

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.03.001

高效节能双组份注塑系统及设备开发

王 珏¹, 袁卫明¹, 黄庆达², 许忠斌^{2*}, 郑素霞³

(1. 浙江申达机器制造股份有限公司, 浙江 杭州 310012;
2. 浙江大学 化工机械研究所, 浙江 杭州 310027; 3. 杭州职业技术学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要:对双组份注塑成型机的工艺特点以及国内现有机型不足的分析基础上,进行了高效节能双组份主注射系统和副注射系统的设计,开发出新型的双组份注射前模板转盘装置,在满足普通双组份注射制品要求的同时,解决了制品浇冒口暴露在外部的缺陷;计算了注塑系统的功率和能耗,工作性能稳定、效率高,控制系统先进,具有明显的节能优势,整机性价比高,满足分清双色或云彩混双色的两种组份塑件制品成型的要求。

关 键 词:注塑机;双组份注塑;注射系统;转盘装置;高效节能

中图分类号:TQ320.66 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2014)03-0001-06

Development of Bi-Component Injection System with High Efficiency and Energy Saving

WANG Jue¹, YUAN Weiming¹, HUANG Qingda², XU Zhongbin^{2*}, ZHENG Suxia³

(1. Zhejiang SOUND Machinery Manufacture Co., Ltd., Hangzhou 310012, China;

2. Institute of Process Equipment, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

3. Hangzhou Vocational & Technical College, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the analyses of the technical characteristics of bi-component injection molding machines as well as the shortage of domestic machines, the main injection system and sub-injection system of bi-component injection molding machine was designed, which was energy efficient. And a new type of front platen turntable device was made for bi-component injection molding machine, which resolved the defect of products' gating and riser system outside exposing and met the requirements of the normal bi-component injection. The injection power and energy consumption of injection system were analyzed and calculated. The advantages of the injection molding machine include high efficiency, excellent control system, energy-saving and low price. It fits to produce distinguish color or the two components of the mixed bi-clouds color plastic products perfectly.

Key words: injection molding machine; bi-component injection; injection unit; turntable device; high-efficiency and energy-saving

随着人们消费水平的不断提高,人们对塑料制品的要求已经从单纯的实用性向着款式多样、色彩靓丽、外观精美等方向发展。在 market 需求的推动下,双组份注塑成型迅速发展。双组份注塑成型也称双色注塑成型或者顺序叠层注塑成型,是指用两种不同颜色或不同材质的聚合物加工一个制品,使制品表里或不同部

位由不同聚合物组成,是一种模内组装或模内焊接的“嵌件成型”工艺方法^[1]。在 20 世纪 70 年代以后的很长一段时间里,汽车多色尾灯是其主要的商业化应用。如今,双组份注塑机已广泛用于日用品、工艺品和部分工程塑件制品制造。如餐具、工具手柄、表壳、电话机外壳及按钮、键盘、光盘盒、汽车上双色照明灯罩、

收稿日期:2014-01-13;修回日期:2014-03-07

基金项目:浙江省重点科技创新团队计划资助(2011R50005);浙江省重大科技专项(2012C01011-3)

作者简介:王珏(1965),男,回族,四川西昌人,硕士,高级工程师,主要研究方向高端注塑制塑装备及产业化应用。通信作者:许忠斌,教授、博士生导师,E-mail:xuzhongbin@163.com

双组份软/硬材质功能零件、震动阻尼件、密封件和一些摩擦件等。

1 双组份注塑成型技术的工艺特点

双组份注塑技术最早源自于德国 Arburg 公司,其在 1961 年为提高多色制品生产效率研发了多色注塑技术^[2]。随后 1963 年,世界上第一台多组份注塑成型机在德国 K 展亮相,并应用于打印机和收银机按键的生产制造^[3]。随着注塑工业的发展和自动控制水平的提高,双组份注塑成型技术逐步受到重视并得到越来越广泛的应用,成为聚合物成型中一种不可或缺的加工方法。

单一的聚合物材料在性能上难免有一些缺陷。双组份注塑则可以把两种原料的性能互补,使制品无论在成本还是在使用性能方面都得到很大的改进。在双组份注塑成型技术的创新上,国外众多厂家开发了许多新技术和新工艺,为注塑工业的发展提供了新思路。如双色成型加模内贴标(IML)、双色成型加模内组合(IMA)、双色成型加叠层模(Stack Mold)、双色成型加 IML 加 IMA 加叠层模、双色成型加夹层射出等技术,不断推动着双组份注塑技术的进步^[4]。

和普通的单组份注塑成型相比,双组份注塑成型主要具有以下工艺特点^[5]:

- 1) 双组份注塑成型设备由两套相互独立的塑化注射装置组成;
- 2) 两种聚合物材料分别放入两个不同的料筒,然后经由注射系统注入同一个模腔;
- 3) 双组份注塑成型需要一套专门的模具来保证两种材料的理想结合;
- 4) 双组份注塑制品都是通过一套模具一次成型完成的,省去后续组装工艺,提高效率。

2 双组份注射系统的设计

国外的双组份注塑成型设备种类多、功能全,工艺技术较成熟。而国内的相关研究较晚,所研发的双组份注塑机制品成型质量差、控制精度低、产品种类少、整机能耗高。设备主要还是面向中低端的市场,迈入高端市场困难,竞争力不足。国内现有的混色注射装置都是共用一个注射系统,两种塑料不是同时注射,只能生产色条纵向间隔的塑料产品,而不能生产色条横向间隔的塑料产品,由此带来成型周期长、能量利用率低、成型能耗高等问题^[6-8]。鉴于此,本文借鉴国外技术研制了一种高效节能、控制精密的双组份注塑系统及装备,可应用于生产分清双色或云彩混双色两种组分的塑件制品成型。

2.1 双组份主注射系统设计

注射系统是双组份注塑机的最主要组成部分之一,双组份注塑系统由主、副两个注射系统组成,实现双色制品的计量、注射、结合、保压、补缩等功能,对制品成型质量有着至关重要的影响。

主注射系统包括:主塑化组件、注射组件、推力座组件、整移组件(见图 1)。连接杆一端与整移油缸的活塞杆螺纹连接,使整移油缸能够拉动整个注射组件移动,并在注射时保持喷嘴与模具的贴紧,让熔融塑料完全进入模具。当整移油缸长度需要调整时,可以通过转动活塞杆来调节螺纹连接长度,实现对整移油缸总长度的调整。此结构不但在装配时能够消除加工误差,还可以根据制品工艺的需要,通过调整连接螺纹来改变整移组件的总长度,以适应螺杆料筒的改变,增加了设备的通用性。

此外,为了使副注射系统里产生的熔融塑料顺利进入主注射系统,在阀座内部开有过料槽,同时在主料筒上与过料槽对应的位置设置有多个大小均匀的进料孔,进料孔的数量决定了混色塑料的条纹数量。在阀座过料槽两边和密封套内部设置有多条降压槽,降低塑料的承受压力,解决在塑料注射过程中由于压力作用可能引起的泄露问题。

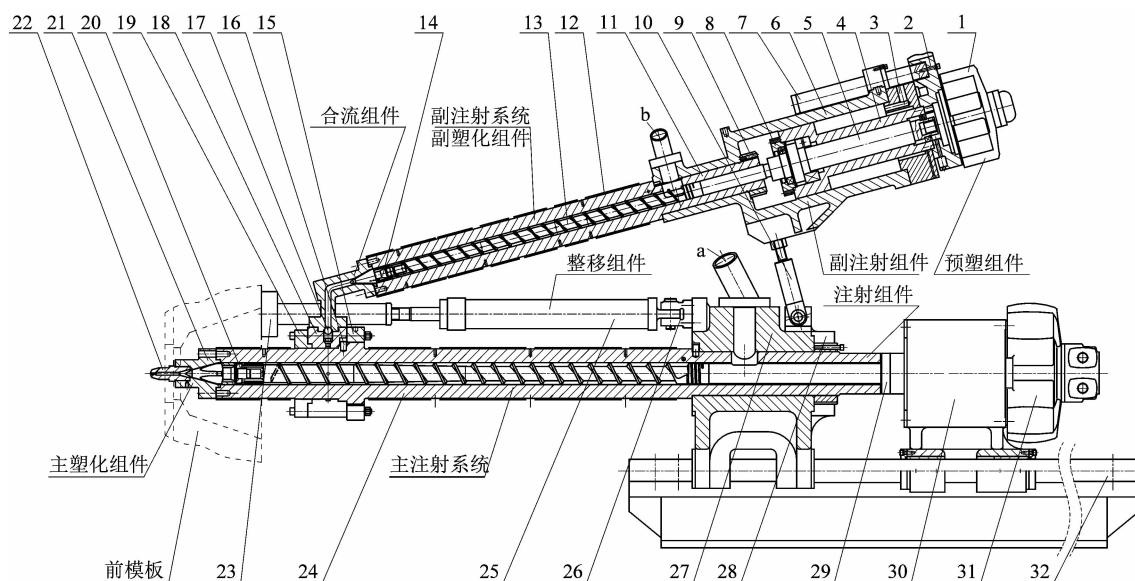
2.2 双组份副注射系统设计

副注射系统也包括 4 个组件:副塑化组件、副注射组件、预塑组件、合流组件(见图 1)。副注射系统的结构设计使小注射量塑料颗粒能够在其中进行单独的熔融塑化,有助于提高计量的精确度和注射的精密度,从而整体提升制品的成型质量和混色效果。副螺杆柄部与副注射组件的转动轴连接,保证转动轴转动时能够带动副螺杆一起旋转。此外,采用防涎油缸提供背压,可以提高塑料的塑化质量。副注射组件的注射油缸座底部两侧对称设置长槽,支撑螺柱的一端滑动设置在长槽内,另一端与主注射系统的注射座之间用销轴连接,因此副注射系统可以按照需要调整上下高度和前后位置。

合流组件中过料接头内部开有贯通的流道,流道的入口与副料筒连通,流道的出口处设置有一个单向阀。当主注射系统在做注射动作时,将熔融塑料从主料筒进料口注入阀座的流道内,推动单向阀与过料接头内部接触,并起到闭合作用,避免熔融塑料进入副料筒。

2.3 双组份注射系统工作流程

将塑料颗粒放入主注射系统的加料口中(即主加料口),启动电机,位于推力座部件内的顶轴动作带动



1—马达;2—马达座;3—油缸盖;4—活塞;5—转动轴;6—注射油缸座;7—防涎油缸;8—轴承压盖;9—固定螺母;10—支撑螺柱;11—副料筒;12—加热圈;13—副螺杆;14—过料接头;15—定位螺母;16—定位销;17—单向阀;18—阀座;19—密封套;20—主螺杆;21—前套筒;22—喷嘴;23—连接杆;24—主料筒;25—整移油缸;26—连接底座;27—注射座;28—注射油缸;29—螺杆定位销;30—推力座组件;31—主马达;32—托架

图1 双组份注射系统结构示意图

Figure 1 Injection structure schematic of bi-component injection molding machine

主螺杆转动,塑料颗粒在主料筒内一边塑化一边沿着主螺杆的螺槽前进,最后由注射油缸的背压作用输送到主料筒的前端。同时根据工艺和制品成型需要,在副注射系统的加料口(即副加料口)加入其他颜色的塑料颗粒,经过副螺杆的塑化,由防涎油缸提供背压,输送到副料筒前端,然后经过单向阀注入到主料筒前端。由于主料筒在圆周方向上均布有大小一致的进料孔,因此从副料筒注入主料筒内的塑料也是均匀布置在主注射系统内的熔融塑料外侧。之后,注射油缸内的活塞动作,推动位于主料筒内的主螺杆将熔融态的塑料注射到设计的模具中,生产出所需混色效果的双色制品,一个注射周期结束,见图2。

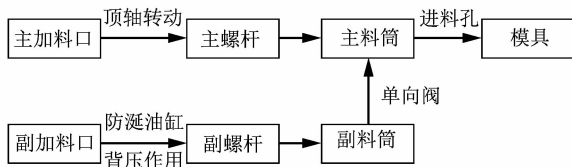


图2 双组份注射系统工作流程图

Figure 2 Flowchart of bi-component injection molding machine

为了避免熔料发生泄露,整移部件会在熔融态塑料注射进入模具的过程中提供一个注射力,使得注射喷嘴与模具的进料口始终保持着贴紧的状态。为保持

主、副注射系统的相互独立性,主料筒前端只通过单向阀和过料接头与副料筒单向连通。如图3所示,当主、副注射系统同时工作时,副注射系统的熔融塑料通过进料口均匀布置在主料筒熔料的外侧,然后再沿箭头方向注射进入模具,生产的色条横向间隔分布,即色条c和d横向相间。所谓横向相隔即色条排布方向与塑料进料方向一致。若需要生产单色制品时,可以只启动主注射系统,则与普通注塑机一样进行制品成型,灵活方便。

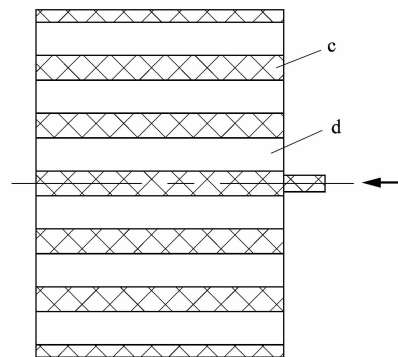


图3 双组份塑料制品色彩示意图

Figure 3 Colorful schematic drawing of bi-component plastic product

3 双组份注射前模板转盘装置的设计

一般的双组份注射成型生产如化妆瓶等容器状的

混色塑料制品时,公模安装在移动模板上,母模安装在前模板上。注射由主、副注射 2 次注射过程组成。第一次注射成型后,由移动模板上的公模转动模具,定位后再完成第二次注射,故制品注射完成后,浇冒口一般在容器外面(瓶底或瓶盖断面),这对制品外观来讲是一个比较大的缺陷(图 4(a))。如果为了避免以上缺陷而设计专门的模具,这是一个十分繁琐的工程且花费巨大,不利于产品批量生产。

本装置则把母模安装于移动模板上,公模安装于前模板上,且容器附在公模上,熔融物料将从公模的流道流入,在公模母模的分型面上成型(图 4(b))。故产生容器状塑料制品时,制品的浇冒口在制品的内表面,在满足普通双组份注射制品要求的同时解决了制品浇冒口暴露在外部的的问题,减少了制品的报废率且提高了制品的美观度。

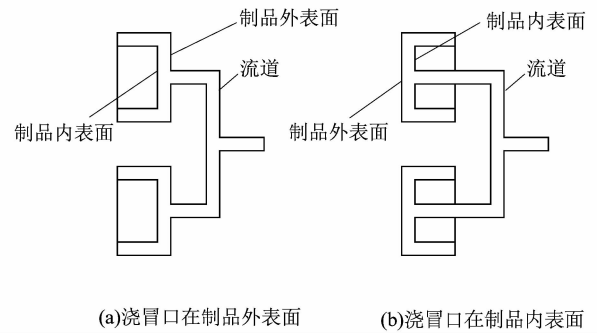
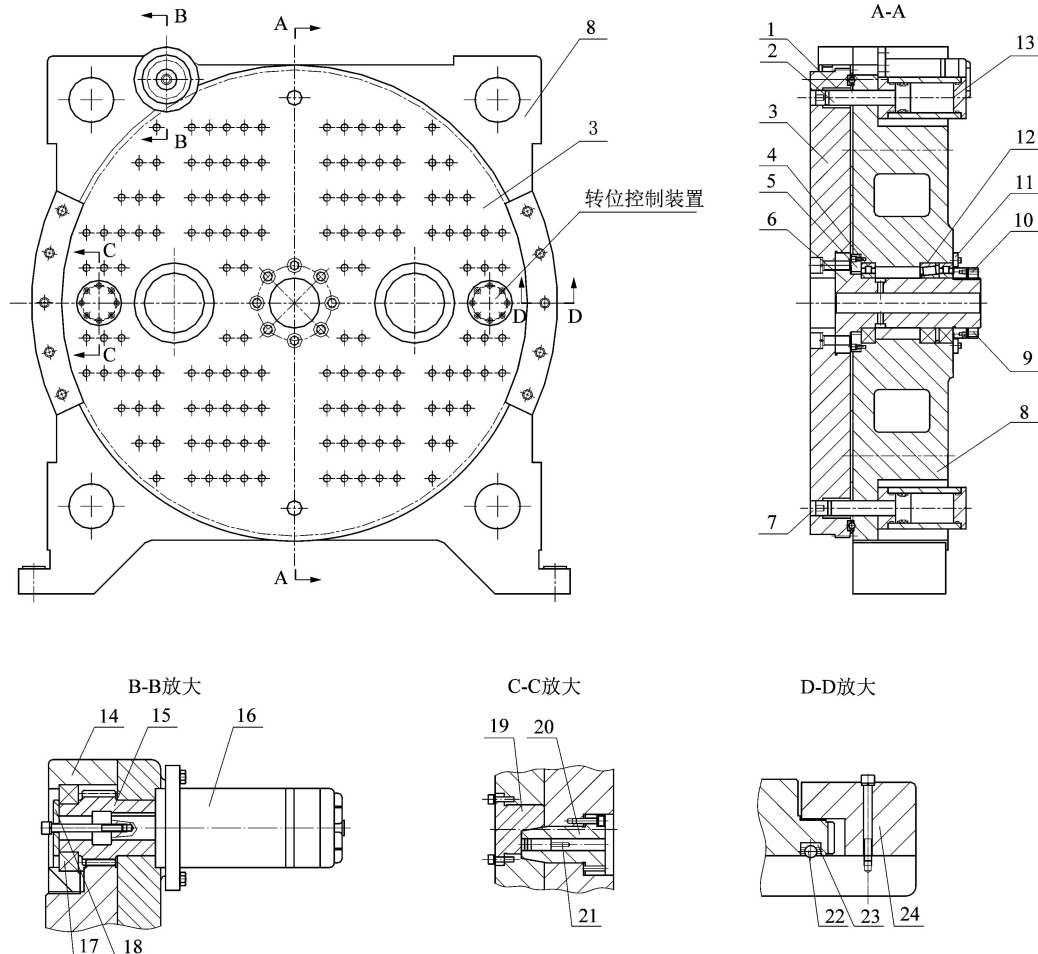


图 4 不同位置浇冒口示意图

Figure 4 Schematic drawings of different location of riser

图 5 为双组份注射前模板转盘装置结构示意图。该装置包括转盘、转轴和前模板等。定位套上下对称装于转盘上,每个定位套内的定位销分别与一个定位油缸连接,并且在转盘上设置了感应开关,以保证定位



1—定位套;2—定位销;3—转盘;4—轴承;5—轴承压盖;6—转轴;7—转盘感应开关;8—前模板;9—紧握螺母;10—定位螺母;11—轴承后压盖;12—推力轴承;13—定位油缸;14—齿轮套;15—小齿轮;16—伺服马达;17—轴承挡块;18—深沟球轴承;19—挡块;20—调节块;21—感应开关;22—钢球;23—钢球架;24—齿轮压盖

图 5 双组份注射前模板转盘装置结构示意图

Figure 5 Structure schematic of front mold platen turntable device in bi-component injection molding machine

销的定位情况。转盘和前模板上加工有左右对称分布的注射孔,每个注射孔外侧分别安装了一套转位控制装置,确保前模板和转盘的注射孔位置一致,以便于注射时模具和注射系统喷嘴能紧密结合。转盘和前模板之间安装有多个钢球。当转盘转动时,由于钢球的滚动,解决了转盘与前模板之间发生的干摩擦问题,提高转盘的使用寿命。同时钢球的设置使转盘上的模具安装面与前模板的大平面的平行度要求得到保证,有利于提高制品的成型质量。并且通过钢球的设置,转盘旋转时不用设置间隙就可顺利旋转,省略了间隙产生装置,简化了工序,使结构运行更简单可靠。

工作时,伺服马达带动转盘转动,当转盘上的调节块碰到前模板上的挡块时,通过转位控制装置制动伺服马达,定位油缸驱动定位销插入定位套中,转盘感应开关工作,注射动作和合模动作开始。注射和合模完成后,定位油缸驱动定位销脱离定位套,伺服马达反转。同样的,当位于转盘上的调节块与前模板上的挡块接触时,定位销插入定位套中,转盘感应开关感应,开模机构开始进行开模。

4 双组份注塑系统节能分析和计算

现代化注塑技术逐步往高效节能方向发展。高效节能,主要指的是注塑机的动力驱动系统、动作执行机构以及加热冷却系统是否满足节能的要求,是否符合低能耗的发展方向^[9],同时也是评价注塑机性能不可或缺的重要指标。

4.1 双组份注塑系统的节能分析

一般情况下,液压驱动系统具有功率大、动力足的优点,电驱动系统则有响应快速、节能高效的优点。本装置双组份注塑系统中,塑化机构为保证塑化质量和计量精度,采用电驱动方式;塑料的注射、合模机构的开合模、制品的顶出以及整机的移动则采用伺服电机直接驱动液压泵的电液伺服驱动方式,充分结合了液压驱动和电驱动的特点。此外,设置了2套液压传动系统和精密电液控制系统,可对注射部件进行同步或单独控制,在一个工序内完成有清晰边界的双色或混双物料制品的成型加工,缩短成型周期,实现双组份注塑过程的绿色高效和节能要求。

4.2 双组份注塑系统计算^[10-11]

注射速度和注射压力决定着注射功率。注射推力与注射速度的乘积即为注射功率。注射推力可由 $F = \frac{\pi}{4} D_s^2 P_i$ 计算,故有

$$N_i = \frac{\pi D_s^2}{4} P_i v_i$$

式中: N_i 为注射功率/kW; D_s 为柱塞直径/m; P_i 为注射压力/MPa; v_i 为注射速度/(mm·s⁻¹)。

在设计时需要考虑整个成型周期的功率,故将注射的瞬时功率 N_i 转换为成型周期的等值功率

$$N_m = \sqrt{\frac{\sum N_i^2 t_i}{\sum t_i}}$$

式中: N_m 为等值功率/kW; N_i 为成型周期各阶段所需功率/kW; t_i 为成型周期各阶段所需时间/s。

如图6所示^[12],从双组份注塑机的周期功率消耗情况看,注射动作占了注射伺服电机大部分功率,故选取伺服电机时应把等值功率 N_m 与各阶段的最大功率 N_i 相比较。此外,当电机的最大功率在允许超载范围内时可按照等值功率选取,即 $N_m \leq K N_e$ 。其中 N_e 为电机额定功率; K 为超载系数,一般取 $K = 1.5 \sim 2$ 。

经计算选型,然后选择合适的电机满足工作要求,满足双色或混色塑料制品的成型。

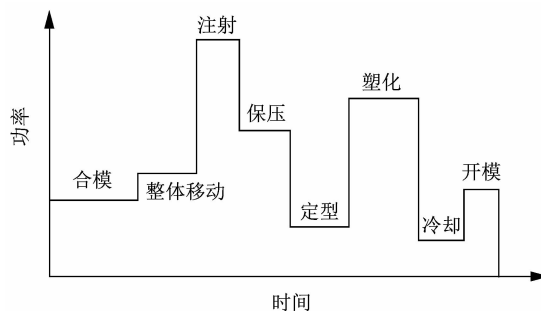


图6 双组份注塑周期中功率消耗情况

Figure 6 Power consumption of bi-component injection molding in one cycle

5 结论

绿色制造是统筹资源消耗和环境污染的现代化加工制造理念,而高效节能双组份注塑系统及设备研发则是双组份注塑制品绿色化生产中的重要一环。开发面向绿色制造的双组份注塑机,并进行设备节能及绿色制造技术的示范应用,是未来注塑机的发展方向。

本文通过集成创新,研发了高效节能双组份注塑系统及设备,设备工作性能稳定、效率高;采用先进控制系统,生产制品精密度高,具有明显的节能优势,整机性价比高。双组份注射成型技术能加工出低成本的双色或混色产品,不仅简化了制品的成型工序,缩短了制品的成型周期,减少了生产的辅助设备,还带来可观的产品附加值。因此,双组份注塑机将迎来新的发展机遇。

(下转第12页)