

塑料成型收缩的控制

张治华 编著

320.66

安徽省合肥市塑料研究所

内 容 提 要

为了制得所需要尺寸的精密塑料制品,同时要能够尽量减少对模具修正,就必须预先精确推定成型收缩率。为此,就要充分了解成型收缩率变动的主要因素及其互相关系等。这些在本书中有详细介绍。书中还介绍了成型后收缩的稳定处理和成型收缩率的计算及收缩的控制。本书文字浅显易性,并且以较多的插图弥补叙述之不足。

本书可供从事塑料成型加工的工人、技术人员、制品设计和模具设计人员、大中专学校有关专业的教师与学生参考。

塑 料 成 型 收 缩 的 控 制

张 治 华 编 著

安徽省合肥市塑料研究所 发 行
安徽省体委印刷厂 印 刷
开 本 787×1092 1/16
1986年7月 印 刷
印 数: 1200本 定 价: 1.60元

安徽省合肥市塑料工业研究所

开展的技术服务项目

1、技术咨询：包括

- (一) 塑料成型方面的挤出、注射、热压、吸塑、浸渍等工艺方面的技术咨询。
- (二) 可为用户进行资料检索，专题资料汇编整理，单篇资料或专题资料复印。
- (三) 英、日文资料、样本、专利代译。
- (四) 各种塑料制品有关性质方面的咨询。

2、技术服务：包括

(一) 进行技术转让：现有A、新项目：a钙塑低发泡聚乙烯板材；b橡塑低发泡片材；c浸渍成型的五金工具手柄护套。

B、老项目：a挤出管材，挤出异型材，板材等挤出项目；b各种聚烯烃、聚苯乙烯AEC等注射产品；c热压产品。

所有项目，均可以全面服务，从可行性论证起直到拿出产品。各阶段的技术工作都可以承担，并负责培训操作工人。

(二) 可进行鞋类、薄膜类、板管类、单丝类。PVC人造革，塑料打包带，PE吹塑桶等的物性测试。培训这些方面的检测人员，并可代筹建物理性能测试室。

(三) 可进行PVC，PE，PP，PS等树脂的分析。

邻苯二甲酸二辛酯(DOP)，邻苯二甲酸二丁酯(DBP)，癸二酸二辛酯，氯化石蜡等增塑剂的分析。

三盐基性硫酸铅，硬脂酸钡，硬脂酸钙，硬脂酸镉等稳定剂的分析并可代筹建分析化验室。

3、技术服务方式：

我们为顾客着想，服务方式非常灵活。

既承担软件服务—提供文字、资料、图纸和数据。也承担硬件服务—代办订购设备机械加工模具。

既承担安装、试车指导，也可派人现场培训操作工人，办培训班。既转让新项目，也转让老项目。也愿意接受各企业的科研项目。为用户产品翻新提供技术服务。所里的机械设备还可以有偿的提供服务。

短期的单项服务我们承担，长期的技术协作我们也接受。并愿意和各单位在平等互惠的原则下开展横向联合。

愿意担任各塑料企业长期性的技术顾问，也热情的随时的进行技术咨询。

编辑出版内部发行《塑料信息》月刊和《安徽塑料》季刊，可随时订阅，每册一元。

在平等互惠的原则下，只要我们力所能及，我们将有求必应，热诚服务，并且保质、保量，讲求信誉、信守合同。

我所开户银行：合肥市和办、帐号：70144009

安徽省合肥市塑料工业研究所

FC33/2

前 言

塑料成型收缩直接关系到成型制品的模具设计,尺寸精度。综合考虑塑料成型制品设计、工艺条件控制等影响成型收缩和后收缩的各因素,对制得精密塑料制品关系极大。而这些众多的影响因素又是错综复杂的,需要认真对待。目前在模具设计时,取收缩率数值的方法一般是凹模取收缩率的下限值,凸模取收率的上限值,待试模后,根据试制品尺寸修正模具。然而,高硬度、高光洁度的模具表面尺寸修正很困难,费工时较多,有时甚至无法再修正模具,造成模具报废。严重的后收缩也往往使新制品不久即变为废品。因此,掌握控制塑料制品成型收缩具有较大的经济效益。

鉴于目前国内外尚无这方面的成册书籍出版发行,而汇集编著此书对实际生产、设计和科研有很大实用价值。为了有助我国塑料成型加工技术不断发展的需要,笔者参考引用有关资料编成此书。

本书在编写过程中,得到成都科技大学张承琦教授、成都塑料科研所阎继周工程师和四州科技出版社编辑李世勋同志热情指教。编者对他们表示衷心感谢。

本书文字浅显易懂,并且以较多的插图弥补叙述之不足,但由于成型收缩问题比较复杂,而且课题较新,笔者时间比较仓促,加上水平有限,不足与谬误之处在所难免,请广大读者批评指正。

编 者 1986年3月

目 录

前 言

第一章 成型收缩的产生	(1)
§1—1 产生成型收缩的主要因素	
§1—2 塑料制品热收缩的特点	
§1—3 塑料成型收缩率数表	
第二章 影响成型收缩的主要因素	(10)
§2—1 塑料品种及制品特性的影响	
§2—2 成型压力的影响	
§2—3 熔体温度的影响	
§2—4 成型时间的影响	
§2—5 模具温度的影响	
§2—6 冷却时间的影响	
§2—7 制品壁厚度的影响	
§2—8 浇口设计的影响	
§2—9 模具形状的影响	
§2—10 玻璃纤维等填料的影响	
§2—11 料流定向作用的影响	
§2—12 颜料的影响	
§2—13 其它影响因素	
第三章 影响成型后收缩的主要因素	(39)
§3—1 内部应力缓和与继续结晶的影响	
§3—2 模具温度与环境温度的影响	
§3—3 湿度的影响	
第四章 成型后收缩的稳定化	(46)
§4—1 调湿处理	
§4—2 退火处理	
§4—3 高温模具成型	
第五章 成型收缩率的计算	(49)
§5—1 成型收缩率的计算公式	
§5—2 成型收缩率的推定计算图	
§5—3 计算实例	
第六章 成型收缩率的控制	(54)
附录 I	(57)
附录 II	(59)

第一章 成型收缩的产生

从模腔脱出的塑料制品，其温度一般比室温高，要经过数小时或更长时间之后才能降到室温。这时，制品的收缩要比模腔的收缩大，制品收缩的定义，就是从模腔脱出尚有余热的制品尺寸与其冷却至室温时的尺寸之差，称为成型收缩。其收缩量视树脂的种类、成型条件、模具设计变

量等不同而异。图1表示HPVC嵌条从口模到制品的尺寸变化。

制品成型后2—4小时测定之收缩率称为初期收缩率，制品成型后16—24小时或24—48小时所测定之收缩率称为成型收缩率。标准收缩率是采用 $\varnothing 100 \times 4\text{mm}$ 的圆片测定的。

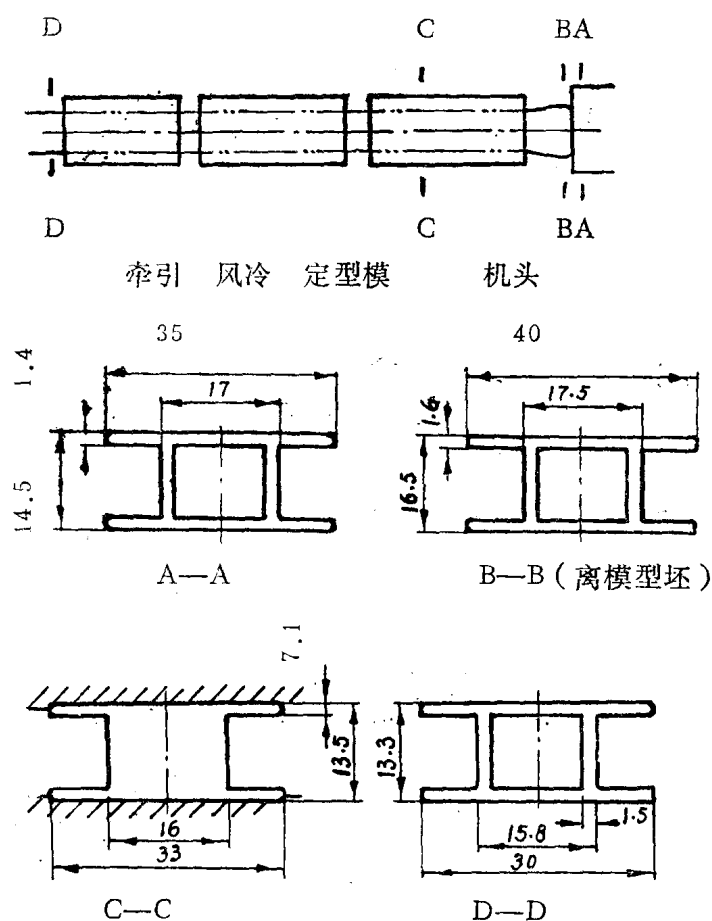


图1 HPVC嵌条从口模到制品的尺寸变化

§1—1 产生成型收缩的主要因素

1. 热胀冷缩

物体都因加热和冷却按它固有的热膨胀系数而产生膨胀和收缩。树脂也不例外,从§1—3内表3中可以看出常用塑料成型材料的成型收缩(线性)率。制品的热胀冷缩是与模具温度相对应产生的,是成型收缩中最基本的收缩。

2. 可压缩性及弹性回复

如图2所示,熔融树脂因成型压力而受压缩,成型后自模腔脱出制品时,制品温度还相当高。解除作用于制品的压力时,回复到原来的状态而产生弹性回复,制品的体积受弹性回复而膨胀。这一现象降低了收缩率。

熔融状态的热塑性塑料具有较明显的可压缩性。而此类压缩性因树脂的种类、树脂温度、成型压力、填料的种类、配料比例等不同而异。例如图3表示低密度聚乙烯的温度与压缩性的关系。压缩性愈大的树脂对弹性回复的影响愈大。利用这种可压缩性,成型时对熔体施加压力,在一般情况下可以预防制品的凹痕与缩孔的形成,也可以提高其制品的尺寸精度,变动温度和压力来调节比容可使收缩率降低。

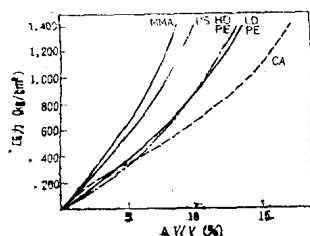


图2 几种高分子材料的压缩性

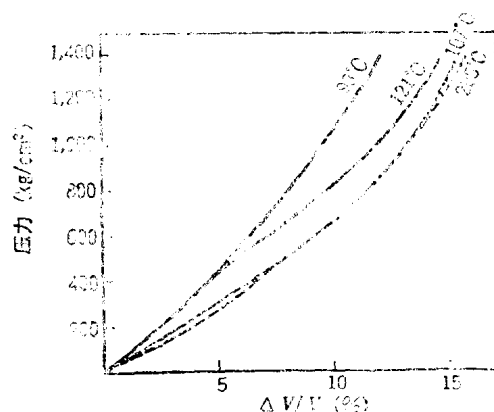


图3 聚乙烯的温度与压缩性的关系

热塑性塑料的膨胀与压缩能表征注塑时可能收缩率的大小,表1表示热塑性塑料的线膨胀系数、压缩率和比容、收缩率等。

3. 因结晶的收缩

在热塑性树脂中,有非结晶型树脂和结晶型树脂。结晶型树脂在成型时的冷却工艺过程中结晶。随此结晶产生体积收缩,这就表现为成型收缩。与金属不同,结晶型树脂的结晶度达不到100%,并且其结晶度还因冷却速度不同而异。

结晶度愈高,体积收缩愈大。但同时,热膨胀系数变小。然而体积收缩对决定收缩的影响要比热膨胀系数的影响大得多。

4. 因分子解定向的收缩

在注射成型中,热塑性树脂因熔融状态的流动,树脂分子在流动方向上拉长,在冷却工艺过程中,被拉长的分子回复原来状态而产生收缩。这一般称为因分子解定向的收缩。

在流路截面内,物流流速是不相等,壁面流速最小。纤维填料和聚合物分子在很大程度上都会顺着料流方向作平行的排列,这种排列常称为定向作用。其次,由

表 1 塑料的线膨胀系数、压缩率和比容等

材 料	比 容		线膨胀系数×10 ⁵		注射时 熔体温度 度℃	压缩率 (帕)×10 ⁻⁴ (兆帕) -1	比容减小 %		线性尺寸的减小 %		注塑时的 收缩率 %
-----	-----	--	-----------------------	--	-------------------	---	--------	--	-----------	--	---

于同样原因,热塑性塑料在其玻璃化温度(或软化点)进行拉伸,这必然也会产生定向作用。定向作用使一般成型制品收缩率料流方向的大于垂直料流方向的。

由于挤出型坯在定型模中的整个定型过程中出现牵伸,造成定型后的制品外型尺寸缩小而小于定型模模腔尺寸。异型材在定型过程中由于物料特性造成收缩变化,开式和半开式异型材牵伸变化大,而封闭形状的中空和半中空牵伸变化小。一般是根据经验确定。

关于二次加工方面的定向收缩也应特别注意。例如,对于压延塑料片材的吸塑成型,由于所用压延片材的单向性,分子产生压延定向效应,片材加热成型后,纵向收缩较横向显著得多,而且横向略有膨胀。

因这种分子解定向的收缩是根据定向的内应力愈大而愈大。对于分子定向性强的材料,其成型收缩率的值一般在料流方向较大,垂直于料流方向较小。

由此可见,在塑料制品成型时,将由第二项而引起的膨胀,被其余3项收缩抵消,而结果表现为成型收缩。

以上叙述的主要是热塑性塑料产生成型收缩的原因。同热塑性塑料一样,热固性塑料也有因成型加工而引起的尺寸减小。但因其成型过程与热塑性塑料不同,所以产生收缩的原因也不一样,其标准收缩率也是用直径100毫米,厚4毫米的圆片试样来测定的。在热固性塑料成型中,产生收缩的主要原因如下:

(1) 热胀冷缩

这是因热胀冷缩而引起的尺寸变化。热固性塑料的线膨胀系数虽然比热塑性塑料小,但仍比钢材大数倍。制品从成型加工温度冷却到室温时,就会产生远大于模具尺寸收缩的收缩。这种热收缩所引起的

尺寸减小是可逆的。收缩量大小可以用塑料线膨胀系数的大小来判断。

(2) 结构变化引起的收缩

热固性塑料的成型加工过程是该树脂在模腔中进行化学反应的过程,即产生交联结构,分子链间距离缩小,结构紧密,引起体积收缩。这种收缩所引起的体积减小是不可逆的。这种化学反应所引起的结构变化而产生的收缩只有一定程度。

(3) 塑性变形引起的收缩

在热固性塑料制品脱模时,成型压力迅速降低,但模壁仍紧压着制品的周围,产生塑性变形。产生变形部分的收缩率比没有产生变形部分的收缩率大,因此,制品往往在平行加压方向收缩较小,而垂直加压方向收缩较大。为防止这种两个方向的收缩率相差过大,可采用迅速脱模的办法补救。

表2表示影响热固性塑料收缩的因素和原因。

§1—2 塑料制品热收缩的特点

(1) 热收缩大

钢材的线膨胀系数为 11×10^{-6} ,而塑料一般为 $25—120 \times 10^{-6}$,比钢材大几倍至十几倍。

(2) 收缩不均匀

由于制品壁厚度或增强材料分布不均匀,产生热传导差异,从而表现出不均匀地收缩。由于厚度薄的部位冷却得快,密度增加也快,引起制品内部出现压力差,厚处熔体流向薄处。此外,大分子结构形态的变化,制品不同部位的结晶、定向程度有差异,也是导致不均匀收缩的主要原因。

当浇口封固后,模腔内物料的温度、压力和容积的变化关系可用经过修正的范

表2 影响热固性塑料收缩率的因素和原因

影响收缩率的因素	影响因素 变量增加 时对收缩 率的影响	影响收缩率的主要因素				影响收缩率 的次要原因	备 注
		热收缩	弹性回复	塑性变形			
		制品 温度	热膨 胀系数	对制品 的压缩	机械扭曲		
模 塑 条 件 类							
成 型 温 度	增 加	✓					
预 热 温 度	降 低		✓			水分降低	硬化增加
硬 化 时 间	降 低		✓			硬化增加	
成 型 压 力	降 低			✓			
脱 膜 时 间	增 加				✓		
模内冷却时间	增 加	—	—	—	—		原因不明
模具与制品设计类							
料 流 形 状	增加或降低					填料定向	与模具型腔流道的形状和上料情况有关
铸 口 足 寸	降 低			✓			铸口大时, 模内料流受压高
塑料模内受压	降 低			✓			由模具结构造成的, 例如用不溢式模能形成高压模内压
模 腔 深 度	增加或降低			✓			塑料上部受压低, 下部高
制 品 厚 度	增 加		✓			硬化程度	
压塑料性质类							
流 动 性	增 加		✓	✓			流动性大的塑料易于在模内形成低压因溢流
水 分	增 加		✓				与填料定向和填料的热膨胀系数有关
填 料 类 型	增加或降低		✓				

德华状态方程式表示

$$(P + \pi)(V - b) = \frac{RT}{M} \quad (1)$$

式中 P: 模腔内物料的压力

V: 物料的比容

M: 一个相互作用单元的分子量,

此值由实验测定

π 和b: 由实验确定的常数

R: 气体常数

T: 绝对温度

由上式可求得比容V

$$V = \frac{RT}{M(P + \pi)} + b \quad (2)$$

某些塑料的状态方程式常数列于如

下:

塑料名称	M	$\pi(\text{kg/cm}^2)$	b(cm ³ /g)
聚苯乙烯	104	1840	0.822
聚甲基丙烯酸酯甲脂	100	2130	0.734
乙基纤维素	60.5	2370	0.720
醋酸丁酸纤维素	54.4	2810	0.688
聚乙烯	28.1	3240	0.875
聚丙烯	41	1600	0.620

尼龙66 113 1500 0.722

设在室温和标准压力下的模腔容积为 V_0 ，制品容积为 V ，它们相对应的平均线性尺寸 $\bar{L}_0$ 和 $\bar{L}$ 为：

$$\bar{L}_0 = V_0^{\frac{1}{3}} \quad \bar{L} = V^{\frac{1}{3}}$$

制品的平均收缩率 S_L 为

$$S_L = \frac{\bar{L}_0 - \bar{L}}{\bar{L}_0} \times 100\% , \text{ 可则得}$$

$$S_L = 1 - \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$

设 m 为模腔中聚合物的质量， V 为其在模腔中成型压力和温度分别为 P 和 T 时的比容， V_0 为制品在室温和标准压力下的比容，则

$$V_0 = mv \quad (4)$$

$$V = mv_0 \quad (5)$$

经整理以上各式得

$$\bar{S}_L = 1 - y^{\frac{1}{3}} = \frac{(1-y)}{3} + \frac{(1-y)^2}{9} \quad (6)$$

式中

$$y = \frac{MV_0(P+\pi)}{RT+Mb(P+\pi)}$$

(3) 热收缩在与时间关系上存在滞后现象

图4为无定形高聚物在加热与冷却时的体积和温度的关系曲线。曲线AB表示高聚物在平衡状态由低于软化温度的某一点等速升温时比容的变化情况。曲线BC则为其逆过程。但当高聚物冷却到起始位置A所对应的温度时，比容却没有恢复原始值。经过相当长时间恒温后，试样才逐渐沿CA直线回复到原先的平衡状态。直线CA所经历的时间即为热收缩的滞后时间。

§1—3 塑料成型收缩率数表

一些塑料成型收缩率的大小如表3所示，这些值都是标准值。在热塑性塑料

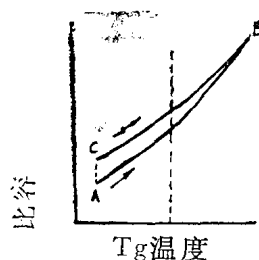


图4 无定形高聚物加热与冷却时体积温度曲线

中，一般结晶性塑料比非结晶性塑料的收缩大。对于加填料或增强材料等的塑料，由于其配合比例不同，收缩有相当大的差异。玻璃纤维增强塑料成型收缩较小。这对热固性塑料也是如此。成型收缩由于成型品的结构或壁厚、成型条件等不同而有很大变化。有文献指出，仅仅由于改变模腔压力，其收缩变化值可达0.5%。还有，从图5所示的成型条件误差与成型收缩误差的关系可以看出，与成型材料有很大关系。各种成型材料的标准收缩率的波动值各有不同，其值大者，当成型条件稍有变化，成型收缩率即有较大的波动，因此，标准成型收缩率的波动值越小，尺寸误差就越小。

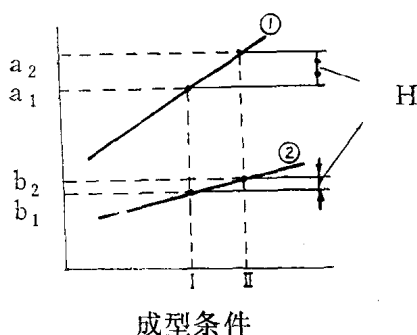


图5 成型条件误差与成型收缩率误差的关系 H：由于成型条件变动收缩率的波动值
①材料A：收缩率大
②材料B：收缩率小

表3 成型收缩(线性), 毫米/毫米			
AAS	0.004~0.008	耐热耐化学级	0.002~0.008
ABS		抗冲阻燃级	0.002~0.006
模塑用高抗冲级	0.004~0.009	一般阻燃级	0.002~0.006
高耐热级	"	加20~30%玻璃纤维	0.001~0.002
阻燃级	0.004~0.008	PVC	
加20~40%玻璃纤维增强	0.001~0.002	硬质	0.001~0.005
透明级	0.006~0.008	软质	0.010~0.05 ⁰
AS		加填料	0.008~0.035
无填料	0.002~0.007	TPx	0.015~0.03
加20~30%玻璃纤维增强	0.001~0.002	聚丁烯	
CPVC	0.003~0.007	(模塑)	0.003~0.026
EEA	0.015~0.035	(经放置后)	0.040
EVA	0.007~0.012	离子聚合物 (Ionomer)	0.003~0.028
氟塑料		聚偏氯乙烯	0.005~0.025
F46	0.030~0.06	氯乙烯丙烯共聚物	0.0025~0.0035
F2	0.030	聚乙烯醇缩甲醛	0.0015~0.0030
F3	0.010~0.015	纤维素塑料	
F4c (纯料)	0.030~0.040	乙基	0.005~0.009
(加玻璃纤维)	0.002~0.030	型材	0.003~0.010
F3c	0.020~0.025	丙酸	0.003~0.009
PFA	0.040	醋酸—丁酸	0.003~0.009
LAP (加玻璃纤维)	0.005~0.005	聚丙烯酸酯	
(加无机填料)	0.001~0.007	高耐冲击级	0.004~0.008
PE		型材	0.001~0.004
低密度	0.015~0.050	易流动级	0.002~0.007
中密度	"	与MS共聚物	0.002~0.003
高密度	0.020~0.050	通用级	0.002~0.009
交联级, 旋转	0.015~0.030	MS (αM—S)	0.002~0.006
模塑	0.015~0.030	耐热级	0.003~0.010
电缆	0.020~0.050	聚酚氧 (Phenoxxy)	0.003~0.004
PP		聚甲醛	
未改性	0.010~0.025	均聚物	0.020~0.025
共聚	0.010~0.025	共聚物	0.020 (平均)
加惰性填料	0.005~0.015	均聚, 20%玻纤	0.000~0.012
加玻璃纤维	0.002~0.008	共聚, 25%玻纤	0.004~0.018
抗冲 (加橡胶改性) 级	0.010~0.025	聚四氟乙烯纤维	0.02~0.025
PS		聚碳酸酯	
		无填料	0.005~0.007

加10%玻纤	0.002~0.003
加10~40%玻纤	0.001~0.003
与ABS共混	0.005~0.009
氯化聚醚	0.004~0.006
改性聚苯醚	
非增强(无玻纤等)	0.006
加20~30%玻纤	0.001~0.004
聚苯撑硫(PPS)	
无填料	0.010
加40%玻纤	0.020
尼龙	
尼龙66, 非改性	0.008~0.015
加30%玻纤	0.005
MoS ₂ 改性	0.007~0.018
尼龙—6, 非改性	0.006~0.014
加30~35%玻纤/尼龙—6	0.004
尼龙—66/尼龙6共聚物	0.006~0.015
尼龙—6/尼龙12, 非改性	0.010
加30~35玻纤	0.003
尼龙—6/尼龙9, 非改性	0.010~0.015
尼龙—6/尼龙10, 非改性	0.012
加30~35玻纤	0.004
尼龙11, 非改性	0.012
尼龙12, 非改性	0.003~0.015
加30%玻纤	0.003
透明型	0.004~0.006
聚酰胺—酰亚胺	
无填料	0.006
加无机填料	0.005
加石墨填料	"
聚砒	0.007
聚芳砒	0.007~0.009
聚醚砒	0.007
聚芳醚	0.007
饱和聚酯	
非增强(无玻纤)	0.015~0.020
加30玻纤	0.002~0.080
热塑性弹性体	

聚烯烃	0.005~0.020
聚氨酯	0.001~0.030
酚醛树脂	
无填料	0.010~0.012
加木粉	0.004~0.009
加石棉	0.002~0.009
加纤维	0.0~0.004
脲醛树脂	
加 α —纤维素	0.006~0.014
密胺树脂	
加无机填料	0.011~0.012
加 α —纤维素	0.005~0.015
环氧树脂	
包封级, 无机物	0.004~0.010
加玻纤	0.004~0.008
有机硅	
浇铸, 软质	0.0~0.006
加玻纤	0.0~0.005
不饱和聚酯	
以玻纤丝或玻纤布增强	0.0~0.002
醇酸树脂	
加石膏无机物	0.003~0.010
加石棉	0.004~0.007
加玻纤	0.001~0.010
聚酰亚胺	
加玻纤	0.001~0.002
加石墨	0.006
加F ₄	"
包封级	0.003
聚氨酯	0.0~0.20

收缩范围较大的塑料成型收缩率如表4所示。表5表示几种塑料的吹塑成型收缩率。

吹塑成型的容器类制品一般要求不严格, 成型收缩率影响不大, 但对于有刻度的定容量的瓶类和瓶口的螺纹而言, 收缩率就有相当的影响, 体积越大影响也越显著。

表6表示塑料异型材定型收缩率, 表7表示棒材挤出成型收缩率(棒径<100毫米时的定径套内径)。表8表示热成型的收缩率。

表 4 收缩范围较大的塑料成型收缩率 %

材 料	制 品 壁 厚 (毫 米)									制品高度方向的收缩率为水平方向收缩率的百分数
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8	
尼龙1010	0.5~1		1.8~2			2.5		70		
	1.1~1.3		2~2.5			~4				
聚 丙 烯	1~2		2~2.5		2.5~3		—		120~140	
低压聚乙烯	1.5~2		2~2.5			2.5~3.5		110~150		
	1~1.5		1.5~2.0		2.0~2.6		105~120			

表 5 几种塑料吹塑制品的成型收缩率 %

聚缩醛及其共聚物	1~3
尼龙—6	0.5~3
LDPE	1.2~2
HDPE	1.5~3.5
PP	1.2~2
PVC	0.6~0.8
PC	0.5~0.8
聚苯乙烯及其改性料	0.5~0.8

表 6 异型材定型收缩率 %

HPVC	0.8~1.3	PP	3~5
PA-66	1.5~2.5	CA	1.5~2
SPVC	3.5~5.5	PA-610	1.5~2.5
PE	4~6	ABS	1~2

表 7 棒材挤出成型收缩率 %

PA-1010	2.5~5	PA-66	3~6
ABS	1~2.5	PC	1~2.5
POM	2.5~4	氯化聚醚	1.5~3.5
聚砷	1~2		

表 8 热成型的收缩率 %

模 具		制 品 收 缩 率 %					
		聚氯乙稀	ABS	PC	聚 烯 烃	增初聚苯乙稀	双向拉伸聚苯乙烯
阳	模	0.1~0.5	0.4	0.5	1~3	0.5~0.8	—
阴	模	0.5~0.9	0.4~0.8	0.8	3~4	0.8~1	0.8

第二章 影响成型收缩的主要因素

影响塑料制品收缩的因素很多,这里仅介绍最主要的。有些因素直接的影响和间接的影响正好起相反作用,因而比较复杂,必须综合考虑,分析哪些是最主要的,其影响程度如何等等。

§2—1 塑料品种及制品特性的影响

在塑料成型加工时,不仅不同品种塑料其收缩率各不相同,而且不同批的,甚至在同一制品的不同部位的收缩值也常有不同。各种塑料都有其各自的收缩范围,同一种塑料又由于填料、分子量及配料比例等不同,则其收缩及各向异性也有很大差异。

在热塑性塑料成型过程中,由于存在结晶引起的体积变化,冻结在制品内的残余应力大,分子定向性强,因此收缩率比热固性塑料的大,收缩范围宽,方向性明显。

热塑性增强塑料的成型收缩比普通料小,但各向异性增大,沿料流方向收缩小,垂直料流方向大,进料口附近小,远处大。

热固性塑料的收缩率小,热固性增强塑料的收缩率更小。一般酚醛塑料的收缩率比环氧、不饱和聚酯等料的大些。

制品特性是指其形状、壁厚度、有无嵌件,嵌件数量及布局等。在塑料成型加工时,熔融物料与模腔表面接触,外层较快地冷却形成固态外壳,而内层较缓慢冷

却所形成收缩大的固化层,所以厚的壁冷却慢,收缩大。另外,有无嵌件,嵌件数量及布局都直接影响料流方向,密度分布及收缩阻力大小等。

塑料品种及制品特性对成型收缩率及方向性收缩差的影响如表9所示。

表9 塑料品种及制品特性对收缩的影响

项 目	收 缩 率	方 向 性 收 缩 差
塑料品种	比结晶性塑料小	比结晶性塑料小
无定型塑料	大	大
结晶度大	大	—
热膨胀系数大	大	—
易吸水、含挥发物多	大	—
含玻纤及矿物填料	小	方向性明显,收缩差大
制品特性		
包紧模芯直径方向	小	—
与模芯平行方向	大	—
薄 壁	小	大
厚 壁	大	—
内 孔	大	—
外 形	小	—
形状复杂	小	—
形状简单	大	—
有 嵌 件	小	小

由于塑料的热膨胀系数比金属大得多,在制品上装金属嵌件妨碍塑料的收缩,因此产生的拉应力很大,可能引起材料的开裂。鉴于这种原因,聚乙烯或聚甲醛应采用高分子量的牌号,或者嵌件周围的

物料厚度应设计得大些。对于聚苯乙烯，一般不宜加金属嵌件。对于聚碳酸酯，嵌件周围的物料厚度至少应等于嵌件的直径，对于聚甲醛和共聚甲醛，则不应小于金属嵌件直径的一半。

关于制品形状的影响，详见 §2—9 模具形状的影响。

§2—2 成型压力的影响

较高的成型压力使模腔内制品密实，收缩减小，尤其是保压阶段的压力及保压时间对制品收缩率及缩孔的产生影响更大（见图6）。还有文献解释为模腔内树脂压力愈高，弹性回复愈大，因此收缩率愈小。

可是，即使是对于同一制品来说，模腔内树脂的压力在各部分却并不一致，在注射压力难以作用的部位和容易作用的部位，所受注射压力也不一样。此外，多腔模的各模腔所受压力应设计均匀，否则会产生各模腔的制品收缩率之差。

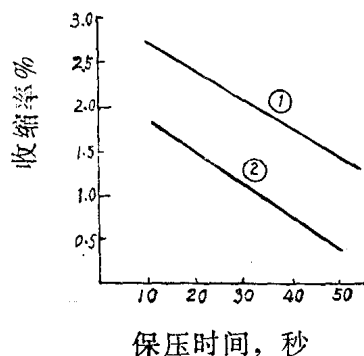


图6 成型保压时间对PP制品成型收缩的影响①料流方向②垂直于料流方向

图7表示对高密度聚乙烯、图8表示对聚乙烯、图9表示对尼龙66、图10表示对聚缩醛、图11表示对高耐冲聚苯乙烯、图12

表示对ABS树脂、图13表示对PBT的成型压力与收缩率的关系。

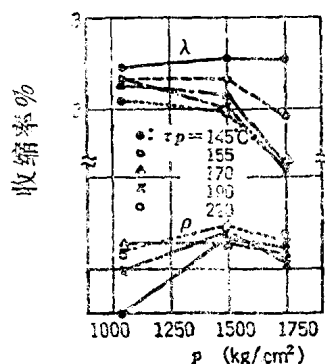


图7 HDPE制品各成型温度的收缩率与成型压力的关系（模温40°C，空冷）

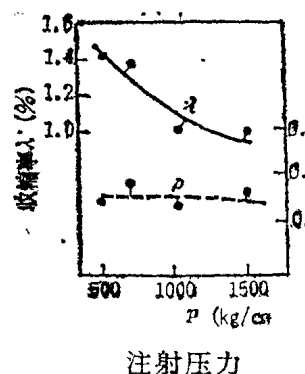


图8 PP注塑制品的收缩率与压力的关系（模温45°C，物料温度235°C型）

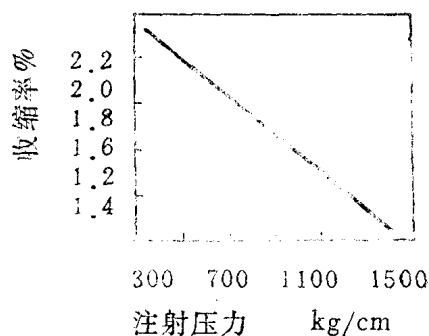


图9 尼龙-66的收缩率与成型压力的关系（壁厚3毫米，模温70°C）

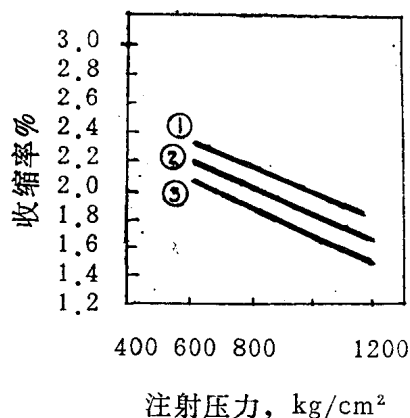


图10 聚缩醛树脂的成型压力与成型收缩率的关系 (壁厚3毫米)
模温 ①120°C ②100°C ③80°C

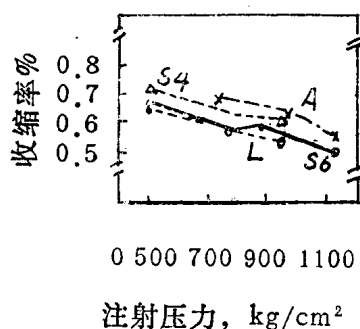


图11 PS的收缩率与成型的关系树脂
A: PMMA, L: AS树脂, S6: PS
S4: 高抗冲PS

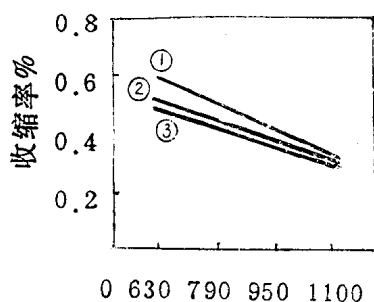


图12 ABS的成型压力与收缩率
①、②ABS12、ABS15: 通用类
③ABS38: 超流动性类

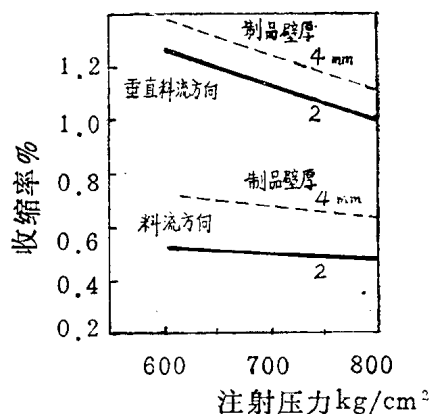


图13 含30%玻纤的HB类PBT的收缩率与注射压力的关系 (树脂温度240°C, 模具温度60°C, 浇口尺寸4×2mm)

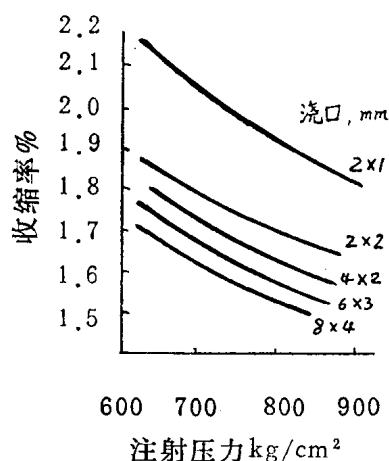


图14 共聚甲醛的收缩率与注射压力的关系

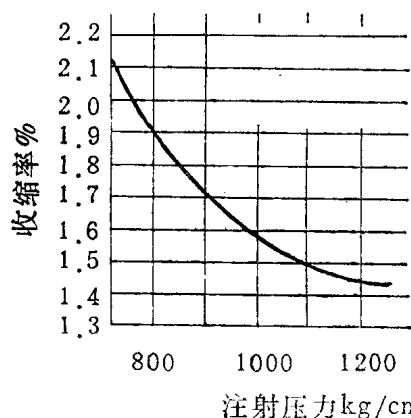


图15 共聚甲醛的收缩率与注射压力的关系