

煤制烯烃装置长周期运行管理策略研究

董阳阳

宁夏宝丰能源集团股份有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17116

[摘要] 煤制烯烃装置长周期运行受设备、工艺、操作管理及外部环境等多维度因素影响。本文剖析核心影响因素,提出基础保障策略,涵盖设备全生命周期管理与原料公用工程保障;阐述工艺优化策略,包括核心反应、分离提纯及全流程协同优化;制定风险防控策略,针对设备故障、工艺波动与操作风险防控,为装置长周期稳定运行提供全面指导。

[关键词] 煤制烯烃装置;长周期运行;工艺优化;风险防控;设备管理

中图分类号: TQ221.21 **文献标识码:** A

Research on Long-cycle Operation Management Strategy of Coal-to-olefins Plant

Yangyang Dong

Ningxia Baofeng Energy Group Co., Ltd.

[Abstract] The long-cycle operation of coal-to-olefins plants is influenced by multiple factors such as equipment, processes, operational management, and external environment. This paper analyzes the core influencing factors and proposes fundamental safeguard strategies, covering equipment lifecycle management and raw material utility assurance. It elaborates on process optimization strategies, including core reaction optimization, separation and purification enhancement, and overall process coordination. Risk prevention and control strategies are formulated to address equipment failures, process fluctuations, and operational risks, providing comprehensive guidance for the long-cycle stable operation of the plant.

[Key words] Coal-to-olefins Plant; Long-cycle Operation; Process Optimization; Risk Prevention and Control; Equipment Management

引言

煤制烯烃作为现代煤化工关键领域,对能源结构调整与化工产业发展意义重大。装置长周期稳定运行,可提升企业经济效益、保障市场供应稳定。在实际运行中,装置受设备老化、工艺波动、操作不当及外部环境变化等因素制约,难以实现长周期稳定运行。深入探究煤制烯烃装置长周期运行管理策略,成为行业亟待解决的重要课题。

1 煤制烯烃装置长周期运行的核心影响因素

1.1 设备维度影响因素

核心设备长期运行易出现材质损耗与性能衰减。反应器常年处于高温高压环境,且接触腐蚀性反应介质,随着运行时间增加,壁厚逐渐减薄,密封性能不断下降,既降低反应效率,又增加安全风险;压缩机转子与轴承在高速运转中持续磨损,导致排气量逐步减少,设备振动幅度不断加剧,严重时会引起停机故障;分离塔内部填料或塔板长期使用后易老化堵塞,使混合物分离效率降低,装置只能通过降低负荷维持生产^[1]。辅助设备故障直接制约系统连续运行,泵的叶轮因输送物料磨损,导致输送流量不

足,无法满足工艺需求;阀门密封件在介质腐蚀与频繁开关中老化,出现介质泄漏,破坏工艺压力平衡;换热器管程或壳程结垢,阻碍热量传递,影响工艺温度控制,这些故障处置不及时,易引发局部工艺单元停运。设备安装调试质量不足会留下隐患,安装时部件尺寸偏差、密封面处理不当,会导致运行中出现异常振动或泄漏;调试阶段未充分验证设备与工艺的适配性,后期运行参数频繁波动,难以维持稳定。

1.2 工艺维度影响因素

原料预处理稳定性关乎后续工艺连续。入炉煤质波动大,灰分过高时易在气化炉渣口形成堵塞,影响排渣与气化运行;水分含量不稳定,导致气化反应温度难以控制,进而影响合成气产量与成分。反应参数失控会破坏运行稳定,温度过高加速催化剂活性流失,缩短使用寿命;温度过低降低反应转化率,增加副产物;压力波动改变产物分布,压力骤降还可能造成催化剂床层流化异常;催化剂活性衰减后若未及时调整参数或更换,装置负荷被迫降低。分离提纯效率制约整体负荷,分离低效导致产物杂质超标,需通过提高回流比等方式优化,增加能耗;提纯不彻底影

响产品质量,装置只能降低负荷保障合格产品产出,还可能因杂质积累引发后续设备堵塞风险。

1.3 操作与管理维度影响因素

操作人员技能与规范性影响工艺控制。技能不足导致参数调控精度差,难以察觉细微隐患;违规操作如阀门开关过快、参数调整幅度过大,易引发工艺紊乱与设备损坏。运维流程不完善使隐患难以及时排查,运维拖延如润滑油未按时更换、过滤器未及时清洗,会让小故障发展为大问题,加剧设备磨损。跨部门协同低效延长问题处置时间,生产部门发现异常后信息传递滞后,延误运维排查;技术部门未能及时提供支持,导致处置方案制定缓慢,装置长期处于不稳定状态,甚至诱发连锁故障。

1.4 外部环境维度影响因素

原料供应不稳影响装置运行,供应中断会迫使装置停机;供应间隔不均需频繁调整进料量,增加工艺波动;煤质不一致则要求不断适配参数,降低运行稳定性^[2]。公用工程供应中断影响重大,工业水短缺致设备超温,电力波动使动力设备运行异常,蒸汽不足影响加热与输送环节,装置均需降负荷应对。外部环境加速设备老化,高温降低设备散热效率,加速电气元件损耗;高湿导致金属部件锈蚀,影响结构强度与密封性;腐蚀性气体加剧设备与管道腐蚀,增加故障频率,尤其对露天布置的阀门与管道影响更明显。

2 煤制烯烃装置长周期运行的基础保障策略

2.1 设备全生命周期管理策略

设备选型阶段需紧扣长周期运行需求确定材质与性能参数匹配原则。针对反应器高温高压腐蚀工况,选耐高温抗腐蚀特种合金材质,确保壁厚与密封结构满足长期运行强度;压缩机匹配高耐磨转子与轴承,优化排气量与压力参数,适配装置满负荷运行;分离塔填料或塔板选耐老化抗堵塞材质,保证分离效率稳定。设备安装调试阶段需执行精准化安装与全系统联调验证,安装时严控部件尺寸偏差,密封面精细化处理,确保连接紧固度与密封性达标;联调模拟不同负荷运行状态,验证设备与工艺参数匹配性,测试设备协同效果,排查潜在适配问题。设备运行阶段需构建分级维护体系,日常巡检重点检查温度、振动、密封等关键指标,及时发现异常;定期检测用专业仪器量化评估壁厚、腐蚀、磨损情况;预防性维修依检测结果提前更换近寿命阈值部件,避免故障突发。设备退役与更新阶段需建立基于性能评估的有序更替机制,检测评估退役设备剩余性能与安全风险,优先更换性能衰减严重、隐患大的设备;更新设备兼顾与现有系统兼容性,确保不影响装置整体运行稳定。

2.2 原料与公用工程保障策略

原料品质管控需建立原料预处理标准化流程,煤质均化环节通过混合不同煤种,平衡灰分、水分、挥发分含量,减少煤质波动;杂质去除环节采用筛分、洗煤等工艺,降低原料中粉尘、硫分等杂质含量,避免杂质对气化炉、催化剂造成损害。原料供应协同需构建原料储备与供应调度联动机制,根据装置日均消耗量与原料运输周期,建立合理储备量,应对短期供应波动;供

应调度环节与原料供应商保持实时沟通,及时掌握供应进度,提前调整储备与进料计划,避免供应中断。公用工程稳定供应需优化公用工程系统与主体装置的匹配性,针对主体装置负荷波动,调整工业水、电力、蒸汽的供应量,确保用量与需求精准匹配;制定应急供应预案,针对公用工程突发中断情况,启动备用供水、供电系统,调配应急蒸汽资源,减少对主体装置运行的影响,保障装置在应急状态下仍能维持稳定运行。

3 煤制烯烃装置长周期运行的工艺优化策略

3.1 核心反应工艺参数优化

基于反应动力学的参数稳态控制方法需精准调控温度压力与反应物配比。结合反应速率特性设定温度波动区间,通过精准温控系统维持反应环境稳定;依据反应平衡规律调节压力,避免压力骤升骤降引发的系统波动;根据原料特性与产物需求调整反应物配比,确保反应朝着目标产物方向高效进行^[3]。催化剂管理策略需强化活性监测再生周期优化与失活预防。通过在线监测技术追踪催化剂活性变化,结合积碳程度与活性衰减速率优化再生周期;采用结构封装技术构建催化剂保护机制,减少高温下活性组分团聚,从源头延缓失活进程。反应系统负荷柔性调节机制需适配原料波动与下游需求变化,原料品质波动时逐步调整进料速率与反应参数,下游需求增减时平稳改变系统负荷,避免负荷骤变对反应稳定性造成冲击。

3.2 分离与提纯工艺效率提升

分离工艺流程的简化与集成可减少系统阻力与能耗损失。整合多步分离单元,采用高效分离设备替代传统多级分离装置,缩短物料输送路径;优化管道布局与设备连接方式,降低流体输送阻力,减少能耗消耗。提纯工艺参数的优化能在提升产物纯度的同时降低工艺波动。针对不同产物特性调整提纯温度与压力,采用新型吸附材料增强杂质捕获能力,实现目标产物一步高效提纯;通过参数微调减少提纯环节的波动传递,保障产物纯度稳定。副产物回收与利用工艺的协同可减少系统浪费并提升整体能效,对分离过程中产生的轻烃、尾气等副产物进行分类回收,通过工艺改造将其转化为原料或能源,实现能量梯级利用与物料循环。

3.3 全流程工艺协同优化

原料预处理反应分离环节的参数联动调节机制需建立环节间响应通道。原料预处理环节根据煤质变化调整输出参数,反应环节同步适配原料特性优化反应条件,分离环节依据反应产物组成调整分离参数,形成全链条参数匹配。工艺系统与公用工程系统的负荷匹配优化需动态调整资源供应,工艺负荷提升时增加公用工程供应量,负荷降低时相应减少资源输出,避免能源浪费与供应不足。基于实时数据的工艺偏差预警与动态调整流程需搭建数据监测平台,持续追踪各环节运行指标,发现参数偏离预设区间及时发出预警,通过自动调节或人工干预纠正偏差,保障系统稳定运行。

4 煤制烯烃装置长周期运行的风险防控策略

4.1 设备故障风险防控

设备运行状态实时监测体系构建需覆盖关键参数在线监测与异常信号捕捉。在反应器、压缩机等核心设备上安装温度、振动、压力传感器,实时采集运行数据并传输至监测平台;针对设备密封泄漏、部件磨损等潜在问题,通过声学监测、油液分析等技术捕捉异常信号,实现故障早期识别^[4]。设备隐患分级排查机制需结合日常巡检专项检测与深度诊断。日常巡检重点检查设备外观、运行声响与连接部位状态,及时发现明显隐患;定期开展专项检测,采用超声波探伤、壁厚测量等手段评估设备内部状况;每季度进行深度诊断,结合运行数据与检测结果综合分析设备健康状态,划分隐患等级并制定处置优先级。设备故障应急处置预案需明确快速隔离备用设备切换与故障修复流程。故障发生时先关闭故障设备进出口阀门,切断与系统的连接,防止故障扩大;立即启动备用设备,按预设步骤完成切换,恢复工艺连续性;组织维修人员根据故障类型携带专用工具与备件开展修复,记录故障原因与处置过程,为后续预防提供参考。

4.2 工艺波动风险防控

工艺参数偏差预警系统搭建需基于历史数据与工艺模型设定阈值。收集装置长期运行的工艺参数数据,结合反应动力学模型与分离提纯理论,确定各参数的安全运行区间;在监测平台中设置分级预警阈值,参数接近阈值时发出提醒,超出阈值时触发警报。工艺波动溯源与快速调整流程需明确偏差原因与对应调整措施。参数出现偏差后,通过对比原料特性、设备状态、操作记录等数据定位根源,若是原料波动导致则调整预处理参数,若是设备异常引发则同步检修设备;根据偏差类型快速制定调整方案,如微调反应温度、优化进料配比,避免波动扩散。极端工况下的工艺保护策略需针对原料突变公用工程中断等场景制定应对方案。原料突变时立即启动原料缓冲罐,切换至备用原料并调整工艺参数;公用工程中断时开启应急供水供电系统,降低装置负荷至安全范围,关闭非关键工艺单元,待供应恢复后逐步重启。

4.3 操作风险防控

操作人员技能提升体系需通过定期培训技能考核与操作模拟演练实现。每月组织工艺原理与设备特性培训,每季度开展应急处置专项培训;每半年进行技能考核,涵盖参数调控、故障判断等内容,考核不合格者需重新培训;利用模拟操作系统还原复杂工况,让操作人员练习异常处置流程,提升实战能力^[5]。标准化操作流程的制定与落地需覆盖全工艺环节的操作规范。梳理从原料预处理到产物输出的所有操作步骤,明确每个步骤的操作方法、参数要求与安全注意事项;将操作规范制成手册并组织学习,在操作现场张贴关键步骤提示,确保人员严格按规范操作。操作过程中的偏差监督与纠正机制需结合实时监控与事后复盘。通过视频监控与参数记录实时监督操作行为,发现偏差立即提醒操作人员纠正;每日对操作记录进行复盘,分析偏差产生的原因,针对性开展整改培训,避免同类偏差重复出现。

5 结束语

煤制烯烃装置长周期运行管理是复杂系统工程,涉及设备、工艺、操作及风险防控等多方面。通过实施设备全生命周期管理、原料与公用工程保障、工艺优化及风险防控等策略,可有效提升装置运行稳定性与可靠性。未来,随着技术进步与管理创新,煤制烯烃装置长周期运行管理水平将不断提高,为行业可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]王克华,夏祖虎,胡博.煤制氢低温甲醇洗装置长周期运行的影响因素及对策[J].煤炭与化工,2023,46(07):145-149.
- [2]王照成,郑李斌,李繁荣.煤制氢装置二氧化碳捕集流程模拟与对比[J].低碳化学与化工,2023,48(03):148-153+164.
- [3]曹妮,张会军,周永涛.煤制烯烃碳排放分析及碳减排措施探索[J].煤炭加工与综合利用,2023,(06):54-58.
- [4]李宁,周清.煤制烯烃工艺分离装置的流程分析[J].化学工程与装备,2023,(05):24-25+30.
- [5]彭浩,张俊.煤制烯烃项目烯烃分离装置工艺流程优化探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(06):196-198.