

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.003

# 塑料刀叉气辅成型模具浇注系统设计

牟一楠<sup>1</sup>, 何建军<sup>2</sup>

(1. 浙江工业大学 国际学院, 浙江 杭州 310023; 2. 浙江金典模具有限公司, 浙江 台州 318020)

**摘要:**气体辅助注射成型是一种特殊注塑成型工艺,其模具设计尚未形成完善的体系。文章以塑料刀叉为例,基于塑料熔体的充填流动和气体保压模拟,通过熔体充填区域和气体充填区域来评价设计优劣,进行气辅成型模具浇注系统的设计,并推荐可行的工艺参数。图5参10

**关键词:**模具设计;气体辅助注射成型;数值模拟;浇注系统

中图分类号:TQ320.66 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0010-03

## Runner System Design of the Gas-Assisted Injection Mold for Plastic Knife and Fork

MOU Yanan<sup>1</sup>, HE Jianjun<sup>2</sup>

(1. College of International, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China;  
2. Zhejiang Jindian Mold Co., Ltd., Taizhou 318020, Zhejiang, China)

**Abstract:** Gas-assisted injection molding (GAIM) is a special injection molding process with less perfect design system on products and mold. Taking a plastic knife and fork as a example, this paper introduced the running gate system design in GAIM mold based on the simulation on filling flow of plastic melt and preservation of gas, the design is evaluated the design by the fill regions of melt and gas cores. Feasible process parameters were also recommended based on the simulation-design. [ Ch, 5 fig. 10 ref. ]

**Key words:** mold design; gas-assisted injection molding; simulation; running gate system

### 0 引言

气体辅助注射成型(简称气辅成型)通过高压气体在注塑产品内部产生中空截面,在不影响产品功能的前提下减少用料,并利用气体的保压作用减少制品残余内应力,消除制品表面缩痕,显示出传统注射成形无法比拟的优越性,同时为许多无法用传统工艺注射成形的产品提供了可能<sup>[1-2]</sup>。目前已有大量研究者对气体辅助注射成型进行了较多的机理研究与数值模拟<sup>[3-5]</sup>研究,并进行了工艺实验和优化研究<sup>[6]</sup>研究,在产品方面进行了一些总结<sup>[7-8]</sup>,而关于模具设计方面的研究较少。

气辅成型特别适用于制作管状和棒形零件、大型平板类零件、传统注射成型难以成形的复杂形状不均匀壁厚产品。文中以有粗柄的塑料刀叉为例,基于塑

料熔体的充填流动和气体的穿透保压模拟,进行气辅成型模具浇注系统的设计,并推荐可行的工艺参数。

### 1 产品及工艺性分析

粗柄的成套塑料刀叉的模型如图1所示。长度为255 mm,手柄部直径为30 mm。

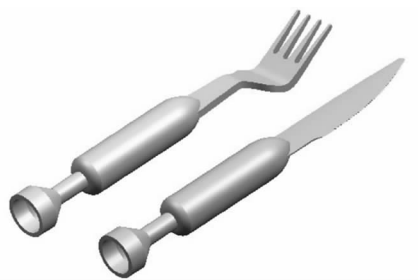


图1 塑料刀叉产品图

Figure 1 Part of the knife and fork

收稿日期:2012-07-09;修回日期:2012-08-01

基金项目:2010年黄岩区重大科技计划项目(2010002)

作者简介:牟一楠(1992),女,浙江黄岩人,本科,主要研究方向为数值模拟在注塑成型中的应用。E-mail:728476678@qq.com

从图1可以看出该产品的结构特点,刀和叉上均有很粗的手柄。如果用传统注塑成型进行生产,则需要很多材料,并且成型周期长,手柄处易出现缩痕,整体变形较大。采用气辅成型,可在产品厚壁处形成气道,特别是在较粗的手柄处形成较大空腔,从而减少材料消耗,降低产品材料成本,并由于减小的壁厚能在较短时间内冷却凝固,降低产品的生产成本。由于形成的空腔在产品中部,因此气辅成型的产品刚度并未发生明显变化,对产品的功能不发生影响。

## 2 浇注系统设计

随着计算机技术的发展,数值模拟在注塑成型中获得了越来越广泛的应用,并形成了专业的商业化模拟软件,如国际通用的 Moldflow 软件和国产的 HSC 软件。在文献[9-10]中,作者基于数值模拟软件进行了气辅注塑成型工艺的优化,并未涉及模具的设计。但

合理的模具设计是获得良好成型过程和制品质量的基础,因此文中采用模拟实验,通过熔体充填区域和气体充填效果来判断成型质量,从而指导气辅模具的浇注系统设计。

气辅模具浇注系统的设计包括熔体浇注系统和进气系统的设计,其设计合理与否是气辅成型模具的关键之一,若设计不合理,则不可能成型合格的产品。从图1所示的产品结构中可以看出,手柄处必须是气道的主要组成部分,在成型过程中必须要有大量气体注入,才能在该处形成较大的气体空腔,从而达到减少材料成本和加工成本的目的。

在气辅模具中,进气口可与熔体浇口设置在同一处,也可分开设置。由于刀叉产品结构较为简单,为了使模具结构简化,将进气口与熔体浇口设置在一起,具体设置方案如图2所示。



图2 浇注系统设计方案

Figure 2 Design schemes of runner system

根据上述浇注系统设计方案,采用 Moldflow 软件进行模拟。材料选用 BP Chemical 公司生产 Rigidex 2 型号的 PE 材料。工艺参数如下:模具温度 40℃、熔体温度 220℃、预填充率 80%。通过模拟可以得到大量关于成型过程和产品质量相关的信息。

在气辅成型的模拟中,由于涉及到内部气体的穿透过程,在建立数值模拟的几何模型时,不能用传统注塑成型模拟中常用的双面流模型,而必须要用立体模型,这就必须分析较多的网格单元。在文中的3种方案中,几何模型中各有 67 665、67 648、67 651 个四面体网格单元。

## 3 结果与讨论

分别考察各种方案下的熔体充填区域和气体充填区域,来分析产品的完整性和气体空腔效果,从而进行浇注系统设计合理与否的判断。3种浇注系统设计方案的熔体充填区域和气体充填区域分别如图3和图4所示。

采用方案1的浇注系统时,从图3(a)可以看出,

由于熔体完全充填型腔所需的流程过长,出现了充填不足的情况,即使在后续气体注入和保压的条件下也不能形成完整的产品。采用方案2的浇注系统时,从图3(b)可以看出,熔体充填了整个型腔,可以形成完整的制品;从图4(b)可以看出,气体在较粗的手柄处形成较为规则的气体空腔,并且手柄处的壁厚较为均匀。采用方案3的浇注系统时,从图3(c)可以看出熔体也充填了整个型腔,可形成完整的制品;但从图4(c)可以看出,气体在刀叉头部较薄的部分也形成了空腔,对头部的强度有一定的影响,并且较粗手柄处的气体空腔未均匀分布。

综上所述,通过熔体充填区域和气体充填效果来判断浇注系统设计合理与否时,方案2设计的浇注系统最为合理,方案3次之,方案1最差。在采用方案2浇注系统的模具中,试模时参考如下工艺参数:模具温度 40℃、熔体温度 220℃、预填充率 80%。以方案2的浇注系统开模,采用上述工艺参数试模,可获得充填完全、并在手柄处具有空腔的完整制品,如图5所示。

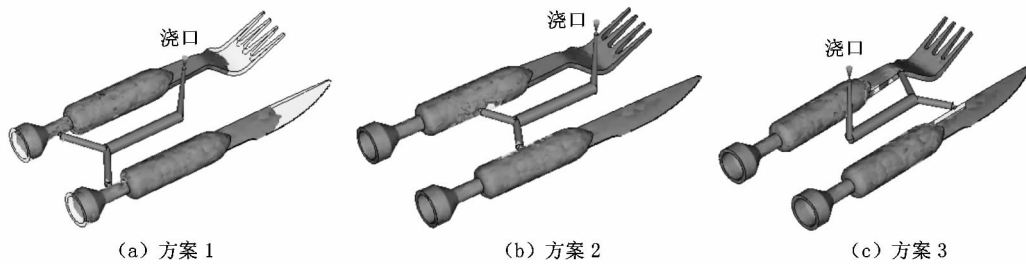


图3 各种浇注系统设计方案的熔体充填区域  
Figure 3 Polymer fill regions of each runner system

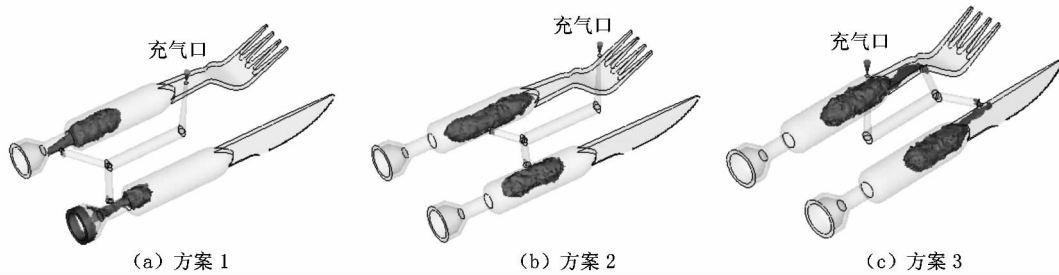


图4 各种浇注系统设计方案的气体充填区域  
Figure 4 Gas core of each runner system



图5 试模样品  
Figure 5 Test samples

#### 4 结论

1) 在注塑成型中,数值模拟是指导模具设计的有效手段。通过熔体充填区域和气体充填效果可判断模具设计和工艺制定是否合理。

2) 方案2设计的浇注系统最为合理,方案3次之,方案1最差。在采用方案2浇注系统的模具中,试模时采用如下工艺参数:模具温度 40 ℃、熔体温度 220 ℃、预填充率 80%,获得了合格的产品。但该参数只是可行工艺,还可进一步进行优化。

#### 参考文献(References):

- [1] OGANDO J. Fight sinks with external gas assist [J]. *Plastics Technology*,1998,44(8):45-46.
- [2] KNIGHTS M. Dual gas-assist techniques advance large-part molding [J]. *Plastics Technology*,2006(52):45-46.
- [3] 辛勇,阮雪榆,何成宏,等.气辅注射成型中气体穿透下的聚合物熔体壁厚的形成[J].*高分子材料科学与工程*,2003,19(3):63-67.
- [4] 周华民,张宜生,李德群.气体辅助注射成型充填仿真[J].*应用科学学报*,2002,20(3):983-991.
- [5] ZHOU Huamin,LI Dequn. Computer simulation of the filling process in gas-assisted injection molding based on gas penetration modeling [J]. *Journal of Applied Polymer Science*,2003,90(9):2377-2384.
- [6] PARVEZ M A,ONG N S,LAM Y C, et al. Gas-assisted injection molding; the effects of process variables and gas channel geometry [J]. *Journal of Materials Processing Technology*,2002,121:27-35.
- [7] 黄虹.塑料成型加工与模具[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [8] AVERY J.气体辅助注射成型原理及应用[M].杨卫民,丁玉梅,译.北京:化学工业出版社,2003.
- [9] 柳和生,魏常武,周国发.工艺条件对气体辅助注射成型的影响[J].*现代塑料加工应用*,2008,20(3):46-49.
- [10] 邱水金,姜少飞,柴国钟,等.气辅成型工艺参数对制品成型质量的影响趋势研究[J].*中国工程科学*,2009,11(4):84-90.

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.004

# 蒸气喷射热泵的设计

牛晓娟, 李庆生, 石留帮

(南京工业大学机械与动力工程学院, 江苏南京 211816)

**摘要:**热泵是节能蒸发设备的核心部件,文中采用经验系数法、索科洛夫法、简便算法3种计算方法,对其喷射系数进行计算,并与实际结果进行对比、分析。结果证明,采用索科洛夫法计算喷射系数最为准确。并利用此方法对热泵进行结构设计。图2表1参9

**关键词:**热泵;经验系数法;索科洛夫法;简便算法;结构设计

中图分类号:TK173;TQ051.6 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0013-03

## Design of Steam Injection Heat Pump

NIU Xiaojuan, LI Qingsheng, SHI Liubang

(School of Mechanical and Power Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 211816, China)

**Abstract:** Heat pump is the core component of energy-saving evaporation equipment. In this paper, three methods of experience coefficient method, Sokurov method and simple algorithm method were used to calculate injection coefficients. Through compared with the actual results showed that the most accurate method is Sokurov method, and thus the structure of heat pump was designed with this method. [Ch, 2 fig. 1 tab. 9 ref.]

**Key words:** heat pump; experience coefficient method; Sokurov method; simple algorithm method; structure design

### 0 引言

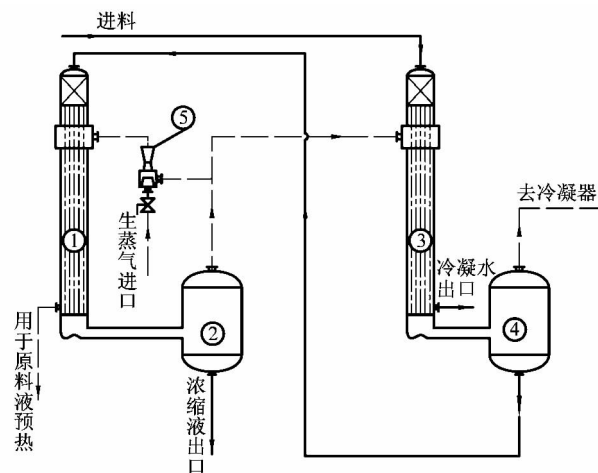
蒸气喷射热泵通常是作为一种节能装置用于蒸发设备中,它主要是借助高压蒸气将低压蒸气(一般是二次蒸气)引射到某一中间压力蒸气用来作为加热热源,达到节约能源的目的。目前蒸气喷射热泵被广泛应用在降膜式蒸发设备、升降式蒸发设备以及混流热复压式蒸发等设备上<sup>[1]43</sup>。在苹果酸浓缩中,由于原料的热敏性使真空浓缩成为必需,真空浓缩以多效蒸发应用最广。采用双效降膜式带热泵的浓缩系统,可大大减少蒸气的耗量,降低生产成本。

### 1 设备中热泵的结构特点及技术参数

#### 1.1 蒸气喷射热泵的主要结构特点

图1为处理量为10 000 kg/h LD苹果酸溶液蒸发浓缩流程图简图。从流程图中可以看出蒸气喷射热泵是用来抽吸二次蒸气作为再加热热源,考虑到苹果酸的腐蚀性,则设备中与蒸气接触部位的材质选用TA2。

#### 1.2 热泵的主要技术参数



1—第I效蒸发器;2—第I效分离室;3—第II效蒸发室;4—第II效分离器;5—热泵

图1 双效蒸发流程简图

Figure 1 Schematic diagram of double effect evaporation

收稿日期:2012-04-24;修回日期:2012-05-04

作者简介:牛晓娟(1987),女,山西永济人,南京工业大学硕士研究生,主要研究方向为热泵在蒸发设备中节能降耗。E-mail: nxj871125@163.com