

周
電
著

活性污泥工艺 简明原理及 设计计算

中国建筑工业出版社

活性污泥工艺简明原理 及设计计算

周電 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

活性污泥工艺简明原理及设计计算/周甯著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2005
ISBN 7-112-07717-6

I. 活… II. 周… III. 活性污泥处理 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 102890 号

活性污泥工艺简明原理及设计计算

周甯 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市振兴制版公司

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 11 $\frac{1}{8}$ 字数: 320 千字

2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月第一次印刷

印数: 1—3 000 册 定价: 35.00 元

ISBN 7-112-07717-6

(13671)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书贯穿一条红线：以工程实用为目标，提出操作性强的设计计算方法，同时对工艺原理进行简明阐述，把理论和实践紧密结合起来，希望能达到两方面的目的：

1. 对忙于设计无暇过多钻研理论的年轻设计工作者可以了解最起码的工艺机理和沿革，开阔视野，勇于创新。

2. 对理论基础扎实但缺乏实际设计经验的人员可以便捷掌握具体设计方法，心中有数地进行设计。

全书共分五章：第一章是活性污泥法主要工艺分类及选用，对工艺的选择提供参考意见；第二章是活性污泥法的基本设计计算方法，运用泥龄法对活性污泥工艺进行全面设计计算，其基本计算方法和公式适用于各种活性污泥工艺，包括氧化沟和 SBR；第三章是传统活性污泥法及其变型的设计计算，对以推流式为特征的传统活性污泥法、硝化工艺、A/O 脱氮工艺、A/O 除磷工艺、A²/O 脱氮除磷工艺和 AB 法的基本原理及具体设计计算方法进行详细论述；第四章是氧化沟的设计计算，对卡鲁塞尔氧化沟、双沟式氧化沟、三沟式氧化沟、奥贝尔氧化沟和一体化氧化沟的基本原理及具体设计计算方法进行详细论述；第五章是 SBR 的设计计算，对传统 SBR 工艺、ICEAS、CAST、DAT-IAT 和 UNITANK 等工艺的基本原理及具体设计计算方法进行详细论述。

* * *

责任编辑：田启铭 于 莉

责任设计：崔兰萍

责任校对：刘 梅 孙 爽

前 言

近 20 多年是我国市政污水处理事业蓬勃发展的年代，十分幸运的是，笔者正好赶上这一历史机遇，参与了多座大、中、小型城市污水处理厂的设计，其中天津市东郊污水处理厂、沈阳市北部污水处理厂、郑州市王新庄污水处理厂、天津市开发区污水处理厂等大、中型污水厂均已建成投产。通过亲身实践，对如何选择处理工艺，怎样将污水处理厂设计得更好深有感触，决定总结出来与同行们交流，希望能在共同探讨中推进我国市政污水处理的理论与实践，对我国污水处理事业起到促进作用。

本书的写作和出版得到了天津市市政工程设计研究院及给水排水设计所各级领导和同事们、建筑工业出版社和《中国给水排水》编辑部的领导以及朋友们的热情支持帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于本人水平有限，错误在所难免，诚恳地欢迎大家批评指正。

周 電

2005 年 5 月

目 录

第 1 章 活性污泥法主要工艺分类及选用	1
1.1 主要工艺分类	1
1.2 各种工艺典型流程简图	1
1.3 各种工艺的优缺点和适用条件	6
第 2 章 活性污泥法的基本设计计算方法	12
2.1 设计计算方法选择	12
2.1.1 污泥负荷法	12
2.1.2 数学模型法	13
2.1.3 泥龄法	13
2.2 泥龄法基本计算公式	14
2.3 泥龄设计计算	16
2.3.1 只要求去除含碳有机物的污水处理厂	16
2.3.2 要求硝化的污水处理厂	17
2.3.3 要求硝化、反硝化的污水处理厂	18
2.3.4 要求污泥同步好氧稳定的污水处理厂	20
2.3.5 要求生物除磷的污水处理厂	21
2.4 污泥产率系数计算	22
2.5 MLSS 的确定	24
2.6 需氧量计算	26
2.7 二沉池设计	31
2.7.1 概述	31
2.7.2 表面负荷计算	32

2.7.3	池水深计算	34
2.7.4	回流污泥浓度计算	37
第3章	传统活性污泥法及其变型设计计算	38
3.1	传统活性污泥法设计计算	38
3.1.1	工艺概述	38
3.1.2	设计计算步骤	39
3.1.3	设计计算程序	39
3.1.4	设计计算要点	40
3.1.5	设计计算例	40
3.2	硝化工艺设计计算	44
3.2.1	工艺概述	44
3.2.2	设计计算要点	46
3.2.3	设计计算例	47
3.3	A/O 脱氮工艺设计计算	50
3.3.1	工艺概述	50
3.3.2	设计计算程序	53
3.3.3	设计计算要点	54
3.3.4	设计计算例	54
3.4	A/O 除磷工艺设计计算	58
3.4.1	工艺概述	58
3.4.2	设计计算	59
3.4.3	设计计算要点	60
3.4.4	设计计算例	60
3.5	A ² /O 脱氮除磷工艺设计计算	61
3.5.1	脱氮和除磷的矛盾	61
3.5.2	普通 A ² /O 工艺	62
3.5.3	UCT 工艺	66
3.5.4	改良型 UCT 工艺	70

3.5.5	倒置 A^2/O 工艺	74
3.5.6	多点进出水倒置 A^2/O 工艺	77
3.6	AB 法设计计算	93
3.6.1	工艺概述	93
3.6.2	设计要点和主要设计参数	97
3.6.3	设计计算例	98
第 4 章	氧化沟设计计算	105
4.1	概述	105
4.2	卡鲁塞尔氧化沟设计计算	107
4.2.1	工艺概述	107
4.2.2	设计要点	111
4.2.3	设计计算例	113
4.3	双沟式氧化沟设计计算	129
4.3.1	工艺概述	129
4.3.2	运行模式	130
4.3.3	脱氮过程	133
4.3.4	设计要点	134
4.3.5	设计计算例	135
4.4	三沟式氧化沟设计计算	141
4.4.1	工艺概述	141
4.4.2	容积利用率	142
4.4.3	运行模式	146
4.4.4	脱氮功能	151
4.4.5	改进设想	152
4.4.6	设计要点	154
4.4.7	设计计算例	155
4.5	奥贝尔氧化沟设计计算	168
4.5.1	工艺概述	168

4.5.2	多级反应器特点	172
4.5.3	脱氮机理	173
4.5.4	生物除磷机理	174
4.5.5	周边进出水二沉池计算	175
4.5.6	设计要点	178
4.5.7	设计计算例	180
4.6	一体化氧化沟设计计算	192
4.6.1	工艺概述	192
4.6.2	沟内沉淀器	194
4.6.3	脱氮除磷功能	199
4.6.4	设计要点	201
4.6.5	设计计算例	202
第5章	SBR 设计计算	212
5.1	概述	212
5.2	常规 SBR 工艺设计计算	213
5.2.1	工艺概述	213
5.2.2	脱氮除磷功能分析	214
5.2.3	推荐设计计算方法	215
5.2.4	设计计算程序	228
5.2.5	设计计算要点	229
5.2.6	设计计算例	231
5.3	ICEAS 工艺设计计算	244
5.3.1	工艺概述	244
5.3.2	计算特点和步骤	246
5.3.3	设计计算要点	250
5.3.4	设计计算例	251
5.4	CAST 工艺设计计算	260
5.4.1	工艺概述	260

5.4.2	工艺特点	262
5.4.3	脱氮除磷功能	265
5.4.4	设计计算要点	266
5.4.5	设计计算例	267
5.5	DAT-IAT 工艺设计计算	276
5.5.1	工艺概述	276
5.5.2	需氧量、供气量计算和分配	279
5.5.3	设计计算要点	280
5.5.4	设计计算例	281
5.6	UNITANK 工艺设计计算	292
5.6.1	工艺概述	292
5.6.2	运行模式	295
5.6.3	容积利用率	297
5.6.4	边池的表面负荷	299
5.6.5	池形结构	301
5.6.6	池容和容积利用率的计算方法	303
5.6.7	需氧量、供气量计算	305
5.6.8	设计计算要点	306
5.6.9	设计计算步骤	307
5.6.10	设计计算例	308
附录		324
符号表		329
计算公式索引		334
表格索引		340
图索引		341
主要参考文献		343

第 1 章 活性污泥法主要工艺分类及选用

1.1 主要工艺分类

活性污泥法主要工艺分类见表 1-1。

活性污泥法主要工艺分类表

表 1-1

类 型	具 体 工 艺
1. 普通活性污泥法及其变型	普通活性污泥法 硝化工艺 A/O 脱氮工艺 A/O 除磷工艺 A ² /O 脱氮除磷工艺 AB 法
2. 氧化沟	卡鲁塞尔氧化沟 双沟式氧化沟 三沟式氧化沟 奥贝尔氧化沟 一体化氧化沟
3. SBR 工艺	传统 SBR 工艺 ICEAS CAST DAT-IAT UNITANK

1.2 各种工艺典型流程简图

1. 普通活性污泥法及硝化工艺（图 1-1）
2. A/O 脱氮工艺（图 1-2）
3. A/O 除磷工艺（图 1-3）

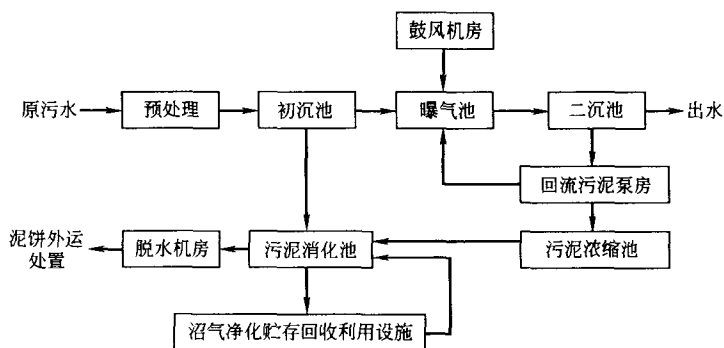


图 1-1 普通活性污泥法及硝化工艺流程简图

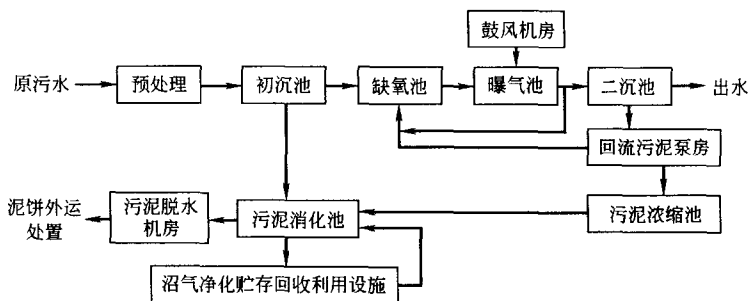


图 1-2 A/O 脱氮工艺流程简图

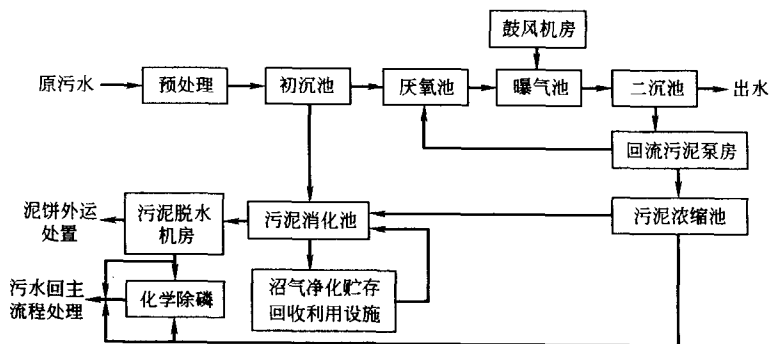


图 1-3 A/O 除磷工艺流程简图

4. A²/O 脱氮除磷工艺 (图 1-4)

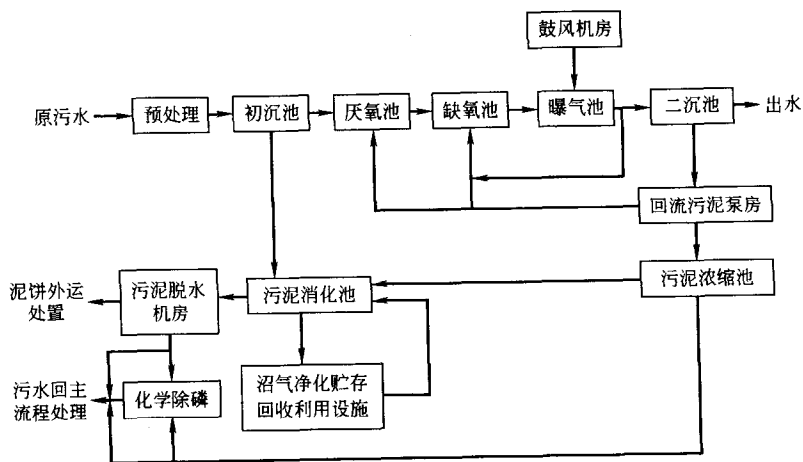


图 1-4 A²/O 脱氮除磷工艺流程简图

5. AB 法 (图 1-5)

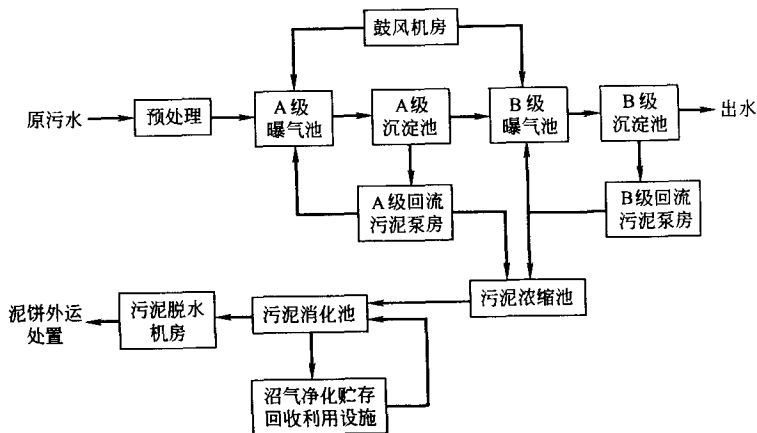


图 1-5 AB 法流程简图

6. 卡鲁塞尔氧化沟 (图 1-6)

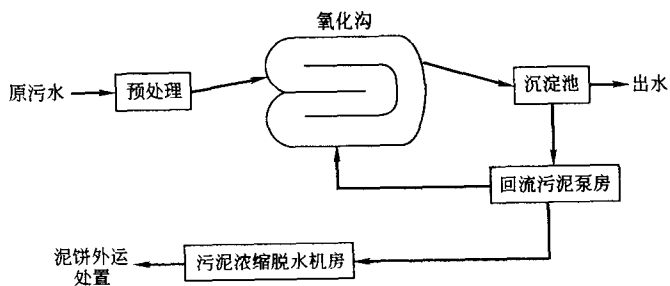


图 1-6 卡鲁塞尔氧化沟流程简图

7. 双沟式氧化沟（图 1-7）

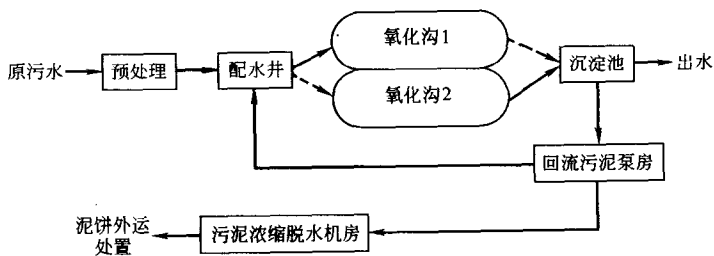


图 1-7 双沟式氧化沟流程简图

8. 三沟式氧化沟（图 1-8）

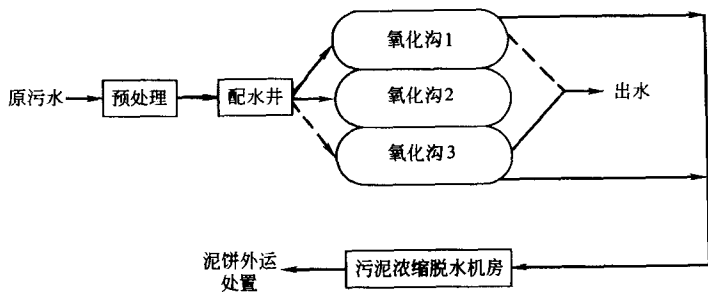


图 1-8 三沟式氧化沟流程简图

9. 奥贝尔氧化沟（图 1-9）

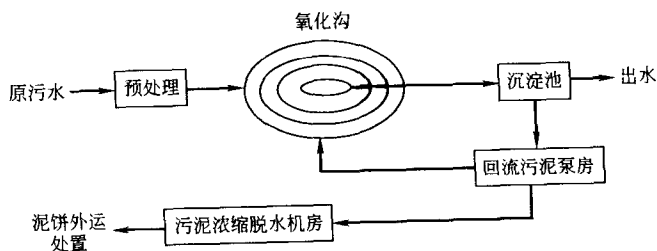


图 1-9 奥贝尔氧化沟流程简图

10. 一体化氧化沟（图 1-10）

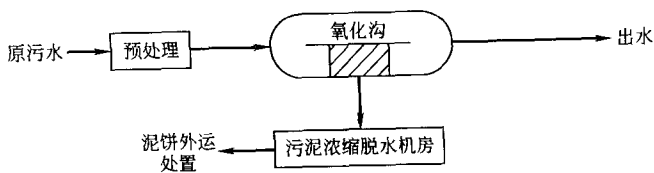


图 1-10 一体化氧化沟流程简图

11. 传统 SBR 工艺（图 1-11）

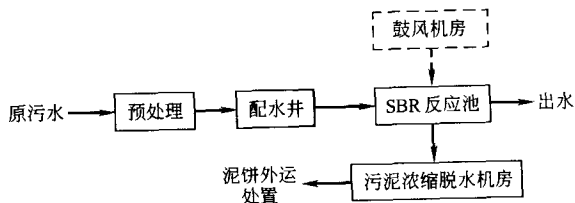


图 1-11 传统 SBR 工艺流程简图

12. ICEAS 工艺（图 1-12）

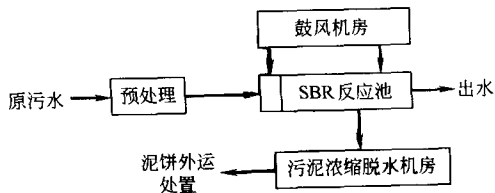


图 1-12 ICEAS 工艺流程简图

13. CAST 工艺 (图 1-13)

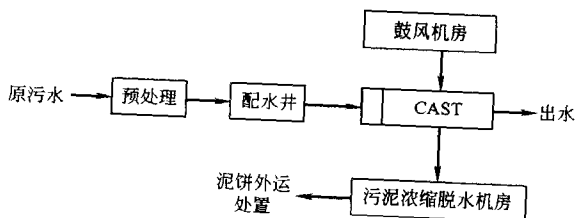


图 1-13 CAST 工艺流程简图

14. DAT-IAT 工艺 (图 1-14)

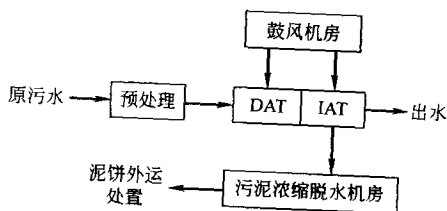


图 1-14 DAT-IAT 工艺流程简图

15. UNITANK 工艺 (图 1-15)

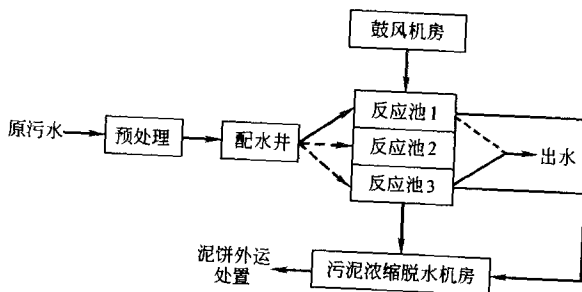


图 1-15 UNITANK 工艺流程简图

1.3 各种工艺的优缺点和适用条件

各种工艺的主要优缺点和最佳适用条件见表 1-2。

各种工艺的主要优缺点和最佳适用条件

表 1-2

工艺名称	主要优缺点	最佳适用条件
普通活性污泥法及硝化工艺	优点: 1. 去除有机物效果好 2. 硝化工艺可去除氨氮 3. 技术成熟, 十分安全可靠 4. 污泥经厌氧消化达到稳定 5. 用于大型污水厂费用较低 6. 沼气可回收利用 缺点: 1. 生物脱氮除磷效果差 2. 用于中小型污水厂费用偏高 3. 沼气回收利用经济效益差	不要求脱氮除磷的大型和较大型污水处理厂
A/O 除磷工艺	优点: 1. 去除有机物的同时可生物除磷 2. 污泥沉降性能好 3. 污泥经厌氧消化达到稳定 4. 用于大型污水厂费用较低 5. 沼气可回收利用 缺点: 1. 生物脱氮效果差 2. 用于中小型污水厂费用偏高 3. 沼气回收利用经济效益差 4. 污泥渗液需化学除磷	要求除磷但不要硝化脱氮的大型和较大型污水处理厂
A/O 脱氮工艺	优点: 1. 去除有机物的同时可生物脱氮, 效率高 2. 污泥经厌氧消化达到稳定 3. 用于大型污水厂费用较低 4. 根据不同的脱氮要求可灵活调节运行工况 5. 沼气可回收利用 缺点: 1. 生物除磷效果差 2. 反应池和二沉池容积较普通活性污泥法大幅增加 3. 污泥内回流量大, 能耗较高 4. 用于中小型污水处理厂费用偏高 5. 沼气回收利用经济效益差	要求脱氮但不要除磷的大型和较大型污水处理厂