

# 塑胶反变形在汽车散热器注塑产品中的应用

吕伟峰

(浙江世纪华通车业有限公司 浙江绍兴 312000)

**摘要:** 工程塑料在汽车工业中的应用越来越广泛, 一辆普通轿车基本上塑料产品占比达 20%左右, 然而塑料产品与金属件相比普遍有个缺点就是: 产品注塑成型后翘曲变形, 使产品尺寸与功能达不到要求。这就需要后期通过其他手段或者修改模具来使产品达到使用要求。本文主要介绍了通过反变形理论应用到实际中, 从而使最终产品达到图纸要求, 介绍反变形理论的原理, 该理论目前应用的范围领域, 详细阐述目前操作的过程和过程中遇到的问题, 后续持续改进的方向。

**关键词:** 工程塑料; 反变形; 注塑工艺

## 引言

现阶段的工程塑料产品在我们实际生活中出现的频率众所周知是非常高的, 塑料产品一般不同于金属件, 由于其本身材料的特点和生产工艺的特殊性, 其成型之后的收缩变形无法避免, 怎么样消除其本身的变形或者后期改善变形是当今该行业中普遍存在的难点与需要深入研究的课题。塑料本身存在的特点与缺陷我们无法避免, 但经过长期摸索与积累, 目前已掌握通过模具设计时引入反变形理论来改善产品后期变形的缺陷。并已经在实际生产应用过程中实施, 获得了比较好的生产效益。

## 1 工程塑料

工程塑料因其卓越的性能, 如高强度、耐热性、耐化学腐蚀性、耐磨性以及尺寸稳定性, 在汽车工业中得到了广泛的应用。它们不仅能够替代传统的金属、陶瓷和木材材料, 还具有轻量化、设计灵活和成型能耗低的优势。在汽车工业中, 工程塑料的应用范围非常广泛, 从内外饰零部件到结构性及功能性部件都有涉及。例如, 聚丙烯 (PP) 因其耐用性和耐化学性, 被广泛用于制造汽车保险杠、发动机盖和气缸等部件。聚氨酯 (PU) 因其耐极端环境和辐射的特性, 适用于制造悬架刷、轮胎、头枕和隔音件等。此外, 聚碳酸酯 (PC) 由于其抗冲击性、刚性、硬度和透明度, 常用于制造前照灯透镜、保险杠等。随着汽车行业对轻量化、新能源、智能化和车联网等发展趋势的追求, 工程塑料的使用量和应用场景不断扩大, 成为推动汽车工业创新和发展的关键材料。全球市场对工程塑料的需求持续增长, 2022 年全球市场规模约为 1090.1 亿美元, 需求量达到 2660.2 万吨。在中国, 工程塑料产业虽然起步较晚, 但发展迅速, 部分通用工程塑料领域已接近国际水平, 2021 年市场需求总量达到 856.6 万吨。

## 2 汽车散热器的结构

散热器是汽车发动机冷却系统中的重要组成部分, 其主要功能是将发动机产生的热量散发到空气中, 以保持发动机的正常工作温度。散热器通常由散热芯、水箱、进出水管、风扇等部分组成。其中, 散热芯是散热器的核心部件, 由许多平行的散热管和散热片组成, 通过水循环来将发动机产生的热量传递到散热片上, 并通过风扇将热量散发到空气中。水箱是散热器的外壳, 起到固定和保护散热芯的作用。进出水管则连接发动机和散热器, 起到循环水的作用。风扇则通过吸入空气来增加空气流量, 提高散热效果。散热器的结构设计和制造工艺对于其散热效果和使用寿命具有重要影响, 并且散热器的性能直接影响着发动机的工作效率和寿命。

## 3 注塑工艺概述

注塑工艺是一种常见的塑料加工方法, 它通过将塑料颗粒加热熔融后注入模具中, 再通过冷却固化成型。注塑工艺具有生产效率

高、成型精度高、产品质量稳定等优点。注塑工艺的基本流程包括模具设计、原料准备、注塑成型、冷却固化、脱模等步骤。其中, 模具设计是关键的一步, 它需要根据产品的形状、尺寸、材料等要求设计出合适的模具结构。原料准备包括塑料颗粒的选择、配比、加热等过程, 这些因素都会影响产品的成型质量。注塑成型是将熔融的塑料注入模具中的过程, 需要控制注塑压力、速度、温度等参数以保证产品的成型精度和质量。冷却固化是将注塑成型后的产品冷却至固化温度的过程, 这个过程的时间和温度也会影响产品的成型质量。脱模是将固化后的产品从模具中取出的过程, 需要注意避免产品变形或损坏。

## 4 塑胶反变形的应用场景

塑胶反变形是一种应用广泛的技术, 可以在注塑过程中减少产品变形, 提高产品质量和降低生产成本。在汽车散热器注塑产品中, 塑胶反变形的应用场景主要包括以下几个方面:

(1) 汽车散热器注塑产品通常需要具备高精度和高稳定性的特点, 以确保其正常运行和长期使用。然而, 由于注塑过程中塑料材料的热胀冷缩和内部应力的积累, 很容易导致产品变形和尺寸偏差。这时候, 塑胶反变形技术可以通过在注塑过程中施加逆向力, 使产品在冷却过程中恢复原来的形状和尺寸, 从而减少产品变形和尺寸偏差。

(2) 汽车散热器注塑产品通常需要具备高强度和高耐用性的特点, 以应对复杂的工作环境和恶劣的气候条件。但是由于注塑过程中塑料材料的分子结构和物理性质的变化, 很容易导致产品的强度和耐用性下降, 而塑胶反变形技术可以通过在注塑过程中施加逆向力, 使产品的分子结构和物理性质得到优化和改善, 从而提高产品的强度和耐用性。

(3) 汽车散热器注塑产品通常还需要具备高效率 and 低成本的特点, 以满足市场需求和企业利润的要求。但是由于注塑过程中塑料材料的浪费和生产成本的增加, 很容易导致产品的成本过高和效率过低。这时候, 塑胶反变形技术可以通过在注塑过程中减少材料浪费和生产成本, 从而降低产品的成本和提高生产效率。

## 5 反变形原理

在引入反变形原理之前我们先来分析下塑料产品变形引起的原因。引起最终产品变形的因素大致可以分为: (1) 塑胶分子取向不均衡; (2) 模具冷却效果不一致; (3) 模具进胶口排布; (4) 模具脱模及排气系统设计; (5) 注塑工艺参数。以上这些导致产品变形的因素都是客观存在的, 任何一个注塑产品都无法避免受到以上因素的影响, 只能通过稳定引起变形的各项因素从而来稳定产品的变形量, 而并不能消除这些因素从而来避免产品变形。

在稳定产品变形量后我们可以引入模具反变形来得到最终的理

想产品。通俗地讲模具反变形即指的是注塑产品向哪边变形,后期模具修改时模仁就做成与实际产品变形相反的方向的变形,使塑料产品在注塑模具里面的形状与它要变形的方向相反,从而使产品在注塑成型后,第一时间得到与变形方向相反的产品,再通过产品后期自然冷却变形来补偿抵消掉产品的预变形量,相互抵消后刚好使产品与理论需要的产品一致无变形。简单可以通过如下图 1 片进行描述:

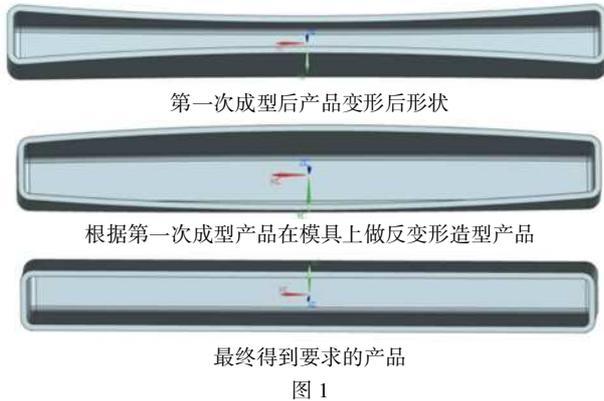
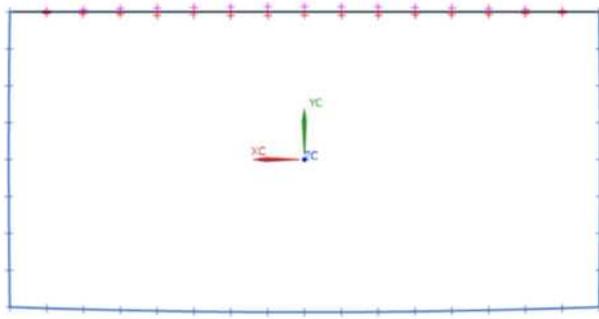


图 1

### 6 操作过程简述

通过在模具上做出与第一次成型产品实际变形相反的产品造型是整个反变形理论操作过程中的核心要素。简单地讲就是第一次试模得到什么样的产品,那么我们就造型出与之相反的产品。那么怎样来实现这个相反的产品,大致步骤如下:第一步,必须稳定各种影响产品变形的因素,即为第一次试模时把产品材料,模具温度,材料温度,注塑工艺,模具因素等都一把参数给固定下来并做出记录,所有今后的试模与生产都必须按固定参数进行生产;第二步,将产品自然冷却 24 小时,在这个过程中让产品充分释放内应力,最终不再变形;第三步,按照设计造型产品时给出的点,通过三次元设备测量产品上实际的数据;第四步,设计师把测量的产品实际点数据导入到造型软件中,得出与之相反的点,再通过这些点造型产品;第五步,按产品修改模具,加工模具;第六步,第二次试模得出理想的产品。以上最重要也最难理解的是第三、第四步,如下图 2 补充可能会更有助于理解:



左图为产品的轮廓线,图中黑色线条为所要得到的理想产品轮廓线,红色点(即黑色线条下面的点)为第一次试模后实际产品上的测量点位置,紫色点(即黑色线条上面的点)为进行反变形造型后的点,把紫色点串联起来得到反变形的轮廓线在造型产品

图 2

通过以上步骤就是一次完整的反变形修改过程。过程控制中一

般最复杂的的就是点的处理,即怎么样得出与实际测量点相反的造型点,但这些造型点往往并不是简单地对实际点进行等量镜像,一般也是需要根据实际产品的变形量的大小来控制,一般而言实际变形量超过 2mm 的点就需要缩小反变形的量,做到实际变形量的 80%得到反变形造型点。

### 7 反变形持续改进的方向

既然通过反变形修改产品是可行的,那同样可以在最开始时就把产品做成与实际变形相反的产品,从而在第一次试模后就可以得到我们想要的理想产品。这个思路的突破口就是怎么来得到原始产品的准确的实际变形量,如果这个问题能解决,那么这一想法便可实现。

为此,进行了大量的数据收集,对以往产品进行大小形状归类,并从这些产品的第一次试模时收集他们的变形量,因为一般汽车散热器产品都是长条壳体类形状,具有一定的共性,得到这些数据并不困难。如下图 3:

水室底平面预变形参考值 (X)																				
L	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
100	0.8	3	0.7	2.5	0.6	2	0.5	1.5	0.4	1.2	0.3	1	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.8	0.2	0.8
200	1	4	0.9	3.5	0.8	3	0.7	2.5	0.6	2	0.5	1.5	0.4	1	0.4	1	0.4	1	0.4	1
300	1.3	4.5	1.2	4	1.1	3.5	1	3	0.9	2.5	0.8	2	0.7	1.5	0.6	1.5	0.6	1.5	0.6	1.5
400	1.5	5	1.4	4.5	1.3	4	1.2	3.5	1.1	3	1	2.5	0.9	2	0.8	2	0.7	2	0.7	2
500	1.7	5.5	1.6	5	1.5	4.5	1.4	4	1.3	3.5	1.2	3	1.1	2.5	1	2.2	0.9	2.2	0.8	2.2
600	1.9	6	1.8	5.5	1.7	5	1.6	4.5	1.5	4	1.4	3.5	1.3	3	1.2	2.7	1.1	2.4	1	2.4
700	2.1	6.5	2	6	1.9	5.5	1.8	5	1.7	4.5	1.6	4	1.5	3.5	1.4	3.2	1.3	2.9	1.2	2.6
800	2.3	7	2.2	6.5	2.1	6	2	5.5	1.9	5	1.8	4.5	1.7	4	1.6	3.7	1.5	3.4	1.4	3.1
900	2.5	7.5	2.4	7	2.3	6.5	2.2	6	2.1	5.5	2	5	1.9	4.5	1.8	4.2	1.7	3.9	1.6	3.6
1000	3	8	2.9	7.5	2.8	7	2.7	6.5	2.6	6	2.5	5.5	2.4	5	2.3	4.5	2.2	4.2	2.1	3.9
H	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70								

图 3

以上 L 代表产品长度, H 代表产品宽度, A、B 为不同进胶方式。我们把以上数据导入到模具设计之初得到想要的反变形产品,第一次试模时就能得到理想的产品,当然并不是所有产品每次都能成功,因为毕竟通过类似产品数据收集的方案得到的变形数据,注意这里是类似产品,考虑到产品结构的不完全一致,产品变形还是有或多或少的出入。这里就需要我们继续扩大与细化我们的数据库,应用大数据原理,再结合电脑软件又或者专门开发一款数据处理软件,才能逐步缩小这个变形的差异。

### 结语

本文研究了塑胶反变形在汽车散热器注塑产品中的应用,并通过实验验证了其产品质量和生产成本的改善效果。具体来说,塑胶反变形可以减少产品变形,提高产品的尺寸精度和表面质量,从而提高产品的可靠性和使用寿命。此外,塑胶反变形还可以降低生产成本,因为它可以减少废品率和加工次数,提高生产效率和经济效益。塑胶反变形在汽车散热器注塑产品中的应用具有重要的实际意义,可以帮助企业提高产品质量和效率,增强市场竞争力。

### 参考文献:

[1] 黄勇,蔡丹云,丁明明.带金属嵌件的汽车接插件注塑成型工艺分析[J].浙江水利水电学院学报,2014,26(4):74-77.  
[2] 孙德智.注塑制品常见缺陷的原因分析[J].中国科技财富,2012(10):36.  
[3] 唐春华.响应面法优化鼠标面盖注塑成型工艺的应用[J].塑料,2017(3):114-116.  
[4] 刘春景,唐敦兵,何华,等.基于响应曲面车削加工表面粗糙度稳健性分析[J].南京航空航天大学学报,2012,44(4):520-525.  
[5] 孙航,戈明亮,曹贤武,等.基于响应面模型的导光板注塑成型工艺优化[J].塑料工业,2016,44(11):64-69.  
[6] 段家现,闫西坡.基于反变形和 CAE 的手机前壳翘曲优化[J].轻工机械,2016,34(6):93-97.