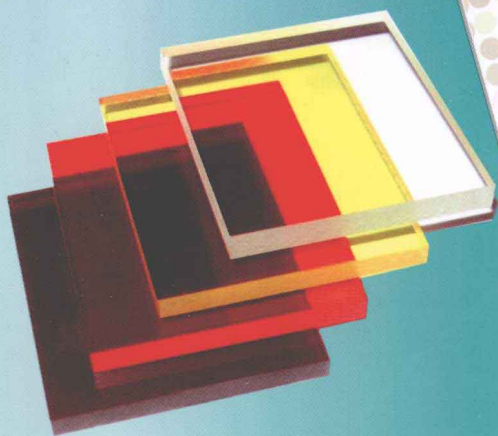


塑料成型加工 技术问答丛书



塑料 高分子溶液 成型 技术问答

张治国◎主编

塑料成型加工技术问答



印刷工业出版社

塑料成型加工技术问答丛书

塑料高分子溶液成型 技术问答

张治国 主编

印刷工业出版社

内容提要

本书以一问一答的形式,从塑料高分子溶液成型加工的原理出发,对塑料高分子溶液成型加工所涉及的材料、设备、模具、工艺及最新技术发展情况的相关重要知识点和常见问题进行了详细解答,适合塑料材料研究、产品设计、成型加工、企业管理、销售人员及相关专业师生阅读参考,也可供初学者和技术工人自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料高分子溶液成型技术问答/张治国主编. —北京:印刷工业出版社, 2011.12

(塑料成型加工技术问答丛书)

ISBN 978-7-5142-0216-8

I. 塑… II. 张… III. 塑料成型—高分子溶液—问题解答 IV. TQ320.66-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第255443号

塑料高分子溶液成型技术问答

主 编: 张治国

责任编辑: 魏 欣 艾 迪

责任校对: 郭 平

责任印制: 张利君

责任设计: 张 羽

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店: [//pprint.taobao.com](http://pprint.taobao.com)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河国新印装有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

字 数: 210千字

印 张: 7.75

印 数: 1~2500

印 次: 2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

定 价: 26.00元

I S B N : 978-7-5142-0216-8

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275602

前言

塑料材料作为四大基础材料之一,因其具有质量轻、加工方便、产品美观、经济实用等特点,颇受人们青睐,广泛应用于各行各业,发展速度迅猛。塑料具有良好的加工成型性能,其中高分子溶液成型加工是近年来发展速度很快的一类新型塑料加工工艺。

用流延法生产薄膜、胶片及某些浇铸制品等常常使用高分子溶液作为原料,这类工艺就称为高分子溶液成型加工工艺。高分子溶液成型工艺主要包括铸塑成型、流延成型和涂覆成型等。铸塑成型是将已准备好的浇铸原料注入到一定形状、规格的模具中,而后使其固化定型,得到与模具型腔相似的制品。流延成型是制取薄膜的一种方法,它是将液态树脂、树脂溶液或分散体以一定的速度流布在连续回转的基材载体(一般为金属带)上,随后用适当方法将其熟化,最后即可从载体上剥取薄膜。涂覆成型主要是指用刮刀将塑料糊均匀涂布在纸或布等平面连续卷材上,以制得涂层纸和人造革的成型工艺方法。

随着高分子溶液成型加工工艺的发展,其工艺的独特性使其可成型一些其他塑料加工方法无法成型的制品。采用静态浇铸可生产各种型材和制品(如滑轮等);用嵌铸成型可以封装各种电器(如变压器)和精密电子元件,制作生物或医学标本、工艺美术品等;用离心浇铸和滚塑成型生产管材、大型轴套、齿轮、中空制品,如容器、小船壳体等;流延成型可以生产光学性能优良的塑料薄膜,如电影胶卷;搪塑成型可以生产空心软质制品,如手套、软管、玩具等。

本书以一问一答的形式,从塑料高分子溶液成型加工的原理出发,对塑料铸塑成型、流延成型以及涂覆成型加工所涉及的材料、设

备、模具、工艺等情况的相关重要知识点和常见问题进行了详细解答,适合塑料材料研究、产品设计、成型加工、企业管理、销售人员及相关专业师生阅读参考,也可供初学者和技术工人自学使用。

本书由张治国主编,参加本书编写的人员还有:陈霞、潘垚、林江、邱海涛、张吉、吴萍、陈玲江、徐晓娟、范志庚、胡桂林、孙耀宇、宋日恒。本书在编写过程中参阅了大量的参考书,对给予支持的朋友及参考书的作者表示衷心的感谢。本书在编写过程中,还得到了浙江科技学院领导和相关部门的大力支持,在此谨表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

2011 年 12 月于浙江科技学院

目 录

○—— 第 1 章 塑料高分子溶液成型加工原理 ——○

1 如何对塑料进行分类?	1
2 高聚物的物理状态有哪几种?	2
3 结晶高聚物的物理状态有何特点?	4
4 塑料具有哪些成型性能?	4
5 什么是塑料的可模塑性?	6
6 塑料高聚物具有哪些特性?	7
7 聚合物交联反应机理是什么?	8
8 影响聚合物大分子交联的因素有哪些?	8
9 聚合物有哪些工艺特性?	10
10 什么是高分子溶液成型加工?	11
11 什么是高分子溶液?	13
12 如何配制高分子溶液?	14
13 高分子溶液的成型工艺如何分类?	16

○—— 第 2 章 铸塑成型工艺 ——○

14 什么是铸塑成型?	17
15 各类浇铸成型工艺有何区别?	18
16 浇铸成型工艺有何特点?	18

17 什么是静态浇铸工艺?	19
18 静态浇铸原材料应满足什么要求?	19
19 什么是聚己内酰胺?	20
20 己内酰胺的单体浇铸聚合中, 催化剂有哪些?	21
21 什么是环氧树脂?	24
22 环氧树脂有哪些种类?	25
23 环氧树脂的固化剂如何选择?	26
24 环氧树脂常用的胺类固化剂有哪些?	27
25 环氧树脂常用的酸酐类固化剂有哪些?	32
26 环氧树脂的稀释剂有哪些?	32
27 环氧树脂的其他助剂如何选择?	32
28 环氧树脂如何固化?	38
29 什么是聚甲基丙烯酸甲酯?	38
30 聚甲基丙烯酸甲酯有哪些工艺特性?	40
31 静态浇铸成型常用的填料有哪些?	41
32 静态浇铸模具的特点是什么?	41
33 用于环氧树脂铸塑的模具可分为哪几类?	42
34 用于甲基丙烯酸甲酯铸塑的模具可分为哪些类型?	44
35 静态浇铸工艺中模具的准备包括哪些内容?	44
36 如何进行己内酰胺的浇铸?	46
37 如何进行环氧树脂的浇铸?	48
38 如何进行甲基丙烯酸甲酯的浇铸?	49
39 聚甲基丙烯酸甲酯浇铸板材如何制备?	50
40 聚甲基丙烯酸甲酯浇铸板材常见的质量问题有哪些?	51
41 什么是铸型尼龙?	52
42 铸型尼龙生产工艺有何特点?	53
43 铸型尼龙静态浇铸成型设备包括哪些?	54
44 铸型尼龙静态浇铸成型工序包括哪些步骤?	55
45 铸型尼龙静态浇铸常用模具有哪些?	57
46 铸型尼龙黏土干砂型如何制造?	57

47 铸型尼龙水玻璃砂型如何制造?	58
48 铸型尼龙树脂砂型如何制造?	59
49 铸型尼龙树脂砂型铸造工艺控制要点有哪些?	61
50 铸型尼龙普通石膏型如何制备?	62
51 铸型尼龙发泡石膏型如何制备?	64
52 铸型尼龙水溶性石膏型如何制备?	66
53 什么是嵌铸成型?	67
54 嵌铸成型用原材料有哪些?	68
55 嵌铸成型模具有哪些?	69
56 嵌铸成型工艺包括哪些过程?	70
57 什么是人造琥珀制品?	71
58 如何通过溶解的方法制作人造琥珀?	73
59 如何通过聚合的方法制作人造琥珀?	74
60 嵌铸成型生产中常见问题有哪些?	76
61 什么是离心浇铸成型?	78
62 离心浇铸有哪些优缺点?	78
63 离心浇铸成型用原材料有哪些?	79
64 离心浇铸有哪些设备?	79
65 离心浇铸所用的成型模具有哪些?	79
66 立式离心浇铸工艺原理是什么?	80
67 水平式离心浇铸过程是怎样的?	82
68 离心浇铸常见的质量问题有哪些?	84
69 铸型尼龙能否进行离心浇铸成型?	84
70 如何采用离心浇铸成型生产铸型尼龙?	85
71 什么是搪塑成型? 什么是蘸浸成型?	86
72 什么是聚氯乙烯?	87
73 什么是增塑剂?	89
74 增塑剂有哪些种类?	90
75 增塑剂有哪些新发展?	91
76 DOP 是什么?	92

77 增塑剂应如何选择?	93
78 增塑剂应用中应考虑哪些因素?	94
79 如何选择热稳定剂?	95
80 PVC 热稳定剂有哪些重要种类?	96
81 在聚氯乙烯糊的应用中,选择填充剂应符合哪些要求?	98
82 如何选择偶联剂?	98
83 如何选择着色剂?	100
84 着色剂如何应用?	102
85 如何选择脱模剂?	103
86 如何选择其他加工助剂?	105
87 什么是聚氯乙烯糊?	107
88 如何控制聚氯乙烯糊的黏度?	108
89 搪塑和蘸浸成型的原理是什么?	109
90 搪塑和蘸浸成型的设备有哪些?	110
91 搪塑和蘸浸成型所用的模具有何特点和要求?	111
92 搪塑成型工艺过程是如何进行的?	112
93 搪塑工艺有什么特点?	113
94 蘸浸成型工艺过程是如何进行的?	114
95 搪塑成型的典型制品——搪塑玩具是如何生产的?	115
96 什么是旋转成型?	116
97 旋转成型原理是什么?	118
98 旋转成型有哪些优点?	119
99 旋转成型有哪些缺点?	120
100 旋转成型与其他塑料成型方法相比有何特点?	121
101 如何选择旋转成型用原材料?	122
102 旋转成型用原材料有哪些?	123
103 聚乙烯旋转成型塑料制品原料应如何选择?	124
104 旋转成型用聚乙烯掺混物如何制备?	125
105 什么是玻璃纤维增强聚乙烯?	126
106 旋转成型用聚乙烯泡沫塑料如何制备?	126

107	用于旋转成型的聚氯乙烯糊有哪些成分?	127
108	用于旋转成型的聚氯乙烯糊如何配制?	128
109	旋转成型设备有哪些特点?	129
110	旋转成型设备按机械结构如何分类?	130
111	旋转成型设备按加热和冷却方式如何分类?	131
112	半自动旋转成型机有哪几种形式?	132
113	批式旋转成型机的结构是怎样的?	134
114	半自动旋转成型机的结构是怎样的?	135
115	连续式旋转成型机有何特点?	136
116	夹套式旋转成型机的结构是怎样的?	136
117	聚乙烯旋转成型设备应如何选择?	137
118	旋转成型使用的模具有什么要求?	139
119	旋转成型用模具常选择什么材质? 如何制模?	139
120	旋转成型模具设计应注意哪些问题?	140
121	旋转成型制品的壁厚应如何设计?	142
122	旋转成型制品的脱模斜度应如何设计?	143
123	旋转成型制品的转角及倒角应如何设计?	144
124	旋转成型制品的加强筋应如何设计?	145
125	旋转成型制品的孔应如何设计?	147
126	旋转成型制品的倒切口应如何设计?	147
127	常用旋转成型制品的尺寸容许误差有多大?	148
128	双壁旋转成型制品的设计应注意什么问题?	149
129	旋转成型制品的表面粗糙度应如何设计?	149
130	旋转成型制品的螺纹应如何设计?	150
131	旋转成型制品的嵌件应如何设计?	150
132	旋转成型包括哪些工序?	150
133	旋转成型工艺有哪些控制要点?	152
134	旋转成型制品有什么特点?	154
135	常用旋转成型制品的工艺条件是怎样的?	154
136	旋转工艺条件对制品性能有哪些影响?	156

137	如何减少旋转成型工艺制品的内部气泡？	157
138	旋转成型有哪些典型制品？	157
139	聚乙烯旋转成型中如何选择脱模剂？	158
140	聚乙烯旋转成型工艺应注意哪些事项？	159
141	聚乙烯旋转成型典型生产工艺参数包括哪些？	161
142	聚乙烯树脂旋转成型中有哪些异常现象？	162
143	交联聚乙烯的旋转成型工艺应注意哪些事项？	164
144	聚乙烯泡沫塑料成型工艺条件对性能有何影响？	166
145	聚氯乙烯塑料制品如何进行旋转成型？	167
146	尼龙树脂旋转成型有哪些品种,有何特点？	169
147	尼龙树脂旋转成型典型工艺条件包括哪些参数？	171
148	含有尼龙层的多层制品是如何进行旋转成型的？	172
149	聚碳酸酯塑料制品是如何进行旋转成型的？	173
150	ABS 塑料制品是如何进行旋转成型的？	174
151	热固性增强塑料制品是如何进行旋转成型的？	175

第 3 章 流延成型工艺

152	什么是流延成型？	177
153	流延薄膜有哪些特点？	178
154	溶剂流延成型用原材料有哪些？	180
155	溶剂流延成型设备有哪些？	180
156	溶剂流延工艺包括哪些过程？	180
157	挤出流延成型设备包括哪些装置？	182
158	挤出流延成型设备中挤出机和机头如何选择？	182
159	挤出流延成型设备中冷却装置有何特点？	184
160	流延成型设备中薄膜如何进行测厚？	185
161	挤出流延成型设备中的切边装置有什么作用？	186
162	挤出流延成型设备中有哪些后处理装置？	186
163	挤出流延成型的工艺流程是什么？	188

164	挤出流延薄膜的成型温度如何控制?	188
165	影响挤出流延薄膜质量的因素有哪些?	189
166	聚乙烯流延薄膜怎样挤出流延成型?	191
167	聚丙烯流延薄膜怎样挤出流延成型?	193
168	聚丙烯流延薄膜用原料有什么要求?	195
169	CPP 蒸煮膜原料如何选择?	196
170	三层共挤 CPP 的各层原料有什么要求?	197
171	CPP 薄膜生产工艺有哪些注意事项?	198
172	流延吸塑片材生产工艺采用哪些原料?	199
173	流延吸塑片材生产采用哪些设备?	200
174	流延吸塑片材生产工艺有哪些要点?	201
175	流延法生产 BOPP 的工艺过程包括哪些?	202
176	聚酰胺薄膜如何流延成型?	204
177	聚氟乙烯薄膜如何流延成型?	206

○ ————— 第 4 章 涂覆成型工艺 ————— ○

178	什么是涂覆?	207
179	什么是模涂?	207
180	什么是涂凝成型?	208
181	涂凝成型工艺过程包括哪些?	209
182	干粉涂凝的成型过程及其操作步骤分别是怎样的?	210
183	什么是金属件涂覆?	211
184	金属件涂覆前表面应如何处理?	211
185	什么是火焰喷涂技术?	212
186	什么是热熔喷涂技术?	214
187	什么是流化床浸涂技术?	214
188	什么是静电喷涂技术?	216
189	什么是平面连续卷材涂覆?	218
190	平面连续卷材涂覆中刮刀法有哪几种形式?	218

191 平面连续卷材涂覆中辊涂法有哪几种形式?	220
192 逆辊涂布与刮刀涂布有何优缺点?	222
193 什么是直接涂覆法?	222
194 直接涂覆法成型 PVC 人造革包括哪些步骤?	224
195 什么是间接涂覆法?	226
196 钢带法针织布基 PVC 泡沫人造革是如何生产的?	228
197 干式聚氨酯人造革的涂覆工艺是怎样的?	230
198 湿式聚氨酯人造革的涂覆工艺是怎样的?	232
参考文献	234

塑料高分子溶液成型 加工原理

第 1 章

1. 如何对塑料进行分类?

塑料的种类很多,约有 300 余种,而常用塑料约有几十种。塑料分类的方法也有很多,常用的有两种。一种是按受热后性能的变化,分为热塑性塑料和热固性塑料两大类;另一种是按用途不同,分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。

热塑性塑料是在受热条件下,软化熔融,冷却后定型。这一过程可反复多次,而材料始终具有可塑性。这种材料的优点是有较好的物理力学性能,成型工艺简单,在品种和产量上发展迅速。缺点是除少数品种外,一般耐热性和刚性都较差。属于这种类型的塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚酰胺等。

热固性塑料是指在成型前可溶可熔,在受热条件下,先行软化,然后内部发生化学变化,而成型固化后,再次受热不再熔融,也不溶于有机溶剂,只能在高温下炭化。因此,热固性塑料只能一次成型,并且成型复杂。这类塑料的优点是耐热性高、尺寸稳定性好、价格低廉,但本身的力学性能较差,需要进行增强。如用玻璃纤维增强后制成的增强塑料,俗称“玻璃钢”,其强度可与金属媲美。属于这种类型的塑料有酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂等。

通用塑料是指常用塑料,其产量大、用途广、价格低廉。例如,聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料等。工程塑料一般指力学性能高,可以代替金属用作工程材料的一类塑料。例如,聚酰胺、

聚甲醛、聚碳酸酯等。特种塑料指具有某一方面特殊性能的塑料。这类塑料有较高的耐热性、耐腐蚀性或其他特殊性能,也称功能塑料。例如,氟塑料、有机硅塑料等。

目前,国内市场对塑料的需求量在逐年增加,使得我国塑料消费量快速增长。据中投顾问发布的《2010~2015年中国塑料制品行业投资分析及前景预测报告》显示,2006~2009年,我国规模以上企业塑料制品产量平均增长率为16.9%。其中,塑料管材管件、塑料编织制品和塑料包装容器是塑料制品中增长最快的三大品种,其年均增长率分别达到了26.29%、24.51%和22.66%。2009年,我国塑料消费总量已超过6000万吨,约占世界消费总量的25%。

2. 高聚物的物理状态有哪几种?

高聚物在不同温度下会呈现三种不同的物理状态:玻璃态、高弹态、黏流态。不同的状态具有不同的力学性能,这对高分子材料的成型加工和使用范围都有很大影响。非晶态高聚物在恒定应力下的温度-形变曲线见图1-1。

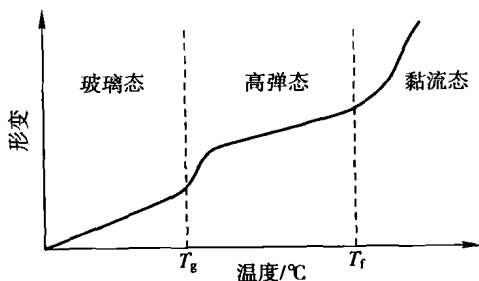


图1-1 非晶态高聚物的温度-形变曲线

(1) 玻璃态

T_g 是高聚物的重要特征温度,叫玻璃化温度。它不是一个固定的温度值,而是随测试方法和条件不同而变化的。当温度低于 T_g 时,高聚物是刚硬的,处于玻璃态,是坚硬的固体。此时,由于分子运动能量低,链段运动被冻结,只能使主链内的键长和键角有微小的改变;在宏观上表现为聚合物在受力方向上有很小的弹性变形,由于弹

性模量高,形变值小,所以处于玻璃态的聚合物只能进行一些车、铣、削、刨等机械加工。这一聚集态也是聚合物的使用态,材料使用的下限温度称为脆化温度,低于脆化温度时,材料受力容易发生断裂破坏。

(2) 高弹态

在玻璃化温度 T_g 和黏流温度 T_f 之间,聚合物处于高弹态,也叫橡胶态。处于高弹态的高聚物有以下重要特性:①可回复的弹性变形量高达 100% ~ 1000%,但变形的回复不是瞬时完成的。而金属材料的普弹形变不超过 1%;②弹性模量比普通弹性材料小 3 个数量级,一般只有 10kgf/cm^2 的数量级。且随绝对温度升高而升高;③在快速拉伸时(绝热过程),高聚物温度上升,而金属材料温度下降。如果把橡胶薄片拉长,把它贴在嘴唇或面颊上,就会感到橡皮在伸长时发热,回缩时吸热;④形变与时间有关,橡胶受到外力(应力恒定)压缩或拉伸时,形变总是随时间而发展,最后达到最大形变,这种现象叫蠕变。一般情况下形变总是落后于外力,所以形变需要时间。

处于高弹态的高分子整个分子的运动仍不可能,但链段可以通过主链中的单键的内旋转而不断改变构象,甚至可使部分链段滑移。高弹性模量比普通弹性模量小 4 ~ 5 个数量级,所以对某些材料可进行加压、弯曲、中空或真空成型。由于高弹形变比普通形变大一万倍左右,且属于与时间有依赖性的可逆形变,所以在成型加工中为求得符合形状、尺寸要求的制品,往往将制品迅速冷却到玻璃化温度以下。对结晶性聚合物,可在玻璃化温度至熔点的温度区间内进行薄膜吹塑和纤维拉伸。

(3) 黏流态

当温度进一步升高,超过黏流温度 T_f 时,分子链作为一个整体可以相对滑动,在外力的作用下,聚合物像液体一样黏性流动,形变变得不可逆了,称为黏流态。呈黏流态的聚合物熔体在黏流温度 T_f 以上稍高的温度范围内,常用来进行压延成型和某些挤出、吹塑成型。比黏流温度 T_f 更高的温度,使聚合物大分子热运动大大激化,产生的不可逆黏性形变占绝对优势,这一温度范围常用于进行纺丝、注射、挤出、吹塑、贴合等成型加工。过高的温度使聚合物黏度降低,

会给成型带来困难并使产品质量变劣;当温度高到分解温度时,会引起聚合物的分解变质。

3. 结晶高聚物的物理状态有何特点?

高聚物在不同温度下会呈现三种不同的物理状态:玻璃态、高弹态、黏流态。随着结晶度的增加,熔点提高,高弹态缩小,至完全结晶时高弹态消失。部分结晶高聚物的上述特性,为通过调整和控制结晶度来改变材料的性能提供了可能。低于 T_g 时,高聚物为刚性硬塑料;在 $T_g \sim T_m$ 之间,高聚物为韧性塑料。图 1-2 是部分结晶高聚物的物理状态和温度、分子量的关系。

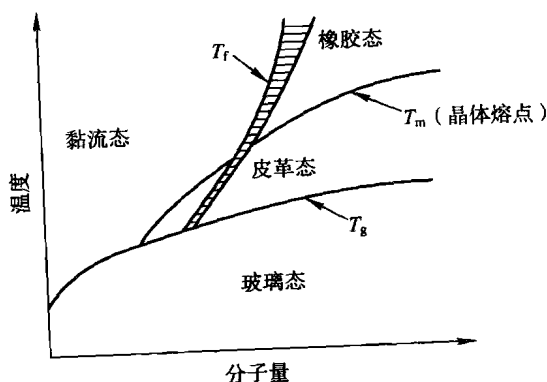


图 1-2 部分结晶高聚物的物理状态和温度、分子量的关系

4. 塑料具有哪些成型性能?

塑料具有独特的成型性能,例如,良好的可挤压性、可模塑性、可延展性、可纺性等,一句话归结为塑料的可塑性。正是这种可塑性使塑料通过各种成型方法生产出了各式各样的制品,并得到了广泛的应用。

组成聚合物的分子有线型、支链型和体型之分,其几何形状如图 1-3 所示。

线型聚合物具有长链分子结构,这些长链分子总是互相贯穿、彼此重叠和缠结在一起,形成所谓无规线团结构。长链分子间存在着