

หน่วยที่ 13 เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง หมายถึง เครื่องมือที่รวมเอา การเก็บตัวอย่างอากาศ นำไปวิเคราะห์ และสามารถแปลผลได้ในเครื่องมือเดียวกันและ

ยังสามารถประมวลผลการตรวจและเพื่อแสดงให้เห็นได้ทันทีที่ทำการตรวจวัด

ระบุค่าความ เข้มข้นของสารที่ตรวจวัดได้ชัดเจนและตรงกับความเป็นจริง

ข้อดี

1. สามารถวัดและอ่านค่าความเข้มข้นของปนเปื้อนหรือสารเคมีในบรรยากาศได้ทันทีทันใดซึ่งสามารถประเมินสภาวะแวดล้อมในบริเวณนั้นๆ ได้อย่างทันท่วงที
2. สามารถบันทึก ความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนหรือสารเคมีติดต่อกันได้นาน 24-48 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้
3. สามารถติดตั้งระบบเตือนภัยเข้ากับเครื่องเหล่านี้ เพื่อใช้ในการเตือนผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงสภาวะอันตรายที่ตรวจพบได้
4. ลดจำนวนการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการลงได้
5. เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาและจัดเตรียมตรวจวัดที่สมบูรณ์และซับซ้อนต่อไป
6. สามารถใช้แทนการตรวจวัด ทางห้องปฏิบัติการในจุดที่ ยุ่งยากและลำบากในการเก็บตัวอย่าง วิธีอื่นๆ
7. ไม่เปลืองค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ วิเคราะห์แต่ละครั้ง
8. ใช้ในการติดตาม ตรวจวัดการสัมผัสของบุคคล (Personal exposure) ได้สะดวกและรวดเร็ว กว่าวิธีอื่น
9. เพื่อใช้ผลในการตัดสินใจเลือกใช้ เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากากกรองสารเคมี
10. ใช้ตรวจสอบในการทำ Fit Testing ของหน้ากากกรองสารเคมี

ข้อจำกัด

1. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง บางชนิดมีราคาสูง
2. จำเป็นต้องมีการปรับค่าความถูกต้องบ่อยๆหากไม่ได้รับการปรับเทียบความถูกต้องจะมีปัญหา ต่อการใช้เครื่อง
3. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง บางชนิดไม่สามารถนำ เครื่องติดตัวไปได้เนื่องจากมีข้อจำกัดบาง อย่าง เช่น น้ำหนัก ไม่ใช่เครื่องมือที่ได้รับรองการเกิดประกายส่งผลต่อการระเบิดได้ (Explosion proof)
4. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงบางชนิด ไวต่อการรบกวนจากสารเคมี ทำให้การอ่านค่าผิดพลาด
5. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง บางชนิด มีรายละเอียด และข้อจำกัด ในการใช้ และการบำรุงรักษา ยุ่งยาก ซับซ้อน
6. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงบางชนิด มีการแปลผลไม่ชัดเจน เช่น การเปลี่ยนสีเทียบค่า ยากต่อการอ่านค่า

วัตถุประสงค์ของการใช้เครื่องมือ มีดังนี้

1. เพื่อค้นหาแหล่งกำเนิดสารอันตรายในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง
2. เพื่อตรวจสอบว่าค่าความเข้มข้นของสารปนเปื้อนหรือสารที่เป็นอันตรายในบรรยากาศการทำงาน เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่
3. เพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาพการทำงานและสมรรถภาพของเครื่องมือที่ใช้สำหรับควบคุมหรือกำจัดสิ่งปนเปื้อนในบรรยากาศว่ายังคงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเหมือนเดิมหรือไม่
4. เพื่อตรวจสอบสภาวะแวดล้อมของสถานที่ต้องเข้าไปปฏิบัติงานในกรณีฉุกเฉินว่ามีสภาพบรรยากาศที่จะเป็นอันตรายต่อผู้ที่ จะเข้าไปปฏิบัติงานหรือไม่

- เพื่อติดตั้งร่วมกับระบบเตือนภัย (Alarm system) สำหรับเตือนภัยในกรณีที่ระบบควบคุมสารที่เป็นอันตรายเกิดการขัดข้อง และมีสารที่เป็นอันตรายรั่วไหลออกมายังบรรยากาศของการทำงาน

-เพื่อที่จะบันทึกค่าความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในบรรยากาศของสถานที่ทำงาน ในลักษณะ เอกสารถาวร

5. เพื่อตรวจสอบสถานะภายในที่อับอากาศว่าเหมาะสมและปลอดภัยเพียงพอที่จะเข้าไปดำเนินการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ซึ่งการติดตาม ตรวจสอบนี้จะทำด้วยเหตุผล ดังต่อไปนี้

5.1 เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนว่ามีความเข้มข้นเพียงพอ และเหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงาน ในการที่จะดำเนินงานอย่างต่อเนื่องในที่อับอากาศ

5.2 เพื่อวัดระดับความเข้มข้นของสารพิษที่เจือปนอยู่ในสถานที่อับอากาศว่าลดลงต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และช่วยในการตัดสินใจที่จะเจือจางสารพิษด้วยมาตรการอื่น ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าปฏิบัติหน้าที่ได้

ชนิดของเครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

การแบ่งประเภทตามลักษณะทางกายภาพของสารปนเปื้อนในบรรยากาศที่ต้องการตรวจวัด

สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงที่ใช้วัดอนุภาค
2. เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงที่ใช้วัดก๊าซและไอ

การแบ่งประเภทตามคุณสมบัติของสารปนเปื้อนในบรรยากาศที่ต้องการตรวจวัด

1. สารปนเปื้อนที่อยู่ในประเภทสารพิษ (Toxic substance) เป็นสารปนเปื้อนที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ตามลักษณะความเป็นพิษของสารเคมีปนเปื้อนนั้นๆ ตัวอย่างของสารที่สามารถตรวจวัดได้ โดยเครื่องมืออ่านค่าโดยตรง คือ เบนซีน (Benzene) สารปรอท (Mercury)
 2. สารปนเปื้อนที่อยู่ในประเภทสารไวไฟ (Combustible substance) เป็นสารปนเปื้อนที่อันตรายหลักที่เกิดขึ้นได้ง่ายและเด่นชัด ส่งผลต่อสถานการณ์การทำงานที่เสี่ยงต่อการลุกติดไฟ ตัวอย่างของสารเหล่านี้ ได้แก่ มีเทน (Methane) โพรเพน (Propane) แอลพีจี (LPG) ไฮโดรเจน (Hydrogen)
 3. ปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศการทำงาน (Oxygen) ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความจำเป็นต่อการหายใจของมนุษย์ จำเป็นต้องมีระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 19-23% หากมีค่าความเข้มข้นที่ ต่ำกว่า 19% หรือสูงกว่า 23% ของอากาศที่ใช้ในการหายใจ ร่างกายผู้ปฏิบัติงานอาจเกิดอันตรายได้ จึงต้องพิจารณาเครื่องช่วยหายใจในการทำงาน หรือ ระวังการทำงานเพื่อปรับสภาพการทำงาน ให้เหมาะสมก่อน
- การแบ่งตามหลักการทำงานของเครื่องมือ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. แบ่งตามหลักทางกายภาพ

- 1.1 ชนิดที่ใช้หลักการเทียบสี (Colorimetric type)
- 1.2 ชนิดที่ใช้หลักการความร้อน (Thermal type)
- 1.3 ชนิดที่ใช้หลักการไฟฟ้า (Electrical type)
- 1.4 ชนิดที่ใช้หลักการมองเห็น (Optical type)
- 1.5 ชนิดที่ใช้หลักการวัดความเข้มของแสง (Photometric type)

2. แบ่งตามหลักทางกายภาพและเคมี

- 2.1 เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงที่ใช้หลักการทางกายภาพ

2.2 เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง ที่ใช้หลักการเปลี่ยนสีทางเคมี

3. แบ่งตามกลไกการนำสารตัวอย่างเข้าในเครื่องมือ

3.1 เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง (Passive sampling)

3.2 เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง (Active sampling)

หลักการทำงานพื้นฐาน และ การเลือกใช้อุปกรณ์แบบอ่านค่าโดยตรง

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงมีหลักการทำงานพื้นฐานคือการนำอากาศตัวอย่างส่งเข้าไปยังส่วนรับรู้ (Sensor) โดยมีเครื่องดูดอากาศ (Active sampling) หรือโดยการแพร่กระจายเข้าไปเอง (Passive sampling) แล้วถูกวิเคราะห์โดยเครื่องมือ (Meter) ชนิดต่างๆ เช่น หลอดตรวจวัดเครื่องวัดก๊าซไวไฟ เครื่องวัดก๊าซพิษและออกซิเจนขึ้นอยู่กับลักษณะของสิ่งแวดล้อมและก๊าซหรือ ไอที่จะทำการตรวจและจะแปลผลอ่านค่าโดยตรงแสดงผ่านจอแสดงผลหรือมาตรวัดในลักษณะต่างๆ กัน

เครื่องมือเก็บตัวอย่างแบบอ่านค่าโดยตรงประกอบด้วยส่วนที่ดูดอากาศเข้าไปเรียกป้อนส่งผ่านท่อหรือสายที่จะนำส่งอากาศตัวอย่างไปยังส่วนการวิเคราะห์ เรียกว่า เซนเซอร์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกส่งไปที่ตัวขยายสัญญาณ (Amplifier) และส่งผลการวิเคราะห์ออกมาทางจอแสดงผล

หลักในการพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดแบบอ่านค่าโดยตรง มีดังนี้

1. ผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ทั้งในเรื่องการผลิต และซ่อมอุปกรณ์
2. พิจารณาข้อมูลเฉพาะของเครื่อง (Specification) ให้เหมาะสมกับการตรวจวัดและสถานที่ใช้งาน เช่น
 - ชนิดของเซนเซอร์
 - ช่วง/ระดับในการตรวจวัด
 - ความแม่นยำ
 - ระยะเวลาในการตอบสนองค่าผลการวัด
 - อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะทำการวัด
 - แหล่งพลังงาน
 - ระดับความเข้มข้นที่วัดได้
3. การสอบเทียบอุปกรณ์มีความยุ่งยาก และซับซ้อนเพียงใด
4. อื่นๆ เช่น ข้อจำกัดอื่น ๆ ข้อมูลลักษณะธรรมชาติที่อันตราย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา

ประเภทของเครื่องมืออ่านค่าโดยตรง

เครื่องมืออ่านค่าโดยตรง ประเภทต่างๆที่มีความสำคัญในงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม คือ หลอดตรวจวัด เครื่องวัดก๊าซไวไฟชนิดต่างๆ วัดออกซิเจน และก๊าซพิษต่างๆ เครื่องวัดที่ใช้หลักการ Photo ionization และ Flame ionization เพื่อจะได้ทราบหลักการทำงานข้อดีและข้อจำกัดในการใช้งาน

หลอดตรวจวัด (Detector Tubes)

หลอดตัววัดได้ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกเมื่อปี 1917 ในมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด สำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศและตรวจวัดสารปนเปื้อนในอากาศได้อย่างรวดเร็ว

หลอดตรวจวัด คือ หลอดแก้วที่ปิดสนิทภายในบรรจุของแข็ง หรือเม็ดสาร เช่น ซิลิกาเจล อะลูมินาเรซิน หรือสารที่มีน้ำหนักเบา และมีรูพรุน วัสดุที่บรรจุเข้าไปในหลอดแก้วจะถูกผสมกับสารเคมี ซึ่งสามารถ

เปลี่ยนสีเมื่อทำปฏิกิริยาสารปนเปื้อนในอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในหลอดแก้ว แนวยาวของสีที่เปลี่ยน หรือความเข้มของสีที่เปลี่ยน เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานเป็นตัวชี้วัดปริมาณของสารที่อยู่ในตัวอย่างอากาศ

ชนิดของปั๊มที่ใช้กับหลอดเก็บตัวอย่าง

- **พิสตัน (Piston pump)**
- **เบลโลว์ปั๊ม (Bellow pump)**
- **ทรัมพ์ ปั๊ม (Thump pump)**

หลอดเก็บตัวอย่างอากาศ

หลอดเก็บตัวอย่างถูกผลิตขึ้น เพื่อใช้ในการเก็บสารปนเปื้อนในบรรยากาศ หลากหลายรูปแบบ ซึ่งมาจากหลายมาตรฐาน นอกจากนั้นยังมีความเข้มข้นแตกต่างกันไป เพื่อให้เลือกใช้ได้เหมาะสมกับลักษณะสารปนเปื้อนที่จะทำการเก็บ ปัจจุบันมีหลอดเก็บตัวอย่าง 4 ประเภทหลัก ดังนี้ คือ

1. หลอดเก็บตัวอย่างแบบมีมาตรวัดค่าความเข้มข้น
2. หลอดเก็บตัวอย่างแบบมีตารางเปรียบเทียบความเข้มข้น
3. หลอดเก็บตัวอย่างแบบเปลี่ยนสีตามความเข้มข้น
4. หลอดเก็บตัวอย่างแบบเปรียบเทียบสี

ข้อจำกัดของหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ

เนื่องจากหลอดเก็บตัวอย่างอากาศบรรจุสารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยา ฉะนั้นจึงไวต่อสภาวะต่างๆ ที่อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ฉะนั้นอะไรก็ตามที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีหรือความเสถียรของสารเคมีที่เก็บไว้ก็จะส่งผลกระทบต่อการทำงานและความแม่นยำของหลอดตรวจวัดอากาศด้วย สภาวะต่างๆเหล่านี้ คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความกดดันบรรยากาศ แสง เวลา และก๊าซรบกวนต่างๆ

เครื่องวัดก๊าซไวไฟ (Combustible Gas Indicator : CGI)

ตรวจวัดก๊าซและไอที่ไวไฟ ซึ่งสามารถวัดก๊าซไวไฟเป็นหน่วย ppm, % LEL, และ % ก๊าซต่อปริมาณอากาศ เครื่องวัดก๊าซที่ใช้กันแพร่หลาย มีหน่วยเป็น % LEL ซึ่งเป็นที่ใช้ในการพิจารณาว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิด ไฟไหม้และระเบิด

เครื่องวัดออกซิเจน และ ก๊าซพิษ (Oxygen and Toxic Gas Meters)

เครื่องมือตรวจวัดไอปรอท (Mercury vapor detector)

Photo Ionization Detectors (PID)

เครื่องเก็บตัวอย่างโฟโตไอออไนเซชัน Photoionization detector (PID) เป็นเครื่องมือใช้วัดสารที่มีความเข้มข้นต่ำในช่วงระหว่าง 0.1-2000 ppm. มักจะถูกนำมาใช้วัดในสภาพแวดล้อมที่คาดว่าจะมีสารปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นต่ำ เพื่อทดสอบหาการรั่วไหล ใช้สำรวจเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการศึกษาทางพิษวิทยา ใช้ติดตามประสิทธิภาพของระบบควบคุมการระบายอากาศ หรือการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน ใช้ตรวจจับสารตกค้างที่หลงเหลืออยู่ในดินหรือ น้ำ และใช้พิจารณาความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในการทำงานกับสารเคมีอันตราย

กิจกรรม

1. หลอดเก็บตัวอย่างอากาศมีกี่ประเภท อะไรบ้าง
2. เครื่องวัดก๊าซไวไฟที่อ่านค่าเป็น % LEL ใช้หลักการใดในการตรวจวัดก๊าซ หรือไอ
3. จงบอกข้อจำกัดของเซนเซอร์ชนิดไฟฟ้าเคมีอย่างน้อย 3 ข้อ
4. เครื่องมือชนิดใดที่ใช้หลักการไอออไนเซชันด้วยแสงอัลตราไวโอเลต และสามารถตรวจวัดสารเคมีที่มีค่าความเข้มข้นต่ำระหว่าง 0.1-2000 ppm

แนวตอบกิจกรรม

1. หลอดเก็บตัวอย่างมี 4 ประเภท ดังนี้
 - 1.1 หลอดเก็บตัวอย่างแบบมีมาตรวัดความเข้มข้น
 - 1.2 หลอดเก็บตัวอย่างแบบมีตารางเปรียบเทียบความเข้มข้น
 - 1.3 หลอดเก็บตัวอย่างแบบมีเปลี่ยนสีตามระดับความเข้มข้น
 - 1.4 หลอดเก็บตัวอย่างแบบเปรียบเทียบสี
2. เครื่องวัดก๊าซไวไฟใช้หลักการพื้นฐานของการเผาไหม้ของก๊าซ
3. ข้อจำกัดของเซนเซอร์ชนิดไฟฟ้าเคมี คือ
 - 3.1 ไวต่อสารรบกวนการตรวจวัด
 - 3.2 หมดสภาพที่มีประจุได้ หากเลือก โตรไลต์ที่เป็นกรดเจอกับด่างและอิเล็กโตรไลต์ที่เป็นด่างเจอกับกรด
 - 3.3 อายุของเซนเซอร์สั้นประมาณ 6 เดือน ถึง 1 ปี
4. Photo Ionization Detector (PID)