

注

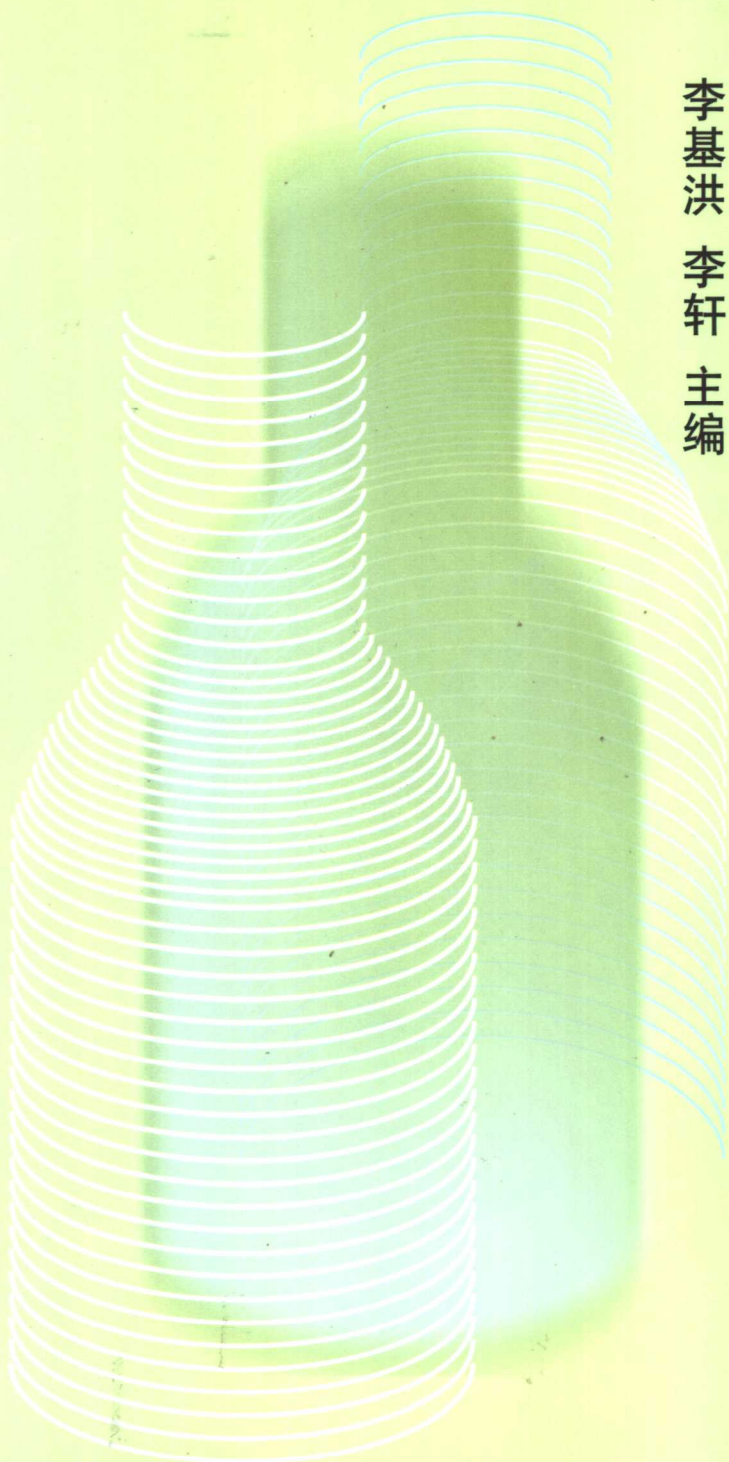
塑

成

型

李基洪 李轩 主编

技术问答



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



注塑成型技术问答

李基洪 李轩 主编



机械工业出版社

本书以问答的方式,就注塑成型技术所涉及的内容作了全面、通俗而简明的阐述。全书共分塑料概论、塑料制品设计、注塑成型设备、注塑模具设计、注塑成型工艺、注塑模具制造、注塑制品质量管理、注塑模 CAD/CAE/CAM 技术等八章。全书共有 360 问,几乎覆盖了注塑成型领域的各个方面,有很强的针对性和实用性。

本书可供从事注塑成型加工专业的科技人员和管理人员使用,亦可作为大中专院校有关专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

注塑成型技术问答/李基洪,李轩主编. —北京:机械工业出版社, 2004.6

ISBN 7-111-14507-0

I. 注... II. ①李...②李... III. 塑料成型 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 046322 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:刘彩英 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:解辰 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·12.375 印张·479 千字

0 001—4 000 册

定价:34.00 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) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

前 言

改革开放以来，我国的塑料工业得到了迅猛发展，塑料制品已成为工业、农业、国防建设、文教卫生和人们日常生活中不可或缺的制品。随着国民经济的快速发展，对塑料制品的需求量越来越大，样式更新、质量更好、性能更佳、结构更复杂的塑料制品在不断涌现。

· 注塑制品是靠成型加工得到的。成型加工的方法很多，而注塑成型是其中最重要的一种成型加工方法，它生产的制品具有精度高、形状复杂、一致性好、生产率高和消耗低等特点，有极大的市场需求和广阔的发展前景。塑料成型加工是一门不断发展的综合学科，它不仅随着高分子材料合成技术的提高，成型加工设备的更新改造、成型工艺的成熟和进步，而且随着计算机技术、数值模拟技术等塑料成型加工领域的渗透而得到长足地发展。

尽管塑料工业取得了飞速地发展，但也远远赶不上人们对塑料制品越来越高的要求，注塑制品企业的从业人员常受到各种技术问题的困扰，如对数量众多、性能各异的塑料原料怎样取舍；怎样用简单实用的方法进行注塑制品的设计；怎样进行经济简便的注塑模的设计和制造；在塑件注塑成型时要把握哪些工艺参数；注塑成型设备怎样才能正确地使用并生产出优质塑件；怎样控制注塑制品的最终质量；如何将 CAD/CAE/CAM 技术导入注塑模的设计和制造中等。如此众多的技术问题极大地束缚了塑料工业前进的步伐成为制约塑料工业发展的拦路虎。

为了适应塑料工业发展的需要，帮助有关读者了解注塑制品生产的原料、模具、设备、工艺、质量等方面的关键知识，作者在大量搜集、综合整理国内外有关资料的基础上，结合国内生产的实际情况，编写了本书。本书采用问答的形式，较全面地介绍了注塑制品生产中的种种技术关键。本书语言精炼、通俗易懂、图文并茂，并注重实用效果。

本书由李基洪、李轩主编，彭培勇、王新文、兰礼均、刘寒冰、

IV

董小鹏、谭志为副主编。参加本书编写的人员还有华煜煜、颜志红、陈清鹏、李湘文、胡庆泉、范天厚等。

在本书的编写过程中，得到长沙理工大学、湖南食品包装机械公司、湖南孝陵学蓝纸浆厂、湖南攸县湘东化剂厂、深圳威格尔制品有限公司等单位的大力支持和帮助，在此表示衷心地感谢。

尽管我们力求将此书写好，但限于学识水平和许多条件的限制，书中对内容的取舍和文字表达仍会有不尽人意之处，技术上也会存在缺点和错误，诚望广大读者批评指正。

编 者

2004年5月

目 录

前言

第一章 塑料概论	1
1. 什么是塑料, 其主要成分有哪些?	1
2. 塑料有哪些主要性能?	2
3. 塑料有哪些种类, 各有何特点?	3
4. 什么是 PE (聚乙烯), 它有哪些特性和用途?	4
5. 什么是 PVC (聚氯乙烯), 它有哪些特性和用途?	5
6. 什么是 PS (聚苯乙烯), 它有哪些特性和用途?	6
7. 什么是 PP (聚丙烯), 它有哪些特性和用途?	7
8. 什么是 PC (聚碳酸酯), 它有哪些特性和用途?	7
9. 什么是 PA (聚酰胺), 它有哪些特性和用途?	8
10. 什么是 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯), 它有哪些特性和用途?	9
11. 什么是 ABS (丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物), 它有哪些特性和用途? ..	10
12. 什么是 POM (聚甲醛), 它有哪些特性和用途?	11
13. 什么是 PTFE (聚四氟乙烯), 它有哪些特性和用途?	12
14. 什么是 PSF (聚砜), 它有哪些特性和用途?	13
15. 什么是 PET (聚对苯二甲酸乙二醇酯), 它有哪些特性和用途?	13
16. 什么是 PBT (聚对苯二甲酸丁二醇酯), 它有哪些特性和用途?	14
17. 什么是 PPO (聚苯醚), 它有哪些特性和用途?	15
18. 什么是 CPT (氯化聚醚), 它有哪些特性和用途?	16
19. 什么是 PI (聚酰亚胺), 它有哪些特性和用途?	17
20. 什么是 PF (酚醛树脂), 它有哪些特性和用途?	18
21. 什么是 UP (不饱和聚酯), 它有哪些特性和用途?	19
22. 什么是 PPS (聚苯硫醚), 它有哪些特性和用途?	20
23. 什么是 PCTFE (聚三氟氯乙烯), 它有哪些特性和用途?	21
24. 什么是 FEP (聚全氟乙丙烯), 它有哪些特性和用途?	22
25. 什么是 PB (聚丁二烯), 它有哪些特性和用途?	23
26. 什么是 EVA (乙烯-醋酸乙烯共聚物), 它有哪些特性和用途?	23
27. 什么是 PEEK (聚醚醚酮), 它有哪些特性和用途?	24

28. 什么是填充剂, 它有哪些种类?	25
29. 怎样选择和使用填充剂?	26
30. 常用填充剂有哪些?	27
31. 什么是增塑剂, 其作用机理是什么?	27
32. 怎样对增塑剂进行分类和选用?	28
33. 什么是光稳定剂, 它有哪些种类?	29
34. 什么是抗氧化剂, 其作用机理和种类如何?	30
35. 什么是阻燃剂, 其作用机理和种类如何?	31
36. 什么是抗静电剂, 其作用机理和种类如何?	32
37. 什么是着色剂, 它有哪些种类?	33
38. 什么是润滑剂, 其作用机理是什么? 如何选用?	34
39. 什么是防雾剂, 其作用机理和种类如何?	35
40. 什么是热稳定剂, 其作用机理和种类如何?	35
41. 什么是增强剂, 它有哪些种类?	36
42. 什么是固化剂, 它有哪些种类?	37
第二章 注塑制品设计	40
1. 注塑制品在设计时有哪些基本要求?	40
2. 塑件设计时的基本方法有哪些?	41
3. 什么是经验法设计, 其特点如何?	42
4. 什么是分析法设计, 其分析方法有哪些?	43
5. 在塑件设计时怎样使问题量化?	43
6. 为什么塑件在成型后会发生收缩?	45
7. 什么是塑件的收缩率, 怎样确定?	45
8. 影响塑件收缩率的主要因素有哪些?	46
9. 注塑制品结构设计的基本原则有哪些?	47
10. 注塑制品设计的基本程序是什么?	48
11. 影响塑件尺寸精度的主要因素有哪些?	49
12. 怎样进行塑件壁厚的设计?	50
13. 怎样进行加强筋的设计?	51
14. 怎样进行脱模斜度的设计?	52
15. 怎样进行圆角的设计?	54
16. 怎样进行侧孔和侧凸凹的设计?	55
17. 怎样进行孔的设计?	56
18. 怎样进行螺纹的设计?	58

19. 怎样进行嵌件的设计?	61
20. 怎样进行凸凹纹的设计?	65
21. 怎样进行标志的设计?	66
22. 怎样进行增强注塑制品的设计?	67
23. 怎样进行低发泡塑件的设计?	67
第三章 注塑成型设备	69
1. 什么是注塑机, 它是如何发展的?	69
2. 注塑机是怎样进行分类的?	69
3. 注塑机主要由哪几部分组成?	71
4. 什么叫喷嘴, 它有哪些结构形式?	72
5. 怎样选择喷嘴?	73
6. 注塑螺杆的结构有何特点?	74
7. 常用注塑螺杆有哪些结构形式?	75
8. 什么是注射量, 如何确定注射量?	76
9. 什么是注射压力, 怎样选择注射压力?	77
10. 什么是合模力, 如何选择合模力?	78
11. 什么是注射速率, 怎样确定注射速率?	79
12. 什么是螺杆转速, 怎样选择螺杆转速?	79
13. 合模装置的基本尺寸有哪些?	80
14. 注塑成型机是怎样工作的?	81
15. 液压式合模机构有哪些结构形式?	81
16. 液压机械式合模机构有哪些结构形式?	83
17. 合模机构中的顶出装置有哪几种形式?	86
18. 怎样调节液压肘杆式合模机构的模板距离?	86
19. 怎样进行注塑机的安装?	88
20. 怎样进行注塑机的调试?	89
21. 注塑机有哪几种操作方式?	90
22. 怎样进行注塑机的开车?	91
23. 怎样进行注塑机的停车和交接班?	92
24. 怎样进行注塑机的常规维护?	92
25. 怎样对液压油进行维护?	94
26. 怎样对螺杆进行维护和维修?	95
27. 怎样对机筒进行维护和维修?	96
28. 怎样对喷嘴进行维护和维修?	96

29. 怎样对电气系统进行维护?	97
------------------------	----

第四章 注塑模具设计 99

1. 什么是注塑模, 它有哪些特点?	99
2. 设计注塑模时有哪些基本要求?	99
3. 注塑模的基本设计程序如何?	100
4. 在注塑模设计中应用了哪些新技术?	103
5. 怎样对注塑模进行分类?	104
6. 注塑模由哪几部分组成, 各起何作用?	105
7. 怎样进行注塑模设计的审核?	106
8. 什么是浇注系统, 其设计原则如何?	107
9. 主流道有哪几种结构, 设计要点如何?	108
10. 怎样设计分流道?	109
11. 冷料井起何作用, 它有哪些结构形式?	110
12. 浇口起何作用, 怎样选择浇口尺寸?	112
13. 怎样选择浇口的位置?	113
14. 什么是直浇口, 其特点和应用如何?	114
15. 什么是侧浇口, 其特点和应用如何?	114
16. 什么是点浇口, 其特点和应用如何?	115
17. 什么是潜伏式浇口, 其特点和应用如何?	116
18. 什么是扇形浇口, 其特点和应用如何?	117
19. 什么是盘形浇口, 其特点和应用如何?	118
20. 什么是环形浇口, 其特点和应用如何?	118
21. 什么是轮辐式浇口, 其特点和应用如何?	119
22. 什么是爪形浇口, 其特点和应用如何?	120
23. 什么是平缝式浇口, 其特点和应用如何?	120
24. 什么是护耳式浇口, 其特点和应用如何?	121
25. 怎样使浇注系统保持平衡?	122
26. 什么是顶出机构, 其设计原则如何?	122
27. 怎样对顶出机构进行分类?	123
28. 顶杆式顶出机构的特点和结构如何?	124
29. 顶管式顶出机构的特点和结构如何?	125
30. 推板式顶出机构的特点和结构如何?	126
31. 推块式顶出机构的特点和结构如何?	127
32. 利用成型零件顶出机构的特点和结构如何?	128

33. 组合顶出机构的特点和结构如何?	129
34. 气动顶出机构的特点和结构如何?	130
35. 什么是二次顶出, 它有何特点和种类?	131
36. 单顶出板二次顶出机构有哪些结构形式?	132
37. 双顶出板二次顶出机构有哪些结构形式?	133
38. 气液动二次顶出机构有哪些结构形式?	135
39. 双向顶出脱模机构有哪些结构形式?	136
40. 顺序顶出机构有哪些结构形式?	137
41. 点浇口凝料脱出机构有哪些结构形式?	139
42. 怎样设计带螺纹塑件的脱模机构?	140
43. 怎样防止带螺纹塑件脱模时的转动?	141
44. 强行脱螺纹机构的结构如何?	143
45. 手动脱螺纹有哪些结构形式?	144
46. 机动脱螺纹有哪些结构形式?	144
47. 怎样确定注塑模的型腔数目?	147
48. 怎样设计型腔布局?	148
49. 分型面的表示方法和分类如何?	150
50. 分型面的选择原则有哪些?	151
51. 什么是凹模, 它有哪几种结构形式?	154
52. 在设计组合式模具时应注意什么?	156
53. 什么是凸模, 它有哪几种结构形式?	157
54. 什么是型芯, 它有哪些固定方式?	158
55. 什么是螺纹型芯, 其结构和固定方式如何?	159
56. 什么是螺纹型环, 其结构和固定方式如何?	160
57. 注塑模为什么要设置排气系统?	162
58. 什么是间隙排气, 其结构形式如何?	163
59. 什么是排气槽排气, 其结构形式如何?	164
60. 什么是引气系统, 其结构形式如何?	165
61. 导向机构的作用和设计原则是什么?	166
62. 导柱的结构形式和设计原则如何?	167
63. 导套的结构形式和设计原则如何?	168
64. 注塑模的温度调节系统有哪些作用?	169
65. 设计注塑模温度调节系统有哪些原则?	170
66. 型芯的冷却水道有哪几种结构形式?	171
67. 型腔的冷却水道有哪几种结构形式?	174

68. 什么是侧向分型抽芯机构, 怎样分类?	174
69. 手动侧向分型抽芯机构有哪些结构形式?	176
70. 液动或气动分型抽芯机构有哪些结构形式?	177
71. 斜导柱分型抽芯机构的工作原理如何?	178
72. 斜导柱分型抽芯机构的设计要点如何?	180
73. 弯销分型抽芯机构有哪些结构形式?	180
74. 斜滑块分型抽芯机构有哪些结构形式?	182
75. 齿轮齿条分型抽芯机构有哪些结构形式?	183
76. 怎样确定侧向抽芯机构的抽芯距和抽芯力?	184
77. 怎样设计侧向分型抽芯机构中的斜导柱?	185
78. 怎样设计侧向分型抽芯机构中的楔紧块?	186
79. 怎样设计侧向分型抽芯机构中的滑块?	187
80. 怎样设计侧向分型抽芯机构中的导滑槽?	189
81. 怎样计算整体式圆形型腔的壁厚?	191
82. 怎样计算组合式圆形型腔的壁厚?	192
83. 怎样计算整体式矩形型腔的壁厚?	193
84. 怎样计算组合式矩形型腔的壁厚?	194
第五章 注塑成型工艺	196
1. 何谓注塑成型, 它包括哪些内容?	196
2. 怎样进行塑件原料的选择?	196
3. 怎样对原料进行预处理?	197
4. 怎样清洗料筒和预热嵌件?	198
5. 何谓塑化, 其基本要求是什么?	199
6. 影响塑化的主要因素有哪些?	200
7. 何谓成型周期, 它包括哪些内容?	201
8. 熔料在充模流动时要经历哪几个阶段?	202
9. 在型腔中的熔料是怎样冷却定型的?	204
10. 大分子取向与内应力对塑件质量有何影响?	205
11. 怎样进行塑件的后处理?	206
12. 注塑成型有哪些特点?	207
13. 温度对注塑成型有何影响, 怎样选择?	208
14. 注射压力对注塑成型有何影响, 怎样选择?	210
15. 热固性塑料的注塑成型有何特点?	211
16. 热固性塑料是怎样固化成型的?	212

17. 怎样控制热固性塑料成型时的料筒温度?	213
18. 热固性塑料注塑成型时有哪些主要工艺参数?	214
19. 怎样进行 BMC 的注塑成型?	215
20. 何谓 RIM 技术, 它有哪些特点?	216
21. RIM 技术是怎样完成反应注塑成型的?	217
22. 何谓 LIM 技术, 其成型原理如何?	218
23. 何谓 GAIM 技术, 它有何特点?	219
24. GAIM 技术对塑件和设备有何要求?	219
25. GAIM 技术是怎样注塑成型的?	220
26. 何谓双色注塑成型, 如何进行成型?	221
27. 何谓双层注塑成型, 如何进行成型?	222
28. 何谓排气式注塑成型, 如何进行成型?	223
29. 何谓流动注塑成型, 如何进行成型?	225
30. 何谓装配式注塑成型, 如何进行成型?	225
31. 何谓熔芯注塑成型, 如何进行成型?	226
32. 何谓注塑压缩成型, 如何进行成型?	227
33. 何谓结构发泡注塑成型, 如何进行成型?	229
34. PE 注塑成型的工艺条件是什么?	230
35. PP 注塑成型的工艺条件是什么?	231
36. PS 注塑成型的工艺条件是什么?	232
37. PA 注塑成型的工艺条件是什么?	233
38. POM 注塑成型的工艺条件是什么?	234
39. PC 注塑成型的工艺条件是什么?	235
40. PBT 注塑成型的工艺条件是什么?	236
41. PET 注塑成型的工艺条件是什么?	237
42. ABS 注塑成型的工艺条件是什么?	239
43. RPVC 注塑成型的工艺条件是什么?	240
44. PSU 注塑成型的工艺条件是什么?	241
45. PMMA 注塑成型的工艺条件是什么?	242
46. PPO 注塑成型的工艺条件是什么?	242
第六章 注塑模具制造	244
1. 注塑模是怎样制造出来的?	244
2. 注塑模零件表面是怎样分类和加工的?	245
3. 注塑模的生产特点和工艺特点有哪些?	246

4. 何谓注塑模生产周期, 其影响因素如何?	247
5. 何谓注塑模寿命, 其影响因素是什么?	248
6. 注塑模零件对毛坯有何要求?	249
7. 注塑模具材料应具备哪些性能?	250
8. 注塑模零件表面处理的方法有哪些?	251
9. 注塑模成型零件的常用材料有哪些?	252
10. 注塑模结构零件的常用材料有哪些?	253
11. 怎样进行模具零件上的平面加工?	254
12. 怎样进行模具零件上孔的加工?	255
13. 在模具零件上加工孔的方法有哪些?	256
14. 怎样加工模具零件上的特殊孔?	257
15. 怎样利用仿形铣加工型腔?	259
16. 怎样进行模具零件的成型磨削?	260
17. 成型磨削的工艺要点有哪些?	261
18. 光学曲线磨床是如何进行成型磨削的?	262
19. 电火花成型加工的工作原理和特点如何?	263
20. 型腔电火花加工的基本条件和方法如何?	264
21. 电火花成型机床主要由哪些部分组成?	265
22. 什么是电规准, 怎样选择和转换?	266
23. 怎样设计工具电极?	267
24. 电火花线切割加工的工作原理和特点如何?	268
25. 数控电火花线切割机床的结构如何?	269
26. 怎样保证线切割加工的质量?	271
27. 型腔冷挤压成型的工作原理和特点如何?	272
28. 怎样选择挤压头、型腔、模套的结构和材料?	273
29. 型腔冷挤压成型的操作要点是什么?	274
30. 型腔电解成型的工作原理和特点如何?	275
31. 超塑成型加工的工作原理和特点如何?	276
32. 怎样进行超塑成型加工?	277
33. 电铸成型加工的工作原理及特点如何?	278
34. 怎样进行电铸成型加工?	279
35. 怎样在型腔制造中应用照相腐蚀技术?	280
36. 型腔光整加工的目的、机理和特点如何?	281
37. 怎样进行研磨、抛光的工艺操作?	282
38. 何谓电解抛光, 其原理和特点如何?	283

39. 怎样进行电解抛光的工艺操作?	285
40. 何谓超声波抛光, 其原理和特点如何?	285
41. 怎样进行超声波抛光的工艺操作?	287
42. 注塑模装配有何特点, 装配精度要求如何?	288
43. 何谓修配法装配, 其特点和注意事项如何?	289
44. 何谓调整法装配, 其特点和方法如何?	290
45. 在模具装配时零件的固定方法有哪些?	290
46. 注塑模装配时有哪些技术要求?	291
47. 在模具装配前要做好哪些准备工作?	292
48. 怎样进行注塑模的总装配?	293
49. 怎样对注塑模进行试模前的检查?	294
50. 怎样安装注塑模具?	294
51. 怎样进行注塑模的试模?	295
52. 怎样进行试模后模具的验收?	296
53. 为什么要对注塑模进行保养?	296
54. 怎样正确使用注塑模具?	297
55. 怎样进行注塑模的常规保养?	298
56. 为什么注塑模会变形, 怎样克服变形?	298
57. 为什么型腔会损伤, 怎样修复损伤?	299
58. 为什么模具会生锈, 怎样避免锈蚀?	300
59. 为什么冷却水会泄漏, 怎样防止泄漏?	301
60. 为什么模具会咬伤, 怎样防止咬伤?	301
61. 为什么模具会出现裂纹, 怎样防止裂纹?	302
第七章 注塑制品质量管理	303
1. 什么是质量管理, 它经历了哪些阶段?	303
2. 为什么对塑件要进行质量管理?	304
3. 塑件质量管理的发展前景如何?	304
4. 塑件质量检验的职能和内容如何?	306
5. 什么是塑件质量标准, 它有哪些特点?	306
6. 质量标准有哪些种类?	307
7. 塑件质量标准的作用有哪些?	308
8. 注塑制品的质量检验方式有哪些?	309
9. 抽样检验的分类和特点如何?	310
10. 塑件质量检验计划包括哪些内容?	310

11. 怎样强化注塑制品的质量检验工作?	311
12. 怎样提高塑件检验员的工作质量?	312
13. 何谓塑件的目测外观检验, 怎样进行?	314
14. 何谓塑件常规性能检验, 怎样进行?	315
15. 何谓塑件的无损检验, 怎样进行?	315
16. 何谓塑件的实用性检验, 怎样进行?	316
17. 塑件产生充填不足的原因是什么, 如何排除?	317
18. 塑件产生熔接痕的原因是什么, 如何排除?	319
19. 塑件产生波流痕的原因是什么, 如何对策?	320
20. 塑件产生翘曲的原因是什么, 如何排除?	321
21. 塑件产生溢料的原因是什么, 如何排除?	322
22. 塑件产生光泽不良的原因是什么, 如何排除?	324
23. 塑件产生色泽不均的原因是什么, 如何排除?	325
24. 塑件产生银丝纹的原因是什么, 如何排除?	326
25. 塑件产生尺寸不稳的原因是什么, 如何排除?	327
26. 塑件产生凹陷的原因是什么, 如何排除?	329
27. 塑件产生脱模不良的原因是什么, 如何排除?	331
28. 塑件产生糊斑的原因是什么, 如何排除?	333
29. 塑件产生裂纹的原因是什么, 如何排除?	334
30. 塑件产生混浊的原因是什么, 如何排除?	336
31. 塑件产生顶白的原因是什么, 如何排除?	337
32. 塑件产生白点的原因是什么, 如何排除?	338
33. 塑件产生强度下降的原因是什么, 如何排除?	338
34. 塑件产生冷块的原因是什么, 如何排除?	340
35. 塑件产生气泡的原因是什么, 如何排除?	341
36. 塑件产生暗泡的原因是什么, 如何排除?	342
第八章 注塑模 CAD/CAE/CAM 技术	344
1. 何谓注塑模 CAD/CAE/CAM 技术?	344
2. 注塑模 CAD/CAE/CAM 技术有哪些特点?	344
3. 注塑模 CAD/CAE/CAM 是怎样发展的?	345
4. 注塑模 CAD/CAE/CAM 技术的发展趋势如何?	346
5. 何谓 CAD/CAE/CAM 的硬件系统?	348
6. 怎样选择 CAD/CAE/CAM 的硬件系统?	348
7. 何谓系统软件, 它有哪些种类?	349

8. 何谓支撑软件, 它有哪些种类?	350
9. 何谓应用软件, 它有哪些种类?	351
10. 注塑模 CAD/CAE/CAM 系统怎样分类?	351
11. 怎样选购 CAD/CAE/CAM 的软件系统?	352
12. 注塑模 CAD/CAE/CAM 的软件有哪些功能?	353
13. 何谓注塑模 CAD, 它有哪些意义?	354
14. 注塑模 CAD 的主要设计内容有哪些?	354
15. 注塑模 CAD 应具备哪些功能?	355
16. 怎样进行塑件的几何造型?	356
17. 何谓“专家系统”, 它包括哪些内容?	357
18. 专家系统的基本结构如何?	358
19. 何谓注塑模 CAD 技术的二维系统?	359
20. 何谓塑件建模, 其建模系统流程如何?	360
21. 怎样用注塑模 CAD 选择标准模架?	361
22. 怎样生成注塑模型腔和型芯形状?	362
23. 怎样进行浇注系统的交互设计?	363
24. 怎样进行注塑模冷却系统 CAD 设计?	364
25. 怎样对模具零件进行校核?	365
26. 何谓注塑模 CAE, 它有哪些意义?	365
27. 注塑模 CAE 技术主要包括哪些内容?	366
28. 在模具设计中怎样利用注塑模 CAE?	368
29. 在塑件设计时怎样利用注塑模 CAE?	368
30. 何谓注塑模 CAM, 它包括哪些配置?	369
31. 注塑模 CAM 系统的组成和功能如何?	370
32. 何谓数控加工, 其加工特点如何?	370
33. 怎样进行注塑模 CAM 的数控编程?	371
34. 数控编程的常用方法有哪些?	372
35. 数控编程的发展趋向如何?	373
36. 何谓注塑模 CAPP, 其内容与分类如何?	374
37. 注塑模 CAPP 的基本组成如何?	375
38. 应用注塑模 CAPP 技术有哪些意义?	376
参考文献	378

第一章 塑料概论

1. 什么是塑料，其主要成分有哪些？

塑料一词的英文“plastics”原意为可任意捏成各种形状的材料或可塑材料。而在词海中被定义为“以合成的或天然的高分子化合物为主要成分，可在一定条件下塑化成型，产品最后能保持形状不变的材料。塑料的组成除了被称为树脂的高分子化合物基体（也叫高聚物）外，还有许多有特定用途的添加剂。主要成分如下。

(1) 合成树脂

合成树脂（简称树脂），是人工合成的高分子化合物，又叫高聚物，它是塑料最基本、最重要的组成成分，它决定了塑料的基本性质，各种塑料都是以树脂的名字命名的。约占塑料质量的40%~100%。树脂的主要作用之一是将各种添加剂粘结成一个整体，并使之具有一定的物理、力学性能。

树脂的种类很多，性能不一。对塑料的选择要求主要是分子量、颗粒、结构以及与添加剂相互作用的难易程度等因素。由各种树脂组成塑料可达数百种，如PE（聚乙烯）、PA（聚酰胺）、PVC（聚氯乙烯）、PC（聚碳酸酯）、PP（聚丙烯）等热塑性塑料；还有PF（酚醛树脂）、EP（环氧树脂）、UP（不饱和聚酯）等热固性塑料。

(2) 添加剂

添加剂是为改善塑料的使用性能或加工性能而添加的物质，又叫助剂。它不影响树脂的化学结构，只是以物理形式分散于树脂中，形成多相或微多相结构。添加剂的种类很多，作用不一，在选用时应当注意以下几方面。

1) 与树脂有良好的相容性 添加剂只有与树脂间有良好的相容性，才能使其长期、稳定、均匀地存在于制品中，有效地发挥其功能，否则，则易出现“出汗”或“喷霜”等现象。但对一些要求不大严格的制品，对相容性的要求也不太高，如填充剂与树脂间的相容性很差，但因其粒度小，仍能基本满足制品性能要求。

2) 稳定性好 添加剂的加入是为了改善和提高某些性能，因此要求添加剂能稳定地保持初始状态，不因加工和使用而改变性质，从而失去原有性质，导致制品性质劣化。

3) 符合加工要求 添加剂是随同树脂一起注入模腔的，有些树脂的加工条件较苛刻，如塑化温度高，这时应考虑在这种温度下，添加剂是否会分解，对