

第2版

◎ 胡亚民 主编

塑料模具的设计 与制造问答

答疑解惑 为您解答
良师益友 助您成材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

塑料模具的设计与 制造问答

(第2版)

主 编 胡亚民

副主编 夏 华 黄 虹



机械工业出版社

本书是根据我国塑料行业现场生产实践需要而编写的。编者在写作过程中广泛吸纳了塑料生产行业的先进经验,同时也综合参考了近年来出版的有关各种模具制造技术及材料成型技术等方面的书籍。所使用的资料新颖详实,充分体现了当前最新塑料成型与模具加工技术的水平。编者广泛征求了有关专家学者、高等院校教师和工厂技术人员等各方面的意见。全书以问答的形式全面介绍了塑料模具的设计与制造方面的理论知识和使用与维修方面的实践经验。主要内容包括模具基础知识,注射模塑工艺及注射模具设计,压模及传递模设计,塑料成型加工设备,塑料模具的制造,试模与验收,使用与维护等。编者在编写过程中,力求做到分类合理,叙述深入浅出,简明扼要,易读易懂,便于广大技术工人和工厂技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具的设计与制造问答/胡亚民主编.

—2版. —北京:机械工业出版社, 2005.5

ISBN 7-111-05059-2

I. 塑… II. 胡… III. ①塑料模具-设计-问答
②塑料模具-制模工艺-问答 IV. TQ320.5-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 027758 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:李铭杰 版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云
封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2005 年 5 月第 2 版·第 1 次印刷
787mm × 1092mm $1/32$ ·12 印张·265 千字
0 001—4 000 册
定价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294
封面无防伪标均为盗版

第1版前言

随着近代工业的发展，塑料的应用日趋广泛。它在国民经济的许多领域不同程度地替代了金属、木材及其他材料。因此，与之相适应的塑料制造业的发展就更加迅速。模具制造业作为塑料制造业的先行产业，其发展之快，模具需求量之多，是前所未有的。为了满足这一新形势的需要，满足广大工人、工程技术人员学习塑料模具的设计和制造方面的知识，提高其理论和实际制造水平，我们编写了本《问答》。

本书是根据我国目前中等专业学校的教学内容为基础编写的，同时也参考了一些高等学校模具专业的教材。编写中力求深入浅出、简明扼要、直观易懂，便于广大工人和初、中级工程技术人员阅读。书中技术数据力求实用化，以便广大工程技术人员在模具设计和制造中直接采用。愿本书能有效地提高模具行业人员的技术水平，对我国模具工业的发展有所裨益。

本书由王桂萍、邱以云编写，由兵器工业总公司第五三研究所王瑞君高级工程师和山东电影机械厂王淑凤高级工程师审稿。在本书的编写过程中，山东电影机械厂张西平高级工程师等亦给了很多帮助，使本书能如期脱稿出版，在此表示感谢！

由于作者水平有限，错误和不足在所难免，敬请批评指正。

编 者

第2版前言

随着近代工业的发展，塑料的应用日趋广泛，塑料在国民经济的许多领域已成为不可替代的新材料，从而使之相适应的塑料制造业蓬勃兴起，作为塑料加工的先行产业——模具制造业的发展更加迅速。为适应这一新的形势，机械工业出版社20世纪90年代初出版了《塑料模具的设计与制造问答》一书。

毋庸置疑，该书的出版对广大工人和初、中级工程技术人员学习塑料模具设计与制造方面的知识，提高其理论和实践水平起到了积极作用，因而很受欢迎。然而十多年过去了，模具设计与制造的新工艺新技术不断涌现。因此，很有必要结合当前形势，面向广大工程技术人员、高等院校相关专业毕业生，同时兼顾低级和高级技术人员的需求，对《塑料模具的设计与制造问答》一书进行修订。

根据机械工业出版社的计划，结合现场生产实践的需要，在广泛吸纳了塑料生产行业相关技术人员意见的基础上，将原《塑料模具的设计与制造问答》一书的各章进行了整合，把工艺部分的内容整合到了“基础知识”章中，新增加了“塑料成型设备”、“塑料模具的试模与验收”和“塑料模具的使用与维护”等章。另外还增加了一些现代加工技术的内容，如在模具制造方面补充了有关数控机床、电火花加工、快速成形等先进的模具加工技术；并精简了一些常见的、易查到的人们较为熟悉的内容。

本书由胡亚民主编，夏华、黄虹为副主编，参加编写的人员还有李晓东、陈元芳、伍太宾、王昶、刘春、黄进富、余影峰和张森等；全书由唐志玉、王桂萍主审。

我们希望本书能对提高模具行业工人和技术人员的技术水平，对我国塑料模具工业的发展有所裨益。我们虽已尽力，但难免有遗漏和不足之处，热忱欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 章 基础知识	1
1. 塑料有哪些种类? 它们各有什么特点?	1
2. 什么是塑料的收缩性? 影响塑料收缩性的主要因素有 哪些?	2
3. 塑料的比体积和压缩率的物理意义是什么?	2
4. 在恒压下热塑性塑料的物理状态与温度有什么 关系?	4
5. 什么是塑料的流动性? 如何评价? 影响塑料流动性的主要 因素有哪些?	4
6. 热塑性塑料和热固性塑料的主要成型方法有哪些?	5
7. 注射成型过程及原理是什么?	5
8. 塑件在注射成型前要做哪些准备工作?	6
9. 塑件后处理的主要方法有哪几种?	8
10. 注射成型技术最主要的工艺条件是什么?	9
11. 影响塑料塑化过程的主要因素有哪些? 如何控制塑化 压力?	12
12. 模塑制件的几何形状有哪些基本要求?	12
13. 塑件的尺寸、公差及表面品质要求有哪些?	20
14. 成型螺纹塑件有哪些基本要求?	24
15. 成型塑料齿轮有哪些基本要求?	26
16. 设计带镶嵌件的塑件要注意哪些基本问题?	28
17. 小孔成型应注意哪些问题?	30

18. 复杂孔成型型芯有哪些基本结构?	32
19. 如何设计螺纹型芯的结构形式和固定方式?	32
20. 螺纹型环有哪些基本用途和固定方式?	36
21. 采用标准模架有何优点及局限性?	37
22. 塑料注射模标准模架的技术要求有哪些?	37
23. 模压成型有哪些准备工作?	38
24. 模压成型工艺过程有哪些基本内容?	39
25. 如何确定模压成型工艺过程的主要参数?	41
26. 传递成型工艺与模压成型工艺的主要区别有 哪些?	43
27. 如何确定电阻加热器的加热参数?	43
28. 设计塑料模冷却装置时要遵循哪些基本原则?	44
29. 精密注塑成型工艺过程有何特点?	46
第2章 注射模具设计	48
30. 注射模主要有哪几种基本结构?	48
31. 注射模的设计程序及要点是怎样的?	52
32. 注射模设计应遵循哪些原则?	53
33. 如何校核注射模的注射量?	54
34. 如何校核注射模的锁模力?	56
35. 确定注射模型腔数量要考虑哪些因素? 如何 确定?	57
36. 如何校核注射机开模行程与顶出距离?	61
37. 普通浇注系统由哪几部分组成(说出它们的确切位置)? 什么是无浇道浇注系统?	64
38. 何为无浇道注射模? 有哪些结构形式?	65
39. 为什么说“浇口尺寸越大越容易充模”和“浇口尺寸 越小越好”都是不正确的?	68
40. 如何设计普通浇注系统的主浇道和分浇道?	70
41. 何谓非平衡式浇注系统的人工平衡?	73

42. 怎样具体确定浇道的截面尺寸?	74
43. 浇口有何基本功用? 选择浇口位置时要遵循哪些原则?	78
44. 直接浇口和点浇口的结构形式如何? 各有哪些优缺点?	82
45. 潜伏式浇口和侧浇口的结构形式如何? 各有什么优缺点?	84
46. 扇形浇口和平缝式浇口的结构形式如何? 各有什么优缺点?	86
47. 圆环形浇口和轮辐式浇口的结构形式如何? 各有什么优缺点?	88
48. 爪形浇口和护耳式浇口的结构形式如何? 各有什么优缺点?	89
49. 如何校核所设计的浇注系统是否能充满型腔?	90
50. 钩形拉料杆和底部带推杆冷料穴的结构形式如何?	92
51. 球头拉料杆的结构形式如何?	94
52. 无拉料杆冷料穴的结构形式如何?	95
53. 设计塑料齿轮型腔时主要有哪些结构形式?	95
54. 选择分型面时有哪些基本原则?	96
55. 如何确定型腔和型芯的径向尺寸、高度尺寸和孔的中心距?	101
56. 如何确定型芯(或成型孔)中心到成型面间的距离?	104
57. 如何确定螺纹型芯和螺纹型环的几何尺寸?	105
58. 如何确定组合式圆形型腔的侧壁厚度和底板厚度?	109
59. 如何确定整体式圆形型腔的侧壁厚度和底板厚度?	111
60. 如何确定组合式矩形型腔的侧壁厚度和底板	

厚度?	112
61. 如何确定整体式矩形型腔的侧壁厚度和底板厚度?	115
62. 塑料注射模的排气系统有什么功用? 有哪几种排气方式?	117
63. 注射模的引气系统有什么作用? 有哪几种引气方式?	118
64. 如何确定侧向分型抽芯机构的抽芯距?	120
65. 如何计算侧向分型抽芯机构的抽芯力?	121
66. 如何设计斜销分型抽芯机构中的斜销?	122
67. 如何设计斜销分型抽芯机构中的滑板、导滑槽?	126
68. 如何设计斜销分型抽芯机构中的锁紧楔?	128
69. 斜销在定模、滑板在动模中的斜销分型抽芯机构的结构形式如何?	129
70. 推杆推出机构的结构形式如何?	130
71. 如何设计注射模的推杆推出机构?	132
72. 推管推出机构的结构形式如何?	135
73. 推件板推出机构的结构形式如何?	136
74. 活动镶块或凹模推出机构的结构形式如何?	138
75. 联合推出机构的结构形式如何?	139
76. 如何设计注射模推出机构的辅助零件?	140
77. 二级推出机构的结构形式如何?	143
78. 双推出机构的结构形式如何?	144
79. 顺序推出机构的结构形式如何?	145
80. 能采用强制脱模的条件是什么?	146
81. 怎样注射成型薄壁管形塑件?	148
82. 如何保证精密注射模具的设计精度?	150
83. 精密注射模具中如何防止塑件出现不均匀收缩现象?	152
84. 大型注射模具刚度校核的原则是什么?	153

85. 大型注射模型腔尺寸如何设计计算?	154
86. 热固性塑料注射成型模具有何特点?	155
87. 注射模模架一般采用什么样的导向机构? 它们有哪些 加工要求?	157
88. 注射模标准模架由哪几部分组成?	158
89. 什么是气体辅助注射成型?	159
90. 气体辅助注射成型有何优缺点?	160
91. 注射模结构 CAD 包括哪些内容?	161
第 3 章 压模与传递模设计	162
92. 设计压模应遵循哪些基本原则?	162
93. 压模设计的要点有哪些?	163
94. 压模由哪些基本部分组成?	164
95. 移动式压模有哪些结构特征?	166
96. 半固定式压模有哪些结构特征?	167
97. 固定式压模有哪些结构特征?	168
98. 垂直分型压模有哪些结构特征?	169
99. 压模闭合时有哪些特征?	171
100. 压模凸凹模各部分的主要作用是什么?	172
101. 不溢式压模的凸、凹模和半溢式压模的凸、凹模各 如何配合?	175
102. 如何设计计算压模凹模加料腔的尺寸?	178
103. 压模推出机构与压力机顶出杆一般采用什么 连接方式?	183
104. 固定式压模的推出机构一般采用什么形式?	186
105. 压模的机动侧向分型抽芯机构的结构形式如何?	190
106. 固定式压模通用模架结构是怎样的?	193
107. 压模导向机构有哪几种结构形式?	194
108. 如何计算压模的开模力和合模力?	196
109. 传递模与压模的主要区别是什么? 传递成型的工艺过程	

分几个阶段? 有哪些基本特征?	196
110. 如何设计传递模的加料腔和排气槽?	197
111. 如何设计传递模的柱塞? 加料腔和柱塞的配合关系如何?	201
112. 如何设计传递模的浇注系统?	204
113. 移动式传递模的结构特征有哪些?	207
114. 固定式传递模的结构有哪些特征?	209
第4章 其他塑料模具设计	212
115. 管材挤出成型的主要工艺参数有哪些?	212
116. 挤出机头主要分几类? 管材挤出机头主要有几种结构形式?	214
117. 如何设计管材挤出机头的口模与芯模?	216
118. 管材挤出机头的分流器与分流器支架的结构形式如何? 如何设计?	218
119. 中空吹塑成型型坯所用机头有哪两种形式? 如何设计机头和口模?	220
120. 中空塑件吹塑成型的方法有哪些? 其工艺过程的基本内容如何?	221
121. 中空塑件挤出吹塑成型有哪些基本工艺条件?	222
122. 中空塑件吹塑模具的设计要点有哪些?	224
123. 吹塑薄膜成型的工艺过程有哪些?	227
124. 影响吹塑薄膜成型的技术条件有哪些?	228
125. 真空热成型的工艺过程有哪些基本内容? 其成型的基本方法有哪几种?	230
126. 如何设计真空热成型模具结构?	236
127. 压缩空气热成型的工艺过程有哪些基本内容?	238
128. 压缩空气热成型模的设计要点有哪些?	240
第5章 塑料成型设备	243
129. 注射机的主要结构形式有哪些?	243

130. 注射机主要由哪几部分组成? 它们各有什么作用?	245
131. 注射机注射装置的基本结构有哪些?	245
132. 注射机合模装置的基本结构有哪些?	249
133. 注射机的液压系统是怎样工作的?	250
134. 螺杆式注射机的注射模塑原理是什么?	250
135. 选择注射机的基本原则有哪些?	252
136. 液压机有哪几种主要类型? 其特点有哪些?	255
137. 如何选择液压机?	256
138. 挤出机由哪几个主要部分组成? 各部分的作用是什么?	257
第 6 章 塑料模具制造	260
139. 模具加工方法有哪些新动向?	260
140. 新型塑料模具钢材料有哪些? 它们各有什么特点?	261
141. 什么是模具零件的工艺性? 零件的工艺性对其加工有何影响?	263
142. 塑料模具成型零件的加工工艺是怎样的?	263
143. 模具零件孔系主要加工方法有哪些?	264
144. 平面的主要加工方法有哪些?	266
145. 什么是数控机床? 数控机床的加工特点是什么?	269
146. 数控机床宜于加工什么样的零件?	271
147. 数控机床加工有哪些工艺特点? 要采取哪些工艺措施?	272
148. 数控电火花加工机床有哪些?	274
149. 电火花加工的主要技术参数有哪些?	275
150. 什么是数控电火花成型加工? 数控电火花加工机床由哪些部分组成?	275
151. 电火花线切割加工中如何避免被加工模具产生裂纹?	278

152. 型腔冷挤压冲头的材料如何选择? 冲头的结构如何确定?	279
153. 冷挤压用模套的材料如何选择? 其结构如何确定?	280
154. 型腔冷挤压时如何润滑?	282
155. 快速成形技术 (RP 技术) 的基本原理是什么?	282
156. 快速成形技术 (RP 技术) 的应用特征有哪些?	284
157. 型腔的陶瓷模铸造工艺过程是什么?	287
158. 型腔的电解加工原理是什么?	288
159. 电铸型腔的工艺原理及型腔制作的工艺过程是什么样的?	289
160. 超塑合金塑料模型腔制造的工艺过程是什么样的?	290
161. 照相腐蚀在塑料模型腔制造中如何应用?	293
162. 塑料模型腔精整加工中电解抛光的原理及特点是什么?	295
163. 塑料模型腔精整加工中超声波抛光的原理及特点是什么?	296
第 7 章 塑料模具的试模与验收	299
164. 注射模的安装方法与安装程序怎样?	299
165. 注射模的试模与调整过程是怎样的?	300
166. 注射成型时发生塑件填充不足应如何克服?	304
167. 注射模注射成型时塑件尺寸变化不稳定应如何克服?	305
168. 注射模注射成型时塑件产生气泡应如何克服?	306
169. 注射模注射成型时塑件表面产生凹陷或塌坑应如何克服?	306
170. 注射模注射成型时塑件四周飞边过大应如何克服?	307

171. 注射模注射成型时塑件表面或内部产生明显的裂缝应如何克服?	308
172. 注射模注射成型时塑件表面出现波纹应如何克服?	309
173. 注射模注射成型时塑件表面沿流动方向产生银色针状条纹或片状云母纹应如何克服?	309
174. 注射模注射成型时塑件发生翘曲变形应如何克服?	310
175. 注射模注射成型时塑件上产生裂纹应如何克服?	311
176. 注射模注射成型时塑件表面产生黑点应如何克服?	311
177. 注射模注射成型后塑件色泽不均或变色应如何克服?	312
178. 注射模注射成型时塑件脱模困难应如何克服?	312
179. 注射模注射成型时粘模的主要原因和调整方法有哪些?	313
180. 注射模注射成型时如发生塑件表面品质差, 呈现不光泽、有伤痕的现象应如何克服?	313
第 8 章 塑料模具的使用与维护	315
181. 如何使用注射模?	315
182. 注射模使用时应注意哪些问题?	316
183. 使用压模成型塑件时应注意哪些问题?	316
184. 压模的调整要点有哪些?	317
185. 压模的调整方法有哪些?	318
186. 塑料模如何修理?	322
附录	323
附录 A 塑料及树脂缩写代号 (GB/T 1844.1—1995)	323
附录 B 常用热塑性塑料的主要技术指标	330

附录 C	常用热固性塑料的主要技术指标	339
附录 D	常用热塑性塑料注射成型的工艺参数	345
附录 E	注塑件缺陷的产生原因和改进方法	350
附录 F	常用热固性塑料模塑成型工艺参数	356
附录 G	一般热固性塑料产生废品的类型、原因及解决方法	358
附录 H	挤出管材的缺陷、产生原因及其解决方法	361
附录 I	吹塑薄膜的反常现象、产生原因及其解决方法	362
参考文献		364

第1章 基础知识

1. 塑料有哪些种类？它们各有什么特点？

按塑料中合成树脂的分子结构及热性能，常用塑料可分为两大类型，一类是热塑性塑料，另一类是热固性塑料。

(1) 热塑性塑料的特点

1) 树脂分子呈线形或支链形结构。

2) 加热时软化，当达到一定温度时呈熔融状态，成为可流动的粘稠流体，在一定的压力下可成型为一定的形状，冷却后即可保持已成型的形状。如果再次加热又可软化、熔融，反复成型。

3) 在加热、冷却成型过程中主要是物理变化，在少数情况下也有化学变化。

(2) 热固性塑料的特点

1) 树脂分子呈体形结构。

2) 在受热之初，树脂分子呈线形结构，仍具有热塑性塑料的可塑性。当继续加热时，线形分子主链间形成化学键结合（即交联），分子呈网形结构，当温度达到一定值时，分子变为体形结构，树脂转变为既不熔融又不溶解的状态。重复加热时不再软化，不再具有可塑性。

3) 在成型过程中既有物理变化，又有化学变化。

热塑性塑料可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料三大类型，每种类型又可分为若干品种，将这些品种改性后，还