

乙烯和丙烯的催化热裂解制取工艺分析

赵家琦（三江化工有限公司，浙江 嘉兴 314201）

摘要：乙烯以及丙烯是重质油的主要来源，加强对原料生产工艺的探索，可以提升生产能力。催化热裂解制取工艺，是提升生产效率的重要手段，基于此，本文主要探究乙烯和丙烯的催化热裂解制取工艺。在综合考虑温度、压力以及注水量等因素的基础上，发现在 640℃、0.07MPa 及 54.3% 注水量条件下，乙烯和丙烯的生产率分别达到 22.71% 和 15.85%，具有较好的应用前景。

关键词：乙烯；丙烯；催化热裂解

乙烯和丙烯是石油加工领域的主要原料，加强对制取工艺的研究，有利于促进石油产业的发展。传统的生产手段中，主要是采用管式炉蒸汽裂解手段，但是其仅仅适用于轻质烃的生产，而随着重质油的应用，传统的生产手段已经无法满足整体的生产需求^[1]。而催化热裂解工艺，则适用于重质油的生产，将其用于乙烯和丙烯的生产环节，有利于提升整体的工艺水平^[2]。因此，在乙烯和丙烯的生产中，探究催化热裂解工艺的应用具有重要的价值。

1 催化热裂解工艺的特征及实验设计

1.1 常见裂解工艺对比分析

目前，常见的裂解工艺主要包括催化裂解、催化裂化、蒸汽裂解以及催化热裂解等形式，常见的工艺以及产油率情况如表 1 所示。

表 1 常见裂解工艺对比结果表

工艺	催化裂解	催化裂化	蒸汽裂解	催化热裂解
原料	蜡油	蜡油	石脑油	蜡油掺 30% 减压渣油
乙烯	6.09	—	31.29	24.16
丙烯	21.02	5.00	15.10	14.06
氢气	0.23	—	0.87	0.94
甲烷	3.13	—	16.06	11.08

从表 1 的数据可以看出，在常见的裂解工艺中，催化裂化并不会产生乙烯。而在其他三种裂解方法中，催化裂解的乙烯产量相对较低，但是丙烯产量较高，但是在氢气和甲烷产量方面，同样相对较低。在蒸汽裂解方面，产生的乙烯、丙烯和甲烷等产率均相对较高，但是需要较高的反应温度，且原材料相对较为稀少，因而实用程度相对有限^[3]。在催化热裂解方面，乙烯和丙烯的产率虽然低于蒸汽裂解，但是总体反应温度相对较低，且原料来源较多，适用性较高。

1.2 催化热裂解工艺特征分析

目前，我国生产原有产地的拔出率最高约为 10% 左右，乙烯裂解原料存在显著的不足，因此，将柴油作为乙烯生产的原料。同时，我国原油基地的重质油生产比例约为整体的 70% 左右，而采用催化热裂解技术，在工艺和催化剂改进的基础上，可以形成新的自由基双重催化活性以及自由基反应，可以在一定程度上提升催化效

率。

1.3 催化热裂解实验设计

在实验的设计中，选择提升管以及流化床催化裂解中型装置进行实验，该装置可以连续再生，在原料的设计中，选择常压渣油以及蜡油掺 30% 减压渣油为主要生产材料。其中常压渣油的密度为 0.89（20℃）/g cm⁻³，残碳为 4.3%，饱和烃为 51.2，芳烃为 29.7，胶质为 18.3，蒸馏点为 282，BMCI 为 52。蜡油掺 30% 减压渣油的密度为 0.88（20℃）/gcm⁻³，残碳为 2.9%，饱和烃为 59.8，芳烃为 26.4，胶质为 13.2，蒸馏点为 284，BMCI 为 50。

2 结果及分析

2.1 催化剂的性能分析

催化剂选择专用催化剂，温度为 790℃，100% 注水量以及 27h 的老化处理，经过处理后，活性指数为 62。催化热裂解环节，并未出现催化剂循环输送不良现象，且水热稳定性较高。

2.2 温度对结果的影响

在操作温度对乙烯和丙烯生产率的影响方面，对常见烯烃产率的变化情况进行分析，结果如表 2 所示。

表 2 温度对烯烃生产率的影响统计表

温度	620℃	640℃	660℃	680℃
甲烷	10.17	11.69	13.11	14.17
氢气	0.89	0.94	1.10	1.15
乙烯	21.44	22.71	23.60	25.42
丙烯	14.81	15.85	15.84	15.23
三烯	44.44	46.87	46.82	47.15

通过表 2 的数据可以看出，在本次测量数据中，在 620℃ 到 680℃ 的反应温度变化环境下，烯烃生产率呈现差异化的变化趋势。在甲烷以及氢气的产率方面，随着温度的增加，产率会呈现逐渐增加的趋势。其主要是由于在温度增加的环境下，完全反应率呈现一定的提升趋势。在乙烯的生产率方面，随着温度的升高，乙烯的生产率逐渐提升，从 620℃ 的 21.44%，增长到 680℃ 的 25.42%。而丙烯则在 640℃ 达到最高的 15.85%，之后呈现降低的趋势，在 680℃ 时达到 15.23%。而在三烯的生产率方面，在 640℃ 时达到 46.87%，660℃ 时达到 46.82%，680℃ 时达到 47.15%，整体呈现波动的变化趋

势。

2.3 注水量对结果的影响

在考虑注水量对反应结果的影响中,对产率的影响同样具有一定的变化。本次研究选择40%和57.8%的常用加工注水量来进行测试,结果如表3所示。

表3 注水量对烯烃生产率的影响统计表

注水量	40%	57.8%
甲烷	11.07	11.02
氢气	0.82	0.83
乙烯	16.34	18.88
丙烯	16.85	16.32
三烯	44.50	45.18

从表3的数据中可以看出,在注水量对烯烃生产率的影响方面,同样具有显著的差异。在40%注水量环境下,乙烯的生产率为16.34%,而在57.8%的环境下,乙烯的生产率则为18.88%,而在丙烯生产率方面,40%注水量产率为16.85%,显著高于57.8%注水量下的16.32%。而在三烯生产率方面,57.8%注水量时为45.18%产率,高于40%情况下的产率。因此,在生产环节,需要根据具体的产物以及生产环境来综合选择注水量。

2.4 压力对结果的影响

在反应压力的影响环境下,同样对烯烃产率产生一定的影响,结果如表4所示。

表4 压力对烯烃生产率的影响统计表

压力	0.1MPa	0.07MPa
乙烯	18.57	18.89
丙烯	16.29	16.32
三烯	44.56	45.18

从表4的数据可以看出,在不同的压力环境下,烯烃的产率呈现显著的变化趋势。在0.1MPa环境下,乙烯、丙烯和三烯的产率分别为18.57%、16.29%和44.56%;在0.07MPa环境下,三者的产率分别为18.89%、16.32%和45.18%。发现在0.07MPa环境下,烯烃产率超过0.1MPa环境下的烯烃产率,说明提升压力,并不能显著的提升烯烃的产率。

2.5 剂油比对结果的影响

探究剂油比对烯烃产率的影响,探索在36.9%和22.5%剂油比环境下的烯烃产率,结果表5所示。

表5 剂油比对烯烃生产率的影响统计表

剂油比	36.9	22.5
乙烯	21.44	24.16
丙烯	14.81	14.69
三烯	44.44	45.62

通过表5的数据可以看出,在36.9的剂油比下,乙烯、丙烯和三烯的产率分别为21.44%、14.81%和44.44%;在22.5剂油比下,三者的产率分别为24.16%、14.69%和45.62%。对比发现,36.9剂油比下,丙烯产率较高,而在22.5剂油比下,则乙烯和三烯的产率较高。对此,需要根据选择剂油比。

2.6 反应器型号对结果的影响

探究在不同反应器下的烯烃产率情况,结果如表6所示。

表6 反应器型号对烯烃生产率的影响统计表

型号	提升管	流化床+提升管
乙烯	21.53	15.02
丙烯	13.08	18.52
三烯	42.84	41.21

通过表6的数据可以看出,在提升管反应环境下,乙烯、丙烯和三烯的产率分别为21.53%、13.08%和42.84%;在流化床和提升管的反应环境下,三者的反应率分别为15.02%、18.52%和41.21%。测试发现,在提升管环境下,乙烯和三烯的生产率较高,而在流化床+提升管的反应环境,丙烯的生产率较高。因此,需要根据实际生产状况,选择反应器型号。

3 热裂解中型试验结果

在本次测试中,选择蜡油掺30%减压渣油作为原材料,对系统进行测试,结果如表7所示。

表7 中型试验操作结果表

项目	结果
操作环境	温度: 640℃; 压力: 0.07MPa; 注水量 54.3%
焦炭	8.51
损失	0.91
乙烯产率	22.71%
丙烯产率	15.85%

在本次测试中,选择中型提升管进行测试,发现测试环境中,温度在640℃,注水量达到54.3%,压力在0.07MPa的环境下,乙烯和丙烯的产率分别为22.71%和15.85%。说明应用该方法生产乙烯和丙烯,具有提升生产率、成本低以及水热稳定性高等特征,具有较高的应用价值。

4 结论

在常见裂解技术中,催化热裂解技术具有较高的适用性,本文则探究该技术下的乙烯和丙烯产率。通过实验研究发现,该工艺的最佳运行环境为640℃,0.07MPa和54.3%的注水量环境。且依稀和丙烯的产率分别达到22.71%和15.85%。从而验证该工艺具有较强的适用性和较高的生产率。

参考文献:

- [1] 乌忠理,刘生海,邵治堂,等.重油催化热裂解工艺中铁污染对催化剂性能的影响与对策[J].石油炼制与化工,2018,49(01):26-29.
- [2] 郝玉兰,张红梅,李金莲,等.1-丁烯热裂解自由基反应模型的建立及验证[J].化工科技,2018,26(01):36-40.
- [3] 王峰.MTP工艺副产轻质油在HZSM-5上催化裂解行为的研究[J].现代化工,2018(5):66-69.
- [4] 邢进.催化裂解与蒸汽热裂解制烯烃技术经济分析[J].百科论坛电子杂志,2018(04):698-700.
- [5] 付万慧.重油催化裂解制低碳烯烃技术比选分析[J].石化技术,2019,26(05):236-237.