

石化企业水夹点技术改造中 关键工艺在循环水场的应用

(中国石化燕山石化炼油厂)

摘要 水夹点技术是过程集成工程设计领域在环境保护方向的突破,符合清洁生产要求。通过寻求物料和能量间的最佳匹配来实现全过程的费用最小化和废物产生量最小化,且实现无液体排放。在技术分析的夹点注意关键工艺设备的寻求和应用,提高水夹点前用水户的多杂质耐受度,节水减排率客观实在,使石化企业实现零排放成为可能,如此会获得更大的企业效益和环境效益。

关键词 循环水 水夹点技术 CAOT工艺 节水

随着水资源被严重污染和大量浪费,水已成为严重短缺的资源。工业用水节约与废水减量成为人类持续发展的重要前提之一。石化行业是工业用水的大户,在石化企业生产中实施水夹点技术后,循环水场的耗水量所占比例越来越大,充分重视并利用这一特点,再借助于使用可靠的水夹点技术改造中的关键工艺设备后,减少循环水的耗水量,并将其设定为最终回用项目点,石化企业的零排放将变得现实可行。

水夹点技术是由热夹点技术引申而来的。夹点是指一个点、一个数值。热夹点是换热网络中一个温度点,此点具有的特性是:“夹点以上不用冷源,夹点以下不用热源”意思是在换热网络中,处于热夹点温度以上的物料可用处于热夹点温度以下物料冷却,不用另外用其它冷源冷却,处于热夹点以下的物料不用热源加热仅用热物料加热即可。相应的水夹点的原则是在用水工艺过程中夹点以上位置的工艺过程用水不必用新鲜水(泛指,可用夹点以下用水过程的排水),夹点以下位置工艺过程用水只能用新鲜水。在循环水场所做的大量工作相当于降低夹点位置,使新鲜水用量减少,排水量减少。水夹点技术的三个层次是回用(直接持续使用)、循环重复使用、再生后再使用。

1 石化企业循环冷却水应用水夹点技术的调查与分析..

1.1 石化企业传统的供水系统和排水系统

在石化企业中,供水系统的上水均为井水或河水;企业运行中产生的废水全部进入排水系统,作为污水处理。传统的流程图如下。

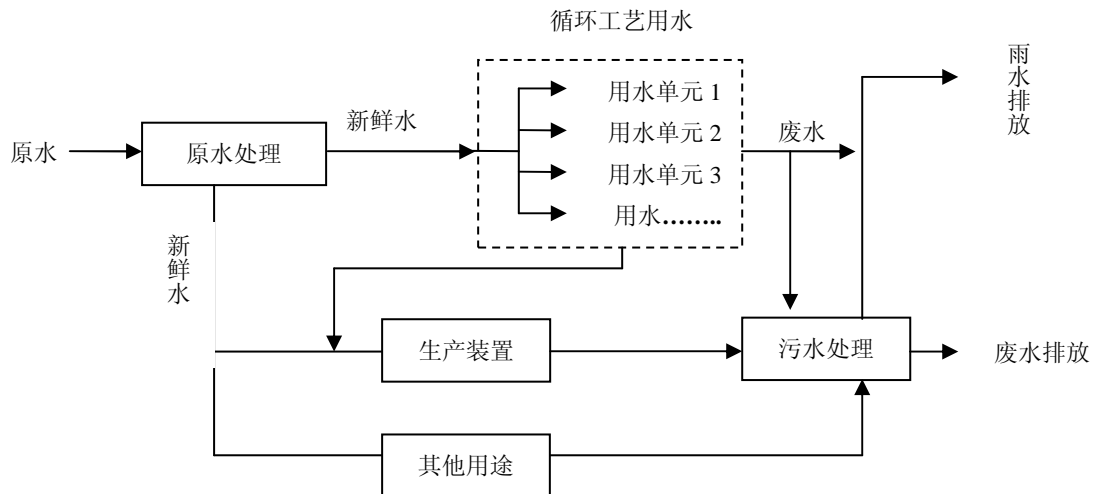


图1 石化企业传统的供水排水系统流程图

1.2 循环水场废水流股产生分析

企业运行中，循环水场产生的废水流股来源如下图

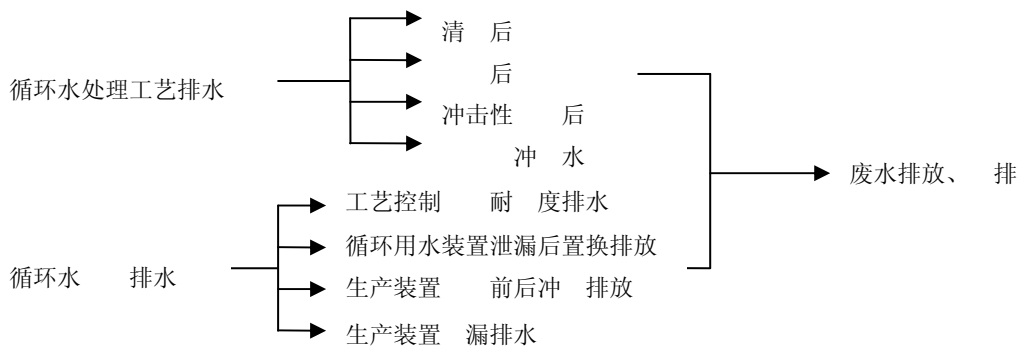


图2 石化企业循环水场产生废水物流流程图

常规水处理系统由于受早期设计思路影响，没有考虑水回用，过程控制中缺乏有效控制手段，药剂体系耐高碱、高硬度性能差，更不耐泄漏物料的冲击，这往往是造成循环水场废水排放在企业中所占比例大的主要因素。另外，在加氯的系统以氯离子计算浓缩倍数掩盖了循环水排水的真实特征，氯离子计算浓缩倍数直接作为污水回用后的控制更加困难。

1.3 用水节约与废水减量分析

从水夹点技术理念思考，降低或消灭废水排放量，将会为节约用水做出较大贡献。前面已经提到循环水场是石化企业的最初水消耗和废水产生的大户，减少二者的数量，将会产生显著的节水效果。可从以下角度进行分析：

1.3.1 在加氯的系统以氯离子计算浓缩倍数掩盖了循环水排水的特征，要以 离子计算，真 提高循环水场浓缩倍数。装置 漏 排查， 减少、 循环水在装置 漏和 无 排放；

1.3.2 寻 清 的水处理工艺技术， 生产装置 前后的清 ， 大量清 剂、 剂 化 药剂的使用， 了清 段系统的 间 、置换用水；

1.3.3 使用 物料泄漏冲击的工艺技术， 装置泄漏的清 置换；

1.3.4 提高水处理工艺的耐受度，使循环水系统可以在较高的浓缩倍数下 定运行，减少因 工艺耐受 造成的排水行为；

1.3.5 常规水处理工艺系统，在多杂质系统中缺乏关键点控制设备，则化 药剂使用量 大， 加了多杂质系统的运行工艺难度，杂质浓度 制点设定 低，系统只能 于排水行为 持。

上 1.3.1、1.3.2、1.3.3、1.3.4、1.3.5 相当于水回用，这是水夹点节水减排技术中三个 层面的 一层次，是直接持续使用。可以在最少 入下直接实现最有效的节水减排效果。

1.3.6 设水夹点技术改造中关键工艺设备， 新的循环水场运行工艺，提高系统的杂质 浓度 制上 ，实现泄漏、 、 的不冲 、不清 、不置换、不 ， 工艺 排水， 成有效的节水效果；

1.3.7 设水夹点技术改造中关键工艺设备， 新的循环水场运行工艺，实现循环水水体 中生物的 控制， 消冲击性 工艺， 冲击性 后的置换、排水行为，减少 性 物质使用。

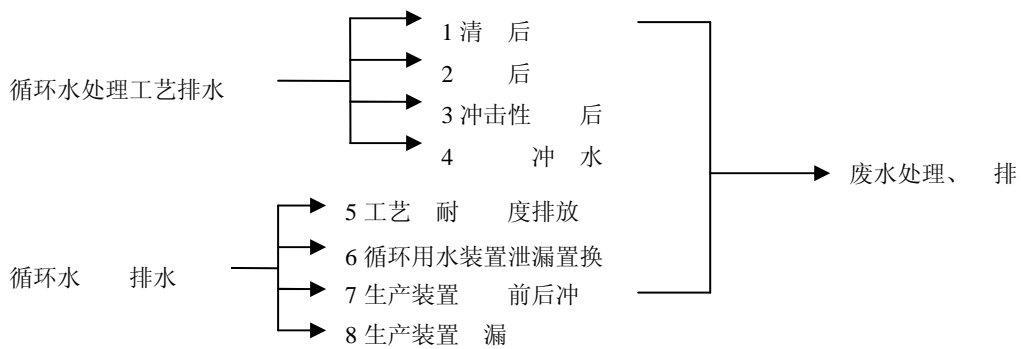
1.3.8 设水夹点技术改造中关键工艺和设备的 ， 新的循环水场运行工艺，实现循 环水场直接作为 冲水的回用项目点， 可直接成为污水场有 特性的 废水 的回用项目点。

上 1.3.6、1.3.7、1.3.8 相当于降低夹点位置， 加了水的重复利用量，减少了排放。 要 有效降低新鲜水用量必 加大污水用量，这 是 降低夹点位置。降低夹点位置的关 键 是 使用水夹点技术改造中关键工艺和设备，这 水量降低（可视为以前排水直接 回用了），排水量 降低了。

2 关键工艺设备的要求

2.1 循环水最初水使用

2.1.1 最初水使用项目



2.1.2 最初水使用 目

1 最初水使用 目

物流	用水项目	最初 常消耗	最初 常消耗	理 的目
物流 1	清 后 置换	5 倍保有水量	20 倍保有水量	消
物流 2	后置换	2 倍保有水量	5 倍保有水量	消
物流 3	冲击性 后 置换	5 倍保有水量	20 倍保有水量	消
物流 4	冲 水 排放	2 循环水量	6 循环水量	消减与回用
物流 5	工艺 耐 度 排放	碱加 小于 800mg/l	碱加 小于 500mg/l	离子 1500mg/l 以 的循环水不排放
物流 6	循环用水装置泄漏置换	5 倍保有水量	过 100 倍保有水量	消
物流 7	生产装置 后冲	2 倍保有水量	5 倍保有水量	消
物流 8	生产装置 漏	短 间	间	排查

循环水场最初水使用项目如 1 所，在 常运行 下，置换水的消耗量为保有水量的 2 5 倍；装置出现 常，通常的处理方 是加大置换水的消耗量，从 1 中可以 出，其消耗量将成倍的 加。

2.2 水夹点关键工艺 设备的

循环水场最初水使用 用水夹点技术进行分析，为 1 目 的 定有实现的可 能性，目 实现后可大 度减少消耗的水量，相应的降低废水的排放量， 是行为效果是 能 到理 ，关键在于如 提高循环水系统 杂质的耐受程度，这一 于可行的工 艺与设备来实现，所以 在关键设备的 。

目前的水处理工艺可分为三类，即方 A、方 B、方 C，其中方 A 是最新 利技术。它 的差 如下：

2 三类水处理方 比

比	方	方	方
碱 加			
离 子			
其他性能	污水直接回用、 高 度、 泄漏	度 化方可回用、 高 度、不耐泄漏	严 度 化可回用、 耐度低、不耐泄漏
系统改造 资	方 的	有 项设备 资	无
运行	常 接 低于方 泄漏 加药是方 的	常 方 的 倍 泄漏 无 制加药	常 常规：方 泄漏 无 制加药 经常在泄漏 加药
行方	无人值	控制	与 化

2.2.1 物流 1、2、7

物流 1、7 的 消，必 使清 、冲 目的的消 方可 到。循环水系统清 由来已 ，因 类原因使得系统 的 出运行工艺 可 必 进行(着杂质 度)。因此使用 能 使系统 间相 保洁的工艺即可实现。目前，可以 的工艺不多，三方 中只有方 A 可以 到。

物流 2 的产生目的在于 系统清 后的水程 护。 消清 ，在运行 实现水程的 护，物流 2 即可 消。三方 中只有方 A 可 成。

2.2.2 物流 3

物流 3 要 控制循环水中的生物方可实现。如 由于排放受到 制，已出现一 制实现的 例。由此造成系统产生生物 性， 加，必 用定期清 的工艺加以 ， 节水效果与运行效果并不理 。三方 中只有方 A 可实现。

2.2.3 物流 4

物流 4 的回用目的有 多实现的途 ，消减较困难，在大 度节水后，特 是将循环水场作为最终的回用项目点后，杂质浓度 加， 上 ，消减无 实现，并有 加的可能，三方 中只有方 A 可实现其消减的效果。

在方 A 中，回用 靠 体配 工艺， 加一 的提 、 清过 设备即可； 方 B 只能靠 业化处理 物流 4， 于 度 化方 ，必 配 全流程 化装置， 资 大于 A 方 ，且 作难度大，运行费用高， 工作量更大。

方 C 能 物流 4， 于 回用方 ，只 一 的提 、 清过 设备。 其他方面的工艺无新技术 ，最终 清 置换 持运行， 合节水效果无保 。

2.2.4 物流 5

物流 5 是由循环水处理工艺 定的, 不 的水处理工艺, 其实现的效果 有差 。耐受度: 方 A 方 B 方 C; 水耗方 A 方 B 方 C。

2.2.5 物流 6

物流 6 的 消, 目前国 三方 中只有方 A 可以实现。

2.2.6 物流 8

物流 8 只有靠 排查减量, 将出现在生产 料中, 无 靠水处理技术 , 可靠的水处理技术工艺可 到减 作用。水耗方 A 方 B 方 C。

2.2.7 在污水回用后 方 的 现 3,

污水回用后 方 比

比	方	方	方
	定	定	不 定
碱 加			
离 子			
其他性能	污水直接回用、高 度、 泄漏	度 化方可回用、高 度、不耐泄漏	严 度 化可回用、度低、不耐泄漏
系统改造 资	方 的	有 项设备 资加	无
污水回用 资	无 度 化 资	度 化 资	度 化 资
运行	低于方	方 的 倍	常 规: 方
行方	无人值	控制	与 化
现场技术	续、全方位	续、业较单一	前期有, 后期 没有
类 方 行 者	国 所	国外水处理	国 多的水处理

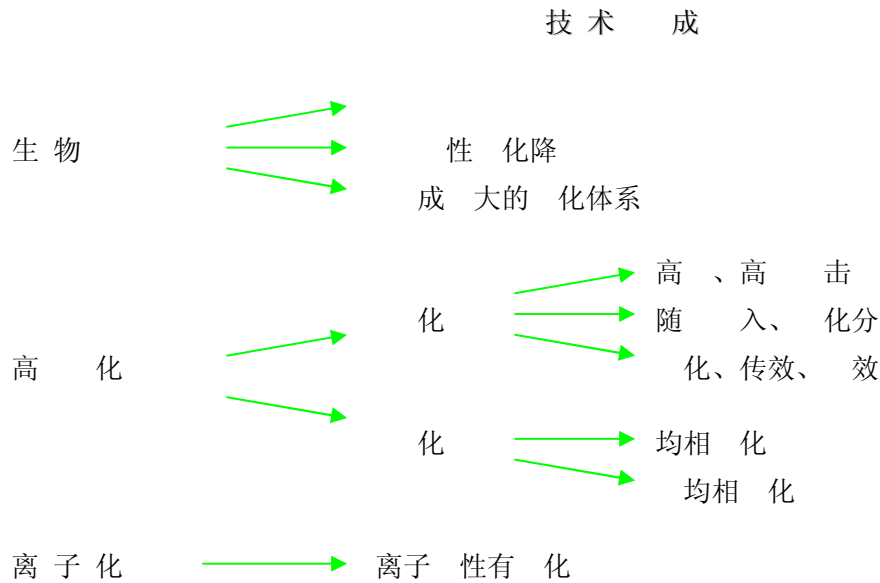
方

通过上 , 合考虑 方面 以 工艺发展的 要, 考虑 水和污水回用的客观要求。 为, 方 常 用于 厂的现有 的循环水场, 以 目前已面 的泄漏与污水回用 。

在 的调查 中的间 性 用中, 从水夹点技术改造中关键工艺设备的角度 定 用 新技术应用 所的 “循环水泄漏 下的 合处理工艺 其处理设备”, 即 CAOT 利新工艺, “ ” CAOT 技术, 即方 A。

2.3.1 方 A 的设备 成

方 A 即 CAOT 技术，其主要 成如下：



2.3.2 方 A 的技术 性 化工艺

通过 CAOT 技术 成即 3 运行 分析，可以了 到方 A 技术 性 以 高 化 化工艺， 大的 化能 是它成为水夹点技术改造中关键工艺设备的 。由此可 做到在多杂质系统的运行中 成 化作用，这是实现泄漏、 、 以 运行 实现**不冲 、不清 、不置换、不 、不排污、 消冲击性** 的 ；

2.3.3 方 A 的技术 性 水质 定工艺

通过 CAOT 技术 成即 3 运行 分析，可以了 到方 A 技术 性水质 定 工艺，运行中显 出 工艺突出的高耐受度。由此 保在 水质 下可做到 间不置 换、不排污， 已运行了 30 个 ， 石化有 的 期（1999 .2005）已 到 6 个 ， 期做到了装置 、 、泄漏 清 ；

2.3.4 方 A 的技术 CAOT 化 化工艺，可 水夹点技术改造中关键工艺设备

通过 CAOT 技术 成即 3 运行 分析，可以了 到方 A 技术 化、 化、 离子化工艺， 油量 到 2000mg/l， 离子 1200mg/l，氯离子 800mg/l，系统 常运行， 果 全 。工艺在常规工艺的经 成 做出 常规的 化 和 效 果。 实 到提高水夹点的多杂质耐受度， 符合清洁生产要求。

方 的 段 运行

用“循环水泄漏 下的 合处理工艺 其处理设备” 新工艺，处理前后的水质

处理前后水质 均值统计

间		离子	浓缩 倍数		度	率	泄漏
处理 前							次泄 漏
							次泄 漏
用 处 理 后							下 持续泄 漏
							上中 持续泄 漏
							三 次 泄 漏
							续泄 漏、
							泄 漏、 、污 水回 用
							续泄 漏、污 水回 用

注： 使用 再生水， 水中 离子 有一定影响。

从 处理前后水质 均值统计 可以 出：系统在高硬度、高浓缩倍数下运行，不排
污、不置换，装置泄漏 下水质 越来越小，运行 定。在泄漏严重的 下，系统
离子、浓缩倍数 提高， 度 定， 率较低。 一循的运行 ，为进一 降
低 度和 离子的浓度， 加了相应的水处理工艺设备， 定率 有上 ，显 离
特性， 率 ， 合效果 。观 ， 面 成了较 的 护 ，
这 更利于减 设备的 和 。

处理 定后， 常发生了三次不 程度的泄漏，查 较 ，水质 小，
度一 在 之间。 泄 漏 油，一间 油 被全部污染， 小 泄 漏
。如此， 期 只有一到 。由此可 泄 漏 用 合水处理工艺， 化能
特 ， 到 期的 化、节水、工艺要求。

后系统在回用污水的 下 续泄 漏，不排水置换，系统 度 可控制在
以 ，浓缩倍数 处在上 ， 离子最大值 ， 到 最 水 ，在 水场
中排 一。

经过 个 的处理，系统 清 ， 常 氯可在 分 回，以往
着的油 大部分已 ， 定系数 间大于 ， 的 有发生，水质变
化显 离特征。 水清 ，在 一段 间 可以观 到 显的 离效果， 有油 被 离
出来。一循的水质变化和 观变化 ， 合工艺” 到了较 的降 泄 漏物料和
离系统污 的作用，且高硬度的 能 ， 应泄 漏 高硬度水质的高浓缩倍数
运行。

4 方 A 的设备 运行 作与 理

常规的技术和设备， 作与 理 较 ，可是，方 A 却 单， 设备设定 充分考虑使用要求， 作与 理 其 。

4.1 设备的 作

方 A 用的设备是 合 的， 能部 多， 发者是 难 清， 是它的使用特性 。 是实现无人值 ，设备 设定多重保护和 复 能，在 业人 调 后，运行 定，在外部水、 、 无 能 常运行。 常无 作控制，只有 项 单要求： 流量、 观 一下 流。 到意外 源即可。

4.2 设备的运行

设备的运行 设定 ， 、 、 有相当程度的耐受度，

4.3 设备的 运行

常规水处理设备，部分出现 后，往往会全流程 ，目前 使用的 多设备 是这 ，节水的排污水回 的设备只因一个工艺 数 不到 无 运行，这类设备被 用后被 。

方 A 用的设备是 合 的当部分 能出现 ，其他 能 常运行，不影响循环水场的水处理效果，这是常规设备所做不到的。由此 可大大提高使用水夹点技术的可靠性与 性和 续性。

水夹点技术是过程集成工程设计领域在环境保护方向的突破，通过寻求物料和能量间的最佳匹配来实现全过程的费用最小化和废物产生量最小化，且实现无液体排放，符合清洁生产要求。在技术分析的夹点注意关键工艺设备的寻求和应用，提高水夹点的多杂质耐受度，重复利用率客观实在，使石化企业实现零排放成为可能，如此在清洁生产的 会获得更大的企业效益和环境效益。

考 献

- 1 燕山炼油厂 循环水场运行
- 2 燕山炼油厂 循环水场 用“ ” 技术 行
- 3 工业节水与废水减量 中国石化出
- 4 中 人 和国清洁生产 进
- 5 工业水处理技术 化 工业出
- 6 高, , 石化工业水处理技术进展 中国石化出
- 7 石化工业水处理技术
 , , 山 新 水夹点技术在工程应用中的 工业用水与废水 期