



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104383923 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201310303258. 4  
 (22) 申请日 2013. 07. 18  
 (73) 专利权人 中国石油大学(北京)  
 地址 102249 北京市昌平区府学路 18 号  
 (72) 发明人 申宝剑 李浩 郭冬冬 张千帆  
 李建聪 郭巧霞 申宝华  
 (74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
 代理人 姚亮

(51) Int. Cl.  
*B01J 23/745*(2006. 01)  
*B01J 23/80*(2006. 01)  
*B01J 23/89*(2006. 01)  
*C10G 49/02*(2006. 01)

(56) 对比文件  
 CN 1431048 A, 2003. 07. 23, 权利要求  
 1, 4-6.  
 CN 101612594 A, 2009. 12. 30, 权利要求  
 1-4.

CN 104383922 A, 2015. 03. 04, 权利要求 2.  
 CN 1253987 A, 2000. 05. 24, 全文.  
 CN 1778873 A, 2006. 05. 31, 全文.  
 CN 1766052 A, 2006. 05. 03, 全文.  
 CN 101037610 A, 2007. 09. 19, 全文.  
 CN 101612594 A, 2009. 12. 30, 全文.  
 US 2002/0024038 A1, 2002. 02. 28, 全文.  
 Azadeh Jodaei, et al.. "Performance  
 of nanostructure Fe-Ag-ZSM-5 catalysts  
 for the catalytic oxidation of volatile  
 organic compounds: Process optimization  
 using response surface methodology".  
 《Korean J. Chem. Eng.》. 2011, 第 28 卷 (第 8  
 期), 第 1665-1671 页.

审查员 游震亚

权利要求书2页 说明书6页

(54) 发明名称  
 一种汽油柴油加氢铁基催化剂及其应用

(57) 摘要

本发明提供一种汽油柴油加氢铁基催化剂及其应用。该汽油柴油加氢铁基催化剂为以铁作为活性组分金属,以锌、铜和银中的一种或两种的组合作为助金属的催化剂;其中,所述活性组分金属和所述助金属的摩尔比为 1-20 :1;以所述汽油柴油加氢铁基催化剂的总重量为基准,氧化物形式的活性组分金属和助金属的总量为 10-80%。该汽油柴油加氢铁基催化剂的应用包括其在直馏汽油、直馏柴油、焦化汽油、焦化柴油、催化裂化汽油和催化裂化柴油的加氢处理中的应用。本发明的铁基催化剂具有原料廉价易得、制作工艺简单等优点,在能够大大降低加氢催化剂的生产成本的同时,还具有较高的汽油、柴油加氢活性。

CN 104383923 B

1. 一种汽油柴油加氢铁基催化剂,其为以铁作为活性组分金属,以锌、铜和银中的一种或两种的组合作为助金属的催化剂;其中,所述活性组分金属和所述助金属的摩尔比为1-20:1;以所述汽油柴油加氢铁基催化剂的总重量为基准,氧化物形式的活性组分金属和助金属的总量为10-80%;

并且所述汽油柴油加氢铁基催化剂是由浸渍法或共沉淀法制备得到后经过预硫化处理的汽油柴油加氢铁基催化剂,所述预硫化处理的温度为200-450℃,压力为1-10MPa,预硫化处理的时间为4-48小时,液时空速为0.5-10h<sup>-1</sup>,氢油体积比为100-800。

2. 根据权利要求1所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述浸渍法包括以下步骤:

将活性组分金属盐、助金属盐溶于去离子水中,配成浸渍液;

将所述浸渍液加入到载体中,得到催化剂半成品;

将所述催化剂半成品在空气中静置2-24小时,然后烘干,再在空气气氛、200-800℃下焙烧2-8h,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂。

3. 根据权利要求2所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述载体包括氧化铝、二氧化硅、无定形硅铝和沸石分子筛中的一种或几种的组合。

4. 根据权利要求1所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述共沉淀法包括以下步骤:

将活性组分金属盐和助金属盐的水溶液以及沉淀剂的水溶液混合均匀;

然后在40-95℃水浴中搅拌反应1-24h,再在40-95℃水浴中静置老化2-48h,得到沉淀物;

将所述沉淀物进行过滤、水洗、烘干后,得到催化剂前驱体;

将所述催化剂前驱体在空气气氛、200-800℃下焙烧2-8h,得到金属氧化物;

将所述金属氧化物与粘结剂混合进行成型处理,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂。

5. 根据权利要求4所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述粘结剂包括氧化铝、硅溶胶、铝溶胶和水玻璃中的一种或几种的组合,所述粘结剂的用量为所述汽油柴油加氢铁基催化剂总重量的20%-80%。

6. 根据权利要求4所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述沉淀剂包括NaOH、KOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>S、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S、尿素和氨水中的一种或几种的组合,所述沉淀剂与所述活性组分金属和所述助金属的总金属的摩尔比为1-6:1。

7. 根据权利要求2或4所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述活性组分金属盐包括硝酸铁、硫酸铁、氯化铁和磷酸铁中的一种或几种的组合;所述助金属盐包括硝酸盐、硫酸盐、氯化盐和磷酸盐中的一种或几种的组合。

8. 根据权利要求1所述的汽油柴油加氢铁基催化剂,其中,所述预硫化处理的温度为280-380℃,压力为2-6MPa,预硫化处理的时间为6-24小时,液时空速为1-4h<sup>-1</sup>,氢油体积比为200-500。

9. 权利要求1-8任一项所述的汽油柴油加氢铁基催化剂在直馏汽油、直馏柴油、焦化汽油、焦化柴油、催化裂化汽油和催化裂化柴油的加氢处理中的应用。

10. 根据权利要求9所述的应用,其中,所述加氢处理的温度为200-500℃,压力为1-10MPa,液时空速为0.1-10h<sup>-1</sup>,氢油体积比为100-2000。

11. 根据权利要求10所述的应用,其中,所述加氢处理的温度为250-400℃,压力为2-8MPa,液时空速为 $0.5-8\text{h}^{-1}$ ,氢油体积比为200-1000。

## 一种汽油柴油加氢铁基催化剂及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽油柴油加氢铁基催化剂及其应用,属于石油开采领域中的金属催化剂技术领域。

### 背景技术

[0002] 自从1926年世界上第一套后来被称为“古典加氢”的技术在德国工业化以来,加氢工艺已经走过了近一个世纪的历程。特别是近五十年来,加氢作为多产汽油、柴油和其他优质中间馏分油的一种重要手段,得到了很大的重视和发展。其间相继涌现出了许多新的加氢催化剂及其制备方法。

[0003] US3779903通过将镍盐、钨盐浸渍到经过干燥、焙烧的氧化铝溶胶制得的特殊载体上,再进一步干燥、焙烧,制得以氧化钨为主要活性成分,氧化镍为助活性成分,氟为助剂的加氢催化剂。US4330395公开了一种将镍盐浸渍到以铝化合物和钨化合物为原料制得的载体上的加氢催化剂的制备方法,得到的催化剂在使用前可用硫化物和氟化合物进行活化,取得较好的中间馏分油加氢处理效果。CN101439289A公开了一种以尿素或氨水为反应助剂,采用载体孔内原位反应的方法使金属活性组分生成钼酸镍(钴)或钨酸镍(钴)类化合物,从而可以避免金属与载体的反应,使得活性组分更易被硫化,提高了加氢催化剂的活性。

[0004] 由于包括上述现有技术的加氢催化剂在内的传统负载型催化剂中的载体没有活性或活性不高,且载体所占比例很大,从而导致负载型催化剂的催化活性难以满足生产超低硫柴油的要求。所以,近年来,出现了摒弃传统加氢催化剂中必不可少的载体,而直接以本身含有孔结构的镍、钴、钨、钼的氧化物或硫化物作为主要组成的非负载型(Bulk)催化剂。US6582590公布了采用直接沉淀法制备非负载型加氢催化剂的方法,该方法是将可溶性钼酸盐和钨酸盐溶于水后与碱液混合,再将可溶性镍盐溶于水并在90℃下保持,而后以一定速度加入钼、钨酸盐的碱溶液,最终经过过滤、干燥制得非负载型加氢脱硫催化剂。US6712955、US6156695、US6783663也公开了类似的非负载型加氢催化剂的制备方法,这些技术全部使用VIII族的钴、镍和VIA族的钼、钨中一种或两种的组合作为活性组分金属。CN101255356A也公布了一种通过尿素熔融反应制备自身具有纳米孔道和较高比表面积的非负载型催化剂的制备方法,使用该方法制得的催化剂具有较好的加氢处理活性。

[0005] 由此可见,虽然多年以来,研究者们非负载型载体和助剂改性、以及近年出现的突破性的非负载型催化剂的制备方面做了大量研究工作,但是以镍、钴等作为助剂,钼、钨作为主要活性组分金属的基本组合并未被打破。并且,上述所有现有技术的制备方法的共同缺点为成本较高,其根本原因在于作为活性金属的镍、钴、钼和钨在地壳中并非大量存在,它们的价格非常昂贵。

[0006] 因此,研发出一种制作成本低廉的汽油柴油加氢催化剂,仍是本领域亟待解决的问题之一。

## 发明内容

[0007] 为解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种汽油柴油加氢铁基催化剂及其应用。本发明的汽油柴油加氢铁基催化剂以铁作为活性组分金属,以锌、铜和银中的一种或两种的组合作为助金属而制备得到,具有制作成本低廉,制作工艺简单的优点。

[0008] 为达上述目的,本发明提供一种汽油柴油加氢铁基催化剂,其为以铁作为活性组分金属,以锌、铜和银中的一种或两种的组合作为助金属的催化剂;其中,所述活性组分金属和所述助金属的摩尔比为1-20:1;以所述汽油柴油加氢铁基催化剂的总重量为基准,氧化物形式的活性组分金属和助金属的总量为10-80%。

[0009] 根据本发明的具体实施方式,优选地,上述的汽油柴油加氢铁基催化剂是由浸渍法或共沉淀法制备得到的。

[0010] 根据本发明的具体实施方式,优选地,所述浸渍法包括以下步骤:

[0011] 将活性组分金属盐、助金属盐溶于去离子水中,配成浸渍液;

[0012] 将所述浸渍液加入到载体中,得到催化剂半成品;

[0013] 将所述催化剂半成品在空气中静置2-24小时,然后烘干,再在空气气氛、200-800℃下焙烧2-8h,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂。

[0014] 在上述的浸渍法中,所加入的活性组分金属盐中的活性组分金属和助金属盐中的助金属的摩尔比为1-20:1。

[0015] 在上述的浸渍法中,优选地,所述浸渍液的体积与载体的饱和吸水量相同。

[0016] 在上述的浸渍法中,优选地,所述催化剂半成品的烘干是在120℃的烘箱中进行。

[0017] 在上述的浸渍法中,优选地,所述催化剂半成品在进行焙烧时是以5℃/min的速率进行升温。

[0018] 在上述的浸渍法中,优选地,所述载体包括氧化铝、二氧化硅、无定形硅铝和沸石分子筛等中的一种或几种的组合。

[0019] 根据本发明的具体实施方式,优选地,所述共沉淀法包括以下步骤:

[0020] 将活性组分金属盐和助金属盐的水溶液以及沉淀剂的水溶液混合均匀;

[0021] 然后在40-95℃水浴中搅拌反应1-24h,再在40-95℃水浴中静置老化2-48h,得到沉淀物;

[0022] 将所述沉淀物进行过滤、水洗、烘干后,得到催化剂前驱体;

[0023] 将所述催化剂前驱体在空气气氛、200-800℃下焙烧2-8h,得到金属氧化物;

[0024] 将所述金属氧化物与粘结剂混合进行成型处理,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂。

[0025] 在上述的共沉淀法中,所加入的活性组分金属盐中的活性组分金属和助金属盐中的助金属的摩尔比为1-20:1。

[0026] 在上述的共沉淀法中,优选地,所述成型处理可以为挤条成型或混捏成型。在成型处理的过程中,可以采用常规使用的田菁粉等作为增稠剂,柠檬酸、醋酸、硝酸等作为胶溶剂,与金属氧化物和粘结剂混合后进行挤条或混捏等成型操作。

[0027] 根据本发明的具体实施方式,优选地,所述共沉淀法还包括以下步骤:将成型处理后得到的汽油柴油加氢铁基催化剂进行进一步的焙烧;更优选地,该焙烧的条件为:以5℃/

min的升温速率,在空气气氛、200-800℃下焙烧2-8h。

[0028] 在上述的共沉淀法中,优选地,所述粘结剂包括氧化铝、硅溶胶、铝溶胶、水玻璃等中的一种或几种的组合,所述粘结剂的用量为所述汽油柴油加氢铁基催化剂总重量的20%-80%。

[0029] 在上述的共沉淀法中,将所述沉淀物进行过滤、水洗、烘干后,还可以视情况进行粉碎,而后将得到的催化剂前驱体进行焙烧。

[0030] 在上述的共沉淀法中,优选地,所述沉淀物的烘干是在120℃的烘箱中进行。

[0031] 在上述的共沉淀法中,优选地,所述催化剂前驱体在进行焙烧时是以5℃/min的速率进行升温。

[0032] 在上述的共沉淀法中,优选地,所述沉淀剂包括NaOH、KOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>S、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S、尿素和氨水等中的一种或几种的组合,所述沉淀剂与所述活性组分金属和所述助金属的总金属的摩尔比为1-6:1。当采用氨水作为沉淀剂时,可以直接使用,无需配制沉淀剂的水溶液。

[0033] 在上述的共沉淀法中,所述活性组分金属盐和助金属盐的水溶液以及沉淀剂的水溶液的浓度可以由本领域技术人员进行常规的调控,只要能够满足上述的比例关系并能使反应顺利进行即可。并且,所述活性组分金属盐和助金属盐的水溶液可以为活性组分金属盐和助金属盐分别溶于去离子水中再混合而成的水溶液,也可以为活性组分金属盐和助金属盐同时溶于去离子水中而形成的水溶液。将活性组分金属盐和助金属盐的水溶液以及沉淀剂的水溶液混合均匀的具体操作可以为将沉淀剂的水溶液加入到活性组分金属盐和助金属盐的水溶液中并搅拌均匀。

[0034] 在上述的浸渍法和共沉淀法中,优选地,所述活性组分金属盐包括硝酸铁、硫酸铁、氯化铁和磷酸铁等中的一种或几种的组合。

[0035] 在上述的浸渍法和共沉淀法中,优选地,所述助金属盐包括硝酸盐、硫酸盐、氯化盐和磷酸盐等中的一种或几种的组合。其中,所述硝酸盐包括硝酸锌、硝酸铜和硝酸银;所述硫酸盐包括硫酸锌、硫酸铜和硫酸银;所述氯化盐包括氯化锌和氯化铜;所述磷酸盐包括磷酸锌、磷酸铜和磷酸银。

[0036] 本发明的汽油柴油加氢铁基催化剂在通过上述的浸渍法或共沉淀法制备得到后,可以直接使用,而不经预硫化处理。但是,根据本发明的具体实施方式,优选地,所述汽油柴油加氢铁基催化剂为经过预硫化处理的汽油柴油加氢铁基催化剂,预硫化活化能够使催化剂获得更好的加氢效果。所述预硫化处理可以采用本领域常规的加氢催化剂的预硫化技术进行,所采用的预硫化油或预硫化剂等也可以为本领域常规使用的预硫化油或预硫化剂等。所述预硫化处理的温度为200-450℃,压力为1-10MPa,预硫化处理的时间为4-48小时,液时空速为0.5-10h<sup>-1</sup>,氢油体积比为100-800;优选地,所述预硫化处理的温度为280-380℃,压力为2-6MPa,预硫化处理的时间为6-24小时,液时空速为1-4h<sup>-1</sup>,氢油体积比为200-500。

[0037] 本发明还提供上述的汽油柴油加氢铁基催化剂在直馏汽油、直馏柴油、焦化汽油、焦化柴油、催化裂化汽油和催化裂化柴油的加氢处理中的应用。所述加氢处理可以包括加氢脱硫、加氢脱氮和芳烃的加氢饱和等。

[0038] 在上述的应用中,优选地,所述加氢处理的温度为200-500℃,压力为1-10MPa,液

时空速为 $0.1-10\text{h}^{-1}$ ,氢油体积比为100-2000;更优选地,所述加氢处理的温度为 $250-400^{\circ}\text{C}$ ,压力为 $2-8\text{MPa}$ ,液时空速为 $0.5-8\text{h}^{-1}$ ,氢油体积比为200-1000。

[0039] 在上述的应用中,所述加氢处理的装置和方法以及工艺流程可以为本领域常规的汽油、柴油加氢的装置和方法以及工艺流程。该加氢处理可以在一个反应器中进行,也可以在多个并联或串联反应器中进行,也就是说,本发明的催化剂可以装填在一套流程中的一个反应器或者多个反应器中进行加氢处理。在不改变现有的汽油、柴油加氢工艺流程的情况下,本发明的催化剂具有较好的加氢效果。

[0040] 本发明采用铁作为活性组分金属,锌、铜和银中的一种或两种的组合作为助金属,采用成熟且简单的制备方法,制备得到了铁基催化剂;并且首次采用该铁基催化剂作为汽油、柴油的加氢催化剂,替代了以VIA族的钼、钨作为活性组分金属、以VIII族的钴、镍作为助金属的用于汽油、柴油加氢的传统加氢催化剂。相较于传统的汽油、柴油加氢催化剂,本发明的铁基催化剂具有原料廉价易得、制作工艺简单等优点,在能够大大降低加氢催化剂的生产成本的同时,还具有较高的汽油、柴油加氢活性。本发明的加氢铁基催化剂突破了传统加氢催化剂沿用数十年的活性组分金属的限制,因此具有长远的工业应用价值。

### 具体实施方式

[0041] 下面结合实施例,对本发明的技术方案及技术效果做进一步的详细说明,但不能理解为对本发明可实施范围的限定。

#### [0042] 实施例1

[0043] 本实施例提供一种汽油柴油加氢铁基催化剂,其为采用浸渍法制备得到。

[0044] 该制备方法包括以下步骤:

[0045] 将15.18g硝酸铁、3.65g硝酸锌及1.52g硝酸铜溶于10mL去离子水中,配成浸渍液;

[0046] 将该浸渍液逐滴加入到10g挤条成型的直径为1.5mm的氧化铝条中,得到催化剂半成品;

[0047] 将所述催化剂半成品在空气中静置2-24小时,再于 $120^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干,然后以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温,在 $500^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛下焙烧4小时,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂FZC。测得该催化剂FZC中铁锌铜氧化物的总量为31%(以该催化剂FZC的总重量为基准)。催化剂中活性组分金属及助金属的氧化物总含量的测定及计算方法均为本领域公知的测定及计算方法。

#### [0048] 实施例2

[0049] 本实施例提供一种汽油柴油加氢铁基催化剂,其为采用共沉淀法而制备得到的。

[0050] 该制备方法包括以下步骤:

[0051] 将32.44g氯化铁和6.82g氯化锌溶于250mL去离子水中,得到氯化铁和氯化锌的水溶液;将8g氢氧化钠溶于80mL去离子水中,得到氢氧化钠溶液;边搅拌边将氢氧化钠溶液缓慢加入到氯化铁和氯化锌的水溶液中;

[0052] 然后在 $80^{\circ}\text{C}$ 的水浴中搅拌反应4小时,接着降温至 $60^{\circ}\text{C}$ 静置老化24小时,得到沉淀物;

[0053] 将该沉淀物趁热过滤,再用去离子水洗涤至pH值约等于7,然后于 $120^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干,再以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升温,在 $500^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛下焙烧2小时,得到铁锌氧化物;

[0054] 将4.5g该铁锌氧化物,10g拟薄水铝石(粘结剂),0.4g田菁粉混合成均匀粉末,得到混合粉末;将0.3g柠檬酸和0.3g硝酸溶于10mL去离子水中,形成胶溶剂;将该胶溶剂加入该混合粉末并充分捏合,在挤条机上挤成直径1.5mm的条状物,将该条状物在120℃的烘箱中烘干,然后在500℃、空气气氛下焙烧4小时,得到所述的汽油柴油加氢铁基催化剂FZ。测得该催化剂FZ中铁锌氧化物的总量为31%(以该催化剂FZ的总重量为基准)。

[0055] 实施例3

[0056] 本实施例提供一种汽油柴油加氢催化剂,作为对比催化剂。

[0057] 该对比催化剂的制备方法包括以下步骤:

[0058] 将4.74g偏钨酸铵和2.26g硝酸镍溶于10mL去离子水中,配成浸渍液;

[0059] 将该浸渍液逐滴加入到10g挤条成型的直径为1.5mm的氧化铝条中,得到催化剂半成品;

[0060] 将所述催化剂半成品在空气中静置2-24小时,再于120℃的烘箱中烘干,然后以5℃/min的速率升温,在500℃、空气气氛下焙烧4小时,得到所述的对比催化剂。测得该对比催化剂中氧化钨的含量为27%,氧化镍的含量为4%(均以该对比催化剂的总重量为基准)。

[0061] 实施例4

[0062] 本实施例提供实施例1-3的催化剂对焦化柴油进行加氢处理的应用。

[0063] 实施例1-3的催化剂在应用前均进行了预硫化处理,使催化剂具有更好的加氢效果。所述预硫化采用10mL高温高压加氢微反装置进行,其为湿法原位预硫化,即采用湿法预硫化,且预硫化后催化剂不卸出,直接在反应器中进行加氢反应。预硫化油为含5wt% CS<sub>2</sub>的正癸烷溶液,预硫化的温度为300℃,压力为4MPa,液时空速为1.5h<sup>-1</sup>,氢油体积比为300。

[0064] 本实施例的加氢处理采用10mL高温高压加氢微反装置进行。评价原料采用大庆焦化柴油,该焦化柴油的比重(d<sub>4</sub><sup>20</sup>)为0.8196,硫含量为1256ppm,总氮含量为745ppm。原料采用柱塞泵泵入,反应后的油样经高分离器冷却后,在低分离器采集分析。加氢处理的温度为360℃,压力为6MPa,液时空速为1.0h<sup>-1</sup>,氢油体积比为800。加氢处理后的催化剂评价结果如表1所示。

[0065] 表1

[0066]

催化剂	脱硫率,%	脱氮率,%
FZC	83	69
FZ	81	71
对比催化剂	97	83

[0067] 实施例5

[0068] 本实施例提供实施例1-3的催化剂对催化裂化柴油进行加氢处理的应用。

[0069] 实施例1-3的催化剂在应用前均进行了预硫化处理,使催化剂具有更好的加氢效果。所述预硫化采用10mL高温高压加氢微反装置进行,其为湿法原位预硫化,即采用湿法预硫化,且预硫化后催化剂不卸出,直接在反应器中进行加氢反应。预硫化油为含5wt% CS<sub>2</sub>的正癸烷溶液,预硫化的温度为300℃,压力为4MPa,液时空速为1.5h<sup>-1</sup>,氢油体积比为300。



[0070] 本实施例的加氢处理采用10mL高温高压加氢微反装置进行。评价原料采用大庆催化裂化柴油,该催化裂化柴油的比重( $d_4^{20}$ )为0.8796,硫含量为890ppm,总氮含量为920ppm,总芳烃含量为55.2v%。原料采用柱塞泵泵入,反应后的油样经高分离器冷却后,在低分离器采集分析。加氢处理的温度为360℃,压力为6MPa,液时空速为 $1.0h^{-1}$ ,氢油体积比为800。加氢处理后的催化剂评价结果如表2所示。

[0071] 表2

[0072]

催化剂	脱硫率,%	脱氮率,%	脱芳率,%
FZC	81	61	45
FZ	78	59	43
对比催化剂	91	70	56

[0073] 实施例6

[0074] 本实施例提供实施例1-3的催化剂对全馏分FCC汽油进行加氢处理的应用。

[0075] 实施例1-3的催化剂在应用前均进行了预硫化处理,使催化剂具有更好的加氢效果。所述预硫化采用10mL高温高压加氢微反装置进行,其为湿法原位预硫化,即采用湿法预硫化,且预硫化后催化剂不卸出,直接在反应器中继续进行加氢反应。预硫化油为含5wt%  $CS_2$ 的正癸烷溶液,预硫化的温度为300℃,压力为2MPa,液时空速为 $1.5h^{-1}$ ,氢油体积比为300。

[0076] 本实施例的加氢处理采用10mL高温高压加氢微反装置进行。评价原料采用全馏分FCC汽油,其比重( $d_4^{20}$ )为0.7296,硫含量为470ppm,研究法辛烷值(RON)为92.0。原料采用柱塞泵泵入,反应后的油样经高分离器冷却后,在低分离器采集分析。加氢处理的温度为320℃,压力为4MPa,液时空速为 $1.0h^{-1}$ ,氢油体积比为300。加氢处理后的催化剂评价结果如表3所示。

[0077] 表3

[0078]

催化剂	脱硫率,%	RON	汽油收率,%
FZC	80	91	99.8
FZ	77	91	99.9
对比催化剂	94	90	99.9

[0079] 在上述实施例中,催化剂的脱硫率、脱氮率、脱芳率、油品的RON以及汽油收率的测定及计算方法均为本领域公知的测定及计算方法。

[0080] 表1、表2和表3的结果说明本发明的加氢铁基催化剂具备较高的加氢脱硫、脱氮及脱芳活性。而且,本发明的加氢铁基催化剂用于汽油加氢处理时,能够使汽油的辛烷值损失很低。虽然本发明的加氢铁基催化剂的脱硫、脱氮及脱芳率略低于传统负载型Ni-W催化剂(对比催化剂),但本发明的铁基催化剂所采用的活性组份金属和助金属的价格远远低于传统加氢催化剂所采用的镍盐、钴盐、钨盐和钼盐等。并且,本发明的加氢铁基催化剂突破了传统加氢催化剂沿用数十年的活性组分金属的限制,因此具有长远的工业应用价值。