

# 注塑模伺服同步自动脱螺纹技术的改进

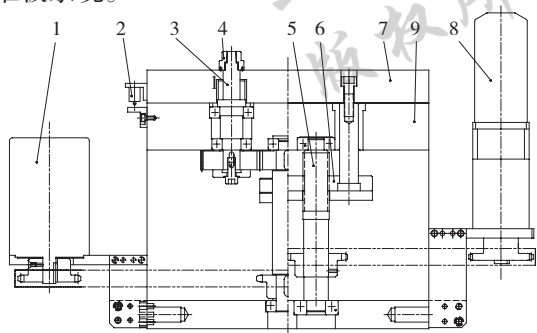
畅国伟 乡碧云

(顺德职业技术学院,佛山 528300)

**摘要** 以在注塑模中含有螺纹塑料零件自动脱螺纹为目标,设计和改进了伺服同步自动脱螺纹机构,该机构使用伺服电机的转动带动推板推出注塑件,在机构中增加了一个棘轮系统,伺服电机反转圈数超过正转,通过棘轮打滑使得推板回程位置准确,使用步进电机带动螺纹型芯脱出螺纹。经过修改和优化的两个系统之间同步的 PLC 控制可以更好的适合实际注塑情况,使自动脱螺纹系统与推板推出零件动作之间的同步更为稳定。

**关键词** 注塑模 自动脱螺纹 伺服控制 PLC 可编程控制器控制 同步 棘轮

图 1 为文献报道的伺服同步自动脱螺纹推出机构<sup>[1-2]</sup>。该机构通过步进电机 1 带动自动脱螺纹型芯 3 旋出螺纹,通过伺服电机 8 经过丝杠 5 和丝杠螺母 6 带动零件推出定位推板 7 做推出运动。在自动脱螺纹系统的螺纹型芯旋转推出螺纹的时候,推板需要根据推出螺纹的距离做相等距离的推出动作,这个动作既有辅助推出零件的作用,又有使推板与零件贴合并使零件止转的作用。这两个作用之间的同步,是通过 PLC 控制实现的。图 1 左侧为步进电机带动的自动脱螺纹系统,右侧为相应的伺服同步推板系统。

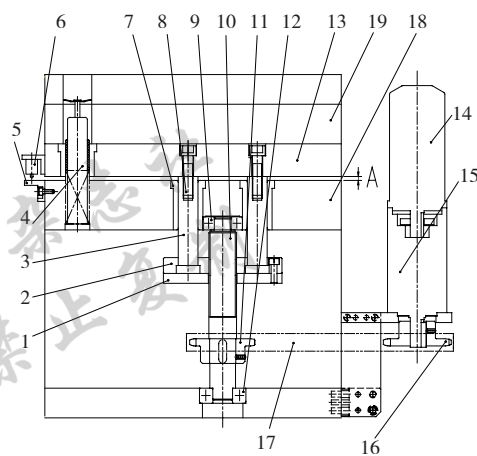


1—步进电机; 2—行程开关; 3—螺纹可转动型芯; 4—零件;  
5—丝杠 6—丝杠螺母; 7—推板; 8—伺服电机; 9—B 板(动模板)

图 1 伺服同步自动脱螺纹系统

## 1 系统存在的问题

图 2 为推板同步推出机构,其机械作用原理如下:伺服电机 14 带动行星齿轮减速机 15,经过链轮 16 和链条 17 带动丝杠 10 旋转,丝杠螺母 2 通过连接杆 3 与推板 13 链接,推板 13 的导向不用普通导柱而是采用了滚珠导柱 4。丝杠 10 旋转时,丝杠螺母 2 因为 2 个连接杆 3 与动模板的配合作用的限制而不能旋转,只能由螺纹的作用做上下的运动,2 个连接杆 3 的导向由动模板上的导套 7 实现。



1—螺母垫板; 2—丝杠螺母; 3—连接杆; 4—滚珠导柱;  
5—行程开关定位板; 6—行程开关; 7—连接杆导套;  
8—连接杆螺钉; 9—轴承; 10—丝杠; 11—链轮; 12—轴承;  
13—推板; 14—伺服电机; 15—行星齿轮减速机; 16—链轮;  
17—链条; 18—B 板; 19—A 板

图 2 推板同步推出机构

该系统中推板复位存在一个问题。当推板 13 复位时,因为伺服电机的零点会发生漂移,伺服电机按原定转数转回时,会造成推板 13 复位不准确。如果是负漂移,则推板 13 接触 B 板 18 之后伺服电机仍继续转动一个漂移量的转数,而推板 13 此时已经不可能移动,这会给该传动系统施加很大的内力,极易造成机械系统的损坏。如果是正漂移,推板 13 与 B 板 18 之间将存有间隙 A;推板必须复位后紧贴 B 板,如果推板 13 与 B 板之间有间隙 A,在锁模力的作用下,这个间隙必然会在很大的锁模力压制下通过推板运动系统的变形来消减,直至推板与 B 板贴合,通过推板与 B 板的贴合面直接传递力,达到力平衡为止;在这种情况下,推板运动系统也就是伺服同步系统的机械变形主要由丝杠系统承担,很

可能造成丝杠-螺母机械系统损坏。

不论是伺服电机正的零点漂移或者是负的零点漂移,伺服电机零点漂移误差逐次累计,所造成的伺服同步系统的机械变形会难以预测并可能造成伺服同步系统机械部分的损坏或疲劳损坏。

## 2 使用行程开关确定伺服电机零点的方法及缺点

参考文献[2]中推板13的零点复位位置由一个行程开关完成,行程开关6装在推板13上,触点装在B板上,经过手动控制伺服电机使得推板与B板贴合后,这时松开螺纹移动行程开关,待行程开关的控制灯刚亮起时,就确定了行程开关触点接触的位置,拧紧行程开关触点安装板的锁紧螺钉。这样确定的推板零点位置方法实质上是先确定推板的零点位置,再由行程开关的位置告知控制系统零点在什么地方。使用上述方法的系统在试运行过程中是成功的。但经过手动确定的行程开关接触位置实际上并不精确,确定推板13零点位置的方法仍存在缺陷,具体主要表现在:

(1)初步定位依靠手动,行程开关触碰位置的确定存在误差,在推板和B板接触后,行程开关触点接触后,行程开关触点接触的“松紧”不好保证,必然存在误差,由此造成推板13与B板之间的微小间隙或者理论过盈。

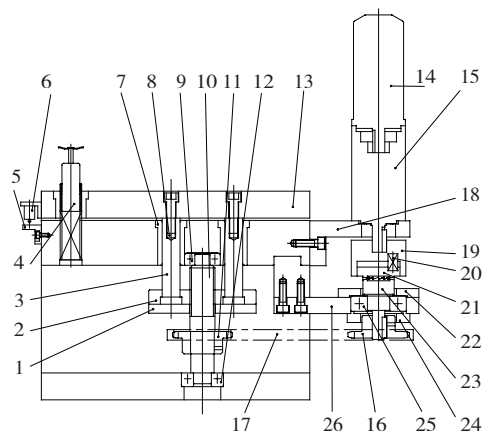
(2)行程开关触点拧紧螺钉在长时间运行过程中有可能松动,从而指示出错误的推板位置。

(3)行程开关的稳定性有待确定。行程开关的工作必须连续有保证,虽然在实验系统中可以多次重复,但用这种方法确定的推板零点位置的长期稳定性未得到验证。

## 3 采用棘轮系统解决问题

以上问题在实现稳定的自动脱螺纹系统中必须得到解决。为解决以上问题,笔者提出如下改进方法。

如图3所示,在伺服电机及减速机之后,系统加入一个棘轮系统。加入棘轮系统后的伺服同步系统的工作原理如下:减速机15固定在伺服电机安装板18上,减速机轴带动棘轮套19旋转,棘轮套19通过可滑动键槽带动棘轮21旋转,同时棘轮21可以在棘轮套19内做轴向滑动,在棘轮21底部和棘轮套19之间有三个弹簧20,棘轮21与棘轮杆23通过棘齿配合,棘轮杆23通过轴承25安装在棘轮系统安装板26上,轴承25通过轴承上盖22和轴承下盖24轴向固定,棘轮杆23带动链轮16。



1—螺母垫板; 2—丝杠螺母; 3—连接杆; 4—滚珠导柱;  
5—行程开关定位板; 6—行程开关; 7—连接杆导套;  
8—连接杆螺钉; 9—轴承; 10—丝杠; 11—链轮; 12—轴承;  
13—推板; 14—伺服电机; 15—行星齿轮减速机; 16—链轮;  
17—链条; 18—伺服电机安装板; 19—棘轮套; 20—弹簧;  
21—棘轮; 22—轴承上盖; 23—棘轮杆; 24—轴承下盖;  
25—轴承; 26—棘轮系统安装板

图3 采用棘轮系统的伺服同步推板系统

伺服电机14正转时,带动减速机15,经过减速,减速机轴带动棘轮套19转动,棘轮套19带动棘轮21转动,棘轮21带动棘轮杆23转动,棘轮杆23带动链轮16,链轮16带动丝杠螺母系统,推动推板13。伺服电机开始正转的时间,由注塑机给定,并可通过注塑机中子时间设定,这个时间与步进电机带动的脱螺纹系统开始转动的同步。(为弥补伺服系统启动的滞后,可设定伺服电机比步进电机早启动一个微小时间量。)伺服电机转动的同步计算如式1:[2]

$$N_s = R \times [N_b \times P / P_s] \quad (1)$$

其中, $N_s$ 为伺服电机转速, $N_b$ 为步进电机转速, $R$ 为减速机速比, $P$ 为被推出零件螺距, $P_s$ 为丝杠螺距。

伺服电机总正转动圈数 $N_1=N_s$ 可在设置面板内设定,这个数量由零件推出距离估算后填入控制面板相应位置。

完成脱螺纹同步任务后,伺服电机反转,推板回程。这时的伺服同步系统运动与正转时不同之处在于,设置伺服电机反转圈数 $N_2$ 大于正转圈数 $N_1$ ,即 $N_2-N_1=\delta N$ ,设置 $\delta N$ 的目的是本次改进的关键。由于 $N_2>N_1$ ,伺服电机反转时推板接触B板后,伺服电机仍然要继续转动 $\delta N$ 转,其中 $\delta N$ 量大于伺服电机的零点漂移量例如3%所对应的转数,这时棘轮21推动其底部的三个弹簧,在棘轮21与棘轮杆23之间打滑,直至伺服电机转动到指定圈数 $N_2$ 后停

转。经过改进,每次退出螺纹后,既可保证推板回程与 B 板紧密贴合,又能保证伺服推出系统因为空转没有增加内应力。

伺服系统在完成一次脱螺纹任务后,以当前位置为 0 点,作为下一次伺服电机转动的起点。因为当前位置也是推板与 B 板贴合很好的位置,因此这种设置安全良好。

#### 4 行程开关的作用

在笔者改进后的系统中,行程开关 5 不再作为伺服系统的零点漂移后的定位位置信号发生装置,在本系统中已经可以不再使用行程开关。但在本研究中,笔者保留行程开关作为一个保险装置,在行程开关触点不接触的情况下,注塑机不进行闭合行程。这样考虑的原因在于,一般注塑模在模具闭合的过程中,在推板没有回程的情况下,定模板 A 板会把推板压回,实现推板的回程,但是这种情况在这种自动脱螺纹模具中是不允许发生的。虽然按照当前的理论设计,推板回程后与 B 板会很好贴合,但是机械系统中的不可预见因素如果导致推板 13 未能安全回程时,则注塑机应当停止。因此,保留行程开关作为保险开关是合适的。这时的行程开关触点手动定位不准确的问题也不存在了,因为只要设定好推板回程后行程开关是接触的就可以了,作为一个保护开关,其定位的范围也无需很准确,手动紧固螺钉所能够达到的准确度即可达到要求。

#### 5 控制程序的改变

改进后的程序框图如图 4 所示。

#### 6 结语

改进后的系统在实际操作中的可靠性提高。但棘轮的弹簧仍需在实验中验证,以保证棘轮反转时不会给伺服电机过大的反力,在实际应用中,棘轮弹簧和棘轮斜面的角度还可进一步优化。改进后的系

统已可应用于实际注塑过程。笔者下一步将根据产学研合作单位的项目做实际应用研究。

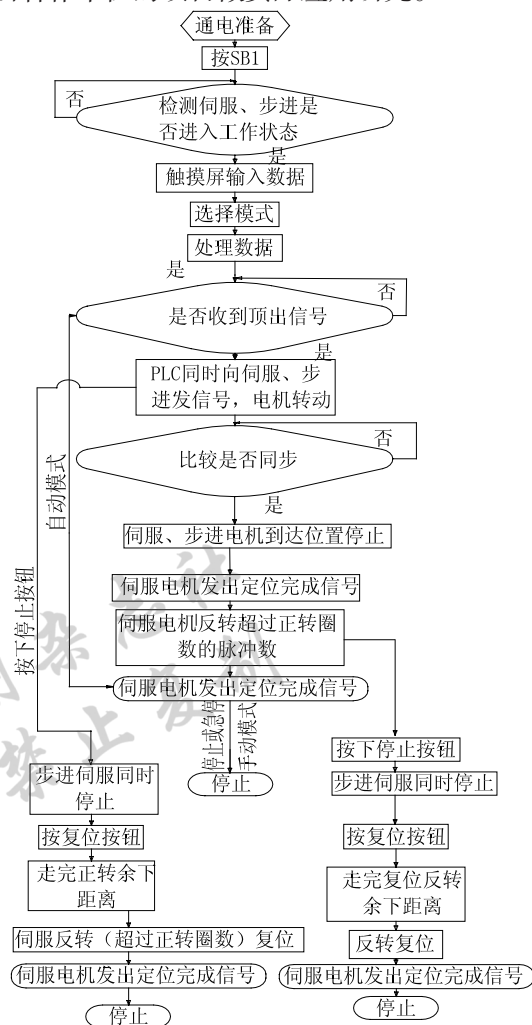


图 4 改进后的程序框图

#### 参考文献

- [1] 畅国韩,许中明,胡作健.注射模伺服同步自动脱螺纹机构设计[J].模具工业,2008(11):45-48
- [2] 畅国韩,乡碧云等.注射模伺服同步自动脱螺纹系统的改进[J].工程塑料应用,2010(1):69-71

## SERVO-SYNCHRONOUS AUTOMATIC SCREW RELEASING MECHANISM IMPROVING STUDY IN INJECTION MOLD

Chang Guowei, Xiang Biyun

(Shunde Polytechnic, Foshan 528300, China)

**ABSTRACT** Taking a plastic part with screw thread with the automatic screw releasing in the injection mold as the example, the further design and improvement of the servo sync automatic screw releasing mechanism was given. A servo motor was used to drive the pushing plate for taking out of the injection molded parts. There was a ratchet system added in to the former mechanism. The servo motor turned more circles in backward running than in forward running, and through the slipping of the ratchet the pushing plate might return to the original location more accurately. A stepper motor was used to drive the screw thread core. Synchronization between the two systems by the PLC control programs were modified and optimized in order to suit the actual injection condition better. The synchronization between the screw-releasing system and the servo driven pushing plate system became more stable.

**KEYWORDS** injection mold, automatic screw-core releasing, servo control, PLC control, synchronization, ratchet