

ภาคผนวก 18

คุณสมบัติทางกายภาพและนิยามต่างๆ

(Physical Property and definitions)

Outline...

คำชี้แจง	UN/ID No. CAS No. IMO RTECS NFPA 704 IUPAC
คุณสมบัติทางกายภาพ	สถานะ จุดเดือดและจุดหลอมเหลว ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่นไอ ความดันไอ ความสามารถในการละลายน้ำ แฟลคเตอร์เปล่งหน่วย
ลักษณะอันตราย	สารก่อมะเร็ง จุดวาบไฟ อุณหภูมิลุกติดไฟได้เอง จี๊ดจำกัดความไวไฟ สารดับเพลิง ค่า LD ₅₀ ค่า LC ₅₀ IDLH
ค่ามาตรฐาน	TLV PEL การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ พรบ.วัตถุอันตราย พ.ศ 2535 พรบ.คุ้มครองแรงงาน พ.ศ 2541 พรบ.ควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ 2530 ประเภทการบรรจุหีบห่อ

คำจำกัดความและความหมาย

UN/ID Number เป็นรหัสตัวเลข 4 หลัก เพื่อชี้บ่งชนิดของสารเคมี (Identification Number) ที่ถูกกำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ (United Nations) และกรมการขนส่งแห่งสหรัฐอเมริกา (Department of Transportation ; DOT) ตัวอย่าง เช่น UN/ID NO. 1017 เป็นสารคลอรีน หรือ UN/ID NO. 1005 เป็นสารแอมโมเนียแอนไฮไดรต์

ประโยชน์ของ UN/ID NO. นอกจากใช้เป็นรหัสตัวเลขชี้บ่งชนิดของสารเคมีแล้วยังเป็นรหัสสืบค้นขั้นตอนการปฏิบัติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินจากระบบให้บริการข้อมูลการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมีอัตโนมัติทางโทรศัพท์ หรือสายด่วน AVERS กรมควบคุมมลพิษทางโทรศัพท์หมายเลข 1650 หรือ 0 2298 2444 หรือสืบค้นจาก Emergency Response Guidebook ของกรมการขนส่งแห่งสหรัฐอเมริกา (DOT) เช่น

UN/ID NO.	ชื่อสาร	AVERS Guide	DOT Guide
UN/ID 1017	คลอรีน	12	124
UN/ID 1005	แอมโมเนียแอนไฮไดรต์	07	125

CAS Number (Chemical Abstracts Service Registry Number) เป็นชุดตัวเลข ที่กำหนดขึ้นโดย Chemical Abstracts Service of the American Chemical Society สำหรับใช้ระบุชนิดของสารเคมีอันตรายที่กำหนดในกฎหมาย Toxic Substance Control Act (TSCA) ประกอบด้วยตัวเลข 3 กลุ่ม กลุ่มแรกประกอบด้วยตัวเลข 2-6 หลัก กลุ่มที่ 2 เป็นตัวเลข 2 หลักและกลุ่มสุดท้ายเป็นตัวเลข 1 หลัก สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของตัวเลขทั้งหมด

IUPAC ย่อมาจาก International Union of Pure and Applied Chemistry

RTECS (The Registry of Toxic Effects of Chemical Substance) : เป็นรหัสระบุชนิดของสารเคมี ในฐานข้อมูลพิษวิทยา อยู่ภายใต้การดูแล ปรับปรุงเพิ่มเติม โดย National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เพื่อเป็นข้อมูลให้สอดคล้องกับ Occupational Safety and Health Act, Section 20 (a) (b) ประกอบด้วยข้อมูลพิษวิทยาของสารเคมีมากกว่า 130,000 ตัว ข้อมูลพิษวิทยาของสารเคมีแต่ละตัวประกอบด้วย อาการระคายเคืองเบื้องต้น การก่อกลายพันธุ์ (Mutagenic) ผลต่อระบบสืบพันธุ์ (Reproductive) การเกิดเนื้องอก (Tumorigenic) และพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity)

สถานะ (Status) : ปกติสารเคมีมีอยู่ทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง (Solid) ของเหลว (Liquid) และก๊าซ (Gas) สถานะของสารเคมีมีผลต่อลักษณะการเกิดอันตราย เช่น

สถานะ	ลักษณะของสารเคมี	ลักษณะอันตราย
ของแข็ง (Solid)	ผลึก เม็ด เก็ด็ด ผง ฝุ่น	สัมผัสถูกผิวหนัง ตา หายใจเข้าไป การกินเข้าไป
ของเหลว (Liquid)	ของเหลว ก๊าซเหลว	สัมผัสถูก/กระเด็นใส่ผิวหนัง ตา กินเข้าไป
ก๊าซ (Gas)	ก๊าซ ไอรระเหย ละออง ควัน	หายใจเข้าไป สัมผัสถูกผิวหนัง ตา

จุดหลอมเหลวและจุดเดือด (Melting and Boiling point) : อุณหภูมิที่ทำให้สารเคมีเปลี่ยนสถานะจากของแข็งหลอมเป็นของเหลว หรือของเหลวเดือดกลายเป็นก๊าซ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายสูงกว่าได้ เช่น กำมะถันปกติจะมีสถานะเป็นผลึก ของแข็ง หรือผง เมื่อให้ความร้อนสูงถึง 119 องศาเซลเซียส ก็จะหลอมละลายเป็นกำมะถันเหลว (Melten) S₈ หรือ H₂SO₄ และจะเดือดกลายเป็นไอของ SO₂ และ SO₃ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 444.6 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเป็นอันตรายจากความเป็นพิษและฤทธิ์กัดกร่อนมากกว่าของเหลวและของแข็งตามลำดับ

ความสำคัญ

- ใช้ในการพยายามควบคุมให้สารเคมีอยู่ในสถานะของแข็งซึ่งมีอันตรายน้อยกว่าก๊าซ
- การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPD/PPE) ให้เหมาะสม

ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) : น้ำหนักของของเหลวเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่ปริมาตรเท่ากัน (น้ำ = 1) ถ้าสารเคมีนั้นไม่ละลายน้ำ และมีค่าความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) มากกว่า 1 สารเคมีนั้นก็จะจมน้ำ แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 1 สารเคมีนั้นจะลอยน้ำ

ความสำคัญ สารที่มีความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) น้อยกว่า 1 จะลอยน้ำ ถ้าเป็นสารไวไฟ และไม่ละลายน้ำต้องระมัดระวังอันตรายจากการเกิดอัคคีภัย การระเบิดและเป็นพิษของไอระเหย แต่ถ้าสารที่มีความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) มากกว่า 1 จะจมน้ำต้องระมัดระวังการก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

ความหนาแน่นไอ (Vapor density) : น้ำหนักของไอระเหยหรือก๊าซเมื่อเทียบกับอากาศในปริมาตรที่เท่ากัน (อากาศ = 1) ถ้าความหนาแน่นมากกว่า 1 สารเคมีนั้นจะหนักกว่าอากาศและเกิดการสะสมในที่ต่ำหรือแพร่กระจายบนพื้น แต่ถ้าความหนาแน่นน้อยกว่า 1 สารเคมีนั้นเบากว่าอากาศก็จะลอยขึ้นที่สูง

ความสำคัญ ความหนาแน่นไอมีประโยชน์ในการพิจารณาติดตั้งพัดลมระบายอากาศ การอพยพกรณีหกรั่วไหล เช่น หากมีการหกรั่วไหลของสารเคมีที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1 ให้หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่ต่ำ บนพื้น หรือที่อับอากาศ เป็นต้น

สารเคมี	หน. โมเลกุล	ความ หนาแน่นไอ	เปรียบเทียบกับ อากาศ	ข้อควรระมัดระวัง
อากาศ (air)	29 (Avg)	1.00	ปกติ	ปกติ
คาร์บอนไดออกไซด์	44	1.52	หนักกว่าอากาศ	จะสะสมในที่ที่ต่ำ
ไฮโดรเจน	2	0.07	เบากว่าอากาศ มาก	จะลอยสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว
มีเทน	16	0.55	เบากว่าอากาศ	จะลอยสู่บรรยากาศ
โพรเพน	44	1.52	หนักกว่าอากาศ	จะสะสมในที่ที่ต่ำ

ความดันไอ (Vapor Pressure) : แนวนอนของของแข็งหรือของเหลวที่จะระเหยกลายเป็นไอในอากาศ ปกติถ้าจุดเดือดต่ำความดันไอจะสูง สามารถระเหยออกสู่อากาศได้เร็วและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ง่าย และถ้าเก็บสารเคมีที่มีความดันไอสูงในภาชนะบรรจุปิดสนิทอาจเสี่ยงต่อการเกิดระเบิดได้ง่ายกว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสารเคมีที่มีจุดเดือดสูง ค่าความดันไอก็จะต่ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท เช่น

สารเคมี	จุดเดือด (F)	ความดันไอ (มม.ปรอท)
Chlorine	-29	>760
Acetone	133	180
Xylene	269	9
Cadmium	1409	~0

ความสำคัญ

- ความยากง่ายในการระเหยกลายเป็นไอ
- การควบคุมอันตรายจากการระเบิดของภาชนะบรรจุปิดสนิท

ความสามารถในการละลายน้ำได้ (Solubility) : น้ำหนักของสารเคมีที่สามารถละลายในน้ำได้ ต่อหน่วยปริมาตร (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) หรือเปรียบเทียบเป็นต่อร้อยละ (%) เช่น กลูโคส สามารถละลายน้ำได้มากถึง 100 % ในขณะที่เมทิลีนคลอไรด์ ละลายน้ำได้เพียง 2 % เท่านั้น

ความสำคัญ ถ้าคุณสมบัติของสารเคมีที่ไม่ละลายน้ำเมื่อเกิดการหกรั่วไหลก็ต้องระมัดระวังว่าสารเคมีจะจมหรือลอยน้ำต่อไป สารเคมีที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อเกิดการรั่วไหล อาจประยุกต์ใช้น้ำฉีดให้เป็นฝอยเพื่อลดการแพร่กระจายของไอระเหยได้ดีกว่า

สารก่อมะเร็ง (Carcinogen) : ปกติสารเคมีแต่ละชนิดจะถูกระบุอยู่ในรายชื่อสารก่อมะเร็งแต่ละประเภททั้งของ NTP (The National Toxicology Program) IARC (International Agency for Research on Cancer) OSHA (Occupational Safety and Health Administration) และ EPA (Environmental Protection Agency) โดยแบ่งกลุ่มของสารก่อมะเร็งออกได้ดังนี้

- ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygiene) ได้แบ่งประเภทของสารก่อมะเร็งเป็น
 - A1 – ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Confirmed Human Carcinogen)
 - A2 – สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Suspected Human Carcinogen)
 - A3 – สารก่อมะเร็งในสัตว์ (Animal Carcinogen)
 - A4 – ไม่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Classifiable as a Human Carcinogen)
 - A5 – ไม่สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Suspected as a Human Carcinogen)
- IARC (International Agency for Research on Cancer) แบ่งประเภทของสารก่อมะเร็งออกเป็น
 - กลุ่ม 1 – ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Confirmed Human Carcinogen)
 - กลุ่ม 2 – สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Suspected Human Carcinogen)
 - กลุ่ม 3 – สารก่อมะเร็งในสัตว์ (Animal Carcinogen)
 - กลุ่ม 4 – ไม่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Classifiable as a Human Carcinogen)
 - กลุ่ม 5 – ไม่สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Not Suspected as a Human Carcinogen)
- NTP (The National Toxicology Program) ได้แบ่งประเภทของกลุ่มของสารก่อมะเร็งเป็น
 - ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Known to be human carcinogen)
 - สงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และ/หรือ เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ (Reasonably anticipated to be human carcinogens)
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ได้แบ่งประเภท ของกลุ่มของสารก่อมะเร็งเป็น

กลุ่ม 1 – จากการศึกษาระยะยาว ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ และในสัตว์เลี้ยง

ลูกควายนม

กลุ่ม 2 – กลุ่มที่ยังไม่มีหลักฐานเพียงพอ หรือสงสัยว่าจะมีศักยภาพในการก่อมะเร็ง

จุดวาบไฟ (Flash point) : อุณหภูมิต่ำสุด ที่ทำให้ของเหลวกลายเป็นไอเพียงพอต่อการเริ่มต้นลุกไหม้ขึ้นเมื่อมีแหล่งจุดติดไฟ แต่มีไม่เพียงพอที่จะถูกติดไฟได้อย่างต่อเนื่อง จุดวาบไฟเป็นประโยชน์ในการแบ่งประเภทของสารเคมีว่าเป็นสารไวไฟ (Flammable) สารติดไฟได้ (Combustible) และสารไม่ติดไฟ (Non-combustible) ตามมาตรฐาน NFPA 30

ประเภท	อุณหภูมิ (°F)		ตัวอย่างสารเคมี
	จุดวาบไฟ	จุดเดือด	
สารไวไฟ (Class I)	<100	-	
- Class 1A	<73	<100	Butane, 2-Butyne, Dichlorosilene , Divinylether, Dimethyl sulfide
- Class 1B	<73	≥100	Acetone, Benzene, Butyl Alcohol, Acrolein
- Class 1C	≥73	<100	t-Buthylaminoethyl methacrylate
สารติดไฟได้ (Class II, III)	≥100	-	
- Class II	≥100	<140	b -(p-t-Bulylphenoxy) ethanol
- Class III A	≥140	<200	Chloroacetic acid, chloropentane
- Class III B	≥200	-	Cyanamide, Diethyl meliate

การทดสอบจุดวาบไฟสามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ Open Cup (OC) และ Closed Cup (CC) จุดวาบไฟที่ระบุใน NFPA 49 ทั้งหมดจะเป็นอุณหภูมิที่หาจากวิธี Closed Cup ซึ่งเป็นตัวเลขสำหรับใช้อ้างอิงการเกิดจุดวาบไฟในถังปิด บริเวณที่อับอากาศ แต่ถ้าเป็นการทดสอบแบบ Open Cup จะใช้ตัวเลขในการอ้างอิงกับสถานการณ์สารเคมีหกรั่วไหล หรือภาชนะบรรจุที่เปิดฝาไว้

ความสำคัญ ใช้ชี้บ่งชนิดของสารไวไฟ สารติดไฟได้ สารไม่ติดไฟ เพื่อกำหนดมาตรการในการควบคุม เช่น อากาศเก็บ การต่อสายดินและต่อเชื่อมระหว่างถังในการถ่ายเท

อุณหภูมิลุกติดไฟได้เอง (Autoignition temperature) : อุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้สารเคมีลุกติดไฟขึ้นเอง จากแหล่งความร้อนในตัวหรือสัมผัสกับวัสดุผิวร้อน โดยปราศจากการจุดติดไฟจากแหล่งภายนอก ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 286 และ ASTM D 2155 ใช้ประโยชน์ในการกำหนดบริเวณและอุณหภูมิในการเก็บรักษา การระบายอากาศ

ขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable limits) : ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถลุกติดไฟได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (Upper Flammable Limit ; UFL) และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Flammable Limit ; LFL) ความเข้มข้นที่สูงเกินไปก็จะไม่ติดไฟและความเข้มข้นต่ำเกินไปหรือเจือจางเกินไป (Lean) ก็จะไม่ได้ติดไฟเช่นกัน ช่วงขีดจำกัด LFL และ UFL ของสารเคมีแต่ละตัวจะไม่เท่ากันจึงเรียกช่วงนี้ว่า **ช่วงขีดจำกัดความไวไฟ (Flammable range)**

ขีดจำกัดการระเบิดได้ (Explosion limits) : ช่วงของส่วนผสมของไอระเหย/ก๊าซกับอากาศที่สามารถระเบิดได้ระหว่างค่าขีดจำกัดบน (Upper Explosion Limit ;UEL) และค่าขีดจำกัดล่าง (Lower Explosion Limit ; LEL) ความเข้มข้นที่สูงเกินไปหรือต่ำเกินไปก็จะไม่ระเบิดเช่นกัน ปกติช่วงของ LEL และ UEL จะอยู่ในช่วงของ LFL และ UFL

สารดับเพลิง (Extinguisher agent) : ประสิทธิภาพในการดับเพลิง ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ชนิดของสารดับเพลิงที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการดับเพลิงกับสารเคมีที่ลุกไหม้หรือประเภทเพลิงโดยรอบ เช่น

ประเภทของเพลิง	กรด-โซดา	น้ำ	โฟม	เคมีแห้ง	CO ₂	ฮาโลน	ทรายแห้ง
A (ไม้ กระดาษ ยาง ผ้า)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
B (น้ำมัน แก๊ส ตัวทำละลาย)	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
C (เพลิงจากกระแสไฟฟ้า)	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗
D (โลหะบางชนิดที่ติดไฟได้)	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓

การฉีดดับเพลิงด้วยน้ำต้องระมัดระวังการเกิดปฏิกิริยาความร้อน ก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟ สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาไม่รุนแรง สามารถใช้น้ำฉีดดับเพลิงได้ เพื่อควบคุมการลุกลามและควบคุม ความสูญเสียในขณะเกิดเพลิงไหม้รุนแรง ทั้งนี้ให้อยู่ในการควบคุมของผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ

ดัชนี NFPA (National Fire Protection Association Code 704) : กำหนดดัชนีชี้บ่งอันตรายจาก สารเคมีต่อสุขภาพอนามัย ความไวไฟ การเกิดปฏิกิริยา โดยการกำหนดเป็นระดับตัวเลข 0-4 อยู่บน สีเหลี่ยม ขนมเปียกปูน 4 ชั้น เรียงกันหรือ Diamond Shape สำหรับข้อมูลพื้นฐานในการดับ-เพลิง การอพยพ ออก จากพื้นที่อันตราย



ระดับ	อันตรายต่อสุขภาพ (สีน้ำเงิน)	ความไวไฟ (สีแดง)	การเกิดปฏิกิริยา (สีเหลือง)
4	<p>สารที่มีความเป็นพิษสูงมาก อาจทำให้สูญเสียชีวิต และเจ็บป่วยรุนแรงจากการสัมผัสในระยะสั้น ๆ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● LD₅₀ ทางปาก ๕ มก./นน.กก. ● LD₅₀ ทางผิวหนัง ๕ 40 มก./นน.กก. ● LC₅₀ ทางหายใจ ๕ 1000 ppm 	<ul style="list-style-type: none"> ● สารที่ระเหยกลายเป็นไอ ได้ อย่างสมบูรณ์และรวดเร็วที่ อุณหภูมิและความดันปกติ ● สารไวไฟ Class 1A ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 °ซ. จุดเดือดต่ำกว่า 37.8 °ซ. ● สารที่สามารถลุกติดไฟได้เอง 	<p>สารที่สามารถระเบิดได้ง่ายด้วยตัวเอง จากการสลายตัว หรือการเกิดปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิและความดันปกติ</p>
3	<p>สารที่มีความเป็นพิษสูงมาก จากการเผาไหม้ สารกัดกร่อนอย่างรุนแรงอาจเกิดการบาดเจ็บอย่างรุนแรงเมื่อมีการสัมผัสระยะสั้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ของแข็งหรือของเหลวที่สามารถลุกติดไฟได้ในอุณหภูมิและความดันปกติ ● สารไวไฟ Class IB และ IC ● จุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 °ซ.จุดเดือดสูงกว่า 37.8 °ซ. และ 	<p>สารที่สามารถระเบิดได้ง่ายจากการสลายตัวหรือการเกิดปฏิกิริยา แต่จะต้องมีแหล่งจุดติดไฟหรือความร้อนจากภายนอก</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • $5 < LD_{50}$ ทางปาก £ 50 มก./นน.กก. • $40 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง £ 200มก./นน.กก • $1000 < LC_{50}$ ทางหายใจ £ 3000 ppm 	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 22.8 °ซ. จุดเดือดต่ำกว่า 37.8 °ซ.	
2	<p>สารที่อาจก่อการบาดเจ็บ เมื่อมีการสัมผัสในระยะสั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> • $50 < LD_{50}$ ทางปาก £ 500 มก./นน.กก. • $200 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง £ 1000 มก./นน.กก • $2 < LC_{50}$ ทางหายใจ £ 10มก./ลิตร 	สารที่ต้องให้ความร้อนปานกลางหรืออุณหภูมิสูงก่อนจุดติดไฟ จะไม่ลุกไหม้ในบรรยากาศปกติเป็นของเหลวติดไฟได้ Class II และ III A ที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 37.8 °ซ. แต่ไม่เกิน 93.4 °ซ	สารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำหรือทำให้เกิดส่วนผสมที่สามารถระเบิดได้กับน้ำ
1	<p>สารที่ทำให้เกิดการระคายเคือง และเจ็บป่วยเล็กน้อยเมื่อสัมผัสในระยะสั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> • $500 < LD_{50}$ ทางปาก £ 2000 มก./นน.กก. • $1000 < LD_{50}$ ทางผิวหนัง £ 2000มก./นน.กก. • $500 < LC_{50}$ ทาง 	<ul style="list-style-type: none"> • สารที่ต้องอุ่นทำให้ร้อนก่อน จึงจะลุกติดไฟ หรือสัมผัสกับอุณหภูมิ 815.5 °ซ. เป็นเวลา 5 นาที หรือน้อยกว่า เป็นสารติดไฟได้ทั่วไป • เป็นสารติดไฟได้ทั่วไป Class III B • เป็นของแข็ง/ของเหลว ที่มี 	สารซึ่งปกติจะมีความเสถียร แต่จะไม่เสถียรเมื่ออุณหภูมิและความดันสูงขึ้น สารที่เปลี่ยนแปลงหรือสลายตัวเมื่อสัมผัสกับอากาศ แสง หรือความชื้น

	หายใจ £ 10,000 ppm	จุดวาบไฟสูงกว่า 93.4 °ซ.	
0	สารที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย ขณะเกิดเพลิงไหม้ <ul style="list-style-type: none"> • LD₅₀ ทางปาก > 2000 มก./นน.กก. • LC₅₀ ทางการหายใจ > 1000 ppm 	สารไม่ติดไฟเมื่อสัมผัส กับความร้อนอุณหภูมิสูง 815.5 °ซ. เป็นเวลา 5 นาที	สารที่มีความเสถียรทั้งในสถานะปกติและเกิดเพลิงไหม้ ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ

นอกจากดัชนีชี้บ่งอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ค่าความไวไฟ และการเกิดปฏิกิริยาแล้ว สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจีนที่เหลือสีขาวยังปรากฏสัญลักษณ์แสดงข้อมูลพิเศษ เช่น สารที่ดูถูกน้ำไม่ได้ (W) สารออกซิไดซ์ (OX) สารที่เป็นกรด (Acid) สารที่เป็นด่าง (Alk)

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ (Sampling and Analytical)

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารเคมีทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมนิยมดำเนินการตามวิธีมาตรฐาน NMAM (NIOSH Manual of Analytical Methods) และมาตรฐานของ OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ดังนี้

NMAM Method	สารเคมี	เก็บตัวอย่างโดย	วิเคราะห์ตัวอย่างโดย
0001 – 0799	การเก็บตัวอย่างอากาศ ทั่วไป	กระดาษกรอง, Cyclone	Gravimetric (ชั่งน้ำหนัก)
0800 – 0999	Bioarsole	Andersen impactor	Total Plate Couht
1000 – 1999	ไอระเหยสารอินทรีย์	หลอด Charcoal	Gas Chromatography HPLC
2000 – 2999	ไอระเหยสารอินทรีย์	solid sorbent	GC., HPLC.,IR
3000 – 3999	ไอระเหยสารอินทรีย์	direct reading, liquid	GC., Infrared
4000 – 4999	ไอระเหยสารอินทรีย์	diffusive sampler	spectrophotometry

5000 – 5999	Organic aerosols	กระดาศกรอง	Gravimetric (ชั่งน้ำหนัก)
6000 – 6999	ก๊าซสารอนินทรีย์	หลอดเก็บตัวอย่าง , กระดาศกรอง	GC., HPLC
7000 – 7999	inorganic aerosols	หลอดเก็บตัวอย่าง , กระดาศกรอง	Atomic emission spectrometry
8000 – 8999	สารชีวภาพ	เก็บสารจากเลือด, ปัสสาวะ	Plasma emission spectrometry
9000 - 9999	Bulk sampler	ถุงเก็บตัวอย่าง (bag), dermal patch	GC., Mass spectrometry

LD₅₀ (Lethal Dose fifty) : หมายถึง ปริมาณ (dose) ของสารเคมีซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้นเพียงครั้งเดียว ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนเริ่มต้น LD₅₀ เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการศึกษา ซึ่งให้สัตว์ทดลองหลายกลุ่มได้รับสารเคมีที่ปริมาณต่างๆ กัน ระยะเวลาที่เฝ้าสังเกตการตายของสัตว์ ประมาณ 2-3 วัน แต่จะไม่เกิน 2 สัปดาห์ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารเคมีในสัตว์ต่างชนิด ซึ่งมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันได้ จึงรายงานค่า LD₅₀ เป็นน้ำหนักของสารเคมีต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลอง เช่น LD₅₀ (oral) ของ benzene ในหนู rat เท่ากับ 4,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ค่า LD ₅₀	ระดับความเป็นพิษ
LD ₅₀ < 1 มก./นน.กก.	มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก (Extremely Toxic)
1 < LD ₅₀ ≤ 50 มก./นน.กก.	มีความเป็นพิษร้ายแรง (Highly Toxic)
50 < LD ₅₀ ≤ 500 มก./นน.กก.	มีความเป็นพิษปานกลาง (Moderate Toxic)
0.5 < LD ₅₀ ≤ 5 กรัม/นน.กก.	มีความเป็นพิษเล็กน้อย (Slightly toxic)
5 < LD ₅₀ ≤ 15 กรัม/นน.กก.	ในทางปฏิบัติถือว่าสารนี้ไม่เป็นพิษ (Practical non-Toxic)

LC₅₀ (Lethal Concentration fifty) : ความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งคาดว่าจะทำให้สัตว์ทดลองที่สุดคมในระยะเวลาที่ระบุไว้ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (50%) ของจำนวนเริ่มต้น (LC₅₀) เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการศึกษา การทดลอง ทำโดยแบ่งสัตว์ทดลองออกเป็นกลุ่มจำนวนสัตว์ในแต่ละกลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 10 ตัวหรือมากกว่า ให้สัตว์ทดลองสุดคม ดังนั้น การรายงานค่า LC₅₀ จึงต้องระบุระยะเวลาของการทดลองด้วย เช่น LC₅₀ (4 ชั่วโมง) ของ benzene ในหนู rat เท่ากับ 44,660 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ค่า LC ₅₀		ระดับความเป็นพิษ
ก๊าซ	ฝุ่นละออง	
LC ₅₀ ≤ 1000 ppm	LC ₅₀ ≤ 0.5 มก./ลิตร	มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก (Extremely Toxic)
1000 < LC ₅₀ ≤ 3000 ppm	0.5 < LC ₅₀ ≤ 2 มก./ลิตร	มีความเป็นพิษร้ายแรง (Highly Toxic)
3000 < LC ₅₀ ≤ 5000 ppm	2 < LC ₅₀ ≤ 10 มก./ลิตร	มีความเป็นพิษปานกลาง (Moderate Toxic)
5000 < LC ₅₀ ≤ 10,000 ppm	10 < LC ₅₀ ≤ 200 มก./ลิตร	มีความเป็นพิษเล็กน้อย (Slightly toxic)
LC ₅₀ > 10,000 ppm	LC ₅₀ < 200 มก./ลิตร	ในทางปฏิบัติถือว่าสารนี้ไม่เป็นพิษ (Practical non-Toxic)

IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health Concentrations) : ค่าความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดเมื่อเกิดความบกพร่องจากอุปกรณ์ป้องกันการหายใจแล้วสามารถอพยพออกจากบริเวณนั้นภายใน 30 นาที โดยปราศจากอุปกรณ์ป้องกันการหายใจและไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองอย่างรุนแรงหรือมีผลต่อสุขภาพอนามัย

TLV (Threshold Limit Value) : ค่าขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน ที่พนักงานเกือบทั้งหมดสัมผัสสารเคมีดังกล่าวซ้ำ ๆ วันแล้ววันเล่าโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย กำหนดขึ้นโดย The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) เพื่อเป็นแนวทางหรือข้อเสนอแนะในการควบคุมสภาพแวดล้อมในการทำงาน แบ่งออกเป็น

ค่าขีดจำกัดเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน (TLV-TWA) คิดที่ 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

ค่าขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสในระยะเวลาสั้น ๆ (TLV-STEL) สำหรับการสัมผัสกับสารเคมีในระยะเวลาสั้น ๆ ปกติประมาณ 15 นาที

ค่าขีดจำกัดสูงสุด (TLV-Ceiling) จะต้องไม่เกิดค่านี้ไม่ว่าในเวลาใด ๆ ของการทำงาน

PEL (Permissible Exposure Limit) : ค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงานที่อนุญาตให้มีได้ตามกฎหมายความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Act; OSHA)

พรบ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 : กำหนดให้แบ่งวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ชนิด ตามมาตรา 18 แห่งพระราชบัญญัตินี้ตามความจำเป็นต่อการควบคุม ดังนี้

- **วัตถุอันตรายชนิดที่ 1** ได้แก่ วัตถุอันตรายที่มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด
- **วัตถุอันตรายชนิดที่ 2** ได้แก่ วัตถุอันตรายที่มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครอง ต้องแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อน และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย
- **วัตถุอันตรายชนิดที่ 3** ได้แก่ วัตถุอันตรายที่มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ครอบครองต้องได้รับอนุญาต
- **วัตถุอันตรายชนิดที่ 4** ได้แก่ วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้ผู้ใดผลิต นำเข้า ส่งออก หรือมีไว้ในครอบครอง

พรบ.คุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 : กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเคมีภัณฑ์ 2 ฉบับ คือ

1. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ลงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ 2520 ประกอบด้วย

1. ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน โดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ ดังแสดงในตารางหมายเลข 1 ของประกาศฉบับนี้จำนวนสารเคมี 68 ตัว
2. ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงานไม่ว่าในระยะเวลาใด ๆ ของการทำงานปกติ ดังแสดงในตารางหมายเลข 2 ของประกาศฉบับนี้จำนวน สารเคมี 24 ตัว
3. ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศการทำงานในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ดังแสดงไว้ในตารางหมายเลข 3 ของประกาศฉบับนี้ จำนวนสารเคมี 21 ตัว
4. ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น และฝุ่นแร่ ในบรรยากาศของการทำงานปกติโดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 4 ของประกาศฉบับนี้จำนวน 4 รายการ

2. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ลงวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ 2534 ที่กำหนดให้สารเคมี 1,580 ตัวเป็นสารเคมีอันตราย ที่กำหนดให้นายจ้าง จะต้องแจ้งรายละเอียดสารเคมีอันตรายในสถานประกอบการตามแบบ สอ.1

พรบ.ควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ. 2530 : ประกาศกระทรวงกลาโหม เรื่อง การกำหนดชนิดของ ยุทธภัณฑ์ที่ต้องขออนุญาตตามพรบ. ควบคุมยุทธภัณฑ์ พ.ศ 2530 ลงวันที่ 20 ธันวาคม 2541 กำหนดให้สารเคมีเข้าข่าย 3 ชนิด คือ

1. ชนิดที่ 1 สารเคมีจำนวน 204 รายการ
2. ชนิดที่ 2 วัตถุระเบิดและสารเคมีที่ใช้เป็นส่วนผสมของวัตถุระเบิดจำนวน 80 รายการ
3. ชนิดที่ 3 สารชีวะจำนวน 5 รายการ

แฟกเตอร์แปลงหน่วย (Conversion factor)

แฟกเตอร์แปลงหน่วย ความเข้มข้นของก๊าซและไอระเหยสารเคมีมักจะกำหนดไว้เป็นหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานให้สามารถแปลงหน่วยไปเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m³) และจาก mg/m³ เป็น ppm ที่อุณหภูมิปกติ 25 องศาเซลเซียส โดยกำหนดให้สาร 1 โมล มีปริมาตร = 24.45 ลิตร

$$TLV(ppm) = \frac{TLV(mg/m^3) \times 24.45}{\text{หน. โมลของสารพิษ}}$$

$$TLV(mg/m^3) = \frac{TLV(ppm) \times \text{หน. โมลของสารพิษ}}{24.45}$$

ประเภทการบรรจุหีบห่อ (Packing) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุสินค้าอันตรายตามเกณฑ์มาตรฐานสากล ขององค์การสหประชาชาติ (UN. Recommendations on the Transport of Dangerous Goods) และหลักเกณฑ์ข้อตกลงร่วมกับการขนส่งสินค้าอันตรายผ่านแดนทางถนนของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road ; ADR) ซึ่งแบ่งกลุ่มการบรรจุภัณฑ์ออกตามอันตรายเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มการบรรจุ (Packing Group)	สำหรับสินค้าที่มีอันตราย	มาตรฐานของภาชนะบรรจุ	
		ความแข็งแรง	เครื่องหมาย
กลุ่ม I	สูง	แข็งแรงมาก	X
กลุ่ม II	ปานกลาง	แข็งแรง	X,Y
กลุ่ม III	น้อย	แข็งแรงปานกลาง	X,Y หรือ Z