

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.05.014

二次注射成型产品结构设计探析

贺芳芳

(广州飒特红外股份有限公司, 广州 510730)

摘要:介绍了二次注射成型的概念、常用材料选择以及二次注射成型的设计要点。结合实际产品结构设计介绍了二次注射成型技术的应用,包括材料选用、缺陷位置设计、合模口设计、进浇口设计及倒扣设计。

关键词:二次注射成型;结构设计;应用

中图分类号: TH12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)05-0074-05

Analysis of Design of Secondary Injection Molding Product Structures

He Fangfang

(Guangzhou SAT Infrared Technology Co., Ltd., Guangzhou 510730, China)

Abstract : The concept of secondary injection molding, the selection of commonly used materials and the design points of the secondary injection molding were introduced. Combined with the actual product structure design, the application of secondary injection molding technology was introduced, including the selection of material, the design of defect location, the design of mold slot, the design of gate and the design of the under-cut.

Keywords : secondary injection molding ; structure design ; application

塑料是一种能够在一定的温度和压力作用下流动成型的高分子材料,塑料的组成以合成树脂为主,添加剂为辅,可通过在合成树脂中添加不同的添加剂形成不同性能的塑料^[1]。塑料具有很多优点,比如:密度小、质量轻、比强度及比刚度高、电绝缘性能好、减震耐磨、成型加工性能好。塑料的应用非常广泛,小到数码产品、日常生活用品、儿童玩具等,大到汽车、飞机、轮船等。塑料成型的加工方法有很多,应用最多的有注射成型、压缩成型、压注成型、挤出成型、气动成型等^[2]。设计在满足人类的功能需求之后,不断追求设计创新来满足视觉、触觉以及功能等需求。因此,同一种产品包含不同颜色,不同材质,以求设计新颖,并在市场竞争中占据主导地位。早在20世纪中叶,就出现了双色注塑技术,实现了同一产品包含不同的颜色、材料,具有不同的视觉和触觉效果,并具有不同的力学性能^[3]。随着注塑技术的不断发展,双色注塑技术已经非常成熟,日常用品中随处可见此类产品,比如牙刷的手柄,孩童玩具等。但双色注塑模具的成本较高^[4],对于小批量的产品来说单价过高。但二次注射成型技术的模具和注塑成本远低于双色注塑技术。对于需要满足跌落和防护等级要求在IP54以上的结构,采用二次注射成型技术可以将弹性体直接注塑到硬塑料上,以增

强产品弹性达到缓冲的目的。但二次注射成型的产品成品率低,因此在设计中必须注意尽量遵守二次注射成型的设计要点,以避免可能出现的缺陷,从而提高产品的合格率,达到降低生产成本的目的。

1 二次注射成型概述

注射成型是塑料成型的重要工艺,具有生产周期短效率高,制品形状复杂、尺寸精确,可带金属或非金属嵌件成型,量大成本低等优势^[5]。除氟塑料外,几乎所有的热塑性塑料都可应用注射成型工艺,随着技术的发展,部分热固性塑料也可采用注射成型工艺成型。

二次注射成型是一种将某种塑料原料在一次成型后,放入二次注射成型模具中再次注塑同种或者其它塑料的成型工艺^[6],它是一种特殊的塑料嵌件成型工艺。二次注塑与共注塑、双色注塑及夹层注塑一样,都属于多种材料注塑技术,一般将第一种注入的材料称为基材,将第二种注塑的材料称为覆盖材料。覆盖材料注入基材的外部或者内部组合称为一个完整的产品。

二次注射成型产品具有触感柔软、两种或多种颜色的视觉感受、满足人体工学设计及不同品牌产

联系人:贺芳芳,硕士,主要从事产品结构设计工作

收稿日期:2017-02-13

品的设计特色等优点,广泛应用于汽车、饰品、医疗、日常用品、计算机和工具等领域。比如三防手机、牙刷手柄、鞋底、电动工具,红外热像仪等。

2 二次注射成型材料的选择

常用塑料按照受热时的变化特点分为热塑性塑料和热固性塑料两种^[7]。热塑性塑料可以反复加热软化和冷却成型,比如聚苯乙烯(PS)、聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)、聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、纤维类、聚氯乙烯(PVC)、氟塑料等。热固性塑料加热成型后如果再加热则不会再软化,是一种只能一次加热软化和固化成型的塑料,比如酚醛树脂(PF)、环氧树脂(EP)、氨基树脂、不饱和聚酯树脂(UP)等。

对于二次注射成型设计,材料的选择至关重要。其中的关键是覆盖材料在二次注塑过程中与加热到一定温度的基材熔融表面之间形成一个具有很强结合力的化学键,以强化两种材料成型后的粘结强度。成功产品的材料之间粘合牢靠、不易撕离。因此,覆盖材料的熔化温度应与基材相同或相近,如果覆盖材料的熔化温度过低,就无法熔化基材表面,二者之间的粘合则不够牢固;若覆盖材料的熔化温度过高,基材就会软化变形,甚至覆盖材料会穿透基材,无法成型产品。一般来说,所选材料应具有相似的化学特性或含有匹配的复合成分,否则,只能通过形成机械连锁。

2.1 基材的选取

基材是二次注射成型时嵌件所用的材料,基材通常采用热塑性硬塑料。常用的有丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)、ABS和PC的混合物、PC、尼龙(PA)、高抗冲聚苯乙烯(PS-HI)及SAN, PS, PE, PP等^[8]。但PA包覆软塑料二次成型难度较大,目前一般用于鞋底的设计^[9]。

2.2 覆盖材料的选取

根据产品功能需求的不同,覆盖材料选择也不同。比如螺丝刀的手柄,要求触感柔软,则覆盖材料需要选择富有弹性的热塑性弹性体(TPE);壳体要求局部透光并且防水防尘要求在IP67以上,设计时如果采用机械装配的方式较难达到IP67的要求,并且装配工艺复杂,则可采用透明PC和带颜色PC组合成二次成型产品来满足要求。

二次注射成型用覆盖材料通常选用TPE、热塑性橡胶(TPR)、热塑性聚氨酯弹性体(TPU)热塑性聚酯弹性体(TPEE)以及软质PVC等^[10-11],一般根

据制品的性能及功能要求,比如耐温性、强度、回弹性、触感软硬、成本因素、环保特性以及粘合度等来选择合适的软塑料。

要求软触感、止滑效果好的产品,如工具手柄、日用品、医疗及运动器材等可选用手感舒适的TPE和TPR,其邵氏硬度可在15~90之间调整,且具有优良的耐低温特性,-50℃不变质。其与ABS, PC, PP, PS, PE等都具有良好的粘合性,且环保性能优良。

要求回弹力好的耐刮花的产品,比如电子产品等采用TPU或高性能的TPE,邵氏硬度在70A以上时建议采用TPU。

要求耐溶剂、耐高温、拉伸和撕裂强度高的产品,采用热塑性三元乙丙动态硫化橡胶(TPV)及TPEE。TPV与PP粘合良好,TPEE与ABS, SAN及PS粘合优良。

要求成本低的选用软质PVC,但PVC环保性能不高,低温易变脆。

有些环保要求高的包覆产品如餐具、厨具等,采用环保等级高的硅胶,但因硅胶与硬塑料粘合性较差,需要通过机械设计加强两者之间的联结。

3 二次注射成型的设计要点

为了达到柔感表面、双色视觉效果,以及防水防摔等性能要求,在进行二次注射成型时必须遵守一些设计要点。笔者结合工作中遇到的产品,分析二次成型的设计要点。

材料选择好后,在着手进行结构设计时,首先根据产品的外观图划分零部件,再将需要二次注射成型的产品划分成两部分建模,同时兼顾自顶向下的建模方式。完成划分后建议先进行硬塑料部分的建模,一般硬塑料部分是产品的主体,结构比较复杂,软塑料部分结构比较简单。

3.1 基材成型设计要点

硬塑料的结构设计跟平常塑料件的结构设计基本相似,要遵守最小最大壁厚原则、转角过渡平滑及加强筋原则^[12-13]、螺丝柱以及出模角原则等,同时硬塑料的设计要注意注塑缺陷的产生,比如预留出足够的顶针位置,以防止顶针位置不足导致的顶出不良以及结合线的产生,应预留出软塑料胶口的位置,设计加强结构防止二次成型发生变形等。产品产量不大的情况下,产品的装配方式尽量选择螺丝装配的结构形式,而不选择卡扣装配的形式,这样可以简化注塑模具的结构,同时可消除跌落时卡扣

位置易开裂的隐患。

因为外部有覆盖材料,有时注塑缺陷会被覆盖材料所覆盖,此时可不必被这些缺陷所局限。比如设计硬塑料时,在覆盖材料的位置因结构需要料厚较厚时,无需过分的考虑缩水问题等。但要注意覆盖材料位置硬塑料的壁厚不能太小,至少保证 1 mm 或壁厚的 60% 以上。

设计硬塑料结构时还要考虑预留软塑料的进料口位置,以保证软塑料流动顺畅。

3.2 二次注射成型要点

软塑料结构通常只是作为外观件,结构简单,在设计时也要遵守注塑件设计的原则:

(1) 壁厚要求。壁厚太薄会出现注塑不满的情况;太厚会缩水并且增加产品质量,造成材料的浪费。通常电子类产品的软塑料厚度取 2~3 mm 为佳,对于有结构限制的地方,产品壁厚的设计不得小于 1 mm 或大于 4 mm,具体根据加工条件选择。

(2) 拔模角要求。软塑料容易吸附在模具内表面上不宜脱模。在设计时应给出比硬塑料大 1° 左右的拔模角度。材料硬度大所需的拔模角小,硬度小的拔模角大,并且需要配合产品表面的纹路定义来设计,纹路粗的拔模角大,纹路细的拔模角小。

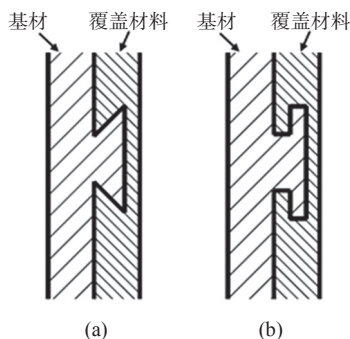
(3) 产品转角过渡要求厚薄均匀,不可突变,防止尖角处产生应力集中降低产品强度。

(4) 材料粘合要求。虽然所选择的软塑料和硬塑料之间理论上可以形成良好的粘合力,但在设计时还要结合实际生产设备的情况,避免有粘合不良情况产生,通过结构设计一些倒扣钩住软塑料,同时尽量增加硬塑料与软塑料的粘合面积。

(5) 二次注塑软塑料时,为了防止软塑料成型边缘与基材嵌件结合位置产生毛边,基材嵌件必须与注塑软塑料的模具紧密配合,并且在硬塑料与软塑料边缘结合位置设计合模口^[14],以便二次注塑模具的钢料可以封住软塑料的边缘而不产生毛边。

(6) 软塑料的设计需要考虑制造过程产生缩水、翘曲、注塑不满、留痕、熔接线以及二次成型脱胶等缺陷。虽然二次注射成型在选材时两种材料理论上能够相融,但注塑过程本身是一个复杂的成型过程,模具设计师以及注塑师的经验也有差别,注塑缺陷是不可避免的。设计阶段要尽可能考虑这些缺陷产生的位置以及严重程度,尽量减小缺陷或将缺陷产生的位置调整到次要外观面。为防止二次成型脱胶以及软塑料缩水等,在尽量增加两种材料的粘合面

积的同时,在两种材料分型面位置设计倒扣结构,常见的有燕尾槽型倒扣和 T 型倒扣,如图 1 所示。



a—燕尾槽型倒扣; b—T 型倒扣

图 1 常见的二次成型倒扣类型

4 二次注射成型的应用

4.1 材料选用实例

图 2 是一款红外热像仪数据接口盖,图 3 是此款热像仪的光圈盖。选用此两款材料来说明在设计二次注射成型产品时的选材。产品设计之初基材选用 ABS 或 PC,因两种料收缩率相近,模具设计可以通用。如图 2 所示,尽管两边各设计有 4 条加强筋,以防止注射成型时发生弯曲变形,但因结构设计有限制,两边的加强筋不能完全连通,鉴于 ABS 的强度低于 PC 的强度,最终选用 PC 注塑。图 3 和图 2 同属一产品的零件,为节省模具费用,两产品共用一套模具,因此图 3 也采用 PC。此款产品设计 2 m 抗跌落,因此在产品跌落时首要触碰地面的位置必须有弹性体包裹,并且此弹性体要耐磨、耐脏、防滑,邵氏硬度在 70~80 之间,因此选用 TPU^[15]。

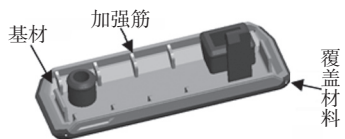


图 2 二次注射成型红外热像仪数据接口盖



图 3 二次注射成型红外热像仪光圈盖

4.2 缺陷位置设计实例

在实际工作中,产品的结构设计受到产品功能、内部空间等的影响,有些结构设计不一定合理,使基材嵌件存在不可避免的缺陷,比如受产品内部空间影响,导致壳体局部厚度不够,或者有预埋铜螺母位置处的局部材料过厚,但因有覆盖材料的二次

注射成型,设计时可以将这些缺陷设计在覆盖材料包覆的位置而不是基材外露的位置,同样可以满足产品质量的要求。例如:如图4所示,在铜螺母位置,因结构空间和预埋铜螺母长度的限制,导致硬塑料注塑不满,但可以通过二次注塑软塑料包覆住此缺陷。再例如:如图5所示,铜螺母位置距离侧壁较近,为了模具加工方便,将铜螺母位置直接与侧壁相连,导致硬塑料局部胶料很厚,对应位置必然会产生缩水,同样可通过外部软塑料包覆解决。

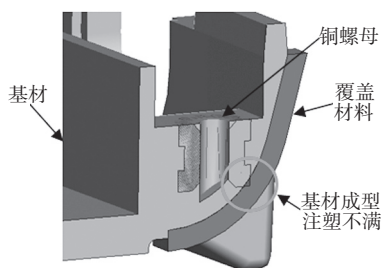


图4 二次注射成型红外热像仪显示屏上壳局部

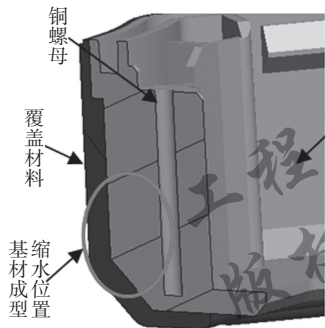


图5 二次注射成型红外热像仪前盖局部

4.3 合模口设计实例

图6为二次注射成型红外热像仪显示屏上壳局部。为避免软塑料边缘位置产生毛边,设计红外热像仪显示屏上壳时,在两种材料的过渡处增加合模口,可以更好地保证产品的品质,并且合模口作为软塑料和硬塑料的分界处,可以方便产品硬塑料部分的后续表面处理,例如:为达到表面触感柔滑的效果,可在基材的外观面喷橡胶手感油。为防止橡胶手感油飞溅到覆盖的软塑料上,可增加夹具。合模口的设计有利于夹具对产品进行分区和定位。

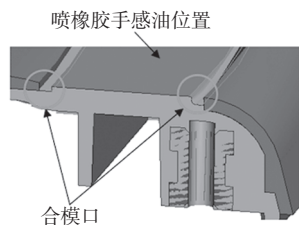


图6 二次注射成型红外热像仪显示屏上壳局部

4.4 进浇口设计实例

图7是红外热像仪光圈盖,由于安装在镜头前端,对其外观质量要求高。原设计仅在基材嵌件中间位置设置一个点浇口。由于外观要求两种材料之间需平滑过渡,不适合增加合模口。如果注塑压力设置太高则在两种材料过渡处会出现毛边和排气不良引起的鼓包现象,如图8所示;如果注塑压力设置太低则会出现注塑不满的现象。通过在出现毛边一侧增加两个对称的软塑料进浇口,使此问题得以解决。

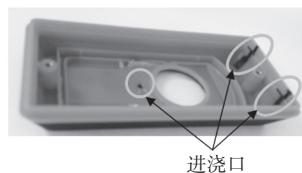


图7 二次注射成型红外热像仪光圈盖

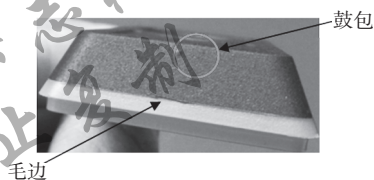


图8 二次注射成型红外热像仪光圈盖

4.5 倒扣设计实例

图9是二次注射成型红外热像仪左壳手柄的局部。此处二次成型倒扣的设计综合了燕尾槽型倒扣和T型倒扣设计的思路,将倒扣形式改为回型,使得软塑料二次注射成型时充分填充到基材嵌件的回型倒扣四周,有效地增加了两种材料间的粘合力,并防止二次成型软塑料缩水导致的装配间隙过大的问题。

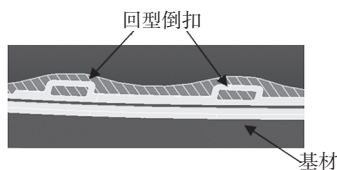


图9 二次注射成型红外热像仪左壳手柄局部

5 结语

介绍了二次注射成型的概念、材料选择及设计要点,以及二次注射成型的应用。由于二次注射成型涉及到两套模具,硬塑料模具改动也会牵涉到软塑料模具的改动,工作量大,效率低,成本高。因此,在进行二次注塑设计时,不但要遵守普通塑料设计的原则,同时需要遵守二次成型相应的设计要点,并结合实际加工情况具体问题具体分析,尽量在设计

阶段避免缺陷的产生,节约产品的开发成本。

参考文献

- [1] 朱朝光,林佳杰,顾吉仁.塑料成型工艺与模具设计[M].重庆:重庆大学出版社,2011.
Zhu Chaoguang, Lin Jiajie, Gu Jiren. Plastics Molding Process and Mold Design[M]. Chongqing:Chongqing University Press,2011.
- [2] 陈青葵,卢金重,史兆侠.注射成型[M].北京:化学工业出版社,2006.
Chen Qingkui, Lu Jinchong, Shi Zhaoxia. Injection Molding[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2006.
- [3] 杨卫民,丁玉梅,谢鹏程,等.注射成型新技术[M].北京:化学工业出版社,2008.
Yang Weimin, Ding Yumei, Xie Pengcheng, et al. New technology of injection molding[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2008.
- [4] 张维合,麦培林.手柄双色注塑模设计[J].工程塑料应用,2013,41(5):58-61.
Zhang Weihe, Mai Peilin. Design of bi-color injection mold for handle[J]. Engineering Plastics Application,2013,41(5):58-61.
- [5] 甘书峰,祁艳会,曹伟,等.一种带有导电片嵌件塑件的二次成型方法[J].工程塑料应用,2014,42(9):46-48.
Gan Shufeng, Qi Yanhui, Cao Wei, et al. A method for two-stage molding of plastic part with electric inserts[J]. Engineering Plastics Application,2014,42(9):46-48.
- [6] 冯刚,田雅萍,张朝阁,等.双色注射成型技术研究进展[J].工程塑料应用,2014,42(8):111-115.
Feng Gang, Tian Yaping, Zhang Chao, et al. Research overview and prospects of bi-color injection molding technology[J]. Engineering Plastics Application,2014,42(8):111-115.
- [7] 张信群.塑料成型工艺与模具结构[M].北京:人民邮电出版社,2010.
Zhang Xinqun. Plastics Molding Process and Mold Structure[M]. Beijing:Posts and Telecom Press,2010.
- [8] 胡开元.双色注塑技术及其应用研究[D].镇江:江苏大学,2010.
Hu Kaiyuan. Sequential overmolding (bi-color) injection technology and application research[D]. Zhenjiang:Jiangsu University,2010.
- [9] 江飞舟,王娟.XC50鞋底二次注射成型工艺与模具设计[J].模具工业,2012,38(6):15-18.
Jiang Feizhou, Wang Juan. Two-stage injection molding process and design of mould for XC50 shoe sole[J]. Mould Industry,2012,38(6):15-18.
- [10] 余庆彦,田洪池,韩吉彬,等.热塑性弹性体的研究与产业化进展[J].中国材料进展,2012,31(2):24-32.
She Qingyan, Tian Hongchi, Han Jibin, et al. Study of thermoplastic elastomer and its industrialization[J]. Rare Metals Letters,2012,31(2):24-32.
- [11] 钱伯章.热塑性弹性体(TPE)及其市场和产品研发[J].橡塑资源利用,2016(6):20-29.
Qian Bozhang. Thermoplastic elastomer (TPE) and its market and product development[J]. Rubber Resource Utilization,2016(6):20-29.
- [12] 何佳林,郝云刚.加强筋在塑胶件中的应用设计[J].四川兵工学报,2014,35(2):86-87.
He Jialin, Hao Yungang. Rib in the application of plastic design[J]. Journal of Sichuan Ordnance,2014,35(2):86-87.
- [13] 徐佩弦.塑料制品设计指南[M].北京:化学工业出版社,2006.
Xu Peixian. Guidelines for the design of plastic products[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2006.
- [14] 王进文.TPV注塑件、把手及二次成型件的设计[J].世界橡胶工业,2010,37(1):25-28.
Wang Jinwen. Design for TPV molding, grips and overmolding[J]. World Rubber Industry,2010,37(1):25-28.
- [15] 区洁,田立颖,王新灵.软硬段对聚氨酯弹性体结构性能的影响[J].功能高分子学报,2010,23(2):160-161.
Ou Jie, Tian Liying, Wang Xinling. Effect of hard and soft segment on structure-property of thermoplastic polyurethane elastomer[J]. Journal of Functional Polymers,2010,23(2):160-161.

盛禧奥推出 CALIBRE 5000 玻纤增强聚碳酸酯

盛禧奥(NYSE:TSE)正在推广其业界领先的 CALIBRE 5000 玻纤增强聚碳酸酯,这一产品系列是金属或非填充型塑料的理想替代品。结合了高刚度、韧性、尺寸稳定性和生物相容性,使得这一树脂成为各种手术器械把手和设备的理想材料,比如组织解剖仪、皮肤缝合器或面部闭合器等。

盛禧奥 CALIBRE5000 系列玻纤增强聚碳酸酯可以满足对更轻和更通用材料的要求,同时提供相同或更优异的物理性能。

CALIBRE5000 产品系列是专为医疗应用而开发的,符合严格的 ISO 10993 标准,而它具备的批次追溯性和严谨的变更流程管理,使其在整个产品生命周期内都符合 ISO 13485 标准。

(工程塑料网)

包头博发 80 万 t PE 多联产示范项目破土动工

不久前,包头博发新型电石法乙炔化工 80 万 t/a PE 多联产示范项目破土动工。

该项目位于九原工业园区西南部化工产业板块,神华煤制烯烃升级示范项目南侧。项目总占地约 4 150 亩,总投资约 177 亿元,项目主要利用煤和石灰石,生产电石中间产品,再以电石为原料生产聚烯烃、乙二醇产品。项目规划 2017 年以电石装置为建设主导,预计年内完成 22 亿元建设任务,计划 5 月底完成围墙、约 12000 m² 临时办公区建设,6 月底完成电石板块桩基,同月启动主体分为 9 层的厂前办公楼建设,年底封顶,装置区内达到 1/3 设备安装条件。

该项目是煤炭清洁高效利用示范项目,预计产值达 45.69 亿元,利税 11 亿元。

(中塑在线)