

塑料成型加工 技术问答丛书



塑料挤出成型 技术问答

张治国◎主编



塑料挤出成型技术问答



印刷工业出版社

塑料成型加工技术问答丛书

塑料挤出成型技术问答

张治国 主编

印刷工业出版社

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。塑料还有良好的加工成型性能,其中挤出成型加工是塑料加工工业中最早出现的成型方法之一。

挤出成型是指把粉状或粒状物料由料斗加入到挤出机的机筒内,物料在螺杆旋转的挤压、推动作用,通过机筒内壁和螺杆表面的摩擦作用向前输送和压实,通过机筒外部的加热装置和摩擦预热,在高温、高压条件下熔融塑化,然后连续转动的螺杆再把熔融物料推入机头模具,从机头模具挤出的熔融物料经冷却定型成为所需要的塑料制品。

挤出成型可以加工绝大部分热塑性塑料和热固性塑料以及弹性体,是塑料制品成型加工中最常用的工艺技术之一。挤出制品主要有薄膜、管材、片材、异型材、棒材、丝、网、带、电线、电缆包覆、中空容器、泡沫塑料、复合材料等,它们广泛应用于国民经济的各个部分。挤出成型在塑料加工领域占很大比例,目前我国塑料挤出成型制品已占到整个塑料工业的 $1/3 \sim 1/2$ 左右,据统计,在塑料制品成型加工中,挤出成型制品的产量居于首位。

本书以一问一答的形式,从塑料挤出成型加工的原理出发,对塑料挤出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。

本书由张治国主编,参加本书编写的人员还有:宋日恒、廖霞如、

施巧巧、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。本书在编写过程中参阅了大量的文献,对给予支持的朋友及参考文献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,书中难免有疏漏之处,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

第 1 章 挤出加工成型基本原理

1 塑料有哪几种分类方法?	1
2 高聚物的物理状态有哪几种?	2
3 什么是熔体流动速率?	4
4 聚合物熔体流动有哪些特点?	4
5 塑料具有哪些成型性能?	6
6 什么是塑料的可挤压性?	7
7 什么是塑料的可模塑性?	9
8 什么是塑料的可纺性?	10
9 什么是塑料的可延展性?	11
10 聚合物的工艺特性是什么?	12
11 什么是挤出成型?	13
12 挤出成型具有哪些优点?	14
13 什么是固体输送理论?	15
14 什么是熔融理论?	15
15 什么是熔体输送理论?	16
16 热固性塑料挤出成型原理是什么?	17
17 热固性塑料挤出与热塑性塑料挤出有什么不同?	18

○ 第2章 塑料挤出成型加工原料 ○

18 PE 是什么塑料?	20
19 LDPE、LLDPE 和 HDPE 有什么区别?	21
20 PP 是什么塑料? 性质如何?	22
21 PVC 是什么塑料? 性质如何?	22
22 PS 是什么塑料? 性质如何?	24
23 ABS 是什么塑料? 性质如何?	25
24 PC 是什么塑料? 性质如何?	25
25 PA 是什么塑料? 性质如何?	26
26 POM 是什么塑料? 性质如何?	27
27 塑料挤出成型加工常用助剂有哪些?	28
28 什么叫增塑剂? 其作用机理是什么?	29
29 什么是稳定剂? 常用的稳定剂有哪些?	30
30 什么是阻燃剂? 常用的阻燃剂有哪些?	31
31 什么是润滑剂? 常用的润滑剂有哪些?	31
32 什么是抗静电剂? 常用的抗静电剂有哪些?	32
33 什么是填充剂? 常用的填充剂有哪些?	32
34 什么是增强剂? 常用的增强剂有哪些?	33
35 加入交联剂的目的是什么? 选用交联剂应注意 哪些问题?	33
36 什么是着色剂? 常用的着色剂有哪些?	34
37 什么是抗冲改性助剂? 常用的抗冲改性助剂有哪些?	35
38 什么是防雾剂? 常用的防雾剂有哪些?	35

○ 第3章 塑料挤出成型加工设备 ○

39 塑料挤出成型加工设备是由哪几部分组成的?	37
40 挤出机有哪些分类?	38
41 什么是单螺杆挤出机?	39

42	常规单螺杆挤出机有什么缺点？	39
43	新型单螺杆挤出机有什么特点？	40
44	单螺杆挤出机的主要技术参数包括哪些？	40
45	影响挤出生产率的主要因素有哪几方面？	41
46	单螺杆挤出机加料系统是怎样的？	42
47	单螺杆挤出机传动系统是怎样的？	43
48	单螺杆挤出机加热和冷却系统是怎样的？	44
49	单螺杆挤出机的机筒有什么作用？	46
50	单螺杆挤出机的螺杆结构是怎样的？	47
51	单螺杆挤出机的螺杆包括哪些基本参数？	49
52	单螺杆挤出机的常规螺杆包括哪些类型？	51
53	单螺杆挤出机的新型螺杆包括哪些类型？	53
54	单螺杆挤出机如何挤出成型塑料制品？	55
55	单螺杆挤出机如何安装调试？	55
56	单螺杆挤出机的操作规程是什么？	55
57	单螺杆挤出机生产操作有哪些注意事项？	57
58	单螺杆挤出机是如何维护与保养的？	58
59	什么是双螺杆挤出机？	58
60	什么是同向旋转双螺杆挤出机？	59
61	什么是异向旋转双螺杆挤出机？	60
62	什么是圆柱双螺杆与锥形双螺杆？	61
63	双螺杆挤出机的工作原理是什么？	62
64	双螺杆挤出机的工作特性是什么？	63
65	双螺杆挤出机的基本结构是怎样的？	64
66	双螺杆挤出机的上料系统包括哪几种？	65
67	单螺杆挤出机与双螺杆挤出机的喂料方式有什么区别？	68
68	双螺杆挤出机的机筒结构有何特点？	68
69	双螺杆挤出机的螺杆结构有哪几种？	68
70	双螺杆挤出机如何进行加热、冷却？	69
71	双螺杆挤出机传动系统有何特点？	71
72	双螺杆挤出机推力系统有何特点？	71

73 双螺杆挤出机排气装置有何要求?	72
74 双螺杆挤出机压力调节装置有何特点?	72
75 双螺杆挤出机的主要技术参数是什么?	73
76 双螺杆挤出机生产操作有哪些注意事项?	75
77 双螺杆挤出机与单螺杆挤出机工作比较有哪些特点?	76
78 什么是多螺杆挤出机?	77
79 什么是排气式挤出机?	79
80 什么是喂料型挤出机?	80
81 什么是阶式挤出机?	80
82 混炼式挤出机的结构和工作原理是怎样的?	81
83 柱塞式挤出机的结构和工作原理是怎样的?	81
84 两段式挤出机的结构和工作原理是怎样的?	82

○ **第4章 挤出成型模具** ○

85 挤出成型模具具有哪些特点?	83
86 挤出成型模具(机头)的作用是什么?	84
87 挤出成型模具的典型结构有哪些?	84
88 挤出成型模具(机头)的设计原则是什么?	85
89 挤出成型模具设计制造流程包括哪些?	87
90 什么是压缩比?	88
91 挤出成型塑料制品用成型模具具有哪些类型?	89
92 管材挤出成型用模具结构是怎样的?	90
93 挤出管材成型模具的压缩比如何选择?	92
94 管材挤出成型模具具有哪几种结构形式?	92
95 板、片材挤出成型模具常用结构形式有哪几种?	93
96 板、片、膜挤出成型模具口模间隙调节方式有哪些?	93
97 异型材挤出成型模具的结构特点有哪些?	94
98 吹塑薄膜挤出成型模具具有哪几种类型?	96
99 棒材挤出成型模具结构是怎样的?	98
100 单丝挤出成型模具结构是怎样的?	99

101	机头模具质量对制品有何影响?	100
102	成型模具中的口膜出料口熔料流速不均是什么原因?	101
103	成型模具侧面出现的漏料现象是什么原因造成的?	101
104	使用成型模具应该注意哪些事项?	101
105	成型模具在工作中损坏的原因有哪些?	102
106	如何对挤出模具与制品缺陷进行检查和排除?	103
107	挤出生产过程中熔料容易出现分解现象,模具中哪些 部位对此有影响?	103
108	塑料制品出现质量问题后,怎样从成型模具中查找 原因?	104

○ 第5章 挤出造粒 ○

109	造粒有什么特点?	105
110	造粒需要什么设备?	106
111	什么是塑料造粒挤出工艺?	107
112	色母粒由哪些成分组成?	108
113	色母粒如何制备?	109
114	原料配色方法有哪些?	110
115	哪些原料需干燥处理?	111
116	颜料预分散的作用是什么?	111
117	颜料预分散的工艺包括哪几种?	112

○ 第6章 挤出成型工艺 ○

118	挤出成型管材的种类和尺寸规格有哪些? 管材有哪些 用途?	113
119	硬、软质塑料管挤出成型生产线各由哪些设备组成?	116
120	管材挤出成型的操作规程是什么? 其工艺控制要点 有哪些?	116
121	管材挤出成型常用模具有哪几种? 如何选用挤出机?	118

122	管材挤出成型生产用的辅机怎样安装? 如何调试?	119
123	硬管挤出成型用辅机有哪些? 基本参数有哪些?	121
124	管材挤出成型生产线上的水槽的结构是怎样的?	122
125	聚氯乙烯软管成型的原料配方含有哪些组分?	123
126	聚氯乙烯管材的加工设备和辅助设备有哪些?	124
127	聚氯乙烯加料系统如何实现在线精确加料?	125
128	聚氯乙烯管材生产用的机头结构参数如何确定?	126
129	硬质聚氯乙烯管挤出机机头由哪几部分组成?	126
130	什么是管材定型模和冷却定型槽?	129
131	生产硬质聚氯乙烯管的扩口设备有哪些?	130
132	聚氯乙烯硬管、软管的生产工艺顺序怎样安排?	131
133	聚氯乙烯树脂生产挤出成型硬管应注意哪些事项?	131
134	生产硬聚氯乙烯管材时常见的问题有哪些?	132
135	生产软聚氯乙烯管材时常见的问题有哪些?	136
136	什么是高速混合机?	138
137	聚乙烯管材的加料系统由哪几部分组成?	139
138	挤出成型管材的冷却方式有哪些类型?	140
139	聚乙烯管材挤出成型工艺参数需如何控制?	142
140	聚乙烯管生产中常见的问题和解决办法有哪些?	143
141	聚丙烯管材有哪些类型?	144
142	聚丙烯管的性能特点与用途有哪些?	144
143	聚丙烯管材成型模具结构是怎样的?	145
144	聚丙烯管材成型模具中的分流锥及其支架如何设计?	145
145	聚丙烯管材成型模具中的芯棒、口模和定径套的工艺 参数如何确定?	146
146	聚丙烯管挤出成型生产过程是怎样的?	148
147	什么是 ABS 管材?	148
148	什么是尼龙管材?	149
149	挤出管材常见的不正常现象有哪些? 如何解决?	149
150	塑料板(片)材有哪些生产方法?	150
151	板(片)材挤出成型工艺怎样选择挤出机?	151

152 挤出板(片)材的工艺流程是怎样的?	152
153 生产板(片)材的挤出机机头结构包括哪些类型?	152
154 支管式机头结构是怎样的?	153
155 衣架式机头结构是怎样的?	154
156 螺杆机头结构是怎样的?	154
157 共挤板材机头结构是怎样的?	155
158 挤出板(片)材的成型对温度有什么要求?	156
159 板(片)材挤出成型生产有哪些附属设备?	158
160 三辊压光机的结构组成和作用是什么?	158
161 聚丙烯板(片)材成型工艺是什么? 有什么特性?	158
162 什么是 ABS 板(片)材? 对原料有什么要求?	159
163 ABS 板(片)材的生产工艺流程是怎样的?	160
164 ABS 板(片)材的生产中温度如何控制?	161
165 ABS 板(片)材挤出成型生产的注意事项有哪些?	161
166 什么是聚氯乙烯板(片)材?	162
167 聚氯乙烯板材的挤出工艺流程是怎样的?	163
168 聚氯乙烯板材的挤出成型有哪些工艺参数影响 其质量?	163
169 什么是聚苯乙烯板(片)材?	164
170 聚苯乙烯的加工特性是什么?	164
171 聚苯乙烯板(片)材挤出工艺流程是怎样的? 需要哪些 设备?	165
172 什么是挤出塑料异型材?	165
173 塑料异型材挤出成型如何选用挤出机?	166
174 异型材成型工艺流程是怎样的?	166
175 异型材机头的设计原则有哪些?	166
176 异型材机头有哪些? 定型部位的长度参数如何确定?	167
177 什么是流线型机头?	167
178 什么是孔板式机头?	169
179 异型材生产有哪些辅助设备?	170
180 异型材挤出生产中不正常现象和产生原因有哪些?	

如何解决?	172
181 什么是 U-PVC 门窗异型材?	174
182 U-PVC 门窗生产工艺流程是怎样的?	175
183 U-PVC 门窗生产工艺参数如何设定?	175
184 U-PVC 门窗异型材生产用的热稳定剂有哪些?	176
185 U-PVC 门窗异型材生产用的改性剂有哪些?	176
186 U-PVC 门窗异型材生产用其他助剂有哪些?	177
187 什么是 RPVC 门窗异型材? 对材料有什么要求?	178
188 RPVC 门窗异型材的成型过程是怎样的?	179
189 RPVC 门窗异型材挤出成型工艺条件如何控制?	179
190 什么是聚氯乙烯发泡异型材?	181
191 聚氯乙烯发泡异型材的工艺流程是什么? 工艺参数 如何确定?	181
192 聚氯乙烯异型材挤出用设备及其参数是怎样的?	183
193 聚氯乙烯异型材模具设计应注意哪些问题?	183
194 聚氯乙烯异型材挤出成型时应注意哪些事项?	184
195 什么是挤出塑料棒材?	185
196 挤出塑料棒材如何选择挤出机?	186
197 棒材的挤出操作过程是怎样的?	186
198 挤出塑料棒材的工艺条件如何控制?	186
199 棒材挤出有哪些设备?	189
200 什么是直通式挤棒机头?	189
201 什么是分流梭式挤棒机头?	190
202 什么是叠板式和补偿式挤棒机头?	191
203 棒材的冷却定型模与管材的冷却定型模有什么不同?	192
204 棒材的冷却定型模尺寸如何确定?	193
205 棒材挤出成型有哪些辅助装置?	193
206 棒材成型中有哪些不正常现象? 如何解决?	194
207 什么是塑料丝?	194
208 塑料丝挤出成型工艺流程是怎样的?	195
209 塑料丝挤出成型如何选择挤出机?	195

210	喷丝板的结构和参数是怎样的？	196
211	冷却水箱的结构是怎样的？	197
212	单丝成型其他辅助设备有哪些？	198
213	什么是聚乙烯丝？	199
214	聚乙烯丝挤出生产线是怎样的？有哪些设备？	199
215	聚乙烯丝成型工艺操作要点有哪些？	201
216	聚乙烯丝成型温度怎样控制？	201
217	什么是聚丙烯丝？生产流程是怎样的？	202
218	聚丙烯丝成型工艺要求如何？有哪些操作要点？	202
219	聚氯乙烯丝生产过程是怎样的？	203
220	聚氯乙烯丝成型过程中有哪些操作要点？	204
221	什么是聚酰胺(尼龙)丝？	205
222	聚酰胺(尼龙)丝生产设备应如何选择？	205
223	聚酰胺(尼龙)丝成型工艺条件如何控制？	205
224	什么是挤出吹塑薄膜？什么是双向拉伸薄膜？	206
225	挤出吹塑薄膜成型工艺流程包括哪几种？	206
226	生产薄膜时如何选择成型工艺？	209
227	吹塑薄膜成型工艺条件如何控制？	209
228	薄膜挤出如何选择挤出机？	211
229	薄膜挤出机机头结构形式有哪些？	212
230	什么是芯棒式机头？	212
231	什么是十字架式机头？	213
232	什么是螺旋式机头？	214
233	什么是旋转机头？	215
234	什么是共挤出复合机头？	218
235	吹塑薄膜机头参数如何确定？	218
236	挤出吹塑薄膜常用的冷却装置有哪些类型？	220
237	内冷装置的结构是怎样的？	223
238	挤出吹塑薄膜的牵引装置是怎样的？	224
239	常见的吹塑薄膜有哪几种？	225
240	不同类型的聚乙烯薄膜挤出吹塑成型的工艺条件	

有哪些区别?	226
241 聚乙烯薄膜的挤出吹塑生产用的螺杆应如何选用?	227
242 什么是挤出涂覆成型?	227
243 什么是塑料电线电缆?	228
244 线缆挤出成型如何选择挤出机?	228
245 线缆挤出包覆成型工艺流程是怎样的?	229
246 聚氯乙烯电线、电缆挤出包覆成型中,挤出机和机头 如何选用?	230
247 线缆生产中易出现哪些不正常现象? 如何解决?	231

○ 第7章 挤出加工新发展 ○

248 挤出成型新工艺有哪些?	233
249 什么是反应挤出工艺?	234
250 反应挤出中的新型高效螺杆有哪些?	235
251 什么是排气式螺杆?	235
252 什么是销钉型螺杆?	236
253 什么是波型螺杆?	237
254 什么是固态挤出工艺?	238
255 什么是共挤出工艺?	239
256 挤出成型设备的进展有哪些?	240
257 挤出成型工艺的发展趋势如何?	241
参考文献	242

挤出加工成型基本原理

第1章

1. 塑料有哪几种分类方法？

塑料的种类很多,有 300 余种,而常用塑料有几十种。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,而经成型固化后,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。

对一般的商业用塑料,由于结晶度和交联程度的不同,其变形特性随温度变化,这类聚合物在恒定应力下的温度-形变曲线如图1-1所示。由图1-1可见,热塑性塑料在不同的温度下呈现出以下三种物理状态。

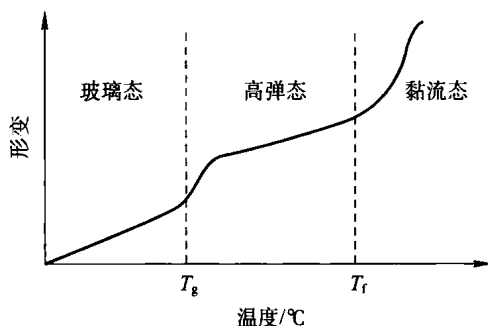


图1-1 非晶态高聚物的温度-形变曲线

(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三个数量级,一般只有 10kgf/cm² 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,就会感到橡胶薄片在伸长时发热,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。原因:由于橡胶是长链分子,整个分子的运动都要克服分子间的作用力和内摩擦力,高弹形变就是靠分子链段运动来实现的。整个分子链从一种平衡状态过度到与外力相适应的平衡状态,可能需要几分钟,几小时甚至几年。也就是说在一般情况下形变总是落后于外力,所以橡胶形变需要时间。

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。