

石油化工过程优化与节能减排技术管理实践研究

薛博杰 陈潘龙

陕西延长石油榆神能源化工有限责任公司, 陕西 榆林 719300

[摘要] 石油化工工业身为全球规模颇为可观的化工领域之一, 在其生产进程当中, 面临着工艺控制以及运营方面诸多复杂的状况与挑战。若想提升生产工作的效率、所产产品的质量, 并且推动可持续发展水平的提高, 那么先进控制技术以及实时优化技术已然变成了石油化工生产过程当中极为关键的工具。文章针对先进控制与实时优化技术的应用展开探讨, 目的就在于给实现石油化工生产安全且高效的运行给予稳固可靠的技术方面的有力保障。

[关键词] 石油化工过程优化; 节能减排技术; 技术管理; 实践

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17227

中图分类号: TK261

文献标识码: A

Research on Process Optimization and Energy Conservation and Emission Reduction Technology Management Practice in Petrochemical Industry

XUE Bojie, CHEN Panlong

Shaanxi Yanchang Petroleum Yushen Energy and Chemical Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719300, China

Abstract: As one of the considerable chemical industries in the world, the petrochemical industry faces many complex situations and challenges in terms of process control and operation in its production process. If we want to improve the efficiency of production work, the quality of products produced, and promote the improvement of sustainable development level, advanced control technology and real-time optimization technology have become extremely critical tools in the petrochemical production process. The article explores the application of advanced control and real-time optimization technologies, with the aim of providing strong and reliable technical support for the safe and efficient operation of petrochemical production.

Keywords: petrochemical process optimization; energy-saving and emission reduction technologies; technical management; practice

引言

随着全球能源需求持续不断地增长, 环境保护方面的压力也一天比一天大, 在这样的背景下, 石油化工行业作为极为重要的能源以及化工基础产业, 正面临着要提高生产效率、得降低能耗并且还要减少污染排放这样两方面的严峻挑战。在传统的石油化工生产过程当中, 普遍存在能耗比较高的情况, 资源利用的效率也比较低, 并且对环境产生的影响也不小, 这些情况严重制约了整个行业朝着可持续发展的方向迈进。为了能够应对当前这种形势, 针对过程优化以及节能减排技术展开的相关研究与具体应用, 就成为了推动石油化工企业实现转型升级、达成绿色低碳发展目标的一条极为关键的途径。过程优化依靠科学合理的工艺设计以及有效的运行管理, 可促使生产过程能够高效、稳定而且安全地运转起来, 而节能减排技术其主要目标在于尽可能多地减少能源的消耗以及污染物的排放, 以此来提升自身的环境友好程度。与此构建起完善的技术管理体系, 这能为节能减排技术的广泛推广以及顺利实施给予相应的制度方面的保障以及组织层面的支持, 它是确保技术所能产生的效益能够达到最大化的极为重要的一项保障措施。本文把石油化工过程优化以及节能减排技术管理当作重点对象展开较为系统的相关研究, 同时结合实际的管理实践情况, 深入探讨优化技术应用当下的实际状况、

所面临的种种问题以及相应的管理策略, 希望能够为行业在节能降耗以及绿色发展方面给予一定的理论层面的支持以及实践操作层面的指导, 进而推动石油化工产业达成可持续发展的目标并促使环境保护的相关目标得以实现。

1 石油化工生产过程的特点

根据石油化工生产过程的特点: 处理量大、连续生产、多变量互相关联影响、动态响应特性复杂、具有多重变时滞, 许多重要变量的变化情况不能实时测量得到, 尤其是在市场经济条件下, 原料量及其性质, 产品品种及其质量指标, 均随市场环境变化, 生产过程的特性也随之变化, 要维持生产过程处于优化, 单靠人工经验实现是很困难的。所以一般先进控制和实时优化系统采用数学模型, 通过以过去的过程行为检测为基础的动态过程运用多变量先进控制技术来预测未来的过程行为。通过这个模块使控制器能够计算出最适宜的操作变量运作, 受物理约束影响, 最小化实际和想要的过程行为的差值, 进一步, 通过这个模块计算出最适宜的操作点, 把生产过程放到这个点上, 达到优化。

2 石油化工过程优化技术

2.1 过程模拟与优化方法

过程模拟以及优化方法在石油化工过程优化技术里属于相当重要并且较为基础的环节, 其主要目的在于借助构建较为精准的数学模型并运用先进的计算仿真技术, 充

分揭示复杂生产工艺系统所具有的内在机理以及动态行为,进而达成生产过程能够高效、安全且经济地运行这一目的^[1]。过程模拟包含了针对物料平衡、能量传递、反应动力学、传质过程还有设备运行状态的完整描述,可反映出各个工艺单元彼此之间存在的相互耦合情况以及动态响应状况,能为工艺设计、参数调节以及故障诊断给予科学方面的依据。在过程模拟的基础上,优化方法会去建立多目标优化模型,同时考虑产量、能耗、成本以及环境排放等诸多目标,在结合生产工艺实际存在的约束条件之后,运用像线性规划、非线性规划、遗传算法、粒子群优化、模拟退火等多种优化算法,达成对关键工艺参数实施智能调控以及动态调整的效果。这类方法不但提升了工艺方案设计的合理性以及精确度,还降低了试验以及调试的成本,并且在实际生产当中能够实现实时在线优化,对生产过程的智能控制以及快速响应予以支持,使得系统的运行稳定性以及经济效益都得到了较为明显的提升。

2.2 先进控制在过程优化中的应用

先进控制技术于石油化工过程优化而言,占据着极为关键的地位。凭借引入现代控制理论以及智能算法这两方面内容,进而达成对那些复杂程度颇高、存在多个变量、呈现出非线性特点并且还会随时间发生变化的工艺系统展开高效的管理与优化操作。传统 PID 控制方法在应对石油化工过程中所存在的强耦合特性、时滞情况以及诸多不确定性因素的时候,通常很难去契合高精度以及动态响应方面的相关要求。然而像模型预测控制(MPC)、模糊控制、神经网络控制、自适应控制还有鲁棒控制等这类先进控制技术,却可突破这些限制,达成对过程变量予以精确调节以及实现多目标优化的目的。模型预测控制会构建起过程动态模型,并且将未来时域的预测信息同优化算法相结合起来,实时地去调整控制输入,以此来实现最小化偏差、节约能耗以及降低排放这样的效果,同时也具备处理多变量约束以及非线性特性的能力,这使得控制系统的稳定性以及灵活性都得到了极大的提升。模糊控制以及神经网络控制则是借助人工智能的方法来处理复杂的不确定性以及非线性问题,以此提高系统的自学习以及适应能力,特别适合应用于那些难以建立起精确数学模型的工艺环节当中。除此之外,自适应控制技术能够依据过程状态所发生的各种变化自动地去调整控制参数,从而确保控制效果可以持续保持在优良的状态。先进控制技术一方面提升了生产过程的自动化程度,另一方面通过与过程优化、故障诊断以及安全保护系统展开深度的集成操作,达成了生产管理的智能化以及绿色化的发展目标。

2.3 设备改造与工艺优化

设备改造以及工艺优化属于石油化工过程优化技术里极为关键的部分,其目的在于借助技术层面的升级以及工艺方面的改进来提升生产方面的效率,降低能耗,同时也让环境污染得以减少。伴随石油化工工艺持续向前发展,

传统设备还有工艺在能效、操作灵活性以及环保性能这些方面碰到了不少限制,这对企业的绿色转型以及可持续发展形成了制约作用。设备改造一般包含引入高效节能类型的设备、对换热系统设计予以优化、升级反应器的结构以及提升自动化与智能化的程度,如此一来,既能提升设备在运行时的稳定性与可靠性,又能大幅度降低能源的消耗以及维护的成本。比如,通过更换高效的换热器以及余热回收装置,可以达成对废热资源的有效利用,进而减少对外部能源的需求;对反应器设计加以优化,同时在催化剂的选择上多下功夫,能够提升反应的速率以及选择性,减少副产物的生成,提高产品的质量以及收率^[2]。工艺优化着重于对操作参数做出调整、将工艺流程进行精简以及集成先进的分离技术,综合运用过程模拟以及实验数据,科学地制定出最优的工艺条件,以此达成节能减排以及生产效益这两重目标。并且,工艺优化着重强调流程的整体协同以及集成,推动能源和物料实现高效循环利用,减少资源的浪费以及环境的负荷。除此之外,设备改造与工艺优化还需要与完善的监测以及控制系统相互配合,实现对过程的实时调整以及动态管理,保证生产系统处于最佳的状态之下运行。

2.4 余热回收与综合利用技术

余热回收以及综合利用技术在石油化工过程的优化方面有着不容忽视的重要意义,其主要目的在于能够有效地捕捉并充分利用生产过程当中所产生的废热资源,以此来提高能源的利用效率,减少能源的消耗,减轻环境方面的负担。在石油化工生产的进程当中,数量众多的热能是以废热的形式白白散失掉的,就好比反应器出现放热情况、有蒸汽排放出来、热交换器存在尾气等等这些状况,要是不对这些废热加以回收处理的话,那么既会造成资源的极大浪费,还会使得生产成本有所增加,并且还会让温室气体排放量增多。借助采用高效的换热器、余热锅炉、热泵技术还有余热发电系统等一系列的手段,是能够把低品位的余热转变成为有用的热能或者电能的,进而将其应用于加热环节、蒸汽生成环节、发电环节或者其他工艺环节当中的能量供应方面,从而达成能量的循环利用这一目的,促使系统整体的能效得以提升。除此之外,再结合工艺流程的热集成设计,去合理地热源与热汇进行匹配,以此来最大程度地削减外部能源的输入量,对能源流动的路径予以优化。

3 节能减排技术管理体系建设

3.1 技术管理制度与标准建设

技术管理制度以及标准建设在节能减排技术管理体系当中占据着基础且核心的地位,其主要意图在于借助规范化的制度方面的设计以及标准层面的制定,以此来对节能减排技术的科学应用加以保障,并且促使节能减排技术能够实现持续不断的优化。要着手建立起较为完善的管理制度,将节能减排技术从开发开始一直到推广、应用直至评估的整个流程都予以明确清晰地界定,同时还要明确规定各级管理部门以及各个责任人各自所应当承担的职责,

进而构建起自上而下完整连贯的责任体系,从而切实有效地确保节能减排目标得以顺利落实。需要制定出契合行业自身特点以及国家相关政策要求的技术标准,这里面就涵盖了节能设备性能方面的标准、工艺操作环节的规范、能耗以及排放限值等相关内容,以便为技术的实际应用给予明确无误的技术依据以及可靠的质量保障。与此要把国际上先进的经验同本地的实际状况相互结合起来,推动标准不断地进行动态更新与逐步完善,从而能够与技术发展的实际情况以及环境方面的要求所发生的变化相适应。除此之外,还应当进一步强化标准的执行力度以及监督检查工作,建立起技术评审、验收以及考核等一系列的机制,以此来保证各项节能减排措施都能够实实在在地落地并取得预期的效果。

3.2 节能减排绩效考核与激励机制

节能减排绩效考核以及激励机制在推动节能减排技术得以有效施行并实现持续改进方面,起到了十分关键的保障作用。借助科学且合理的考核体系,再加上相应的激励举措,能够充分调动企业以及员工参与节能减排工作时的积极性与创造性。绩效考核需要构建起一个多元化的评价体系,这个体系要涵盖能源消耗、排放指标、技术应用效果以及经济效益等多个不同维度,并且要把定量指标和定性分析相互结合起来,以此来全方位地反映出节能减排工作所取得的实际成效。考核得出的结果应当和企业管理层还有相关责任部门的绩效紧密关联起来,如此一来便能促使责任得以切实落实,也让目标能够顺利达成。与此还要着力构建起多层次、多形式的激励机制,这其中就包含了经济奖励、荣誉表彰、技术创新方面的支持以及培训晋升的机会等等,依靠这些来激励技术人员以及管理团队不断地去优化节能减排技术以及管理模式^[3]。除此之外,还得进一步强化考核数据的透明程度以及公正性,借助信息化的手段来达成数据的实时监测以及动态反馈,从而保证考核整个过程都能够做到科学、公开并且规范。

3.3 管理信息化平台建设

管理信息化平台的建设对于节能减排技术管理体系朝着现代化以及智能化方向发展而言,有着极为重要的支撑作用。通过将信息技术和节能减排管理方面的需求加以整合,可达成数据的实时采集、监测、分析以及决策支持等目的,进而促使管理效率得以提升,同时使科学决策水平获得提高。这一平台需要包含能源消耗监测、排放指标管理、设备运行状态、技术改造进展以及绩效考核等诸多模块,以此来形成一个统一的信息共享以及业务协同的环境。凭借物联网、云计算、大数据以及人工智能等技术,平台能够实现对生产整个过程中的能耗与排放数据展开精准采集以及实时分析,能够在出现异常情况时及时予以发现并且发出预警,从而支持动态地去调整节能策略以及优化运行方案。除此之外,管理信息化平台还应当具备较为强大的数据可视化功能,以便于管理人员可以直观地知晓节能减排所取得的成效以及存在的瓶颈问题,推动跨部

门之间的协作以及信息的透明化。

3.4 培训与队伍建设

培训以及人才队伍建设在节能减排技术管理体系里属于极为关键且必不可少的构成部分,其主要目的在于促使员工的专业技能得以提升,让他们的管理能力也获得提高,进而确保节能减排技术能够顺利有效地得以实施,并且还能够在今后持续不断地实现创新^[4]。一开始,需要着手去建立起一套系统化且具有持续性的培训机制,依据不同岗位以及不同层级的具体情况来设计出存在差异的培训内容,像节能减排技术原理、设备操作维护方面的知识、节能管理制度相关内容以及最新的政策法规等等,以此来强化员工对于节能减排重要性的认知程度,让他们对相关技术也能更好地掌握。要重视引进以及培育那种复合型且富有创新精神的人才,这些人既要具备工程技术方面的能力,还得拥有管理方面的意识以及环保方面的意识,从而形成一个由多学科交叉融合而成的专业团队。与此应当鼓励技术人员积极投身到行业交流当中去,参与到学术研讨活动里来,还要让他们加入到技术创新的各项活动中,借此提升自身的技术水平,增强自身的创新能力。除此之外,通过构建起激励机制以及职业发展的通道,以此来激发出人才的积极性,唤起他们的创造力,推动人才实现稳定的状态并不断成长壮大。

4 结语

石油化工过程优化及节能减排技术管理有效施行,对提高企业生产效率、降低能耗、减少环境污染意义重大。借助系统过程模拟与优化、运用先进控制技术、设备改造与工艺优化、余热回收等技术手段,石油化工企业可达成资源高效利用、环境影响明显降低。构建完善的节能减排技术管理体系,像技术管理制度、绩效考核与激励机制、信息化平台建设、人才培养等,是确保节能减排技术持续推行、取得实际成效的重要保障。当下虽存在技术应用难题、管理机制欠缺等挑战,不过伴随技术创新、管理水平不断提高,石油化工行业有望完成绿色低碳转型,推动可持续发展目标达成。未来需强化技术研发、管理创新,深化节能减排实践,推动产业链上下游协同开展,为构建清洁、高效、环保的石油化工产业体系贡献自身力量。

[参考文献]

- [1] 靳智溟. 石油化工过程先进控制和实时优化技术[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(6): 175-177.
- [2] 刘晓飞, 门文超. 过程安全管理在石油化工生产中的应用研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(12): 74-76.
- [3] 马进进. 石油化工炼油过程中的节能降耗技术研究[J]. 石化技术, 2025, 32(1): 19-21.
- [4] 陈燕霞. 石油化工过程安全技术的实践分析[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(4): 4-6.

作者简介: 薛博杰(1989.6—), 汉族, 男, 本科, 毕业院校: 中国石油大学(北京), 专业: 石油工程。