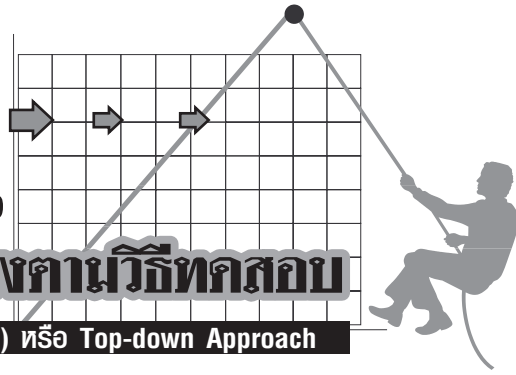


แนวทาง

การประมาณค่าความไม่แน่นอนของ

การวัดแก๊สออกกลางตามวิธีทดสอบ

(Analytical Methods Approach) หรือ Top-down Approach



พจนาน คำจีน

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดและ/หรือประมาณค่าตัวแปรในวิธีทดสอบหลายวิธี ซึ่งข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ไม่ได้ระบุว่าต้องใช้แนวทางใด เพียงแต่ให้ห้องปฏิบัติการใช้แนวทางทางสถิติที่ถูกต้อง (valid approaches) แนวทางที่มีการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดอย่างสมเหตุสมผลและพิจารณาแล้วว่าถูกต้องตามหลักวิชาการแนวทางเหล่านี้ได้แก่ 1. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดตาม ISO GUM (ISO GUM Approach or Bottom-up Approach) 2. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical Methods Committee Approach or Top-down Approach) 3. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อมูลในกระบวนการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการทดสอบ (Uncertainty using the information from the validation process) 4. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากวิธีการทดสอบที่เป็นที่รู้จักกันดี (Well Recognized Test Method)

เอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical Methods Approach) หรือ Top-down Approach

คำนำ

แนวทางการประเมินค่าความไม่แน่นอนของการวัด ในแต่ละแนวทางมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้คือ

1. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดตาม ISO GUM เป็นแนวทางที่เข้มงวดในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด มีรูปแบบที่

ชัดเจนในโครงสร้างและการกำหนดค่าความไม่แน่นอนของการวัด หากห้องปฏิบัติการต้องการพัฒนาทางเทคนิคการทดสอบ โดยใช้หลักการลด-เพิ่มความไม่แน่นอนในแต่ละปัจจัย แนวทางนี้จะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดและสามารถเห็นแนวทางการพัฒนาได้อย่างชัดเจน และแนวทางนี้เหมาะสมกับวิธีการใหม่ที่ยังไม่มีข้อมูลตัวเลขจากการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพที่เหมาะสม

2. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical Methods Committee Approach or Top-down Approach) เป็นแนวทางที่ได้จากข้อมูลของกลุ่มห้องปฏิบัติการ โดยการนำค่าความผิดพลาดทั้งเชิงระบบ และเชิงสุ่ม คือ bias, repeatability และ reproducibility มาพิจารณาค่าความไม่แน่นอนของการวัด แนวทางนี้จะดำเนินการได้หากมีโปรแกรมการทดสอบความชำนาญอย่างเหมาะสม นั่นคือครอบคลุมช่วงการวัดและลักษณะตัวอย่าง หรืออาจใช้ ฟังก์ชัน Horwitz

3. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อมูลในกระบวนการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการทดสอบ (Uncertainty using the information from the validation process)

ค่าความไม่แน่นอนของการวัดคำนวณจากผลรวมขององค์ประกอบจากการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ค่า bias ของกระบวนการวัด และองค์ประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง แนวทางนี้เป็นแนวทางที่ง่าย ปฏิบัติได้ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูง ข้อสำคัญคือ ความแม่นยำของวิธีการทดสอบอาจได้จากผลการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการเดียว ต้องมีการสอบกลับได้อย่างเหมาะสม

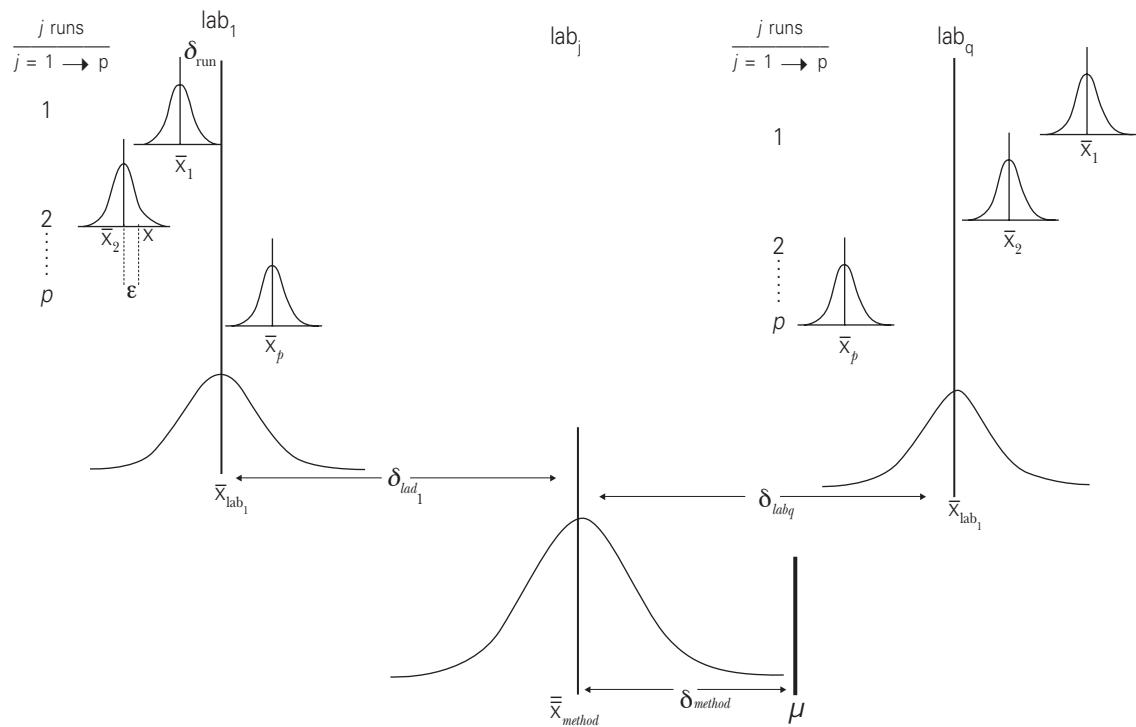
ข้อจำกัดของแนวทางนี้ คือจำนวนและชนิดของสารอ้างอิงมาตรฐานมีจำกัด และหากการสอบกลับได้อยู่ในระดับล่าง ห้องปฏิบัติการควรพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ เพิ่มในแหล่งความไม่แน่นอนของการวัด ยิ่งไปกว่านั้นห้องปฏิบัติการจะต้องระมัดระวังตัวแปรที่อาจไม่ได้รวมในการประมาณค่าความแม่นยำของวิธีการทดสอบ

4. แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากวิธีการทดสอบที่เป็นที่รู้จักกันดี (Well Recognized Test Method) วิธีการดังกล่าวได้มีการกำหนดขีดจำกัดของแหล่งของค่าความไม่แน่นอนของการวัดหลัก และกำหนดรูปแบบการรายงานผลการทดสอบเอาไว้แล้ว การทดสอบนั้น มีการระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัดสูงสุดที่ยอมรับได้ หรือขอบเขตที่ยอมรับได้มากที่สุดของแต่ละการวัด และวิธีการทดสอบที่มีการระบุขอบเขตของสภาวะแวดล้อม หรือปัจจัยอื่นๆ ที่รู้ว่ามีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการทดสอบ ห้องปฏิบัติการต้องแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการทดสอบ และสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ระบุ ตามที่วิธีการทดสอบระบุอย่างเคร่งครัด

แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ (Analytical Methods Approach) หรือ Top-down Approach

เอกสารฉบับนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ

แนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ เป็นแนวทางที่ได้จากข้อมูลของกลุ่มห้องปฏิบัติการที่เชี่ยวชาญในการดำเนินการตามวิธีทดสอบนั้นๆ ซึ่งผลจากความผิดพลาดเชิงสุ่ม (random error) และความผิดพลาดเชิงระบบ (systematic error) ที่เกิดขึ้นภายในแต่ละห้องปฏิบัติการ จะกลายมาเป็นความผิดพลาดเชิงสุ่มเมื่อพิจารณาภาพรวมภายในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงการออกแบบการทดลองสำหรับการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดแบบ "top-down" โดยกำหนดให้ห้องปฏิบัติการจำนวน q ห้องปฏิบัติการ ทำการวัดซ้ำ p ครั้ง โดยวิธีทดสอบที่กำหนด ภาพนี้ค่าเฉลี่ยของวิธีทดสอบดังกล่าวคือ \bar{x}_{method} ค่าความผิดพลาดเชิงสุ่มของแต่ละผลการวัด (ϵ) ค่าความเอนเอียงของการวัด (δ_{run}) ค่าความเอนเอียงของห้องปฏิบัติการ (δ_{lab}) และค่าความเอนเอียงของวิธีทดสอบ (δ_{method})

เมื่อทำการวัดตัวอย่างที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันเป็นไปตามข้อกำหนดของวิธีการทดสอบ ผลการวัดและค่าจริงในระบบการวัดมีความสัมพันธ์ดังนี้คือ

$$Value = \mu + \delta_{method} + \delta_{lad} + \delta_{run} + \varepsilon$$

เมื่อ *value* คือ ผลการวัด

μ คือ ค่าจริง (true value)

δ_{method} คือ ค่าความเอนเอียงของวิธีทดสอบ

δ_{lad} คือ ค่าความเอนเอียงของห้องปฏิบัติการ

δ_{run} คือ ค่าความเอนเอียงของการวัด

ε คือ ค่าความผิดพลาดเชิงสุ่มของแต่ละผลการวัด

ในแนวทางการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อตกลงตามวิธีทดสอบ เป็นการพิจารณาผลการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ จากข้อมูลของกลุ่มจะได้ค่าความเอนเอียงของวิธีทดสอบ (method bias) เป็นความผิดพลาดเชิงระบบ และค่าความเอนเอียงของการวัด และของห้องปฏิบัติการ (laboratory and run bias) เป็นค่าความผิดพลาดเชิงสุ่มหรือความแปรปรวนในระบบ

ดังนั้นค่าความไม่แน่นอนจะต้องรวมปัจจัยทั้งหมดที่จะส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบ แหล่งของค่าความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับค่าความแตกต่างของค่าความเอนเอียงของห้องปฏิบัติการของผลการวัด และการวัดซ้ำของแต่ละห้องปฏิบัติการ ดังนั้นผลรวมของค่าความไม่แน่นอนแสดงได้ดังนี้

$$U (value) = k \times \sqrt{\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{run}^2 + \sigma_{lad}^2 + u_{method}^2}$$

$$= k \times S_R = k \times \sqrt{S_L^2 + \frac{S_r}{n}}$$

เมื่อ

σ_{ε} เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากความผิดพลาดเชิงสุ่ม

σ_{run} เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากความเอนเอียงของแต่ละการวัด

σ_{lad} เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากความเอนเอียงของแต่ละห้องปฏิบัติการ

σ_{method} เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากความเอนเอียงของวิธีทดสอบ

S_R เป็นค่า reproducibility ของกลุ่มห้องปฏิบัติการในกิจกรรมการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ

S_L เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนระหว่างกลุ่มห้องปฏิบัติการ ในกิจกรรมการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ

S_r เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนภายในห้องปฏิบัติการ

k เป็นค่า coverage factor เพื่อขยายระดับความเชื่อมั่นของค่าความไม่แน่นอน ปกติ $k = 2$ ที่ระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95 % ของการกระจายความน่าจะเป็นแบบปกติ

ตัวอย่าง การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัดจากข้อมูลการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการจำนวน 10 ครั้งของห้องปฏิบัติการ A ทดสอบด้านสิ่งแวดล้อม ได้ข้อมูล s_R ซึ่งเป็นค่า reproducibility ของกลุ่มห้องปฏิบัติการในกิจกรรมการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ

Variable	Nominal Value	Lab A % deviation	S_R (absolute)	S_R %	No. of labs	Uncertainty $U = 2 \times S_R$ (abs)
pH	7.64	-0.037	0.101		90	0.202
Conductivity, mS/m	12.5	-2.8	0.40	3.2	86	0.8
Alkalinity, mmol/L	0.673	2.3	0.026	3.9	60	0.052
Turbidity, FNU	1.4	-9.1	0.1	14.2	44	0.2
NH ₄ -N, $\mu\text{g} / \text{L}$	146	2.2	12.0	8.8	34	24
NO ₃ -N, $\mu\text{g} / \text{L}$	432	-1.6	16.3	3.7	39	32.6

สรุป

ข้อดีและข้อเสียของแนวทาง "Top-down Approach"

แนวทางนี้จะดำเนินการได้หากมีโปรแกรมการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามในหลายๆ ช่วงการวัดและหลายๆ ลักษณะตัวอย่าง ไม่มีการจัดกิจกรรมการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอและเหมาะสม

สำหรับแนวทางนี้หากห้องปฏิบัติการมีค่าความเอนเอียงของห้องปฏิบัติการน้อย การใช้แนวทางนี้ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดอาจสูงเกินจริงในทางกลับกัน หากค่าความเอนเอียงของห้องปฏิบัติการมีค่าสูงมาก การพิจารณาค่าความไม่แน่นอนของการวัดโดยใช้แนวทางนี้อาจต่ำกว่าความเป็นจริง

เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation. **ISO 21748**.

Magnusson, Bertil; Näykki, Teemu ; and Hovind, Håvard . **Handbook for calculation of measurement uncertainty in environment laboratories**. 2 nd.ed. Nordtest Report TR537. Approved 2004-02. Tekniikantie, Fin.: Nordtest, [Online] [cited 15 September 2008] Available from Internet : <http://www.nordtest.org/register/techn/tlibrary/tec537.pdf>. ISSN: 0283-7234 .

Maroto, Alicia. , et.al. Evaluating uncertainty in routine analysis , **Trends in Analytical Chemistry**, September-October, 1999, vol.18, nos.9-10. p. 577-584.