



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106635204 B

(45)授权公告日 2018.07.24

(21)申请号 201510725315.7

(22)申请日 2015.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106635204 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 霍鑫 史志宇 郑弘哲 孙新
马思边

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 牛海军

(51)Int.Cl.

C10L 1/2387(2006.01)

C10L 1/236(2006.01)

(56)对比文件

CN 104498115 A,2015.04.08,

CN 101959905 A,2011.01.26,

WO 92/15656 A1,1992.09.17,

张金龙等.汽油清净剂主剂聚醚胺的研究进
展.《精细石油化工》.2011,第28卷(第3期),第
80-84页.

审查员 徐国锋

权利要求书1页 说明书11页

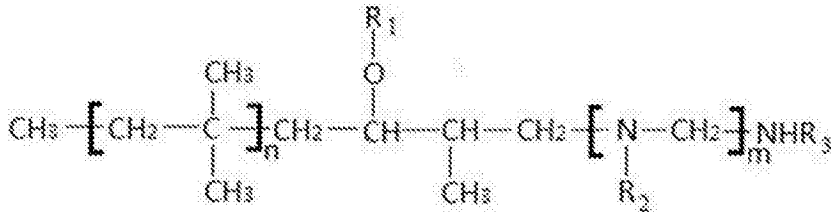
(54)发明名称

燃油添加剂、及其制备方法和使用方法

(57)摘要

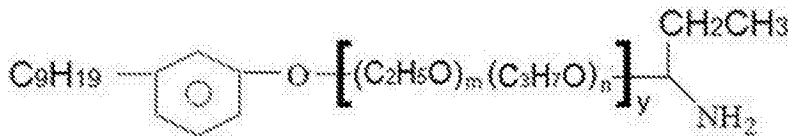
一种燃油添加剂。该燃油添加剂,以所述燃
油添加剂的总重按100wt.%计,包含:70-
90wt.%的壬基酚聚醚胺,10-30wt.%的多胺基
聚异丁烯胺,和0-20wt.%的辅助添加剂。本公开
提供的燃油添加剂具有良好的清除燃油发动机
进气阀和燃烧室的积碳的能力。

1. 一种燃油添加剂,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,包含:
70-90wt.%的壬基酚聚醚胺;
10-30wt.%的多胺基聚异丁烯胺;和
0-20wt.%的辅助添加剂,
其中,多胺基聚异丁烯胺包括以下通式:



其中,R₁、R₂和R₃分别独立地选自下列组中的一种:H、CH₃、C₂H₅、C₃H₇和C₄H₉,n=4-18,m=2-5。

2. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺包括以下通式:



其中,m=1-2,n=24-26,y=1-2。

3. 根据权利要求2所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺的分子量为1000-2000。
4. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺的含量为80-90wt.%。
5. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺为分子量为800-1200。
6. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺包括:二胺基聚异丁烯胺和五胺基聚异丁烯胺中的至少一种。
7. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺的含量为10-20wt.%。
8. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述辅助添加剂包括:稀释剂和摩擦改进剂中的至少一种。
9. 根据权利要求1所述的燃油添加剂,其中,所述辅助添加剂的含量为5-20wt.%。
10. 一种制备燃油添加剂的方法,包括步骤:将根据权利要求1至9中任一项所述的燃油添加剂的各成分混合。
11. 一种使用燃油添加剂的方法,包括步骤:根据权利要求1至9中任一项所述的燃油添加剂添加到燃油中。
12. 根据权利要求10所述的方法,其中所述燃油为汽油。

燃油添加剂、及其制备方法和使用方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种燃油添加剂,尤其涉及能够用于清除燃油发动机进气阀和燃烧室的积碳的燃油添加剂。

背景技术

[0002] 汽车的燃油发动机进气阀的工作温度大约为170-180°C,在这个温度条件下,燃油(特别是汽油)中含有的烯烃,可能会因为其不稳定而产生氧化,生成胶状的积碳并附着在进气阀背面,从而影响进气阀的工作效率。

[0003] 汽车的燃油发动机燃烧室的工作温度大约为250-600°C,在这个温度条件下,燃油(特别是汽油)中含有的芳烃,可能会经燃烧生成积碳并沉积在燃烧室内。当燃油发动机燃烧室的积碳总量增加时,可能会使燃油发动机的压缩比增大,且不易散热,从而导致燃烧室内压缩终了时气体温度升高,辛烷值要求增大,严重时还可能会增加燃油发动机燃烧室的活塞顶部和缸盖之间的机械干扰,产生“碳敲缸”的现象,导致发动机油耗增加。

[0004] 目前,业界已有一些燃油添加剂,可分别用于清除附着在燃油发动机进气阀和燃烧室的积碳。

发明内容

[0005] 本公开提供一种燃油添加剂,不仅可以用于清除燃油发动机进气阀的积碳,还可以用于清除燃油发动机燃烧室的积碳。

[0006] 本公开的某些方面提供一种燃油添加剂,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,包含:70-90wt.%的壬基酚聚醚胺,10-30wt.%的多胺基聚异丁烯胺,和0-20wt.%的辅助添加剂。

[0007] 本公开的某些方面提供一种制备所述燃油添加剂的方法,包括步骤:将将根据本公开的燃油添加剂的各成分混合。

[0008] 本公开的某些方面提供一种使用所述燃油添加剂的方法,包括步骤:将将根据本公开的燃油添加剂添加到燃油中。

[0009] 本公开提供的燃油添加剂,具有良好的清除燃油发动机进气阀和燃烧室的积碳的能力。

具体实施方式

[0010] 应当理解,在不脱离本公开的范围或精神的情况下,本领域技术人员能够根据本说明书的教导设想其他各种实施方案并能够对其进行修改。因此,以下的具体实施方式不具有限制性意义。

[0011] 除非另外指明,否则本说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物化特性的所有数字均应该理解为在所有情况下均是由术语“约”来修饰的。因此,除非有相反的说明,否则上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均是近似值,本领域的技术人

员能够利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性,适当改变这些近似值。用端点表示的数值范围的使用包括该范围内的所有数字以及该范围内的任何范围,例如,1至5包括1、1.1、1.3、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5等等。

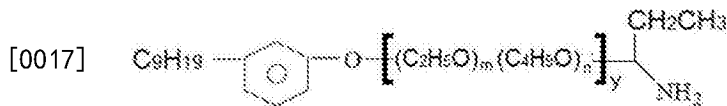
[0012] 燃油添加剂

[0013] 根据某些具体实施方式,本公开提供的燃油添加剂,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,70-90wt.%的壬基酚聚醚胺,10-30wt.%的多胺基聚异丁烯胺,和0-20wt.%的辅助添加剂。

[0014] 壬基酚聚醚胺

[0015] 在所述燃油添加剂中,所述壬基酚聚醚胺有助于清除燃油发动机的积碳(例如,汽油发动机进气阀的积碳)。壬基酚聚醚胺中极性的胺基可以吸附到燃油发动机的金属表面,而壬基酚的结构和积碳的结构比较接近,因此可以将附着在燃油发动机的金属表面(例如,进气阀背面和燃烧室的内表面)的积碳剥离下来,分散成小的颗粒,从而在燃烧室中烧掉。

[0016] 根据某些具体实施方式,所述壬基酚聚醚胺包括以下通式:



[0018] 其中,m=1-2,n=24-26,y=1-2。

[0019] 根据某些具体实施方式,所述壬基酚聚醚胺的分子量为1000-2000。

[0020] 根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述壬基酚聚醚胺的含量为70-90wt.%。根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述壬基酚聚醚胺的含量为80-90wt.%。当所述聚醚胺的含量为70-90wt.%时,所述燃油添加剂不仅具有良好的清除燃油发动机进气阀积碳的能力,而且具有良好的清除燃油发动机燃烧室积碳的能力。

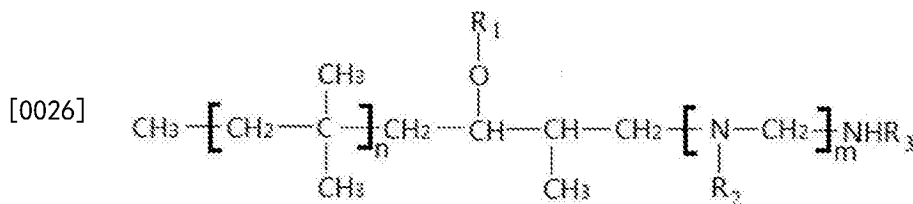
[0021] 根据某些具体实施方式,所述壬基酚聚醚胺可以选用购自亨斯曼公司的FL-1000或PEA-PEO。

[0022] 多胺基聚异丁烯胺

[0023] 在所述燃油添加剂中,所述多胺基聚异丁烯胺可以以一定比例与聚醚胺协同配合,提高所述燃油添加剂清除燃烧室积碳的能力。

[0024] 根据现有技术,业界一般认为:聚异丁烯胺(PIBA)的粘度较大、热稳定性高、难以在高温下分解,将聚异丁烯胺添加到燃油中会使聚异丁烯胺吸附到燃烧室的表面上,参与燃烧室积碳的生成。然而,本公开的发明人惊奇地发现,将多胺基聚异丁烯胺与壬基酚聚醚胺以适当的比例配合得到的燃油添加剂,可以有效地清除燃烧室中的积碳。

[0025] 所述多胺基聚异丁烯胺的通式为:

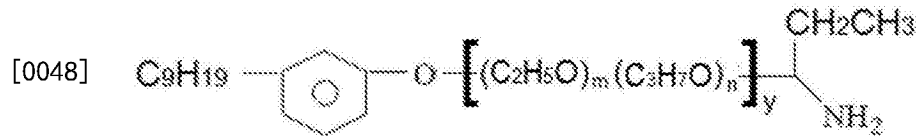


[0027] 其中,R₁、R₂和R₃分别独立地选自下列组中的一种:H、CH₃、C₂H₅、C₃H₇和C₄H₉,n=4-18,m=2-5。

- [0028] 根据某些具体实施方式,所述多胺基聚异丁烯胺的分子量为800-1200。
- [0029] 根据某些具体实施方式,所述多胺基聚异丁烯胺包括:二胺基聚异丁烯胺和五胺基聚异丁烯胺中的至少一种。
- [0030] 根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述多胺基聚异丁烯胺的含量为10-30wt.%。根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述多胺基聚异丁烯胺的含量为10-20wt.%。当所述多胺基聚异丁烯胺的含量为10-30wt.%时,所述燃油添加剂不仅具有良好的清除发动机进气阀积碳的能力,而且具有良好的清除发动机燃烧室积碳的能力。
- [0031] 根据某些具体实施方式,所述多胺基聚异丁烯胺可以选用购自青原星公司的1018A或者1018S。
- [0032] 辅助添加剂
- [0033] 所述辅助添加剂可以包括:稀释剂和摩擦改进剂中的至少一种。
- [0034] 在所述燃油添加剂中,所述稀释剂有助于降低燃油添加剂的粘度。根据某些具体实施方式,所述稀释剂可以包括:饱和直链烃溶剂、环烷烃溶剂和混合芳烃剂中的至少一种。
- [0035] 根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述稀释剂的含量为0-20wt.%。根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述稀释剂的含量为5-20wt.%
- [0036] 根据某些具体实施方式,所述稀释剂可以选用购自埃克森美孚公司的D60。
- [0037] 在所述燃油添加剂中,所述摩擦改进剂有助于降低发动机内表面的摩擦。根据某些具体实施方式,所述摩擦改进剂可以包括:甘油单油酸酯和聚酯中的至少一种。根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述摩擦改进剂的含量为0-10wt.%。根据某些具体实施方式,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,所述摩擦改进剂的含量为5-10wt.%。
- [0038] 根据某些具体实施方式,所述摩擦改进剂可以选用购自路博润公司的9525A。
- [0039] 制备燃油添加剂的方法
- [0040] 根据某些具体实施方式,可以将根据本公开的燃油添加剂的各成分混合,以得到燃油添加剂。关于所述燃油添加剂的各成分的描述,参见本说明书“燃油添加剂”部分。
- [0041] 根据某些具体实施方式,可以在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下,将制备燃油添加剂的各成分加入不锈钢容器中混合,以得到燃油添加剂。
- [0042] 使用燃油添加剂的方法
- [0043] 根据某些具体实施方式,可以将根据本公开的燃油添加剂添加到燃油中。根据某些具体实施方式,可以在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下,将燃油添加剂按照1:1000-1:2000的比例加入燃油中。关于所述燃油添加剂的描述,参见本说明书“燃油添加剂”部分。
- [0044] 根据某些具体实施方式(优选),所述燃油包括汽油。根据某些具体实施方式,所述汽油包括:92号汽油、95号汽油和乙醇汽油中的至少一种。
- [0045] 下列具体实施方式意在示例性地而非限定性地说明本公开。
- [0046] 具体实施方式1是一种燃油添加剂,以所述燃油添加剂的总重按100wt.%计,包

含:70-90wt.%的壬基酚聚醚胺,10-30wt.%的多胺基聚异丁烯胺,和0-20wt.%的辅助添加剂。

[0047] 具体实施方式2是根据具体实施方式1所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺包括以下通式:

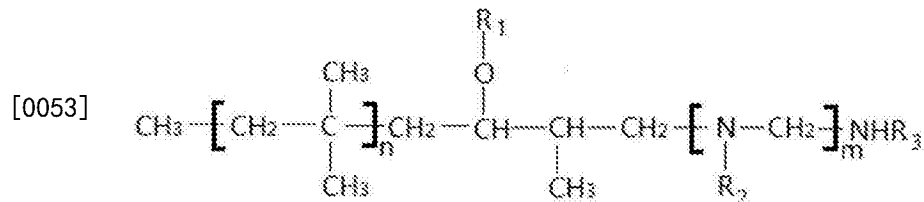


[0049] 其中,m=1-2,n=24-26,y=1-2。

[0050] 具体实施方式3是根据具体实施方式1或2所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺的分子量为1000-2000。

[0051] 具体实施方式4是根据具体实施方式1至3中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述壬基酚聚醚胺的含量为80-90wt.%。

[0052] 具体实施方式5是根据具体实施方式1至4中任一项所述的燃油添加剂,其中,多胺基聚异丁烯胺包括以下通式:



[0054] 其中,R₁、R₂和R₃分别独立地选自下列组中的一种:H、CH₃、C₂H₅、C₃H₇和C₄H₉,n=4-18,m=2-5。

[0055] 具体实施方式6是根据具体实施方式1至5中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺为分子量为800-1200的具备以下结构式的聚异丁烯胺。

[0056] 具体实施方式7是根据具体实施方式1至6中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺包括:1胺基聚异丁烯胺和5多胺基聚异丁烯胺中的至少一种。

[0057] 具体实施方式8是根据具体实施方式1至7中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述多胺基聚异丁烯胺的含量为10-20wt.%。

[0058] 具体实施方式9是根据具体实施方式1至8中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述辅助添加剂包括:稀释剂和摩擦改进剂中的至少一种。

[0059] 具体实施方式10是根据具体实施方式1至9中任一项所述的燃油添加剂,其中,所述辅助添加剂的含量为5-50wt.%。

[0060] 具体实施方式11是一种制备燃油添加剂的方法,包括步骤:将根据具体实施方式1至10中任一项所述的燃油添加剂的各成分混合。

[0061] 具体实施方式12是一种使用燃油添加剂的方法,包括步骤:根据具体实施方式1至10中任一项所述的燃油添加剂添加到燃油中。

[0062] 具体实施方式13是根据具体实施方式12所述的方法,其中所述燃油为汽油。

[0063] 实施例

[0064] 以下提供的实施例和对比例有助于理解本发明,并且这些实施例和对比例不应理解为对本发明范围的限制。除非另外指明,所有的份数和百分比均按重量计。

[0065] 燃油添加剂的制备

[0066] 可以在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下,将燃油添加剂的各成分加入不锈钢容器中混合,以得到燃油添加剂。

[0067] 将燃油添加剂添加到燃油中

[0068] 可以在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下,将燃油添加剂按照1:1000的比例加入燃油(例如汽油)中。

[0069] 用于制备本公开的实施例和对比例的燃油添加剂的各成分的商品名、功能、化学名以及生产商列于下表1a中。

[0070] 表1a

| | 商品名 | 成分 | 物化特征 | 生产商 |
|--------|---------|-----------|-------------------|-------------------|
| [0071] | FL-1000 | 壬基酚聚醚胺 | 分子量约为 1000 | 亨斯曼化工贸易有限公司 |
| | PEA-PEO | 壬基酚聚醚胺 | 分子量约为 2000 | 亨斯曼化工贸易有限公司 |
| [0072] | PIBA | 聚异丁烯胺 | 分子量约为 1200 | 巴斯夫中国有限公司 |
| | 1018C | 二胺基聚异丁烯胺 | 分子量约为 800 | 青原星化工科技有限公司 |
| | 1018S | 五多胺基聚异丁烯胺 | 分子量约为 800 | 青原星化工科技有限公司 |
| | 1018T | 五多胺基聚异丁烯胺 | 分子量约为 1200 | 青原星化工科技有限公司 |
| | D60 | 稀释剂 | 闪点为 60 摄氏度左右的烃类溶剂 | 埃克森美孚化工有限公司 |
| | 9525A | 摩擦改进剂 | 多种酯类的复合物 | 路博润特种化工制造(上海)有限公司 |

[0073] 测试方法

[0074] 本公开通过“燃油发动机进气阀积碳清除率测试”来衡量本公开提供的燃油添加剂清除燃油发动机进气阀的积碳的能力。

[0075] 本公开通过“燃油发动机燃烧室积碳清除率测试”来衡量本公开提供的燃油添加剂清除燃油发动机燃烧室的积碳的能力。

[0076] “燃油发动机进气阀积碳清除率测试”和“燃油发动机燃烧室积碳清除率测试”中涉及的试验试剂和试验器材,列于下表1b中。

[0077] 表1b

[0078]

| 试验试剂或试验器材 | 生产商 |
|-----------------|---------------|
| 正庚烷(分析纯) | 国药集团化学试剂有限公司 |
| 石油醚(分析纯) | 江苏永华精细化学品有限公司 |
| 无水乙醇(分析纯) | 国药集团化学试剂有限公司 |
| 环戊二烯 | 兰州维科石化公司 |
| 93号汽油 | 中国石油天然气股份有限公司 |
| L-2型汽油机沉积物模拟试验机 | 兰州维科石化公司 |

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| 天平(可精确到0.1mg) | 梅特勒托利多仪器(上海)有限公司 |
| [0079] | |
| 干燥器(含变色硅胶干燥剂) | |
| 烘箱(温度可控制在 $100 \pm 2^\circ\text{C}$) | 赛默飞世尔科技(中国)有限公司 |
| 微量进样器(可精确到1ml) | 兰州维科石化公司 |
| 容量瓶(300ml) | 兰州维科石化公司 |
| 测温表(可精确到 0.1°C) | 兰州维科石化公司 |

[0080] 燃油发动机进气阀积碳清除率测试

[0081] 1. 积碳收集器的准备

[0082] 1.1将积碳收集器(长10cm、宽8cm的铝板)在无水乙醇中浸泡60min,直到其表面光亮无污,再用流动的自来水清除积碳收集器,然后将其在无水乙醇中浸泡5min,用镊子夹出放到 100°C 的烘箱中烘干不少于15min。

[0083] 1.2将积碳收集器由烘箱中取出,置于干燥器中冷却至室温(约 25°C)。

[0084] 1.3待积碳收集器冷却后用测温表测量并记录其温度,记录积碳收集器的质量,将积碳收集器放入干燥器中备用(注意,该步骤中,应保证积碳收集器连续两次称量时的温度变化不大于 0.2°C ,称量的误差小于 0.2mg)。

[0085] 2. 油样和燃油添加剂的准备

[0086] 2.1取300ml 93号汽油油样,倒入容量瓶1中;

[0087] 2.2在常温(约为 25°C)和常压(约为1个大气压)的条件下,取300ml燃油添加剂,倒入容量瓶2中。

[0088] 3汽油沉积物的生成

[0089] 3.1设定试验计时器时间为70分钟,将容量瓶1中的300ml 93号汽油油样加入L-2型汽油机沉积物模拟试验机的盛样瓶中,并加入0.6ml环戊二烯。

[0090] 3.2将积碳收集器装入该模拟试验机的支架槽内,使该积碳收集器正对该模拟试验机的喷嘴,并插上测温热电偶。

[0091] 3.3打开该模拟试验机的电源,启动其加热开关,使积碳收集器的温度达到 170°C ,以模拟燃油发动机进气阀的工作环境。

[0092] 3.4打开该模拟试验机的空气截止阀,调节气体压力为 $80 \pm 0.5\text{kPa}$,流量控制在稳定状态($700 \pm 50\text{L/hr}$)。

[0093] 3.5打开该模拟试验机的燃料截止阀,调节油压压力到 $7.5 \pm 0.5\text{kPa}$,打开燃料流量计调节阀,流量控制在稳定状态($4 \pm 1\text{ml/min}$)。

[0094] 3.6开始喷油,并打开计时器开关开始计时。

[0095] 3.7将积碳收集器的温度保持在 $170\text{--}180^\circ\text{C}$,直到93号汽油油样全部喷完,关闭喷油装置,关闭计时开关。

[0096] 3.8将积碳收集器的温度在 $170\text{--}180^\circ\text{C}$ 的条件下保持10min,关闭加热开关,使其自然降温到 50°C 以下。

[0097] 3.9取出积碳收集器的测温热电偶。

[0098] 3.10取出积碳收集器,将其置于正庚烷的烧杯中浸泡1min后取出。

[0099] 3.11将积碳收集器浸入盛有石油醚的烧杯中,浸泡1min后取出,再放入 100°C 的烘

箱中不少于15min。

[0100] 3.12将积碳收集器由烘箱中取出,置于干燥器中冷却至室温(约25℃)。

[0101] 3.13对积碳收集器测温,若此时测得的温度与试验前测得的温度误差小于0.2℃,则可以称量。

[0102] 3.14燃油发动机进气阀积碳生成量的计算公式:

[0103] $m = m_1 - m_0$ (公式1)

[0104] 式中:

[0105] m 表示试验中生成的积碳质量,单位为mg;

[0106] m_1 表示试验中积碳收集器的最终质量,单位为mg;

[0107] m_0 表示试验中积碳收集器的初始质量,单位为mg。

[0108] 4燃油发动机进气阀积碳的清除

[0109] 4.1设定试验计时器时间,将容量瓶2中的300ml燃油添加剂加入L-2型汽油机沉积物模拟试验机的盛样瓶中。

[0110] 4.2将步骤3.12中干燥好的积碳收集器装入该模拟试验机的支架槽内,使该积碳收集器正对该模拟试验机的喷嘴,并插上测温热电偶。

[0111] 4.3打开该模拟试验机的电源,启动其加热开关,使积碳收集器温度达到170-180℃,以模拟燃油发动机进气阀的工作环境。

[0112] 4.4打开该模拟试验机的空气截止阀,调节气体压力为 80 ± 0.5 kPa,流量控制在稳定状态(700 ± 50 L/hr)。

[0113] 4.5打开该模拟试验机的燃料截止阀,调节油压压力到 7.5 ± 0.5 kPa,打开燃料流量计调节阀,流量控制在稳定状态(4 ± 1 ml/min)。

[0114] 4.6开始喷油,并打开计时器开关开始计时。

[0115] 4.7将积碳收集器的温度保持在170-180℃,直到93号汽油油样全部喷完,关闭喷油装置,关闭计时开关。

[0116] 4.8将积碳收集器的温度在170-180℃的条件下保持10min,关闭加热开关,使之自然降温到50℃以下。

[0117] 4.9取出积碳收集器的测温热电偶。

[0118] 4.10取出积碳收集器,将其置于正庚烷的烧杯中浸泡后取出。

[0119] 4.11将积碳收集器浸入盛有石油醚的烧杯中,浸泡1min后取出,并放入100℃的烘箱中不少于15min。

[0120] 4.12将积碳收集器由烘箱中取出,置于干燥器中冷却至室温(约25℃)。

[0121] 4.13对积碳收集器测温,若此时测得的温度与试验前测得的温度误差小于0.2℃,则可以称量。

[0122] 4.14燃油发动机进气阀积碳清除率的计算公式

[0123] $\delta_1 = [(m - m_2) / m] \times 100\%$ (公式2)

[0124] 式中:

[0125] δ_1 表示燃油发动机进气阀的积碳清除率,单位为%;

[0126] m 表示93号汽油在试验中生成的积碳的质量,单位为mg;

[0127] m_2 表示试验中积碳收集器的最终质量,单位为mg。

[0128] 燃油发动机燃烧室积碳清除率测试

[0129] 采用与上述“燃油发动机进气阀积碳清洗率测试”相同的方法和步骤进行“汽车燃烧室积碳清洗率测试”，其区别在于：

[0130] 在步骤3.3中，应使积碳收集器的温度达到250℃，以模拟燃油发动机燃烧室的工作环境。

[0131] 在步骤3.7、3.8、3.3和3.8中，应将积碳收集器的温度在250℃。

[0132] 在步骤3.14中，汽油燃烧室积碳生成量的计算公式：

[0133] $n = n_1 - n_0$ (公式3)

[0134] 式中：

[0135] n 表示试验生成的积碳质量，单位为mg；

[0136] n_1 表示试验中积碳收集器的最终质量，单位为mg；

[0137] n_0 表示试验中积碳收集器的初始质量，单位为mg。

[0138] 在步骤4.14中，燃油发动机燃烧室积碳清除率的计算公式

[0139] $\delta_2 = [(n - n_2) / n] \times 100\%$ (公式4)

[0140] 式中：

[0141] δ_2 表示燃油发动机燃烧室的积碳清除率，单位为%；

[0142] n 表示93号汽油在试验中生成的沉积物质量，单位为mg；

[0143] n_2 表示试验中积碳收集器的最终质量，单位为mg。

[0144] 实施例1-7

[0145] 按照前文所述的方法，根据表2所列的配方(表2中所列数值均以重量百分比计)，在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下，将燃油添加剂的各成分加入不锈钢容器中混合，以得到燃油添加剂1-7。

[0146] 根据前文所述的方法，测试燃油添加剂1-7的燃油发动机进气阀的积碳清除率和燃油发动机燃烧室的积碳清除率，所得结果列于表3。

[0147] 对比例C1-C3

[0148] 按照前文所述的方法，根据表2所列的配方(表2中所列数值均以重量百分比计)，在常温(约为25℃)和常压(约为1个大气压)的条件下，将燃油添加剂的各成分加入不锈钢容器中混合，以得到燃油添加剂C1-C3。

[0149] 根据前文所述的方法，测试燃油添加剂C1-C3的燃油发动机进气阀的积碳清除率和燃油发动机燃烧室的积碳清除率，所得结果列于表3。

[0150] 表2

[0151]

| | FL-1000 (wt.%) | PEA-PEO (wt.%) | PIBA (wt.%) | 1018C (wt.%) | 1018S (wt.%) | 1018T (wt.%) | D60 (wt.%) | 9525A (wt.%) |
|--------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 实施例 1 | 70 | --- | --- | --- | 30 | --- | --- | --- |
| 实施例 2 | 80 | --- | --- | --- | 20 | --- | --- | --- |
| 实施例 3 | 90 | --- | --- | --- | 10 | --- | --- | --- |
| 实施例 4 | 85 | --- | --- | 15 | --- | --- | --- | --- |
| 实施例 5 | 85 | --- | --- | --- | --- | 15 | --- | --- |
| 实施例 6 | --- | 85 | --- | --- | 15 | --- | --- | --- |
| 实施例 7 | 80 | --- | --- | --- | 13 | --- | 5 | 2 |
| 对比例 C1 | 100 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 对比例 C2 | --- | --- | 100 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 对比例 C3 | 90 | | 10 | | | | | |

[0152] 表3

| | 燃油发动机进气阀的积碳清除率 δ_1 (%) | 燃油发动机燃烧室的积碳清除率 δ_2 (%) |
|--------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 实施例 1 | 99.0 | 51.2 |
| 实施例 2 | 98.9 | 60.3 |
| 实施例 3 | 99.1 | 55.6 |
| 实施例 4 | 99.3 | 57.2 |
| 实施例 5 | 98.7 | 56.2 |
| [0153] 实施例 6 | 99.1 | 56.2 |
| 实施例 7 | 99.1 | 55.6 |
| 对比例 C1 | 99.2 | 31.4 |
| 对比例 C2 | 67.3 | -3.2 (负值表示试验中积碳收集器的最终质量比试验前增加了) |
| 对比例 C3 | 98.2 | 27.7 |

[0154] 根据实施例1-7,因为本公开提供的燃油添加剂包含70-90wt.%的壬基酚聚醚胺和10-30wt.%的多胺基聚异丁烯胺,所以该燃油添加剂具有不仅具有良好的清除燃油发动机进气阀积碳的能力,而且具有良好的清除燃油发动机燃烧室积碳的能力。

[0155] 根据实施例2-7,当燃油添加剂包含80-90wt.%的壬基酚聚醚胺和10-20wt.%的多胺基聚异丁烯胺时,本公开提供的燃油添加剂具有特别良好的清除燃油发动机燃烧室积碳的能力(δ_2 高于55%)。

[0156] 根据对比例C1,当燃油添加剂只包含壬基酚聚醚胺但不包含多胺基聚异丁烯胺时,该燃油添加剂清除燃油发动机燃烧室积碳的能力不足。

[0157] 根据对比例C2,当燃油添加剂只包含多胺基聚异丁烯胺时,该燃油添加剂清除燃油发动机进气阀和燃烧室积碳的能力均不足。

[0158] 根据对比例C3,当燃油添加剂包含壬基酚聚醚胺和聚异丁烯胺、但不包含多胺基聚异丁烯胺时,该燃油添加剂清除燃油发动机燃烧室积碳的能力不足。

[0159] 综上所述,根据本公开的燃油添加剂,不仅具有良好的清除燃油发动机进气阀积碳的能力,而且具有良好的清除燃油发动机燃烧室积碳的能力。

[0160] 虽然出于举例说明的目的,上述具体实施方式包含许多具体细节,但本领域普通技术人员应理解,这些细节的许多变型、更改、替代和改变均在权利要求所保护的本公开范围内。因此,具体实施方式中描述的公开内容不对权利要求所保护的本公开施加任何限制。

本公开的适当范围应由以下权利要求书及其适当的法律等同物限定。所有引用的参考文献均以引用的方式全文并入本文中。