

自养生物脱氮技术原理及应用

武汉水之国环保科技有限公司

用微小改变世界 用行动美丽中国

汇报人：周闯 | 职位：线下销售部总监

CONTENTS

目录

01

水之国公司
及产品简介

02

自养硝化除氨

03

硫自养反硝化
脱氮

04

硫自养生物脱氮技术
在工程上的应用

01

水之国**公司及产品简介**

用微小改变世界 做中国最强最专业的
环境微生物制剂供应商及服务商

CHANGE THE WORLD WITH SMALL **用行动美丽中国**

企业介绍

研发背景

- 源于华中农业大学农业微生物学国家重点实验室
- 继承优良研发基因、打造专业自主研发团队！
- 坐落于国家自主创新示范区“中国光谷”
- 专攻污水氨氮、总氮问题，为该领域国内领先公司！
- 环境友好型菌种，提供安全性评估报告

中国唯一专注环境微生物方向的国家重点实验室



水之国 污水处理菌种除氨氮脱总氮专家





技术顾问 陈雯莉教授
华中农业大学生命科学
技术学院
高难度废水降解专家



技术顾问 丘昌强研究员
中国科学院水生生物研究所
部级劳模 享受国务院特殊
津贴
直接参与34项国家级和省级
科研项目，其中国家级项目
16项



首席技术顾问 梁运祥教授
华中农业大学生命科学技
术学院博士生导师
曾任农业部微生物农药国家
工程研究中心主任
武汉市第二批城市合伙人
安琪酵母独立董事



水之国环保 吴定心博士
武汉水之国环保科技有限公司
创始人兼董事长
华中农业大学 微生物学博士



高级工程师 郑金水教授
华中农业大学生命科学
技术学院
生物信息学专家



技术顾问 涂然副研究员
中国科学院天津工业生物技术
研究所

三大竞争优势

技术优势

- 全国四个微生物领域国家级重点实验室之一
- 1200m²自有研发中心实验室
- 多个高校院所紧密合作

华中农业大学

中科院水生生物研究所

中科院天津工业生物技术研究所等

武汉工程大学

- 25项 申请专利
- 10项 发明专利
- 5项 行业标准编制



服务优势



专业化技术服务团队
30余人高学历



供应链优势

2个
生产基地

鄂州菌剂工厂

湖北碳体产线

10,000吨

年菌剂及碳源产量



荣誉资质及知识产权



- 荣获高新技术企业、省专精特新企业、市上市银种子企业、3551人才企业、光谷瞪羚企业等称号；
- 获得ISO 9001、ISO 14001、ISO 45001、知识产权管理体系、AAA级信用企业等认证；
- 2017年入选广东省水污染防治技术指导目录技术依托单位；
- 2019年水之国微生物强化技术MBT技术入选《2019年武汉市水污染防治先进适用技术指导目录》；



- 累计申请专利25项；
- 累计参与5项行业标准编制工作
 - ① 水处理用硝化菌剂 性能评价方法
 - ② 水处理用生物药剂 硝化菌剂
 - ③ 水处理用生物药剂 反硝化菌剂
 - ④ 废（污）水处理用 复合碳源
 - ⑤ 水处理用生物药剂 脱硫菌剂



- 均可提供农村农业部微生物检验报告
- 环境友好型菌种，提供安全性评估报告



鄂州工厂及中试实验室



武汉办公基地/研发基地

水之国研发基地 和实验室一角



实验基地装置



具有完备的实验小试模型体系，可验证各类废水可降解性极其毒性

企业典型客户



天马微电子股份有限公司



首创水务



北控水务集团有限公司



中国烟草总公司



湖北兴发化工集团股份有限公司



中国石油化工股份有限公司



中国石油天然气集团有限公司



远大医药 (中国) 有限公司



药明康德新药开发有限公司



成都云图控股股份有限公司



奎屯锦疆化工有限公司



广西扬翔股份有限公司



北京碧水源科技股份有限公司



楚源高新科技集团股份有限公司



广东粤海水务股份有限公司

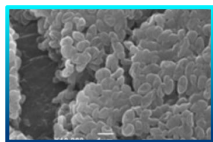
02

自养硝化除氨



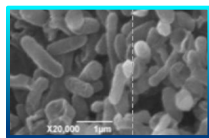
常规生物除氨脱氮

自养硝化细菌
Autotrophic Nitrifying Bacteria



氨氧化细菌

Ammonia-oxidizing Bacteria



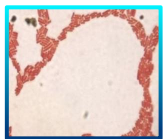
亚硝酸氧化细菌

Nitrite-oxidizing Bacteria



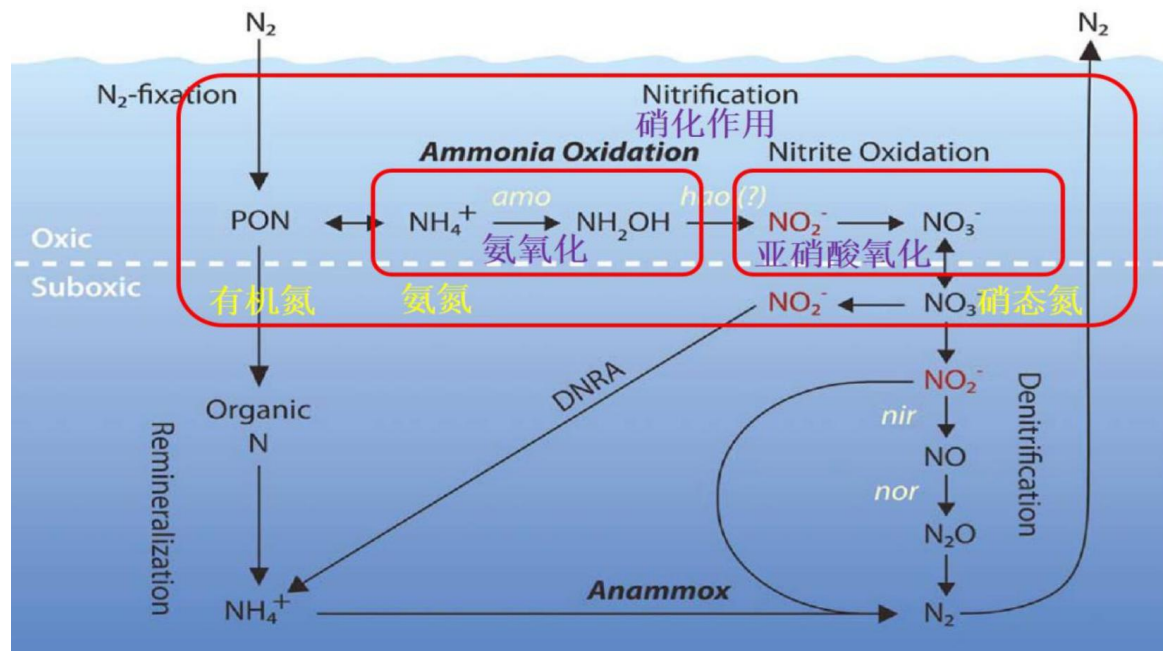
反硝化细菌

Denitrifying Bacteria



N以气体形式
从水中溢出

除氨脱氮生物原理图示



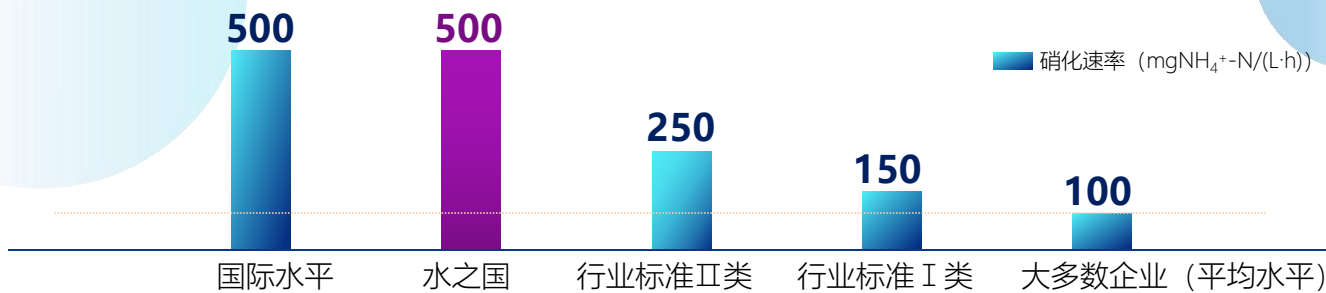


王牌产品

自养硝化细菌

BioPower100

硝化细菌产品行业水平现状



发明专利证书

ZL 201510762537.6

细菌复合菌剂生产方法和应用

政府认定

BioPower100 产品入选

《2019年度武汉市创新产品目录》

行业标准参编单位

全国化标委HG/T 5784-2020行业标准第一参编单位，自养硝化细菌产品硝化速率远超行业平均水平

自养微生物高密度发酵技术

自有1000吨级发酵产线，国内首家拥有自养微生物高密度连续发酵技术

多权威认证



自养硝化细菌系列



BioPower100 自养硝化细菌

硝化速率 $\geq 600\text{mgNH}_4^+-\text{N}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$



BioPower101 低温硝化细菌

硝化速率 $\geq 200\text{mgNH}_4^+-\text{N}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$

产品特点

- 硝化细菌产品能效符合并大于行业标准
- 24小时起效，3~7天达标
- 耐受苯胺、氯仿、苯系物、萘系物、铜离子等常见污染物
- 2020-2023年中石化水处理框架供应产品
- 硝化细菌行标参编单位

适用范围

- 8~42°C
- 3000 mg/L以内的氨氮浓度
- 20000 mg/L以内的盐浓度

速度快 抗性强 耐低温最低可至8°C

BioPower 101 低温硝化菌

华中农业大学农业微生物
资源发掘与利用全国重点实验室

主要成分

亚硝化单胞菌、硝化杆菌、微载体、保护剂等

产品性状

棕褐色液体，久置有棕褐色沉淀；10°C硝化速率大于
 $200\text{mgNH}_4^{+}\text{-N} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

适用范围

适用于石化废水、制药废水、垃圾渗滤液、印染废水、电子
废水、食品废水、畜禽养殖及屠宰废水、市政废水及各类化
工废水等各类高氨氮废水

使用参数

溶解氧：2~5mg/L；温度：8~15°C；pH：6.5~8.5；盐度：≤20000
mg/L；污泥龄（SRT）：15°C时，一般SRT≥20d

产品功效

1~3d起效，5~10d达标排放

快速降解水体中的氨氮和亚硝酸盐，促进污水硝化菌群的快速建立，1~3d内起效，一般5~10d实现达标排放；

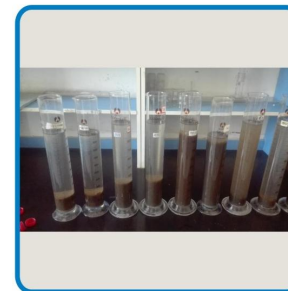
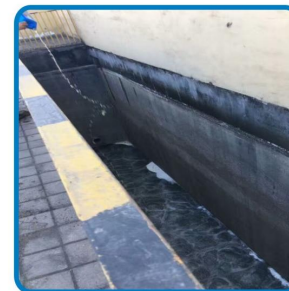
低温条件下提升硝化速率

能在低温条件下快速提升生化系统硝化速率，恢复系统硝化能力，并提高活性污泥系统在冬天的抗冲击能力。



新疆某合成氨煤化工公司污水处理项目

- 项目名称：新疆奎屯锦疆化工有限公司污水处理项目
- 项目时间：2017年08月
- 污水类型：煤化工废水
- 设计处理量：3000m³/d
- 项目问题：生化系统氨氮及COD降解效率差
- 工艺流程：调节池+气浮池+A/O+MBR+回用生物滤池

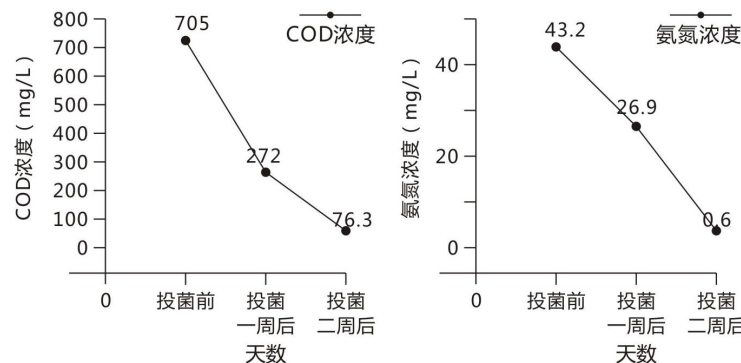


项目实施：

使用产品:BioPower300好氧强化菌、BioPower100自养硝化菌、BioPower110复合脱氮菌

目的:降解水中COD、氨氮，使出水COD达到100mg/L以下、出水氨氮达到15mg/L以下

出水口COD、氨氮变化趋势 (单位 : mg/L)



出水口COD降解率达89.2%

出水口氨氮降解率达98.6%

	NH ₄ -N (mg/L)	COD (mg/L)	TP
出水口	0.6	76	/
达标要求	15	100	/

产品应用效果



投菌后脱氮池和硝化池活性污泥性状



投菌后脱氮池产生大量的气泡

03



硫自养反硝化脱氮

国家战略层面 (减碳)

环保行业发展层面 (高效低成本)



2020年度国家技术发明奖二等奖

2023年度国家鼓励发展的重大环保技术装备

2020年度国家技术发明奖获奖项目目录（通用项目）
日期：2021年11月03日 10:00 来源：科技部

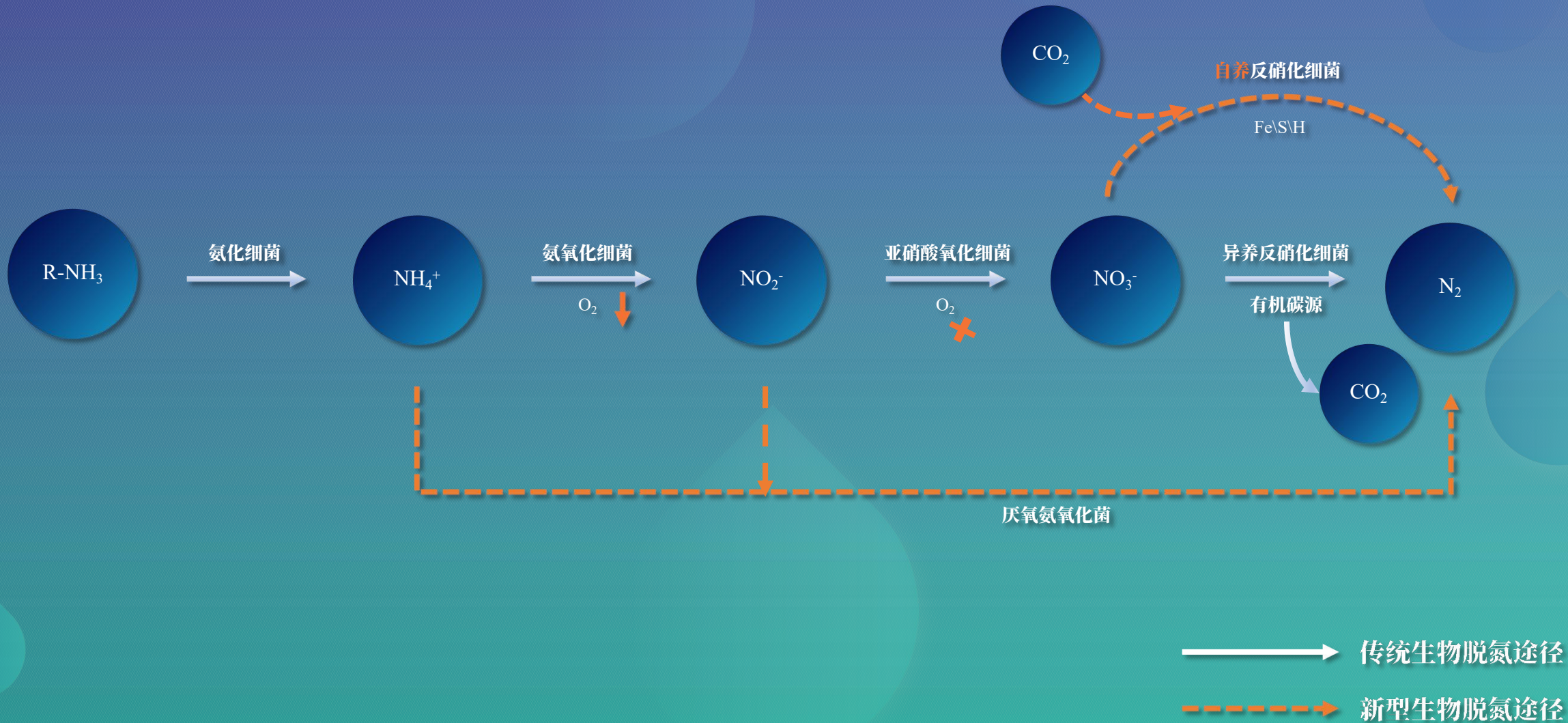
二 等 奖

序号	编 号	项 目 名 称	主 要 完 成 人	提 名 者
11	F-304-2-01	污水深度生物脱氮技术及应用	王俊杰（哈尔滨工业大学）	任南琪
			彭永臻（北京工业大学）	胡春宏
			程浩毅（中国科学院生态环境研究中心）	李术才
			梁 斌（中国科学院生态环境研究中心）	
			邵 凯（中持水务股份有限公司）	
11	F-304-2-02	强化废水生化处理的电子调控技术与应用	侯 锋（信开水环境投资有限公司）	
			全 雯（大连理工大学）	教育部
			张耀斌（大连理工大学）	
			周集体（大连理工大学）	
			陈 硕（大连理工大学）	
12	F-305-2-01	包装食品杀菌与灌装高性能装备关键技术及应用	权伍哲（大连宇都环境技术材料有限公司）	
			金若菲（大连理工大学）	
			刘东红（浙江大学）	中国轻工业联合会
			史 正（杭州中亚机械股份有限公司）	
			丁 甜（浙江大学）	
			叶兴乾（浙江大学）	
			姜 伟（山东鼎泰盛食品工业装备股份有限公司）	
			国建伟（浙江大学宁波理工学院）	

国家鼓励发展的重大环保技术装备目录（2023年版）
中华人民共和国工业和信息化部 生态环境部公告2023年第33号

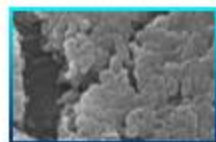
序号	技术装备名称	关键技术及主要技术指标	适用范围
97	立体结构生物转盘一体化装备	技术指标： 生物转盘的表面有机负荷： $0.005\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 0.040\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；回流比： $100\% \sim 300\%$ ；噪音 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$ ；吨水能耗 $\leq 0.1\text{kW}\cdot\text{h}$ ；使用寿命 $\geq 30\text{a}$ 。	村镇生活污水等分散式处理
98	硫自养反硝化脱氮装备	技术指标： 脱氮载体粒径： $3\text{mm} \sim 6\text{mm}$ ；堆积密度 $1.10\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.20\text{g}/\text{cm}^3$ ；脱氮负荷： $0.45\text{kgN}/\text{m}^3\text{d} \sim 0.80\text{kgN}/\text{m}^3\text{d}$ ；停留时间： $30\text{min} \sim 50\text{min}$ ；滤速： $3\text{m}/\text{h} \sim 6\text{m}/\text{h}$ ；进污水质：溶解氧： $1\text{mg}/\text{L} \sim 4\text{mg}/\text{L}$ ；温度 $\geq 13.5^\circ\text{C}$ ； $\text{SS} \leq 20\text{mg}/\text{L}$ ；出水水质：硝态氮去除量 $\geq 10\text{mg}/\text{L}$ 。	市政污水、工业废水、河道污水处理

新型生物脱氮途径相比于传统生物脱氮途径更加高效、更加节能、碳排放量更低



自养硝化细菌

Autotrophic Nitrifying Bacteria



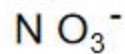
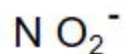
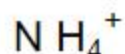
氨氧化细菌

Ammonia-oxidizing Bacteria



亚硝酸氧化细菌

Nitrite-oxidizing Bacteria

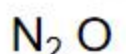
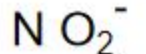
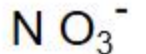


反硝化细菌

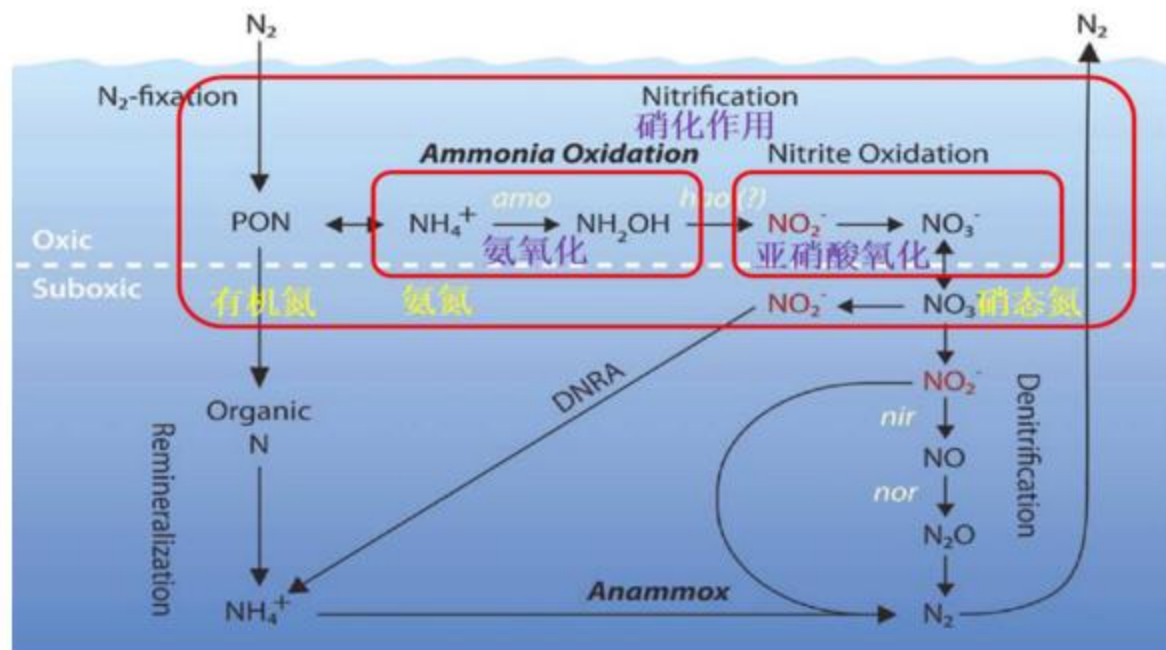
Denitrifying Bacteria



N以气体形式
从水中溢出



除氨脱氮生物原理图示



技术原理

硫自养脱氮技术原理：在缺氧或厌氧条件下，某些光能营养型、无机化能营养型的硫氧化细菌，可利用还原态硫（ S^{2-} ， S^0 ， SO_3^{2-} ， $S_4O_6^{2-}$ ， $S_2O_3^{2-}$ 等）作为电子供体，以 NO_3^- -N为电子受体，同时通过氧化还原态硫获取能量，将 NO_3^- -N还原为氮气的过程。

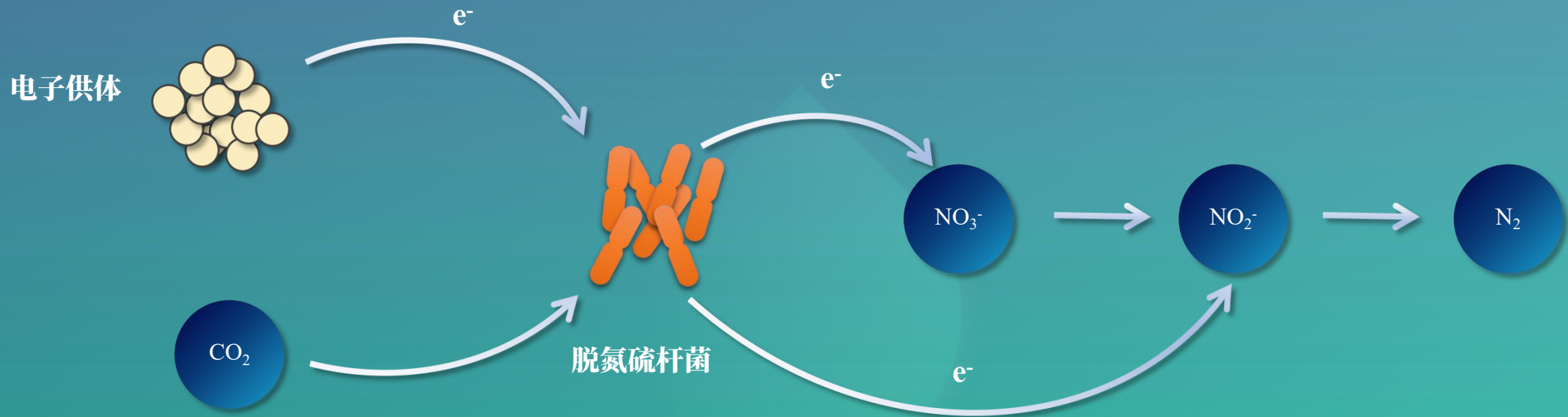
单质硫作为电子供体：



硫代硫酸钠作为电子供体：



硫化氢作为电子供体：

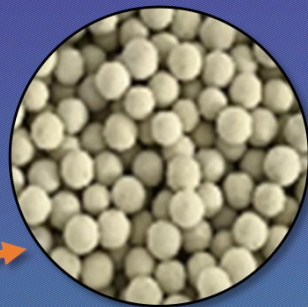




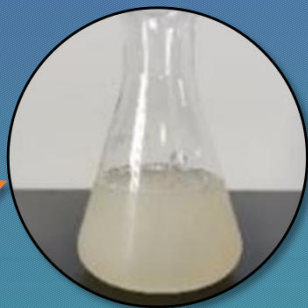
自养脱氮VS异养脱氮



序号	名称	传统异养脱氮技术	水之国高效自养脱氮技术
1	应用环节	二级生化池、反硝化滤池	反硝化滤池、人工湿地
2	电子供体	各类碳源	硫基脱氮载体
3	碱度	产生碱度	消耗碱度
4	运行成本	高	低、节省30%~50%
5	反冲洗周期	1-2天	5-10天
6	运行操作	碳源投加受水质波动影响，操作频繁	操作简单、无需专人值守
7	COD _{Cr} 穿透风险	有风险	无风险
8	出水水质	可接轨“准IV类”标准	极限脱氮，可达地表水III类标准
9	产泥量	产泥量高	产泥量极低
10	碳减排	负效应（排放CO ₂ ）	正效应（吸收CO ₂ ）



Bio-SAD 自养脱氮载体



BioPower116 自养反硝化菌剂



Bio-Reactor 高效自养脱氮一体化设备

功能1: 提供反硝化所需电子供体

功能2: 截留进水中悬浮物

功能3: 具备pH缓冲功能, 无需额外补充碱度

功能4: 提供自养脱氮微生物生长所需微量元素

功能5: 辅助除磷功能

米白色球形颗粒

颜色

3~6 mm

粒径

1.1~1.2 g/cm³

堆积密度

≥0.5 m²/g

比表面积

≤8.0%

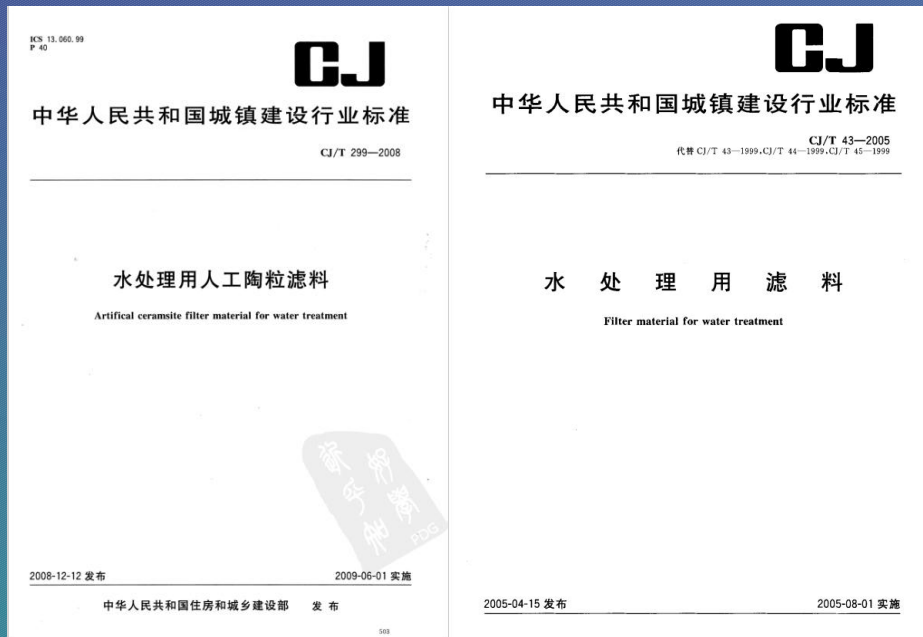
磨损率

1.5~15 kgS/(m³·d)

缓释速率



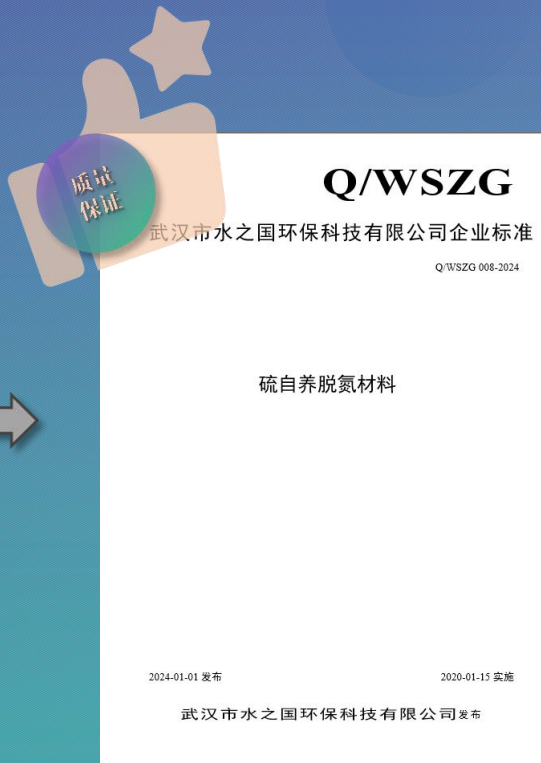
市面上自养脱氮滤材种类很多，但是并没有统一的标准，到底该如何挑选？



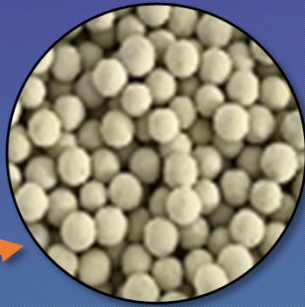
参考《水処理用滤料》行业标准



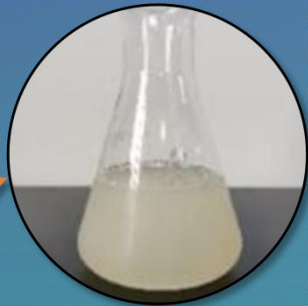
提炼真正影响载体脱氮性能的参数进行测试



建立企业内部的质检规则保证产品质量



Bio-SAD 自养脱氮载体



BioPower116 自养反硝化菌剂



Bio-Reactor 高效自养脱氮一体化设备

节省
成本



高效

抗逆
性强

性状

乳白色液体，久置有菌体沉淀

组成

脱氮硫杆菌、硫单胞菌、协同菌群、保护剂等

性能

反硝化速率 $\geq 200\text{mgN}/(\text{L}\cdot\text{h})$

产品功效

快速建立系统中自养反硝化菌群，提升系统的总氮去除能力与抗冲击能力。最低可将TN降低至 1mg/L 以下，实现极限脱氮。

使用方法

系统启动时：按照载体体积的 $1\text{‰}\sim 5\text{‰}$ 的量进行投加
日常运行时：按照载体体积的 1‰ 的量进行投加

保质期

3个月



菌剂的性能如何评价？为什么有些菌剂的速率很高，但是实际的应用效果却不好

速率

速率代表了菌剂的去除污染物的效率，它表示单位时间内单位体积的菌剂产品能去除的污染物量。速率越高，代表了其处理效率越高，菌剂的活性更高。

抗逆性

除了速率外，抗逆性也是评价菌剂产品的质量因素之一。对于工业废水来水，组成复杂，往往含有各自有毒污染物，以及一些极端的环境，比如高盐、低温、高温等等，所以菌剂能否在这些恶劣环境下仍然能发挥作用就显得尤为重要。



丰富的取样点



高通量筛菌



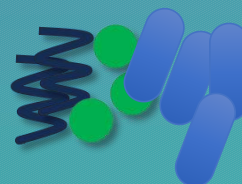
活性和抗逆性高的菌株



脱氮硫杆菌



硫单胞菌



协同菌群

筛选高活性和高抗逆性的菌剂作为生产菌株

增加菌剂中微生物的种类来提高抗逆性



不同地区和不同废水类型的水样



不同的富集培养策略



获得目标菌株

菌株特点

化能
自养

利用无机物作为电子供体进行脱氮，无需投加碳源，减少碳排放；

极限
脱氮

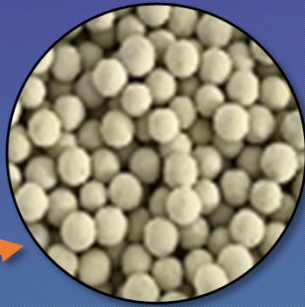
对底物亲和性高，出水总氮可低至1mg/L以下

抗逆
性强

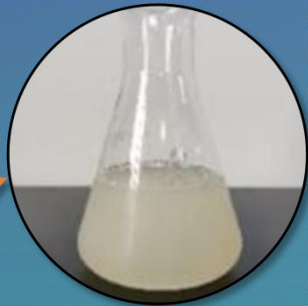
对盐度、重金属、有毒化合物有很高的耐受能力

生长
速率低

反冲洗频次和污泥产量变少，节省了污泥处置费和反冲洗能耗。



Bio-SAD 自养脱氮载体



BioPower116 自养反硝化菌剂



Bio-Reactor 高效自养脱氮一体化设备

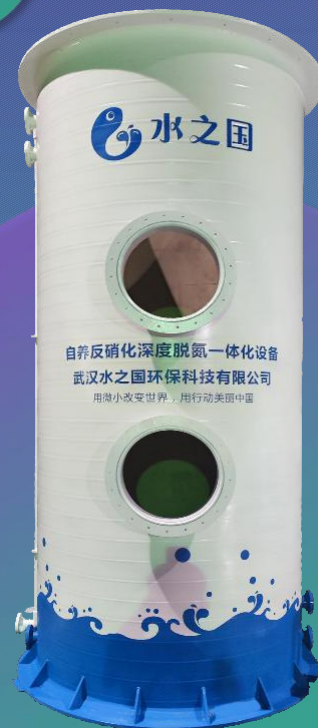
自动
控制

水力学
模拟

节能

防腐

运行
稳定



设备名称

高效自养反硝化脱氮一体化设备

设备构成

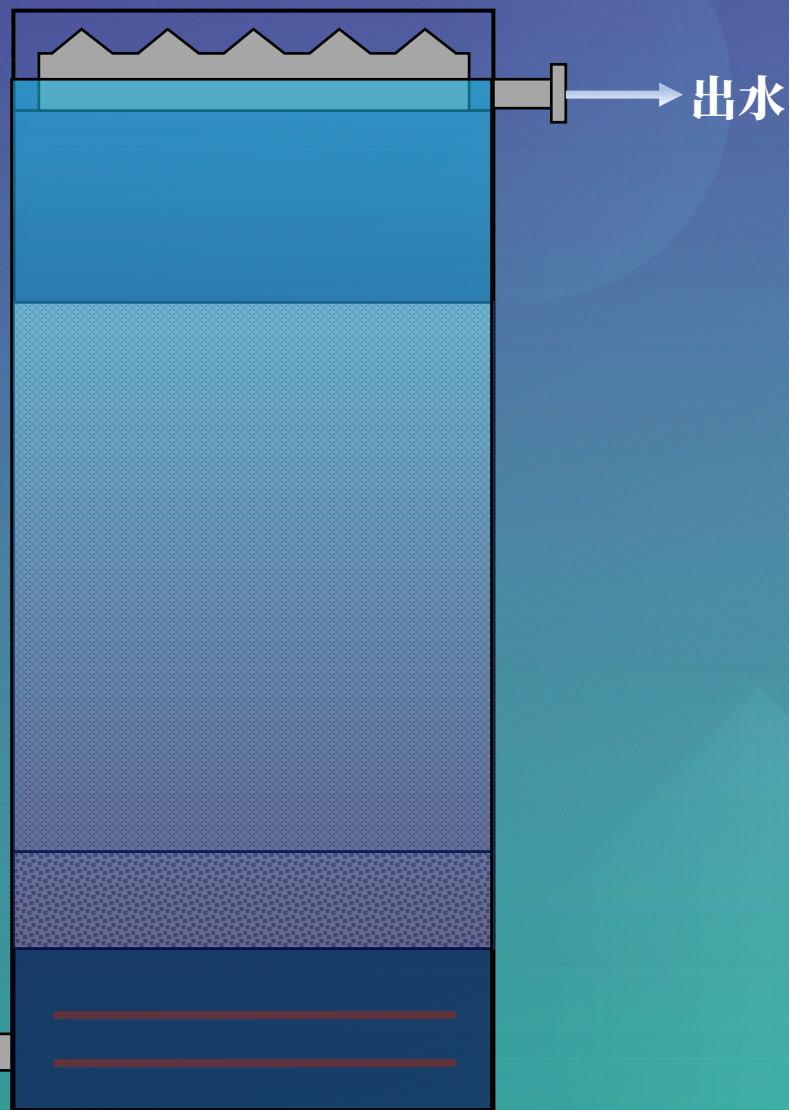
设备整体由布水布气区、垫层区、脱氮载体区、稳水区等4个功能区组成，并配套布水布气系统、反冲洗系统、在线检测及自控装置；标准款尺寸为 $\text{O} \times \text{H} = 3 \times 8\text{m}$ ，材质为碳钢防腐，也可根据客户需求进行非标定制

设备功效

- 1、**极限脱氮。**对低浓度硝态氮亲和力更高，出水总氮浓度最低可降至 1mg/L
- 2、**替代碳源。**无需利用有机物作为电子供体脱氮，相较于传统脱氮可节省30%~50%的脱氮成本
- 3、**污泥产量低。**自养微生物增殖慢，污泥产量可减少70%~90%
- 4、**同步脱氮除磷。**去除硝态氮的同时可同步去除约30%磷含量

使用方法

标准设备容积为 6m^3 ，连接生化系统出水即可；单罐体脱氮负荷 $0.3\text{-}3\text{kgN/m}^3/\text{d}$ ；



超高

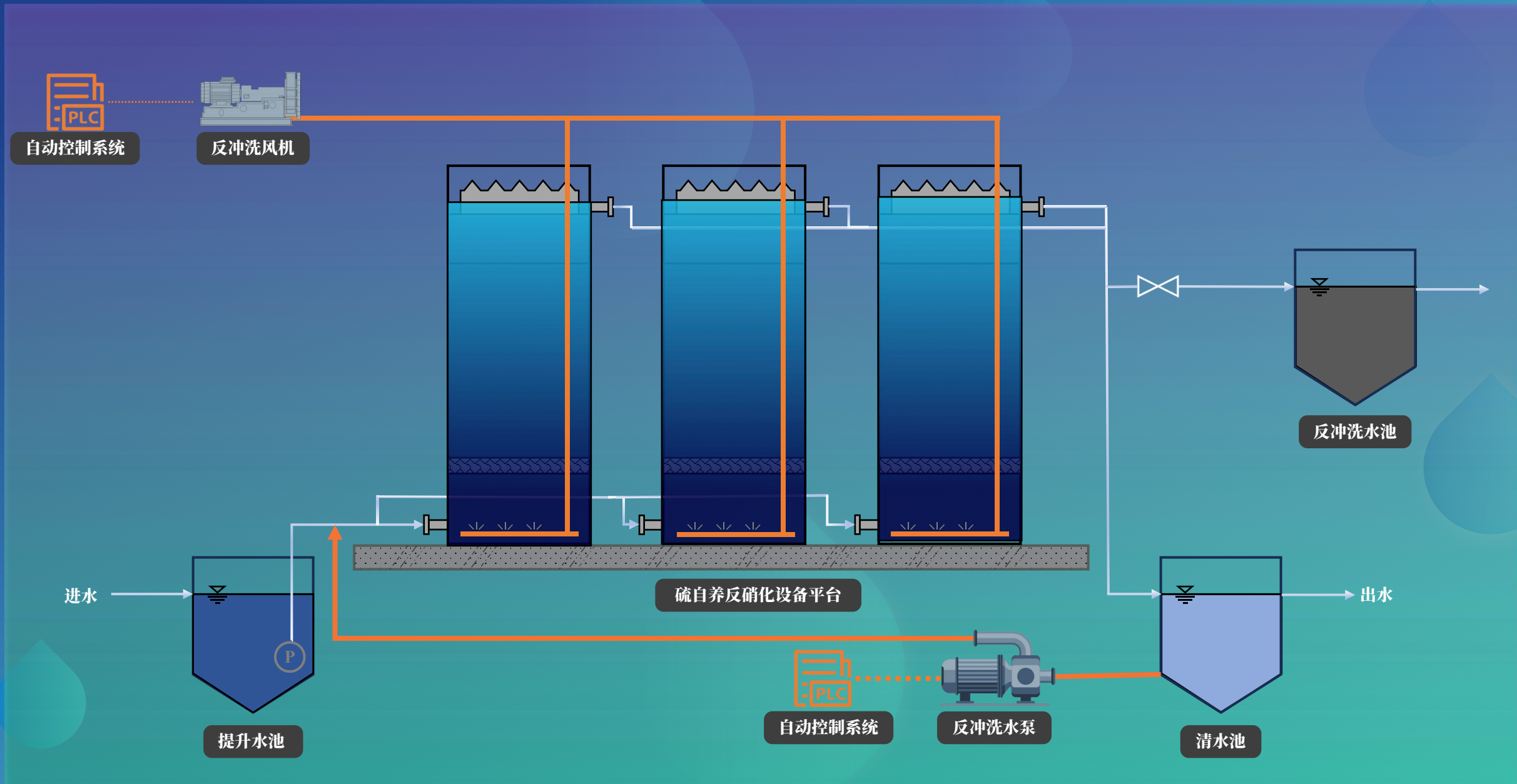
稳水区

脱氮载体区

卵石垫层

布水布气区

硫自养脱氮工艺流程



应用形式

反硝化生物滤池

反硝化深床滤池

V型滤池

人工湿地

应用场景

市政领域

市政污水
农村污水

工业领域

垃圾渗滤液
精细化工
医药废水
餐厨废水
光伏废水
膜生产废水
电镀废水
工业园区废水

水生态领域

人工湿地
水库
河道
湖泊

04



硫自养脱氮技术在工程上的应用

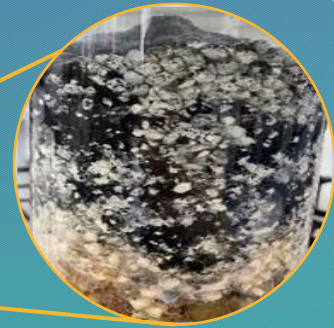
用微小改变世界 做中国最强最专业的
环境微生物制剂供应商及服务商
CHANGE THE WORLD WITH SMALL **用行动美丽中国**

污泥接种启动VS菌剂接种启动

加菌组



加泥组

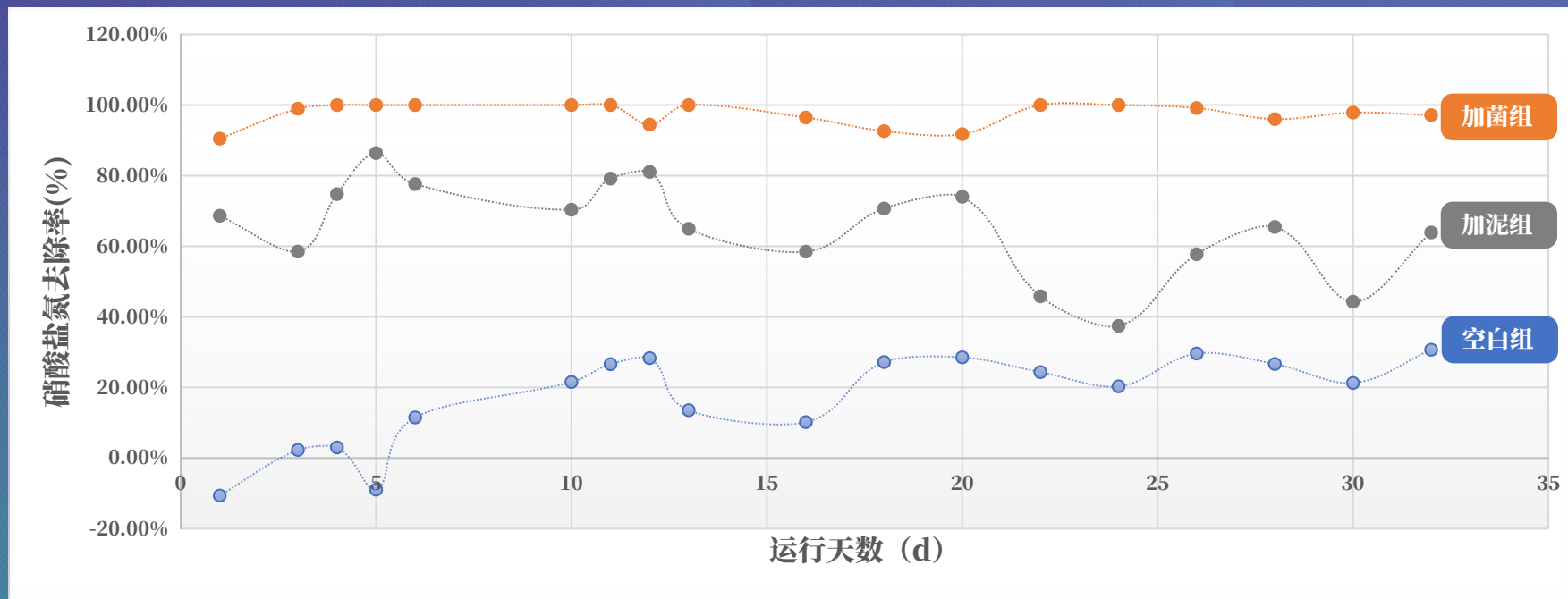


1、污泥发黑

2、产生硫化氢

3、堵塞载体层

4、自养反硝化菌被其它菌抑制



添加菌剂的优势

- 1、提高系硝酸盐氮的去除率。加菌组硝酸盐去除率基本维持在90%以上。
- 2、提高系统的抗冲击能力。加菌组硝酸盐去除率的变化幅度明显小于加泥组。
- 3、系统启动快。2-3天即可实现快速启动。

盐度最高可耐受至4%



盐度2%



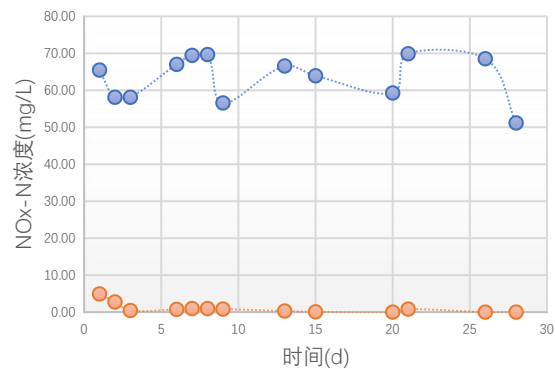
盐度3%



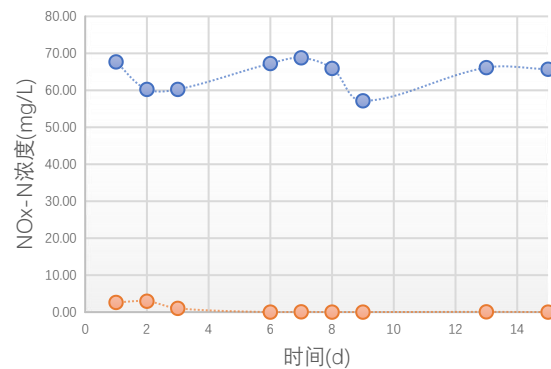
盐度4%



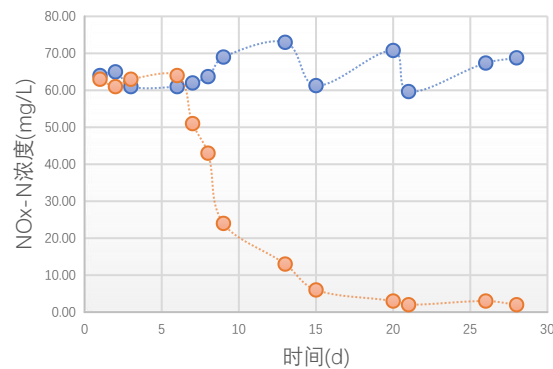
盐度5%



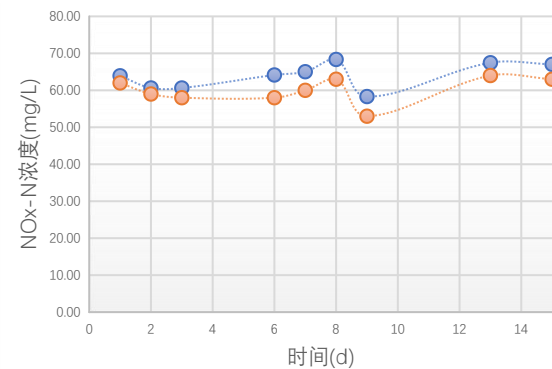
盐度2%



盐度3%



盐度4%



盐度5%



抗逆性测试

硝酸盐浓度

≤ 2500 mg/L

汞

≤ 2 mg/L

氯离子

≤ 2000 mg/L

pH

6-9

铜

≤ 25 mg/L

SS

≤ 50 mg/L

镉

≤ 18 mg/L

DO

≤ 4 mg/L

铬 (VI)

≤ 30 mg/L

水温

$\leq 8-45$ °C

砷 (III)

≤ 7 mg/L

氰化物

≤ 4.5 mg/L

氟

≤ 45 mg/L

盐度

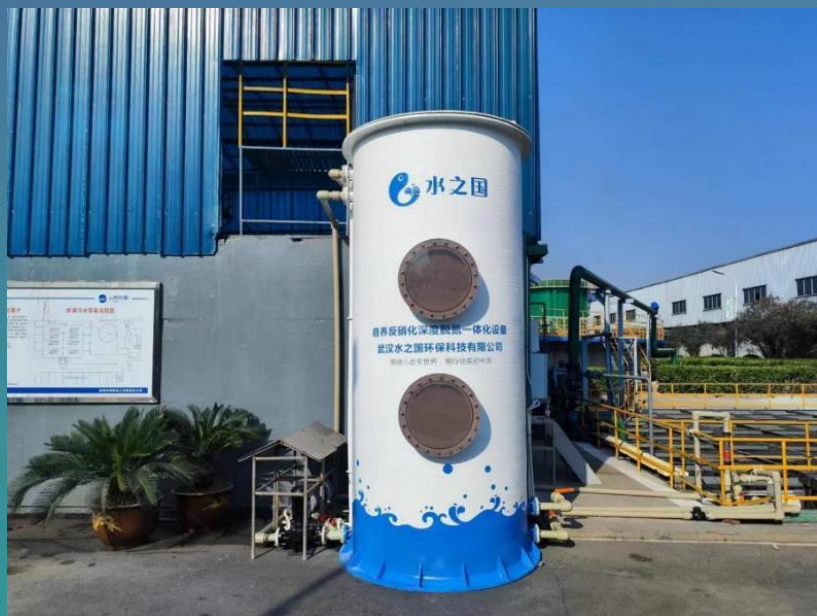
$\leq 4\%$

铅

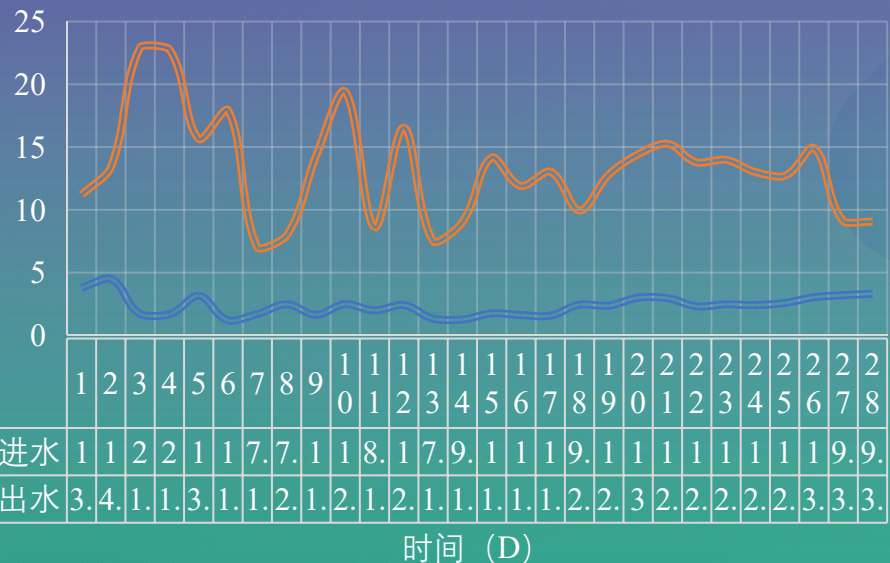
≤ 45 mg/L

项目概况

设计进水：100m³/d；进水总氮：20mg/L；出水总氮：5mg/L



进出水总氮数据



项目概况

设计进水：420m³/d；进水总氮：400mg/L；出水总氮：15mg/L

废水特点：低碳氮比、重金属离子抑制、盐度抑制



现场中试设备



出水液面产气情况

日期	水量 (m ³ /d)	进水总氮浓度 (mg/L)	出水总氮浓度 (mg/L)	出水pH	出水溶解氧
10月26日	0.65	526.5	11.57	7.41	0.33
10月27日	0.65	367.2	3.02	7.61	0.27
10月28日	0.65	359	2.37	7.59	0.31
10月30日	1.3	340.5	4.17	7.35	0.35
10月31日	1.3	305	4.35	7.33	0.28
11月1日	1.7	339.5	3.21	7.21	0.21
11月2日	2.5	265.3	4.56	7.19	0.32
11月3日	2.5	334.5	5.43	7.23	0.34
11月4日	2.5	326.3	7.73	7.18	0.32
11月5日	2.5	345.5	5.57	7.08	0.37

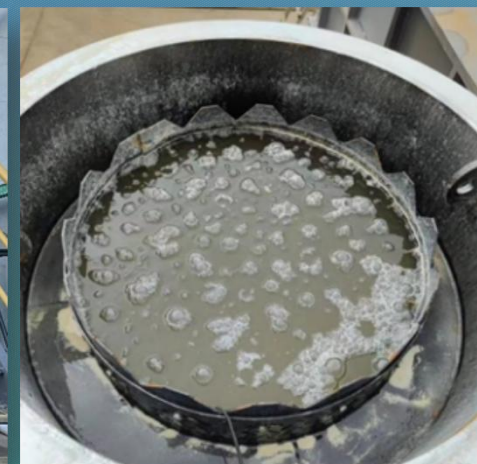
最终载体负荷稳定在1.2kg/m³/d左右

项目概况

设计进水：200m³/d；进水总氮：200mg/L；出水总氮：15mg/L

废水特点：水质波动大、低碳氮比、废酸冲击、高溶解氧、低pH

序号	年产量	产品类别	产品型号
一	8t	LCD用吡啶系列增感剂	9-PA、N-1717C
二	23t	LCD用肟酯光引发剂	358、365、JACKS-5
三	20t	LCD用其他光引发剂	精制PTSA
四	26t	OLED用荧光材料	2-溴-9,9-二苯基芴、3,6-二溴-9-(2-萘基) 咪唑、4-氯-1-萘硼酸、4'-溴-4-氰基-1,1'-联苯、9-溴-10-(1-萘基)蒽、OZ-001



自养脱氮设备中试3（泰兴某电子新材料生产废水）



日期 2023年		阶段	处理水量 m ³ /d	进水总氮 mg/L	出水总氮 mg/L	去除率 %	载体负荷 kgN/m ³ /d	停留时间 h	水温 °C	溶解氧 mg/L	备注
12月8日		接种驯化期	/	447	408	8.7	/		22.1	0.74	加菌5kg
12月9日		接种驯化期	/	443	46.43	89.5	/		21.8	0.52	加菌5kg
12月10日	9:00	运行期	4.8	442	53.11	88.0	1.87	5	20.7	0.57	
	16:00	运行期	4.8	461	41.23	91.1	2.01	5	19.0	0.39	
12月11日	9:00	运行期	4.8	461	48.21	89.5	1.98	5	17.7	0.52	
	16:00	运行期	4.8	449	43.22	90.4	1.95	5	16.4	0.55	
12月12日	9:00	运行期	3.12	421	12.44	97.0	1.27	8	15.5	0.52	
	16:00	运行期	3.12	421	14.29	96.6	1.27	8	16.5	0.62	
12月13日	9:00	运行期	3.12	426	10.45	97.5	1.30	8	17.5	0.60	
	16:00	运行期	3.12	466	7.65	98.4	1.43	8	19.6	0.54	
12月14日	9:00	运行期	3.12	420-460	<5	>98.8	>1.29	<8	20.0	0.49	
	16:00	运行期	3.12	420-460	<5	>98.8	>1.29	<8	22.0	0.41	
12月15日	9:00	运行期	3.12	420-460	10-15	>96.4	>1.26	<8	15.1	0.54	
	16:00	运行期	3.12	420-460	10-15	>96.4	>1.26	<8	13.3	0.50	
12月16日	9:00	运行期	3.12	420-460	10-15	>96.4	>1.26	<8	13.3	0.60	
	16:00	运行期	3.12	420-460	<5	>98.8	>1.29	<8	19.3	0.94	
12月17日	9:00	运行期	3.12	420-460	<5	>98.8	>1.29	<8	17.6	0.52	
	16:00	运行期	3.12	420-460	<5	>98.8	>1.29	<8	18.3	0.50	



武汉水之国环保科技有限公司
WuHan Water-World Environmental Technology Co.,Ltd

用微小改变世界 用行动美丽中国

成为世界级安全高效环境微生物技术引领者

www.szghb.com



手机：13545000336
电话：027-63495182