



污水处理系统 成套施工新技术

肖绪文 王桂玲 谢刚奎 王玉岭 戴耀军 等编著

中国建筑工业出版社

污水处理系统成套施工新技术

肖绪文 王桂玲 谢刚奎
王玉岭 戴耀军 等编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理系统成套施工新技术/肖绪文等编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2008
ISBN 978-7-112-10458-1

I. 污… II. 肖… III. 污水处理厂—污水处理设备—工
程施工 IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 171302 号

本书通过对多座污水、水务处理厂施工经验的总结, 详细地介绍了各类污水处理厂生产工艺流程和工艺原理、施工技术和方法, 在传统施工方法上创新, 攻克了施工难题, 并形成了 15 项工法, 获得了多项国家专利技术。本书包括绪论, 土建施工技术, 顶管施工技术, 安装、调试技术, 工法、专利等内容, 尤其对卵形消化池、大型沉井与沉箱、直线与折线顶管等施工难度较大的工程技术, 重点予以叙述。本书实用性强, 内容丰富, 可供建筑、市政工程施工技术人员、设计人员学习使用, 也可作为土建专业师生学习参考书。

* * *

责任编辑: 郇锁林 岳建光

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 梁珊珊 陈晶晶

污水处理系统成套施工新技术

肖绪文 王桂玲 谢刚奎

王玉岭 戴耀军 等编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京千辰公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 32½ 字数: 812 千字

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-10458-1

(17382)

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)

前 言

随着社会可持续性发展和循环经济快速推进，污水处理设施建设已成为国家重点投资的基础设施建设之一。在污水处理系统建设中，作为施工总承包商特别是面对“交钥匙”工程，需要承包商集土建施工、安装调试、工艺联动调试等系统工程具有充分的实施和控制能力，需要一套完整而又系统的综合的技术文件做指导。

污水处理系统施工中，下列技术具有其明显的特点，需要重点研究：

1. 在卵形池体施工中，相比国外的施工工艺，采用小型钢模板与异型模板组合的配套方法具有通用性强、配板灵活、建造成本低的特点。如何在卵形池体模板配板设计中，达到模板型号最少、使每层配板中有规律增减某种模板型号，方便完成双曲弧面的配模施工，是事关成本、确保质量的核心命题。
2. 双曲弧面池体结构的钢筋加工成型与绑扎，不同于常规施工方法，需要探索更为便捷施工的方法与工艺。
3. 双向预应力张拉过程中，相邻预应力筋之间、环向与竖向筋之间的张拉顺序与影响范围、影响量一直少见报道。如何确定最优张拉顺序、确定张拉修正值，从而实现一次性张拉即达到设计要求值，是迫切需要研究和掌握的。
4. 露天大型水池需要控制池壁的开裂和变形，预防开裂的措施及各种施工缝、变形缝的处理和设置方法等，需要用系统的方法进行研究。
5. 大型进水泵站施工，因为占地面积小且超深，当周边有建筑物时，沉井法或沉箱法施工对周边的扰动小，土方开挖量也会更小，需要对其技术进行综合研究。
6. 在城区进行污水管线施工中，为最大程度实现环保施工，减少地面开挖对周边环境特别是居民生活秩序的影响，采用顶管施工法是一种较好的选择。施工前不仅需要对不同直径的排水管所处位置的地下水、土层特性以及建筑、构筑物影响进行深入研究，更需要对顶管施工参数、顶管方案及顶管施工的各种复杂应力应变状态的计算方法深入研究，以便顺利推进顶管施工。

7. 安装（包括管道安装、设备安装、电气安装、自控系统仪表安装）技术及工艺调试技术，关系到污水、污泥处理系统的效率与成本，是此类工程实施总承包的重点研究的领域之一。

本书所涉及到的内容是对中建八局十几年来在污水处理系统施工中，所积累的施工技术经验总结，也是企业广大技术人员长期以来贯彻“科技进项目，项目促科技”工作思路的智慧结晶。通过对关键施工过程的不断研究和探索，先后总结出了九项综合技术，形成十五项工法，其中一项获得国家级工法。有二项专利已授予“实用新型专利证书”，另三项发明专利正处于实质性审核阶段。我们正是在此基础上，经提炼、浓缩，编著本书奉献给同行，期望得到各位斧正。如果本书出版能对各位工作和学习有所帮助，我们将十分欣慰。

本书共分四篇，分别是土建施工篇，顶管施工技术研究篇，安装调试篇，工法、专利篇。内容涵盖了：卵形消化池、矩形水池、圆形水池及超深进水泵站的钢筋混凝土施工技术；环保型长距离曲线顶管技术；工艺设备及管道、电气及自动化控制技术等安装技术；工艺联动调试技术等，并形成了相应工法、专利，成为污水处理系统主要施工技术的汇总。

本书所覆盖的技术已成功应用于重庆鸡冠石污水处理厂、重庆唐家沱污水处理厂、长春北郊污水处理厂等数十个污水处理工程建设，其具有的技术新颖、便于实施，保证施工质量、降低建造成本等特点，对同类工程具有良好的指导作用。

基于“污水处理系统成套施工技术研究”成果，本书的出版是中建八局工作在污水处理施工领域的技术人员、管理人员共同努力的结果，更得益于各方面专家和学者的支持，特别是南京工业大学韩选江教授、中建八局马荣华教授等悉心研究与指导，在此一并表示衷心感谢。

参加本书工作的尚有：韦永斌、郭春华、万成梅、沈兴东、陈静等，谨致谢忱！由于时间仓促，书中定有诸多不足和错误，敬请批评指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 现状与发展趋势	1
1.2 综合施工技术开发必要性	1
1.3 污水处理系统工艺与设施	1
1.3.1 水质处理系统工艺	1
1.3.2 污水处理系统设施	8
2 土建施工技术	10
2.1 卵形消化池综合施工技术	10
2.1.1 模板及异形模板设计施工技术	11
2.1.2 钢筋技术	30
2.1.3 弧形脚手架搭设技术	33
2.1.4 预应力施工技术	42
2.1.5 曲率、高程控制技术	130
2.2 大型露天水池施工技术	132
2.2.1 关键施工技术	132
2.2.2 应用实例	138
2.3 大型进水泵站施工技术—沉井与沉箱法施工	149
2.3.1 沉井与沉箱法施工	150
2.3.2 质量标准及验收	167
3 顶管施工技术	170
3.1 地下顶管施工方法概述	170
3.1.1 顶管施工方法的特点和优点	170
3.1.2 顶管施工方法的分类	171
3.1.3 顶管法施工的工程应用	171
3.2 顶管法施工对土体作用的力学分析	172
3.2.1 顶管施工的过程	172
3.2.2 泥水平衡顶管的基本原理	173
3.2.3 顶管施工扰动机理分析	173
3.2.4 顶管施工地面沉降规律	175
3.2.5 顶管施工引起超孔隙水压力	178

3.3	直线顶管的顶推力	179
3.3.1	目前国内外的顶力计算公式	179
3.3.2	顶管施工过程中影响顶力的因素分析	182
3.3.3	顶力计算公式的推导	184
3.3.4	顶力计算的数值模拟	186
3.3.5	顶力的理论分析	191
3.4	曲线顶管的顶推力及管节轴向应力	191
3.4.1	曲线顶管顶进的施工方法	191
3.4.2	曲线顶管施工的力学分析	194
3.4.3	曲线部分的推进力计算	197
3.4.4	曲线顶管施工中管节轴向应力分析	201
3.5	超长距离顶管施工的顶推力	207
3.5.1	触变泥浆减摩技术	207
3.5.2	中继环的设计原则	208
3.5.3	中继环顶管设计	208
3.6	曲线顶管施工中顶推力对管节影响的数值分析	209
3.6.1	工程概况	209
3.6.2	曲线顶管施工中的二维有限元模拟	210
3.6.3	有限元模型参数的确定	210
3.6.4	有限元数值计算	211
3.6.5	小结	215
3.7	正面推进力引起土体变形性状分析	215
3.7.1	问题的提出	215
3.7.2	基本假定	216
3.7.3	Mindlin 解公式	217
3.7.4	附加应力与位移的计算	217
3.7.5	顶管推进对相邻已存管道影响分析	221
3.7.6	小结	223
3.8	顶管法施工对土体作用的三维有限元分析	224
3.8.1	有限元分析的基本原理	224
3.8.2	ANSYS 软件介绍	225
3.8.3	顶管施工对土体作用分析	226
3.8.4	顶管施工对土体作用的有限元模拟	227
3.8.5	小结	236
3.9	顶管施工监测与环保控制措施	236
3.9.1	现场监测目的和内容	236
3.9.2	现场监测方案	237
3.9.3	监测点布置原则	238
3.9.4	监测成果及提交形式	238

3.9.5	土体位移的影响因素	239
3.9.6	顶管工程的施工控制	243
3.9.7	小结	244
3.10	大型顶管工程环保型施工技术应用	245
3.10.1	基本原理	245
3.10.2	施工关键技术	245
3.10.3	顶管出洞	246
3.10.4	应用程序	247
3.10.5	施工质量检查	248
3.10.6	小结	249
3.11	主要结论	249
4	安装、调试技术	252
4.1	设备安装技术	252
4.1.1	设备安装技术通用要求	252
4.1.2	设备安装技术	256
4.2	管道安装技术	289
4.2.1	材料进场验收、检验	289
4.2.2	埋地管的内外防腐技术	290
4.2.3	金属管的连接、安装技术	294
4.2.4	塑料管安装	296
4.2.5	混凝土管安装技术	297
4.2.6	阀门安装技术	299
4.2.7	管道试验	299
4.2.8	单体管道安装	300
4.3	电气安装技术	301
4.3.1	电气设备安装程序	301
4.3.2	变压器安装技术	302
4.3.3	成套配电柜、控制柜和动力配电箱安装技术	304
4.3.4	低压电动机检查接线安装技术	307
4.3.5	母线桥安装技术	308
4.3.6	电缆桥架安装技术	309
4.3.7	电缆安装技术	310
4.3.8	电缆保护管敷设及穿线技术	313
4.3.9	电缆头制作、接线和线路检查技术	315
4.3.10	防雷与接地装置安装技术	322
4.3.11	电气调试技术	323
4.4	自控仪表安装技术	328
4.4.1	自控系统安装程序	328

4.4.2	主要施工方法及技术要求	328
4.5	工艺调试技术	343
4.5.1	工程概况	343
4.5.2	主要设备和控制仪表	345
4.5.3	管理组织与目标	356
4.5.4	调试过程	358
4.5.5	A/A/O 生物脱氮除磷工艺调试技术	367
4.5.6	自控系统调试	374
4.5.7	运行检测	389
4.5.8	人员及岗位配置	390
5	工法、专利篇	391
5.1	工法	391
5.1.1	卵形消化池池体钢筋骨架快速绑扎成型施工工法	391
5.1.2	卵形消化池外弧形脚手架施工工法	398
5.1.3	卵形消化池异形模板施工工法	406
5.1.4	卵形消化池无粘结预应力环锚变角张拉施工工法	417
5.1.5	大型混凝土矩形池体施工工法	423
5.1.6	大直径、圆形、薄壁预应力沉淀池施工工法	428
5.1.7	大型池体橡胶止水带防水变形缝施工工法	433
5.1.8	大口径沉井施工工法	439
5.1.9	污水处理厂 A/A/O 工艺调试技术施工工法	449
5.1.10	氟碳金属面漆施工工法	460
5.1.11	大型卧式污水罐现场制作安装施工工法	464
5.1.12	PCCP 管安装施工工法	479
5.1.13	扩孔支盘灌注桩施工工法	490
5.1.14	大口径球墨铸铁管施工工法	498
5.2	专利	507
5.2.1	一种可重复使用的旋转曲面工程壳体异形模板	507
5.2.2	一种卵形消化池模板伞形支撑	508
5.2.3	一种蛋形消化池的建筑施工方法	509
5.2.4	轴旋转圆弧曲面卵形池体结构的模板设计排版方法	510
	参考文献	511

I 绪 论

1.1 现状与发展趋势

随着环保事业和社会可持续性发展的需要，污水处理设施建设已成为国家重点投资的基础设施建设之一。

根据《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》和《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，建设部提出：到2010年，设市城市和县城所在地建制镇均应规划建设污水集中处理设施，全国设市城市污水处理率不低于70%；所有城市都要建立符合标准的生活垃圾处理设施，设市城市无害化处理率不低于60%。

据统计，截至到2005年底，全国还有278个城市没有建成污水处理厂，至少有30多个城市约50多座污水处理厂运行负荷率不足30%，或者根本没有运行。10年来，全国污水处理厂建设发生了巨大的变化，数量增加了5.6倍，污水处理能力增加了8倍，但污水处理量仅仅增加了2.7倍，问题出在收集系统不配套，管网建设滞后。

1.2 综合施工技术开发必要性

为了还人们以蓝天碧水，按照“十一五规划”，从2006年到2010年将有3000多亿元资金投向污水处理设施建设。管网施工与污水处理厂建设，为建筑业带来新的契机，要求对污水处理工程中应用的施工技术进一步丰富和提高，使其成为成熟应用的技术，一方面，为今后类似工程的施工提供经验；另一方面，在应用的基础上挖掘新的技术应用效益的增长点，产生更为可观的经济效益和社会效益。

1.3 污水处理系统工艺与设施

1.3.1 水质处理系统工艺

1.3.1.1 城市污水处理工艺流程

一般污水处理厂经二级处理后，即可排放，但大型污水处理厂可以做到三级处理后排放，工艺流程如图1.3.1-1所示。

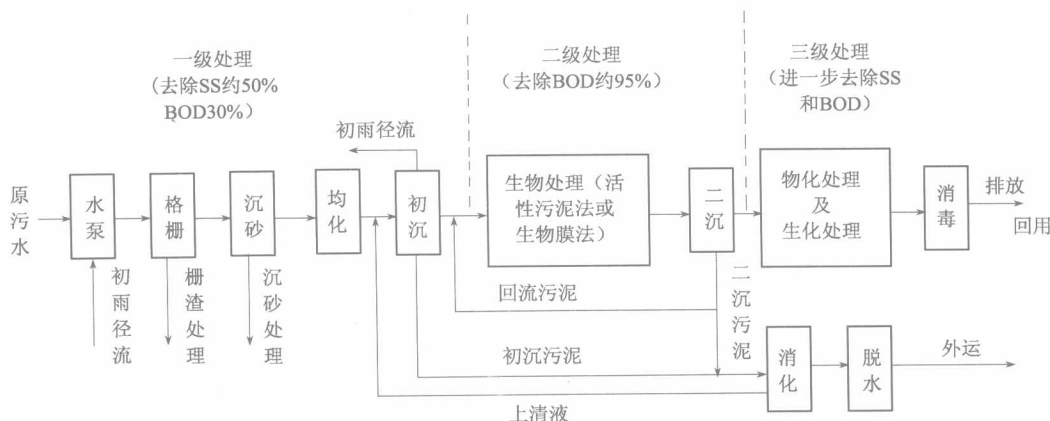


图 1.3.1-1 城市污水处理工艺流程

1.3.1.2 主要的生物处理方法

1. A/O 法

1) 基本原理

在常规活性污泥法基本流程的基础上，为了除磷或脱氮，将厌氧状态组合到活性污泥法中，即在生化反应池中隔开一段作为厌氧段，其他部分仍然保留好氧状态；或使生化反应池反复周期性地实现厌氧、好氧状态。其中，氮的去除机理为：在好氧段，微生物将污水中的有机氮和氨氮硝化成硝酸盐氮，硝化后的出水部分与进水汇合，再回流至缺氧段，缺氧段的反硝化细菌利用原污水的有机物作为碳源进行反硝化反应，使硝酸盐氮变成氮气逸出，经硝化和反硝化反应过程将总氮去除。磷的去除机理为：在厌氧段，聚磷菌将体内的聚磷酸盐释放并吸收低分子脂肪酸以聚 β -羟基丁酸（PHB）的形式储存能量，在好氧状态时，聚磷菌分解体内的 PHB 获得能量，过量吸收环境中的正磷酸盐，从而去除污水中的磷。

2) 工艺流程

A/O 法有以脱氮为主的缺氧/好氧工艺和除磷为主的厌氧/好氧工艺。

(1) 以脱氮为主的工艺流程，如图 1.3.1-2 所示。

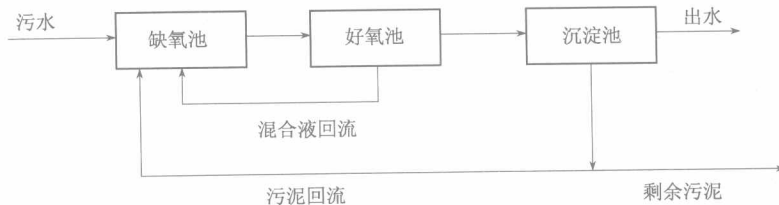


图 1.3.1-2 A/O 法脱氮工艺

(2) 以除磷为主的工艺流程，如图 1.3.1-3 所示。

3) 工艺特点

(1) 以脱氮为主的 A/O 法工艺的主要特点：

① 不需要外加碳源，利用原污水的碳源进行反硝化，但是对 BOD 负荷有严格要求；

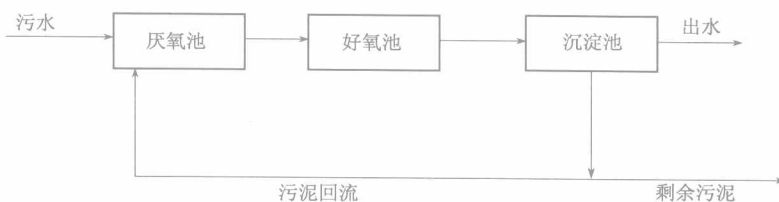


图 1.3.1-3 A/O 法除磷工艺

② 好氧池设在缺氧池之后，可使反硝化残留的有机物得到进一步去除，提高出水水质；

③ 缺氧池在好氧池的前面，一方面可减轻好氧池的有机负荷，另一方面也有利于控制污泥膨胀，反硝化过程中产生的碱度还可以补偿硝化过程对碱度的消耗；

④ 回流混合液的能耗较大，运行费用较高；

⑤ 该工艺在低污泥负荷、长污泥龄条件下运行剩余污泥量少。

(2) 以除磷为主的 A/O 工艺的主要特点：

① 污泥负荷与常规活性污泥法相当，厌氧池设在好氧池之前，有利于抑制丝状菌的生长，防止活性污泥膨胀；

② 由于污泥负荷高、水力停留时间短，因此，是节省能耗和运行费用的工艺；

③ 对进水 BOD 负荷的适应范围较宽，抗冲击负荷能力强；

④ 该工艺是通过排除富磷剩余污泥于系统外而实现的，因此，要在短污泥龄条件下运行才能达到除磷的目的；

⑤ 排放的剩余污泥量较多，增加了污泥的处理量。

2. A/A/O 法

1) 基本原理

A/A/O 法或 A²/O 法，又称厌氧、缺氧、好氧活性污泥法。它是常规活性污泥法的改进型。

污水与含磷回流污泥首先进入厌氧池，回流污泥释放出储存在菌体内的磷，同时部分有机物进行氧化。在缺氧池中，反硝化菌利用污水中的有机物作为碳源，将回流混合液中带入的硝酸盐和亚硝酸盐还原为氮气 (N₂) 释放至空气中，从而达到脱氮的目的。好氧池内有机物被微生物降解，氨氮被硝化，磷随着聚磷菌的过量摄取也以比较快的速度下降。所以，A/A/O 工艺可以同时完成有机物的去除、硝化脱氮、磷因过量摄取而被去除等功能。

2) 工艺流程

A/A/O 法的工艺流程如图 1.3.1-4 所示。

3) 工艺特点

(1) 把厌氧、缺氧、好氧三者有机地结合起来，从而具有同时达到去除 COD、BOD₅、N 和 P 的功能。

(2) 经过厌氧段对丝状菌的抑制，有效地控制了活性污泥膨胀，运行稳定、可靠。

(3) A/A/O 法流程较长，构筑物和回流污泥设施较多。

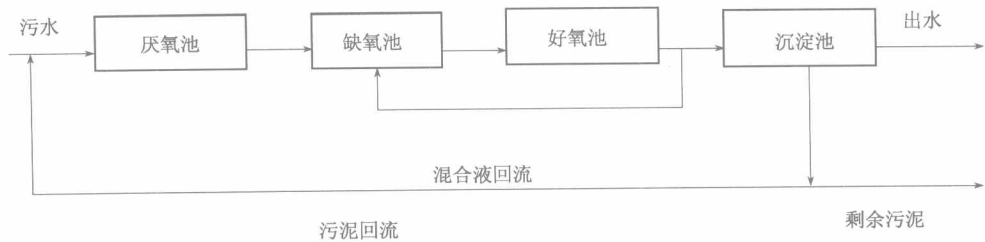


图 1.3.1-4 A/A/O 法的工艺流程

3. AB 法

1) 基本原理

AB 法是吸附个物降解法（Adsorption biodegradation）的简称，是在常规活性污泥法和两段活性污泥法基础上发展起来的一种新型污水处理工艺。

AB 法污水处理工艺分为 A 段和 B 段，A 段为吸附段，B 段为生物氧化段。该工艺是根据微生物生长繁殖及其基质代谢的关系而确立的，并充分考虑了污水收集、输送系统中高活性微生物的作用，通常维持 A 段在极高负荷下，使微生物处于快速增长期，以发挥其对有机物的快速吸附作用，而维持 B 段在低负荷下运行，利用长期微生物的作用，保证出水水质；两段的污泥回流系统分开，保证了处理过程中生物相的稳定性，进入 A 段的污水直接由排水管网而来，没有经过初沉池，其中含有大量活性很强的细菌及微生物群落，并在 A 段反应池中不断地繁殖和更新。这样，污水进入 A 段反应池后，其中的悬浮物和有机物很快被絮凝吸附，获得较高的 SS、BOD₅ 去除率，而且一部分结构复杂的难分解的有机物被降解为易分解的物质；A 段对有机物大量的削减为 B 段微生物提供了良好的进水水质条件，处理效果得以提高。

2) 工艺流程

AB 法工艺流程如图 1.3.1-5 所示。

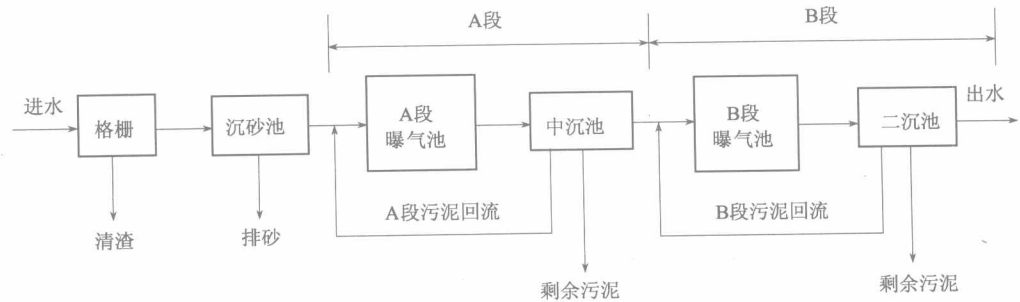


图 1.3.1-5 AB 法工艺流程

3) 工艺特点

(1) 去除污染物效果好。实践证明，AB 法污水处理工艺在一般情况下，BOD₅ 的去除率可以达到 90%~95%，COD 的去除率可以达到 80%~90%，处理效果令人满意。

(2) 运行稳定性好。AB 法工艺具有很强的抗冲击负荷能力，运行稳定性好，主要表现在以下两个方面：

① AB 法处理工艺出水水质波动小。当处理城镇污水时，在同样的进水条件下，AB 法工艺对进水负荷的变化有很好的适应性和稳定性；

② AB 法处理工艺具有很强的耐冲击负荷能力。对于城镇污水中的 pH 值、有毒物质等均具有很好的适应和抵抗能力，由于 A 段的曝气池和中间沉淀池有很好的缓冲作用，B 段生物种群可以保持稳定的运行状态；

③ 具有一定的脱氮除磷效果。AB 工艺脱氮效果为 30%~40%，除磷效果可达 50%~70%，优于常规的活性污泥法。将 AB 工艺与生物脱氮或生物除磷工艺相结合进行处理，可以获得更高的脱氮除磷效果；

④ 较传统活性污泥法经济。AB 法处理工艺由于节省了初沉池，可比传统一段法工艺减少 15%~25% 的基建投资。另外，由于 A 段通过絮凝和吸附作用，在短时间内可以达到 40%~70% 的 BOD_5 去除率，节省了耗电量。一般来讲，AB 法工艺比传统一段法处理工艺节省运行费用 20%~25%；

⑤ 污泥具有良好的沉降性能。一般来说，A 段的污泥容积指数小于 60mL/g，B 段的污泥指数小于 100mL/g，因此，AB 法处理工艺系统中的曝气池可以始终保持足够的污泥量；

⑥ 有利于分期建设和适合用于超负荷的老厂改造；

⑦ 缺点是需要两个沉淀池和两段回流，增加了设备和运行管理难度。

4. SBR 法

1) 基本原理

SBR 法 (sequencing batch reactor) 是进水—排水间歇式活性污泥法的改进型，这种方法的原理与传统活性污泥法的不同之处在于反应过程中废水浓度梯度大，一方面，使微生物总处于饱和—饥饿的交替状态，有利于微生物处在对数生长期，可更加有效地去除有机物；另一方面，使微生物处于缺氧—好氧交替过程，有效地去除氨氮和磷。另外的一个不同之处表现为：SBR 法是从时间次序上实现推流过程，而传统活性污泥法是从空间上按顺序进行的。

SBR 法反应器在污水处理的过程中经历了以下 5 个阶段：进水、反应、沉淀、出水、闲置。运行周期由充水时间、反应时间、沉淀时间、排水排泥时间和闲置时间来确定。冲水时间应由进水水质和曝气方式来决定，一般为 1~4h；反应时间应根据污水性质、反应器中污泥浓度和曝气方式等因素确定，一般为 2~8h，对含有难降解物质或有毒、有害物质的污水，其反应时间应适当取长一些；沉淀排水时间一般为 2~4h，闲置时间一般为 2h。因此，SBR 法工艺的运行周期一般为 10~16h。

污水首先在厌氧池 (A) 内与缺氧池回流的高浓度脱氮污泥混合，很快消耗掉厌氧池内的溶解氧，混合液在无溶解氧和化合态氧的情况下进入厌氧池 (B)，聚磷菌在此进行磷的释放，接着混合液进入主曝气区，聚磷菌过量地吸收环境中的正磷酸盐，同时，碳化菌完成有机碳的降解，硝化菌完成氨氮的消化，然后，曝气池混合液进入序批池中，进行缺氧、好氧循环反应，另一个作为沉淀区出水排放。

2) 工艺流程

SBR 法的工艺流程如图 1.3.1-6 所示。

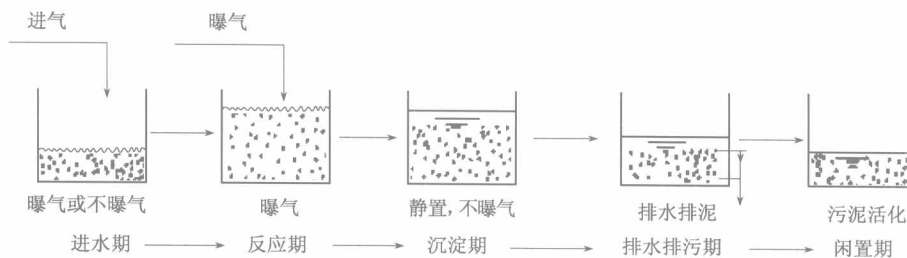


图 1.3.1-6 SBR 法工艺流程

3) 工艺特点

(1) 工艺流程较简单，造价较低。SBR 法工艺将活性污泥法的生物反应池和沉淀池集于一体，不需设污泥回流，在一般情况下可不设调节池、初沉池和二沉池，流程简单，构筑物少，相应减少土地面积和基建投资。采用 SBR 法处理小城镇污水，比普通活性污泥法节省基建投资约 30%。目前，SBR 法也可用于较大规模的城镇污水处理厂。

(2) 运行方式灵活，适应性强。可根据进水的水质和水量的变化，灵活地调整反应时间、SBR 法反应器的个数等运行方式，在水质水量变化比较大的情况下，应用 SBR 法工艺有更大的优越性。

(3) 脱氮除磷效果好。SBR 法工艺可在工艺过程中通过溶解氧的控制实现除磷脱氮的目的。例如，在进水阶段不供氧，通过搅拌，使污泥在厌氧状态下释放磷，在反应阶段处于好氧状态过量地吸收磷；又如，反应过程将氨氮进行硝化，在后期可处于缺氧状态，实现反硝化作用脱氮。

(4) 污泥不易膨胀。在 SBR 法中，因底物氧化速度快，在较短的停留时间内就能满足出水要求，而污泥龄短又使剩余污泥的排放速率大于丝状菌的增长速率，丝状菌无法大量繁殖，因而污泥不易膨胀。

(5) 耐冲击负荷，处理能力强。SBR 工艺虽然在时间上是一个理想的推流过程，但在空间上仍属典型的完全混合式，因此，具有耐负荷冲击能力强的优点。

(6) 为实现运行过程的自动化控制，对自动化程度要求较高。

5. UNITANK 法

1) 基本原理

UNITANK 法又称交替式生物处理法，它是 SBR 法的一种变型和发展，集合了 SBR 法的主要特点，又可以像传统活性污泥法那样在恒定水位下连续运行。

系统的主体是一个被间隔成数个单元的矩形反应池，典型的是三格池（A 池、B 池、C 池）。三池之间水力连通，每池都设有曝气系统，可采用微孔曝气头、表曝机或潜水曝气机等曝气系统；外侧的两池（A 池和 C 池）设有出水堰及剩余污泥排放口，它们交替作为曝气池和沉淀池，中间的池子（B 池）只能作为曝气反应池。污水可以进入三池中的任意一个，采用连续进水，周期交替运行。通过调整系统的运行，可以实现处理过程的时间及空间控制，形成好氧、厌氧或缺氧条件，以达到处理目标。

UNITANK 系统可以有两种运行方式，即好氧处理系统和脱氮除磷系统。

2) 工艺特点

(1) 可以不设回流污泥系统及单独的二沉池, 节省投资。

(2) 可根据进水水质和出水水质要求, 调整运行周期和时序, 在曝气期内设置非曝气阶段, 可形成厌氧、缺氧和好氧交替状态, 实现除磷脱氮的功能, 运转灵活。

(3) 采用矩形池结构, 生物池共用隔墙布置, 可节省土建费用和占地面积。

(4) 交替改变进水点, 可以相应改善系统各段的污泥负荷, 进而改善污泥的沉降性能, 脱氮除磷过程更能通过抑制丝状菌生长来控制污泥膨胀。

(5) 系统为连续运行, 出水采用固定堰, 不设浮动式滗水器, 水面基本恒定, 另外, 池中约有 2/3 的设备同时运行, 与 SBR 工艺相比, 其容积和设备利用率高。

(6) UNITANK 系统采用周期交替运行, 需要配有一套先进的自动化控制系统, 维护相对较困难;

(7) 适用性。处理水量过大时, 应充分考虑该工艺的复杂性, 由于处理池每格的平面尺寸控制要求的限制, 当处理水量增加时, 处理单元数也会增加, 致使配水、出水、冲洗水和剩余污泥排放等设备随着单元数而增加, 大大提高了实际运行的复杂度。同时, 自动控制的控制量也将成倍增加。因此, UNITANK 系统更适用于中小型污水处理厂, 在一定的范围内, 可以替代其他活性污泥法。有其独特的优点。

6. BIOLAK (百乐卡) 法

1) 基本原理

德国 BIOLAK 法污水处理系统, 是一种具有除磷脱氮功能的多级活性污泥水处理系统, 其基本原理与活性污泥法相同, 只是采用上池结构 (铺垫 HDPE 防渗膜) 代替钢筋混凝土结构作为反应池, 曝气系统采用悬挂在浮管上的微孔曝气头 (曝气链曝气系统)。

2) 工艺流程

BIOLAK 法的工艺流程如图 1.3.1-7 所示。

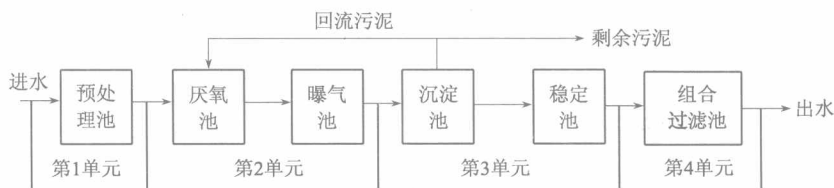


图 1.3.1-7 BIOLAK 法工艺流程

3) 工艺特点

(1) 剩余污泥量少;

(2) 节省土建费用和占地面积;

(3) 具有高效的曝气系统;

(4) 具有良好的缓冲能力;

(5) 维修管理简单易行。

7. 氧化沟法

1) 定义

氧化沟是活性污泥法的一种。曝气池呈封闭渠道形, 污水和活性污泥在循环水流的作

用下混合接触，完成有机物的净化过程，又称为循环曝气池。

2) 工作原理

氧化沟一般呈环形沟渠形式，平面多为椭圆形或圆形，总长 90 ~ 600m，池壁多为钢筋混凝土结构，也可按土质情况挖成边坡为 1 : 1.5 以上的斜坡，以 100mm 素混凝土作护砌而成。通常用管渠从水面上进水，出水设可调堰。多采用转刷或表曝叶轮曝气，沟深取决于曝气装置，一般为 2 ~ 6m，水平流速为 0.3 ~ 0.5m/s，在水流的作用下保持活性污泥处于悬浮状态，整个氧化沟处在内源呼吸阶段，属于延时曝气法。

3) 与普通活性污泥法相比，氧化沟具有的特征

(1) 氧化沟在流态上介于推流式和完全混合式之间，局部流态为推流式，整体处在完全混合状态，同时具有这两种混合方式的某些特点。

(2) 水力停留时间和污泥龄较长，悬浮有机物和溶解有机物可同时得到较彻底地降解，产泥量少，剩余污泥已得到高度稳定，不需设置初沉池，污泥不需进行厌氧消化。

(3) 与二沉池合建为一体的氧化沟，以及交替运行的氧化沟可以不设二沉池，处理流程更加简单。因省去了初沉池、消化池，有时还可省去二沉池和污泥回流设施，污水处理厂总占地面积不仅没有增加，反而有所减少。

(4) 具有推进式流态的特征，溶解氧沿池长方向形成浓度梯度，产生好氧、缺氧、厌氧条件，通过系统合理设计与控制可以取得很好的脱氮除磷效果。

(5) 污水在氧化沟中停留时间较长，一般在 24 ~ 48h 之间，而污水一个循环流动的时间只有 4 ~ 20min，整个系统的流态呈完全混合式，具有抗冲击负荷能力强的特点。

4) 氧化沟的分类

(1) 根据使用曝气设备的不同，将采用表面曝气设备的称为表面曝气氧化沟；将采用射流曝气设备的称为射流曝气氧化沟。

(2) 根据氧化沟的沟渠数目和运行特点，将双沟式和三沟式氧化沟称为交替（运行）式氧化沟。

(3) 根据氧化沟与二沉池的建造形式，将二沉池设在氧化沟内的称为一体化氧化沟。

(4) 根据引进项目的原名进行分类，如卡罗塞氧化沟、奥贝尔氧化沟等。

8. 生物膜法

生物膜技术是近年发展起来的一项新技术，其原理是利用现代生物工程技术，针对水体污染物成分，高密度培养发酵不同功能的活性菌，按比例混合制成制剂，形成生物膜（也称“生物带”），直接投放到被污染的水体中，对富营养元素进行分解转化，实现净水目的。

生物膜法现有生物滤池、生物转盘、生物反应器，以及生物流化床法等。目前，常用于城镇污水处理的有生物滤池和生物接触氧化法。

1.3.2 污水处理系统设施

1. 构筑物设施

生产构（建）筑物指污水经处理后达标排放或重复使用所必不可少的处理构（建）筑物、设备或装置。一般二级污水处理厂包括配水井、调节池、泵房、沉砂池、沉淀池、生物处理构筑物、浓缩池、厌氧消化池、加药间、污泥脱水间、变配电室等。