



中国石油和化学工业行业规划教材

高职高专化工技术类



高分子材料概论

GAOFENZI CAILIAO GAILUN

任明 魏兰兰 主编 赵玉英 副主编



化学工业出版社



中国石油和化学工业行业规划教材

高职高专化工技术类

高分子材料概论

任明 魏兰兰 主编 赵玉英 副主编 杨宗伟 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材共分绪论、塑料、橡胶、纤维、涂料与胶黏剂、功能高分子、绿色高分子材料七个模块。简要讲述了高分子材料的基本概念、性能、基本成型加工方法，突出高分子材料鉴别、选用、使用及相关理论知识，并列举实例供参考。编写内容着重于高分子材料“是什么、如何选、怎么用”及相关理论知识。

本教材可作为高等职业院校、中等职业学校与化工相关专业学生必修或选修教材，授课对象为应用化工、有机化工、精细化工等非高分子材料专业学生，讲授全部内容建议安排60学时左右，各学校也可根据需要选取部分内容授课。另外，本教材也可供从事化工生产技术工人和一线管理人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高分子材料概论/任明, 魏兰兰主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.9

中国石油和化学工业行业规划教材·高职高专化工技术类

ISBN 978-7-122-06205-5

I. 高… II. ①任…②魏… III. 高分子材料-高等学校: 技术学院-教材 IV. TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 122467 号

责任编辑: 窦 臻 提 岩

文字编辑: 王 琪

责任校对: 吴 静

装帧设计: 尹琳琳

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11¼ 字数 264 千字 2009 年 8 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

中国石油和化学工业行业规划教材·高职高专化工技术类 编审委员会名单

主任：陈炳和 常州工程职业技术学院

委员：（按姓氏笔画排列）

丁志平 南京化工职业技术学院

于兰平 天津渤海职业技术学院

王绍良 湖南化工职业技术学院

吉 飞 常州工程职业技术学院

朱东方 河南工业大学化学工业职业学院

任耀生 中国化工教育协会

杨永杰 天津渤海职业技术学院

杨宗伟 四川化工职业技术学院

陈炳和 常州工程职业技术学院

金万祥 徐州工业职业技术学院

洪 霄 常州工业职业技术学院

秦建华 扬州工业职业技术学院

袁红兰 贵州工业职业技术学院

曹克广 承德石油高等专科学校

程桂花 河北化工医药职业技术学院

潘正安 化学工业出版社

序

2006年11月教育部颁布了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件,文件中明确了课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。文件要求各高等职业院校应积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容;要建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量;要改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生能力的培养;要加强教材建设,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。

自文件颁布以来,在我国掀起了新一轮高职高专教育教学改革热潮,以工作过程系统化重构高职高专课程体系,以项目化课程教学法改革传统学科传授教学法,取得了丰硕的成果。学生学习的兴趣、学习动力、自觉性、主动性、自信心、主体性和专业能力、自学能力、创新能力、团队合作能力、与人交流能力、计划策划能力、信息获取与加工能力等都得到明显提高,学生对复杂专业知识的把握情况也显著改善。项目化课程教学改革完全符合教育部的十六号文件精神。项目化课程教学改革遵循的八大原则更是体现了当今先进的高等职业教育观念。这八大原则是:①课程教学应进行整体教学设计;②课程内容是职业活动导向、工作过程导向,而不是学科知识的逻辑推演导向;③课程教学突出能力目标,而不仅仅是突出知识目标;④课程内容的载体主要是项目和任务,而不是语言、文字、图形、公式;⑤能力的训练过程必须精心设计,反复训练,而不是在讲完系统的知识之后,举几个知识的应用例子;⑥学生是课程教学过程中的主体;⑦课程的内容和教学过程应当“做、学、教”一体化,“实践、知识、理论”一体化;⑧注意在课程教学中渗透八大职业核心能力(外语应用能力、与人合作能力、与人交流能力、信息处理能力、数字应用能力、解决问题能力、自我学习和创新革新能力)的培养。

全国化工高等职业教育教学指导委员会(简称全国化工高职教指委)化工技术类专业委员会于2002年组织全国石油与化工各职业院校教师编写了第一套高职高专化工技术类专业规划教材,解决了当时高职院校化工技术类专业无教材的困难。然而,随着科学技术的进步,产业结构的调整,劳动效率的提高,信息技术的应用,劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。特别是近年来的项目化课程教学改革的开展,原来的教材已不适应高等职业教育教学改革的需要。为此,全国化工高职教指委化工技术类专业委员会于2008年9月在常州工程职业技术学院启动了第二轮规划教材编写工作。教指委根据教育部教高[2006]16号文件的精神,吸收了先进的高职高专教育教学改

革理念,进行了企业调研、座谈,针对岗位(群),聘请企业职业专家进行工作任务分析,进而确定典型工作任务,组织课程专家按照职业成长规律和认知规律,用工作过程系统化的开发方法,重构化工技术类专业课程体系,制定课程标准,进行了教学情境设计,聘请企业一线技术专家作为教材编写的顾问和副主审,在全国石油和化工高职高专院校公开征集编写思路,组织高职教育领域的课程专家对对应的编写方案进行答辩,最终在全国范围内选拔出从事石油与化工职业教育的优秀骨干教师编写本套教材。

本套新教材的特点:

1. 体现工学结合的内涵要求;
2. 基本体现化工生产的工作过程;
3. 突出能力目标,重在培养学生的做事能力,强调知识的应用;
4. 便于项目化和任务驱动教学法的实施;
5. 注意培养学生的八大职业核心能力;
6. 反映当今的新技术、新材料、新设备和新工艺。

本轮建设的全套教材能满足化工技术类专业主干课程教学需求,能满足各个化工技术类专业方向课程教学需要,也能满足全国石油与化工高职院校根据地方经济发展和支柱产业需求设置的化工技术类专业选修课程教学要求。

本轮化工技术类专业的教材编写工作得到了许多化工生产一线企业行业专家、高等职业院校的领导和教育教学专家的指导,在此向所有对高等职业教育改革给予热情支持的人士表示衷心的感谢!

我们所做的工作仅是探索和创新的开始,还有许多的课题有待进一步研究,我们期待各界专家和读者提出宝贵意见!

全国化工高等职业教育教学指导委员会

化工技术类专业委员会

2009年6月

前言

近几十年来,高分子科学和高分子材料工业的发展极为迅速,高分子材料的应用领域越来越广泛,从普通的日常生活用品到尖端的高科技产品都离不开高分子材料。

本教材从结构、内容、形式编写上突出实践性和应用性,以满足高职高专院校应用化工技术、有机化工生产技术、精细化学品生产技术等非高分子材料专业学生的需要。

本教材编写过程中着重考虑了如下两个原则。

1. 理论知识够用及专业针对性的原则

高分子材料涉及的内容很多,如聚合物的合成工艺,高分子材料的性能、成型加工工艺及材料的选用、应用等方面,由于受课时所限,因此不可能面面俱到。鉴于本书读者总体是以应用高分子材料为主,因此本教材突出应用技术,简要讲述了高分子材料的基本概念、性能、基本成型加工方法,突出了高分子材料鉴别、选用、使用及相关理论知识,并列参考实例,为读者今后从事相关工作奠定基础。

2. 培养职业能力的原则

为了适应当前高职教学改革的需要,本教材的编写尽可能体现“工学结合,理论实践一体化,学生为本、能力为本原则”,以“认知高分子材料,掌握高分子材料性能及基本成型加工方法,具备选用、应用高分子材料能力”为主线,优化整合课程内容,适应读者工作岗位需求,着重解决高分子材料“是什么、如何选、怎么用”等实际问题,同时用简短的篇幅说明“为什么这样选、这样用”等原理,力求“理论简洁,突出应用”。

与传统教材强调“理论系统、全面”不同,根据“理论以够用为度”的原则,编写形式采用“模块→项目→单元”,理论知识服从学生职业能力,通过各种应用实例,使学生能够在做(鉴别、选用、使用)中学(理论知识),学中做(鉴别、选用、使用),学做结合,力求基本满足化工类专业学生在工作岗位上对高分子材料知识及技能的需求。

全书共七个模块,其中模块一、模块二由南京化工职业技术学院任明编写;模块三由天津渤海职业技术学院魏兰兰编写;模块四、模块七由南京化工职业技术学院向奇志编写;模块五由太原科技大学化学与生物工程学院赵玉英编写;模块六由南京化工职业技术学院王军平编写;四川化工职业技术学院杨宗伟教授任本书主审。

本教材在编写过程中参考了大量的专著、教材,在此向作者致谢;同时杨小燕、易志雄、刘晓侠等对本书编写提出了很多宝贵建议及帮助,在此深表谢意。

由于编者水平有限,难免有疏漏和不妥之处,敬请使用本书的老师和同学们提出批评意见和建议,以便今后完善。

编者

2009年6月

目录

模块一 绪论

1

一、高分子材料的发展	1
二、高分子的基本概念	3
三、高聚物的分类	5
四、高聚物的命名	10
思考题	11

模块二 塑料

13

项目一 常用塑料品种及成型加工	13
单元一 常用塑料品种	13
一、通用塑料	14
二、工程塑料	15
单元二 塑料成型加工	17
一、挤出成型	17
二、注射成型	18
三、压制成型	19
四、压延成型	20
五、吹塑成型	21
项目二 热塑性塑料的简易鉴别	23
单元一 根据表观、燃烧特征鉴别塑料品种	23
一、表观鉴别法	23
二、燃烧鉴别法	24
单元二 根据密度、熔点特征鉴别塑料品种	26
一、密度鉴别法	26
二、熔点鉴别法	27
[知识拓展] 塑料力学性能测试	29
单元三 根据溶解特征及显色试验鉴别塑料品种	29
一、溶解鉴别法	29
二、显色试验鉴别法	31
[知识拓展] 综合试验鉴别法	32
项目三 塑料材料的选用	34
单元一 塑料受力制品的选材	35
一、普通结构塑料制品的选材	35
二、齿轮类啮合传动制品用塑料的选材	36

三、轴承等易磨损部件用塑料的选材	36
四、密封制品用塑料的选材	37
五、塑料受力制品的选材	38
单元二 根据塑料的热性能选材	40
一、耐热类塑料的选材	40
二、导热类塑料的选材	40
三、隔热(保温)类塑料的选材	41
四、耐热类塑料的选材原则	41
五、塑料材料的导热机理	43
六、隔热(保温)类塑料的选材原则	44
单元三 透明类塑料的选材	45
一、根据塑料制品的用途选用	45
二、根据塑料材料的透光率选用	47
三、塑料光学特性	48
单元四 阻隔类塑料的选材	50
一、按阻隔塑料的种类选用	50
二、按具体阻隔应用场合选材	50
三、塑料的阻隔性	51
四、阻隔类塑料的选材原则	53
单元五 耐腐蚀类塑料的选材	54
一、耐腐蚀类塑料材料的选用	54
二、塑料的腐蚀机理与防腐蚀措施	55
三、耐腐蚀塑料的选材原则	57
思考题	57

模块三 橡胶

59

项目一 常用橡胶品种及加工工艺	59
单元一 常用橡胶品种	59
一、天然橡胶	59
二、合成橡胶	60
单元二 橡胶通用加工工艺	64
一、塑炼	64
二、混炼	65
三、压延	67
四、压出	69
五、成型	69
六、硫化	69
[知识拓展] 橡胶输送带的特点及加工方法	70
项目二 通用橡胶材料的简易鉴别	71
单元一 根据形态、燃烧特性鉴别橡胶品种	71
一、形态鉴别法	72
二、燃烧鉴别法	72
[知识拓展] 天然橡胶与异戊橡胶的鉴别	73

单元二 根据玻璃化转变温度、脆化温度鉴别橡胶品种	73
一、玻璃化转变温度鉴别法	73
二、脆化温度鉴别法	74
[知识拓展] 高聚物的力学状态	75
单元三 根据耐油性鉴别橡胶品种	76
一、耐油性	76
二、溶剂选择原则	77
项目三 橡胶材料的选用	79
单元一 橡胶品种的综合选用	79
一、一般选用原则	80
二、配方设计程序	80
三、生胶品种选用	80
四、相关实践选用案例	82
单元二 根据力学特性选用橡胶品种	84
一、根据拉伸强度选材	84
二、根据撕裂强度选材	85
三、实践操作	86
单元三 根据回弹性、耐磨特性选用橡胶品种	87
一、根据回弹性选材	87
二、根据耐磨性选材	87
三、实践操作	88
单元四 根据耐老化性、耐化学药品性、电性能选用橡胶品种	90
一、根据耐老化性选材	90
二、根据耐化学药品性选材	91
三、根据电性能选材	91
四、实践操作	94
单元五 特种合成橡胶的选用	95
一、特种合成橡胶制品案例及分析	96
二、特种合成橡胶	97
思考题	99

模块四 纤维

101

单元一 纤维的基本知识	101
一、纤维的定义与分类	101
二、纤维的常用质量指标	102
单元二 纤维的主要品种	103
一、聚酯纤维	103
二、聚酰胺纤维	103
三、聚丙烯腈纤维	104
四、聚丙烯纤维	104
五、聚乙烯醇纤维	104
六、特种合成纤维	105
单元三 纤维的鉴别	106

一、用显微镜法鉴别纤维品种	106
二、用燃烧法鉴别纤维品种	106
单元四 纤维的纺丝	107
一、化学纤维的纺丝	108
二、化学纤维的后加工	110
[知识拓展] 复合导电纤维	110
思考题	111

模块五 涂料与胶黏剂

112

项目一 涂料	112
单元一 涂料的组成及配方原理	112
一、典型涂料配方举例	112
二、涂料的作用及组成	113
三、涂料用合成树脂	114
四、涂料配方基本原理及配方设计	116
单元二 涂料的选用原则及涂装技术	119
一、典型涂料涂装操作	119
二、涂料的选用原则	119
三、涂装技术	120
单元三 专用涂料	122
一、典型专用涂料举例	122
二、防腐涂料	123
三、塑料涂料	124
[知识拓展] 涂料的生产	126
项目二 胶黏剂	127
单元一 胶黏剂的组成及类型	127
一、橡胶与玻璃的黏合操作	127
二、胶黏剂的组成	127
三、合成树脂胶黏剂	128
四、合成橡胶胶黏剂	131
五、特种胶黏剂	133
单元二 胶黏剂的粘接原理及粘接接头设计	135
一、橡胶制品黏合用胶黏剂初选	135
二、胶黏剂的粘接原理	135
三、粘接接头的设计	136
单元三 胶黏剂的选用、配制及粘接步骤	139
一、典型胶黏剂举例	139
二、胶黏剂的选用原则及配制	140
三、胶黏剂的粘接步骤	141
思考题	143

模块六 功能高分子材料

144

单元一 概述	144
--------------	-----

一、功能高分子材料的定义及分类	144
二、功能高分子材料的特点	145
三、功能高分子材料的制备	146
单元二 离子交换树脂	146
一、离子交换树脂净水及再生操作	146
二、离子交换树脂定义及分类	147
三、离子交换树脂的制备	148
四、离子交换树脂的功能	149
五、离子交换树脂选用	149
六、离子交换树脂的应用	151
单元三 高吸水性树脂	151
一、高吸水性树脂的分类及制备	151
二、高吸水性树脂的吸水机理	153
三、高吸水性树脂的基本特性	154
四、高吸水性树脂的应用	154
[知识拓展] 离子交换树脂的命名	156
思考题	157

模块七 绿色高分子材料

158

单元一 废旧高分子材料的管理	158
一、废旧高分子材料的来源	158
二、废旧高分子材料的处理原则	159
三、废旧高分子材料的处置方法	160
单元二 可环境降解高分子材料的开发利用	162
一、生物降解高分子材料	162
二、光降解复合材料	162
三、可焚烧可降解高分子材料	162
[知识拓展] 医用生物降解高分子材料	163
思考题	163

附录 高分子材料缩写代号

164

参考文献

165

能力目标

能对高分子材料进行分类及命名；能确定高聚物的单体、结构单元、重复结构单元。

知识目标

了解高分子材料的发展历史，掌握高分子基本概念及特点。

一、高分子材料的发展

材料是人类生活和生产的物质基础，是一个国家科学技术、经济发展水平的重要标志，它与信息、能源并列为当代科学技术的三大支柱。通常将材料分为金属材料、无机非金属材料和高分子材料三大类，尽管高分子材料仅有数十年的历史，但就其发展速度及应用广泛性而言，远远超过了传统的钢铁、水泥、玻璃和陶瓷等材料。

天然高分子材料在自然界是广泛存在的。从地球上存在的各种各样的动植物到人类本身，都是由高分子（如蛋白质、核酸、淀粉、纤维素等）为主构成的。人类的衣、食、住、行就一直在依靠着天然的高分子材料，如依靠天然棉、毛、麻、丝等原料制作的服装，木桌、竹椅、皮衣、布鞋等家庭常用物品，含有蛋白质、淀粉的食物等。

尽管人们一直在加工、使用天然高分子材料，但由于受到科学技术发展水平的限制，长期以来人们对其内在分子结构一无所知。虽然在 19 世纪中后期人们已开始对天然高分子材料进行化学改性（橡胶硫化、硝化纤维等），但人工合成高分子化合物则是在 20 世纪初才开始。

1920 年德国人施陶丁格（Staudinger）首先提出了高分子概念，其后在 20 世纪 30 年代现代高分子概念得到确立、获得公认，有力地推进了高分子合成工业的发展，至今仅 70 多年。

尤其自 20 世纪 50 年代高密度聚乙烯和等规聚丙烯实现工业化生产以来，合成高分子工业的发展十分迅猛，新产品、新工艺层出不穷，高分子材料全面走向繁荣，其应用越来越广泛和重要，已成为国民经济与日常生活中不可或缺的材料。在应用性材料领域，高分子材料是发展最为迅速的一类。到 20 世纪初，全世界合成高分子材料（塑料、纤维、橡胶等）的年总产量已达两亿吨以上，其体积总量已超过钢铁总和。表 1-1 列出了高分子材料科学发展史上各个历史时期的重要事件。

近年来，高分子材料主要是在提高树脂产量、材料改性、功能高分子等方面发展。

对于通用高分子材料，如聚丙烯、聚乙烯、聚酰胺等主要有两个研究方向：一方面通过新型高效催化剂、引发剂研制、简化工艺流程，高自动化、大型化提高高分子材料生产规模；另一方面是着眼现有高分子材料品种，通过改性、复合等途径改善性能或赋予新功能，扩大应用领域。

表 1-1 高分子材料发展历程

时 间	事 件
19 世纪之前	蛋白质、淀粉、棉、毛、麻、木、竹、涂料、天然橡胶等天然高分子的加工和利用 天然高分子化学改性,天然橡胶硫化,硝化纤维赛璐珞、黏胶纤维的生产
1909 年	美国人贝克兰(Leo Baekeland)用苯酚与甲醛反应制造出了第一种完全人工合成的塑料——酚醛树脂
20 世纪 20 年代	施陶丁格发表了“关于聚合反应”的论文提出:高分子物质是由具有相同化学结构的单体经过化学反应(聚合),通过化学键连接在一起的大分子化合物,高分子或聚合物一词即源于此 美国化学家 Waldo Semon 合成了聚氯乙烯,并于 1927 年实现工业化生产
20 世纪 30 年代	1930 年聚苯乙烯发明 1930 年德国人以金属钠作为催化剂,用丁二烯单体合成出了丁钠橡胶和丁苯橡胶 1935 年杜邦公司合成出了聚酰胺 66 《高分子有机化合物》出版,成为高分子化学作为一门新兴学科建立的标志
20 世纪 40 年代	英国人温费尔德(T. R. Whinfield)合成出了聚酯纤维 Peter Debye 发明了通过光散射测定高分子物质分子量的方法 Paul Flory 建立了高分子长链结构的数学理论
20 世纪 50 年代	德国人齐格勒与意大利人纳塔分别用金属催化剂合成出了聚乙烯和聚丙烯 高分子合成大发展时期,HDPE、PP、POM、PC、顺丁橡胶工业化 美国人利用催化剂聚合异戊二烯,首次用人工方法合成出了结构与天然橡胶基本一致的合成天然橡胶
20 世纪 60 年代	工程塑料的出现和发展,PI、PPO、SBS、聚芳酰胺、异戊橡胶、乙丙橡胶工业化
20 世纪 70 年代	高分子共混物、高分子复合材料工业化,30 万吨级的 PE、PP 大型聚合反应工厂出现 塑料导电研究领域取得突破性进展,改变了高分子只能是绝缘体的观念
20 世纪 80 年代	高性能材料研究、功能高分子及生物高分子等发展迅速
20 世纪 90 年代	EXXON 公司首次在 1.5 万吨的装置上合成出了茂金属聚乙烯 北欧化工公司独立开发的双峰聚乙烯工业化

另外,具有各种特殊物理、化学性能的高分子的发展迅猛异常,如高强度、耐高温、耐腐蚀、耐辐射、半导体、光敏树脂、生物医学高分子等,已经成为高分子材料领域的重要研究发展方向。例如,生命科学中的核心物质 DNA、多肽、蛋白质、聚多糖等都是分子量很高的生物大分子,而由这些生物大分子构成的细胞又构成了生命,这些物质可以称为生物医学高分子材料和生物活性高分子材料。

生物医学高分子材料就是高分子科学、生命科学及其他学科交叉、渗透所形成的边缘学科,其研究主要集中在将高分子及其复合材料用于生物医学材料。如心脏血管中的支架、人工血管、人工肾用透析膜等,硅橡胶代替肌肉和软骨可用来修补面容、身体和四肢的缺损;又如通过硅橡胶胶囊壁膜能将药物(如抗生素、安眠药)缓慢地扩散到人体内,这种高分子药物缓释与送达技术极大地改变了传统的服药模式。高分子材料在医疗医药方面的应用,对提高疾病治疗水平、改善人们健康、提升人们生活质量均起了重要作用。因此“生物材料”已不再是“无生命材料”,而是成为了在生理环境中能与活体细胞相互作用,诱导、发展有生命力的新生组织的有生命材料。

生物活性高分子材料是在对材料与生物活性物质或与细胞间信息传递模式的研究基础上,通过分子设计和分子化学结构模拟、调控,制备具有仿生功能的新型材料。由于生物活

性高分子材料能满足生物活性物质和细胞所需的生物学性能、组织学性能和力学性能等要求，因此它与传统的医用高分子材料存在着本质的差异。生物活性高分子是一个与细胞生物学、生物信息学等多学科彼此交叉、相互渗透的高分子科学的重要分支。

近年来，许多高分子学者的研究方向开始集中在生物医学高分子材料和生物活性高分子材料。其发展突飞猛进，从人工器官到高效、定向的高分子药物控制释放体系的研究及应用，几乎涉及生物医学的各个领域，各个国家对此均十分重视，其发展势头十分强劲。

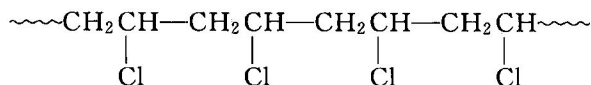
虽然高分子材料的发展极大地改善了人们的生活，但同时对人类的生态环境造成了很大破坏。例如，目前 PE 农用地膜使用后有大量碎片因无法回收而遗留在土壤中，这种材料埋在地下上百年都不会降解，导致土质逐步劣化；人们使用的 PS、PP 快餐盒一部分被回收利用，有些则被当成垃圾掩埋地下或焚烧，燃烧污染的结果也很严重，PE、PP 燃烧后的主要产物是 CO 和 CO₂，其中 CO 会致人严重缺氧中毒，而 CO₂ 又是造成“温室效应”的重要因素。因此，随着高分子材料使用量增加，对环境的污染益发严重，“白色污染”已经成为当今亟待解决的世界性问题。

因此从高分子材料可持续发展角度出发，现在世界各国在大力推进发展“环境友好（或称为绿色）”高分子，如天然高分子材料和生物降解高分子材料等绿色高分子对地球环境影响很小，它是将传统的化学转化和聚合方法以植物合成、微观合成和生物催化合成等方法代之，保证高分子材料从合成、成型加工、应用到回收处理的整个过程中做到节约能源、资源，不对生态环境产生较大负面影响。

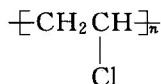
目前，生物降解高分子材料得到了很大的发展。生物降解高分子材料是指在一定的条件下、一定时间内能被细菌、霉菌、藻类等微生物降解的高分子材料，虽然目前成本较高，但从原料→生产→产品→应用→废弃物处理能基本做到不污染环境，并且以可再生的农副产品为原料替代日趋短缺、不可再生的石油资源，真正体现了绿色环保、科学发展的内涵。

二、高分子的基本概念

高分子也称高分子化合物、大分子、聚合物或高聚物，其分子量有几万、几十万甚至达几百万，与它们对应的英文词汇分别为 macromolecule compound、macromolecule、polymer、highpolymer 等。这些英文词汇的含义并无本质区别，多数情况下是可以相互混用的。不过需要注意以下几点：macromolecule 往往是指大分子链排列不一定有规律，或虽有规律但单元未必经常重复，结构复杂的生物大分子，如酶、胰岛素；而 polymer、highpolymer 是指那些有确定重复结构单元（一种或多种单元），这些单元多次重复或有规律重复出现，通过共价键重复链接而成的大分子，其分子量很大，例如聚氯乙烯由氯乙烯结构单元重复链接而成：



上式中符号 $\sim\sim\sim$ 代表碳链骨架，略去了端基。为方便起见，上式可缩写成下式：



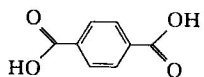
上述英文词汇在汉语中往往不加区分，可以简称高分子，但要注意的是大多数场合及本

书所提到的高分子材料均指“highpolymer”。

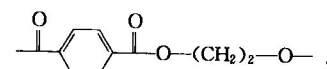
高分子与人们常见的小分子（如二氧化碳等）在分子量方面的差异不仅在分子量大小上，还有多分散性即不均一性。对于小分子而言，人们可以得到准确的分子量，如二氧化碳（CO₂）的分子量为44，乙烯（CH₂=CH₂）的分子量为28，己二酸（C₆H₁₀O₄）的分子量为146。而高分子由于其形成过程复杂，影响因素较多，实际得到的是不同分子量的高聚物分子的混合物，很难采用常规方法将它们完全分离，因此人们见到的高聚物的分子量实际上是一个统计平均值。

下面简单介绍几个与高聚物有关的常见基本概念。

① 单体 能合成高聚物的低分子化合物称为单体。例如乙烯 CH₂=CH₂、氯乙烯

CH₂=CH-Cl、对苯二甲酸 、乙二醇 HO-CH₂-CH₂-OH、己二胺 H₂N-(CH₂)₆-NH₂、己二酸 HOOC-(CH₂)₄-COOH 等。

② 结构单元 由一种单体分子通过聚合反应而进入聚合物重复单元的那一部分称为结构单元。例如 -CH₂-CH₂-、-CH₂-CH-Cl-。

③ 重复结构单元（链节） 大分子链上化学组成和结构均可以重复的最小单位。在分子物理中又称“链节”。例如 -CH₂-CH₂-、-CH₂-CH-Cl-、。

结构单元与重复结构单元的关系为：重复结构单元 ≥ 结构单元。

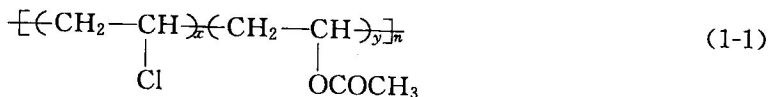
④ 聚合度（DP） 组成高分子的结构单元数（或重复单元数）*n*。它实际上就是组成高分子链的单体个数。显然，对于线型高聚物来说，高聚物分子量（*M*）是结构单元（或重复单元）的分子量（*M*₀）与聚合度（DP）的乘积，即：

$$M = DP \times M_0$$

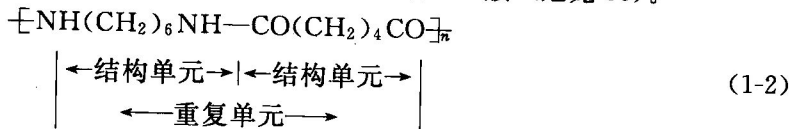
如聚氯乙烯的聚合度为600~1600，其重复单元分子量为62.5，因此分子量约为4万~10万。

⑤ 均聚物 由一种单体参加的聚合反应称为均聚合反应。此时的聚合物称为均聚物，如聚乙烯、聚氯乙烯。

⑥ 共聚物 由两种或两种以上单体参加的反应称为共聚合反应。此时的聚合物称为共聚物，例如氯乙烯-醋酸乙烯共聚物。



聚酰胺一类聚合物的结构式有着另一特征，例如聚己二酰己二胺（尼龙66）。



上式中的重复结构单元由 -NH(CH₂)₆NH- 和 -CO(CH₂)₄CO- 两种结构单元组成。这两种结构单元比其单体己二胺 NH₂(CH₂)₆NH₂ 和己二酸 HOOC(CH₂)₄COOH 要少一些原子，属聚合过程中失去水分子的结果。

高分子材料是以高聚物为基体组分的材料，绝大多数高分子材料，除了主要成分为高聚物外，通常还含有各种添加剂，因此严格意义上讲，高聚物与高分子材料的含义是不一样的。

的。高分子材料的组成及各成分之间的对比对制品的性能有一定影响，作为主要成分的高聚物对制品的性能起主宰的作用。不同类型的高分子材料需要不同类型的添加剂，例如，塑料需要增塑剂、热稳定剂、填料、润滑剂、阻燃剂等；橡胶需要硫化剂、硫化促进剂、补强剂、防焦剂、防老剂等；涂料需要增稠剂、溶剂、填充剂、颜料等，可见高分子材料的成分十分复杂。

三、高聚物的分类

高聚物的品种繁多，性能各异，可以从不同角度、按不同标准来进行分类。

1. 根据高聚物分子中基本结构单元连接方式分类

高聚物单个高分子链的几何形状可分为线型、支链型、交联型三种，如图 1-1 所示。

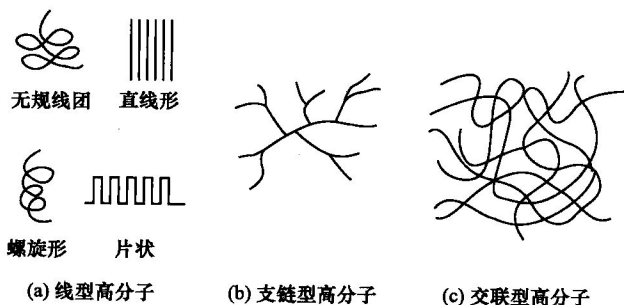


图 1-1 高分子链的几何形状

(1) 线型高聚物 它是由许多链节彼此相连，没有支链的长链分子所组成的，且大多数呈卷曲状。例如高密度聚乙烯、聚苯乙烯、涤纶、尼龙、未经硫化的天然橡胶和硅橡胶等，都是线型高聚物。

(2) 支链型高聚物 主链上带有长支链或短支链。例如低密度聚乙烯、聚醋酸乙烯酯和接枝型的 ABS 树脂等。另外，还包括近几年来合成的一些新的支链型高聚物，如星型、梳型和梯型高聚物等，如图 1-2 所示。

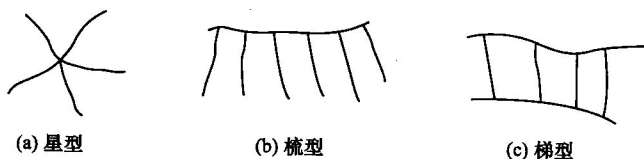


图 1-2 一些新型支链型高聚物和梯型高聚物示意图

线型或支链型高聚物以较小的分子间作用力聚集在一起，可以通过加热或溶解的办法来克服这部分物理次价力，使高分子之间松散开来，从而出现熔融和溶解现象。所以这两种高聚物大多属于热塑性的，即加热可以塑化，冷却又能凝固，并能反复进行。支链型高聚物因高分子间排列较松散，分子间作用力更弱，它的柔软性、溶解度较线型高聚物大，而密度、熔点和强度则低于线型高聚物。

(3) 交联型高分子 是线型或支链型高分子以化学键交联形成的网状或体型结构的高分子。例如硫化后的橡胶，固化了的酚醛树脂、环氧树脂和饱和聚酯等。交联程度小的，有较好的弹性，受热可软化，但不能熔融，加适当溶剂可溶胀，但不能溶解。交联程度大的，不能软化，也难溶胀，但有较高的刚性、尺寸稳定性、耐热性和抗溶剂性。