

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.06.022

注射成型模内组装技术现状与应用

吴成龙, 刘斌

(华南理工大学聚合物成型加工工程教育部重点实验室, 聚合物新型成型装备国家工程研究中心, 广州 510641)

摘要: 综述了模内组装技术的原理、应注意的问题、研究现状及应用领域, 展望了该技术的发展前景。该技术具有高度的自动化, 省去了塑料件的二次加工, 在模具内部完成组装过程, 一次性成型整体制品。该技术作为注射成型技术发展的新方向, 具有广阔的应用前景和优势。不仅可以减少对人工和厂房的需求, 提高生产效率, 同时还可以成型常规方法不能生产的制品。

关键词: 注塑模; 模内组装; 注射成型; 立体模具

中图分类号: TQ320.66

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2013)06-0103-04

Present Situation and Application of In-Mold Assembly Technology of Injection Molding

Wu Chenglong, Liu Bin

(The Key Laboratory of Polymer Processing Engineering of Ministry of Education, National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract : The principle, applications and pay attention to the problem of in-mold assembly technology were introduced in details as well as the current research and future development of this technology outlook was prospected. As a new direction for the development of injection molding technology, the technology had a prosperous application and many advantages. The technology could reduce labor and factory building requirements, improve production efficiency and parts that would be impossible to produce by conventional means could be produced by the technology.

Keywords : injection mold ; in-mold assembly ; injection molding ; cube-mold

现实生活中, 有些较复杂的注塑制品是由不同的注塑件按一定的连接形式装配而成的。因此, 一般的成型方式是: 制品的每个零件单独注射成型, 而后再通过二次加工即人工、流水线的自动组装方式得到最终的制品。但随着多组分注塑技术的发展, 双色、三色, 甚至四色等多色注塑设备的应用, 塑料件的模内组装技术成为注射成型技术新的发展方向。

模内组装技术又称为模内装配技术, 模具制造商有着各自的定义。虽然该技术与多组分注射或包覆注射成型技术有相似之处, 但模内组装是指在模具内通过扣合、焊接、粘接等方式将塑料件的各个单独部分组装成一个整体的过程, 当制品需要模外的后续加工时, 就可以考虑使用该技术^[1]。

模内组装可以带来经济效益。研究表明, 与常规模具相比, 生产同一产品的成本大约可以降低 40%~50%。但是, 对于模具本身来说, 即便是两塑料件间的很简单的组装, 也会极大地增加模具的复杂程度, 模具成本将增加 30%~70%。因此, 一般认为, 当成型数量达到 25 万件左右时就可选择采用该技术。此外, 使用该技术生产的塑料件在品质上也有所提高。这是由于注塑件一次性完整成型, 避免了二次操作常

有的翘曲变形或收缩, 消除了因错误处理、加工异常或污染等原因而导致的废品^[2]。

1 模内组装技术原理

模内组装技术在一定程度上与多组分注塑有一定相似性, 模具的设计制造也有一定的相同之处。因此, 目前一些应用于模内装配的简单模具技术原理与多组分注射成型的模具没有多大区别, 即模具通过一定运动方式在注射间隙改变型腔的形状, 实现不同零件的成型及零部件之间的组装; 一些方法是设计带滑动板或旋转板的单面模具^[3], 图 1 所示法国模具制造商 Grosfilley 设计的旋转式模具, 通过上下两个旋转装置, 可在中心完成两个部件的组装。

另外一些模内组装技术是在型腔局部设置类似开关的型芯构件, 通过型芯的局部移动来改变型腔的形状, 然后通过使用不相容的塑料或控制冷却等方式使得连接组件的接触部分不相互粘合, 存在相对运动的可能。图 2 所示通过型芯的滑动来形成两个不同的型腔空间, 然后经过两次注塑实

联系人: 刘斌, 博士, 教授, 主要研究方向为模具 CAD/CAE/CAM 和材料成型装备及数控技术

收稿日期: 2013-03-26



图1 Grosfilley公司的模内组装模具

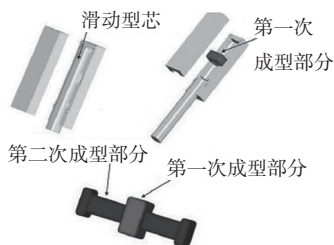


图2 通过型芯滑动和两次注塑实现部件模内组装

现部件的组装^[4]。

上述方式虽然可解决模内组装的问题,但目前用于生产中小型塑料件的常规模具,几乎都是一模多腔,而通过旋转、移动等方式的组装,多腔模具更为复杂。于是,出现了一种新型的立体式叠层模具,该模具共有4个成型面,整体又类似一个拥有4个工位的旋转工作台,每个面可作为一个独立的模具,可以执行不同的操作,实现不同部件间的组装^[5]。图3所示德国Zahoransky Formenbau公司制造的生产瓶盖的立方体旋转模具系统或称为总集成制造叠层模具。该系统通过设置在模具外部两侧的组装板的旋转和移动来实现塑料件自身或与其它不同零件间的扣合、焊接和粘接等。同时,这些操作并不会增加新的循环时间,旋转的时间间隙也有利于制品的进一步冷却,便于部件实现后续的组装。

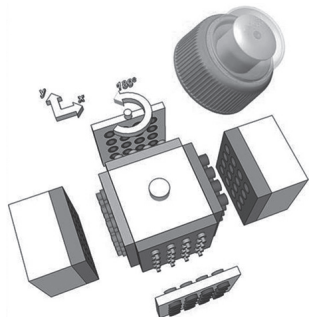


图3 总集成制造叠层模具

此外,还有一种半成品传递技术,这种技术在欧洲已经取得了长足的发展。其基本原理是:通过内部到外部的机械结构将半成品传递至下一个成型位置,从而实现模内组装。通常该技术需要一些辅助的外部机构来实现,例如通过机械手或机器人等,因而在注射成型工艺上还存在机构精度要求高,成型周期过长等缺点,欧洲部分公司已将该技术应用于

牙刷等日用品的生产。图4所示牙刷传递式模具示意图^[6],该模具的中心模板有上下两个成型面,传递机构同时具有运送和顶出塑料件的功能。该模具的工作过程是:传递机构将牙刷头传递至模具的内部上表面进行牙刷柄的第一次注射成型,而后继续传递至模具内部下表面进行牙刷柄的第二注射成型,最后将牙刷传递到模具外部,顶出牙刷。整个过程可连续进行。

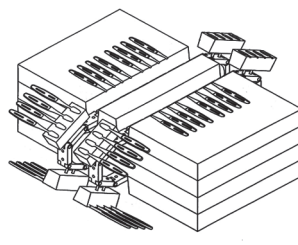
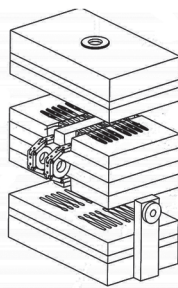
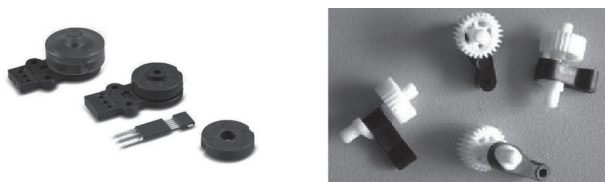


图4 牙刷传递式模具

2 模内组装技术的应用

模内组装的应用主要有两个方面:一是实现不同部件之间的组装,如塑料瓶盖、医疗用品、汽车内饰件、电子元件等,图5所示电子传感器和齿轮构件;二是生产常规的成型技术不能生产的制品。图6所示奥地利Engel公司与德国的Hummel-Formen公司合作开发出的专用于注塑中空制品的一种新型模内组装技术,模具上开设相互错开的两个型腔,用于成型中空制品的两部分零件。注塑完成后,其中一型腔板滑动,使得两零件垂直相对,引入红外热源加热两零件边缘,将两零件闭合,实现两零件的粘合^[7]。与传统的中空制品成型方式相比,该成型方式可获得粘接强度高、壁厚均匀、翘曲变形小、形状复杂、尺寸精度高的中空制品。



(a) 电子传感器; (b) 汽车空调齿轮构件
a—电子传感器; b—汽车空调齿轮构件

图5 模内组装成型制品

3 模内组装技术应注意的问题

对于用于模内组装的注射成型设备要求并不严格,只要控制精度高,能实现多组分注塑即可。该技术的重点在于模具的设计,因此除了遵循一般的模具设计原则之外,在模具设计中还需要注意成型零件的先后次序和组装次序。图7所示同一塑料件在不同的组装顺序下的成型过程^[8],a方式和b方式需要3次组装,而c方式只需要两次组装即可实现。

此外,在多阶段成型的过程中,当第2种材料被注射到

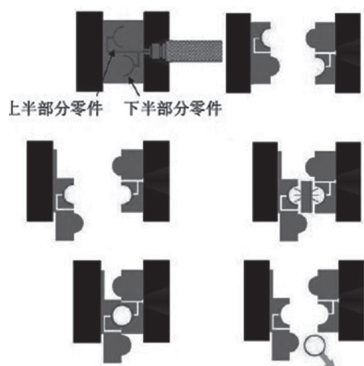


图6 模内组装技术成型中空制品

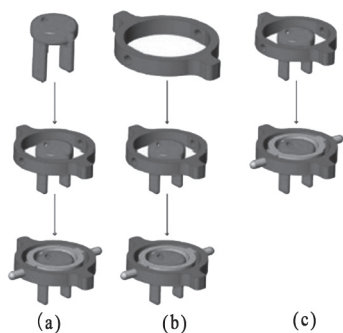


图7 模内组装步骤

已经成型的材料上时,两种材料会粘连在一起。为了实现模内组装的目的,有时候需要限制两种材料在接触面上的粘结,从而获得能自由活动的装置。下面一些过程 and 材料参数会影响不同材料的接触面粘结^[9]。

(1) 聚合物的交联性: 这个决定了分子的粘结强度;

(2) 模压: 更高的温度能使微观接触更紧密;

(3) 固化温度: 控制接触面的交联;

(4) 无阻力媒介: 能够抑制接触面的粘连;

(5) 骨架表面粗糙度: 越粗糙的表面在微观上越能增强机械连接性能;

(6) 收缩应力: 收缩能在分离面产生收缩应力。

在一些特殊塑料件中,有时必须用相同的材料进行注塑,这时就需要使用骤冷技术,即在模具中嵌入微小的冷冻单元或冷却部件,使得模具的冷却温度迅速降至水的凝固点左右,甚至更低(-5°C),以避免两次注塑的材料在结合界面处发生分子渗透而粘合在一起,从而成型同种材质并带有活动功能的塑料件^[10]。

4 模内组装技术的现状及前景

模内组装技术的概念最早是应用于解决制品整体注塑时难以实现的问题。如使用该技术生产塑料叶轮^[11],而真正涉及不同组件间的模内组装技术则在20世纪90年代出现,主要是日本、欧洲和美国的一些模具制造公司。目前,模内组装技术主要研发者仍是欧美的模具公司,如德国Zahoransky Formenbau公司、Foboha公司,奥地利Engel公

司,丹麦Gram技术公司,美国Arburg公司等。不同的模具制造或生产公司所研究的方向有所不同。但是,随着立体旋转模具的出现,由于该模具存在多个成型工作面,在模内组装上具有很大的优势,成为了各公司的研发重点。从整体上看,各模具公司在实现制品模内组装上是不存在问题的,所要解决的是如何使得模具的设计更合理、更简化,模具的自动化组装系统有更好的适用性。

国内该领域的研究与开发几乎是空白,仅停留在一些附加值低的生活用品的普通多色/多组分注射成型上,或通过简单的辅助机构来实现某些制品的局部组装,没有向进一步跨进传统注射成型等其它加工方法无法制造的高科技塑料制品的模内组装领域^[12]。由于国内的劳动力成本低,若使用该技术,在模具成本上的花费并不比工人工资花费少;另外,该技术需要高度自动化、高精度的控制技术、先进的多组分注塑设备等。但也有部分公司在这个领域作出了尝试,广州博创机械股份有限公司在自身开发的四色注塑机的基础上,设计了一套四色模内组装模具,注射成型了一个四色组合的转盘模型,其组合盘的齿轮可以转动自如,如图8所示。该组合盘首先由注塑机进行四色注塑,在模腔内分别成型7个零件,并定义为4个工位,然后利用连串开合模和抽芯活动,进行了4个工位的模内组装动作,自动地实现了模内组装^[13-14]。此外,某公司尝试使用该技术生产塑料剪刀,如图9所示。

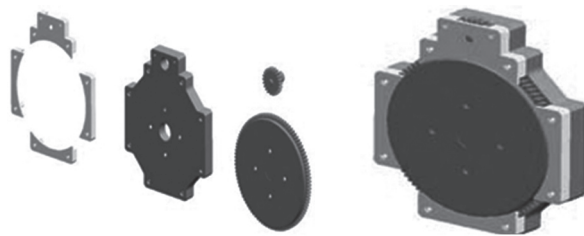


图8 四色组合转盘

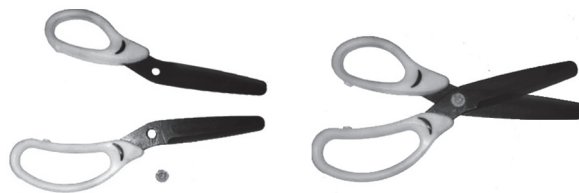


图9 三色塑料剪刀

模内组装技术所带来的高度自动化和经济效益使其成为注塑行业发展的最新方向,这也是为解决低成本人力资源难以为继的问题以及科学技术水平不断发展的结果。该技术的发展趋势主要集中在标准化、集成化和智能化三个方面。

(1) 标准化。该技术的重点在于模具设计,而模具设计

又是一个带有创造性思维的具体化的过程。该技术的模具制造成本较昂贵,因此,一个成熟的模内组装系统并不只限于解决特定的产品组装,而是在某类零件的组装上具有通用性,可适应不同产品的组装,即在模内组装系统上实现类似于注塑模具模架的“标准化”。

(2) 集成化。模内组装技术是一个注射成型技术集成化的过程,涉及多色注塑、包覆注塑、嵌件注塑等成型技术。因此,模内组装技术将会成为一个高度集成化的技术,将成为各注射成型技术综合应用的平台。

(3) 智能化。用于模内组装技术的模具不再是一个仅仅只能完成开模、合模、侧向抽芯等简单机械动作的机构,而是一个可以实现多种功能、多种动作协调运动的模具系统,是一个自动化、智能化的机械系统,具有感知、分析、决策和控制功能^[15]。

5 结语

模内组装技术作为注射成型技术一个新的发展方向,是未来塑料制品的新型组合成型方式。但该技术的发展还不成熟,尤其在國內研究很少。该技术作为一种综合性集成技术,以自动控制、模具设计和机械制造为基础,只有各种相关技术的发展和社会生产环境的转变,才能推动该技术实现完全工业化。

参考文献

- [1] Mikell K. Plastics Technology, 2007, 53:60-63.
- [2] Ananthanarayanan A, et al. Polymer Engineering and Science, 2010, 50:1 843-1 852.
- [3] Grosfilley J P. Injection mould with integrated assembly: French, 1060868[P]. 2003-09-30.
- [4] Alok K, et al. International Journal Advanced Manufacturing Technology, 2007, 32:350-365.
- [5] Armbruster Rainer. Injection molding device with a rotatable central part: Germany, US2010276841 (A1)[P]. 2010-11-04.
- [6] Winfried E. Injection molding machine has a continuous transport system moving through the center block, with carriers to transfer blanks from one part-cavity to another for molding with multi-component materials: Germany, DE10121691(A1)[P]. 2002-11-07.
- [7] 黄泽雄. 国外塑料, 2011, 29(4):59-59.
Huang Zexiong. World Plastics, 2011, 29(4):59-59.
- [8] Alok K. et al. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2009, 25:91-106.
- [9] 杨亮. 共注塑不相容材料模内装配技术的应用和技术分析 [D]. 上海: 上海交通大学, 2010.
Yang Liang. Analysis and application of incompatible materials coinjection in-mold assembly technology [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2010.
- [10] 姜黎章, 等. 模具工业, 2012, 38(5):46-51.
Jiang Lizhang, et al. Die & Mould Industry, 2012, 38(5):46-51.
- [11] 艾方. 模具技术, 1994(1):80-96.
Ai Fang. Die and Mould Technology, 1994(1):80-96.
- [12] 张友根. 塑料包装, 2002, 30(2):50-53.
Zhang Yougen. Plastics Packaging, 2002, 30(2):50-53.
- [13] 朱玉斌, 黄秀兰. 四色注塑成型机: 中国, 201110162624 X [P]. 2012-12-19.
Zhu Yubin, Huang Xiulan. Four-color injection molding machine: China, 201110162624 X [P]. 2012-12-19.
- [14] 黄士荣, 黄业勤. 一种模内多工位注塑成型机: 中国, 201120300067.9 [P]. 2012-03-13.
Huang Shirong, Huang Yeqin. In-mold multi-station injection molding machine: China, 201120300067.9 [P]. 2012-03-13.
- [15] 钟莫. 专家提出优先发展智能模具 [N]. 中国工业报, 2011-03-17 (B03).
Zhong Mo. The experts suggest to give priority to develop intelligent mold [N]. China Industry News, 2011-03-17 (B03).

杜邦关键材料——助光伏制造商优化投资回报

近日, 杜邦 (W4-558) 参加了在上海新国际博览中心举办的 SNEC 第七届 (2013) 国际太阳能产业及光伏工程 (上海) 展览会, 展示如何透过关键材料, 达到提升转换效率、延长使用年限以降低单位发电成本, 同时协助降低光伏组件制造商与系统投资者的风险, 以获得最佳投资回报。

杜邦在本次展会上展示了 Tedlar 聚氟乙烯 (PVF) 薄膜、杜邦离子型聚合物、e-Frame 一体化边框、Kapton 聚酰亚胺薄膜材料等产品。其中, 杜邦 Tedlar 聚氟乙烯 (PVF) 薄膜是业界唯一拥有超过 30 年实绩验证的材料, 为暴露在严苛环境下的光伏组件提供长期耐久性与可靠的性能表现; 杜邦离子型聚合物, 在光伏产业应用有超过 15 a 以上的耐久性实绩验证; 此外, 用以作为阻绝电位诱发衰减的组件封装材料, 在 IEC 标准试验下也得到极佳的结果; e-Frame 一体化边框由

杜邦高性能工程塑料制成, 其轻量化的特性可取代金属应用于光伏组件边框和支架, 大幅降低系统安装及运输的成本; 杜邦 Kapton 聚酰亚胺薄膜材料, 已经过 40 多年的验证, 供柔性及薄膜太阳能基板使用。展会同期论坛上, 杜邦还就“提高光伏电池效率——应用先进金属化电极浆料于增强型轻表面扩散电池工艺”、“光伏组件与背板经实绩应用与加速测试之比较结果”等议题展开了精彩演讲。 (工程塑料网)

美国特种塑料添加剂需求每年将以 4.5% 速度增长

由于建筑市场需求的推动作用, 未来几年美国特种塑料添加剂需求将以每年 4.5% 的速度继续增长, 2017 年市场需求将达到 181.6 万 t, 市场值将达 73 亿美元。未来美国特种塑料添加剂市场中, 加工助剂和性能改进剂将成为增长最快种类, 而增塑剂仍将是最大的细分市场。PVC 仍将继续成为主导树脂品种, 也是需求增长最快的塑料。 (工程塑料网)