ICS 25.040.10

中華民國國家標準

C N S

切削中心機之試驗條件－第 2 部：具垂直主軸 (垂直 Z 軸) 機器之幾何試驗

Test conditions for machining centres − Part 2: Geometric tests for machines with vertical spindle (vertical Zaxis)

CNS15077-2
(草-修 1140117):2025

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 3
簡介 4
1. 適用範圍 5
2. 引用標準 5
3. 用語及定義 5
4. 預備事項 5
4.1 量測單位 5
4.2 CNS 14637 系列標準之引用 5
4.3 CNS 15077-6 之引用 6
4.4 試驗順序 6
4.5 所需執行之試驗 6
4.6 許可差 7
4.7 量測儀器 7
4.8 圖示 7
4.9 托板 8
4.10 軟體補償 8
4.11 非受測軸 8
4.12 機器組態 8
4.13 稱呼 9
5. 幾何試驗 11
5.1 線性運動之真直度誤差 11
5.2 線性運動之角度誤差 14
5.3 線性運動間之直角度誤差 18
5.4 主軸 21
6. 水平非旋轉工作台 26
7. 僅繞垂直 C´ 軸旋轉之工作台 32
8. 繞垂直 C´ 軸旋轉且繞水平 A´ 軸傾斜之工作台 43
8.1 一般 43
8.2 繞 A´ 軸傾斜之旋轉工作台試驗 44
8.3 A´ 軸從–90°傾斜至+90°之試驗 63
8.4 A´ 軸從–90°傾斜至 0°之試驗 69
8.5 A´ 軸從 0°傾斜至+90°之試驗 73
9. 繞垂直 C´ 軸旋轉且繞水平 B´ 軸傾斜之工作台 77
9.1 一般 77

(共 123 頁)

9.2 繞 B´ 軸傾斜之旋轉工作台試驗 78
9.3 B´ 軸從−90°傾斜至+90°之試驗 97
9.4 B´ 軸從-90°傾斜至 0°之試驗 100
9.5 B´ 軸從 0°傾斜至+90°之試驗 104
附錄 A (參考)與第 7 節、第 8 節及第 9 節有關之刀具夾持主軸與工件夾持旋轉工作台軸線的誤差運動試驗 108
附錄 B (參考)與第 8 節有關之繞垂直 C´ 軸旋轉且繞水平 A´ 軸傾斜的工作台旋轉軸誤差運動試驗 113
附錄 C (參考)與第 9 節有關之繞垂直 C´ 軸旋轉且繞水平 B´ 軸傾斜的工作台旋轉軸誤差運動試驗 118
參考資料 123
名詞對照 123

前言

本標準係依據 2023 年發行之第 2 版 ISO 10791-2，不變更技術內容，修訂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。CNS 15077-2:2007 已經修訂並由本標準取代。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施。但經各該目的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。

CNS 15077 系列標準在〝切削中心機之試驗條件〞之共用名稱下，由下列各部所組成：

- 第 1 部：具水平主軸(水平 Z 軸)機器之幾何試驗
- 第 2 部：具垂直主軸(垂直 Z 軸)機器之幾何試驗
- 第 3 部：具整合型分段指示或連續萬向分度頭之機器幾何檢驗(垂直 Z 軸)
- 第 4 部：線性軸與旋轉軸之定位精度與重現性
- 第 5 部：工件夾持托板之定位精度與重現性
- 第 6 部：速率及內插之準確度
- 第 7 部：精加工試件之準確度
- 第 8 部：在三個坐標平面內之輪廓性能評估
- 第 9 部：刀具與托板更換之操作時間評估
- 第 10 部：熱變形之評估

本標準取代於民國 96 年公布之版本，主要變更如下：

- 適用於機器所有組態的試驗，現已集中置於第 5 節(試驗 G5.1 至試驗 G5.14)。
- 構成本標準前版次的附錄 A 至附錄 C 之目標的選擇性臥式主軸及整合型或附屬主軸頭試驗已刪除，並將以更一般性的標準涵蓋之，因其並非僅用於切削中心機。
- 導入 4 類工件夾持工作台的移動試驗，分別為第 6 節、第 7 節、第 8 節及第 9 節，如 4.5 及表 1 之說明。
- 導入 3 個新的附錄 A、附錄 B 及附錄 C，用以處理屬於主軸及屬於旋轉工作台與旋轉且傾斜工作台之旋轉軸的誤差運動。
- 已刪除工作台真平度試驗(前版次的 G15)，理由如下：
  - 通常不使用工作台表面作為工件位置的基準，
  - 機器有時會隨附一些已固裝在工作台上的夾具，
  - 機器有時會提供可固裝多個托板的接收器，
  - 於機器工作壽命期間進行試驗時，工作台表面可能不適合進行準確的量測，特別是在大型機器上。

簡介

切削中心機為一種數值控制工具機，能夠執行多種加工作業，包括銑削、搪孔、鑽孔及攻牙，並能依據加工程式從刀庫或類似存放單元中自動更換刀具。

CNS 15077 系列標準旨在就可執行的試驗，提供盡可能廣泛且全面的資訊，以用於比較、維護或使用者或製造商/供應商認為必要的任何其他目的。

1. 適用範圍

本標準參照 CNS 14637 系列標準，023

本標準適用於具 3 個數值控制線性軸(X 軸長度 5,000 mm 以下、Y 軸長度 2,000 mm 以下及 Z 軸長度 2,000 mm 以下)的切削中心機，但亦涉及輔助運動，例：旋轉、傾斜及搖擺工作台之運動。附錄 A、附錄 B 及附錄 C 中所含的試驗，涵蓋主軸、旋轉工作台及傾斜搖籃的旋轉軸。其他非上述之運動皆視為特殊功能，因此其相關試驗並未包含在本標準中。

本標準在第 6 節至第 9 節中，考量 4 種可能的工作台型式，包括固定式或旋轉式，如下所述：

第 6 節：水平非旋轉工作台，

第 7 節：僅繞垂直 C′軸旋轉之工作台，

第 8 節：繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜之工作台，

第 9 節：繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜之工作台。

本標準僅涉及機器幾何準確度之查證，並不適用於機器操作之試驗。機器操作之試驗通常宜分開進行。非與機器純幾何準確度有關之試驗，另行規定於本系列標準之其他部中，如在前言中所列。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，其部分或全部內容構成本標準之要求。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。

CNS 8343　工具自動化系統及整合－機器之數值控制－坐標系統及運動術語

CNS 14637-1　工具機試驗規範－第 1 部：機器在無負載或準靜態情況下運轉之幾何精度

CNS 14637-7　工具機試驗規範－第 7 部：旋轉軸之幾何精度

3. 用語及定義

CNS 14637-1 及 CNS 14637-7 之用語及定義適用於本標準。

4. 預備事項

4.1 量測單位

本標準所有之線性尺度、偏差及對應許可差皆以 mm 表示，角度大小以度(°)表示，角度偏差及對應許可差則以比率表示，但在某些情況下為能清楚表示，可採用微弳度(μrad)或弧秒(″) 。下列表示式宜用於角度偏差或許可差之單位轉換。

$0.010/1000 = 10\ \mu\text{rad} \approx 2''$

4.2 CNS 14637 系列標準之引用

4.2.1 一般

應用本標準時，應引用 CNS 14637-1 及 CNS 14637-7 之規定，特別是試驗前機器的固裝、主軸及其他移動構件之暖機、量測方法的描述及試驗設備之建議的不確定度。

第 5 節至第 9 節及附錄 A 至附錄 C 所述試驗之〝注意事項〞欄位中，若所關注試驗符合 CNS 14637-1 或 CNS 14637-7 之對應節次的規範，其說明會引用 CNS 14637-1 或 CNS 14637-7 之對應節次。

4.2.2 相對量測之考量

如 CNS 14637-1 所示，所有幾何量測皆在機器的刀具側與工件側間進行。

當使用單一儀器(例：精密水平儀)無法進行該量測，且受測軸的運動會導致主軸頭與工件夾持構件出現角度移動時，則需要進行差動量測。

4.3 CNS 15077-6 之引用

在 CNS 15077-6 之附錄 A、附錄 B 及附錄 C 中，描述有關測試 3 軸同動控制(AK1、AK2、BK1、BK2、CK1 及 CK2)之圓弧內插運動的運動學試驗。此等試驗係基於使用具球端試驗心軸(sphere-ended test mandrel)之位移感測器或使用球桿(ball bar)。

此等運動學試驗可用於決定旋轉軸對線性軸之位置及方位。

若所有相關的幾何誤差補償功能均相同，則 CNS 15077-6 中之運動學試驗(BK2 b)，可作為下列試驗之替代方法：G7.6、G7.7、G8.6 (b)、G8.7、G9.6 (b)及 G9.7。

4.4 試驗順序

本標準所提出的試驗，並未規定實際之試驗順序。為使儀器的固裝或檢測易於進行，所有試驗可依任何順序為之。

4.5 所需執行之試驗

在試驗機器時，並非皆需要或可能執行本標準所述之所有試驗。進行允收目的之試驗時，使用者可依與供應商或製造商間的協議，選擇欲了解機器之構件或性能相關的試驗項目。此等試驗項目在訂購機器時即必須清楚地描述。僅參照本標準作為允收試驗，而未指定所欲進行之試驗且相關費用的協議時，對簽約之任一方不具約束力。

第 5 節(G5.1 至 G5.14)中考量的試驗，適用於所有立式切削中心機，不論其工件夾持工作台的型式為何。此外，視工作台的型式而定，第 6 節至第 9 節中的每一節皆包含所有相關的幾何試驗，且不需從不同的節次進行類似的試驗。因此，視機器的組態而定，完整的幾何試驗包含下列選擇：

- 對具水平非旋轉工作台的機器，適用第 5 節、第 6 節及附錄 A 中的試驗 AR1。
- 對具僅繞垂直 C′軸旋轉之工作台的機器，適用第 5 節、第 7 節及附錄 A。
- 對具繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜之工作台的機器，適用第 5 節、第 8 節、附錄 A 及附錄 B。
- 對具繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜之工作台的機器，適用第 5 節、第 9 節、附錄 A 及附錄 C。

為便於理解，上述說明彙整於表 1。

表 1　適用於不同立式切削中心機組態之試驗

	本標準之本文					附錄		
工作台上的旋轉軸	第 5 節	第 6 節	第 7 節	第 8 節	第 9 節	附錄 A	附錄 B	附錄 C
無旋轉軸	G5.1 至 G5.14	G6.1 至 G6.5				AR1		
C′	G5.1 至 G5.14		G7.1 至 G7.8			AR1 及 AR2		
C′ + A′	G5.1 至 G5.14			G8.1 至 G8.18		AR1 及 AR2	BR1 及 BR2	
C′ + B′	G5.1 至 G5.14				G9.1 至 G9.18	AR1 及 AR2		CR1 及 CR2

4.6 許可差

在本標準中，所有許可差值(參照 CNS 14637-1 之 4.1)為供指引用。當其被用於允收目的時，其他許可差值可由使用者與製造商/供應商協議。在訂購機器時，應明確陳述所要求/所協議的許可差。

在對不同於本標準的量測長度訂定許可差時，該許可差可藉由比例定律(參照 CNS 14637-1 之 4.1.2)決定。除非另有指定，應考量許可差的最小值為 0.005 mm。

4.7 量測儀器

在下列節次所述之試驗中，所指的量測儀器僅為示例。可量測同等量且具同等或更小量測不確定度之其他儀器皆可採用。應參照 CNS 14637-1 第 5 節，其指出量測不確定度與許可差間之關係。

當提及〝針盤指示計〞時，其不僅指針盤試驗指示器(dial test indicator, DTI)，亦包括任何類型之線性位移感測器，如類比或數位針盤指示計，線性可變差動變壓器(linear variable differential transformer, LVDT)，線性尺位移量規(linear scale displacement gauge)或非接觸式感測器，只要適用於所關注的試驗。

同理，當提及〝直規(straightedge)〞時，其可為任何類型之直線參考標準工件，如花崗岩或陶瓷或鋼或鑄鐵的直規、直角規之一臂、圓柱直角規的一創成線、參考立方體上之任何直線路徑，或為配合 T 型槽或其他基準而製造的特殊且專用之標準工件。

以同樣之方式，當提及〝直角規〞時，其可為任何類型的直角參考標準工件，如花崗岩或陶瓷或鋼或鑄鐵的直角規、圓柱直角規、參考立方體，亦或特殊且專用之標準工件。

當提及〝3D 探頭〞時，其意指 3 個裝於巢套內之位移感測器，當巢套及精密球沿程式化的刀具路徑一起移動時，位移感測器會量測精密球球心位置之變化。

4.8 圖示

4.8.1 一般

為簡化，本標準中之每一圖示僅說明一種切削中心機類型。

4.8.2 用於誤差 *E* 表示式中的字母字元

大部分情況下，圖示會顯示坐標軸及其自身的代碼及方位。本標準中提及線性軸 X 軸、Y 軸、Z 軸及旋轉軸 A′軸、B′軸、C′軸，但圖示中亦顯示在本文中使用的一些其他字母字元，主要用於平行度及直角度試驗。此等分別為(C)、T 及 L，含義如下：

- (C)：主軸軸線，不應與可能固裝在機器上之萬用主軸頭的 C 軸相混淆，
- T：工作台表面代表線在量測平面上的投影，
- L：在工作台表面上，以 T 形槽、定邊器或夾持在工作台上的標準工件表示之基準線。

4.8.3 誤差方向

對平行度及直角度誤差，圖示以不同方式顯示被檢查之元件(實體構件或軸)與基準軸間的誤差之正方向，如下所示：

- 對平行度試驗，圖示中箭頭表示誤差的正方向，應在〝誤差量測值〞欄中註明其代數正負號，
- 對直角度試驗，會顯示字元 α，且在〝誤差量測值〞欄中，誤差的正方向應表示為〝$\alpha > 90°$〞，負方向應表示為〝$\alpha < 90°$〞。

應特別注意讀值的正確代數正負號，尤其是其結果會在公式中結合以用於其他試驗時。

4.9 托板

對使用多個托板的機器，所有與其固有幾何特性或與各軸有關之行為的試驗(第 6 節至第 9 節中的試驗)，應僅在一已夾持就定位的代表性托板上執行之，除非使用者與製造商/供應商之協議另有指定。有關托板之其他檢查，參照 CNS 15077-5。

4.10 軟體補償

當有內建軟體工具可補償某些幾何偏差時，在以允收為目的之此等試驗期間，補償功能的使用，應基於使用者與製造商/供應商之協議，並充分考量該工具機的預定用途。當使用軟體補償時，此應陳述於試驗報告中。當使用軟體補償時，應注意為達試驗的目的，各軸不應被鎖住。

4.11 非受測軸

在對一運動軸執行某些幾何試驗期間，其他非受測軸的位置可能會影響結果。因此，此等軸的位置以及刀具側與工件側的偏置量，應記錄於試驗報告中。

4.12 機器組態

圖 1 及表 2 顯示立式切削中心機 12 種可能之組態，包括不同的架構以及沿線性軸移動之不同構件。以 01 至 12 的編號識別此等組態，以便圖 1 與表 2 相互參照。對軸之方位及命名，應參照 CNS 8343。

有數種傾斜旋轉工作台的組態，可固裝在立式切削中心機上。對其而言，一項重要之試驗是檢查傾斜軸對一水平軸的平行度，儘管傾斜軸可到達更大的角度位置，但用於讀取的位置為–90°、0°及+90°。對以下情況採用不同的試驗法：

－ 可到達彼此成 180°相對位置的軸(–90°至+90°)，以及

－ 僅能到達與 0°相差 90°之位置(–90°或+90°)的軸。

所有可能的情況及相關試驗如第 8 節及第 9 節所示，並搭配不同的軸方位及代數正負號，以便讓使用者選擇適合實際受測切削中心機之試驗，而不需調整或重新計算誤差的組合。

第 8 節及第 9 節中考量的可能情況如下列所示：

－ 繞 A′軸傾斜之工作台(參照第 8 節)

－ 從 A′= –90°傾斜至 A′ = +90°之工作台(參照 8.28.3)，

－ 從 A′= –90°傾斜至 A′ = 0°之工作台(參照 8.4)，及

－ 從 A′= 0°傾斜至 A′ = +90°之工作台(參照 8.5)，

－ 繞 B′軸傾斜之工作台(參照第 9 節)

－ 從 B′ = –90°傾斜至 B′ = +90°之工作台(參照 9.3)，

－ 從 B′ = –90°傾斜至 B′ = 0°之工作台(參照 9.4)，及

－ 從 B′= 0°傾斜至 B′ = +90°之工作台(參照 9.5)。

4.13 稱呼

為定義切削中心機之架構，表 2 亦提供具短碼之稱呼。此稱呼之排列如下：

－ 本標準之號碼 CNS 15077-2，

－ 字母 V 表示〝垂直〞，及

－ 從工件(w)至刀具(t)有關結構構件及移動構件之一列字母。

表 2 顯示圖 1 所示各機器組態稱呼之示例，其中

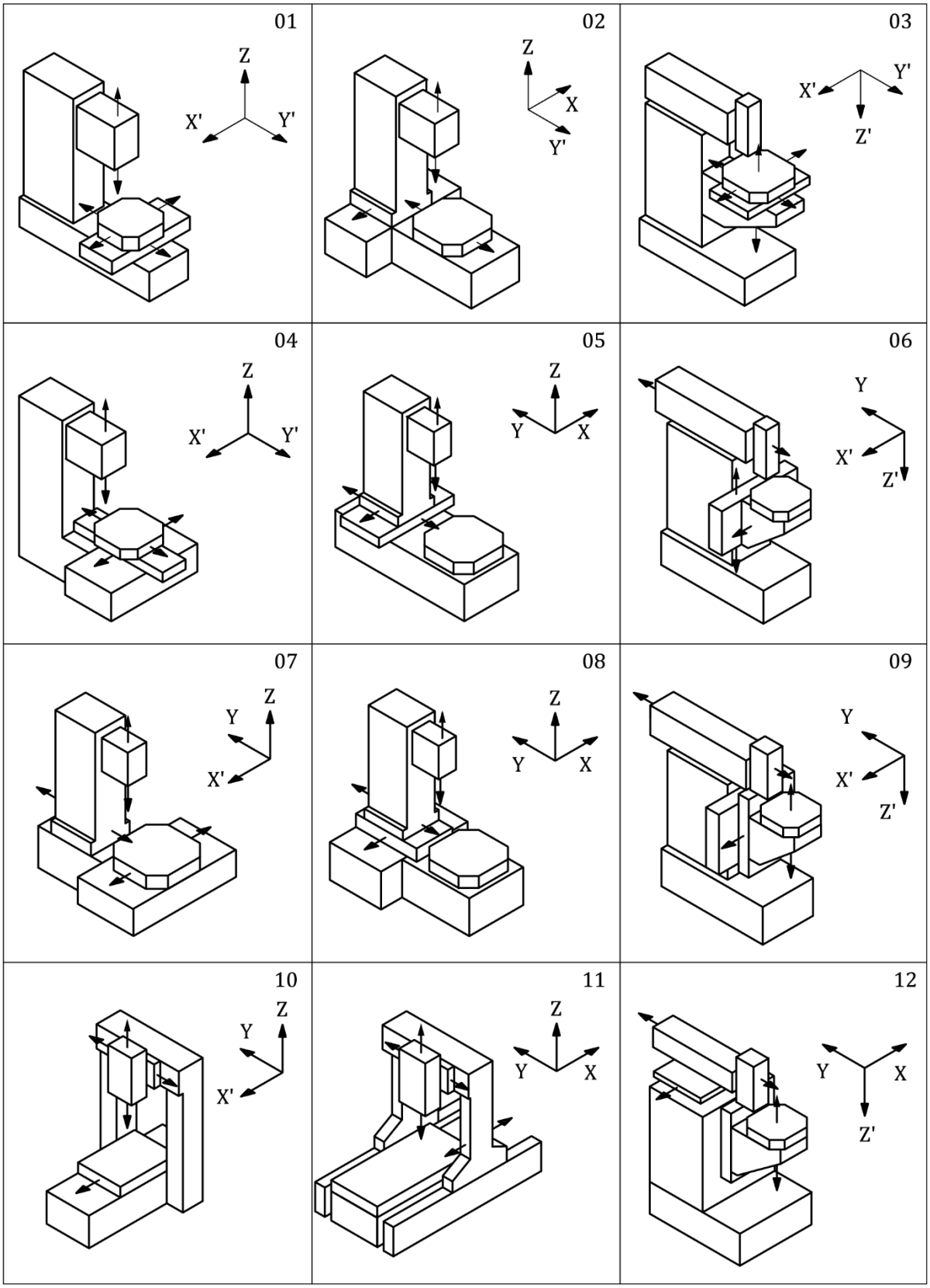
－ 移動軸的運動鏈在方括號中描述，

－ 不以 NC 定位之主軸軸線，用括號表示(例：(C))，及

－ 〝w〞、〝t〞及〝b〞分別代表工件夾持工作台、刀具及靜止構件(例：床台及立柱)。

表 2　圖 1 所示組態之稱呼

01	CNS 15077-2 V [w X′ Y′ b Z (C) t]	07	CNS 15077-2 V [w X′ b Y Z (C) t]
02	CNS 15077-2 V [w Y′ b X Z (C) t]	08	CNS 15077-2 V [w b X Y Z (C) t]
03	CNS 15077-2 V [w X′ Y′ Z′ b (C) t]	09	CNS 15077-2 V [w Z′ X′ b Y (C) t]
04	CNS 15077-2 V [w Y′ X′ b Z (C) t]	10	CNS 15077-2 V [w X′ b Y Z (C) t]
05	CNS 15077-2 V [w b Y X Z (C) t]	11	CNS 15077-2 V [w b X Y Z (C) t]
06	CNS 15077-2 V [w X′ Z′ b Y (C) t]	12	CNS 15077-2 V [w Z′ b X Y (C) t]



備考：某些工作台具旋轉軸及傾斜軸的組態，如圖 3 至圖 5 及第 7 節至第 9 節中的圖示所示。

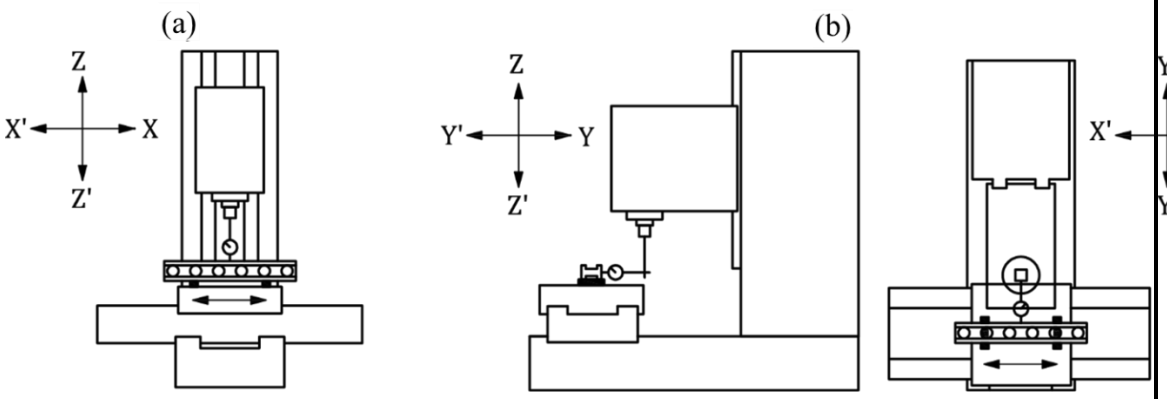
圖 1　線性軸之可能組態

5. 幾何試驗

5.1 線性運動之真直度誤差

目的	G5.1
檢查 X 軸運動之真直度誤差： (a) 在垂直之 ZX 平面(EZX)。 (b) 在水平之 XY 平面(EYX)。	

圖示



單位：mm

許可差

X ≤ 500	(a)	及	(b)	0.010
500 < X ≤ 800	(a)	及	(b)	0.015
800 < X ≤ 1,250	(a)	及	(b)	0.020
1,250 < X ≤ 2,000	(a)	及	(b)	0.025
2,000 < X ≤ 3,200	(a)	0.050	(b)	0.032
3,200 < X ≤ 5,000	(a)	0.065	(b)	0.040

任一 300 之量測長度，局部許可差為 0.007。

誤差量測值

對 X = ……

(a) (b)

最大局部誤差：

(a) (b)

量測儀器

(a) 直規及針盤指示計，或光學儀器。

(b) 直規及針盤指示計，或顯微鏡及張力線，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.2 及 8.2.2

對所有機器組態，直規或張力線或真直度反射鏡皆應置於工作台上。若主軸可鎖固，則可將針盤指示計或顯微鏡或干涉儀固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將儀器置於機器的主軸頭上。

量測線宜盡可能靠近工作台中心。應於試驗報告中陳述採用之基準直線。

不應採用基於角度量測的方法(CNS 14637-1 之 12.1.3)，因該等方法限制用於功能性表面之量測。

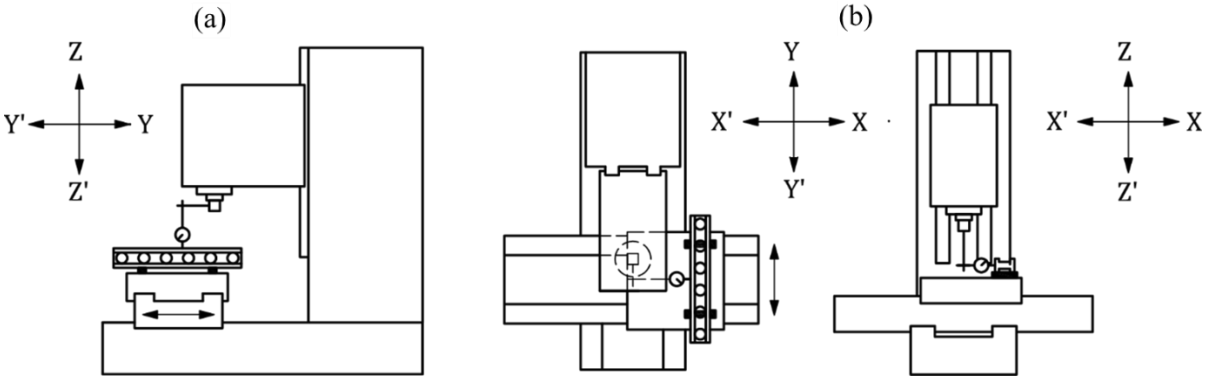
目的	G5.2

檢查 Y 軸運動的真直度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面(E_{ZY})。

(b) 在水平之 XY 平面(E_{XY})。

圖示



單位：mm

許可差

Y ≤ 500	(a) 及 (b)	0.010
500 < Y ≤ 800	(a) 及 (b)	0.015
800 < Y ≤ 1,250	(a) 及 (b)	0.020
1,250 < Y ≤ 2,000	(a) 及 (b)	0.025

任一 300 之量測長度，局部許可差為 0.007。

誤差量測值

對 Y = ……

(a) (b)

最大局部誤差：

(a) (b)

量測儀器

直規及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.2 及 8.2.2

對所有機器組態，直規或真直度反射鏡皆應置於工作台上。若主軸可鎖固，則可將針盤指示計或干涉儀固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將儀器置於機器的主軸頭上。量測線宜盡可能靠近工作台中心。應於試驗報告中陳述採用之基準直線。

不應採用基於角度量測的方法(CNS 14637-1 之 12.1.3)，因該等方法限制用於功能性表面之量測。

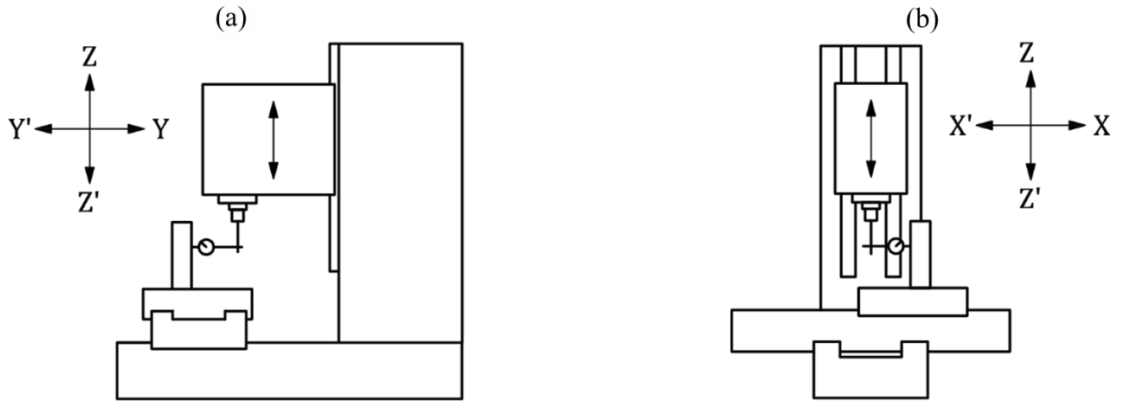
目的	G5.3

檢查 Z 軸運動的真直度誤差：

(a) 在 YZ 平面(E_{YZ})。

(b) 在 ZX 平面(E_{XZ})。

圖示



單位：mm

許可差

Z ≤ 500	(a) 及 (b)	0.010
500 < Z ≤ 800	(a) 及 (b)	0.015
800 < Z ≤ 1,250	(a) 及 (b)	0.020
1,250 < Z ≤ 2,000	(a) 及 (b)	0.025

任一 300 之量測長度，局部許可差為 0.007。

誤差量測值

對 Z = ……

(a) (b)

最大局部誤差：

(a) (b)

量測儀器

圓柱直角規及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.2 及 8.2.2

對所有機器組態，直角規或真直度反射鏡皆應置於工作台的中心。若主軸可鎖固，則可將針盤指示計或干涉儀固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將儀器置於機器的主軸頭上。

應於試驗報告中陳述工作台上量測線的位置及對主軸(C)的偏置量。應於試驗報告中陳述採用之基準直線。

不應採用基於角度量測的方法(CNS 14637-1 之 12.1.3)，因該等方法限制用於功能性表面之量測。

5.2 線性運動之角度誤差

G5.4

目的

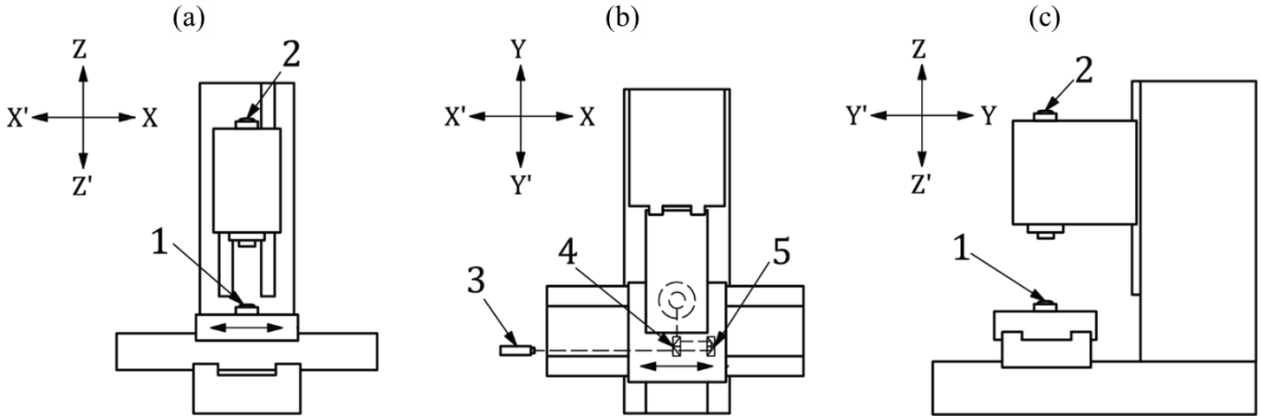
檢查 X 軸運動的角度誤差：

(a) 在垂直之 ZX 平面(俯仰 E_{BX})。

(b) 在水平之 XY 平面(偏擺 E_{CX})。

(c) 在垂直之 YZ 平面(翻滾 E_{AX})。

圖示



說明

1 量測用精密水平儀　　3 雷射頭　　5 角度反射鏡

2 基準精密水平儀　　4 角度干涉儀

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)

X ≤ 2,000	0.060/1,000，或 60 μrad 或 12″
2,000 < X ≤ 3,200	0.065/1,000，或 65 μrad 或 13″
3,200 < X ≤ 5,000	0.070/1,000，或 70 μrad 或 14″

局部許可差：任一 300 之量測長度，0.016/1,000，或 16 μrad 或 3.2″

誤差量測值

對 X = ……	(a)	(b)	(c)
最大局部誤差：	(a)	(b)	(c)

量測儀器

(a) (俯仰 E_{BX})　精密水平儀，或光學角度誤差量測儀器。

(b) (偏擺 E_{CX})　光學角度誤差量測儀器。

(c) (翻滾 E_{AX})　精密水平儀。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.4 及 8.4.2

量測儀器應依下列方式置於可動構件上：

(a) (俯仰 E_{BX})：縱向方式，

(b) (偏擺 E_{CX})：水平方式，

(c) (翻滾 E_{AX})：橫向方式。

在移動的兩方向上，應沿其行程至少取等距的 5 個位置進行量測。最大與最小讀值間的差值即為應報告之誤差。

目的 G5.5

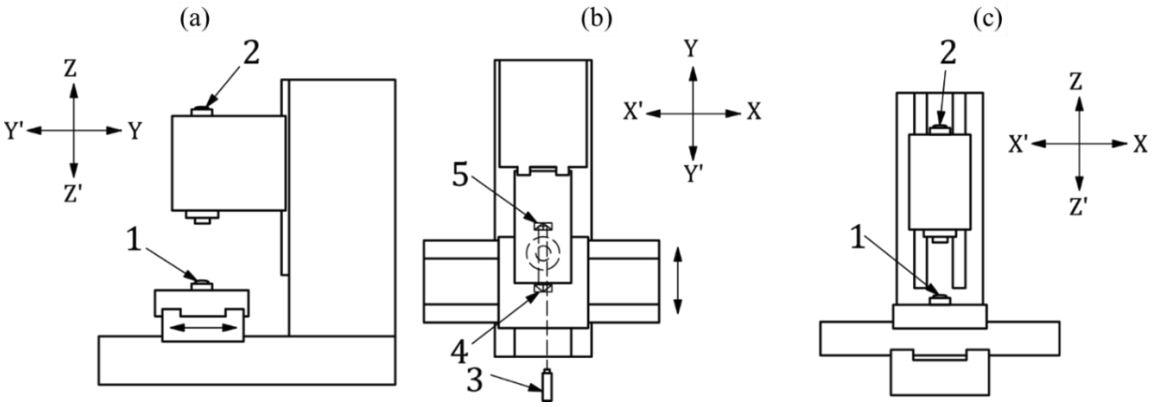
檢查 Y 軸運動的角度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面(俯仰 E_{AY})。

(b) 在水平之 XY 平面(偏擺 E_{CY})。

(c) 在垂直之 ZX 平面(翻滾 E_{BY})。

圖示



說明

1 量測用精密水平儀　　3 雷射頭　　5 角度反射鏡

2 基準精密水平儀　　4 角度干涉儀

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)：　Y ≤ 0.060/1,000，或 60 μrad 或 12″
2,000

局部許可差：　任一 300 之量測長度，0.016/1,000，或 16 μrad 或 3.2″

誤差量測值

對 Y = …….	(a)	(b)	(c)
最大局部誤差：	(a)	(b)	(c)

量測儀器

(a) (俯仰 E_{AY})　精密水平儀，或光學角度誤差量測儀器。

(b) (偏擺 E_{CY})　光學角度誤差量測儀器。

(c) (翻滾 E_{BY})　精密水平儀。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.4 及 8.4.2

量測儀器應依下列方式置於可動構件上：

(a) (俯仰 E_{AY})：縱向方式，

(b) (偏擺 E_{CY})：水平方式，

(c) (翻滾 E_{BY})：橫向方式。

在移動之兩方向上，應沿其行程至少取等距的 5 個位置進行量測。最大與最小讀值間的差值即為應報告之誤差。

目的	G5.6

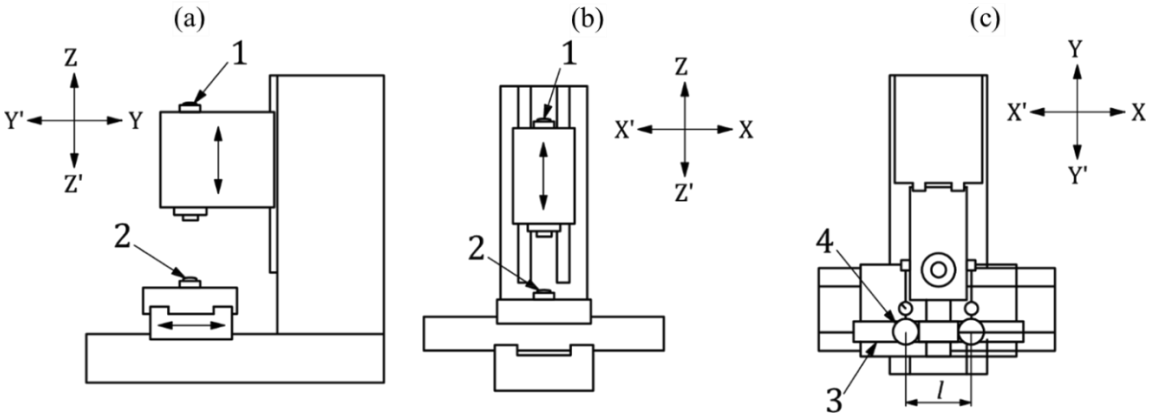
檢查垂直 Z 軸運動的角度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面(傾斜 E_{AZ})。

(b) 在垂直之 ZX 平面(傾斜 E_{BZ})。

(c) 在水平之 XY 平面(翻滾 E_{CZ})。

圖示



說明

1 量測用精密水平儀　　3 直規　　l 量測距離

2 基準精密水平儀　　4 圓柱直角規

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)：	Z ≤ 2,000	0.060/1,000，或 60 μrad 或 12″
局部許可差：	對(a)及(b)	對任一 300 之量測長度，0.016/1,000，或 16 μrad 或 3.2″
	對(c)	對任一 300 之量測長度，0.024/1,000，或 24 μrad 或 4.8″

誤差量測值

對 Z = …….	(a)	(b)	(c)
最大局部誤差：	(a)	(b)	(c)

量測儀器

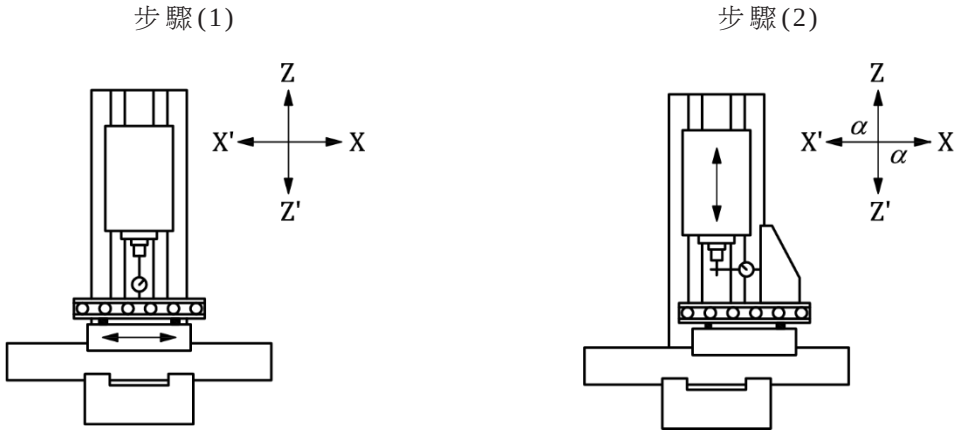
(a)及(b)	精密水平儀，或光學角度誤差量測儀器。
(c) (翻滾 E_{CZ})	圓柱直角規及針盤指示計，或精密方塊規及針盤指示計，或掃描對準雷射。

目的	G5.6
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 8.4 及 8.4.2 在移動之兩方向上，應沿其行程至少取等距的 5 個位置進行量測。最大與最小讀值間的差值即為應報告之誤差。 對(c)(翻滾 E_{CZ})，當未使用掃描對準雷射時，在工作台上放置一與 Z 軸近乎平行的圓柱直角規(或精密方塊規)，並將固裝在特殊臂上之針盤指示計的探針靠在直角規上。 移動 Z 軸，記錄讀值並在圓柱直角規上標記對應的高度。 移動 X 軸並將針盤指示計移到主軸頭的另一側，使探針能再次沿同一條線接觸到直角規。 應量測 X 軸運動的可能翻滾誤差，並納入考量(若使用精密方塊規，則無需 X 軸運動)。 針盤指示計應重新歸零，並在與前次量測相同高度處取得新的量測值，然後加以記錄。 對每一量測之高度，計算 2 讀值的差值 Δ。 應選擇此等差值的代數最大值及最小值，$(\Delta_{max} - \Delta_{min})/l$ 的結果即為應報告的誤差，其中〝l〞為針盤指示計 2 位置間之距離。 若使用掃描對準雷射，則掃描平面應大致平行地對準機器的 ZX 平面。量測程序與上述相同，唯應以雷射目標鏡取代針盤指示計，且無需 X 軸運動。	

5.3 線性運動間之直角度誤差

目的	G5.7
檢查 Z 軸運動對 X 軸運動的直角度誤差 $E_{B(0X)Z}$。	

圖示



單位：mm

許可差

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

對 Z = ……

量測儀器

直規，或平板、直角規及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.7 備考 2、10.3 及 10.3.2

在步驟(1)中，直規或平板應裝設於平行 X 軸方向，否則在量測時應考量平行度不足之情況。

在步驟(2)中，應藉由立於直規上或平板上的直角規檢查 Z 軸。

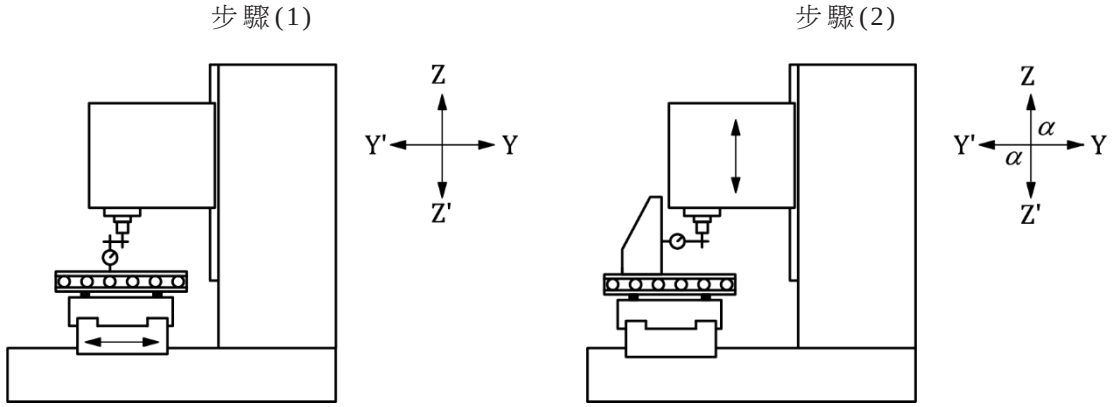
若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{B(0X)Z}$ 為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

目的	G5.8
檢查 Z 軸運動對 Y 軸運動的直角度誤差 $E_{A(0Y)Z}$。	

圖示



單位：mm

許可差

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

對 Z = ……

量測儀器

直規或平板、直角規及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項與引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.2

在步驟(1)中，直規或平板應裝設於平行 Y 軸方向，否則在量測時應考量平行度不足之情況。

在步驟(2)中，應藉由立於直規上或平板上的直角規檢查 Z 軸。

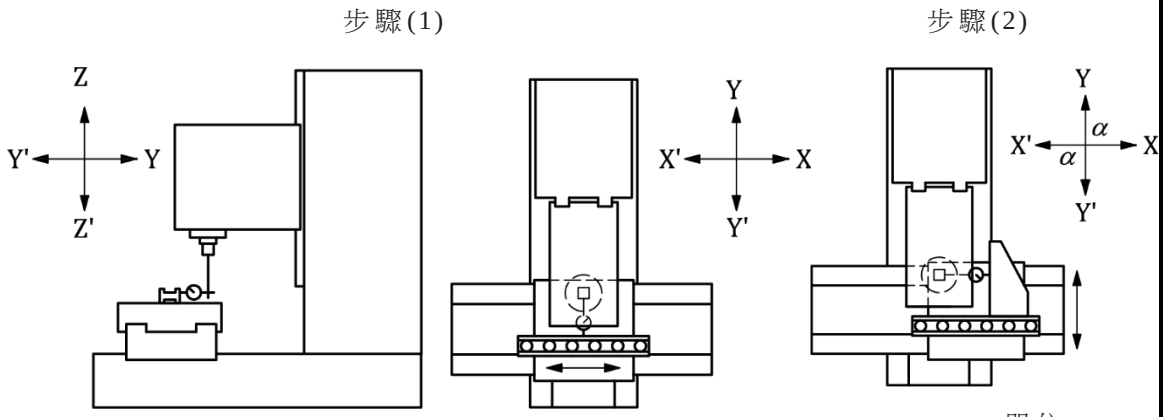
若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{A(0Y)Z}$ 為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

目的	G5.9
檢查 Y 軸運動對 X 軸運動的直角度誤差 $E_{C(0X)Y}$。	

圖示



單位：mm

許可差

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

對 Y = ……

量測儀器

直規、直角規及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.2

在步驟(1)中，直規應裝設於平行 X 軸方向(對 $E_{C(0X)Y}$)或平行 Y 軸方向(對 $E_{C(0Y)X}$)，否則在量測時應考量平行度不足之情況。

在步驟(2)中，應藉由置於工作台上且一側緊靠直規的直角規，檢查 Y 軸(或 X 軸)。本試驗亦可在無直規的情況下進行，方法為將直角規的一邊與一軸對準，然後以直角規的另一邊檢查第二個軸。

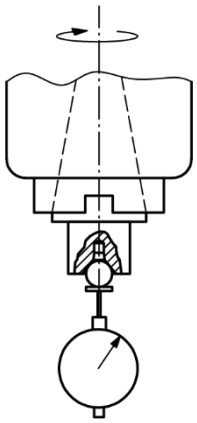
若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上；若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

由工作台至量測處之高度，應陳述於試驗報告中。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

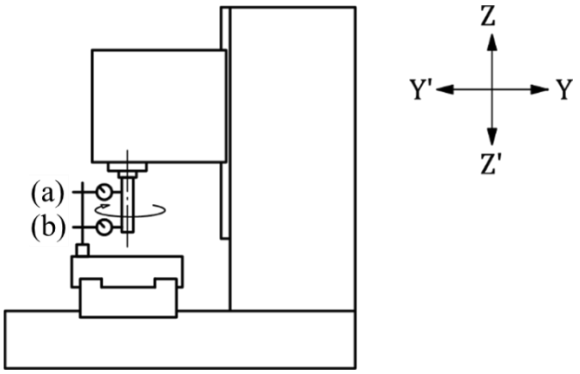
當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{C(0X)Y}$ 為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

5.4 主軸

目的 檢查主軸的軸向誤差運動 $E_{Z(C)}$。	G5.10
圖示  單位：mm	
許可差 0.005	
誤差量測值	
量測儀器 具平端探針之針盤指示計	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 9.1 與 CNS 14637-7 之 5.3 及 5.4 亦參照附錄 A 之試驗 AR1。	

目的	G5.11
檢查主軸內孔錐度之偏轉： (a) 在盡可能靠近主軸鼻端處， (b) 在距離(a)中量測位置 250 mm 處。	

圖示



單位：mm

許可差

(a) 0.010

(b) 0.015

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

試驗心軸及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.5.3 與 CNS 14637-7 之 5.3 及 5.4

亦參照附錄 A 之試驗 AR1。

為易於取得讀值，主軸宜以不超過 100 min^{-1} (rpm)的轉速緩慢旋轉。

試驗報告應陳述是藉由主軸馬達或以手動方式實現此旋轉。

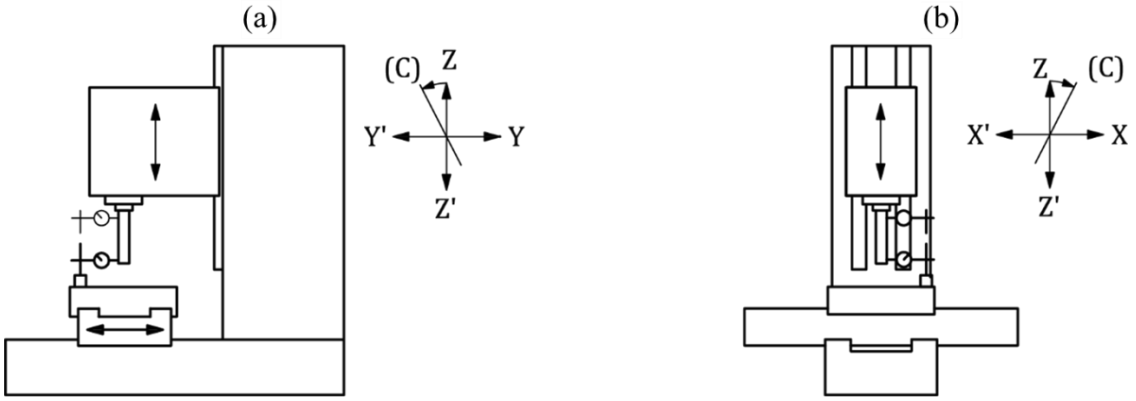
目的	G5.12

檢查主軸(C)軸線對 Z 軸運動的平行度：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Z)(C)}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0Z)(C)}$。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.050/1,000(= 0.015/300，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

試驗心軸及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.2、10.1.4 及 10.1.4.3

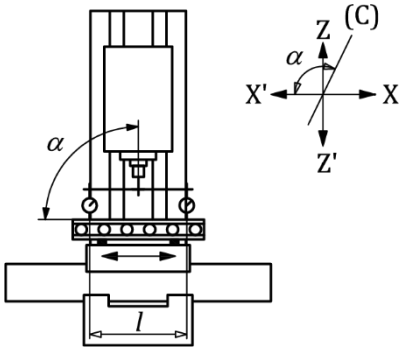
X 軸及 Y 軸位於行程中心。

應報告在此 2 平面上平行度誤差的正負號。

在此 2 平面上，主軸(C)軸線與 Z 軸間之箭頭表示誤差的正方向。

目的	G5.13
檢查主軸(C)軸線對 X 軸運動的直角度誤差 $E_{B(0X)(C)}$。	

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000 (= 0.015/300，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

量測儀器

直規、特殊臂及針盤指示計。

注意事項引用及 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3

若可能，將 Z 軸鎖固(參照 4.10)。

直規應裝設於平行 X 軸方向，或若平行度不足，其誤差應於量測中考量之。

本試驗亦可在無直規的情況下執行，方法為將針盤指示計固裝在工作台上，並使其探針接觸固定在主軸之特殊臂上的一點，並將針盤指示計歸零以易於取得讀值。應將主軸軸線旋轉 180°並移動 X 軸，使探針接觸特殊臂的同一點。針盤指示計讀值除以 X 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。在此情況下，量測受到垂直之 X 軸真直度誤差 E_{ZX} 的影響。

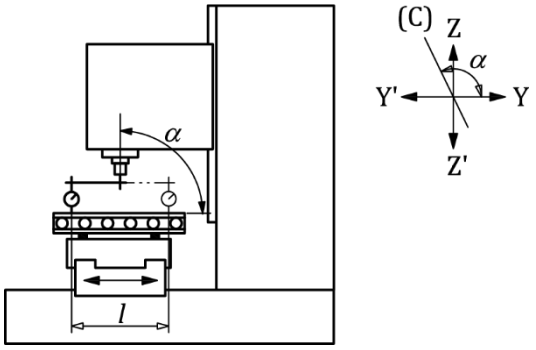
可利用試驗 G5.7 及試驗 G5.12 (b)的結果，交互檢查本試驗所得之直角度誤差。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{B(0X)(C)}$為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

目的	G5.14
檢查主軸(C)軸線對 Y 軸運動的直角度誤差 $E_{A(0Y)(C)}$。	

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000(= 0.015/300，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

量測儀器

直規、特殊臂及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3

若可能，將 Z 軸鎖固(參照 4.10)。

直規應裝設於平行 Y 軸方向，或若平行度不足，其誤差應於量測中考量之。

本試驗亦可在無直規的情況下執行，方法為將針盤指示計固裝在工作台上，並使其探針接觸固定在主軸之特殊臂上的一點，並將針盤指示計歸零以易於取得讀值。應將主軸軸線旋轉 180°並移動 Y 軸，使探針接觸特殊臂的同一點。針盤指示計讀值除以 Y 方向上的量測距離 l 即為應報告的誤差。在此情況下，量測受到垂直之 Y 軸真直度誤差 E_{ZY} 的影響。

可利用試驗 G5.8 及試驗 G5.12(a)的結果，交互檢查本試驗所得之直角度誤差。

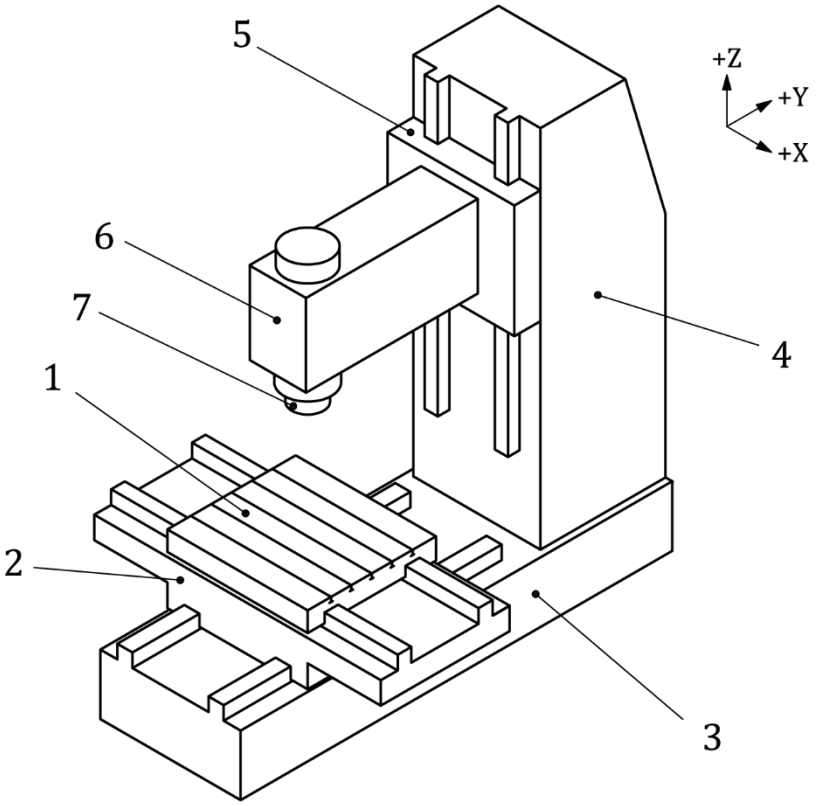
應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{A(0Y)(C)}$為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

CNS 15077-2 V [w X′ Y′ b Z (C) t]

6. 水平非旋轉工作台

圖 2 顯示具垂直主軸及水平非旋轉工作台的切削中心機示例。



說明

1 工作台(X′軸)
2 工作台鞍座(Y′軸)
3 床台(b)
4 立柱
5 主軸頭滑座(Z 軸)
6 主軸頭
7 主軸[(C)]

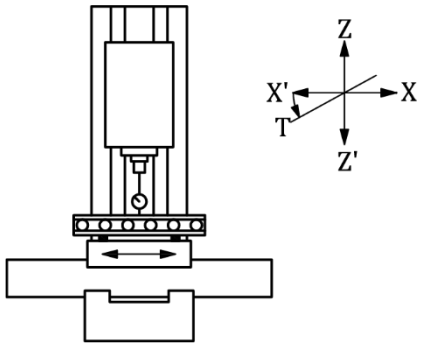
圖 2 具非旋轉工作台之立式切削中心機示例，切削中心機稱呼

目的	G6.1

檢查工作台表面之代表線 T 對 X 軸運動的平行度誤差 $E_{B(0X)T}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

$L_T \leq$ 500	0.020
500 < $L_T \leq$ 800	0.025
800 < $L_T \leq$ 1,250	0.030
1,250 < $L_T \leq$ 2,000	0.040
2,000 < $L_T \leq$ 3,200	0.060
3,200 < $L_T \leq$ 5,000	0.080

其中，L_T 為工作台在 X 方向之長度。

誤差量測值

對 L_T = ……

量測儀器

直規、等高墊塊(如塊規或平行規)及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，將 Z 軸鎖固。

針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。可在與工作台表面平行放置的直規上進行量測。

若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

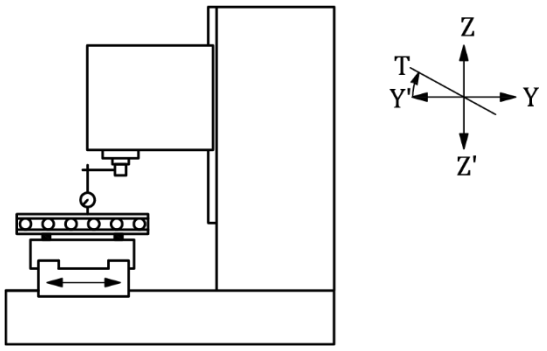
工作台代表線 T 與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{B(0X)T}$ 的正方向。

目的	G6.2

檢查工作台表面之代表線 T 對 Y 軸運動的平行度誤差 $E_{A(0Y)T}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

$W_T \leq$ 500	0.020
500 < $W_T \leq$ 800	0.025
800 < $W_T \leq$ 1,250	0.030
1,250 < $W_T \leq$ 2,000	0.040

其中，W_T 為工作台在 Y 方向之寬度。

誤差量測值

對 W_T = ……

量測儀器

直規、等高墊塊(如塊規或平行規)及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3、10.3.3 及 12.3.2.5

若可能，將 Z 軸鎖固。

針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。可在與工作台表面平行放置的直規上進行量測。

若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

工作台代表線 T 與 Y 軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0Y)T}$ 的正方向。

目的	G6.3

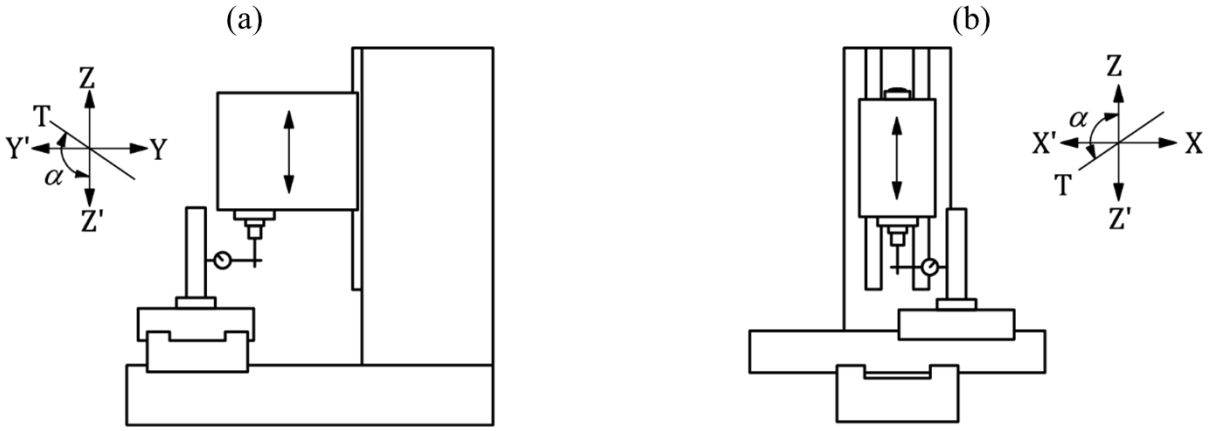
檢查工作台表面對 Z 軸運動的直角度：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Z)T}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0Z)T}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.050，對量測長度為 1,000

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

平板、直角規或圓柱直角規，及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.4.5

(a) 若可能，將 Y 軸鎖固。

(b) 若可能，將 X 軸鎖固。

若使用平板，應將其置於工作台的中心，且將直角規或圓柱直角規置於平板上。

若未使用平板，則直角規或圓柱直角規底部下方之工作台表面的任何小瑕疵，都可能會嚴重影響直角度誤差。

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

針盤指示計之探針應與圓柱直角規接觸，且應記錄直角規底部讀值與頂部讀值間的差值。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

在此 2 平面上，當 α > 90°時，誤差量測值為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

可利用以下試驗的結果，交互檢查本試驗測得之直角度誤差。

對(a)，試驗 G5.8 及試驗 G6.2，

對(b)，試驗 G5.7 及試驗 G6.1。

目的	G6.4

檢查以工作台之：

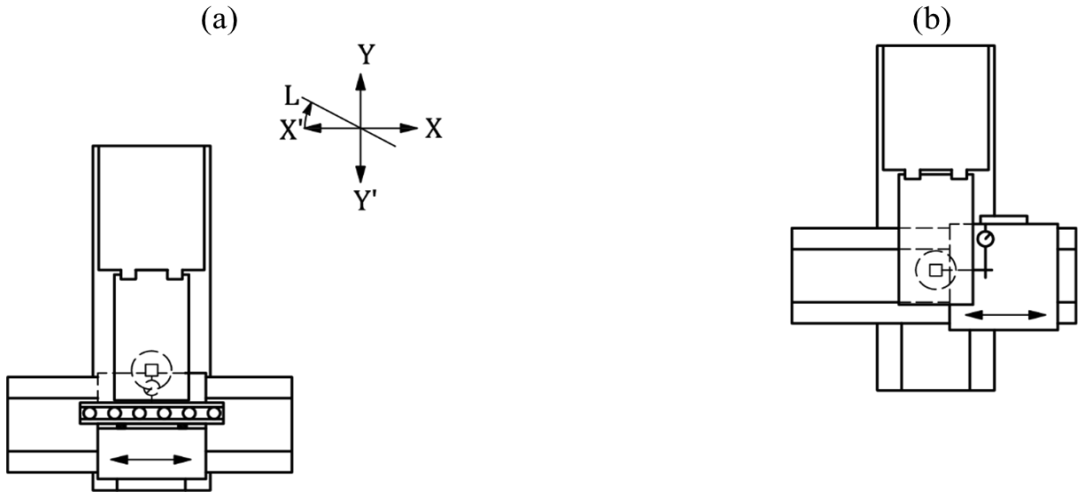
(a) 縱向中央或基準的 T 形槽，或

(b) 縱向定邊器

代表的基準線 L 對 X 軸運動之平行度誤差 $E_{C(0X)L}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.025，對量測長度為 500

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

塊規、直規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，將 Y 軸鎖固。

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

當提供基準 T 形槽或榫槽時，在與工作台中心等距處，將 2 塊規插入槽中。將針盤指示計接觸其中一個塊規進行歸零。針盤指示計在第二個塊規上的讀值，即為要報告的誤差。

亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。註明誤差的方向。

基準線 L 與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0X)L}$ 的正方向。

目的	G6.5

檢查以工作台之：

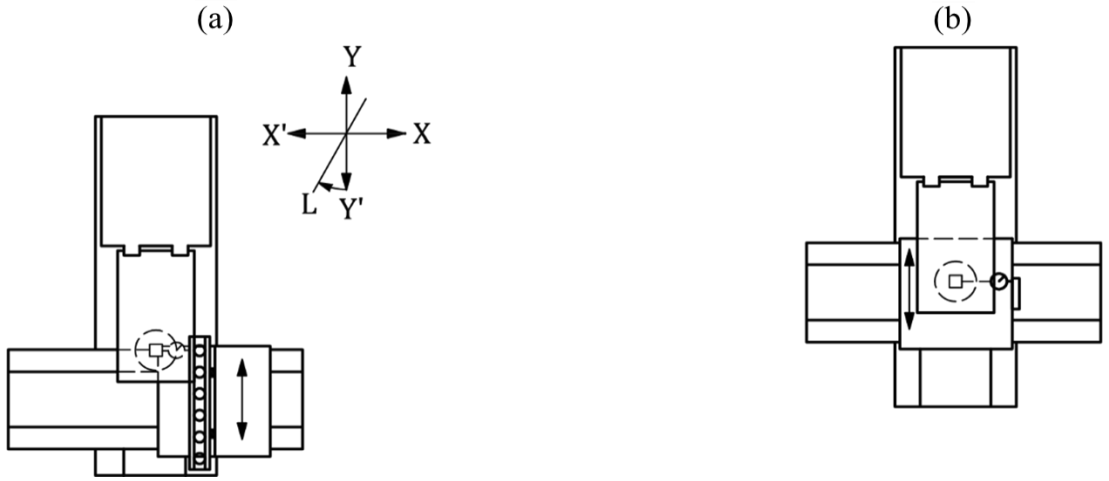
(a) 中央或基準的 T 形槽(若為橫向)，或

(b) 橫向定邊器

代表的基準線 L 對 Y 軸運動之平行度誤差 $E_{C(0Y)L}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.025，對量測長度為 500

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

塊規、直規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，將 X 軸鎖固。

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

當提供基準 T 形槽或十字形榫槽時，在與工作台中心等距處，將 2 塊規插入槽中。

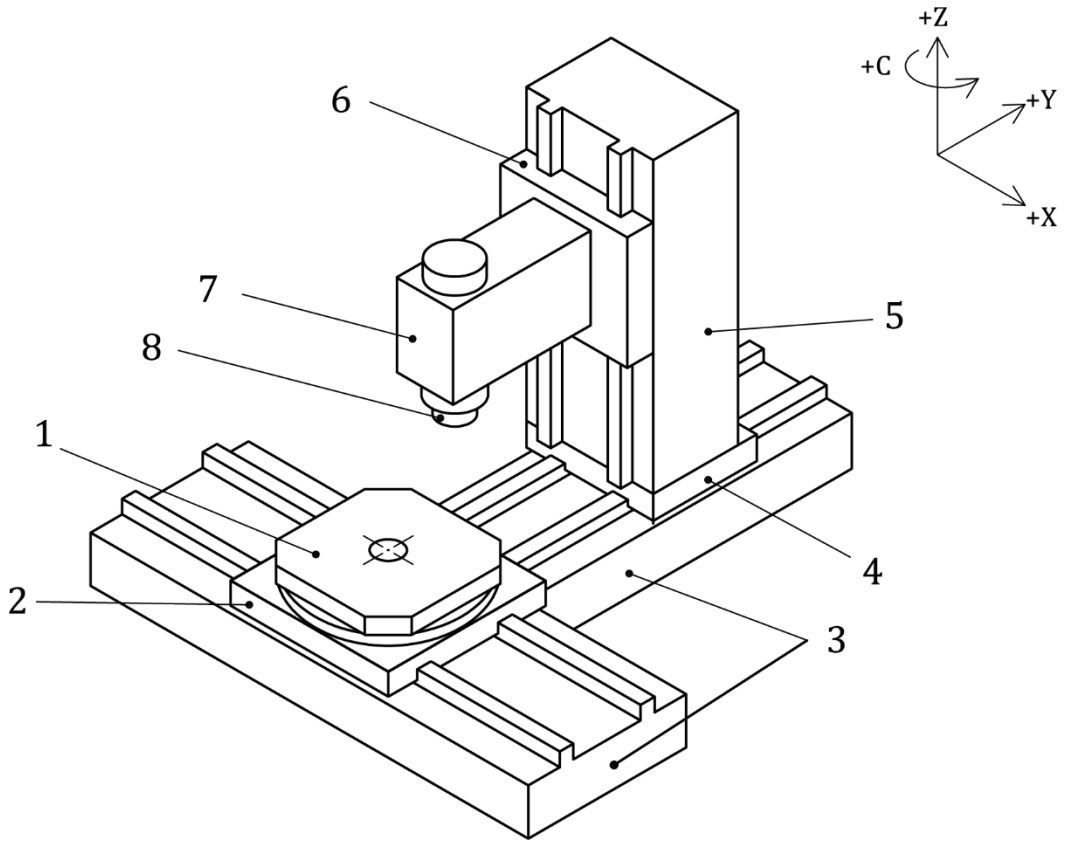
將針盤指示計接觸其中一個塊規進行歸零。針盤指示計在第二個塊規上的讀值，即為要報告的誤差。

亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。註明誤差的方向。

基準線 L 與 Y 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0Y)L}$ 的正方向。

7. 僅繞垂直 C′軸旋轉之工作台

圖 3 顯示具垂直主軸及繞垂直 C′軸旋轉之工作台的切削中心機示例。



說明

1	旋轉工作台(C′軸)	5	立柱
2	工作台鞍座(X′軸)	6	主軸頭滑座(Z 軸)
3	床台(b)	7	主軸頭
4	立柱底座(Y 軸)	8	主軸[(C)]

圖 3　具旋轉工作台之立式切削中心機示例，切削中心機稱呼

備考：　僅繞垂直 C′旋轉但未繞水平軸傾斜之工作台，在單主軸立式切削中心機上並不常見。但當萬向頭配合或整合至機器中以提供水平旋轉軸時，經常使用此等工作台。

目的 G7.1

檢查：

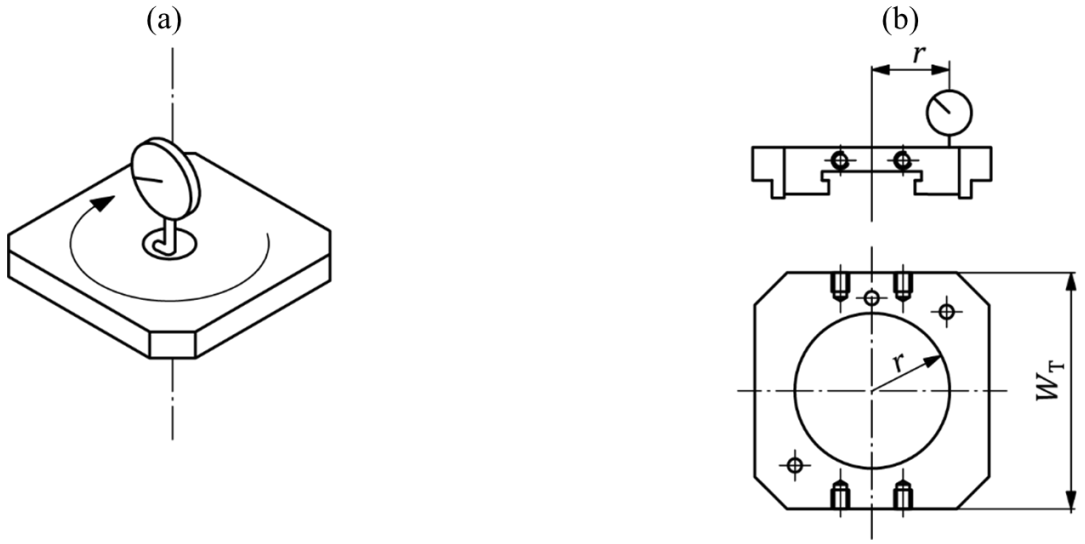
(a) 工作台中心孔之偏轉(當該中心孔用於定位時)，

(b) 工作台表面的面誤差運動。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

對分度型工作台，至少檢查彼此相隔 90°的 4 個位置。

圖示



說明

W_T 工作台或托板較短邊之寬度　　r 量測半徑

單位：mm

許可差

(a)	0.025	
(b)	$W_T \leq$ 500	0.030
	500 < $W_T \leq$ 800	0.040
	800 < $W_T \leq$ 1,250	0.050
	1,250 < $W_T \leq$ 2,000	0.060

誤差量測值

對 W_T=　　且 r =

(a)　　(b)

量測儀器

(a) 針盤指示計。　　(b) 塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.5.2 及 12.5.2.3 與 CNS 14637-7 之 5.3 及 5.4

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

對試驗(b)，量測半徑 r 應越大越好。

試驗(b)亦可在探針與工作台表面未連續接觸的情況下執行，方法為使用中間塊規且在數個離散的位置上量測(例：相隔 45°的 8 個位置)。

有關徑向、軸向及傾斜誤差運動試驗，亦參照附錄 A 的試驗 AR2，特別若預見該旋轉工作台會用於車削作業時。

目的	G7.2

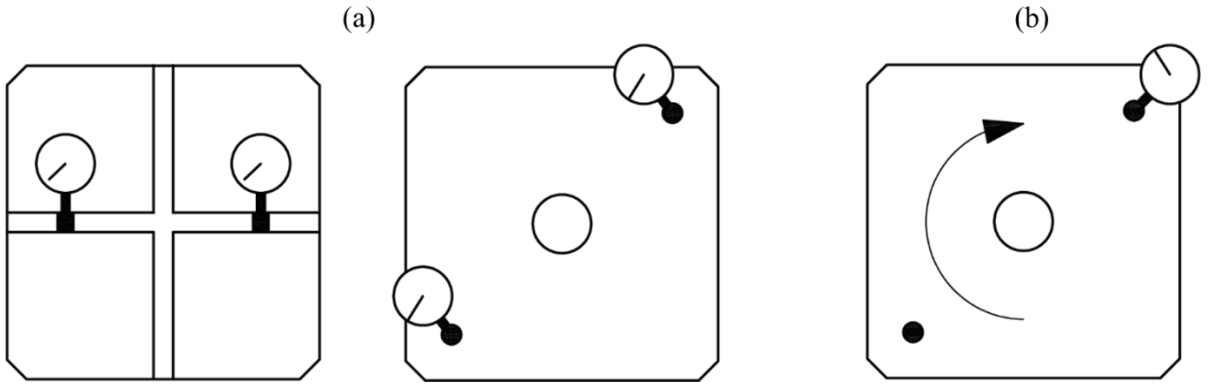
檢查：

(a) 縱向中央 T 形槽的中心線、或十字形榫槽(若有)的中心線或對準孔間之連線與 C′軸(工作台旋轉軸)的交點。

(b) 對準孔與 C′軸的等距性。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：0.030

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

(a) 塊規或標準銷，及針盤指示計。

(b) 標準銷及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

(a) 當提供基準 T 形槽或榫槽時，在與旋轉軸等距處，將 2 塊規插入槽中。

調整 C′軸，使 T 形槽與 X 軸(或 Y 軸)平行。平行表示在 2 塊規上讀值相同。

將置於主軸頭固定部分上的針盤指示計歸零。

將工作台旋轉 180°，然後在不重置針盤指示計的情況下再次調整 C′軸，使在 2 塊規上的讀值相同。

針盤指示計上新讀值的一半，即為應報告的誤差。

當有提供對準孔時，應使用 2 與孔配合且凸出部分具相同直徑的標準銷，而非使用塊規。

接著應遵循上述程序進行。

(b) 應比較的讀值為在每一標準銷上的最大徑向讀值，因在(a)中測得的誤差，其亦可能無法精確地對應於彼此相隔 180°處之讀值。

目的	G7.3

在 C′ = 0°的情況下，檢查以工作台之：

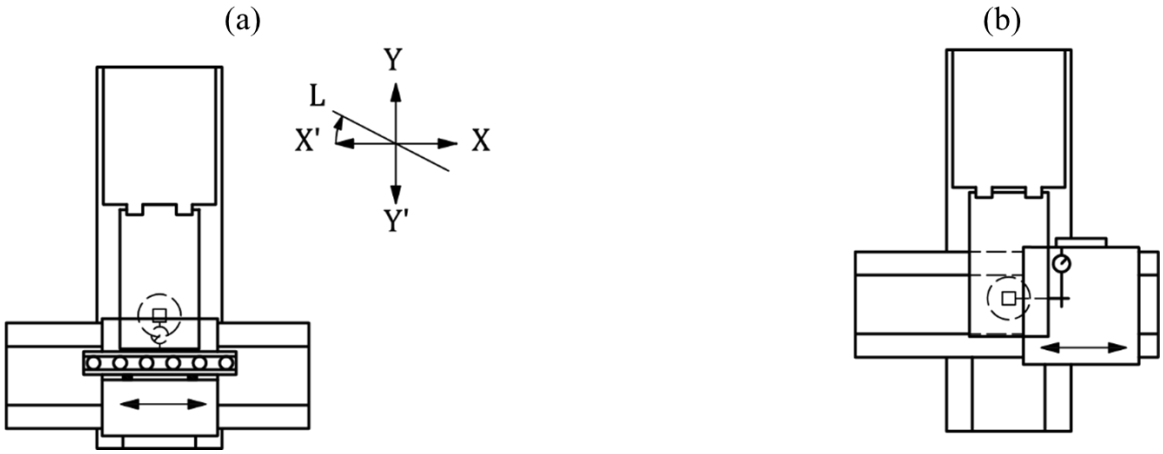
(a) 縱向中央或基準的 T 形槽，或

(b) 縱向定邊器

代表之基準線 L 對 X 軸運動的平行度誤差 $E_{C(0X)L}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.025，對量測長度為 500

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

塊規、直規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，將 Y 軸鎖固。

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

當提供基準 T 形槽或榫槽時，在與旋轉之 C′軸等距處，將 2 塊規插入槽中。

將針盤指示計接觸其中一個塊規進行歸零。針盤指示計在第二個塊規上的讀值，即為要報告的誤差。

亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。註明誤差的方向。

基準線 L 與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0X)L}$ 的正方向。

備考：本試驗的結果包含 C′軸在 0°時可能的定位誤差 E_{CC}。

目的	G7.4

在 C′ = 0°的情況下，檢查以工作台之：

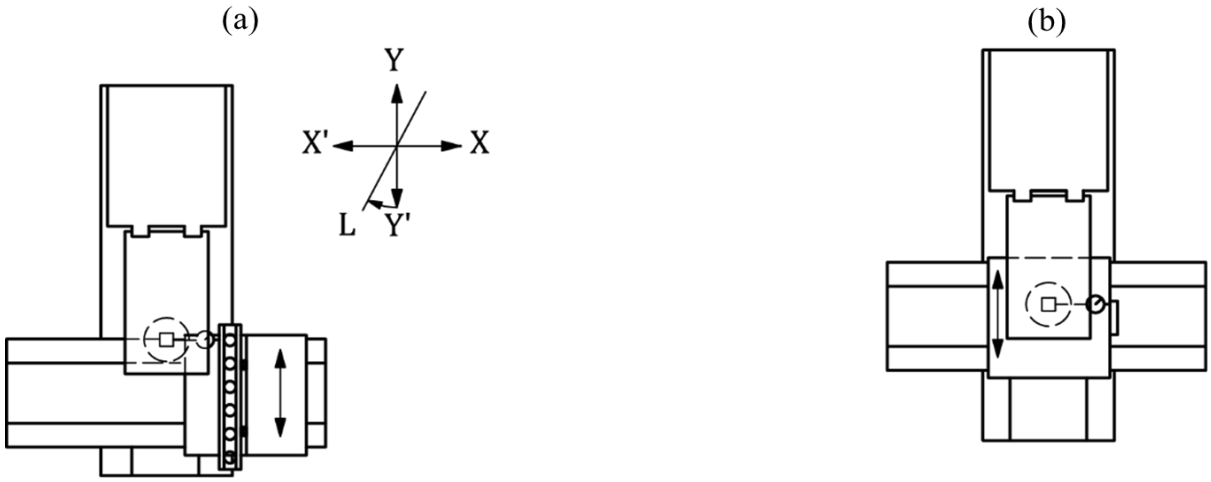
(a) 中央或基準的 T 形槽(若為橫向)，或

(b) 橫向定邊器

代表之基準線 L 對 Y 軸運動的平行度誤差 $E_{C(0Y)L}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.025，對量測長度為 500

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

塊規、直規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，將 X 軸鎖固。

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

當提供基準 T 形槽或十字形榫槽時，在與工作台中心等距處，將 2 塊規插入槽中。

將針盤指示計接觸其中一個塊規進行歸零。針盤指示計在第二個塊規上的讀值，即為要報告的誤差。

亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。註明誤差的方向。

基準線 L 與 Y 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0Y)L}$ 的正方向。

備考：本試驗的結果包含 C′軸在 0°時可能的定位誤差 E_{CC}。

目的 G7.5

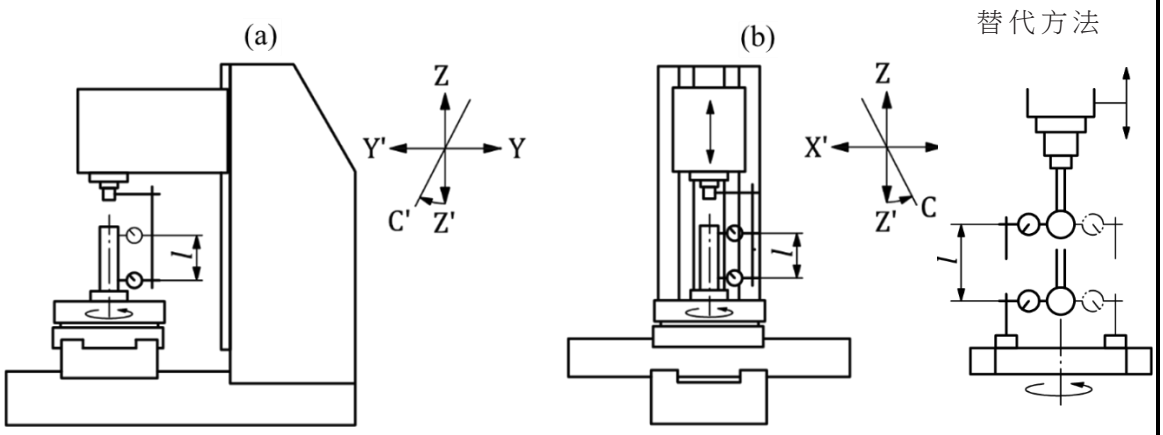
檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Z 軸運動的平行度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Z)C'}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0Z)C'}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在任何已夾持就定位的托板上執行。

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

具凸緣底座的圓柱直角規或試驗球(替代方法)及針盤指示計，或光學儀器。

目的	G7.5

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.3、10.1.4、10.1.4.3 或 10.1.4.4(替代方法)

(a) 若可能，將 Y 軸鎖固。

(b) 若可能，將 X 軸鎖固。

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

步驟(1) 將具凸緣底座的圓柱直角規固定在工作台上，並將其大約定心於旋轉軸軸線上。

步驟(2) 將針盤指示計固定在主軸頭上，對(a)，使其探針朝Y軸方向，對(b)，則朝 X 軸方向。

步驟(3) 以探針接觸圓柱直角規靠近圓柱底部處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。

步驟(4) 沿 Z 軸移動主軸頭離開工作台，並再次接觸圓柱直角規靠近其頂部處。記錄 Z 軸移動的行程長度。藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值，並記錄新的針盤指示計讀值。

步驟(5) 將工作台旋轉 180°，然後重複步驟(3)及步驟(4)。

步驟(6) 對(a)及(b)之量測，將針盤指示計在圓柱直角規頂部的 2 讀值之平均值(代數和的一半)，除以在 Z 方向的量測距離 l，即為應報告的誤差。

替代方法：

將試驗球固裝在機器的主軸頭上，並將針盤指示計固裝在工作台上。

藉由移動 X 軸與 Y 軸同時旋轉 C′軸，使試驗球定心於 C′軸的軸平均線上。

然後將 Z 軸移動至另一位置。

重新定位針盤指示計，於此新位置上的試驗球讀取讀值。

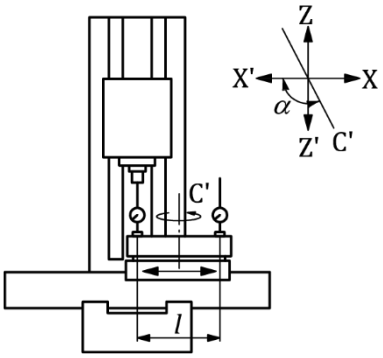
應記錄中心位置的誤差，即為在試驗球上相對點處，針盤指示計 2 讀值之差值的一半除以在 Z 方向的量測距離 l。

當可接觸試驗球整個水平圓周的情況下，即可使用此替代方法。

在此 2 平面上，C′軸與 Z 軸間之箭頭表示誤差的正方向。

目的	G7.6
檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 X 軸運動的直角度誤差 $E_{B(0X)C'}$。 備考：本試驗在機器內建的工作台或在任何已夾持就定位的托板上執行。	

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.030/1,000(= 0.015/500，或 30 μrad 或 6″)

誤差量測值

量測儀器

塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

若可能，將 Z 軸鎖固。

將一塊規置於工作台在 X 方向遠離旋轉軸的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。

將 C′軸(工作台旋轉軸)旋轉 180°，移動 X 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。

針盤指示計讀值除以 X 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{B(0X)C'}$為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

本試驗可能受到垂直之 X 軸真直度誤差 E_{ZX} 的影響。

可利用試驗 G5.7 及試驗 G7.5(b)的結果，交互檢查本試驗所得之直角度誤差。

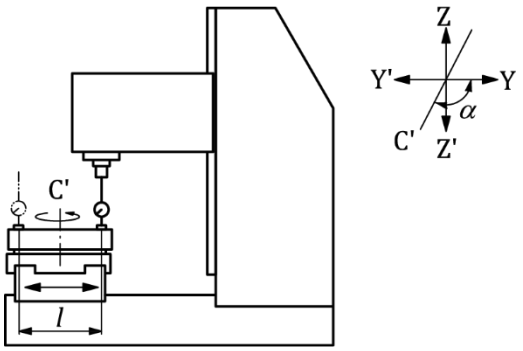
替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK2(b)評估此直角度誤差。

目的	G7.7

檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Y 軸運動的直角度誤差 $E_{A(0Y)C'}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在任何已夾持就定位的托板上執行。

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.030/1,000(= 0.015/500，或 30 μrad 或 6″)

誤差量測值

量測儀器

塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

若可能，將 Z 軸鎖固。

將一塊規置於工作台在 Y 方向遠離旋轉軸的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。

將 C′軸(工作台旋轉軸)旋轉 180°，移動 Y 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。

針盤指示計讀值除以 Y 方向上的量測距離 l 即為應報告的誤差。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{A(0Y)C'}$為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。

本試驗可能受到垂直之 Y 軸真直度誤差 E_{ZY} 的影響。

可利用試驗 G5.8 及試驗 G7.5(a)的結果，交互檢查本試驗所得之直角度誤差。

替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK2(b)評估此直角度誤差。

目的 G7.8

在 X 軸及 Y 軸之預先定義位置處，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)與主軸(C)軸線的同軸度誤差：

偏置量

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{Y(0(C))C'}$。

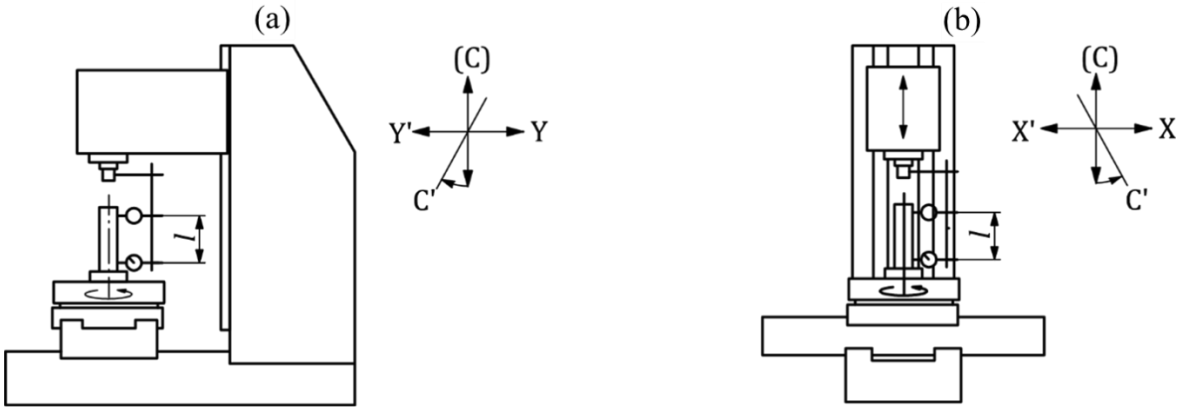
(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{X(0(C))C'}$。

及平行度誤差

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0(C))C'}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0(C))C'}$。

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

平面(a)及平面(b)上的偏置量：	0.015
平面(a)及平面(b)上的平行度誤差：	0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

偏置量	(a)	(b)
平行度誤差	(a)	(b)

量測儀器

具凸緣底座的圓柱直角規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

步驟(1) 將 X 軸及 Y 軸移動至使 C′軸(工作台旋轉軸)與主軸軸線重合的理論位置上。

步驟(2) 將圓柱直角規固定在工作台上，將針盤指示計固定在主軸上，使探針在徑向與主軸軸線成直角。

目的	G7.8

步驟(3) 在針盤指示計指針朝 Y 軸方向(對(a))及朝 X 軸方向(對(b))的情況下，接觸圓柱直角規靠近底部處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。

步驟(4) 將工作台及主軸皆旋轉 180°。

步驟(5) 依步驟(3)找出最大的針盤指示計讀值。

在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值之一半即代表圓柱直角規底部處，2 旋轉軸間之偏置量。

步驟(6) 在不移動 Z 軸的情況下(參照下列備考)，在靠近圓柱直角規頂部處重複此量測。

在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值之一半即代表圓柱直角規頂部處，2 旋轉軸間之偏置量。

同軸度誤差包含偏置量及平行度誤差。

在平面(a)及平面(b)中，偏置量為在圓柱直角規底部測得之值，而平行度誤差為頂部與底部 2 偏置量間的差值除以在 Z 方向上之量測距離 l。

針盤指示計的臂應具足夠之勁度，以免其在不同量測位置時，因反向撓曲及/或持續變化的撓曲，而導致任何可能之讀值誤差。

備考：若本試驗在 Z 軸的不同位置執行，在 YZ 平面及 ZX 平面上皆受主軸(C)軸線與 Z 軸間，及 C′軸與 Z 軸間之 2 平行度誤差的影響。

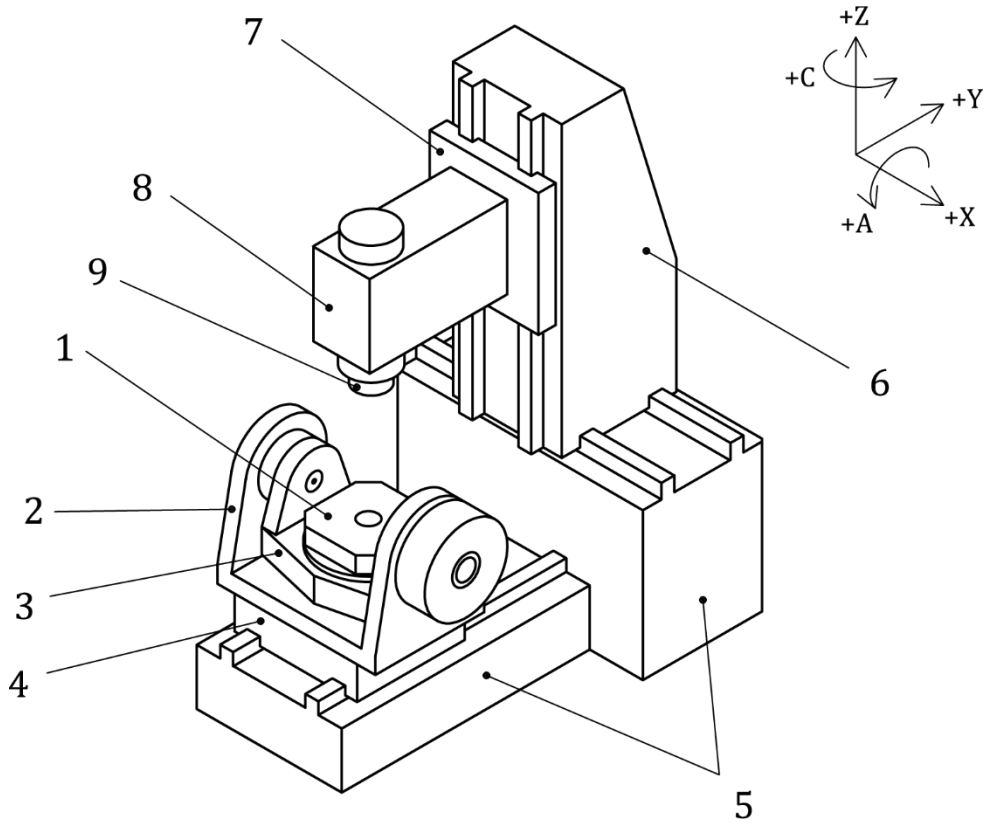
在此 2 平面上，C′軸與主軸(C)軸線間之箭頭表示平行度誤差的正方向。

CNS 15077-2 V [w C′ A′ Y′ b X Z (C) t]

8. 繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜之工作台

8.1 一般

圖 4 顯示具垂直主軸及繞 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜之工作台的切削中心機示例。



說明

1 旋轉工作台(C′軸)
2 搖籃座(耳軸)
3 傾斜搖籃(A′軸)
4 工作台鞍座(Y′軸)
5 床台(b)
6 立柱(X 軸)
7 主軸頭滑座(Z 軸)
8 主軸頭
9 主軸[(C)]

圖 4 具繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜之工作台的立式五軸切削中心機示例，切削中心機稱呼

8.2 繞 A′軸傾斜之旋轉工作台試驗

目的	G8.1

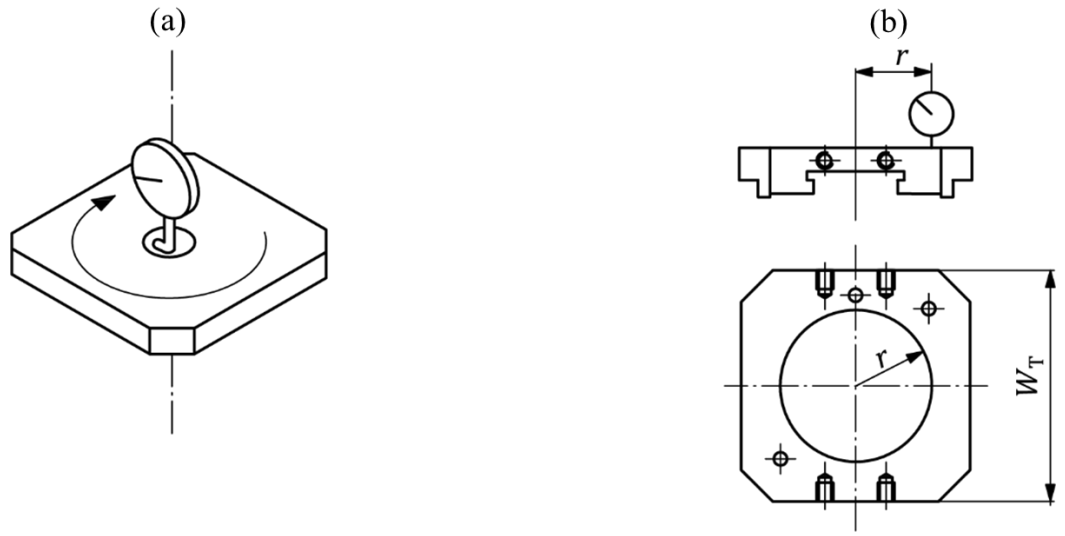
檢查：

(a) 工作台中心孔之偏轉(當該中心孔用於定位時)，

(b) 工作台表面的面誤差運動。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



說明

W_T 工作台或托板較短邊的寬度　　r 量測半徑

單位：mm

許可差

(a)		0.025
(b)	$W_T \leq 500$	0.030
	$500 < W_T \leq 800$	0.040

若 W_T 大於 800 mm，許可差應由使用者與供應商/製造商協議之。

誤差量測值

對 W_T=　　且 r =

(a)　　(b)

量測儀器

(a)針盤指示計。　　(b)塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 9.1 與 CNS 14637-7 之 5.3 及 5.4

若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

對試驗(b)，量測半徑 r 應越大越好。

試驗(b)亦可在探針與工作台表面未連續接觸的情況下執行，方法為使用中間塊規且在數個離散的位置上量測(例：相隔 45°的 8 個位置)。

有關徑向、軸向及傾斜誤差運動試驗，亦參照附錄 A 的試驗 AR2 及附錄 B 的試驗 BR1，特別若預見該旋轉工作台會用於車削作業時。

目的	G8.2

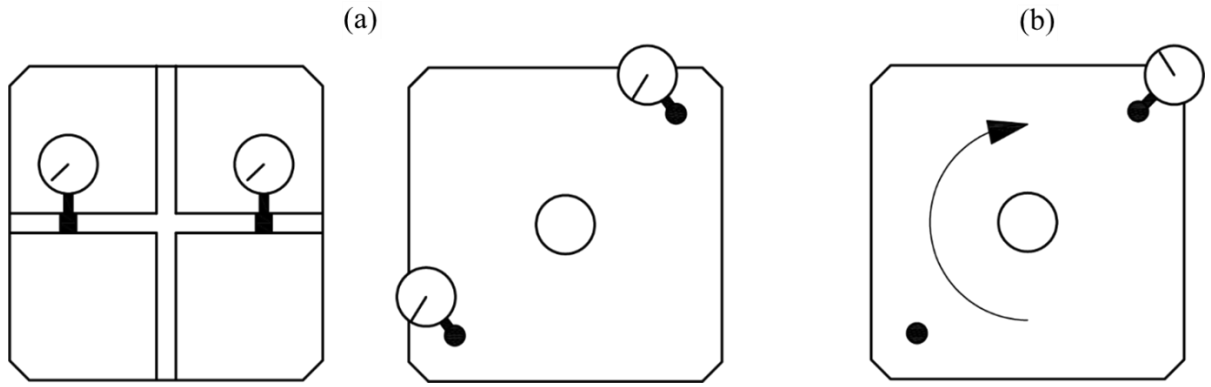
檢查：

(a) 縱向中央 T 形槽的中心線、或十字形榫槽(若有)的中心線或對準孔間之連線與 C′軸(工作台旋轉軸)的交點。

(b) 對準孔與 C′軸的等距性。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：0.030

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

(a) 塊規或標準銷及針盤指示計。

(b) 標準銷及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

(a) 當提供基準 T 形槽或榫槽時，在與旋轉軸等距處，將 2 塊規插入槽中。

調整 C′軸，使 T 形槽與 X 軸(或 Y 軸)平行。平行表示在 2 塊規上的讀值相同。

將置於主軸頭固定部分上的針盤指示計歸零。

將工作台旋轉 180°，然後在不重置針盤指示計的情況下再次調整 C′軸，使在 2 塊規上的讀值相同。針盤指示計上新讀值的一半，即為應報告的誤差。

當有提供對準孔時，應使用 2 與孔配合且凸出部分具相同直徑的標準銷，而非使用塊規。

接著應遵循上述程序進行。

(b) 應比較的讀值為每一標準銷上的最大徑向讀值，因在(a)中測得的誤差，亦可能無法精確地對應至相隔 180°處之讀值。

目的 G8.3

依所列及圖中所示之 A′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置，檢查工作台表面代表線 T 對 X 軸運動的平行度誤差：

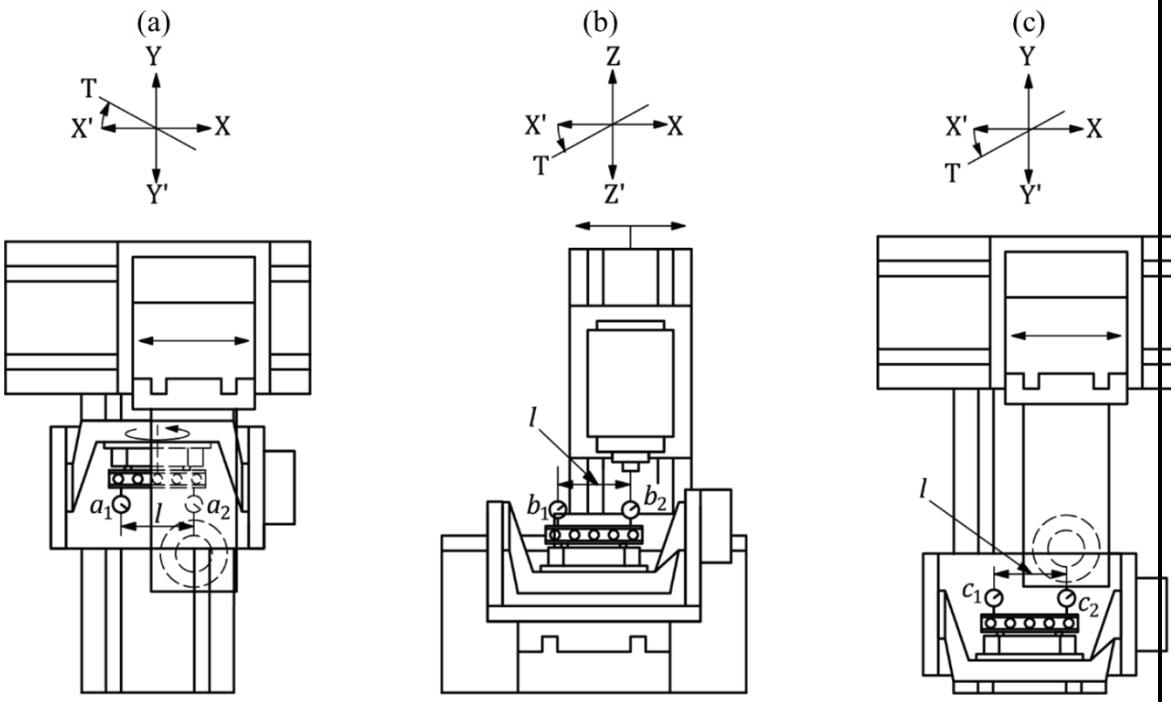
(a) 當工作台處於垂直位置(A′ = –90°)時的 $E_{C(0X)T,\ A' = -90°}$

(b) 當工作台處於水平位置(A′ = 0°)時的 $E_{B(0X)T,\ A' = 0°}$

(c) 當工作台處於垂直位置(A′ = +90°)時的 $E_{C(0X)T,\ A' = +90°}$

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



A′ = –90° A′ = 0° A′ = +90°

說明

a_1、a_2、b_1、b_2、c_1、c_2 讀值 l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)： $l \leq 500$ 0.020/500

$500 < l \leq 800$ 0.025/500

對 l 大於 800 mm，許可差應由供應商/製造商與使用者協議之。

誤差量測值

對 l = ……

(a) $(a_2 - a_1)$ = (b) $(b_2 - b_1)$ = (c) $(c_2 - c_1)$

量測儀器

直規、塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

目的	G8.3
若可能，試驗應在 A′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。 對(a)及(c)，若可能，將 Y 軸鎖固。對(b)，若可能，將 Z 軸鎖固。 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 可在與工作台表面平行放置的直規上進行量測。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。若使用直規，其應安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸所有可能的角度位置取得讀值。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$、$\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。 記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。 結果 Δa、Δb 及 Δc 與其代數正負號，即為應報告的誤差。 對 A′ 軸的所有角度位置，工作台代表線 T 與 X 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 試驗 G8.3 的設置可用於試驗 G8.13 至試驗 G8.18。	

目的	G8.4

檢查以工作台之：

－縱向中央或基準的 T 形槽(若有)，或

－縱向定邊器

代表之基準線 L，依所列及圖中所示之 A′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置時，對 X 軸運動的平行度誤差：

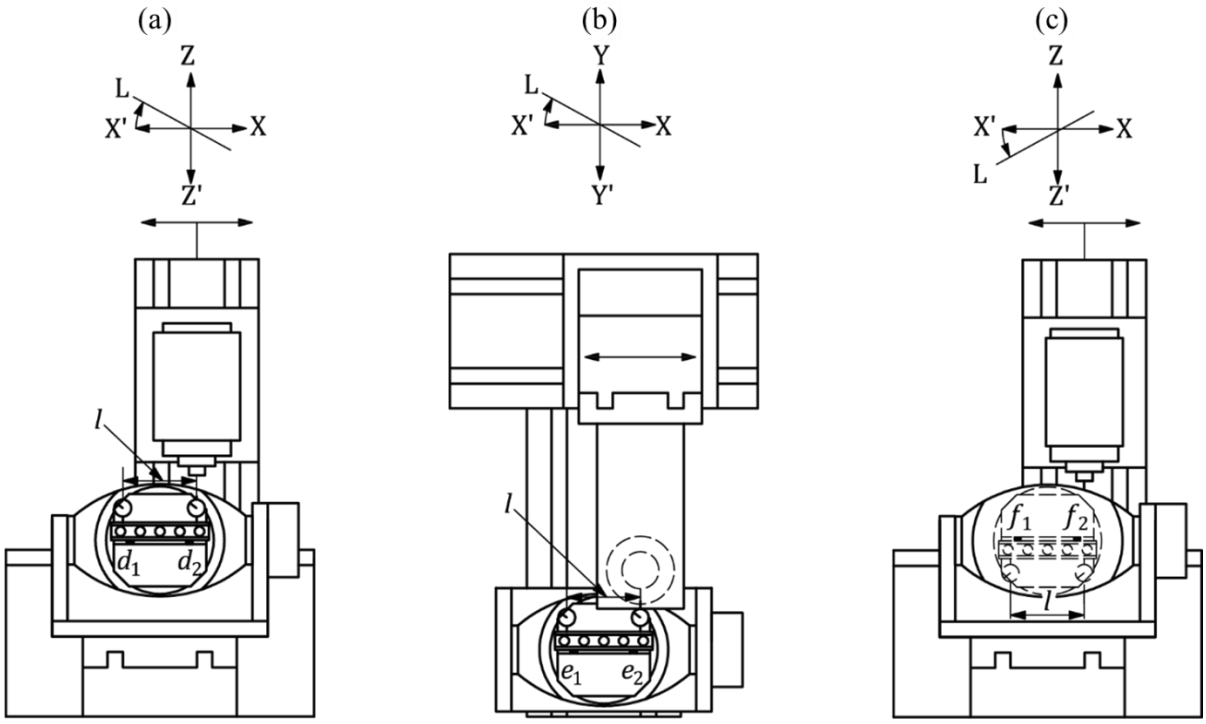
(a) 當工作台處於垂直位置(A′ = –90°)時的 $E_{B(0X)L,\ A' = -90°}$

(b) 當工作台處於水平位置(A′ = 0°)時的 $E_{C(0X)L,\ A' = 0°}$

(c) 當工作台處於垂直位置(A′ = +90°)時的 $E_{B(0X)L,\ A' = +90°}$

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



A′ = –90°　　A′ = 0°　　A′ = +90°

說明

d_1、d_2、e_1、e_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

對 A′軸的所有角度位置：0.025/500

誤差量測值

對 l = ……

(a) $-(d_2 - d_1)$ =　　(b) $-(e_2 - e_1)$ =　　(c) $-(f_2 - f_1)$ =

目的	G8.4
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5 若可能，試驗應在 A′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。 對(a)及(c)，若可能，將 Z 軸鎖固。 對(b)，若可能，將 Y 軸鎖固。 若主軸可鎖固，可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。 亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。 若使用直規，其應安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸所有可能的角度位置取得讀值。 對$(d_2 - d_1)$之量測，針盤指示計應朝下，對$(f_2 - f_1)$之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的同一側。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$、$\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$的代數正負號為正。 記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。 結果 Δd、Δe 及 Δf 與其代數正負號，即為應報告的誤差。 對 A′軸的所有角度位置，基準線 L 與 X 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 試驗 G8.4 的設置可用於試驗 G8.12 及試驗 G8.15 至試驗 G8.18。 備考：本試驗的結果包含 C′軸在 0°時可能的定位誤差 $E_{CC'}$、A′軸在 0°時的傾斜誤差運動 $E_{CA'}$，及 A′軸在−90°/+90°時的傾斜誤差運動 $E_{BA'}$。	

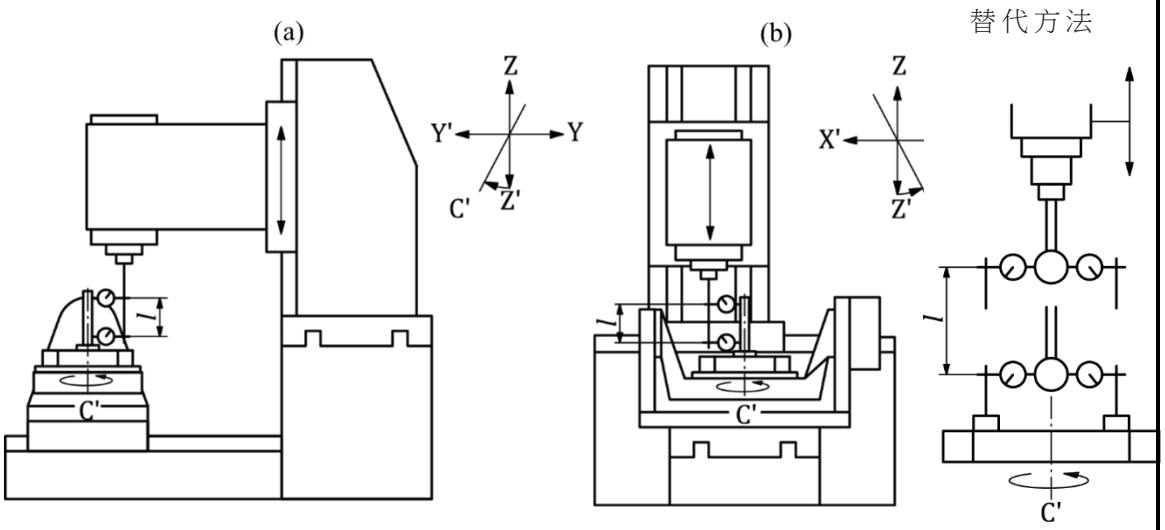
目的 | G8.5

工作台處於水平位置(A′= 0°)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Z 軸運動的平行度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Z)C'}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0Z)C'}$。

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

具凸緣底座的圓柱直角規或試驗球(替代方法)及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.3、10.1.4、10.1.4.3，或 10.1.4.4 (替代方法)

(a) 若可能，將 Y 軸鎖固。試驗(a)的結果包含 A′軸在 0°時可能的定位誤差 $E_{AA'}$。

(b) 若可能，將 X 軸鎖固。

步驟(1) 將具凸緣底座的圓柱直角規固定在工作台上，並將其大約定心於旋轉軸軸線上。

步驟(2) 將針盤指示計固定在主軸頭上，對(a)，使其探針朝 Y 軸方向，對(b)，則朝 X 軸方向。

目的	G8.5
步驟(3) 以探針接觸圓柱直角規靠近圓柱底部處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。 步驟(4) 沿 Z 軸移動主軸頭離開工作台，並再次接觸圓柱直角規靠近其頂部處。記錄 Z 軸移動的行程長度。藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值，並記錄新讀值。 步驟(5) 將工作台旋轉 180°，然後重複步驟(3)及步驟(4)。 步驟(6) 對(a)及(b)之量測，將針盤指示計在圓柱直角規頂部的 2 讀值之平均值(代數和的一半)，除以在 Z 方向的量測距離 *l*，即為應報告的誤差。 在此 2 平面上，C′軸與 Z 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 替代方法： 將試驗球固裝在機器的主軸頭上，並將針盤指示計固裝在工作台上。 藉由移動 X 軸與 Y 軸同時旋轉 C′軸，使試驗球定心於 C′軸的軸平均線上。 然後將 Z 軸移動至另一位置。 重新定位針盤指示計，於此新位置上的試驗球讀取讀值。 應記錄中心位置的誤差，即為在試驗球上相對點處，針盤指示計 2 讀值之差值的一半除以在 Z 方向的量測距離 *l*。 當可接觸試驗球整個水平圓周的情況下，即可使用此替代方法。	

目的 G8.6

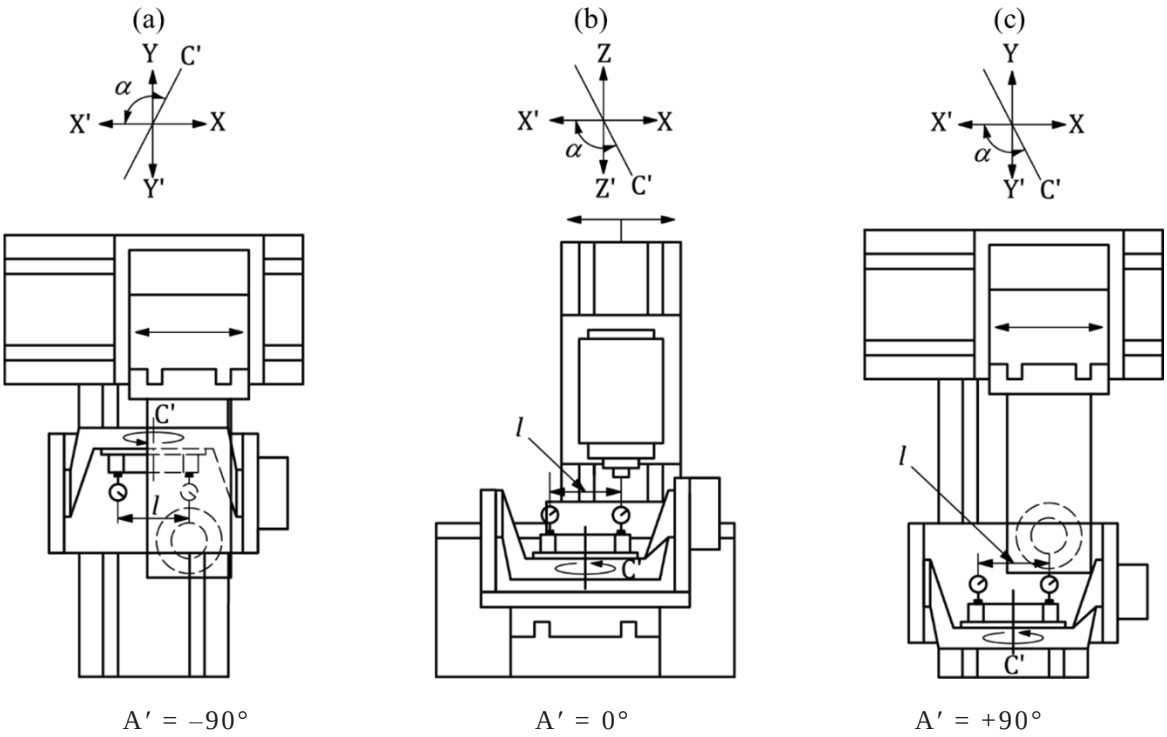
依所列及圖中所示之 A′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 X 軸運動的直角度誤差：

(a) 當工作台處於垂直位置(A′ = –90°)時的 $E_{C(0X)C',\ A'=-90°}$

(b) 當工作台處於水平位置(A′ = 0°)時的 $E_{B(0X)C',\ A'=0°}$

(c) 當工作台處於垂直位置(A′ = +90°)時的 $E_{C(0X)C',\ A'=+90°}$

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)：

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b) (c)

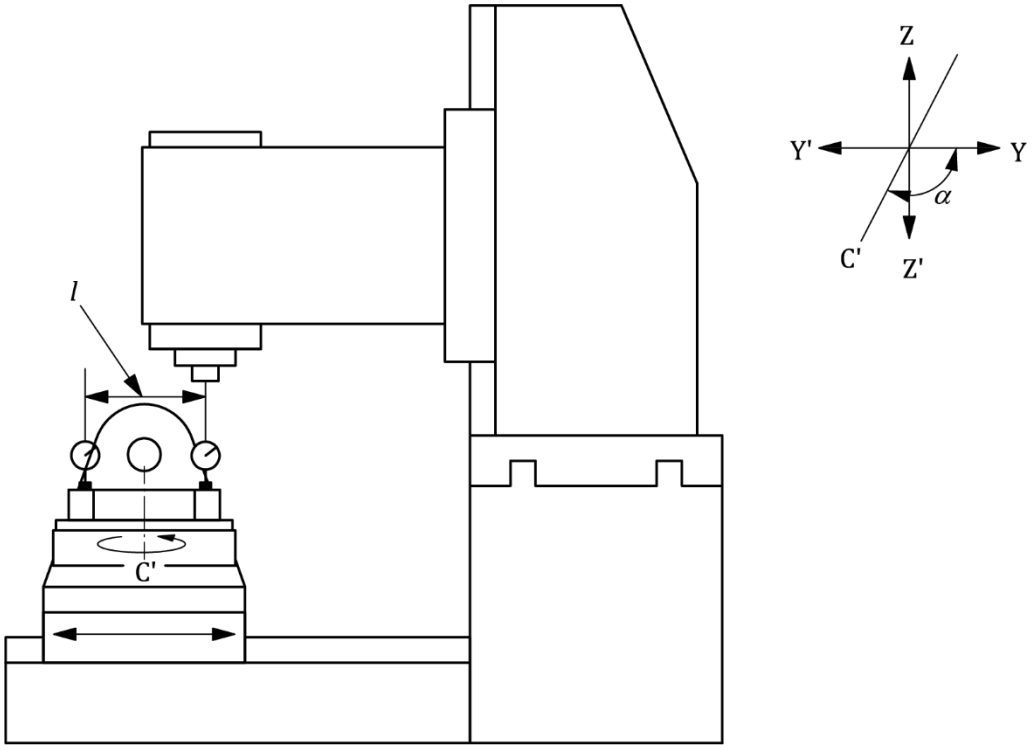
量測儀器

塊規及針盤指示計。

目的	G8.6
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3 若可能，試驗應在 A′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。 對(a)及(c)，若可能，將 Y 軸鎖固。 對(b)，若可能，將 Z 軸鎖固。 將一塊規置於工作台在 X 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。 將 C′軸旋轉 180°，移動 X 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。 針盤指示計讀值除以 X 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。 試驗(a)及試驗(c)可能受到水平之 X 軸真直度誤差 E_{YX} 的影響，試驗(b)可能受到垂直之 X 軸真直度誤差 E_{ZX} 的影響。 應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。 在 A′軸所有可能的角度位置，當 α > 90°時，誤差量測值為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。 替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK2 (b)評估此直角度誤差。	

目的	G8.7
工作台處於水平位置(A′ = 0°)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Y 軸運動的直角度誤差 $E_{A(0Y)C',A'=0°}$	

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.040/1,000 (= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

量測儀器

塊規及針盤指示計。

目的	G8.7
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3 若可能，將 Z 軸鎖固。 將一塊規置於工作台在 Y 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。 將 C′軸旋轉 180°，移動 Y 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。 針盤指示計讀值除以 Y 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。 應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。 當 α > 90°時，誤差量測值 $E_{A(0Y)C',\ A'=0}$ 為正；當 α < 90°時，誤差量測值為負。 本試驗的結果包含 A′軸在 0°時可能的定位誤差 $E_{AA'}$。 本試驗可能受到垂直之 Y 軸真直度誤差 E_{ZY} 的影響。 替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK 2 (b)評估此直角度誤差。	

目的	G8.8

在工作台可能的垂直位置(視機器組態而定)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Y 軸運動的平行度誤差：

(a) 當工作台處於垂直位置(A′ = –90°)時

(1) 在垂直之 YZ 平面 $E_{A(0Y)C',\ A' = -90}$

(2) 在水平之 XY 平面 $E_{C(0Y)C',\ A' = -90}$

(b) 當工作台處於垂直位置(A′ = +90°)時

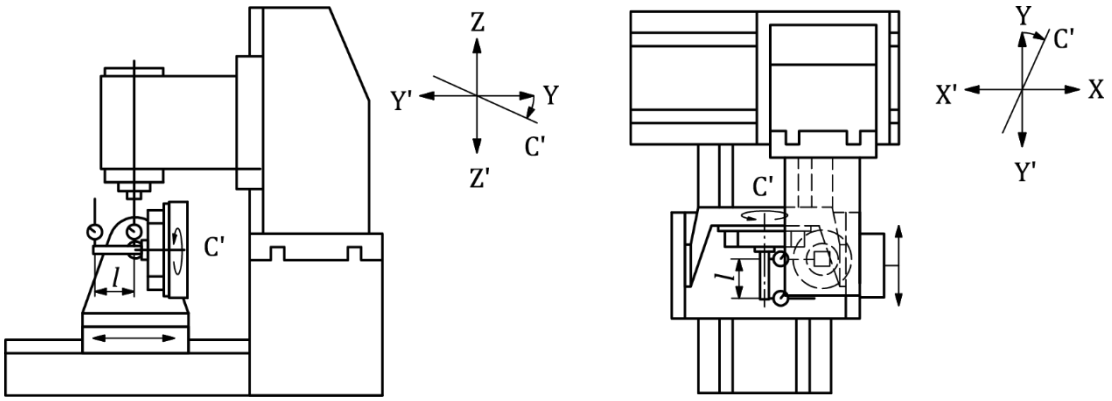
(1) 在垂直之 YZ 平面 $E_{A(0Y)C',\ A' = +90}$

(2) 在水平之 XY 平面 $E_{C(0Y)C',\ A' = +90}$

圖示

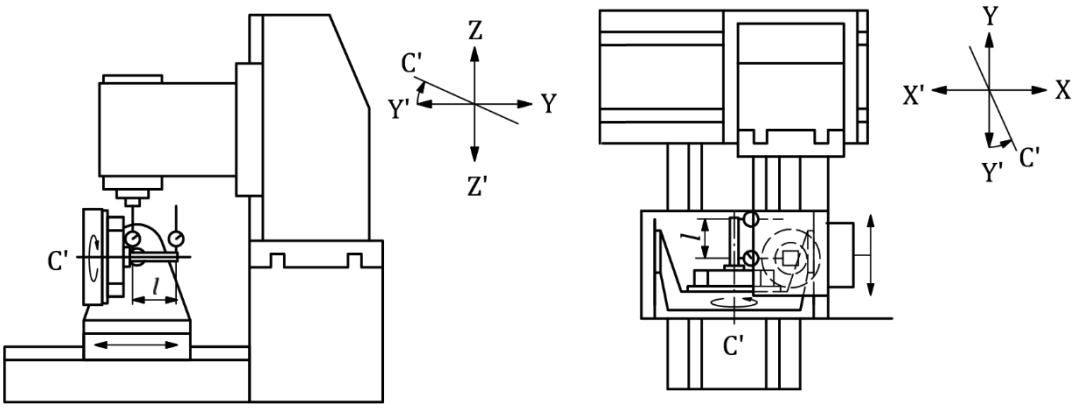
(a) A′ = –90°

(1)YZ 平面　　(2)XY 平面



(b) A′ = +90°

(1)YZ 平面　　(2)XY 平面



說明

l　量測距離

單位：mm

許可差

目的	G8.8
對(a)及(b)： 0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a1) (b1) (a2) (b2)	
量測儀器 具凸緣底座的圓柱直角規及針盤指示計，或光學儀器。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.3、10.1.4、10.1.4.3 對 (a1) 及 (b1) 若可能，將 Z 軸鎖固。試驗結果包含 A′軸在–90°(對(a1))或+90°(對(b1))時可能的定位誤差 $E_{AA'}$。 對 (a2) 及 (b2) 若可能，將 X 軸鎖固。 應遵循以下步驟。 步驟(1) 將具凸緣底座的圓柱直角規固定在工作台上，並將其大約定心於旋轉軸 C′上。 步驟(2) 若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，否則應固定在主軸頭上；對(a1)及(b1)，其探針朝 Z 軸方向，對(a2)及(b2)，則朝 X 軸方向。 步驟(3) 以探針接觸圓柱直角規靠近圓柱底部處，藉由沿 X 軸(對(a1)及(b1))及沿 Z 軸(對(a2)及(b2))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。 步驟(4) 沿 Y 軸移動主軸頭離開工作台，並再次接觸圓柱直角規靠近其頂部處。記錄 Y 軸的行程長度。藉由沿 X 軸(對(a1)及(b1))及沿 Z 軸(對(a2)及(b2))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值，並記錄新的針盤指示計讀值。 步驟(5) 將工作台旋轉 180°，然後重複步驟(3)及步驟(4)。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。 對所有量測，將針盤指示計在圓柱直角規頂部的 2 讀值之平均值(代數和的一半)，除以在 Y 方向的量測距離 l，即為應報告的誤差。 對 A′ 軸的所有角度位置，C′軸與 Y 軸間之箭頭表示誤差的正方向。	

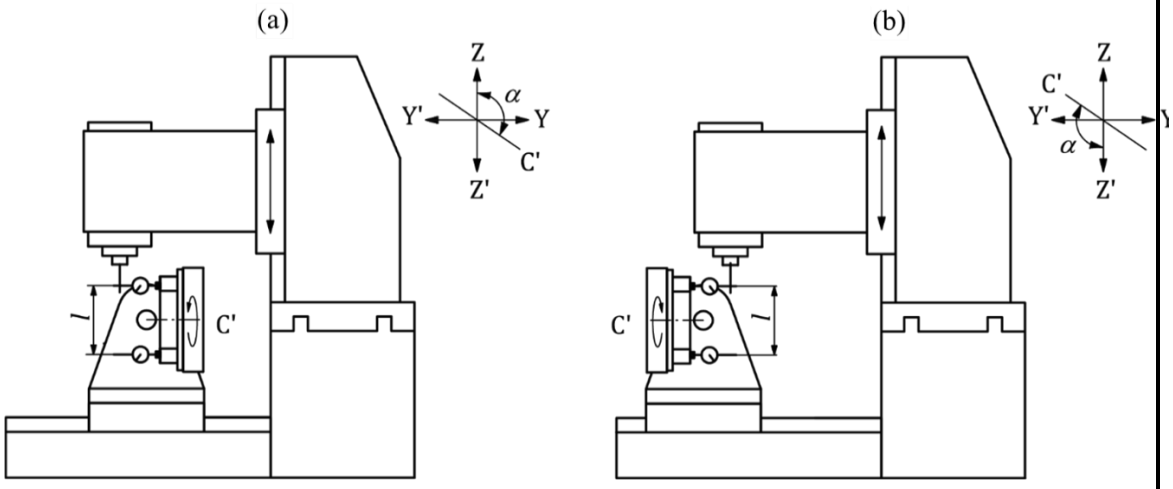
目的	G8.9

在工作台可能的垂直位置(視機器組態而定)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Z 軸運動的直角度誤差：

(a) A′ = –90° ($E_{A(0Z)C',A'=-90}$)

(b) A′ = +90° ($E_{A(0Z)C',A'=+90}$)

圖示



A′ = –90°　　A′ = +90°

說明

l　量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a)　　(b)

量測儀器

塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3

若可能，將 Y 軸鎖固。

將一塊規置於工作台在 Z 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。

將 C′軸旋轉 180°，移動 Z 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。針盤指示計讀值除以 Z 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。

若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

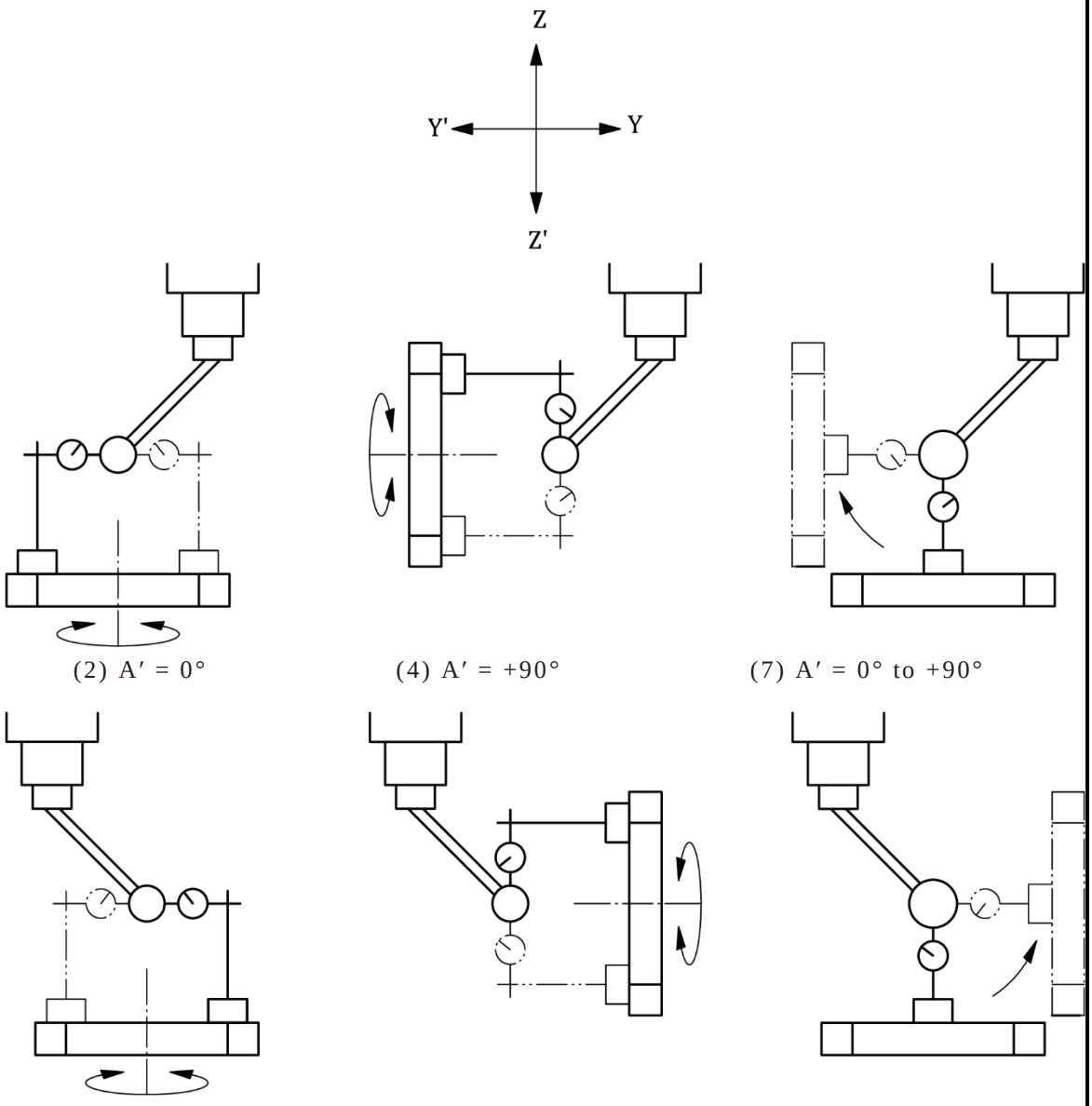
在 A′軸的 2 角度位置，當 $\alpha > 90°$時，誤差量測值 $E_{A(0Z)C'}$為正；當 $\alpha < 90°$時，誤差量測值為負。

本試驗的結果包含 A′軸在–90°或+90°時可能的定位誤差 $E_{AA'}$。

本試驗可能受到 YZ 平面上 Z 軸真直度誤差 E_{YZ} 的影響。

目的	G8.10
若工作台表面低於 A′軸(搖籃傾斜軸)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)與 A′軸的交點誤差 $E_{Y(0A')C',A'=0}$(僅適用於 A′軸與 C′軸間標稱偏置量為 0 且對任何偏置量誤差未使用補償工具的機器)。	

圖示



備考：上圖顯示注意事項中指定之試驗程序的步驟(2)、步驟(4)及步驟(7)。

單位：mm

許可差
0.030
誤差量測值
量測儀器

目的	G8.10
試驗球及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.4.3 步驟(1) 若主軸可鎖固，則將試驗球支架固定在主軸上，否則應固定在主軸頭上。將針盤指示計固定在工作台上，且探針在徑向與工作台表面平行。 步驟(2) 使工作台處於水平位置(A′ = 0°)，藉由繞 C′軸旋轉並沿 X 軸及 Y 軸調整，將 C′軸(工作台旋轉軸)對準試驗球球心。 步驟(3) 若可能，將 X 軸及 Y 軸鎖固。 步驟(4) 使工作台轉至垂直位置(A′ = −90°或 A′ = +90°，視機器組態而定)，藉由繞 C′軸旋轉並沿 Z 軸調整，再次將 C′軸對準試驗球球心。 步驟(5) 若可能，將 Z 軸鎖固。 步驟(6) 使工作台處於水平位置(A′ = 0°)，將具平端探針之針盤指示計放在工作台頂部，探針朝垂直方向，接觸試驗球並將針盤指示計歸零。 步驟(7) 將工作台轉至垂直位置(A′ = −90°或 A′ = +90°，視機器組態而定)，然後記錄針盤指示計讀值。 針盤指示計上新讀值的一半，即為應報告之誤差。註明誤差的方向。 針盤指示計的臂應具足夠之勁度，以免其在不同量測位置時，因反向撓曲及/或持續變化的撓曲，而導致任何可能的讀值誤差。	

目的	G8.11

工作台處於水平位置(A′ = 0°)時，在 X 軸及 Y 軸之預先定義位置處，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)與主軸(C)軸線的同軸度誤差：

偏置量

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{Y(0(C))C',\ A'=0}$ °

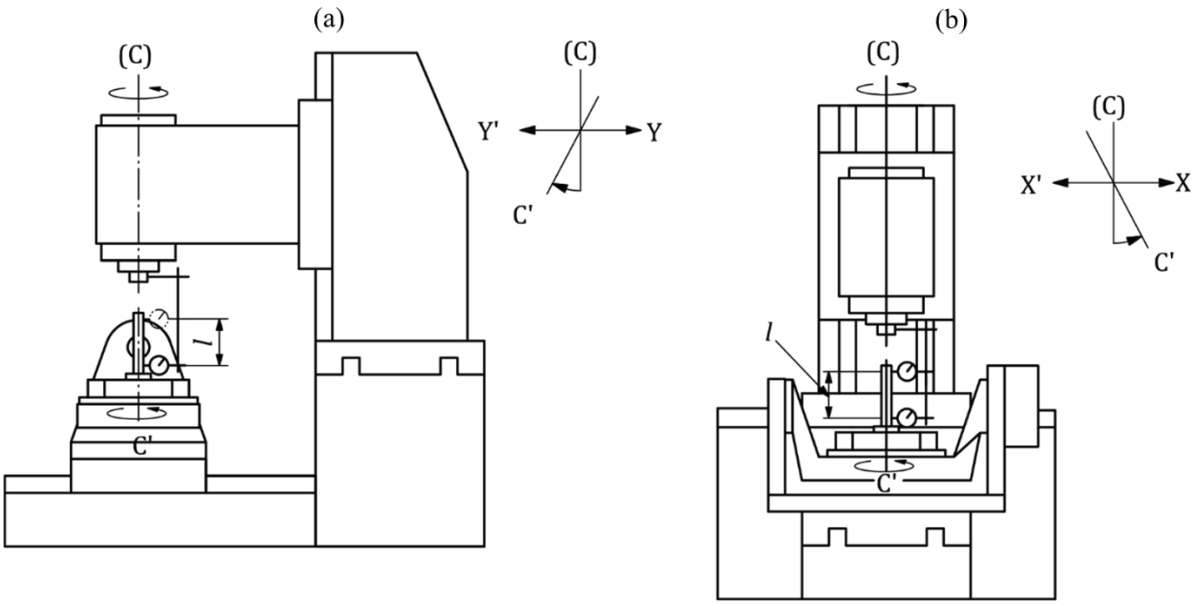
(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{X(0(C))C',\ A'=0}$ °

及平行度誤差

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0(C))C',\ A'=0}$ °

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0(C))C',\ A'=0}$ °

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

平面(a)及平面(b)上的偏置量： 0.015

平面(a)及平面(b)上的平行度誤差： 0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

偏置量

(a) (b)

平行度誤差

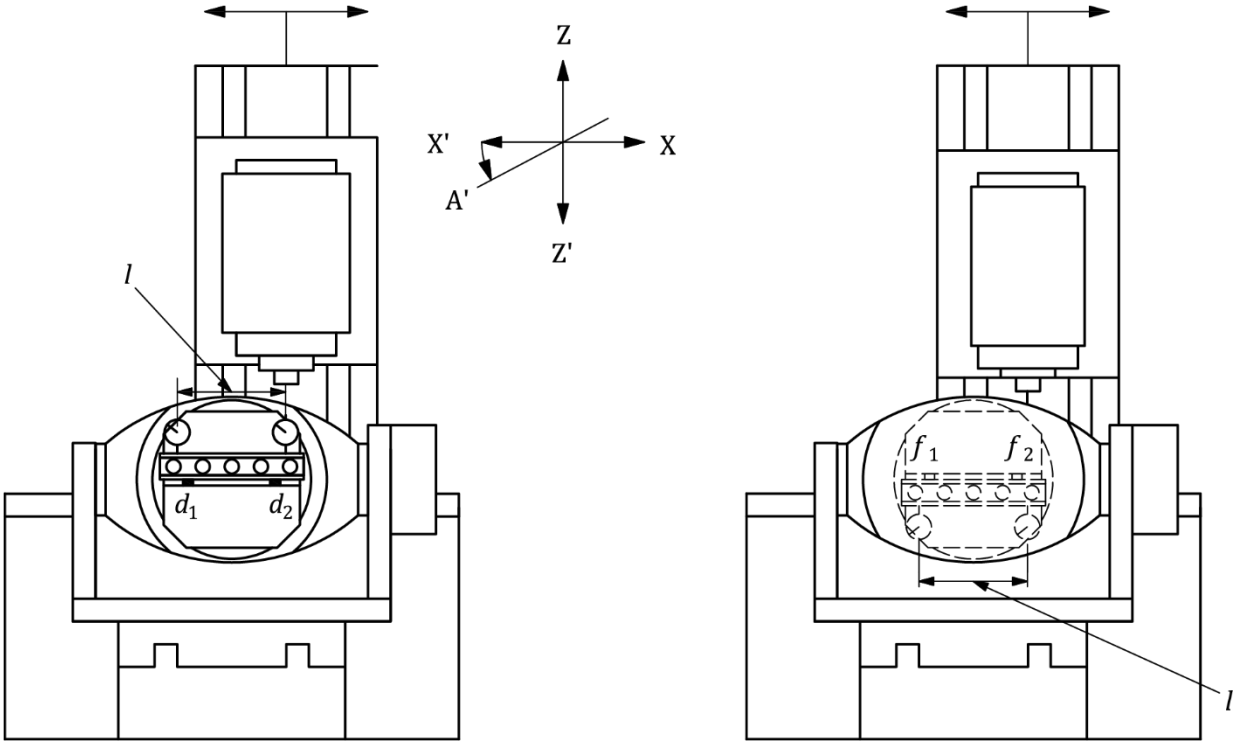
(a) (b)

目的	G8.11
量測儀器 具凸緣底座的圓柱直角規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.2 步驟(1) 調整 A′軸(搖籃傾斜軸)，直到 C′軸(工作台旋轉軸)在 YZ 平面上與 Z 軸平行。 步驟(2) 將 X 軸及 Y 軸移動至使 C′軸與主軸軸線重合的理論位置上。 步驟(3) 將圓柱直角規固定在工作台上，將針盤指示計固定在主軸上，使探針在徑向與主軸軸線成直角。 步驟(4) 在針盤指示計指針朝 Y 軸方向(對(a))及朝 X 軸方向(對(b))的情況下，接觸圓柱直角規靠近底部之處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。 步驟(5) 將工作台及主軸皆旋轉 180°。 步驟(6) 依步驟(4)找出最大的針盤指示計讀值。 在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值的一半即代表圓柱直角規底部處，2 旋轉軸間之偏置量。 步驟(7) 在不移動 Z 軸的情況下(參照下列備考)，在靠近圓柱直角規頂部處重複此量測。 在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值的一半即代表圓柱直角規頂部處，2 旋轉軸間之偏置量。 同軸度誤差包含偏置量及平行度誤差。 在平面(a)及平面(b)中，偏置量為在圓柱直角規底部測得之值，而平行度誤差為頂部與底部 2 偏置量間的差值除以在 Z 方向上之量測距離 l。 針盤指示計的臂應具足夠之勁度，以免其在不同量測位置時，因反向撓曲及/或持續變化的撓曲，而導致任何可能的讀值誤差。 在此 2 平面上，C′軸與主軸(C)軸線間之箭頭表示誤差的正方向。 備考：若本試驗在 Z 軸的不同位置執行，在 YZ 平面及 ZX 平面上皆受主軸(C)軸線與 Z 軸間，及 C′軸與 Z 軸間之 2 平行度誤差的影響。	

8.3 A′軸從−90°傾斜至+90°之試驗

目的	G8.12
在垂直之 ZX 平面上，檢查 A′軸(搖籃旋轉軸)對 X 軸運動的平行度誤差 $E_{B(0X)A'}$。	

圖示



A′ = −90°　　A′ = +90°

說明

d_1、d_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

目的	G8.12

注意事項及引用 CNS 14637-1

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

採用與試驗 G8.4 相同的設置，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。

當無基準 T 形槽或縱向定邊器時，應將直規大致平行地對準 X 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。

對$(d_2 - d_1)$之量測，針盤指示計應朝下，對$(f_2 - f_1)$的量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的同一側。

若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。記錄讀值及 2 讀值間的距離 l。應謹慎註明讀值的代數正負號。

應報告的誤差為 $E_{B(0X)A'} = (\Delta d - \Delta f)/(2l) = [(d_2 - d_1) - (f_2 - f_1)]/(2l)$。

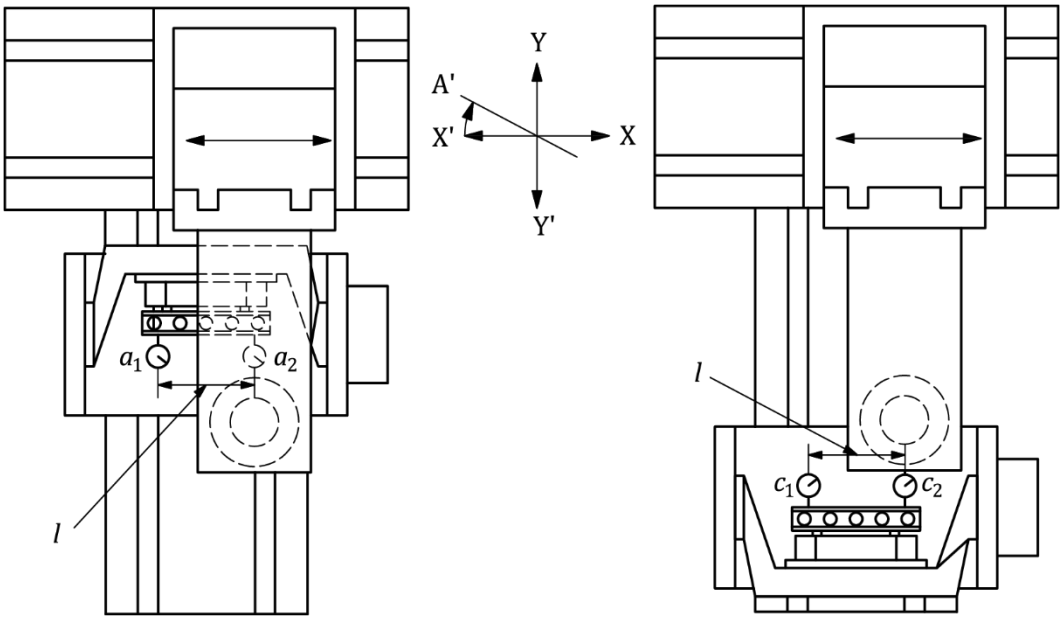
當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$的代數正負號為正。

A′軸與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{B(0X)A'}$的正方向。

備考：〝Δf〞與〝Δd〞2 讀值之和的一半，即其代數平均值，顯示基準線 L(以直規或 T 形槽代表)對 A′軸的平行度誤差(此非本試驗之目)的相反，此會影響試驗 G8.4 中的讀值。

目的	G8.13
在水平之 XY 平面上，檢查 A′軸(搖籃旋轉軸)對 X 軸運動的平行度誤差 $E_{C(0X)A'}$。	

圖示



A′ = −90°　　A′ = +90°

說明

a_1、a_2、c_1、c_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000 (= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

目的	G8.13

注意事項及引用 CNS 14637-1

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

採用與試驗 G8.3 相同的設置，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。

若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。

若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。

記錄讀值及 2 讀值間的距離 l。應謹慎註明讀值的代數正負號。

應報告的誤差為 $E_{C(0X)A'} = (\Delta a - \Delta c)/(2l) = [(a_2 - a_1) - (c_2 - c_1)]/(2l)$。

當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果

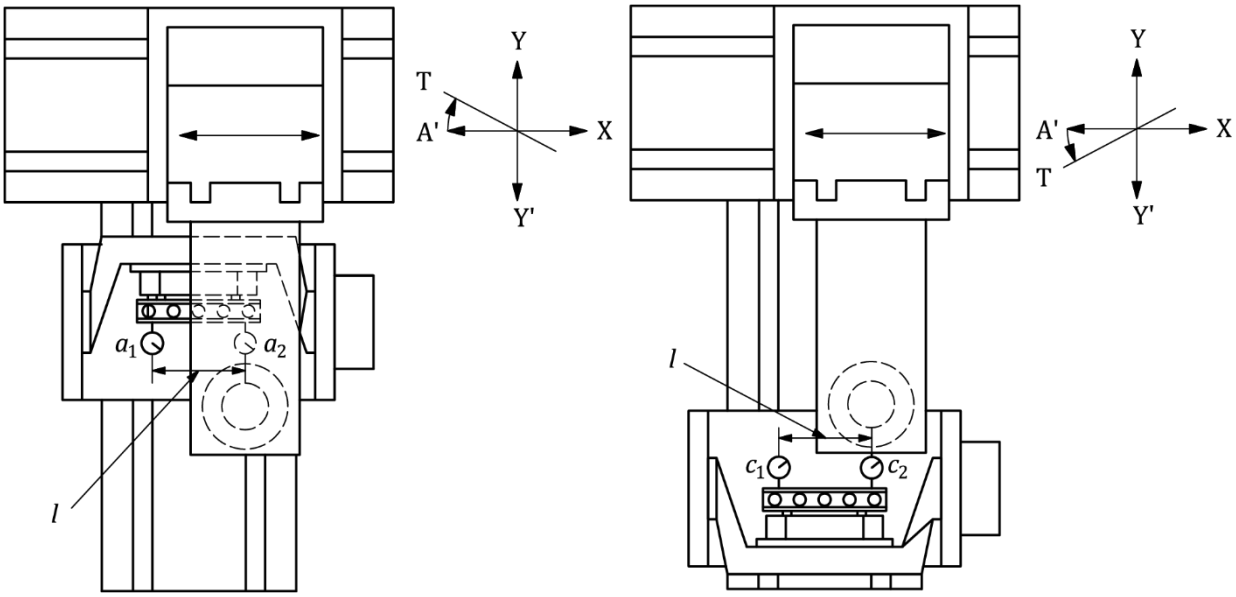
$\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。

A′軸與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0X)A'}$ 的正方向。

備考：〝Δa〞與〝Δc〞2 讀值之和的一半，即其代數平均值，顯示工作台代表線 T 對 A′軸的平行度誤差(此非本試驗之目的)，其為試驗 G8.14 的目的。

目的	G8.14
檢查工作台表面之代表線 T 對 A′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{B(0A')T}$。	

圖示



A′ = −90°　　A′ = +90°

說明

a_1、a_2、c_1、c_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.025，對量測長度為 500。

誤差量測值

量測儀器

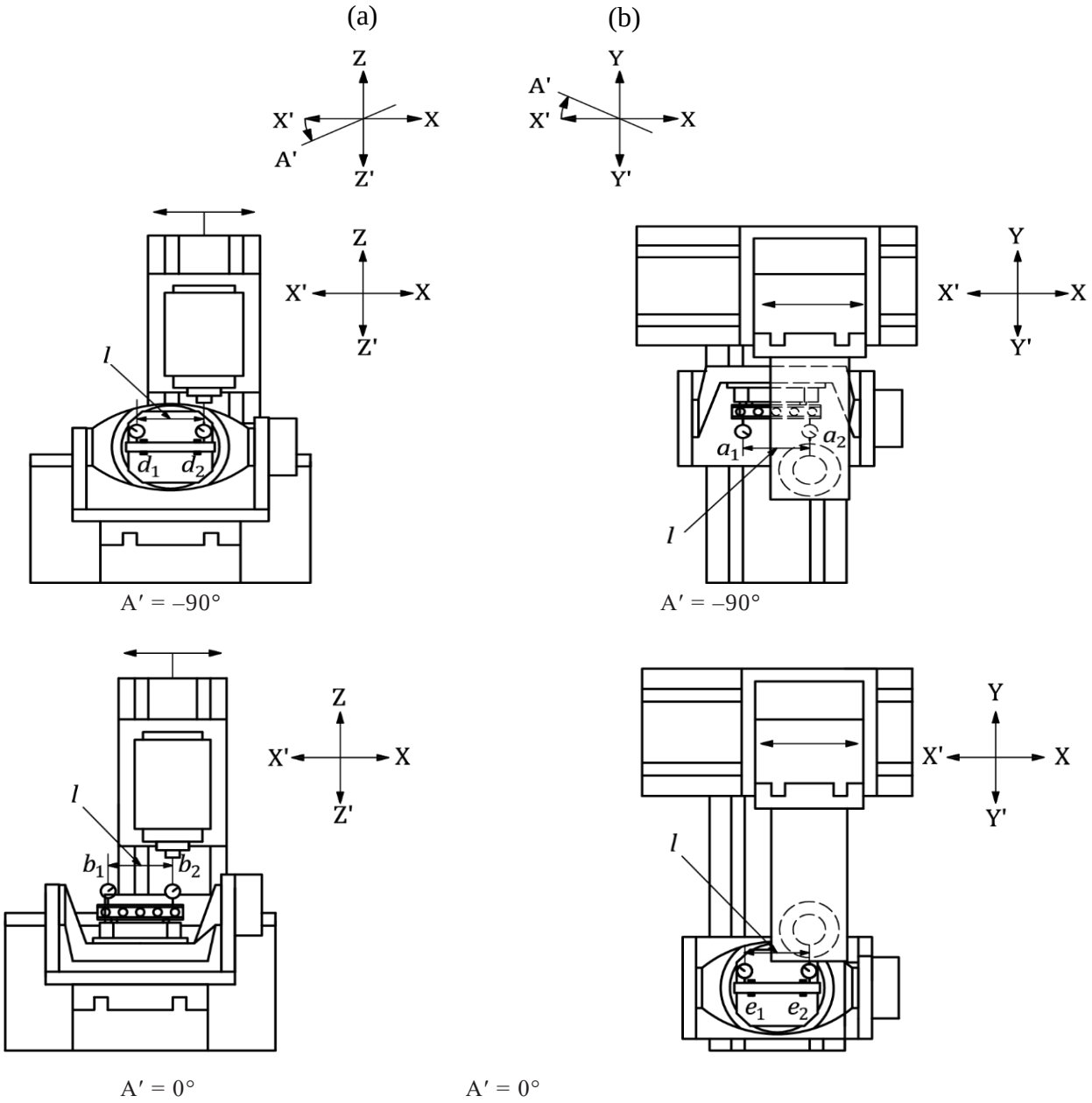
直規、或塊規及針盤指示計。

目的	G8.14
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 採用與試驗 G8.3 相同的設置，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.16 作為替代方法。 記錄讀值及 2 讀值間的距離 l。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 應報告的誤差為 $E_{B(0A')T} = (\Delta a + \Delta c)/2 = [(a_2 - a_1) + (c_2 - c_1)]/2$。 當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。 工作台代表線 T 與 A′軸間之箭頭表示誤差 $E_{B(0A')T}$ 的正方向。	

8.4 A′軸從–90°傾斜至 0°之試驗

目的	G8.15
檢查 A′軸(搖籃旋轉軸)對 X 軸運動的平行度誤差： (a) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0X)A'}$。 (b) 在水平之 XY 平面上 $E_{C(0X)A'}$。	

圖示



說明

l 量測距離

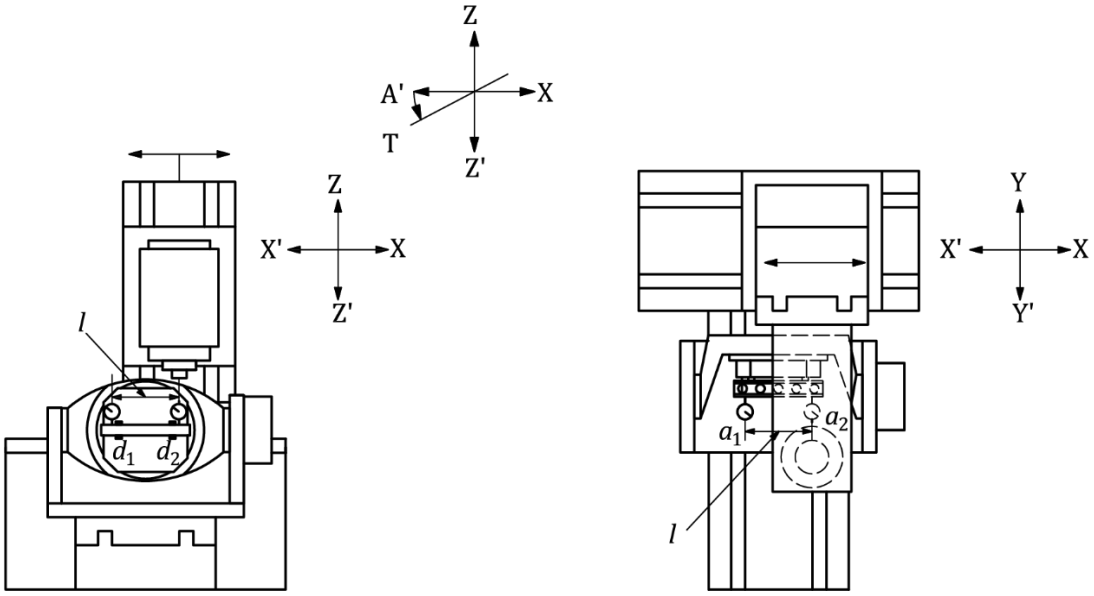
a_1、a_2、b_1、b_2、d_1、d_2、e_1、e_2 讀值

單位：mm

目的	G8.15
許可差 對(a)及 (b)： 0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a) (b)	
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對$(a_2 - a_1)$及$(b_2 - b_1)$之量測，採用與試驗 G8.3 相同的程序(但不將 A′軸移動至+90°，因不可能)，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。 取得結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta b = (b_2 - b_1)$。 對$(d_2 - d_1)$及$(e_2 - e_1)$之量測，採用與試驗 G8.4 相同的程序(但不將 A′軸移動至+90°，因不可能)，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間的距離為 l。 亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。 當無基準 T 形槽或縱向定邊器時，應將直規大致平行地對準 X 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 取得結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta e = (e_2 - e_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 在此 2 平面上，A′軸與 X 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 (a) 在垂直之 ZX 平面上的平行度誤差為：$E_{B(0X)A'} = (-\Delta a + \Delta b + \Delta d - \Delta e)/(2l)$。 (b) 在水平之 XY 平面上的平行度誤差為：$E_{C(0X)A'} = (\Delta a - \Delta b + \Delta d - \Delta e)/(2l)$。 利用試驗 G8.15 及試驗 G8.16 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

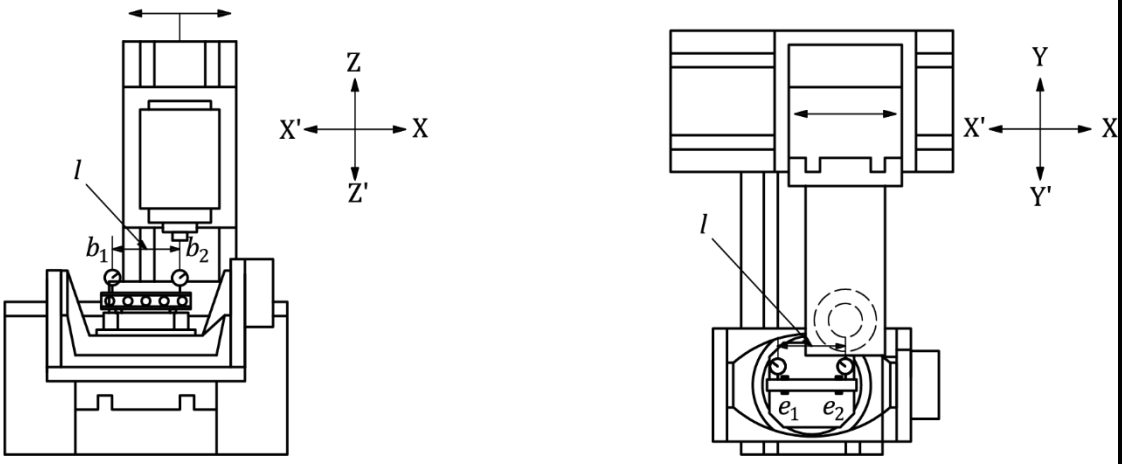
目的 | G8.16

檢查工作台表面之代表線 T 對 A′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{B(0A')T}$。



圖示

A′ = –90°　　A′ = –90°



A′ = 0°　　A′ = 0°

說明

a_1、a_2、b_1、b_2、d_1、d_2、e_1、e_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.025，對量測長度為 500

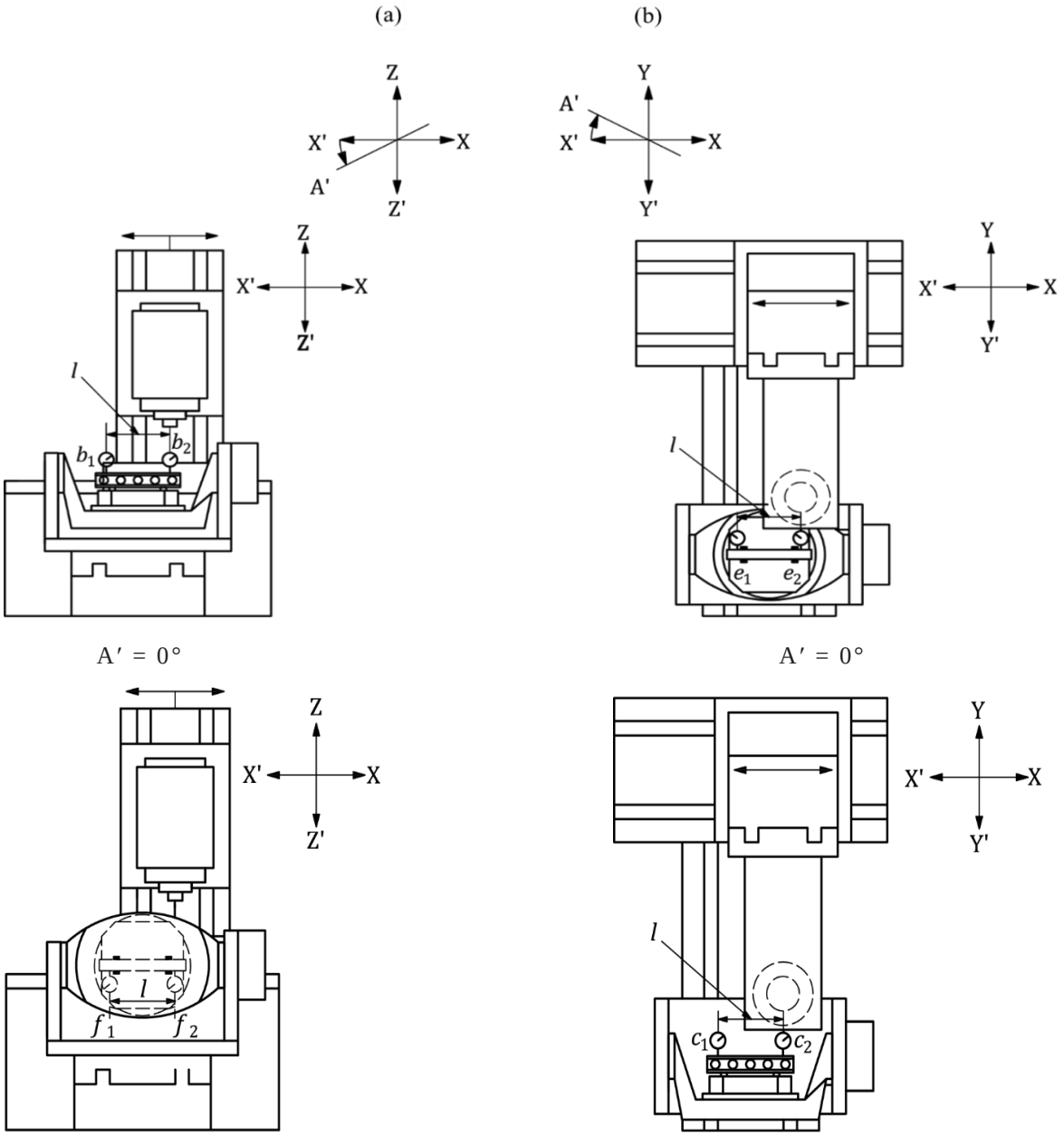
誤差量測值

目的	G8.16
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 對本試驗，應使用試驗 G8.15 的設置及試驗程序(但不將 A′軸移動至+90°，因不可能)。 取得結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta b = (b_2 - b_1)$。 取得結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta e = (e_2 - e_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 工作台代表線 T 對 A′軸的平行度誤差為：$E_{B(0A')T} = (\Delta a + \Delta b - \Delta d + \Delta e)/2$。 工作台代表線 T 與 A′軸間之箭頭表示誤差 $E_{B(0A')T}$ 的正方向。 利用試驗 G8.15 及試驗 G8.16 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

8.5 A′軸從 0°傾斜至+90°之試驗

目的	G8.17
檢查 A′軸(搖籃旋轉軸)對 X 軸運動的平行度誤差： (a) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0X)A'}$。 (b) 在水平之 XY 平面上 $E_{C(0X)A'}$。	

圖示



說明

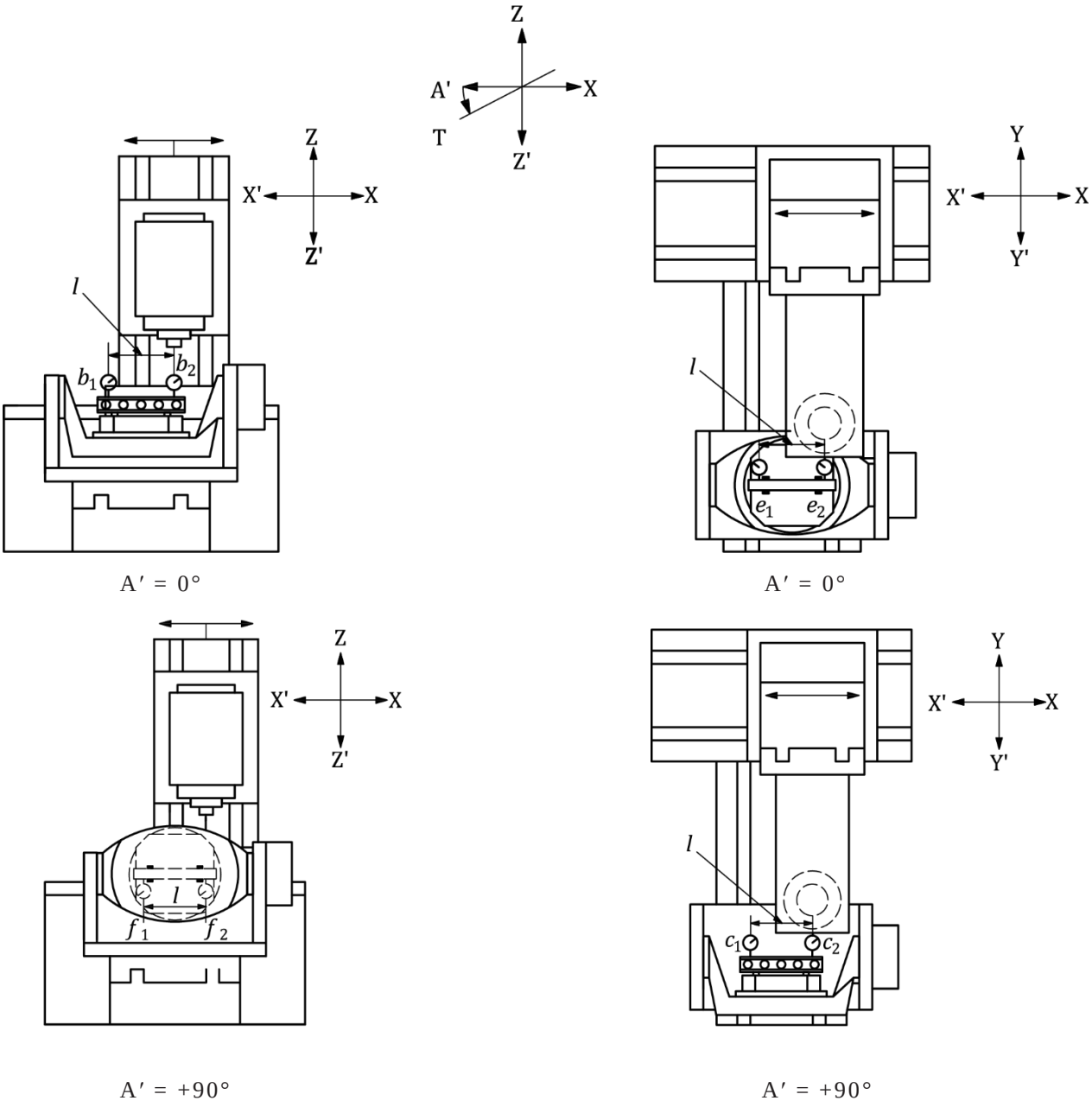
b_1、b_2、c_1、c_2、e_1、e_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

目的	G8.17
許可差 對(a)及(b)： 0.050/1,000 (= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a) (b)	
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對($b_2 - b_1$)及($c_2 - c_1$)之量測，採用與試驗 G8.3 相同的設置(但不將 A′軸移動至−90°，因不可能)，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。 取得結果 $\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$。 對($e_2 - e_1$)及($f_2 - f_1$)之量測，採用與試驗 G8.4 相同的程序(但不將 A′軸移動至−90°，因不可能)，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間的距離為 l。 亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或縱向定邊器上進行量測。 當無基準 T 形槽或縱向定邊器時，應將直規大致平行地對準 X 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 A′軸的 2 角度位置取得讀值。 對($f_2 - f_1$)之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的底側。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。 取得結果 $\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 在此 2 平面上，A′軸與 X 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 (a) 在垂直之 ZX 平面上的平行度誤差為：$E_{B(0X)A'} = (\Delta b - \Delta c + \Delta e - \Delta f)/(2l)$。 (b) 在水平之 XY 平面上的平行度誤差為：$E_{C(0X)A'} = (\Delta b - \Delta c - \Delta e + \Delta f)/(2l)$。 利用試驗 G8.17 及試驗 G8.18 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

目的	G8.18
檢查工作台表面之代表線 T 對 A′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{B(0A')T}$。	

圖示



說明

b_1、b_2、c_1、c_2、e_1、e_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.025，對量測長度為 500。

誤差量測值

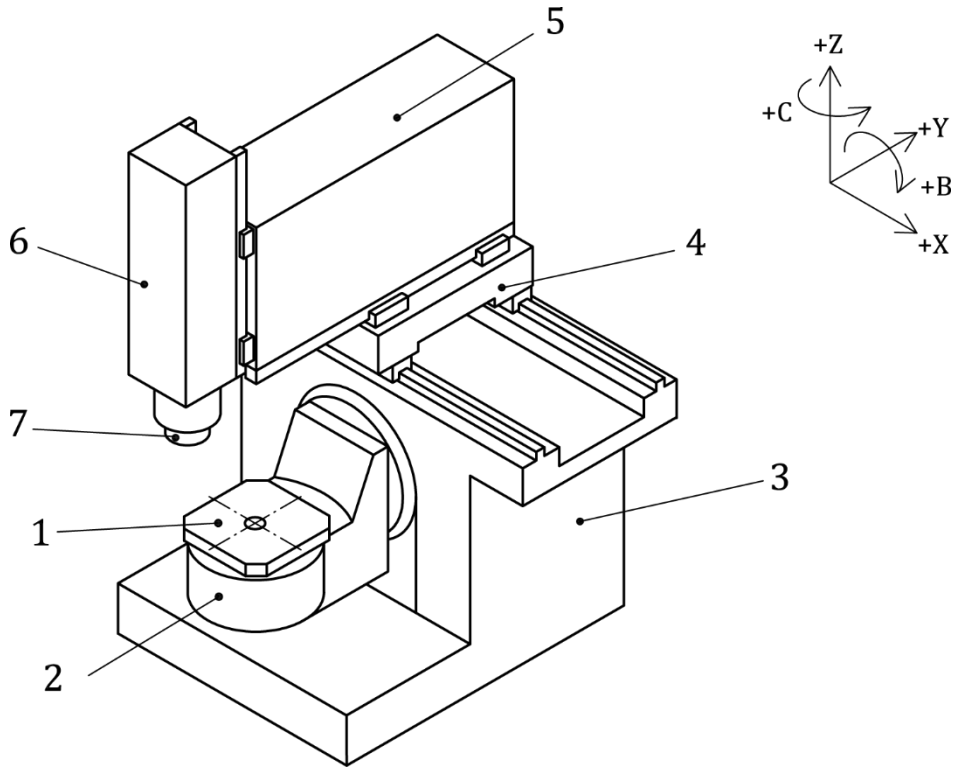
目的	G8.18
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對本試驗，應使用試驗 G8.17 的設置及試驗程序(但不將 A′移動至−90°，因不可能)。 對$(f_2 - f_1)$之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的底側。 若機器操作人員在 A′ = +90°時讀取針盤指示計有困難或不安全，則應使用具遠端讀值功能的儀器，或應使用試驗 G8.15 作為替代方法。 取得結果 $\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$。 取得結果 $\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 工作台代表線 T 對 A′軸的平行度誤差為：$E_{B(0A)T,A'} = (\Delta b + \Delta c - \Delta e + \Delta f)/2$。 工作台代表線 T 與 A′軸間之箭頭表示誤差 $E_{B(0A')T}$ 的正方向。 利用試驗 G8.17 及試驗 G8.18 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

CNS 15077-2 V [w C′ B′ b X Y Z (C) t]

9. 繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜之工作台

9.1 一般

圖 5 顯示具垂直主軸及繞 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜之工作台的切削中心機示例。



說明

1 旋轉工作台(C′軸)
2 傾斜搖籃(B′軸)
3 床台(b)
4 縱向滑座(X 軸)
5 橫向滑座(Y 軸)
6 主軸頭(Z 軸)
7 主軸[(C)]

圖 5 具繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜之工作台的立式五軸切削中心機示例，切削中心機稱呼

9.2 繞 B′軸傾斜之旋轉工作台試驗

目的	G9.1

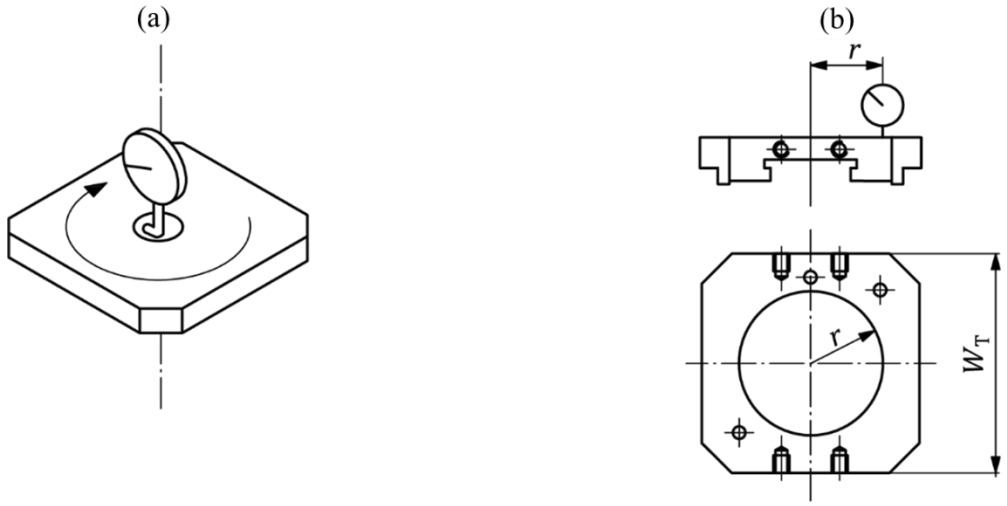
檢查：

(a) 工作台中心孔之偏轉(當該中心孔用於定位時)，

(b) 工作台表面的面誤差運動。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



說明

W_T 工作台或托板較短邊的寬度　　r 量測半徑

單位：mm

許可差

(a)		0.025
(b)	$W_T \leq 500$	0.030
	$500 < W_T \leq 800$	0.040

對 W_T 大於 800 mm，許可差應由使用者與供應商/製造商協議之。

誤差量測值

對 W_T=　　且 r =

(a)　　(b)

量測儀器

(a) 針盤指示計。　　(b) 塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 9.1 與 CNS 14637-7 之 5.3 及 5.4

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。

對試驗(b)，量測半徑 r 應越大越好。

試驗(b)亦可在探針與工作台表面未連續接觸的情況下執行，方法為使用中間塊規且在數個離散的位置上量測(例：相隔 45°的 8 個位置)。

有關徑向、軸向及傾斜誤差運動試驗，亦參照附錄 A 的試驗 AR2 及附錄 C 的試驗 CR1，特別若預見該旋轉工作台會用於車削作業時。

目的	G9.2

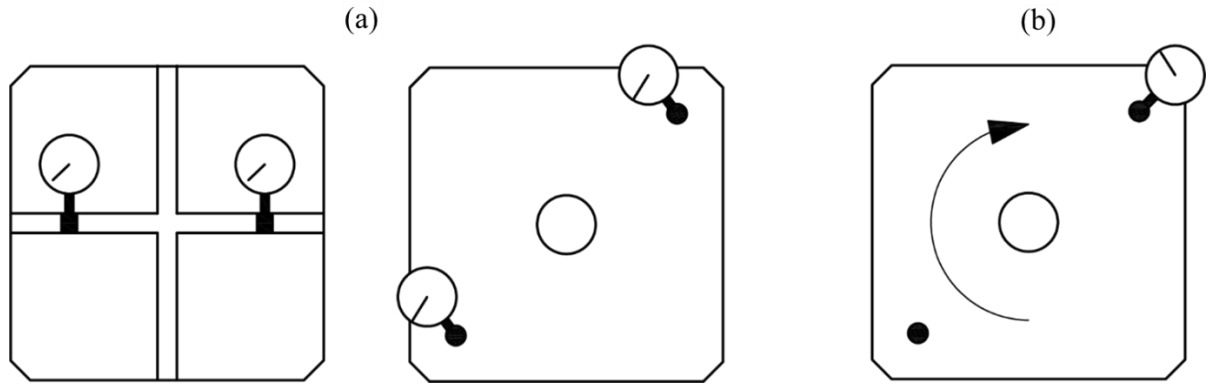
檢查：

(a) 縱向中央 T 形槽的中心線、或十字形榫槽(若有)的中心線或對準孔間之連線與 C′軸(工作台旋轉軸)的交點，

(b) 對準孔與 C′軸的等距性。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



單位：mm

許可差

對(a)及(b)：0.030

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

(a) 塊規或標準銷及針盤指示計。

(b) 標準銷及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

(a) 當提供基準 T 形槽或榫槽時，在與旋轉軸等距處，將 2 塊規插入槽中。

調整 C′軸，使 T 形槽與 X 軸(或 Y 軸)平行。平行表示在 2 塊規上的讀值相同。

將置於主軸頭固定部分上的針盤指示計歸零。

將工作台旋轉 180°，然後在不重置針盤指示計的情況下再次調整 C′軸，使在 2 塊規上的讀值相同。針盤指示計上新讀值的一半，即為應報告的誤差。

當有提供對準孔時，應使用 2 與孔配合且凸出部分具相同直徑的標準銷，而非使用塊規。

接著應遵循上述程序進行。

(b) 應比較的讀值為每一標準銷上的最大徑向讀值，因在(a)中測得的誤差，亦可能無法精確地對應至相隔 180°處之讀值。

目的 G9.3

依所列及圖中所示之 B′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置，檢查工作台表面代表線 T 對 Y 軸運動的平行度誤差 $E_{A(0Y)T}$：

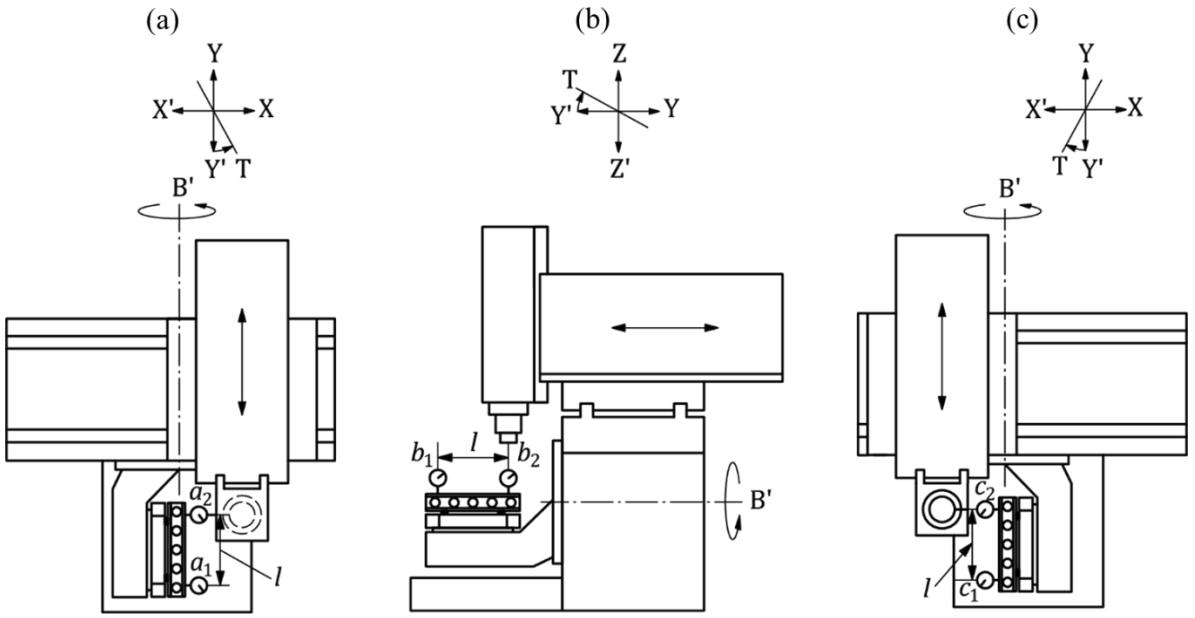
(a) 當工作台處於垂直位置(B′ = –90°)時的 $E_{C(0Y)T,\ B'=-90°}$

(b) 當工作台處於水平位置(B′ = 0°)時的 $E_{A(0Y)T,\ B'=0°}$

(c) 當工作台處於垂直位置(B′ = +90°)時的 $E_{C(0Y)T,\ B'=+90°}$

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



B′ = –90° B′ = 0° B′ = +90°

說明

a_1、a_2、b_1、b_2、c_1、c_2 讀值 l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)： $l \le 500$ 0.020/500

$500 < l \le 800$ 0.025/500

對 l 大於 800 mm，許可差應由供應商/製造商與使用者協議之。

誤差量測值

對 l = ……

(a) $-(a_2 - a_1)$ = (b) $-(b_2 - b_1)$ = (c) $-(c_2 - c_1)$ =

量測儀器

直規、塊規及針盤指示計。

目的	G9.3
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5 若可能，試驗應在 B′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。 對(a)及(c)，若可能，將 X 軸鎖固。對(b)，若可能，將 Z 軸鎖固。 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 可在與工作台表面平行放置的直規上進行量測。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。若使用直規，其應安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸所有可能的角度位置取得讀值。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$、$\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。 記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。 結果 Δa、Δb 及 Δc 與其代數正負號，即為應報告的誤差。 在 B′軸的所有角度位置，工作台代表線 T 與 X 軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0Y)T}$ 的正方向。 試驗 G9.3 的設置可用於試驗 G9.13 至試驗 G9.18。	

目的	G9.4

檢查以工作台之：

－橫向中央或基準的 T 形槽(若有)，或

－橫向定邊器

代表之基準線 L，依所列及圖中所示之 B′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置時，對 Y 軸運動的平行度誤差：

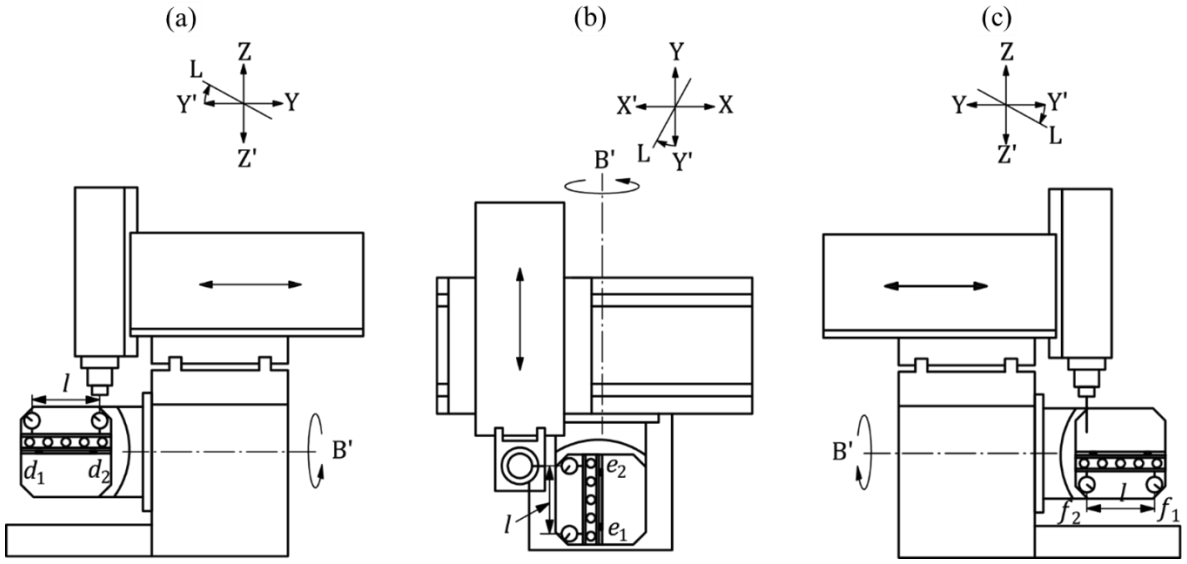
(a) 當工作台處於垂直位置(B′= –90°)時的 $E_{A(0Y)L,\ B'=-90}$，

(b) 當工作台處於水平位置(B′= 0°)時的 $E_{C(0Y)L,\ B'=0}$，且

(c) 當工作台處於垂直位置(B′= +90°)時的 $E_{A(0Y)L,\ B'=+90}$。

備考：本試驗在機器內建的工作台或在一已夾持就定位的代表性托板上執行。

圖示



B′ = –90°　　B′ = 0°　　B′ = +90°

說明

d_1、d_2、e_1、e_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

對 B′軸的所有角度位置：0.025/500

誤差量測值

對 l = ……

(a)　$-(d_2 - d_1)$ =　　(b)　$-(e_2 - e_1)$ =　　(c)　$-(f_2 - f_1)$ =

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

目的	G9.4

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 12.3.2.5

若可能，試驗應在 B′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。

對(a)及(c)，若可能，將 Z 軸鎖固。

對(b)，若可能，將 X 軸鎖固。

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。

亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。

若使用直規，其應安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸所有可能的角度位置取得讀值。

對$(d_2 - d_1)$之量測，針盤指示計應朝下，對$(f_2 - f_1)$之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的同一側。

應謹慎註明讀值的代數正負號。

當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$、$\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$的代數正負號為正。

記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。

結果 Δd、Δe 及 Δf 與其代數正負號，即為應報告的誤差。

對 B′ 軸的所有角度位置，基準線 L 與 Y 軸間之箭頭表示誤差的正方向。

試驗 G9.4 的設置可用於試驗 G9.12 及試驗 G9.15 至試驗 G9.18。

備考： 本試驗的結果包含 C′軸在 0°時可能的定位誤差 $E_{CC'}$、B′軸在 0°時的傾斜誤差運動 $E_{CB'}$，及 B′軸在−90°/+90°時的傾斜誤差運動 $E_{AB'}$。

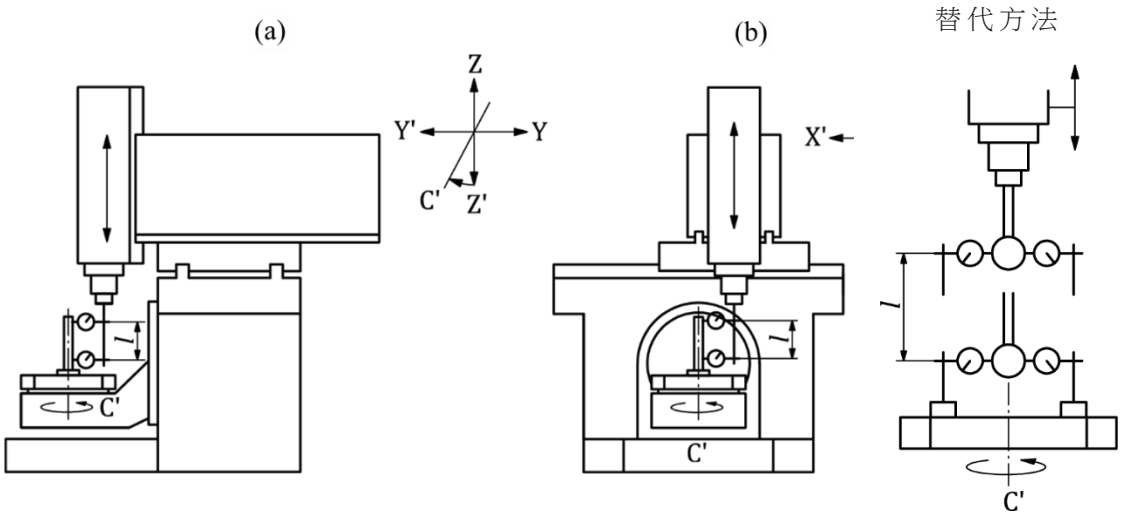
目的	G9.5

工作台處於水平位置(B′ = 0°)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Z 軸運動的平行度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面上的 $E_{A(0Z)C'}$。

(b) 在垂直之 ZX 平面上的 $E_{B(0Z)C'}$。

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.040/1,000 (= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b)

量測儀器

具凸緣底座的圓柱直角規或試驗球(替代方法)及針盤指示計，或光學儀器。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.3、10.1.4、10.1.4.3，或 10.1.4.4(替代方法)

(a) 若可能，將 Y 軸鎖固。

(b) 若可能，將 X 軸鎖固。試驗(b)的結果包含 B′軸在 0° 時可能的定位誤差 $E_{BB'}$。

步驟(1) 將具凸緣底座的圓柱直角規固定在工作台上，並將其大約定心於旋轉軸軸線上。

步驟(2) 將針盤指示計固定在主軸頭上，對(a)，使其探針朝 Y 軸方向，對(b)，則朝 X 軸方向。

目的	G9.5
步驟(3) 以探針接觸圓柱直角規靠近圓柱底部處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。 步驟(4) 沿 Z 軸移動主軸頭離開工作台，並再次接觸圓柱直角規靠近其頂部處。記錄 Z 軸移動的行程長度。藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值，並記錄新讀值。 步驟(5) 將工作台旋轉 180°，然後重複步驟(3)及步驟(4)。 步驟(6) 對(a)及(b)之量測，將針盤指示計在圓柱直角規頂部的 2 讀值之平均值(代數和的一半)，除以在 Z 方向的量測距離 *l*，即為應報告的誤差。 在此 2 平面上，C′軸與 Z 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 替代方法： 將試驗球固裝在機器的主軸頭上，並將針盤指示計固裝在工作台上。 藉由移動 X 軸與 Y 軸同時旋轉 C′軸，使試驗球定心於 C′軸的軸平均線上。 然後將 Z 軸移動至另一位置。 重新定位針盤指示計，於此新位置上的試驗球讀取讀值。 應記錄中心位置的誤差，即為在試驗球上相對點處，針盤指示計 2 讀值之差值的一半除以在 Z 方向的量測距離 *l*。 當可接觸試驗球整個水平圓周的情況下，即可使用此替代方法。	

目的 | G9.6

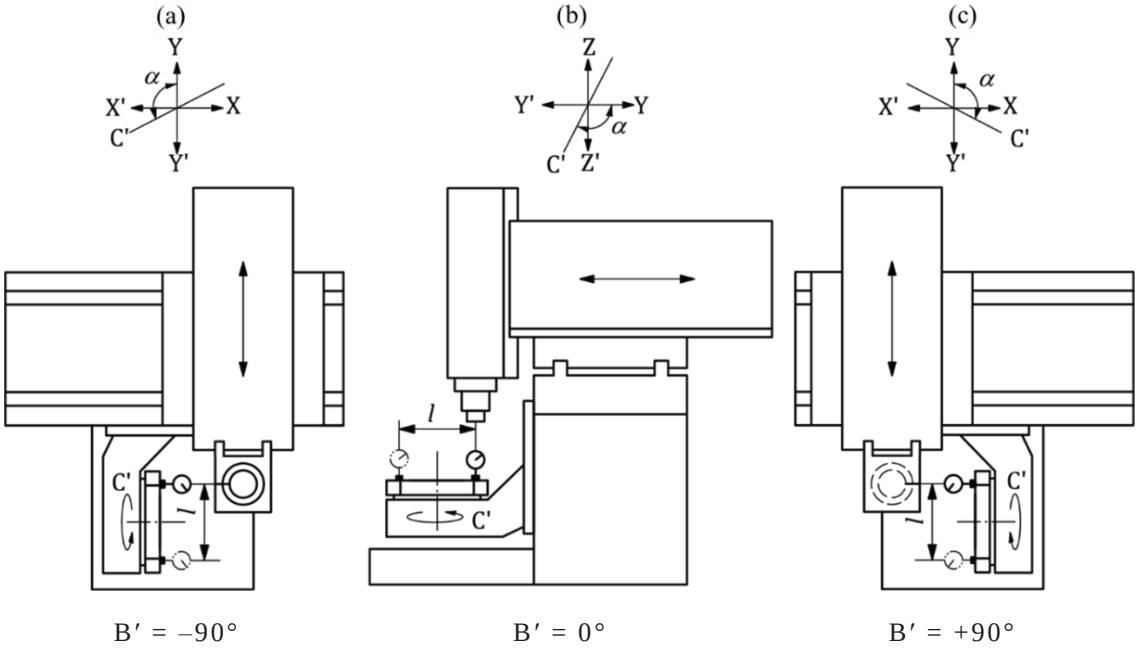
依所列及圖中所示之 B′軸(搖籃傾斜軸)所有可能的角度位置，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Y 軸運動的直角度誤差：

(a) 當工作台處於垂直位置(B′ = –90°)時的 $E_{C(0Y)C',\ B'=-90°}$

(b) 當工作台處於水平位置(B′ = 0°)時的 $E_{A(0Y)C',\ B'=0°}$

(c) 當工作台處於垂直位置(B′ = +90°)時的 $E_{C(0Y)C',\ B'=+90°}$

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)、(b)及(c)：

0.040/1,000(= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b) (c)

量測儀器

塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3

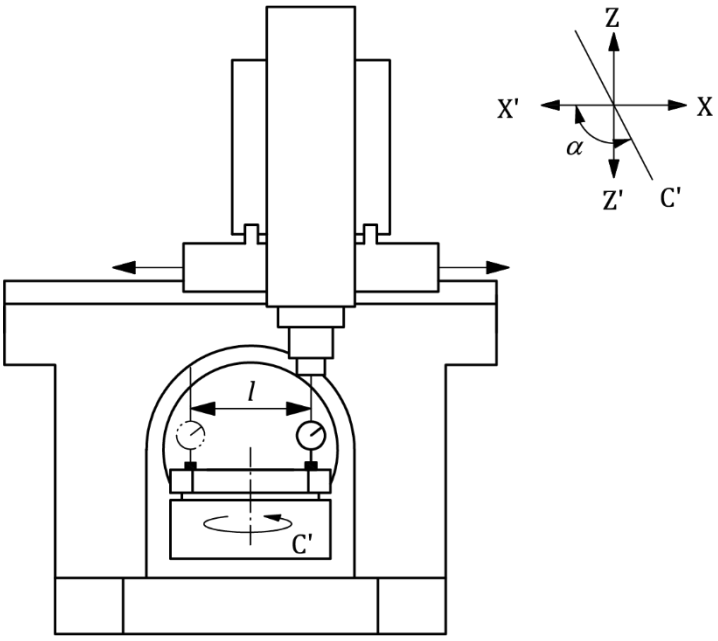
若可能，試驗應在 B′軸的角度位置為(a)、(b)及(c)進行。

對(a)及(c)，若可能，將 X 軸鎖固。

目的	G9.6
對(b)，若可能，將 Z 軸鎖固。 將一塊規置於工作台在 Y 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。 將 C′軸旋轉 180°，移動 Y 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。 針盤指示計讀值除以 Y 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。 試驗(a)及試驗(c)可能受到水平之 Y 軸真直度誤差 E_{XY} 的影響，試驗(b)可能受到垂直之 Y 軸真直度誤差 E_{ZY} 的影響。 應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。 在 B′軸所有可能的角度位置，當 $\alpha > 90°$時，誤差量測值為正；當 $\alpha < 90°$時，誤差量測值為負。 替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK 2 (b)評估此直角度誤差。	

目的	G9.7
工作台處於水平位置(B′ = 0°)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 X 軸運動的直角度誤差 $E_{B(0X)C',\ B'=0}$。	

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

0.040/1,000 (= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

量測儀器

塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3

若可能，將 Z 軸鎖固。

將一塊規置於工作台在 X 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。

將 C′軸旋轉 180°，移動 X 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。

針盤指示計讀值除以 X 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。

應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。

當 $\alpha > 90°$時，誤差量測值 $E_{B(0X)C',\ B'=0}$ 為正；當 $\alpha < 90°$時，誤差量測值為負。

本試驗的結果包含 B′軸在 0°時可能的定位誤差 $E_{BB'}$。

本試驗可能受到垂直之 X 軸真直度誤差 E_{ZX} 的影響。

替代方法為可藉由 CNS 15077-6 的試驗 BK 2 (b)評估此直角度誤差。

目的 | G9.8

在工作台可能的垂直位置(視機器組態而定)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 X 軸運動的平行度誤差：

(a) 當工作台處於垂直位置(B′ = –90°)時

(1) 在垂直之 ZX 平面 $E_{B(0X)C',\ B'=-90}$

(2) 在水平之 XY 平面 $E_{C(0X)C',\ B'=-90}$

(b) 當工作台處於垂直位置(B′ = +90°)時

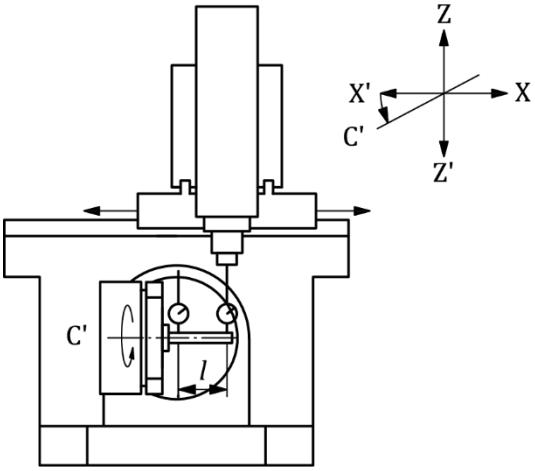
(1) 在垂直之 ZX 平面 $E_{B(0X)C',\ B'=+90}$

(2) 在水平之 XY 平面 $E_{C(0X)C',\ B'=+90}$

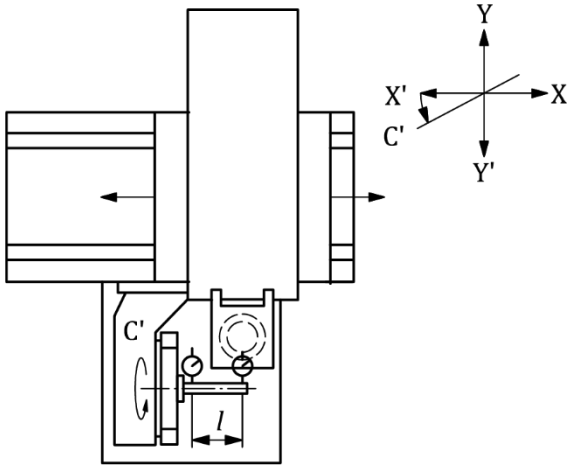
圖示

(a) B′ = –90°

(1)ZX 平面

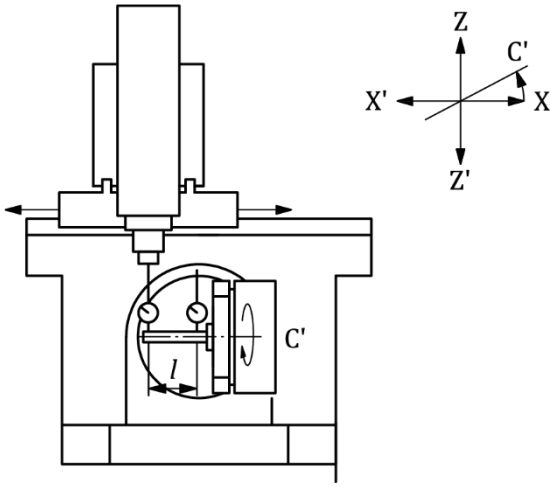


(2)XY 平面

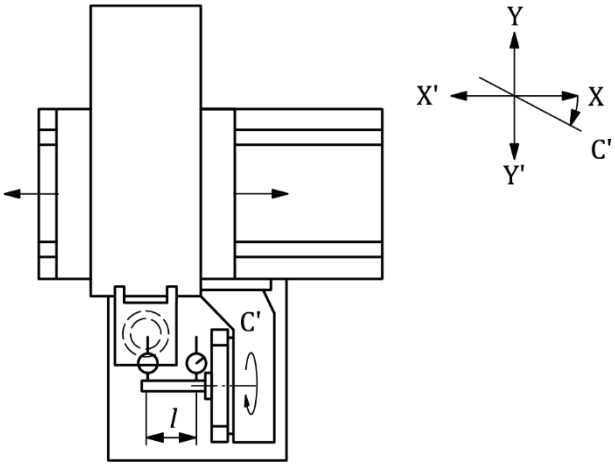


(b) B′ = +90°

(1)ZX 平面



(2)XY 平面



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

目的	G9.8
0.050/1,000 (= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a1) (b1) (a2) (b2)	
量測儀器 具凸緣底座的圓柱直角規及針盤指示計，或光學儀器。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 3.6.3、10.1.4、10.1.4.3 對 (a1) 及 (b1) 若可能，將 Z 軸鎖固。試驗結果包含 B′軸在–90°(對(a1))或+90°(對(b1))時可能的定位誤差 $E_{BB'}$。 對 (a2) 及 (b2) 若可能，將 Y 軸鎖固。 應遵循以下步驟。 步驟(1) 將具凸緣底座的圓柱直角規固定在工作台上，並將其大約定心於旋轉軸 C′上。 步驟(2) 若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，否則應固定在主軸頭上；對(a1)及(b1)，其探針朝 Z 軸方向，對(a2)及(b2)，則朝 Y 軸方向。 步驟(3) 以探針接觸圓柱直角規靠近圓柱底部處，藉由沿 Y 軸(對(a1)及(b1))及沿 Z 軸(對(a2)及(b2))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。 步驟(4) 沿 X 軸移動主軸頭離開工作台，並再次接觸圓柱直角規靠近其頂部處。記錄 X 軸的行程長度。藉由沿 Y 軸(對(a1)及(b1))及沿 Z 軸(對(a2)及(b2))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值，並記錄新的針盤指示計讀值。 步驟(5) 將工作台旋轉 180°，然後重複步驟(3)及步驟(4)。 對所有量測，將針盤指示計在圓柱直角規頂部的 2 讀值之平均值(代數和的一半)，除以在 X 方向的量測距離 l，即為應報告的誤差。 對 B′軸的所有角度位置，C′軸與 X 軸間之箭頭表示誤差的正方向。	

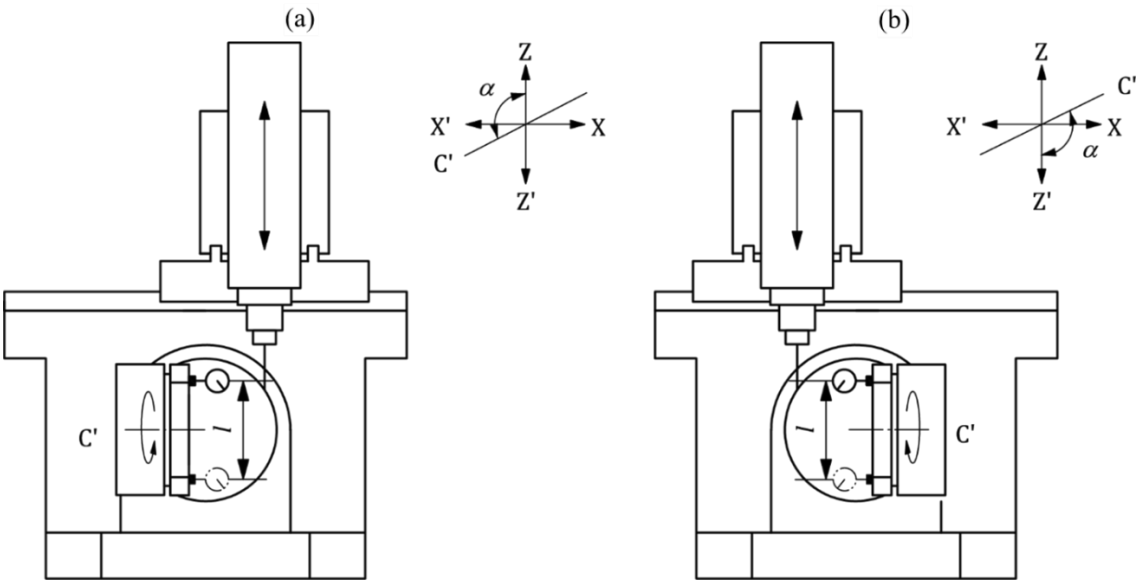
目的 G9.9

在工作台可能的垂直位置(視機器組態而定)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)對 Z 軸運動的直角度誤差：

(a) B′ = –90° ($E_{B(0Z)C',B'=-90}$)，

(b) B′ = +90° ($E_{B(0Z)C',B'=+90}$)。

圖示



B′ = –90° B′ = +90°

說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

對(a)及(b)：

0.040/1,000 (= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

(a) (b)

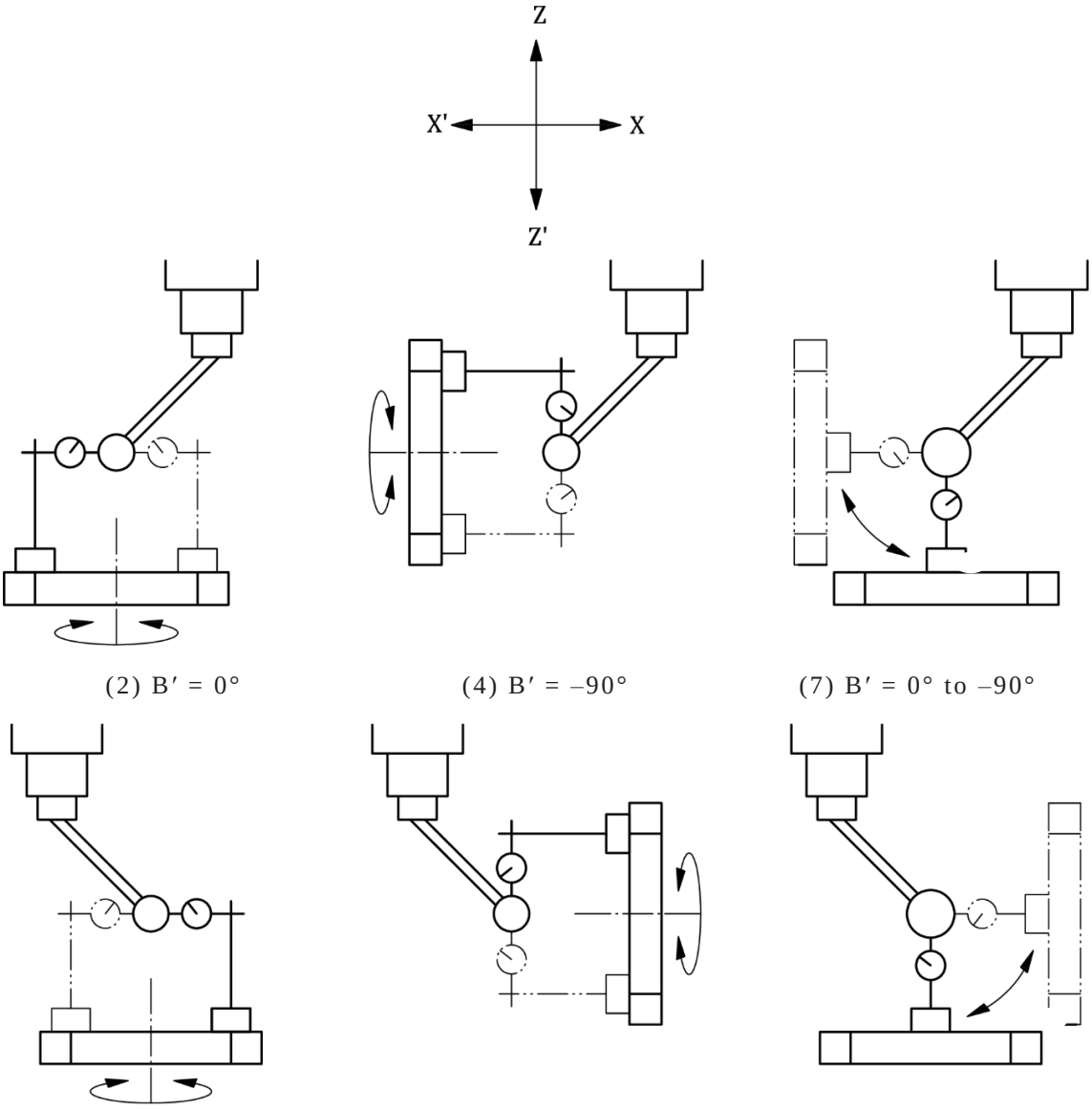
量測儀器

塊規及針盤指示計。

目的	G9.9
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.3 及 10.3.3 若可能，將 X 軸鎖固。 將一塊規置於工作台在 Z 方向遠離旋轉軸 C′的邊緣上，若主軸可鎖固，則將針盤指示計固定在主軸上，若主軸無法鎖固，則固定在主軸頭上，使探針與塊規接觸並將針盤指示計歸零。 將 C′軸旋轉 180°，移動 Z 軸直至探針再次接觸塊規的同一點。針盤指示計讀值除以 Z 方向上的量測距離 l，即為應報告的誤差。 應註明 α 角的值，為小於、等於或大於 90°。 在 B′軸的 2 角度位置，當 $\alpha > 90°$時，誤差量測值 $E_{B(0Z)C'}$為正；當 $\alpha < 90°$時，誤差量測值為負。 本試驗的結果包含 B′軸在–90°或+90°時可能的定位誤差 $E_{BB'}$。 本試驗可能受到 ZX 平面上 Z 軸真直度誤差 E_{XZ} 的影響。	

目的	G9.10
若工作台表面低於 B′軸(搖籃傾斜軸)，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)與 B′軸的交點誤差 $E_{X(0B')C',\ B'=0}$(僅適用於 B′軸與 C′軸間標稱偏置量為 0 且對任何偏置量誤差未使用補償工具的機器)。	

圖示



備考：上圖顯示注意事項中指定之試驗程序的步驟(2)、步驟(4)及步驟(7)。

單位：mm

許可差

0.030

誤差量測值

目的	G9.10
量測儀器 試驗球及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.4.3 步驟(1) 若主軸可鎖固，則將試驗球支架固定在主軸上，否則應固定在主軸頭上。將針盤指示計固定在工作台上，且探針在徑向與工作台表面平行。 步驟(2) 使工作台處於水平位置(B′ = 0°)，藉由繞 C′軸(工作台旋轉軸)旋轉並沿 X 軸及 Y 軸調整，將 C′軸對準試驗球球心。 步驟(3) 若可能，將 X 軸及 Y 軸鎖固。 步驟(4) 使工作台轉至垂直位置(B′ = −90°或 B′ = +90°，視機器組態而定)，藉由繞 C′軸旋轉並沿 Z 軸調整，再次將 C′軸對準試驗球球心。 步驟(5) 若可能，將 Z 軸鎖固。 步驟(6) 使工作台處於水平位置(B′ = 0°)，將具平端探針之針盤指示計放在工作台頂部，探針朝垂直方向，接觸試驗球並將針盤指示計歸零。 步驟(7) 將工作台轉至垂直位置(B′ = −90°或 B′ = +90°，視機器組態而定)，然後記錄針盤指示計讀值。 針盤指示計上新讀值的一半，即為應報告之誤差。註明誤差的方向。 針盤指示計的臂應具足夠之勁度，以免其在不同量測位置時，因反向撓曲及/或持續變化的撓曲，而導致任何可能的讀值誤差。	

目的	G9.11

工作台處於水平位置(B′ = 0°)時，在 X 軸及 Y 軸之預先定義位置處，檢查 C′軸(工作台旋轉軸)與主軸(C)軸線的同軸度誤差：

偏置量

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{Y(0(C))C',\ B'=0}$

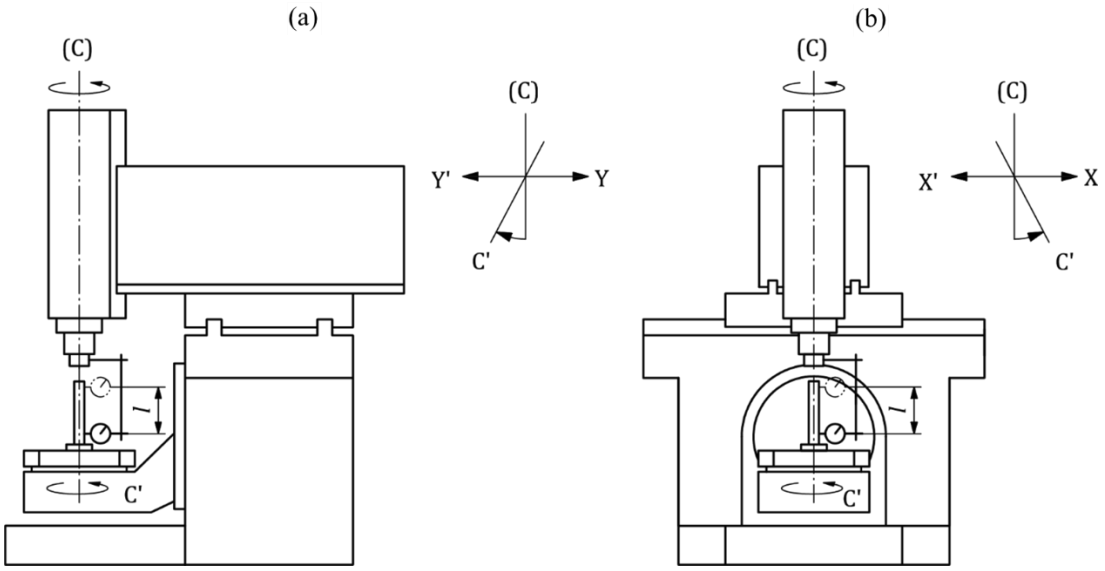
(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{X(0(C))C',\ B'=0}$

及平行度誤差

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0(C))C',\ B'=0}$

(b) 在垂直之 ZX 平面上 $E_{B(0(C))C',\ B'=0}$

圖示



說明

l 量測距離

單位：mm

許可差

平面(a)及平面(b)上的偏置量： 0.015

平面(a)及平面(b)上的平行度誤差： 0.040/1,000 (= 0.020/500，或 40 μrad 或 8″)

誤差量測值

偏置量

(a) (b)

平行度誤差

(a) (b)

量測儀器

具凸緣底座的圓柱直角規及針盤指示計。

目的	G9.11

注意事項及引用 CNS 14637-1 之 10.2

步驟(1) 調整 B′軸(搖籃傾斜軸)，直到 C′軸在 ZX 平面上與 Z 軸平行。

步驟(2) 將 X 軸及 Y 軸移動至使 C′軸與主軸軸線重合的理論位置上。

步驟(3) 將圓柱直角規固定在工作台上，將針盤指示計固定在主軸上，使探針在徑向與主軸軸線成直角。

步驟(4) 在針盤指示計指針朝 Y 軸方向(對(a))及朝 X 軸方向(對(b))的情況下，接觸圓柱直角規靠近底部之處，藉由沿 X 軸(對(a))及沿 Y 軸(對(b))之小移動，找出最大的針盤指示計讀值。將針盤指示計歸零。

步驟(5) 將工作台及主軸皆旋轉 180°。

步驟(6) 依步驟(4)找出最大的針盤指示計讀值。

在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值的一半即代表圓柱直角規底部處，2 旋轉軸間之偏置量。

步驟(7) 在不移動 Z 軸的情況下(參照下列備考)，在靠近圓柱直角規頂部處重複此量測。

在平面(a)及平面(b)上，針盤指示計上新讀值的一半即代表圓柱直角規頂部處，2 旋轉軸間之偏置量。

同軸度誤差包含偏置量及平行度誤差。

在平面(a)及平面(b)中，偏置量為在圓柱直角規底部測得之值，而平行度誤差為頂部與底部 2 偏置量間的差值除以在 Z 方向上之量測距離 l。

針盤指示計的臂應具足夠之勁度，以免其在不同量測位置時，因反向撓曲及/或持續變化的撓曲，而導致任何可能的讀值誤差。

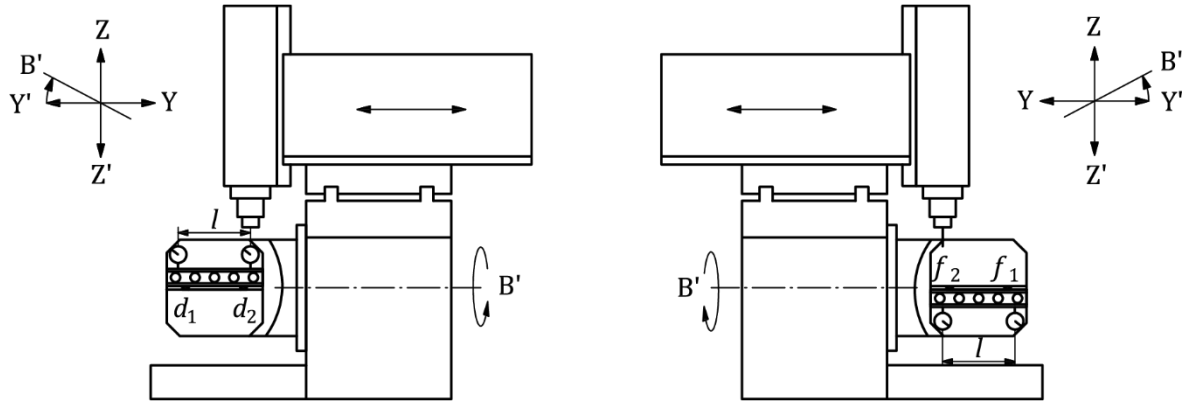
在此 2 平面上，C′軸與主軸(C)軸線間之箭頭表示誤差的正方向。

備考： 若本試驗在 Z 軸的不同位置執行，在 YZ 平面及 ZX 平面上皆受主軸(C)軸線與 Z 軸間，及 C′軸與 Z 軸間之 2 平行度誤差的影響。

9.3 B′軸從−90°傾斜至+90°之試驗

目的	G9.12
在垂直之 YZ 平面上，檢查 B′軸(搖籃旋轉軸)對 Y 軸運動的平行度誤差 $E_{A(0Y)B'}$。	

圖示



說明

d_1、d_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

採用與試驗 G9.4 相同的設置，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。

當無基準 T 形槽或橫向定邊器時，應將直規大致平行地對準 Y 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。

對$(d_2 - d_1)$之量測，針盤指示計應朝下，對$(f_2 - f_1)$之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的同一側。

記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。應謹慎註明讀值的代數正負號。

應報告的誤差為 $E_{A(0Y)B'} = (\Delta f - \Delta d)/(2l) = [(f_2 - f_1) - (d_2 - d_1)]/(2l)$。

當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$的代數正號為正。

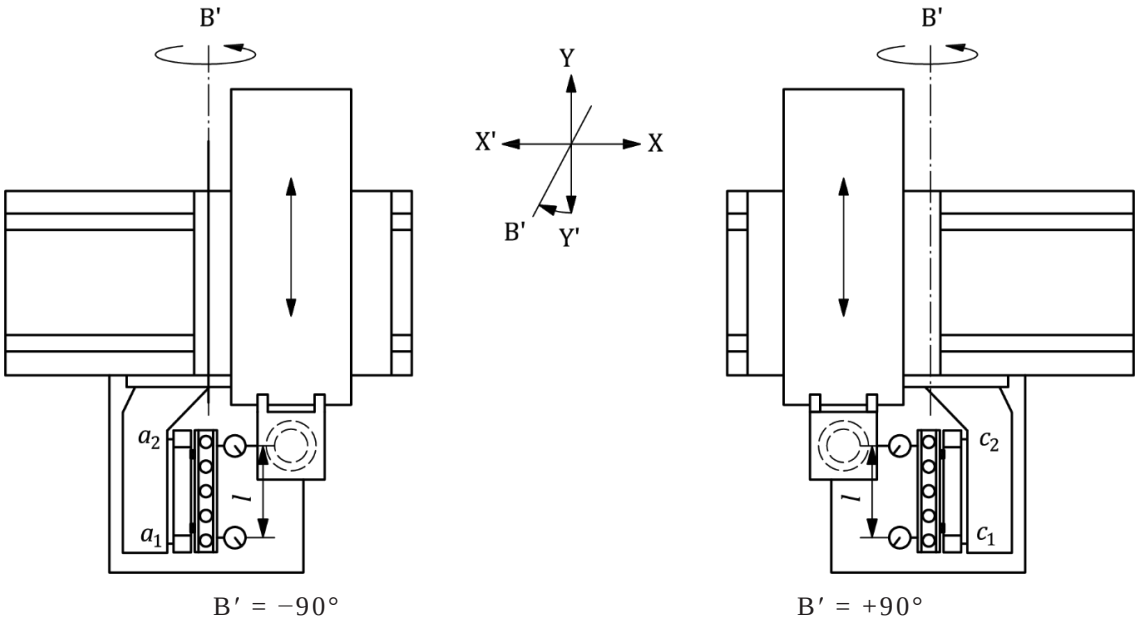
B′軸與 Y 軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0Y)B'}$的正方向。

備考：〝Δf〞與〝Δd〞2 讀值之和的一半，即其代數平均值，顯示基準線 L(以直規或 T 形槽代表)對 B′軸的平行度誤差(此非本試驗之目的)的相反，此會影響試驗 G9.4 中的讀值。

目的 | G9.13

在水平之 XY 平面上，檢查 B′軸(搖籃旋轉軸)對 Y 軸運動的平行度誤差 $E_{C(0Y)B'}$。

圖示



說明

a_1、a_2、c_1、c_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.050/1,000 (= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)

誤差量測值

(a)　　(b)

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

採用與試驗 G9.3 相同的設置，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。

若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。

記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。應謹慎註明讀值的代數正負號。

應報告的誤差為 $E_{C(0Y)B'} = (\Delta a - \Delta c)/(2l) = [(a_2 - a_1) - (c_2 - c_1)]/(2l)$。

當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。

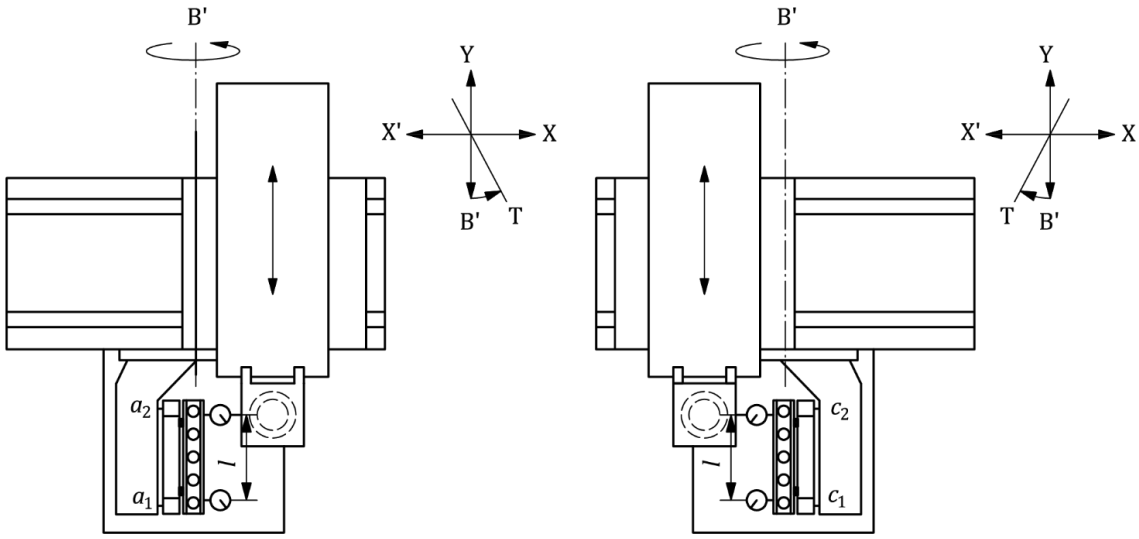
B′軸與 Y 軸間之箭頭表示誤差 $E_{C(0Y)B'}$ 的正方向。

備考：〝Δa〞與〝Δc〞2 讀值之和的一半，即其代數平均值，顯示工作台代表線 T 對 B′軸的平行度誤差(此非本試驗之目的)的相反，其為試驗 G9.14 的目的。

目的 | G9.14

檢查工作台表面之代表線 T 對 B′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{A(0B')T}$。

圖示



B′ = −90°　　B′ = +90°

說明

a_1、a_2、c_1、c_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差

0.025，對量測長度為 500。

誤差量測值

量測儀器

直規、或塊規及針盤指示計。

注意事項及引用 CNS 14637-1

若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。

採用與試驗 G9.3 相同的設置，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。

若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。

記錄讀值及 2 讀值間之距離 l。

應謹慎註明讀值的代數正負號。

應報告的誤差為 $E_{A(0B')T} = -(\Delta a + \Delta c)/2 = -[(a_2 - a_1) + (c_2 - c_1)]/2$。

當點 2 的讀值大於點 1 的讀值時，即直規在點 2 時比在點 1 時更接近針盤指示計，結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$的代數正負號為正。

工作台代表線 T 與 B′軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0B')T}$ 的正方向。

9.4 B′軸從-90°傾斜至 0°之試驗

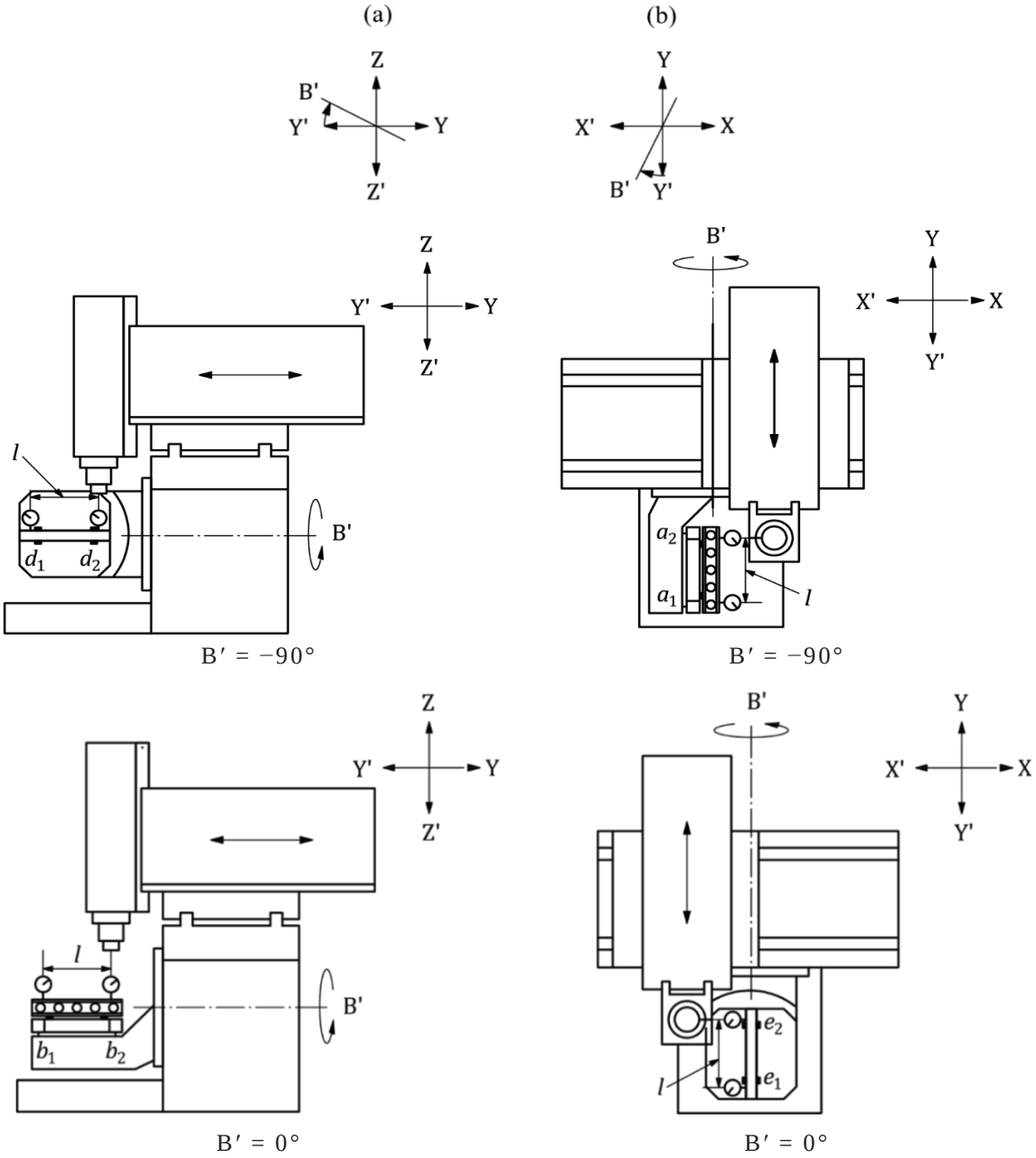
目的	G9.15

檢查 B′軸(搖籃旋轉軸)對 Y 軸運動的平行度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Y)B'}$。

(b) 在水平之 XY 平面上 $E_{C(0Y)B'}$。

圖示



說明

a_1、a_2、b_1、b_2、d_1、d_2、e_1、e_2 讀值　　l 量測距離

單位：mm

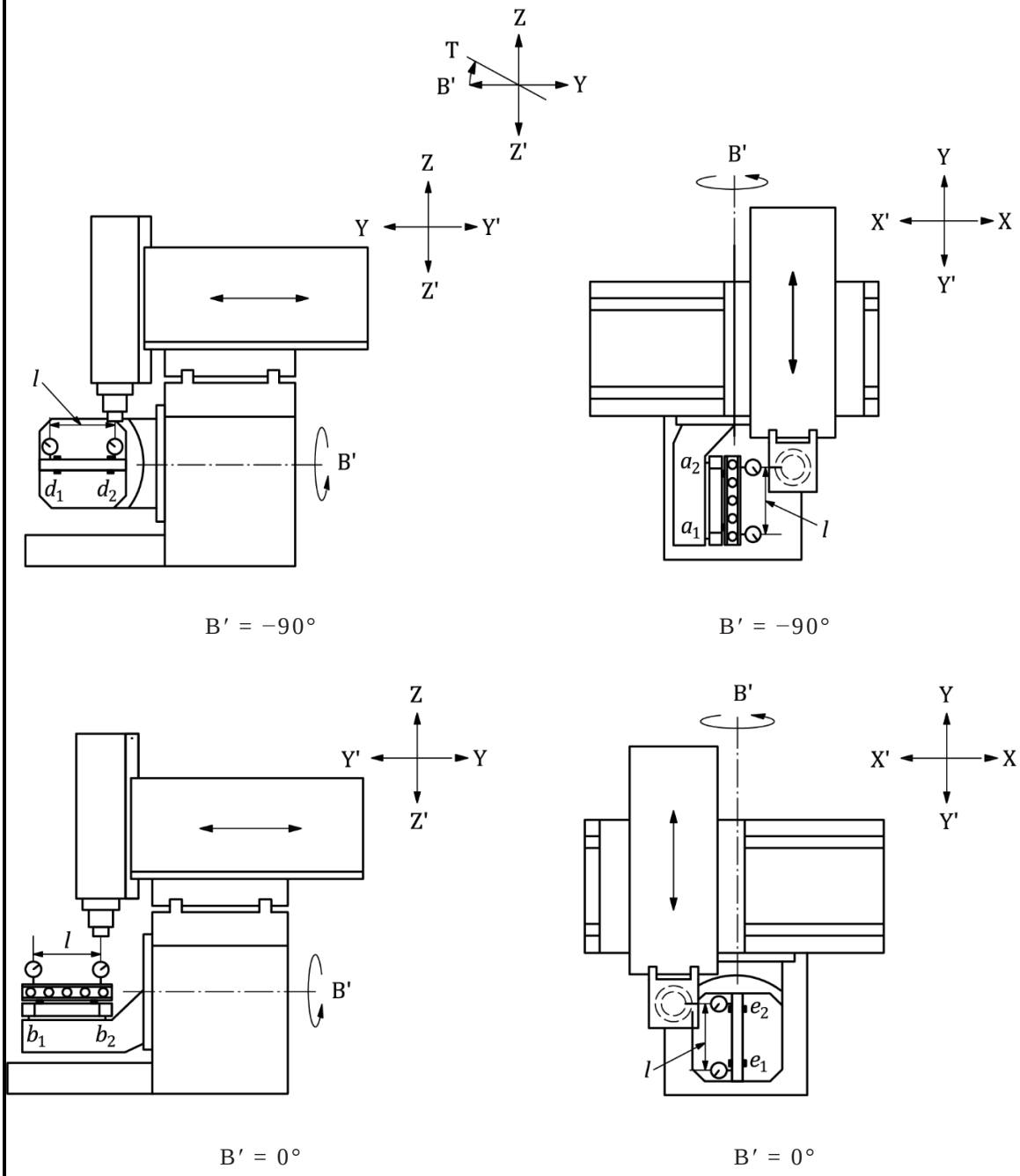
許可差

對(a)及(b)：

目的	G9.15
0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a) (b)	
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對$(a_2 - a_1)$及$(b_2 - b_1)$之量測，採用與試驗 G9.3 相同的程序(但不將 B′軸移動至+90°，因不可能)，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。 取得結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta b = (b_2 - b_1)$。 對$(d_2 - d_1)$及$(e_2 - e_1)$之量測，採用與試驗 G9.4 相同的程序(但不將 A′軸移動至+90°，因不可能)，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。 亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。 當無基準 T 形槽或橫向定邊器時，應將直規大致平行地對準 Y 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。 取得結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta e = (e_2 - e_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 在此 2 平面上，B′軸與 Y 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 (a) 在垂直之 YZ 平面上的平行度誤差為：$E_{A(0Y)B'} = (\Delta a - \Delta b - \Delta d + \Delta e)/(2l)$。 (b) 在水平之 XY 平面上的平行度誤差為：$E_{C(0Y)B'} = (\Delta a - \Delta b + \Delta d - \Delta e)/(2l)$。 利用試驗 G9.15 及試驗 G9.16 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

目的	G9.16
檢查工作台表面之代表線 T 對 B′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{A(0B')T}$。	

圖示



B′ = −90°　　B′ = −90°

B′ = 0°　　B′ = 0°

說明

a_1、a_2、b_1、b_2、d_1、d_2、e_1、e_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差
0.025，對量測長度為 500。

目的	G9.16
誤差量測值	
量測儀器 直規或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。 對本試驗，應使用試驗 G9.15 的設置及試驗程序(但不將 B′軸移動至+90°，因不可能)。 取得結果 $\Delta a = (a_2 - a_1)$及 $\Delta b = (b_2 - b_1)$。 取得結果 $\Delta d = (d_2 - d_1)$及 $\Delta e = (e_2 - e_1)$。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 工作台代表線 T 對 B′軸的平行度誤差為：$E_{A(0B')T} = (-\Delta a - \Delta b + \Delta d - \Delta e)/2$。 工作台代表線 T 與 B′軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0B')T}$ 的正方向。 利用試驗 G9.15 及試驗 G9.16 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

9.5 B′軸從 0°傾斜至+90°之試驗

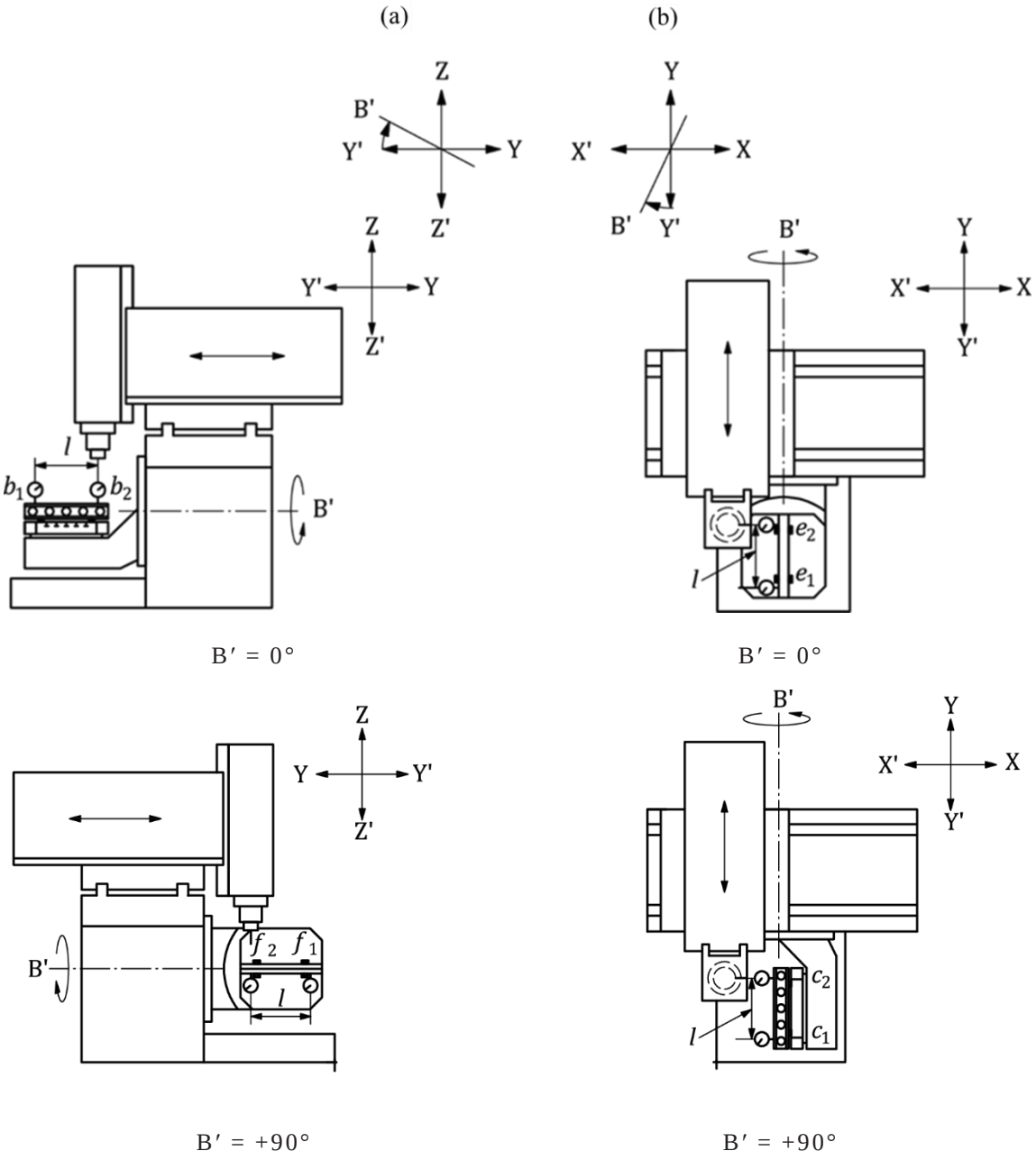
目的	G9.17

檢查 B′軸(搖籃旋轉軸)對 Y 軸運動的平行度誤差：

(a) 在垂直之 YZ 平面上 $E_{A(0Y)B'}$ 。

(b) 在水平之 XY 平面上 $E_{C(0Y)B'}$ 。

圖示



說明

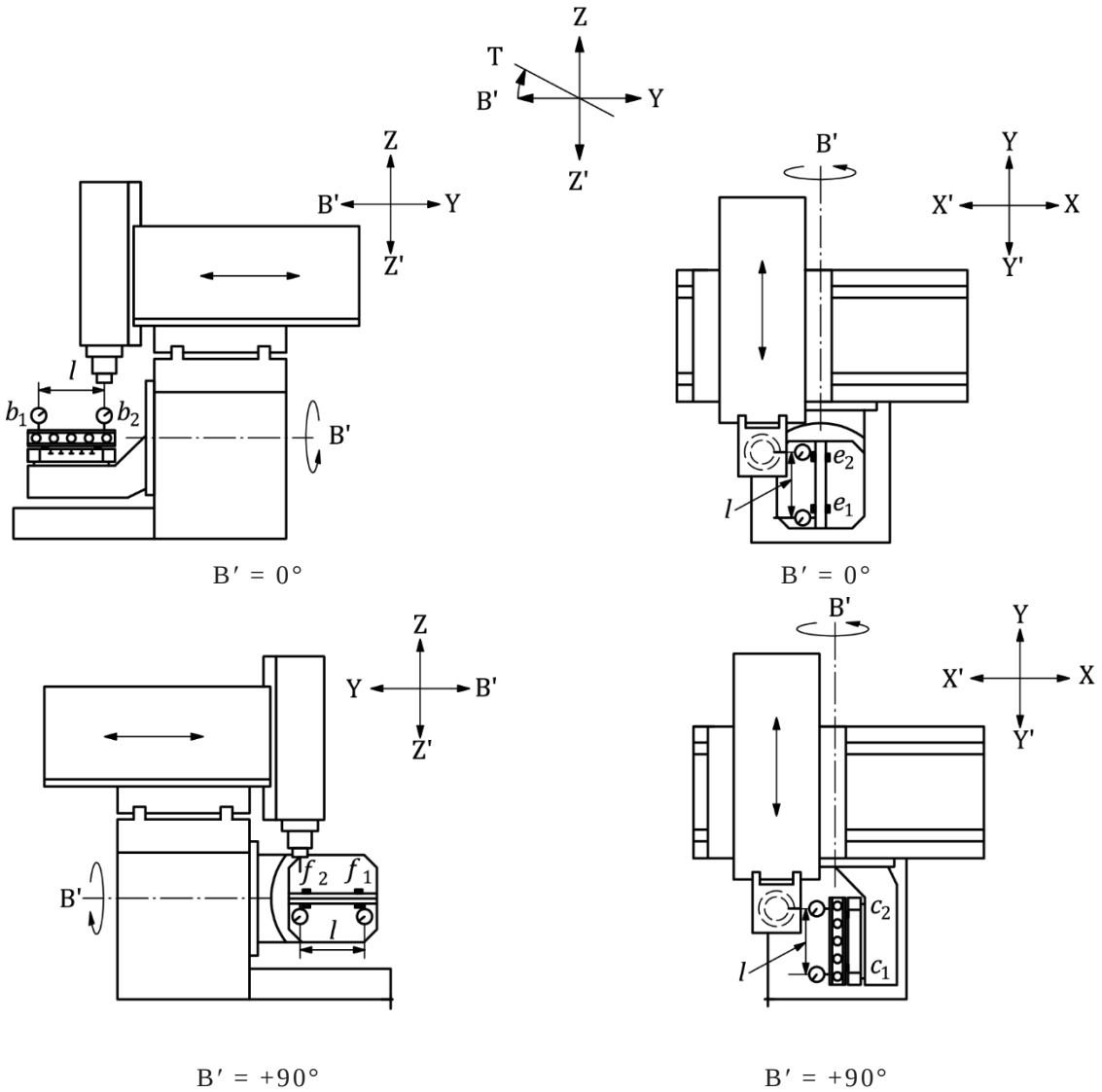
b_1、b_2、c_1、c_2、e_1、e_2、f_1、f_2 讀值　　l 量測距離

單位：mm

目的	G9.17
許可差 對(a)及(b)： 0.050/1,000(= 0.025/500，或 50 μrad 或 10″)	
誤差量測值 (a) (b)	
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。	
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對($b_2 - b_1$)及($c_2 - c_1$)之量測，採用與試驗 G9.3 相同的程序(但不將 B′軸移動至−90°，因不可能)，將直規置於工作台上，大致與工作台表面平行並安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。 若工作台剛經研磨，則針盤指示計探針可直接接觸工作台表面。 取得結果 $\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$。 對($e_2 - e_1$)及($f_2 - f_1$)之量測，採用與試驗 G9.4 相同的程序(但不將 B′軸移動至−90°，因不可能)，當提供基準 T 形槽或榫槽時，將 2 塊規插入槽中，彼此間之距離為 l。亦可在與基準 T 形槽平行放置的直規或橫向定邊器上進行量測。 當無基準 T 形槽或橫向定邊器時，應將直規大致平行地對準 Y 軸。若使用直規，應安全地固定在工作台上，以便能從 B′軸的 2 角度位置取得讀值。 對($f_2 - f_1$)之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的底側。 取得結果 $\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 在此 2 平面上，B′軸與 Y 軸間之箭頭表示誤差的正方向。 (a) 在垂直之 YZ 平面上的平行度誤差為：$E_{A(0Y)B'} = (-\Delta b + \Delta c - \Delta e + \Delta f)/(2l)$。 (b) 在水平之 XY 平面上的平行度誤差為：$E_{C(0Y)B'} = (\Delta b - \Delta c - \Delta e + \Delta f)/(2l)$。 利用試驗 G9.17 及試驗 G9.18 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

目的	G9.18
檢查工作台表面之代表線 T 對 B′軸(搖籃旋轉軸)的平行度誤差 $E_{A(0B')T}$。	

圖示



說明

b_1、b_2、c_1、c_2、e_1、e_2、f_1、f_2　讀值　　l　量測距離

單位：mm

許可差
0.025，對量測長度為 500。
誤差量測值
量測儀器 直規、或塊規及針盤指示計。
注意事項及引用 CNS 14637-1 若主軸可鎖固，則可將針盤指示計固裝在該主軸上。若主軸無法鎖固，則應將針盤

目的	G9.18
指示計置於機器的主軸頭上。針盤指示計之探針應大約置於刀具的工作位置。 對本試驗，應使用試驗 G9.17 的設置及試驗程序(但不將 A′軸移動至-90°，因不可能)。 對$(f_2 - f_1)$之量測，針盤指示計應朝上，以便接觸直規或塊規的底側。 取得結果 $\Delta b = (b_2 - b_1)$及 $\Delta c = (c_2 - c_1)$。 取得結果 $\Delta e = (e_2 - e_1)$及 $\Delta f = (f_2 - f_1)$。 所有讀值的量測距離 l 應相同。 應謹慎註明讀值的代數正負號。 工作台代表線 T 對 B′軸的平行度誤差為：$E_{A(0B')T} = (-\Delta b - \Delta c + \Delta e - \Delta f)/2$。 工作台代表線 T 與 B′軸間之箭頭表示誤差 $E_{A(0B')T}$ 的正方向。 利用試驗 G9.17 及試驗 G9.18 所示之公式，分別決定其試驗之結果。	

附錄 A
(參考)
與第 7 節、第 8 節及第 9 節有關之刀具夾持主軸與工件夾持旋轉工作台軸線的誤差運動試驗

A.1 刀具夾持主軸(C)軸線的誤差運動

目的 AR1

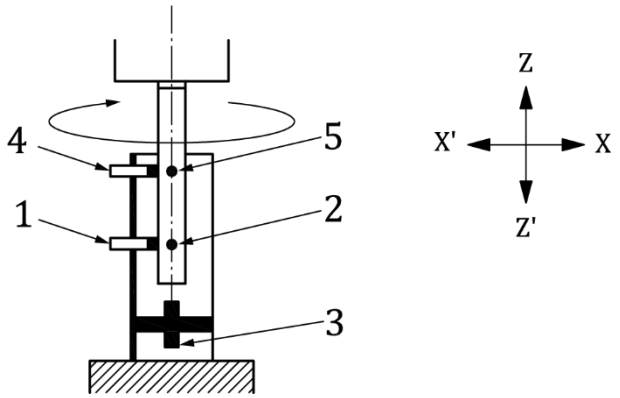
刀具夾持主軸(C)之旋轉軸誤差運動：

(a) 在旋轉敏感方向的徑向誤差運動 $E_{XY(C)}$。

(b) 軸向誤差運動 $E_{Z(C)}$。

(c) 在旋轉敏感方向的傾斜誤差運動 $E_{AB(C)}$。

圖示



說明

1、2、3、4、5　位移感測器

單位：mm

許可差

在最大轉速的百分比時	10 %	50 %	100 %
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XY(C)}$	在 3 轉速皆為 0.005		
(b) 總軸向誤差運動值 $E_{Z(C)}$	在 3 轉速皆為 0.005		
(c) 總傾斜誤差運動值 $E_{AB(C)}$	由製造商/供應商與使用者協議。		

若最小轉速超過最大轉速的 10 %，則主軸應以最小轉速操作。

可依製造商/供應商與使用者間之共同協議，選擇不同的主軸轉速。

誤差量測值

最大主軸轉速 = _____ min^{-1}(rpm)

量測期間的主軸轉速	10 %	50 %	100 %
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XY(C)}$			
(b) 總軸向誤差運動值 $E_{Z(C)}$			
(c) 總傾斜誤差運動值 $E_{AB(C)}$			

量測儀器

試驗心軸、非接觸式探頭及角度量測裝置，或 2 略與主軸軸平均線偏心的精密參

目的	AR1
考球及非接觸式探頭。	

注意事項及引用 CNS 14637-7

本試驗為具旋轉敏感方向的刀具主軸試驗(CNS 14637-7 之 5.3)。

在設置量測儀器後，除製造商/供應商與使用者間另有協議外，應以最大主軸轉速的 50%，將主軸暖機 10 min。

總誤差運動定義於 CNS 14637-7 之 3.5.1，總誤差運動值定義於 CNS 14637-7 之 3.8.2。

(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XY(C)}$(使用探頭 4 及探頭 5)。

徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.4.3。應在盡可能靠近主軸鼻端處，量測徑向誤差運動。

對徑向誤差運動 $E_{XY(C)}$，應提供具最小平方圓((LSC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.4)的總誤差運動極坐標作圖(polar chart, PC)(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

(b) 總軸向誤差運動值 $E_{Z(C)}$(使用探頭 3)。

軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.3.4。

對軸向誤差運動 $E_{Z(C)}$，應提供具有極坐標圖((PC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.2)的總誤差運動極坐標作圖(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

(c) 總傾斜誤差運動值 $E_{AB(C)}$(使用探頭 1、探頭 2、探頭 4 及探頭 5)

傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.3.3。亦可僅使用 2 非接觸式探頭檢查傾斜誤差運動(參照 CNS 14637-7 之 5.3.3.2 及 5.3.3.4)。

對傾斜誤差運動 $E_{AB(C)}$,應提供具極坐標圖((PC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.2)的總誤差運動極坐標作圖(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

對此等試驗應陳述下列參數：

(1) 進行量測之徑向、軸向或面的位置。

(2) 識別所有使用的參考標準工件、目標及夾具。

(3) 量測設置的位置。

(4) 任何與受測裝置相連之線性或旋轉定位台的位置。

(5) 敏感方向的角度，例：軸向、徑向或適當之中間角度。

(6) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖及頻率成分作圖。

(7) 主軸的轉速。

(8) 持續時間，以 s 或主軸迴轉數表示。

(9) 適當的暖機或磨合程序(break-in)。

(10) 儀表的頻率響應，以 Hz 或主軸每轉的取樣循環數表示，包含任何電子濾波器的衰減(roll-off)特性。若為數位儀表，則應陳述位移解析度及取樣率。

(11) 結構環路，包含：感測器相對於主軸鼻端(此為所報告誤差運動之結構環路的起點)的位置及方位、作為主軸軸線及參考坐標軸所在位置的指定物件，以及與此等物件相連的元件。(參照 CNS 14637-1 之 3.3.1)。

(12) 量測時間及日期。

(13) 所有量測儀表的類型及校正狀態。

(14) 任何其他可能會影響量測的操作條件，如周遭溫度。

若依製造商/供應商與使用者間之協議，不需量測傾斜誤差運動，則僅使用 3 位移探頭(探頭 4、探頭 5 及探頭 3)，且可用精密參考球取代試驗心軸。

A.2 C′軸(工作台旋轉軸)的誤差運動

目的	AR2

C′軸(工作台旋轉軸)之誤差運動

(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XC'}$。

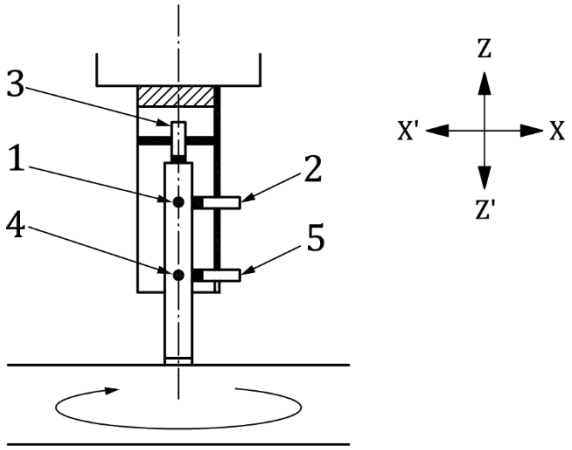
(b) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YC'}$。

(c) 軸向誤差運動 $E_{ZC'}$。

(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AC'}$。

(e) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BC'}$。

圖示



說明

1、2、3、4、5 位移感測器

單位：mm

許可差

在最大轉速的百分比為 10 %、50 %及 100 %時

工作台直徑 D	$D \leq 320$	$320 < D \leq 800$	$800 < D \leq 1{,}250$	
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XC'}$	0.010	0.016	0.020	在 3 轉速時
(b) 總徑向誤差運動值 $E_{YC'}$	0.010	0.016	0.020	在 3 轉速時
(c) 總軸向誤差運動值 $E_{ZC'}$	0.005	0.005	0.005	在 3 轉速時
(d) 總傾斜誤差運動值 $E_{AC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。			
(e) 總傾斜誤差運動值 $E_{BC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。			

誤差量測值

最大轉速 = _____ min^{-1}(rpm)

工作台直徑 D = _____

量測期間的轉速	10 %	50 %	100 %
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XC'}$			
(b) 總徑向誤差運動值 $E_{YC'}$			
(c) 總軸向誤差運動值 E_{ZC}			
(d) 總傾斜誤差運動值 $E_{AC'}$			
(e) 總傾斜誤差運動值 $E_{BC'}$			

量測儀器

試驗心軸、非接觸式探頭及角度量測裝置，或 2 略與主軸軸平均線偏心的精密參考球及非接觸式探頭。

注意事項及引用 CNS 14637-7

本試驗為具固定敏感方向的試驗(參照 CNS 14637-7 之 5.4)。

若工作台可用於車削作業，則在設置量測儀器後，除製造商/供應商與使用者間另有協議外，應以最大工作台轉速的 50%，將主軸暖機 10 min。

總誤差運動及總誤差運動值分別定義於 CNS 14637-7 之 3.5.1 及 3.8.2。

(a)、(b) 總徑向誤差運動值 $E_{XC'}$及 $E_{YC'}$(使用探頭 4 及探頭 5)

徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.4.3。應在盡可能靠近工作台表面處，量測徑向誤差運動。

對每一徑向誤差運動 $E_{XC'}$及 $E_{YC'}$，應提供具最小平方圓((LSC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.4)的總誤差運動極坐標作圖(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

(c) 總軸向誤差運動值 $E_{ZC'}$(使用探頭 3)。

軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.4.4。

對軸向誤差運動 $E_{ZC'}$，應提供具有極坐標圖(PC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.2)的總誤差運動極坐標作圖(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

(d)、(e) 總傾斜誤差運動值 $E_{AC'}$及 $E_{BC'}$(使用探頭 2 及探頭 5、探頭 1 及探頭 4)。

傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 5.4.5。亦可僅使用 1 非接觸式探頭檢查傾斜誤差運動(參照 CNS 14637-7 之 5.4.5.2 及 5.4.5.4)。

對每一傾斜誤差運動 $E_{AC'}$及 $E_{BC'}$，應提供具極坐標圖(PC)中心(參照 CNS 14637-7 之 3.7.2)的總誤差運動極坐標作圖(參照 CNS 14637-7 之 3.6.2)。

對此等試驗應陳述下列參數：

(1) 進行量測之徑向、軸向或面的位置。

(2) 識別所有使用的參考標準工件、目標及夾具。

(3) 量測設置的位置。

(4) 任何與受測裝置相連之線性或旋轉定位台的位置。

(5) 敏感方向的角度，例：軸向、徑向或適當之中間角度。

(6) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖及頻率成分作圖。

(7) 主軸的轉速。

(8) 持續時間，以 s 或主軸迴轉數表示。

(9) 適當的暖機或磨合程序(break-in)。

(10) 儀表的頻率響應，以 Hz 或主軸每轉的取樣循環數表示，包含任何電子濾波器的衰減(roll-off)特性。若為數位儀表，則應陳述位移解析度及取樣率。

(11) 結構環路，包含：感測器相對於工作台外殼(此為所報告誤差運動之結構環路的起點)的位置及方位、作為工作台軸線及參考坐標軸所在位置的指定物件，以及與此等物件相連的元件。(參照 CNS 14637-1 之 3.3.1)。

(12) 量測時間及日期。

(13) 所有量測儀表的類型及校正狀態。

(14) 任何其他可能會影響量測的操作條件，如周遭溫度。

若依製造商/供應商與使用者間之協議，不需量測傾斜誤差運動，則僅使用3位移探頭(探頭4、探頭5及探頭3)，且可用精密參考球取代試驗心軸。

附錄 B
(參考)
與第 8 節有關之繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 A′軸傾斜的工作台旋轉軸誤差運動試驗

BR1

目的

C′軸(工作台旋轉軸)之誤差運動

(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XC'}$。

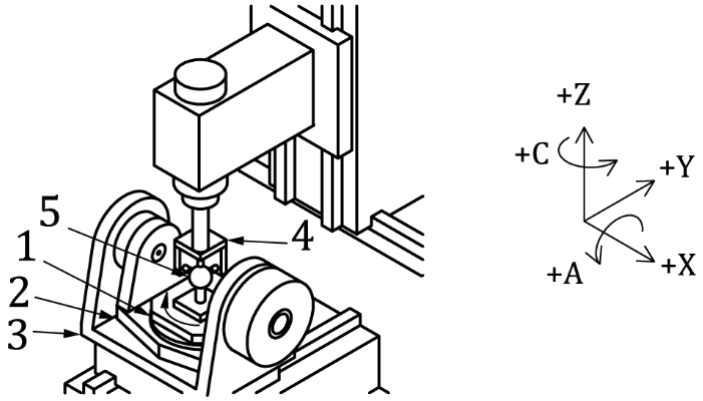
(b) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YC'}$。

(c) 軸向誤差運動 $E_{ZC'}$。

(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AC'}$。

(e) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BC'}$。

圖示



說明

1 旋轉工作台(C′軸)　3 搖籃座(耳軸)　5 精密球

2 傾斜搖籃(A′軸)　4 感測器巢套

單位：mm

許可差

工作台直徑 D	$D \leq 320$	$320 < D \leq 800$	$800 < D \leq 1{,}250$
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XC'}$	0.010	0.016	0.020
(b) 總徑向誤差運動值 $E_{YC'}$	0.010	0.016	0.020
(c) 總軸向誤差運動值 $E_{ZC'}$	0.005	0.005	0.005
(d) 總傾斜誤差運動值 $E_{AC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		
(e) 總傾斜誤差運動值 $E_{BC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		

備考：與 CNS 14637-7 第 6 節不同，基於實務上的理由，僅規定總誤差運動值。

誤差量測值		
D = _____	順時針(CW)方向	逆時針(CCW)方向
(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XC'}$		
(b) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YC'}$		
(c) 軸向誤差運動 $E_{ZC'}$		
(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AC'}$		
(e) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BC'}$		
量測期間的轉速= _____ min^{-1}(rpm)		

量測儀器

感測器巢套(或 3D 探頭)及精密球，或

精密圓柱/試驗心軸或雙精密球(即在軸桿兩端各有 1 精密球)及角度量測裝置。

備考：感測器巢套可為接觸式及/或非接觸式。

注意事項及引用 CNS 14637-7 第 6 節

在 C′軸離散的角度位置執行本試驗，亦可在低連續轉速下執行。

對亦用於車削作業的旋轉工作台，可使用 AR2 試驗而非本試驗。

感測器巢套(或 3D 探頭)固裝在機器的主軸中，且其量測軸與機器的 X 軸、Y 軸、及 Z 軸(固定敏感方向)對準並保持固定。若可能，將主軸鎖固。精密球固裝在工作台上，並盡可能定心於靠近旋轉軸 C′軸處(徑向拋離(radial throw)最小化)。

可用精密圓柱/試驗心軸取代精密球，直接決定 C′軸的傾斜誤差運動，以便能在單一設置下，同時量測不同高度處的 2 徑向誤差運動。感測器巢套中具 2 軸向分開之徑向感測器對應與精密圓柱相容(參照 AR2)。

在 CW 及 CCW 方向上各量測至少 5 次旋轉，以計算同步誤差運動及非同步誤差運動。

(a)及(b) 徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.3。應藉由巢套中感測器取得的資料，產生徑向誤差運動作圖。應使用極坐標圖中心(PC)計算非同步誤差運動值及同步誤差運動值。

(c) 軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.2。軸向誤差運動以極坐標作圖的方式提供。依 CNS 14637-1 之 6.2.3 所述，決定非同步軸向誤差運動值及同步軸向誤差運動值。

(d)及(e) 傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.4。依 CNS 14637-1 之 6.4.4 所述，決定非同步傾斜誤差運動值及同步傾斜誤差運動值。

感測器巢套在 X 方向及 Y 方向的偏置量應為 0 (或為已知)，並具足夠的準確度，參照 CNS 15077-6。

對此等試驗應陳述下列參數：

(1) 量測設置的位置。

(2) 精密球球心距工作台之高度(mm)。

(3) A′軸、X 軸、Y 軸及 Z 軸等其他軸之位置。

(4) C′軸的量測範圍。

(5) 單一方向試驗結果的旋轉方向(CW 或 CCW)。

(6) 所有使用之標準工件(即精密球或精密圓柱/試驗心軸)、感測器巢套及夾具的識別。

(7) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖、基於 C′軸角度之作圖及頻率成分作圖。

(8) 工作台之轉速。

(9) 持續時間，以 s 秒或工作台迴轉數表示。

(10) 暖機程序。

(11) 所有量測儀表的校正狀態。

(12) 量測時間及日期。

(13) 任何其他可能會影響量測的操作條件，如周遭溫度。

目的	BR2

A′軸(搖籃傾斜軸)的誤差運動(用於工作台表面低於 A′軸者)

(a) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YA'}$。

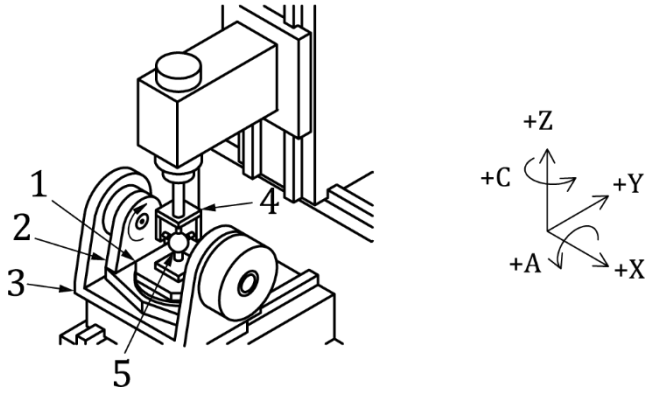
(b) 在 Z 方向的徑向誤差運動 $E_{ZA'}$。

(c) 軸向誤差運動 $E_{XA'}$。

(d) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BA'}$。

(e) 繞 Z 軸的傾斜誤差運動 $E_{CA'}$。

圖示



說明

1 旋轉工作台(C′軸)　3 搖籃座(耳軸)　5 精密球

2 傾斜搖籃(A′軸)　4 感測器巢套

單位：mm

許可差

工作台直徑 D	$D \leq 320$	$320 < D \leq 630$	$630 < D \leq 1{,}250$
(a) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YA'}$	0.012	0.016	0.024
(b) 在 Z 方向的總徑向誤差運動 $E_{ZA'}$	0.012	0.016	0.024
(c) 總軸向誤差運動 $E_{XA'}$	0.010	0.010	0.010
(d) 繞 Y 軸的總傾斜誤差運動 $E_{BA'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		
(e) 繞 Z 軸的總傾斜誤差運動 $E_{CA'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		

備考：與 CNS 14637-7 第 6 節不同，基於實務上的理由，僅規定總誤差運動值。

誤差量測值

D = _____	順時針(CW)方向	逆時針(CCW)方向
(a) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YA'}$		
(b) 在 Z 方向的總徑向誤差運動 $E_{ZA'}$		
(c) 總軸向誤差運動 $E_{XA'}$		
(d) 繞 Y 軸的總傾斜誤差運動 $E_{BA'}$		
(e) 繞 Z 軸的總傾斜誤差運動 $E_{CA'}$		

量測期間的轉速= _____ min^{-1}(rpm)

量測儀器

感測器巢套(或 3D 探頭)及精密球。 備考：感測器巢套可為接觸式及/或非接觸式。
注意事項及引用 CNS 14637-7 第 6 節 在 A′軸離散的角度位置執行本試驗，亦可在低連續轉速下執行。 感測器巢套(或 3D 探頭)固裝在機器的主軸中，且其量測軸與機器的 X 軸、Y 軸及 Z 軸(固定敏感方向)對準並保持固定。若可能，將主軸鎖固。精密球固裝在工作台上，並盡可能定心於靠近旋轉軸 A′軸處(徑向拋離最小化)。 當精密球無法固裝在足夠接近旋轉軸 A′軸處時，Y 軸及 Z 軸需要移動以跟隨精密球。在此情況下，誤差量測值不僅包含 A′軸的徑向、傾斜及軸向誤差運動，亦包含線性軸的誤差運動，及 Y 軸、Z 軸與 A′軸間之直角度誤差，因感測器巢套僅量測 2 圓形移動(即 A′軸旋轉，及 Y 軸與 Z 軸之組合運動)間的差異。本試驗於 CNS 15077-6 之 BK1 中描述。 在 CW 及 CCW 方向上各量測至少 5 次旋轉，以計算同步誤差運動及非同步誤差運動。 (a)及(b) 徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.3。應藉由巢套中感測器取得的資料，產生徑向誤差運動作圖。應使用極坐標圖中心(PC)計算非同步誤差運動值及同步誤差運動值。 (c) 軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.2。軸向誤差運動以極坐標作圖的方式提供。依 CNS 14637-1 之 6.2.3 所述，決定非同步軸向誤差運動值及同步軸向誤差運動值。 (d)及(e) 傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.4。依 CNS 14637-1 之 6.4.4 所述，決定非同步傾斜誤差運動值及同步傾斜誤差運動值。 感測器巢套在 Y 方向及 Z 方向(對 A′軸軸平均線)的偏置量應為 0 (或為已知)，並具足夠的準確度，參照 CNS 15077-6。 感測器巢套設置可能會限制 A′軸的可量測角度範圍。 對此等試驗應陳述下列參數： (1) 量測設置的位置。 (2) 精密球球心及 A′軸距工作台之高度(mm)。 (3) C′軸、X 軸、Y 軸及 Z 軸等其他軸之位置。 (4) A′軸的量測範圍。 (5) 單一方向試驗結果的旋轉方向(CW 或 CCW)。 (6) 所有使用之標準工件(即精密球)、感測器巢套及夾具的識別， (7) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖、基於 A′軸角度之作圖及頻率成分作圖。 (8) 搖籃的轉速。 (9) 持續時間，以 s 或搖籃迴轉數表示。 (10) 暖機程序。 (11) 所有量測儀表的校正狀態。 (12) 量測時間及日期。 (13) 任何其他可能影響量測的操作條件，如周遭溫度。

附錄 C
(參考)
與第 9 節有關之繞垂直 C′軸旋轉且繞水平 B′軸傾斜的工作台旋轉軸誤差運動試驗

目的 | CR1

C′軸(工作台旋轉軸)的旋轉軸誤差運動

(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XC'}$。

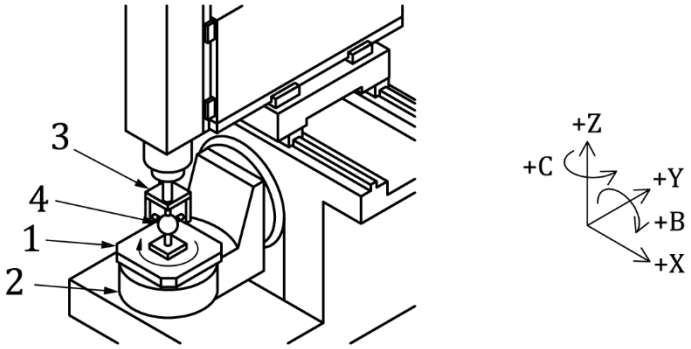
(b) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YC'}$。

(c) 軸向誤差運動 $E_{ZC'}$。

(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AC'}$。

(e) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BC'}$。

圖示



說明

1 旋轉工作台(C′軸)

2 傾斜搖籃(B′軸)

3 感測器巢套

4 精密球

單位：mm

許可差

工作台直徑 D	$D \leq 320$	$320 < D \leq 800$	$800 < D \leq 1{,}250$
(a) 總徑向誤差運動值 $E_{XC'}$	0.010	0.016	0.020
(b) 總徑向誤差運動值 $E_{YC'}$	0.010	0.016	0.020
(c) 總軸向誤差運動值 $E_{ZC'}$	0.005	0.005	0.005
(d) 總傾斜誤差運動值 $E_{AC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		
(e) 總傾斜誤差運動值 $E_{BC'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		

備考：與 CNS 14637-7 第 6 節不同，基於實務上的理由，僅規定總誤差運動值。

誤差量測值		
D = _____	順時針(CW)方向	逆時針(CCW)方向
(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XC'}$		
(b) 在 Y 方向的徑向誤差運動 $E_{YC'}$		
(c) 軸向誤差運動 $E_{ZC'}$		
(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AC'}$		
(e) 繞 Y 軸的傾斜誤差運動 $E_{BC'}$		
量測期間的轉速= _____ min^{-1}(rpm)		
量測儀器 感測器巢套(或 3D 探頭)及精密球，或 精密圓柱/試驗心軸或雙精密球(即在軸桿兩端各有 1 精密球)及角度量測裝置。 備考：感測器巢套可為接觸式及/或非接觸式。		

注意事項及引用 CNS 14637-7 第 6 節

在 C′軸離散的角度位置執行本試驗，亦可在低連續轉速下執行。

對亦用於車削作業的旋轉工作台，可使用 AR2 試驗而非本試驗。

感測器巢套(或 3D 探頭)固裝在機器的主軸中，且其量測軸與機器的 X 軸、Y 軸及 Z 軸(固定敏感方向)對準並保持固定。若可能，將主軸鎖固。精密球固裝在工作台上，並盡可能定心於靠近旋轉軸 C′軸處(徑向拋離最小化)。

可用精密圓柱/試驗心軸取代精密球，用於直接決定 C′軸的傾斜誤差運動，以便能在單一設置下，同時量測不同高度處的 2 徑向誤差運動。感測器巢套中具 2 軸向分開之徑向感測器對應與精密圓柱相容(參閱 AR2)。

在 CW 及 CCW 方向上各量測至少 5 次旋轉，以計算同步誤差運動及非同步誤差運動。

(a)及(b) 徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.3。應藉由巢套中感測器取得的資料，產生徑向誤差運動作圖。應使用極坐標圖中心(PC)計算非同步誤差運動值及同步誤差運動值。

(c) 軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.2。軸向誤差運動以極坐標作圖的方式提供。依 CNS 14637-1 之 6.2.3 所述，決定非同步軸向誤差運動值及同步軸向誤差運動值。

(d)及(e) 傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.4。依 CNS 14637-1 之 6.4.4 所述，決定非同步傾斜誤差運動值及同步傾斜誤差運動值。

感測器巢套在 X 方向及 Y 方向的偏置量應為 0(或為已知)，並具足夠的準確度，參照 CNS 15077-6。

對此等試驗應陳述下列參數：

(1) 量測設置的位置。

(2) 精密球球心距工作台之高度(mm)。

(3) B′軸、X 軸、Y 軸及 Z 軸等其他軸之位置。

(4) C′軸的量測範圍。

(5) 單一方向試驗結果的旋轉方向(CW 或 CCW)。

(6) 所有使用之標準工件(即精密球或精密圓柱/試驗心軸)、感測器巢套及夾具的識別。

(7) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖、基於 C′軸角度之作圖及頻率成分作圖。

(8) 工作台之轉速。

(9) 持續時間，以 s 或工作台迴轉數表示。

(10) 暖機程序。

(11) 所有量測儀表的校正狀態。

(12) 量測時間及日期。

(13) 任何其他可能會影響量測的操作條件，如周遭溫度。

目的 | CR2

B′軸(搖籃傾斜軸)的誤差運動(用於工作台表面低於 B′軸者)

(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XB'}$。

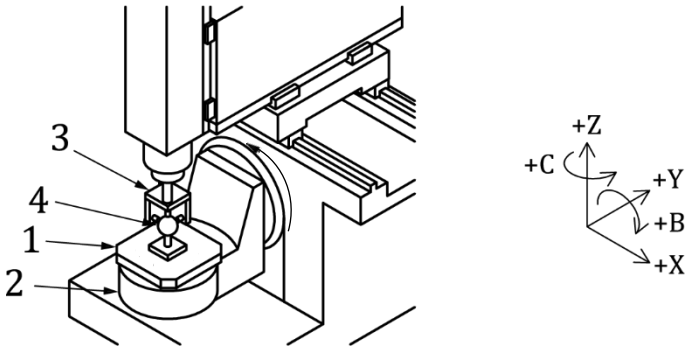
(b) 在 Z 方向的徑向誤差運動 $E_{ZB'}$。

(c) 軸向誤差運動 $E_{YB'}$。

(d) 繞 X 軸的傾斜誤差運動 $E_{AB'}$。

(e) 繞 Z 軸的傾斜誤差運動 $E_{CB'}$。

圖示



說明

1 旋轉工作台(C′軸)

2 傾斜搖籃(B′軸)

3 感測器巢套

4 精密球

單位：mm

許可差

工作台直徑 D	$D \leq 320$	$320 < D \leq 630$	$630 < D \leq 1{,}250$
(a) 在總徑向誤差運動值 $E_{XB'}$	0.012	0.016	0.024
(b) 在總徑向誤差運動值 $E_{ZB'}$	0.012	0.016	0.024
(c) 總軸向誤差運動 $E_{YB'}$	0.010	0.010	0.010
(d) 繞 X 軸的總傾斜誤差運動 $E_{AB'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		
(e) 繞 Z 軸的總傾斜誤差運動 $E_{CB'}$	由製造商/供應商與使用者協議。		

備考：與 CNS 14637-7 第 6 節不同，基於實務上的理由，僅規定總誤差運動值。

誤差量測值

D = _____	順時針(CW)方向	逆時針(CCW)方向
(a) 在 X 方向的徑向誤差運動 $E_{XB'}$		
(b) 在 Z 方向的總徑向誤差運動 $E_{ZB'}$		
(c) 總軸向誤差運動 $E_{YB'}$		
(d) 繞 X 軸的總傾斜誤差運動 $E_{AB'}$		
(e) 繞 Z 軸的總傾斜誤差運動 $E_{CB'}$		

量測期間的轉速= _____ min^{-1}(rpm)

量測儀器

目的	CR2
感測器巢套(或 3D 探頭)及精密球。 備考：感測器巢套可為接觸式及/或非接觸式。	
注意事項及引用 CNS 14637-7 第 6 節 在 B′軸離散的角度位置執行本試驗，亦可在低連續轉速下執行。 感測器巢套(或 3D 探頭)固裝在機器的主軸中，且其量測軸與機器的 X 軸、Y 軸及 Z 軸(固定敏感方向)對準並保持固定。若可能，將主軸鎖固。精密球固裝在工作台上，並盡可能定心於靠近旋轉軸 B′軸處(徑向拋離最小化)。 當精密球無法固裝在足夠接近旋轉軸 B′軸處時，Z 軸及 X 軸需要移動以跟隨精密球。在此情況下，誤差量測值不僅包含 B′軸的徑向、傾斜及軸向誤差運動，亦包含線性軸的誤差運動，及 Z 軸、X 軸與 B′軸間的直角度誤差，因感測器巢套僅量測 2 圓形移動(即 B′軸旋轉，及 Z 軸與 X 軸之組合運動)間的差異。本項試驗於 CNS 15077-6 之 BK1 中說明。 在 CW 及 CCW 方向上各量測至少 5 次旋轉，以計算同步誤差運動及非同步誤差運動。 (a)及(b) 徑向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.3。應藉由巢套中感測器取得的資料，產生徑向誤差運動作圖。應使用極坐標圖中心(PC)計算非同步誤差運動值及同步誤差運動值。 (c) 軸向誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.2。軸向誤差運動以極坐標作圖的方式提供。依 CNS 14637-1 之 6.2.3 所述，決定非同步軸向誤差運動值及同步軸向誤差運動值。 (d)及(e) 傾斜誤差運動量測之描述，參照 CNS 14637-7 之 6.4。依 CNS 14637-1 之 6.4.4 所述，決定非同步傾斜誤差運動值及同步傾斜誤差運動值。 感測器巢套在 Z 方向及 X 方向(對 B′軸軸平均線)的偏置量應為 0(或為已知)，並具足夠的準確度，參照 CNS 15077-6。 感測器巢套設置可能會限制 B′軸的可量測角度範圍。 對此等試驗應陳述下列參數： (1) 量測設置的位置。 (2) 精密球球心及 B′軸距工作台之高度(mm)。 (3) C′軸、X 軸、Y 軸及 Z 軸等其他軸之位置。 (4) B′軸的量測範圍。 (5) 單一方向試驗結果的旋轉方向(CW 或 CCW)。 (6) 所有使用之標準工件(即精密球)、感測器巢套及夾具的識別。 (7) 量測結果的呈現，例：誤差運動值、極坐標作圖、時基作圖、基於 B′軸角度之作圖及頻率成分作圖。 (8) 搖籃的轉速。 (9) 持續時間，以 s 或搖籃迴轉數表示。 (10) 暖機程序。 (11) 所有量測儀表的校正狀態。 (12) 量測時間及日期。 (13) 任何其他可能影響量測的操作條件，如周遭溫度。	

參考資料

[1] CNS 15076-1，工具機之模組單元－工件固定托板－第 1 部：標稱尺度 800 mm 以下之工件固定托板

[2] CNS 15076-2，工具機之模組單元－工件固定托板－第 2 部：標稱尺度 800mm 以上之工件固定托板

[3] CNS 15077-5，切削中心機之檢驗條件－第 5 部：工件夾持托板之定位精度與重現性

[4] CNS 15077-6，切削中心機之試驗條件－第 6 部：速率及內插之準確度

名詞對照

球桿	ball bar
磨合程序	break-in
針盤試驗指示器	dial test indicator
線性尺位移量規	linear scale displacement gauge
線性可變差動變壓器	linear variable differential transformer
極座標作圖	polar chart
徑向拋離	radial throw
衰減	roll-off
球端試驗心軸	sphere-ended test mandrel
直規	straightedge

相對應國際標準

ISO 10791-2:2023 Test conditions for machining centres − Part 2: Geometric tests for machines with vertical spindle (vertical Z-axis)