

塑料高低温拉伸测试

AGX-047

摘要：本文利用岛津 AGX-V2 5 kN 电子万能试验机，配合 TCR1L 环境箱与岛津 1 kN 气动平面型夹具，在 -20 °C、0 °C、25 °C 和 80 °C 四种温度条件下，对 PMMA 塑料标准试样进行了高低温拉伸测试。参考《GB/T 1040.1-2025 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》标准要求，获得了材料在不同温度下的弹性模量、屈服强度、断裂延伸率等关键力学性能数据。测试结果揭示了 PMMA 塑料力学性能随温度变化的规律，验证了该测试系统在材料高低温性能评估中的精确性与可靠性，为相关领域的产品设计与材料选型提供了有效的数据支持。

关键词：PMMA 塑料 高低温拉伸测试 抗拉强度

技术特点：

- ❖ 采用 TCR1L 环境箱，可实现 -70 °C 至 +350 °C 的宽范围、高精度温度控制，确保试样在目标温度下稳定测试；
- ❖ 测试系统能够实现稳定的加载速率控制，保证测试结果的准确性和重复性。

PMMA 塑料作为一种重要的工程塑料，在新能源汽车、高端制造等领域的轻量化结构件、光学部件及耐候外观件中应用广泛。其力学性能，尤其是在高低温极端环境下的强度、刚度与韧性，对部件的安全性及长期可靠性至关重要。因此，科学评估 PMMA 材料在不同温度条件下的性能表现，是产品研发与质量管控的核心环节。

拉伸测试是评估塑料材料力学性能的基础且关键的手段。通过高低温环境下的拉伸测试，能够精准模拟材料特定温度下所承受的应力状态，获取其弹性模量、屈服强度、断裂伸长率等核心参数，这对于材料

选型、产品设计与质量保证具有重要指导意义。《GB/T 1040.1-2025 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》为此类测试，包括在不同环境温度下的试验，提供了科学的标准化方法框架。

依据 GB/T 1040.1-2025 标准，借助岛津 AGX-V2 电子万能试验机与岛津 1000 N 气动对夹夹具，配合 TCR1L 环境箱，可对塑料试样进行精确的高低温拉伸测试。该配置能够确保试样在目标温度下稳定受载，准确获取完整的拉伸曲线与性能数据。这不仅验证了标准测试方法的有效性，也充分展现了该试验系统在材料高低温力学性能评价中的卓越精度与可靠性。

■ 实验部分

1.1 仪器

AGX-V2 5 kN 电子万能试验机

Epsilon3542-050M-020-LHT 接触式引伸计

TCR1L 环境箱

TRAPEZIUMX-V 软件

1.2 试验条件

试验温度：-20、0、25、80 °C

载荷传感器：5 kN

样品名称：PMMA 塑料拉伸试样

夹具：岛津 1kN 气动平面型夹具

1.3 试验样品及处理

试样为符合《GB/T 1040.1-2025 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》的 1A 型拉伸试样，标距 50 mm，尺寸信息如下：

表 1 试样尺寸信息

样品	试样平行段厚度 (mm)	试样平行段宽度 (mm)	夹具间距 (mm)
PMMA 塑料拉伸试样	4	10	110

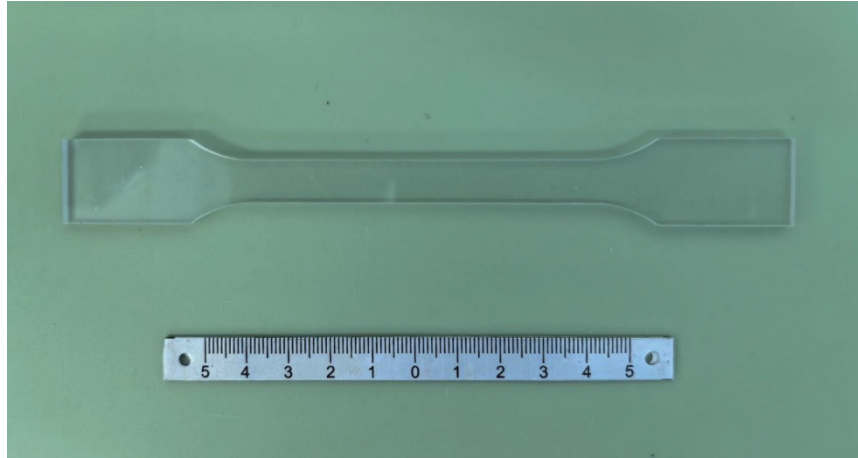


图 1 塑料拉伸试样

测试开始前分别用上下夹具夹住试样两端的夹持位置，通过试验机的样品保护功能消除夹持造成的载荷使试样受力接近于 0 N，随后将 Epsilon3542-050M-020-LHT 接触式引伸计夹持在试样平行段中间位置后关闭环境箱门，等待温度达到预设温度后，可开始测试。

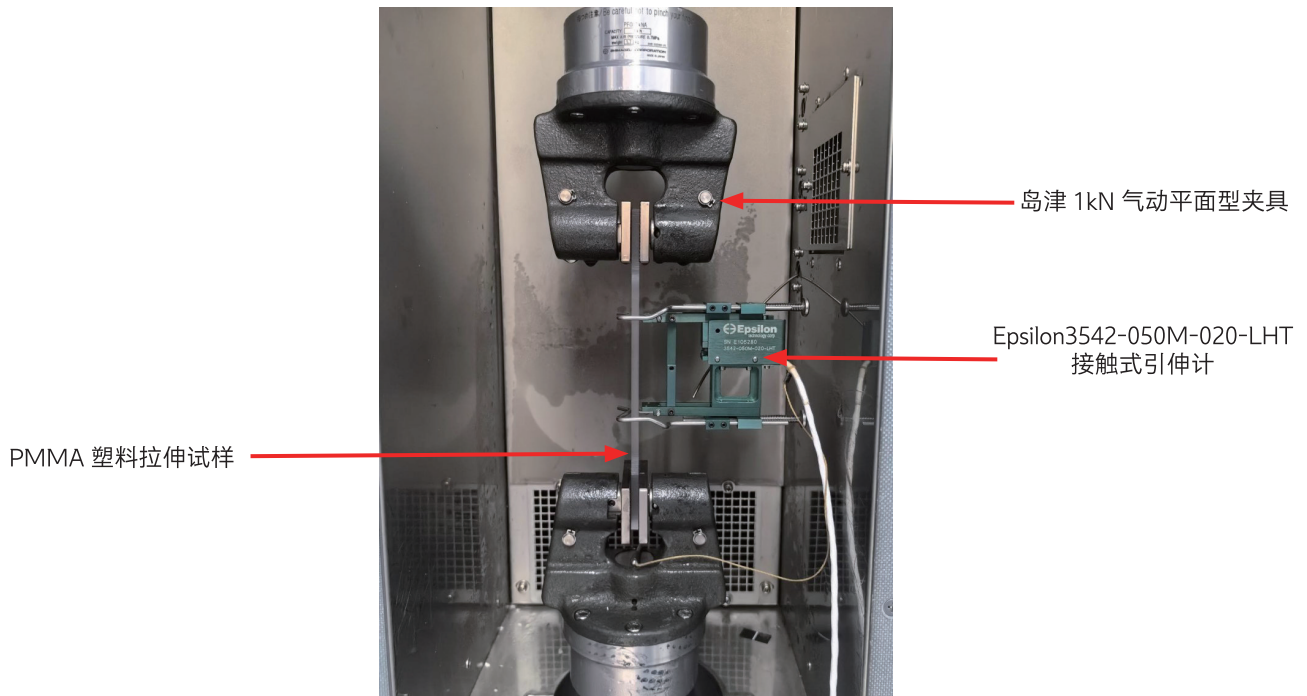


图 2 塑料高低温拉伸测试中

■ 塑料高低温拉伸测试

2.1 试验步骤

预加载载荷设定为 2 N，根据标准要求，测试正式开始加载速率为 10 mm/min，引伸计限位 1 mm，到达引伸计限位后打开环境箱，拆下引伸计后，关闭环境箱门继续测试。

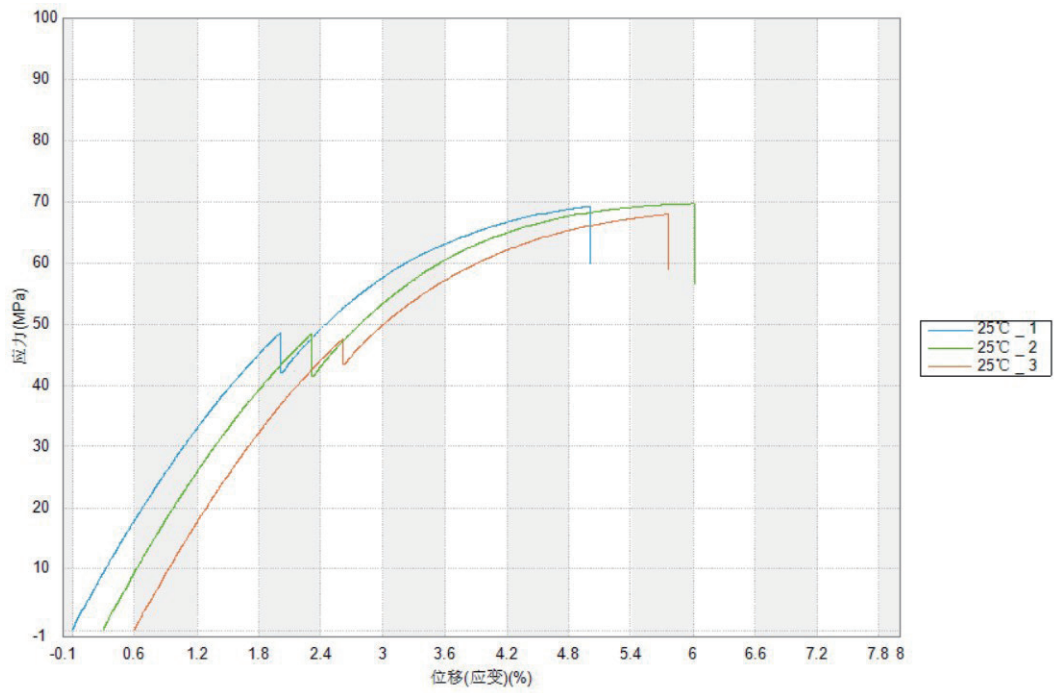
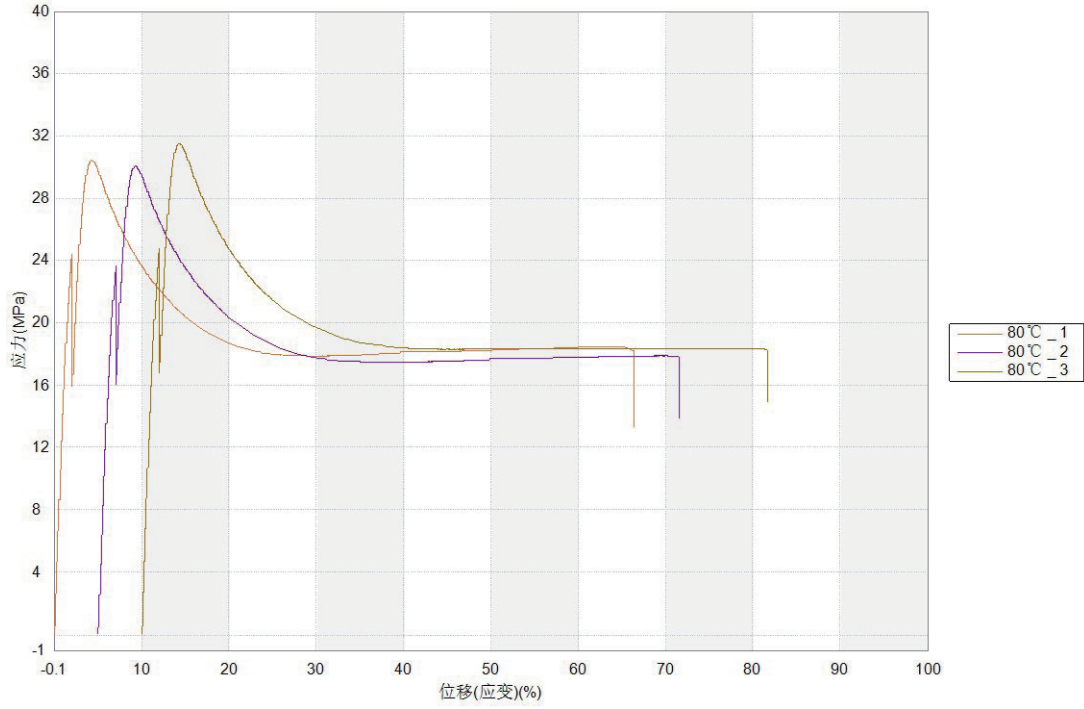
测试结束，记录下弹性模量、抗拉强度和断裂延伸率。

2.2 试验结果

根据标准要求，测试结束后获取弹性模量，最大载荷，抗拉强度，屈服强度和断裂延伸率。

表 2 塑料高低温拉伸测试结果

名称	最大点_载荷	最大点_应力	弹性模量_Standard	屈服点 1_应力	断裂点(应变)	
参数	全区域计算	全区域计算	引伸计 1(应变) 0.05 - 0.25 %	0.20 %	灵敏度 10	
单位	N	MPa	MPa	MPa	%	
80 °C _ 1	1217.20	30.43	1612.11	19.88	66.38	位移应变
80 °C _ 2	1201.77	30.04	1575.01	18.63	66.52	
80 °C _ 3	1259.88	31.50	1656.17	19.64	71.58	
平均值	1226.28	30.66	1614.43	19.38	68.16	
相对标准偏差 %	2.46	2.45	2.52	3.42	4.35	
25 °C _ 1	2767.92	69.20	2955.91	40.30	5.01	位移应变
25 °C _ 2	2783.57	69.59	2951.10	40.10	5.72	
25 °C _ 3	2714.48	67.86	2844.04	40.98	5.16	
平均值	2755.32	68.88	2917.02	40.46	5.30	
相对标准偏差 %	1.32	1.32	2.17	1.14	7.03	
0 °C _ 1	3113.22	77.83	3551.32	49.55	3.07	引伸计应变
0 °C _ 2	2969.44	74.24	3368.84	52.29	2.89	
0 °C _ 3	2892.15	72.30	3531.46	47.42	2.76	
平均值	2991.60	74.79	3483.87	49.75	2.91	
相对标准偏差 %	3.75	3.75	2.87	4.91	5.51	
-20 °C _ 1	3282.09	82.05	4144.54	56.72	2.54	引伸计应变
-20 °C _ 2	3244.68	81.12	3813.24	63.99	2.58	
-20 °C _ 3	3442.84	86.07	4028.93	66.12	2.62	
平均值	3323.20	83.08	3995.57	62.28	2.58	
相对标准偏差 %	3.17	3.17	4.21	7.91	1.47	



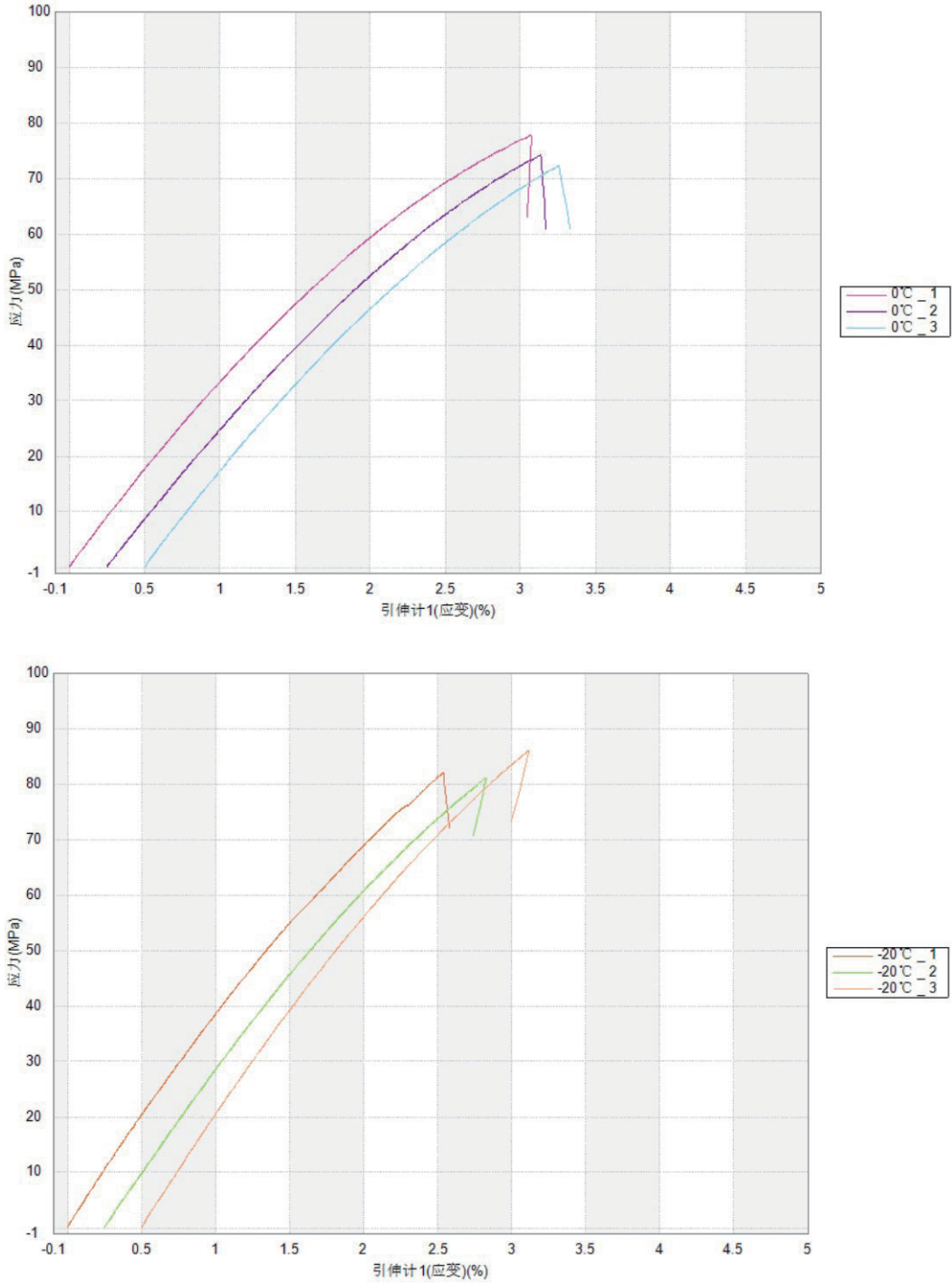


图3 塑料高低温拉伸测试应力 - 应变曲线 .

从测试结果与曲线来看，在 -20 °C、0 °C、25 °C 及 80 °C 四个温度组下，每组内 PMMA 塑料样品的拉伸曲线均呈现高度重合，其弹性模量、最大载荷、抗拉强度、屈服强度及断裂延伸率等关键力学数据亦表现出良好的一致性，验证了测试系统的稳定性与结果的可靠性。

横向对比四组温度条件下的测试结果可见，PMMA 塑料的拉伸性能受温度影响显著。随着温度升高至 80 °C，应力 - 应变曲线有明显的载荷下降现象，呈现典型的高弹形变特征，断裂延伸率大幅增加，样品屈服后发生明显的韧性断裂，因变形量超出引伸计限位，图中横轴应变使用由横梁位移计算得到的位移应变。反之，随着温度降低，材料脆性增强，在 0 °C 与 -20 °C 条件下，样品均表现为脆性断裂模式，图中横轴应变使用引伸计应变。

■ 结论

经实验验证，岛津 AGX-V2 电子万能试验机，配合 TCR1L 环境箱、气动对夹夹具及接触式引伸计，构成的测试系统完全满足《GB/T 1040.1-2025 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》的要求。该系统能够精确完成对 PMMA 塑料样品在 -20 °C 至 80 °C 温度范围内的拉伸测试，获得弹性模量、屈服强度、断裂延伸率等关键数据，测试结果重复性好，数据精确可靠，展现了材料力学性能随温度变化的规律。该试验系统能够满足各类塑料材料高低温力学性能的测试需求，为客户提供高效、可靠的测试解决方案，有效提升材料评估与产品研发的质量与效率。

岛津应用云

