

废水回用处理与工艺给水处理联合工程设计

刘建伟 莫德举 周卫华 李 力

提要 废水处理站处理规模为 $33 \text{ m}^3/\text{h}$, 包括含铜、含锌和含铬三种废水, 经分质处理合格后, 与补充的水源水混合, 再经预处理和两级反渗透处理后供给生产工艺使用。介绍了废水处理回用与工艺给水处理联合工程设计的工艺流程, 并对原材料预期消耗量及运行成本进行了分析。

关键词 废水 处理 回用 工艺给水

0 概述

该项目为某工厂废水回用处理与工艺给水处理的联合工程。原工厂的废水排放量为 $33 \text{ m}^3/\text{h}$, 包括含铜、含锌和含铬三种废水, 经处理达标后全部回用, 回用水与补充的水源水混合后经预处理和两级反渗透处理制成产品水供给生产工艺使用。

1 设计基础

(1) 水源条件。水源为地下井水, 水温最高为 45°C , 最低为 15°C 。原水的正常流量: $23 \text{ m}^3/\text{h}$, 压力 $\geq 0.15 \text{ MPa}$, 为连续供给。

(2) 废水水质水量。废水包括含铜、含铬、含锌三种废水, 废水水温为常温。

水源水和废水的水质水量见表 1。

2 工艺流程设计

该工程系统的产品水为 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ 的除盐水。工程分为两大部分, 一是废水处理工艺部分, 二是给水处理工艺部分, 废水处理工艺的出水补充水源水进入给水处理工艺, 最终为工业生产提供 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ 的除盐水。其工艺流程见图 1, 图 2。

氧化法处理 TNT 废水不能简单地以 TNT 浓度指标作为判别标准, 有必要研究处理后废水的毒理学指标及矿化程度。

参考文献

- 1 梯恩梯工业水污染物排放标准. 中华人民共和国国家标准. GB 4274-84
- 2 Yin Zhang John C crittenden, et al. Fixed-bed photocatalysts for solar decontamination of water. Environ Sci Technol, 1994, 28: 435~442
- 3 M V Rao, K Rajeshwar. Photosynthetic production of H_2 and H_2O_2 on semiconducting oxide granis in aqueous solutions. Phys Chem, 1980, 84: 1987~1991

表 1 水质水量

项 目	pH	总 碱 度 (以 CaCO_3 计) / mg/L	总 硬 度 (以 CaCO_3 计) / mg/L	金属含量 / mg/L	TDS / mg/L	水 量 / m^3/h
水源水	4.98	34.03	10.41		34.0	23.0
含铜废水	2.40		0.55	Cu^{2+} : 210.75	752.0	21.0
含铬废水	8.19	46.79	0.69	Cr^{6+} : 4.88	29.0	6.0
含锌废水	9.62	324.98	<0.5	Zn^{2+} : 29.52	424.0	6.0

2.1 废水处理部分

含铜废水处理: 采用专用的铁屑置换反应器置换废水中的铜离子, 去除铜离子的废水按照一定的比例与其它两种废水合并后采用 NaOH 中和处理。为了节省含铬废水处理过程中的酸碱消耗, 降低运行成本, 部分含铜废水直接送入含铬废水还原池调节其 pH。

含铬废水处理: 采用还原剂将六价铬还原成三价铬, 然后用化学沉淀法去除铬离子。

含锌废水处理: 采用化学沉淀法去除锌离子。

海绵铜回收: 铁屑置换反应器每天生产含铜

- 4 Kenji haradn, et al. Photocatalytic degradation of organophorous insecticides in aqueous semiconductor suspensions. Wat Res, 1990, 24 (11): 1415~1417
- 5 水质梯恩梯的测定分光光度法. 中华人民共和国国家标准. GB/T13903-92
- 6 Andrews Catherine C. Photooxide treatment of TNT contaminated wastewater, AD-A084,684, 1980 U S Patent 4012321
- 7 U S Patent 4012321

▲作者通讯处: 710055 西安建筑科技大学环境与市政工程学院
电话: (029) 2203414(O) 2202061(H)
收稿日期: 2000-12-8

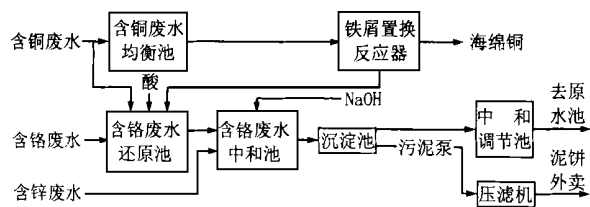


图1 废水处理工艺流程

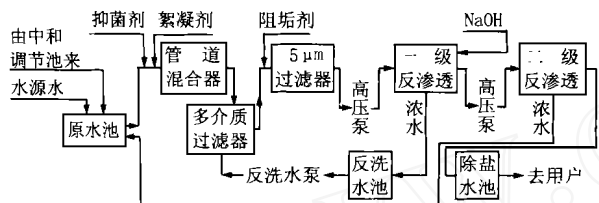


图2 给水处理工艺流程

90 %的海绵铜 60 kg 左右。可以作为粗铜材料销售,以便降低废水处理成本。

具体的工艺流程为:来自生产工艺的含铜废水共 $21 \text{ m}^3/\text{h}$,将其分为两股,一股 $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 自流进入含铬废水还原池调节含铬废水的 pH,另一股 $15 \text{ m}^3/\text{h}$ 进入含铜废水均衡池,经均衡池调节水质后采用提升泵将含铜废水送至铁屑置换反应器,水中的铜离子置换出来生成海绵铜。置换后的废水变成含亚铁废水自流进入含铬废水还原池作为还原剂使用。

铁屑置换反应器为引进美国关键专利技术自主研发的专用设备。铁屑:无油(如果铁屑含油,焚烧除油),日平均耗量 100 kg。它基于单质铁可置换水中的铜离子的电化学反应,它独特的锥形反应区设计使置换反应达到极高的效率,并使铁耗最小(接近理论值),独特的分离机构可使置换出来的铜与铁屑完全分离,回收得到纯度约 90 %的海绵铜。

来自生产工艺的含铬废水共 $6 \text{ m}^3/\text{h}$,自流进入含铬废水还原池,采用部分含铜废水调节 pH,并设一套酸加药装置确保反应所需的 pH。含铬废水与置换反应器出来的含亚铁废水混合发生氧化还原反应,将水中的六价铬还原成三价铬,反应时间大约需 30 min。在还原池中设置 ORP 表和 pH 表,当测得 ORP 值高于设定值时系统报警,在线 pH 表可自动调节系统加酸量。经还原后的铬离子与水中剩余的亚铁离子和部分铜离子一起进入中和池进行中和沉淀处理。

来自生产工艺的含锌废水共 $6 \text{ m}^3/\text{h}$,自流进入中和沉淀池,与进入中和池的含其他金属离子的废水混合,在池中投加 NaOH 使之与各金属离子反应生成金属氢氧化物,同时在搅拌机的作用下,将空气中的氧溶入废水将亚铁氧化成三价铁,经中和与氧化反应后废水自流进入沉淀池进行沉淀分离,沉淀下来的部分泥渣用污泥泵打回中和池作沉淀晶核以加强化学沉淀反应,同时还可增强中和池的曝气效果。经沉淀后的上清液进入中间调节池调节 pH 和其他水质指标,合格后进入原水池与补充的水源水混合进入给水处理系统。

2.2 给水处理部分

原水经原水泵提升,进入预处理系统,预处理系统包括 3 台多介质过滤器和加药系统。在原水进水管路上投加抑菌剂和絮凝剂,抑菌剂采用 NaHSO_3 ,可防止系统内滋生微生物;投加絮凝剂 PAC 使水中的悬浮物和胶体颗粒发生微絮凝反应,进行直流凝聚去除水中的胶体和悬浮颗粒。加药的原水经管道混合器混合后进入多介质过滤器,多介质过滤器采用无烟煤、石英砂、砾石等多介质滤料,对原水进行直流凝聚过滤,控制出水浊度 $< 0.5 \text{ NTU}$,污染指数 $\text{SDI} < 3$ 。微絮体被多种介质滤料截留,多介质过滤器工作一段时间后在介质纳污容量饱和后利用一级 RO 浓水定时反洗,通过反洗洗脱介质中的截留物。经预处理后的原水进入 $5 \mu\text{m}$ 保安过滤器,以滤除大于 $5 \mu\text{m}$ 的颗粒,避免大颗粒物质随着时间的延长聚积在 RO 膜表面而堵塞 RO 膜。 $5 \mu\text{m}$ 保安过滤器出水进入两级反渗透装置,该装置包括一级高压泵、一级反渗透膜组、二级高压泵、二级反渗透膜组。一级反渗透膜组采用 5 3 排列,二级反渗透膜组采用 3 2 排列,两级均选用高脱盐率的膜使系统脱盐率大于 99.8 %。为确保出水的 pH,在两级反渗透之间投加 NaOH 使溶解在水中的 CO_2 变成碱性碳酸盐去除, CO_2 在二级反渗透系统中脱除。预处理系统不可避免地泄漏,随着时间的延续会逐渐污堵膜表面,使 RO 装置的产水量下降,透盐量增加。为此设置一套 RO 清洗系统,在必要时对装置进行化学清洗。

为充分利用水资源,一级反渗透浓水流入反洗水池作多介质过滤器反洗用水,二级反渗透浓水流回原水池循环使用。

3 原材料预期消耗量及成本

生产每 m^3 除盐水的原材料消耗量和成本(不计人工和折旧)见表 3。

表 3 生产每 m^3 除盐水的原材料消耗量和成本

序号	名称	单位	规格	消耗量	单价/元	成本/元
1	原水	m^3	工业水	0.57	0.15	0.085 5
2	电力	$\text{kW} \cdot \text{h}$		1.95	0.65	1.267 5
3	碱式氯化铝	/g	(10%~11%) Al_2O_3	5	0.001 4	0.007
4	硫酸	/g	98 %	7.5	0.000 2	0.001 5
5	烧碱	/g	42 %	185	0.001 2	0.222
6	亚硫酸氢钠	/g	45 %	9.53	0.001 2	0.011 4
7	铁屑	/g		105	0.000 1	0.010 5
8	运行成本	/元				1.605 4
9	回收海绵铜	/kg	90 %Cu	0.062 5	- 3	- 0.187 5
10	实际成本	/元				1.417 9

4 排出物流

(1) 工艺排水。浓水排放:流量 $16 \text{ m}^3/\text{h}$, TDS 为 $2\,040 \text{ mg/L}$, 无压地沟排放, 部分用于多介质过滤器反洗; 多介质过滤器反洗排水:流量 $160 \text{ m}^3/\text{h}$, 排放历时 10 min , 排放次数 $1\sim 2$ 次/ d , 水质同反渗透浓水, 地沟排放; RO 冲洗液:流量 $40\sim 60 \text{ m}^3/\text{h}$, 排放历时 $3\sim 5 \text{ min}$, 排放时间:RO 装置每次启停时, 水质为清水, 地沟排放。

(2) 泥饼。干污泥产量: 168 kg/d , 含固率 25 % 的湿污泥量 670 kg/d 。

(3) 回收海绵铜。每天可回收纯度为 90 % 的海绵铜 60 kg 。

5 结论

该系统具备连续 24 h 运转能力。一级 RO 水回收率 75 %。二级 RO 水回收率 85 %。污水回用率 $\geq 90 \%$ 。产品水规模 $40 \text{ m}^3/\text{h}$, 出水温度 20°C , 出水水质指标为电导率 $\leq 1.0 \mu\text{S/cm}$, $\text{pH}=6.5\sim 7.5$ 。

该工艺设计综合考虑了以下因素: ①确保废水处理终端水质不但要达到一级排放标准, 而且要对反渗透膜的正常运行没有影响。②废水中的金属皆为有价金属尽量回收, 同时废水既有碱性废水又有酸性废水, 考虑了以废治废, 综合利用。③设计一个合理的工艺流程以使操作费用尽量减少。

该工程项目连续水排放为反渗透装置的 $16 \text{ m}^3/\text{h}$ 浓水, 该部分水的水质完全满足国家环保要求, 无需进行任何处理即可直接排放。因此, 本项目为零污染物排放的环保综合治理工程。

该工艺设计已在某生产铜箔的工厂废水处理站投入运行, 实践证明完全达到了预期的设计指标, 操作费用低, 技术先进, 工艺合理。

参考文献

- Heodore H Meltzer. High-purity water preparation for the semiconductor, pharmaceutical, and power industries. Tall oaks publishing, INC Littleton, co, 1995
- V Allen, N J Silvestri, M Fenton. Ultrapure A Comparison of Double-pass RO Treatment Approaches. Water. April 1995, 22~29

◎作者通讯处: 830000 乌鲁木齐南昌路 38 号

新疆农科院经作所寇玉香收转

电话: (0991) 4528960

莫德举 100013 北京化工大学信息科学与技术学院

国卫华 李力 830011 新疆机械研究院

收稿日期: 2001-1-17

新型高效瓷砂滤料、陶粒滤料

® 广告 ®

瓷砂滤料、陶粒滤料是我公司研制开发的高效水处理滤料, 是将瓷泥、粘土粉碎均匀后, 添加稀土等原料搅拌成球形, 经高温烧结而成。

瓷砂滤料(白色), 相对体积质量 2.3 , 磨损率 $\leq 0.02 \%$, 强度 8 度; 陶粒滤料(红褐色), 相对体积质量 $1.9\sim 2.0$, 磨损率 $\leq 0.08 \%$ 。粒度均匀, 坚硬耐磨, 无杂质, 具有良好的物理、化学和水力特性, 孔隙率高, 吸附截污能力强, 滤速快, 周期长, 反冲洗强度低, 并经电力部热工研究院检测合格。几年来已被 300 多家(自来水厂、电厂、市政污水厂、化工厂、石油石化冶金等污水厂)厂家采用。

适用范围: (1) 各种 V 型滤池、气水反冲洗滤池、普通滤池、滤罐等; (2) 离子交换处理工业废水、水质软化、除盐、高纯水制备、在固定床做树脂垫层; (3) 可作微生物载体, 是理想的生物滤料; (4) 用作除铁除锰。常规滤料按建设部水处理滤料标准(CJ24.1-88)生产, 也可根据设计要求生产各种特殊规格的滤料。

欢迎广大用户垂询、订购。

主要规格

均粒(质)滤料/mm	常规滤料/mm	承托层瓷球/mm
0.3~0.5 0.6~0.8	0.4~0.8	2~4
0.8~1.0 0.8~1.2	0.5~1.0	4~8
1.0~1.25 0.95~1.35	0.6~1.2	8~16
1.8~2.0	1~2	16~32
		32~64

江西省萍乡市三和轻化有限公司

地址: 萍乡市跃进北路 188 号 邮编: 337055 联系人: 张晓玲

电话/传真: (0799) 6232588 手机: 13807999079

E-mail: pxsanhe@sina.com