

中水在顺酐装置中的回用技术

吴洪福

(吐哈石油勘探开发指挥部石油天然气化工厂)

摘 要 针对吐哈石油勘探开发指挥部石油天然气化工厂顺酐装置目前的排污现状,以传统的中水回用技术为指导,提出了前端减排与末端治理相结合的废水处理方案,可实现每小时节水 33.6 m^3 ,大大减少了水资源的消耗量及废水排放量,年收益 164 万元,经济效益和环境效益显著。

关键词 吐哈 石油天然气化工厂 顺酐装置 中水回用 前端减排 末端治理 效益

0 引 言

随着国家对环保工作的日趋重视,以及各项环保政策的不断完善和严格,各企业纷纷把节能减排作为日常工作的重点。吐哈石油勘探开发指挥部石油天然气化工厂顺丁烯二酸酐(以下简称顺酐)装置作为国内第一套正丁烷氧化制顺酐装置,采用正丁烷氧化固定床溶剂吸收工艺和新增中压锅炉后,新鲜水用量和污水排放量将大幅增长。为满足“十一五”规划纲要提出的单位国内生产总值能耗降低 20%左右,主要污染物排放总量减少 10%的形势需求,全面实现节能减排,对该装置进行污水治理势在必行。

1 中水回用

中水回用通常是指用各种物理、化学、生物等手段对所排出的工业废水进行不同深度的处理,达到工艺要求的水质,然后回用到工艺中去,从而达到节约水资源、减少环境污染的目的。下面简要介绍两种主要的回用途径。

1.1 一水多用

由于生产工艺中各环节用水的水质标准不同,将某些环节的水经适当的处理后,重复利用或用于其它对水质要求不高的环节中,以达到节水的目的。如:可先将清水作为冷却水用,然后送入水处理站经软化后作锅炉供水用。

1.2 污水净化再利用

指污水集中处理后用于生产、生活等。如:生活污水经过处理,达到使用标准后,用于冲刷、绿化、

景观、喷洒路面以及冷却水的补充等。

2 顺酐装置污水处理

吐哈石油勘探开发指挥部石油天然气化工厂顺酐装置在运行过程中产生以下四种污水:有机废水(3.6 t/h)、循环水排污水(30 t/h)、制脱盐水浓排水(5 t/h)及少量生活污水(1 t/h)。

通过对水量和水质进行分析,决定采用前端减排与末端治理相结合的方法处理污水。该方法先选用反渗透工艺制取脱盐水,其中大部分用于循环水补水和厂内原脱盐水的需要,可大幅度减少循环水排污;原有机废水和生活污水汇集后进行生化处理、双膜脱盐后用于循环水补水;排浓水和反渗透制脱盐水排浓水汇集后二次脱盐;最后将高浓缩水排入蒸发池进行固化,从而实现零排污。这样既节约了投资(压滤、隔离过程膜损坏比较厉害),又减少了系统的无机物结垢、胶体颗粒物沉淀、微生物滋生以及化学污染等现象的出现,同时还节省了大量的后期处理费用。

2.1 前端减排

针对顺酐装置污水来源和水质、水量特点,将新鲜水先经三级反渗透脱盐处理,再作为循环水补水,可基本上杜绝后期脱盐处理产生的大量污水,只在旁流过滤器定期反洗时产生极少量的排污(每月小于 50 m^3)。三级反渗透出水代替阴阳床出水,直接供混床制取脱盐水,这样再生过程产生的制脱盐水浓排水($5 \text{ m}^3/\text{h}$)也将大幅度减少(每月小于 15 m^3)。

新鲜水脱盐系统设计产水能力为 $70 \text{ m}^3/\text{h}$,需要两组反渗透系统(RO系统),见图 1。该系统的原理

是在高于溶液渗透压的情况下,借助于只允许水分子透过的反渗透膜的选择截留作用,将溶液中的溶质与溶剂分离,从而达到脱盐的目的。其中第一组设计回收率为 85%,对其浓排水进行再次回收,再回收率为 60%,经计算最终出口浓排水排量为 $4.2\text{ m}^3/\text{h}$ 。根据以往的经验并考虑到设备实际运行时的不确定因素,认为该值可保持在 $5\text{ m}^3/\text{h}$ 以下。

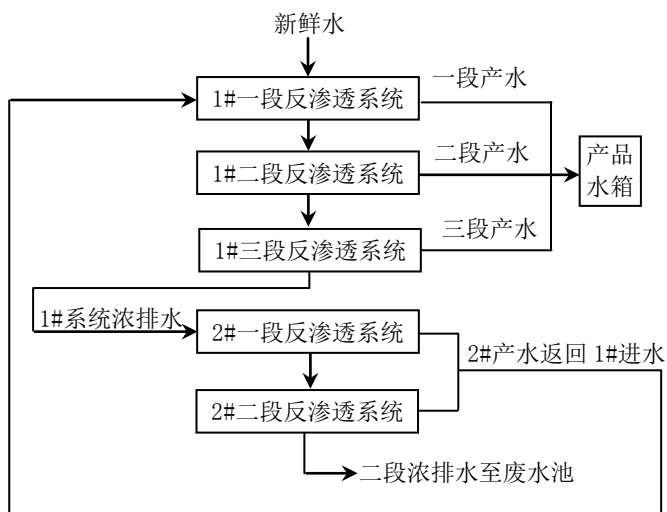


图 1 新鲜水脱盐反渗透系统流程

2.2 末端治理

将有机废水和生活污水通过生化处理后,和少量循环排污水及制脱盐水浓排水混合进入沉淀池沉淀后,进入双膜处理流程,产水作为循环水补水,排污水至废水池蒸发浓缩成固盐,定期填埋处理。

2.2.1 有机废水和生活污水生化处理

先选择生化工艺对有机废水和生活污水进行预处理后,再选择超滤膜(UF)和反渗透膜(RO)双膜处理工艺进行处理。为保证生产连续运行,建议两套设备一开一备,设计进水量为 $6\text{ m}^3/\text{h}$,回收率保持在 60%以上,排污量控制在 $1\text{ m}^3/\text{h}$ 以内。

2.2.1.1 预处理工艺

石化厂有机废水中含有大量的有机污染物,其中 COD 和 BOD 分别为 17000 、 9000 mg/L , $\text{BOD/COD} > 0.45$,具有很好的可生物降解性;又经测定生活污水中 $\text{BOD/COD} > 0.3$,也可进行生物降解。因此,二者均可采用厌氧-好氧处理工艺,实现有机物的降解,工艺流程见图 2。

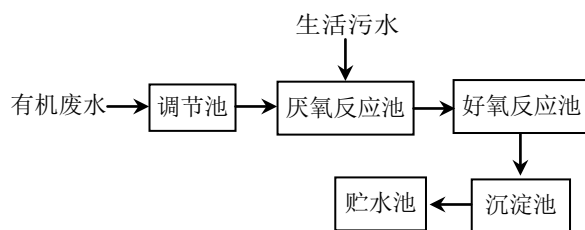


图 2 厌氧-好氧处理工艺流程

2.2.1.2 双膜法脱盐处理工艺

双膜法就是所谓的超滤膜(UF)+反渗透膜(RO)工艺,其中 UF 的作用是去除原水中对反渗透有害的混浊度、色度、有机物等,使出水浊度达到反渗透的进水要求。RO 的作用就是脱盐,即在压力的驱动下,选择性地去除 89% 的无机离子,降低水的硬度,去除有机污染物,具有亲水性、电中性、高通量等特点。

有机废水和生活污水生化后,首先进入自清洗过滤器,滤出大分子颗粒、胶体、色度、浊度和悬浮物并吸附有机物后,进入超滤系统,从超滤系统出来后通过保安过滤器,进入反渗透系统,该系统是双膜工艺的核心。具体流程见图 3。

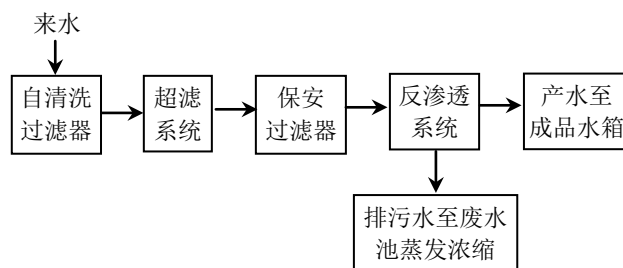


图 3 双膜法拖延处理流程

预处理后的废水经双膜工艺处理后,其产水与新鲜水质对比见表 1。

3 排浓水及固化盐的处理

3.1 排浓水处理

顺酐装置污水经上述方法处理后还会产生一定量的排浓水:有机废水和生活污水的脱盐排浓水($1\text{ m}^3/\text{h}$)、新鲜水脱盐排浓水($5\text{ m}^3/\text{h}$)、循环水排浓水(每月小于 50 m^3 ,可忽略不计)、再生过程产生的制脱盐水排浓水(每月小于 15 m^3 ,可忽略不计)共计约 $6\text{ m}^3/\text{h}$ 。

将排浓水排入蒸发池中固化,通过自然蒸发原理

表 1 双膜法(UF+RO)系统出水水质与新鲜水水质比较

项 目	新鲜水水质	超滤(UF)出水水质	反渗透(RO)出水水质
pH 值	7.01~7.75	7.31~7.77	5.70~6.86
色度(度)	15	10	<5
浊度(NTU)	0.79~5.47	0.08~0.47	0.07~1.44
氨氮(mg/L)	15.94~33.72	12~20	0.01~1.87
游离余氯(mg/L)	0.05~0.1	0.01~0.05	<0.01
COD _{Cr} (mg/L)	10~15	5~8	<5
BOD(mg/L)	<1	<1	<1
Cl ⁻ (mg/L)	90~150	—	5~39
总固体(mg/L)	2~200	1~80	2~80
电导率(μS/cm)	550~1100	300~1810	12.5~40.5
总硬度(mmol/L)	3.4~4.2	—	0.005~0.01
总碱度(mmol/L)	6.4~8.0	—	0.1~0.18

注：系统出水水质达到低压锅炉(GB1576—2001)及供热管网系统(CJJ34—2002)的补给水水质标准的要求

将排浓水浓缩固化，计算得知该装置每天排水量为 144 t，厂区已有两个储水池共计 9000 m³，现再设计增加两个 5000 m³废水蒸发池，则排污水储水蒸发池达到 19000 m³，可连续储水 130 d。厂区池子设计高度为 1 m，根据全厂浓水排放量和废水池面积计算可得浓排量为 0.76 mm/d，根据该地区全年蒸发量 2.75×10⁷ mm 计算，平均每天蒸发量为 7.86~9.19 mm（年降水量为 17.6~25.3 mm，即平均每天降水量为 0.05~0.07 mm），可完全将所排浓水蒸发固化。

3.2 固化盐处理

因有机废水和生活污水经生化处理后，完全被中和分解成盐类物质，且经脱盐处理的浓排水也是由大量无机盐类成分组成，经蒸发固化后只剩下盐类物质，可直接做填埋处理。根据进水含盐量及回收率计算，每天产生固化盐量为 1 t 左右，一年理论计算产固盐量为 350 t 左右。

4 经济效益分析

采用新工艺所需的设备投资：有机废水生化处理约 90 万元；双膜系统约 180 万元；蒸发池约 80 万元

（新增加两个 5000 m³废水蒸发池）；其它附属设备约 90 万元，合计 440 万元。

新工艺日常运行所需的药剂费用：反渗透系统药剂费用（阻垢剂、杀菌剂、还原剂、清洗剂、超滤清洗剂 TS-886）约 43 万元；生化处理日常费用约 7 万元；循环水处理药剂费用约 20 万元，合计 70 万元。

原工艺制脱盐酸碱耗费约 25 万元/年，循环水药剂费用约 60 万元/年。采用新工艺可实现 33.6 m³/h 的节水量，以一年 350 d 计算，可节约新鲜水 2.82×10⁵ t，节约水费约 101 万元；减少外排污水 2.82×10⁵ t，节约排污水费 48 万元，年收益 164 万元，经过约 2 年 7 个月的时间即可收回初期投资，经济效益和环境效益显著。

参 考 文 献

- [1] 董国永. 石油环保技术进展. 北京: 石油工业出版社, 2006
- [2] 王庆生. 中水回用浅析. 安徽建筑, 2002
- [3] 成文, 胡勇有. 中水回用与节水. 中国环境管理, 2003

(收稿日期 2007-11-18)

(编辑 许 晔)

