

# DIC 评估塑料的拉伸行为

## AGX-038

**摘要：** 本文介绍采用岛津 AGX-V2 10 kN 电子万能试验机，配合 TRViewX 视频引伸计和 DIC 插件，对塑料拉伸试样进行测试失效分析的实例。参考《GB/T 1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》标准要求，测定塑料的弹性模量、屈服强度、拉伸强度和断裂伸长率。试验结果表明，岛津 AGX-V2 10 kN 电子万能试验机能够满足塑料拉伸试验要求，并对试样失效过程进行可视化分析。

**关键词：** 塑料 DIC 分析 视频引伸计

### 技术特点：

- ❖ TRViewX 视频引伸计可对试样进行无损测定，避免引伸计中途摘下对结果造成影响。
- ❖ TRAPEZIUMX-V 软件能够实时显示试验曲线数据和应变分布。

塑料是一类高分子有机材料，因其优异的耐热、耐化学腐蚀、耐磨、阻燃、电气绝缘等特点，广泛应用于食品、汽车、飞机、电器等领域。塑料在加工过程中，除了制备所需形状外，还应保持本身具有一定的力学强度，避免受力失效。

构成塑料的高分子材料具有粘弹特性，力学性能受到温度、时间、变形速率等因素影响。在实际使用时，塑料受力失效需结合应用环境进行分析。此外，塑料在拉伸过程中，往往会发生应力集中现象，造成材料在短时间内损坏。因此需要采用一种方法来模拟这类失效过程。

DIC (Digital Image Correlation, 数字图像相关) 是将试件变形前后的两幅数字图像，通过相关计算来获取目标区域的变形信息。其具有非接触、全场、高精度测量的特点。作为一种模拟材料受力失效分析技术，它可帮助改善产品工艺，缩短研发周期，降低生产成本。

在本试验中，基于《GB/T 1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》标准要求，对塑料拉伸试样进行应变分布可视化分析，以评估加工后塑料的拉伸性能。使用 TRAPEZIUMX-V 软件内置的 DIC 插件，在试验中实时监控应变分布情况。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

AGX-V2 10 kN 电子万能试验机  
TRAPEZIUMX-V 软件 (单一拉伸测试)

5 kN 气动双推夹具  
Real-Time Strain View 插件

### 1.2 试验条件

试验温度 : 25°C  
载荷传感器 : 10 kN  
试验速度 : 1 mm/min, 0.25% 应变后切换为 5 mm/min

夹 具 : 岛津 5 kN 气动双推夹具  
单斜纹夹块

### 1.3 试验样品设置

试验样品为模塑塑料 1A 型标样，厚度为 4 mm，宽度为 10 mm。试样表面使用乙醇溶液轻轻擦拭，然后在样品中部粘贴格子纸，将表面不粘层揭开，标距设为 50 mm。测试开始前，分别用上下夹具夹住试样两端的夹持位置，使试样受力接近于 0 N。



图 1 塑料试样

试样安装方法如下图：

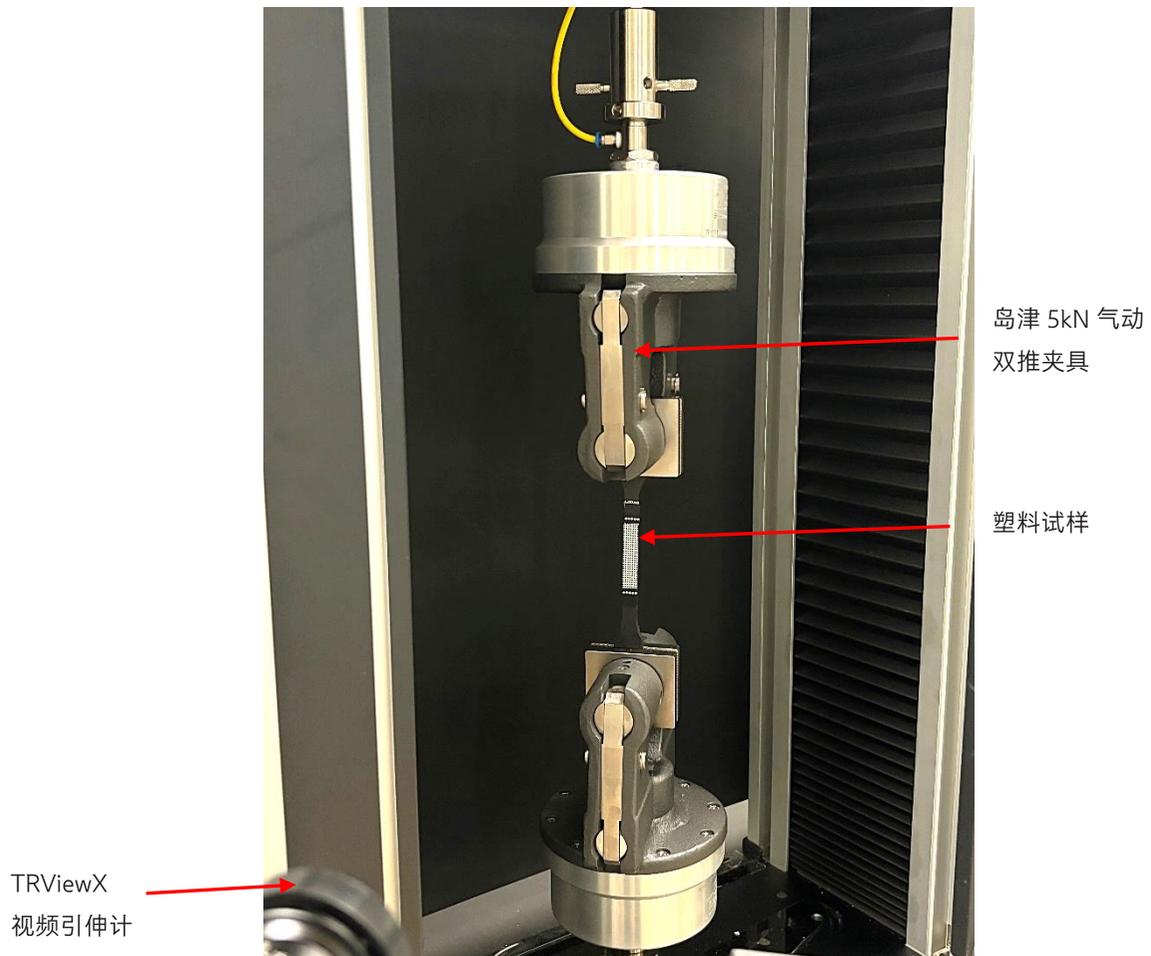


图 2 塑料试样拉伸测试过程

试样尺寸信息如下：

表 1 试样尺寸信息

样品	厚度 (mm)	宽度 (mm)	长度 (mm)
塑料	4	10	170

## ■ 塑料拉伸试验介绍

根据《GB/T 1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分: 总则》标准要求,在试验开始前,开启样品保护功能,预加载载荷设为 1 N。测试开始后,以 1 mm/min 试验速度拉伸,测定弹性模量;当应变达到 0.25% 后,自动切换加载速率为 5 mm/min,拉伸直至试样断裂。测试得到试样的弹性模量、屈服强度、拉伸强度和断裂伸长率。

## ■ 试验结果

根据标准要求,测试结束后获取拉伸曲线,记录相关测试数据,获得拉伸过程 DIC 纵向应变测量数据。

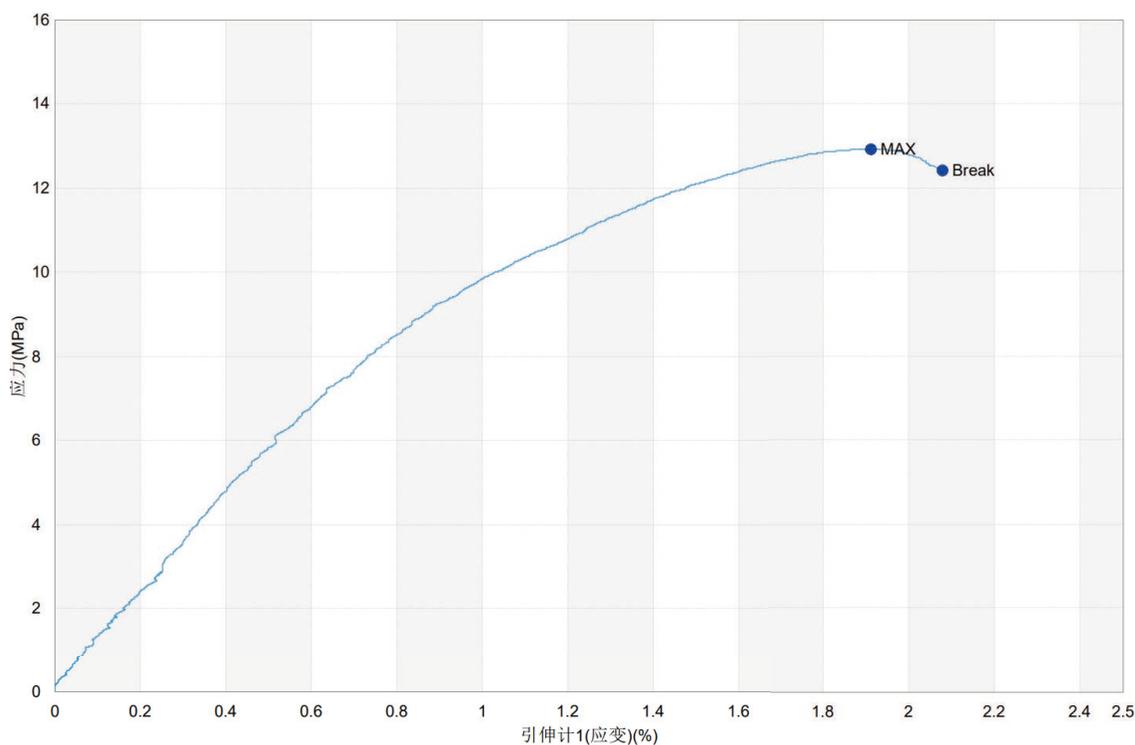


图 3 塑料试样应力 - 应变曲线

表 2 试验结果

名称	最大点_载荷	拉伸强度	断裂伸长率	弹性模量	屈服强度
单位	N	MPa	%	MPa	MPa
塑料	516.408	12.91	2.08	1082.58	10.62

注：载荷值为仪器读取结果，其它数据保留 2 位小数。

图 4 为塑料拉伸试验的 DIC 分析结果 (a~f) 和对应的断裂过程图像 (a'~f')。试样的变形量与颜色深浅相对应, 颜色较深的区域 (如蓝色) 表示应变较低, 颜色较亮的区域 (如红色、橙色) 表示应变较大。从图 4 (a) (b) 可看出, 塑料在初始试验时整个区域呈现出均匀的深蓝色, 表明应变分布较为均匀; 后期, 试样左侧应变颜色逐渐加深, 并继续向右侧扩展, 表明此处应力较为集中, 易发生断裂。

此外, 当红色区域产生裂纹后, 在图像 (d) 中也可以观察到裂纹上方和下方区域的应变减小 (白色圆框), 这种现象在右侧裂纹产生时也有所体现。从图 (a') ~ (d') 中可看出, 在试验过程中的断裂位置无法通过肉眼直接观察, 在即将断裂点可观察到明显的裂纹产生 ((f') 红色圆框), 与 DIC 应变分布结果对应。通过视频引伸计和 Real-Time Strain View 软件, 可将试样应变分布以可视化的形式展现, 帮助我们更好地理解材料从应力集中到断裂过程。

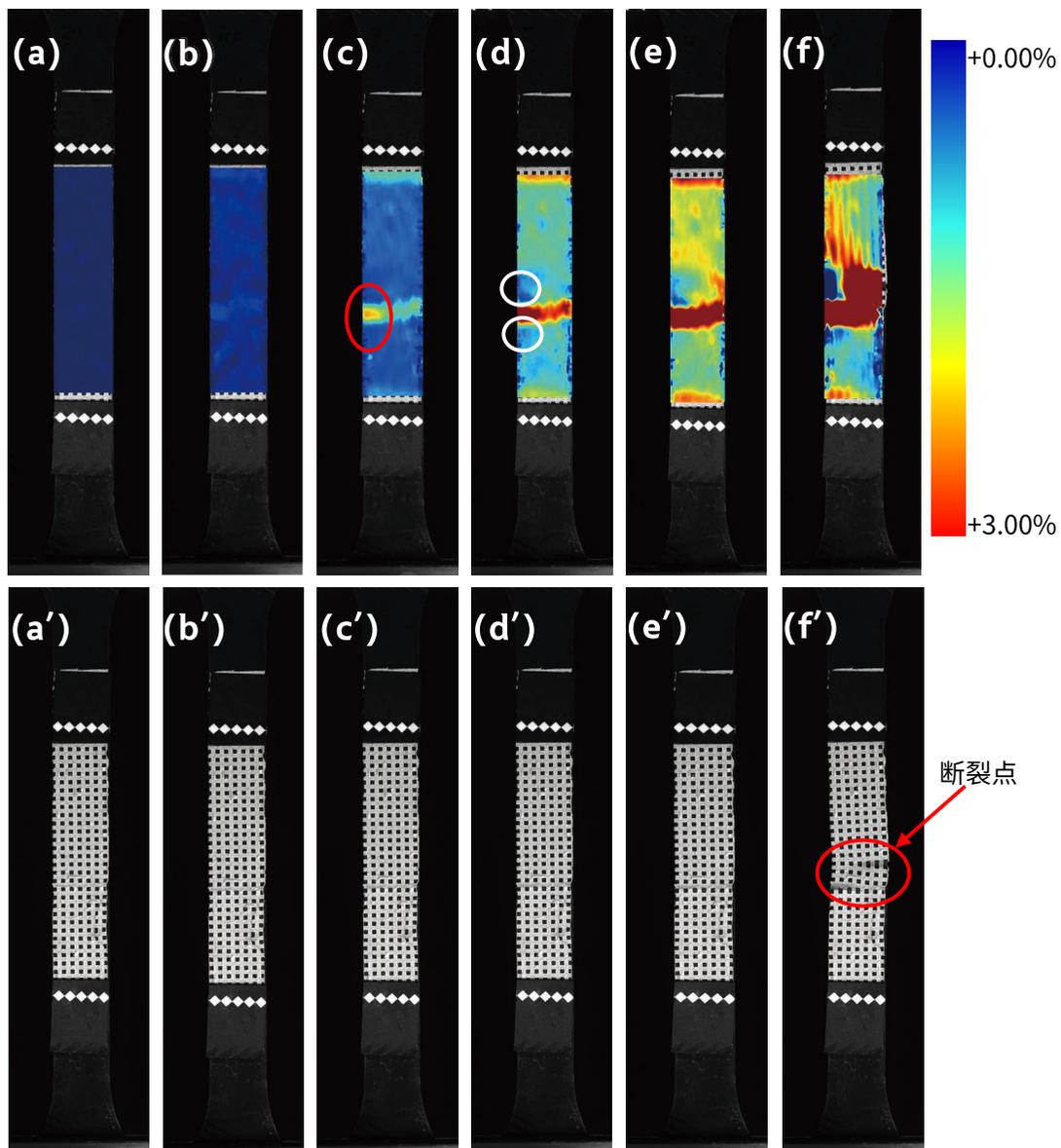


图 4 塑料拉伸 DIC 分析结果 (a~f) 和试样断裂过程 (a'~f') 随时间延长图像

## ■ 结论

在本研究中，使用岛津 AGX-V2 电子万能试验机，配合视频引伸计，对哑铃型塑料进行拉伸试验，并对纵向应变进行了 DIC 分析。通过 DIC 分析，我们确认了塑料从局部应力集中到断裂的应变分布过程对评估材料的安全性和可靠性具有重要意义。

岛津应用云

