

● 周南桥 彭响方 编著

塑料复合制品 成型技术与设备

53



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

塑料复合制品成型技术与设备

周南桥 彭响方 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

新华书店
PDG

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料复合制品成型技术与设备/周南桥,彭响方编著.
北京:化学工业出版社,2003.7
ISBN 7-5025-4444-5

I. 塑… II. ①周…②彭… III. 塑料制品-生产工艺
IV. TQ320.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 030816 号

塑料复合制品成型技术与设备

周南桥 彭响方 编著

责任编辑:白艳云

责任校对:郑捷

封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 11½ 字数 304 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4444-5/TQ·1720

定 价:26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

按照复合材料定义 (GB 3961), “由两个或两个以上独立的物理相, 包括黏结材料 (基体) 和粒料、纤维或片状材料所组成的一种固体产物” 称为复合材料。在复合材料中, 一类是组成复合材料的各组分彼此混合为一体, 称之为分散型复合材料。另一类复合材料, 其各组分材料以层状形式, 通过界面黏合在一起成为复合材料, 称之为层状复合材料。分散型塑料复合材料, 品种很多, 用途很广, 其制备过程中主要使用某种混合工艺设备, 采用的是各种塑料共混技术, 有关介绍这类塑料复合材料 (制品) 方面的著作国内已有不少。而层状塑料复合材料, 虽然品种也很多, 如塑料薄膜与纸贴合、塑料薄膜与铝箔贴合、塑料膜与布基贴合、尼龙膜与聚乙烯膜贴合等, 但是系统全面介绍相关科技的书籍却没有。随着此类制品制备技术的不断进步, 层状塑料复合材料的用途日益广泛, 因而非常必要出版这方面的著作, 满足广大塑料成型加工方面科研和技术专业人员的需要。为此作者在参考大量国内外文献的基础上, 结合多年在塑料共挤出成型技术方面从事的教学和科研工作, 编写了本书。

层状塑料复合材料, 如多层复合塑料薄膜, 由于各层薄膜针孔重叠机会少, 其阻隔性能比单质单层薄膜好, 综合性能优良, 因而最早被广泛应用于包装领域。今天, 层状塑料复合材料不仅作为优良的包装材料, 而且也应用到管材、片材、板材、异型材、电线电缆包覆等各方面, 成为综合性能优良, 具有特殊功能的各种塑料复合制品。本书较详细介绍了层状塑料复合材料的结构设计、性能及应用, 复合材料的基材选择, 黏合机理, 复合材料的阻隔性能及阻隔机理, 多层复合材料生产方式, 多层共挤出流变特性, 以及干法复合, 湿法复合, 挤出复合, 挤出涂布, 共挤复合吹塑薄膜, 共挤

复合片材，共挤复合板材，共挤复合管材，共复合异型材，铝（钢、铜）塑复合管，铝塑复合板等成型工艺及设备。

全书共分十七章，除第十二章、第十三章、第十七章由彭响方撰写外，其余各章均由周南桥撰写，全书由周南桥和彭响方共同统稿。

本书可供从事塑料制品设计及其成型加工、塑料机械设计的工程技术人员和相关专业的大专院校师生参考。

尽管我们多年来在聚合物新型成型装备国家工程研究中心、聚合物成型加工工程教育部重点实验室及华南理工大学工业装备与控制工程系，从事高分子材料成型加工及塑料机械设计与理论方面的教学与科研工作，但由于水平所限，加之时间所限，书中错误与疏漏之处在所难免，敬请读者指正。

编者

2003.5 于广州



内 容 简 介

本书比较详细地介绍了层状塑料复合材料的结构设计、性能及应用,复合材料的基材选择,黏合机理,复合材料的阻隔性能及阻隔机理,多层复合材料生产方式,多层共挤出流变特性,以及干法复合,湿法复合,挤出复合,挤出涂布,共挤复合吹塑薄膜,共挤复合片材,共挤复合板材,共挤复合管材,共挤复合异型材,铝(钢、铜)塑复合管,铝塑复合板等成型工艺及设备。

本书可供从事塑料制品设计及其成型加工、塑料机械设计的工程技术人员和相关专业的大专院校师生参考。



目 录

第一章 概论	1
一、引言	1
二、塑料层状复合材料种类	2
三、塑料复合材料制造方法	2
第二章 塑料复合黏合理论	4
一、吸附理论	4
二、扩散理论	8
三、化学键理论	10
四、机械结合理论	10
参考文献	11
第三章 复合材料的基础材料	12
第一节 包装材料的基本性能要求	12
第二节 各种基础材料	13
一、复合材料的结构组成	13
二、基础材料	13
第三节 塑料	14
一、聚乙烯	14
二、聚丙烯	17
三、聚苯乙烯	19
四、线性低密度聚乙烯	20
五、茂金属聚合物	22
六、聚氯乙烯	28
七、聚酰胺	29
八、聚乙烯醇	31
九、聚对苯二甲酸乙二醇酯	32
十、聚碳酸酯	33
十一、聚偏氯乙烯	35

十二、乙烯-乙醇共聚物	36
十三、氰基树脂（丙烯腈共聚树脂）	38
十四、聚萘二甲酸乙二醇酯	39
十五、液晶聚合物（LCP）和纳米复合材料	39
第四节 纸和玻璃纸	40
一、纸	40
二、玻璃纸（即赛璐玢）	41
第五节 铝箔	42
第六节 胶黏剂	46
一、乙烯与不饱和酯类共聚物	46
二、聚氨酯（聚氨基甲酸酯）	53
三、环氧树脂	54
参考文献	54
第四章 包装材料的阻隔性	56
第一节 材料阻隔性表征	56
一、透气性	56
二、透湿性	58
第二节 阻隔性能测试	60
一、塑料薄膜透气性测试方法（GB 1038—70）	60
二、塑料薄膜透湿性测试方法	63
第三节 影响塑料薄膜阻隔性能的因素	65
一、结晶度	65
二、取向	66
三、分子链刚性	67
四、自由体积	67
五、内聚能密度	68
六、吸湿性	68
七、温度	69
第四节 各种食品对阻隔性的要求	70
第五节 包装材料的阻隔性能	72
第六节 改进提高材料阻隔性的方法	74
一、共混改性	74
二、拉伸取向	79

三、层状复合	80
四、表面层化处理	80
五、表面化学处理	82
六、塑料的饱和处理阻隔改性	83
七、塑料的添加阻隔改性	84
八、共混掺合纳米材料阻隔改性	85
九、常用阻隔材料改性方法及其应用范围	87
参考文献	87
第五章 干法复合、湿法复合、挤出涂布和挤出复合工艺	
设备	88
第一节 干法复合	88
一、工艺流程及设备	88
二、设备的主要组成部分	88
三、胶黏剂	91
四、基材	92
五、影响黏合强度的主要因素	92
六、基材表面处理	94
七、干法复合材料结构、性能及应用	100
八、干法复合技术要点	100
九、操作上存在问题与解决措施	101
第二节 湿法复合	102
一、工艺流程	102
二、湿法复合设备	102
第三节 挤出复合	103
一、工艺流程	103
二、成型设备	103
三、基材和热熔胶黏剂、AC 增黏剂	110
四、影响黏合力的因素	114
五、常用挤出复合、挤出涂布制品的构成、性能和用途	115
六、生产中不正常现象、原因及解决办法	116
第四节 挤出涂布	116
一、工艺流程	116
二、挤出涂布成型设备	117

三、基材	117
四、热熔树脂——涂布材料	117
五、常用挤出涂布制品的构成、性能和应用	117
六、挤出涂布生产技术要点	117
参考文献	118
第六章 共挤出复合生产	119
第一节 共挤出复合生产方式	119
第二节 共挤出复合制品的材料选择	120
第三节 共挤出复合制品的结构设计	121
第四节 共挤出复合方式	122
一、模前复合	122
二、模内复合	124
三、模外复合	124
第五节 影响共挤界面黏合强度的因素	125
参考文献	128
第七章 共挤出流变特性	129
第一节 多层流动不稳定现象	129
一、共挤复合不稳定流动分析	129
二、共挤复合界面产生不稳定的影响因素	130
第二节 多层流动分析	138
一、三层流动分析	138
二、五层平膜共挤出流动解析式	144
第三节 多层流动流变特性	147
一、压力梯度和压力梯度变化	147
二、速度分布、剪切速率和剪切应力	150
参考文献	154
第八章 共挤出吹塑复合薄膜成型	155
第一节 共挤出复合薄膜成型特点	155
第二节 共挤出复合薄膜包装应用	159
一、被包装物对包装材料的特殊要求	159
二、共挤出复合薄膜包装应用	160
第三节 共挤出吹塑复合薄膜成型工艺和设备	162
一、工艺流程及设备	162

二、成型工艺特点	163
三、复合膜各层厚度测量	165
第四节 复合吹塑薄膜机头结构	166
一、两层复合吹塑薄膜机头	166
二、三层复合吹塑薄膜机头	173
三、五层复合吹塑薄膜机头	177
四、六层复合吹塑薄膜机头	179
参考文献	180
第九章 共挤出复合平膜、片材、板材成型	181
第一节 共挤出复合平膜成型工艺特点	181
第二节 共挤出复合平膜成型主要设备装置	183
一、挤出机和复合机头	183
二、冷却成型装置	183
第三节 共挤出复合片材、板材成型	185
第四节 共挤出复合平膜、片材、板材机头	188
一、接套法（也称连接器法、喂料块法）	188
二、多流道法	193
三、组合式法	196
参考文献	198
第十章 共挤出复合中空成型	200
第一节 概述	200
第二节 复合多层中空容器特性及应用	201
一、未拉伸的低密度聚乙烯/乙烯-乙醇共聚物多层瓶	202
二、拉伸的低密度聚乙烯/乙烯-乙醇共聚物多层容器	204
三、复合的 PET 瓶	205
四、其他种类多层容器	211
第三节 复合中空吹塑成型工艺及设备	212
参考文献	215
第十一章 共挤出复合管材成型	216
第一节 复合管材特性及应用	216
第二节 共挤出复合管材机头结构	217
一、双层和三层管材机头结构	217
二、三层结构泡沫管材机头结构	221

三、非相容性树脂复合的多层管材	221
四、带有双色筋的软管机头	222
第三节 螺旋状管材的共挤出成型	223
一、共挤-缠绕成型法	224
二、直接共挤成型法	224
三、口模旋转的直接共挤成型法	226
第四节 双层壁波纹管成型方法	227
一、履带式成型双层壁波纹管成型方法	227
二、双层壁波纹管成型方法二	229
第五节 交替共挤出管材成型	230
一、交替共挤出吹塑成型	230
二、交替共挤出成型管件基本特性	231
三、交替共挤出管件应用实例及优点	233
第六节 共挤出复合发泡管材成型	235
一、聚氯乙烯芯层发泡管材的优点	235
二、聚氯乙烯芯层发泡管材成型方法	236
三、聚氯乙烯芯层发泡管材成型工艺流程及设备	237
四、聚氯乙烯芯层发泡管材配方设计	239
五、聚氯乙烯芯层发泡管材共挤出生产工艺	244
六、聚氯乙烯芯层发泡管材产品质量标准	245
参考文献	246
第十二章 共挤出复合异型材成型	247
第一节 共挤出复合异型材特性及应用	247
第二节 共挤出复合异型材机头和定型口模	249
一、硬质和软质聚氯乙烯复合接合件和口模的结构	250
二、双组分防滑条口模结构	250
三、双组分聚氯乙烯窗框与口模	254
四、定型装置	257
第三节 塑料异型材后共挤成型技术	259
一、塑料异型材后共挤成型技术简介	259
二、后共挤成型模具组成	260
第四节 金属异型材、木质异型材的共挤复合成型	261
一、与金属异型材的复合挤出	262

二、与木质复合异型材	265
参考文献	267
第十三章 共挤出复合电线电缆覆层成型	268
第一节 电线、电缆共挤复合目的及应用	268
一、低电压电线的共挤出	269
二、通讯电缆的共挤出	269
三、高电压电力电缆的共挤出	270
第二节 共挤出复合电线电缆成型机头	271
一、双色电缆覆层共挤出着色机头	271
二、交联聚乙烯绝缘电力电缆双层共挤出机头	272
三、交联聚乙烯绝缘电力电缆三层共挤出机头	274
参考文献	275
第十四章 铝塑复合管	277
第一节 铝塑复合管的性能与用途	277
一、铝塑复合管的基本特性	278
二、铝塑复合管的物理性能	279
三、铝塑复合管的主要用途	279
第二节 铝塑复合管结构及材料选择	280
一、结构	280
二、材料选择	280
第三节 铝塑复合管生产工艺	284
一、搭接式铝塑复合管生产工艺	284
二、对接式铝塑复合管生产工艺	286
三、铝塑复合交联聚乙烯管	290
第四节 铝塑复合管成型模具及焊接	292
一、成型模具	292
二、铝塑复合管焊接技术	296
第五节 铝塑复合管的安装和接头	298
一、安装	298
二、铝塑管连接件和专用工具	300
第六节 铝塑复合管材性能指标及存在问题	301
一、铝塑复合管材性能指标	301
二、几种塑料管性能比较	302

三、铝塑复合管存在的问题	303
四、铝塑复合管颜色标志	304
参考文献	304
第十五章 钢塑、铜塑复合管	305
第一节 钢塑复合管	305
一、钢塑复合管应用领域	305
二、钢塑复合管道生产工艺	306
三、钢塑复合管的管配件加工	307
四、钢塑复合管衬里层材质选择	309
五、成型和应用常见问题	312
六、部分钢塑复合管规格	317
第二节 铜塑复合管	318
参考文献	320
第十六章 铝塑复合板	321
第一节 概述	321
一、铝塑复合板的性能及应用	321
二、铝塑复合板结构及基材	321
三、铝塑复合板生产工艺流程	322
第二节 铝卷片、塑料板表面处理	323
一、原材料的表面处理	323
二、铝卷片表面处理	323
三、应注意的几个问题	328
第三节 铝卷片涂装处理	328
一、铝塑复合板用涂料选择	328
二、滚涂工艺及涂料	329
三、逆向滚涂法涂装工艺流程	333
四、涂装质量控制及产品质量标准	335
第四节 铝塑复合板连续热压法生产工艺	339
第五节 铝塑复合板连续冷贴法生产工艺	341
一、胶的调配	341
二、胶的黏度与初黏力的关系	342
三、布胶量与黏接强度的关系	342
四、室温晾置及贴合	343

五、固化工艺	343
六、容易出现的问题	344
参考文献	344
第十七章 共挤复合机头设计要则	345
一、机头设计原则	345
二、机头设计方法和步骤	346



第一章 概 论

一、引言

材料是人类赖以生存的物质基础，更是人类物质文明和社会进步必不可少的条件，当今，材料与能源和信息并列为现代科学技术的三大支柱。

人类由使用单一材料到懂得制造使用复合材料，充分反映了人类社会的进步和科学技术的发展。同单一材料相比，复合材料具有单一材料无法比拟的优越的综合性能，它的优点更多、更突出，用途更广。我们的祖先很早就懂得“通过两种或两种以上不同构成成分的巧妙组合，就能实现各成分在单独状态下无论如何也不能发挥的高度性能”。几千年前，人类就能够根据复合材料的思想来制造新型材料，从远古的黏土加入切碎的稻草制成土砖，到近代的水泥、胶合板、轮胎、合金等都是复合材料的例子。

在塑料工业中，酚醛树脂与木粉、石棉、云母、纸片和布片等制成的酚醛塑料；聚氯乙烯树脂添加增塑剂、填料等其他助剂制成的聚氯乙烯塑料；由丙烯腈、丁二烯、苯乙烯制成的 ABS 塑料；聚丙烯中加入玻璃纤维制得的玻纤增强聚丙烯塑料等等都是复合材料。

在聚合物中加入填料制成复合塑料，其一可以降低其成本，起到增量作用；其二填料可以提高塑料本身机械性能和热性能，起到补强作用；其三填料可以赋予塑料本身所没有的特殊功能，如阻燃性、难燃性、耐磨耗性、磁性、导热性、隔音性、压电性、导电性等性能，扩大材料的用途。

上面所叙的复合材料均以混合体形式存在，各种成分彼此混合为一体，称之为分散型复合材料。但另有一类复合材料，其各组分材料以层状接触形式结合成复合材料，如塑料工业中塑料薄膜与纸

贴合、塑料薄膜与铝箔贴合、塑料与布基贴合、尼龙膜与聚乙烯膜贴合等。这类复合材料中，不同组分材料彼此以层状形式复合一起，形成多层复合体。本书所叙述的内容均限于层状复合材料。

二、塑料层状复合材料种类

塑料层状复合材料的研制，除了包装工业的需要之外，还作为功能性材料，如多层复合的管材、板材、异型材、中空制品等而日益广泛应用。

自人类有文明史以来，包装材料经历了植物叶、木材、纸张、棉布、陶瓷、玻璃、金属、塑料等材料。塑料因其质量轻、耐腐蚀、强度较好、透明、可热封、可印刷、成型性好等优良性质，显示出它巨大的优越性，已成为重要的包装材料之一。

但塑料作为一种包装材料，其隔绝性能比较差，不能很好的保护被包装物。如食品包装要求保鲜、保香、保味性能极高；药品包装要求防潮性能极高，单质单层塑料包装远远不能满足这诸多方面要求。但如果把塑料同其他具有特殊性能的材料复合一起，就能弥补塑料某些性能的不足，极大提高了包装性能。或者把不同品种的塑料进行复合，使其互相取长补短，成为综合性能优良的包装材料。所以，以塑料为基材的复合包装材料应运而生，而逐渐代替单质单层塑料包装材料。

目前，同塑料复合的材料主要有金属铝箔、纸类、布类及黏合剂等四大类。至于不同塑料之间的复合，则品种繁多。各种塑料配合上的选择，几乎不受限制。

塑料复合材料的形式主要有：塑料复合薄膜（包括平膜和管膜）；塑料复合片材、板材、管材、异型材、塑料复合中空制品和电线电缆包覆以及铝（金属）塑复合管、铝（金属）塑复合板等。

三、塑料复合材料制造方法

生产塑料复合材料的工艺路线主要有湿法复合、干法复合、挤出复合、挤出涂布、共挤复合等数种。

（1）湿法复合 系用水或溶剂型的液态胶黏剂将两层基材粘接在一起，经烘箱烘干除去水分与溶剂而获得复合材料的方法。