

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.07.015

基于 Fluent 的卫浴把手高光模具水路设计与分析 *

李辉,葛晓宏,黄红武

(厦门理工学院材料成形与模具集成技术研究所,福建厦门 361024)

摘要: 基于变模温技术原理,提出采用高光注塑技术生产具有高光泽度卫浴把手塑料件。为实现把手的高光效果,确定了高温水加热、低温水冷却的变模温方式,提出了高光水路设计方法,构建了双面变模温的随形水路。采用 Fluent 软件对模型热响应进行模拟分析,验证高光水路结构的合理性。

关键词: 卫浴把手; 变模温注塑; 高光水路; Fluent; 热分析

中图分类号: TQ320.66; TP319 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)07-0066-04

Design & Analysis of Rapid Heating Cycle Mould Waterway for Bathroom Shower Handle Based on Fluent

Li Hui, Ge Xiaohong, Huang Hongwu

(Institute of Material Processing and Die & Mould Integrated Technology, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China)

Abstract: Based on the principle of variotherm, rapid heating cycle molding was advanced to produce high glossy bathroom shower handle. In order to realize high glossy effect, a rapid heating cycle molding way with water heating and cooling was used, based on which, a new design method for rapid heating cycle waterway was presented to set up a waterway close to handle shape. Then, the thermal analysis models for a handle mould were set up and analyzed by Fluent, whose results were reasonable.

Keywords: bathroom shower handle; variotherm injection molding; rapid heating cycle waterway; Fluent; heat analysis

传统的注塑是在固定的模具温度下成型,由于模具温度较低,在熔融塑料进入模具后马上凝固产生皮层。成型过程中所产生的很多问题多发生在皮层,如熔接痕、流痕及浮纤等注塑缺陷。采用高模温可以避免皮层的快速产生,是减少注塑缺陷的好方法。在高模温下成型的塑料件还具有高光亮的特点,以及良好的强度和表面硬度^[1-4]。

高光注塑技术是一种对模具实现急热急冷的控制办法:在产品射出之前加热模具达到高模温(通常在塑料的玻璃化转变温度以上),避免皮层瞬时产生;冷却阶段迅速降低模温,加速产品固化,达到动态的模温控制。高光水路的设计是实现动态模温控制和生产高品质高光产品的关键^[5]。

笔者以某企业一款卫浴把手为研究对象,其结构如图1所示。把手材质为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料+聚甲基丙烯酸甲酯。根据产品结构特点和高光注塑要求,确定采用高温过饱和水加热、低温

水冷却的变模温方式,依据提出的高光水路设计原理构建了双面变模温随形水路,验证了模具热响应过程,确定了模具结构方案。

1 卫浴把手高光水路设计

高光注塑的本质就是模温快速加热和快速冷却。模温加热的方法主要有电阻加热、热油加热、蒸汽加热与高温水加热等^[1-2]。其中电阻加热应用广泛,设备简单,加热速度快,但热滞后效应较大,不利于控温,且环绕电阻丝会增加开模与合模的复杂性,同时不易于进行绝缘处理;热油加热适用于质量较大的零件,缺点是设备体积大、投资高,液压系统较复杂,热响应速度慢;蒸汽加热需要专用的锅炉和蒸汽设备且危险性高^[4-7]。高温水加热的优点是设备简单、传热效率高、响应速度快、易精确控温。因此确定采用高温水加热、低温水冷却的温控方案,加热和冷却可以共用同一水路。而温控方案的精确实

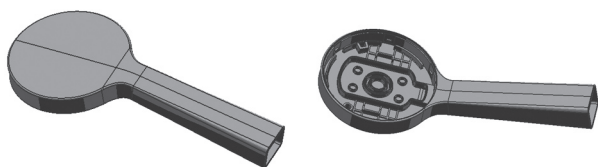


图1 卫浴把手

* 国家自然科学基金项目(50843059)、福建省科技计划重大产学研项目(2010H6028)、福建省科技计划重点项目(2011H0020)、福建省教育厅A类科技计划项目(JA11229, JA10245)

联系人: 李辉, 讲师, 主要从事材料成型工艺及 CAE 研究; 葛晓宏, 教授, 主要从事材料成型工艺及模具设计

收稿日期: 2013-04-12

现则依赖合理可行的模具水路。为此,笔者提出了一种高光水路设计方法。

1.1 高光水路设计方法

高光水路设计是高光注塑模具最重要部分之一。高光水路应该与高光面距离保持一致,根据不同的水路直径设计相应距离,根据产品局部厚度差异选用不同直径水路;高光水路应分布均匀,避免温度分布不均导致局部出现烧焦、色差。传统模具都是采用直通式水路,这种水路对于平板件温控效果较好,而对于异型件,则由于水路与产品距离不均导致冷却或加热不均匀,如图 2 所示。通过改善水路形式,采用倾斜的线形水路,使水路各个部分更贴近产品,则可以得到更好加热效果,如图 3 所示。

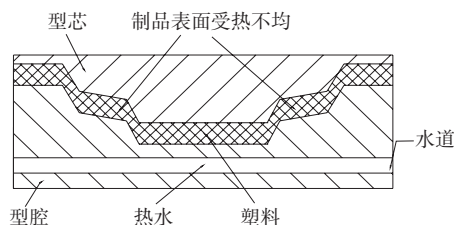


图2 直通式水路

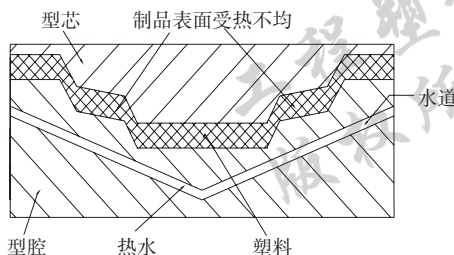


图3 倾斜式水路

倾斜式水路虽然各部分都更贴近产品,但在产品折弯处,温度分布仍不均匀,为了达到最佳的加热效果,随形水路应运而生,如图 4 所示。此种水路完全沿着产品外形开设,水路各个部分与产品的距离保持一致,加热具有同时性,故加热效果最佳。

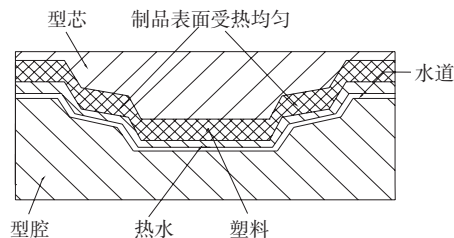


图4 随形水路

本设计采用随形水路形式。高光水路尺寸及边距的设计较普通水路更加严格,水路应距离产品更近,表 1 和图 5、图 6 是在实践中反复试验生产总结出来的高光水路设计准则。

表 1 高光水路设计参数¹⁾

Φ	A	B	C	D	加工长度	mm
6~8	2.5 Φ [15~20]	2 Φ [12~16]	2 Φ [12~16]	2 Φ [12~16]	1 000~1 200	
8~10	2.5 Φ [15~20]	2 Φ [12~16]	2.5 Φ [15~20]	2 Φ [12~16]	1 200~1 500	

注:1) 水路间距依照 $2\Phi \sim 2.5\Phi$ 为基准,但在 [12~16]mm 或 [15~20]mm 范围内。

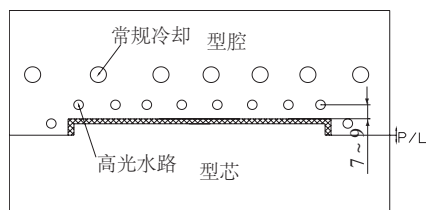


图5 高光水路结构图

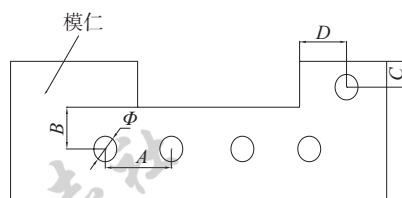


图6 高光水路截面分布

1.2 卫浴把手双面变模温随形水路模型建立

根据以上高光水路设计方法,建立如图 7 所示的水路模型,其中把手上表面及侧面水路直径取 6 mm,把手下表面水路直径取 8 mm。根据水路模型进行分模,建立了简化的模仁(模腔和模芯)的传热分析模型,如图 8 所示。

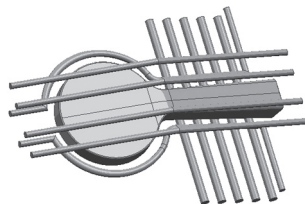
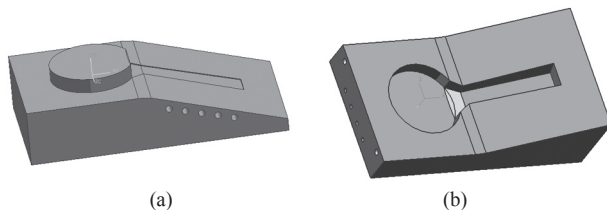


图7 高光水路模型



a—模芯; b—模腔

图8 模仁传热分析模型

2 基于 Fluent 的卫浴把手高光水路分析

2.1 模型瞬态加热过程分析条件确定

生产过程中,注射之前向模具内部管道通入 180℃ 高温过热水,对模具进行快速加热,使模腔和模芯表面温度升高到塑料玻璃化转变温度以上的合适温度时开始注射。注射保压完成后,向模具管道

通入 30℃冷水,对模具进行快速冷却。当塑料件冷却至顶出温度,开模取件。冷却后,此时模仁表面温度可视为顶出温度。

根据实际生产情况,确定的分析边界条件和初始条件如下:模具周边环境温度为 30℃,与空气间的换热系数为 20;根据经验公式计算^[8],高温水、冷却水与模具内部管道间的交流换热系数分别为 6 835.7,5 738.5。表 2 示出分析过程中涉及材料的物性参数及初始温度。分析过程中,只考虑模仁与介质及空气的热交换情况。表 3 为高光水路加热工艺参数。

表 2 各材料物性参数

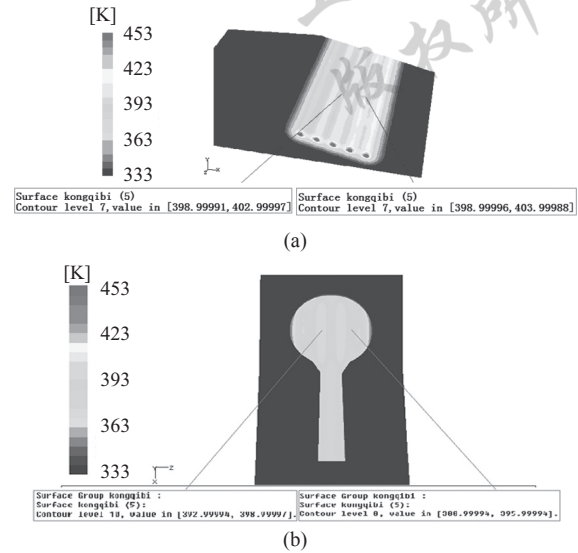
名称	材质	密度 / (kg · m ⁻³)	比热容 / (J · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	热导率 / (W · m ⁻¹ · K ⁻¹)	初始温度 / °C
模仁	S136	8 030	502.48	16.5	30
加热介质	过热水	908.2	4 182	0.6	30

表 3 高光加热分析工艺参数设置

模仁温度 / °C	过热水流速 / (m · s ⁻¹)	过热水温度 / °C	加热时间 / s
30	20	180	20

2.2 高光水路合理性验证

建立分析模型,采用 ANSYS 的 Fluent 模块进行瞬态传热分析,观察模芯和模腔表面温度分布,如图 9 所示。



a—模芯表面温度分布;b—模腔表面温度分布

图 9 模芯和模腔表面温度分布

由图 9a 可以看出,经过 20 s 的加热时间,高光水路采用恒定温度 453 K(180℃)加热模芯,模芯表面温度逐渐升高且最高温度约为 417 K(144℃)(出现在右边第一、第二水道位置),最低温度约为 369 K(96℃)(出现在加热水道边缘位置),大部分温度范围分布在 399 ~ 403 K(126 ~ 130℃)之间,

可以看出模芯整体温度分布较均匀,但局部有过高或过低现象存在,需要根据高光水路设计方法和分析结果进行微调。过热水的流速、温度和加热时间均可适当调整。由图 9b 可以看出,模腔表面最高温度区域较小约为 411 K(138℃),最低温度出现在加热水道边缘位置约为 365 K(92℃),大部分温度范围分布在 393 ~ 399 K(120 ~ 126℃)之间,可以看出模腔整体温度分布较均匀,但局部有过高或过低现象存在,需要根据高光水路设计方法和分析结果进行微调。综上所述,基于 Fluent 的动态传热分析,依据高光水路设计的水路结构比较合理。

3 高光模具结构设计

把手塑料件表面质量要求高,属于外观件,故不能在产品外表面设置浇口,即不能采用直浇口、点浇口等方式,浇口位置只能设置在把手内侧或花洒头内部,为此在花洒头内部设置了带有工艺薄片潜伏式单浇口,如图 10 所示。最终完成的卫浴把手高光模具结构如图 11 所示。

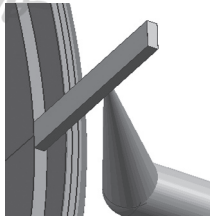
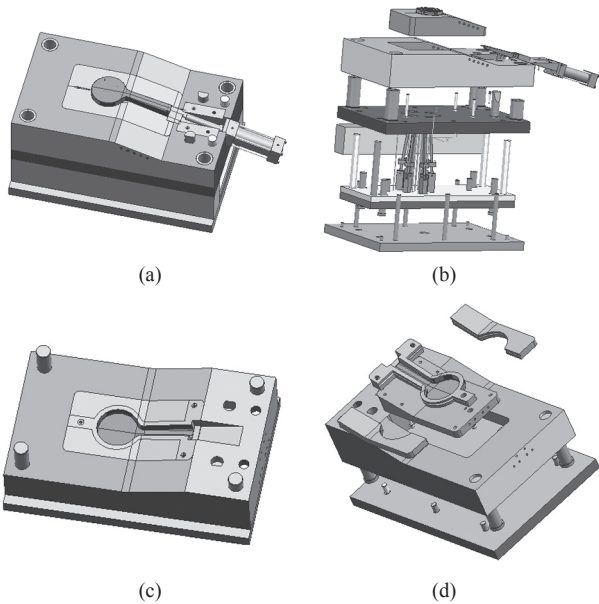


图 10 浇口的形式及位置



a—动模视图;b—动模爆炸视图;c—定模视图;d—定模爆炸视图

图 11 模具装配图

4 结论

(1) 为生产具有高光泽度卫浴把手塑料件,经比

较确定采用高温过热水加热、低温水冷却的变模温控制方案,加热和冷却可以共用同一水路;在总结实际生产情况的基础上,提出了高光水路设计方法。

(2) 针对异型卫浴把手的结构特点和表面要求,构建了可实现双面高光变模温的随形水路。采用 Fluent 对构建的模型动态加热响应进行模拟分析,模仁材料采用热导率一般的 S136 钢,在流速为 20 m/s 的 180℃ 高温过热水加热下,模芯和模腔温度可以在 20 s 的时间里加热至 120℃ 以上,平均升温速率约为 4.5℃/s,在小局部有温度不均现象;结果表明,依据高光水路设计方法设计的卫浴把手高光水路合理。成果可用于指导注射模具高光水路的设计与分析。

参考文献

- [1] 王桂龙,赵国群,李辉平,等.变模温注塑技术的研究与应用分析[J].现代化工,2009,29(2):24-27.
Wang Guilong, Zhao Guoqun, Li Huiping, et al. Study of variotherm injection molding technology and analysis on its application[J]. Modern Chemical Industry, 2009, 29(2):24-27.
- [2] 王桂龙,赵国群,李辉平,等.变模温注塑热响应模拟与模具结构优化[J].机械工程学报,2009,45(6):216-221.
Wang Guilong, Zhao Guoqun, Li Huiping, et al. Heat response simulation of variotherm injection molding and optimization of mold structure[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2009, 45(6):216-221.
- [3] Hamdy Hassan, Nicolas Regnier, Cyril Pujos. Modeling the effect of cooling system on the shrinkage and temperature of the polymer by injection molding[J]. Applied Thermal Engineering, 2010, 30(13):1 547-1 557.
- [4] Yao Donggang. Development of rapid heating and cooling systems for injection molding applications[J]. Polymer Engineering and Science, 2002(12):2 471-2 481.
- [5] 李辉,葛晓宏,黄红武,等.基于 ANSYS 的 LED 电视面壳高光模具方案设计[J].工程塑料应用,2012,40(11):60-63.
Li Hui, Ge Xiaohong, Huang Hongwu, et al. Design of high glossy injection mold of LED shell based on ANSYS[J]. Engineering Plastics Application, 2012, 40(11):60-63.
- [6] Kim Byung, Yao Donggang. Method for rapid mold heating and cooling:US, 6846445[P]. 2005-01-25.
- [7] Chen Shiachung, Jong Wenren, Chang Jenan. Dynamic mold surface temperature control using induction heating and its effects on the surface appearance of weld line[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 101:1 174-1 180.
- [8] William K, Michael C. Convective heat and mass transfer [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.

Myriant, J M Davy 成功生产出商业级生物基 BDO/THF

国际可再生化学品生产公司 Myriant 和化学技术许可公司 Johnson Matthey-Davy(J M Davy) 近日宣布已经成功地以 Myriant 公司的生物基琥珀酸为原材料生产出 1,4- 丁二醇(BDO)和四氢呋喃(THF)。该过程是在 J M Davy 位于英国蒂赛德的工厂进行的,使用 Myriant 公司提供的生物基琥珀酸配以 J M Davy 的 BDO/THF 生产过程。

将 Myriant 的生物基琥珀酸生产技术和 J M Davy 的 BDO/THF 生产技术相结合之后,生物基 BDO 和生物基 THF 的碳效率达 87%,比直接的发醇法生产生物基丁二醇的碳效率要高。

J M Davy 总经理 Antoine Bordet 表示:“最近 J M Davy 和 Myriant 的合作在我们整个推出可再生产品策略中具有里程碑式的意义。我们提供用石油原料生产 BDO 和 THF 的生产技术已经有 25 年,我们非常了解生产成本和质量的竞争力在哪里。”

经过十多年的发展改良, J M Davy 的 BDO/THF 生产技术取得了重大的进展,目前已经成功用于商业生物基 BDO, THF, 丁内酯的生产。

Myriant 首席执行官 Cenan Ozmeral 表示:“蒂赛德工厂的成功充分证明了 Myriant 用琥珀酸生产生物基 BDO 的能

力,我们的生物基 BDO 拥有很高的碳效率,可以帮助我们的客户减少碳足迹。此次成功也代表了 Myriant 的生物基琥珀酸及其衍生物的商业化策略取得了长足的进步。”

(PUWORLD)

高桥石化环保特种聚醚投入生产

日前,符合世界通行环保理念和市场潮流的脱色、无臭新产品——特种聚醚 GJ9701-L 在高桥石化投入了工业生产,该产品可明显提高环境和客户保护度、销售价格等,市场应用前景广阔。

2012 年底,高桥石化根据用户的需求,开发特种聚醚 GJ9701-L。科技人员采用了新的吸附脱色性能优良的吸附剂,该吸附剂与金属离子结合,形成较大粒度的复合盐结晶,提高了钾、钠离子等杂质的过滤、吸附效果,产出的 GJ9701-L 具有优良的脱酸、脱臭、脱色功能。

今年 4 月份, GJ9701-L 进入工业生产阶段。为了确保生产平稳进行,该公司制订了周密的措施,组织技术人员进行跟班作业,实时观察 GJ9701-L 生产过程中各指标参数的变化情况,摸清工业生产与实验室小试的不同情况,并据此完善下一步工序的操作步骤;在加入磷酸等对物料充分搅拌后,取样分析钾离子、水分等指标,合格后再进行过滤作业;如果指标不合格,技术人员再次加入吸附剂进行深度过滤循环作业,直至全部指标完全合格。

(石化新网)