ASTM E8 / E8M – 25

金屬材料拉伸試驗標準試驗方法

Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials — 中文重點摘要

一、標準概述

本標準（ASTM E8/E8M-25）規範金屬材料於室溫下、任何形狀之拉伸試驗方法，主要用於測定：

- 降伏強度（Yield Strength）
- 降伏點伸長率（Yield Point Elongation）
- 抗拉強度（Tensile Strength）
- 斷面積縮減率（Reduction of Area）

標準版本於 2025 年 7 月 1 日核准，2025 年 8 月出版，取代 2024 年版（E8/E8M-24）。DOI：10.1520/E0008_E0008M-25。

項目	重點內容
標距長度（Gauge Length）	圓形試片：E8 採用 4 倍直徑（4D）；E8M 採用 5 倍直徑（5D）— 兩制最主要差異
適用溫度	室溫視為 10°C 至 38°C（50°F 至 100°F），除非另有規定
單位制	SI 單位與英吋/磅單位須分開使用，不可混用，以免結果不符合標準
例外情況	粉末冶金（P/M）材料試片不受標距限制；特定材料可參考 A370、B557、B557M

二、主要參考標準

標準編號	內容
A370	鋼鐵產品機械測試方法與定義
B557 / B557M	鍛造及鑄造鋁合金與鎂合金產品拉伸試驗方法
E4	試驗機力量校正與驗證作業規範
E83	延伸計（伸長計）系統之校正、驗證與分級
E345	金屬箔材拉伸試驗方法
E1012	試驗機架與試片對中之驗證
E2658	材料試驗機速度驗證作業規範
ISO/ASTM 52909	金屬增材製造成品機械性能方向與位置依賴性

三、關鍵術語與定義（節錄）

術語	定義重點
上降伏強度 UYS	不連續降伏開始或接近時的第一個零斜率應力峰值
下降伏強度 LYS	不連續降伏期間記錄的最小應力（忽略瞬態效應）
降伏點伸長 YPE	第一個零斜率點與均勻應變硬化過渡點之間的應變
均勻伸長 Elu	試片頸縮或斷裂前所承受最大力時測得的伸長（含彈性+塑性）
斷裂後伸長	將斷裂試片兩半拼合後所測得的伸長
斷裂時伸長	力突然減少前所測得的伸長
面積縮減率	原始截面積與斷裂處最小截面積之差，以百分比表示
抗拉強度 Su	拉伸試驗中承受的最大應力（最大力 ÷ 原始截面積）
約化平行截面	試片中央部位截面均勻，可選擇向中心微幅錐化
有效測試 / 無效測試	是否符合規定方法與客戶額外需求之測試結果分類

四、試驗裝置

4.1 試驗機

應符合實務 E4 之要求，力量須在經驗證的施加力範圍內；若需驗證速度，依 E2658 執行。

4.2 握持裝置

- 楔形握柄（Wedge Grips）：常用於扁平/長條試片，須確保兩側均勻夾持，避免偏心彎曲應力
- 螺紋端與肩端試片握柄：用於圓形試片，經球面軸承安裝以確保軸向施力
- 板材/鋼絲夾持裝置：用於薄片或線材，常搭配自動調整握柄

> *註：偏心施力會引入彎曲應力，例如直徑12.5 mm 試片，每偏心0.025 mm，應力誤差約增加1.5%。*

4.3 延伸計（伸長計）

應符合實務 E83 分類要求，並依應變範圍驗證，用以量測降伏強度及伸長相關數據。

五、試片種類與代表性尺寸

依材料形態不同，標準規範多種試片形式，主要包括：

- 板型試片（Plate-type）— 圖 1：適用於厚度 5 mm 以上金屬板材
- 片型試片（Sheet-type）— 圖 7：厚度 0.13 mm 至 19 mm 之片材、帶材、扁線
- 圓形試片 — 圖 9、圖 10：直徑 12.5 mm 標準圓棒及依比例縮小之小型試片
- 管材及管狀產品試片 — 圖 12～14：全截面或縱向/橫向切取試片
- 鑄件、可鍛鐵、壓鑄件專用試片 — 圖 15、17、18
- 粉末冶金（P/M）材料試片 — 圖 19、圖 20
- 微型試片（附錄 A1，非強制主體，需供需雙方同意方可使用）

5.1 標準板型試片主要尺寸（圖 1，單位 mm[in.]）

尺寸項目	標準試片（40mm 寬）	片型試片（12.5mm 寬）	亞尺寸（6mm 寬）
標距長度 G	200.0 ± 0.2	50.0 ± 0.1	25.0 ± 0.1
寬度 W	40.0 ± 2.0	12.5 ± 0.2	6.0 ± 0.1
最小總長度 L	450	200	100
最小約化平行截面長度 A	225	57	32
最小菲力半徑 R	25	12.5	6

5.2 標準圓形試片主要尺寸（圖 9，E8 標距=4D，單位 mm[in.]）

尺寸項目	標準試片	小型試片 1	小型試片 2
直徑 D	12.5 ± 0.2	9.0 ± 0.1	6.0 ± 0.1
標距長度 G（=4D）	50.0 ± 0.1	36.0 ± 0.1	24.0 ± 0.1
最小約化平行截面長度 A	56	45	30
最小菲力半徑 R	10	8	6

> *完整尺寸公差、註解及各類試片圖（圖1～圖20）請參閱原文標準內文，本摘要僅列代表性數值。*

六、測試程序重點

6.1 試驗機歸零與樣品夾持

- 試驗機應設為零力狀態，任何抓握所產生的預載須由力量測系統標示，不得以人工方式移除
- 建議：瞬間動態預載力不超過材料標稱降伏強度 20%，靜態預載力不超過 10%
- 含縮減截面之試片，抓取應限於握持段，以免影響測試結果

6.2 測試速度控制方法

控制方法	方式	特性
方法 A：應力速率控制	彈性區間應力率介於 1.15～11.5 MPa/s	傳統預設方法，降伏時應變率因試片與機台剛度而異
方法 B：應變速率控制	閉環控制，伸長計回饋，維持 0.015±0.006 mm/mm/min	重複性佳，但需設定安全限值防止意外十字頭移動
方法 C：十字頭速度控制	依約化平行截面長度設定為 0.015±0.003 mm/mm/min	適用不連續降伏材料，測試時間可能較長

> *判定降伏性質時，測試速度不得高於規定最小降伏強度一半，或最低拉伸強度四分之一（取較低者）。*

6.3 降伏強度測定法

- 偏移法（Offset Method）：常用 0.2%偏移，需使用 B2 級以上伸長計
- 伸展-負載下伸展法（EUL）：於指定延伸值下報告應力，如 EUL=0.5%
- 不連續降伏材料：分別記錄上降伏強度（UYS）與下降伏強度（LYS）
- 停力法（Halt Method）：均勻施力速率下，力遲滯時記錄應力為上降伏強度

6.4 伸長與面積縮減量測

- 伸長可用「斷裂後伸長」或「斷裂時伸長」量測，須註明所用方法
- 指定伸長率＞3%：斷裂端拼合並量測；≤3%：可能需移除斷面碎片後拼接
- 面積縮減率＝（原始截面積－斷裂處最小截面積）／原始截面積 × 100%

七、無效測試、替代測試與重測

7.1 常見無效測試原因

- 試片可追溯性喪失（如標本鑑定、材料鑑定、取樣地點或取向不明）
- 試片表面加工不良或尺寸錯誤
- 測試程序錯誤（速度錯誤、握柄位置不佳、負載感測器歸零錯誤等）
- 試驗機、伸長計系統、握柄或軟體故障
- 斷裂位置超出規範長度 25%範圍，或發生在縮小平行截面中半部之外
- 斷裂距離夾持裝置邊緣不足 2 倍寬度（2W）

7.2 替代測試與重測

- 測試無效時，可執行單一替代測試
- 重測適用於「有效但不符合標準」之結果，其允許次數應由材料/產品規格或客戶需求規定
- 原始不符合規定結果應主要記錄於測試紀錄中

八、測試報告與測試紀錄應包含項目

類別	應包含內容
基本資訊	所用標準（E8 或 E8M）、試片鑑定、材料與識別（合金、回火、熱處理、厚度/直徑）
取樣資訊	取樣位置、試片類型、試片參考圖或方法
降伏與強度	降伏強度與計算方法（偏移法/上下降伏強度）、降伏點伸長（如適用）、抗拉強度
伸長與面積	初始規範長度、伸長百分比及判定方法、面積縮減率（如需要）
異常與限制	無效測試原因、規範限制與處置、原始不合規測試結果（如客戶需求）
測試紀錄補充	臨界尺寸量測、橫截面積計算方程式、測試速度與判定方法、設備識別、測試日期與人員

九、精度與偏差（實驗室間研究節錄）

依實務 E691 進行之實驗室間測試計畫，六種常檢金屬材料之平均變異係數（CV%）約為：

測試參數	重複性 CV%（實驗室內）	重現性 CV%（實驗室間）
抗拉強度	0.9	1.3
0.02% 降伏強度（偏移）	2.7	4.5
0.2% 降伏強度（偏移）	1.4	2.3
伸長率（4D／5D 軌距）	2.8 ～ 3.0	5.4 ～ 6.4
面積縮減率	2.8	4.6

> *重複性與重現性均變異係數排序為：伸長率＞面積縮減率＞降伏強度偏移＞抗拉強度（由不穩定到穩定）。由於缺乏認證參考材料，本標準對「偏差」未作說明。*

十、影響拉伸測試結果之主要因素（附錄 X1 節錄）

10.1 儀器因素

- 試驗機剛性、阻尼、施力速率、握柄平行性與壓力
- 伸長計適當性與校準、散熱（透過握柄或伸長計裝置）

10.2 材料與試片因素

- 試樣代表性與均勻性、取樣方案
- 表面光度、尺寸精度、縮減平行截面端部凹槽或錐度
- 試片尺寸（$L_0/\sqrt{A_0}$ 比值）會顯著影響伸長與面積縮減量測結果
- 應變速率變化：對高應變率敏感材料影響降伏/抗拉強度及伸長值

10.3 量測誤差

- 測試力驗證、伸長計、微分器等測量裝置之對準與歸零
- 矩形試片角部變形受限，可能造成截面積量測誤差

十一、微型試片附錄（A1）重點

- 適用於試片尺寸受限之情況（如小型組件、增材製造樣品）
- 試驗機、伸長計系統須依 A1.3.6 程序完成資格認證（降伏與抗拉強度相對誤差須 ≤ 5%）
- 微型樣品及程序未經所有相關方事先同意，不得用於正式拉伸測試或符合性判定
- 代表性試片尺寸：標距長度 2.0～8.5 mm，厚度 0.5～1.5 mm（詳見表 A1.1、A1.2）

十二、本版（E8/E8M-25）主要變更摘要

1. 新增多項術語定義（驗收測試、符合測試結果、無效測試、不符合測試結果、替代測試、重測、測試記錄、測試報告、有效測試等）
2. 更新圖 1、圖 7 註解，移除 W 斜體並整併至 7.14.2.9 節
3. 更新第 7.3.6.1 節用詞（指定伸長）
4. 大幅更新第 7.14 節：無效測試指引、原因與範例
5. 新增第 7.15 節：重測指引及報告記錄期望
6. 更新第 8 節：報告與記錄要求，反映當前產業實務
7. 全文統一使用「材料或產品規格」及「材料或產品證書」等用詞

本摘要僅供快速參考之用，正式檢測、驗證與符合性判定仍應以 ASTM E8/E8M-25 標準原文（含所有圖表、註解及附錄）為準。