

国家863子课题“A²/O工艺综合优化研究—5F-A²/O工艺”研究成果

5F-A²/O—脱氮除磷工艺的 实践与探索

王洪臣 周 军 王佳伟 等著
甘一萍 方先金

中国建筑工业出版社

国家 863 子课题 “A²/O 工艺综合优化研究——5F-A²/O 工艺” 研究成果

5F-A²/O

——脱氮除磷工艺的实践与探索

王洪臣 周 军 王佳伟 等著
甘一萍 方先金

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

5F-A²/O——脱氮除磷工艺的探索/王洪臣等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

(国家 863 子课题 “A²/O 工艺综合优化研究——5F-A²/O 工艺” 研究成果)
ISBN 978-7-112-10556-4

I. 5… II. 王… III. ①污水处理: 生物处理-反硝化作用②污水处理: 生物处理-脱磷 IV. X703.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 198364 号

A²/O 是最基本的生物脱氮除磷工艺之一。本书对现有传统 A²/O 工艺及其各种变型工艺的优势进行了系统集成, 在完善泥龄、厌氧/缺氧/好氧段的比例、回流比、溶解氧、碳源五个因子可调的 A²/O 工艺基础上(简称 5F-A²/O 工艺, F 为 Flexible 缩写), 创造在一个系统中实现脱氮除磷双达标的工艺条件, 将脱氮除磷这一矛盾通过五因子的调控, 有机地统一在一个系统中。

本书系统地针对 5F-A²/O 工艺特点, 论述了该工艺中各种因素对生化反应过程的影响, 对 5F-A²/O 工艺的微生物菌群进行了分析, 建立了 5F-A²/O 工艺的数学模型。实践证明, 采用大型污水处理厂实际进水, 不使用化学除磷, 144m³/d 的 5F-A²/O 工艺中试设备的出水可以稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918—2002 规定的一级 B 标准, 部分条件下可达到一级 A 标准。书中还给出了 5F-A²/O 工艺图谱, 以期为工程设计和运行管理提供方便。

本书可供相关专业的高年级本科生和研究生作为教材或教学参考书, 也可供工程设计和运行管理人员参考。

* * *

责任编辑: 于 莉

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 兰曼利 关 健

国家 863 子课题 “A²/O 工艺综合优化研究——5F-A²/O 工艺” 研究成果 5F-A²/O——脱氮除磷工艺的探索

王洪臣 周 军 王佳伟 等著
甘一萍 方先金

*

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

北京天成排版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 430 千字

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2000 册 定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-10556-4
(17481)

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)

课题参加单位及人员

本书是科技部“863”课题“城市污水 A²/O 处理设备成套化研究”(2004AA601010)之子课题“A²/O 工艺综合优化研究——5F-A²/O 工艺”的研究成果。在子课题的研究中,得到了北京城市排水集团有限责任公司杨向平总经理的指导与支持。

参与本子课题研究及报告编写的还有北京城市排水集团有限责任公司和北京市市政工程设计研究总院的以下人员:

郝二成 白宇 李鑫玮 赵颖 张雅玲 戴前进 张辉

前 言

随着经济社会的高速发展，人类面临着越来越多的环境问题，水体富营养化是人类面临的重要环境问题之一。由于富营养化城市景观水系“水华”频发，一些大型湖泊已变为墨绿色，一些海湾“赤潮”严重。

为了控制水体的富营养化，必须对污水进行脱氮除磷后才能排入水体。污水脱氮除磷的工艺技术很多，但发挥主要作用的是 A²/O 工艺，世界上 80% 以上污水的脱氮除磷是通过 A²/O 工艺完成的。即便是 SBR 和氧化沟或其他工艺中的脱氮除磷，也是基于 A²/O 的基本原理。上世纪初发明的活性污泥法成为去除污水中有机污染物的主体工艺，而上世纪 80 年代初发明的 A²/O 工艺则是去除污水中氮磷无机营养物的主体工艺。因此，在污水处理技术的发展历史中，A²/O 工艺与活性污泥法具有同样的地位，这两种工艺是污水处理历史上最重要的两大发明。

在 A²/O 工艺系统中，存在着好氧硝化与缺氧反硝化及厌氧释磷与好氧吸磷四个基本生化反应，近年来发现还有缺氧吸磷及同步硝化反硝化等反应。通过这些反应，污水在 A²/O 工艺系统中实现了脱氮除磷。由于这些反应要求的条件不一样，甚至是完全相反的，在同一个系统中必然存在相互干扰和冲突，从而影响了实际的脱氮除磷水平。对 A²/O 工艺采取一些修正措施，消除反应之间的相互干扰和冲突，可提高脱氮除磷水平。世界各地根据实际需要，采取了许多修正措施，随之出现了许多 A²/O 的变形工艺。另外，由于水质水量以及环境因素的动态变化，各反应之间的相互干扰和冲突也随之变化，这就要求必须有充分的手段，动态地去调整这些变化着的相互干扰与冲突，以确保获得稳定的脱氮除磷水平。

基于以上认识，我们对 A²/O 的各种变形工艺进行系统地分析，总结了大量 A²/O 工艺污水处理厂的运行状况，发现泥龄、厌氧/缺氧/好氧段的比例、回流比、溶解氧、碳源这五个方面是动态消除系统中各反应之间的干扰与冲突的关键因素，通过动态合理地调整这五个因子，可以实现 A²/O 工艺高效稳定地脱氮除磷。为简便起见，基于这五个因子可调的 A²/O 工艺，我们称之为 5F-A²/O 工艺(F 为 Flexible 缩写)。

对于 5F-A²/O 工艺，我们进行了近两年的较大规模中试和生产性试验研究，探索泥龄、厌氧/缺氧/好氧段的比例、回流比、溶解氧、碳源这五个因子的最佳范围和各种调控方式以及它们之间的相互影响关系和促进作用，证明在污水氮磷浓度较高时，也可稳定达

到 GB 18918—2002 规定的一级 B 标准，部分条件下可达到一级 A 标准。另外，通过小试，对好氧硝化与缺氧反硝化及厌氧释磷与好氧吸磷四大生化过程的速率进行了基础研究；采用传统微生物学分析和分子生物学手段相结合，对 5F-A²/O 工艺系统中的微生物数量种类及特性进行了研究；利用先进的模拟器对 5F-A²/O 工艺进行了数学模拟研究。本书即为这些研究的初步成果。

由于作者水平所限，加之尚未进行系统地整理，缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。

王洪臣

2008 年 12 月于北京

Preface

With the rapid development of society and economy, environmental problems were paid more and more attention. Eutrophication in water body has become a global challenge nowadays. Water bloom in river, lake, and even coastal water area has brought so much trouble to all of us.

Aim at eutrophication control in water body, we realize wastewater should be treated with more complex process. Nitrogen and phosphorus removal should be taken into account for WWTP in the 21st century. There are a lot of nutrient removal processes in the world and one of the most popular is A²/O process. SBR and oxidation ditch also could be viewed as the modified A²/O process to some extent. Activated sludge process invented in the 19th century is the mainstream technology for organic pollutants removal. Whereas A²/O process developed in 1980s is the innovative technology for nitrogen and phosphorus removal. In summary, two technologies are mostly equally important in the wastewater treatment history.

Research achievements on A²/O process in recent years has been summarized in book 5F-A²/O Process-Practice and Exploration on Nitrogen and Phosphorus Removal, including some relative process. Based on optimization of five factors, SRT, ratio of zone, internal and external return ratio (R), DO, and carbon source, innovative five factors A²/O process is invented ([Patent No. CN1990393] or 5F-A²/O technology, F acronym for Flexible). The interaction between five factors is researched as well as technical parameters and operation strategy are discussed.

On the basis of two years pilot test research achievements are concluded in this book. Especially, some kinetic parameters are measured by jar test. Microorganism was studied both by traditional biology and molecular biology method. Some achievements are given on the foundation of mathematical modeling.

We welcome comments and advice from our readers and wish you a successful practise in nutrient removal.

Hongchen Wang
December, 2008
Beijing

目 录

前言

第一部分 A²/O 污水脱氮除磷工艺研究进展

第 1 章 生物脱氮除磷国内外研究现状	3
1.1 生物脱氮除磷的机理研究	3
1.2 A ² /O 工艺的发展	7
1.3 A ² /O 工艺的影响参数研究	12
1.4 研究方法的发展	21
第 2 章 A ² /O 工艺的工程化应用	25
2.1 国内应用	25
2.2 国外应用	30
2.3 工程应用中的特点和问题	35
第 3 章 A ² /O 工艺问题分析	38
3.1 A ² /O 工艺存在的问题	38
3.2 5F-A ² /O 工艺的提出与意义	40
3.3 小结	43
参考文献	44

第二部分 A²/O 污水脱氮除磷微生物研究进展

第 4 章 脱氮除磷系统中的微生物生态系统	77
4.1 硝化作用微生物	77
4.2 反硝化作用微生物	81
4.3 除磷微生物	84
第 5 章 污水处理系统微生物研究方法进展	88
5.1 传统的分离培养方法	88

5.2 脂肪酸图谱分析和醌类图谱分析	91
5.3 分子生物学方法	93
5.4 现代培养技术	102
5.5 小结	103
参考文献	104

第三部分 脱氮除磷生化反应速率研究

第 6 章 小试系统的设计	109
6.1 研究内容	109
6.2 试验装置	110
第 7 章 各因素对生化反应的影响	111
7.1 温度对生化反应的影响	111
7.2 起始浓度对生化反应的影响	117
7.3 碳源对生化反应的影响	120
7.4 pH 值对生化反应的影响	125
7.5 污水处理厂生化反应速率测定	128
7.6 小结	136
参考文献	138

第四部分 数学模拟技术在 5F-A²/O 工艺研究中的应用

第 8 章 数学模拟技术研究进展	143
8.1 数学模拟技术在城市污水处理厂的应用	143
8.2 数学模型	147
8.3 数学模拟工具	148
第 9 章 污水水质特性	151
9.1 数学模型对污水水质特性测定的要求	151
9.2 COD _{Cr} 组分确定方法	152
9.3 COD _{Cr} 组分确定方法优化研究	153
第 10 章 5F-A²/O 工艺的数学模拟	163
10.1 模型建立	163
10.2 模型校准和验证	163

10.3	模型在 5F-A ² /O 工艺的应用	168
10.4	小结	172
	参考文献	174

第五部分 5F-A²/O 工艺中试研究

第 11 章	中试系统的设计	181
11.1	中试试验目的	181
11.2	中试系统的设计	181
11.3	中试试验水质	183
第 12 章	5F-A²/O 工艺脱氮除磷优化研究	184
12.1	初沉池污泥水解影响研究	184
12.2	分段进水影响研究	191
12.3	溶解氧影响研究	195
12.4	内外回流比影响研究	199
12.5	好氧缺氧容积的影响	203
12.6	泥龄影响研究	208
12.7	小结	212
第 13 章	5F-A²/O 工艺微生物菌群分析	215
13.1	脱氮除磷工艺中的功能菌	215
13.2	研究方法	216
13.3	传统生物方法分析结果	218
13.4	应用 FISH 技术分析硝化细菌	223
13.5	T-RFLP 图谱分析结果	225
13.6	不同分析方法结果的比较研究	228
13.7	小结	230
	参考文献	232

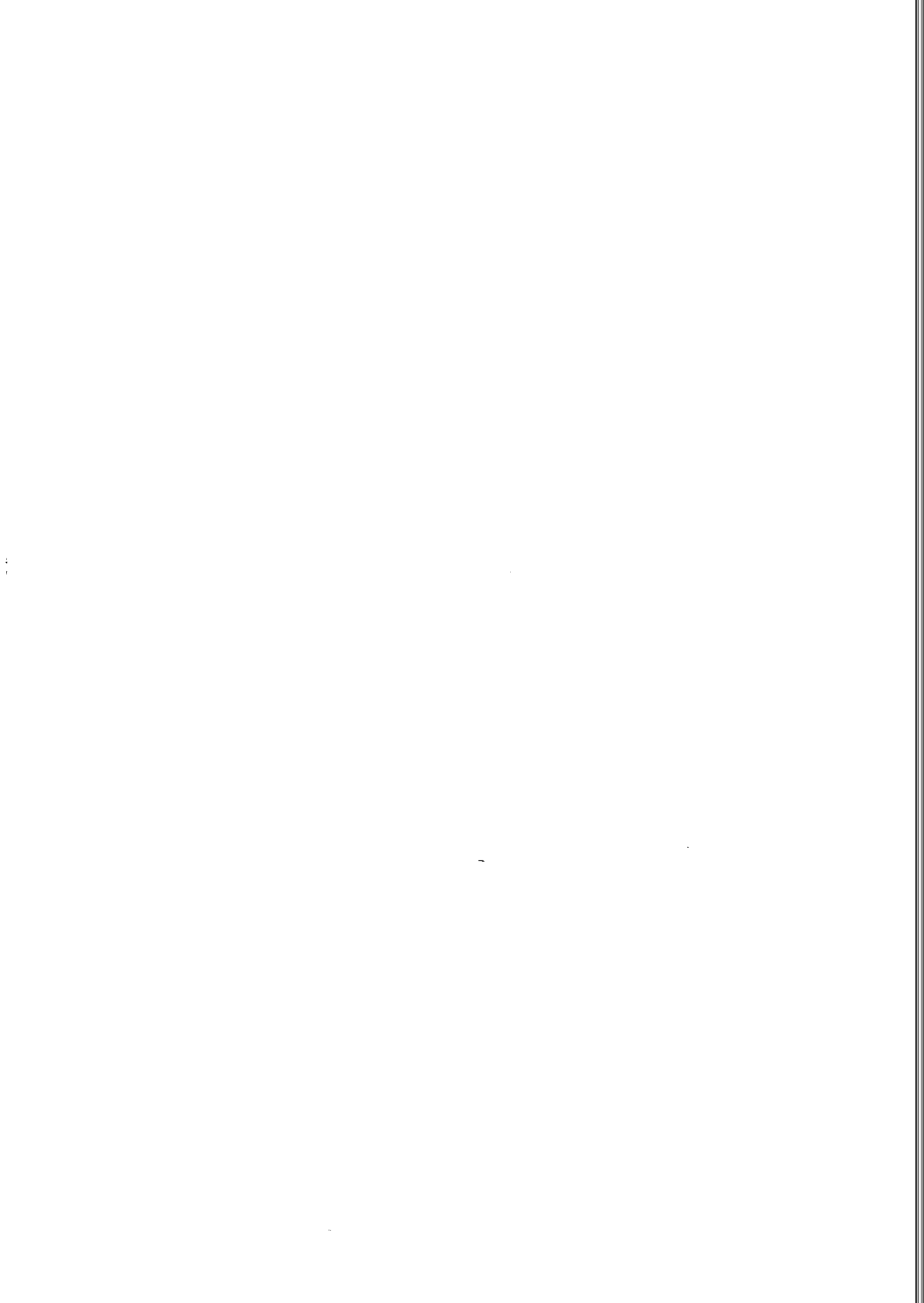
第六部分 5F-A²/O 工艺的实践

第 14 章	5F-A²/O 工艺图谱	237
14.1	图谱绘制边界条件	237
14.2	工艺图谱	239
14.3	5F-A ² /O 工艺图谱	241

第 15 章 5F-A²/O 工艺的实践	255
15.1 项目背景	255
15.2 工艺选择	256
15.3 工艺进出水水质	257
15.4 图谱应用	258
15.5 参数确定	258
附录 1 富集培养基	259
附录 2 实验方法	261

第一部分

A²/O 污水脱氮除磷工艺 研究进展



第 1 章

生物脱氮除磷国内外研究现状

近 20 年来,随着经济和城市化的快速发展,我国面临着日益严重的水污染和水资源短缺问题,其中由氮磷营养物质引起的水体富营养化问题日益突出^[1~3]。水体富营养化引起水中藻类的过量繁殖,降低了水的透明度,使水带有异味,造成水中溶解氧降低。某些藻类产生毒素危害水生生物,影响人类健康,破坏了水生生态。因此,在对污水中的 BOD₅ 和 SS 进行有效去除的同时,还应根据需要,考虑污水的脱氮除磷。在污水处理实践中,根据水体的水质要求及其他的一些客观情况,生物脱氮除磷可以分成以下几个层次^[4]:去除有机氮和氨氮;去除总氮,包括有机氮和氨氮及硝酸盐;去除磷,包括有机磷和无机磷酸盐;去除有机氮和氨氮,并去除磷;去除总氮和磷,即完全的脱氮除磷。针对以上目标的研究均已广泛开展^[5~30]。随着国内外对水体中的氮磷浓度以及排放标准限制的日益严格^[31~33],高效、同步生物脱氮除磷技术的研究^[34~61]、开发^[62~84]和工程应用^[85~92]已成为国内外污水处理界关注的热点问题之一。

采用常规的活性污泥法对污水进行二级生化处理,主要是去除污水中的含碳有机物,除了很小一部分氮、磷被合成细胞以剩余污泥形式排放外,污水中的大部分氮、磷随处理水排出。我国 2003 年 7 月 1 日开始实施的《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918—2002 中,对总氮、氨氮及总磷的指标均作了更严格的控制。为达到这一标准,绝大多数污水处理厂须进行升级改造,增加脱氮除磷的处理工艺。厌氧/缺氧/好氧(Anaerobic/Anoxic/Oxic)工艺简称 A²/O 工艺,发展至今已有 40 年左右的历史,因其工艺简单,能兼顾氮、磷的去除且处理效果良好,故发展较为迅速,并在城市污水处理厂、小区生活污水处理站以及工业废水处理设施等系统中均有广泛应用^[93~107],对 A²/O 工艺的研究^[108~127]也不断深入。

1.1 生物脱氮除磷的机理研究

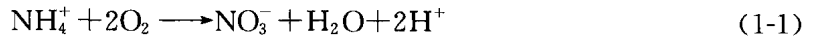
1.1.1 生物脱氮

传统的生物脱氮理论认为,污水中含氮化合物在微生物的作用下,相继产生氨化、硝化、反硝化三步反应,从而达到脱氮目的^[128~137]。

有机氮化合物在氨化菌的作用下,分解、转化为氨态氮,这一过程称之为“氨化反应”。在好氧或厌氧条件下,氨化反应均能进行。一般的异养微生物都能进行高效的氨化作用,在

传统活性污泥工艺中, 伴随 BOD₅ 的去除, 95% 以上的有机氮会被氨化成 NH₃-N。

在硝化菌的作用下, 氨态氮进一步分解氧化, 首先在亚硝化菌的作用下使氨氮(NH₄⁺-N) 转化为亚硝酸氮(NO₂⁻-N), NO₂⁻ 在硝酸菌的作用下进一步转化为硝酸氮(NO₃⁻-N)。硝化反应的总反应式为:



亚硝化菌和硝酸菌统称为硝化菌, 硝化菌是化能自养菌, 其生理活动不需要有机性营养物质, 从 CO₂ 获取碳源, 从无机物的氧化中获取能量。硝化作用的程度往往是生物脱氮的关键所在。

反硝化反应是指硝酸氮(NO₃⁻-N) 和亚硝酸氮(NO₂⁻-N) 在反硝化菌的作用下, 被还原为气态氮(N₂) 的过程。反硝化菌属于异养型兼性厌氧菌。反硝化过程的电子受体是硝酸根和亚硝酸根, 电子供体为各种各样的有机基质。

污水中未能通过氨化反应转化成无机氮的部分溶解性有机氮(DON) 很难通过生物脱氮工艺去除^[138]。对于出水总氮较低的污水处理厂, 出水 DON 可能是出水总氮的重要组成部分, 如美国马里兰州的 Broadneck 污水处理厂, 出水 DON 占到总氮的 40%^[139]。

与传统的生物脱氮原理有所不同, 近来的研究表明, 在一定条件下生物反应器可以进行短程硝化反硝化脱氮, 即控制硝化过程至产生 NO₂⁻ 阶段, 然后再由 NO₂⁻ 直接还原为 N₂ 逸出, 实现反硝化脱氮^[140~149]。

厌氧氨氧化^[150~168] (Anaerobic Ammonium Oxidation, ANAMMOX) 是近年来得到确认的一种生物化学反应, 是以亚硝酸盐或硝酸盐为电子受体、以氨为电子供体自养生物脱氮过程。应用 ANAMMOX 生物化学原理可能大幅度节省好氧氨氧化的动力消耗和反硝化碳源。赵宗升等人^[169] 在厌氧/缺氧/好氧工艺的基础上采用好氧出水回流的方式实现 ANAMMOX 过程, 将其称为 ANAMMOX-A²/O 工艺, 从试验结果可以看出, 基本上进水 TN 浓度越高其去除率也越高, 说明 ANAMMOX-A²/O 工艺对高氮浓度废水作用更明显。

根据传统的脱氮理论, 不可能同时进行硝化反硝化。然而, 最近几年国内外有大量文献报道了同步硝化反硝化现象, 尤其是有氧条件下的反硝化现象确实存在于各种不同的生物处理系统中^[170~193]。对于同步硝化反硝化现象, 可以用微环境理论加以解释^[194,195]。由于微生物的代谢活动以及氧气泡的搅动, 可改变有氧条件下的微环境。根据该理论, 在好氧状态下, 活性污泥的外部为好氧区, 可进行生物硝化, 而在部分污泥内部, 则可形成缺氧区进行反硝化, 从而在硝化时具有一定的反硝化能力。

1.1.2 生物除磷

废水中磷的存在形态取决于废水的类型, 最常见的是磷酸盐(H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻, PO₄³⁻)、聚磷酸盐和有机磷。在常规二级污水处理中, 有机物的生物降解伴随着微生物菌体的合成, 磷作为生物的生长元素也成为生物污泥的组分, 从水中去除。微生物正常生长

时, 活性污泥含量一般为干重的 1.5%~2.3%, 通过剩余污泥排放可获得 10%~30% 的除磷效果。

污水除磷技术的发展起源于生物超量吸磷现象的发现。生物除磷机理^[128,129,196~234]可概述如下: 在厌氧条件下, 聚磷菌消耗糖原, 将胞内的聚磷水解为正磷酸盐释放到胞外, 并从中获取能量, 同时将环境中的有机碳源(挥发性脂肪酸 VFA)以胞内碳能源存贮物(主要为 PHB, 聚-β-羟基丁酸)的形式贮存。在好氧条件下, 聚磷菌以 O₂ 为电子受体, 氧化胞内贮存的 PHB, 利用产生的能量过量地从环境中摄取磷, 以聚磷酸高能键的形式存贮。通过排放富磷的剩余污泥可实现磷的去除。

一些学者分别对除磷过程中活性污泥内磷摄取与磷释放之间和磷释放与 PHB 累积之间的关系进行了研究^[235], 提出了以下一些关系式:

厌氧条件下磷释放与好氧条件下磷摄取的关系:

$$\text{磷摄取量}(\text{mg/L}) = 1.0684 \text{ 磷释放量}(\text{mg/L}) + 1.8982;$$

厌氧条件下, 磷释放与 PHB 累积量和被降解的有机物量(COD)的关系:

$$\text{磷释放量}(\text{mg/L}) = 0.221(4.6\Delta\text{PHB} - \Delta\text{COD}) - 0.25$$

通过分析 A²/O 工艺厌氧池和好氧池中放磷量和吸磷量, 发现放磷量愈多, 吸磷量也愈多, 总磷的去除效果愈好^[236], 这和上面的关系式相吻合。可以看出, A²/O 工艺生物除磷过程的关键之一是厌氧池中磷的释放。

通过全面的基础研究、生产性试验和工程运行总结, 污水生物除磷技术在理论上和实践上都获得了重大突破。总的来说, 污水生物除磷技术经历了以下几个发展阶段:

(1) 20 世纪 60 年代, 以 Levin 和 Shapiro 等人^[216]为代表的研究人员对生物除磷的特性进行了研究, 对具有明显除磷能力的污水处理厂进行了观测和试验, 证明了除磷作用的生物学本质。

(2) 20 世纪 70 年代, 加强了从微生物学角度对生物除磷技术的研究, 第一次从除磷活性污泥中分离出纯微生物除磷细菌, 发现不动杆菌在其中起主要作用。这些微生物学方面的研究为现今生物除磷新陈代谢的种种假设提供了重要基础。

(3) 20 世纪 70 年代, 认识到好氧区之前设置厌氧接触区, 污泥进行厌氧/好氧交替循环的必要性, 从而开发了多种生物除磷工艺流程, 如 A/O 除磷工艺, 并开始工程化应用。

(4) 20 世纪七八十年代, 在试验研究和工程实践中认识到避免硝酸盐进入厌氧区的必要性, 开发了优化生物除磷性能的工艺技术和运行技术, 如 UCT 工艺。

(5) 20 世纪 80 年代, 简单低分子量(可快速生物降解)基质的作用及存在的必要性逐渐被重视, 许多研究者开始进行生物除磷生化模型的研究和开发, 引入了生物化学和生物力能学理论, 使污水生物除磷技术进入了量化模拟和优化阶段。

(6) 20 世纪 90 年代至今, 生物除磷技术取得了很大改进, 研究成果包括: 确定了在反硝化条件下可以进行生物吸磷; 除不动杆菌外, 还有许多细菌可以进行生物吸磷; 生物除磷静态与动态模型的研究与开发取得了长足的进步等。污水生物除磷技术在世界范围内

得到了广泛重视和应用。

1.1.3 同步脱氮除磷

由传统的生物脱氮和除磷机理可知,要达到同步脱氮除磷的目的,常规的生物脱氮除磷工艺应包括厌氧、缺氧、好氧三种状态。各工艺的出发点就是通过优化三种状态的组合方式和数量分布的时间变化,以及回流方式和回流位置等创造出更适合特定微生物生长的环境,以达到高效脱氮、除磷的目的^[237~240]。因此产生了 Bardenpho、A²/O、UCT 等可以实现同步脱氮除磷的工艺,并不断加以改进。

另外,近几年研究发现,一种反硝化聚磷菌(DPB, denitrifying phosphorus removing bacteria)能在缺氧条件下过量吸磷^[241~281]。DPB 的生物吸/放磷作用被荷兰 Delft 工业大学和日本东京大学研究人员合作研究确认,并命名“反硝化除磷”(denitrifying dephosphatation)。硝酸盐还原性和超量吸磷只是两种并不冲突的细菌的生化特性,某种细菌既可单独拥有其中一种生化特性,也可同时拥有这两种生化特性。因此,反硝化菌和聚磷菌之间并无严格区分,可相互交叉,其交叉点是反硝化聚磷菌 DPB。由细菌完成的生物脱氮与生物除磷是两个既相对独立又相互交叉的生理过程,其交叉点是同时拥有硝酸盐还原性和超量吸磷这两种生化特性的细菌(DPB)进行的反硝化吸磷脱氮生化反应。在该过程中 COD 和氧的消耗量均能得到相应节省。比较传统的专性好氧磷细菌去除工艺,反硝化除磷细菌能分别节省约 50%和 30%的 COD 与耗氧量,相应减少剩余污泥量 50%^[282]。因此,具有反硝化除磷细菌富集的处理系统^[283]可以被视为可持续处理工艺。

很多研究人员对反硝化除磷技术进行了研究^[284~294],有关在生物脱氮除磷工艺中发现缺氧吸磷现象的报道很多^[243,295~297],如:中国市政工程华北设计院在 A²/O 工艺的中试研究中观测到缺氧区出现反硝化吸磷脱氮现象;青岛建筑工程学院的张波和同济大学的高廷耀在常规 A²/O 工艺的试验中发现缺氧吸磷现象;荷兰 Delft 大学的 T. KUBA 等人在采用改良 UCT 工艺的污水处理厂的活性污泥中,发现了反硝化聚磷菌 DPB;挪威科学技术大学的 K. Ø STGAARD 等人对 UCT 污水处理厂进行研究,发现缺氧区除磷量占整个处理系统除磷量的 30%;刘洪波等人^[298]通过试验证实,纪庄子污水处理厂污泥中有反硝化聚磷菌的存在。

李捷等人^[299]以厌氧/好氧生化反应器中的聚磷菌为试验对象,研究了 3 种不同电子受体(O₂、NO₃⁻-N、NO₂⁻-N)对聚磷菌吸磷效果的影响。结果表明:传统的厌氧/好氧生化反应器中存在有反硝化聚磷菌,且随着 NO₃⁻-N 质量浓度的不同,反硝化聚磷速率和总量也不同,而低水平的 COD/TP 将有利于反硝化聚磷菌的生长;此外,NO₂⁻-N 也可参与聚磷菌缺氧吸磷反硝化的过程,但高质量浓度的 NO₂⁻-N 将会对聚磷菌产生抑制作用^[300]。试验证实,以氧为电子受体的聚磷速率和聚磷总量明显高于 NO₃⁻-N 和 NO₂⁻-N,但是,后二者的能耗、污泥产生量低于前者。Hu Zhirong, Ekama, JIANG Yifeng 等人也得出结论^[246,301~303],认为缺氧状态下磷摄取量明显比好氧状态下磷摄取量低,也就是说,聚磷菌