

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 21220051302240

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

碩 士 学 位 论 文

采用 EM 菌强化 SBR 处理生活污水的  
试验研究

Study on treating municipal sewage with SBR  
strengthened by EM

林 金 盾

指导教师姓名: 景有海副教授

专业 名称: 环境工程

论文提交日期: 2008 年 7 月

论文答辩时间: 2008 年 8 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: 谢天宏 高工

评 阅 人: 董秉直 教授

胡晓东 高工

2008 年 7 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):  
年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（      ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于      年    月    日解密，解密后适用上述授权。

（      ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日

## 摘要

EM(Effective Microorganisms)是由光合细菌、酵母菌、乳酸菌和放线菌等为主的 80 多种有益微生物复合培养而成的一种新型微生物活菌剂。本文着重研究将 EM 菌液引入 SBR 工艺中,构建高效 EM-SBR 生物反应器,研究新型高效 EM-SBR 反应器与普通 SBR 反应器在有机物降解和脱氮除磷功能方面的差别,以及污泥龄、EM 投加量、进水中有毒物质等对出水水质的影响。

试验采用 5 个 SBR 反应器做平行对比试验,分别为:1#——传统 SBR,2#~5#——分别添加 EM 菌液 0.1%、0.5%、1%、5%,试验水样为实际生活污水。试验结果表明:

(1) 5 个 SBR 反应器对 COD 的平均去除率都在 80%以上,并且相差不多。但对 TP 的去除率随着 EM 菌液添加量的增加而增加;对氨氮的去除率虽无明显差别,但对 TN 的去除率呈显著差别,最高的 5#反应器的 TN 去除率比 1#反应器高 22.4%左右。

(2) 延长污泥龄至 25 天后,系统对氨氮的平均去除率相差不多,但对 TN、TP 的影响比较明显,其中 1#反应器、3#反应器和 5#反应器对 TN 的去除率分别增加了 10%、3%和 5%,而 1-4#反应器 TP 去除率平均下降了 31%、37%、38%和 32%,而 5#反应器的 TP 去除率反而增加了 9%。

(3) 添加 EM 的 SBR 反应器在去除总磷的聚磷和吸磷两个过程中均比不添加 EM 菌的 SBR 反应器要快。其中以添加 0.5%EM 菌的 5#反应器最为明显。SBR 反应器对于 TN 的去除率随着 EM 菌液添加量的增加而增加,5#反应器对 TN 的去除率比 1#高 21%。

(4) 添加了 EM 菌液的 SBR 反应器对于有毒物质的承受能力均比没有投加 EM 菌液的 SBR 反应器有了一定的增强。具体表现如下:在苯酚投加量为 400 mg/L 时,1#反应器出水中的  $\text{NH}_3\text{-N}$  去除率仅为 62%,而 5#反应器的去除率达到 98%;投加浓度为 400 mg/L 时,5#反应器对 TN 的去除率比 1#高 35%。

总之,投加 EM 菌之后,SBR 反应器对污水中污染物的去除效果有一定的改善。通过本次小规模试验,为以后实际工程应用提供了一定的理论依据。

**关键词:** SBR 反应器, EM 菌, 生活污水, 强化作用

## Abstract

EM(Effective Microorganisms) is a new kind of micro-organism-activated reagent, which is composed mainly by photosynthetic bacteria, microzyme, lactobacillus, and other effective bacteria. The important point studied in this paper is EM addition to the SBR, setting up high- efficient EM-SBR reactor, effect of EM addition to the SBR on the removal speed and removal rate of COD, total nitrogen, total phosphorus, at the same time, the factors that affect the quality of effluent such as sludge retention time, quantity of EM, toxicant in the influent has been studied in this paper.

Five reactors have been used for experimentation under same conditions, they were: 1<sup>st</sup> reactor, the normal reactor; and 2<sup>nd</sup>-5<sup>th</sup> reactor has EM addition for 0.1‰、0.5‰、1‰、5‰, waster water used in this experimentation is municipal sewage. The result shows:

(1) In the cycle experimentation, the average removal rate of COD are relatively high in five reactors, were all above 80%, and has no obviously different between them; the average removal rate of TP increase as the increasing of EM inoculation; the average removal rate of NH<sub>3</sub>-N are no obviously different between five reactors; there are considerable enhance of TN removal rate of reactor that added EM, the TN removal rate of the 5<sup>th</sup> reactor is 22.4% higher than the 1<sup>st</sup> reator.

(2) The five reactors has no obvious different of their NH<sub>3</sub>-N after sludge retention time has been adjust to 25 days, but has obvious effect in the removing of TN and TP, the TN removal rate of 1<sup>st</sup> ,3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> reactor has increase by 10%, 3% and 5% compared to previous; the TP removal rate of 1<sup>st</sup> ,2<sup>nd</sup> ,3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> reactor has decrease by 31%, 37%,38%and 32%compared to previous, but the TP removal rate of 5<sup>th</sup> has increase by 9%.

(3) There is no obvious relationship between removal speed of COD and inoculation of EM; as the phenomenon in cycle experimentation, the average removal rate of TP increase as the increase of EM inoculation, effect has expressed most evident in 5<sup>th</sup> reactor, reactor added EM has higher removal rate and speed on two processes of removing TP, it could shorten aeration time for 3 hours for it having higher nitrification speed than 1<sup>st</sup> reactor, the 5<sup>th</sup> reactor has 21% of TN removal rate

higher than 1<sup>st</sup> reactor.

(4) As a whole, reactor added EM has stronger ability to bear toxicant than 1<sup>st</sup> reactor. Take the removal rate of NH<sub>3</sub>-N for example, reactor that added EM has comparatively stable concentration of NH<sub>3</sub>-N in effluent, when the adding quantity of phenol is 400 mg/L, the removal rate of NH<sub>3</sub>-N in 1<sup>st</sup> reactor just only 62% compared to 98% in 5<sup>th</sup> reactor and the 5<sup>th</sup> reactor has 35% of TN removal rate higher than 1<sup>st</sup> reactor.

In a word, EM has some positive effects on removing of contamination in wastewater. The research experiments provide the engineering of wastewater treatment with reference data of practicable values.

**Key words:** Sequencing batch reactor, EM(effective microorganisms), municipal sewage, strengthen effect

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>9</b>
1.1 我国水资源的现状及污水处理的必要性 .....	1
1.2 废水处理技术 .....	3
1.3 SBR 工艺 .....	4
1.3.1 国内外对 SBR 工艺的研究及应用现状 .....	5
1.3.2 SBR 工艺的主要优点 .....	6
1.3.3 SBR 工艺的主要缺点 .....	7
1.3.4 SBR 改良工艺介绍 .....	7
<b>第二章 关于 EM 有效微生物群</b> .....	<b>9</b>
2.1 EM 菌的组成 .....	9
2.2 EM 菌的特点 .....	11
2.3 EM 菌技术应用现状 .....	12
2.4 EM 菌在环境保护方面应用的作用机理 .....	12
2.5 EM 菌在水处理方面的应用 .....	13
2.6 EM 菌应用存在的问题 .....	14
2.7 研究课题的提出依据 .....	15
<b>第三章 试验目的和方法</b> .....	<b>17</b>
3.1 试验目的 .....	17
3.2 试验方案 .....	17
3.3 试验装置 .....	18
3.4 研究内容 .....	19
3.5 试剂、仪器和分析测定方法 .....	20
<b>第四章 EM 强化 SBR 工艺的试验研究</b> .....	<b>21</b>
4.1 系统的启动与调试 .....	21
4.2 EM 强化 SBR 工艺的试验结果 .....	22
4.2.1 系统对 COD 和 TP 的去除率比较 .....	22

4.2.4 系统对氨氮和总氮的去除情况.....	25
4.3 本章小结 .....	27
<b>第五章 泥龄改变后系统的脱氮除磷试验研究 .....</b>	<b>29</b>
5.1 泥龄改变后系统脱氮除磷试验结果 .....	30
5.2 泥龄改变前后 1#-5#反应器的脱氮除磷能力比较 .....	34
5.3 本章小结 .....	37
<b>第六章 污染物降解速率与污泥毒性的试验研究 .....</b>	<b>38</b>
6.1 污染物降解速率的试验方案 .....	38
6.1.1 TP 的去除速率研究 .....	40
6.1.2 氨氮和总氮的去除速率研究 .....	40
6.2 污泥毒性试验研究 .....	42
6.2.1 试验方案 .....	42
6.2.2 试验结果分析 .....	43
6.3 本章小结 .....	46
<b>第七章 结论与存在的问题 .....</b>	<b>48</b>
7.1 结论 .....	48
7.2 创新点 .....	49
7.3 存在的问题 .....	49
7.4 展望 .....	49
<b>参考文献 .....</b>	<b>51</b>
<b>攻读学位期间发表论文情况 .....</b>	<b>55</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>56</b>

# CONTENTS

<b>1</b>	<b>PREFACE .....</b>	<b>1</b>
1.1	The status of water resource in China and necessary of Sewage Treatment .....	1
1.2	Technique used in Sewage Treatment .....	3
1.3	SBR.....	4
1.3.1	Research and application of SBR in China and abroad .....	5
1.3.2	The main advantage of SBR .....	6
1.3.3	The main disadvantage of SBR.....	7
1.3.4	Introduction of improving on SBR .....	7
<b>2</b>	<b>INTRODUCTION OF EFFECTIVE MICROORGANISMS .....</b>	<b>9</b>
2.1	Composing of EM .....	9
2.2	Characteristic of EM .....	11
2.3	Application of EM.....	12
2.4	Effective mechanism of EM applied in the protection of environment	12
2.5	Application of EM in Sewage Treatment .....	13
2.6	Issues of EM application .....	14
2.7	Basis of content studying in this paper .....	15
<b>3</b>	<b>PURPOSE AND METHOD OF THIS RESEARCH.....</b>	<b>17</b>
3.1	Purpose .....	17
3.2	Project .....	17
3.3	Tester .....	18
3.4	Content of research .....	19
3.5	Main reagent, apparatus and analyze method .....	20
<b>4</b>	<b>RESEARCH OF SBR STRENGTHENED BY EM.....</b>	<b>21</b>
4.1	Startup and debugging of reactors .....	21
4.2	Result of research .....	22
4.2.1	Comparison of COD and TP removal rate in five reactors.....	22
4.2.4	Comparison of NH <sub>3</sub> -N and TN removal rate in five reactors .....	25
4.3	Conclusions.....	27
<b>5</b>	<b>RESEARCH ON REMOVING NITROGEN AND</b>	

<b>PHOSPHORUS AFTER SRT ALTERATION .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 Result of removing nitrogen and phosphorus after SRT alteration .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Comparison of removing nitrogen and phosphorus after SRT alteration between 1<sup>st</sup>-5<sup>th</sup> reactor. ....</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Conclusions.....</b>	<b>37</b>
<b>6 RESEARCH ON REMOVAL RATE OF CONTAMINATION AND ANTI-POISON OF SLUDGE.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1 Research project of contamination removal rate.....</b>	<b>38</b>
6.1.1 Research on removal rate of TP.....	40
6.1.2 Research on removal rate of ammonia and TN.....	40
<b>6.2 Research of anti-poison of sludge .....</b>	<b>42</b>
6.2.1 Research project.....	42
6.2.2 Result and analyze .....	43
<b>6.3 CONCLUSIONS .....</b>	<b>46</b>
<b>7 CONCLUSIONS AND LIMITATION.....</b>	<b>48</b>
<b>7.1 CONCLUSIONS .....</b>	<b>48</b>
<b>7.2 Innovation.....</b>	<b>49</b>
<b>7.3 Limitation .....</b>	<b>49</b>
<b>7.4 EXPECTATION.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>51</b>
<b>PAPER PUBLISHING DURING GRADUATE .....</b>	<b>55</b>
<b>ACKNOWLEDGMENTS .....</b>	<b>56</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 我国水资源的现状及污水处理的必要性

根据水资源的一般定义<sup>[1]</sup>，我国水资源的总贮量是 2.8 万亿  $\text{m}^3$ ，其中河川平均总径流量为 2.7 亿  $\text{m}^3$ ，相当于全球陆地径流总量的 5.5%。但是人均占有量少，居世界第 88 位，预测到 2030 年人口增至 16 亿时，人均水资源量将降到 1760  $\text{m}^3$ ，因此，我国未来水资源的形式是严峻的<sup>[2]</sup>。

随着我国工农业的迅速发展，越来越多的污染物被排入水体，使水环境质量大幅度下降，严重地影响了国民经济的发展和人民生活水平的提高。据报道，在 70 年代，全国污水排放量为 3000 万~4000 万吨/年，80 年代污水排放量提高到 1 亿吨/年<sup>[3]</sup>。根据 2006 年《中国水资源公报》，我国废污水的排放总量为 684 亿吨，主要的污染物质是石油类和挥发酚，其次是氨氮、生物化学需氧量、高锰酸钾指数和汞。在 10 万公里的评价河段中，水质在 IV 类以上的污染河占 47%。全国湖泊约有 75% 以上的水域、近海岸约有 53% 以上受到显著污染。据对全国 118 座大城市浅层地下水的调查，97.5% 的城市的地下水受到不同程度的污染，其中 40% 的城市受到重度污染，更为严重的是，全国有 90% 的城镇饮用水水源将受到污染<sup>[4]</sup>。

由以上可知：一方面我国人均水资源占有量严重不足，另一方面水资源大面积受到污染，对人民生活产生了极大的影响，严重的缺水越来越成为制约我国国民经济发展和人民生活水平提高的重要因素。造成水资源受到严重污染的根本原因是大量生活生产污废水未经处理，或虽经处理但未达标。目前，我国城市废水处理率为 57.1%。由于工业结构的不合理和粗放型的发展模式，工业废水造成的水污染占据了我国水污染负荷的 50% 以上，绝大多数有毒有害物质都是由工业废水的排放带入水体的。据报道，我国工业废水处理率为 76.4%，城市工业废水处理率为 87.4%，实际情况远远低于此数，因为经济的缘故，许多设施没有正常运行，甚至于基本不运行，达标排放很多流于形式<sup>[4]</sup>。这样大量的未经处理或没有达标的废水、污水的排放造成了水体的严重污染，直接影响人民的健康和工农业生产。因此，加快城市污水处理厂的规划建设，提高污水处理效率，使大量生活、

生产废水达标排放势在必行。为此要研究并推广使用切实可行的处理技术，安全经济的工艺流程，加强城市污水和工业废水的处理，减轻水体污染。

进入 21 世纪，我国人口继续增长，对水的需求将进一步增加，同时我国的水资源矛盾也进一步加剧。据预测，2010 年全国总供水量为 6400~6670 亿  $m^3$ ，相应的总需水量将达 6633~6988 亿  $m^3$ ，供需缺口近 137~318 亿  $m^3$ 。我国 21 世纪 30~40 年代人中将达到峰值水平 16~17 亿人，按 16.5 亿人计算，南、北方人中比例按现在的 44:56 计算，届时，人均水资源量将降到 1760  $m^3$ ，仅为安全保障水平的 3/4，北方人均水资源仅有 735  $m^3$ ，水资源短缺将进一步加剧<sup>[5]</sup>。城市中的生活用水与工业用水需求加大，虽然节水和重复利用水源使需水定额增长趋势变缓，但由于工业经济的快速发展，将导致工业用水量迅速增加，2000 年工业用水已达 655 亿  $m^3$ ，预测 2010 年将达 1229 亿  $m^3$ ，2030 年将达 1899 亿  $m^3$ ，2050 将为 3436 亿  $m^3$ ，生活用水将由 2000 年的 189 亿  $m^3$  增加到 2050 年的 730 亿  $m^3$ <sup>[5]</sup>。由此可见，我国水资源面临的形势非常严峻，而且，我国水资源在地域上分布极不均匀，与人口、耕地资源的分布不相匹配，约有 80% 以的分布在长江流域及以南地区。南方水多，人口少、耕地少，北方水少，而耕地、人口却多。北方有 9 个省（自治区、市）人均水资源占有量少于 500  $m^3$ ，华北地区更是缺水地区，海河流域水资源人均占有量只是全国人均占有量的 1/6，全国有 18 个省、30% 的国土、60% 的人口处于严重缺水的边缘，水的供需矛盾十分突出。另外，城市污染型问题越来越突出。1998 年全国 668 个城市中有 400 多个缺水，其中严重缺水的城市有 108 个，年缺水总量近 60 亿  $m^3$ ，缺水已给城市经济发展和居民生活带来不同程度的影响。我国更是水资源浪费严重的国家，我国农业用水占总用水量的 85%。但灌溉用水有效率只有 25%~40%；工业用水重复利用率仅为 20%~30%；单位工业产品用水量比发达国家高出 5~10 倍，仅相当于日本 60 年代和美国 50 年代的水平。

就在缺水的同时，水污染还在大面积地扩散。由于大量生活和工业生产过程中形成的污水进入水体，我国淡水资源已受到不同程度的破坏，加重了水资源的危机。据对全国 55500km 河段的调查，不符合饮用水和渔业用水水质标准的为 47700km，占 86%，不符合地面水三类水质标准的为 26100km，占 47%，其中污染严重鱼虾绝迹的河段有 24000km。全国七大水系近一半河段污染环境严重，86% 的城市河段水质普遍超标。2006 年全国废水排放总量为 536.8 亿吨，其中工

业废水排放量 240.2 亿吨，城市生活污水总排放量 296.6 亿吨。化学需氧量（COD<sub>Cr</sub>）排放为 1445 万吨，其中工业废水 COD<sub>Cr</sub> 排放量 705 万吨，生活污水中 COD<sub>Cr</sub> 排放量 740 万吨<sup>[6]</sup>。生活污水大部分未经任何处理的粪便水，加之农药和化肥的过量使用，许多地下水受到污染。水资源的污染，不仅造成农业危害，农产品质量下降，致使土地结构板结，而且危及到人们的身体健康，严重威胁社会的可持续发展、危害人类的生存。据有关资料表明，全国 12.9 亿人口中，有 7.5 亿人正在饮用大肠杆菌超标的污水，约 1.7 亿人饮用被有机物污染的水<sup>[5]</sup>。

综上所述，一方面我国人均水资源占有量严重不足，另一方面污染型缺水又很严重，对我国的可持续发展带来严峻的挑战。因此，大力发展污水处理事业，努力做到工业废水和生活污水达标排放势在必行，深入进行废水处理技术的研究和推广已是当务之急。

## 1.2 废水处理技术

根据废水本身的成分、性质及处理目标等因素，需要采用不同的处理技术。按处理原理可能将其分为物理处理法、化学处理法和生物化学处理法三类。

**物理处理法：**利用物理作用分离废水中呈悬浮固体状态的污染物质。主要的方法有：筛滤法、沉淀法、上浮法、气浮法、过滤法和反渗透法等。

**化学处理法：**利用化学反应的原理，分离回收废水中处理各种形态的污染物质（包括悬浮的、溶解的、胶体等）。主要方法有：中和、混凝、电解、氧化还原、汽提、萃取、吸附、离子交换和电渗析等。

**生物化学处理法：**利用微生物的代谢作用，使污水中呈溶解、胶体状态的有机物转化为稳定的、无害的物质。根据在水处理过程中起作用的微生物对氧气的需求的不同，生物处理分为好氧生物处理和厌氧生物处理两类。活性污泥法、生物膜法、生物过滤法、生物氧化塘和污水灌溉等都属于废水的好氧生物处理。污泥消化则属于厌氧生物处理<sup>[7]</sup>。

近年来，因为生物法具有能耗少、处理污水效率高、二次污染少等特点，正成为世界上最受欢迎的废水处理方法。而生物技术在污水处理方面最常用的是活性污泥法和生物膜法。

生物膜法的工艺主要有：生物滤池、生物转盘、生物接触氧化和流化床等。

它们对水质、水量变动有较强的适应性，污泥沉降性能良好，易于固液分离，能处理低浓度的污水，易于维护运行及节约能耗。但是，生物滤池因容易堵塞、占地面积大、处理负荷低而受到限制；流化床因运行不稳定及操作困难而较少应用；生物转盘的造价较高、管理复杂，因此应用不是很广泛；生物接触氧化技术已在国内外的生活污水和工业废水处理中广泛应用。生物膜法的主要缺点是：如设计或运行不当，填料容易堵塞。此外，布水和曝气不易均匀，可能在局部位置容易出现死角<sup>[8]</sup>。

目前，活性污泥法在污水处理中仍是应用最广泛的。活性污泥法具有相对停留时间短、处理效率高等优点。但是活性污泥法存在着对水质变化和冲击负荷适应性较弱、易发生污泥膨胀、基建和运行费用较高、占地面积较大、管理复杂等缺点。近年来，在生物学、反应动力及水力学等学科的带动下，无论在生物处理的机理方面，还是在工艺设备设计方面都取得了新进展。在工艺方面的主要新发展是：间歇式活性污泥法(SBR)、高速微涡活性污泥法 (HRMVASP)、投菌法性污泥法 (LLOM)、上流式生物反应器 (UBR) 及无剩余污泥生物膜 A/O 工艺<sup>[9]</sup>。

### 1.3 SBR 工艺

SBR 是序批式活性污泥法 (Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process) 的字母缩写。其最初是由英国学者 Arden 和 Lockett 于 1914 年提出的，但是鉴于当时曝气器易堵塞，自动控制水平低，运行操作管理复杂等原因，很快就被连续式活性污泥法取代<sup>[10]</sup>。直至 20 世纪 70 年代，随着各种新型曝气器、浮动式出水堰 (滗水器) 和自动控制监测的硬件设备和软件技术的开发<sup>[11]</sup>，特别是计算机和工业自控技术的不断完善，对污水处理过程进行自动操作已成为可能，SBR 工艺以它独特的优点受到广泛关注，并迅速得到发展和应用<sup>[12]</sup>，现在世界上已有数百座 SBR 污水处理厂在成功运行。美国国家环境保护署 (EPA) 认为 SBR 工艺是一种低投资、低操作成本及维修费用、高效益的环境治理技术<sup>[13]</sup>。

SBR 属于活性污泥法的一种，其反应机制及去除污染物的机理与传统的活性污泥法基本相同，只是运行操作方式有很大区别。它是以时间顺序来分割流程各单元，整个过程对于单个操作单元而言是间歇进行的。典型 SBR 集曝气、沉淀于一池，不需设置二沉池及污泥回流设备<sup>[14]</sup>。在该系统中，反应池在一定时间

间隔内充满污水，以间歇处理方式运行，处理后混合液进行沉淀，借助专用的排水设备排除上清液，沉淀的生物污泥则留于池内，用于再次与污水混合处理污水，这样依次反复运行，构成了序批式处理工艺<sup>[15]</sup>。典型的 SBR 系统分为进水、反应、沉淀、排水与闲置五个阶段运行，见图 1-1。

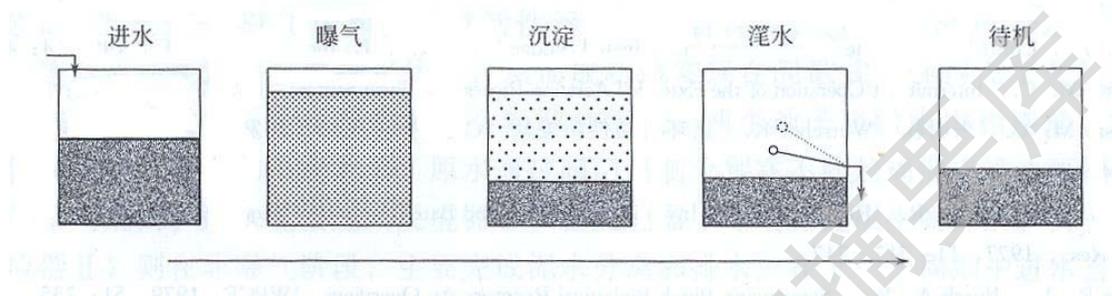


图 1-1. SBR 示意图

### 1.3.1 国内外对 SBR 工艺的研究及应用现状

国内外已对 SBR 工艺进行了大量的研究工作。对 SBR 处理有机废水的工艺特性、设计方法、工艺参数、反应器构造、微生物学及脱氮除磷等诸方面取得了研究成果。Irvine 自 70 年代中期到 80 年代中期前后长达 10 年的时间里，一直从事 SBR 处理城市污水和生活污水方面的研究<sup>[11]</sup>。在这段时间里，其他学者对 SBR 的研究重点也于此。其研究内容包括：含碳有机物的去除和 SBR 的基本运行特征、氮磷的去除、污泥沉降性能的控制及连续流活性污泥系统的改造等。到 80 年代初，城市污水中含碳有机物的主要规律和工艺参数已基本掌握。现将研究成果列于表 1-1<sup>[16]</sup>

表 1-1. 处理城市污水的 SBR 工艺在不同负荷条件下的特征

参数	高负荷运行	低负荷运行
BOD <sub>5</sub> 负荷率	0.1-0.5 kgBOD <sub>5</sub> / KgMLSS	0.03-0.1 kgBOD <sub>5</sub> / KgMLSS
每天周期数	3-4	2-3
排水比	1/4-1/2	1/6-1/3
BOD <sub>5</sub> , SS 去除率	出水 BOD <sub>5</sub> <20 mg/L, SS<10 mg/L	比高负荷效果更好
污泥产率	高	低
抗冲击负荷能力	稍差	好

### 1.3.2 SBR 工艺的主要优点

#### 1. 工艺简单、节省费用和占地

SBR 的工艺简单，便于自动控制。其主要设备就是一个具有曝气和沉淀功能的反应器，无需 CFS 法中的二沉池和污泥回流装置，在大多数情况下可以省去调节池和初沉池。SBR 系统构筑物小，而且简单，因此占地面积少、投资省，由于不需要回流污泥而节省了能耗。

#### 2. 反应推动力大，处理效率高

SBR 的运行是典型的非稳定状态。在充水期底物的积累有助于提高其混合液中的底物浓度梯度（限制曝气）从而增大反应速率。在其连续曝气的反应阶段，底物和微生物的变化在时间上是一个理想的推流过程，从而使它保持了最大的反应推动力。

#### 3. 有效防止污泥膨胀

在 SBR 工艺中，其反应阶段是时间上理想的推流状态，底物浓度梯度大使快速生长的非丝状微生物成为优势菌种，这是控制膨胀的重要因素；同时一个处理周期中，反应池中缺氧、好氧状态交替并能抑制绝大多数专性好氧丝状菌的过量繁殖，而对多数微生物不会产生不利影响，从而有效控制污泥膨胀。

#### 4. 工作稳定，耐冲击负荷

SBR 工艺就其反应器的混合状态来说是典型的完全混合式，它在充水期相当于一个均化池，因而在不降低出水水质的情况下，可以承受高峰流量和有机物浓度的冲击负荷。研究表明，若采用非限制曝气运行方式，SBR 法能承受更高的毒物和有机物负荷。在实际工程中，已有一些由于负荷变动大而不能稳定运行的小型 CFS 装置改为 SBR 以后，处理效果得到了明显的改善。

#### 5. 运行操作灵活，便于管理

SBR 在操作过程中，可以根据废水水量、水质的变化，出水水质的要求来调整一个运行周期中各个工序的时间、反应器内混合液容积的变化及运行状态：即通过时间上的有效控制和变化来满足多功能的要求。

#### 6. 脱氮除磷效果好

废水脱氮除磷需要不同的生态环境和条件，在 CFS 中通常需要采用几个反应池、并通过 A/A/O 工艺来达到去除有机物和氮磷的目的。但 SBR 工艺的时间

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库