

DIC 全应变分析铝箔材料的拉伸行为

AGX-037

摘要：本文介绍了采用岛津 AGX-V2 10kN 电子万能试验机，配合 TRViewX 视频引伸计，对铝箔试样进行拉伸测试的实例。参考《GB/T 16865-2023 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法》和《GB/T 22638.11-2023 铝箔试验方法第 11 部分：力学性能的测试》标准要求，使用气动双推夹具和箔材专用夹齿进行试验，测量材料的抗拉强度、断后伸长率、屈服强度等数据。试验结果表明，岛津 AGX-V2 10kN 电子万能试验机能够满足铝箔拉伸试验要求，并对试样失效过程进行可视化分析。

关键词：铝箔 DIC 分析 视频引伸计

技术特点：

- ❖ 气动双推夹具可以更换箔材专用夹齿，保证夹持过程不打滑，断点位置良好。
- ❖ 能够实时显示试样全场应变、位移、变形等相关信息。

铝箔广泛用于锂电池正极集流体、食品包装和建筑材料等领域。在新能源行业，电池铝箔需要在减薄厚度、增加能量密度的同时，提高力学强度，以适应各种极端环境。这对材料的生产工艺提出了更高的要求。

电池用铝箔表面粘附、针孔、划伤和缺陷会对材料的性能产生不利影响，这些问题可通过拉伸试验模拟来预防和解决。试样在拉伸过程中，局部受力不均，缺陷位置往往会出现应力集中现象，导致材料快速失效。DIC（Digital Image Correlation，数字图像相关）分析是一种通过对比试样变形前后表面

随机图案以确定试样变形程度的技术。这类技术无需与材料表面进行接触，可实时获得试样全场应变、位移、变形等信息，帮助改善产品工艺，缩短研发周期，降低生产成本。

在本研究中，基于《GB/T 16865-2023 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法》和《GB/T 22638.11-2023 铝箔试验方法第 11 部分：力学性能的测试》标准进行应变分布可视化分析，以评估铝箔材料的拉伸性能。使用 TRViewX 视频引伸计和 Real-Time Strain View 软件，对应变分布图像相关性分析。

■ 实验部分

1.1 仪器

AGX-V2 10kN 电子万能试验机

TRAPEZIUMX-V 软件（单一拉伸测试）

1 kN 气动双推夹具

Real-Time Strain View 插件

1.2 试验条件

试验温度：25℃

载荷传感器：1 kN

试验速度：1 mm/min

夹具：岛津 1 kN 气动双推夹具

二次切割夹块

1.3 试验样品设置

将铝箔材料裁剪成长 150 mm、宽 15 mm、厚 0.05 mm 的形状。在试样中部粘贴应变分布纸张后，将表面不粘层揭开。试样标距设为 50 mm。

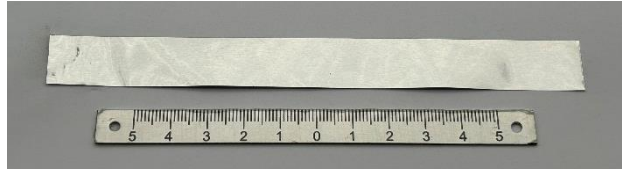


图 1 铝箔试样

试样安装方法如下图：

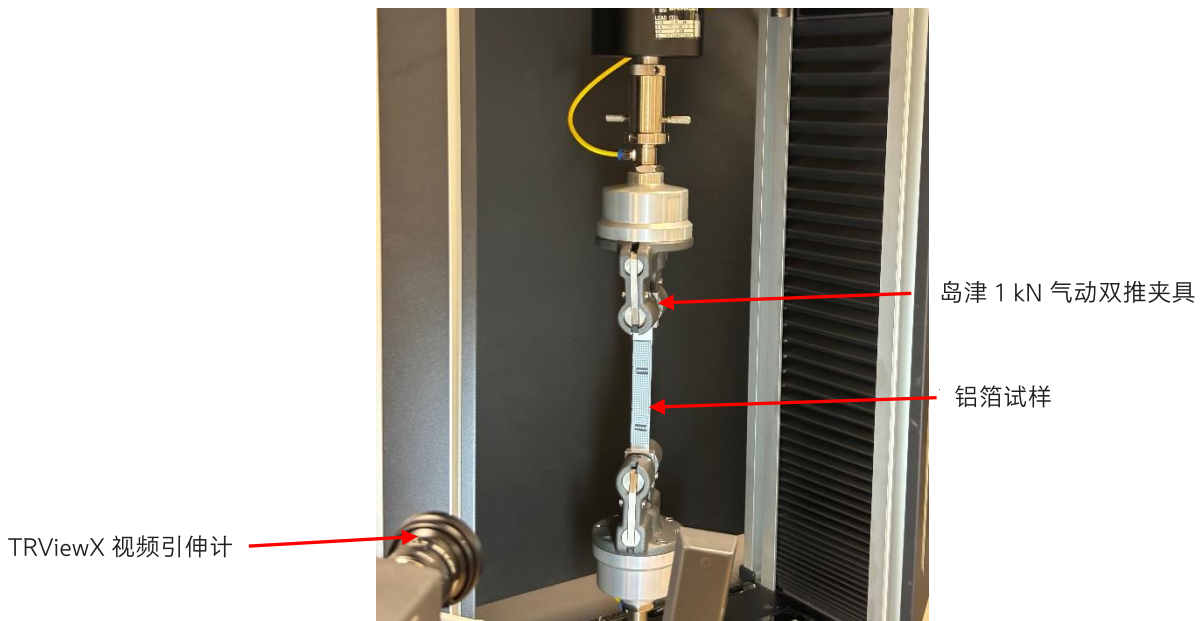


图 2 铝箔试样拉伸测试过程

试样尺寸信息如下：

表 1 试样尺寸信息

样品	长度 (mm)	宽度 (mm)	厚度 (mm)
1_1	150.00	15.00	0.05
1_2	150.00	15.00	0.05
1_3	150.00	15.00	0.05

■ 铝箔拉伸试验介绍

根据《GB/T 22638.11-2023 铝箔试验方法第 11 部分：力学性能的测试》标准要求，将夹具间距设置为 100 mm，标距设为 50 mm。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，直至试样断裂。测试得到试样的抗拉强度、屈服强度和断后伸长率。

■ 试验结果

根据标准要求，测试结束后获取拉伸曲线，记录最大载荷、位移并计算屈服强度和断后延长率。

表 2 铝箔试样拉伸测试结果

名称	抗拉强度	屈服强度	断后伸长率
单位	MPa	MPa	%
1_1	188.36	175.69	1.54
1_2	190.20	178.16	1.59
1_3	190.82	178.07	1.42
平均值	189.79	177.31	1.52
相对标准偏差 (%)	0.67	0.79	5.76

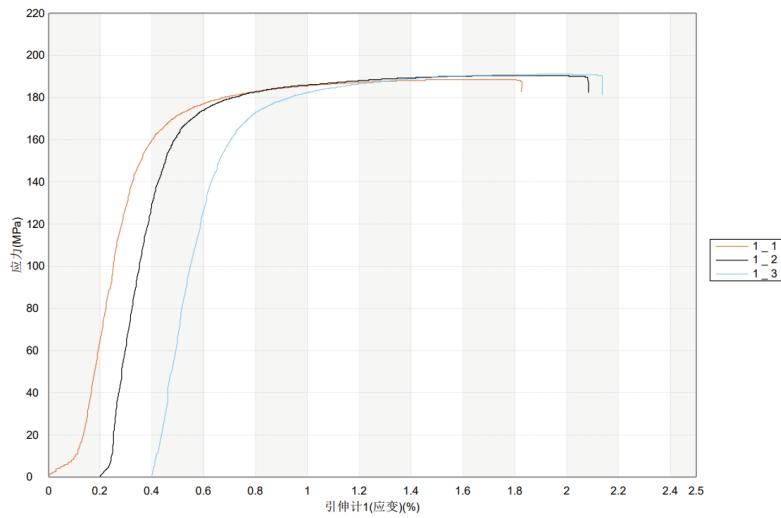


图 3 铝箔试样应力 - 应变曲线

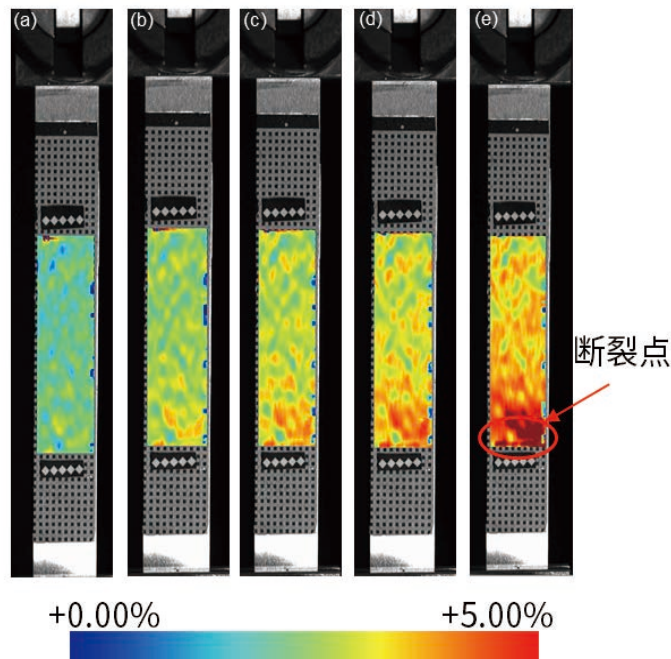


图 4 铝箔试样断裂过程 DIC 图像 (a-e 为随时间延长拍摄的图像)

图 4 显示了铝箔拉伸试验的 DIC 分析结果。在这些图像中，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。在试验初始阶段，试样变形量较小，应变区域颜色为均匀的蓝绿色。随着试验进行，部分应变区域颜色变亮，试样中部边缘出现局部深红色，代表局部应力集中，此区域易发生断裂（红色圆框区域）。可见，在试验后期，试样部分区域应变分布不均。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。

■ 结论

综上所述，岛津 AGX-V2 试验机与 1kN 气动双推夹具可满足《GB/T 16865-2023 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法》和《GB/T 22638.11-2023 铝箔试验方法第 11 部分：力学性能的测试》的试验标准要求，试验数据准确稳定，断点位置良好。同时，借助 TRViewX 视频引伸计和 Real-Time Strain View 软件，能够实现对试样应变的非接触测量和失效实时分析。在实际生产生活中，采用此方法测试，可模拟材料失效形式，改善产品工艺，提升产品质量，降低工业成本。

岛津应用云

