

燃化运行系统的能效优化与节能降耗策略研究

王建鹏

内蒙古京能检修工程管理有限公司 内蒙古 丰镇 012199

摘要：燃化运行系统能效优化与节能降耗至关重要。本文先阐述其理论基础，包括核心概念与遵循原则。接着分析能耗特征与能效瓶颈，涵盖能耗结构、分布及设备、系统、管理层面问题。随后探讨能效优化关键技术，如高效燃烧与换热、余热回收与利用、自动化智能化控制、新材料与节能设备应用。最后从管理、技术改造、运行优化及政策激励等方面提出节能降耗策略与实践。

关键词：燃化系统；能效优化；节能降耗

1 燃化运行系统能效优化与节能降耗理论基础

燃化运行系统能效优化与节能降耗工作有着坚实的理论支撑。能效与节能是核心概念，能效即能源效率，是能源利用过程中有效输出与输入能量之比，直观反映系统对能源的利用水平；节能则是通过合理措施，在保障生产的前提下减少能源消耗、提高利用效率。燃化运行系统自身特点鲜明，它是高能耗行业，涉及复杂的物理和化学过程，设备种类多且规模大，还要求连续稳定运行。这些特点决定了其能效优化与节能降耗的复杂性和重要性^[1]。在进行能效优化与节能降耗时，需遵循一系列原则。系统性原则要求从能源输入到利用的全过程统筹考虑；经济性原则强调成本效益，确保投入能带来合理回报；技术可行性原则保证措施基于现有技术和实际条件；安全性原则确保系统运行安全；可持续发展原则则注重能源、经济与环境的协调。这些原则相互关联、相互制约，共同构成了燃化运行系统能效优化与节能降耗的理论框架，为后续的能耗分析、技术研究和策略制定提供了明确的方向和准则，推动燃化行业实现高效、绿色、可持续发展。

2 燃化系统能耗特征与能效瓶颈分析

2.1 能耗结构与分布

燃化系统的能耗结构复杂多样，主要包括燃料消耗、电力消耗以及其他辅助能源消耗。燃料消耗在总能耗中占据主导地位，通常用于燃烧产生热能，为化学反应提供必要的温度条件。不同种类的燃料，如煤炭、天然气、石油等，其热值、价格以及对环境的影响各不相同，燃化系统在选择燃料时需要综合考虑多方面因素。电力消耗主要用于驱动各种设备，如泵、风机、压缩机等。这些设备的运行需要大量的电能，其能耗分布与设备的功率、运行时间以及系统的运行工况密切相关^[2]。其他辅助能源消耗包括蒸汽、压缩空气等，它们在系统的

某些特定环节发挥作用，虽然占比相对较小，但也是能耗结构中不可忽视的部分。从能耗分布来看，不同生产环节的能耗差异较大。原料预处理环节主要涉及物料的输送、破碎、干燥等操作，能耗相对较为分散；化学反应环节由于需要维持特定的反应条件，对热能和电能的需求较大，是能耗的重点区域；产品分离与精制环节则通过蒸馏、萃取等工艺将目标产品从反应混合物中分离出来，这一过程中也需要消耗一定的能源来维持设备的运行和实现物质的分离。

2.2 能效瓶颈识别

2.2.1 设备层面

在设备层面，存在多个能效瓶颈。部分设备老化严重，运行效率低下。例如，一些老旧的锅炉，由于燃烧器性能下降、炉膛结垢等原因，导致燃料燃烧不充分，热效率降低，大量的热能随着烟气排放而浪费。换热设备也存在类似问题，换热面结垢、泄漏等情况会严重影响换热效果，使得热量无法在系统内有效传递和利用，增加了能源的消耗。设备的选型不合理也是导致能效瓶颈的重要因素。在系统设计和建设过程中，如果对设备的负荷计算不准确，选择了过大或过小的设备，都会造成能源的浪费。过大的设备在低负荷运行时，效率会大幅下降；而过小的设备则无法满足生产需求，需要频繁启动和运行，增加了能源消耗和设备的磨损。设备的维护保养不到位也会影响能效，缺乏定期的检修和保养，设备的性能会逐渐下降，如电机的轴承磨损会导致其运行阻力增大，消耗更多的电能；管道的堵塞和泄漏会使介质的输送效率降低，增加能源消耗。

2.2.2 系统层面

系统层面的能效瓶颈主要体现在系统的整体协调性和匹配性上。燃化系统中的各个子系统之间相互关联、相互影响，如果缺乏有效的协调控制，会导致能源的

浪费。系统的能量梯级利用不合理也是一个突出问题。在燃化系统中，不同温度等级的能量具有不同的利用价值，但在实际运行中，往往没有充分实现能量的梯级利用，导致高品位能量被低效利用，浪费了大量的能源。例如，高温烟气中的余热没有得到充分回收，直接排放到大气中，而一些需要热能的环节却采用高品位的电能来提供热量，造成了能源的错配和浪费。另外，系统的自动化水平较低也会影响能效。手动操作和经验控制难以实现系统的精确调节和优化运行，无法根据实际生产情况及时调整设备的运行参数，导致能源消耗增加。

2.2.3 管理层面

管理层面的能效瓶颈主要表现为能源管理制度不完善。缺乏明确的能源管理目标和责任体系，各部门和岗位在能源管理方面的职责不清晰，导致能源管理工作难以有效开展。人员节能意识淡薄也是一个重要问题。部分员工对节能工作的重要性认识不足，在生产操作过程中存在浪费能源的行为，如不及时关闭设备、随意调整设备参数等。缺乏对员工的节能培训和教育，使得员工缺乏节能知识和技能，无法在日常工作中积极参与到节能工作中来。另外，缺乏有效的激励机制也制约了能效的提升。企业没有建立与节能效果挂钩的奖惩制度，员工在节能方面的工作成果得不到相应的认可和奖励，积极性不高，不利于节能工作的持续推进。

3 燃化系统能效优化关键技术

3.1 高效燃烧与换热技术

高效燃烧技术是提高燃化系统能效的关键之一。通过优化燃烧器的设计和运行参数，可以实现燃料的充分燃烧，提高燃烧效率。同时，采用先进的燃烧控制技术，如智能燃烧控制系统，能够根据燃料的种类、负荷变化等因素实时调整燃烧参数，确保燃烧过程始终处于最佳状态。这种系统可以通过传感器实时监测燃烧过程中的温度、压力、氧气浓度等参数，并通过算法自动调整燃料和空气的供给量，实现燃烧的精确控制，进一步提高燃烧效率。在换热技术方面，采用高效的换热设备是提高能效的重要手段。采用强化传热技术，如在换热表面增加翅片、采用螺旋槽管等，可以增加换热面积和流体的湍流程度，提高传热系数，从而增强换热效果。对换热系统进行优化设计也是提高能效的重要环节。通过合理布置换热设备的顺序和连接方式，实现能量的梯级利用，使高温热源的热量能够被充分利用，减少热量的损失。

3.2 余热回收与利用技术

燃化系统中存在大量的余热资源，如高温烟气、高

温废水、高温废渣等，这些余热如果得不到有效回收和利用，将会造成巨大的能源浪费。余热回收技术主要包括热管技术、热泵技术、蓄热技术等。热管技术是一种高效的传热元件，它利用工质的相变来实现热量的快速传递。在燃化系统中，可以将热管安装在烟道中，回收高温烟气的余热，用于预热空气、加热给水等。热管具有传热效率高、等温性好、结构简单等优点，能够有效地将烟气中的余热传递到需要热量的介质中^[3]。热泵技术则是通过消耗少量的电能，将低温热源的热量提升到高温热源，实现热量的转移和利用。在燃化系统中，可以利用热泵回收废水、废气中的低温余热，用于生产生活热水、供暖等。热泵技术具有节能效果显著、运行稳定等优点，能够有效地提高能源的利用效率。蓄热技术可以将系统中多余的热量储存起来，在需要时再释放出来使用。例如，采用相变蓄热材料，在系统负荷高峰时储存热量，在负荷低谷时释放热量，实现能源的平衡利用。蓄热技术可以解决能源供应与需求在时间上不匹配的问题，提高能源的利用效率。

3.3 自动化与智能化控制技术

自动化与智能化控制在燃化系统能效优化中发挥着重要作用。通过建立先进的自动化控制系统，可以实现对系统内各种设备的实时监测和精确控制。例如，采用分布式控制系统（DCS），能够对锅炉、反应器、换热器等关键设备的运行参数进行实时采集和分析，根据预设的控制策略自动调整设备的运行状态，确保系统始终在最佳工况下运行。智能化控制技术则进一步提升了系统的能效管理水平，利用大数据、人工智能等技术，对系统的运行数据进行深度挖掘和分析，建立系统的能效模型和优化算法。通过对历史数据和实时数据的分析，预测系统的运行趋势和能效变化，提前采取措施进行调整和优化。此外，智能化控制技术还可以实现系统的远程监控和故障诊断。通过互联网技术，管理人员可以在远程实时了解系统的运行情况，及时发现设备故障和异常情况，并采取相应的措施进行处理，减少因设备故障导致的能源浪费和生产损失。

3.4 新材料与节能设备应用

新材料和节能设备的应用为燃化系统能效优化提供了新的途径。在材料方面，采用新型的保温材料可以减少设备和管道的热量损失。例如，纳米气凝胶保温材料具有极低的导热系数，能够有效地阻止热量的传递，相比传统的保温材料，其保温效果更好，可以显著降低设备和管道的散热损失。新型的耐高温、耐腐蚀材料的应用可以提高设备的可靠性和使用寿命，减少因设备损坏

和更换导致的能源浪费。在节能设备方面,高效节能的电机、泵、风机等设备的应用可以降低电能的消耗。例如,采用永磁同步电机相比传统的异步电机,具有更高的效率和功率因数,能够显著降低电机的能耗。

4 燃化运行系统的节能降耗策略与实践

4.1 管理层面策略

在管理层面,首先要建立健全能源管理制度。明确能源管理的目标和指标,将其分解到各个部门和岗位,建立完善的能源管理责任体系。制定详细的能源消耗统计和分析制度,定期对能源消耗数据进行收集、整理和分析,找出能源消耗的重点环节和存在的问题,为制定节能措施提供依据。加强人员培训和教育,提高员工的节能意识。通过开展节能知识讲座、技能培训等活动,使员工了解节能工作的重要性和方法,掌握节能操作技能。建立节能激励机制,对在节能工作中表现突出的部门和个人进行表彰和奖励,激发员工参与节能工作的积极性。利用能源管理系统(EMS)对能源消耗进行实时监测和分析,实现能源管理的数字化和智能化。通过数据分析和挖掘,及时发现能源浪费的问题和潜在的节能空间,为节能决策提供支持。

4.2 技术改造策略

技术改造是燃化运行系统节能降耗的重要手段。根据能效瓶颈分析的结果,有针对性地对设备进行更新和改造。实施余热回收与利用项目,建设余热回收装置,将系统中的余热进行回收并用于生产或生活领域。例如,利用烟气余热发电、利用废水余热供暖等,实现能源的梯级利用和综合利用。推进自动化与智能化控制系统的建设和升级。采用先进的自动化控制技术和智能化算法,对系统的运行进行优化控制,实现设备的精确调节和系统的稳定运行,提高能源利用效率。

4.3 运行优化策略

在运行优化方面,制定科学合理的生产计划和调度方案。根据市场需求和生产能力,合理安排生产任务,避免设备的频繁启停和低负荷运行。优化设备的运行参数,通过实验和数据分析,找出设备在不同工况下的最佳运行参数,如锅炉的燃烧温度、压力,反应器的温度、压力、物料配比等,确保设备在高效状态下运行。加强设备的维护保养管理^[4]。建立完善的设备维护保养制

度,定期对设备进行检查、检修和保养,及时发现和解决设备存在的问题,确保设备的性能和运行效率。优化设备的运行方式,如采用并联运行、串联运行等不同的组合方式,根据实际生产需求选择最优的运行方式,降低能源消耗。

4.4 政策与激励机制

政府和企业应共同制定和完善相关的政策和激励机制,推动燃化运行系统的节能降耗工作。政府可以出台节能减排的财政补贴政策,对实施节能技术改造、采用节能设备的企业给予资金支持;制定税收优惠政策,对节能产品生产企业给予税收减免,鼓励企业加大节能投入。建立节能减排的市场机制,如碳排放权交易市场,通过市场手段促使企业主动采取节能降耗措施,减少碳排放。企业内部也应建立与节能效果挂钩的绩效考核制度,将节能指标纳入员工的绩效考核体系,激励员工积极参与节能工作。

结束语

燃化运行系统能效优化与节能降耗是一项长期且艰巨的任务,涉及多方面的理论、技术和管理工作。通过本文对理论基础、能耗瓶颈、关键技术以及节能降耗策略的深入探讨,为燃化行业实现高效、绿色、可持续发展提供了参考方向。未来,还需不断探索新技术、完善管理机制,以进一步推动燃化系统能效提升和节能降耗工作取得更大成效。

参考文献

- [1]范永胜,陈显浩,吴啸.计及负荷跟踪性能的燃煤-碳捕集耦合发电系统运行优化研究[J].动力工程学报,2024,44(11):1760-1768,1789.
- [2]伍权,杨晋宁,王志勇,等.燃煤电站碳捕集系统的分布式预测控制研究[J].动力工程学报.2023,43(2).DOI:10.19805/j.cnki.jcspe.2023.02.016.
- [3]张绪辉,杨兴森,辛刚,等.燃煤火电机组深度调峰运行试验[J].洁净煤技术.2022,28(4).DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.21081904
- [4]郑丙乐,吴啸.考虑闭环动态的离网型综合能源系统配置-运行一体优化方法[J].中国电机工程学报.2023,(4).1303-1313