



城市污水处理 应用技术

建设部人事教育司
建设部科学技术司
建设部科技发展促进中心

03-43
10

中国建筑工业出版社

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

城市污水处理应用技术

建设部人事教育司
建设部科学技术司
建设部科技发展促进中心

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市污水处理应用技术/建设部人事教育司, 建设部科学技术司, 建设部科技发展促进中心. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

ISBN 7-112-06632-8

I. 城… II. ①建…②建…③建… III. 城市污水-污水处理-技术-技术培训-教材 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 053126 号

建设行业专业技术人员继续教育培训教材

城市污水处理应用技术

建设部人事教育司

建设部科学技术司

建设部科技发展促进中心

*

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

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13½ 字数: 320 千字

2004 年 11 月第一版 2004 年 11 月第一次印刷

印数: 1—2,500 册 定价: 21.00 元

ISBN 7-112-06632-8

TU · 5788 (12586)

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.china-abp.com.cn>

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

近年来国内外城市污水处理研究和新技术发展迅速,极大地促进了城市污水处理事业和环境保护事业的发展。为了尽快地向读者介绍近年来国内外城市污水处理的新技术,本书重点介绍了膜处理技术、AB工艺、SBR工艺、A/O及A²/O工艺、生物流化床技术、深井曝气工艺、UASB工艺、曝气生物滤池、固定化微生物技术和LINPOR工艺等10种城市污水处理技术。本书适用于从事城市建设、城市污水处理、环境保护和市政工程等领域的设计、科研、施工、管理的工程技术人员再教育培训教材和自学参考书。

* * *

责任编辑:俞辉群

责任设计:彭路路

责任校对:王金珠

《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会

主 任 李秉仁 赖 明
副主任 陈宜明 张庆风 杨忠诚
委 员 陶建明 何任飞 任 民 毕既华

专家委员会

郝 力	刘 行	方天培	林海燕	陈福广
徐 伟	张承起	蔡益燕	顾万黎	张玉川
高立新	章林伟	阎雷光	孙庆祥	石玉梅
韩立群	金鸿祥	赵基达	周长安	郑念中
丁绍祥	邵卓民	聂梅生	肖绍雍	杭世琚
宋序彤	王真杰	徐文龙	施 阳	徐振渠

《城市污水处理应用技术》编审人员名单

主 编 周玉文
副主编 吴之丽
主 审 蒋展鹏
总策划 张庆风 何任飞
策 划 任 民 毕既华

序

科技成果推广应用是推动科学技术进入国民经济建设主战场的重要环节，也是技术创新的根本目的。专业技术培训是加速科技成果转化为先进的生产力的重要途径。为贯彻落实党中央提出的：“我们必须抓住机遇，正确驾驭新科技革命的趋势，全面实施科教兴国的战略方针，大力推动科技进步，加强科技创新，加强科技成果向现实生产力转化，掌握科技发展的主动权，在更高的水平上实现技术跨越”的指示精神，受建设部人事教育司和科学技术司的委托，建设部科技发展促进中心负责组织了第一批新技术、新成果、新规范培训科目教材的编写工作。该项工作得到了有关部门和专家的大力支持，对于引导专业技术人员继续教育的开展、推动科技进步、促进建设科技事业的发展起到了很好的作用，受到了各级管理部门的欢迎。2002年我中心又接受了第二批新技术、新成果、新规范培训教材的编写任务。

本次建设部科技发展促进中心在组织编写新技术教材工作时，着重从近几年《建设部科技成果推广项目汇编》中选择出一批先进、成熟、实用，符合国家、行业发展方向，有广阔应用前景的项目，并组织技术依托单位负责编写。该项工作得到很多大专院校、科研院所和生产企业的高度重视，有些成立了专门的教材编写小组。经过一年多的努力，绝大部分已交稿，完成了近300余万字编写任务，即将陆续出版发行。希望这项工作能继续对行业的技术发展和专业人员素质的提高起到积极的促进作用，为新技术的推广做出积极的贡献。

在《新技术、新成果、新规范培训科目目录》的编写过程中以及已完成教材的内容审查过程中，得到了业内专家们的大力支持，谨在此表示诚挚的谢意！

建设部科技发展促进中心
《建设部第二批新技术、新成果、新规范培训教材》编委会
2003年9月16日

前 言

全球性水污染已对人类生存和社会经济发展构成越来越严重的威胁,防止水环境的恶化,保护水资源,走可持续发展的道路已成为人类共同追求的目标。由于人口的快速增长、社会经济的不断发展,不仅对用水的需求量大大增加,而且污水的排放量亦与日俱增,从而使人类面临着更加紧迫的水量型和水质型水资源不足的问题。

我国正在加快城市化进程的步伐,西部大开发又为城市化提供了一个良好的发展机遇。但是,水资源短缺和水污染严重是制约发展的重要因素。为了遏制水污染,恢复水环境的良好质量,应积极地推广先进的污水处理技术,积极建设城市污水处理厂并采用科学的、先进的方法进行运行管理。为了促进我国水环境保护事业的发展,加快城市污水处理厂的建设速度,提高污水处理的质量和效率,大力培训技术力量,提高上岗技术人员和管理决策人员的技术水平,我们编写了这本培训教材。

本书共分 11 章,全面地介绍了国内外城市污水处理的概况和近年来较成熟的城市污水处理技术。

第 1 章 介绍了国外污水处理发展的概况和国内城市污水处理技术的现状。

第 2 章 针对我国膜处理技术广泛应用的现实,介绍了膜处理工艺的分类、工艺流程和相关工程实例等。

第 3 章 详细阐述吸附生物降解技术 AB 工艺,生物处理部分分为 A 段和 B 段, A 段以生物吸附为主, B 段低负荷处理溶解有机物。

第 4 章 介绍了序批式活性污泥法 SBR 工艺。该方法集调节池、曝气池和沉淀池于一体,具有投资少、效率高、使用面广和操作灵活的优点,且能够有效地脱氮除磷。适合多种不同目的的污水处理要求,因而是一种比较适合我国国情的污水处理技术,有很好的应用前景。

第 5 章 综述生物脱氮除磷 A/O 及 A^2/O 技术。生物脱氮除磷技术与化学法或物理法脱氮除磷相比,具有运行成本低,对环境不造成二次污染问题等特点,是有效控制环境营养元素的成熟技术。

第 6 章 阐述生物流化床技术。生物流化床处理技术是借助流体使表面生长着微生物的固体颗粒呈流态化去除和降解污水中有机污染物的生物膜法处理技术,分好氧和厌氧生物流化床。

第 7 章 综合介绍了深井曝气法。深井曝气是以地下深竖井构筑物作为曝气装置的高效活性污泥工艺。也称“超深水曝气”、“超深层曝气”,深井曝气工艺在制药、化工等领域的不易生化降解的废水及食品、啤酒业等高浓度有机废水处理中得到了较为成功的应用。

第 8 章 介绍了升流式厌氧污泥床 UASB 工艺。该工艺是高效污水厌氧处理方法。在反应器内形成颗粒污泥使污泥浓度大幅度提高,因此,水力停留时间而适用于处理高浓

度有机废水。

第9章 阐述曝气生物滤池。曝气生物滤池是将生物接触氧化工艺与给水过滤工艺相结合的一种好氧生物膜法污水处理技术，最初是应用在污水的三级处理中，由于其良好的处理性能，应用范围不断扩大，如在污水的二级处理中，曝气生物滤池体现出处理负荷高、出水水质好、占地面积省等特点，并可以有效地去除氮和磷。

第10章 论述了固定化微生物法。固定化微生物技术，也称为固定化细胞技术，是利用化学或物理的手段将游离细胞定位于限定的空间区域，并使其保持活性，可以反复利用的一种新型生物技术。该技术在水处理中应用，有利于提高生物反应器内的微生物浓度；有利于反应后的固液分离；有利于除氮、除去高浓度有机物或某种难降解物质，是一种高效、低耗、运行管理方便，十分有发展前途的污水处理技术。

第11章 介绍了 LINPOR 工艺。LINPOR 工艺是一种传统活性污泥法的改进工艺，它通过在传统工艺曝气池中加入一定数量的多孔塑料颗粒，为生物提供附着生长的载体，从而形成活性污泥即自由生物相与附着生物相两者结合的污水生物处理系统，该工艺是生物膜法与常规活性污泥法结合的产物。

本书是在建设部科技发展促进中心的指导下完成的。在本书的编写过程中，得到了建设部人事教育司、建设部科学技术司和建设部科技发展促进中心的大力支持。

参加本书编写的还有北京工业大学硕士研究生刘斌斌、石清花、郭伟、王秋颖、关晓涛、郑一江、郝二成、田志勇、汪明明、孙宗健、朱晓辉、杨辉、刘江涛等。

十分感谢为本书完成提供素材的国内外水处理专家和广大富有经验的工程技术人员，是他们的辛勤工作促进了水处理事业的发展。

周玉文 吴之丽 于北京工业大学
2004年4月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 国外城市污水处理发展概况	1
1.1.1 国外污水处理厂的数量及规模	1
1.1.2 国外污水处理工艺	2
1.1.3 污水出水标准	5
1.1.4 污水处理方面的投资、污水处理费用及排污费征收	6
1.1.5 污水处理的发展趋势与展望	7
1.2 我国污水处理概况与发展规划	8
1.2.1 我国城市污水处理现状	8
1.2.2 城市污水处理技术现状	8
1.2.3 城市污水处理技术发展趋势	15
参考文献	16
第 2 章 膜处理技术	18
2.1 概述.....	18
2.1.1 膜分离技术发展概况.....	18
2.1.2 膜分离技术分类及其基本原理	18
2.2 膜法水处理应用.....	23
2.2.1 饮用水	23
2.2.2 工业用水	23
2.2.3 工业废水和市政废水.....	23
2.3 膜技术在废水处理中的应用——膜生物反应器 (Membrane Bio-Reactor, 简称 MBR)	24
2.3.1 国内外发展概况	24
2.3.2 膜生物反应器对生活污水中污染物的去除特性及机理	25
2.3.3 膜生物反应器的分类及特点	31
2.3.4 膜生物反应器的技术参数及主要影响因素	33
2.4 膜分离技术在城市污水处理及回用方面的应用及工程实例.....	37
2.4.1 反渗透在城市污水处理、回用方面的应用	37

2.4.2 超滤在城市污水处理、回用方面的应用	38
2.4.3 膜生物反应器在城市污水处理、回用方面的应用	39
参考文献	41
第3章 AB 工 艺	42
3.1 概述	42
3.2 AB 法工艺流程和基本原理	43
3.2.1 AB 法工艺流程	43
3.2.2 AB 法工艺原理及特点	43
3.2.3 AB 法工艺的微生物特性	45
3.3 AB 法工艺在脱氮除磷方面的应用	47
3.3.1 AB 法工艺的脱氮功能	47
3.3.2 AB 法工艺的除磷功能	48
3.3.3 AB 法脱氮除磷功能的强化	48
3.4 AB 工艺在污水处理中的应用实例	49
3.4.1 国外 AB 工艺的工程应用	49
3.4.2 国内 AB 工艺的工程应用	51
3.5 AB 法的适用范围及局限性	53
3.5.1 AB 法的适用范围	53
3.5.2 AB 法的剩余污泥处置问题	54
3.5.3 AB 工艺局限性及存在问题	55
参考文献	56
第4章 序批式活性污泥法 (SBR)	57
4.1 概述	57
4.2 SBR 的工作原理和特点	59
4.2.1 SBR 处理的基本流程	59
4.2.2 SBR 的工作原理	60
4.3 SBR 工艺特点及主要影响因素	61
4.3.1 SBR 工艺的特点	61
4.3.2 SBR 的主要影响因素	64
4.4 SBR 工艺的设计方法	65
4.4.1 经验设计法	65
4.4.2 动力学参数法	67
4.5 SBR 技术经济比较分析	68
4.6 SBR 工艺的应用与工程实例	70

4.6.1	SBR 工艺在工业废水处理中的应用	70
4.6.2	用膜法 SBR 工艺处理印染废水	71
4.6.3	SBR 一体化生物污水处理实例	71
4.6.4	ICEAS 工艺的应用	72
	参考文献	74
第 5 章	A/O 及 A²/O 系统处理技术	76
5.1	概述	76
5.1.1	A/O 系统的形式	76
5.1.2	A ² /O 工艺	77
5.2	A/O、A ² /O 工艺流程及基本原理及特点	78
5.2.1	A/O 生物脱氮工艺及基本原理	78
5.2.2	A/O 生物除磷工艺及基本原理	80
5.2.3	A ² /O 工艺除磷脱氮机理及工艺流程	83
5.3	工程设计及要点	85
5.3.1	生物脱氮工艺计算	85
5.3.2	A/O 厌氧—好氧生物除磷工艺设计计算	86
5.3.3	生物脱氮除磷工艺设计计算	87
5.4	应用及工程实例	88
5.4.1	保定市污水处理总厂 A ² /O 工艺运行管理	88
5.4.2	广州大坦河污水处理厂	88
5.4.3	天津纪庄子污水处理厂	89
5.4.4	太原北郊污水净化厂	89
	参考文献	90
第 6 章	生物流化床技术	91
6.1	概况	91
6.1.1	国外研究概况	91
6.1.2	国内研究概况	92
6.2	生物流化床工作原理	93
6.2.1	基本原理	94
6.2.2	生物流化床的载体	96
6.3	污水处理生物流化床的类型	97
6.3.1	两相流化床	97
6.3.2	三相流化床	98
6.3.3	机械搅拌流化床	99

6.3.4 厌氧流化床	99
6.4 生物流化床设计计算	101
6.5 好氧生物流化床工程应用实例	102
6.5.1 好氧三相生物流化床工程	102
6.5.2 生物流化床在石化废水回用中的应用	106
6.6 生物流化床的性能、特点	108
6.6.1 流化床具有巨大的比表面积和高浓度的生物量	108
6.6.2 生物膜活性和传质效果好	108
6.6.3 好氧流化床耐冲击负荷能力强	109
6.6.4 流态化消除了阻塞、混合不均等问题	109
6.6.5 生物流化床存在的问题	109
参考文献	109
第7章 深井曝气法	110
7.1 概述	110
7.2 深井曝气的工艺及运行管理	111
7.2.1 深井曝气的工艺流程及构造	111
7.2.2 深井曝气的运转方式	113
7.2.3 深井曝气后固液分离方式	114
7.3 深井曝气的机理	115
7.3.1 深井曝气的水力学特性	115
7.3.2 充氧特性	119
7.3.3 生物相及生化处理效果	120
7.4 深井曝气系统的设计与施工	121
7.4.1 工艺参数	121
7.4.2 设计计算	121
7.4.3 深井的施工技术	123
7.5 深井曝气工艺运行特性	123
7.5.1 上升气量与下降气量比	123
7.5.2 气水比	124
7.5.3 耐冲击负荷	124
7.5.4 污泥产量少, 并无污泥膨胀	124
7.5.5 不受气温影响	124
7.5.6 氧的利用率高, 能耗低	125
7.6 应用实例	126

7.6.1 处理高浓度有机废水	126
7.6.2 处理农药废水	127
7.6.3 处理建材废水	127
参考文献	128
第8章 UASB 工艺	129
8.1 概述	129
8.2 UASB 反应器的基本原理及特点	130
8.2.1 UASB 反应器的构成与特点	130
8.2.2 工作原理	132
8.2.3 厌氧颗粒污泥	133
8.3 UASB 反应器的设计与要点	135
8.3.1 反应区设计计算	135
8.3.2 反应器进水系统的设计	138
8.3.3 三相分离装置的设计	138
8.3.4 水封高度的计算	140
8.3.5 排泥设备的设计	140
8.4 UASB 反应器运行控制与管理	141
8.4.1 颗粒污泥的培养	141
8.4.2 主要影响因素及运行控制点	141
8.5 工程应用实例	142
8.5.1 UASB 工艺处理工业废水	142
8.5.2 UASB 工艺处理生活污水	144
8.6 讨论	148
参考文献	148
第9章 曝气生物滤池	149
9.1 概述	149
9.1.1 国内外研究概况	149
9.1.2 曝气生物滤池的主要形式	149
9.2 曝气生物滤池的工作原理	151
9.2.1 工作原理	151
9.2.2 过滤机理	151
9.2.3 曝气生物滤池的特点	151
9.3 曝气生物滤池的构造	152
9.3.1 布水系统	152

9.3.2 布气系统	153
9.3.3 承托层	153
9.3.4 曝气生物滤池池体及填料	153
9.3.5 反冲洗系统	155
9.3.6 管道和自控系统	155
9.4 曝气生物滤池的工艺设计	155
9.4.1 曝气生物滤池处理工艺流程及选择	155
9.4.2 曝气生物滤池的设计计算	157
9.5 曝气生物滤池处理城市污水工程实例	160
9.5.1 Biostyr 工艺	160
9.5.2 广东省新会市东郊污水处理厂	162
9.6 与其他方法的比较	164
参考文献	166
第 10 章 固定化微生物法	167
10.1 国内外发展概况	167
10.2 固定微生物技术分类及主要特征	169
10.2.1 固定化微生物技术分类	169
10.2.2 固定化微生物技术的主要特征	172
10.3 微生物固定化机理	173
10.3.1 微生物固定化的基本过程	173
10.3.2 固定化细胞的特性	174
10.3.3 影响微生物固定化的重要因素	175
10.4 固定化微生物污水处理工艺	178
10.4.1 纯种固定化微生物反应器	178
10.4.2 混合种群固定化微生物污水处理工艺	179
10.5 固定化微生物在污水处理中的应用	183
10.5.1 难降解有机废水的处理	183
10.5.2 固定化微生物脱氮除磷	185
10.6 固定化微生物技术的应用前景与展望	186
参考文献	186
第 11 章 LINPOR 工艺	188
11.1 概述	188
11.2 LINPOR 工艺的基本特性	189
11.3 LINPOR 法的工艺原理	191

11.3.1 LINPOR-C 工艺的原理	191
11.3.2 LINPOR-C/N 工艺原理	192
11.3.3 LINPIOR-N 工艺原理	193
11.4 LINPOR 法各工艺的工程应用	193
11.4.1 LINPOR-C 应用实例	193
11.4.2 LINPOR-C/N 应用实例	195
11.4.3 LINPOR-N 工艺的应用	196
参考文献	198

第 1 章 概 述

全球性水污染已对人类生存和社会经济发展构成越来越严重的威胁，防治水环境的恶化，保护水资源，走可持续发展的道路已成为人类共同追求的目标。由于人口的快速增长、社会经济的不断发展，不仅对用水的需求量大大增加，而且污水的排放量亦与日俱增，从而使人类面临着更加紧迫的水量型和水质型水资源不足的问题。

1.1 国外城市污水处理发展概况

污水处理是经济发展和水资源保护不可或缺的组成部分。污水处理在发达国家已有较成熟的经验。如英国、德国、芬兰、荷兰等欧洲国家均已投巨资对因工业革命和经济发展带来的水污染进行治理，日本、新加坡、美国、澳大利亚等国家也对污水处理给予了较大投资，特别是新加坡并没有走先污染后治理的道路，而是采取经济与环境协调发展的政策，使该国不仅在经济上进入了发达国家的行列，而且还是一个绿树成荫、蓝天碧水、环境优美的国家。

国外对污水的处理主要是通过建造污水处理厂。实践证明建造污水处理厂是解决水污染的一条有效途径。美国平均每 1 万人拥有一座污水处理厂，瑞典和法国 每 5000 人有一座污水处理厂，英国和德国每 7000~8000 人有一座污水处理厂，而目前我国城市每 150 万人左右才拥有一座污水处理厂，而且还存在污水处理厂建设有效投资利用率低以及处理出水达标率低等诸多问题。表 1-1 列出了世界一些地区 1989 年的下水道普及率和污水处理率。北京的污水处理率仅为 22%，说明当时我国的污水处理设施建设相对于发达国家还十分落后。因此，加快污水处理厂建设的步伐，完善与污水处理厂相关的政策是我国目前急需解决的问题。

世界有关城市污水处理状况 (1989 年)

表 1-1

	新加坡	纽约	东京	瑞典	北京
下水道普及率 (%)	96	92	77	100	86
污水处理率 (%)	100	89	80	100	22

1.1.1 国外污水处理厂的数量及规模

国外污水处理厂建设的高速发展大多集中在 20 世纪 70 年代以后。芬兰是世界上城市和工业废水处理最发达的国家之一，早在 20 世纪初就在首都赫尔辛基建造了第一座城市污水处理厂，70 年代初期开始大规模兴建城市污水处理厂，到 1988 年，芬兰已经有大约 570 个城镇污水处理厂在运行，日处理量达 $2.3 \times 10^6 \text{m}^3$ 。同样，污水处理在德国已有近百年的历史，但其较快发展是在近 20 年。截止到 1995 年，德国有大小污水处理厂 10390

座，污水处理厂的规模按当量人口数计算，人均 BOD_5 排放量为 $60g/(人 \cdot d)$ ，人均排水量为 $150L/(人 \cdot d)$ 。污水厂的规模组成如表 1-2 所示。各厂的规模大小及处理工艺主要由水质、水量、当地的人口密度及当地的排放条件和标准来决定，在遵守国家标准的前提下，各州根据自己的实际情况制定了州标准，一般严于国家标准。从表 1-2 可看出，德国的城市污水处理亦是采用分散和集中处理相结合的方法，且小型的污水处理厂占了很大的比重，这是由德国的人口密度较小，小城镇、村庄较多的具体情况决定的，一般像柏林、慕尼黑等大城市都采取集中处理的方法，建 2~3 座大型的污水处理厂，这样更便于管理和污泥的再利用，达到节能和节省投资的目的。

国外污水处理厂建设和发展的主要特点为污水处理厂趋向于大型化。国内外对城市污水是集中处理还是分散处理的问题已经形成共识，即污水的集中处理（大型化）应是城市污水处理厂建设的长期规划目标。结合不同的城市布局、发展规划、地理水文等具体情况，对城市污水处理厂的建设进行合理规划、集中处理，不仅能保证建设资金的有效使用率、降低处理能耗，而且有利于区域或流域水污染的协调管理及水体自净容量的充分利用。如位于英国伦敦市东部泰晤士河北岸的贝克顿（Beckton）污水处理厂，是当前英国和欧洲共同体的最大污水处理厂，其规模在当今世界上也是屈指可数的。它主要承担泰晤士河北岸 $300km^2$ 范围内的工业污水和伦敦市 240 万人口的生活污水的处理，日处理能力达 240 万 t。俄罗斯莫斯科市每天的 620 万 t 污水也主要是由 3 座污水处理厂进行处理的，它们是库里扬诺夫污水处理厂、留别列兹污水处理厂和留布林斯基污水处理厂。澳大利亚的墨尔本市市区及邻近地区共有人口 289 万，集水区域共 14 万 ha，日排放污水 100 多万 t，但其污水处理也仅有 2 个系统，分 3 个部分处理。东部系统处理南部和东部污水，水量约占 35%，在 Camum 东南部的污水处理厂进行处理。西部系统将市中心和西部污水收集后送至距市区 35km 的威利比农场进行处理，墨尔本市一半以上的污水在该农场进行处理。北部一小部分污水进行三级处理。位于美国东海岸的波士顿港口计划在整个 20 世纪 90 年代，耗资 70 亿美元建污水处理工程。污水处理厂离大西洋海岸 14.5km，该工程的设计使用期为 100 年。法国阿谢尔污水处理厂的日处理污水能力达到 200 万 m^3 。

1995 年德国污水处理厂统计表

表 1-2

污水处理厂规模 (人口当量: 人)	50~999	1000~4999	5000~19999	20000~99999	>100000
污水处理厂数量	4343	2891	1792	1084	280
所占百分比 (%)	42.2	28.1	17.4	10.5	2.8

1.1.2 国外污水处理工艺

污水处理所采用的工艺是污水处理的核心部分。污水处理采取的工艺与很多因素有关，如进水水质、出水要求、处理水量、投资大小等，还与气候条件有关。虽然污水处理的工艺多种多样，但活性污泥法仍是目前国外污水处理厂采用的主体工艺，其他一些低成本的处理方法，如土地处理和氧化塘法也有所应用。如澳大利亚新南威尔士州广泛采用间歇排水曝气塘工艺 IDAL (Intermittently Decanted Aerate Lagoon)，其工艺为：