



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109777577 B

(45) 授权公告日 2021.11.09

(21) 申请号 201910136360.7

C10N 30/06 (2006.01)

(22) 申请日 2019.02.25

C10N 30/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109777577 A

(56) 对比文件

CN 108587755 A, 2018.09.28

CN 108728203 A, 2018.11.02

(43) 申请公布日 2019.05.21

JP 2018150528 A, 2018.09.27

(73) 专利权人 周旗

EP 3272839 A1, 2018.01.24

地址 050000 河北省石家庄市裕华区翟营大街389号卓达书香园一区28栋2单元202号

US 2013324447 A1, 2013.12.05

CN 106350153 A, 2017.01.25

CN 106118826 A, 2016.11.16

(72) 发明人 周旗 周洁

CN 102433204 A, 2012.05.02

CN 108865356 A, 2018.11.23

(74) 专利代理机构 北京德崇智捷知识产权代理有限公司 11467

审查员 刘文军

代理人 郜彦茹

(51) Int. Cl.

C10M 169/04 (2006.01)

权利要求书2页 说明书16页

(54) 发明名称

一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油及其制备方法,按重量份包括如下组分:基础油75-95份;增黏剂5-10份;降凝剂0.1-1份;清净剂2-7份;无灰分散剂1-5份;抗氧防腐剂0.5-3份;硅氧烷改性石墨烯1~3份;所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷和N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷按质量比1~3:1组成。本发明能够有效改善石墨烯的分散稳定性,且材料易得,成本低,工艺简单,可以进行工业化生产。

1. 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,其特征在于,按重量份包括如下组分:

基础油	75-95 份;
增黏剂	5-10 份;
降凝剂	0.1-1 份;
清净剂	2-7 份;
无灰分散剂	1-5 份;
抗氧防腐剂	0.5-3 份;
硅氧烷改性石墨烯	1~3 份;

所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷按质量比1~3:1组成;

所述硅氧烷改性石墨烯制备方法,包括以下步骤:

步骤1、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5,将N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷加入水中,分散均匀,得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;

步骤2、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散5h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚硅氧烷,用乙酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为40~50%的乙醇溶液洗涤3~5次后,于60摄氏度下烘干即得;

步骤2中所述氧化石墨烯采用少层氧化石墨烯;

所述基础油为由650SN的基础油、150SN的基础油、150BS的基础油按质量比65~75:5~15:2~10复配而成;

所述增黏剂由乙丙共聚物、聚甲基丙烯酸酯按质量比3~10:1复配而成;

所述降凝剂为聚乙烯-富马酸酯共聚物;

所述清净剂由中碱值合成磺酸钙、高碱值合成磺酸钙、硫化烷基酚钙按质量比0.5~2.5:1.5~2.5:0.1~1.5复配而成;

所述无灰分散剂为丁二酰亚胺类分散剂,所述丁二酰亚胺类分散剂由聚异丁烯双丁二酰亚胺、聚异丁烯多丁二酰亚胺按1.5~3.5:0.5~1.5复配而成;

所述抗氧防腐剂由硫磷丁辛基锌盐、硫磷双辛基碱性锌盐按质量比1~3:3~6复配而成。

2. 一种如权利要求1所述基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

步骤二、将降凝剂热至55摄氏度;

步骤三、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

步骤四、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

步骤五、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及润滑油领域,具体涉及一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油及其制备方法。

背景技术

[0002] 发动机的润滑性能与汽车的安全、环保以及节能等性能息息相关,随着发动机性能的不提高,对润滑方面的要求日趋复杂、苛刻,而氧化石墨烯作为一种具有二维结构的碳质新材料,具有较高的比表面积、导热性和力学性能等一系列优异的性质,因此,为了改善发动机润滑性能、实现减磨节能,需要往润滑油中添加一定量的石墨烯,但是,如何防止添加有氧化石墨烯的润滑油产生分层、沉淀,是研究者必须要面对的技术问题。

[0003] 申请号为201810421587.1的中国专利申请虽然公开了一种石墨烯润滑油及其制备方法,其能够有效解决石墨烯易团聚、沉淀的问题,但是其采用鸡蛋油,成本极高,且条件要求苛刻,不利于工业化生产。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,提供一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油及其制备方法,能有效改善石墨烯的分散稳定性,且材料易得,成本低,工艺简单,可以进行工业化生产。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案如下:

[0006] 技术方案一:

[0007] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

基础油 75-95 份;

增黏剂 5-10 份;

降凝剂 0.1-1 份;

[0008] 清净剂 2-7 份;

无灰分散剂 1-5 份;

抗氧防腐剂 0.5-3 份。

硅氧烷改性石墨烯 1~3 份;

[0009] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

[0010] 进一步的,所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷(A-151)和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷(KH-791)按质量比1~3:1组成。

[0011] 更进一步的,所述硅氧烷改性石墨烯制备方法,包括以下步骤:

[0012] 步骤1、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5,将N-氨乙基- γ -氨

丙基三乙氧基硅烷加入水中,分散均匀,得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;

[0013] 步骤2、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散5h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚硅氧烷,用乙酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为40~50%的乙醇溶液洗涤3~5次后,于60摄氏度下烘干即得。

[0014] 更进一步的,所述聚硅氧烷采用聚二甲基硅氧烷。

[0015] 进一步的,步骤1中所述氧化石墨烯采用少层氧化石墨烯。

[0016] 更进一步的,所述少层氧化石墨烯的层数小于等于3层。

[0017] 更进一步的,所述少层氧化石墨烯的制备方法包括以下步骤:采用Hummer法,在一个250mL的烧杯中加入2g鳞片石墨粉末,冰水浴的条件下向其中加入1gNaNO₃后加入46mL质量浓度为98%的H₂SO₄并充分搅拌后,缓慢加入6gKMnO₄,保持溶液的温度在20摄氏度至少5min,然后加热到35摄氏度,保持30min;加入92mL的水,再搅拌15min,温度将会升高到约98摄氏度;然后加入80mL的60摄氏度体积浓度为3%的双氧水,7200转/分钟的转速下离心30min,用60摄氏度的热水清洗残渣直至上层悬浮液的pH为7,把得到的粉末再次分散到水中,超声15min,过滤掉黑色残留物后得到均一的悬浮液,然后喷雾干燥后得少层氧化石墨烯。

[0018] 进一步的,所述基础油为由650SN的基础油、150SN的基础油、150BS的基础油按质量比65~75:5~15:2~10复配而成;

[0019] 所述增黏剂由乙丙共聚物、聚甲基丙烯酸酯按质量比3~10:1复配而成;

[0020] 所述降凝剂为聚乙烯-富马酸酯共聚物;

[0021] 所述清净剂由中碱值合成磺酸钙、高碱值合成磺酸钙、硫化烷基酚钙按质量比0.5~2.5:1.5~2.5:0.1~1.5复配而成;

[0022] 所述无灰分散剂为丁二酰亚胺类分散剂,所述丁二酰亚胺类分散剂由聚异丁烯双丁二酰亚胺、聚异丁烯多丁二酰亚胺按1.5~3.5:0.5~1.5复配而成;

[0023] 所述抗氧防腐剂由硫磷丁辛基锌盐、硫磷双辛基碱性锌盐按质量比1~3:3~6复配而成。

[0024] 技术方案二:

[0025] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油的制备方法,包括以下步骤:

[0026] 步骤一、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

[0027] 步骤二、将降凝剂热至55摄氏度;

[0028] 步骤三、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

[0029] 步骤四、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

[0030] 步骤五、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0031] 与现有技术相比,本发明所取得的有益效果如下:

[0032] 1、本发明方法对氧化石墨烯的改性分两步进行,首先采用N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷对氧化石墨烯进行第一次改性,然后采用乙烯基三乙氧基硅烷、N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷、聚硅氧烷混合物组成的复合改性剂于酸性条件下对氧化石墨烯进行第二次改性,其能够有效减缓、甚至避免石墨烯的团聚,提高石墨烯的分散稳定性,从而提高润滑油的分散性、储藏稳定性以及减磨抗磨性能,从而节约能耗。

[0033] 2、本发明石墨烯改性过程中采用均有挥发性的乙酸调节溶液的pH,其溶液在高温改性过程中,随着乙酸的挥发,pH逐渐提高,其较采用非挥发性酸来说,对第二步复合改性的改性效果影响显著。

[0034] 3、本发明氧化石墨烯改性所用的改性剂的种类、改性剂改性的先后顺序、以及pH调节剂的种类(挥发性酸)均为影响石墨烯改性效果的关键,只有采用本发明所公开的步骤进行氧化石墨烯的改性才能减缓石墨烯的团聚,有效提高氧化石墨烯的分散稳定性。

[0035] 4、本发明中聚硅氧烷和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷不仅是氧化石墨烯改性必不可少的,也是采用其他类似改性剂无法替代的。

[0036] 本发明方法制备润滑油过程中各个参数均起到关键性的作用,采用本发明方法制得的润滑油能够有效改善石墨烯的分散稳定性,提高汽车发动机的润滑性,从而节约因摩擦而产生的能耗,且料易得,成本低,工艺简单,可以进行工业化生产。

具体实施方式

[0037] 以下结合实施例对本发明进行进一步详细的叙述。

[0038] 650SN的基础油采用燕山四线650SN基础油。

[0039] 150SN的基础油采用燕山二线150SN基础油。

[0040] 聚异丁烯多丁二酰亚胺(T161)为高分子量聚异丁烯多丁二酰亚胺,购自锦州华美润滑油添加剂有限公司;运动粘度(100℃),300-450mm²/s;闪点(开口杯), $\geq 170^{\circ}\text{C}$;氮含量,1.0-1.2% (m/m);水分, $\leq 0.08\%$ (m/m);总碱值,15-30mg KOH/g。

[0041] 聚异丁烯双丁二酰亚胺T154为高氮无氯聚异丁烯双丁二酰亚胺,购自锦州华美润滑油添加剂有限公司;密度(20℃),890-935kg/m³;运动粘度(100℃),150-220mm²/s;闪点(开口杯), $\geq 170^{\circ}\text{C}$;氮含量,1.1-1.3% (m/m);色度(稀释) ≤ 7 水分; $\leq 0.1\%$ (m/m);总碱值,15-30mg KOH/g。

[0042] 硫磷丁辛基锌盐(T202):购自广州市正通化工有限公司。

[0043] 硫磷双辛基碱性锌盐(T203):购自锦州百特化工有限公司。

[0044] 本发明中所用少层氧化石墨烯的制备方法为:采用Hummer法,在一个250mL的烧杯中加入2g鳞片石墨粉末,冰水浴的条件下向其中加入1gNaNO₃后加入46mL质量浓度为98%的H₂SO₄并充分搅拌后,缓慢加入6gKMnO₄,保持溶液的温度在20摄氏度至少5min,然后加热到35摄氏度,保持30min;加入92mL的水,再搅拌15min,温度将会升高到约98摄氏度;然后加入80mL的60摄氏度体积浓度为3%的双氧水,7200转/分钟的转速下离心30min,用60摄氏度的热水清洗残渣直至上层悬浮液的pH为7,把得到的粉末再次分散到水中,超声15min,过滤掉黑色残留物后得到均一的悬浮液,然后喷雾干燥后得少层石墨烯。

[0045] 本发明中,所述聚硅氧烷均采用聚二甲基硅氧烷。

[0046] 实施例1

- [0047] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:
- | | |
|-----------------------|----------|
| 基础油: 燕山四线 650SN | 67.13 份; |
| 基础油: 燕山二线 150SN | 10.67 份; |
| 基础油: 150BS | 8 份; |
| 增黏剂: 乙丙共聚物 (T612) | 2.5 份; |
| 增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602) | 0.7 份; |
- [0048]
- | | |
|--------------------------|--------|
| 降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A) | 0.5 份; |
| 清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105) | 2 份; |
| 清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106) | 2 份; |
| 清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B) | 1 份; |
| 无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154) | 3 份; |
| 无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161) | 1.2 份; |
| 所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202) | 0.5 份; |
- [0049]
- | | |
|------------------------|--------|
| 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203) | 0.8 份; |
| 硅氧烷改性石墨烯: | 2 份; |
- [0050] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;
- [0051] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷 (A-151) 和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷 (KH-791) 按质量比2:1组成。
- [0052] 其制作方法为:
- [0053] 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯:步骤A、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5,将N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷加入水中,分散均匀,得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;
- [0054] 步骤B、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散5h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚二甲基硅氧烷,用乙酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后,于60摄氏度下烘干,即得硅氧烷改性石墨烯;
- [0055] 步骤二、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;
- [0056] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度;
- [0057] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;
- [0058] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;
- [0059] 步骤六、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加

剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0060] 实施例2

[0061] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

[0062]	基础油: 燕山四线 650SN	67.13 份;
	基础油: 燕山二线 150SN	10.67 份;
	基础油: 150BS	8 份;
	增黏剂: 乙丙共聚物 (T612)	2.5 份;
	增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602)	0.7 份;
	降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A)	0.5 份;
	清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105)	2 份;
	清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106)	2 份;
[0063]	清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B)	1 份;
	无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154)	3 份;
	无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161)	1.2 份;
	所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202)	0.5 份;
	抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203)	0.8 份;
	硅氧烷改性石墨烯:	1.5 份;

[0064] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

[0065] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷和N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷按质量比2:1组成。

[0066] 其制作方法为:同实施例1。

[0067] 实施例3

[0068] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

- | | | |
|--------|---|----------|
| | 基础油：燕山四线 650SN | 67.13 份； |
| | 基础油：燕山二线 150SN | 10.67 份； |
| | 基础油：150BS | 8 份； |
| | 增黏剂：乙丙共聚物（T612） | 2.5 份； |
| | 增黏剂：聚甲基丙烯酸酯（KT8602） | 0.7 份； |
| [0069] | 降凝剂：聚乙烯-富马酸酯共聚物（T816A） | 0.5 份； |
| | 清净剂：中碱值合成磺酸钙（T105） | 2 份； |
| | 清净剂：高碱值合成磺酸钙（T106） | 2 份； |
| | 清净剂：硫化烷基酚钙（T115B） | 1 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯双丁二酰亚胺（T154） | 3 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯多丁二酰亚胺（T161） | 1.2 份； |
| | 所述抗氧防腐剂：硫磷丁辛基锌盐（T202） | 0.5 份； |
| [0070] | 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐（T203） | 0.8 份； |
| | 硅氧烷改性石墨烯： | 2.5 份； |
| [0071] | 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成； | |
| [0072] | 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷和N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷按质量比2:1组成。 | |
| [0073] | 其制作方法为：同实施例1。 | |
| [0074] | 对比例1 | |
| [0075] | 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油，按重量份包括如下组分： | |

- | | | |
|--------|------------------------|----------|
| | 基础油：燕山四线 650SN | 67.13 份； |
| | 基础油：燕山二线 150SN | 10.67 份； |
| | 基础油：150BS | 8 份； |
| | 增黏剂：乙丙共聚物（T612） | 2.5 份； |
| | 增黏剂：聚甲基丙烯酸酯（KT8602） | 0.7 份； |
| | 降凝剂：聚乙烯-富马酸酯共聚物（T816A） | 0.5 份； |
| [0076] | 清净剂：中碱值合成磺酸钙（T105） | 2 份； |
| | 清净剂：高碱值合成磺酸钙（T106） | 2 份； |
| | 清净剂：硫化烷基酚钙（T115B） | 1 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯双丁二酰亚胺（T154） | 3 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯多丁二酰亚胺（T161） | 1.2 份； |
| | 所述抗氧防腐剂：硫磷丁辛基锌盐（T202） | 0.5 份； |
| | 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐（T203） | 0.8 份； |
| | 硅氧烷改性石墨烯： | 2 份； |
- [0077] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯和硅烷偶联剂按质量比1:2制备而成；
- [0078] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷和N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷按质量比1~3:1组成。
- [0079] 其制作方法为：
- [0080] 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯：
- [0081] 步骤A、按N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5，将N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷加入水中，分散均匀，得N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷水溶液，备用；按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5，将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解，得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液，备用；
- [0082] 步骤B、向N-氨乙基-γ-氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯，于80摄氏度超声分散5h后，加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液，用乙酸调pH为4后，于100摄氏度超声分散2h后，自然冷却至室温后，过滤，用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后，于60摄氏度下烘干，即得硅氧烷改性石墨烯；
- [0083] 步骤二、按重量份称取各原料后，首先，将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀，并预热至75摄氏度，得清净分散添加剂；
- [0084] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度；
- [0085] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀，并预热至55摄氏度；
- [0086] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀，并预热至135摄氏度；
- [0087] 步骤六、向调和罐中加入基础油，于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后，依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂，然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后，过滤，分装，即得。

- [0088] 对比例2
- [0089] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:
- | | |
|--------------------------|----------|
| 基础油: 燕山四线 650SN | 67.13 份; |
| 基础油: 燕山二线 150SN | 10.67 份; |
| 基础油: 150BS | 8 份; |
| 增黏剂: 乙丙共聚物 (T612) | 2.5 份; |
| 增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602) | 0.7 份; |
| 降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A) | 0.5 份; |
- [0090]
- | | |
|--------------------------|--------|
| 清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105) | 2 份; |
| 清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106) | 2 份; |
| 清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B) | 1 份; |
| 无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154) | 3 份; |
| 无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161) | 1.2 份; |
| 所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202) | 0.5 份; |
| 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203) | 0.8 份; |
- [0091] 硅氧烷改性石墨烯: 2 份;
- [0092] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷按质量比1:1制备而成;
- [0093] 其制作方法为:
- [0094] 步骤一、制备改性石墨烯:
- [0095] 按氧化石墨烯与体积浓度50%的乙醇溶液质量比1:10,将氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散于乙醇溶液中,然后加入聚二甲基硅氧烷,用乙酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后,于60摄氏度下烘干,即得改性石墨烯;
- [0096] 步骤二、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;
- [0097] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度;
- [0098] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;
- [0099] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;
- [0100] 步骤六、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。
- [0101] 对比例3
- [0102] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

- | | | |
|--------|--|----------|
| | 基础油：燕山四线 650SN | 67.13 份； |
| | 基础油：燕山二线 150SN | 10.67 份； |
| | 基础油：150BS | 8 份； |
| | 增黏剂：乙丙共聚物（T612） | 2.5 份； |
| [0103] | 增黏剂：聚甲基丙烯酸酯（KT8602） | 0.7 份； |
| | 降凝剂：聚乙烯-富马酸酯共聚物（T816A） | 0.5 份； |
| | 清净剂：中碱值合成磺酸钙（T105） | 2 份； |
| | 清净剂：高碱值合成磺酸钙（T106） | 2 份； |
| | 清净剂：硫化烷基酚钙（T115B） | 1 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯双丁二酰亚胺（T154） | 3 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯多丁二酰亚胺（T161） | 1.2 份； |
| [0104] | 所述抗氧防腐剂：硫磷丁辛基锌盐（T202） | 0.5 份； |
| | 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐（T203） | 0.8 份； |
| | 硅氧烷改性石墨烯： | 2 份； |
| [0105] | 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成； | |
| [0106] | 所述硅烷偶联剂采用乙烯基三乙氧基硅烷。 | |
| [0107] | 其制作方法为： | |
| [0108] | 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯：步骤A、按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5，将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解，得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液，备用； | |
| [0109] | 步骤B、按氧化石墨烯与水质量比1:5，将氧化石墨烯于80摄氏度超声分散于水中，然后加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液，加入聚二甲基硅氧烷，用乙酸调pH为4后，于100摄氏度超声分散2h后，自然冷却至室温后，过滤，用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后，于60摄氏度下烘干，即得硅氧烷改性石墨烯； | |
| [0110] | 步骤二、按重量份称取各原料后，首先，将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀，并预热至75摄氏度，得清净分散添加剂； | |
| [0111] | 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度； | |
| [0112] | 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀，并预热至55摄氏度； | |
| [0113] | 步骤五、将多种增黏剂混合均匀，并预热至135摄氏度； | |
| [0114] | 步骤六、向调和罐中加入基础油，于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后，依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂，然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后，过滤，分装，即得。 | |
| [0115] | 对比例4 | |
| [0116] | 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油，按重量份包括如下组分： | |

- | | | |
|--------|---|----------|
| | 基础油：燕山四线 650SN | 67.13 份； |
| | 基础油：燕山二线 150SN | 10.67 份； |
| | 基础油：150BS | 8 份； |
| [0117] | 增黏剂：乙丙共聚物（T612） | 2.5 份； |
| | 增黏剂：聚甲基丙烯酸酯（KT8602） | 0.7 份； |
| | 降凝剂：聚乙烯-富马酸酯共聚物（T816A） | 0.5 份； |
| | 清净剂：中碱值合成磺酸钙（T105） | 2 份； |
| | 清净剂：高碱值合成磺酸钙（T106） | 2 份； |
| | 清净剂：硫化烷基酚钙（T115B） | 1 份； |
| [0118] | 无灰分散剂：聚异丁烯双丁二酰亚胺（T154） | 3 份； |
| | 无灰分散剂：聚异丁烯多丁二酰亚胺（T161） | 1.2 份； |
| | 所述抗氧防腐剂：硫磷丁辛基锌盐（T202） | 0.5 份； |
| | 抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐（T203） | 0.8 份； |
| | 硅氧烷改性石墨烯： | 2 份； |
| [0119] | 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成； | |
| [0120] | 所述硅烷偶联剂采用N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷。 | |
| [0121] | 其制作方法为： | |
| [0122] | 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯：步骤A、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5，将N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷加入水中，分散均匀，得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液，备用，然后按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:10称取无水乙醇，备用； | |
| [0123] | 步骤B、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯，于80摄氏度超声分散5h后，加入无水乙醇，加入聚二甲基硅氧烷，用乙酸调pH为4后，于100摄氏度超声分散2h后，自然冷却至室温后，过滤，用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后，于60摄氏度下烘干，即得硅氧烷改性石墨烯； | |
| [0124] | 步骤二、按重量份称取各原料后，首先，将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀，并预热至75摄氏度，得清净分散添加剂； | |
| [0125] | 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度； | |
| [0126] | 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀，并预热至55摄氏度； | |
| [0127] | 步骤五、将多种增黏剂混合均匀，并预热至135摄氏度； | |
| [0128] | 步骤六、向调和罐中加入基础油，于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后，依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂，然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后，过滤，分装，即得。 | |
| [0129] | 对比例5 | |

[0130] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

基础油: 燕山四线 650SN	67.13 份;
基础油: 燕山二线 150SN	10.67 份;
基础油: 150BS	8 份;
增黏剂: 乙丙共聚物 (T612)	2.5 份;
增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602)	0.7 份;
降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A)	0.5 份;
清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105)	2 份;
[0131] 清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106)	2 份;
清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B)	1 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154)	3 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161)	1.2 份;
所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202)	0.5 份;
抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203)	0.8 份;
硅氧烷改性石墨烯:	2 份;

[0132] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚酰胺和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

[0133] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷 (A-151) 和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷 (KH-791) 按质量比1~3:1组成。

[0134] 其制作方法为:

[0135] 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯:步骤A、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5,将N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷加入水中,分散均匀,得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;

[0136] 步骤B、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散5h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚酰胺,用乙酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后,于60摄氏度下烘干,即得硅氧烷改性石墨烯;

[0137] 步骤二、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

[0138] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度;

[0139] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

[0140] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

[0141] 步骤六、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加

剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0142] 对比例6

[0143] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

基础油: 燕山四线 650SN	67.13 份;
基础油: 燕山二线 150SN	10.67 份;
基础油: 150BS	8 份;
增黏剂: 乙丙共聚物 (T612)	2.5 份;
增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602)	0.7 份;
降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A)	0.5 份;
清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105)	2 份;
清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106)	2 份;
清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B)	1 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154)	3 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161)	1.2 份;
所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202)	0.5 份;
抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203)	0.8 份;
硅氧烷改性石墨烯:	2 份;

[0144] [0145] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

[0146] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷 (A-151) 和N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷 (KH-791) 按质量比2:1组成。

[0147] 其制作方法为:

[0148] 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯:步骤A、按N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷与水质量比1:5,将N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷加入水中,分散均匀,得N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;

[0149] 步骤B、向N-氨乙基- γ -氨丙基三乙氧基硅烷水溶液加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散5h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚二甲基硅氧烷,用磷酸调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后,于60摄氏度下烘干,即得硅氧烷改性石墨烯;

[0150] 步骤二、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

[0151] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度;

[0152] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

[0153] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

[0154] 步骤六、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0155] 对比例7

[0156] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

基础油: 燕山四线 650SN	67.13 份;
基础油: 燕山二线 150SN	10.67 份;
基础油: 150BS	8 份;
增黏剂: 乙丙共聚物 (T612)	2.5 份;
增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602)	0.7 份;
降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A)	0.5 份;
清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105)	2 份;
[0157] 清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106)	2 份;
清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B)	1 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154)	3 份;
无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161)	1.2 份;
所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202)	0.5 份;
抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203)	0.8 份;
硅氧烷改性石墨烯:	2 份;

[0158] 所述硅氧烷改性石墨烯由氧化石墨烯、聚二甲基硅氧烷和硅烷偶联剂按质量比1:1:2制备而成;

[0159] 所述硅烷偶联剂由乙烯基三乙氧基硅烷 (A-151) 和3-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷 (KH-560) 按质量比2:1组成。

[0160] 其制作方法为:

[0161] 步骤一、制备硅氧烷改性石墨烯:步骤A、按3-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷与水质量比1:5,将3-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷加入水中,分散均匀,得3-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷水溶液,备用;按乙烯基三乙氧基硅烷与无水乙醇质量比1:5,将乙烯基三乙氧基硅烷用无水乙醇溶解,得乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,备用;

[0162] 步骤B、将3-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷水溶液,用乙酸调pH3.5后,加入氧化石墨烯,于80摄氏度超声分散2h后,加入乙烯基三乙氧基硅烷醇溶液,加入聚二甲基硅氧烷,调pH为4后,于100摄氏度超声分散2h后,自然冷却至室温后,过滤,用体积浓度为45%的乙醇溶液洗涤4次后,于60摄氏度下烘干,即得硅氧烷改性石墨烯;

[0163] 步骤二、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

[0164] 步骤三、将降凝剂热至55摄氏度;

[0165] 步骤四、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

[0166] 步骤五、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

[0167] 步骤六、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入硅氧烷改性石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0168] 对比例8

[0169] 一种基于硅氧烷改性石墨烯的润滑油,按重量份包括如下组分:

基础油: 燕山四线 650SN 67.13 份;

基础油: 燕山二线 150SN 10.67 份;

基础油: 150BS 8 份;

[0170] 增黏剂: 乙丙共聚物 (T612) 2.5 份;

增黏剂: 聚甲基丙烯酸酯 (KT8602) 0.7 份;

降凝剂: 聚乙烯-富马酸酯共聚物 (T816A) 0.5 份;

清净剂: 中碱值合成磺酸钙 (T105) 2 份;

清净剂: 高碱值合成磺酸钙 (T106) 2 份;

清净剂: 硫化烷基酚钙 (T115B) 1 份;

无灰分散剂: 聚异丁烯双丁二酰亚胺 (T154) 3 份;

[0171] 无灰分散剂: 聚异丁烯多丁二酰亚胺 (T161) 1.2 份;

所述抗氧防腐剂: 硫磷丁辛基锌盐 (T202) 0.5 份;

抗氧防腐剂 硫磷双辛基碱性锌盐 (T203) 0.8 份;

氧化石墨烯: 0.5 份;

[0172] 其制作方法为:

[0173] 步骤一、按重量份称取各原料后,首先,将不同的清净剂和不同的无灰分散剂混合均匀,并预热至75摄氏度,得清净分散添加剂;

[0174] 步骤二、将降凝剂热至55摄氏度;

[0175] 步骤三、将多种抗氧防腐剂混合均匀,并预热至55摄氏度;

[0176] 步骤四、将多种增黏剂混合均匀,并预热至135摄氏度;

[0177] 步骤五、向调和罐中加入基础油,于1350转/分钟的转速的搅拌条件下加热到75摄氏度后,依次加入氧化石墨烯、预热的增黏剂、预热的降凝剂、预热的清净分散添加剂以及预热的抗氧防腐剂,然后于75摄氏度搅拌至分散均匀后,过滤,分装,即得。

[0178] 效果例1硅氧烷改性石墨烯的分散稳定性

[0179] 将实施例1和对比例1~8制得的改性石墨烯(对比例8采用氧化石墨烯)按质量比1:10分散于燕山四线650SN基础油中,超声分散均匀后,分别静置0天、2天、4天、6天、8天、10天、15天后,观察目标产物润滑油的团聚、沉淀现象;另设空白对照,仅基础油,不加任何石墨烯;结果见表1;

[0180] 外观评价标准:

[0181] 1、分散稳定,无团聚、沉淀现象;

[0182] 2、分散较稳定,有轻微的团聚、沉淀现象;

[0183] 3、分散不稳定,有明显团聚、沉淀现象;

[0184] 4、分散极不稳定,有严重的团聚、沉淀现象;

	0天	2天	4天	6天	8天	10天	15天
[0185] 实施例1	1	1	1	1	1	1	1
对比例1	1	1	2	2	3	3	4

[0186] 对比例2	1	2	2	3	4	4	4
对比例3	1	1	1	2	2	3	4
对比例4	1	1	1	2	2	3	4
对比例5	1	1	2	2	3	4	4
对比例6	1	1	2	3	4	4	4
对比例7	1	1	1	2	3	4	4
对比例8	1	4	4	4	4	4	4
空白对照	1	1	1	1	1	1	1

[0187] 由表中数据可知氧化石墨烯的改性方法不同,其分散稳定性亦不相同,且改性剂的不同、硅烷偶联剂的种类不同、以及是否采用聚硅氧烷均对改性石墨烯分散稳定性影响显著。

[0188] 效果例2储存稳定性测试:

[0189] 方法:将实施例1~3和对比例1~8制得的目标产物润滑油分别静置0天、15天、30天、60天和180、360天后,观察目标产物润滑油的分层、沉淀现象,结果见表1;

[0190] 外观评价标准:

[0191] 1、分散稳定,无团聚、分层、沉淀现象;

[0192] 2、分散较稳定,有轻微的团聚、分层、沉淀现象;

[0193] 3、分散不稳定,有明显团聚、分层、沉淀现象;

[0194] 4、分散极不稳定,有严重的团聚、分层、沉淀现象;

[0195] 表2各实施例和对比例制得的润滑油储存后团聚、分层、沉淀情况

	0 天	15 天	30 天	60 天	180 天	360 天
实施例 1	1	1	1	1	1	1
实施例 2	1	1	1	1	1	1
实施例 3	1	1	1	1	1	1
[0196] 对比例 1	1	1	1	2	3	4
对比例 2	1	1	1	2	3	4
对比例 3	1	1	1	1	2	3
对比例 4	1	1	1	1	2	3
对比例 5	1	1	1	2	3	4
对比例 6	1	1	2	2	3	4
[0197] 对比例 7	1	1	1	2	2	3
对比例 8	1	1	2	3	4	4

[0198] 由表中数据可知,由表中数据可知氧化石墨烯的改性方法不同,其分散稳定性亦不相同,且改性剂的不同、硅烷偶联剂的种类不同、以及是否采用聚硅氧烷均对由于石墨烯团聚导致的润滑油的分层、沉淀现象影响显著。

[0199] 以上所述实施方式仅为本发明的优选实施例,而并非本发明可行实施的穷举。对于本领域一般技术人员而言,在不背离本发明原理和精神的前提下对其所作出的任何显而易见的改动,都应当被认为包含在本发明的权利要求保护范围之内。