

高光注射成型技术在超薄塑料件中的应用研究^{*}

张 杨 辛 勇 刘东雷

(南昌大学机电工程学院,南昌 330031)

摘要 运用 Moldflow 软件对超薄花盆塑料件的普通注射成型及高光注射成型进行模拟分析。结果表明,采用高光注射成型超薄塑料件解决了普通注射成型难以解决的短射问题,避免了普通注射成型需依赖高注塑压力的现象,且缩短了熔接痕的长度,改善了塑料件的表观质量。

关键词 高光注射成型 超薄塑料件 短射 熔接痕

超薄塑料件因具有生产成本低、生产率高、质轻、使用效果好等优点而成为塑料成型行业中新的研究热点。超薄塑料件一般指壁厚小于等于 1 mm 同时投影面积在 50 cm² 以上或者指长径比在 100 (或者 150) 以上的塑料件^[1]。但由于冷凝层的影响,在超薄塑料件生产过程中,通常需要使用高注塑压力推动流动性好的高温熔体迅速压入型腔。普通注射成型工艺通常会导致短射、熔接痕、凹痕等缺陷,使得成型过程复杂,难度加大。这就要求发展新的注射成型技术,即高光注射成型技术。高光注射成型技术^[2] 又称快速冷热成型技术、高光无流痕注射成型技术,是近年来新兴的一种注射成型技术,其原理主要是利用三维无汇线模具及温控设备,令模具内的温度急速升高及降低,从而使得塑料件表观质量得到明显改善。

与普通注射成型技术相比,高光注射成型技术具有以下成型特点^[3-4]: ①注射前,加热系统将模具型腔表面加热到塑料的玻璃化转变温度(T_g) 以上。②注射阶段,模温基本保持不变。较高的模温可消除冷凝层的影响,解决超薄塑料件易出现的短射、熔接痕等成型缺陷,改善熔体在模具型腔中的流动性,避免超薄塑料件对高压注塑机的依赖。③注射结束,冷却系统对模具进行急剧降温至取出塑料件。由于模温在极短时间内迅速下降,致使制品表面在来不及收缩的情况下就迅速冷却及固化,从而减少了由于塑料件收缩而产生的缺陷,在保证充填完整的情况下提高了塑料件的性能,形成高光面的塑料件。

笔者利用 Moldflow 软件对超薄花盆塑料件的普通注射成型及高光注射成型进行模拟分析。分别从体积填充率、注塑压力及表面熔接痕等 3 个方面比较利用高光注射成型超薄塑料件较普通注塑成型的优势和可行性。

1 研究实例

花盆塑料件二维图、三维图分别如图 1、图 2 所示。塑料件包容尺寸为 114 mm × 114 mm × 90 mm,材料为韩国 LG 公司的牌号为 AF-305 的(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS),其主要性能参数见表 1。花盆塑料件壁厚为 0.55 mm,长径比为 234,属于超薄塑料件。浇口位置设置在花盆底部中间凹

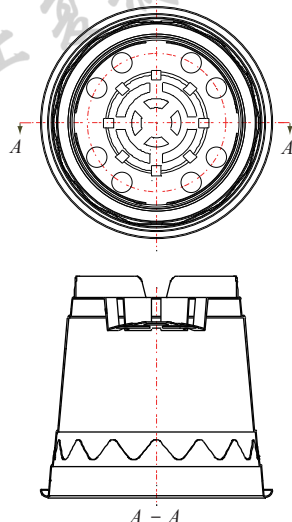


图 1 超薄花盆塑料件二维图



图 2 超薄花盆塑料件三维图

^{*} 江西省自然科学基金资助项目(GZC0022)

收稿日期:2010-01-15

表 1 ABS 性能参数			
项 目	数 值	项 目	数 值
熔体密度/(g·cm ⁻³)	1.0891	推荐熔体温度范围/℃	200~240
固体密度/(g·cm ⁻³)	1.224	推荐模温范围/℃	40~80
热导率/W·(m·K) ⁻¹	0.18	T _g /℃	150
泊松比	0.392	顶出温度/℃	88

槽处,采用点浇口进浇。

2 普通注射成型与高光注射成型工艺对比分析

恒定工艺参数为熔体温度 220℃、注射速率 100%、保压压力为注塑压力的 80%。高光注射成型与普通注射成型的区别在于其模温的设置上。普通注射成型模温范围为 40~80℃,高光注射成型模温设置为 T_g至熔体温度之间,即 150~230℃。笔者将分别就普通注射成型与高光注射成型的体积填充率、注塑压力及表面熔接痕等 3 个方面进行模拟分析,得出高光注射成型工艺解决超薄塑料件成型缺陷的优势及其可行性。

2.1 短射缺陷

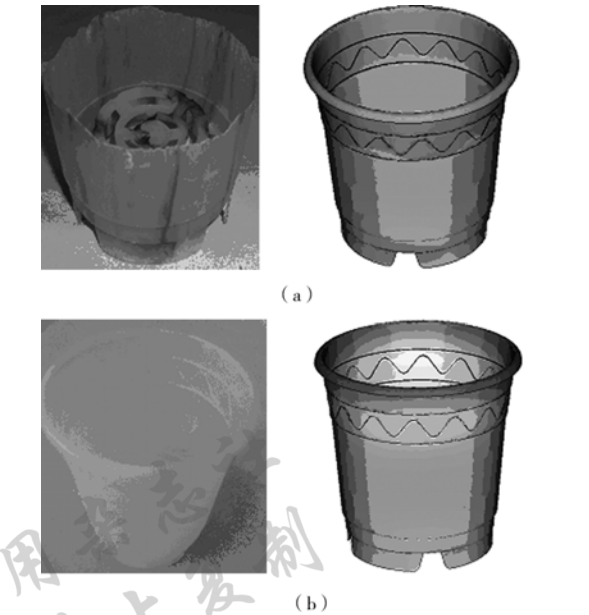
短射是指由于模具型腔填充不完全造成塑料件不完整的质量缺陷,即熔体在完成填充之前就已经凝结^[5]。笔者分别对普通注射成型及高光注射成型在不同模温下的体积填充率进行模拟分析,注塑压力设定为 180 MPa,模拟结果如表 2、表 3 所示。

项 目	普通注射成型模温/℃				
	40	50	60	70	80
体积填充率/%	69.87	71.12	72.04	74.11	74.74

项 目	高光注射成型模温/℃				
	150	170	190	210	230
体积填充率/%	100	100	100	100	100

由表 2 可知,普通注射成型出现了不同程度的短射现象,最高填充率仅为 74.74%。随着模温的升高,填充率仅小幅度增长。模温提高 40℃,填充率仅提高 6.97%。这是因为普通注射成型过程中聚合物熔体在型腔内流动时,熔体前沿遇到相对温度较低的型腔壁时,就会在其表面形成一层冷凝层。熔体在冷凝层内继续向前流动,随着冷凝层厚度的增加,实际型腔流道变窄。研究表明,当塑料件的厚度减小时,冷凝层对流动的影响将会以指数形式增加。而花盆塑料件又为大面积超薄塑料件,且在花盆底部中间凹槽处采用点浇口进浇,熔体流动距离较长,熔体从四周到达上沿的阻力较大,冷凝层厚度

的增加极易封闭较窄的流动截面,出现短射现象。普通注射成型在较低范围内提高模温并不能解决短射缺陷。其模拟结果与实际生产缺陷如图 3a 所示。



a—普通注射成型; b—高光注射成型
图 3 超薄花盆塑料件实物及模拟图

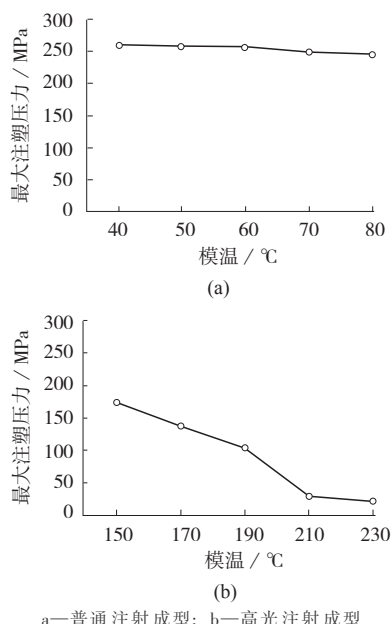
由表 3 可知,采用高光注射成型工艺时的体积填充率达到 100%,获得完整塑料件。这是因为高光注射成型在其填充过程中模温均保持在塑料的 T_g 以上,较高的模温使得模面和中心层的温度差别变小,消除了冷凝层的产生,且较低的熔体粘度增加了熔体的流动性,从而有效消除短射缺陷。利用高光注射成型生产的完整塑料件及模拟结果如图 3b 所示。

从图 3 可以看出,利用高光注射成型技术成型超薄塑料件,在不增加塑料件厚度,改变模具结构、浇口位置或更换流动性好的材料的情况下,能够解决超薄塑料件易出现的短射问题。

2.2 注塑压力

应用 Moldflow 软件对超薄花盆塑料件的普通注塑成型与高光注塑成型所需的最大注塑压力进行模拟。其模温对获得完整塑料件所需注塑压力的影响曲线如图 4 所示。

由图 4a 可知,随着模温升高,普通注射成型所需注塑压力有所下降,但趋势不显著。模温为 80℃ 时,最大注塑压力依然必须达到 245.92 MPa,较模温 40℃ 时仅下降 14.08 MPa。这是由于超薄花盆塑料件长径比过大,冷凝层的增加封闭了较窄的流动



a—普通注射成型; b—高光注射成型

图4 普通注射成型、高光注射成型模温对最大注塑压力的影响

截面。只有依赖极高的注塑压力才能使得塑料熔体填充型腔的速率超过冷凝层成长的速率,在流动截面封闭前迅速充满型腔。

由图4b可知,高光注射成型所需的注塑压力较普通注塑成型低得多,且随着模温升高,注塑压力有明显的下降趋势。当模温为150~190℃时,注塑压力呈线性下降趋势。因为此时熔体遇到温度较高的模壁,阻止了冷凝层增长,且较高的温度降低了熔体的粘度,增加了熔体的流动性,注塑压力也随之下降。当模温升高至210℃时,曲线斜率增加,注塑压力迅速下降至29.61 MPa。因为当模温升高至接近其熔体温度220℃时,填充过程中模面和中心层的温度几乎一致,冷凝层几乎不再生长,熔体在塑料件内部流动畅通无阻,仅需极小的压力就能获得完整的填充;当模温超过210℃之后,曲线斜率减小,此时消除了冷凝层的产生,模温对注塑压力影响不大。从以上模拟分析可以看出,利用高光注射成型技术成型超薄塑料件可有效解决普通注射成型技术需依赖高注塑压力的现象。

2.3 熔接痕

熔接痕是型腔内两个或多个熔体流动前沿熔合时形成的界线^[6]。超薄花盆塑料件底部有较多孔洞,易引起熔体分开再汇合而产生熔接痕,影响塑料件的外观质量。利用Moldflow分别对普通注射成型和高光注射成型进行熔接痕模拟分析。由模拟分析结果可知,①模温为40℃时,花盆底部孔处熔接痕长度最长,为7.72 mm,如图5a所示。且在普通注

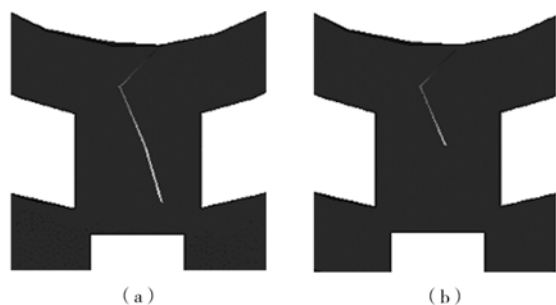
a——普通注射成型,模温为40℃;
b——高光注射成型,模温为230℃

图5 孔四周最大熔接痕长度

射成型范围内随着模温的提高,熔接痕长度没有得到明显的改善。②当采用高光注射工艺成型时,将温度升高至150~230℃时,孔四周熔接痕长度有了明显改善。当模温升高到230℃时熔接痕长度缩短到4.72 mm,如图5b所示。这是由于利用高光注射工艺成型时,在其填充阶段,较高的模温减小了冷凝层的生成,从而有利于熔体前锋充分熔合。③当模温升高到150~230℃时,熔接缝产生的汇合角对应为162.76~171.40°,均大于135°。说明高光注射成型时熔体流动并不是“头对头”形式,而是在整个型腔厚度方向上几乎“齐头并进”。此种方式产生的熔接痕,在塑料件表面很难看到,甚至不留下痕迹。故采用高光注射成型工艺提高了塑料件外观质量,可生产出高光泽的塑料件。

3 结论

(1) 采用高光注射成型超薄塑料件,可消除冷凝层的影响,有效改善了普通注射成型难以解决的短射缺陷。

(2) 超薄塑料件高光注射成型时,随着模温的提高,注塑压力明显下降。且当模温升高到接近熔体温度时,冷凝层消失,仅需较低的注塑压力就能获得完整的塑料件,避免了以往普通成型依赖高注塑压力的现象,实现了超薄塑料件在低压低速下的有效充填。

(3) 利用高光注射成型超薄塑料件,熔接缝产生的汇合角均大于135°,熔体流动并不是“头对头”形式,而是在整个型腔厚度方向上几乎“齐头并进”。高光注射成型缩短了熔接痕的长度,可使塑料件外观质量得到明显的改善。

参考文献

- [1] Song Mancang, Liu Zhu, Wang Minjie, et al. Research on effects of injection process parameters on the molding process for ultra-thin

wall plastic parts[J] . Journal of Materials Processing Technology, 2007(187/188) : 668 - 671.

[2] 刘东雷,辛勇,伍晓宇,等.高温快速成形工艺对制品复原性影响试验研究[J] .中国机械工程,2009,20(20) :2514 - 2519.

[3] 刘东雷,辛勇.RHCM 成型高光制品的结构设计技术[J] .高分子材料科学与工程,2009,25(8) :162 - 166.

[4] 刘东雷,辛勇.RHCM 成型制品高光面形成微观机理研究[J] .中国塑料,2008,22(7) :72 - 74.

[5] 王刚,单岩. Moldflow 模具分析应用实例[M] .清华大学出版社,2004.

[6] 刘斌,谢毅.材料流变性能对注塑制品熔接痕的影响[J] .工程塑料应用,2008,36(6) :30 - 34.

THE APPLICATION RESEARCH OF HIGH-LIGHT INJECTION MOLDING TECHNOLOGY IN THE ULTRA-THIN PLASTIC

Zhang Yang, Xin Yong, Liu donglei

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

ABSTRACT The moldflow software was used to simulate the general molding and the high-light molding of the ultra-thin plastic flower pots. The results showed that the high-light molding process solved the ultra-thin plastic's short shot defect which was difficult to solve in the traditional molding, avoided high injection pressure in the traditional molding, Shortened the length of the weld line and improved the apparent quality of the product.

KEYWORDS high-light injection molding, ultra-thin plastic, short shot, weld line

赢创与上汽技术交流日成功举行

2010 年 3 月 9 日,赢创工业集团与上海汽车集团股份有限公司乘用车公司在安亭上汽技术中心成功举办了以汽车轻量化解决方案为主题的技术交流日活动。

活动中,赢创向上汽的工程师们介绍了其在节省燃料、减少排放、轻量化设计、表面及照明技术等方面的核心竞争力和技术专长,如 ROHACELL 夹层结构复合材料,PLEXI-GLAS 亚克力在内外饰方面的丰富应用,先进的耐刮擦塑料助剂,可实现柔触感的硅烷产品和实现汽车节能的氧化铜锡,用于汽车发动机舱的高性能聚酰胺材料等。赢创还在活动现场进行了样品展示,引起了参观者的极大兴趣。上汽还就赢创所展示的产品与技术和相关人员展开了深入的探讨。

赢创汽车工业团队中国区负责人及高性能聚合物汽车应用市场总监刘晖先生说:“举办技术交流活动,把赢创最先进的解决方案介绍给整车企业客户,旨在更好的协助他们满足消费者对汽车综合感官及体验的要求,配合他们对新能源汽车项目的研发需要。希望通过此类活动的举办,赢创能够更好地协助上汽自主品牌的成功研发。” (唐晓燕)

家庭概念产品公司推出共聚聚酯优质食物储存盒

伊士曼化工公司近日宣布,该公司用户家庭概念产品公司最新推出的两款系列产品均使用伊士曼 Tritan 共聚聚酯材料制造: Reynolds Cleverware 和 Michael Graves Design 食物储物盒。 “通过采用伊士曼公司的 Tritan 共聚聚酯材料,能够达到消费者对于食物储存盒的期望,同时也可以放心使用,因为这种材料不含 BPA。”家庭概念产品公司 CEO 迈克尔摩根汉姆表示,“Tritan 提供了较好的设计灵活性,让我们可以设计出使用更方便、外观更漂亮的食物储存盒。Tritan 也使我们能够向顾客提供无 BPA 的储物盒。”

ReynoldsCleverware 和 MichaelGravesDesign 食物储存盒产品坚固耐用,不含双酚 A,不仅透明清澈,而且防污渍、防异味、防摔碎。 ReynoldsCleverware 优质食物储存盒可应用于

冷冻柜和洗碗机。这种储存盒可以堆叠,提供 12 种形状,包括椭圆形、圆形和方形,容量从 1 杯到 14 杯不等。由于盒盖带放气孔,消费者使用更灵活,加热食物时无需松开盒盖。向消费者提供高质量的功能性储存盒,用单个储存盒就可以用餐、储存、加热并重复使用。 (雅式)

苏州翰普高分子材料有限公司推出基于生物可再生资源的高性能长链尼龙

苏州翰普高分子材料有限公司是一家新近成立的高性能尼龙 (PA) 工程塑料制造商,其所提供的产品部分或全部来自可再生的绿色植物原料蓖麻及其衍生物。公司目前提供的基于生物可再生资源的高性能工程塑料包括 Hiprolon 70 系列, Hiprolon 90 系列, Hiprolon 200 系列, Hiprolon 400 系列等产品,其中 200 系列产品是 100% 基于生物可再生资源,而其它产品均含有有从 40% ~70 % 生物可再生资源。苏州翰普总裁李季博士认为公司把节能减排、降低 CO₂ 排放的承诺落实到行动中去。 (宋)

IBM 和斯坦福大学研制出新型催化剂

近日, IBM 和斯坦福大学的研究人员已研制出了有助开发新型聚合物和新型塑料再生方法的催化剂技术。

新型的生物可降解和生物相容聚合物通过有机催化技术成为可能。研究人员叙述了多个环境无害的活性有机催化剂家族的开发成果,它们能把可再生资源转化为可与金属基等传统催化剂制成的现有材料相抗衡的产品。他们还阐述了可在闭环生命周期中尽可能减少环境影响的再生方案。

研究人员把 PET 再生列为可从新催化剂中受益的一大领域。他们称,如今,一次性塑料瓶面临着十分严峻的环境挑战。此类瓶子只可再生一次,然后以地毯等二次产品的形式在填埋场中加以处置。相比传统技术,新型催化剂对 PET 的解聚速度更快,所用的能源更少。

科研人员将与沙特阿拉伯的阿卜杜勒 - 阿齐兹国王科技城合作,共同开发新的 PET 再生工艺。 (工塑网)