

危害性化學品評估與分級管理辦法 執行步驟、方法與範例

王櫻芳 助理教授
中山醫學大學職安系
E-mail: yfwang@csmu.edu.tw
Tel.: 04-24730022 Ext 12356

化學品分級管理

職業安全衛生法與危害性化學品評估及分級管理辦法

職業安全衛生法

第11條
第1項

• 雇主對於化學品，應依其健康危害、散布狀況及使用量等情形，**評估風險等級並採取分級管理措施**

危害性化學品評估及分級管理辦法

第4條

• 雇主使勞工製造、處置或使用之化學品，**符合國家標準 CNS 15030化學品分類**，具有健康危害者，應評估其危害及暴露程度，劃分風險等級，並採取對應之**分級管理措施**

第7條

• 雇主辦理前條之評估級分級管理，應參照**中央主管機關公告之技術指引**，或採取其他具同等科學基礎之**評估及管理方法辦理**

2

CNS 15030化學品分類及標示

- 1個總則、27 個子項標準
- 雇主對**放射性物質**、國家標準15030化學品分類及標示系列之**環境危害物質**之標示，應依**游離輻射及環境保護相關法規規定辦理**。（第二十二條）

CNS 15030化學品分類及標示

表一 國家標準CNS 15030標準之危害分類彙總表

危害性	項次	危害分類	標準號碼
物理性 危害	1	爆炸物 (Explosives)	CNS 15030-1
	2	易燃氣體 (Flammable gases)	CNS 15030-2
	3	易燃氣膠 (Flammable aerosols)	CNS 15030-3
	4	氧化性氣體 (Oxidizing gases)	CNS 15030-4
	5	加壓氣體 (Gases under pressure)	CNS 15030-5
	6	易燃液體 (Flammable liquids)	CNS 15030-6
	7	易燃固體 (Flammable solids)	CNS 15030-7
	8	自反應物質 (Self-reactive substances and mixtures)	CNS 15030-8
	9	發火性液體 (Pyrophoric liquids)	CNS 15030-9
	10	發火性固體 (Pyrophoric solids)	CNS 15030-10
	11	自熱物質 (Self-heating substances and mixtures)	CNS 15030-11
	12	禁水性物質 (Substances and mixtures which, in contact with water, emit flammable gases)	CNS 15030-12
	13	氧化性液體 (Oxidizing liquids)	CNS 15030-13
	14	氧化性固體 (Oxidizing solids)	CNS 15030-14
	15	有機過氧化物 (Organic peroxides)	CNS 15030-15
	16	金屬腐蝕物 (Corrosive to metals)	CNS 15030-16
健康危害	17	急性毒性物質 (Acute toxicity)	CNS 15030-17
	18	腐蝕/刺激皮膚物質 (Skin corrosion/irritation)	CNS 15030-18
	19	嚴重損傷/刺激眼睛物質 (Serious eye damage/eye irritation)	CNS 15030-19
	20	呼吸道或皮膚過敏物質 (Respiratory or skin sensitization)	CNS 15030-20
	21	生殖細胞突變性物質 (Germ cell mutagenicity)	CNS 15030-21
	22	致癌物質 (Carcinogenicity)	CNS 15030-22
	23	生殖毒性物質 (Reproductive toxicity)	CNS 15030-23
	24	特定標的器官系統毒性物質~單一暴露 (Specific target organ systemic toxicity - Single exposure)	CNS 15030-24
	25	特定標的器官系統毒性物質~重複暴露 (Specific target organ systemic toxicity - Repeated exposure)	CNS 15030-25
	26	吸入性窒息物質 (Aspiration hazard)	CNS 15030-26
環境危害	27	水環境之危害物質 (Hazardous to the aquatic environment)	CNS 15030-27

CNS 15030化學品分類及標示

表一 國家標準CNS 15030標準之危害分類彙總表

一、化學品與廠商資料			
化學品名稱：氫氟酸 (Hydrogen fluoride)			
其他名稱：--			
建議用途及限制使用：烷化、異構化、縮合、脫水、聚合等之催化劑。無機及有機反應之氟化劑；氟及氟化鋁之生產。液態火箭推進劑之添加劑；鈾之精製。			
製造者、輸入者或供應者名稱：三福化工股份有限公司			
製造者、輸入者或供應者地址：台南市善化區小新里 340 號 電話：886-6-5837608			
緊急聯絡電話/傳真電話：886-6-5837608 傳真：886-6-5839498			
二、危害辨識資料			
化學品危害分類：			
1. 急性毒性物質第 3 級 (吸入)			
2. 金屬腐蝕物第 1 級			
3. 腐蝕/刺激皮膚物質第 1 級			
4. 嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級			
5. 特定標的器官系統毒性物質~重複暴露第 1 級			
健康危害	20	呼吸道或皮膚過敏物質 (Respiratory or skin sensitization)	CNS 15030-20
	21	生殖細胞致突變性物質 (Germ cell mutagenicity)	CNS 15030-21
	22	致癌物質 (Carcinogenicity)	CNS 15030-22
	23	生殖毒性物質 (Reproductive toxicity)	CNS 15030-23
	24	特定標的器官系統毒性物質~單一暴露 (Specific target organ systemic toxicity - Single exposure)	CNS 15030-24
	25	特定標的器官系統毒性物質~重複暴露 (Specific target organ systemic toxicity - Repeated exposure)	CNS 15030-25
環境危害	26	吸入性危害物質 (Aspiration hazard)	CNS 15030-26
	27	水環境之危害物質 (Hazardous to the aquatic environment)	CNS 15030-27

以模式推估應用於暴露評估

職業安全衛生法與危害性化學品評估級分級管理辦法

職業安全衛生法

第12條 第1項

- 雇主對於中央主管機關訂有容許暴露標準之作業場所，應確保勞工之危害暴露低於標準值

危害性化學品評估及分級管理辦法

第8條

- 事業單位從事特別危害健康作業（游離輻射作業除外）之勞工人數在一百人以上，或總勞工人數五百人以上者，雇主對於第三條之化學品，經中央主管機關訂有容許暴露標準者，應參照中央主管機關公告之採樣分析建議方法或運用定量推估模式實施暴露評估。

以環測應用於暴露評估

職業安全衛生法與危害性化學品評估級分級管理辦法

職業安全衛生法

第12條 第3項

- 雇主對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫，並設置或委託由中央主管機關認可之作業環境監測機構實施監測。但中央主管機關指定免經監測機構分析之監測項目，得僱用合格監測人員辦理之。

危害性化學品評估及分級管理辦法

第9條

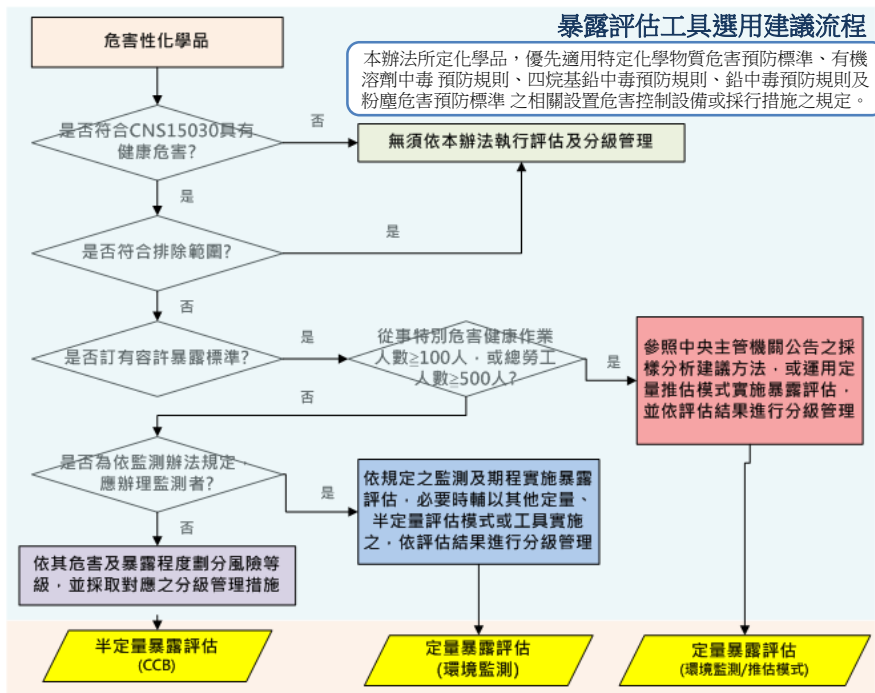
- 雇主應依勞工作業環境監測實施辦法所定之監測及期程，實施前條化學品之暴露評估，必要時並得輔以其他半定量、定量之評估模式或工具實施之。

模式推估/環測應用於暴露評估之分級管理

危害性化學品評估及分級管理辦法

第10條

- 雇主對於前二條化學品之暴露評估結果，應依下列風險等級，分別採取控制或管理措施：
 - 一、第一級管理：暴露濃度低於容許暴露標準二分之一者，除應持續維持原有之控制或管理措施外，製程或作業內容變更時，並採行適當之變更管理措施。
 - 二、第二級管理：暴露濃度低於容許暴露標準但高於或等於其二分之一者，應就製程設備、作業程序或作業方法實施檢點，採取必要之改善措施。
 - 三、第三級管理：暴露濃度高於或等於容許暴露標準者，應即採取有效控制措施，並於完成改善後重新評估，確保暴露濃度低於容許暴露標準。



暴露與暴露健康危害風險評估...

(Exposure and exposure health risk assessment...)

暴露與暴露健康危害風險評估 (Exposure and exposure health risk assessment)

- 暴露健康危害風險評估 (Exposure health risk assessment)
- 暴露風險評估 (Exposure risk Assessment)

Safety/health risk assessment

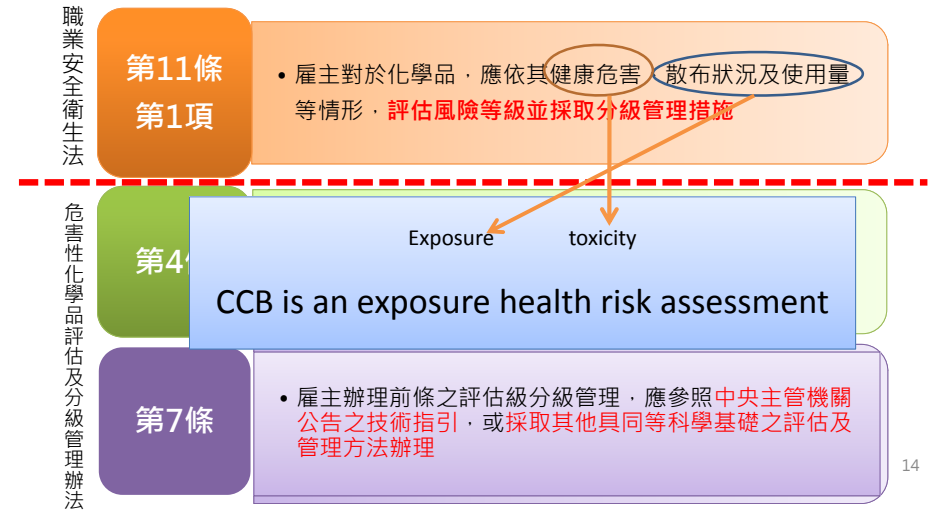
- Safety:
 - Severity x possibility
- Health
 - Toxicity x exposure

The Content of Exposure health Risk Assessment

- Exposure health risk assessment
 - Critical work of industrial hygienists (i.e., IHst)
 - The essence of health risk assessment:
 - Exposure
 - Health effect
- Health Risk = f (exposure, health effect/exposure)
- Stock-in-trade
 - Toxicologist and Epidemiologist: health effect/exposure
 - IHst: exposure

化學品分級管理

◦ 職業安全衛生法與危害性化學品評估及分級管理辦法



The Content of Exposure Risk Assessment

- Exposure risk assessment
 - Exposure
 - Exposure limit
- Exposure risk= f (Exposure/Exposure limit)

以模式推估應用於暴露評估

◦ 職業安全衛生法與危害性化學品評估級分級管理辦法



以環測應用於暴露評估

◦ 職業安全衛生法與危害性化學品評估級分級管理辦法

職業安全衛生法

第12條
第3項

• 雇主對於經中央主管機關指定之作業場所，應訂定作業環境監測計畫，並設置或委託由中央主管機關認可之作業環境監測機構實施監測。但中央主管機關指定免經監測機構分析之監測項目，得僱用合格監測人員

$$\text{Exposure risk} = f(\text{Exposure/Exposure limit})$$

危害性化學品評估級分級管理辦法

第9條

• 雇主應依勞工作業環境監測實施辦法所定之監測及期程，實施前條化學品之暴露評估，必要時並得輔以其他半定量、定量之評估模式或工具實施之。

模式推估/環測應用於暴露評估之分級管理

• 雇主對於前二條化學品之暴露評估結果，應依下列風險等級，分別採取控制或管理措施：

危害性化學品評估及分級管理辦法

第10條

- 一、第一級管理：暴露濃度低於容許暴露標準者，應即採取有效控制措施。
- 二、第二級管理：暴露濃度低於容許暴露標準但高於或等於其二分之一者，應就製程設備、作業程序或作業方法實施檢點，採取必要之改善措施。
- 三、第三級管理：暴露濃度高於或等於容許暴露標準者，應即採取有效控制措施，並於完成改善後重新評估，確保暴露濃度低於容許暴露標準。

Q: Only three categories can be used?

暴露評估之分級管理...

管理區分

- Exposure hazard rankings
- Exposure hazard ratings
- Exposure hazard zones
- Exposure hazard classifications
- Exposure control categories

管理區分與措施 (Japan)

- 管理區分一 (可接受之低度風險)
 - 繼續維持
- 管理區分二 (可接受之風險)
 - 鼓勵改善
- 管理區分三 (不可接受之風險)
 - 工程控制(如：取代、密閉、隔離、通風換氣)
 - 行政管理(如：PPE、縮短工時)
 - 健康管理

21

21

AIHA exposure control category

	Exposure Control Category*	Recommended Control	Uncertainty rating
	0 (<1% of OEL)	No action	High Medium Low
	1 (<10% of OEL)	General HazCom	
	2 (10-50% of OEL)	+ chemical specific HazCom	
	3 (50-100% of OEL)	+ exposure surveillance, medical surveillance, work practices	
	4 (> 100% of OEL)	+ respirators & engineering controls, work practice controls	
	5 (Multiples of OEL; e.g., based on respirator APFs)	+ immediate engineering controls or process shutdown, validate respirator selection	

* - Decision statistic = 95th percentile

More technically oriented....

化學品分級管理控制工具使用之建議(1)

- 適用於**第四條**、**第七條**之評估及分級管理方法或工具
- **CCB**
 - 化學品分級管理 (Chemical Control Banding, CCB)
 - 日本「有害物質之危害指針」
 - 英國物質健康危害控制要點 (Control of Substances Hazardous to Health Essentials, COSHH Essentials)
 - 德國工作場所有害物質管控計劃 (Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe, EMKG)
 - 新加坡人力部職業衛生局所研擬之「有害化學品風險評估規範」
 - 其他半定量暴露評估技術

24

暴露評估技術	內容大綱與特色
半定量評估 日本「有害物質之危害指針」	化學物質危害結果係採用「化學品全球調和制度 (Globally Harmonized System, GHS)」及歐盟的風險片語(Risk Phrase, R-Phrase)對化學物質的危害加以分類；而勞工暴露結果則是以化學物質的使用量及物化特性來評定，最後擬定出不同危害分類的風險矩陣，以決定暴露危害風險及控制策略。亦提出物理性危害因子的評估模式。
英國健康安全署之COSHH Essentials	係運用化學品的危害、使用量、物理性質等簡單資訊進行一般風險評估的程序，並以管控指引表 (control guidance sheet, CGS) 的內容形式，提供具體的工作場所作業程序及建議分級管理作法
德國工作場所危害物質管控計劃EMKG	係以藉由SDS中得到的資訊應用至基本工作場所運作情況，其危害等級之劃分除了以R-phase外，新增利用OEL的數值大小來分組，如粒狀物濃度(mg/m3)或氣狀物濃度(ppm)，讓control banding的運用更廣泛。
新加坡人力部職業衛生局所研擬之「有害化學品風險評估規範」	以考量化學品之毒理危害特性來推估危害等級(Hazard Rating, HR)，評比方式可利用致癌分類、腐蝕性及刺激性加以分級，亦可利用半致死劑量(LD ₅₀)及濃度(LC ₅₀)來制定危害等級。暴露等級(Exposure Rating, ER)之推估則是依作業條件與環境特性等資訊，給予不同之暴露指數(Exposure Index, EI)評比，由各項EI之評比結果可進一步推估其暴露等級。
我國化學品分級管理指引	以ILO ICCT 為基礎所發展，以我國危害通識制度已推行多年之GHS 健康危害作為危害分類判斷的依據。依危害分類群組、暴露分類群組，對照風險矩陣得到風險等級。

半定量暴露評估工具

化學品分級管理 (Chemical Control Banding, CCB)
 日本「有害物質之危害指針」
 英國物質健康危害控制要點 (Control of Substances Hazardous to Health Essentials, COSHH Essentials)
 德國工作場所危害物質管控計劃 (Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe, EMKG)
 新加坡人力部職業衛生局所研擬之「有害化學品風險評估規範」

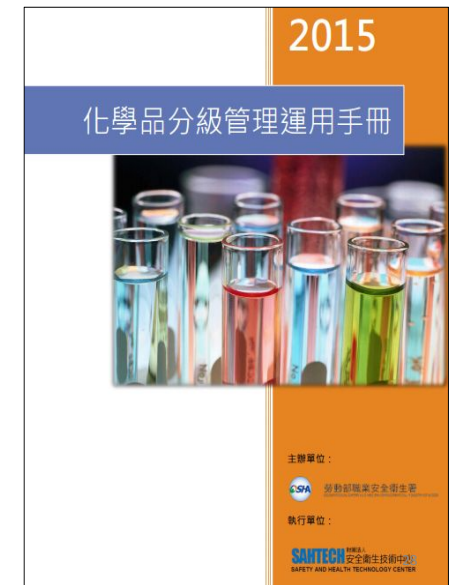
26

化學品分級管理 (Chemical Control Banding, CCB)

27

化學品分級管理(CCB)

- 勞動部職業安全衛生署公告之【化學品分級管理運用手冊】進行評估。



CCB-五步驟



英國物質健康危害控制要點 (Control of Substances Hazardous to Health Essentials, COSHH Essentials)



COSHH Essentials



COSHH Essentials

- 1 Assign hazard group

A	B	C	D	E	S
R36	R20	R23	R26	R40 Muta cat 3	R21
R36/38	R20/21	R23/24	R26/27	R42	R24
R38	R20/21/22	R23/24/25	R26/27/28	R42/43	R27
R65	R21	R23/25	R26/28	R45	R34
R66	R21/22	R24	R27	R46	R35
R67	R22	R24/25	R27/28	R49	R36
All dusts and vapours not allocated to another band		R25	R28		R36/37
		R34	R40 Carc. Cat. 3,		R36/37/38
		R35	R48/23		R36/38
		R36/37	R48/23/24		R38
		R36/37/38	R48/23/24/25		R41
		R37	R48/23/25		R42
		R37/38	R48/24		R42/43
		R41,	R48/24/25		R43
		R43,	R48/25		R48/21
		R48/20	R60,		R48/21/22
		R48/20/21	R61,		R48/22
		R48/20/21/22	R62,		R48/23
		R48/20/22	R63,		R48/24
		R48/21	R64		R48/24/25
		R48/21/22			R48/25
		R48/22			R66

COSHH Essentials

- 2 How much is used

	Solids	Liquids
Small	Grams	millilitres
Medium	Kilograms	litres
Large	Tonnes	Cubic metres

COSHH Essentials

- 3 Determine dustiness/volatility

Solids – How dusty?

Low Pellet-like solids that don't break up. Little dust visible during use

Medium Crystalline, granular solids. When used, dust is seen but settles out quickly

High Fine, light powders. When used dust clouds remain in air for some time

Liquids – How volatile?

Graph to select volatility of liquid

COSHH Essentials

- 4 Identify control approach

1 - GENERAL VENTILATION A good standard of general ventilation and good working practice.	Least reduction in exposure
2 - ENGINEERING CONTROL Typically local exhaust ventilation ranging from a single point extract close to the source of hazards, to a ventilated partial enclosure. It includes other engineering methods of control, eg cooling coils for vapours, but not complete containment.	↓
3 - CONTAINMENT The hazard is contained, or enclosed, but small-scale breaches of containment may be acceptable. Often used where a substance is very hazardous or a lot of it is likely to get in the air.	↓
4 - SPECIAL Expert advice is needed in selecting control measures and you should seek further help.	Greatest reduction in exposure ↓ Special Help needed

COSHH Essentials

- 5 Find appropriate control sheets
- ### Control Approach

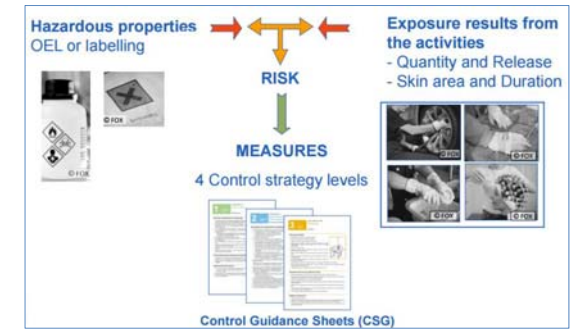
Amount used	Low dustiness or volatility	Medium volatility	Medium dustiness	High dustiness or volatility
Hazard group A				
Small	1	1	1	1
Medium	1	1	1	2
Large	1	1	2	2
Hazard group B				
Small	1	1	1	1
Medium	1	2	2	2
Large	1	2	3	3
Hazard group C				
Small	1	2	1	2
Medium	2	3	3	3
Large	2	4	4	4
Hazard group D				
Small	2	3	2	3
Medium	3	4	4	4
Large	3	4	4	4
Hazard group E				
For all hazard group E, substances, choose control approach 4				

Control sheet for Local exhaust ventilation

德國工作場所危害物質管控計劃 (Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe, EMKG)

EMKG

- 適用中小企業工作場所風險評估
- 由SDS中所提供的資訊，加上基本工作場所運作情況，使用者可接著運用適當管控策略來減少吸入或皮膚接觸暴露途徑的暴露。
- 8步驟。



EMKG-1

Step 1: Hazard Group (HG) Inhalation

Start by determining the hazard group (for substances: by means of occupational exposure limit (OEL) or classification R-phrases/ H-statements and for mixtures by means of classification R-phrases/ H-statements).

See safety data sheet for this information (SDS sections: 2, 8)

HAZARD INCREASE	OEL according to TRGS 900		R-phrases, in case there is no OEL	HG	H-statements, in case there is no OEL
	Solids (mg/m³)	Liquids (ppm)			
↑	1 < OEL ≤ 10	50 < OEL ≤ 500	No R-phrase, R36, R37, R65, R67	A	No H-statement, H319, H335, H336, H304
	0.1 < OEL ≤ 1	5 < OEL ≤ 50	R20, R22, R41, R68/20, R68/22	B	H302, H332, H318, H371
	0.01 < OEL ≤ 0.1	0.5 < OEL ≤ 5	R23, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R42, R62, R63, R68, R39/23, R39/25, R48/20, R48/22	C	H301, H331, H314, H334, H341, H351, H361f, H361d, H370, H373, EUH031
	0.001 < OEL ≤ 0.01	0.05 < OEL ≤ 0.5	R26, R28, R32, R61, R39/26, R39/28, R48/23, R48/25	D	H300, H330, H360D, H372, EUH032
	OEL ≤ 0.001	OEL ≤ 0.05	R45, R46, R49, R60	E	H340, H350, H350i, H360F

EMKG-2

Step 2: Release Group

Next, select the physical state (solid or liquid) and determine boiling point/vapor pressure for liquids or dustiness for solids. See safety data sheet for this information (SDS section: 9)

	LOW	MEDIUM	HIGH
Solids (dustiness)	granules, pellets, wax	coarse powder (e.g. washing powder, sugar)	fine powder (e.g. flour, toner)
Liquids (boiling point* or vapor pressure)	more than 150°C	50 to 150°C	less than 50°C
*applies to work done at room temperature	less than 0.5 kPa	0.5 to 25 kPa	more than 25 kPa

EMKG-3

Step 3: Quantity Group
Estimate the quantity used per task.

LOW	ml/g	
MEDIUM	l/kg	
HIGH	m³/t	

EMKG-4

Step 4: Control Strategy Inhalation
By combining the three parameters hazard, release and quantity group you can derive a control strategy represented by control guidance sheets that describe measures for typical working activities. Please note that the protective measures in series 1xx have the meaning of minimum standards, which must always be implemented also for level 2 and 3.


HAZARD GROUP	QUANTITY	RELEASE GROUP		
		LOW	MEDIUM	HIGH
A	LOW			
	MEDIUM		liquid	
	HIGH		solid	
B	LOW			
	MEDIUM		liquid	
	HIGH		solid	
C	LOW			
	MEDIUM		liquid	
	HIGH		solid	
D	LOW		liquid	
	MEDIUM		solid	Expert advise
	HIGH		Expert advise	Expert advise
E		Expert advise		

Level 1
General ventilation
= Control Guidance Sheets (CGS) 1xx

Level 2
Engineering control
= Control Guidance Sheets (CGS) 2xx

Level 3
Containment
= Control Guidance Sheets (CGS) 3xx

Special expert advise



EMKG-5

Step 5: Hazard Group (HG) Skin contact
Determine the hazard group for skin contact by classification (R-phrases/H-statement).
If an employee works more than 2 hours in a moist environment or wears liquid-proof protective gloves or often cleans the hands intensively or disinfects them, please remember that this is „wet work“ and therefore the control guidance sheet 250 has to be taken into account.

R-phrases	HG	H-statements
R66	HA	EUH066
R38	HB	H315
R21, R43, R48/21, R68/R21	HC	H312, H317, H371, H373
R24, R34, R40, R39/24, R48/24, R62, R63, R68	HD	H311, H314 (Skin Corr. 1B, 1C), H341, H351, H361, H370, H372
R24 and R34, R27, R35, R39/27, R45, R46, R60, R61	HE	H310, H314 (Skin Corr. 1A), H340, H350, H360

HAZARD INCREASE

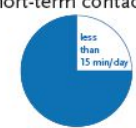
EMKG-6

Step 6: Contaminated area of skin contact
Estimate effective area that will be usually contaminated by the performed task.
When determining the effective area of skin contact, do not take protective gloves or other personal protective equipment into account!

Effective area **SMALL** spots, splashes
Effective area **LARGE** hands, forearms

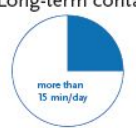
Duration of skin contact

Short-term contact



short

Long-term contact



long

EMKG-7

Step 7: Control Strategy Skin contact

The measures against skin contact as additional measures are described as low, extended or high

HG	Effective Area	Duration	Control Strategy Level
HA	SMALL	short	Level 1
	LARGE	long	
HB	SMALL	short	Level 2
	LARGE	long	
HC	SMALL	short	Level 3
	LARGE	long	
HD	SMALL	short	Level 1
	LARGE	long	
HE	SMALL	short	Level 2
	LARGE	long	

Level 1
Low need for measures:
Basic safety precautions
for skin contact, Control
Guidance Sheet 120

Level 2
Extended need for
measures:
Extended safety precau-
tions for skin contact,
Control Guidance
Sheet 250

Level 3
High need for measures:
substitution, closed system



EMKG-8

Step 8: Effectiveness check of protective measures

Implementation and effectiveness check of chosen control strategy:

- Control Guidance Sheets can be used as checklists
- Documentation of management and inspection results
- Functional capability of safety equipment and devices has to be checked on a regular basis

EMKG-Tool

EMKG - Exposure assessment part for solids



Band	Description
Low	Pellet-like, non friable solids. Little evidence of any dust observed during use. For example: PVC pellets, waxes
Medium	Crystalline, granular solids. When used, dust is seen, but it settles out quickly. Dust is seen on the surface after use. For example: soap powder
High	Fine, light powders. When used, dust clouds can be seen to form and remain airborne for several minutes. For example: cement, titanium

Band	Description
Small	gram up to 1 kilogram for solids
Medium	kilogram (batch sizes between 1 and 1000 kilograms for solids)
Large	tonnes / batch sizes of greater than 1 tonne for solids

Short term	Activity < 15 min. during a full 8 h shift?
Yes	No

Control Approach	Type	Description
1	General ventilation	Good general ventilation and good work practice
2	Engineering	Local exhaust ventilation (e.g. single point extract, partial enclosure, not complete containment) and good work practice
3	Containment	Enclosed, but small breaches may be acceptable. Good work practice

Solids - EP band	Use band	Dustiness band	Description
1	Small	Low or Medium	Grams of low / medium dusty solid
2	Small or Large	High	Grams of high dusty solid, Kg / Tonnes of low dusty solid
3	Medium or High	Low	Kg of medium / high dusty solid
4	Large	Medium or High	Tonnes of medium / high dusty solid

Control Approach	Predicted exposure level for dust, mg/m ³			
	Solids EP Band 1	Solids EP Band 2	Solids EP Band 3	Solids EP Band 4
1	0.001 - 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 1	1 - 10
2	< 0.001	0.001 - 0.01	0.01 - 0.1	0.1 - 1
3	< 0.001	< 0.001	0.001 - 0.01	0.01 - 0.1

EMKG-Tool

EMKG - Exposure assessment part for liquids



Band	At normal temperature (-20°C)	Operation temp. (o.t.)	Vapour pressure (kPa at	Alternative input of boiling point (°C) and operating temperature (°C)
Low	boiling point above 150°C	b.p. $\geq 5 \times \text{o.t.} + 50$	< 0.5	input b.p. / input o.t.
Medium	boiling point between 50 and	other cases	0.5 - 25	
High	boiling point below 50°C	b.p. $\leq 2 \times \text{o.t.} + 10$	> 25	

Band	Description
Small	millilitres up to 1 litre for liquids
Medium	litres (batch sizes between 1 and 1000 litres for liquids)
Large	cubic metres / batch sizes of greater than 1 m ³ for

Short term exposure	Activity < 15 min. during a full 8 h shift?
Yes	No

Applications on surfaces > 1m ²	Yes	No
e.g. painting, applying adhesives etc. and more than 1 litre product used per	Yes	No

Control Approach	Type	Description
1	General ventilation	Good general ventilation and good work practice
2	Engineering	Local exhaust ventilation (e.g. single point extract, partial enclosure, not complete containment) and good work practice
3	Containment	Enclosed, but small breaches may be acceptable. Good work practice

Solids - EP band	Use band	Volatility band	Description
1	Small	Low	Millilitres of low volatility liquid
2	Small or Large	Medium or High	Millilitres of medium / high volatility liquid, litres / cubic metres of low volatility liquid
3	Large	Medium or High	Cubic metres of medium volatility liquid, litres of medium / high volatility liquid
4	Large	High	Cubic metres of high volatility liquid

Control Approach	Predicted exposure level for vapour, ppm			
	Solids EP Band 1	Solids EP Band 2	Solids EP Band 3	Solids EP Band 4
1	< 5	5 - 50	50 - 500	> 500
2	< 0.5	0.5 - 5	5 - 50	5 - 500
3	< 0.05	0.05 - 0.5	0.5 - 5	0.5 - 5

新加坡危害等級及暴露等級的風險矩陣 分級訂定之標準

49

1、危害等級：如下表

表一 危害等級HR(新加坡)

危害等級	後果/危害類別	化學物質舉例
1	<ul style="list-style-type: none"> 對健康不知有何不良影響 ACGIH致癌物分類為A5 不列為有毒性或有害性 	氯化鈉(sodium chloride), 丁烷(butane), 醋酸丁酯(butyl acetate), 碳酸鈣(calcium carbonate)
2	<ul style="list-style-type: none"> 對皮膚、眼睛、口腔黏膜的影響可修復，尚不致於對健康造成嚴重的損害 ACGIH致癌物分類為A4 對皮膚有過敏和刺激性 	丙酮(acetone), 丁烷(butane), 醋酸(acetic acid) 濃度10%, 銨鹽(barium salts), 鋁塵(aluminum dust)
3	<ul style="list-style-type: none"> 對人或動物可能為致癌物或致變異物，但無確切資料 ACGIH致癌物分類為A3 IARC為2B 有腐蝕性(PH為3-5或9-11)，使呼吸器官過敏，具傷害性的化學物質 	甲苯(toluene), 二甲苯(xylene), 氨(ammonia), 丁醇(butanol), 乙醛(acetaldehyde), 乙酸酐(acetic anhydride), 苯胺(aniline), 銻(antimony)
4	<ul style="list-style-type: none"> 據對動物的實驗，可能為致癌物、致變異物、或致畸胎物 ACGIH致癌物分類為A2 IARC為2A 極有腐蝕性(PH為0-2或11.5-14) 毒性的化學物質 	甲醛(formaldehyde), 鎘(cadmium), 二氯甲烷(methylene chloride), 乙烯化氧(ethylene oxide), 丙烯腈(acrylonitrile), 丁二烯(1,3-butadiene)
5	<ul style="list-style-type: none"> 知對人為致癌物、致變異物、或致畸胎物 ACGIH致癌物分類為A1 NTP為A IARC為1 較毒性的化學物質 	苯(benzene), 聯苯胺(benzidine), 鉛(lead), 砷(arsenic), 鈹(beryllium), 溴(bromine), 氯乙烯(vinyl chloride), 汞(mercury), 結晶型二氧化矽(crystalline silica)

備註：1.ACHIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist)美國政府工業衛生師協會
2.IARC(International Agency for Research on Cancer)國際癌症研究中心
3.NTP(The U.S. National Toxicology Program)美國國家毒物計畫

50

表二 毒性化學危害等級(新加坡)HR

危害等級	給老鼠口服半數致死劑量(LD ₅₀)每公斤體重毫克	給老鼠或兔子經由皮膚吸收的半數致死劑量(LD ₅₀)每公斤體重毫克	給老鼠吸入半數致死劑量(LD ₅₀)每四小時吸入氣態毫克量	給老鼠吸入半數致死劑量(LD ₅₀)每四小時吸入液固態毫克量
2	> 2000	> 2000	> 20	> 5
3	> 200~≤2000	> 400~2000	> 2.0~≤20	> 1~≤5
4	> 25~≤200	> 50~≤400	> 0.5~≤2.0	> 0.25~≤1
5	≤25	≤25	≤0.5	≤0.25

備註：(LD₅₀)半數致死量係指導致50%動物死亡的致死劑量。

51

暴露等級計算方法

- 有環測資料時：

$$E=(F \times D \times M) / W$$

E=每週暴露(ppm或 mg/m3)

F=每週暴露次數(次)

D=每次暴露平均時間(時)

M=暴露值(ppm或 mg/m3)

W=每週平均工時(40小時)

52

表三 有害物暴露等級表(新加坡)

E/PEL	(ER)暴露等級
< 0.1	1
0.1 < 0.5	2
0.5 < 1.0	3
1.0 < 2.0	4
> 2.0	5

註: 1.PEL為容許濃度；E為暴露濃度。

2.暴露在兩種以上有相加毒性效應的時候，其Dose值之計算如下：

$$\text{Dose混合} = E_1/PEL_1 + E_2/PEL_2 + E_3/PEL_3 + E_4/PEL_4 + \dots + E_n/PEL_n$$

E=濃度，PEL=相對應之容許濃度

例如：如果暴露時間超過40小時，則PEL值應乘於 f值：

$$f = 40/H(168-H)/128$$

H=每週工作時數

53

暴露等級計算方法

- 無環測資料時：
當環境監測測無可利用(Not available)時，暴露等級(ER)可由暴露各項因素之暴露指數EI來決定：

$$EI = (EI_1 \times EI_2 \times EI_3 \times \dots \times EI_n)^{1/n}$$

54

表四 有害物各項因素之暴露指數參照表

新加坡使用無環測資料時

暴露指數	1	2	3	4	5
暴露因素					
蒸氣壓或微粒大小(氣動直徑)	< 0.1mmHg 粗糙,大塊的物質	> 0.1~1mmHg 粗糙及乾的物質	> 1.0~10mmHg 乾及小的微粒 > 100µm	> 10~100mmHg 乾及細的微粒 10-100µm	> 100mmHg 乾及微細的粉末 < 10µm
* OT/PEL比率	< 0.1	0.1~0.5	> 0.5~1	> 1~2	≥ 2
危害控制措施	適當控制且定期維護	適當控制非定期維護	適當控制但無維護：相當髒	無適當控制：相當髒	無控制：非常髒
每星期使用大小	幾乎可忽略的使用量 < 1Kg	少量使用量 1~< 10Kg	中等量使用 10Kg~< 100Kg	大量使用 100Kg~< 1000Kg	大量使用 > 1000Kg
每星期停留時間	< 8小時	8~16小時	16~24小時	24~32小時	32~40小時

註：OT為臭味限值

55

風險矩陣

- HR及ER之風險矩陣

HR ER	1	2	3	4	5
1	1	1.4	1.7	2	2.2
2	1.4	2	2.4	2.8	3.2
3	1.7	2.4	3	3.5	3.9
4	2	2.8	3.5	4	4.5
5	2.2	3.2	3.9	4.5	5

56

定量暴露評估工具

Mathematical Model
Environmental monitoring

57

化學品分級管理控制工具使用之建議(2)

- 適用於**第八條**之評估及分級管理方法或工具:
- **Modeling**
 - 飽和蒸氣壓模式 (Saturation Vapor Pressure Model)
 - 暴露空間模式 (Box Models)
 - 完全混合模式 (Well-mixed Room Model)
 - 二暴露區模式 (Two-Zone Model)
 - 其他模式
 - Eddy diffusion model
 - EASE (estimation and assessment of substance exposure) model
 - Structure Subjective Assessment Method

58

Model Selection
-Using a tiered approach-

59

Tiered approach

- Tier I
 - Screening level or ballpark estimate
- Tier II
 - Providing estimates that are within an order of magnitude or two
- Tier III
 - Providing an opportunity to further refine these estimates and quantify the level of certainty in the estimates

60

Tiered model suggestion

- Tier I
 - Zero ventilation model
 - Well mixed box (or room) model
 - These are appropriately used for non-point sources
 - Simple mass balance models

61

Tiered model suggestion

- Tier II
 - The two-zone model (NF/FF)
 - Well mixed room models with more sophisticated generation rate estimators including
 - The exponentially decreasing emission rate model
 - The drum filling model
 - The back-pressure model
 - Cyclic process emission modeling
 - The eddy diffusion model

62

Tiered model suggestion

- Tier III
 - The Monte Carlo simulator
 - The characteristics of the output distribution provide the user with the quantitative information necessary to quantify the uncertainty

63

小結

- 由保守假設之模式著手
- 當模擬結果超過OEL時，就需要較複雜的模式
- 若模式未達預期成效之處理方式
 - 發展更好的模式(不易達成)
 - 執行有代表性的空氣採樣(較常被使用之方法)

64

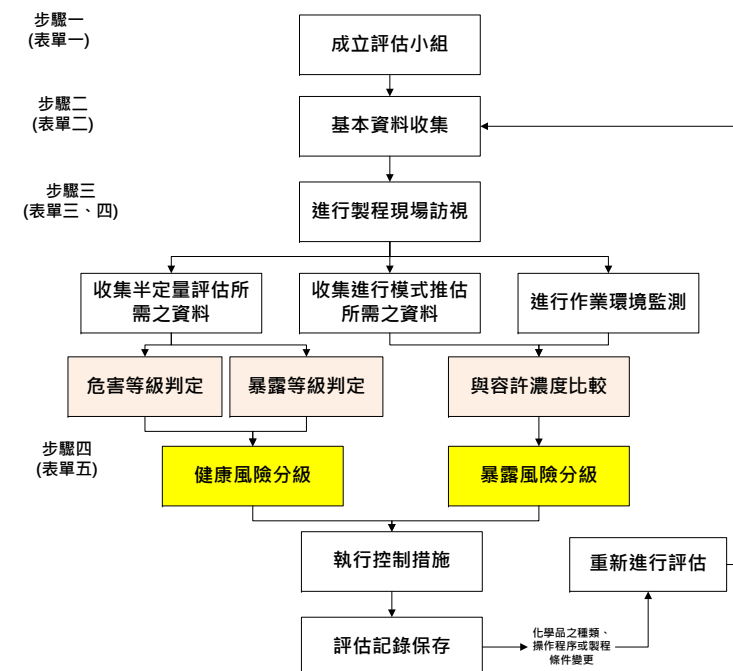
暴露評估技術	內容大綱與特色
定量模式評估 飽和蒸氣壓模式	「最糟狀況」(worst case)假設指某化學品在空氣中的分壓等於其蒸氣壓值，這個模式說明了化學品的空氣中濃度和其在空氣中的飽和濃度相同
均勻混合模式Well-mixed Model	此模式最基本的假設為空氣中有害物在室內完全均勻分佈，有害物濃度不因位置的不同而有所差異。
兩區模式 Two-zone Model	勞工作業空間被處理成二個接鄰的區帶（即近場/遠場, Near Field/Far Field），近場區帶（簡稱NF）為環繞化合物發生源和欲估計暴露者呼吸區帶的空間，遠場區帶（簡稱遠場, Far Field）為除近場以外的空間。
Turbulent Eddy Diffusion without Advection	運用此散佈類型的暴露模式需要指定暴露者到發生源的距離，沒有對流的氣流下，在一個距離點發生源固定半徑距離的表面濃度均相等，由於這個對稱關係，暴露者的位置可以以距離發生源多少個半徑長度來表示(單位為m)。另一個對暴露者位置的替代表示為使用笛卡兒座標制(Cartesian coordinate position)，以發生源為原點(0,0,0)，將暴露者的位置表示為(x,y,z)。
Turbulent Eddy Diffusion with Advection	此散佈類型的暴露模式是在沿著空間的一個方向軸上有對流氣流，如此化合物在氣流方向的移動加疊在擴散作用上，暴露者的位置以對應於以發生源為原點(0,0,0)的座標 (x,y,z)表示。

化學品分級管理控制工具使用之建議(3)

- 適用於**第九條**之評估及分級管理方法或工具
- **EM**
 - 定量環境監測技術 (Environmental monitoring)
 - 定量環境監測技術 - 最大暴露危險群 (maximum exposure risk group)
 - 定量暴露評估技術 - 全盤性暴露評估 (comprehensive exposure assessment)
 - 結合定量環境監測與其他定量、半定量模式暴露評估技術
 - 以貝氏統計結合定量與其他定量暴露評估技術
 - 以貝氏統計結合定量與其他半定量模式暴露評估技術

66

危害性化學品評估及分級管理執行流程



68

步驟一 成立評估小組

人員	姓名	職責
勞工安全衛生人員		
現場主管		
勞工代表		

69

步驟二 基本資料收集

- 此步驟包含化學品基本資料收集與化學品危害等級判定(表單二)
 - 化學品基本資料收集
 - 清查公司具有健康危害的化學品，並加以列表後，排除不適用的化學品。
 - 以參考「危害性化學品標示及通識規則」中的**危害清單**進行。
 - 同時，也確認這些化學品是否皆已具備評估所需資訊，如**安全資料表 (Safety Data Sheet, SDS)**。


70

步驟二 基本資料收集

- 此步驟包含化學品基本資料收集與化學品危害等級判定(表單二)
 - 化學品危害等級判定

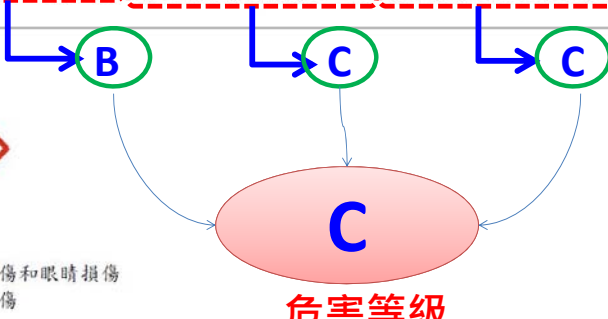
二.危害辨識資料

化學品危害分類： **極毒性物質第4級(吞食) 1級** **腐蝕/刺激皮膚物質第1級** **嚴重損傷/刺激眼睛物質第1級**

標示內容：
 象徵符號：


警示語：危險
 危害警告訊息：吞食有害
 造成嚴重皮膚灼傷和眼睛損傷
 造成嚴重眼睛損傷

危害等級： **C**



步驟二 基本資料收集

- 此步驟包含化學品基本資料收集與化學品危害等級判定(表單二)
 - 暴露評估方法判定
 - 藉由SDS中所提供之容許濃度相關資訊
 - 各製程化學品使用調查與危害群組判定記錄表

部門	作業區域	作業類型	人數	使用化學品	容許濃度	危害群組	暴露評估方法
範例:製造A處	Fab-10F-photo	生產製程	6	光阻劑	-	A	半定量
				乙二醇	50 ppm	D	定量模式推估
				丙酮	750 ppm	A	定量環境監測

72

步驟四 風險等級判定與控制措施之決策

• 定量

- 此兩者定量結果(模式推估與環境監測)，皆依定量暴露評估結果與容許暴露標準之比值進行分級管理，
- 本辦法參考AIHA暴露控制分級之分類標準，修訂分成四個風險控制等級，提供後續控制或管理措施之決策，以強化危害預防之成效。
- 注意:此等級之分類與控制措施，可視公司之最終管理需求與目的，自行調整之。

風險等級	有定量濃度值之分類	控制措施建議
1	< 0.1 PEL	保持例行性評估
2	0.1~0.5 PEL	保持例行性評估
3	0.5~1 PEL	個人防護具提供，保持例行性評估
4	> 1 PEL	局部排氣使用或既有局部排氣效能檢查、個人防護具使用、實施環境監測或利用直讀式儀器確認、進行工程控制

步驟四 風險等級判定與控制措施之決策

• 風險等級判定與執行控制措施記錄總表

項次	使用區域	作業型態描述	使用化學品名稱	半定量		定量		風險減緩控制措施建議	
				危害分級	暴露等級	暴露控制表單選取建議	無環測		有環測
1	1F高頻製造部黃光區	生產製程	丙酮(工業級)	A			1		保持例行性評估
			異丙醇(工業級)	A			1		保持例行性評估
			過硫酸銨	E	4	管理方法4			局部排氣使用或既有局部排氣效能檢查、個人防護具使用、實施環境監測或利用直讀式儀器確認
			硫酸	D				1	保持例行性評估
			草酸	D	3	管理方法3			個人防護具提供，保持例行性評估

78

執行範例

• 資料調查、危害分級與評估方法一覽表

項次	化學名稱	SEG	PEL	單位	SDS有無	物質安全資料表索引碼	平均數量	最大數量	最近一次測定值	危害群組	分級評估方法
1	丙酮(電子級)	1	750	ppm	v	67-64-01	4L	8L		A	定量(模式推估)
2	異丙醇(電子級)	1	400	ppm	v	67-63-0	7L	15L		A	
3	試藥級酒精	1	1000	ppm	v	64-17-5	27L	34L		A	
4	硫酸	1	1	mg/m3	v	7664-93-9	480L	675L	<0.0118~<0.0137	D	定量(環境監測)
5	光阻劑	3			v	108-65-6	0.6L	2.8L		A	半定量
6	Thinner	3			v	108-65-6	3L	4L		C	
7	Developer	3			v	-	3L	4L		D	
8	Promoter	3			v	999-97-3	3L	4L		C	
9	TPM-606	3			v	108-65-6	1.3L	2L		C	
12	碘	2			v	7553-56-2	4.3g	4.4g		C	
13	乙二醇	4	50	ppm	v	107-21-1	0.4L	0.5L		D	定量(模式推估)
14	雙氧水	4	1	ppm	v	07722-84-1	150Kg	195Kg		C	半定量
15	氫氧化鉀	4			v	01310-58-3	150Kg	200Kg		C	
16	丙酮(工業級)	2	750	ppm	v	67-64-01	365L	410L	<0.284~26.7	A	
17	異丙醇(工業級)	2	400	ppm	v	67-63-0	980L	1120L	<0.284~3.49	A	定量(環境監測)
18	甲苯	2	100	ppm	v	108-88-3	0.5L	0.6L		C	定量(模式推估)

執行範例

• 所有化學品半定量風險/控制等級評估結果一覽

項次	化學名稱	需環測者	PEL	單位	SDS有無	物質安全資料表索引碼	平均數量	最大數量	危害群組	風險等級
5	光阻劑				v	108-65-6	0.6L	2.8L	A	1
6	Thinner				v	108-65-6	3L	4L	C	3
7	Developer				v	-	3L	4L	D	4
8	Promoter				v	999-97-3	3L	4L	C	3
9	TPM-606				v	108-65-6	1.3L	2L	C	3
12	碘				v	7553-56-2	4.3g	4.4g	C	1
15	氫氧化鉀				v	01310-58-3	150Kg	200Kg	C	2

80

執行範例

- 需進行定量風險/控制等級評估結果一覽

項次	使用區域	作業型態描述	化學名稱	PEL	單位	無環測	有環測	級別判定	最近一次環測
						Cp/PEL	Cm/PEL		
34	1F2F4F	生產製程	磷酸	1	mg/m3	0.026		1	
43	1F2F4F	生產製程	氨水	50	ppm	0.045		1	
13	1F	設備保養	乙二醇	50	ppm	0.000		1	
16	1F2F4F	生產製程	丙酮(工業級)	750	ppm		0.036	1	<0.284~26.7
17	1F2F4F	生產製程	異丙醇(工業級)	400	ppm		0.009	1	<0.284~3.49
20	2F	分析鏡液	二氯甲烷	50	ppm	0.360		2	
93	1F2F4F	設備保養	硝酸	2	ppm		0.042	1	0.0155~0.0830
130	1F	棕化線	硫酸	1	mg/m3		0.013	1	<0.0125

81

執行範例

- 所有製程所使用化學品風險減緩或控制措施建議一覽

項次	使用區域	作業型態描述	使用化學品名稱	半定量			定量		風險減緩控制措施建議	
				危害分級	暴露等級	暴露控制表單選取建議	風險等級			
							無環測	有環測		
1	1F黃光區	生產製程	丙酮(工業級)	A			1		保持例行性評估	
			異丙醇(工業級)	A			1		保持例行性評估	
			過硫酸銨	E	4	管理方法 4				局部排氣使用或既有局部排氣效能檢查、個人防護具使用、實施環境監測或利用直讀式儀器確認
			蝕刻液	C	3	管理方法 3				個人防護具提供、保持例行性評估
			磷酸	C			1			保持例行性評估
			硫酸	D				1		保持例行性評估
			鹽酸	C	4	管理方法 4				局部排氣使用或既有局部排氣效能檢查、個人防護具使用、實施環境監測或利用直讀式儀器確認
			淨化硫酸銅	E	4	管理方法 4				局部排氣使用或既有局部排氣效能檢查、個人防護具使用、實施環境監測或利用直讀式儀器確認

82

定量模式說明

1. 模式推估(完全混合模式)
2. 環測結果(公司提供近一次結果)
3. 應用直讀式儀器監測值

模式推估公式

- 完全混合模式

$$C_t = \frac{G + C_{in} \cdot Q}{Q + K_L \cdot V} \left[1 - \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right) \right] + C_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right)$$

G: generation rate

V: total room volume minus volume of solid objects in room

K L: K loss value, default: 0 (no loss other than via ventilation). May use values up to 1 to estimate the effect of loss other than by the ventilation at a constant rate over time. (for example ... 0,1 per hour). Such loss could be by sorption of the contaminant or by chemical degradation of the contaminant.
C0: contaminant level in the work space at the start. Often assumed to be zero.

Cin: contaminant concentration in the air entering the work space. Often assumed to be zero

Maximum time for the simulation = the time specified by the user for which to run the calculations

Time at the end of generation = time specified by user at which time the Generation (G) will cease and purging of the room begins

84

模式推估公式

- 穩定釋放速率~Hummel方程式

$$G = \frac{0.166 \cdot MW^{0.833} \cdot P_v \cdot \left[\frac{1}{MW} + \frac{1}{29} \right]^{0.25} \cdot A}{T^{0.05}} \cdot \sqrt{\frac{V}{L \cdot P_{atm}}}$$

常見之典型環境值計算
考慮室溫及室壓在20°C及1 atm的情形下，T=293K, Patm=101325Pa

$$G = 0.393 \times MW^{0.833} \times P_v \times \left(0.0345 + \frac{1}{MW} \right)^{0.25} \times A \times \sqrt{\frac{V}{L}}$$

MW: molecular weight
Pv: vapor pressure of evaporating chemical
A: surface area of liquid pool
V: air speed
L: surface length of liquid pool

85

模式推估公式

- 完全混合模式

$$C_t = \frac{G + C_{in} \cdot Q}{Q + K_L \cdot V} \left[1 - \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right) \right] + C_0 \cdot \exp\left(-\frac{Q + K_L \cdot V}{V} \cdot t\right)$$

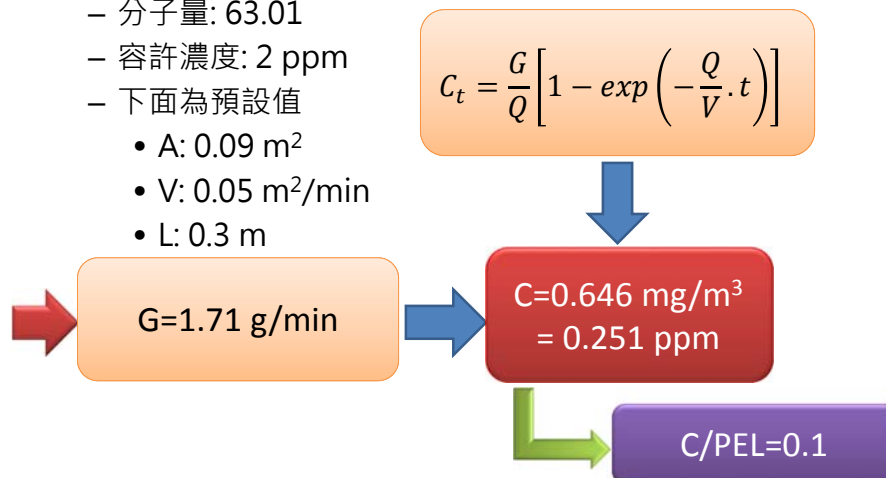
$$C_t = \frac{G}{Q} \left[1 - \exp\left(-\frac{Q}{V} \cdot t\right) \right]$$

簡化後，需調查Q·V，計算G，即可

86

模式推估~範例

- 硝酸
 - 蒸氣壓: 5.5 mmHg
 - 分子量: 63.01
 - 容許濃度: 2 ppm
 - 下面為預設值
 - A: 0.09 m²
 - V: 0.05 m²/min
 - L: 0.3 m



應用環測結果

- 直接使用量測結果(Cm)與容許濃度(PEL) (=Cm/PEL)，進行分級管理
- 範例:
 - 氫氟酸，PEL=3 ppm
 - 最近一次測定值 <0.014 ppm
 - Cm/PEL=0.014/3=0.0047

應用直讀式儀器結果

- 範例
 - 氧氯化磷
 - 模式推估值=0.83 ppm
 - $C/PEL=8.3$ ，以推估結果，建議優先進行實際量測評估，以調整分級
- 直讀式儀器測值
 - 氧氯化磷
 - 平均測定濃度:0.003 ppm
 - $C_m/PEL=0.03$

Any Question?