

乙烯行业节能减排技术与应用研究

王春

中沙（天津）石化有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8013

[摘要] 随着全球能源需求的持续上升，石化行业作为能源消耗和污染物排放的大户，面临着严峻的挑战。乙烯行业作为石化行业的重要组成部分，其节能减排技术的应用与研究显得尤为重要。本文旨在深入探讨乙烯行业节能减排技术的现状、发展趋势以及具体应用，以为乙烯行业的可持续发展提供参考和借鉴。

[关键词] 石化行业；节能减排；应用研究

[中图分类号] TE65

[文献标识码] A

Research on energy conservation and emission reduction technology and application in ethylene industry

Wang Chun

Zhongsha (Tianjin) Petrochemical Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous rise of global energy demand, the petrochemical industry, as a major energy consumer and pollutant emitter, is facing severe challenges. As an important part of the petrochemical industry, the application and research of energy-saving and emission reduction technologies in the ethylene industry are particularly important. The purpose of this paper is to deeply discuss the current situation, development trend and specific application of energy-saving and emission reduction technologies in the ethylene industry, in order to provide reference and reference for the sustainable development of the ethylene industry.

[Key words] petrochemical industry; energy conservation and emission reduction; Applied research

引言

乙烯是一种重要的基本有机化工原料，广泛应用于塑料、橡胶、合成纤维、有机溶剂等领域。随着全球经济的持续增长和人们生活水平的不断提高，乙烯的需求量逐年增加。然而，乙烯的生产过程中会消耗大量的能源，并产生大量的污染物，这对环境和能源安全构成了严重威胁。因此，乙烯行业的节能减排技术与应用研究显得尤为重要。

1 乙烯生产工艺及能耗特点

乙烯作为一种重要的基础化工原料，其生产工艺多种多样，主要包括蒸汽裂解、催化裂解以及甲醇制烯烃等几种主流方法。在这些生产工艺中，蒸汽裂解工艺凭借其成熟的技术体系和广泛的应用领域，成为了当前乙烯生产的主流技术，占据了乙烯总产能的绝大部分份额。蒸汽裂解工艺的核心在于通过高温环境对石油烃类原料进行裂解，从而生成乙烯、丙烯等一系列烯烃产品。然而，蒸汽裂解工艺在高效生产乙烯的同时，也伴随着较高的能耗。这主要源于工艺过程中的几个关键环节，如裂解炉、急冷锅炉以及压缩机等。

2 乙烯行业节能减排技术的现状

2.1 裂解炉节能技术

裂解炉，作为乙烯生产流程中的核心能耗环节，其能耗占比高达乙烯装置的80%以上，因此，裂解炉的节能技术革新对于推动乙烯行业的绿色发展具有举足轻重的作用。目前，针对裂解炉的节能技术，业界已展开了广泛而深入的研究，主要包括以下几大方面：

（1）裂解炉热效率的全方位提升

为了最大化裂解炉的热效率，技术人员对裂解炉的操作参数进行了精细化的优化调整。这包括合理设定炉温，以确保裂解反应在最佳温度范围内进行；调整炉管压力，以优化裂解气的停留时间，从而确保裂解过程的充分与高效。同时，引入了先进的燃烧控制系统，该系统能够实现对燃料的精准控制，有效避免了燃料的过度消耗与浪费，进一步提升了裂解炉的热效率。

（2）高效裂解炉的研发与广泛应用

在裂解炉的技术革新方面，新型高效裂解炉的研发与应用成为了业界的焦点。这些高效裂解炉，如新型辐射式裂解炉和对流式裂解炉，凭借其出色的传热效率和热效率，成为了乙烯

生产领域的新宠。这些裂解炉的设计不仅优化了炉内的热量分布，还显著提升了热量的利用效率，从而进一步降低了能耗。

(3) 余热回收技术的创新实践

在裂解炉的节能技术中，余热回收技术无疑是一项极具潜力的创新实践。该技术充分利用了裂解炉烟气中的余热资源，通过余热锅炉、空气预热器等高效设备，将这部分余热进行回收并转化为可用的热能。这些回收的热能可以用于预热原料、加热蒸汽等生产环节，实现了能量的梯次利用和高效转化。这一技术的实施，不仅有效降低了能耗，还提升了整个乙烯生产流程的能量利用效率。

2.2 急冷锅炉节能技术

急冷锅炉，作为乙烯生产流程中另一不可或缺的关键能耗设备，其主要职责在于将高温裂解气迅速降温至适宜后续工艺操作的温度范围。针对急冷锅炉的节能降耗，当前已有一系列成熟且高效的技术手段被广泛应用，具体包括：

(1) 急冷锅炉结构设计优化

为了最大化急冷锅炉的传热效率，减少不必要的热损失，技术人员对急冷锅炉的结构设计进行了全面而深入的优化。这包括优化锅炉内部的流道设计，以提升冷却介质与裂解气之间的热交换效率；调整锅炉外壳的保温层厚度与材质，以减少热辐射与热对流造成的能量损失。这些精细化的设计调整，不仅提升了急冷锅炉的整体性能，还有效降低了能耗。

(2) 高效换热元件的创新研发

在急冷锅炉的节能技术中，高效换热元件的引入无疑是一项具有革命性的创新。这些元件，如扭曲片管、螺旋槽管等，通过其独特的结构设计，显著增强了换热过程中的对流与传热效果。相较于传统换热元件，这些高效元件不仅提升了急冷锅炉的传热性能，还降低了能耗与运行成本。

(3) 余热回收与高效利用

在急冷锅炉的节能降耗策略中，余热回收与高效利用技术的整合应用无疑是一项极具潜力的节能手段。该技术充分利用急冷锅炉排放的余热资源，通过余热回收系统将其转化为可用的热能。这些回收的热能可以进一步用于预热原料、加热蒸汽等生产环节，实现了能量的梯次利用与高效转化^[1]。

2.3 压缩机节能技术

压缩机，作为乙烯生产过程中气体输送与压缩的关键设备，其能耗在整个乙烯装置中占据重要比重。因此，压缩机的节能降耗成为了乙烯行业节能减排工作的重点之一。当前，针对压缩机的节能技术已取得了显著进展，主要包括以下几个方面的创新应用与深化实践：

(1) 变频调速技术应用

变频调速技术以其高效、节能、运行平稳等诸多优点，在压缩机节能领域得到了广泛应用。通过实时监测生产过程中的气体流量、压力等参数，变频调速系统能够智能调节压缩机的转速，从而实现对能耗的精确控制。这一技术的应用，不仅显

著降低了压缩机的能耗，还提升了其运行效率与稳定性，为乙烯生产流程的持续优化提供了有力支持。

(2) 高效压缩机选型的精准匹配

在压缩机选型方面，技术人员根据乙烯生产过程中的实际需求，进行了深入的分析与评估。他们综合考虑了气体的性质、流量、压力等关键参数，以及压缩机的能效比、运行稳定性等因素，最终选择了高效、节能的压缩机型号。这一精准匹配的选型策略，不仅提高了压缩机的运行效率，还降低了能耗与运行成本，为乙烯生产流程的节能减排奠定了坚实基础。

(3) 压缩机余热回收技术

在压缩机节能技术的深化实践中，余热回收技术的创新整合无疑是一项极具潜力的节能手段。该技术充分利用压缩机在运行过程中产生的余热资源，通过余热回收系统将其转化为可用的热能。这些回收的热能可以进一步用于预热原料、加热蒸汽等生产环节，实现了能量的梯次利用与高效转化。这一技术的实施，不仅显著降低了能耗，还提升了乙烯生产流程的整体能效水平，为乙烯行业的绿色发展注入了新的活力。

3 乙烯行业节能减排技术的具体应用案例

3.1 某石化公司乙烯装置节能减排技术改造案例

(1) 裂解炉效能升级

该石化企业针对乙烯装置的裂解炉实施了效能提升改造。通过精细调整裂解炉的操作条件，并引入尖端的燃烧管理系统，实现了燃料的精细化调控，从而大幅提升了裂解炉的热转换效率。此外，引入新型辐射式裂解炉设计，进一步增强了热量传递效率。此番改造后，裂解炉的能耗削减了近 10%，显著增强了乙烯装置的整体能效。

(2) 急冷锅炉性能优化

该企业对其乙烯装置的急冷锅炉进行了性能优化改造。通过革新急冷锅炉的结构布局，并选用高性能换热组件，显著增强了其传热效能。同时，创新性地整合余热回收机制，将急冷锅炉释放的余热有效利用于原料预热、蒸汽加热等环节，实现了能量的多级高效利用。改造完成后，急冷锅炉的能耗减少了约 5%，进一步推动了乙烯装置能效的提升。

(3) 压缩机变频调节技术部署

该石化企业在乙烯装置中成功部署了压缩机变频调节技术。该技术依据实际需求灵活调整压缩机转速，实现了能耗的精准管理。变频调节技术的应用，不仅大幅度降低了压缩机的能耗，还有效提升了乙烯装置的能效表现。值得一提的是，该技术还以其出色的运行稳定性，延长了压缩机的使用寿命，增强了其运行可靠性^[2]。

3.2 某化工厂乙烯装置节能减排技术应用案例

(1) 催化剂的优化选择与应用

某化工厂在乙烯生产流程中，对催化剂的选择与应用进行了深入优化。他们精心挑选出高效且性能稳定的催化剂，这些催化剂不仅能够显著提升乙烯生产的化学反应速率，还能增强

产物的选择性，从而在源头上减少了能源消耗和污染物排放。为了确保催化剂的持续高效运作，该化工厂还制定了一套完善的催化剂再生与定期更换机制。这一举措不仅有效保障了催化剂的活性和稳定性，还极大地延长了其使用寿命，为乙烯装置的长期稳定运行奠定了坚实基础。

（2）先进控制技术的应用

在乙烯装置中，某化工厂大胆引入了先进控制技术，通过整合先进过程控制系统（APC）与实时优化系统（RTO），实现了对生产过程的精细调控与持续优化。这些前沿技术的融合应用，不仅显著提升了乙烯装置的能效水平，降低了能耗和污染物排放，还极大增强了生产过程的稳定性和安全性。通过实时监测与数据分析，工作人员能够迅速响应生产中的异常情况，确保乙烯装置始终处于最佳运行状态。

（3）能源管理系统建设

为了实现对乙烯装置能耗的精准掌控，某化工厂着手构建了一套全面的能源管理系统。该系统能够实时监测乙烯装置的能耗情况，并进行精确计量与统计，为节能减排工作提供了有力的数据支撑。通过这一系统，化工厂能够直观地了解乙烯装置的能耗分布与变化趋势，进而对能耗进行深入分析和评估。这不仅为后续节能减排措施的制定提供了科学依据，还有助于企业不断优化能源利用结构，提升整体能效水平^[3]。

4 乙烯行业节能减排技术的挑战与应对策略

4.1 挑战与应对策略

（1）技术成熟度与可靠性问题

当前，乙烯行业中部分节能减排技术尚处研发或试验初期，其成熟度和信赖性尚未达到广泛应用的标准，这阻碍了这些技术在乙烯装置中的广泛部署。

（2）投资成本与经济负担

节能减排技术的研发与实施伴随着高昂的资金投入，对于规模较小的企业而言，这可能构成难以承受的经济压力，进而限制了节能减排技术在乙烯行业中的普及。

4.2 建议与对策

（1）强化技术创新与研发实力

乙烯行业需增强技术创新与研发能力，加速节能减排技术的成熟与应用。通过深化产学研合作，吸纳先进技术和经验，提升节能减排技术的信赖度。同时，积极寻求国际合作，借鉴国际先进经验和技术成果，促进乙烯行业节能减排技术的快速发展。

（2）优化政策扶持与激励措施

政府应优化对乙烯行业节能减排技术的政策扶持，通过制定优惠政策和提供资金支持，减轻企业技术投资的经济负担。同时，加大对乙烯行业节能减排技术的宣传力度，提升全社会的节能减排意识。

（3）深化人才培养与引进战略

乙烯行业应深化人才培养与引进战略，通过加强人才培养

和引进高层次人才，提升行业的技术实力和创新能力。同时，加强对节能减排技术的培训和普及，提高企业员工的技术水平和节能减排意识。

5 乙烯行业节能减排技术的发展趋势

5.1 高效裂解炉技术的进展与实施

科技进步正引领乙烯行业向高效裂解炉技术迈进，这将成为节能减排的关键路径。高效裂解炉凭借其卓越的传热与热效率，以及操作的灵活性，将大幅提升乙烯装置的能效。展望未来，乙烯行业将深化高效裂解炉技术的研发，并加速其在实际生产中的应用。

5.2 余热回收技术的革新与拓展

余热回收技术对于乙烯行业的节能减排至关重要。未来趋势将聚焦于余热回收技术的创新，致力于开发更高效、更可靠的回收系统，以实现能量的最大化利用。同时，探索余热在乙烯生产中的多元化应用，例如发电和制冷，将进一步推动能效提升。

5.3 先进控制策略的普及与优化

先进控制策略是实现乙烯行业节能减排的关键所在。未来，乙烯行业将强化先进控制技术的推广，如先进过程控制系统（APC）和实时优化系统（RTO），以精确调控和优化乙烯生产过程。这些技术的应用将显著提升能效，同时减少能耗和污染物排放。

5.4 绿色低碳原料的探索与实践

探索和利用绿色低碳原料是乙烯行业节能减排的另一重要方向。未来，乙烯行业将积极寻求绿色低碳原料的开发途径，如生物质原料和二氧化碳捕集与利用。通过采用这些原料，乙烯生产过程中的碳排放将大幅下降，从而推动行业的绿色低碳转型^[4]。

结束语

乙烯行业作为石化行业的重要组成部分，其节能减排技术的应用与研究对于实现石化行业的可持续发展具有重要意义。本文通过分析乙烯行业节能减排技术的现状、发展趋势以及具体应用案例，提出了乙烯行业节能减排技术的挑战与对策。未来，乙烯行业应继续加强技术研发与创新能力，加大政策扶持力度，加强人才培养与引进工作，推动节能减排技术的广泛应用和推广，为实现乙烯行业的绿色低碳发展提供有力支持。

[参考文献]

- [1] 窦守花, 闫卫林. 石油化工企业节能减排的现状与对策[J]. 当代化工研究, 2021 (8): 95-96.
- [2] 凌峰, 陶炎. 新技术+新措施节能减排见成效扬子石化老装置焕发新活力[J]. 中国石油和化工, 2021 (4): 70-71.
- [3] 谢艳丽, 李远, 王北星, 等. 以新思路推动节能产业可持续发展[J]. 当代石油石化, 2020 (12): 43-46.
- [4] 权计忠. 石油化工企业节能减排的现状与对策[J]. 化工管理, 2020 (31): 49-50.