



แนวทางปฏิบัติในการตรวจสอบ  
ทวนสอบ และสอบเทียบเครื่องชั่ง

โดย

ฝ่ายห้องปฏิบัติการ

สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์

กรกฎาคม 2555

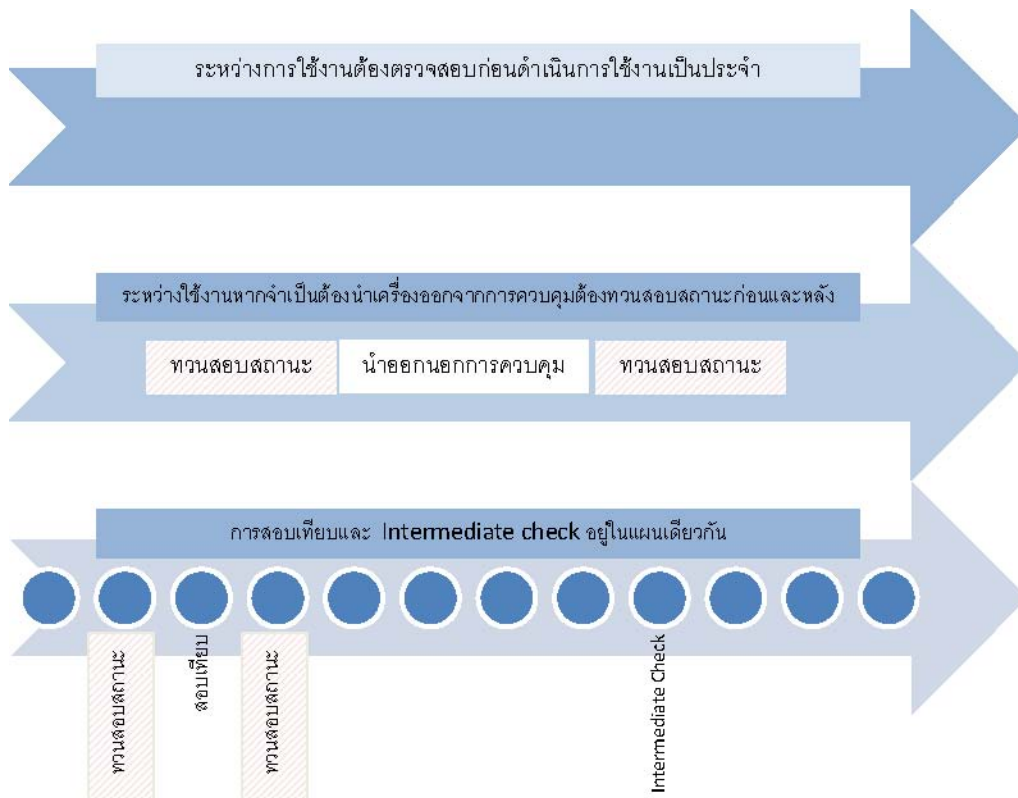
# แนวทางปฏิบัติในการตรวจสอบ ทวนสอบ และสอบเทียบเครื่องชั่ง

## บทนำ

วิธีการตรวจสอบเครื่องมือประกอบด้วย

1. การตรวจสอบก่อนใช้งาน เป็นการตรวจสอบเป็นประจำตลอดระยะเวลาที่ใช้งาน
2. การตรวจสอบระหว่างใช้งาน Intermediate check ดำเนินการเฉพาะกับเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเท่านั้น โดยกำหนดให้ดำเนินการในระหว่างที่ใช้งาน เพื่อตรวจสอบสถานะการสอบเทียบ ว่ายังคงให้ค่าการวัดเป็นไปตามค่าที่ทำการสอบเทียบไว้หรือไม่
3. การทวนสอบสถานะเครื่องมือ ดำเนินการเฉพาะกับเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเท่านั้น โดยกำหนดให้ดำเนินการเมื่อเครื่องมือถูก นำออกไปจากการควบคุม เพื่อตรวจสอบสถานะ การสอบเทียบว่ายังคงให้ค่าการวัดเป็นไปตามค่าที่ทำการ สอบเทียบไว้หรือไม่ เมื่อนำกลับเข้ามาสู่กระบวนการควบคุมตามเดิม

## แผนผังการตรวจสอบ การตรวจสอบก่อนใช้งาน



## การตรวจสอบก่อนใช้งาน

### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือยังคงให้ผลการวัดที่ถูกต้อง และมีค่าการวัดที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงจำเป็นต้องทำการ ตรวจสอบที่เป็น การตรวจสอบประสิทธิภาพในการวัด ของเครื่องมือ ก่อนที่จะใช้งานทุกครั้ง

### 2. ความถี่ในการดำเนินการ

ทำทุกครั้งก่อนที่จะมีการใช้งาน

### 3. เกณฑ์การยอมรับ

มีค่าอยู่ในเส้นควบคุมของ control chart

### 4. ผู้รับผิดชอบ

นักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการมอบหมายงานให้ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า หรือเป็นผู้ดูแลเครื่องชั่งไฟฟ้า

### 5. วิธีดำเนินการ

#### 5.1. การเตรียมเครื่องชั่งไฟฟ้าก่อนการตรวจสอบ

5.1.1. ทำความสะอาดเครื่องชั่งและกำจัดฝุ่นผงต่างๆโดยใช้แปรงปัดทั่วบริเวณให้สะอาด โดยเฉพาะจานชั่ง หากไม่สะอาดอาจเช็ดด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้นไม่เกิน 70 %

5.1.2. ตรวจสอบลูกน้ำวัดระดับ ด้านหลังเครื่อง

5.1.3. ปิดประตูเครื่องชั่งเพื่อลดผลกระทบจากลม

5.1.4. เปิดเครื่องชั่งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อ warming up เครื่องชั่ง

5.1.5. ทำการ internal calibration

#### 5.2. การตรวจสอบค่า Accuracy ประจำวัน

5.2.1. กด Tare ที่เครื่องชั่ง และสังเกต stability ของค่า 0

5.2.1.1. ถ้าวัดค่า 0 คงที่ทำการชั่งต่อไป

5.2.1.2. ถ้าวัดค่า 0 ไม่คงที่ (ค่าแกว่งขึ้น-ลง), ตรวจสอบภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติที่อาจส่งผลทำให้ค่า แกว่ง เช่นแรงลม แสงสั่นสะเทือนต่างๆ เป็นต้น ถ้าพบว่าภาวะแวดล้อมไม่ผิดปกติให้ติดป้าย สถานะตรวจสอบแล้วดำเนินการตามขั้นตอนการควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

5.2.2. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยเลือกตุ้มที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วงเดียวกับช่วงที่ใช้งาน วางตุ้ม น้ำหนักบริเวณกลางจานชั่ง บันทึกค่าน้ำหนัก

5.2.3. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานย้ายออกจากจานชั่งแล้ววางพักไว้ในกล่องที่เก็บตุ้มน้ำหนัก

5.2.4. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย อีก 3 ซ้ำ ทำการบันทึกค่า โดยค่า

จะต้องอยู่ในช่วง  $\pm 10\%$  (ปรับได้ไม่เกินค่านี้) ของน้ำหนัก หากค่าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการ ดำเนินงานการจัดการงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

### 5.3.การจัดการข้อมูล

5.3.1. ข้อมูลที่ได้จะประกอบด้วยผลการวัด 4 ซ้ำ ให้ทำการคำนวณค่าเฉลี่ย และค่าพิสัย ตามสมการดังนี้

5.3.1.1. ค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนซ้ำ

5.3.1.2. ค่าพิสัย

$$R = \text{ค่าสูงสุด} - \text{ค่าต่ำสุด}$$

5.3.2. นำข้อมูลที่ได้ plot ลงในแผนภูมิควบคุม ที่ได้จัดทำไว้แล้ว ตามวิธีการจัดทำแผนภูมิควบคุม (Control chart)

### 5.4.การประเมินผล

5.4.1. กรณีที่ค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย อยู่ในเขตควบคุม สรุปได้ว่าเครื่องมือยังคงประสิทธิภาพการวัดที่ดีสามารถ ทำการทดสอบได้ตามปกติ

5.4.2. กรณีที่ค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย ไม่อยู่ในเขตควบคุม ให้แจ้งหัวหน้าแผนกทันทีที่ปฏิบัติได้ เพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

### การตรวจสอบระหว่างใช้งาน Intermediate check

#### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้มั่นใจในสถานะ การสอบเทียบของเครื่องมือเมื่อได้มีการใช้งานเครื่องมือไปแล้ว ระยะเวลาหนึ่ง

#### 2. ความถี่ในการดำเนินการ

ทำทุก ๆ 6 เดือนโดยนับจากวัน เดือน ปี ที่ทำการสอบเทียบ

#### 3. เกณฑ์การยอมรับ

มีค่า SD อยู่ในช่วงของค่า uncertainty ในใบรับรองผลการสอบเทียบ

#### 4. ผู้รับผิดชอบ

นักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการมอบหมายงานให้ใช้เครื่องชั่ง หรือเป็นผู้ดูแลเครื่องชั่ง

## 5. วิธีดำเนินการ

### 5.1. การเตรียมเครื่องชั่งไฟฟ้าก่อนการตรวจสอบ

- 5.1.1. ทำความสะอาดเครื่องชั่งและกำจัดฝุ่นผงต่างๆโดยใช้แปรงปัดทั่วบริเวณให้สะอาด โดยเฉพาะจานชั่ง หากไม่สะอาดอาจเช็คด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้นไม่เกิน 70 %
- 5.1.2. ตรวจสอบปลุกน้ำวัดระดับ ด้านหลังเครื่อง
- 5.1.3. ปิดประตูเครื่องชั่งเพื่อลดผลกระทบจากลม
- 5.1.4. เปิดเครื่องชั่งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อ warming up เครื่องชั่ง
- 5.1.5. ทำการ internal calibration

### 5.2. การตรวจสอบค่า Repeatability

- 5.2.1. กด Tare ที่เครื่องชั่ง และสังเกต stability ของค่า 0
  - 5.2.1.1. ถ้าค่า 0 คงที่ทำการชั่งต่อไป
  - 5.2.1.2. ถ้าค่า 0 ไม่คงที่ (ค่าแกว่งขึ้น-ลง), ตรวจสอบภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติที่อาจส่งผลทำให้ค่า แกว่ง เช่นแรงลม แสงสั่นสะเทือนต่างๆ เป็นต้น ถ้าพบว่าภาวะแวดล้อมไม่ผิดปกติให้ติดป้าย สถานะตรวจสอบแล้วดำเนินการตามขั้นตอนการควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด
- 5.2.2. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 g วางตุ้มน้ำหนักบริเวณกลางจานชั่งบันทึกค่าน้ำหนัก
- 5.2.3. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานย้ายออกจากจานชั่งแล้ววางพักไว้ในกล่องที่เก็บตุ้มน้ำหนัก
- 5.2.4. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย จำนวน 10 ซ้ำทำการบันทึกค่า
- 5.2.5. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายแต่เปลี่ยนตุ้มน้ำหนักเป็น 200 g
- 5.2.6. ค่าที่ได้จะต้องเบี่ยงเบนไม่เกินค่า uncertainty ที่ปรากฏในใบรับรองผลฉบับล่าสุด หากค่าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานการจัดการงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

### 5.3. การตรวจสอบค่า Accuracy

- 5.3.1. กด Tare ที่เครื่องชั่ง และสังเกต stability ของค่า 0
  - 5.3.1.1. ถ้าค่า 0 คงที่ทำการชั่งต่อไป
  - 5.3.1.2. ถ้าค่า 0 ไม่คงที่ (ค่าแกว่งขึ้น-ลง), ตรวจสอบภาวะแวดล้อมที่ผิดปกติที่อาจส่งผลทำให้ค่า แกว่ง เช่นแรงลม แสงสั่นสะเทือนต่าง ๆ เป็นต้น ถ้าพบว่าภาวะแวดล้อมไม่ผิดปกติให้ติดป้าย สถานะตรวจสอบแล้วดำเนินการตามขั้นตอนการควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

5.3.2. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยเลือกตุ้มที่โดยเลือกตุ้มที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วงเดียวกับช่วงที่ใช้งาน (ทดสอบได้มากกว่า 1 ค่า) วางตุ้มน้ำหนักบริเวณกลางจานชั่ง บันทึกค่าน้ำหนัก

5.3.3. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานย้ายออกจากจานชั่งแล้ววางพักไว้ในกล่องที่เก็บตุ้มน้ำหนัก

5.3.4. ทำซ้ำโดยใช้ตุ้มเดิม จำนวน 10 ซ้ำทำการบันทึกค่า

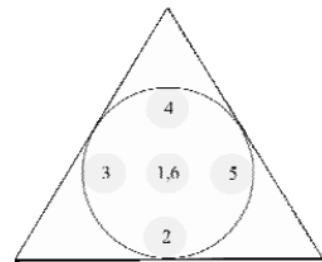
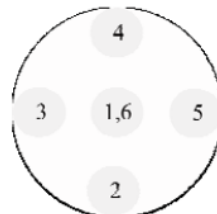
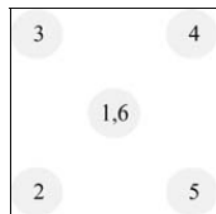
5.3.5. ค่าที่ได้จะต้องเบี่ยงเบนไม่เกินค่า uncertainty ที่ปรากฏในใบรับรองผลฉบับล่าสุด หากค่าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานการจัดการงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

#### 5.4. การตรวจสอบค่า Off Center Error

5.4.1. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 50 g วางตุ้มน้ำหนักบริเวณกลางจานชั่ง บันทึกค่าน้ำหนัก

5.4.2. ใช้คีมคีบจับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานย้ายออกจากจานชั่งแล้ววางพักไว้ในกล่องที่เก็บตุ้มน้ำหนัก

5.4.3. ทำซ้ำโดยใช้ตุ้มเดิมแต่ย้ายไปจุดหมายเลข 2 ถึง 6 ถือเป็น 1 รอบ บันทึกค่าน้ำหนักทุกจุด



5.4.4. ทำซ้ำขั้นตอนแรกถึงขั้นตอนสุดท้ายจำนวน 10 ซ้ำทำการบันทึกค่า

5.4.5. คำนวณค่าที่ได้จะต้องเบี่ยงเบนไม่เกินค่า uncertainty ที่ปรากฏในใบรับรองผลฉบับล่าสุด หากค่าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานการจัดการงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด

## 5.5. การจัดการข้อมูล

5.5.1. ข้อมูลที่ได้จะประกอบด้วยผลการวัดแต่ละ parameter อย่างละ 10 ซ้ำ

5.5.2. ให้ทำการคำนวณ SD ตามสมการดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

5.5.3. นำค่า SD ที่ได้เทียบกับค่า uncertainty ของการสอบเทียบเครื่องชั่งในรายงานผลการสอบเทียบฉบับล่าสุด

## 5.6. การประเมินผล

5.6.1. กรณีที่ค่า SD อยู่ในช่วงเดียวกับค่า uncertainty สรุปได้ว่าเครื่องมือยังคงสถานะการสอบเทียบไว้ได้

5.6.2. กรณีที่ค่า SD อยู่มีค่ามากกว่าค่า uncertainty สรุปได้ว่าสถานะการสอบเทียบไม่เป็นไปตามกำหนด ให้ดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานการปฏิบัติการแก้ไข

## การทวนสอบสถานะเครื่องมือ

### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้มั่นใจในสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือเมื่อได้มีการนำเครื่องมือออกไปจากการควบคุม ได้แก่

- การสอบเทียบทั้งในและนอกสถานที่
- การซ่อมบำรุงทั้งในและนอกสถานที่
- การใช้งานโดยบุคลากรนอกระบบ
- การเคลื่อนย้ายเครื่องมือ หรือนำออกโดยวัตถุประสงค์อื่น

### 2. ความถี่ในการดำเนินการ

ดำเนินการ ทุกครั้งเมื่อมีการนำเครื่องมือออกจากการควบคุม โดยต้องดำเนินการทั้งก่อนการนำออกจากการควบคุม และก่อนการนำกลับเข้ามาอยู่ในการควบคุมอีกครั้ง

### 3. เกณฑ์การยอมรับ

มีค่า SD อยู่ในช่วงของค่า uncertainty ในใบรับรองผลการสอบเทียบ

### 4. ผู้รับผิดชอบ

นักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการมอบหมายงานให้ใช้เครื่องชั่ง หรือเป็นผู้ดูแลเครื่องชั่ง

### 5. วิธีดำเนินการ

ใช้วิธีการเดียวกับการทำ Intermediate check

**ภาคผนวก**



# วิธีการปรับตั้ง การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องชั่ง

## 1. การปรับตั้งเครื่องชั่ง

การปรับตั้งเครื่องชั่ง หมายถึงการปรับให้เครื่องชั่งชี้บอกค่าน้ำหนักได้อย่างถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ทำได้โดยให้เครื่องชั่งรับรู้ค่าน้ำหนักที่ถูกต้องและบันทึกลงในหน่วยความจำ ณ ตำแหน่งที่น้ำหนักเป็นศูนย์ (Zero Reading) และตำแหน่งที่มีค่าน้ำหนักที่ระบุอื่นใดอีกตำแหน่ง

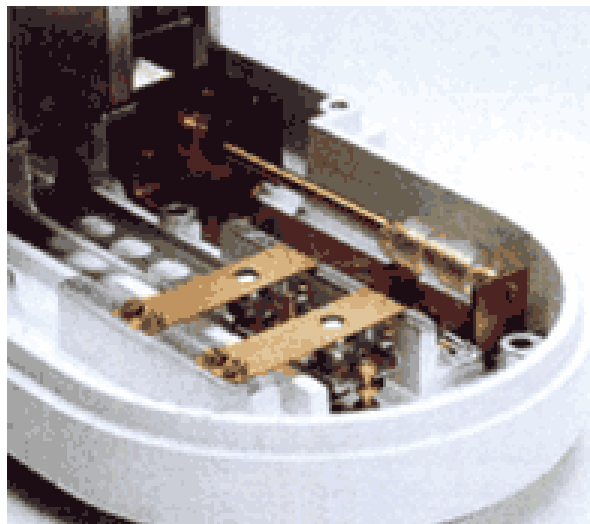
การปรับตั้งเครื่องชั่งจึงจำเป็นต้องใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (Calibration Weight) ตามขนาดที่ระบุในคู่มือการใช้เครื่องชั่ง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Capacity ของเครื่องชั่ง ค่าความคลาดเคลื่อนของ Calibration Weight จะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความละเอียดของเครื่องชั่ง และจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการปรับตั้งที่ระบุในคู่มือการใช้เครื่องชั่งนั้น

ปัจจุบันการปรับตั้งเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์มีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. การปรับตั้งด้วยตุ้มน้ำหนักภายในเครื่องชั่ง (Internal Calibration)
2. การปรับตั้งด้วยตุ้มน้ำหนักจากภายนอกเครื่องชั่ง (External Calibration)

### การปรับตั้งด้วยตุ้มน้ำหนักภายในเครื่องชั่ง

สำหรับการปรับตั้งวิธีนี้ น้ำหนักอ้างอิงที่ใช้สำหรับการปรับตั้งจะถูกผลิตและติดตั้งมาอยู่ภายในเครื่องชั่งเลย (Built-in Calibration Weights) โดยค่าของน้ำหนักอ้างอิงนี้ ได้ถูกตรวจสอบมาจากโรงงานผลิต และเก็บบันทึกค่านี้ในหน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์แบบอ่านอย่างเดียว (Electronically Programmable Read-Only Memory; EPROM) ของหน่วยความจำของเครื่องชั่ง การปรับตั้งจึงทำเพียงแค่คอปุม Calibration (CAL) บนเครื่องชั่งเท่านั้น เครื่องชั่งก็จะทำการปรับความถูกต้องให้เองโดยอัตโนมัติ (ตุ้มน้ำหนักภายในไม่มีใบรับประกันจากผู้ผลิต)



รูปแสดง Built-in Calibration Weights

คำถามที่มักจะถูกถามเป็นประจำเกี่ยวกับการปรับตั้งเครื่องชั่งที่มีตัวปรับตั้งอยู่ภายในก็คือจะแน่ใจได้อย่างไรว่าค้อน้ำหนักภายในเป็นค้อน้ำหนักที่ได้มาตรฐาน ในเรื่องนี้สามารถตรวจสอบได้โดยการทำให้ External Calibration แล้วเปรียบเทียบกับการใช้ค้อน้ำหนักภายใน หากค่าที่อ่านได้ตรงกันก็แสดงว่าเครื่องชั่งยังคงมีประสิทธิภาพคือยังสามารถอ่านค่าได้อย่างถูกต้อง แต่หากไม่ตรงกันอาจส่งคืนผู้ผลิตเพื่อแก้ไขหรือทำการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนแล้วใช้ประกอบกับผลการชั่งก็ได้

### การปรับตั้งด้วยค้อน้ำหนักจากภายนอกเครื่องชั่ง

กระบวนการปรับตั้งแบบนี้มักใช้กับเครื่องชั่งรุ่นเก่าหรือเครื่องชั่งที่มีความจุกมก ๆ ทำโดยเปรียบเทียบความถูกต้องของการชั่งน้ำหนักกับค้อน้ำหนักมาตรฐาน ซึ่งอาจใช้ค้อน้ำหนักเพียง 1 ค่าหรือหลายค่าก็ได้ ค้อน้ำหนักมาตรฐานที่นำมาใช้จะต้องเป็นค้อน้ำหนักที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนอยู่แล้ว และต้องได้รับการรับรองจากผู้ผลิตและจากห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐานก่อน จึงจะนำมาใช้ในการปรับตั้งได้ ถ้ามีความคลาดเคลื่อนจากการปรับตั้งควรปฏิบัติดังนี้

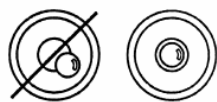
1. ถ้ามีปุ่มปรับตั้ง ให้ปรับตั้งจนตัวเลขที่เครื่องชั่งจําน้ำหนักตรงกับค่าน้ำหนักของค้อน้ำหนักมาตรฐาน
2. ถ้าไม่มีปุ่มปรับตั้ง ให้บันทึกค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งกับค่าน้ำหนักของค้อน้ำหนักมาตรฐาน และระลึกเสมอว่าเครื่องชั่งนี้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณค่าน้ำหนักที่ถูกต้องได้จากสมการ

$$\text{ค่าที่ถูกต้อง} = \text{ค่าที่อ่านได้} + \text{ค่าแก้}$$

## 2. การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องชั่ง

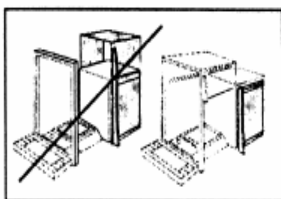
การใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องชั่งอย่างถูกวิธีเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ทำให้ได้ผลการชั่งที่ถูกต้องและยืดอายุการใช้งานของเครื่องชั่ง โดยเฉพาะเครื่องชั่งที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูงยิ่งต้องใช้ความระมัดระวังในการใช้สูงตามไปด้วย การบำรุงรักษาที่ดีก็ควรให้ความสำคัญมากขึ้นด้วย การใช้เครื่องชั่งให้ได้ค่าที่ถูกต้องจึงต้องควบคุมปัจจัยหลายประการ โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้

### การปรับเครื่องชั่งให้อยู่ในแนวระนาบ



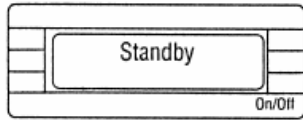
- ก่อนใช้เครื่องชั่งควรตรวจสอบว่า “ระดับลูกน้ำ” อยู่ตรงกลางของระดับน้ำหรือไม่ หากไม่อยู่ตรงกลางควรทำการปรับระดับ (ส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณขาตั้งด้านหลังของเครื่องชั่ง) ให้อยู่ตรงกลางทุกครั้ง แล้วจึงทำการปรับตั้ง Calibration (Cal) เครื่องชั่ง

### การใช้กรอบกำบังลม



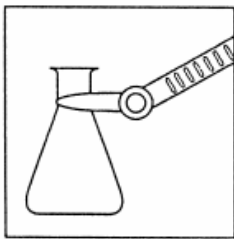
- ในการชั่งที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง ควรมีกรอบกำบังลมครอบงานเครื่องชั่ง เพื่อป้องกันกระแสลมและฝุ่นละออง
- ไม่ควรเปิดกรอบกำบังลมกว้างเกินความจำเป็น

### การเปิด-ปิดเครื่องชั่ง



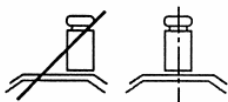
- ควรเสียบปลั๊กเครื่องชั่งที่มีการใช้เป็นประจำอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรทำการปรับเครื่องชั่งให้อยู่ที่ Standby เพื่อให้เกิดความสมดุลทางความร้อนในเครื่องชั่ง
- หลังจากเสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์เครื่องชั่งแล้ว ควรทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาที ก่อนใช้งาน
- ควรทำการ Pre Load ด้วยตุ้มน้ำหนัก เพื่อกระตุ้นการใช้งานทุกครั้ง

### การใช้ภาชนะใส่สารชั่งน้ำหนัก



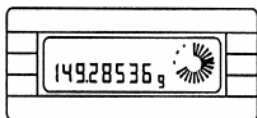
- ใช้ภาชนะใส่สาร ชั่งน้ำหนักที่เล็กที่สุด
- หลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะใส่สารชั่งน้ำหนักที่ทำจากพลาสติกและหากชั่งในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 30 – 40 % ก็ควรหลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะใส่สารชั่งน้ำหนักที่ทำจากแก้ว เพราะอาจเกิดไฟฟ้าสถิตซึ่งจะทำให้ผลการชั่งคลาดเคลื่อน
- ของที่นำมาชั่งควรมีอุณหภูมิเดียวกับสภาวะแวดล้อม เพราะผลต่างของอุณหภูมิจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนจากค่าจริง
- ไม่ควรใช้มือเปล่าจับภาชนะใส่สารชั่งน้ำหนักโดยตรงก่อนวางบนเครื่องชั่ง เพราะอาจทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งทำให้ผลการชั่งคลาดเคลื่อนเช่นกัน

### การวางน้ำหนักบนจานเครื่องชั่ง



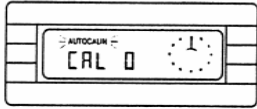
- ควรวางสิ่งที่ต้องการชั่งให้อยู่กลางจานชั่ง
- หากจะใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูงที่หยุดใช้งานเกิน 30 นาที ควรทำการ Pre Load ด้วยตุ้มน้ำหนัก

### การอ่านค่า



- ปรับค่าให้เป็น “0” ก่อนใช้งานทุกครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด Zero Error
- ปรับตัวตรวจสอบความเสถียรให้เป็นแบบอัตโนมัติ อ่านค่าเมื่อสัญลักษณ์ของตัวตรวจสอบความเสถียรหายไป

## การปรับตั้งเครื่องชั่ง

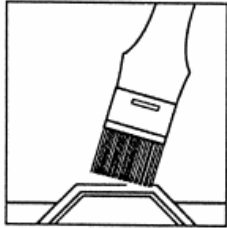


ผู้ใช้เครื่องชั่งควรมีการปรับตั้งเครื่องชั่งเป็นประจำก่อนใช้งานทุกวันหรือเมื่อมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

- ทำการติดตั้งเครื่องชั่งครั้งแรก
- เปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเครื่องชั่ง
- มีการปรับระดับเครื่องชั่งใหม่
- ผลการชั่งน้ำหนักผิดพลาดจากที่เคยปรับตั้งไว้
- สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเครื่องชั่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

ความดันอากาศ เปลี่ยนแปลง

## การดูแลและบำรุงรักษาเครื่องชั่ง



- บำรุงรักษาเครื่องชั่งให้สะอาดอยู่เสมอ
- ใช้กระดาษชั่งน้ำหนักที่สะอาดเท่านั้น

# วิธีบำรุงรักษาและวิธีทำความสะอาดตู้มน้ำหนัก

เพื่อให้การสอบเทียบมีความถูกต้องสูง ตู้มน้ำหนักที่ใช้จะต้องสะอาด การทำความสะอาดมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของตู้มน้ำหนัก

## 1. การทำความสะอาดด้วยไอน้ำร้อน

วิธีนี้เหมาะสำหรับการทำความสะอาดตู้มน้ำหนักชนิดขึ้นเดียว โดยตู้มน้ำหนักวางอยู่บนพื้นที่สามารถหมุนให้ผิวของตู้มน้ำหนักทั้งหมดถูกไอน้ำกลั่นร้อนได้ แล้วจึงทิ้งให้แห้ง หรือใช้ผ้า หรือกระดาษที่สะอาดซับ ฝ้านี้จะต้องสะอาด นุ่ม ใยไม่หลุด กระดาษต้องเป็นชนิดพิเศษ เช่นกระดาษเช็ดเลนส์

## 2 การทำความสะอาดด้วย Ultrasonic wave

วิธีนี้เหมาะสำหรับการทำความสะอาดตู้มน้ำหนักชนิดขึ้นเดียว ชนิดแผ่นโลหะ และชนิดลวด โดยนำตู้มน้ำหนักวางในอ่าง Ultrasonic ที่มีน้ำกลั่นหรือสารเคมี เช่น แอลกอฮอล์บรรจุอยู่ภายในให้ท่วมตู้มน้ำหนัก แล้วเปิดเครื่องให้ทำงาน นำขึ้น จากนั้นทิ้งให้แห้ง หรือใช้ผ้าหรือกระดาษเช็ดเลนส์ซับ

## 3 การทำความสะอาดด้วยสารเคมี

เมื่อตู้มน้ำหนักเปราะเปื้อน โดยปกติจะทำความสะอาดโดยใช้สารเคมี เช่น ethyl alcohol, ethyl ether, benzene, acetone, trichloroethane เป็นต้น

- ใช้ผ้าสะอาดหรือกระดาษเช็ดเลนส์ ซับสารเคมีข้างต้นแล้วเช็ดตู้มน้ำหนัก

- วางตู้มน้ำหนักในอ่าง ethyl ether แล้วใช้แปรงขนนุ่ม ๆ จุ่ม ethyl ether แปรงสิ่งสกปรกออก หลังจากนั้นนำไปวางในอ่าง ethyl alcohol แล้วใช้แปรงขนนุ่มล้างอีกที อาจใช้สารเคมีอื่นอีกถ้าจำเป็น เสร็จแล้วให้ล้างสารเคมีออก โดยแช่ตู้มน้ำหนักนั้นในน้ำกลั่นเดือด นำขึ้น แล้วทำให้แห้ง

วิธีนี้เหมาะสำหรับการทำความสะอาดตู้มน้ำหนักทุกชนิด แต่ต้องระวังเป็นพิเศษ ถ้าใช้กับชนิดมีช่องปรับน้ำหนัก เพราะสารเคมีอาจซึมเข้าไปในช่องปรับน้ำหนักได้

## 4 การทำความสะอาดโดยใช้แปรงปัด

ใช้แปรงขนนุ่ม เช่น แปรงขนอูฐปัดฝุ่น เป็นวิธีที่ใช้ได้กับตู้มน้ำหนักทุกชนิด

## 5 การทำความสะอาดโดยใช้ผ้าหรือกระดาษเช็ด

ใช้ผ้าสะอาดชนิดใยไม่หลุด หรือหนังขามัวชั้นดี หรือกระดาษเช็ดเลนส์เช็ด เป็นวิธีที่ใช้ได้กับตู้มน้ำหนักทุกชนิด

หลังจากทำความสะอาดด้วยตัวทำละลายจะต้องทิ้งให้ตู้มน้ำหนักมีความคงตัวก่อนการใช้งานดังนี้

## ตารางแสดง Stabilization time after cleaning

Weight class	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> to M <sub>3</sub>
After cleaning with alcohol	7–10 days	3–6 days	1–2 days	1 hour
After cleaning with distilled water	4–6 days	2–3 days	1 day	1 hour

Source: OIML R111-1:2004

ตารางแสดง Maximum permissible errors for weights ( $\pm \delta$  m in mg)

Nominal value*	Class E <sub>1</sub>	Class E <sub>2</sub>	Class F <sub>1</sub>	Class F <sub>2</sub>	Class M <sub>1</sub>	Class M <sub>1-2</sub>	Class M <sub>2</sub>	Class M <sub>2-3</sub>	Class M <sub>3</sub>
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
200 g	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
50 g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
10 g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
1 g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

Source : OIML R111-1:2004

- \* The nominal weight values in Table specify the smallest and largest weight permitted in any class of R 111 and the maximum permissible errors and denominations shall not be extrapolated to higher or lower values. For example, the smallest nominal value for a weight in class  $M_2$  is 100 mg while the largest is 5 000 kg. A 50 mg weight would not be accepted as an R 111 class  $M_2$  weight and instead should meet class  $M_1$  maximum permissible errors and other requirements (e.g. shape or markings) for that class of weight. Otherwise the weight cannot be described as complying with R 111.

ตารางแสดง Minimum and maximum limits for density ( $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ )

Nominal value	$\rho_{\min}$ , $\rho_{\max}$ ( $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ) Nominal value							
	Class of weight (for class M <sub>3</sub> , no value is specified)							
	Class E <sub>1</sub>	Class E <sub>2</sub>	Class F <sub>1</sub>	Class F <sub>2</sub>	Class M <sub>1</sub>	Class M <sub>1-2</sub>	Class M <sub>2</sub>	Class M <sub>2-3</sub>
≥ 100 g	7.934 – 8.067	7.81 – 8.21	7.39 – 8.73	6.4 – 10.7	≥ 4.4	> 3.0	≥ 2.3	≥ 1.5
50 g	7.92 – 8.08	7.74 – 8.28	7.27 – 8.89	6.0 – 12.0	≥ 4.0			
20 g	7.84 – 8.17	7.50 – 8.57	6.6 – 10.1	4.8 – 24.0	≥ 2.6			
10 g	7.74 – 8.28	7.27 – 8.89	6.0 – 12.0	≥ 4.0	≥ 2.0			
5 g	7.62 – 8.42	6.9 – 9.6	5.3 – 16.0	≥ 3.0				
2 g	7.27 – 8.89	6.0 – 12.0	≥ 4.0	≥ 2.0				
1 g	6.9 – 9.6	5.3 – 16.0	≥ 3.0					
500 mg	6.3 – 10.9	≥ 4.4	≥ 2.2					
200 mg	5.3 – 16.0	≥ 3.0						
100 mg	≥ 4.4							
50 mg	≥ 3.4							
20 mg	≥ 2.3							

Source : OIML R111-1:2004

ตารางแสดง Maximum values of surface roughness

Class	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
R <sub>z</sub> (μ m)	0.5	1	2	5
R <sub>a</sub> (μ m)	0.1	0.2	0.4	1

Source : OIML R111-1:2004