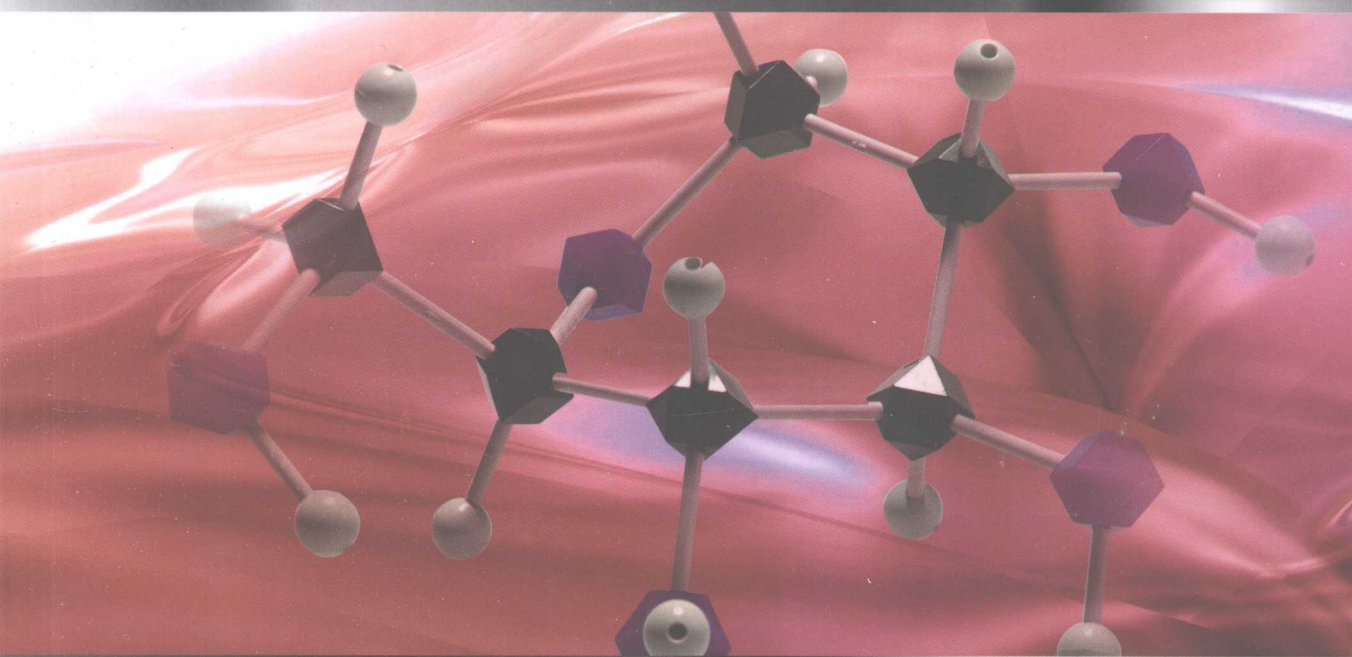


★ 中等职业教育化学工艺专业规划教材 ★

全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

基本有机工艺

杨秀琴 苏华龙 主编 陈炳和 主审



化学工业出版社

中等职业教育化学工艺专业规划教材
全国化工中等职业教育教学指导委员会审定

基本有机工艺

杨秀琴 苏华龙 主编
陈炳和 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材根据中国化工教育协会编制的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》而编写。全书共有六个项目,主要介绍以石油为原料,烃类裂解生产乙烯、丙烯;甲醇、甲醛、己二胺、乙酸等典型基本有机化工产品的生产原理、工艺流程和部分典型设备,同时还介绍了企业的岗位职责、开车停车、生产过程中影响因素、故障的发现与处理方法等。

本教材采用项目教学,以任务引领的模式而编写。每个项目有教学目标,技能要求,知识和素质目标,每个项目后有思考与练习等,便于学生归纳总结。

本书可供中等职业学校化学工艺专业使用,也可作为相关专业的培训教材以及有关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

基本有机工艺/杨秀琴,苏华龙主编. —北京:化学工业出版社,2008.7

中等职业教育化学工艺专业规划教材
ISBN 978-7-122-03083-2

I. 基… II. ①杨…②苏… III. 有机化工-生产工艺-专业学校-教材 IV. TQ206

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099695 号

责任编辑:旷英姿 窦 臻

装帧设计:周遥

责任校对:洪雅姝

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京市振南印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12½ 字数 299 千字 2008 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:19.80 元

版权所有 违者必究

中等职业教育化学工艺专业规划教材编审委员会

主任 邬宪伟

委员 (按姓名笔画排列)

丁志平	王小宝	王建梅	王绍良
王新庄	王黎明	开俊	毛民海
乔子荣	邬宪伟	庄铭星	刘同卷
苏勇	苏华龙	李文原	李庆宝
杨永红	杨永杰	何迎建	初玉霞
张荣	张毅	张维嘉	陈炳和
陈晓峰	陈瑞珍	金长义	周健
周玉敏	周立雪	赵少贞	侯丽新
律国辉	姚成秀	贺召平	秦建华
袁红兰	贾云甫	栾学钢	唐锡龄
曹克广	程桂花	詹镜青	潘茂椿
薛叙明			

序

“十五”期间我国化学工业快速发展，化工产品和产量大幅度增长，随着生产技术的不断进步，劳动效率不断提高，产品结构不断调整，劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。化工行业对操作工的需求发生了较大的变化。随着近年来高等教育的规模发展，中等职业教育生源情况也发生了较大的变化。因此，2006年中国化工教育协会组织开发了化学工艺专业新的教学标准。新标准借鉴了国内外职业教育课程开发成功经验，充分依靠全国化工中职教学指导委员会和行业协会所属企业确定教学标准的内容，注重国情、行情与地情和中职学生的认知规律。在全国各职业院校的努力下，经反复研究论证，于2007年8月正式出版化学工艺专业教学标准——《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》。

在此基础上，为进一步推进全国化工中等职业教育化学工艺专业的教学改革，于2007年8月正式启动教材建设工作。根据化学工艺专业的教学标准以核心加模块的形式，将煤化工、石油炼制、精细化工、基本有机化工、无机化工、化学肥料等作为选用模块的特点，确定选择其中的十九门核心和关键课程进行教材编写招标，有关职业院校对此表示了热情关注。

本次教材编写按照化学工艺专业教学标准，内容体现行业发展特征，结构体现任务引领特点，组织体现做学一体特色。从学生的兴趣和行业的需求出发安排知识和技能点，体现出先感性认识后理性归纳、先简单后复杂循序渐进、螺旋上升的特点，任务（项目）选题案例化、实战化和模块化，校企结合，充分利用实习、实训基地，通过唤起学生已有的经验，并发展新的经验，善于让教学最大程度接近实际职业的经验情境或行动情境，追求最佳的教学效果。

新一轮化学工艺专业的教材编写工作得到许多行业专家、高等职业院校的领导和教育专家的指导，特别是一些教材的主审和审定专家均来自职业技术学院，在此对专业改革给予热情帮助的所有人士表示衷心的感谢！我们所做的仅仅是一些探索和创新，还存在诸多不妥之处，有待商榷，我们期待各界专家提出宝贵意见！

邬宪伟
2008年5月

前 言

本教材是根据中国化工教育协会编制的《全国中等职业教育化学工艺专业教学标准》和《全国中等职业教育化学工艺专业指导性教学方案》(2007.8)编写的。

本教材可供中等职业院校化工类专业有机专业方向的学生使用,也可作为相关专业的培训教材。全书共有六个项目,主要内容有:有机化工小产品洗洁精和白乳胶的制备,有机化工生产仿真操作,典型基本有机化工生产过程,基本有机化工的原料及其加工方向。着重阐述以石油为原料,烃类裂解生产乙烯、丙烯;甲醇、甲醛、己二胺、乙酸等典型基本有机化工产品的生产原理、工艺流程和部分典型设备,同时介绍部分企业的岗位职责、生产开车停车操作、生产过程中影响因素、生产的异常现象与事故的处理。体现出先感知后理性,先简单后复杂的循序渐进的内容排列,既有理论阐述,又有动手实验操作,观看录像和企业实习,在每一项目后,还有思考和练习题。一些任务带有“*”号,各校可根据实际情况,灵活取舍。书后的化工信息网站介绍供教师和学生查找相关信息资料。

本教材结合目前中等职业教育的特点和要求,从学生的认知规律和所需知识和技能要求出发,在编写形式上设计成项目教学,任务驱动的形式。以一系列的活动为主线,使学生在这些活动中能变被动为主动,自主查阅学习相关知识。活动的设计依赖于需要学生了解的学习内容,活动的形式没有统一的标准,对不同的内容可以设计不同的活动;对同样的内容,不同的老师设计的活动也可能不一样,书中设计的活动仅作为教师在实际教学时的参考。

本教材由河南工业大学化学工业职业学院杨秀琴、苏华龙担任主编。杨秀琴编写项目一、项目三、项目四;苏华龙编写项目二;重庆市化医高级技工学校贺小兰编写项目五;河南工业大学化学工业职业学院付玲编写项目六;全书由杨秀琴统稿。本书由常州工程职业技术学院的陈炳和副院长主审。他对本教材的编写提出了大量的宝贵意见和建议。在编写过程中还得到了河南工业大学化学工业职业学院朱东方、扬州工业职业技术学院秦建华副院长的指导,也得到了北京东方仿真软件技术有限公司及相关学校的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于我们在项目教学方面的经验还比较欠缺,另外,我们的水平有限,在编写的内容和设计的活动中可能存在不足之处,欢迎广大专家和同行批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

项目一 感知基本有机化工生产过程	1
任务一 丙烯酸甲酯生产仿真操作	1
活动 丙烯酸甲酯生产的仿真操作	1
任务二 白乳胶、餐具洗涤剂的制备	2
活动一 白乳胶的合成	2
活动二 餐具洗涤剂的合成	4
任务三 了解基本有机化学工业	8
活动一 查找基本有机化学工业地位、发展概况和方向的相关知识	8
活动二 查找基本有机化学工业的发展方向、生产特点及分类的相关知识	10
任务四 了解基本有机化学工业原料的化学加工及其产品	12
活动一 查找煤的化工利用的相关知识	13
活动二 查找天然气的化工利用的相关知识	17
活动三 查找石油及其化工利用的相关知识	18
活动四 查找生物质及其化工利用的相关知识	20
思考与练习	23
项目二 认识甲醇的生产过程	24
任务一 甲醇生产仿真操作训练	24
活动 甲醇生产的仿真操作	25
任务二 了解甲醇的性质和用途	25
活动 查找甲醇的性质和用途的相关资料	25
任务三 甲醇生产的发展与市场调查	27
活动一 查找甲醇生产现状的相关资料, 进行市场调查	27
活动二 查找甲醇工业的发展历程及展望的相关资料	27
任务四 了解甲醇的生产方法	29
活动一 查找合成甲醇反应原理、催化剂、生产的特点以及甲醇的生产方法的相关 知识	29
活动二 查找合成甲醇的影响因素的相关内容	30
任务五 了解合成甲醇的工艺过程	36
活动 查找甲醇合成的工艺流程、设备的相关知识	36
任务六 甲醇生产紧急停车、事故处理仿真操作	43
活动 甲醇生产的紧急停车、事故处理仿真操作	43
任务七 了解合成甲醇生产岗位操作规程与控制	43
活动 查找甲醇生产的开、停车操作步骤的相关知识	43
任务八 了解工业甲醇的安全生产管理	52
活动一 查找甲醇储存的相关资料	53
活动二 查找甲醇安全生产管理的相关资料	53

* 任务九 了解乙醇的生产	58
活动一 查找乙醇的生产方法的相关知识	58
活动二 查找乙醇生产现状的相关资料, 进行市场调查	58
思考与练习	62
项目三 认识甲醛的生产过程	63
任务一 了解甲醛的性质和用途	63
活动 查找甲醛的性质和用途的相关资料	64
任务二 了解工业甲醛储运、生产安全管理	65
活动一 查找甲醛储运的相关资料	65
活动二 查找甲醛安全生产管理的相关资料	67
任务三 甲醛生产的现状调查	69
活动一 查找甲醛生产现状的相关资料, 进行市场调查	69
活动二 查找甲醛的生产发展历史及展望的相关资料	70
任务四 了解甲醛的生产方法	71
活动一 查找甲醛生产方法的相关知识	71
活动二 查找甲醇氧化生产甲醛的反应原理、催化剂、影响因素、生产特点等相关知识	72
任务五 了解甲醇氧化生产甲醛的工艺过程	74
活动 查找甲醇氧化生产甲醛的工艺流程、设备的相关知识	75
任务六 了解甲醇氧化生产甲醛开停车的操作	77
活动 查找甲醇氧化生产甲醛的开、停车操作的相关知识	77
* 任务七 了解乙醛及其他醛的生产	79
活动一 查找乙醛的生产方法的相关知识	80
活动二 查找乙醛生产现状的相关资料, 进行市场调查	80
活动三 查找乙二醛的生产方法的相关知识	80
思考与练习	83
项目四 认识烃类热裂解的生产过程	85
任务一 乙烯工业现状及发展趋势的调查	85
活动一 了解生活中的塑料制品	85
活动二 查找乙烯工业现状的相关资料, 进行市场调查	86
活动三 查找乙烯生产的发展趋势的相关资料	86
活动四 查找乙烯用途的相关资料	87
任务二 了解烃类裂解的反应原理、特点	89
活动一 查找烃类裂解的反应原理、特点的相关知识	89
活动二 查找烃裂解的一次反应、二次反应的有关知识	90
任务三 了解乙烯生产原料和操作条件	93
活动一 查找乙烯生产原料和操作条件的相关知识	93
活动二 查找乙烯裂解效果的衡量指标等相关知识	93
任务四 了解烃裂解主要设备	97
活动 查找烃裂解主要设备的相关知识	97
任务五 了解烃裂解工艺过程	101

活动	查找烃裂解工艺流程及设备的相关知识	101
任务六	了解裂解气分离的工艺过程	107
活动	查找裂解气分离的相关知识	107
任务七	了解裂解气的制冷与深冷分离的工艺过程	114
活动	查找裂解气的制冷与深冷分离的相关知识	114
任务八	了解烃类热裂解工艺生产的开停车操作	121
活动	查找烃类热裂解工艺生产的开、停车操作的相关知识	121
任务九	了解烃类热裂解的安全生产管理	129
活动	查找烃类热裂解安全生产管理的相关资料	130
思考与练习		135
项目五 认识乙酸生产工艺		137
任务一	乙醛氧化制乙酸的开车仿真操作	137
活动	乙醛氧化制乙酸生产开车的仿真操作	138
任务二	了解乙酸的性质和用途	138
活动	查找乙酸的性质和用途的相关资料	138
任务三	了解工业乙酸的储运、生产安全管理	140
活动一	查找乙酸储运的相关资料	140
活动二	查找乙酸安全生产管理的相关资料	140
任务四	乙酸生产的现状调查	142
活动一	查找乙酸生产现状的相关资料, 进行市场调查	142
活动二	查找乙酸的生产发展历史及展望的相关资料	143
任务五	了解乙酸的生产方法	146
活动一	查找乙酸的生产方法的相关知识	146
活动二	查找乙醛氧化生产乙酸的反应原理、催化剂、影响因素、生产的特点等相关知识	146
任务六	了解乙醛氧化生产乙酸的工艺过程	149
活动	查找乙醛氧化生产乙酸的工艺流程、设备的相关知识	149
任务七	乙醛氧化制乙酸的停车操作及故障处理	151
活动	甲醇生产的紧急停车、事故处理仿真操作	151
任务八	了解乙醛氧化生产乙酸开、停车操作	151
活动	查找乙醛氧化生产乙酸开、停车操作步骤的相关知识	151
思考与练习		155
项目六 认识己二胺的生产过程		156
任务一	了解己二胺的性质和用途	156
活动	查找己二胺的性质和用途的相关资料	157
任务二	了解己二胺的储运和安全生产管理	158
活动一	查找己二胺储运的相关资料	158
活动二	查找己二胺安全生产管理的相关资料	159
任务三	己二胺生产的现状调查	160
活动一	查找己二胺生产现状的相关资料, 进行市场调查	160
活动二	查找己二胺的生产发展历史及展望的相关资料	161

任务四 了解己二胺的生产方法	163
活动一 查找己二胺生产方法的相关知识	163
活动二 查找己二腈加氢生产己二胺的反应原理、催化剂、影响因素、生产的特点等 相关知识	164
活动三 查找己二腈加氢生产己二胺原料的相关资料	166
任务五 了解己二腈加氢生产己二胺的工艺过程	170
活动 查找己二腈加氢生产己二胺的工艺流程、主要设备的相关知识	170
任务六 了解己二腈加氢生产己二胺开、停车的操作	178
活动 查找己二腈加氢生产己二胺开、停车操作的相关知识	178
* 任务七 了解己二酸的生产	180
活动一 查找己二酸的生产方法的相关知识	180
活动二 查找己二酸生产现状的相关资料, 进行市场调查	181
活动三 查找尼龙 66 盐(己二胺己二酸盐)生产方法的相关知识	181
思考与练习	184
化工信息网站介绍	186
参考文献	187

项目一 感知基本有机化工生产过程

项目说明

本项目学习了解基本有机化学工业及基本有机化学工业生产的相关知识。主要内容有：丙烯酸甲酯生产的仿真操作，白乳胶、餐具洗涤剂的合成，基本有机化学工业化学工业的定义、分类、在国民经济中的作用、特点、原料的化学加工及其产品的知识。

教学目标

通过本项目的培训，将了解基本有机化学工业的相关知识，了解基本有机化工在国民经济中的作用，基本有机化工的发展概况和方向，基本有机化工的生产特点及分类，基本有机化学工业原料的化学加工及其产品。

技能要求

- ① 能够熟练完成丙烯酸甲酯生产的仿真操作；
- ② 能识读完成丙烯酸甲酯生产的工艺流程简图，了解流程图各种符号的含义；
- ③ 能合成白乳胶、餐具洗涤剂；
- ④ 能掌握有机合成的基本操作技能。

知识目标

- ① 了解基本有机化学工业的相关知识；
- ② 了解基本有机化工生产的相关知识；
- ③ 了解基本有机化学工业原料及其产品。

素质目标

- ① 良好的道德品质、职业素养、敬业和创新意识；
- ② 良好的人际交往、团队协作能力及健康的心理；
- ③ 具有必备的文化基础知识；
- ④ 具有计算机基本操作技能。

任务一 丙烯酸甲酯生产仿真操作

教学目标

终极目标：能够熟练完成丙烯酸甲酯生产的仿真操作。

促成目标：① 能够操作丙烯酸甲酯生产的仿真系统；

② 能够了解丙烯酸甲酯合成的工艺过程；

③ 能够认识丙烯酸甲酯工艺过程控制点和控制方法；

④ 严格按照操作步骤规范操作。

活动 丙烯酸甲酯生产的仿真操作

分组：每人一组。

时间：20h。

活动地点：化工仿真实训中心。

仪器设备：计算机。

活动目的：能够独立完成丙烯酸甲酯生产的仿真操作。

活动程序：在本活动中，按每人一台计算机分配，参照操作步骤、方法，做一做、练一练，完成丙烯酸甲酯生产工艺过程的仿真操作。

操作步骤见丙烯酸甲酯生产的仿真操作规程。

任务二 白乳胶、餐具洗涤剂的制备

教学目标

终极目标：能够独立完成白乳胶、餐具洗涤剂的合成。

促成目标：① 能掌握相关玻璃仪器的使用常识；

② 能按要求对白乳胶、餐具洗涤剂的制备线路进行设计；

③ 能按要求对白乳胶、餐具洗涤剂的合成装置进行设计、安装；

④ 能按白乳胶、餐具洗涤剂的合成配方，配取适量的原料；

⑤ 能在实验过程中，对白乳胶、餐具洗涤剂的合成条件进行准确把握和选择。

活动一 白乳胶的合成

分组：每2人一组。

时间：8h。

活动地点：化工实验室。

活动目的：能够独立完成白乳胶的合成。

活动程序：在本活动中，按每2人一台实验台，参照白乳胶的制备方法，自己动手做一做、练一练，合成白乳胶。



相关实践知识

一、任务分析

白乳胶是一种应用广泛的胶黏剂，可用于木材、皮革、纤维等物质的黏结。制备白乳胶的主要任务是熟悉白乳胶的合成原理，掌握白乳胶的制备方法，掌握有机合成的技能。

本课题提供了合成装置图，如图1-1，合成配方，操作步骤，操作条件，具体的称量、配料、安装由学员参考自定。通过本课题的实训，学员将熟悉有机合成装置的组成，掌握有机合成装置的安装与调试，在安装、配料的过程中，是学员巩固有机化学的基础知识，感知工艺合成知识的一次尝试。

二、实践操作

1. 准备工作

仪器选用：恒温水浴锅1台，四口烧瓶（500mL）1个，电动搅拌器1台，冷凝回流管1支，分液漏斗1个，温度计（273~373K）2支以及其他实验室常规仪器。

药品选用：乙酸乙烯酯单体，聚乙烯醇（1799），乳化剂OP-10，邻苯二甲酸二丁酯，蒸馏水，10%过硫酸钾溶液，碳酸氢钠。

2. 安装实验装置

按课题要求将仪器依次安装（图 1-1）。安装中注意对于烧瓶与分馏柱的支管等，在旋转时力度要适当，同时防止碰撞。在用铁夹固定仪器时，若用力过猛，则易使玻璃破裂，割破皮肤。安装时施力要适当。

3. 原料的称取

用天平准确称取：184g 乙酸乙烯酯单体，10g 聚乙烯醇（1799），2g 乳化剂 OP-10，20g 邻苯二甲酸二丁酯，183g 蒸馏水，0.36g 10% 过硫酸钾溶液 0.6g 碳酸氢钠。

4. 对实验装置进行检查

检查装置的气密性，电机能否正常工作，恒温水浴锅是否升温正常。

5. 实验过程

① 将聚乙烯醇与蒸馏水加入到烧瓶中，加热至 363K 左右，搅拌溶解 0.5~1h。

② 待聚乙烯醇完全溶解后，加入乳化剂搅拌均匀。

③ 一次性加入 28g 乙酸乙烯酯与过硫酸钾（总量的 40%），当加热到 339K，共沸回流，反应开始进行，温度升至 351~356K 且回流减少时，开始以每小时加入总量 10% 的速度连续滴加乙酸乙烯酯，控制在 8h 内加完，并且每小时加入过硫酸钾用量的 5%。

④ 加完乙酸乙烯酯后，加入余下的过硫酸钾，温度升至 263K 左右，保温搅拌 30min。

⑤ 冷却至 323K 以下时，加入质量分数为 10% 的 NaHCO_3 溶液及邻苯二甲酸二丁酯，搅拌均匀后，将成品装入广口瓶中。

6. 产品质量检测

① 成品颜色应为乳白色 $\text{pH}=4\sim 6$ ，固含量 42%~48%，黏度 $>4\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

② 将锯好的木片，用本产品黏结，放置 24h，检查黏结的牢固程度。

③ 将黏结 24h 后的木片，在水中煮沸 1h，检查耐水性能。

三、巩固训练

1. 技能训练要求

- ① 根据课题的要求准备原料，选用仪器、设备；
- ② 在规定的时间内完成装置的安装，各仪器受力均匀，密闭性好；
- ③ 药品称量准确，溶液配制准确。

2. 技能训练内容

- ① 按实验要求写出仪器、药品清单；
- ② 按实验要求将仪器联接安装；
- ③ 按药品清单称取各种药品，并配成所需浓度的溶液；
- ④ 实验装置性能检查；
- ⑤ 稳定的实验条件控制。

3. 技能训练步骤

- ① 按照装置图安装实验装置；

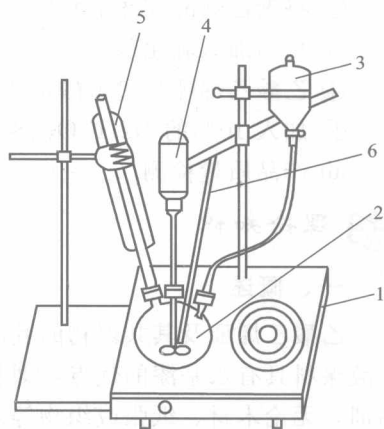


图 1-1 合成装置示意图

1—水浴锅；2—烧瓶；3—分液漏斗；
4—搅拌器；5—回流管；6—温度计

- ② 将聚乙烯醇在蒸馏水中溶解；
- ③ 均匀加入乳化剂；
- ④ 乙酸乙烯酯与过硫酸钾总量的分批滴加；
- ⑤ 加入 10% 的 NaHCO_3 溶液及邻苯二甲酸二丁酯增稠；
- ⑥ 产品质量检测。



理论知识

一、概述

乙酸乙烯酯及其共聚物的乳液，是应用于涂料及胶黏剂等方面的最大品种。乙酸乙烯酯乳液涂料具有水基漆的优点，即黏结性好，作为涂料、纸张、织物及地板均可采用；作用胶黏剂，无论木材、纸张或织物等多孔沙性表面，都可应用。

二、原理

本实验以聚乙烯醇为保护胶体，以乳化剂 OP-10 为乳化剂，过硫酸钾为引发剂，在 50~70℃ 条件下，单体乙酸乙烯酯聚合成水性乳胶粒。

活动二 餐具洗涤剂的合成

分组：每 2 人一组。

时间：8h。

活动地点：化工实验室。

活动目的：能够独立完成餐具洗涤剂的合成。

活动程序：在本活动中，按每 2 人一台实验台，参照餐具洗涤剂的制备方法，自己动手做一做、练一练，合成餐具洗涤剂。



相关实践知识

一、任务分析

餐具洗涤剂用于洗涤各种食品器具上的食品污垢，即从盘子、碗、玻璃器皿、壶和锅等器皿上除去像脂肪酸、脂类、碳氢化合物等污垢。制备餐具洗涤剂的主要任务是熟悉餐具洗涤剂的合成原理，掌握餐具洗涤剂的制备方法，掌握有机合成的技能。

本课题提供了合成装置图，如图 1-1，合成配方，操作步骤，操作条件，具体的称量、配料、安装由学员参考自定。通过本课题的实训，学员熟悉有机合成装置的组成，掌握有机合成装置的安装与调试，在安装、配料的过程中，是学员巩固有机化学的基础知识，感知工艺合成知识的一次尝试。

二、实践操作

1. 准备工作

仪器选用：恒温水浴锅 1 台，四口烧瓶（500mL）1 个，电动搅拌器 1 台，冷凝回流管 1 支，分液漏斗 1 个，温度计（273~373K）2 支以及其他实验室常规仪器。

药品选用：三聚磷酸钠，碳酸钠，低泡非离子表面活性剂，三氯异氰酸钠二水合物，硫酸钠，十二烷基苯磺酸，AES[脂肪醇聚氧乙烯醚（硫酸钠）]，TX-10(壬基酚聚氧乙烯醚)，6502[脂肪（椰油）酸单乙醇胺] 或 6501[脂肪（椰油）酸二乙醇胺，别名尼纳尔]，氢氧化钠，氧化钠，638，EDTA(乙二胺四乙酸或乙二胺四乙酸二钠)，香精，防腐剂，水。

2. 安装实验装置

按课题要求将仪器依次安装（见图 1-1）。安装中注意对于烧瓶与分馏柱的支管等，在旋转时力度要适当，同时防止碰撞。在用铁夹固定仪器时，不要用力过猛，否则易使玻璃破裂，割破皮肤。安装时施力要适当。

3. 原料的称取

餐具洗涤剂的配方根据所使用的原料及洗涤方式的不同，有很大的差别，下面列举几种典型配方。

方案一、家用复聚成型自动餐洗剂

按下列配方用天平准确称取：34.8g 三聚磷酸钠，19.0g 碳酸钠，3.0g 低泡非离子表面活性剂，1.8g 三氯异氰酸钠二水合物，21.5g 硫酸钠，20.0g 液体硅酸钠，7.9g 水。

方案二、家用手洗餐洗液（洗洁精）

按下列配方用天平称取：5.0~7.0g 十二烷基苯磺酸，2.0~4.0g AES，1.5g TX-10（壬基酚聚氧乙烯醚），3.0~5.0g 6502（或 6501），0.5~1.0g 氢氧化钠，0.5~1.0g 氧化钠，1.0~2.0g 638（双硬脂酸聚乙二醇酯），0.5g EDTA，0.1g 香精，0.1g 防腐剂，水余量。

4. 对实验装置进行检查

检查装置的气密性，电机能否正常工作，恒温水浴锅能否升温。

5. 实验过程

① 将水加热到 313K 左右，加入 EDTA，不断搅拌，溶解后，再加入十二烷基苯磺酸，搅拌溶解加入氢氧化钠，氢氧化钠的量应使其与十二烷基苯磺酸完全反应为宜，此过程是放热过程。

② 再加入 AES，搅拌溶解，AES 为膏状较不易溶解，此过程需要时间稍长（约 10~20 min）。

③ AES 溶解后，依次加入 TX-1、6501（或 6502）。

④ 加入 638（638 为白色蜡状固体，加入时先将 638 砸碎成小颗粒，再加入）。

⑤ 最后加入其他助剂（防腐剂、香精和水等）。

⑥ 将物料放出，静置降温，应为透明黏稠液体。

⑦ 产品质量检测

成品颜色应为透明黏稠液体；放置 24h，观察是否出现分层、混浊、结块、变色等；用于生活中清洗餐具，检验使用效果。

三、巩固训练

1. 技能训练要求

① 根据课题的要求准备原料，选用仪器、设备。

② 在规定的时间内完成装置的安装，各仪器受力均匀，密闭性好。

③ 药品称量准确，溶液配制准确。

2. 技能训练内容

① 按实验要求写出仪器、药品清单。

② 按实验要求将仪器联接安装。

③ 按药品清单称取各种药品，并配成所需浓度的溶液。

- ④ 实验装置性能检查。
- ⑤ 稳定的实验条件控制。

四、技能训练步骤

- ① 按照装置图安装实验装置；
- ② 将 EDTA 在蒸馏水中溶解，加入十二烷基苯磺酸氢氧化钠溶解；
- ③ 加入 AES 溶解；
- ④ 逐渐加入甲醛；
- ⑤ 加入 638 溶解；
- ⑥ 加入其他助剂；
- ⑦ 放出物料，静置降温；
- ⑧ 产品质量检测。

注意：本任务的操作也可放大到带有搅拌器的反应釜的生产装置中进行。



理论知识

一、概述

餐具洗涤剂用于洗涤各种食品器具上的食品污垢，即从盘子、碗、玻璃器皿、壶和锅等器皿上除去像脂肪酸、脂类、碳氢化合物等污垢。

按洗涤的范围分类，餐具洗涤剂可分为家用餐具洗涤剂和公用餐具洗涤剂；按洗涤方式来分，可分为手洗餐具洗涤剂和机洗餐具洗涤剂。

1. 手洗餐具洗涤剂

对手洗餐具洗涤剂的要求：

- ① 使用对皮肤温和的表面活性剂及其他配料。
- ② 中性，pH 值应为 6~9，碱性过高会引起皮肤脱脂，洗后变得干燥，甚至皱裂。
- ③ 含有较大的阴离子表面活性剂，较少量的碱，油污主要靠溶解和乳化的方式去除，有时配合机械擦洗。

④ 常用的表面活性剂是有强力去污作用的烷基苯磺酸盐，对皮肤温和的是较抗硬水的烷基硫酸盐和醇醚硫酸盐；这几种表面活性剂的复配可以得到去油污力强，对皮肤温和的产品。

2. 机用餐具洗涤剂

机用餐具洗涤剂为高碱性，通常含有水软化剂和污垢胶溶剂聚磷酸盐和焦磷酸盐。加入硅酸盐是防止瓷器、玻璃、金属在高碱性下的腐蚀。硅酸盐也有助于提高碱性和抗污垢沉积。配入含氯漂白剂有助于漂洗，减少污斑。通常配入少量的表面活性剂，起润湿、启动去污作用。近年来，在机用餐具洗涤剂中配入少量的聚丙烯酸盐，增加污垢的悬浮性和加强漂洗效果。在公共食堂和饭店的机用餐具洗涤剂中，加入氢氧化钠和氢氧化钾，以提高碱性，中和酸性污垢。

在机用餐具洗涤剂中，机械作用非常重要。它可以通过喷嘴达到高压，也可通过推进器获得很大的摩擦力。除了机械作用外，在很大程度上依赖于将污垢分解成可溶解的物质。在油污皂化中会产生泡沫，泡沫太多会妨碍机械作用，对洗涤不利，所以还需要加减泡剂。

对餐具洗涤剂的性能、卫生安全要求参阅我国国标 GB 9985—85。

二、常用的原料

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、助剂等。

1. 溶剂

餐具洗涤剂一般以水作溶剂。水作为溶剂，溶解力和分散力非常强；有适度的熔点、沸点和蒸气压；水的比热容和汽化热很大，不可燃。

从洗涤角度讲，水也存在一些缺点，如对油脂类污垢溶解能力差；表面张力大；地下水由于长时间停留在地下层中，溶解的盐类较多，特别是钙和镁的硫酸盐。

在制备洗涤剂时，一般要考虑对水进行软化处理。常用离子交换树脂法，蒸馏法或电渗析法对水进行软化处理。

2. 表面活性剂

表面活性剂是分子结构中含有亲水基和亲油基两部分的化合物。一般是根据表面活性剂在水溶液中能否分解为离子，将其分为离子型表面活性剂和非离子型表面活性剂，其中离子型表面活性剂又包括阳离子表面活性剂、阴离子表面活性剂和两性表面活性剂。本实验所用的表面活性剂有如下。

(1) 阴离子表面活性剂

① 烷基苯磺酸钠（ABS）。烷基苯磺酸钠是有代表性的阴离子表面活性剂。按烷基的结构可将其分为支链烷基苯磺酸钠和直链烷基苯磺酸钠，一般将支链型称为 ABS 而直链型称为 LAS。

烷基苯磺酸钠在硬水中不与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 形成沉淀，既耐酸又耐碱，有良好的去污能力、渗透力、润湿力和起泡力。工业上主要用十二烷基苯磺酸钠。

本实验所用十二烷基苯磺酸钠是由所加入的十二烷基苯磺酸和氢氧化钠反应生成。

② 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠（AES）。脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠由于在分子中接有聚乙二醇链，其溶解性和起泡能力均有提高，性能较温和，并且有良好的增溶性。在化妆品工业中，也用于香波和洗净剂的生产。

(2) 非离子表面活性剂——烷基酚聚氧乙烯醚（TX-10）

烷基酚聚氧乙烯醚的化学稳定性高，即使在高温下也不易被强酸、强碱破坏，但其生物降解性差。因此它们的需要量呈逐渐减少的趋势。

3. 助剂

在洗涤剂中，除表面活性剂为主要成分外，为提高去污能力，使用方便和商品性而加入各种辅助成分，即助剂，一般认为，助剂有 3 种功能：对金属离子有螯合作用；起碱性缓冲作用；具有分散作用。

餐具洗涤剂的助剂分为无机助剂和有机助剂两大类。

(1) 无机助剂

① 碳酸钠。碱性缓冲作用，提高去污力。

② 氯化钠（食盐）。降低表面张力，油水界面张力，增溶能力，可提高餐具洗涤剂的黏度。

③ 三聚磷酸钠。硬水软化，与金属离子螯合，提高去污力作用。

(2) 有机助剂

① EDTA（乙二胺四乙酸）。良好的螯合剂，能够与硬水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 发生配位反