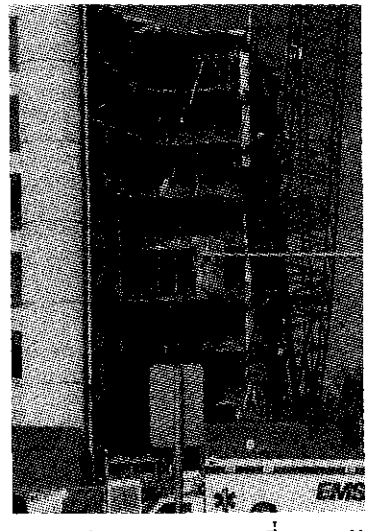
เทคโนโลยีในการตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติด

วรศิษย์ อุชัย

Uchai, W.[1] (2002).* **Explosives and Narcotics Deteection Technology.** *Suranaree J. Sci. Technol. 9:219-229.*

บทนำ

ในรอบหลาย ๆ ปีที่ผ่านมาได้เกิดเหตุการณ์ลอบวางระเบิดตามสถานที่ต่าง ๆ ในโลกใบนี้บ่อยครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งก็จะมีการสูญเสียมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ในปี พ.ศ. 2531 มีการลอบวางระเบิดในเครื่องบินของสายการบินแพนแอม (Pan Am) เที่ยวบินที่ 103 ที่ประเทศสก๊อตแลนด์ โดยซุกซ่อนระเบิดพลาสติกในเครื่องเล่นเทปแล้วใส่ในกระเป๋าเดินทางโดยปราศจากการตรวจพบโดยเครื่องตรวจกระเป๋าเดินทาง ในเหตุการณ์ครั้งนี้ทำให้เครื่องบินตกและมีผู้เสียชีวิตถึง 270 คน เมื่อไม่กี่ปีมานี้ มีการลอบวางระเบิดในอาคารที่ทำการรัฐของเมืองโอกลาโฮมาประเทศสหรัฐอเมริกา และเกิดระเบิดขึ้นทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 168 คน บาดเจ็บ 518 คน และทรัพย์สินเสียหายมูลค่ากว่า 100 ล้านเหรียญสหรัฐ รูปที่ 1 เป็นภาพความเสียหายของอาคารที่ทำการรัฐโอกลาโฮมาหลังจากการลอบวางระเบิดความขัดแย้งในตะวันออกกลางทำให้เกิดระเบิดพลีชีพในที่สาธารณะในประเทศอิสราเอลหลายครั้ง ทำให้ชาวอิสราเอลเสียชีวิตเป็นจำนวนมากในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน มีการลอบวางระเบิดตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น บนรางรถไฟที่ภาคใต้ และห้างโลตัส เป็นต้นเหตุการณ์เหล่านี้ทำให้การสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของมวลมนุษยชาติและแสดงให้เห็นว่าเครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ



รูปที่ 1. ความเสียหายของอาคารที่ทำการรัฐโอกลาโฮมาประเทศสหรัฐอเมริกาหลังถูกวางระเบิด

การแพร่กระจายของยาเสพติดก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียต่อโลกใบนี้มีประชาชนโดยเฉพาะเยาวชนในแต่ละประเทศติดยาเสพติดเป็นจำนวนมากทำให้ประเทศเหล่านั้นเกิดความอ่อนแอและขาดกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ในกรณีของประเทศไทยนั้นถือได้ว่าการแพร่กระจายของยาเสพติดเป็นไปอย่างรุนแรงโดยขณะนี้มีนักโทษเด็ดขาด (คดีถึงที่สุดแล้ว) ในคดียาเสพติด จำนวน 87,966 คน จากจำนวนนักโทษเด็ดขาดทั้งประเทศ 137,344

[1*] *อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000*

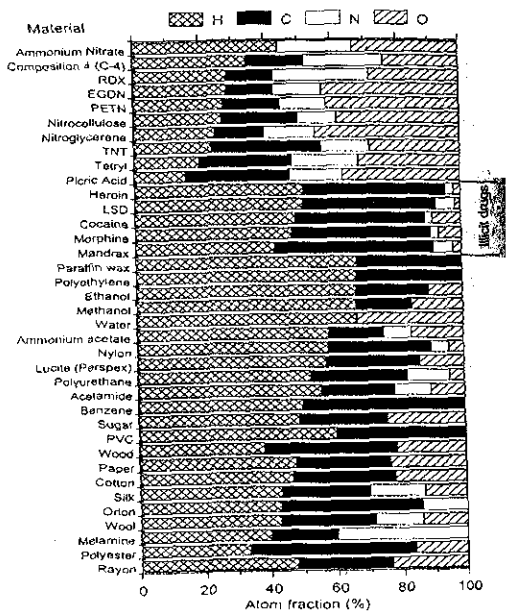
คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 64.05 ของนักโทษทั้งหมด [1] จำนวนนักโทษยาเสพติดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ามาตรการป้องกันการแพร่กระจายของยาเสพติดไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอเช่นเดียวกัน

เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดเป็นสิ่งสำคัญต่อมาตรการป้องกันดังกล่าวแล้ว ดังนั้นในปัจจุบันนี้จึงได้มีความพยายามที่จะพัฒนาเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ อย่างหลากหลาย บทความนี้จะกล่าวถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ โดยเริ่มต้นด้วยการกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของวัตถุระเบิดและยาเสพติด เพื่อให้สามารถเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดแต่ละประเภทได้ดีขึ้น ต่อจากนั้นจะกล่าวถึงประเภทของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่มีอยู่ในปัจจุบันและสุดท้ายจะเป็นการสรุป

ลักษณะโดยทั่วไปของวัตถุระเบิดและยาเสพติด

วัตถุระเบิดทุกชนิดที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะใช้ในทางทหารหรือทางพาณิชย์รวมทั้งยาเสพติดจะประกอบด้วยธาตุหลัก ๆ 4 ธาตุด้วยกัน คือ ไฮโดรเจน (H) คาร์บอน (C) ไนโตรเจน (N) และออกซิเจน (O) สัดส่วน (%) ของธาตุเหล่านี้ในวัตถุระเบิดและยาเสพติดจะแตกต่างจากค่าที่มีอยู่ในสิ่งของต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน รูปที่ 2 แสดงกราฟแท่งของสัดส่วนของธาตุ H, C, N และ O ในวัตถุระเบิด ยาเสพติดและสิ่งของอื่น ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน [2] ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าวัตถุระเบิดมี N และ O ในสัดส่วนที่สูงแต่มี C และ H เป็นสัดส่วนที่ต่ำ แต่ในทางตรงกันข้ามยาเสพติดจะมี C และ H ในสัดส่วนที่สูง แต่มี N และ O ในสัดส่วนที่ต่ำ อีกประการหนึ่งวัตถุระเบิดจะมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 1.2-2.0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าความหนาแน่นของสิ่งของอื่น ๆ นอกจากนี้อัตราส่วน C/O ของวัตถุระเบิด ยาเสพติดและสิ่งของอื่น ๆ ก็มีค่าแตกต่างกันด้วย [3] โดยค่า C/O ของยาเสพติดจะมีค่าสูงสุด อยู่ระหว่าง 3.0-3.5 ส่วนวัตถุระเบิดมีค่า C/O อยู่ระหว่าง 0.0- และสิ่งของอื่น ๆ มีค่า C/O อยู่ระหว่าง 1.0-2.5

ลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้นระหว่างวัตถุระเบิด ยาเสพติดและสิ่งของอื่น ๆ จะเป็นเสมือนลายนิ้วมือ (finger print) ที่เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดใช้ในการวินิจฉัยว่าสิ่งที่เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดกำลังตรวจสอบอยู่นั้นคืออะไร ใช่วัตถุระเบิดหรือยาเสพติดหรือไม่



รูปที่ 2. สัดส่วนของ H, C, N และ O ของวัตถุระเบิด ยาเสพติดและของใช้ประจำวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุทั้ง3มีสัดส่วนของ H, C, N และ O แตกต่างกัน

ประเภทของเทคโนโลยีที่ใช้ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติด

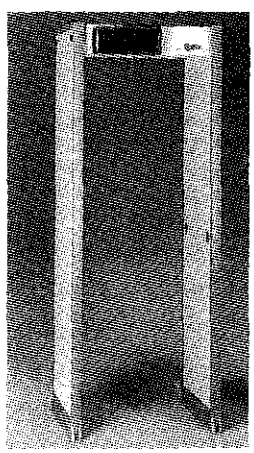
ในปัจจุบันนี้มีเทคโนโลยีหลายประเภทที่ใช้ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติด แต่ละประเภทจะมีหลักการทำงาน ความเหมาะสมในการใช้งานและข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกัน เราอาจจะแบ่งประเภทของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดได้ดังนี้

1. ประเภทตรวจหาโลหะ
2. ประเภทตรวจหาสารเคมี
3. ประเภทตรวจหากลิ่น
4. ประเภทตรวจโดยใช้รังสีเอ็กซ์
5. ประเภทตรวจโดยใช้รังสีแกมมา
6. ประเภทตรวจโดยใช้อนุภาคนิวตรอน
7. ประเภทตรวจโดยใช้คลื่นวิทยุ

หัวข้อต่อไปนี้จะเป็นรายละเอียดของหลักการทำงาน ความเหมาะสมในการใช้งานและข้อดี-ข้อเสียของเทคโนโลยีที่ใช้ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดแต่ละประเภท

ประเภทตรวจหาโลหะ

โดยปกติไม่ถือว่าเครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้เทคโนโลยีประเภทนี้เป็นเครื่องตรวจวัตถุระเบิดโดยตรงเพราะเหตุว่าไม่สามารถตรวจหาวัตถุระเบิดได้โดยตรงแต่จะตรวจหาโลหะที่ห่อหุ้มวัตถุระเบิดอีกทีหนึ่ง ดังนั้นจึงถือเป็นเครื่องช่วยตรวจหาวัตถุระเบิด (Accessory to Explosive Detection) เรามักจะใช้เครื่องประเภทนี้ ณ ทางเข้าสถานที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ห้องประชุม ทางเข้าห้องพักรอขึ้นเครื่องบินของผู้โดยสารเป็นต้น เครื่องชนิดนี้นอกจากจะสามารถตรวจหาวัตถุระเบิดได้แล้วยังสามารถตรวจหาอาวุธอื่น ๆ เช่น ปืน มีด และของมีคมอื่น ๆ ที่ทำด้วยโลหะได้อีกด้วย รูปที่ 3 เป็นภาพของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทตรวจหาโลหะซึ่งนิยมใช้กัน ณ ทางเข้าของสถานที่สำคัญต่าง ๆ



รูปที่ 3. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทตรวจหาโลหะซึ่งนิยมใช้กับสถานที่สำคัญต่าง ๆ เช่นห้องประชุม และทางเข้าห้องพักรอผู้โดยสารของสนามบิน

ข้อดีของเครื่องชนิดนี้คือมีราคาถูก(ประมาณ 2,000-20,000 เหรียญสหรัฐ) [4] แต่ก็มีข้อเสียที่ไม่สามารถตรวจวัตถุระเบิดชนิดที่ไม่มีโลหะเป็นองค์ประกอบได้ ในปัจจุบันนี้ถือได้ว่าเครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทนี้ได้รับการพัฒนาถึงจุดสุดยอดของเทคโนโลยีในด้านนี้แล้วจึงถือได้ว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดแล้วสำหรับเครื่องประเภทนี้

ประเภทตรวจหาสารเคมี

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยีประเภทนี้จะตรวจหาสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุระเบิดและยาเสพติด โดยจะตรวจหาไอ (vapor) หรืออนุภาคขนาดเล็กที่ปลดปล่อยออกมาจากสารเคมีนั้น แต่เนื่องจากไอหรืออนุภาคขนาดเล็กที่ปลดปล่อยออกมาจากวัตถุระเบิดหรือยาเสพติดมีปริมาณน้อยมาก จึงเป็นเรื่องยากที่จะออกแบบให้เครื่องตรวจประเภทนี้มีประสิทธิภาพ 100% [วัตถุระเบิดที่ทำด้วยสารประกอบ ethylne glycol dinitrate (EGDN) ซึ่งเป็นวัตถุระเบิดที่มีปริมาณไอสูงสุดของดินระเบิดไดนาไมท์ (dynamite) จะมีความดันไอ (vapor pressure) เท่ากับ 64 ppm หรือในอากาศ 1 ล้านส่วนมีวัตถุระเบิดเพียง 64 ส่วน ในกรณีของ ดินระเบิด TNT (trinitro toluene) ค่าความดันไอยิ่งน้อยลงไปอีกโดยจะมีวัตถุระเบิดเพียง 6 ppm] เทคโนโลยีที่ใช้ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทนี้มีอยู่หลายชนิด โดยแต่ละชนิดล้วนเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น Chemiluminescence, Gas Chromatography และ Mass spectrometry เป็นต้น

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้ควบคู่กับเครื่องตรวจประเภทตรวจหาโลหะโดยใช้ตรวจในบริเวณทางเข้าของสถานที่ต่าง ๆ รูปที่ 4 แสดงเครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทที่ใช้ตรวจหาสารเคมี ซึ่งสามารถตรวจวัตถุระเบิดได้หลายชนิด เช่น EGDN, NG, AN, TNT, RDX และ

PETN เป็นต้น ข้อดีของเครื่องประเภทนี้คือมีขนาดเล็ก เคลื่อนที่ได้ และมีราคาต่ำ (ประมาณ 20,000-150,000 เหรียญสหรัฐ) [5] แต่มีข้อเสียที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพในการตรวจหาวัตถุระเบิดที่มีดินระเบิดปริมาณน้อย ๆ ได้ และบางครั้งต้องเปิดกล่องหรือภาชนะที่บรรจุสิ่งของที่ต้องการตรวจเพื่อให้สามารถตรวจหาไอของสารที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุระเบิดที่บรรจุในกล่องหรือภาชนะนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 4. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทตรวจหาสารเคมีซึ่งสามารถตรวจหาวัตถุระเบิดที่ซุกซ่อนในรถยนต์

ประเภทตรวจหาภาพสามมิติ

สุนัขดมกลิ่นจัดเป็นเทคโนโลยีในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทหนึ่งซึ่งสามารถตรวจหาวัตถุระเบิดที่ซุกซ่อนอยู่ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ สุนัขดมกลิ่นเป็นที่นิยมใช้ในหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบทางด้านความมั่นคง เช่น หน่วยงานของทหาร ตำรวจและหน่วยรักษาความปลอดภัย เป็นต้น กระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาเป็นหน่วยที่ใช้สุนัขดมกลิ่นมากที่สุดและเคยใช้ในสงครามต่าง ๆ ตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 1 จนกระทั่งถึงสงครามเวียดนาม โดยใช้ในด้านการเฝ้าตรวจและลาดตระเวน ในปัจจุบันนี้กระทรวงกลาโหมสหรัฐมีสุนัขดมกลิ่นประจำการอยู่ตามที่ต่าง ๆ ทั่วโลกประมาณ 13,000 ตัวและมากกว่า 500 ตัวที่สามารถตรวจวัตถุระเบิดได้

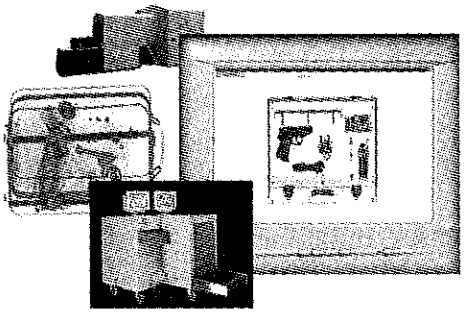
โดยหลักการแล้วถือว่าสุนัขดมกลิ่นสามารถตรวจหาวัตถุระเบิดและยาเสพติดได้ทุกชนิดถ้าได้รับการฝึก และเป็นประเภทการตรวจหาวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ซุกซ่อนตามสถานที่ต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ข้อดีของสุนัขดมกลิ่นคือมีความคล่องตัวในการเคลื่อนที่เพราะสุนัขสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกจุดที่ผู้ควบคุมสามารถไปได้ แม้แต่จุดที่เป็นอันตราย เช่น สนามกับระเบิด (minefield) และสามารถสะกดรอยหาตำแหน่งซุกซ่อนของวัตถุระเบิดและยาเสพติดได้ ข้อเสียของสุนัขดมกลิ่นคือไม่สามารถปฏิบัติงานได้เป็นเวลานานโดยต่อเนื่อง โดยปกติจะปฏิบัติงานไม่เกิน 40-60 นาทีต้องหยุดพักดังนั้นจึงไม่เหมาะกับปฏิบัติการณ์ที่ใช้เวลานาน ๆ ข้อเสียอีกอย่างคือไม่สามารถบอกชนิดของวัตถุระเบิดหรือยาเสพติดที่ตรวจพบได้ นอกจากนี้การใช้สุนัขดมกลิ่นยังมีข้อจำกัดในการตรวจหาวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ซุกซ่อนในคนเพราะอาจเป็นอันตรายต่อคนหรือทำให้คนตกใจกลัว

ค่าใช้จ่ายในการใช้สุนัขดมกลิ่นถือได้ว่าไม่สูงโดยประกอบด้วย ค่าจัดหาสุนัข ค่าฝึก ค่าอาหาร และค่ารักษาพยาบาล ซึ่งตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา จะมีค่าจัดหาสุนัขอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 เหรียญสหรัฐ ค่าฝึกสุนัขอยู่ระหว่าง 6,000-12,000 เหรียญสหรัฐ ค่าอาหารประมาณ 1,000 เหรียญสหรัฐต่อปีและค่ารักษาพยาบาล 600 เหรียญสหรัฐต่อปี [6]

ประเภทตรวจโดยใช้รังสีเอ็กซ์

เทคโนโลยีในการตรวจวัตถุระเบิดโดยใช้รังสีเอ็กซ์นั้นเป็นเทคโนโลยีที่ทำการตรวจวัสดุทั้งก้อนเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์บางอย่างที่เป็นสมบัติของวัสดุนั้น ทั้งนี้เพื่อที่จะวินิจฉัยว่ามีวัตถุระเบิดอยู่ในวัสดุที่ทำการตรวจหรือไม่ การตรวจกระทำโดยการฉายรังสีเอ็กซ์กราดไปยังวัสดุที่ต้องสงสัยนั้นแล้วทำการวัดปริมาณรังสีเอกซ์ที่ทะลุผ่านหรือสะท้อนกลับ จากปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่ทะลุผ่านหรือสะท้อนกลับจะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุที่ถูกตรวจ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืน (absorbtion coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนกลับ (backscatter coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์การทะลุผ่าน(transmission coefficient) เป็นต้น จากค่าเหล่านี้จะสามารถคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของสารที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุที่ถูกตรวจ เช่น มวล ความหนาแน่น ปริมาณของ

ไนโตรเจน และค่าเลขอะตอมยังผล (effective atomic number) ค่าเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในการแปลงเป็นภาพถ่ายของวัสดุที่ถูกตรวจซึ่งสามารถแสดงรูปร่างพร้อมสีสันบนจอคอมพิวเตอร์ให้ผู้ควบคุมทำการวินิจฉัย รูปที่ 5 เป็นภาพของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทที่ใช้รังสีเอ็กซ์และลักษณะภาพที่ปรากฏในจอคอมพิวเตอร์ ถ้าผู้ควบคุมได้รับการฝึกอบรมในด้านการอ่านภาพจะสามารถวินิจฉัยได้ว่าวัสดุที่ถูกตรวจนั้นมีวัตถุระเบิดหรืออาวุธหรือไม่ เทคโนโลยีที่ใช้ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทนี้มีหลายแบบ เช่น แบบ Transmission/Dual-Energy X-Ray, Backcatter X-Ray และ Computed Tomography เป็นต้น



รูปที่ 5. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทที่ใช้รังสีเอกซ์และลักษณะภาพที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์

รายละเอียดของหลักการทำงานข้อดี-ข้อเสียของแต่ละแบบ

Transmission / Dual-Energy X-Ray

การใช้รังสีเอ็กซ์พลังงานเดียวเพื่อถ่ายภาพวัสดุในแนวเส้นตรงที่รังสีเดินทางผ่านนั้นจะได้ภาพของวัตถุชนิดเดียวไม่ว่าวัสดุที่ถูกถ่ายภาพนั้นจะประกอบด้วยวัตถุชนิดเดียวหรือหลายชนิด ดังนั้นเครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้รังสีเอ็กซ์พลังงานเดียวจึงไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุ 2 ชนิดได้ แต่ถ้าใช้รังสีเอ็กซ์ 2 พลังงาน (dual-energy-x-ray) จะทำให้ได้ภาพที่สามารถแยกวัตถุ 2 ชนิดออกจากกันได้ ทั้งนี้เพราะค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนรังสีของวัตถุขึ้นอยู่กับพลังงานของรังสีเอ็กซ์

การอาศัยรังสีเอ็กซ์ที่มี 2 พลังงานอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงทิศทางการฉายรังสีเอ็กซ์ทั้งสองนั้นก็จะไม่สามารถแยกวัตถุระเบิดออกจากวัสดุชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เพราะว่าวัตถุระเบิดส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ (low atomic number) ซึ่งไม่ค่อยทำอันตรกริยากับรังสีเอ็กซ์ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่วัดได้จะไม่ค่อยถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลให้การคำนวณค่าเลขอะตอมของธาตุของวัสดุที่ถูกตรวจสอบไม่ค่อยตรงตามความเป็นจริง และจะได้ภาพ (image) ที่ไม่สะท้อนความเป็นจริง

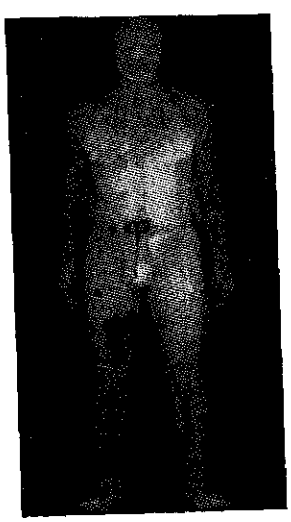
วิธีหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหานี้ได้คือต้องทำให้เครื่องตรวจวัตถุระเบิดสามารถวัดความหนาของวัสดุที่ถูกตรวจสอบ แต่เนื่องจากเครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้เทคโนโลยีชนิดนี้ไม่สามารถวัดความหนาของวัสดุได้ ดังนั้นวิธีดังกล่าวจึงไม่อาจแก้ปัญหาได้ วิธีการที่แก้ไขปัญหานี้คือต้องให้รังสีเอ็กซ์ 2 พลังงานนั้นอยู่ในแนว 2 แกนที่ต่างกัน โดยแต่ละแกนทำมุม 90 องศาต่อกัน วิธีนี้จะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเลขอะตอมของธาตุของวัสดุที่ทำการตรวจสอบมีผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ซึ่งทำให้สามารถวินิจฉัยได้ถูกต้องมากขึ้น อย่างไรก็ตามหลักการวินิจฉัยของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้ยังไม่แน่นอนเพราะไม่ได้วินิจฉัยว่ามีวัตถุระเบิดหรือไม่แต่จะวินิจฉัยว่ามีวัตถุที่มีลักษณะคล้ายวัตถุระเบิดหรือไม่เท่านั้น

Backscatter X-Ray

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดบางชนิดอาจใช้เทคโนโลยีการถ่ายภาพโดยอาศัยสัญญาณจากการสะท้อนกลับของรังสีเอ็กซ์ (backscatter x-ray) ร่วมกับสัญญาณการทะลุผ่าน (transmission-x-ray) ในลักษณะนี้เราจะได้ภาพของวัสดุที่ถูกตรวจสอบโดยสัญญาณทั้งสองชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณทั้งสองทำอันตรกิริยากับวัตถุแตกต่างกัน โดยภาพที่ได้จากสัญญาณการสะท้อนกลับของรังสีเอ็กซ์จะมีสีสันที่สว่างจ้ามากกว่าภาพที่ได้จากการทะลุผ่าน เนื่องจากรังสีเอ็กซ์จะสะท้อนกลับได้ดีเมื่อตกกระทบ

กับวัสดุที่ประกอบด้วยธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ ๆ และบังเอิญวัตถุระเบิดก็ประกอบด้วยธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ ๆ ดังนั้นภาพที่เกิดจากสัญญาณการสะท้อนกลับของรังสีเอ็กซ์ก็คือภาพที่เกิดจากรังสีเอ็กซ์กระทบกับวัตถุที่น่าจะเป็นวัตถุระเบิด เมื่อเปรียบเทียบลักษณะภาพที่เกิดจากการสัญญาณทะลุผ่านกับภาพที่เกิดจากสัญญาณการสะท้อนกลับจะทำให้สามารถวินิจฉัยได้ว่าวัสดุที่ถูกตรวจนั้น เป็นวัตถุระเบิดหรือไม่ รูปที่ 6 เป็นภาพที่เกิดจากเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยี Backscatter x-ray ซึ่งสามารถใช้ตรวจหาวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ซุกซ่อนในคน [7]

อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีวัสดุอื่น ๆ ที่มีเลขอะตอมสูง วางอยู่ด้านหลังของวัตถุระเบิดอย่างหนาแน่นก็จะเกิดปัญหาในการวินิจฉัยอยู่ดี ทั้งนี้เพราะว่าภาพที่ได้จากสัญญาณการสะท้อนกลับไม่มีความแตกต่างจากภาพของสัญญาณการทะลุผ่าน ดังนั้นจึงต้องแก้ไขโดยใช้การชุดถ่ายภาพ 2 ชุด วางอยู่ในแนวตรงกันข้าม ในลักษณะเช่นนี้ ภาพถ่ายที่ได้จากสัญญาณการสะท้อนกลับจะแสดงให้เห็นความแตกต่างกับภาพที่ได้จากสัญญาณการทะลุผ่านซึ่งทำให้สามารถวินิจฉัยได้อย่างถูกต้องมากขึ้น



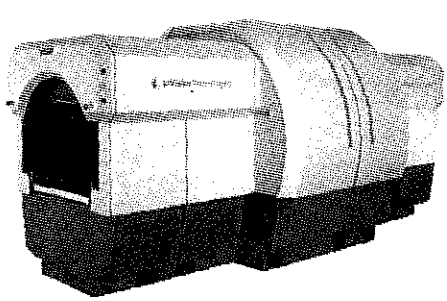
รูปที่ 6. ภาพที่เกิดจากการใช้เครื่องตรวจวัตถุระเบิดประเภทที่ใช้เทคโนโลยีของ Backscatter x-ray ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่ามีการซุกซ่อนอาวุธและยาเสพติดภายใต้ร่มผ้า

Computed Tomography (CT)

CT เป็นเทคโนโลยีของการถ่ายภาพสามมิติของวัสดุที่ถูกตรวจสอบโดยอาศัยรังสีเอ็กซ์ที่ทะลุผ่าน ภาพที่ได้จะเป็นภาพของหน้าตัด (cross section) ของวัสดุที่ถูกตรวจสอบในแนวทางเดินของรังสีเอ็กซ์ เมื่อทำการถ่ายภาพของหน้าตัดต่าง ๆ จำนวนมาก ๆ แล้วใช้คอมพิวเตอร์ทำการรวมภาพสองมิติของแต่ละหน้าตัดที่อยู่ถัดกันเข้าด้วยกันจะกลายเป็นภาพสามมิติของวัสดุที่ถูกตรวจสอบ เทคโนโลยีดังกล่าวจะขจัดปัญหาในการวินิจฉัยถึงความแตกต่างของวัสดุที่ต้องสงสัยจากวัสดุอื่น ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ทั้งนี้เพราะภาพที่ได้เกิดจากการแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนรังสีของวัตถุในแต่ละหน้าตัดของวัสดุที่ถูกตรวจสอบซึ่งจะสะท้อนความเป็นจริงมากขึ้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าวัตถุระเบิดส่วนใหญ่จะประกอบด้วยธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ ๆ ดังนั้นแม้เครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้จะสามารถวัดเลขอะตอมของวัสดุที่ถูกตรวจสอบได้ตรงความเป็นจริงและถ้าตรวจพบว่าวัสดุที่ต้องสงสัยมีเลขอะตอมต่ำก็ไม่ได้หมายความว่าวัสดุนั้นจะเป็นวัตถุระเบิดเสมอไปทั้งนี้เพราะสิ่งของอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่ก็อาจประกอบด้วยวัตถุที่มีเลขอะตอมต่ำเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประกอบการวินิจฉัยให้แม่นยำขึ้น เช่น ข้อมูลความหนาแน่น เป็นต้น

นับเป็นความโชคดีที่วัตถุระเบิดจะมีความหนาแน่นแตกต่างจากสิ่งของอื่น ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว และเครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้ สามารถวัดความ



รูปที่ 7. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยีของ CT ที่ผลิตโดยบริษัท Invision Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา

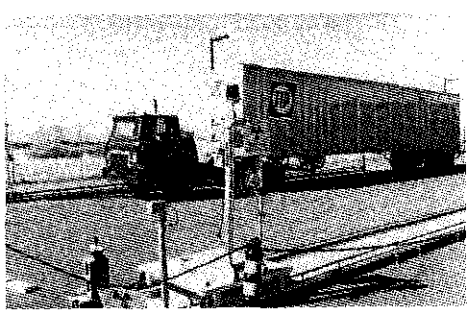
หนาแน่นของวัสดุที่ถูกตรวจสอบได้ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้อมูล 2 อย่างนี้ประกอบการวินิจฉัยซึ่งทำให้สามารถวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง ข้อดีของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดที่ใช้เทคโนโลยี CT นี้นอกจากจะสามารถวินิจฉัยได้อย่างถูกต้องแล้วยังสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติแต่มีข้อเสียคือ ราคาสูง ระดับรังสีเอ็กซ์ที่ใช้สูงและใช้เวลาในการตรวจนาน รูปที่ 7 แสดงภาพของเครื่องตรวจระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยี CT

ประเภทตรวจโดยใช้รังสีแกมมา

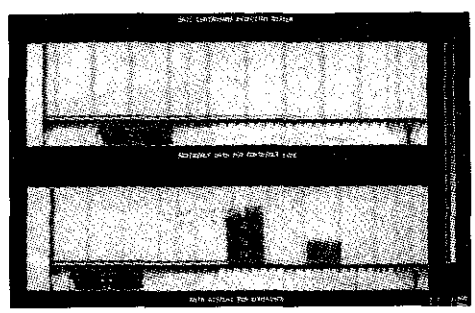
การใช้รังสีแกมมา (γ-ray) เป็นเครื่องมือในการตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดนั้นเป็นการถ่ายภาพโดยใช้รังสีแกมมา (Gamma-Ray Radiography) ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับการใช้รังสีเอ็กซ์โดยเมื่อยิงรังสีแกมมาจากแหล่งกำเนิดกราดไปยังวัสดุที่ต้องสงสัย รังสีจะทำอันตรกริยากับองค์ประกอบของวัสดุนั้นแล้วบางส่วนจะทะลุผ่าน (transmitted) บางส่วนเกิดการกระเจิง (scattered) และบางส่วนจะสะท้อนกลับ (Back-scattered) และเมื่อทำการวัดรังสีเหล่านี้ด้วยหัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดน์ (NaI) จะสามารถนำสัญญาณจากหัววัดมาแปลงเป็นภาพในลักษณะเดียวกันกับภาพที่เกิดจากรังสีเอ็กซ์ ภาพเหล่านี้จะแสดงรูปร่างและสีสันที่ผู้ชำนาญสามารถวินิจฉัยได้ว่ามีอะไรบ้างอยู่ในวัสดุที่ทำการตรวจสอบนั้น

ในปัจจุบันนี้บริษัท SAIC [8] ได้มีการนำเทคโนโลยีของการถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา มาใช้ในระบบการตรวจยานพาหนะที่ผ่านด่านศุลกากรของสหรัฐอเมริการแล้ว มีชื่อเรียกว่า Vehicle and Cargo Container Inspection System (VACIS) ระบบนี้ใช้ Cs-137 เป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมา ซึ่งมีความแรง 1 คูรี และมีหัววัดรังสี NaI เป็นหัววัดรังสีแกมมา โดยมีทั้งหมด 16 หัววัดประกอบกันเป็นแถวในแนวตั้ง ทำหน้าที่ตรวจรังสีแกมมาที่มาจากตำแหน่งต่าง ๆ ของวัสดุที่ถูกตรวจสอบ สัญญาณที่วัดได้จะนำไปประมวลในคอมพิวเตอร์อย่างทันทีทันใด (on-line) แล้วแปลงเป็นภาพเพื่อแสดงบนจอคอมพิวเตอร์และเมื่อเปรียบเทียบภาพที่ได้กับภาพของสิ่งนั้นในขณะที่ยังไม่บรรทุกสิ่งของใด ๆ (เช่น รถบรรทุกเปล่าที่ยังไม่บรรทุกสินค้า)และได้ทำการบันทึกภาพไว้ก่อนแล้ว จะสามารถวินิจฉัยได้ว่าสิ่งที่ทำการตรวจสอบนั้นบรรจุของผิดกฎหมายหรือไม่

รูปที่ 8 (ก) แสดงภาพของระบบตรวจวัตถุระเบิด VACIS-I ที่ติดตั้งอยู่ตามด่านศุลกากรของสหรัฐอเมริกา (ข) แสดงลักษณะภาพที่เกิดจากระบบ VACIS-I โดยภาพบนเป็นภาพของตู้บรรทุกเปล่าแต่ภาพล่างเป็นภาพขณะที่บรรทุกสินค้าต่าง ๆ แล้ว (รวมทั้งยาเสพติดชนิดโคเคน) จะสังเกตเห็นในภาพล่างว่ามียาเสพติดซุกซ่อนอยู่ในรถบรรทุกคันนั้น ขณะนี้ได้มีการพัฒนาระบบ VACIS-I ที่ติดตั้งบนรถยนต์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปตรวจที่ใดก็ได้ ข้อดี



(ก)



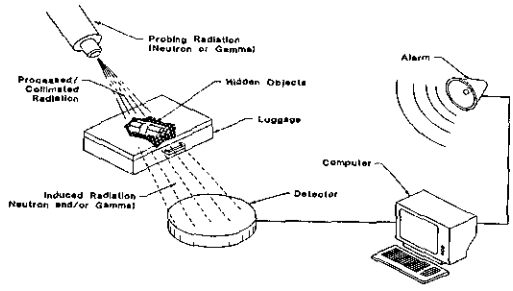
(ข)

รูปที่ 8. (ก) รถบรรทุกกำลังรอตรวจโดยระบบตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติด VACIS-I ก่อนผ่านด่านศุลกากรของสหรัฐอเมริกา
(ข) ลักษณะภาพที่ได้จากระบบ VACIS-I โดยภาพบนเป็นภาพรถบรรทุกเปล่า (ยังไม่บรรทุกสินค้า) และภาพล่างเป็นภาพรถคันเดียวกันที่บรรจุสินค้าแล้ว ซึ่งจะเห็นโคเคน (สีดำ) ติดอยู่กับผนังตู้

ของระบบนี้คือสามารถตรวจวัตถุขนาดใหญ่ได้ มีระดับรังสีต่ำใช้พลังงานน้อยไม่ต้องมีระบบรักษาความเย็นไม่ต้องอุ่นเครื่องก่อนใช้ เคลื่อนที่ได้และมีราคาถูก

ประเภทตรวจโดยใช้อนุภาคนิวตรอน

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้เทคโนโลยีประเภทนี้มีอยู่หลายแบบแต่ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานแล้วมี 2 แบบ คือ แบบที่ใช้เทคโนโลยีทาง Themal Neutron Analysis (TNA) และแบบที่ใช้เทคโนโลยีทาง Pulsed Fast Neutron Analysis (PFNA) ทั้งสองแบบนี้จะมีหลักการทำงานคล้าย ๆ กัน ซึ่งอาจแสดงได้ดังรูปที่ 9 อนุภาคนิวตรอนจากแหล่งกำเนิดจะถูกยิงกราด (scan) ไปยังวัสดุที่ต้องการตรวจสอบ เช่น กระเป๋าเดินทาง และทำอันตรกริยากับธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุนั้น แล้วทำให้เกิดอนุภาคใหม่ขึ้นอนุภาคที่เกิดขึ้นจากอันตรกริยาดังกล่าวซึ่งอาจเป็นนิวตรอนหรือแกมมาจะถูกตรวจจับโดยเครื่องตรวจวัดรังสี (radiation detector) แล้วส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ ผลของการวิเคราะห์จะถูกส่งไปยังระบบเตือนภัย (alarm) เพื่อเป็นสัญญาณเตือนภัยถ้าหากพบว่าเป็นวัตถุระเบิดหรือยาเสพติด หัวข้อต่อไปนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานความเหมาะสมในการใช้งานและข้อดี-ข้อเสียของแต่ละแบบ

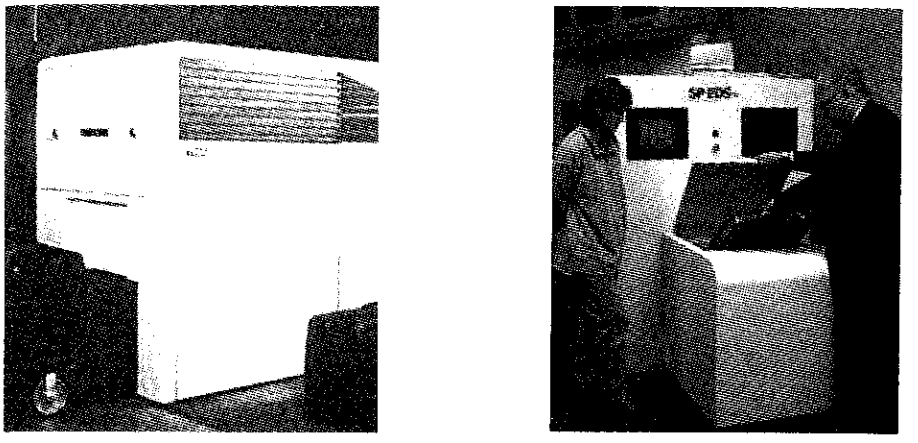


รูปที่ 9. หลักการทำงานของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทที่ใช้อนุภาคนิวตรอน

Thermal Neutron Analysis (TNA)

เนื่องจากอนุภาคนิวตรอนไม่มีประจุจึงไ
ค่อยทำอันตรกริยากับวัตถุใดและสามารถทะลุท
ลวงวัสดุต่างๆได้ดีกว่าอนุภาคอื่น ๆ ดังนั้นจึงเหมา
สำหรับใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจวัตถุระเบิด
ซุกซ่อนอยู่ในกล่องขนาดใหญ่ ในเครื่องตรวจวัด
ระเบิดและยาเสพติด แบบที่ใช้เทคโนโลยี TNA นี้
อนุภาคนิวตรอนจะถูกยิงกราดไปยังวัสดุที่ต้องการ
ตรวจสอบซึ่งถ้าเป็นวัตถุระเบิดหรือยาเสพติด จะมี
ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อ
นิวตรอนถูกดูดกลืนโดยไนโตรเจนจะปลดปล่อยรังสี
แกมมา ซึ่งมีพลังงาน 10.8 ล้านอิเล็คตรอนโวลต์
(MeV) ออกมา เครื่องตรวจวัดรังสีจะทำการตรวจ
จับรังสีที่เกิดขึ้นและถ้าตรวจพบรังสีแกมมาชนิดนี้
ย่อมแสดงว่าวัสดุนั้น มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
และโดยเฉพาะถ้าพบรังสีแกมมาดังกล่าวเป็นจำนวน
มากย่อมแสดงว่าวัสดุที่ถูกตรวจสอบนั้นประกอบด้วย
ไนโตรเจนเป็นจำนวนมากซึ่งแสดงว่าวัสดุนั้นมีโอกาส
สูงที่จะเป็นวัตถุระเบิดหรือยาเสพติด

แต่ความเป็นจริงยังมีสิ่งของอื่น ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเป็นจำนวนมากมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเช่นกัน เช่น เสื้อผ้าที่ทำด้วยขนสัตว์ ไนลอน และผ้าไหม เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดรังสีแกมมาชนิดเดียวกันเมื่อดูดกลืนนิวตรอนจึงเป็นปัญหาหรือมีความยุ่งยากในการวินิจฉัย อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของไนโตรเจนในของใช้ประจำวันเหล่านี้มีค่าแตกต่างจากค่าในวัตถุระเบิดหรือยาเสพติดดังได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นเราจึงสามารถใช้ความหนาแน่นของไนโตรเจนเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยที่ถูกต้องได้ บริษัท SAIC [9] ได้พัฒนาเครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้ขึ้นมาและทดลองใช้ตรวจกระเป๋าเดินทางในสนามบินของเมืองต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐฯ แล้ว โดยมีผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามข้อเสียของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้คือ มีราคาแพง (900,000 เหรียญสหรัฐ) มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก (~3,000 ปอนด์) เกินไป รูปที่ 10 เป็นภาพของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้เทคโนโลยี TNA



(ก) (ข)

รูปที่ 10. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทที่ใช้เทคโนโลยี TNA ใช้ตรวกระเป๋าเดินทางของผู้โดยสาร (ก) สำหรับกระเป๋าขนาดใหญ่ (ข) สำหรับกระเป๋าขนาดเล็ก

Pulsed Fast Neutron Analysis (PFNA)

บริษัท SAIC ได้พัฒนาเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดแบบที่ใช้เทคโนโลยี PFNA ขึ้นมาโดยอาศัยอนุภาคนิวตรอนเป็นเครื่องมือในการตรวจ เช่นเดียวกับกรณีของเทคโนโลยี TNA ในเครื่องตรวจประเภทนี้นิวตรอนพลังงานสูงจะถูกยิงเป็นห้วง ๆ (pulsed) กราดไปยังวัสดุที่ถูกตรวจสอบ เมื่อนิวตรอนทำอันตรกริยาแบบไม่ยืดหยุ่น (inelastic scattering) กับธาตุองค์ประกอบของวัสดุนั้น จะเกิดรังสีแกมมาที่มีพลังงานเฉพาะที่เป็นสมบัติของธาตุองค์ประกอบนั้น ๆ และเมื่อทำการตรวจหารังสีแกมมาเหล่านี้ จะสามารถบอกได้ว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุนั้นคืออะไร ในเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยี PFNA นี้นอกจากจะสามารถวัดพลังงานของรังสีแกมมาที่เกิดขึ้นแล้วยังสามารถวัดเวลาที่พบรังสีนั้นหลังจากนิวตรอนทำอันตรกริยากับวัสดุที่ต้องสงสัยแล้ว โดยอาศัยเทคนิคการวัดแบบ "time of flight" ข้อมูลด้านเวลานี้จะบอกให้ทราบว่าธาตุองค์ประกอบของวัสดุที่ต้องสงสัยนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใด และข้อมูลของตำแหน่งของธาตุองค์ประกอบนี้จะถูกนำมาสร้างเป็นภาพสามมิติของวัสดุที่ต้องสงสัยได้โดยอาศัยคอมพิวเตอร์และภาพสามมิติดังกล่าวจะแสดงถึงความหนาแน่นของวัสดุที่ต้องสงสัย ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นเหล่านี้กับความหนาแน่นของวัตถุระเบิดที่มีอยู่ในปัจจุบันซึ่งมีอยู่ในฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์แล้วจะสามารถวินิจฉัยอย่างอัตโนมัติว่าธาตุองค์ประกอบเหล่านั้น เป็นวัตถุระเบิดหรือไม่

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดชนิดนี้สามารถตรวจกระเป๋าเดินทางได้เร็วประมาณ 900-1,000 ใบต่อชั่วโมงและมีความแม่นยำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อัตราความผิดพลาดเกือบเป็นศูนย์ [10]

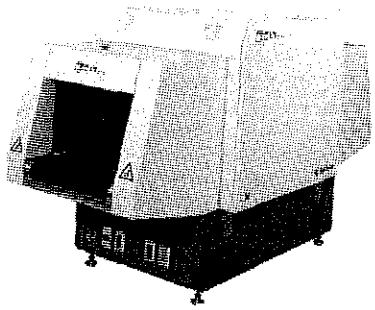
ประเภทตรวจโดยใช้คลื่นวิทยุ

เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยีประเภทนี้จะอาศัยหลักการของ Quadrupole Resonance (QR) ซึ่งจะมีหลักการทำงานโดยอาศัยสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าของนิวเคลียสของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุระเบิดหรือยาเสพติด เนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุองค์ประกอบหลักของวัตถุระเบิดและยาเสพติด ดังนั้นเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดประเภทนี้จะอาศัยสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าของนิวเคลียสของไนโตรเจน (N-14) เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัย

เนื่องจากนิวเคลียสที่ไม่เป็นทรงกลมทุกชนิดจะมีโมเมนต์ชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า "electric quadrupole moment" โดยโมเมนต์ดังกล่าวจะทำอันตรกริยากับค่าเกรเดียนต์ของสนามไฟฟ้า (electric field gradient) ที่เกิดจากสิ่งอื่น ๆ ที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียส ทำให้นิวเคลียสดังกล่าวเกิดการหมุนควง (precess) ไปรอบ ๆ สนามไฟฟ้านั้น การหมุนควงนี้จะทำให้เกิดโมเมนต์แม่เหล็ก (magnetic moment) ซึ่งหมุนควงไปพร้อม ๆ กับนิวเคลียสด้วยความถี่ที่เท่ากัน ความถี่ดังกล่าวจะเป็นค่าเฉพาะค่าหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงสมบัติของนิวเคลียสแต่ละชนิด เมื่อทำการกระตุ้นนิวเคลียสดังกล่าวโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency) จะทำให้นิวเคลียสนั้นอยู่ในภาวะถูกกระตุ้นหรือไม่สมดุลและเมื่อนิวเคลียสเหล่านี้กลับสู่ภาวะสมดุลจะปลดปล่อยอนุภาคโฟตอนที่มีความถี่เฉพาะค่าหนึ่งออกมา อนุภาคโฟตอนนี้จะแสดงสมบัติของนิวเคลียสที่ถูกกระตุ้นนั้น และเมื่อตรวจจับอนุภาคโฟตอนดังกล่าวแล้วทำการวิเคราะห์ก็จะสามารถวินิจฉัยได้ว่าวัสดุที่ถูกตรวจสอบนั้นคืออะไร

ในปี พ.ศ. 2536 ห้องปฏิบัติการของกองทัพเรือสหรัฐฯ ได้สร้างต้นแบบ (prototype) ของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดชนิดนี้ขึ้นมา[11] ซึ่งสามารถตรวจวัตถุระเบิดได้ทุกชนิดรวมทั้งระเบิดพลาสติกและยาเสพติด และบริษัท Quantum Magnetics (San Diego,CA) ได้ทำสัญญากับกองทัพเรือสหรัฐฯ เพื่อสร้างเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดชนิดดังกล่าว ในปี พ.ศ. 2537 เพื่อใช้ในทางพาณิชย์ ซึ่งมีรูปลักษณ์ดังรูปที่ 11

ข้อแตกต่างของเครื่องชนิดนี้เมื่อเทียบกับเครื่องที่ใช้เทคโนโลยี TNA คือสามารถวินิจฉัยวัสดุที่ทำการตรวจสอบได้ว่าเป็นวัตถุระเบิดจริงหรือไม่ ในขณะที่เครื่องใช้เทคโนโลยี TNA เพียงแต่บอกได้ว่าวัสดุที่ทำ การตรวจสอบนั้นเป็นวัสดุที่คล้ายกับวัตถุระเบิดเท่านั้น ข้อดีของเครื่องชนิดนี้คือจะมีขนาดเล็กไม่ทำให้เกิดรังสีตกค้างในสิ่งที่ทำการตรวจและไม่ทำลายสนามแม่เหล็กในอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ นอกจากนั้นยังไม่จำเป็นต้องอาศัยภาพในการวินิจฉัย ดังนั้นวัตถุระเบิดจะมีรูปร่างอย่างไร เช่นเป็นก้อน แผ่นหรือรูปทรงอื่น ๆ ก็สามารถตรวจสอบได้แต่จะมีข้อเสียคือไม่สามารถตรวจวัตถุระเบิดที่เป็นแผ่นบาง ๆ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 11. เครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดที่ใช้เทคโนโลยีของ QR ซึ่งมีขนาดกะทัดรัดสามารถใช้ตรวจกระเป๋าเดินทางของผู้โดยสารเครื่องบินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

เทคโนโลยีของเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดแต่ละประเภทดังกล่าวมาแล้วจะมีความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน เช่นถ้าใช้ตรวจกระเป๋าเดินทางในสนามบิน นอกจากจะเลือกประเภทที่สามารถตรวจวัตถุระเบิดที่ซุกซ่อนในกระเป๋าเดินทางได้แล้วยังต้องเลือกประเภทที่มีความเร็วเพียงพอและมีระดับของรังสีที่ปลอดภัยต่อสาธารณะ ในกรณีที่ต้องการตรวจอาวุธวัตถุระเบิดหรือยาเสพติดที่ซุกซ่อนในรถบรรทุกหรือตู้ส่งสินค้าขนาดใหญ่ จะต้องเลือกประเภทที่อำนาจทะลุทะลวงสูง ถ้าจะตรวจสิ่งที่ซุกซ่อนในคนจะต้องเลือกประเภทที่ไม่ใช้รังสีหรือมีระดับของรังสีต่ำไม่เป็นอันตรายต่อคน เป็นต้น นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงงบประมาณที่มีด้วยเพราะแต่ละประเภทจะมีราคาที่แตกต่างกัน

ในปัจจุบันนี้ต้องถือได้ว่าแต่ละเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาเกือบถึงจุดสูงสุดแล้ว ดังนั้นการจะพัฒนาเครื่องตรวจวัตถุระเบิดและยาเสพติดให้มีประสิทธิภาพในการตรวจดียิ่งขึ้นนั้นอาจกระทำได้บ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น พัฒนาความแม่นยำใน

การตรวจให้สูงขึ้นและมีความผิดพลาดน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามเราไม่อาจพัฒนาทำให้เทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งมีความแม่นยำเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ และมีความผิดพลาด 0 เปอร์เซ็นต์

การผสมผสานระหว่างประเภทของเทคโนโลยีเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจดียิ่งขึ้นไปอีกและชดเชยจุดอ่อนซึ่งกันซึ่งเป็นแนวโน้มจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การใช้เทคโนโลยีของรังสีเอ็กซ์ร่วมกับเทคโนโลยีของนิวตรอน และการใช้สุนัขดมกลิ่นร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ จะเป็นแนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักปราบปรามยาเสพติด สำนักนายกรัฐมนตรี, รายงานสรุปผลการปราบปรามยาเสพติดทั้งประเทศประจำปี พ.ศ. 2543. หน้า 95

[2] Andy Buffler (2001). Contraband detection by fast neutron scattering, the 2nd National Nuclear Technology Conference, NAC, South Africa.

[3] Tsani Gozani (1992). Principles and Applications of Nuclear-Based Explosive Detection Systems, Advanced Technology for Contraband Detection, SAIC Contributions. page 1-30.

[4] Sandia National Laboratories (1998). Survey of Commercially Available Explosive Detection Technologies and Equipment, Chapter 6, page 24.

[5] Sandia National Laboratories (1998). Survey of Commercially Available Explosive Detection Technologies and Equipment, Chapter 2.

[6] Sandia National Laboratories (1998), Survey of Commercially Available Explosive Detection Technologies and Equipment, Chapter 3, page 15.

[7] Steven W.Smith, Ph.D. IRT Corporation, Detection of Objects Concealed Under Persons' Clothing Using The "Secure" System. page 261-268.

[8] Physics-Based Technologies for the Detection of Contraband, SPIE Proceeding (1996). 2936, 112-113.

[9] Physics-Based Technologies for the Detection of Contraband, SPIE Proceeding (1996). 2936, 85-94.

[10] Physics-Based Technologies for the Detection of Contraband, SPIE Proceeding (1996). 2936, 76-84.

[11] Physics-Based Technologies for the Detection of Contraband, SPIE Proceeding (1996). 2936, 22-30.