

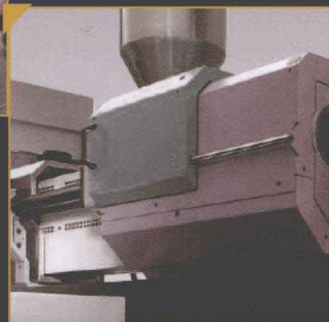
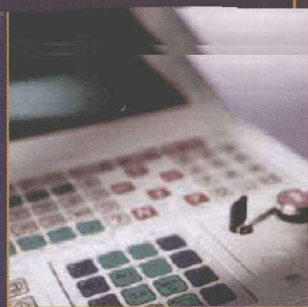
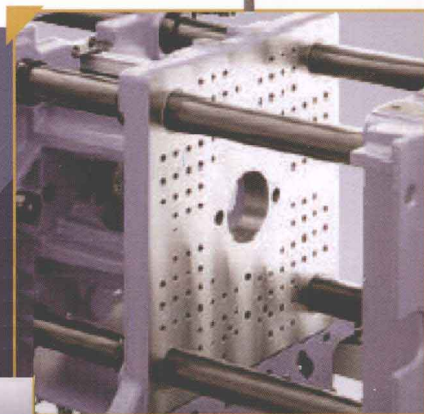
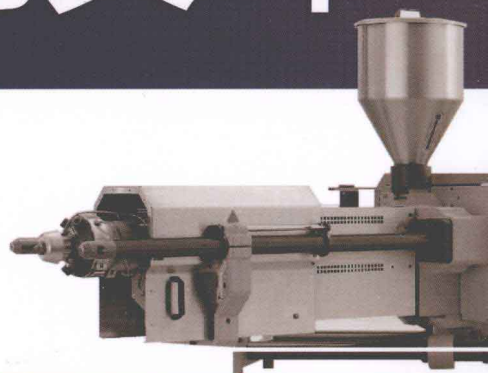
ZHUSHI CHENGXING  
SHIYONG JISHU

# 注射成型 实用技术

ZC



张维合 刘志扬 编著



化学工业出版社

ZHUSHE CHENGXING  
SHIYONG JISHU

# 注射成型 实用技术

ZC



张维合 刘志扬 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

# 前言

## FOREWORD

注塑模具的设计与制造的终极目标是要得到合格的塑料制品，而要得到合格的塑料制品，必须通过注射成型。注射成型是塑料成型的主要方法，它是一个非常复杂的系统工程，其中包括试模、调机、生产和塑件的后处理等程序，具体工作又包括塑料的配色、干燥和共混改性，注塑机的选择、维修和保养，以及模具的验收、安装、调试、维修和保养等。

注射成型成功与否，取决于以下四大因素：

- (1) 注射成型工具——注塑模具的结构设计、制造精度和维修保养；
- (2) 注射成型设备——注塑机的规格型号、品质和维修保养；
- (3) 注射成型材料——塑料的品种、质量、调色、干燥和共混改性；
- (4) 注射成型工艺——注塑工艺参数的选择和以及对塑件的后处理。塑件的后处理包括对易变形的塑件用夹具进行定型处理，对易吸湿的塑件（如尼龙件）进行调湿处理，对会产生后变形的塑件进行退火处理，以消除塑件的内应力等。

因此，作为一个注射成型工程技术人员，不但要熟悉注塑模具和注塑机的结构、试模的工作流程、注塑生产的工作流程，掌握各种塑料的性能及其成型工艺条件，还要掌握注塑机选择的依据、操作的方法和维修保养知识，掌握模具的使用、维修和保养知识，同时对塑件的各种注塑缺陷及其解决办法也要了然于胸。

本书由三部分组成。第一部分主要介绍了注射成型材料——塑料及其成型工艺，内容包括塑料的基本知识、塑料的鉴别、注射成型工艺条件的选择与控制以及常用塑料的性能和成型工艺条件。第二部分主要介绍了注射成型设备——注塑机，内容包括注塑机的基本知识、注塑机的选择、注塑机的操作、注塑机的维护保养以及注塑机的维修。第三部分主要介绍了注射成型工具——注塑模具，内容包括注塑模具的基本知识、注塑模具的安装和拆卸、注塑模具试模、注塑模具的验收、注塑模具的维护保养、注塑模具维修、注塑模具质量控制制度、注射成型常见问题分析与对策以及塑件的后处理。

在本书编写过程中，我们曾先后拜访了龙昌国际控股有限公司、东莞事通达机电科技有限公司、广东易事特电源股份有限公司、东莞精基特五金塑胶模具制品厂、东莞市松升电子有限公司和东莞南城金海塑胶模具加工厂等多家企业，和这些企业的管理人员和生产一线的工程技术人员进行了深入交流，他们向我们提供了很多有益的经验 and 资料，在此谨向他们表示诚挚的谢意！他们是：舒天雄，王祚华，郑刚城，霍晗，余登科，袁世贤，庞琳，陈春娥，许淑娟，李敏，龚静辉，陈彩芹。

另外，东莞职业技术学院刘大勇、广东智通职业培训学院李志宇、东莞优胜模具培训学校陈国华也为此书提供了一些有益的资料，在此一并表示感谢！

本书在编写过程中得到了广东科技学院的大力支持，在此我要特别感谢广东科技学院的王国健院长、梁瑞雄书记、黄弢副院长和周二勇院长助理！

编者

# 目录

## CONTENTS

### 第一部分 注射成型材料——塑料及其成型工艺

Page 001

### 第1章 塑料基本知识

Page 001

1.1 什么是塑料 .....	001
1.2 塑料的组成 .....	002
1.2.1 树脂 .....	002
1.2.2 添加剂 .....	002
1.3 成型用塑料及其配制 .....	004
1.4 塑料的分类 .....	005
1.4.1 根据塑料中树脂的分子结构和受热后表现的性能分类 .....	005
1.4.2 根据塑料性能及用途分类 .....	006
1.4.3 按塑料的结晶形态分类 .....	006
1.4.4 按塑料的透光性分类 .....	007
1.4.5 按塑料的硬度分类 .....	007
1.4.6 按塑料的化学结构分类 .....	007
1.5 塑料的优点和缺点 .....	007
1.5.1 塑料的优点 .....	007
1.5.2 塑料的缺点 .....	008
1.6 塑料的性能 .....	008
1.6.1 塑料的使用性能 .....	008
1.6.2 塑料的工艺性能 .....	010
1.7 热塑性塑料的成型特性 .....	017
1.7.1 塑料的热力学三态 .....	017
1.7.2 塑料三态的微观结构和工艺特性 .....	018
1.7.3 塑料分子的取向 .....	020
1.7.4 塑料的熔体黏度 .....	021
1.7.5 塑料的结晶度 .....	023
1.7.6 塑料的玻璃化温度 .....	023
1.7.7 塑料的蠕变及应力松弛 .....	023
1.7.8 塑料的热膨胀 .....	024
1.8 塑料的着色 .....	024

1.9 塑料的回收利用 .....	025
1.10 注射成型前需了解的塑料性能 .....	025
1.11 塑料的成型方法 .....	026
1.11.1 注射成型 .....	026
1.11.2 挤出成型 .....	029
1.11.3 压缩成型 .....	030
1.11.4 压注成型 .....	031
1.11.5 中空吹塑成型 .....	032
1.11.6 滚塑成型 .....	032
1.11.7 塑料的其他成型方法 .....	033

## 第2章 塑料的鉴别

Page 037

2.1 塑料外观鉴别法 .....	037
2.2 塑料的加热鉴别法 .....	038
2.3 塑料的燃烧特性鉴别法 .....	038
2.4 塑料的热解试验鉴别法 .....	039
2.5 塑料密度鉴别法 .....	039
2.6 塑料的溶剂处理鉴别法 .....	041
2.7 塑料的显色反应鉴别法 .....	041
2.8 塑料的其他鉴别法 .....	043
2.9 常用塑料鉴别的具体方法 .....	043
2.9.1 ABS与PS的鉴别法 .....	043
2.9.2 HDPE与LDPE废旧塑料鉴别法 .....	044
2.9.3 氨基塑料鉴别法 .....	044
2.9.4 丙烯腈聚合物鉴别法 .....	044
2.9.5 酚树脂鉴别法 .....	045
2.9.6 环氧树脂鉴别法 .....	045
2.9.7 聚氨酯鉴别法 .....	045
2.9.8 聚苯乙烯鉴别法 .....	045
2.9.9 聚乙酸乙烯酯鉴别法 .....	045
2.9.10 聚甲基丙烯酸甲酯鉴别法 .....	046
2.9.11 聚甲醛鉴别法 .....	046
2.9.12 聚碳酸酯鉴别法 .....	046
2.9.13 聚烯烃鉴别法 .....	046
2.9.14 聚酰胺鉴别法 .....	047
2.9.15 聚乙烯醇鉴别法 .....	047
2.9.16 再生料的等级和品质鉴别法 .....	048
2.9.17 鉴别废旧塑料步骤 .....	048

## 第3章 注射成型工艺条件的选择与控制

Page 049

3.1 注射成型工艺过程 .....	049
3.1.1 塑化计量 .....	049
3.1.2 注射充模 .....	051

3.1.3 冷却定型 .....	053
3.2 注射成型工艺条件 .....	056
3.2.1 注射温度 .....	056
3.2.2 注射压力 .....	060
3.2.3 成型周期 .....	068

## 第4章 常用塑料的性能和成型工艺条件

Page 070

4.1 热塑性塑料 .....	070
4.1.1 聚苯乙烯 .....	070
4.1.2 高抗冲聚苯乙烯 .....	071
4.1.3 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 .....	072
4.1.4 苯乙烯-丙烯腈共聚物 .....	073
4.1.5 K料 .....	073
4.1.6 有机玻璃 .....	074
4.1.7 聚乙烯 .....	075
4.1.8 聚丙烯 .....	076
4.1.9 聚酰胺 .....	077
4.1.10 聚甲醛 .....	078
4.1.11 聚碳酸酯 .....	079
4.1.12 聚氯乙烯 .....	080
4.1.13 聚苯醚 .....	082
4.1.14 聚对苯二甲酸丁二醇酯 .....	082
4.1.15 乙酸丁酸纤维素 .....	083
4.1.16 乙烯-乙酸乙烯共聚物 .....	084
4.2 热固性塑料 .....	085
4.2.1 酚醛塑料 .....	085
4.2.2 环氧树脂 .....	085
4.2.3 氨基塑料 .....	086
4.3 热塑性增强塑料 .....	086
4.4 透明塑料 .....	087
4.5 薄壁塑件的注塑工艺条件 .....	088
4.5.1 模具方面 .....	089
4.5.2 注塑机方面 .....	089
4.5.3 注射成型工艺方面 .....	090

## 第二部分 注射成型设备——注塑机

Page 091

### 第5章 注塑机基本知识

Page 091

5.1 注塑机的分类 .....	091
5.1.1 按外形结构特点分类 .....	091
5.1.2 按塑化方式分类 .....	093
5.1.3 按合模装置的驱动方式分类 .....	094

5.2	注塑机的工作原理	095
5.3	注塑机规格及主要技术参数	096
5.3.1	注塑机的规格	096
5.3.2	注塑机的主要技术参数	096
5.4	注塑机的组成	098
5.4.1	注塑机注射系统	098
5.4.2	注塑机合模系统	104
5.4.3	注塑机液压系统	107
5.4.4	注塑机控制系统	112
5.4.5	注塑机加热和冷却系统	117
5.4.6	注塑机润滑系统	117

## 第6章 注塑机的选择

Page 120

6.1	注塑机选择的依据	120
6.2	注塑机选择的步骤	120
6.2.1	确定注塑机型号	120
6.2.2	确定注塑机大小	121
6.3	选择注塑机其他需要考虑的因素	126
6.4	选择注塑机的几个误区	126
6.5	注塑机选择实例	127
6.6	注塑机的主要品牌	128
6.7	海天注塑机技术参数	129

## 第7章 注塑机的操作

Page 139

7.1	注塑机的安装与使用基本知识	139
7.1.1	注塑机的吊装	139
7.1.2	注塑机的安装地基图	139
7.1.3	水平校正及机身清理	139
7.1.4	接电源线	140
7.1.5	接冷却水	140
7.1.6	注塑机的操作空间	141
7.1.7	注塑机运行的自然环境和条件	142
7.2	注塑机开机之前必须做的工作	142
7.3	注射成型前的准备工作	142
7.4	注塑机的工作过程和操作项目	143
7.5	注塑机安全操作规程	145
7.5.1	注塑机的不安全因素	145
7.5.2	注塑机的安全规则	145
7.5.3	注塑机的安全设施	146
7.6	注塑机工艺条件的程序控制	146
7.7	注塑机自动模式的操作说明	147
7.8	注塑机操作注意事项	148

8.1 注塑机外观保养 .....	149
8.2 注塑机液压系统的维护保养 .....	149
8.2.1 液压油量 .....	150
8.2.2 液压油温度 .....	150
8.2.3 液压油油质 .....	150
8.2.4 吸油过滤器的保养和检查 .....	151
8.2.5 冷却器清洗 .....	152
8.2.6 其他检查项目 .....	152
8.3 注塑机电气控制系统的维护保养 .....	152
8.4 注塑机机械部分的维护保养 .....	153
8.5 注塑机润滑系统的维护保养 .....	156
8.6 注塑机定期保养项目及时间 .....	157
8.7 直压注塑机的保养要领 .....	158
8.8 立式注塑机的维护保养 .....	160
8.9 全电动注塑机的维护保养 .....	161
8.9.1 全电动注塑机的结构特点 .....	161
8.9.2 全电动注塑机的维护保养 .....	163
8.10 注塑机停产时的维护保养 .....	165
8.11 注塑机冷却装置的维护 .....	166

9.1 注塑机故障分类 .....	167
9.2 注塑机故障规律 .....	168
9.3 注塑机故障分析与故障排除程序 .....	169
9.4 注塑机主要系统故障及处理方法 .....	171
9.5 注塑机报警及排除 .....	179
9.6 注塑机常见问题及解决办法 .....	180
9.7 注塑机故障管控程序 .....	181

10.1 注塑模具分类 .....	183
10.1.1 二板模 .....	183
10.1.2 三板模 .....	184
10.1.3 热流道模 .....	184
10.2 注塑模具的组成 .....	185
10.2.1 注塑模具结构件 .....	185
10.2.2 注塑模具成型零件 .....	188



10.2.3	注塑模具排气系统	188
10.2.4	注塑模具侧向抽芯机构	190
10.2.5	注塑模具浇注系统	192
10.2.6	注塑模具温度调节系统	194
10.2.7	注塑模具脱模系统	198
10.2.8	注塑模具导向定位系统	198
10.3	注塑模具的基本结构	200
10.4	注塑模具的特种结构	206
10.4.1	气体辅助注塑模具	206
10.4.2	双色注塑模具	212

## 第11章 注塑模具的安装和拆卸

Page 215

11.1	模具在注塑机上的安装形式	215
11.2	注塑模具的安装结构	215
11.2.1	定位圈	215
11.2.2	码模螺孔	217
11.2.3	码模槽	217
11.3	注塑模具的安装	217
11.3.1	注塑模具安装前必须检查的内容	219
11.3.2	模具吊装注意事项	219
11.3.3	注塑模具的安装步骤及要点	220
11.3.4	注塑模具装夹时的注意事项	221
11.3.5	模具装夹后的调整	222
11.4	注塑模具的拆卸	223
11.5	注塑车间快速装模、拆模技术	223

## 第12章 注塑模具试模

Page 226

12.1	注塑模具在生产前调试的重要性	226
12.2	试模的种类	226
12.3	参与试模的单位或人员	227
12.4	参与试模人员的职责及准备工作	227
12.5	试模前的准备工作	228
12.6	试模前的检查内容	229
12.7	试模工作要点	230
12.8	试模的一般流程	230
12.9	试模的详细步骤	231
12.10	试模时的各项成型工艺参数的确定	232
12.10.1	温度的确定	232
12.10.2	计量值的设定	234
12.10.3	保压时间的确定	235
12.10.4	背压的确定	235
12.10.5	螺杆旋转速度的确定	235
12.11	试模过程中必须记录的参数	236

12.11.1	模塑件尺寸 .....	236
12.11.2	注塑工艺参数 .....	236
12.11.3	填写《试模工艺卡》和《试模报告》 .....	237
12.12	《试模报告》样板 .....	237

## 第13章 注塑模具的验收

Page 241

13.1	模具制造与验收的一般要求 .....	241
13.2	模具验收的工作程序 .....	241
13.3	注塑模具验收时制造商必须向客户提供的资料 .....	242
13.4	注塑模具验收详细内容 .....	242
13.4.1	模具材料 .....	242
13.4.2	模具的外观检查 .....	245
13.4.3	模具的结构检查 .....	251
13.4.4	塑件的尺寸及质量检查 .....	257
13.4.5	注射成型工艺部分 .....	259
13.4.6	注塑模具评分表 .....	259
13.5	《注塑模具验收报告》的格式和内容 .....	260
13.6	售后服务要求 .....	268

## 第14章 注塑模具的维护保养

Page 269

14.1	注塑模具保养内容 .....	269
14.2	注塑模具保养分类 .....	270
14.2.1	按保养频率分类 .....	270
14.2.2	按注塑模具的不同阶段分类 .....	271
14.3	热流道注塑模具的维护保养 .....	272
14.4	特殊注塑模具的维护保养 .....	275
14.5	不同状态下注塑模具的维护保养要点 .....	275
14.6	模具保养及维护的经验总结 .....	276
14.6.1	三板模的保养 .....	276
14.6.2	模具的热膨胀及其对策 .....	276
14.6.3	防止模具损坏的措施 .....	277
14.6.4	扣机的改进 .....	278
14.6.5	拉板的改进 .....	278
14.6.6	拉杆的改进 .....	279
14.7	注塑模具维护保养注意事项 .....	280
14.8	关于模具保养及维护的几点建议 .....	281
14.9	模具更换和保养日报表 .....	282

## 第15章 注塑模具的维修

Page 284

15.1	注塑模具维修的一般流程 .....	284
15.2	注塑模具常见故障分析及维修措施 .....	286
15.3	模具维修中的注意事项 .....	290

16.1 注塑模具质量控制职责 .....	292
16.2 注塑模具质量控制程序 .....	293
16.2.1 注塑模具的设计与制作 .....	293
16.2.2 模具的验收 .....	293
16.2.3 模具的存放管理 .....	293
16.2.4 模具的领用调拨 .....	293
16.2.5 模具的维护、维修与报废 .....	294
16.2.6 相关文件 .....	295
16.2.7 相关记录 .....	295

17.1 评价塑件质量的三个指标 .....	296
17.1.1 质量 .....	296
17.1.2 尺寸及相对位置的准确性 .....	296
17.1.3 与用途相关的力学性能、化学性能 .....	296
17.2 造成塑件缺陷的原因 .....	296
17.3 塑件常见缺陷原因分析与对策 .....	297
17.3.1 塑件尺寸不稳定 .....	297
17.3.2 塑件成型不完整 .....	297
17.3.3 塑件翘曲变形 .....	299
17.3.4 填充不良 .....	300
17.3.5 塑件产生飞边 .....	301
17.3.6 塑件收缩凹陷 .....	302
17.3.7 塑件开裂 .....	303
17.3.8 塑件表面熔接痕 .....	304
17.3.9 塑件表面银纹 .....	305
17.3.10 震纹 .....	305
17.3.11 塑件白边 .....	306
17.3.12 塑件白霜 .....	306
17.3.13 塑件变色焦化出现黑点 .....	306
17.3.14 塑件表面光泽差 .....	307
17.3.15 塑件色条色线色花 .....	307
17.3.16 塑件颜色不均匀 .....	307
17.3.17 添加色母后注射成型常见问题 .....	307
17.3.18 塑件浇口区产生光芒线 .....	308
17.3.19 塑件浇口区冷料斑 .....	309
17.3.20 塑件出现分层剥离 .....	309
17.3.21 注塑过程出现气泡现象 .....	309
17.3.22 塑件肿胀和鼓泡 .....	310
17.3.23 透明塑件缺陷 .....	310
17.3.24 注射成型时主流道粘模 .....	311

17.3.25	塑件脱模困难 .....	311
17.3.26	注射成型时生产速度缓慢 .....	311
17.3.27	塑件内应力的产生及解决对策 .....	312
17.3.28	薄壁注塑件常见缺陷分析与对策 .....	312
17.3.29	光盘注塑工艺中的不良缺陷成因与对策 .....	313
17.4	热流道注射成型常见问题分析与对策 .....	315
17.4.1	浇口处残留物突出或流延滴料及表面外观差 .....	315
17.4.2	材料变色、烧焦或降解 .....	315
17.4.3	注射量短缺或无料射出或进料不平衡(多腔) .....	316
17.4.4	漏胶严重 .....	316
17.4.5	普通式浇口的堵塞 .....	317
17.4.6	针阀式浇口的堵塞 .....	317
17.4.7	热流道不能正常升温或升温时间过长 .....	317
17.4.8	换料或换色不干净 .....	318
17.5	气体辅助注射成型常见问题及对策 .....	318
17.6	塑件的后处理 .....	319
17.6.1	退火 .....	319
17.6.2	调湿处理 .....	320

## 附录

Page 321

附录 1	塑料代号及中英文对照表 .....	321
附录 2	常用塑料及其特性 .....	323
附录 3	模塑件尺寸公差表 .....	329
附录 4	常用材料模塑件公差等级和使用 (GB/T 14486—2008) .....	330
附录 5	不同成型加工方法所能达到的表面粗糙度 (GB/T 14234—1993) .....	331
附录 6	常用塑料制品壁厚推荐表 .....	332
附录 7	《塑料成型加工人员(注塑)》职业标准 .....	332

## 参考文献

Page 338

# 第一部分

# 注射成型材料——塑料及其成型工艺

## 第 1 章

## 塑料基本知识

---

### 1.1 什么是塑料

按照国际标准 (ISO) 和我国国家标准 (GB/T 2035—1996), 塑料的定义是: 以高聚物为主要成分, 并在加工为成品时的某个阶段可流动成型的材料, 并注明弹性材料也可成型流动, 但不认为是塑料。

根据美国材料试验协会的定义, 塑料是一种以高分子量有机物质为主要成分的材料, 它在加工完成时呈现固态形状, 在制造以及加工过程中, 可以借流动 (flow) 来造型。

有些树脂可以直接作为塑料使用, 如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙等, 但多数树脂必须在其中加入一些添加剂, 才能作为塑料使用, 如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等。塑料是指以有机合成树脂为主要成分, 加入或不加入其他配合材料 (添加剂) 而构成的人造材料。它通常在加热、加压条件下可模塑成具有一定形状的产品, 在常温下这种形状保持不变。

因此, 对于塑料我们可以得到以下几个概念。

- ① 塑料是高分子 (macromolecules) 有机化合物。
- ② 塑料种类繁多, 因为具有不同的单体组成所以形成不同的塑料。
- ③ 不同塑料具有不同的性质。

- ④ 塑料可以以多种形态存在，例如玻璃态、高弹态、黏流态等。
- ⑤ 塑料可以模塑成型。
- ⑥ 塑料的成型方法多样，而且可以进行大批量生产，成本低。
- ⑦ 塑料用途广泛，产品呈现多样化。

## 1.2 塑料的组成

塑料的主要成分是各种各样的树脂，而树脂又是一种聚合物，但塑料和聚合物是不同的，单纯的聚合物性能往往不能满足加工成型和实际使用的要求，一般不单独使用，只有在加入添加剂后在工业中才有使用价值，因此，塑料是以合成树脂为主要成分，再加入其他各种各样的添加剂（也称助剂）制成的。合成树脂决定了塑料制品的基本性能。其作用是将各种助剂黏结成一个整体，添加剂是为改善塑料的成型工艺性能、改善制品的使用性能或降低成本而加入的一些物质。

塑料材料所使用的添加剂品种很多，如填充剂、增塑剂、着色剂、稳定剂、固化剂、抗氧化剂等。在塑料中，树脂虽然起决定性的作用，但添加剂也起着不能忽略的作用。

### 1.2.1 树脂

树脂是在受热时软化，在外力作用下有流动倾向的聚合物。它是塑料中最重要的成分，在塑料中起黏结作用的成分（也称黏料），决定了塑料的类型和基本性能（如热性能、物理性能、化学性能、力学性能及电性能等）。

### 1.2.2 添加剂

(1) 填充剂 填充剂又称填料，是塑料中重要的但并非每种塑料必不可少的成分。填充剂与塑料中的其他成分机械混合，与树脂牢固胶黏在一起，但它们之间不起化学反应。

在塑料中填充剂不仅可减少树脂用量，降低塑料成本，而且能改善塑料某些性能，扩大塑料的使用范围。例如，在酚醛树脂中加入木粉后，既克服了它的脆性，又降低了成本；聚乙烯、聚氯乙烯等树脂中加入钙质填充剂，便成为价格低廉的、刚性强、耐热性好的钙塑料；用玻璃纤维作为塑料的填充剂，大幅度提高塑料的力学性能；有的填充剂还可以使塑料具有树脂所没有的性能，如导电性、导磁性、导热性等。

填充剂有无机填充剂和有机填充剂。常用的填充剂的形态有粉状、纤维状和片状三种。粉状填充剂有木粉、纸浆、大理石、滑石粉、云母粉、石棉粉、石墨等；纤维状填充剂有棉花、亚麻、玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维、硼纤维和金属须等；片状填充剂有纸张、棉布、麻布和玻璃布等。填充剂的用量通常为塑料组成的40%以下。

填充剂形态为球状、正方体状的通常可提高成型加工性能，但机械强度差，而鳞片状的则相反。粒子越细时对塑料制品的刚性、抗冲击性、拉伸强度、稳定性和外观等改进作用越大。

(2) 增塑剂 加入能与树脂相容的、低挥发性的高沸点有机化合物，能够增加塑料的可塑性和柔软性，改善其成型性能，降低刚性和脆性的添加剂，其作用是降低聚合物分子间的作用力，使树脂高分子容易产生相对滑移，从而使塑料在较低的温度下具有良好的可塑性和柔软性。例如，聚氯乙烯树脂中加入邻苯二甲酸二丁酯，可变为像橡胶一样的软塑料。

但加入增塑剂在改善塑料成型加工性能的同时，有时也会降低树脂的某些性能，如塑料的稳定性、介电性能和机械强度等。因此，在塑料中应尽可能地减少增塑剂的含量，大多数

塑料一般不添加增塑剂。

对增塑剂的要求如下。

- ① 与树脂有良好的相容性。
- ② 挥发性小，不易从塑件中析出。
- ③ 无毒、无色、无臭味。
- ④ 对光和热比较稳定。
- ⑤ 不吸湿。

常用的增塑剂有邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、樟脑等。

(3) 着色剂 大多数合成树脂的本色是白色半透明或无色透明。为使塑件获得各种所需色彩，在工业生产中常常加入着色剂来改变合成树脂的本色，从而得到颜色鲜艳漂亮的塑件。有些着色剂还能提高塑料的光稳定性、热稳定性。如本色聚甲醛塑料用炭黑着色后能在一定程度上有助于防止光老化。

着色剂主要分为颜料和染料两种。颜料是不能溶于普通溶剂的着色剂，故要获得理想的着色性能，需要用机械方法将颜料均匀分散于塑料中。颜料按化学结构可分为有机颜料和无机颜料。无机颜料的热稳定性、光稳定性优良，价格低，但着色力相对较差，相对密度大，如钠猩红、黄光硫靛红棕、颜料蓝、炭黑等；有机颜料着色力高，色泽鲜艳，色谱齐全，相对密度小，缺点为耐热性、耐候性和遮盖力方面不如无机颜料，如铬黄、绛红镉、氧化铬、铅粉末等。染料是可溶于大多数溶剂的有机化合物，优点为密度小，着色力高，透明度好，但其一般分子结构小，着色时易发生迁移，如士林蓝。

对着色剂的一般要求是：着色力强；与树脂有很好的相容性；不与塑料中其他成分起化学反应；性质稳定，在成型过程中不因温度、压力变化而降解变色，而且在塑件的长期使用过程中能够保持稳定。

(4) 稳定剂 树脂在加工和使用过程中产生老化（降解），所谓降解是指聚合物在热、力、氧、水、光、射线等作用下，大分子断链或化学结构发生有害变化的反应。为防止塑料在热、光、氧和霉菌等外界因素的作用下产生降解和交联，在聚合物中添加的能够稳定其化学性质的添加剂称为稳定剂。

根据稳定剂所发挥作用的不同，可分为热稳定剂、光稳定剂和抗氧化剂等。

① 热稳定剂 其主要作用是抑制塑料成型过程中可能发生的热降解反应，保证塑料制件顺利成型并得到良好的质量。如有机锡化合物，它们常用于聚氯乙烯，无毒，但价格高。

② 光稳定剂 为防止塑料在太阳光、灯光和高能射线辐照下出现降解和性能降低而添加的物质称为光稳定剂。其种类有紫外线吸收剂、光屏蔽剂等，如苯甲酸酯类及炭黑等。

③ 抗氧化剂 其是指防止塑料在高温下氧化降解的添加物，如酚类及胺类有机物等。

在大多数塑料中都要添加稳定剂，稳定剂的含量一般为塑料的 0.3%~0.5%。对稳定剂的要求是：与树脂有很好的相容性；对聚合物的稳定效果好；能耐水、耐油、耐化学药品腐蚀，并在成型过程中不降解、挥发小、无色。

(5) 固化剂 固化剂又称硬化剂、交联剂，用于成型热固性塑料。线型高分子结构的合成树脂需发生交联反应转变成体型高分子结构，固化剂添加的目的是促进交联反应。例如在环氧树脂中加入乙二胺、三乙醇胺等。

此外，在塑料中还可加入一些其他添加剂，如发泡剂、阻燃剂、防静电剂、导电剂和导磁剂等。阻燃剂可降低塑料的燃烧性；发泡剂可将树脂制成泡沫塑料；防静电剂可使塑件具有适量的导电性能以消除带静电的现象。在实际工作中，塑料要不要加添加剂，加何种添加剂，应根据塑料的品种和塑件的使用要求来确定。

## 1.3 成型用塑料及其配制

在塑料制品生产中，只有极少数聚合物可单独使用，一般都必须与其他添加剂混合配料后才能进行成型加工。塑料的供给状态是多种多样的，按照成型加工方法可分为纤维状料、层状料、模塑料和加工料；按塑料的形态可分为粉料、粒料、溶液、分散体、纤维状料和层状料。

工业上用于成型的塑料在生产中常用的是粉料和粒料，溶液和分散体只用于流延法生产薄膜、某些铸塑产品和涂层类制品。

粉料、粒料的组成是相同的，但在混合、塑化和细分的程度上不同。配制主要分为两个阶段，即粉料的配制过程和粉料的塑化过程。粉料的配制过程包括原料的准备和原料的混合两步。原料的准备主要有原料的预处理、称量和输送。原料的混合只是一种简单混合，将称量好的原料依据聚合物、稳定剂、色料、填料、润滑剂等顺序加入混合设备中混合而成，故粉料的制备工艺流程可表示如下：

树脂+助剂→预处理→称量→输送→初混合→粉料

粒料的制备是利用制备好的粉料，经过进一步塑化和造粒而成，其工艺流程如下：

粉料→塑化（或塑炼）粒化→粒料

塑化或塑炼是借助机械剪切力和摩擦生热使聚合物熔化，剪切混合而驱除挥发物，并破碎其中的凝胶粒子，使混合更均匀。塑炼后再经粉碎或切碎制成粒料以备成型。粒料更有利于成型出性能一致的制品。

溶液的主要组分是树脂与溶剂，以及适量的增塑剂、稳定剂、色料和稀释剂等。在塑料成型中所用溶液，有的是在树脂合成时特意制成，有的则是在使用时，通过配制设备用一定的方法配制而成。由于溶剂在塑件生产过程中已经挥发掉，所以用溶液为原料制成的塑件中并不含溶剂。

分散体是指树脂与非水液体形成的悬浮体，通称为溶胶塑料或“糊”塑料，非水液体也称分散剂，它包括增塑剂（如邻苯二甲酸酯类等）和挥发性溶剂（如甲基异丁基甲酮等）两大类。除了树脂和非水液体之外，溶胶塑料还可根据使用目的不同而加入各种添加剂，如稀释剂、稳定剂、填充剂、凝胶剂、着色剂等。加入的组分和比例不同，溶胶塑料的性质就会出现差异。将树脂、分散剂和其他添加剂一起加入球磨机或其他混合机械中混合即可制得溶胶塑料。

纤维状料是指在树脂中加入纤维状填料，使之成为具有很高冲击强度的塑料，如石棉纤维酚醛塑料、玻璃纤维酚醛塑料、有机硅石棉压塑料等。

层状料是指将各种片状填料浸渍树脂溶液（如酚醛树脂）制成的塑料，根据填料不同又可分为纸层酚醛塑料、布层酚醛塑料、石棉布层酚醛塑料和玻璃布层酚醛塑料（玻璃钢）等。不同性能和形态的塑料适用于不同的加工方法，表 1-1 为成型塑料的形态和适用的加工方法。

表 1-1 成型塑料的形态和适用的加工方法

序号	塑料的形态	适用的加工方法
1	粉料：如电玉粉、电木粉、聚氯乙烯、聚四氟乙烯等	压缩成型、压注成型、注射成型、挤出成型、吹塑成型、压延成型等
2	粒料：氨基压塑料、氨基注射料、聚苯乙烯、聚甲醛、聚丙烯、尼龙等	压缩成型、压注成型、注射成型、挤出成型、吹塑成型等
3	纤维状料：酚醛玻璃纤维压塑料、氨基玻璃纤维压塑料、有机硅石棉压塑料等	压缩成型、压注成型、注射成型等



序号	塑料的形态	适用的加工方法
4	层状料:浸渍纸、浸渍棉布、浸渍石棉布、浸渍玻璃布等	压缩成型、层压成型、卷绕成型等
5	分散体(溶胶塑料):PVC等	压延成型(生产人造革、壁纸等)、搪塑、滚塑(生产玩具等)、喷涂(金属表面的塑料层)等
6	树脂溶液:环氧树脂、有机硅树脂、酚醛树脂、有机玻璃、不饱和聚酯等	浇注成型、流延成型(生产薄膜)、低压成型等

## 1.4 塑料的分类

塑料的品种很多,目前世界上已制造出上万种可加工的塑料原料(包括改性塑料),常用的有300多种。塑料分类的方式也很多,常用的分类方法有以下几种。

### 1.4.1 根据塑料中树脂的分子结构和受热后表现的性能分类

根据塑料中树脂的分子结构和受热后表现的性能,可分成两大类:热塑性塑料和热固性塑料。

(1) 热塑性塑料 这种热塑性塑料中树脂的分子结构呈线型或支链型结构,常称为线型聚合物。它在加热时可塑制成一定形状的塑件,冷却后保持已定型的形状。如再次加热,又可软化熔融,可再次制成一定形状的塑件,可反复多次进行,具有可逆性。在上述成型过程中一般无化学变化,只有物理变化。由于热塑性塑料具有上述可逆的特性,因此在塑料加工中产生的边角料及废品可以回收粉碎成颗粒后掺入原料中利用。

热塑性塑料又可分为结晶型塑料和无定形塑料两种。结晶型塑料分子链排列整齐、稳定、紧密,而无定形塑料分子链排列则杂乱无章。因而结晶型塑料一般都较耐热、不透明和具有较高的机械强度,而无定形塑料则与此相反。常用的聚乙烯、聚丙烯和聚酰胺(尼龙)等属于结晶型塑料;常用的聚苯乙烯、聚氯乙烯和ABS等属于无定形塑料。

从外观特征来看,一般结晶型塑料是不透明或半透明的,无定形塑料是透明的。但也有例外,如聚4-甲基-1-戊烯为结晶型塑料,却有高透明性;而ABS为无定形塑料,却是不透明的。

(2) 热固性塑料 热固性塑料在受热之初也具有链状或树枝状结构,同样具有可塑性和可溶性,可塑制成一定形状的塑件。当继续加热时,这些链状或树枝状分子主链间形成化学键结合,逐渐变成网状结构(称为交联反应)。当温度升高到达一定值后,交联反应进一步进行,分子最终变为体型结构,成为既不熔化又不溶解的物质(称为固化)。当再次加热时,由于分子的链与链之间产生了化学反应,塑件形状固定下来不再变化。塑料不再具有可塑性,直到在很高的温度下被烧焦炭化,其具有不可逆性。在成型过程中,既有物理变化,又有化学变化。由于热固性塑料具有上述特性,故加工中的边角料和废品不可回收再生利用。

显然,热固性塑料的耐热性比热塑性塑料好。常用的酚醛树脂、三聚氰胺-甲醛树脂、不饱和聚酯等均属于热固性塑料。

热塑性塑料常采用注射、挤出或吹塑等方法成型。热固性塑料常采用压缩成型,也可以采用注射成型。

由于塑料的主要成分是高分子聚合物,塑料常常用聚合物的名称来命名,因此,塑料的名称大都烦琐,说与写均不方便,所以常用国际通用的英文缩写字母来表示。热固性塑料和热塑性塑料的缩写和名称见附录1。