

理事長的話



吳忠信 | 國立高雄科技大學 副校長

各位先進、各位長官：

「中華環安衛科技協會」秉持為公眾服務的精神，致力於提供環保、安全、衛生技術與健康管理等資訊與經驗之交流。本期會刊收錄六篇優秀文章，涵蓋環境、安全和健康三個議題，其中環境類為〈環境影響評估中施工期間環境監測的實踐與應用〉和〈土壤汙染改善過程的異味防制策略〉；安全類為〈初探積層製造於設備完整性之實務應用〉和〈論安全關鍵任務與安全關鍵設備性能標準任務的關聯性〉；以及健康類〈台灣安寧療護 30 年有成〉和〈子宮頸癌的預防、診斷與治療〉。內容多元且深具實務價值的研究成果，展現專家學者在環境保護、安全管理及健康促進領域的持續努力與創新。透過本期會刊的發表，我們期望能啟發更多相關領域的專業人士，共同推動環安衛科技的進步與應用，為社會帶來更永續與安全的生活環境。

值此歲末年終，再次感謝各位先進及長官在過去一年對本協會的支持與鼓勵。祝福大家新年快樂，萬事如意！。

Contents 目錄

■ 理事長的話 吳忠信	I
■ 專題報導	
1. 環境影響評估中施工期間環境監測的實踐與應用	1
2. 土壤汙染改善過程的異味防制策略	13
3. 初探積層製造於設備完整性之實務應用	31
4. 論安全關鍵任務與安全關鍵設備性能標準任務的關聯性	40
5. 台灣安寧療護 30 年有成	50
6. 子宮頸癌的預防、診斷與治療	58
■ 會務動態	
中華環安衛科技協會	
第十四屆第四次理監事聯席會－會議紀錄	69

會刊編輯委員會

主任委員 | 吳忠信

會 址 | 高雄市前鎮區一心一路 243 號 4 樓之 1

總 編 輯 | 潘俊仁

聯 絡 處 | 高雄市三民區建工路 415 號

編 輯 | 黃嫻薰

電 話 | 07-3814526 轉 12205

版權所有，未經同意請勿轉載

環境影響評估中施工期間環境監測的實踐與應用 —以道路開發為例

Practice and Application of Environmental Monitoring During Construction in Environmental Impact Assessment: A Case Study of Road Development

胡瑞紋，磐誠工程顧問股份有限公司 副理

林昀潔，磐誠工程顧問股份有限公司 工程師

游寶鳳，磐誠工程顧問股份有限公司 工程師

詹智全，磐誠工程顧問股份有限公司 副總

摘要

隨著全球環境意識的提升，經濟發展與環境保護之間的平衡成為各國政府與企業的重要課題。尤其在各種開發行為中，如何在滿足基礎設施需求的同時，減少對各項環境影響因子之影響已成為必須面對的挑戰。在這樣的背景下，「環境影響評估法」（以下簡稱環評法）實為保障環境能永續發展的重要法規。

我國環評法及相關法規自通過實施以來，已歷經多次修訂和增補，使其更加符合現代經濟與社會的發展需求，同時因應國際對相關環境保護要求，環保法規亦不斷演進，並在個案辦理環境影響評估審議過程中被審查委員充分討論，使開發單位自主檢討，另在辦理環境影響評估過程中，亦會透過模式進行開發行為之影響預測，以作為後續環境影響之認定，而為了確認執行環境保護之成效，後續亦會透過辦理各階段之環境監測作業來追蹤與比對開發行為對環境之影響與變化程度。

本文章旨在探討辦理道路開發過程中，施工行為可能造成之影響衝擊，透過對環境監測的分析，探討如何在實施過程中落實環境保護措施，並透過個案分析，以評定執行環境監測之重要。

【關鍵字】 環境影響評估、環境監測、道路開發計畫、品保品管

一、前言

我國環評法自通過實施以來，已累積逾 30 年的執行經驗，歷年來審查機制讓各界詬病審查期冗長，無法配合當下趨勢，致使錯過經濟發展重要時期。爰此，環境部陸續修訂「環境影響評估施行細則」、「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」（以下簡稱認定標準）及「開發行為環境影響評估作業準則」等相關法規，得以讓環評制度及作業流程更符合時勢。透過客觀的、科學的及綜合調查，預先預防可能影響之程度及範圍，提出環境管理計畫，以最佳方式達成環境保護之目的。有鑑於此，開發前蒐集相關資訊，讓環境保護因子在早期階段納入決策，促使落實事前預防措施，事後減輕衝擊，既能滿足現今需求，同時又不損及後代子孫滿足其本身需求的發展，為環境資源永續盡一份力。

二、道路開發環境影響評估之介紹

道路交通建設關乎國家競爭力與社會民生福祉，促使地區經濟發展、區域路網需求提升並提昇區域產業運輸效能。舉凡道路之興建、延伸、拓寬、橋梁及隧道等工程興建，依據認定標準第 5 條應實施環境影響評估，爰於規劃時應實施第一階段環境影響評估，通過審查並取得目的事業主管機關核發之開發許可，才得進行開發行為，且應依環評法第 17 條規定，依核定之環評書件內容及審查結論切實執行。

另為增加公眾參與，環評審查程序已規定應透過書件上網公開達到資訊揭露，提供民眾或環團參與意見表達，藉由橫向聯繫縱向溝通，規劃更完善方案或促成決策，以達環評之精神。環境影響評估最終目的為確保開發時對環境影響能充分考量或減少衝擊，乃依個案需求擬定預防及減輕開發行為對環境不良影響對策，期能透過事前環境品質現況調查及瞭解，掌握周邊環境特性，確切落實環境保護對策，以下就道路開發辦理環評作業環境保護對策及環境監測執行成果（以下簡稱本道路計畫），分述說明如下。

三、環境監測與環境管理計畫

3.1 環境監測之目的

環境監測的主要目的是持續觀測各項環境因子的變化趨勢，藉此研判開發行為或活動對環境造成的影響及其程度，並作為提出改善或補救措施的依據。當監測數據顯示有超出法規標準或異常偏高時，相關單位可立即改善，透過適時調整施工計畫或作業方式，以減少對環境的負荷與影響。

環境監測計畫之落實，還可透過長期監測成果建立施工與營運期間的環境品質資料庫，提供目的事業主管機關或主管機關辦理環評追蹤、監督或稽查影響程度之判定，並在發生環境糾紛或環保公害時，作為協調仲裁的依據。此外，環境監測計畫透過整合長期數據，提供全面性的環境分析，確保監測結果的準確性和數據品質。隨著施工工期或營運過程中的改變，配合不同的環境監測計畫更能提升環境管理的有效性。

3.2 本道路計畫之環境監測辦理情形

為了瞭解與掌握本道路計畫開發對環境可能造成之影響，於辦理環境影響評估階段，開發單位已根據開發行為特性及開發過程可能造成之衝擊，編列完善之環境監測計畫，包括：

1. 為確實掌握背景基線調查，因此於施工前實施一次物理及化學環境（以下簡稱物化環境）背景調查，以利後續與開發行為作為比對之基礎。
2. 為確實掌握施工過程可能對環境造成之衝擊與影響，因此擇定環境敏感點進行長期物化環境調查作業。
3. 綜合考量施工活動過程，因為基礎開挖、裸露地表、工程等活動，因此針對粒狀污染物（總懸浮微粒）、營建噪音與工區沉砂池上澄液（懸浮固體）加強監測頻度。

由於目前該道路計畫尚在施工過程中，開發單位均確實依據環評書件所載，持續辦理各項環境監測作業，已完成施工前一次及施工期間調查與檢測作業，其中每月的監測數據具有重要指標性，包括能及時提供數據成果、建立定期結果，透過每月的監測資料累積，可以更清楚地觀察季節性變化以及施工階段對環境的長期影響，透過詳盡的環境變化趨勢，讓開發單位能夠掌握各項環

境指標的波動情況，以及提早發現問題，並進行必要的調整或改善，以確保工區各項環境管理措施為持續有效運作。

依據工程進度安排自 109 年第 3 季動工，故於 109 年第 2 季辦理施工前 1 次背景調查作業，另自 109 年 11 月起，開始執行施工期間環境監測作業，截至目前為止，已完成 16 季次監測，並持續辦理中，惟於 110 年 5 月至 111 年 11 月期間配合周邊共用管線遷移，因此本道路計畫工程暫停施工，然為符合環評之承諾，故施工期間之各項監測作業仍持續執行，根據歷次監測成果發現，每月執行監測較能有效探討是否受開發行為之影響，或係受到周遭其他環境因素干擾，故以下就施工期間每月執行之粒狀污染物（總懸浮微粒）、營建噪音以及工區沉砂池上澄液（懸浮固體）的監測結果進行整合與說明。

1. 粒狀污染物（總懸浮微粒）

監測地點為工區周界，監測頻率為每月執行一次，每次 1 小時粒狀污染物（總懸浮微粒）；監測期間自施工日起持續辦理迄今，期間，雖曾因故辦理工程停工（110 年 5 月至 111 年 11 月），然為符合環評承諾之規定，亦是持續辦理環境監測作業，以確保監測數據之長期且連續性調查。以下是監測結果的主要觀察，並就粒狀污染物（總懸浮微粒）歷次監測成果整理如下圖 1。

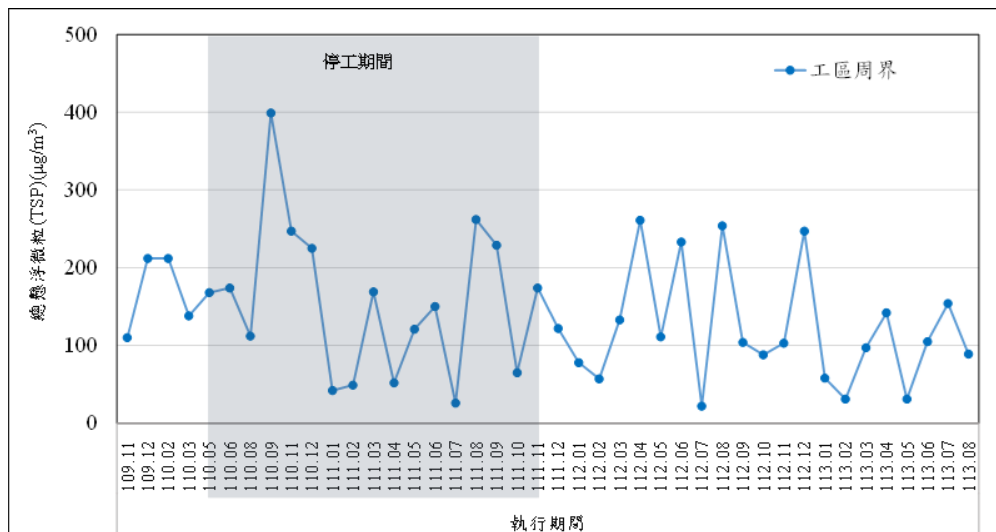


圖 1、本道路計畫工程施工期間粒狀污染物（總懸浮微粒）監測成果

- 停工期間，周邊其他工程活動對總懸浮微粒的濃度產生了顯著影響，甚至出現峰值。
- 恢復施工後，總懸浮微粒有下降趨勢，長期監測顯示濃度大致保持在 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。
- 自 112 年 6 月起，因管幕工程的啟動，總懸浮微粒濃度顯著下降至約 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

從監測結果中可以看出，施工前無總懸浮微粒的背景值參考，但停工期間的高濃度可能與當地氣候和周邊工程有關。施工後期的環境管理措施，包括灑水、裸露地覆蓋和設置洗車台，顯著改善了粒狀污染物問題。

2. 營建噪音

監測地點為工區周界，監測頻率為每月執行一次，每次 2 分鐘；以下就營建噪音（ Leq_{d} ）歷次監測成果整理如圖 2 所示。

- 長期監測顯示，施工期間和停工期間的噪音變化幅度不大。
- 恢復施工後偶有噪音超標，經分析發現主要原因是施工後期的趕工，以及周邊道路交通的影響。
- 自 112 年 6 月起，隨著管幕工程的推進，噪音因地下挖掘等活動而有所上升。

從監測結果中可以看出，停工期間周邊雖然仍有其他工程在施作，但因為距離本道路計畫有一定以上距離，因距離因素，營建噪音明顯有衰減。復工後因趕工而出現較高的噪音量，會持續要求承商調整施工機具或於適當地點增設隔音屏障等措施，以達到有效之控制。

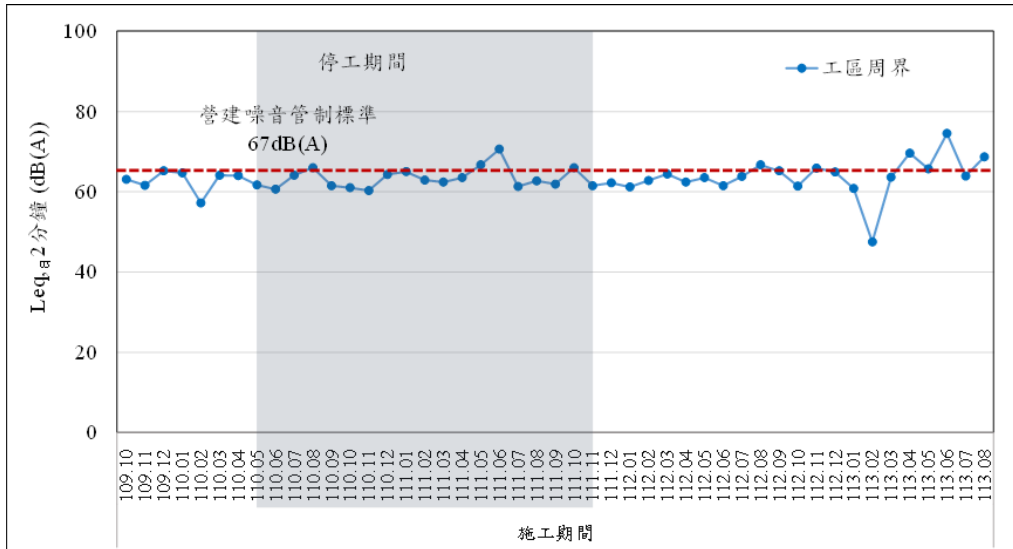


圖 2、本道路計畫工程施工期間營建噪音(Leq,a)監測成果

3. 工區沉砂池上澄液

監測地點為工區沉砂池，監測頻率為每月執行一次；以下就工區沉砂池上澄液（懸浮固體）檢歷次監測成果整理如圖 3 所示。

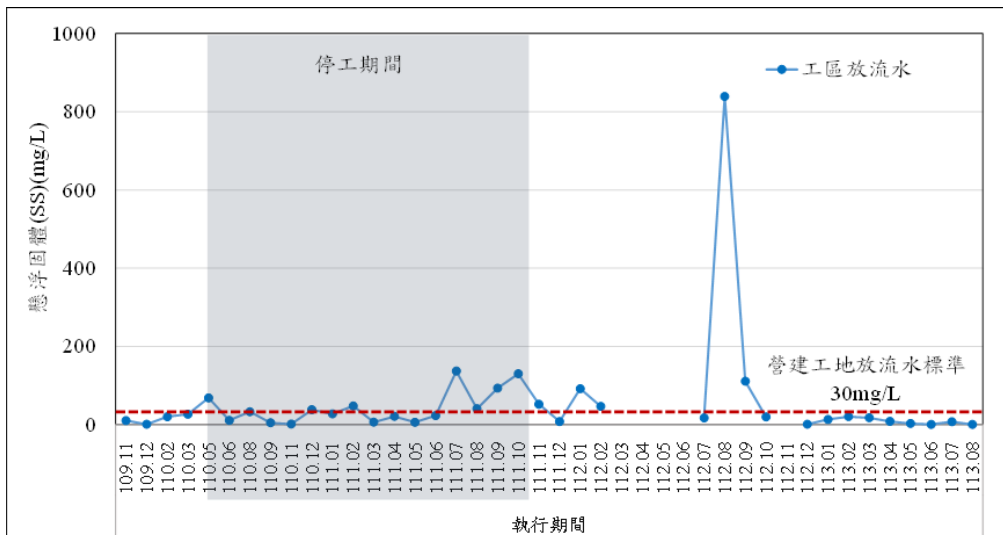


圖 3、本道路計畫工程施工期間工區沉砂池上澄液（懸浮固體）檢測成果

- 長期監測顯示，停工期間沉砂池上澄液中的懸浮固體濃度偶有超標。
- 施工恢復後，出現三次超標情況，其中一次因 CCP 止水樁施作造成，另外兩次則因採樣前降雨導致水質擾動。
- 自 113 年起，隨著工地管理措施逐步到位，監測結果顯示懸浮固體濃度穩定，根據監測數值可知，已遠低於法規標準。

從監測結果中可以看出，停工期間因降雨造成水質波動，且當時工地缺乏維護時，容易導致檢測數據異常。復工後，開發單位加強了沉砂池的清淤與洗車台施作，已可有效降低放流水中的懸浮固體含量。

4. 小節

本計畫依據環評承諾，自施工日開始執行施工期間環境監測作業，期間雖因為鄰近工程共用管線遷移而被迫暫時停工，並且在停工期間面臨既有承包商解約，導致工區未能妥善維護。然而，環境監測工作依然持續進行。復工後，為趕上進度，施工活動加劇，導致監測數據波動加大。開發單位透過加強巡查，及時應對監測數據異常，並立即採取改善措施。整體而言，逐月的環境監測數據顯示施工活動對環境的影響，但通過有效的應對措施，確實能顯著減少這些影響。

3.3 環境管理作為

依據環評法第 18 條規定，開發行為進行中及完成後，主管機關應追蹤和監督環評書件及審查結論的執行情形。為確保本道路計畫符合環評書件的要求，開發單位每月召開工作會議，並辦理現地巡查及會同辦理監測作業等。透過加強巡查密度，及時發現問題並通知承包商改善，以確保施工活動符合環評承諾。

過去一年中，新承包商已逐步落實各項環保對策，每月監測數據顯示環境品質趨於穩定，且大多能符合相關法規之標準。由於本道路計畫位於高速公路下方，施工環境較為複雜，噪音偶爾偏高。當監測數據超標或異常時，立即啟動應變機制，確保數據的準確性，並協助承包商調整施工機具，以減少環境影響。

四、數據品保品管

為達監測數據之準確性與可靠，所辦理之環境監測計畫均委託由環檢所公告核定之檢測機構辦理，另於採樣前，均依據採樣計畫書辦理，已確保每次完成之監測數據都符合品質保證（品保 QA）及品質管理（品管 QC），如下圖 4。

以下就本道路計畫執行期間，有關品保品管作為，及當監測結果發現異常時，辦理方式整理如下：

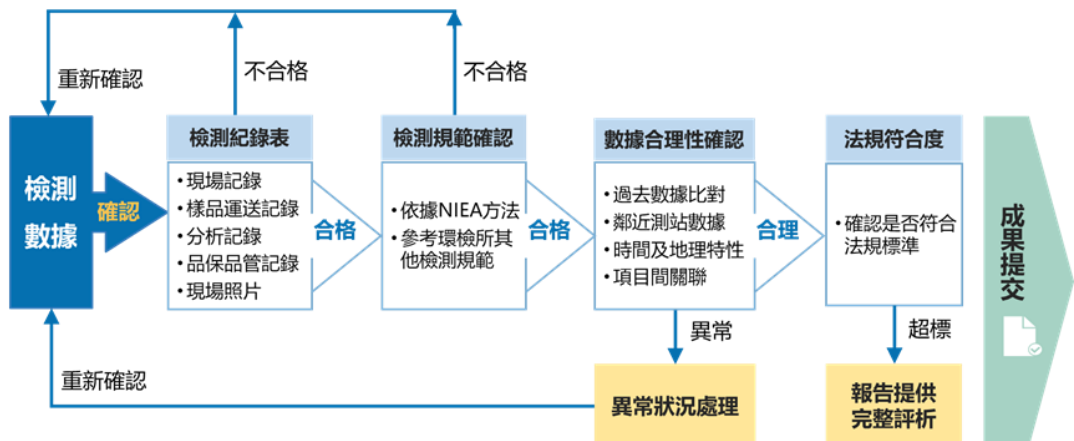


圖 4、實驗室品保品管機制

4.1 實驗室品保品管

實驗室品保包括制定監測計畫和標準操作程序（SOP）、確保儀器校正、人員有定期培訓與採樣與檢測依據 NIEA 方法執行，且定期進行內部或外部管控或稽核，品保的目標為確保監測數據之精確性、代表性及完整性；品管包括多點取樣與重複測試（空白實驗、重複採樣），以驗證數據的穩定性、回歸分析的 R^2 檢查數據的偏差和準確性、監測數據異常判定及定期校驗監測設備，品管之目的為減低人為誤差、增進數據相容、且讓成果更去有說服力。

4.2 數據合理性分析與法規符合度比對

除現場品保品管外，尚有實驗室品保品管及報告品保品管確認為正確數據後，即檢核是否超出適用之法規標準，確認符合法規標準後檢核是否為歷次

(包含本計畫環說書階段調查、評估、施工前與施工期間之監測)新高，兩項檢核標準有任一不合格即認定為異常測值，並清楚說明監測結果異常項目、監測數據、法規值及監測執行日期，整理監測數據基本資料，以利後續異常數據判讀。

4.3 數據異常因應對策

針對異常監測項目先與歷年數據比較，判斷其屬偶發性異常現象(異常高值或低值)或續發性現象(與過去監測結果相似)。若與過去監測結果相近，應確認當時環境影響因子是否相近，若否應重新分析可能造成之原因；若屬偶發性則應分析可能造成之原因，包括查核採樣分析之品保品管程序有無偏差、分析其他開發行為或環境背景造成之可能性、核對異常值紀錄等。透過資料查詢(如近期降雨量、環境部空氣品質監測結果等)掌握採樣時之基本環境背景現況，亦將藉由現場實際記錄、無人航空載具空拍等方式獲取可能污染來源資訊，並利用空間比對及地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)探討關聯性，合理分析測值異常成因。圖5為透過UAV技術，發現本計畫於停工期間施工基地附近遭不肖業者違法棄置廢棄物的範圍及情形，並迅速與機關承辦人員聯繫，協助採取後續措施，同時加強當季的生態調查及分析，以判別周遭生態影響的情況。



遭偷倒廢棄物

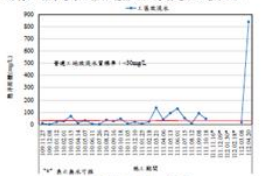



周邊有露天燃燒

圖5、透過UAV掌握施工及裸露情形之案例及照片

當判定為監測異常時立即啟動前述判定工作，並釐清肇因與提供異常通報單予機關，也提出具體改善對策，異常通報單範例如圖6，過去曾有沉砂池

上澄液超標之情形，與背景樣態作比較，並排除實驗室異常，分析與比對可能影響因素，且立即通知承商，切勿將逕流廢水排放至施工區外，可透過增加停留時間與底泥清除，次月經檢測已可符合放流水標準。其他針對不同項目提出保護對策，如當 TSP 出現異常峰值，加強灑水及確認裸露地表均有覆蓋；營建噪音則為請承商調整施工機具數量配置；放流水如有超標情形，則請承商加強清淤，並再次透過次月執行監（檢）測作為重複確認改善之成效。

環境監測異常現象通報單 (112年05月16日)	
計畫名稱	本道路計畫
異常項目	沉砂池上澄液
採樣時間	112.04.20
採樣地點	工區沉砂池
原因分析	<p>112年4月工區沉砂池上澄液監測結果顯示，懸浮固體有未符合營建工地放流水質標準之情形，其餘測項均符合標準；另確認現場採樣及實驗室相關紀錄，皆未發現異常情形。</p> <p>根據歷次懸浮固體監測數據趨勢圖可見(如圖1所示)，本次懸浮固體為歷次新高，經查施工进度表，4月於東側進行 CCP 止水牆施作，初步研判懸浮固體測值偏高及超標，係因該作業導致，將轉知廠商進行加強保護措施並持續追蹤改善狀況。</p>  <p>圖1 歷次懸浮固體監測結果</p>
原因分析	 <p>圖2 施工情形</p>


環境監測異常現象通報單 (112年05月16日)	
	 <p>圖3 清淤前與清淤後對比圖</p>
因應措施	<p>依據歷次監測結果(如圖1)顯示，懸浮固體為歷次新高，初步推估受本月施工影響所致(CCP 止水牆施作)，目前已告知施工廠商沉砂池內之逕流廢水不能排放至工區外，應透過曝曬與靜置沉澱，將池內污泥委外處理，以達營建工地放流水標準及工區相關規範後始可排放，後續將持續追蹤改善狀況。</p>
通報單位	<p>通報單位： _____ 委託監測單位： _____</p>

圖 6、異常通報單

五、結語

藉由長期環境監測以調查環境背景之變化，亦透過監測數值之變化，以掌握工程對環境造成之影響衝擊程度，並密切注意哪些工程行為或那些機具可能對周遭環境造成較大之影響，透過監測數值之呈現，可作為後續工程進度、施工機具組合之調整。

若監測數據有發生異常偏高或超標時，先釐清是否為實驗室造成採樣之誤差，再根據監檢測日當時施工日誌，現場環境樣態之紀錄表，與周邊是否有其可能之固定汙染源、移動汙染源等，同步再蒐集鄰近相關之計畫或環境部、環保局公開之監測資料，透過不同計畫測值相互比對驗證，以釐清可能的影響因

素，並適當排除為工區內影響或周遭背景影響。

在本道路計畫案例中，透過實施每月監測，由監測數據之變化比對施工之進度、機具或周遭環境，排除外部環境因素後，落實改善計畫，並監督承商改善，藉由次月持續監測，以了解改善成果。可見，透過深入瞭解各環境項目長期之變化趨勢，可以研判監測點位受開發影響情形及程度，並滾動式調整管理計畫，提供適切之改善、補救對策或適時調整環境管理計畫，透過確保落實推動環境保護對策，達到環境保護之效。

參考資料

水污染防治法：中華民國 107 年 6 月 13 日總統華總一義字第 10700062361 號令修正發布。

水污染防治法施行細則：中華民國 107 年 12 月 21 日行政院環境保護署環署水字第 1070103726 號令修正發布。

地面水體分類及水質標準：中華民國 106 年 9 月 13 日行政院環境保護署環署水字第 1060071140 號令修正發布。

直轄市、縣（市）各級空氣汙染防制區：中華民國 109 年 12 月 29 日環署空字第 1091207094 號公告修正。

空氣汙染防制法：中華民國 107 年 8 月 1 日總統華總一義字第 10700080891 號令修正發布。

空氣品質標準：中華民國 109 年 9 月 18 日行政院環境保護署環署空字第 1091159220 號令修正發布。

開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準：中華民國 112 年 3 月 22 日行政院環境保護署環署綜字第 1121027705 號令修正發布。

開發行為環境影響評估作業準則：中華民國 110 年 2 月 2 日行政院環境保護署環署綜字第 1101004742 號令修正發布。

噪音管制法：中華民國 110 年 1 月 20 日總統華總一義字第 11000004221 號令修正發布。

噪音管制法施行細則：中華民國 99 年 3 月 11 日行政院環境保護署環署空字第 0990020099 號令修正發布。

噪音管制區劃定作業準則：中華民國 109 年 8 月 5 日行政院環境保護署環署空字第 1090057114A 號令修正發布。

噪音管制標準：中華民國 102 年 8 月 5 日環署空字第 1020065143 號修正發布。

環境部，環評書件系統 <https://eiadoc.moenv.gov.tw/eiaweb/>。

環境影響評估法：中華民國 112 年 5 月 3 日總統華總一義字第 11200036341 號令修正發布。

環境影響評估法施行細則：中華民國 112 年 3 月 22 日行政院環境保護署（今環境部，下同）環署綜字第 1121027889 號令修正發布。

土壤汙染改善過程的異味防制策略 —以臺灣中油高雄煉油廠為例

Odor Prevention Strategies in Soil Pollution Remediation Process– In CPC Kaohsiung Refinery, Taiwan

林淳純，美商傑明工程顧問(股)台灣分公司 協理/博士

黃文宏、魏羽俊，美商傑明工程顧問(股)台灣分公司 工程師

摘要

高雄早期發展工業，除帶動了經濟發展，工業建設也帶來環境隱憂。隨著工廠陸續關閉、拆遷，逐步發現地下環境的土壤及地下水遭受汙染，並依法公告列管汙染場址及監督汙染改善工作。為配合國家政策促進都市發展並提升市民生活環境，高雄市政府於 110 年 5 月與中油公司簽訂行政契約，加速高雄煉油廠（簡稱高煉廠）之土壤及地下水汙染改善工作，期土地能順利於 114 年活化利用。

然因台灣地小人稠，土壤及地下水汙染的列管場址附近皆可能緊鄰住宅區，汙染開挖及改善過程中所產生之異味可能逸散至改善區外，以致容易引發市民諸多抱怨。高煉廠土壤及地下水的汙染物以總石油碳氫化合物（TPH）為主，因其原為石油煉製廠，石油煉製程序中加氫脫硫反應產生之硫醇類（RSH）及硫化氫（H₂S）、加氫脫氮反應產生之氨氣（NH₃），以及樹脂熱裂解產生之醇、酮、氮等皆夾雜於 TPH 汙染物中，皆具逸散特性且往往帶有臭味。伴隨如此大面積（約 176 公頃）汙染土地改善工作展開，開挖或去化過程可能因擾動而造成物質之排放或逸散，若空氣中同時混存多種臭味閾值（odor threshold）之物質，可能因為加成作用使臭味被感知，即使是精密分析儀器亦無法逐一偵測。

因此，本文將說明高煉廠於汙染改善工作期間，從異味熱區、逸散區及場外規劃三道防線與防制措施：(1)如何有效預防異味逸散、(2)如何抑制異味逸散、(3)設立巡守隊即時回報並建立溝通管道。以積極主動作為，提高對異味防制的有效性，並建立與鄰近居民的溝通，提高雙方理解及認知，使廠外居民漸漸沒有陳情抗議，改善工作可順利進行並達到土地活化再利用目標。

【關鍵字】 汙染改善、異味防制、高雄煉油廠、臭味閾值

一、前言

高煉廠成立於民國 35 年，其前身為日治時期所設立之日本帝國海軍第六燃料廠，戰後由國民政府接收並重整修繕，民國 36 年第二蒸餾工場修復、次年第一蒸餾工場修復後，正式提煉原油，民國 57 年第一輕油裂解工場加入營運，主要生產石化基本原料。因後勁反五輕一系列環境保護抗爭運動，第五輕工場仍於民國 79 年強勢正式動工，並承諾 25 年後遷廠，為兌現此承諾，終於民國 104 年正式熄爐關廠走入歷史，經歷約 70 年的運作生產。於前述期間，環境部（原為行政院環境保護署）及高雄市環境保護局（簡稱環保局）逐步針對廠區內、外的土壤及地下水進行汙染調查，發現高煉廠的土壤及地下水已遭受到汙染，並於 93~94 年間公告中油高煉廠全廠區為土壤及地下水汙染整治或控制場址。

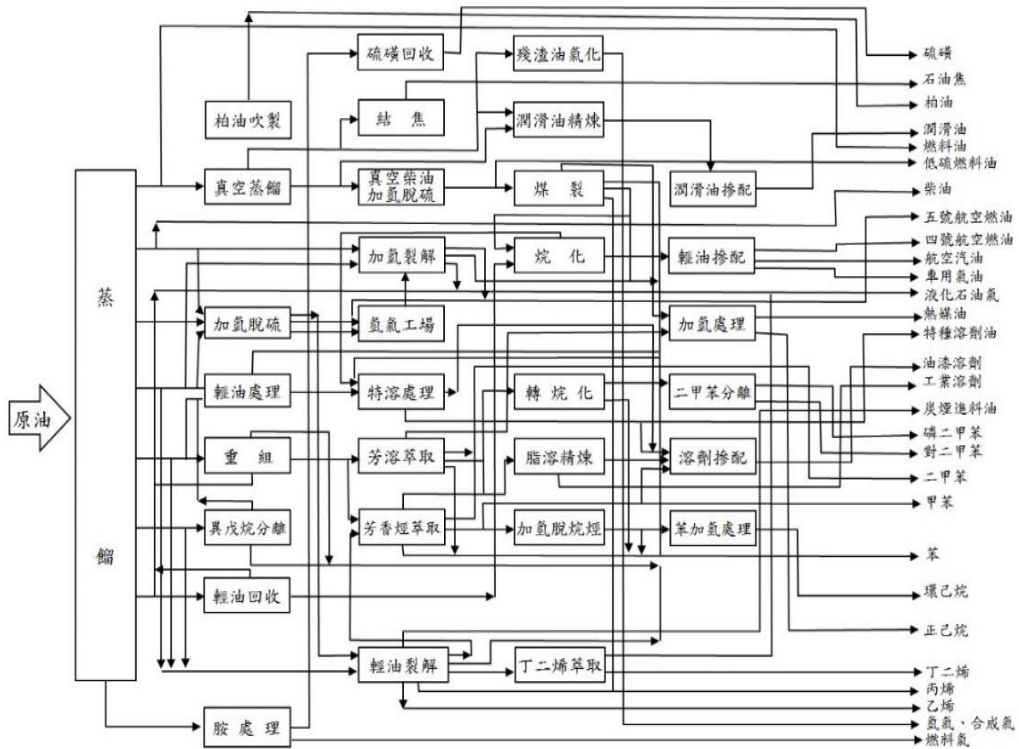
高煉廠於 104 年關廠後進行設備拆除，規劃以現地汙染整治工法為主，預計花費 17 年進行土壤及地下水汙染整治，並於民國 122 年完成汙染整治作業。為配合國家政策促進都市發展並提升市民生活環境，加速臺灣中油高雄煉油廠（簡稱高煉廠）的土壤及地下水汙染改善工作，高雄市政府工務局於 110 年 5 月 13 日與中油公司簽訂「針對高雄煉油廠場區土壤及地下水汙染場址改善工作行政契約書」（簡稱行政契約），依據中油公司提送的「高雄煉油廠工廠區土壤及地下水汙染控制場址控制計畫暨 2 處土壤汙染整治場址整治計畫」（簡稱控制暨整治計畫或整治計畫），辦理「加速高雄煉油廠工廠區（不含第三區）汙染改善工作委託總顧問技術服務」（簡稱總顧問計畫），以期高煉廠能順利於 114 年前分區解除列管，興建重大建設完成都市計畫，並帶動週邊經濟發展，達到汙染土地活化再利用目標。

高煉廠依據標的汙染物特性及期程考量，為使原 17 年之整治期程縮短至 8 年，整治工法由原規劃之現地整治變更為離地整治，採用開挖處理法於現場開挖篩分，並利用熱脫附、土壤清洗、離地生物復育及土壤離場等工法進行汙染改善；其餘無法開挖之區域則採用現地工法執行，以現地化學氧化作為主要改善策略，同時搭配加強式生物復育、界面活性劑沖排、雙相抽除、透水性反應牆等其他工法，於前述過程中，可能因擾動而造成異味物質之排放或逸散。

然因台灣地小人稠，土壤及地下水汙染的列管場址附近皆可能緊鄰住宅區，如高煉廠北側緊鄰的後勁社區約 2 萬多人口，當時在「後勁反五輕運動」，自民國 76 年開始抗爭，直至 104 年煉油廠關廠，歷經 29 年方宣告落幕。有鑑於此，高煉廠的改善過程之開挖或去化等因素擾動而造成物質之排放或逸散，亦可能隨著季風吹向改善區外的後勁社區，影響鄰近居民生活，進而產生民怨，故如何有效防止臭味逸散、降低對鄰近居民的影響，並在期限內完成汙染改善，促進土地活化再利用則為一重要議題。

二、異味物質及排放行為

高煉廠屬於石油化學工業中的上游產業，以原油煉製及輕油裂解為主，其煉製生產流程如圖 1，基本原料包含原油、烯烴及芳香烴等，主要產品及副產物包含硫磺、石油焦、柏油、潤滑油、燃料油、低硫燃料油、柴油、航空燃油、航空汽油、車用汽油、液化石油氣、熱媒油、特種溶劑油、油漆溶劑、工業溶劑、炭煙進料油、磷二甲苯、對二甲苯、二甲苯、甲苯、苯、環己烷、正己烷、丁二烯、丙烯、乙烯、乙炔、氫氣、合成氣及燃料氣等，大多為帶有氣味且具揮發性的物質（方義杉，1996）。此外，石油煉製程序中，加氫脫硫反應產生之硫醇類（RSH）及硫化氫（H₂S）、加氫脫氮反應產生之氨氣（NH₃）以及樹脂熱裂解產生之醇、酮、氨等（劉至中，2012），均是普遍認知中的致臭物質。



資料來源：土壤及地下水汙染控制場址控制計畫（第六次變更）暨 2 處土壤汙染整治場址『高雄市楠梓區油廠段 41 地號等 9 筆地號及後勁段月眉小段 837 地號（油廠段 44 地號）』整治計畫（合併變更）

圖 1、高廠煉製生產流程圖

2.1 異味物質及其危害性

高煉廠主要為輕質非水溶液相液體（Light non-aqueous phase liquid, LNAPL）汙染，其中土壤標的汙染物為總石油碳氫化合物、苯、甲苯、乙苯及二甲苯，地下水則為總石油碳氫化合物、苯、甲苯及萘等。除此之外，石化副產物製程中以吸附液捕抓之硫醇類、硫化氫及氨氣等氣體致臭物質，亦可能以液相型態洩漏而存在於土壤之中，故本案例場址以整治實務中可能或易於依氣味特性判別的異味物質來進行探討。

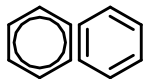
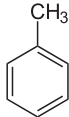
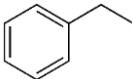
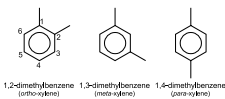
2.1.1 總石油碳氫化合物 (Total Petroleum Hydrocarbon, TPH)

總石油碳氫化合物為一混合物之總稱，主要由碳、氫所構成，為來自原油中所包含上百種化學複合物的集合。原油可被用來製造成各種石油產品 (petroleum products)，原油及其產品中含有許多不同的化學物質，對人體也都有一定程度的危害性，由於總石油碳氫化合物屬混合物 (包含接續探討之 BTEX)，目前並沒有具體的規定或報告，如物質安全資料 (SDS)、毒性資料 (如半致死劑量 LD50)、風險暴露參數等，在實務上若要個別測量每一化學物質及其含量並不實際。依據國家環境毒物研究中心對總石油碳氫化合物重點摘錄，某些總石油碳氫化合物若高劑量存在於空氣中會導致頭痛及暈眩之症狀，某些化合物會影響到中樞神經系統，甚至導致「周邊神經病變」之神經疾病，亦可能會對血液、免疫系統、肺、皮膚及眼睛造成影響。於動物研究中顯示，暴露於總石油碳氫化合物之某些化合物中會對動物的肺、中樞神經、肝及腎造成影響，亦被觀察到會影響動物的生殖及胎兒的發育。

2.1.2 苯、甲苯、乙苯及二甲苯 (合稱 BTEX)

苯 (Benzene)、甲苯 (Toluene)、乙苯 (Ethylbenzene) 及二甲苯 (Xylene) 為單環芳香族碳氫化合物，四者通常以其英文字首合稱為 BTEX，亦可歸類於總石油碳氫化合物之中。BTEX 是原油煉製的石化產品，為普遍使用的有機溶劑，多數油品中亦存在此四種化合物。BTEX 的物理化學性質皆具有高揮發性、低沸點及不易溶於水等特性，如表 1 中所示。可能暴露途徑為食入、吸入、皮膚接觸及眼睛接觸等，對人體造成慢毒性或長期毒性、致突變性、致畸胎性及免疫系統干擾抑制等危害，其中苯已被證實確定具有生物毒性、致癌性及突變性等危害。

表 1、BTEX 特性彙整表

物理化學特性	苯 (Benzene)	甲苯 (Toluene)	乙苯 (Ethylbenzene)	二甲苯 (Xylene)
分子式	C ₆ H ₆	C ₇ H ₈	C ₈ H ₁₀	C ₆ H ₄ (C ₂ H ₅) ₂
結構式				
熔點 (°C)	5.5	-95	-95	- (註 2)
沸點 (°C)	80	110.6	132.6	137~140
密度 (水=1)	0.877	0.86	0.864	0.86
蒸氣壓 (mmHg, 20°C)	75	22	7.1	6~6.5
氣味	芳香味	芳香族的特性味道	芳香味	芳香味
嗅覺閾值	61 ppm (偵測) 97 ppm (覺察)	0.16~37 ppm (偵測) 1.9~69 ppm (覺察)	0.092~0.6 ppm (註 3)	1 ppm (偵測) 40 ppm (覺察)

備註：1.資料來源彙整自勞動部職業安全衛生署安全衛生技術中心 GHS 化學品全球調和制度危害物質危害數據資料查詢系統 (<https://ghs.osha.gov.tw/CHT/intro/search.aspx>)

2.資料來源未顯示。

3.資料來源僅提供單一數值範圍。

2.1.3 硫醇類、硫化氫及氨氣

煉油廠惡臭來源主要來自於石油煉製過程中，原油中少量且結構複雜的含硫、氮、氧的烴類化合物，在高溫、高壓、催化等系列操作條件下，進一步轉化、分解產生大量硫化氫、有機硫、有機胺等異味物質。人體感官對異味物質中的有機硫及硫化氫等有極高的敏感性，因此能在極低濃度或較遠的範圍中感受到臭味（李中光等人，2010）。石化產業常見硫化物異味物質有甲硫醇、乙硫醇及硫化氫，其結構式、異味描述及排放來源彙整如表 2 所示。

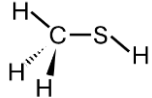
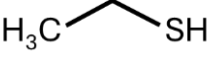
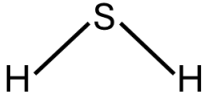
甲硫醇在常溫常壓下為無色易燃氣體，人體暴露途徑為吸入及眼睛接觸，具腐爛甘藍菜氣味。毒性症狀為頭痛、頭昏眼花、噁心、嘔吐、蹣跚、肺部刺

激、痙攣、呼吸衰竭、昏睡、死亡、眼睛刺激等。甲硫醇為易度燃氣體，與空氣可形成爆炸性混合物，遇熱源、明火、氧化劑則有燃燒爆炸的危害。與酸反應會釋放可燃性和毒性氣體。與強氧化劑接觸會起激烈反應，增加火災與爆炸的危險。

乙硫醇在常溫常壓下為無色易燃液體和蒸氣，人體暴露途徑為：皮膚接觸、吸入、食入及眼睛接觸，具刺鼻的蔥或大蒜氣味。毒性症狀為頭痛、噁心、暈眩、嗜睡和精神混亂等。乙硫醇為極易燃氣體或液體，與空氣可形成爆炸性混合物，室溫下很容易引燃。與強氧化劑（如硫酸、硫醯氯、過氧化氫、過錳酸鉀）：會劇烈反應並有火花、爆炸的危險。與次氯酸鈣接觸會起激烈反應。與酸接觸會起激烈反應而釋放可燃性和毒性的硫化氫氣體。與鹼金屬（如鈉、鉀）、鹼（如氫氧化鈉）接觸可能引起激烈反應。

硫化氫在常溫常壓下是一種無色、易燃的酸性氣體，人體暴露途徑為皮膚接觸、吸入、眼睛接觸等，具臭蛋氣味。毒性症狀為刺激感、肺水腫、暈眩、頭痛、支氣管肺炎、消化不良、失去意識、流淚等。高濃度可麻痺嗅覺神經反而產生沒有氣味錯覺。具急性劇毒，吸入少量高濃度劑量可於短時間內致命。與氧化劑（如過氧化物和硝酸鹽）反應可能激烈或具爆炸性。與金屬氧化物（如氧化鎳）接觸會引起氧化且能引燃。

表 2、甲硫醇、乙硫醇及硫化氫特性彙整表

物理化學特性	甲硫醇 (Methyl mercaptan)	乙硫醇 (Ethanethiol)	硫化氫 (Hydrogen sulfide)
分子式	CH ₃ SH	C ₂ H ₅ SH	H ₂ S
結構式			
熔點 (°C)	-123	-144.4	-85.5
沸點 (°C)	5.96	35	-60.7
密度 (水=1)	0.867	0.839	- (註 2)
蒸氣壓 (mmHg, 20°C)	1535.2	442	14063 (註 4)
氣味	腐爛的甘藍菜味	刺鼻的蔥或大蒜味	臭蛋氣味
嗅覺閾值	0.019-0.041 ppm (偵測) 0.001 ppm (覺察)	0.098~0.20 ppb (偵測) (註 3)	0.001~0.13 ppm (偵測) 0.45 (覺察)

- 備註：1.資料來源彙整自勞動部職業安全衛生署安全衛生技術中心 GHS 化學品全球調和制度危害物質危害數據資料查詢系統
(<https://ghs.osha.gov.tw/CHT/intro/search.aspx>)
2.資料來源未顯示。
3.資料來源僅提供單一數值範圍。
4.原始資料為 1875 kPa。

2.2 異味的產生行為

煉油廠運作時，有原油儲存、運輸及煉製過程極易產生揮發性有機物 (volatile organic compounds, VOCs) 的逸散排放，造成作業環境中揮發性有機物的濃度及總量升高現象，除可能導致臭味問題，影響附近大氣的空氣品質外，並且威脅工業安全與個人衛生 (陳委承，2000)。

高煉廠雖然於民國 104 年已停止生產，不再有製程產生可能逸散於大氣中的氣味物質，並逐步拆除廠區內製程工場及油槽，賡續進行土壤及地下水汙染整治。但過往的工安事件，以及製程工場、油槽及管線洩漏等問題，使得原封存於土地之下的汙染物可能隨著現行整治的地下水抽出處理法 (pump and treat)、土壤間隙蒸氣抽除法 (soil vapor extraction)、地下水注氣法 (air sparging)、土壤開挖 (soil excavation)、生物堆法 (biopile)、化學氧化法 (chemical oxidation) 土壤清洗法 (soil washing)、加熱脫附處理 (thermal desorption) 等處理程序 (陳昭義，2007)，因物理性的擾動 (如開挖、生物復育翻堆、土壤清洗的攪拌洗選、地下水的抽出及注氣)、熱作用的揮發 (如熱處理、露天作業的曝曬)，或生物、化學性的分解及降解等反應，造成汙染物中具揮發性物質的排放或逸散。

依我國空氣汙染防制法施行細則第二條第五款所定義「異味汙染物：指具有氣味，足以引起厭惡或其他不良情緒反應之汙染物」，然而異味的感受因個人主觀喜好、認知、忍受度及文化差異而有不同，亦受當下個人情緒而有不同接受度。此外，理論上濃度低於臭味閾值 (odor threshold) 以下人體應無法感受其異味，但同時混合存在多種低於閾值物質的情況，則可能因加成作用而使得異味被感知 (何俊杰，1998)。

三、異味防制作為

為加速高煉廠汙染改善進度故多採離地開挖整治工法，而伴隨大面積（將近 176 公頃）汙染土地改善工作展開，除上述原高煉廠運作特性外，地理位置又緊鄰市民住宅區，使得周遭環境在施工期間將受到極大的挑戰。

3.1 高煉廠位置及鄰近區域

高煉廠位於高雄市楠梓區左楠路 2 號，距高雄市中心約 11 公里，鄰近住宅區主要為西側員工宿舍區、北側後勁社區及高雄捷運站，高煉廠周遭地理環境位置如圖 2。而後勁社區涵蓋金田里、玉屏里、稔田里、錦屏里、瑞屏里、宏榮里及宏毅里等，依據高雄市政府民政局（2024）統計資料，截至 113 年 9 月止，鄰近區域人口約達 21,000 人。

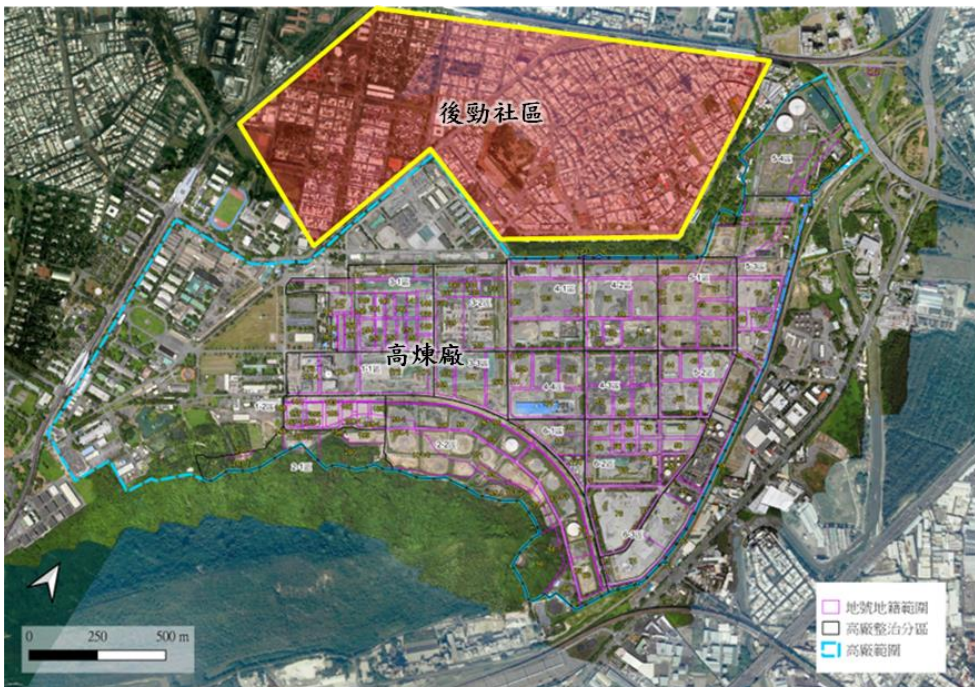


圖 2、高煉廠位置及其鄰近民宅

3.2 異味防制策略

為避免改善期間，因土壤擾動產生之具臭味閾值物質飄散，並盡可能將對市民生活品質造成之影響有效降至最低，監督團隊針對高煉廠內的汙染改善工法及其可能產生異味的行為，同時納入緊鄰廠區的民眾社區，可規劃為三道防線（如圖3）為：(1) 異味熱區，針對高汙染區如紅色標示範圍，包含開挖區、汙染改善區、汙染土壤堆置區等；(2) 異味逸散區，針對中汙染區如黃色標示範圍，包含辦公區、綠帶、高煉廠邊界等；(3) 區外警戒區，包含場外道路及居民住宅區，相關作為分述如後。



圖3、異味防制措施三大區域示意圖

3.2.1 異味熱區

異味熱區即是汙染改善的重點區域，茲依據整治工法分為離地處理及現地處理，以及其所異味防制作為說明如後。

(一) 離地處理工法

離地處理工法因對汙染土壤改善過程的擾動較大，較易使土壤汙染物逸散至空氣中，其所夾帶具臭味物質則可能因此逸散空氣中，並飄散至改善區域外，故對此的異味防制作為最大重點。

1. 土壤開挖 (soil excavation)

高煉廠整治以分區分案進行，並於各整治案正式開挖汙染區之前進行協調會議，協議非必要情況下開挖區切分以小分區開挖方式限縮開挖面積，減少異味物質暴露逸散至大氣中的接觸面。開挖區周界噴灑添加穩定劑或低濃度氧化劑之水霧（僅部分整治分案使用），必要時以移動式霧砲機加強噴灑。非工作時間或非作業區域，以不透水帆布覆蓋開挖坑及汙染土堆，減少直接裸露曝曬，並噴灑化學藥劑，針對上述高汙染區域進行重點式臭味預防措施。

為達到有效預防異味逸散，整治團隊於開挖期間將每天至開挖作業區、汙染土壤堆置區、汙染土壤改善作業區等高汙染區，以手持式光離子式偵測器 (Photo ionization detector, PID) (Driscoll and Clarici, 1976) 進行即時監測。

2. 生物堆法 (biopile)

綜合不同整治廠商使用方式可分為二類：(1)於負壓棚內進行生物復育，棚內氣體抽除經活性碳過濾設備，並監測尾氣揮發性物質濃度；(2)露天生物復育，於復育區周界設置吸氣設備並經活性碳吸附過濾設備吸附異味分子。另外，復育汙染土堆加強噴灑低濃度氧化劑、界面活性劑或化學穩定劑做抑制，非工作時間或非作業區域，以不透水帆布覆蓋。

3. 土壤清洗法 (soil washing) 及加熱脫附處理 (thermal desorption)

於進料區輸送帶加蓋防止 VOCs 逸散，針對進料區備置霧砲機或水霧設備進行噴灑，並加裝抽氣設備與活性碳吸附處理設施。

(二) 現地處理工法

高煉廠使用的現地處理工法，主要為土壤間隙蒸氣抽除法（soil vapor extraction, SVE）、地下水注氣法（air sparging, AS），由 SVE/AS 系統所抽除之油氣，經活性碳吸附槽處理，活性碳維護及更換頻率將參考每日 VOC 檢測結果，視情況更換。

在活性碳吸附槽處理成效評估方面，是參考環保署「揮發性有機物空氣汙染管制及排放標準」第十三條規定，石化製造排放管道排氣採非破壞性物料回收處理方式，以 PID 量測前後端 VOCs 濃度，若尾氣測值大於 200 ppmV 或 RE% < 85% 則更換活性碳。

針對上述異味熱區進行重點式防制措施之現場照片如圖 4 所示。由於高煉廠整治以分區分案進行，會於各整治案正式開挖汙染區之前進行協調會議，協議非必要情況下開挖區切分以小分區開挖方式限縮開挖面積，減少異味物質暴露逸散至大氣中的接觸面。此外，若經主動巡查或被動陳情通報，以上方式仍無法改善高廠周界異味問題，將進行整治作業量能降載，必要時以停工處理。



水霧系統



搭配霧泡機



水車添加抑制臭味化學藥劑



水車噴灑抑制臭味化學藥劑



抽氣負壓棚



開挖坑下風處手持式PID氣體監測



暫置土堆覆蓋不透水帆布



不透水帆布覆蓋開挖坑

圖 4、異味熱區重點式防制措施

3.2.2 異味逸散區

異味逸散區包含辦公區、綠帶、高煉廠邊界，上述預防措施辦理後，雖已大幅度降低異味熱區的臭味逸散，卻仍可能會有臭味往外持續逸散。而臭味持續逸散，將造成空氣中同時混存多種臭味閾值之物質，長時間下可能會因為加成作用使臭味被感知，而引發市民諸多抱怨。

為能主動式監控異味情形，高煉廠於辦公區域、非高汙染區或廠區周界等共設置 10 台微氣候氣體感測器及 10 台空氣品質感測器（如圖 5 所示），可 24 小時連續式監測空氣中的懸浮微粒（PM10、PM2.5）、總揮發性有機化合物（TVOC）、風速及風向等可能影響空氣汙染指標者進行連續監測，並開發應用程式（App）將前述數據整合於資訊平台可隨時監控現況（如圖 6 所示），當測值異常時會警示提醒。若發現異味逸散至廠區周界時，將通報場內施工人員，立即降低造成土壤擾動作業量能（如開挖作業、汙染整治作業等），避免異味持續逸散，始異味持續加成累積，造成民怨。



微氣候氣體感測器



空氣品質感測器

圖 5、廠區周界 24 小時連續式空氣監測設備

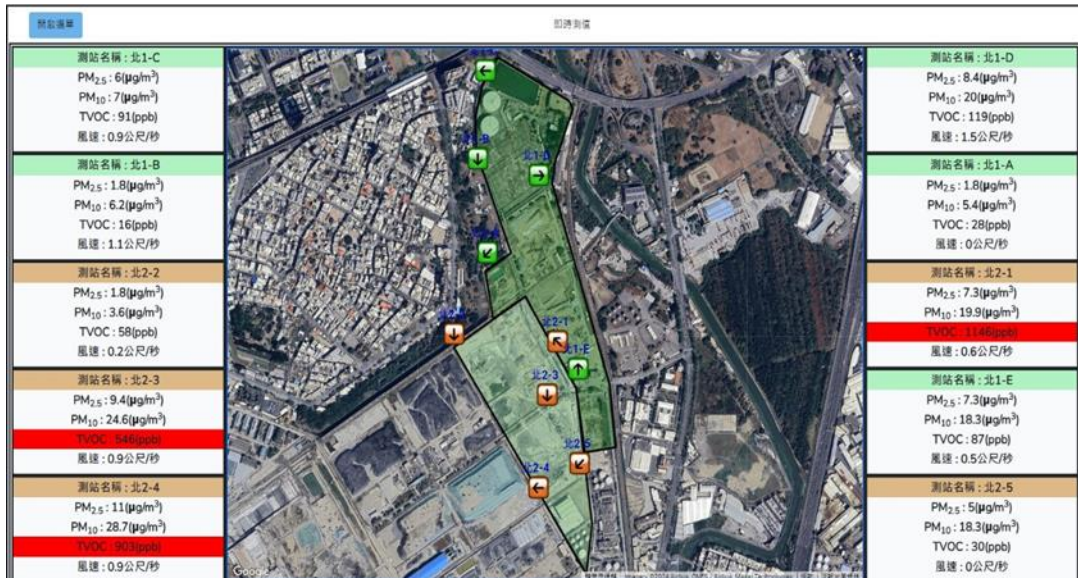


圖 6、廠區周界 24 小時連續式空氣指標監測平台

3.2.3 區外警戒區

區外警戒區包含場外道路及居民住宅區，依據交通部中央氣象署（2024），楠梓區內自動氣象站為「高雄測站（楠梓區德民路 28 號）」，距離高煉廠約 3 公里，參考該測站近年資料（112 年 1 月~113 年 10 月期間），其風速約為 0.8~1.6 m/s，風向則依季節轉變，春季（3~5 月）約 260~290 度，吹西風；夏季（6~8 月）約 140~290 度，吹西南風；秋季（9~11 月）約 270~300 度，吹西北風；冬季（12~隔年 2 月）約 340~350 度，吹東北風。由於高煉廠的範圍很廣，依據上述風向，可能僅春季比較不容易影響鄰近居民，其他季節的風向都很容易影響此區。

由於石化製程產生多種具異味的可揮發性物質，即使現場以精密儀器所偵測總揮發性氣體濃度遠低於法規標準，但事實上附近居民仍有感覺異味導致諸多抱怨及陳情，這也往往是整治團隊或環保機關以儀器偵測結果無法說服民眾的衝突點。為能主動因應異味逸散的課題，整治團隊與周邊里長建立 Line 群組，如有民眾反應異味會立即派員到陳情地點巡查，並與陳情民眾或里長了解現場狀況同時也到施工現場確認異味來源是否為高煉廠整治工區或附近其他工廠，如確認為整治工區將採取應變措施（如降載、灑水、灑藥劑、覆蓋帆布等），並邀請居民一同建立場

外異味防制巡守隊。於高煉廠汙染改善期間，每日上午 8 點至晚間 12 點，針對設立警戒區定點（如圖 7 所示），每小時至少執行一次全站點巡查作業，以人性嗅覺直觀針對警戒區臭味進行巡查偵測。施工期間若發現異味已逸散至區外警戒區，則立即降低汙染改善工作量能，甚或暫時停工，以達立即改善成效；而收工後也持續進行巡視作業直至晚間 12 點，為確保收工後之抑制作業落實，若夜間仍發現異味飄散致影響周邊居民則立即通報整治團隊，將派工作人員進場執行異味抑制改善措施。期以客觀角度與居民溝通，並藉此讓居民瞭解工程單位對異味防制之積極管理作為，減輕市民對高煉廠改善工作期間的擔憂，以加速改善工作進程。

期望透過上述積極作為，在使工程單位加速改善作業的同時也提高異味防治的有效性，並建立與周遭居民溝通基礎，讓居民了解整治團隊針對異味預防及抑制的實際作為，進而提高雙方理解及認知，推動加速高煉廠土壤及地下水改善工作，促進高雄市土地活化再利用。



圖 7、巡守隊異味巡查照片

四、結論

高煉廠緊鄰後勁社區，這是約 2 萬多人的日常生活環境，而高煉廠的改善過程之開挖或去化等因素擾動而造成物質之排放或逸散，亦可能隨著季風吹向改善區外的後勁社區，因此，透過高煉廠汙染改善工作針對異味防制措施所規劃的三道防線：(1)異味熱區-源頭預防異味逸散；(2)異味逸散區-抑制異味逸散；(3)廠外警戒區-巡守隊即時回報並建立溝通管道，以期能事先的分區規劃及異味防治措施來降低對鄰近居民生活的影響。

而執行上有非常多的細節與相互性，包含非必要情況下開挖區切分以小分區開挖方式限縮開挖面積，減少異味物質暴露逸散至大氣中的接觸面，並於開挖區邊界設置水霧噴灑設備，藉由噴灑特定藥劑水霧來達到源頭異味物質之吸附沉降。生物復育盡可能於負壓棚內進行處理，若露天進行則須有主動式異味抽取收集處理設施。此外，汙染土暫置區於作業期間不定時噴灑藥劑以抑制粉塵及異味物質逸散，尚待處理之暫置汙染土則覆蓋帆布減少曝曬造成的加速逸散。每日工作結束時，以帆布覆蓋露天堆置之尚未處理或未處理完成之汙染土，避免異味汙染物直接暴露於大氣中等，都是要監督團隊與整治團隊的相互配合。

由於石化製程產生多種具異味的可揮發性物質，即使現場以精密儀器所偵測總揮發性氣體濃度遠低於法規標準，但事實上附近居民仍有感覺異味導致諸多抱怨及陳情，這也往往是整治團隊或環保機關以儀器偵測結果無法說服民眾的衝突點。有鑒於此，高煉廠設立異味巡守隊，主動巡查周界區域空氣是否飄散異味，進行即時回報，巡查路線更依季節風向及民眾陳情所及範圍滾動式調整，透過整治團隊與周邊里長建立 Line 群組，主動告知異味狀況及處理方式。一旦高煉廠區外有異味情況，整治作業便啟動主動降載機制，包含開挖區停止開挖並覆蓋帆布、降低處理程序量能等作為。

以積極主動作為，幫助工程單位提高異味防制有效性，並建立與周遭居民溝通基礎，提高雙方理解及認知，透過上述三道防線所訂定的各項防治措施，使廠外居民漸漸沒有陳情抗議，使改善工作可順利進行並達到土地活化再利用目標。

參考文獻

Driscoll, J.N. and J.B. Clarici (1976). Ein neuer Photoionisationsdetektor für die Gas-Chromatographie. Chromatographia, Vol 9, 567-570.

中央氣象署：氣候觀測資料查詢服務（2024）。引自：

<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>。讀取日期：2024年10月30日。

方義杉（1996）。來自地心-石油與石化工業3煉爐熬油寓神奇。台北市：中國石油股份有限公司。

何俊杰（1998）。石化工業臭味問題之探討。工業汙染防治，第68期，頁38-48。

李中光、劉新校、侯佳蕙（2010）。淺談煉油廠惡臭汙染防治，環保簡訊，第7期，頁2.1-2.9。

高雄市政府民政局（2024）。人口統計查詢：本市各區里戶口數月統計。取自：

<https://cabu.kcg.gov.tw/Stat/StatRpts/StatRpt1.aspx?yq=112&mq=12&dq=64000040>。讀取日期：2024年10月30日。

陳委承（2000）。煉油廠中揮發性有機物特性之研究。台北市：國立台灣大學環境工程研究所碩士論文。

陳昭義（2007）。石油碳氫化合物土壤及地下水汙染預防與整治技術手冊。台北市：經濟部工業局。

劉至中（2012）。石化工業區空氣中揮發性有機物與含硫異味物質季節變化趨勢及汙染源排放特徵之相關性分析。高雄市：國立中山大學環境工程研究所碩士論文。

初探積層製造於設備完整性之實務應用

Preliminary Exploration of the Practical Application of 3D Print in Equipment Integrity

陸彥儒，國立高雄科技大學/設備可靠度與系統安全技術研發中心 博士

王振華，國立高雄科技大學/環境與安全衛生工程系 教授

聯絡作者: luj725@gmail.com

摘要

運作高危害化學品的產業如石化工業或半導體業是重要的管制對象。其中，設備失效佔據多數，部分狀況是採用錯誤規格的元件所導致的，因此如作業過程中可取得合適的元件，則可結構失效，從而避免事故發生。積層製造是智慧製造中其中一個關鍵技術。本文概要介紹該技術，並說明該技術於設備完整性中有關的品質保證的最終產出，最後列舉積層製造於設備安全的應用情境。

【關鍵字】 智慧工廠、積層製造、設備完整性、品保管理

一、前言

石化和化工業因其高風險特性，一直被視為最具挑戰的製程產業之一。這些產業涉及大量危險化學品的使用和極端條件下的操作，增加了事故發生的可能性和嚴重性 (Sklet, 2006)。多份事故調查報告顯示，這些產業的重大事故 (PSM 事故) 雖然發生概率較低，但後果非常嚴重，影響深遠。例如，Bhopal 災難導致數萬人死亡，超過 50 萬人受到不可逆傷害，經濟損失高達 9 億美元 (Palazzi et al., 2015)；Flixborough 災難造成 28 人死亡，約 24 公頃的植物被摧毀 (Saleh et al., 2014)；BP 德州煉油廠爆炸事件導致 15 人死亡，180 人受傷，經濟損失達數十億美元 (Crawl and Louvar, 1990)。這些事故凸顯了加強製程安全管理的必要性。為了更好地管理 PSM 事故，美國職業安全與健康管理局 (OSHA) 制定了高風險化學品製程安全管理法令 (Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals)。其他國家也相繼推出類似規範，如英國 1999 年頒布的重大事故危害控制條例 (COMAH) 和新加坡 2017 年發布的重大危害設施條例 (MHI)。台灣在修訂職業安全衛生法時，參考了美國 OSHA PSM 法條，制定了製程安全評估定期實施辦法，以加強國內的製程安全管理。這些法令旨在預防和減少 PSM 事故的發生。自 PSM 法條實施以來，事故發生比例有所下降，但仍未能完全滿足社會期望。因此，學者們致力於研究 PSM 事故的關鍵因子，尋求優先管控的項目。Crawl 等人發現，超過一半的事故由設備失效引起 (Crawl and Louvar, 1990)。ASME 的調查結果也顯示了相似的趨勢 (ASME., 2008)。此外，英國職安署及 CCPS 發現，對於老舊工廠而言，事故的主要原因仍是設備失效 (CCPS., 2018; IOGP., 2020)。國際石油天然氣生產商協會 (IOGP) 基於 API RP 754 製程安全績效指標，在 2020 年調查了 2014 至 2020 年的全球 PSM 事故，並根據致災數量對 PSM 事故的關鍵因子進行排序，結果顯示，前十個關鍵因子中有五個與設備完整性有關 (CCPS., 2016)。研究一致表明，有效管理重大危害相關的安全關鍵設備 (Safety Critical Element, SCE)，並確保其功能正常運作，將顯著降低 PSM 事故的發生率。過去，我國曾多次發生過，工務工程師因使用規格不恰當的備品，而造成 PSM 事故的案例。因此，即時提供合規的備品，不僅可降低事故發生，同時也可確保製程的永續營運。

隨著各種智慧技術的快速發展，以及許多成功應用智慧技術於製程設備安全管理的案例，企業導入先進技術來協助製程設備安全管理已成為趨勢。先進的智慧化技術在化工製程安全中的應用具有多方面的優勢（陸彥儒、王振華，2024）：提升設備可靠度，從而提高製程的綜合稼動率；提升維修人員的作業品質與效率；使備品規劃更為準確，以減少資金積壓。

根據國際標準組織（ISO）於 2021 年提出的智慧工廠白皮書，智慧製造技術範圍，其中列出需考慮的技術，如下圖 1。其中，積層製造技術在強化設備完整性方面具有獨特的優勢，不僅可快速生成製程所需的元件，同時也可用於設備修復，從而延長設備壽命，及提升設備可靠性。本文將詳細探討積層製造技術在製程設備安全管理中的應用，並說明其如何強化設備完整性制度。

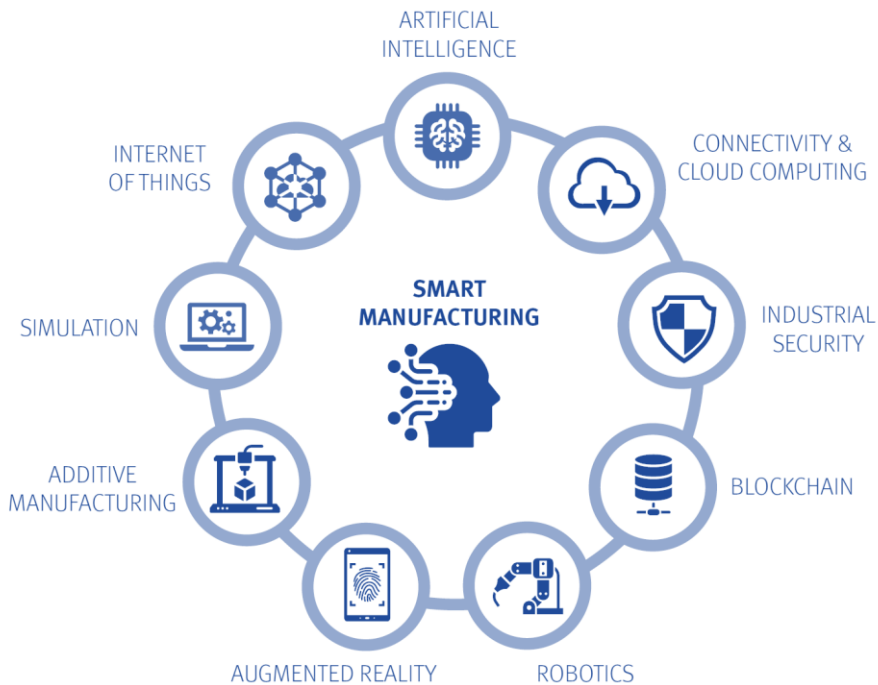


圖 1、智慧工廠基礎技術需求圖（陸彥儒、王振華，2024）

二、積層製造（Additive Manufacturing）技術簡介

積層製造技術，又稱為 3D 列印（3D Print），是一種革命性的製造技術，它通過逐層添加材料的方式來建造三維物體。這種技術自 1980 年代末期開始

發展，並迅速成為現代製造業中的關鍵技術。積層製造技術的核心在於其能夠直接從數位模型文件製造出實體物品，顯著縮短設計到生產的時間，降低製造成本，並提高設計的靈活性。設計師和工程師能夠實驗複雜設計，並在無需建造昂貴模具的情況下生產定制化產品。此技術在航空、汽車、醫療、建築及消費品等諸多行業中展現了廣泛的應用價值，證明了其適用性。

隨著技術的進步和材料的創新，積層製造已經從使用塑料和金屬材料的基本應用，擴展到使用複合材料、陶瓷甚至生物材料。這不僅推動了新材料的開發，也使得客製化應用成為可能。

2.1 元件製造技術概述

在現代製造業中，對於生產元件的材料形狀進行改變是一個關鍵的過程，這可通過三種基本製造方法實現，分別是：等材製造成形 (Formative Shaping)、減材製造成形 (Subtractive Shaping)，及積層製造成形 (Additive Shaping)。每種方法都有其獨特的應用和技術。這些方法可以單獨使用或組合使用，以適應不同生產需求和設計規範。以下概述說明三方法之製造原理。

1. 等材製造成形 (Formative Manufacturing, FM)：等材製造成形是通過對原材料施加壓力來獲得所需形狀的過程。這包括一系列的工藝如鍛造、彎曲、鑄造、注塑、粉末冶金以及在陶瓷加工中使用的坯體壓縮。這些技術主要是透過改變材料的物理狀態來形成所需的部件形狀。
2. 減材製造成形 (Subtractive Manufacturing, SM)：減材製造成形涉及通過選擇性移除材料來獲得所需形狀。常見的技術包括銑削、車削、鑽削和電火花加工等。這些過程通常需要較高的精密度和控制，特別適用於硬質材料或需要極高精度的製造應用。
3. 積層製造成形 (Additive Manufacturing, AM)：積層製造，又稱為 3D 列印，是通過逐層堆積材料來建構物體的過程。這種方法從底層開始，按照數位設計模型精確添加材料，直至形成完整的部件。積層製造的優勢在於其能夠生產形狀複雜、重量輕、結構優化的零件，而這

些零件通常難以或無法通過傳統製造方法實現。此技術已廣泛應用於航空航天、醫療、汽車等行業，因其能夠提供極大的設計自由度並縮短產品開發周期。

2.2 應用積層製造於化工廠元件生產之品保

設備完整性管理制度強調設備及其元件於生命週期中，功能皆俱足。此項目包含了設備中所使用的元件強度，尺寸等。有鑑於積層製造技術的成熟，國際上已有將其技術實際應用於廠內的通用元件的製造，惟這些製造過程中須注意相關的品質保證程序，才可避免延伸性的潛在疑慮。美國石油協會針對應用積層製造來建置化工廠所需元件，頒布一標準，編號為 API STD 20S (2021)。該標準中清楚說明積層製造商應達成的品保管理制度。該標準製造中應載明資訊，至少應包含：積層製造商要求、材料要求、積層製造列印設備要求、首件產品、生產控制、成形後之零件品質控制要求、應提供給買方之相關紀錄檔，以下針對前述項目分開說明：

1. 積層製造商要求，應審查：適用的管理設計、建造規範、材料規範、驗收標準、程序認證、人員資格、製造設備的精度、外包服務、檢驗和測試要求，包括協力廠商驗證、標識和可追溯性；後處理準則。
2. 材料要求應載明：合金和／或等級名稱、化學成分、細微性分佈、密度、流動特性、粉末製造方法、儲存和搬運要求、認證。
3. 積層製造列印設備應詳述：積層製造商的工廠名稱和地址、列印設備製造商及型號、列印設備序號、軟件和硬體版本號、操作員資格證編號、建造合格測試記錄（其中包括取自較大規模測試建造試樣位置的幾何形狀、照片或圖表記錄、重要變數值，及測試結果）、特定加工之延伸資料。
4. 首件產品指第一次使用該機具所生產的物件。該資訊應包含：製造商應提供首件產品之數位文件（幾何形狀：元件 CAD 文件〔如 STL, AMF, 3MF, STEP, IGES〕）。
5. 元件建造文件、所有控制切片或製造準備之軟體文件、建造檔中未包

含的所有 3D 列印設備設置和說明、所使用的軟體、製造時的加熱和冷卻方案、首件產品之品質控制要求、材料試驗要求。

6. 應用機具於生產的品質控制，應說明：操作手冊、積層製造中斷要求程序、後處理程序。
7. 成形後之零件品質控制要求，應詳述：抽樣原則、不合格品控制原則。
8. 應提供給買方之相關紀錄文件，應包含：列印位置（場地、房間、建築）、生產／批號、積層製造設備型號、積層製造之軟硬體版本、原料記錄、首件產品之數位化資料、粘合劑噴射方法、後處理方案、試驗記錄、合格證書、所有修理或退件的記錄。

三、應用積層製造於設備完整性之實務應用

在設備完整性方面，積層製造技術應用情境，包含但不限於以下所列：

1. 快速原型製造：積層製造技術可以快速生產出設備原型，幫助工程師在早期階段進行風險評估和測試，及時識別潛在問題。例如，將其應用於設備或管線於廠內實體位置配置，以確保不至發生干涉現象。或是應用於防爆電氣之初步器具開發。
2. 精確生產與高可靠性：積層製造技術能夠精確生產高複雜度和高精度的零件，確保設備在高壓、高溫 and 腐蝕性環境中仍能穩定運行。這有助於提高化工設備的可靠性和耐用性，從而增強整體製程安全性。
3. 減少庫存與成本：傳統製造方法通常需要大量庫存以應對維修需求，而積層製造技術可以根據需要即時生產零件，減少庫存壓力，降低存儲和物流成本。
4. 快速緊急維修：在設備失效或緊急情況下，積層製造技術能夠快速生產所需的備件，顯著減少設備停機時間，從而降低生產中斷的風險。這對於化工產業尤為重要，因為長時間的停機可能導致重大經濟損失和安全隱患。目前該應用已有國際石油公司將其應用於夾具止漏，如下圖 2 所示（API STD 20S, 2021）。

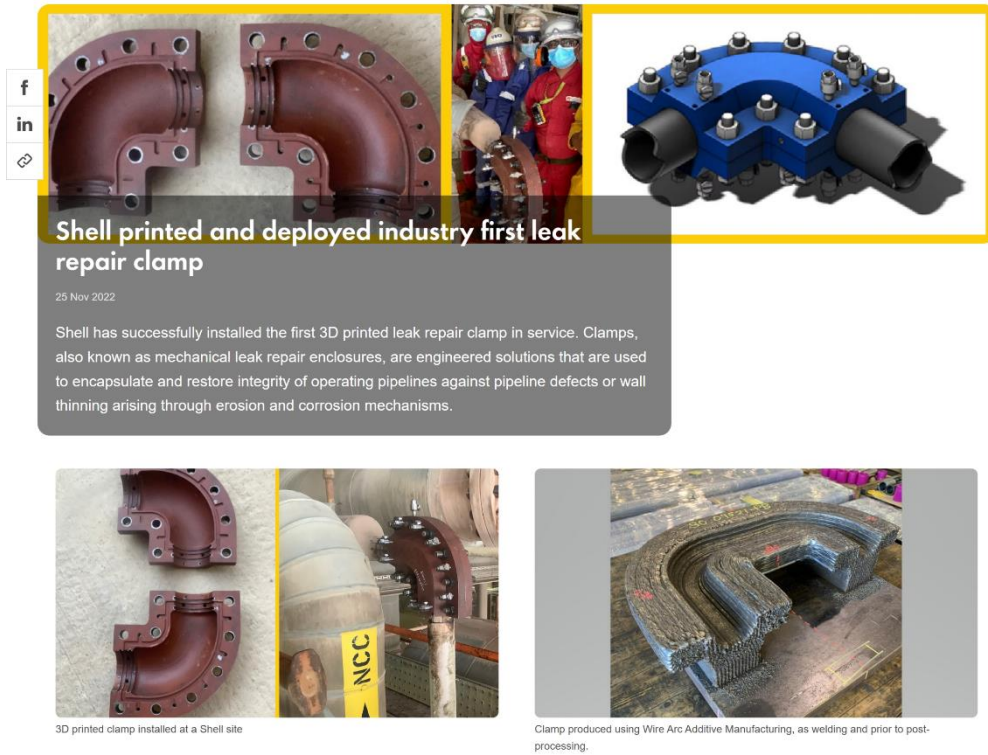
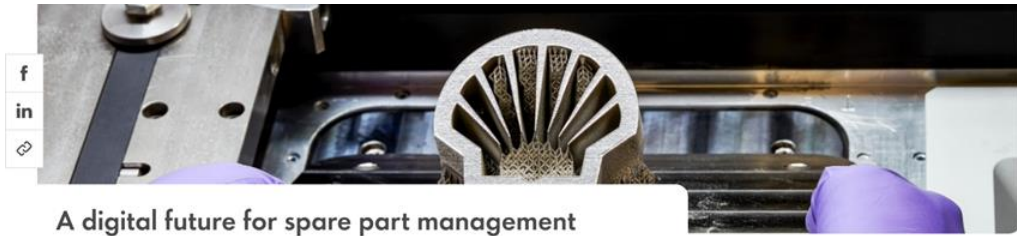


圖 2、殼牌公司應用積層製造於夾具製作

5. 設計靈活性與創新：積層製造技術使工程師能夠自由探索和試驗創新設計，開發出更高效和更安全的設備元件。
6. 材料多樣性：積層製造技術的材料選擇範圍廣泛，包括塑料、金屬、複合材料和陶瓷，甚至生物材料，能夠滿足化工設備在不同操作環境中的特殊需求。例如，在高腐蝕環境中，可以選用耐腐蝕的特殊材料進行生產，從而延長設備的使用壽命並提高安全性。
7. 減少設備停機時間：通過積層製造技術，企業可以在短時間內生產出所需的維修零件，從而大幅減少設備停機時間，提高生產效率。目前該應用已有國際石油公司將其應用於通用可維修元件製造，如下圖 3 所示（Shell company, 2021）。



A digital future for spare part management

3D printing can optimise Shell's repair and replacement strategies and enable a digital warehouse approach to spare part management.

By Nick van Keulen, Supply Chain Digitalisation Manager and Angeline Goh, 3D Printing Technology Manager on Jun 21, 2021

The process of **three-dimensional (3D) printing**, also known as additive manufacturing, involves creating metal or polymer objects from digital computer models. Shell believes the technology can reduce the costs, delivery time and the carbon footprint of spare parts. We are collaborating with industry leaders to push the innovation of 3D printing for the energy sector.

Shell's in-house 3D printing capability started in 2011 with a metal laser-printing machine to fabricate unique testing equipment for laboratory experiments at the Shell Technology Centre Amsterdam (STCA). Today, Shell has about 15 polymer, ceramic, and metal printers located at its technology centres in Amsterdam and Bangalore.

圖 3、殼牌公司應用積層製造於通用可維修元件製作

四、結論

本研究探討了積層製造技術在石化及化工產業中強化設備完整性管理的應用。積層製造技術，又稱 3D 列印，因其能夠快速生產高性能備件和進行設備修復，在提升設備可靠性和減少停機時間方面展現出顯著優勢。本文詳細介紹積層製造技術，及其在設備完整性中應考量的品保項目及具體應用。企業若能充分利用這些新興技術，將有助於顯著降低 PSM 事故的發生率，提高生產運行的安全性和效率。

參考文獻

API STD 20S (2021). Additively Manufactured Metallic Components for Use in the Petroleum and Natural Gas Industries.

ASME. (2008). ASME PCC-3-2007: Inspection Planning Using Risk-Based Methods. Printed in U.S.A.

CCPS. (2016). Guidelines for Asset Integrity Management. Wiley-AIChE.

- CCPS. (2018). *Dealing with Aging Process Facilities and Infrastructure*. Wiley-AIChE.
- Crawl, D. A. and J. F. Louvar (1990). *Chemical Process Safety: Fundamentals with Application*. New Jersey: Prentice 5.20: 1
- IOGP. (2020). IOGP Safety performance indicators - Process safety events - 2020 data.
- Johnsson, C. (Ed.) (2021, Aug). *Whitepaper on Smart Manufacturing*. ISO Press.
- Palazzi, E., F. Currò, & B. Fabiano (2015). A critical approach to safety equipment and emergency time evaluation based on actual information from the Bhopal gas tragedy. *Process safety and environmental protection*, 97, 37-48.
- Saleh, J. H., R. A. Haga, F. M. Favarò & E. Bakolas (2014). Texas City refinery accident: Case study in breakdown of defense-in-depth and violation of the safety–diagnosability principle in design. *Engineering Failure Analysis*, 36, 121-133.
- Shell company (2021). A digital future for spare part management.
- Shell company (2022). Shell printed and deployed industry first leak repair clamp.
- Sklet, S. (2006). Safety barriers: Definition, classification, and performance. *Journal of loss prevention in the process industries*, 19(5), 494-506.
- 陸彥儒、王振華（2024）。談 ISO 42001 於石化工業製程設備安全之應用。工業安全衛生，417 期，頁 43-56。

論安全關鍵任務與安全關鍵設備性能標準任務的關聯性

Exploring the Relationship Between Safety-Critical Tasks and Safety-Critical Equipment Performance Standard Tasks

陸彥儒，國立高雄科技大學/設備可靠度與系統安全技術研發中心 博士

王振華，國立高雄科技大學/環境與安全衛生工程系 教授

聯絡作者: cwang@nkust.edu.tw

摘要

重大事故危害 (Major Accident Hazard, MAH) 的控制本質圍繞於源頭控制，即是針對危害進行控制。MAH 的管理不僅領結分析 (bowtie analysis)、安全關鍵元素 (Safety Critical Element, SCE)，和以屏障 (Barrier) 為基準的績效指標。還包含：細部展開的性能標準 (Performance Standard, PS) 及對應的安全關鍵任務 (Safety Critical Task, SCT)。本文主要目的是討論設備方面的安全關鍵任務、性能指標，及兩者的關聯性。

【關鍵字】領結分析 (bowtie analysis)、安全關鍵元素 (Safety Critical Element, SCE)、安全關鍵任務 (Safety Critical Task, SCT)、性能標準 (Performance Standard, PS)、重大事故危害 (Major Accident Hazard, MAH)

一、前言

重大事故危害 (Major Accident Hazard, MAH) 的管理，決定石化與化工企業可否永續營運的關鍵之一 (CCPS., 2006)。MAH 的控制本質圍繞於源頭控制，即是針對危害進行控制。在過去各類重大事故發生後，美國職業安全與健康管理局 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) 意識到 MAH 必須妥善管制，故而頒布高危害性化學物質製程安全管理 (Process safety management of highly hazardous chemicals) (29 CFR 1910.119) (以下簡稱為 PSM)。各國也紛紛頒布類似的法規。時至今日，世界上的 MAH 事故發生率確實有下降，但仍無法達到社會民眾的期望。原因有三：

1. PSM 是性能式法規，沒有明確的脈絡原則可進行 (張承明，2017)。
2. MAH 發生機率極低但後果極為顯著 (張承明，2022)。但正因為過往可能都沒發生過，因此隨著時間管理力道會逐漸降低，從而使廠內的偏差常態化 (normalization of deviance)。
3. 危害較為抽象不易於廠內管理。

上述原因顯示，現今的 PSM 仍有強化的空間。對於 MAH 的管理重點，從過去發生 MAH 的肇因顯示，超過一半是因為設備失效所致 (Crawl and Louvar, 1990)。時至今日，發生 MAH 的關鍵因子，前五名因子中有五個與設備完整性制度相關 (IOGP., 2020)。因此，其實 MAH 管理率先從設備作切入點，能夠有效降低 MAH 的風險 (陸彥儒，2016)。

歐洲以此為基礎，於 2015 年頒布的重大意外事故危害控制法案 (Control of major accident hazards regulations, COMAH)，要求對 MAH 的控管必須以屏障管理為導向。而各主要工業國家也頒布了相關的法案。如此的轉變，使廠內對 MAH 的管理焦點，從危害與管理制度的防範，轉到具體的各類屏障 (Barrier)，及安全關鍵元素 (Safety Critical Element, SCE)。但歐盟的 COMAH 法規不僅止於此，因為這樣仍無法完全防範 MAH 的發生。故要針對 SCE 及屏障的性能建立標準 (即性能標準 [Performance Standard, PS])，並執行相應的任務，更要建立以屏障為基準的績效指標，從而防範 MAH 事故的發生 (此

指的防範 MAH 事故，是指阻擋事故演進程序)。下圖 1 為英國能源協會(Energy Institute, EI) 安全關鍵元素之管理循環圖，當中便清楚指出前述項目於 PDCA 中的定位。

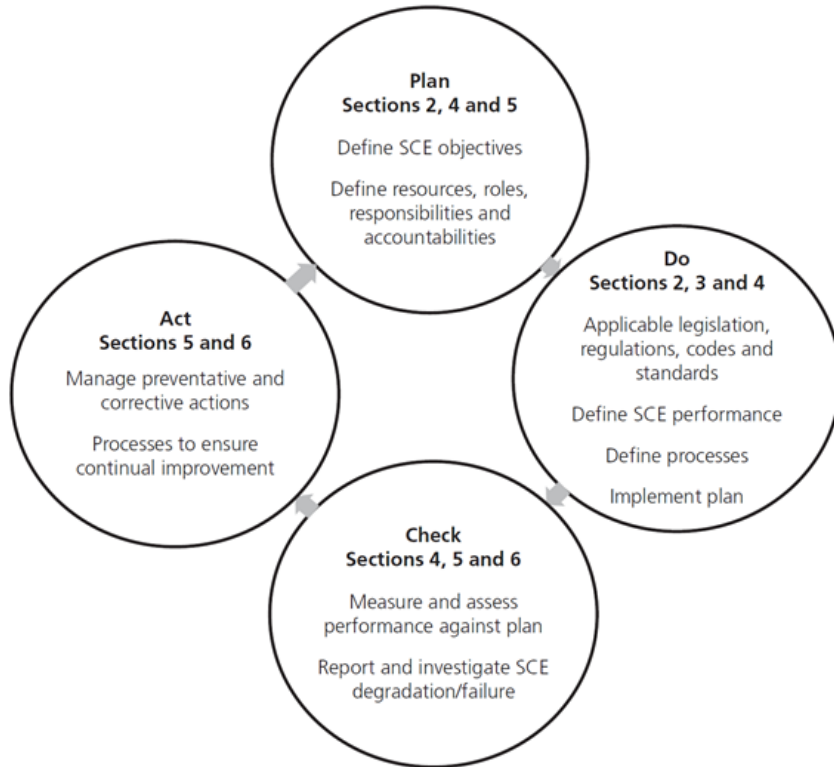


圖 1、安全關鍵設備之 PDCA 管理循環圖 (Energy institute, 2020a)

從上述可知，重大事故管理始於 MAH 與 SCE 的完整鑑別，之後則是建立基於屏障的績效指標。這些前述工作完成後，看似是終點，但其實是廠內對於 MAH 管理工作的起點，尤其在建立與維持設備完整性管理制度。

舉例來說：被判為 SCE 的設備，會根據設備所在的製程定位與設備類型的不同，每種設備性能與任務會有顯著差異。製程設備可大致區分成四類，分別為：固定設備、轉動設備、電氣設備，以及儀器設備 (DNV GL, 2015)。以固定設備來說，又可區分不同型式：壓力容器、管線、儲槽、熱交換器、反應器。而會影響前述設備功能的因子主要為腐蝕劣化 (Corrosion degradation)。更甚是設備所在製程而有所差異，於此便會影響設備的檢查測試計畫。這代表

的是，儘管是相同幾何結構的設備，因腐蝕劣化機制不同，檢查測試計畫可能有顯著差異。遑論當設備處於老化狀態時，檢查測試計畫需增加的工作項目，以及設備汰換時須執行的任務內容。

這其實凸顯在 MAH 管理中的設備完整性，仍有強化的空間，詳如下列：

1. 目前 MAH 管理，仍是強調製程危害的控制，而且尤其強調操作危害的控制。反而現場設備的危害控制（Site hazard control）未被談及，更不用說設備的性能維持。
2. 有關如何從 SCE 與屏障展開各類用以維持其功能完整的原則，在目前的 Recognized and Generally Accepted Good Engineering Practice（RAGAGEP）中仍是語焉不詳。
3. 對於安全關鍵任務及性能標準的描述，散佈於各類 RAGAGEP 中，不易於翻找及了解。這類的工作實務，也可能保存於企業資深同仁的經驗與記憶中，但也未有明確的書面記載。
4. 當前針對危害與屏障所制訂的管理策略，多數是以符合 PSM 精神，而非滿足 MAH 和屏障管理的規範。因此對於維持設備功能的相關任務描述，並不明確。
5. 某些企業在對 SCE 及屏障制定的安全關鍵任務時，會下意識地假設設備狀態是健全的，而操作於正常條件下。因此當設備處於老化狀態時，任務便無法反映實際狀況（陸彥儒、王振華，2022）。然而，台灣多數的石化及化工廠已運轉超過 25 年，多已進入老舊狀態，設備的狀態不如新設備強韌。不僅如此，許多設備的資料已遺失。因此制定性能標準與安全關鍵任務時，可能部份資料會無法找到對應之廠內文件。
6. 廠內人員之交替，可能會使得某些重要資訊的遺失，若未於先前制定相關資訊，則於日後所制定的內容，僅會依循同仁經驗而逐漸縮減（CCPS., 2022）。
7. 變更實施後，不確實的完成資料更新，造成所參照的性能標準無法代

表當前設備狀況，而所制定的安全關鍵任務便無法真正維持設備的性能（Energy institute, 2020a）。

8. 從過去 PSM 到現在 MAH 管理，這些法規的要求會讓廠內同仁下意識地認為，MAH 的管理應是化工背景的人。但從各類重大事故報告指出，超過一半來自設備失效所致。機械背景的人才也是不可或缺的。製程與機械背景的人才應共同管理 MAH。

本文主要目的是討論設備方面的安全關鍵任務、性能指標，及兩者的關聯性。有關安全關鍵任務及性能標準的制定，根據設備生命週期不同，內容會有所差異。

二、安全關鍵任務

根據英國能源協會（Energy institute），定義安全關鍵任務（Safety Critical Task, SCT）為 “An SCT is a task where human factors could cause, or contribute to, a major accident, or fail to reduce the effect of one, including during: operational tasks; prevention and detection; control and mitigation, and emergency response.”

（Energy institute, 2020b）。本文翻譯為「此任務會直接導致、間接促成 MAH，或此任務可減少 MAH 之後果程度」。

SCT 並非要求執行新的工作，而是重新對既有用以維持安全設備功能的任務重新檢討，並將這類任務組織以及正面表列，以使任務都能得以進行。為在經濟成本最低下制定有效降低風險的任務，需透過詳細的定量風險評估。目前尚未有一套泛用的分析技術可對不同類型的設備進行詳細的分析，這是因為結構及其功能的不同，還有造成設備退化的因素也有顯著差異，因此無法一概觀之。面對不同的設備類型，須採用不同的分析技術。對於固定設備會採用風險基準檢查技術（Risk Based Inspection, RBI）來制定檢查計畫，如有發現缺陷或有異常狀況時，則使用適用性評估（Fitness for Service, FFS）分析結構的殘餘強度（Residual Strength）與剩餘壽命（Remaining Life）。對於關鍵的轉動設備、電氣設備，則會採用失效模式關鍵性與效應分析（Failure Mode, Effects and Criticality Analysis, FMECA）。至於關鍵的儀器設備（如：安全儀表系統

〔 Safety Instrument System, SIS 〕) ，則會依循 IEC 61508/IEC 61511 檢討檢查計畫。

設備功能的健全不僅於主要結構健全，而是所有元件都要處於健全狀態 (CCPS., 2019)。以固定設備中的壓力容器為例，當其被列為第一種壓力容器時，送審的延替報告書中須包含評估設備的適用性評估及剩餘壽命評估 (勞動部，2018)。但評估時可能僅以腐蝕條件分析上下端版及胴體之剩餘壽命，於此便無法得知其他元件的剩餘壽命是否尚足。尤其當面對高溫潛變的設備時，工務同仁更可能會假設設備於設計下已通過潛變破壞評估，設備無潛變破壞的可能 (實際上沒有潛變沒有被評估) 等認知 (陸彥儒、王振華，2023a)。未評估便不會得知風險，便會潛在增加 MAH 發生的風險。

有關安全關鍵任務的制定原則，本文不疊床架屋地說明，請讀者參考 (陸彥儒、王振華，2023b；2023c)。

三、性能標準

性能標準是用以表徵設備功能是否具足的指標。根據 ISO TR 12489 指出，性能標準為 “Measureable statement, expressed in qualitative or quantitative terms, of the performance required of a system, item of equipment, person or procedure, and that is relied upon as a basis for managing a hazard” (ISO., 2013)。本文翻譯為「以定性或定量方式指出系統、設備 (及其元件)、人員，或作業程序，所需性能的可測量陳述，並作為管理危害的基礎」。性能標準應是明確的，為每個硬體屏障的關鍵方面指定最低的預期標準。而此性能標準應建立採購、竣工及測試等期間，用以驗證性能標準的準則 (CCPS., 2019；Dhar, 2011)。

各別性能標準至少應涵蓋以下內容 (Energy institute, 2020b；WA DMIRS, 2020；Marty et al., 2010；Cortina et al., 2014)：

1. 功能 (Functionality) 範疇之說明
2. 屏障為發揮其作用而應滿足的具體標準 (Criteria) 或準則
3. 屏障所需的可用度 (Availability) 或可靠度 (Reliability)。

4. 屏障存活力 (Survivability) 以並繼續發揮作用的 MAH 的類型和嚴重程度。

此性能的準則是功能健全，對應是不會發生洩漏、火災、爆炸或危害能量釋放的最低值。根據設備所在製程，及其結構，退化機制等的不同，性能標準會有顯著差異。以固定設備來說，設備功能健全的其中一個性能指標是：最小量測厚度 (t_{mm}) 必須大於設計時的最小所需厚度 (t_{min}) (ASME., 2013)，而此處所說的是對設備上所有元件都要滿足。依循的規範為 API 510 (2022) (Pressure Vessel Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration)、API 570 (2023) (Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems)、API STD 653 (2014) (Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction) 等 RAGAGEP。另外，設備有其他特殊的操作條件，如高溫反應，則須考慮設備潛變破壞的疑慮。則潛變損傷因子便是另一個重要的性能指標 (API 579-1, 2021)。又如往復操作 (壓力循環或溫度循環)，則須考慮疲勞破壞。則疲勞損傷因子亦是一個重要的性能指標。白話說性能指標是指，能夠代表設備功能的明確數值。

性能標準隨著設備操作時間拉長，可能門檻會被調整，甚至會增加須考量的性能標準。例如：新設備的允收門檻於腐蝕條件下的門檻是 t_{min} 。但對於老舊設備來說，某些元件的厚度可能已低於 t_{min} ，但設備仍須暫時維持操作時，則業主應根據 FFS 的標準，如 API 579 計算設備的殘餘強度與剩餘壽命。而殘餘強度係數便成為此設備的性能標準 (陸彥儒、王振華，2022)。

性能標準對於固定設備管理的延伸是，完整性操作視窗 (Integrity Operating Window, IOW)，透過控制操作範圍，從而保證設備有足夠的性能 (API RP 584, 2023)。數值可根據製程安全資訊、設備的強度計算書、RBI 的分析報告等文件以得知具體的數值。

四、安全關鍵任務與性能標準的關聯性

安全關鍵任務的執行目的就是維持安全關鍵設備的性能標準。故清查設備及屏障的性能及其標準，以建立任務與性能標準的關係，便是做為 bowtie 與

SCE 之相關工作完成後，需接續執行的工作。

一個廠內常見的對象是危險性設備。應對設備中所有的承壓元件，包含：胴體、上下端版、進出口管線、彎頭及連結處等，進行厚度量測。並判斷是否大於最小所需厚度。需注意的是，各元件的厚度計算式是不同的，必須依元件幾何特徵分別計算，而各元件的最小所需厚度值便是性能標準。有關各元件之最小所需厚度的計算公式可參考（API 579-1, 2021）。而定期地對所有元件進行厚度量測的行為，則為安全關鍵任務。

對於轉動設備而言，如：壓縮機。竣工或維修後，應量測偏心程度。運轉期間應對軸承定期進行總能量測（OA 量測），以保證設備的振動位於可接受範圍內。對於不合格之狀況，應估計可容許的運轉時間。並於到達時間前安排維修。

五、結論

MAH 的管理不僅 bowtie、SCE，和以屏障為基準的績效指標。還包含：細部展開的性能標準及對應的安全關鍵任務。而這兩項目的展開，對於不同設備類型、結構、所在製程、退化因子，及運轉時間，有著顯著差異。制定前述任務與性能標準，除仰賴機械背景的資深專家說明工作，也需有廣泛檢知 RAGAGEP 的外部單位一同制定，以訂定適切的執行原則。

參考文獻

API 510 (2022). Pressure Vessel Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration.

API 570 (2023). Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems.

API 579-1 (2021). Fitness for Service.

API RP 584 (2023). Integrity Operating Window.

API STD 653 (2014). Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction.

ASME. (2013). BPVC Section VIII-Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1.

- CCPS. (2006). *The Business Case for Process Safety*.
- CCPS. (2019). *Guidelines for Integrating Process Safety Into Engineering Projects*.
- CCPS. (2022). *Process Safety for Engineers: An Introduction*.
- Cortina, M., E. Pavli, G. Antinolfi, L. La Rosa, I. Rainaldi & A. Petrone (2014, March). An overarching strategy for safety critical elements assessment and management. In *SPE International Conference on Health, Safety, and Environment*. OnePetro.
- Crawl, D. A. and J. F. Louvar (1990). *Chemical Process Safety: Fundamentals with Application*. *New Jersey: Prentice* 5.20: 1
- Dhar, R. (2011, February). Performance Standards For Safety Critical Elements- Are We Doing Enough?. In *SPE European Health, Safety and Environmental Conference in Oil and Gas Exploration and Production*. OnePetro.
- DNV GL (2015). *OREDA: Offshore and Onshore Reliability Data Handbook*. SINTEF Technology and Society, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Energy institute (2020a). *Guidelines for Management of Safety Critical Elements (SCEs)*.
- Energy institute (2020b). *Guidance on Human Factors Safety Critical Task Analysis*. London.
- IOGP. (2020). *IOGP Safety performance indicators - Process safety events - 2020 data*. [online] <https://www.iogp.org/bookstore/product/iogp-safety-performance-indicators-process-safety-events-2020-data/> (Accessed 09 October 2024)
- ISO. (2013). *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reliability modelling and calculation of safety systems ISO TR 12489*.
- Marty, J., S. Theys, C. Bucherie, A. Bolsover & P. Cambos (2010, October). Independent Verification of Safety Critical Elements. In *SPE Russian Oil and Gas Conference and Exhibition*. OnePetro.
- WA DMIRS (2020). *Petroleum safety and major hazard facility – guide Major*
-

accident events, control measures and performance standards.

張承明 (2017)。高風險事業單位實施製程安全管理技術研究。勞動部勞動及職業安全衛生研究所。

張承明 (2022)。甲類危險性工作場所危害物種類及數量之妥適性研究。勞動部勞動及職業安全衛生研究所。

陸彥儒 (2016)。殘餘強度係數於結構完整性評估及負載調整。國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程研究所碩士論文。

陸彥儒、王振華 (2022)。老化設備的良好工程實務概述。工業安全衛生, 399期, 頁 42-52。

陸彥儒、王振華 (2023a)。從適用性評估角度談高溫設備之管理作為。中華產業機械設備協會年刊。

陸彥儒、王振華 (2023b)。談安全關鍵任務於預防重大事故危害之角色定位。中華環安衛科技協會會刊, 53期, 頁 20-31。

陸彥儒、王振華 (2023c)。從預防重大事故危害角度談承壓設備完整性操作視窗重要性。中華環安衛科技協會會刊, 54期, 頁 1-12。

勞動部 (2018)。危險性設備內部檢查延長期限或替代檢查處理原則。取自 <https://laws.mol.gov.tw/FLAW/FLAWDAT01.aspx?id=FL027153> (檢索日期 2024/10/09)

台灣安寧療護 30 年有成 —承先啟後 繼往開來；沒有最好 只有更好 30 Years Hospice Care Movement In Taiwan

楊友華醫師

台灣安寧緩和醫學學會 創辦人及前理事長

一、前言

2024 年 10 月 12 日又是世界安寧療護日（World Hospice Palliative Care Day, WHPCD）從 2004 年第一年舉辦世界安寧療護日，台灣已經連續第 20 年參與世界衛生大事、共襄盛舉，更是其中不可缺少的主辦成員。

世界安寧療護日是支持安寧療護緩和醫學的全球年度聯合行動日，安寧緩和照護是一種跨學科的照護方式，旨在減輕患有嚴重疾病的病人及其照顧者的痛苦，提高其生活質量、甚至生命品質（Quality of Life, QoL）。

世界安寧療護日相關活動已經連續舉辦了 20 年了，我們全球一群相同志向醫療專業齊心協力用不同的方式發聲傳遞這一個信息：將安寧療護緩和醫學納入全球衛生健康系統，實現全面健康醫療覆蓋；保障受到末期疾病殘害的病人在生命的最後一哩路能夠享受高品質的醫療照護、帶著最高的生命尊嚴活到生命的最後一刻（living as fully as possible until the last minute of life），並留下平安安寧給所有照顧團隊以及遺族。

安寧活 vs. 安樂死

Adding LIFE to Day instead DAYS to Life



圖 1、2005 年世界安寧療護日活動合影

二、安寧緩和決議十年回望

2024 年的 WHPCD 主題是「審視與共享：安寧緩和決議十年回望」（Ten Years Since the Resolution: How are we doing?）。2024 年是世界衛生大會（世衛組織理事會）通過唯一一項緩和照護獨立決議的 10 週年。該決議呼籲所有國家「加強緩和照護（palliative care），並將其納入個體生命全程綜合性的整體照護之中」。這也是 2024 年主題日的靈感來源。安寧緩和照護對於提高個人生活質量、福利、舒適度和尊嚴至關重要。作為一種有效的以人為本的衛生健康服務，安寧緩和照護重視患者的需要，確保他們能夠獲得充分的、個體化的且尊重其文化背景的健康方面的信息；同時也確保他們在治療決策中發揮其核心作用。根據聯合國三項國際藥物管制公約的規定，那些需要緩和照護的人

(People Living with Palliative Care Needs) 有權獲得由管制物質製成的醫療和科研用途的基本藥物，例如嗎啡等阿片類鎮痛藥。

這有助於保障患者權利，使其享有最好的健康照護和福祉。值得注意的是，目前每年有超過 6000 萬人需要安寧緩和照護。隨著人口老齡化和非傳染性疾病及其他慢性疾病在全球範圍內的增加，安寧緩和照護需求預計將進一步增長。考慮到這項照護對於兒童的重要性，各成員國在估算所需的國際管控藥物數量時，還應當計入兒科制劑的數量。

此外，將安寧緩和照護融入醫療衛生體系對於實現國家全面健康覆蓋及防範資金風險至關重要。它確保所有人不僅能夠獲得高質量的基本醫療衛生服務，而且能夠獲得安全、有效、優質且負擔得起的基本藥物，這些都是非常必要的。世界各國及主要利益相關方需要認識到將緩和照護納入全生命週期照護的緊迫性。尤其是在基層衛生保健層級，各國需要認識到，安寧緩和照護未能充分融入到醫療衛生和社會服務體系是導致患者無法公平獲得這項照護的主要因素之一。



圖 2、台灣安寧療護提供臨床服務現況

三、安寧療護是生命末期必要的醫療照護保障

再進步先進的醫療科技沒有停止過人類終將死亡的結局發生，安寧療護是生命末期必要的醫療照護保障。安寧緩和照護是關乎你我晚年生命品質尊嚴的

「安全島」，我們有責任與義務去推動營造整個社會氛圍：

1. 在有需要的人群中只有不到 15%能夠得到緩和照護，在低收入和中等收入國家該問題尤其突出。緩和照護採用跨學科的方法來滿足患者及其家庭的需求，並且在存在強大的社會網絡的情況下，最有可能實現高質量的緩和照護，這些網絡不僅存在於專業緩和照護服務提供者、支持性照護服務提供者（包括必要的精神支持和諮詢）、志願者和患者家庭之間，而且也存在於社區與急性病和老年照護提供者之間；
2. 應當關注到各患病群體（包括非傳染性疾病和傳染性疾病，如愛滋病〔AIDS〕和多重耐藥的結核病）和所有年齡組對安寧緩和照護的需求；
3. 將安寧緩和照護納入國家全面健康覆蓋計劃中，並強調醫療衛生服務對於平等地提供綜合性安寧緩和照護的需求的重要性，以滿足全面健康覆蓋計劃背景下患者的需求。

3.1 對所有醫療健康領域的專業人員進行安寧緩和照護培訓：

1. 由於缺乏安寧緩和照護知識，那些本該避免的可治療的病痛卻被一直延續下去。這也凸顯了對所有醫院、社區為本的健康照護服務提供者，以及其他照護者（包括非政府組織工作人員和家庭成員）進行繼續教育和充分培訓的必要性；
2. 安寧緩和照護基礎培訓和繼續教育應作為常規內容納入所有本科醫學和護理專業教育，並且要將其作為初級護理人員在職培訓的一部分，包括醫護人員、滿足患者精神需求的照護者和社會工作者；
3. 應提供專科安寧緩和照護培訓，以幫助醫療照護專業人員做好準備。他們不僅會為患者提供綜合性照護的管理，而且會滿足常規症狀管理需求；緩解安寧緩和照護中所有人的病痛；
4. 80%的國家難以獲得基本藥物。無論出於醫學還是科學目的，特別是為了減輕疼痛和痛苦，應提供和適當使用國際管制藥物，但這在許多

國家仍無法滿足；

5. 需要為安寧緩和照護計劃提供充分的資金籌集機制，包括藥品和醫療產品，特別是發展中國家；
6. 評估本土安寧緩和照護的需求，包括疼痛管理和藥物需求；並促進有效的合作行動，以確保緩和照護中基本藥物的充足供應，而避免短缺。

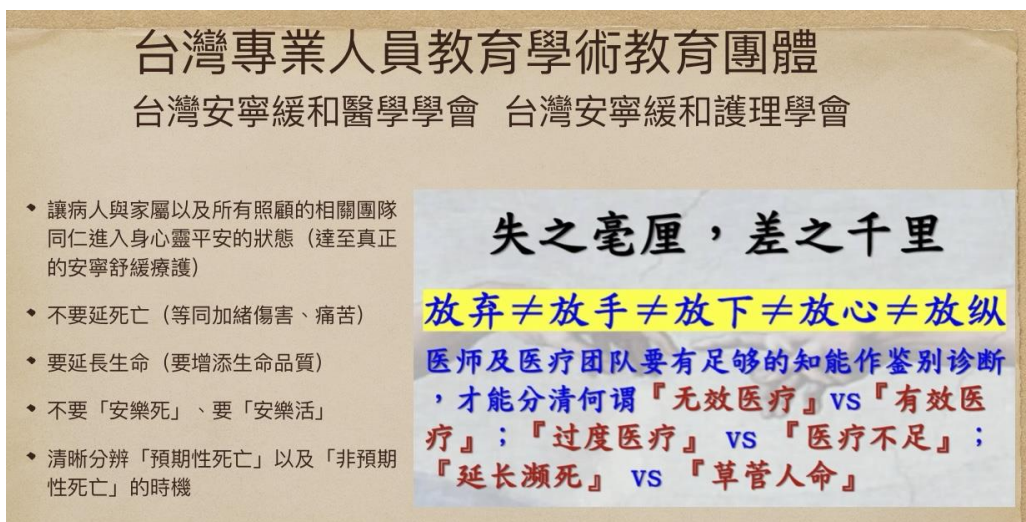


圖 3、台灣安寧緩和醫學學會與台灣安寧緩和護理學會

3.2 制定、加強和實施安寧緩和照護政策，以全面加強衛生健康體系：

1. 確保安寧緩和照護成為所有涉及全球疾病控制和健康系統計劃的一個不可或缺的部分，包括與非傳染性疾病和全面健康覆蓋有關的計劃，並納入國家和區域性合作計劃；
2. 酌情制定和加強關於將安寧緩和照護納入國家衛生健康系統的循證指南，指南涵蓋各種疾病群體和不同程度的照護水平，通過指南充分解決那些與提供綜合性安寧緩和照護有關的倫理問題。

Founders of Taiwan Hospice Care
楊友華醫生 賴允亮教授 趙可式教授



圖 4、楊友華醫生、賴允亮教授、趙可式教授合影

3.3 提供基本支持，包括通過多部門夥伴關係來提供支持：

促進政府與包括患者組織在內的民間社會組織之間的夥伴關係，酌情為需要緩和照護的患者提供服務。

3.4 參照世衛組織的政策指導，審查並酌情修訂國家和地方受管制藥品的立法和政策：

1. 酌情更新或制定關於成人和兒童緩和照護的循證指南和工具，並確保其得到充分宣傳；這些指南和工具不僅包括成人和兒童疼痛管理的選擇，還包括制定世衛組織疼痛藥物治療指南；
2. 通過酌情與成員國、相關網絡、民間社會組織以及其他國際利益相關方磋商，探討如何提高安寧緩和照護所使用藥物的可用性和可及性。

四、結論

台灣安寧照顧基金會是引領台灣推動安寧療護照顧的領航者；從 1994 年在基金會內部成立安寧照顧專才培訓計劃(期間也推薦了賴允亮醫師以及楊友華醫師到英國威爾斯大學〔University of Wales〕進修安寧緩和醫學課程)，並委任當時馬偕醫院腫瘤科賴允亮醫師擔任計劃主持人及楊友華醫師擔任策劃人，執行全方位的醫療提供者人才培訓計劃，對醫生、護理、社工以及牧靈

人士策劃提供相關的安寧療護專業人士全方位培訓教育課程。同一時期，當年馬偕醫院副院長鍾昌宏醫師也成立了台灣安寧照顧協會，結合醫師、護理、社工以及牧靈專業人士正式推動「台灣安寧照顧運動」(Taiwan Hospice Care Movement)，繼而更推展至中國大陸，從 1997 年開始主辦「海峽兩岸臨終關懷研討會」。後續相關臨床專業醫學會相繼成立，包括台灣安寧緩和醫學學會以及台灣安寧護理學會等；並於 2000 年 5 月 23 日在台灣立法院正式通過台灣安寧療護醫療法。

回顧過去 30 年台灣在推動以及落實臨床安寧照顧的過程可以說是筆路藍縷、一步一腳印的到現在於最近一次 2021 年的全球 81 個國家地區的安寧療護臨床評比，台灣在 81 個國家地區中排名第三位、在亞洲地區一直都領先排名第一，也可以說是全球安寧療護醫療界的台灣之光。



圖 5、台灣民眾教育的民間團體機構



2021
Taiwan
3/81
countries/region

China
53/81

圖 6、2021 年死亡品質與臨終指數

子宮頸癌的預防、診斷與治療

The Prevention, Diagnosis and Treatment of Cervical Cancer

阮志偉，義大醫院婦產科主治醫師

摘要

子宮頸癌是人類乳突病毒 (Human Papillomavirus, HPV) 感染相關的重大公共衛生問題，HPV 是全球最普遍的性傳播疾病 (Sexually Transmitted Diseases, STDs) 之一。子宮頸癌源自高危型 HPV 的持續感染，導致子宮頸上皮細胞發生惡性轉化。預防和治療這些疾病以及其他性傳播疾病，對於降低其發病率和相關的病痛與死亡率至關重要，有效的策略包括 HPV 疫苗接種、安全性行為、定期篩檢計劃，以及提高公眾意識的公共衛生教育就必須要加強。而治療選擇因病情而異，如局部用藥、手術治療、抗病毒療法，對於子宮頸癌，還可能需要放射治療和化學治療。整合預防和治療方法就是對最終的目標去改善個人健康狀況和整體公共衛生品質。

【關鍵字】 子宮頸癌、人類乳突病毒、臨床診斷與治療、公共衛生教育

一、前言

台灣衛生福利部公布最新 2023 年 10 大死因排名順序分別為：1.惡性腫瘤（癌症）、2.心臟疾病、3.肺炎、4.腦血管疾病、5.糖尿病、6.嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）、7.高血壓性疾病、8.事故傷害、9.慢性下呼吸道疾病、10.腎炎、腎病症候群及腎病變。美國癌症協會及國家衛生統計中心估算美國新發癌症病例和死亡人數，2024 年美國預計將出現 2,001,140 例新癌症病例和 611,720 例癌症死亡。（Siegel et al., 2024）。

然而，許多癌症是可以預防的，如由性傳染感染人類乳突病毒 Human Papillomavirus (HPV) 造成子宮頸癌。性傳染疾病 sexually transmitted diseases (STDs) 涵蓋經由性接觸，主要傳播的各種感染，包括衣原體感染、淋病、梅毒、尖頭濕疣又稱菜花和愛滋病 Human immunodeficiency virus (HIV)/ acquired immunodeficiency syndrome (AIDS)。子宮頸癌是影響全球數百萬人的重大公共衛生問題，因此了解子宮頸癌的預防和治療對於降低其發病率和對個人及社區的影響至關重要（Zou et al., 2024）。預防策略如疫苗接種、安全性行為和定期篩檢（如子宮頸抹片和 HPV 檢測），在早期發現和降低傳播率方面起著關鍵作用，這強調提高意識和及時醫療治療的重要性。透過推廣教育和積極的健康措施提供關於子宮頸癌和常見性傳染疾病的原因、預防方法和治療選項的基本資訊，可以降低這些疾病的流行率，並改善整體公共衛生品質。

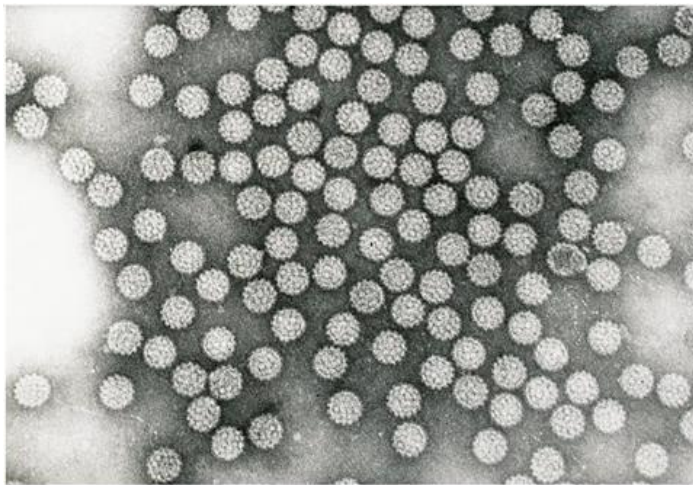
二、子宮頸癌

癌是什麼？一般正常的細胞分裂繁殖得很有秩序，會自我控制。但若一旦失控制時，就會不停地繁殖，在身體裡累積成塊狀，稱為「腫瘤」（tumor）。腫瘤分為良性和惡性兩種，惡性的腫瘤俗稱癌。良性腫瘤的細胞不會擴散到身體其他部份，因此不會致癌。惡性腫瘤含有癌細胞，具有自原部位擴散的能力，若不加以治療，除了會進侵及破壞周圍的組織外，還可經血液或淋巴系統擴散至身體其他的器官，並在該處繁殖成為繼發性或轉移性腫瘤。

2018 年據流行病學統計概況全球約有 57 萬例子宮頸癌病例，並有 31.1 萬人死於該疾病。子宮頸癌是女性中第四常見的癌症，全球估計的子宮頸癌年齡

標準化發病率為每 10 萬名女性中有 13.1 例 (Arbyn et al., 2020)。2019 年，HPV 導致約 62 萬例女性和 7 萬例男性癌症發病病例 (de Martel et al., 2020)。全球子宮頸癌的「平均診斷年齡」為 53 歲，「全球子宮頸癌的平均死亡年齡」為 59 歲。在所評估的 185 個國家中，子宮頸癌在 146 個國家 (79%) 中位列影響 45 歲以下女性的前三大癌症之一 (Arbyn et al., 2020)。

發病率與社會經濟狀況、衛生條件和醫療服務的可及性有相關。如在高收入國家，由於有效的篩檢和疫苗接種計劃，發病率和死亡率顯著降低，但也可能影響更年輕或更年長的女性 (Shin et al., 2021)。



A magnification of stained HPV viruses. Nearly half of adult Americans are infected with genital human papillomavirus, researchers have found. Kwangshin Kim/Science Source

圖 1、HPV 病毒在電子顯微鏡觀察到的型態

(From Kwangshin Kim/Science Source)

三、子宮頸癌的病因與危險因素

子宮頸癌的主要病因是長期的高危型 HPV 感染可能導致細胞異常增生，最終發展為癌症，特別是 HPV 16 和 HPV18 型別。而 HPV 是一組超過 100 多種相關病毒的總稱，其中一些可透過陰道、肛門或口腔性交傳播 (Schiffman et al., 2009)。此外其他危險因素還包括：多性伴侶、早婚早育、吸菸、免疫功能低下 (如 HIV 感染) 等也增加風險，但並非所有感染都會導致癌症 (Bowden

et al. 2023)。

1. HPV 引發致癌的分子機制

HPV 致癌蛋白 Oncoproteins E6 和 E7：高危型 HPV 產生 E6 和 E7 蛋白，這些蛋白可使腫瘤抑制基因 p53 和視網膜母細胞瘤蛋白 retinoblastoma protein (pRb) 失去活性，導致了：i) 基因組不穩定性、ii) 端粒酶激活、促進細胞永生、iii) 抑制細胞凋亡，允許異常細胞存活 (Gupta et al., 2018)。

2. 表觀遺傳改變 (Epigenetic Alterations)

DNA 甲基化 (Methylation)：HPV 感染可導致腫瘤抑制基因啟動子的過度甲基化，沉默其表達。ii) 組蛋白修飾 (Histone Modifications)：組蛋白乙酰化 (histone acetylation) 和甲基化的變化影響涉及細胞增殖的基因表達 (Jiménez-Wences et al., 2014)。

3. 病毒整合 (Viral Integration)

i) 基因組整合位點 (Genome Integration Sites)：研究已識別 HPV DNA 整合到宿主基因組的常見位點，破壞正常基因功能 (Bodelon et al., 2016)。

ii) 整合後果 (Integration Consequences)：整合可導致致癌基因的過度表達和進一步的基因組不穩定性 (Shen-Gunther et al., 2024)。

4. 免疫學因素

i) HPV 的免疫逃逸 (Immune Evasion by HPV) a. 抗原呈遞降低 (Antigen Presentation Reduction)：HPV 下調組織相容性複合體第一類 (Major histocompatibility complex class I/MHC I) 分子，降低免疫識別。 b. 細胞激素調節 (Cytokine Modulation)：改變細胞激素譜 (cytokine profiles)，創造局部免疫抑制環境 (Zhou et al., 2019)。

ii) 宿主免疫反應。T 細胞介導的免疫 (T-Cell Mediated Immunity)：CD8+ 細胞毒性 T 細胞對清除 HPV 感染細胞至關重要 (Bashaw A. A.)。免疫檢查點抑制劑 (Checkpoint Inhibitors)：對 (Programmed Cell Death Protein 1 /Programmed Cell Death Ligand 1) PD-1/PD-L1 pathways 通路的研究對免疫療

法具有影響 (Zhang et al., 2019)。

5. 遺傳易感性

i) 宿主基因變異：HLA 多態性：某些 HLA II 類等位基因因抗原呈遞改變而與易感性增加相關 (Paaso et al., 2019)。基因突變：如 TP53 等基因的變異可能影響癌症風險 (Zhu J. 2013)。

ii) 小分子核糖核酸 (miRNA) 表達：miRNA 失調：miRNA 的異常表達可影響細胞週期調控和凋亡。 b. 生物標誌物潛力：miRNA 正在被探索作為診斷和預後生物標誌物 (Bañuelos-Villegas et al., 2021)。

6. 協同因素和生活方式風險 (Singini. et al., 2021)

i) 吸菸：a. 致癌物暴露：煙草代謝物集中在子宮頸黏液中，損害 DNA。 b. 協同效應：吸菸可能增強 HPV 的致癌潛力。

ii) 荷爾蒙因素：a. 口服避孕藥：長期使用可能改變子宮頸上皮的易感性。 b. 荷爾蒙替代療法：研究正在調查其在絕經後女性中的作用。

iii) 性行為：a. 早期性活動：增加暴露於 HPV 的時間窗口。 b 多重性伴侶：感染不同 HPV 類型的風險更高。

3.7 合併感染和微生物群 (Zhou et al., 2021)

i) 其他性傳播感染 (STDs)：a. 砂眼衣原體：慢性感染可引起炎症，增強 HPV 的持續性。 b. 單純皰疹病毒-2 型 (HSV-2)：合併感染可能促進致癌過程。

ii) 陰道微生物組：a. 菌群失調：近年來，陰道微環境在子宮頸癌發生發展中的作用也得到了廣泛的研究。但結果仍有爭議。較高的微生物多樣性和缺乏乳酸桿菌似乎與子宮頸病變有關，但某些感染的作用仍不清楚。 b. 發炎：微生物組的改變可導致慢性炎症，促進癌症進展。

3.8 環境和營養因素

i) 抗氧化劑缺乏：維生素 A、C 和 E 水平低可能降低對 DNA 損傷的保護。

ii) 葉酸缺乏：對 DNA 修復和甲基化至關重要；缺乏可能增強 HPV 的致癌性。

四、子宮頸癌的臨床表現

早期的子宮頸癌通常無明顯症狀，這使得篩檢和早期診斷變得尤為重要，隨著疾病進展，可能出現以下症狀：不規則陰道出血尤其是性交後出血、月經間期出血或絕經後出血、下腹和骨盆疼痛當癌症擴散到周圍組織時可能引起疼痛下腹疼痛、陰道異常分泌物可能出現持續性的水樣、血性或帶有異味的分泌物、排尿和排便困難如癌症壓迫膀胱或直腸可能導致頻尿和血尿或便秘、下肢水腫當癌症壓迫淋巴結或血管時可能導致下肢腫脹（Issah et al., 2011）。

五、子宮頸癌的診斷方法（Tsikouras et al., 2016）

1. 子宮頸抹片（Pap smear）：篩檢異常細胞一種簡便的篩檢方法，通過採集子宮頸細胞並進行染色，檢測異常細胞的存在。
2. HPV DNA 檢測：檢測高危型 HPV 感染，用於檢測子宮頸細胞中是否存在高危型 HPV 的 DNA，有助於評估癌變風險。
3. 陰道鏡檢查：觀察子宮頸外觀病變：在子宮頸抹片結果異常時，使用陰道鏡放大觀察子宮頸，並對可疑區域進行切片。
4. 組織病理的切片：採集可疑組織進行病理學檢查，是確診子宮頸癌的金標準並確定癌症類型和分期。
5. 影像學檢查：如超聲、CT、MRI 等，用於評估癌症的擴散範圍和分期。
6. 膀胱鏡和直腸鏡檢查：當懷疑癌症已擴散至膀胱或直腸時，進行相應的內窺鏡檢查。

六、子宮頸癌的治療方案（Kestic, 2006）

治療方案取決於癌症的分期和患者的健康狀況，主要包括：

1. 手術治療：適用於早期病例，包括子宮頸錐切術和全子宮切除術，但

仍須綜合病人的臨床狀況而決定。

2. **放射治療**：對於無法手術的患者，放療可以控制腫瘤生長。
3. **化學治療**：常與放療結合使用，以增強療效。
4. **靶向治療和免疫療法**：針對特定的癌細胞分子標誌物，阻斷腫瘤生長，新興的治療手段。

七、子宮頸癌的預防措施（Aggarwal, 2014）

1. **HPV 疫苗接種**：預防高危型 HPV 感染的疫苗已被證明可有效預防感染。
2. **定期篩檢**：常規的子宮頸癌篩檢（子宮頸抹片和 HPV 檢測）有助於早期發現和治療異常細胞變化。
3. **性教育**：推廣安全性行為。
4. **全球行動**：世界衛生組織（WHO）消滅目標：這項全球消滅子宮頸癌的策略提出了，到 2023 年底，已有 140 個國家將人類乳突病毒疫苗列入常規免疫規劃，其中大多數是高收入和中等收入國家。

5. 篩檢和預防的進展（Goldstein et al., 2024）

i) **HPV 測試和基因分型**：高敏感度測試：改進對高危型 HPV 的檢測。自我取樣方法：鼓勵參與篩檢計劃。

ii) **HPV 疫苗接種**：2022 年世衛組織 WHO 文件提出 HPV 疫苗的當前政策，建議預防 9 歲或以上兒童的 HPV 相關疾病，首要目的是預防子宮頸癌。

a. 九價疫苗：保護對象擴展到除 16 和 18 型以外的額外 HPV 類型。**b. 性別中立的疫苗接種**：擴大對男性的疫苗接種可減少整體病毒傳播。

6. 新興研究領域（Liu et al., 2021）

i) **基因組進步和免疫療法新策略**

ii) **生物標誌物發現**：識別與癌症進展相關的蛋白質和代謝譜。

iii) **個性化醫療**：根據個人風險譜定制干預措施。

7. CRISPR/Cas9 技術：

基因編輯：潛在的治療應用，針對並破壞宿主細胞內的 HPV DNA (Gilani et al., 2019)。

8. 診斷中的人工智能 (AI)：

i) **圖像分析**：AI 算法提高了子宮頸抹片和組織學解釋的準確性。

ii) **預測建模**：機器學習基於多個因素預測癌症風險。

八、結論

子宮頸癌是與 HPV 感染相關的疾病，近年來的研究成果得到多因素性質方面取得重大進展，包含了遺傳、免疫學、環境和生活方式等因素，對於開發更有效的預防策略、改進篩檢計劃和創建針對性的療法得到重大的突破為至關重要的貢獻。透過接種 HPV 疫苗、養成安全的性行為習慣和定期篩檢，可以有效預防和早期發現與治療。

參考文獻

- Aggarwal P. (2014). Cervical cancer: Can it be prevented? *World J Clin Oncol* 5(4):775-80.
- Arbyn M, Weiderpass E, Bruni L, de Sanjosé S, Saraiya M, Ferlay J, Bray F. (2020). Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *Lancet Glob Health* 8(2):e191-e203.
- Bañuelos-Villegas EG, Pérez-yPérez MF, Alvarez-Salas LM. (2021). Cervical Cancer, Papillomavirus, and miRNA Dysfunction. *Front Mol Biosci* 8:758337.
- Bashaw AA, Leggatt GR, Chandra J, Tuong ZK, Frazer IH. (2017). Modulation of antigen presenting cell functions during chronic HPV infection. *Papillomavirus Res* 4:58-65.
- Bowden SJ, Doulgeraki T, Bouras E, Markozannes G, Athanasiou A, Grout-Smith

- H, Kechagias KS, Ellis LB, Zuber V, Chadeau-Hyam M, Flanagan JM, Tsilidis KK, Kalliala I, Kyrgiou M. (2023). Risk factors for human papillomavirus infection, cervical intraepithelial neoplasia and cervical cancer: an umbrella review and follow-up Mendelian randomisation studies. *BMC Med* 21(1):274
- de Martel C, Georges D, Bray F, Ferlay J, Clifford GM. (2020). Global burden of cancer attributable to infections in 2018: a worldwide incidence analysis. *Lancet Glob Health* 8(2):e180-e190.
- Evelyn Gabriela Bañuelos-Villegas, María Fernanda Pérez-yPérez and Luis Marat Alvarez-Salas. (2021). Cervical Cancer, Papillomavirus, and miRNA Dysfunction. *Front. Mol. Biosci.* 8:758337.
- Gilani U, Shaukat M, Rasheed A, Shahid M, Tasneem F, Arshad M, Rashid N, Shahzad N. (2019). The implication of CRISPR/Cas9 genome editing technology in combating human oncoviruses. *J Med Virol.* 91(1):1-13.
- Goldstein A, Gersh M, Skovronsky G, Moss C. (2024). The Future of Cervical Cancer Screening. *Int J Womens Health* 16:1715-1731.
- Gupta S, Kumar P, Das BC. (2018). HPV: Molecular pathways and targets. *Curr Probl Cancer* 42(2):161-174.
- Issah F, Maree JE, Mwinituo PP. (2011). Expressions of cervical cancer-related signs and symptoms. *Eur J Oncol Nurs.* 15(1):67-72.
- Jiménez-Wences H, Peralta-Zaragoza O, Fernández-Tilapa G. (2014). Human papilloma virus, DNA methylation and microRNA expression in cervical cancer (Review). *Oncol Rep.* 31(6):2467-76.
- Kesic V. (2006). Management of cervical cancer. *Eur J Surg Oncol* 32(8):832-7.
- Liu L, Wang M, Li X, Yin S, Wang B. (2021). An Overview of Novel Agents for Cervical Cancer Treatment by Inducing Apoptosis: Emerging Drugs Ongoing Clinical Trials and Preclinical Studies. *Front Med (Lausanne)* 8:682366.
- Paaso A, Jaakola A, Syrjänen S, Louvanto K. (2019). From HPV Infection to Lesion Progression: The Role of HLA Alleles and Host Immunity. *Acta Cytol*

63(2):148-158.

- Schiffman M, Clifford G, Buonaguro FM. (2009). Classification of weakly carcinogenic human papillomavirus types: addressing the limits of epidemiology at the borderline. *Infect Agent Cancer* 4:8.
- Shen-Gunther J, Easley A. (2024). HPV, HBV, and HIV-1 Viral Integration Site Mapping: A Streamlined Workflow from NGS to Genomic Insights of Carcinogenesis. *Viruses* 18;16(6):975.
- Shin MB, Liu G, Mugo N, Garcia PJ, Rao DW, Bayer CJ, Eckert LO, Pinder LF, Wasserheit JN, Barnabas RV. (2021). A Framework for Cervical Cancer Elimination in Low-and-Middle-Income Countries: A Scoping Review and Roadmap for Interventions and Research Priorities. *Front Public Health* 9:670032
- Siegel RL, Giaquinto AN, Jemal A. (2024). Cancer statistics, 2024. *CA Cancer J Clin* 74(1):12-49.
- Singini MG, Sitas F, Bradshaw D, Chen WC, Motlhale M, Kamiza AB, de Villiers CB, Lewis CM, Mathew CG, Waterboer T, Newton R, Muchengeti M, Singh E. (2016). Ranking lifestyle risk factors for cervical cancer among Black women: A case-control study from Johannesburg, South Africa. *PLoS One*. 8;16(12):e0260319.
- Tsikouras P, Zervoudis S, Manav B, Tomara E, Iatrakis G, Romanidis C, Bothou A, Galazios G. (2016). Cervical cancer: screening, diagnosis and staging. *J BUON*. 21(2):320-5.
- Zhang N, Tu J, Wang X, Chu Q. (2019). Programmed cell death-1/programmed cell death ligand-1 checkpoint inhibitors: differences in mechanism of action. *Immunotherapy* 11(5):429-441.
- Zhou C, Tuong ZK, Frazer IH. (2019). Papillomavirus Immune Evasion Strategies Target the Infected Cell and the Local Immune System. *Front Oncol* 2(9):682.
- Zhou ZW, Long HZ, Cheng Y, Luo HY, Wen DD, Gao LC. (2021). From Microbiome to Inflammation: The Key Drivers of Cervical Cancer. *Front*
-

Microbiol 12:767931.

Zhu J, Wu L, Kohlmeier M, Ye F, Cai W. (2013). Association between MTHFR C677T, MTHFR A1298C and MS A2756G polymorphisms and risk of cervical intraepithelial neoplasia II/III and cervical cancer: a meta-analysis. *Mol Med Rep.* 8(3):919-27.

Zou Z, Christopher K. Fairley, Jason J. Ong, Shen MW, Chow Eric PF, Liu H, Xia R, Li R, Hocking J, Zhuang G, Zhang L. (2024). Impact of achieving WHO's 90-70-90 targets on cervical cancer elimination and potential benefits in preventing other HPV-related cancers in China: a modelling study. *eClinical Medicine* 77: 102878.

中華環安衛科技協會 第十四屆第四次理監事聯席會 會議紀錄

一、時間：中華民國 113 年 06 月 25 日 (星期二) 18 時 00 分

二、地點：漢來大飯店 9 樓金銀廳 (801 高雄市前金區成功一路 266 號 9 樓)

三、出席人員姓名

理事：吳忠信、吳裕文、林信一、陳俊銘、陳俊六、張益國、黃建元、陳永川、
許逸群、陳奇男、林淵淙、方煥銘、連興隆、陳秋蚊

監事：孫榮宏、王茂松、董正鈇、郭俊賢、康敏捷

四、缺席人員姓名：(無)

五、請假人員姓名

理事：林瑞和、吳孟宗、陳信榮、薩支高、林宗曾、林健榮、王振華、郭俊彥、
徐明才、施瑞卿

監事：孫武正、楊志明

六、列席人員：無

七、主席：吳忠信理事長

紀錄：黃嫻薰

八、主席致詞：(略)

九、報告事項：

- (一) 本會於 6 月發行第 55 期會刊，預計 113 年 12 月會發行第 56 期會刊。
- (二) 第 55 期會刊收錄了總共 6 篇文章，內容涵蓋環境、安全和健康三個議題，其中環境類為〈利用碳酸氫鹽培養微藻之機制與未來前景〉和〈廢棄菇包裂解產氣利用〉；安全類為〈儲槽完整性管理的良好工程實務概述〉和〈比較風險基準檢查中不同後果等級對承壓設備管理的影響〉；以及健康類〈鐳-223：攝護腺癌治療的新利器〉和〈淺談環境塑膠微粒對心血管健康的影響〉。內容涵蓋微藻技術應用的意義、再生能源開發的新思路；工程實務領域的安全管理議題；以及醫療新知與環境汙染對健康的潛在危害等，提供重要灼見與參考價值。
- (三) 為使會務運作順利，預計於 7 月份開始，聯絡會員繳交 113 年度常年會費。

十、討論提案

提案一

案由：審議 113 年度 5 月底前收支決算表。

說明：有關 113 年 5 月底前收支決算表，請參閱附件 1。

決議：照案通過。

提案二

案由：審議 113 年度工作計畫。

說明：有關 113 年度工作計畫，請參閱附件 2。

決議：照案通過。

提案三

案由：審議 113 年度收支預算表、工作人員待遇表。

說明：有關 113 年收支預算表、工作人員待遇表，請參閱附件 3。

決議：照案通過。

提案四

案由：審查新進會員及團體會員之資格。

說明：檢附本次新進個人會員、團體會員之資料如下，提請審議。

決議：

新進個人會員

類別	編號	姓名	現職	推薦會員
常年會員	P247	張丁皇	長春人造樹脂股份有限公司資深工程師	李明祥
常年會員	P248	黃雅婷	洸洹科技 工程師	吳忠信/李明祥
常年會員	P249	許哲榮	國立高雄科技大學 海洋環境工程系助理教授	陳秋蚊
永久會員	P250	陳勝一	國立高雄科技大學 環境與安全衛生工程系教授兼系主任	吳忠信
常年會員	P251	林睿彥	國立高雄科技大學化材系助理教授	潘俊仁
常年會員	P252	曾義盛	國立高雄科技大學水圈學院助理教授	陳秋蚊

新進團體會員

類別	編號	團體名稱	會員代表 1	會員代表 2
常年會員	B028	捷思環能股份有限公司	陳俊能	顏銘樹

十一、臨時動議：(無)

十二、散會：18 時 30 分。

中華環安衛科技協會
收支決算表
113年1月1日至113年5月31日

附件1

單位：元

科目	1~5月實際 結算數	1~12月 預算數	實際與預算 比較	實際結算數說明
本會經費收入				
入會費	4,000			
常年會費	15,000	400,000	385,000	
會員捐款	66,000			
補助收入				
政府補助收入				
其他補助收入				
會員服務收入				
專案計畫收入				
業務活動收入				
利息收入	10,069	12,000	1,931	銀行存款利息
收入合計	95,069	412,000	386,931	
本會經費支出				
(一)人事費				
兼職人員車馬費				
其他人事費	40,180	120,720	80,540	人力支援(每月\$10,060)
小計	40,180	120,720	80,540	
(二)辦公費				
文具用品				
印刷費		10,000	10,000	會員手冊、通知單影印
出差費				
郵電費		5,000	5,000	郵資for開會通知、手冊..及匯費
稅捐				
其他辦公費				
小計	0	15,000	15,000	
(三)業務費				
會議費		30,000	30,000	演講費、場地租賃
聯誼活動費	44,208	130,000	85,792	
業務推廣費		15,750	15,750	網站虛擬主機
考察觀摩費				
會刊(訊)編印費		76,000	76,000	會刊編印、稿費
其他業務費				雜費
捐助費				
小計	44,208	251,750	207,542	
支出合計	84,388	387,470	303,082	
提撥基金				
本期餘絀	10,681	24,530	83,849	

理事長：



秘書長：



執行秘書



財務秘書：



中華環安衛科技協會
第十四屆第四次理監事會議議程

附件2

113 年度工作計畫

(113 年 1 月 1 日~113 年 12 月 31 日)

工 作 項 目	主 要 議 題
<p>1、會議</p> <p>(1)會員大會</p> <p>(2)理監事、常務理監事會議</p>	<p>A. 113 年度工作報告、決算事宜</p> <p>B. 113 年度工作計畫審議</p> <p>C. 113 年度經費預算之審議</p> <p>D. 討論各項提案</p> <p>● 依據章程規定如期召開各項會議，並於每次會議提報會務工作、財務報告與討論各項提案。</p>
<p>2、延攬新會員及審查會員資格</p>	<p>(1) 加強會員服務及失聯會員之聯繫。</p> <p>(2) 提醒會員繳交常年會費。</p> <p>(3) 延攬產官學研各界環安衛新血入會。</p>
<p>3、教育推廣</p> <p>(1)專題演講</p> <p>(2)產業博覽會</p> <p>(3)其他</p>	<p>● 邀請專家學者演講。</p> <p>● 為提供企業界、學界與學生多方交流，促進學術與企業合作，整合就業資源，以達人盡其才的目標，舉辦相關活動。</p> <p>● 如：觀摩活動、國內外參訪等。安排會員參觀相關優良產、研單位，以互相吸收經驗，提昇環安衛工作績效。</p>
<p>4、法規、技術諮詢</p>	<p>(1) 透過本會網站，依空汙、廢水、廢棄物、毒化物、噪音、安全衛生法規、環工技術等，分類建立諮詢管道及資料。</p> <p>(2) 持續公告國內外與環安衛相關之技術研討會、展覽等訊息至協會網站，供會員參考及運用。 (http://www.cesha.org.tw)</p>
<p>5、會務運作</p>	<p>(1) 會員聯繫及會費催繳。</p> <p>(2) 發行第 55 及 56 期會刊。</p> <p>(3) 網站建置維護。</p>

中華環安衛科技協會
收支預算表
113年度

附件3

單位：元

科目	113預算數	112預算數	說明
本會經費收入			
入會費		35,000	入會費
常年會費	400,000	395,000	會員繳常年會費
會員捐款			
補助收入			
政府補助收入			
其他補助收入		200,000	112年度會刊廣告刊登收入
會員服務收入			
專案計畫收入		250,000	
利息收入	12,000	12,000	銀行存款利息
收入合計	412,000	892,000	
本會經費支出			
(一)人事費			
兼職人員車馬費			
其他人事費	120,720	120,720	人力支援(每月\$10,060)
小計	120,720	120,720	
(二)辦公費			
文具用品			
印刷費	10,000	10,000	會員手冊、通知單影印
出差費			
郵電費	5,000	5,000	郵資for開會通知、手冊..及匯費
稅捐			
其他辦公費			
小計	15,000	15,000	
(三)業務費			
會議費	30,000	30,000	演講費、場地租賃
聯誼活動費	130,000	130,000	辦理活動費
業務推廣費	15,750	15,750	網站虛擬主機
考察觀摩費			
會刊(訊)編印費	76,000	75,000	會刊編印、稿費
其他業務費		215,158	
捐助費			
小計	251,750	465,908	
支出合計	387,470	601,628	
提撥基金			
本期餘絀	24,530	290,372	

理事長：



秘書長：



執行秘書：




財務秘書：





中華環安衛科技協會
工作人員待遇表


單位：元

職稱	姓名	性別	到職年月日	月支薪餉	其他	說明
執行秘書	黃嫻薰	女	111.12.14	5,000	0	
財務秘書	陳誼喬	女	111.12.14	5,000	0	

理事長：

秘書長：

執行秘書：

財務秘書：

會員資格與權利義務

會員種類	加入資格	權利及義務	入會費 常年會費
個人	凡贊同本會宗旨，年滿二十歲者，經會員(會員代表)二人(含)以上推薦填具入會申請書，經理事會通過並繳納入會費後，為個人會員	權利：參加會員大會及各種活動的權利，有發言權、表決權、選舉權、被選舉權與罷免權 義務：繳納會費及遵守本會章程與決議事項	入會費 500 元 常年會費 1000 元/年
團體-A類	凡公私機構或團體贊同本會宗旨，填具入會申請書，經理事會通過並繳納入會費，為團體會員。 A類：資本額在六千萬元以上(含)的企業團體 B類：資本額在六千萬元以下的企業團體 C類：非營利事業之公私機構，社會法人團體等	權利：A類會員得推派會員代表3人，B、C類會員得推派代表2人，以行使比照個人會員享有之同等權利 義務：繳納會費及遵守本會章程決議事項	入會費 3000 元 常年會費 6000 元/年
團體-B類			入會費 3000 元 常年會費 4000 元/年
團體-C類			入會費 2000 元 常年會費 4000 元/年
贊助	凡贊同本會宗旨，對本會提供人力、物力贊助者，得經理事會通過為贊助會員	可享有參加會員大會及各種活動的權利，有發言權但無表決權、選舉權、被選舉權與罷免權	無

本協會對會員所提供的服務

一、免費贈閱會刊：

會刊每半年發行一期，內容涵蓋科技新知及產業訊息等，會員可藉以提升在環保及工業安全衛生的技術及競爭優勢。

二、免費參加各項活動：

本協會不定期舉辦環安衛相關議題的座談會及研討會，邀請各界專家學者演講及交流；另亦安排觀摩活動，參觀優良產、官、學、研單位，相互吸收經驗。

三、專屬網站：

本協會專屬網站 <http://www.cesha.org.tw/>，會員可藉此瀏覽本會最新訊息及相關資訊。

四、入會申請表

團體及個人會員申請表，放置於本協會專屬網站上，加入會員請於本會網站下載。



廣告刊登費用明細

位 置	規 格	印 刷	單 期 價 格
封 面	全 頁	彩 色	30,000 元
封 底	全 頁	彩 色	24,000 元
封面裡頁	全 頁	彩 色	20,000 元
封底裡頁	全 頁	彩 色	19,000 元
內 頁	全 頁	彩 色	12,000 元
內 頁	半 頁	彩 色	8,000 元
內 頁	全 頁	黑 白	8,000 元
內 頁	半 頁	黑 白	5,000 元

附註：

1. 如須本刊代為打字完稿，酌收打字完稿費每頁 500 元整。
2. 廣告折扣：
 連續刊登二期者：95 折
 連續刊登三期者：9 折
 連續刊登四期者：85 折
3. 會員優惠：「現有會員」以刊登版面單期價 **9 折** 計價。