



化學品風險管理與評估方法與運用

瀚博工礦衛生技師事務所所長 / 張文棋

關鍵字：化學品管理、風險管理、化學品運用管理、化學品分級管理

摘要

化學品的使用已經是現在人生活的一部分了，從生活上的民生用品（清潔劑、芳香劑、建材、食品添加劑）到生產製程用的特殊化學品，與其說化學品可以說是無所不在的一個東西也不為過，而在職業安全衛生管理上，化學品的管理也是越來越嚴苛，從早期的有機溶劑中毒預防規則、特定化學物質預防規則等等的法規，到現今以有危害物質分級管理辦法，所以對於職業安全衛生人員是一個很重要的管理關鍵作業，並佔有一個很重要的角色與地位，無論是製程的安全評估、職業衛生的管理等等都是一個很重要的運用。

而現今的職業安全衛生人員在工廠的人數少，化學品項目多的狀況下，通常大多淪為執行法規項目，並未針對整體性的管理管控進行風險管理的思維檢討，所以該如何從

裡面找到重要關鍵化學品的管理方法，與該如何有效的運用這些資訊，本文將以風險為基礎，透過風險管理的方法，對化學品的管理架構進行說明。

一、前言

近年來食安問題、公共安全、工業安全事件頻繁，食安問題從 2008 年中國大陸的「三聚氰胺事件」、2011 年台灣的「塑化劑事件」、2014 年有台灣「劣質油品事件」與「高雄氣爆事故」、2015 年有「八仙樂園派對粉塵燃燒事故」、「天津港危化品倉庫爆炸事故」、「晶元光電竹科廠火災」、2017 年「昇陽光電火災」，而最近 2018 年 4 月 28 號平鎮敬鵬工業股份有限公司大火，這些意外事故的發生或處理救災的當下都可能與化學品有關，而這些案例裡面都有人員受到健康上的危害（包含死亡）。



然而台灣針對化學品的管理法規並非只有職業安全衛生法而已，依照不同的性質，管轄的單位與法規均有所不同，環境保護署有管轄毒化物的毒性化學品管理辦法、消防署有針對可燃性物質有公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法、交通部亦有道路交通安全規則…等等的法規，我們再回頭思考這些法規中所管理的事項都只是針對不同的應用進行管制而已，所以如果只是遵守法規，可能會造成有盲點的發生，因此更要反思化學品的管理到底該如何管理。

隨著科技時代的進步，化學品的運用會越來越廣，而身處於製造、使用這些化學品的工廠中，擔任職業安全衛生人員更應該要將化學品進行風險管理、評估並利用專業知識進行必要的運用。

這次就透過風險管理的理論架構來說明化學品的管理上應該要注意的東西。

二、文獻回顧

本節針對風險管理相關議題進行文獻回顧。

(一) ISO31000 風險管理

ISO31000 是國際標準化組織和國際電工委員會於 2009 年 11 月聯合出版《ISO/IEC 31000:2009 風險管理—原則和指引》，為機構提供有效及有系統地控制和管理風險的方法 [1]，管理架構如圖 1 所示。

在 ISO31000 裡第五章所述執行風險管理的方法為確認環境狀況 (5.3)、風險評估 (5.4)

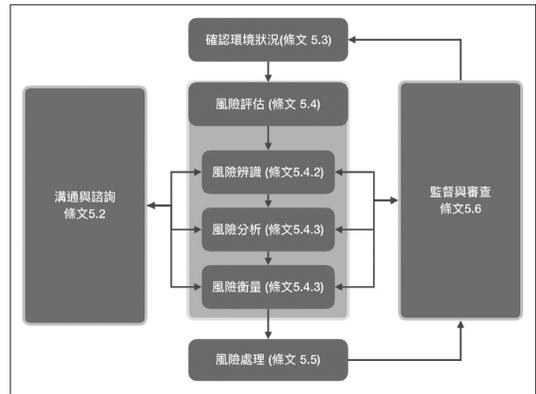


圖 1 風險管理程序 (來源 ISO 31000 2009 年版)

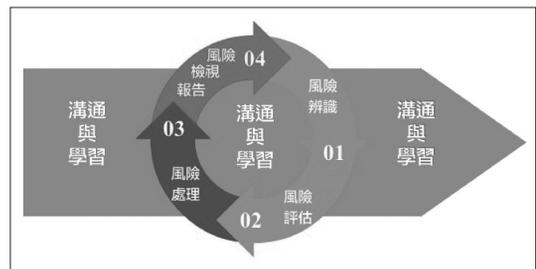


圖 2 風險管理程序 (來源英國橘皮書 2004 年版)

(風險辨識 (5.4.2)、風險分析 (5.4.3)、風險衡量 (5.4.4)、風險處理 (5.5)，而整體過程都需要做監督與審查 (5.6)，溝通與諮詢 (5.2)，其流程為圖 1。

(二) 英國風險管理

在英國政府發行的橘皮書，是為風險管理的準則與概念的指引，橘皮書的資料中提及評估風險的方法為風險辨識、風險評估、風險處理、檢視與報告風險並隨時進行溝通與學習 [2]，其流程如圖 2。

(三) 專案管理協會 - 風險管理

美國專案管理協會針對風險也提及風險



管理的方法，分別為規劃風險管理、辨識風險、定性風險分析、定量風險分析、規劃風險回應、實施風險回應、監視風險 [3][4]。

由上前述的幾個風險管理的方式蒐集後，我們可以知道風險管理方式大都為辨識風險、風險評估分析(定性與定量)、風險對應處理，最後是監控風險，所以化學品管理亦可依照這樣的架構進行管理，接下來就依照前述之方式進行化學品風險管理的說明。

三、化學品辨識與資料收集

化學品的辨識，需蒐集與辨識工廠內的所有與化學品可能有關的項目，內容如下說明：

(一) 化學品的本質：

不管是新化學品或者是既有化學品可能會有新事證的更新，所以都必須要定期的去檢視化學品物質本身的資料有無新的事證或發現，以利即時更新

在台灣最有名的化學品應該是氫氧化四甲銨，在韓國與台灣總共發生的 17 起意外事故 [5] 之後，有部分供應商的安全資料表 (SDS) 第四大項：急救措施會寫上應該敵腐靈清洗接觸部位等字眼 [6]，部分公司沒有，這些都是要注意的事項。

此外還有一件特別需要關注的事情就是各國法規的變更，這代表有一定程度的變化，所以也是需要關注，以 TMAH 而言，在日本是屬於毒物作為管理，但台灣僅只是特定化學物質。

化學品本質問題需要關注的資料如下：

1. 化學品的物理特性

物理特性會影響到製程的設計，包含是否會自燃、常溫下的三態狀態、閃火點…等等，都跟製程的操作設計有關係。

例如：常溫下是半固態的物質，但製程需要用純液態的方式才能進入生產時，就需要特別注意製程需不需要整合加熱器、製程加熱時間、加熱方式、加熱的損耗、如果該物質有易燃性是否需要使用其他的物品等等的考量。

2. 化學品的化學特性

化學特性通常要注意相容性的問題，但是需要再另外提及一件事情，即與製程的反應條件下會產生的物質有關。

現在很多的半導體、發光二極體 (LED)、太陽能製程，都是使用化學製程，製程中產生的中間產物、製程反應存留的物質這些都是要做後續對應的處理

舉個 LED 磊晶的問題，製程透過化學品的反應後會產生黃磷的殘留問題，進而在機台上與設備上都有黃磷的殘留，所以當機台保養時只要一開蓋就可能會有燃燒的問題！這就是需要去管控的狀況，並做好標準作業程序。

3. 化學品的毒理特性

化學品的毒理特性除了看 SDS 的資料以及詢問原製造商以外，大家要試著去看一下，國外的化學品資料庫的資料 (比如歐洲化學局、HSDA、NIOSH、US EPA)，可以幫助大家收集到更多的資料。



(二) 法規資料：

台灣法規資料真的很多管的範圍又多又雜，可能同一個化學品有不同的法規管制，再加上客戶端來的要求規範也有所不同，因此更需要在法規的部分製作屬於自己公司的化學品法規管制對應表，才會方便管理。所以我將這些法規已類別區分為通用性法規、公司行業別法規、生產相關屬性法規這三類。

但是還有一種是國際性公約的部份就不列在這邊，這次所提的是針對台灣國內相關的部份說明：

1. 通用性法規

通常是指一般都要遵守的法規，比如職業安全衛生法相關、環境保護相關法規、消防相關法規、工廠法相關法規、貿易相關法規、交通運輸相關法規。

在這邊特別提出來一個是貿易相關法規，這是比較少會碰到的部份，法規名稱是戰略性高科技貨品輸出入管理辦法，如果有輸出輸入的部份就需要多注意這一方面的管理措施。

2. 公司行業別法規

這部份是指工廠以外的特殊性質的法規，大部分都是跟民生醫療有關的，包含農藥、食品業(化學品添加藥劑)、藥品藥材的部份，這些都有額外的法規規範，如果從事項目是有關連的就必須要額外針對這些法規進行管理。

3. 生產相關屬性的法規

這部分分為原料跟產品，通常原料都是指可以被利用在惡意性質的物質，比如可以

作為毒品的前驅物，而產品是指被選定的生產之後的流向管理。

(三) 工廠環境狀態：

職業安全衛生人員應去建立與蒐集廠區內所有的環境控制的機台特性(包含排氣與環保設備…等)，並應該去理解環境控制的條件、成因以及現場環境的受限因素，這樣才有助於去理解作業環境下，化學品可能去辨識蓄積與排除的可能狀況。

各項的生產設備的操作條件都可能會影響到化學物質的三態(氣態、液態、固態)，由於每一個化學物質相態都會影響到對人體暴露的影響，所以這需要了解每個機台的操作條件，還有共同使用的化學物質甚至於化學物質供料的順序，還有異常處理的流程，這都會影響到可能性的危害，這些都需要辨識出來。

接下來分別為化學品的使用狀態與控制措施進行說明。

1. 化學品的使用狀態

不同的化學品在不同的使用狀態，就會有不一樣的對應措施，因此大致上可以分為使用量、使用地點、使用的溫度、使用的時間(時機)、使用地點，而在工廠端的職業安全衛生人員，可以透過生產流程這部份來確認生產的狀態，通常而言每個工廠大多會有製程流程方塊圖或者是 QC 工程圖，透過這些流程圖可以每個細塊再切開來審視，這樣可以更清楚化學品在製程上的狀態。



2. 控制措施

控制措施大部分都會跟法規有關連，因此可以區分為機台設備的安全控制、環境控制因素、緊急控制因素、人員保護措施。

(1) 機台設備的安全控制

每一個機台內都會有自己安全管制措施，通常分為硬體面跟軟體面，硬體面通常都是會設計成防呆裝置，或是互鎖裝置。

由軟體面來查看，這部份的對應措施通常都是透過程式的互鎖流程上的管理，或者是介面工程的管制。

而這些因素都會考量到化學品的本質問題去進行設計，去避免有任何的意外事故發生，所以反向的操作也可以大致上理解化學品機台的危害特性。

(2) 環境控制因素

這部份可以分為兩個，分別為作業現場的工作環境（偏職業安全衛生）跟外部環境的排放減污工程（偏環境保護）。

現場工作環境通常會有關連的是現場的通風換氣設備的控制，溫濕度管理的問題，最重要的是要讓人的暴露低於個人暴露現值（PEL）以下，而會考慮的部分是因為跟使用狀況和化學品的本質有關，通常而言會參照法令的規範，比如勞工作業場所容許暴露標準。

外部排放的部份要考慮化學的環境污染的問題，這部份可以參考安全資料表中第十二項的生態資料和第十三項廢棄處置方法，相對的就是排放量的推出與環保設備處

理效率的檢討，甚至於有時候也必須考量到排放點的問題，比如高聚集區（集合住宅）或高敏感族群（幼稚園）等等都需要配合環境條件進行排放點相關的調整。

(3) 緊急控制因素

這部份最低的要求與指引都是法規，從消防的設備規劃、防火區劃、工作場所有關的職業安全衛生法管制的必要措施（搶救設備、急救器材等等）、環保法令相關的緊急處置措施，這些都是緊急控制因素。

另外如果在建廠初期的話，逃生動線跟緊急防範、化學品宣泄的路線、緊急集合地點甚至於風向器最好可以事先規劃，最好可以規劃災害緩衝區，這樣對後續的處理跟救災可以節省很多時間！

(4) 人員保護措施

人員保護措施並非是指人員的緊急應變設備或是防護具而已，還有一些硬體的保護措施，比如正負壓設計。逃生的正壓設計或者是污染區的負壓或是相對負壓設計等等，都是避免人員接受到化學品暴露的方法。

(四) 勞工相關：

作業勞工基本上是屬於一個受體的角色，而每個受體的反應敏感度都不同，舉個例子而言：青壯年的呼吸頻率與力道與老年人就有明顯的不同了，所以單就作業勞工的需要，基本上就應該要調查以下資訊：

1. 年齡層；
2. 工作年資（包含以前的相同經驗，目前從事該項作業的資歷）；



3. 疾病史：理解有無遺傳性疾病或者特殊疾病、手術經驗；
4. 健康狀態：平均身高與體重、抽煙、檳榔、喝酒等對身體有特殊影響的嗜好；
5. 防護具：防護具配戴的習慣（正確配戴與有無使用等等）；
6. 工時：要確認每日的工作時間與暴露時間，乃至於到每週的工作頻率或型態；
7. 員工抱怨：可能為身體不是的前兆。

除了上述的調查以外，還需要進行各類化學品勞工接觸人數、特定毒性的標的器官、防護具的使用規範等調查。

1. 各類化學品勞工接觸人數

依照化學品的使用狀態跟可能接觸的人員的人數進行交叉性的比對人數，知道人數或是可能的人數後，可以推估未來的健康檢查費用跟防護具需求量。

2. 特定毒性的標的器官

依照化學品的毒理特性，先把這些可能的標的器官登載出來，未來在做相對應的健康檢查以及分析、人員的篩選（含異動）、健康促進等等都比較好進行。

再者，針對特殊化學品對女性或童工有危害的部份，也是要注意。

3. 防護具的使用規範

防護具應該要思考整體化學品的暴露量、防護具的吸收量、作業特性以及配戴習慣等等因素，選擇適當的防護具，以及考量更換頻率與使用壽命。

當然，最好的處理方式是透過計算後再驗證，逐步的修正防護具的設備與使用規範。

而化學品還可以由安全資料表(SDS)、作業環境監測結果的資料中擷取一些所需的資料，並進行現有各項物質的相容性危害、物質毒性、與人接觸的方式、人體的反應、特殊狀況的危害、貯存注意事項、嗅味閾值、火災爆炸的可能性，彙整後把使用的注意事項與生產作業流程（特別需要注意接觸化學物質的期間）、使用方法共同整合討論，包括現場人員衣物有無殘留化學物質的氣味、顆粒等等，還有相關的歷史資料：如先前現場的危害濃度，他場同一化學物質事故案例等。

透過上述所蒐集到的資料進行交叉性的比對與彙整並決定公司風險等級的區分後，進而可以製作出一份初步的化學物質危害清單，亦為勞動部所說的危害清單，相對而言這就是風險管理的第一步，簡稱為化學品初步危害辨識清單，這份清單內應包含但不限於，作業流程、作業特性、作業機台、化學物質特性（毒性、用量…等等）、暴露頻率與時間、人員特性（可以區分為年資、健康…等等）、環境特性、控制特性等資訊。

四、化學品的風險評估

化學品的風險評估可以分為定性與定量，而現今台灣最常聽見的就是化學品分級管理（Chemical Control Banding, CCB），其中就包含到定量跟定性的部份，而台灣俗稱的半定量在文章內都是歸類於定性風險評估。



(一) 化學品定性風險分析

在台灣有害性化學品評估及分級管理技術指引 [7]，其中附件三具有健康危害之化學品分級管理工具選用參考，其工具包含如下：

1. 我國化學品分級管理工具 (參考國際勞工組織發展之管理工具：Chemical Control Banding Toolkit)
(<https://ccb.osha.gov.tw/content/info/UnderstandingCCB.aspx>)
2. 英國物質健康危害控制要點 (Control of Substances Hazardous to Health Essentials, COSHH Essentials)
(<http://www.hse.gov.uk/coshh/essentials/coshh-tool.htm>)
3. 德國工作場所危害物質管控計劃 (Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe, EMKG)
([http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EM KG/Software.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EM%20KG/Software.html))。
4. 荷蘭物質管理線上工具 (Stoffenmanager)
(<https://stoffenmanager.nl/>)
5. 新加坡人力部職業衛生局所研擬之 (A semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals)
(<https://www.wshc.sg/files/wshc/upload/cms/file/2014/A%20Semi-quantitative%20Method%20to%20Assess%20Occupational%20Exposure%20to%20Harmful%20Che.pdf>)
6. 日本「有害物質之危害指針」(<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/roudou/an-eihou/dl/ka060320001b.pdf>)。
7. 美國 NIOSH 「Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB)」(<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-152/>)
8. 其他等同科學基礎之評估及管理方法。

前述這些工具都是可供參考，而台灣政府亦於網站 (註 1) 上提供了線上分級的服務，可線上執行定性分析的工具，而值得注意的是 H 點：其他等同科學基礎之評估及管理方法，這意謂著可以依照相同的基礎進行相關工廠的調適與分析評估。

此外這是針對化學品本質的分析而言，同樣的生產製程亦有類似的評估方式，我們可以由勞動部職業安全衛生署發佈之製程安全評估定期實施辦法中第五條有的評估方式，看到如果 - 結果分析、如果 - 結果分析／檢核表、危害及可操作性分析，這都是定性模式的一個方法，另外焦巍等四人 (2009 年) [8] 也有針對化工廠常見的評估方式進行討論 (如表 1 所示)，其方式大多為定性的模式。

這些評估方式大多是採用重要的指標進行分等區分的模式，針對各項指標做各項比重的比較，最終發展出一個定性的風險評估，通常都會配合風險矩陣或者是分數排序進行風險嚴重度的排序，這也是定性分析的特點與方式。



表 1 本質安全方法比較表 [8]

英文名稱	適用範圍	評估範圍
Dow F&S Index, Mond Index	概念設計、細部及之後的階段	物質危害
Prototype Inherent Safety Index, PIIS	概念設計階段	物質、過程危害
Inherent Safety Index, ISI	概念設計階段	物質、反應、過程、結構危害
Fuzzy Based Inherent Safety Index	概念設計階段	物質、反應、過程、結構危害
Integrated Inherent Safety Index, I2SI	整個生命週期	物質危害、控制系統、本質安全應用程度
Environment, Health & Safety, ESH	概念設計階段	安全、環境、健康危害
i-safety	概念設計階段	物質、反應、過程、結構危害
graphical method	概念設計階段	物質、過程危害
Inherent Benign-ness Indicator, IBI	概念設計階段	物質、反應、過程、結構危害

定性分析好處是可以透過簡單的區分快速篩選出各項嚴重度等級，但是相對的為了避免安全性不足，所以通常都會有安全係數的考量，因此也很容易造成嚴重度被放大的可能性，為此吾人建議可參照 PMBOK 6th 在定性風險管理中資料分析上應該要注意的幾件事情，降低風險誤判的可能。

1. 風險資料的品質評量，對於風險相關資料的準確度跟可靠度進行評估，並判斷這些資料是否能作為定性風險分析的基礎。
2. 風險機率與衝擊評量時，應注意利害關係人對於機率與衝擊等級間的認知差異預期可見。
3. 仍應要探討存在的差異 [1]，其他風險參數的評量，除了既定理論的風險項目，應可再考慮化學性風險的其他特性作為評估項目之一。

因此在化學品定性分析的部份，除了參照政府的指引以外，尚可利用原有理論基礎的方法，再針對各家公司的特性進行調適。

(二) 化學品定量風險分析

定量風險評估並不是一定需要執行項目，但就如同定性風險分析所說的，因為定性風險分析很容易有放大的可能，所以如果在定性風險分析上，有單一物質有過高的可能性的時候，建議可以進行定量風險分析確認可能性的狀況。

化學品定量風險分析針對現場暴露量，可以依照危害性化學品評估及分級管理技術指引 [7] 附件四 - 定量暴露評估推估模式 [9] 所提及的模式如下。

1. 作業場所無通風推估模式 (Zero Ventilation Model)；
2. 飽和蒸氣壓模式 (Saturation Vapor Pressure Model)；
3. 暴露空間模式 (Box Models)；
4. 完全混合模式 (Well-mixed Room Model)；
5. 二暴露區模式 (Two-Zone Model)；
6. 渦流擴散模式 (Turbulent Eddy diffusion model)；



7. 統計推估模式 (Statistical models)：蒙地卡羅模擬分析，貝氏定理；
8. 其他具有相同效力或可有效推估勞工暴露之推估模式。

針對製程的定量風險評估，可以依照法規 - 製程安全評估定期實施辦法規定中故障樹分析方法進行評估。

但現今因為科技技術的提昇與電腦的普及化，在台灣的網站有提供網路線上的定量推估模式，美國工業衛生學會 (AIHA, American Industrial Hygiene Association) 也有提供 EXCEL 檔案 (註 2) 供職業衛生師於執行作業時使用。此外，也有針對不同特性的定量風險分析套裝化軟體，比如 ALOHA (註 3)、SAFETI (註 4) 等等，都可以用來進行相關的定性風險評估。

針對定量風險評估的部份必須考慮不穩定性的問題，所以可以採用模擬的方式，或進行敏感性分析 (譬如龍捲風圖)，才進行相關的評估，減少一些不確定性因子的影響，讓定量的結果可以更貼近於化學品的實際狀態。

(三) 化學品風險評估小結

針對化學品的風險評估完成後，應該會產出公司內化學品的風險評估等級，也是職業安全衛生人員所說的化學品分級管理表。另針對健康或者是機台風險也可以同時進行定量與定性的評估。吾人認為可以在定性風險分析中找到比較高風險的物質進行定量分析，或亦者針對公司進行整體性的定量風險評估，可以作為公司的投資決策。

最後所有的化學品都進行分級之後，建議可以製作化學品的風險管理地圖，可以透過平面圖將化學品的存量與風險用圖示化呈現，可以有效做到溝通以及日後的搶救對應。

五、化學品的風險處置

化學品風險評估完成後，應該是要針對高危害與高風險的化學品實施對應的處置方式，針對國際勞工組織發展之化學品管理工具 (Chemical Control Banding Toolkit) 後方的附表為相關等級的對應處理措施，不失為一個良好的對應方式。然本文提供另外一個思考邏輯，建議危害等級的採用可遵循下列五種策略 [3]：

- (一) 呈報：潛在的風險等級已超過公司可以忍受之範圍時，先提報給公司高階經營層進行判斷，雖然在化學品分級管理表有呈現，但工安人員已無法對此問題進行有效的控制與監督，故轉由高階經營層進行監控。
- (二) 規避：在化學品管理上面可以採用低毒性、無毒性、非燃性物質進行本質性的取代，或者是儲存的空間為不可燃等方式。
- (三) 轉移：將高危害的化學品作業轉由外包業者處理或者是採用增加保險的方式進行對應，以確保當有人員有職業病或者是災害時，在財務面的損失可以減少。
- (四) 減輕：其作法例如設備保養、防護具配戴等等的方式。



(五) 承擔：面對該化學性的危害不進行任何的處置，通常都是針對無毒性或非可燃性的物質的對應方式。

而當化學品的風險分級與處置完成之後，還要特別注意處置的部份需要有管理者與危害發生觸發點的掌握，避免化學品風險等級有改變的時候忘記變更，造成更嚴重的問題，該部分通常都會結合自動檢查的方式進行狀況的掌握。

六、化學品的風險監控

當化學品進行風險評估之後，我們必須隨時的去確認現場的化學品是否與我們風險評估的狀態相同，所以可以利用作業環境監控的量測去判別現場環境的控制狀況是否良好，而監控的方式可以透過人員的採樣、設置即時監控量測設備、手持式檢知管都是可行的方法。

此外，針對化學品的受體為作業勞工，所以我們可以針對勞工的健康檢查結果進行比較分析，我們可以使用作業環境監測暴露群組的概念進行健康檢查結果的分析，而分析的標的器官可以參照職業安全衛生署網站的職業病認定參考指引(註3)進行篩選。

健康檢查數據分析手法，可以採用個人歷年惡化狀況，不同暴露群組差異狀況，前後兩年相同群組惡化狀況，進行檢視人員有無惡化以及化學品對健康潛在的問題發生。

而監控還要注意變更管理，當有任何製程作業變更都要思考化學品對於這次的變更

會有什麼樣的影響，並重新再進行一次的評估，除此之外，外部的變更如法規、化學品的更新證、同業案例都必須蒐集納入監控的進行是否要作為變更管理範疇。

最後針對監控所得來的資料，建議一定要回報與更新給相關的利害關係人員進行對應。

五、結論

化學品管理並非只是針對製程或是人員健康而已，應該是要全面性的考量，但是在很多的情況下，職業安全衛生人員的人力可能無法負荷全部的安全管理，所以，以風險的概念進行管理不失為一個好的策略模式，並且透過化學品的風險管理表以及化學品風險地圖，可以讓化學品更加明確管理方向，以及後續應該要執行與運用的方向，並期許管理與改善可以更上一層樓。

而當化學品管理良好的時候，工廠化學性的風險就可以被大幅的降低，無論是火災財損、人員病假、職業病的支出等等，期許未來化學品管理可以更加多元化，人員可以安全的使用化學品。 ◆

註 1：台灣化學品評估分級管理網站
<https://ccb.osha.gov.tw/content/evaluation/Evaluation.aspx#con>

註 2：美國工業衛生學會 AIHA 所提供的
IH Apps / Tools 網站
<https://www.aiha.org/publications-and-resources/TopicsofInterest/Pages/Tools-and-Apps.aspx>



註 3：ALOHA (Areal Location of Hazardous Atmosphere) 是由美國環境保護署 (Environmental Protection Agency, EPA) 和美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 所共同開發之洩漏後果分析軟體。

註 4：SAFETI (Suite for the Assessment of Flammable, Explosive and Toxic Impacts) 為立恩威國際驗證股份有限公司開發之定量風險評估軟體，可運用於戰略規劃、設施選址和佈局、庫存管理、安全案例準備、風險管理、監管合規、運營改進和優化、化學品運送。

註 5：職業安全衛生署職業病認定參考指引
網站 <https://www.osha.gov.tw/1106/1176/1185/1190/>

9. Charles B. Keil (EDT); Chaterine E. Simmons (EDT), 「Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals, 2nd edition」, AIHA 出版, 2009 年, 1 月。

參考文獻

1. 倪國夫博士、香港品質保證局技術總監，「ISO/IEC 31000 – A Systematic Approach to Risk Management 系統化的風險管理」，管略，第 40 期，2011，4 月。
2. HM Treasury，「The Orange Book Management of Risk - Principles and Concepts」，HM Treasury 出版，2004，10 月。
3. PMI 美國專案管理協會，社團法人國際專案管理學會台灣分會譯，「專案管理知識體系指南 (PMBOK Guide)- 繁體中文第六版」，社團法人國際專案管理學會台灣分會，2018，3 月。
4. Project Management Institute, Inc.，「INTRODUCTION TO PROJECT RISK MANAGEMENT PROCESSES」，2009 年。
5. 吳政龍、郭浩然、蘇世斌著，「低濃度 TMAH 也會致命」，勞工安全衛生簡訊第 121 期，2003，10 月。
6. 三福化工股份有限公司，氫氧化四甲基銨安全資料表，Rev. 9, pp. 2, 2018, 4 月。
7. 勞動部職業安全衛生署、吳承芬譯，「危害性化學品評估及分級管理技術指引」，勞動部勞職授字第 10402003261 號公告，2015 年，12 月。
8. 焦巍、李忠杰、夏力、項曙光，「化工過程本質安全評價指標的研究進展」，計算機與應用化學，Vol.26 No.8，2009 年，8 月。