



成都绿水科技有限公司

富氧曝气

Oxygen Enriched Air Aeration (OEAA)

PSA&膜制氮机的富氧空气回用



推动OEAA 项目的动力

SMC

销售额—内延增长？
市场发展切入点？
增值技术服务？
企业竞争力补充？
企业形象（环保理念）提升？
技术（know-how)知识积累？

客户

污水处理电耗降低。
污水处理设备维修费用降低。
污水处理停机时间减少。
节能减排新项目申报机会。
安全使用。
不放水改造安装。



OEAA适用的客户

自有污水处理厂（站 / 车间）

采用活性污泥法工艺

生产工艺中有氧化工序

采用空气 / 氧气曝气

制氮机到用气点距离 $<1500\text{m}$ （理论最大距离
9000m，但管路过长，能耗及投资增加）



活性污泥法的由来

1912年英国人Clark and Cage发现对废水进行长时间曝气会产生污泥并使水质明显改善，其后Arden and Lockett进一步研究，发现由于实验容器洗不干净，瓶壁留下残渣反而使处理效果提高，从而发现活性微生物菌胶团，定名为活性污泥。



活性污泥法的基本组成

目前90%左右的污水处理厂还在使用这个工艺

1916年在英国建成的首座活性污泥法污水处理厂

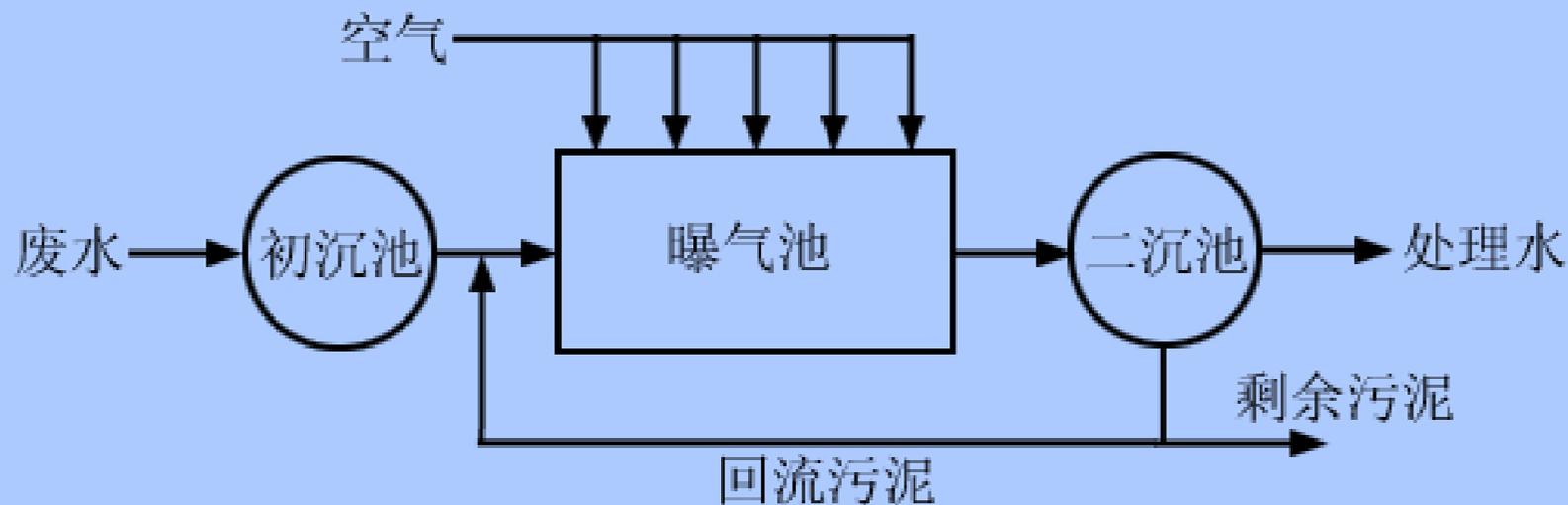


图7-3 普通活性污泥法处理系统

降低污水处理电耗成本



成都绿水科技有限公司

曝气池：

显著的气体搅拌流态

敞开式一流态可见

密闭式一流态不可见，抽风





活性污泥法的三个要素

活性污泥一起吸附和氧化分解有机物作用的微生物

食物—水体中的有机物

氧气（溶解氧）—微生物生存和起氧化反应作用的
必需品—曝气

降低污水处理电耗成本



曝气

向水（液体）中提供溶解氧的充气过程

空气曝气—利用自然空气，采用加压和非加压的方式，广泛应用

纯氧曝气—液氧和制氧机作为气源，加压供气，应用逐步扩大

富氧曝气—很少见到工程应用的报道

曝气的要点：八个字

不多不少，混合均匀



曝气在污水处理中的重要性

达标排放：最重要的关键要素之一

处理成本：40~60% 总成本



目前90%左右的污水处理都有用活性污泥法（曝气）；
在此类污水处理工艺中，电耗占总成本60~70%；
曝气电耗是总电耗的70~80%；



为什么富氧曝气可以节能

氧转移效率差异：

纯氧转移效率 > 富氧转移效率 > 空气转移效率

氧转移效率 = 实际被水体吸收的氧气量 / 投
加的氧气总量
%



双膜理论公式

氧转移速率 R_m

$$R_m = KLa \times (C_s - C_p)$$

氧浓度差，此值越大，
氧转移速率越高，

KLa : 总传质系数（与曝气器，水温，水质等相关）

C_s : 饱和溶解氧 特定条件下水中溶解氧能达到的
最大值

C_p : 操作溶解氧，水处理运行所需的溶解氧数值



亨利定律

$$C_s = H \cdot P_x$$

C_s : 饱和溶解氧

H : 亨利常数

P_x : 气体组分分压

道尔顿分压定律:

气体组分的分压与其所占的体积百分比成正比



道尔顿分压定律：

富氧空气的氧分压大于空气的氧分压。



亨利定律：

富氧空气的饱和溶解氧浓度 C_s 大于空气饱和溶解氧浓度 C_s



双膜理论公式 $R_m = KLa \times (C_s - C_p)$

富氧曝气氧转移速率必然大于空气曝气



以35%富氧空气为例

道尔顿分压定律



亨利定律
 $C_s = H \cdot P_x$



双膜理论公式
 $R_m = KLa \times (C_s - C_p)$

例：在1atm下，空气的氧分压为21kPa，35%富氧空气的氧气分压为36KPa



在1个大气压下，空气曝气的饱和溶解氧 C_s 为9.08，富氧曝气饱和溶解氧 $C_s = (36 / 21) \times 9.08 = 15.57$



富氧曝气氧转移速率与空气曝气氧转移速率相比
假定： KLa 相等， C_p 为2
 $(15.57 - 2) / (9.08 - 2) = 1.9$



为什么富氧曝气可以节能

氧转移效率高 = 氧的利用率高



所需的供气总量大幅降低



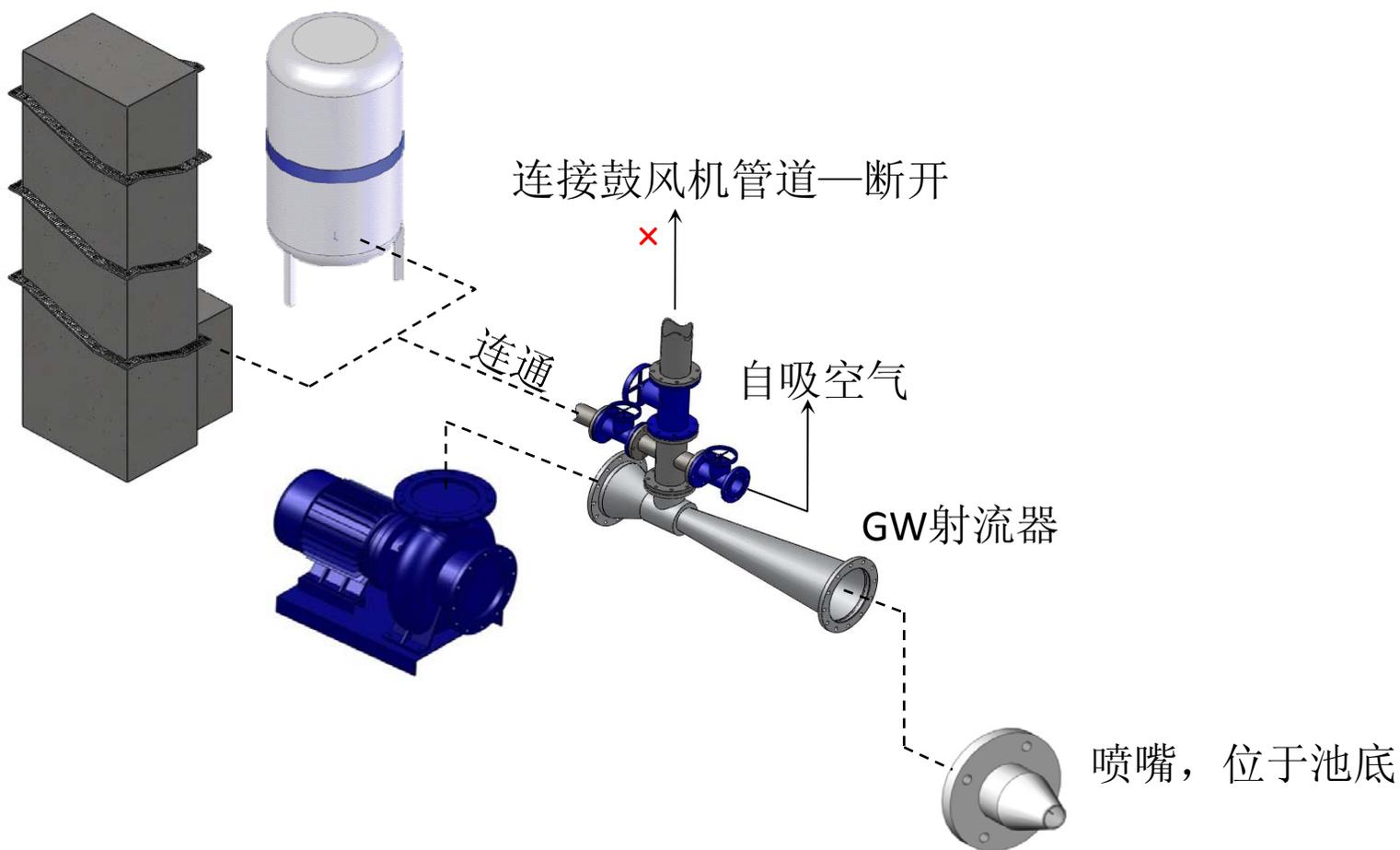
曝气设备所用的功率减少



成都绿水科技有限公司

为什么选择GW射流曝气系统

功能 富氧空气输送和氧气传质设备合二为一





为什么选择GW射流曝气系统

GW射流器氧转移效率

空气： $\geq 30\%$

富氧空气： $\geq 30\% \times 1.9$

(36%)

=57%

鼓风曝气氧转移效率

空气：(中孔) $\leq 5\%$

(微孔) $\leq 10\%$

富氧空气：(中孔) $\leq 9.5\%$

(微孔) $\leq 19\%$



为什么选择GW射流曝气系统

举例：

客户曝气池需要 / 需要补充的氧量为50kg / h；

制氮机富氧空气量为200m³ / h； 含氧量=35%
 $\times 200 \times 1.41=98.7\text{kg/h}$ 。

采用GW射流器： 氧转移量 $=98.7 \times 57\% \approx 56\text{kg/h}$

鼓风微孔曝气： 氧转移量 $=98.7 \times 19\% \approx 19\text{kg/h}$



为什么选择GW射流曝气系统

GW射流曝气

气体输送：负压吸气
气水混合后进入曝气
池；

不需要考虑安全因素

鼓风曝气

有压供气—

材质的问题；

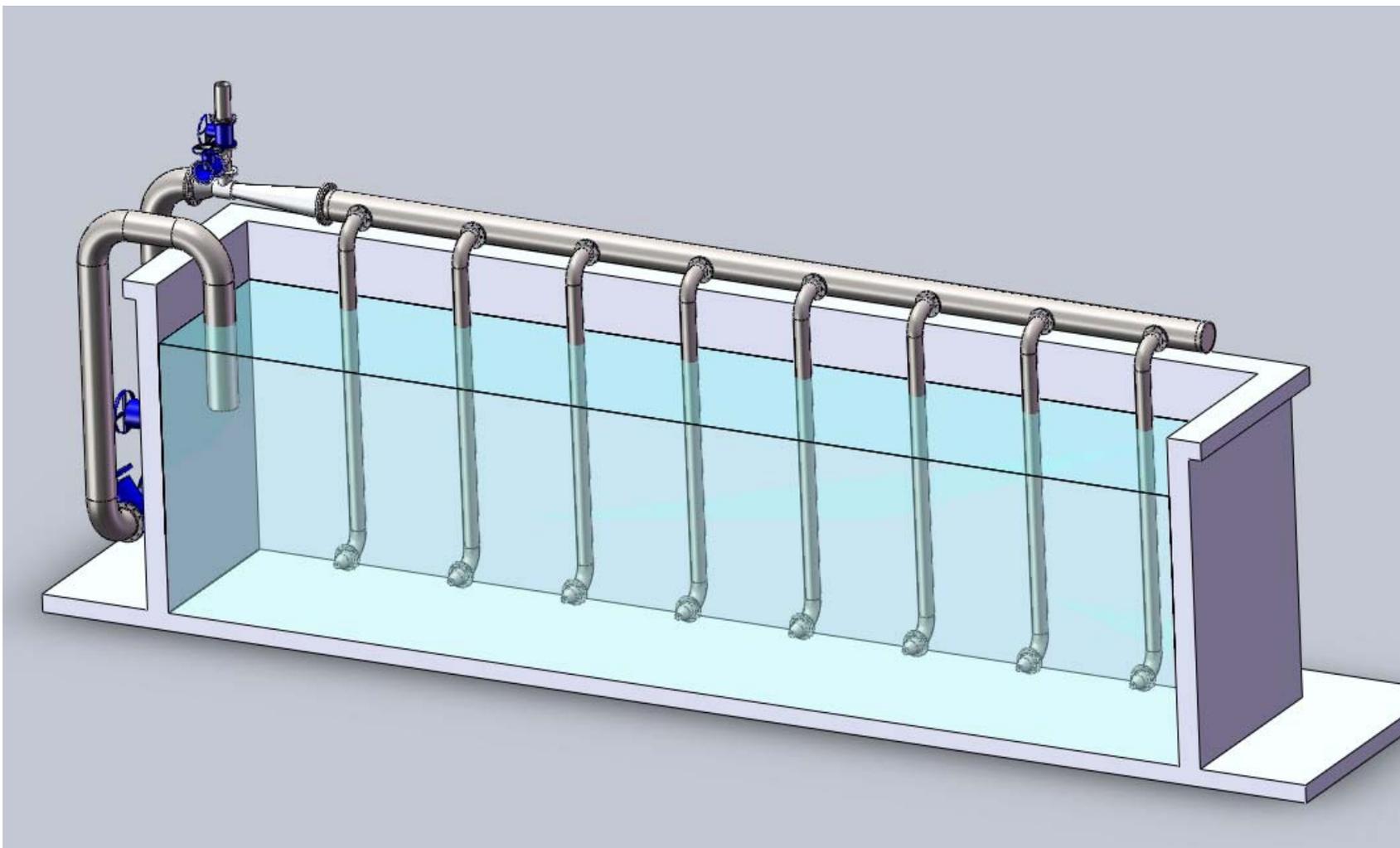
防油密封的问题；

需要考虑安全因素



成都绿水科技有限公司

GW射流曝气系统不放水安装







成都绿水科技有限公司





成都绿水科技有限公司

