

ระดับน้ำและการสอบเทียบระดับน้ำ

บทนำ

ระดับน้ำ (Precision Level หรือ Spirit Level หรือ Bubble Level) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวัดระดับความเอียงของระนาบ โดยทั่วไประดับน้ำที่เราคุ้นเคยจะเป็นแบบที่มีของเหลวบรรจุในหลอดแก้ว

โดยทั่วไปของเหลวที่ถูกเลือกมาใช้บรรจุในหลอดแก้วมักจะเป็นเอธานอล เนื่องจากมีจุดเยือกแข็งต่ำ คือ ประมาณ -114°C เพื่อป้องกันการแข็งตัวของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในจึงมีการออกแบบให้เหลือที่ว่างให้สำหรับฟองอากาศเพื่อเป็นตัวอ่านค่าในปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในงานที่มีความสะดวกมากขึ้น อีกทั้งสามารถใช้งานในพิสัยการวัดที่กว้างกว่ามีความถูกต้องและเที่ยงตรงสูงกว่า อย่างไรก็ตามระดับแบบหลอดแก้วก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ เนื่องจากใช้งานง่ายและราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1 ระดับน้ำแบบต่างๆ

ประวัติความเป็นมา

ระดับน้ำถูกประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกโดย Melchisedech Thevenot ชาวฝรั่งเศส (ค.ศ.1620-1692) แต่ในยุคสมัยดังกล่าวระดับน้ำที่เขาประดิษฐ์ขึ้นไม่เป็นที่นิยมใช้กันนัก จนกระทั่งศตวรรษที่ 18 จึงมีการนำกลับมาใช้อีกและถูกดัดแปลงจนกระทั่งเป็นแบบปัจจุบัน

การใช้งาน

ระดับน้ำถูกนำมาใช้งานหลายๆ ด้านเช่น การก่อสร้างอาคาร ทำถนน การสำรวจ ก่ออิฐ การติดตั้งเครื่องจักร ตลอดจน

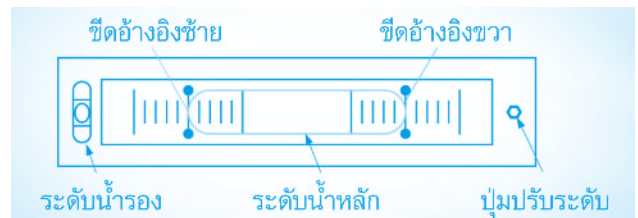
งานที่ต้องใช้ความถูกต้องแม่นยำสูง เช่น การสอบเทียบโต๊ะระดับ (Surface Plate Calibration)



รูปที่ 2 การใช้งานระดับน้ำ

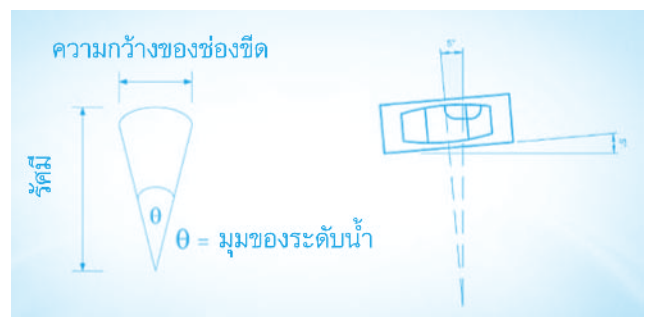
หลักการทํางาน

สามารถแบ่งประเภทของระดับน้ำได้ง่ายๆ จากลักษณะการทำงานเป็นสองแบบ คือ แบบเชิงกลและแบบอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 3 ระดับน้ำแบบเชิงกล

หลักการทํางาน คือ การเคลื่อนที่ของฟองอากาศภายในหลอดแก้วจะเคลื่อนที่ไปสู่ตำแหน่งสูงสุด เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำกับของเหลวที่อยู่ภายในหลอดแก้ว ดังนั้น มุมที่เกิดจากการเอียงของระดับน้ำสามารถหาได้จากระยะการเคลื่อนที่ของฟองอากาศ

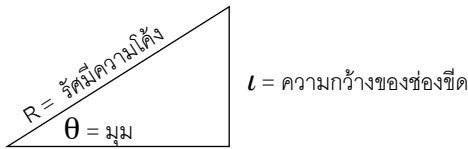


รูปที่ 4 หลักการของระดับน้ำแบบเชิงกล

จากรูปจะเห็นได้ว่าขีดช่องสเกลของหลอดแก้วโค้งที่ใช้ทำระดับน้ำจะถูกสร้างให้เป็นไปตามสมการ

$$\text{มุมของระดับน้ำ} = \frac{\text{ความกว้างของช่องขีด}}{\text{รัศมีความโค้ง}}$$

ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการสร้างระดับน้ำที่มีความละเอียด 0.02 mm/m หรือประมาณ 0.001146° โดยต้องการให้แต่ละขีดมีความกว้าง 2 mm เราจะได้ว่าหลอดแก้วจะต้องมีรัศมีความโค้งเป็นไปตามสมการ



$$\begin{aligned} \text{รัศมีความโค้ง} &= \frac{\text{ความกว้างของช่องขีด}}{\sin \theta} = \frac{2 \text{ mm}}{\sin (0.001146^\circ)} \approx 10^5 \text{ mm} \\ &\approx 100 \text{ m} \end{aligned}$$

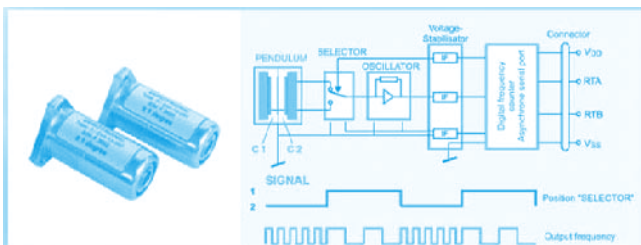
แต่ในกระบวนการผลิตนั้น การทำหลอดแก้วให้ได้รัศมีความโค้ง ตามตัวอย่างการคำนวณนั้นทำได้ค่อนข้างยาก จึงควรใช้หลักเกณฑ์ว่าหลอดแก้วที่มีรัศมีความโค้งตามหลักการคำนวณจะมีความถูกต้องสูงกว่า



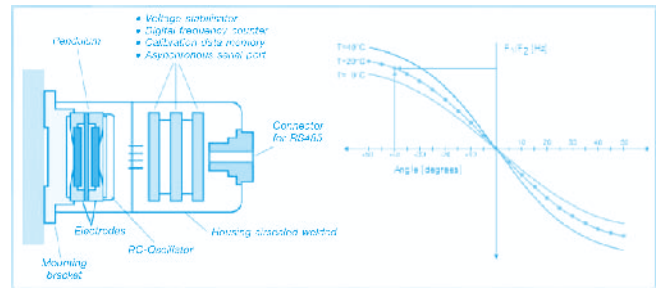
รูปที่ 5 เปรียบเทียบความโค้งระดับน้ำแบบเชิงกล

ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันมีการประดิษฐ์ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาหลายแบบ แต่ละแบบอาจมีวิธีการต่างกันไปตามวิธีการของผู้ผลิต โดยมีลักษณะร่วมกัน คือ ใช้ตัวรับสัญญาณที่สามารถแปลงสัญญาณที่เกิดจากการเอียงของเครื่องมือเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ในที่นี้จะขอยกมาเพียงหนึ่งตัวอย่างซึ่งเป็นแบบที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติใช้อยู่



รูปที่ 6 ตัวอย่างตัวรับสัญญาณและกลไกการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าแบบหนึ่ง



รูปที่ 7 กลไกการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ Capacitance Pendulum

หลักการทำงานคือแผ่นลูกตุ้มถูกแขวนอยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าสองข้างเมื่อเอียงตัวรับสัญญาณ แผ่นลูกตุ้มก็จะเอียงออกจากตำแหน่งศูนย์อ้างอิง (Zero Position) ตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้ค่าความจุทางไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าไม่เท่ากัน เป็นผลให้ความถี่ที่ส่งไปยังตัวรับคือ RC-ออสซิลเลเตอร์ไม่เท่ากัน อัตราส่วนของความถี่ที่ต่างกันนี้คือสัญญาณทางไฟฟ้าที่จะถูกแปลงค่าเป็นมุมอีกทีหนึ่ง ภายในตัวรับสัญญาณจะถูกบรรจุด้วยไมโครเจนเลอร์เพื่อป้องกันอิทธิพลจากความชื้นภายนอกและยังช่วยลดสัญญาณรบกวนอีกด้วย

ในกระบวนการสอบเทียบตัวรับสัญญาณนั้นจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการหาค่าแบบการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) แบบหนึ่ง ค่าที่ได้นั้นอาจมีการชดเชยทางอิเล็กทรอนิกส์แล้วถูกบันทึกข้อมูลลงในตัวรับสัญญาณ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิก็ต้องถูกนำมาคำนวณเพื่อชดเชยค่าที่ได้จากตัวรับสัญญาณด้วย

การสอบเทียบระดับน้ำ

มีหลายวิธีที่จะสอบเทียบระดับน้ำ แต่โดยหลักการแล้วจะคล้ายๆ กัน กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ที่สามารถปรับระดับความเอียงได้ เช่น เครื่องสร้างมุมแบบละเอียด หรือคานยกระดับและมีเครื่องมือมาตรฐาน เช่น ระดับน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือกล้องวัดมุมแบบรวมแสงอัตโนมัติ ที่ใช้เปรียบเทียบค่ากับระดับน้ำ วิธีการสอบเทียบ คือ ตั้งระดับน้ำและเครื่องมือมาตรฐานที่ระดับอ้างอิง (Reference Position) แล้วเริ่มปรับระดับความเอียงโดยหมุนหัวปรับเครื่องสร้างมุมแบบละเอียด หรือคานยกระดับไปตามตำแหน่งที่ต้องการสอบเทียบ บันทึกค่าระดับน้ำและเครื่องมือมาตรฐาน

ที่มา: จากวารสาร Metrology Info ปีที่ 11 ฉบับที่ 51
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ