



塑料成型工艺与实例丛书



塑料吹塑成型 工艺与实例

● 张玉龙 石磊 主编



化学工业出版社

塑料成型工艺与实例丛书

塑料吹塑成型工艺与实例

张玉龙 石 磊 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

编写人员名单

主 编:	张玉龙	石 磊			
副主 编:	高长奇	邓桃益	朱洪立	李 萍	
编 委:	王仲平	王兆德	邓桃益	石 磊	石元昌
	闫 军	庄明忠	刘小兰	刘洪章	刘荣田
	刘景春	刘恩骞	刘 燕	刘锡鼎	杜仕国
	朱洪立	吕春健	宋兴民	李 萍	李 静
	吴宝玉	张广成	张玉龙	张军营	张 伟
	张福田	张 蓓	杨振强	杨士勇	杨守平
	岳乃凤	陈 国	陈德展	赵峰俊	侯京陵
	律微波	徐丽新	徐勤福	崔应强	柴 娟
	葛圣松	蔡玉海	蔡志勇	解海华	薛维宝

前 言

近几年，塑料成型加工技术得到快速发展，材料改性与配方设计逐步深入，设备不断创新与改进，成型工艺技术也得到长足进步，致使塑料产品质量不断提高，更新换代制品不断涌现。塑料制品已经成为国民经济建设、国防建设和人们日常生活中不可短缺的制品之一，极大地丰富了消费市场，满足了工业建设和人们物质生活的需要。

为满足塑料加工发展的需求，特别是满足塑料成型加工技术人员与工人迫切需要，普及塑料成型加工基础知识，宣传推广近年来塑料成型加工出现的新成果，我们组织编写了《塑料成型工艺与实例丛书》一套五册，即《塑料注射成型工艺与实例》、《塑料挤出成型工艺与实例》、《塑料吹塑成型工艺与实例》、《塑料模压成型工艺与实例》和《塑料低压成型工艺与实例》。各册书均在介绍工艺装备、工艺过程、工艺条件与注意事项的基础上，列举了大量实例，每一实例均按照选材与配方设计、工艺设备、制备方法、性能与效果的格式编写，逐一做了详细介绍。是塑料材料研究、产品设计、制品加工、管理营销和教学人员，特别是产品加工技术人员和技术工人必备之书。也可作为培训教材。

本系列丛书突出实用性、先进性、可操作性和仿效性，以生产实例为中心，以技术操作为导线，由浅入深加以介绍。本系列丛书结构严谨清晰、语言简练、通俗易懂，凡具有中等文化程度而无专业知识的人员，也可看懂学会。相信本丛书的出版发行将

有助于进一步提高现有塑料产品的档次，改善生产工艺，开发新型产品，进而为企业的技术创新和经济效益提高起到积极作用。

由于编者水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2010. 10

目 录

第一章 概述	1
一、塑料吹塑成型的主要方法与适用性.....	1
二、吹塑成型的特点.....	1
三、制品设计.....	2
四、吹塑制品的选材.....	5
五、吹塑模具	10
六、塑料吹塑成型工艺过程及注意事项	13
七、制品的后处理工序	15
第二章 塑料挤出吹塑成型与制备实例	16
第一节 挤出吹塑成型	16
一、挤出吹塑设备	16
二、吹塑模具	19
三、挤出吹塑成型工艺与质量控制	20
四、常见缺陷、产生原因及解决措施	28
第二节 塑料薄膜的挤出吹塑成型与制备实例	32
一、聚乙烯薄膜	32
二、聚氯乙烯薄膜的挤出吹塑成型实例	70
三、其他薄膜的挤出吹塑成型实例	82
第三节 塑料瓶的挤出吹塑成型与制备实例	86
第三章 拉伸吹塑成型与制备实例	101
第一节 拉伸吹塑成型.....	101
一、简介.....	101
二、挤出拉伸吹塑.....	101
三、注射拉伸吹塑.....	107

第二节 拉伸吹塑成型实例·····	113
一、挤出拉伸吹塑成型制备实例·····	113
二、注射拉伸吹塑成型制备实例·····	120
第四章 塑料注射吹塑成型与制备实例·····	150
第一节 注射吹塑成型·····	150
一、注射吹塑成型设备·····	150
二、注射吹塑成型模具·····	150
三、注射吹塑成型工艺·····	151
四、注射吹塑的常见故障与排除方法·····	157
第二节 塑料注射吹塑成型制备实例·····	163
一、塑料瓶·····	163
二、其他注射吹塑成型制品实例·····	173
第五章 塑料多层共挤吹塑成型与制备实例·····	178
第一节 多层共挤吹塑成型·····	178
一、简介·····	178
二、共挤出吹塑设备·····	179
三、多层制品的生产工艺·····	184
四、共挤出吹塑故障及排除方法·····	188
第二节 复合薄膜共挤吹塑成型与制备实例·····	188
第三节 复合型中空容器的共挤吹塑成型与制备实例·····	216
一、复合型中空容器的共挤吹塑成型·····	216
二、制备实例·····	218
第六章 塑料薄膜吹塑成型与制备实例·····	229
第一节 聚乙烯薄膜吹塑成型与制备实例·····	229
一、聚乙烯薄膜吹塑成型与制备实例·····	229
二、制备实例·····	234
第二节 聚丙烯薄膜的吹塑成型与制备实例·····	265
一、聚丙烯薄膜的吹塑成型·····	265
二、制备实例·····	271
第三节 聚氯乙烯薄膜吹塑成型与制备实例·····	273

第四节 其他塑料薄膜制品吹塑成型与制备实例·····	288
第七章 塑料中空制品吹塑成型与制备实例·····	309
第一节 塑料瓶制品制备实例·····	309
一、聚氯乙烯瓶·····	309
二、聚丙烯瓶·····	319
第二节 塑料桶吹塑成型实例·····	323
一、聚乙烯桶·····	323
二、聚丙烯桶·····	355
第三节 其他塑料中空制品的吹塑成型与制备实例·····	356
一、塑料托盘·····	356
二、塑料管材·····	363
三、其他吹塑中空制品·····	376
参考文献·····	386

第一章 概 述

一、塑料吹塑成型的主要方法与适用性

塑料吹塑成型的主要方法有挤出吹塑成型法、拉伸吹塑成型法（其中包括挤出-拉伸-吹塑法和注射-拉伸-吹塑法）、注射吹塑成型法和共挤吹塑成型法（又称多层吹塑成型法）等。

塑料吹塑成型主要用于塑料薄膜制品和塑料中空制品（如塑料瓶桶、箱及其他容器等）的加工。

二、吹塑成型的特点

与注射成型相比，挤出吹塑成型有如下优点。

(1) 吹塑机械（尤其是吹塑模具）的造价较低（成型相似的制品时，吹塑机械的造价为注射机械的 $1/3 \sim 1/2$ ），制品的生产成本也较低。

(2) 吹塑中，型坯是在较低压力下通过机头成型并在低压（多数为 $0.2 \sim 1.0 \text{MPa}$ ）下吹胀的，因而制品的残余应力较小，耐拉伸、冲击、弯曲与环境等各种应变的性能较高，具有较好的使用性能。而在注射成型中，熔体要在高压（ $15 \sim 140 \text{MPa}$ ）下通过模具流道与浇口，这会导致应力分布不均匀。

(3) 吹塑级塑料（例如 PE）的分子量比注射级塑料要高得多。因此，吹塑制品具有较高的冲击韧性和很高的耐环境应力开裂性能，适于生产包装或运输洗涤剂与化学试剂的容器或大桶。

(4) 由于吹塑模具仅由阴模构成，故通过简单地调节机头模口间隙或挤出条件即可改变制品的壁厚，这对无法预先准确计算所需壁厚的制品很有利。而对于注射成型，改变制品壁厚的费用要高

得多。

(5) 吹塑成型可以生产壁厚很小的制品，这种制品无法通过注射成型来生产。

(6) 吹塑成型可以生产形状复杂、不规则且为整体式的制品。采用注射成型时，要先生产出两件或多件制品后，通过搭扣配合、溶剂粘接或超声波焊接等组合在一起。

不过，吹塑制品的精度一般没有注射成型制品的高。

三、制品设计

(一) 塑料吹塑件的设计步骤

好的吹塑件是从设计开始的。塑料容器的吹塑件设计是制造有竞争力、品质优良的容器的关键，是一项系统性、综合性的工程策划。即首先考虑满足使用功能；然后进行材料选择，确定吹塑成型方法（尤其要注意吹塑件的分型、脱模、排气等）；最后才是吹塑模具结构尺寸和技术要求的确定，同时还要顾及模具加工的工艺性。整个过程要与生产成本和效率紧密结合。

吹塑件的设计步骤如图 1-1 所示。

吹塑件设计步骤的说明如下。

(1) 设计对象 根据吹塑件的用途和使用要求，确定制品的功能特点、环境条件、载荷条件，这是一般设计中首要的一环。

(2) 形状造型结构设计 根据吹塑件的功能特点、环境条件、载荷条件来设计，做到满足使用要求、造型美观、尺寸合理、强度适宜、节省用料。

(3) 合理选材 选用的吹塑件材料应达到使用性能以及成型加工的要求。

若吹塑件有特殊功能性（如抗静电、防老化、杀菌等）要求，在配方设计时，应考虑选择合适的添加剂。

若一种材料难以满足吹塑件设计的要求，应考虑采用多种材料，使用共混改性或共挤吹塑法，提高吹塑件的技术性能。

若有多种材料可供选择时，应考虑材料的价格以及材料在当地

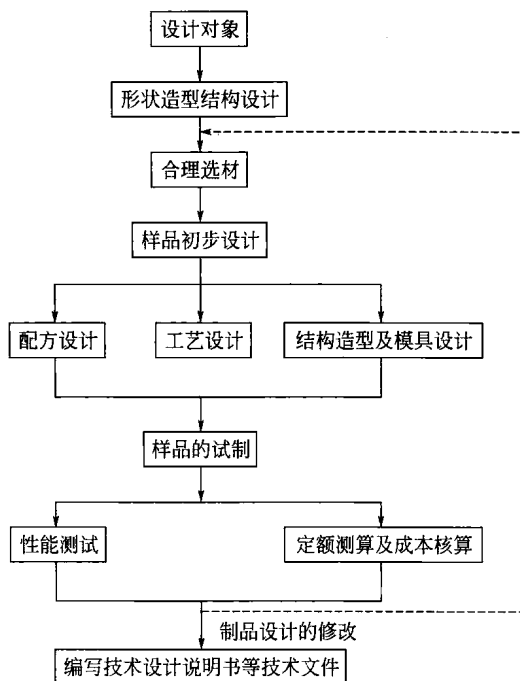


图 1-1 吹塑件的设计步骤

市场购买是否方便。

(4) 样品初步设计 包括配方设计、工艺设计、结构造型及模具设计。这三方面要同时并举，统筹考虑，目的是照顾到样品初步设计的完整性。宜多方案考虑，必要时以候补方案替换。设计完成后可比较原料、工艺、成本、质量等方面，从而进行综合评价。

① 配方设计 根据吹塑件的性能要求考虑基材树脂与添加剂的配合。

② 工艺设计 明确成型设备以及它对吹塑件设计的影响。根据吹塑件的生产数量和技术性能，选择合适的吹塑成型方法。设计吹塑件成型的工艺流程、工艺条件以及主要工艺参数。当有多台吹塑成型设备可供选择时，应考虑设备和模具的费用、技术工人的熟练程度、生产吹塑件时的材料损耗率等。

③ 结构造型及模具设计 根据吹塑件结构形状定出造型设计的要求，画出模具设计图，并确定模具加工工艺条件。

(5) 样品的试制 这是对上述样品初步设计中的各种设计构思进行实践性的整体检验。在试制中，同时对模具进行试模并检验试模得到的样品。通过试制的结果可以获得多种不同方案的样品及工艺条件，测试评价不同设计方案的样品的多种指标。

(6) 性能测试、定额测算及成本核算 对试制的样品进行性能测试，检验其是否符合设计要求，并由此确定制品的技术质量指标。通过批量试制，测算生产效率、原辅料消耗及废品率等定额，计算原料成本及工资成本得出合理的制品成本。如果在这个程序中，制品质量尚未达到设计要求或存在不足之处，则应回到初步设计程序中进行适当修改。

(7) 制品设计的修改 制品设计的修改是多次、反复进行的，它包括制品设计评审后的修改、制品试模后的修改、用户的最终修改等。

(8) 编写技术设计说明书等技术文件 重要项目的制品设计应采用鉴定会、评审会的形式，汇聚专家意见，进行制品和技术文件的最终确认。技术文件包括生产流程、工艺操作规程、产品技术标准、安全操作规程、用户试用报告、产品性能的测试报告以及产品使用说明书等。

(二) 塑料吹塑制品的设计要点

吹塑制品是根据使用要求进行设计的。在设计时，首先要考虑充分发挥塑料材质性能的优点，避免缺点，在满足使用要求的前提下，吹塑件的形状和结构应尽可能地做到使模具结构简化，并符合工艺特点。归纳起来，要考虑以下 7 个因素。

① 塑料材质的物理力学性能，如强度、刚性、韧性等。

② 塑料材质的成型工艺性，如流动性（熔体流动速率、黏度）。

③ 塑料材质的卫生性能，如是否符合食品包装、医药包装的要求。

④ 吹塑件形状应有利于充模流动、排气、补料，同时能适应高效冷却定型。

⑤ 吹塑件的成型收缩和各向收缩率的差异。

⑥ 模具的总体结构，特别是锁模装置和塑件脱模的复杂程序。

⑦ 模具零件的结构设计及制造工艺。

以上①～⑤是关于塑料材质的性能特点，⑥、⑦是关于模具的结构特点，这是设计吹塑件时应考虑的主要内容。

四、吹塑制品的选材

(一) 适用的塑料品种

用于吹塑成型的塑料品种很多，但从成型加工的观点来看，并不是所有的塑料都能用于吹塑成型，适用于吹塑成型常用的塑料主要有以下几种。

聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、聚氯乙烯 (PVC)、聚苯乙烯 (PS)、聚丙烯腈 (PAN)、聚甲醛 (POM)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 (ABS)、聚酰胺 (PA)、聚碳酸酯 (PC)、聚酯 (PET)、聚苯硫醚 (PPS)、聚偏二氯乙烯 (PVDC)、聚偏二氟乙烯 (PVDF)、丙烯酸 (AA) 类塑料、聚苯醚 (PPO) 与聚砜 (PSF) 等。

(二) 吹塑 (尤其是挤出吹塑) 成型要优先选择分子量较高的聚合物

吹塑成型，尤其是挤出吹塑成型，要优先选择分子量较高的聚合物，这是由于提高分子量会增加聚合物分子之间的缠结，提高熔体黏度。随着分子量的提高，出现非牛顿流动行为时的剪切流动速率变小，非牛顿区相应加宽，黏度随剪切流动速率的增加而减小的幅度较大，即非牛顿性流动行为较强。在较高的剪切速率下，分子量不同的聚合物熔体黏度相差较小。这样，由于在螺杆槽与挤出机头或注射喷嘴内熔体受到高剪切速率的作用，故采用高分子量的聚合物时，其熔体流动性能仍较好。对挤出吹塑成型，在型坯离开机头后及其吹胀的过程中，熔体受到的剪切速率很小，采用高分子量

的聚合物时熔体黏度要高许多，这可提高型坯的熔体强度，减小因其自重而产生的垂伸，并保证能在无撕裂的情况下均匀地吹胀型坯。提高分子量可改善熔体的热稳定性，拓宽加工范围。吹塑制品在模具内被冷却时，分子热振动的降低会减小自由体积，这即为制品的收缩。分子末端具有大的活动性，对确定自由体积也就是对收缩，起了主要作用。提高分子量相对地降低了端基的含量，减少了制品的收缩。分子量较高可提高吹塑制品的许多使用性能，如冲击韧性、耐环境应力开裂性、抗蠕变性、耐热性和耐溶剂性。分子量较高的聚合物可取得较大的拉伸取向效应，进一步提高制品的性能。

(三) 聚合物的结晶度是决定制品性能的重要因素之一

聚合物的结晶度是决定其制品性能的一个重要因素。对于吹塑成型，结晶一方面是有利的，因为结晶可被冻结在拉伸取向中，使取向结构具有稳定性；结晶可提高制品的许多重要性能，如密度、刚度、硬度、拉伸强度、耐化学剂性和阻渗透性。但另一方面，结晶会降低制品的一些使用性能，如极限伸长、耐冲击韧性、透明度和耐环境应力开裂性。当这些性能要求高时，一般采用共聚以降低分子规整性与结晶或通过适当的冷却速率来满足性能要求。由于聚合物的导热性能较差，把温度较高的型坯吹胀后使之贴紧温度较低的模具型腔时，会形成较大的温度梯度，制品的表层会快速冷却，产生较低的结晶度，而内部冷却较慢，结晶度高。即制品表面上的结晶度与晶体结构不均匀，这会影响制品的性能，是造成翘曲或开裂的原因之一。

(四) 吹塑成型用添加剂及其选择注意事项

吹塑成型用增加剂是塑料成型加工中所需要添加的各种辅助化学物质。加入添加剂的目的是改善塑料成型性能以及制品的使用性能或降低塑料的成本。

吹塑成型用添加剂的种类很多，若按它们在塑料制品中的作用不同，可分为以下几种。

① 改善塑料加工性能的添加剂 如增塑剂、热稳定剂、加工

改性剂、抗氧剂、润滑剂及脱模剂。

② 改善塑料物理、力学性能的添加剂 如热及光稳定剂、增塑剂、冲击改性剂。

③ 改善塑料光学性能的添加剂 如着色剂、成核剂。

④ 增加塑料新功能的添加剂 如抗静电剂、阻燃剂、香味剂、防霉剂、抗菌剂。

1. 添加剂

不管是哪类添加剂，在选择和使用时应都注意以下问题。

① 相容性及耐久性 添加剂与树脂、添加剂与添加剂应能长期稳定、均匀地存在于塑料中，且在使用过程中的损失要小（如挥发、迁移）。

② 协同性 同时加入塑料中的添加剂应具有协同作用，并避免相互产生对抗作用。

③ 功能性 所选择的添加剂应具有功能性较高的技术指标。此外，它应同时满足容器的使用要求，如光泽度、透光率、热灌装性、食品卫生性等。

④ 经济性 用量少、性价比高，添加剂应可以从市场上方便、长期地得到供应。

2. 增塑剂

在选用增塑剂时，应注意考虑以下问题。

① 要注意选用那些与 PVC 树脂相容性好，挥发性低，不易迁移、渗出的增塑剂。

② 选用能够降低 PVC 树脂熔点、降低其加工温度、有利于塑料制品成型的增塑剂。

③ 选用增塑效率高的增塑剂。

④ 加入的增塑剂不应在成型过程中变质，不能对基材产生破坏作用。

⑤ 同样增塑效率的增塑剂，选择价格低、料源丰富的增塑剂。

3. 润滑剂

润滑剂的作用是降低塑料大分子之间的摩擦力，改进聚合物的

流动性，减少聚合物与加工机械之间的摩擦，避免它们之间的黏附，降低制品表面粗糙度。

按润滑剂的作用，可分为内润滑剂和外润滑剂两类。内润滑剂指加入树脂中与树脂的相容性好，能改善熔料的流动性，减少熔料间摩擦的润滑剂。外润滑剂指加入树脂中是为了降低塑化熔料温度，减少熔料与设备表面的摩擦力，阻止熔料粘在设备金属表面的润滑剂。内外润滑并不是绝对的，实际上很多润滑剂兼有两类润滑剂的作用，如金属皂类。

需要添加润滑剂的常见的热塑性塑料有 PVC、PP、PE、PS、PA、ABS 等，其中以硬质聚氯乙烯最突出。常使用的润滑剂有金属皂类、饱和烃类、脂肪酸及其衍生物、脂肪酸盐四大类。如硬脂酸（十八烷酸）、液体石蜡（白油）、聚乙烯蜡（低分子量聚乙烯）、硬脂酸酰胺、油酸酰胺。

在选用润滑剂时应注意以下问题。

- ① 润滑剂应与树脂和其他助剂有较好的相容性。
- ② 润滑剂能均匀分散在树脂中，不影响塑料制品的性能。
- ③ 对塑料成型制品的质量无影响，而且有利于改善制品的外观质量和降低制品的表面粗糙度；在成型温度范围内不分解、不变质，且不受温度变化的影响。
- ④ 同样性能的润滑剂，应选择价格低和料源丰富的。

4. 填料

在塑料中加入填充剂，一方面可以降低产品的成本；另一方面可以提高塑料的某些性能。例如，可以提高制品的硬度和刚性，减少制品的收缩性，同时使制品的质量增加，但加入填充剂也会给成型加工带来一定困难，如对设备磨损较大、制品表面的光泽度下降、颜色不够鲜艳等，因此也限制了其用量。

填充剂的主要品种有：碳酸钙、活性碳酸钙、陶土、玻璃纤维、云母粉。

对填充剂的要求如下。

- ① 细度适当，分散性好。

- ② 吸收增塑剂的能力强。
- ③ 对聚合物及其他助剂呈惰性，不发生化学反应。
- ④ 对加工性能无严重的损害。
- ⑤ 热稳定性好、光稳定性好。
- ⑥ 价格低。
- ⑦ 除深色容器外，其色泽应越浅越好。

5. 着色剂

在塑料中加入着色剂可以使塑料着色，塑料着色也是塑料加工的一个重要的加工过程。合理选择着色剂，充分了解着色剂的性能及特点，才能进行相应的配方设计，确保产品的色泽满足消费者的需求。

塑料产品的颜色很多，但很少使用单一着色剂进行着色，往往都是采用几种着色剂进行拼色。两种或两种以上不同颜色的着色剂，拼混后进行着色，可得到另一种颜色，称为拼色。拼色是指根据红、黄、蓝三原色，按不同比例拼混成不同颜色。

在选择着色剂时应从以下几个方面进行考虑。

(1) 色光 着色剂的色光是指着色剂在被染物上呈现的色彩和鲜艳度。一种基本的颜色，其色泽有不同的色光，如红色，有蓝光红、黄光红等。色光有鲜艳和灰暗之分，色光是着色剂特性和评价着色剂品质的重要标志。对着色剂应用来说，掌握着色剂色光是着色剂加工产品质量的重要保证。

(2) 着色力 着色力是鉴别着色剂品质的最主要指标。着色剂的用量与着色剂的着色力有关。着色力强的着色剂，用量少；着色力弱的着色剂，则用量多。同样质量的着色剂，着色力大的色深；着色力小的则色浅。

着色剂的着色力不但是配色的依据，同时也是考虑着色剂经济价值的依据。在选择着色剂时，一方面要选择性能优良的着色剂；另一方面要选择着色力强的着色剂，因为着色剂用量的大小直接影响产品的成本。

(3) 耐晒牢度 塑料制品上的着色剂对光有吸收、反射作用。