

# 中低温煤焦油加氢工艺技术研究

赵璐璐（新地能源工程技术有限公司石家庄能源化工技术分公司，河北 石家庄 050000）

**摘要：**综述中低温煤焦油加氢技术情况。通过详细分析煤焦油加氢保护剂积炭影响因素及加氢工艺长期稳定运行的实验研究情况，指出未来中低温煤焦油加氢工艺研究方向及产业化发展方向。

**关键词：**中低温煤焦油；加氢技术；保护剂

中低温煤焦油主要来源于大型煤炭热解工艺，具有黏度大、粉尘及重质组分含量高且难以脱除等特点，不能直接用于固定床加氢工艺。煤焦油通过蒸馏切取轻质馏分加氢制清洁油品的方法，重质部分仍不能被充分利用；而煤焦油悬浮床加氢工艺对于原料的杂质含量几乎没有限制，可对高粉尘含量的煤焦油进行处理，能显著改善液体产物分布。目前，国内对煤焦油悬浮床加氢工艺的研究侧重于多产清洁燃料，而对于将获得的液体产物进一步加氢精制多产高附加值化工品的研究较少。本工作通过对国内不同加氢工艺技术，分析加氢催化剂保护剂积炭实验及加氢装置长期稳定运行实验，对中低温煤焦油加氢工艺研究提出一丝思考。

## 1 中低温煤焦油加氢技术进展

### 1.1 切割轻馏分加氢工艺技术

此技术为减压蒸馏耦合固定床技术。煤焦油通过原料预处理及蒸馏装置，将约30%的煤沥青切割分离，剩余65%~70%（低于370℃的馏分，为轻油）作为加氢装置进料。该技术煤焦油利用率较低，轻油收率低，柴油油品密度大，十六烷值低，切除的沥青软化性强、延展度低，不适合在建筑材料的生产加工上使用。由于此工艺能保证后续加氢稳定运行，早先建设的煤焦油加氢装置基本采用减压蒸馏耦合固定床加氢工艺，新建煤焦油加氢装置大多也还在采用此技术。该技术由于原料利用率低，近30%的切割重油无法利用，进而影响煤焦油加氢总体效益。

### 1.2 悬浮床加氢工艺技术

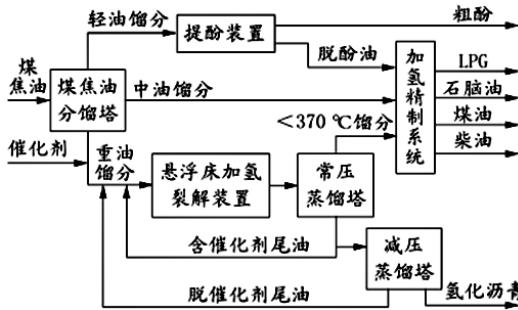


图1 悬浮床加氢技术工艺流程示意图

悬浮床预处理耦合固定床技术典型工艺流程示意图见图1。脱水、脱杂质后的煤焦油首先经过原料预处理、分馏，将煤焦油分离成<230℃轻油，230℃~370℃中油和>370℃重油（包括沥青）3个馏分；<230℃馏分采用酸碱洗涤的方法，将其中的粗酚分离出来，获得具有高附加值的酚类和脱酚油；重油馏分采用悬浮床加氢裂化，产出油中<370℃馏分油与前述的脱酚油和中油馏分一起去加氢精制，生产1#煤基氢化油和2#煤基氢化油，>370℃的重质裂化油循环再裂化。

该工艺采用氢气、煤焦油、催化剂气-液-固三相循环接触，提高了煤焦油的转化率，但有3%~5%的含催化剂粉末的焦油渣排出，目前这部分焦油渣没有好的解决办法，目的产品对原料的收率约82%。另外，悬浮床加氢工艺复杂，投资大，操作、管理要求高，有5%的残渣需要处理的环保问题也比较突出。目前国内只有2家企业采用此技术，推广难度较大。

### 1.3 全馏分固定床加氢工艺技术

现有煤焦油固定床加氢技术主要存在以下问题：①煤焦油中机械杂质、灰分、易生焦物质（残炭、胶质沥青质、烯烃）含量高，易在换热器、加热炉和催化剂表面或床层间沉积堵塞结焦；②煤焦油中金属铁、钙含量高，容易造成催化剂中毒失活、催化剂床层结垢；③柴油产品十六烷值低（<40）。

全馏分固定床加氢技术在煤焦油中添加絮凝剂，通过过滤预处理技术，脱除煤焦油中的金属、杂质、微量水分（煤焦油中金属质量分数<20×10<sup>-6</sup>），再配合加氢催化剂级配技术，实现了煤焦油原料的全馏分加氢，原料预处理装置收率大于99%，产品1#和2#煤基氢化油对原料的收率达到95%以上，没有沥青和加氢尾油的产出（尾油返回炼制）。该技术具有工艺流程短、操作费用低、产品收率高、效益高等特点，同时油品质量好，柴油质量达到国V标准。新疆某企业的煤焦油装置采用该技术，在煤焦油利用率、油品品质方面优势明显，但是装置运行一年多，期间经历了几次停车、更换催化剂，影响了项目的长周期满负荷运行。

## 2 中低温煤焦油加氢工艺实验研究

### 2.1 中低温煤焦油加氢保护剂积炭实验研究

在加氢过程中，煤焦油中含有的大量的沥青质和胶质，催化剂易于产生积炭和金属沉积，堵塞催化剂孔道和床层，导致床层压力降迅速上升，装置运转周期缩短。因此，为保证加氢装置长周期运转，需在主催化剂（如加氢精制催化剂和加氢裂化催化剂）之前，在第一、第二反应器内装填保护剂，以容纳积炭、金属及灰分。

马博文等对催化剂的酸性、加氢活性和孔道结构对加氢保护剂积炭的影响进行了研究。加氢实验采用中型轴向固定床重油加氢实验装置，反应器有效体积6L，共3个床层，上、下两个床层装填惰性瓷球，中间床层沿物流方向由上而下依次装填4种保护剂。主要工艺参数为：反应温度320℃，H<sub>2</sub>分压14MPa、氢油体积比1000:1、体积空速0.8h<sup>-1</sup>，时间共计110h。结果表明：在原料和工艺条件相同的情况下，催化剂酸性越强，越有利于沥青质的吸附和缩聚生焦；催化剂加氢活性越高，积碳前身物越容易被加

氢转化为较低相对分子质量的物质从而减少积碳。

## 2.2 中低温煤焦油加氢工艺长期稳定运行实验研究

由于中低温煤焦油属于劣质重质油，在加氢过程中，大量的固体及杂质会严重影响加氢催化剂的活性和床层稳定性，从而缩短装置运行周期。

次东辉等应用全馏分煤焦油中压加氢提质技术，以全馏分煤焦油为原料，采用加氢精制-加氢裂化工艺，在中压条件下，获得石脑油馏分和柴油馏分，通过对精制产品性质分析，考察了煤焦油加氢精制工艺长周期运行的可行性。

加氢实验以神木中低温煤焦油为原料，通过预处理脱杂质后，依次通过加氢保护反应器和两段串联的加氢精制反应器，获得满足加氢裂化要求的原料油。实验主要工艺参数为：反应压力10MPa、氢油比1000:1、体积空速0.4h<sup>-1</sup>、保护剂反应器的反应温度为280℃、加氢精制反应器的反应温度为380℃。

结果发现：加氢精制过程中，会产生一定气体(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)，气体产率不但与油品本身性质有关，还与油品的脱硫、脱氮量密切相关。煤焦油加氢精制中试累计运行1000h过程中，加氢精制反应气体产品的组成以烷烃为主，几乎没有

含烯烃，随运行时间的增加，气相产品的组成基本保持不变，这说明加氢精制催化剂在运行1000h后，保持较高的活性，同时进一步说明煤焦油加氢精制工艺的稳定性。

## 3 结语

合适的加氢工艺，可获得较高的煤焦油收率，进而确保煤焦油加氢整体收率，并减少渣油的外排，环境效益也较为明显。催化剂级配技术合理的全馏分加氢工艺，油品收率和油品品质方面优势较明显。

### 参考文献：

- [1] 白建明,李冬,李稳宏.煤焦油深加工技术[M].北京:化学工业出版社,2014.
- [2] 闫厚春,范雯阳,崔鹏等.中低温煤焦油的加工利用现状[J].应用化工,2019,48(8):1904-1907.
- [3] 王建国,赵晓红.低阶煤清洁高效梯级利用关键技术与示范[J].中国科学院院刊,2012(3):130-136.
- [4] 马博文,吴艳.中低温煤焦油加氢保护剂积炭实验研究[J].石油学报(石油加工).
- [5] 次东辉,崔鑫,王锐等.中低温煤焦油加氢精致工艺稳定性试验研究[J].煤化工,2016,44(6):1-5.

(上接第61页)烟草模块中烟草的质量特性。采用过程评价法对烟草加工的全过程和具体环节进行了全面优化，在此基础上制定标准的烟草加工工艺。在烟叶加工控制过程中，必须始终保证所加工的烟叶质量，严格监控烟叶加工工艺，保证烟叶加工后的质量能够满足相应的要求。烟叶质量是烟叶过程控制标准化的重点，可以更好地应用于主材烟叶和半主烟的加工模块。

### 2.2.2 结合功能需要，模块控制标准化

根据卷烟技术中烟草模块的实际操作要求，通过对卷烟质量的评价和识别，从定性和定量两个不同的方面对卷烟的特性进行了相关的设计，评价结果作为控制模块的标准。与过程控制一样，模块控制也必须保证对于控制过程的稳定，从而保证烟草生产的质量。在操作技术角度来讲，模块控制的标准化更适合烟叶模块的功能加工，能更好地保证烟叶模块的填充加工、烟叶模块的工艺优化和烟叶配比的平衡。

## 3 烟草分组加工的具体研究

本文所研究的广州某卷烟厂的烟叶分组加工的工艺设计包括六个基本操作步骤：对于片烟的处理、对于烟草丝叶的处理、对于梗以及梗丝的处理、烟叶配比以及加个料、烟丝的存储过程、送丝过程。在加工过程中，每一步都有自己的烟草加工功能，例如，在第一个加工阶段，是对烟叶进行初步的加工并最终储存。在烟草配比以及加香料的过程中，是要做好香料的添加以及烟丝的配比。在烟叶成组加工工艺设计过程中，必须保证加工工艺能有效地保证烟叶的质量。由于不同地区生产的烟叶和品种存在一定的差异，本文中广州某卷烟厂的烟草主要来源于广西云南等地，应采用一步法评价不同地区生产的烟叶质量，可有效

保证烟叶加工质量，提高烟叶综合质量。在设计分组加工设计过程中，必须考虑到加工设备所起的作用。加工设备的质量直接影响烟草的最终质量。采用科学先进的烟叶加工设备，通过降低烟叶焦油含量和有效去除杂质，可以有效地提高烟叶产品质量，保证烟叶产品的质量达到较高的水平。

## 4 结束语

随着中国科技水平飞速提高，为了满足广大消费者对于香烟的需求，传统的全配方卷烟生产工艺已经逐渐不适应高速发展的生活水平，消费者对于产品的要求也越来越高，为了满足需求侧，需要我们提高供给侧的生产水平，卷烟分组加工生产工艺应运而生。卷烟分组加工工艺，采用科学化、智能化的生产方法及设备，大大提高了生产的效率，同时也提高了卷烟的品质，本文通过广州某卷烟厂的生产流程为例，综合探讨了卷烟分组加工的工艺流程，为之后卷烟的生产加工提供一些建议。

### 参考文献：

- [1] 魏楠.对烟草分组加工工艺技术的探讨[J].黑龙江科技信息,2015(32):30.
- [2] 赵伟,顾永强.分组加工条件下的制丝线生产管理系统[J].科技与创新,2015(01):85+88.
- [3] 汪辉.卷烟制丝分组加工工艺特点及质量控制要点研究[J].科学之友,2012(04):9-10.
- [4] 王正强,王正国.卷烟分组加工工艺的研究与应用[J].品牌(理论月刊),2010(08):72-73.

### 作者简介：

谢佳(1983-)，女，汉族，广东澄海人，化工分析工程师，硕士，主要从事植物分离提取技术及相关分析检测工作。