

幻灯片1

第五篇

有机污染物的生物化学转化处理

第十三章 生物处理基本概念 和原理

幻灯片2

13.1 生化处理措施及其分类

生化处理法定义（高式P81、82）及分类（P81）

底物（有机物）P82、酶（生物）

生物分解代谢（异化 P82）——有机物降解

生物合成代谢（同化，P82）——细胞增殖

异养微生物——有机物（营养源或底物）

自养微生物——无机物（营养源或底物）

分解代谢包括发酵（实为厌氧）和呼吸两类，

而呼吸又分为好氧和缺氧两种方式（P82—86）

生物脱氮与除磷（P86—87）

幻灯片3

自然条件

好氧塘（教材P248）等

好
氧
法

生
物
处
理
法

悬浮生物法—活性污泥法及其变种、氧化沟等

人工条件

固着生物法—生物滤池及转盘、接触氧化、流化床

自然条件

厌氧塘（教材P255）等

厌

氧

法

悬浮生物法—厌氧消化、UASB法、化粪池

人工条件

固着生物法—厌氧滤池、厌氧流化床

幻灯片4

- 13.2 污泥微生物增长规律及其影响原因

- 污泥——微生物混合群体

- 污泥的增长过程，类似于纯种微生物（P88图11-4），可分为驯化期（适应期）、对数增殖期、稳定期（减速增殖期）和衰亡期（内源呼吸期）等几种阶段。

每个阶段，污泥增殖速率（类似P88图11-4）、有机物(BOD)清除率、氧的运用速率等都各不相同。

幻灯片5

1. 污泥微生物增长曲线

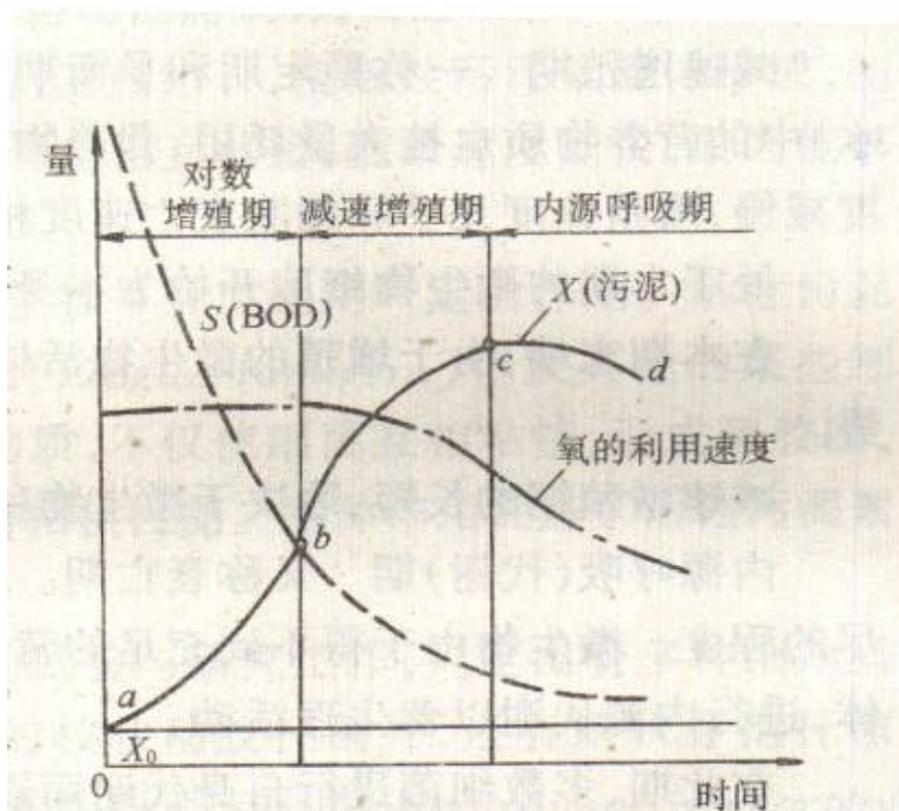


图 4-4 活性污泥增长曲线以及其和有机污染物(BOD)降解、氧利用速度的关系
(有机污染物一次投加)

①对数增殖期

污泥经培养驯化后,F/M较大,营养充足,氧运用最大,微生物增殖速率和有机物降解速率最大。污泥活动力强,污泥松散,不易沉降(运用有机物局限性)

(F/M系营养与微生物之比)

②减速增殖期(稳定期)

F/M减小,有机物量成为增殖的限制原因,微生物增殖速率和有机物降解速率下降,污泥沉降性好,出水效果好。

幻灯片6

③内源呼吸期(衰减期)

F/M最小,(内源呼吸期)微生物活动能力低,絮凝体沉降性好,此时污泥量出现下降,出水水质很好。

2. 污泥微生物生长的影响原因 (P90—91)

温度:好氧法20~37℃;厌氧法33~38℃(中温发酵)

pH值:好氧法pH6.5~8.5;厌氧法pH6.5~8.0(7.0~7.5)

营养物质:C(BOD5):N:P=100:5:1;其他如微量元素

废水成分:重要是控制有毒物浓度,以防微生物中毒

废水BOD5浓度:好氧法≤500mg/l,厌氧法≥2023mg/l

溶解氧DO:好氧法2~3(缺氧≤0.5)mg/l;厌氧法 0

幻灯片7

13.3 生化处理两个基本前提

- 对于工业废水,采用生化法处理时,宜满足两个基本前提:可生化性及毒物浓度限制
- (1)可生化性
 - 采用BOD5判断法:
 - $BOD_5 / COD < 0.3$ 时,不适宜用生物法处理;
 - $BOD_5 / COD \geq 0.3$ 时,可以用生物法处理;
 - $BOD_5 / COD > 0.45$ 时,生物法处理具优越性.
 - 其中,对于都市污水,一般 $BOD_5 / COD = 0.5 \sim 0.7$.

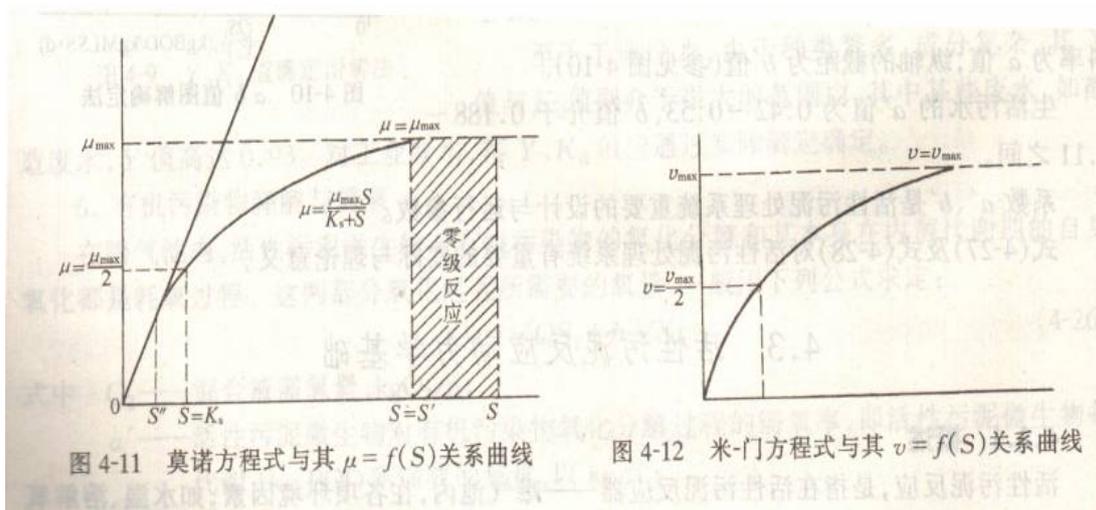
幻灯片8

- - 可生化性的判断,除上述BOD5判断法外,尚有耗氧曲线法(微量呼吸仪或生化需氧量测定瓶测定)、生化线与呼吸线法、可生化性试验法等.
- (2)毒物浓度
 - 工业废水生物处理时,其有毒物质含量不适宜超过其容许浓度.
参照有关参照书或有关资料.
 - 注意:容许浓度可随环境(处理工艺及构筑物)及驯化状况而变化.

幻灯片9

13.4 生化反应动力学基础

13.4.1 微生物增长及有机物降解动力学



1. 微生物增长——莫诺特(Monod)方程 (P94中11-16式)

$$u = \frac{u_{\max} S}{K_s + S}$$

幻灯片10

——单位质量微生物的增殖速率 (kg/kg·d) d-1

——微生物最大比增殖速度 f-1

——饱和常数

S——微生物周围即反应器中的底物浓度 (mg/L)

u

$$u_{\max}$$

$$k_s$$

2. 有机物降解——劳伦斯—麦卡蒂方程(P96)

$$\left. \begin{array}{l} v = v_{\max} \frac{S}{K_s + S} \\ v = -\frac{dS}{dt} = \frac{d(S_0 - S)}{Xdt} \end{array} \right\} \Rightarrow -\frac{dS}{dt} = v_{\max} \frac{XS}{K_s + S}$$

底物降解速率

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{高底物浓度, } S \gg K_s, v = v_{\max} \\ \text{低底物浓度, } K_s \gg S, -\frac{dS}{dt} = \frac{v_{\max}}{K_s} XS = K_2 XS, (K_2 = \frac{v_{\max}}{K_s}) \end{cases}$$

幻灯片11

都市污水一般有机物浓度低，常用

描述，

一级反应：

$$v = K_2 S$$

$$S = S_0 e^{-k_2 X t}$$

13.4.2 微生物增长与有机物降解的关系——生化处理工程基本数学模式

1. 基本方程的推导

假定:

①反应器为完全混合式,即整个反应器中的微生物(M)浓度和底物(S)浓度不随位置而变化;

②整个处理系统处在稳定状态,即整个反应器中的微生物(M)浓度和底物浓度(S)不随时间而变化;

③氧的供应是充足的(好氧处理)。

④

注意:

M浓度和S浓度不随时间而变化,分别意味着剩余污泥及时排走(持续流)和废水水质得到充足均和——整个反应器系统按完全混合、持续流运行考虑。

幻灯片12

M净增 = 合成 — 内源消耗 (1951年霍克莱金试验)

$$\left(\frac{dX}{dt} \right)_g = \left(\frac{dX}{dt} \right)_s - \left(\frac{dX}{dt} \right)_e$$

$$\left(\frac{dX}{dt}\right)_S = Y\left(\frac{dS}{dt}\right)_M$$

而

$$\left(\frac{dS}{dt}\right)_M$$

其中 $\left(\frac{dS}{dt}\right)_M$ ----有机物运用速率

Y ----产率系数, kgMLVSS/kgBOD。

$$\left(\frac{dX}{dt}\right)_e = K_d X_V$$

K_d ----自身氧化率, d⁻¹。

幻灯片13

$$\left(\frac{dX}{dt}\right)_g = Y\left(\frac{dS}{dt}\right)_M - K_d X_V$$

对dv积分

$$\Delta X = Y(S_0 - S_e)Q - K_d V X_V$$

2. 剩余污泥量计算

$$\Delta X = Y(S_0 - S_e)Q - K_d V X_V$$

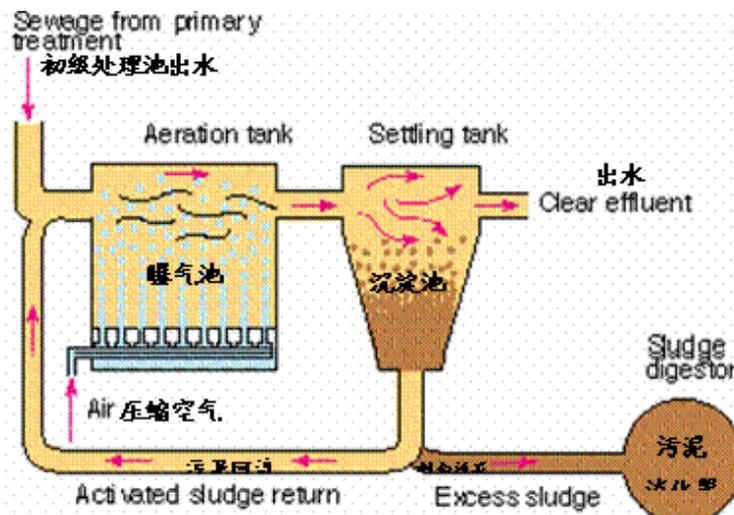
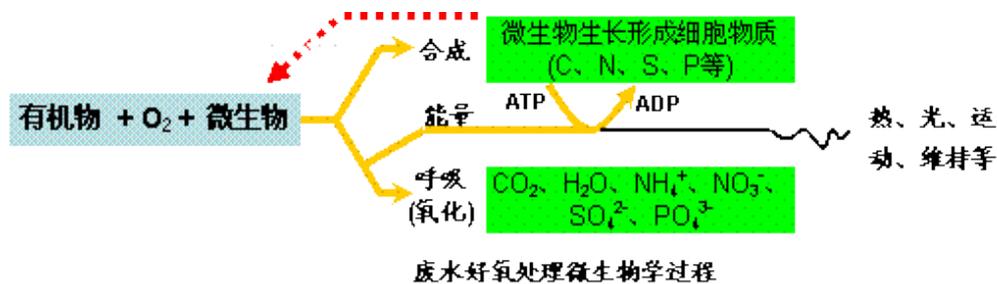
微生物净增长量=微生物增长量-微生物衰减量

式中 ΔX ——污泥增长量(kg/d), Y ——产率系数(污泥/BOD)

Q ——污水流量, S_0 、 S_e ——污水进、出时的底物浓度

K_d ——微生物自身氧化(减)速率常数(kg污泥/kg污泥)

幻灯片14



活性污泥产生量约算:

$$\Delta S = aL_r - bS_a$$

其中

ΔS — 新生成的细胞物质

(kg; 近似等于剩余污泥量)

L_r — 去除的BOD (kg/d)

S_a — 原有细胞物质(kg)

a — 合成系数(kg/kg BOD)

b — 细胞物质消耗系数(1/d)

幻灯片15

习题与思索题

- 1. 底物的含义?F/M呢?
- 2. 对废水生物处理而言, 重金属离子属有毒物, 其容许浓度较低, 怎样从理论上解释?
- 3. 某有机废水, BOD5400mg/L, COD900mg/L, 能否采用何种生化法处理?为何?
- 4. 污水生物处理中, 应将活性污泥控制在其生长期的哪个阶段很好? 为何?
- 5. 废水生化处理时, 其反应级数多少?其中的都市污水呢?
- 6. 废水中有机物经生物处理后, 转变成什么物质?
- 7. 某种污水在一持续进水和完全混合的反应器内进行处理, 假设反应不可逆, 且符合一级反应 ($v=kSA$), 反应速率常数 k 为 150.0d^{-1} , 求解当反应池容积为 20m^3 、反应效率为 98% 时, 该反应器可以处理的污水流量为多大? (参照P122图12-24)

幻灯片16

第十四章

活性污泥法

Activated Sludge Processes



幻灯片17

14.1 基本概念及原理

- 14.1.1 活性污泥及其评价指标

- 来历:

-

1923年英国的克拉克 (Clark) 和盖奇 (Gage) 首先发现污泥. 1923年建成第一种活性污泥法污水处理厂. (P101)

- 定义:

-

向污水注入空气进行曝气, 并持续一段时间后来, 污水中即生成一种絮凝体. 这种絮凝体重要是由大量繁殖的微生物群体所构成, 它有巨大的表面积和很强的吸附性能, 称为活性污泥。

幻灯片18

评价指标:

- (1) 混合液悬浮固体浓度 (mixed liquor suspension solid,

MLSS)、混合液挥发性悬浮固体浓度 (mixed liquor volatile suspension solid, MLVSS)

-

单位均为mg/L或g/L, 工程上还常用kg/m³。前者也称混合液污泥浓度 (一般用X表达), 后者则指混合液悬浮固体中的有机物浓度。

- 一般活性污泥法中, MLSS浓度为2~4g/L。

幻灯片19

- (2) 污泥沉降比(settling volume, sludge sedimentation ratio, SV%)

-

污泥沉降比是指曝气池混合液在100mL量筒中，静置沉降30min后，沉降污泥所占的体积与混合液总体积之比的百分数。因此也常称为30 min沉降比。

- 正常的活性污泥在沉降30min后，可以靠近它的最大密度。
- 另见教材P103.

幻灯片20

- (3) 污泥体积指数 (sludge volume index, SVI)

-

污泥体积指数也称污泥容积指数，是指曝气池混合液，经30min静置沉降后，沉降污泥体积中1g干污泥所占的容积的毫升数，单位为mL/g，但一般不标出。

它与污泥沉降比有如下关系：

- $SVI=(SV \times 10) / X$

- 式中：X的单位为g/L，SVI以百分数代入。

另见教材P103.

幻灯片21

- SVI值能很好地反应出活性污泥的松散程度(活性)和凝聚、沉降性能。
- SVI值过低，阐明污泥颗粒细小紧密，无机物多，缺乏活性和吸附力；
-

SVI值过高，阐明污泥难于沉降分离，并使回流污泥的浓度减少，甚至出现污泥膨胀 (sludge bulking)，导致污泥流失等后果。

- 一般控制SVI为50(100)－150之间很好。

幻灯片22

- (4) 活性污泥生物相 (organism culture)

-

- 活性污泥中出现的是一般的微生物。重要是细菌、原生动物和少许后生动物。

-

正常状况下，细菌重要以菌胶团形式存在，游离细菌仅出目前未成熟的活性污泥中，

也也许出目前废水处理条件变化

(如毒物浓度升高、pH值过高或过低等)，使菌胶团解体时。

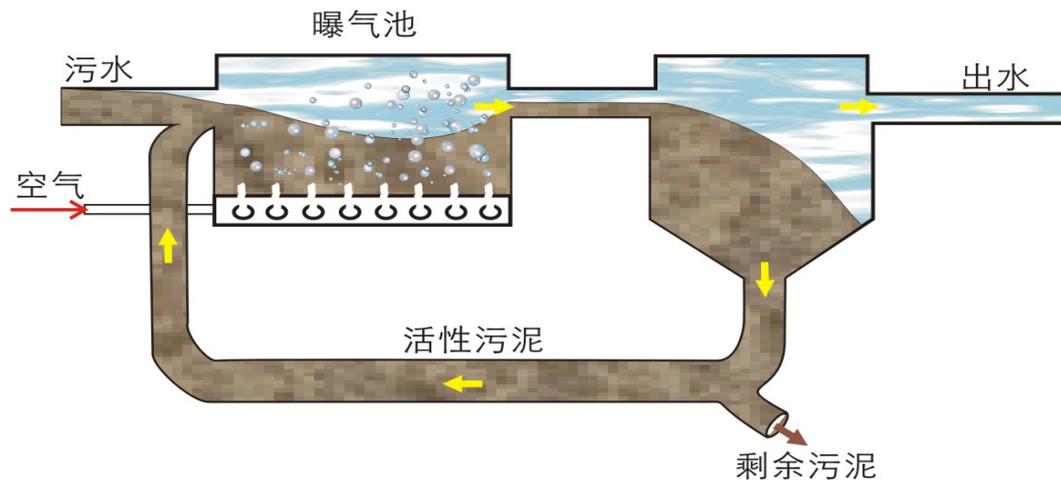
- 游离细菌多是活性污泥处在不正常状态的特性。

幻灯片23

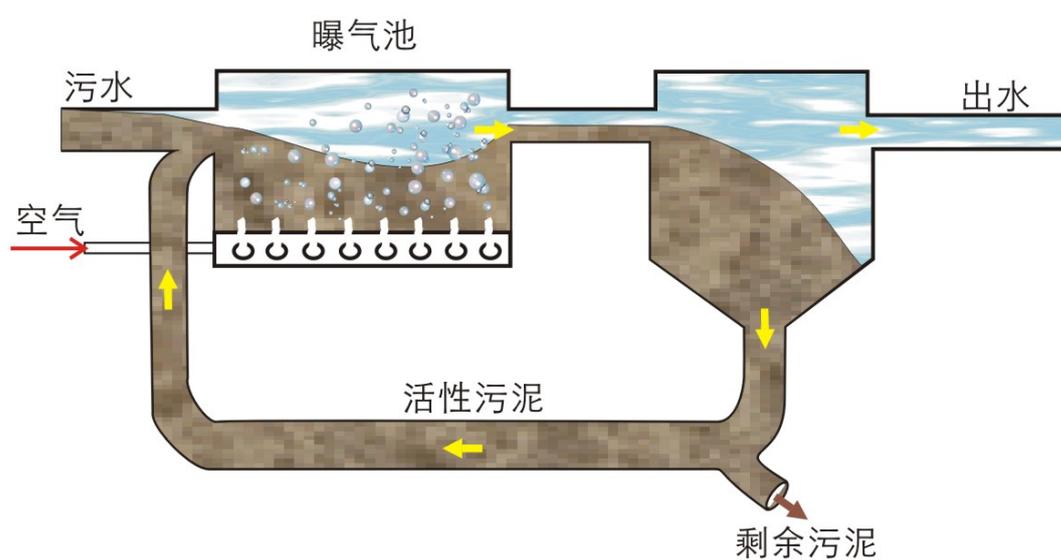
- 14.1.2 活性污泥法基本流程

- 活性污泥法由曝气池、沉淀池、污泥回流和剩余污泥排除系统所构成。

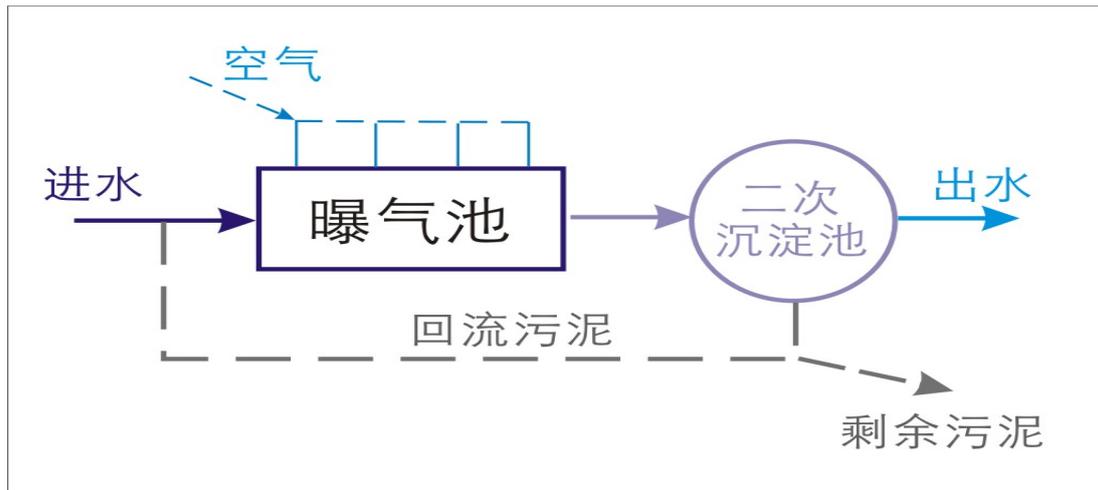
其工作原理见P103～104。



幻灯片24



活性污泥
法的基本
流程



幻灯片25

14.1.3 净化过程与机理

构成活性污泥法三要素：

- a. 微生物—— 吸附氧化分解作用(污泥)
- b. 有机物—— 废水处理对象、微生物底物(营养)
- c. 充足氧气、充足接触———好氧处理的条件

污泥净化反应过程：

对有机物的降解及污水净化共分为三个阶段：

- a. 吸附阶段
- b. 稳定阶段(微生物降解作用)
- c. 固液分离

幻灯片26

- (1) 吸附阶段——初期清除与吸附作用
- 在活性污泥系统里，当污水与活性污泥接触后很短的时间（15—45 min)内就出现了很高的有机物(BOD)清除率。



这种初期高速清除现象是由吸附作用所引起的。污泥比表面积很大(可达 $2023-10000\text{ m}^2/\text{m}^3$ 混合液),且表面具有多糖类粘质层,因此,污水中悬浮的和胶体的物质是被絮凝和吸附清除的。

幻灯片27

(2) 稳定阶段—微生物降解作用



活性污泥中的微生物以污水中多种有机物作为营养,在有氧的条件下,将其中一部分有机物合成新的细胞物质(原生质),另一部分有机物则进行分解代谢,即氧化分解以获得合成新细胞所需要的能量,并最终形成 CO_2 和 H_2O 等稳定物质。

另详见教材P104~106.

幻灯片28

(3) 固液分离—絮凝体形成与凝聚沉降



假如形成菌体的有机物不从污水中分离出去,这样的净化不能算结束。

为了使菌体从水中分离出来,多采用重力沉降法。假如每个菌体都处在松散状态,由于其大小与胶体颗粒大体相似,它们将保持稳定悬浮状态,沉降分离是不也许的。为此,必须使菌体凝聚成为易于沉降的絮凝体。絮凝体的形成可通过丝状细菌实现,而沉降则通过二次沉淀池实现。

幻灯片29



习题与思索题:

- 1. 某生化池内活性污泥混合液, 量取200mL, 经半小时沉降后污泥量为60mL, 并测得其悬浮固体浓度为4000mg/L, 试问MLSS、SV、SVI等各为多少?你认为该活性污泥与否正常?为何?
- 2. SVI值分别为40和240的活性污泥, 正常否?也许分别是什么状况?
- 3. 构成活性污泥法, 有哪三个要素?
- 4. 活性污泥法处理中, 污泥为何要回流?为何产生剩余污泥?曝气设备的作用?
- 5. 从机理上讲, 活性污泥降解有机物可分为哪两个阶段?每个阶段的作用?为何开始阶段有机物量下降得很快?而后阶段所需时间较长?

幻灯片30

14.2 活性污泥法的发展与演变

活性污泥法类型

(1) 按混合液流态分

推流式 (PFR)、完全混合式 (CMR)、封闭环流式 (CLR)、序批式 (SBR)

(注: 开始时推流型, 而后演变为完全混合型)

教材P106~109, PFR : 图12-4, CMR: 图12-7, CLR: 图12-8, SBR: 图12-9

。另MSBR。

(2) 按供氧方式分

鼓风曝气、机械曝气、两者联合

其发展与演变内容详见教材P109~120。

幻灯片31



幻灯片32



幻灯片33





幻灯片34



幻灯片35

吸附—再生活性污泥法(注意与AB法的对比)

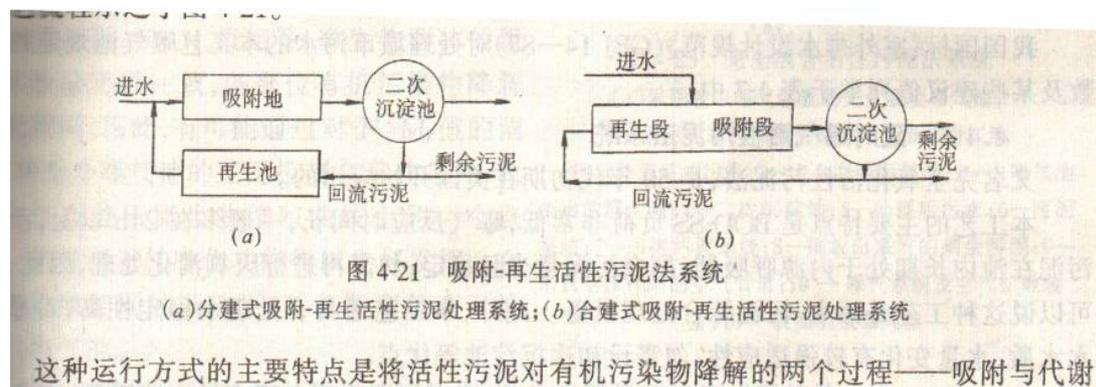
(1)型式:

廊道式(吸附池和再生池可合建)

(2)流态: 中间进水, 推流

(3)特点: ①适合细小悬浮及胶体物质含量高的工业废水;

②耐冲击负荷较强; ③剩余污泥有机物含量高。



幻灯片36

氧化沟法

- 氧化沟特点分析 (P117):
-
- (a) 氧化沟水力停留时间和污泥龄比一般生物处理法长, 悬浮有机物可与溶解性有机物同步得到较彻底的清除, 排出的剩余污泥已得到高度稳定, 因此, 氧化沟可以不设初次沉淀池, 污泥也不需要厌氧消化;

(b) 从溶解氧的分布看，氧化沟具有推流特性，溶解氧浓度在沿池长方向形成浓度梯度，形成好氧、缺氧和厌氧条件。因此，通过对系统合理的设计与控制，可以获得良好的脱氮除磷效果。

●

此外，氧化沟的构造形式是多种多样的，根据不一样的目的可以设计多种形式的氧化沟。

● 氧化沟法是近年来发展较快的生物水处理技术之一。

幻灯片37

水解酸化—好氧工艺

水解酸化—

好氧活性污泥处理工艺，在老式活性污泥法的基础上，用水解酸化池取代老式的初沉池。

- ①集生物降解、物理吸附为一体，有机物清除效果明显高于初沉池，并能将水中难降解大分子有机物转化为小分子有机物，提高污水可生化性；
- ②部分悬浮固体物可被水解为可溶物质，并深入得到处理；
- ③可用于工业废水处理和具有较多难生物降解物质的都市污水处理；
- ④能耗较低，停留时间较短。

幻灯片38

- 习题与思索题：
- 1. 老式活性污泥法属哪种流态？氧化沟呢？
- 2. 完全混合法、高负荷法及延时曝气法等活性污泥法分别属于污泥增长曲线上的哪个

阶段?其中,高负荷法重要合用于什么状况?

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/408075035135006101>

