



普通高等教育“十一五”部委级规划教材(本科)

高分子材料 加工工艺学 (第2版)

■ 李光 主编



中国纺织出版社



普通高等教育“十一五”部委级规划教材(本科)

TQ316
4090
2

高分子材料加工工艺学

(第2版)

李光 主 编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了纤维、塑料和橡胶三大类重要高分子材料主要品种从原料到制品的完整成型工艺过程,并着重介绍了生产实践中制品的质量控制技术原理和方法,内容深入浅出、系统全面。

本书可作为高等院校高分子材料与工程专业的教材,也可作为从事高分子材料加工成型技术工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

高分子材料加工工艺学/李光主编. —2版. —北京:中国纺织出版社,2010.2

普通高等教育“十一五”部委级规划教材. 本科

ISBN 978-7-5064-6041-5

I. 高… II. 李… III. 高分子材料—加工—工艺学—高等学校—教材 IV. B324

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 200079 号

策划编辑:朱萍萍 李东宁 责任编辑:赵东瑾

责任校对:余静雯 责任设计:李 歆 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2000年7月第1版 2010年2月第2版

2010年2月第5次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:28.75

字数:616千字 定价:49.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制定了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选题,我社共有103种教材被纳入国家级教材规划。在此基础上,中国纺织服装教育学会与我社共同组织各院校制定出“十一五”部委级教材规划。为在“十一五”期间切实做好国家级及部委级本科教材的出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1) 围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章后附有复习指导及形式多样的思考题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2) 突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论与实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

(3) 实现一个立体——多媒体教材资源包。充分利用现代教育技术手段,将授

课知识点制作成教学课件,以直观的形式、丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

本教材是在第1版的基础上进行改编和修订的。根据多年的使用情况和近年来高分子材料成型技术的发展,对教材内容进行了完善,增添了很多新内容,如新型纤维的结构、性能和成型工艺,删除了一些陈旧的表述;在层次上作了适当的修改和调整。由于第1版中的第十一章粘胶剂及涂料和第十二章复合材料成型加工这两章的知识内容已发展成为比较独立的学科,已有专门的教材,在此有限的篇幅中难以表述全面,因此第2版中不再涉及。此外,在第2版的每章后增加了各自的复习指导,以方便学生复习和掌握主干内容。

参加本书编写的人员有:

东华大学李光(第一章,第六章,第十章,第十一章),沈新元(第八章),王曙中(第九章);

华南理工大学严玉蓉(第二章,第三章,第七章);

大连工业大学郭静(第四章);

北京服装学院赵国樑(第五章);

全书由李光主编和统审。

限于编者水平,本书在内容、编排及文字等方面的缺陷在所难免,恳请读者批评指正。

本教材的编写得到纤维材料改性国家重点实验室的大力支持,在此表示感谢。

编 者

2009年暑假于上海

本教材根据纺织高等院校化学纤维专业教育委员会审定的大纲而编写,供高分子材料与工程专业高年级学生学习专业课时使用。

本书分上、下两篇共十二章。上篇为化学纤维成型加工,下篇为塑料、橡胶、胶黏剂、涂料和高分子复合材料的成型加工。在内容上既注意保持一定的化纤工艺特色,又考虑了高分子材料与工程宽口径专业的教学需要,内容丰富、涵盖面广。可供学生自学或供有关专业的工程技术人员参考。

参加本书编写的有:

华南理工大学邬国铭(总论,第七章)、陈军武(第一章第一、第二节,第六章)、赵耀明(第一章第三~第七节,第二章);

大连轻工业学院郭静(第三章);

北京服装学院赵国樑(第四章);

青岛大学王荣光(第五章);

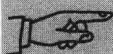
中国纺织大学王曙中(第八章)、李光(第九章,第十章,第十一章)、李瑶君、陈大俊(第十二章)。

全书由邬国铭主编,李光副主编。

本书承蒙北京服装学院张大省教授主审第一章~第八章,华南理工大学王迪珍教授主审第九章~第十二章,并提出了许多宝贵的意见和建议;在编写过程中,得到纺织高等院校化学纤维专业教育委员会各位专家和各参编院校的领导及老师们的指导、支持和帮助,在此一并致谢。

限于编者水平,本书在内容、编排及文字等方面的缺点或错误在所难免,恳请使用本书的师生和读者批评、指正。

编 者
1999 年末



课程设置指导

课程名称 高分子材料加工工艺学

适用专业 高分子材料与工程

总学时 50

理论教学时数 46 **实验(实践)教学时数** 4

课程性质 本课程为高分子材料与工程本科专业的专业主干课,是必修课。

课程目的

通过本课程的学习,使学生掌握纤维、塑料、橡胶三大类重要高分子材料成型的工艺过程,理解各种成型原理,掌握成型过程中通过工艺技术控制调控制品结构和性能的方法,熟悉高分子材料成型的主要设备。

课程教学的基本要求 教学环节包括课堂教学、现场教学、作业、课堂练习和考试。通过各教学环节重点培养学生对理论知识的理解、掌握和运用能力。

1. 课堂教学:在讲授基本概念、基本原理的基础上,采用启发、引导的方式进行教学,重点讲授重要高分子材料品种的成型,并联系生产、生活实际,讲述不同用途对高分子材料制品的不同要求和工艺实现的途径,力争做到举一反三。

2. 实践教学:安排学生到生产一线,通过现场讲解工艺实现的整个过程,提高学生理论联系实际的能力,让学生感受到高分子材料成型对人类生产生活中的重要作用。

3. 课外作业:结合每章给出的复习指导,布置适量书面作业或课堂练习。

4. 考核:采用课堂练习、书面作业及考试三种方法进行全面考核。



教学学时分配表

章 数	教 学 内 容	学时分配
第一章、第二章	总论、聚酯纤维	5
第三章	聚酰胺纤维	4
第四章	聚丙烯纤维	4
第五章	聚丙烯腈纤维	5
第六章	聚乙烯缩醛纤维	3
第七章	聚氨酯弹性纤维	3
第八章	再生纤维素纤维	6
实践教学1	纤维生产工艺过程	2
第九章	高技术纤维	4
第十章	塑料成型加工	6
第十一章	橡胶制品的成型加工	6
实践教学2	橡胶制品加工过程	2
合 计		50

第一章 总论	1
一、纤维、塑料、橡胶及其主要产品的分类	1
二、纤维、塑料和橡胶品质的表征	3
三、高分子材料加工过程及方法概述	7
第二章 聚酯纤维	11
第一节 聚酯纤维原料	11
一、聚对苯二甲酸乙二酯的制备	11
二、聚对苯二甲酸乙二酯的结构和性质	16
三、聚酯切片的质量指标	19
第二节 聚酯切片的干燥	20
一、切片干燥的目的	20
二、切片干燥机理	20
三、干燥过程伴随的化学反应	22
四、切片干燥的工艺控制	22
五、切片干燥设备	23
第三节 聚酯纤维的纺丝	25
一、概述	25
二、纺丝熔体的制备	25
三、纺丝机的基本结构	27
四、纺丝过程的主要工艺参数	30
五、聚酯短纤维的纺丝工艺	33
六、聚酯长丝的纺丝工艺	34
第四节 聚酯纤维的高速纺丝	35
一、聚酯预取向丝的生产工艺	35
二、聚酯全拉伸丝的生产工艺	39
三、聚酯全取向丝的生产工艺	40
四、TCS 热管法聚酯全拉伸丝生产工艺	41
五、高速纺纤维的结构与性能	42
第五节 聚酯纤维的后加工	44
一、聚酯短纤维的后加工	45

二、聚酯长丝的后加工	48
三、假捻变形丝的加工	49
四、网络丝的加工	52
五、空气变形丝的加工	53
第六节 聚酯纤维的性质和用途	56
一、聚酯纤维的性质	56
二、聚酯纤维的用途	57
第七节 聚酯纤维的改性和新型聚酯纤维	57
一、易染色聚酯纤维	58
二、抗静电、导电聚酯纤维	59
三、阻燃聚酯纤维	60
四、仿真丝	60
五、仿毛、仿麻型纤维	62
六、聚酯复合纤维	63
七、新型聚酯纤维成型	65
复习指导	66
 第三章 聚酰胺纤维	 67
第一节 聚酰胺纤维原料	68
一、聚酰胺纤维原料生产简述	68
二、聚酰胺的结构和性质	70
第二节 聚酰胺的纺丝成型	78
一、概述	78
二、聚酰胺纤维高速纺丝的工艺和设备特点	79
三、聚酰胺高速纺丝工艺	80
四、聚酰胺高速纺丝拉伸一步法工艺	81
第三节 聚酰胺纤维的后加工	84
一、聚酰胺长丝的后加工	85
二、聚酰胺高弹丝的后加工	87
三、聚酰胺帘子线的后加工	88
四、聚酰胺膨体长丝的生产	91
五、聚酰胺短纤维后加工工艺特点	92
第四节 聚酰胺纤维的性能、用途及其改性	93
一、聚酰胺纤维的性能	93
二、聚酰胺纤维的用途	95
三、聚酰胺纤维的改性及新品种	96

复习指导	97
第四章 聚丙烯纤维	98
第一节 聚丙烯纤维原料	98
一、等规聚丙烯的合成	98
二、等规聚丙烯的结构	103
三、等规聚丙烯的性质	105
四、成纤聚丙烯的质量要求	108
第二节 聚丙烯纤维的成型加工	108
一、常规熔体纺丝	109
二、膜裂纺丝	114
三、短程纺丝	116
四、膨体变形长丝的纺制	118
五、纺粘法非织造布生产技术	119
六、熔喷法非织造布生产技术	122
第三节 聚丙烯纤维的性能和用途	124
一、聚丙烯纤维的性能	124
二、聚丙烯纤维的用途	124
第四节 聚丙烯纤维的改性与新品种	127
一、可染聚丙烯纤维	127
二、高强聚丙烯纤维	127
三、烯炔共聚物或混合体系聚丙烯纤维	128
四、多孔性聚丙烯纤维	128
五、细旦及超细聚丙烯纤维	129
六、阻燃聚丙烯纤维	129
七、其他改性聚丙烯纤维	129
复习指导	130
第五章 聚丙烯腈纤维	131
第一节 聚丙烯腈纤维原料	131
一、丙烯腈的合成及其性质	131
二、丙烯腈的聚合	132
三、聚丙烯腈的结构和性质	136
第二节 聚丙烯腈纺丝原液的制备及性质	139
一、一步法纺丝原液的制备	139
二、二步法纺丝原液的制备	140

三、纺丝原液的性质	143
第三节 聚丙烯腈纤维的湿法成型	144
一、工艺流程	144
二、腈纶湿法纺丝机	145
三、腈纶湿法纺丝的工艺控制	147
第四节 聚丙烯腈纤维的干法纺丝及其他纺丝方法	149
一、干法成型的工艺流程	150
二、干法纺丝设备	150
三、干法成型的工艺控制	152
四、聚丙烯腈的干喷湿纺法纺丝	156
第五节 聚丙烯腈纤维的后加工	158
一、湿法成型聚丙烯腈纤维的后加工	158
二、干法成型聚丙烯腈纤维的后加工	164
三、聚丙烯腈纤维的特殊加工	165
第六节 聚丙烯腈纤维的性能和用途	167
一、聚丙烯腈纤维的性能	167
二、聚丙烯腈纤维的用途	169
第七节 聚丙烯腈纤维的改性及新品种	170
一、聚丙烯腈复合纤维	170
二、抗静电和导电聚丙烯腈纤维	170
三、高吸湿、吸水聚丙烯腈纤维	171
四、阻燃聚丙烯腈纤维	171
五、抗起球聚丙烯腈纤维	172
六、高收缩聚丙烯腈纤维	172
七、腈氯纶	173
八、抗菌聚丙烯腈纤维	173
九、离子交换聚丙烯腈纤维	174
十、亲和性聚丙烯腈纤维	174
十一、智能聚丙烯腈纤维	174
十二、负离子功能聚丙烯腈纤维	176
十三、热稳定性改善的聚丙烯腈纤维	176
十四、增强聚丙烯腈纤维	176
复习指导	176
 第六章 聚乙烯醇缩醛纤维	 177
第一节 聚乙烯醇缩醛纤维的原料	177

一、醋酸乙烯的合成	177
二、醋酸乙烯的聚合	178
三、聚醋酸乙烯的醇解	179
第二节 聚乙烯醇缩醛纤维的纺丝成型	180
一、纺丝原液的制备	180
二、纤维的成型	182
第三节 聚乙烯醇缩醛纤维的后加工	188
一、工艺流程	188
二、纤维的拉伸	188
三、纤维的热处理	190
四、纤维的缩醛化	191
第四节 聚乙烯醇缩醛纤维的性能、用途及其改性纤维	193
一、聚乙烯醇缩醛纤维的性能及品质指标	193
二、聚乙烯醇缩醛纤维的用途	194
三、聚乙烯醇缩醛纤维的改性	195
复习指导	197
 第七章 聚氨酯弹性纤维	198
第一节 聚氨酯的合成及纤维的结构与性能	198
一、聚氨酯的合成	198
二、聚氨酯弹性纤维的结构	199
三、聚氨酯弹性纤维的性能	204
第二节 聚氨酯弹性纤维的纺丝成型	207
一、干法纺丝	208
二、熔体纺丝	210
三、湿法纺丝	213
四、反应纺丝法	213
第三节 聚氨酯弹性纤维的用途	214
一、氨纶纱的类型	214
二、氨纶织物的类型	216
复习指导	216
 第八章 再生纤维素纤维	217
第一节 概述	217
一、再生纤维素纤维的定义	217
二、再生纤维素纤维生产的基本过程	218

第二节 再生纤维素纤维原料	219
一、浆粕	220
二、化工原料	221
第三节 粘胶纤维生产工艺	222
一、纺丝原液(粘胶)的制备	223
二、粘胶纤维的成型	243
三、成型过程的物理化学变化	246
四、粘胶纤维的后处理	253
第四节 Lyocell 纤维的生产工艺	256
一、纺丝原液的制备	256
二、Lyocell 纤维的纺丝	260
三、Lyocell 纤维的后处理	265
第五节 再生纤维素纤维的结构性能和用途	266
一、再生纤维素纤维的结构特点	266
二、再生纤维素纤维的性能和用途	271
复习指导	277
 第九章 高技术纤维	 278
第一节 碳纤维	278
一、聚丙烯腈基碳纤维	278
二、沥青基碳纤维	282
三、粘胶基碳纤维	283
四、碳纤维的用途	284
第二节 芳香族聚酰胺纤维	285
一、芳香族聚酰胺的结构及其纤维的性能	286
二、聚对苯二甲酰对苯二胺纤维(PPTA 纤维)	287
三、聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(MPIA 纤维)	297
第三节 芳香族杂环类纤维	301
一、聚对苯亚基苯并双噁唑纤维(PBO 纤维)	302
二、聚苯并咪唑纤维	306
第四节 超高分子量聚乙烯纤维	308
一、高强高模聚乙烯纤维的纺丝成型工艺	309
二、高强高模聚乙烯纤维的结构和性能	312
三、高强高模聚乙烯纤维的改性	313
四、高强高模聚乙烯纤维的用途	314
复习指导	315

第十章 塑料制品的成型加工	316
第一节 合成树脂及其添加剂	316
一、合成树脂	316
二、添加剂	322
第二节 物料的配制	326
一、物料混合的基本原理	326
二、物料混合工艺与设备	327
第三节 挤出成型	331
一、螺杆挤出机的基本结构及作用	332
二、挤出成型的特点及挤出理论	335
三、挤出成型工艺	337
四、典型塑料制品的挤出成型	338
五、双螺杆挤出	343
六、圆盘式挤出机	345
七、其他类型的挤出	346
第四节 注射成型	348
一、注射成型设备	348
二、注射成型的过程	351
三、注射成型的工艺条件	353
四、热固性塑料的注射成型	356
五、注射成型设备及技术的发展	358
第五节 塑料的其他成型	362
一、中空吹塑成型	362
二、塑料发泡成型	364
三、模压成型	367
四、真空成型	371
复习指导	372
 第十一章 橡胶制品的成型加工	373
第一节 橡胶制品的原材料及其性质	373
一、生胶	373
二、配合剂	377
三、橡胶制品的骨架、增强材料	379
第二节 炼胶	380
一、生胶的塑炼	381
二、胶料的混炼	388

三、混炼胶的质量检验	393
第三节 橡胶的压延	395
一、压延前的准备	395
二、压延工艺	398
第四节 橡胶的挤出	403
一、橡胶挤出设备——螺杆挤出机	404
二、热喂料挤出工艺过程	405
三、冷喂料挤出工艺	408
四、其他类型挤出机挤出的特点	409
第五节 注射成型	410
一、注射成型过程	410
二、注射成型的原理	410
三、注射成型设备	411
四、注射成型工艺	413
五、注射成型新工艺	416
第六节 橡胶制品的成型	417
一、轮胎的成型	417
二、胶管的成型	422
三、胶带的成型	428
第七节 硫化	430
一、硫化历程	430
二、正硫化及硫化条件	431
三、硫化方法及橡胶制品的硫化	436
四、连续硫化	440
复习指导	441
参考文献	442