

## 焦化化产车间制冷系统节能优化控制策略研究

田燕宁

神华巴彦淖尔能源有限责任公司焦化厂生产技术部, 内蒙古 巴彦淖尔 015000

[摘要]随着焦化产业持续发展, 制冷系统在保障车间设备正常运转以及工艺稳定方面起着重要作用, 其能耗问题愈发凸显, 已然成为工业节能降耗的关键环节。当下, 焦化车间制冷系统普遍存在设备能效不高、运行参数无法实现动态优化、余热资源利用不够充分等问题, 致使整体能耗水平较高, 能源浪费情况较为严重。面对这些挑战, 针对焦化化产车间制冷系统展开节能优化控制策略研究, 探寻循环氨水余热高效利用技术, 已然成为提升系统能效、降低能耗、推进绿色生产的重要途径。

[关键词]焦化化产车间; 制冷系统; 节能优化; 控制策略

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17417

中图分类号: TH186

文献标识码: A

### Research on Energy-saving Optimization Control Strategy for Refrigeration System in Coking Production Workshop

TIAN Yanning

Coking Plant Production Technology Department, Shenhua Bayan Nur Energy Co., Ltd., Bayan Nur, Inner Mongolia, 015000, China

**Abstract:** With the continuous development of coking industry, refrigeration system plays an important role in ensuring the normal operation of workshop equipment and process stability. Its energy consumption problem has become increasingly prominent and has become a key link in industrial energy conservation and consumption reduction. At present, the refrigeration system in coking workshops generally has problems such as low equipment energy efficiency, inability to achieve dynamic optimization of operating parameters, and insufficient utilization of waste heat resources, resulting in a high overall energy consumption level and serious energy waste. Faced with these challenges, conducting research on energy-saving optimization control strategies for the refrigeration system in coking production workshops and exploring efficient utilization technologies for circulating ammonia waste heat have become important ways to improve system energy efficiency, reduce energy consumption, and promote green production.

**Keywords:** coking production workshop; refrigeration system; energy-saving optimization; control strategy

#### 引言

焦化化产车间属于煤炭化工产业链里的一个极为重要的环节, 在其开展生产的整个过程当中, 会大量运用制冷系统, 以此来确保设备能够安全且正常地运行, 同时保证产品的质量保持稳定状态。制冷系统在焦化化产车间所涉及的能源消耗方面, 所占的比重是比较大的。随着时间的推移, 工业领域对于节能减排的要求是越来越高了, 在这样的情况之下, 对制冷系统展开节能优化的工作, 已然变成了提升企业自身竞争力以及达成绿色发展这一目标的关键指向所在。不过传统的制冷系统往往存在着诸如运行效率不高、能耗偏高、控制方式较为单一等等一系列的问题, 这些问题使得其很难契合现代化生产当中对于高效节能方面的需求。近些年来, 循环氨水作为一种制冷工质, 在焦化化产车间当中的应用范围是越来越广了, 它自身有着不错的制冷性能, 并且还具备回收余热资源的潜在能力, 这就给制冷系统的节能工作开辟出了全新的技术路径。怎样才能科学且合理地去利用循环氨水的余热资源, 进而设计出并且切实实施一套高效的节能优化控制策略, 这已经成为了当下在研究以及实践环节当中备受关注的热点问题。本文依据焦化化产车间制冷系统实际的运行特

性, 针对现存的那些节能方面的问题展开细致的剖析, 与其将其和循环氨水余热利用这项技术相互结合起来, 从而提出了一套体系化的节能优化控制方案, 目的是要提高制冷系统的能效水准, 减少能源方面的消耗, 推动绿色生产以及可持续发展的进程向前迈进。

#### 1 制冷系统存在的主要节能问题

焦化化产车间的制冷系统属于保障生产过程能够正常运转的关键环节, 它的能耗状况对企业生产成本以及能源利用效率有着直接影响。当下, 制冷系统在实际运行期间存在着不少节能方面的问题, 这些问题主要呈现为设备能效不高、系统运行工况不妥当还有能量出现严重浪费等情况。部分制冷设备因为设计比较陈旧或者维护工作做得不够到位, 使得像压缩机、电机这类关键设备的运行效率有所降低, 能耗也随之增加。制冷系统在负荷出现较大波动的时候, 没办法达成动态调节的效果, 常常会处在过度运行或者低效运行的状态, 如此一来便造成了能源的浪费。系统管路以及阀门的漏损情况颇为明显, 这使得冷媒发生泄漏并且能量传递效率也跟着下降, 进而让系统的运行负荷以及能耗水平都增加了。除此之外, 控制策略相对而言比较单一, 缺少智能化的管理手段, 所以很难对系统整体

能耗展开有效的监测与优化操作<sup>[1]</sup>。循环氨水的余热回收以及利用还没有得到充分的开发,致使大量热能以废热的形式被排放出去,造成了资源极为严重的浪费。

## 2 循环氨水在制冷系统中的应用及余热利用技术

### 2.1 氨水循环过程及能量流分析

循环氨水属于一种相当高效的制冷工质,在焦化化产车间的制冷系统里有着广泛的运用。其循环过程牵涉到氨水于不同状态间的转化以及能量的传递与转换事宜。整个氨水循环系统主要是由压缩机、冷凝器、膨胀阀还有蒸发器这几部分所构成的。借助制冷剂氨水的蒸发时吸热以及冷凝时放热这一情况,达成热量的转移以及温度的调控目的。在循环进程当中,压缩机会把处于低压且低温状态的氨水气体压缩成为高压并且高温的气体,然后进入到冷凝器去释放热量,进而促使氨水能够冷凝成高压液体。接着,这个液体经过膨胀阀进行节流操作之后,其压力会骤然下降,温度也会跟着降低,随后进入到蒸发器去吸收环境或者工艺介质所具有的热量,以此来实现制冷的效果。在整个这个过程当中,能量流在从低温区把热能吸收进来之后,经过压缩机输入功率这一环节,再转移到高温区将其放出,如此便形成了能量流的循环。对于氨水循环系统能量流展开分析的时候,一方面要充分考虑到制冷剂的热力学性质方面的情况,另一方面还要结合实际工况当中温度、压力以及流量的变化给系统性能所带来的影响。

### 2.2 余热回收技术及其应用现状

余热回收技术属于提高能源利用效率以及降低工业能耗的关键手段,其在诸多领域均获得了广泛运用,在焦化化产车间制冷系统中针对循环氨水余热的回收利用方面,展现出了颇为突出的节能潜力。焦化过程会产生大量的废热,这些废热会以热水、蒸汽或者高温氨水的形式呈现出来,要是这些高品位或者中低品位的余热没有得到有效的回收,便会直接排放出去,如此一来便会造成资源的极大浪费,同时也会给环境带来沉重的负担。余热回收技术借助对热交换设备、蓄热装置以及辅助系统展开合理的规划设计,进而把废热转变成能够再次加以利用的热能,以此来满足生产或者辅助工艺对于热能的相关需求,达成能量的梯级利用目的。当下,余热回收技术主要涵盖热交换器回收、热泵技术、吸收式制冷余热利用以及废热发电等多种形式<sup>[2]</sup>。在循环氨水制冷系统当中,借助冷凝器或者吸收装置来对氨水所释放出来的热能实施回收操作,一方面可以将其用于预热工艺用水、供暖又或者其他辅助生产的各个环节,另一方面还能够用来驱动吸收式制冷机组,以此降低电能的消耗量,促使整体系统的能效水平得以提升。

### 2.3 循环氨水余热利用的节能潜力评估

循环氨水余热利用于焦化化产车间制冷系统当中,有着颇为突出的节能潜力。这主要是因为氨水在制冷循环里所释放出来的高温废热资源能够得到有效的回收以及再

次利用。仔细分析循环氨水热能的流动情况便可察觉到,冷凝器阶段释放出来的热能量在整个制冷系统输入能量当中所占的比例是比较大的。要是这部分热能没有被回收起来,常常就会以废热的形式直接排放出去,如此一来便会导致能源出现浪费的情况。借助先进的余热回收技术,把循环氨水释放出的热能回收起来,然后将其用于工艺预热、空间采暖或者驱动吸收式制冷系统,如此不但能够取代传统的燃料或者电力能源,而且还可以让系统整体能耗以及运行成本都有所降低。对于节能潜力的评估,通常是依据热力学分析以及能量平衡计算来进行的,并且要结合实际工况数据,通过量化余热回收率、节能效果以及经济性指标等方式,以此来明确节能改造所能带来的效益范围。相关研究说明,在经过合理设计并且在优化运行的条件之下,循环氨水余热回收系统能够达成使制冷系统能耗降低百分之十至百分之三十这样的节能幅度,与此同时还能减少碳排放以及减轻环境方面的负担。

## 3 制冷系统节能优化控制策略设计

### 3.1 制冷系统运行参数优化策略

对制冷系统运行参数加以优化,这可是提升系统能效并且达成节能目标极为重要的一环。通过恰当地去调整以及控制系统的各项运行参数,如此一来便能够切实有效地把能耗减少掉,并且促使整体的运行效率得以提升。就制冷剂的流量以及压力参数而言,得依据实际的负荷需求来动态地进行调节,务必要防止系统长时间处在满负荷或者低效的那种工况状态之下,要全力确保制冷循环能够在最佳的工况区间当中正常运行起来。冷凝温度以及蒸发温度的合理把控,对于系统性能的影响是颇为显著的。适当地把冷凝温度降低一些,这样就能够让压缩机的负荷有所减轻;而适度地提高蒸发温度,则有益于增加制冷量。这两者相互协同着去进行优化,是可以最大程度地提升系统的能效比的。循环氨水的流速和换热效果之间存在着紧密的相关联系,对管路设计予以优化以及对泵速做出调节,不但能够充分保证热交换的效率,而且还能够避免出现泵的过度能耗情况。运用先进的传感器以及实时监测技术,针对温度、压力、流量等一系列关键参数展开精确的采集工作并及时给予反馈,从而为参数调整给出科学合理的依据,进而实现自动化控制的目标。

### 3.2 基于余热利用的控制方案设计

基于余热利用的控制方案设计在焦化化产车间制冷系统节能优化里起着极为关键的作用,其目的在于充分发掘并利用循环氨水制冷进程中所产生的废热资源,达成能源的梯级利用以及系统整体能效的提高。此方案一开始依靠先进的传感器网络和实时监测系统,全方位采集循环氨水的温度、压力、流量等关键运行参数,精准评估余热资源的数量以及品质,进而为余热回收设备的调节给予科学依据。就控制策略来讲,系统借助动态调节冷凝器负荷以及余热回收

装置的工作状态,实现余热的最大限度利用,优先满足车间工艺加热、生活热水供应以及驱动吸收式制冷机组等多种热能需求,保证废热能够在不同需求之间灵活调配,防止能量出现浪费情况<sup>[3]</sup>。控制方案运用多目标优化算法,兼顾制冷效果与余热回收效率,经由实时调整制冷剂循环量和冷凝温度,实现制冷系统运行参数与余热回收系统的协调统一,确保系统整体的稳定性与高效性。智能化的控制平台还整合了故障诊断、能耗分析以及预测维护功能,可以及时察觉设备异常和运行偏差,保障余热回收系统的安全可靠运行。

### 3.3 智能化节能控制系统框架

智能化节能控制系统框架乃是达成制冷系统高效节能运转的关键依托所在,其在设计之时务必要将现代自动化技术、信息化相关手段以及颇为先进的控制算法予以充分融合起来,进而达成对系统各个运行环节的完整感知、动态化的调节以及智能层面的优化。此框架一般会涵盖感知层、数据处理层、决策控制层还有执行层这四大块内容。感知层借助部署像温度、压力、流量等多种多样的传感器,可实时对制冷系统以及余热回收装置的运行状态数据加以采集,以此为后续展开的相关分析给予相应的基础支撑。数据处理层主要负责针对所采集来的海量实时数据开展清洗、融合以及特征提取等一系列工作,凭借大数据分析手段以及机器学习技术来完成故障预测以及能耗趋势的识别任务。决策控制层依据经过处理之后的信息,同时结合系统模型以及优化算法,动态地去制定节能控制方面的策略,这里面就包含有运行参数的调整事宜、设备启停所涉及的逻辑问题以及余热利用方案的优化等内容。执行层则依靠自动化控制设备,像是变频器、调节阀以及执行机构等等,精准地执行各项控制指令,从而保证系统能够处于最优的工况状态下运行。

### 3.4 关键控制算法与实现技术

关键控制算法以及相关实现技术乃是实现焦化化产车间制冷系统节能优化的核心所在,其对于系统能耗降低的效果以及运行的稳定性有着决定性的作用。制冷系统在运行之时会呈现出非线性、多变量耦合以及负荷波动等一系列复杂的特性,此时采用先进的控制算法便能够切实提高系统响应的速度以及调节的精度。运用基于模型预测控制的方式,去构建制冷系统的动态数学模型,并且结合对未来负荷的预测情况,以此达成对系统关键参数像压缩机转速、冷凝温度以及膨胀阀开度等展开多变量协同优化控制的目的,如此一来既能有效降低能耗,又能保证制冷效果的稳定。模糊逻辑控制算法凭借其处理不确定性以及模

糊信息的能力,可强化系统在复杂工况之下的鲁棒性,尤其适合那种传感器存在测量误差且环境扰动比较大的场景。除此之外,引入人工神经网络以及机器学习技术之后,能够依据历史数据实现自适应学习与优化,进而提升系统对于突发工况以及非线性变化的预测能力。控制算法得以实现是依靠高性能嵌入式控制器以及实时数据采集平台,以此来确保算法可以快速做出响应并予以执行,从而满足工业现场对于控制时效性方面的要求。与此控制系统采用了分布式架构设计,借助现场总线以及工业以太网来实现各个控制单元之间高效的通信以及协同工作,以此提升系统的灵活性以及扩展性。

## 4 结语

在本文中,针对焦化化产车间制冷系统所存在的高能耗这一情况,对其系统在运行过程中出现的节能瓶颈展开了较为细致的分析,并且着重对循环氨水余热回收以及利用这项技术于节能优化方面的应用价值进行了深入的探讨。借助系统性的节能控制策略加以设计,成功达成了对制冷系统那些关键运行参数实现动态优化以及智能化调节的目标,由此也切实提高了整体的能效水准。相关研究已经表明,要是能够对循环氨水余热资源予以合理的利用,那么一方面可以降低制冷设备的电能消耗量,另一方面还能大幅度减少能源方面的浪费现象,进而有力地推动生产流程朝着绿色低碳的方向去实现转型。虽说在控制算法以及设备集成这两个方面依然存在着一定的困难和挑战,不过本文所提出的优化策略却实实在在地为焦化化产车间制冷系统的节能改造给出了具备可操作性的技术路径,同时也为其提供了相应的理论依据。在未来,随着智能化技术以及余热回收技术不断地向前发展,制冷系统节能优化的方案将会变得更为完善,其效率也会更高,这无疑会为焦化化产业的可持续发展筑牢坚实的基础。

### [参考文献]

- [1]苏琼,雷江伟.焦化厂化产区域 VOCs 治理改造方案[J].节能,2024,43(8):85-87.
- [2]田艳丽.大型焦化项目环保技术提升节点分析[J].节能与环保,2020(8):61-62.
- [3]段慧,高山.焦化企业温室气体排放核算方法实例解析[J].中国环保产业,2018(1):20-23.

作者简介:田燕宁(1985.4—),毕业于:山西省职业技术学院,所学专业:生产过程自动化,当前就职于:神华巴彦淖尔能源有限责任公司焦化厂生产技术部,职务:调度员,职称:助理工程师。