

浅谈工业循环水系统中的节能技术

石少博

国能包头煤化工有限责任公司, 中国·内蒙古 包头 014000

摘要: 在石油化工生产过程中, 各种物料通常需要经过降温处理, 才能被用于进一步加工。水因其较高的热容, 以及易得的特点, 常被选用于各类换热系统。在化工生产中通常用水量过于庞大, 出于节约和保护水资源的目的, 工业循环水系统节能应用就显得尤为重要。循环水系统作为化工生产中的重要辅助装置, 换热效果直接影响到产品质量, 而且循环水系统用户端覆盖面积广, 因此在化工生产过程中, 其产生的能耗也相当可观。目前, 仍有相当多的工厂所使用的循环水系统存在高能耗、低效率的情况。因此, 如何科学合理的对循环水系统进行优化, 使其在更加符合绿色发展的新要求的同时, 也能提高企业的经济效益, 成为了石油化工生产中的一项重要课题。本文将对造成循环水系统能耗增加的原因进行分析, 并对优化方案进行探讨。

关键词: 工业; 循环水系统; 节能技术

On Energy-saving Technologies in Industrial Circulating Water Systems

Shi Shaobo

State Energy Baotou Coal Chemical Co., Ltd., China Inner Mongolia Baotou 014000

Abstract: In the petrochemical production process, various materials typically require cooling before further processing. Water, due to its high heat capacity and easy availability, is often selected for use in various heat exchange systems. In chemical production, the water consumption is usually excessive, making energy-saving applications in industrial circulating water systems particularly crucial. As a critical auxiliary device in chemical production, the circulating water system's heat exchange efficiency directly impacts product quality. Moreover, the user coverage of circulating water systems is extremely extensive, resulting in considerable energy consumption during the production process. Currently, many factories still operate circulating water systems with high energy consumption and low efficiency. Therefore, how to scientifically and rationally optimize the circulating water system to better align with the new requirements of green development while also enhancing corporate economic benefits has become an important issue in petrochemical production. This paper will analyze the causes of increased energy consumption in circulating water systems and explore optimization solutions.

Keywords: Industry; Circulating water system; Energy-saving technology

0 引言

在国内工业生产规模持续扩张、产业加速升级的行业背景下, 节能降耗已然成为工业生产的核心考核指标, 是企业提升经济效益的关键途径。当前, 国内多数企业的工业循环冷却水系统普遍存在运行弊端, 整体能耗偏高, 直接增加了企业的生产运营成本, 制约了企业经济效益的提升, 难以适配现代化工业节能发展的需求。

在现代工业生产流程中, 大量产品及半成品需经过冷却工序方可开展后续加工。工业用水凭借可重复利用率高的突出优势, 成为工业冷却工艺中最主要的冷却媒介, 被广泛应用于生产冷却环节。因此, 研究工业冷却循环水系统的节能运行模式, 对提升整体工业节能水平、助力企业降本增效具有重要的现实意义与应用价值。

现如今, 循环水系统节能优化技术已成熟应用于工业

设备的节能改造工作中。该技术依托系统能量平衡现场测试技术, 聚焦循环水泵组、换热装置、制冷设备等核心设备, 搭建完善的参数监测体系, 能够对循环水系统的各项流程参数进行实时动态监测。通过精准把控系统运行数据, 有效实现复杂管网的动态水力与热力平衡, 精准优化系统运行状态, 最终达成工业循环水系统综合节能的改造目标, 为工业绿色低碳、高效化生产提供技术支撑^[1]。

1 循环水冷却系统简介

(1) 冷却塔及风机: 循环冷却塔由散水喷头、内部填料及塔顶的风机构成, 核心作用是实现各主要装置使用后的温度较高的循环水的冷却。运行时, 热水从各用水装置热设备流出, 经水泵及上塔管线输送至塔上后, 先后通过收水器、布水管及喷淋喷头均匀喷洒, 并与塔上部多层填料充分接触换热。其中多层填料的回流可增大水与空气的

接触面积, 加速热量交换, 将热水中的热量散发至环境中。同时, 塔顶风机持续运转, 进一步促进经填料后的冷却水与周围空气的热交换, 使水温有效降低。在整个循环水冷却流程中, 冷却水塔是实现热量传递、完成水温调控的关键设备。

(2) 集水池及吸水池: 在循环水冷却系统中, 集水池及吸水池是保障系统稳定运行的核心组件, 承担着储水供水与稳压调控的双重功能。集水池一般布置在冷却塔底部, 主要用于收集暂存经冷却塔降温后的水体。冷却水完成冷却流程并汇集于集水池后, 会经过水廊道流入吸水池中并按需向水泵输送水源。其结构设计可维持稳定水位, 确保水泵能随时获取充足供水, 避免因工况变化出现断供问题。同时, 吸水池还能通过水位调控来平衡系统压力, 使水压始终保持在安全工作区内, 有效提升了循环水系统的运行稳定性与操作安全性, 为工业冷却流程提供可靠的基础保障。

(3) 水泵及管道: 在循环水冷却系统中, 水泵、管道及配套附件是保障循环流畅运行的核心载体。水泵作为动力核心, 负责将吸水池中的冷却水加压输送至各大主要用水装置换热设备, 其工作性能与运行效率, 直接决定了系统整体的运行效果与能源消耗水平。管道及各类附件则承担着连接与导流的关键作用, 构建起完整的水流输送通路, 确保水体稳定输送至目标设备。阀门、管接头等附件可精准调控水流方向与流量, 适配不同工况需求。管道及附件的设计合理性与安装质量, 是保障系统高效、安全运行的重要基础, 直接影响整体供水稳定性与能耗控制效果^[9]。

(4) 相关辅助设施: 循环水冷却系统的辅助设施主要包含加药装置与监测换热器等, 对系统稳定运行至关重要。加药装置由药剂、计量泵、阀门及控制系统组成, 可投加阻垢剂、缓蚀剂、杀菌剂等药剂, 抑制水垢生成、减缓设备腐蚀、杀灭微生物与藻类, 避免管道堵塞并保障冷却换热效率。监测换热器由模拟换热腔体、传感器、挂片支架及仪表构成, 能模拟实际换热工况, 通过监测温差、腐蚀挂片等数据, 实时评估结垢、腐蚀状况, 校验加药效果并提前预警故障, 配合旁滤、补水排污装置, 共同维持循环水系统稳定持续进行冷却换热。

2 造成循环水系统能耗增加的原因

主要有两大方面, 一是系统动力方面的损耗, 二是循环水系统内部的损耗。具体如下:

(1) 循环水泵老化, 相当一部分的水泵已经使用了较长年限, 存在密封受损, 电机老化等问题, 在实际运行时, 效率大打折扣, 造成能耗增加。

(2) 循环水系统管路状况发生改变, 工厂在后续实际

生产中进行管路改造, 导致系统阻力增加, 或者增加了用户端设备数量, 偏离了最佳设计点, 为满足实际生产需要, 造成额外能耗。

(3) 循环水管道性能下降, 在实际工业生产过程中, 循环水中会混杂有部分化学物质, 微生物及其它杂质, 会对管网系统造成腐蚀、结垢等问题, 进而增加管路负荷, 加大能耗。

3 节能优化措施

(1) 循环水泵与节能。

循环水泵是整个工业循环水系统的核心, 在系统运行中起着决定性作用, 因此对水泵的优化改造, 是循环水系统节能的重要一环。工厂中使用的循环水泵, 安装的电机通常是高电压电机, 此类电机耗能巨大, 而且相当一部分工厂内的循环水泵存在设施老化、机泵效率低、流量调节和控制粗犷、耗水量大、能量浪费严重等问题, 有相当大的节能空间。对循环水泵的优化改造, 需在满足实际生产需求的基础上进行, 遵循循环水系统经济运行原则, 即“合理流量、最低阻抗、最高效率”。在选用循环水泵时, 不能简单的追求大功率, 而是要充分考虑整个循环水系统, 水量和扬程大小应当与循环水系统相匹配, 以符合其最佳工况, 替换老化、效率低下的水泵, 可有效降低循环水系统能耗, 提高用户端的换热效率, 达到期望的节能效果。

进行水泵改造时, 在同等规格下, 尽量考虑采用节能型循环水泵, 能够在更大程度实现节能目标。由国内外已有的成功改造案例可以看到, 相较于传统的 sh 型水泵, 高效节能水泵的工作效率更高, 可比传统循环水泵减少约 15%~30% 的设备耗电量, 达到节能目的。

(2) 水轮风机冷却塔与节能。

循环水冷却塔是工业循环水系统中不可或缺的公用工程设施, 它可以实现快速降温。在第一次工业革命时期, 就出现了自然通风冷却塔, 随着工业发展对冷却效率的需求增加, 鼓风式冷却塔被大量应用, 又在此基础上改良设计出电动抽风冷却塔, 并且沿用至今。水轮风机最初是在水力发电系统中使用, 由水力驱动叶轮, 再由转轴带动风机旋转, 可以将水网中的动能转换为机械能。

在循环水系统中, 由于其系统和管网的结构的复杂性, 无法精确的计算每个接口, 每段管道, 每个弯管的阻力, 因此企业在实际进行水泵选型时参考的阻力值, 会高出理论值 15%~20%, 以此保证生产安全进行。使用传统工艺设计方案的企业中, 采用的扬程和水量偏大的循环水泵在运行中产生的回水富裕扬程, 一般都在循环中被自然消耗, 部分企业的因为实际余量过大, 还需要减小阀门开度, 以减小流量和压力, 这样的设计和选择在一定程度上造成

了能源损耗。

而水轮机的驱动不依靠电能,恰好可以利用循环水系统中富余的流量和压力,驱动风机工作,节约电力,达到节能目的。^[1]不仅如此,水轮风机设计完全契合冷却塔特点,由叶片带动的水轮机主轴,直接与风机相连接,设计合理的水轮机的能量转换效率可以达到 86%,具有与电动风机相同的抽风效果,因为富余水头的存在,水轮机的存在并不会增加水泵的功耗。由于工作原理并未发生改变,冷却塔内水气比也不会发生变化,完全可以满足用户端换热器的工艺要求。相较于电风机,水轮机构造简单,无需电动机与减速器,在运行过程中,产生的噪音也大大减少,并且安装与维护成本低,减少了安全隐患。

将水轮风机应用在循环水系统中,属于“系统能量的二次利用”,在满足企业生产需求的基础上,几乎达到百分之百节能。同时,值得注意的是,虽然冷却塔水轮机由水力发电设施演变而来,但在化工冷却塔中,水轮机采用低比转数,与水力发电恰好相反。而且,为满足在夏季高温时的冷却塔温降,可以只改造冷却塔,或为水轮风机安装辅助电机,以保证高峰用水。

(3) 循环水系统与节能。

管网系统是整个循环水系统中最复杂的构成部分,连接着整个生产链路,承担着输送冷却剂(水)的任务。因为原水本身的水质以及循环过程中的温度,环境等因素,循环水系统在长周期的运行中,管网系统会产生诸多问题,主要在以下几个方面:①水垢问题:水垢是管网系统中危害最大的,且难以根治。其热阻是钢材的 40 倍,水垢滋生会严重影响换热器工作效率,而且聚集沉积以后,会堵塞管道,增加管道阻力,对设备造成损坏。水垢产生的原因,循环水系统中使用的工业园原水,往往采用就近取水原则,水源大多是湖泊,河流,地下水等,这些水源水质复杂,净化困难。这就加大了循环水水质保证的难度,导致水垢滋生。循环水系统在运行期间,各设备之间不同部分存在热量不均、流速不同的情况,也会导致水垢问题。②污垢问题:循环水在循环过程中,会多次暴露在空气中,如冷却塔就是完全利用风力对循环水降温,长此以往就会积累大量的污垢,极有可能在冷却塔喷淋口等较窄的管道处造成堵塞。③腐蚀问题:同样不容小觑,腐蚀往往伴随着结垢发生,腐蚀又会加重结垢,久而久之就会影响到循环水管道系统和设备部件,增大泵机负荷。④藻类问题:循环水还会有各类微生物滋长,常见的是水藻,随着循环水的循环流动,水藻在整个系统中扩散,使浊度增加,严重影响水质,不再符合冷却要求,造成水资源的浪费。

以实际情况为基础,综合考虑系统中面临的污垢、水垢、藻类和腐蚀问题,想要实现循环水系统的节能,采取措施的出发点应该是对循环水的状态做出恰当的改变。最简而易行的方式就是改变循环水的交替频率,在适当范围内加强交替频率,这样的转换工序提高了循环水系统的减排能力,也最大限度利用了水本身的物理特性,增强了循环水的承污能力,提高了系统运行效率的同时也达到节能减排的目的;流速控制也能有效控制工业循环水系统中管道的结垢和腐蚀,当流速达到 1.0m/s 以上时,不易产生结垢腐蚀;对管网系统进行适当改造,可考虑在各个装置的循环水进出口加装过滤器,此类装置在理论上可以大规模除去循环水中的污垢、藻类等。

不同于设备和装置优化改造的易于操作,想要对化工循环水进行优化以达到节能减排目的,更多的需要在人工操作和管理层面做出改变。对现场的循环水泵、换热器、冷却塔等设备进行大量的数据采集和分析。建立最小化水箱系统、管网阻力记忆系统,利用好数据模型和物理模型,并结合系统检测数据先一步预测,最终实现整个循环水系统的优化。

4 结语

化工行业是关乎我国国民经济的支柱型产业,随着我国社会经济的不断发展,改革开放的不断深入,化工的增长速度也在不断加快,高速发展的同时,化工企业节能减排的意识和措施也在逐步加强。循环冷却水系统作为化工生产中的耗能大户,需要消耗大量的水电资源,如果能够实现循环水的节水节电改造,对化工行业达到降本增、节能降耗的目的有重要意义。循环水节能潜力巨大,随着科技的发展和工艺的改进,将会发掘出更多的节能空间。对于这样一个庞大复杂,需要多方面协调的系统,节能减排的优化必定是一个循序渐进的过程。需要不断尝试探究,才能够不断的降低能耗,起到保护资源保护环境的作用。

参考文献:

- [1] 邓鸣. 工业冷却循环水系统的节能优化改进[J]. 科技创新导报, 2019,16(33):89+91.
- [2] 温为福. 高位冷却循环水系统的绿色节能优势[J]. 清洗世界, 2024,40(9):148-150.
- [3] 高根生. 水轮风机与冷却塔无电运行[J]. 冶金动力, 2010(4):71-73.

作者简介:石少博(1999.02-),女,汉族,内蒙古巴彦淖尔人,本科,助理工程师,研究方向:从事水处理研究。