

中華民國國家標準

C N S

**金屬之積層製造－成品性質－金屬零組件
的機械性質在方位及位置之相依性**

**Additive manufacturing of metals –
Finished part properties – Orientation
and location dependence of mechanical
properties for metal parts**

CNS 草-制 1140290:2026

中華民國 年 月 日制定公布
Date of Promulgation: - -

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

目錄

節次	頁次
前言	2
1. 適用範圍	3
2. 引用標準	3
3. 用語及定義	3
4. 本標準之彙整	5
5. 意義及用途	5
6. 程序	5
7. 報告	6
7.1 一般	6
7.2 額外要求	6
附錄 A (參考)供報告用之掃描策略示例	7
名詞對照	15
參考資料	16

前言

本標準係依據 2024 年發行之第 2 版 ISO/ASTM 52909，不變更技術內容，制定成為中華民國國家標準者。

本標準係依標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目之事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

1. 適用範圍

本標準涵蓋供評估機械性質之補充性指引，此機械性質包括對積層製造(AM)所製作金屬件的靜態/準靜態及動態試驗。為報告從已建構成形試樣或從該 AM 所製作零組件切割之試樣或兩者所得的試驗結果，本標準亦提供相關指引。

本標準在提供如何利用現有標準。所述指引涵蓋積層製造的金屬試樣及從 AM 零組件切割之試樣的機械性質量測及報告。

本標準並無意圖去處理與其使用相關之所有安全問題(若有)。本標準之使用者有責任在使用前建立適當之安全、健康及環境實務，並確定相關法規限制之適用性。本標準擴展 ISO/ASTM 52900 之術語及 ISO 17295 的原則，並將其特定地延伸至金屬積層製造。在現有試驗法對 AM 無法獲得有意義方位/方向稱呼的情況下，本標準之應用，主要是為該情況提供方位稱呼的指引。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。有加註年分者，適用該年分之版次，不適用於其後之修訂版(包括補充增修)。無加註年分者，適用該最新版(包括補充增修)。

CNS 17295	積層製造－一般原則－零組件定位、坐標及方位
ISO 1099	Metallic materials – Fatigue testing – Axial force-controlled method
ISO 4506	Hardmetals – Compression test
ISO 6892-1	Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature
ISO 12106	Metallic materials – Fatigue testing – Axial-strain-controlled method
ISO 12108	Metallic materials – Fatigue testing – Fatigue crack growth method
ISO 12135	Metallic materials – Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness
ISO/ASTM 52900	Additive manufacturing – General principles – Fundamentals and vocabulary

3. 用語及定義

CNS 17295 及 ISO/ASTM 52900 所規定及下列用語及定義適用於本標準。

3.1 定義

3.1.1 零組件位置(part location)

零組件/樣本/試樣在建構成形體積內之位置。

備考：零組件位置通常以零組件邊框之幾何中心相對於建構成形體積原點的 x 、 y 及 z 坐標指定。

3.2 縮寫

圖 A.4 所使用之縮寫，如表 1 所示。

表 1 縮寫

縮寫	意義	備註
S	起始面	試樣或零組件之底部，其提供開始沉積之表面(參照附錄 A)。
E	終止面	試樣或零組件之面部，其提供結束沉積之表面(參照附錄 A)。
M	中間面	試樣或零組件之起始面與終止面間的中間平面(參照附錄 A)。
B	兩者	裂縫生長涵蓋建構成形成之起始面及終止面(參照附錄 A)。
RD	掃描方向	在整個建構成形成過程中，掃描方向可能相同，亦可能不同(參照附錄 A)。

3.3 首字母詞

本標準中供說明相對於建構成形成方向之裂縫生長方向的首字母詞，如表 2 所示，圖示則在圖 A.4。

表 2 首字母詞

首字母詞	意義
XY、YX、XZ、ZX、YZ、ZY	第一個字母代表裂縫平面之法線方向，第二個字母代表裂縫延伸之預期方向。
XYB	表示裂縫生長在 XY 方向上涵蓋建構成形成之起始面及終止面。
XZE	表示裂縫生長發生在 XZ 方向上，從建構成形成之終止面至起始面。
XZS	表示裂縫生長發生在 XZ 方向上，從建構成形成之起始面至終止面。
YXB	表示裂縫生長 YX 方向上涵蓋建構成形成之起始面及終止面。
YZE	表示裂縫生長發生在 YZ 方向上，從建構成形成之終止面至起始面。
YZS	表示裂縫生長發生在 YZ 方向上，從建構成形成之起始面至終止面。
ZXM(或 ZX1/2)	表示裂縫生長發生在 ZX 方向之中間面。
ZYM	表示裂縫生長發生在 ZY 方向之中間面。

若試樣之製作，在 ZX 方向上從建構成形成的起始面起算之其他位置(例：距建構成形成的起始面 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{4}$ 等距離)，則宜使用符號指示該位置。舉例而言，ZX1/4 表示該試樣在距建構成形成之起始面四分之一的位位置沿著 ZX 方向製作。

若試樣(即標準尺寸者或迷你化試樣)為從建構成形成零組件之一部分(如從實際零組件)切取而得，則宜註明此一點。上述術語仍宜用於指示切取試樣相對於原始

零組件幾何形狀之位置。

4. 本標準之彙整

- 4.1** 本標準之目的在為第 2 節所引用之試驗法提供指引，並使用 ISO/ASTM 52900 中定義的部分與金屬積層製造試樣相關之術語。試樣可直接建構成形成淨形(net-shape)件、近淨形件，或從零組件切取。
- 4.2** 可基於第 2 節所示之參考標準，使用標準幾何形狀，但對金屬 AM，強烈建議直接試驗零組件(參照 A.6)。
- 4.3** 為探討及記錄方位及位置特定之機械性質，宜從零組件的相關位置切取小尺寸試樣。本標準描述部分適用於試驗各種性質之原則。

5. 意義及用途

- 5.1** 雖然多數積層製造材料之機械性質，可使用現有試驗標準中為傳統材料制定的指引進行評估，但對傳統材料試驗中特定之坐標系統及術語(例：ASTM E399、ASTM E647、ISO 12108 及 ISO 12135)，不足以不造成混淆地適用於全部樣態之金屬 AM 所生產的試樣/零組件。本標準係基於 ISO 17295 之術語及原則，並將其專門地延伸至金屬 AM。在現有試驗法對 AM 無法獲得有意義方位/方向稱呼的情況下，本標準之應用，主要是為該情況提供方位稱呼的指引。
- 5.2** 應瞭解，本標準中之解釋及指引，不會改變試驗法的有效性要求，亦不能用於將“無效”資料(依試驗法)之稱呼，更改為“有效”狀態。本標準主要關注的是，基於習用加工材料所制定之標準，用其所涵蓋的方位/方向稱呼，無法獲得有意義之資料或不切實際的情況。

6. 程序

試驗記錄之試驗程序、分析及計算，應以符合表 3 的方式製作。

表 3 試驗法適用之標準

試驗法	參考標準
拉伸	ASTM E8/E8M, ISO 6892-1
壓縮	ASTM E9, ISO 4506
力控制疲勞	ASTM E466, ISO 1099
應變控制疲勞	ASTM E606/606M, ISO 12106
線彈性破壞韌性	ASTM E399
KR 曲線測定	ASTM E561
非線性破壞韌性	ASTM E1820, ASTM E1921, ASTM E2472, ASTM E2899, ISO 12135
疲勞裂縫生長	ASTM E647, ISO 12108

7. 報告

7.1 一般

報告應遵循本標準所提供之指引，包含試驗法所需的所有資訊及零組件或試樣之位置及方位。

7.2 額外要求

由於掃描策略會對零組件之機械性質產生顯著效應，強烈建議在金屬材料試驗報告中，包含掃描策略的規格。有多種不同之策略，可用於零組件的製造。A.1 中包含部分常見之掃描策略。但可用之不同類型的掃描策略，係取決於所用積層製造設備之類型。除掃描策略外，其他可能對零組件機械性質產生顯著影響之製程參數，包括但不限於：底板預熱、掃描速率、光斑尺寸、掃描路徑重疊及其他參數。由於 AM 中典型使用之掃描策略各有變異，因此無法直接建立方位術語與掃描策略的關係。目前，變形加工典型使用之習用方向，已被用來定義軸線及術語。應依 ASTM F2971 報告加工/後處理參數。

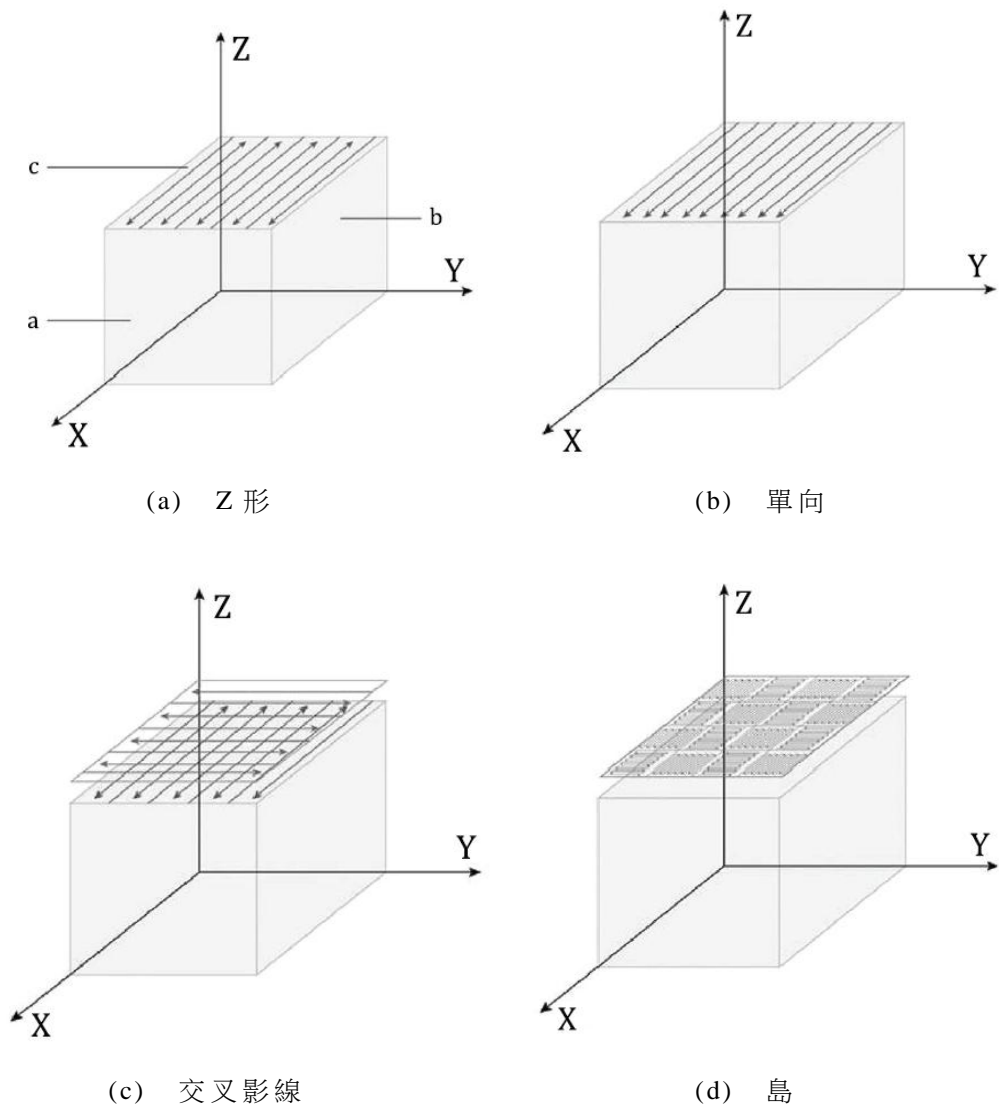
附錄 A

(參考)

供報告用之掃描策略示例

A.1 供報告用之策略示例

所有單位均以 SI 制表示。圖 A.1 顯示供報告用之策略示例。



說明

- X 主掃描方向
- Y 軸
- Z 建構成形方向
- a 正面
- b 側面
- c 頂部

圖 A.1 供報告用之掃描策略示例

A.2 供拉伸、低及高循環疲勞試驗之矩形試樣方位稱呼

試樣在建構成形室中之方位，應依 ISO 1729 指定的正交方位標示法識別之。此術語可用於無起始裂縫/缺口要求之矩形試樣的試驗。此等試驗法不限於 ASTM E8/E8M 及 ISO 6892-1 (拉伸)、ASTM E9 及 ISO 4506 (壓縮)、ASTM E466 及 ISO 1099 (力控制疲勞) 及 ASTM E606/606M 及 ISO 12106 (應變控制疲勞)。對需要起始裂縫/缺口之試驗法，參照 A.4。

圖 A.2 顯示供拉伸、低及高循環疲勞試驗之矩形試樣可能的方位稱呼。

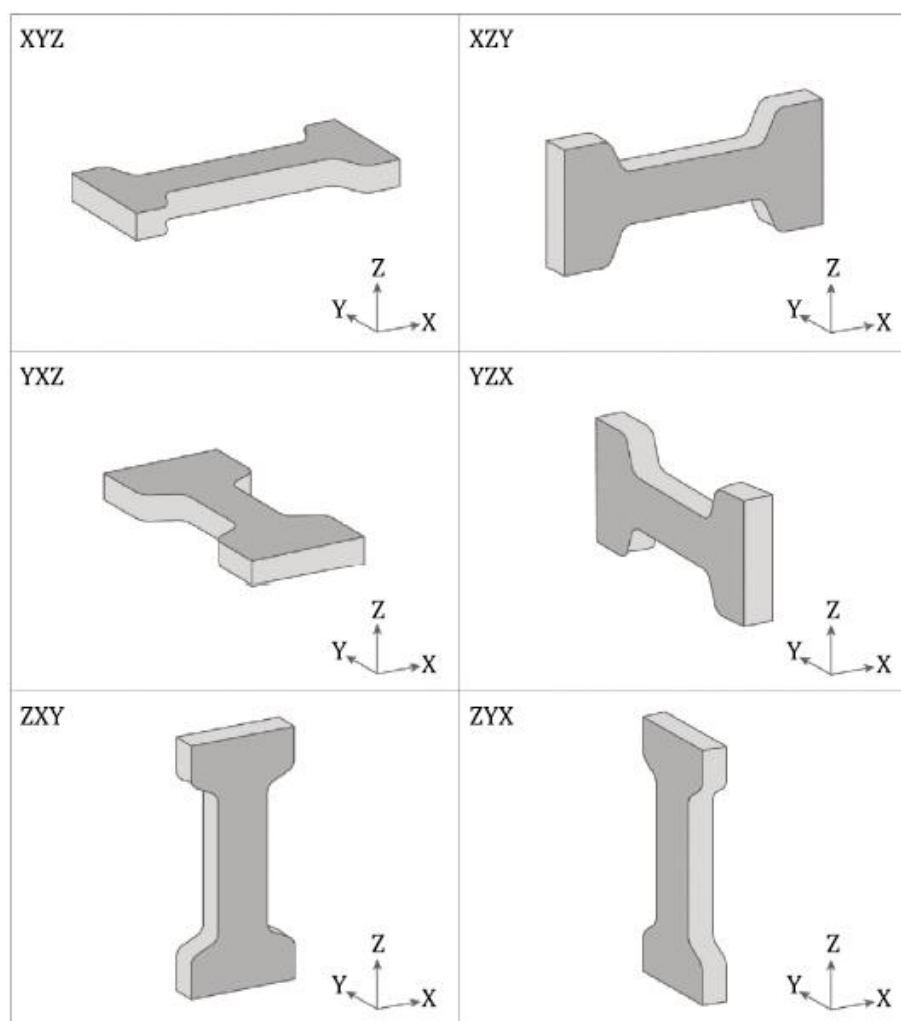


圖 A.2 對供拉伸、低及高循環疲勞試驗之矩形試樣，為說明方位稱呼示例的各種試樣方位

備考：圖 A.2 所示之方位係基於 ISO 17295。舉例而言，對 XYZ 試樣，其最長尺度平行 X 軸，次長尺度平行 Y 軸，最短尺度平行 Z 軸。Z 軸始終為建構成形方向。

A.3 供拉伸、低及高循環疲勞試驗之圓桿試樣方位

圖 A.3 顯示供拉伸、低及高循環疲勞試驗之圓桿試樣可能的方位稱呼^{[1][2][3]}。

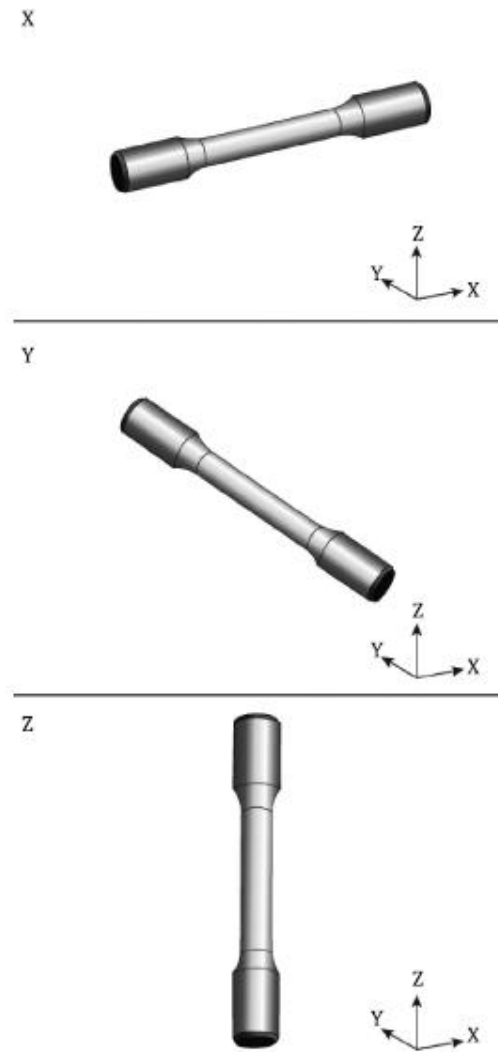


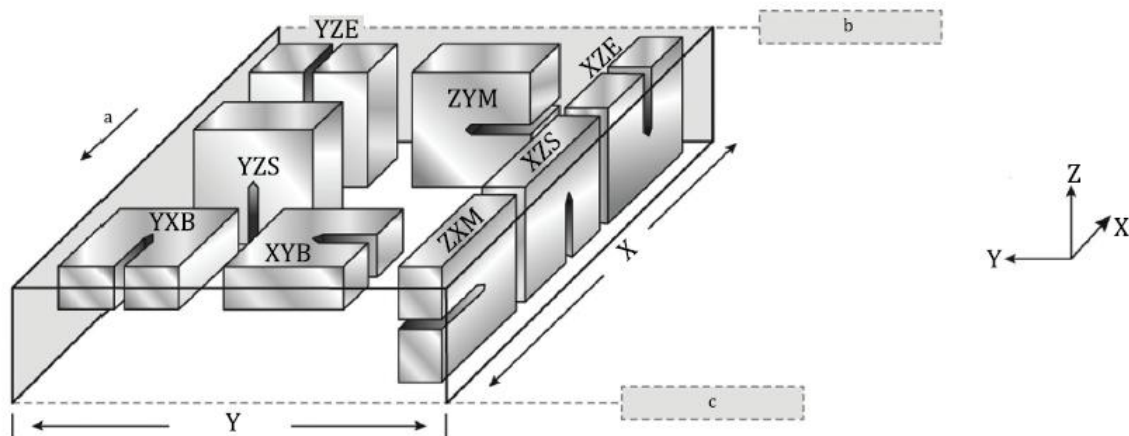
圖 A.3 對供拉伸、低及高循環疲勞試驗之圓桿試樣，為說明可能的方位稱呼之各種試樣方位

試樣在建構成形室中之方位，應依 ISO 1729 指定的正交方位標示法識別之，其中試樣之方位，可明確地藉由僅列出與最長尺度平行的軸線來描述。此術語可用於無起始裂縫/缺口要求之圓桿試樣的試驗。此等試驗法不限於 ASTM E8/E8M 及 ISO 6892-1 (拉伸)、ASTM E9 及 ISO 4506 (壓縮)、ASTM E466 及 ISO 1099 (力控制疲勞)及 ASTM E606/606M 及 ISO 12106 (應變控制疲勞)。對需要起始裂縫/缺口之試驗法，參照 A.4。

備考：圖 A.3 所示之方位係基於 ISO 17295 的原則。舉例而言，X 試樣表示最長尺度與 X 軸平行，其他兩軸則成對稱。Z 軸始終為建構成形方向。

A.4 在破壞韌性及疲勞裂縫生長試驗中，相對於建構成形方向說明裂縫生長方向之試樣方位

圖 A.4 顯示在破壞韌性及疲勞裂縫生長試驗中，相對於建構成形方向說明裂縫生長方向之試樣方位^{[1][2][3][4]}。



說明

- X 軸
- Y 軸
- Z 建構成形方向
- E 終止面
- M 中間面
- S 起始面
- B 兩者
- a RD，最後掃描方向
- b 建構成形之終止面
- c 建構成形之起始面

圖 A.4 在破壞韌性及疲勞裂縫生長試驗中，相對於建構成形方向說明裂縫生長方向之試樣方位

此等術語僅可用於要求在試樣上具起始裂縫/缺口之試驗法(例：彎曲及緊緻拉伸(compact tension)等)。此等試驗法不限於 ASTM E399/E1820 及 ISO 12135 (破壞韌性)、ASTM E647 及 ISO 12108 (疲勞裂縫生長)。

掃描策略/方向宜在試驗報告中提出，儘管此處之術語與掃描策略間無直接關聯。

A.5 為直接量測位置及方向相依之機械性質，從標準幾何形狀及零組件中提取試樣的示例

A.5.1 一般

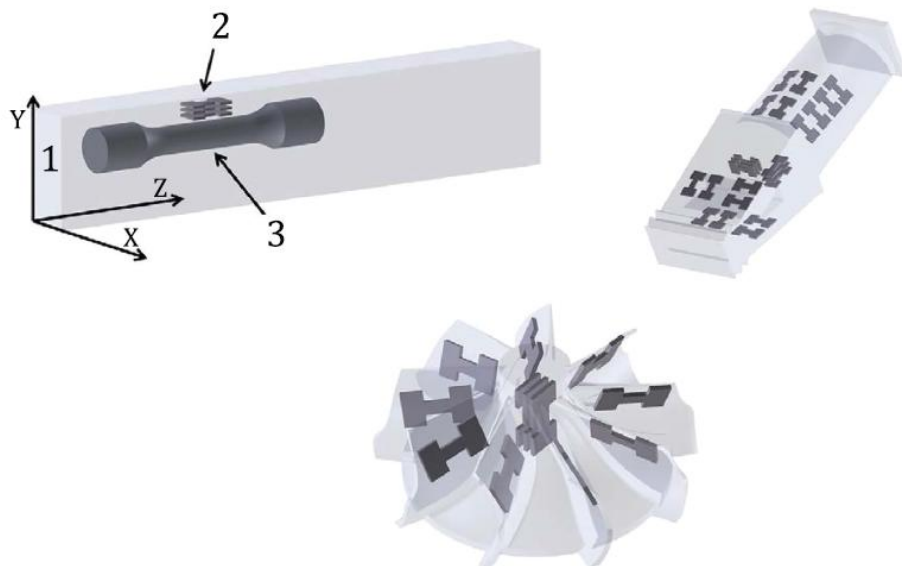
圖 A.5 顯示為直接量測位置及方向相依之機械性質，從標準幾何形狀及零組件中提取試樣的示例^{[5][6][7][8]}。

對從複雜幾何形狀中切取試樣之情況，應基於 ISO 17295 坐標系統建構零組件的電腦輔助設計(CAD)圖形及一組坐標軸，以精密地記錄所有待提取試樣之位置及方位。此處提供之示例僅為一指引。在此指引中，建構成形方向始終視為與 Z 軸平行。

A.5.2 切取試樣

宜報告相對於建構成形方向之切取試樣角度。

切取之試樣亦可用於記錄位置及方位特定之微觀結構或缺陷結構。各種金相及非破壞檢測(NDT)技術，均可遵循目前概述之相同術語，用於零組件及切取試樣。



說明

- 1 基體
- 2 切取試樣
- 3 標準幾何形狀

圖 A.5 為直接量測位置及方向相依之機械性質，從標準幾何形狀及零組件中提取試樣的示例

A.6 迷你試樣試驗法

A.6.1 一般

對積層製造零組件，由於可用材料之總量有限，使用標準尺寸試樣通常難以評鑑其機械性質。若欲對形狀複雜之較小零組件進行局部性質量測，則應使用迷你化試樣。此點相當重要，因為積層製造製程之特殊性，分開沉積“參考”標

準尺寸試樣可能會產生誤導，並且與直接從積層製造零組件獲得的結果不同。故需要製備與零組件關鍵尺度有相似尺寸、相似沉積方位之試樣，以便隨後進行材料性質評鑑。

AM 零組件除會隨著不同壁厚而變化性質外，還可能表現出非等向性及沿建構成形高度變化之性質[9][10][11][12]。取決於預定應用，除對已處理表面(例：拋光及打磨等)外，亦宜額外地考慮對已建構成形表面表徵其性質，或作為表徵已處理表面之替代。為提供代表性的材料性質，在進行任何材料性質試驗之前，宜對試樣進行與最終產品預定的相同或等同後處理。

即使已遵循上述所有建議，當報告試驗結果時亦應強調使用迷你化試樣，以明確指出使用非標準試樣。

備考：本標準未提供迷你化拉伸試驗之建議，導致目前使用的試樣形狀範圍廣泛。近來有報告使用圖 A.6 所示之扁平試樣的幾何形狀，結果相當成功，當厚度寬度比 ≥ 0.5 時，伸長率結果與圓桿試樣最為一致[13][14]。

若伸長率並非屬關鍵之性質量測指標，或空間非常有限，則可使用標距(gauge length)較短的試樣(參照圖 A.6 b)，以獲得可靠之強度性質。就實務觀點言，建議之最小標距為 3 mm。

試樣之厚度宜約為晶粒尺寸的 10 倍，以代表“塊體”材料行為[13]。依參考資料[13]、[14]及[15]中彙整之最新經驗，建議機械加工試樣的最小厚度為 0.5 mm (參照圖 A.6)。基於近淨形試樣的近來經驗[9][16]，圖 A.7 顯示建議之最小試樣尺度，但在給定的建構成形體積拘束下，強烈建議盡可能使用更大體積之試樣。在所有情況下，試驗及評估程序宜符合 ASTM E8/E8M。應變量測應以適當精度之量測系統(視訊伸長計(video extensometer)、雷射伸長計、數位影像相關系統或機械伸長計)進行。

單位：mm

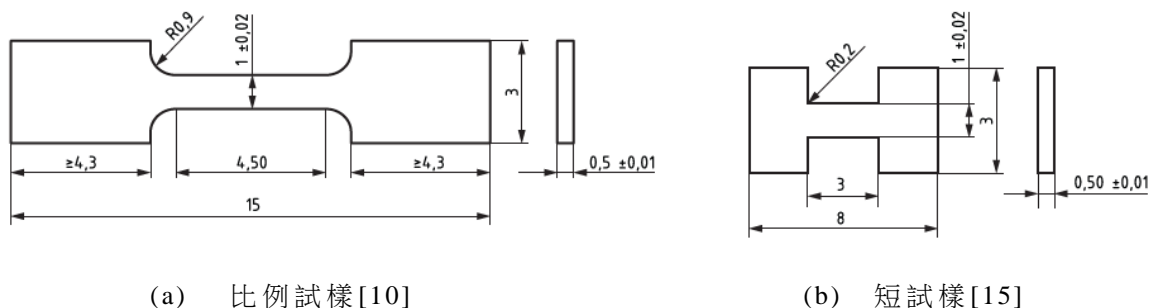
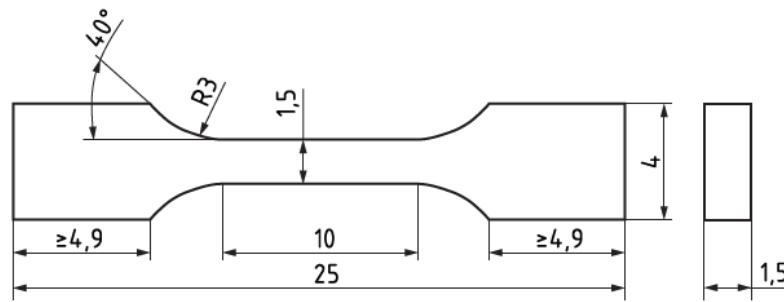


圖 A.6 扁平迷你拉伸試樣幾何形狀示例

單位：mm



(b) 圖 A.7 已建構成型形狀試樣幾何形狀示例[9]

迷你化拉伸試樣亦可用於 AM 製程之品質控制，因為小型試樣(例如參照圖 A.7)可在每一批次的不同位置建構成形。此等之小尺寸不會減少成形室內可用的“商業”建構成形空間，亦不會顯著增加建構成形成本。

A.6.2 破壞韌性試驗

在破壞韌性試驗中，建議採用基於 ISO 26843 或 ASTM E2248 中之沙丕尺寸試樣的小尺寸試樣幾何形狀。若可用材料體積較小，ASTM E1921 內有採用尺寸為 10 mm×10 mm×4 mm 之 0.16 T-CT 試樣[17][18]。在適當情況下，疲勞預裂迷你沙丕試樣亦用於破壞韌性評鑑[19]。

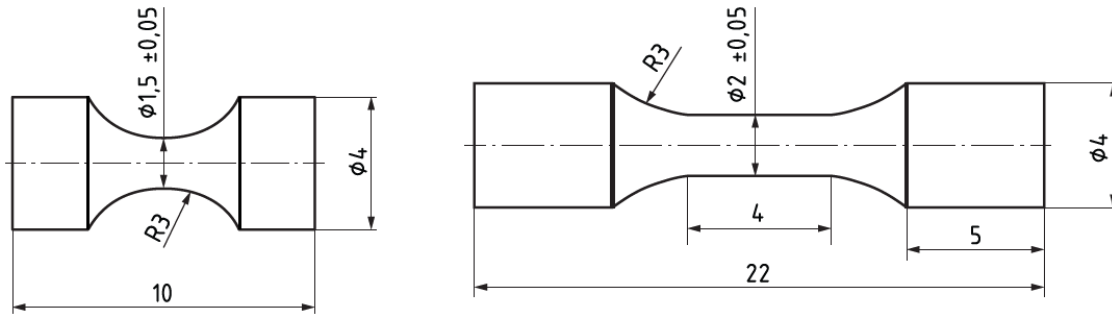
上述標準尤其關注如何測定與尺寸無關之破壞韌性值，因為此等標準是為評鑑厚壁零組件的破壞關鍵性質而制定。迷你化破壞 AM 試樣之試驗，可能會得出與厚度相關的韌性值。雖然此處應將此等標準評估程序應用於迷你化試樣評鑑，但一段顯示試樣中可能存在之應力/應變狀態的明確陳述，宜被包含在內，以顯示已獲得與零組件相關之性質。

缺口韌性標準 ASTM E23 及 ISO 14556，除標準之 10 mm×10 mm×55 mm 試樣外，還允許使用次尺寸沙丕試樣。依 ISO 14556，其允許之最小幾何形狀是所謂之迷你沙丕試樣(亦稱為 KLST)，尺寸為 3 mm×4 mm×27 mm。然而，不同尺寸試樣之缺口韌性值間，缺乏直接比較。

A.6.3 力控制或應變控制疲勞試驗

對力控制疲勞試驗(參照圖 A.8(a)、ASTM E466 及 ISO 1099)，建議之最小試樣直徑為 5 mm。對應變控制疲勞試驗(參照圖 A.8 (b)及 ASTM E606/E606M)，建議之最小試樣直徑為 6.35 mm。此等尺度之試樣可能難以從許多零組件中切取，因此可採用迷你化試樣。最近之研究有探討直徑 1.5 mm 至 2.0 mm 的試樣^{[20][21]}。一般試驗條件及評估宜依現有標準進行。迷你化試樣亦可能因尺寸效應現象而對試驗結果產生影響，使用者宜查證該性能是否符合其應用。對應變控制試驗，可使用具適當標距之機械伸長計，或使用具合適閉環控制性能的光學應變量測系統。

單位：mm



(a) 力控制[20]

(b) 應變控制[21]

圖 A.8 力控制疲勞試驗及應變控制疲勞試驗的迷你試樣幾何形狀

名詞對照

淨形

net-shape

緊緻拉伸

compact tension

標距

gauge length

視訊伸長計

video extensometer

參考資料

- [1] Lewandowski J.J., Seifi M., Metal Additive Manufacturing: A Review of Mechanical Properties, *Annu. Rev. Mater. Res.* 2016
- [2] Rafi H.K., Karthik N.V., Gong H., Starr T.L., Stucker B.E., Microstructures and Mechanical Properties of Ti6Al4V Parts Fabricated by Selective Laser Melting and Electron Beam Melting, *J. Mater. Eng. Perform.* 2013
- [3] Gong H., Rafi H.K., Gu, G.D. Ram J. Starr T. Stucker B. Influence of defects on mechanical properties of Ti-6Al-4V components produced by selective laser melting and electron beam melting. *Mater. Des.* 2015
- [4] Kobryn P.A., Semiatin S.L. Mechanical Properties of Laser-Deposited Ti-6Al-4V in Solid Freeform Fabrication Proceedings. 2001
- [5] Seifi M., Dahar M., Aman R., Harrysson O., Beuth J., Lewandowski J.J., Evaluation of Orientation Dependence of Fracture Toughness and Fatigue Crack Propagation Behavior of As-Deposited Arcam EBM Ti-6Al-4V, *JOM.* 2015
- [6] Seifi M., Salem A., Beuth J., Harrysson O., Lewandowski J.J., Overview of Materials Qualification Needs for Metal Additive Manufacturing. *JOM.* 2016
- [7] Seifi M., Salem A., Satko D., Shaffer J., Lewandowski J.J., Defect Distribution and Microstructure Heterogeneity Effects on Fracture Resistance and Fatigue Behavior of EBM Ti-6Al-4V. *Int. J. Fatigue*, 2017
- [8] Seifi M., Gorelik M., Waller J., Hrabe N., Shamsaei N., Daniewicz S., Lewandowski J.J., Progress Towards Metal Additive Manufacturing Standardization to Support Qualification and Certification. *JOM.* 2017
- [9] Džugan J., Seifi M., Procházka R., Rund M., Podany P., Konopik P., Lewandowski J.J., Effects of Thickness and Orientation on the Small Scale Fracture Behaviour of Additively Manufactured Ti-6Al-4V. *Mater. Charact.* 2018
- [10] Melzer D., Džugan J., Koukolikova M., Rzepa S., Vavrik J., Structural integrity and mechanical properties of the functionally graded material based on 316L/IN718 processed by DED technology. *MSEA*, 2021.
- [11] Pehlivan E., Roudnicka M., Džugan J., Koukolikova M., Králík V., Seifi M., Lewandowski J.J., Dalibor D., Daniel M., Effects of build orientation and specimen geometry on the mechanical response of CP-Ti Grade 2 tiny wire specimen manufactured by selective laser melting. *Additive Manufacturing*, 2020
- [12] Džugan J., Seifi M., Rzepa S., Procházka R., Rund M., Podany P., Lewandowski J., Mechanical properties characterisation of metallic components produced by additive manufacturing using miniaturised specimens. *Virtual and Physical Prototyping*, 2023.
- [13] Kohno Y., Kohyama A., Hamilton M.L., Katoh Y., Garner F.A., Specimen size effects on the tensile properties of JPCA and JFMS. *J. Nucl. Mater.* 2000
- [14] Gussev M.N., Busby J.T., Field K.G., Sokolov M.A., Gray S.E., Role of Scale Factor During Tensile Testing of Small Specimens” in *STP 1576: Small Specimen Test Techniques*, ASTM international, 2014

- [15] Džugan J., Procházka R., Konopik P., Micro-tensile test technique development and application to mechanical property determination in STP 1576: Small Specimen Test Techniques, ASTM international, 2015
- [16] Mertová K., Džugan J., Roudnická M., Daniel M., Vojtěch D., Seifi M., Lewandowski J.J., Build Size and Orientation Influence on Mechanical Properties of Powder Bed Fusion Deposited Titanium Parts. Metals, 2020
- [17] Lucon E., Scibetta M. Vandermeulen W. Additional Investigations on the Applicability of Miniature Compact Tension Specimens for Fracture Toughness Measurements in the Upper Shelf Regime Convention. TRACTEBEL/SCK-CEN, 2005
- [18] Scibetta M. Cen S.C.K. Gérard R. On the Use of Miniaturized Ct Specimens for Fracture Toughness. 2016
- [19] Valo M., Planman T., Wallin K., Ahlstrand R., Kohopaa J., Rintamaa R., Validation of miniature fracture toughness specimens for material surveillance, in STP 1418: Small Specimen Test Techniques: Fourth Volume, ASTM international, 2002
- [20] Džugan J. Konopik P. Rund M. Procházka R. Determination of local tensile and fatigue properties with the use of sub-sized specimens, in Proceedings of the ASME 2015 Pressure Vessels & Piping Conference PVP, 2015
- [21] Procházka R., Džugan J., Low cycle fatigue properties assessment for rotor steels with the use of miniaturized specimens. International Journal of Fatigue, 2022, 154, 106555
- [22] ISO 14556, Metallic materials – Charpy V-notch pendulum impact test – Instrumented test method
- [23] ASTM E23, Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials
- [24] ASTM E2248, Standard Test Method For Impact Testing Of Miniaturized Charpy V-Notch Specimens
- [25] ASTM E8/E8M, Standard test methods for tension testing of metallic materials
- [26] ASTM E9, Standard test methods of compression testing of metallic materials at room temperature
- [27] ASTM E399, Standard test method for linear-elastic plane-strain fracture toughness K_{Ic} of metallic materials
- [28] ASTM E466, Standard practice for conducting force-controlled constant amplitude axial fatigue tests of metallic materials
- [29] ASTM E561, Standard test method for k-r curve determination
- [30] ASTM E606/E606M, Standard test method for strain-controlled fatigue testing
- [31] ASTM E647, Standard test method for measurement of fatigue crack growth rates
- [32] ASTM E1820, Standard test method for measurement of fracture toughness
- [33] ASTM E1921, Test Method for Determination of Reference Temperature, T_0 , for Ferritic Steels in the Transition Range
- [34] ASTM E2472, Standard Test Method For Determination Of Resistance To Stable Crack Extension Under Low-Constraint Conditions

- [35] ASTM E2899, Standard test method for measurement of initiation toughness in surface cracks under tension and bending
- [36] ASTM F2971, Practice for Reporting Data for Test Specimens Prepared by Additive Manufacturing

相對應國際標準

ISO/ASTM 52909:2024 Additive manufacturing of metals – Finished part properties – Orientation and location dependence of mechanical properties for metal parts

中華民國國家標準

發行機關：經濟部標準檢驗局

局 址：臺北市中正區濟南路一段四號

電 話：(02)2343-1770

網 址：<https://www.bsmi.gov.tw>

編輯排版：文山彩藝有限公司

銷售網址：<https://www.cnsonline.com.tw>

定 價：依上開銷售網站公告之售價為準

GPN：4911300047

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印