

玻璃加工废水处理及中水回用的工程设计

摘要 在我们的日常生活中玻璃制品随处可见，它们的出现便利了我们的生活，然而在玻璃制品生产的过程中，会排放大量的玻璃清洗废水，若这些废水没有得到合适的处理，不仅会威胁到周围的生态环境，还会对人类的健康造成严重的影响。在目前地球水资源逐渐缺乏的情况下，对污水进行合适的处理，使处理后的污水能达到国家排放的标准显得尤为重要。

本文根据东莞市某玻璃制品企业的工艺流程以及其中水回用的基本要求，提出 CNC 加工废水、扫光废水、超声波清洗废水处理方案。通过物化处理，生化处理以及中水回用系统，分离去除污水中的污染物质，使污水得以净化和循环利用。

(1) CNC 加工废水、扫光废水、超声波清洗废水混合后：采用“气浮法——混凝沉淀——水解酸化——接触氧化——砂滤——炭滤”的方式进行处理。

(2) CNC 加工工序对回用水水质要求不高，这废水可以经过“气浮法——混凝沉淀”处理后可以重新应用到 CNC 加工工序上；

(3) 扫光废水对水质要求比 CNC 加工工序要高，需要经过“水解酸化——接触氧化”生化处理后才能应用到扫光工序当中；

(4) 超声波清洗工序对水质要求高，废水需要经过中水回用系统“超滤——一级反渗透——二级 DTRO 反渗透”处理后才能应用到超声波清洗工序当中；

(5) 末端处理：采用“MVR 强制循环蒸发器”的方式，把处理后的水重新应用到 CNC 加工工序以及扫光工序上。

本项目设计可以去除玻璃清洗废水中大量的 COD、BOD、SS、LAS 以及电导率等物质，废水经过处理过后水质达到《水污染排放限值》(DB44/26-2001) 中的第二时段二级标准，且废水绝大部分回用到生产线中，回用效率达到 99.6 %。

关键词：玻璃清洗废水；中水回用；项目设计

玻璃废水处理及回用的工艺设计于沃恒

1. 绪论

1.1 研究背景

目前我国的工业发展不断发展，越来越多的企业在近几年成立，企业废水排放及回用问题成为人们关注的热点。其中玻璃加工废水是企业废水中比较常见和难处理的一类，在玻璃制品加工过程中所产生的废水，对于生态环境和人类生活环境来说是一个比较大的负担，所以玻璃加工废水处理的问题不得被重视起来。为了减轻污染物对环境的破坏力以及提高企业经济效益，促进企业经济的可持续发展能力，对玻璃加工废水进行中处理及水回用具有重大的意义。

1.2 研究目的

根据玻璃加工的工艺流程和特点，以及业主提供的废水水质的各项指标为基础。设计一套玻璃加工废水处理及中水回用的方案，包括废水处理的工艺流程与设计计算。目的是提高企业水回用率，减少企业用水的成本，促进企业经济可持续发展。

1.3 玻璃加工的工艺流程
开料工序：开料机对外购的玻璃进行开料，此过程会有少量的边角料产生。
CNC 加工工序：CNC 机对玻璃工件进行加工，直接加工工件容易发烫，因此需要用少量自来水减少工件与设备之

间的摩擦，吸附加工过程中产生的碎屑，该用水经沉淀后循环使用，定期补充新鲜水，不外排。

热弯工序：热弯机对玻璃工件进行加工，温度为 600 度至 700 度，不会使玻璃发生熔化，热弯机先预热好并使玻璃能在炉内均匀受热，避免应力脆裂，使用压力板热压成型改变了玻璃原有的形状，然后将炉内玻璃通过水循环冷却系统进行冷却。

扫光工序：扫光机对工件进行扫光，需要少量的自来水和玻璃抛光粉，起吸附粉尘和打磨作用，抛光粉经沉淀后由压滤机压滤再循环使用，定期更换，扫光用水经沉淀后循环使用，定期补充新鲜水，不外排。

清洗工序：超声波清洗设备对工件进行清洗，需要加入清洗剂及自来水，使工件表面清洁，此过程会有少量的清洗废水产生，经过处理后送至中水回用系统，循环使用。

检验工序：检验线对工件进行检验，产品检验合格后进入后续工序加工，此过程有少量不合格品产生。

丝印工序：丝印机将水性油墨印制在工件上，得到所需的图案及文字。
烘干工序：丝印后的工件使用丝印烘烤隧道炉对水性油墨进行烘干固化。

喷 AF 油工序：喷膜机对工件喷上 AF 防指纹油，使工件表面滑顺，防止表面刮花及达到防污效果。
烘烤工序：喷膜机烘烤隧道炉对工件进行烘烤，以便后续加工。

贴合工序：贴合机将外购的膜片贴在工件上，因膜片上自带胶，无需添加胶水即可贴上。
消泡工序：项目扩建部分使用脱泡机将部分工件上的气泡去除。

1.4 玻璃加工废水存在的问题以及危害

玻璃加工废水具有胶体和悬浮固体颗粒物较多的特征，混凝沉淀法是处理该废水最有效的手段之一。[1]扫光工序主要采用少量自来水及稀土抛光粉进行扫光。扫光废水的污染物主要以白色颗粒物为主，其成分为 CeO₂，粒径小于 1 微米，极难沉淀，PH 呈碱性。混凝沉淀法能有效地去除扫光工序中产出的过量稀土抛光粉，其处理效率不低于 70 %。在超声波清洗工序过程中，采用超声波清洗剂及少量自来水进行清洗，清洗废水中含有大量活性剂和表面活性剂，COD_r 含量高，可生化性差，不利于后续生物处理。废水中的表面活性剂会造成水体起泡、产生毒性，且表面活性剂在水中起泡会降低水中的复氧速率和充氧程度，使水质变坏，影响水生生物的生存，使水体自净受阻。此外它还能乳化水体中其他的污染物质，增大污染物质的浓度，造成间接污染。[2]

2. 工程概况 2.1 工程设计基础

根据对现场进行水样采样工作后检测得混合废水的各项指标如下表 2.1 所示：表 2.1 进水水质各项指标及进水水量表

废水种类	水量 (m ³ /d)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	LAS (mg/L)	总磷 (mg/L)	电导率 (us/cm)	PH
混合废水	5000	1200	400	1500	60	0.8	400	6-8

2.2 工程项目出水水质标准

根据国家标准显示，工程项目出水水质要求要达到《水污染排放限值》(DB44/26-2001)中的第二类污染物最高允许排放浓度的第二时段二级标准，达标后才能排放到城市污水处理站。具体标准如下表 2.2 所示：表 2.2 广东省地方标准水污染排放限值第二类污染物第二时段二级标准表

污染物指标	COD cr (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	石油类(mg/L)	PH
(DB44/26-2001) 第二时段二级标准	110	30	100	10	6-9

2.3 各级回用水水质标准根据业主需求，CNC 加工工序、扫光工序、超声波清洗工序回用水水质标准如下表 2.3 所示：

表 2.3 各级回用水水质标准要求表

回用工艺	CNC 加工工序 (混凝沉淀出水)	扫光工序 (生化沉淀出水)	超声波清洗 (超滤及后续出水)
CODcr (mg/L)	750	40	30
BOD (mg/L)	400	25	15
SS (mg/L)	200	40	5
LAS (mg/L)	30	5	3
电导率 (us/cm)	400	400	200

2.4 废水处理及中水回用工艺图项目废水及中水回用工艺流程图如下图 2.1 所示：

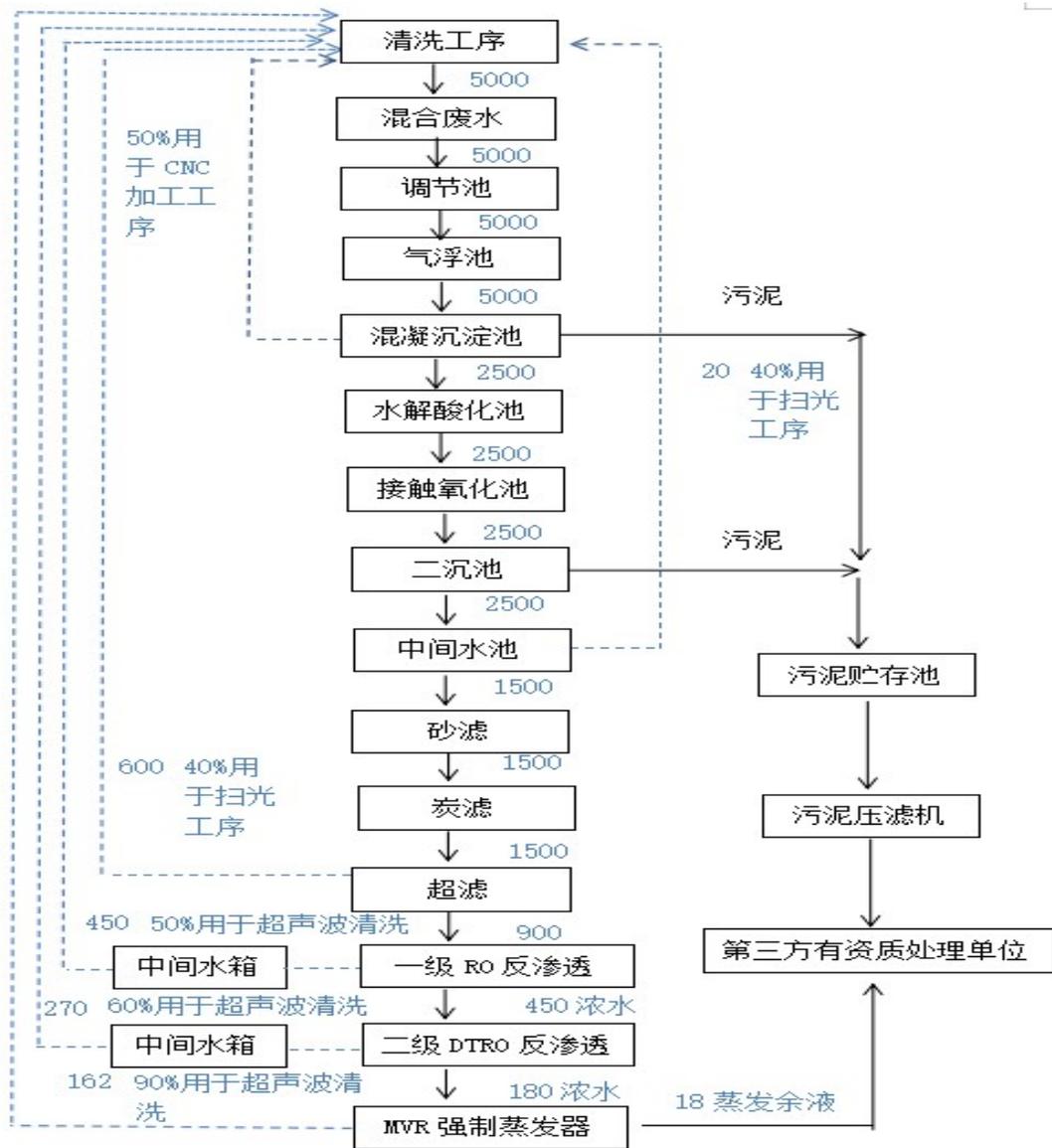


图 2.1 项目废水及中水回用工艺流程图

2.5 废水处理及中水回用工艺说明

混合废水经过处理后回到 CNC 加工工序、扫光工序以及超声波清洗工序中，处理后回用水的具体情况如下：1、混凝沉淀处理后 50%的水回用于 CNC 加工工序中，剩余 50%的回用水进入后续的生化处理系统及回用设备；2、生化处理后中间水池的 40%回用于扫光工序中，其余 60%进入超滤装置；3、超滤产水 40%回用于扫光工序，其余 60%进入一级 RO 反渗透装置；4、一级 RO 反渗透装置 50%产水进入 RO 中间水箱，其余 50%进入二级 DTRO 反渗透装置；5、二级 DTRO 反渗透产水 60%进入 DTRO 中间水箱，剩余 40%进入 MVR 强制循环蒸发器；6、MVR 强制循环蒸发器 90%产水回用，剩余蒸发残液（浓水）交有资质单位处理。

混合废水产生量为 5000(m³/d)，其中废水经混凝沉淀处理后 50%（2500m³/d）回用于用水要求不高的 CNC 加工工序中，接着其余 50%（2500m³/d）的废水继续进入后续生化处理系统处理；生化处理后 40%（1000m³/d）回用于扫光工序，其余 60%（1500m³/d）进入超滤设备；经超滤系统处理后的 40%（600m³/d）回用于扫光工序，剩余 60%（900m³ /d）进入一级 RO 反渗透设备；经一级反渗透处理后的产水 50%（450m³/d）进入中间水箱回用于超声波清洗工序，剩

余 50%（450m³/d）进入二级反渗透（DT-RO）；接着经二级反渗透 DTRO 膜处理后的 60%（270m³/d）进入回用水箱回用于超声波清洗工序，剩余 40%（180m³/d）进入 MVR 强制循环蒸发器；经 MVR 强制循环蒸发器蒸发后的产水 90%（162m³ /d）回用于超声波清洗工序，剩余的 10%（18m³/d）蒸馏残渣交有资质单位处理。

2.6 各废水处理主体处理效率各废水处理主体处理效率如下表 2.4 所示：

表2.4各废水处理主体处理效率表

序号	单元设备	项目	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	LAS (mg/L)	总磷 (mg/L)	电导率 (us/cm)
1	气浮池	进水	1200	400	1500	60	0.8	400
		出水	660	400	600	48	0.8	360
		效率	45%	0%	60%	20%	0%	10%
2	混凝沉淀池	进水	660	400	600	48	0.8	360
		出水	462	400	180	24	0.08	360
		效率	30%	0%	70%	50%	90%	0%
3	水解酸化池	进水	462	400	180	24	0.08	360
		出水	184.8	160	126	19.2	0.08	360
		效率	60%	60%	30%	20%	0%	0%
4	接触氧化池	进水	184.8	160	126	19.2	0.08	360
		出水	27.7	24	88.2	1.92	0.08	360
		效率	85%	85%	30%	90%	0%	0%
5	二沉池	进水	27.7	24	88.2	1.92	0.08	360
		出水	19.4	16.8	35.3	1.73	0.08	360
		效率	30%	30%	60%	10%	0%	0%
6	砂滤, 炭滤	进水	19.4	16.8	35.3	1.73	0.08	360
		出水	17.5	15.1	10.6	1.73	0.08	324
		效率	10%	10%	70%	0%	0%	10%
7	超滤	进水	17.5	15.1	10.6	1.73	0.08	324
		出水	15.8	13.6	3.2	0.17	0.08	291.6
		效率	10%	10%	70%	90%	0%	10%
8	一级RO反渗透	进水	15.8	13.6	3.2	0.17	0.08	291.6
		出水	14.2	12.2	1.6	0.017	0.08	116.7
		效率	10%	10%	50%	90%	0%	60%
9	二级DTRO反渗透	进水	14.2	12.2	1.6	0.017	0.08	116.7
		出水	12.8	11	0.8	0.0009	0.08	35
		效率	10%	10%	50%	95%	0%	70%
10	MVR强制蒸发器	进水	12.8	11	0.8	0.44	0.08	35
		出水	12.8	10	0.8	0.22	0.08	7
		效率	0%	10%	0%	50%	0%	80%

3 . 项目废水处理工艺技术原理

3.1 废水处理技术原理 3.1.1 调节池技术原理

调节进水流量、水质，使废水混合均匀，有一定的缓冲作用，为后续良好的水处理流程奠定基础。

3.1.2 气浮池技术原理

气浮池选用浅层气浮池，浅层气浮主要是通过动态进出水来实现最佳的静态分离效果，能够使得带气絮凝体快速浮出液面，以此达到固液分，从而提高其处理的效率。[3]浅层气浮通常采用圆形结构而不用方形结构的原因是池内没有死区，在进行固液分离时有良好的处理效率，尤其是对于如稀土抛光粉等颗粒密度约等于水的微小悬浮颗粒。

粒。

浅层气浮的工作原理是污水由污水泵抽取提供到浅层气浮池后，再由加药泵抽取 PAC、PAM 等药剂进入气浮池底部的混合管充分混合。溶气系统会在微孔产生许多微小的气泡，气泡能吸附污水中的污染物，桥联进入气浮布水系统。池内的布水系统以及调速装置使废水在布水区和气浮区达到零速度。絮凝体和污染物在浮力和零速度的作用下进行固液分离，上层的浮渣被刮泥系统去除，下层清水通过通转下的清水抽提槽管自流到清水池。

3.1.3 混凝沉淀池技术原理

在混凝沉淀池中加入 PAC、PAM 等药剂与污水充分混合，可以降低污水的浊度与色度。无机高分子混凝剂 PAC 又名聚合氯化铝，呈白色，PAC 的絮凝机制是卷扫机理，进水水中会形成网状结构，把固体小颗粒结合在一起。有机高分子絮凝剂 PAM 又名聚丙烯酰胺，呈黄褐色，其絮凝机制是电性中和机理和架桥絮凝机理，能打破小颗粒之间的电性平衡，使得污水中的固体颗粒凝聚在一起。PAC 和 PAM 混合使用可以使废水中的悬浮物颗粒物凝聚成一起，成为具有一定吸附能力的胶体，胶体在和废水中的其他物质结合成为吸附能力更大的絮凝体。絮凝体具有强大吸附力，不仅能吸附悬浮物，还能吸附部分细菌和溶解性物质。絮凝体通过吸附，体积增大而下沉。[4]经过此池处理后废水中的稀土抛光粉已被大量去除，回用水水质达到 CNC 加工工序用水标准。

3.1.4 水解酸化池技术原理

厌氧生物处理分为三个阶段，水解阶段，产氢产乙酸阶段以及产甲烷阶段。水解酸化处理是指将厌氧过程控制在水解和酸化阶段，利用兼性的水解产酸菌将复杂的有机物转化为简单的无机物。[5]具体过程为当废水进入水解酸化池内时，细菌会在产酸阶段把大分子的有机物分解成小分子有机物，提高接触氧化池的处理效率。为了提高池内的微生物浓度，设计把二沉池的活性污泥回流到池内。水解酸化池以及接触氧化池都需要安装生物填料来达到挂膜的目的，成型的生物膜会对废水的有机物进行氧化分解，把上一阶段产物转化为乙酸，氢气和二氧化碳以及细胞物质。

3.1.5 接触氧化池技术原理

生物接触氧化法与其他生物法一样，是利用好氧微生物在有氧条件下通过自身的分解作用去除水中的有机物。[6]生物接触氧化池内安装一定数量的生物填料，且填料必须无毒、质量轻，便于挂膜、抗酸碱性等性质。在启动前通常需要在接触氧化池内进行接种工作，微生物会在填料上逐步形成生物膜，当废水与生物膜开始接触时，废水中的可溶性有机物被生物膜上的微生物氧化分解，从而达到净化水质的目的。脱落的生物膜进入二沉池进行泥水分离，沉淀下来的活性污泥回流至水解酸化池。

3.1.6 二沉池技术原理

二沉池是污泥系统的重要组成部分之一，把接触氧化池脱落的生物膜进行泥水分离，主要作用是进行泥水分离，净化水质，池内的一部分活性污泥回流到接触氧化池内，另一部分转移到污泥储存池内。

3.1.7 砂滤技术原理

砂滤一般是石英砂过滤，利用石英砂比表面积大、耐腐蚀、过滤能力好等优点去除污水中的杂质，对 SS、胶体、铁、有机物等污染物的去除效率较高。进水自下往上进过滤料层后，水中的颗粒物被截留而去除，降低污水的浊度。砂滤还可以作为反渗透预处理使用，配置完善的石英砂过滤器还具有反冲洗的功能，能有效去除截留在石英砂表面上的污染物，防止堵塞。

3.1.8 炭滤技术原理

炭滤一般使用活性炭进行过滤，活性炭有比表面积大，疏松多孔，吸附能力高等优点，已经成为多数水处理项目中必不可少的吸附剂。本装置的活性炭采用的是经过耐压过滤器和填充的活性炭介质组成，可以有效去除石英砂装置无法去除的余氯、小分子有机物、色素、异味等污染物，还有降低后续 RO 反渗透膜进水的电导率和防止 RO 膜氧化降解的作用。

3.1.9 超滤技术原理

超滤膜的孔径一般在 0.005-1 μ m 之间，可以截留有机物、胶体、细菌等污染物。超滤是一个动态过程，即在一定压力下水流过超滤膜，达到截留污染物的目的。在污水处理中相比较于其他工艺，超滤拥有巨大的优势，其中包括耐酸碱性、操作简便、无需添加药剂以及处理效果好等。超滤具有低能耗高效率，低压运行并且设备占地面积小等优点，一般作为中水深度处理的主要前处理方法。[7]

3.1.10 反渗透技术原理

反渗透技术主要是通过设置半透膜，废水在加压状态后从高浓度一侧流向低浓度一侧，实现逆方向流动，由于

RO 反渗透膜的孔径很小，只有 10 纳米左右，能截留除了水与部分离子之外的绝大部分污染物，是理想的水污染处理

方法。故应用这一技术，在实际中往往能够有效去除液体中诸如有机物、胶体、细菌与微生物等溶质，从而实现对液体的净化。[8]

3.1.11MVR 强制循环蒸发器技术原理

机械蒸汽再压缩简称 MVR，蒸发技术是重新利用蒸发器内产生的二次蒸汽能量，从而减少对外界能源需求的一种节能技术。[9]其原理为：利用动力系统把结晶器里的废水引至加热室进行换热后再重新引至结晶器，实现强制循环结晶。此时二次蒸汽的温度不能达到蒸发要求，需要 MVR 强制蒸发器内的压缩机进行压缩。二次蒸汽经过压缩后温度与压力变大，再重新引至加热室充当加热蒸气对废水进行加热，蒸汽本身成为冷凝水。本工艺可节约 90%以上的冷凝水，有效分离 95%以上的 COD、90%以上的色度。

4 . 回用水处理工艺设计说明

4.1 CNC 加工工序回用水设计说明

混合废水经过调节池后由提升泵把废水引至气浮池。气浮池内的溶气系统会释放许多微小的气泡，气泡会吸附大部分的絮凝体并浮上水面由刮泥机去除。处理后的废水引至混凝沉淀池，在池内加入 PAC、PAM 使池内难以沉淀的颗粒凝聚在一起，成为容易被去除的絮凝体，并且加入石灰水使废水水质呈碱性，有利于使废水中的金属离子沉淀下来，最后加入盐酸保证出水 PH 值。经过气浮池与混凝沉淀池后稀土抛光粉被大量去除。工艺流程图如图 4.1 所示。

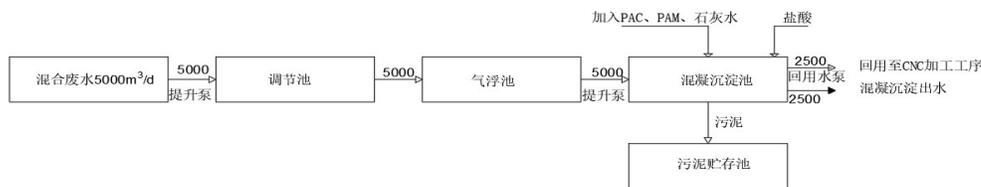


图 4.1CNC 加工工序回用水设计工艺流程图

4.2 扫光工序阶段回用水设计说明

混凝沉淀池出水后废水由提升泵把废水引至水解酸化池，经水解酸化池处理后废水再引至接触氧化池，在水解酸化池内通过控制厌氧反应保持在产酸阶段，并非产甲烷阶段。不仅能截留废水中的悬浮物，还能将废水中的大分子有机物，水解酸化成小分子有机物，提高废水的可生化性，既提高生化需氧量与化学需氧量的比例。在接触氧化池内，用回转式鼓风机提供氧气，好氧菌不断繁殖把废水中的小分子有机物进行深度处理，从而达到净化水质的目的。最后在二沉池中加入适当的混凝剂与絮凝剂来处理经过生化处理后的出水中含有大量的死亡脱落的细菌，将絮凝体凝聚成矾花，通过重力沉淀的方法去除。同时，将二沉池底部的活性污泥回流至水解酸化池和接触氧化池，提高池内的微生物浓度。该阶段能有效降低废水的 COD、BOD、LAS 等污染物。超滤产水 40%回用于扫光工序中。工艺流程图如图 4.2 所示。

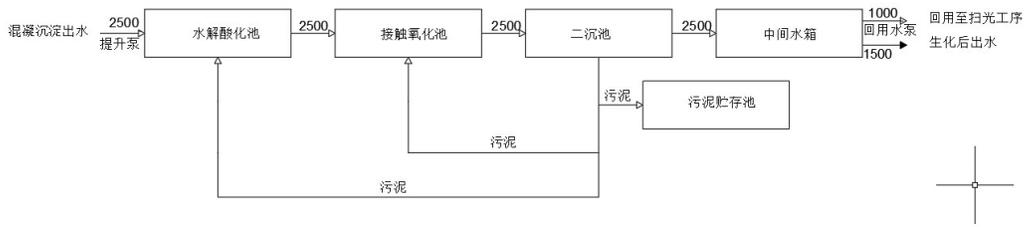


图 4.2 扫光工序回用水设计工艺流程图

4.3 超声波清洗工序回用水设计说明

生化出水后由增压泵把废水引至砂滤、炭滤、保安过滤器以及超滤装置中，降低废水中的悬浮物、胶体、有机物等污染物的含量，减低 RO 反渗透膜的进水电导率，防止 RO 膜氧化分解，为后续反渗透处理提供良好的进水水质。反渗透装置能有效减低废水中的 LAS 与电导率，还能截留大部分可溶性的盐类物质和小分子有机物，反渗出水达到超声波清洗工序的回用水要求。在工艺末端安装 MVR 强制循环蒸发器，把 DTRO 的浓水蒸发浓缩重新会用到超声波清洗工序中，剩余的蒸发余液交给第三方有资质处理的单位处理，废水的回用率达到 99.6%。工艺流程图如图 4.3 所示。

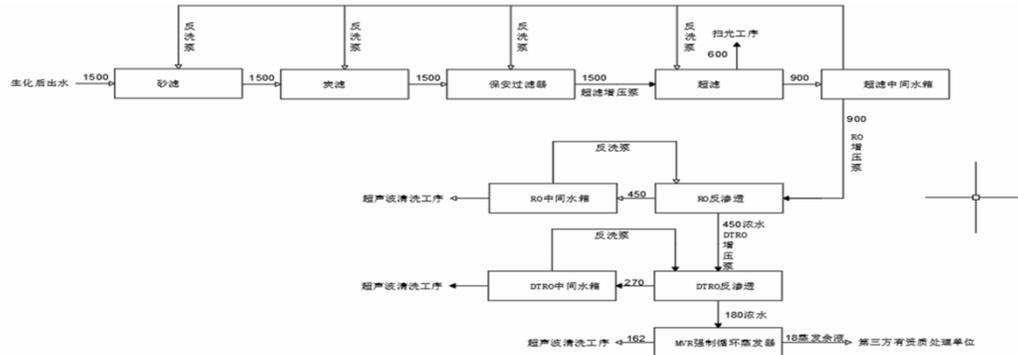


图 4.3 超声波清洗工序回用水设计工艺流程图

5. 构筑物具体计算

5.1 调节池尺寸计算

本次设计进水为连续进水取 6h。既水力停留时间 $T=6h$ ，设计流量 Q 为： $Q=5000m^3/d=208m^3/h$

(1) 调节池有效容积 V

$$V=QT=208 \times 6=1248m^3$$

(2) 调节池的水面面积 A

设池深 $h=10m$ ，超高 0.5m，总高度 $H=10.5m$ ，则池面积为：

$$A=V/h=1248/10=124.8m^2$$

(3) 调节池的尺寸设池长 $L=13m$ ，宽 $B=10m$ ，则池总尺寸为：

$$L \times B \times H=13m \times 10m \times 10.5m=1365m^3$$

5.2 气浮池尺寸计算 (1) 气浮池释放空气量 A

设气固比 $a=0.006$, 悬浮物固体干重 $S=1500\text{g/d}$, 则气浮池释放的空气量为:

$$a = \frac{A}{S}$$

$$S = QSa$$

$$A = aS = aQSa = 0.006 \times 5000 \times 1500 = 45000\text{g/d}$$

(2) 加压溶气水的流量 Q_r

取 $T=12^\circ\text{C}$, 则 $\rho^0=1.206\text{ g/L}$, $P=0.5\text{Mpa}$, $C_s=22.8\text{ mL/L}$, $f=0.85$, 则加压溶气水的流量为:

$$Q_r = \frac{A}{\rho C_s (fP/P_0 - 1)} = \frac{45000}{1.206 \times 22.8 (0.85 \times 0.5 \times 1000/100 - 1)}$$
$$= 503.5\text{m}^3/\text{d} = 21\text{m}^3/\text{h}$$

(3) 气浮池所需空气量 Q_g

据资料得 $KT=0.027$, 则气浮池所需空气量为:

$$Q_g = 736Q_r fPKT = 736 \times 21 \times 0.85 \times 0.5 \times 0.027 = 177.36\text{m}^3/\text{h}$$

(4) 气浮接触室的面积 A_c 设水流平均速度 $u=10\text{mm/s}$, 则气浮接触室的面积为:

$$A_c = \frac{Q + Q_g}{3600u_c} = \frac{177.36 + 21}{3600 \times 10 \times 10^{-3}} = 5.51\text{m}^2$$

(5) 设气浮接触室宽为 1.3m , 即接触室长 L 为:

$$L = A_c/B_c = 5.51/1.3 = 3.96\text{m}$$

(6) 接触室堰上水深 $H_2=B_c=1.3\text{m}$

(7) 接触室气水接触时间 t_c , 设气浮池分离室水深 $H_1=2\text{m}$, 据资料所得 $t > 60\text{s}$, 则设接触室气水接触时间 t_c

$$t_c = \frac{2 - 1.3}{10 \times 10^{-3}} = 70\text{s}$$

(8) 气浮分离室的面积 A_s 设分离室水流向下平均速度 $u=1\text{mm/s}$, 则气浮分离室的面积为:

$$A_s = \frac{Q + Q_g}{3600u_s} = \frac{177.36 + 21}{3600 \times 1 \times 10^{-3}} = 55.1\text{m}^2 (\text{取 } 56\text{m}^2)$$

(9) 分离室长度 L_s

取气浮分离室宽度 $B_s=5\text{m}$, 即分离室长度 L_s 为:

$$L_s = A_s/B_s = 56/5 = 11.2\text{m}$$

矩形气浮池分离室长宽比一般取 $1:1-2:1$

(10) 气浮池水深 H

设气浮池分离室停留时间 $t=600\text{s}$, 则气浮池水深 H 为:

$$H = vt = 1 \times 600 = 600\text{mm}$$

(11) 气浮池容积 W

$$W_s = (A_c + A_s)H = (5.51 + 56) \times 0.6 = 36.9\text{m}^3 (\text{取 } w_s = 37\text{m}^3)$$

(12) 水力停留时间 T 校核

$$T = \frac{60 \times 37}{177.36 + 21} = 11.2\text{min}$$

(13) 溶气罐直径为 D_d

据资料得 I 对于空罐, 一般为 $80 \sim 150\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 对于填料罐一般为 $200\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 设计取 $I=100\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \times Q_R}{\pi I}} = \sqrt{\frac{4 \times 21}{100\pi}} = 0.52m$$

(14) 溶气罐高 h

设灌顶、底封头高度 $h_1=0.1m$, 布水区高度 $h_2=0.3m$, 贮水区高度 $h_3=1m$, 填料层高度 $h_4=1m$, 则溶气罐高 h 为: $h=2h_1+h_2+h_3+h_4=2 \times 0.1+0.3+1+1=2.5m$

5.3 混凝沉淀池尺寸计算

(1) 混凝池设置两组, 每组池内设 3 台搅拌机, 设混凝池的絮凝时间为 1200s, 絮凝体形成流速为 30cm/s, 混凝池的有效容积为:

$$V=Qt=0.03 \times 1200=36m^3$$

(2) 混凝反应池水面面积 A

设池深 $h=6m$, 超高 0.5m, 总高度 $H=6.5m$ 则混凝反应池水面面积为:

$$A=V/h=36/6=6m^2$$

(3) 混凝反应池总尺寸

设池子长度 $L=3m$, 池子宽 $B=2m$, 则混凝反应池总尺寸为:

$$L \times B \times H=3m \times 2m \times 6.5m=39m^3$$

沉淀池采用斜管沉淀池, 设池子个数 $n=2$, 表面水力负荷 $q_0=3$, 则沉淀池表面积为:

$$A = \frac{Q_{max}}{0.91nq_0} = \frac{208}{0.91 \times 2 \times 3} = 38m^2$$

设沉淀池长 L 为 5m, 则池宽 $B=A/L=7.6m$

(4) 池内停留时间 t 设斜板上方清水区高 $h_2=0.7m$, 斜板高 $h_3=0.866m$, 则池内停留时间为:

$$t = \frac{(h_2 + h_3) \times 60}{q_0} = \frac{(0.7 + 0.866) \times 60}{3} = 94min$$

(5) 污泥区的容积 V_W

设污泥储存时间 $T=2d$, 进水悬浮固体浓度 $C_0=600mg/L$, 出水悬浮固体浓度 $C_1=180mg/L$, 污泥含水率 $P_0=95\%$, 则污

泥区的容积为:

$$V_W = \frac{Q_{max} \times 24 \times (C_0 - C_1) \times 100}{1000\gamma(100 - P_0)} \times T = \frac{38 \times 24 \times (600 - 180) \times 100}{1000 \times 1000 \times (1 - 0.95)} \times 2 = 3.8m^3$$

(6) 污泥斗容积 V_1

在沉淀池底部设方形污泥斗, 上面积边长 $a_1=5m$, 下面积边长 $a_2=1m$, 坡度为 50 度, 则污泥斗容积为:

$$h_5 = \left(\frac{a_1}{2} - \frac{a_2}{2} \right) \tan 50^\circ = \left(\frac{5}{2} - \frac{1}{2} \right) \tan 50^\circ = 2m$$

$$V_1 = \frac{h_5}{6} (2a_1^2 + 2a_1a_2 + 2a_2^2) = 30m^3$$

则污泥斗容积 $V_1 > V$, 符合污泥储存的要求。

(7) 沉淀池的总高度

设沉淀池的超高 $h_1=0.3m$, 沉淀池底部缓冲层 $h_4=1m$, 则沉淀池的总高度为:

$$H=h_1+h_2+h_3+h_4+h_5=0.3+0.7+0.866+1+2=4.89m$$

(8) 沉淀池的容积

$$L \times B \times H = 5 \times 7.6 \times 5 = 190 \text{m}^3$$

5.4 水解酸化池尺寸设计

因混凝沉淀池出水 50%回用于 CNC 加工工序，既剩余水量为 $Q=104\text{m}^3/\text{h}$ 的废水进入水解酸化池进行处理。

(1) 水解酸化池有效容积 V

设总变化系数 $K_z=1.2$ ，水力停留时间 $HRT=12$ ，则水解酸化池有效容积为：

$$V = K_z Q HRT = 1.2 \times 104 \times 12 = 1497.6 \text{m}^3 \text{ (取整 } 1500 \text{m}^3 \text{)}$$

(2) 池表面积

设池深 $h=10\text{m}$ ，超高 0.5m ，总高度 $H=10.5\text{m}$ ，则池表面积为：

$$A = V/h = 1500/10 = 150 \text{m}^2$$

已知水解酸化池深为 $h=10\text{m}$ ，则池高度与上升流速的关系为：

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{V}{HRTA} = \frac{H}{HRT} = \frac{10}{12} = 0.83 \text{m/h}$$

$v < v = 0.5 - 1.8 \text{m/h}$ ，符合要求。

(3) 配水方式采用总管进水方式，池底设支管配水，支管上均排布出水口小孔。

(4) 堰长 L

根据资料《城市污水厂处理设施设计计算》得，设出水堰负荷 $q=1.7\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ ，设计流量 $Q=0.03\text{m}^3/\text{s}$ 则堰长为

$$L = Q/q = 0.03 \times 1000 / 1.7 = 17.64 \text{m} \text{ (取整 } 18 \text{m)}$$

(5) 堰上水头 h_1

设计流量 $Q=0.03\text{m}^3/\text{s}$ ，过堰水深为 77mm ，每米堰板设 6 各堰口，过堰速为 $v_1=1.395\text{m/s}$ ，则每个三角堰口出流量为

$$q_1 = q/6 = 1.7/6 = 0.28 (\text{L/s}) = 0.00028 (\text{m}^3/\text{s})$$

$$h_1 = \sqrt[5]{\left(\frac{0.00028}{1.4}\right)^2} = 0.016 \text{m}$$

(6) 集水水槽宽 B

为了工程安全保证集水槽设计流量 $Q_0=1.5Q$ ，则集水水槽宽 B 为：

$$B = 0.9Q_0^{0.4} = 0.9 \times (1.5 \times 0.03)^{0.4} = 0.26 \text{m} = 260 \text{mm}$$

(7) 集水水槽深度 h_k

$$h_k = \sqrt[5]{\frac{Q_0^2}{gB^2}} = \sqrt[5]{\frac{(1.5 \times 0.03)^2}{9.8 \times 0.26^2}} = 0.145 \text{m}$$

(8) 集水水槽起端深度 h_0

$$h_0 = 1.73h_k = 1.73 \times 0.145 = 0.25085 \text{m} \text{ (取 } 250 \text{mm)}$$

(9) 集水水槽总高度 h 设出水槽跌落高度 $h_2=0.1\text{m}$ ，则集水水槽总高度 h 为：

$$h = h_1 + h_2 + h_0 = 0.016 + 0.1 + 0.25 = 0.366 \text{m}$$

5.5 接触氧化池尺寸设计

(1) 接触氧化池填料容积 W

接触氧化池进水 $\text{COD}=185\text{mg/L}$ ，出水 $\text{COD}=28\text{mg/L}$ ，进入接触氧化池得废水量为 $2496\text{m}^3/\text{d}$ ，填料容积负荷 $M=2\text{kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ，按下式计算为：

$$W = \frac{Q(L_a - L_e)}{M} = \frac{2496(185 - 28)}{2 \times 1000} = 195 \text{m}^3$$

(2) 生物接触氧化池的总面积 A 设填料高度 H=3m, 则总面积为:

$$A = \frac{W}{H} = \frac{195}{3} = 65 \text{m}^2$$

(3) 接触氧化池深度 h

设超高 h1=0.5m, 填料层上方水深 h2=0.5m, 填料层下方水深高度 h3=0.5m, 则接触氧化池深度为:
h=H+h1+h2+h3=3+0.5+0.5+0.5=4.5m

(4) 接触氧化池的容积

设接触氧化池的长 L=10m, 宽 B=6.5m, 则接触氧化池的容积为:

$$L \times B \times H = 10 \times 6.5 \times 4.5 = 292.5 \text{m}^3 \text{ (取整 } 300 \text{m}^3)$$

(5) 污水与填料接触时间 t

$$t = \frac{nfH}{Q} = \frac{1 \times 65 \times 3 \times 24}{2496} = 1.9 \text{h}$$

(6) 供气量 Q1

按 1kg 的 COD 需要消耗 1kg 的氧气计算, 则接触氧化池的需氧量 Q1 为:

$$Q_1 = 2496 \times (185 - 28) / 1000 = 392 \text{kg/d}$$

(7) 接触氧化池每天需要的空气量 Gs

接触氧化池采用微孔曝气, 氧气在空气中的百分比为 21%, 氧的容重为 1.43kg/m³, 则接触氧化池每天需要的空气量 Gs 为:

$$G_s = \frac{Q_1}{21\% \times 1.43 \times E_A} = \frac{392}{21\% \times 1.43 \times 0.15} = 8703 \text{m}^3/\text{d} = 0.1 \text{m}^3/\text{s}$$

微孔曝气装置的具体参数如下表 5.1 所示: 表 5.1 微孔曝气装置的具体参数表

型号	规格	面积比	有效水深	通气量	动力效率
HWB-1	直径 200	6.25%	4.5m	4m ³ /h	18-25

(8) 微孔装置数量 N 设通气量为 4m³/h, 则接触氧化池所需的微孔装置数量为:

$$N = \frac{G_s}{24 \times 4} = \frac{8703}{24 \times 4} = 91 \text{个}$$

(9) 空气管道设计干管的空气流速 v1=18m/s, 则干管的直径 d1 为:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4G_s}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.1}{\pi \times 18}} = 0.08 \text{m}$$

取 d1=0.1m=100mm, 则干管空气流速 d1=13m/s。

(10) 设支管的流速 v2=9m/s, 则支管的直径 d2 为:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4G_s}{n \times \pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.1}{91 \times \pi \times 9}} = 0.0124 \text{m}$$

取 d2=0.015m=15mm, 则支管流速 v2=6.5m/s

(11) 污泥产量按去除 1kgCOD 产生 0.2kg 污泥计算, 则接触氧化池的产污量 W 为:

$$W = \frac{185 - 28}{1000} \times 2496 \times 0.2 = 78.4 \text{kg/d}$$

5.6 二沉池尺寸设计 (1) 中心管面积 f 二沉池采用竖流沉淀池, 设中心管内流速 $v_0=0.03\text{m/s}$, 则中心管面积为:

$$f = \frac{Q_{\max}}{nv_0} = \frac{0.029}{0.03} = 0.97\text{m}^2$$

(2) 中心管直径 d

$$d = \sqrt{\frac{4f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.97}{3.14}} = 1.11\text{m}$$

(3) 中心管喇叭口与反射板之间的间隙高度 h_3

设污水中心管喇叭口与反射板之间的间隙流出的速度 $v_1=0.03\text{m/s}$, 喇叭口直径 $d_1=1\text{m}$, 则中心管喇叭口与反射板之间的间隙高度为:

$$h_3 = \frac{Q_{\max}}{v_1 d_1 \pi} = \frac{0.029}{0.03 \times 1 \times 3.14} = 0.31\text{m}$$

(4) 沉淀部分有效面积 F

设表面负荷为 $5.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 则上升流速为:

$$v = u = 5.5(\text{m}/\text{h}) = 0.00153(\text{mm}/\text{s})$$

则沉淀部分有效面积为:

$$F = \frac{Q_{\max}}{v} = \frac{0.029}{0.00153} = 19 \text{ m}^2$$

(5) 沉淀池直径 D

$$D = \sqrt{\frac{4 \times (19 + 0.97)}{3.14}} = 5.04(\text{m}) < 8(\text{m})$$

(6) 沉淀部分有效水深

设沉淀时间 $t=1.5\text{h}$, 则有效水深为:

$$h_2 = 3600vt = 3600 \times 0.00153 \times 1.5 = 8.3(\text{m})$$

$$\frac{D}{h_2} = \frac{5.04}{8.3} = 0.61 < 3$$

符合要求。

(7) 集水槽堰负荷校核

设集水槽电侧出水, 则出水堰的堰负荷为:

$$q_0 = \frac{Q_{\max}}{\pi D} = \frac{0.029}{3.14 \times 5.04} = 0.0018[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})]$$

$= 1.8 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}) < 2.9\text{L}$ (符合要求)

(8) 圆截锥部分容积 V_2

设圆截锥底部直径 $r=0.5\text{m}$, 圆截锥外壁角度 $\alpha=55^\circ$, 则圆截锥高度为

$$h_5 = (R-r)\tan\alpha = \left(\frac{5.04}{2} - 0.5\right)\tan 55^\circ = 2.88(\text{m})$$

$$V_2 = \frac{\pi h_5}{3} (R^2 + Rr + r^2) = \frac{3.14 \times 2.88}{3} \times (2.52^2 + 2.52 \times 0.5 + 0.5^2)$$

$= 23.7 (\text{m}^3) > 14.5 (\text{m}^3)$

(10) 池子总高度

设池超高 $h_1=0.3\text{m}$, 缓冲层高 $h_4=0.3\text{m}$, 池总高度为:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0.3 + 8.3 + 0.31 + 0.3 + 2.88 = 12.09(\text{m})$$

(11) 竖流沉淀池总尺寸

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/885132001243012003>