



北排污泥厌氧消化的 实践与发展

刘 伟 岩

2014. 5. 17上海



北排污泥厌氧消化的发展历程



污泥厌氧消化的运行实践与思考



北排污泥厌氧消化系统的新发展



经历的发展阶段

■ 长时间的中试研究 → 大型处理厂运行 →

运行模式复制与扩展



中试研究

- 始于1981年北京市市政工程管理处污研所中试厂（高碑店厂前身）。
- 试验时间1981—1989年。
- 试验内容：中温消化、高温消化。
- 国外污水处理厂的学习。

北排厌氧消化的发展历程



中试研究



工艺小型试验。在试验取得成果的基础上，市政府决定在二级处理厂未上之前先按照大型处理的工艺流程，建设一座小型中间试验厂，进行生产性试验。中间试验厂由市政设计院设计，市第二市政工程公司施工，北京市有机化工厂、市第五市政工程公司、市政机械公司、市市政工程管理处污研所参加了机械设备，电器仪表安装。工程于1977年开工，1979年竣工，1980年开始进行生产性试验。10年来取得了有效成果，直到1990年，高碑店二级污水处理厂开工，仍在进行试验工作。

中间试验厂主要构筑物的建设和工艺设备情况：

曝气沉砂池1座。池长13.7米，宽2米，平均水深2.2米，池底倾角45度。池内设有曝气装置的螺旋输砂机，采用多孔管进行布气，采用纵向导流板控制流态。沉砂粒径为0.25—0.35毫米，沉砂后采用螺旋推进器输送到集砂槽内，由排砂泵送至无害化池中，消毒后再送至晒砂场。

初沉池2座。池长15米，宽3米。其中一座采用多斗静压排泥方式，另一座为使用刮泥机的斜板平流沉淀池。多斗沉淀池水平流速1.39毫米每秒，流量90立方米每小时。斜板沉淀池流速3.2毫米每秒，流量214立方米每小时。

普通曝气池及配套使用的鼓风机房、二次沉淀池各一座。曝气池长11.39米，宽3米，水深3米。采用多孔管布气，孔径5毫米。每立方米污水供气量为19立方米，曝气时间8小时。曝气由鼓风机房的2台D22罗茨鼓风机供送空气。配套二沉池长3.6米，宽2.5米。

纯氧曝气池配套二沉池各一座。曝气池长16米，宽4米。每日用气量200立方米，曝气时间2小时。氧气由氧气厂运送的液氧罐供应，现场安装QQO—5000—300/16液氧气化设备一套。配套二沉池为方形，边长为4.9米。

污泥消化池二座。池径为5米，高6米，容积约100立方米。两池分别装有水力提升搅拌机和螺旋搅拌机，消化工艺分别为中温（33—35℃）和高温（53—55℃）。高温消化设无害化池一座，使污泥在高温下持续4小时进行杀菌消毒。池内装有沼气搅拌设备，为容纳消化产生的沼气，安装了双层水封式沼气柜一座，容积为100立方米。

新鲜污泥和熟污泥贮池各一座。新鲜回流污泥用2.5PW泵提升。熟污泥脱水安装了高速离心机和真空过滤机各一台，还设有一台混凝剂投配装置。

中试厂其他附属设施还建有105平方米试验厅一座，配备有高架水箱和地下贮水池；1600平方米化验楼一座，包括研究室，化验室，自动控制室，集中安装了气、水、泥的自动调节，分析记录，程序控制等自动化仪表；建有锅炉房一座，安装2吨卧式热水锅炉和1.5吨蒸汽锅炉各一台。



大型污水处理厂运行

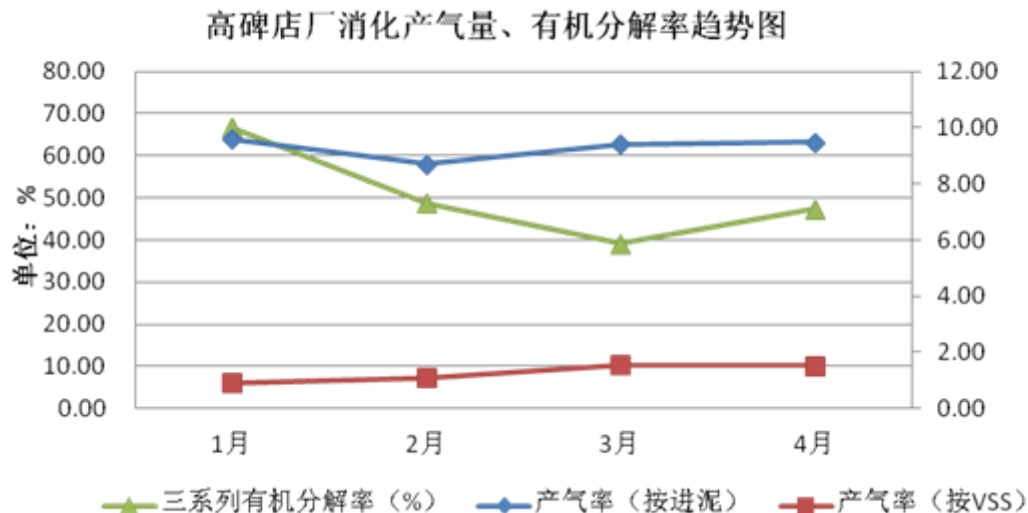
- 高碑店污水处理厂一期污泥厌氧消化系统于1998年建成投入运行，二期于2002年投入运行。
- 两级中温消化。
- 沼气发电和沼气锅炉，累计发电量超过一亿kw. h，并产生蒸汽用于消化池加热和厂区冬季供暖。
- 有机分解率40-50%。





大型污水处理厂运行

- 经过多年实践，高碑店厂形成了一套完整的试运行、检修、重新投入、沼气净化和发电的运行技术体系。





大型污水处理厂运行

- 同时，开展了一系列研究工作。
 - 不同搅拌方式的搅拌性能的研究
 - 高温厌氧消化研究
 - 不同热交换方式的运行效能研究
 - 不同脱硫工艺的性能研究及开发

... ..

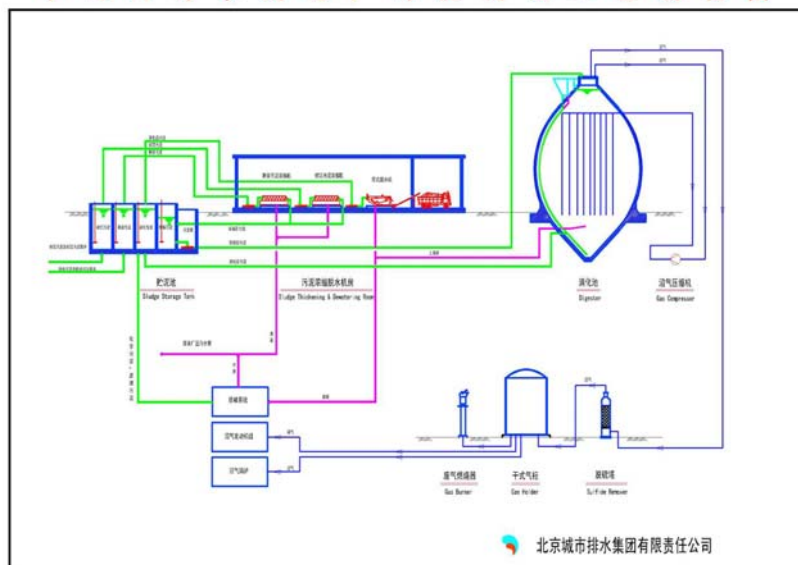


运行模式的复制与扩展

- 2007年，小红门厂污泥厌氧消化系统投入运行。
- 采用卵形消化池。
- 一级中温。
- 单池容积12300m³。

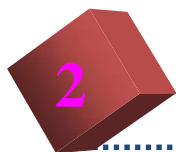


小红门污水处理厂污泥处理工艺流程图





北排污泥厌氧消化的发展历程



污泥厌氧消化的运行实践与思考



北排污泥厌氧消化系统的新发展



一个经济思考

■ 关于厌氧消化的投入与收益

		费用名称	日费用	年度费用（万元）	总费用（万元）	备注
投入	工程投资				14000-17000	柱形消化池
	投入成本	财务费用		960	2060	
		折旧		620		
	运行成本	电费、药剂费		60		
		热力费		70		
		维修大修费		150		
		人工成本		200		
收益	沼气发电	20000立方米/日				2263
		4万kw.h/日	3.2	1168	电单价以0.8元/Kw.h计	
	干物质减少产生收益	20吨/日				
		运输处置费用	2.5	912.5	以250元/吨80%含水率计	
		脱水药剂	0.25	91.25	絮凝剂以25000元/吨计	
		脱水电费	0.25	91.25		

注：以500吨/日80%泥量核算



三个选型问题

- 不同沼气脱硫方式
 - 干式脱硫
 - 湿式脱硫
 - 水处理系统投加铁盐除磷
 - 污泥进入消化池之前投加铁盐
 - 生物脱硫





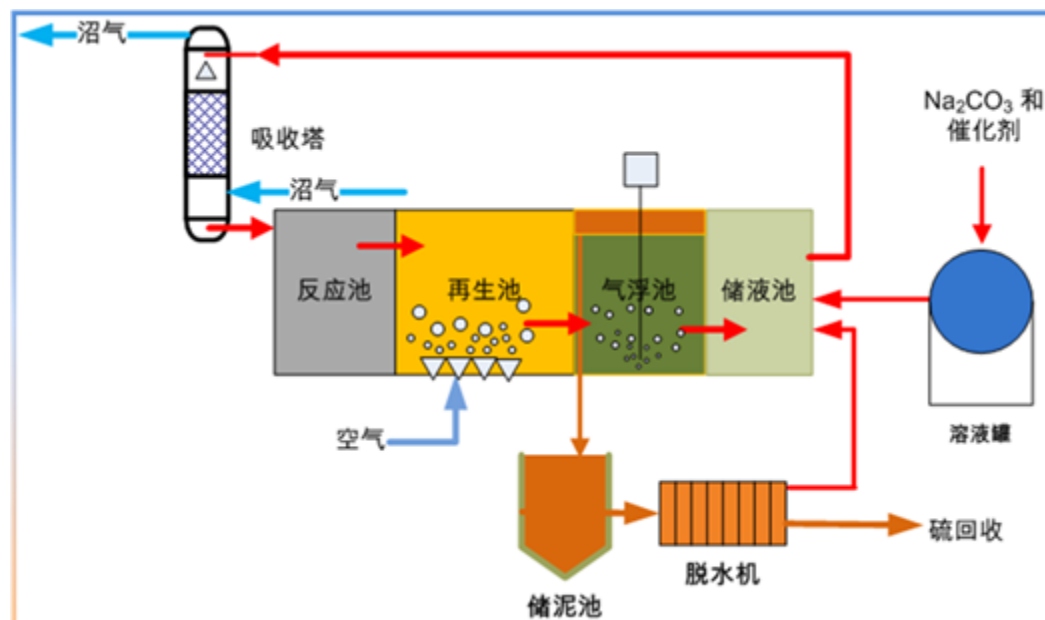
三个选型问题——沼气脱硫

- 综合效能：水区铁盐除磷
- 成本：
 - 干式脱硫：0.2-0.3元/立方米
 - 化学催化碱式脱硫：0.1元/立方米
- 适用范围
 - 干式脱硫适合于低 H₂S 浓度（<2000mg/m³），湿式适于高H₂S浓度。



三个选型问题—沼气脱硫

- 高碑店厂在国内首次运行自主设计开发的低耗高效湿式催化氧化脱硫工艺。





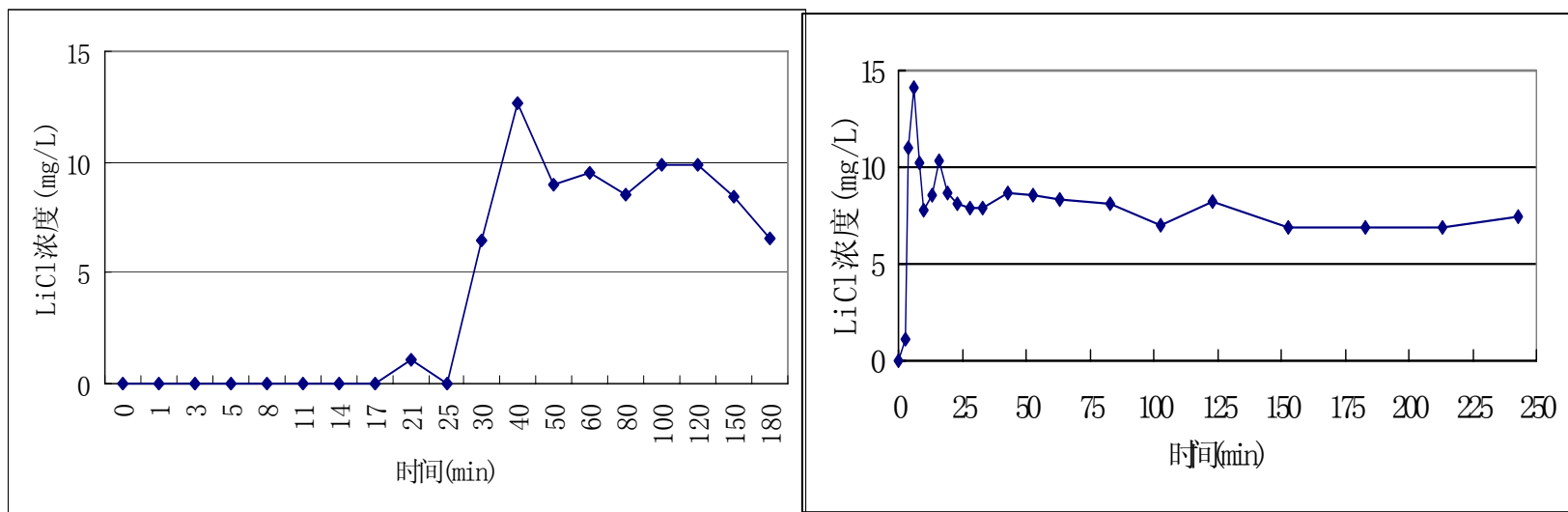
三个选型问题

- 卵形消化池与柱形消化池
- 投资、搅拌效能
- 砂的影响
 - 高扬程对泵的磨损非常大（螺杆泵/凸轮转子泵）
 - 卵形消化池更易积砂
- 生物泡沫



三个选型问题

- 沼气搅拌与机械搅拌
 - 沼气搅拌效果与气量的关系
 - 搅拌的成本
 - 不同搅拌方式对浮渣的影响



不同搅拌方式的LiCl示踪试验



三个运行关键

- 完善的技术体系（方案、程序、预案）
- 固化操作（排砂、排硫泥、设备设施维护等）
- 不断改进、创新



北排污泥厌氧消化的发展历程



污泥厌氧消化的运行实践与思考



北排污泥厌氧消化系统的新发展

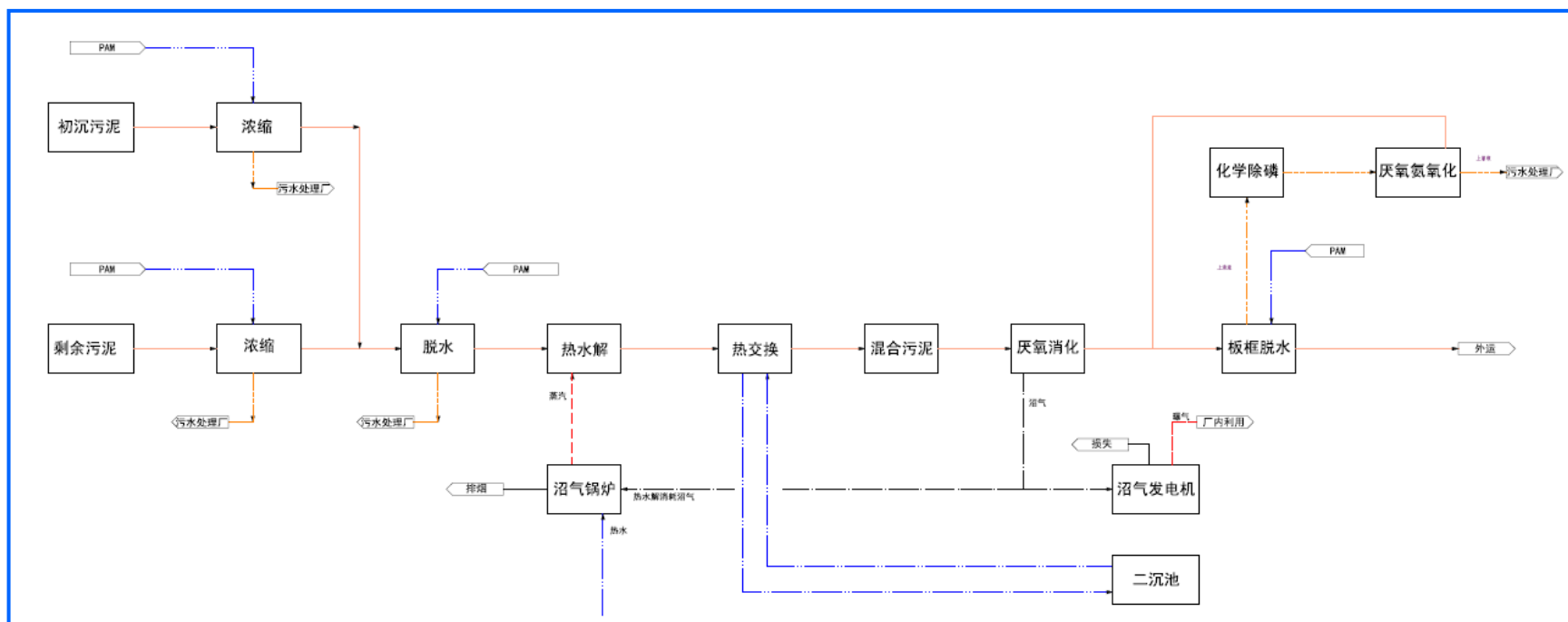
北排污泥厌氧消化的新发展



1、现有厌氧消化系统的升级改造

- 以热水解作为预处理的高级厌氧消化

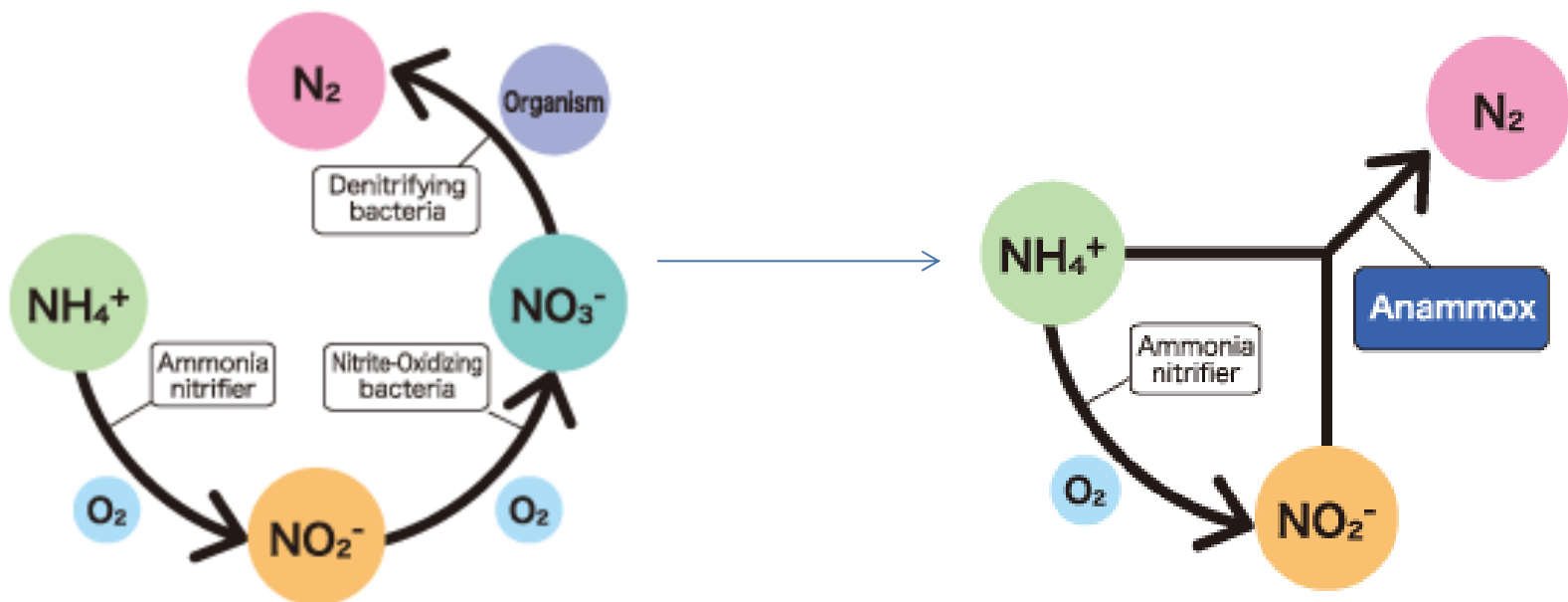
2、清河第二（50万m³/日）和槐房（60万m³/日）大型厌氧消化系统的建设



北排污泥厌氧消化的新发展



高级厌氧消化配套工程——厌氧氨氧化去除高浓度氨氮



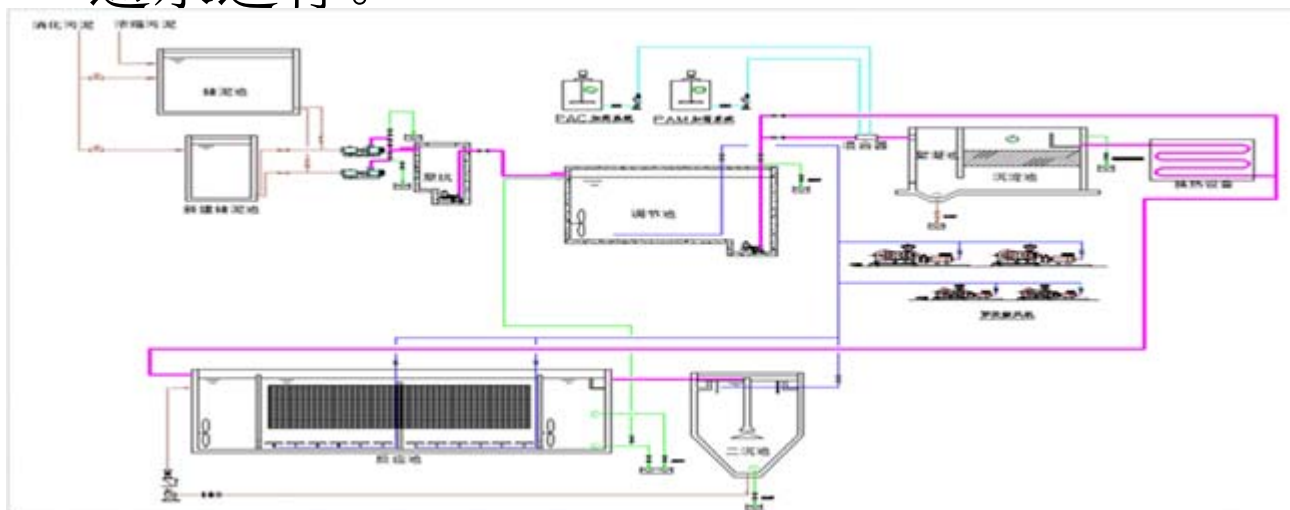
北排污泥厌氧消化的新发展



高级厌氧消化配套工程——厌氧氨氧化

■ 示范工程

采用北排自主研发的厌氧氨氧化专利技术，处理规模500立方米/日，相当于10万m³/日污水厂的消化污泥脱水滤液，2013年6月30日通水运行。





■ 厌氧氨氧化示范工程运行情况

处理水量：**550>500m³/d**

设计指标	SCOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
进水	450/277	550/479	600/527	10/14.6	5000/409
出水	300/164	40/30.6	100/82.8	2/2.65	30/19.8
去除率 (%)	33.3/40.8	92.7/93.6	83.3/84.3	80/82	99/95



厌氧氨氧化菌种增殖情况



请批评指正，谢谢！

