แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด

พจมาน ท่าจีน

ปัจจุบันมีแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดและ/หรือประมาณค่าตัวแปรในวิธีทดสอบหลายวิธี ซึ่งข้อกำหนด ISO/IEC17025 ไม่ได้ระบุว่าต้องใช้แนวทางใด ห้องปฏิบัติการควรใช้แนวทางทางสถิติที่ถูกต้อง (valid approaches) แนวทางที่มีการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดอย่างสมเหตุสมผลและพิจารณาแล้วว่าถูกต้องตามหลักวิชาการยอมรับแนวทางเหล่านี้ได้แก่

1. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดตาม ISO GUM Approach หรือ Bottom-up Approach แนวทางนี้เป็นแนวทางที่เข้มงวดในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด แนวทางนี้มีรูปแบบที่ชัดเจนในโครงสร้างและการกำหนดค่าความไม่แน่นอนของการวัด หากห้องปฏิบัติการต้องการพัฒนาทางเทคนิคการทดสอบ โดยใช้หลักการลด - เพิ่มค่าความไม่แน่นอนในแต่ละปัจจัย แนวทางนี้จะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียด และสามารถเห็นแนวทางการพัฒนาได้อย่างชัดเจน (แนวทางนี้เหมาะสมกับวิธีการใหม่ที่ยังไม่มีข้อมูลตัวเลขจาก QA/QC ที่เหมาะสม)

2. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical Methods Approach) หรือ Top-down Approach เป็นแนวทางที่ได้จากข้อมูลของกลุ่มห้องปฏิบัติการ โดยการนำค่าความผิดพลาดทั้งเชิงระบบและเชิงสุ่ม คือ Bias, repeatability และ reproducibility มาพิจารณาหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด แนวทางนี้จะดำเนินการได้หากมีโปรแกรมการทดสอบความชำนาญอย่างเหมาะสม นั่นคือครอบคลุมช่วงการวัดและลักษณะตัวอย่าง หรืออาจใช้ฟังก์ชัน Horwiz

3. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อมูลในกระบวนการตรวจสอบความใช้ได้ในวิธีการทดสอบ (Uncertainty using the information from the validation process) ความแม่นของวิธีการทดสอบ อาจได้จากผลการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการเดียว นั่นคือต้องมีการสอบกลับได้อย่างเหมาะสม

ค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่คำนวณจากผลรวมขององค์ประกอบจากการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ค่า bias ของกระบวนการวัด และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แนวทางนี้เป็นแนวทางที่ง่ายปฏิบัติได้ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูง

ข้อจำกัดของแนวทางนี้ หากจำนวนและชนิดของสารอ้างอิงมาตรฐานมีขีดจำกัด และหากการสอบกลับได้อยู่ในระดับล่าง ห้องปฏิบัติการควรพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ เพิ่มในแหล่งความไม่แน่นอนของการวัด ยิ่งไปกว่านั้นห้องปฏิบัติการจะต้องระมัดระวังตัวแปรที่อาจไม่ได้นำไปรวมในการประมาณค่าความแม่นของวิธีการทดสอบ

4. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากวิธีการทดสอบที่เป็นที่รู้จักกันดี “Well Recognized Test Method”

วิธีการดังกล่าวได้มีการกำหนดขีดจำกัดแหล่งของค่าความไม่แน่นอนของการวัดหลัก และกำหนดรูปแบบการรายงานผลการทดสอบเอาไว้แล้ว การทดสอบนั้นมีการระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัดสูงสุดที่ยอมรับได้ หรือขอบเขตที่ยอมได้มากที่สุดของแต่ละการวัด และวิธีการทดสอบที่มีการระบุขอบเขตของสภาวะแวดล้อม หรือปัจจัยอื่นๆ ที่รู้ว่ามีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการต้องแสดงให้เห็นขีดความสามารถในการทดสอบ และสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุในวิธีการทดสอบของห้องปฏิบัติการนั้น ๆ

การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด

สำหรับขั้นตอนการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด มีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การประมาณแบบ Type A และ Type B

1.1 การประมาณแบบ Type A เป็นการประมาณค่าที่ได้จากการวัดซ้ำหรือเป็นความไม่แน่นอนแบบสุ่ม โดยการคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย การประมาณความไม่แน่นอน Type A ควรที่จะพิจารณาโดยเริ่มจากการหาค่าเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของผลการวัด ถ้าการวัดซ้ำ ๆ กันจำนวน n ครั้ง

แล้วหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลจาก $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_k$

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

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย $\sigma = \frac{Sd}{\sqrt{n}}$

1.1 การประมาณแบบ Type B เป็นส่วนประกอบความไม่แน่นอนแบบระบบและพิจารณาจากค่าแก้ที่เป็นค่าความผิดพลาดคงที่ที่เกิดขึ้นขณะทำการวัด

ส่วนประกอบของการประมาณค่าความไม่แน่นอนมาตรฐาน Type B โดยทั่วไปมักมีแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนแบบ Type B ได้แก่

- รายงานค่าความไม่แน่นอนของมาตรฐานอ้างอิง และค่าที่แปรเปลี่ยน หรือค่าไม่คงตัวของมาตรฐานอ้างอิง
- เครื่องมือวัด หรือเครื่องมือสอบเทียบ รวมถึงอุปกรณ์ประกอบ เช่น สายต่อ
- ค่าความละเอียดของเครื่องมือที่ถูกวัด หรือสอบเทียบ
- วิธีการดำเนินการ
- ผลของสภาวะแวดล้อม

ส่วนประกอบของการประมาณแบบ TypeB ควรที่จะแสดงลักษณะของการแจกแจงความน่าจะเป็นโดยทั่วไปเป็นการแจกแจงแบบปกติ แต่อาจเป็นการแจกแจงในลักษณะอื่นขึ้นกับธรรมชาติของความน่าจะเป็นของปัจจัยต่าง ๆ

2. ความไม่แน่นอนมาตรฐาน (standard uncertainty)

ปรับค่าส่วนประกอบของความไม่แน่นอน ให้เข้าสู่ความไม่แน่นอนมาตรฐาน ที่ 1σ หรือที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 68% เพื่อปรับให้ค่าความไม่แน่นอนอยู่ในพื้นฐานเดียวกัน โดยใช้ตัวหาร (divisor) นำมาหารส่วนประกอบของความไม่แน่นอน ตัวหารดังกล่าวขึ้นกับลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็น โดยมีหลักการพิจารณาดังนี้คือ

Divisor = 2 สำหรับ การแจกแจงแบบปกติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Divisor = 3 สำหรับ การแจกแจงแบบปกติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

Divisor = $\sqrt{3}$ สำหรับ การแจกแจงแบบสี่เหลี่ยม

Divisor = $\sqrt{6}$ สำหรับ การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม

Divisor = $\sqrt{2}$ สำหรับ การแจกแจงแบบยู (U-shaped)

1. ความไม่แน่นอนรวม (combined uncertainty)

ส่วนประกอบของค่าความไม่แน่นอนมาตรฐานทั้งหมดจะถูกรวมเป็นค่าเดียวโดยการรวมค่าความไม่แน่นอนดังสมการ

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{b1}^2 + u_{b2}^2 + u_{b3}^2 + u_{b4}^2}$$

2. ความไม่แน่นอนขยาย (expanded uncertainty)

ความไม่แน่นอนขยาย จะถูกปรับตามระดับความเชื่อมั่นที่พิจารณา หาได้จากผลคูณของค่า coverage factor k กับค่าความไม่แน่นอนรวม

$$U = ku_c$$

K = 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 68 %

K = 2 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การรายงานผลการทดสอบที่ประกอบด้วยค่าความไม่แน่นอน จะช่วยประกอบการตัดสินผลการทดสอบดังกล่าวว่าผลการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดตามกฎหมาย หรือข้อกำหนดของลูกค้าที่จะยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งจะเห็นว่าค่าความไม่แน่นอนมีความสำคัญยิ่ง และห้องปฏิบัติการทดสอบควรที่จะมีการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดอย่างสมเหตุสมผล

เอกสารอ้างอิง

ISO GUM	Guide to The Expression of Uncertainty in Measurement
APLAC TC005	Interpretation and Guidance on the Estimation of Uncertainty of Measurement in testing
ISO 21748	Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation