

# 鑫禾興業有限公司

文件編號  
CVA234-S01

文件名稱  
平板檢定規章

第 2 版

|           |                                    |     |            |
|-----------|------------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫 禾 興 業 有 限 公 司<br><br>平 板 檢 定 規 章 | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD |                                    | 頁 次 | 1/15       |

1. 本規章適用於新製、修理和使用中的平板檢定，適用於花崗石及鑄鐵材質製造的平板。
2. 平板的精度分為000(AA)、00(A)、0(B)、1(C)四種。  
000級為實驗級（必須在恆溫及無塵室中使用）  
00級為檢驗級（為一般恆溫間品管檢驗用）  
0級為工作級（為現場工作檢查用）  
1級為劃線級（現場劃線用）
3. 檢定項目及檢定工具

平板檢定項目及檢定工具如列表1. 所示

| 序<br>號 | 項<br>目              | 主 要 檢 查 工 具                                                                                                                                                                          | 檢 定 別        |         |
|--------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
|        |                     |                                                                                                                                                                                      | 新製及<br>整修後檢定 | 周 期 檢 定 |
| 1      | 表面及外觀               | ——                                                                                                                                                                                   | ✓            | ✓       |
| 2      | 工作面的表面光潔度           | 表面光潔度比較板或輪廓儀                                                                                                                                                                         | ✓            | ×       |
| 3      | 側面夾角                | 2' 分度值的萬能角度尺                                                                                                                                                                         | ✓            | ×       |
| 4      | 刮削、鏟花、研磨平板<br>的檢查要點 | 尺寸小於400×400mm的0級平板用三面<br>互研法檢查，尺寸大於400×400mm的0<br>級平板允許用精度高一級的小平板或平<br>尺檢查                                                                                                           | ✓            | ×       |
| 5      | 工作面的不平度             | 1. 00級以上平板平面度用0.001/1000mm水平儀檢<br>查之也可用1' 準直儀，或雷射干涉儀。<br>2. 00級以下平板平面度可用0.01/1000mm水平儀<br>或重覆比測儀檢查之。<br>3. 0級以下尺寸小於400×400mm的，用高一級的<br>平尺及1級塊規檢查，尺寸大於400×400的，用<br>高一級的寬 面平尺及千分槓桿表檢查 | ✓            | ✓       |

✓ 表示必需 ×表示不必

新製的平板除按本規章檢定外，還必須符合有關平板標準的規定。

|      |                 |     |     |       |     |      |     |      |
|------|-----------------|-----|-----|-------|-----|------|-----|------|
| 編制日期 | 1992 年 1 月 8 日  | 版 次 | 核 准 | 總 經 理 | 覆 核 | 品管主管 | 作 成 | 採購主管 |
| 發行日期 | 1992 年 1 月 10 日 | 2   |     |       |     |      |     |      |
| 修訂日期 | 1994 年 6 月 15 日 |     |     |       |     |      |     |      |

|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁 次 | 2/15       |

#### 4 檢定條件

檢定地點的溫度對予000.00級平板為 $20^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，對予0級平板為 $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。檢定前平板與檢定工具在檢定地點衡溫的時間應不少予 8 小時，檢定前應將平板用汽油或酒精擦洗乾淨；並用水平儀調整至水平，使平板的負荷均勻分佈在各支點上；對於刮製平板還應用天然油石打去毛邊及磨光平面。

#### 5. 檢定要求和方法

##### 5.1 外觀及表面質量：

要求：平板應有三個支撐點（對於尺寸為 $1000\times 750\text{mm}$ 以上的大平板允許有5個及5個以上的支點）。平板正面長邊應有製造廠或銷售商及商標註記。對於檢定用的平板應有精度等級和產品編號。平板非工作面應清除型砂、修去銳邊、毛邊並塗裝上漆。

平板工作面不應有鏽跡、刻痕、裂縫、凹陷、砂眼、染質及影響測量精度的其它缺陷，使用中的平板允許有不影響測量精度的上述缺陷；平板如為鐵質，宜去磁。尺寸大予 $400\times 400\text{mm}$ 的平板工作面上，直徑不大予 $15\text{mm}$ 的砂眼，允許用相同材料填塞，但其數量不應超過表2的規定，填塞砂眼處的材料硬度，應低於周圍材料。

表2

| 平板尺寸<br>(mm) | 砂眼最多<br>數 量 | 砂眼間最短<br>距(mm)離 | 平板尺寸<br>(mm) | 砂眼最多<br>數 量 | 砂眼間最短<br>距(mm)離 |
|--------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|
| 450×600      | 6           | 80              | 1500×2000    | 10          | 120             |
| 500×800      | 6           | 80              | 2000×3000    | 10          | 120             |
| 750×1000     | 8           | 100             | 3000×5000    | 12          | 140             |
| 1000×1500    | 8           | 100             |              |             |                 |

檢定方法：目視觀察及試驗

##### 5.2工作面的表面光潔度

要求：非刮製的新制和整修的平板，應在三個不同部位上檢定工作面的表面光潔度，

其要求如表3。

| 平板尺寸 mm     | 平 板 等 級  |        |       |       |
|-------------|----------|--------|-------|-------|
|             | 000 (AA) | 00 (A) | 0 (B) | 1 (C) |
| < 400 × 400 | ▽9       | ▽8     | ▽7    | —     |
| > 400 × 400 | ▽8       | ▽7     | ▽6    | ▽6    |

|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁 次 | 3/15       |

檢定方法：與表面光潔度工作比較板或輪廓儀檢定。

### 5.3側面夾角

要求：每個側面之間和側面與工作面之間的夾角應在 $90^{\circ}\pm 10'$ 內。

檢定方法：用分度值 $2'$ 的萬能角度尺檢定。

### 5.4刮製鏟花平板的接觸面鏟花點

要求：新製和整修後的刮製鏟花平板應用塗色法檢定接觸面鏟花點的情況。在邊為25mm的正方形內的點數及任意兩正方形內的點數之差，不應超過表5的規定，距平板工作面邊緣處5mm內的點數，不予計算。

檢定方法：尺寸小於或等於 $400\times 400\text{mm}$ 的B級/0級平板用“三面互研法”檢查，尺寸大於 $400\times 400\text{mm}$ 的B級/0級平板允許用比同等級高的000.00級小平板或000.00級平尺檢定，小平板的長邊尺寸應不小於被檢平板對角線長度的一半；平尺的長度應不小於被檢平板對角線長度。

(0級平板用00級平板或00級平尺檢定，1級平板用0級平板或0級平尺檢定。)

### 5.5工作面的不平度

要求：平板工作面不平度公差見表4對於尺寸至1000mm的平板距工作面邊緣〔(相當於平板長度2%)惟最大20mm〕的不平度可不必計算。

表4

| 平板尺寸      | 不 平 度 公 差 um |      |     |     |
|-----------|--------------|------|-----|-----|
| mm        | 000 級        | 00 級 | 0 級 | 1 級 |
| 300×200   | 1            | 2    | 4   | 8   |
| 300×300   | 1            | 2    | 4   | 8   |
| 400×250   | 1.5          | 3    | 5   | 10  |
| 400×400   | 1.5          | 3    | 6   | 12  |
| 630×400   | 2            | 4    | 8   | 16  |
| 630×630   | 2.5          | 5    | 10  | 20  |
| 800×500   | 2.5          | 5    | 10  | 20  |
| 1000×630  | 2.5          | 5    | 10  | 20  |
| 1000×750  | 2.5          | 5    | 10  | 20  |
| 1000×1000 | —            | 6    | 12  | 24  |
| 1200×800  | —            | 5    | 10  | 20  |
| 1600×1000 | —            | 6    | 12  | 24  |
| 2000×1000 | —            | 7    | 14  | 28  |
| 2000×1600 | —            | 7    | 14  | 28  |

表5. 刮製平板的接觸鏟花點 (25×25mm)

|         |              |      |      |      |
|---------|--------------|------|------|------|
| 鏟花點數    | > 25         | > 25 | > 20 | > 12 |
| 最多與最少之差 | 不大於最少點數的四分之一 |      |      |      |

註：對於尺寸小於1000mm的平板，允許有000級，不平度公差為00級平板的一半。

|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁 次 | 4/15       |

檢定方法：為了檢查工作面的不平度以通過平板工作面的一條對角線且平行予另一條對角線的平面A<sub>0</sub>為理想平面，以工作面各測點對理想平面A<sub>0</sub>的最大偏差與最小偏差的代數差為平板工作面的不平度，其值不應超過表 4 的規定。

對於尺寸 400×400mm 的平板應檢定如圖1所示的6個截面共9個點，尺寸630×400到1600×1000mm的平板應檢定如圖2所示的8個截面共25個點，尺寸為 1600×2000mm 到 3000×5000mm 的平板應檢定如圖3所示的12個截面共 49個點。允許採用其他的測點分佈型式，但測量誤差應不大予平板分差值的三分之一。

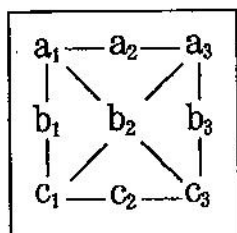


圖1

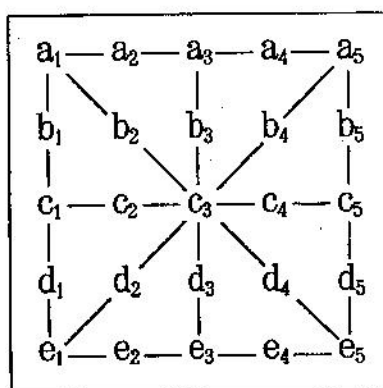


圖2

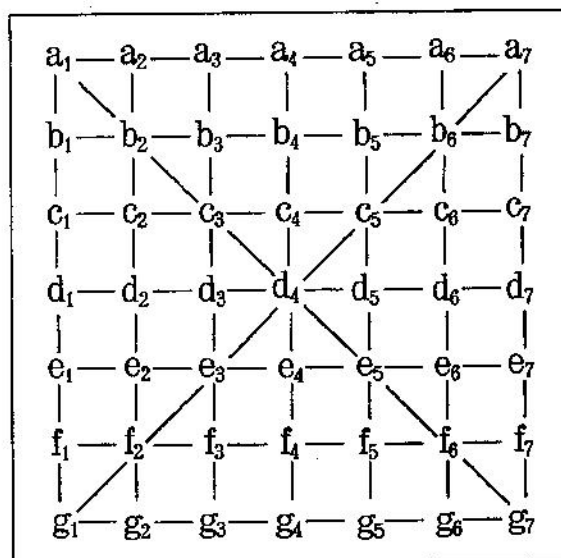


圖3

### 5.5.1 計算法

將各截面的儀器讀數值代入下列簡化公式進行計算，就可求出全部測點對理想平面A<sub>0</sub>的偏差。

按圖1.2.3檢定計算時將儀器讀數值，根據跨橋的跨距求出每格的um線值。

$$S_i = S_{i-1} + K + ai \dots \dots \dots (1)$$

對於平行於理想平面A<sub>0</sub>的對角線截面按下列分式計算：

$$S_i = S_{i-1} + K + ai + \angle h = S'_i + \angle h \dots \dots \dots (2)$$

分式中 S<sub>i</sub>——測點i 對理想平面A<sub>0</sub>的偏差，微米um

S<sub>i-1</sub>——截面上測點i點的前一點對理想平面A<sub>0</sub>的偏差

ai——儀器在截面上第i點的讀數值（um）

|           |                                             |    |            |
|-----------|---------------------------------------------|----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司<br>GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO., LTD | 總號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD |                                             | 頁次 | 5/15       |

- $\Delta h$  —— 兩對角線在交叉點的高度差  $\mu m$ 。 $\Delta h = \Delta h' - \Delta h''$   
 $\Delta h'$  —— 通過理想平面  $A_0$  的對角線中點對理想平面  $A_0$  的偏差。  
 $\Delta h''$  —— 與理想平面  $A_0$  平行的對角線中點對兩端點連線的偏差  
 $K$  —— 綜合修正量

$$\text{對於對角線截面的測點：} K = -\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n \Delta h - \sum_{i=1}^n a_i}$$

$$\text{對於四條邊線截面測點：} K = \frac{1}{n}$$

$$\text{若邊線的起點對理想平面 } A_0 \text{ 的偏差不為 } 0, \text{ 則 } K = \frac{-\Delta h - \sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$\text{對於其餘行或列截面的測點：} K = \frac{S_n - S_0 - \sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

分式中： $\sum_{i=1}^n a_i$  —— 由截面第一點 ( $i=1$ ) 至終點 ( $i=n$ ) 讀數的代數和

$n$  —— 截面上測定的點數 (不包括起點)

$S_n$  —— 截面終點對理想平面  $A_0$  的偏差 ( $\mu m$ )

$S_0$  —— 截面起點 ( $i=0$ ) 對理想平面  $A_0$  的偏差 ( $\mu m$ )

全部被測點對理想平面  $A_0$  的偏差中，最大偏差與最小偏差的代數差就是被檢定平板工作面的不平度。

應用上述公式計算工作面不平度的格式舉例見附錄6.1.

### 5.5.2 圖解法

將各截面的儀器讀數值；在坐標紙上按檢定順序作圖，每一讀數值均以前一讀數值曲線的末端為起點作曲線，正值向上劃，負值向下劃，連接曲線首尾兩端點就得到截面各被測點對兩端連線的偏差曲線，根據已知條件在曲線上劃出一條代表理想平面  $A_0$  的直線，曲線上各點至  $A_0$  直線的縱坐標距離就是截面上各點對理想平面  $A_0$  的偏差。

應先求出兩條對角線截面上各點對理想平面  $A_0$  的偏差，再以所求出的兩條對角線的四個端點對理想平面  $A_0$  的偏差為已知條件，依次求出四條邊線截面及各行、各列截面上被檢點對理想平面  $A_0$  的偏差，其中最大偏差與最小偏差的代數差就是被檢測平板工作面的不平度。

應用圖解法求工作不平度時的方法舉例見附錄6.2

### 5.5.3 用平尺或直尺檢定：

尺寸小於  $400 \times 400 \text{ mm}$  的 000、00 級磨製平板用 000、00 標準直尺，0、1 級磨製平板用 00、0 級標準直尺配合一級塊規檢定，尺寸等於或大於  $400 \times 400$  的 000、00 級



|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁 次 | 6/15       |

平板用000級寬面平尺及千分表檢定，0.1級平板用00級寬面平尺及千分表檢定。

55.3.1 用標準直尺及1級塊規檢定時；在平板被檢截面的兩端放置兩塊尺寸相同，且尺寸為5~10mm的塊規；把標準直尺放在塊規上，在截面被檢測處用塊規組向標準直尺與平板間的間隙試塞，當量測塊規組剛剛塞入時的尺寸與兩端塊規組的尺寸差即為被檢查位置對兩端點連線的偏差。

55.3.2 用寬面平尺與千分表檢定時，將平尺放在平板檢定截面上，用兩等高塊規墊撐在距平尺兩端距離為0.223L處(L=平尺全長)、將專用千分表座放在平板與平尺之間；千分表測頭與平尺接觸(刮製平尺應加墊5~10mm的量規)；調整平尺使其使用長度的兩端對平板等高，將千分表座順序移入被檢測點處；千分表讀值與在平尺兩端上千分表讀值之差，就是各點對兩端點連線的偏差。

#### 55.4 計算式

利用計算法求出各截面被檢查點對兩端點連線的偏差後，通過理想平面A<sub>0</sub>的1條對角線截面對兩端點連線的偏差，就是各點對理想平面A<sub>0</sub>的偏差，再列出表格按下列公式計算出其它截面各點對理想平面A<sub>0</sub>的偏差對於和理想平面A<sub>0</sub>平行的對角線截面

$$S_i = \Delta h_i + \Delta h \cdots \cdots (3)$$

對於其餘截面

$$S_i = \Delta h_i + S_0 + \frac{i}{n} (S_n - S_0) \cdots \cdots (4)$$

式中：S<sub>i</sub>——測點i對理想平面的偏差um

Δh<sub>i</sub>——測點i對所在截面兩端連線的偏差um

Δh——兩對角線在交點處的高度差。

i——測點在截面上的序號(起始端點i=0)

各測點對理想平面A<sub>0</sub>的偏差中最大偏差與最小偏差的代數差就是平板工作面的不平度。

用圖解法求不平度時，先將已求出的各截面測點對兩端點連線的偏差作出曲線，其餘步驟與用小角度儀器檢查的圖解法相同。

當對上述“對角線法”的檢查結果有爭議進行仲裁時，應按最小條件“評定”。可根據“對角線法”的檢查結果進行“基面轉換”求得符合“最小條件”的不平度。仲裁定級時必需考慮測量方法的誤差。

包容平板工作面，且距離為最小的兩平行平面間的距離Δ為平板工作面的不平度經“基面轉換”後平板工作面上最高點值與最低點值的代數差應不超過表4的規定。

#### 55.5 符合“最小條件”不平度的判別準則

當進行“基面轉換”時出現下述情況之一後就不再繼續轉換，這時最高點值與最低點值的代數差就是符合“最小條件”的不平度。

|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁 次 | 7/15       |

- (a) 一個最低(高)點的投影位於由三個等值最高(低)點所組成的三角形以內  
(b) 兩等值最低點的投影位於兩等值最高點連線的兩側。

註：當一個最低(高)點的投影位於兩等值最高(低)點的連線以內時，分別通過最高和最低點包容平板工作面的兩平行平面間的距離必是最小值，因此也不必再繼續轉換。

#### 5.5.6 “基面轉換”的步驟與方法

- (a) 將“對角線法”的檢查結果標予示意圖中。  
(b) 旋轉原始理想平面A<sub>0</sub>，改變各測點的高度值使其符合判別準則之一，如果旋轉一次不行；可進行多次。
- I.) 選擇有利於減小不平度值的任一行、列或斜線（不在行和列方向的任意兩點的連線為轉軸，如可能時應同時選定先後兩次旋轉的轉軸。
- II.) 決定高點和低點的旋轉量 $Q_D$ ；在不出現大於原有最高點值或小於原有最低點值的情況下儘量減小不平度值。如可能時應同時決定先後兩次旋轉高點和低點的旋轉量，並且規定平面旋轉時使某點數值增加，則平面在該點的旋轉量 $Q_D$ 為正值，反之為負值。
- 被檢查點數量較少時，可直接決定高點和低點的旋轉量 $Q_D$ 及各行（或列或斜線）的旋轉量 $Q_D$
  - 被檢查點數量較多且轉軸位於斜線時；轉軸兩側的高點和低點的旋轉量按下列公式計算。

$$Q_{D1} = \frac{m}{D1+D2} \times D1 \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_{D2} = \frac{m}{D1+D2} \times D2 \dots\dots\dots (6)$$

式中： $Q_{D1}$ ——平面在轉軸一側高(低)點處的旋轉量  $um$   
 $Q_{D2}$ ——平面在轉軸另一側低(高)點處的旋轉量  $um$   
 $m$ ——轉軸兩側高點值和低點值代數差的絕對值  
 $D1$ ——高(低)點至轉軸的間隔數  
 $D2$ ——低(高)點至轉軸的間隔數

- III.) 計算各行（行或斜線）上各點的旋轉量 $Q_i$ 或 $Q_j$ 並標示於另一示意圖中。平面繞一根軸旋轉時

$$Q_i = \left( \frac{Q_D}{D} \right) \times i \dots\dots\dots (7)$$



|           |                                |     |            |
|-----------|--------------------------------|-----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總 號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO. LTD | 頁 次 | 8/15       |

式中： $Q_i$  = 序號為  $i$  的行（列或斜線）上各點的旋轉量  $um$

$Q_D$  = 高（低）點的旋轉量， $um$

$D$  = 高（低）點所在行（列或斜線）至轉軸的間隔數。

$i$  = 各行（列或斜線）的序號（以轉軸為0）

平面分別繞兩根軸旋轉時；只要某行（列或斜線）上有兩點旋轉量已知（若已求得相鄰相向兩點差值後，只需有一點已知），就可按比例內插的方法，或按下列公式計算該（行或斜線）上其他各點的旋轉量：

$$Q_j = Q_a + (j-a) \frac{Q_n - Q_a}{n-a} \dots\dots\dots (8)$$

分式中： $Q_j$  —— 某行（或列、斜線）上第  $j$  點的旋轉量  $um$

$j$  —— 所求點在該行（列或斜線）上的序號（以轉軸為0）

$Q_n$  —— 已知離轉軸較遠點  $n$  的旋轉量  $um$

$Q_a$  —— 已知離轉軸較近點  $a$ （包括轉軸上的0點在內）的旋轉量， $um$

$\frac{Q_n - Q_a}{n-a}$  —— 某行（列或斜線上）相鄰兩點旋轉量的差值  $um$

IV.) 計算基礎面轉換後各點的高度值，各點對原始理想平面  $A_0$  的偏差與各點的旋轉量  $Q_i$  或  $Q_j$  對應相加就得到基面轉換後各點的高度值。

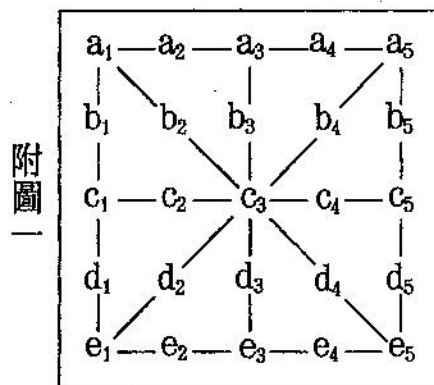
V.) 對基面轉換後各點高度值進行判別，如符合判別準則的規定之一時；最高點值與最低點值的代數差就是被檢平板工作面的平度，如不符合準則，則應重覆 I 至 V 的步驟，直到符合準則為止。

應用“基礎面轉換法”求不平度的方法，舉例見附錄6.3.

## 6.附錄

## 6.1應用計算法求不平度

例：用精密度 $r=0.01\text{mm}/\text{M}$ 水平儀檢查一塊 $1000\times 750\text{mm}$ 的平板，檢定截面及測點如附圖1所示。使用橋板長度 $L$ 分別為 $L_1=185\text{mm}$ ， $L_2=250\text{mm}$ ， $L_3=310\text{mm}$ 。各截面水平儀讀值及計算程序列於下表表中水平儀讀值 $a_i$ （格）應按下式化為線值 $ai(\text{um})$   $ai\times 1000=a_i\times r\times L=0.01a_i\times L$   $ai=0.01\times a_i\times L/1000$



設理想平面 $A_0$ 通過對角線 $e_1a_5$ 且與對角線 $e_5a_1$ 平行將下表各測點對理想平面 $A_0$ 的偏差 $Si$ 計算結果列於附圖2，此平板工作面的不平度 $S=(+8)-(-0.6)=8.6\text{um}$ 符合0級平板要求。

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| +5.6 | +4.4 | +4.1 | +2.8 | 0    |
| (a1) | (a2) | (a3) | (a4) | (a5) |
| +3.2 | +5.0 | +4.1 | +3.4 | +2.6 |
| (b1) | (b2) | (b3) | (b4) | (b5) |
| +3.1 | +2.6 | +6.1 | +3.8 | +3.2 |
| (c1) | (c2) | (c3) | (c4) | (c5) |
| -0.6 | +5.1 | +5.8 | +6.0 | +7.1 |
| (d1) | (d2) | (d3) | (d4) | (d5) |
| 0    | +2.7 | +5.8 | +8.0 | +5.6 |
| (e1) | (e2) | (e3) | (e4) | (e5) |

附圖2

## 簡化計算式（附表1～附表4）

| 截面位置 | 儀器讀數 $ai'$<br>(格) | 測定讀值 $ai$<br>um | 偏差 $Si$<br>um | 截面位置 | 儀器讀數 $ai'$<br>(格) | 測定讀值 $ai$<br>um | 偏差 $Si'$<br>um | 偏差 $Si-Si'+\Delta h$<br>um |
|------|-------------------|-----------------|---------------|------|-------------------|-----------------|----------------|----------------------------|
| e1   | —                 | —               | (0)           | e5   | —                 | —               | (0)            | (+5.64)                    |
| d2   | 0                 | 0               | +5.05         | d4   | +0.3              | +0.9            | +0.38          | +6.02                      |
| c3   | -1.3              | -4.0            | +6.10         | c3   | +0.2              | +0.6            | +0.46          | +6.10                      |
| b4   | -2.5              | -7.8            | +3.35         | b2   | -0.2              | -0.6            | -0.66          | +4.98                      |
| a5   | -2.7              | -8.4            | (0)           | a1   | +0.4              | +1.2            | (0)            | (+5.64)                    |

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n a_i &= -20.2 \\ K &= -\frac{\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}} = -\frac{-20.2}{4} = +5.05 \\ S_i &= S_{i-1} - \frac{i}{n} + a_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n a_i &= +2.1 \\ K &= -\frac{\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}} = -\frac{2.1}{4} = -0.52 \\ \Delta h &= \Delta h' - \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = 6.10 - 0.46 = +5.64 \\ S_i &= S_{i-1} - \frac{i}{n} + a_i + \Delta h \end{aligned}$$

附表2

| 截 面<br>位 置                                 | 儀器讀數<br>ai'<br>( 格 )                                                                                                        | 測定讀值<br>ai<br>um | 偏 差<br>Si<br>um | 截 面<br>位 置       | 儀器讀數<br>ai'<br>格                                                                                                            | 測定讀值<br>ai<br>um | 偏 差<br>Si<br>um |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| e1                                         | —                                                                                                                           | —                | ( 0 )           | e1               | —                                                                                                                           | —                | ( 0 )           |
| e2                                         | 0                                                                                                                           | 0                | +2.66           | d1               | -1.0                                                                                                                        | -1.8             | -0.64           |
| e3                                         | +0.2                                                                                                                        | +0.5             | +5.82           | c1               | +1.4                                                                                                                        | +2.6             | +3.12           |
| e4                                         | -0.2                                                                                                                        | -0.5             | +7.98           | b1               | -0.6                                                                                                                        | -1.1             | +3.18           |
| e5                                         | -2.0                                                                                                                        | -5.0             | ( +5.64 )       | a1               | +0.7                                                                                                                        | +1.3             | ( +5.64 )       |
| 應<br>用<br>公<br>式                           | $\sum_{i=1}^n a_i = -5.0$ $\Delta h = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$ $K = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{-5.0}{4} = -1.25$ |                  |                 | 應<br>用<br>公<br>式 | $\sum_{i=1}^n a_i = +1.0$ $\Delta h = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$ $K = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{+1.0}{4} = +0.25$ |                  |                 |
| $S_i = S_{i-1} + \frac{\Delta h}{n} + a_i$ |                                                                                                                             |                  |                 |                  |                                                                                                                             |                  |                 |

附表3

| 截 面<br>位 置 | 儀器讀數<br>$a_i'$<br>(格) | 測定讀值<br>$a_i$<br>um | 偏 差<br>$S_i$<br>um | 截 面<br>位 置 | 儀器讀數<br>$a_i'$<br>(格) | 測定讀值<br>$a_i$<br>um | 偏 差<br>$S_i$<br>um |
|------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| a1         | —                     | —                   | (+5.64)            | e5         | —                     | —                   | (+5.64)            |
| a2         | +0.2                  | +0.5                | +4.36              | d5         | +1.5                  | +2.8                | +7.13              |
| a3         | +0.6                  | +1.5                | +4.08              | c5         | -1.4                  | -2.6                | +3.22              |
| a4         | +0.2                  | +0.5                | +2.80              | b5         | +0.4                  | +0.7                | +2.61              |
| a5         | -0.4                  | -1.0                | (0)                | a5         | -0.7                  | -1.3                | (0)                |

|           |                                |    |            |
|-----------|--------------------------------|----|------------|
| 科威納標準     | 鑫禾興業有限公司                       | 總號 | CVA234-S01 |
| COVINASTD | GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO; LTD | 頁次 | 11/15      |

|      |                                                                                                        |      |                                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 應用公式 | $\sum_{i=1}^n a_i = +1.5$ $K = \frac{-\Delta h - \sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{-5.64 - 1.5}{4} = -1.78$ | 應用公式 | $\sum_{i=1}^n a_i = -0.4$ $K = \frac{-\Delta h - \sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{-5.64 + 0.4}{4} = -1.3$ |
| 應用公式 | $S_i = S_{i-1} + \left( \frac{-\Delta h - \sum_{i=1}^n a_i}{n} \right) + a_i$                          |      |                                                                                                       |

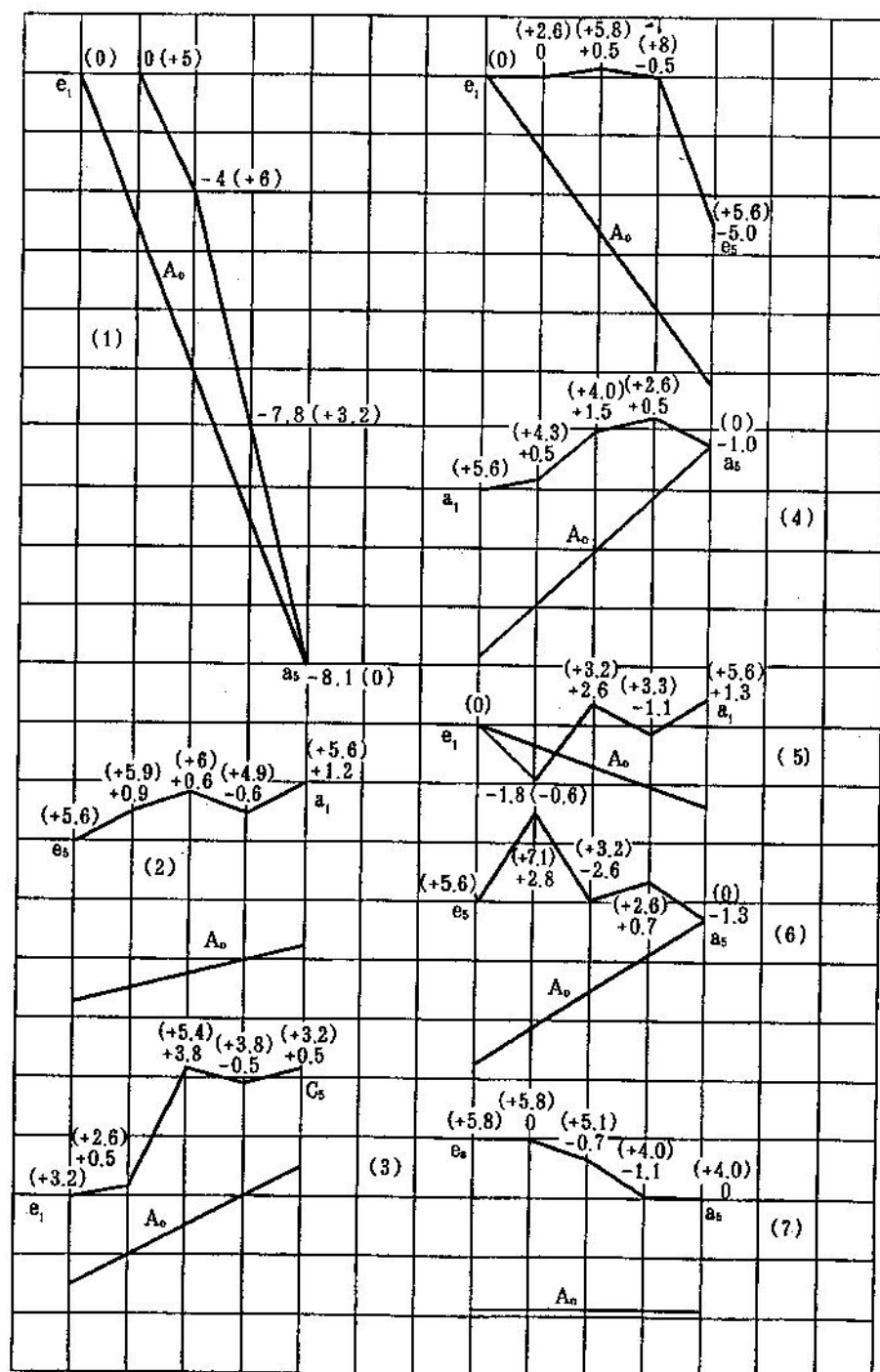
附表4

| 截面<br>位置 | 儀器讀數<br>$a_i'$<br>(格)                                                                                 | 測定讀值<br>$a_i'$<br>um | 偏差<br>$S_i$<br>um | 截面<br>位置 | 儀器讀數<br>$a_i'$<br>(格)                                                                                | 測定讀值<br>$a_i$<br>um | 偏差<br>$S_i$<br>um |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| c1       | —                                                                                                     | —                    | (+3.12)           | e3       | —                                                                                                    | —                   | (+5.82)           |
| c2       | +0.2                                                                                                  | +0.5                 | +257              | d3       | 0                                                                                                    | 0                   | +5.84             |
| c3       | +1.5                                                                                                  | +3.8                 | +5.32             | c3       | -0.4                                                                                                 | -0.7                | +5.16             |
| c4       | -0.2                                                                                                  | -0.5                 | +3.77             | b3       | -0.6                                                                                                 | -1.1                | +4.08             |
| c5       | +0.2                                                                                                  | +0.5                 | (+3.22)           | a3       | 0                                                                                                    | 0                   | (+4.08)           |
| 應用<br>公式 | $\sum_i^n a_i = +4.3$ $K = \frac{S_n - S_0 - \sum_i^n a_i}{n} = \frac{+3.22 - 3.12 - 4.3}{4} = -1.05$ |                      |                   | 應用<br>公式 | $\sum_i^n a_i = -1.0$ $K = \frac{S_n - S_0 - \sum_i^n a_i}{n} = \frac{4.08 - 5.82 + 1.0}{4} = +0.02$ |                     |                   |
| 應用<br>公式 | $S_i - S_{i-1} + \left( \frac{S_n - S_0 - \sum_i^n a_i}{n} \right) + a_i$                             |                      |                   |          |                                                                                                      |                     |                   |

## 6.2 應用圖解法求不平度

對附錄1的簡化公式計算法的例子用圖解法求不平度以前表各截面儀器讀數值 $u_m$ 為原始數據，作出各截面被檢點對兩端點連線的偏差曲線，如附圖3（1）～（8）

附圖3



同樣設理想平面 $A_0$ 通過對角線 $e1a5$ 且與對角線 $e5a1$ 平行，則代表理想平面 $A_0$ 的直線通過 $e1$ 、 $a5$ 兩端點， $e1a5$ 截面各點對 $e1$ 、 $a5$ 兩端點連線即 $A_0$ 直線的偏差就是對理想平面 $A_0$ 的偏差見附圖3(1)

對於 $e5a1$ 截面，因 $e5a1$ 連線平行於理想平面 $A_0$ ，由附圖3(1)已知兩對角線交點 $C3$ 對理想平面 $A_0$ 的偏差為 $Sc3 = +6\mu m$ ，因此可以確定 $A_0$ 直線對於 $e5a1$ 連線的位置， $e5a1$ 截各點至 $A_0$ 直線的縱坐標距離就是各點對理想平面 $A_0$ 的偏差見附圖3(2)。

對於 $e1e5$ 截面，由附圖3(1)和附圖3(2)已知 $Se5 = +5.6\mu m$ ， $Se1 = 0$ ，因此可作 $A_0$ 直線， $e1e5$ 截面各點至 $A_0$ 直線的縱坐標距離就是各點對理想平面 $A_0$ 的偏差，見附圖3(3)同樣可求出 $a1a5$ 、 $e1a1$ 、 $e5a5$ 截面各點對理想平面 $A_0$ 的偏差，見附圖3(4)(5)(6)。

對於 $e3a3$ 截面，由 $e1e5$ 、 $a1a5$ 截面已求出 $S_{e3} = +5.8\mu m$ ， $S_{a3} = +4\mu m$ 見附圖3(3)(4)。 $A_0$ 直線可得 $e3a3$ 截面各點對理想平面 $A_0$ 的偏差，見附圖3(7)，同樣求出 $C_1C_5$ 截面各點對理想平面 $A_0$ 的偏差，見附圖3(8)。

將各被檢查點對理想平面 $A_0$ 的偏差( $\mu m$ )列予附圖4由附圖可見與附錄附圖2結果一致。此平板工作面不平度 $S = +8 - (-0.6) = 8.6\mu m$ ，符合0級平板的要求。

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| +5.6 | +4.4 | +4.1 | +2.8 | 0    |
| (a1) | (a2) | (a3) | (a4) | (a5) |
| +3.2 | +5.0 | +4.1 | +3.4 | +2.6 |
| (b1) | (b2) | (b3) | (b4) | (b5) |
| +3.1 | +2.6 | +6.1 | +3.8 | +3.2 |
| (c1) | (c2) | (c3) | (c4) | (c5) |
| -0.6 | +5.1 | +5.8 | +6.0 | +7.1 |
| (d1) | (d2) | (d3) | (d4) | (d5) |
| 0    | +2.7 | +5.8 | +8.0 | +5.6 |
| (e1) | (e2) | (e3) | (e4) | (e5) |

附圖 4

### 6.3 應用“基面轉換法”求不平度

對附錄第1“對角線法”簡化公式計算結果(見圖2)進行“基面轉換”求得符合“最小條件”的不平度。

為了減小不平度值，在附圖2中選擇 $d1(-0.6)$ 、 $a5(0)$ 兩低點連線和 $a1(+5.6)$ 、 $e4(+8.0)$ 兩點連線為轉軸旋轉原始理想平面 $A_0$ 使 $d1$ 、 $a5$ 及 $a1$ 、 $e4$ 點值對應相等。由附圖5可知 $d1$ 點至轉軸 $a1e4$ 連線的間隔數 $D1=9$ ， $a5$ 點至轉軸 $a1e4$ 連線的間隔數 $D2=16$ ， $a1$ 點至轉軸 $d1a5$ 連線的 $D3=12$ ， $e4$ 點至轉軸 $d1a5$ 連線的間隔數 $D4=13$ 。由(5)(6)式可計算出平面在 $d1$ 點向下的旋為：

$$Q_{d1} = + \left( \frac{m}{D_1 + D_2} \times D_1 \right) = \frac{|0 - (-0.6)|}{9 + 16} \times 9 = +0.22;$$



平面在 a5 點向上的旋轉量為：

$$Q_{D2} = -\left(\frac{m}{D_1 + D_2}\right) \times D_2 = -\frac{|0 - (-0.6)|}{9 + 16} \times 16 = -0.38;$$

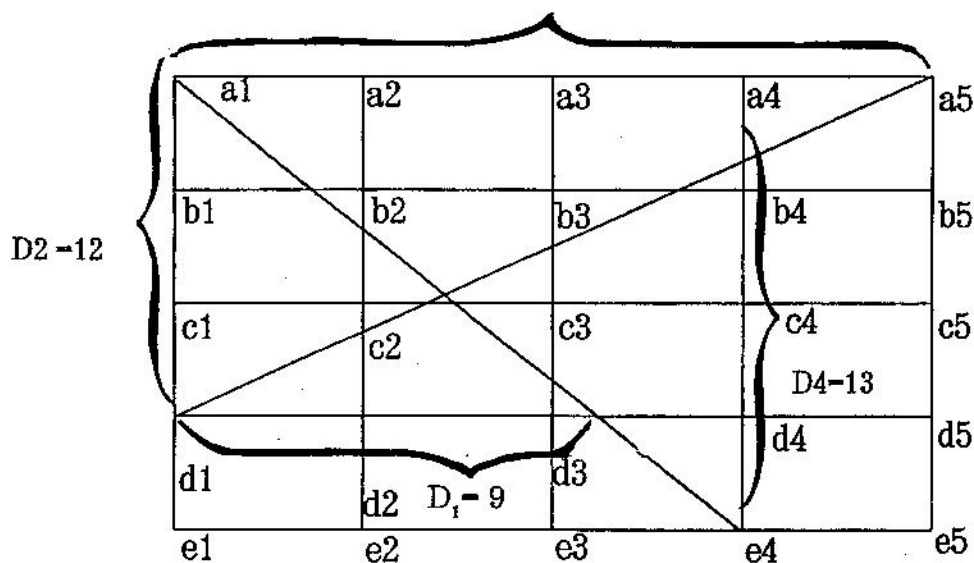
平面在 a1 點向下的旋轉量為：

$$Q_{D3} = +\left(\frac{m}{D_3 + D_4}\right) \times D_3 = +\frac{|8.0 - 5.6|}{12 + 13} \times 12 = +1.15;$$

平面在 e4 點向上的旋轉量為：

$$Q_{D4} = -\left(\frac{m}{D_3 + D_4}\right) \times D_4 = -\frac{|8.0 - 5.6|}{12 + 13} \times 13 = -1.25;$$

D2-16



附圖 5

已知 d1, a5, a1, e4 四點的旋轉量後用比例內插的方法或計算出平面在其餘各點處分別繞 d1a5 和 a1e4 兩根轉軸旋轉的合成旋轉量。

例如平面在 a2 點的旋轉量為：

$$Q_{a2} = Q_a + (j-a) \frac{Q_n - Q_u}{n-a} = 1.2 + (1-0) \times \frac{-0.4 - 1.2}{4 - 0} = +0.8um$$

平面在 a3 點的旋轉量為：

$$Qa3 = 1.2 - (2-0) \times \frac{-0.4 - 1.2}{4-0} = +0.4\mu\text{m}$$

將所求出的各點的旋轉量 (um) 標於附圖6，將附錄1圖2所示各點對原始理想平面Ao的偏差量與附圖6所示各點旋轉量對應相加，就得到基面轉換後各點的高度值，並列於附圖7，對附圖7進行判別，知已符合準則(b)，平板工作面不平度  $\Delta = +6.8 - (-0.4) = 7.2\mu\text{m}$ 。符合0級平板的要求。

|        |      |      |        |        |
|--------|------|------|--------|--------|
| (+12)  | +0.8 | +0.4 | 0      | (-0.4) |
| +0.9   | +0.5 | +0.1 | -0.3   | -0.7   |
| +0.6   | +0.2 | -0.2 | -0.6   | -1.0   |
| (+0.2) | -0.2 | -0.6 | -0.9   | -1.3   |
| -0.1   | -0.5 | -0.9 | (-1.2) | -1.6   |

附圖 6

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| +6.8<br>(a1) | +5.2<br>(a2) | +4.5<br>(a3) | +2.8<br>(a4) | -0.4<br>(a5) |
| +4.1<br>(b1) | +5.5<br>(b2) | +4.2<br>(b3) | +3.1<br>(b4) | +1.9<br>(b5) |
| +3.7<br>(c1) | +2.8<br>(c2) | +5.9<br>(c3) | +3.2<br>(c4) | +2.2<br>(c5) |
| -0.4<br>(d1) | +4.9<br>(d2) | +5.2<br>(d3) | +5.1<br>(d4) | +5.8<br>(d5) |
| -0.1<br>(e1) | +2.2<br>(e2) | +4.9<br>(e3) | +6.8<br>(e4) | +4.0<br>(e5) |

附圖 7