



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103059936 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201110320987. 1

(22) 申请日 2011. 10. 20

(71) 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街  
22 号

申请人 中国石油化工股份有限公司石油化  
工科学研究院

(72) 发明人 邵志才 孙淑玲 戴立顺 牛传峰  
刘涛 杨清河 董凯

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限  
公司 11283

代理人 刘国平 顾映芬

(51) Int. Cl.

C10G 65/12(2006. 01)

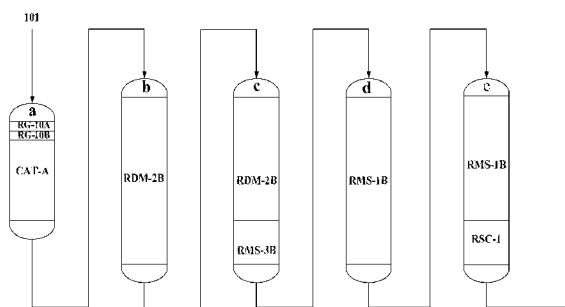
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种重质油品的加氢处理方法

(57) 摘要

本发明提供一种重质油品的加氢处理方法, 该方法包括, 在加氢处理反应条件下, 将重质油品和氢气依次引入串联的多个加氢反应器中, 并与该多个加氢反应器中的多个加氢催化剂床层接触, 依照所述重质油品的流向, 所述多个加氢反应器包括第一加氢反应器和位于所述第一加氢反应器之后的后续加氢反应器, 第一加氢反应器中包括依次设置的加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层, 其中, 所述大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的平均孔径为 10-40nm, 孔容为 0. 1-2cm<sup>3</sup>/g, 比表面积为 100-250m<sup>2</sup>/g。本发明的方法相对现有技术获得了性能更好的加氢处理产品, 特别是更好的转化了重质油品中的沥青质。



1. 一种重质油品的加氢处理方法,其特征在于,该方法包括,在加氢处理反应条件下,将重质油品和氢气依次引入串联的多个加氢反应器中,并与该多个加氢反应器中的多个加氢催化剂床层接触,依照所述重质油品的流向,所述多个加氢反应器包括第一加氢反应器和位于所述第一加氢反应器之后的后续加氢反应器,第一加氢反应器中包括依次设置的加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层,其中,所述大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的平均孔径为 10-40nm,孔容为 0.1-2cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 100-250m<sup>2</sup>/g。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的平均孔径为 20-30nm,孔容为 0.3-1.0cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 130-200m<sup>2</sup>/g。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,以大孔加氢处理催化剂的重量为基准,以加氢活性金属的氧化物计,所述大孔加氢处理催化剂中含有 80-97 重量%的载体和 3-20 重量%的负载在该载体上的加氢活性金属组分,所述载体为氧化铝和 / 或氧化硅,所述加氢活性金属组分中的加氢活性金属为第 VIB 族金属和 / 或第 VIII 族金属。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中,所述加氢活性金属为 W、Mo、Ni 和 Co 中的至少两种。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述加氢活性金属为 Mo 和 Ni,且以大孔加氢处理催化剂的重量为基准,以加氢活性金属的氧化物计,所述大孔加氢处理催化剂中 Mo 的含量为 2-15 重量%,Ni 的含量为 1-5 重量%。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述重质油品中沥青质的含量为 0.5-20 重量%。

7. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的方法,其中,所述多个加氢反应器的数目为 2-6 个,每个加氢反应器内的加氢催化剂床层的数目为 1-4 个。

8. 根据权利要求 1-6 中任意一项所述的方法,其中,依照所述重质油品的流向,后续加氢反应器中包括依次设置的至少一个加氢脱金属催化剂床层、至少一个加氢脱硫催化剂床层和至少一个加氢脱残炭催化剂床层,且每个加氢脱金属催化剂床层、每个加氢脱硫催化剂床层和每个加氢脱残炭催化剂床层设置在相同或不同的加氢反应器中。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,所述后续加氢反应器中的最后一个反应器中设置有加氢脱残炭催化剂床层、或者加氢脱硫催化剂床层和加氢脱残炭催化剂床层;后续加氢反应器中的其余的反应器中设置有加氢脱金属催化剂床层和 / 或加氢脱硫催化剂床层。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,所述多个加氢反应器的数目为 5 个,依照所述重质油品的流向,第一加氢反应器中依次设置有加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层,第二加氢反应器中设置有加氢脱金属催化剂床层,第三加氢反应器中依次设置有加氢脱金属催化剂床层和加氢脱硫催化剂床层,第四加氢反应器中设置有加氢脱硫催化剂床层,最后一个加氢反应器中依次设置有加氢脱硫催化剂床层和加氢脱残炭催化剂床层。

11. 根据权利要求 1-6 和 9-10 中任意一项所述的方法,其中,所述加氢处理反应条件包括,反应温度为 300-420℃,反应压力为 10-17MPa,氢油体积比为 200-2000,重质油品的液时体积空速为 0.10-0.45h<sup>-1</sup>。

12. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,所述第一加氢反应器中的反应温度高于后续加氢反应器中的反应温度。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,所述第一加氢反应器中的反应温度比后续加氢反应器中的反应温度高 5-50℃。

14. 根据权利要求 1-6、9-10 和 12-13 中任意一项所述的方法,其中,第一加氢反应器中,加氢保护催化剂床层中的加氢保护催化剂和大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的装填体积比为 2-60 : 98-40。

## 一种重质油品的加氢处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种重质油品的加氢处理方法。

### 背景技术

[0002] 随着原油的重质化日益严重,原油品种日益增多,对重质油品轻质化的要求也越来越高,该工艺方法的重要性日益显现,并且有较好的应用前景。

[0003] “重质油品”指由拔头原油、石油渣油、油砂、沥青、页岩油、液化煤或再生油得到的高沥青质含量的烃类。重质油品通常含有各种污染物,例如含碳残质、硫、氮和金属等。一般在加工重质油品反应器序列中,依次装填加氢脱金属剂、加氢脱金属脱硫剂、加氢脱硫剂、加氢脱氮剂、加氢脱残炭剂,从而脱除重质油品中的金属、硫、氮和残炭,生产合格的催化裂化原料。

[0004] 重质油品的加氢工艺是一种重油深度加工技术,该工艺是在氢气及催化剂的存在下,对渣油等重油进行加氢脱硫、加氢脱氮、加氢脱金属以及残炭转化和加氢裂化反应,所得到的加氢后的渣油可作为优质催化裂化的进料来生产轻质油品,以达到渣油最大限度的轻质化,实现无渣油炼厂。

[0005] 经加氢处理后的渣油用作 FCC 进料可减少 FCC 汽油的硫含量,同时可减少 FCC 烟气中 SO<sub>x</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的排放,还可以使轻馏分油最大化,从而充分利用原油资源。

[0006] 目前的重质油品加氢催化剂级配中,主要考虑脱金属、脱硫、脱氮和脱残炭。因此,重质油品加氢过程中主要发生的反应有加氢脱金属、加氢脱硫、加氢脱氮以及残炭转化和沥青质的加氢裂解反应等。重质油品的所有组分中,沥青质是最难加工的组分。沥青质的分子量很大,并且含有硫、氮、重金属和多核芳环化合物。因此,沥青质的转化效果在很大程度上决定了重质油品加氢处理的效果。

[0007] US4118310 中提出了一个有保护反应器的加工含沥青质重质油品的的方法,在保护反应器中主要是脱除原料中的硫和金属,再利用后续加氢反应器中的催化剂进一步脱金属、脱硫、脱氮和残炭。操作模式也是采用常规渣油加氢的操作模式。

[0008] 但是,由于沥青质分子较大,该方法仍不能很好的对沥青质进行转化,从而使得重质油品脱金属、脱硫、脱氮和残炭转化的效果并不理想。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的就是改善现有技术重质油品加氢处理方法的不足,从催化剂和工艺的角度出发,提出了一种新的重质油品加氢处理方法,该方法能够很好的转化重质油品中的沥青质。

[0010] 本发明的发明人在研究中发现,现有技术中重质油品加氢处理效果并不理想的原因在于重质油品中的沥青质分子较大,且含有大量的杂原子,而这些杂原子均深深地“埋藏”在沥青质的分子内部,利用常规脱金属催化剂很难将沥青质转化,因此也难以将“埋藏”在沥青质分子内部的杂质脱除。

[0011] 加氢处理催化剂通常由多孔的难熔载体和金属活性组分组成。而加氢处理催化剂的孔结构影响催化剂的脱硫、脱氮和残炭转化的活性,以及影响金属污染物如何迅速使催化剂失活。因此,选择一种适合对沥青质进行处理的加氢处理催化剂并配合相应的工艺应该能够有效的将重质油品中的沥青质转化,从而改善重质油品加氢处理的效果。正是基于此,本发明的发明人完成了本发明。

[0012] 本发明提供一种重质油品的加氢处理方法,其特征在于,该方法包括,在加氢处理反应条件下,将重质油品和氢气依次引入串联的多个加氢反应器中,并与该多个加氢反应器中的多个加氢催化剂床层接触,依照所述重质油品的流向,所述多个加氢反应器包括第一加氢反应器和位于所述第一加氢反应器之后的后续加氢反应器,第一加氢反应器中包括依次设置的加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层,其中,所述大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的平均孔径为 10-40nm,孔容为 0.1-2cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 100-250m<sup>2</sup>/g。

[0013] 本发明的方法相对现有技术获得了性能更好的加氢处理产品,特别是更好的转化了重质油品中的沥青质,同时也说明,将本发明的方法应用于大规模工业生产中将取得良好的经济效益。

#### 附图说明

[0014] 附图用来提供对本发明的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本发明,但并不构成对本发明的限制。在附图中:

[0015] 图 1 为本发明一种实施方式的工艺流程图;

[0016] 图 2 为现有技术的工艺流程图。

#### 具体实施方式

[0017] 本发明提供一种重质油品的加氢处理方法,其特征在于,该方法包括,在加氢处理反应条件下,将重质油品和氢气依次引入串联的多个加氢反应器中,并与该多个加氢反应器中的多个加氢催化剂床层接触,依照所述重质油品的流向,所述多个加氢反应器包括第一加氢反应器和位于所述第一加氢反应器之后的后续加氢反应器,第一加氢反应器中包括依次设置的加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层,其中,所述大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的平均孔径为 10-40nm,优选为 20-30nm;孔容为 0.1-2cm<sup>3</sup>/g,优选为 0.3-1.0cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 100-250m<sup>2</sup>/g;优选为 130-200m<sup>2</sup>/g。

[0018] 本发明中,使用大孔加氢处理催化剂的目的是使分子量较大的沥青质能够更好的转化为小分子,并进而转化其中的杂原子。因此,本发明对所述大孔加氢处理催化剂的堆积密度,载体、加氢活性金属的组成等没有特别的限定,可以为常规的各种选择。优选地,所述大孔加氢处理催化剂堆积密度为 0.3-0.7g/cm<sup>3</sup>。在上述优选范围内的平均孔径、孔容、比表面积和堆积密度的大孔加氢处理催化剂能够获得更好的沥青质转化效果。

[0019] 本发明中所述大孔加氢处理催化剂的载体和加氢活性金属可以为渣油加氢处理中常用的各种载体和加氢活性金属,优选地,以大孔加氢处理催化剂的重量为基准,以加氢活性金属的氧化物计,所述大孔加氢处理催化剂中含有 80-97 重量%的载体和 3-20 重量%的负载在该载体上的加氢活性金属组分。进一步优选地,所述大孔加氢处理催化剂中含有

80-92 重量%的载体和 8-20 重量%的负载在该载体上的加氢活性金属组分。所述载体优选为氧化铝和 / 或氧化硅。所述加氢活性金属组分中的加氢活性金属为第 VIB 族金属和 / 或第 VIII 族金属,进一步优选为 W、Mo、Ni 和 Co 中的至少两种。

[0020] 最优选地,本发明中,所述加氢活性金属为 Mo 和 Ni,且以大孔加氢处理催化剂的重量为基准,以加氢活性金属的氧化物计,所述大孔加氢处理催化剂中 Mo 的含量为 2-15 重量%,Ni 的含量为 1-5 重量%。进一步优选地,以加氢活性金属的氧化物计,所述大孔加氢处理催化剂中 Mo 的含量 5-15 重量%,Ni 的含量为 3-5 重量%。

[0021] 本发明特别适用于处理含沥青质的重质油品,例如,本发明适用于处理沥青质含量为 0.5-20 重量%,优选为 2-12 重量%的重质油品。所述重质油品可以是原油,由原油得到的常压渣油和减压渣油,由煤、石油砂、油页岩和沥青获得的各种油,以及它们的混合物。这些渣油原料中的硫含量、氮含量、沥青质含量、重金属杂质含量和残炭含量均不同程度地较高。

[0022] 本发明中,重质油品特别指含有沥青质的常压渣油或减压渣油。常压渣油的馏程为约 345℃以上。减压渣油的馏程为约 500℃以上,且通常比常压渣油有更高的粘度。

[0023] 根据本发明,优选地,依照所述重质油品的流向,所述后续加氢反应器中包括依次设置的至少一个加氢脱金属催化剂床层、至少一个加氢脱硫催化剂床层和至少一个加氢脱残炭催化剂床层,且每个加氢脱金属催化剂床层、每个加氢脱硫催化剂床层和每个加氢脱残炭催化剂床层设置在相同或不同的加氢反应器中。

[0024] 根据本发明,所述多个加氢反应器的数目优选为 2-6 个;每个加氢反应器内的加氢催化剂床层的数目优选为 1-4 个,进一步优选为 1-3 个。所述加氢反应器的数目和每个加氢反应器内的加氢催化剂床层的数目可以根据需要进行适当的调整。如,重质油品中金属含量很高,则可设置多个数目的加氢脱金属催化剂床层。同样地,各催化剂床层中催化剂的装填量也可以根据需要进行调整。

[0025] 具体优选地,对于常规的渣油,所述后续加氢反应器中的最后一个反应器中设置有加氢脱残炭催化剂床层、或者加氢脱硫催化剂床层和加氢脱残炭催化剂床层,后续加氢反应器中的其余的反应器中设置有加氢脱金属催化剂床层和 / 或加氢脱硫催化剂床层。

[0026] 进一步优选地,如图 1 所示,所述多个加氢反应器的数目为 5 个,依照所述重质油品的流向,第一加氢反应器中依次设置有加氢保护催化剂床层和大孔加氢处理催化剂床层,第二加氢反应器中全部设置有加氢脱金属催化剂床层,第三加氢反应器中依次设置有加氢脱金属催化剂床层和加氢脱硫催化剂床层,第四加氢反应器中全部设置有加氢脱硫催化剂床层,最后一个加氢反应器中依次设置有加氢脱硫催化剂床层和加氢脱残炭催化剂床层。

[0027] 根据本发明,所述加氢保护催化剂、加氢脱金属催化剂、加氢脱硫催化剂和加氢脱残炭催化剂可以为本领域常规的具有这些功能的催化剂。残炭、氮和硫通常作为污染物在渣油中存在,虽然这些污染物可能作为相对简单的分子存在,但是它们通常通过化学键更牢固地保持在烃类分子中。所以,脱除残炭、硫和氮与脱除金属相比通常需要更高活性的加氢催化剂。一般地,上述催化剂都是以多孔无机氧化物如氧化铝为载体、以第 VIB 族和 / 或第 VIII 族金属如 W、Mo、Co 和 Ni 中的一种或多种的氧化物为活性组分、选择性地加入其它各种助剂如 P、Si、F 和 B 中一种或多种的催化剂。使用时,可以单独商购各种催化剂后组合

使用,也可以直接商购包括上述各种催化剂的全系列渣油加氢处理催化剂,如购自催化剂长岭分公司的RG、RDM、RMS和RSC系列重、渣油加氢保护催化剂、加氢脱金属催化剂、加氢脱硫催化剂和加氢脱残炭催化剂。

[0028] 所述大孔加氢处理催化剂(CAT-A)的制备方法可包括:将大孔拟薄水铝石干胶粉与聚乙烯醇混合后加入玉米油和水溶液进行混捏,并将得到的可塑体进行成型,干燥和焙烧后制得载体。可采用饱和浸渍的方法将活性金属组分负载于所述载体制得催化剂。所述大孔拟薄水铝石干胶粉可商购得到。

[0029] 本发明的方法可采用不同结构的反应器,优选采用固定床反应器。

[0030] 本发明对原料在加氢处理区内的流向没有特别的限定,各加氢反应器既可以为上流式反应器也可以为下流式反应器。

[0031] 根据本发明,所述加氢处理反应条件可以为本领域常规的加氢处理反应条件,具体包括,反应温度优选为300-420℃,进一步优选为340-420℃;反应压力优选为10-17MPa,进一步优选为13-16MPa;氢油体积比优选为200-2000,进一步优选为420-1500;重质油品的液时体积空速优选为0.10-0.45h<sup>-1</sup>,进一步优选为0.14-0.30h<sup>-1</sup>。

[0032] 本发明的发明人发现,在使用大孔加氢处理催化剂时,使用相对较高的反应温度能够得到更好的加氢处理效果,因此,优选地,所述第一加氢反应器中的反应温度高于后续加氢反应器中的反应温度。具体优选地,所述第一加氢反应器中的反应温度比后续加氢反应器中的反应温度高5-50℃,进一步优选为10-40℃。

[0033] 根据本发明,优选地,第一加氢反应器中,加氢保护催化剂床层中的加氢保护催化剂和大孔加氢处理催化剂床层中的大孔加氢处理催化剂的装填体积比为2-60:98-40,进一步优选为10-30:70-90。

[0034] 本发明中,所述多个反应器中多个催化剂床层的设置可根据实际情况调整,如各床层的高度、数目以及位置,优选地,可如图1所示进行设置。

[0035] 下面,结合附图简要的说明本发明方法的流程,如图1所示,该装置采用五个反应器串联、原料油自上而下的工艺流程,原料油和氢气从101管线依次进入串联的a、b、c、d和e反应器中,其中,a反应器内依次设置有三个催化剂床层,包括RG-10A(加氢保护催化剂)和RG-10B(加氢保护催化剂)床层,以及位于RG-10A和RG-10B之后的CAT-A(大孔加氢处理催化剂)床层;b反应器内设置有一个床层,为RDM-2B(加氢脱金属催化剂)床层;c反应器内依次设置有两个床层,包括RDM-2B床层和RMS-3B(加氢脱硫催化剂)床层;d反应器内设置有一个床层,为RMS-1B(加氢脱硫催化剂)床层;e反应器内依次设置有两个床层,包括RMS-1B床层和RSC-1(加氢脱残炭催化剂)床层。

[0036] 各个床层中催化剂的装填量可以采用现有技术中的常规用量,如a反应器内装填的RG-10A、RG-10B与RDM-2B(或CAT-A)的体积比可以为1:0.5-2:4-20;b反应器内可全部装填RDM-2B催化剂;c反应器内装填的RDM-2B和RMS-3B的体积比可以为2-5:1;d反应器内全部装填RMS-1B催化剂;e反应器中装填的RMS-1B和RSC-1的体积比可以为2-5:1。

[0037] 而现有技术的方法中,即如图2所示,在a反应器内,与CAT-A相当的位置设置的是RDM-2B床层。

[0038] 下面,通过实施例对本发明的方法进行更详细的说明。

[0039] 本发明实施例中所用装置为如图 1 所示的固定床加氢处理试验装置,该装置采用 5 个容积为 1 升的反应器串联、原料油自上而下的工艺流程。

[0040] 所用 RG、RDM 和 RMS、RSC 系列重、渣油加氢保护催化剂、加氢脱金属催化剂和加氢脱硫催化剂为中石化催化剂长岭分公司生产。

[0041] 各反应器中催化剂的装填情况为：

[0042] a 反应器中的催化剂自上而下为：RG-10A、RG-10B 和 CAT-A；

[0043] b 反应器内全部装填 RDM-2B 催化剂；

[0044] c 反应器内装填的催化剂自上而下为 RDM-2B 和 RMS-3B 催化剂,装填体积的比例为 75 : 25；

[0045] d 反应器内全部装填 RMS-1B 催化剂；

[0046] e 反应器中装填 RMS-1B 和 RSC-1 催化剂,装填体积的比例为 80 : 20。

[0047] 所采用的大孔加氢处理催化剂 CAT-A 为实验室制备,具体地,CAT-A-1 的制备方法包括:称取长岭催化剂分公司生产的大孔拟薄水铝石干胶粉(干基为 72 重量%)300 克,聚乙烯醇 12 克,混合之后加入玉米油 12 克,水溶液 360 毫升,混捏 0.5 小时,所得可塑体,在双螺杆挤条机上挤成  $\phi$  1.1-1.8 毫米的三叶形条,湿条经 140℃干燥 4 小时后于 940℃焙烧 2 小时,得到载体。采用通用的饱和浸渍方法,用活性金属溶液(偏钨酸铵+硝酸镍溶液;钼酸铵+氨水溶液+硝酸镍溶液),浸渍载体,然后分别在 80-120℃下干燥 2-3 小时,在 350-480℃下焙烧 1-2 小时,即制成催化剂 CAT-A-1。CAT-A-2 和 CAT-A-3 的制备方法类同。

[0048] 制得的实施例 1 中使用的 CAT-A-1 的性质包括:平均孔径为 30nm,孔容为 0.8cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 200m<sup>2</sup>/g,堆积密度为 0.54g/cm<sup>3</sup>;CAT-A-1 的载体为氧化铝和氧化硅,加氢活性金属为 Mo 和 Ni,且以 CAT-A-1 的重量为基准,所述 CAT-A-1 中载体的含量为 88 重量%,以氧化物计,Mo 的含量为 8 重量%,Ni 的含量为 4 重量%。

[0049] 制得的实施例 2 中使用的 CAT-A-2 的性质包括:平均孔径为 20nm,孔容为 1cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 175m<sup>2</sup>/g,堆积密度为 0.68g/cm<sup>3</sup>;CAT-A-2 的载体为氧化铝和氧化硅,加氢活性金属为 Mo 和 Ni,且以 CAT-A-2 的重量为基准,所述 CAT-A-2 中载体的含量为 90 重量%,以氧化物计,Mo 的含量为 5 重量%,Ni 的含量为 5 重量%。

[0050] 制得的实施例 3 中使用的 CAT-A-3 的性质包括:平均孔径为 25nm,孔容为 0.37cm<sup>3</sup>/g,比表面积为 155m<sup>2</sup>/g,堆积密度为 0.34g/cm<sup>3</sup>;CAT-A-3 的载体为氧化铝和氧化硅,加氢活性金属为 Mo 和 Ni,且以 CAT-A-3 的重量为基准,所述 CAT-A-3 中载体的含量为 85 重量%,以氧化物计,Mo 的含量为 12 重量%,Ni 的含量为 3 重量%。

[0051] 其中,大孔加氢处理催化剂的平均孔径通过 BET 方法测得;孔容通过 BET 方法测得;比表面积通过 BET 方法测得;渣油加氢处理后的产品中,硫含量通过 GB/T 17040-2008 方法测得;氮含量通过 SH/T 0704-2001 方法测得;残炭值通过 GB/T 17144-1997 方法测得;重金属(Ni+V)含量通过 ICP-AEP 测得,沥青质含量通过吸附分离方法测得。

[0052] 实施例 1

[0053] 采用图 1 所示的设备和工艺流程,其中,a 反应器中的催化剂自上而下为:RG-10A、RG-10B 和 CAT-A-1,各催化剂装填体积比例为 10 : 10 : 80。

[0054] 使高沥青质含量的渣油原料 M(主要性质列于表 1 中)与氢气混合进入 a 反应器,并随后依次进入 b、c、d 和 e 反应器进行加氢处理,加氢处理条件包括:反应压力为



14. 7MPa, 氢油体积比为 600, 液时体积空速为  $0.216\text{h}^{-1}$ , a 反应器的反应温度为  $390^{\circ}\text{C}$ , b、c、d 和 e 反应器的反应温度为  $380^{\circ}\text{C}$ 。

[0055] 渣油加氢处理后得到的产品 P1 的性质包括: 硫含量为 0.33 重量%, 氮含量为 0.18 重量%, 残炭值为 6.8 重量%, 重金属 (Ni+V) 含量为  $13.6\mu\text{g/g}$ , 沥青质含量为 1.2 重量%, 满足 RFCC 进料的要求。

[0056] 表 1

[0057]

	渣油原料 M
密度 ( $20^{\circ}\text{C}$ ), $\text{g/cm}^3$	0.9939
粘度 ( $100^{\circ}\text{C}$ ), $\text{mm}^2/\text{s}$	165.1
MCR (重量%)	14.6
硫含量 (重量%)	4.6
氮含量 (重量%)	0.22
重金属 (Ni+V) 含量 ( $\mu\text{g/g}$ )	131.7
四组分含量 (重量%)	
饱和烃	21.5
芳烃	48.1
胶质	22.2
沥青质 ( $\text{C}_7$ 不溶物)	8.0

[0058] 实施例 2

[0059] 采用图 1 所示的设备和工艺流程, 使渣油原料 M 与氢气混合进入 a 反应器, 并随后依次进入 b、c、d 和 e 反应器进行加氢处理, 加氢处理条件包括: 反应压力为 13.2MPa, 氢油体积比为 1500, 液时体积空速为  $0.142\text{h}^{-1}$ , a 反应器的反应温度为  $375^{\circ}\text{C}$ , b、c、d 和 e 反应器的反应温度为  $355^{\circ}\text{C}$ 。

[0060] 其中, 根据实施例 1 中 a、b、c、d 和 e 反应器中装填的催化剂的类型和体积装填本实施例的各反应器, 不同的是, a 反应器中的催化剂自上而下为: RG-10A、RG-10B 和 CAT-A-2, 各催化剂装填体积的比例为 15 : 15 : 70。

[0061] 渣油加氢处理后得到的产品 P2 的性质包括: 硫含量为 0.4 重量%, 氮含量为 0.21 重量%, 残炭值为 8.0 重量%, 重金属 (Ni+V) 含量为  $17.0\mu\text{g/g}$ , 沥青质含量为 2.1 重量%, 满足 RFCC 进料的要求。

[0062] 对比例 1

[0063] 根据与实施例 2 相同的加氢处理条件对渣油原料 M 进行渣油加氢处理, 不同的

是,采用如图 2 所示的设备和工艺流程,即,用等重量的催化剂 RDM-2B 代替 a 反应器中的 CAT-A-2。

[0064] 渣油加氢处理后得到的产品 DP1 的性质包括:硫含量为 0.43 重量%,氮含量为 0.24 重量%,残炭值为 9.3 重量%,重金属 (Ni+V) 含量为 19.5  $\mu$ g/g,沥青质含量为 3.5 重量%。

[0065] 实施例 3

[0066] 采用图 1 所示的设备和工艺流程,使渣油原料 M 与氢气混合进入 a 反应器,并随后依次进入 b、c、d 和 e 反应器进行加氢处理,加氢处理条件包括:反应压力为 14.2MPa,氢油体积比为 420,液时体积空速为 0.188h<sup>-1</sup>,a 反应器的反应温度为 420°C,b、c、d 和 e 反应器的反应温度为 385°C。

[0067] 其中,根据实施例 1 中 a、b、c、d 和 e 反应器中装填的催化剂的类型和体积装填本实施例的各反应器,不同的是,a 反应器中的催化剂自上而下为:RG-10A、RG-10B 和 CAT-A-3,各催化剂装填体积的比例为 5 : 5 : 90。

[0068] 渣油加氢处理后得到的产品 P3 的性质包括:硫含量为 0.30 重量%,氮含量为 0.15 重量%,残炭值为 6.0 重量%,重金属 (Ni+V) 含量为 12.0  $\mu$ g/g,沥青质含量为 0.8 重量%,满足 RFCC 进料的要求。

[0069] 实施例 4

[0070] 根据实施例 1 所述的设备和方法对渣油原料 M 进行加氢处理,不同的是,所有反应器的温度均为 380°C。

[0071] 渣油加氢处理后得到的产品 P4 的性质包括:硫含量为 0.34 重量%,氮含量为 0.18 重量%,残炭值为 6.8 重量%,重金属 (Ni+V) 含量为 13.7  $\mu$ g/g,沥青质含量为 1.6 重量%,满足 RFCC 进料的要求。

[0072] 由实施例 1-3 和对比例 1 的数据可以看出,根据本发明的方法进行重质油品的加氢处理,能够获得硫含量、氮含量、残炭值和重金属含量均降低的产品,尤其是产品中沥青质的含量更是大幅度的降低,从而提高了产品的整体品质。

[0073] 由实施例 4 和实施例 1 的数据可以看出,a 反应器温度略高于后续的反应器的温度能够获得更好的沥青质转化效果,是本发明的优选实施方式。

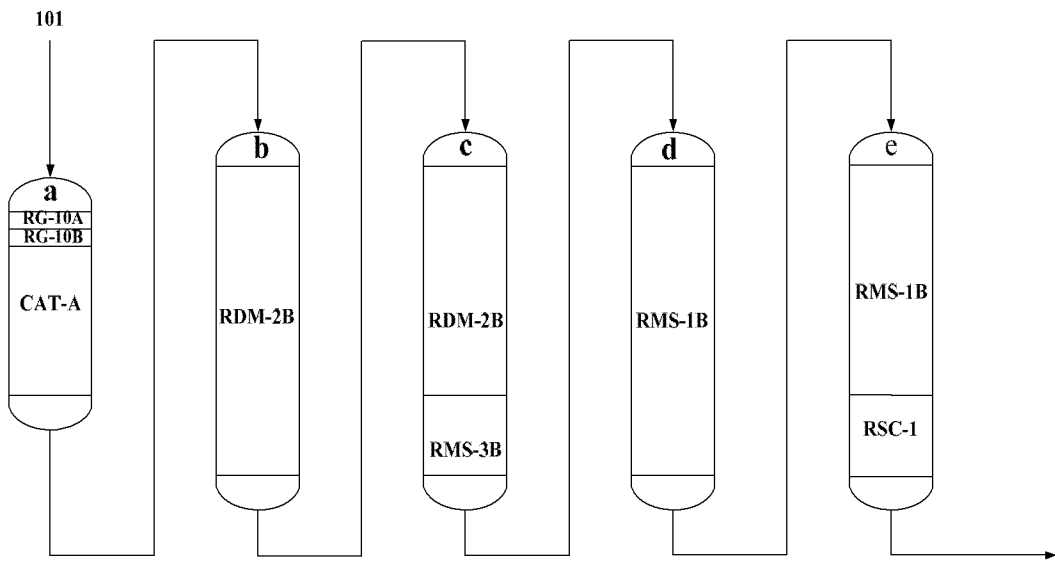


图 1

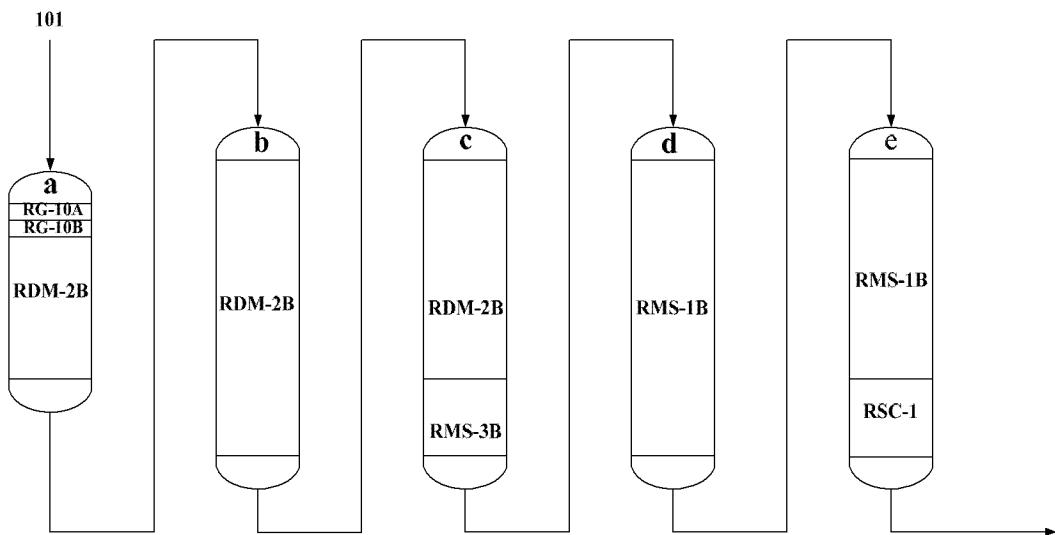


图 2