

# 塑料高低温弯曲测试

AGX-046

**摘要：** 本文利用岛津 AGX-V2 10 kN 电子万能试验机，配合 TCR1L 环境箱与三点弯曲夹具，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三点弯曲测试。参考《GB/T 9341-2008 塑料 弯曲性能的测定》标准要求，获得了材料在不同温度下的弯曲强度、弯曲模量等关键力学性能数据。测试结果揭示了 PMMA 塑料弯曲性能随温度变化的规律及其断裂行为（高温未断 / 低温脆断）的转变，验证了该测试系统在材料高低温弯曲性能评估中的精确性与可靠性，为相关产品的结构安全设计与材料选型提供了有效的数据支持。

**关键词：** PMMA 塑料 高低温弯曲测试 弯曲强度

## 技术特点：

- ❖ 采用专用三点弯曲夹具，确保载荷精确施加于试样跨距中心，测试可重复性好；
- ❖ 测试系统能够实现稳定的加载速率控制与精确的温度控制，保证测试结果的准确性和一致性。

PMMA 塑料作为一种重要的工程塑料，在新能源汽车、高端制造等领域的光学部件、外观件及承载结构中应用广泛。其弯曲性能，特别是在高低温环境下的强度与刚度，对部件的安全性与可靠性至关重要。因此，准确评估其在各温度下的弯曲性能，是产品设计与质量管控的重要环节。

弯曲测试是评估塑料材料抗弯曲变形能力的关键手段。通过高低温下的三点弯曲测试，可模拟材料在实际工况中的受载状态，获取弯曲强度等

核心参数，对结构安全设计具有重要指导意义。《GB/T 9341-2008 塑料 弯曲性能的测定》标准为此类测试提供了标准化的方法框架。

依据该标准，借助岛津 AGX-V2 电子万能试验机与三点弯曲夹具，配合 TCR1L 环境箱，可对 PMMA 试样进行精确的高低温弯曲测试。该配置能确保试样在目标温度下稳定受载，准确获取载荷 - 挠度曲线，验证了标准方法的有效性，也体现了该试验系统在材料弯曲性能评价中的可靠性与适配性。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

AGX-V2 5 kN 电子万能试验机

TRAPEZIUMX-V 软件

TCR1L 环境箱

### 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 塑料弯曲试样

夹具：岛津塑料弯曲夹具

### 1.3 试验样品及处理

试样为符合《GB/T 9341-2008 塑料 弯曲性能的测定》的推荐弯曲试样，下跨距 64 mm，尺寸信息如下：

表 1 试样尺寸信息

样品	试样厚度 (mm)	试样宽度 (mm)	试样长度 (mm)
PMMA 塑料弯曲试样	4	10	80

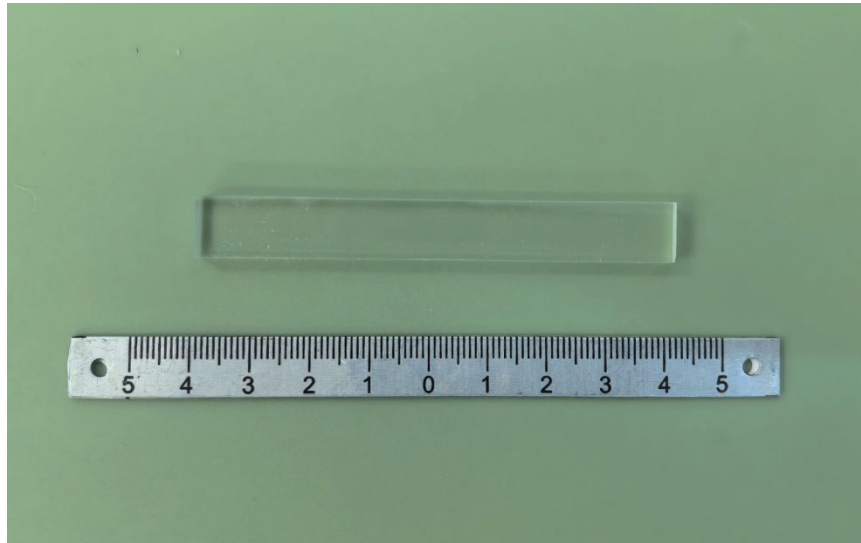


图1 塑料弯曲试样

测试开始前将样品垂直于岛津塑料弯曲夹具下支辊方向，将弯曲样品置于夹具中央后关闭环境箱门，等待温度达到预设温度后，可开始测试。

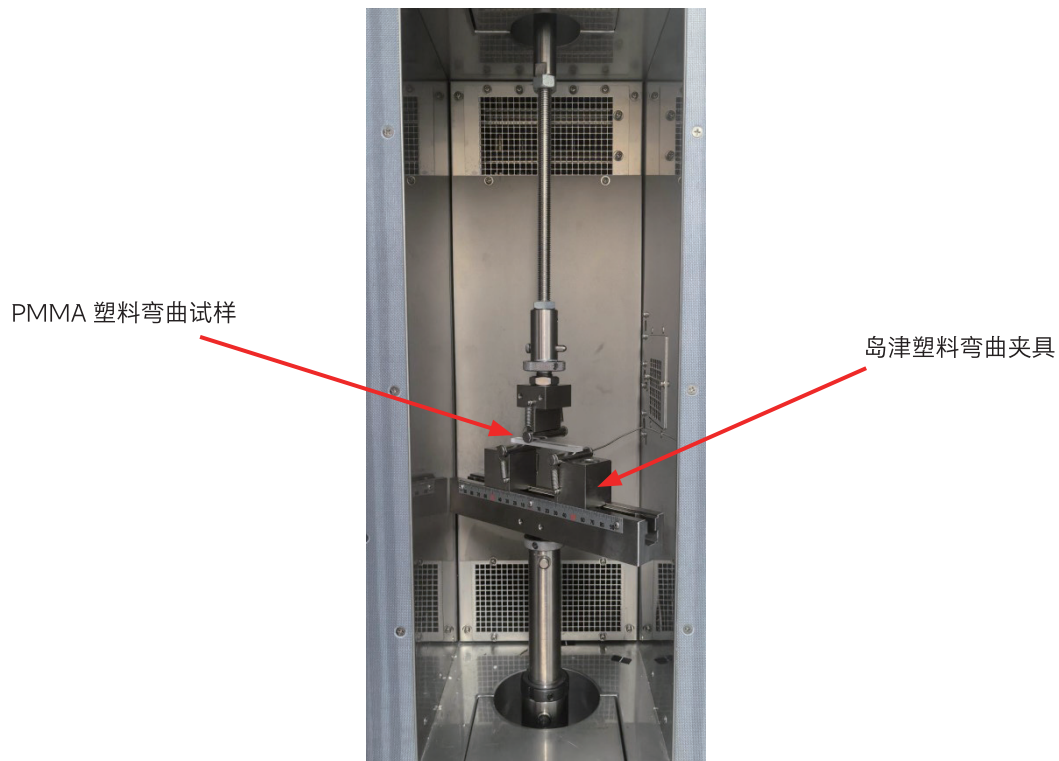


图2 塑料高低温弯曲测试中

## ■ 塑料高低温弯曲测试

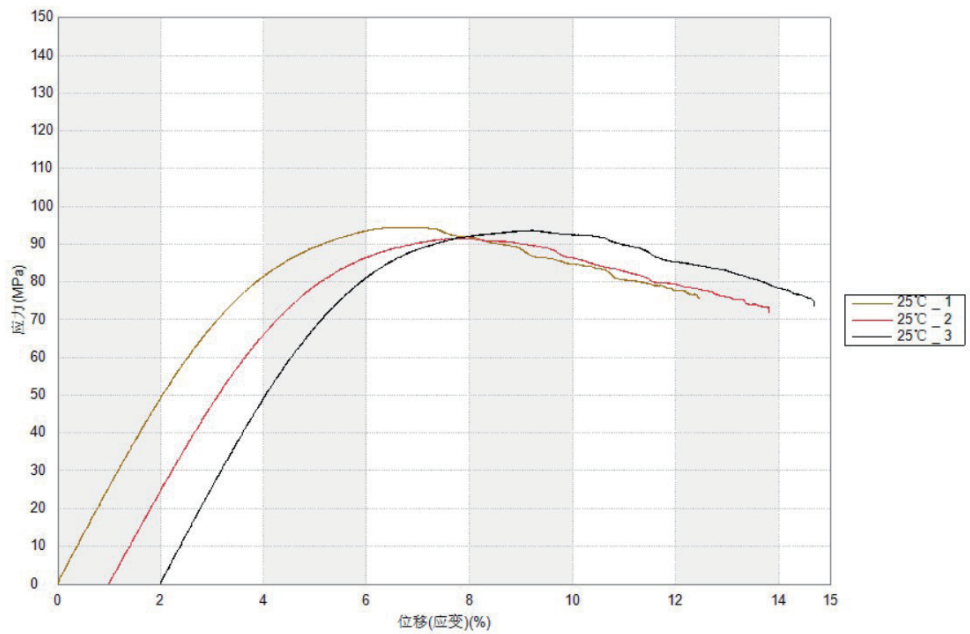
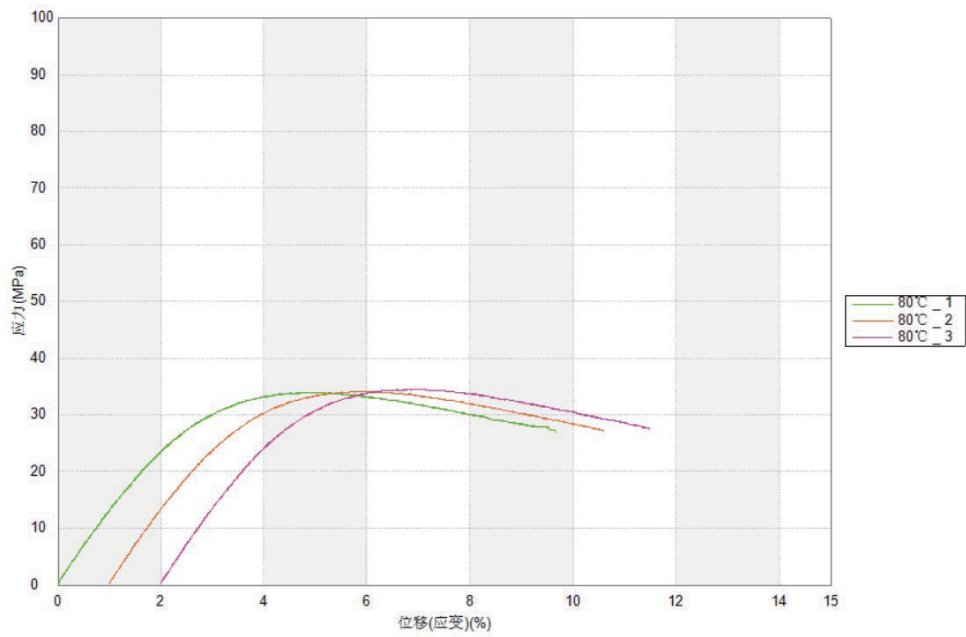
### 2.1 试验步骤

预加载载荷设定为 0.5 N，根据标准要求，测试正式开始加载速率为 2 mm/min，测试结束条件设置为样品断裂或由最大值下降 20 %。

测试结束，记录下最大载荷、抗弯强度和断裂应变。

### 2.2 试验结果

根据标准要求，测试结束后获取最大载荷、抗弯强度和断裂应变等数据。



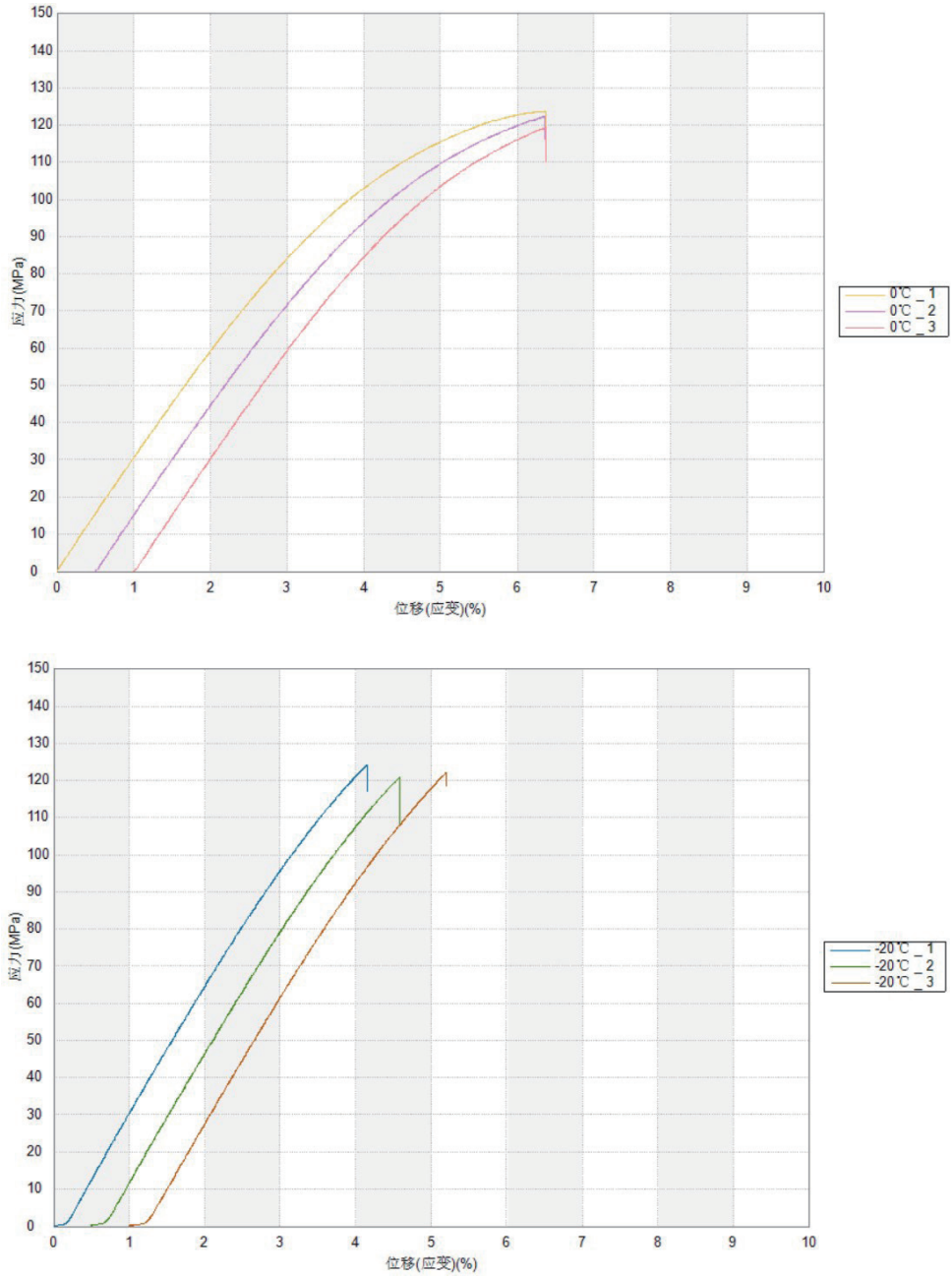


图3 塑料高低温弯曲测试应力 - 应变曲线

表 2 塑料高低温弯曲测试结果

名称 参数	最大点_载荷 全区域计算	最大点_应力 全区域计算	断裂点_行程(应变)
单位	N	MPa	MPa
80℃_1	56.91	33.94	未断裂
80℃_2	57.28	34.16	
80℃_3	57.93	34.55	
平均值	57.37	34.22	
相对标准偏差 %	0.91	0.91	
25℃_1	158.39	94.47	未断裂
25℃_2	153.35	91.46	
25℃_3	156.85	93.55	
平均值	156.20	93.16	
相对标准偏差 %	1.66	1.66	
0℃_1	207.15	123.55	6.37
0℃_2	205.00	122.27	5.86
0℃_3	200.11	119.35	5.38
平均值	204.09	121.72	5.87
相对标准偏差 %	1.77	1.77	8.42
-20℃_1	208.32	124.25	4.15
-20℃_2	202.64	120.86	4.08
-20℃_3	204.70	122.09	4.20
平均值	205.22	122.40	4.15
相对标准偏差 %	1.40	1.40	1.47

从测试结果与载荷 - 挠度曲线来看，在 -20℃、0℃、25℃及 80℃四个温度组下，每组内 PMMA 塑料样品的弯曲曲线均呈现高度重合，其弯曲强度（最大点应力）等关键力学数据亦表现出良好的一致性，验证了测试系统与方法的稳定性与可靠性。

横向对比四组温度条件下的测试结果可见，PMMA 塑料的弯曲性能受温度影响极为显著。随着温度从 80℃降至 -20℃，材料的弯曲强度均大幅提升。在 25℃与 80℃条件下，样品在测试最大行程内均未发生断裂，表现出典型的韧性弯曲行为；而在 0℃与 -20℃的低温条件下，样品则发生脆性断裂。这清晰地表明了材料从高温下的韧性行为向低温下的脆性行为转变。

## ■ 结论

经实验验证, 岛津 AGX-V2 电子万能试验机, 配合 TCR1L 环境箱与三点弯曲夹具, 构成的测试系统完全满足《GB/T 9341-2008 塑料 弯曲性能的测定》标准的要求。该系统能够精确完成对 PMMA 塑料样品在 -20 °C 至 80 °C 温度范围内的三点弯曲测试, 稳定获取弯曲强度、弯曲模量等关键数据。测试结果重复性好, 清晰揭示了材料弯曲性能随温度升高而显著下降, 且断裂行为由低温脆性向高温韧性转变的规律。该试验系统能够满足各类塑料材料高低温弯曲性能的测试需求, 为客户提供可靠、高效的测试解决方案, 有效支撑材料评价与产品可靠性设计。

岛津应用云

