CASS 工艺流程

6.3.1.2 CASS 反应池生物选择区设计

- CASS 反应池生物选择区内的溶解氧浓度 $\leq 0.5\text{mg}/\text{L}$;
- CASS 反应池生物选择区容积占反应池有效容积 15%~20%;
- CASS 反应池生物选择区内混合液回流比 $> 20\%$ 。

6.3.1.3 CASS 反应池主反应区设计

a) CASS 反应池主反应区主要设计参数:

- 溶解氧 ≥ 2.0 mg/L;
- 容积宜大于反应池有效容积 80%;
- 周期时间 4h 或 6h;
- 污泥负荷 0.05~0.20 kgBOD/kgMLSS·d;
- 反应时混合液污泥浓度 2000~5000 mg/L;
- 活性污泥容积指数 100~140 mL/g;
- 混合液回流比 20%~30%。

b) 曝气系统的计算及设计参照本标准 6.2.4。

6.3.1.3 回流系统设计时,应在反应池末端设置回流泵,将主反应区混合液回流至生物选择区。

6.3.1.4 一个系统内反应池的个数不宜少于三个。

6.3.2 其他变形工艺

采用 SBR 其他变形工艺时,应在参考现有成功运行工程实例的基础上,经过经济技术比较后确定,相关设计参数可参考附录 B。

7 主要设备

7.1 SBR 工艺的排水装置

7.1.1 SBR 工艺排水工程应采用机械化和自动化设备。

7.1.2 SBR 工艺反应池的排水装置宜采用滗水器。滗水器的堰口负荷为 20~30 L/m·s,最大上清液滗除速率 30 mm/min,滗水时间宜 ≤ 60 min。

7.1.3 SBR 工艺滗水器滗水时不应扰动沉淀后的污泥层,同时挡住水面的浮渣不外溢,应有清除浮渣的装置和良好的密封装置。

7.1.4 滗水器应符合 HJ/T 277 的规定。

7.2 SBR 工艺的曝气设备

7.2.1 SBR 工艺选用曝气装置和设备时,应根据不同的鼓风设备、曝气装置、机械曝气设备、位于水面下的深度、水温、在污水中氧总转移特性,当地的海拔高度以及预期生物反应池中溶解氧浓度等因素,将计算的污水需氧量换算为标准状态下污水需氧量。

7.2.2 应根据 SBR 工艺污水处理厂规模大小及具体条件选择曝气方式。恒水位曝气时,宜选择鼓风式微孔曝气系统,可多池共用鼓风机供气,或采用机械表面曝气。变水位曝气时,鼓风式微孔曝气系统宜采用反应池与鼓风机一对一供气方式,或采用潜水式曝气系统。

7.2.3 单级高速曝气离心鼓风机应符合 HJ/T 278 的规定。

7.2.4 罗茨鼓风机应符合 HJ/T 251 的规定。

7.2.5 微孔曝气器应符合 HJ/T 252 的规定。

7.2.6 机械表面曝气装置应符合 HJ/T 247 的规定。

- 7.2.7 潜水曝气装置应符合 HJ/T 260 的规定。
- 7.2.8 SBR 工艺反应池宜设置一套备用的供气设备。
- 7.2.9 应优先选用低噪声的设备，同时采用噪声控制措施。

8 检测、控制和自动监测

8.1 一般规定

- 8.1.1 SBR 污水处理工程应进行检测和控制。
- 8.1.2 SBR 污水处理工程设计应根据工程规模、工艺流程、运行管理要求确定检测和控制内容。
- 8.1.3 自动化仪表和控制系统应保证 SBR 系统的安全性和可靠性，便于运行，便于改善劳动条件，提高科学管理水平。
- 8.1.4 计算机控制管理系统宜兼顾现有、新建和规划要求。

8.2 过程监测

- 8.2.1 SBR 污水处理工程的排水泵站和各主要处理单元宜设置生产控制、运行管理所需的检测和监测仪表。
- 8.2.2 参与控制和管理的机电设备应设置工作与事故状态的检测装置。

8.3 过程控制

- 8.3.1 SBR 污水处理工程的个主要构筑物应按照液位变化自动控制运行，宜建立遥测、通讯、遥控系统。
- 8.3.2 10 万 m³/d 规模以下的 SBR 污水处理工程的主要生产工艺单元，可采用自动控制系统。
- 8.3.3 10 万 m³/d 规模以上的 SBR 污水处理工程宜采用集中管理监视、分散控制的自动控制系统。
- 8.3.4 采用成套设备时，设备本身控制宜与系统控制相结合。

8.4 计算机控制管理系统

- 8.4.1 计算机管理系统应有信息收集、处理、控制、管理和安全保护功能。
- 8.4.2 监控系统的控制层、监控层和管理层应合理的配置。
- 8.4.3 应采用分集中、散控制模式，实现污水处理工艺过程自动控制、正常运行工况的监视和调整、停机和故障处理。
- 8.4.4 全厂的控制系统宜划分为若干个单元，各单元由可编程序逻辑控制器（PLC）控制，PLC 根据工艺参数自动监控各运行设备。
- 8.4.5 在中控室通过计算机与 PLC 联网，实时显示运行工况、实时向 PLC 传送调整设备运行状态的指令、建立数据库并储存记录运行中各参数、指标等资料。
- 8.4.6 现场控制设备通过“手动/自动”选择开关进行切换，可由现场开关直接控制设备，必须将现场控制模式作为最高优先级的控制模式以保证现场操作的安全。
- 8.4.7 可在中控室可安装工艺模拟屏，以便运行人员直观快速的掌握运行工况。

8.4.8 SBR 工艺各运行参数均可在中控室计算机进行设置，可以预先设置几套运行周期模式，依据实际水量、水质、水温等因素变化自动选择。

8.5 自动监测

8.5.1 按照环境管理要求需要安装在线监测系统的，应符合 HJ/T 353、HJ/T 354 和 HJ/T 355 的规定。

8.5.2 所用监测仪器应符合 HJ/T 15、HJ/T 96、HJ/T 377、HJ/T 101、HJ/T 103 等的规定。

9 电气

9.1 供电系统

9.1.1 SBR 工艺装置的用电负荷应为二级负荷。

9.1.2 SBR 工艺装置的高、低压用电电压等级应与其供电的电网电压等级相一致。

9.1.3 SBR 工艺装置的中央控制室的仪表电源应配备在线式不间断供电电源设备（UPS）。

9.1.4 SBR 工艺装置的接地系统宜采用三相五线制系统（TN-S）。

9.2 低压配电

变电所低压配电室的配电设备布置，应符合国家标准 GB 50053 的规定。

9.3 二次线

9.3.1 SBR 工艺线上的电气设备宜在 SBR 控制室控制，并纳入工业机系统。

9.3.2 SBR 电气系统的控制水平应与工艺水平相一致，宜纳入 PC 系统，也可采用强电控制。

批注 [z1]: 焦老师说代表电气控制系统，我又问过我院搞电的人，他们说是可编程序控制器。请你再核查吧。其它字母我也是问的我院有关人员。

10 运行管理

10.1 基本要求

污水处理厂（站）的运行管理参照 CJJ 60 执行。

10.2 反应池运行调节

10.2.1 排水比（或充水比）调节

在设定运行周期不变的情况下，当实际运行进水量发生变化时，可用调整排水比（或充水比） m 的方法保证各反应池的配水均匀。实际运行排水比（或充水比）按下述公式计算：

$$m_i = \frac{qt}{V} \dots\dots\dots (26)$$

式中：

m_i —— 实际运行排水比（或充水比）；

q —— 进水泵房实际运行进水流量， m^3/h ；

t —— 周期时间， h ；

V —— 反应池总容积， m^3 。

10.2.2 运行周期调节

10.2.2.1 处理水量变化较大时，需按高峰期日处理水量、低谷期日处理水量、日均处理水量调整运行周期。

10.2.2.2 处理水质变化较大时，需根据 6.2.3.11 调整反应时间。

10.2.2.3 一个反应池因故障停运时，反应池的运行周期及排水比（充水比）可按式确定：

$$t = \frac{24mV(n-1)}{Qn} \dots\dots\dots (27)$$

$$m_i = \frac{tqn}{(n-1)V} \dots\dots\dots (28)$$

式中：

n —— 反应池的个数；

m —— 设计充水比；

m_i —— 实际运行排水比（充水比）；

Q —— 设计水量， m^3/d ；

q —— 进水泵房实际运行进水流量， m^3/h ；

t —— 周期时间， h ；

V —— 反应池总容积， m^3 。

10.2.3 进水量调节

一天中设施进水量随时间变化较大时，可以调节进水量 q ，保持排水比（充水比）相对稳定、反应池处于良好运行状态。

10.2.4 排水调节

排水时要求水面匀速下降，下降速度宜小于 $30mm/min$ ，最大不宜大于 $35mm/min$ 。

10.2.5 滗水器管理

每班对滗水器巡视一次，发现故障及时处理。滗水器故障停运时可临时用事故排水管排水。

10.3 曝气调节

10.3.1 鼓风曝气系统曝气开始时排放管路中的存水，并经常检查自动排水阀的可靠性。

10.3.2 曝气工序结束时，反应池主反应区溶解氧浓度宜为 $2mg/L$ 。

10.3.3 应及时检查曝气器堵塞和损坏情况，保持曝气系统状态良好。

10.4 污泥观察与调节

10.4.1 应经常观察活性污泥的颜色、状态、气味、生物相以及上清液的透明度，定时测试、计算以上技术指标。

10.4.2 应经常观察沉淀工序结束时的污泥界面下降距离，污泥界面至最高水面距离不宜小

于 1800mm。

10.4.3 反应池的排泥量可根据污泥沉降比、混合液污泥浓度、静置沉淀结束时（或排水结束时）的污泥界面高度确定。

附录 A
(规范性附录)
符号

- Q_{dr} —— 截留井以前的早流污水设计流量；
- Q_d —— 设计综合生活污水量；
- Q_m —— 设计工业废水量；
- V_R —— 反应池的有效反应容积；
- Q —— 设计污水流量；
- S_o —— 反应池进水五日生化需氧量；
- S_e —— 反应池出水五日生化需氧量；
- L_S —— 反应池的五日生化需氧量污泥负荷；
- X —— 反应池内混合液悬浮固体平均浓度；
- T_{ER} —— 去除污水中污染物的有效反应时间；
- V —— 反应池的总容积；
- t_s —— 反应池的沉淀时间；
- t_D —— 反应池的排水时间；
- t_b —— 反应池的待机时间；
- m —— 反应池的充水比；
- HRT —— 反应池的水力停留时间；
- L_V —— 反应池的五日生化需氧量容积负荷；
- $V_{非}$ —— 反应池的非反应容积；
- H_1 —— 反应池的最大设计充水深度；
- H —— 反应池的总有效水深；
- t —— 周期时间；
- t_R —— 反应时间；

n_z —— 一天内的周期数；
 t_F —— 进水时间；
 n —— 反应池个（格）数；
 t_Q —— 曝气时间；
 θ_c —— 污泥泥龄；
 ΔX —— 剩余污泥量；
 O_2 —— 污水需氧量；
 ΔX_{vss} —— 反应池排出系统的微生物量；
 N_k —— 反应池进水总凯氏氮浓度；
 N_{ke} —— 反应池出水总凯氏氮浓度；
 N_t —— 反应池进水总氮浓度；
 N_{te} —— 反应池出水总氮浓度；
 N_{oe} —— 反应池出水硝态氮浓度；
 $0.12\Delta X_{vss}$ —— 排出反应池系统的微生物量中含氮量；
 a —— 碳的氧当量；
 b —— 氧化每公斤氨氮所需氧量；
 c —— 细菌细胞的氧当量；
 O_s —— 标准状态下污水需氧量；
 K_0 —— 需氧量修正系数；
 C_s —— 标准条件下清水中饱和溶解氧浓度；
 C_{sw} —— 清水在 $T^\circ\text{C}$ 、实际压力时的饱和溶解氧浓度；
 C_o —— 混合液剩余溶解氧；
 T —— 操作温度；
 C_s —— 标准状态下的供气量；

E_A —— 曝气设备的氧利用率；

O_t —— 曝气后反应池水面逸出气体中氧的体积百分比；

Y —— 污泥产率系数；

K_d —— 衰减系数；

X_V —— 反应池内混合液挥发性悬浮固体平均浓度；

f —— 悬浮物的污泥转换率；

SS_o —— 反应池进水悬浮物浓度；

SS_e —— 反应池出水悬浮物浓度；

m_i —— 实际运行排水比（或充水比）；

q —— 进水泵房实际运行进水流量；

f_a —— 池容利用率；

X_{mi} —— 中间曝气池参与反应的平均污泥浓度；

X_{si} —— 边池参与反应的平均污泥浓度；

t_{si} —— 边池反应时间；

t_{mi} —— 中间曝气池反应时间；

V_{si} —— 边池的体积；

V_{mi} —— 中间曝气池的体积。

附录 B
(资料性附录)
序批式活性污泥法的其它变形工艺

B.1 循环式活性污泥工艺 (CAST)

B.1.1 CAST 工艺流程

CAST 工艺由进水/曝气、进水/沉淀、滗水、闲置/排泥四个工序组成，如图 B.1。

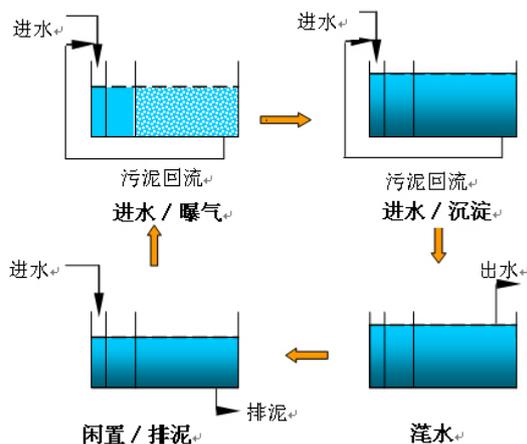


图 B.1 CAST 工艺流程

B.1.2 CAST 反应池生物选择区设计

B.1.2.1 CAST 反应池生物选择区呈缺氧—厌氧状态。

B.1.2.2 CAST 反应池缺氧区溶解氧 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ，进行反硝化反应。

B.1.2.3 CAST 反应池厌氧区溶解氧为 0，嗜磷菌释放磷。

B.1.3 CAST 反应池主反应区设计

B.1.3.1 CAST 反应池主要设计参数：溶解氧 $\geq 2\text{mg/L}$ ；污泥负荷 $0.05\sim 0.15\text{kgBOD}_5/\text{kgMLSS}\cdot\text{d}$ ；周期数 $3\sim 6$ 周期 / d；周期时间 4 h、6 h 或 8 h；高液位污泥浓度 $2000\sim 5000\text{mg/L}$ ；混合液浓度（低液位） $\leq 6000\text{mg/L}$ ；SVI $50\sim 120\text{mL/g}$ ；充水比 $\leq 40\%$ ；选择区容积比 $10\%\sim 30\%$ ；主反应区容积比 $70\%\sim 90\%$ ；污泥龄 $20\sim 30\text{d}$ 。

B.1.3.2 CAST 反应池曝气系统的设计及计算参照本标准 6.2.4。

B.1.3.3 CAST 反应池回流系统的设计时，应在反应池末端设置回流泵，将主反应区混合液回流至生物选择区。

B.1.3.4 CAST 反应池排水系统宜采用滗水器，滗水器的堰口负荷为 $20\sim 30\text{L/m}\cdot\text{s}$ ；最大上清液滗除速率 30mm/min ；滗水时间 60min 。

B.1.3.5 一个系统内 CAST 反应池的个数不宜少于三个。

B.2 连续和间歇曝气工艺 (DAT-IAT)

B.2.1 DAT-IAT 工艺流程

B.2.1.1 DAT-IAT 反应池由一个连续曝气池 (DAT) 和三个间歇曝气池 (IAT) 串连而成, 工艺流程如图 B.2。

B.2.1.2 DAT 连续进水、连续曝气、连续出水, 出水经配水导流墙流入 IAT。DAT 的溶解氧控制在 1.5~2.5 mg/L。

B.2.1.3 IAT 连续进水, 曝气、沉淀、滗水三个阶段循环, 每个阶段 1 h, 工作周期 3 h。从曝气开始后 5 min 至沉淀结束前 5 min 回流泵工作, 进行混合液回流, 回流比 1:200; 曝气开始后 13 min 至曝气结束前 20 min 进行排泥。

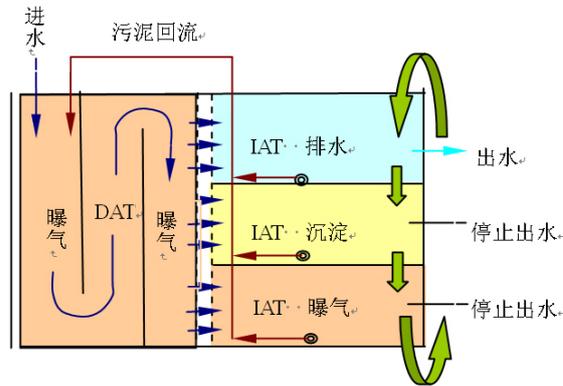


图 B.2 DAT-IAT 工艺流程

B.2.2 DAT-IAT 工艺设计

B.2.2.1 主要设计参数 (污泥负荷、混合液污泥浓度、泥龄、充水比、耗氧量、有效水深等) 可按普通 SBR 工艺选择, DAT、IAT 的容积各占 50%。

B.2.2.2 曝气系统中, DAT 的供氧量约占 60%~70%, IAT 约占 30%~40%。

B.2.2.3 回流系统设计时, 在 IAT 两侧距导流墙一定距离处应设混合液回流泵, 将回流混合液与 DAT 的进水进行混合搅拌, 总回流比为 400%~600%。

B.2.2.4 计算滗水深度及滗水装置能力时, 应考虑滗水时同时进水。

B.3 四格型一体化活性污泥工艺 (AIGS)

B.3.1 AIGS 工艺流程

B.3.1.1 AIGS 基本工艺由一个四格连通的反应池组成, 如图 B.3 所示。各格反应池进水、曝气、沉淀和出水的工作按图中 A、B、C、D 四个程序进行。

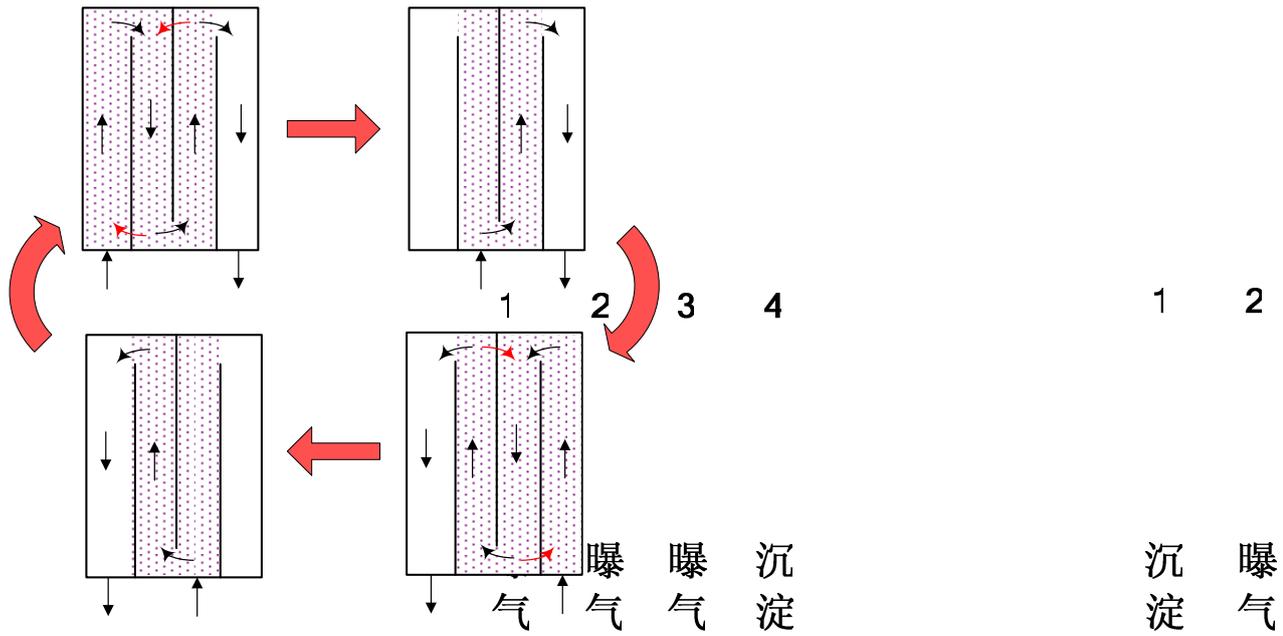


图 B.3 AICS 基本工艺流程

B.3.1.2 AICS 脱氮组合工艺在反应池进水端设置缺氧区，进行反硝化脱氮，如图 B.4 所示。

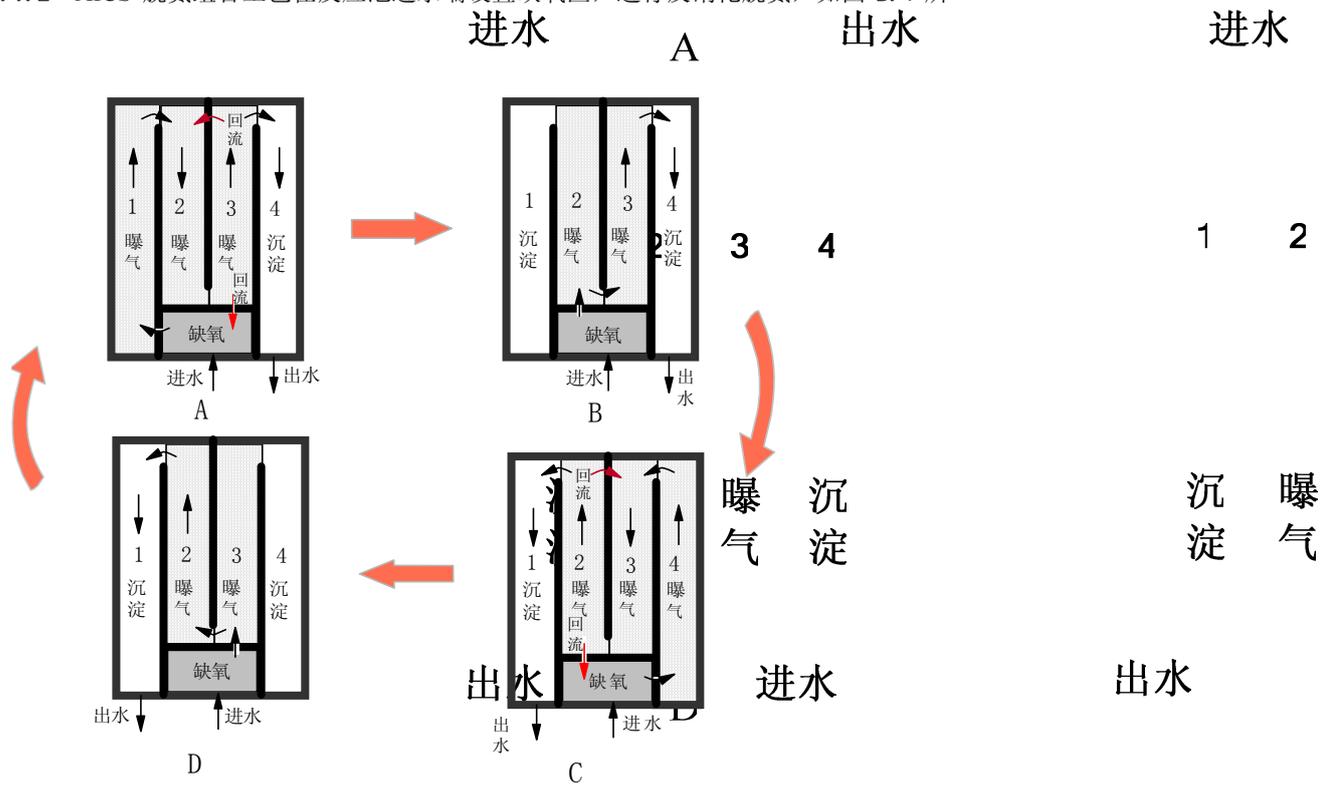


图 B.4 AICS 脱氮组合工艺流程

B.3.1.3 AICS 同步脱氮除磷组合工艺是污水先进入厌氧区释放磷，再进入缺氧区进行反

硝化脱氮，然后流入好氧区，完成硝化、吸磷和去除有机物的过程，如图 B.5 所示。

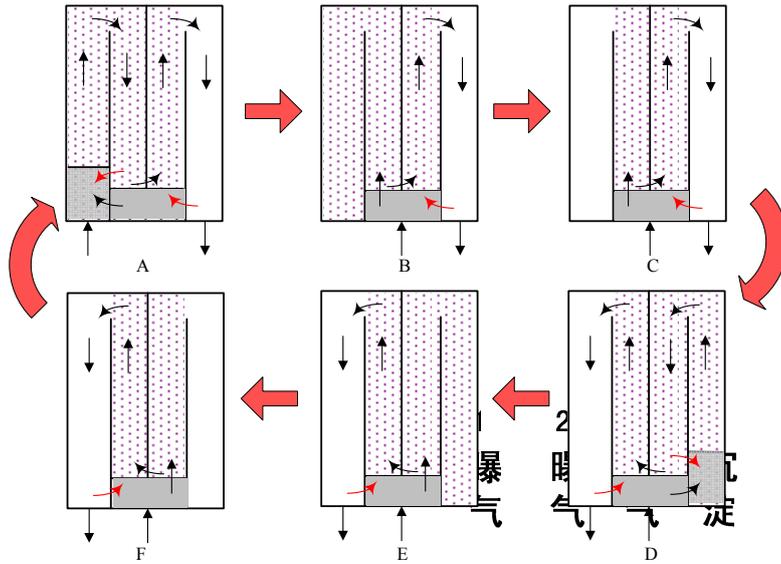


图 B.5 AICS 同步脱氮除磷组合工艺流程

B.3.2 AICS 工艺设计

B.3.2.1 池容利用率可按下列公式计算：

$$f_a = \frac{\sum_{i=1}^2 V_{si} X_{si} t_{si} + \sum_{i=1}^{n-2} V_{mi} X_{mi} t_{mi}}{\sum_{i=1}^2 V_{si} X_{si} t + \sum_{i=1}^{n-2} V_{mi} X_{mi} t} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

f_a —— 池容利用率；

X_{mi} —— 中间曝气池参与反应的平均污泥浓度， $gMLSS/L$ ；

X_{si} —— 边池参与反应的平均污泥浓度， $gMLSS/L$ ；

t_{si} —— 边池反应时间，h；

t_{mi} —— 中间曝气池反应时间，h；

t —— SBR 反应池一个运行周期需要的时间，h；

V_{si} —— 边池的体积， m^3 ；

V_{mi} —— 中间曝气池的体积， m^3 ；

n —— 反应池个数。

B.3.2.2 沉淀区负荷：AICS 基本工艺宜选择 $1.5\sim 2.5m^3/m^2\cdot h$ ；硝化脱氮组合工艺和同步脱氮除磷工艺宜采用 $1.0\sim 2.0m^3/m^2\cdot h$ 。

- B. 3. 2. 3** AICS 工艺的水头损失宜控制在 1.0 m 以下。
- B. 3. 2. 4** AICS 工艺宜采用微孔曝气的方式。
- B. 3. 2. 5** AICS 工艺的周期时间应根据污水水量、水质确定。通常采用 4 h、6 h 或 8 h。
- B. 3. 2. 6 AICS 脱氮组合工艺设计**
- B. 3. 2. 6. 1** 好氧区污泥负荷 0.10~0.15 kgBOD₅/kgMLVSS·d；污泥龄 10~20 d。
- B. 3. 2. 6. 2** 缺氧区停留时间 1~2 h；反硝化速率 0.05~0.15 kgN/kgMLVSS·d；混合液回流比为 200%~300 %。
- B. 3. 2. 6. 3** 沉淀区表面负荷 1.0~2.0 m³/m²·h。
- B. 3. 2. 7 AICS 同步脱氮除磷组合工艺设计**
- B. 3. 2. 7. 1** 好氧区污泥负荷 0.10~0.15 kgBOD/kgMLVSS·d；污泥龄 12~15 d。
- B. 3. 2. 7. 2** 缺氧区停留时间 1~2 h；反硝化速率为 0.05~0.15 kgN/kgMLVSS·d。
- B. 3. 2. 7. 3** 厌氧区停留时间 1~1.5 h；污泥回流比 50%~100 %。
-