

2023年9月

城镇污水处理厂提标扩 建案例分享

汇报人：赖长清

目录

01

基本思路

02

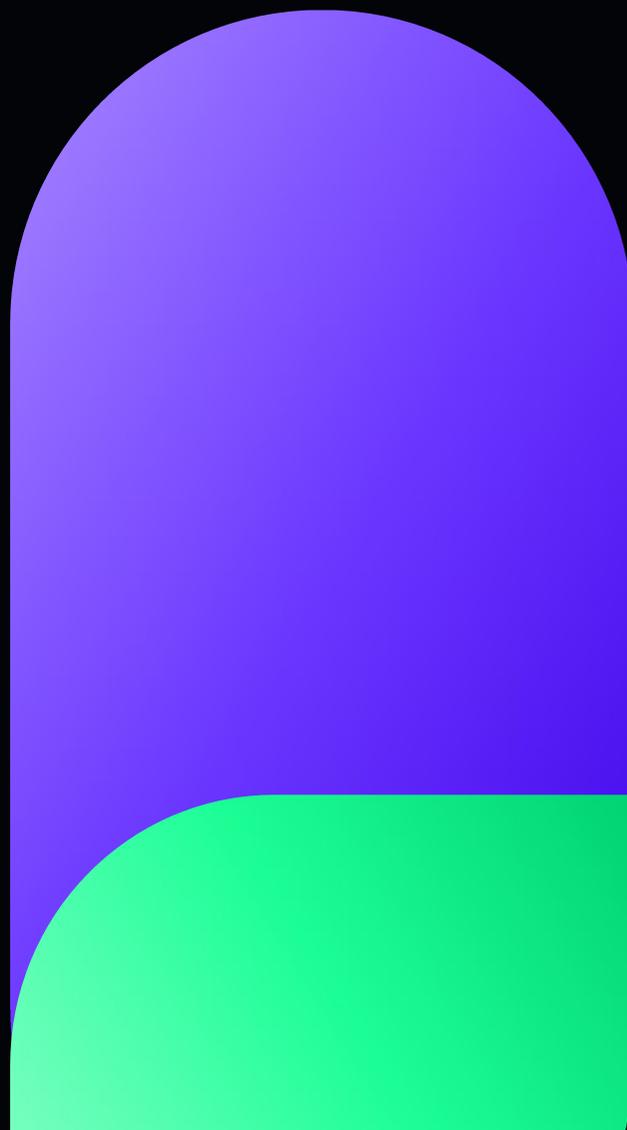
案例分享

03

经验教训

01

基本思路



背景

- 随着污水处理厂新建项目的日趋饱和，水务行业正从重建设到重运营的转变。现在主要讲的是提质增效、盘活存量。所以现场更多的都是存量项目的提标提质和扩容；
- 作为运营的厂长、运营技术管理人员一定要树立的观点是建设是为了运营服务，项目的最终效益需要污水处理厂的正常运营才能够体现，无论是环境效益还是经济效益；
- 只有运营厂长、运营技术人员才最了解现有项目的实际情况、对短板、痛点有深刻的体会，对改进、提质有原生的动力
- 运营厂长、运营技术人员也一定要积极主动甚至要求参与到项目的提标改造中去，因为这都是为了你后期更好的运营，为了解决你的需求、你的痛点。

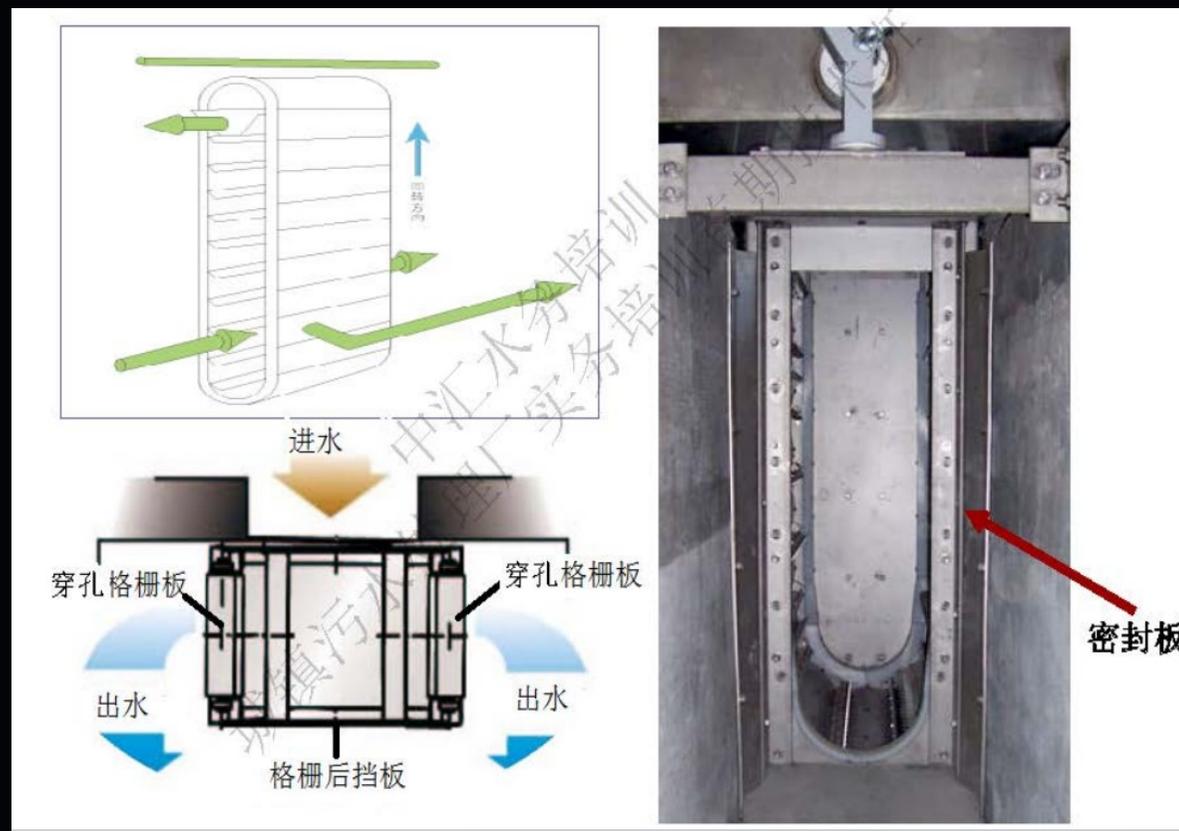


基本思路

- 先摸底，再方案。不光是自己摸底，还要和咨询单位、设计单位一同摸底，充分讨论；
 - 先目标，后对标。根据改造目标，水质指标要求，逐一对照项目现场的运营情况，有针对性的进行方案、技术和设备的选择。
 - 运营厂长、运营技术要积极主动、全程参与
- 

基本思路

- 细格栅
- 细格栅种类比较多，格栅的选择需要根据后面的工艺要求来进行选择。如果后端有涉及到填料、滤池、膜工艺的通常对细格栅的要求比较高，格栅的拦渣除渣效率对后端的影响比较大。
- 细格栅选择时还需要注意与前端泵站格栅间的差距不能太大，尤其是选择内径流细格栅时，前端最好配备10mm-20mm的中格栅。
- 老渠道需要建新格栅，需考虑过流的问题。



基本思路

- $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP提标
- 按工艺流程进行全流程分析，通过沿程分析了解各工艺段的处理效果，是否有提升空间
- 根据项目各工艺段运行情况，选择有针对性的改进提标方案。
- 优先考虑工艺优化、深度挖潜、药剂投加等方式
- 因地制宜选择项目合适的外加设备设施及工艺段

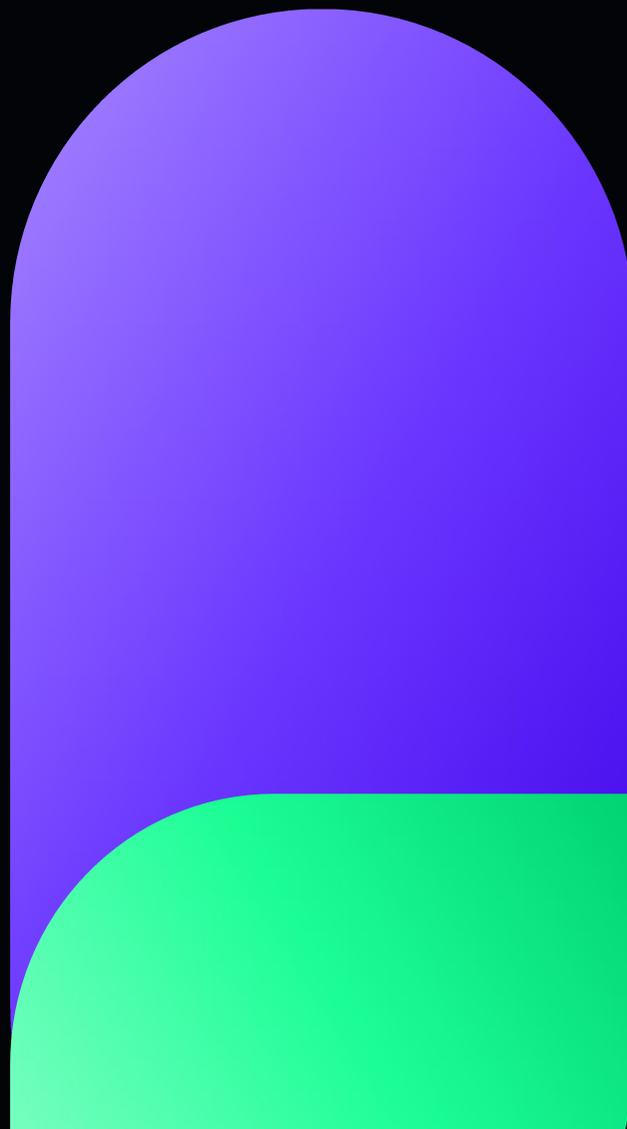
去除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 可以表曝改底曝，增加悬浮填料、二沉池增加MBR膜、增加好氧区池容、增加后续硝化滤池等方式解决。

去除TN可以采用投加药剂、增加缺氧区池容、增加缺氧区填料、增加缺氧区MABR膜、增加反硝化滤池、深床滤池

去除TP可以采用生化段投加药剂、增加混凝沉淀、磁混凝、高密度沉淀、微絮凝

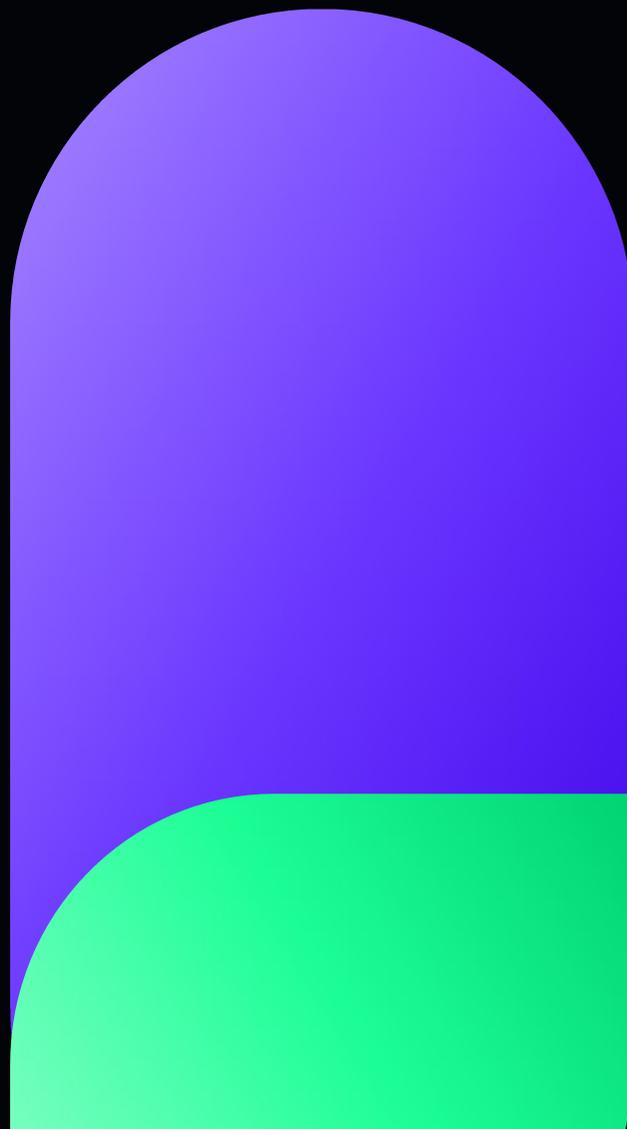
02

案例分享



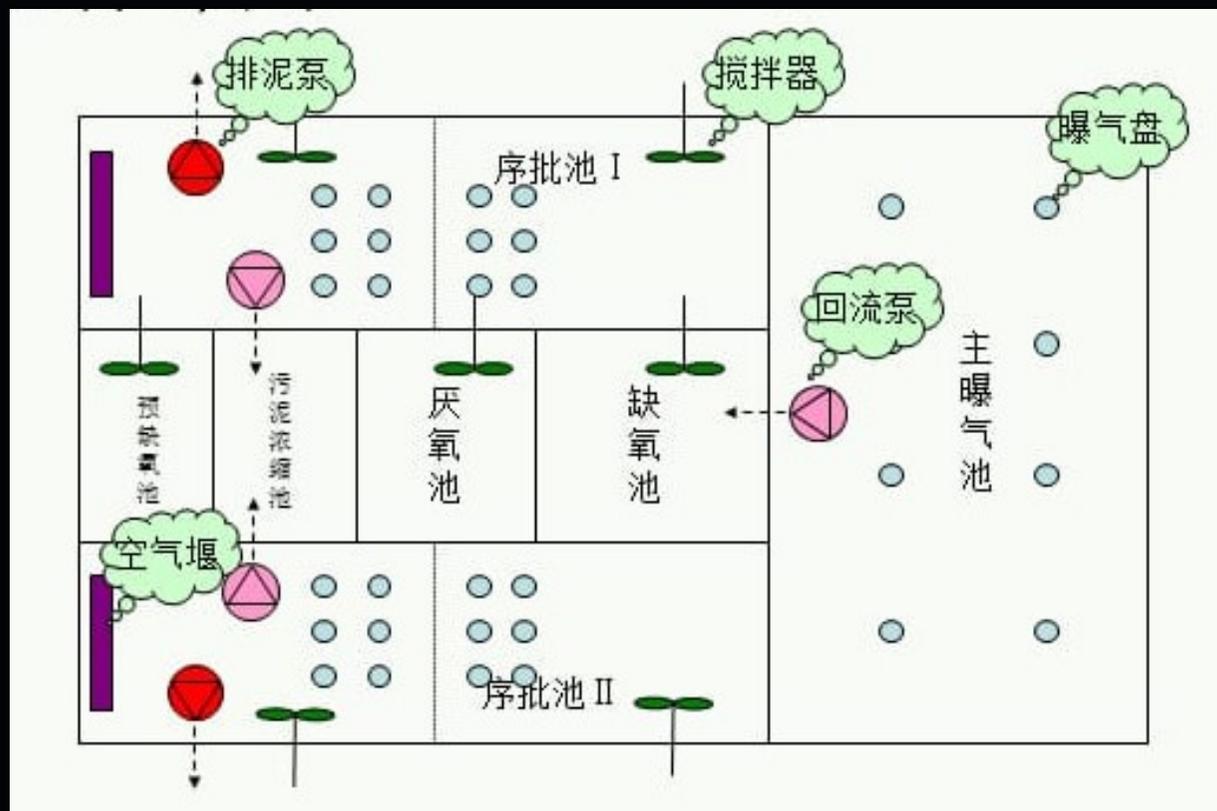
2.1

MSBR池改造



MSBR池改造

- MSBR池工艺：
是基于SBR工艺特点，结合传统活性污泥法技术，开发的一种没有二沉池，又能在反应器内恒定液位下连续进水运行。



MSBR池改造

- 改造目标：

1. 主要指标达到省一级标准（ COD_{cr} ：30mg/l、氨氮1.5mg/l、总氮10mg/l、TP：0.3mg/l）
2. 水量从5万吨/天扩容到6.25万吨/天, $K_z=1.3$



MSBR池改造

- 现状分析：
- 1. 水质指标：主要指标（TN、NH₃-N、COD、TP）设计标准一级B，实际运行优于一级B

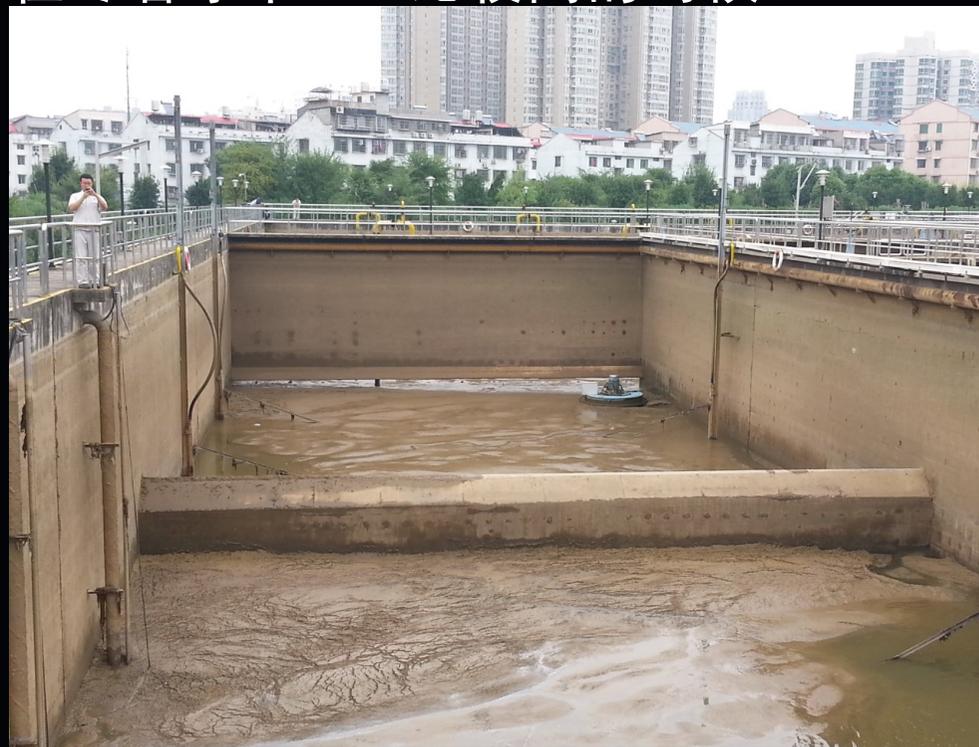
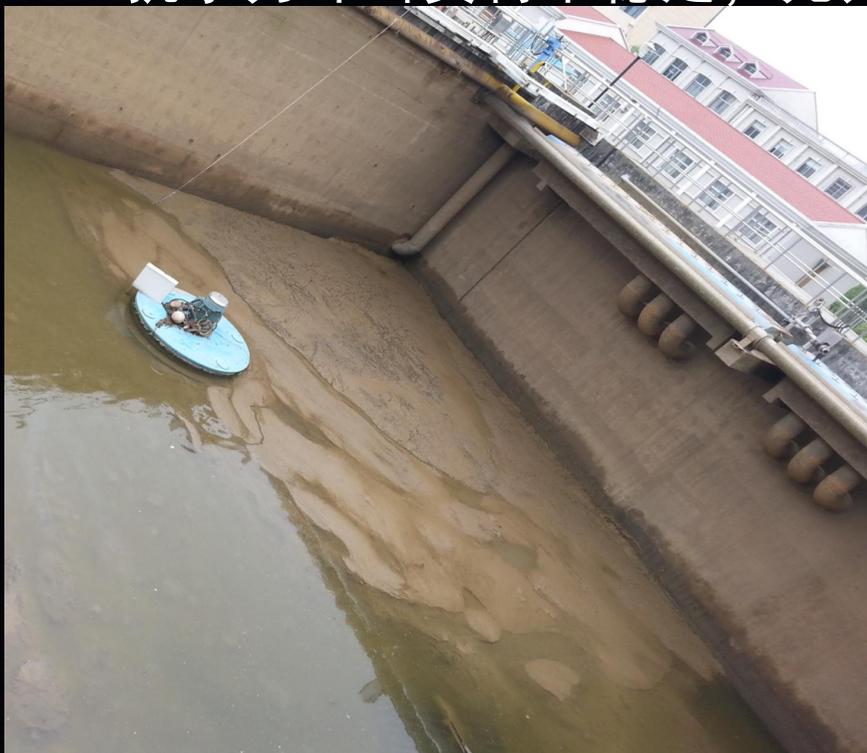
序号	出现率指标	COD _{cr}	BOD ₅	NH ₃ -N	TN	TP
1	最高值	32.00	7.16	4.48	13.85	0.43
2	平均值	16.47	2.80	1.25	10.44	0.24
3	二期扩建提标设计值	50	10	5	15	0.5
4	本次扩建提标设计值	30	10	1.5 (3)	10	0.3

项目	COD _{cr}	BOD ₅	NH ₃ -N	TN	TP
达标率	98.65%	100%	66.98%	44.81%	83.25%



MSBR池改造

- 现状分析：
- 2. 抗水力冲击负荷不稳定，尤其在冬春季节SVI比较高的时候。



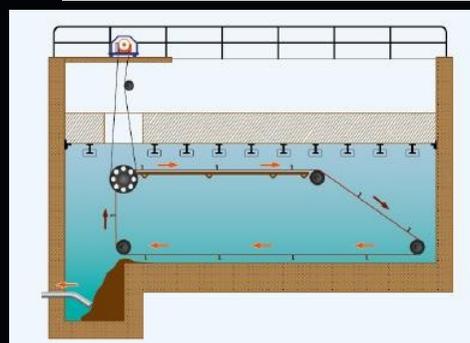
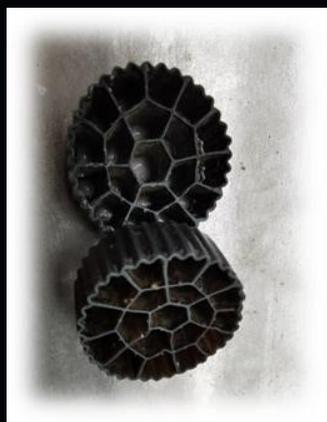
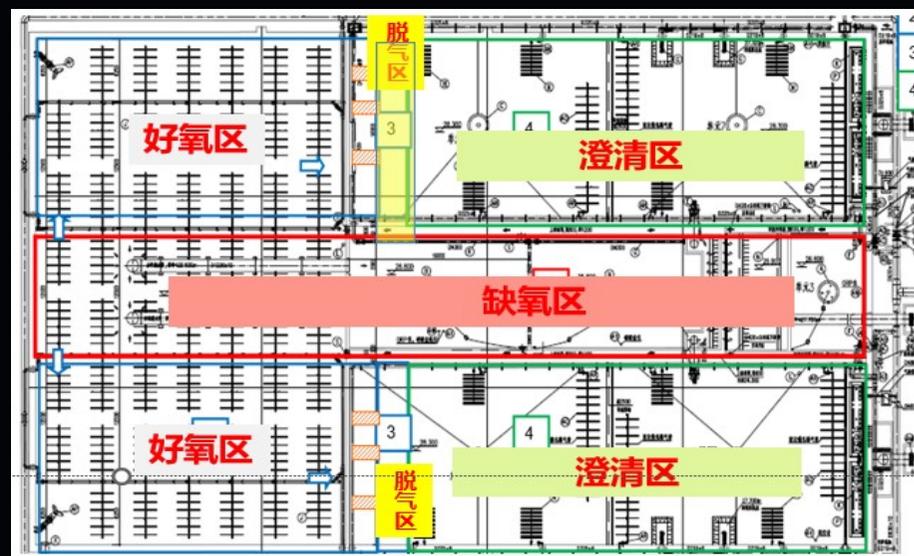
MSBR池改造

改造方案

好氧区采用IFAS泥膜混合法，投加填料，增加生物量，提高消化能力；

将原预缺氧、厌氧、缺氧即部分好氧区打通，增大缺氧池容积，延长缺氧时间，保证反硝化脱氮效果；总磷留到后置高密度沉淀池处理；

在沉淀区增设斜板，提高处理负荷，斜板自动冲洗



MSBR池改造

IFAS+一体化斜板沉淀池

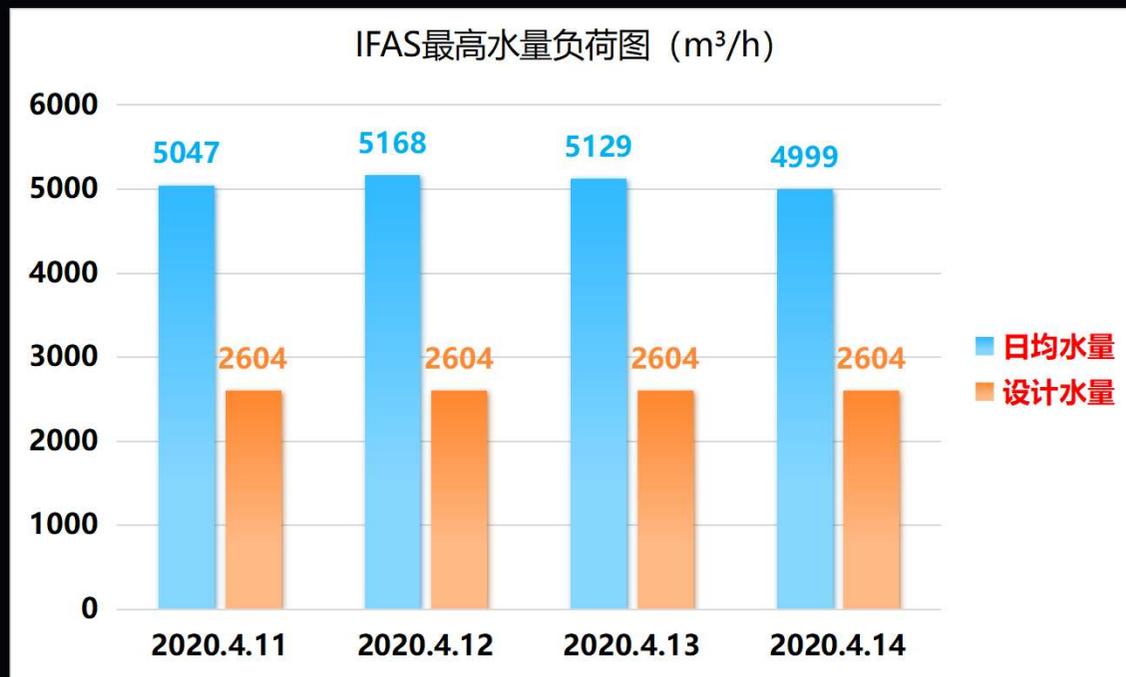
- HPDE填料
- 专利曝气头
- 出水柱状筛网
- 不锈钢框架式斜板
- 刮泥机
- 斜板自动清洗
- 不锈钢水槽



MSBR池改造

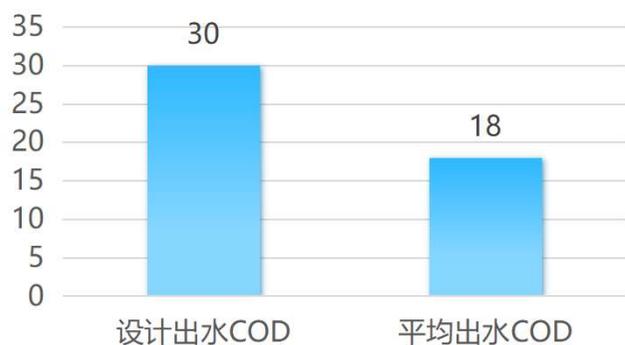
⇒水量

- IFAS平均进水量为为设计值的1.25倍，最高达到设计值的近2倍。
- 系统抗冲击负荷强



MSBR池改造

IFAS系统出水COD



IFAS系统出水氨氮



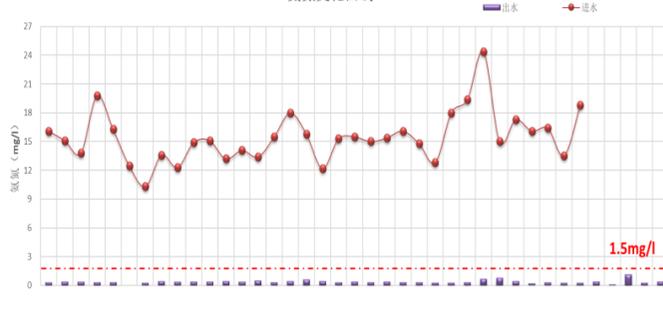
IFAS系统出水SS



COD变化曲线



氨氮变化曲线



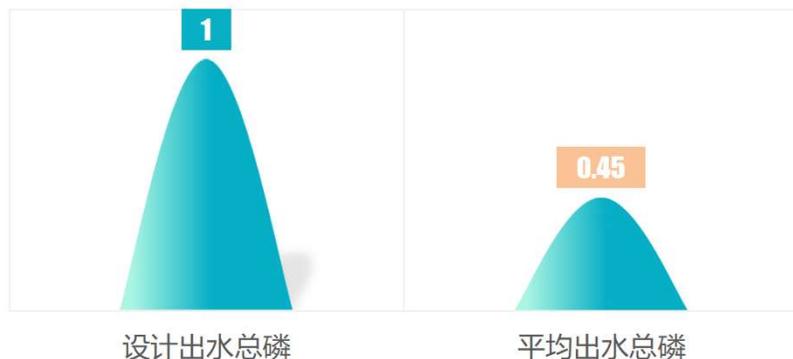
	设计进水	设计出水	实际出水
COD (mg/l)		<30	<18
NH ₄ -N (mg/l)		<1.5	<0.54
SS (mg/l)		<20	<5.7

MSBR池改造

IFAS系统出水总氮



IFAS系统出水总磷



设计进水	设计出水	实际出水
TN (mg/l)	<10	<6.95
TP (mg/l)	<1	<0.45

⇒ 说明

系统设计有碳源投加系统，运行重未投加，系统可有效利用原水中碳源降解TN，节省运行成本。

系统设计有PAC投加系统，运行中未投加，系统可通过生物除磷达到排放要求，节省运行成本。

MSBR池改造

⇒总结

系统停留时间段，处理能力强；

系统除碳、除氮能力土突出；

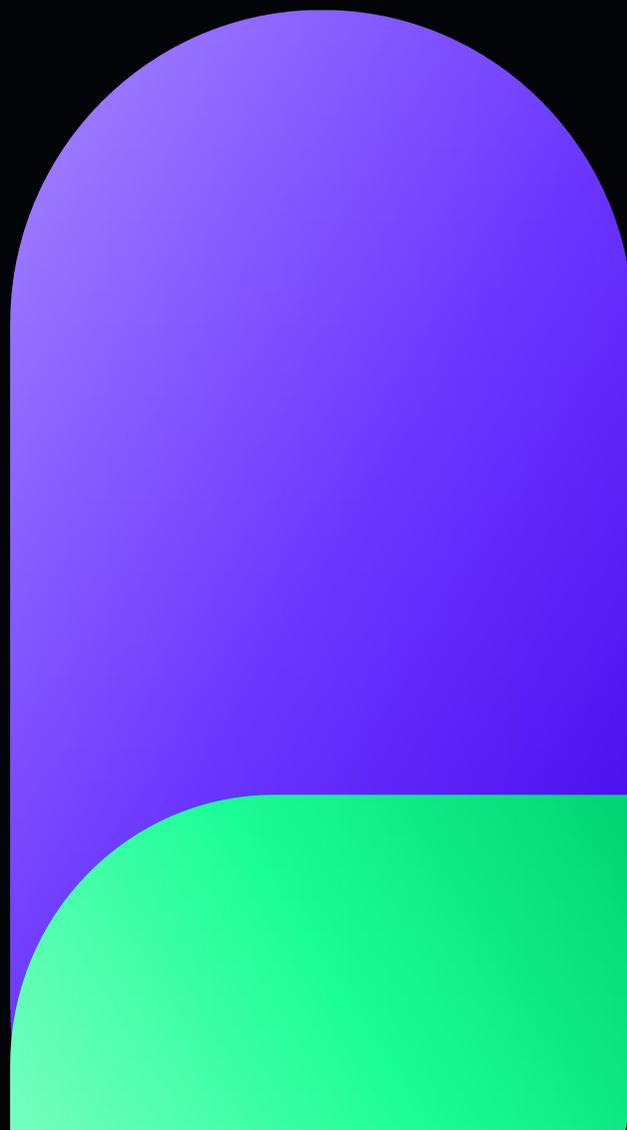
原位改造，节省占地，提标增容；

抗冲击能力强，尤其水力冲击负荷；



2.2

MABR工艺 /AAO改造



MABR工艺/AAO改造

- 改造目标：

1. 主要指标达到省二级标准（COD_{Cr}：50mg/l、氨氮5mg/l、总氮15mg/l、TP：0.5mg/l）
2. 水量设计规模虽然没变，但新规范（GB 50014- 2021 ）要求，变化系数从1.3调整到1.53，需要考虑这部分水量波动的因素。



MABR工艺/AAO改造

- 现状分析：
- 1. 水质指标：COD、总氮可以达到标准，氨氮和TP需要提标；

序号	指标	COD _{cr}	BOD ₅	NH ₃ -N	TN	TP
1	最高值	16.30	9.30	6.48	13.61	0.75
2	平均值	13.21	6.68	3.25	9.82	0.54
3	标准值	50	10	5 (8)	15	0.5
4	达标率	100%	100%	81.58%	100%	33.25%

- 2. 现有场地有限，四面都已经卡住，没有太多用地新增构筑单体。设计规模可以达到，但抗水力冲击最好能考虑一定余量。

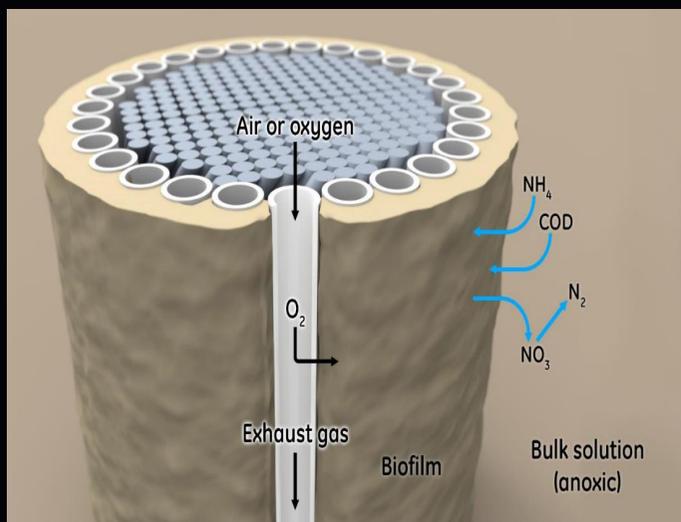
MABR工艺/AAO改造

- 改造方案：
 - 1. 水质方面，通过采用MABR工艺在现有缺氧池内增加MABR膜箱来增加反应器中生物量，从而强化了现有生化系统工艺的硝化效率，同时在缺氧池进行同步反硝化以降低总氮；
 - 2. TP提标该项目采用后端增加高密度沉淀池的方式解决；
 - 3. 因为有MABR膜，预处理的格栅需进行改造，采用2mm的内径流格栅。
- 

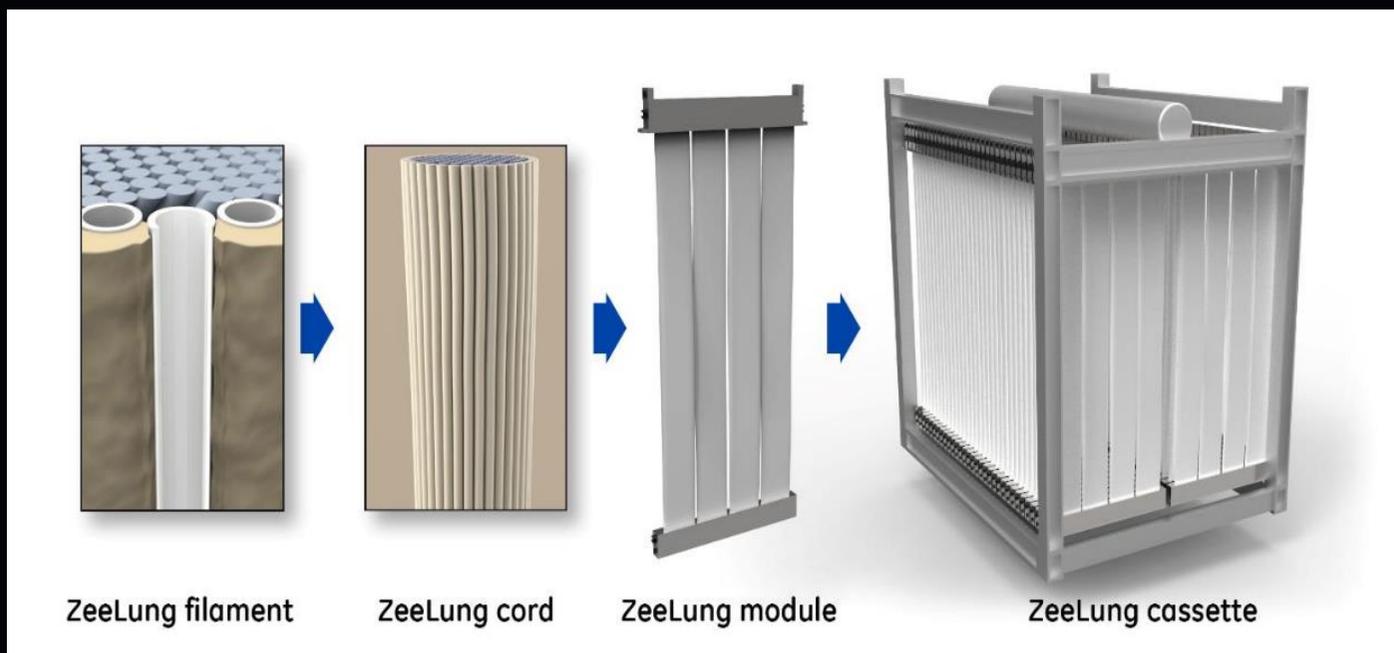
MABR工艺/AAO改造

- MABR工艺：是一种新的基于膜曝气生物膜（MABR）的膜传氧生物膜反应器。

MABR工艺组成：



ZeeLung膜丝



ZeeLung膜丝

ZeeLung膜芯

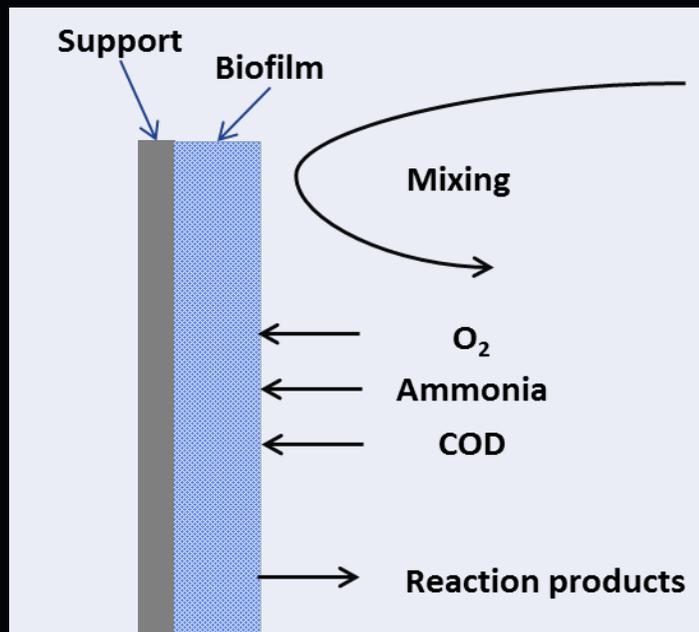
ZeeLung膜组件

ZeeLung膜箱

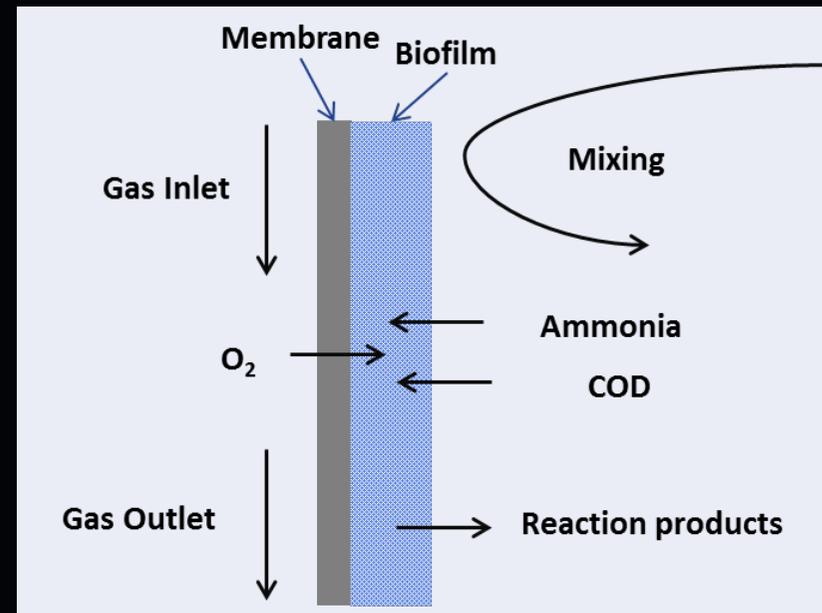
MABR工艺/AAO改造

MABR反应原理:

传统生物膜
Conventional Biofilm

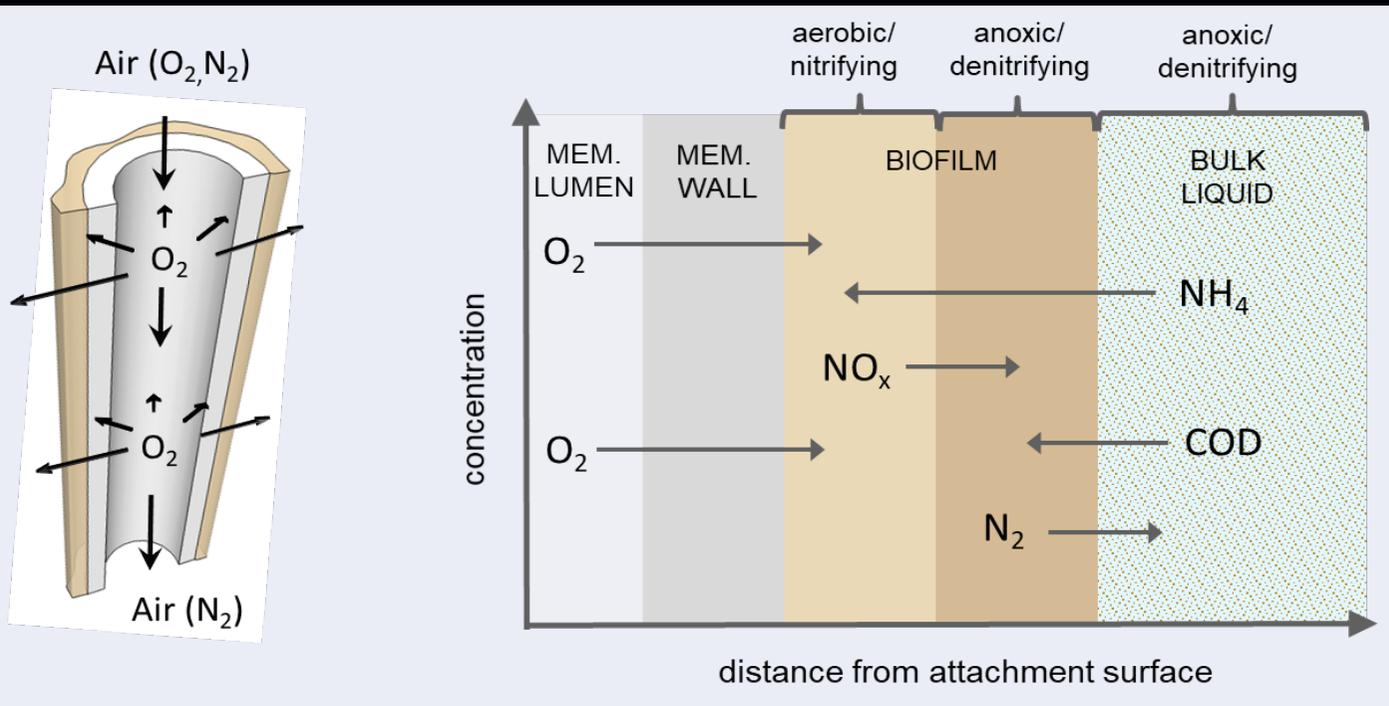


MABR生物膜
Membrane-Supported Biofilm



MABR工艺/AAO改造

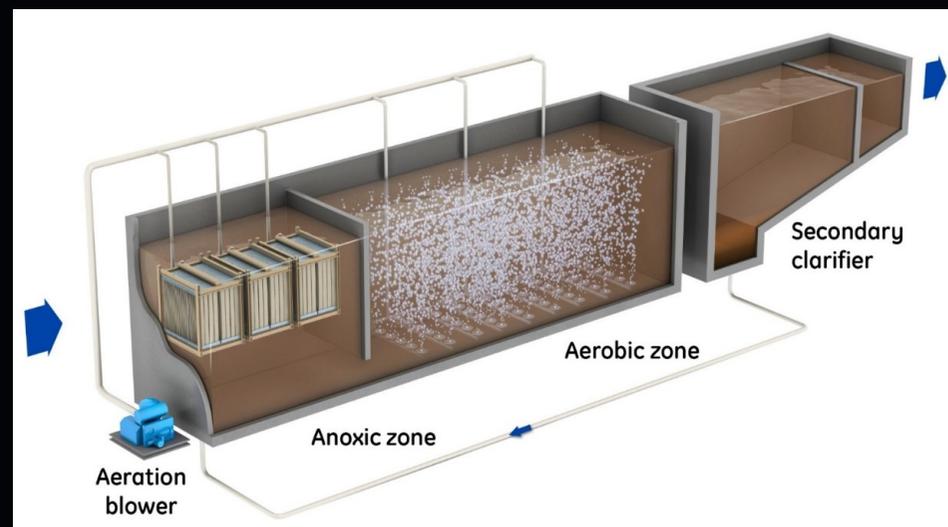
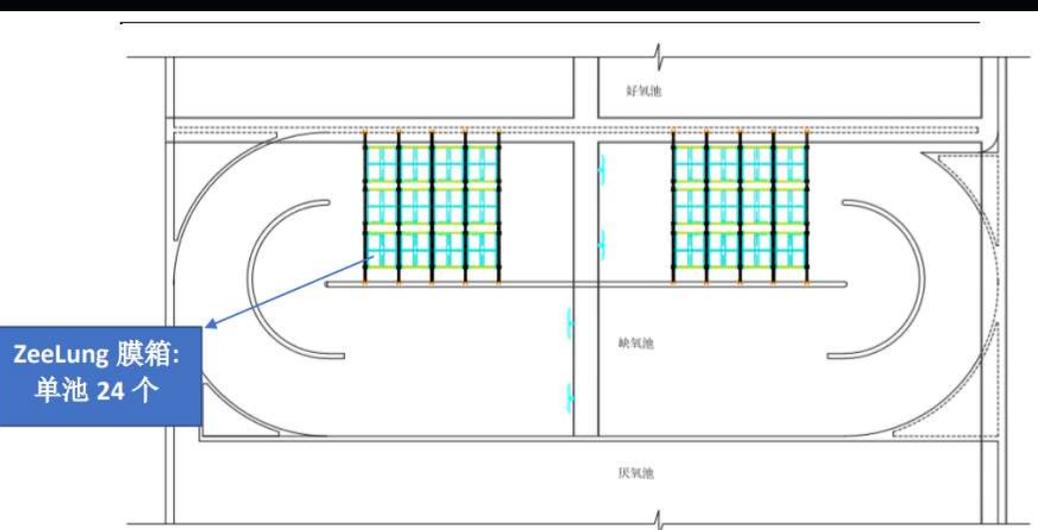
• ZeeLung实现同步硝化反硝化



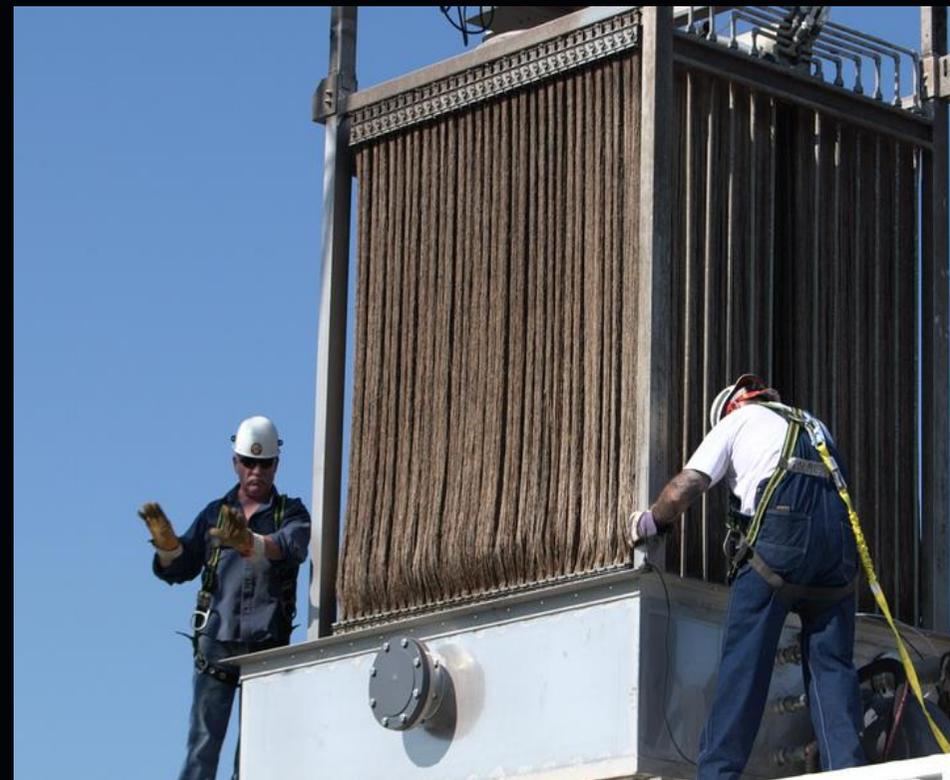
- 生物膜上产生硝化反应，逆向扩散使硝化菌成为优势菌
- 在悬浮生长的缺氧池实现反硝化
- 在生物膜外层缺氧区域也会产生反硝化
- 在同一反应器无需回流即实现SND.....额外碳源节省

MABR工艺/AAO改造

- MABR生物膜上的硝化菌比活性污泥大大增加，膜箱在缺氧池前端硝化和反硝化，可以有效降低内回流比，从而能降低能耗。同时因为氨氮在缺氧池前端有去除（10%-80%），到好氧区也可以有效降低曝气量；
- 氧动力效率是微孔曝气的4倍，充氧动力效率 $>6\text{kgO}_2/\text{kWh}$ （穿透生物膜，按需供气）
- 膜箱直接安装于现有缺氧池内，无需新建生化池，对现有池体改造要求极低，对现有处理设施干扰也很小；
- 适于任何池型，包括长窄池子，安装简易，易于维护，寿命15年；
- 不需要新增曝气头和格栅拦网，没有流化问题，能耗低
- 模块形式、组装灵活、易于扩展

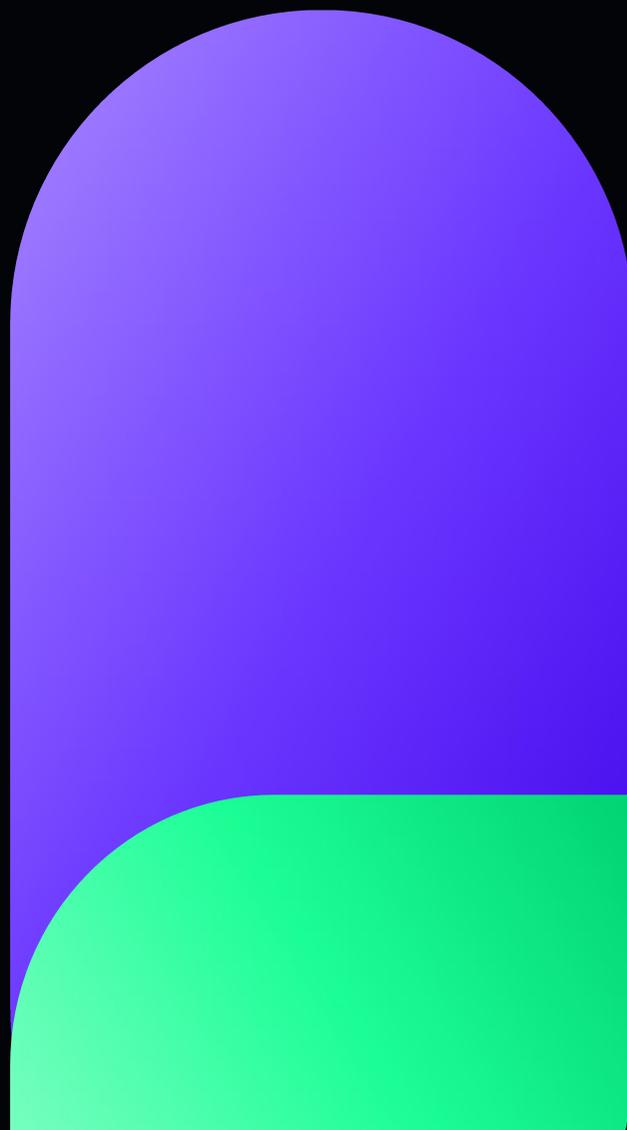


MABR工艺/AAO改造



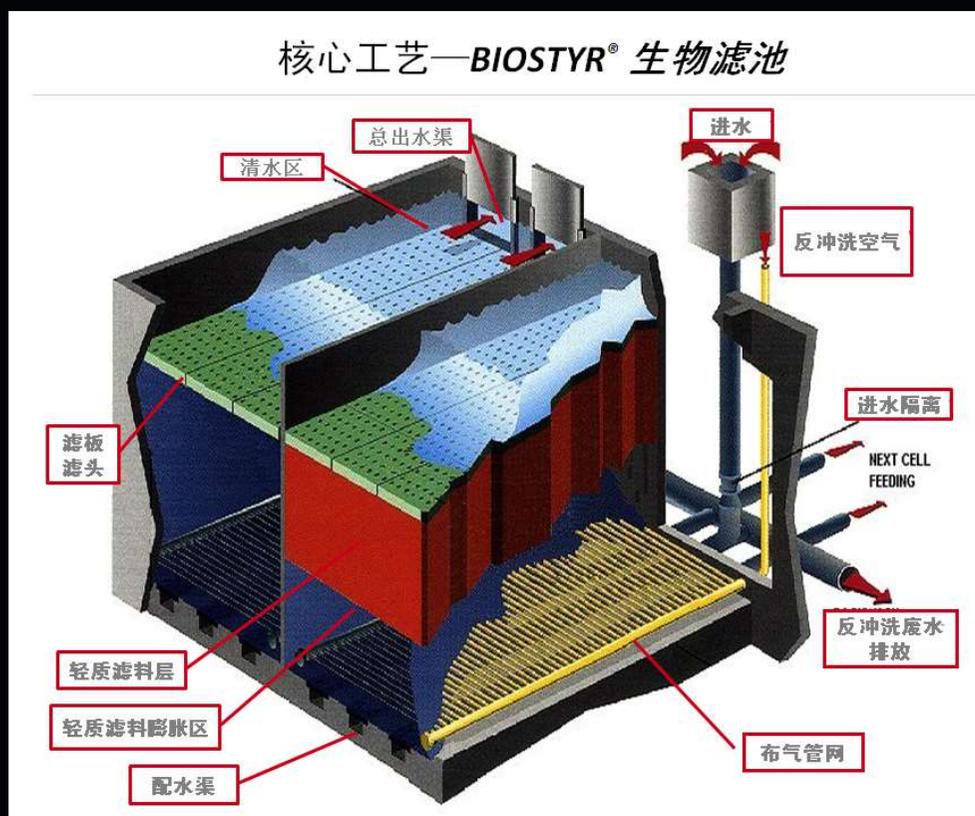
2.3

反硝化滤池改造

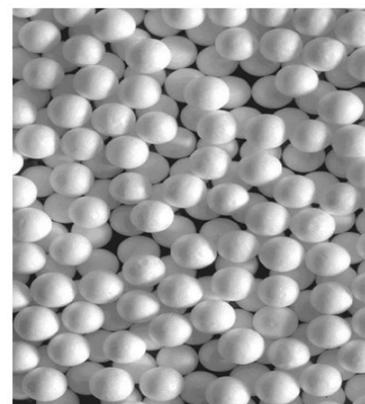


反硝化滤池改造

反硝化滤池：本项目所用反硝化滤池为上向流轻质填料的曝气生物滤池形式的反硝化滤池。



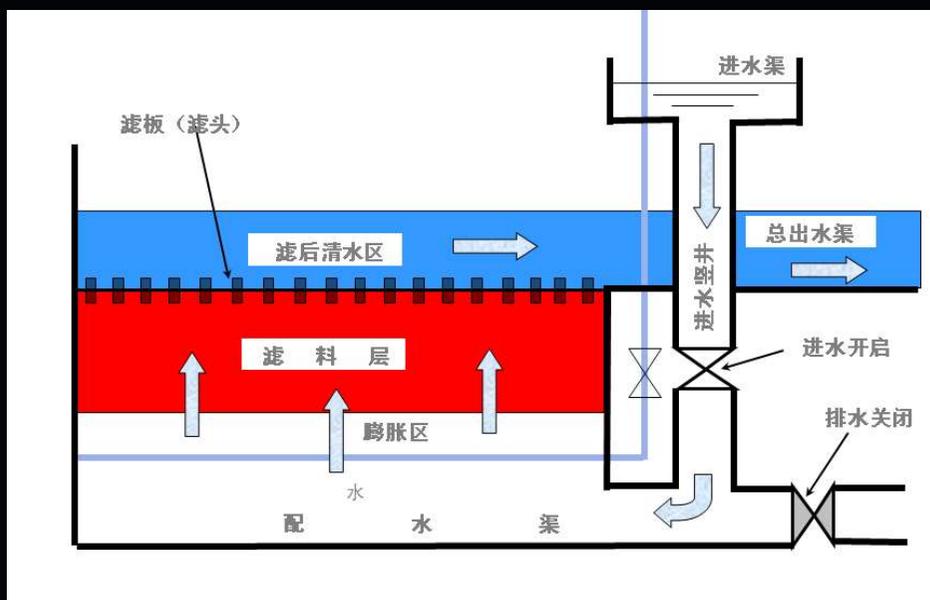
挂膜前滤料



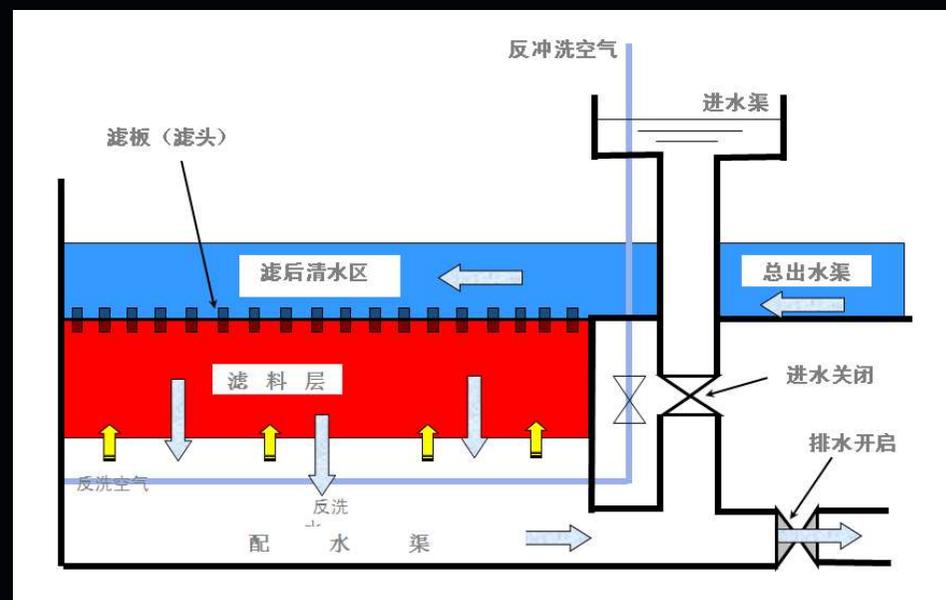
挂膜后滤料



反硝化滤池改造

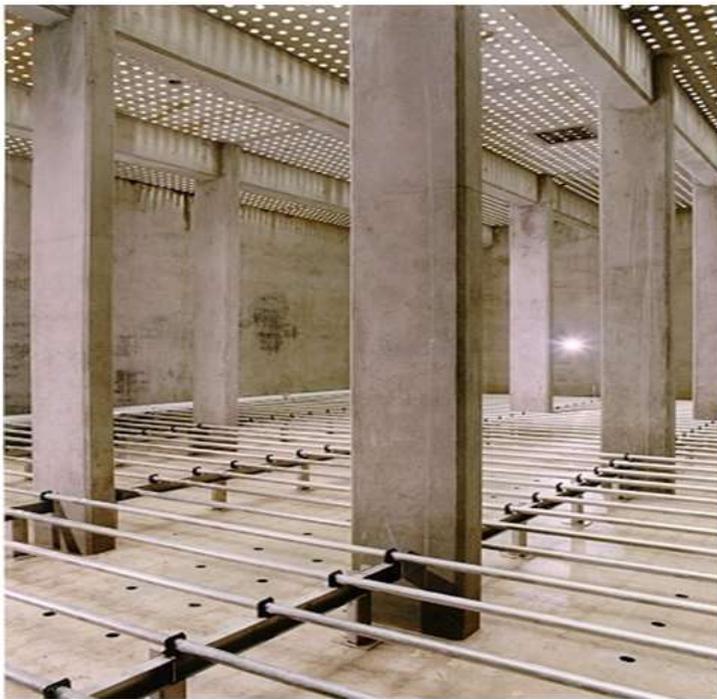


过滤模式

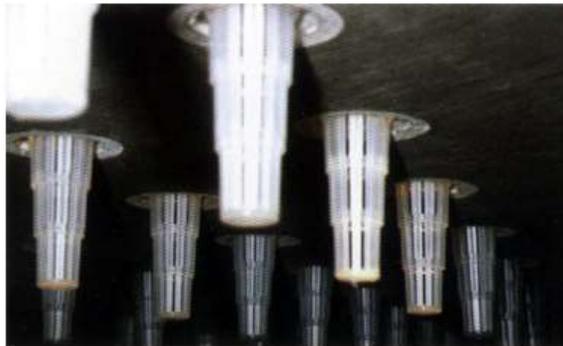


反洗模式

反硝化滤池改造



预制滤板（二次浇注）



反硝化滤池改造

工艺特点：

- 1、高度集成：曝气生物滤池滤速快、停留时间短，因此占地面积小，仅为普通工艺的1/3-1/4；
- 2、环境友好：上向流滤池，污染物和臭气都被截留在滤料底层；
- 3、运行稳定：物理和生物方法的组合，互为加强和补充，且生物膜法有较强的抗负荷冲击能力。
- 4、操作灵活：多段组合、多格并联，每格都是独立系统，每段互相补充，可以根据水质、水量情况随时调整，操作运行相对灵活；
- 5、维护简单：底部渠道打孔配水，不易堵塞；滤头在滤池顶部，预处理后出水接触，不易堵塞且便于维护；不锈钢穿孔板管曝气，不易堵塞，且免于维护；
- 6、设备量大、设备性能要求高；
- 7、结构复杂、施工难度大。



反硝化滤池改造

运行过程中存在两个问题：

1. 抗水力冲击负荷较差，尤其在投加碳源量大时，堵塞率很容易上升，反洗频繁；
2. 反洗强度及速度控制不当，容易产生滤料流失

为改善以上两个问题，对该反硝化滤池进行了进一步的改造：

1. 更换填料为悬浮填料
 2. 在底部布水渠上方覆盖不锈钢筛网，防止滤料在反洗时丢失。
- 其他设备及程序基本保持不变



反硝化滤池改造



反硝化滤池改造

改造后可明显看出滤料更换后的出水水质提升效果明显，更换前硝氮平均去除率仅10.6%，更换后硝氮平均去除率可达28.43%，去除效果显著提升。同时投加乙酸钠时的滤池平均堵塞率也由43.28%下降至8.45%，反洗周期在可控范围内，改善了投加乙酸钠期间，滤池处理能力下降的问题。

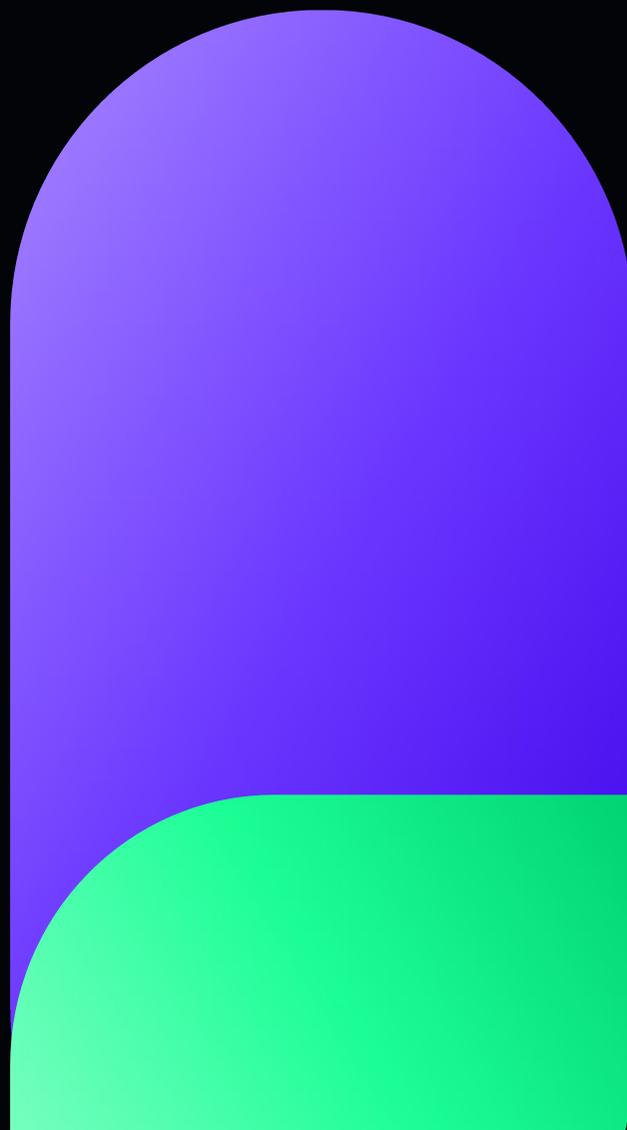
且由于布水渠增加了不锈钢筛网比填料尺寸略小，填料不可能在反洗时跑料，且运行一年多时间以来，也未发生布水渠筛网堵塞现象。

时间	PND进水硝氮	PND出水硝氮	硝氮去除率
2021年11月	9.11	8.10	11.09%
2021年12月	8.15	7.23	11.29%
2022年2月	7.45	6.75	9.40%
2023年1月	8.04	4.76	40.80%
2023年2月	5.85	4.44	24.10%
2023年3月	6.89	4.29	37.74%
2023年4月	7.24	5.02	30.66%



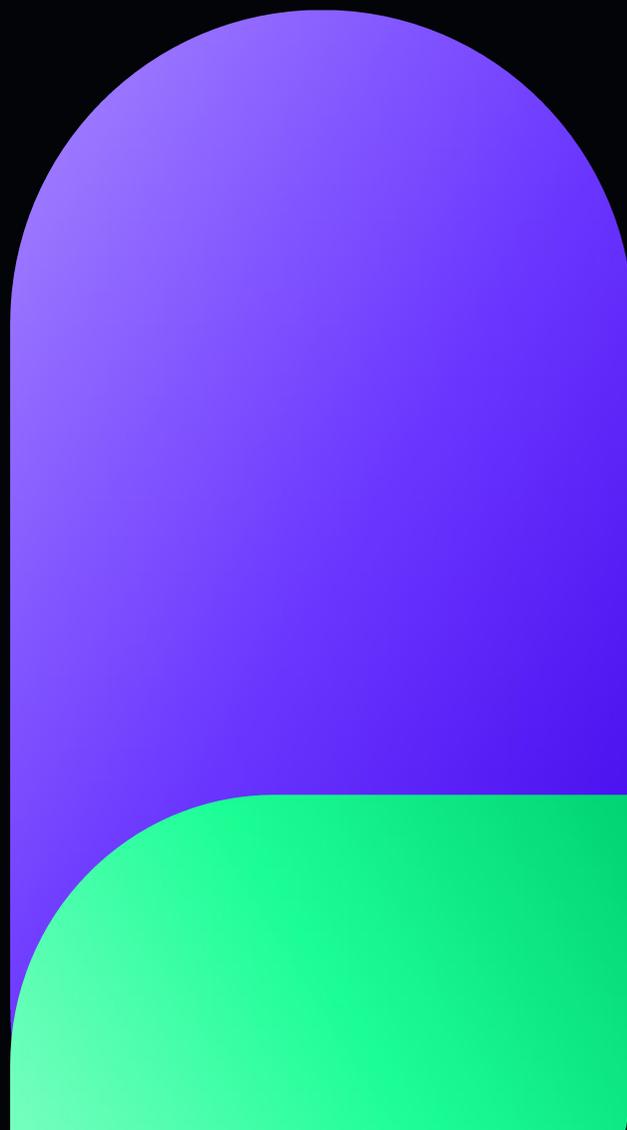
3

经验教训



3.1

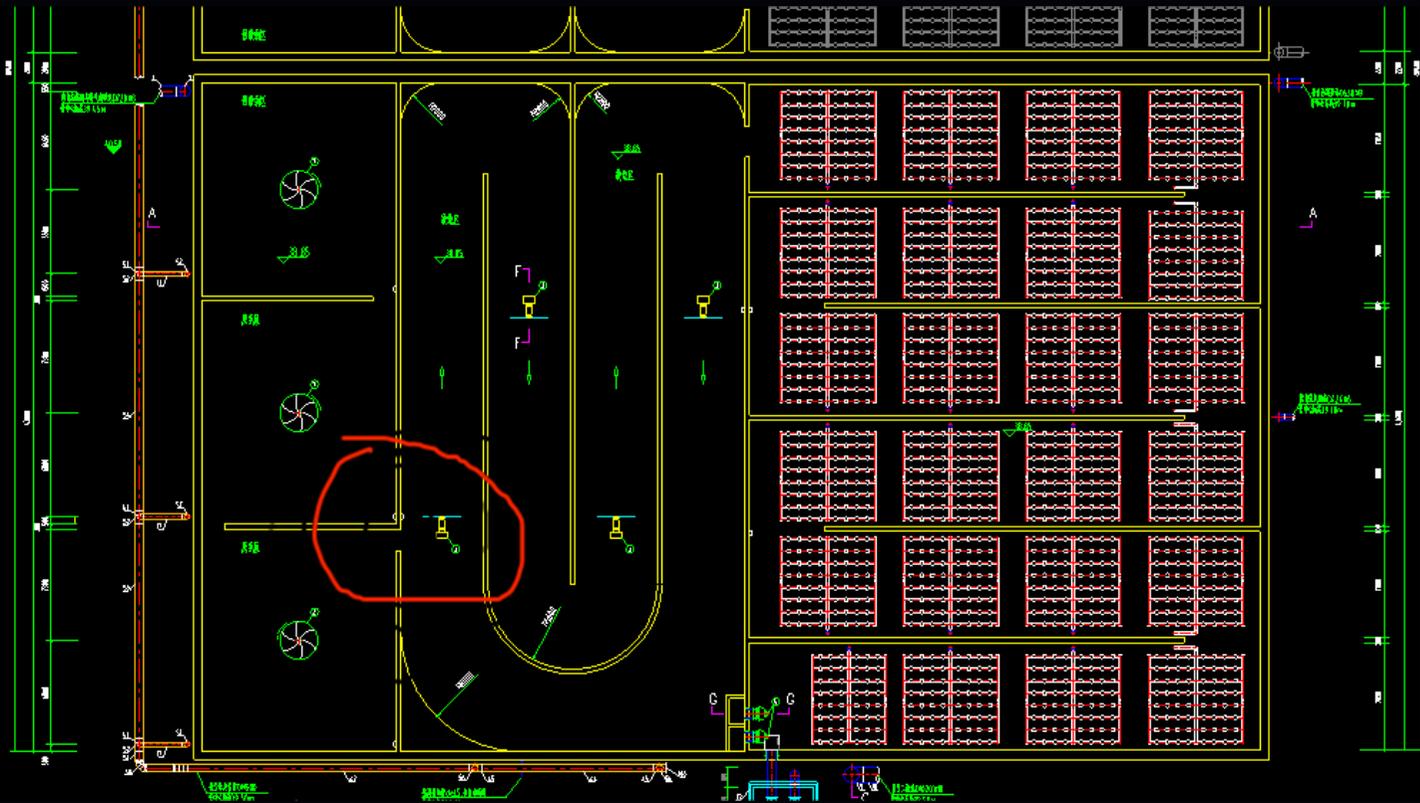
推流器、回流 泵位置



推流器、回流泵位置

推流器、回流泵都是污水处理厂比较核心的设备。设计院设计以及业主选型都会比较重视，通常都会找厂家做水力模拟，但实际项目应用中还是会出现一些问题：

案例1：推流器



推流器因为与进水端位置太近，扰动大。现场运行电流明显偏大、震动大，且已形成气蚀

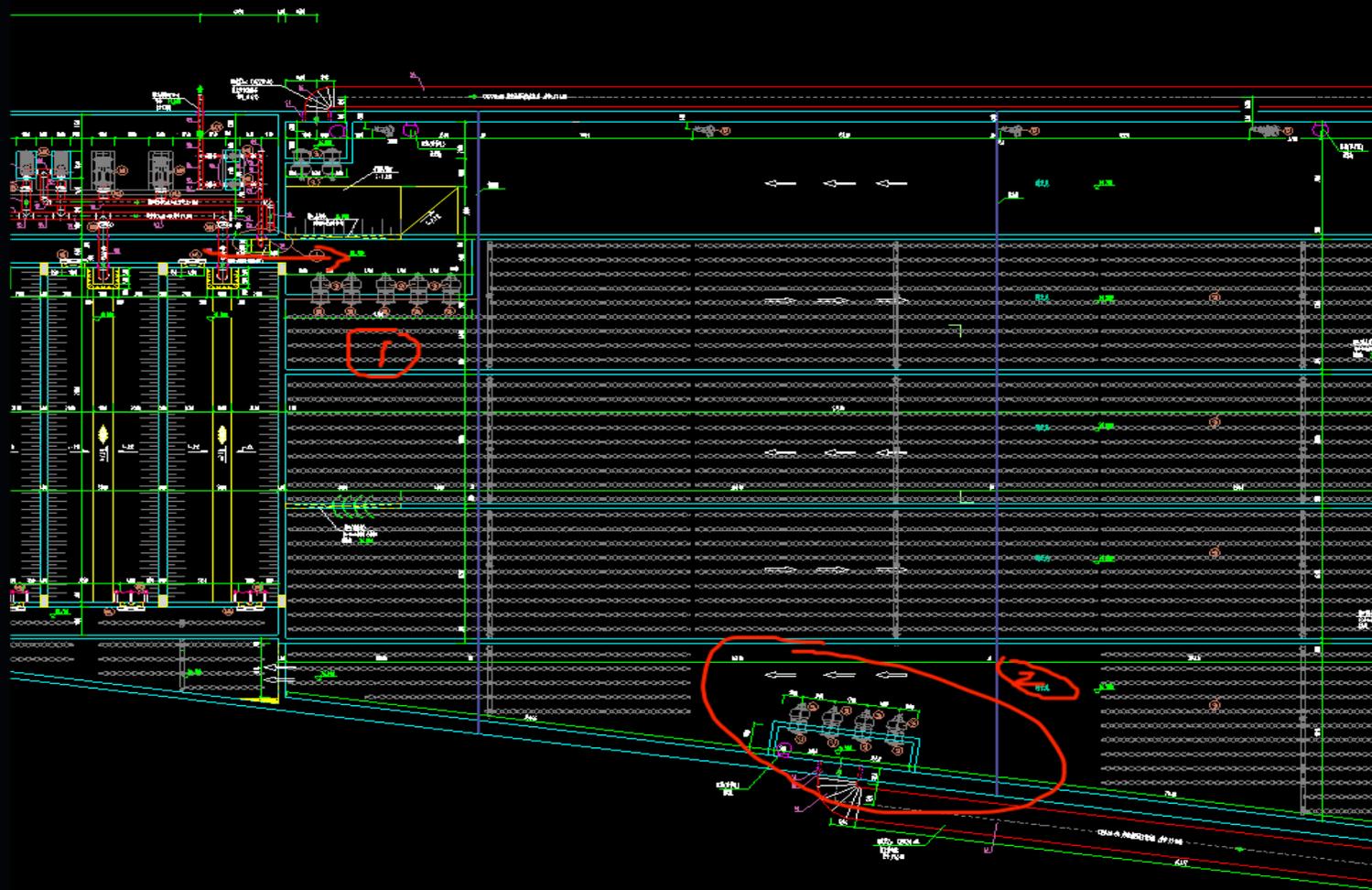
推流器、回流泵位置



时间	B ⁶ 西南角推流器电流(A)			C ⁴ 东南角推流器电流(A)			备注
	A相	B相	C相	A相	B相	C相	
2023/4/14上午8点	7.4-7.3	7.6-7.2	7.2-7.1	4.9-5.7	4.7-5.0	4.6-4.8	1285 m ³ /h
2023/4/14上午12点	7.5-7.6	7.2-7.3	7.4-7.5	4.8-5.0	4.7-4.9	4.5-4.7	1287
2023/4/14下午16点	7.9-8.5	7.6-7.8	7.7-7.8	4.9-5.0	4.7-4.8	4.4-4.6	1220
2023/4/15上午8点	8.5-8.6	8.3-8.4	8.5-8.6	4.9-5.0	4.7-4.8	4.6-4.7	1180
换位前 2023/4/15上午12点	8.7-8.8	8.4-8.5	8.4-8.5	5.4-5.5	4.9-5.0	4.9-5.0	1214
2023/4/15下午16点	8.9-9.0	8.7-8.8	8.8-8.9	5.6-5.7	4.9-5.0	4.7-4.8	1171
2023/4/16上午8点	8.9-9.0	8.7-8.8	8.8-8.9	5.6-5.7	4.9-5.0	4.7-4.8	1171

推流器、回流泵位置

案例2：回流泵

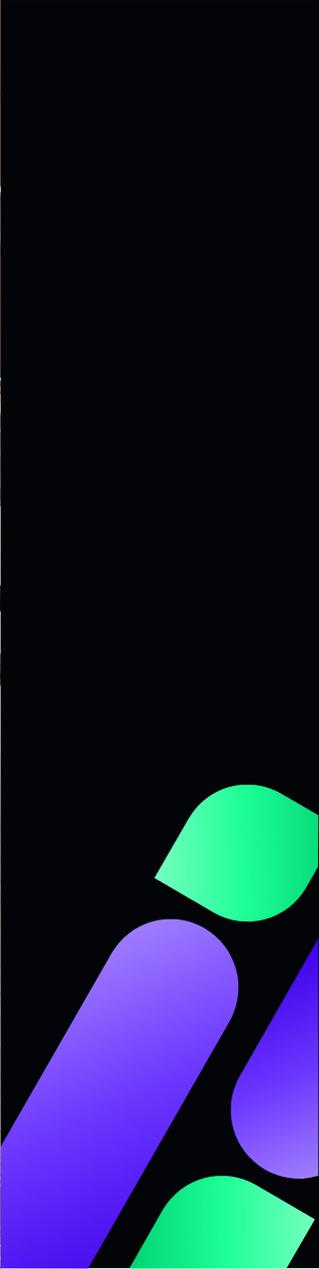
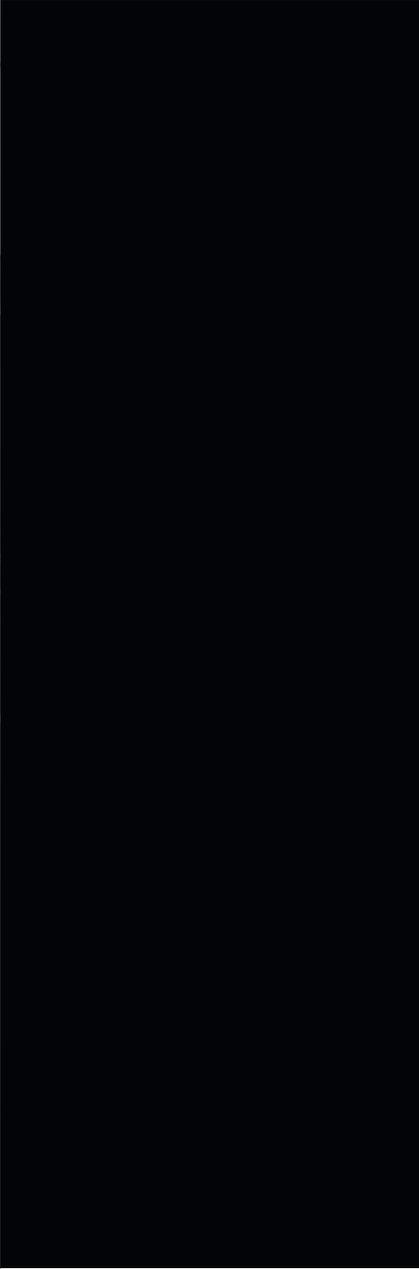


点位1回流泵进水渠距离回流泵2.2m；点位2回流泵出口距离竖井壁1.8m。

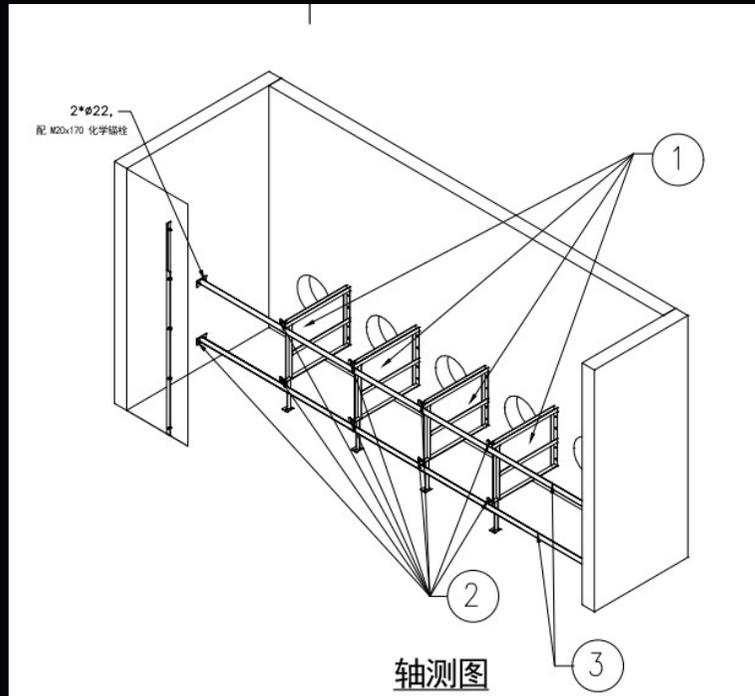
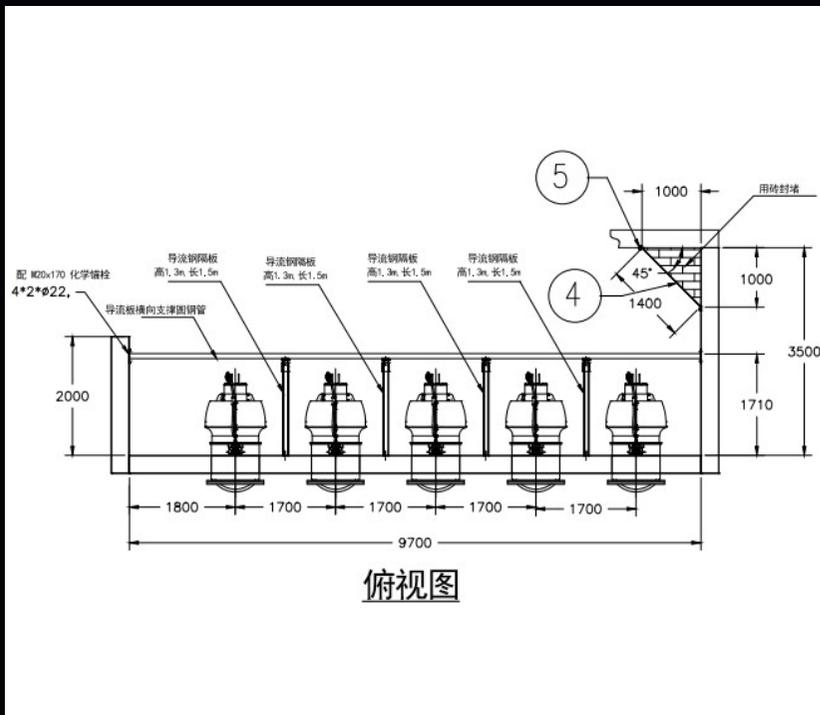
点位1回流泵因进水池侧面进水且宽度不够，没有足够缓冲距离，搅拌器全速工作大流量时水流方向从侧面过

来形成横向推力导致搅拌器会左右晃动，长期如此搅拌器进导流罩底部卡槽及出水底部定位钩损坏，工作一定时间后，搅拌器进导流罩顶部导抓连接断裂损坏。

点位2因出水口离竖井壁过短，出水水流会反射回流引起扰动和震动，导致回流泵损坏。



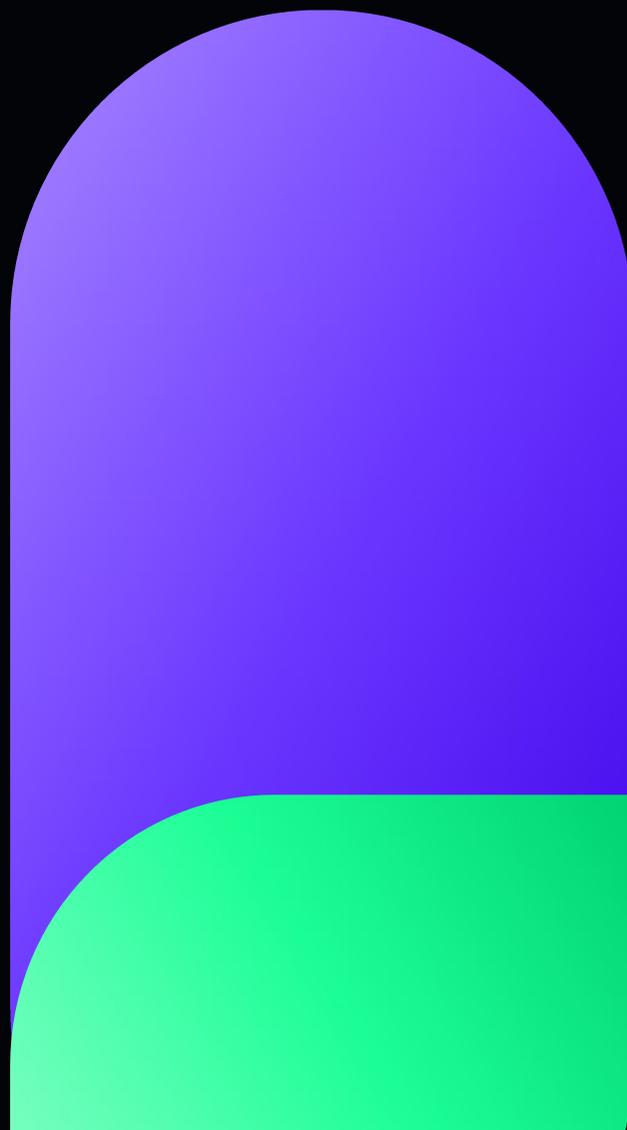
推流器、回流泵位置



点位1在运行将近1年的时间时，5台泵有2台已经挂钩断裂，脱落。剩下有不同程度变形，后续厂家给的整改方案是增加挡流板，且增加两侧的支撑点来缓解不利影响。

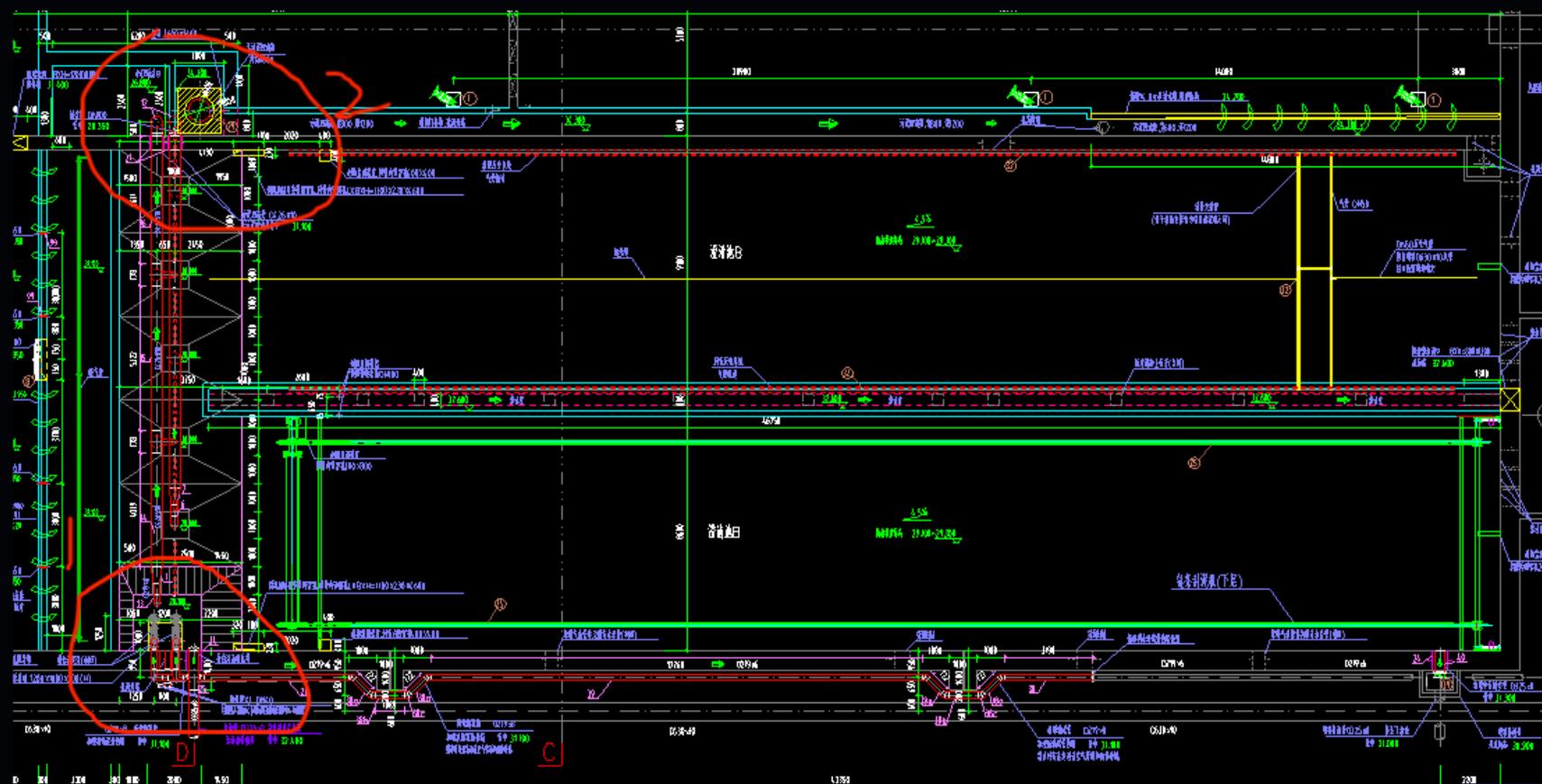
3.2

污泥回流泵 位置



污泥回流泵位置

改造MSBR池剩余污泥位置刚开始设置在澄清池一侧的污泥泵坑内，在实际运行过程中发现剩余污泥浓度很不稳定，并且平均浓度基本也就5-6g。



污泥回流泵位置

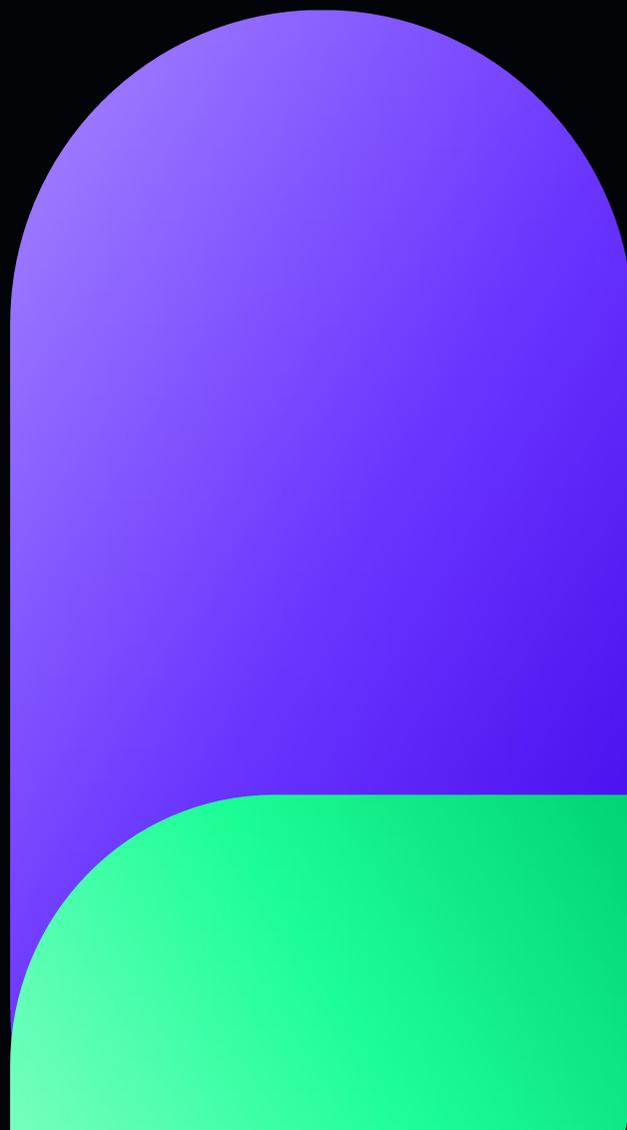
通过对污泥位置的调整，保证了均衡排泥，且污泥浓度能够稳定在8-12g。

该项目没有污泥浓缩池，而选用的工艺基本不是非常常见的工艺，BAF、AMBR、IFAS等生物膜法、泥膜混合法的工艺，在污泥系统设计方面需要系统考虑污泥浓度和污泥产量的问题。



3.3

驳接预留



驳接预留

因现有项目提标扩建，现有污水处理设备设施无论是外围环境还是厂内自身经营需要都不太可能长时间停产建设，因此驳接方案应尽可能详尽，停产时间尽可能短，且要有一定的应急措施。

驳接方案：

1. 一定要早报告政府审批，涉及到方案调整、应急措施；
2. 关注细节：闸门、阀门可能关不死、放水的时间、清淤的时间、应急措施、舆情引导；
3. 施工单位要求三班连轴转，人员机械都要按班落实到位。

驳接预留：

工程建设时尽可能考虑后期驳接的便捷，停产时间越短，环境效益和经济效益越划算。

1. 尽量预留管道、设备，少留钢筋混凝土的口子。
 2. 管道渠道端头尽量预留阀门或闸门，盲板采用法兰连接，少用焊接盲板。
- 

驳接预留



THANKS

