

21

21 世纪全国高校应用人才培养机械类规划教材

塑料成型工艺 与模具设计

王文平 池成忠 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高校应用人才培养机械类规划教材

塑料成型工艺与模具设计

王文平 池成忠 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是《21 世纪全国高校应用人才培养机械类规划教材》之一。本书在介绍了聚合物成型过程中的物理与化学变化及塑料的组成、分类及其性能等基础知识之后,系统简明地介绍了塑料的注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型及中空吹塑成型等工艺与模具的设计原理和设计方法。本书详细阐述了注塑模具的结构特点、工作原理和设计要点,以此为主线展开介绍各类塑料模具的设计。为了使读者更好地学习各类塑料成型工艺与模具设计技术,本书将塑料成型设备和塑料制件设计分别单列一章作了介绍。最后,介绍了 Pro/E 有关模块在模具设计中的应用。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、普通本科院校和成人高校等学校的模具设计与制造专业和高分子材料专业的教学用书,亦可供从事模具设计与制造的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/王文平,池成忠编著. —北京:北京大学出版社, 2005.7

(21 世纪全国高校应用人才培养机械类规划教材)

ISBN 7-301-09132-X

I. 塑… II. ①王… ②池… III. ①塑料成型—高等学校: 技术学校—教材②塑料模具—设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 069430 号

书 名: 塑料成型工艺与模具设计

著作责任者: 王文平 池成忠 编著

责任编辑: 黄庆生 吕冬明

标准书号: ISBN 7-301-09132-X/TH·0025

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765013

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印刷者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 342 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

前 言

本书是《21 世纪全国高校应用人才培养机械类规划教材》之一。“应用人才”的培养是高职、高专以及普通本科院校教育最鲜明的特色，因而本书可作为这些高校模具设计与制造专业及高分子材料专业的教材。本书主要内容包括塑料成型基础、塑料成型工艺及其模具设计。本书兼顾了理论基础和生产实践两个方面，内容全面丰富；配以大量图示，简洁明了，实用性强。

塑料作为现代四大工业基础材料之一，越来越广泛地应用在各行各业。在塑料原材料转变为塑料制品的成型过程中，塑料原材料的选用、成型设备的选择、成型工艺的制定和成型模具的设计与制造等是塑料制品生产的四大环节，而主要的环节集中在成型工艺的正确制订和塑料模具的合理设计这两个方面，编者就这两方面用简明、通俗的语言做了较为详尽的阐述。全书共分 12 章，根据应用型人才培养的特点，本书在第 1 章介绍了有关高分子聚合物的基础知识，以弥补学生在成型原材料方面知识的不足；第 2 章详细论述了塑料成型基础理论，包括注塑成型、压塑成型、压注成型、挤塑成型、吹塑成型等各类成型原理和工艺；最后阐述了上述各类成型工艺所对应的成型模具的设计原理和方法，并在第 12 章中简要介绍了模具 CAD/CAE/CAM 技术。在编写过程中，力求做到理论联系实际和反映国内外先进水平。

本书由王文平，池成忠担任主编，中北大学分校赵跃文副教授也参加了部分章节的编写；在资料的收集过程中，太原理工大学硕士研究生王泽、闫花敏等同志给予了很大的帮助，在此表示感谢。

本书作为一种教材，广泛吸取了国内众多专家学者的研究成果，编写的主要参考书目附后，未及一一注明，在此谨表谢意，并请谅解。由于成书时间仓促，同时限于水平，本书存在着种种不足和缺点，恳切希望得到大家的批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第1章 塑料.....	1
1.1 聚合物的分子结构和物理状态.....	1
1.1.1 分子结构.....	1
1.1.2 聚合物的物理状态.....	2
1.2 聚合物在成型过程中的物理化学变化.....	3
1.2.1 聚合物的结晶.....	3
1.2.2 聚合物的取向作用.....	3
1.2.3 聚合物的交联.....	4
1.2.4 聚合物的降解.....	4
1.3 塑料的组成及分类.....	4
1.3.1 塑料的组成.....	4
1.3.2 塑料的分类.....	5
1.4 塑料成型工艺性能.....	6
1.4.1 流动性.....	6
1.4.2 收缩性.....	7
1.4.3 吸湿性.....	8
1.4.4 热敏性.....	8
1.4.5 比容和压缩率.....	9
1.4.6 毒性、刺激性和腐蚀性.....	9
1.5 思考题.....	9
第2章 塑料成型工艺.....	10
2.1 注塑成型.....	10
2.1.1 注塑成型工艺过程.....	10
2.1.2 注塑成型工艺参数.....	12
2.1.3 注塑成型特点.....	15
2.2 压塑成型.....	15
2.2.1 压塑成型工艺过程.....	15
2.2.2 压塑成型工艺参数.....	17
2.2.3 压塑成型特点.....	18

2.3	压注成型	18
2.3.1	压注成型工艺过程	18
2.3.2	压注成型工艺参数	19
2.3.3	压注成型特点	20
2.4	挤塑成型	20
2.4.1	挤塑成型工艺过程	20
2.4.2	挤塑成型工艺参数	22
2.4.3	挤塑成型特点	24
2.5	思考题	24
第3章	塑料成型设备	25
3.1	塑料挤出机	25
3.1.1	结构与工作原理	25
3.1.2	型号与主要技术参数	28
3.2	注塑机	29
3.2.1	结构组成	29
3.2.2	工作过程	30
3.2.3	分类	32
3.2.4	零部件的结构	33
3.2.5	基本参数	37
3.2.6	型号规格	40
3.3	塑料模压设备	40
3.4	思考题	41
第4章	注塑模具结构及设计	42
4.1	注塑模具的结构	42
4.1.1	模具的结构组成	42
4.1.2	模具的分类	44
4.2	普通浇注系统	52
4.2.1	主流道和分流道设计	53
4.2.2	浇口的设计	57
4.2.3	浇注系统的平衡	62
4.2.4	冷料穴和拉料杆的设计	63
4.2.5	排气槽的设计	65
4.3	成型零件设计	65
4.3.1	分型面的设计	66
4.3.2	结构设计	69

4.3.3 工作尺寸的计算.....	75
4.3.4 型腔壁厚和支承板厚度的设计计算.....	82
4.4 合模导向机构设计.....	86
4.4.1 导柱导向机构.....	86
4.4.2 锥面定位机构.....	89
4.5 推出机构设计.....	89
4.5.1 推出机构的组成与分类.....	90
4.5.2 推出力的计算.....	91
4.5.3 简单推出机构.....	92
4.5.4 推出机构的导向与复位.....	97
4.5.5 其他推出机构.....	98
4.6 侧向分型与抽芯机构设计.....	108
4.6.1 组成与分类.....	108
4.6.2 抽拔距离和抽拔力的计算.....	109
4.6.3 斜导柱侧向分型与抽芯机构.....	110
4.6.4 斜滑块分型与抽芯机构.....	122
4.6.5 其他侧向分型与抽芯机构.....	126
4.7 温度调节系统设计.....	129
4.7.1 模具温度对塑件成形的影响.....	129
4.7.2 加热系统设计.....	130
4.7.3 冷却系统设计.....	132
4.8 热流道注塑模具设计.....	137
4.8.1 模具特点.....	137
4.8.2 模具对塑料的要求.....	137
4.8.3 模具浇注系统的类型及结构.....	138
4.9 思考题.....	142
第5章 注塑模具标准及模具总体设计.....	144
5.1 概述.....	144
5.1.1 模具标准化的意义.....	144
5.1.2 注塑模具标准模架的结构组成.....	144
5.2 注塑模具标准模架.....	145
5.2.1 国家标准.....	145
5.2.2 港台模架标准.....	148
5.2.3 Mold Base Library.....	148
5.2.4 注塑模具标准模架的选用.....	148

5.3	注塑模具标准零件	149
5.4	注塑模与注塑机的关系	149
5.4.1	型腔数量确定	149
5.4.2	额定注射压力校核	151
5.4.3	锁模力的校核	151
5.4.4	安装参数校核	151
5.4.5	开模行程校核	152
5.4.6	顶出装置校核	153
5.5	思考题	153
第6章	压塑模具设计	154
6.1	概述	154
6.1.1	压塑模具的结构组成	154
6.1.2	压塑模具分类	155
6.2	压塑模具设计要点	158
6.2.1	压塑模具成型零部件设计	158
6.2.2	开模和推出机构	163
6.2.3	压塑模具结构与压机的关系	166
6.3	思考题	170
第7章	压注模具设计	171
7.1	压注模具结构及分类	171
7.1.1	压注模具的结构	171
7.1.2	压注模具的分类	172
7.2	压注模具设计要点	175
7.2.1	加料腔设计	175
7.2.2	压柱(柱塞)设计	177
7.2.3	加料腔和压柱的配合	178
7.2.4	浇注系统和排气槽的设计	178
7.3	思考题	180
第8章	挤塑模具设计	181
8.1	挤塑成型模具的结构组成	181
8.2	典型挤塑机头	182
8.2.1	挤管机头	182
8.2.2	棒材挤出机头	184
8.2.3	挤板机头	185
8.2.4	电线电缆机头	185

8.2.5 吹膜机头.....	186
8.2.6 异形材机头.....	187
8.3 挤出机头设计要点.....	189
8.3.1 挤出机头设计原则.....	189
8.3.2 挤出机头设计要点.....	189
8.4 思考题.....	193
第9章 吹塑成型工艺与模具设计.....	194
9.1 吹塑成型工艺.....	194
9.1.1 挤出吹塑成型.....	194
9.1.2 注射吹塑成型.....	196
9.1.3 拉伸吹塑.....	198
9.1.4 多层吹塑.....	199
9.2 吹塑成型设备.....	199
9.2.1 挤出机.....	200
9.2.2 注塑机.....	200
9.2.3 机头.....	200
9.2.4 注塑型坯模具.....	201
9.2.5 吹胀装置.....	201
9.2.6 辅助装置.....	205
9.3 吹塑制品设计.....	205
9.4 思考题.....	208
第10章 塑件的设计.....	209
10.1 塑件结构设计.....	209
10.1.1 形状设计.....	209
10.1.2 斜度设计.....	210
10.1.3 壁厚设计.....	211
10.1.4 加强筋及其他防变形的结构设计.....	212
10.1.5 圆角设计.....	213
10.1.6 孔设计.....	214
10.1.7 塑料齿轮设计.....	215
10.1.8 文字、符号及标记.....	216
10.1.9 合页设计.....	216
10.2 塑件螺纹设计.....	216
10.2.1 螺纹的成型方法.....	216
10.2.2 模塑螺纹的设计.....	217

10.2.3 自攻螺纹.....	218
10.3 嵌件的设计.....	218
10.4 塑件的精度及表面质量.....	220
10.4.1 塑件的精度.....	220
10.4.2 表面粗糙度.....	220
10.5 思考题.....	222
第 11 章 塑料模具设计步骤及实例分析.....	223
11.1 塑料模具设计步骤.....	223
11.1.1 接受任务书.....	223
11.1.2 收集、分析、消化原始资料.....	223
11.1.3 塑件成型工艺规程的制定.....	224
11.1.4 模具结构设计.....	225
11.1.5 模具结构草图的绘制.....	225
11.1.6 塑料成型设备参数的校核.....	226
11.1.7 绘制模具总装图和零件图.....	226
11.2 模具设计实例分析.....	227
11.2.1 塑件分析.....	227
11.2.2 计算塑件的体积和质量.....	228
11.2.3 塑件注塑成型工艺参数.....	229
11.2.4 注塑模的结构设计.....	229
11.2.5 模具设计的有关计算.....	230
11.2.6 模具闭合高度的确定.....	230
11.2.7 注塑机有关参数的校核.....	230
11.2.8 模具总装图和零件图绘制.....	231
11.3 思考题.....	232
第 12 章 Pro/E 在注塑模具设计中的应用.....	233
12.1 注塑模 CAD/CAE/CAM 技术.....	233
12.1.1 传统的注塑模设计方法.....	233
12.1.2 注塑模 CAD/CAE/CAM 技术.....	234
12.1.3 注塑模 CAD/CAE/CAM 常用软件简介.....	235
12.2 Pro/E 在注塑模具设计中的应用.....	236
12.2.1 Pro/E 模具设计专业术语.....	236
12.2.2 Pro/E 注塑模具设计基本流程.....	237
12.3 模具布局和模具专家系统简介.....	240
12.3.1 模具布局 (Mold Layout).....	240

12.3.2 模具专家系统 EMX.....	240
12.4 塑料顾问简介.....	241
12.5 思考题.....	241
主要参考文献.....	243

第 1 章 塑 料

塑料制品具有质量轻、比强度高、耐腐蚀、化学稳定性好；有优良的电绝缘性能、光学性能、减摩、耐磨性能和消声减震性能；又具有良好的可塑性易于成形并且成本低等优点，在工业和日常生活中得到广泛的应用，成为现代世界上不可缺少的材料。

作为塑料模具设计人员，了解塑料的基本知识对合理设计塑料制件和塑料模具结构是十分必要的。

1.1 聚合物的分子结构和物理状态

1.1.1 分子结构

塑料是以树脂为主要成分的高分子有机化合物，也称为高分子聚合物，简称高聚物。所谓高分子是原子数很多、相对分子质量几万至上千万、分子很长的巨型分子。树脂有天然树脂和合成树脂之分，天然树脂无论数量上还是质量上都不能满足实际需求，因而在实际生产中所用的树脂都是合成树脂。合成树脂是人们按照天然树脂的分子结构和特性，用人工方法合成制造的。有些合成树脂可以直接作为塑料使用，如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙等，但有些合成树脂必须要在其中加入一些助剂，才能作为塑料使用，如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等。

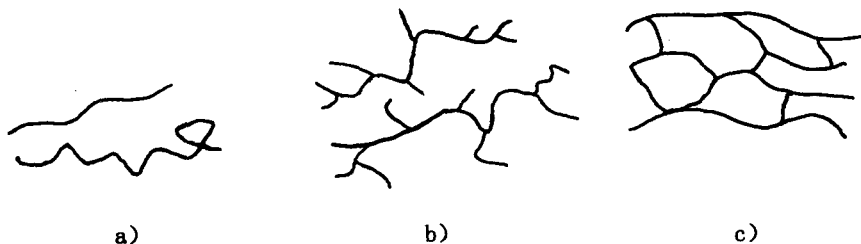


图 1.1 聚合物分子结构示意图

高聚物的分子是由无数个单体单元构成，这些单体单元称为链节，这些链节相互连接构成很长的链状分子。如果聚合物的分子链呈不规则的线状（或团状），聚合物是一根根的

分子链组成的, 则称为**线型聚合物** (如图 1.1a 所示); 还有一些大分子链上带有一些或长或短的小支链, 整个分子链呈枝状, 称为**带有支链的线型聚合物** (如图 1.1b); 如果在大分子链之间还有一些短链把它们相互交联起来, 成为**立体网状结构**, 则称为**体型聚合物** (如图 1.1c 所示)。高分子聚合物分子结构不同, 其性能也不同。塑料的许多优异性能都与聚合物的分子结构密切相关。

如果聚合物分子链之间无化学键产生, 加热时软化流动, 冷却时变硬, 而且这种过程是可逆的, 可以反复成型, 习惯上称这种塑料为**热塑性塑料**。热塑性塑料中树脂分子链都是线型或带支链的结构, 成型前后都具有弹性和塑性, 在适当的溶剂中可溶胀或溶解。有些聚合物第一次加热时可以软化流动, 加热到一定温度, 产生交联反应固化而变硬, 这种变化是不可逆的, 此后, 再次加热时已不能再变软流动了, 这种聚合物材料称为**热固性塑料**。热固性塑料的树脂固化前是线型或带支链的, 固化后分子链之间形成化学键, 成为立体的网状结构, 不仅不能再熔融, 在溶剂中也不能溶解。

聚合物由于分子特别大且分子间力也较大, 容易聚集为液态或固态, 而不形成气态。固体聚合物的结构按照分子排列的几何特点可分为**结晶型**和**无定型**两种。结晶只发生在热塑性塑料中。体型聚合物由于分子链间存在大量交联, 分子链难以作有序排列, 所以都具有无定型结构。

1.1.2 聚合物的物理状态

聚合物在不同条件下表现出的分子热运动特征称为**聚合物的物理状态**。聚合物的物理状态和温度密切相关, 温度变化时, 聚合物的受力行为发生变化, 呈现出不同的物理状态。

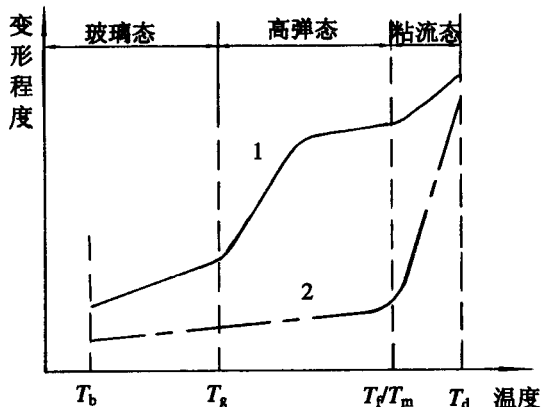


图 1.2 聚合物形变与温度的关系

热塑性塑料的物理状态和温度之间的关系如图 1.2 所示, 其中 1 为线型无定型聚合物, 2 为线型结晶型聚合物。

线型无定型聚合物明显存在三种物理状态: 玻璃态、粘流态和高弹态。玻璃化温度 T_g 是聚合物从玻璃态转变为高弹态 (或高弹态转变为玻璃态) 的临界温度, 也是塑件的最高使用温度, 当聚合物处于玻璃态时, 强度、刚度等力学性能较好, 可作为结构材料使用, 但使用温度不能太低, 当温度低于脆化温度 T_b 时, 物理性能将发生变化, 在很小的外力作用下就会发生断裂, 使塑料失去使

用价值。因此脆化温度是塑料使用的下限温度。 T_f 称为粘流温度,是聚合物从高弹态转变为粘流态(或粘流态转变为高弹态)的临界温度。在玻璃化温度和粘流温度之间即为高弹态,聚合物处于高弹态时,在外力作用下会产生很大的弹性形变(可达100%~1000%),此时的高聚物具有橡胶的特性。当温度高于粘流态温度,高聚物呈液体熔体,在外力作用下会产生变形量很大的粘性流动,塑料的成型加工就是在此温度范围内进行的。当温度高于热分解温度(T_d)时,塑料会降解或气化解,因此热分解温度是塑料的最高成型温度。

线性结晶型聚合物与无定型聚合物相似,不同的是与 T_f 对应的温度叫做熔点或结晶温度 T_m ,是其熔融或凝固的临界温度。另外它通常不存在高弹态,使用温度范围可扩大到结晶温度。

热固性塑料一般随温度发生的力学状态变化很小,通常不存在粘流态甚至高弹态,即遇热不熔,高温则分解。

1.2 聚合物在成型过程中的物理化学变化

1.2.1 聚合物的结晶

聚合物由非晶态转变为晶态的过程就是结晶过程,此过程是物理变化,同金属的结晶类似都有晶核形成和长大的过程。聚合物在成型时能否形成晶形结构与它的分子结构和成型时的冷却速率有很大关系。一般来说只有那些具有高度规整结构的线型或带轻微支链结构的热塑性树脂才能够结晶,热固性树脂由于具有三维网状结构根本不可能结晶。具有结晶倾向的聚合物,在成型时冷却速率快(例如当模温较低时),所得到的制品结晶度低、晶粒小,制品硬度低、韧性好,收缩率也较小;冷却速率慢时(当模温较高时)则正好相反。

1.2.2 聚合物的取向作用

聚合物中存在的细而长的纤维状填料(如木粉、短玻璃纤维等)和聚合物分子,在充填型腔的流动过程中,很大程度上都会顺着流动的方向作平行的排列,这种排列称为取向作用。如果这些取向单元继续存在于塑件中,则塑件就会出现各向异性。在塑料制品生产过程中,常常利用取向来改善制品某个方向的力学性能,如制造取向薄膜与单丝等,使塑件沿拉伸方向的抗拉强度与光泽度等都有所提高。取向也会对制品带来不利影响,会使制品在工作过程中由于解取向的进行而改变尺寸,产生变形甚至产生裂纹等。针对这种情况,在制品成型后,应预先进行必要的处理,创造出使已取向分子解取向的必要条件,避免“冻结”在制品中的分子链取向在制品工作中带来上述弊病。

1.2.3 聚合物的交联

聚合物在加工过程中,分子由线型或带有支链的线型结构形成体型结构的化学反应称为交联反应。在成型工业中,交联一词常常用硬化、熟化等词代替。所谓“硬化的好”或“硬化的完全”是指交联作用发展到一种最为适宜的程度,制品的物理、力学性能等达到最佳的境界。一般硬化程度大于100%的为过熟,反之则为欠熟。过度硬化或过熟的塑件,在性能上会出现很多的缺陷,例如机械强度不高、发脆、变色、表面出现密集的小泡等等。硬化不足时,分子结合的不够强,对塑件的性能也带来影响,例如机械强度、耐热性、耐化学腐蚀性、电绝缘性等的下降,有时还可能使塑件产生裂纹。必须指出,过熟和欠熟的现象有时会发生同一塑件上。出现的主要原因可能是成型温度过高、上下模的温度不同、塑件过大或过厚等。

1.2.4 聚合物的降解

聚合物在热、力、氧、水、光、超声波和核辐射等作用下往往会发生降解的化学过程,从而使其性能劣化。所谓降解通常是指聚合物的相对分子质量降低的现象,有时也称裂解。对成型来说,在正常操作的情况下,热降解是主要的。在加工过程中大多数情况下都应设法减少和避免聚合物降解,如严格控制原材料的技术指标,使用合格的原材料;使用前对聚合物严格干燥;确定合理的加工工艺和加工条件,使聚合物在不易产生降解的条件下加工成型;使用附加剂等。

1.3 塑料的组成及分类

1.3.1 塑料的组成

塑料的成分是相当复杂的,几乎所有的塑料都是以各种各样的树脂为基础再加入其他助剂而构成的。树脂和助剂按不同比例配制,就可以获得不同性能的塑料。

(1) 树脂 树脂在塑料中的比例一般为40%~65%,主要作用是联系或粘合塑料中的其他一切成分,并决定塑料的类型和主要性能(如热塑性或热固性、机械、物理、电、化学性能等)。

(2) 填充剂 填充剂又称填料,主要作用是增量和改性。如用玻璃纤维作为塑料的填充剂,能使塑料的机械强度大幅度提高,另外有的填充剂能使塑料具有导电性、导磁性、导热性等特性。因而正确地选择填充剂,可以改善塑料的性能和扩大它的使用范围。

(3) 增塑剂 有些树脂的可塑性很低,柔韧性也很差,为了改善其成型加工性能,改

进塑料的柔韧性、弹性以及其他各种必要的性能,通常加入能与树脂相溶的不易挥发的高沸点的有机化合物,这类物质称为增塑剂。增塑剂常是一种液态或低熔点的固体酯类化合物。

(4) 着色剂 着色剂又称色料,主要是起美观和装饰作用,有的着色剂还具有防止光老化,提高塑料的稳定性等作用。常用的着色剂有有机颜料、无机颜料和染料等。

(5) 稳定剂 凡能阻缓塑料变质的物质称为稳定剂,分光稳定剂、热稳定剂、抗氧剂等。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅的化合物及环氧化合物等。

(6) 润滑剂 润滑剂是为改善塑料熔体的流动性,减少或避免对设备或模具的摩擦和粘附,以及改进塑件的表面粗糙度等而加入的添加剂。常用的润滑剂有硬脂酸及其盐类。

塑料的添加剂除以上几种外,还有固化剂、发泡剂、阻燃剂、防静电剂等。并非每一种塑料都要加入全部添加剂,而是根据塑料品种和使用要求加入所需的某些添加剂。

1.3.2 塑料的分类

塑料的种类很多,大约有 300 多种,常用的塑料也有几十种,而且每一种塑料又有多种牌号,为了便于识别和使用,常对塑料做如下分类。

1. 按塑料受热时的行为分类

(1) 热塑性塑料 这类塑料加热时变软以至流动,冷却时却固化定型,这种过程是可逆的,可以反复进行。简单地说,热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。常见的热塑性塑料如聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚氯乙烯(PVC)、ABS 塑料、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA, 又称有机玻璃)、聚酰胺(PA, 俗称尼龙)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSU)、聚四氟乙烯(PTFE)、氯化聚醚(CPT)等。

(2) 热固性塑料 这类塑料第一次加热时可以软化流动,加热到一定温度,产生化学交联反应固化而变硬,这种变化是不可逆的,此后,再次加热时,已不能再变软流动了。简而言之,热固性塑料是由加热硬化的合成树脂制得的塑料。常见的热固性塑料有:酚醛塑料(PF)、氨基塑料(MF)、环氧塑料(EP)等。

2. 按塑料的性能和应用范围分类

(1) 通用塑料 通用塑料是指生产量大、货源广、价格低,适于大量应用的塑料。聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料合称六大通用塑料。它们的产量占塑料总产量的 75%以上,构成了塑料工业的主体。

(2) 工程塑料 工程塑料是指那些具有突出力学性能、耐热性,或优异耐化学试剂、耐溶剂性,或在变化的环境条件下可保持良好绝缘介电性能的塑料,它在工程技术中常用作结构材料,如代替一些金属材料用于制造结构零部件和传动结构零部件。工程塑料与通

用塑料相比生产批量小,价格也较昂贵,用途范围相对狭窄,一般都是按某些特殊用途生产一定批量的材料。常用的工程塑料主要包括聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSU)、ABS、聚四氟乙烯(PTFE)等。

(3) **特种塑料** 具有某种特殊性能,适于某种特殊用途的塑料,例如用于导电、导磁、感光、防辐射、专用于摩擦磨损用途等塑料。如氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂等。这类塑料产量小、价格高,但性能优异。

1.4 塑料成型工艺性能

塑料的成型工艺性能表现在很多方面,有些性能直接影响成型方法和工艺参数的选择,有的只与操作有关。下面对塑料的各种成型性能进行简要讨论。

1.4.1 流动性

所有塑料都是在熔融塑化状态下成型加工的,塑料在成型条件下充满模腔的能力称为**塑料的流动性**。流动性好的塑料容易充满复杂的模腔,获得精确的形状。

热塑性塑料的流动性常用熔体流动速率指数,简称**熔融指数**来表示。**熔融指数**是指塑料在规定温度下熔融,并在规定压力下从一个规定直径($\phi 2.09\text{ mm}$)和长度的仪器(如图 1.3)口模中 10 min 内挤出的塑料质量数。熔融指数的单位为 $\text{g}/10\text{ min}$,通常以 MI 代表。熔融指数数值愈大,材料流动性愈好。

热固性塑料的流动性表示与热塑性塑料不同,它用**拉西格流动性**表示。**拉西格流动性**是将一定重量的欲测塑料预压成的圆锭,在规定温度和压力下,在规定时间内从规定口径和长度的流动仪(称拉西格流动仪,如图 1.4)中所挤出的长度(毫米数)表示,这一数值愈大,材料流动性愈好。

影响流动性的因素主要有以下三点:

(1) **塑料品种** 不同品种的塑料,其流动性各不相同。

热塑性塑料根据流动性可分为三类:流动性好的如尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、醋酸纤维素等;流动性中等的如改性聚苯乙烯、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲醛、氯化聚醚等;流动性差的如聚碳酸酯、硬聚氯乙烯、聚苯醚、聚砜、氟塑料等。

对于热固性塑料即使是同一种塑料,由于交联反应的分子量不同,填料的性质与多少不同,增塑剂和润滑剂的多少不同,拉西格流动性也不同,同一品种塑料的流动性可分为三个不同的等级。

① 拉西格流动值为 100~130 mm,用于压制无嵌件、形状简单的一般厚度塑件。