

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.12.016

餐具盒热流道注射模具设计*

何冰强¹, 廖春玲¹, 肖国权²

(1. 广东机电职业技术学院, 广州 510515; 2. 华南理工大学, 广州 510640)

摘要: 分析了餐具盒塑料件的结构及设计了热流道注射模具, 详细介绍了热流道注射模具浇注系统结构设计、尺寸计算、热流道板形式和热功率计算、热流道板线膨胀补偿计算及在模具设计时应注意的问题。结果表明, 模具设计方案合理、结构紧凑、动作可靠。

关键词: 热流道; 浇注系统; 加热功率; 餐具盒; 模具

中图分类号: TQ320.66

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2012)12-0068-04

Design of Injection Mould with Hot Runner of Tableware Box

He Bingqiang¹, Liao Chunling¹, Xiao Guoquan²

(1. Guangdong Jidian Polytechnic, Guangzhou 510515, China; 2. South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: The structure of plastic parts of tableware box was analyzed and the injection mould with hot runner was designed. The feed system structure design of the injection mould with hot runner, dimension calculation, hot runner plate form and compensation calculation for linear expansion of hot runner plate and problems needing attention were introduced detailly. The results showed that the mold design was reasonable, it had compact structure and reliable action.

Keywords: hot runner; feed system; heating power; tableware box; mould

对于大批量生产的塑料件, 缩短成型周期、减少原材料消耗是降低成本最直接有效的措施。采用热流道注射模具成型, 在开模时只需取出塑料件而无浇注系统凝料, 因此可以节约原材料、减少冷却时间, 提高生产效率; 同时, 与其它注塑模相比, 热流道模具浇注系统粗大且保持最佳的熔融状态, 充填时能更好地传递注塑压力, 尤其是保压阶段, 可有效延长补料时间, 从而可以提高塑料件质量^[1]。

1 塑料件分析与模具结构

1.1 塑料件分析

图1所示为一餐具盒, 材料为聚丙烯(PP), 尺寸为340 mm×382 mm×53 mm, 壁厚为1.2 mm。使用UG软件分析模块对所造型塑料件的体积、密度、质量进行分析。

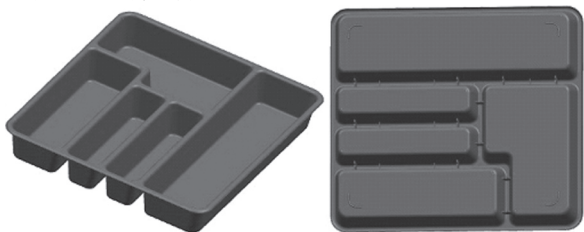


图1 餐具盒三维图

该塑料件外形和生产批量均较大, 如果采用普

通流道模具成型, 势必产生大量流道废料, 因此采用热流道注射模具成型。同时该制品壁较薄, 且周围有凸缘, 采用热流道模具有利于获得更加均匀的充模流动, 确保熔体能充分到达远离浇口的部分, 减小塑料件变形程度, 提高塑料件质量及其表面美观度。

1.2 模具结构

图2为餐具盒热流道模具结构图。该塑料件采用一模一腔生产。热流道板采用电热管外加热方式, 热流道板26和型腔定模板28、模具定模底板19之间采用空气间隙进行绝热。为了方便加工且保证一定的精度, 使型腔沿分型面分开的两半在合模时有高精度的对中性, 在凸凹模侧分别装有锁紧块12、导正槽32、导正条33。为保证餐具盒壁厚的可调, 在模具上设有一厚薄调整垫34。

使用UG NX7.5完成模具的3D造型, 如图3所示。

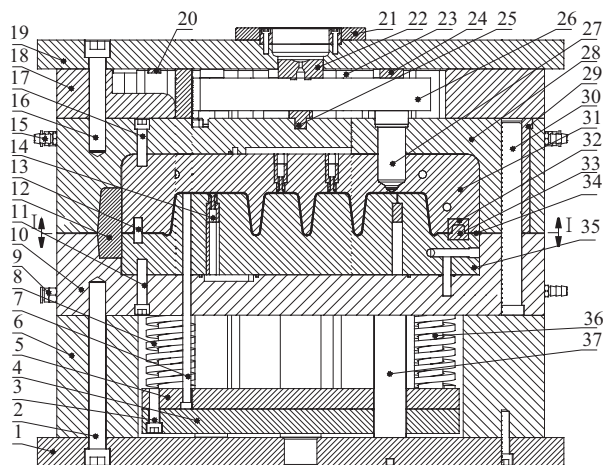
2 热流道浇注系统设计

热流道模具与普通模具的主要区别在于浇注

* 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2011ZM0060)

联系人: 何冰强, 副教授, 主要从事模具、数控加工、新型制冷工质及汽车空调研究

收稿日期: 2012-09-18



- 1—动模底板; 2、3、11、16、17—内六角螺钉; 4—推板; 5—推杆固定板;
6—垫块; 7—推杆; 8—弹簧; 9—气接嘴; 10—动模垫板; 12—锁紧块;
13—销钉; 14—气门镶块; 15—水嘴; 18—定模垫板; 19—定模底板;
20—压块; 21—定位环; 22—浇口套; 23—加热器; 24—承压块;
25—支撑钉; 26—热流道板; 27—热喷嘴; 28—定模板;
29—带肩导套; 30—导柱; 31—定模; 32—导正槽; 33—导正条;
34—调整垫; 35—动模; 36—复位杆; 37—推出机构导柱

图2 安装板热流道注塑模具结构图

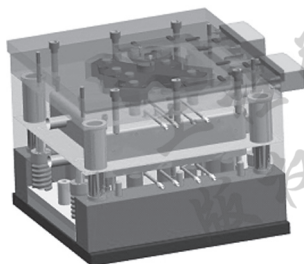


图3 餐具盒热流道注塑模具3D图

系统,浇注系统的设计是热流道模具设计的关键。

热流道模具浇注系统主要由主流道、分流道、浇口组成,其部件主要有主流道杯、热流道板、加热器、喷嘴、隔热垫块等。热流道板和热喷嘴间接触处可依靠光滑的表面间夹紧力保证防漏,为降低加工难度,可用镀银的空心金属“O”形密封圈,但不能用铜,因为PP和铜会发生反应^[2]。

2.1 热流道尺寸计算

塑料熔体的比容积是熔体温度和压力的函数,其值可用斯宾塞状态方程计算^[3],即:

$$(P_1 + P_2)(V - \omega) = R'T \quad (1)$$

变换式(1)得:

$$V = \frac{RT}{P_1 + P_2} + \omega \quad (2)$$

式中: P_1 ——熔体在流道中所受的外部压力, MPa,

取 $P_1 = 80$ MPa;

P_2 ——熔体在流道中所受的内部压力, MPa,

取 $P_2 = 25.3$ MPa;

V ——熔体在该状态下的比容积, cm^3/g ;

ω ——熔体在 -273°C 下的比容积,查表得

$$\omega = 0.992 \text{ cm}^3/\text{g};$$

R' ——修正的气体常数,查表得 $R' = 0.229 \text{ cm}^3/\text{g}$;

g ;

T ——熔体绝对温度,取 $T = 493$ K。

将以上参数代入式(2)计算得:

$$V = \frac{0.229 \times 493}{80 + 25.3} + 0.992 = 2.064 \text{ cm}^3/\text{g};$$

单个塑料件的质量为 298.8 g,查文献[4],取注射时间 t 为 2.1 s,则注射时熔体体积流率 Q 为:

$$Q = \frac{mV}{t} = 293.68 \text{ cm}^3/\text{s} \quad (3)$$

主流道熔体体积流率 $Q_1 = Q = 293.68 \text{ cm}^3/\text{s}$

浇口熔体体积流率 $Q_2 = Q / 7 = 41.95 \text{ cm}^3/\text{s}$

使用塑料模设计手册中热浇道的设计公式计算流道直径,可得:

主流道直径 $D_1 = 1.27 \times \sqrt[3]{Q_1} = 8.44 \text{ mm}$

浇口直径 $D_2 = 0.467 \times \sqrt[3]{Q_2} = 1.62 \text{ mm}$

2.2 热流道板加热形式选择

热流道板的加热形式分为内加热和外加热2种。虽然内加热方式具有热量损失小、不易漏料等优点,但由于制造工艺等方面尚未成熟,当前常见的热流道板都采用外加热方式^[3]。外加热用的加热器有电热棒和电热管,在此选用管状电热管对热流道板进行加热。管状电热管能弯曲成各种形状镶嵌在流道板的沟槽内,使用方便,易于温度平衡。电热管的布置如图4所示。

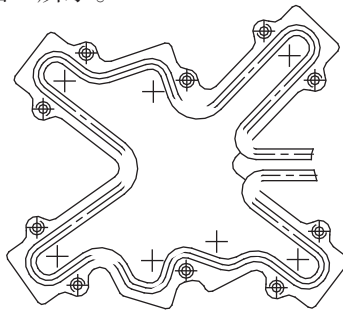


图4 电热管的布置

2.3 热流道板加热功率计算

热流道板的加热功率计算,包括开机时的热流道板升温最大加热功率计算和加热稳定后为补偿模具因热传导、对流和辐射的热量损失所需维持的加热功率计算。

加热的时候需要留有 10% 的余量,热流道板最

大加热功率计算式为^[4]:

$$P = \left[\frac{115tW}{860T\eta} + (0.003206t - 0.3278)A + \sum \frac{a \cdot i \cdot \lambda}{l} \right] \times 1.1 \quad (4)$$

式中: P ——加热功率, W;

t ——热流道板所需升高的温度, 取 $t=210^\circ\text{C}$;

W ——热流道板的质量(包括紧固螺钉在内),
取 $W=17.5\text{ kg}$;

T ——升温时间, 取 $T=0.5\text{ h}$;

η ——热效率(从实际统计约为 $0.2 \sim 0.3$), 出于稳妥考虑, 在此取 $\eta=0.2$;

A ——热流道板的表面积, 取 $A=1788\text{ cm}^2$;

a ——支撑物的接触面积, m^2 ;

i ——热流道板与模具温差, 取 $i=170^\circ\text{C}$;

λ ——支撑物的热传导系数, 选择 DN1.2312 钢, 热导率为 $\lambda=35\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

l ——支撑物的高度, mm。

在模具中与热流道板接触导热零件共有 9 件, 其中: 7 件承压块 24, $a=6.44 \times 10^{-4}\text{ m}^2$, $l=0.0112\text{ m}$; 1 件浇口套 22, $a=93.8 \times 10^{-4}\text{ m}^2$, $l=0.0245\text{ m}$; 1 件支撑钉 25, $a=26 \times 10^{-4}\text{ m}^2$, $l=0.0093\text{ m}$ 。

将以上数据代入式(4), 计算得初始升温时热流道板的最大加热功率是: $P=10.8\text{ kW}$ 。

工作正常后为弥补热流道板的传导、对流和辐射等热量损失所需维持功率为:

$$(0.003206t - 0.3278)A + \sum \frac{a i \lambda}{l} = 4.9\text{ (kW)} \quad (5)$$

2.4 热流道板实际加热功率的校核

设计采用金属电热管加热, 共 2 根, 每根电热管的总长度为 1335 mm , 有效加热长度为 1230 mm , 管径为 10 mm , 最高功率密度为 $18\text{ W}/\text{cm}^2$ 加热管的总功率为:

$$2 \times 3.14 \times 1 \times 123 \times 18 = 13.9\text{ (kW)}$$

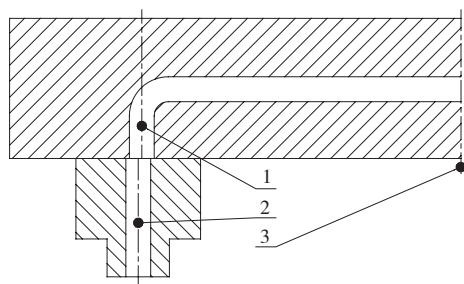
大于所需的最大功率 10.8 kW , 故符合设计要求。

2.5 流道板的热膨胀补偿

热流道装置的热补偿可以改善参数, 优化充模, 避免力学负载和变形^[5]。

模具正常工作时, 流道轴线应该与喷嘴轴线同轴, 但是热流道板与型腔板之间存在较大温差, 其热膨胀率不同。因此在室温下安装时, 流道轴线至模具轴线的距离应小于喷嘴轴线至模具轴线的距离, 如图 5 所示。以保证热流道板被加热后, 热流道板和热喷嘴之间的平面相对滑移, 完成横向热膨胀补

偿。



1—室温下流道的轴线; 2—室温下热喷嘴的轴线;
3—模具轴线

图5 热膨胀补偿

室温下, 流道轴线至模具轴线的距离可由下式计算:

$$L_R = L_F [1 - a(T_R - T_F)] \quad (6)$$

式中: L_R ——室温下流道轴线至模具轴线的距离, mm;

L_F ——室温下热喷嘴轴线至模具轴线的距离, mm;

a ——热膨胀系数, 查表得 $a=1.3 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$;

T_R ——热流道板的温度, 取 $T_R=210^\circ\text{C}$;

T_F ——模具的温度, 取 $T_F=40^\circ\text{C}$ 。

将室温下各热喷嘴轴线至模具轴线的距离及上述相应参数代入式(6), 可计算得到各热喷嘴在室温下流道轴线至模具轴线的距离。

热流道是一个复杂的系统, 设计过程比较繁琐。流道直径、加热功率和热膨胀补偿等可以使用上述的公式来计算, 但是有些值的计算比较困难, 因此在实际设计中需要采用很多经验公式和经验值。

3 模具工作过程

开模时模具从分型面 I—I 处分开, 在定模 31 中气门喷出的压缩空气作用下, 制品从定模 31 中脱出, 包紧在动模 35 上; 动模下行至注塑机顶杆碰到推板 4 时, 推出机构及推杆 7 等停止下移, 此时动模继续下行, 在动模 35 中气门喷出的压缩空气作用下, 实现将制品从动模 35 中脱出, 实现塑料件的自动脱模。

在合模时, 锁紧块 12、导正槽 32、导正条 33 共同作用, 保证了塑料件壁厚的均匀、准确。当长期生产造成动定模磨损, 塑料件壁厚增大时, 可通过磨削调整垫 34 的厚度, 使塑料件合格。

4 结语

对大批量生产、质量较小、表面积较大的塑料件, 采用热流道注射模可以减少流道废料, 缩短成型

周期,提高塑料件质量,从而降低成本,提高效益。采用热流道技术虽然增加了模具制造的难度和复杂性,但在大批量生产条件下,它的优越性还是显而易见的。

参考文献

- [1] 何冰强.塑料成型工艺与模具设计[M].上海:上海交通大学出版社,2011.
- [2] 高汉华,何冰强.塑料成型工艺与模具设计[M].2版.大连:大连理工大学出版社,2009.
- [3] 塑料模设计手册编写组.塑料模设计手册[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [4] 王建华,徐佩弦.注塑模的热流道技术[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [5] 弗伦克勒,扎为斯托夫斯基.注射模具的热流道[M].北京:化学工业出版社,2004.

汽车塑料化成趋势,扬子石化致力聚丙烯生产

随着汽车工业的快速发展,人们对汽车在节能环保、美观舒适、安全可靠等性能方面的要求越来越高,汽车塑料化成为一个国家汽车工业技术水平的重要标志之一。在当前的车用塑料中,聚丙烯以优异的刚性、耐热性能、耐化学药品性、易于加工成型和回收等多种优点成为汽车专用料的首选产品,并且成为车用塑料中用量最大、发展速度最快的品种之一。

然而,受催化剂和聚合工艺的制约,国内聚丙烯企业在汽车专用料生产方面能力不足,且连续生产非常困难。扬子石化塑料厂聚丙烯车间副主任告诉记者,目前国内聚丙烯生产企业普遍采用的聚丙烯釜内合金催化剂是第四代球形高效齐格勒-纳塔丙烯聚合催化剂。这种催化剂共聚能力较弱,受原料中乙烯浓度的影响和生产工艺的制约,难以生产出高端的汽车专用料。

2009年,该公司承担的基于釜内合金技术开发聚丙烯汽车用新材料项目正式启动。正如该项目主要完成人扬子石化研究院塑料加工应用中心主任所说,新产品开发需要不断创新,这样才能胜人一筹。技术人员通过对催化剂体系的改良优化、调整聚合工艺、平衡乙烯含量、加入具有自主知识产权的纳米化复合成核剂等手段,验证了中石化自主研发催化剂在气相聚丙烯工艺装置上开发釜内合金专用料的装置适应性,形成了完整的生产工艺技术,在现有20万t/a的气相聚丙烯装置上,直接生产出一系列模量由低到高的抗冲聚丙烯釜内合金专用树脂产品,并先后实现了K9015、YPJ-1215C、YPJ-1220C和YPJ-630四个牌号的聚丙烯釜内合金专用树脂的工业化生产。截至去年底,共生产这一系列专用树脂约8万t。

与传统聚丙烯相比,扬子石化开发的聚丙烯汽车用新产品具有成本低、能耗小、质量稳定等优点,且抗低温冲击强度高,刚性和韧性平衡性好,达到了国际先进水平,填补了国内高档聚丙烯汽车专用料的空白,成功替代进口产品。其中K9015成为国内首个通过德国大众公司实验的聚丙烯汽车专用料,并成为德国大众在中国唯一指定用料,用于奥迪等高档车型。

扬子石化釜内合金聚丙烯系列汽车专用料的推出,拓宽了聚丙烯树脂在汽车中的应用范围,为我国汽车工业的发展

提供了有利条件。该公司以K9015为主要基料成功开发了海南马自达、标致307等车型的保险杠材料生产,以及标致307的耐候、着色功能母粒生产。尤其是YPJ-1215C、YPJ-1220C和YPJ-630产品,目前已成功地应用于上海大众、上海通用、海南马自达、安徽江淮及奇瑞等国内多种车型的保险杠和汽车内饰件的生产,完全满足了汽车客户需求,得到了下游厂家的肯定和青睐,成为国内知名度很高的自主品牌,由此也进一步增强了国内汽车企业对于国产聚丙烯原料的信心。目前扬子石化已与国内多家汽车企业建立了稳定的供货关系。(中聚网)

高密度聚乙烯缠绕增强管通过鉴定

11月10日,双林机械研发的高密度聚乙烯(PE-HD)缠绕增强管生产线(业内也称聚乙烯缠绕结构壁管材生产线)通过了由国家住房与城乡建设部科技发展促进中心组织的科技成果评估。评估委员会专家一致认为:该生产线达到国内领先水平,经济和社会效益显著,具有推广应用价值。

据了解,该生产线主要由主、辅挤出机、缠绕辊架、双工位切削台、管材脱模装置、聚丙烯(PP)波纹骨架管成型机、成型模具、控制系统等组成。管材生产通过主、辅挤出机挤出(半)熔融状态的管材内层PE-HD缠绕带和外层PE-HD包覆带,同时外层PE-HD包覆带包覆PP波纹管缠绕在水平移动并转动的成型模具上。在高效螺杆结构设计等方面有创新,并获得多项国家专利。

该设备生产的管材具有整体性好、环刚度高、柔韧性和抗震性能好等特点;接口采用预埋电热丝设计,可实现电熔连接,提高了管道连接的可靠性。生产的管材经国家化学建材质量监督检验中心检测符合国家标准,用户使用后反映良好。

PE-HD缠绕增强管是未来替代传统混凝土排水管的主流产品,是我国市政排水、排污、燃气输送、核电工程、远距离灌溉、输水、排海、抗洪排涝等领域的“动脉血管”。

(工程塑料网)

10月我国塑料制品出口量仍保持增长

2012年1~10月,我国累计出口塑料制品704.7万t,与2011年同期相比增长了8.4%,累计出口金额达259.4亿美元,同比增长39.7%。10月当月,我国塑料制品出口量为71.6万t,出口金额为29.23亿美元。(中国色母粒网)