



台州市璟航环保科技有限公司
Jinghang Environmental Science & Technology Co.,Ltd

电 镀 废 水 及 金 属 回 收

设 计 方 案

设计单位：台州市璟航环保科技有限公司



目 录

一、公司简介-----	3
二、废水回用设计依据-----	4
三、废水回用系统工程设计-----	5
四、系统配置及说明-----	8
五、设备报价-----	31
六、效益分析-----	31



一、公司简介

台州市璟航环保科技有限公司是集环境咨询，环境污染防治工程设计、建设及运营服务，市政建设，河道治理，环保新科技及其装备研发于一体的综合性环保服务机构，是浙江省环保产业协会会员、台州市环境科学学会会员单位。公司依托浙江大学的技术及相关力量，致力于解决环保领域的热点、难点等问题；为企业、政府、社会做好在环境保护领域的各项服务，为生态环境的综合治理服务，为地方环保经济的推动和发展献计献策。公司专注环境保护领域，主要业务范围涉及生态保护和环境治理，环保技术咨询服务，环境与生态监测，环境保护工程设计、施工、调试、工程总承包、环保设施投资、运营服务；环境保护专用设备研发、制造；以及建设项目环境影响评价咨询等。以台州产业发展需求为导向，依托浙江大学、同济大学等在环境领域的人才、科技、教育等资源优势，在区域进一步促进环保产业产学研结合，加快地方企业进行环境治理技术改造和产业升级，进一步增强地方企业在环保领域的技术创新能力，充分发挥环境技术服务地方经济职能，打造国内有一定影响的综合环境技术服务地方产业的示范基地。公司下设市场开发部、投资部、环境技术咨询中心、设计研发中心、工程部、采购部、运营部、行政部及财务部等部门。主要技术及战略合作单位有：浙江大学、同济大学大学和台州学院等。

电镀工业是高污染，高用水量的行业，本公司以先进的膜分离与离子交换相结合的技术，能大幅度提高电镀产品质量和大幅度减少电镀用水量，回收重金属离子，具有明显的经济效益和环境效益。本公司本着“以诚相待，共创未来”为



经营宗旨，为广大电镀企业提供一流的水处理设备，切实做到水的回用和重金属的回收。

二、废水回用设计依据

1. 废水系统情况及回用水质要求

根据贵公司的所要求的水质、水量。

废水名称	废水水量	回用水量	设备产生废水	回用率
前处理废水	272(其中 102 吨二次回用)	170	102	62.5
酸蚀、活化	102	102		100
氰化铜废水	161	133	28	82.61
酸铜废水	25.2	22.4	2.8	88.88
含镍废水	42.3	37	5.3	87.47
氰化银废水	194.8	169	25.8	86.76
合计	797.3	633.4	163.9	79.44

电镀生产线产生废水 797.3 吨/天。其中酸蚀、活化 102 吨/天直接回用到化学电解除油工序，浸银或预镀银、选镀银、脱银及保护统一到废水收集池进行统一回用，氰化镀铜及脱铜到含氰铜废水收集池进行统一回用，含镍废水及电镀中心实验室进入含镍废水收集池统一回收，酸铜废水进入酸铜废水收集池进行处理回用；总废水经在线回收设备回用 633.4 吨/天，设备产生废水 163.9 吨/天进化学处理后进行达标排放，总废水回用率达到 79.44%。

2. 相关法律法规



- ① 《污水综合排放标准》（GB21900-2008）；
- ② 《给排水设计手册》（第二、四、六、九分册）；
- ③ 《三废处理工程技术手册》；
- ④ 《水处理工程师手册》；
- ⑤ 相关电气、土建设计手册；
- ⑥ 《中华人民共和国环境保护法》（1989.12.26）；
- ⑦ 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002.10.28）；
- ⑧ 《中华人民共和国水污染防治法》（1984.05.11）；
- ⑨ 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2002.06.29）；
- ⑩ 《清洁生产技术要求 电镀行业》（报批稿）；

3.目前排放标准（GB21900-2008）表二

总 铬	六价 铬	总 镍	总 氰 化物	总 铜	总 锌	PH	化学 需氧量	总 磷	氨 氮	总 氮
1.0	0.2	0.5	0.3	0.5	1.5	6~9	80	1.0	15	20

三、废水回收系统工程设计

从环保法规、产业政策、城市规划、环境功能区划、污染防治、环境容量、达标排放、清洁生产的角度出发，根据贵司提供的镍、铜、银、除油及酸性腐蚀废水，原有设备废水水量及相关参数，针对其水质，参考本公司的实例工程经验，以及前段时期在贵公司做的中试收集的数据，对公司镍、铜、银、除油及酸性腐蚀废水分流处理，具体处理方法如下：



1、前处理废水的处理方法：采用超滤+RO 的方法。首先除油及酸性腐蚀废水进入酸碱废水收集池，先经过一套预处理后，进入超滤系统为 RO 进水水质提供保证。RO 产水回到电镀线回用，RO 浓水则进入化学沉淀池进行处理后达标排放。

此方法废水回收率达到 62.5%以上，PH：6~8，电导率小于 100us/cm。

2、氰化铜废水处理方法：采用两级 RO+EDI 的回收方法。首先含氰化铜废水进入氰化铜收集池，经过预处理去除水中的悬浮物和大颗粒物去除部分有机，再通过超滤去除大部分有机物及胶体物质，为 RO 系统进水水质提供保证，出水进入两级 RO 系统，进行氰化铜和水分离，RO 出水再经过 EDI 深度净化，EDI 出水回到镀铜生产线，过滤装置及 RO 浓水进入浓液收集池中，再进入化学处理。

此方法废水回收率达到 82.61%以上，回用水电阻率大于于 10mΩ，铜离子含量 0~0.03mg/L，氰根含量 0~0.07mg/L。

3、酸铜废水处理方法：采用离子交换吸附+ RO 的回收方法。首先酸铜废水进入含铜废水收集池内，再经过预处理去除水中的悬浮物和大颗粒物去除部分有机，出水再通过特种树脂吸附铜离子，进行铜离子的回收，树脂出水通过超滤去除大部分有机物及胶体物质，再通过 RO 分离确保回用水长期稳定的水质。过滤装置及 RO 浓水到化学沉淀处理后达标排放。

此方法废水回收率达到 88.88%以上，回用水电导率小于 50us/cm，铜离子含量 0.01mg/L，铜回收率达到 96.7%以上，回收铜浓液铜离子含量达到 40 克/L。

4、含镍废水处理方法：采用离子交换吸附+ RO 的回收方法。首先含镍废水进入含镍废水收集池内，再经过预处理去除水中的悬浮物和大颗粒物去除部分有机，出水再通过特种树脂吸附镍离子，进行镍离子的回收，树脂出水通过超滤去除大部



分有机物及胶体物质，再通过 RO 分离确保回用水长期稳定的水质。过滤装置及 RO 浓水到化学沉淀处理后回用；可以进一步提高回收率。

此方法废水回收率达到 87.47%以上，回用水电导率小于 50us/cm，镍离子含量 0.01mg/L，镍回收率达到 97.6%以上，回收镍浓液镍离子含量达到 40 克/L。

5、氰化银废水处理方法：采用 RO+EDI 的方法。首先含氰化银废水进入氰化银收集池，再经过预处理去除水中的悬浮物和大颗粒物去除部分有机，再通过超滤去除大部分有机物及胶体物质，为 RO 系统进水水质提供保证，出水进入 RO 系统，进行氰化银和水分离，RO 出水再经过二级 RO 净化后进入 EDI 深度净化，EDI 出水回到镀银生产线。一级 RO 浓水进入浓缩水箱，浓水再通过一套银回收装置，进行银离子回收。树脂出水回到破氰池进行破氰处理；而二级 RO 浓水也回到原水池中进行再利用。

此方法废水回收率为 86.76%，回用水电阻率大于 10m Ω，银离子含量 0~0.1mg/L，氰根含量 0.03~0.13mg/L；银树脂吸附量 60g/L 以上

6、化学沉淀系统废水处理方法：

本系统由于考虑在线回收装置若处于非正常处理状态下也要保证废水达标排放，故设计水量是按照无回收水设备设计的。含氰废水经破氰处理后，与酸碱废水统一进入综合废水池 1，由于含氰废水为强碱性，直接与含重金属废水混合会引起重金属沉淀，造成收集池内污泥沉淀，因此设置两座沉淀池，将含氰废水缓慢与重金属废水混合，并在此过程中用酸调节 pH 值，以避免重金属沉淀，混合后的废水进入絮凝反应池，调节 pH 值，并投加絮凝剂，然后进入斜管沉淀池沉淀，沉淀池出水进综合废水收集池 3 稳定水量水质后，进入石英砂过滤器，未来得过滤



及沉淀的细小絮体，出水进中间水池回调 pH 值，进入铁炭微电解塔中去除有机物和重金属后，再进行二次沉淀，以保证有机物、铜、镍等重金属完全去除，沉淀池二出水经过石英砂过滤器进一步去除微小絮体，而后进入活性炭过滤器及超滤中进一步去除有机物及氨氮后进行达标排放。

四、系统配置及说明

1、前处理废水回收系统

1. 设备配置及说明

1. 设备配置

主要包括：

- ✓ PH 调节系统
- ✓ 预处理装置
- ✓ 超滤装置
- ✓ RO 系统

2. 设备配置说明

2.1 PH 调节系统

由于酸碱废水的酸碱度较大，需增加配置 PH 调节装置，通过对废水进行加药搅拌，调节 PH 值至 6-7 从而达到废水进入后续的回收要求。

2.2 预处理装置

原水预处理目的是解决如下问题：

- a.防止膜面结垢；



- b.防止胶体物质及悬浮固体微粒污染和堵塞；
- c.防止有机物质的污染和堵塞；
- d.防止微生物的污染和堵塞；
- e.防止氧化物对膜的氧化破坏；
- f.保持膜处理系统产水稳定。

以上都是为了保证膜设备稳定运行及其使用寿命。

除油及酸性腐蚀废水回用设备预处理系统由 PH 调节系统、袋式过滤器、锰砂过滤器、除油过滤器、活性炭过滤器、重金属吸附器组成。

①. 原水池、原水泵

考虑进水压力不稳定，无法满足工艺要求，因此设置原水池、原水泵，以保证供水水压及水量的稳定。

②. 袋式过滤器

袋式过滤器是利用压力，让水透过滤布，拦截水中大颗粒的物质，减轻后续处理的压力，在水压增大，出水流量减少时，滤袋需要取出清洗，有破损时更换。

③. 石英砂过滤器

过滤器内填制优质石英砂，去除水中的悬浮物胶体状物质，减低出水浊度，并保证过滤出水污染指数 $SDI \leq 5$ ，

④. 除油过滤器

预处理设备选择合适的填料及较低的运行，滤速，去除水中悬浮物质，减低出水浊度，并保证过滤出水污染指数 $SDI \leq 5$ ，去除水中的油脂和有机物质等。

⑤. 活性炭过滤器



过滤器内填制优质果壳型活性炭，利用活性炭的表面积大，吸附性好等特点进一步吸附废水有机物和余氯，从而起到净化水质。

2.3 精密过滤器

活性炭后配置精度为 5u 的精密过滤器，以拦截如有泄漏颗粒物质，保证回水的水质。滤芯可维持 3~5 个月以上的使用寿命，滤器内部结构满足快速更换滤芯的要求。

2.4 超滤系统

系统所使用的超滤是一种与膜孔径大小相关的筛分过程,以膜两侧的压力差为驱动力,以超滤膜为过滤介质,在一定的压力下,当原液流过膜表面时,超滤膜表面密布的许多细小的微孔只允许水以及小分子物质通过而成为透过液,而原液中体积大于膜表面微孔径的物质被则截留在膜的进液侧,成为浓缩液,因而实现对原液的净化、分离和浓缩的目的。

本系统超滤膜的特点：1.优良的化学稳定性和腐蚀性；2.耐强酸强碱性，可以在各种有机溶剂条件下使用；3.耐高温性；4.操作清洗方便；5.可以截留分子量在 1, 000-500, 000。

2.5 反渗透系统

反渗透是本系统脱盐的心脏部分，设计得成熟与否，直接决定反渗透系统能否达到设计要求，并且关系到反渗透膜的使用寿命，经反渗透处理的水，能去除绝大部分无机盐和几乎全部的有机物，微生物。

①. 高压泵



高压泵的设置是为了使反渗透的进水达到一定的压力，让反渗过程得以进行，即克服渗透压使水分子透过反渗透膜到淡水侧，高压泵选用不锈钢立式多级高压泵。

②. 反渗透膜及膜壳

反渗透元件采用抗污染膜元件，该元件为复合膜，表面层为聚酰胺材质，厚度约为 2000 埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具有较好抵抗性，产水通量大，具有 99.6% 的脱盐率，压力膜壳选用玻璃钢或不锈钢材质。

2.6. 仪表及控制系统说明

2.6.1 流量计

系统中装有流量计及监测数据显示表以调节确定装置的产水量和回收率。

2.6.2 压力表

用于监视各段运行压力的变化，以便及时调整系统，保证系统的正常运行。

2.6.3 漂洗水监测仪表

膜分离装置的总进水管和总回用水管上装设漂洗水监测仪表如电导仪，可监测进水及出水的电导率变化，察看各设备运行情况。根据离子交换系统的进出水电导率值，可监视装置的脱盐率。

2.6.4 PH 控制仪

自动监测水质的 PH 变化，当废水的 PH 值超过设定值时，酸碱废水回收系统则由 PH 控制仪控制加药装置，自动加药调节废水的 PH 值，使其保持在设定范围。。



2.7 控制系统说明

除油及酸性腐蚀废水回收设备采用 PLC 自动控制，为全自动运行，各系统之间为连锁控制，高压泵进出口装有低压、高压保护，整套回收装置设有就地操作箱，箱上设手/自动选择开关，手动/自动状态时可自行切换。当回用水水质不满足设定值时，系统报警并停机。

2、氰铜废水回收系统

1. 设备配置及说明

1. 设备配置

主要包括：

- ✓ 预处理装置
- ✓ 超滤装置
- ✓ RO 装置
- ✓ EDI

2. 设备配置说明

2.1. 预处理装置

原水预处理目的是解决如下问题：

- a. 防止膜面结垢；
- b. 防止胶体物质及悬浮固体微粒污染和堵塞；
- c. 防止有机物质的污染和堵塞；



- d. 防止微生物的污染和堵塞；
- e. 防止氧化物对膜的氧化破坏；
- f. 保持膜处理装置产水稳定。

以上都是为了保证膜处理设备稳定运行及其使用寿命。

根据反渗透系统进水要求：

- a. 供水淤堵指数： $SDI \leq 5$
- b. 供水余氯 PPM < 0.1
- c. 供水浊度 < 1 NTU
- d. 供水水温适宜范围 $5 \sim 35^{\circ}C$

预处理系统由原水泵、活性炭过滤器、保安过滤器组成。

①. 原水池、原水泵

设置原水池、原水泵，以保证供水水压及水量的稳定（

②. 袋式过滤器

袋式过滤器是利用压力，让水透过滤布，拦截水中大颗粒的物质，减轻后续处理的压力，通过在袋式过滤器装置压力保护开关来确定滤袋是否需要取出清洗；在水压增大，出水流量减少时，系统会报警提示滤袋需要取出清洗，有破损时更换。

③. 活性炭过滤器

过滤器内填制优质果壳型活性炭，利用活性炭的表面积大，吸附性好等特点吸附有机物，去除水中余氯。

④. 保安过滤器

反渗透装置前一台过滤精度为 5μ 的保安过滤器，以防止颗粒进入高压泵及 RO



膜组件划伤膜表面，正常工作条件下，滤芯可维持 2~3 个月以上的使用寿命，滤器内部结构满足快速更换滤芯的要求。

2.2 超滤系统

系统所使用的超滤是一种与膜孔径大小相关的筛分过程,以膜两侧的压力差为驱动力,以超滤膜为过滤介质,在一定的压力下,当原液流过膜表面时,超滤膜表面密布的许多细小的微孔只允许水以及小分子物质通过而成为透过液,而原液中体积大于膜表面微孔径的物质被则截留在膜的进液侧,成为浓缩液,因而实现对原液的净化、分离和浓缩的目的。

本系统超滤膜的特点：1.优良的化学稳定性和腐蚀性；2.耐强酸强碱性，可以在各种有机溶剂条件下使用；3.耐高温性；4.操作清洗方便；5.可以截留分子量在 1, 000-500, 000。

2.3. 反渗透部分

反渗透是本系统脱盐的心脏部分，设计得成熟与否，直接决定反渗透系统能否达到设计要求，并且关系到反渗透膜的使用寿命，经反渗透处理的水，能去除绝大部分无机盐和几乎全部的有机物，微生物。

①. 高压泵

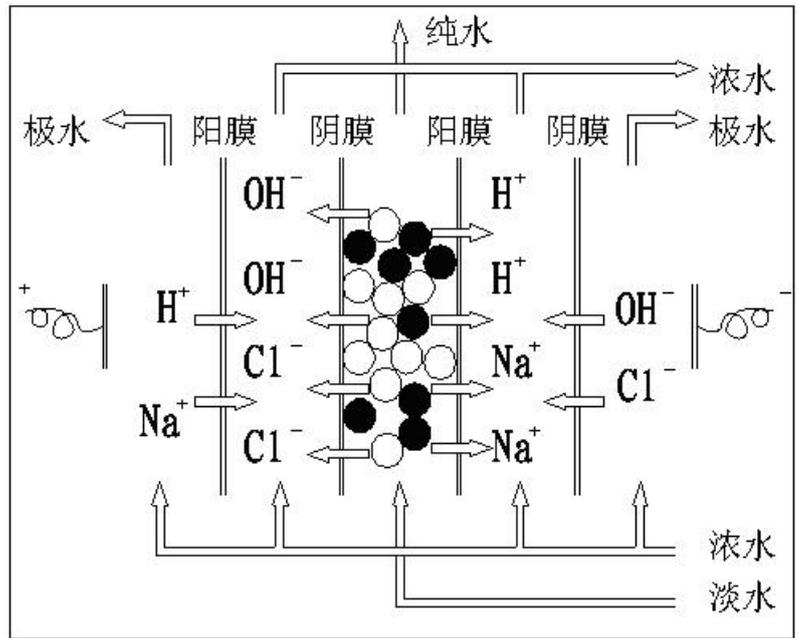
高压泵的设置是为了使反渗透的进水达到一定的压力，让反渗过程得以进行，即克服渗透压使水分子透过反渗透膜到淡水侧，高压泵选用不锈钢立式多级高压泵。

②. 反渗透膜及膜壳

反渗透元件采用抗污染膜元件，该元件为复合膜，表面层为聚酰胺材质，厚度

约为 2000 埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具有较好抵抗性，产水通量大，具有 99.6%的脱盐率，压力膜壳选用玻璃钢或不锈钢材质。

2. 4. EDI (Electrode ionization) 连续电去离子技术，是一种具有革命性意义的水处理技术，它巧妙地将电渗析技术和离子交换技术相融合，无需酸碱的化学再生，而能连续制取高品质的纯水。EDI 技术的出现是水处理技术的一次跨越性的进步，代表着水处理行业的发展方向，标志着水处理工业跨入绿色产业的行列。与传统离子交换 (DI) 相比，EDI 所具有的优点：



- ★ EDI 无需化学再生，节省酸和碱；
- ★ EDI 可以连续运行，且能提供稳定的水质；
- ★ 操作管理方便，劳动强度小，运行费用低。

EDI 装置由增压泵、电去离子 (EDI) 膜块、直流稳压电源、流量计、管道仪表等组成。EDI 装置工作结构原理如右图所示：

2. 5. 仪表系统说明



2.5.1. 流量表

各系统中装有流量计及监测数据显示表以便调节确定装置的产水量和回收率。

2.5.2. 压力表

以监视各段运行压力的变化，以便及时调整系统，保证系统的正常运行。在反渗透部分，不仅设有压力表，同时还安装压力保护装置，通过压力表监测膜系统的压力差，判断膜系统是否需要冲洗和清洗。

2.5.3. 漂洗水监测仪表

膜分离装置的总进水管和总回用水管道上装设漂洗水监测仪表如电导仪，可监测进水及出水的电导率变化，察看各设备运行情况。

根据膜分离装置的进出水电导率值，可监视装置的脱盐率。

2.6. 控制系统说明

2.6.1. 自动运行设置

活性炭过滤器运行采用手动操作。

根据水箱的液位高低控制前级水处理设备的开启及停机。

2.6.2. 自动保护

原水箱设有低液位与原水泵连锁保护。

高压泵进水低压保护，以防止高压泵缺水运行损坏。

2.6.3. PLC 自动控制

整套设备采用 PLC 自动控制，为全自动运行，各系统之间为连锁控制，高压泵进出口装有低压、高压保护，整套回收装置设有就地操作箱，箱上设手/自动选择开



关，自动状态时可自行切换。当回用水水质不满足设定值时，系统报警并停机。

3、酸铜废水处理系统

1. 设备配置

主要包括：

- ✓ 预处理装置
- ✓ 超滤装置
- ✓ 离子交换装置
- ✓ 膜净化装置

2. 设备配置说明

2.1. 预处理装置

原水预处理目的是解决如下问题：

- a. 防止膜面结垢；
- b. 防止胶体物质及悬浮固体微粒污染和堵塞；
- c. 防止有机物质的污染和堵塞；
- d. 防止微生物的污染和堵塞；
- e. 防止氧化物对膜的氧化破坏；
- f. 保持膜处理装置产水稳定。

以上都是为了保证膜处理设备稳定运行及其使用寿命。

根据反渗透系统进水要求：

- a. 供水淤堵指数： $SDI \leq 5$



- b. 供水余氯 PPM <math><0.1</math>
- c. 供水浊度 <math><1</math> NTU
- d. 供水水温适宜范围 5~35℃

预处理系统由原水泵、活性炭过滤器、保安过滤器组成。

①. 原水池(或原水收集槽)、原水泵

设置原水池、原水泵，以保证供水水压及水量的稳定

②. 袋式过滤器

袋式过滤器是利用压力，让水透过滤布，拦截水中大颗粒的物质，减轻后续处理的压力，在水压增大，出水流量减少时，滤袋需要取出清洗，有破损时更换。

③. 活性炭过滤器

过滤器内填制优质果壳型活性炭，利用活性炭的表面积大，吸附性好等特点吸附有机物，去除水中余氯。

④. 离子交换装置

离子交换过滤装置装填特种树脂，利用树脂的吸附性，吸附水中的阳离子及金属离子，净化废水，达到水回用目的。通过对离子交换过滤装置出水的检测，及出水 PH 值的变化，可以判断树脂是否失效，同时在离子交换过滤装置上装有计时器，对树脂运行进行计时，来确定什么时间再生；当树脂吸附饱和时即树脂失效时，需要通过酸碱再生剂，对树脂进行再生及转型，使树脂能够重复使用。

④. 保安过滤器

反渗透装置前一台过滤精度为 5u 的保安过滤器，以防止颗粒进入高压泵及 RO 膜组件划伤膜表面，正常工作条件下，滤芯可维持 2~3 个月以上的使用寿命，滤



器内部结构满足快速更换滤芯的要求。

2.2 超滤系统

系统所使用的超滤是一种与膜孔径大小相关的筛分过程,以膜两侧的压力差为驱动力,以超滤膜为过滤介质,在一定的压力下,当原液流过膜表面时,超滤膜表面密布的许多细小的微孔只允许水以及小分子物质通过而成为透过液,而原液中体积大于膜表面微孔径的物质被截留在膜的进液侧,成为浓缩液,因而实现对原液的净化、分离和浓缩的目的。

本系统超滤膜的特点：1.优良的化学稳定性和腐蚀性；2.耐强酸强碱性，可以在各种有机溶剂条件下使用；3.耐高温性；4.操作清洗方便；5.可以截留分子量在1,000-500,000。

2.3. 反渗透部分

反渗透是本系统脱盐的心脏部分，设计得成熟与否，直接决定反渗透系统能否达到设计要求，并且关系到反渗透膜的使用寿命，经反渗透处理的水，能去除绝大部分无机盐和几乎全部的有机物，微生物。

①. 高压泵

高压泵的设置是为了使反渗透的进水达到一定的压力，让反渗过程得以进行，即克服渗透压使水分子透过反渗透膜到淡水侧，高压泵选用不锈钢立式多级高压泵。

②. 反渗透膜及膜壳

反渗透元件采用抗污染膜元件，该元件为复合膜，表面层为聚酰胺材质，厚度约为2000埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具



有较好抵抗性，产水通量大，具有 99.6%的脱盐率，压力膜壳选用玻璃钢或不锈钢材质。

2.4. 仪表系统说明

2.4.1. 流量计

各系统中装有流量计及监测数据显示表以便调节确定装置的产水量和回收率。

2.4.2. 压力表

以监视各段运行压力的变化，以便及时调整系统，保证系统的正常运行。在反渗透部分，不仅设有压力表，同时还安装压力保护装置，通过压力表监测膜系统的压力差，判断膜系统是否需要冲洗和清洗。

2.4.3. 漂洗水监测仪表

膜分离装置的总进水管和总回用水管道上装设漂洗水监测仪表如电导仪，可监测进水及出水的电导率变化，察看各设备运行情况。

根据膜分离装置的进出水电导率值，可监视装置的脱盐率。

2.5. 控制系统说明

2.5.1. 自动运行设置

活性炭过滤器、离子交换树脂运行采用手动操作。

根据水箱的液位高低控制前级水处理设备的开启及停机。

2.5.2. 自动保护

原水箱设有低液位与原水泵联锁保护。

高压泵进水低压保护，以防止高压泵缺水运行损坏。



2.5.3. PLC 自动控制

整套设备采用 PLC 自动控制，为全自动运行，各系统之间为连锁控制，高压泵进出口装有低压、高压保护，整套回收装置设有就地操作箱，箱上设手/自动选择开关，自动状态时可自行切换。当回用水水质不满足设定值时，系统报警并停机

4、含镍废水处理系统

1. 设备配置

主要包括：

- ✓ 预处理装置
- ✓ 超滤装置
- ✓ 离子交换装置
- ✓ 膜净化装置

2. 设备配置说明

2.1. 预处理装置

原水预处理目的是解决如下问题：

- a. 防止膜面结垢；
- b. 防止胶体物质及悬浮固体微粒污染和堵塞；
- c. 防止有机物质的污染和堵塞；
- d. 防止微生物的污染和堵塞；
- e. 防止氧化物对膜的氧化破坏；
- f. 保持膜处理装置产水稳定。

以上都是为了保证膜处理设备稳定运行及其使用寿命。



根据反渗透系统进水要求：

- a. 供水淤堵指数： SDI \leq 5
- b. 供水余氯 PPM <0.1
- c. 供水浊度 <1 NTU
- d. 供水水温适宜范围 5~35℃

预处理系统由原水泵、活性炭过滤器、保安过滤器组成。

①. 原水池(或原水收集槽)、原水泵

设置原水池、原水泵，以保证供水水压及水量的稳定

②. 袋式过滤器

袋式过滤器是利用压力，让水透过滤布，拦截水中大颗粒的物质，减轻后续处理的压力，在水压增大，出水流量减少时，滤袋需要取出清洗，有破损时更换。

③. 活性炭过滤器

过滤器内填制优质果壳型活性炭，利用活性炭的表面积大，吸附性好等特点吸附有机物，去除水中余氯。

④. 离子交换装置

离子交换过滤装置装填特种树脂，利用树脂的吸附性，吸附水中的阳离子及金属离子，净化废水，达到水回用目的。通过对离子交换过滤装置出水的检测，及出水 PH 值的变化，可以判断树脂是否失效，同时在离子交换过滤装置上装有计时器，对树脂运行进行计时，来确定什么时间再生；当树脂吸附饱和时即树脂失效时，需要通过酸碱再生剂，对树脂进行再生及转型，使树脂能够重复使用。

④. 保安过滤器



反渗透装置前一台过滤精度为 5 μ 的保安过滤器，以防止颗粒进入高压泵及 RO 膜组件划伤膜表面，正常工作条件下，滤芯可维持 2~3 个月以上的使用寿命，滤器内部结构满足快速更换滤芯的要求。

2.2 超滤系统

系统所使用的超滤是一种与膜孔径大小相关的筛分过程,以膜两侧的压力差为驱动力,以超滤膜为过滤介质,在一定的压力下,当原液流过膜表面时,超滤膜表面密布的许多细小的微孔只允许水以及小分子物质通过而成为透过液,而原液中体积大于膜表面微孔径的物质被则截留在膜的进液侧,成为浓缩液,因而实现对原液的净化、分离和浓缩的目的。

本系统超滤膜的特点：1.优良的化学稳定性和腐蚀性；2.耐强酸强碱性，可以在各种有机溶剂条件下使用；3.耐高温性；4.操作清洗方便；5.可以截留分子量在 1, 000-500, 000。

2.3. 反渗透部分

反渗透是本系统脱盐的心脏部分，设计得成熟与否，直接决定反渗透系统能否达到设计要求，并且关系到反渗透膜的使用寿命，经反渗透处理的水，能去除绝大部分无机盐和几乎全部的有机物，微生物。

①. 高压泵

高压泵的设置是为了使反渗透的进水达到一定的压力，让反渗过程得以进行，即克服渗透压使水分子透过反渗透膜到淡水侧，高压泵选用不锈钢立式多级高压泵。

②. 反渗透膜及膜壳



反渗透元件采用抗污染膜元件，该元件为复合膜，表面层为聚酰胺材质，厚度约为 2000 埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具有较好抵抗性，产水通量大，具有 99.6%的脱盐率，压力膜壳选用玻璃钢或不锈钢材质。

2.4. 仪表系统说明

2.4.1. 流量表

各系统中装有流量计及监测数据显示表以便调节确定装置的产水量和回收率。

2.4.2. 压力表

以监视各段运行压力的变化，以便及时调整系统，保证系统的正常运行。在反渗透部分，不仅设有压力表，同时还安装压力保护装置，通过压力表监测膜系统的压力差，判断膜系统是否需要冲洗和清洗。

2.4.3. 漂洗水监测仪表

膜分离装置的总进水管和总回用水管道上装设漂洗水监测仪表如电导仪，可监测进水及出水的电导率变化，察看各设备运行情况。

根据膜分离装置的进出水电导率值，可监视装置的脱盐率。

2.5. 控制系统说明

2.5.1. 自动运行设置

活性炭过滤器、离子交换树脂运行采用手动操作。

根据水箱的液位高低控制前级水处理设备的开启及停机。

2.5.2. 自动保护



原水箱设有低液位与原水泵连锁保护。

高压泵进水低压保护，以防止高压泵缺水运行损坏。

2.5.3. PLC 自动控制

整套设备采用 PLC 自动控制，为全自动运行，各系统之间为连锁控制，高压泵进出口装有低压、高压保护，整套回收装置设有就地操作箱，箱上设手/自动选择开关，自动状态时可自行切换。当回用水水质不满足设定值时，系统报警并停机

5、氰银废水处理系统

1. 设备配置及说明

1. 设备配置

主要包括：

- ✓ 预处理装置
- ✓ 超滤装置
- ✓ 两级 RO
- ✓ EDI
- ✓ 银回收系统

2. 设备配置说明

2.1. 预处理装置

原水预处理目的是解决如下问题：

- a. 防止膜面结垢；
- b. 防止胶体物质及悬浮固体微粒污染和堵塞；



- c. 防止有机物质的污染和堵塞；
- d. 防止微生物的污染和堵塞；
- e. 防止氧化物对膜的氧化破坏；
- f. 保持膜处理装置产水稳定。

以上都是为了保证膜处理设备稳定运行及其使用寿命。

根据反渗透系统进水要求：

- a. 供水淤堵指数： SDI \leq 5
- b. 供水余氯 PPM <0.1
- c. 供水浊度 <1 NTU
- d. 供水水温适宜范围 5~35 $^{\circ}$ C

预处理系统由原水泵、活性炭过滤器、保安过滤器组成。

①. 原水池、原水泵

设置原水池、原水泵，以保证供水水压及水量的稳定。

②. 袋式过滤器

袋式过滤器是利用压力，让水透过滤布，拦截水中大颗粒的物质，减轻后续处理的压力，通过在袋式过滤器装置压力保护开关来确定滤袋是否需要取出清洗；在水压增大，出水流量减少时，系统会报警提示滤袋需要取出清洗，有破损时更换。

③. 活性炭过滤器

过滤器内填制优质果壳型活性炭，利用活性炭的表面积大，吸附性好等特点吸附有机物，去除水中余氯。

④. 保安过滤器



反渗透装置前一台过滤精度为 5 μ 的保安过滤器，以防止颗粒进入高压泵及 RO 膜组件划伤膜表面，正常工作条件下，滤芯可维持 2~3 个月以上的使用寿命，滤器内部结构满足快速更换滤芯的要求。

2.2 超滤系统

系统所使用的超滤是一种与膜孔径大小相关的筛分过程,以膜两侧的压力差为驱动力,以超滤膜为过滤介质,在一定的压力下,当原液流过膜表面时,超滤膜表面密布的许多细小的微孔只允许水以及小分子物质通过而成为透过液,而原液中体积大于膜表面微孔径的物质被则截留在膜的进液侧,成为浓缩液,因而实现对原液的净化、分离和浓缩的目的。

本系统超滤膜的特点：1.优良的化学稳定性和腐蚀性；2.耐强酸强碱性，可以在各种有机溶剂条件下使用；3.耐高温性；4.操作清洗方便；5.可以截留分子量在 1, 000-500, 000。

2.3. 反渗透部分

反渗透是本系统脱盐的心脏部分，设计得成熟与否，直接决定反渗透系统能否达到设计要求，并且关系到反渗透膜的使用寿命，经反渗透处理的水，能去除绝大部分无机盐和几乎全部的有机物，微生物。

①. 高压泵

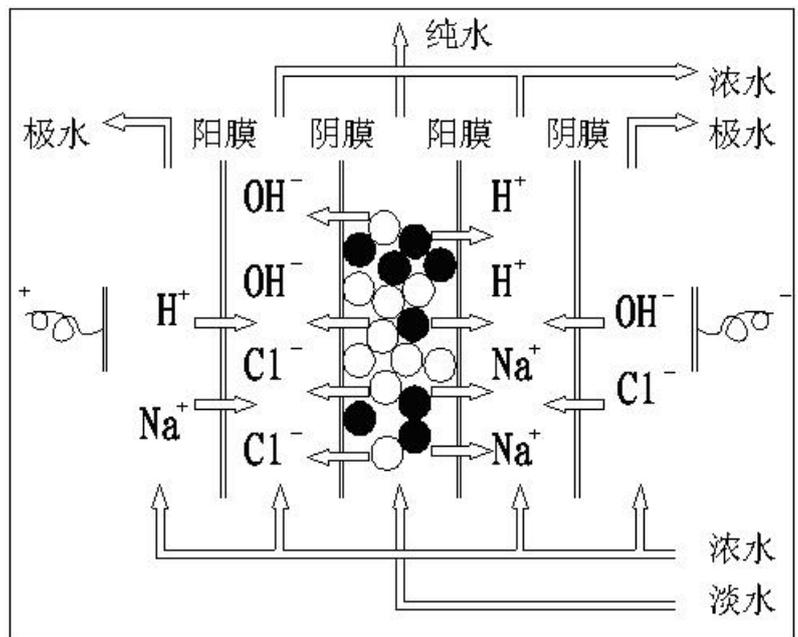
高压泵的设置是为了使反渗透的进水达到一定的压力，让反渗过程得以进行，即克服渗透压使水分子透过反渗透膜到淡水侧，高压泵选用不锈钢立式多级高压泵。

②. 反渗透膜及膜壳

反渗透元件采用抗污染膜元件，该元件为复合膜，表面层为聚酰胺材质，厚度约为 2000 埃，并由一层微孔聚砜层支撑，可承受高压，对机械张力及化学侵蚀具有较好抵抗性，产水通量大，具有 99.6%的脱盐率，压力膜壳选用玻璃钢或不锈钢材质。

2.4 EDI (Electrode ionization) 连续电去离子技术，是一种具有革命性意义的水处理技术，它巧妙地将电

渗析技术和离子交换技术相融合，无需酸碱的化学再生，而能连续制取高品质的纯水。EDI 技术的出现是水处理技术的一次跨越性的进步，代表着水处理行业的发展方向，标志着水处理工业跨入绿色产业的行列。与传统离子交换 (DI) 相比，EDI 所具



有的优点：

- ★ EDI 无需化学再生，节省酸和碱；
- ★ EDI 可以连续运行，且能提供稳定的水质；
- ★ 操作管理方便，劳动强度小，运行费用低。

EDI 装置由增压泵、电去离子 (EDI) 膜块、直流稳压电源、流量计、管道仪表等组成。EDI 装置工作结构原理如右图所示：

2.5. 银离子回收系统



采用英国特种树脂，具有吸附容量大，吸附银、金专用树脂。树脂吸附饱和后直接进行外卖。

2.6. 仪表系统说明

2.6.1. 流量计

各系统中装有流量计及监测数据显示表以便调节确定装置的产水量和回收率。

2.6.2. 压力表

以监视各段运行压力的变化，以便及时调整系统，保证系统的正常运行。在反渗透部分，不仅设有压力表，同时还安装压力保护装置，通过压力表监测膜系统的压力差，判断膜系统是否需要冲洗和清洗。

2.6.3. 漂洗水监测仪表

膜分离装置的总进水管和总回用水管道上装设漂洗水监测仪表如电导仪，可监测进水及出水的电导率变化，察看各设备运行情况。

根据膜分离装置的进出水电导率值，可监视装置的脱盐率。

2.7. 控制系统说明

2.7.1. 自动运行设置

活性炭过滤器、离子交换树脂运行采用手动操作。

根据水箱的液位高低控制前级水处理设备的开启及停机。

2.7.2. 自动保护

原水箱设有低液位与原水泵联锁保护。

高压泵进水低压保护，以防止高压泵缺水运行损坏。



2.7.3. PLC 自动控制

整套设备采用 PLC 自动控制，为全自动运行，各系统之间为连锁控制，高压泵进出口装有低压、高压保护，整套回收装置设有就地操作箱，箱上设手/自动选择开关，自动状态时可自行切换。当回用水水质不满足设定值时，系统报警并停机

6、化学沉淀处理系统

设备配置

主要包括：

- ✓ 废水收集系统
- ✓ 水质调节系统
- ✓ 沉淀系统
- ✓ 后处理系统
- ✓ 控制系统

6.1 废水收集系统

包括综合废水收集池 1，综合废水收集池 2，综合废水收集池 3，以及各收集池之间的输送设备——耐腐蚀泵，其作用为稳定水质水量，调节水压，输送废水等。

6.2 水质调节系统

水质调节系统主要包括加药箱、加药泵、计量泵、pH 计、ORP 等，其作用为保证个反应池中反应条件。

6.3 沉淀系统



主要包括絮凝反应池、斜管沉淀池，其作用为使水中重金属形成沉淀，并与水分离。

6.4 铁炭微电解装置

微电解工艺介绍微电解持续高活铁床，又名持续高活性内电解床，主要利用了铁的还原性、铁的电化学性、铁离子的絮凝吸附三者共同作用来净化废水。

6.5 后处理系统

主要包括石英砂过滤器、活性炭过滤器、精密过滤器、超滤等，起作用为去除斜管沉淀池中难以沉降的细小絮体，去除水中 COD、氨氮等化学沉淀处理效果不明显的污染物。

6.6 控制系统

本系统通过 pH、ORP 等在线监测仪表自动控制废水处理状态，自动加药，避免人工加药造成加药过量引起的二次污染或加药不足引起的反应不完全。

五、设备报价

废水回用设备总投资： 349.2 万人民币

六、效益分析

1、效益分析计算标准：

1.1 电耗：

①电费：约 0.8 元/度



②设备运转时间：每年按 300d，每天按 16h 计。

③耗电量：处理设备运转时间×其装机电量×0.8 元/度

再生设备运转时间×其装机电量×0.8 元/度

1.2 回用水：自来水费用约 3.0 元/吨，（不计纯水费用）

回用水=处理水量×回用率

污水处理费用及自来水水费用为 10 元/吨

污水处理费用及制低纯水费用为 12 元/吨

污水处理费用及制高纯水费用为 14 元/吨

1.3 材料消耗：根据实际易损件计算。

①膜装置损耗：每两年更换一次，R04040 型 2700/支，R08040 型 7200 元/支，AG-4040 型 2100 元/支，UF8040 型 3050 元/支，价格按实际使用数量计算。

②滤芯损耗：每 2~3 个月更换一次，滤芯 22 元/根，价格按实际使用数量计算。

③活性炭损耗：每半年更换一次，11.6 元/KG，价格按实际使用质量计算。

④除油碳损耗：每年更换一次，6.0 元/KG，价格按实际使用质量计算。

⑤树脂损耗：使用年限为 3 年，年耗为价格除以使用年限，价格按实际使用型号、体积计算。

⑥再生树脂用化工材料：每 3 天再生一次，酸 1500 元/吨，碱 2200 元/吨，使用浓度 5%，价格根据实际使用树脂体积计算。

1.4 设备折旧费用：每套设备使用年限按 10 年计算。

1.5 人工费：假设全套设备共 4 人操作，每人工资按 1500 元/月计算。



1.6 金属离子回收：外卖价格按市价 50%计算，其它按低于市场价计算。

2. 效益分析

2.1 除油及酸性腐蚀废水回用效益分析

设备设计处理水量按 20T/h，每年按 300 天运行。系统装机电量为 25kw/h，每天运行 16 小时；电费 0.8 元/度，系统运行费用如下表：

					单位 元/年
	处理设备装 机电量	超滤、RO 更换（2 年更换一次） R08040:18 支 UF8040:10 支	滤芯更换 (2 月更换一 次) 18 根	活性炭 除油碳 3000KG 3200KG	设备折 旧费用 (使用年限 10 年)
酸碱 废水	25kw/h×16 h/d×300d ×0.8 元/度 =96000	80050	2376	108000	72200
合计	358626				

易损件费用清单：

RO 膜损耗：使用 RO-8040 膜共 18 支，7200 元/支，UF-8040 膜共 10 支，3050 元/支，使用寿命以两年计

$$(7200 \text{ 元/支} \times 18 \text{ 支} + 3050 \text{ 元/支} \times 10 \text{ 支}) \div 2 \text{ 年} = 80050 \text{ 元/年}$$

精滤器滤芯损耗：共使用滤芯 18 支，每支 22 元，使用寿命 2 个月。

$$18 \text{ 支/次} \times 22 \text{ 元/支} \times 6 \text{ 次/年} = 2376 \text{ 元/年}$$

活性炭损耗：共使用活性炭 3000KG，每公斤 11.6 元，使用寿命半年

$$3000\text{KG/次} \times 11.6 \text{ 元/KG} \times 2 \text{ 次/年} = 69600 \text{ 元/年}$$

除油炭损耗：共使用活性炭 3200KG，每公斤 6 元，使用寿命半年

$$3200\text{KG/次} \times 6 \text{ 元/KG} \times 2 \text{ 次/年} = 38400 \text{ 元/年}$$



设备折旧损耗：设备价格为 72.2 万元，使用寿命为 10 年

$$72.2 \text{ 万元} \times 10000 \div 10 \text{ 年} = 72200 \text{ 元/年}$$

处理水量：20T/h×16h/d×300d/年=96000 吨/年

酸性腐蚀废水处理成本为 358626 元÷96000 吨=3.74 元/吨

回用水量 96000 吨/年×62.5%=60000 吨/年

回用水收益：

$$\text{节约水费用 } 60000 \text{ 吨/年} \times 10 \text{ 元/T} = 60 \text{ 万元/年}$$

则含油酸性腐蚀废水设备年净利润为：

$$60 \text{ 万元/年} - 35.86 \text{ 万元/年} = 24.14 \text{ 万元/年}$$

2.2 10T/H 氰铜废水回用效益分析

含氰化铜废水回用设备设计处理水量按 10T/h，每年按 300 天。系统装机电量为 27kw/h，每天运行 16 小时，电费 0.8 元/度，系统运行费用如表：

单位 元/年					
	处理设备 装机电量	滤芯更换（2 月更换一次） 共 10 根	活性炭（半年 更换一次） 1350KG	膜装置损耗（2 年更换一次） UF8040 共 6 支 R08040 共 15 支	设备折旧费用 （使用年限 10 年）



含铜 废水	27kw/h×16h/ d×300d×0.8 元/度=103680	1320	31320	126300	55400
合计	318020				

易损件费用清单:

RO 膜损耗: 使用 R0-8040 膜共 15 支, 7200 元/支, 使用寿命以两年计

$$(7200 \text{ 元/支} \times 15 \text{ 支} + 3050 \text{ 元/支} \times 6) \div 2 \text{ 年} = 126300 \text{ 元/年}$$

精滤器滤芯损耗: 共使用滤芯 10 支, 每支 22 元, 使用寿命 2 个月。

$$10 \text{ 支/次} \times 22 \text{ 元/支} \times 6 \text{ 次/年} = 1320 \text{ 元/年}$$

活性炭损耗: 共使用活性炭 1350KG, 每公斤 11.6 元, 使用寿命半年

$$1350\text{KG/次} \times 11.6 \text{ 元/KG} \times 2 \text{ 次/年} = 31320 \text{ 元/年}$$

设备折旧损耗: 设备价格为 55.4 万元, 使用寿命为 10 年

$$55.4 \text{ 万元} \times 10000 \div 10 \text{ 年} = 55400 \text{ 元/年}$$

处理水量: $10\text{T/h} \times 16\text{h/d} \times 300\text{d/年} = 48000 \text{ 吨/年}$

每吨废水处理成本为 $318020 \text{ 元} \div 28800 \text{ 吨} = 6.63 \text{ 元/吨}$

回用水量 $48000\text{T} \times 82.61\% = 39653 \text{ 吨/年}$

回用水收益:

$$\text{节约水费用 } 39653\text{T} \times 14 \text{ 元/T} = 55.5 \text{ 万元/年}$$

则含氰化铜废水处理设备年净利润为:

$$55.5 \text{ 万元/年} - 31.8 \text{ 万元/年} = 23.7 \text{ 万元/年}$$

2.3 酸铜废水回用效益分析

酸铜废水及金属回收设备设计处理水量按 2T/h, 每年按 300 天。系统装机电

量为 3.0kw/h, 每天运行 16 小时; 再生系统装机电量为 1.5kw/h, 每 3 天运行一次,



一次 5 小时，电费 0.8 元/度，系统运行费用如下表：

单位 元/年

	处理设备 装机电量	再生设备 装机电量	膜装置损耗 (2年更换 一次) UF8040 4支 RO-4040型 共8支	再生用 化工材 料(3 天再生 一次)	滤芯更 换(2月 更换一 次) 共5根	树脂添 加量(使 用年限3 年) 810KG	活性炭 (半年 更换一 次) 160KG	设备折 旧费用 (使用 年限10 年)
酸铜 废水	3kw/h×16 h/d×300d/ 年×0.8元/ 度=11520	1.5kw/h×5 h/d×100 次/年×0.8 元/度=600	16900	37666	1320	9720	3712	18800
合计	100238							

易损件费用清单：

RO膜损耗：使用 R0-4040 膜共 8 支，2700 元/支，使用寿命以两年计

$$(2700 \text{ 元/支} \times 8 \text{ 支} + 3050 \text{ 元/支} \times 4 \text{ 支}) \div 2 \text{ 年} = 16900 \text{ 元/年}$$

再生用酸碱：使用特种树脂 810KG，共 1018L。每次再生酸碱体积为树脂体积的两倍，浓度为 5%。酸每吨 1500 元，碱每吨 2200 元。每 3 天再生一次，一年 100 次。

$$1018L \div 1000 \times 5\% \times 2 \times (1500 + 2200) \text{ 元/吨} \times 100 = 37666 \text{ 元/年}$$

树脂消耗：吸铜特种树脂 36 元/KG，共使用 810KG。使用使命按 3 年计

$$36 \text{ 元/KG} \times 810 \text{ KG} \div 3 \text{ 年} = 9720 \text{ 元/年}$$

精滤器滤芯损耗：共使用滤芯 5 支，每支 22 元，使用寿命 2 个月。

$$10 \text{ 支/次} \times 22 \text{ 元/支} \times 6 \text{ 次/年} = 1320 \text{ 元/年}$$

活性炭损耗：共使用活性炭 160KG，每公斤 11.6 元，使用寿命半年



$160\text{KG}/\text{次} \times 11.6 \text{ 元}/\text{KG} \times 2 \text{ 次}/\text{年} = 3712 \text{ 元}/\text{年}$

设备折旧损耗：设备价格为 18.8 万元，使用寿命为 10 年

$18.8 \text{ 万元} \times 10000 \div 10 \text{ 年} = 18800 \text{ 元}/\text{年}$

总处理水量： $2\text{T}/\text{h} \times 16\text{h}/\text{d} \times 300\text{d}/\text{年} = 9600 \text{ 吨}/\text{年}$

每吨废水处理成本为 $100238 \text{ 元} \div 9600 = 10.44 \text{ 元}$

回用水量 $9600\text{T}/\text{年} \times 88.88\% = 8532 \text{ 吨}/\text{年}$

回用水收益：

节约水费用 $8532\text{T}/\text{年} \times 12 \text{ 元}/\text{T} = 10.2 \text{ 万元}/\text{年}$

回收含铜浓水收益：

原水铜浓度按贵公司提供原水铜浓度 200mg/L 计，将其浓缩 200 倍，使浓水铜含量达 40g/L。该浓度铜浓液价格按 5000 元/吨计算。则，

每天可产含铜浓缩水： $32\text{m}^3/\text{d} \div 200 = 0.16 \text{ 吨}/\text{天}$

每年可产含铜浓缩水： $0.16 \text{ 吨}/\text{天} \times 300 = 48 \text{ 吨}$

每年回收铜所得费用为： $48 \text{ 吨} \times 1500 \text{ 元}/\text{吨} = 7.2 \text{ 万元}$

含铜废水及金属回收设备年净利润为：

$10.2 \text{ 万元}/\text{年} + 7.2 \text{ 万元}/\text{年} - 10.02 \text{ 万元}/\text{年} = 7.38 \text{ 万元}/\text{年}$

2.4 含镍废水回用效益分析

含镍废水及金属回收设备设计处理水量按 3T/h，每年按 300 天。系统装机电



量为 4.5kw/h，每天运行 16 小时；再生系统装机电量为 1.5kw/h，每 3 天运行一次，一次 5 小时，电费 0.8 元/度，系统运行费用如下表：

单位 元/年								
	处理设备装机电量	再生设备装机电量	膜装置损耗（2 年更换一次） UF8040 4 支 R0-4040 型 共 12 支	再生用化工材料（3 天再生一次）	滤芯更换（2 月更换一次） 共 10 根	树脂添加量（使用年限 3 年） 1085KG	活性炭（半年更换一次） 339KG	设备折旧费用（使用年限 10 年）
含镍废水	4.5kw/h×16h/d×300d/年×0.8 元/度=17280	1.5kw/h×5h/d×100 次/年×0.8 元/度=600	22300	40145	1320	13020	7865	23000
合计	125530							

易损件费用清单：

RO 膜损耗：使用 RO-4040 膜共 12 支，2700 元/支，使用寿命以两年计

$$(2700 \text{ 元/支} \times 12 \text{ 支} + 3050 \text{ 元/支} \times 4 \text{ 支}) \div 2 \text{ 年} = 22300 \text{ 元/年}$$

再生用酸碱：使用特种树脂 1085KG，共 1357L。每次再生酸碱体积为树脂体积的两倍，浓度为 5%。酸每吨 1500 元，碱每吨 2200 元。每 3 天再生一次，一年 100 次。

$$1357L \div 1000 \times 5\% \times 2 \times (1500 + 2200) \text{ 元/吨} \times 100 = 40145 \text{ 元/年}$$

树脂消耗：吸镍特种树脂 36 元/KG，共使用 375KG。使用使命按 3 年计

$$36 \text{ 元/KG} \times 1085 \text{ KG} \div 3 \text{ 年} = 13020 \text{ 元/年}$$

精滤器滤芯损耗：共使用滤芯 10 支，每支 22 元，使用寿命 2 个月。

$$10 \text{ 支/次} \times 22 \text{ 元/支} \times 6 \text{ 次/年} = 1320 \text{ 元/年}$$



活性炭损耗：共使用活性炭 339KG，每公斤 11.6 元，使用寿命半年

$$339\text{KG}/\text{次} \times 11.6 \text{ 元}/\text{KG} \times 2 \text{ 次}/\text{年} = 7865 \text{ 元}/\text{年}$$

设备折旧损耗：设备价格为 23 万元，使用寿命为 10 年

$$23 \text{ 万元} \times 10000 \div 10 \text{ 年} = 23000 \text{ 元}/\text{年}$$

总处理水量：3T/h×16h/d×300d/年=14400 吨/年

每吨废水处理成本为 125530 元÷14400=8.72 元

回用水量 14400T/年×87.47%=12596 吨/年

回用水收益：

节约水费用 12596T/年×12 元/T=15 万元/年

回收含镍浓水收益：

原水镍浓度按贵公司提供原水镍浓度 269mg/L 计，将其浓缩 149 倍，使浓水镍含量达 40g/L。该浓度镍浓液价格按 5000 元/吨计算。则，

每天可产含镍浓缩水：48m³/d÷149=0.322 吨/天

每年可产含镍浓缩水：0.322 吨/天×300=96.6 吨

每年回收镍所得费用为：96.6 吨×5000 元/吨=48.3 万元

含镍废水及金属回收设备年净利润为：

$$15 \text{ 万元}/\text{年} + 48.3 \text{ 万元}/\text{年} - 12.55 \text{ 万元}/\text{年} = 50.75 \text{ 万元}/\text{年}$$



2.5 含银废水及金属回收设备效益分析

含银废水及金属回收设备设计处理水量按 13T/h，每年按 300 天。系统装机电量为 27kw/h，每天运行 16 小时，电费 0.8 元/度，系统运行费用如下表：

单位 元/年

	处理设备 装机电量	膜装置损耗 R0-8040 型 20 支 UF8040 型 10 支	滤芯更换 共 10 根	活性炭 1400KG	树脂	设备折旧 费用
含银 废水	$27\text{kw/h} \times 16\text{h/d} \times 300\text{d/年} \times 0.8 \text{元/度} = 103680$	87250	1320	32480	171000	78900
合计	474630					

易损件费用清单：

RO 膜损耗：使用 R0-8040 膜共 20 支，2700 元/支；使用寿命以两年计

$$7200 \text{元/支} \times 20 \text{支} \div 2 \text{年} = 72000 \text{元/年}$$

$$3050 \text{元/支} \times 10 \text{支} \div 2 \text{年} = 15250 \text{元/年,共 } 87250 \text{元。}$$

精滤器滤芯损耗：共使用滤芯 10 支，每支 22 元，使用寿命 2 个月。

$$10 \text{支/次} \times 22 \text{元/支} \times 6 \text{次/年} = 1320 \text{元/年}$$

活性炭损耗：共使用活性炭 1400KG，每公斤 11.6 元，使用寿命半年

$$1400\text{KG/次} \times 11.6 \text{元/KG} \times 2 \text{次/年} = 32480 \text{元/年}$$

设备折旧损耗：设备价格为 78.9 万元，使用寿命为 10 年

$$78.9 \text{万元} \times 10000 \div 10 \text{年} = 78900 \text{元/年}$$

树脂用量为 2850L，树脂总价为 60 元/L $\times 2850\text{L} = 171000 \text{元}$

处理水量： $13\text{T/h} \times 16\text{h/d} \times 300\text{d/年} = 62400 \text{吨/年}$

每吨废水处理成本为 $474630 \text{元} \div 62400 \text{吨} = 7.60 \text{元/吨}$



回用水量 $62400T \times 86.76\% = 54138$ 吨/年

回用水收益:

节约水费用 $54138T \times 14 \text{元}/T = 75.79$ 万元/年

回收含银浓水收益:

原水银浓度按 $19\text{mg}/\text{L}$ (上海市环境检测中心数据) 计, 将其浓缩后经离子交换后, 树脂吸附量为 $116\text{g}/\text{L}$ 该银价格按 $2000 \text{元}/\text{KG}$ 计算。则,

$194\text{m}^3/\text{d} \times 19\text{mg}/\text{l} = 3648\text{g}/\text{d} \times 300 \text{天} = 1094$ 公斤/年

$1094 \text{公斤}/\text{年} \times 2000 \text{元}/\text{公斤} = 218.82$ 万元/年

则含银废水及金属回收设备年净利润为:

$75.79 + 218.8 - 47.46 = 247.1$ 万元/年