

模具手册之二

塑料模设计手册

(第3版)

《塑料模设计手册》编写组 编著



模具手册之二

塑料模设计手册

第 3 版

《塑料模设计手册》编写组 编著



机械工业出版社

为了总结和推广我国在模具设计和制造方面的先进经验和技術，更好的为科研生产服务，特组织有关专家学者对这套《模具手册》进行修订。修订后的《模具手册》仍按下述六个专题手册分别出版：粉末冶金模具设计手册、塑料模设计手册、压铸模设计手册、冷冲模设计手册、锻模设计手册、模具制造手册。

本手册第3版仍以第2版为基础，增补了大量的国内外的先进经验、先进技术和数据，从而由第2版的共十章增加为十一章，并删去了部分已经陈旧的内容，使其更加先进和实用。在编写结构方面以图表为主，使之更加直观、明确。其内容为：塑料成形性能、塑件设计的工艺要求、压缩模具设计、压注模具设计、注射模具设计、成形工艺及模具验证、挤出模具、发泡成形模具、中空成形模具、真空吸塑模具、塑料模具用钢、计算机应用技术及附录等。

本手册主要供从事塑料模具设计工作的技术人员使用，也可供其他有关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模设计手册/《塑料模设计手册》编写组编著. —3版. —北京：机械工业出版社，2002.8 (2006.3)

(模具手册之二)

ISBN 7-111-04083-X

I. 塑… II. 塑… III. 塑料模-设计-技术手册 IV. TQ320.66-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第022958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：韩晶

封面设计：姚毅 责任印制：杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2006年3月第3版·第4次印刷

1000mm×1400mmB5·13印张·3插页·708千字

183441—186440册

定价：48.00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

编辑热线：(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

塑料模设计手册为《模具手册》之二。自 1982 年出版之后，进行了第一次修订，于 1994 年出版了第 2 版，至今已有 8 年。期间我国的塑料成形工业和模具工业又有了新的发展，为此又作了第 2 次修订，出版了本册第 3 版。

第 3 版的修订，以第 2 版为基础，删除和补充了一些内容。特别是为了适应当前实际，增加了塑料模计算机应用技术的新内容。

第 3 版修订工作由王家庆、曹阳根、李德群、马家禄担任。其中塑料模计算机应用技术一章由上海工程技术大学曹阳根副教授和华中科技大学李德群教授编写。

手册中难免还存在错误和不足之处，谨请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 塑料成形性能 1

第一节 热固性塑料 1

一、工艺特性 1

二、成形特性 8

第二节 热塑性塑料 10

一、工艺特性 10

二、成形特性 19

第三节 增强塑料 19

一、热固性增强塑料 19

二、热塑性增强塑料 25

第二章 塑件设计的工艺要求 28

第一节 塑件几何形状 28

一、脱模斜度 28

二、塑件的壁厚 29

三、加强筋 31

四、支承面 32

五、圆角 33

六、孔 33

七、文字、符号及花纹 35

八、铰链的设计 37

九、旋转阻滑纹 38

十、其他注意事项 38

第二节 螺纹与齿轮 39

一、螺纹 39

二、齿轮 39

第三节 塑件中有金属嵌件时的设计

要点 41

一、金属嵌件的种类 41

二、设计注意事项 42

第四节 塑件的尺寸精度 43

一、影响塑件尺寸精度的因素 43

二、塑件尺寸公差 44

第三章 压缩模具设计 47

第一节 压缩模概述 47

一、压缩模分类 47

二、压缩模的结构特征 48

第二节 压缩模结构选定 50

一、塑料性能与模具结构的关系 50

二、塑件形状与模具结构的关系 50

三、压机与模具结构的关系 53

第三节 成形零件结构设计 58

一、结构与加工工艺的关系 58

二、设计要点及计算 58

三、凸模结构设计 70

四、凹模结构设计 73

五、组合（拼合）凸、凹模的基本方式 77

六、孔的成形方法及型芯结构设计 79

七、螺纹成形 82

八、嵌件杆 83

第四节 结构件设计 86

一、导向机构 86

二、开模及脱模机构 92

三、抽芯机构 101

第五节 结构实例 103

第四章 压注模具设计 109

第一节 概述 109

一、压注模的优缺点 109

二、压注模分类 109

第二节 主要结构设计 110

一、加料室 110

二、柱塞 112

三、加料室与柱塞的配合 113

四、浇注系统的设计 114

五、溢料槽和排气槽	121	二、热塑性塑料的成形	257
第三节 结构实例	121	第三节 成形设备调整及装模	259
第五章 注射模具设计	127	一、成形设备调整	259
第一节 注射成形模具基本结构	127	二、模具安装	263
一、注射成形基本过程	127	第四节 次废品分析	264
二、注射模具的标准化	127	一、热固性塑料成形的次废品原因分析	264
三、注射模的基本结构	128	二、热塑性塑料注射成形的次废品原因分析	268
第二节 模具结构设计	129	第五节 试模后模具验收	273
一、强度设计	129	第七章 挤出模具	274
二、模具结构零件设计	139	第一节 概述	274
三、型腔的设计	167	第二节 机头的设计	274
第三节 浇注系统	186	一、机头的分类	274
一、确定浇注系统的原则	186	二、机头的设计原则	274
二、浇注系统的设计	187	三、机头的典型结构	275
三、热流道	201	第三节 各类机头的设计	278
第四节 冷却系统	208	一、管材机头	278
一、模具的热交换	208	二、板材、片材挤出机头	286
二、冷却系统的设计	211	三、薄膜机头	289
第五节 脱模机构	216	四、异形材机头	291
一、脱模机构的选用原则	217	五、机头与挤出机的关系	298
二、脱模力的计算	217	六、机头用钢材	299
三、常用脱模机构	220	第八章 发泡成形模具	304
第六节 热固性塑料注射模设计注意点	239	第一节 低发泡注射成形模	304
一、流动行为的不同	239	一、模具基本结构	304
二、模具结构的特殊要求	241	二、模具设计上的注意点	305
三、拉料杆及拉料穴	243	三、用普通注射机作低发泡注射	306
第七节 气体辅助注射成形及其模具	244	第二节 可发性聚苯乙烯成形模	307
一、概述	244	一、发泡体的性质与用途	307
二、气体辅助注射成形塑件的设计	244	二、成形方法	307
三、气体辅助注射模具的设计	246	三、模具基本结构	307
第八节 结构举例	247	四、模具细部设计	308
第六章 成形工艺及模具验证	256	五、由于模具原因产生的不良成品	311
第一节 试模前的模具检查	256	六、成形收缩	312
第二节 成形工艺概述	256	七、模具结构一例	312
一、热固性塑料的成形	256	第九章 中空成形用模具	314

第一节 概述	314	二、塑料模计算机应用技术的内容 和流程	336
第二节 吹塑模具基本结构	314	三、三维实体造型在塑料模计算机 应用技术中的地位	336
一、瓶颈部	314	第二节 注射模计算机辅助设计 (CAD) 基础	338
二、瓶底部	314	一、实体造型	338
三、瓶体部	316	二、参数化设计	339
第三节 瓶体部的设计	316	三、特征造型	339
一、分型面	316	四、工程数据库	340
二、排气	317	五、变量装配设计	341
三、型腔表面	318	六、数据信息交换	342
四、冷却	318	第三节 注射模 CAD 软件的结构 和使用	344
第四节 瓶颈部的设计	320	一、InteSolid 系统介绍	344
第五节 瓶底部的设计	322	二、注射模 CAD 系统结构	347
一、挤出吹塑的瓶底	322	第四节 注射模 CAD 设计实例分析	348
二、注射吹塑的瓶底	322	一、启动注射模结构设计系统	348
第六节 成形收缩与吹胀压力	323	二、标准模架的入库与提取	348
第七节 注射吹塑的芯杆	323	三、模具结构设计实例	351
第八节 其他类型吹塑模具	324	第五节 注射模计算机辅助工程分 析 (CAE)	356
一、注射拉伸吹塑	324	一、注射流动过程模拟	356
二、蘸吹 (Dip Blow)	324	二、注射模冷却系统模拟	361
三、针管吹塑	324	三、注射模 CAE 软件的结构	364
四、广口容器的吹塑	325	四、注射模 CAE 系列软件的一般 使用	365
第九节 真空吸塑模具	326	五、注射模流动模拟系统软件操 作	368
一、模具材料	327	六、注射模冷却分析系统软件操 作	372
二、凹模	328	附录	380
三、凸模	328	一、常用塑料名称及其特性	380
四、切边模	329	二、各种塑料的燃烧特性 (初步鉴别 法)	385
五、结构实例	329	三、常用塑料的中、英、日名词 对照	386
第十章 塑料模具用钢	331	四、液压机性能及规格	390
第一节 塑料模具用钢的必要条件	331	五、国产注射机性能及规格	398
第二节 选择钢材的条件	331		
第三节 适用于塑料模具的钢材	332		
一、结构零件用钢	332		
二、模具钢	332		
第四节 合理地选用钢材	333		
第十一章 塑料模计算机应用技 术	335		
第一节 概述	335		
一、塑料模计算机应用的意义	335		

第一章 塑料成形性能

塑料是以高分子量的合成树脂为主要成分，在一定条件下（如温度，压力等）可塑制成一定形状且在常温下保持形状不变的材料。

塑料按受热后表现的性能，可分为热固性塑料与热塑性塑料两大类。前者的特点是在一定温度下，经一定时间加热、加压或加入硬化剂后，发生化学反应而硬化。硬化后的塑料化学结构发生变化、质地坚硬、不溶于溶剂、加热也不再软化，如果温度过高则就分解。后者的特点为受热后发生物态变化，由固体软化或熔化成粘流体状态，但冷却后又可变硬而成固体，且过程可多次反复，塑料本身的分子结构则不发生变化。

塑料都以合成树脂为基本原料，并加入填料、增塑剂、染料、稳定剂等各种辅助料而组成。不同品种牌号的塑料，由于选用树脂及辅助料的性能、成分、配比及塑料生产工艺不同，则其使用及工艺特性也各不相同。所以模具设计时必须了解所用塑料的工艺特性。

第一节 热固性塑料

常用热固性塑料有酚醛、氨基（三聚氰胺、脲醛）聚酯、聚邻苯二甲酸二丙烯酯等。主要用于压塑、挤塑、注射成形。硅酮、环氧树脂等塑料，目前主要作为低压挤塑封装电子元件及浇注成形等用。

一、工艺特性

（一）成形收缩率

塑件自模具中取出冷却到室温后，发生尺寸收缩，这种性能称为收缩性。由于收缩不仅是树脂本身的热胀冷缩，而且还与各成形因素有关，所以成形后塑件的收缩应称为成形收缩。

1. 成形收缩的形式

成形收缩主要表现在下列几方面：

（1）塑件的线尺寸收缩 由于热胀冷缩，

塑件脱模时的弹性恢复、塑性变形等原因导致塑件脱模冷却到室温后其尺寸缩小，为此型腔设计时必须考虑予以补偿。

（2）收缩方向性 成形时分子按方向排列，使塑件呈现各向异性，沿料流方向（即平行方向）则收缩大、强度高，与料流直角方向（即垂直方向）则收缩小、强度低。另外，成形时由于塑件各部位密度及填料分布不匀，故使收缩也不匀。产生收缩差使塑件易发生翘曲、变形、裂纹，尤其在挤塑及注射成形时则方向性更为明显。因此，模具设计时应考虑收缩方向性按塑件形状、流料方向选取收缩率为宜。

（3）后收缩 塑件成形时，由于受成形压力、剪切应力、各向异性、密度不匀、填料分布不匀、模温不匀、硬化不匀、塑性变形等因素的影响，引起一系列应力的作用，在粘流态时不能全部消失，故塑件在应力状态下成形时存在残余应力。当脱模后由于应力趋向平衡及贮存条件的影响，使残余应力发生变化而使塑件发生再收缩称为后收缩。一般塑件在脱模后10小时内变化最大，24小时后基本定型，但最后稳定要经30~60天。通常热塑性塑料的后收缩比热固性大，挤塑及注射成形的比压塑成形的大。

（4）后处理收缩 有时塑件按性能及工艺要求，成形后需进行热处理，处理后也会导致塑件尺寸发生变化。故模具设计时对高精度塑件应考虑后收缩及后处理收缩的误差并予以补偿。

2. 收缩率计算

塑件成形收缩值可用收缩率来表示，如公式（1-1）及公式（1-2）所示。

$$S_p = \frac{a-b}{b} \times 100 \quad (1-1)$$

$$S = \frac{c-b}{b} \times 100 \quad (1-2)$$

式中 S_p ——实际收缩率(%)；
 S ——计算收缩率(%)；
 a ——塑件在成形温度时单向尺寸(mm)；
 b ——塑件在室温下单向尺寸(mm)；
 c ——模具在室温下单向尺寸(mm)。

实际收缩率为表示塑件实际所发生的收缩，因其值与计算收缩相差很小，所以模具设计时以 S 为设计参数来计算型腔及型芯尺寸。

3. 影响收缩率变化的因素

在实际成形时不仅不同品种塑料其收缩率各不相同，而且不同批的同品种塑料或同一塑件的不同部位其收缩值也经常不同，影响收缩率变化的主要因素有如下几个方面。

(1) 塑料品种 各种塑料都有其各自的收缩范围，同种类塑料由于填料、分子量及配比等不同，则其收缩率及各向异性也不同。

(2) 塑件特性 塑件的形状、尺寸、壁厚、有无嵌件，嵌件数量及布局对收缩率大小也有很大影响。

(3) 模具结构 模具的分型面及加压方向，浇注系统的形式、布局及尺寸对收缩率及方向性影响也较大，尤其在挤塑及注射成形时更为明显。

(4) 成形工艺 挤塑、注射成形工艺一般收缩率较大，方向性明显。预热情况、成形温度、成形压力、保持时间、填装料形式及硬化均匀性对收缩率及方向性都有影响。

如上所述模具，设计时应根据各种塑料的说明书中所提供的收缩率范围，并按塑件形状、尺寸、壁厚、有无嵌件情况、分型面及加压成形方向、模具结构及浇口形式尺寸和位置、成形工艺等诸因素综合地来考虑选取收缩率值。对挤塑或注射成形时，则常需按塑件各部位的形状、尺寸、壁厚等特点选取不同的收缩率。

另外，成形收缩还受到各成形因素的影响，但主要决定于塑料品种、塑件形状及尺寸。所以成形时调整各项成形条件也能够适当地改变塑件的收缩情况。常用塑料计算收缩率

详见表 1-1。模具设计时选取收缩率的规则详见第三章所述。

(二) 流动性

塑料在一定温度与压力下填充型腔的能力称为流动性。这是模具设计时必须考虑的一个重要工艺参数。流动性大易造成溢料过多，填充型腔不密实，塑件组织疏松，树脂、填料分头聚积，易粘模，脱模及清理困难，硬化过早等弊病。但流动性小则填充不足，不易成形，成形压力大。所以选用塑料的流动性必须与塑件要求、成形工艺及成形条件相适应。模具设计时应根据流动性能来考虑浇注系统、分型面及进料方向等等。热固性塑料流动性通常以拉西格流动性(以 mm 计)来表示。数值大则流动性好，每一品种的塑料通常分三个不同等级的流动性，以供不同塑件及成形工艺选用。一般塑件面积大、嵌件多、型芯及嵌件细弱，有狭窄深槽及薄壁的复杂形状对填充不利时，应采用流动性较好的塑料。挤塑成形时应选用拉西格流动性 150mm 以上的塑料，注射成形时应用拉西格流动性 200mm 以上的塑料。为了保证每批塑料都有相同的流动性，在实际中常用并批方法来调节，即将同一品种而流动性有差异的塑料加以配用，使各批塑料流动性互相补偿，以保证塑件质量。常用塑料的拉西格流动性值详见表 1-1，但必须指出塑料的流动性除了决定于塑料品种外，在填充型腔时还常受各种因素的影响而使塑料实际填充型腔的能力发生变化。如粒度细匀(尤其是圆状粒料)，湿度大、含水分及挥发物多，预热及成形条件适当，模具表面粗糙度好，模具结构适当等则都有利于改善流动性。反之，预热或成形条件不良、模具结构不良流动阻力大或塑料贮存期过长、超期、贮存温度高(尤其对氨基塑料)等则都会导致塑料填充型腔时实际的流动性能下降而造成填充不良。

(三) 比容及压缩率

比容为每一克塑料所占有的体积(以 cm^3/g 或 ml/g 表示)。压缩率为塑粉与塑件两者体积或比容之比(其值恒大于 1)。它们都可被用来确定压模装料室的大小。其数值大

(续)

塑料名称牌号举例	塑料种类	密度/ (g/cm ³) (不小于)	比容/ (ml/g) (不大于)	计算收缩 率(%)	拉西格流动性/mm				预热条件		成型压 力/MPa	成型温度 /℃	保持时间 (min/mm)	说明
					极限值	分组			温度 /℃	时间 /min				
						一组	二组	三组						
酚醛压 塑料(耐 热, 耐水 用)	FMX-43	1.35~1.45	—	0.8~1.0	150~180	—	—	150~180	125±5	5~10	45±5	155±5	1~1.5	1. 一般常用于 压塑成形、拉西格 流动性超过 150mm 可用于挤 塑成形, 如塑 11-2 2. 成形时应预 热
	FMX-44	1.35~1.45	—	0.8~1.0	150~180	—	—	150~180	125±5	5~10	45±5	155±5	1~1.5	
	S5802	2.0	2.0	≤0.6	100~180	100~130	131~150	151~180	140~150	—	>40	160±5	1~1.5	
	E431	1.7	2.0	≤0.6	100~180	100~130	131~150	151~180	140~150	6~12	>40	160±5	1~1.5	
	4231	1.7	2.0	≤0.6	100~180	100~130	131~150	151~180	140~150	6~12	>40	160±5	1~1.5	
	FSF-91	1.6	1.8	0.6~1.2	120~180	—	120~150	151~180	155±5	6~12	30±5	155±5	1~1.5	
	塑 23-1	1.8	—	0.4~0.8	100~180	100~130	131~150	151~180	130±10	4~6	45±5	155±5	1.5~2	
	E731	1.5~1.75	2.0	0.4~0.8	≥160	—	—	—	140~150	4~10	>30	150±5	1~1.5	
	FSF-86	1.75	2.0	0.4~0.8	100~180	100~120	121~150	151~180	145±5	4~10	30±5	150±5	1~2.5	
	FSF-22	1.5~1.70	2.0	0.4~0.8	150~180	—	—	150~180	可不预热	—	30±5	150±10	1~1.5	
	FSX-41	1.95	—	0.4	100~180	100~120	121~150	151~180	155±5	4~10	45±5	165±5	0.8~1	
	塑 13-5	1.95	—	0.3	—	—	—	—	155±5	4~10	45±5	175±5	1~1.5	
	FSX-42	1.4	2.0	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	90~100	6~15	>25	155±5	1~1.5	
	塑 12-2	1.4	2.0	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	90~100	6~15	>25	155±5	1~1.5	
	塑 21-1	1.4	2.0	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	100±10	6~15	30±5	155±5	1~1.5	
	FUF-1	1.4	2.8	0.75~0.95	—	—	—	170~190	100±10	6~15	30±5	155±5	1~1.5	
酚醛压 塑料(耐 高频绝缘 用)	FUF-2	1.4	2.8	0.5~0.9	90~180	90~120	121~150	151~180	90~100	6~15	>25	155±5	1~1.5	
	4012	1.4	2.0	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	90~100	6~15	30±5	155±5	1~1.5	
	塑 21-1T	1.4	2.0	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	150±10	4~8	30±5	155±5	1~1.5	
	FUF-11	1.4	2.8	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	140~160	4~8	>25	155±5	1.5~2	
	塑 14-1	1.4	2.0	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	140~160	4~8	>25	155±5	1.5~2	
	塑 14-1T	1.4	2.0	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	155±5	6~12	30±5	155±5	1~1.5	
	FUF-31	1.4	2.8	0.6~1.0	100~180	100~130	131~150	151~180	140~160	4~8	>25	155±5	1.5~2	
	A1501	1.4	2.0	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	150±10	4~8	30±5	155±5	1~1.5	
	FUF-21	1.4	2.2	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	150±10	4~8	30±5	155±5	1~1.5	
	FUF-22	1.4	2.2	0.6~1.0	80~180	80~120	121~150	151~180	150±10	4~8	30±5	155±5	1~1.5	

(续)

塑料名称牌号举例	填料种类	密度/ (g/cm^3) (不小于)	比容/ (ml/g) (不大于)	计算收缩 率(%)	拉西格流动性/mm				预热条件		成形压 力/ MPa	成形温度 $^{\circ}\text{C}$	保持时间 (min/mm)	说明
					极限值	分组			温度 $^{\circ}\text{C}$	时间 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$				
改性丁 氰橡胶酚 醛压塑料 (耐冲 击, 耐油, 防霉用)	J1503	1.4	2.0	0.5~0.9	100~190	100~130	131~160	161~190	130 $\pm$ 5	4~8	>25	170 $\pm$ 5	1~1.5	1. 一般应预热, 对矿物填料品种必 须预热 2. 不预热者应 注意排气, 酌情提 高成形温度
	FJUF-41	1.5	—	0.4~0.8	80~180	120~121	150~151	180	130 $\pm$ 5	4~8	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	
	J8603	1.6	2.0	0.5~0.9	100~190	100~130	131~160	161~190	20~140	5~10	>40	165~175	1.5~2.0	
	4511	1.7	2.2	0.5~0.9	90~190	130~131	160~161	190~200	140~5~10	5~10	>40	160~175	1.5~2.0	
	FJBF-43	1.6	—	0.3~0.6	80~180	120~121	150~151	180	130 $\pm$ 10	6~10	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	
	J1503	1.4	2.0	0.5~1.0	100~200	—	—	—	125~135	4~8	>25	165~175	1~1.5	
	J8603	1.5	—	0.4~0.8	80~180	120~121	150~151	180	125 $\pm$ 5	6~10	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	
	FJUF-42	1.5	—	0.4~0.8	80~180	120~121	150~151	180	125 $\pm$ 5	6~10	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	
	FJUF-20	1.4	2.2	0.6~1.1	150~180	—	—	151~180	可不预热	—	30 $\pm$ 5	155 $\pm$ 5	1~1.5	
	塑 11-3	1.45	2.0	0.5~0.9	100~200	100~140	141~170	171~200	120~140	4~6	>30	145~155	1.5~2	
改性酚 醛树脂压 塑料(耐 酸、耐水 用)	M5802	1.5	2.0	0.4~0.8	100~200	100~140	141~170	171~200	120~140	4~6	>30	145~155	1.5~2	主要用于压塑成 形, 成形时应注意 排气
	4510	1.6	2.0	0.5~0.9	100~190	100~130	131~160	161~190	—	—	>30	152~160	1.5~2	
	塑 35-1	1.9	2.0	0.4~0.7	100~190	100~130	131~160	161~190	155~165	4~10	>40	165~175	2.5	
	YFA-1	1.9	2.0	0.4~0.7	100~190	100~130	131~160	161~190	—	—	>40	155~165	2.5	
	FYKF-51	1.9	—	0.4~0.7	80~180	120~121	150~151	180	125 $\pm$ 5	6~10	45 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	2~2.5	
	FYKF-52	1.75~1.9	—	0.4~0.6	80~180	120~121	150~151	180	125 $\pm$ 5	6~10	45 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	2~2.5	
	5324	1.45	—	—	—	—	—	—	—	—	40 $\pm$ 5	160 $\pm$ 5	1~1.5	
	H161	1.45	2.0	0.5~0.9	100~190	100~130	131~160	161~190	120~130	—	>25	160 $\pm$ 5	1~1.5	
	4013	1.5	2.0	0.5~0.9	100~190	100~130	131~160	161~190	120~130	—	30 $\pm$ 5	155 $\pm$ 5	1~1.5	
	FUF-85	1.5	2.5	0.6~1.0	80~180	120~121	150~151	180	可不预热	—	>40	160~175	1.5~2	
酚醛压 塑料(耐 水、耐湿、 防霉用)	塑 32-18	1.5	2.0	0.4~0.8	100~200	100~140	141~170	171~200	可不预热	—	>40	160~175	1.5~2	主要用于压塑成 形, 成形时应注意 排气
	R132	1.5	2.0	0.6~1.0	100~190	100~150	151~190	—	可不预热	—	>25	160~175	1~1.5	
	塑 44-1	1.5	2.0	0.6~1.0	100~190	100~150	151~190	—	可不预热	—	>25	165~180	1~1.5	
	D138	1.5	2.0	0.6~1.0	100~180	—	—	—	可不预热	—	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	
	R128	1.5	2.0	0.6~1.0	100~190	—	—	—	可不预热	—	30 $\pm$ 5	165~180	1~1.5	
	塑 44-5	1.4	2.0	0.6~1.0	100~180	—	—	—	可不预热	—	30 $\pm$ 5	170 $\pm$ 5	1~1.5	

(续)

塑料名称	牌号举例	填料种类	密度/ (g/cm ³) (不小于)	比容/ (ml/g) (不大于)	计算收缩 率(%)	拉西格流动性/mm				预热条件		成形压 力/MPa	成形温度 /℃	保持时间 (min/mm)	说明
						极限值	分组			温度 /℃	时间 /min				
							一组	二组	三组						
有机硅 压塑料	4250 哈 5317	石棉 石棉	1.75~1.95 1.9	— —	≤0.5 ≤1	100~160 —	— —	— —	115~120 115~120	5~7 5~7	40±5 40±5	170±5 195±5	2~3 —	1. 供压塑成形 2. 成形后要高温 热处理固化	
硅 硼 (适用于 封装中小 规模集成 电路)	上海树脂 厂 3 [#]	石英、玻 璃纤维	— 1.98~2.05	—	1.36~1.44	—	—	—	配制工艺		1~10	180±10	5~7	1. 固化剂:碱式碳 酸钙、苯甲酸 2. 二次固化条件: 150℃加热 1h200℃ 加热 4h 3. 线胀系数:7.7 ~8.4×10 ⁻⁵ /℃	
									90~100	25 ~40					
硅 硼 (适用于 封装中大 规模集成 电路)	上海树脂 厂 2 [#]	石英粉, 玻璃纤维	1.99	—	—	—	—	—	配制工艺		1~10	160~180	2~5	1. 固化剂:2.5-二甲 基-2,5'-二叔丁过氧 化己烷(简称双 2.5 代 号 DBPMH) 2. 二次固化条件:同 上 3. 线胀系数:3.99~ 5.12×10 ⁻⁵ /℃	
									90~100	25 ~40					
硅 硼 (适用于 封装集成 电路)	KH-612 (晨光化 工厂)	石英、玻 璃纤维	2.03	—	0.76 (成形后)	30	—	—	配制工艺		1~10	160~180	2~5	1. 固化剂:碱式碳 酸钙、苯甲酸 2. 二次固化条件: 200℃,2h 3. 流动性:是指 177℃,56kg/cm ² 时的 螺旋线流动性 4. 线胀系数:2.7~ 6.3×10 ⁻⁵ /℃	
									75~85	12 ~25					
硅 硼 (适用于 封装晶体 管,扁平 式集成电 路)	KH-611 (晨光化 工厂)	石英粉	2.03	—	0.76 (成形后)	35	—	—	配制工艺		1~10	160~180	2~5	同上	
									75~85	12 ~25					

注:FUF、FXF、FYXF、FYF 等为山东塑料厂牌号。

即要求装料室体积要大，同时又说明塑粉内充气多，排气困难，成形周期长，生产率低。比容小则反之，而且有利于压锭，压制。各种塑料的比容详见表 1-1。但比容值也常因塑料的粒度大小及颗粒不均匀度而有误差。

(四) 固化特性

热固性塑料在成形过程中在加热受压下软化转变成可塑性粘流状态，随之流动性增大填充型腔，与此同时发生缩合反应，交联密度不断增加，流动性迅速下降，融料逐渐固化。模具设计时对硬化速度快，保持流动状态短的料则应注意便于装料，装卸嵌件及选择合理的成形条件和操作等以免过早硬化或硬化不足，导致塑件成形不良。

硬化速度一般可从表 1-1 的保持时间来分析，它与塑料品种、壁厚、塑件形状、模温有关。但还受其它因素而变化，尤其与预热状态有关，适当的预热应保持使塑料能发挥出最大流动性的条件下，尽量提高其硬化速度，一般预热温度高，时间长（在允许范围内）则硬化速度加快，尤其预压锭坯料经高频预热的则硬化速度显著加快。另外，成形温度高、加压时间长则硬化速度也随之增加。因此，硬化速度也可调节预热或成形条件予以适当控制。

硬化速度还应适合成形方法要求，如注射、挤塑成形时应要求在塑化、填充时化学反应慢、硬化慢，应保持较长时间的流动状态，但当充满型腔后在高温、高压下应快速硬化。

(五) 水分及挥发物含量

各种塑料中含有不同程度的水分、挥发

物，含量过多时流动性增大、易溢料、保持时间长、收缩增大，易发生波纹、翘曲等弊病，影响塑件机电性能。但当塑料过于干燥时也会导致流动性不良、成形困难，所以不同塑料应按要求进行预热干燥，对吸湿性强的料，尤其在潮湿季节即使对预热后的料也应防止再吸湿。

由于各种塑料中含有不同成分的水分及挥发物，同时在缩合反应时要发生缩合水分，这些成分都需在成形时变成气体排出模外，有的气体对模具有腐蚀作用，对人体也有刺激作用。为此在模具设计时应对各种塑料此类特性有所了解，并采取如预热、模具镀铬，开排气槽或成形时设排气工序等相应措施。

二、成形特性

在模具设计时必须掌握所用塑料的成形特性及成形时的工艺特性。

1. 工艺特性

常用热固性塑料工艺特性见表 1-1。

2. 成形特性

常用热固性塑料成形特性见表 1-2。各种塑料成形特性与各塑料品种有关外，还与所含填料品种和粒度及颗粒均匀度有关。细料的流动性好，但预热不易均匀，充入空气多不易排出、传热不良、成形时间长。粗料成形的塑件不光泽，易发生表面不均匀。过粗、过细还直接影响比容及压缩率、模具加料室容积。颗粒不均匀的则成形性不好、硬化不匀，同时不宜采用容量法加料。填料品种对成形特性的影响见表 1-3。

表 1-2 常用热固性塑料成形特性

塑料名称	成 形 特 性
酚醛塑料	1. 成形性较好，适用于压塑成形，部分适用于挤塑成形，个别适用于注射成形 2. 含水分、挥发物，应预热、排气。不预热者应提高模温及成形压力并注意排气 3. 模温对流动性影响较大，一般超过 160℃ 时流动性迅速下降 4. 收缩及方向性一般比氨基塑料大 5. 硬化速度一般比氨基慢、硬化时放出热量大，厚壁大型塑件内部温度易过高，故易发生硬化不匀及过热

(续)

塑料名称	成形特性
氨基塑料	1. 常用于压塑, 挤塑成形。硬化速度快, 尤其如脲甲醛料等不宜挤塑大型塑件, 挤塑时收缩大 2. 含水分及挥发物多、易吸潮而结块, 使用时要预热干燥, 并防止再吸湿, 但过于干燥则流动性下降。成形时有分解物及水分有弱酸性, 模具应镀铬防止腐蚀, 必须注意排气 3. 性脆、嵌件周围易应力集中, 尺寸稳定性差 4. 成形温度对塑件质量影响较大, 温度过高易发生分解、变色、气泡、开裂、变形、色泽不匀。过低流动性差、欠压、不光泽, 故应严格控制。一般大形、形状简单的塑件宜取低, 小件形状复杂的宜取高 5. 流动性好, 硬化速度快, 因此预热及成形温度要适当, 装料、合模及加压速度要快 6. 贮存期长、贮存温度高将引起流动性迅速下降 7. 料细、比容大、料中充气多。用预压锭成形大塑件时易发生波纹及流痕, 因此一般不宜采用
有机硅塑料	1. 流动性好, 硬化速度慢, 用于压塑成形 2. 要较高温度压制 3. 压塑成形后要经高温固化处理
硅酮塑料	1. 主要用于低压挤塑成形, 封装电子元件等。一般成形压力为 $4 \sim 10\text{MPa}$, 成形温度为 $160 \sim 180^\circ\text{C}$ 2. 流动性极好、易溢料、收缩小, 贮存温度高, 流动性会迅速下降 3. 硬化速度慢、成形后需高温固化、要发生后收缩, 塑件厚度大于 10mm 时应逐渐升温 and 适当延长保温时间, 否则易脆裂 4. 用于封装集成电路等电子元件时, 进料口位置及截面应注意防止融料流速太快, 或直接冲击细弱元件, 并宜在进料口相对方向开设溢料槽, 一般常用于一模多腔、主流道截面不宜过小
环氧树脂	1. 流动性好, 硬化速度快 2. 硬化收缩小, 但热刚性差不易脱模 3. 硬化时一般不需排气, 装料后应立即加压 4. 预热温度一般在 $80 \sim 100^\circ\text{C}$, 成形温度 $140 \sim 170^\circ\text{C}$, 成形压力一般为 $10 \sim 20\text{MPa}$, 保持时间一般在 0.6min/mm 5. 常适用于浇注成形及低压挤塑成形, 供封装电子零件等

表 1-3 各种填料特性

填料种类	成形特性
粉状填料	1. 流动性好, 易溢料, 成形需用压力小 2. 比容小 3. 塑料性脆
	1. 流动性好, 易溢料 2. 易吸湿 3. 比容小

(续)

填料种类		成 形 特 性
纤维填料	棉纤维、碎布纸屑、石棉纤维、 α 纤维素等	1. 流动性差、比容大，压锭性差，易吸湿，需用成形压力大，塑件强度高 2. 树脂流动性过大时易发生树脂与填料分头聚积 3. 当计算装料室太大时，可采用多次加料压制方法 4. 填充性不良，易发生熔接不良，填充不足，不易填充处应预先装料 5. 石棉纤维填料不易吸湿，但易粘模，塑件强度高
	玻璃纤维填料	1. 预浸法玻璃纤维填料流动性差、方向性更明显，纤维强度损失大（尤其在挤塑成形时）、比容比预混法玻璃纤维填料小，装模较预混法方便 2. 预混法玻璃纤维填料流动性差（比预浸法玻璃纤维好）、收缩小，方向性明显，比容大，装模不便，易“结团”、对模具磨损大 3. 吸水性小，成形压力大，加压时机要适当，过早易发生填料与树脂分离，聚积溢料太多，过晚易发生填充不足 4. 其他特性同上述 2、3、4 项

第二节 热塑性塑料

热塑性塑料品种极多，即使同一品种也由于树脂分子量及附加物配比不同而使其使用及工艺特性也有所不同。另外，为了改变原有品种的特性，常用共聚、交链等各种化学聚合方法在原有的树脂结构中导入一定百分比量的异种单体或高分子相等树脂，以改变原有树脂的结构成为具有新的使用及工艺特性的改性品种。例如，ABS 即为在聚苯乙烯分子中导入了丙烯腈、丁二烯等异种单体后成为改性共聚物，也可称为改性聚苯乙烯，具有比聚苯乙烯优越的使用，工艺特性。由于热塑性塑料品种多、性能复杂，即使同一种类的塑料也有仅供注射用或挤出用之分，故本章节主要介绍各种注射用的热塑性塑料。

一、工艺特性

(一) 成形收缩率

热塑性塑料成形收缩的形式及计算如前所述，影响热塑性塑料成形收缩的因素如下：

1. 塑料品种

热塑性塑料成形过程中由于还存在结晶化引起的体积变化，内应力强，冻结在塑件内的残余应力大，分子取向性强等因素，因此与热

固性塑料相比则成形收缩率较大，收缩率范围宽、方向性明显，另外成形后的收缩、退火或调湿处理后的收缩一般也都比热固性塑料大。

2. 塑件特性

成形时融料与型腔表面接触，外层立即冷却形成低密度的固态外壳。由于塑料的导热性差，使塑件内层缓慢冷却而形成收缩大的高密度固态层。所以塑件厚则冷却慢、高密度层厚的则收缩大。另外，有无嵌件及嵌件布局、数量都直接影响料流方向、密度分布及收缩阻力大小等，所以塑件的特性对收缩大小、方向性影响较大。

3. 浇口形式、尺寸、分布

这些因素直接影响料流方向、密度分布、保压补缩作用及成形时间。用直接进料口时因浇口截面大（尤其截面较厚的）而收缩小但方向性大，浇口宽及长度短的则方向性小。距进料口近的或与料流方向平行的则收缩大。

4. 成形条件

模具温度高，融料冷却慢、密度高、收缩大，尤其对结晶料则因结晶度高，体积变化大，故收缩更大。模温分布与塑件内外冷却及密度均匀性也有关，直接影响到各部分收缩量大小及方向性。另外，保压压力及时间对收缩也影响较大，压力大、时间长的则收缩小但方