

技术领域

本发明属于消毒剂技术领域，尤其涉及一种呋喃基双长链季铵盐化合物、制备方法及其作为消毒剂的应用。

背景技术

为加强个人日常卫生防护，减少新冠病毒感染，开发高效、安全、绿色的消毒剂产品是社会普遍关心的问题。

季铵盐类型消毒剂，相较于传统含氯消毒剂和过氧化物消毒剂，具有低毒、气味较小、使用方便、易于储存等优点，非常适合作为居家消毒产品进行使用。

通过上述分析，现有技术存在的问题及缺陷为：

- (1) 传统消毒剂刺激性强，长期使用有损人体健康；
- (2) 传统消毒剂具有生物降解性差的缺点。

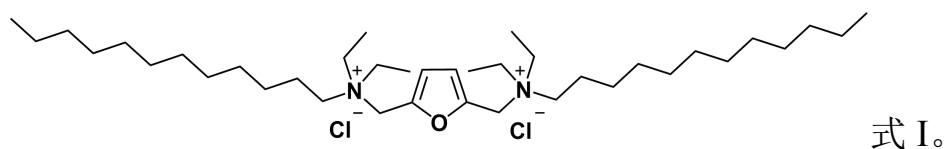
发明内容

为克服相关技术中存在的问题，本发明公开实施例提供了一种呋喃基双长链季铵盐化合物、制备方法及其作为消毒剂的应用。

本发明所涉及的呋喃基双长链季铵盐化合物作为消毒剂具有以下特点：

- (1) 本发明中的季铵盐消毒剂具有低毒、高效、无刺激无腐蚀的特点；
- (2) 本发明中的季铵盐消毒剂原料来自于生物基平台小分子呋喃二甲醛或呋喃二甲醇，原料来源广泛、绿色环保、可再生。

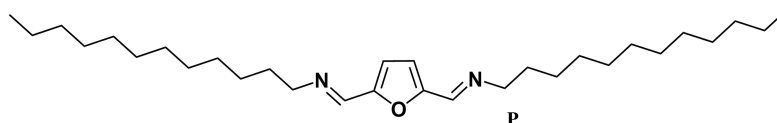
所述技术方案如下：一种呋喃基双长链季铵盐化合物为具有式 I 所示结构式的化合物；



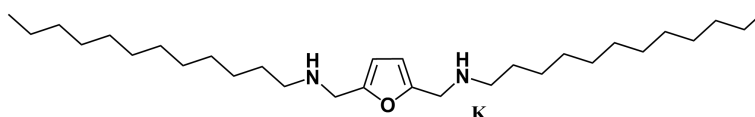
在一个实施例中，所述呋喃基双长链季铵盐化合物包含两个季铵盐取代基；季铵盐基团氮原子上的取代基为一个 C₁₂ 烷基长链和两个乙基官能团，阴离子为氯离子。

本发明的另一目的在于提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括：

步骤 1，将含有化合物 i 和化合物 ii 的混合物，在碱性物或酸性物存在下反应 I，得到所述亚胺化合物 P，结构式如下图所示：

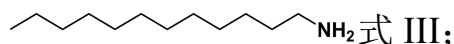


步骤 2，将所述亚胺化合物 P 与还原试剂混合进行反应 II，得到双长链二级胺中间产物 K，结构式如下图所示：

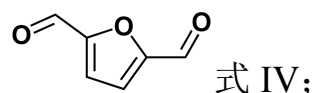


步骤 3，将所述双长链二级胺中间产物 K 与氯乙烷试剂反应 V，得到所述呋喃基双长链季铵盐化合物。

在一个实施例中，在步骤 1 中，所述化合物 i 选自具有式 III 所示结构式的化合物；



所述化合物 ii 选自具有式 IV 所示结构式的化合物；



所述碱性物选自三乙胺、三丁胺中的至少一种；所述酸性物选自 0.5M~6M 盐酸水溶液、0.5M~6M 醋酸水溶液、对甲苯磺酸中的至少一种；

在一个实施例中，在步骤 1 中反应 I 的条件为：反应温度为 30℃~100℃；反应时间为 1h~10h；

所述化合物 i 和所述化合物 ii 的摩尔比为 2-10:1-5；

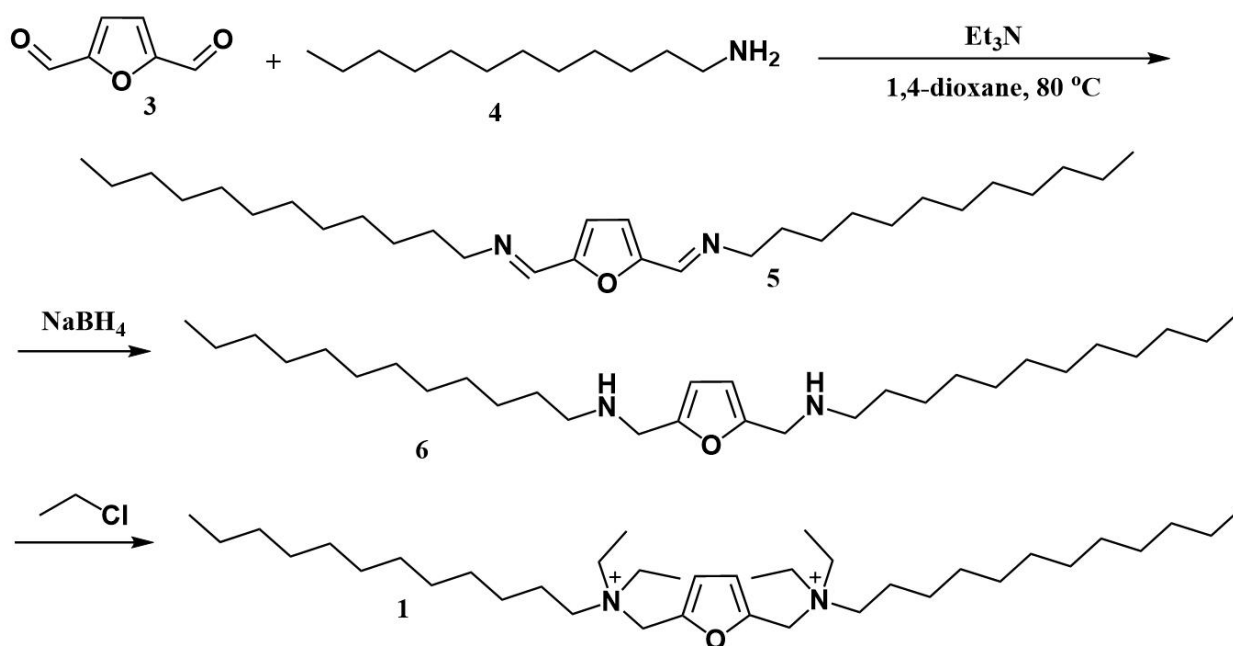
在步骤 2 中，所述还原试剂选自硼氢化钠、三乙基硼氢化钠、氰基硼氢化钠、三乙酰氧基硼氢化钠、氢气中的至少一种；

在一个实施例中，在步骤 2 中反应 II 的条件为：反应温度为 0℃~100℃；反应时间为 1h~20h；

所述亚胺化合物 P、还原试剂的摩尔比为 1-5:1-10。

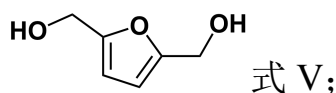
在一个实施例中，所述呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括：在溶剂醚类化合物和碱性物或酸性物存在下，加入呋喃二甲醛（3）和十二胺（4），80℃反应，制备亚胺化合物（5）；随后利用还原试剂将化合物（5）中的亚胺进行还原，制备二级胺化合物（6）；再利用氯乙烷对二级胺化合物（6）进行取代反应，制备得到目标呋喃基双长链季铵盐化合物（1）；

所述呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法反应式为：

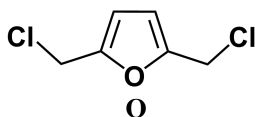


本发明的另一目的在于提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括：

（A）将化合物 iii，在卤代试剂存在下反应 III，得到所述氯代化合物 O；
所述化合物 iii 选自具有式 V 所示结构式的化合物；

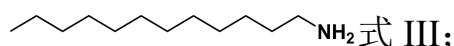


所述化合物 O，结构式如下；

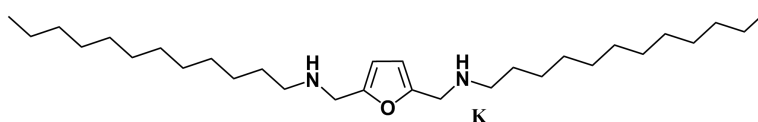


(B) 将所述氯代化合物 O 与化合物 i 混合反应 IV，得到双长链二级胺中间产物 K；

所述化合物 i 选自具有式 III 所示结构式的化合物；



所述双长链二级胺中间产物 K，结构式如下图；

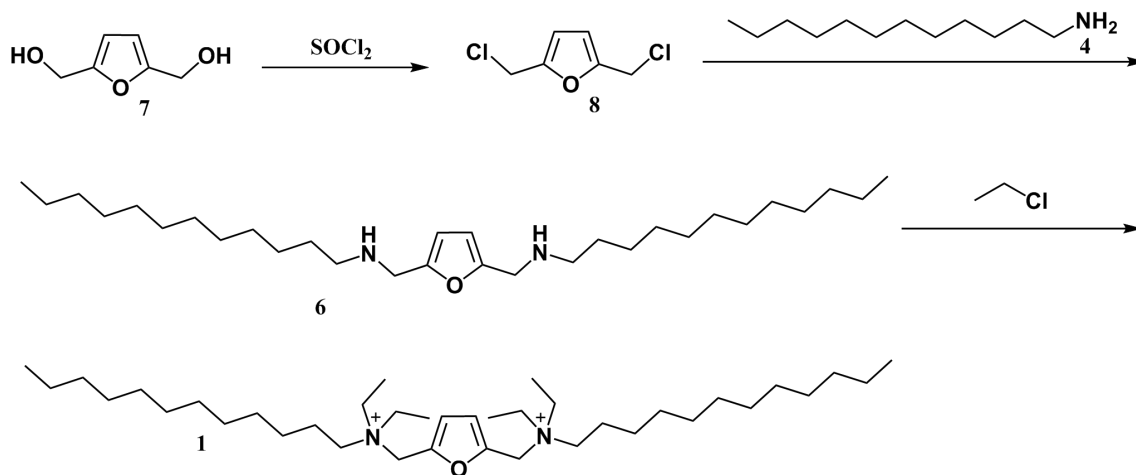


(C) 将所述双长链二级胺中间产物 K 与氯乙烷试剂反应 V，得到所述呋喃基双长链季铵盐化合物。

在一个实施例中，所述呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括：

在溶剂二氯甲烷存在下，加入呋喃二甲醇（7）和卤代试剂（8），30℃反应，制备双氯代化合物（9）；随后利用十二胺（4）将化合物（9）中的氯进行取代，制备二级胺化合物（6）。再利用氯乙烷对二级胺化合物（6）进行取代反应，制备得到目标呋喃基双长链季铵盐化合物（1）；

所述呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法反应式为：



在一个实施例中，在步骤（A）中反应 III 的条件为：反应温度为 0℃~30℃；

反应时间为 1h~5h;

所述卤代试剂选自草酰氯、二氯亚砷、三氯氧磷、三溴化磷、浓盐酸中的至少一种;

所述化合物 iii、卤代试剂的摩尔比为 1~5:2~10。

在一个实施例中,在步骤(B)中反应 IV 的条件为:反应温度为 30℃~100℃;反应时间为 1h~10h;

所述氯代化合物 O、化合物 i 的摩尔比为 1~5:2~10;

在步骤(C)中反应 V 的条件为:反应温度为 30℃~100℃;反应时间为 1h~10h。

所述双长链二级胺中间产物 K、氯乙烷试剂的摩尔比为 1~10:4~20。

本发明的另一目的在于提供一种所述呋喃基双长链季铵盐化合物在作为消毒剂上的应用。

结合上述的所有技术方案,本发明所具备的优点及积极效果为:

第一、针对上述现有技术存在的技术问题以及解决该问题的难度,紧密结合本发明的所要保护的技术方案以及研发过程中结果和数据等,详细、深刻地分析本发明技术方案如何解决的技术问题,解决问题之后带来的一些具备创造性的技术效果。具体描述如下:

本发明以生物基平台化合物呋喃二甲醛或呋喃二甲醇为原料,开发了一款呋喃基双长链季铵盐化合物,该化合物相较单链季铵盐消毒剂对金黄色葡萄球菌表现了更加高效的灭杀作用。

本发明的呋喃基双长链季铵盐化合物作为有机消毒剂对细菌繁殖体具有快速灭杀效果。通过对金黄色葡萄球菌的灭杀实验,将本发明中的呋喃基双长链季铵盐与单链季铵盐消毒剂对比,本发明呋喃基双长链季铵盐消毒剂表现了更强的杀菌作用。将其配置成 2g/L 的乙醇消毒液后,对金黄色葡萄球菌悬液作用,30 秒后,其灭杀对数值>5.00,相较单链季铵盐消毒剂表现了超过 2 倍的灭杀效果。

第二，把技术方案看作一个整体或者从产品的角度，本发明所要保护的技术方案具备的技术效果和优点，具体描述如下：

本发明提供的呋喃基双长链季铵盐化合物以生物基平台化合物呋喃二甲醛或呋喃二甲醇为原料，结构中具有呋喃环、双季铵盐取代基及双长烷基链，可作为消毒剂使用，通过在结构中构建两个季铵盐官能团和两个烷基长链，分别充当亲水官能团和疏水官能团，当季铵盐消毒剂与细菌接触时，可以汇聚在菌体表面，影响细胞的渗透性，从而使水分进入菌体，发生肿胀破裂，杀灭细菌。同时，该类消毒剂还具有使蛋白质变性、影响细菌新陈代谢、使菌体内脱氢酶/氧化酶等失活、分解葡萄糖等酶系统的作用。这些性能使该季铵盐消毒剂表现出了优异的抑菌杀菌的效果。

第三，作为本发明的权利要求的创造性辅助证据，还体现在以下几个重要方面：

(1) 2015-2019 年我国消毒剂的产值稳步增长，年增速达到 5.5%左右。受疫情影响，2020 年的年增长率达到 13.7%。后疫情时代，消毒类防护用品被推上了市场高点，消毒已经不仅仅是作为医疗场所和人流密集地区的需求，家庭消毒需求正在成为中短期内的消费刚需。而消毒剂行业是一个传统细分化工行业，产品覆盖人群多，产品下游需求极其广泛，不仅是医疗服务行业必备的产品，更在日常生活、生产方面起到不可或缺的作用。本发明技术方案转化后可以提供一种高效、低毒、无刺激无腐蚀的消毒剂产品，非常适合居家消毒和公共设施消毒使用，不仅有助于防控疫情，更能带来巨大的商业价值。

(2) 本消毒剂制备原料来自生物基平台化合物呋喃二甲醛或呋喃二甲醇，原料来源广泛、绿色环保、可再生，作为一款新型生物基产品，是对采用生物基产品替代石油基产品的一个重要尝试，对于推动我国加快实现“碳达峰、碳中和”发展目标具有重要意义，符合可持续发展的战略需求。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

图 1 是本发明实施例 1 提供的呋喃基双长链季铵盐消毒剂的制备方法流程图；

图 2 是本发明实施例 2 提供的呋喃基双长链季铵盐消毒剂的制备方法流程图；

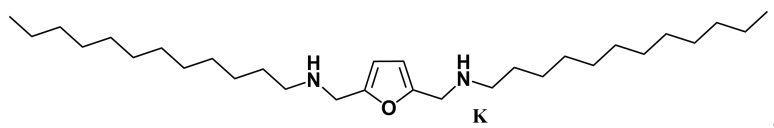
具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进，因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

一、解释说明实施例：

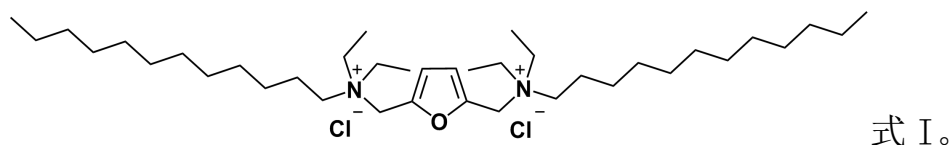
本发明实施例提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括：利用得到双长链二级胺中间产物 K 与氯乙烷试剂反应 V，得到所述呋喃基双长链季铵盐化合物。

双长链二级胺中间产物 K，结构式如下图所示；



实施例 1

本发明实施例提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物，所述呋喃基双长链季铵盐化合物选自具有式 I 所示结构式的化合物，该化合物为焦糖色粘稠状液体，易溶于水和醇类溶剂；



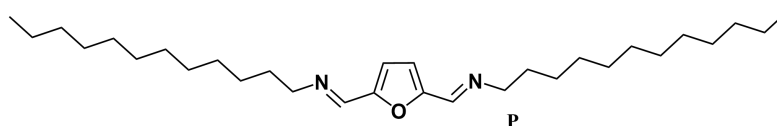
其结构中包含两个季铵盐取代基。

所述季铵盐基团氮原子上的取代基为一个C12烷基长链和两个乙基官能团，阴离子为氯离子。

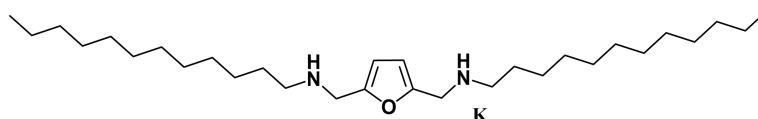
实施例 2

基于本发明实施例 1 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物，如图 1 所示，本发明实施例提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括以下步骤：

S101，将含有化合物 i 和化合物 ii 的混合物，在碱性物或酸性物存在下反应 I，得到所述亚胺化合物 P，结构式如下图所示：



S102，将所述亚胺化合物 P 与还原试剂混合进行反应 II，得到双长链二级胺中间产物 K，结构式如下图所示：

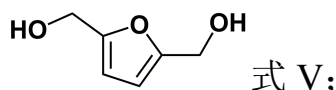


S103，将所述双长链二级胺中间产物 K 与氯乙烷试剂反应 V，得到所述呋喃基双长链季铵盐化合物。

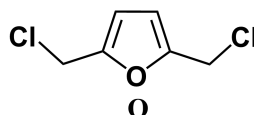
实施例 3

基于本发明实施例 1 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物，如图 2 所示，本发明实施例提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法包括以下步骤：

S201，将化合物 iii，在卤代试剂存在下反应 III，得到所述氯代化合物 O；所述化合物 iii 选自具有式 V 所示结构式的化合物；

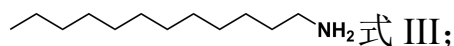


所述化合物 O，结构式如下：

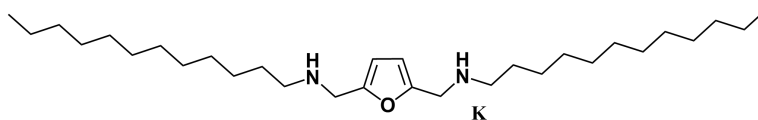


S202, 将所述氯代化合物 O 与化合物 i 混合反应 IV, 得到双长链二级胺中间产物 K;

所述化合物 i 选自具有式 III 所示结构式的化合物;



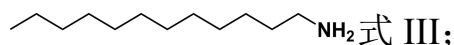
所述双长链二级胺中间产物 K, 结构式如下图;



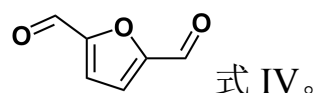
S203, 将所述双长链二级胺中间产物 K 与氯乙烷试剂反应 V, 得到所述呋喃基双长链季铵盐化合物。

实施例 4

基于本发明实施例 2 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法, 作为优选实施例, 在步骤 S101 中, 所述化合物 i 选自具有式 III 所示结构式的化合物;



所述化合物 ii 选自具有式 IV 所示结构式的化合物;



所述碱性物选自三乙胺、三丁胺中的至少一种; 所述酸性物选自盐酸水溶液 (0.5M~6M)、醋酸水溶液 (0.5M~6M)、对甲苯磺酸中的至少一种。

所述还原试剂选自硼氢化钠、三乙基硼氢化钠、氰基硼氢化钠、三乙酰氧基硼氢化钠、氢气中的至少一种。

所述化合物 i 和所述化合物 ii 的摩尔比为 2-10:1-5。

所述步骤 S101 中反应 I 的条件为: 反应温度为 30℃~100℃; 反应时间为 1h~10h。

所述步骤 S102 中亚胺化合物 P、还原试剂的摩尔比为 1~5:1~10。

所述步骤 S102 中反应 II 的条件为: 反应温度为 0℃~100℃; 反应时间为

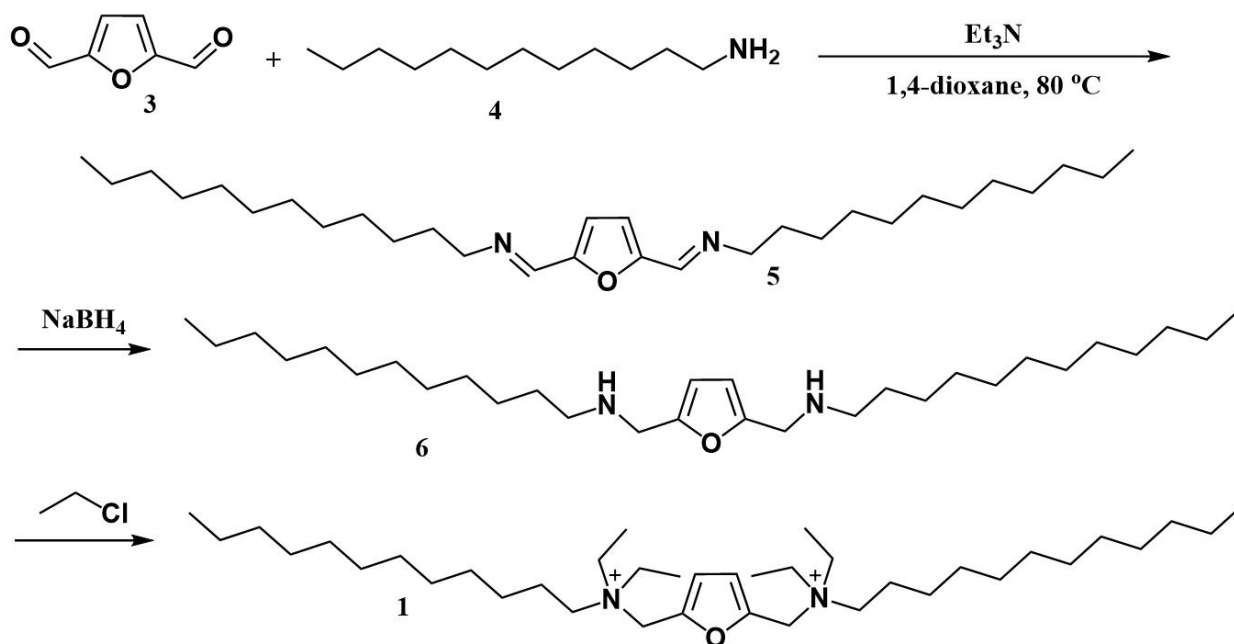
1h~20h。

所述步骤 S103 中反应 V 的条件为：反应温度为 30℃~100℃；反应时间为 1h~10h。

实施例 5

基于本发明实施例 2 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法，作为优选实施例，所述呋喃基双长链季铵盐化合物可从呋喃二甲醛 (3) 和十二胺 (4) 出发来制备。首先，在溶剂醚类化合物和碱性物或酸性物存在下，向其中加入呋喃二甲醛 (3) 和十二胺 (4)，80℃ 反应，制备亚胺化合物 (5)。随后利用还原试剂将化合物 (5) 中的亚胺进行还原，制备二级胺化合物 (6)。再利用氯乙烷对二级胺化合物 (6) 进行取代反应，制备得到目标呋喃基双长链季铵盐化合物 (1)。

反应路线 1：呋喃基双长链季铵盐化合物有机消毒剂的制备路线 I：

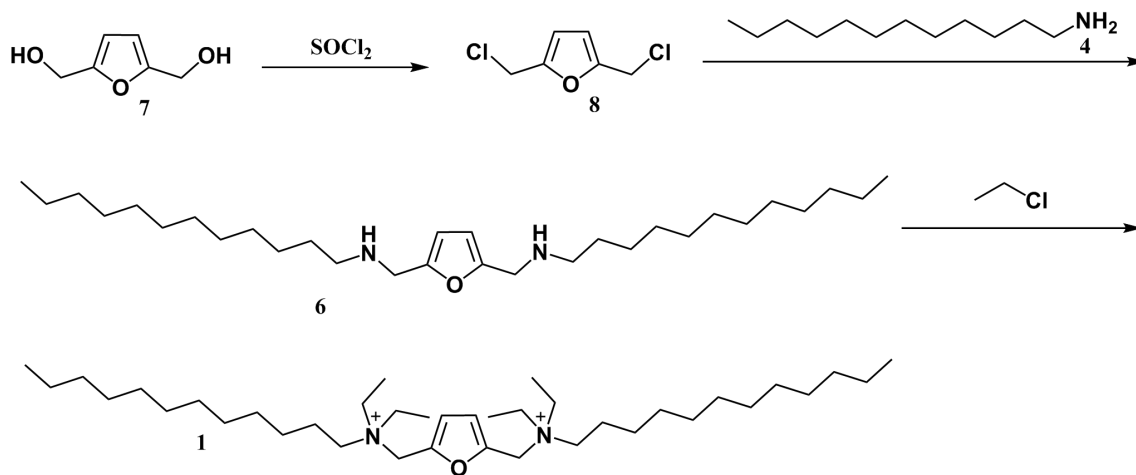


实施例 6

基于本发明实施例 3 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法，作为优选实施例，所述呋喃基双长链季铵盐化合物可从呋喃二甲醇 (7) 和卤代试剂 (8) 出发来制备。首先，在溶剂二氯甲烷存在下，向其中加入呋喃二甲醇 (7) 和卤代试剂 (8)，30℃ 反应，制备双氯代化合物 (9)。随后利用十二胺 (4) 将

化合物(9)中的氯进行取代,制备二级胺化合物(6)。再利用氯乙烷对二级胺化合物(6)进行取代反应,制备得到目标呋喃基双长链季铵盐化合物(1)。

反应路线 2: 呋喃基双长链季铵盐化合物有机消毒剂的制备路线 II:



实施例 7

基于本发明实施例 3 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法,作为优选实施例,所述步骤 S201 中反应 III 的条件为:反应温度为 0℃~30℃;反应时间为 1h~5h。

可选地,所述卤代试剂选自草酰氯、二氯亚砷、三氯氧磷、三溴化磷、浓盐酸中的至少一种。

化合物 iii、卤代试剂的摩尔比为 1~5:2~10。

所述步骤 S202 中反应 IV 的条件为:反应温度为 30℃~100℃;反应时间为 1h~10h。所述氯代化合物 O、化合物 i 的摩尔比为 1~5:2~10。

实施例 8

基于本发明实施例 3 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法,作为优选实施例,所述步骤 S203 中反应 V 的条件为:反应温度为 30℃~100℃;反应时间为 1h~10h。

实施例 9

基于本发明实施例 3 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法,作为优选实施例,在所述步骤 S202 中,所述双长链二级胺中间产物 K、氯乙烷试剂

的摩尔比为 1~10:4~20。

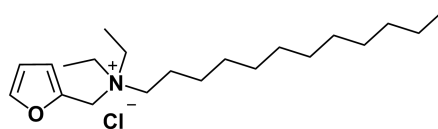
实施例 10

基于本发明实施例 2-14 提供的呋喃基双长链季铵盐化合物的制备方法，制备得到的呋喃基双长链季铵盐化合物中的至少一种在作为消毒剂中的应用。所述消毒剂用于细菌灭杀。

实施例 11

本发明该实施例提供一种单链季铵盐消毒剂的制备，包括：

单链季铵盐消毒剂的制备；



合成步骤：

方法一：

步骤一：在室温条件下，向糠醛（100mg，1 当量）、十二胺（1 当量）的 1,4-二氧六环（2 mL）混合溶液中滴加三乙胺（0.5 当量），随后在 80℃ 温度下搅拌。待反应物糠醛消失后，向其中滴加饱和氯化铵水溶液淬灭反应，随后向反应体系中加入乙酸乙酯 100mL，用饱和食盐水洗涤、萃取三次，收集有机相，水相用乙酸乙酯萃取两次，合并有机相，加入无水硫酸镁或无水硫酸钠干燥，过滤除去干燥剂，浓缩有机相，在硅胶柱上，用石油醚：乙酸乙酯 10：1~石油醚：乙酸乙酯 5：1 梯度洗脱得到纯化的亚胺中间产物。

步骤二：在室温条件下，向步骤一所得化合物（100mg，1 当量）中加入硼氢化钠（5 当量）和四氢呋喃/水混合溶剂（4：1，3mL），得到混合液，70℃ 搅拌 5 小时，每隔 1 小时点板监测一次反应（用石油醚：乙酸乙酯 3：1 监测）。反应结束后，向反应液中滴加饱和氯化铵水溶液，缓慢淬灭反应，向体系中加入 50 毫升二氯甲烷，用饱和食盐水洗涤该混合体系三次，合并三次的有机溶剂，干燥，过滤，浓缩有机相后即可得到二级胺粗品产物，直接用于下一步反应。

步骤三：向步骤二所得到的二级胺粗品中加入乙腈溶剂(2mL)和氯乙烷(2.2

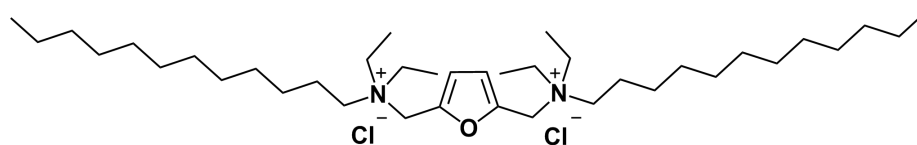
当量), 80℃反应 3 小时, 每隔 1.5 小时监测一次反应 (用石油醚: 乙酸乙酯 3: 1 监测二级胺原料, 用 DCM: MeOH=5: 1 监测单链季铵盐产品), 反应结束后, 用旋转蒸发仪浓缩反应液, 浓缩后, 向浓缩液中加入二氯甲烷 50mL, 用饱和食盐水洗涤萃取三次, 合并三次的有机相, 干燥、过滤、浓缩。随后在硅胶柱上, 用二氯甲烷: 甲醇 20: 1 洗脱得到纯化的单链季铵盐产物。

方法二:

步骤一: 以糠醇为原料, 向糠醇 (100mg, 1 当量) 中加入二氯甲烷 (1mL) 得到混合液, 向混合液中缓慢滴加二氯亚砷 (1.1 当量), 室温搅拌 0.5 小时。反应结束后, 向反应液中滴加饱和碳酸氢钠水溶液, 缓慢淬灭反应, 直至反应液中没有气泡产生, 向体系中加入 50 毫升二氯甲烷, 用饱和碳酸氢钠水溶液、饱和食盐水洗涤该混合体系三次, 合并三次的有机溶剂, 干燥, 过滤, 浓缩有机相后即可得到氯代物粗品, 直接用于下一步反应。

步骤二: 向上一步所得到的氯代物粗品中加入乙腈溶剂 (2mL) 和十二胺 (1.1 当量), 80℃反应 3 小时, 氯代物完全转化为长链二级胺产物后, 向反应体系中滴加氯乙烷试剂 (2.2 当量), 继续反应, 待长链二级胺中间产物完全消失后, 用旋转蒸发仪浓缩反应液, 浓缩后, 向浓缩液中加入二氯甲烷 50mL, 用饱和食盐水洗涤萃取三次, 合并三次的有机相, 干燥、过滤、浓缩。随后在硅胶柱上, 用二氯甲烷: 甲醇 20: 1 洗脱得到纯化的目标产物。

本发明实施例还提供一种呋喃基双长链季铵盐化合物的制备, 包括:



合成步骤:

方法一:

步骤一: 在室温条件下, 向呋喃二甲醛 (100mg, 1 当量)、十二胺 (2.1 当量) 的 1,4-二氧六环 (2 mL) 混合溶液中滴加三乙胺 (0.5 当量), 随后在 80℃ 温度下搅拌。待反应物呋喃二甲醛消失后, 向其中滴加饱和氯化铵水溶液淬灭

反应，随后向反应体系中加入乙酸乙酯 100mL，用饱和食盐水洗涤、萃取三次，收集有机相，水相用乙酸乙酯萃取两次，合并有机相，加入无水硫酸镁或无水硫酸钠干燥，过滤除去干燥剂，浓缩有机相，在硅胶柱上，用石油醚：乙酸乙酯 10：1~石油醚：乙酸乙酯 5：1 梯度洗脱得到纯化的长链双亚胺中间产物。

步骤二：在室温条件下，向步骤一所得化合物（100mg，1 当量）中加入硼氢化钠（8 当量）和四氢呋喃/水混合溶剂（4：1，3mL），得到混合液，70℃ 搅拌 6 小时，每隔 1 小时点板监测一次反应（用石油醚：乙酸乙酯 1：1 监测）。反应结束后，向反应液中滴加饱和氯化铵水溶液，缓慢淬灭反应，向体系中加入 50 毫升二氯甲烷，用饱和食盐水洗涤该混合体系三次，合并三次的有机溶剂，干燥，过滤，浓缩有机相后即可得到长链二级胺粗品产物，直接用于下一步反应。

步骤三：向步骤二所得到的长链二级胺粗品中加入乙腈溶剂（2mL）和氯乙烷（4.2 当量），80℃ 反应 3 小时，每隔 1.5 小时监测一次反应（用石油醚：乙酸乙酯 3：1 监测二级胺原料，用 DCM：MeOH=5：1 监测长链双季铵盐产品），反应结束后，用旋转蒸发仪浓缩反应液，浓缩后，向浓缩液中加入二氯甲烷 50mL，用饱和食盐水洗涤萃取三次，合并三次的有机相，干燥、过滤、浓缩。随后在硅胶柱上，用二氯甲烷：甲醇 20：1 洗脱得到纯化的长链双季铵盐产物。

方法二：

步骤一：以呋喃二甲醇为原料，向呋喃二甲醇（100mg，1 当量）中加入二氯甲烷（1mL）得到混合液，向混合液中缓慢滴加二氯亚砷（2.1 当量），室温搅拌 0.5 小时。反应结束后，向反应液中滴加饱和碳酸氢钠水溶液，缓慢淬灭反应，直至反应液中没有气泡产生，向体系中加入 50 毫升二氯甲烷，用饱和碳酸氢钠水溶液、饱和食盐水洗涤该混合体系三次，合并三次的有机溶剂，干燥，过滤，浓缩有机相后即可得到氯代物粗品，直接用于下一步反应。

步骤二：向上一步所得到的氯代物粗品中加入乙腈溶剂（2mL）和十二胺（2.1 当量），80℃ 反应 3 小时，氯代物完全转化为长链二级胺产物后，向反应体系中

滴加氯乙烷试剂（4.2 当量），继续反应，待长链二级胺中间产物完全消失后，用旋转蒸发仪浓缩反应液，浓缩后，向浓缩液中加入二氯甲烷 50mL，用饱和食盐水洗涤萃取三次，合并三次的有机相，干燥、过滤、浓缩。随后在硅胶柱上，用二氯甲烷：甲醇 20：1 洗脱得到纯化的目标产物。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

二、实施例相关效果的证据：

实验

杀菌性能评价

将上述呋喃基双长链季铵盐化合物和单链季铵盐化合物分别在乙醇中配置成 2g/L 的乙醇消毒液，试验用微生物金黄色葡萄球菌（ATCC6538）采购于中国普通微生物菌种保藏管理中心。并按照 2002 年版《消毒技术规范》中 2.1.1.2.3 方法制备金黄色葡萄球菌悬液。悬液含菌量为 $1 \times 10^7 \sim 5 \times 10^7$ cfu/mL。在 20℃ 水浴温度下进行灭杀试验，首先对菌悬液和消毒剂溶液进行恒温操作。随后向无菌试管中加入 0.5mL 金黄色葡萄球菌悬液和 0.5 mL 牛血清蛋白（BSA），再向其中加入 1.25 倍实验浓度的消毒液 4 mL 混匀并计时。分别作用 30s 和 60s，取 0.5 mL 细菌样液加入 4.5 mL 中和剂试管中，将其混合均匀，并中和 10 分钟。随后，取出 1 mL 样液，采用活菌培养计数法对存活菌数进行测定，将每管细菌样液接种至 2 个平皿。然后将样本放在 37℃ 恒温培养箱中，48 h 后观察实验结果，并对各组的活菌浓度进行计算（cfu/mL），得出杀灭对数值。将上述试验平行重复 3 次。其中，中和剂的配比为：30 g/L 皂素、10 g/L 硫代硫酸钠、20 g/L 卵磷脂和 30 g/L 吐温-80 的 TSB，该中和试剂可有效中和上述季铵盐消毒剂。

试验组	消毒剂样本	消毒剂浓度 (g/L)	作用 30s 的灭杀对数值	作用 60s 的灭杀对数值	作用 90s 的灭杀对数值
1	单链季铵盐消毒剂	2	3.14	3.14	3.14

说 明 书

2	呋喃基长链双季铵盐 消毒剂	2	6.27	6.27	6.27
3	单链季铵盐消毒剂	5	3.14	3.15	3.15
4	呋喃基长链双季铵盐 消毒剂	5	6.28	6.28	6.28

从上述实验数据可知，本发明的呋喃基双长链季铵盐化合物作为有机消毒剂对金黄色葡萄球菌表现出了极强的灭菌效果。相较单链季铵盐消毒剂的细菌灭杀效果超过 2 倍¹。

以上所述，仅为本发明较优的具体的实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，都应涵盖在本发明的保护范围之内。