

# 自动化技术在注塑机械工程中的应用分析

胡国彰

(三川智慧科技股份有限公司 江西 鹰潭 335200)

**摘要:** 文章探究了自动化技术在注塑机械工程应用价值,在此基础上,指出注塑机械工程中自动化技术的应用主要表现注塑参数、温度与压力等的控制中,能确保控制的精准度,提升注塑机械工作的可靠性、稳定性,提升注塑产品的精密度与质量。未来自动化技术在注塑机械工程中的应用要针对产品加工实际需求,采取更加多元与智能的方案,确保注塑产品能满足业主需求。

**关键词:** 自动化技术; 注塑机械工程; 参数控制; 温度控制; 压力控制

## 0 引言

在自动化技术的快速发展背景下,注塑机械工程开始向智能化、数字化与信息化的方向发展。为得到准确的注塑参数,确保产品质量,要求重视每一台机械设备的自动化水平,确保有效提升注塑的精准度与效率,降低注塑成本,促进我国机械工程行业的可持续发展。

## 1 自动化技术在注塑机械工程应用价值

在注塑机械工程中,自动化技术的应用主要表现为以下几个方面。第一,提升注塑效率。相比于传统机械工程的注塑方式,在自动化技术的应用下,有效减少人工操作,通过自动化机械操作,工作效率得到极大提升。第二,提升精密度。注塑机械工程中自动化技术的应用,能确保注塑期间的精准操作,每一个环节与细节都能通过智能化软件的控制,将误差控制在最小范围内,保证注塑产品符合实际需求。第三,降低成本。相比于传统注塑机械工程的注塑方式,通过自动化技术的应用,能有效降低人工成本投入,减少资源的浪费情况,有效控制生产成本,满足注塑机械工程的发展需求。

## 2 自动化技术在注塑机械工程应用

### 2.1 参数控制中的应用

注塑机出现之后在工业技术的进步下不断发展,随着工业4.0时代的到来,出现众多自动化控制系统,能满足不同的生产需求。注塑机的控制系统虽然种类较多,但其在工作过程中基本原理为:注塑机的各个机构可以在注塑机控制系统的驱动下运动,注塑机控制系统=驱动系统+电子控制器驱动系统。自动化技术在注塑机械工程应用,参数控制十分重要。

注塑过程的工艺参数控制是主要应用场景,在实际应用中参数控制主要针对的对象为注射速度、PVT保压

过程控制等。指螺杆向前推进的速度为注射速度,注射压力、熔体流率等会受到螺杆向前推进速度的影响,并最终对制品质量产生影响。在对注射速度进行控制时,对螺杆的开环或闭环控制、对螺杆进行多级注射速度切换或控制。控制好螺杆的各项参数,确保自动化技术的应用效果。

### 2.1.1 塑化能力

让注塑螺杆后退到计量行程的设定值,注塑量则为螺杆头部储料区的熔体体积,对螺杆的塑化能力进行表征。在对塑化能力进行衡量时,所使用的指标为计量段出口处熔体的质量流率。

$$G_f = \frac{G}{t_p} \quad (1)$$

式中:  $G_f$  - 质量流率;

$G$  - 塑化时间;

$t_p$  - 时间内螺杆塑化的熔体质量。

熔体在塑化过程中是不可压缩的流体,计量段出口处的熔体的体积流量  $Q$  与熔体密度  $\rho$  的积为  $G_f$ 。

$$G_f = Q\rho \quad (2)$$

### 2.1.2 塑化能耗

塑化成型过程是能耗占比较高的阶段,衡量的标准是螺杆每单位塑化质量所消耗的机械功率,也就是螺杆的塑化单产能耗,在计算时可以使用公式(3)。

$$N_s = \frac{N \times 10^{-3}}{3600 G_f} \quad (3)$$

式中:  $N_s$  - 单位产量的塑化能耗;

$N$  - 螺杆的塑化功率。

### 2.1.3 螺杆转速

在机筒内塑化运输过程中聚合物料的热机械历程与剪切会受到螺杆转速的影响,进而影响塑化质量。熔体温度的均匀性也会受到螺杆转速的影响,在低速时热量会在剪切作用下减少。塑化能力无论是结晶型聚合物,

还是非结晶型聚合物都会受到转速的影响, 螺杆在塑化期间, 所承受的扭矩与螺杆转速呈正比。其他承受的最大线速度 [V] 会对聚合物适用的螺杆转速  $n_s$  产生影响, 具体计算如公式 (4)。

$$n_s = \frac{60[V]}{\pi D} \quad (4)$$

式中:  $D$  - 螺杆直径;

[V] - 螺杆最大线速度。

#### 2.1.4 其他参数

在对螺杆直径进行计算时, 所使用的公式 (5) 所示。

$$D = \sqrt{\frac{4V_i}{\pi S_i}} = 3 \sqrt{\frac{4V_i}{\pi K}} \quad (5)$$

式中:  $K$  - 注射行程与螺杆直径比;

$V_i$  - 螺杆推进容积;

$S_i$  - 注射行程。

在对螺杆长径比 ( $L/D$ ) 进行确定时, 对于普通注塑螺杆,  $L/D$  取值为 16 ~ 22。

## 2.2 温度控制中的应用

熔体温度是注塑期间很重要的参数, 料筒的温度、料筒内螺杆与塑料之间的剪切热也会受到熔体温度的影响。所以必须做好温度控制, 采取自动化技术, 提升温度的控制效果。将自动化技术与人工智能技术相结合, 利用 PLC 温度控制系统控制温度。系统组成见图 1。热电偶是温度的量的传感器, 处理所测得的温度参数后, 将其作为模糊控制的输入量, 对输出的控制量使用模糊算法进行控制。在注塑过程中, 温度一般为 300℃ 以内, 要求传感器符合实际需求, 且成本较低, 所以可以选择分度号为 E 镍铬 - 铜镍小型热点偶。

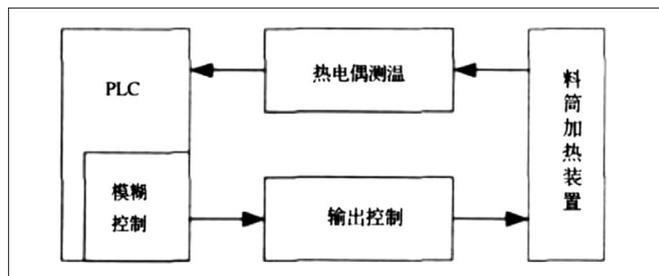


图 1 PLC 温度控制系统

### 2.2.1 模糊控制原理

模糊控制原理是指采用由模糊数学语言描述的控制律来操纵系统工作的控制方式。被控量的精确值可以在 PLC 的应用下通过采样获取, 误差信号可以通过比量与给定值进行确定, 为让误差信号变为模糊量, 可以通过精确量模糊化实现, 误差  $E$  的模糊语言集合的一个子集可以得到。模糊控制量可以在子集模糊控制规则下, 决策可以通过推力合成规则实现。为精确控制被控对象, 需转化模糊量, 让其成为精确的数字量, 然后在 D/A 转化之后, 执行结构接收到数字量, 可以控制被控对象。

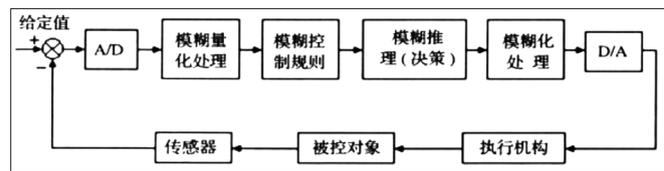


图 2 模糊控制原理

### 2.2.2 模糊控制的实现

第一, 变换输入变量精确值转换为对应论域上的模糊集; 第二, 对人的思维进行模仿, 模糊推力可以通过专家经验进行模糊控制; 第三, 模糊控制量再经过模糊逻辑推理后, 要通过模糊表转化模糊量, 让其变为更好控制的精确量。

## 2.3 压力控制中的应用

注塑过程中的运动会出纳生压力, 为确保注塑质量, 确保成品质量合格, 需要对压力进行合理控制。油压式注塑机上设置压力调控及计量系统, 油路执行所有运动。所有运动在全电压机上由配有永久磁铁的无刷同步电动机执行。滚珠轴承螺杆在机床业中一直采用, 旋转运动可以变为线性运动。塑化过程会直接影响整个流程的效率, 螺杆是影响最为关键的部件。

### 2.3.1 螺杆

物料必须在螺杆作用下熔化和均化。反压调整可以实现熔化和均化, 能有效避免温度过高。流速在混炼元件中不能过高, 避免对聚合物产生降解问题。最大流速对于每一种聚合物而言各不相同, 分子在超出极限之后就会出现拉伸, 发生聚合物主链断裂的情况。螺杆的向前轴向运动可以通过注射和保压过程的控制实现。

产品质量在冷却过程中, 会受到内在应力、公差和翘曲等方面的影响, 而模具质量则会直接影响上面几个要素。确保精确高效的闭模和顶出等模具运动, 部件的准确靠近可以通过速度分布曲线实现。普通塑料制品的注射压力、精密要求的塑料制品注射压力分别为 40 ~ 200MPa、230 ~ 400MPa。

### 2.3.2 注射速度

采用开环控制、半闭环控制等不同的方案控制注射速度。共用比例阀是开环控制系统的控制部件, 比例规定的张力施加于流体, 在注射机筒中流体能产生适当的压力, 注射螺杆便可向前运动。闭环比例阀是半闭环控制系统的控制部件, 闭合口处环路能闭合, 油料的流量比例的控制可以通过闭合口在阀门内的移动实现, 螺杆的运动速度能得到控制。

### 2.3.3 张力的大小检测

张力的大小检测可以通过闭环控制系统的速度传感器实现, 比例阀流出油料的速度调节、补偿螺杆的速度偏差等可以得到有效控制。注射和保压阶段确保压力在闭环压力控制下实现均匀一致, 反压在各个循环中保持均匀。

### 2.3.4 压力大小监测

比例阀的工作状态可以通过压力值大小的监测进行调节,偏差补偿就可以通过压力值的设定完成。压力监控方法有熔体压力监控、探测喷嘴监控等,为确保流程管理的有效性,需要在压力探测的数据基础上增加温度探测。模塑件的实际质量和尺寸的有效预测,可以通过物料可以承受的实际压力、压力和温度设定的条件等实现。为在模腔内引入更多的物料,要对保压压力值进行改变,部件的收缩程度可以有效降低。半晶体聚合物在接近融化状态下,比容变化较大,所以部件的顶出并不会受到过充模的阻碍。

模腔内的熔体压力进行计算时,可以使用伺服电机一定量泵数学模型:

$$q_v = V\eta_v \frac{K_G}{\tau s + 1} p_e \quad (6)$$

式中:  $q_v$  — 定量泵出口体积流量;

$V$  — 排量;

$K_G$  — 机械效率;

$\tau$  — 伺服电机增益系数;

$s$  — 时间常数

$p_e$  — 传递函数的附数变量。

液压缸的进油流量连续方程:

$$q_1 = A_1 \frac{dx}{dt} + \frac{V_{10} + A_1 x}{\beta_e} \frac{dp_1}{dt} \quad (7)$$

式中:  $q_1$  — 油缸进油流量;

$x$  — 活塞位移;

$V_{10}$  — 油缸进油初始体积;

$A_1$  — 进油腔活塞面积;

$\beta_e$  — 油液体积弹性模量。

## 3 自动化技术在注塑机械工程中的展望

### 3.1 考虑产品实际要求

产品制作始终需贯穿注塑机的使用与管理,为确保产品质量需强化产品的制作加工质量管理。自动化控制更加要对注塑机的配料进行考虑,对产品要求的实际情况进行考虑,构建自动化质量管理体系,对产品和管理的改进,确保能满足质量管理需求。热电温度的传感器具有较高的精确度,热电偶在  $-50 \sim 1600^\circ\text{C}$  的环境中都能发挥其作用。

### 3.2 自动控制的多元化

控制器是注塑机的核心,电子元件与液压系统的协调配合下,能实现全自动智能化控制,控制器的设计在自动化控制中会直接影响产品质量,所以要求程序设计必须符合要求,且能保证便捷的操作。系统依然需要人工进行操作,智能化控制水平再高也需要人工控制过程,所以要在自动化控制中与人工控制相结合,确保自动化

控制的多元化与有效性。同时,自动化控制也要更加节能环保,提升能源利用率,降低能耗,满足我国“绿色发展”需求。

### 3.3 精加工要求更加严格与全面

注塑机精加工中,要求自动化控制系统能与智能化技术、信息化技术等先进技术相结合,确保自动化控制各个环节的精密度与质量,使注塑能满足实际需求。零件的表面质量在模具进行精加工期间,必须确保其精度符合要求。为对产品是否合格进行监测,需增加均准视觉模具保护器,实现  $7 \text{天} \times 24 \text{小时} \times 365 \text{天}$  的监控。

## 4 结语

自动化技术在注塑机械工程应用是时代发展的必然结果,尤其是在我国制造业转型升级的关键时期,更要利用好自动化技术,提升注塑机械工程的自动化、智能化水平,满足行业发展需求。注塑机械工程中自动化技术的应用,要能做好参数、温度与压力等的控制,确保注塑全过程的可靠性与有效性。同时,也要利用好现代科学技术,不断提升注塑机械工程的智能化水平,有效降低注塑制造成本,提升注塑制造效率。

### 参考文献:

- [1] 林磊. 探究自动化技术在机械设计与制造中的应用——评《机械设计》[J]. 电镀与精饰, 2020, 42(01): 49.
- [2] 王利婷. 绝缘电阻的直接测量法及其在电气自动化工程中的应用——评《电力变压器智能故障诊断与绝缘测试技术》[J]. 绝缘材料, 2020, 53(11): 120.
- [3] 潘益玲. 基于单片机的小型注塑机机械手控制装置研究[J]. 合成树脂及塑料, 2019, 36(03): 69-71.
- [4] 李会英, 李彦华. 自动化技术在机械制造中的应用研究——评《机械制造自动化技术及应用》[J]. 有色金属工程, 2021, 11(04): 146.
- [5] 谈剑. 自动化技术在现代汽车机械加工控制系统中的应用——评《机械设计实用机构运动仿真图解》[J]. 机械设计, 2020, 37(01): 8.
- [6] 张婷婷. PTC ASIA 2019 高新技术展区现场技术报告之四磁性形状记忆材料在流体和自动化技术中的应用——据德国·艾通集团专家 Lutz Mantsch 报告整理[J]. 液压气动与密封, 2020, 40(02): 108-110.
- [7] 黄磊. 智能时代机械自动化安全技术应用发展趋势探析——评《机械安全技术及应用》[J]. 安全与环境学报, 2021, 21(01): 453-454.

**作者简介:** 胡国彰(1984.03-), 男, 汉族, 江西鹰潭人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 机械制造工程。