

# 金属薄板的拉伸塑性应变比 (r 值) 试验

## AGX-013

**摘要：**塑性应变比 (r 值) 作为体现板料成形性能的主要参数，它反映金属薄板在某平面内承受拉力或压力时，抵抗变薄或变厚的能力。本报告以《GB T 5027-2016 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比 (r 值) 的测定》为标准基础，使用岛津 AGX-V 100 kN 电子万能试验机配合 TrV 视频引伸计对金属薄板 r 值进行测试。

**关键词：**塑性应变比 金属材料试验 电拉

塑性应变比 r 值目前作为评价冷轧薄板深冲性能较为常见的力学指标，它反映金属薄板在某平面内承受拉力或压力时，抵抗变薄或变厚的能力。在汽车整车领域，r 值更是常用于评价汽车薄板的深冲性能，其值越高，则表征薄板厚度方向较平面方向具有更大的变形抗力。具体表现如下：从传力区的强度看，材料的 r 值愈大，抗拉强度愈大，对成形愈有利；从变形区金

属的变形抗力看，异号应力状态时，r 值愈大，变形抗力愈小，对成形愈有利。板材拉延成形过程恰好符合这两个条件，所以 r 值成为判断板材拉延性能的重要指标。本文以“GB T 5027-2016 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比 (r 值) 的测定”为参考，使用岛津 AGX-V 万能试验机对铝合金板材进行 r 值试验。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

AGX-V 10 kN 楔形夹具 视频引伸计

### 1.2 试验条件

样品名称：铝合金薄板材      试验类型：金属拉伸试验  
样品数量：1 组                试验速度：5 mm/min  
试验温度：室温                传感器容量：10 kN

## ■ 试验介绍

本试验使用 AGX-V 100 kN 万能试验机，搭配 10 kN 手动楔形夹具进行夹持。位移测量装置使用 TRV 非接触式视频引伸计。测试速度使用 5 mm/min 进行测试。其中，r 值的计算方式如下：

$$r = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_a}$$

r 值计算中，由于长度与宽度的变形量比厚度的变形量能更容易、也更精确地测量得出，所以一般在伸长量不超过最大力对应的塑性伸长量范围内，可以利用体积不变原理得到以下公式用于计算塑性应变比 r 值：

$$r = \frac{\ln \frac{b}{b_0}}{\ln \frac{b}{b_0} - \ln \frac{l}{l_0}}$$

$\varepsilon_b$ ：试样进行约定应变后的宽度  
 $b_0$ ：试样标距内的原始宽度  
l：试样进行约定应变后的标距

$b_0$ ：试样标距内的原始宽度  
 $\varepsilon_a$ ：试样进行约定应变后的厚度  
 $l_0$ ：原始标距

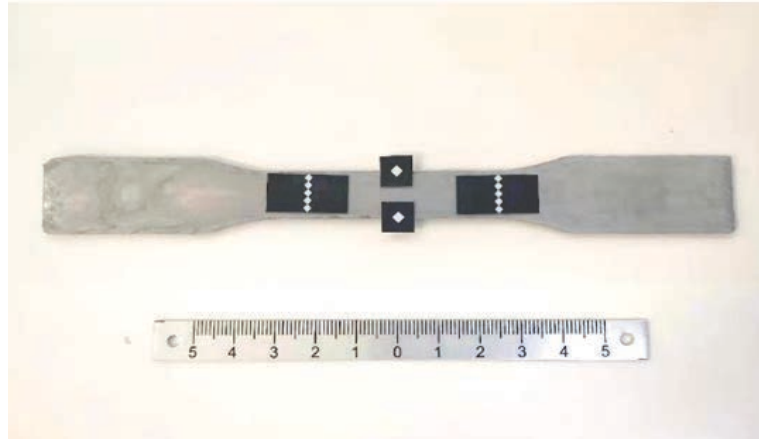


图 1 样品尺寸图片

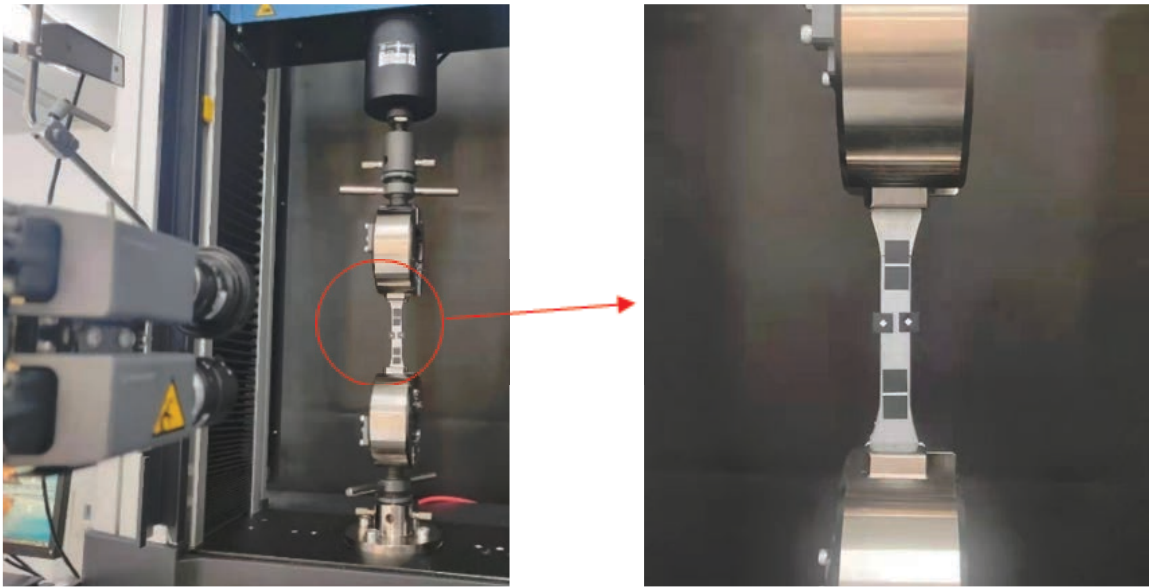


图 2 试验过程

表 1 样品尺寸数据

样品	厚度 (mm)	宽度 (mm)	平行长度 Lc (mm)
铝合金薄板	1.96	12.48	65.00

■ 试验结果

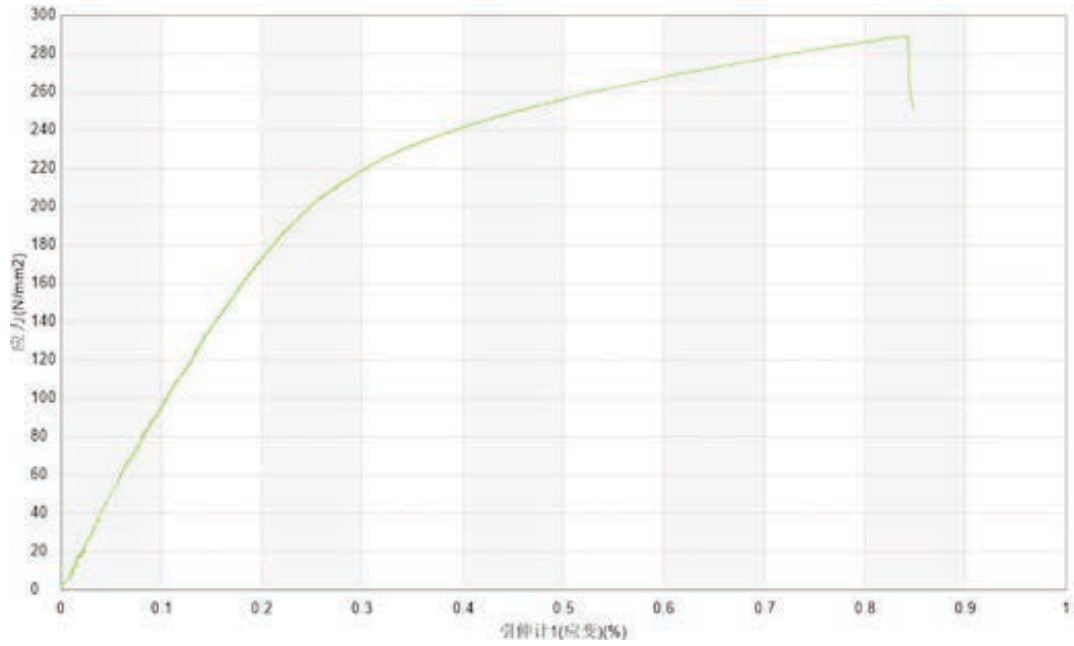


图3 长度方向载荷曲线结果图像

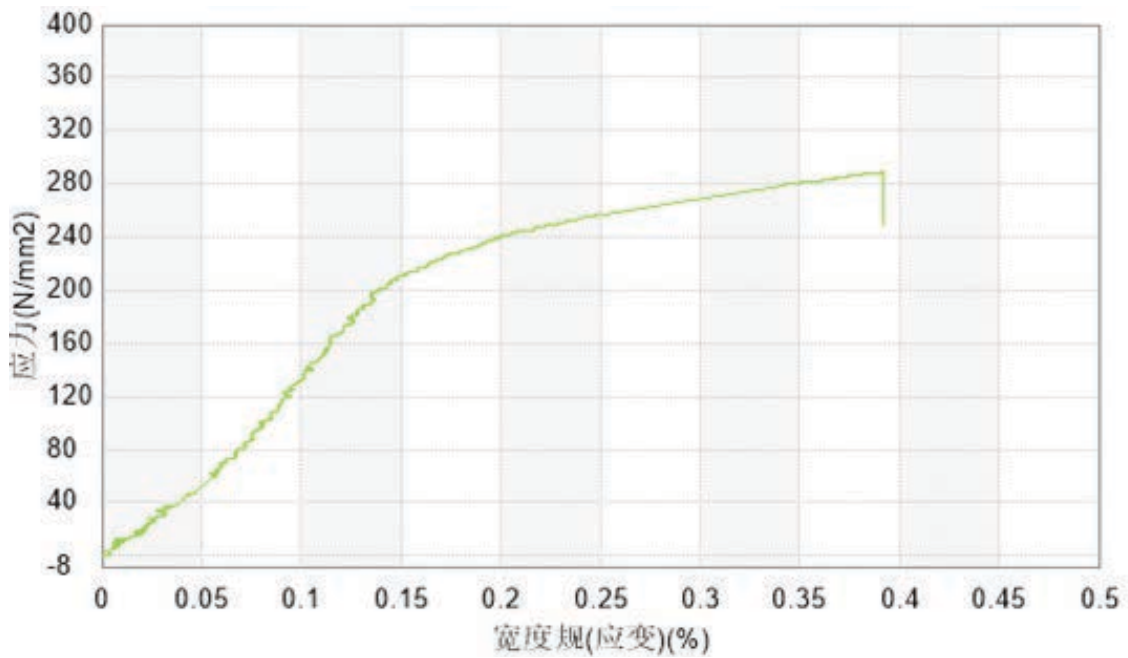


图4 宽度方向应力曲线

表2 样品尺寸数据

铝材板编号	泊松比 80 MPa-200 MPa	弹性模量 (GPa) 80 MPa-200 MPa	r 值 应变 0.8%
G1	0.43	74.3	0.89



图 5 断裂后图片

图 3/ 图 4 为试验曲线，可以发现。长度与宽度的曲线趋势良好，可以取出相应区间内的泊松比与弹性模量。对于金属  $r$  值，我们取最大塑性应变的以下的应变值，即 0.8% 的应变值，可以得到  $r$  值约为 0.89。由图像曲线可以看出，本次试验铝制样品是质地比较脆且硬的铝合金，其塑性应变比小于 1，当其承受压力或者拉力是，其厚度方向的变化十分微小。

## ■ 结论

岛津 AG 系列电子万能试验机可以搭配非接触式视频引伸计，对应金属应变塑性比  $r$  的测试。其结果不仅精度满足要求，而且由于视频引伸计可以同时样品竖向与横向的变形进行测量，可以大大节省试验前期准备，提升试验效率。

岛津应用云

