

注射成型 新技术

杨卫民 丁玉梅 谢鹏程 等编著

ZHUSHE
CHENGXING
XINJISHU



化学工业出版社

成型机专用清洗剂 — 爱塑洁 ASACLEAN

您是否遇到过以下问题？

透明产品
不良率很高



换色换料
浪费大量
材料和时间

产品频频
出现黑点

看来你需要用
爱塑洁ASACLEAN!

C、CP全新上市，使用成本更低！

ASACLEAN的主要型号

类 型	型号	包装	使用温度范围	适用树脂
高性能标准型	C	25kg/袋	180-360 °C	适用于几乎所有的通用塑料及工程塑料
高温专用型	SX	20kg/袋	300-390 °C	特殊工程塑料，PPS/PEI/PEEK/LCP等
聚丙烯（PP）专用型	CP	25kg/袋	170-300 °C	PP换料换色专用
低残留低温专用型	newE	25kg/袋	160-270 °C	低残留型，适用于清洗透明材料如PMMA、PC等
强力清洁型	newEX	25kg/袋	200-360 °C	难以清洗的材料或场合
亚克力（PMMA）专用型	newM	25kg/袋	180-320 °C	透明PMMA的换色换材及密封

联系方式

旭化成塑料(上海)有限公司

TEL:

86-21-63915222

FAX:

86-21-63916607

URL:

www.asahi-kasei.co.jp/asaclean/cns/index.htm

AsahiKASEI

免费提供技术资料及试用样品



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

ISBN 978-7-122-01912-7



9 787122 019127 >

销售分类建议：材料 / 塑料 / 塑料成型加工

定价：68.00元



注射成型 新技术

杨卫民 丁玉梅 谢鹏程 等编著

ZHUSHE
CHENGXING
XINJISHU



化学工业出版社

· 北京 ·

本书简要介绍了塑料注射成型基本原理,在此基础上介绍了注射成型加工设备方面的新技术,包括塑化系统、合模系统、液压和电气控制系统、注射成型辅助设备和模具等方面的国内外最新技术进展;比较详细地介绍了20余种注射成型新工艺技术,如气体辅助注射、高速注射、多色(多材)注射、微注射、低压注射等;还介绍了改善注射成型制品质量的新技术和实用方法。

本书在篇章结构上兼顾学术参考和工业应用两方面的需要而进行详略取舍,在内容上力求比较全面地反映塑料注射成型加工领域的最新技术和发展趋势,可作为高等院校相关专业的教材,也可供从事塑料加工的工程技术人员和经营管理者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

注射成型新技术/杨卫民等编著. —北京:化学工业出版社, 2008.3

ISBN 978-7-122-01912-7

I. 注… II. 杨… III. 注塑-技术 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第004828号

责任编辑:白艳云 李 胤

装帧设计:王晓宇

责任校对:李 军

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 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张31½ 字数790千字 2008年3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:68.00元

版权所有 违者必究

京化广临字2008—1号

前 言

注射成型简称为“注塑”，英文名词是 injection molding，日文叫作“射出成形”。注射成型是现代制造业十分重要的一种成型加工工艺。其基本原理是：用注塑机将固态的物料经塑化系统熔融塑化后，定量地注入到由锁模系统夹持的模具型腔内，然后，型腔内的物料通过冷却或反应固化而得到模塑制品。注射成型几乎适用于所有的热塑性塑料，也可以用于成型某些热固性塑料和橡胶，还扩展到了陶瓷加工和粉末冶金等领域。注射成型工艺适应性强，成型周期短（几秒到几分钟），生产效率高。注射成型制品重量可由不足 1 克到几十千克，能一次成型外形复杂、尺寸精确、带有金属或非金属嵌件的模塑品。

近年来，随着汽车、电子、IT、家电等行业的快速发展，人们对注塑制品的精度、形状、功能、成本等提出了更高的要求。传统的注射成型工艺已难以完全适应，因而发展了一些新的注射成型工艺，如气体辅助注射、高速注射、多色（多材）注射、微注射、低压注射等，结合模具技术的创新，还出现了嵌件注射、熔芯注射、模内贴标和模内装饰等。

今后，以注射成型模塑制品为基础，以单元零部件的成型加工和组装为目标，通过机器人智能化全自动实现的模塑制品计算集成制造系统（MP-CIMS，也被称为 manufacture cell 制造单元）将成为现代制造业的一个重要发展方向。

《注射成型新技术》一书的目的就是帮助广大读者比较全面系统地了解该领域的理论发展与技术进步。该书前 3 章分别为绪论、注射成型制品的发展及塑料制品设计、注射成型材料的发展与加工特性。这些内容在许多书籍中已有较为详细的阐述，但是为了保持本书的完整性，给后续章节提供基本概念和理论上的支持，也做了概要性的介绍。后 3 章所占篇幅较大，主要介绍注射成型设备的研究进展与应用新技术、注射成型工艺研究进展与应用新技术以及改善注射成型制品质量的新技术。

本书内容参阅了部分近年发表在国内外主要期刊的研究论文和技术资料，其中也包括作者和同事们近年来在该研究领域所取得的一些研究成果。

本书由杨卫民、丁玉梅、谢鹏程、安瑛、何雪涛共同组织编写。王建、邓荣坚、李维、何跃龙、陈俊、华岱、李琳、张静、韩秀枝、张海燕、温振兴、焦志伟、唐海涵、李月等完成了部分章节的编写任务。李锋祥、谭晶、穆頔、陈法鑫等参与了整理工作。我们力求比较全面地介绍塑料注射成型的最新技术，兼顾学术参考和工业应用两方面的需要。由于水平所限，不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

杨卫民

2008 年 3 月于北京

目 录

第1章 绪论	1	3.3.2 热稳定性	49
1.1 注射成型发展史	1	3.3.3 流动性	50
1.2 注塑机基本组成及注射成型工艺	4	3.3.4 材料的准备	51
1.2.1 注塑机基本组成	4	3.3.5 脱模性	54
1.2.2 注射成型工艺	9	3.3.6 残留应力特性	55
参考文献	14	3.4 微观结构的解析技术与特性	56
第2章 注射成型制品的发展及塑料制品设计	15	3.4.1 结晶	56
2.1 注射成型制品的发展	15	3.4.2 取向	58
2.1.1 车用塑料制品的概况与趋势	16	3.4.3 残余应力	59
2.1.2 注射成型制品电子方面的应用及其发展现状	18	参考文献	60
2.1.3 医用注射成型制品的应用及其发展现状	20	第4章 注射成型设备的研究进展与应用新技术	61
2.1.4 建筑注射成型制品的概况与趋势	21	4.1 概述	61
2.1.5 日用塑料制品的概况与趋势	22	4.2 注射装置	62
2.2 塑料注塑制品的设计	22	4.2.1 注射装置的发展	62
2.2.1 塑料制品的设计过程	23	4.2.2 塑化装置的零部件	66
2.2.2 塑料制品的力学性能	28	4.3 合模系统	77
参考文献	32	4.3.1 传统液压式合模机构	77
第3章 注射成型材料的发展与加工特性	34	4.3.2 液压-机械复合式合模机构(又称肘杆式)	81
3.1 注射成型材料	34	4.3.3 电动式合模机构	85
3.1.1 概述	34	4.3.4 两板式合模机构	88
3.1.2 注射用热塑性塑料	34	4.3.5 无拉杆式合模机构	93
3.1.3 注射用热固性塑料	37	4.3.6 合模机构的其他部件	94
3.1.4 注射用弹性体	38	4.3.7 CAE在合模机构中的应用	97
3.1.5 注射用复合材料	38	4.4 注射成型模具	100
3.1.6 其他注射成型材料	39	4.4.1 模具新结构	100
3.1.7 注射塑料助剂	40	4.4.2 模具加工新技术	105
3.2 注射成型材料熔体的特点	41	4.4.3 模具新材料	113
3.2.1 流变特性	41	4.5 全电动注射成型机	117
3.2.2 温度特性	43	4.5.1 全电动注塑机概述	117
3.2.3 物理性质	44	4.5.2 全电动注塑机的发展状况	120
3.2.4 P-V-T特性	46	4.5.3 全电动注塑机的开发价值	123
3.3 注射成型材料的加工特性	46	4.5.4 全电动注塑机控制结构简述	124
3.3.1 可塑化特性	46	4.5.5 日本住友公司电动注塑机SE系列机型特点	133
		4.6 液压和电气控制系统	134
		4.6.1 电液比例阀	135

4.6.2	电液伺服阀	140
4.6.3	变量泵	146
4.6.4	油温控制	152
4.6.5	电脑控制	156
4.6.6	统计过程控制	158
4.7	辅助成型设备	161
4.7.1	上料装置	161
4.7.2	干燥装置	164
4.7.3	混合装置	171
4.7.4	粉碎装置	177
4.7.5	注塑机械手	179
4.7.6	模温控制器	181
4.7.7	模具安装	183
	参考文献	184

第5章 注射成型工艺研究进展与应用

新技术

5.1	热流道注射成型	187
5.1.1	概述	187
5.1.2	热流道系统的结构	188
5.1.3	热流道模具的选用	205
5.1.4	热流道技术的国内外发展状况	206
5.2	超高速注射成型技术	208
5.2.1	超高速注射成型工艺特点	209
5.2.2	超高速注射成型机特性	209
5.2.3	超高速注射成型技术新进展	210
5.3	多组分注射成型	213
5.3.1	概述	213
5.3.2	多组分注射成型原理	214
5.3.3	多组分注射成型工艺	214
5.3.4	多组分注射成型的种类	215
5.3.5	多组分注射成型设备	228
5.3.6	多组分注射成型工艺的模具设计	230
5.3.7	多组分注射成型工艺的喷嘴设计	231
5.4	气体辅助注射成型	233
5.4.1	气体辅助注射成型工作原理	233
5.4.2	气体辅助注射成型工艺	235
5.4.3	气体辅助注射成型的应用	241
5.4.4	气体辅助成型技术的优缺点	241
5.4.5	气体辅助注射成型设备	243
5.5	水辅助注射成型	246
5.5.1	概述	246
5.5.2	水辅助注射成型原理	246

5.5.3	水辅助注射成型技术的特点	248
5.5.4	水辅助成型技术的关键问题	249
5.5.5	水辅助成型的应用范围	249
5.5.6	水辅助注射的设备	249
5.6	注压成型	251
5.6.1	注压成型原理	251
5.6.2	注压成型工艺流程及分类	252
5.6.3	热固性塑料无流道注压成型工艺	252
5.6.4	热固性注压成型物料的选择	254
5.6.5	注压成型的优点	255
5.6.6	注射压缩成型机	255
5.7	传递模塑成型	256
5.7.1	概述	256
5.7.2	RTM成型工艺原理、流程及技术特点	257
5.7.3	RTM专用树脂	258
5.7.4	增强材料/预成型体	259
5.7.5	RTM成型设备与模具	260
5.7.6	相关新技术	261
5.8	嵌件注射成型	262
5.8.1	嵌件	262
5.8.2	嵌件成型	262
5.8.3	常用的嵌件成型方法及设备	263
5.8.4	嵌件成型的特点	263
5.8.5	嵌件成型实例	264
5.9	微注射成型	266
5.9.1	概述	266
5.9.2	微注射成型机的分类	267
5.9.3	微注射成型中的变模温控制	270
5.9.4	影响成型制品质量的因素	272
5.10	热固性塑料的注射成型	273
5.10.1	概述	273
5.10.2	热固性塑料注射成型生产工艺	273
5.10.3	热固性塑料注射成型机及模具设计要点	285
5.11	结构发泡注射成型	285
5.11.1	概述	285
5.11.2	发泡成型原理	286
5.11.3	发泡工艺流程及分类	288
5.11.4	发泡注塑机结构设计	289
5.11.5	发泡注塑机主要技术参数	291
5.11.6	结构发泡技术的特性	293

5.12 微孔发泡注射成型技术	294	5.18.4 排气式注塑机的主要技术 参数	332
5.12.1 概述	294	5.19 BMC 注射成型	332
5.12.2 微孔塑料注射成型原理	294	5.19.1 概述	332
5.12.3 微孔塑料注射成型技术发展 动态	298	5.19.2 BMC 注射成型生产工艺	332
5.13 熔芯注射成型	300	5.19.3 BMC 注塑机种类	336
5.13.1 熔芯注射成型工艺的基本原理 与特点	300	5.19.4 BMC 注射成型模具的设计 要点	339
5.13.2 熔芯注射成型现状	300	5.20 模内装饰	341
5.13.3 复合熔芯注射成型理论	301	5.20.1 原理及特点	341
5.13.4 复合熔芯注射成型材料的 选择	302	5.20.2 工艺流程及分类	342
5.13.5 复合熔芯注射成型的结构 设计	302	5.20.3 结构设计	344
5.13.6 复合熔芯注射成型工艺的 应用	302	5.20.4 IMD 油墨	345
5.14 熔体振动注射成型	304	5.21 低压注射成型	345
5.14.1 振动注射的基本原理与特点	304	5.21.1 低压注射的工艺原理	346
5.14.2 结构设计	306	5.21.2 低压注射的适应材料	348
5.14.3 应用	307	5.21.3 低压注射设备的特点	349
5.15 液态树脂注射成型	307	5.22 粉末注射成型	349
5.15.1 工艺的基本原理与特点	308	5.22.1 概述	349
5.15.2 材料的选择	309	5.22.2 磁性材料注射成型技术	353
5.15.3 注射和混合设备	310	5.22.3 陶瓷粉末注射成型技术	357
5.15.4 模具的设计	311	5.22.4 粉末注射成型技术的新进展	360
5.16 反应注射成型	312	5.23 其他	361
5.16.1 反应注射成型的基本原理	312	5.23.1 层状注射成型	361
5.16.2 反应注射成型的设备组成	314	5.23.2 电磁式聚合物动态塑化注射 成型	362
5.16.3 聚氨酯反应注射成型	316	5.23.3 流动注射成型	363
5.16.4 增强聚氨酯反应注射成型	317	参考文献	364
5.16.5 聚氨酯反应注射成型模具	319	第6章 改善注射成型制品质量的新 技术	370
5.16.6 低压反应发泡注射成型机	323	6.1 注射成型可视化	370
5.16.7 高压反应发泡注射成型机	323	6.1.1 注射成型可视化技术的发展	370
5.16.8 反应注射成型的现状及发展的 趋势	325	6.1.2 注射成型可视化技术原理	371
5.17 多级注射	326	6.1.3 可视化模具	372
5.17.1 多级注射的成型工艺特点	326	6.1.4 注射成型可视化技术的应用	374
5.17.2 多级注射的应用及举例	326	6.2 注射成型 CAE	400
5.17.3 多级注射设定的原则	327	6.2.1 注射模 CAD/CAE/CAM	400
5.17.4 多级注射工艺参数的设定	328	6.2.2 注射模 CAE 技术	401
5.18 排气注射成型	328	6.2.3 CAE 软件所具有的功能	405
5.18.1 排气注塑原理	329	6.2.4 CAE 软件分析实例	408
5.18.2 排气注塑的工艺	330	6.3 聚合物 P-V-T 关系及其测试技术	420
5.18.3 排气式注塑机结构设计	330	6.3.1 聚合物的 P-V-T 关系	420
		6.3.2 聚合物的 P-V-T 关系的应用	428
		6.3.3 聚合物的 P-V-T 关系的测试	438

6.4	精密注射成型	456
6.4.1	精密注塑原理	456
6.4.2	精密注塑机结构设计及分类	459
6.4.3	精密注塑机主要技术参数	461
6.4.4	精密注塑工艺	463
6.4.5	精密注射模具	464
6.4.6	精密注塑用塑料	466
6.4.7	精密注塑新工艺	467
6.4.8	精密注塑的发展趋势	468

6.5	注射成型缺陷产生机理及解决方法	472
6.5.1	注射成型制品常见缺陷分类	472
6.5.2	与缺陷产生有关的各方面可能原因	472
6.5.3	注射成型制品典型缺陷及其产生内在机理	473
6.5.4	各类成型缺陷的解决方法	487
参考文献		493

118	.....	
119	.....	
120	.....	
121	.....	
122	.....	
123	.....	
124	.....	
125	.....	
126	.....	
127	.....	
128	.....	
129	.....	
130	.....	
131	.....	
132	.....	
133	.....	
134	.....	
135	.....	
136	.....	
137	.....	
138	.....	
139	.....	
140	.....	
141	.....	
142	.....	
143	.....	
144	.....	
145	.....	
146	.....	
147	.....	
148	.....	
149	.....	
150	.....	
151	.....	
152	.....	
153	.....	
154	.....	
155	.....	
156	.....	
157	.....	
158	.....	
159	.....	
160	.....	
161	.....	
162	.....	
163	.....	
164	.....	
165	.....	
166	.....	
167	.....	
168	.....	
169	.....	
170	.....	
171	.....	
172	.....	
173	.....	
174	.....	
175	.....	
176	.....	
177	.....	
178	.....	
179	.....	
180	.....	
181	.....	
182	.....	
183	.....	
184	.....	
185	.....	
186	.....	
187	.....	
188	.....	
189	.....	
190	.....	
191	.....	
192	.....	
193	.....	
194	.....	
195	.....	
196	.....	
197	.....	
198	.....	
199	.....	
200	.....	
201	.....	
202	.....	
203	.....	
204	.....	
205	.....	
206	.....	
207	.....	
208	.....	
209	.....	
210	.....	
211	.....	
212	.....	
213	.....	
214	.....	
215	.....	
216	.....	
217	.....	
218	.....	
219	.....	
220	.....	
221	.....	
222	.....	
223	.....	
224	.....	
225	.....	
226	.....	
227	.....	
228	.....	
229	.....	
230	.....	
231	.....	
232	.....	
233	.....	
234	.....	
235	.....	
236	.....	
237	.....	
238	.....	
239	.....	
240	.....	
241	.....	
242	.....	
243	.....	
244	.....	
245	.....	
246	.....	
247	.....	
248	.....	
249	.....	
250	.....	
251	.....	
252	.....	
253	.....	
254	.....	
255	.....	
256	.....	
257	.....	
258	.....	
259	.....	
260	.....	
261	.....	
262	.....	
263	.....	
264	.....	
265	.....	
266	.....	
267	.....	
268	.....	
269	.....	
270	.....	
271	.....	
272	.....	
273	.....	
274	.....	
275	.....	
276	.....	
277	.....	
278	.....	
279	.....	
280	.....	
281	.....	
282	.....	
283	.....	
284	.....	
285	.....	
286	.....	
287	.....	
288	.....	
289	.....	
290	.....	
291	.....	
292	.....	
293	.....	
294	.....	
295	.....	
296	.....	
297	.....	
298	.....	
299	.....	
300	.....	

251	.....	
252	.....	
253	.....	
254	.....	
255	.....	
256	.....	
257	.....	
258	.....	
259	.....	
260	.....	
261	.....	
262	.....	
263	.....	
264	.....	
265	.....	
266	.....	
267	.....	
268	.....	
269	.....	
270	.....	
271	.....	
272	.....	
273	.....	
274	.....	
275	.....	
276	.....	
277	.....	
278	.....	
279	.....	
280	.....	
281	.....	
282	.....	
283	.....	
284	.....	
285	.....	
286	.....	
287	.....	
288	.....	
289	.....	
290	.....	
291	.....	
292	.....	
293	.....	
294	.....	
295	.....	
296	.....	
297	.....	
298	.....	
299	.....	
300	.....	

第 1 章

绪 论

1.1 注射成型发展史

注射成型是将已加热熔化的材料喷射注入模具内,经由冷却固化而得到成型制品的方法,它是塑料制品成型加工最重要的工艺过程之一。

注射成型是根据金属压铸成型原理发展而来的。1872 年 Hyatt 兄弟根据 John Smith 和 Jesse Locke 于 1870 年提出的关于注射金属铸件的专利,率先发明了塑料注射成型机,这种机器在一家美国纤维素工厂运转了几十年,用于注射形状简单的制品,它是柱塞式注塑机的原型。1904 年, E. L. Gaylord 申报了一种注射加工工艺的专利,用于加工琥珀制品。

1919 年, A. Eichengruen 发现了将纤维素树脂注射成复杂制品的加工条件,在此基础上发明的手动式机器后来成为通用注射成型机的样板。1926 年, L. E. Shaw 发明了传递模塑工艺,最初用于加工热固性树脂,以此为基础又发明了用于热固性树脂的射流注射成型机。1932 年, H. Gastrow 做出一个重大改进,在注射成型机的熔融区引入一个鱼雷芯,这种流线型鱼雷芯明显增强了注射成型机的塑化能力。

虽然早在 20 世纪 30 年代就有很多公司采用螺杆挤出机将聚合物熔体直接注射入型腔。但是由于挤出压力和速度都相对较低,因此只适用于加工浇口较大的粗厚制品。为了能够使这种工艺适用于注射成型薄壁制品, Jackson 和 Church 公司于 1948 年发明了两段式注塑机。这种机器包括一个螺杆式的塑化装置和一个柱塞式的注射装置。1943 年德国 I. G. 颜料公司的 H. Bech 申请了一个专利。该专利的主要创新点就是用塑化螺杆作为注射用的柱塞。该专利于 1952 年获得批准。同年, W. H. Willert 申报了相似的专利,并于 1956 年公布。这就是沿用至今的往复螺杆注塑机。

迄今,尽管 Willert 往复螺杆注塑机在性能方面随着相关技术的进步而获得了长足进展,例如控制方式由手动到半自动及全自动,传动由机械到液压及全电动,但其核心原理还没有根本性的变化。

结合新材料的开发,注射成型工艺不断创新。在注射成型工艺研究与应用新技术方面目前主要有以下众多分支,如热流道注射成型;超高速注射成型;多组分注射成型;气体辅助注射成型;水辅助注射成型;注压成型;传递模塑成型;嵌件注射成型;微注射成型;热固性注射成型;结构发泡注射成型;微发泡注射成型;熔芯注射成型;熔体振动注射成型;液态树脂注射成型;反应注射成型;多级注射成型;排气注射成型;BMC 注射成型;模内装饰;低压注射成型;粉末注射成型等。图 1-1~图 1-9 显示部分应用新技术的加工装备。

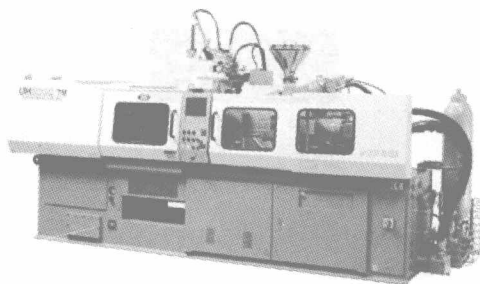
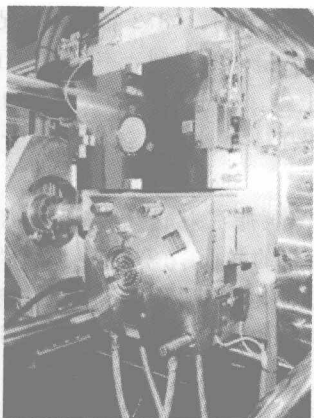
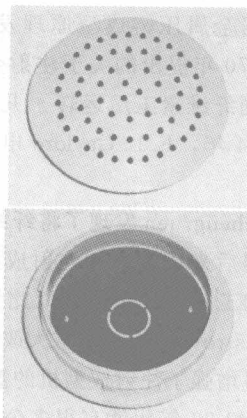


图 1-1 Nissei 超高速注塑机 (注射速度最高达到 2000mm/s)



(a) 装备



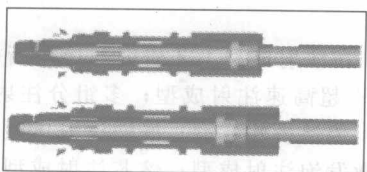
(b) 制品: 淋浴喷头

图 1-2 Battenfeld 的无流道和无溢料多组分注射成型

(可用原料: 热固性液体硅橡胶、PBT 或 PA)



(a) 拆开结构



(b) 装配结构

图 1-3 Engel 的最新系列水辅助注射器

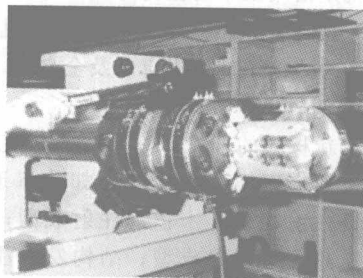
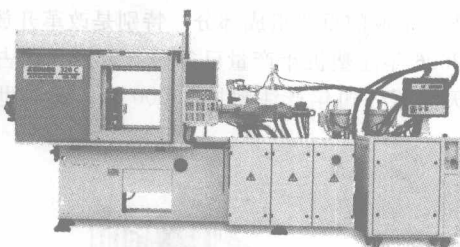


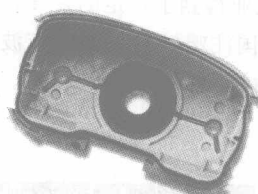
图 1-4 Ferromatik Milacron 挤出/柱塞双阶注塑机
(挤出机配有在线换网装置)



图 1-5 Toshiba 较小吨位全电动注塑机（用于微注射成型）



(a) 装备



(b) 制品

图 1-6 Arburg 液态硅橡胶注塑机

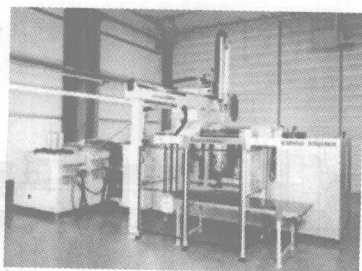


图 1-7 Krauss-Maffei 和 Neureder
模内放置织物及处理装备

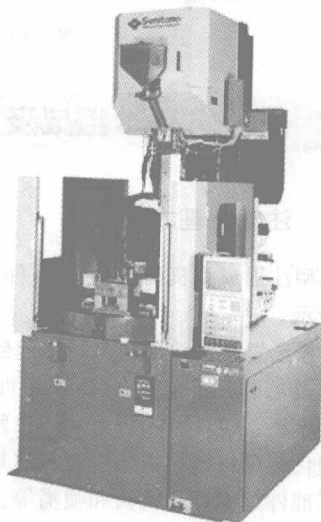


图 1-8 Sumitomo 的 SR Series 垂直注
射全电动注塑机（用于加工带嵌件制品）

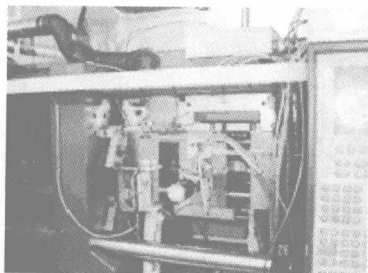


图 1-9 Gram Technology 模内喷漆技术（零件在模具内成型后进行喷漆、熟化，由机械手取出）

为改善注射成型制品质量的新技术也有如注射成型可视化、注射成型 CAE、精密注射成型、采用 P-V-T 控制等，并对注射成型缺陷的产生机理进行深入研究探讨，确定解决方法。注射成型制品已应用到各个领域，尤其在家用电器、电子工业、汽车制造业等行业用量日益增大。由于注射成型制品的开发和应用，极大地推动了注射成型设备及模具制造业的发展。同时，塑料制品的注射成型加工的极限化趋势也对新型注塑工艺、注塑机及控制水平提出了越来越高的要求。

我国塑料机械起始于 20 世纪 50 年代末期，1958 年我国第一台注塑机在上海诞生。随着我国石油化学工业的发展，我国塑料机械工业亦逐步形成了一个独立的工业部门，并初具规模，是国家机械工业的重要组成部分，特别是改革开放以来，我国塑料机械工业得到了长足的发展，到 2006 年注塑机年产量已突破 5 万台，约占世界总产量的 1/3。我国注塑机龙头企业宁波海天集团公司年产注塑机 15000 台，跃居世界之首，图 1-10 所示为海天牌特大型注塑机。

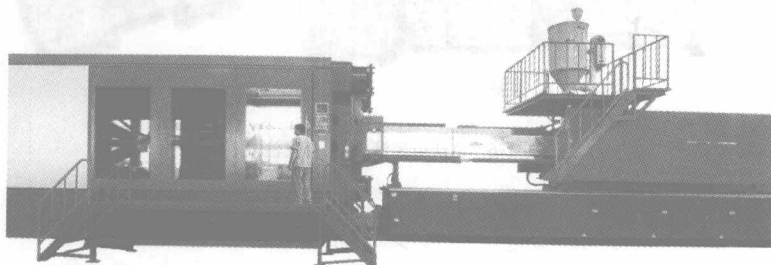


图 1-10 宁波海天生产的特大型注塑机

1.2 注塑机基本组成及注射成型工艺

1.2.1 注塑机基本组成

典型注射成型机的主要零部件包括：合模装置、塑化装置和液压及控制装置，如图 1-11 所示。

合模装置支撑注射模具。它起到合模、夹紧和开模的作用。它的主要零部件是固定模板、动模板、拉杆及模板运动和夹紧机构。

塑化装置将塑料熔化后注入模具里。它的主要零部件是螺杆、机筒和喷嘴等。

液压及控制装置为塑化装置和合模装置提供动力。

注射成型机通常按机器所能达到的最大合

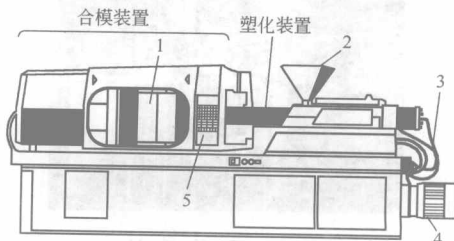


图 1-11 典型注塑机

1—模具；2—料斗；3—液压管线；4—电机；5—控制面板

模力进行分类。该力将两个半模合紧，避免塑料熔体注入模具后产生的内压将模具打开。合模力的单位通常用吨（t）表示，注塑机合模力范围一般是 2~10000t。

注塑机另一个重要参数是最大注射量，该量的单位为立方厘米或多少克聚苯乙烯（PS 的密度约 1.06g/cm³）表示。

下面简要介绍塑化装置、合模装置的结构，其详细内容见第 4 章。

（1）塑化装置 注射成型机中最常用的塑化装置为螺杆式。该结构与连续挤出用的挤出机稍有不同，连续挤出用挤出机螺杆转动是连续的，螺杆不用前后移动，在注塑机中螺杆既转动又前后移动。

塑化装置的主要零部件如图 1-12 所示。

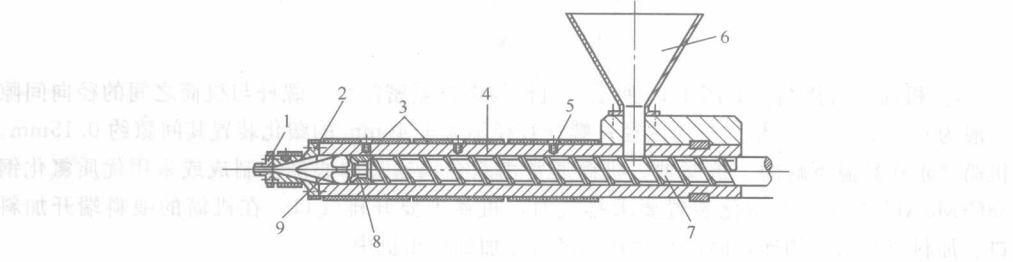


图 1-12 螺杆式塑化装置

1—喷嘴；2—机筒头；3—加热圈；4—机筒；5—热电偶；6—加料斗；7—往复螺杆；8—止逆阀；9—螺杆头

① 螺杆 螺杆是塑化装置中最重要的零件，螺杆有单头或多头螺纹，见图 1-13。

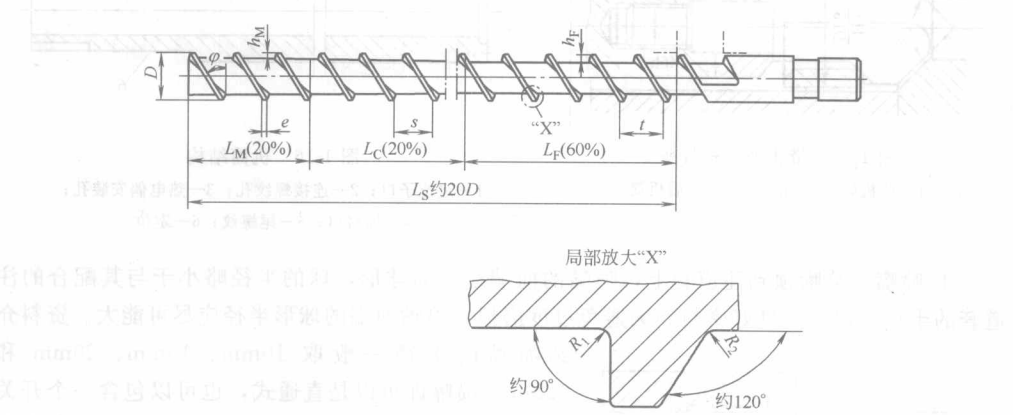


图 1-13 适用于热塑性塑料加工的螺杆

螺杆的作用是传输、加热、混合，有时还起到排气的作用。螺杆的前端装有螺杆头，其作用将塑化好的熔体放流到储料室中，注射时有效地封闭螺杆头前端的熔体，防止倒流。螺杆头有两大类型：带止逆环的和不带止逆环的，如图 1-14 所示。对一些高黏度的物料或热稳定性差的物料，为减少剪切作用和物料的滞留时间，可不用止逆环。

② 止逆阀 阀位于螺杆头部，见图 1-15。当螺杆向前移动时，止逆环关闭；当螺杆向后移动时，止逆环打开。当螺杆向前移动将塑料熔体注入模具时，它能使熔体不漏回螺杆中。

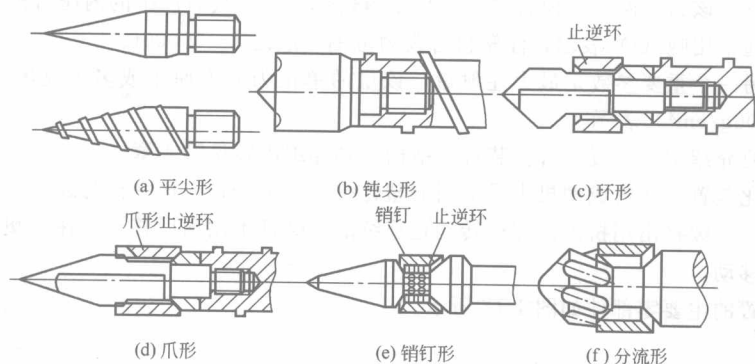


图 1-14 螺杆头结构

③ 机筒 机筒结构如图 1-16 所示。机筒与螺杆紧密配合，螺杆与机筒之间的径向间隙一般为 $0.002 \sim 0.005$ 倍的机筒内径；螺杆直径不大于 40mm 的塑化装置其间隙约 0.15mm。机筒要求在高温下耐磨、抗腐蚀，机筒通常由双金属通过中心浇铸制成或采用优质氮化钢 38CrMoAlA 加工。当塑化装置要求排气时，机筒上要开排气口。在机筒的喂料端开加料口。加料口与料斗相连，固体塑料颗粒经料斗加到挤出机中。

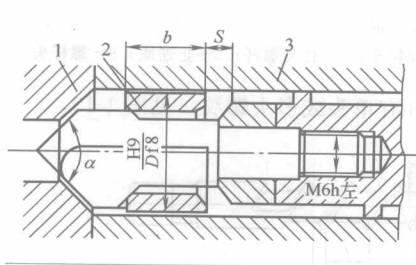


图 1-15 带止逆环螺杆头

1—前机筒；2—止逆环；3—后机筒

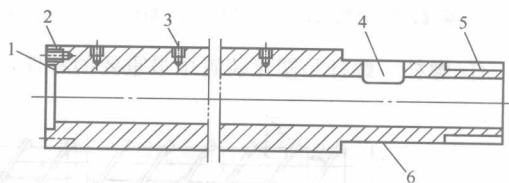


图 1-16 机筒结构

1—定位子口；2—连接螺纹孔；3—热电偶安装孔；
4—加料口；5—尾螺纹；6—定位

④ 喷嘴 喷嘴顶到注道套上，喷嘴的前端通常为球形，球的半径略小于与其配合的注道套的半径，以实现良好密封。为避免过度磨损，喷嘴前端的球形半径应尽可能大。资料介绍喷嘴的半径一般取 10mm、15mm、20mm 和 30mm。喷嘴即可以是直通式，也可以包含一个开关装置。直通式喷嘴一般用于热敏性聚合物和高黏度聚合物的加工，例如硬 PVC、热固性树脂和弹性体。图 1-17 显示了一种直通式喷嘴的结构。

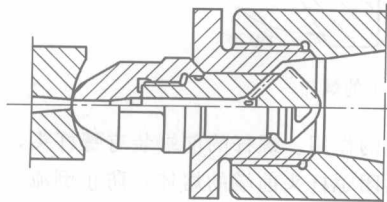


图 1-17 喷嘴

(2) 合模装置 合模装置如图 1-18 所示。

合模装置的主要零部件有固定模板、动模板、拉杆和模具打开、关闭及夹紧机构。模具半模分别安装在动模板和前固定模板上，模板间的相对移动实现模具的合模和开模。合模力通常用吨表示，有时用 kN 表示。

合模力使两半模合紧，模具内塑料熔体的压力推动两半模打开。合模力应该大于熔体推

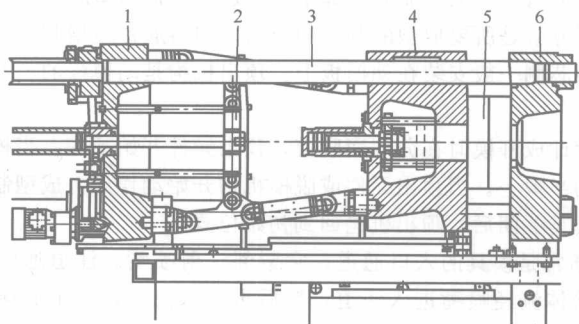


图 1-18 合模装置

1—后固定模板；2—夹紧机构；3—拉杆；4—动模板；5—模具；6—前固定模板

开半模的力。否则，熔体会从分型面流出来，形成溢料。显然，减少溢料的方法是减少注射压力，或者使用合模力更大的注塑机。

① 模板 合模装置按模板的数目可分为三板式和两板式，如图 1-19 所示。

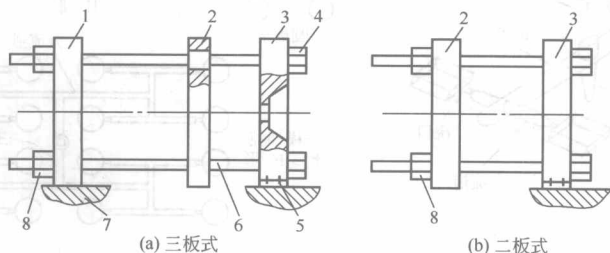


图 1-19 模板结构

1—后固定模板；2—动模板；3—前固定模板；4—前螺母；5—固定螺钉；6—拉杆；7—机架；8—后螺母

② 模具 模具包括两个半模，见图 1-20。通常一个半模包含型腔，形成制品的外形；

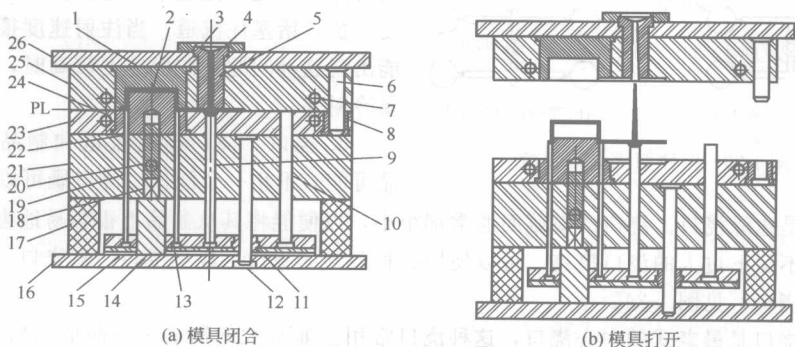


图 1-20 模具结构

1—型腔；2—塑件；3—主流道衬套；4—定位环；5—主流道；6—导柱；7—冷却管道；8—导套；9—拉料杆；10—回程杆；11—导柱衬套；12—顶出导向柱；13—顶出紧固板；14—支撑柱；15—顶板；16—下垫板；17—模脚；18—插头；19—顶杆；20—挡板；21—支撑板；22—垫圈；23—型芯固定板；24—型芯；25—固定板；26—垫板

另一个半模包含凸起形状，形成制品的内部结构，这部分称为型芯。当型芯与型腔半模合上后，所形成的空心部分就是所要成型的制品的形状。塑料通常经型腔侧注入模具中。型腔侧安装在静模板上，型芯侧一般安装在动模板上。顶出机构是动模板的一部分。制品通常从型芯侧取下或脱落。

制品和型腔应设计成开模时在分型面脱模，顶出元件开始动作。当模具打开后，成型制品通常停留在可移动半模上。当顶出元件或脱模机构开始动作后，成型制品从型腔推出，或从型芯上推落。当模具关闭后，顶出机构回到初始位置。

a. 注道。注道通常是模具的入口通道，它紧邻注射喷嘴。注道通常是锥形的伸出在流道上，见图 1-21。熔体流经喷嘴进入注道，然后再进入流道，从主流道进入到任何可能的分流道，接着进入浇口，从浇口流进型腔。

b. 流道系统。塑料熔体进入模具流过流道系统，然后流过浇口进入制品型腔。流道系统的多种布置形式如图 1-22 所示。

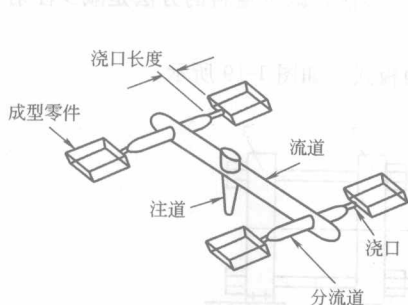


图 1-21 一模四腔模具流道系统

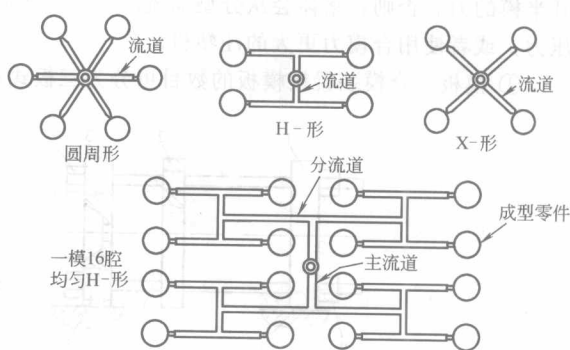


图 1-22 流道系统的多种布置形式

c. 冷料井。冷流道模具可能有冷料井。图 1-23 (b) 中每一个分支交点处延伸的部分即为冷料井。这些冷料井用于截住料流前端更多的熔体使其进入流道中，这些流道可能冷却速度太快，堵塞住流道。当注射速度很慢时，可能出现这种问题；注射速度较高时，通常不需要冷料井。



图 1-23 两种 H-形流道系统

d. 浇口。浇口连接流道和制品；一个制品可能有不止一个浇口。浇口既可以是中心浇口也可以是边缘浇口。浇口的横截面通常都很小，以便能将其从制品上很容易地去掉，而在制品表面不留下过大的浇口痕迹。可以使用各种各样的浇口：注道浇口、点浇口、边缘浇口和隧道式浇口，见图 1-24。

注道浇口是最老式的中心浇口，这种浇口常用于非常大的制品。制品取出后浇口切掉，在制品上留下一个痕迹。注道式浇口常常能够转换成热注道浇口，这些浇口很难留下任何痕迹，也不需要切除。

点浇口常用于三板模具。这些浇口仅留下很小的浇口痕迹，并且浇口自行脱落。边缘浇口在制品型腔边缘采用入口通道。在某些情况下，入口通道加工得既宽又薄，这种浇口也称