

化工企业循环水系统节水节能技术改造及经济性研究

慕花 赵曙 (陕西延长石油(集团)有限责任公司榆林炼油厂, 陕西 榆林 718500)

摘要: 节水节能是现阶段化工企业生产运营需要遵循的重要理念和要求。由于化工企业用水量一般较大, 国家相关政策和标准对化工项目水耗的控制指标要求越来越严格, 因此化工企业转型发展是新时代发展趋势。本文以化工企业为研究对象, 主要从循环水系统的角度, 结合炼油厂循环水系统的运行情况, 重点围绕循环水系统进行节水节能技术的改造设计, 并探讨节水节能技术应用所体现的经济性, 用以验证节水节能技术应用对促进炼油厂等化工企业生产经营效益提升的积极作用。

关键词: 化工企业; 循环水系统; 节水节能技术; 经济性研究

0 前言

新时期可持续发展和环境保护工作的要求, 对化工企业进行改造升级, 要求将改造重点集中在化工企业的生产工艺上。循环水系统是化工企业生产经营中应用的重要工序, 能够对化工企业生产工艺应用中产生的大量热量进行冷却。作为化工企业生产经营的重要辅助系统, 虽然循环水系统在生产运行中的能耗比重较小, 机泵电机是耗能主体, 但是耗水量居高不下。因此对化工企业循环水系统节水节能技术改造进行分析, 可以有效节约水资源, 提高企业经济效益, 对促进化工企业的节水设计具有积极的意义。

1 化工企业循环水系统运行流程

基于化工企业循环水系统的应用需求, 其主要的系统运行流程如图 1 所示。

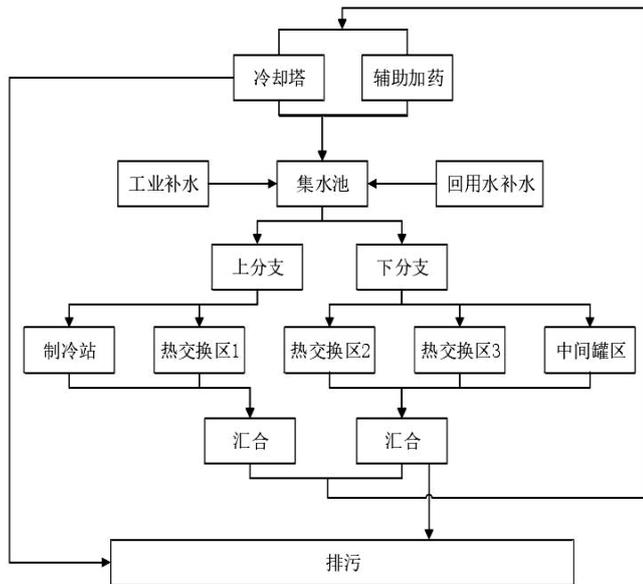


图 1 循环水系统运行流程

由图 1 所示流程可知, 循环水系统主要机械泵负

责抽取循环水。在抽取水分别进入分支后, 由分支上的生产流程来进行换热操作。在支路分开后, 各个支路又拥有不同的换热点。如上图 1, 其中, 上分支能够将进入支路的水分为两股, 分别进入制冷站进行冷却降温 and 换热区进行换热; 而下分支则分为三股, 让抽取水分别进入换热 2 区、换热 3 区以及中间罐区, 这一部分的水源主要发挥平衡上下游压力的作用^[1]。在基于以上冷却和换热流程后, 循环水会汇合进入到冷却塔中进行冷却降温, 其中分流一部分的循环水进入加药系统。经过冷却降温后的循环水汇集到集水池中, 可以再次依靠机械泵输送至化工企业的生产系统。在该系统运行的过程中, 主要依据补充水源与循环水置换保障循环水的水质。

化工企业在启动循环水系统时, 为保障循环水系统的安全稳定运行, 通常依据工业补水和新鲜水补水两种情况来达到及时补水的目的, 用以维持循环水系统运行所需的循环水量。

2 化工企业循环水系统节水节能技术改造设计

基于节能减排和控制化工企业生产经营成本的目的, 要求能够在结合化工企业当前循环水系统运行实际情况的前提下, 通过节水节能技术的应用来对循环水系统进行改造设计, 尽可能降低循环水系统运行中产生的水能和电能消耗, 从而提升化工企业的生产经营效益^[2]。基于此, 在对化工企业循环水系统节水节能技术改造设计进行分析时, 主要可以从以下几方面入手:

2.1 模型优化系统水量与压力

在化工企业循环水系统的运行过程中, 通过对系统循环水量和压力的调节控制, 以降低补水量和降低供水压力为主要目的, 保证能够维持正常换热负荷的同时, 也能够减轻循环水系统的能耗。为达到这一目

的,可以通过构建循环水模型的方式,结合化工企业在循环水系统中应用的水泵数量、系统运行规模、系统运行负荷等方面的要求,通过调整水量、压力等相关参数的方式,实现对循环水系统能耗情况的有效控制。

对循环水系统水量进行优化,可以在构建的模型中尝试在保证水流量和消耗量均匀的前提下进行水量参数的调整,以优化循环水系统的方式,降低循环水系统运行所需水量。例如,某化工企业主要为16套水设备提供冷却水,该循环水系统拥有8台循环水泵,4台风机,总耗水量在8585.3m³/h左右。供水系统总压力0.47MPa,回水总压力0.21MPa,供水总温度维持在30℃左右,回水总温度为36.2℃。该企业在循环水系统的优化过程中,基于循环水系统运行的实际情况,借助计算机软件,为系统运行中涉及到的每台冷水机创建开发模型。在此基础上,通过改变用水设备通信的方式,对循环水量进行优化。以控制水量为主要目的,根据各个冷却液位置的分布情况、冷却液循环水换热后的出水温度、循环水体积等对系统实际用水量产生的影响,选择将循环水系统中一些用于热交换的水冷却器关闭,只要后续串联的水冷却器的循环水流量和进口压力能够满足正常换热要求的情况下,关闭部分水冷却器,达到控制水量和节约用水的目的^[3]。

对循环水系统的压力进行优化,主要基于构建的循环水系统管网模型,在对换热器水头和主水循环供水水头进行计算分析之后,结合化工企业循环水管网的计费情况进行加压计算,进而依据计算的结果,以适当安装管泵的方式来实现对循环水系统的改造。在这一过程中,需要通过水量建模优化的方式,让循环水系统中的所有水装置并联,然后基于循环冷却水管的应用情况,对各个设备的供水压力进行调节。这一过程应确保在合理的压力控制下,循环水能够以均匀的流速状态被输送至冷却塔,从而保障循环水系统中的各个设备都能够稳定运行。

2.2 污水回收利用工艺优化

结合化工企业循环水系统的总体运行流程,系统运行需要建立在充足的水量供应前提下。而系统运行中排放的污水具有一定的利用价值,考虑在循环水系统的运行中,通过污水回收利用的方式,将达标处理后的水再次利用或用于化工企业的其他工艺生产当中,以便能够在节约水资源的同时,也能够减轻对环境造成的污染。基于这一目的,考虑现阶段能够用于

污水回收的处理工艺种类较多,结合化工企业循环水系统运行的实际情况,化工企业可以尝试通过建设污水回收利用项目的方式,将自身生产过程中产生的废水经过处理后用于循环水系统的运行^[4]。这一过程中主要可以应用膜生物反应器工艺,对废水进行深度处理。

例如,化工企业可以应用A²/O-MBR工艺,应用微滤膜过滤的方式来代替以往借助沉淀池对污水进行沉淀分离的过程,将这种微滤膜与活性污泥技术以合理的方法结合起来。现阶段应用于污水处理的膜生物反应器工艺分为一体式MBR和分置式MBR两种(如图2)。

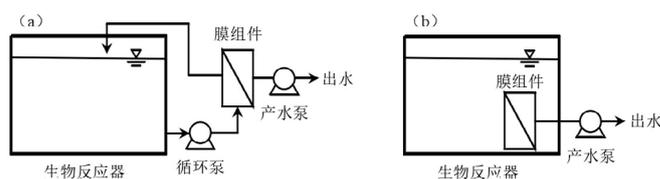


图2 分置式MBR(a)和一体式MBR(b)结构

在污水处理中应用膜生物反应器工艺,主要能够基于微滤膜的作用来实现对于污水中各类悬浮颗粒物、污泥、大分子有机物、胶体的截留,提高出水水质。整个处理过程所需的反应器体积也比较小,能够节约时间进行污水处理的面积。而微生物本身的生长状态也能够发挥减少淤泥产量的目的,进而有效节约用于污水处理的成本。

以污水回收的利用的方式来满足循环水系统的循环水补水需求,有利于提高循环水系统的浓缩倍数,从而达到节水的目的。提高循环水系统的浓缩倍数,主要是指能够以回收利用的污水来作为循环水系统的供水来源,达到提升水质质量的目的,这一过程可以有效减少淡水资源的消耗,以达标排放的污水来作为循环水系统的补充。在此基础上,为进一步提高循环水系统的浓缩倍数,还可以在循环水供应中应用高效的水处理药剂,在结合循环水系统实际运行情况,对处理剂用量进行控制的同时,也要求能够对用于循环水系统的补充水进行预处理。这一方法主要用于水质较差的高硬度、高含碱水处理当中,能够有效达到调节浓缩系数,降低系统运行能耗的目的。

考虑循环水系统本身运行中也会排出污水的情况,可以对这一过程中排出的污水通过脱盐处理的方式,再次运用到循环水系统当中。这一过程中应注意

避免污水循环利用的水量超过循环水系统运行供应的水量来源,导致循环水系统浓缩倍数降低,影响循环水系统的节水效果。

2.3 系统自动化智能化改造设计

以推动化工企业循环水系统自动化和智能化发展为主要目的,可以尝试在循环水系统的运行中应用变频调节技术,根据传感器设备来检测,获取循环水系统运行的实际情况,并依据相关参数的变化来实现对于电机功率的调整,在保证水泵循环水系统设备等处于最佳工作状态的同时,达到节能降耗的目的。

变频控制技术的主要作用对象为化工企业循环水系统中应用的水泵电机以及风机设备。以变频控制程序来代替以往应用的节流阀或挡板等调节装置,在循环水的出水口位置设置压力、温度传感器设备,通过对循环水温度压力等方面的变化情况进行监测。基于事先制定的温度压力等参数上限指标,对循环水温度压力超过既定标准的情况,可以应用变频控制技术对电机功率进行调节,从而达到自动控制水流量的目的。在化工企业的循环水系统运行中,为发挥变频控制技术的作用,要求能够对循环水系统中应用的水泵工作特性进行分析之后,明确水泵流量与转速、水泵轴功率与转速之间的关系,以此为依据来选择调节水泵转速或调节流量的改造设计方案。

在化工企业的循环水系统运行中,应用变频调节技术,主要可以采取以下几方面的措施:

①在化工企业的循环水系统运行中,可以应用变频调速水泵的方式,将变频器安装在水泵电机的相应位置,以对变频器输出频率的调节来达到改变水泵电机转速的目的,从而踢达到调节水流量和控制电能消耗的目的。在这一过程中,可以基于水泵耗电量在不同转速下的变化趋势,验证变频调速水泵在控制能耗方面的积极作用;

②基于变频调节技术的应用原理,也可以通过对循环水系统进行改造优化的方式,依据化工企业循环水系统的总体运行规模、系统运行情况,以保障系统的正常稳定运行为主要目的,对系统运行中涉及到的水泵额定功率、电机额定转速、系统水流量、阻力系数等参数进行调节,从而达到降低系统整体运行能耗的目的;

③为发挥变频调节技术的作用,化工 IQ 也可以选择循环水系统的管路中安装节流阀、节流板等装置,对管路内的水流量进行控制,用以降低水泵的负

载,从而达到调节控制水流量的目的。

应用变频控制技术,能够以更高水平的自动化程度和更优越的控制效果,在降低循环水系统中水泵、风机无效功率的同时,减少系统设备运行中的损耗,也有利于延长系统相关设备的使用寿命。

3 化工企业循环水系统节水节能技术改造的经济性分析

以上措施来对化工企业循环水系统进行改造设计,其具体成果如下:

①通过适当增加出水量和压力的方式,让循环水系统的循环水量从以往的 $8585.3\text{m}^3/\text{h}$,改进后下降到 $7395.7\text{m}^3/\text{h}$,循环水区相应水压由改进前 0.47MPa 降低至改进后 0.392MPa ;

②通过污水回收利用的方式,能够将处理后的污水,作为循环水系统的补水,能够在一定程度上节约用于循环水系统运行的水量和成本;

③应用变频调节技术,可以使循环水系统的能耗降低 $20\%\sim 30\%$ 左右。

结合以上循环水系统的改造设计成果,考虑节水节能技术应用的经济性,化工企业循环水系统的年度能耗从 120 万度下降至 90 万度,年节省电费在 30 万元左右,年节约水资源在几十多万吨以上。而循环水系统运行中的废水排放量也大幅度减少,有效促进化工企业经济效益和环保效益的提升。

4 结论

节水节能技术改造的应用,对提升化工企业循环水系统的运行效果,节约化工企业的生产经营成本和能耗都具有重要的作用。在明确化工企业循环水系统总体运行流程的前提下,不仅需要对循环水系统运行过程中涉及到的水量和压力参数变化进行调控,也可以从循环水利用来源以及循环水系统运行自动化智能化的角度,循环水运行的整个过程来达到节水节能的目的,同时为企业节约生产成本。

参考文献:

- [1] 王云. 电厂循环冷却水系统节水及零排放技术研究[J]. 中国新技术新产品, 2023(17):77-79.
- [2] 黄长春. 给排水施工中节水节能技术的实践[J]. 居舍, 2023(21):31-34.
- [3] 姜慧超. 石化企业循环水系统节能案例及节水措施研究[J]. 天津化工, 2022,36(06):85-88.
- [4] 宋伟刚. 化工企业循环水系统节水节能技术改造分析[J]. 化工设计通讯, 2021,47(08):153-154+158.