

การวิเคราะห์ระบบการวัดเพื่อหาแหล่งกำเนิดค่าความไม่แน่นอน

ในการพิจารณาค่าความไม่แน่นอนในกระบวนการสอบเทียบ สิ่งหนึ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญคือ แหล่งกำเนิดค่าความไม่แน่นอนของระบบการวัด การที่จะได้มาซึ่งแหล่งกำเนิดค่าความไม่แน่นอนของระบบการวัดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิเคราะห์ระบบการวัดทั้งหมด เพื่อเก็บรายละเอียดของสิ่งที่จะทำให้เกิดความไม่แน่นอนในกระบวนการวัด ทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น ซึ่งอาจได้มาจากเอกสารอ้างอิงของเครื่องมือ หรือได้มาจากมาตรฐานการถ่ายโอน

จะเห็นว่าผู้ที่วิเคราะห์ระบบการวัดได้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการมีประสบการณ์ในกระบวนการวัดนั้น ๆ เป็นอย่างดี เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของความไม่แน่นอนที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดที่ทำการวัด เพราะผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นย่อมทราบถึงสภาวะแวดล้อมขณะปฏิบัติงานว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่จะทำให้เกิดความไม่แน่นอนขึ้นได้

เพื่อให้เข้าถึงที่มาของแหล่งกำเนิดค่าความไม่แน่นอน ของกระบวนการสอบเทียบเครื่องมือวัด ขอยกตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

แหล่งกำเนิดค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบมวล

☞ การสอบเทียบตุ้มน้ำหนักอ้างอิง

การสอบเทียบตุ้มน้ำหนักอ้างอิงนั้น จะมีค่าความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่ในค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ ซึ่งแสดงในเอกสารรับรองการสอบเทียบ นอกจากนี้ การสอบเทียบตุ้มน้ำหนักอ้างอิงนั้นจะต้องมีการสอบกลับได้ถึงมาตรฐานในระดับชาติ หรืออาจถึงมาตรฐานระหว่างประเทศขึ้นกับว่าตุ้มน้ำหนักอ้างอิงนั้นอยู่ในมาตรฐานระดับใดด้วย

☞ ความมีเสถียรภาพของตุ้มน้ำหนักอ้างอิง

สิ่งที่จำเป็นอันหนึ่ง คือการเปลี่ยนแปลงมวลของตุ้มน้ำหนักอ้างอิงอย่างสม่ำเสมอจากที่มีการสอบเทียบครั้งหลังสุด สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการประมาณการ การเปลี่ยนแปลงมวลของตุ้มน้ำหนักอ้างอิงได้จากการที่มีการสอบเทียบตุ้มน้ำหนักอ้างอิงอย่างต่อเนื่อง ถ้าที่ผ่านมามีได้มีการบันทึก หรือไม่สามารถค้นหาประวัติการสอบเทียบของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานได้ ก็อาจประมาณการได้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงมวลอันเนื่องมาจากค่าความไม่แน่นอนระหว่างการสอบเทียบ นอกจากนี้ความมีเสถียรภาพของตุ้มน้ำหนักอาจขึ้นกับวัสดุและคุณภาพการผลิต (ได้แก่ ความไม่พอดีของเกลียว) ความแนบสนิทของผิว การเปลี่ยนแปลงที่ไม่เสถียรของวัสดุที่ใช้ การสึกหรอและความเสียหายในทางกายภาพ ความเสียหายอันเนื่องมาจากบรรยากาศ สำหรับความมีเสถียรภาพของรูปทรงที่นำมาใช้นั้น ถือเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา ถ้าการใช้งานหรือสภาวะแวดล้อมของตุ้มน้ำหนัก

เปลี่ยนไป การสอบเทียบตามกำหนดระยะเวลาอย่างสม่ำเสมอของคัมน์น้ำหนักอ้างอิงถือเป็นสิ่งสำคัญต่อความมีเสถียรภาพของคัมน์น้ำหนักนั้น ๆ

☞ เครื่องชั่งและขั้นตอนการชั่ง

การใช้เครื่องชั่งในการสอบเทียบจะต้องมีการประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ทราบว่าเกิดความไม่แน่นอนอะไรบ้างตลอดกระบวนการชั่ง การประเมินจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องครอบคลุมถึงคุณสมบัติต่าง ๆ (ที่เห็นว่าเป็นสาเหตุของการทำให้เกิดความไม่แน่นอนในขั้นตอนการชั่ง) ของเครื่องชั่ง เพราะถือเป็นสิ่งสำคัญต่อขั้นตอนการชั่ง ตัวอย่างเช่น ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากความยาวคาน (สมมุติว่ามีค่าคงที่) ของเครื่องชั่งแบบคานชั่ง (Equal Arm Balance) อาจไม่ต้องประเมินหาวิธีการที่ใช้เป็นวิธีการสอบเทียบแบบแทนที่ (Borda's Method) อย่างไรก็ตาม ในการประเมินค่าความไม่แน่นอนควรพิจารณาองค์ประกอบเหล่านี้

- ☞ ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability)
- ☞ ลักษณะเชิงเส้นภายในระยะที่ใช้ (Linearity)
- ☞ ความสามารถในการอ่าน (Readability)
- ☞ การจัดวางกลุ่มคัมน์น้ำหนักที่ถูกวางบนถาดในขณะที่ชั่งไม่รวมอยู่ที่จุดศูนย์กลาง
- ☞ ผลกระทบจากสนามแม่เหล็ก (อาจมาจากคัมน์น้ำหนักเอง หรือผลกระทบจากสนามแม่เหล็กของมอเตอร์เครื่องชั่ง ในกรณีที่เป็นคัมน์น้ำหนักที่ทำจากเหล็ก)
- ☞ ผลกระทบจากอุณหภูมิ เช่น ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของคัมน์น้ำหนักและเครื่องชั่ง
- ☞ ความไม่แน่นอนเนื่องจากความยาวคาน

☞ ผลกระทบจากแรงลอยตัวของอากาศ (Air Buoyancy Effects)

การแก้ไขในเรื่องแรงลอยตัวของอากาศเพื่อความถูกต้องแม่นยำสามารถกระทำได้ขึ้นกับว่าทราบความหนาแน่นของคัมน์น้ำหนักและความหนาแน่นของอากาศดีเพียงใด อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของคัมน์น้ำหนัก ห้องปฏิบัติการเพียงบางแห่งเท่านั้นที่สามารถหาค่าได้ แต่ส่วนใหญ่จะใช้เพียงการสมมุติคาดคะเนเอาเท่านั้น ส่วนความหนาแน่นของอากาศสามารถคำนวณจากสมการทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้วัดอุณหภูมิของอากาศ ความดันบรรยากาศ และความชื้นสัมพัทธ์แล้ว หากต้องการความถูกต้องในระดับสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศด้วย

☞ **สถานะแวดล้อม**

นอกจากผลกระทบจากแรงลอยตัวของอากาศแล้ว สถานะแวดล้อมขณะทำการสอบเทียบอาจทำให้เกิดความไม่แน่นอน (ความไม่แน่นอนในการชั่ง) ขึ้นได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สามารถที่จะไปเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้า (ในกรณีเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบคาน (Balance) ได้ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการอ่านค่า แรงลมจากเครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในห้องปฏิบัติการสามารถสร้างผลกระทบต่อกระบวนการชั่งได้ การเปลี่ยนแปลงความชื้นในบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมวลของค้อนน้ำหนักในระยะเวลาอันสั้นได้ ระดับความชื้นในบรรยากาศที่ต่ำสามารถทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ใน(เครื่องชั่งบางชนิด ความสกปรกเนื่องมาจากฝุ่นทำให้มีความไม่แน่นอนในการสอบเทียบ การเคลื่อนไหวของค้อนน้ำหนักขณะสอบเทียบเป็นสาเหตุการรบกวนเฉพาะที่

แหล่งกำเนิดความไม่แน่นอนการสอบเทียบทางมิติ

☞ **มาตรฐานอ้างอิง และเครื่องมือ**

ค่าความไม่แน่นอนสามารถหาได้จากมาตรฐานอ้างอิง และเครื่องมือวัดสามารถกำหนดได้จากการทำการวัดที่ผ่านมา

☞ **ผลกระทบจากความร้อน (Thermal Effects)**

ค่าความไม่แน่นอนจะสัมพันธ์กับความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเครื่องวัดที่นำมาสอบเทียบ (Gauge Being Calibrated), มาตรฐานอ้างอิง และเครื่องมือวัดที่ใช้ โดยจะมีค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้นถ้าความยาวเพิ่มมากขึ้น และยังรวมถึงความแตกต่างของวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องวัดที่นำมาสอบเทียบและมาตรฐานอ้างอิงอีกด้วย มีความเป็นไปได้ที่จะแก้ไขผลกระทบจากอุณหภูมิซึ่งจะเป็นส่วนของความไม่แน่นอนที่เป็นผลจากค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุที่ใช้ผลิต และผลการสอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิ

☞ **ความกดดันยืดหยุ่น (Elastic Compression)**

ค่าความไม่แน่นอนจะสัมพันธ์กับความแตกต่างของความกดดันยืดหยุ่นระหว่างวัสดุที่ใช้ผลิตของเครื่องวัดที่นำมาสอบเทียบ (Gauge Being Calibrated) ขณะทำการสอบเทียบและมาตรฐานอ้างอิง สิ่งเหล่านี้มีความหมายมากในการสอบเทียบที่ต้องการความละเอียดสูงมาก ในกรณีนี้รวมถึงความแตกต่างของวัสดุที่นำมาใช้ด้วย นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับแรงของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ใช้สอบเทียบ รวมถึงลักษณะของปลายเข็มวัดที่สัมผัสลงบนเครื่องวัดที่นำมาสอบเทียบและบนมาตรฐานอ้างอิง ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากความกดดันยืดหยุ่น

สามารถแก้ไขทางคณิตศาสตร์ได้โดยแบ่งเป็นส่วนของความไม่แน่นอนที่เป็นผลมาจากค่าความไม่แน่นอนของแรงที่ทำการวัด และคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ทำเครื่องวัด (ที่นำมาสอบเทียบ)

☞ ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากความไม่ได้อาก (Cosine Errors)

ความไม่ได้อากใด ๆ ของเครื่องมือวัดที่นำมาสอบเทียบ และมาตรฐานอ้างอิง ที่เกี่ยวข้องกับแนวแกนที่ใช้วัดจะสามารถนำไปสู่ความไม่แน่นอนของการวัดได้ ความไม่แน่นอนที่กล่าวถึงบ่อย ๆ นี้ได้แก่ ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากความไม่ได้อาก ซึ่งสามารถลดความไม่แน่นอนนี้ลงได้โดยการปรับตำแหน่งของเครื่องมือวัดที่นำมาสอบเทียบที่เกี่ยวข้องกับแกนที่วัดเพื่อพิจารณาหาจุดผันแปรที่ให้ค่าสูงสุดและต่ำสุดที่เหมาะสม ความไม่แน่นอนเล็กน้อยที่ยังมีผลอยู่ สำหรับกรณีตัวอย่างคือ การตั้งข้อสันนิษฐานผิดพลาดเกี่ยวกับรูปแบบที่ใช้สำหรับจัดวางจุดที่ใช้วัด

☞ ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากรูปทรงเรขาคณิต (Geometric Errors)

ความไม่แน่นอนเนื่องมาจากรูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือวัดที่นำมาสอบเทียบ มาตรฐานอ้างอิง หรือรูปแบบที่ผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้วัด จะเป็นตัวเพิ่มความไม่แน่นอน สิ่งเหล่านี้จะรวมถึงความไม่แน่นอนเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เกิดจากความเรียบหรือความกลมของปลายเข็มวัด ความตรง ความเรียบ ความขนาน หรือ ความได้อากของผิวที่ใช้เป็นจุดวัด และความกลม หรือความเป็นทรงกระบอกของเครื่องมือวัดที่นำมาสอบเทียบและมาตรฐานอ้างอิง ตัวอย่างความผิดพลาดที่พบบ่อยในกรณีนี้ได้แก่ ความสมบูรณ์ทางรูปทรงเรขาคณิตที่ตั้งสมมุติฐานผิด ๆ เลือกรูปร่างวัดที่ไม่กระชับรัดกุม หรือในกรณีอื่นที่ความผิดพลาดเนื่องมาจากรูปทรงเรขาคณิตมีอยู่ทั่วไปในกรณีเฉพาะ

นำเสนอโดย นางสาวจันทน์ อัครเมฆินทร์

สำนักบริหารมาตรฐาน 4

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 0-2202-3441

โทรสาร 0-2246-4327