

Research on recycling and treatment scheme of steam condensate

Shuai Zuo

Sinopec Yizheng Chemical Fiber Co., Ltd., Yizheng, Jiangsu, 211900, China

Abstract

Against the backdrop of increasing global energy tensions, energy conservation and emission reduction had become an important task for all industries. The steam consumption was large during the production process of polyester staple fiber. As a clean and safe power source, steam could be reduced to condensate. The recycling of steam condensate could improve energy utilization efficiency and achieve the purpose of energy conservation and emission reduction. Based on the actual situation of steam consumption in our factory, the steam generation link and specific implementation cases of steam condensate recycling were discussed. The results showed that the recycling and utilization of steam condensate significantly improved the utilization rate of water resources and energy, and brought considerable economic and environmental benefits.

Keywords

steam; condensate; recycling; energy conservation and emission reduction

关于蒸汽冷凝水的回收再利用及处理方案的研究

左帅

中国石化仪征化纤有限责任公司, 中国·江苏 仪征 211900

摘要

在全球能源紧张日益加剧的背景下, 节能减排已成为各行各业的重要任务。涤纶短纤生产过程中蒸汽消耗量大, 蒸汽作为一种清洁、安全的动力能源, 可还原成冷凝水, 蒸汽冷凝水的回收可以提高能源利用效率, 达到节能减排的目的。结合本厂蒸汽消耗的实际情况, 论述了蒸汽产生环节以及蒸汽冷凝水回收利用具体实施案例, 结果表明蒸汽冷凝水回收利用, 显著提高水资源和能源利用率, 带来可观的经济效益和环保效益。

关键词

蒸汽; 冷凝水; 回收利用; 节能减排

1 引言

在当今全球能源紧张、竞争压力日益加剧的背景下, 节能减排已成为各行各业的重要任务。生产过程中能耗占比较高的蒸汽, 成为炼化行业关注的重点。蒸汽的产生需要消耗大量的能源, 如煤炭、天然气等化石燃料, 若蒸汽使用过多, 意味着这些能源被过度消耗, 从资源储备角度看, 加速了不可再生能源的枯竭; 从企业成本角度, 企业的生产成本大幅增加。因此从企业长远发展角度, 提高蒸汽冷凝水的回收与再利用, 不仅能够降低生产成本、提高经济效益, 还能显著降低能源消耗, 实现绿色低碳发展。本文以本厂涤纶短纤维装置为例, 探讨了蒸汽冷凝水回收再利用的具体措施。

2 蒸汽消耗主要环节及处理的必要性

2.1 蒸汽消耗主要环节

涤纶短纤维装置蒸汽消耗主要集中在后纺紧张热定型、松弛热定型区域, 从界区来的 3.5MPa 蒸汽、1.3 MPa 蒸汽分别经减温减压成 2.4 MPa 蒸汽、0.35 MPa 蒸汽, 再分别供给后牵伸紧张热定型、松弛热定型(干燥机)及低压蒸汽用户(卷曲机喷淋水加热、DB 槽加热和加热箱)使用; 紧张热定型 1-3 区、松弛热定型 1-20 区采用 F 型蒸汽控制或串级蒸汽控制, 产生的高温蒸汽凝液统一进入闪蒸罐收集, 并经过二次闪蒸后补充至 0.35 MPa 蒸汽管网, 供低压蒸汽用户使用。

2.2 蒸汽冷凝水回收再利用的必要性

蒸汽冷凝水是指在工业生产过程中, 蒸汽冷却后形成的冷凝水。其主要成分是水, 但其中可能含有少量的无机盐、铁离子、氧气等杂质。蒸汽冷凝水并非废水, 而是蕴含巨大价值的高品质水资源与热能载体。通过建立科学、高效的回收处理与回用系统, 蒸汽冷凝水的水质可以接近甚至优于除

【作者简介】左帅(1991-), 男, 中国山东邹平人, 工程师, 从事公用工程和涤纶短纤生产研究。

盐水,可直接作为蒸汽锅炉的补水,也可用于采暖,或其它形式的热交换,具备良好的热能回收价值^[1]。将蒸汽冷凝水再利用,这样既可以节约水资源,又能利用冷凝水的余热,减少能源消耗,进而达到节能降耗的目的。是生产过程中实现循环经济、降本增效、履行环境责任的战略性举措。这不

仅是对生产成本的精细管控,更是工业绿色低碳转型的关键一步。在资源约束与“双碳”目标日益紧迫的今天,挖掘蒸汽系统中的“液态宝藏”,正成为越来越多领先企业的必然选择。所以,冷凝水的回收利用,是一项必须要做好的节能技术工作。

表 1- 涤纶短纤维装置蒸汽消耗情况

项目	蒸汽压力 /MPa	温度 /℃	蒸汽消耗量 /t·h ⁻¹
紧张定型机	1.9	190	24.85
松弛定型机	1.6	160	6.4
蒸汽加热箱	0.3	120	0.8
蒸汽预热箱	0.3	100	0.25
油槽 / 水槽加热	0.3	90	0.02

3 蒸汽冷凝水的回收现状分析

3.1 蒸汽冷凝水回收方式

以回收时是否与外界接触作为划分标准,冷凝水回收系统分为开式与闭式^[2-6]。开式冷凝水回收系统流程为从主蒸汽管送来的蒸汽经降温降压阀后达到各用热设备的工艺要求进行供汽,各用热设备所产生的冷凝水分别由各自的疏水阀排出,通过排水管送到扩容膨胀箱。闭式回收系统工作流程是由各用热设备的疏水阀排出的冷凝水,通过集管流入集水箱,通过止回阀进入冷凝水自动泵,再由自动泵将冷凝水打回锅炉,同时在冷凝集水水箱中闪蒸的二次蒸汽及冷凝水自动泵的排气,通过排气管进入软水箱中,以水浴方式吸收。

3.2 冷凝水回收中存在的主要问题

目前冷凝水回收中需考虑的影响因素: 1) 部分装置用汽点较分散,设计之初没有考虑蒸汽冷凝水的再利用,因此在进行冷凝水回收利用的设计前必须进行经济性可行性分析,因地制宜地采用较为经济的回收形式。原则上应尽可能地回收使用,但不可一概而论,盲目投资,造成成本回收周期过长,得不偿失。2) 蒸汽冷凝水被污染,造成污染的原因是多方面的,比如换热介质泄露互窜,管道材质易腐蚀,设备旋转过程磨损等情况,均是在企业中造成蒸汽冷凝水污染的原因,因此不能直接使用。3) 疏水阀的选型、安装、使用、维护不当,疏水阀的质量低劣,会严重影响蒸汽冷凝水的回收和利用。疏水阀的功能是分离蒸汽中的冷凝水,并将冷凝水输送至冷凝水储槽中。合理选择疏水阀是确保蒸汽冷凝水回收系统正常运行的关键环节。疏水阀选型时要考虑设备耗汽量和疏水阀前后的压差和用汽设备疏水管径进行选型。只有选择排量合适的疏水阀,才能保证用汽设备的蒸汽冷凝水顺畅排出。另外,由于疏水阀的蒸汽冷凝水排出孔径较小,为保证管道内的杂质不堵塞疏水阀,在疏水阀上游应安装过滤器。4) 目前冷凝水回收系统中,只能利用二次闪蒸蒸汽的潜热和冷凝水的部分显热,而水只能排放到地沟。对二次闪蒸蒸汽有回收手段的企业很少,大量的二

次闪蒸蒸汽对空排放损失了很多的能量。要避免这项损失,可以采取下列措施:使从回水管回流的冷凝水通过换热器,将冷凝水的温度降到 100℃以下,冷却介质可使用冷的除盐水或普通生产水。这样通过热量交换,换热后温度升高的除盐水可用于锅炉给水;具有一定温度的生产水可用于热水型制冷机,给高温发生器提供热源,防止了二次闪蒸蒸汽的产生对空排放,节约了能源。5) 在蒸汽冷凝水回收量大、温度高的情况下,输送泵的选型十分重要,往往普通热水泵无法正常工作,所以此时最好采用蒸汽冷凝水自动泵来代替普通热水泵,这样可以减少运行过程中一系列的麻烦。

4 蒸汽冷凝水回收的实施

蒸汽冷凝水的再利用方式需要根据具体的纺丝工艺、设备条件以及水质情况等因素进行综合考虑和设计。同时,在利用过程中需要确保水质的安全性和稳定性,避免对纺丝产品质量造成不良影响。

4.1 蒸汽冷凝水回收的实施方案

本文针对装置蒸汽系统存在的问题,对蒸汽系统进行优化,以实现蒸汽及冷凝水的回收利用。为实现资源的有效利用和确保水质符合相关标准,采取的具体试试方案如下。

1) 使用阶段: 在生产线上,存在不同的温度控制区域,将高压或中压蒸汽优先提供给用热量高的需求部位,换热后经疏水器对其排水进行闪蒸,将闪蒸气供给低热量需求部位使用。具体可根据实际需求,实现梯级使用。经实践验证,2.2MPa 蒸汽经过换热闪蒸,不能超过三次,三次后的闪蒸气热量少,使用率较低。

2) 收集阶段: 将各个闪蒸后的蒸汽冷凝水统一收集到专门的储罐中。这样做不仅便于集中管理,对蒸汽冷凝水做初步的沉降,还能防止冷凝水的随意排放造成水资源浪费。

3) 沉降阶段: 各个生产线收集到储罐的蒸汽冷凝水,通过中部取水的方式,利用水泵将经过沉降的蒸汽冷凝水输送至储存槽中进行二次沉降阶段,利用重力原理,使密度较大的杂质自然沉淀到储罐底部。这一步为后续更精细的过滤处理减轻了负担。

4) 过滤阶段: 储存槽中的蒸汽冷凝水经过输送泵提供压力, 经过 40 μ 精度的提篮式过滤器过滤, 进一步去除水中残留的微小颗粒杂质, 将蒸汽冷凝水进一步洁净化, 使水质达到除盐水的指标要求。除盐水具备较低的杂质含量和良好的化学稳定性, 能够满足多种生产工艺对水质的严格要求。通过半年数据跟踪检测, 前后指标如表 1。经过处理后的蒸汽冷凝水质指标均值 pH 值为 7.3, 二氧化硅含量为 0.092mg/L, 电导率 (25 $^{\circ}$ C) 为 2.976 μ S/cm, 完全满足生产需要。

热量使用: 因蒸汽冷凝水输送全程封闭模式并有所管

道、设备均伴有保温, 储罐内的冷凝水温度在 95 $^{\circ}$ C 左右, 在对蒸汽冷凝水进行除杂处理的同时, 充分挖掘其蕴含的热量价值。一方面, 将处理前的冷凝水用于对涤纶短纤纺丝过程中的环吹风进行加热。生产过程中的环吹风通常需要达到一定的温度条件, 利用冷凝水的热量可以实现对环吹风的预热, 减少额外的加热能耗, 提高能源利用效率。另一方面, 冷凝水还可以作为制冷机的热源。在一些制冷系统中, 通过合理的热交换设计, 冷凝水的热量能够为制冷机的运行提供部分能量支持, 优化制冷机的性能, 降低整体能耗。

表 2- 蒸汽冷凝水与除盐水指标比较

序号	新鲜除盐水指标			蒸汽冷凝水指标		
	pH 值	二氧化硅,mg/L	电导率, μ S/cm	pH 值	二氧化硅,mg/L	电导率, μ S/cm
均值	6.560	0.086	1.204	7.298	0.093	2.976

4.2 实施效果

通过以上一系列处理步骤, 装置内的蒸汽冷凝水实现了杂质去除和热量回收利用的双重目标, 既满足了生产对水质的要求, 又达到了节能减排、降低消耗的目的。

以 50 万吨 / 年的涤纶短纤生产装置为例, 如按本文所述方法进行使用, 蒸汽自进入生产装置后, 将几乎实现零排放, 蒸汽在生产线进行换热后, 产生的蒸汽冷凝水进行二次闪蒸, 闪蒸气供低压用户 (如伴热、取暖) 使用, 蒸汽冷凝水进行统一收集, 收集在一起的蒸汽冷凝水温度在 95 $^{\circ}$ C 左右, 此部分蒸汽冷凝水的热量冬天被用作纺丝环吹空调加热或环境取暖, 夏天为制冷机提供热源, 换取冷量为生产线进行降温, 进而达到降低消耗蒸汽或电的目的; 热量消耗后的蒸汽冷凝水进行充分过滤, 作为除盐水供应其他生产单元使用, 从而达到降低新鲜除盐水的使用量的目的, 仅计算降低除盐水和蒸汽的消耗部分, 粗略统计每年可节省成本近 400 余万元。

5 结语

蒸汽冷凝水的回收与再利用是一种较为系统化的处理

方案, 是实现节能减排的重要途径。为进一步优化涤纶短纤工艺系统, 提高蒸汽热利用率, 结合本厂实际蒸汽消耗及存在问题, 提出优化措施。采用回收蒸汽冷凝水技术, 通过系统试运行和现场监测, 可以使水质符合国家化工生产用水标准的要求, 实现节能减排, 冷却过滤后用于工业除盐水补水, 降低了除盐水的消耗, 提高水资源利用率, 显著降低能源消耗, 带来可观的经济效益和环保效益。

参考文献

- [1] 张德新. 蒸汽冷凝水回收利用[J]. 广西质量监督导报, 2008, (9).
- [2] 郑磊. 化工生产中蒸汽冷凝水的回收利用研究[J]. 信息周刊, 2018, 0(28).
- [3] 王艳杰, 柴士峰. 浅谈蒸汽冷凝水的回收与利用[J]. 科学与财富, 2011, (3).
- [4] 陈德云. 蒸汽冷凝水回收装置工作原理及运行流程研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(12).
- [5] 焦玉杰. 焦化厂的蒸汽冷凝水回收与利用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2018, (4).
- [6] 许平, 丁建龙. 尼龙 66 连续聚合生产中的蒸汽回收利用[J]. 合成纤维工业, 2008, 31(2).