

热流道时序阀浇口消除熔接痕研究^{*}

巫修海

(台州职业技术学院模具研究所,台州 318000)

摘要 通过研究注塑件熔接痕的形成机理,阐述了热流道时序阀浇口对熔接痕的控制原理。以某轿车后保险杠注射成型为例,用CAE软件对充填过程进行模拟。结果表明,采用阀浇口时序控制技术不仅能很好地控制保险杠中的熔接痕,而且还能优化其它生产工艺,对保险杠的生产具有实际意义。

关键词 热流道 熔接痕 时序阀浇口

熔接痕是塑料注射成型常见的缺陷之一。是指有孔穴的注塑件或多点注塑件在成型过程中,塑料熔体在型腔中汇合时产生的接痕。熔接痕的存在会对注塑件产生潜在的致命缺陷。随着人们对塑料件质量的要求越来越高,熔接痕的分析与研究也受到越来越多的重视^[1-3]。熔接痕不仅影响塑料件的外观质量,使塑料件后续涂装、电镀工序产生色差,严重时还对塑料件强度产生影响,损害塑料件的力学性能^[4]。有资料表明,熔接痕的存在使刹车防抱死系统(ABS)制品的力学性能约损失10%~30%,聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)和聚苯乙烯(PS)等塑料件损失30%以上。对于大型注塑件诸如汽车保险杠、汽车仪表板、洗衣机外壳等,熔接痕对塑料件外观和强度的影响尤其突出。

影响熔接痕形成的因素很多,如何消除或避免熔接痕是设计者普遍关注的问题。从熔接痕的形成机理分析,主要是由于熔体充模流动产生料流分支,并且分支料流在流动过程中,其物理特性(温度和压力等)产生了不同的变化,而在注塑过程中产生分支料流几乎是不可避免的。在大型注塑件模具注塑系统中,既要保证型腔充满,又要减少因系统设计不当给注塑件带来的缺陷,这非常困难。为了消除熔接痕,大型注塑件常采用多级分流道、多点同时浇注的控制方案。但只能尽量减小料流在分支流动过程中物理特性的改变,而无法消除熔接痕,如图1所示。目前国内外生产的大型注塑机大多配备有多浇



图1 多浇口同时进料形成的熔接痕

口控制系统,在注塑过程中通过时序控制技术控制各流道进料口的进料时间和进料压力等参数,使各浇口流出的分支料流逐步推进,彼此完全熔入对方,进而切实有效地消除熔接痕或使其大幅度减少,或将其转移到塑料件的非重要表面。

1 多浇口热流道时序阀控制原理

现在的大型塑料模具普遍采用了热流道技术,其中针阀式热流道系统属于最复杂的热流道结构。该传动装置相当于一只液压油缸,利用注塑机的液压装置与模具连接,形成液压回路,实现阀针的开闭运动,控制熔融状态塑料注入型腔。由于能够控制熔料进入型腔的时间,该热流道可以实现时序进料的浇注系统,改变料流前锋交合的状态,从而使注塑过程中各浇口流出的分支料流逐步推进,实现了“动态供料”,通过时序控制系统控制阀门的动作、流体的速度和压力从而实现对注塑充填过程的优化控制,可较好地解决传统生产中存在的模具型腔充填不平衡、熔接痕多等缺点,其原理^[5-6]如图2所示。

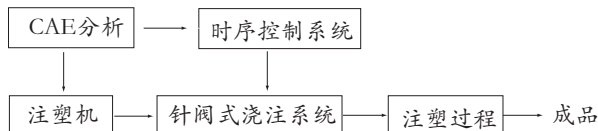


图2 针阀式浇注系统的控制原理示意图

模具采用热流道多点进料和时序控制技术,设计结构合理的针阀式浇口如图3所示,浇口动作时序控制系统如图4所示。首先,打开中间浇口喷嘴,熔体前锋分别向两侧2个喷嘴推进(图4a);然后,当熔体前锋刚流过两侧的浇口喷嘴时,关闭中间浇口,打开两侧的浇口喷嘴(图4b),使新的熔料流从内部进入原熔流,保持原有流动前锋,此时两侧高温

^{*} 浙江省教育厅科研项目(20071079)

收稿日期:2009-09-28

的料流将中间的料流不断地推向前方, 由于避免了冷料流的汇合, 因此可以达到消除熔接痕的目的。然后当熔料填充完成之后, 再把 3 个喷嘴同时打开, 对熔体进行充分保压以保证塑料件的质量。当熔体充型完毕后, 进入保压阶段, 此时所有浇口喷嘴全开进行保压补缩(图 4c); 最后, 保压过程结束, 所有浇口喷嘴关闭, 进入下一注塑循环(图 4d)。

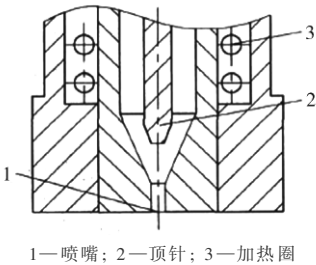


图 3 针阀式浇口

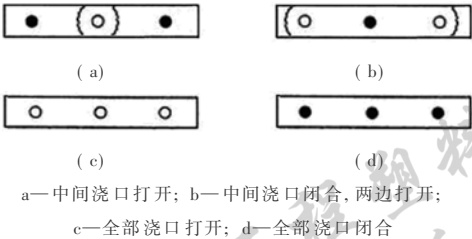


图 4 针阀式浇口时序控制过程

2 应用实例

以某汽车后保险杠杆为对象, 设计两套注射成型方案。材料为改性聚丙烯 (PP), 汽车保险杠要求有良好的防撞性能、优异的拉伸强度和冲击强度, 而 (乙烯/丙烯/二烯) 共聚物 (EPDM) 共混改性 PP 料具有良好的韧性和强度, 满足保险杠的性能要求, 成为最常用的一种保险杠专用料, 其加工性能如表 1 所示。加工设备选用海天 HTF3300X2 注塑机, 主要参数如表 2 所示。

表 1 PP/EPDM 主要加工参数				
顶出温度 / ℃	最高成型 温度 /℃	最高模温 / ℃	最低模温 / ℃	最大剪切 速率 /s ⁻¹
90	240	60	40	24 000

表 2 海天 HTF3300X2 注塑机主要成型参数			
最大锁模 力 /kN	最大注射速 率 /cm ³ · s ⁻¹	最大注射体 积 /cm ³	最大注塑压 力 /MPa
33 000	1 400	43 203	135

整个注塑件外部尺寸约为 1 800 mm ×550 mm ×500 mm, 产品壁厚较为均匀, 主要外观面厚度约为 3.5 mm, 保险杠的有限元模型如图 5 所示。

CAE 分析成型工艺条件假设如下: 模具前后模温均为 50℃, 模具材料均为 P20#钢, 模具加工粗糙

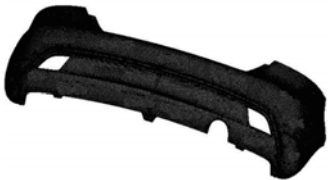


图 5 保险杠有限元模型

度为 0.05 mm, 熔料温度 230℃。

浇注方案 1 如图 6 所示, 图 7 为锁模压力分布图。由于底侧中心结构限制, 采用 4 浇口针阀热流道, 首先将中间两浇口同时打开, 有利于注塑工艺的调整。用 3 段速度控制, 注塑开始时, 中间阀浇口打开, 熔体分别向两侧推进; 当熔体流流到左右两侧阀浇口时, 中间阀浇口闭合, 两侧阀浇口打开, 使新的较热的料流从内部进入原熔体, 保持原有流动前锋; 当熔体充满型腔后, 进入保压阶段, 此时所有浇口喷嘴全开进行保压补缩, 保压过程结束, 所有浇口喷嘴关闭。整个填充过程 5.269 s, 可以均衡压力且有效地消除熔接痕。由于底侧两浇口同时打开, 在塑料件底侧产生了一条熔接痕, 但由于两浇口距离较近, 熔接痕长度并不长, 主要出现在底侧, 不会蔓延到塑料件主表面上。由图 7 锁模压力分布图上也可以清楚看出时序浇注系统引起的锁模压力变化。在实现时序浇注后, 锁模压力曲线在开始阶段并不是连续上升, 而是上升到一定阶段后陡然下降, 然后继续上升。这个压力变化临界点的产生正是由于 2.2 s 时中间浇口暂时关闭而两侧浇口刚打开, 注塑压力陡然降低, 锁模力曲线相应地表现出这种变化。最大锁模力达到 50 MPa, 后期增加的锁模压力更多的是由保压阶段产生的。可以看出顺序浇注系统对减少锁模力也有着显著的影响。

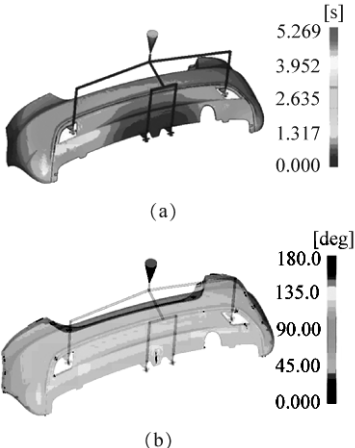


图 6 浇注方案 1

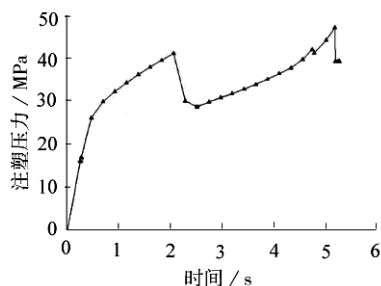
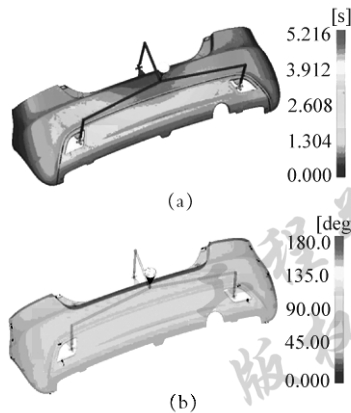


图7 锁模压力分布图

浇注方案2如图8所示,图9为锁模压力分布图。将中间一浇口置于上侧,可以消除方案1底侧产生的熔接痕,同时由于料流从上往下冲,将更有利于两侧灯孔处熔接痕的控制,可以将两侧灯孔处的熔接痕冲到塑料件底侧,减少对外观面的影响。塑料件注射过程最大注塑压力为54 MPa左右。



a—填充过程; b—熔接痕分布

图8 浇注方案2

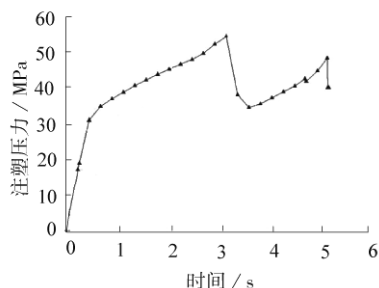


图9 锁模压力分布图

方案2可以有效控制熔接痕,但会在塑料件上侧留下少许浇口痕迹。整个填充过程为5.216 s。

两种方案的熔体在热流道流动所需压力极低,因而整体注塑压力可以降低,同时保压过程也可降低压力的损失。利用时序控制的方式可以达到消除熔接痕且减少流动长度并降低注塑压力。

3 结论

(1) 应用时序控制技术结合针阀式浇口,控制塑料熔体在模具中的流动方向,改变熔料流动的状态,对熔接痕的形成实施动控制,可以很好地消除或控制熔接痕的形成。

(2) 利用注射模CAE技术对充填过程进行动态模拟分析研究,可直观地了解熔接痕的产生,更有助于对熔接痕的位置与大小进行主动控制,甚至可以预测熔接痕的强度。

(3) 针阀式浇口打开闭合的时间与浇口的位置有关,通过控制浇口的数量和位置可以很好地消除熔接痕。

(4) 通过对保险杠的2种浇注方案的仿真分析比较,了解到由针阀式浇口控制的时序浇注系统对改善熔料的流动状态和消除熔接痕有明显的效果,从而为熔接痕的消除提供了探索的方向,对保险杠的生产具有实际指导意义。

参考文献

- [1] 汪斌华,于杰,罗筑,等.注塑件熔合缝缺陷分析[J].工程塑料应用,2000,28(7):15-17.
- [2] 冯良为,岑运福,杨军,等.塑件熔接缝形成的理论研究[J].模具工业,2001(1):34-36.
- [3] 余晓容,刘春太,董斌斌,等.注塑制品熔接痕的自动识别[J].工程塑料应用,2003,31(4):17-19.
- [4] 于同敏,刘铁山.注射制品的熔接痕及控制对策[J].模具工业,2002(7):46-48.
- [5] 张卫忠,刘廷华.针阀式喷嘴及其在热流道注射模中的应用[J].模具工业,2002(7):46-49.
- [6] 谭文胜,周建忠.基于阀式浇注技术的注塑件熔接痕控制[J].工程塑料应用,2006,34(7):37-39.

RESEARCH ON REMOVING WELD LINE WITH SEQUENTIAL VALVE GATE IN HOT RUNNER

Wu Xiuhai

(Taizhou Vocational & Technical College, Mold Design Research Institute, Taizhou 318000, China)

ABSTRACT The sequential control principle of hot runner valve-injection on weld marks was analyzed based on studying the forming mechanism of weld lines. Taking the car back bumper injection process as an example, the filling process was simulated by CAE software. The results showed that the weld lines were removed and other engineering crafts were optimized by using the sequential control method. The sequential control method was of great practical significance to bumper manufacturing.

KEYWORDS hot runner, weld line, sequential valve gate