

高分子

材料与工程专业 实验教程

GAOFENZI CAILIAO YU GONGCHENG
ZHUANYE SHIYAN JIAOCHENG

徐文总 © 主编



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高分子材料 与工程专业 实验教程

GAOFENZI CAILIAO YU GONGCHENG
ZHUANYE SHIYAN JIAOCHENG

主 编 徐文总
副主编 李 真 覃忠琼



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高分子材料与工程专业实验教程/徐文总主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2017.8
ISBN 978-7-5650-3494-7

I. ①高… II. ①徐… III. ①高分子材料—实验—高等学校—教材 IV. ①TB324.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 188977 号

高分子材料与工程专业实验教程

徐文总 主编

责任编辑	张择瑞
出版发行	合肥工业大学出版社
地 址	(230009)合肥市屯溪路 193 号
网 址	www.hfutpress.com.cn
电 话	理工编辑部:0551-62903204 市场营销部:0551-62903198
开 本	710 毫米×1010 毫米 1/16
印 张	13.5
字 数	256 千字
版 次	2017 年 8 月第 1 版
印 次	2017 年 10 月第 1 次印刷
印 刷	合肥现代印务有限公司
书 号	ISBN 978-7-5650-3494-7
定 价	30.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

为了适应教学改革的需要,贯彻“知识、能力和素质三位一体”的教学理念,培养 21 世纪工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型“新工科”人才,在经过多年教学实践形成的实验讲义基础上,参考其他相关教材,我们编写了这本《高分子材料与工程专业实验教程》,用于高分子材料与工程专业本科学生的教学,同时也可以作为其他相关专业学生和工程技术人员的专业参考书。

本书内容包括三个部分:高分子化学实验、高分子物理实验和高分子材料成型加工实验。高分子化学实验中的实验 1、2、5、8~12 由覃忠琼讲师编写,实验 3 和 6 由周海鸥副教授编写,实验 4 由王献彪教授编写,实验 7 由程从亮副教授编写;高分子物理实验中的实验 13、15~19、22、27 由任琳讲师编写,实验 14、20、21、23、26 由李真教授编写,实验 24 和 25 由赵青春教授编写;高分子材料成型加工实验中的实验 28~35、37、39~42 由徐文总教授编写,其中实验 33、34、37 童彬讲师参与了编写,实验 36 和 38 由任琳讲师编写。全书由徐文总教授统稿。

本书在编写过程中得到了合肥工业大学徐卫兵教授、安徽理工大学徐初阳教授、安徽建筑大学刘瑾教授、冯绍杰教授的支持,在此表示感谢!同时在出版的过程中得到了安徽省教育厅高分子材料与工程专业综合改革试点项目(2016zy031)、高分子材料与工程专业课程教学团队项目(2016jxt029)和安徽建筑大学高分子材料与工程专业综合改革试点项目经费的资助。

限于编者的知识水平,书中难免会出现一些疏漏或错误,敬请读者批评指正,以便于我们今后修改和订正。

编 者

2017 年 9 月

目 录

第一部分 高分子化学实验

实验一	本体聚合——有机玻璃的制备	(001)
实验二	苯乙烯悬浮聚合	(004)
实验三	膨胀计法测定苯乙烯聚合反应速率	(007)
实验四	苯乙烯-丙烯酸酯共聚乳液的制备	(011)
实验五	苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯自由基共聚反应竞聚率的测定	(015)
实验六	氨基丙烯酸酯树脂涂料的制备	(020)
实验七	聚酯反应的动力学关系测定	(024)
实验八	二苯甲酮-钠的制备和苯乙烯阴离子聚合反应	(028)
实验九	聚乙烯醇缩醛(维尼纶)的制备	(031)
实验十	Ziegler-Natta 催化剂制备聚丙烯	(033)
实验十一	引发剂分解速度及引发剂效率的测定	(036)
实验十二	尼龙-6, 6 和尼龙-6 的制备	(040)
附录一	高分子化学实验基础知识	(045)
附录二	实验室安全知识	(063)

第二部分 高分子物理实验

实验十三	用 MS 软件构建 PE 和 i-PP 分子	(067)
实验十四	偏光显微镜研究聚合物的晶态结构	(073)
实验十五	密度法测定聚乙烯的结晶度	(083)
实验十六	乌氏黏度计仪器常数的测定和动能校正	(086)
实验十七	黏度法测定聚合物的分子量	(091)

实验十八 凝胶色谱法测定聚合物的分子量分布 (096)

实验十九 膨胀计法测聚合物的玻璃化转变温度 (101)

实验二十 聚合物的差热分析及应用 (104)

实验二十一 聚合物的形变-温度曲线 (112)

实验二十二 溶胀平衡法测定交联聚合物的交联度 (119)

实验二十三 扭辫分析法测定聚合物的动态力学性能 (124)

实验二十四 电子拉力机测定聚合物的应力-应变曲线 (130)

实验二十五 毛细管流变仪法测定聚乙烯的流变性能 (136)

实验二十六 聚合物的电性能（比体积电阻、比表面电阻） (141)

实验二十七 裂解气相色谱法测定共聚物的组成 (148)

附录三 常用数据表 (153)

第三部分 高分子材料成型加工实验

实验二十八 天然橡胶的混炼 (157)

实验二十九 混炼橡胶硫化特性参数的测定 (163)

实验三十 橡胶门尼黏度的测定 (166)

实验三十一 天然橡胶的硫化成型 (169)

实验三十二 硫化橡胶性能测试 (172)

实验三十三 热塑性塑料挤出造粒 (176)

实验三十四 注射成型 (179)

实验三十五 吹塑薄膜 (183)

实验三十六 热塑性树脂熔体流动速率的测定 (186)

实验三十七 热变形温度的测定 (190)

实验三十八 塑料冲击强度的测定 (194)

实验三十九 聚合物弯曲强度的测定 (197)

实验四十 塑料硬度的测定 (200)

实验四十一 氧指数法测定塑料的燃烧性能 (203)

实验四十二 透明塑料透光率和雾度的测试 (206)

实验一 本体聚合——有机玻璃的制备

一、实验目的

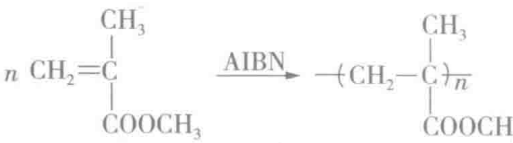
1. 了解本体聚合的基本原理、基本配方、特点和具体操作；
2. 熟悉有机玻璃棒材的制备方法，了解其工艺过程。

二、实验原理

本体聚合是指单体仅在少量的引发剂存在下进行的聚合反应，或者直接在热、光和辐射作用下进行的聚合反应。本体聚合具有产品纯度高和无须后处理等优点，可直接聚合成各种规格的型材。在实验室实施本体聚合的容器可以选择试管、玻璃安瓿、封管、玻璃膨胀计、玻璃烧瓶、特定的聚合模等。除了玻璃烧瓶可以采用电动搅拌外，其余均可不用搅拌而置于恒温水浴或烘箱中即可。需要注意的是如果没有采用搅拌装置，聚合以前则必须将单体和引发剂充分混合均匀。本体聚合存在的最大困难是如何能够在较快的聚合反应速度条件下解决散热的问题。聚合反应温度过高往往会在聚合物内部产生气泡。因此通常都在较低的温度条件下聚合较长时间。

甲基丙烯酸甲酯通过本体聚合方法可以制得有机玻璃。聚甲基丙烯酸甲酯由于有庞大的侧基存在，为无定形固体，其最突出的性能是具有高度的透明性，它的比重小，故其制品比同体积无机玻璃制品轻巧得多。同时又具有一定的耐冲击强度与良好的低温性能，是航空工业与光学仪器制造工业的重要原料。有机玻璃表面光滑，在一定的弯曲限度内，光线可在其内部传导而不逸出，故外科手术中利用它把光线输送到口腔喉部作照明。聚甲基丙烯酸甲酯的电性能优良，是很好的绝缘材料。有机玻璃的最大缺点是耐候性差、表面易磨损，这些缺点通常通过与其他单体共聚或与其他聚合物共混来克服。

甲基丙烯酸甲酯在引发剂引发下，按自由基聚合反应的历程进行聚合反应。引发剂通常为偶氮二异丁腈（AIBN）或过氧化二苯甲酰（BPO）。其反应通式为：



甲基丙烯酸甲酯单体密度只有 0.94g/mL，而其聚合物密度为 1.17g/mL，所以在聚合过程中会有较大的体积收缩。为了避免体积收缩和解决本体聚合散热问题，工业生产中往往采用两步法制备有机玻璃。在引发剂引发下，甲基丙烯酸甲酯聚合初期平稳反应，当转化率达到 20%左右时，聚合速率显著加快，聚合体系黏度增加，称为自加速现象；此时应停止第一阶段（预聚）反应，将聚合浆液转移到模具中，低温反应较长时间。当转化率达到 90%以上，聚合物已基本成型，可以升温使单体完全聚合。引发剂用量应视要制备的制品厚度而定，用偶氮二异丁腈引发时其用量为：

厚度（mm）	1~1.5	2~3	4~6	8~12	14~25	30~45
AIBN（%）	0.06	0.06	0.06	0.025	0.020	0.005

三、仪器与药品

1. 仪器

单颈瓶（100mL/24mm）一只；温度计（100℃）一支；恒温水浴槽；硅胶干燥器；加热套（500mL）一个；温控装置一套；电动搅拌装置一套；试管及配套橡皮塞各两只；橡皮膏若干。

2. 药品

甲基丙烯酸甲酯（已去除阻聚剂）25g；偶氮二异丁腈 0.015g；硬脂酸 0.15g。

四、实验内容

1. 预聚体制备

1) 准确称取 0.015g 偶氮二异丁腈和 25g 甲基丙烯酸甲酯于 100mL 单颈瓶中，摇晃使其溶解后，装上机械搅拌装置，升温至 80℃，保温反应。

2) 仔细观察聚合体系的黏度变化。如果预聚物变成黏性薄浆状（比甘油略粘些），应立即加入 0.15g 硬脂酸，搅拌使其溶解。撤去热源，并迅速用冷水冲淋反应瓶。

2. 有机玻璃棒材的制备

1) 仔细洗干净试管，置于 120℃烘箱中干燥 0.5h，取出后放入硅胶干燥器

中冷却。

2) 将预聚物灌入事先准备好的试管中，排出气泡，塞上橡皮塞，然后用橡皮膏将其密封好，放入水浴中 50°C 恒温水浴 4h；然后升温至 95°C ，恒温 2h。

3) 取出试管，冷却后将试管砸碎，得一透明光滑的有机玻璃棒。

五、注意事项

1. 单体预聚合时间不可过长，反应物稍变黏稠即可停止反应，并迅速用冷水淋洗冷却；

2. 用作模具的试管应尽可能洗得干净，并彻底烘干，否则聚合中易产生气泡；

3. 向模具灌浆时，应尽量灌满，不留空隙；

4. 聚合时，模具要全部浸入水浴中；注意不要将模具靠在加热管上，以防局部过热。

六、思考题

1. 本体聚合的基本配方是什么？叙述本体聚合的特点。

2. 单体预聚合的目的是什么？

3. 本体聚合为何要在低温下聚合然后升温？

4. 如何避免玻璃棒材中产生气泡？

5. 硬脂酸在有机玻璃制备中起什么作用？

实验二 苯乙烯悬浮聚合

一、实验目的

1. 了解悬浮聚合的工艺特点；
2. 熟悉悬浮聚合的原理；
3. 掌握悬浮聚合的实验技术。

二、实验原理

悬浮聚合是依靠激烈的机械搅拌使含有引发剂的单体分散到与单体互不相溶的介质中实现的。由于大多数烯类单体只微溶于水或几乎不溶于水，悬浮聚合通常都以水为介质。在进行水溶性单体如丙烯酰胺的悬浮聚合时，则应当以憎水性的有机溶剂如烷烃等作分散介质，这种悬浮聚合过程被称为反相悬浮聚合。

在悬浮聚合中，单体以小油珠的形式分散在介质中。每个小油珠都是一个微型聚合场所，油珠周围的介质连续相则是这些微型反应器的传热导体。因此，尽管每个油珠中单体的聚合与本体聚合无异，但整个聚合体系的温度控制还是比较容易的。

可作为分散剂的有两类物质：一类是可以溶于水的高分子化合物，如聚乙烯醇、明胶、聚甲基丙烯酸钠等。其作用机理是高分子吸附在液滴表面，形成一层保护膜，使液滴接触时不会黏结。同时，加了水溶性高分子物质后，介质黏度增加，也有碍于液滴的粘连。另外，有些水溶性高分子还有降低界面张力的作用，有利于液滴变小。另一类分散剂是不溶于水的无机盐粉末，如钙镁的碳酸盐、硫酸盐和磷酸盐等。其作用机理是细微的粉末吸附在液滴表面上，起着机械隔离的作用。其中工业生产聚苯乙烯时采用的一个重要的无机稳定剂是二羟基六磷酸十钙 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 。分散剂的性能和用量对聚合物颗粒大小和分布有很大影响。一般来讲，分散剂用量越大，所得聚合物颗粒越细，如果分散剂为水溶性高分子化合物，分散剂相对分子质量越小，所得的树脂颗粒就越大，因此分散剂相对分子质量的不均一会造成树脂颗粒分布变宽。如果是无机盐分散剂，用量一定时，分散剂粒度越细，所得树脂的粒度也越小，因此，分散剂粒度的不均匀也会

导致树脂颗粒大小的不均匀。有时,采用上述两类分散剂混合使用,效果更好。

为了得到颗粒度合格的珠状聚合物,除加入分散剂外,严格控制搅拌速度是一个相当关键的问题。随着聚合转化率的增加,小液滴变得很黏,如果搅拌速度太慢,则珠状不规则,且颗粒易发生黏结现象。但搅拌太快时,又易使颗粒太细,因此,悬浮聚合产品的粒度分布的控制是悬浮聚合中的一个很重要的问题。

掌握悬浮聚合的一般原理后,本实验仅对苯乙烯单体及其在悬浮聚合中的一些特点作一简述。苯乙烯是一个比较活泼的单体,易起氧化和聚合反应。在贮存过程中,如不添加阻聚剂即会引起自聚。但是,苯乙烯的游离基并不活泼,因此,在苯乙烯聚合过程中副反应较少,不容易有链支化及其他歧化反应发生。链终止方式据实验证明是双基结合。另外,苯乙烯在聚合过程中凝胶效应并不特别显著,在本体及悬浮聚合中,仅在转化率为 50%~70% 时,有一些自动加速现象。因此,苯乙烯的聚合速度比较缓慢,例如与甲基丙烯酸甲酯相比较,在用同量的引发剂时,其所需的聚合时间比甲基丙烯酸甲酯多好几倍。

三、仪器与药品

1. 仪器

标准磨口三颈瓶 (250mL/24mm×3) 一只;球形冷凝器 (300mm) 一支;温度计 (100℃) 一支;分液漏斗 (125mL) 一只;烧杯 (100mL) 两只;抽滤装置一套;电加热套一台;数显调速电动搅拌器一套。

2. 药品

苯乙烯 25g,聚合级;二乙烯基苯,聚合级;氢氧化钠溶液 50mL,10%;5%聚乙烯醇 (1799) 溶液 10mL;磷酸钙 0.05g,化学纯;过氧化二苯甲酰 0.25g,化学纯;无水硫酸钠 10g,化学纯。

四、实验步骤

1. 将苯乙烯 25g 置于分液漏斗中,加入 10mL 氢氧化钠溶液洗涤。静止片刻,弃去下层红色洗液。再用同样的方法洗涤至洗液不再显现红色为止。然后用去离子水洗涤至中性。加入无水硫酸钠 10g,静置 0.5h,用布氏漏斗过滤 (可以三组合并操作)。

2. 在烧杯中加入洗涤过的苯乙烯 20g 和引发剂过氧化二苯甲酰 0.25g,手工搅拌至溶解。

3. 在装有搅拌器、温度计和回流冷凝器的 250mL 三颈瓶中,加入 110mL 水和 10mL 聚乙烯醇溶液。开始升温并使搅拌器以 250rpm 左右的速度稳定搅拌。待瓶内溶液温度升至 60℃ 时,取事先在室温下溶解好 250mg 过氧化苯甲酰引发

剂的 20g 苯乙烯和 3.5g 二乙烯基苯倒入反应瓶中，再加入磷酸钙 0.05g。加热并保持恒温 95℃ 下聚合，此后应十分注意搅拌速度的稳定。

4. 保温 3h。能听到“沙沙”声时，反应结束。将反应物倒入烧杯中，用热的去离子水洗涤 3 次后过滤。珠状聚合物置于表面皿中，于 60℃ 下在鼓风烘箱中干燥至恒重，计算产率。

5. 玻璃仪器及搅拌棒的清洗依次用热水、冷水洗净并晾干。

五、注意事项

1. 认真记录各步的实验现象。
2. 简单评述本小组所得珠状聚合物产品的质量（如颜色、粒径均一性等）。
3. 结合实验操作谈谈与本产品质量相关的影响因素。

六、思考题

1. 结合悬浮聚合的理论，说明配方中各组分的作用。
2. 分散剂的作用原理是什么？本实验采用混合分散剂有何优势？
3. 悬浮聚合对单体有什么要求？聚合前需要做什么处理？为什么？
4. 结合实验过程，你认为在悬浮聚合过程中应该注意哪些问题？
5. 写出反应历程。

实验三 膨胀计法测定苯乙烯聚合反应速率

自由基聚合反应是现代合成聚合物的重要反应之一，因此研究自由基反应动力学具有重要意义。聚合速率可通过直接测定反应的单体或所产生的聚合物的量求得，这被称为直接法。也可以通过伴随聚合反应过程的物理量的变化求出，此即被称为间接法。前者适用于各种聚合方法，而后者只能用于均一的聚合体系，该方法能够连续、精确地求得聚合物初期的聚合反应速率。

一、实验目的

1. 熟悉膨胀计的使用方法；
2. 掌握膨胀计法测定聚合反应速率的原理和方法；
3. 通过实验验证自由基聚合反应速率与单体浓度之间的动力学关系式，求得平均聚合速率。

二、实验原理

聚合反应中不同的聚合体系与聚合条件具有不同的聚合反应速率。聚合反应速率的测定对于工业生产和理论研究有着重要意义。

膨胀计法测定苯乙烯聚合反应速率的原理是基于单体与聚合物的密度不同。单体密度小，聚合物密度大，因为单体形成聚合物后分子间的距离减小，故在聚合反应过程中随着聚合物的生成，体系的体积会不断收缩。若取一定体积的单体进行聚合，则在聚合过程中随着转化率的增加，反应体系的体积发生变化，这样就可换算出单体形成聚合物的转化率，也就是说体积的变化与单体转化率成正比，绘出转化率-时间关系曲线，从聚合反应速率与转化率-时间曲线的关系即可求出聚合反应速率。如果将这种体积的变化在一根直径很小的毛细管中观察，测试灵敏度将大大提高，这种方法就是膨胀计法。根据自由基聚合反应机理可以推导出聚合初期的动力学关系式：

$$R_p = -\frac{d[M]}{dt} = k[I]^{1/2}[M] \quad (3-1)$$

聚合反应速率 R_p 与引发剂浓度 $[I]^{1/2}$ 、单体浓度 $[M]$ 成正比。在转化率低

的情况下,可以假定引发剂浓度保持恒定,将(3-1)式积分可得:

$$\ln \frac{[M]_0}{[M]} = Kt \quad (3-2)$$

式(3-2)中 $[M]_0$ 为单体起始浓度; $[M]$ 为 t 时刻单体浓度, K 为常数。

如果从实验中测定不同时刻的单体浓度 $[M]$, 可求出不同时刻的 $\ln \frac{[M]_0}{[M]}$ 数值, 并对时间 t 作图。如果得到一条直线, 则对自由基聚合初期反应速率与单体浓度的动力学关系式进行了验证, 同时由直线的斜率可以得到与速率常数有关的常数 K 。

如果以 p 、 ΔV 和 ΔV_∞ 分别代表转化率、聚合反应时的体积收缩值和假定转化率达到 100% 时的体积收缩值(即聚合反应体系能够达到的最大理论收缩值), 则 ΔV 正比于 p , 即

$$p = \frac{\Delta V}{\Delta V_\infty} \quad (3-3)$$

$$\text{从开始到 } t \text{ 时刻已反应的单体量: } p[M]_0 = \frac{\Delta V}{\Delta V_\infty} [M]_0 \quad (3-4)$$

t 时刻体系中还未聚合的单体量:

$$[M] = [M]_0 - \frac{\Delta V}{\Delta V_\infty} [M]_0 = (1 - \frac{\Delta V}{\Delta V_\infty}) [M]_0 \quad (3-5)$$

$$\text{则得: } \ln \frac{[M]_0}{[M]} = \ln \frac{1}{1 - \Delta V / \Delta V_\infty} \quad (3-6)$$

由于式中 ΔV_∞ 是由聚合物密度、单体密度和起始单体体积确定的定值, 所以只需用膨胀计测定不同时刻聚合体系的收缩值 ΔV , 就可以通过作图或计算得到 $\ln \frac{[M]_0}{[M]}$, 并用(3-7)式计算出实验阶段的平均速度:

$$R_p = -\frac{d[M]}{dt} = \frac{[M]_0 - [M]}{\Delta t} = \frac{\Delta V}{\Delta V_\infty \cdot \Delta t} [M]_0 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (3-7)$$

三、仪器与药品

1. 仪器

膨胀计、烧杯、量筒、吸管、超级恒温水浴。

2. 药品

苯乙烯约 12mL, 偶氮二异丁腈 0.1g, 少量甲苯。

四、实验内容

1. 配样：称取引发剂，量取单体，在烧杯中充分溶解。

2. 装样：将试样从磨口塞处小心倒入膨胀计，使液面处于磨口颈大约一半处，小心盖上磨口塞，注意不得留有气泡！同时使单体液面高度大约距毛细管最上部刻度的 1~2cm 处。如果液面过高或过低都必须重新装样。

3. 反应：将膨胀计小心夹在试管架上，并将其放入温度已达要求的 60℃ 的恒温水浴中（放入的高度以盛有单体的部分刚好浸入水面为宜）。观察并记录毛细管内液面开始升高而后又缓慢下降的过程，每隔 3~5min 记录一次液面高度。大约反应 1h，转化率约达到 10%，停止反应。

4. 清洗：反应完成后立即取出膨胀计，将试液倒入回收瓶，用少量甲苯清洗两遍，放入烘箱中烘干。

5. 按照相同操作在 70℃ 重复做一次。根据不同温度条件下测得的速率可以验证温度对聚合反应速率的影响。

6. 将实验数据列于下表中。

t (分钟)											
刻度读数											

五、注意事项

1. 记录膨胀计的号码和毛细管的直径。

2. 膨胀计内的单体不能加得太多，即毛细管内液面不能太高，否则开始升温时单体膨胀将溢出毛细管；也不能加得太少，否则当实验尚未测完数据时毛细管内的液面已经低于刻度，无法读数。

3. 装料时必须保证膨胀计内无气泡，为此必须注意两点：① 单体加入量需略多于实际体积，让瓶塞将多余的单体压出来；② 在盖瓶塞时需倾斜着将塞子靠在瓶口的下侧慢慢塞入，让气泡从瓶口的上侧将单体压出。此时烧杯置于下面收集滴漏的单体。

4. 实验一结束就应立即清洗膨胀计，以免聚合物堵塞毛细管。

六、思考题

1. 膨胀计放入恒温水浴中，为什么先膨胀后收缩？

2. 从放入恒温水浴到开始收缩，此段时间长短与哪些因素有关？为什么？

3. 影响本实验引起误差的主要原因及改进意见？

4. 能否用同一反应试样做完 60°C 温度以后，继续升温至 70°C 再测定一组数据，而不必重新装料？如果可以，试分析注意事项并比较两组数据的准确性。
5. 对于高转化率情况下的自由基聚合反应能用此法研究吗？
6. 本体聚合的特点是什么？本体聚合对单体有何要求？

实验四 苯乙烯-丙烯酸酯共聚乳液的制备

乳液聚合是连锁聚合反应的又一实施方法，具有十分重要的工业价值。乳液聚合是指单体在水介质中，由乳化剂分散成乳液状态进行聚合。乳液聚合最简单的配方是由单体、水、水溶性引发剂和乳化剂四部分所组成的。

乳液聚合具有聚合热容易排除、聚合速度快、可获得较高分子量聚合物等许多优点。同时，制备工艺简洁，避免了重新溶解、配料等工艺操作。乳液聚合的缺点是产品纯度较低。另外，在需要获得固体产品时，存在凝聚、洗涤、干燥等复杂的后处理问题。综合来说，乳液聚合不失为一种制备合成高分子的较好的工艺方法。

乳液聚合在工业上有十分广泛的应用。合成橡胶中产量最大的丁苯橡胶和丁腈橡胶就是采用乳液聚合法生产的。此外，聚氯乙烯糊状树脂、丙烯酸酯乳液等也都是乳液聚合的产品。

在丙烯酸酯乳液中，苯丙乳液是较重要的品种之一。苯丙乳液是由苯乙烯和丙烯酸酯（通常为丙烯酸丁酯）通过乳液聚合法共聚而成，具有成膜性能好，耐老化、耐酸碱、耐水、价格低廉等特点，是建筑涂料、黏合剂、造纸助剂、皮革助剂、织物处理剂等产品的重要原料。

一、实验目的

1. 了解乳液聚合的工艺特点；
2. 熟悉乳液聚合的原理；
3. 掌握乳液聚合的实验技术。

二、实验原理

乳液聚合是指在有乳化剂存在的水介质中，单体进行非均相聚合反应的聚合方法。在乳液聚合最简单的配方中，应含有单体、分散介质、乳化剂和水溶性引发剂四种组分。乳化剂通常是一些在分子中既具有亲水基团又具有憎水基团的化合物。如常用的乳化剂十二烷基磺酸钠 $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_3\text{Na}]$ 的磺酸钠基团一端表现为亲水，指向水中，烷基一端则表现为憎水而能与单体互溶。因此，乳化