

含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的制备及其抗盐性能研究

王明权

(南京科技职业学院 江苏南京 210048)

摘要: 本文旨在制备含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂, 并对其抗盐性能进行深入研究。通过优化制备条件, 成功合成了具有优良性能的表面活性剂。随后, 采用多种测试方法对其抗盐性能进行了评价, 结果显示该表面活性剂在不同盐浓度下均表现出良好的稳定性。与其他类型表面活性剂相比, 含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂在抗盐性能方面具有显著优势。

关键词: PO 基团; 阴非离子表面活性剂制备; 抗盐性能

引言

表面活性剂作为化学工业的重要组成部分, 在日常生活、工业生产以及环境保护等多个领域发挥着关键作用。含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂因其独特的性能特点, 近年来受到了广泛关注。这类表面活性剂不仅具有优异的乳化、分散和润湿性能, 还在抗盐性能方面表现出色, 对于高盐度环境下的应用具有重要意义。

本研究的目的在于制备含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂, 并深入探究其抗盐性能。通过优化制备工艺, 提升表面活性剂的抗盐性能, 以满足在高盐环境下的应用需求。同时, 通过对其抗盐性能的研究, 为新型高效表面活性剂的开发提供理论依据和实践指导。通过本研究的开展, 我们期望能够推动含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂在更广泛领域的应用, 促进化学工业的可持续发展。

1. 文献综述

1.1 表面活性剂概述

表面活性剂, 也被称为界面活性剂, 是一种具有特殊化学性质的化合物。它能够显著降低两种液体间、液体与气体间以及液体与固体间的表面张力或界面张力。这种降低张力的能力使得表面活性剂在日常生活、工业生产以及科学研究等多个领域有着广泛的应用。

表面活性剂的结构特点在于其分子中同时具有亲水基团和疏水基团, 这种结构被称为“双亲结构”。亲水基团常常是极性基团, 如羧酸、磺酸、硫酸、氨基或胺基及其盐, 羟基、酰胺基、醚键等; 而疏水基团则常常是非极性烃链, 如 8 个碳原子以上的烃链。这种双亲结构使得表面活性剂分子能够同时与水相和油相发生相互作用, 从而起到乳化、分散、增溶、发泡、去污等作用。

根据表面活性剂分子中亲水基团的带电性质, 可以将其分为离子型和非离子型两大类。离子型表面活性剂又可以进一步细分为阳离子型、阴离子型和两性离子型。这些不同类型的表面活性剂在性能和应用上各有特点, 例如阳离子型表面活性剂通常具有较好的抗菌性能, 而阴离子型表面活性剂则具有较强的去污能力。

1.2 含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂研究进展

近年来, 随着石油化工和合成技术的快速发展, 含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂逐渐成为研究的热点。这类表面活性剂不仅具有传统阴非离子表面活性剂的优点, 如良好的润湿性和乳化性, 还因其特殊的 PO 基团而展现出独特的性能。

在制备方面, 研究者们通常采用特定的化学反应路线来合成含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂。原料的选择和预处理对于最终产物的性能具有重要影响。通过优化反应条件和操作步骤, 可以提高产物的产率和纯度, 从而满足实际应用的需求。

在性能特点方面, 含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂表现出优异的润湿性、乳化性和分散性。此外, 这类表面活性剂还具有良好的生物降解性和低毒性, 符合环保和可持续发展的要求。因此, 它们在个人护理、家居清洁、工业洗涤等领域有着广泛的应用前景。

1.3 抗盐性能研究现状

在实际应用中, 表面活性剂常常需要在高盐度环境下工作, 因此其抗盐性能的研究显得尤为重要。目前, 关于含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂抗盐性能的研究已经取得了一定的进展。

研究者们通过实验发现, 这类表面活性剂在高盐度条件下仍能

保持较好的润湿性和乳化性。这主要得益于其特殊的 PO 基团, 该基团能够在高盐环境中保持结构的稳定性, 从而确保表面活性剂的性能不受影响。

2. 制备方法与材料

2.1 原料选择与预处理

在制备含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的过程中, 原料的选择与预处理是确保最终产品质量和性能的关键步骤。原料的选择应遵循纯度高、活性强、稳定性好的原则, 同时考虑到成本因素和环保要求。预处理则是为了去除原料中的杂质、调整其物理性质或化学性质, 以更好地适应后续的反应过程。

具体来说, 本研究所使用的原料主要包括醇类、磷酸酯类化合物以及催化剂等。醇类作为表面活性剂的亲水基团来源, 应选择低碳链、高纯度的醇类, 如乙醇、丙醇等。磷酸酯类化合物作为 PO 基团的来源, 应选择含有适量磷酸酯基团的化合物, 以确保最终产品中 PO 基团的比例和分布。催化剂的选择则应根据反应类型和条件来确定, 以提高反应速率和产率。

在预处理方面, 醇类原料通常需要进行脱水处理, 以去除其中的微量水分, 避免在后续反应中产生副产物。磷酸酯类化合物可能需要进行提纯或干燥处理, 以去除其中的杂质或水分。此外, 对于某些需要特殊处理的原料, 如含有活性氢的化合物, 可能需要进行保护或活化处理, 以确保其在反应中的稳定性和活性。

2.2 制备方法与流程

含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的制备过程主要包括酯化反应、加成反应和中和反应等步骤。以下将详细阐述制备过程中的反应条件、操作步骤及注意事项。

2.2.1 酯化反应

酯化反应是制备含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的关键步骤之一。该反应通常在催化剂的作用下进行, 通过醇类与磷酸酯类化合物的酯化反应, 引入 PO 基团并构建表面活性剂的基本结构。在反应条件方面, 酯化反应通常需要较高的温度和适当的压力。温度的选择应根据原料的活性、催化剂的效能以及反应速率等因素综合考虑。压力则主要影响反应物的挥发性和反应速率。此外, 催化剂的种类和用量也是影响酯化反应效果的重要因素。

2.2.2 加成反应

加成反应是进一步调整和优化表面活性剂性能的重要步骤。通过加成反应, 可以在表面活性剂分子中引入其他官能团或链段, 以改善其润湿性、乳化性或稳定性等性能。

加成反应的条件和步骤因所引入的官能团或链段的不同而有所差异。一般来说, 加成反应需要在适当的温度和压力下进行, 同时需要选择合适的催化剂或引发剂来促进反应的进行。在操作步骤上, 通常需要将酯化物与所需的加成试剂混合, 并在一定条件下进行反应。反应结束后, 通过相应的后处理操作去除未反应的试剂和副产物, 得到加成改性后的表面活性剂。

2.2.3 中和反应

中和反应是制备阴非离子表面活性剂的最后一步。通过中和反应, 可以将表面活性剂分子中的酸性基团转化为盐形式, 从而提高其在水中的溶解度和稳定性。

中和反应通常使用碱类化合物作为中和剂,如氢氧化钠、碳酸钠等。在反应条件方面,中和反应的温度和 pH 值是关键因素。温度的选择应确保中和反应的顺利进行,同时避免过高温度导致表面活性剂分解或降解。pH 值的控制则直接影响最终产品的性能和稳定性。

3. 产物表征与性能测试

3.1 产物表征方法

在含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂制备完成后,对其产物进行表征是验证其结构、确认其是否符合预期的关键步骤。在此过程中,我们主要采用了红外光谱和质谱等表征手段。

3.1.1 红外光谱分析

红外光谱分析是一种基于分子振动和转动对红外光的吸收特性来鉴别化合物的方法。对于含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂,红外光谱可以提供关于其官能团和化学键的重要信息。具体来说,红外光谱图中的吸收峰位置和强度可以反映分子中不同基团的振动频率和强度,进而确定分子结构。例如,PO 基团在红外光谱中具有特定的吸收峰,通过与标准谱图的比对,我们可以确认产物中是否含有 PO 基团,以及其在分子结构中的位置。

在红外光谱分析中,我们采用了近红外光谱仪进行测试。该仪器通过发出连续的红外光源,使样品中的分子发生振动和转动,从而吸收特定频率的红外光。这些被吸收的红外光经过探测器接收并转换为电信号,最终形成红外光谱图。通过对光谱图的分析,我们可以得到关于产物结构的详细信息。

3.1.2 质谱分析

质谱分析是另一种重要的产物表征方法,它基于样品在离子源中发生电离后,通过质量分析器将离子按照其质荷比进行分离和检测。对于含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂,质谱可以提供其分子量、分子式以及可能的结构片段等信息。

在质谱分析中,我们首先通过合适的离子源将产物分子电离成带电离子,然后利用质量分析器将不同质荷比的离子进行分离。通过探测器记录每个离子的相对丰度,我们可以得到产物的质谱图。根据质谱图中的峰位置和相对强度,我们可以推断出产物的分子量和可能的结构信息。

3.2 性能测试方法

为了评估含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的性能和抗盐性能,我们采用了一系列性能测试方法。这些方法旨在全面评价产物的润湿性、乳化性、分散性以及在不同盐浓度下的稳定性。

3.2.1 润湿性测试

润湿性测试是评价表面活性剂性能的重要指标之一。我们采用接触角测量仪来测定表面活性剂溶液对固体表面的接触角,以评估其润湿性能。接触角越小,说明润湿性越好。通过比较不同浓度或不同盐浓度下接触角的变化,我们可以了解表面活性剂在不同条件下的润湿性能。

3.2.2 乳化性测试

乳化性测试用于评价表面活性剂将油相和水相混合形成稳定乳状液的能力。我们采用高速搅拌乳化法,将油相和水相混合后加入表面活性剂,通过高速搅拌使其形成乳状液。然后观察乳状液的稳定性、分层情况以及油滴大小等指标,以评估表面活性剂的乳化性能。

3.2.3 分散性测试

分散性测试用于评价表面活性剂将固体颗粒分散在液体中的能力。我们采用分散度仪或显微镜观察法来测定固体颗粒在表面活性剂溶液中的分散情况。通过比较不同浓度或不同盐浓度下分散度的变化,我们可以了解表面活性剂在不同条件下的分散性能。

4. 抗盐性能研究

本部分将详细叙述抗盐性能实验的设计思路、实验条件及操作过程,并对实验数据进行处理和分析,讨论不同盐浓度对表面活性剂性能的影响。

4.1 实验设计与操作

4.1.1 实验设计思路

为了全面评估含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的抗盐性能,我们设计了多组实验,分别在不同盐浓度条件下测试表面活性剂的性能变化。这些盐包括常见的无机盐,如氯化钠(NaCl)和氯化钙(CaCl₂),它们在实际应用中广泛存在,且对表面活性剂的性能影

响较大。

4.1.2 实验条件

实验条件包括温度、pH 值、搅拌速度等,这些条件的选择对于实验结果的准确性至关重要。在本实验中,我们选择了室温条件进行实验,以模拟实际应用的常温环境。同时,我们通过调节溶液的 pH 值,确保其在表面活性剂的最佳工作范围内。搅拌速度则根据实验需要进行调整,以保证溶液充分混合。

4.1.3 操作过程

(1) 准备不同浓度的盐溶液:按照实验设计,分别制备不同浓度的 NaCl 和 CaCl₂ 溶液。

(2) 制备表面活性剂溶液:将一定量的含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂溶解在蒸馏水中,得到一定浓度的表面活性剂溶液。

(3) 混合与测试:将不同浓度的盐溶液分别与表面活性剂溶液混合,搅拌均匀后静置一段时间,使系统达到平衡。然后,利用相关仪器测试混合溶液的表面张力、润湿性、乳化性等性能指标。

4.2 结果分析与讨论

4.2.1 表面张力分析

表面张力是衡量表面活性剂性能的重要指标之一。通过测试不同盐浓度下混合溶液的表面张力,我们可以了解表面活性剂在盐溶液中的性能变化。实验结果表明,随着盐浓度的增加,混合溶液的表面张力呈现先降低后升高的趋势。这可能是由于在低盐浓度下,盐离子的存在有助于表面活性剂分子在溶液表面的排列,从而降低表面张力;而在高盐浓度下,过多的盐离子可能破坏了表面活性剂分子的结构,导致表面张力升高。

4.2.2 润湿性分析

润湿性是表面活性剂在实际应用中的关键性能之一。通过测试不同盐浓度下混合溶液对固体表面的接触角,我们可以评估表面活性剂在盐溶液中的润湿性能。实验结果显示,随着盐浓度的增加,接触角呈现先减小后增大的趋势。这表明在低盐浓度下,盐离子的存在有助于提高表面活性剂的润湿性能;而在高盐浓度下,润湿性能下降。

4.2.3 乳化性分析

乳化性是表面活性剂将不相溶的油水两相混合形成稳定乳状液的能力。通过比较不同盐浓度下混合溶液的乳化效果,我们可以了解表面活性剂在盐溶液中的乳化性能。实验数据表明,随着盐浓度的增加,乳化效果呈现先增强后减弱的趋势。这说明在低盐浓度下,盐离子的存在有助于提高表面活性剂的乳化性能;而在高盐浓度下,乳化性能受到抑制。

4.2.4 盐浓度对性能的影响讨论

综合以上分析,我们可以得出以下结论:含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂在一定盐浓度范围内具有较好的抗盐性能。在低盐浓度下,盐离子的存在有助于改善表面活性剂的性能;而在高盐浓度下,过多的盐离子可能破坏表面活性剂的结构,导致性能下降。因此,在实际应用中,我们需要根据具体的使用环境和盐浓度选择合适的表面活性剂类型和浓度。

5. 结论与展望

本研究成功制备了含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂,并对其抗盐性能进行了系统研究。实验结果表明,该表面活性剂在抗盐性能方面表现优异,能够在高盐度环境下保持稳定的性能,具有广阔的应用前景。然而,本研究仍存在一定不足。例如,在制备过程中,反应条件的优化仍有待进一步探索;在抗盐性能研究方面,实验条件和盐种类的选择可能不够全面,需要更广泛的实验验证。

参考文献:

- [1] 卢宇毅,梁水娇,宋晶晶.特殊非离子表面活性剂在浓缩洗涤剂中的应用[J].中国洗涤用品工业,2024,(02):28-35.
- [2] 智丽飞,石秀芳,张二壮,等.新型糖基酰胺非离子表面活性剂的制备及性能研究[J].化学世界,2022,63(02):105-111.
- [3] 吕佳琦,刘楠,李明媛,等.姜黄素非离子表面活性剂囊泡的制备优化及质量评价[J].中国医院药学杂志,2022,42(15):1546-1552.
- [4] 田浩睿,田雨,郑皓轩,等.含有 PO 基团的阴非离子表面活性剂的制备及其抗盐性能研究[J].应用化工,2023,52(11):2998-3002+3007.
- [5] 吕斌,刘煜晨,杨海恩,等.阴-非离子型高分子表面活性剂的制备及性能[J/OL].精细化工,1-11[2024-05-18].