

危險性設備 設備安全

鍋爐與壓力容器

- 鍋爐種類：
 - 蒸汽鍋爐
 - 熱水鍋爐

- 壓力容器種類：
 - 高壓氣體容器
 - 高壓氣體特定設備

鍋爐

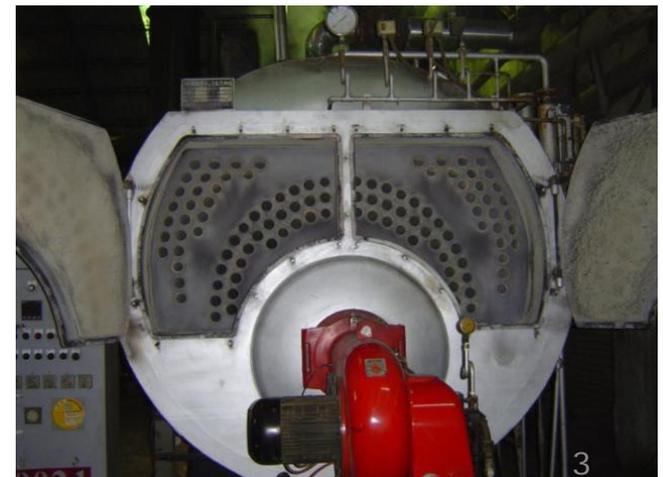
- 潛在危害：

- 鍋體爆炸

- ✓ 鍋體如因超壓、腐蝕等原因而發生一裂口，而在裂口處即與大氣接通。當體內降低至大氣壓力時，鍋中的一部份熱水遂閃變成為蒸氣。體積突然增大，使原來容器無法容納，壓力劇增遂產生了爆炸。

- 爆裂

- ✓ 因操作人員疏忽、壓力錶不準、鍋爐腐蝕變薄、超出所能承受壓力。



鍋爐安全

- 操作人員應注意：
- 每人以操作一座為原則，操作期間並不得任意離開崗位。
- 運轉中應隨時監視鍋爐之壓力、水位及燃燒狀態等情況。
- 保持壓力表、安全閥之機能正常。
- 每日檢點水位測試裝置至少一次，檢點及適當調整低水位燃燒遮斷裝置、火焰檢出裝置等。
- 使用時確實檢查鍋爐是否緊閉。

鍋爐-意外案例

- 紡織製造其染色鍋爆炸致勞工一人死亡職業災害
 - 據該公司業務主管說：『大約在今天(89年9月21日)中午，染色鍋開始進汽升溫，預定升溫至攝氏130度，本人開啟供汽閥後即離開現場到別處，約下午一時操作員聽到染色房爆炸聲，趕到現場，罹災者已被爆炸開之染色鍋蓋撞擊當場致死』。
 - 可能原因：罹難者**不當開啟鍋蓋**，使啮合齒未完全啮合，造成染色鍋內部餘壓將染色鍋蓋掀起，拉斷染色鍋與鍋蓋連接處，而將鍋蓋彈飛出去。

鍋爐

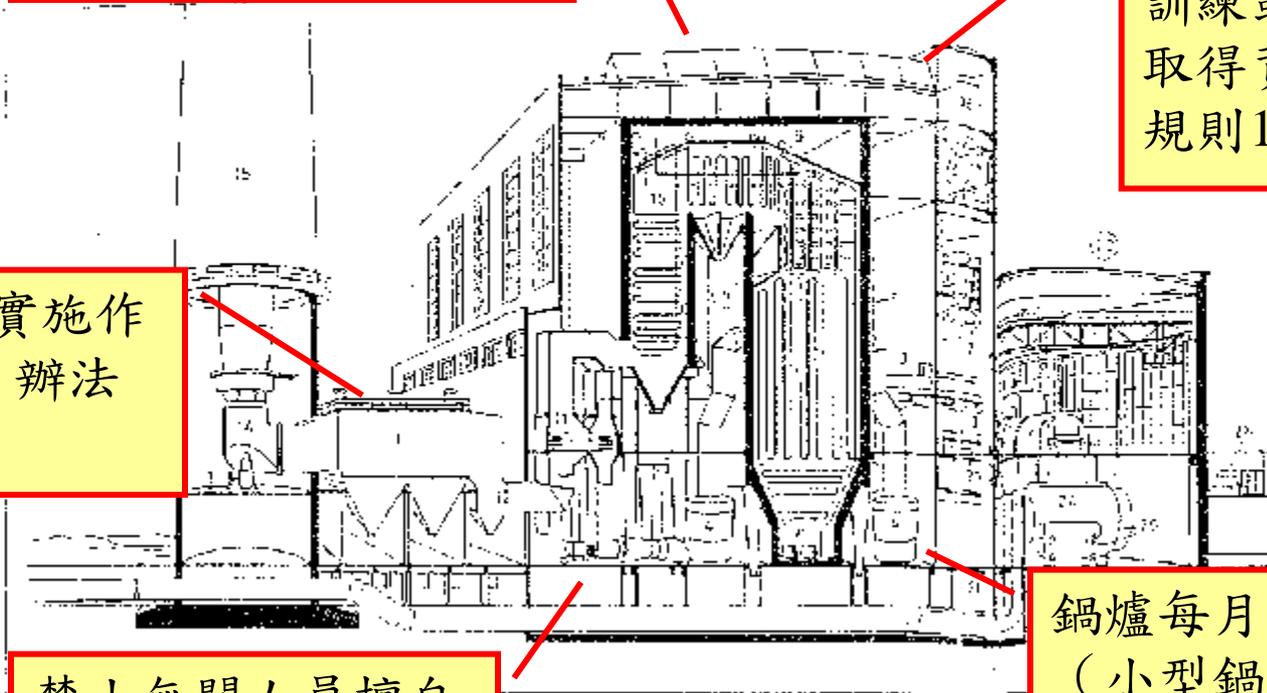
鍋爐檢查合格-安衛法
8

鍋爐操作人員經
訓練或技能檢定
取得資格-教育
規則13、14。

鍋爐操作前實施作
業檢點-安自辦法
64

禁止無關人員擅自
進入鍋爐房-鍋爐
及壓力容器安全規
則18

鍋爐每月定期檢查
(小型鍋爐每年)-
安自辦法32、34



壓力容器

- 依機能分類：
 - 進行加熱作用者
 - ✓ 熱交換器、蒸煮鍋、精練器、染色器、消毒（滅菌）器、加硫鍋。
 - 進行反應作用者
 - ✓ 高壓反應鍋、反應器、蒸發器、抽出器、蒸餾器。
 - 儲存高溫壓力液體者
 - ✓ 蓄熱器、熱水回收槽（閃化槽；flash tank）。
- 潛在危害：
 - 火災
 - 爆炸
 - 中毒
 - 凍傷



蒸氣壓力容器：滅菌鍋

壓力容器

- 安全防護：

- 確認安全閥壓力錶及其他安全設備無異狀後方予使用。
- 避免急速、劇烈之負荷與變動。
- 持汽壓在最高容許使用壓力之下。
- 保持安全閥、釋放閥等減壓設施之機能正常。
- 有自動控制裝置者應經常注意檢驗及調整以保持正常機能。
- 設置冷卻水回收裝置，應保持機能正常。



蒸氣壓力容器：臥式殺菌釜

壓力容器



壓力容器經檢查合格-安衛法8

第一種壓力容器操作人員經訓練或技能檢定-教育規則13。

第一種壓力容器操作前作業檢點-安自辦法64

第一種壓力容器每月實施定期檢查（第二種壓力容器、**小型壓力容器**每年）-安自辦法33、35、36

*圖片之壓力容器需由計算判定是否為第一種壓力容器或小型壓力容器

氣體鋼瓶

- 潛在危害：

- 破裂
- 膨出
- 火災
- 爆炸

- 安全防護：

- 手套
- 安全鞋



氣體鋼瓶-意外案例

- 鋼瓶爆炸致傷、死災害：

據該廠修配工場工人甲稱：當天下午在修配工場之工作告一段落，收拾好工具後，又到氧氣灌裝部找乙談談，才拉出汽缸之工作困難情形，那時乙正與丙在談天，我們3人距灌裝處約三、四公尺左右，而此時氧氣壓縮機尚未開動，之後，氧氣壓縮機開動了，甲隨口說：「這氧氣壓縮機聲音不錯？」約1分鐘左右之後，即聽到一聲巨響，甲就被爆風震倒在地，不省人事，等醒來時發現黑煙茫茫一片，看不到四周的東西，以及上面石綿瓦陸續掉下來泥灰、瓦片，同時感覺背後還有一陣熱風，臉部也感到麻痛，後被送往醫院救治。

氣體鋼瓶-意外案例

● 災害原因分析：

- 一 災害發生後，查其氧氣灌裝設備都無損壞，而灌裝時之10個鋼瓶，除爆炸之鋼瓶外，其餘均無損壞，因此推斷此爆炸之鋼瓶有問題。
- 一 後經查證結果及在災害現場附近找回之瓶頭，經丁指認無訛，查該瓶頭（即開關凡而部分）上有C₂H₂字樣，推斷該鋼瓶係乙炔鋼瓶。
- 一 據氧氣鋼瓶部操作工人戊稱：當天氧氣壓縮機開動後壓力約達40kg/cm²，才開啟總開關凡而開始灌裝。
- 一 由上述判斷本次災害原因為誤用乙炔鋼瓶，瓶內尚存有大量乙炔餘氣，灌裝氧氣時於高壓下引起乙炔在氧氣中起激烈分解爆炸，使其產生之壓力超過乙炔瓶本身所能承受之壓力，致鋼瓶爆破。

鋼瓶的搬運與儲存

- 溫度保持於攝氏40度以下
- 以專用推車進行搬運
- 避免不同氣體同時搭載
- 儲存與載運須有警告標誌與滅火器等相關安全設備，如個人防護具、吸收劑或中和劑等。
- 儲存周圍2公尺內不得放置煙火、引火性或著火性物質。
- 空瓶應另外放置。
- 鋼瓶應直立固定並加蓋，並要時分區存放。
- 注意通風與監測儀器的正常運作。

鋼瓶

溫度經常保持於40°C
以下-勞工安全衛生
設施規則第108條

裝妥護蓋-設施
規則108

周圍兩公尺內無
引火性物品-設施
規則108

鋼瓶應直立併列，
固定措施-設施
規則108

鋼瓶或空瓶，分區放置。可燃性氣體、
有毒性氣體及氧氣之鋼瓶，分開貯存-
設施規則108



危害物質容器之危害
圖式-危險物與有害
物標示及通識規則5



物質安全資料表置於工
作場所易取得之處-通
識規則17

火災爆炸

大專校院實驗場所安全衛生考試中心

學習目標

- 認識燃燒的原理
- 瞭解造成燃燒與爆炸現象不同的原因及火災爆炸分類
- 瞭解滅火的原理與相關設備
- 知道火災爆炸的預防對策與逃生要領

大綱

單元 1 前言

1.1 燃燒概論

1.2 造成燃燒與爆炸現象不同的原因

1.3 實驗室常見危險物

單元 2 火災、爆炸的分類與實驗室火災爆炸案例分析

2.1 火災種類

2.2 爆炸種類

2.3 實驗室之火災爆炸案例及其因素分析

單元 3 火災爆炸之傷害及預防原則方法

3.1 火災危害生命的直接因素(缺氧、熱、毒性氣體、煙)

3.2 火災爆炸預防原則與方法

3.3 危險物品儲存安全

3.4 能量管制原則

3.5 濃度管制原則

單元 4 火災爆炸設備及逃生要領

4.1 滅火原理

4.2 滅火設備之分類

4.3 逃生狀況及要領(包括方法、設備)

請問...

- 假設現在家裡、實驗室起火了，您知道該怎麼辦嗎？求生？往哪個出口？滅火？滅火器在哪？種類？
- 求生計畫？
- 因為火災，我可能損失什麼？
- 如果我不希望有火災，預防？怎麼做？
- 時，地，狀況？
- 預防火災爆炸？預防災害擴大？預防人員傷亡？

單元1 前言

燃燒概論

火是一種燃燒之現象



何謂燃燒

- 燃燒係可燃物(還原劑)與助燃物(氧化劑)起化學反應(氧化還原反應)

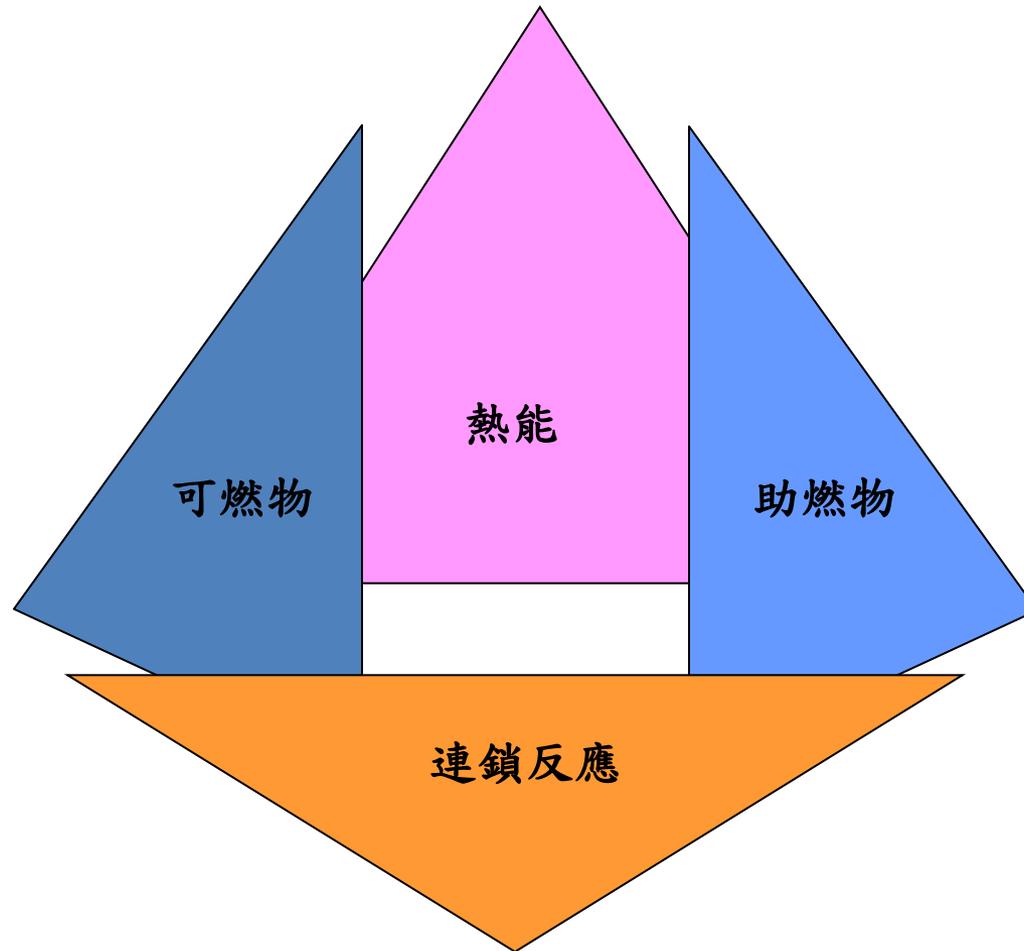
(對可燃物而言為氧化反應)

— 須為放熱反應

— 且於穩定燃燒之前，放熱之速度大於散熱之速度

— 如此一來則使物體之溫度上升，終於發出光，而為人的感官—眼睛—感受到持續5秒鐘(與閃火區別)

燃燒三要素與四要素說



燃燒之必要條件

- 引起燃燒必須具備兩個必要條件，缺一不可
 - 濃度條件(可燃物達到適合燃燒之狀態)
 - 能量條件 (具有提供發生燃燒所需之能量)

燃燒之必要條件（一）

- 要發生燃燒，一定要使可燃物質在適當之濃度範圍，特別是氣體或蒸氣，如果濃度太濃或太稀薄，都不會發生燃燒，充其量只發生化學反應。
- **最小點火能量**(Minimum ignition energy, MIE)
 - 可燃物質發生燃燒或爆炸所需之最小能量，稱之。
 - 常應用於防爆設計，若能使點火裝置之發生能量不超過環境可燃物質之MIE，則可防止發生燃燒爆炸。

燃燒之必要條件（三）

- 著火源之種類
 - － 明火
 - － 高溫表面
 - － 摩擦
 - － 撞擊
 - － 靜電
 - － 電火花

表1 塗料常用溶劑的最小點火能量 (MIE)

品名	最小點火能量	品名	最小點火能量
苯	0.225 mJ	丙酮	1.150 mJ
甲苯	0.240 mJ	2-丁酮	0.215 mJ
二甲苯	0.200 mJ	正己烷	0.230 mJ
甲醇	0.215 mJ	環己烷	0.220 mJ
異丙醇	0.650 mJ	正庚烷	0.240 mJ
乙酸甲酯	0.400 mJ	松節油	10.00 mJ
乙酸乙酯	1.420 mJ	汽油	0.200 mJ

表2 不同工作環境/濕度下，所測得之靜電值

	低相對濕度環境 (10~20 RH%)	高相對濕度環境 (65~90 RH%)
在地毯上行走	184 mJ	0.3 mJ
在乙烯塑料地板上行走	22 mJ	0.009 mJ
作業人員在工作台旁	5 mJ	0.002 mJ
使用乙烯塑料封袋	7 mJ	0.05 mJ
從工作台取放普通塑料袋	60 mJ	0.2 mJ
有尿胺泡沫墊的工作椅	49 mJ	0.3 mJ

造成燃燒與爆炸現象不同的原因

- **爆炸原因:**

氣體燃料事先散佈於空氣中，然後點燃即形成爆炸，例如瓦斯爆炸

- **燃燒原因:**

若氣體燃料未與空氣預先混合，於氣體出口端才點火，將不會爆炸僅發生燃燒，例如家用瓦斯爐



實驗室常用的危險物

- 危險物之分類方式
- 可燃性氣體
- 易燃性液體
- 易燃性固體與粉塵
- 自燃性物質
- 遇濕易燃性物質（禁水性物質）
- 不相容危險性物質

危險物之分類

- 依勞工安全衛生設施規則第十條
- 危險物分類：為爆炸性物質、易燃固體、自燃物質、禁水性物質、氧化性物質、易燃液體、可燃性氣體等。

GHS 圖式：物理性危害

危害性	爆炸物	易燃氣體	易燃氣膠	氧化性氣體	加壓氣體	易燃液體	易燃固體	自反應物質	發火性液體	發火性固體	自熱物質	禁水性物質	氧化性液體	氧化性固體	有機過氧化物	金屬腐蝕物
GHS 圖式符號																
台灣法令 圖式符號	1	2.1	2.1	5.1	2.2	3	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	5.1	5.1	5.2	8

可燃性氣體

- 勞工安全衛生設施規則第十五條可燃性氣體，係指下列物質：
 - 一、氫。
 - 二、乙炔、乙烯。
 - 三、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷。
 - 四、其他於一大氣壓下攝氏十五度時，具有可燃性之氣體。

易燃液體

- 易燃液體是指易燃閃火點低於 61°C ，在常溫常壓下為液體的物質；
 - 常用的有甲苯、乙醇、二甲苯、丙酮、汽油及正己烷等
 - 易燃液體燃燒的形式大部分是因為受熱汽化形成蒸氣後再依氣體燃燒的方式進行（擴散燃燒或動力燃燒）
 - 易燃液體的危險性主要是來自於具備：
 1. 易燃性
 2. 蒸氣的易爆性
 3. 流動擴散性
 4. 帶電性
 5. 不相容性。

易燃固體與粉塵

- 定義：凡遇火、受熱、撞擊、摩擦或與氧化劑接觸即著火的物質
- 依其型態分為為易燃固體與粉塵
- 例如：紅磷、二硝基甲苯、黃磷、硫化磷、赤磷、鎂粉、鋁粉等

自燃物質

- 定義：不需與明火接觸由本身的化學變化或受環境的溫、溼度的影響而能自行燃燒的物質
- 常見的有黃磷、二亞硫磺酸鈉、鋁粉末、鎂粉末、硝化棉、三乙基鋁及其他金屬粉末
- 此類物質要注意儲存時的條件要**保持通風**
避免熱累積。

禁水性物質

- 定義：具有遇濕能放出易燃之氣體與熱量引起燃燒或爆炸性質者；
- 例如金屬鉀、金屬鋰、金屬鈉、碳化鈣、磷化鈣及其他之物質；
- 其危險性主要是來自於具備：
 1. 遇水或遇酸之燃燒性
 2. 爆性
 3. 自燃性
 4. 毒害性和腐蝕性。

不相容危險性物質

- 定義：兩種或兩種以上物質具有由於混合接觸而發生爆炸危險者

— 氧化劑與還原劑的混合：

- ✓ 常見的氧化劑有氧氣、氯氣、次氯酸鈉、次氯酸鈣、硫酸、過氧化氫、硝酸等；常見的還原劑則有焦炭、氫氣、一氧化碳、二氧化硫等。

— 生成不安定物質的混合：

- ✓ 有些物質雖混合後雖不會立即發生明顯的巨觀變化，卻會形成敏感的爆炸化合物而引起危險，如疊氮化銀與四氯化碳、TNT與活性碳。

單元2 火災、爆炸的分類 與實驗室火災爆炸案例分析

火災定義

- 何謂火？
 - － 火是一種燃燒之現象。
- 何謂火災？
 - － 火災在消防上通常具備以下之三要件：
 - 有造成火災之主體—火
 - 因失控或縱火致使火擴大成災
 - 必須用滅火設備滅火—造成損失。

火災種類

- 火災
 - 由時間分為：白晝、夜間與深夜火災；
 - 由發生場所分為：高樓、地下建築、工廠、都市、山林、船舶、航空器、鐵道車輛火災...等。
- 一般為火災搶救方便，通常係由發生燃燒之物質以水搶救是否妥適而將火災分為四類。
 - 一般普通火災(A)
 - 油類火災(B)
 - 電氣火災(C)
 - 化學火災(D)



火災種類

- A類(普通火災)

- 指建築物、家具等的木柴、紙張、綿織物、纖維物、裝飾物品、塑膠、橡膠等之固體可燃物質火災。
- 用水或以泡沫滅火劑水溶液撲滅

- B類(油類火災)

- 指石油類、油漆類、植(動)物油類、**有機溶劑**類等可燃液體、及液化石油氣、天然氣、乙炔氣等易燃性氣體火災。
- 若用水滅火有使火擴大延燒或造成突沸
- 乾粉、化學泡沫或機械泡沫滅火器

火災種類

- C類(電氣火災)
 - 指電壓配線、電動機器、變電器及其他各種電器火災。
 - 二氧化碳滅火器滅火 (事務精密機器)
- D類(化學火災，又稱禁水性物質火災或特殊火災)
 - 指可燃性金屬物質、禁水性物質火災及特殊材料氣體(矽烷)火災。
 - 若用水滅火有造成爆炸等使災害擴大之可能，可用特殊型乾粉滅火器

爆炸定義

- 何謂爆炸？

係壓力之快速產生，並釋放至周圍壓力較低之環境，因氣體快速膨脹，擠壓空氣或容器壁摩擦，發出聲響，通常造成破壞。

爆炸種類

- 由爆炸時物質之相分
 - 氣體、液體與固體爆炸
- 由爆炸之特性
 - 物理性爆炸
 - 高壓容器洩漏爆炸，如鍋爐爆炸、氣體鋼瓶破裂爆炸。
 - 水蒸氣爆炸，例如鋼鐵廠熔融鐵碰到大量水，水突然膨脹1700倍而爆炸。
 - 化學性爆炸
 - 氣體爆炸、可燃性蒸氣爆炸、霧滴爆炸、粉塵爆炸、化學失控爆炸、高爆炸性炸藥爆炸等。
 - 物理化學性爆炸
 - 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(**BLEVE**)

何謂BLEVE

- BLEVE：
 - 按照原文翻譯為「沸騰液體膨脹蒸氣爆炸」
(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)
- 為液體受熱沸騰後成氣體，容器爆裂後，氣體洩出而產生爆炸的情況。

例子:有機溶劑桶 BLEVE爆炸

特徵係為大火球及破片飛散

實驗室之火災爆炸

- 近來許多大學的化學實驗室都分別傳出火警，造成不少生命財產之的損失，更突顯出實驗室防範火災和爆炸之重要性。
 - 原因：使用化學藥品、高壓氣體不注意常會造成火災或爆炸意外事故。

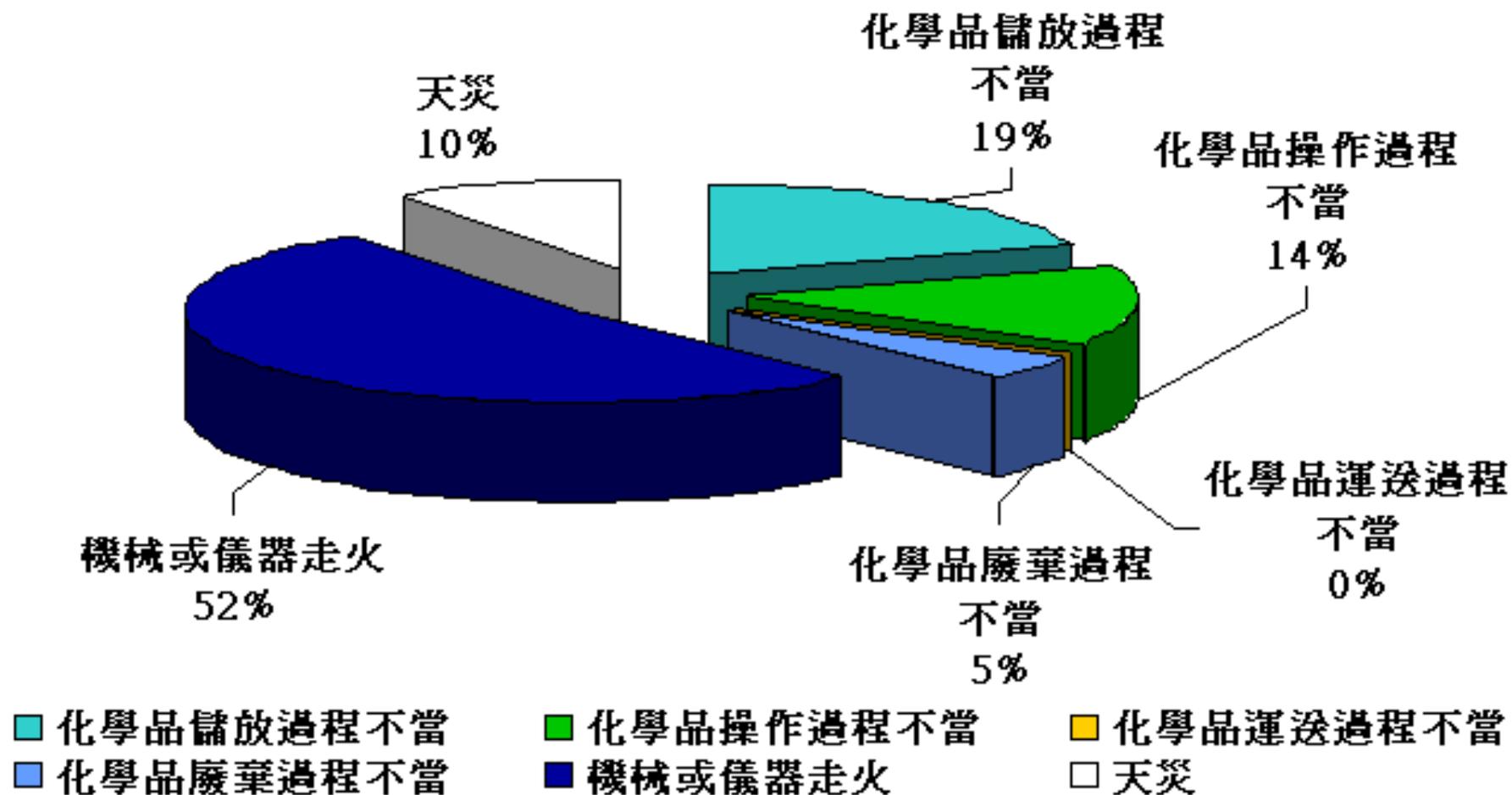
國內近幾年校園實驗室事故

災害簡述	人員傷害情形
化學實驗課，學生添加酒精燈時，不慎洩漏桌面並引起酒精氣爆而灼傷	3名學生灼傷
某校機械工程實驗室人員誤將無機酸廢液倒入有機溶劑廢液中引發氣爆	1名女技術員灼傷
中正大學化學系之化學實驗室因地震使藥品墜落地面而引發化學反應，導致5間實驗室起火燃燒	5間實驗室燒毀，財物損失一千萬
某校教學大樓新建工程，因工人施工引發甲苯而爆炸	承攬商一死一傷
<u>台科大機械所</u> 張生進行固態鹽實驗，發生爆炸	張生一眼炸瞎，臉部與頸部灼傷

國內近幾年校園實驗室事故

日期	單位	事故簡述
92.1.25	某清大	化工所高分子實驗室，疑似實驗室廢溶液中鈉金屬暴露於空氣中，進而與空氣中水氣反應後產生氫氣而引燃延燒至附近廢溶劑桶桶，故火勢一發不可收拾，1人受傷。(火災)
92.3.6	某藥科大	空污分析實驗室排氣櫃內進行萃取實驗，試瓶破裂致內容物質(正己烷、二氯甲烷)蒸氣外洩並被引燃，而導致火災發生。有13名消防隊員因進入火場之時，因曝露化學物質受傷。(火災)
92.7.22	某師大	實驗室內燒杯等玻璃器皿均以丙酮清洗，未完全乾燥就置放於木櫃內，又因室內溫度過高，導致火災的發生。(火災)
93.2.21	某中大	無機高分子實驗室內從事乙腈純化蒸餾時，疑因蒸氣揮發遇熱產生氣爆，並波及鄰近化學實驗引發火災。(氣爆、火災)
93.6.20	某研院	化學所有機實驗室疑因電線走火，引燃附近存放有機金屬的木櫃，導致火災的發生。(火災)
93.8.6	某清大	有機實驗室因正己烷玻璃瓶破裂外洩，清除處理不慎引起火災。(火災)
93.8.18	某台大	疑似存放有機化學合成木櫃倒下，導致有機溶劑外洩並接觸熱源造成火災發生。(火災)

國內實驗室案例中之災害發生源分析

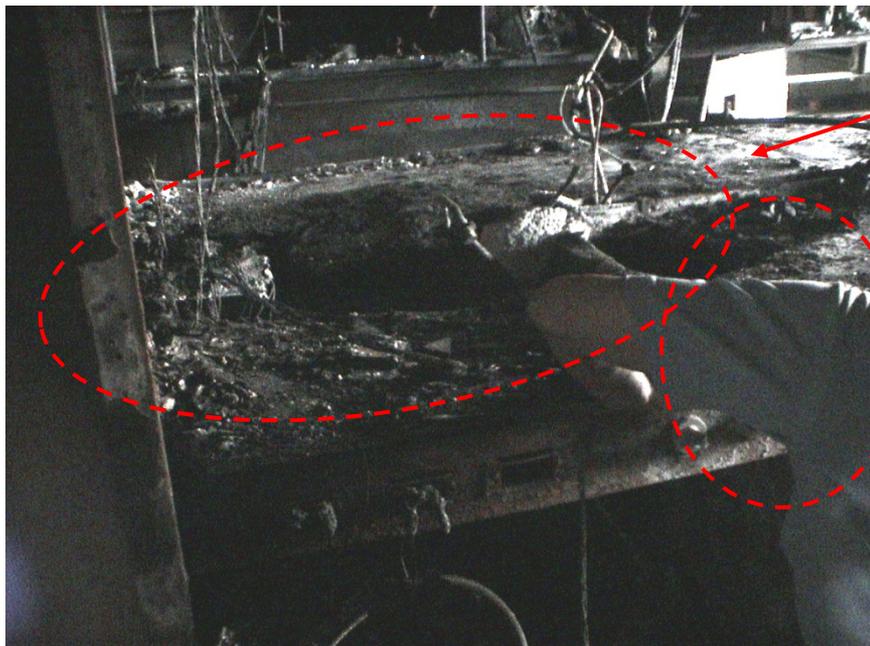


火災案例一 油類火災



四公升正己烷溢流處

- 四公升正己烷溶劑破裂，溶劑溢流四處，研究生先用掃把掃除玻璃，再用拖把清除溶劑。但隨即起火。
- 火災直接波及之六樓三間實驗室，損失估算約為1000萬元。



原抽風櫃B之位置

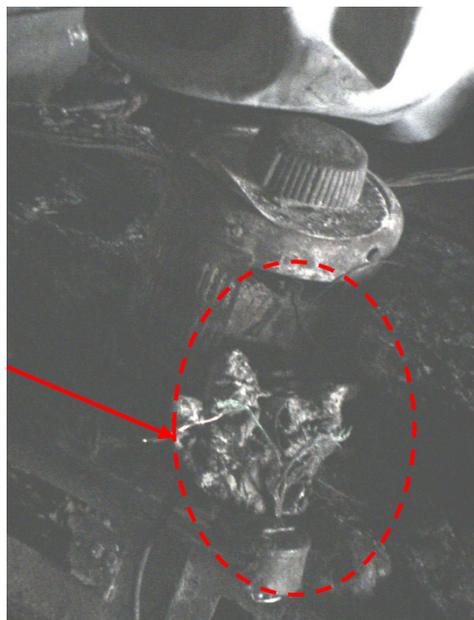
完整之電源線路

直接原因

- 一 放於實驗桌上之可調式電流控制器之電氣火花引燃潑灑於地面上之正己烷蒸氣。

間接原因

- 一 人員未採取適當之清理程序，以有效排除揮發之可燃性蒸氣，使得揮發蒸氣及地面正己烷被引燃。
- 一 人員未及時移除周圍之點火源及加熱設備，造成設備產生之電氣火花引燃可燃性蒸氣。



呈現熔融狀態
(起爆點)

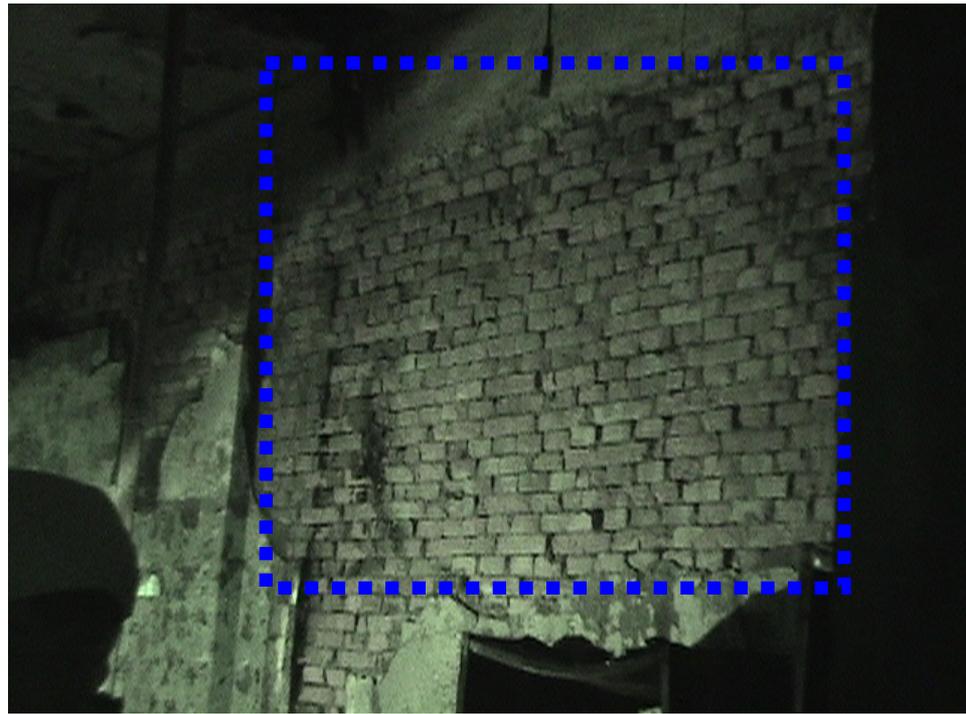


原電流控制器

建議

- 建議對人員施以適當之清理化學藥品之標準作業訓練。
- 當有機溶劑洩漏時，建議應將裝有防爆型抽風扇之可繞性風管置於溢流面上方，以有效排除揮發之可燃性蒸氣，避免達到其爆炸下限。
- 建議可燃性化學藥品使用完畢後，應**立即擺放回**
以防火製造之抽氣式藥品櫃。

火災案例二 油類火災



- 化學館有機化學實驗室，懸定牆壁上的儲存化學藥品木櫃發生傾倒，致木櫃內化學藥品的玻璃容器掉落化學藥品混合溢散於地面。
- 鐵罐撞擊後產生火花，引燃混合蒸氣造成火災。



化學藥品外包鐵罐因受撞擊壓縮後導致變形

- 直接原因
 - 儲存化學藥品之鐵製容器撞擊產生火花。

- 間接原因

- 儲存化學藥品的木櫃懸空釘於牆壁上，以致發生傾倒意外。
- 事故實驗室內存放過多、過量的有機溶劑及廢液，致使存放容器掉落損壞時，大量且複雜的溶劑混合，產生可燃性氣、液環境，後經起火源點燃，發生火災意外。



木櫃下方的有機溶劑儲存鐵桶，其中兩只因爆炸導致上方頂蓋炸壞

建議

- 避免懸空或有潛在傾倒危險的藥品儲櫃設計及使用。
- 避免堆積過多、過量的化學藥品，並使用小量體積的化學品存放容器。

火災案例三 電氣火災

- 火災開始發生時，無學生及實驗室人員留置於實驗室內，為其他學生聽到警鈴後出門察看才發現實驗室煙霧瀰漫。





- 直接原因
 - 疑是電線走火引起火災。
- 間接原因
 - 電線之電流負載過大引起電線走火。

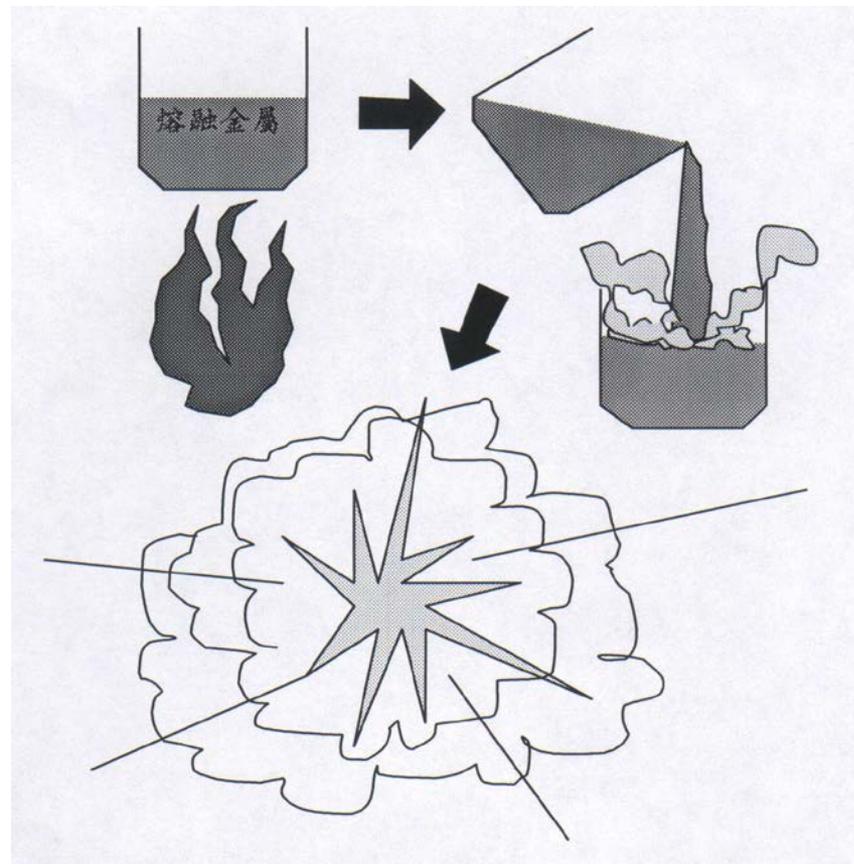


建議

- 提昇人員之用電安全知識，避免電線之電流負載過大。
- 對於電源及相關線路之配置應請專業之電氣技師或合格之電匠負責規劃及施工。

爆炸案例一 實驗室水蒸氣爆炸

- 水→水蒸氣
 - 體積將比液態時增加幾乎達1700倍，甚為驚人
 - 一般烷類（如液化石油氣）之體積僅增加300倍左右
 - 一般都認為甚為安全的水，如果突然瞬間全部蒸發，則有可能發生水蒸氣爆炸。
- 熔融金屬物質
 - 如果不慎將該熔融金屬掉落適量之水中，則將可能發生前述之水蒸氣急速膨脹而造成爆炸。



爆炸案例二 化學反應引起

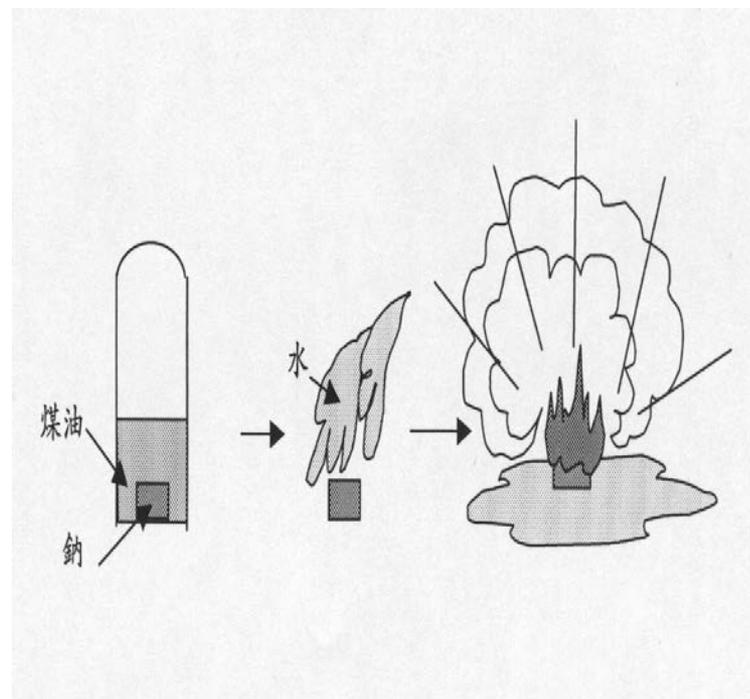
- 遇水會劇烈反應之物質

- 數量過多，產生之熱量大並引起所生**可燃性氣體**之燃燒，造成氣體膨脹迅速，就會發生爆炸。

- 如：鈉在潮濕的空氣中就可能發生反應，所以要放置於煤油中，如果鈉與雨水接觸，就會劇烈反應。

- 稀釋硫酸過程

- 應該將濃硫酸少量緩緩加進水中，否則可能發生爆炸。



爆炸案例三 化學反應引起

- 過氧化物:
- 含不穩定氧原子化合物(類似炸藥),溫度過高會有爆炸的可能性
 - 無機過氧化物:過氯酸鉀等
 - 有機過氧化物:過氧化丁酮等(高分子反應起始劑)
- 救火消防員6人全數罹難,總計造成10人死亡,49人受傷.



火災或爆炸之危險性

• 越大越危險

- 燃燒範圍(爆炸範圍)
- 蒸氣壓
- 燃燒速度
- 燃燒熱
- 火焰傳播速度

• 越小越危險

- 燃燒下限(爆炸下限)值
- 閃火點
- 自燃點
- 沸點
- 最小著火能量

單元3 火災爆炸之傷害及預防 原則方法

火災危害生命直接因素

- 氧氣耗盡(Oxygen depletion)

- 火焰燃燒時會耗掉氧氣，當空氣中氧氣濃度小於**17%**

- 缺氧症狀出現

- **6~8%**：呼吸停止，在**6~8**分鐘內發生窒息(Asphyxiation)死亡

- 火焰(Flame)

- 火焰直接接觸及輻射熱引起燒傷。

- 皮膚若維持在溫度**66°C**(150°F)以上或受到輻射熱**3 W/cm²**以上，僅須1秒即可造成燒傷。

火災危害生命直接因素（續）

- 熱(Heat) 【空氣對流熱】

- 包括

- ✓ 呼吸道危害

- ✓ 皮膚燒（灼）傷

- 熱空氣及氣體能引致燒傷、熱虛脫、脫水及呼吸道閉塞（水腫）。

- 對於呼吸而言，超過66°C (150°F)之溫度便難以忍受，此溫度領域可能會使消防人員救援及室內人員逃生遲緩。

火災危害生命直接因素（續）

- 毒性氣體(Toxic gases)

- 火災發生時會將火場因裝潢、放置化學物質複雜造成燃燒後空氣中極易存有**毒性氣體**→**CO** **HCN**

- 煙(Smoke)

- 煙往往比溫度更早達到令人難以忍受程度。

- 危害：

- ✓ 降低能見度進而影響逃生

- ✓ 皮膚與呼吸道灼傷

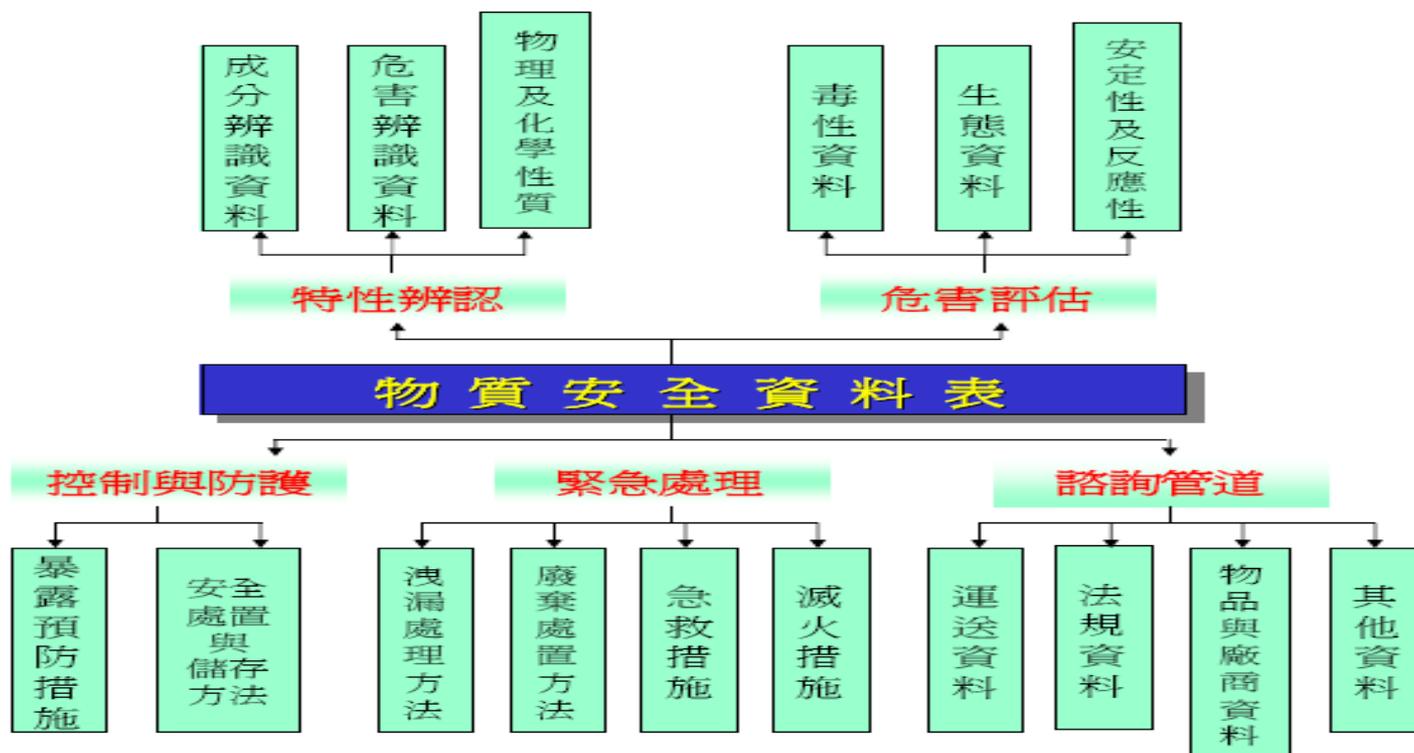
防止火災爆炸之對策

防止火災爆炸之基本觀念：

- 使物質在不適合燃燒爆炸之狀態
 - 如：濃度在該狀態之爆炸範圍外。
- 使物質不致接觸可以提供燃燒爆炸能量之火源
 - 如：火源未達最小著火能量、溫度低於閃火點。
- 考量現場可能存在之著火源及其能量之大小，並採取消除該能量造成危險之相對防範措施。

了解實驗所需使用之危險物品特性

- 善用MSDS瞭解所處理物質之特性-由物理化學性質項目中、可以查知物質之爆炸上下限、閃火點、所需最小著火能量、是否屬預混合氣體或物質。



危險物品儲存安全

- 不相容之危險物品勿混合儲存—應單獨分開存放
- 瞭解實驗室現場溫度、壓力、氧濃度與溼度等環境狀況，因該等狀態對物質造成之危險性變化。
- 危險物品應有專屬儲存場所，欲進行實驗時在小量領取至實驗室使用。

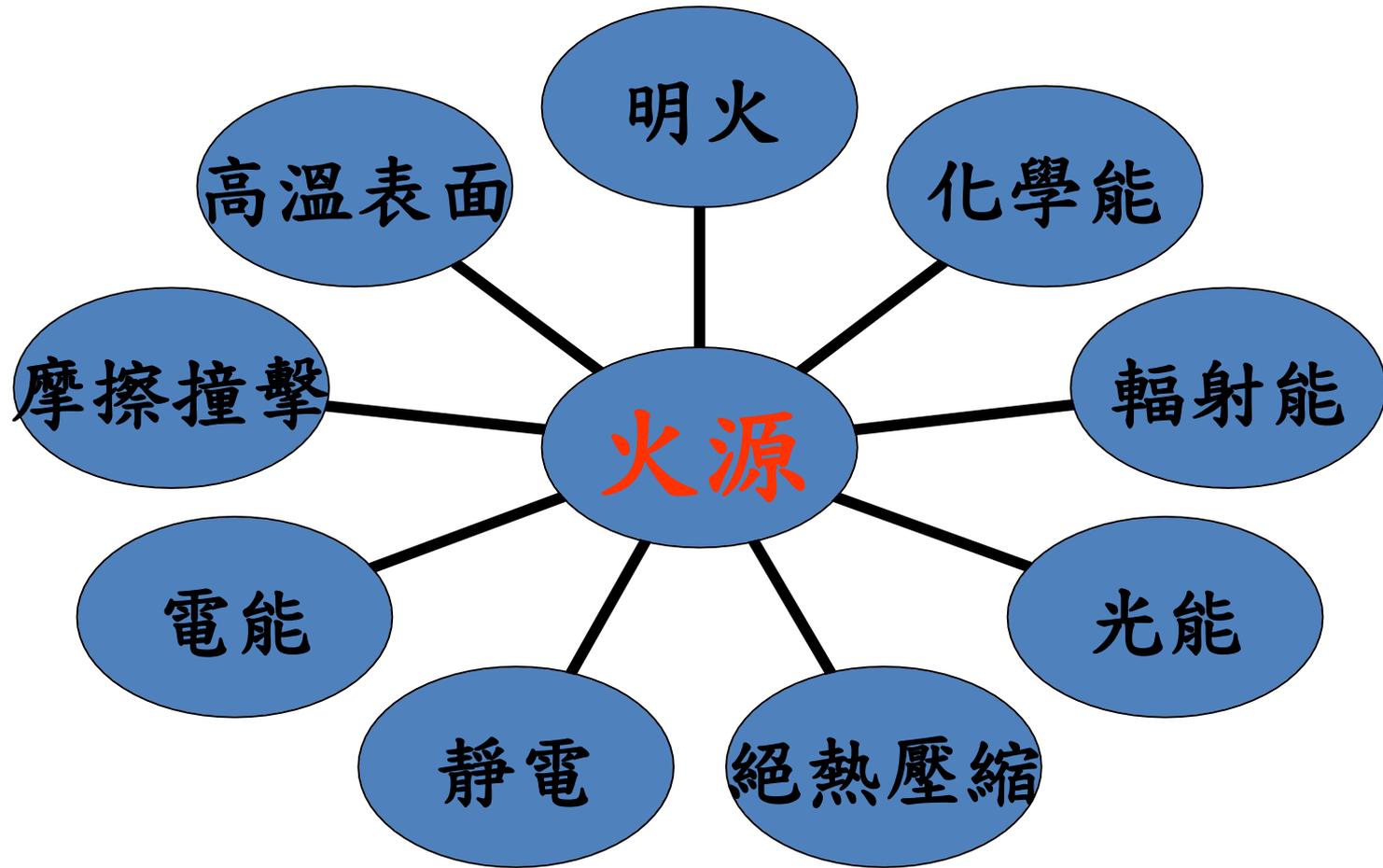
不相容之危險物品勿混合儲存

物質 A	物質 B	可能發生的現象
氧化劑	可燃物	生成爆炸混合物
氯酸鹽	酸類	混觸發火
亞氯酸鹽	酸類	混觸發火
次亞氯酸鹽	酸類	混觸發火
無水鉻酸	可燃物	混觸發火
高錳酸鉀	可燃物	混觸發火
高錳酸鉀	濃硫酸	爆炸
四氯化碳	鹼金屬	爆炸
硝化物	鹼類	生成高敏感度物質
亞硝化物	鹼類	生成高敏感度物質
鹼金屬	水	混觸發火

不相容之危險物品勿混合儲存(續)

物質 A	物質 B	可能發生的現象
亞硝酸胺	酸類	混觸發火
過氧化氫	胺類	爆炸
乙醚 (脂肪醚類)	空氣	緩慢生成爆炸性有機過氧化物
烯尿烴	鹵鹽	生成爆炸性有機過氧化物
氯酸鹽	鹵鹽	生成爆炸性鹵鹽
亞硝酸鹽	鹵鹽	生成不安定鹵鹽
氯酸鉀	赤磷	生成對於撞擊及摩擦敏感的爆炸物
乙炔	銅	生成對於撞擊及摩擦敏感的銅鹽
苦味酸	鉛	生成對於撞擊及摩擦敏感的鉛鹽
濃硝酸	胺類	混觸發火
過氧化鈉	可燃物	混觸發火

能量管制原則



濃度管制原則



一般壁上型通風機



防爆型通風機



屋頂型防爆通風機

作業場所有易燃化學品蒸氣產生時
應安裝適當排氣裝置並考量防爆性

單元4

火災爆炸因應對策與逃生要領

滅火原理

- 去除可燃物---隔離法(移除法或拆卸法)
- 去除助燃物---窒息法
- 去除著火源---冷卻法
- 切斷連鎖反應---抑制法

滅火設備

- 指以水或其他滅火藥劑滅火之器具或設備
 - － 滅火器、消防砂。
 - － 室內消防栓設備。
 - － 室外消防栓設備。
 - － 自動灑水設備。
 - － 水霧滅火設備。
 - － 二氧化碳滅火設備。
 - － 泡沫滅火設備。
 - － 乾粉滅火設備



滅火器

- 是以撲滅**初期**階段火災為主要目的。
- 常供使用之滅火器
 - 其滅火藥劑以泡沫、二氧化碳、乾粉、海龍較為常見。
 - 對於特殊物質造成的火災，如積體電路工廠所使用的特殊高壓氣體火災，保留消防砂以供滅火仍有其必要。

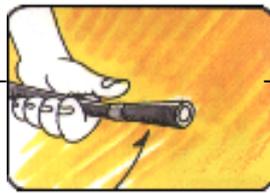
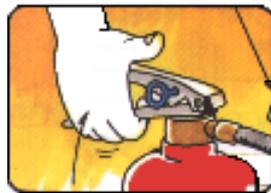
滅火器之種類...乾粉滅火劑 (ABC)

- 主成分是磷酸二氫銨 $[\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4]$ ，另添加硫酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 、二氧化矽、矽樹脂等
- 具抑制・窒息效果及迅速滅火特性。
- 最適合**油類火災**(汽油、煤油等)之搶救
- 優點：快速滅火、對人畜無害、耐長期使用、耐低溫、換粉簡單、不會導電。
- 缺點：有輕微腐蝕、使用後清理困難。



滅火器之使用方法

提起滅火器 拉開安全插梢 握住皮管前端，噴口朝向火苗 用力握下手握把

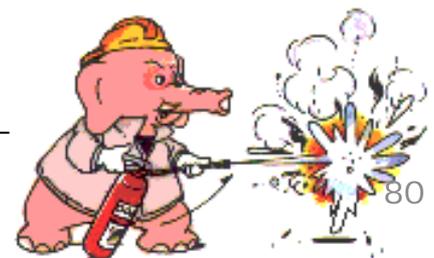
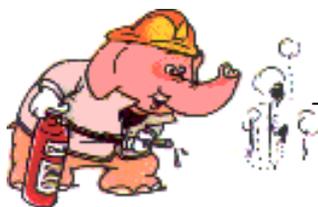


圖片來源:消防署

保持監控
確定熄滅

熄滅後用水冷卻
餘燼 (有例外)

朝向火源
噴射



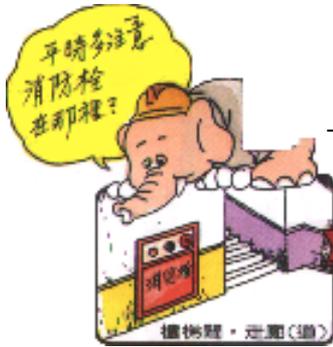
室內消防栓設備

- 目的係在供初期撲滅初期火災至及於建築物內部構造階段(中期)的火災之用。
- 由水源、加壓送水裝置、室內消防栓、啟動裝置、補充水裝置、水帶、瞄子、配管、閥、緊急電源等所構成的。
- 由於需賴人員之操作，所以必須事先作充分之訓練，以熟習操作之要領。

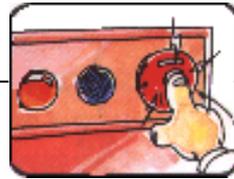


室內消防栓之使用

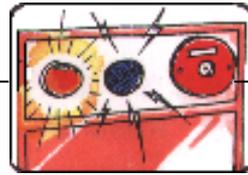
平時多注意消防栓的位置



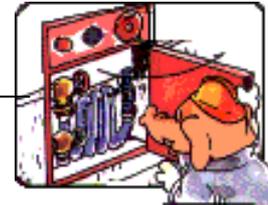
發現火警按下
手動報警按鈕



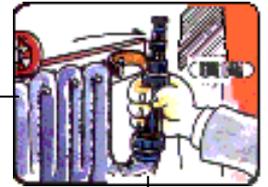
報警警示燈會
閃和鈴聲大作



打開消防栓箱



取出瞄子
(噴嘴)

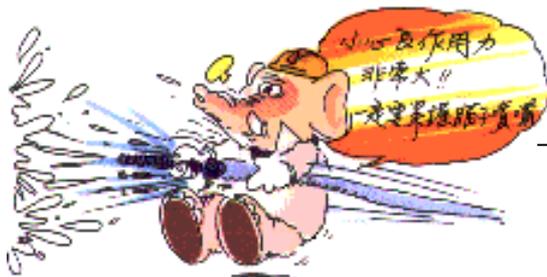


圖片來源:消防署

取下水帶並
完全拉伸



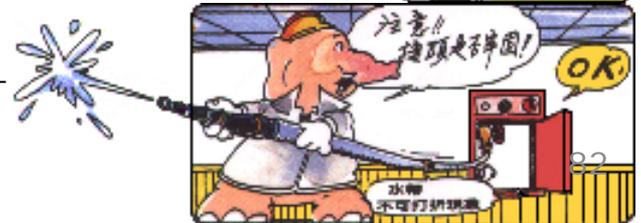
小心反作用力非常大
一定要緊握瞄子噴嘴



轉動瞄子噴嘴選
擇適當射水方式



注意將接頭接牢，
然後轉動制水閥



自動撒水設備

- 為設於建築物內，用以撲滅初期火災之滅火設備中**最為優良之設備**。
- 係由撒水頭、流水檢知裝置、加壓送水裝置、送水口、水源及配管、閥類所構成，通常其配管系統到撒水頭為止係充滿加壓水(濕式)，一旦發生火災，撒水頭之感熱部分(熔絲環或玻璃球)受火災之熱而溶解或破裂，使撒水頭之密封構造喪失而開始撒水。

水霧滅火設備

- 比撒水設備噴出的水量少，壓力較大，水顆粒較細，行成霧狀，因此水粒子相互之間存有空氣，而空氣具有較佳之電氣絕緣作用。
- 水粒子細，易經加熱而蒸發膨脹，排開空氣，降低氧濃度，使火災不易持續。
- 水霧粒子衝擊油膜面時，具有將油類乳化之作用，減少油氣蒸發，提高閃火點，使油不易燃燒。

警報設備

- 指報知火災發生之器具或設備。
 - 火警自動警報設備。
 - 手動報警設備。
 - 緊急廣播設備。
 - 瓦斯漏氣火警自動警報設備。



偵煙式偵測器

避難逃生設備



- 指火災發生時為避難而使用之器具或設備。
 - 標示設備：出口標示燈、避難方向指示燈、避難指標。
 - 避難器具：滑台、避難橋、救助袋、緩降機、避難繩索、滑杆及其他避難器具。
 - 緊急照明設備。



逃生狀況及方法(一)

- 逃生避難時 (求生??)

- 不可搭乘電梯。

- 依逃生路線選擇最近之安全門疏散，也不可中途停留或再回到火場，*如非必須勿優先使用避難器具*。

- 循著避難方向指標，由安全梯進入安全梯間逃生(往上須注意煙囪效應)。

- 隨手將門關上，防止火、煙的擴散。

- 以毛巾或手帕掩口：利用毛巾或手帕沾濕以後掩住口鼻，可避免濃煙的侵襲(白煙或煙不濃時)。

- 濃煙中採低姿勢爬行(比起找濕毛巾更是重要)。

- 濃煙中戴透明塑膠袋逃生(塑膠袋長約100公分，寬約60公分)。

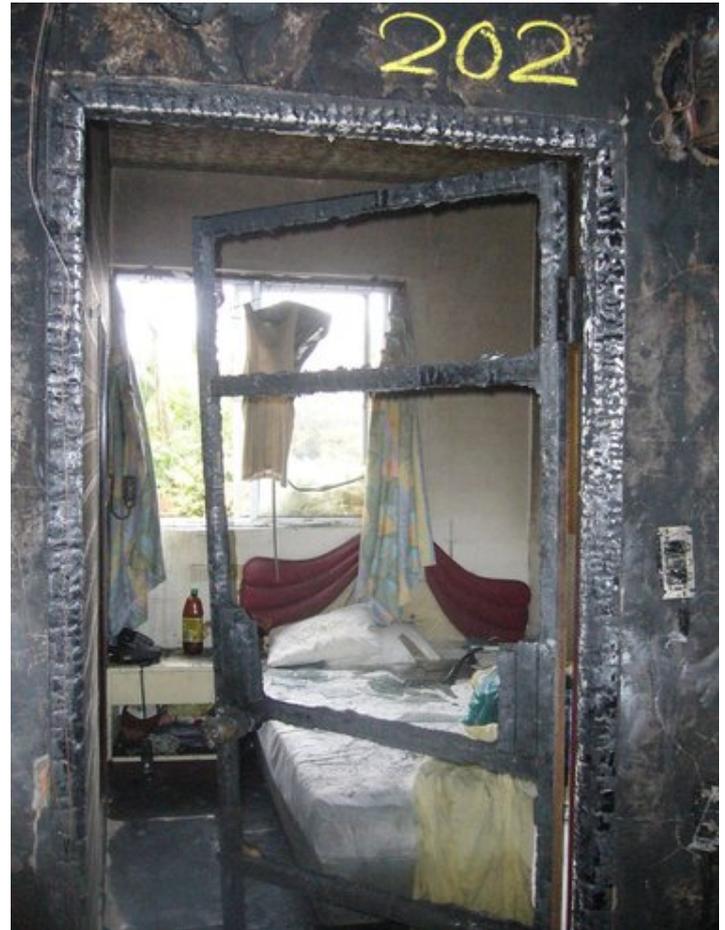
- 沿牆面逃生「不能往下跑，就不能往上跑」。

逃生狀況及方法(二)

- 在室內待救時

- 用避難器具(繩索、軟梯、緩降機、救助袋)逃生
- 塞住門縫，防止煙流進來
- 設法告知外面的人
- 至易於獲救處(如陽台或窗戶)待命
- 要避免吸入濃煙
- 絕不可跳樓

關門的重要



火災逃生中切忌五種錯誤行為

- 原路脫險
- 向光朝亮
- 盲目追隨
- 自高向下
- 冒險跳樓

結 語

- 防止火災爆炸危害---預防重於搶救。
- 實驗室應有適當的管理維護及SOP。
- 造成火災爆炸的原因--設備、環境與不安全行為。
- 完整的教育及防災訓練
 - 使人人熟習防火、防爆的知識和技術能。
 - 萬一不幸發生意外事故，均能緊急應變，妥善處理，使災害的損失降至最低。

致 謝

勞工安全衛生研究所

行政院勞委會北區勞動檢查所

仁德醫護管理專科學校

國立台灣大學環工所

吳鴻鈞先生

劉銘池先生

胡冠華老師

蔡宇庭先生

協助本教材之製作

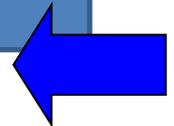
0°C , 1L水=1公斤 (1000克)

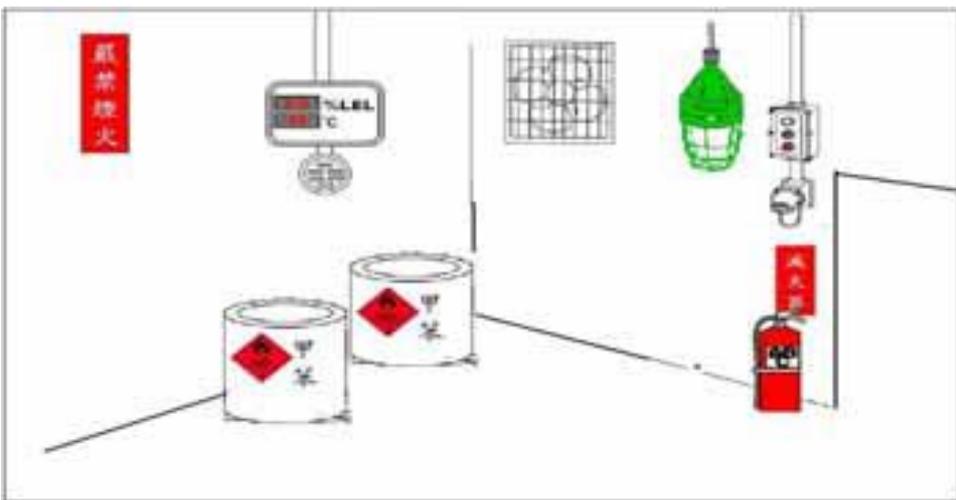
$$1000/18 = 55.5 \text{ mole}$$

100 °C 、1 atm時 , 1mole 氣體有30.6L

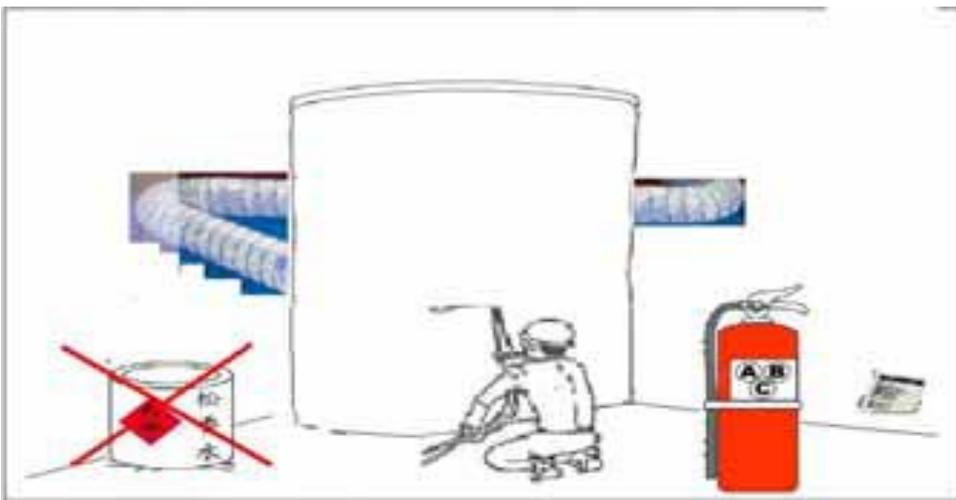
$$22.4 \times \frac{(273 + 100)}{(273 + 0)} \doteq 30.6\text{L}$$

∴ □ 100°C時之體積為 $55.6 \times 30.6\text{L/mole} = 1700\text{L}$

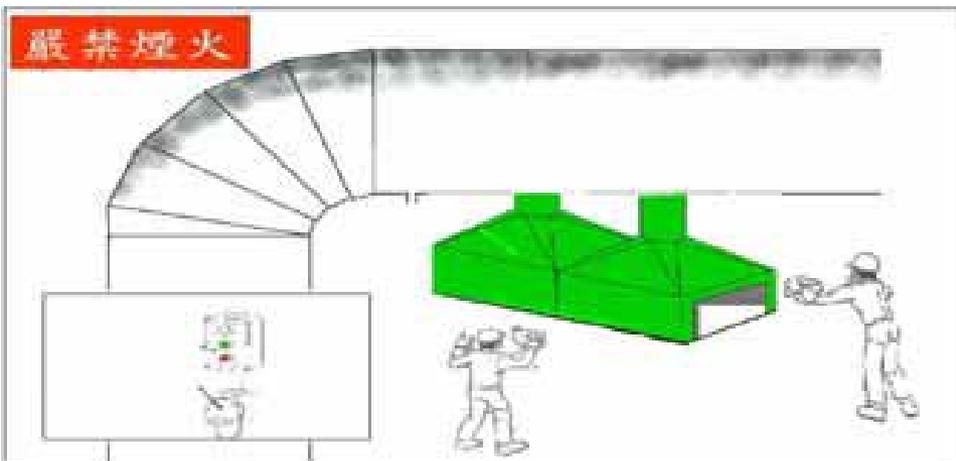




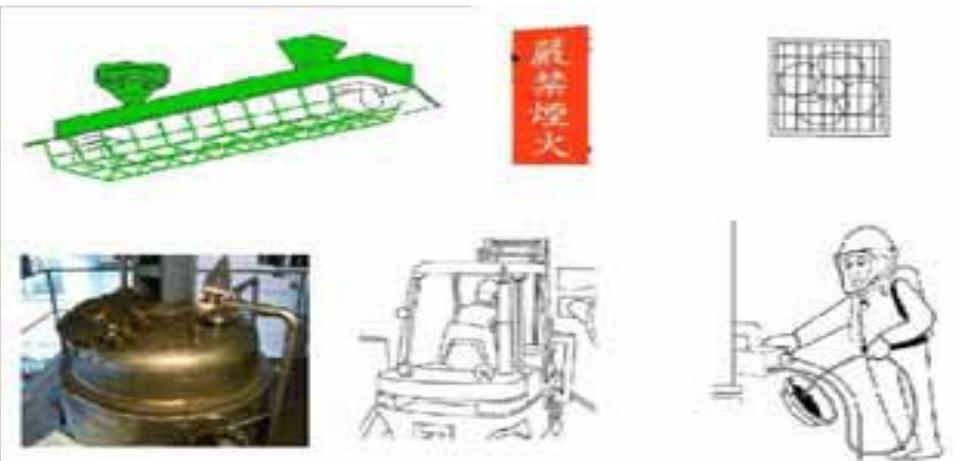
危險物儲存場所



切焊作業



金屬粉塵、有機粉塵等累積處所



有爆炸、火災之虞場所