

# 制药污水深度处理技术

孟广祯

(北京格兰特膜分离设备有限公司;  
格蓝特环保工程(北京)有限公司)

technologies created for a cleaner globe 

**制药污水深度处理技术**

PTFE盒式平板膜技术  
MCM复合空隙生物填料技术  
OEB氧化加强生化系统技术

北京格兰特膜分离设备有限公司  
格蓝特环保工程(北京)有限公司

**1.2 污水深度处理市场** 

- ◆制药废水中“难降解”污染物经过传统方法处理不达标, 需要深度处理
- ◆中国制药厂数以千计, 欠缺经济有效的污水深度处理技术
- ◆中国过去20年的环保目标是控制污染排放总量的增速
- ◆中国未来50年要实现污染排放总量的降低和清理存量染转
- ◆在减低污染的新标准面前, 数以千计的制药厂污水处理将从“达标”变成“不达标”
- ◆制药污水深度处理技术与膜法再生之间的桥梁
- ◆制药废水经过深度处理可以适应膜对预处理的要求,
- ◆可以使膜浓水达到 排放要求
- ◆污水再生将破解中国经济发展水资源短缺之瓶颈, 市场广阔



➔ 1 污水深度处理技术简介

2 PTFE盒式平板MBR膜技术

3 复合空隙生物填料(MCM)技术

4 氧化加强生物反应器(OEB)技术

5 制药/造纸废水处理经验

2

**1.3 制药废水深度处理难点** 

- ? 剩余污染物被常规污水处理方法认定为“不可生化”  
B/C比极低
- ? “营养物”浓度过低, 难以培养微生物体系
- ? 化学法(芬顿试剂等)消化大量化学品, 非但没有降低污染,  
反而增加“污染总量”

**1.1 污水深度处理技术** 

污水深度处理技术的定义:  
经过传统污水处理, 剩余污染物不能到达要求时采用的对污水进一步处理的一类技术

污水深度处理方法:  
物化、深度生化、高级氧化及这些技术的结合为主要方法

污水深度处理的重要性  
不同于生活污水, 制药污水通过传统的生化处理通常不能达到排放标准  
制药废水即使被处理达到排入市政污水处理厂标准, 其污染物在市政污水处理厂也难以得到有效处理, 影响市政污水处理厂的运行或提标。  
未来10年环保问题可能成为个别制药企业生死存亡的致命问题

**1.3 格兰特污水深度处理技术要点** 

- ✓ 膜生物反应器(MBR), 截留几乎所有微生物, 提高“活性污泥”生化效果
- ✓ 复合空隙生物填料(MCM), 生物膜生化降解对于“活性污泥”不可降解的污染物
- ✓ 臭氧氧化, 将难生化化污染物氧化提高可生化性, 再生化降解(OEB)

Grant

**1 污水深度处理技术简介**

**2 PTFE盒式平板MBR膜技术简介**

**3 复合空隙生物填料 (MCM) 技术**

**4 氧化加强生物反应器 (OEB) 技术**

**5 制药/造纸废水处理经验**

7

Grant

### 2.4 PTFE平板膜

聚四氟乙烯树脂  $\xrightarrow[\text{双向拉伸}]{\text{氟化}}$  疏水微滤膜  $\xrightarrow[\text{加热引发聚合/交联}]{\text{亲水单体/亲水聚合物 聚合催化剂/交联剂}}$  亲水微滤膜

孔率: 82%  
泡点压力: 0.142 MPa

11

Grant

### 2.1 中空纤维/毛细管膜技术问题

中空纤维膜/毛细管膜	
问题	产量不足、季节影响、运行成本高、
MBR顽疾	断丝脱皮、毛发纸屑聚集

2009 PE单向拉伸  
2011 PPS/PVDF  
2013 编织增强  
2014 编织增强

8

Grant

### 2.5 PTFE平板膜持久亲水性

原膜接触角=137°

项目	纯水通量 $L \cdot m^{-2} \cdot (0.02MPa)^{-1} \cdot h^{-1}$	比通量
原PTFE平板膜	961±63	1.0
PTFE平板膜-抗氧化性	1080±64	1.12
PTFE平板膜-抗酸性	985±72	1.02
PTFE平板膜-抗碱性	1270±80	1.32

12

Grant

### 2.2 传统平板MBR膜技术问题

优势	破损、毛发纸屑聚集问题得到改善 成本高(中空纤维3倍?) 运行曝气量大(中空纤维3-6倍?)
问题	化学清洗不彻底(底部为清洗死区) 占地面积大(中空纤维5倍) 膜质量还有待提高(CPE/PVDF?)

9

Grant

### 2.6 持久亲水性PTFE平板膜特点

膜孔隙率高(>80%)  
更低的运行压力, 实现重力过滤  
更低的污染倾向

PTFE膜表面特性及“永久”亲水性  
更强的抗污染能力  
减少表面气擦洗曝气量和清洗药耗

膜及亲水材料化学稳定性和机械强度高  
膜的可恢复性更强、寿命更长

13

Grant

### 2.3 格兰特PTFE盒式平板膜技术特点

发挥平板膜技术优势 解决平板膜的技术经济问题

问题	方向
膜寿命有待提高	更强的PTFE膜材料
成本高(中空纤维3倍?)	膜原件/降低成本1/2
运行曝气量大(中空纤维3-6倍?)	膜装置/降低曝气量1/6
占地面积大	膜装置/增加充填密度1/5
运行复杂	重力过滤简化系统
化学清洗不彻底	膜系统/提高清洗效果

10

Grant

### 2.7 盒式PTFE平板膜组件

取消支撑板: 节约材料成本约50%, 减小占地

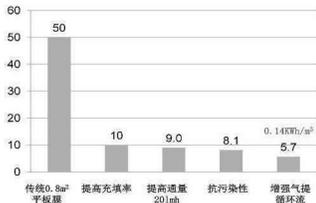
8mm      2mm

中国授权专利: 201210532170.5

14

### 2.8 盒式PTFE平板膜装置

气水比 (产水/运行爆气量)



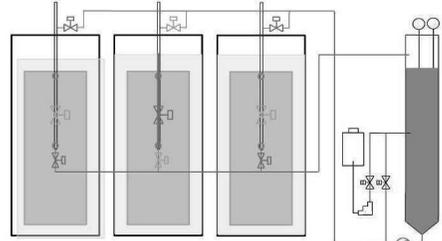
编织管加强膜7.5-12



80m<sup>2</sup>膜池 400m<sup>2</sup>膜池



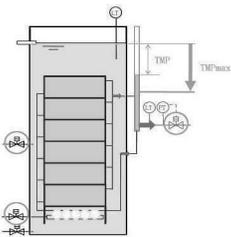
### 2.9 盒式PTFE平板膜装置-批次式清洗



19



### 2.9 盒式PTFE平板膜系统-重力过滤



系统特点:

- 膜系统有上、下各有一个产水接口
- 两个产水接口与产水缓冲管连接
- 产水缓冲管连接产水管
- 产水管上设置流量变送器和流量控制阀
- 控制流量控制阀, 实现恒流产水
- 产水推动力 (TMP) 为膜池水位与缓冲管水位之差
- 当TMP增加到设定最高值TMPmax时启动药洗程序



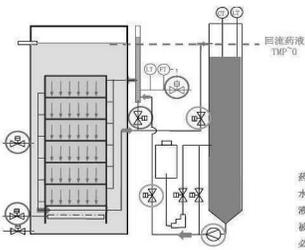
- 1 污水深度处理技术简介
- 2 PTFE盒式平板MBR膜技术简介
- 3 复合空隙生物填料 (MCM) 技术
- 4 氧化加强生物反应器 (OEB) 技术
- 5 制药/造纸废水处理经验

20



### 2.9 盒式PTFE平板膜系统-清洗药液均化

抑制跨膜前提下的膜内测药液均化



中国专利申请:

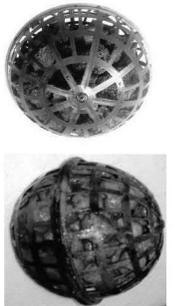


膜组件内部药液均化流动

药液经膜装置上产水管注入膜内, 经膜装置下产水管回流至药箱。药液回流管位置与膜池相同, 药液注入液位比膜池液位略高, 此时药液的跨膜流动被抑制, 药液在膜内测实现均化循环。必要时开启药品计量泵向药箱补充必要的药品。

### 3.1 复合空隙生物填料

特点: 填料固定床存在三种空隙, 即硬质网状球与介质块间的空隙、介质块之间的空隙和介质块内部的微孔。三种空隙中水流速度依次递减, 水中溶解氧依次也依次递减, 在同一填料床内形成了不同的溶解氧浓度。

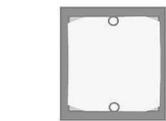
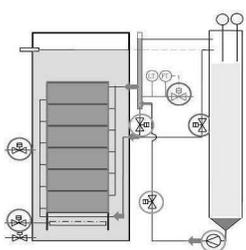


中国授权专利: 200920350411.8, 201020204406.9



### 2.9 盒式PTFE平板膜系统-均化跨膜清洗

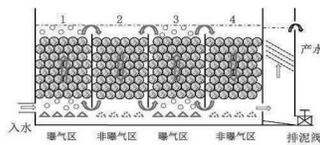
双向短程跨膜清洗



药液均化成经过短程, 膜得到初步清洗。此时关闭药液回流阀, 开启产水缓冲管联通阀, 药液经膜装置上下两个产水管被同时注入, 实现双向短程跨膜清洗。

### 3.2 复合空隙生物填料-多级耦合生物反应器

本公司专利: 200710195135.8 201020222207.0



- 水流DO梯度 0.5-3.5 ppm
- 填料内DO约 0.5-0.05 ppm
- 驯化特种微生物种群
- 气提循环多次缺氧好氧耦合
- 微生物自身降解明显
- 出水SS<20mg/L

中国授权专利: 200710195135.8 201020222207.0





- 1 污水深度处理技术简介
- 2 PTFE盒式平板MBR膜技术简介
- 3 复合空隙生物填料 (MCM) 技术
- ➔ 4 氧化加强生物反应器 (OEB) 技术
- 5 制药/造纸废水处理经验

23



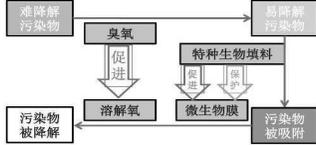
### 5.1 维生素C生产废水深度处理中试

中试时间：2011年3月7日-2012年1月16日  
 工程实施：2014年10月至今

**项目概况：**  
 上个世纪，维生素C产在美国几乎全部关闭，水污染是主要原因。本世纪世界上80%以上的维生素C产自中国。某维生素生产厂将（约2万吨/天）经过强化处理的生产废水排往市政污水处理厂。由于该种水剩余COD难降解、高盐、高氮，市政污水处理厂将之定义为“世纪难题”或“世界难题”。市政污水处理厂要求经过小试和中试才能进入工程实施。

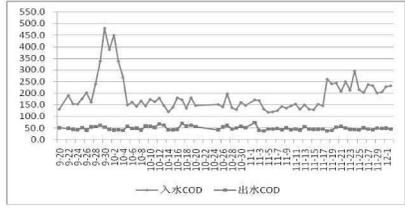


### 4.1 氧化加强生物反应系统





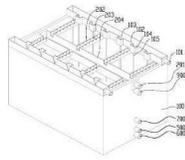
### 5.1 维生素C生产废水深度处理中试



### 4.2 特种生物填料曝气生物反应池ABFB

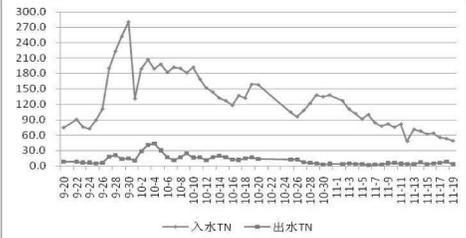
ABFA (Aerated Bio-Film Bioreactor) 是类似于曝气生物滤池的生物反应器。不同点在于弱化了过滤功能，强化了生物反应功能，并采用了具有不同功能的多种生物填料以提高生物膜的多样性。



中国专利感情：201420565575.3



### 5.1 维生素C生产废水深度处理中试



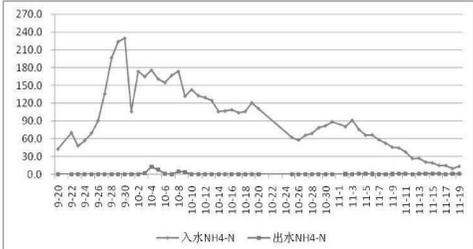


- 1 污水深度处理技术简介
- 2 PTFE盒式平板MBR膜技术简介
- 3 复合空隙生物填料 (MCM) 技术
- 4 氧化加强生物反应器 (OEB) 技术
- ➔ 5 制药/造纸废水处理经验

26



### 5.1 维生素C生产废水深度处理中试



### 5.1 维生素C生产废水深度处理中试



实验进出水对比照片

### 5.2 造纸废水深度处理



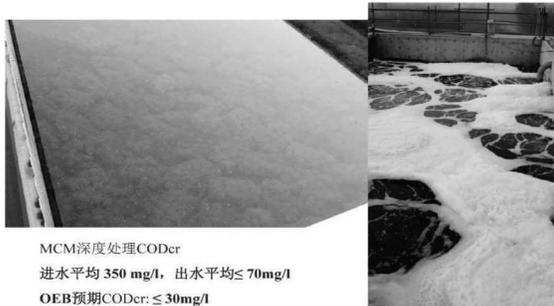
### 5.2 维生素C生产废水深度处理工程



### 5.2 造纸废水深度处理

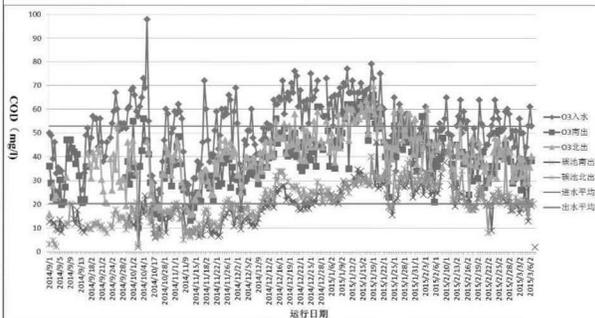


### 5.2 维生素C生产废水深度处理工程



MCM深度处理COD<sub>Cr</sub>  
进水平均 350 mg/l, 出水水平≤ 70mg/l  
OEB预期COD<sub>Cr</sub>: ≤ 30mg/l

### 8 工程业绩介绍



### 5.2 造纸废水深度处理



#### 南通经济技术开发区造纸废水深度处理示范工程

- (1) 污水零排放项目, 进水为王子纸业制浆尾水
- (2) 工程总处理规模: 45600m<sup>3</sup>/d (1900m<sup>3</sup>/h);
- (3) 深度处理主要指标: COD<sub>Cr</sub>进水≤ 90mg/l, 出水≤ 40mg/l;
- (4) 工艺: 单机OEB
- (5) 工程实施: 2013年12月

# 谢谢!

格兰特人期待着为您服务

北京格兰特膜分离设备有限公司  
格兰特环保工程(北京)有限公司