

勞動部職業災害預防及職業災害勞工重建補助實施計畫

期末報告

單位名稱：中臺科技大學

計畫名稱：有機過氧化物熱危害衝擊分析及緊急應變合宜
性探究

計畫主持人：謝明宏

單位負責人：陳錦杏

計畫執行期間：114 年 01 月 01 日至 114 年 12 月 31 日止

目錄

圖目錄.....	II
表目錄.....	III
第一章 報告摘要.....	4
第二章 計畫緣由及目的.....	5
第三章 研究辦理方法.....	12
第四章 研究資料之來源與分析.....	19
一、蒐集國內、外有機過氧化物相關資料.....	19
二、有機過氧化物重大火災爆炸事件分析.....	50
第五章 研究結果之分析.....	55
一、有機過氧化物現場訪視與輔導.....	55
二、彙整有機過氧化物作業場所防護之現況與探究.....	78
三、研擬防止有機過氧化物火災爆炸安全改善對策.....	80
四、有機過氧化物作業緊急應變措施手冊.....	92
五、有機過氧化物熱危害衝擊分析及緊急應變合宜性探究專家學者座談會 ..	95
第六章 各項預定目標之達成程度.....	100
第七章 結論與建議.....	101
第八章 經費運用情形報告.....	107
第九章 效益評估.....	111
第十章 參考文獻.....	112
附件一 有機過氧化物作業緊急應變措施手冊.....	115

圖目錄

圖 1 現場製程照片.....	7
圖 2 爆炸過程（官方調查）.....	9
圖 3 靠牆之物料棧板冒出白煙.....	10
圖 4 疑似自 C40-P 架橋劑棧板上第二層與第三層間出來	10
圖 5 計畫實施流程圖.....	18
圖 6 案例一事故照片.....	50
圖 7 專家學者座談會開會情形.....	96
圖 8 計畫主持人及與會人員針對手冊內容進行討論.....	96
圖 9 專家學者針對緊急應變手冊之內容完整性與適切性提出建議.....	97
圖 10 專家座談會簽到表.....	97

表目錄

表 1 國內外過氧化物之火災爆炸案例.....	6
表 2 有機过氧化物的標示要項.....	21
表 3 第五類公共危險物品訂有管制量表.....	26
表 4 室內儲存場所外牆與廠區外鄰近場所之安全距離.....	33
表 5 室內儲存場所外牆與廠區外鄰近場所之安全距離.....	34
表 6 儲存液體儲槽側板外壁與儲存場所廠區之境界線距離.....	40
表 7 國內外過氧化物之火災爆炸案例彙整表.....	48
表 8 BIBP 反應次數之入酸量數據.....	51
表 9 廠商資訊.....	55
表 10 有機过氧化物的依危險性分類表.....	86
表 11 最大容許儲量對照表.....	88
表 12 自動灑水與滅火設施設計對照表.....	91
表 13 經費支用報告表.....	107

第一章 報告摘要

有鑑於在去年 09 月 22 日屏東明揚國際，有機過氧化物 C40-P 架橋劑因為存放的環境不佳，導致化學反應、蓄熱溫度不斷升高，發生強烈的爆炸以及起火燃燒，造成 10 人死亡（消防人員 4 名、民眾 6 名）、112 人受傷（警義消 13 名、員工 99 名），本案不但震驚國際，更讓我國重視有機過氧化物作業之安全，而有機過氧化物具有不穩定之特性，且受熱後容易斷鍵分解成自由基產生反應，如何使不安定的有機過氧化物在製造或使用過程中，避免產生非預期因素導致制程偏離正常範圍或發生自發分解反應，以及如何避免前述災害再次發生？實為重要之議題。

基此；本研究案將以有機過氧化物為主要探討對象，首先蒐集有機過氧化物相關之作業安全資訊、國內外火災爆炸案例、危害預防相關文獻、法規，並依據前述火災爆炸工安事件中篩選一起較為重大之事件進行分析與探討，接著進行廠商篩選，確定廠商後則安排現場訪視與輔導，並在輔導過程中彙整有機過氧化物作業場所防護之現況，並進行現場危害預防措施合宜性探討，再來使用擴散模擬軟體或有機過氧化物之分解熱，進行有機過氧化物熱危害衝擊模擬與分析，並依據前述工作項目結果研擬有機過氧化物於技術面或管理面上之相關安全改善對策，最後藉由撰寫出有機過氧化物作業緊急應變措施手冊，並辦理專家座談會針對有機過氧化物作業緊急應變措施手冊合宜性進行探討，俾使「有機過氧化物作業緊急應變措施手冊」內容更符合國內使用有機過氧化之廠商需求，本研究期望能有效提升業者火災爆炸危害認知和安全意識，降低國內之工安事故之發生。

第二章 計畫緣由及目的

過氧化物的特徵化學結構是存在兩個通過單個共價鍵連接在一起的氧分子(過氧化合物)，其結構本質上具有不穩定之特性，因此過氧化物很容易分解成高活性自由基，而這種反應性是過氧化物在工業中的用途，亦是它們可能存在的安全危害關鍵。

有機過氧化物 (Organic peroxide)，簡易結構為 R_1OOR_2 (R_1 與 R_2 為相異或相同之有機官能基)，其分類包括過氧化二烷基類 (Dialkyl Peroxides)、過氧化氫類 (Hydroperoxides)、過氧化二碳酸類 (Peroxydicarbonates)、過氧化酯類 (Peroxesters)、過氧化酮類 (Ketone Peroxides)、過氧化縮酮類 (Peroxyketals)、過氧化烷基碳酸類 (AlkylperoxyCarbonates) 等，不同之分類決定其熱安定性之不同，而有機過氧化物之所以能廣泛應用即因受熱後容易斷鍵分解成自由基以進行起始聚合作用。

一般造成製程反應失控的原因種類相當多，可以將其概分為人為因素、設備因素、環境因素，以及其他等，根據事故統計資料及有關研究顯示，其中人為因素所佔比例最高。各因素發生原因分述如下^[1]：

(一) 人為因素：多屬於不安全的動作或行為。

(二) 設備因素：發生化學災害比例最高者為管線及附屬設備，其次為儲槽。

(三) 環境因素：包括外界氣候、溫度、溼度等影響所造成之災害，以及不充分或不適當的照明、通風、以及機器設備佈置不當等不安全的環境因素。

(四) 原物料因素：基本的危害物質特性與過氧化物所引發的意外，如化合物進行放熱分解反應時產生了氧氣、水引發溫度上升、氧氣釋放時引起壓力上升、有機物質混合產生爆炸混合物及還原劑所引發的自發性失控反應、具大量氧氣的環境等物料儲存問題。

然有機過氧化物若引發強烈的非預期反應，如熱分解與不相容性物質污染等，導致大量放熱或產生氣體而使壓力增加，造成反應器或儲槽可能產生火災或爆炸等失控反應現象，一旦發生便會造成嚴重之人員傷亡之潛在危害，下列為蒐集之國內外過氧化物之火災爆炸案例。

表 1 國內外過氧化物之火災爆炸案例

時間	地點	案發情形
1996/10/07	桃園縣	蘆竹鄉的永興化工公司爆炸，係由過氧化丁酮反應器發生失控爆炸，炸毀了廠房屋頂，並引起大火。而廠房內另外儲存數噸成品過氧化丁酮，該化學品只要超過攝氏 105 度，就會引發爆炸。當消防隊員趕到時，直接對過氧化丁酮灌水降溫，突然間就發生第 2 次爆炸了，當場造成 10 人死亡，20 人重傷、上百人輕傷的災難。 ^[2]
2007/08/17	桃園縣	協明化工昨天廠區發生爆炸，爆炸威力連 1 公里外民宅玻璃都被震破，所幸爆炸時現場沒有人員，僅 6 人輕傷，廠區堆積貨品多屬過氧化物，屬易燃性高的化學原料，初步可能貨物突然起火造成爆炸。 ^[3]
2009/06/22	彰化縣	彰化彰濱工業區某化學公司該廠房內的化學反應爐由於化學反應失控導致爆炸，該線反應槽當時正在進行有機過氧化物二-叔丁基過氧化異丙苯（無味架橋劑 BIBP）滴酸合成反應，未料反應激烈使得反應爐溫度異常上升，儘管現場人員立即啟動降溫機制，但仍來不及阻斷反應，最後導致爆炸，幸好未傳出人員傷亡與殃及鄰近廠房。 ^[4]
2015/08/19	高雄市	高雄市生產過氧化物的育宗公司，19 日上午起火爆炸，廠內囤積 45 噸成品及原料付之一炬，搶救過程一再傳爆炸聲，消防人員一度緊急撤退，花了 3 小時才撲滅火勢，爆炸原因疑是烘乾過程出錯所致，並造成 1 女 2 度灼傷尚未脫險。 ^[5]
2023/09/22	屏東縣	屏東科技園區某公司工廠傍晚發生火警意外，由於廠內存有大量烷、天然氣等化學物品，接連傳出爆炸巨響，起火點為第一廠區為高爾夫球生產線，堆放大量油漆、過氧化物架橋劑、打磨高爾夫球後的粉塵等可燃物質，火勢一發不可收拾，最後總共造成 10 人死亡、111 人受傷。 ^[6]

時間	地點	案發情形
2024/05/23	印度	孟買附近的一家過氧化物工廠發生了爆炸，該公司生產過氧化甲基甲基酮、異丙酸鋁和有機過氧化物，初步調查原因為鍋爐爆炸造成的，炸燬了印度孟買郊區，造成至少 10 人死亡，68 人受傷。 ^[7]
2024/07/18	台南市	台南市山上工業區產協企業公司今天大火，消防人員灌救近 9 個小時才撲滅。初步調查顯示，燒毀 14 棟建物、1343 公噸易燃液體及有機過氧化物，面積約 3 萬平方公尺，暫無人員傷亡。 ^[8]
2024/08/09	中國	陽明海運「動明輪」，9 日中午在中國寧波舟山港，發生爆炸事件，疑似是「韓新遠洋」的貨櫃，因為沒插電，裡面還有過氧化物，導致過熱釀成爆炸，當下威力大到船上的貨櫃瞬間炸成碎片飛散，就連遠處大樓都能看見爆炸後，初步核實，目前碼頭工人和船員均安全，無人員傷亡。 ^[9]

申請人曾多次針對有機過氧化物之案例進行分析與探討，其中以兩個案例為例，第一個案例是在 2009 年 06 月 22 日反應槽當時正在進行有機過氧化物二-叔丁基過氧化異丙苯（無味架橋劑 BIBP）滴酸合成反應，未料反應激烈使得反應爐溫度異常上升，儘管現場人員立即啟動降溫機制，但仍來不及阻斷反應，最後導致爆炸。



圖 1 現場製程照片

事件直接原因：BIBP 製程失控使溫度、壓力上升造成原料、半成品、熱分解產物（甲烷、丙酮）大量由直通大氣之開口排出，使廠區充滿易燃性氣體，最後疑似遇電氣火源（新設非防爆型電氣）而發生爆炸。

事件間接原因：（1）製程溫度異常時人員未於第一時間依照 SOP 操作使用冷卻水。（2）SOP 規定達 45℃ 需注入消防水，溫度達 50℃ 時注入 NaOH 水溶液降溫中止反應，但現場卻改手動點放方式動作，將注入消防水溫度調至 50℃，其溫度持續上升過程亦調至 60℃ 時才啟動注入消防水。（3）反應器的設計在頂端設有人孔蓋且直通大氣，造成大量反應原料及反應所產生之可燃性氣、液體之煙霧、熱分解產物噴濺至製程場所，最終疑似遇火源導致反應爆炸。（4）火災爆炸危害區並未完全採用防爆電氣。

而依據調查當日 BIBP 反應次數之入酸量滴定數據，第四批及第五批反應之滴定量及滴定時間分別為 554 kg (174 min) 及 473 kg (150 min)，而在第六批反應時滴定時間產生異常，456 kg 之滴定量僅滴定 12 分鐘，因此前述事件若依照原來 SOP 處理（水+硫酸或 NaOH (aq)+硫酸）能否避免爆炸事件發生？由於過氧化物本身就怕高溫，溫度超過自加熱分解溫度時會發生熱分解，會導致瞬間升溫現象，依照他們原本的程序更容易加速反應，反而引發大爆炸，由此可發現目前並未探討各家廠商有機過氧化物作業之緊急應變之合宜程序？

第二個案例是在去年 09 月 22 日屏東明揚國際，C40-P 架橋劑因為存放的環境不佳，導致化學反應、蓄熱溫度不斷升高，發生強烈的爆炸以及起火燃燒，造成 10 人死亡（消防人員 4 名、民眾 6 名）、112 人受傷（警義消 13 名、員工 99 名），本案不但震驚國際，更讓我國重視有機過氧化物作業之安全。

檢察單位指出明揚存放原物料倉庫並無防止高溫設備，且深知原物料倉庫存放生產物料 C40-P 架橋劑，其安全資料表載明為有機過氧化物，其安全資料表載明為有機過氧化物，包裝紙箱印有火焰標誌，具危險性，應置放在室溫 30℃ 以下通風環境，且存放數量有最高安全存量限制。

由於現場未做好溫控設施，C40-P 從去年 8 月 14 日放置到爆炸當天，根據氣象署溫度觀測，白天高溫攝氏 30 度，且紙箱因搬運時碰撞擠壓，或上方重量擠壓變形，導致局部升溫。

爆炸當天，由於現場未做好溫度監測，導致化學反應蓄熱溫度不斷升高，C40-P 達到自加速分解溫度攝氏 65 度，當溫度持續的累積上升時，包覆架橋劑 C40-P 之低密度 PE 保鮮膜已有熱熔毀之狀況，而 PE 之熔點約在 $90^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，最後因蓄熱高溫產生大量白煙從出入口處冒出，產生強烈爆炸及起火延燒（但目前仍未確定爆炸原因是否為儲存溫度或化學不相容反應所導致），下列為官方提供之爆炸流程圖。

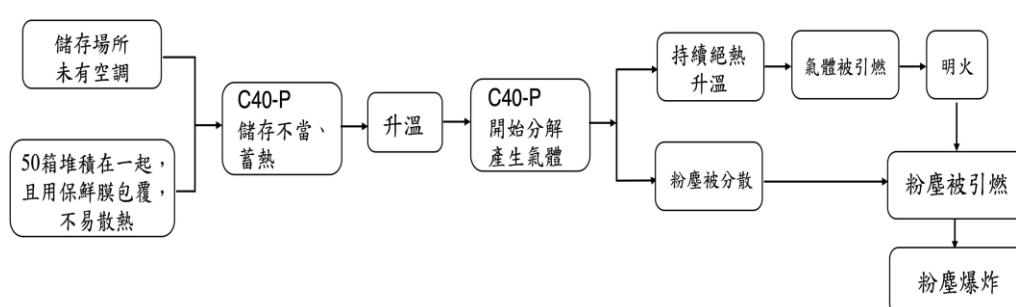


圖 2 爆炸過程（官方調查）

上圖爆炸過程我們發現它忽略了主要危害為 C40-P 引發之熱分解爆炸，當現場包覆著這些過氧化物之保鮮膜因為高溫產生熱熔出來的時候，相關單位未注意此時有機過氧化物已有熱分解反應，而依此事件從發生時序得知警報器響到爆炸發生約 1hr，依動力學經驗法則溫度每升高 10°C 則反應速率增快一倍，當 C40-P 溫度 T_i 為 93°C 時，到最大反應速率（即熱爆炸）所需的時間（time to maximum rate） $t_{mr} \div 137.81\text{min}$ ，當 C40-P 溫度 $T_i=103^{\circ}\text{C}$ 時，則 $t_{mr} \div 69\text{min}$ ，與當天案發時序吻合。

從此案例當若不清楚物質之熱危害特性，如何得知緊急應變機制是否正確與完整，亦未探討目前方法是否能保障工廠作業人員異常時是否可以進入救災？外圍警戒範圍為何？撤退時機為何？以及如何避免前述災害再次發生？



圖 3 靠牆之物料棧板冒出白煙



圖 4 疑似自 C40-P 架橋劑棧板上第二層與第三層間出來

由前述兩個案例彙整問題如下：

- (一) 現有之有機過氧化物的安全資料表（SDS）未提供足夠之火災爆炸安全資訊（如：自加速分解溫度、放熱起始溫度、升溫速率、升壓速率等）。
- (二) 現場作業人員教育訓練不足或未針對製程最嚴重之情境進行風險評估。
- (三) 除了過氧化物，製程化學品還有哪些潛在危害因素未被有效討論。
- (四) 未針對製程作業進行有機過氧化物熱失控反應危害分析。
- (五) 業者未落實設置防制有機過氧化物熱失控之安全防護措施。
- (六) 皆未探究目前業者實施之緊急應變措施合宜性。
- (七) 應變人員否接受過足夠之有機過氧化物火災之救災或應變之專業訓練。
- (八) 為什麼環己烷和 1，1，二-叔丁基過氧化環己烷無法分辨清楚。（第二事件）
- (九) 為什麼有機過氧化物一開始被誤認為禁水性物質。（第二事件）
- (十) 為什麼有機過氧化物火災不能用水滅火降溫。（第二事件）

基此；若不知引發有機過氧化物熱危害之特性，如何找出事件發生之肇因呢？未來又如何採取實際有效之防範措施呢？又如何避免災害再次發生？俗話說「知己知彼，百戰百勝」，唯有了解有機過氧化物之熱危害特性，方能評估出現場作業能引發有機過氧化物熱分解之原因為何？在何種條件下會有火災爆炸之危險？也唯有確實掌握與了解製程中有機過氧化物各項火災爆炸特性，才能據此落實現場作業火災爆炸之危害評估，以及後續之安全防範措施之規劃與設置（如：合宜的儲存條件、消防措施、溫度監控機制、降溫機制及緊急應變措施），也能符合勞動部部長提出六安施政理念——「安穩、安心、安全、安定、安樂、安養」中的安全，真正營造安全之作業環境，保障勞工之安全與健康，營造企業、勞工及政府三贏之局面。

第三章 研究辦理方法

本計畫研究方法及步驟如下述：

(一) 蒐集國內、外有機過氧化物之相關資料

俗話說「工欲善其事，必先利其器」，因此；為使計畫執行時能有效率達成前述目標，多方面的針對有機過氧化物製程資訊與國內外作業規範及標準之蒐集便不可或缺了。本階段作業，首先將針對有機過氧化物相關之作業安全資訊、國內外火災爆炸案例、危害預防相關文獻、法規（如：公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法、職業安全衛生設施規則、勞動安全衛生規則、危險物品管理規定的政令（危險物の規制に関する政令）及NFPA 400危險物質規範等）、製程安全相關規範等資訊之蒐集與分析，以利本研究後續各階段工作之執行。

(二) 有機過氧化物重大火災爆炸事件分析

從案例中不難發現國內、外因處置有機過氧化物不當而引發火災爆炸，其肇因具多元性，但每每當災害發後，都未完整針對災害發生時緊急應變是否合宜性進行探討，更遑論探究與分析有機過氧化物產生熱危害當下，其可能引發之二次危害（如有機過氧化物也可能同時具易燃性，其分解產物也可能為易燃性之氣體或蒸氣），若作業環境現場並落實危險區域劃分、防爆電氣以及靜電危害防護措施之設置等，此時；其引發之危害除會引發熱爆炸外，電氣火花、靜電放電與熱爆炸產生之高溫都可能引起氣爆產生。此外；緊急應變步驟有無考量其他化學品之不相容性，其不但無法有效降溫，反而會引發溫度之上升（如：南寶化學對過量之硫酸注入時，仍抱持用消防水稀釋和用液鹼中和，又如自加速分解溫度低（SADT<15°C）之有機過氧化物，當開始熱分解時，用灑水滅火設備降溫），更加速熱爆炸與熱分解之發生。

另外前述種種肇因分析中；都未完整探討有機過氧化物之火災爆炸特性，如液態者是否具導電性、粉體者是否具燃燒性、燃燒行為、及延燒性等，作是否為禁水性物質、是否具靜電危害性等等？業者對其SADT、放熱起始溫度、分解熱、到最大放熱反應速率所需之時間（tmr）等等，皆未探討，而這些安定性與反應性皆無法完整從現有安全資料表中獲得，這亦使得當其發生異常時，應變人員如廠方作業與應變人員以及防災應變人員（如消防隊），無從進行有效之救災，反而將自己置於更危險之情境，如明陽大火便是如此。基此；建構有機過氧化物重大火災爆炸事件分相關災害調查與分析之模式，是有其必要性與需求性的。當有機過氧化物熱安定異常時，如何從其現場徵狀判定危險程度，以辨識能否前進現場救災、還是該撤退以及應保持之安全距離為何等等。

申請人擬藉由自身所累積逾30年火災爆炸調查經驗與專業，針對近年來有機過氧化物重大（含發生死亡災害）火災爆炸事件，進行分析與探討，並藉由蒐集之有機過氧化物火災爆炸特性探討，再依據作業條件與環境進行危害分析，最後結合前述種種特性，將引發該事件之原因分析出，並據此探究應變之合宜性與注意事項，以保障應變人員和救災人員之安全。

(三) 合作廠商選擇

計畫執行單位將對使用有機過氧化物廠商為主要探討對象，首先會與國內檢查單位討論合作對象，並以參酌近幾年該產業職災事件以及業者之配合意願等因素，並依篩選出廠內具有較多種類之有機過氧化物業者為優先，以利後續工作之執行。本計畫於選定合作廠商之時，除合作業者之意願外，亦將要求業者提供製程中化學品之安全資料表、作業流程圖、工廠配置圖、安全管理系統、管路及儀器圖（P&ID）、以往之事故紀錄與調查、有機過氧化物失控數據^{[10][11]}（如：反應速率常數（k）、反應活化能（Ea）、絕熱最大壓力（Pmax）、絕熱最大壓升速率（dP/dt）max及達最大反應速率時間（tmr）等）及緊急應變措施等資訊蒐集，以充分瞭解其製程安全資訊。若前述資訊涉及業者製程之商業機密事宜，將與其簽訂保密協定，以保障業者權益。

(四) 合作廠商現場訪視與輔導

選定合作廠家後，工作團隊除會至使用到有機過氧化物之業者進行現場實地之訪視，以了解各製程實際之作業狀況和作業特性，而本研究成員將對各合作廠商進行現場訪視與輔導，每家至多進行2場次，預計至少訪視共10場次。研究團隊會先和業者相關代表針對所提供之資訊進行檢驗與比對之工作，以確保資訊之正確性與完整性，接著對合作廠商之製程進行現場危害辨識、風險評估與風險控制等資訊之蒐集，並將現場訪視過程中看到之優缺點回饋於業者。

申請人曾訪視與輔導之塑膠製品製造業儲存有機過氧化物冷凍櫃為例，該儲存室為正壓設置，設置有2台冷凍機（一台啟動，另一台為備用），最大儲量4.5噸，且各儲櫃設有5個溫度監控（現場TG兩個，TI兩個且訊號直接回饋至中央監控系統，最後一個TI直接插入過氧化物中），冷凍庫溫度連線至DCS監控（異常時會警報）。

雖然現場設置5個溫度監控，看似有好幾道防護，但卻未探討在塞滿4.5噸情況下，現有溫度監測之有效性，一旦發生為熱爆炸現有防阻措施之有效性以及其可能波及之範圍。另若在冷凍環境正常之條件下，發生有機過氧化物自加速分解情境（如雜質或其他因素誘發之SADT），此時僅剩TI直接插入過氧化物中為有效溫度監控防護（其他四個環境溫度監控在此情境下則為無效之防護，然若沒插對過氧化物儲瓶，此為無效之防護），因此建議業者對有機過氧化物產生自加速分解時，對其現有熱失控危害進行失誤（故障）樹分析，並據此進一步進行防護層分析，以完整評估現有防護是否合宜與完整？

(五) 彙整有機過氧化物作業場所防護之現況與探究

有機過氧化物對於高溫、摩擦、震動、撞擊極為敏感，會因熱分解或熱源影響而產生熱爆炸，由於其本身具有高度的反應性和不穩定性，這些化學物質在儲存或使用過程中處理不當，可能會引發嚴重的安全風險（如火災、爆炸），因此為了能確保有機過氧化物作業場所的防護措施，研究團隊會針對國內目前有機過氧化物作業場所之火災爆炸防範設置及現況（包括儲存及處理、通風換氣、防爆電氣設置、溫度監控機制、降溫機制及其他火災爆炸防制方法等）進行分析，來探討目前業者現有防止火災爆炸設施之適當性，並藉以蒐集及瞭解其關於有機過氧化物之廠商過往的工安事故案例和有機過氧化物之失控反應之熱動力參數及其可能發生的危害，以有效預測失控反應發生各時間軸可能發生之後果，並據此設置不同失控階段之安全防護步驟與措施，期望可有效降低其火災爆炸事故發生，並提升國內相關有機過氧化物作業之火災爆炸危害認知、安全意識及製程火災爆炸防阻能力及保障工作者其安全與健康。

(六) 期中報告撰寫與修正

於期中計畫審查後，針對貴署及審查委員之指教與建議修改期中報告外，並會持續依照計畫流程執行計畫內容。

(七) 有機過氧化物熱危害衝擊模擬與評估

當有機過氧化物產生放熱分解，在絕熱系統中持續熱蓄積（heat accumulation），進而促使反應速率急速增快，又再度誘發自催化反應及放熱速度，如此週而復始，反應速率持續不斷地增加進而超出臨界條件（critical conditions），而造成熱分解反應，並伴隨釋放大​​量熱量和氣體，進而產生火災爆炸之潛在危害，本階段熱危害衝擊模擬依據業者提供及相關文獻得知之有機過氧化物特性相關數據（如：燃燒熱、分解熱）進行爆炸危害評估（TNT當量法），估算出TNT當量重，再依據TNT爆炸模式與Hopkinson-scaled distance公式推估過壓與其相對應之危害距離，再配合超壓之影響程度表得知其危害程度^{[12][13]}，且搭配ALOHA（Areal Locations of Hazardous Atmospheres）軟體進行評估，若業者需要進一

步模擬（如：3D simulation 或 safety等），由於此部分已遠超過經費預算，會建議有需要之業者委請國內外專業機構（如：工業技術研究院、財團法人安全衛生技術中心等）或學者專家（如：高雄科技大學 陳政任教授）進行模擬。

※由於學校並無絕熱卡計（如：ARC、PHI-TEC II），校內雖有VSP2但目前無法使用且無經費修復，由於此部分已超過經費預算，若業者需要進行試驗，會建議業者委請國內外專業機構及學者專家（如：高雄科技大學 陳政任教授、廖宏章教授等）進行測試。

(八) 研擬防止有機過氧化物火災爆炸安全改善對策

將針對使用有機過氧化物作業之火災爆炸危害性評估與探討合作事業單位現有防止火災爆炸危害設施之適當性，除告知合作業者如何正確藉由各項有機過氧化物熱危害參數來進行安全防護之適性評估外，同時亦能據此告知那些安全防護措施可在強化之作業現場安全性（如：製造、儲存及處理場所安全管理、儲存場所之安全距離、安全檢測器設置位置、設備與作業人員安全（含作業人員教育訓練、現場設備及標準作業程序等）及其他火災爆炸預防措施等。

此外，計畫團隊將依有機過氧化物熱危害特性與作業環境之條件及製程控制參數等等資訊，並結合國內外相關法令與規範，研擬包含技術面、管理面及人員面上之火災爆炸危害預防與安全改善對策，以便日後在有機過氧化物作業條件規劃和安全防護設置相關階段，有所依據和參考。

(九) 完成有機過氧化物作業緊急應變措施手冊

本手冊主要針對有機過氧化物作業場所的緊急應變措施來提供相關作業人員若面臨潛在的危害（如火災爆炸、洩漏等）或緊急狀況時，能夠有效地採取行動，將風險降至最低，由於有機過氧化物具有高度的反應性和不穩定性，特別是在處於高溫、衝擊或與其他物質混合的情況下，一旦發生爆炸事故往往造成難以承受之生命財產損失。

由前述案例分析發現目前皆未探究業者實施之緊急應變措施合宜性，故無法保障工廠作業人員異常時是否可以進入救災？外圍警戒範圍多遠？撤退時機又是為何？因此有機過氧化物作業緊急應變措施手冊內容會依據蒐集之有機過氧化熱危害特性，及其在不同條件下的反應行為，以及現場訪視後列出之業者作業現場可能之潛在危害進行彙整結果，並搭配相關法規或規範以及前述有機過氧化物熱危害衝擊模擬分析結果來編撰之，以提供有機過氧化物現場緊急應變措施設計與設置之參考，為了使手冊更加具有價值性，據此會再與合作廠方進行溝通、討論與落實度之確認。更期望該手冊除能提供現場人員及消防員正確之緊急應變安全處理建議，以防止災害的擴大及損失外，亦可評估意外災害可能造成之影響，規劃具體之疏散計畫之參考。

(十) 辦理專家座談會

在完成有機過氧化物作業緊急應變措施手冊後，為使手冊內容更加的全面性，研究團隊會辦理專家座談會，並邀請至少6位各具專長（如有消防專業、現場經驗、火災爆炸等）相關事業單位、專家或學者與會，針對有機過氧化物作業緊急應變措施手冊合宜性進行探討，會後研究團隊亦會依據座談會中各專家所提供之想法與建議進行緊急應變措施手冊修改，俾使「有機過氧化物作業緊急應變措施手冊」內容更符合國內使用有機過氧化物之廠商需求。

(十一) 期末報告撰寫與修正

並於期末計畫審查中，對貴署及審查委員之指教與建議，擬於期末審查會後除修改期末報告外，並同步進行「有機過氧化物作業緊急應變措施手冊」之最終修正，以使本研究之各項產出能更務實與完整。

計畫實施流程如下圖所示：

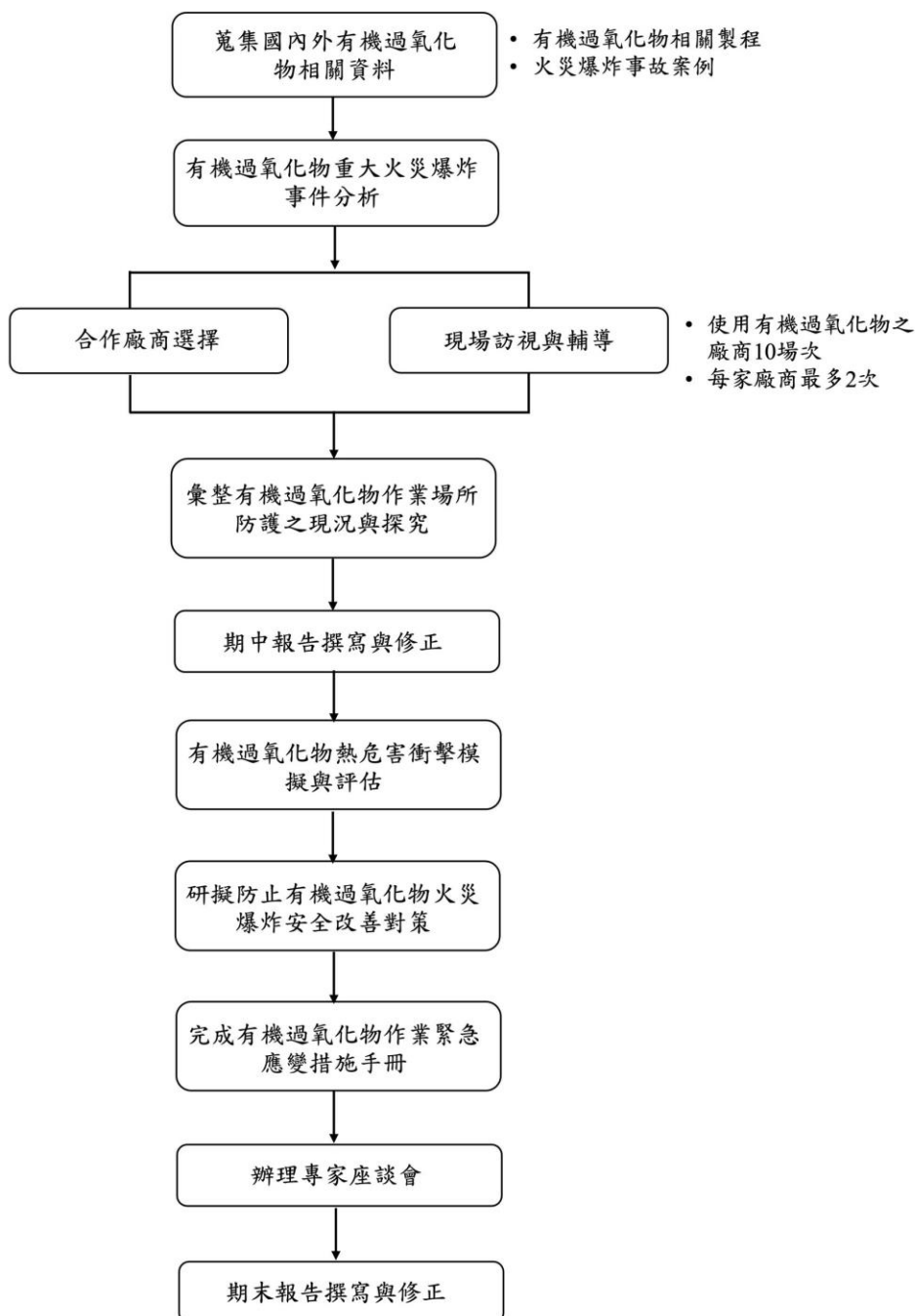


圖 5 計畫實施流程圖

第四章 研究資料之來源與分析

一、蒐集國內、外有機過氧化物相關資料

(一)有機過氧化物之特性與分類^[14]

1. 定義

有機過氧化物是指含有兩個氧原子以單鍵鍵結-O-O-結構的液態或固態有機物質，可以看作是一個或兩個氫原子被取代的過氧化氫衍生物。該用語也包括有機過氧化物配方（混合物）。有機過氧化物是熱不穩定物質或混合物，可經由放熱產生自加速分解。另外，它們可能具有下列一種或幾種性質：

- (1) 易於爆炸分解。
- (2) 燃燒迅速。
- (3) 對撞擊或摩擦敏感。
- (4) 與其他物質產生危險反應。

※有機過氧化物在實驗測試時，若在密閉條件下加熱時配方可能爆轟、迅速爆燃或表現出劇烈反應，則可認為其具有爆炸性。

2. 分類標準

(1) 任何有機過氧化物都應考慮歸入本級別，除非：

A. 有機過氧化物的有效氧含量不超過1.0%，而且過氧化氫含量不超過1.0%。

B. 過氧化物的有效氧含量不超過0.5%，而且過氧化氫含量超過1.0%但不超過7.0%。

註：有機過氧化物混合物的有效氧含量（%）可由下列公式算出：

$$16 \times \sum_i^n \left(\frac{n_i \times c_i}{m_i} \right)$$

所含符號為：

n_i = 有機過氧化物 i 每個分子的過氧基數目

c_i = 有機過氧化物 i 的濃度（重量百分比）

m_i = 有機過氧化物 i 的分子量

(2) 根據下列原則，有機過氧化物可歸類為七個級別“A 型到 G 型”：

- A. 任何有機過氧化物，如其包裝品可能爆轟或迅速爆燃，則為**A**型有機過氧化物。
- B. 任何具有爆炸性質的有機過氧化物，如其包裝品在運輸中時不會爆轟或迅速爆燃，但在包裝中可能發生熱爆炸，則定為**B** 型有機過氧化物。
- C. 任何具有爆炸性質的有機過氧化物，如其包裝品時不會爆轟、迅速爆燃或發生熱爆炸，則為**C**型有機過氧化物。
- D. 任何有機過氧化物，在實驗測試時：
 - a. 部分爆轟，但不迅速爆燃且在密閉條件下受熱不呈現任何劇烈反應。
 - b. 不會爆轟，但可緩慢爆燃且在密閉條件下受熱不呈現劇烈反應。
 - c. 不會爆轟或爆燃且在密閉條件下受熱呈現中等反應。則為**D**型有機過氧化物。
- E. 任何有機過氧化物，在實驗測試中，不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應，則為**E**型有機過氧化物。
- F. 任何有機過氧化物，在實驗測試中，在空化狀態下不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應且爆炸力弱或無爆炸力，則為**F**型有機過氧化物。

G.任何有機過氧化物，在實驗測試中，在空化狀態下不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱無反應，而且無任何爆炸力，則為**G型**有機過氧化物，但該物質或混合物必須是熱穩定的（50公斤包裝的自加速分解溫度為60°C或更高），且對於液體混合物，所用脫敏稀釋劑的沸點不低於150°C。如果有機過氧化物不是熱穩定的，或者所用脫敏稀釋劑的沸點低於150°C，則為**F型**過氧化物。

註1：G型沒有危害通識要項，但應考慮其他危害類型。

註2：A型到G型未必適用於所有系統。

3. 危害通識

表2 有機过氧化物的標示要項

	A型	B型	C和D型	E和F型	G型 ^a
圖式符號	炸彈爆炸	炸彈爆炸和火焰	火焰	火焰	本危害級別無標示要項
警示語	危險	危險	危險	警告	
危害警告訊息	遇熱可能爆炸	遇熱可能起火或爆炸	遇熱可能起火	遇熱可能起火	

^a G型過氧化物沒有危害通識要項，但必須考慮其他危害級別的性质。

(二) 有機過氧化物之製程危害

有機過氧化物主要用於化學工業上之硬化劑 (hardeners)、架橋劑 (cross-linking agents) 或聚合起始劑 (initiators) 等應用，其含有不穩定的過氧基結構 ($-O-O-$)，有機過氧化物之所以能廣泛應用即因受熱後容易斷鍵分解成自由基以進行起始聚合作用。

過氧基是決定過氧化物熱穩定性與化學活性的主要因素，其含有活性氧原子 (active oxygen atom) 的結構與數量為決定過氧基能量的成分，且依據不同型態(結構)的過氧化物活性氧原子可以轉化成較高階的分解。

有機過氧化物分解溫度約在 $30\sim 140^{\circ}\text{C}$ 之間，而分解之放熱量約在 800 至 2000 J/g 之間。若是在火災狀況下或熱分解造成失控反應時，最高絕熱溫度預估可達 400°C 以上，最大昇溫速率超過 $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。放熱過程中因分解出不可凝結性氣體，壓力會急速上升。

熱分解性物質僅需微量的熱流即可產生明顯的分解反應，而且一經起始分解後即可能造成失控般地加速性反應速率。雖然有些有機過氧化物對於振動敏感，但大部分都是熱分解。

有機過氧化物遇熱、振動或不相容性物質污染(如強酸、強鹼、有機化合物或金屬離子等)時，會有分解進而失控導致爆炸之虞。有機過氧化物之主要危害特性包括：

1. 當有機過氧化物儲存或使用環境中之溫度超過其自我加速分解溫度 (SADT, Self-Accelerating Decomposition Temperature) 時，將引發劇烈的熱分解反應。
2. 燃燒速率增加：有機過氧化物於分解過程中會釋放大量能量，提供持續燃燒所需之熱源與反應物，導致增加火焰 (flame) 燃燒的熱流。
3. 火焰溫度增加：當環境溫度超過有機過氧化物之分解溫度，且該溫度高於其燃點時，將導致物質發生劇烈的熱分解反應，釋放大量熱能與可燃性氣體，進而增加其燃燒溫度。
4. 加速燃燒：有機過氧化物具有分解溫度低於燃點的特性。當有機過氧化物燃燒時，物質溫度上升，當達到分解溫度時，物質內部會放熱，導致燃燒溫度增加並使熱

流回到燃燒表面。當溫度繼續上升會使分解速率與放熱增加，進而加速燃燒速率。

5. 分解時之自燃(autoignition)現象：有機過氧化物在熱分解過程中會產生大量高活性的自由基，尤其以分解產生之高溫氣體或霧狀粒子(aerosols)，由於自由基具有極高的反應活性，可迅速觸發連鎖燃燒機制，導致不需外部點火源即可發生自燃現象。
6. 分解時釋出易燃的氣體與霧氣：有機過氧化物分解時釋出易燃的氣體(如甲烷、丙酮、乙烷、氧氣)與霧氣，因此發生火災或爆炸的潛在危險特別嚴重。
7. 污染物引起分解：在不同的有機過氧化物中，若受到雜質污染，常會加速其分解反應的發生。此外，氧化還原劑(redox agent)(誘發或加速分解)、強酸、強氧化劑與還原劑皆會活化有機過氧化物。
8. 氧化性：有機過氧化物因為具有過氧基而具有強氧化性質，與有機物質混合時會因氧化反應而造成熱失控或爆燃現象。
9. 有害性：有機過氧化物本身與其分解產物具有害性，不僅會刺激皮膚、眼睛，更會對黏膜組織造成傷害。

一般造成製程反應失控的原因種類相當多，可以將其概分為人為因素、設備因素、環境因素，以及其他等，根據事故統計資料及有關研究顯示，其中人為因素所佔比例最高。各因素發生原因分述如下：

1. 人為因素：人的動作錯誤、安全衛生管理缺失、不正確的動火程序、不安全動作、個人因素、判斷錯誤、防護設備使用不當、工作機具使用錯誤、未能確實執行工作前之安全檢查、操作程序錯誤等，此多屬於不安全的動作或行為。
2. 設備因素：機械故障、破裂/腐蝕、儀錶控制系統故障、壓力過高、過熱、異常反應、未能定期實施檢查維修工作、設計不良等。其中又以化學設備所佔比例最高，易引起化學災害之設備包括，鍋爐/加熱器、反應器、儲槽、壓力容器、混合攪拌機械、管線及附屬設備、泵及壓縮機、其他塔槽等。發生化學災害比例最高者為管線及附屬設備，其次為儲槽。

3. 環境因素：包括外界氣候、溫度、溼度等影響所造成之災害，以及不充分或不適當的照明、通風、以及機器設備佈置不當等不安全的環境因素。
4. 原物料因素：一般來說，基本的危害物質特性與過氧化物所引發的意外，往往是下列因素：化合物進行放熱分解反應時產生了氧氣、水引發溫度上升、氧氣釋放時引起壓力上升、因催化分解反應產生的不純物及水、有機物質混合產生爆炸混合物及還原劑所引發的自發性失控反應、具大量氧氣的環境等物料儲存問題。

為使災害不致發生或萬一災害發生時降低傷害的嚴重度，以上這些主要影響因素都是我們在進行過程安全設計時所必須考慮的，方可於事故發生之初期作最有效之控制及以降低生命與財產的損失。

(三)有機過氧化物相關法規與規範

有機過氧化物因具優良的物理與化學反應特性，廣泛應用於石化、特用化學品及造船等產業，為各國常見之工業用化學品。然而，由於其具有高度危險性，亦被列為重點管制與預防的危險物質。針對其製造、運輸、使用、儲存、管理與處置，皆訂有相關法規，說明如下：

1. 危害性化學品標示及通識規則^[15]

有機過氧化物為中央主管機關指定之危險物及有害物內之爆炸性物質，並於此法規內，列舉有機過氧化物的分類及圖示。

2. 工廠管理輔導法^[16]

工廠管理輔導法第 21 條

- (1) 工廠製造、加工或使用危險物品達管制量以上之次日起十日內，應向直轄市、縣（市）主管機關申報其製造、加工或使用之危險物品。
- (2) 前項危險物品之範圍、種類、管制量及其申報之內容、期限、方式、程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

3. 工廠危險物品申報辦法^[17]

工廠危險物品申報辦法第 10 條

- (1) 危險物品之申報內容包括申報單位基本資料，危險物品之範圍、化學文摘社號碼、聯合國編號、中英文名稱、分子式、數量、用途、放置方式及放置位置（含配置圖）。
- (2) 前項危險物品之申報內容，應一併提供工廠建築物內製造、加工或使用之機械設備配置圖。

4. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法^[18]

- (1) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 3 條

有機過氧化物被明確歸類為公共危險物品的「第五類」，並針對其第五類公共危險物品訂有管制量（如下表）、室內/外儲存場所及室內/外儲槽場所所有相

關規定。

表 3 第五類公共危險物品訂有管制量表

分類	名稱	種類	分級	管制量
第五類	自反應物質及有機過氧化物	1.有機過氧化物 2.硝酸酯類 3.硝基化合物 4.亞硝基化合物 5.偶氮化合物 6.重氮化合物 7.聯胺的誘導體 8.金屬疊氮化合物 9.硝酸胍 10.丙烯基縮水甘油醚 11.倍羧烯 12.其他經中央主管機關公告者 13.含有任一種成分之物品者	A 型	10 公斤
		B 型		
		C 型	100 公斤	
		D 型		
本表所稱之「A 型」、「B 型」、「C 型」及「D 型」指區分同類物品之危險程度，應依中華民國國家標準 CNS15030 進行分類。未完成分類前，基於安全考量，其危險分級程度，得認定為第一級或 A 型。				

(2) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 13 條

六類物品製造場所及一般處理場所，其外牆或相當於該外牆之設施外側，
與廠區外鄰近場所之安全距離如下：

(1) 與下列場所之距離，應在五十公尺以上：

- a. 古蹟。
- b. 設備標準第十二條第二款第四目所列場所。

(2) 與下列場所之距離，應在三十公尺以上：

- a. 設備標準第十二條第一款第一目至第五目、第七目、第二款第一目、第二目及第五目至第十一目規定之場所，其收容人員在三百人以上者。
- b. 設備標準第十二條第一款第六目、第二款第三目及第十二目規定之場所，其收容人員在二十人以上者。

- (3) 與公共危險物品及可燃性高壓氣體製造、儲存或處理場所、加油站、加氣站、天然氣儲槽、可燃性高壓氣體儲槽、爆竹煙火製造、儲存、販賣場所及其他危險性類似場所之距離，應在二十公尺以上。
- (4) 與前三款所列場所以外場所之距離，應在十公尺以上。
- (5) 與電壓超過三萬五千伏特之高架電線之距離，應在五公尺以上。
- (6) 與電壓超過七千伏特，三萬五千伏特以下之高架電線之距離，應在三公尺以上。

前項安全距離，於製造場所及一般處理場所設有擋牆防護或具有同等以上防護性能者，得減半計算之。

(3) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 15 條

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所之構造，應符合下列規定：

- (1) 不得設於建築物之地下層。
- (2) 牆壁、樑、柱、地板及樓梯，應以不燃材料建造；外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置其他開口，且應採用防火構造。
- (3) 建築物之屋頂，應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。但有下列情形之一者，得免以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋：
 - a. 僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度。
 - b. 設置設施使該場所無產生爆炸之虞。
- (4) 窗戶及出入口應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗；牆壁開口有延燒之虞者，應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- (5) 窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
- (6) 製造或處理液體第五類公共危險物品之建築物地板，應採用不滲透構造，且作適當之傾斜，並設置集液設施。但設有洩漏承接設施及洩漏檢測設備，能立即通知相關人員有效處理者，得免作適當之傾斜及設置集液設施。

- (7) 設於室外之製造或處理液體第五類公共危險物品之設備，應在周圍設置距地面高度在十五公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施；其地面應以混凝土或第五類公共危險物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液設施。處理易燃液體及可燃液體中不溶於水之物質，應於集液設施設置油水分離裝置，以防止直接流入排水溝。

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所內，未處理或儲存第五類公共危險物品部分，其構造符合下列規定者，該部分得不適用前項各款規定：

- A. 牆壁、樑、柱、地板、屋頂及樓梯，應以不燃材料建造；與場所內處理第五類公共危險物品部分，應以二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、地板及上層之地板區劃分隔。區劃分隔牆壁除出入口外，不得設置其他開口。
- B. 區劃分隔牆壁之出入口，應設置二小時以上防火時效之常時關閉式防火門；對外牆面之開口有延燒之虞者，應設置一小時以上防火時效之防火門窗。
- C. 涉及製造或處理公共危險物品部分經區劃分隔，至少應有一對外牆面。

- (4) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 16 條

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所之設備，應符合下列規定：

- (1) 應有充分之採光、照明及通風設備。
- (2) 有積存可燃性蒸氣或可燃性粉塵之虞之建築物，應設置將蒸氣或粉塵有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。
- (3) 機械器具或其他設備，應採用可防止第五類公共危險物品溢漏或飛散之構造。但設備中設有防止溢漏或飛散之附屬設備者，不在此限。
- (4) 加熱、冷卻設備或處理物品過程會產生溫度變化之設備，應設置適當之測溫裝置。
- (5) 加熱或乾燥設備，應採不直接用火加熱之構造。但加熱或乾燥設備於防火安全處所或設有預防火災之附屬設備者，不在此限。
- (6) 加壓設備或於處理中會產生壓力上升之設備，應設置適當之壓力計及安全裝置。
- (7) 製造或處理之設備有發生靜電蓄積之虞者，應設置有效消除靜電之裝置。但僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度者，不在此限。

(8) 處理達管制量十倍者，避雷設備應符合中華民國國家標準（以下簡稱 CNS）一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但有下列情形之一者，不在此限：

- a. 因周圍環境，無致生危險之虞。
- b. 僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度。

(9) 電動機及處理設備之幫浦、安全閥、管接頭等，應裝設於不妨礙火災之預防及搶救位置。

(5) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 19 條

製造、儲存及處理場所應設置標示板；其內容、顏色、大小及設置位置，由中央主管機關定之。

(6) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 20 條

儲存達管制量以上者，應依其性質設置儲存場所儲存。

(7) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 21 條

室內儲存場所其位置、構造及設備，應符合下列規定：

- (1) 外牆或相當於該外牆之設施外側，與廠區外鄰近場所之安全距離準用第十三條規定。
- (2) 儲存倉庫四周保留空地寬度，應依下表規定。但有下列情形之一者，不在此限：

區分	保留空地寬度	
	建築物之牆壁、柱及地板為防火構造者	建築物之牆壁、柱或地板為非防火構造者
未達管制量五倍者	-	零點五公尺以上
達管制量五倍以上 未達十倍者	一公尺以上	一點五公尺以上
達管制量十倍以上 未達二十倍者	二公尺以上	三公尺以上

區分	保留空地寬度	
	建築物之牆壁、柱及地板為防火構造者	建築物之牆壁、柱或地板為非防火構造者
達管制量二十倍以上未達五十倍者	三公尺以上	五公尺以上
達管制量五十倍以上未達二百倍者	五公尺以上	十公尺以上
達管制量二百倍以上者	十公尺以上	十五公尺以上

- a. 儲存量超過管制量二十倍之室內儲存場所，與設在同一建築基地之其他儲存場所間之保留空地寬度，得縮減至規定寬度之三分之一，最小以三公尺為限。
 - b. 同一建築基地內，設置二個以上相鄰儲存第五類公共危險物品之硝酸酯類、硝基化合物或含有任一種成分物品之儲存場所，其場所間保留空地寬度，得縮減至五十公分。
- (3) 儲存倉庫應為獨立、專用之建築物。
 - (4) 儲存倉庫應為一層建築物，其高度不得超過六公尺。
 - (5) 每一儲存倉庫樓地板面積不得超過一千平方公尺。
 - (6) 儲存倉庫之牆壁、柱及地板應為防火構造，且樑應以不燃材料建造；外牆有延燒之虞者，其牆壁除出入口外，不得設置開口。但儲存第五類公共危險物品未達管制量十倍、且外牆無延燒之虞者，其牆壁、柱及地板得以不燃材料建造。
 - (7) 儲存倉庫之屋頂應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋，且不得設置天花板。但儲存第五類公共危險物品，得以耐燃材料或不燃材料設置天花板，以保持內部適當溫度。
 - (8) 儲存倉庫之窗戶及出入口應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗。但有延燒之虞者，出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
 - (9) 儲存液體第五類公共危險物品者，其地面應以混凝土或該物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液設施。

(10) 儲存倉庫設置架臺者，應符合下列規定：

- a. 架臺應以不燃材料建造，並定著在堅固之基礎上。
- b. 架臺及其附屬設備，應能負載所儲存物品之重量並承受地震所造成之影響。
- c. 架臺應設置防止儲放物品掉落之措施。

(11) 儲存倉庫應有充分採光、照明及通風設備。儲存閃火點未達攝氏七十度之第五類公共危險物品，有積存可燃性蒸氣之虞者，應設置將蒸氣有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。

(12) 儲存量達管制量十倍以上之儲存倉庫，應設置避雷設備並符合 CNS 一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但因周圍環境，無致生危險之虞者，不在此限。

(13) 儲存第五類公共危險物品有因溫度上升而引起分解、著火之虞者，其儲存倉庫應設置通風裝置、空調裝置或維持內部溫度在該物品自燃溫度以下之裝置。

(8) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 23 條

儲存第五類公共危險物品分級屬 C 型或 D 型之數量在管制量二十倍以下者，建築物之一部分得供作室內儲存場所使用，其位置、構造及設備應符合下列規定：

(1) 應設於牆壁、柱及地板均為防火構造建築物之第一層或第二層。

(2) 供作室內儲存場所使用之部分，應符合下列規定：

- a. 地板應高於地面，且樓層高度不得超過六公尺。
- b. 樓地板面積不得超過七十五平方公尺。
- c. 牆壁、樑、柱、地板及上層之地板應為防火構造，且應以厚度七公分以上鋼筋混凝土或具有一小時以上防火時效之地板或牆壁與其他場所區劃，外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置開口。
- d. 出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- e. 不得設置窗戶。

- f. 通風及排出設備，應設置防火閘門。但管路以不燃材料建造，或內部設置撒水頭防護，或設置達同等以上防護性能之措施者，不在此限。
- g. 同一樓層不得相臨設置。

(9) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 24 條

室內儲存場所儲存第五類公共危險物品分級屬 C 型或 D 型之數量，未達管制量五十倍，且高度在六公尺以下者，其位置、構造及設備，應符合下列規定：

- (1) 儲存倉庫周圍保留空地寬度：
 - a. 未達管制量五倍者，免設保留空地。
 - b. 達管制量五倍以上未達二十倍者，保留空地寬度應在一公尺以上。
 - c. 達管制量二十倍以上未達五十倍者，保留空地寬度應在二公尺以上。
- (2) 儲存倉庫樓地板面積，不得超過一百五十平方公尺。
- (3) 儲存倉庫之牆壁、樑、柱、地板及屋頂應為防火構造。
- (4) 儲存倉庫之出入口，應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- (5) 儲存倉庫不得設置窗戶。

(10) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 28 條

室內儲存場所儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型，其位置、構造及設備，應符合下列規定：

- A. 其外牆與廠區外鄰近場所之安全距離如下表 4。但儲存量未達管制量五倍，且外牆為厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造者，其與廠區外鄰近場所之安全距離得以周圍已設有擋牆者計算；周圍另設有擋牆防護者，其與第十三條第一項第三款及第四款所列場所之安全距離得縮減為十公尺。

表 4 室內儲存場所外牆與廠區外鄰近場所之安全距離

區分	室內儲存場所（儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型）及 廠區外鄰近場所安全距離					
	第十三條第三款及第 四款所列場所		第十三條第二款所列 場所		第十三條第一款所列 場所	
	周圍設置 擋牆	周圍未設 置擋牆	周圍設置 擋牆	周圍未設 置擋牆	周圍設置 擋牆	周圍未設 置擋牆
未達管 制量十 倍者	二十公 尺	四十公 尺	三十公 尺	五十公 尺	五十公 尺	六十公 尺
達管制 量十倍 以上未 達二十 倍者	二十二 公尺	四十五 公尺	三十三 公尺	五十五 公尺	五十四 公尺	六十五 公尺
達管制 量二十 倍以上 未達四 十倍者	二十四 公尺	五十公 尺	三十六 公	六十公 尺	五十四 公尺	六十五 公尺 尺
達管制 量四十 倍以上 未達六 十倍者	二十七 公尺	五十五 公尺	三十九 公尺	六十五 公尺	五十八 公尺	七十公 尺
達管制 量六十 倍以上 未達九 十倍者	三十二 公尺	六十五 公尺	四十五 公尺	七十五 公尺	七十公 尺	八十五 公尺
達管制 量九十 倍以上 未達一 百五十 倍者	三十七 公尺	七十五 公尺	五十一 公尺	八十五 公尺	七十九 公尺	九十五 公尺
達管制 量一百 五十倍 以上未 達三百 倍者	四十二 公尺	八十五 公尺	五十七 公尺	九十五 公尺	八十七 公尺	一百零 五公尺
達管制 量三百 倍以上 者	四十七 公尺	九十五 公尺	六十六 公尺	一百十 公尺	一百公 尺	一百二 十公尺

B. 其外牆與廠區外鄰近場所之安全距離如下表 5。

表 5 室內儲存場所外牆與廠區外鄰近場所之安全距離

區分	保留空地寬度	
	周圍設置擋牆	周圍未設置擋牆
未達管制量五倍	三公尺以上	十公尺以上
達管制量五倍以上 未達十倍者	五公尺以上	十五公尺以上
達管制量十倍以上 未達二十倍者	六點五公尺以上	二十公尺以上
達管制量二十倍以上 未達四十倍者	八公尺以上	二十五公尺以上
達管制量四十倍以上 未達六十倍者	十公尺以上	三十公尺以上
達管制量六十倍以上 未達九十倍者	十一點五公尺以上	三十五公尺以上
達管制量九十倍以上 未達一百五十倍者	十三公尺以上	四十公尺以上
達管制量一百五十倍 以上未達三百倍者	十五公尺以上	四十五公尺以上
達管制量三百倍以上者	十六點五公尺以上	五十公尺以上

- C. 儲存倉庫應以分隔牆區劃，每一區劃面積應在一百五十平方公尺以下，分隔牆應為厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度四十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造，且應突出屋頂五十公分以上、二側外壁一公尺以上。
- D. 儲存倉庫外壁應為厚度二十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造。
- E. 儲存倉庫屋頂應符合下列規定之一：
- 構架屋頂面之木構材，其跨度應在三十公分以下。
 - 屋頂下方以圓型鋼或輕型鋼材質之格子樑構造，其邊長在四十五公分以下。
 - 屋頂下設置金屬網，應與不燃材料建造之屋樑、橫樑等緊密結合。
 - 設置厚度在五公分以上，寬度在三十公分以上之木材作為屋頂之基礎。
- F. 儲存倉庫出入口應為一小時以上防火時效之防火門。

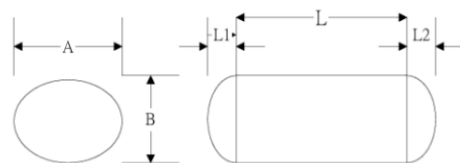
G. 儲存倉庫窗戶距離地板應在二公尺以上，設於同一壁面窗戶之總面積不得超過該壁面面積之八十分之一，且每一窗戶之面積不得超過零點四平方公尺。

(11) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 32 條

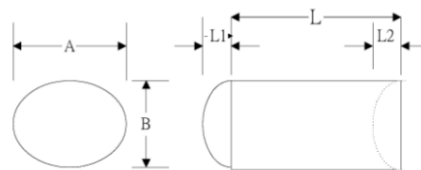
第五類公共危險物品儲槽之容量不得大於儲槽之內容積扣除其空間容積後所得之量。

儲槽之內容積計算方式如下：

A. 橢圓形儲槽：



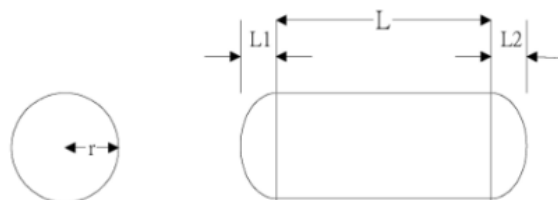
$$\frac{\pi AB}{4} \left(L + \frac{L1 + L2}{3} \right)$$



$$\frac{\pi r^2}{4} \left(L + \frac{L1 - L2}{3} \right)$$

B. 圓筒形儲槽

a. 臥型之圓筒形儲槽：

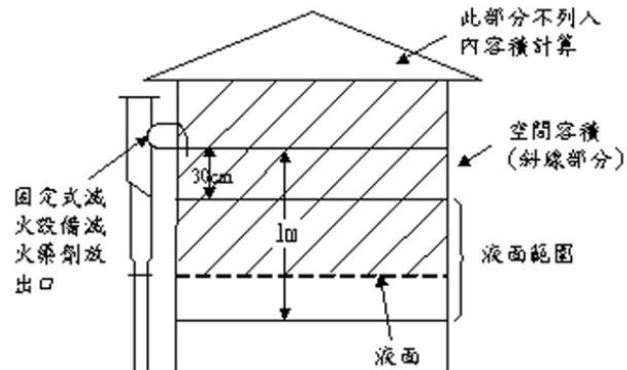


$$\pi r^2 \left(L + \frac{L1 + L2}{3} \right)$$

b. 豎型圓筒形儲槽內容積不含槽頂部分。

c. 內容積無法以公式計算者，得用近似之算法。

儲槽空間容積為內容積之百分之五至百分之十。但儲槽上部設有固定式滅火設備者，其空間容積以其滅火藥劑放出口下方三十公分以上，未達一公尺之水平面上部計算之。圖例如下：



(12) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 33 條

室內儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- A. 應設置於一層建築物之儲槽專用室。
- B. 儲槽專用室之儲槽側板外壁與室內牆面之距離應在五十公分以上。專用室內設置二座以上之儲槽時，儲槽側板外壁相互間隔距離應在五十公分以上。
- C. 儲槽容量不得超過管制量之四十倍，且儲存第四類公共危險物品時，除第四石油類及動植物油類外，不得超過二萬公升。同一儲槽專用室設置二座以上儲槽時，其容量應合併計算。
- D. 儲槽構造：儲槽材質應為厚度三點二毫米以上之鋼板或具有同等以上性能者。
- E. 儲槽表面應有防蝕功能。
- F. 正負壓力超過五百毫米水柱壓力之儲槽（以下簡稱壓力儲槽），應設置安全裝置；非壓力儲槽應設置通氣管。
- G. 儲槽應設置自動顯示儲量裝置。
- H. 儲槽儲存第四類公共危險物品者，其注入口應符合下列規定：
 - a. 不得設於容易引起火災或妨礙避難逃生之處。
 - b. 可與注入軟管或注入管結合，且不得有洩漏之情形。
 - c. 應設置管閥或加蓋。

d. 儲存物易引起靜電災害者，應設置有效除去靜電之接地裝置。

- I. 儲槽閥應為鑄鋼或具有同等以上性能之材質，且不得有洩漏之情形。
- J. 儲槽之排水管應設在槽壁。但排水管與儲槽之連接部分，於發生地震或地盤下陷時，無受損之虞者，得設在儲槽底部。
- K. 儲槽專用室之牆壁、柱及地板應為防火構造，樑應以不燃材料建造，外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置開口。
- L. 儲槽專用室之屋頂應以不燃材料建造，且不得設置天花板。
- M. 儲槽專用室之窗戶及出入口，應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗。但外牆有延燒之虞者，出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- N. 前款之窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
- O. 儲存液體第五類公共危險物品者，其地板應為不滲透構造，並有適當傾斜度及集液設施。
- P. 儲槽專用室出入口應設置二十公分以上之門檻，或設置具有同等以上效能之防止流出措施。
- Q. 儲槽專用室應有充分採光、照明及通風設備。儲存閃火點未達攝氏七十七度之第五類公共危險物品，有積存可燃性蒸氣之虞者，應設置將蒸氣有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。

(13) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 35 條

室內儲槽場所之幫浦設備應符合下列規定：

- A. 室內儲槽設於地面一層建築物，其幫浦設備位於儲槽專用室所在建築物以外之場所時：
 - a. 幫浦設備應定著於堅固基礎上。
 - b. 供幫浦及其電動機使用之建築物或工作物（以下簡稱幫浦室），應符合下列規定：
 - (a) 牆壁、樑、柱及地板應以不燃材料建造。

- (b) 屋頂應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。但設置設施使幫浦室無產生爆炸之虞者，得免以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。
- (c) 窗戶及出入口，應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗。
- (d) 窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
- (e) 地板應採用不滲透之構造，並設置適當之傾斜度及集液設施，且其周圍應設置高於地面二十公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施。
- (f) 應設計處理第五類公共危險物品時，必要之採光、照明及通風設備。
- (g) 有可燃性蒸氣滯留之虞者，應設置可將該蒸氣有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。
- c. 於幫浦室以外之場所設置幫浦設備時，應符合下列規定：
 - (a) 應於幫浦設備周圍地面上設置高於地面十五公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施。
 - (b) 地面應以混凝土或第五類公共危險物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液設施。
- B. 室內儲槽設於地面一層建築物，且幫浦設備設於儲槽專用室所在之建築物者：
 - a. 設於儲槽專用室以外之場所時，應符合前款第一目及第二目規定。
 - b. 設於儲槽專用室時，應以不燃材料在幫浦設備周圍設置高於儲槽專用室出入口門檻之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施，或使幫浦設備之基礎，高於儲槽專用室出入口門檻。但洩漏時無產生火災或爆炸之虞者，不在此限。
- C. 室內儲槽設於地面一層建築物以外，且幫浦設備設於儲槽專用室所在建築物以外之場所時，應符合第一款規定。

D. 室內儲槽設於地面一層建築物以外，且幫浦設備設於儲槽專用室所在之建築物者：

a. 設於儲槽專用室以外場所時，其幫浦室並應符合下列規定：

- (a) 牆壁、樑、柱及地板應為防火構造。
- (b) 其上有樓層時，上層之地板應為防火構造，並不得設置天花板；其上無樓層時，屋頂應為不燃材料建造。
- (c) 不得設置窗戶。
- (d) 出入口應設置一小時以上防火時效之防火門。
- (e) 通風設備及排出設備應設置防火閘門。但管路以不燃材料建造，或內部設置撤水頭防護，或設置達同等以上防護性能之措施者，不在此限。

b. 設於儲槽專用室內時：

- (a) 幫浦設備應定著於堅固基礎上。
- (b) 以不燃材料在其周圍設置高度二十公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施。但洩漏時無產生火災或爆炸之虞者，不在此限。

(14) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 36 條

室內儲槽場所輸送液體第五類公共危險物品之配管應符合下列規定：

- A. 應為鋼製或金屬製。但鋼製或金屬製配管會造成作業污染者，得設置塑材雙套管。
- B. 應經該配管最大常用壓力之一點五倍以上水壓進行耐壓試驗十分鐘，不得洩漏或變形。但以水壓進行耐壓試驗確有困難者，得以該配管最大常用壓力之一點一倍以上氣壓進行耐壓試驗。設置塑材雙套管者，其耐壓試驗以內管為限。
- C. 設於地上者，不得接觸地面，且外部應有防蝕功能。
- D. 埋設於地下者，外部應有防蝕功能；接合部分，應有可供檢查之措施。但以熔接接合者，不在此限。
- E. 設有加熱或保溫之設備者，應具有預防火災之安全構造。

(15) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 37 條

室外儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- A. 儲槽側板外壁與廠區外鄰近場所之安全距離，準用第十三條規定。
- B. 儲存液體儲槽側板外壁與儲存場所廠區之境界線距離，應依下表 6 規定。
但有下列情形之一者，不在此限。
 - a. 以不燃材料建造具二小時以上防火時效之防火牆。
 - b. 不易延燒者。
 - c. 設置防火水幕者。

表 6 儲存液體儲槽側板外壁與儲存場所廠區之境界線距離

室外儲槽之區分	公共危險物品之閃火點	儲槽側板外壁至其廠區境界線距離 (單位：公尺)
儲存室外儲槽所在之廠區，儲存或處理六類物品或可燃性高壓氣體之數量，達下列各款之一者。 一、儲存或處理六類物品之總數量除以一萬公秉所得數值為一以上。 二、每日處理之可燃性高壓氣體總數量除以二百萬立方公尺所得數值為一以上。 三、前二款之合計值為一以上之場所。	未達攝氏二十一度	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點八所得數值。但不得小於儲槽高度或五十公尺之較大值。
	攝氏二十一度以上未達七十度者	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點六所得數值。但不得小於儲槽高度或四十公尺之較大值。
	攝氏七十度以上	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)之數值。但不得小於儲槽高度或三十公尺之較大值。
右列以外之室外儲槽。	未達攝氏二十一度	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點八所得數值。但不得小於儲槽高度之值。
	攝氏二十一度以上未達七十度者	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點六所得數值。但不得小於儲

室外儲槽之區分	公共危險物品之閃火點	儲槽側板外壁至其廠區境界線距離 (單位：公尺)
		槽高度之值。
	攝氏七十度以上	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)之數值。但不得小於儲槽高度之值。

C. 儲槽之周圍保留空地應符合下列規定：

- a. 儲存閃火點未達攝氏二十一度之第五類公共危險物品，其容量未達二公秉者，應在一公尺以上；二公秉以上未達四公秉者，應在二公尺以上；四公秉以上未達十公秉者，應在三公尺以上；十公秉以上未達四十公秉者，應在五公尺以上；四十公秉以上者，應在十公尺以上。
- b. 儲存閃火點在攝氏二十一度以上未達七十度之第五類公共危險物品，其容量未達十公秉者，應在一公尺以上；十公秉以上未達二十公秉者，應在二公尺以上；二十公秉以上未達五十公秉者，應在三公尺以上；五十公秉以上未達二百公秉者，應在五公尺以上；二百公秉以上者，應在十公尺以上。
- c. 儲存閃火點在攝氏七十度以上之第五類公共危險物品，其容量未達二十公秉者，應在一公尺以上；二十公秉以上未達四十公秉者，應在二公尺以上；四十公秉以上未達一百公秉者，應在三公尺以上；一百公秉以上者，應在五公尺以上。

D. 相鄰儲槽側板外壁間之距離應符合下列規定：

- a. 儲存閃火點未達攝氏六十度之第五類公共危險物品：
 - (a) 浮頂式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。

- (b) 固定式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之三分之一。
- b. 儲存閃火點在攝氏六十度以上之第五類公共危險物品：
 - (a) 浮頂式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。
 - (b) 固定式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。
- c. 防液堤內部儲槽均儲存閃火點在攝氏九十三度以上之第五類公共危險物品者，應在九十公分以上。
- E. 應定著在堅固基礎上，並不得設於岩盤斷層等易滑動之地形。
- F. 儲槽構造應具有耐震及耐風壓之結構；其支柱應以鋼筋混凝土、鋼骨混凝土或其他具有同等以上防火性能之材料建造。
- G. 儲槽內壓力異常上升時，有能將內部氣體及蒸氣由儲槽上方排出之構造。
- H. 儲槽表面應有防蝕功能。
- I. 儲槽底板與地面相接者，底板外表應有防蝕功能。
- J. 壓力儲槽，應設置安全裝置；非壓力儲槽，應設置通氣管。
- K. 儲槽應設置自動顯示儲量裝置。
- L. 幫浦設備應符合下列規定：
 - a. 周圍保留空地寬度不得小於三公尺。但設有具二小時以上防火時效之防火牆或儲存第五類公共危險物品數量未達管制量十倍者，不在此限。
 - b. 與儲槽側板外壁之距離不得小於儲槽保留空地寬度之三分之一。
- M. 儲槽閥應為鑄鋼或具有同等以上性能之材質，且不得有洩漏之情形。
- N. 儲槽之排水管應置於槽壁。但排水管與儲槽之連接部分，於發生地震或地盤下陷時，無受損之虞者，得設在儲槽底部。
- O. 浮頂式儲槽設置於槽壁或浮頂之設備，於地震等災害發生時，不得損傷該浮頂或壁板。但設置保安管理上必要設備者，不在此限。
- P. 配管設置準用第 36 條規定。

Q. 避雷設備應符合 CNS 一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但第五類公共危險物品儲存量未達管制量十倍，或因周圍環境，無致生危險之虞者，不在此限。

R. 儲存液體第五類公共危險物品，應設置防液堤。

(16) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 39 條

室外儲槽儲存高閃火點物品者，其位置、構造及設備得依下列規定辦理：

- A. 準用第 37 條第一款、第四款至第十二款、第十四款至第十七款規定。
- B. 周圍保留空地寬度，應依下表規定：

儲槽容量	保留空地寬度
未達管制量二千倍者	三公尺以上
達管制量二千倍者	五公尺以上

C. 幫浦設備應符合下列規定：

- a. 周圍保留空地寬度不得小於一公尺。但設有具二小時以上防火時效之防火牆或儲存第五類公共危險物品數量未達管制量十倍者，不在此限。
- b. 窗戶及出入口，應設置防火門窗。但外牆無延燒之虞者，窗戶得為不燃材料建造。
- c. 有延燒之虞外牆設置之窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。

D. 周圍應設置防止儲存物外洩及滲透之防液堤，且防液堤之容量，不得小於最大儲槽之容量。

(17) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 41 條

地下儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- A. 儲槽應置於地下槽室。
- B. 儲槽側板外壁與槽室之牆壁間應有十公分以上之間隔，且儲槽周圍應填塞乾燥砂或具有同等以上效能之防止可燃性蒸氣滯留措施。
- C. 儲槽頂部距離地面應在六十公分以上。
- D. 二座以上儲槽相鄰者，其側板外壁間隔應在一公尺以上。但其容量總和在

管制量一百倍以下者，其間隔得減為五十公分以上。

- E. 儲槽應以厚度三點二毫米以上之鋼板建造，並具氣密性。
- F. 儲槽外表應有防蝕功能。
- G. 壓力儲槽應設置安全裝置，非壓力儲槽應設置通氣管。
- H. 儲存液體第五類公共危險物品時，應有自動顯示儲量裝置。
- I. 儲槽注入口應設置於室外，並準用第 33 條第一項第八款規定。
- J. 幫浦設備設置於地面者，準用第 35 條第一項第一款規定；幫浦設備設於儲槽之內部者，應符合下列規定：
 - a. 幫浦設備之電動機構造應符合下列規定：
 - (a) 定子為金屬製容器，並充填不受第五類公共危險物品侵害之樹脂。
 - (b) 於運轉中能冷卻定子之構造。
 - (c) 電動機內部有防止空氣滯留之構造。
 - b. 連接電動機之電線，應有保護措施，不得與第五類公共危險物品直接接觸。
 - c. 幫浦設備有防止電動機運轉升溫之功能。
 - d. 幫浦設備在下列情形時，電動機能自動停止：
 - (a) 電動機溫度急遽升高時。
 - (b) 幫浦吸引口外露時。
 - e. 幫浦設備應與儲槽法蘭接合。
 - f. 應設於保護管內。但有足夠強度之外裝保護者，不在此限。
 - g. 幫浦設備位於地下儲槽上部部分，應有第五類公共危險物品洩漏檢測設備。
- K. 配管準用第 36 條規定。
- L. 儲槽配管應裝設於儲槽頂部。
- M. 儲槽周圍應在適當位置設置四處以上之測漏管或具有同等以上效能之洩漏檢測設備。
- N. 槽室之牆壁及底部應採用厚度三十公分以上之混凝土構造或具有同等以上強度之構造，並有適當之防水措施；其頂蓋應採用厚度二十五公分以上之鋼筋混凝土構造。

(18) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 42 條

儲槽為雙重殼之地下儲槽場所，其位置、構造及設備應符合下列規定：

- A. 應符合前條第三款、第四款、第五款後段及第七款至第十二款規定。
- B. 直接埋設於地下者，並應符合前條第一款第二目至第四目規定。
- C. 置於地下槽室者，並應符合前條第二款及第十四款規定。
- D. 儲槽應於雙重殼間設置液體洩漏檢測設備。
- E. 儲槽應具有氣密性，並使用下列材料之一：
 - a. 厚度三點二毫米以上之鋼板或具有同等以上性能之材質。
 - b. 經中央主管機關指定之強化塑料。
- F. 使用強化塑料之儲槽者，應具有能承受荷重之安全構造。
- G. 使用鋼板之儲槽者，其外表應有防蝕功能。

(19) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 45 條

儲存及處理第五類公共危險物品，不可與火焰、火花或高溫物體接近，並避免過熱、衝擊、摩擦。

(20) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 46 條

第五類公共危險物品製造、儲存及處理場所，其安全管理應遵守下列規定：

- A. 儲存或處理公共危險物品，不得超過規定之數量。
- B. 嚴禁火源。
- C. 經常整理及清掃，不得放置空紙箱、內襯紙、塑膠袋、紙盒等包裝用餘材料，或其他易燃易爆之物品。
- D. 儲存或處理公共危險物品，應依其特性使用不會破損、腐蝕或產生裂縫之容器，並應有防止傾倒之固定措施，避免倒置、掉落、衝擊、擠壓或拉扯。
- E. 維修可能殘留公共危險物品之設備、機械器具或容器時，應於安全處所將公共危險物品完全清除後為之。
- F. 嚴禁無關人員進入。
- G. 集液設施或油水分離裝置內如有積存公共危險物品時，應隨時清理。

- H. 廢棄之公共危險物品應適時清理。
- I. 應使公共危險物品處於合適之溫度、溼度及壓力。
- J. 有積存可燃性蒸氣或粉塵之虞場所，不得使用易產生火花之設備。
- K. 指派專人每月對場所之位置、構造及設備自主檢查，檢查紀錄至少留存一年。

(21) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 46-1 條

第五類公共危險物品製造及一般處理場所，應遵守下列規定：

- A. 蒸餾作業時，應防止因處理設備內部壓力變化，致液體、蒸氣或氣體外洩。
- B. 萃取作業時，應防止處理設備內部壓力異常上升。
- C. 乾燥作業時，應採取不使物品溫度局部上升方法為之。
- D. 粉碎作業時，不得於產生大量可燃性粉塵情形下操作機械。
- E. 填充換裝時，應於防火安全處所為之。
- F. 噴漆及塗裝作業時，應於有效防火區劃內為之。
- G. 淬火作業時，應使第五類公共危險物品於危險溫度以下。
- H. 清洗作業時，應於產生之可燃性蒸氣能良好通風情形下為之，且應將廢棄第五類公共危險物品妥善處置。
- I. 消耗第五類公共危險物品進行燃燒時，應避免處理設備逆火及第五類公共危險物品溢出。

第五類公共危險物品販賣場所，其安全管理除應符合前條規定外，並應遵守下列規定：

- A. 第五類公共危險物品應存放於容器，不得散裝販賣。
- B. 調配第五類公共危險物品以塗料類為限，並應於調配室內為之。

(22) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
第 46-2 條

第五類公共危險物品儲存場所，應遵守下列規定：

- A. 室內儲存場所或室外儲存場所，不得儲存六類物品以外物品。但其不與儲存物品反應，且分類分區儲存，各分區距離在一公尺以上者，不在此限。

- B. 室內儲存場所或室外儲存場所，不得儲存不同分類之六類物品。但分類分區儲存下列物品，且各分區距離在一公尺以上者，不在此限：
- a. 第一類（鹼金屬過氧化物或含有其成分之物品除外）與第五類公共危險物品。
 - b. 第四類公共危險物品含有有機過氧化物或其成分者，與第五類公共危險物品之有機過氧化物或含有其成分者。
 - c. 第四類公共危險物品與第五類公共危險物品之丙烯酸縮水甘油醚或倍羧烯或含有其成分者。
- C. 室內儲存場所容器堆積高度，不得超過三公尺。
- D. 室內儲存場所應保持第五類公共危險物品在攝氏五十五度以下之溫度。

5. NFPA 30 -Flammable and Combustible Liquids Code^[19]

列舉易燃性及可燃性液體的安全防護及安全評估標準，旨在提供安全措施，以降低與易燃和可燃液體的儲存、處理和使用相關的危險。

6. NFPA 400 - Hazardous Materials Code^[20]

提供了針對儲存、操作或使用一種或多種涵蓋類別之危險物質的場所所需的最新安全資訊。

此規範同時涵蓋了對以下類型物質的要求，包括：不穩定/反應性物質、遇水反應物質、腐蝕性物質、自燃性物質、有毒物質與可燃性物質。

7. NFPA497 - Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas^[21]

對於化工製程區電器設備危險性場所的可燃性液體、氣體或蒸氣分類，包含各種有機過氧化物的最小點火能量、自燃溫度以及閃火點等資訊。

8. NFPA704 - Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response^[22]

針對物質危害性鑑識的緊急應變標準系統，提供適當的鑑別方法以及設備安全規格。

9. 危險貨物運輸建議書《橘皮書》^[23]

的內容包含危險貨物的分類(Classification)、各危險種類的定義、主要危險貨物清單、所有危險貨物的一般性包裝規定、針對某些特定危險貨物的特殊性規定、包裝物(Packagings)測試、中型散裝容器(IBC)，以及槽櫃、槽車等貨物運輸單元(CTU)之製造及定期檢驗規定、標記(Marking)、標示(Labelling)、標示牌(Placarding)及運輸文件。

(四) 國內外過氧化物之火災爆炸案例

表 7 國內外過氧化物之火災爆炸案例彙整表

時間	地點	物質	災害	傷亡與損失
1996/10/07	桃園縣	過氧化丁酮	1.反應器發生失控爆炸 2.數噸成品過氧化丁酮引發 2 次爆炸	10 人死亡，20 人重傷、上百人輕傷的災難
2003/01/02	美國	過氧化苯甲醯	真空乾燥器對其內部的顆粒狀 75%BPO 進行乾燥除濕，以生產 98%BPO。上午約 11 點 55 分，真空乾燥器內的 BPO 突然發生爆炸性的分解反應。	Catalyst Systems 的一名員工在疏散大樓時受了輕傷。
2009/06/22	彰化縣	二-叔丁基過氧化異丙苯（無味架橋劑 BIBP）	反應爐由於化學反應失控導致爆炸	未人員傷亡與殃及鄰近廠房。

時間	地點	物質	災害	傷亡與損失
2015/08/19	高雄市	過氧化二苯甲醯	廠區囤積 30 噸過氧化二苯甲醯存量濃度到達頂點，因電線走火過熱成爆炸原以致釀禍。	45 噸成品及原料付之一炬，並造成 1 女 2 度灼傷。
2023/09/22	屏東縣	有機過氧化物 D 型之危險化學物質 (C40-P 架橋劑) 和二叔丁基過氧環己烷	不當儲存有機過氧化物 D 型之危險化學物質 (即 C40-P，俗稱架橋劑)，導致蓄熱分解產生高溫與可燃性氣體後自行燃燒，引發氣爆及粉塵爆炸。	造成 10 人死亡、110 人受傷。
2024/08/09	中國	過氧化苯甲酸叔丁酯	故起因是需冷凝危險化學品未插電，導致過熱爆炸。	無人員傷亡。

二、有機過氧化物重大火災爆炸事件分析

有機過氧化物因其分子中含有高能量的過氧基團（ $-O-O-$ ），具有高度不穩定性與放熱分解特性。其在儲存、運輸或操作過程中，若遭遇高溫、摩擦、衝擊、污染或與不相容物質接觸，極易引發自加速分解反應（SADR），進而導致火災、爆炸等重大工安事故。

歷年來，國內外均曾發生多起涉及有機过氧化物的災害事件，造成嚴重人員傷亡、財產損失與環境衝擊。針對嚴重之案例進行分析，如下所示：

（一）○○化學股份有限公司火災爆炸事件

1. 事發經過：

2009 年 6 月 22 日，○○化學股份有限公司位於台南縣（今臺南市）仁德區的廠房，事故發生當時，廠內正在進行有機过氧化物的操作作業，可能因環境溫度過高、攪拌異常或靜電引燃等原因，導致過氧化物發生自加速分解反應（SADR），瞬間產生大量氣體與熱能，引爆儲存容器，引發連鎖爆炸與大規模火災，造成現場 6 人死亡、13 人受傷，事故導致廠區嚴重損毀。



圖 6 案例一事故照片

依據調查當日 BIBP 反應次數之入酸量滴定數據，第四批及第五批反應之滴定量及滴定時間分別為 554 kg (174 min) 及 473 kg (150 min)，而在第六批反應時滴定時間產生異常，456 kg 之滴定量僅滴定 12 分鐘。由於過氧化物本身就怕高溫，溫度超過自加熱分解溫度時會發生熱分解，會導致瞬間升溫現象，依照他們原本的程序更容易加速反應，反而引發大爆炸。

表 8 BIBP 反應次數之入酸量數據

	第四批反應	第五批反應	第六批反應
滴定量	554 kg	473 kg	456 kg
滴定時間	174 min	150 min	12 min

依據第六批反應數據進行水與硫酸稀釋之熱估算，如下所示：

以 $W(t) = 456 \text{ kg}$ 、硫酸之 $\Delta H = 85.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、水與硫酸稀釋之 $\Delta H = 9.5039 \times 10^4 \text{ kcal}$ ，進行估算：

現場使用室內消防栓，其假設將等量(1:1)硫酸之水注入

$$C_{p(av)} = [(0.339 + 1.0)/2] = 0.6695 (\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\Delta H = mC_p\Delta T = 9.5039 \times 10^4 \text{ kcal} = (456 \times 2) \times 0.6695 \times \Delta T$$

$\Delta T = 155.65 \text{ } ^\circ\text{C} > 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，故水會汽化，反應物會噴出。

2. 案例分析

(1) 直接原因

BIBP 製程失控使溫度、壓力上升造成原料、半成品、熱分解產物(甲烷及丙酮)大量由直通大氣之開口排出，使廠區充滿易燃性氣體，最後疑似遇火源而發生爆炸。

(2) 間接原因

A. 製程溫度異常時人員未於第一時間依照 SOP 操作使用冷卻水。

- B. SOP 規定達 45°C 需注入消防水，溫度達 50°C 時注入 NaOH 水溶液降溫中止反應，但現場卻改手動點放方式動作，將注入消防水溫度調至 50°C，其溫度持續上升過程亦調至 60°C 時才啟動注入消防水。
- C. 反應器的設計在頂端設有人孔蓋且直通大氣，造成大量反應原料及反應所產生之可燃性氣、液體之煙霧、熱分解產物噴濺至製程場所，最終疑似遇火源導致反應爆炸。
- D. 火災爆炸危害區顯然並有完全採用防爆電氣。

(3) 基本原因

- A. 教育訓練不足：作業人員對於有機過氧化物的危害性、儲存與操作安全要求認知不足，缺乏針對性訓練，未能正確辨識危害及進行預防性操作。
- B. 緊急應變實施不當：火災初起時，現場未能有效啟動應變機制（如啟動通風、灑水、疏散與通報等），導致火勢擴大與人員傷亡。
- C. 未依照 SOP 作業：作業流程未依標準作業程序執行，例如溫控監測、物料秤量、反應控制等均有落差，造成反應異常未即時察覺與處理。
- D. 未設置合乎規定之防爆電氣設備：作業區域內未設置符合國家標準（如 CNS 或 IECEx）的防爆型電氣設備，增加因電氣火花引發爆炸的風險。
- E. 未進行失控反應危害分析：缺乏對有機過氧化物在製程中潛在風險之辨識與預防措施，未建立有效的反應溫控與壓力釋放機制。
- F. 製程設備設計不當：反應槽或儲槽之設計未具備必要的熱控、安全洩壓與過壓保護功能，材料選用與密封性也不符處理過氧化物的要求，導致反應異常時無法承受產生的壓力與熱量。

(4) 改善建議

- A. 教育訓練制度強化
 - a. 所有接觸有機過氧化物的人員，應接受危害識別（如：自加速分解溫度（SADT）、敏感性、燃爆性）、操作安全訓練（SOP）及緊急應變訓練（如外洩、反應失控）等訓練課程。

- b. 定期實施模擬演練（火災、洩漏與失控反應）並檢討修正應變程序。
- B. 標準作業程序（SOP）與作業紀錄落實
 - a. 建立經審查確認之安全作業程序，特別針對：
 - (a) 原料秤量與混合順序。
 - (b) 添加速率控制（避免熱失控）。
 - (c) 溫度壓力監控系統與警報值設定。
 - b. 作業過程應有紀錄（如批次記錄及參數記錄等），以提供後續追蹤。
 - c. 製程異常應立即回報並依程序停機或冷卻。
- C. 強化製程安全設計與危害分析
 - a. 依 NFPA 400 第 14 章要求，針對製程進行危害分析（Process Hazard Analysis, PHA）：
 - (a) 自加速分解風險（Runaway reaction analysis）
 - (b) 失效模式分析（如停電或冷卻故障等）
 - b. 重要製程設備須具備：
 - (a) 冷卻夾套與自動溫控。
 - (b) 洩壓裝置（如破裂片或安全閥）。
 - (c) 緊急遮斷（E-Stop）與排放設備。
 - c. 考量材料相容性與抗腐蝕性。
 - d. 定期校正溫度、壓力監測裝置，並記錄異常報警事件。
- D. 電氣設備防爆規劃
 - a. 有可燃性蒸氣或氣體的場所，應依《公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法》第 16 條及 NFPA 70 分區：
 - (a) 危險區分級（如 Class I）
 - (b) 使用合格之防爆電氣設備（如防爆燈及防爆馬達等）
 - (c) 排除火源（靜電、摩擦與裸露導體等）

- b. 靜電消除設備必須設置於儲槽、導管及裝填/卸料設備處。

E. 儲存與建築設施設計

- a. 儲槽/儲庫設計依《公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法》第 28 條：
 - (a) 儲存區以分隔牆劃分，每區面積不超過 150 m²
 - (b) 外牆與屋頂應為不燃防火構造
 - (c) 設置強制排氣、集液設施、防溫升系統
 - (d) 倉庫需保持溫度 < 55°C (更應低於 SADT)
- b. 有機過氧化物應依其等級 (A~G) 分級儲存，並避免與不相容物質 (如酸、還原劑及金屬) 混存。

F. 強化緊急應變措施與通報機制

- a. 建立並演練 有機過氧化物火災/洩漏專用應變計畫，內容應包含初期滅火指引 (用水霧)、人員疏散、化學品辨識
- b. 設置自動通報系統連接警鈴與灑水系統
- c. 備有緊急洗消設施、防護設備 (PPE)、滅火器材與水噴霧設備。

G. 火災與爆炸防護設施設置

- a. 自動灑水或水霧噴灑系統應依等級提供下列最小排放密度：
 - (a) Class I : 0.50 gpm/ft² (20.4 L/min/m²)
 - (b) Class II A/B : 0.40 gpm/ft² (16.3 L/min/m²)
 - (c) Class III : 0.30 gpm/ft² (12.2 L/min/m²)
 - (d) Class IV : 0.25 gpm/ft² (10.2 L/min/m²)
- b. 必須搭配洩壓裝置、氣體偵測和火焰探測器等系統，並與中央監控連線。

第五章 研究結果之分析

一、有機過氧化物現場訪視與輔導

(一) 有機過氧化物現場訪視業者

研究團隊選定合作廠家後至現場進行實地訪視，以了解業者在製程實際之作業狀況，本研究計畫已完成 10 場次之業者訪視輔導，廠商資訊如下表所示：

表 9 廠商資訊

合作廠家	主要化學品
A 公司	2,5-二甲基-2,5-二(2-乙基己醯基)己烷
B 公司	異丙苯基過氧化氫、過氧化二苯甲醯
C 公司	過氧化二碳酸二正丙酯(NPP)
D 公司	異丙苯過氧化氫、叔丁基過氧化氫、1,1,3,3-四甲基丁基過氧化氫、過氧化苯甲酸叔丁酯
E 公司	2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)-3-乙炔、1,1-二(叔丁基過氧)-3,3,5 三甲基環己烷
F 公司	氧化新葵酸異丙苯酯

註：

1. 因部分之製程相關資訊涉及商業機密，為保護廠家權益，本計畫以 A 公司、B 公司...代表合作廠家名稱。
2. 訪視廠商篩選原則是考量對方之意願為首要合作對象，並篩選不同有機過氧化物。

(二) 有機過氧化物 10 場次之輔導內容

1. A 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 A 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計畫相關資訊。
- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論 2,5-二甲基-2,5-二(2-乙基己醯基)己烷之熱分解參數分析與風險辨識，並給予業者改善建議。

- C. 詢問業者是否願意參與計畫，若願意參與，研究團隊將安排第二次訪視進入現場進行訪視輔導，業者表示願意配合計畫執行。

(2) 第二次訪視：

- A. 先與業者討論當日訪視流程，現場訪視前業者先依現場情形進行簡報。
- B. 業者針對現場的相關安全防護進行說明，包含消防自動撒水及火警偵煙系統、防液堤及儲存溫度偵測警報等。
- C. 因應明揚公司事故事件，業者全面檢視現場有機過氧化物儲存與使用區之安全防護措施；並主動邀請原料供應商入場辦理安全管理現勘與技術諮詢，以強化整體風險管控機制。
- D. 詢問業者是否提供物料供研究團隊進行進一步量測分析，業者回覆不方便取樣。

2. B 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 B 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計畫相關資訊。
- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論異丙苯基過氧化氫、過氧化二苯甲醯之安全參數分析與風險辨識，並告知業者須請供應商提供正確之資訊。
- C. 詢問業者是否願意參與計畫，若願意參與，研究團隊將安排第二次訪視進入現場進行訪視輔導，業者表示願意配合計畫執行。

(2) 第二次訪視：

- A. 先與業者討論當日訪視流程，現場訪視前業者先依現場情形進行簡報。
- B. 現場僅設置單一環境溫度錶及溫度計，監測數據有限，建議於儲存區不同位置增設多點式溫度感測器，並導入連續監測系統，以即時掌握溫度變化趨勢。
- C. 現場儲存之有機過氧化物應依《危害性化學品標示及通識規則》規定，落實

容器危害標示；另應於儲存區設置最新版安全資料表（SDS），供現場人員隨時查閱，並定期確認其版本有效性與內容完整性，以強化危害辨識與緊急應變能力。

D. 訪視後研究團隊記錄現場訪視缺失與改善建議，並於彙整後提供給業者作為改善之參考。

3. C 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 C 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計畫相關資訊。
- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論過氧化二碳酸二正丙酯(NPP)之熱分解參數分析與風險辨識，並給予業者改善建議。
- C. 詢問業者是否願意參與計畫，若願意參與，研究團隊將安排第二次訪視進入現場進行訪視輔導，業者表示願意配合計畫執行。

(2) 第二次訪視：

- A. 先與業者討論當日訪視流程，現場訪視前業者先依現場情形進行簡報。
- B. 現場有機過氧化物儲存溫度維持於攝氏零度以下，符合低溫保存原則；儲存庫房四周保持淨空，並設置防爆牆體，以提升事故發生時之衝擊阻隔能力。
- C. 現場已建置溫度監控機制，持續掌握庫內溫度變化，並備有備用冷凍機設備，以確保冷卻系統異常時仍可維持安全儲存條件，強化整體風險控管能力。
- D. 訪視後研究團隊記錄現場訪視缺失與改善建議，並於彙整後提供給業者作為改善之參考。

4. D 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 D 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計

畫相關資訊。

- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論異丙苯過氧化氫、叔丁基過氧化氫、1,1,3,3-四甲基丁基過氧化氫、過氧化苯甲酸叔丁酯之熱分解參數分析與風險辨識，並給予業者改善建議。
- C. 詢問業者是否願意參與計畫，若願意參與，研究團隊將安排第二次訪視進入現場進行訪視輔導，業者表示願意配合計畫執行。

(2) 第二次訪視：

- A. 先與業者討論當日訪視流程，現場訪視前業者先依現場情形進行簡報。
- B. 訪視後研究團隊記錄現場訪視缺失與改善建議，並於彙整後提供給業者作為改善之參考。
- C. 詢問業者是否提供物料供研究團隊進行進一步量測分析，業者回覆不方便取樣。

5. E 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 E 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計畫相關資訊。
- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論 2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)-3-乙炔、1,1-二(叔丁基過氧)-3,3,5 三甲基環己烷之熱分解參數分析與風險辨識，並給予業者改善建議。
- C. 詢問業者是否願意參與計畫，業者表示願意配合辦理。惟因進入現場作業區域具實務上之限制與不便，經雙方協調後，改由業者以簡報方式說明現場儲存管理、溫控措施及安全防護作為，並提供相關資料供審閱。
- D. 依據業者所提供之資料，彙整相關意見後提供給業者作為改善之參考。
- E. 詢問業者是否提供物料供研究團隊進行進一步量測分析，業者回覆不方便取

樣。

6. F 公司

(1) 第一次訪視：

- A. 告知 F 公司本研究團隊所承接之計畫，說明計畫內容與目的，使業者了解計畫相關資訊。
- B. 與業者討論有機過氧化物使用的情形，以及相關製程、作業或儲存的實際狀況，並與業者討論氧化新葵酸異丙苯酯之熱分解參數分析與風險辨識，並給予業者改善建議。
- C. 詢問業者是否願意參與計畫，業者表示願意配合辦理。惟因進入現場作業區域具實務上之限制與不便，經雙方協調後，改由業者以簡報方式說明現場儲存管理、溫控措施及安全防護作為，並提供相關資料供審閱。
- D. 輔導內容包含協助業者檢討現場有機過氧化物之儲存量與分區配置合理性，評估冷卻與通風設施之效能，並檢視緊急應變流程及通報機制之完整性與可行性。同時，針對有機過氧化物之分類、危害特性及相關風險進行辨識與說明，並加強教育訓練與人員安全認知，以提升整體安全管理能力與事故預防成效。

(三) NFPA400 的有機過氧化物危險分類級別

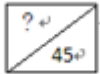
- 7. 第一類有機過氧化物 (Class I Organic Peroxide)：危險程度極高，具有可爆性及劇烈反應。
- 8. 第二類有機過氧化物 (Class II Organic Peroxide)：危險程度高，具有可燃性。
- 9. 第三類有機過氧化物 (Class III Organic Peroxide)：危險程度中等，具有可燃性，無爆炸性。
- 10. 第四類有機過氧化物 (Class IV Organic Peroxide)：危險程度低，具有中度可燃性及低反應性。
- 11. 第五類有機過氧化物 (Class V Organic Peroxide)：危險程度最低，具有可燃性、穩定

(四) 化學物質危害辨識

有機過氧化物（Organic Peroxides）屬於高反應性化學品，具有顯著的化學反應活性、熱不穩定性及強氧化性等特性，透過化學物質危害檢核表瞭解化學物質本身可能對人員或設備製程造成的危害進行分析，共分為火災/爆炸危害、反應性/安定性危害、毒性危害與其他健康危害四大項，其各大項中又進一步細分易燃/易爆性、安定性、急毒/慢毒性以及腐蝕/放射等健康危害，不僅有助於建立正確的危險認知與預防措施，更能有效提升後續緊急應變能力，化學物質危害檢核表如下所示：

化學物質危害查核表

V 重大
? 可能
-- 無



註解：45

公司：

廠區：

品 名	狀態	火災/爆炸之危害			反應性 安定性 之危害	毒 性 危 害			其 他 健 康 之 危 害					其 他
		火 災	爆 炸	靜 電		急 性	慢 性	致突 變性	臭 味	粉塵 危害	腐 蝕 性	放 射 性	燙傷 凍傷	
2,5-二甲基-2,5-二(2-乙基己醯基)己烷	液體	V 1-1	? 1-2	-- 1-3	? 1-4	? 1-5	? 1-6	-- 1-7	-- 1-8	-- 1-9	-- 1-10	-- 1-11	? 1-12	
異丙苯基過氧化氫	液體	V 2-1	V 2-2	? 2-3	? 2-4	? 2-5	-- 2-6	-- 2-7	-- 2-8	-- 2-9	V 2-10	-- 2-11	? 2-12	
過氧化二苯甲醯	粉體	V 3-1	V 3-2	-- 3-3	? 3-4	-- 3-5	-- 3-6	-- 3-7	-- 3-8	V 3-9	? 3-10	-- 3-11	? 3-12	
過氧化二碳酸二正丙酯(NPP)	固體	V 4-1	V 4-2	-- 4-3	? 4-4	? 4-5	? 4-6	-- 4-7	-- 4-8	-- 4-9	V 4-10	-- 4-11	? 4-12	
異丙苯過氧化氫	液體	V 5-1	V 5-2	? 5-3	? 5-4	? 5-5	-- 5-6	-- 5-7	-- 5-8	-- 5-9	V 5-10	-- 5-11	? 5-12	
叔丁基過氧化氫	液體	V 6-1	V 6-2	? 6-3	V 6-4	? 6-5	V 6-6	V 6-7	? 6-8	-- 6-9	V 6-10	-- 6-11	? 6-12	
1,1,3,3-四甲基丁基過氧化氫	液體	V 7-1	? 7-2	-- 7-3	V 7-4	? 7-5	? 7-6	-- 7-7	-- 7-8	-- 7-9	V 7-10	-- 7-11	? 7-12	
過氧化苯甲酸叔丁酯	液體	V 8-1	-- 8-2	-- 8-3	V 8-4	? 8-5	-- 8-6	-- 8-7	? 8-8	-- 8-9	? 8-10	-- 8-11	? 8-12	
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)-3-己炔	液體	V 9-1	V 9-2	-- 9-3	V 9-4	? 9-5	? 9-6	-- 9-7	? 9-8	-- 9-9	-- 9-10	-- 9-11	? 9-12	
1,1-二(叔丁基過氧)-3,3,5 三甲基環己烷	液體	V 10-1	V 10-2	-- 10-3	V 10-4	? 10-5	? 10-6	-- 10-7	? 10-8	-- 10-9	-- 10-10	-- 10-11	? 10-12	
氧化新癸酸異丙苯酯	液體	? 11-1	-- 11-2	-- 11-3	? 11-4	? 11-5	? 11-6	-- 11-7	-- 11-8	-- 11-9	? 11-10	-- 11-11	? 11-12	

2,5-二甲基-2,5-二(2-乙基己醯基)己烷

1-1 有機過氧化物 C 型：遇熱可能起火。

1-2 遇熱可能起火進而引發爆炸。

1-3 無此危害。

1-4 在正常情況下不穩定，需要特殊儲存情況。

特殊狀況下可能之危害反應：

➤ 會產生危害性分解反應。

➤ 過氧化物放熱性分解的能量範圍為 200-340kJ/mol。

➤ 分解能量和處置危害性之間的關係須進行討論。

應避免之狀況：暴露於高於控制溫度的高溫。

危害分解物：燃燒產物可能包括二氧化碳(CO₂)及其他有機物質燃燒而生成的熱分解物。

1-5 暴露途徑：吸入、皮膚、眼睛、食入

吸入：

➤ 該物質可能會造成某些人呼吸道刺激，而導致更嚴重的肺臟損傷。

➤ 所有有機過氧化物皆對皮膚具有刺激性，若任其殘留於皮膚則可能造成皮膚發炎或過敏。

➤ 吸入有機過氧化物粉塵或蒸氣會導致喉嚨及肺臟刺激，並導致類似氣喘的影響。過度暴露會導致流淚、流口水、昏睡、呼吸徐緩、呼吸困難、頭痛、虛弱、顫抖、恍惚及肺臟腫脹。

➤ 將暴露保持在最小限度並在職業場所中使用適當管理方法，以維持良好的工作衛生習慣。

皮膚：

- 本物質若經由傷口進入人體可能有害身體健康。
- 接觸該物質可能會造成某些人皮膚發炎。
- 所有有機過氧化物皆對皮膚具有刺激性，若殘留於皮膚可能造成發炎；某些有機過氧化物具有致敏性。
- 皮膚接觸可能會造成急速乾燥、變白，長期接觸會導致化學性灼傷。
- 開放性傷口、擦傷或敏感性皮膚不應暴露於該物質。
- 若該物質經由割傷、擦傷或傷口處進入血液系統可能產生有危害的系統性傷害；使用物質前應先檢查皮膚並確保外傷有適當保護。

眼睛：

- 該物質可能會造成眼睛刺激及損傷。
- 眼睛接觸有機過氧化物會造成眼睛霧化、紅腫，長期接觸可能造成灼傷。

食入：

- 吞食有機過氧化物可能會導致噁心、嘔吐、腹痛、異常疼痛、恍惚、皮膚及黏膜變為藍色；可能會有心肌發炎的現象。
- 因為缺乏動物或人體實證，該物質並未被歸類為「吞食有害」，儘管如此，原有器官損傷（如：肝、腎損傷）者一旦吞食該物質，仍可能損害個體健康；目前對於毒害物質的定義，通常是根據其致死性，而非其致病性；腸胃道不適可能造成噁心及嘔吐；然而，在工作場所內少量吞食則不會構成傷害。

1-6 慢毒性或長期毒性：

- 1.經由重複或長期職場暴露後，該物質可能會蓄積於人體內，並造成某種影響。
- 2.長期性持續暴露於過氧化物會造成皮膚過敏（皮膚脫皮或發紅）及氣喘。

1-7 無此危害。

1-8 無此危害。

1-9 無此危害。

1-10 無此危害。

1-11 無此危害。

1-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

異丙苯基過氧化氫

2-1 有機過氧化物 E 型、易燃液體第 4 級，閃火點：79°C。

2-2 分解溫度：>50 °C(爆炸)；爆炸界限：0.9%~6.5%。

2-3 應定期進行靜電量測，以避免靜電之危害。

2-4 受熱超過 50 °C 可能爆炸性分解

特殊狀況下可能之危害反應：

➤ 酸、鋁、鹼：火災及爆炸危害。

➤ 鈷、銅、銅合金、鉛合金、礦物酸：可能引起激烈分解。

應避免之狀況：避免熱、火焰、火星和其他引火源。

危害分解物：熱分解會產生各式各樣分解物。

2-5 急毒性物質第 3 級(吸入)、急毒性物質第 3 級(皮膚)、急毒性物質第 4 級(吞食)；LD₅₀：382mg/kg(大鼠，吞食)；LC₅₀：200ppm/4 hrs(小鼠，吸入)

2-6 無此危害

2-7 無此危害

2-8 無此危害

2-9 無此危害

2-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 2 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級。

2-11 無此危害

2-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

過氧化二苯甲醯

3-1 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

3-2 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

3-3 無此危害。

3-4 正常狀況下安定

特殊狀況下可能之危害反應：

➤ 加熱至 75°C 時會分解，震動可能會爆炸。

➤ 還原劑如四氫化鋰鋁：可能會起火或爆炸。

➤ 固體於乾燥狀況為高度易燃物。於升溫會不穩定及自行爆炸。

➤ 會侵蝕塑膠、橡膠和塗料：可能造成起火或爆炸。

3-5 無此危害。

3-6 無此危害。

3-7 無此危害。

3-8 無此危害。

3-9 粉體可能有粉塵危害。

3-10 嚴重損傷/刺激眼睛物質第 2A 級、皮膚過敏物質第 1 級。

3-11 無此危害。

3-12 火災爆炸可能造成燒燙傷。

過氧二碳酸雙(異丙)酯

4-1 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

4-2 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

4-3 無此危害。

4-4 安定性：遇到震盪、摩擦或加熱可能爆炸、室溫下可能劇烈分解。

特殊狀況之下可能之危害反應：

➤ 氧化性物質：可能爆炸。

➤ 易燃物質：可能爆炸。

➤ 有機物質：可能爆炸。

➤ 化學促進劑：可能爆炸。

4-5 急毒性第 5 級(吞食)

吸入：可能造成呼吸道刺激。

食入：可能會造成黏膜刺激。食入此物質後可能會損害個體健康，尤其是先前曾有器官損傷的人。

4-6 反覆和長期接觸可能造成皮膚炎。反覆或長期暴露可能導致結膜炎。

4-7 無此危害。

4-8 無此危害。

4-9 無此危害。

4-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 2 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級。

4-11 無此危害。

4-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

異丙苯過氧化氫

5-1 易燃液體第 3 級，閃火點：61°C；自身加速分解溫度：80°C。

5-2 分解溫度：>50 °C(爆炸)；爆炸界限：0.9%~6.5%

5-3 應定期進行靜電量測，以避免靜電之危害。

5-4 正常狀況下安定

應避免之狀況：儲存超過 38°C，靠近熱源或易燃物質，接觸到重金屬或其化合物，強氧化劑，強酸，強鹼，灰塵，還原劑，硫化物，一般金屬（鐵或銅）。

危害分解物：熱分解產生有害之燃燒性氣體或蒸氣，例如二氧化碳、一氧化碳、甲烷、苯乙酮和 2-苯基異丙醇。

5-5 急毒性物質第 4 級；食入 LD₅₀/鼠(rat)：約 800~1600 mg/kg；皮膚 LD₁₀：490 mg/kg；吸入 LC₅₀ 鼠(rat)：700ppm/6 hrs；200ppm/4hrs

5-6 無此危害

5-7 無此危害

5-8 無此危害

5-9 無此危害

5-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 2 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級。

5-11 無此危害

5-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

叔丁基過氧化氫

6-1 有機過氧化物 C 型，遇熱可能起火；易燃液體第 3 級；閃火點：41.3°C

6-2 有機過氧化物 C 型，遇熱可能起火進而引發爆炸。

6-3 採取防止靜電放電的措施。

6-4 不穩定

應避免之狀況：對熱、日光及火花不穩定。高溫超過室溫以及陽光直射。

應避免之物質：強鹼類、強酸類、金屬類、胺類和還原劑。

危害分解物：丙酮、叔丁醇及其他。

6-5 急毒性物質-吞食(第 4 級)；皮膚(第 3 級)；吸入(第 3 級)

暴露途徑：吸入、皮膚接觸、眼睛接觸、食入

症狀：嚴重的抑鬱症、不協調、發紺、灼傷皮膚和眼睛。

6-6 慢毒性或長期毒性：網狀紅血球的減少，膽紅素價值的增加，腎硬變。

6-7 生殖細胞致突變性物質第 2 級、生殖毒性物質第 1 級

6-8 無此危害

6-9 無此危害

6-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 1A to 1C 級；金屬腐蝕物第 1 級

6-11 無此危害

6-12 火災爆炸可能造成燒燙傷。

1,1,3,3-四甲基丁基過氧化氫

7-1 有機過氧化物 D 型，遇熱可能起火。

7-2 有機過氧化物 D 型，遇熱可能起火進而引發爆炸。

7-3 無此危害。

7-4 安定性：受到震盪、摩擦或加熱可能會發生爆炸。

特殊狀況下可能之危害反應：可燃性物質：可能發生自發性燃燒。

應避免之狀況：

- 避開高溫、火焰、火花及其他引火源。
- 暴露於熱中容器可能破裂或爆炸。
- 避免與不興溶物接觸。

7-5 急毒性物質第 4 級（吞食）。

吸入：

- 該物質可能會造成少數人呼吸道刺激，而導致更嚴重的肺臟損傷。
- 吸入有機過氧化物粉塵或蒸氣會導致喉嚨及肺臟刺激，並導致類似氣喘的影響。
- 過度暴露會導致流淚、流口水、昏睡、呼吸徐緩、呼吸困難、頭痛、虛弱、顫抖、恍惚及肺臟腫脹

皮膚：

- 該物質由傷口進入人體仍會造成健康危害。
- 證據顯示接觸該物質對某些人會引起發炎。
- 所有有機過氧化物皆對皮膚具有刺激性，若殘留於皮膚可能造成發炎；某些有機過氧化物具有致敏性。
- 長期皮膚接觸會導致急速乾燥、褪色，並導致化學性灼傷。
- 開放性傷口、擦傷或敏感性皮膚不應暴露於該物質。
- 藉由割傷、擦傷或損傷進入血液系統可能產生有危害的系統性傷害。
- 使用物質前先檢查皮膚並確保外傷有適當保護。

眼睛：

- 該物質可能會造成某些人眼睛刺激及損傷。
- 眼睛長期接觸有機過氧化物會造成眼睛霧化、紅腫及灼傷。

食入：

- 吞食有機過氧化物可能會導致噁心、嘔吐、腹痛、異常疼痛、恍惚、皮膚及黏膜變為藍色。
- 可能會有心肌發炎的現象。
- 因為缺乏動物或人體實證，該物質並未被歸類為「吞食有害」。

- 儘管吞食該物質不會造成個人健康的有害影響，然而對於原有器官損傷（如：肝、腎）者而言，吞食該物質仍可能損害個體健康。
- 目前對於具傷害性或毒性物質的定義，通常是根據其致死性，而非其致病性。
- 腸胃道不適可能造成噁心及嘔吐。

7-6 慢毒性或長期毒性：經由重複或長期職場暴露後，該物質可能會蓄積於人體內，並可能造成影響。

7-7 無此危害。

7-8 無此危害。

7-9 無此危害。

7-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 2 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級、皮膚過敏物質第 1 級。

7-11 無此危害。

7-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

過氧化苯甲酸叔丁酯

8-1 有機過氧化物 C 型；閃火點：106°C。

分解溫度：126°C (DSC)、自燃溫度：490°C

8-2 無此危害。

8-3 無此危害。

8-4 安定性：不穩定（自催化分解溫度（SADT）65°C）

應避免之狀況：對熱、日光及火花不穩定。高溫超過室溫以及陽光直射。

應避免之物質：胺類、強酸、強鹼類、過渡金屬化合物、其他還原性物質等。

危害分解物：丙酮、叔丁醇及其他。

8-5 急毒性物質（吞食）第 5 級、急毒性物質（皮膚）第 5 級。

暴露途徑：吸入、皮膚接觸、眼睛接觸、食入。

症狀：嚴重的抑鬱症、不協調、發紺、灼傷皮膚和眼睛。

LD₅₀：3639~4838mg/kg（大鼠）。

LC₅₀：>0.26mg/L（大鼠）。

8-6 無此危害。

8-7 無此危害。

8-8 氣味：特殊氣味。

8-9 無此危害。

8-10 腐蝕/刺激皮膚物質第 3 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 2B 級。

8-11 無此危害。

8-12 火災可能造成人員燒燙傷。

2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)-3-乙炔

9-1 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸；易燃液體第 3 級，閃火點：56°C。

9-2 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

9-3 無此危害

9-4 安定性：在正常情況下不穩定，需要特殊儲存情況。

特殊狀況下可能之危害反應：

- 會產生危害性分解反應。
- 過氧化物放熱性分解的能量範圍為 200-340 kJ/mol。
- 分解能量和處置危害性之間的關係須進行討論。

應避免之狀況：

- 暴露於高於控制溫度的高溫。
- 不可加熱至高於自行加速分解的溫度。
- 大量自行加速分解可能會引起爆炸。

9-5 吸入：

- 該物質可能會造成呼吸道刺激，而導致更嚴重的肺臟損傷。
- 吸入有機過氧化物粉塵或蒸氣會導致喉嚨及肺臟刺激，並導致類似氣喘的影響，過度暴露會導致流淚、流口水、昏睡、呼吸徐緩、呼吸困難、頭痛、虛弱、顫抖、恍惚及肺臟腫脹。
- 應將暴露保持在最小限度並在工作場所中使用適當管理方法，以控制蒸氣、煙塵及浮質之情況。

皮膚：

- 本物質若經由傷口進入人體可能會有害身體健康。
- 接觸該物質可能會造成皮膚發炎。
- 所有有機過氧化物皆對皮膚具有刺激性，若殘留於皮膚可能造成發炎，某些有機過氧化物具有致敏性。
- 長期皮膚接觸會導致急速乾燥、褪色，並導致化學性灼傷。
- 開放性傷口、擦傷或敏感性皮膚不應暴露於該物質。
- 若該物質經由割傷、擦傷或傷口處進入血液系統可能產生有危害的系統性傷害。

➤ 使用物質前應先檢查皮膚並確保外傷有適當保護。

眼睛：

➤ 該物質可能會造成眼睛刺激及損傷。

➤ 眼睛接觸有機過氧化物會造成眼睛霧化、紅腫，長期接觸可能造成灼傷。

9-6 慢毒性或長期毒性：經由重複或長期職場暴露後，該物質可能會蓄積於人體內，並造成影響；長期暴露於過氧化物會造成皮膚過敏反應（皮膚發紅及脫皮）及氣喘。

9-7 無此危害。

9-8 氣味：特殊氣味。

9-9 無此危害。

9-10 無此危害。

9-11 無此危害。

9-12 火災可能造成人員燒燙傷。

1,1-二(叔丁基過氧)-3,3,5 三甲基環己烷

10-1 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸；易燃液體第 3 級，閃火點：46°C。

氧化性液體第 3 級

10-2 有機過氧化物 B 型，遇熱可能起火爆炸。

10-3 無此危害。

10-4 安定性：在正常情況下不穩定，需要特殊儲存情況。

特殊狀況下可能之危害反應：

- 可能會產生危害性分解。
- 胺及聚酯催化劑（如：鈷鹽）若與有機過氧化物/有機過氧化物混合物混合，會導致快速自行分解，造成火災/爆炸危害。

10-5 眼睛：

- 該物質可能會造成某些人眼睛刺激及損傷。
- 長期接觸有機過氧化物會造成眼睛霧化、紅腫及灼傷。

食入：

- 儘管吞食該物質不會造成個人健康的有害影響，然而對於原有器官損傷（如：肝、腎）者而言，吞食該物質仍可能損害個體健康。
- 目前對於具傷害性或毒性物質的定義，通常是根據其致死性，而非其致病性。
- 腸胃道不適可能造成噁心及嘔吐。然而，在工作場所內少量吞食則不會構成傷害。
- 吞食可能會造成噁心、腹部刺激、疼痛及嘔吐。
- 吞食有機過氧化物可能會導致噁心、嘔吐、腹痛、恍惚、皮膚及黏膜變色（藍色）。亦可能會有心肌發炎情形。

10-6 慢毒性或長期毒性：1.長期暴露於過氧化物會造成皮膚過敏（發紅及脫皮）及過敏性氣喘。

10-7 無此危害。

10-8 氣味：強烈的樟腦味。

10-9 無此危害。

10-10 無此危害。

10-11 無此危害。

10-12 火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

氧化新葵酸異丙苯酯

11-1：有機過氧化物 D 型，遇熱可能起火。

11-2：無此危害。

11-3：無此危害。

11-4：安定性：存在不相容物質時不穩定。會發生危害性聚合反應。

特殊狀況下可能之危害反應：

應避免之狀況：1.在空氣中或受熱會分解生成刺激性的二氧化硫。

2.危險氣體可能累積在局限空間。

應避免之物質：酸及氧化劑。

危害分解物：溫度高於 150°C 會迅速釋放出有毒和腐蝕性的二氧化硫氣體。

11-5：暴露途徑：吸入、皮膚、眼睛、食入。

吸入：

1.該物質可能會造成少數人呼吸道刺激，而導致更嚴重的肺臟損傷。

2.吸入有機過氧化物粉塵或蒸氣會導致喉嚨及肺臟刺激，並導致類似氣喘的影響。

3.過度暴露會導致流淚、流口水、昏睡、呼吸徐緩、呼吸困難、頭痛、虛弱、顫抖、恍惚及肺臟腫脹。

皮膚：

1.該物質由傷口進入人體會造成健康危害。

2.接觸該物質可能會造成某些人皮膚發炎。

3.所有有機過氧化物皆對皮膚具有刺激性，若殘留於皮膚可能造成發炎；某些有機過氧化物具有致敏性。

4.長期皮膚接觸會導致急速乾燥、褪色，並導致化學性灼傷。

- 5.開放性傷口、擦傷或敏感性皮膚不應暴露於該物質。
- 6.藉由割傷、擦傷或損傷進入血液系統可能產生有危害的系統性傷害。
- 7.使用物質前先檢查皮膚並確保外傷有適當保護。

眼睛：

- 1.該物質可能會造成某些人眼睛刺激及損傷。
- 2.眼睛長期接觸有機過氧化物會造成眼睛霧化、紅腫及灼傷。

食入：

- 1.吞食有機過氧化物可能會導致噁心、嘔吐、腹痛、異常疼痛、恍惚、皮膚及黏膜變為藍色。
- 2.可能會有心肌發炎的現象。

11-6：慢毒性：1.經由重複或長期職場暴露後，該物質可能會蓄積於人體內，並可能造成某些影響。

2.長期暴露過氧化物會造成皮膚過敏反應及哮喘。

11-7：無此危害

11-8：無此危害。

11-9：無此危害。

11-10：嚴重損傷／刺激眼睛物質第 2A 級

11-11：無此危害。

11-12：火災爆炸可能造成人員燒燙傷。

11-13：無此危害。

二、彙整有機過氧化物作業場所防護之現況與探究

(一) 現場防護之現況與探究-最大儲量4.5噸之冷凍櫃

該儲存室為正壓設置，設置有2台冷凍機(一台啟動，另一台為備用)，最大儲量4.5噸，且各儲櫃設有5個溫度監控(現場TG兩個，TI兩個且訊號直接回饋至中央監控系統，最後一個TI直接插入過氧化物中)，冷凍庫溫度連線至DCS監控(異常時會警報)，冷凍櫃四周無東西且設有防爆牆，每月定期測試與保養。

雖然現場設置5個溫度監控，看似有好幾道防護，但卻未探討在塞滿4.5噸情況下，現有溫度監測之有效性，一旦發生為熱爆炸現有防阻措施之有效性以及其可能波及之範圍。

另若在冷凍環境正常之條件下，發生有機過氧化物自加速分解情境(如雜質或其他因素誘發之SADT)，此時僅剩TI直接插入過氧化物中為有效溫度監控防護(其他四個環境溫度監控在此情境下則為無效之防護，然若沒插對過氧化物儲瓶，此為無效之防護)。

(二) 現場防護之現況與探究-化學品倉庫

1. 計有6間小倉，每倉面積150 m²，每間倉庫均能承受芮氏5級以上的震度，且全區均是RC混凝土工法，防火時效均可承受1小時以上。
2. 溫控倉庫製冷機組：均以一備一載規畫設置，藉由主機與備機輪替或互為備援，以確保冷鏈穩定性與溫度控制連續性，降低單一設備故障所造成之溫度異常風險。
3. 本系統設有三重溫度監控機制，分別配置於現場操作區、警衛室監控端及遠端監測平台，以強化溫度異常之即時偵測與多點監控能力，確保儲存環境溫度穩定並降低失控風險。
4. 守衛室及辦公區域之溫度異常警報系統與冷凍機組控制系統同步整合，當溫度超出設定範圍時，可即時觸發異常警示，並聯動冷凍設備啟動或調節，以確保儲存環境之溫度穩定與安全。

5. 本廠燃油發電系統配置備用燃油儲存槽（容量400公升），可提供全廠區正常用電24小時。系統整合ATS（自動轉換開關）模組，當偵測到用電異常或斷電訊號時，能於10秒內自動啟動發電機組，確保關鍵設備之電力不中斷。

6. 倉儲設施採分離設計原則，與鄰近倉庫保持約16公尺之安全間距，倉庫內部電氣設備全面採用防爆型規格，以因應有機過氧化物等高危物質儲存需求，並配置N+1之溫度感測器。

該業者現場已設置防爆牆、防爆電氣、安全距離、溫度監控系統（3道）及製冷機組（一備一載），但該系統僅針對環境溫度進行監測，若遇有雜質或其他因素干擾使過氧化物異常時，環境溫度無法偵測出異常。

（三）現場防護之現況與探究-室內儲存區

1. 有機過氧化物儲存區域應設置符合相關法規標準之消防自動撒水系統及高靈敏度火警偵煙系統，以確保火災初期能即時偵測與有效抑制，保障儲存安全並降低災害風險。

2. 儲存區設置溫度偵測警報系統，並與強制排風裝置採自動連動設計，當環境溫度異常升高達警戒值時，系統即自動啟動排風機組進行通風降溫，以防止高危物質因溫度失控而引發熱分解、氣體逸散或火災爆炸等潛在危害。

3. 設置防液堤：

（1）防液堤可將洩漏的液態化學品限制於儲存設施區域內，防止擴散至道路、排水系統、辦公區或其他危險設施，降低災害範圍。

（2）透過防液堤的圍堵作用，可有效爭取現場應變人員時間進行處置、收集或中和，避免事態惡化。

4. 防爆型通風排出裝置：

現場設有防爆型排氣機，當室內溫度高於攝氏38度（依不同化學物質特性設定相應溫度限制值）時可自動啟動通風裝置。

三、研擬防止有機過氧化物火災爆炸安全改善對策

(一)有機過氧化物之預防與安全管理

依據我國公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法，針對有機過氧化物進行製造、儲存或處理的場所，必須嚴格遵守法規規定的位置、構造、設備設置標準，並落實安全管理，以預防火災、爆炸及其他災害的發生，相關內容如下所示：

1. 一般性安全管理原則

- (1) 數量管制：儲存或處理公共危險物品的數量不得超過規定。
- (2) 火源嚴禁：場所內應嚴禁火源。
- (3) 環境整潔：應經常整理及清掃，不得放置空紙箱、內襯紙、塑膠袋、紙盒等包裝用餘材料，或其他易燃易爆的物品。
- (4) 容器與儲存：儲存或處理有機過氧化物時，應依其特性使用不會破損、腐蝕或產生裂縫的容器，並應有防止傾倒的固定措施，避免倒置、掉落、衝擊、擠壓或拉扯。
- (5) 設備維護：維修可能殘留公共危險物品的設備、機械器具或容器時，應於安全處所將公共危險物品完全清除後為之。
- (6) 人員管制：應嚴禁無關人員進入。
- (7) 洩漏處理：集液設施或油水分離裝置內如有積存公共危險物品時，應隨時清理。
- (8) 廢棄物處理：廢棄的公共危險物品應適時清理。
- (9) 環境條件控制：應使有機過氧化物處於合適的溫度、溼度及壓力。
- (10) 設備限制：有積存可燃性蒸氣或粉塵之虞的場所，不得使用易產生火花的設備。

- (11) 自主檢查：應指派專人每月對場所之位置、構造及設備自主檢查，檢查紀錄至少留存一年。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 46 條）

2. 製造及一般處理場所之特殊安全管理

- (1) 填充換裝作業：應於防火安全處所為之。
- (2) 噴漆及塗裝作業：應於有效防火區劃內為之。
- (3) 淬火作業：應使有機過氧化物於危險溫度以下。
- (4) 其他作業：屬公共危險物品，應遵守蒸餾作業防止洩漏、萃取作業防止壓力異常上升、乾燥作業採取不使物品溫度局部上升、粉碎作業不得產生大量可燃性粉塵、清洗作業保持良好通風並妥善處置廢棄物、以及消耗性燃燒避免逆火和溢出的規定。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 46-1 條）

3. 儲存場所之特殊安全管理

- (1) 混合儲存限制：室內或室外儲存場所不得儲存有機過氧化物以外的物品。但若其不與儲存物品反應，且分類分區儲存，各分區距離在一公尺以上者，則不在此限。
- (2) 不同分類物品的儲存：室內或室外儲存場所不得儲存不同分類的公共危險物品。但若分類分區儲存，且各分區距離在一公尺以上者，以下幾類物品可以共同儲存：
- A. 第一類（鹼金屬過氧化物或含有其成分的物品除外）與第五類公共危險物品（即有機過氧化物）。
- B. 第四類公共危險物品含有有機過氧化物或其成分者，與第五類公共危險物品之有機過氧化物或含有其成分者。

- (3) 容器堆積高度：室內儲存場所容器堆積高度不得超過三公尺。
- (4) 溫度保持：室內儲存場所應保持有機過氧化物在攝氏五十五度以下的溫度。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 46-2 條）
- (5) 若第五類公共危險物品有因溫度上升而引起分解、著火的危險，其儲存倉庫應設置通風裝置、空調裝置或維持內部溫度在該物品自燃溫度以下的裝置。

4. 場所設置與構造設備標準

(1) 安全距離與保留空地：

A. 室內儲存場所：儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型者，其位置、構造及設備，應符合下列規定：

- a. 儲存倉庫應以分隔牆區劃，每一區劃面積應在一百五十平方公尺以下，分隔牆應為厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度四十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造，且應突出屋頂五十公分以上、二側外壁一公尺以上。
- b. 儲存倉庫外壁應為厚度二十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造。
- c. 儲存倉庫屋頂應符合下列規定之一：
 - (a) 構架屋頂面之木構材，其跨度應在三十公分以下。
 - (b) 屋頂下方以圓型鋼或輕型鋼材質之格子樑構造，其邊長在四十五公分以下。
 - (c) 屋頂下設置金屬網，應與不燃材料建造之屋樑、橫樑等緊密結合。

(d) 設置厚度在五公分以上，寬度在三十公分以上之木材作為屋頂之基礎。

- d. 儲存倉庫出入口應為一小時以上防火時效之防火門。
- e. 儲存倉庫窗戶距離地板應在二公尺以上，設於同一壁面窗戶之總面積不得超過該壁面面積之八十分之一，且每一窗戶之面積不得超過零點四平方公尺。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 28 條）

B. 製造場所及一般處理場所：其外牆與廠區外鄰近場所的安全距離有詳細規定，如與古蹟應在五十公尺以上，與其他危險場所應在二十公尺以上，與一般場所以及高架電線亦有相應距離要求。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 13 條）

C. 設有擋牆防護或具同等以上防護性能者，安全距離可減半計算。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 13 條）

D. 於供作六類物品製造場所或一般處理場所使用之建築物，設置前項場所時，其位置、構造及設備除應符合前項本文及其第一款、第二款、第五款、第七款及第八款規定外，並應符合下列規定：

- a. 儲槽專用室牆壁、樑、柱、地板及上層之地板，應為防火構造，具有二小時以上防火時效，並不得設置天花板；其上無樓層時，屋頂應以不燃材料建造。
- b. 儲槽專用室之出入口應設置二小時以上防火時效之常時關閉式防火門。

- E. 室內儲存場所：儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型時，儲存倉庫應以分隔牆區劃，每一區劃面積限制在一百五十平方公尺以下。分隔牆、外壁、屋頂的構造都有極其嚴格的規定，例如分隔牆應為厚度三十公分以上鋼筋或鋼骨混凝土構造。窗戶和出入口也有特別要求，如窗戶距離地板應在二公尺以上，總面積和單一窗戶面積均有限制。
- F. 製造場所或一般處理場所：不得設於建築物之地下層。牆壁、樑、柱、地板及樓梯應以不燃材料建造，外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置其他開口，且應採用防火構造。屋頂應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。窗戶及出入口應設置三十分鐘以上防火時效的防火門窗。若處理液體物品，地板應採用不滲透構造，作適當傾斜並設置集液設施。（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 15 條）

(2) 設備要求：

- A. 採光、照明及通風：場所應有充分的採光、照明及通風設備。若有積存可燃性蒸氣或粉塵之虞，應設置有效的排放設備至屋簷以上或室外高處。
- B. 防溢漏/飛散：機械器具或其他設備應採用可防止公共危險物品溢漏或飛散的構造。
- C. 測溫與壓力裝置：加熱、冷卻或產生溫度/壓力變化的設備，應設置適當的測溫裝置及壓力計和安全裝置。
- D. 靜電消除：有發生靜電蓄積之虞者，應設置有效的靜電消除裝置。

E. 避雷設備：處理公共危險物品達管制量十倍者，避雷設備應符合 CNS 12872 規定或有同等以上防護性能的接地方式。儲存場所亦有類似規定。

F. 擋牆：擋牆的設置位置、高度、厚度（如鋼筋混凝土牆、鋼骨混凝土牆、鋼筋或鋼骨補強空心磚牆、土堤）有明確規範。

（公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 16 條）

5. 人員與計畫管理

(1) 保安監督人及保安檢查員制度：對於製造、儲存及處理公共危險物品合計達管制量三十倍以上的場所，管理權人應遴用保安監督人和保安檢查員。

(2) 保安監督人：負責訂定消防防災計畫，並由管理權人報請場所所在地主管機關備查，依計畫執行有關危險物品管理必要之業務。

(3) 保安檢查員：負責執行構造、設備的維護及自主檢查等事項。

(4) 資格與訓練：保安監督人及保安檢查員應為場所的管理或監督層次人員，並經主管機關或經中央主管機關登錄之專業機構施予一定時數的訓練，領有合格證書後始得充任；任職期間需定期接受複訓。

(5) 兼任：符合防火管理人資格者，若其具備保安監督人資格，可兼任保安監督人。

(6) 報查：管理權人應於遴用或異動保安監督人及保安檢查員之次日起十五日內，報請主管機關備查。（消防法第 15-6 條）

另外，因有機過氧化物為具有高度反應性和潛在危害之化學物質，若管理不當，容易引發火災或爆炸。下列依據 NFPA 400《有害材料編碼（Hazardous Materials Code）》所研擬之防止有機過氧化物火災爆炸的安全改善對策，包括設施設計、儲存、操作與緊急應變措施等相關內容，如下所示：

1. 有機過氧化物的分類與原則

(1) 基本性質

有機過氧化物（Organic Peroxides）為含有-O-O-結構的有機化合物，具有高度反應性，可能引發分解、起火或爆炸。其危害源包括：

- A. 自加速分解溫度（SADT）。
- B. 強氧化性。
- C. 敏感於衝擊、摩擦、熱與污染。

(2) NFPA 400 分類（反應性等級）

依據 NFPA 400 附錄 E / ASTM D2579、UN 分類進行，將有機過氧化物依危險性分為 6 類（Class I 至 Class V）：

表 10 有機過氧化物依危險性分類表

類別	危險程度	特性	防護建議
Class I	極高	可爆炸、劇烈反應	儲存限量極低，須冷藏儲存
Class II	高	高反應性，可燃	使用限量，限制操作溫度
Class III	中	可燃，無爆炸性	控溫儲存與專人操作
Class IV	低	中度可燃性，低反應性	可常溫儲存，避免混裝
Class V	最低	低可燃性、穩定	基本監控即可

備註：

- 1. 管理重點依等級調整儲量限制、防護區域與設計標準。
- 2. 使用前需確認製造商 SDS 與分類資料，評估反應熱、壓力與分解條件。

2. 設施設計與儲存對策

(1) 儲存空間設計

A. 地點選擇

- a. 禁止設於地下樓層或人員密集區。
- b. 避免靠近熱源、水源（如鍋爐、管線）。

B. 須儲存在單獨區域，與其他危險物質物理分離。

C. 建築構造：須為不燃建材、耐火時效 ≥ 1 小時，且具安全排壓構造。

D. 防火分區：每分區 $\leq 150 \text{ m}^2$ ，設耐火牆體（厚 30 cm、突屋頂 50 cm）。

E. 門窗設計：防火門 ≥ 1 小時、窗戶高於 2 m 且總面積 $< 1/80$ 牆面。

F. 空調通風：須設冷卻與強制通風系統，避免超過 55°C 。

G. 獨立儲存室（Storage Room）或儲櫃（Storage Cabinet），依儲量與類別選擇：

- a. Class I–III：需防火等級 1 小時以上之牆壁與天花板。
- b. Class I–II：不可位於地下室；應設於地面或上層，並具自然或機械排風。

H. 應設置氣體洩漏檢測、洩壓裝置、防爆照明與防爆電氣設備（Class I, Div 1）。

(2) 儲存管理規定：

A. 明確標示分類、危害與存放位置。

B. 使用製造商容器，嚴禁轉移至不明容器。

C. 室內容器堆積高度 ≤ 3 公尺。

D. 遠離不相容性物質（如酸、還原劑、可燃液體及金屬）。

- E. 嚴禁陽光直射或靠近熱源。
- F. 儲存溫控
 - a. 不得高於建議最大儲存溫度（usually below 30°C，部分需冷藏 2–8°C）。
 - b. 對 Class I – III，依 SADT 要求設恆溫、冷藏設備。
- G. 儲存量需符合法規申報與控管標準：

- a. 最大容許儲量：

表 11 最大容許儲量對照表

類別	每儲室最大儲量（通常）
Class I	5 lbs (~2.3 kg)
Class II	25 lbs (~11.3 kg)
Class III–V	50–400 lbs 視等級與容器而定

- b. 實際數值應依 NFPA 400 表格與當地消防單位核可為準。

3. 容器與搬運要求

(1) 容器相關規範

- A. 容器材質須具有耐壓及耐腐蝕（通常為高分子塑膠、不銹鋼）之性能。
- B. 容器須有氣壓釋放裝置（視化學性質決定），以確保其密封性。
- C. 僅使用製造商認可之容器（含內壓控制與耐腐蝕設計）。
- D. 容器上須標示其內容物名稱、危害分類、製造批號及開封日。
- E. 每容器大小不得超過規定量，且須標註類別與儲存溫度。
- F. 儲存時應設置防護架，以防止容器滾落或翻倒。

(2) 搬運規定

- A. 嚴禁再填充（Repackaging）或轉容，除非在受控環境（如製造廠）。

- B. 需有傾倒防止設計 (secondary containment)。
- C. 操作時禁止使用金屬工具敲擊或倒料，應採用無火花型工具進行作業。
- D. 裝卸作業需通風、避光與溫控。
- E. 建議雙人監督作業，以防止誤操作。

4. 操作與使用對策

(1) 作業條件安全設計

- A. 作業區應設置局部排氣設備。
- B. 靜電防護
 - a. 作業區地面應設置靜電防護設備 (如防靜電地板等)。
 - b. 容器應接地。
- C. 容器應設有高溫警報與連鎖遮斷系統，以控制加熱速率與溫度。
- D. 作業時應按順序緩慢進行，以防止瞬間反應。

(2) 安全操作原則：

- A. 僅限受訓人員操作，操作區應有：
 - a. 防靜電地板與工具。
 - b. 緊急停止開關 (急斷電)。
 - c. 充足通風 (如排風罩)。
- B. 配戴 PPE：護目鏡、抗化手套、實驗衣及防爆面罩等防護器具，可視情況而定。

(3) 溫度與穩定性控制

- A. 每類有機過氧化物有明確之控制溫度(TC)與緊急溫度(TE)
- B. 應設溫控與溫度監測系統：
 - a. 監控器與高溫警報器 (連接 BMS 或 LOTO)。

- b. 建議每日記錄（紙本或數位）。
 - C. 一旦超過控制溫度（TC），應立即：
 - a. 通知主管。
 - b. 降低溫度（如移至冰箱、惰化）。
 - c. 如達 TE，必須立即撤離並啟動應變程序。

(4) 靜電與點火源控制

- A. 連接靜電接地。
- B. 所有設備符合防爆規格（NFPA 70/NEC）。
- C. 禁止在操作區使用手機、非防爆電氣裝置。

5. 禁止與相容性規範

(1) 嚴禁與以下不相容物質接觸或混合存放：

- A. 還原劑（如鋅粉、硫化物及亞硫酸鹽等）：可能產生劇烈反應、引發燃爆。
- B. 易燃液體（如丙酮、甲苯、苯及乙醇）：可能增加火災風險。
- C. 酸（如硫酸、鹽酸及硝酸）：可能觸媒作用導致分解。
- D. 金屬催化劑（如鐵、銅及錳）：可能引發催化分解反應。
- E. 鹼金屬（如鈉及鉀）：可能產生劇烈反應而引發爆炸。

(2) 貯存場所應依物質分類設置分區或隔離櫃（1 公尺距離或具防火牆分隔）。

- A. 使用防火分隔櫃、牆或分隔距離（5 公尺以上）。
- B. 高危（Class I - II）不可與中低危（Class III - V）混合儲存。

(3) 相容性原則

- A. 同類之有機過氧化物可以共同存放，但應依分類細分存放（Class I 不得與 Class V 混堆）。
- B. 使用專用容器與搬運設備，以避免交叉污染。
- C. 設置洩漏托盤或防護堤，以防止交互污染。

6. 火災與爆炸防護

(1) 消防對策：

A. 配備

- a. 乾粉滅火器（ABC 或 D 類）。
- b. CO₂滅火系統或惰性氣體（針對不宜用水之過氧化物）。

B. 滅火方法

- a. 優先使用乾粉、CO₂或惰性氣體滅火器。
- b. 嚴禁使用水滅火（部分有機過氧化物遇水反應劇烈）。
- c. 若有機會釋放氣體，應設自動關閉閥或排氣管路。

C. 自動灑水與滅火設施設計

表 12 自動灑水與滅火設施設計對照表

分類	放水密度要求 (gpm/ft ²)	換算 (L/min/m ²)
Class I	0.50	20.4
Class IIA/IIB	0.40	16.3
Class III	0.30	12.2
Class IV	0.25	10.2

- a. 使用 NFPA 13（自動灑水）或 NFPA 15（水霧系統）設計。
- b. 建議配置**手提乾粉滅火器（ABC 類）**於儲存與作業處。
- c. 高風險區域設置自動警報、氣體偵測器與崩壓洩壓裝置。

(2) 自動偵測與通風

A. 安裝熱感器、煙霧/氣體探測器。

B. 室內保持每小時最少 6–12 次空氣更換（ACH）。

四、有機過氧化物作業緊急應變措施手冊

為防止及有效因應有機過氧化物於儲存、使用、處理及運輸過程中發生洩漏、分解、燃燒、爆炸等危害事件，特編制有機過氧化物作業緊急應變措施手冊。其手冊內容簡介如下說明；手冊詳細內容詳細如附件一。

(一) 有機過氧化物之危害特性

有機過氧化物是指含有兩個氧原子以單鍵鍵結-O-O-結構的液態或固態有機物質，可以看作是一個或兩個氫原子被取代的過氧化氫衍生物。該用語也包括有機過氧化物配方（混合物）。有機過氧化物是熱不穩定物質或混合物，可經由放熱產生自加速分解。另外，它們可能具有下列一種或幾種性質：

1. 易於爆炸分解。
2. 燃燒迅速。
3. 對撞擊或摩擦敏感。
4. 與其他物質產生危險反應。

※有機過氧化物在實驗測試時，若在密閉條件下加熱時配方可能爆轟、迅速爆燃或表現出劇烈反應，則可認為其具有爆炸性。

(二) 有機過氧化物相關法規與規範

1. 危害性化學品標示及通識規則
2. 工廠管理輔導法
3. 工廠危險物品申報辦法
4. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法
5. NFPA 30 -Flammable and Combustible Liquids Code
6. NFPA 400 - Hazardous Materials Code
7. NFPA497 - Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas

8. NFPA704 - Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response
9. 危險貨物運輸建議書《橘皮書》
10. 其他相關法規與規範

(三) 安全特性量測項目

有機過氧化物具有高度熱不穩定性，易因受熱、摩擦、撞擊或震動而加速分解甚至爆炸，因此必須透過安全特性檢測掌握其熱穩定性、分解溫度、放熱速率與感度等關鍵數據，作為儲存條件、操作設定、現場安全防護設置等依據。同時透過相容性試驗可確認其與容器材質、稀釋劑或其他化學品混合時的反應性，避免因誤用造成危害。量測數據可協助預測火災或異常狀況下可能的反應行為，提升應變能力並降低事故風險。

1. 物理與化學特性檢測
2. 敏感性物質爆炸特性檢測

(四) 儲存、使用及處理預防與控制措施

1. 溢出控制 (Spill Control)
2. 排水 (Drainage)
3. 二級防護措施 (Secondary Containment)
4. 通風
5. 消防系統 (Fire Protection Systems)
6. 爆炸控制 (Explosion Control)
7. 緊急與備用電源 (Emergency and Standby Power)
8. 限制控制
9. 警報、偵測與自動滅火系統之監督 (Supervision of Alarm, Detection, and Automatic Extinguishing Systems)
10. 液體轉移 (Transfer of Liquids)

11. 遠離可燃物 (Separation from Combustibles)
12. 地板要求 (Floors)
13. 特殊要求 (Special Requirements)
14. 手提式滅火器 (Portable Fire Extinguishers)
15. 防雷系統 (Lightning Protection)
16. 防洪 (Flood Protection)

(五) 運輸預防與控制措施

1. 溫度控制規定
2. 容器包裝有機過氧化物一覽表
3. 在控制溫度條件下運輸

(六) 失控反應

1. 防震
2. 失控反應發生原因
3. 熱不穩定物質之危害與 TMR 指標
4. TMR 分級與應變措施
5. 緊急應變流程
6. 失控反應風險矩陣 (依 TMR 與 ΔT_{ad})
7. 風險等級與要求

(七) 疏散措施

緊急疏散之目的

疏散路線規劃原則

集合地點之設置

五、有機過氧化物熱危害衝擊分析及緊急應變合宜性探究專家學者座談會

研究團隊辦理專家學者座談會，邀請 6 位國內專精於火災與爆炸危害安全評估之學者與專家參與。會議首先針對有機過氧化物相關作業流程與現況進行概要說明；隨後，與會專家就有機過氧化物之熱危害衝擊分析方法、緊急應變手冊內容編撰原則及相關技術資料進行深入討論；最後，各專家對緊急應變手冊之內容完整性與適切性提出意見交流與建議。其會議流程及座談會進行情形如下表及下圖所示：

1. 專家座談會紀錄

- (1) 會議日期：114 年 11 月 20 日
- (2) 會議時間：10：00～12：00
- (3) 會議地點：中臺科技大學 勤學樓 5 樓 1505 會議室
- (4) 出席名單：
 - A. 國立聯合大學 高振山 教授
 - B. 弘光科技大學 王建明 教授
 - C. 中山醫學大學 劉宏信 教授
 - D. 上銓科技股份有限公司 賴志青 技師
 - E. 久聯化學工業股份有限公司 羅吉章 課長
 - F. 中臺科技大學 袁又宸 教授
 - G. 中臺科技大學 謝明宏教授（計畫主持人）

2. 會議議程表

時間	議程內容	備註
10:00~10:20	與會人員介紹及計畫說明	
10:20~11:00	有機過氧化物之熱危害衝擊分析方法、緊急應變手冊內容編撰原則及相關技術資料討論	
11:00~12:00	緊急應變手冊之內容完整性與適切性提出意見交流與建議	



圖 7 專家學者座談會開會情形



圖 8 計畫主持人及與會人員針對手冊內容進行討論



圖 9 專家學者針對緊急應變手冊之內容完整性與適切性提出建議

有機過氧化物熱危害衝擊分析及緊急應變合宜性探究
專家學者座談會(114/11/20)

簽到表

出席名單	簽名
國立聯合大學 高振山 教授	高振山
弘光科技大學 王建明 教授	王建明
中山醫學大學 劉宏信 教授	劉宏信
上銓科技股份有限公司 賴志青 技師	賴志青
久聯化學工業股份有限公司 羅吉章 課長	羅吉章
中臺科技大學 袁又宸 教授	袁又宸
中臺科技大學 謝明宏教授(計畫主持人)	謝明宏

圖 10 專家座談會簽到表

3. 會議主題

- (1) 計畫說明（包括有機過氧化物作業相關流程、事故案例及相關法規要求等）
- (2) 有機過氧化物之熱危害衝擊分析方法說明
- (3) 緊急應變手冊內容編撰原則及相關技術資料
- (4) 緊急應變手冊之內容完整性與適切性意見交流與建議

4. 專家學者意見回覆

團隊彙整相關專家學者建議如下所示：

(1) 有機過氧化物危害與預防監控

- A. 有機過氧化物事故國內外屢見不鮮，其危害涉及儲存、運輸及製程反應，故預防、監控與應變措施至關重要。
- B. 必須充分了解有機過氧化物之物化特性，加強溫度監控、分區儲存及適當的儲存管理。
- C. 固態有機過氧化物投料時應注意靜電累積可能造成爆炸之風險。
- D. 儲存場所建議取得「危險物品儲存場所」專用許可證，並應獨立設置，避免與一般化學品混存。
- E. 儲存應採低溫管理（依物質閃火點而定），並設置溫度偵測與警報系統。

(2) 緊急應變與操作程序（SOP）

- A. 緊急應變措施與 SOP 需依製程反應特性量身設計，並採多層次防護策略。
- B. 應明確列出各類有機過氧化物之風險評估與相對應的緊急應變方式。
- C. 建議手冊說明如何使用 SDS，以及可查詢相關資料或參數的官方資訊管道。

- D. 建議在手冊中納入法規依據，並標註預防與控制措施之來源；若能補充流程圖或相容性圖示更佳。
- E. 反應過程若出現溫度或壓力上升，應具備緊急冷卻系統，必要時添加抑制劑控制反應。

(3) 消防應變與人員安全

- A. 消防單位應納入緊急應變策略的整體考量。
- B. 消防人員於搶救過程中應具備充分教育訓練，以評估現場可能風險，特別針對有機過氧化物的熱危害及爆炸性，應加強專業知識。

(4) 運輸管理

- A. 運送有機過氧化物的運輸業者建議成立聯防組織，以提升跨機構應變能力。
- B. 運輸或儲存設施之設置前，應有嚴謹的安全審查與管理機制，以確保運輸與交付過程之安全性。

第六章 各項預定目標之達成程度

本研究案辦理期間各項預定目標如下：

各項預定目標	已完成	備註
蒐集國內、外有機過氧化物相關資料	V	
有機過氧化物重大火災爆炸事件分析	V	
合作廠商選擇	V	
合作廠商現場訪視與輔導	V	
彙整有機過氧化物作業場所防護之現況與探究	V	
期中報告撰寫與修正	V	
有機過氧化物熱危害衝擊模擬與評估	V	
研擬防止有機過氧化物火災爆炸安全改善對策	V	
有機過氧化物作業緊急應變措施手冊	V	
辦理專家座談會	V	
期末報告撰寫與修正	進行中	因目前審核報告尚處於貴署審查之階段。

※114 年 12 月 04 日止計畫執行進度已完成 100%。

第七章 結論與建議

一、結論

- (一) 現場同仁對有機過氧化物之物理化學特性、敏感性與可能引發之危害（如熱失控、爆炸、劇烈分解特性）認知不足，導致作業中可能無法正確辨識危害或採取適切的預防與應變措施。
- (二) 雖現場已設置溫度監控系統，然該系統僅針對環境溫度進行監測，並未對有機過氧化物之溫度進行監控，若遇有雜質或其他因素干擾使過氧化物熱分解時，環境溫度無法偵測出異常。
- (三) 目前風險最高的是過氧化物倉儲作業，由於儲存的過氧化物種類與性質會不定期更動，然現行緊急應變措施未依實際危害特性調整，恐難有效因應現場潛在風險。
- (四) 部分有機過氧化物危險物品倉庫業者存放之危險物品儲存量超出設計容量儲存，將提高火災、爆炸與熱失控風險，導致原有防火、防爆、洩壓或冷卻系統失效，加劇災害後果。
- (五) 目前既有之 DOT 5.2（有機過氧化物）倉儲缺乏明確且制度化之檢查與管理機制，致使有機過氧化物儲放位置、方式及條件未能有效控管，產生儲存混亂與潛在風險隱患。
- (六) 現有的緊急應變機制並沒有專人來針對最嚴重狀況進行評估與審視其合宜性與準確性（如彰濱事件）。
- (七) 有機過氧化物廠商提供的安全資料表僅有分解溫度(DSC 等儀器實驗的數據)、自加速分解溫度(SADT 儲存 7 天溫度上升 6°C 的溫度)及儲存安全溫度（防止有機過氧化物結塊，品質劣化溫度)等三項管制溫度資訊，對於製程熱危害評估與異常操作風險判斷資訊仍屬不足。
- (八) 普遍業者皆無法提出有機過氧化物失控反應特性（如：分解熱及熱動力學相關參數），故無法進一步判定預防、警報及熱失控防制的相關

處理措施。

- (九) 現場部分化學品之危害標示不完整，導致無法正確辨識各化學品的危害特性及分類，可能造成化學品危害風險被高估或低估，影響作業人員對化學品的安全管理與防護措施判斷。
- (十) 有機過氧化物冷凍櫃溫度僅顯示於警衛室，缺乏現場監控與紀錄將導致無法建立溫度異常趨勢分析、預警通知或自動通報機制，無法提早維修與防範。
- (十一) 訪視過程有業者將 TI 溫度計直接插入物料內部，可量測物料核心溫度，然若沒插對過氧化物儲瓶，此為無效之防護。
- (十二) 訪視過程發現，有業者將 TI 溫度計直接插入物料內部，以量測有機過氧化物之核心溫度，有助於即時掌握物料實際溫度變化。然而，如溫度計未插對過氧化物之儲瓶，則無法發揮預警功能，屬無效防護。
- (十三) 業者未對場內使用與儲存之有機過氧化物進行失控反應情境與其可能引發之爆炸危害特性進行模擬分析，致使現行緊急應變措施無法有效應對實際條件下之風險。
- (十四) 目前業者多針對廠內之有機過氧化物存儲、使用及處理情形訂定緊急應變措施，惟尚未納入運送過程中可能面臨之環境條件、運輸風險及相應預防措施。
- (十五) 部分廠商將儲存有機過氧化物之冷凍櫃及儲存室直接設置於製程操作區域內，未依照 NFPA400 規定，設置獨立且專門規劃的儲存區及設置防爆牆或防火分隔設施，其安全距離不足，一旦出狀況會波及鄰近的場所，引發二次危害。
- (十六) 目前部分業者對有機過氧化物到最大反應速率所需的時間（tMR, Time to Maximum Rate）概念認知不足，未能掌握該指標對熱失控風險評估的重要性，導致無法正確判斷物質在特定溫度下的反應速率變化與潛在危害。

(十七) 儲區內物料若堆疊過高，不僅可能因倒塌造成物料間的摩擦或撞擊而引發火花，進而導致火災或爆炸，亦可能阻礙人員通行及緊急避難動線，並干擾自動灑水系統覆蓋範圍，使其滅火效能下降，對整體儲存安全構成重大風險。

(十八) 目前國內在製程安全評估作業中，未針對製程中可能隨時間、操作條件或物料狀態變動而產生的動態風險納入系統性探討，可能導致防護措施未能即時或有效介入外，亦可能導致熱危害衝擊模擬未能分析出危害程度，並使緊急應變手冊在應變程序與決策上缺乏動態風險依據。

二、建議

(一) 實務面

1. 建議強化同仁教育訓練，如化學品危害特性、儲存與操作要求、不相容物管理、失控反應及緊急處置流程，並透過案例演練提升人員風險意識與情境判斷能力，以確保作業安全。
2. 對於有機過氧化物其自加速分解溫度 (SADT) $\leq 35^{\circ}\text{C}$ ，應採取更為嚴謹的安全措施（如：低溫儲存控制、加裝高靈敏度溫度監控與警報系統及定期以熱影像掃描物料等）。
3. 在容器、包件或儲放設備上安裝可直接量測物質本體溫度的溫度感測器，以避免僅依賴環境溫度造成偵測盲區，並建議配置至少兩組獨立感測器，相互比對訊號，以提高可靠度。
4. 現場為避免發生化學品洩漏，雖已設置集液溝以導引洩漏液體至特定區域，惟其可能造成危害範圍擴大之風險，建議將儲存化學品改置於具防漏功能之棧板上，以有效限制洩漏範圍。
5. 有機過氧化物熱失控反應的關鍵機制為溫度控制，為了避免異常或停電，現場應設置備用電源或發電機。
6. 針對每批有機過氧化物需測定其活性氧含量，以評估物質的化學活性及潛在危險性，作為判定其熱穩定性、危險等級、儲存與運輸條件，以及設計安全操作和緊急應變措施的重要依據。
7. 針對有機過氧化物安全資料表 (SDS) 建議如下：
 - (1) 第 2 項危害辨識資料：危害分類應正確。
 - (2) 第 7 項安全處置與儲存方法：需表明該物質之儲存條件。
 - (3) 第 9 項物理和化學性質：輸入者及業者應落實提供確實的 SADT 相關資訊
 - (4) 第 10 項安定性與反應性：需具有活性氧 (Active Oxygen) 含量，當活性氧數值越高越危險。

- (5) 第 14 項運送資料：未提供運輸要求（如控制溫度、危急溫度）。
8. 安全資料表（SDS）第 16 項〈其他資料〉之編製人員應確實具備該物質之危害特性與相關法規要求之充分知識，以確保所列資訊之正確性與完整性。
9. 現場些許化學品危害標示不完整，無法有效辨識其危害特性分類之正確性，應依危害性化學品通識及標示規則規定進行危害標示，以及檢視現場安全資料表是否有定期更新並置於工作場所易取得之處。
10. 當 $1 \text{ 小時} < \text{TMR} \leq 8 \text{ 小時}$ 時，表示系統已進入熱失控倒數階段，需立即採取緊急處置；若 $\text{TMR} \leq 1 \text{ 小時}$ ，則代表爆炸與火災風險極高，現場人員及消防人員均不宜近距離介入。

(二) 政策面

1. 建置異常偵測與警報機制感測系統應具備異常溫度警報功能，包含視覺與聲響警示，並可連動通知監控中心或負責人員，當物質溫度接近控制溫度時，自動啟動警戒程序。
2. 建議針對現有緊急應變機制設置專責安全評估人員，定期審查並更新應變計畫，模擬不同事故情境下的危害範圍，確保所制定之應變措施能有效降低事故風險，並明確規劃員工安全庇護地點，以提升整體作業安全性與應變效能。
3. 各業者應掌握其使用或儲存之有機過氧化物相關熱動力參數（如：起始分解溫度、最大放熱速率溫度及反應熱等）；若無相關資料，應委託具資格之第三方單位進行檢測取得。
4. 現場製程除應進行初步危害分析及危害與可操作性分析外，亦須進一步進行保護層分析（LOPA）；其相關防護系統之失誤率（PFD）應控制在 10^{-5} 到 10^{-6} 等級以下，以全面提升系統可靠性與作業安全。
5. 未來建議業者應建置動態風險評估（DRA）機制，如時間序列監測、動態模擬或即時風險預警機制，以提升製程安全評估之完整性與前瞻

性，強化整體防災能力。

6. 未來建議職安或消防主管機關鼓勵業者委託第三方單位（如工研院、專業顧問公司或具相關職安衛科系之學校），協助強化有機過氧化物製程之安全管理與評估作業。
7. 未來職安或消防主管機關應定期稽核有機過氧化物業者，是否落實相關防火、防爆及職安相關規範之規定，以提升危險物質管理之安全。

(三) 法規面

1. 儲存區與操作區之間應設置採用耐火建材、符合結構安全標準的防火牆或防爆牆，以有效阻隔火源或爆炸能量的擴散，並提供足夠時間進行緊急疏散與應變處置，從而提升整體作業安全性及事故防護能力。
2. 應設置獨立且專用的儲存區，將冷凍櫃及儲存室移至與製程操作區域分隔的安全空間，且儲存區規劃應符合 NFPA 400 規定，確保明確的動線與足夠的安全距離。
3. 儲區內物料堆疊應符合安全高度限制，避免因堆疊過高導致倒塌、阻礙通行或干擾灑水系統正常作動，建議依據相關規範或設備承載能力，合理配置堆放高度與防震措施。

第八章 經費運用情形報告

本計畫經費使用情形如下支出明細表(如表 14)所示：

表 13 經費支用報告表

單位：新臺幣元

項目	預算數	實支數	自 籌 款	勞 動 部 補 助 金 額	〇〇機 關補助 金額	單據 編號	實支數分析		
							機關別	補助(自 籌)比例	實際(自 籌)補助 金額
人事費 (主持人)	240,000	240,000	0	240,000	0	如附件	自籌部 分	0	0
人事費 (兼任研究人員)	198,000	136,000	0	136,000	0	如附件			
人事費 (保費、退休金 或離職儲金)	39,378	25,663	0	25,663	0	如附件			
業務費 (出席費)	15,000	12,500	0	12,500	0	如附件			
業務費 (文具紙張)	15,458	15,458	0	15,458	0	如附件	勞 動 部 補 助 部分	100 %	879,492
業務費 (報告印刷費)	28,000	28,000	0	28,000	0	如附件			
業務費 (電腦處理費)	30,000	30,000	0	30,000	0	如附件			
業務費 (儀器、設備使 用、租賃及維 護費)	170,000	170,000	0	170,000	0	如附件			
業務費 (雜支費)	12,173	0	0	0	0	如附件			
差旅費	50,000	19,880	0	19,880	0	如附件	合 計	100%	879,492
材料費	181,890	181,890	0	181,890	0	如附件	勞動部核定補助金額		1,000,000
行政管理費	20,101	20,101	0	20,101	0	如附件	勞動部實際可補助金 額		879,492
合 計	1,000,000	879,492	0	879,492	0				

項目	單據編號	金額
人事費 (主持人)	PA1140305012	40,000
	PA1140427001	40,000
	PA1140717040	60,000
	PA1141016022	60,000
	PA1141128030	40,000
合計		240,000

項目	單據編號	金額
人事費 (兼任研究人員)	PA1140313016	18,000
	PA1140319003	18,000
	PA1140427002	18,000
	PA1140717041	10,000
	PA1140901037	10,000
	PA1141001031	10,000
	PA1141130005	26,000
	PA1141206001	26,000
合計		136,000

項目	單據編號	金額
人事費 (保費、退休金 或離職儲金)	PA1140313017	1,921
	PA1140319004	3,200
	PA1140427003	3,200
	PA1140717042	1,672
	PA1140901037	1,672
	PA1141001031	1,672
	PA1141130005	4,728
	PA1141206001	4,728
	二代健保費	2,870
合計		25,663

項目	單據編號	金額
業務費 (出席費)	PA1141226006	12,500
合計		12,500

項目	單據編號	金額
業務費 (文具紙張)	PR1140320047	4,560
	PR1141017020	10,898
合計		15,458

項目	單據編號	金額
業務費 (報告印刷費)	PR1141022042	3,000
	PR1141103031	4,800
	PR1141130001	20,200
合計		28,000

項目	單據編號	金額
業務費 (電腦處理費)	PR1140225038	3,960
	PR1141022009	4,760
	PR1141026007	4,780
	PR1141201066	16,500
合計		30,000

項目	單據編號	金額
業務費 (儀器、設備使用、租賃及維護費)	PR1140529042	48,000
	PR1141017019	40,000
	PR1141017022	42,000
	PR1141022043	14,000
	PR1141022044	26,000
合計		170,000

項目	單據編號	金額
差旅費	BT1140323006	1,755
	BT1140323007	1,755
	BT1140409001	1,615
	BT1140409002	1,615
	BT1140601001	1,280
	BT1140630013	1,280
	BT1141215001	1,600
	BT1141215009	1,700
	BT1141215010	1,600
	BT1141215011	1,240
	BT1141215012	1,240
	BT1141215013	1,600
	BT1141215014	1,600
合計		19,880

項目	單據編號	金額
材料費	PR1140623003	38,700
	PR1141023012	43,430
	PR1141103028	41,400
	PR1141223010	42,240
	PR1141204044	16,120
合計		181,890

項目	單據編號	金額
行政管理費	由於行政管理費是由學校自行扣款故無單據編號。	20,101
合計		20,101

第九章 效益評估

- (一) 完成初步危害分析檢核表，進行全面性製程化學品之本質危害分析與探討，可提升業者風險評估能力與危害預防專業。
- (二) 協助業者辨識有機過氧化物熱安定異常時，如何從其現場徵狀判定危險程度，以辨識能否前進現場救災、還是該撤退以及應保持之安全距離為何等等。
- (三) 協助使用有機過氧化物之事業單位進行熱危害衝擊分析，建立即時辨識與評估風險之能力，強化作業場所對火災、爆炸等事故的預防與防護，進而提升勞工安全。
- (四) 透過十場次之現場訪視依廠商實際使用現況，提供具體可行的防護策略與改善建議，使其能建立符合安全標準之火災爆炸預防措施，降低潛在危害。
- (五) 整合熱危害分析結果與現場作業條件，提出完善的安全改善方案，有助於系統性降低失控反應、火災與爆炸事故風險，強化廠區整體風險管理能力。
- (六) 依據分析成果與法規要求，編制有機過氧化物作業緊急應變措施手冊，提供廠商應變流程與防護措施之參考，提升事故發生時之處置效率與人員保護能力。
- (七) 研究成果提供政府主管機關與國內相關廠家執行火災爆炸危害防制參考依據。
- (八) 未來投稿期刊或研討會論文至少 1 篇，作為國內相關業者火災爆炸預防之參考應用。
- (九) 未來擬前往協會或相關研討會辦理有機過氧化物作業火災爆炸防制之經驗分享，以強化業界安全認知。
- (十) 依計畫書績效評估方法第 6 點，未來將配合貴署辦理成果發表會。

第十章 參考文獻

- [1]吳鴻鈞、張日誠，過氧化物類架橋劑批式反應製程失控危害預防研究，2011，勞動部勞動及職業安全衛生研究所
- [2]月旦知識庫，火災爆炸的預防，查詢時間：2024/08/27，網址：
<http://lawdata.com.tw/tw/detail.aspx?no=308945>。
- [3]自由時報，桃園化工廠驚爆 鐵皮炸飛四射，發布時間：2007/08/17，網址：
<https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/148385>。
- [4]吳鴻鈞、張日誠，過氧化物類架橋劑批式反應製程失控危害預防研究，勞工安全衛生研究報告，2011。
- [5]Yahoo！新聞，高雄化工廠大火 好恐怖！，查詢時間：2024/08/27，網址：
<https://tw.news.yahoo.com/高雄化工廠大火-好恐怖-215006637.html>。
- [6]內政部消防署，事故調查報告專區，查詢日期：2025/12/30，網址：
https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=1645&article_id=16129。
- [7]Chemistry world，Two explosions in India leave at least 11 dead and dozens injured，查詢時間：2024/08/27，網址：
<https://www.chemistryworld.com/news/two-explosions-in-india-leave-at-least-11-dead-and-dozens-injured/4019559.article>。
- [8]中央通訊社，台南山上工業區產協公司大火撲滅燒毀 14 棟建物，查詢日期：2024/08/27，網址：
<https://www.cna.com.tw/news/asoc/202407180354.aspx>。
- [9]華視 CTS，恐怖火光竄天！陽明「動明輪」中國寧波港大爆炸，查詢時間：2024/08/27，網址：
<https://news.cts.com.tw/cts/international/202408/202408092361531.html>。
- [10]ISO 11357-5 Plastics - Differential Scanning Calorimetry (DSC) Part5:

Determination of Characteristic Reaction-curve Temperatures and Times,
Enthalpy of Reaction and Degree of Conversion.

[11]ISO 11357-1 Plastics - Differential Scanning Calorimetry (DSC) Part 1:
General Principles.

[12]蔡嘉一。工業安全與緊急應變概論，歐亞書局有限公司；2008。

[13]CCPS，Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud
Explosion，Flash Fires and BLEVEs，American Inst .Of Chemical Engineers，
1994.

[14]United Nations Economic and Social Council. (2021). Recommendations on
the Transport of Dangerous Goods: Model Regulations (22nd ed.). New
York: United Nations Publications.

[15]衛生福利部。危害性化學品標示及通識規則。臺北市：衛生福利部，最
新版。

[16]經濟部。工廠管理輔導法。臺北市：經濟部，最新版。

[17]經濟部。工廠危險物品申報辦法。臺北市：經濟部工業局，最新版。

[18]內政部。公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準
暨安全管理辦法。臺北市：內政部消防署，最新版。

[19]National Fire Protection Association (NFPA). (2021). NFPA 30: Flammable
and Combustible Liquids Code. Quincy, MA: NFPA.

[20]National Fire Protection Association (NFPA). (2022). NFPA 400: Hazardous
Materials Code. Quincy, MA: NFPA.

[21]National Fire Protection Association (NFPA). (2021). NFPA 497:
Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases,
or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations
in Chemical Process Areas. Quincy, MA: NFPA.

[22]National Fire Protection Association (NFPA). (2017). NFPA 704: Standard

System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. Quincy, MA: NFPA.

[23] United Nations Economic and Social Council. (2021). Recommendations on the Transport of Dangerous Goods: Manual of Tests and Criteria (Orange Book). 22nd rev. ed. New York: United Nations Publications.

[24] Guidelines for Evaluating Vapor Cloud Explosions, the Characteristics of Flash Fires, and BLEVEs , Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1994.

[25] Crowl, D. A., Louvar, J. F · Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications (第4版) · 美國：Pearson，2022年。

有機過氧化物作業緊急應變措施手冊

目錄

一、目的.....	1
二、危害特性.....	1
(一)化學品全球分類及標示調和制度 (全球調和制度).....	1
(二)NFPA 400 分類 (反應性等級)	3
三、有機過氧化物相關法規與規範.....	3
四、安全特性量測項目	24
五、儲存、使用及處理預防與控制措施.....	25
(一)溢出控制 (Spill Control) :	25
(二)排水 (Drainage)	26
(三)二級防護措施 (Secondary Containment)	27
(四)通風.....	29
(五)消防系統 (Fire Protection Systems)	31
(六)爆炸控制 (Explosion Control)	33
(七)緊急與備用電源 (Emergency and Standby Power) :	35
(八)限制控制 :	36
(九)警報、偵測與自動滅火系統之監督 (Supervision of Alarm, Detection, and Automatic Extinguishing Systems)	38
(十)液體轉移 (Transfer of Liquids)	39
(十一)遠離可燃物 (Separation from Combustibles)	39
(十二)地板要求 (Floors)	39
(十三)特殊要求 (Special Requirements)	39
(十四)手提式滅火器 (Portable Fire Extinguishers)	42
(十五)防雷系統 (Lightning Protection)	42
(十六)防洪 (Flood Protection)	43

六、運輸預防與控制措施.....	43
七、有機過氧化物製程之失控反應危害預防.....	59
(一)失控反應發生原因	59
(二)製程熱不穩定物質危害與 TMR 應變指標	61
(三)TMR 分級與緊急應變措施	61
(四)核心製程與設備安全控制	62
(五)監控與警報系統	63
(六)作業標準與行政管理	63
(七)反應器自主管理技術 (PDCA 循環)	65
(八)防震措施與地震應變	66
八、疏散措施.....	66
(一)緊急疏散之目的	66
(二)疏散路線規劃原則	66
(三)集合地點之設置	66
(四)集合地點人員清點資訊回報	67
九、建築物防火.....	67

一、目的

為防止及有效因應有機過氧化物於貯存、使用、處理過程中發生洩漏、分解、燃燒、爆炸等危害事件，編制本手冊。

二、危害特性

(一) 化學品全球分類及標示調和制度 (全球調和制度)

1. 定義

有機過氧化物是指含有兩個氧原子以單鍵鍵結-O-O-結構的液態或固態有機物質，可以看作是一個或兩個氫原子被取代的過氧化氫衍生物。該用語也包括有機過氧化物配方（混合物）。有機過氧化物是熱不穩定物質或混合物，可經由放熱產生自加速分解。另外，它們可能具有下列一種或幾種性質：

- (1) 易於爆炸分解。
- (2) 燃燒迅速。
- (3) 對撞擊或摩擦敏感。
- (4) 與其他物質產生危險反應。

※有機過氧化物在實驗測試時，若在密閉條件下加熱時配方可能爆轟、迅速爆燃或表現出劇烈反應，則可認為其具有爆炸性。

2. 分類標準

(1) 任何有機過氧化物都應考慮歸入本級別，除非：

- A. 有機過氧化物的有效氧含量不超過1.0%，而且過氧化氫含量不超過1.0%。
- B. 過氧化物的有效氧含量不超過0.5%，而且過氧化氫含量超過1.0%但不超過7.0%。

註：有機過氧化物混合物的有效氧含量（%）可由下列公式算出：

$$16 \times \sum_i^n \left(\frac{n_i \times c_i}{m_i} \right)$$

所含符號為：

n_i = 有機過氧化物 i 每個分子的過氧基數目

c_i = 有機過氧化物 i 的濃度（重量百分比）

m_i = 有機過氧化物 i 的分子量

(2) 根據下列原則，有機過氧化物可歸類為七個級別“A型到G型”：

- A. 任何有機過氧化物，如其包裝品可能爆轟或迅速爆燃，則為**A型**有機過氧化物。
- B. 任何具有爆炸性質的有機過氧化物，如其包裝品在運輸中時不會爆轟或迅速爆燃，但在包裝中可能發生熱爆炸，則定為**B型**有機過氧化物。
- C. 任何具有爆炸性質的有機過氧化物，如其包裝品時不會爆轟、迅速爆燃或發生熱爆炸，則為**C型**有機過氧化物。
- D. 任何有機過氧化物，在實驗測試時：
 - a. 部分爆轟，但不迅速爆燃且在密閉條件下受熱不呈現任何劇烈反應。
 - b. 不會爆轟，但可緩慢爆燃且在密閉條件下受熱不呈現劇烈反應。
 - c. 不會爆轟或爆燃且在密閉條件下受熱呈現中等反應。則為**D型**有機過氧化物。
- E. 任何有機過氧化物，在實驗測試中，不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應，則為**E型**有機過氧化物。
- F. 任何有機過氧化物，在實驗測試中，在空化狀態下不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱時只呈現微弱反應或無反應且爆炸力弱或無爆炸力，則為**F型**有機過氧化物。
- G. 任何有機過氧化物，在實驗測試中，在空化狀態下不會爆轟與爆燃，在密閉條件下受熱無反應，而且無任何爆炸力，則為**G型**有機過氧化物，但該物質或混合物必須是熱穩定的（50公斤包裝的自加速分解溫度為60°C或更高），且對於液體混合物，所用脫敏稀釋劑的沸點不低於150°C。如果有機過氧化物不是熱穩定的，或者所用脫敏稀釋劑的沸點低於150°C，則為**F型**過氧化物。

註1：G型沒有危害通識要項，但應考慮其他危害類型。

註2：A型到G型未必適用於所有系統。

(二) NFPA 400 分類（反應性等級）

依據 NFPA 400 附錄 E / ASTM D2579、UN 分類進行，將有機過氧化物依危險性分為 6 類（Class I 至 Class V）：

表 1 有機過氧化物依危險性分類表

類別	危險程度	特性	防護建議
Class I	極高	可爆炸、劇烈反應	儲存限量極低，須冷藏儲存
Class II	高	高反應性，可燃	使用限量，限制操作溫度
Class III	中	可燃，無爆炸性	控溫儲存與專人操作
Class IV	低	中度可燃性，低反應性	可常溫儲存，避免混裝
Class V	最低	低可燃性、穩定	基本監控即可

備註：

1. 管理重點依等級調整儲量限制、防護區域與設計標準。
2. 使用前需確認製造商 SDS 與分類資料，評估反應熱、壓力與分解條件。

三、有機過氧化物相關法規與規範

有機過氧化物因具優良的物理與化學反應特性，廣泛應用於石化、特用化學品及造船等產業，為各國常見之工業用化學品。然而，由於其具有高度危險性，亦被列為重點管制與預防的危險物質。針對其製造、運輸、使用、儲存、管理與處置，皆訂有相關法規，說明如下：

(一) 危害性化學品標示及通識規則^[15]

有機過氧化物為中央主管機關指定之危險物及有害物內之爆炸性物質，並於此法規內，列舉有機過氧化物的分類及圖示。

(二) 工廠管理輔導法^[16]

1. 工廠管理輔導法第 21 條

- (1) 工廠製造、加工或使用危險物品達管制量以上之次日起十日內，應向直轄市、縣（市）主管機關申報其製造、加工或使用之危險物品。
- (2) 前項危險物品之範圍、種類、管制量及其申報之內容、期限、方式、程序及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

(三) 工廠危險物品申報辦法^[17]

1. 工廠危險物品申報辦法第 10 條

- (1) 危險物品之申報內容包括申報單位基本資料，危險物品之範圍、化學文摘社號碼、聯合國編號、中英文名稱、分子式、數量、用途、放置方式及放置位置（含配置圖）。
- (2) 前項危險物品之申報內容，應一併提供工廠建築物內製造、加工或使用之機械設備配置圖。

(四) 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法^[18]

1. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 3 條

有機過氧化物被明確歸類為公共危險物品的「第五類」，並針對其第五類公共危險物品訂有管制量（如下表）、室內/外儲存場所及室內/外儲槽場所有相關規定。

表 2 第五類公共危險物品訂有管制量表

分類	名稱	種類	分級	管制量
第五類	自反應物質及有機過氧化物	1.有機過氧化物	A 型	10 公斤
		2.硝酸酯類	B 型	
		3.硝基化合物	C 型	100 公斤
		4.亞硝基化合物	D 型	
		5.偶氮化合物		
6.重氮化合物				
7.聯胺的誘導體				
8.金屬疊氮化合物				
9.硝酸胍				
10.丙烯基縮水甘油醚				
11.倍羰烯				
12.其他經中央主管機關公告者				
13.含有任一種成分之物品者				
本表所稱之「A 型」、「B 型」、「C 型」及「D 型」指區分同類物品之危險程度，應依中華民國國家標準 CNS15030 進行分類。未完成分類前，基於安全考量，其危險分級程度，得認定為第一級或 A 型。				

2. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第13條

六類物品製造場所及一般處理場所，其外牆或相當於該外牆之設施外側，與廠區外鄰近場所之安全距離如下：

(1) 與下列場所之距離，應在五十公尺以上：

A. 古蹟。

B. 設備標準第十二條第二款第四目所列場所。

(2) 與下列場所之距離，應在三十公尺以上：

A. 設備標準第十二條第一款第一目至第五目、第七目、第二款第一目、第二目及第五目至第十一目規定之場所，其收容人員在三百人以上者。

B. 設備標準第十二條第一款第六目、第二款第三目及第十二目規定之場所，其收容人員在二十人以上者。

(3) 與公共危險物品及可燃性高壓氣體製造、儲存或處理場所、加油站、加氣站、天然氣儲槽、可燃性高壓氣體儲槽、爆竹煙火製造、儲存、販賣場所及其他危險性類似場所之距離，應在二十公尺以上。

(4) 與前三款所列場所以外場所之距離，應在十公尺以上。

(5) 與電壓超過三萬五千伏特之高架電線之距離，應在五公尺以上。

(6) 與電壓超過七千伏特，三萬五千伏特以下之高架電線之距離，應在三公尺以上。

前項安全距離，於製造場所及一般處理場所設有擋牆防護或具有同等以上防護性能者，得減半計算之。

3. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第15條

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所之構造，應符合下列規定：

(1) 不得設於建築物之地下層。

(2) 牆壁、樑、柱、地板及樓梯，應以不燃材料建造；外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置其他開口，且應採用防火構造。

- (3) 建築物之屋頂，應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋。但有下列情形之一者，得免以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋：
 - A. 僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度。
 - B. 設置設施使該場所無產生爆炸之虞。
- (4) 窗戶及出入口應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗；牆壁開口有延燒之虞者，應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- (5) 窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
- (6) 製造或處理液體第五類公共危險物品之建築物地板，應採用不滲透構造，且作適當之傾斜，並設置集液設施。但設有洩漏承接設施及洩漏檢測設備，能立即通知相關人員有效處理者，得免作適當之傾斜及設置集液設施。
- (7) 設於室外之製造或處理液體第五類公共危險物品之設備，應在周圍設置距地面高度在十五公分以上之圍阻措施，或設置具有同等以上效能之防止流出措施；其地面應以混凝土或第五類公共危險物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液設施。處理易燃液體及可燃液體中不溶於水之物質，應於集液設施設置油水分離裝置，以防止直接流入排水溝。

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所內，未處理或儲存第五類公共危險物品部分，其構造符合下列規定者，該部分得不適用前項各款規定：

- (1) 牆壁、樑、柱、地板、屋頂及樓梯，應以不燃材料建造；與場所內處理第五類公共危險物品部分，應以二小時以上防火時效之牆壁、樑、柱、地板及上層之地板區劃分隔。區劃分隔牆壁除出入口外，不得設置其他開口。
 - (2) 區劃分隔牆壁之出入口，應設置二小時以上防火時效之常時關閉式防火門；對外牆面之開口有延燒之虞者，應設置一小時以上防火時效之防火門窗。
 - (3) 涉及製造或處理公共危險物品部分經區劃分隔，至少應有一對外牆面。
4. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第16條

第五類公共危險物品製造場所或一般處理場所之設備，應符合下列規定：

- (1) 應有充分之採光、照明及通風設備。
- (2) 有積存可燃性蒸氣或可燃性粉塵之虞之建築物，應設置將蒸氣或粉塵有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。
- (3) 機械器具或其他設備，應採用可防止第五類公共危險物品溢漏或飛散之構造。

但設備中設有防止溢漏或飛散之附屬設備者，不在此限。

- (4) 加熱、冷卻設備或處理物品過程會產生溫度變化之設備，應設置適當之測溫裝置。
- (5) 加熱或乾燥設備，應採不直接用火加熱之構造。但加熱或乾燥設備於防火安全處所或設有預防火災之附屬設備者，不在此限。
- (6) 加壓設備或於處理中會產生壓力上升之設備，應設置適當之壓力計及安全裝置。
- (7) 製造或處理之設備有發生靜電蓄積之虞者，應設置有效消除靜電之裝置。但僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度者，不在此限。
- (8) 處理達管制量十倍者，避雷設備應符合中華民國國家標準（以下簡稱 CNS）一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但有下列情形之一者，不在此限：

A. 因周圍環境，無致生危險之虞。

B. 僅處理高閃火點物品且其操作溫度未滿攝氏一百度。

- (9) 電動機及處理設備之幫浦、安全閥、管接頭等，應裝設於不妨礙火災之預防及搶救位置。

5. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 19 條

製造、儲存及處理場所應設置標示板；其內容、顏色、大小及設置位置，由中央主管機關定之。

6. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 20 條

儲存達管制量以上者，應依其性質設置儲存場所儲存。

7. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 21 條

室內儲存場所其位置、構造及設備，應符合下列規定：

- (1) 外牆或相當於該外牆之設施外側，與廠區外鄰近場所之安全距離準用第十三條規定。

- (2) 儲存倉庫四周保留空地寬度，應依下表 12 規定。但有下列情形之一者，不在此限：

表 3 儲存倉庫四周保留空地寬度表

區分	保留空地寬度	
	建築物之牆壁、柱及地板為防火構造者	建築物之牆壁、柱或地板為非防火構造者
未達管制量五倍者		零點五公尺以上
達管制量五倍以上 未達十倍者	一公尺以上	一點五公尺以上
達管制量十倍以上 未達二十倍者	二公尺以上	三公尺以上
達管制量二十倍以上 未達五十倍者	三公尺以上	五公尺以上
達管制量五十倍以上 未達二百倍者	五公尺以上	十公尺以上
達管制量二百倍以上者	十公尺以上	十五公尺以上

- A. 儲存量超過管制量二十倍之室內儲存場所，與設在同一建築基地之其他儲存場所間之保留空地寬度，得縮減至規定寬度之三分之一，最小以三公尺為限。
- B. 同一建築基地內，設置二個以上相鄰儲存第五類公共危險物品之硝酸酯類、硝基化合物或含有任一種成分物品之儲存場所，其場所間保留空地寬度，得縮減至五十公分。
- (3) 儲存倉庫應為獨立、專用之建築物。
- (4) 儲存倉庫應為一層建築物，其高度不得超過六公尺。
- (5) 每一儲存倉庫樓地板面積不得超過一千平方公尺。
- (6) 儲存倉庫之牆壁、柱及地板應為防火構造，且樑應以不燃材料建造；外牆有延燒之虞者，其牆壁除出入口外，不得設置開口。但儲存第五類公共危險物品未達管制量十倍、且外牆無延燒之虞者，其牆壁、柱及地板得以不燃材料建造。
- (7) 儲存倉庫之屋頂應以不燃材料建造，並以輕質金屬板或其他輕質不燃材料覆蓋，且不得設置天花板。但儲存第五類公共危險物品，得以耐燃材料或不燃材料設置天花板，以保持內部適當溫度。

- (8) 儲存倉庫之窗戶及出入口應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗。但有延燒之虞者，出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
 - (9) 儲存液體第五類公共危險物品者，其地面應以混凝土或該物品無法滲透之不燃材料鋪設，且作適當之傾斜，並設置集液設施。
 - (10) 儲存倉庫設置架臺者，應符合下列規定：
 - A. 架臺應以不燃材料建造，並定著在堅固之基礎上。
 - B. 架臺及其附屬設備，應能負載所儲存物品之重量並承受地震所造成之影響。
 - C. 架臺應設置防止儲放物品掉落之措施。
 - (11) 儲存倉庫應有充分採光、照明及通風設備。儲存閃火點未達攝氏七十度之第五類公共危險物品，有積存可燃性蒸氣之虞者，應設置將蒸氣有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。
 - (12) 儲存量達管制量十倍以上之儲存倉庫，應設置避雷設備並符合 CNS 一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但因周圍環境，無致生危險之虞者，不在此限。
 - (13) 儲存第五類公共危險物品有因溫度上升而引起分解、著火之虞者，其儲存倉庫應設置通風裝置、空調裝置或維持內部溫度在該物品自燃溫度以下之裝置。
8. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 23 條

儲存第五類公共危險物品分級屬 C 型或 D 型之數量在管制量二十倍以下者，建築物之一部分得供作室內儲存場所使用，其位置、構造及設備應符合下列規定：

- (1) 應設於牆壁、柱及地板均為防火構造建築物之第一層或第二層。
- (2) 供作室內儲存場所使用之部分，應符合下列規定：
 - A. 地板應高於地面，且樓層高度不得超過六公尺。
 - B. 樓地板面積不得超過七十五平方公尺。
 - C. 牆壁、樑、柱、地板及上層之地板應為防火構造，且應以厚度七公分以上鋼筋混凝土或具有一小時以上防火時效之地板或牆壁與其他場所區劃，外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置開口。
 - D. 出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。

E. 不得設置窗戶。

F. 通風及排出設備，應設置防火閘門。但管路以不燃材料建造，或內部設置撒水頭防護，或設置達同等以上防護性能之措施者，不在此限。

G. 同一樓層不得相臨設置。

9. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 24 條

室內儲存場所儲存第五類公共危險物品分級屬 C 型或 D 型之數量，未達管制量五十倍，且高度在六公尺以下者，其位置、構造及設備，應符合下列規定：

(1) 儲存倉庫周圍保留空地寬度：

A. 未達管制量五倍者，免設保留空地。

B. 達管制量五倍以上未達二十倍者，保留空地寬度應在一公尺以上。

C. 達管制量二十倍以上未達五十倍者，保留空地寬度應在二公尺以上。

(2) 儲存倉庫樓地板面積，不得超過一百五十平方公尺。

(3) 儲存倉庫之牆壁、樑、柱、地板及屋頂應為防火構造。

(4) 儲存倉庫之出入口，應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。

(5) 儲存倉庫不得設置窗戶。

10. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 28 條

室內儲存場所儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型，其位置、構造及設備，應符合下列規定：

(1) 其外牆與廠區外鄰近場所之安全距離如下表 13。但儲存量未達管制量五倍，且外牆為厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造者，其與廠區外鄰近場所之安全距離得以周圍已設有擋牆者計算；周圍另設有擋牆防護者，其與第十三條第一項第三款及第四款所列場所之安全距離得縮減為十公尺。

表 4 室內儲存場所（儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型）及廠區外鄰近場所安全距離

區分	室內儲存場所 （儲存第五類公共危險物品分級屬 A 型或 B 型）及廠區外鄰近場所安全距離					
	第十三條第三款及第四款所列場所		第十三條第二款所列場所		第十三條第一款所列場所	
	周圍設置擋牆	周圍未設置擋牆	周圍設置擋牆	周圍未設置擋牆	周圍設置擋牆	周圍未設置擋牆
未達管制量十倍者	二十公尺	四十公尺	三十公尺	五十公尺	五十公尺	六十公尺
達管制量十倍以上未達二十倍者	二十二公尺	四十五公尺	三十三公尺	五十五公尺	五十四公尺	六十五公尺
達管制量二十倍以上未達四十倍者	二十四公尺	五十公尺	三十六公尺	六十公尺	五十四公尺	六十五公尺
達管制量四十倍以上未達六十倍者	二十七公尺	五十五公尺	三十九公尺	六十五公尺	五十八公尺	七十公尺
達管制量六十倍以上未達九十倍者	三十二公尺	六十五公尺	四十五公尺	七十五公尺	七十公尺	八十五公尺
達管制量九十倍以上未達一百五十倍者	三十七公尺	七十五公尺	五十一公尺	八十五公尺	七十九公尺	九十五公尺
達管制量一百五十倍以上未達三百倍者	四十二公尺	八十五公尺	五十七公尺	九十五公尺	八十七公尺	一百零五公尺
達管制量三百倍以上者	四十七公尺	九十五公尺	六十六公尺	一百十公尺	一百公尺	一百二十公尺

(2) 儲存倉庫周圍保留空地寬度如下表。

表 5 儲存倉庫周圍保留空地寬度表

區分	保留空地寬度	
	周圍設置擋牆	周圍未設置擋牆
未達管制量五倍	三公尺以上	十公尺以上
達管制量五倍以上未達十倍者	五公尺以上	十五公尺以上
達管制量十倍以上未達二十倍者	六點五公尺以上	二十公尺以上
達管制量二十倍以上未達四十倍者	八公尺以上	二十五公尺以上
達管制量四十倍以上未達六十倍者	十公尺以上	三十公尺以上
達管制量六十倍以上未達九十倍者	十一點五公尺以上	三十五公尺以上
達管制量九十倍以上未達一百五十倍者	十三公尺以上	四十公尺以上
達管制量一百五十倍以上未達三百倍者	十五公尺以上	四十五公尺以上
達管制量三百倍以上者	十六點五公尺以上	五十公尺以上

(3) 儲存倉庫應以分隔牆區劃，每一區劃面積應在一百五十平方公尺以下，分隔牆應為厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度四十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造，且應突出屋頂五十公分以上、二側外壁一公尺以上。

(4) 儲存倉庫外壁應為厚度二十公分以上之鋼筋或鋼骨混凝土構造，或厚度三十公分以上之鋼筋或鋼骨補強空心磚構造。

(5) 儲存倉庫屋頂應符合下列規定之一：

- A. 構架屋頂面之木構材，其跨度應在三十公分以下。
- B. 屋頂下方以圓型鋼或輕型鋼材質之格子樑構造，其邊長在四十五公分以下。
- C. 屋頂下設置金屬網，應與不燃材料建造之屋樑、橫樑等緊密結合。
- D. 設置厚度在五公分以上，寬度在三十公分以上之木材作為屋頂之基礎。

(6) 儲存倉庫出入口應為一小時以上防火時效之防火門。

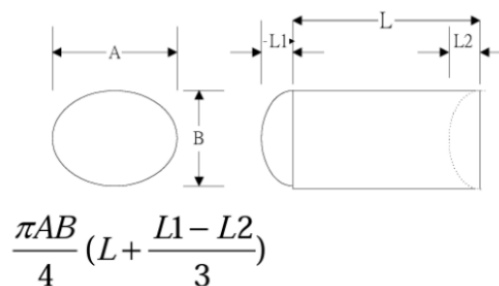
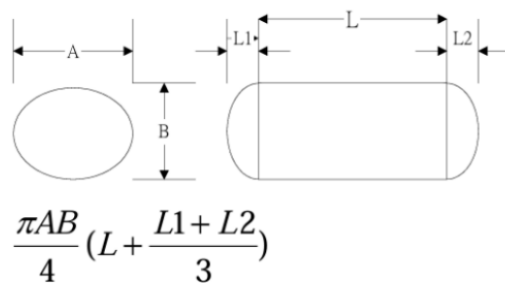
(7) 儲存倉庫窗戶距離地板應在二公尺以上，設於同一壁面窗戶之總面積不得超過該壁面面積之八十分之一，且每一窗戶之面積不得超過零點四平方公尺。

11. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第32條

第五類公共危險物品儲槽之容量不得大於儲槽之內容積扣除其空間容積後所得之量。

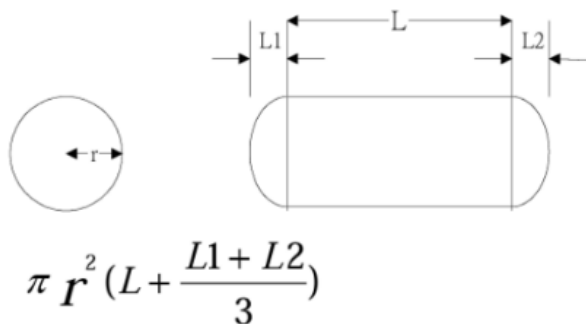
儲槽之內容積計算方式如下：

(1) 橢圓形儲槽：



(2) 圓筒形儲槽

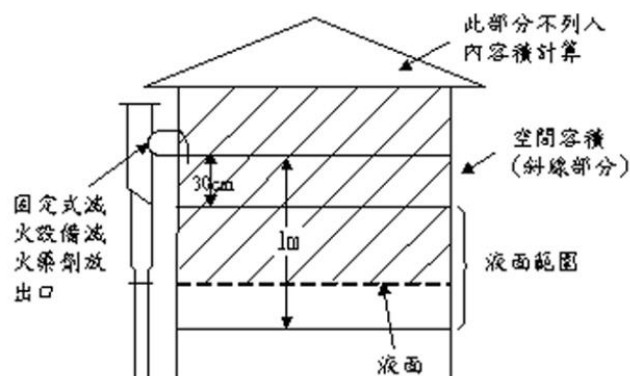
a. 臥型之圓筒形儲槽：



b. 豎型圓筒形儲槽內容積不含槽頂部分。

c. 內容積無法以公式計算者，得用近似之算法。

儲槽空間容積為內容積之百分之五至百分之十。但儲槽上部設有固定式滅火設備者，其空間容積以其滅火藥劑放出口下方三十公分以上，未達一公尺之水平面上部計算之。圖例如下：



12. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第33條

室內儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- (1) 應設置於一層建築物之儲槽專用室。
- (2) 儲槽專用室之儲槽側板外壁與室內牆面之距離應在五十公分以上。專用室內設置二座以上之儲槽時，儲槽側板外壁相互間隔距離應在五十公分以上。
- (3) 儲槽容量不得超過管制量之四十倍，且儲存第四類公共危險物品時，除第四石油類及動植物油類外，不得超過二萬公升。同一儲槽專用室設置二座以上儲槽時，其容量應合併計算。
- (4) 儲槽構造：儲槽材質應為厚度三點二毫米以上之鋼板或具有同等以上性能者。
- (5) 儲槽表面應有防蝕功能。
- (6) 正負壓力超過五百毫米水柱壓力之儲槽（以下簡稱壓力儲槽），應設置安全裝置；非壓力儲槽應設置通氣管。
- (7) 儲槽應設置自動顯示儲量裝置。
- (8) 儲槽儲存第四類公共危險物品者，其注入口應符合下列規定：
 - A. 不得設於容易引起火災或妨礙避難逃生之處。
 - B. 可與注入軟管或注入管結合，且不得有洩漏之情形。
 - C. 應設置管閥或加蓋。
 - D. 儲存物易引起靜電災害者，應設置有效除去靜電之接地裝置。

- (9) 儲槽閥應為鑄鋼或具有同等以上性能之材質，且不得有洩漏之情形。
- (10) 儲槽之排水管應設在槽壁。但排水管與儲槽之連接部分，於發生地震或地盤下陷時，無受損之虞者，得設在儲槽底部。
- (11) 儲槽專用室之牆壁、柱及地板應為防火構造，樑應以不燃材料建造，外牆有延燒之虞者，除出入口外，不得設置開口。
- (12) 儲槽專用室之屋頂應以不燃材料建造，且不得設置天花板。
- (13) 儲槽專用室之窗戶及出入口，應設置三十分鐘以上防火時效之防火門窗。但外牆有延燒之虞者，出入口應設置一小時以上防火時效之常時關閉式防火門。
- (14) 前款之窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。
- (15) 儲存液體第五類公共危險物品者，其地板應為不滲透構造，並有適當傾斜度及集液設施。
- (16) 儲槽專用室出入口應設置二十公分以上之門檻，或設置具有同等以上效能之防止流出措施。
- (17) 儲槽專用室應有充分採光、照明及通風設備。儲存閃火點未達攝氏七十度之第五類公共危險物品，有積存可燃性蒸氣之虞者，應設置將蒸氣有效排至屋簷以上或室外距地面四公尺以上高處之設備。

13. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 37 條

室外儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- (1) 儲槽側板外壁與廠區外鄰近場所之安全距離，準用第十三條規定。
- (2) 儲存液體儲槽側板外壁與儲存場所廠區之境界線距離，應依下表 6 規定。但有下列情形之一者，不在此限。
 - A. 以不燃材料建造具二小時以上防火時效之防火牆。
 - B. 不易延燒者。
 - C. 設置防火水幕者。

表 6 儲存液體儲槽側板外壁與儲存場所廠區之境界線距離

室外儲槽之區分	公共危險物品之閃火點	儲槽側板外壁至其廠區境界線距離 (單位：公尺)
儲存室外儲槽所在之廠區，儲存或處理六類物品或可燃性高壓氣體之數量，達下列各款之一者。 一、儲存或處理六類物品之總數量除以一萬公秉所得數值為一以上。 二、每日處理之可燃性高壓氣體總數量除以二百萬立方公尺所得數值為一以上。 三、前二款之合計值為一以上之場所。	未達攝氏二十一度	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點八所得數值。但不得小於儲槽高度或五十公尺之較大值。
	攝氏二十一度以上未達七十度者	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點六所得數值。但不得小於儲槽高度或四十公尺之較大值。
	攝氏七十度以上	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)之數值。但不得小於儲槽高度或三十公尺之較大值。
右列以外之室外儲槽。	未達攝氏二十一度	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點八所得數值。但不得小於儲槽高度之值。
	攝氏二十一度以上未達七十度者	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)乘以一點六所得數值。但不得小於儲槽高度之值。
	攝氏七十度以上	為儲槽水平截面之最大直徑(臥型者則為其橫長)之數值。但不得小於儲槽高度之值。

(3) 儲槽之周圍保留空地應符合下列規定：

- A. 儲存閃火點未達攝氏二十一度之第五類公共危險物品，其容量未達二公秉者，應在一公尺以上；二公秉以上未達四公秉者，應在二公尺以上；四公秉以上未達十公秉者，應在三公尺以上；十公秉以上未達四十公秉者，應在五公尺以上；四十公秉以上者，應在十公尺以上。
- B. 儲存閃火點在攝氏二十一度以上未達七十度之第五類公共危險物品，其容量未達十公秉者，應在一公尺以上；十公秉以上未達二十公秉者，應在二公尺以上；二十公秉以上未達五十公秉者，應在三公尺以上；五十公秉以上未達二百公秉者，應在五公尺以上；二百公秉以上者，應在十公尺以上。
- C. 儲存閃火點在攝氏七十度以上之第五類公共危險物品，其容量未達二十公秉者，應在一公尺以上；二十公秉以上未達四十公秉者，應在二公尺以上；四十公秉以上未達一百公秉者，應在三公尺以上；一百公秉以上者，應在五公尺以上。

(4) 相鄰儲槽側板外壁間之距離應符合下列規定：

- A. 儲存閃火點未達攝氏六十度之第五類公共危險物品：
 - a. 浮頂式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。
 - b. 固定式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之三分之一。
- B. 儲存閃火點在攝氏六十度以上之第五類公共危險物品：
 - a. 浮頂式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。
 - b. 固定式儲槽直徑未達四十五公尺者，為相鄰二座儲槽直徑和之六分之一，並應在九十公分以上；儲槽直徑四十五公尺以上者，為相鄰二座儲槽直徑和之四分之一。

- C. 防液堤內部儲槽均儲存閃火點在攝氏九十三度以上之第五類公共危險物品者，應在九十公分以上。
- (5) 應定著在堅固基礎上，並不得設於岩盤斷層等易滑動之地形。
- (6) 儲槽構造應具有耐震及耐風壓之結構；其支柱應以鋼筋混凝土、鋼骨混凝土或其他具有同等以上防火性能之材料建造。
- (7) 儲槽內壓力異常上升時，有能將內部氣體及蒸氣由儲槽上方排出之構造。
- (8) 儲槽表面應有防蝕功能。
- (9) 儲槽底板與地面相接者，底板外表應有防蝕功能。
- (10) 壓力儲槽，應設置安全裝置；非壓力儲槽，應設置通氣管。
- (11) 儲槽應設置自動顯示儲量裝置。
- (12) 幫浦設備應符合下列規定：
- A. 周圍保留空地寬度不得小於三公尺。但設有具二小時以上防火時效之防火牆或儲存第五類公共危險物品數量未達管制量十倍者，不在此限。
- B. 與儲槽側板外壁之距離不得小於儲槽保留空地寬度之三分之一。
- (13) 儲槽閥應為鑄鋼或具有同等以上性能之材質，且不得有洩漏之情形。
- (14) 儲槽之排水管應置於槽壁。但排水管與儲槽之連接部分，於發生地震或地盤下陷時，無受損之虞者，得設在儲槽底部。
- (15) 浮頂式儲槽設置於槽壁或浮頂之設備，於地震等災害發生時，不得損傷該浮頂或壁板。但設置保安全管理上必要設備者，不在此限。
- (16) 配管設置準用第 36 條規定。
- (17) 避雷設備應符合 CNS 一二八七二規定，或以接地方式達同等以上防護性能者。但第五類公共危險物品儲存量未達管制量十倍，或因周圍環境，無致生危險之虞者，不在此限。
- (18) 儲存液體第五類公共危險物品，應設置防液堤。
14. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 39 條
- 室外儲槽儲存高閃火點物品者，其位置、構造及設備得依下列規定辦理：
- (1) 準用第 37 條第一款、第四款至第十二款、第十四款至第十七款規定。

(2) 周圍保留空地寬度，應依下表 7 規定：

表 7 室外儲槽儲存高閃火點物品者周圍保留空地寬度

儲槽容量	保留空地寬度
未達管制量二千倍者	三公尺以上
達管制量二千倍者	五公尺以上

(3) 幫浦設備應符合下列規定：

- A. 周圍保留空地寬度不得小於一公尺。但設有具二小時以上防火時效之防火牆或儲存第五類公共危險物品數量未達管制量十倍者，不在此限。
- B. 窗戶及出入口，應設置防火門窗。但外牆無延燒之虞者，窗戶得為不燃材料建造。
- C. 有延燒之虞外牆設置之窗戶及出入口裝有玻璃時，應為鑲嵌鐵絲網玻璃或具有同等以上防護性能者。

(4) 周圍應設置防止儲存物外洩及滲透之防液堤，且防液堤之容量，不得小於最大儲槽之容量。

15. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 41 條

地下儲槽場所之位置、構造及設備應符合下列規定：

- (1) 儲槽應置於地下槽室。
- (2) 儲槽側板外壁與槽室之牆壁間應有十公分以上之間隔，且儲槽周圍應填塞乾燥砂或具有同等以上效能之防止可燃性蒸氣滯留措施。
- (3) 儲槽頂部距離地面應在六十公分以上。
- (4) 二座以上儲槽相鄰者，其側板外壁間隔應在一公尺以上。但其容量總和在管制量一百倍以下者，其間隔得減為五十公分以上。
- (5) 儲槽應以厚度三點二毫米以上之鋼板建造，並具氣密性。
- (6) 儲槽外表應有防蝕功能。
- (7) 壓力儲槽應設置安全裝置，非壓力儲槽應設置通氣管。
- (8) 儲存液體第五類公共危險物品時，應有自動顯示儲量裝置。
- (9) 儲槽注入口應設置於室外，並準用第 33 條第一項第八款規定。

(10) 幫浦設備設置於地面者，準用第 35 條第一項第一款規定；幫浦設備設於儲槽之內部者，應符合下列規定：

- A. 幫浦設備之電動機構造應符合下列規定：
 - a. 定子為金屬製容器，並充填不受第五類公共危險物品侵害之樹脂。
 - b. 於運轉中能冷卻定子之構造。
 - c. 電動機內部有防止空氣滯留之構造。
- B. 連接電動機之電線，應有保護措施，不得與第五類公共危險物品直接接觸。
- C. 幫浦設備有防止電動機運轉升溫之功能。
- D. 幫浦設備在下列情形時，電動機能自動停止：
 - a. 電動機溫度急遽升高時。
 - b. 幫浦吸引口外露時。
- E. 幫浦設備應與儲槽法蘭接合。
- F. 應設於保護管內。但有足夠強度之外裝保護者，不在此限。
- G. 幫浦設備位於地下儲槽上部部分，應有第五類公共危險物品洩漏檢測設備。

(11) 配管準用第 36 條規定。

(12) 儲槽配管應裝設於儲槽頂部。

(13) 儲槽周圍應在適當位置設置四處以上之測漏管或具有同等以上效能之洩漏檢測設備。

(14) 槽室之牆壁及底部應採用厚度三十公分以上之混凝土構造或具有同等以上強度之構造，並有適當之防水措施；其頂蓋應採用厚度二十五公分以上之鋼筋混凝土構造。

16. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第 42 條

儲槽為雙重殼之地下儲槽場所，其位置、構造及設備應符合下列規定：

- (1) 應符合前條第三款、第四款、第五款後段及第七款至第十二款規定。
- (2) 直接埋設於地下者，並應符合前條第一款第二目至第四目規定。
- (3) 置於地下槽室者，並應符合前條第二款及第十四款規定。

- (4) 儲槽應於雙重殼間設置液體洩漏檢測設備。
 - (5) 儲槽應具有氣密性，並使用下列材料之一：
 - A. 厚度三點二毫米以上之鋼板或具有同等以上性能之材質。
 - B. 經中央主管機關指定之強化塑料。
 - (6) 使用強化塑料之儲槽者，應具有能承受荷重之安全構造。
 - (7) 使用鋼板之儲槽者，其外表應有防蝕功能。
17. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第45條
- 儲存及處理第五類公共危險物品，不可與火焰、火花或高溫物體接近，並避免過熱、衝擊、摩擦。
18. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第46條
- 第五類公共危險物品製造、儲存及處理場所，其安全管理應遵守下列規定：
- (1) 儲存或處理公共危險物品，不得超過規定之數量。
 - (2) 嚴禁火源。
 - (3) 經常整理及清掃，不得放置空紙箱、內襯紙、塑膠袋、紙盒等包裝用餘材料，或其他易燃易爆之物品。
 - (4) 儲存或處理公共危險物品，應依其特性使用不會破損、腐蝕或產生裂縫之容器，並應有防止傾倒之固定措施，避免倒置、掉落、衝擊、擠壓或拉扯。
 - (5) 維修可能殘留公共危險物品之設備、機械器具或容器時，應於安全處所將公共危險物品完全清除後為之。
 - (6) 嚴禁無關人員進入。
 - (7) 集液設施或油水分離裝置內如有積存公共危險物品時，應隨時清理。
 - (8) 廢棄之公共危險物品應適時清理。
 - (9) 應使公共危險物品處於合適之溫度、溼度及壓力。
 - (10) 有積存可燃性蒸氣或粉塵之虞場所，不得使用易產生火花之設備。
 - (11) 指派專人每月對場所之位置、構造及設備自主檢查，檢查紀錄至少留存一年。

19. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第46-1條

第五類公共危險物品製造及一般處理場所，應遵守下列規定：

- (1) 蒸餾作業時，應防止因處理設備內部壓力變化，致液體、蒸氣或氣體外洩。
- (2) 萃取作業時，應防止處理設備內部壓力異常上升。
- (3) 乾燥作業時，應採取不使物品溫度局部上升方法為之。
- (4) 粉碎作業時，不得於產生大量可燃性粉塵情形下操作機械。
- (5) 填充換裝時，應於防火安全處所為之。
- (6) 噴漆及塗裝作業時，應於有效防火區劃內為之。
- (7) 淬火作業時，應使第五類公共危險物品於危險溫度以下。
- (8) 清洗作業時，應於產生之可燃性蒸氣能良好通風情形下為之，且應將廢棄第五類公共危險物品妥善處置。
- (9) 消耗第五類公共危險物品進行燃燒時，應避免處理設備逆火及第五類公共危險物品溢出。

第五類公共危險物品販賣場所，其安全管理除應符合前條規定外，並應遵守下列規定：

- (1) 第五類公共危險物品應存放於容器，不得散裝販賣。
- (2) 調配第五類公共危險物品以塗料類為限，並應於調配室內為之。

20. 公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法第46-2條

第五類公共危險物品儲存場所，應遵守下列規定：

- (1) 室內儲存場所或室外儲存場所，不得儲存六類物品以外物品。但其不與儲存物品反應，且分類分區儲存，各分區距離在一公尺以上者，不在此限。
- (2) 室內儲存場所或室外儲存場所，不得儲存不同分類之六類物品。但分類分區儲存下列物品，且各分區距離在一公尺以上者，不在此限：
 - A. 第一類（鹼金屬過氧化物或含有其成分之物品除外）與第五類公共危險物品。
 - B. 第四類公共危險物品含有有機過氧化物或其成分者，與第五類公共危險物品之有機過氧化物或含有其成分者。

C. 第四類公共危險物品與第五類公共危險物品之丙烯基縮水甘油醚或倍羰烯或含有其成分者。

(3) 室內儲存場所容器堆積高度，不得超過三公尺。

(4) 室內儲存場所應保持第五類公共危險物品在攝氏五十五度以下之溫度。

(五) NFPA 30 -Flammable and Combustible Liquids Code^[19]

列舉易燃性及可燃性液體的安全防護及安全評估標準，旨在提供安全措施，以降低與易燃和可燃液體的儲存、處理和使用相關的危險。

(六) NFPA 400 - Hazardous Materials Code^[20]

提供了針對儲存、操作或使用一種或多種涵蓋類別之危險物質的場所所需的最新安全資訊。此規範同時涵蓋了對以下類型物質的要求，包括：不穩定/反應性物質、遇水反應物質、腐蝕性物質、自燃性物質、有毒物質與可燃性物質。

(七) NFPA497 - Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids , Gases , or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas^[21]

對於化工製程區電器設備危險性場所的可燃性液體、氣體或蒸氣分類，包含各種有機過氧化物的最小點火能量、自燃溫度以及閃火點等資訊。

(八) NFPA704 - Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response^[22]

針對物質危害性鑑識的緊急應變標準系統，提供適當的鑑別方法以及設備安全規格。

(九) 危險貨物運輸建議書《橘皮書》^[23]

內容包含危險貨物的分類(Classification)、各危險種類的定義、主要危險貨物清單、所有危險貨物的一般性包裝規定、針對某些特定危險貨物的特殊性規定、包裝物(Packagings)測試、中型散裝容器(IBC)，以及槽櫃、槽車等貨物運輸單元(CTU)之製造及定期檢驗規定、標記(Marking)、標示(Labelling)、標示牌(Placarding)及運輸文件。

四、安全特性量測項目

有機過氧化物具有高度熱不穩定性，易因受熱、摩擦、撞擊或震動而加速分解甚至爆炸，因此必須透過安全特性檢測掌握其熱穩定性、分解溫度、放熱速率與感度等關鍵數據，作為儲存條件、操作設定、現場安全防護設置等依據。同時透過相容性試驗可確認其與器材質、稀釋劑或其他化學品混合時的反應性，避免因誤用造成危害。量測數據可協助預測火災或異常狀況下可能的反應行為，提升應變能力並降低事故風險。

因此建議針對有機過氧化物安全特性檢測項目如下：

(一)物理與化學特性檢測

1. SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature, 自加速分解溫度)：由分解作用釋放出熱的速率如果大於散溢到周圍環境中的速率時，過氧化物的溫度就會隨著時間的過去而逐漸上升，分解作用的速率也會逐漸加速或稱自加速。
2. 分解熱 (ΔH)：放熱反應是釋出熱量的一類化學反應，與吸熱反應相對。
3. 熱重分析 (TGA)：測量樣品重量隨溫度的變化。
4. 差示掃描量熱分析 (DSC)：測量樣品與參考物在加熱過程中的熱流差。
5. 閃火點：指固體或液體產生可燃性氣體後與週遭空氣混合可產生閃火現象的溫度。
6. 燃點：在空氣或氧中，與火源接觸後能持續燃燒的最低溫度。
7. 爆炸上下限：可燃氣體或蒸氣與空氣（或助燃氣體）混合後，在發生燃燒或爆炸的濃度範圍中的最低和最高界限。
8. 有機過氧化物活性氧檢測：活性氧檢測是用來測定有機過氧化物中，在分解反應中可釋放的氧元素含量 (Active Oxygen %)。

(二) 敏感性物質爆炸特性檢測：如爆炸上限 (Upper Explosion Limits, UEL)、爆炸下限 (Lower Explosion Limits, LEL)、最低氧濃度 (Minimum Oxygen Concentration, MOC)、最大爆炸壓力 (Maximum Explosion Pressure, P_{max})、最大爆炸壓力上昇速率 (Maximum Explosion Pressure Rate, dP/dt) $_{max}$) 及爆炸特性常數 K_{st} 值等爆炸特性參數。

五、儲存、使用及處理預防與控制措施

(一) 溢出控制 (Spill Control)：

1. 適用於任何數量的液態有機過氧化物製劑，包括儲存與使用作業。
2. 溢出控制裝置要求
 - (1) 單一容器容量 > 55 加侖 (208.2 L) 且位於建築物內或其一部分者，需提供溢出控制裝置。
 - (2) 所有使用或分配液態有機過氧化物之區域，需防止溢出擴散至鄰近區域。
3. 溢出控制方式
用於容納最大單一容器內容物的洩漏量：
 - (1) 液密地坪 (任一符合以下條件)：
 - A. 具傾斜或凹陷設計。
 - B. 液密且具門檻/堤防 (dikes)。
 - (2) 污水坑與收集系統 (Sump & Collection System)
 - A. 系統需能接收最大單一容器洩漏量。
 - B. 污水坑不得排入一般排水系統或造成不相容反應。
4. 材料與相容性
 - (1) 建構材料
除鋪面外，以下設備均需使用不燃材料：
 - A. 地板
 - B. 門檻
 - C. 堤防
 - D. 污水坑
 - E. 收集系統
 - (2) 塗層與相容性：液密塗覆層 (coating) 應與儲存/使用之有機過氧化物相容。
5. 對開口處之特殊規定 (非連續堤防)
可在必要開口處不中斷堤防或門檻，但需設置：
 - (1) 跨越開口的格柵溝槽 (trench drain with grating) 並連接至核可之收集系統。
 - (2) 此配置仍需確保有效的洩漏控制功能。

6. 小包裝與小容器的使用要求（一般使用特有）
 - (1) 小包裝必須置於液密托盤上方：避免小量洩漏外逸。
 - (2) 托盤構造
 - A. 材料必須與有機過氧化物相容
 - B. 建議具備收集容量（通常 $\geq 110\%$ 單一容器量）
7. 特殊情況：具有可燃/爆炸蒸氣時（依 NFPA 400§6.2.1.6）

當使用或分配液態有機過氧化物可能形成爆炸性蒸氣時，需提供爆炸控制措施（Explosion Control），包括：

 - (1) 防爆電氣設備
 - (2) 適當通風
 - (3) 避免點火源
 - (4) 壓力釋放或惰性化（視情況）

(二) 排水（Drainage）

1. 排水系統之設計與施工需符合 NFPA 400 第 14 章及引用之管道規範（如 UMC）。
2. 若採行遠端遏制（remote impounding），排水設施仍需確保洩漏能安全導流至指定收集位置。
3. 排水坡度（Drainage Slope）：室內地坪與室外排水溝渠坡度：不小於 1%，以確保洩漏或消防用水能順利導流。
4. 排水系統容量與設計依據（Hydraulic Capacity）
 - (1) 消防流量能力：排水系統需能承受消防作業所需的總流量。
 - (2) 儲存區排水管（Indoor Storage）

儲存區排水管設計應依下列兩者較小者作為基準（避免排水量被高估或低估）：

 - A. 自動滅火系統的最小設計面積
 - B. 實際儲存區面積
5. 材料相容性（Material Compatibility）：排水溝、排水管線、集水設備等材料必須與有機過氧化物相容，避免因化學反應造成腐蝕、火災或爆炸風險。

6. 避免不相容物混流 (Segregation / Independent Systems)

- (1) 不同類型危險物質 的排水需採 獨立排水系統，避免因混合導致反應。
- (2) 特別適用於露天使用情況。

7. 排水出口位置 (Termination of Drainage)

排水系統應導流至經核准之位置 (approved location)，且需滿足，以避免危害逆流、擴散或接觸不相容物：

- (1) 遠離建築物
- (2) 遠離閥件、設備
- (3) 遠離出口、消防通道
- (4) 遠離鄰近地界
- (5) 不得排入雨水排放系統

(三) 二級防護措施 (Secondary Containment)

1. 凡任何數量的固體或液體有機過氧化物之儲存或使用均需設置二級防護措施，以防止：

- (1) 洩漏擴散
- (2) 不相容物質反應
- (3) 污染土壤／環境
- (4) 火災時消防水外溢

2. 需設置二級防護之條件

(1) 液體 (任一符合即需設置)

- A. 單一容器 > 55 加侖 (208.2 L)
- B. 多容器總量 > 1,000 加侖 (3785 L)

(2) 固體

- A. 單一容器 > 550 磅 (248.8 kg)
- B. 多容器總量 > 10,000 磅 (4524.8 kg)

3. 以下建築物或區域 可豁免一般地板洩漏控制要求 (§6.2.1.9.3.1)：

(1) 僅含二級防護措施／系統的建築物

(2) 僅儲存下列固體：

- A. 硝酸銨固體
- B. 有機過氧化物固體
- C. 易燃固體
- D. 自燃固體
- E. 腐蝕性固體

4. 二級防護構造方式

(1) 所有構造須具液密 (liquid-tight) 性能：

- A. 液密且具傾斜或凹式地坪
- B. 液密地坪＋凸起門檻 / 堤防
- C. 污水坑與收集槽系統 (Sump + Collection)
- D. 導流至主管機關核准之處理設施

(2) 排水措施可視為二級防護的一部分 (依 NFPA 30)。

5. 不相容物隔離 (Compatibility Segregation)

若於二級防護區內同時存在不相容物質，應採用下列方式以避免產生反應：

- (1) 分區
- (2) 分隔
- (3) 阻隔牆
- (4) 個別盛裝系統

6. 容量與設計基準 (Design Capacity)

(1) 設計容量須包含：

- A. 最大單一容器可能洩漏量
- B. 消防系統於下列兩者中較小者之面積 20 分鐘的設計流量
 - a. 自動滅火系統最小設計面積
 - b. 實際儲存區面積

(2) 最低容積不得小於：

- A. 最大儲存量或最大容器容量（取較大者）之 10%
- B. 加上消防水 20 分鐘放水量

7. 監測與警報（Monitoring & Alarm）

需具備監測洩漏／液位／滲水功能，可包含：

- (1) 目視檢查
- (2) 經核准之監測設備
- (3) 水侵入偵測
- (4) 自動監控裝置需連接：
 - A. 視覺警報
 - B. 聽覺警報

8. 污染物與消防水之後處理：火災後之殘留物及含污染物之消防水，皆須依環保與危廢法規進行收集、貯存、運輸與最終處置，禁止任意排放。

(四) 通風

1. 需通風之區域，可採自然通風（需證明有效）或機械通風：

- (1) 存在敞口容器。
- (2) 操作中可能釋放下列物質之一：
 - A. 爆炸性。
 - B. 易燃性/可燃性。
 - C. 腐蝕性。
 - D. 劇毒粉塵、煙霧、氣體、蒸氣。
- (3) 密閉容器中的固體或液體，不適用此通風要求。

2. 機械通風基本要求

- (1) 應符合 UMC（統一機械規範）。
- (2) 最低排氣速率： $1 \text{ ft}^3/\text{min}/\text{ft}^2$ ($5.1 \text{ L/s}/\text{m}^2$)。

3. 通風量設計方法

- (1) 依「預期無組織排放量」計算。
- (2) 依「正常操作條件蒸氣濃度實測」判定。

4. 補給空氣 (Make-up Air)
 - (1) 進氣口須配置於不造成短路 (short-circuit flow) 的位置。
 - (2) 應確保排氣與進氣之流場完整。
5. 排氣管路設計
 - (1) 一般原則
 - A. 排氣應直接導向室外。
 - B. 不得穿越其他空間 (除非濃度 < LFL 25%)。
 - (2) 限制
 - A. 不得穿越靜壓室或風道。
 - B. 允許通過其他空間之條件：蒸氣濃度 < 可燃下限 25%。
6. 局部排氣 (Local Exhaust)
 - (1) 產生排放物之作業站需設置局排。
 - (2) 依 UMC 設計，直接於污染源捕捉。
7. 系統運作與控制
 - (1) 通風應持續運作 (除非另有核准替代方案)。
 - (2) 手動關閉裝置應位於：
 - A. 房間外。
 - B. 靠近主要出入口。
 - (3) 關閉開關需為破玻璃式 (Break-Glass)，並清楚標示「通風系統緊急關閉」。
8. 排氣口佈置原則 (依蒸氣密度)
 - (1) 蒸氣比空氣輕：排氣口設於天花板 12 in (305 mm) 內。
 - (2) 蒸氣比空氣重：排氣口設於地坪 12 in (305 mm) 內。
 - (3) 需確保室內空氣流通，不得形成積聚區。
9. 再循環 (Recirculation) 與氣體偵測
 - (1) 不得再循環以下空氣：
 - A. 含爆炸性、易燃性蒸氣
 - B. 含煙霧、粉塵
 - C. 含放射性物質

(2) 若要使用再循環（需全部符合）：（Fail-safe 連續偵測系統）

- A. 蒸氣濃度達 LFL 的 25% → 發出警報
- B. 停止再循環
- C. 自動切換至全外排通風

10. 緊急/備用電源（依 NFPA 400 §6.2.1.8）

- (1) 通風系統須具備備用或緊急電源。
- (2) 確保停電期間仍能安全運作。

(五) 消防系統（Fire Protection Systems）

所有有機過氧化物之儲存與使用區域 均須依 NFPA 400 §14.2.5、§14.4.6 及 NFPA 5000 §34.3.2.1 設置經核准之 自動灑水系統或其他規範允許之滅火系統。

1. 自動灑水系統的適用性與基本要求

(1) 必須設置自動灑水系統（Automatic Sprinkler System）

- A. 適用於所有保護等級 Protection Level 1 - 4 之建築物或區域。
- B. 必須符合 NFPA 5000 §55.3 的要求。

(2) 灑水系統最低設計標準（NFPA 13）

- A. 基本設計密度不得低於「普通危險組第 2 類（OH-2）」。
- B. 例外情形（NFPA 5000 §34.3.2.1.1）：
 - a. NFPA 400 第 11~21 章另有更高要求者
 - b. 儲存物料需依國家認可標準採更高保護級別
 - c. 經主管機關同意使用替代型自動滅火系統

※該儲存區不得放置禁水性物質。

(3) 監控設備要求

系統應具備電子監控功能，包含：

- A. 警報監控（依 NFPA 5000 §55.3.2.1）
- B. 水流警報（依 NFPA 5000 §55.3.2.2）

(4) 特定建築可免除 NFPA 400 §6.2.1.1 要求

(5) 若建築或房間為不燃結構（noncombustible construction）或內容物完全不燃，可免除 NFPA 400 §6.2.1.1 要求（NFPA 5000 §34.3.2.1.3）

2. 灑水系統與水霧系統的詳細設計要求

當 NFPA 400 要求設置滅火系統時，其設計需符合：

- (1) NFPA 13（灑水系統）
- (2) NFPA 15（水霧系統）
- (3) 最低排放密度（Discharge Density）—依有機過氧化物等級

等級	最低排放密度	公制換算
I 級	0.50 gpm/ft ²	20.4 L/min/m ²
IIA 級或 IIB 級	0.40 gpm/ft ²	16.3 L/min/m ²
III 級	0.30 gpm/ft ²	12.2 L/min/m ²
IV 級	0.25 gpm/ft ²	10.2 L/min/m ²

3. 水力設計準則（Hydraulic Design Criteria）

- (1) 濕管或單聯鎖預作用系統（wet or single-interlock preaction），設計面積：3000 ft²（280 m²）
- (2) 乾管系統（dry pipe system）
 - A. 設計面積需加大至 3900 ft²（360 m²）
 - B. 噴頭偏轉器至儲存頂部≤ 6 ft（1.8 m）
- (3) 若建築面積小於 3000 ft²（280 m²），則整棟建築視為設計面積（NFPA 400 § 14.2.5.2）

4. 特殊防護要求（Special Protection Requirements）

大量 I 類有機過氧化物（>2000 lb）獨立建築內若儲存超過 2000 lb（907 kg）的 I 類有機過氧化物，必須：

- (1) 使用開頭式雨淋系統（Open-Head Deluge System）
- (2) 以 NFPA 13 規範設計與安裝（§14.2.5.3）

5. 禁用與例外條件（Dry Pipe / DIPA）

- (1) 一般而言，不得使用乾管系統（Dry pipe）及雙聯鎖預作用系統（Double-Interlock Preaction, DIPA）。

(2) 除非符合下列例外 (§14.2.5.4)：

- A. I 或 II 型建築結構之獨立倉庫：可防護 I~III 類有機過氧化物
- B. I~IV 型建築結構：可防護 IV 與 V 類有機過氧化物

(六) 爆炸控制 (Explosion Control)

有機過氧化物之儲存與使用設施，若屬 Protection Level 1 - 3 且含有具爆炸危害之液體或固體配方，均應設置適當的爆炸控制措施，以降低爆燃或爆震對人員、財產與結構的衝擊。

1. 爆炸控制適用於下列情況：

- (1) 儲存/使用屬於下表 (NFPA 400 表 6.2.1.6) 列示之具爆炸潛勢物質。
- (2) 液體或固體有機過氧化物配方。
- (3) 設施分類為 Protection Level 1、2 或 3。
- (4) 室內使用區亦須依 NFPA 400 §6.3.2.1.4 設置爆炸釋壓或防爆措施。

2. 爆炸控制之設計要求

(1) 爆炸洩壓 (Explosion Venting)

依 NFPA 68 設計將爆炸壓力導向安全方向釋放，其洩壓方向須避開人員通行、出口、重要設備。

(2) 防爆構造 (Explosion Resistant Construction)

- A. 防爆牆、防爆門 (barricades, blast walls)。
- B. 可分離式屋頂 (frangible roof system)。
- C. 防爆牆需符合 NFPA 495。

(3) 防爆電氣與設備 (Explosionproof Equipment)

電氣設備、控制盤、照明需為防爆等級，避免火花或熱表面成為點燃源。

(4) 壓力釋放方向控制

爆炸釋壓區不可面向出口、逃生路徑或高人員密度區域。

(5) 替代性爆炸防護系統

A. 若非採洩壓或防爆牆，可使用：

a. 爆炸抑制（Explosion Suppression）

b. 爆炸隔離（Explosion Isolation）

B. 惟須經主管機關核准，並通過性能驗證（Performance-based approval）或符合 NFPA 69。

3. 危害分類與所需防護方式

表 8 爆炸控制要求表

危害類別	等級	防護方式
可燃性粉塵 (具爆炸危害)	不適用	爆炸控制 ¹
爆炸物	爆震型 (Detonating)	防護牆 ²
	爆燃型 (Deflagrating)	爆炸控制 ¹
可燃氣體或低溫氣體	不適用	爆炸控制 ¹
易燃液體	IA 類，儲存 > 1 加侖	爆炸控制 ¹
	IA 類，使用	爆炸控制 ¹
	B 類，使用—開放 ³	爆炸控制 ¹
有機過氧化物	I 類，運輸 B 型	防護牆 ²
	I 類，運輸 C 型	爆炸控制 ¹
	I 類，運輸 D 型	爆炸控制 ¹
氧化性液體與固體	第 4 類	防護牆 ²
自燃性氣體	不適用	防護牆 ²
不穩定反應物	第 4 類	爆炸控制 ¹
	第 3 類 (爆震型)	爆炸控制 ¹
遇水反應液體與固體	第 3 類	爆炸控制 ¹
	第 2 類 (爆燃型)	爆炸控制 ¹

備註

(1) 爆炸控制 指依 NFPA 69 採取爆燃預防、可燃濃度降低、或爆炸洩壓。

(2) 防護牆 (Barricade) 必須符合 NFPA 495。

(3) 開放使用 (use-open) 會產生爆炸性氣氛，需採防爆措施。

(4) 若房間 $\leq 500 \text{ ft}^2$ (46.5 m^2) 且無外牆 → 可免爆燃洩壓 (NFPA 5000 34.3.4.2.2)。

(5) 有機過氧化物補充參閱 A.14.2.6。

(6) 若氣體-空氣混合物可能爆炸 → 必須設置防護牆。

(七) 緊急與備用電源 (Emergency and Standby Power)：

為確保涉及有機過氧化物儲存、處理或製程之安全相關系統，在主電源中斷時仍能維持必要運作，應設置緊急或備用電源系統，以防止危害擴大及維護溫度穩定。

1. 緊急電源供應：

建築物或其部分，凡設有下列安全相關設備者，應提供經核准之緊急或備用電源，以確保持續運作：

- (1) 機械通風系統
- (2) 廢氣處理與排放系統
- (3) 溫度控制系統
- (4) 火警警報與偵測系統
- (5) 其他依本規範、NFPA 1 或 NFPA 5000 要求之安全系統

2. 故障安全設計 (Fail-Safe) 例外

若前述機械通風、廢氣處理或溫度控制系統經設計並核准為「故障安全 (fail-safe)」型式，且能於電力喪失時自動轉為安全狀態者，得免設備用電源。

3. 電源種類

緊急與備用電源應符合 NFPA 70《國家電氣規範 (NEC)》之規定，並採用經主管機關核准之法定型備用電源 (Legally Required Standby Power System)。

4. 替代溫度控制方式

在主電源或備用電源失效期間，為維持有機過氧化物之安全溫度，得採以下經批准之替代溫控措施：

- (1) 使用手動啟動之液態氮冷卻系統。
- (2) 使用手動啟動之液態二氧化碳 (CO₂) 冷卻系統。
- (3) 其他經主管機關批准、能達等效安全效果之溫度控制方式。

5. 操作與維護

- (1) 緊急與備用電源系統應具自動或手動切換功能，並於停電時立即啟動。
- (2) 應定期進行操作測試與維護保養，確保系統可靠性。
- (3) 各系統切換與操作程序應明確標示，並納入緊急應變訓練範圍。

(八) 限制控制：(依 NFPA 400§14.2.8 與§6.2.1.7)

為防止有機過氧化物與其他危險材料於儲存、使用或製程中發生危險反應、超壓或溢流，相關設備與系統應設置溫度、壓力與液位之限制控制機制，以確保全程維持於安全操作範圍。

1. 溫度控制 (Temperature Control)：

(1) 溫度維持與控制設備：

- A. 需控制於特定非一般環境溫度的有機過氧化物，應使用經核准之自動溫度控制裝置，確保材料維持於安全溫度範圍。
- B. 製程與儲存設備須設置 限制控制功能，於溫度偏離安全範圍時啟動保護措施（如停機、切離熱源、警報）。

(2) 備援（冗餘）控制機制：主要溫度控制系統故障時，備援設備應能自動或手動接手控制，避免溫度異常上升或下降。

(3) 溫度監測與警報：

- A. 系統需具備連續監測與警報功能。
- B. 異常時應能立即啟動警示或相關安全動作（如切斷熱源、啟動緊急冷卻等）。

(4) 替代控制方式：經主管機關核准後，可採用具同等安全效能之替代措施，以防止危險分解或反應。

(5) 美國運輸部針對有機過氧化物之溫度控制分類如下：

表 9 有機過氧化物之溫度控制分類表

自加速分解溫度	一般控制之溫度	緊急情況控制之溫度
20°C 以下	自加速分解溫度低於 20°C	自加速分解溫度低於 10°C
20°C 至 35°C	自加速分解溫度低於 15°C	自加速分解溫度低於 10°C
35°C 以上	自加速分解溫度低於 10°C	自加速分解溫度低於 5°C

2. 壓力控制 (Pressure Control)

(1) 過壓防護與壓力釋放裝置：

- A. 固定式儲槽、反應設備或可能因火災、反應導致超壓之容器，應具備安全閥 (PSV)、破裂片 (Rupture Disk) 或其他經核准之過壓緩解裝置。
- B. 過壓緩解裝置須具備 結構性防護，避免容器破裂。

(2) 排放端與排放系統

A. 洩壓與排氣端應設於：

- a. 避免暴露於火源與爆炸波處。
- b. 避開人員通行區、操作工作區。
- c. 降低高溫輻射、腐蝕性排放或氣流對周遭設備及建築物之影響。

B. 洩壓排放氣體應導向：經核准的位置，並且送至廢氣洗滌器或合格排放處理設備，以降低危害。

(3) 監測與維護要求：壓力釋放裝置應定期檢測其設定值、作動靈敏度及密封性，並確保無堵塞、腐蝕或機構失效。

3. 液位控制 (Level Control)

(1) 高液位保護

使用危險物質之敞口儲槽應設置下列措施，以防止因過量填充造成溢流：

- A. 液位限制控制裝置
- B. 其他可靠防溢機制

(2) 低液位保護（加熱設備必備）

- A. 加熱危險材料之敞口儲槽或容器，應具備自動低液位關閉裝置。
- B. 感測到低液位時能自動關閉熱源，避免過熱、分解或設備損壞。

4. 整體系統要求

(1) 系統設計 (System Design)

設施設備與操作系統應符合相關要求，並經核准後方可投入使用。

- A. 適用性與設計資格：系統應適合其預期用途，並由具備相關設計能力之合格人員負責設計。
- B. 遵循標準：若該製程已有國家認可之良好作業實務或標準，系統設計應依其要求辦理。
- C. 控制措施：控制措施之設計應防止材料以超出預定時間、速率或路徑的方式進入或離開製程或反應系統。
- D. 自動控制裝置：若設置自動控制裝置，其設計應具備故障安全 (fail-safe) 功能，以確保異常狀況下仍維持安全。

(2) 綜合限制控制功能

涉及溫度、壓力與液位之安全控制系統，均須保持製程與設備於安全操作範圍（Safe Operating Limits, SOL）及不超過設計容許值。

(3) 異常狀態保護

系統應具備下列情況之防護措施，以防止異常發生時能自動或人工啟動緊急處理機制：

- A. 危險反應
- B. 超壓
- C. 過熱
- D. 過冷
- E. 儲槽溢流或空燒

(九) 警報、偵測與自動滅火系統之監督（Supervision of Alarm, Detection, and Automatic Extinguishing Systems）（依 NFPA 400§14.2.9）

1. 監督要求：凡依本規範及相關章節設置之警報、偵測及自動滅火系統，應持續受到監督，以確保系統運作之完整性與即時性。
2. 監督方式：

應採用下列任一經核准之監控方式：

 - A. 中央監控站（Central Station）監督。
 - B. 專有監控系統（Proprietary Supervising Station System）。
 - C. 遠程監控服務（Remote Supervising Service）。
 - D. 有人值守之現場監督（Constantly Attended Location），並具備：
 - a. 明確之聲音與視覺警示裝置。
 - b. 能即時顯示系統狀態與警報位置之功能。
3. 維護與測試
 - (1) 機械通風、處理系統、溫度控制、警報、偵測或其他安全系統皆應提供緊急或備用電源，以確保安全設備於停電時持續運作。
 - (2) 所有監督系統應定期進行功能測試，確保通訊、警報與顯示功能正常。
 - (3) 應保存測試與維護紀錄，供稽核與事故調查時參考。
 - (4) 當監督系統發生故障時，應立即通報並採取臨時替代監控措施。

(十) 液體轉移 (Transfer of Liquids) : (依據 NFPA 400 §14.4.14 ; §14.2.10.15)

液體有機過氧化物之轉移應符合 §6.3.1.7 , 並遵守以下規定 :

1. 所有設備應正確接地與連接。
2. 泵浦、閥門及管線應符合製造商設計與維護建議。
3. 閃點低於 25°C (77°F) 者 , 應採防靜電設計系統。
4. 日用容器與計量槽應符合以下條件 :
 - (1) 構造材料應相容。
 - (2) 容量不得超過 90% 。
 - (3) 應設通風或釋壓裝置 (依 NFPA 400 §6.2.1.7.2) 。
 - (4) 室內設置時 , 應以防火牆區隔 (耐火 1 小時) 。
 - (5) 應設冗餘液位監測與警報系統。
 - (6) 電氣設備應符合 NFPA 70, Article 500 。
 - (7) 室外容器應設防雷系統 (NFPA 780) 。

(十一) 遠離可燃物 (Separation from Combustibles) : (依據 NFPA 400 §14.4.11)

1. 可燃性有機過氧化物應與可燃材料保持安全間距。
2. 遮蔽結構條件 :
 - (1) 架空結構應採用經批准之不燃建築材料建造 , 最大面積不得超過 1500 平方英尺 (140 平方公尺) ; 如依建築法規核准 , 可因設置位置或防火系統配置而增加面積。
 - (2) 結構支撐與牆體不得遮蔽儲存區超過一側或 25% 周長。
 - (3) 結構及其支撐至建築物、地界線或公共出口之距離 , 應符合 NFPA 400 第 11 章至第 21 章中針對無天氣保護之儲存區所要求之最小距離。
 - (4) 儲存爆炸性或可引爆性物質之防風雨結構 , 應視為室內儲存並適用相關規範。

(十二) 地板要求 (Floors) : (依據 NFPA 400 §14.4.12)

在開放系統中進行液體或固體危險材料之分配或使用時 , 其區域地板 (不含表面鋪面) 應採用不燃、液密之結構 , 以防止洩漏滲透並降低火災或反應危害。

(十三) 特殊要求 (Special Requirements) (依 NFPA 400 §14.2.10)

1. 標示與識別 (Identification and Labeling) :
 - (1) 所有含有有機過氧化物製劑之儲存、使用或處理區域 , 應設置明顯且永久之標示 , 標示內容應包括 :
 - A. 「有機過氧化物 (Organic Peroxide) 」字樣。

- B. 所屬分類 (Class I~V)。
- C. NFPA704 危害識別標誌。
- (2) 不同分類 (Multiple Classifications)：當依 NFPA 400 第 4.1 節定義的不同類別有機過氧化物製劑位於同一區域時，該區域之 NFPA 704 標示應以存在之最嚴重類別為準。
- (3) 特殊標誌與指示 (Special Signs and Postings)
 - A. 儲存區域內嚴禁明火、火花與吸菸，並於區域外部張貼明顯警示標誌。
 - B. 儲存區入口應標示建議儲存溫度。
 - C. 各儲存區入口應顯示實際監測溫度，以供確認。
- 2. 包裝與標記 (Container and Temperature Labeling)：
 - (1) 所有有機過氧化物製劑儲存容器 (包括原始 DOT 運輸容器) 應清楚標示：
 - A. 化學名稱或識別代碼。
 - B. 分類及危害資訊。
 - (2) 對需溫度控制之製劑，其包裝上應標示建議儲存溫度範圍。
- 3. 維護作業 (Maintenance Operations)：有機過氧化物儲存或使用區域內之任何維修、清潔或改裝作業，應事先經主管或安全管理人員審查並核准後方可進行。
- 4. 切割與焊接 (Cutting and Welding)
 - (1) 在所有有機過氧化物製劑完全移除並確認安全前，禁止於儲存或使用區域內進行任何切割或焊接作業。
 - (2) 切割與焊接作業應依 NFPA 51B《熱作業防火標準》執行。
- 5. 電氣設備 (Electrical Requirements)
 - (1) 下列規定適用於儲存 Class I、IIA、IIB、III 或 IV 類冷藏有機過氧化物之區域或櫃體：
 - A. 電氣線路和設備的安裝應符合 NFPA 70 的要求。
 - B. 儲存區或櫃體應視為 NFPA 70 第 500 條所定義之 Class I, Group D, Division 2 區域。
 - C. 區內電氣設備應為該用途之核准型，並依 NFPA 70 第 501 條安裝。

備註：儲藏室之地板應採液密且不燃結構，適用於硝酸銨、有機過氧化物、氧化劑、自燃材料、不穩定 (反應) 材料、水反應固體與液體、腐蝕性及劇毒物質等儲區。

- D. 靜電控制措施：當製程或使用條件可能產生易燃氣體、粉塵或蒸氣，且存在因靜電放電而引燃的風險時，應採取適當之防護措施，以防止靜電荷的累積，並確保其可安全導散至地面。
- (2) 若儲存之有機過氧化物製劑會釋放易燃蒸氣或分解產物(且儲量超過 MAQ)，亦應符合：
- A. 區域或櫃體應視為 Class I, Group D, Division 2 區域。
- B. 區內電氣設備應為相容型式，並依 NFPA 70 §501 規定安裝。
6. 可燃廢棄物 (Combustible Waste)：有機過氧化物儲存或使用區域內，禁止堆放可燃性廢棄物或包材。
7. 溢出與損壞容器 (Spills and Damaged Containers)
- (1) 發生溢出、洩漏或容器損壞時，應立即清除，並依聯邦、州及地方法規及製造商建議進行處理。
- (2) 應制定具體之廢棄物回收與處置程序，並確保與其他可燃或反應性物質分開儲存。
8. 結構材料 (Construction Materials)：所有用於儲存、處理及使用有機過氧化物之設備、容器與管線材料，應與該物質具化學相容性，不得促進分解或反應。
9. 加熱與冷卻 (Heating and Cooling)
- (1) 溫度範圍 (Temperature Range)：儲存區應維持於製造商建議之溫度範圍內，並具監測功能。
- (2) 溫控設備要求 (Temperature Control Requirements)
- 當建議儲存溫度超出環境溫度時，應符合：
- A. 除主要控制系統外，另設高/低溫限位開關或警報裝置。
- B. 限位開關應能觸發聲光警報，以利即時回應。
- C. 警報系統應依(九)警報、偵測與自動滅火系統之監督規定監視或監督。
- (3) 冷卻系統 (Cooling Systems)：冷卻系統不得使用可燃氣體之直接膨脹方式。
- (4) 加熱系統(Heating Systems)：應採用熱水、低壓蒸氣[表壓 <15 psi(103 kPa)]或間接加熱空氣系統。
- (5) 容器接觸 (Container Contact)：加熱盤管、散熱器、空氣擴散器及冷卻設備應避免與容器直接接觸，防止局部過熱或過冷。

10. 樓層 (Floors)：若儲存區位於樓層或開放空間上方，應符合以下要求：
 - (1) 地板應防水並設置導向安全排放之排水系統。
 - (2) 應採取措施防止溢出物流入下層空間。
11. 檢查 (Inspection)：應制定並執行定期檢查計畫，由合格人員進行，以確保設施、標示、電氣與控溫系統維持良好狀態。
12. 存取控制 (Security / Access Control)：應採取有效措施防止未經授權人員進入有機過氧化物儲存或使用區域。
13. 人員訓練 (Personnel Training)
 - (1) 所有從事有機過氧化物相關作業之人員，應接受安全儲存、處理與應變訓練。
 - (2) 訓練內容應涵蓋：
 - A. 個人防護具之正確使用。
 - B. 手動滅火設備操作。
 - C. 溢出物處理及緊急應變程序。
 - (3) 訓練應參照製造商操作指導文件。
 - (4) 應保存所有訓練紀錄，供稽核與追蹤。
14. 緊急釋壓系統 (Emergency Relief Systems)：含有有機過氧化物之儲槽、計量容器或中型散裝容器，應依製造商建議設置通風口或其他釋壓裝置，以防止因熱分解或火災暴露產生超壓。

(十四)手提式滅火器 (Portable Fire Extinguishers)：(依 NFPA 400 §14.2.11，參照 NFPA 10)

所有有機過氧化物之儲存、使用及處理區域內，應依 NFPA 10《手提式滅火器標準》之規定，配置經核准之手提式滅火器。

其配置數量、容量與類型，應足以提供火災初期之有效撲滅能力，並應保持良好運作狀態與可即時取用性。

(十五)防雷系統 (Lightning Protection)：(依 NFPA 400 §14.2.12，參照 NFPA 780)

應依 NFPA 780《防雷系統標準》的規定，為所有儲存、處理或使用有機過氧化物之建築物、儲槽區與設施設置防雷系統。防雷設施應經設計與維護，以防止雷擊所引發之火災、爆炸或設備損壞等風險。

(十六) 防洪 (Flood Protection) (依 NFPA 400 §14.2.13)

1. 建築防護 (Structural Protection) :

凡位於洪水危險區域內，且用於儲存需溫度控制之有機過氧化物的建築物或其部分，應採取下列任一措施：

- (1) 建造於足夠之基礎高度以避免洪水進入。
- (2) 設置有效之防洪屏障、圍堰或防水結構，防止有機過氧化物容器於洪水期間與水接觸。

2. 系統防護 (System Protection) : 位於有機過氧化物儲存區或洪水危險區域內之溫度控制系統、警報系統、偵測系統、緊急電源及其他電動安全系統，應設置於足夠高度並具備防水或防護措施。

其設計應確保於洪水條件下，不致喪失電力供應或安全功能，以維持系統之持續運作與人員安全。

六、運輸預防與控制措施

適用於運輸 5.2 類有機過氧化物時，除應遵守一般運輸規定外，亦須符合下列特殊要求。

(一) 若多件包裝集中於貨櫃運送時，其物質總量、包件種類及堆放方式均不得造成爆炸危險。

(二) 所有有機過氧化物必須避免日光直射、遠離熱源並置於通風良好處。

(三) 下列有機氧化物在運輸過程中必須控制溫度：

1. 自加速分解溫度(SADT) $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 的 B 型和 C 型有機過氧化物;
2. 在封閉條件下加熱時顯示中等效應 並且 SADT $< 50^{\circ}\text{C}$ 或在封條件下加熱時顯示微弱或無效應並且 SADT $\geq 45^{\circ}\text{C}$ 的 D 型有機過氧化物;和
3. SADT $\geq 45^{\circ}\text{C}$ 的 E 型和 F 型有機過氧化物。

※ 通常不需要在控制溫度條件下運輸的有機過氧化物如在溫度可能超過 55°C 的條件下運輸，可能需要控制溫度。

4. 溫度控制規定如下：

- (1) 「控制溫度」是物質能夠安全運輸的最高溫度。假設在運輸過程中物料周圍的溫度不超過 55°C，而且在每 24 小時期間只有相當短的時間達到這個溫度。如發生溫度失去控制，便有必要採取緊急措施。「危急溫度」是指必須採取緊急措施時的溫度。

- (2) 控制溫度與危急溫度推算如下：

表 10 控制溫度與危急溫度推算表

貯器類型	自加速分散溫度 (SADT) ^a	控制溫度	危急溫度
單容器和中 型散貨櫃	≤ 20°C	比 SADT 低 20°C	比 SADT 低 10°C
	> 20°C ≤ 35°C	比 SADT 低 15°C	比 SADT 低 10°C
	> 35°C	比 SADT 低 10°C	比 SADT 低 5°C
攜帶型罐體	< 50°C	比 SADT 低 10°C	比 SADT 低 5°C

a 即包裝好供運輸的物質的自加速分解溫度。

- (3) 控制溫度與危急溫度係依前述表格由自加速分解溫度 (SADT) 推算而得。自加速分解溫度的定義為：物質在運輸所用的容器內可能發生自加速分解的最低溫度。為判定某物質在運輸過程中是否需採取溫度控制措施，必須先確認其自加速分解溫度。

5. 現已劃定的容器包裝有機過氧化物一覽表

“包裝方法”編碼“OP1”至“OP8”，是指包裝規範 P520 中的包裝方法。待運輸的過氧化物應符合所列分類、控制溫度和危急溫度(源自 SADT)。允許以中型散貨箱運輸的物質，見包裝規範 IBC520，允許用罐體運輸的物質，見攜帶型罐體規範 T23。

表 11 容器包裝有機過氧化物一覽表

有機過氧化物	濃度(%)	A型稀釋劑(%)	B型稀釋劑(%) ¹⁾	惰性固體(%)	水(%)	包裝方法	控制溫度(°C)	危急溫度(°C)	編號(類屬條目)	次要危險性和備註
過氧化乙酰丙酮	≤42	≥48			≥8	OP7			3105	2)
	≤32糊狀					OP7			3106	20)
乙酰過氧化磺酰環己烷	≤82				≥12	OP4	-10	0	3112	3)
	≤32		≥68			OP7	-10	0	3115	
叔戊基過氧化氫	≤88	≥6			≥6	OP8			3107	
過乙酸叔戊酯	≤62	≥38				OP7			3105	
叔戊基過氧苯甲酸酯	≤100					OP5			3103	
叔戊基過氧-2-乙基己酸酯	≤100					OP7	+20	+25	3115	
碳酸過氧-2-乙基己叔戊酯	≤100					OP7			3105	
過氧化叔戊基碳酸異丙酯	<77	≥23				OP5			3103	
碳酸叔戊基過氧異丙酯	<77	≥23				OP5			3103	
叔戊基過氧新癸酸酯	<77		≥23			OP7	0	+10	3115	
叔戊基過氧戊酸酯	<77		≥23			OP5	+10	+15	3113	
叔戊基過氧-3,5,5-三甲基己酸酯	≤100					OP5			3101	3)
叔丁基過氧化異丙基	> 42-100					OP8			3107	
	≤52			≥48		OP8			3108	
4,4-二叔丁過氧基戊酸正丁酯	> 52-100				≥10	OP5			3103	
	≤52			≥48		OP8			3108	
叔丁基過氧化氫	> 79-90				> 14	OP5			3103	13)
	≤80	≥20			≥28	OP7			3105	4)13)

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
	≤79				≥7	OP8			3107	13)23)
	<72					OP8			3109	13)
叔丁基過氧化氫 + 二叔丁基過氧化物	<82+>9					OP5			3103	13)
單過氧馬來酸叔丁酯	>52-100					OP5			3102	3)
	≤52	≥48				OP6			3103	
	≤52			≥48		OP8			3108	
	≤52糊狀					OP8			3108	
過乙酸叔丁酯	>52-77	≥23				OP5			3101	3)
	>32-52	≥48				OP6			3103	
	≤32		≥68			OP8			3109	
過氧苯甲酸叔丁酯	>77-100					OP5			3103	
	>52-77	≥23				OP7			3105	
	≤52			≥48		OP7			3106	
叔丁基過氧丁基延胡索酸酯	<52	>48				OP7			3105	
過氧丁烯酸叔丁酯	≤77	≥23				OP7			3105	
叔丁基過氧二乙基乙酸酯	≤100					OP5	+20	+25	3113	
叔丁基過氧-2-乙基己酸酯	>52-100					OP6	+20	+25	3113	
	>32-52		≥48			OP8	+30	+35	3117	
	≤52			≥48		OP8	+20	+25	3118	
	≤32		≥68			OP8	+40	+45	3119	
叔丁基過氧-2-乙基己酸酯 +2,2-二	≤12+≤14	≥14		≥60		OP7			3106	

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
叔丁基過氧)丁烷	≤31+≤36		≥33			OP7	+35	+40	3115	
叔丁基過氧-2-乙基己碳酸酯	≤100					OP7			3105	
叔丁基過氧異丁酸酯	> 52-77		≥23			OP5	+15	+20	3111	
	≤52		≥48			OP7	+15	+20	3115	
過氧異丙基碳酸叔丁酯	≤77	≥23				OP5			3103	
1-(2-叔丁基過氧異丙基)-3-異丙烯基苯	≤77	≥23				OP7			3105	
	≤42			≥58		OP8			3108	
叔丁基過氧-2-甲基苯甲酸酯	≤100					OP5			3103	
叔丁基過氧新癸酸酯	> 77-100					OP7	-5	+5	3115	
	≤77		≥23			OP7	0	+10	3115	
	≤ 52在水中穩定擴散					OP8	0	+10	3119	
	≤ 42 (冷凍)中穩定彌散					OP8	0	+10	3118	
	≤32	≥68				OP8	0	+10	3119	
過新庚酸叔丁酯	≤77	≥23				OP7	0	+10	3115	
過氧化新庚酸叔丁酯	≤42在水中穩定彌散		≥33			OP8	0	+10	3117	
叔丁基過氧新戊酸酯	> 67-77	≥23	≥73			OP5	0	+10	3113	
	> 27-67					OP7	0	+10	3115	
	≤27					OP8	+30	+35	3119	
叔丁基過氧硬酯酞碳酸酯	≤100					OP7			3106	
過氧-3,5,5-三甲基己酸叔丁酯	> 32-100					OP7			3105	

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
	≤32		≥68			OP8			3109	
3-氯苯過氧甲酸	>57-86			≥14		OP1			3102	3)
	≤57			≤3	≥40	OP7			3106	
	≤77			≥6	≥17	OP7			3106	
枯基過氧氫(氫過氧化枯烯)	>90-98	≤10				OP8			3107	13)
叔丁基過氧丁基延胡索酸酯	<52	>48				OP7			3105	
過氧丁烯酸叔丁酯	≤77	≥23				OP7			3105	
叔丁基過氧二乙基乙酸酯	≤100					OP5	+20	+25	3113	
叔丁基過氧-2-乙基己酸酯	>52-100					OP6	+20	+25	3113	
	>32-52		≥48			OP8	+30	+35	3117	
	≤52			≥48		OP8	+20	+25	3118	
	≤32		≥68			OP8	+40	+45	3119	
叔丁基過氧-2-乙基己酸酯 +2,2-二-叔丁基過氧)丁烷	≤12+≤16	≥14		≥60		OP7			3106	
	≤31+≤36		≥33			OP7	+35	+40	3115	
叔丁基過氧-2-乙基己碳酸酯	≤100					OP7			3105	
叔丁基過氧異丁酸酯	>52-77		≥23			OP5	+15	+20	3111	
	≤52		≥48			OP7	+15	+20	3115	
過氧異丙基碳酸叔丁酯	≤77	≥23				OP5			3103	
1-(2-叔丁基過氧異丙基)-3-異丙烯基苯	≤77	≥23				OP7			3105	
	≤42			≥58		OP8			3108	
叔丁基過氧-2-甲基苯甲酸酯	≤100					OP5			3103	

有機過氧化物	濃度(%)	A型稀釋劑(%)	B型稀釋劑(%) ¹⁾	惰性固體(%)	水(%)	包裝方法	控制溫度(°C)	危急溫度(°C)	編號(類屬條目)	次要危險性和備註
叔丁基過氧新癸酸酯	> 77-100					OP7	-5	+5	3115	
	≤77		≥23			OP7	0	+10	3115	
	≤52在水中穩定擴散					OP8	0	+10	3119	
	≤42在水(冷凍)中穩定彌散					OP8	0	+10	3118	
	≤32	≥68				OP8	0	+10	3119	
過新庚酸叔丁酯	≤77	≥23				OP7	0	+10	3115	
過氧化新庚酸叔丁酯	≤42在水中穩定彌散		≥33	≥73		OP8	0	+10	3117	
叔丁基過氧新戊酸酯	> 67-77	≥23				OP5	0	+10	3113	
	> 27-67					OP7	0	+10	3115	
	≤27					OP8	+30	+35	3119	
叔丁基過氧硬脂酰碳酸酯	≤100					OP7			3106	
過氧-3,5,5-三甲基己酸叔丁酯	> 32-100					OP7			3105	
	≤32		≥68			OP8			3109	
3-氯苯過氧甲酸	> 57-86			≥14		OP1			3102	3)
	≤57			≤3	≥40	OP7			3106	
	≤77			≥6	≥17	OP7			3106	
枯基過氧氫(氫過氧化枯烯)	> 90-98	≤10				OP8			3107	13)
	≤42	≤13		≥45		OP7			3106	
	≤42	≥58				OP8			3109	
	≤27	≥25				OP8			3107	21)

有機過氧化物	濃度(%)	A型稀釋劑(%)	B型稀釋劑(%) ¹⁾	惰性固體(%)	水(%)	包裝方法	控制溫度(°C)	危急溫度(°C)	編號(類屬條目)	次要危險性和備註
	≤13	≤13	≥74			OP8			3115	
二-正丁基過氧重碳酸酯	>27-52		≥48			OP7	-15	-5	3117	
	≤27		≥73			OP8	-10	0	3118	
二-正丁基過氧重碳酸酯	≤42在水(冷凍)中穩定彈散					OP8	-15	-5	3113	
過氧重碳酸二仲丁酯	>52-100					OP4	-20	-10	3115	
	≤52		≥48			OP7	-15	-5	3115	
二-(2-叔丁基過氧)異丙基苯	>42-100			≤57		OP7			3106	
	≤42			≥58						29)
二-(叔丁基過氧)鄰苯二甲酸酯	>42-52	≥48				OP7			3105	
	≤52 糊狀					OP7			3106	20)
	≤42	≥58				OP8			3107	
2,2-二-(叔丁基過氧)丙烷	≤52	≥48				OP7			3105	
	≤42	≤13		≥45		OP7			3106	
1,1-二-(叔丁基過氧)-3,3,5-三甲基環己烷	>90-100					OP5			3101	3)
	>57-90	≥10				OP5			3103	
	≤77		≥23			OP5			3103	
	≤57			≥43		OP8			3110	
	≤57	≥43				OP8			3107	
	≤32	≥23	≥42			OP8			3107	
聯十六烷基過氧重碳酸酯	≤100					OP7	+30	+35	3116	

有機過氧化物	濃度(%)	A型稀釋劑(%)	B型稀釋劑(%) ¹⁾	惰性固體(%)	水(%)	包裝方法	控制溫度(°C)	危急溫度(°C)	編號(類屬條目)	次要危險性和備註
	≤42 水中穩定彌散					OP8	+30	+35	3119	
過氧化二-4-氯苯甲酰	≤77				≥23	OP5			3102	3)
	≤52					OP7			3106	20)
	≤32			≥68						29)
二枯基過氧化物	> 52-100			≤57		OP8			3110	12)
	≤52			≥48						29)
過氧重碳酸二環己酯	> 91-100					OP3	+10	+15	3112	3)
	≤91				≥9	OP5	+10	+15	3114	
	≤42 水中穩定彌散					OP8	+15	+20	3119	
過氧化二癸酰	≤100					OP6	+30	+35	3114	
2,2-二-(4,4 二(叔丁基過氧環己基)丙烷	≤42			≥58		OP7			3106	
	≤22		≥78			Op8			3107	
過氧化二-2,4-二氯苯甲酰	≤77				≥23	OP5			3102	3)
	≤52含砂油糊狀					OP7			3106	
過二碳酸二(2-乙氧乙)酯	≤52		≥48			OP7	-10	0	3115	
過二碳酸二-(2-乙基己)酯	> 77-100					OP5	-20	-10	3113	
	≤77		≥23			OP7	-15	-5	3115	
	≤62 在水中穩定彌散					OP8	-15	-5	3117	
	≤52在水中穩定彌散					OP8	-15	-5	3119	
	≤ 52在水(冷凍)中穩定彌散					OP8	-15	-5	3120	

有機過氧化物	濃度(%)	A型稀釋劑(%)	B型稀釋劑(%) ¹⁾	惰性固體(%)	水(%)	包裝方法	控制溫度(°C)	危急溫度(°C)	編號(類屬條目)	次要危險性和備註
	散									
2,2-二氫過氧丙烷	≤27									
二-(1-羥基環己基)過氧化物	≤100		≥48			OP7			3106	
過氧化二異丁酰	> 32-52		≥68			OP5	-20	-10	3111	3)
	≤32				≥5	OP7	-20	-10	3115	
二-異丙苯過氧化二氫	≤82	≥5				OP7			3106	24)
過氧重碳酸二異丙酯	> 52-100		≥48			OP2	-15	-5	3112	3)
	≤52					OP7	-20	-10	3115	
	≤28	≥72				OP7	-15	-5	3115	
過氧化二月桂酰	≤100					OP7			3106	
	≤42 在水中 穩定彌散		≥48			OP8			3109	
過二碳酸二(3-甲氧丁)酯	≤52				≥13	OP7	-5	+5	3115	
二-(2-甲基苯甲酰)過氧化物	≤87		≥58			OP5	+30	+35	3112	3)
過氧化二(3-甲基苯甲酰)+	≤20+≤18+≤4					OP7	+35	+40	3115	
過氧化苯甲酰 (3-甲基苯甲酰)+										
過氧化二苯甲酰										
二-(4-甲基苯甲酰)過氧化物	≤52含矽油糊 狀					OP7			3106	
2,5-二甲基-2,5-雙(苯甲酰過氧)己烷	> 82-100					OP5			3102	3)
	≤82			≥18		OP7			3106	
	≤82				≥18	OP5			3104	
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)己烷	> 52-100					OP7			3105	

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
	≤77			≥23		OP8			3108	
	≤52	≥48				OP8			3109	
	≤47糊狀					OP8			3108	
2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基過氧)3-己烷	> 86-100					OP5			3101	3)
	> 52-86	≥14				OP5			3103	26)
	≤52			≥48		OP7			3106	
2,5-二甲基-2,5-二(2-乙基己酰過氧)己烷	≤100				≥18	OP5	+20	+25	3113	
2,5-二甲基-2,5-二氫過氧化己烷	≤82					OP6			3104	
2,5-二甲基-2,5-二-(3,5,5-三甲基己酰過氧)己烷	≤77	≥23				OP7			3105	
過新庚酸-1,1-二甲基-3-羥丁酯	≤52	≥48				OP8	0	+10	3117	
二肉豆蔻基過氧重碳酸酯	≤100					OP7	+20	+25	3116	
二肉豆蔻基過氧重碳酸酯	≤42 在水中 穩定彌散					OP8	+20	+25	3119	
二-(2-新癸酰過氧異丙基)苯	≤52	≥48				OP7	-10	0	3115	
過氧化二正壬酰	≤100					OP7	0	+10	3116	
過氧化二正辛酰	≤100					OP5	+10	+15	3114	
二-(2-苯氧乙基)過氧重碳酸酯	> 85-100					OP5			3102	3)
	≤85				≥15	OP7			3106	
過氧化二丙酰基(過氧化丙酰)	≤27		≥73			OP8	+15	+20	3117	
二正丙基過氧重碳酸酯	≤100					OP3	-25	-15	3113	
	≤77		≥23			OP5	-20	-10	3113	
過氧化二琥珀酸	> 72-100					OP4			3102	3)17)

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
	≤72				≥28	OP7	+10	+15	3116	
二-(3,5,5-三甲基己酰)過氧化物	>38-82	≥18				OP7	0	+10	3115	
	≤52 在水中 穩定彌散					OP8	+10	+15	3119	
	≤38	≥62				OP8	+20	+25	3119	
3,3-二-(叔戊基過氧)丁酸乙酯	≤67	≥23				OP7			3105	
3,3-二-(叔丁基過氧)丁酸乙酯	>77-100					OP5			3103	
	≤77	≥23				OP7			3105	
	≤52			≥48		OP7			3106	
1-(2-過氧化乙基乙醇-1,3-二甲基丁基過氧化新戊酸酯	≤52	≥45	≥10			OP7	-20	-10	3115	
過新癸酸叔已酯	≤71	≥29				OP7	0	+10	3115	
過新戊酸叔已酯	≤72		≥28			OP7	+10	+15	3115	
過二碳酸異丙·仲丁酯 +過二碳酸二仲丁酯 +過二碳酸二異丙酯	≤32+≤15-18+≤12-15	≥38				OP7	-20	-10	3115	
	≤52+≤28+≤22					OP5	-20	-10	3111	3)
異丙基異丙苯基過氧化物	≤72	≥28				OP8			3109	13)
對錳化過氧氫	>72-100					OP7			3105	13)
	≤72	≥28				OP8			3109	27)
過氧化甲基環己酮	≤67		≤33			OP7	+35	+40	3115	
過氧化甲基乙基酮	見備註8	≥48				OP5			3101	3)8)13)
	見備註9	≥55				OP7			3105	9)
	見備註10	≥60				OP8			3107	10)
過氧化甲基·異丁基酮	≤62	≥19				OP7			3105	22)

有機過氧化物	濃度 (%)	A型稀釋劑 (%)	B型稀釋劑 (%) ¹⁾	惰性固體 (%)	水 (%)	包裝方法	控制溫度 (°C)	危急溫度 (°C)	編號 (類屬條目)	次要危險性和備註
液態有機過氧化物，樣品						OP2			3103	11)
液態有機過氧化物，樣品，控制溫度的						OP2			3113	11)
固態有機過氧化物，樣品						OP2			3104	11)
液態有機過氧化物，樣品，控制溫度的						OP2			3114	11)
D型過乙酸，穩定的	≤43					OP7			3105	13)14)19)
E型過乙酸，穩定的	≤43					OP8			3107	13)15)19)
F型過乙酸，穩定的	≤43					OP8			3109	13)16)19)
過氧化月桂酸	≤100					OP8	+35	+40	3118	
蒎烷基過氧氫(氫過氧化蒎烷)	> 56-100					OP7			3105	13)
	≤56	≥44				OP8			3109	
聚醚聚過氧叔丁基碳酸酯	≤52		≥23			OP8			3107	
1,1,3,3-四甲基丁基氫過氧化物	≤100					OP7			3105	
1,1,3,3-四甲基丁基過氧-2-乙基己酸酯	≤100					OP7	+15	+20	3115	
1,1,3,3-四甲基丁基過氧新癸酸酯	≤72		≥28			OP7	-5	+5	3115	
	≤52 水中穩定彌散					OP8	-5	+5	3119	
1,1,3,3-過氧新戊酸四甲叔丁酯	≤77	≥23				OP7	0	+10	3315	
1,1,3,3-四甲基丁基過苯氧基乙酸酯	≤37		≥63			OP7	-10	0	3115	

註解：

- 1) A 型稀釋劑總可替代 B 型稀釋劑。B 型稀釋劑的沸點應至少比有機过氧化物的自加速分解溫度高出 60°C。
- 2) 有效氧 ≤4.7%。
- 3) 需要貼“爆炸物”次要危險標示(式樣 1，見 5.2.2.2.2)。

- 4) 二-叔丁基過氧化物可替代稀釋劑。
- 5) 有效氧 $\leq 9\%$ 。
- 6) 過氧化氫含量 $\leq 9\%$ ；有效氧 $\leq 10\%$ 。
- 7) 只允許使用非金屬容器。
- 8) 有效氧 $>10\%$ 而 $\leq 10.7\%$ ，含水或不含水。
- 9) 有效氧 $\leq 10\%$ ，含水或不含水。
- 10) 有效氧 $\leq 8.2\%$ ，含水或不含水。
- 11) 見 2.5.3.2.5.1。
- 12) 根據大規模實驗的結果，允許 F 型有機過氧化物的每個貯器最多裝載 2,000 千克。
- 13) 需要貼“腐蝕性”次要危險標示(式樣 8，見 5.2.2.2.2)。
- 14) 符合 2.5.3.3.2(d) 標準的過乙酸配製品。
- 15) 符合 2.5.3.3.2(e) 標準的過乙酸配製品。
- 16) 符合 2.5.3.3.2(f) 標準的過乙酸配製品。
- 17) 給這種過氧化物加水會降低其熱穩定性。
- 18) 濃度低於 80%時不需要貼“腐蝕性”次要危險標示。
- 19) 過氧化氫、水和酸的混合物。
- 20) 加 A 型稀釋劑，含水或不含水。
- 21) 含 A 型稀釋劑按重量 $\geq 25\%$ ，外加乙苯。
- 22) 含稀釋劑 A 按重量 $\geq 19\%$ ，外加甲基·異丁基酮，
- 23) 含二叔丁基過氧化物 .6%。
- 24) 含 1-異丙基過氧化氫-4-異丙基羥基苯 $\leq 8\%$ 。
- 25) 沸點 $> 110^{\circ}\text{C}$ 的 B 型稀釋劑。
- 26) 含氫過氧化物 .0.5%。
- 27) 濃度大於 56%時需要貼“腐蝕性”次要危險標示。有效活性氧 $\leq 7.6\%$ ，在 A 型稀釋劑中，95%汽化點為 200 至 260°C 。不受本規章範本對 5.2 項要求的限制。(式樣 8，見 5.2.2.2.2)。
- 28) 有效活性氧 $\leq 7.6\%$ ，在 A 型稀釋劑中，95%汽化點為 200 至 260°C 。
- 29) 不受本規章範本對 5.2 項要求的限制。

6. 在控制溫度條件下運輸

(1) 保持規定溫度是許多有機過氧化物安全運輸的必要特性。一般必須：

- A. 裝貨前徹底檢查運輸裝置；
- B. 提供冷卻系統操作說明；
- C. 提供失控時的措施；
- D. 定時監測溫度；
- E. 具有備用冷卻系統。

(2) 冷卻系統與監測要求

A. 控制裝置與溫度感測器

- a. 冷卻系統的所有控制裝置與溫度傳感器須便於接近與操作。
- b. 所有電氣接頭必須具備防風雨侵入的保護。

B. 溫度監測

- a. 運輸裝置內空間溫度須由兩個獨立的感測器測量。
- b. 量測結果必須記錄，以利及早發現溫度變化。
- c. 必須每 4 至 6 小時 檢查並記錄一次溫度。

C. 警報裝置（若運輸之物質的控制溫度低於+25°C）

- a. 運輸裝置必須配備 可見且具音響功能的警報器。
- b. 警報器的供電須與冷卻系統分開。
- c. 警報器須在溫度達到或低於控制溫度時啟動。

(3) 運輸期間溫度異常時之應對措施

A. 超過控制溫度時需採取的警戒措施

- a. 必須立即採取警戒行動。
- b. 檢查並修復冷卻設備。
- c. 必要時增加冷卻能力，如：添加液態製冷劑、添加固態製冷劑。

B. 溫度監測

- a. 必須更加頻繁地檢查與比對溫度變化。
- b. 隨時準備採取後續緊急應變措施。

C. 達到危急溫度時，必須立即啟動緊急措施。

(4) 溫度控制措施是否適合於運輸過程中使用，取決於多項因素。需考量之要點包括：

- A. 待運輸物質的溫度控制
- B. 控制溫度與預期環境溫度條件的差異
- C. 熱絕緣的有效性
- D. 運輸的時間多長
- E. 留出的安全拖延期

(5) 為提升運輸過程中的溫度控制能力，可採行的適當防範措施如下：

- A. 單純熱絕緣：惟有機過氧化物的初始溫度必須明顯低於控制溫度。
- B. 具冷卻劑系統之熱絕緣，須符合下列條件：
 - a. 配備充足之冷卻劑（如液態氮或固態二氧化碳），並具合理之緩衝時間；
 - b. 不得使用液態氧或空氣作為冷卻劑；
 - c. 在大部分冷卻劑耗盡後，仍能維持均勻的冷卻效果；
 - d. 運輸裝置門上須清楚標示警語：「未通風不得入內」。

C. 單一機械式制冷，須符合下列條件：

對於閃點低於危急溫度 + 5°C 之有機過氧化物，冷卻艙內所有電氣設備須具防爆功能，以避免點燃其所產生的易燃蒸氣。

D. 機械制冷系統與冷卻劑系統併用，須符合下列條件：

- a. 兩套系統必須彼此獨立運作；
- b. 同時符合上述 a 與 b 之所有要求。

E. 二元機械制冷系統，須符合下列條件：

- a. 除共用動力供應裝置外，兩套系統必須相互獨立。
- b. 每套系統均需具備單獨維持必要溫度控制的能力。
- c. 對於閃點低於危急溫度 + 5°C 之有機過氧化物，冷卻艙內所有電氣配件須為防爆型，以避免點燃易燃蒸氣。

七、有機過氧化物製程之失控反應危害預防

失控反應係指系統（槽車、反應器或儲存容器）產生或累積之熱量大於系統所能排除之熱量（如熱傳導、冷卻、抑制劑等），導致反應加速、放熱速率急遽上升，進入自加速放熱反應（Self-Accelerating Reaction），終至反應器失控。此現象會在極短時間內大量釋放反應熱，引發爆炸、破裂或火災等嚴重事故。由於有機過氧化物製程因其原料具高度熱不穩定性，是製程安全設計中風險最高的一環。失控反應的預防與緊急應變機制，是確保工廠安全的最終防線。

（一）失控反應發生原因

1. 供應設備不順或停止

工廠之供應設備如果發生異常或停止，須予以緊急處理，採取相對的安全操作，如果在此時未能對應此種緊急狀態採取正確的應變操作時，就有發生反應失控的危險。

2. 計測器系統的誤動作

為了使工廠設備能保持經常性的正常運轉，所設之可以維持設備安全的安全控制用計測儀器系統，如有不順或異常就可立即動作，使之回復正常，此種系統萬一發生誤動作，即有可能造成反應失控的可能。

3. 原料配合比例失控

供料比例，在提升單位產量上，自然作細密之要求，而即使由預防反應失控方面而言，也要嚴格控制一定的比例，以避免產生爆炸之可能。

4. 微量不純物之濃縮

在蒸餾、分餾、精製的各種操作過程中，因副反應而生成微量之不純物時，就會逐漸濃縮而成反應失控的原因，而引發大災害。

5. 有空氣滲入裝置中

化學工廠設備的運轉條件，分為在負壓下及加壓下兩種。但大多數的情形均是保持在大氣壓以上，故往往認為不會吸入空氣，可是在壓縮機循環壓縮處，雖可加壓，可是也是負壓的地方，這些地方和在負壓條件下運轉的機器類，就會因空氣的滲入而進行氧化反應，造成反應失控的情形。

6. 因混合危險而生熱

當兩種以上之物質因某種原因或事故而混合碰在一起，可能發生混合熱或反應熱，而致容器內的氣體或液體發生爆炸性的膨脹，造成儲槽的破損，而產生失控。

7. 因操作錯誤而反應失控

由於操作閥具開關或對於送入反應器中的原料種類錯誤等引起的失控。

8. 設計故障及破壞

因為生產製程控制用的計測儀器或與安全維護有關之控制用計測儀器故障、破損等，而引起的反應失控。

9. 機器故障及破損

因輸送原料等所用之壓縮機、泵、吹送機等之動力機械之破損，或因反應器、分離器、精製塔等靜態機器及配管、閥、接頭等的故障、破損而造成反應失控。

10. 其他反應失控的原因

維修保養不良、修補工程、裝設工程、配管工程等不良、供應原料或取出產品時，開關閥具過於粗魯，清掃作業等運轉作業不良等因素。

(二) 製程熱不穩定物質危害與 TMR 應變指標

1. 熱不穩定物質之危害與 TMR 指標

(1) 有機過氧化物、含活性氧化合物等熱不穩定物質，在升溫、外部加熱、設備故障或污染下，可能產生自加速分解反應（Self-Accelerating Decomposition Temperature, SADT），一旦失控將會引起爆炸或火災。

(2) 為有效掌握危害發生的提前量，應採用 TMR（Time to Maximum Rate，反應速率達最大值剩餘時間）作為預警指標。

A. TMR 越短表示危害越大

B. TMR 越長表示反應可控時間越多

(三) TMR 分級與緊急應變措施

(1) 應依據 TMR 值，分級啟動不同的應變措施如下：

TMR 分級	狀態描述	應變措施
TMR > 24 小時	可控狀態（安全裕度充足）	(1) 加強溫度監控 (2) 檢查冷卻/隔熱系統 (3) 必要時預防性降溫。
$8 < \text{TMR} \leq 24$ 小時	預警階段（需強化監控與前置應變）	(1) 啟動第一階段應變 (2) 增強冷卻或改善散熱 (3) 設現場警戒、限制人員 (4) 確認設備與電源穩定 (5) 評估物料轉移或降溫能力。
$1 < \text{TMR} \leq 8$ 小時	高危險階段（進入熱失控倒數，需立即行動）	(1) 啟動第二階段應變 (2) 強制降溫（優先） (3) 避免移動、撞擊、摩擦
TMR ≤ 1 小時	熱失控臨界（極高爆炸風險，不宜近距離介入）	(1) 即刻啟動全面緊急應變 (2) 疏散所有人員至安全距離 (3) 只保留遠距或自動化降溫機制 (4) 隔離周邊可燃物、熱源及物料。

(2) 失控反應風險矩陣（依 TMR 與 ΔT_{ad} ）

A. 危害判定指標

- a. 嚴重性： ΔT_{ad} （絕熱升溫）
- b. 可能性：TMR（Time to Maximum Rate）

B. 風險矩陣

		可能性		
		TMR > 24 hrs	24hrs > TMR > 8hrs	TMR < 8hrs
嚴重性	$\Delta T_{ad} < 50^{\circ}\text{C}$	L	L	L
	$50 < \Delta T_{ad} < 200^{\circ}\text{C}$ 或有氣體產生	L	M	H
	$\Delta T_{ad} > 200^{\circ}\text{C}$ 或超過沸點或超過熱分解溫度	M	H	H

C. 風險等級與要求

風險等級	可接受基準	安全防護改善建議
L	低度風險；風險可接受	進行一般控制即可
M	中度風險；風險可接受，但在實際合理可行狀況下，應將風險降至最低	除一般控制外，須多加一層獨立且非人為動作之安全保護裝置
H	高度風險；風險不可接受，必須進行風險降低	除一般控制外，至少須多加二層獨立且非人為動作之安全保護裝置

(四) 核心製程與設備安全控制

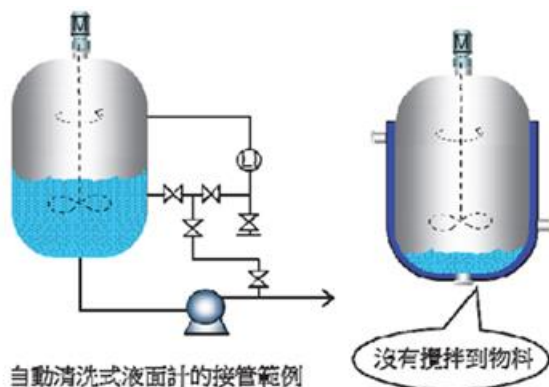
1. 冷卻與壓力保護

有機過氧化物製程設備（如反應器）應設有可靠的冷卻系統。

- (1) 若冷卻系統異常，可能導致溫度壓力過高發生爆炸。
- (2) 設備必須搭配獨立的緊急冷卻系統、洩壓裝置（如安全閥或破裂盤），以及高靈敏度的溫度/壓力監測與聯鎖系統。

2. 攪拌與反應均勻性（防止局部過熱）

反應中的攪拌對於除熱能力有重大影響，攪拌不良可能引起失控或異常反應。



- (1) 應事先對原料及反應生成物等的特性進行充分調查。
- (2) 為了發覺攪拌不良狀況，可於槽內裝置多重溫度監控系統。
- (3) 在反應槽的液面計設定上限值及下限值警報，並考慮採用壓差式或二重構造液面計，以提升信賴度，特別是內容物容易固結時。
- (4) 應避免裝有無段減速機的攪拌器在固定轉速下長時間運轉。

(五) 監控與警報系統

1. 製程設備應設有警報器，警報器是對製程的重大災害進行預知的重要計測器具。
2. 系統獨立性：警報系統有必要採取與電腦監控系統分開的設計，確保獨立運作。
3. 警報區分：應藉由音色與音量變化加以通知，並依重要性不同加以區分。
4. 防誤判對策：採取各種對策，設計警報訊號以不致於引起錯誤判斷。
5. 操作時管理：操作開始及停止時，因製程狀態不穩定，警報聲響容易此起彼落，宜區分警報重要性並實施管理。
6. 反應曲線紀錄：在升溫、升壓時，應採取可同步比較標準狀態反應曲線的紀錄方式。

(六) 作業標準與行政管理

1. 原料供應錯誤預防措施

針對反應器的原料、溶劑的供應量、供應速度以及濃度等有關的作業標準，所有數據應有所依據。

- (1) 數據依據：在制定作業標準時，應能反映反應機制、反應速度等調查結果，並對決定數值等所使用的參考依據加以註記。
- (2) 供應控制：

- A. 應先確認作業標準中所規定的原料成分、濃度、供應量、供應速度等資訊，再進行供應。
 - B. 於運轉中對於原料的供應量進行監控，盡量維持規定條件，並在可能的條件下採取自動比例控制。
 - C. 備用機切換時，應確保供應量不會有太大的變化。
- (3) 現場標示：掛設標示牌顯示閥的開關狀態。
 - (4) 異常處理：應事先於作業標準中，規定當溫度上升等異常狀態發生時，所應採取的危害預防措施。
 - (5) 通報機制：若有操作失誤時，應儘速向上級主管通報與討論，檢討應採取的必要措施。
2. 訓練與紀律
- (1) OJT 訓練：藉由 OJT (On the Job Training) 方式，對於發現異常狀態、緊急應變及控制系統等反覆進行教育訓練。
 - (2) 危害教育：對於操作人員應就進行反應時有關的危險性及其因應對策等方面進行教育訓練。
 - (3) 日常檢核：除了工廠進行工程及大修作業時，在平常操作時也應該在作業前使用檢核表 (Checklist) 進行確認閥的開關狀態及有無洩漏等項目。
3. 失控保護措施（最終防線）

若因製程偏離無法藉助預防措施加以控制，而導致嚴重失控之時，需有反應緊急中止與緊急洩壓等安全保護設計。

- (1) 製程常使用的保護控制有：
 - A. 緊急冷卻（加入惰性冷卻液體）。
 - B. 緊急抑制（加入抑制劑或毒害觸媒）。
 - C. 底部排放（Bottom Dumping）。
 - D. 緊急排放（直接排放或污染處理後排放，需電腦動態分析）。
 - E. 排放物處理（煙囪擴散、洗滌塔、捕捉槽、燃燒塔等，需電腦動態分析）。

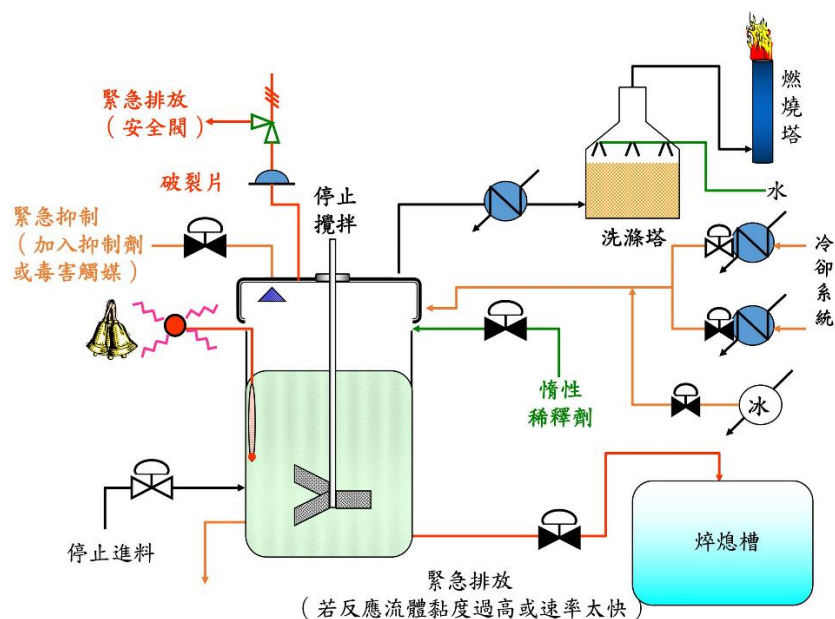


圖 1 製程危害控制技術運用示意圖

- (2) 危害控制評估：製程危害控制的評估，目的在於避免製程操作條件偏離導致失控意外事件的擴大，一般可評估設置製程偏離預警系統、緊急冷卻/抑制/排放系統等。由於保護措施是失控意外的最後防線，需深入瞭解失控反應特性及其最嚴重危害（如昇溫速率、昇壓速率）來設計，以確保處理效能。

(七) 反應器自主管理技術（PDCA 循環）

為預防反應器失控爆炸，事業單位應針對自身製程建立一套專屬的操作程序自主管理機制：

- (1) 反應物基本性質調查：實施所有反應物質的基本性質調查，確認各種混合反應物性質基本資料。
- (2) 製程反應特性數據分析：委託相關研究單位，利用 DSC、C80 等儀器，進行失控反應行為分析，以求得相關失控反應數據。
- (3) 計算冷卻槽大小：依據最差情境下所得的失控反應數據，計算出所需緊急洩放冷卻槽之最大體積，並選擇最佳冷卻液體。
- (4) 制定緊急排放程序：制定書面文件，明確列出緊急排放時機、溫度、步驟、注意事項，以及每位操作員的職責。
- (5) 教育訓練及演練：對所有員工實施「反應器緊急排放程序」訓練，明確告知步驟意義及未依程序操作的後果。時時做緊急排放程序應變演練。
- (6) 安全巡視與稽核：雇主、管理幹部應時時實施安全巡視，將管制規定與作業程序

落實到現場。稽核成果應結合公司內部的公安績效與人事績效。

- (7) 適時修正程序：隨時檢討既有的緊急排放程序是否有效，並配合新的化工技術及製程，在發現不足時在第一時間從新檢討制定。

(八) 防震措施與地震應變

鑑於有機過氧化物極易受衝擊或摩擦影響而分解，必須實施嚴格的防震措施。

- (1) 儲存架防護：於儲存架設置防落桿、防落網，減少地震時掉落風險，嚴禁堆疊。
- (2) 地震時操作：地震時應暫停所有過氧化物移動、攪拌及加熱操作。
- (3) 震後檢查：震後應檢查容器是否破裂、滲漏、變形或升溫。
- (4) 設備受損處置：若設備與架構受損，應停止使用並通報處理。

八、疏散措施

(一) 緊急疏散之目的

緊急疏散的主要目的在於於最短時間內，將現場人員迅速引導至安全區域，以避免在災害惡化或發生二次事故時遭受波及，並確保救災行動得以順利執行而不受干擾或阻礙。

(二) 疏散路線規劃原則

1. 至少兩條以上可用疏散路線，並於平時即事先規劃與標示明確。
2. 路線需定期檢查，確保無積物、無封閉狀況，並保持通暢可用。
3. 災害發生時，應變指揮官應依據：
 - (1) 當時風向
 - (2) 物質洩漏方向
 - (3) 火勢或熱源蔓延趨勢
 - (4) 有毒氣體擴散模式
 - (5) 選擇最具安全性的疏散方向與路線。

(三) 集合地點之設置

集合地點分為廠內集合地點與廠外集合地點，其規劃原則如下：

1. 廠內集合地點
 - (1) 目的為讓疏散人員在最短時間集結，以利清點人數及後續行動。
 - (2) 必要時再自廠內集合地點透過疏散車輛或其他安全方式前往廠外集合地點。
2. 廠外集合地點

- (1) 應考量廠區內最危險物質在最嚴重事故狀況下的爆炸波及範圍、安全距離、有毒擴散半徑等因素選定。
- (2) 廠內及廠外皆需至少規劃兩處集合地點，且不可過於接近，應盡量位於不同或相反方向，以避免同時受到災害影響。

3. 與逃生設施整合

逃生門、緊急出口之設置應與疏散路線、集合地點配置相互配合，並進行整體性規劃。

(四) 集合地點人員清點資訊回報

1. 疏散人員抵達集合地點後，須立即：

- (1) 依名冊進行人員清點
- (2) 將結果向應變指揮中心回報
- (3) 確認是否存在：
- (4) 失聯人員
- (5) 滯留危險區者
- (6) 需協助脫困或救援之人

但在判定前述疏散範圍時，除需依據當時災害的現場狀況外，亦應考量有機過氧化物在熱量無法有效散逸時，可能因系統內部熱能持續累積而引發自我分解。此過程會使放熱速率加劇，最終使反應速率快速上升並超過系統可控制的臨界條件，導致劇烈的熱分解反應，伴隨大量熱能與氣體瞬間釋放並產生爆炸。若未充分掌握其爆炸壓力可能影響的範圍，所規劃之疏散距離恐不足，進而使人員仍落在危險區域內，增加受害風險。

九、建築物防火

有機過氧化物場所因涉及公共危險物品，其建築物用途分類和防火構造要求適用《建築法》及相關技術規則的嚴格規定。依據《建築法》第七十三條第四項及相關法規的規定，供製造、分裝、販賣、儲存公共危險物品及可燃性高壓氣體之場所，在建築物使用類組上均歸屬於 I 類(危險物品類)，因此，有機過氧化物場所，其建築物用途屬於 I 類建築物，相關建築物防火規定如下說明：

(一) 防火區劃

1. 總樓地板面積的水平區劃（第 79 條）

(1) 區劃對象：總樓地板面積在 1,500 平方公尺以上的防火構造建築物。

(2) 區劃原則：應按每 1,500 平方公尺，進行區劃分隔。

(3) 區劃構造，須使用：

1. 具有 1 小時以上防火時效之牆壁。

2. 具有 1 小時以上防火時效之防火門窗等防火設備。

3. 該處防火構造之樓地板。

防火設備並應具有 1 小時以上之阻熱性。

(4) 減免計算：應區劃範圍內，如備有有效自動滅火設備者，可免計算其有效範圍樓地板面積的 1/2。鼓勵設置自動滅火系統。

(5) 外牆突出：防火區劃之牆壁，原則應突出建築物外牆面 50 公分以上。

例外：與其交接處之外牆面長度有 90 公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

(6) 帷幕牆：外牆為帷幕牆者，其外牆面與防火區劃牆壁交接處的構造，仍應依外牆突出的規定處理。

2. 垂直貫穿部的區劃（第 79-2 條）

建築物內所有垂直連通或貫穿樓板的部分，都應進行區劃分隔：

(1) 挑空部分

A. 具有 1 小時以上防火時效的牆壁、防火設備與樓地板形成區劃分隔。

B. 挑空例外（得不受限制）：

a. 避難層通達直上層或直下層，且室內牆面與天花板為耐燃一級材料裝修。

b. 連跨樓層數在 3 層以下，且樓地板面積在 1,500 平方公尺以下。

(2) 昇降階梯間：

A. 裝設的防火設備應具有遮煙性能。

B. 昇降機間（緩衝空間）的彈性規定：若昇降機道前設有昇降機間且併同區劃，可透過昇降機間出入口裝設具遮煙性能的防火設備（或自動關閉且具遮煙性能的非防火設備門），來免除昇降機道出入口防火設備的遮煙性能要求。

(3) 安全梯之樓梯間：維修門應具有 1 小時以上防火時效及遮煙性能。

(4) 垂直貫穿樓板之管道間

(5) 區劃空間內的公共空間：區劃空間內可設公共廁所、公共電話等類似空間，但其牆面及天花板裝修材料應為耐燃一級材料。

(6) 其他類似部分

3. 樓地板的垂直區劃（第 79-3 條）

(1) 樓地板連續性：應為連續完整面。

(2) 外牆突出

A. 應突出建築物外牆 50 公分以上。

B. 例外：與樓板交接處之外牆面高度有 90 公分以上，且該外牆構造具有與樓地板同等以上防火時效者，得免突出。

(3) 帷幕牆：外牆為帷幕牆者，其牆面與樓地板交接處的構造，應依前項的突出規定處理。

(4) 連跨複數樓層：建築物有連跨複數樓層，無法逐層區劃分隔的垂直空間者，應依第 79-2 條（垂直貫穿部）的規定處理。（例如大型挑空空間。）

4. 超過一層之地下建築物（第 203 條）

地下建築物中垂直貫穿部與其他部分的區劃要求：

(1) 樓梯

A. 應以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火設備與其他部分區劃分隔。

B. 應具有遮煙性能。

(2) 升降機道：

A. 應具有遮煙性能。

B. 升降機道區劃的彈性規定：

a. 若升降機道前設有升降機間並併同區劃。

b. 只要升降機間出入口裝設具遮煙性能的防火設備，則升降機道出入口可免除遮煙性能的要求。

c. 若升降機間出入口的門非防火設備，但能自動關閉且具有遮煙性能，則升降機道出入口的防火設備可免除遮煙性能的要求。

(3) 管道及其他類似部分

(4) 管道間之維修門：應具有 1 小時以上防火時效及遮煙性能。

5. 高層建築物之升降機區劃（第 242 條）

對高層建築物的升降機區劃要求更為嚴格，要求將升降機道和升降機間（電梯前室）視為一個整體進行區劃：

(1) 升降機道併同升降機間

A. 應以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火設備及該處防火構造之樓地板，自成一個獨立之防火區劃。

B. 升降機間出入口裝設之防火設備應具有遮煙性能。

(2) 連接升降機間之走廊：應以具有 1 小時以上防火時效之牆壁、防火設備及該層防火構造之樓地板，自成一個獨立之防火區劃。

(二) 內部裝修材料

針對不同用途、面積和位置的建築物，其天花板、牆面等內部裝修材料必須符合的最低耐燃等級。

1. 裝修材料規定原則：建築物之內部裝修材料應依條文後附的「內部裝修材料限制表」規定辦理。
2. 裝設自動滅火設備及排煙設備，可不受該表規定的限制。

不同建築物類別對裝修材料的要求。材料等級要求由高到低為：耐燃一級 > 耐燃二級 > 耐燃三級。

建築物類別 (組別)	供該用途之專用樓地板面積合計	居室或該使用部分	通達地面之走廊及樓梯
I 類 (危險物品類)	全部	耐燃一級	耐燃一級
無窗戶之居室	全部	耐燃二級以上	耐燃一級
地下建築物	區劃面積 101~200 m ²	耐燃二級以上	耐燃一級
	區劃面積 201~500 m ²	耐燃一級	耐燃一級

1. 裝修材料定義：固著於建築物構造體的天花板、內部牆面或高度超過 1.2 公尺固定於地板之隔屏（含暴露於室內之隔音或吸音材料）。
2. 1.2 公尺以下部分：除 (三)、(九)、(十)、(十一) 所列建築物外，自樓地板面起高度在 1.2 公尺以下的牆面、窗臺及天花板周圍押條等裝修材料得不受限制。

(三) 直通樓梯之設置及步行距離規定 (第 93 條)

確保建築物內的人員能夠迅速、有效地從居室通達至避難層或地面。

1. 設置基本要求
 - (1) 數量要求：任何建築物自避難層以外的各樓層，均應設置一座以上之直通樓梯（包括坡道），通達避難層或地面。
 - (2) 位置要求：樓梯位置應設於明顯處所。
2. 居室至樓梯口之步行距離限制

步行距離（可行距離，非直線距離）的計算方式如下：

 - (1) 一般計算點：應計算至直通樓梯的第一階。
 - (2) 安全梯計算點：若為安全梯，得計算至進入樓梯間的防火門。

建築物用途類組	一般樓層距離上限 (公尺)	15 層以上樓層距離上限 (公尺)	特殊情況
A 類 (公共集會類) B-1, B-2, B-3, D-1 組	30 m	20 m (由 30 m 減少)	C 類中有現場觀眾之電視攝影場，比照 30m。

建築物用途類組	一般樓層距離上限 (公尺)	15 層以上樓層距離上限 (公尺)	特殊情況
C 類 (工業、倉儲類) (除上述例外)	70 m	N/A	N/A
其他用途之建築物	50 m	40 m (由 50m 減少)	集合住宅採複層式構造，無出入口之樓層居室為 40m。

3. 非防火構造的加嚴規定

非防火構造或非使用不燃材料所建造之建築物，不論任何用途，所有規定的步行距離（30 m、50 m、70 m）均應減為 30 公尺以下。

(四) 緊急進口之設置規定（第 108 條）

建築物中低樓層設置緊急進口的義務，以及豁免條件和開口規格。

(1) 設置範圍與豁免條件

- A. 設置樓層：建築物在二層以上，第十層以下之各樓層。
- B. 建築物面臨道路或寬度 4 公尺以上之通路；
- C. 各層之外牆每 10 公尺設有窗戶或其他開口者。

(2) 緊急進口開口規格要求

作為緊急進口的窗戶或其他開口，必須滿足以下所有尺寸和條件：

- A. 矩形開口
 - a. 寬度應在 75 公分以上；及高度應在 1.2 公尺以上。
 - b. 開口之下緣應距樓地板 80 公分以下。
- B. 圓形開口
 - a. 直徑 1 公尺以上之圓孔。
 - b. 必須無柵欄或其他阻礙物。

(五) 樓梯及平臺淨寬、梯及尺寸

適用建築物範圍	樓梯寬度 (最小)	級高 (最大)	級深 (最小)
地面層以上每層之居室樓地板面積超過 200 m ² 或地下面積超過 200 m ² 者。	1.20 公尺以上	20 公分以下	24 公分以上
第一、二、三款以外建築物樓梯。(即一般或小型建築物樓梯)	75 公分以上	20 公分以下	21 公分以上

(六) 避難層出入口數量及寬度

直通樓梯在建築物避難層通往屋外的出入口數量、方向和尺寸要求。

1. 出入口數量及方向要求

(1) 符合以下任一條件的建築物，其直通樓梯在避難層的出入口應有兩處以上不同方向的出口：

A. 建築物為六層以上。

B. 建築物使用類組為 A, B, D, E, F, G 類及 H-1 組用途使用的樓地板面積合計超過 500 平方公尺者。

(2) 出口要求：應在避難層之適當位置，開設二處以上不同方向之出入口。

(3) 出口方向

(4) 至少一處 應直接通向道路。

(5) 其他各處可開向寬 1.5 公尺以上之避難通路，通路應接通道路。

(6) 例外情況：若直通樓梯的出入口直接開向道路或避難用通路者，則不受兩處以上出入口的限制。

(7) 避難通路頂蓋要求：通路設有頂蓋者，其淨高不得小於 3 公尺。

2. 出入口尺寸要求

直通樓梯於避難層開向屋外之出入口，應符合以下最小尺寸限制：

(1) 寬度：不得小於 1.2 公尺

(2) 高度：不得小於 1.8 公尺

(七) 直通樓梯避難層屋外出口規定 (第 90 條)

直通樓梯在建築物避難層通往屋外的出入口數量、方向和尺寸要求。

1. 出入口數量及方向要求

(1) 滿足以下任一條件的建築物：

A. 建築物為六層以上。

B. 建築物使用類組為 A, B, D, E, F, G 類及 H-1 組用途使用的樓地板面積合計超過 500 平方公尺者。

(2) 出口數量：應在避難層之適當位置，開設二處以上不同方向之出入口。

(3) 主要出口：至少一處應直接通向道路。

(4) 次要出口：其他各處可開向寬 1.5 公尺以上之避難通路，且通路應接通道路。

(5) 避難通路淨高：通路設有頂蓋者，其淨高不得小於 3 公尺。

(6) 豁免條件：若直通樓梯的出入口直接開向道路或避難用通路者，得免除開設兩處以上出入口的限制。

2. 出入口尺寸要求

直通樓梯於避難層開向屋外之出入口，應符合以下最小尺寸限制：

(1) 寬度：不得小於 1.2 公尺

(2) 高度：不得小於 1.8 公尺

(八) 防空避難設備附建標準規定 (第 141 條第三款)

工廠類建築物在附建防空避難設備時，應遵循的面積計算和配置原則，計算標準有兩種，需符合其中之一：

1. 樓層面積計算，其層數在五層以上者，按建築面積全部附建。

2. 人數面積計算，按目的事業主管機關所核定之投資計畫或設廠計畫書等之設廠人數，每人 0.75 平方公尺計算，整體規劃附建防空避難設備。