

石油高职教育“工学结合”教材

SHIYOU GAOZHI JIAOYU GONGXUE JIEHE JIAOCAI

精细化学品生产技术

张丽萍 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职教育“工学结合”教材

精细化学品生产技术

张丽萍 主编



YZLI0890163828

石油工业出版社

内 容 提 要

本书选取了精细化工企业的典型工作任务作为载体,强化了精细化工职业技能的培养,具有实用性和可操作性。本书共包括5个学习情境,每个学习情境从完成工作任务的需要出发给出了学习目标、任务书、实施计划、制备(生产)方案的确定(制订)、任务实施、知识链接、复习思考题等内容。

本书可作为高职高专精细化工、应用化工等化工技术类专业的教材,也可供精细化工生产企业的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

精细化学品生产技术/张丽萍主编.

北京:石油工业出版社,2011.12

石油高职教育“工学结合”教材

ISBN 978-7-5021-8799-6

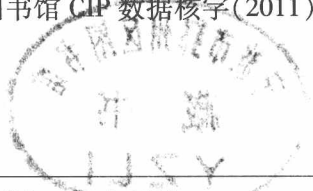
I. 精…

II. 张…

III. 精细化工-化工产品-生产工艺-高等职业教育-教材

IV. TQ072

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第232540号



出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523585 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:12.75

字数:323千字

定价:24.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本书是一本校企合作编写的“工学结合”教材,充分体现了高职教学改革和课程建设的最新成果。教材选取了精细化工企业的典型工作任务作为载体,强化了精细化工职业技能的培养,实用性和可操作性较强。

本书具有以下的特点:

(1)教材紧密结合精细化学品生产技术专业人才培养目标,对职业岗位所需知识和能力结构进行恰当的设计安排,强化了职业能力与职业素质的培养。通过典型产品制备或生产,使学生能够将已掌握的基础理论知识运用到精细化工生产实际中去,以达到学以致用目的。

(2)教材以精细化工生产典型工作任务为载体,充分体现了“工学结合”、“项目化”教学过程,实现了“教学做”一体化。本书共包括5个学习情境,每个学习情境从完成工作任务的需要出发给出了学习目标、任务书、实施计划、制备(生产)方案的确定(制订)、任务实施、知识链接、复习思考题等。为方便学生学习,书后还附有与项目相关的产品检验技术。

(3)教材突出了以学生为中心的教学理念,非常适合行动导向教学。本书通过任务下达、信息收集、方案确定(制订)、任务实施等教学过程引导学生参与实际问题解决的整个过程。使学生既了解总体,又清楚每一具体环节的细节;提高了学生独立工作能力、自主学习和团队合作的能力。

本书由大庆职业学院张丽萍主编并统稿,大庆职业学院李莉、刘莉平、莫忠强任副主编。学习情境一由大庆职业学院莫忠强和大庆油田有限责任公司徐雪雁编写;学习情境二由大庆职业学院李莉和刘莉平共同编写;学习情境三由大庆职业学院李莉编写;学习情境四由大庆职业学院张丽萍和大庆油田飞马有限公司王有柱编写;学习情境五由大庆职业学院张丽萍编写;附录由大庆职业学院刘莉平编写。在本书编写过程中,得到了北京东方仿真软件技术有限公司的大力支持,大庆志飞生物化工有限公司张伍林等人为本书的编写提供了大量的资料并提出了宝贵的指导意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,不当之处敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2011年3月

目 录

学习情境一 液体餐具洗涤剂的制备	(1)
学习目标	(1)
任务书	(1)
实施计划	(2)
制备方案的确定	(2)
任务实施	(4)
知识链接	(5)
复习思考题	(38)
学习情境二 雪花膏的制备	(39)
学习目标	(39)
任务书	(39)
实施计划	(40)
制备方案的确定	(40)
任务实施	(42)
知识链接	(44)
复习思考题	(56)
学习情境三 聚丙烯酰胺的制备	(57)
学习目标	(57)
任务书	(57)
实施计划	(58)
制备方案的确定	(58)
任务实施	(60)
知识链接	(60)
复习思考题	(72)
学习情境四 醋酸乙烯酯乳胶漆的制备	(73)
学习目标	(73)
任务书	(73)
实施计划	(74)
制备方案的确定	(75)
任务 4.1 聚醋酸乙烯酯乳液的制备	(75)
任务 4.2 醋酸乙烯酯乳胶漆的制备	(76)
任务实施	(79)
任务 4.1 聚醋酸乙烯酯乳液的制备	(79)
任务 4.2 醋酸乙烯酯乳胶漆的制备	(81)
知识链接	(83)
任务 4.1 聚醋酸乙烯酯乳液的制备	(83)

任务 4.2 醋酸乙烯酯乳胶漆的制备	(99)
复习思考题	(113)
学习情境五 青霉素的生产	(114)
学习目标	(114)
任务书	(115)
实施计划	(116)
工作准备	(117)
任务 5.1 青霉素生产的总体认识	(117)
任务 5.2 菌种选育、保藏、复壮	(117)
任务 5.3 种子的扩大培养	(117)
任务 5.4 种子质量的控制	(117)
任务 5.5 培养基的制备	(117)
任务 5.6 发酵	(118)
任务 5.7 发酵液的预处理	(118)
任务 5.8 青霉素的提取与精制	(118)
制定生产方案	(119)
任务实施	(119)
任务 5.6 发酵	(119)
任务 5.7 发酵液的预处理	(122)
任务 5.8 青霉素的提取与精制	(123)
知识链接	(128)
任务 5.1 青霉素生产的总体认识	(128)
任务 5.2 菌种选育、保藏、复壮	(130)
任务 5.3 种子的扩大培养	(135)
任务 5.4 种子质量的控制	(138)
任务 5.5 培养基的制备	(143)
任务 5.6 发酵	(149)
任务 5.7 发酵液的预处理	(172)
任务 5.8 青霉素的提取与精制	(178)
复习思考题	(181)
附录 1 总活性物含量测定	(182)
附录 2 汞的测定	(185)
附录 3 铅的测定	(187)
附录 4 聚丙烯酰胺固含量的测定	(190)
附录 5 部分水解聚丙烯酰胺水解度测定	(191)
附录 6 聚丙烯酰胺相对分子质量的测定	(193)
附录 7 聚醋酸乙烯酯黏度测定	(195)
参考文献	(197)

学习情境一 液体餐具洗涤剂的制备

学习目标

知识目标	能力目标	素质目标
(1)了解洗涤作用； (2)了解表面活性剂的分类； (3)掌握洗涤剂的主要组成； (4)掌握洗涤剂组分间的协同效应； (5)掌握液体洗涤剂生产工艺； (6)掌握液体洗涤剂产品质量控制； (7)掌握液体餐具洗涤剂产品质量要求； (8)掌握液体餐具洗涤剂的制备方法； (9)掌握液体餐具洗涤剂在制备过程中的注意事项	(1)能进行液体餐具洗涤剂相关资料的收集与整理； (2)能进行液体餐具洗涤剂的配方分析； (3)能进行液体洗涤剂生产工艺过程分析； (4)能制订液体餐具洗涤剂产品质量检测方案； (5)能进行液体餐具洗涤剂产品实验方案的制订； (6)能进行液体餐具洗涤剂的制备； (7)能进行液体餐具洗涤剂产品质量检测； (8)能遵守实验室各项安全守则,正确使用消防器材,安全使用各种电器； (9)培养学生良好的语言表达能力； (10)具有良好的沟通能力和逻辑思维、分析判断及解决问题的能力	(1)培养学生竞争意识； (2)培养学生严谨、细致的职业素质； (3)培养学生优秀的质量意识； (4)培养学生严谨的工作态度； (5)培养学生对工作精益求精的科学求实精神； (6)培养学生诚信友爱的和谐团队精神； (7)培养学生清洁生产意识

任务书

项目名称	液体餐具洗涤剂的制备
任务	液体餐具洗涤剂的制备
工作任务描述： 通过教师提供的各种参考书、图片、课件、兼职教师教学录像、网站资源及学生本人查找各种文献资料,在教师的指导下能完成液体餐具洗涤剂的制备相关知识的学习;通过在实验室完成液体餐具洗涤剂的制备实训操作,使学生掌握液体洗涤剂生产操作技能,提高学生的职业能力和职业素质	
具体工作过程： (1)各小组接受液体餐具洗涤剂产品制备任务书； (2)资料收集与学习； (3)确定液体餐具洗涤剂的制备方案——所用原料配方分析、实验用品、工艺条件、工艺流程、操作步骤、产品质量标准、注意事项等； (4)小组内人员分工； (5)进行液体餐具洗涤剂的制备方案实施； (6)进行液体餐具洗涤剂产品质量检测； (7)总结、反思学习过程,完成实训报告,各小组汇报学习体会； (8)各小组自评、互评	
学习条件： (1)多媒体教室； (2)精细化工实训室； (3)图片、课件、网站资源； (4)产品制备任务书、引导文、实训指导书、实训报告	

实施计划

学习领域	精细化学品生产技术		
项目	液体餐具洗涤剂的制备		
任务	液体餐具洗涤剂的制备		
项目描述	根据本项目工作任务单的要求,通过多种渠道收集相关资料,经讨论、汇总、拟定出液体餐具洗涤剂的制备方案,通过分组汇报,教师点评,确定出最终制备方案,再根据方案制备出液体餐具洗涤剂的小试样品,并完成实训报告		
教学过程实施			
序号	步骤名称	教学内容	教师及学生活动
1	资料的收集、汇总及制备方案准备与决策	液体餐具洗涤剂制备方案的确定	(1)教师下达任务书,学生接受任务,记录具体任务要求; (2)学生课外查找相关资料,汇总,形成初步意见; (3)课上教师提出问题; (4)各小组讨论并逐步找出引导文问题的答案; (5)小组汇报,教师点评、总结,播放照片、图片、录像等; (6)各小组修订制备方案,在教师指导下形成最终制备方案; (7)下达下次任务的任务书
2	任务实施	进行液体餐具洗涤剂的制备	(1)教师讲解液体餐具洗涤剂在制备过程中的注意事项,巡回指导,记录学生表现,保证实验安全有效进行; (2)各组按所确定的最佳方案进行液体餐具洗涤剂的制备,填写实验记录
3	检查与评估	(1)检查工作任务完成情况; (2)对本项目工作过程进行自评互评	(1)检查产品质量情况; (2)学生进行自评互评; (3)分组汇报心得体会

制备方案的确定

一、产品性能与用途

餐具洗涤剂又称为洗洁精或果蔬洗涤剂,是无色或淡黄色透明液体,由表面活性剂、洗涤助剂及溶剂组成。餐具洗涤剂具有去油腻性好、简易卫生、使用方便等特点,主要用于洗涤碗碟等器具及水果蔬菜。

二、液体餐具洗涤剂的基本原则

- (1)对人体安全无害;
- (2)能有效地去除动植物油垢;
- (3)洗涤剂和洗涤方式不损伤餐具、灶具及其他器具;
- (4)用于洗涤蔬菜、水果时,无残留物,不影响外观和原有风味;
- (5)产品长期储存稳定性好,不会发霉变质;
- (6)手洗时,产品具有良好的发泡性;

(7)消毒洗涤剂在不危害人体安全的前提下,能有效地杀灭有害菌。

三、配方的选择

1. 液体餐具洗涤剂的原料

液体餐具洗涤剂的原料主要包括溶剂(水或有机溶剂)、表面活性剂和助剂等。

溶剂主要为水。水具有比较大的溶解力和分散力、很大的比热容和汽化热、无污染及不可燃性等优点。但水对油脂类污垢溶解能力差、表面张力大,具有一定的硬度,需经软化处理。

用做餐具洗涤剂表面活性剂主要包括阴离子表面活性剂、非离子表面活性剂。如常用的表面活性剂十二烷基苯磺酸钠具有润湿、增溶、乳化、分散和降低表面张力的作用,它和脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠均属于阴离子表面活性剂;而壬基酚聚氧乙烯醚和脂肪(椰油)酸二乙醇胺均属于非离子表面活性剂。

助剂主要包括增稠剂(如氯化钠、聚丙烯酰胺等,可使溶液增加黏度)、螯合剂(如EDTA)、香精、防冻剂(如尿素,可防冬天冻结和析出)以及防腐剂(如甲醛)等。

2. 液体餐具洗涤剂的配方要求

(1)液体餐具洗涤剂应制成透明状液体,要设法调配成适当的浓度和黏度。

(2)设计配方时,一定要充分考虑表面活性剂的配伍效应,以及各种助剂的协同作用。比如,将阴离子表面活性剂烷基聚氧乙烯醚硫酸酯盐与非离子表面活性剂烷基聚氧乙烯醚复配后,可制得泡沫性和去污力都很好的产品。如果配方中加入乙二醇单丁醚,则有助于去除油污;加入月桂酸二乙醇酰胺起到增泡和稳泡的作用,并可减轻对皮肤的刺激,增加介质的黏度。羊毛酯类衍生物具有滋润皮肤的作用。调整产品黏度则主要使用无机电解质。

(3)为了提高去污力、节省活性物和降低成本,餐具洗涤剂一般都是高碱性,但pH值不能大于10.5。

(4)高档的餐具洗涤剂还要加入釉面保护剂,如醋酸铝、甲酸铝、磷酸铝酸盐、硼酸酐及其混合物。

(5)配方中还需加入少量的香精和防腐剂。

3. 配方的确定

学习任务:

各小组可通过查阅各种文献资料、研究报告,选择性能优良的配方,并对所选配方组成进行分析。

四、工艺过程分析

学习任务:

对餐具洗涤剂的生产过程进行分析,了解液体洗涤剂生产的工艺及产品质量控制,指出操作步骤及操作注意事项。

五、产品质量评价

学习任务:

(1)了解液体洗涤剂质量评价。

(2)查阅液体餐具洗涤剂国家标准,了解其技术要求、理化指标及检测方法。

1. 技术要求

(1)液体餐具洗涤剂的配方中所用的表面活性剂的生物降解度应不低于90%。

(2)感观指标如下:

外观:液体产品不分层,无悬浮物或沉淀。

气味:不得有其他异味,加香产品应符合规定香型。

稳定性:于-3~-10℃的冰箱中放置24h,取出升至室温时,观察无结晶,无沉淀;(40±1)℃的保温箱中放置24h,取出立即观察不分层、不浑浊,且不改变气味。

(3)理化指标见表1-1。

表 1-1 手洗餐具洗涤剂的理化指标

项 目	指 标
总活性物含量,% ≥	15
pH 值(25℃,1% 溶液)	4.0~10.5
去污力	不小于标准餐具洗涤剂
荧光增白剂	不得检出
甲醇,mg/g ≤	1
甲醛,mg/g ≤	0.1
砷(1% 溶液中以砷计),mg/kg ≤	0.05
重金属(1% 溶液中以铅计),mg/kg ≤	1

2. 检测方法

检测方法参见《手洗餐具用洗涤剂》(GB 9985—2008)。

任务实施

一、准备工作

1. 配方

十二烷基苯磺酸钠	15g	脂肪醇聚乙氧基硫酸钠(AES)	5g
烷基醇酰胺(尼纳尔)	4g	脂肪醇聚氧乙氧基(AEO)	6g
乙二胺四乙酸	0.1g	乙醇	0.2g
甲醛	0.2g	食盐	适量
硫酸	适量	香精	0.12g
去离子水	加至 100g		

2. 仪器

电炉、水浴锅、电动搅拌器、温度计(0~100℃)、烧杯(100mL,150mL)、量筒(10mL、100mL)、托盘天平、滴管、玻璃棒。

3. 药品

十二烷基苯磺酸钠、AES、尼纳尔、AEO、乙二胺四乙酸、乙醇、甲醛、食盐、硫酸、香精、去离子水。

二、操作步骤

(1)按配方量称量药品备用。

- (2)将去离子水加入烧杯中,用水浴锅加热至 60℃ 左右。
- (3)慢慢加入 AES 并不断搅拌至全部溶解。在溶解过程中,水温要控制在 65℃ 以下,最好在 50℃ 以下。
- (4)保持温度 40 ~ 50℃ ,在连续搅拌下依次加入十二烷基苯磺酸钠、AEO、尼纳尔等表面活性剂,搅拌至全部溶解混合均匀为止。
- (5)降温至 40℃ 以下,加入香精、甲醛、乙醇、乙二胺四乙酸,搅拌均匀。
- (6)测溶液的 pH 值,用硫酸调节 pH 值至 7 ~ 8.5。
- (7)加入食盐调节到所需黏度。调节之前先把产品冷却到室温或测黏度时的标准温度。调节后即成为成品。

三、注意事项

- (1)在使用 AES 时,应将其慢慢加入水中,绝不能直接加水来溶解,否则可能成为一种黏度极大的凝胶。
- (2)由于 AES 在高温下极易水解,因此溶解温度不可超过 65℃ ,最好在 50℃ 以下。
- (3)要按规定控制好温度,加入香精时的温度必须小于 40℃ ,以防挥发。

四、产品质量检测

- (1)观察和测定制得的液体餐具洗涤剂外观及理化指标。
- (2)数据记录(表 1-2)。

表 1-2 产品检测数据记录表

外观	气味	稳定性	pH 值	去污力	总活性物含量

知识链接

一、洗涤剂的主要组成

洗涤剂是由多种原料配伍而成的混合物。洗涤剂性能的优劣取决于所选用原料的品种和质量。洗涤剂配方的目的是提高去污力。洗涤剂配方原料可分为两大类:一类是主要原料,它们是起洗涤作用的各种表面活性剂,这些表面活性剂是洗涤剂配方的必要组分;另一类是辅助原料,包括助剂、泡沫促进剂、配料、填料等,它们是洗涤剂配方的辅助组分。洗涤剂配方中除起洗涤作用的表面活性剂外的其他组分都为辅助组分,称为助洗剂或洗涤助剂。

一般洗涤剂配方中表面活性剂约占 10% ~ 30% ,洗涤助剂约占 30% ~ 80% ,助剂中的有机助剂通常所占的份额很小,但其作用却很重要。

1. 洗涤剂用表面活性剂

作为洗涤剂中最重要的组分表面活性剂对洗涤剂外观、去污性能、生态与毒性都起着重要作用。在不少配方中,表面活性剂又可作为一种辅助原料而出现,起到乳化、润湿、增溶、保湿、杀菌、柔软、抗静电、发泡和消泡等作用。

1) 阴离子表面活性剂

在洗涤剂中,阴离子表面活性剂是用量最多的一类表面活性剂。溶于水后,亲水基上带负电荷,主要有羧基、磺酸基、硫酸基等,有的在其分子结构中还可能还存在酰胺基、酯键、醚键。疏水基主要有烷基和烷基苯。阴离子表面活性剂的主要品种如下:

(1) 肥皂。

肥皂属于羧酸盐类表面活性剂。分子通式为 RCOOM , 其中 R 为 $\text{C}_8 \sim \text{C}_{22}$, M 为 K^+ 、 Na^+ 、 $\text{N}^+\text{H}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ 等。它的制法有两种:一种是用油脂与碱溶液加热皂化而制得;另一种是用脂肪酸与碱直接反应而制得。

由于油脂中脂肪酸的碳原子数不同以及选用碱剂的不同,所制成的肥皂性能有很大差异。如果所制得的脂肪酸皂的碳原子数越多,其凝点越高,硬度越大,水溶性则下降。当脂肪酸相同而与之反应的碱剂不同时,所得钠皂最硬,钾皂次之,胺皂则较柔软。其中,钠皂和钾皂有较好的去污力,但它们的水溶液碱性较高, pH 值约为 10, 而胺皂水溶液的碱性较低, pH 值约为 8。

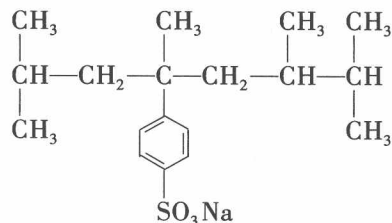
肥皂具有去污力好,价格便宜,原料来源丰富、安全、无毒等优点,它的缺点是在冷水中溶解性差,如硬脂酸钠 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$, 在冷水中溶解缓慢,并且形成胶体溶液,需在热水及乙醇中才会有较好的溶解性能;不耐硬水,肥皂遇硬水可生成钙皂,覆盖于纤维表面,减少了纤维的透气性,甚至使洗涤衣物变旧、变色和产生异味;不耐酸,水溶液呈碱性。

为了改善肥皂在硬水中的洗涤去污力,肥皂常与钙皂分散剂复配使用;为了获得所需要的去污力、发泡力、溶解性、外观等,用于制造各类洗涤用品的肥皂常采用不同长度碳链的脂肪酸皂的混合物;肥皂的另一比较重要的用途是用作泡沫调节剂。

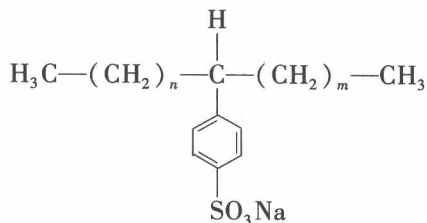
(2) 烷基苯磺酸钠 (ABS)。

烷基苯磺酸钠是生产量最大的阴离子表面活性剂,是我国洗涤剂活性物的主要成分。通常烷基苯磺酸钠不是单一结构的化合物,是多种异构体的混合物。有资料显示,烷基苯磺酸钠的结构以 $\text{C}_{11} \sim \text{C}_{13}$ 的直链烷基,苯环连接在第 3、4 碳原子上,磺酸基为对位时,其洗涤性最好。

早期的烷基苯磺酸钠是以丙烯为原料,聚合成四聚丙烯(十二烯)再与苯缩合成十二烷基苯。用这种原料生产的烷基苯磺酸钠(TPS)其烷基为支链结构,虽然有较好的润湿力及去污力,但不易生物降解,排放后污染环境,因此这种产品已逐渐被用正构烷烃生产的直链烷基苯磺酸钠(LAS)所取代。



TPS



$$n + m = 7 \sim 10$$

LAS

LAS 的优点如下:① 烷基中没有支链,这种结构与天然油脂中的憎水基烷基类似,具有良好的生物降解性。② 具有良好的洗涤去污性。③ 具有优良的泡沫特性。它所产生的高泡沫既可用泡沫稳定剂给予稳定又可用泡沫抑制剂进行控制。④ 具有高溶解性,可作为液体洗涤剂的组分。⑤ 与助洗剂进行复配,兼容性好,对氧化剂十分稳定。⑥ 成本低廉,质量稳定。

LAS 也有不足之处,如对水的硬度比较敏感。当水的硬度增加时,其洗涤力迅速降低。

(3) 脂肪醇硫酸盐(FAS)。

脂肪醇硫酸盐也称烷基硫酸盐,通式为 $\text{RO}-\text{SO}_3\text{M}$,其中 R 为 $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{18}$,M 为钠、钾、铵或有机胺(如二乙醇胺或三乙醇胺)。FAS 的应用性能主要由脂肪醇链长和阳离子的性质来决定。在各种 FAS 中,碳链长为 $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{14}$ 的 FAS 低温洗涤性能最佳,发泡能力最强。与仲醇或支链醇生成的 FAS 相比,直链醇生成的 FAS 的洗涤和发泡性能较强,但润湿性较差。

早在 20 世纪 30 年代,FAS 就作为洗涤易护理纤维的洗涤剂组分。FAS 具有很好的洗涤能力和发泡能力,溶液呈中性或微碱性,洗涤后的织物手感好。但抗硬水性一般,多用于高泡洗涤剂配方中,是配制液体洗涤剂的主要原料,广泛应用于特种洗涤剂以及一般重垢洗涤剂中。其中最重要的品种是月桂醇硫酸钠,商品代号为 K_{12} ,分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$,其外观为白色粉末,可溶于水,主要用做发泡剂、洗涤剂等。

(4) 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐。

脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸盐(AES)又称脂肪醇醚硫酸盐,其通式为 $\text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{SO}_3\text{M}$,其中 R 为 $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{18}$ 的烃基,通常为 $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{14}$ 的烃基,聚合度 $n=3$,M 为钠、钾、铵或胺盐。其亲水基为 $-\text{SO}_3\text{M}$ 和聚氧乙烯醚结构中的 $-\text{O}-$ 。

这类产品中具有代表性的是月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠,分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_3\text{OSO}_3\text{Na}$ 。它是由非离子表面活性剂月桂醇聚氧乙烯醚经硫酸化而制得。由于分子中具有聚氧乙烯醚结构,月桂醇聚氧乙烯醚硫酸钠比月桂醇硫酸钠水溶性更好,即使是浓度较高的水溶液在低温下仍可保持透明,因而特别适合配制透明液体香波。月桂醇聚氧乙烯醚硫酸盐还有很强的去油污能力,很适用于配制餐具洗涤剂,由于该原料本身的黏度较高,在配方中还可起到增稠作用。

在阴离子表面活性剂中,AES 是仅次于 LAS 的第二大类表面活性剂。AES 的优点如下:

- ① 具有泡沫丰实;② 水溶性较好;③ 生物降解性良好;④ 不刺激皮肤,对人体皮肤的刺激性较 LAS 和 FAS 温和;⑤ 对水硬度不敏感,其洗涤性能不因水中电解质和硬度的增加而下降;⑥ AES 的临界胶束浓度比 LAS 低得多,在低表面活性剂含量情况下,其洗涤力都非常高。⑦ 与 LAS 有良好的复配性能。

AES 与 LAS 复配后有助于总去污效果的提高,有助于高浓度非离子表面活性剂的增溶,有助于织物对荧光增白剂的吸收,有助于使织物洗后增艳,还有助于改进合成洗涤剂的泡沫特性和外观黏度特性。AES 与 LAS 复配而成的硬表面洗涤剂,有很强的去污力,即使在大量油污中仍能产生稠厚的泡沫。

AES 是家用洗涤剂中重要的表面活性剂之一,可广泛用来配制液体洗涤剂、洗发香波、餐具洗涤剂、洗衣粉等。尤其适宜配制低温重垢液体洗涤剂和低磷无磷型洗涤剂。

(5) 烷基磺酸钠(SAS)。

烷基磺酸钠是 $\text{C}_{13} \sim \text{C}_{18}$ 的仲烷基磺酸钠,其结构为 $\text{R}-\underset{\text{SO}_3\text{Na}}{\text{CH}}-\text{R}'$ 。仲烷基磺酸钠有良好

的去污、润湿与水溶解性,它的生物降解性好,对皮肤亲和性比较好。仲烷基磺酸钠的表面活性与 LAS 接近,有与 LAS 类似的发泡性和洗涤性能,其溶解性能、生物降解性能及抗硬水性均优于 LAS,其毒性和对皮肤的刺激性低于 LAS。SAS 在使用上也有缺点,如用它作为洗衣粉的主要组分,会使洗衣粉发黏、不松散,因此只用于液体配方。

烷基磺酸钠在硬水中具有良好的润湿、乳化、分散和去污能力,在碱性、中性和弱酸性溶液

中较稳定,有非常好的水溶性,除油力较强,适合配制重垢液体洗涤剂。与 AES 复配,可配制各种个人卫生盥洗制品;与 AOS 复配可制造各种粉状洗涤剂和轻垢洗涤剂。AES 和 AOS 都可以弥补 SAS 在硬水中泡沫差的缺点。

(6) α -烯基磺酸盐(AOS)。

AOS 是结构复杂的混合物,它主要是由 55% ~ 60% 的烯基磺酸盐 $[R-CH=CH-(CH_2)_n-SO_3Na]$ 、25% ~ 30% 的羟基磺酸盐 $\left[\begin{array}{c} R-CH-(CH_2)_nSO_3Na \\ | \\ OH \end{array} \right]$ 和 5% ~ 10% 的二磺酸盐所组成。AOS 商品通常为活性物含量 30% ~ 40% 的水溶液或活性物含量约 70% 的浆状物,目前已有含量为 90% 的粉状商品。

AOS 是一种高泡、水解稳定性好的阴离子表面活性剂。AOS 价格较低廉,去污力和其他性能良好,具有优良的抗硬水性,低毒、温和、刺激性低,在各种个人保护用品中的应用优于十二醇硫酸盐,可加入肥皂中作为钙皂分散剂。

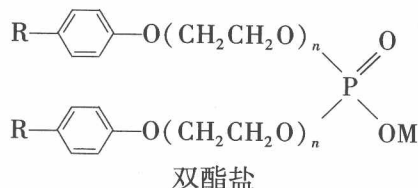
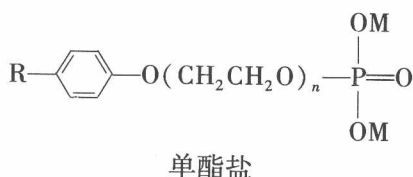
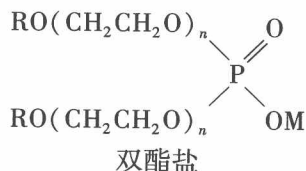
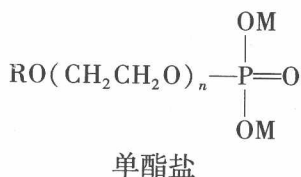
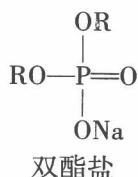
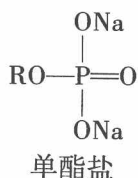
$C_{11} \sim C_{12}$ 的 AOS 具有较高的溶解度, C_{12} 以上的 AOS 具有较好的去污性、起泡性及润湿性,尤其是以 C_{13} 为最佳。

$C_{15} \sim C_{18}$ 的 AOS 去污力优于 LAS,而且生物降解性好,不会污染环境。AOS 的刺激性小,其毒性远低于 LAS 及 AS。

AOS 与非离子表面活性剂及阴离子表面活性剂都有良好的配伍性能。AOS 与酶也有良好的协同作用,是制造加酶洗涤剂的良好原料。AOS 可用于配制液体和颗粒状洗涤剂。

(7) 烷基磷酸酯盐。

烷基磷酸酯盐包括烷基磷酸单酯、双酯盐,脂肪醇聚氧乙烯醚磷酸单酯盐、双酯盐和烷基酚聚氧乙烯醚单酯盐、双酯盐。它们的结构式为:



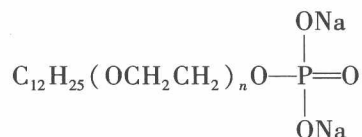
上述分子式中,R 为 $C_8 \sim C_{18}$ 的烷基;M 为 Na、K、二乙醇胺、三乙醇胺; n 一般为 3 ~ 5。

烷基磷酸双酯盐的表面活性比烷基磷酸单酯盐高。如双酯钠盐的 CMC 大大低于单酯盐,

双酯盐的表面张力也比单酯盐低。双酯盐的去污能力也比单酯盐好。两种磷酸酯盐起泡性均很差。

不同疏水基产品和单酯盐、双酯盐含量不同时,产品性能有较大的差异,使产品适用于乳化、洗涤、抗静电、消泡等不同的用途,如十二烷基磷酸酯钠盐主要作为抗静电剂,用于具有调理作用的产品中。

十二烷基聚氧乙烯醚磷酸酯盐是一种优良的表面活性剂。它由非离子表面活性剂烷基聚氧乙烯醚与五氧化二磷酯化而得到。分子式为:



它是一种黏度很高,去污力很强,适合于配制餐具洗涤剂的表面活性剂。这类磷酸酯盐兼有非离子表面活性剂的特点,因此其综合性能及配伍性能俱佳。

以多元醇酯类非离子表面活性剂衍生的磷酸酯盐,如单月桂酸甘油酯磷酸酯盐,也是综合性能较好的阴离子表面活性剂,用于食品乳化剂、餐具洗涤剂和硬表面清洗剂。

2) 阳离子表面活性剂

阳离子表面活性剂溶于水后,分子发生电离,其中,具有表面活性的部分为阳离子。几乎所有的阳离子表面活性剂都是有机胺的衍生物。

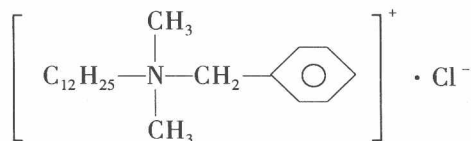
阳离子表面活性剂本身洗涤作用较差,在洗涤剂中通常不作为洗涤活性成分加入,但以阳离子表面活性剂与非离子表面活性剂复配而成的洗涤剂也较常见。两者复配的洗涤剂比单一的非离子表面活性剂更有利于油性污垢的去除。此时,被油性污垢污染的织物纤维所带的负电荷,先被吸附在其上的阳离子表面活性剂所中和,使非离子表面活性剂在织物上的吸附更有利,去油效果也更佳。一般阳离子表面活性剂与阴离子表面活性剂混和后能形成不溶于水的复合物。只有其中一种活性物过量而使复合物增溶时,混合液才呈透明状。

阳离子表面活性剂主要用做杀菌剂、柔软剂、破乳剂、抗静电剂等。其主要品种如下:

(1) 季铵盐。

季铵盐是最常用的一类阳离子表面活性剂。季铵盐阳离子表面活性剂从形式上看是铵离子 NH_4^+ 的 4 个氢原子被有机基团所取代,形成 $\text{R}_1\text{R}_2\text{N}^+\text{R}_3\text{R}_4$ 的形式。季铵盐与胺盐的主要区别在于季铵盐是强碱,季铵盐不受 pH 值变化的影响,不论在酸性或碱性介质中均能溶解,并解离成带正电荷的脂肪链阳离子,且季铵离子均无变化。而胺盐为弱碱的盐,对 pH 值较为敏感,在碱性条件下则游离成不溶于水的胺,而失去表面活性。

季铵盐一般由脂肪胺与卤代烃反应生成。例如,用十二烷基二甲基胺与氯苄反应可生成具有杀菌能力的阳离子表面活性剂 1227(十二烷基二甲基苄基氯化铵,俗称洁尔灭),其结构式为:



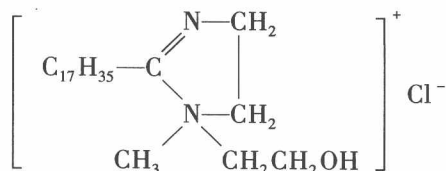
1227 是无色透明黏稠状液体,具有良好的泡沫性和化学稳定性,耐热、耐光;具有杀菌、乳化、抗静电、柔软调理等多种功能,刺激皮肤并严重刺激眼睛;用于餐馆、食品加工厂等设备的

消毒杀菌剂;用做游泳池的杀藻、杀菌剂,油田助剂,纺织工业的匀染剂,织物柔软剂和抗静电剂,石油化工装置的水质稳定剂等。

此外,季铵盐类阳离子表面活性剂还有双十八烷基二甲基氯化铵(DSDMAC)、十二烷基二甲基苄基溴化铵(新洁尔灭)、十六烷基三甲基氯化铵(别名1631)、十八烷基三甲氯化铵(别名1831)等。

(2) 咪唑啉盐。

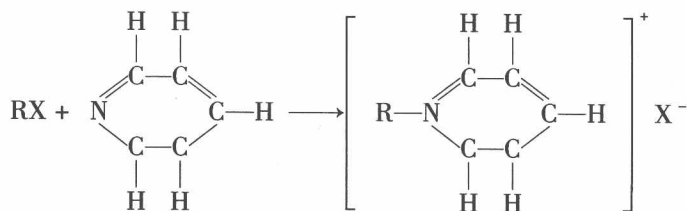
咪唑啉化合物是典型的环胺化合物,采用羟乙基乙二胺和脂肪酸缩合即可得到环叔胺,再进一步与卤代烃反应即得咪唑啉盐表面活性剂。例如:



这类表面活性剂主要用做头发滋润剂、调理剂、杀菌剂和抗静电剂,也可用做织物柔软剂。

(3) 吡啶卤化物。

卤代烷与吡啶反应,可生成类似季铵盐的烷基吡啶卤化物,即:



十二烷基吡啶氯化铵是这类表面活性剂的代表物,其杀菌力很强,对伤寒杆菌和金黄色葡萄球菌有杀灭能力。在食品加工、餐厅、饲养场和游泳池等处作为洗涤消毒剂使用。

3) 两性离子表面活性剂

两性离子表面活性剂(以下简称两性表面活性剂)分子中既带有正电荷的基团,又带有负电荷的基团,带正电荷的基团常为含氮基团,带负电荷的基团常为羧基或磺酸基。

两性表面活性剂在水中电离。电离后所带的电性与溶液的pH值有关,在等电点以下的pH值溶液中呈阳荷性,显示阳离子表面活性剂的作用;在等电点以上的pH值溶液中呈阴荷性,显示阴离子表面活性剂的作用。在等电点的pH值溶液中形成内盐,呈现非离子型,此时表面活性较差,但仍溶于水,因此,两性表面活性剂在任何pH值溶液中均可使用,与其他表面活性剂相容性好。

两性表面活性剂一般都具有以下几方面共同性能:

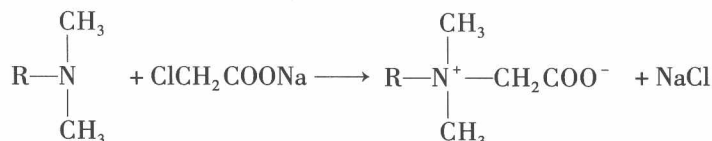
- (1) 耐硬水,钙皂分散力较强,能与电解质共存,甚至在海水中也可以有效地使用;
- (2) 与阴离子、阳离子、非离子表面活性剂有良好的配伍性;
- (3) 一般在酸、碱溶液中稳定,特别是甜菜碱类两性表面活性剂在强碱溶液中也能保持其表面活性;

(4) 大多数两性表面活性剂对眼睛和皮肤刺激性小,因此适合于配制香波和其他个人护理品。

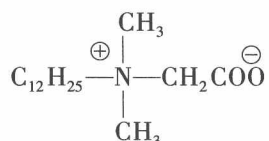
常用的两性表面活性剂有如下几种:

(1) 甜菜碱型两性表面活性剂。

甜菜碱是从甜菜中分离出来的一种天然产物,其分子结构为三甲胺基乙酸盐。天然甜菜碱不具有表面活性,只有天然甜菜碱分子中的一个 CH_3 被长碳链烷基取代后才具有表面活性,从而得到甜菜碱型表面活性剂。甜菜碱型表面活性剂一般由对应的叔胺与氯乙酸钠反应而制得:



最有代表性的是 N -十二烷基- N , N -二甲基- N -羧甲基甜菜碱(简称十二烷基羧基甜菜碱):



此外,还有磺基甜菜碱、硫酸基甜菜碱等。

甜菜碱型两性表面活性剂的性能如下:

① 甜菜碱型两性表面活性剂属内盐,等电点范围较宽, pH 值及电解质对其表面活性的影响一般都很小。

② 与其他两性表面活性剂不同,甜菜碱型两性表面活性剂在碱性溶液中不具有阴离子性质,在其等电点时也不会降低其水溶性而沉淀,它们在较宽 pH 值范围内水溶性都很好,与其他阴离子表面活性剂的混溶性较好。

③ 羧基甜菜碱型可与盐酸构成外盐,这有利于分离及提纯操作。相反,磺基甜菜碱型由于磺酸基强,不易形成外盐。羟基及磺基甜菜碱在强电解质溶液中都有较好的溶解度,且能耐硬水,其中后者最强。硫酸基甜菜碱在碱性溶液中沉淀而在酸性范围内则溶解很好。

④ 磺基甜菜碱具有较强的钙皂分散性能。

磺基甜菜碱以其优良的钙皂分散力,常用于洗涤剂及纺织制品的配方中;磺基甜菜碱与阴离子表面活性剂混合,可使混合物对皮肤刺激性大为降低,适用于液体香波和液体洗涤剂的配制。

(2) 氨基酸型两性表面活性剂。

氨基酸兼有羧基和氨基,本身就是两性化合物。当氨基上氢原子被长链烷基取代就成为具有表面活性的氨基酸型表面活性剂。其中,具有代表性的产品是十二烷基氨基丙酸: $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 。

氨基酸型两性表面活性剂可用于洗涤剂、香波的配方。其刺激性很小,还可用于杀菌剂、去臭剂、防锈剂等。

(3) 咪唑啉型两性表面活性剂是由咪唑啉衍生物与卤代羧酸反应而制得。咪唑啉型两性表面活性剂具有无毒、性能柔和无刺激等性能,常用于香波、浴液及其他化妆品调理剂中。比如,1-羟乙基-2-烷基羧基咪唑啉就是一种刺激性很小的优良的表面活性剂,可用于婴儿香波和洗发香波中,还可用作柔软剂、抗静电剂、调理剂、消毒杀菌剂。