

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.07.015

外形非轴对称注塑件螺纹起始点一致性定位或规定角度转动实现方法

畅国伟

(顺德职业技术学院, 广东佛山 528300)

摘要:对相配合的两件带螺纹且外形均为非轴对称的注塑件(如瓶盖和瓶体)分别进行了模具设计,在瓶盖注塑模具设计中,采用了可编程序控制器(PLC)作为主要的控制螺纹起始点位置的机电部件,采用光电传感器作为辅助部件,通过PLC的累加程序和输出电路,将PLC接入注塑机的液压顶出控制电路中,从而实现了瓶盖螺纹型芯在每次注塑完成后其螺纹起始点位置均保持一致的目的;在瓶体注塑模具设计中,通过对瓶盖模具PLC程序的改变,实现了瓶体螺纹型芯在每次注塑完成后其螺纹起始点转动一个规定角度的目的。通过以上设计,使得瓶盖和瓶体在装配后实现了规定的多样性特殊装配外观效果。

关键词:注塑件;可编程序控制器;螺纹起始点;定位;规定角度;多样性装配外观

中图分类号: TQ320.5+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)07-0062-06

Realizing Method of Thread Start Point Consistent Positioning or Rotating Specified Angle for Injection Molding Parts with Non-axisymmetric Outer Shapes

Chang Guowei

(Shunde Polytechnic, Foshan 528300, China)

Abstract: Mold design of two matching injection molding parts such as bottle cap and bottle with thread and nonaxisymmetric outer shapes was done respectively. In the mold design of bottle cap, PLC was used as the main electromechanical component for controlling thread start point position, and the photoelectric sensor was used as the auxiliary one, through the PLC accumulative procedure and the output circuit, the PLC was linked into the ejecting control circuit of the ejection machine, so the purpose is realized that the thread start point of the bottle cap thread core remains unchanged after completing each injection molding. In the mold design of bottle, through changing the PLC procedure of the bottle cap mold, the purpose is realized that the thread start point of the bottle rotates a specified angle after completing each injection molding. With these designs stated above, a specified various special assembly appearance effect is realized after assembling the bottle cap and bottle.

Keywords: injection molding part; PLC; thread start point; positioning; specified angle; various assembly appearance

在注塑件生产中,相配合的两件带螺纹的注塑件外形都是非轴对称时,每一件注塑件的螺纹起始点的位置都会对装配后的整体外观产生影响。以某带有盖子的瓶体为例,其装配剖视图如图1所示。瓶体外观为非轴对称,而瓶盖外观带有一图标,也可看作外观非轴对称。若使瓶体螺纹起始点在每一次注塑后转动规定的角度(如 15°),同时保持瓶盖螺纹起始点不变,就可以实现如图2所规定的1套7件的多样性特殊装配外观效果。

一般的自动卸螺纹模具,由于注塑完成时注塑件的外形是一样的,因而在完成旋转脱卸螺纹后其螺纹型芯的螺纹起始点所处位置任意,即注塑件螺纹在每次注塑后的起始点是随机的。但对于外形非轴对称注塑件,如果另一件与其螺纹配合的注塑件其外形也是非轴对称的,那么装配之后,因为螺纹起

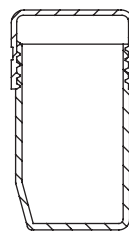


图1 瓶体与瓶盖装配剖视图

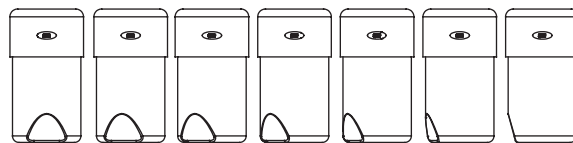


图2 瓶体与瓶盖的1套7件多样性特殊装配外观效果

始点的随机性,就会造成两件注塑件的整体装配外

联系人: 畅国伟,副教授,主要从事塑料成型工艺、模具设计和制造的科研和教学

收稿日期: 2014-05-08

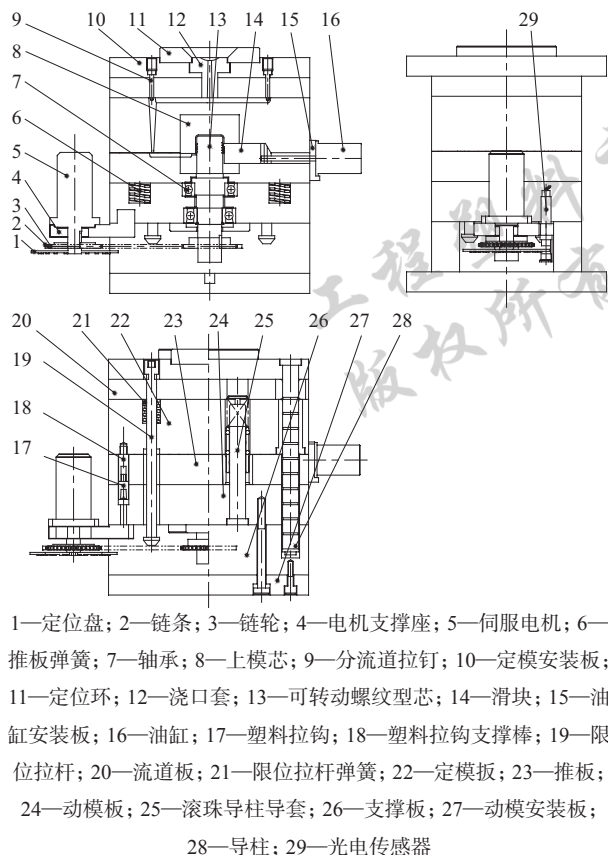
观的多样随机性。因此,两件带螺纹的注塑件在外形都是非轴对称时,为了避免装配后外观效果的随机性并实现规定的多样性特殊装配外观效果,需要在每一次注塑完成时规定这两件注塑件模具中的螺纹型芯旋转脱卸螺纹后其螺纹起始点所处的位置。

对于图 1 所示的塑料瓶盖和瓶体,要达到图 2 所示的装配外观效果,则需要完成注塑时,规定各批次所注塑的瓶盖的螺纹起始点位置相对于其外形保持一致,而瓶体的螺纹起始点位置相对于其外形是规则转动的,即需要转动一个规定的角度,而不是随机的位置。因此,需要对瓶盖和瓶体的注塑模具分别进行设计。

1 瓶盖注塑模设计

1.1 瓶盖注塑模结构特征

瓶盖的注塑模结构如图 3 所示。



1—定位盘; 2—链条; 3—链轮; 4—电机支撑座; 5—伺服电机; 6—推板弹簧; 7—轴承; 8—上模芯; 9—分流道拉钉; 10—定模安装板; 11—定位环; 12—浇口套; 13—可转动螺纹型芯; 14—滑块; 15—油缸安装板; 16—油缸; 17—塑料拉钩; 18—塑料拉钩支撑棒; 19—限位拉杆; 20—流道板; 21—限位拉杆弹簧; 22—定模板; 23—推板; 24—动模板; 25—滚珠导柱导套; 26—支撑板; 27—动模安装板; 28—导柱; 29—光电传感器

图 3 瓶盖注塑模结构图

瓶盖注塑模结构采用三板式。浇口形式为点浇口转侧浇口形式。从图 3 可看出,在完成注塑顶出注塑件时,由伺服电机 5 带动链轮 3 和链条 2,进而带动可转动螺纹型芯 13,可转动螺纹型芯 13 脱出螺纹时,推板 23 在推板弹簧 6 的推动作用下同时上移,安装在推板上滑动的滑块 14 也跟随上移,此时

滑块 14 不做侧向抽芯动作,并与推板 23 共同起到阻止注塑件旋转的作用。为保证推板 23 在弹簧力的作用下动作顺畅,推板 23 的导向采用了滚珠导套导向方式。在上下模开模时为防止推板 23 在塑料拉钩 17 作用下与动模板 24 分离,将塑料拉钩 17 经由安装在定模板 22 上的塑料拉钩支撑棒 18 延长后,使其穿过推板 23 与动模板 24 配合,这样塑料拉钩 17 直接与动模板 24 存在摩擦连接,避免了开模动作拉动推板 23 造成注塑件损坏。

光电传感器 29 与定位盘 1 配合使用,定位盘 1 与伺服电机 5 的轴连接,定位盘 1 上开有一个槽,当伺服电机 5 带动定位盘 1 转动到某一位置时,光电传感器 29 的光线会穿过这个槽,从而使光电传感器 29 发出信号,这个信号可被可编程序控制器 (PLC) 采集。光电传感器 29 的作用在于,在 PLC 发出旋转指令后,PLC 的控制不是一个开环的简单指令控制,而是一个有反馈的闭环控制,通过光电传感器 29 的信号,使得 PLC 控制系统获知当前旋转位置的相对角度位置。

1.2 瓶盖注塑模 PLC 控制系统

伺服电机 5 的动作由 PLC 控制系统完成,图 4 为 PLC 控制系统示意图。该 PLC 控制系统与注塑机液压顶出控制电路相连,只参与注塑件螺纹的自动脱出与注塑机的顶出动作。自动脱螺纹系统指令的触发,是由 PLC 检测注塑机的顶出信号完成的。为了设置螺纹型芯的螺纹起始点初始位置并可以对这个初始位置进行调整,应在注塑机手动状态下进行 PLC 控制系统参数的设置。

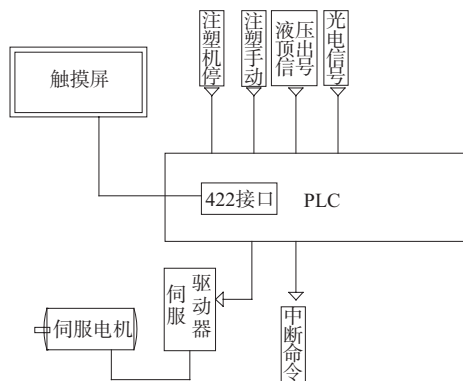


图 4 PLC 控制系统示意图

PLC 控制需要的输入参数和输入输出信号如下: (1) 触摸屏输入参数,包括螺纹圈数和定位盘槽口距离转动开始时的角度; (2) PLC 输入信号,包括注塑机手动信号、液压顶出信号、光电信号和注塑机

停机信号;(3) PLC 输出信号,包括高速脉冲信号和中断命令信号。

图 5 为瓶盖注塑模 PLC 控制程序图^[1-2]。图 5 中的 3 列程序从左至右分别对应于 PLC 基本程序、注塑机手动时的 PLC 程序和注塑机自动时的 PLC 程序。图 5 中 α 是注塑工程师用来控制注塑效果的一个参数,其设定意义在于注塑工程师可以根据螺纹起始点的装配要求设定螺纹型芯的“初始位置”。注塑工程师设定好 α 后,系统将根据 α 的设定,通过

电机旋转带动定位盘旋转一圈,因而定位盘槽口经过光电传感器所在位置时,光电传感器发出光电信号给 PLC,使得 PLC 记下当前定位盘槽口角度位置 δ (δ 是 PLC 内部控制计算所使用的一个参数),经手工赋值此 δ 给 δ_0 (δ_0 代表了定位盘 1 上的槽的位置与螺纹型芯转动开始时其螺纹起始点所处位置的角度差值),这样就设定好了螺纹型芯的“初始位置”。程序中计算 $\delta_0 - \delta$ 的部分及电机旋转 $360^\circ - (\delta_0 - \delta)$ 角度是用于消除 PLC 系统漂移误差的重要程序。

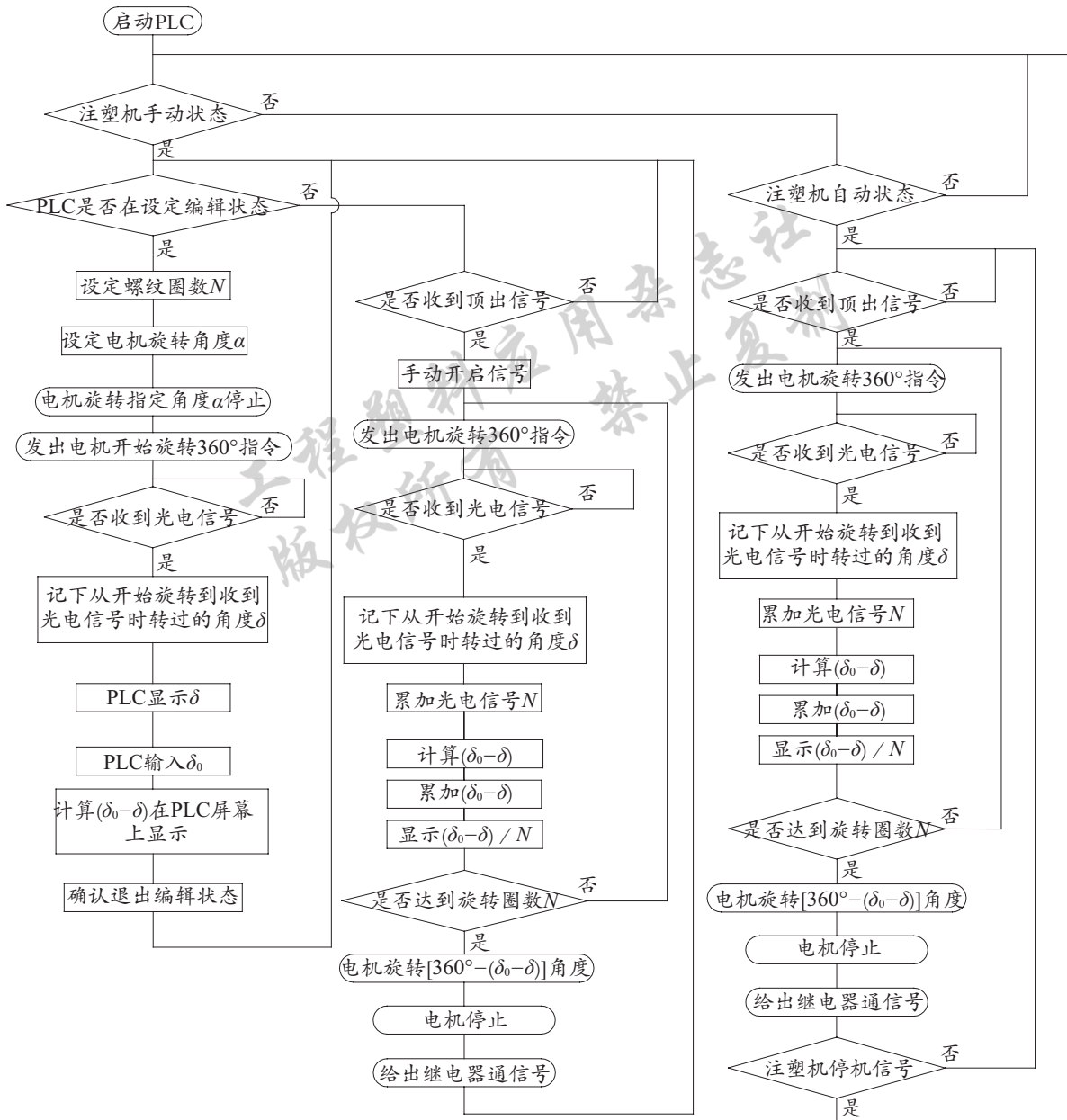


图 5 自动脱螺纹瓶盖注塑模 PLC 控制程序图

启动 PLC 后, PLC 处于等待状态,检测注塑机状态;当检测到注塑机处于手动状态时, PLC 可进入编辑状态,这时设定螺纹旋转圈数 N ,可以设定为

注塑件实际螺纹圈数加 1; 然后开始手动调整螺纹起始点,设定一个电机旋转的螺纹起始点初角度 α , 设定 PLC 给伺服电机每发一个脉冲信号,伺服电机

则转动相应的一个小角度例如 1° (精度可更高), 那么在给定一个旋转角度 α 时, 电机即自动转过相应输入角度; 然后 PLC 发出脉冲以控制伺服电机继续转动 360° , 在这一圈之中定位盘槽口必然碰到光电信号传来的位置, 这个角度即脉冲数 $\times 1^\circ$, PLC 记录这个脉冲数, 通过这个过程, 电机在转动到设定的某一个角度 α 位置后, 又转动了一圈, 回到了刚才设定的位置, 同时通过这一圈转动, 也记下了收到光电信号的位置与所设定初始位置之间的角度差, 即 δ 值。通过 PLC 的手动输入, 将 δ_0 值设为上述记录的 δ 值, 为了保证 δ_0 值设置得较为准确, 也可重复以上过程 3 次或若干次, 取其各次记录的 δ 值然后进行平均, 再将这个经过平均的 δ 值赋值给 δ_0 。在设定好 δ_0 值后, 在后续的手动和自动状态时, $(\delta_0 - \delta)$ 值应当等于 0。电机旋转的初始位置设定好后, PLC 检测是否处于编辑状态, 如果不是, 则会继续等待是否有顶出信号。

后续注塑时, 在注塑机的手动或自动状态下, 经过 PLC 发出的指令, 电机旋转整数圈数, 这个旋转的过程的角度准确性并不完全依赖 PLC 自身的脉冲数控制, 而是每次的旋转都进行光电信号的检测。通过检测比较 δ 和 δ_0 , 即可知道漂移的累计情况。如果因各种原因例如零点漂移等, 造成 δ 的偏差, 则 $(\delta_0 - \delta)$ 计算的结果不为 0, 系统会计算 $(\delta_0 - \delta)$ 的平均值, 在完成一次顶出之后, 电机旋转 $360^\circ - (\delta_0 - \delta)$ 角度, 这样就可以较为准确地使下一次电机的转动起始点在 α 所设定的“初始位置”处。这一过程是消除因零点漂移等因素造成的 α 角偏移的过程, 实际上是通过收到光电信号的位置来进行标定以作为闭环信号校正 α 角。

注塑机自动状态时, 与手动注塑类似, 只是在完成一次注塑后, 需进行判断, 看是否注塑机发出了停止指令, 如果停止了这时 PLC 相应进入上一层等待状态。

1.3 瓶盖注塑模动作原理

模具合模后, 注塑开始。完成注塑后, 模具首先在定模板 22 与流道板 20 之间分开 (因为定模板 22 上的塑料拉钩 17 与动模板 24 存在摩擦连接, 故定模板 22 与动模板 24 先不分开); 在开模行程达到预定长度后, 在限位拉杆 19 的作用下, 流道板 20 与定模安装板 10 之间分开小的距离, 使得主、分流道凝料从流道板 20 上分离; 开模行程继续扩大, 这时动模板 24 和定模板 22 之间的摩擦连接被分开;

分开一定距离后模具开模行程停止。根据注塑机设定的顶出时间, 顶出信号发出, PLC 根据顶出信号发出电机旋转信号, 电机旋转带动螺纹型芯 13 旋出注塑件的同时, 因注塑件同时在轴向有位移, 推板 23 在弹簧的作用下带着滑块 14 也在相同方向作相等的位移, 滑块和推板同时对注塑件起到止转和扶持的作用, 在螺纹型芯退出之后, 滑块 14 在另一组液压顶出的设定中通过油缸完成抽芯。

在螺纹型芯脱出注塑件螺纹之后, 螺纹型芯的停止位置受到 PLC 的控制, 回到规定的位置。在下次注塑时, 即可保证前一次与后一次的注塑件, 其螺纹起始点的位置相对于其外形是一致的。如果螺纹型芯停止的位置不满足后续的装配要求, 则需要注塑机手动状态下, 对这个位置作进一步的调整。

1.4 瓶盖注塑模 α 角的试模调整

PLC 闭环控制下的螺纹起始点初角度 α 的设定可以在试模时得到调整。完成一次试模注塑后, 检查注塑件螺纹起始点的位置以确定螺纹起始点的位置与注塑件外形对应关系是否理想, 如果不理想则测量两个注塑件装配后的偏差角度, 可以将这个偏差角度直接在 PLC 面板界面输入, 通过对这个偏差角度的调整, 就可以注塑出带有合适螺纹起始点的注塑件。注塑机在试模过程中, 通过改变 α 的值, 即可以得到首个螺纹起始点合格的注塑件, 然后在自动状态下, 即可以连续获得与首个注塑件螺纹起始点一致的各批次的注塑件。PLC 控制的螺纹型芯各转角的关系如图 6 所示。

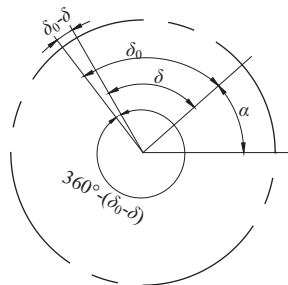


图 6 PLC 控制的螺纹型芯转角关系

2 瓶体注塑模设计

2.1 瓶体注塑模结构特征

为实现如图 2 的注塑件装配效果, 需要在完成一次注塑后使瓶体的螺纹型芯旋转一个规定角度 (如 15°) 并停止, 完成第 7 次注塑后, 螺纹型芯不再按前 6 次的旋转方法旋转 15° , 而是按照程序的循环设置旋转回到最初一个零件的位置, 这样就可形成如图 2 所示的 1 套 7 件的多样性装配外观效果。

瓶体注塑模结构如图7所示。

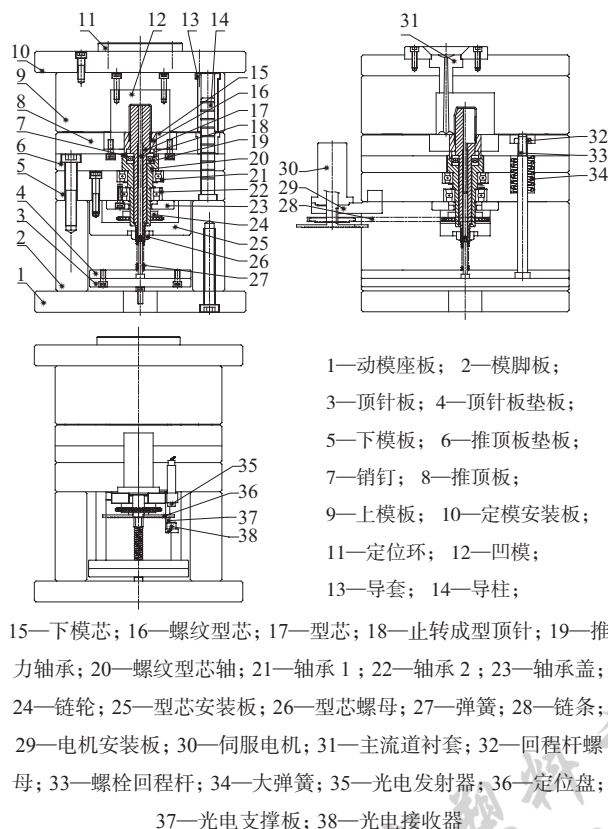


图7 瓶体注塑模结构图

瓶体的注塑模基本结构为二板式。动模部分采用了3块模板,分别为下模板5、推顶板垫板6和推顶板8;伺服电机30带动链轮24,进而带动链条28,由链条28带动螺纹型芯轴20;下模板5中安装有轴承21和22,螺纹型芯轴20安装在轴承21和22上;螺纹型芯16与螺纹型芯轴20之间有配合关系,并通过销钉7在径向固定;螺纹型芯轴20中内嵌有圆柱形型芯17,型芯17与螺纹型芯轴20之间安装有推力轴承19,因此型芯17可相对于螺纹型芯轴20转动,型芯17安装在型芯安装板25上,型芯安装板25通过螺钉与下模板5连接;型芯17中内嵌止转成型顶针18,止转成型顶针18由两部分组成,分别为止转成型顶针的上部成型顶出部分和底部的连接螺钉,止转成型顶针18与顶针板3和顶针板垫板4通过凸台连接;止转成型顶针18下部套装一个弹簧27,顶针板3和顶针板垫板4可带动止转成型顶针18上下运动,顶针板3和顶针板垫板4与螺栓回程杆33通过回程杆螺母32与推顶板8固定连接;伺服电机30输出轴的末端安装有定位盘36,随电机一起转动,定位盘36上开有一条细槽,可以使光线在某一位置透过。

瓶体注塑模与前述瓶盖注塑模主要的区别特征在于顶出部分:①这套模具的顶出部分,既有由伺服电机带动的脱出螺纹部分,又有一般注塑模的顶针板系统,本套模具的顶出部分可以理解为是一套二次顶出系统,即在螺纹脱出之后,注塑机的顶出系统才进行二次顶出,注塑机顶出杆所完成的二次顶出是辅助顶出,目的在于使得注塑件(经脱出螺纹之后)从止转成型顶针18上取下;②防止注塑件转动的任务不是由推顶板8单独完成的,而是根据注塑件的内型特点,设置了止转成型顶针18,止转成型顶针18不旋转,套在止转成型顶针18之外的螺纹型芯16和螺纹型芯轴20起到脱出螺纹的作用;③推顶板8初始的动作由弹簧推动,而后才又由注塑机的顶杆推动;④由于止转成型顶针18外面套着型芯17,型芯17外面套着螺纹型芯轴20,并且为使螺纹型芯轴20有可旋转的安装基座,相应轴承及型芯的安装结构都有拓扑学意义上的特点,型芯17的安装固定基座是下模板5,由型芯安装板25固定,止转成型顶针18与顶针板3、顶针板垫板4还有推顶板8的动作和连接本质是一体的。

PLC的中断信号输出接入到注塑机的顶出机构液压阀控制电路中^[3],参见图8。当PLC接收到注塑机液压顶出信号时,此时注塑机本应当开始顶出动作,但PLC将发出一个中断信号“不通”来中断顶出机构液压阀动作,直到PLC控制的螺纹旋转圈数及角度完成后,PLC控制的继电器给出“通”中断信号,注塑机顶出机构电路重新被接通,此时瓶体注塑件的螺纹已经卸完,但是瓶体仍然留在型芯上,注塑机顶出机构便会推动止转成型顶针完成脱螺纹之后的二次顶出,瓶体注塑件从型芯脱下。

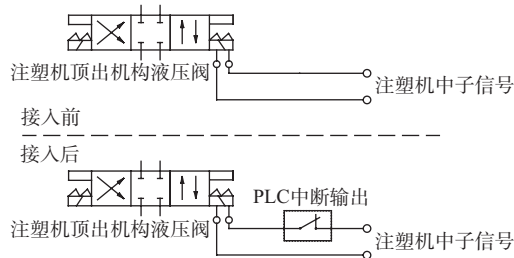


图8 注塑机液压顶出信号与PLC中断信号的接入前后比较

2.2 瓶体注塑模动作原理

瓶体注塑完成后,定模部分的上模板9和定模安装板10与动模部分的推顶板8、推顶板垫板6、下模板5、模脚板2和动模座板1分离;顶出开始时,按注塑机液压顶出的设定时间,注塑机发出顶出指令,PLC接收到注塑机顶出指令,发出中断指令到

接入在注塑机液压顶出继电器电路中的继电器上,这个中断指令是“断开”指令,因此使得注塑机顶出并不动作(参见图8);同时PLC发出指令,伺服电机30开始转动,螺纹型芯轴20和螺纹型芯16旋出;与此同时,在大弹簧34的作用下,推顶板8上移,带动螺栓回程杆33,由此带动顶针板3和顶针板垫板4并带动止转成型顶针18上移;这样,随着螺纹的被脱出,止转顶针18随注塑件上移,其上的凸起与注塑件内表面凹陷处配合,始终注塑件不转动。之后由PLC发出第2个信号(PLC设定一个旋转圈数,达到这个值时发出指令),其中断指令恢复,注塑机液压顶出继电器线路接通,注塑机的液压顶出信号恢复,驱动注塑机的顶出机构,顶出机构顶出顶针板3和顶针板垫板4,使得它们与止转成型顶针18和推顶板8再上升一个高度,最终将注塑件完全顶出型芯。

在模具闭合时,上模板9压下螺栓回程杆33,使得推顶板8、顶针板3和顶针板垫板4回程。

2.3 瓶体注塑模PLC控制流程特点

与瓶盖注塑模的PLC顶出控制程序相比(参见图5),瓶体注塑模的PLC控制程序主要有两方面的修改:

(1) 螺纹型芯经旋转 M 次后,需要重新回到开始的位置,因此程序中设置了一个以 M 为循环上限的循环过程,对于瓶体,参照图2,其 M 取为6,每次旋转 15° ,累加共旋转 90° 。

(2) 修改了在完成一次注塑后的螺纹型芯停止位置之角度值,这个角度值由瓶盖注塑模PLC控制中的 $360^\circ - (\delta_0 - \delta)$,修改为 $360^\circ - (\delta_0 - \delta) + \Delta\alpha$,由于这一修正,使得螺纹型芯在完成注塑后进行的位置回归和修正过程中,不再回到初始的 α 处,而是相对于 α 前进了一个角度 $\Delta\alpha$ 。由于前进了一个 $\Delta\alpha$,因

此 δ 值的记录也发生了改变,也就是定位盘的槽口距离螺纹型芯开始转动的位置也相应减少 $\Delta\alpha$,由此计算零点偏移误差的公式由计算 $(\delta_0 - \delta)$ 改为 $\delta_0 - \delta + \Delta\alpha$ 。

3 结语

对于带螺纹且外形非轴对称的瓶盖和瓶体,分别进行了模具设计。在瓶盖注塑模设计中,螺纹型芯经PLC控制实现了每次注塑完成后其起始点位置均保持一致的目的;在瓶体注塑模设计中,螺纹型芯经PLC控制实现了每次注塑完成后其起始点转动一个规定的角度的目的。由此,这两套模具生产出的瓶盖与瓶体,在装配后即可实现图2所规定的特殊装配外观效果。由此,在含螺纹且外形非轴对称的注塑件的模具设计中,为实现螺纹起始点的位置控制,以及实现该类注塑件特殊的外观装配效果,提供了一种新的方法。

参考文献

- [1] 畅国伟,乡碧云,陈嘉健,等. 注塑模伺服同步自动脱螺纹系统改进[J]. 工程塑料应用,2010,38(1):69-71.
Chang Guowei, Xiang Biyun, Chen Jiajian, et al. Improvement of servo-synchronous automatic screw releasing mechanism of injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2010, 38(1):69-71.
- [2] 畅国伟,乡碧云. 注塑模伺服同步自动脱螺纹技术的改进[J]. 工程塑料应用,2011,39(8):69-71.
Chang Guowei, Xiang Biyun. Servo-synchronous automatic screw releasing mechanism improving study in injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2011, 39(8):69-71.
- [3] 畅国伟. 注塑模中使用计数器实现可转动螺纹型芯的角度定位[J]. 工程塑料应用,2013,41(3):70-73.
Chang Guowei. Using a counter for realizing angle positioning of rotatable threaded core in injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(3):70-73.

生物基聚酰胺产业仍然面临诸多挑战

随着生物技术的不断进步以及生物聚合物材料在常规和高性能产品领域的日益拓展,持续发展的生物技术与生物基聚合物将会不断进入更多新的应用领域,依赖石油资源的传统制造业将面临生物技术的挑战。

和其它生物基聚合物一样,生物基聚酰胺(PA)的生产技术也面临着诸多不确定性,比如生物质原料管理、生物聚合物的性能和生产成本等,此外生物基单体及其聚合生产装置的经济性和规模亦是重要的制约因素。

目前,生物基聚合物占世界塑料市场的份额不足1%,但生物技术吸引了全球诸如杜邦、巴斯夫、Evonik和DSM等

国际著名企业的浓厚兴趣,它们争相投入了巨大的人力和财力,并取得了长足的进步。目前在数十种已商业化使用的PA材料中,取之于可再生资源的生物基PA系列产品,包括PA6, PA66, PA69, PA11, PA610, PA1010及其制品的研究与开发均已相继展开。从美国Rennovia公司基于全球葡萄糖类原料的供给现状以及通过化学催化技术制备生物基己二胺及己二酸技术的商业化现实判断,2022年全球生物基PA66纤维产量将突破100万t大关。

对于我国而言,近年来在生物基PA品种、技术及产品的应用研究中取得的惊人进步,无疑将促进该产业的持续发展。(慧聪塑料网)