



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115233243 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 25

(21) 申请号 202210734327.6

(22) 申请日 2022.06.27

(71) 申请人 台州学院

地址 318000 浙江省台州市椒江区市府大道1139号

(72) 发明人 胡丹丹 张俊琦 任红军

(74) 专利代理机构 苏州创元专利商标事务有限公司 32103

专利代理师 孙周强

(51) Int. Cl.

C25B 3/05 (2021.01)

C25B 3/09 (2021.01)

C25B 3/29 (2021.01)

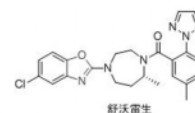
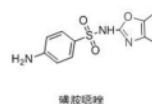
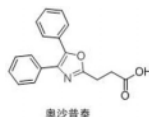
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了属于有机合成技术领域的一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,向反应器中,加入炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、电解质与腈类溶剂,通过电催化策略促进反应进行;反应完毕后,利用旋转蒸发器浓缩得到粗产物,再经硅胶柱层析分离得到目标产物。本发明具有合成方法绿色环保,方法简单及反应快速等优点。



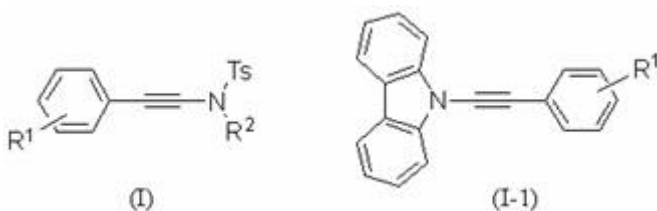
1. 一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:将炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、电解质与腈类溶剂混合后进行电催化反应,得到2,4,5-三取代噁唑衍生物。

2. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、腈类溶剂的用量比例为0.3 mmol:(0.01~0.06 mmol):(3~10 mL)。

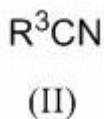
3. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,电催化反应的温度为0-40 °C,时间为0.5-4小时。

4. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,腈类溶剂为乙腈、丙腈、丁腈、异丁腈、癸腈、苯甲腈中的一种或几种。

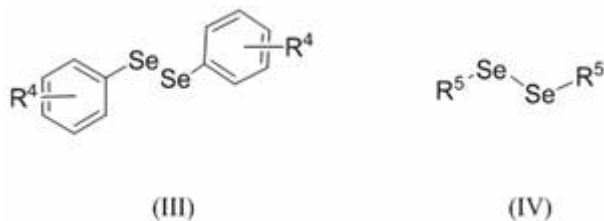
5. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,所述的炔酰胺类衍生物的结构式如式(I)或者式(I-1)所示:



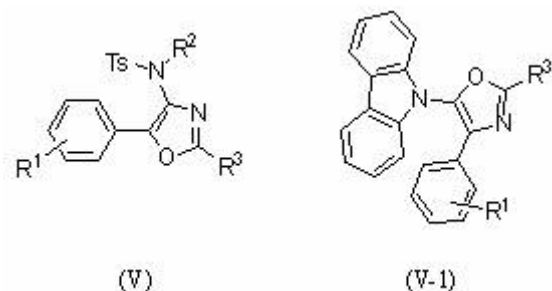
所述的腈类溶剂的结构式如式(II)所示



所述的硒醚化合物的结构式如式(III)和(IV)所示:



所述的2,4,5-三取代噁唑衍生物的结构式如式(V)或者如式(V-1)所示



在通式(I)、式(I-1)、(II)、(III)、(IV)、(V)和式(V-1)中: R^1 为H、卤素、烷氧基或者烷基; R^2 为烷基; R^3 为烷基; R^4 为氢、卤素或者卤代烷基; R^5 为取代或者未取代的萘基、卞基或烷基。

6. 根据权利要求5所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于, R^1 为H、卤素、甲氧基、叔丁基或者 $C_1\sim C_6$ 烷基; R^2 为叔丁基、环丁基、金刚烷基、环己基、正丁基或

者 C_1-C_6 烷基; R^3 为甲基、乙基或者丙基; R^4 为氢、卤素或者三氟甲基; R^5 为取代或者未取代的萘基、卞基或者 C_1-C_6 烷基。

7. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,所述电解质为四丁基四氟硼酸铵。

8. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,其特征在于,电催化反应在空气下进行。

9. 根据权利要求1所述电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法制备的2,4,5-三取代噁唑衍生物。

10. 炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、电解质与腈类溶剂的混合物在电催化反应制备2,4,5-三取代噁唑衍生物中的应用。

一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于有机合成技术领域,具体涉及一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法。

背景技术

[0002] 噁唑类化合物不仅在有机化学合成、天然药物合成领域占据着举足轻重的地位,且已在医药领域有了较为广泛的应用。例如,噁唑类药物在神经系统疾病、感染类疾病、心脑血管疾病和内分泌和代谢疾病等领域都有上市和临床药物涌现(如图1所示)。因此,如何高效绿色地合成噁唑类化合物一直是生物学、化学和药学领域关注的重点,更是有机合成领域研究的热门课题。

[0003] 在众多噁唑类化合物中,苯基噁唑因其广泛的应用,其合成一直深受广大科研工作者的青睐。经调研发现,苯基噁唑类化合物的合成方法主要包括:(1)在配体和过渡金属催化下,杂环和碘苯合成相应的苯基噁唑化合物;(2)在贵金属催化下,噁唑类衍生物与苯基炔酸反应生成相应的苯基噁唑类化合物;(3)在过渡金属催化下,噁唑类衍生物与苯基硫醚反应生成相应的苯基噁唑类化合物;(4)以过渡金属为催化剂,PAR-2Hg²⁺化合物作为卤素离子化学传感器,噁唑类衍生物与卤苯反应生成相应的苯基噁唑类。综上可知,现有合成苯基噁唑化合物方法虽然较多;但是大多数方法均需使用昂贵的金属催化和复杂的配体,甚至需用污染较大的化合物。从环境角度考虑,以上合成方法并不是一种绿色高效的合成方法。

[0004] 因此,如何利用廉价易得的试剂,发展绿色无毒,操作简单的方法,从而高转化率地获得苯基噁唑类化合物是一项极具挑战性又亟待解决的问题。

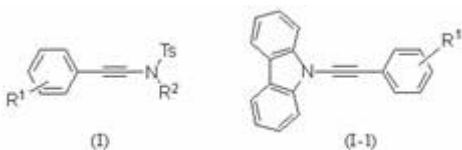
发明内容

[0005] 本发明目的在于克服现有技术的不足,提供一种绿色高效、低成本的2,4,5-三取代噁唑类化合物的合成方法,该方法在电催化下,便可以高选择性和较高产率制备获得目标产物。此外,该反应操作过程简单,无需无水无氧的繁琐操作,同时避免了使用贵重金属催化剂,便于工业化应用生产。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

一种电催化下2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法,将炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、电解质与腈类溶剂混合后进行电催化反应,得到2,4,5-三取代噁唑衍生物。

[0007] 本发明中,所述的炔酰胺类衍生物的结构式如式(I)或者式(I-1)所示:

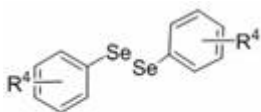


所述的腈类溶剂的结构式如式(II)所示

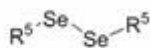


(II)

所述的硒醚化合物的结构式如式(III)和(IV)所示:

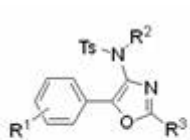


(III)

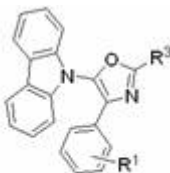


(IV)

所述的2,4,5-三取代噁唑衍生物的结构式如式(V)或者如式(V-1)所示

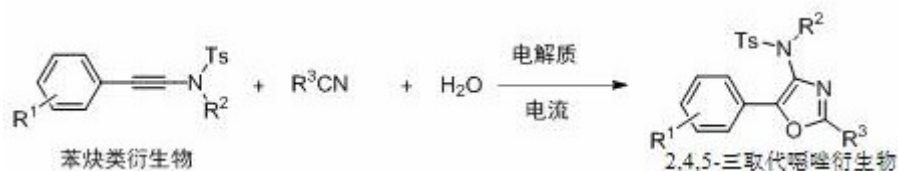


(V)



(V-1)

反应示意如下:



本发明中, R^1 为H、卤素、烷氧基或烷基; R^2 为烷基; R^3 为烷基; R^4 为氢、卤素或者卤代烷基; R^5 为取代或者未取代的萘基、卞基或烷基。

[0008] 作为优选, R^1 为H、卤素、甲氧基、叔丁基、 $C_1 \sim C_6$ 烷基。

[0009] 作为优选, R^2 为叔丁基、环丁基、金刚烷基、环己基、正丁基、 $C_1 \sim C_6$ 烷基。

[0010] 作为优选, R^3 为甲基、乙基、丙基等烷基。

[0011] 作为优选, R^4 为氢、卤素、三氟甲基等。

[0012] 作为优选, R^5 为取代或者未取代的萘基、卞基、 $C_1 \sim C_6$ 烷基。

[0013] 本发明中,所述的反应的时间为0.5~4小时,优选的,时间为1小时。

[0014] 本发明中,所述的一定温度为0-40 °C,优选的,温度为室温。

[0015] 本发明中,电解质为四丁基四氟硼酸铵。

[0016] 本发明中,炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、腈类溶剂、电解质的用量比例为0.3 mmol:(0.01~0.06 mmol):(3~10 mL):(0.1~0.5 mmol),优选的,炔酰胺类衍生物、硒醚化合物、腈类溶剂、电解质的用量比例为0.3 mmol:0.03 mmol:6 mL:0.3 mmol。基于现有研究背景及结合绿色化学生产要求,本发明开创了电催化下高效合成苯基噁唑类衍生物的制

备方法,该方法无需使用金属催化剂和碱,反应条件温和绿色且可放大至克级规模。

[0017] 本发明中,所述的有机溶剂既作溶剂,又作反应物。所用腈类为乙腈、丙腈、丁腈、异丁腈、癸腈和苯甲腈等腈类化合物中的任意一种,优选的,溶剂为乙腈,此时,各种原料都能以较高的转化率转化成产物。

[0018] 同现有技术相比,本发明的有益效果体现在:该反应克服现有技术的不足,提供一种绿色高效、低成本的2,4,5-三取代噁唑类化合物的合成方法,从而避免了昂贵过渡金属盐的使用。此外,该反应无需借助任何金属催化剂和碱,操作过程简单,无需无水无氧的繁琐操作,在空气氛围下便可以高选择性和较高产率制备获得目标产物,为此类化合物的工业化合成应用提供了可能。

附图说明

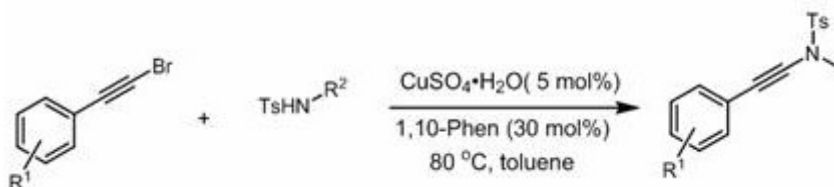
- [0019] 图1为现有噁唑类药物结构示意图;
图2为三叉反应瓶结构示意图;
图3为实施例得到的产物的核磁共振氢谱;
图4为实施例得到的产物的核磁共振碳谱。

具体实施方式

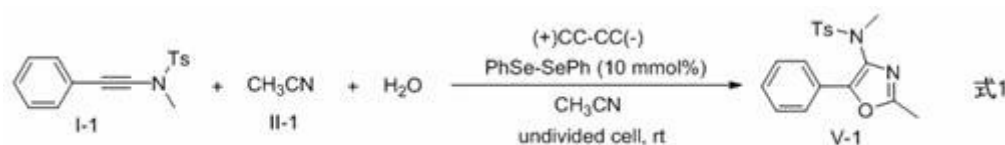
[0020] 本发明向三叉反应瓶(如图2所示)中加入式(I)所示的炔胺类化合物、式(IV)或(III)所示的硒醚、式(II)所示的腈类溶剂以及电解质,将反应瓶置于一定温度、空气气氛条件下搅拌反应。经TLC或GC监测反应进程,至原料反应完全,经后处理得到2,4,5-三取代噁唑类化合物(V)。可选用的后处理过程包括:过滤,硅胶拌样,最后经过柱层析纯化得到相应的2,4,5-三取代噁唑类化合物,采用柱层析纯化为本领域常用的技术手段;产率为分离产率。

[0021] 以下结合具体实施例,对本发明进行进一步详细的描述,但本发明并不局限于此。下述实施例中所述实验方法,如无特殊说明,均为常规方法;所述试剂和原料,如无特殊说明,均可以从商业途径获得和/或根据已知的方法制备获得。反应所用的水来自溶剂,实施例的溶剂乙腈品牌为GENERAL-REAGENT,G80988B,直接使用。

[0022] 本发明的炔酰胺衍生物可以很方便的通过相应的商品化的芳基乙炔溴化合物和N-烷基对甲苯磺酰胺通过偶联的方法高效地制备,方程式如下:



实施例1



注:水无需另加,仅需溶剂中微量的水即可

向三叉反应瓶中加入式1所示的炔酰胺I-1(0.3 mmol)、二苯二硒醚(10 mol%),电

解质(四丁基四氟硼酸铵,0.3 mmol)和乙腈II-1(6.0 mL)。向反应管中插入碳布电极,通电(10 mA)并在空气气氛下室温常规搅拌1 h,反应结束后,用旋转蒸发仪旋干溶剂,随后向反应体系中加入10 mL乙酸乙酯萃取,有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后,用无水硫酸钠干燥,过滤并减压浓缩除去溶剂,将残余物经柱层析分离,洗脱溶剂为:乙酸乙酯/石油醚,得到产物V-1(81%的产率),核磁谱图参见图3以及图4:¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ 7.95 - 7.93 (m, 2H), 7.77 (d, *J* = 8.4 Hz, 2H), 7.44 (t, *J* = 7.6 Hz, 2H), 7.32 (d, *J* = 7.9 Hz, 3H), 3.10 (s, 3H), 2.44 (d, *J* = 2.5 Hz, 6H).¹³C NMR (101 MHz, CDCl₃) δ 158.44, 145.58, 144.07, 134.55, 133.39, 129.61, 128.81, 128.72, 128.70, 127.22, 125.21, 37.25, 21.74, 14.38.

实施例2

将二苯二硒醚的用量提升至20 mol%,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为83%。

[0023] 实施例3

将反应时间延长至2小时,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为76%。

[0024] 实施例4

将阴阳两极的碳布电极(CC)均换为铂片电极,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为73%。

[0025] 实施例5

将乙腈用量降低为10当量(约为0.093 mL),并以DCM(6 mL)作溶剂,其余条件同实施例1,得不到目标产物I-1。

[0026] 实施例6

将电流降低至3 mA,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为46%。

[0027] 实施例7

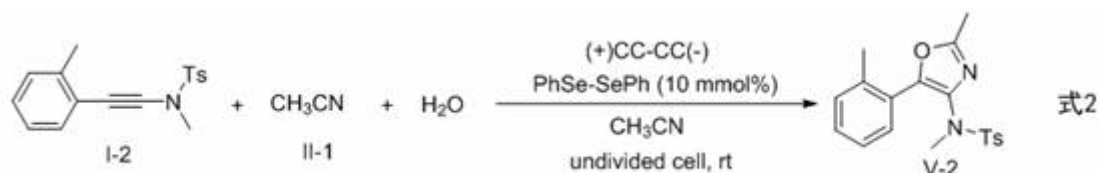
向反应体系加入0.3 mmol六氟异丙醇作添加剂,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为72%。

[0028] 实施例8

将二苯二硒醚换为3-氟二苯基二硒醚,其余条件同实施例1,得到目标产物I-1的收率为68%。

[0029] 由上述实施例1-8可以看出,最佳的催化剂为实施例1的反应条件,即电极为碳布-碳布(CC),电流为10mA,催化剂为二苯基二硒醚,反应时间为1小时,温度为室温。进一步选择不同取代的炔酰胺和腈衍生物为底物发展高效的2,4,5-三取代噁唑衍生物的制备方法。

[0030] 实施例9

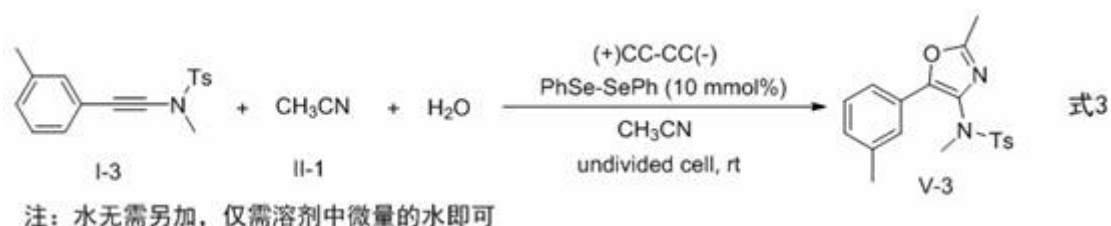


向三叉反应瓶中加入式2所示的炔酰胺I-2(0.3 mmol)、二苯二硒醚(10 mol%),电解质(四丁基四氟硼酸铵,0.3 mmol)和乙腈II-1(6.0 mL)。向反应管中插入电极,通电(10

mA)并在空气气氛下室温搅拌1h,反应结束后,用旋转蒸发器旋干溶剂,随后向反应体系中加入10 mL乙酸乙酯萃取,有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后,用无水硫酸钠干燥,过滤并减压浓缩除去溶剂,将残余物经柱层析分离,洗脱溶剂为:乙酸乙酯/石油醚,得到产物V-2(68%的产率)。

[0031] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.65 (d, $J = 8.3$ Hz, 2H), 7.55 - 7.53 (m, 1H), 7.33 - 7.29 (m, 1H), 7.26 - 7.24 (m, 4H), 3.08 (s, 3H), 2.45 (s, 3H), 2.41 (s, 3H), 2.36 (s, 3H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 159.08, 146.12, 143.85, 137.19, 134.73, 134.53, 130.75, 129.80, 129.52, 128.39, 126.75, 125.95, 37.13, 21.72, 20.68, 14.46.

实施例10



向三叉反应瓶中加入式3所示的炔酰胺I-3(0.3 mmol)、二苯二硒醚(10 mol%),电解质(四丁基四氟硼酸铵,0.3 mmol)和乙腈II-1(6.0 mL)。向反应管中插入电极,通电(10 mA)并在空气气氛下搅拌1h,反应结束后,用旋转蒸发器旋干溶剂,随后向反应体系中加入10 mL乙酸乙酯萃取,有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后,用无水硫酸钠干燥,过滤并减压浓缩除去溶剂,将残余物经柱层析分离,洗脱溶剂为:乙酸乙酯/石油醚,得到产物V-3(72%的产率)。

[0032] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.76 (dd, $J = 8.5, 1.9$ Hz, 3H), 7.69 (s, 1H), 7.33 (t, $J = 7.6$ Hz, 3H), 7.15 (d, $J = 7.6$ Hz, 1H), 3.09 (s, 3H), 2.44 (d, $J = 2.4$ Hz, 6H), 2.40 (s, 3H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 158.36, 145.72, 144.04, 138.40, 134.63, 133.23, 129.62, 129.58, 128.78, 128.68, 127.11, 125.71, 122.48, 37.25, 21.77, 21.72, 14.42.

实施例11

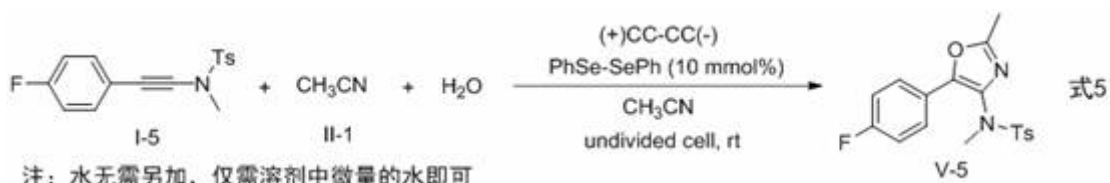


向三叉反应瓶中加入式4所示的炔酰胺I-4(0.3 mmol)、二苯二硒醚(10 mol%),电解质(四丁基四氟硼酸铵,0.3 mmol)和乙腈II-1(6.0 mL)。向反应管中插入电极,通电(10 mA)并在空气气氛下搅拌1h,反应结束后,用旋转蒸发器旋干溶剂,随后向反应体系中加入10 mL乙酸乙酯萃取,有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后,用无水硫酸钠干燥,过滤并减压浓缩除去溶剂,将残余物经柱层析分离,洗脱溶剂为:乙酸乙酯/石油醚,得到产物V-4(77%的产率)。

[0033] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.81 (d, $J = 8.7$ Hz, 2H), 7.73 (d, $J = 8.1$ Hz, 2H), 7.56 (d, $J = 8.6$ Hz, 2H), 7.32 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 3.08 (s, 3H),

2.44 (d, $J = 2.9$ Hz, 6H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 158.73, 144.71, 144.24, 134.27, 133.89, 132.01, 129.66, 128.69, 126.73, 126.19, 122.78, 37.22, 21.78, 14.40.

实施例12

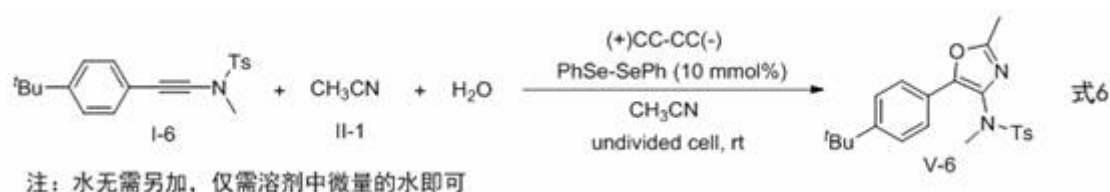


向三叉反应瓶中加入式5所示的炔酰胺I-5 (0.3 mmol)、二苯二硒醚 (10 mol%)、电解质 (四丁基四氟硼酸铵, 0.3 mmol) 和乙腈II-1 (6.0 mL)。向反应管中插入电极, 通电 (10 mA) 并在空气气氛下搅拌1h, 反应结束后, 用旋转蒸发器旋干溶剂, 随后向反应体系中加入 10 mL 乙酸乙酯萃取, 有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后, 用无水硫酸钠干燥, 过滤并减压浓缩除去溶剂, 将残余物经柱层析分离, 洗脱溶剂为: 乙酸乙酯/石油醚, 得到产物V-5 (69%的产率)。

[0034] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.94 (ddd, $J = 8.3, 5.2, 2.6$ Hz, 2H), 7.75 - 7.73 (m, 2H), 7.33 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 7.14 (td, $J = 8.9, 2.6$ Hz, 2H), 3.09 (d, $J = 2.7$ Hz, 3H), 2.44 (d, $J = 2.9$ Hz, 6H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 162.82 (d, $J = 249.2$ Hz), 158.38, 144.91, 144.20, 134.36, 133.06, 129.66, 128.72, 127.29 (d, $J = 8.4$ Hz), 123.59 (d, $J = 3.5$ Hz), 115.95 (d, $J = 21.9$ Hz), 37.26, 21.76, 14.35.

^{19}F NMR (377 MHz, CDCl_3) δ -111.80.

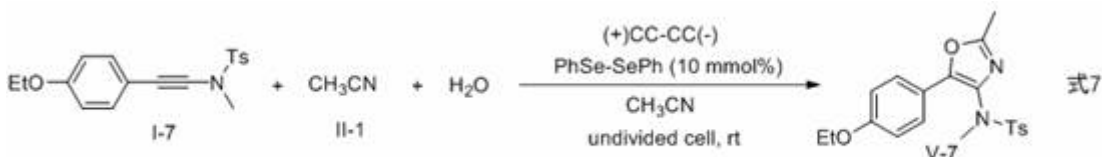
实施例13



向三叉反应瓶中加入式6所示的炔酰胺I-6 (0.3 mmol)、二苯二硒醚 (10 mol%)、电解质 (四丁基四氟硼酸铵, 0.3 mmol) 和乙腈II-1 (6.0 mL)。向反应管中插入电极, 通电 (10 mA) 并在空气气氛下搅拌1h, 反应结束后, 用旋转蒸发器旋干溶剂, 随后向反应体系中加入 10 mL 乙酸乙酯萃取, 有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后, 用无水硫酸钠干燥, 过滤并减压浓缩除去溶剂, 将残余物经柱层析分离, 洗脱溶剂为: 乙酸乙酯/石油醚, 得到产物V-6 (74%的产率)。

[0035] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 7.87 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H), 7.77 (d, $J = 8.2$ Hz, 2H), 7.46 (d, $J = 8.5$ Hz, 2H), 7.32 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 3.09 (s, 3H), 2.44 (s, 6H), 1.34 (s, 9H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 158.17, 151.88, 145.86, 144.04, 134.62, 132.79, 129.64, 128.73, 125.81, 124.96, 124.41, 37.29, 34.88, 31.34, 21.79, 14.43.

实施例14



注：水无需另加，仅需溶剂中微量的水即可

向三叉反应瓶中加入式7所示的炔酰胺I-7 (0.3 mmol)、二苯二硒醚 (10 mol%)、电解质 (四丁基四氟硼酸铵, 0.3 mmol) 和乙腈II-1 (6.0 mL)。向反应管中插入电极, 通电 (10 mA) 并在空气气氛下搅拌1h, 反应结束后, 用旋转蒸发器旋干溶剂, 随后向反应体系中加入 10 mL 乙酸乙酯萃取, 有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后, 用无水硫酸钠干燥, 过滤并减压浓缩除去溶剂, 将残余物经柱层析分离, 洗脱溶剂为: 乙酸乙酯/石油醚, 得到产物V-7 (75%的产率)。

[0036] $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 7.88 - 7.84 (m, 2H), 7.76 (d, $J = 8.3$ Hz, 2H), 7.31 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 6.97 - 6.93 (m, 2H), 4.07 (q, $J = 7.0$ Hz, 2H), 3.08 (s, 3H), 2.43 (s, 3H), 2.41 (s, 3H). $^{13}\text{C NMR}$ (101 MHz, CDCl_3) δ 159.23, 157.62, 145.71, 143.94, 134.48, 131.66, 129.52, 128.62, 126.72, 119.75, 114.68, 63.52, 37.20, 21.67, 14.83, 14.27.

实施例15

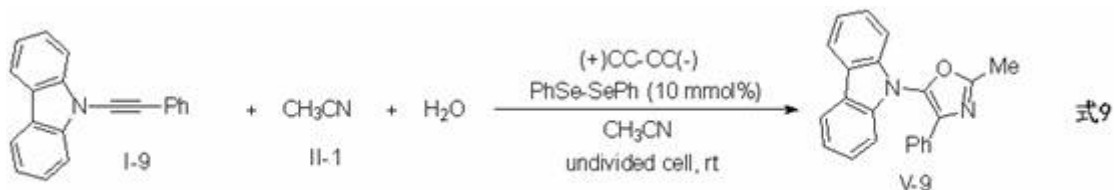


注：水无需另加，仅需溶剂中微量的水即可

向三叉反应瓶中加入式8所示的炔酰胺I-8 (0.3 mmol)、二苯二硒醚 (10 mol%)、电解质 (四丁基四氟硼酸铵, 0.3 mmol) 和乙腈II-1 (6.0 mL)。向反应管中插入电极, 通电 (10 mA) 并在空气气氛下搅拌1h, 反应结束后, 用旋转蒸发器旋干溶剂, 随后向反应体系中加入 10 mL 乙酸乙酯萃取, 有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后, 用无水硫酸钠干燥, 过滤并减压浓缩除去溶剂, 将残余物经柱层析分离, 洗脱溶剂为: 乙酸乙酯/石油醚, 得到产物V-8 (57%的产率)。

[0037] $^1\text{H NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 7.89 (d, $J = 7.3$ Hz, 2H), 7.42 (t, $J = 7.5$ Hz, 2H), 7.33 (t, $J = 7.4$ Hz, 1H), 3.25 (s, 3H), 3.13 (s, 3H), 2.50 (s, 3H). $^{13}\text{C NMR}$ (101 MHz, CDCl_3) δ 158.87, 145.45, 133.19, 128.93, 128.90, 126.97, 125.19, 37.96, 37.01, 14.47.

实施例16



注：水无需另加，仅需溶剂中微量的水即可

向三叉反应瓶中加入式9所示的炔酰胺I-9 (0.3 mmol)、二苯二硒醚 (10 mol%)、电

解质(四丁基四氟硼酸铵,0.3 mmol)和乙腈II-1(6.0 mL)。向反应管中插入电极,通电(10 mA)并在空气气氛下搅拌1h,反应结束后,用旋转蒸发器旋干溶剂,随后向反应体系中加入10 mL乙酸乙酯萃取,有机相用饱和氯化钠溶液洗涤后,用无水硫酸钠干燥,过滤并减压浓缩除去溶剂,将残余物经柱层析分离,洗脱溶剂为:乙酸乙酯/石油醚,得到产物V-9(71%的产率)。

[0038] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 8.11 (dd, $J = 7.1, 0.6$ Hz, 2H), 7.35 (ddd, $J = 8.3, 7.2, 1.3$ Hz, 2H), 7.30 - 7.23 (m, 4H), 7.22 - 7.16 (m, 5H), 2.62 (s, 3H). ^{13}C NMR (101 MHz, CDCl_3) δ 159.86, 143.92, 140.16, 129.95, 128.88, 128.50, 127.00, 126.33, 124.75, 124.23, 120.74, 120.45, 110.95, 14.59.

本发明目的在于克服现有技术的不足,提供一种绿色高效、低成本的多取代噁唑类化合物的合成方法,该方法在电催化下,便可以高选择性和较高产率制备获得目标产物。此外,该反应操作过程简单,无需无水无氧的繁琐操作,同时避免了使用贵重金属催化剂,便于工业化应用生产。以上所述实施例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。

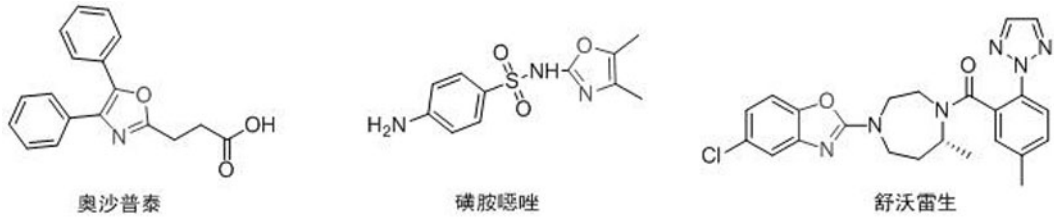


图1



图2

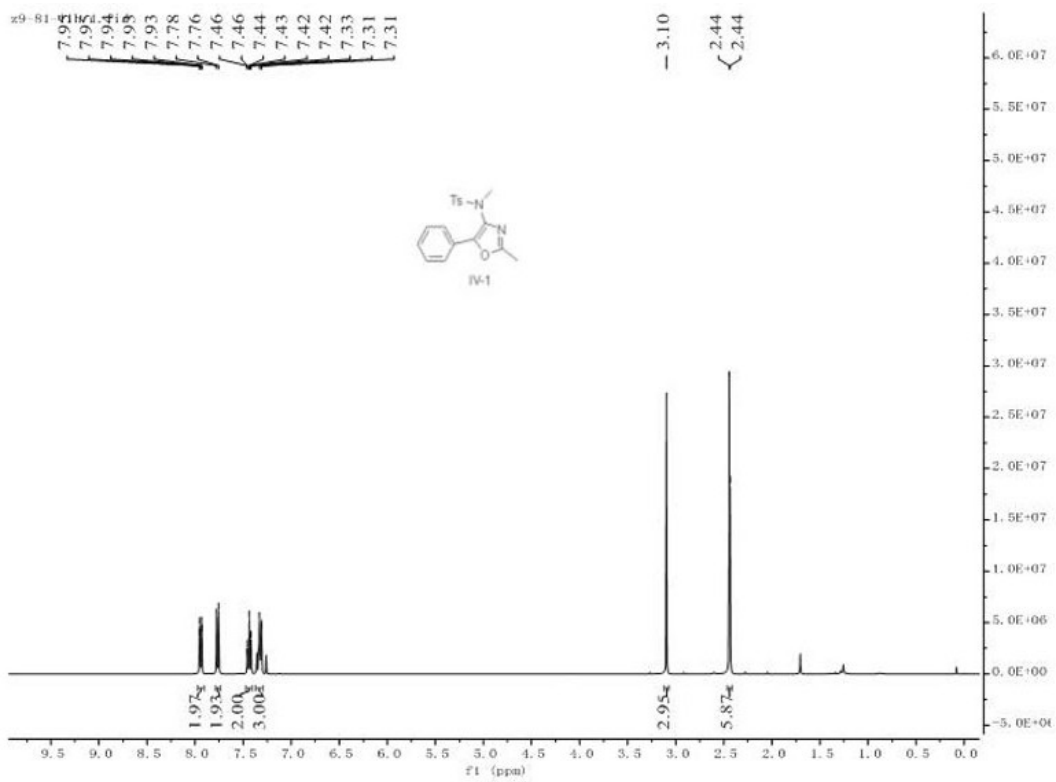


图3

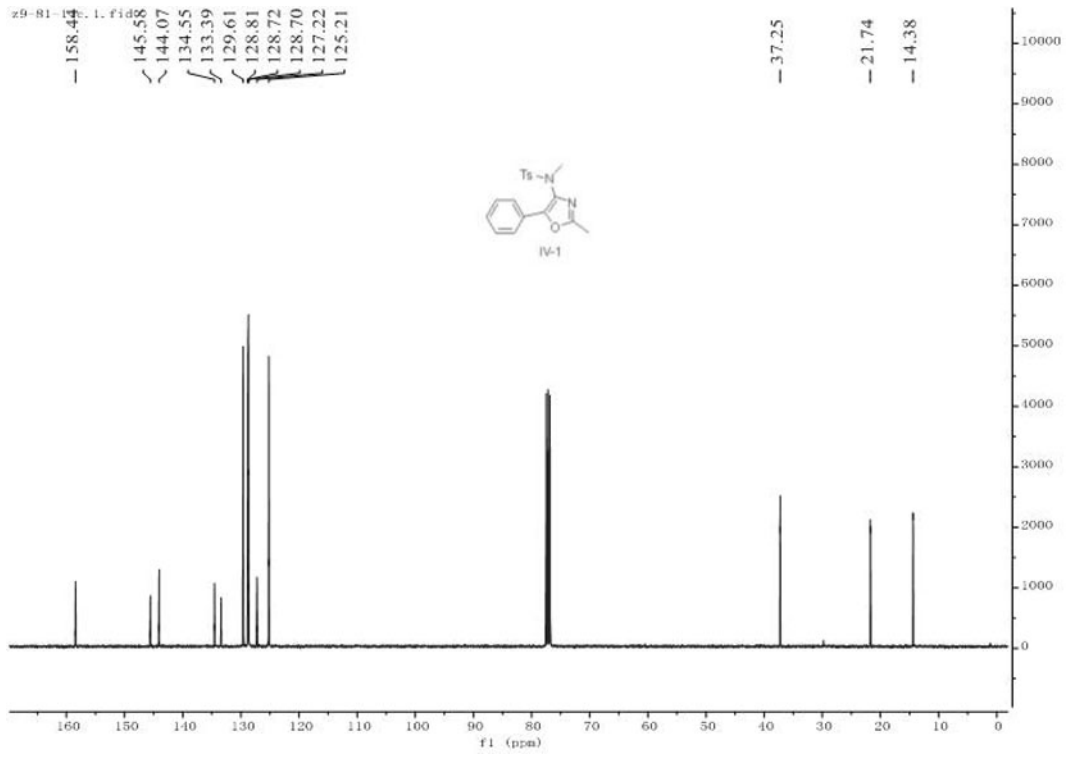


图4