

高伸长材料拉伸测试 (使用自卸力式大变形引伸计)

AGS-070

摘要：本文介绍了利用岛津 AGS-V 电子万能试验机，参考《GB/T 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》标准的要求，对高伸长材料试样进行拉伸测试，获取抗拉强度和断裂点延伸率。试验表明，岛津 AGS-V 电子万能试验机配合自卸力式大变形引伸计能够很好地对应此类应用的需求，在获得非常稳定的测试曲线和数据的同时很好地保护了引伸计自身的安全，在高伸长材料拉伸力学测试的应用中具有重要意义。

关键词：高伸长材料 拉伸测试 自卸力式大变形引伸计

技术特点：

- ❖ 使用 AGS-V 电子万能试验机可以精确控制测试的过程，可靠高效。
- ❖ 岛津自卸力式大变形引伸计可以防止试样回弹损坏夹臂和引伸计传感器。

高伸长材料是指轴向拉伸下断裂伸长率普遍 $\geq 300\%$ ，在外力作用下可发生超大可逆或部分可逆形变、去除载荷后能大幅恢复原始尺寸的柔性高分子材料，行业依据分子结构与成型特性分为三大类：一是硫化热固橡胶，包含天然橡胶、顺丁橡胶、EPDM 等交联橡胶；二是热塑性弹性体（TPE），涵盖 POE、TPU、TPV、PEBA 等无交联可反复熔融加工的弹性体，纯未交联 POE 原料、弹性薄膜；三是高弹纤维与柔性薄膜，如氨纶、光伏 POE 封装胶膜等超薄延展基材；该类材料具备优良弹性回复、耐反复弯折疲劳，其中交联橡胶永久变形更小、回弹性能突出，被广泛用于密封、缓冲、柔性电子、光伏封装与弹性纺织领域。

高伸长材料拉伸测试通常使用大变形引伸计，是因为其断裂伸长率通常超过 300% 乃至 1000%，远超常规引伸计 100 mm 以下的量程极限，唯有大变形

引伸计才能全程追踪从弹性变形到断裂的完整应变历程，避免中途移除引伸计后依赖横梁位移推算应变所带来的数据拼接误差。然而测试难点在于，这类材料在大伸长过程中常因试样变薄变软而滑脱，刀口接触还会造成局部应力集中导致试样提前断裂，同时试样断裂时储存的弹性能量在毫秒级时间内释放，引伸计刀口或夹臂会被高速回弹的试样猛然拉扯。这种冲击可能导致刀口弯曲变形、夹持机构松动，甚至使精密传感器受到过载冲击而失准或损坏。

为避免这些风险，本文介绍了使用岛津 AGS-V 电子万能试验机配合岛津 DSES-1000 自卸力式大变形引伸计配备了断裂检测自动释放机构——试样断裂的瞬间会触发快速脱开机制，有效保护了大变形引伸计夹臂和传感器的安全，对类似材料进行大应变测量具有非常重要的实践意义。

■ 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-V 1000 N 电子万能试验机
岛津自卸力式大变形引伸计

TRAPEZIUMX-V 软件（拉伸测试）
岛津 1 kN/5 kN 气动双推夹具



图1 岛津 AGS-V 电子万能试验机

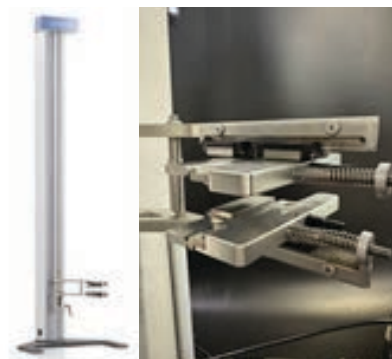


图2 自卸力式大变形引伸计

表1 自卸力式大变形引伸计规格参数

应用	大量程高延伸率测试
测试精度	$\pm 100 \mu\text{m}$ 或 $\pm 0.2\%$ 中较大值
最大量程	1000 mm
分辨率	$10.16 \mu\text{m}$

1.2 试验条件

试验温度：25℃

载荷传感器：1 kN

样品名称：高伸长材料哑铃型拉伸试样

夹具：岛津 1 kN/5 kN 气动双推夹具

■ POE 哑铃型试样拉伸测试

样品为 POE 哑铃型拉伸试样，样品厚度为 2.1 mm，平行段宽度为 6 mm，设定标距为 25 mm。先将试样的上下两端直接夹持在 1 kN 气动双推夹具上，上下夹具的间距为 50 mm，测试全程使用自卸力式大变形引伸计 DSES-1000 跟踪纵向应变的变化。



图3 POE 哑铃型拉伸试样

表 2 POE 试样尺寸信息

样品	试样厚度 mm	试样平行段宽度 mm	试样标距 mm
POE 哑铃型拉伸试样	2.1	6	25

首先设置 0.2 N 的预加载，试验速度设置为 500 mm/min，直到试样断裂测试结束后获取应力 - 引伸计应变曲线，获得抗拉强度，断裂点延伸率数据。

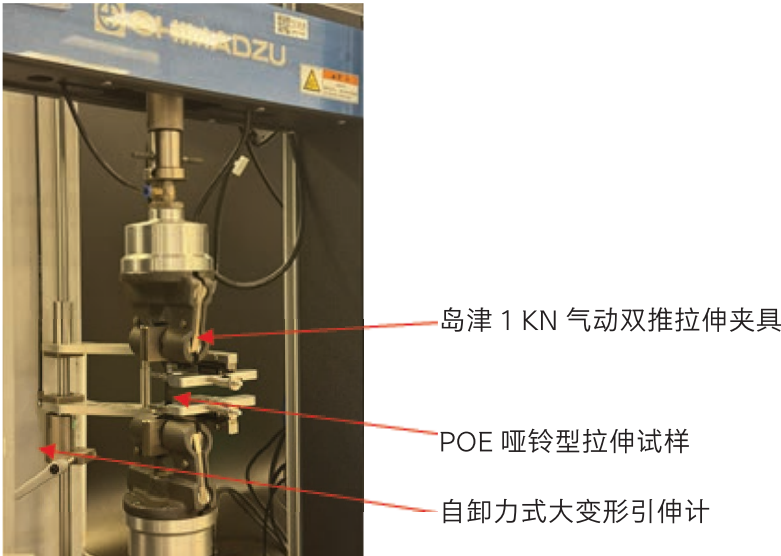


图 4 POE 材料拉伸测试

表 3 POE 拉伸测试结果

名称	抗拉强度 MPa	断裂点载荷 N	断裂点延伸率 %
1-1	13.9	174.7	718
1-2	14.7	185.1	691
1-3	14.3	180.6	769
1-4	14.8	185.6	796
1-5	14.5	182.6	715
平均值	14.4	181.7	738
相对标准偏差 %	2.36	2.42	5.87

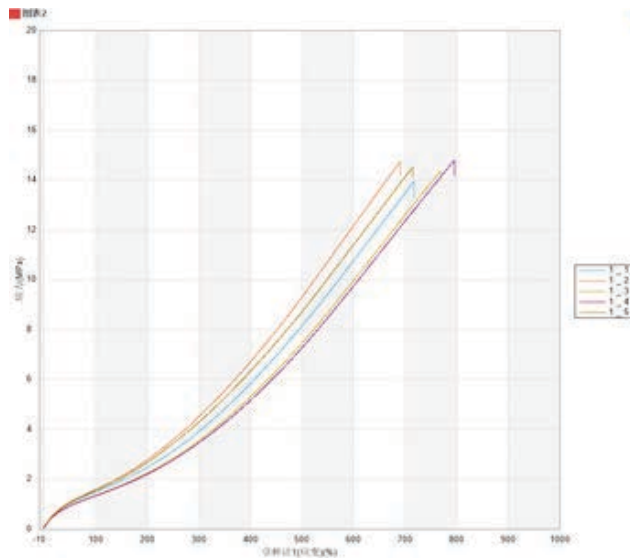


图5 POE 拉伸测试应力 - 引伸计（纵向）应变曲线

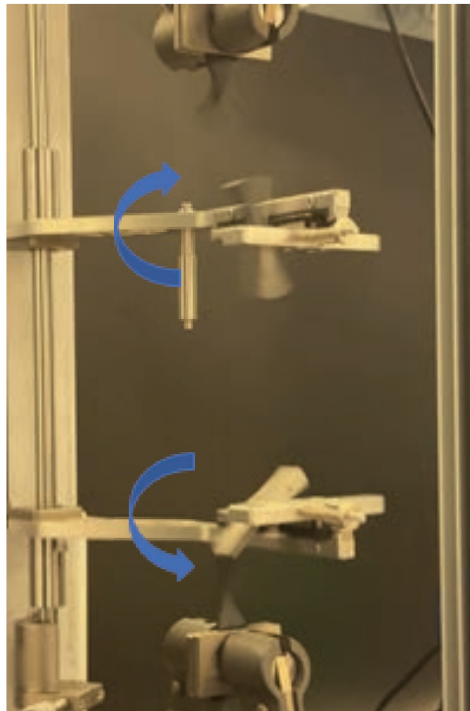


图6 POE 拉伸测试断裂后（注意试样断裂瞬间夹臂内侧翻转卸力）

从表 3 的数据与图 5 可以看出，5 个 POE 拉伸试样测得应力 - 引伸计应变曲线趋势相近，断裂点载荷偏差非常接近，断裂点延伸率的偏差也较小，说明该材料具有良好的批次稳定性和加工一致性。如图 6 可见，POE 试样的断裂点延伸率超过 700%，试样断裂瞬间，上下夹臂内侧发生了翻转，改变了样品的回弹力方向，避免了样品与夹臂的直接撞击，也避免了夹臂与夹具的撞击。

■ 橡胶哑铃型试样拉伸测试

样品为橡胶哑铃型拉伸试样，样品厚度为 8.2 mm，平行段宽度为 5.3 mm，设定标距为 25 mm。先将试样的上下两端直接夹持在 5 KN 气动双推夹具上，上下夹具的间距为 50 mm，测试全程使用自卸力式大变形引伸计 DSES-1000 跟踪纵向应变的变化。



图 7 橡胶哑铃型拉伸试样

表 4 橡胶试样尺寸信息

样品	试样厚度 mm	试样平行段宽度 mm	试样标距 mm
橡胶哑铃型拉伸试样	8.2	5.3	25

首先设置 2 N 的预加载，试验速度设置为 500 mm/min，直到试样断裂测试结束后获取应力 - 引伸计应变曲线，获得抗拉强度，断裂点延伸率数据。

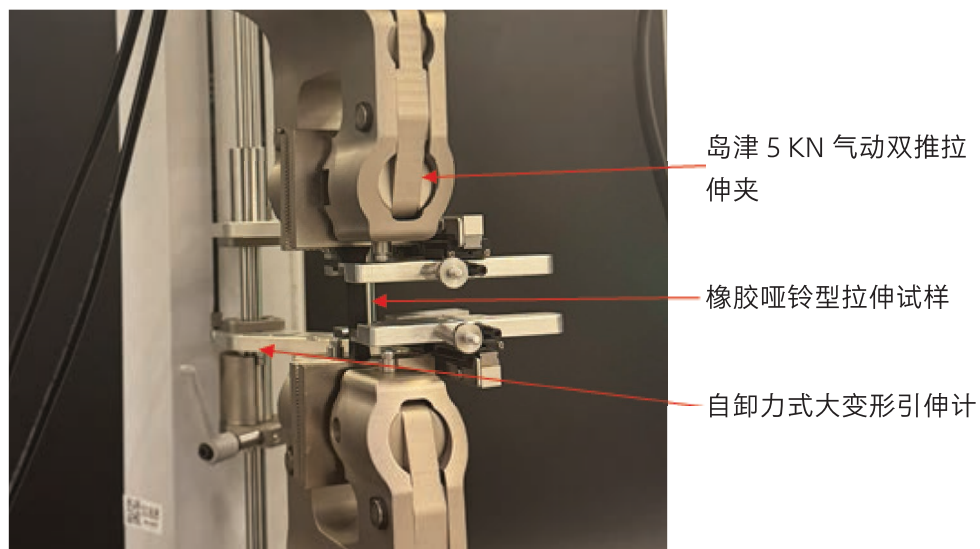


图 8 橡胶哑铃型型拉伸测试

表 5 橡胶拉伸测试结果

名称	抗拉强度 MPa	断裂点载荷 N	断裂点延伸率 %
1-1	17.2	739.2	975
1-2	13.6	582.2	813
1-3	14.5	625.5	837
1-4	15.2	651.1	900
1-5	15.4	659.8	867
平均值	15.2	651.6	876
相对标准偏差 %	8.72	8.83	7.12

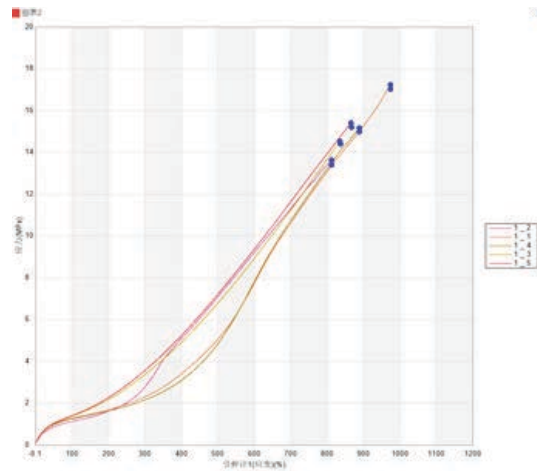


图 9 橡胶拉伸测试应力 - 引伸计（纵向）应变曲线

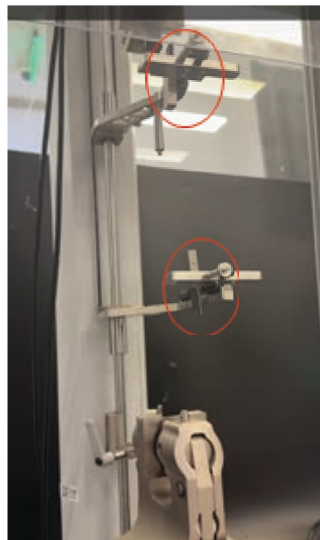


图 10 橡胶拉伸测试断裂后（注意试样断裂瞬间夹臂内侧翻转卸力）

从表 5 的数据与和图 9 可以看出，5 个橡胶拉伸试样测得应力 - 引伸计应变曲线趋势相近，断裂点载荷偏差比较接近，5 个橡胶样品断裂点延伸率相近，说明该材料具有优异的硫化工艺稳定性和配方分散均匀性，这意味着批次间硫化程度可控，制品力学性能波动小，质量可靠性高。从图 10 可见，该试样断裂点的延伸率接近 1000%，断裂瞬间，上下夹臂内侧发生了翻转，改变了样品的回弹力方向，避免了样品与夹臂的直接撞击，也避免了夹臂与夹具的撞击。

■ 结论

综上所述，使用岛津 AGS-V 1 KN 电子万能试验机，配合岛津自卸力式大变形引伸计，能够对应高伸长材料拉伸测试的需求，可以获取准确的 S-S 曲线，拉伸强度和断裂点延伸率。试样断裂瞬间，自卸力式大变形引伸计夹臂内侧能够翻转，顺应试样断裂回弹方向实现缓冲卸荷，有效防护引伸计夹臂、传感器与夹具免受冲击损伤。这项功能能够为高伸长材料测试人员提供更稳定的测试数据和更安全的测试体验。

岛津应用云

