

# DB22

吉 林 省 地 方 标 准

DB22/T 2590—2016

---

## 汽车用铝合金板材 塑性应变比（ $r$ 值）的测定

Aluminum alloy sheet for automotive —Determination of plastic strain ratio

2016 - 12 - 19 发布

2017 - 04 - 01 实施

---

吉林省质量技术监督局

发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 和 GB/T 20001.4-2015 给出的规则起草。

本标准由吉林出入境检验检疫局提出。

本标准由吉林省工业和信息化厅归口。

本标准起草单位：吉林出入境检验检疫局、吉林省水利水电勘测设计研究院。

本标准主要起草人：张旭光、马云飞、刘双英、马琢琪。

# 汽车用铝合金板材 塑性应变比（r 值）的测定

## 1 范围

本标准规定了一种测定汽车用铝合金板材塑性应变比的方法。

本标准适用于厚度范围为1.0 mm~2.5 mm的汽车用铝合金板材塑性应变比（r值）测定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 228.1-2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 5027-2007 金属材料 薄板和薄带 塑性应变比（r值）的测定

GB/T 12160-2002 单轴试验用引伸计的标定

## 3 术语及定义

GB/T 5027-2007 确立的术语及定义、符号适用于本文件。

## 4 原理

对试样进行拉伸试验，测试指定塑性应变水平下长度和宽度变化，计算塑性应变比r值，应变水平应该超过屈服延伸阶段，并低于最大力时的塑性应变变量。

## 5 试验设备

5.1 拉力试验机，应符合 GB/T 228.1-2010 的要求。

5.2 测量标距长度的装置应能精确到 $\pm 0.01$  mm 以内，测量宽度的装置应能精确到 $\pm 0.005$  mm 以内。

5.3 引伸计应符合 GB/T 12160-2002 中 1 级及以上要求。

## 6 试样

6.1 应该按照相关产品标准要求取样，如果产品标准没有规定，按照有关各方的协议取样。

6.2 试样类型及试样制备，包括尺寸公差、形状公差、原始标距标记，应符合 GB/T 228.1-2010 附录 B 的规定。另外还要求在标距范围内试样两边要足够平行，以保证任意两处宽度测量的差值小于宽度测量平均值的 0.1%。

6.3 除有特殊要求外，试样厚度为样板的厚度。

6.4 试样表面不应有划痕等损伤。

## 7 试验程序

- 7.1 试验一般在 10 °C~35 °C 室温条件下进行，当要求在控温条件下进行试验时，温度应控制在 23 °C±5 °C。
- 7.2 试样的夹持方法按照 GB/T 228.1-2010 的规定执行。
- 7.3 采用手工测量，应在标距范围内至少等间隔测量 3 点原始宽度，并且应包括标距两端点，取其平均值用于计算塑性应变比。
- 7.4 采用自动测量，应使用引伸计测量延伸量和至少 1 点的宽度缩小量。
- 7.5 在塑性变形阶段，应变速率不应超过 0.008/s。
- 7.6 夹持试样，达到塑性变形阶段时，保持应变速率不超过 0.008/s，进行所需的变形：
- 达到相关产品标准中的指定塑性应变水平；
  - 测量相关产品标准中指定塑性应变水平时的试样宽度。
- 7.7 在手工测量情况下，加力条件下用与测量原始标距和宽度同样的方法，测量标距长  $L$  和标距内试样宽度  $b$ 。
- 7.8 在自动测量情况下，应使用引伸计测量指定塑性应变水平的长度和宽度。
- 7.9 如果试样出现会影响试验结果的横向弯曲，试验无效，应该重新试验。
- 7.10 如果塑性应变不是均匀的，应采用连续测量的延伸率及对应的宽度变化数据，并运用 8.2 中规定的统计方法，计算出再现的  $r$  值。
- 7.11 有镀层的材料（例如镀锌或有机涂层）测得的  $r$  值可能不同于没有涂镀层的基体材料。

## 8 结果表示

- 8.1 对于人工测量，计算塑性应变比、不同取向的塑性应变比的加权平均值和各向异性度采用术语 3 中规定公式进行计算。
- 8.2 对于有均匀塑性变形的材料，可以采用单点数据进行计算。但为了有较好的再现性，应采用一个应变范围的数据计算  $r$  值。对于有不均匀塑性变形的材料，用下述的 2 种方法可以给出再现性的结果：
- 长度方向真实塑性应变应用公式（1）计算：

$$\varepsilon_l = \ln \left( \frac{L_0 + \Delta L}{L_0} - \frac{F}{S_0 + m_E} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\varepsilon_l$ ——长度方向真实塑性应变, 无量纲；
- $L_0$ ——原始标距，单位为毫米（mm）；
- $\Delta L$ ——标距范围内瞬时延伸量，单位为毫米（mm）；
- $S_0$ ——原始截面积，单位为平方毫米（mm<sup>2</sup>）；
- $F$ ——力，单位为牛（N）；
- $m_E$ ——拉伸应力应变曲线弹性部分的斜率，单位为兆帕（MPa）。

宽度方向真实塑性应变应用公式（2）计算：

$$\varepsilon_b = \ln \left( \frac{b_0 - \Delta b}{b_0} + \frac{\nu F}{S_0 + m_E} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\varepsilon_b$ ——宽度度方向真实塑性应变, 无量纲；

$b_0$ ——原始宽度, 单位为毫米 (mm) ；

$\Delta b$ ——宽度瞬时收缩量, 单位为毫米 (mm) ；

$S_0$ ——原始截面积, 单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>) ；

$F$ ——力, 单位为牛 (N) ；

$m_E$ ——拉伸应力应变曲线弹性部分的斜率, 单位为兆帕 (MPa) ；

$\nu$ ——泊松比取0.32, 无量纲。

注1: 如果采用自动测量公式 (1) 中的  $L_0$  应该用  $L_e$  代替, 人工测量时,  $L_0$  可用实测值代入。

注2: 如果材料无明显的弹性应变界限, 则  $m_E$  可以采用该材料的弹性模量公称值。

b) 采用近似公式 (3) 公式 (4) 计算长度方向和宽度方向真实塑性应变。

长度方向真实塑性应变应用公式 (3) 计算：

$$\varepsilon_l = \ln \left( \frac{L_0 + \Delta L}{L_0} \right) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\varepsilon_l$ ——长度方向真实塑性应变, 无量纲；

$L_0$ ——原始标距, 单位为毫米 (mm) ；

$\Delta L$ ——标距范围内瞬时延伸量, 单位为毫米 (mm) 。

宽度方向真实塑性应变应用公式 (4) 计算：

$$\varepsilon_b = \ln \left( \frac{b_0 - \Delta b}{b_0} \right) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\varepsilon_b$ ——宽度度方向真实塑性应变, 无量纲；

$b_0$ ——原始宽度, 单位为毫米 (mm) ；

$\Delta b$ ——宽度瞬时收缩量, 单位为毫米 (mm) 。

注1: 本方法未将弹性应变从总应变中扣除。

注2: 本方法适用于弹性应变小于总应变 10% 的情况。

按照公式 (1) 及公式 (2) 或公式 (3) 及公式 (4) 计算的长度和宽度方向的应变数据, 用选择区域内的长度和宽度方向的应变数据采用最小二乘法, 得到其斜率为  $m_r$ ,  $r$  值计算应采用公式 (5) 计算：

$$r = \frac{m_r}{1 + m_r} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$r$ ——塑性应变比，无量纲；

$m_r$ ——真塑性宽度应变对应真塑性长度应变的线性回归斜率，无量纲。

8.3 计算结果修约至 0.05。

8.4 如果人工和自动测量同一个试样的结果有差别，应评估造成这种差别的原因。

注：材料的非均匀变形可以引起人工和自动测量 $r$ 值结果的差别。

## 9 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 本标准的编号；
- b) 试样的标识；
- c) 测量方法（人工或自动）；
- d) 试样类型；
- e) 相对于轧制方向的试样取向；
- f) 测量对应的塑性应变（或范围），例如： $r_{45/10}$ （单一数据在塑性应变 10%）； $r_{45/8\sim 12}$ （线性回归在塑性应变 8%~12%范围）；
- g) 试验结果；
- h) 计算  $r$ 、 $\bar{r}$ 、 $\Delta r$  的公式。

---