

注塑机锁模力测量新技术

陈金伟

(广东轻工职业技术学院轻化工程系, 广州 510300) (瑞士 Sensormate AG 广州公司, 广州 510640)

Bruno Schlaepfer

摘要 针对传统锁模力测量方法耗时费力的问题,提出了一种新的锁模力测量技术。该技术采用磁附式应变片,具有安装容易、可重复使用、响应迅速、对环境要求宽松等诸多优点。

关键词 注塑机 锁模力 测量

锁模力是否经过优化以及负载是否均匀分布在四根拉杆上是评价注塑机性能的重要指标^[1]。只有载荷均匀分布的注塑机,才能确保制品品质,并能对模具和注塑机本身起到保护作用,延长模具和注塑机的寿命。另外平行度在注塑过程中扮演着尤为重要的角色。如果模板或模具不平行,则每根拉杆所承受载荷不同,有可能造成拉杆断裂,从而导致机器损坏、生产中断。如果在注塑机上安装测量装置,则可避免这种现象发生。传统的测量方式是用粘贴式应变片^[2-3]来测量拉杆应变并由此计算拉杆锁模力。这种方法存在很多不足,如粘贴困难,应变片只能使用一次;需要2~4 h的准备工作;无法用于模具优化时的测量。从长远角度来看,该方法成本非常昂贵,而且对测量环境要求很高。而新的锁模力测量技术则解决了以上的问题,不仅安装容易,且响应迅速,对环境适应能力强。

1 新型锁模力测量装置

新的锁模力测量技术也是利用应变片测量拉杆应变来得到锁模力,但不采取图1的方法在拉杆上粘贴应变片^[3],而是巧妙的将应变片装在一块钢壳表面,用钢箔保护起来,利用钢壳内的磁铁吸附拉杆,从而将应变片压在拉杆表面,其结构原理见图2。这种新的测量装置称之为磁附式锁模力测量装置(传感器)。应变片被放置在两个磁铁之间的不锈钢箔下,强劲的磁力通过螺栓、螺母及橡胶垫使应变片紧紧贴在拉杆表面上,从而在应变片、钢箔及拉杆表面之间产生强大的相互作用摩擦力。当拉杆表面受力发生形变时,由于摩擦力的相互作用,在磁力作用下紧紧贴在拉杆表面的应变片和拉杆发生同样的形变。在整个作用过程中,摩擦力和向下作用的磁力取代了通常用于粘贴应变片的胶水的粘附力作用。这意味着在不使用胶水粘贴的情况下可以非常准确地测量圆柱型拉杆及平面的伸长率,而且应变片可以重复使用,彻底解决了应变片使用一次便不

能再次使用的问题,也彻底解决了应变片安装耗时耗力的问题。可以说磁附式锁模力传感器是应变片测量技术的一次划时代的变革。而且在使用过程中,也和粘贴型应变片一样,不受拉杆直径的限制,几乎适用于所有拉杆直径。现场安装图见图3。

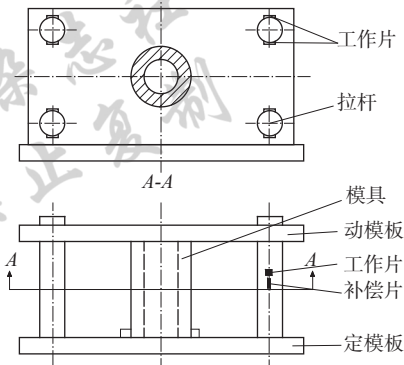


图1 传统贴片式锁模力测量装置

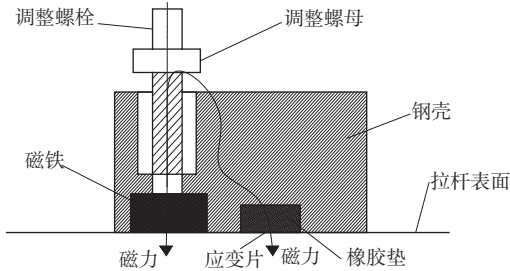


图2 新的磁附式锁模力传感器结构原理示意图

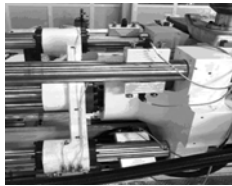


图3 磁附式锁模力传感器现场安装图(Sensormate AG 公司提供)

但这种测量新技术因为安装应变片时采用的是体积及质量较大的钢壳,且用磁力来压紧,所以不太适合在具有较大且连续冲击载荷的在线生产制品场合上测量锁模力,仅适合于注塑机锁模力调试和试

模时使用。

针对具有连续冲击载荷的在线生产监测锁模力的情况,可采用另外一种新的锁模力测量技术,即应变片装置在体积及质量较小的铝壳上,采用钢带装夹取代磁铁吸附,用螺钉的预紧力代替磁铁的吸附力。这种测量方案中采用体积及质量较小的铝壳作为应变片的安装基座,安装更为牢固,可在连续生产中使用,能够经受连续的冲击,从而能够在连续生产中实时监测锁模力的变化。但这种测量方法需要定制不同周长的钢带。现场安装如图 4 所示。

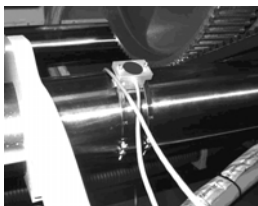


图 4 钢带式锁模力传感器现场安装图 (Sensormate AG 公司提供)

对于注塑机研发及生产单位来说,新的测量锁模力最佳方案是:在试机和试模阶段,利用磁吸附式应变传感器测量锁模力;在生产阶段,利用钢带式应变传感器连续测量锁模力,并对其进行监控。以上两种测量新技术均提交了专利申请。

2 拉杆应变及锁模力的测量原理

测量拉杆应变的方法很多,都是通过锁模时拉杆所受到载荷而发生的变形量进行表征^[3-4]。通过测量拉杆应变能够反映以下两个问题:

(1) 拉杆的变形量或应变因模具而异。同一台注塑机,同一根拉杆,如果模具不同,则拉杆的应变也不同。因此需通过检测拉杆应变,避免发生熔体从模具中溢出现象。

(2) 每根拉杆受力大小反映注塑机实际工作状态。如果锁模力太大,会使机器与模具承受高载荷。

应变片直接测量拉杆的变形量,单位是 microstrain,用 ε 表示。以 microstrain 为单位的应变值是非常精确的测量值。应变片产生的输出信号单位是 mV/V,再利用信号放大器转换成变形量 $\varepsilon = 1 \text{ microstrain} = 1 \times 10^{-6} \text{ m/m}$ 。

根据测量的拉杆应变值,利用式(1)能够精确计算锁模力^[3]:

$$F = A \cdot E \cdot \varepsilon \quad (1)$$

式中: F ——锁模力, N;

A ——拉杆横截面积, mm^2 ;

E ——杨氏模量, N/mm^2 , 钢铁的杨氏模量值是 $210\,000 \text{ N/mm}^2$ 。

式(1)成立需要满足以下两个条件:

(1) 需要测量应变均匀分布区域的应变。为避免测量存在应变非均匀分布区域的应变,传感器应该安装在离模板或活动部件大约是拉杆直径(D) 1 倍以外的区域,安装位置如图 5 所示,因为在这个区域应变分布较为均匀。图 6 对比了直径均一和不均一的两个拉杆靠近模板位置的应变分布形态。

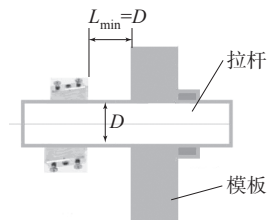
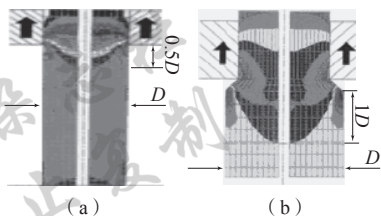


图 5 传感器的安装位置



a—直径均一拉杆,大于 $0.5D$ 区域内应变均匀分布;
b—直径非均一拉杆,大于 $1D$ 区域内应变均匀分布

图 6 传感器安装位置的受力分析

(2) 一根拉杆上需要安装两个传感器,并且两个传感器安装位置相反,如图 7 所示。安装两个传感器的目的是补偿拉杆本身的弯曲变形。两个传感器测量值的平均值就是拉杆实际应变值。如果只安装一个传感器,测量结果肯定不正确,因为拉杆始终存在弯曲变形,一个传感器无法补偿拉杆弯曲变形。如果仅为了检验每根拉杆受力是否均匀,此时只需在每根拉杆相同位置上安装一个传感器。

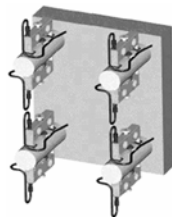


图 7 双传感器安装示意图

3 应变及锁模力的显示

以上测量新技术与以前粘贴式方法不同,不需要从应变片处引线接到转换箱^[2],而是将相同数字点接在一起,如图 8 所示。传统方法中,当所用应变片较多时,电缆众多接线繁琐,容易出错且只能获得相对值。新的锁模力测量技术则是直接在传感器上加装一个电缆接口,即将以前的接线集成为一个 6

针接口,如图9所示。然后通过6针的Y型电缆与监测器相连,如图10所示。两者之间的连接形成一个如图11所示的半桥电路,从而将应变片变形引起的电阻变化,以电压信号变化的形式表现出来,并通过监测器内的信号放大器将微小的电压变化放大,通过LED面板显示出来。监测器上可通过按钮输入相应的直径值,根据事先预置的杨氏模量,可以直接获得锁模力绝对值。

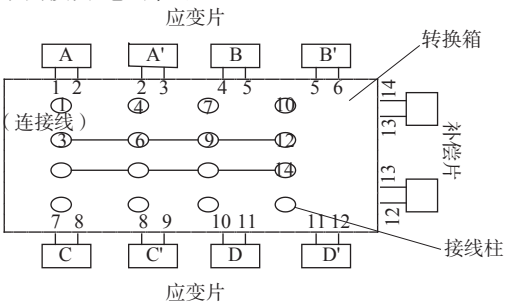


图8 传统连接方法

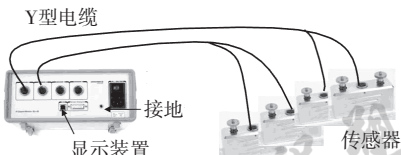


图9 电缆接口示意图

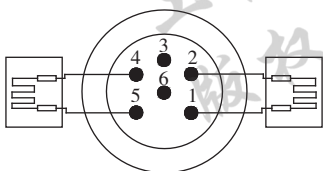


图10 新连接方法

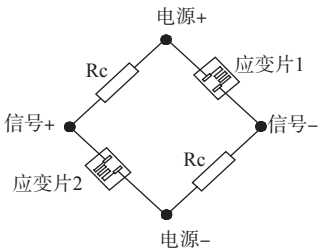


图11 半桥电路

新测量方法将应变转换为模拟量的原理与旧方法一样,即应变引起电阻成比例变化,引起桥电路电压成比例变化,但新的显示方式的优点在于一是改变了以往的接线方法,具有更好的可操作性,且信号通过外表高绝缘性的“Y”型双分支聚氨酯(PUR)电缆及6针接口实现更好的保真;二是可以直接在监视器上显示绝对值。这两大改进都是对传统测量方法很好的改良。显示装置实物图见图12。



图12 拉杆应变及锁模力显示装置

4 结论

新型锁模力测量技术具有下列优点:

- (1) 彻底摒弃传统粘贴式应变片粘贴困难、耗时且只能使用一次的弊端,采用磁附式安装方式,安装极其方便且应变片可重复使用。
- (2) 对测量环境要求宽松。
- (3) 采用集成接口技术,避免传统方式繁琐的接线,具有更好的可操作性,通过外表高绝缘性的“Y”型双分支PUR电缆传输信号实现更好的信号保真。
- (4) 可直接读出锁模力绝对值,而传统方式只能获得相对值。

参考文献

[1] 李德群.现代塑料注射成型的原理、方法与应用[M].上海交通大学出版社,2005.

[2] 彭乃球.注塑机锁模力测试技术[J].机电工程技术,2002,31(7):115-116.

[3] 康存峰.全电子注塑机的合模控制及锁模力的研究[J].工程塑料应用,2009,37(1):71-74.

[4] 黄长艺.机械制造中的测试技术[M].北京:机械工业出版社,1986.

NEW MEASUREMENT TECHNIQUES OF INJECTION MOLDING MACHINE CLAMPING FORCE

Chen Jinwei

(Department of Light Chemical Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

Bruno Schlaepfer

(Guangzhou Branch, Sensomate AG, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT A new clamping force measurement technology was proposed in order to solve the time-consuming and laborious problem of traditional clamping force measurement method. Magnetic-affixing strain gauges were used in the new measurement technology and the new technology had many merits, such as installing easily, using repeatedly, responding quickly and having loosed environmental requirement.

KEYWORDS injection molding, clamping force, measurement