

# 浅谈塑料吹塑成型技术及其应用优化

杨玉峰 夏炎

吉林省塑料研究院，吉林长春，130022；

**摘要：**本文就塑料吹塑成型技术进行了深度探讨，对其原理、分类以及特点进行了说明，透彻分析在包装、汽车、玩具等行业的应用实际态势，就生产效率低下、产品质量时好时坏等问题而言，从模具设计、工艺参数的精准调整、原材料的合理选择、设备的日常维护以及质量管理体系的有效构建等方面提出针对性的优化方法，目的是推动塑料吹塑成型技术实现高效应用状态，让行业整体的生产水平更上一层楼。

**关键词：**塑料吹塑成型技术；应用；优化

DOI：10.69979/3029-2727.25.09.042

## 引言

塑料吹塑成型工艺当作塑料制品加工的核心手段，在各类领域普遍采用，伴随市场对塑料制品的需求增多以及质量要求变高，对这项技术开展深入探究并优化其实际应用极为关键，本文意在对吹塑成型技术展开剖析，给解决实际生产方面的问题、增强技术应用的程度提供点子与举措。

## 1 塑料吹塑成型技术概述

### 1.1 吹塑成型原理

运用气体压力实现塑料成型的工艺，其要点是依靠气体压力达成塑料制品的成型，借助加热装置把塑料原料加热熔融成粘流态，再借助诸如挤出机、注塑机的设备，将处于熔融态的塑料加工成管状或者其他特定样式的型坯，把型坯摆入吹塑模具里面去，当模具闭合动作结束，经专门的通道往型坯内部注入压缩空气。在高压气体施加作用之时，型坯好似吹起气球那样逐步膨胀，慢慢让自身贴合模具型腔的内壁，在气体不停歇地注入期间，型坯均匀地扩大伸展，直至其形状跟模具型腔完全契合，依靠冷却系统为膨胀后的型坯开展冷却流程，促使其凝结定形，借此获得所期望的中空塑料产品，于整个相关操作的进程里面，把温度、压力、时间等参数控制得精准无误，对型坯成型的质量以及最终制品的性能起到关键的决定效果。

### 1.2 吹塑成型工艺分类

#### 1.2.1 挤出吹塑

挤出吹塑是最为普遍、应用上十分广泛的吹塑工艺，其流程以塑料原料在挤出机料筒内熔融塑化作为起点，螺杆旋转推动熔体向前移动，从具有环形间距的机头口模挤出，造就连续不断的管状坯体，当型坯达到事先预定好的长度之际，安于下方的吹塑模具快速闭合，把型

坯夹紧于模具两半的相互间隔处，切断型坯跟挤出机的关联。压缩空气借助模具上的气道流入型坯内部，强大的气压压迫型坯吹起胀大，稳稳当当地贴合模具型腔，实现制品的塑形，挤出吹塑设备的构造相对简易，可对其进行加工的塑料制品范围极广，可制造从容积几毫升的小型容器到数千升大型工业储罐的各类东西，考虑到型坯受重力作用很容易产生垂伸现象，引起制品壁厚在分布上出现不均衡现象，而且制品的精确程度相对欠佳。

#### 1.2.2 注射吹塑

注射吹塑属于一种将注射成型与吹塑特点相结合的工艺，在此项工艺进行当中，一开始借助注射机把塑料原料灌进特制的型坯模具，造就具有精准尺寸与形状的带底型坯，此过程跟常规注射成型的原理差不多，型坯于模具之中维持住既定的温度，靠机械装置移动到吹塑的操作工位。在吹塑模具里头，压缩空气借助芯棒中间的通道吹进型坯之内，型坯因气压的作用开始膨胀，贴合至吹塑模具的型腔位置，经过冷却凝固后变成最终的产品，注射吹塑有个明显长处，就是制品精度挺高，表面品质佳，适用于对尺寸精度、外观表现要求极为严苛的产品，诸如医药装盛用的瓶子、高档化妆品盛放的瓶子和小型结构零件之类，只是这项工艺的设备投资金额比较大，模具结构十分繁复，生产活动的周期相对拉得较长。

#### 1.2.3 拉伸吹塑

拉伸吹塑的意图是强化塑料制品的性能水平，其操作过程是先把塑料原料制成立型坯，该型坯可经由挤出或是注射的途径获取，把型坯升温到可有效拉伸的温度区间，这个温度一般是在塑料玻璃化转变温度到熔点的这个区间里，把加热后的型坯置于吹塑模具里面，借助拉伸杆从型坯内部或拉伸夹具从型坯外部施加机械作用力，令它在纵向这一方向上实现拉伸。同一时刻或者稍作耽搁，把压缩空气送进型坯里面，促使型坯沿着径

向方向向外吹胀，由于双向拉伸起到的作用，塑料分子链重新做定向式排列，制品在冲击时的韧性、低温环境下的强度、透明度、表面的光亮程度、刚性以及阻隔性能等方面都显著变好，拉伸吹塑一般用于制作各类的饮料瓶，诸如PET材质打造的矿泉水瓶、碳酸饮料瓶这类。

### 1.3 吹塑成型工艺过程

#### 1.3.1 型坯形成阶段

吹塑成型的基础部分，便是型坯形成的这个阶段，此阶段质量的高低程度直接关乎最终制品的性能好坏，塑料原料呈现出的特性，就如分子量分布的情形、熔体流动速率这般，对型坯质量起着极为关键的功效，具有较窄分子量分布且熔体流动速率恰到好处的原料，利于形成那种均匀稳定的型坯。在实施加工的这个过程里，精准把控温度十分关键，需要精准设定料筒温度，保证塑料得以充分地熔化和塑化，同时让塑料不发生降解情形，若温度过低，塑料塑化便不能完全达成，型坯表面不平整，里面存在未融化的颗粒；若温度过高，有较大可能引起塑料分解，对制品的性能造成不良影响。螺杆的转速同样需要进行恰当的调整，若转速太快，会导致塑料在料筒里的停留时间长过短，塑化的充分程度未达标；转速偏慢会引起生产效率下滑，螺杆所采用的结构设计，诸如螺纹的深度、螺距情况等，会对塑料输送及混合的效果形成影响，由此影响型坯质量的好坏。

#### 1.3.2 型坯下料阶段

型坯下料这一阶段，关乎着型坯尺寸的精确程度以及壁厚的均匀程度，模头直径的选取是根据目标制品大小来定夺的，恰当的模头直径能保证型坯外径符合既定要求，若模头直径超出了合理尺寸，型坯外径超出了恰当的大小范畴，后续吹塑流程里成型面临阻碍；假设模头的直径过小的话，型坯外径的大小过小，无法契合制品的尺寸规格。于此刻所处阶段，壁厚控制系统发挥着关键的效用，前沿的壁厚控制系统能够通过调控模头内芯棒的位置，也或采用可做调节的模唇结构，实现对型坯壁厚的精细管控，处于型坯下料的阶段中，也得关注型坯出现的垂伸情形，也就是说型坯在重力的影响下，一点点变长变细。若垂伸过度，会引起型坯底部壁厚过薄的问题，影响到制品的坚固强度；若垂伸欠缺，型坯的长度就不够，不能实现整个吹塑成型流程，依靠优化工艺方面的参数，诸如适当调低型坯的热度、加大模口的间隔或者提高挤出的流量速率等手段，可切实对垂伸现象加以改善。

#### 1.3.3 型坯预吹阶段

预吹压力以及时间，是本阶段的关键参数，预吹压力达不到应有的大小，型坯未能充分伸展，或许会造成制品部分区域壁厚过厚或者产生褶皱；预吹的压力过高，

说不定会使型坯产生破裂现象，预吹时间同样要精准地把握，型坯展开状态不达标；会引起生产周期的增长，引起生产效率走低。预吹的主要效能是使型坯在进入高压吹这一阶段前有初步的膨胀现象，改善其向下垂伸的情形，同时让型坯壁厚分布均匀性得到进一步提升，在实际开展的生产作业里，需依照塑料原料的特性状况、型坯的大小尺寸与形状以及模具结构等方面，依靠实验探究和经验集聚，找出最合适的预吹压力与时间搭配，进而让型坯在后续的高压吹阶段得以顺利成型，拿到质量好的制品。

#### 1.3.4 型坯高压吹阶段

吹气压力直接判定了型坯能否充分地贴合模具型腔，造就精准匹配的制品形态，就不同材质的各类塑料与不同结构的模具而言，所需用到的吹气压力彼此相异，塑料的熔融状态强度越高，所需施加的吹气压力越高；模具的构造越是繁杂，对吹气压力均匀状态的要求进一步提高。吹气时长也得精准把控，型坯没办法彻底膨胀至模具型腔的各个细微角落，引发制品部分区域物料短缺；会使冷却所花费的时间变长，引起生产效率下降，此阶段模具冷却系统的意义同样重大，高效的冷却系统可迅速带走型坯在吹胀过程中生成的热量，推动制品迅速冷却凝固下来，保证制品尺寸的稳定性，表面品质佳，模具表面的粗糙程度表现、排气性能方面的因素，也会对制品成型过程中的质量产生干扰。

## 2 塑料吹塑成型技术应用中存在的问题

### 2.1 生产效率问题

在塑料借助吹塑成型的生产作业里，生产效率被设备性能所掣肘，老旧设备开展塑料塑化的能力欠佳，螺杆的转速被限定了范围，引发单位时间内挤出或注射的型坯产出量少，就像部分早期的挤出设备，该螺杆设计无法契合高速塑化的需求，致使型坯的成型速度偏慢。工艺流程的不合理状况拖累了生产节奏，就像型坯转移的过程十分繁琐，各工序之间的衔接存在阻滞，引发时间的无效占用，效率同样受模具设计的左右，复杂模具实施开合模流程所花的时间较长，再者若产品从模具里脱出来不易，会引起辅助操作的时长有所增加，以一些内部构造繁杂的模具为例进行说明，要借助额外工具，还得花上较长时间，引起了整体生产效率的下滑。

### 2.2 产品质量问题

当处于吹塑成型阶段，产品质量问题显得比较突出，壁厚不均衡是常出现的状况，处于型坯形成和吹胀的阶段里，若温度、压力控制出现不稳定情形，也许是模具结构的设计存在缺陷，就会造成制品的壁厚参差不齐，就像在挤出吹塑工艺里，型坯垂伸的效果不统一，致使

制品底部跟顶部的壁厚呈现不一致。尺寸跟设计标准有出入，也是困扰生产工作的一个麻烦，塑料收缩率的起伏不定、模具的磨损程度变化以及工艺参数的实时变动，均会造成制品尺寸与设计要求出现偏差，就制品表面产生缺陷的情形而言，模具表面光滑度不达标、排气的顺畅性差，会令制品表面出现诸如划痕、气泡等问题，极大地损害了产品的外观美感和实用效能。

### 3 塑料吹塑成型技术应用的优化策略

#### 3.1 模具设计优化

在着手进行结构设计之际，采用 CAD、CAE 等前沿软件，模拟塑料熔体在模具里面的流动情形，优化型腔的轮廓形状，让型坯吹胀的均匀程度提升，减少壁厚存在的差异量，就形状复杂的制品而言，恰当设计分型面，可减小产品从模具中脱出的难度，减少模具开合所需时间。选用质量佳的模具材料，若开展大批量制品的制造时，采用高硬度合金钢材，其在耐磨方面的性能出色，能让模具的使用寿命得以延长，削减因模具频繁替换所引发的生产停滞现象，用心筹划冷却系统，按照制品的外形模样安排冷却水道，采用与制品形状契合的冷却技术，加快冷却进程的节奏，加快进程以缩短成型的周期，由此提升产品生产效率。

#### 3.2 工艺参数优化

处于型坯制作成型的阶段，依照相异塑料特性精准设定料筒各段温度参数，保证塑料彻底熔融且不出现分解，严格把控型坯及模具的温度，就拉伸吹塑这个情形而言，把型坯升温到最适合拉伸的温度，优化制品的性能水平，压力的把握同样关键要紧，采用实验跟模拟的方式，查明与相异塑料、型坯尺寸和模具结构适配的吹气压力，采用压力闭环管控方式，促使型坯均匀地实现吹胀动作，对成型周期做优化处理，在维系产品质量的条件里，加快产品冷却的速度，恰当地调控预吹与高压吹的时长，提高设备开合模具动作及型坯转移的速率，从各个角度提升生产效率水平。

#### 3.3 原材料选择与处理优化

按照产品特定的性能需求，诸如强度的相关指标、韧性的相关表现、阻隔性的相关作用、耐化学腐蚀的相关能力等，选取恰当的塑料材质，按照成型工艺体现出的特性，选定熔体流动速率、分子量分布等指标契合的材料，从而保证成型步骤顺利实施。实施挤出吹塑时，宜选用分子量较大、熔体强度高的原料，以减小型坯垂伸的出现几率，掺入合理的添加剂，诸如增塑剂可增强塑料的柔韧性能，抗氧化剂可增强材料抵抗老化的本领，对原材料实施初始阶段的处理，表现出吸湿性的塑料得

充分弄干，防止成型之际出现像气泡一样的缺陷，就多种混合使用的材料而言，需保证材料混合均匀一致，采用高速混合机等器械进行事先处理。

#### 3.4 设备升级与维护优化

引入领先的吹塑设施，如带有高效塑料塑形系统、精准调节功能和自动化操作特性的设备，可大幅提高生产的效率以及产品的质量，自动化系统可实现型坯自动形成、挪动、吹塑，随后自动取出制品，减少人工操作引发的误差以及劳动强度，制定翔实的设备维护规划，按照既定周期对设备进行全面的查看、清洁、润滑与维护，就易出现磨损情况的关键部件而言，诸如螺杆、机筒、模具之类，组建关键零件的备用库房，换掉出现磨损的部件，使设备始终处于平稳运行的状态，降低设备故障出现的频次，保障生产始终连贯开展。

### 4 结语

各行业普遍应用了塑料吹塑成型这一技术，对经济提升有着关键意义，就当前应用中所存在的问题而言，采用优化模具设计、合理调整工艺参数、革新原材料处理模式、做好设备维护工作以及构建质量管理体系等做法，可以切实强化技术应用的水准，提高生产的效率以及产品的质量，带动塑料吹塑成型行业的持续演进，更贴切地迎合市场的多样需求。

### 参考文献

- [1] 高天元. 层间交织取向自增强复合薄膜吹塑过程及机理研究[D]. 华南理工大学, 2022.
- [2] 王帅, 刘莉. 塑料加工成型技术的现状及进展[J]. 橡塑技术与装备, 2022, 48(05): 14-19.
- [3] 伍森磊. 模具内外模体旋转吹塑交织取向薄膜及其结构性能研究[D]. 华南理工大学, 2022.
- [4] 邱建成, 何建领. 2020-2021 年度中空塑料吹塑成型机行业基本情况与研发动向[J]. 塑料包装, 2021, 31(05): 23-27.
- [5] 刘军强. 汽车塑料油箱吹塑成型生产技术现状及发展趋势分析[J]. 橡塑技术与装备, 2021, 47(12): 30-33.
- [6] 佟克伟, 王潮忱. 中空吹塑成型技术分析[J]. 科技风, 2020, (07): 19.
- [7] 王杰. 浅谈高分子材料成型加工技术以及应用前景[J]. 科技风, 2020, (05): 164.
- [8] 刘红燕. 塑料加工成型技术现状及研究进展[J]. 合成树脂及塑料, 2017, 34(06): 93-96.
- [9] 邱建成, 何建领. 预成型中空吹塑成型技术简介[J]. 塑料包装, 2017, 27(05): 63-64.