

ISSN 1671-5799

CN 50-9231/TB

中国科技期刊数据库

工业 A

G O N G Y E A



ISSN 1671-5799



09

2025

1553B 总线电缆屏蔽层自动压接工艺研究.....	许玉婷 雷霆 季赛柳 徐志萍 张 玲	137
冲压模具常用的金属材料及热处理研究	马学辉	143
基于数字化技术的汽车总装设备工艺质量控制应用	曾祥飞	147
机器人换人背景下的机器人轨迹规划方法研究	朱东良 陈玲慧 金春飞	150
预焙阳极焙烧工艺优化及其对阳极质量的影响	姚智博 刘奉舰 邓建宁 孔 强 马逢乐	154
基于绿色化学理念的甲醇制烯烃工艺设计与优化	段丽红	158
影响中空吹塑成型工艺的关键因素分析	胡 晶	162
玻璃钢包装箱应力分布优化与抗变形性能提升研究	傅振华	166
3D 玻璃热弯机成型阶段残余应力分析.....	赛庆峰	172

影响中空吹塑成型工艺的关键因素分析

胡 晶

天华新材料科技(荆门)股份有限公司, 湖北 荆门 448000

摘要: 本论文分析了影响中空吹塑成型工艺的关键因素,旨在提高成型工艺的效率和产品质量。通过对原料选择、吹塑压力、温度控制、模具设计以及工艺参数的详细探讨,指出每个环节对最终产品的影响。研究表明,选择具有优良流动性和热稳定性的原料、精确调节吹塑压力和温度控制是提升产品质量的关键因素。此外,合理的模具设计和精细的工艺参数调整也能显著改善成型效果。通过优化这些因素,可以有效提高生产效率,降低生产成本,并提升产品的一致性和质量稳定性。

关键词: 中空吹塑; 成型工艺; 原料选择; 吹塑压力

中图分类号: TQ325.2

0 引言

中空吹塑成型技术是一种广泛应用于塑料制品制造的工艺,尤其在包装、汽车、家电等行业中占据着重要地位。中空吹塑通过将塑料原料加热至一定温度,使其变软后,通过气流将其吹制成中空塑料制品,这些产品具有良好的强度和轻量化特性。随着市场需求的变化和生产技术的不断发展,中空吹塑工艺的改进和优化成为了生产效率和产品质量提升的关键。因此,了解影响中空吹塑成型工艺的关键因素,优化相关工艺参数,对于提升生产效率、降低生产成本、提高产品质量具有重要意义。

1 中空吹塑成型工艺概述

中空吹塑成型工艺要把塑料原料加热至熔融状态,依靠气流将塑料吹塑成带有中空结构的塑料产品,与其余成型工艺相比,中空吹塑可实现复杂形状塑料制品的制作,而且体现出较高的生产效率和较低的材料损耗,由此可见在包装行业应用普遍,常见的中空吹塑成品有瓶子、容器、汽车零部件等,该种工艺主要由三个关键步骤构成:挤压、成型和冷却。

处于中空吹塑成型阶段,原料的筛选、吹塑压力相关因素、温度控制要点、模具设计和工艺参数对最终产品质量影响巨大,尤其是在高性能塑料应用的具体场合中,怎样合理控制这些因素,实现工艺参数的优化,是实现产品性能提升的关键。

2 影响中空吹塑成型工艺的关键因素

2.1 原料的选择

原料的选择是中空吹塑成型工艺起始点,它直接影响着工艺的顺利开展以及最终产品的品质,不同塑料材料的物理与化学特性存在不同点,产品的成型过程受熔融指数、流动性、耐热性、力学性能等因素左右,常见的中空吹塑材料以聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)等为主。原料流动性是决定其在模具里充填状态的关键要素,流动性不佳的材料在充填过程中也许会出现不均匀现象,进而引制品厚度不一致、表面不平整的问题,材料的熔融指数对模具内压力控制及成型周期等影响重大,选取具有较好流动性的材料对保证产品厚度均匀性和表面质量有益。

2.2 吹塑压力

影响中空吹塑成型工艺的重要因素里有吹塑压力,其功能是借助气流压力将呈熔融态的塑料推向模具各部位,实现所需的产品形状,吹塑压力的大小跟产品形状、大小以及原料流动性紧密地相联系,若吹塑压力过高,有造成模具变形的可能,甚至令塑料流动超出恰当范围,引起表面出现气泡、纹路等成型缺陷,若吹塑压力低于正常水平,或许不能令塑料充分填满模具空间,引起成型不全面,出现气泡或别的缺陷,恰当掌握吹塑压力是保证产品质量的核心要点,制造商应依据不同的塑料材料、模具设计及产品形状调节吹塑压力大小。

2.3 温度控制

温度控制对中空吹塑成型过程而言占据着极为关

收稿日期: 2025年04月08日

作者简介: 胡晶(1987—),男,湖北荆门人,本科,助理工程师,研究方向为中空吹塑成型,塑料注塑成型。

- 162 -

键的地位,加热温度过高或过低都会对塑料的熔化状态与流动性产生不利作用,设若加热温度过高,塑料会过度熔成流体,引发其流动的活跃度差,甚至对成型后塑料件的力学性能造成干扰;而温度偏低会造成塑料流动性欠佳,模具装填未充盈,影响最终产品外观和性能的实际效果,除开加热温度外,模具温度的均匀性同样十分关键,要是模具温度呈现分布不均状态,或许会引发产品在冷却环节当中变形,准确把控温度不仅能保证塑料有良好流动性,还可维系模具的填充效果和产品的稳定性^[1]。

2.4 模具设计

模具设计对中空吹塑成型工艺起决定性作用,合适的模具设计可以维持气流的顺畅流通,免去不必要的物理冲击,且保证模具实现均匀冷却,模具设计并非仅围绕产品外形的准确性展开,更关键的是要保障吹塑过程中的流动性与填充效果,在模具设计相关事宜里,冷却通道的设计十分关键,塑料的冷却速度与冷却效果直接挂钩,由此影响成型的精确性与速度水平,模具的耐用性及抗腐蚀性也是影响工艺稳定性的重大因素,适宜的模具材料可有效增进生产效率,减少停机间期。

2.5 工艺参数

处于中空吹塑成型操作阶段,把控吹气时间对塑料充填效果以及最终产品质量十分关键,吹气时间过长大概会造成塑料过度流动,引起产品表面不平整及厚度不均匀现象;若吹气时长过短,或许导致塑料未将模具完全填充,形成气泡或成型未完全填充。处于吹塑成型实施阶段时,标准吹气时间一般把设定区间规定为5秒至12秒,但此时间范围应依据不同塑料材料的熔融指数、模具结构以及产品的形状和尺寸进行适度微调,就聚乙烯(PE)材料而言,契合的吹气时间为6秒至9秒这一区间,就较高粘度的聚丙烯(PP)材料而言,也许需将吹气时间延长到10秒至12秒,

表1 工艺参数

塑料材料	吹气时间 (秒)	产品厚度变 化(mm)	合适吹气时间 范围(秒)
聚乙烯(PE)	6-9	0.2	6-9
聚丙烯(PP)	10-12	0.2	10-12
聚氯乙烯 (PVC)	7-10	0.2	7-10
聚酯(PET)	8-11	0.2	8-11
聚碳酸酯 (PC)	9-12	0.2	9-12

每开展1秒的吹气时间延长或缩短,皆或许造成产品厚度出现约0.2mm的变动^[2]。详情如表1所示。

3 提高中空吹塑成型工艺的策略

3.1 选用具有优良流动性、热稳定性塑料材料

抉择具备良好流动性和热稳定性的塑料材料是提升中空吹塑成型工艺稳定性及产品质量的根本,材料的流动性若是良好,可在模具内更均匀地分布,杜绝塑料成型阶段出现填充不彻底、气泡或厚度不规则等现象,以此增强产品的外观及质量,诸如聚乙烯(PE)与聚丙烯(PP)的材料都呈现出较好的流动性,这让它们在中空吹塑时能迅速填充模具并形成精准形状,实现产品厚度均匀和表面光滑效果。

塑料热稳定性是保证生产过程里材料不出现过度熔化或变形状况的关键,热稳定性欠佳的塑料在加热时易发生降解或热分解,导致材料性能呈下降态势,甚至难以完成成型阶段工作,选定热稳定性较高的塑料材料可有效避免因过热引起的质量问题。高热稳定性材料在较高温度下可维持良好的流动性,还能保证最终产品力学性能及使用寿期,开展塑料材料挑选的阶段里,仍应依据产品功能需求做出恰当挑选,就包装行业而言,聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)因自身表现出良好的抗冲击性、耐低温性和化学稳定性,成为最为常见的材料类别。

3.2 精确设定吹塑压力范围

处于中空吹塑成型阶段,吹塑压力控制极为关键,直接影响到产品质量、生产效率及模具的实际使用寿命,吹塑压力必须依照所采用的塑料材料、模具设计与产品形状及尺寸精确设定,因吹塑压力过高,塑料在模具内流动速度过快,引起表面瑕疵、气泡乃至模具损伤;而吹塑压力处于过低水平则无法让塑料充分填充模具,引起成型不周全,引起不合格的产品生成。

吹塑压力一般是被设置到800kPa-1200kPa的区间里,该范围可适配于多数塑料材料及常见模具,处于实际生产的操作阶段,按照不同材料所具有的熔融特性、流动性及模具复杂程度,应调整具体的吹塑压力数值,就聚乙烯(PE)材料实例,一般会把吹塑压力设置为900kPa,该压力范围能让材料在模具的内部均匀流动,充填完整。就具有明显粘稠性的聚丙烯(PP)材料而言,鉴于聚丙烯存在较差流动性,要把吹塑压力提高至1200kPa,吹塑压力的控制也需要顾及模具的

形状和尺寸,在较大体量及复杂形状的模具中,应当采用较高压力,以保证塑料能顺利渗入模具各角落,就大小较小且外形简单的模具而言,较低的压力便足以契合要求,针对一个典型样式的聚乙烯吹塑瓶子,模具压力设置近似为1000kPa^[3]。详情如表2所示。

表2 精确设定吹塑压力范围

塑料材料	吹塑压力范围 (kPa)	典型吹塑压力 (kPa)	模具形状复杂性
聚乙烯 (PE)	800-1200	900	简单形状
聚丙烯 (PP)	800-1200	1200	复杂形状
聚氯乙烯 (PVC)	800-1200	1000	中等复杂度
聚碳酸酯 (PC)	800-1200	1100	复杂形状
聚酯 (PET)	800-1200	1000	简单或中等复杂度

3.3 引入高精度的温控系统

温度控制在中空吹塑成型进程中意义重大,温度过高或过低都可能引起塑料流动性的改变,随之对成型质量产生扰动,为保证产品一致性及质量的稳定,应当采用高精度温控系统,实时对成型过程各环节温度开展监控与调节,高精度的温控系统能有效规避温度波动对成型质量的干扰,还能推动生产过程的稳定性与自动化水平上扬。温控系统在吹塑成型时主要管控加热温度与模具温度,若将加热温度设置得过高,会使塑料材料过度熔化,影响塑料流动的特性,甚至导致材料降解及力学性能出现下降,而加热温度过低会造成塑料流动性不足,难以顺利对模具进行充填,对产品质量的整体表现不利,借助高精度温控系统的引入,可根据不同产品的既定要求,精准把握加热温度,以保障塑料达到最佳流动性。

保证模具温度均匀性同样是保障成型质量的关键环节,模具温度的不均匀会造成塑料在冷却期间收缩出现不均,由此引发产品的形变现象,采用温控系统实时监督和调整模具温度,保障其均匀情形,可有效防范因温差造成的产品质量问题,智能化温控系统不仅可提升成型精度,还能削减人的干预情形,促使生产效率上扬^[4]。

3.4 采用合理的模具结构设计搭配高效冷却通道

作为中空吹塑成型工艺的关键组成,模具设计是另一要素,模具结构设计直接影响气流路径走向、冷却效果及产品最终外形,经过合理设计的模具可保障气流顺畅,提升模具充填成效,防止模具出现扭曲变

形,且能对产品的形状及尺寸实施有效调控,模具的耐用性、抗腐蚀性等因素还对生产效率和产品质量产生关键影响,模具设计需精准算出各部件的尺寸、形状,且保证整体结构的稳定性。

尤其是模具冷却通道的设计方案,直接关乎着冷却效率,冷却效果欠佳也许造成塑料冷却不均匀,引起塑料形变以及产品尺寸偏差,处于模具设计阶段时,应格外留意冷却通道的合理布置,保证每个部件能够迅速又均匀地进入冷却阶段,恰当的冷却设计可提高生产效率,降低停机间歇,还能让塑料产品在冷却过程中不出现变形以及应力集中问题,维持最终产品质量水平,模具材料选择对模具抗腐蚀性和耐用性的重要影响不容忽视,拥有耐高温、抗腐蚀属性的模具材料能在长期高温环境里稳定工作,提高模具使用寿命,减少模具维修与更换频次,由此增加生产效率并降低生产花销。

3.5 精准把控吹气时间、挤出速度等工艺要素

精密整定吹气时间、挤出速度、模具开合速度等工艺参数,可对中空吹塑成型时的塑料流动与模具充填状态进行有效控制,进而保障产品的质量稳定性与良好一致性,恰当把握吹气时间相当关键,吹气时间的过长、过短都有使产品厚度不均匀及产生气泡的可能性,应根据产品的大小以及塑料的流动性对标准吹气时间范围进行微调,实现产品在模具内的均匀充填,杜绝因吹气过量或不足产生的缺陷。

挤出速度对中空吹塑工艺同样关键,挤出速度过快或许会引起塑料流动速度过快,无法填充模具的各个角落,继而引起产品质量的变化;而挤出速度过慢会造成成型周期超出正常长度,造成生产效率下滑,经由对挤出速度的精细调校,可保障塑料在模具内均匀铺展,并达成所需形状规格。对模具开合速度予以调节,也能控制成型精度,若模具开合速度过快,或许致使塑料未能充分冷却产生变形,过慢或许会引起成型效率的低下问题,采用合理调节这些工艺参数的举措,可以推动生产效率上扬,降低不合格产品的产出比率,保障各生产环节的稳定性与一致性^[5]。

4 结论

中空吹塑成型工艺在现代制造业中具有重要地位,其生产的塑料制品具有轻质、强度高的特点,广泛应用于包装、汽车、家电等领域。然而,在实际应用中,

原料选择、吹塑压力、温度控制、模具设计和工艺参数等因素都会对最终产品的质量产生深远影响。通过对这些关键因素的深入分析和优化,可以显著提高成型工艺的稳定性 and 生产效率。未来,随着技术的不断

进步和智能化设备的引入,中空吹塑成型工艺有望在更多领域中得到应用,并不断优化以满足更高的生产要求和质量标准。

参考文献

- [1] 郭蕊,刘西霞,杨忠志.基于正交试验的中空灯笼吹塑成型的数值模拟及工艺参数优化[J].塑料工业,2023,51(4):88-92,116.
- [2] 苗丹,宋玉平,王文倩.我国中空吹塑行业发展现状及“十四五”期间重点产品、工艺和设备发展方向[J].中国塑料,2022,36(9):57-62.
- [3] 佟克伟,王潮忱.挤出中空吹塑成型工艺中若干技术问题的分析与研究[J].现代工业经济和信息化,2020,10(8):130-131.
- [4] 韩佳.中空容器模具机械加工工艺的改进探讨[J].科技风,2018(24):178.
- [5] 庞阳,肖志林.深拉伸吹塑成型技术[J].塑料包装,2017,27(4):59-61.