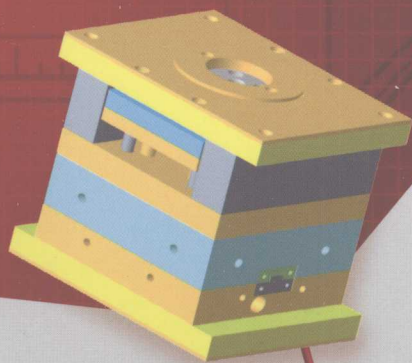
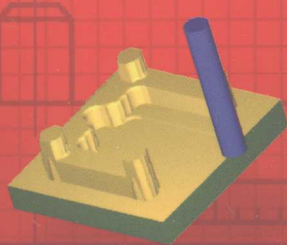




中等职业学校规划教材

塑料模具 结构与制造

SULIAO MUJU
JIEGOU YU ZHIZAO

■ 陈为 黄元勤 主编



化学工业出版社

中等职业学校规划教材

塑料模具结构与制造

陈 为 黄元勤 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



化学工业出版社

北京

元 00.15 : 价 3

本书讲述了塑料及其制品的基本知识,注塑模具、压缩模具、压注模具、挤出模具、中空吹塑模具的结构与工艺等内容,并与企业生产典型实例结合,实用性强。书中配有模具拆装、调试、测绘等实训课题,可供学习参考;还配有注塑模具设计与制造全程实例,包括分析制件、确定工艺、确定模具结构、选择模架、估算成本、签订合同、绘制模具总装图与零件图、模具制造等,有助于了解模具设计制造生产实际。另外书中每章所配习题大多来自企业生产实际案例,具有技术性和拓展性。

本书可作为中等职业学校教材和培训教材,还可供高职高专院校和相关技术人员参考。

塑料模具结构与制造

陈为 黄元勤 主编

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具结构与制造/陈为,黄元勤主编. —北京:
化学工业出版社, 2008. 2
中等职业学校规划教材
ISBN 978-7-122-02047-5

I. 塑… II. ①陈…②黄… III. ①塑料模具-结构-
专业学校-教材②塑料模具-制模工艺-专业学校-教材
IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 014296 号

责任编辑: 韩庆利

装帧设计: 史利平

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12 1/4 字数 320 千字 2008 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 21.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是一本实用性的教材,面向中等职业学校模具设计与制造、机械制造及数控加工等专业的学生,以及在生产一线从事塑料模具设计和塑料模具制造等相关技术人员。

其主要特色如下。

(1) 按一体化教学的需要,合理地编排教材内容,增加了大量的模具实例,特别是书中引用了20多套典型塑料模具详细的结构与制造技术,能够充分培养学生的应用能力。

(2) 根据模具专业实践性强的特点,为贴合职业类院校学生的文化理论薄弱的实际,本书相关章节删减了高深理论的讲述与计算,突出理论的够用性、适用性与技术的实用性、操作性。

用大量图例与精简说明讲述塑料制品的结构工艺性与塑料模具结构,以课题指导串联模具测绘(含模具CAD)以及模具制造等内容,以求系统地培养学生塑料模具的结构与塑料模具制造两方面的能力。

(3) 每章后均配有练习和思考题,大部分思考题是模具企业的实际生产案例,技术含量较高,打破了思考练习中尽是名词解释与问答等老一套做法。在第二章与第五章练习和思考题后还特别编写了案例式的测试题,让学习者完成后必大有收获。

书中带*号内容,为选学内容。

本书由陈为、黄元勤主编,郑平平、陆元三、欧阳波仪、龙满秀和谢玉书等参加了本书的编写。在本书的编写过程中得到了广东省工商技工学校吴悦钦、颜思廷、曲永珊、张卫平、唐绍同、麻庆华等的鼎力相助。另外,还得到了有关模具企业和模具技术人员的大力支持。

由于编者水平所限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2008年1月

目 录

第一章 塑料及制品基本知识	1	* 第五节 气辅注塑成型与热流道技术	68
第一节 塑料的组成及分类	1	一、气辅注塑成型	68
一、塑料的主要成分	1	二、热流道浇注系统简介	74
二、塑料分类	2	练习、思考及测试	74
第二节 塑料的性能	3	第三章 其他模塑工艺与模具结构	103
一、塑料的使用性能	3	第一节 压缩模	103
二、塑料的工艺性能	4	一、固定式压缩模	103
第三节 常用塑料及应用	4	二、移动式压缩模	104
一、通用塑料	4	三、半固定式压缩模	105
二、工程塑料	7	第二节 压注模	106
第四节 塑料制品的结构工艺特点	10	一、移动式料槽压注模	106
一、脱模斜度	10	二、固定式料槽压注模	108
二、塑料制品的壁厚	11	三、压注模的结构组成	110
三、圆角	12	第三节 挤出模	110
思考与练习	13	第四节 中空吹塑模	112
第二章 注塑工艺与模具结构	15	思考与练习	114
第一节 注塑模具基本知识	15	第四章 注塑模具拆装、调试与测绘	
一、塑料模的分类与注射模基本结构	15	实训	119
二、注射模分型面及浇注系统结构	17	第一节 拆装与调试实训	119
三、成型零部件结构	25	一、拆装	119
四、推出机构组成与结构	30	二、调试	120
五、侧向分型和抽芯机构的分类与结构	36	三、实训报告	120
六、模具加热和冷却装置的结构	43	第二节 测绘实训	121
七、注射模标准模架	45	一、装配体测绘	121
* 八、塑料模具钢材的选用与热处理	47	二、零件测绘	125
第二节 注塑机及注射工艺	53	第三节 模具 CAD 实训	126
一、注射机的组成及工作原理	53	一、课题指导	126
二、注射机的参数与模具的关系	54	二、课题训练	134
三、注射工艺原理	55	* 第四节 模具设计实训	138
四、注射工艺过程	56	一、实训题目	138
五、注射工艺条件的选择和控制	57	二、实训内容	139
第三节 两板式注塑模具的结构	58	第五章 注塑模具制造	148
一、两板式注射模含义	58	第一节 注塑模具设计与制造全程实例	148
二、两板式注射模结构举例	58	一、分析制件，确定成型工艺	148
第四节 三板式注塑模具的结构	62	二、确定模具结构，选择标准模架	153
一、三板式注射模含义	62	三、估算模具成本，签订制造合同	157
二、三板式注射模结构举例	62		

第一章 塑料及制品基本知识

第一节 塑料的组成及分类

一、塑料的主要成分

塑料一般由树脂和添加剂组成，树脂在塑料中起决定性作用。添加剂对塑料也有非常重要的影响。有些塑料（如聚四氟乙烯）在树脂中不加任何添加剂，树脂就是塑料。但大多数塑料若不加添加剂，就没有实用价值。

可以根据塑料的不同用途和不同的性能要求，适当地在树脂中加入一定量的添加剂，来获取某种性能的塑料。

（一）树脂

树脂属于高分子化合物，称为高聚物，是塑料中主要的、必不可少的成分。它决定塑料的类型，影响塑料的基本性能。

树脂可分为天然树脂和合成树脂两种。天然树脂有的是从树木和昆虫中分泌出来的。合成树脂是用人工合成的方法按天然树脂的分子结构制成的树脂，在生产中，一般采用合成树脂。

（二）添加剂

常见的添加剂主要有填充剂、增塑剂、着色剂、润滑剂、稳定剂等。此外还有阻燃剂、抗静电剂等。填充剂又称填料，可分为有机填充剂和无机填充剂。

1. 填充剂

在塑料中的作用主要是：减少树脂的含量，降低塑料成本，起增量的作用；改善塑料性能，扩大塑料的应用范围。

填充剂的形状有粉状、纤维状和层（片）状，如玻璃纤维、碳素纤维、碳酸钙（ CaCO_3 ）、二氧化硅（ SiO_2 ）、金属粉、木粉、棉布、石棉、云母、石粉等。

2. 增塑剂

对于一些可塑性小、柔软性差的树脂，加入增塑剂可以使塑料的塑性、流动性和柔韧性得到改善，并可降低刚性和脆性。

增塑剂一般为高沸点液态和低熔点固态的有机化合物，要求与树脂相溶性好、不易挥发、化学稳定性好、耐热、无色、无臭、无毒、价廉。

常用的增塑剂有樟脑、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、癸二酸二丁酯等。

3. 着色剂

主要是使塑料具有不同的颜色，起装饰作用，有的着色剂还能提高塑料的光稳定性、热稳定性和耐候性。

着色剂包括颜料和染料。颜料又分为无机颜料和有机颜料。

无机颜料是不溶性的固态有色物质，它在塑料中分散成微粒而着色，其着色能力、透明性和鲜艳性较差，但耐光性、耐热性和化学稳定性较好。

染料可溶于树脂中,有强烈的着色能力,且色泽鲜艳,但耐光性、耐热性和化学稳定性较差。

有机颜料的特性介于染料与无机颜料之间。

4. 润滑剂

润滑剂的作用是防止塑料在成型过程中发生粘模,同时还能改善塑料的流动性并提高塑件表面光泽度。常用的热塑性塑料中一般都要加入润滑剂。常用润滑剂有硬脂酸、石蜡和金属皂类(硬脂酸钙、硬脂酸锌)等。

5. 稳定剂

高分子化合物在热、力、氧、水、光、射线等作用下,大分子链或化学结构发生分解变化的反应,称为降解。为了防止或抑制降解,需在树脂中加入稳定剂。

稳定剂可分为热稳定剂、光稳定剂、抗氧化剂。

热稳定剂:抑制和防止树脂在加工或使用过程中受热而降解。

光稳定剂:阻止树脂因受到光的作用而引起的降解。

抗氧化剂:防止树脂在加工、储存和使用过程中发生氧化,导致树脂降解而失去使用价值。

二、塑料分类

1. 按树脂的分子结构及热性能分类

(1) 热固性塑料 此类塑料的分子最终呈体型结构。它在受热之初,分子呈线型结构,故具有可塑性和可熔性,可成型为一定形状,当继续加热时,线型分子间形成化学键结合(交联),分子间呈网状结构,当温度达到一定值后,交联反应进一步发展,形成体型结构,此时树脂既不熔融,也不溶解,形状固定后不再变化,又称固化。如果再加热,不再软化,也不再具有可塑性,在上述过程中既有物理变化,又有化学变化。此类塑料制品的边角料和废料不能再回收利用。

(2) 热塑性塑料 此类塑料的分子呈线型或支链型结构。加热时软化并熔融,成为可流动的黏稠液体(熔体),成型为一定形状,冷却后成为固体,并保持已成型的形状。如果再次加热,又可以软化并熔融,可再次成型,并可反复多次使用。在熔化、成型过程中只有物理变化而无化学变化。所以热塑性塑料的边角料(水口料)及废品可以回收并掺入原料中再次使用。

2. 按塑料的性能和用途分类

(1) 通用塑料 此类塑料具有产量大、用途广、价格低的特点,主要有酚醛塑料、氨基塑料、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯和聚丙烯六大品种。

(2) 工程塑料 指在工程上作为结构件的塑料。这类塑料的力学性能、耐磨性、耐腐蚀性、尺寸稳定性均较高,具有一定的金属特性,常代替金属制造一些零部件。常用的有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、ABS等。

工程塑胶就是被用做工业零件或外壳材料的工业用塑胶,其强度、耐冲击性、耐热性、硬度及抗老化性均优的塑胶。日本业界的定义为“可以作为构造用及机械零件用之高性能塑胶,耐热性在100℃以上,主要运用在工业上”。其性能包括以下几方面。

① 热性质:玻璃转移温度(T_g)及熔点(T_m)高、热变形温度(HDT)高、长期使用温度高(UL-746B)、使用温度范围大、热膨胀系数小。

② 机械性质:高强度、高机械模数、潜变性低、耐磨损、耐疲劳性。

③ 其他:耐化学药品性、抗电性、耐燃性、耐候性、尺寸安定性好。

(3) 增强塑料 在塑料中加入玻璃纤维等填料作为增强材料进一步改善塑料的力学、电气性能,形成复合材料,通常称为增强塑料。增强塑料具有优良的力学性能,比强度和比刚度高。热固性的增强塑料俗称玻璃钢。

第二节 塑料的性能

塑料的性能包含使用性能和工艺性能。使用性能体现塑料的使用价值;工艺性能体现塑料的成型特性。

塑料的使用性能包括物理性能、化学性能、力学性能、热性能、电性能等,这些性能都可以进行衡量和测定。

塑料的工艺性能主要有:热固性塑料的工艺性能和热塑性塑料的工艺性能。

一、塑料的使用性能

1. 物理性能

(1) 密度 单位体积中塑料的质量(重量)。塑料的密度一般比金属的密度小,在 $0.83\sim 2.20\text{g/cm}^3$ 之间。

(2) 透湿性 塑料透过蒸气的性质,用透湿系数表示。透湿系数是指在一定的湿度下,试样两侧在单位压力差情况下,单位时间内在单位面积上通过的蒸气量与试样厚度的乘积。

(3) 透气性 塑料阻止空气穿过的性质,是衡量塑料制品密封能力的一个指标。

(4) 吸水性 塑料吸收水分的性质。它可用吸水率表示。吸水率是指在一定温度下,将塑料放在水中浸泡一定时间后质量(重量)增加的百分率。

(5) 透明性 塑料透过可见光的性质,用透光率表示。透光率是指透过塑料的光通量与其入射光通量的百分比的比值。

2. 化学性能

(1) 耐化学性 指塑料耐酸、碱、盐、溶剂和其他化学物质的能力。

(2) 耐候性 指塑料暴露在日光、冷热、风雨等气候条件下,保持其性能的能力。

(3) 耐老化性 指塑料暴露于自然环境或人工条件下,随着时间的推移,不产生化学结构变化,并保持其性能的能力。

(4) 光稳定性 指塑料在日光或紫外线照射下,抵抗褪色、变黑或降解的能力。

(5) 抗霉性 指塑料对霉菌的抵抗能力。

3. 力学性能

塑料的力学性能主要包括抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、断裂伸长率、冲击韧度、抗疲劳强度、耐蠕变性、硬度、摩擦系数及磨耗等。

磨耗是塑料试样与特定的砂纸摩擦一定时间后损失的体积,其他指标与金属的力学性能指标有相似的意义。

4. 热性能

塑料的热性能主要由线膨胀系数、导热系数、玻璃化温度、耐热性、热变形温度、熔体指数、热稳定性、热分解温度等来体现。

(1) 玻璃化温度 塑料从黏流态或高弹态(橡胶态)向玻璃态(固态)转变(或反向转变)的温度。

(2) 耐热性 塑料在外力作用下受热而不变形的性质,用热变形温度或马丁耐热温度衡量。

(3) 熔体指数 热塑性塑料在一定的温度和压力下,其熔体在 10min 内通过标准毛细管的质量,以 g/10min 表示,是反映塑料在熔融状态下流动性的一个量值。

(4) 热稳定性 塑料在加工或使用过程中受热而不分解变质的性质。

(5) 热分解温度 塑料在受热时发生分解的温度,是衡量塑料热稳定性的一个指标。塑料加热时应控制在此温度以下。

5. 电性能

塑料的电性能包括表面电阻率、体积电阻率、介电常数、介电强度、耐电弧性、介电损耗等,是衡量塑料在各种频率的电流作用下表现出来的性能。

二、塑料的工艺性能

1. 热固性塑料的工艺性能

(1) 收缩性 热固性塑料在高温下成型后冷却至室温,其尺寸会发生收缩,使尺寸减小,一般在 0.5% 左右。

(2) 流动性 塑料在一定温度与压力下,充满模具型腔的能力称为塑料的流动性。衡量塑料流动性的指标通常用拉西格流动性表示。

(3) 比容和压缩率 比容是单位质量塑料所占的体积,单位是 cm^3/g 。压缩率是成型前塑料原材料的体积与成型后制品的体积之比,其值恒大于 1。

(4) 水分和挥发物的含量 一定的水分和挥发物在热固性塑料的成型中起增塑作用。但含量过多,会造成塑料流动性增大,易产生溢料、成型周期长、收缩率大,产品易产生气泡、疏松、变形、翘曲、波纹等缺陷。

(5) 固化特性 热固性塑料在成型过程中树脂发生交联反应,分子结构由线型变为体型,塑料由既可熔化又可溶解变成既不可熔化又不可溶解的状态。这个过程又称为固化(熟化)。

2. 热塑性塑料的工艺性能

(1) 收缩性 热塑性塑料的收缩性基本上与热固性塑料的收缩性相同。

(2) 流动性 指塑料在一定的温度和压力下充满型腔的能力,可以用熔体指数来衡量,其数值用熔体指数测定仪测定。

(3) 吸水性 表示塑料吸收水分的能力。对具有吸水或黏附水分倾向的塑料必须在成型前进行干燥处理去除水分。

(4) 结晶性 塑料在冷凝时是否具有结晶的特性。可将塑料分为结晶型和非结晶型两种。

(5) 热敏性 指某些热稳定差的塑料,在温度高和受热时间长的情况下产生降解、分解、变色的特性。

(6) 应力开裂 有些塑料质地较脆,成型时又容易产生内应力,在外力作用下容易产生开裂。

(7) 熔体破裂 塑料熔料通过喷嘴孔或浇口时,流速超过一定值后,挤出的熔体表面会发生明显的横向裂纹,这种现象称为熔体破裂。

第三节 常用塑料及应用

一、通用塑料

目前世界上生产的已有三百多种,规格、牌号数千计。其中产量最大、价格低、应用范

围广的是通用料,叫通用塑料,有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、ABS塑料、酚醛塑料和氨基塑料,占世界塑料总产量的四分之三。

1. PC/ABS

(1) 介绍 聚碳酸酯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物和混合物,俗称防火胶。

(2) 性能 PC/ABS具有PC和ABS两者的综合特性。例如ABS的易加工特性和PC的优良力学特性和热稳定性。二者的比率将影响PC/ABS材料的热稳定性。PC/ABS这种混合材料还显示了优异的流动特性。收缩率在0.5%左右。

(3) 成型性能及应用 干燥处理:加工前的干燥处理是必须的。湿度应小于0.04%,建议干燥条件为90~110℃,2~4h。熔化温度:230~300℃。模具温度:50~100℃。注射压力:取决于塑件。注射速度:尽可能地高。

典型应用范围:计算机和商业机器壳体、电器设备、草坪园艺机器、汽车零件仪表板、内部装修以及车轮盖。

2. HDPE

(1) 介绍 高密度聚乙烯,俗称硬性软胶,一般采用低压法制造。

(2) 性能 HDPE的高结晶度导致了它的高密度、抗张力强度、高温扭曲温度、黏性以及化学稳定性。HDPE比LDPE有更强的抗渗透性。HDPE的抗冲击强度较低,成型后收缩率较高,在1.5%~4%之间。HDPE很容易发生环境应力开裂现象。可以通过使用很低流动特性的材料以减小内部应力,从而减轻开裂现象。HDPE当温度高于60℃时很容易在烃类溶剂中溶解,但其抗溶解性比LDPE还要好一些。

(3) 成型性能及应用 如果存储恰当则无须干燥。熔化温度:220~260℃。对于分子量较大的材料,建议熔化温度范围在200~250℃之间。模具温度:50~95℃。6mm以下壁厚的塑件应使用较高的模具温度,6mm以上壁厚的塑件使用较低的模具温度。塑件冷却温度应当均匀以减小收缩率的差异。对于最优的加工周期时间,冷却腔道直径应不小于8mm,并且距模具表面的距离应在1.3d之内(这里d是冷却腔道的直径)。注射压力:700~1050bar^①。注射速度:建议使用高速注射。流道和浇口:流道直径在4~7.5mm之间,流道长度应尽可能短。可以使用各种类型的浇口,浇口长度不要超过0.75mm。特别适用于使用热流道模具。

典型应用范围:电冰箱容器、存储容器、家用厨具、密封盖等。

3. LDPE

(1) 介绍 低密度聚乙烯,俗称软胶,一般采用高压法制造。

(2) 性能 商业用的LDPE材料的密度为0.91~0.94 g/cm³。LDPE对气体和水蒸气具有渗透性。LDPE的热膨胀系数很高,不适合于加工长期使用的制品。如果LDPE的密度在0.91~0.925 g/cm³之间,那么其收缩率在2%~5%之间;如果密度在0.926~0.94 g/cm³之间,那么其收缩率在1.5%~4%之间。当前实际的收缩率还要取决于注塑工艺参数。LDPE在室温下可以抵抗多种溶剂,但是芳香烃和氯化烃溶剂可使其膨胀。同PE-HD类似,LDPE容易发生环境应力开裂现象。

(3) 成型性能及应用 一般不需要干燥。熔化温度:180~280℃。模具温度:20~40℃。为了实现冷却均匀以及较为经济的去热,建议冷却腔道直径至少为8mm,并且从冷却腔道到模具表面的距离不要超过冷却腔道直径的1.5倍。注射压力:最大可到1500bar。

^① 1bar=10⁵Pa,下同。

保压压力：最大可到 750bar。注射速度：建议使用快速注射速度。流道和浇口：可以使用各种类型的流道和浇口，PE 特别适合于使用热流道模具。

典型应用范围：碗，箱柜，管道连接器。

4. ABS

(1) 介绍 俗称超不碎胶，是一种高强度改性 PS。

(2) 性能 ABS 材料具有超强的易加工性，外观特性，低蠕变性和优异的尺寸稳定性以及很高的抗冲击强度。

(3) 成型性能及应用 ABS 材料具有吸湿性，在加工之前进行干燥处理，建议干燥条件为 80~90℃ 下最少干燥 2h。材料湿度应保证小于 0.1%。熔化温度：210~280℃，建议温度 245℃。模具温度：25~70℃，模具温度将影响塑件光洁度，温度较低则导致光洁度较低。注射压力：500~1000bar。注射速度：中高速度。

典型应用范围：汽车（仪表板，工具舱门，车轮盖，反光镜盒等），电冰箱，大强度工具（头发烘干机，搅拌器，食品加工机，割草机等），电话机壳体，打字机键盘，娱乐用车辆，如高尔夫球手推车以及喷气式雪橇车等。

5. PMMA

(1) 介绍 聚甲基丙烯酸甲酯，俗称有机玻璃、亚克力。

(2) 性能 PMMA 具有优良的光学特性及耐气候变化特性。白光的穿透性高达 92%。PMMA 制品具有很低的双折射，特别适合制作影碟等。PMMA 具有室温蠕变特性。随着负荷加大、时间增长，可导致应力开裂现象。PMMA 具有较好的抗冲击特性。收缩率在 0.5% 左右。

(3) 成型性能及应用 PMMA 具有吸湿性，因此加工前的干燥处理是必须的。建议干燥条件为 90℃、2~4h。熔化温度：240~270℃。模具温度：35~70℃。注射速度：中等。

典型应用范围：汽车工业（信号灯设备、仪表盘等），医药行业（储血容器等），工业应用（影碟、灯光散射器），日用消费品（饮料杯、文具等）。

6. PP

(1) 介绍 聚丙烯，俗称百折软胶。

(2) 性能 PP 是一种半结晶性材料。它比 PE 要更坚硬并且有更高的熔点。由于均聚物型的 PP 在温度高于 0℃ 以上时非常脆，因此许多商业的 PP 材料是加入 1%~4% 乙烯的无规则共聚物或更高比率乙烯含量的钳段式共聚物。共聚物型的 PP 材料有较低的热扭曲温度（100℃）、低透明度、低光泽度、低刚性，但是有更强的抗冲击强度。PP 的强度随着乙烯含量的增加而增大。由于结晶度较高，这种材料的表面刚度和抗划痕特性很好。PP 不存在环境应力开裂问题。通常，采用加入玻璃纤维、金属添加剂或热塑橡胶的方法对 PP 进行改性。由于结晶，PP 的收缩率相当高，一般为 1.8%~2.5%。并且收缩率的方向均匀性比 PE-HD 等材料要好得多。加入 30% 的玻璃添加剂可以使收缩率降到 0.7%。均聚物型和共聚物型的 PP 材料都具有优良的抗吸湿性、抗酸碱腐蚀性、抗溶解性。然而，它对芳香烃（如苯）溶剂、氯化烃（四氯化碳）溶剂等没有抵抗力。PP 也不像 PE 那样在高温下仍具有抗氧化性。

(3) 成型性能及应用 如果储存适当则不需要干燥处理。熔化温度：220~275℃，注意不要超过 275℃。模具温度：40~80℃，建议使用 50℃。结晶程度主要由模具温度决定。注射压力：可大到 1800bar。注射速度：通常使用高速注塑，可以使内部压力减小到最小。如果制品表面出现了缺陷，那么应使用较高温度的低速注塑。流道和浇口：对于冷流道，典

型的流道直径范围是 4~7mm。建议使用通体为圆形的注入口和流道。所有类型的浇口都可以使用。典型的浇口直径范围是 1~1.5mm, 但也可以使用小到 0.7mm 的浇口。对于边缘浇口, 最小的浇口深度应为壁厚的一半; 最小的浇口宽度应至少为壁厚的两倍。PP 材料完全可以使用热流道系统。

典型应用范围: 汽车工业 (主要使用含金属添加剂的 PP: 挡泥板、通风管、风扇等), 器械 (洗碗机门衬垫、干燥机通风管、洗衣机框架及机盖、冰箱门衬垫等), 日用消费品 (草坪和园艺设备, 如剪草机和喷水器等)。

7. PS

(1) 介绍 聚苯乙烯, 简称 PS、GPS, 俗称通用级 PS 或硬胶。

(2) 性能 大多数商业用的 PS 都是透明的、非晶体材料。PS 具有非常好的几何稳定性、热稳定性、光学透过特性、电绝缘特性以及很微小的吸湿倾向。它能够抵抗水、稀释的无机酸, 但能够被强氧化酸 (如浓硫酸) 所腐蚀, 并且能够在一些有机溶剂中膨胀变形。典型的收缩率在 0.4%~0.7% 之间。

(3) 成型性能及应用 除非储存不当, 通常不需要干燥处理。如果需要干燥, 建议干燥条件为 80℃、2~3h。熔化温度: 180~280℃。对于阻燃型材料其上限为 250℃。模具温度: 40~50℃。注射压力: 200~600bar。注射速度: 建议使用快速的注射速度。流道和浇口: 可以使用所有常规类型的浇口。

典型应用范围: 产品包装, 家庭用品 (餐具、托盘等), 透明容器, 光源散射器, 绝缘薄膜等。

8. PVC

(1) 介绍 聚氯乙烯。

(2) 性能 刚性 PVC 是使用最广泛的塑料材料之一。PVC 材料是一种非结晶性材料。PVC 材料在实际使用中经常加入稳定剂、润滑剂、辅助加工剂、色料、抗冲击剂及其他添加剂。PVC 材料具有不易燃性、高强度、耐气候变化性以及优良的几何稳定性。PVC 对氧化剂、还原剂和强酸都有很强的抵抗力。然而它能够被浓氧化酸如浓硫酸、浓硝酸所腐蚀, 并且也不适用于芳香烃、氯化烃接触的场所。PVC 在加工时熔化温度是一个非常重要的工艺参数, 如果此参数不当将导致材料分解的问题。PVC 的流动特性相当差, 其工艺范围很窄。特别是大分子量的 PVC 材料更难于加工 (这种材料通常要加入润滑剂改善流动特性), 因此通常使用的都是小分子量的 PVC 材料。PVC 的收缩率相当低, 一般为 0.2%~0.6%。

(3) 成型性能及应用 通常不需要干燥处理。熔化温度: 185~205℃。模具温度: 20~50℃。注射压力: 可大到 1500bar。保压压力: 可大到 1000bar。注射速度: 为避免材料降解, 一般要用相当的注射速度。流道和浇口: 所有常规的浇口都可以使用。如果加工较小的部件, 最好使用针尖型浇口或潜入式浇口; 对于较厚的部件, 最好使用扇形浇口。针尖型浇口或潜入式浇口的最小直径应为 1mm; 扇形浇口的厚度不能小于 1mm。

典型应用范围: 供水管道, 家用管道, 房屋墙板, 商用机器壳体, 电子产品包装, 医疗器械, 食品包装等。

二、工程塑料

工程塑料, 是指机械强度好, 能做工程材料和代替金属制造各种机械设备或零件的塑料。这类塑料主要有聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、聚氯醚、聚砒等。特殊塑料是指具有特殊性能和特殊性用途的塑料, 如含氟塑料、硅树脂、聚酚酯、环氧树脂、不饱和聚酯、离子交换树脂等。

1. PA

(1) 介绍 聚酰胺，俗称尼龙（Nylon），尼龙是最重要的工程塑料，产量在五大通用工程塑料中居首位。

(2) 性能 尼龙为韧性角状半透明或乳白色结晶性树脂。

尼龙具有很高的机械强度，软化点高，耐热，摩擦系数低，耐磨损，自润滑性，吸振性和消音性，耐油，耐弱酸，耐碱和一般溶剂，电绝缘性好，有自熄性，无毒，无臭，耐候性好，染色性差。缺点是吸水性大，影响尺寸稳定性和电性能，纤维增强可降低吸水率，使其能在高温、高湿下工作，如 PA66+GF15%、PA66+GF30%耐温达 180~210℃。因此，尼龙与玻璃纤维亲和性良好，没有加玻璃纤维的尼龙不得用于有耐高温要求的部件上。

尼龙中尼龙 66 的硬度、刚性最高，但韧性最差。各种尼龙按韧性大小排序为：PA66<PA66/6<PA6<PA610<PA11<PA12。

尼龙的燃烧性为 ULS4-2 级，氧指数为 24~28，尼龙的分解温度>299℃，在 449~499℃时会发生自燃。

尼龙的熔体流动性好，故制品壁厚可小到 1mm。

(3) PA 的主要技术性能指标和用途 见表 1-1。

表 1-1 聚酰胺（尼龙）主要技术性能指标

项目	PA6	PA66	PA610	PA612	PA9	PA11	PA12	PA1010
密度/(g/cm³)	1.13	1.15	1.07	1.07	1.05	1.04	1.02	1.07
熔点/℃	215	252	220	—	185	186	178	210
热变形温度/℃	68	75	82	—	—	54	55	—
耐寒温度/℃	—30	—30	—40	—	—30	—40	—	—40
成型收缩率/%	0.8~2.5	1.5~2.2	1.5~2.0	—	1.5~2.5	1.2	—	1.0~2.5
用途	轴承，齿轮，凸轮，滚子，滑轮，辊轴，螺钉，螺帽，垫片，高压油管，储油容器等		汽车用齿轮，衬垫，轴承、滑轮等精密部件，输油储油容器，传动带，仪表体，纺织机械部件		精密机械部件，电线电缆绝缘层，枪托，弹药箱，工具架，线圈	齿轮，机械部件，电缆护套，医疗特种消毒包，渔网，金属涂层	输送汽油的硬管和软管，电缆护套，食品包装膜，发泡建材，静电喷涂	机械部件，轴承，齿轮，精密部件，电子部件，油管软管，电线电缆护套，工业滤布，筛网，毛刷等

2. PC

(1) 介绍 聚碳酸酯，俗称百折胶，力学性能优良，亦称防弹玻璃胶。

(2) 性能 PC 是一种无定型、无臭、无毒、高度透明的无色或微黄色热塑性工程塑料，具有优良的物理力学性能，尤其是耐冲击性优异，拉伸强度、弯曲强度、压缩强度高；蠕变性小，尺寸稳定；具有良好的耐热性和耐低温性，在较宽的温度范围内具有稳定的力学性能，尺寸稳定性，电性能和阻燃性，可在-60~120℃下长期使用；无明显熔点，在220~230℃呈熔融状态；由于分子链刚性大，树脂熔体黏度大；吸水率小，收缩率小，一般为 0.4%~0.8%。缺点是因抗疲劳强度差，容易产生应力开裂，抗溶剂性差，耐磨性欠佳。

(3) 成型性能及应用 PC 可注塑、挤出、模压、吹塑热成型、印刷、粘接、涂覆和机加工,最重要的加工方法是注塑。成型之前必须预干燥,水分含量应低于 0.02%,微量水分在高温下加工会使制品产生白浊色泽、银丝和气泡,PC 在室温下具有相当大的强迫高弹形变能力,高冲击韧性,因此可进行冷压,冷拉,冷辊压等冷成型加工,注-吹、注-拉-吹成型高质量、高透明瓶子。

PC 合金种类繁多,改进 PC 熔体黏度大(加工型)和制品易应力开裂等缺陷,PC 与不同聚合物形成合金或共混物,提高材料性能。具体有 PC/ABS 合金、PC/ASA 合金、PC/PBT 合金、PC/PET 合金、PC/PET/弹性体共混物、PC/MBS 共混物、PC/PTFE 合金、PC/PA 合金等,具有两种材料性能优点,并降低成本,如 PC/ABS 合金中,PC 主要贡献高耐热性,较好的韧性和冲击强度,高强度、阻燃性,ABS 则能改进可成型性,提高表面质量,降低密度。

PC 的三大应用领域是玻璃装配业,汽车工业和电子、电器工业,其次还有工业机械零件、计算机等办公设备,医疗及保健,休闲和防护器材等。

PC 可做门窗玻璃,PC 层压板广泛用于银行、使馆、拘留所和公共场所的防护窗,用于飞机舱罩,照明设备,工业安全挡板和防强玻璃。

PC 板可做各种标牌,如汽油泵表盘、汽车仪表板、货栈及露天商业标牌、点式滑动指示器。

PC 树脂用于汽车仪表盘系统和内装饰系统,用做前灯罩,带加强筋汽车前后挡板,反光镜框,门框套,操作杆护套,阻流板。

PC 还被用做接线盒、插座、插头及套管、垫片、电视转换装置,电话线路支架下通讯电缆的连接件,电闸盒、电话总机、配电盘元件,继电器外壳。

PC 可做低载荷零件,用于家用电器电动机、真空吸尘器、洗头器、咖啡机、烤面包机、动力工具的手柄,各种齿轮、蜗轮、轴套、导轨、冰箱内搁架。

PC 是光盘储存介质理想的材料。PC 瓶(容器)透明、重量轻、抗冲性好,耐一定的高温 and 腐蚀溶液洗涤,为可回收利用瓶(容器)。

PC 及 PC 合金可做计算机架,外壳及辅机,打印机零件。改性 PC 耐高能辐射杀菌,耐蒸煮和烘烤消毒,可用于采血标本器具,血液充氧器,外科手术器械,肾透析器等,PC 可做头盔和安全帽,防护面罩,墨镜和运动护眼罩。

PC 薄膜广泛用于印刷图表,医药包装等。

3. POM

(1) 介绍 聚甲醛有金属塑料之称,俗名赛钢。

(2) 性能 POM 为乳色不透明结晶性线性热塑性树脂,具有良好的综合性能和着色性,具有较高的弹性模量,很高的刚性和硬度,比强度和比刚性接近于金属;拉伸强度、弯曲强度、耐蠕变性和耐疲劳性优异,耐反复冲击,去载回复性优;摩擦系数小,耐磨耗,尺寸稳定性好,表面光泽好,有较高的黏弹性,吹水性小,电绝缘性优,且不受温度影响;有吸振性、消音性;吸水性小,耐绝缘性好且不受湿度影响;耐化学药品性优,除了强酸、酚类和有机卤化物外,对其他化学品稳定,耐油;力学性能受温度影响小,具有较高的热变形温度。缺点是阻燃性较差,遇火徐徐燃烧,即使添加阻燃剂也得不到满意的要求,另外耐候性不理想,室外应用要添加稳定剂。

POM 的高结晶程度导致它有相当高的收缩率,可高达 2%~3.5%。

(3) 成型性能及应用 POM 吸水率大于 0.2%,成型前应预干燥,POM 熔融温度与分

解温度相近,成型性较差,可进行注塑、挤出、吹塑、滚塑、焊接、粘接、涂膜、印刷、电镀、机加工。注塑是最重要的加工方法,成型收缩率大,模具温度空高些,或进行退火处理,或加入增强材料(如无碱玻璃纤维)。

POM 强度高,质轻,常用于建材来代替铜、锌、锡、铅等有色金属,广泛用于工业机械、汽车、电子电器、日用品、管道及配件、精密仪器等部门。

POM 被广泛用于制造各种滑动、转动机械零件,做各种齿轮、杠杆、滑轮、链轮,特别适宜做轴承、热水阀门、精密计量阀、输送机的链环和辊子、流量计、汽车内外部把手、曲柄等车窗转动机械,油泵轴承座和叶轮燃气开关阀、电子开关零件、坚固体、接线柱镜面罩、电风扇零件、加热板、仪表钮;各种管道和农业喷洒系统以及阀门、喷头、水龙头、洗浴盆零件;开关键盘、按钮、音像带卷轴;温控定时器;动力工具;另外可作为冲浪板、帆船及各种雪橇零件,手表微型齿轮、体育用设备的框架辅助件和背包用各种环扣、紧固件、打火机、拉链、扣环;医疗器械的心脏起搏器;人造心脏瓣膜、顶椎、假肢等。

第四节 塑料制品的结构工艺特点

塑料制品能够用模塑工艺成型,一方面体现了模具结构的工艺合理,另一方面也体现了塑料制品的工艺合理。

塑料制的结构工艺主要体现在以下以个方面。

一、脱模斜度

当塑件成型后因塑料收缩而包紧型芯,若塑件外形较复杂时,塑件的多个面与型芯紧贴,从而脱模阻力较大。为防止脱模时塑件的表面被擦伤和锥顶变形,需设脱模斜度(见图 1-1)。

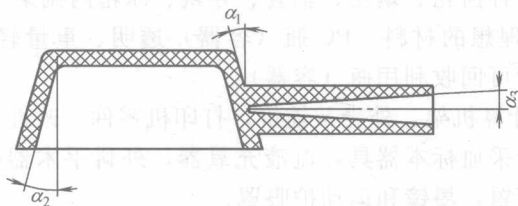


图 1-1 脱模斜度

沿脱模方向的制品表面与脱模方向的夹角称为脱模斜度。也叫拔模斜度或拔模角,常用 α 表示。

一般来说,塑件高度在 25mm 以下者可不考虑脱模斜度。但是,如果塑件结构复杂,即使脱模高度仅几毫米,也必须认真设计脱模斜度。

1. 确定脱模斜度大小的原则

一般情况下,脱模斜度为 $30' \sim 1^\circ 30'$ 。

① 若制品所用塑料的收缩率较大,采用较大的脱模斜度。

② 当制品精度要求较高时,选用较小的脱模斜度。外表面的脱模斜度可小至 $5'$,内表面斜度可小至 $10' \sim 20'$ 。

③ 高度不大的塑料制品,可以不要脱模斜度;尺寸较高、较大的制品可选用较小的脱模斜度。

④ 形状复杂、不易脱模的制品,应取较大的脱模斜度;制品上的凸起或加强筋单边应

有 $4^\circ \sim 5^\circ$ 斜度；侧壁带皮革花纹应有 $4^\circ \sim 6^\circ$ 的斜度；每 0.025mm 花纹深度要取 1° 以上的脱模斜度；制品壁厚大的应选较大的脱模斜度；壳类塑料制品上有成排网格孔板时，要取 $4^\circ \sim 8^\circ$ 以上型孔斜度；孔越多越密，斜度越大。

2. 脱模斜度的表示方法

- ① 用线性尺寸标注 [见图 1-2(a)]；
- ② 用角度表示 [见图 1-2(b)]；
- ③ 用比例标注表示 [见图 1-2(c)]。

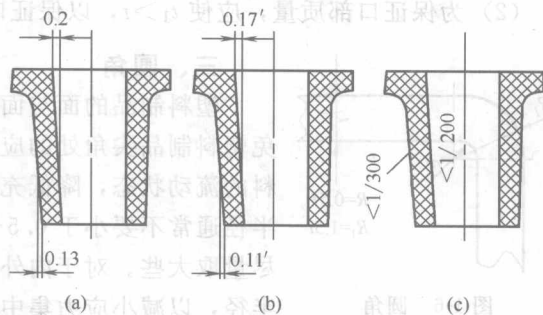


图 1-2 斜度标注

二、塑料制品的壁厚

1. 壁厚选用的原则

(1) 使用要求 强度、刚度、脱模受力、装配紧固力等。

(2) 选用办法 塑件壁厚过小，熔体流动阻力大，成型困难；过大易产生气泡、缩孔、凹痕、翘曲等，用料多，成本增加，成型周期长。

热固性塑料：小型件， $1 \sim 2\text{mm}$ ，大型件， $3 \sim 8\text{mm}$ ；塑件壁厚的取值最薄 0.25mm 。热塑性塑料：一般不小于 $0.6 \sim 0.9\text{mm}$ ；通常取 $2 \sim 4\text{mm}$ 。

壁厚的选用原则就是在使用要求和工艺要求的前提下，应遵循以下两点：一是尽量减小壁厚；二是同一塑件其壁厚要尽量均匀一致。

2. 减小壁厚差的方法

- (1) 将塑件制品过厚部分挖空 (见图 1-3)；
- (2) 将塑件制品分解 (见图 1-4)。

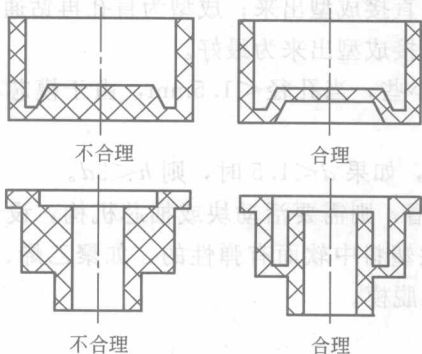


图 1-3 挖空



图 1-4 分解

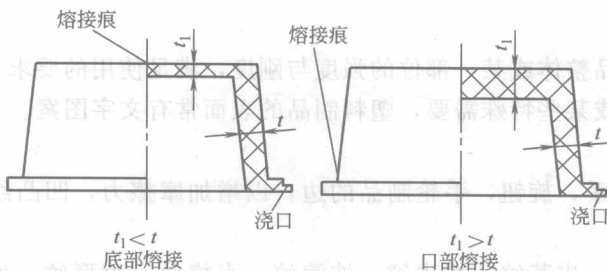


图 1-5 壁厚小的地方产生熔接痕