



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111635432 A  
(43)申请公布日 2020.09.08

(21)申请号 202010421686.7

(22)申请日 2020.05.18

(71)申请人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦珠南路30号

(72)发明人 陆海华 王亚辉 高卫

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 朱虹

(51)Int.Cl.

C07F 9/50(2006.01)

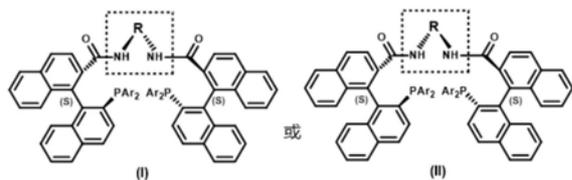
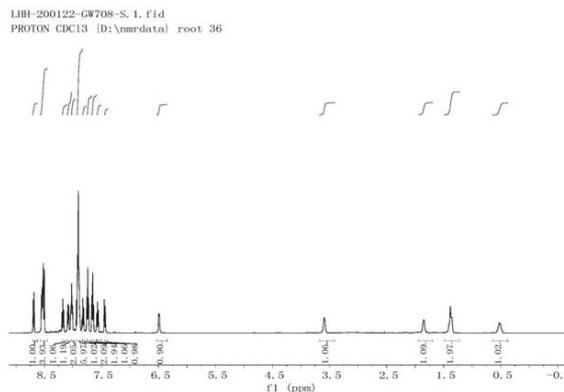
权利要求书3页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

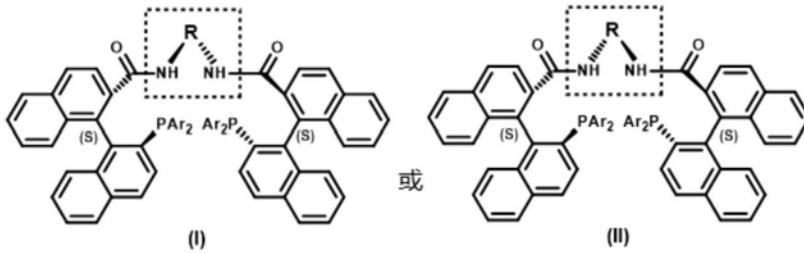
一种具有轴手性联萘骨架的Trost配体及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种新型光学纯联萘Trost配体及其制备方法,通过(S)-2'--(二芳基磷)-[1,1'-联萘]-2-羧酸与手性二胺发生缩合反应得到具有轴手性联萘骨架的Trost配体。本发明开创性的研究了新型Trost配体的制备方法,在传统的Trost配体中引入轴手性联萘骨架,同时增加了分子的刚性和立体控制能力,有效促进了手性双磷配体在不对称催化反应中的应用。

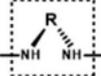


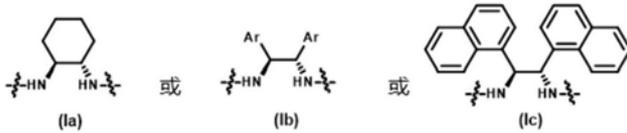
1. 一种具有轴手性联萘骨架的Troost配体,其特征在于结构如式(I)所示,其异构体如式(II)所示:

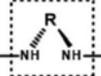


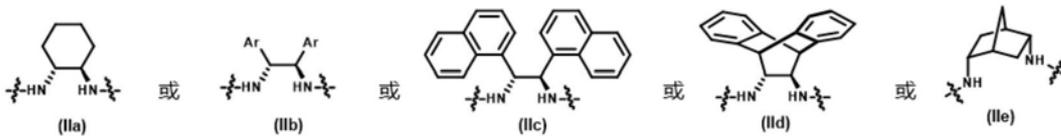
其中:

Ar<sub>2</sub>为苯基、对甲基苯基、对苯基苯基、对氟苯基、3,5-二甲基苯基或2-萘基中的一种;

 为手性二胺,具体结构如下:



 为另一种构型的手性二胺,具体结构如下:

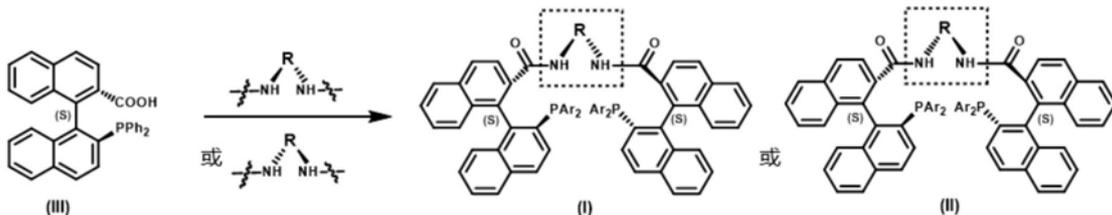


式(Ib)和(IIb)中芳基Ar是苯环或2,4,6-(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>-。

2. 一种权利要求1所述具有轴手性联萘骨架的Troost配体的制备方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 制备(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸,并将成功制备的(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸与手性二胺按摩尔比2~4:1加入反应器中,同时加入缩合剂、第一缚酸剂与第一溶剂,在20~30℃下搅拌反应10~12h,反应结束后加入第一淬灭剂,萃取后经以正己烷/乙酸乙酯进行柱层析分离,得到这类新型光学纯联萘Troost配体,式(I)所示;

具体反应式方程式如下:



3. 根据权利要求2所述具有轴手性联萘骨架的Troost配体的制备方法,其特征在于:步骤(1)中所述第一溶剂为1,2-二氯乙烷,缩合剂为2-氯-1-甲基吡啶碘化物,第一缚酸剂为N,N-二异丙基乙胺,第一淬灭剂为1M盐酸水溶液。

4. 根据权利要求2所述具有轴手性联萘骨架的Trost配体的制备方法,其特征在于:所述(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸的制备方法具体为:

(21) 缩合反应:向反应瓶中加入摩尔比为1:2~3的(S)-BINOL(1,1'-联-2-萘酚)与三氟甲磺酸酐,并加入第二缚酸剂和第二溶剂,在25℃下反应3h,反应结束后加入第二淬灭剂,萃取后经干燥、除溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第一中间体,如式(V)所示;

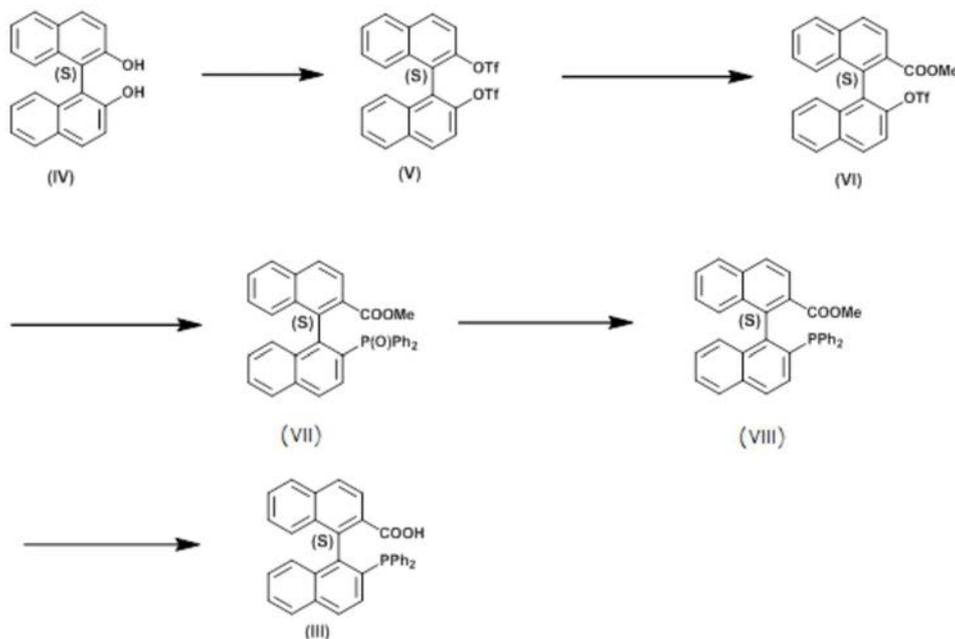
(22) 单羰基化反应:向第一中间体中加入第一复合催化剂、N,N'-二异丙基乙胺、羰基化试剂以及第三溶剂,在80~100℃下反应24h,冷却至室温,加入第三淬灭剂,萃取后除去溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第二中间体,如式(VI)所示;

(23) 膦氧化:向第二中间体中加入第二复合催化剂、N,N'-二异丙基乙胺、二苯基氧磷以及第四溶剂,在110~130℃下反应30h,冷却至室温,加入第四淬灭剂,萃取后除去溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第三中间体,如式(VII)所示;

(24) 还原反应:向第三中间体中加入第五溶剂,在0℃下加入复合还原剂三氯硅烷和N,N'-二异丙基乙胺,升温至110~120℃并反应4h,反应结束后加入第五淬灭剂,萃取后经干燥、除溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第四中间体,如式(VIII)所示;

(25) 水解反应:向第四中间体中加入水解剂和甲醇,在90~100℃下反应12h后得到最终的产物,如式(III)所示;

具体反应过程方程式如下:



5. 根据权利要求4所述具有轴手性联萘骨架的Trost配体的制备方法,其特征在于:步骤(21)中所述第二缚酸剂为吡啶,第二溶剂为甲苯,第二淬灭剂为饱和碳酸氢钠。

6. 根据权利要求4所述具有轴手性联萘骨架的Trost配体的制备方法,其特征在于:步骤(22)中所述第一复合催化剂为Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,3-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>,羰基化试剂为CO,第三溶剂为二甲基亚砜/甲醇按体积比3:2的混合溶剂,第三淬灭剂为饱和氯化铵。

7. 根据权利要求4所述具有轴手性联萘骨架的Trost配体的制备方法,其特征在于:步

骤(23)中所述第二复合催化剂为Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,4-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>,第四溶剂为二甲基亚砜,第四淬灭剂为饱和氯化铵。

8.根据权利要求4所述具有轴手性联萘骨架的Troost配体的制备方法,其特征在于:步骤(24)中所述第五溶剂为甲苯,第五淬灭剂为甲醇。

9.根据权利要求4所述具有轴手性联萘骨架的Troost配体的制备方法,其特征在于:步骤(25)中所述水解剂为氢氧化钾水溶液。

## 一种具有轴手性联萘骨架的Troost配体及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于化学制备技术领域,具体涉及一种具有轴手性联萘骨架的Troost配体及其制备方法。

### 背景技术

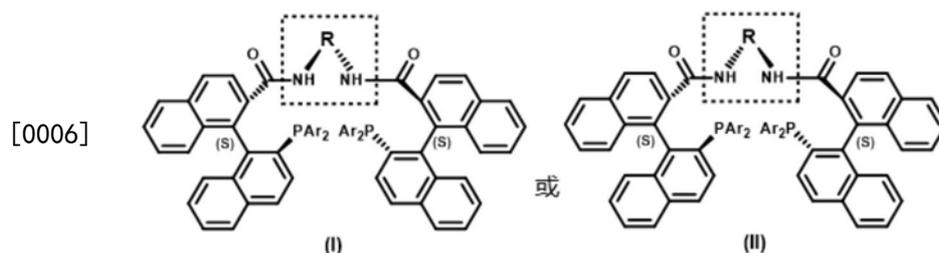
[0002] 手性是自然界中普遍存在的一种物质的不对称性。许多药物的手性与其药效与活性密切相关。而不对称催化是获得手性药物或手性化合物的一种重要的方法,主要包括有机小分子催化与金属催化。在金属催化的不对称反应研究中,手性配体是影响反应立体选择性的一个关键因素,因此设计结构简单、合成方便、催化选择性高的手性配体是不对称合成领域有机化学家们一直关注的一个课题。其中 $C_2$ 对称的手性配体因其在不对称催化反应中表现出较高的立体选择性和催化效果,得到了人们的广泛应用。在众多 $C_2$ 对称性配体中,Troost配体是一类合成方法简单,具有较好的立体选择性的N,P配体,近年来被各国科学家广泛应用于多种不对称催化反应中。但针对Troost配体中手性碳骨架的修饰与改进较为局限,还有待进一步拓展。

[0003] 另一方面,手性联芳烃化合物是一类同样具有 $C_2$ 对称轴的轴手性化合物。与一般的中心手性化合物不同,联芳烃分子绕联苯轴旋转受阻从而产生轴手性异构体,这种独特的立体结构决定了分子兼具较大的刚性结构和高的立体控制能力。因此以手性联芳烃为碳骨架衍生的一系列新颖的化合物以其优越的手性控制能力而备受关注,因此将手性联芳烃引入手性配体结构中从而开发出新型配体应用于不对称催化反应具有重要意义。

### 发明内容

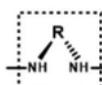
[0004] 发明目的:本发明目的在于针对现有技术的不足,提供一种具有轴手性联萘骨架的Troost配体及其制备方法。

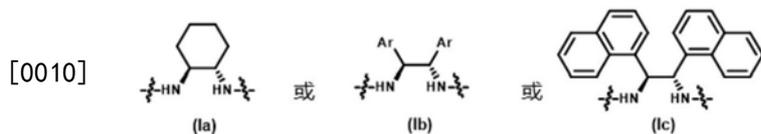
[0005] 技术方案:本发明所述的一种具有轴手性联萘骨架的Troost配体,结构如式(I)所示,其异构体如式(II)所示:

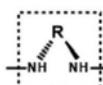


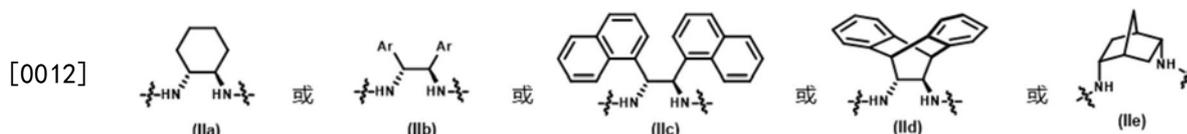
[0007] 其中:

[0008]  $Ar_2$ 为苯基、对甲基苯基、对苯基苯基、对氟苯基、3,5-二甲基苯基或2-萘基中的一种;

[0009]  为手性二胺,具体结构如下:



[0011]  为另一种构型的手性二胺, 具体结构如下:

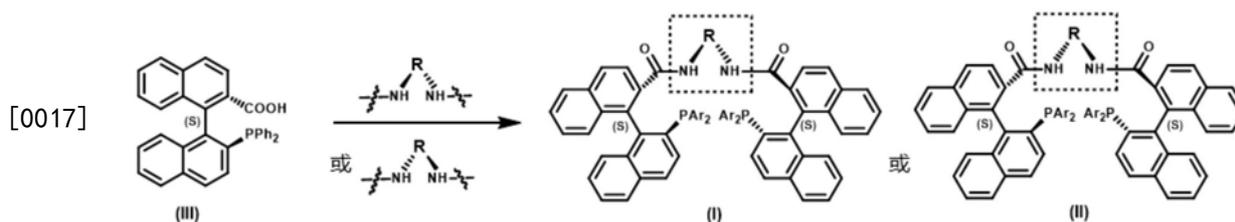


[0013] 式(Ib)和(IIb)中芳基Ar是苯环或2,4,6-(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>-。

[0014] 本发明还提供了上述具有轴手性联萘骨架的Troost配体的制备方法, 包括如下步骤:

[0015] (1) 制备(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸, 并将成功制备的(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸与手性二胺按摩尔比2~4:1加入反应器中, 同时加入缩合剂、第一缚酸剂与第一溶剂, 在20~30℃下搅拌反应10~12h, 反应结束后加入第一淬灭剂, 萃取后经以正己烷/乙酸乙酯进行柱层析分离, 得到这类新型光学纯联萘Troost配体, 式(I)所示;

[0016] 具体反应式方程式如下:



[0018] 进一步地, 步骤(1)中所述第一溶剂为1,2-二氯乙烷, 缩合剂为2-氯-1-甲基吡啶碘化物, 第一缚酸剂为N,N-二异丙基乙胺, 第一淬灭剂为1M盐酸水溶液。

[0019] 进一步地, 原料(S)-2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸的制备方法具体为:

[0020] (21) 缩合反应: 向反应瓶中加入摩尔比为1:2~3的(S)-BINOL(1,1'-联-2-萘酚)与三氟甲磺酸酐, 并加入第二缚酸剂和第二溶剂, 在25℃下反应3h, 反应结束后加入第二淬灭剂, 萃取后经干燥、除溶剂, 再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离, 得到第一中间体, 如式(V)所示;

[0021] (22) 单羰基化反应: 向第一中间体中加入第一复合催化剂、N,N'-二异丙基乙胺、羰基化试剂以及第三溶剂, 在80~100℃下反应24h, 冷却至室温, 加入第三淬灭剂, 萃取后除去溶剂, 再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离, 得到第二中间体, 如式(VI)所示;

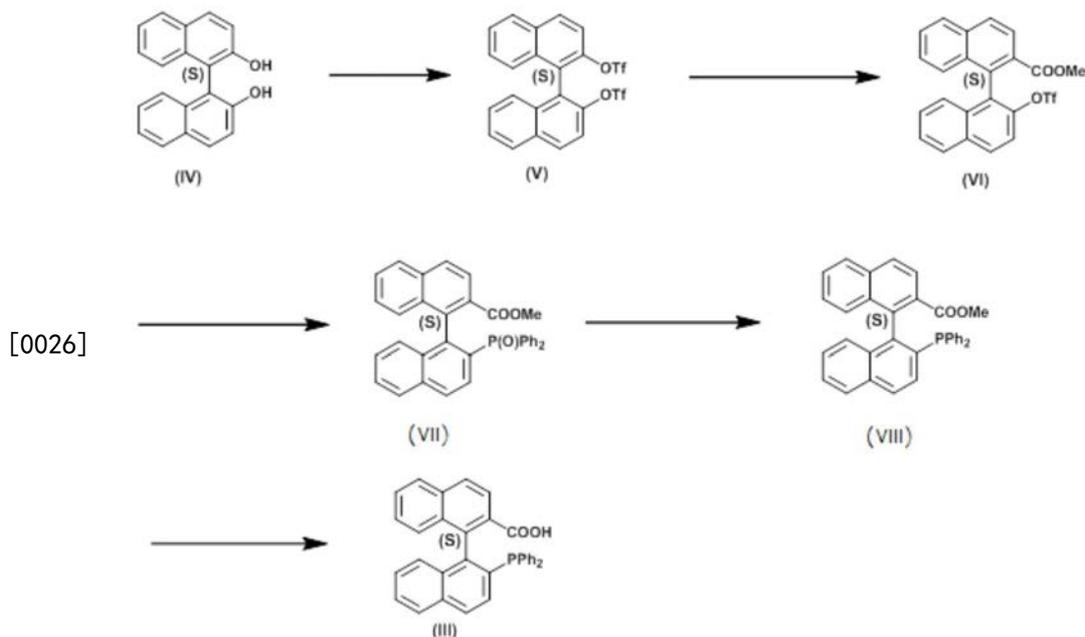
[0022] (23) 膦氧化: 向第二中间体中加入第二复合催化剂Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,4-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>、N,N'-二异丙基乙胺、二苯基氧磷以及第四溶剂, 在110~130℃下反应30h, 冷却至室温, 加入第四淬灭剂, 萃取后除去溶剂, 再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离, 得到第三中间体, 如式(VII)所示;

[0023] (24) 还原反应: 向第三中间体中加入第五溶剂, 在0℃下加入复合还原剂三氯硅烷和N,N'-二异丙基乙胺, 升温至110~120℃并反应4h, 反应结束后加入第五淬灭剂, 萃取后

经干燥、除溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第四中间体,如式(VIII)所示;

[0024] (25) 水解反应:向第四中间体中加入水解剂和甲醇,在90~100℃下反应12h后得到最终的产物,如式(III)所示;

[0025] 具体反应过程方程式如下:



[0027] 进一步地,步骤(21)中所述第二缚酸剂为吡啶,第二溶剂为甲苯,第二淬灭剂为饱和碳酸氢钠。

[0028] 进一步地,步骤(22)中所述第一复合催化剂为Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,3-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>,羰基化试剂为CO,第三溶剂为二甲基亚砜/甲醇按体积比3:2的混合溶剂,第三淬灭剂为饱和氯化铵。

[0029] 进一步地,步骤(23)中所述第二复合催化剂为Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,4-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>,第四溶剂为二甲基亚砜,第四淬灭剂为饱和氯化铵。

[0030] 进一步地,步骤(24)中所述第五溶剂为甲苯,第五淬灭剂为甲醇。

[0031] 进一步地,步骤(25)中所述水解剂为氢氧化钾水溶液。

[0032] 有益效果:(1) 本发明开创性的研究合成了S构型的2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸,并采用该S构型的2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸研究合成了具有轴手性联萘骨架的Troost配体,成功将手性联芳烃引入手性配体结构中从而开发出新型配体应用于不对称催化反应具有重要意义,丰富了这类C<sub>2</sub>对称性配体的手性碳骨架,有效促进了Troost配体在催化不对称领域的进一步发展;本发明中,通过发明人对原料特性的研究,针对性的选择加成缩合剂,缚酸剂,配合相应的溶剂,不仅保证反应过程的顺利进行,还有助于提高产物的产率和纯度。

#### 附图说明

[0033] 图1为原料式(III)结构化合物的<sup>1</sup>H NMR谱图;

- [0034] 图2为原料式(III)结构化合物的<sup>13</sup>C NMR谱图；  
[0035] 图3为原料式(III)结构化合物的<sup>31</sup>P NM谱图；  
[0036] 图4为本发明产物式(I)结构化合物的<sup>1</sup>H NMR谱图；  
[0037] 图5为本发明产物式(I)结构化合物的<sup>13</sup>C NMR谱图；  
[0038] 图6为本发明产物式(I)结构化合物的<sup>31</sup>P NM谱图；  
[0039] 图7为本发明产物式(II)结构化合物的<sup>1</sup>H NMR谱图；  
[0040] 图8为本发明产物式(II)结构化合物的<sup>13</sup>C NMR谱图；  
[0041] 图9为本发明产物式(II)结构化合物的<sup>31</sup>P NM谱图。

### 具体实施方式

[0042] 下面通过附图对本发明技术方案进行详细说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施例。

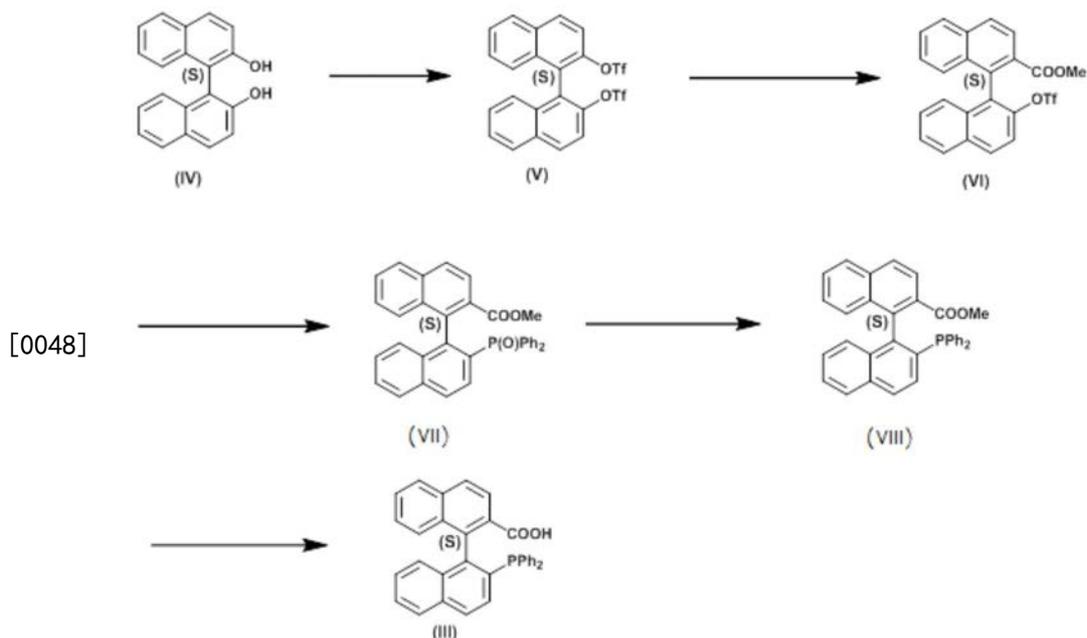
[0043] 实施例1:S构型的2'-(二芳基膦)-[1,1'-联萘]-2-羧酸的制备缩合反应:向反应瓶中加入摩尔比为1:2.5的(S)-BINOL(1,1'-联-2-萘酚)与三氟甲磺酸酐,并加入吡啶和甲苯,在25℃下反应3h,反应结束后加入饱和碳酸氢钠,萃取后经干燥、除溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第一中间体,如式(V)所示;

[0044] 单羰基化反应:向第一中间体中加入复合催化剂Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,3-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>-N,N'-二异丙基乙胺、羰基化试剂CO以及二甲基亚砜/甲醇按体积比3:2的混合溶剂,在80℃下反应24h,冷却至室温,加入饱和氯化铵,萃取后除去溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第二中间体,如式(VI)所示;

[0045] 膦氧化:向第二中间体中加入复合催化剂Pd(OAc)<sub>2</sub>/1,4-(PPh<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>-N,N'-二异丙基乙胺、二苯基氧磷以及二甲基亚砜,在120℃下反应30h,冷却至室温,加入淬灭剂饱和氯化铵,萃取后除去溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第三中间体,如式(VII)所示;

[0046] 还原反应:向第三中间体中加入溶剂甲苯,在0℃下加入复合还原剂三氯硅烷和N,N'-二异丙基乙胺,升温至110℃并反应4h,反应结束后加入淬灭剂甲醇,萃取后经干燥、除溶剂,再以正己烷和乙酸乙酯进行柱层析分离,得到第四中间体,如式(VIII)所示;水解反应:向第四中间体中加入水解剂氢氧化钾水溶液和甲醇,在100℃下反应12h后得到最终的产物,如式(III)所示;

[0047] 具体反应过程方程式如下:



[0049] 实施例1所得式 (III) 化合物的结构表征数据如下所示:

[0050]  $^1\text{H}$  NMR (600MHz, Chloroform-d):  $\delta$  8.30 (s, 1H), 7.99 (dd,  $J=8.7, 2.3\text{Hz}$ , 1H), 7.93 (d,  $J=8.2\text{Hz}$ , 1H), 7.79 (d,  $J=8.2\text{Hz}$ , 1H), 7.68-7.57 (m, 2H), 7.53 (ddd,  $J=8.1, 6.8, 1.1\text{Hz}$ , 1H), 7.47 (ddd,  $J=12.0, 8.2, 1.4\text{Hz}$ , 2H), 7.41 (ddd,  $J=8.1, 6.8, 1.1\text{Hz}$ , 1H), 7.39-7.29 (m, 4H), 7.26 (ddd,  $J=8.3, 6.8, 1.3\text{Hz}$ , 1H), 7.21 (td,  $J=7.8, 3.0\text{Hz}$ , 3H), 7.09-7.03 (m, 2H), 6.96 (td,  $J=7.7, 2.9\text{Hz}$ , 2H).

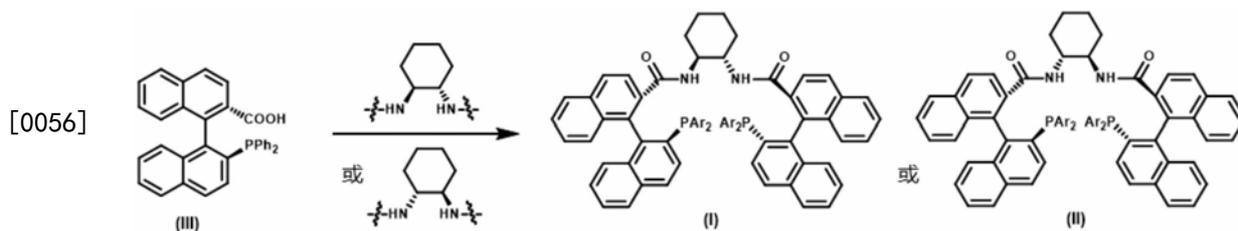
[0051]  $^{13}\text{C}$  NMR (151MHz, Chloroform-d):  $\delta$  165.94, 157.40, 141.39, 141.34, 139.54, 135.97, 134.80, 132.39, 132.11, 132.04, 131.86, 131.68, 131.67, 131.60, 131.32, 131.25, 131.23, 131.16, 130.65, 130.59, 130.16, 129.63, 129.34, 129.26, 129.18, 128.60, 128.46, 128.42, 128.39, 128.31, 127.98, 127.93, 127.85, 127.56, 126.86, 123.21.

[0052]  $^{31}\text{P}$  NMR (202MHz, Chloroform-d):  $\delta$  -14.39.

[0053] 实施例2: 具有轴手性联萘骨架的 Trost 配体的制备

[0054] 在  $0^\circ\text{C}$  及  $\text{N}_2$  保护下, 将 8mL 无水 1,2-二氯乙烷加入到 1.3g, 2.7mmol 的 (S)-2'-(二苯基膦基)-[1,1'-联萘]-2-羧酸、102mg, 0.9mmol 的 (1S,2S)-(+)-1,2-环己二胺或 (1R,2R)-(-)-1,2-环己二胺、804mg, 3.15mmol 的 2-氯-1-甲基吡啶碘化物与 1.5mL, 9mmol 的 N,N-二异丙基乙胺中, 然后将混合物在室温下搅拌过夜。随后将混合物冷却至  $0^\circ\text{C}$ , 剧烈搅拌下逐滴加入 8mL 1M 盐酸冷溶液, 后静置分层, 用分液漏斗分离出有机相, 水相用二氯甲烷 8mL 萃取两次, 合并的有机相用无水硫酸钠干燥, 再过滤、减压脱去溶剂得到粗产品, 然后通过柱层析 (洗脱液: 正戊烷: 乙酸乙酯: 二氯甲烷 = 10:1~2:1) 纯化粗产物, 得到 544mg 最终产物具有轴手性联萘骨架的 Trost 配体, 产率 58%。

[0055] 反应过程具体为:



[0057] 实施例2所得产物的结构表征数据如下所示:

[0058] 式(I)化合物

[0059]  $^1\text{H NMR}$  (500MHz, Chloroform-d):  $\delta$ 8.69 (d,  $J=8.4\text{Hz}$ , 1H), 8.60-8.47 (m, 4H), 8.18 (t,  $J=7.5\text{Hz}$ , 1H), 8.08 (dt,  $J=8.5, 2.3\text{Hz}$ , 1H), 8.02 (td,  $J=8.3, 7.7, 3.0\text{Hz}$ , 2H), 7.91 (q,  $J=9.4, 7.8\text{Hz}$ , 6H), 7.82 (t,  $J=7.3\text{Hz}$ , 1H), 7.74 (t,  $J=7.5\text{Hz}$ , 2H), 7.65 (t,  $J=7.8\text{Hz}$ , 2H), 7.57 (p,  $J=6.0\text{Hz}$ , 1H), 7.44 (d,  $J=8.5\text{Hz}$ , 1H), 6.49 (d,  $J=6.1\text{Hz}$ , 1H), 3.59 (h,  $J=9.8\text{Hz}$ , 1H), 1.97-1.72 (m, 1H), 1.51-1.25 (m, 2H), 0.52 (q,  $J=10.8\text{Hz}$ , 1H).

[0060]  $^{13}\text{C NMR}$  (126MHz, Chloroform-d):  $\delta$ 169.11, 135.13, 135.06, 134.47, 134.45, 134.07, 133.90, 133.73, 133.24, 133.20, 133.05, 132.85, 130.63, 128.93, 128.34, 128.17, 128.11, 128.06, 128.05, 127.99, 127.86, 127.76, 127.53, 126.95, 126.55, 126.52, 126.50, 126.13, 124.93, 53.14, 30.57, 24.07.

[0061]  $^{31}\text{P NMR}$  (202MHz, Chloroform-d):  $\delta$ -15.64 (t,  $J=7.4\text{Hz}$ ).

[0062] 式(II)化合物

[0063]  $^1\text{H NMR}$  (500MHz, Chloroform-d):  $\delta$ 7.88 (dd,  $J=8.7, 4.0\text{Hz}$ , 1H), 7.75 (dtd,  $J=18.0, 6.4, 5.4, 2.2\text{Hz}$ , 4H), 7.38 (ddt,  $J=10.7, 6.7, 3.2\text{Hz}$ , 2H), 7.28 (td,  $J=8.1, 2.1\text{Hz}$ , 1H), 7.19 (td,  $J=7.8, 6.9, 3.1\text{Hz}$ , 1H), 7.16-7.08 (m, 6H), 7.08-7.03 (m, 1H), 7.03-6.95 (m, 2H), 6.94-6.83 (m, 3H), 6.73 (t,  $J=7.1\text{Hz}$ , 1H), 6.06 (d,  $J=6.0\text{Hz}$ , 1H), 3.15 (q,  $J=5.8, 4.7\text{Hz}$ , 1H), 1.29-1.02 (m, 1H), 0.90-0.57 (m, 2H), 0.38 (q,  $J=11.6, 11.0\text{Hz}$ , 1H).

[0064]  $^{13}\text{C NMR}$  (126MHz, Chloroform-d):  $\delta$ 168.43, 133.97, 133.63, 133.47, 133.32, 133.29, 133.17, 130.08, 128.89, 128.39, 128.37, 128.34, 128.22, 128.17, 128.14, 128.08, 127.93, 127.81, 127.77, 127.43, 126.96, 126.81, 126.56, 126.29, 124.54, 77.34, 77.09, 76.83, 53.64, 31.14, 24.39.

[0065]  $^{31}\text{P NMR}$  (202MHz, Chloroform-d):  $\delta$ -15.63.

[0066] 通过产物的核磁共振氢谱、碳谱、磷谱,证明成功合成新型光学纯联萘Trost配体。

[0067] 式(I)化合物的比旋光度:  $[\alpha]_{\text{D}}^{20}=8.5$  ( $c=0.10, \text{MeOH}$ ).

[0068] HRMS:calculated for  $\text{C}_{19}\text{H}_{21}\text{O}_2\text{P}(\text{M}+\text{H})^+$ :1043.3817, found:1043.3899.

[0069] 式(II)化合物的比旋光度:  $[\alpha]_{\text{D}}^{20}=57.0$  ( $c=0.10, \text{MeOH}$ ).

[0070] HRMS:calculated for  $\text{C}_{19}\text{H}_{21}\text{O}_2\text{P}(\text{M}+\text{H})^+$ :1043.3817, found:1043.3899.

[0071] 以上证明成功合成新型光学纯联萘Trost配体,且产率及纯度均较高,纯度可达99.9%以上。

[0072] 本发明开创性的完成了一类新型光学纯联萘Trost配体的合成研究,首次将轴手性的联萘骨架引入Trost配体结构中,进一步丰富了Trost配体,对未来更多更复杂的膦配体的合成研究及生产研发具有指导意义。

[0073] 如上所述,尽管参照特定的优选实施例已经表示和表述了本发明,但其不得解释

为对本发明自身的限制。在不脱离所附权利要求定义的本发明的精神和范围前提下,可对其在形式上和细节上作出各种变化。

LHH-191030-GW704-1

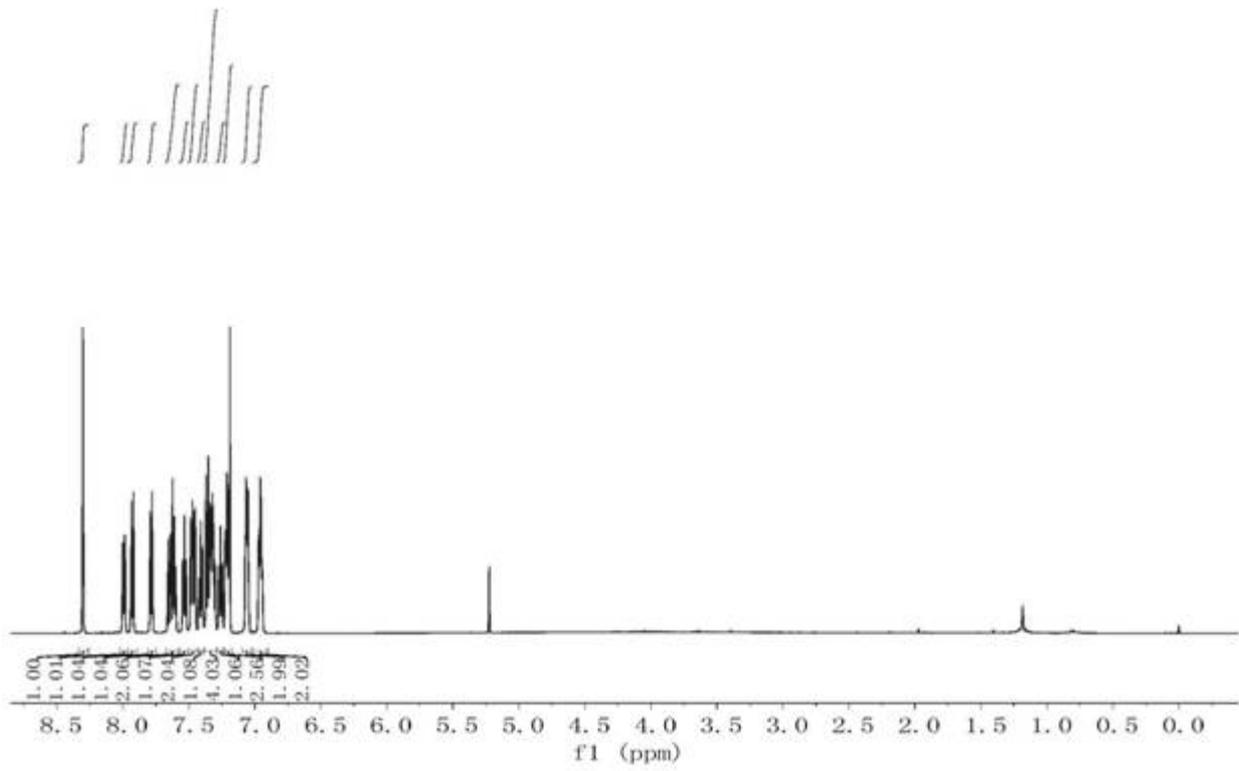


图1

LHH-191030-GW704-2

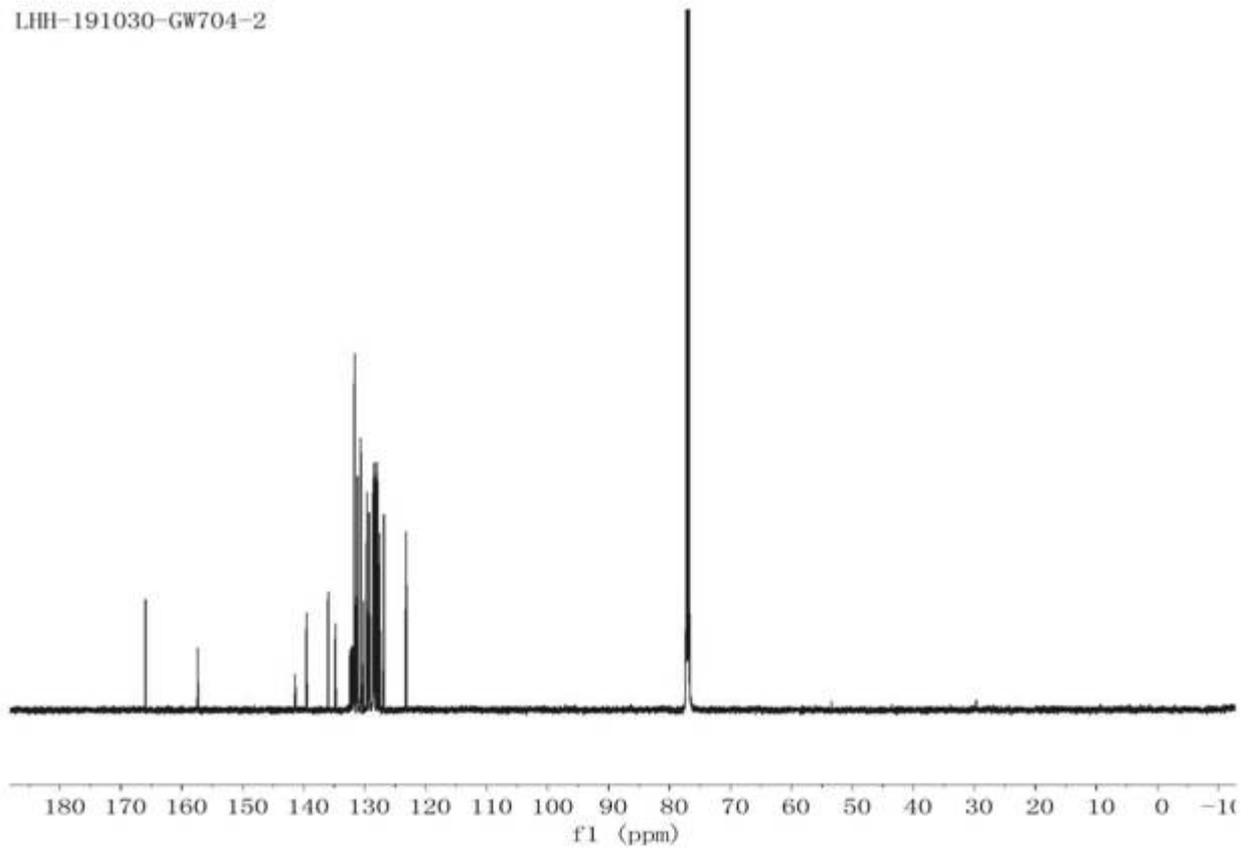


图2

LHH-191030-GW704-3

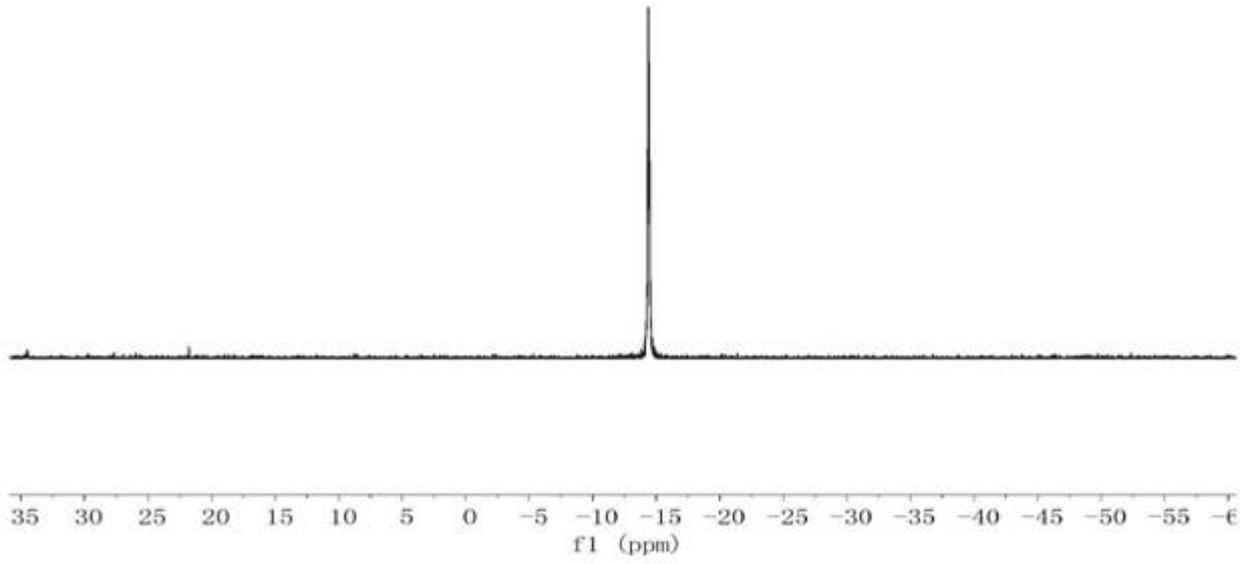


图3

LHH-200122-GW708-S. 1. fid  
PROTON CDC13 {D:\nmrdata} root 36

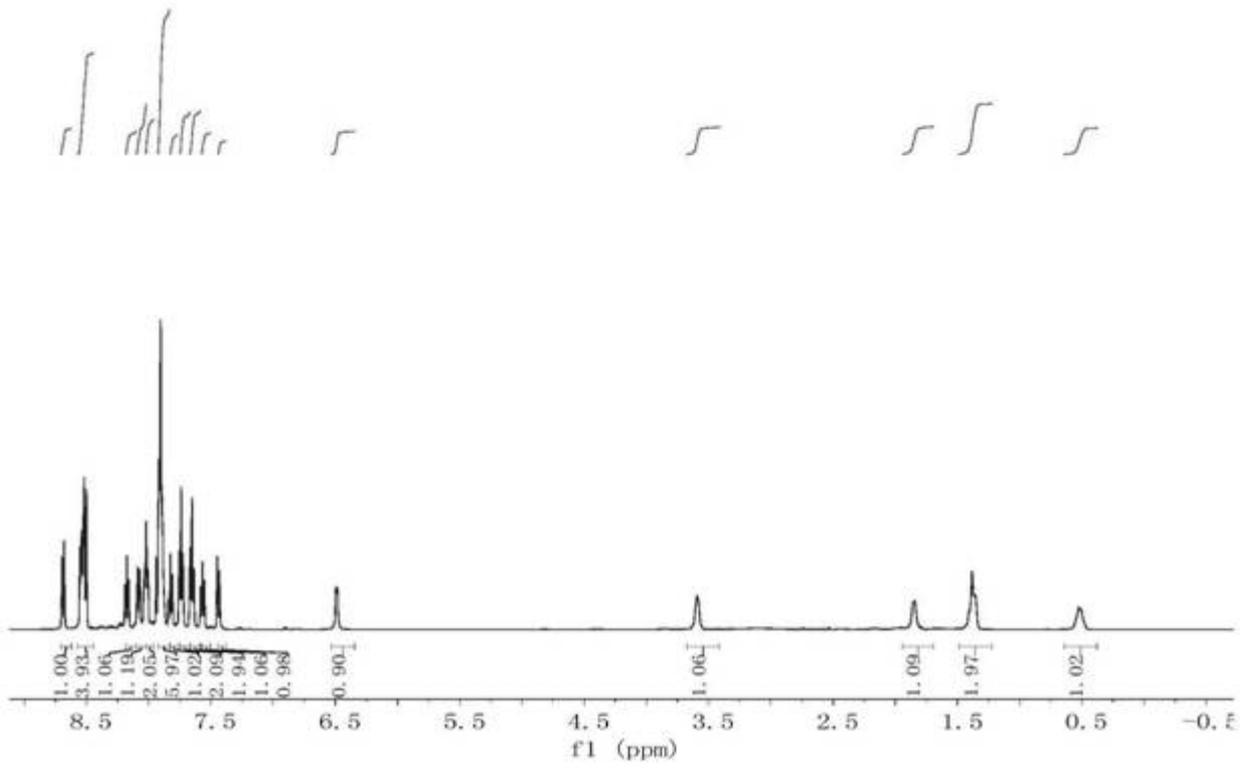


图4

LHH-200122-GW708-S, 2, fid

C13CPD CDC13 {D:\nmrdata} root 36

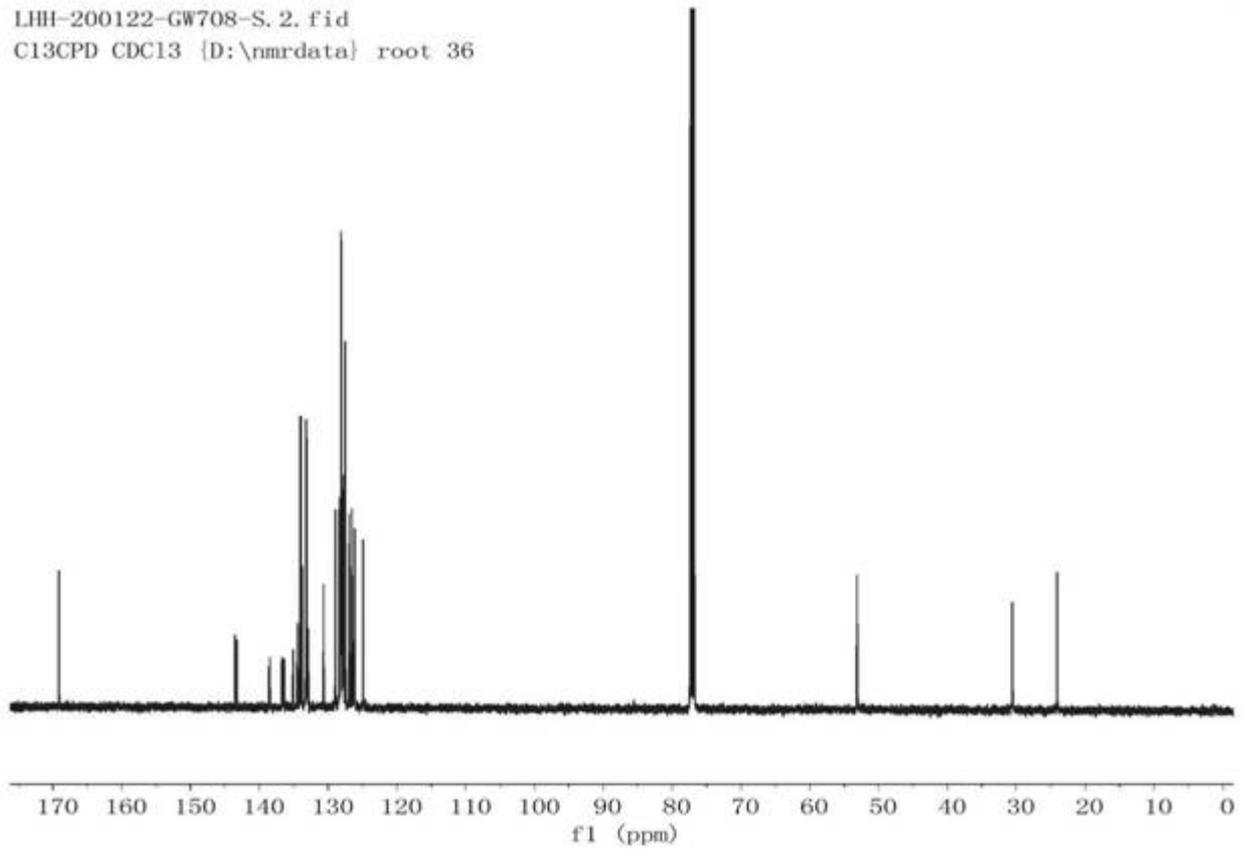


图5

LHH-191106-GW708-S

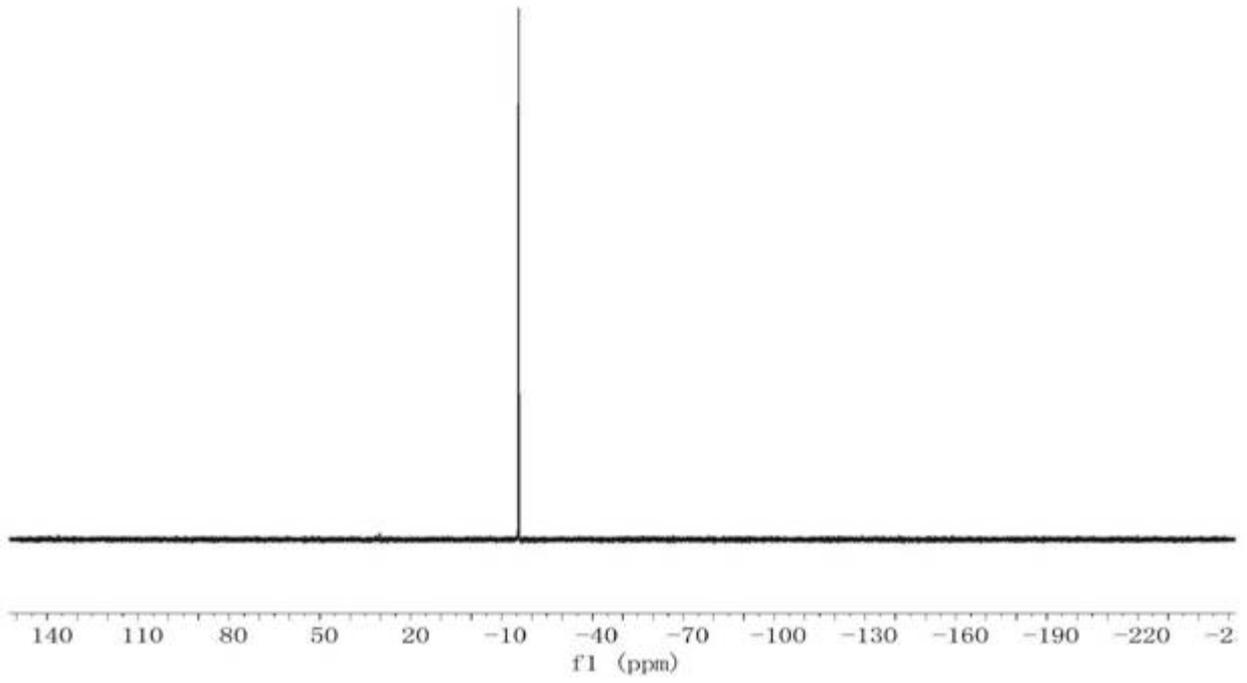


图6

LHH-200122-GW708-R, 1. fid

PROTON CDC13 {D:\nmrdata} root 35

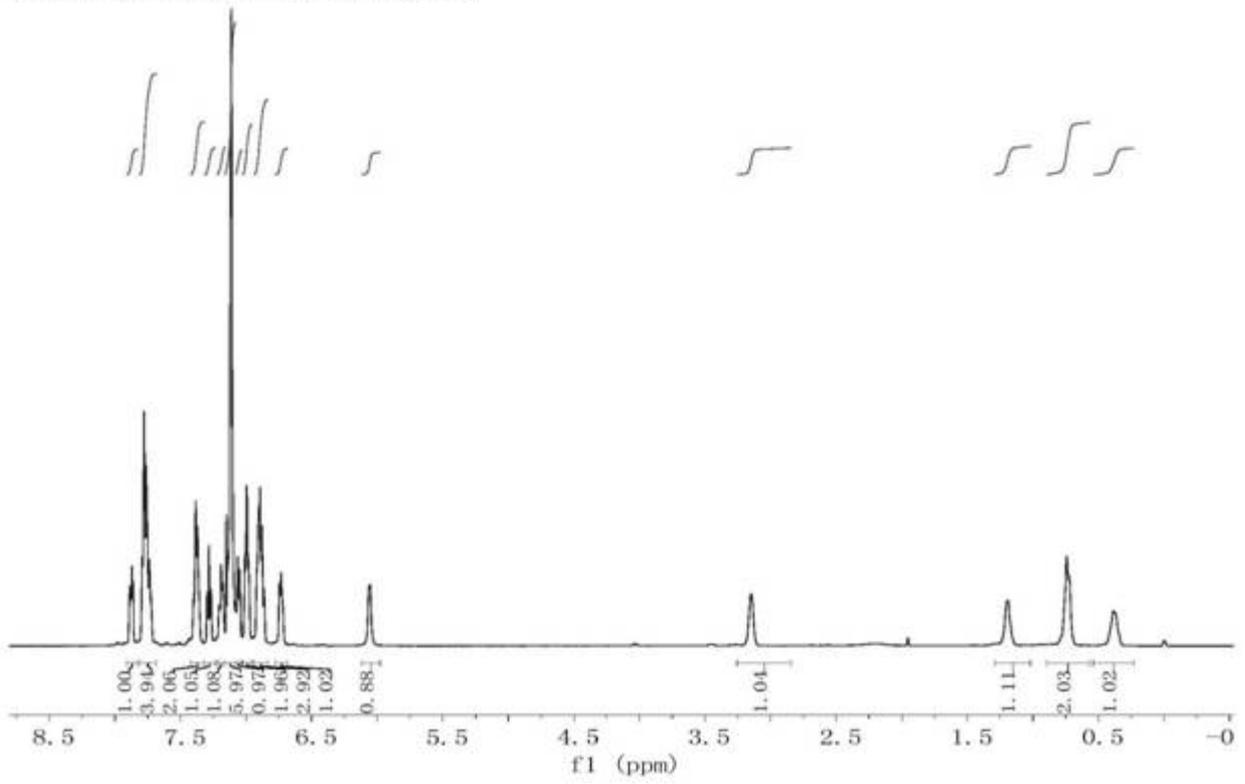


图7

LHH-200122-GW708-R. 2. fid  
C13CPD CDC13 {D:\nmrdata} root 35

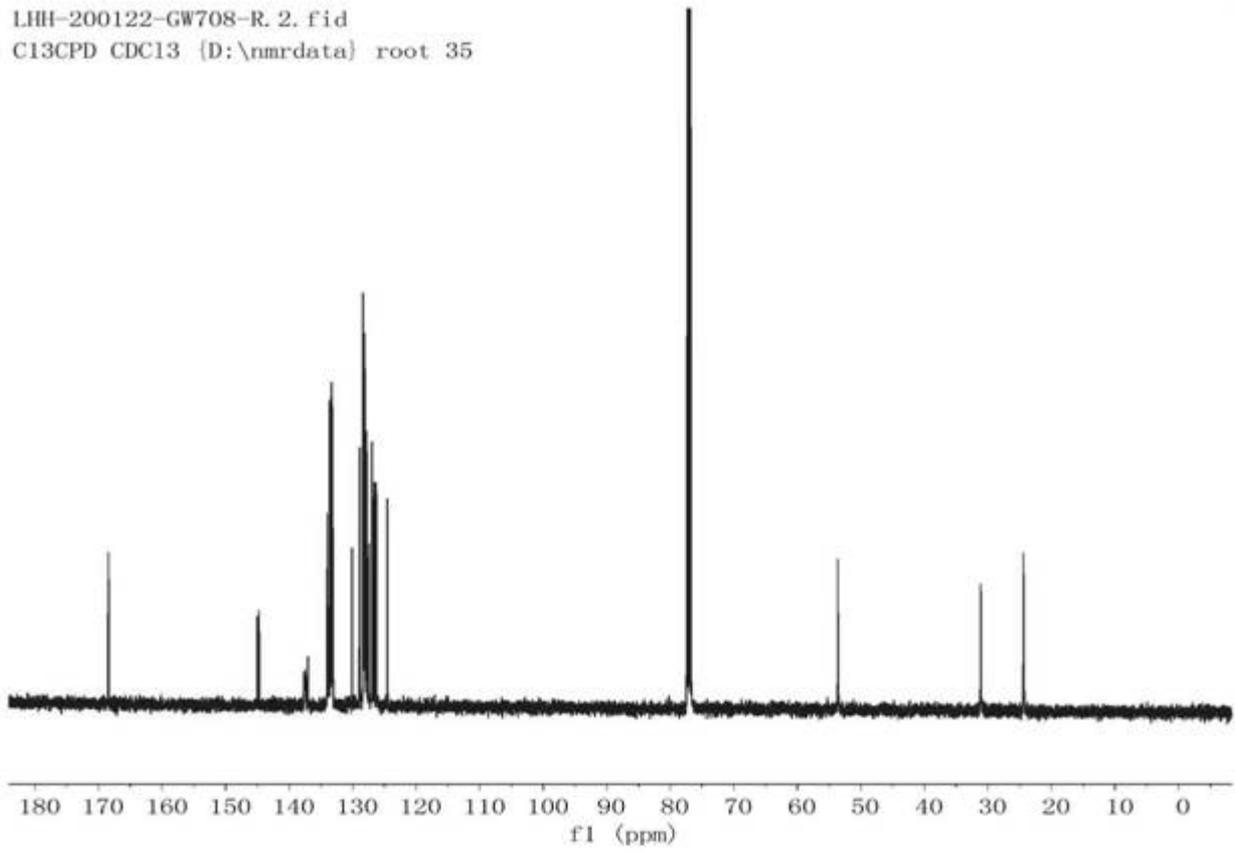


图8

LHH-191106-GW708-R

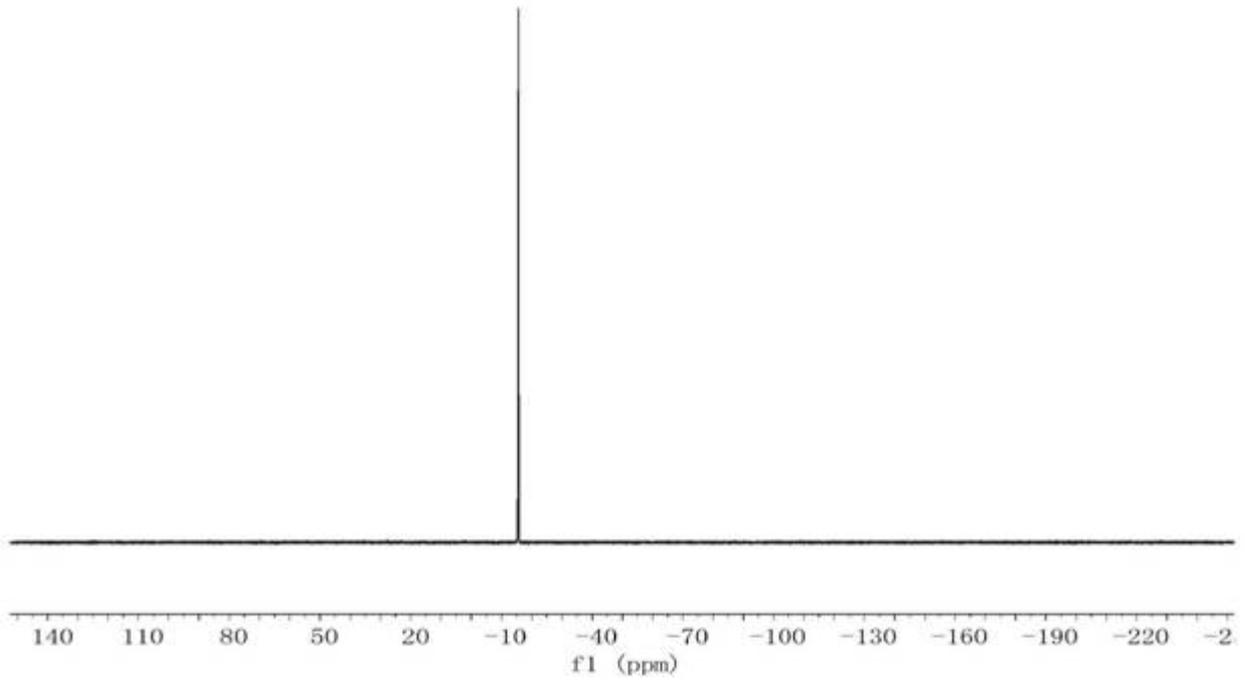


图9