



經濟部工業局110年度強化產業公共安全管理計畫 製程安全管理技術輔導案例

一、關鍵設備鑑別制度建立

化工製程設備包含靜態設備、轉動機械、儀控系統、電氣設備等，數量繁多且種類繁雜，對所有設備投以相同程度的維護保養工作是不切實際的。為了將有限資源合理規劃，以執行適當的設備檢查、維護、保養工作，事業單位可透過量化風險評估，辨識出危害風險較高的關鍵設備，確認需著重安排保養工作與需優先執行維修工作的對象，以提高設備可靠度及降低故障率，確保設備於安全範圍內得以正常運轉及保持製程長時間處於穩定運作狀態，避免非預期性停車及重大工安環保事故發生。對此，事業單位應依據其的製程特性，考量安全、環境保護、生產品質與經濟等面向，訂定一套鑑別機制與標準，以供廠內工務、技術、製程與工安等相關部門執行關鍵設備鑑別時，有一致且明確的標準得以依循。

鑑於受輔導對象於輔導前，已有執行製程危害分析及風險基準檢查，鑑別出製程潛在具有危害之處。本次輔導係基於廠內現行的執行程序、組織分工與設備關鍵性分級結果，藉由與廠內製程、工務與工安等相關單位同仁訪談，建立安全關鍵設備鑑別制度，規範小組成員職責及作業流程（如圖 1），使廠內人員有一致的執行作法與判定基準。此外，亦規範製程若有變更，可能改變設備的風險等級、安全保護的程度，關鍵設備篩選結果須隨變更案開立時重新檢討，以維持SCE 篩選結果與製程現況相符。



圖 1、本計畫執行 SCE 鑑別作業流程

二、安全關鍵設備篩選

以安全影響為主要考量的製程設備，即安全關鍵設備，係指當該設備功能喪失或故障時可能導致製程安全事故，或其設置目的為防止重大事故發生或減輕其影響者。鑑別出安全關鍵設備，並確實執行其保養與檢測計畫，提升製程設備的可靠度，方能從設備端達到製程安全管理預防或減少毒性、反應性、易燃或易爆化學品發生災難性洩漏而導致人員中毒、火災或爆炸危險後果的目的。

本輔導參考美國化學工程師協會 (AIChE) 中化學製程安全中心 (CCPS) 發行之《資產完整性管理指引》(Guidelines for Asset Integrity Management) 建議之鑑別流程 (如圖 2)，以受輔導對象一代表性製程，藉由廠內已執行的 HazOp 分析結果，優先針對高危害化學品流經的區域進行安全關鍵設備判定。帶領廠內同仁依據製程的重大危害、製程設備的功能需求及其設置目的等，確認出用以儲存能量或危害物質的主要設備，並依據其相關的偏離後果嚴重度、RBMI 風險等級，判定其是否可能導致重大事故發生；第二是依據相同基準，確認主要設備之上、下游設備是否可能影響主要設備；最後清查出與該重大事故相關之安全裝置與應變裝置，以納入 SCE 之 B 與 C 類設備。藉此讓同仁熟悉作法，並調整 SCE 篩選作法，使流程更貼近廠內實務。

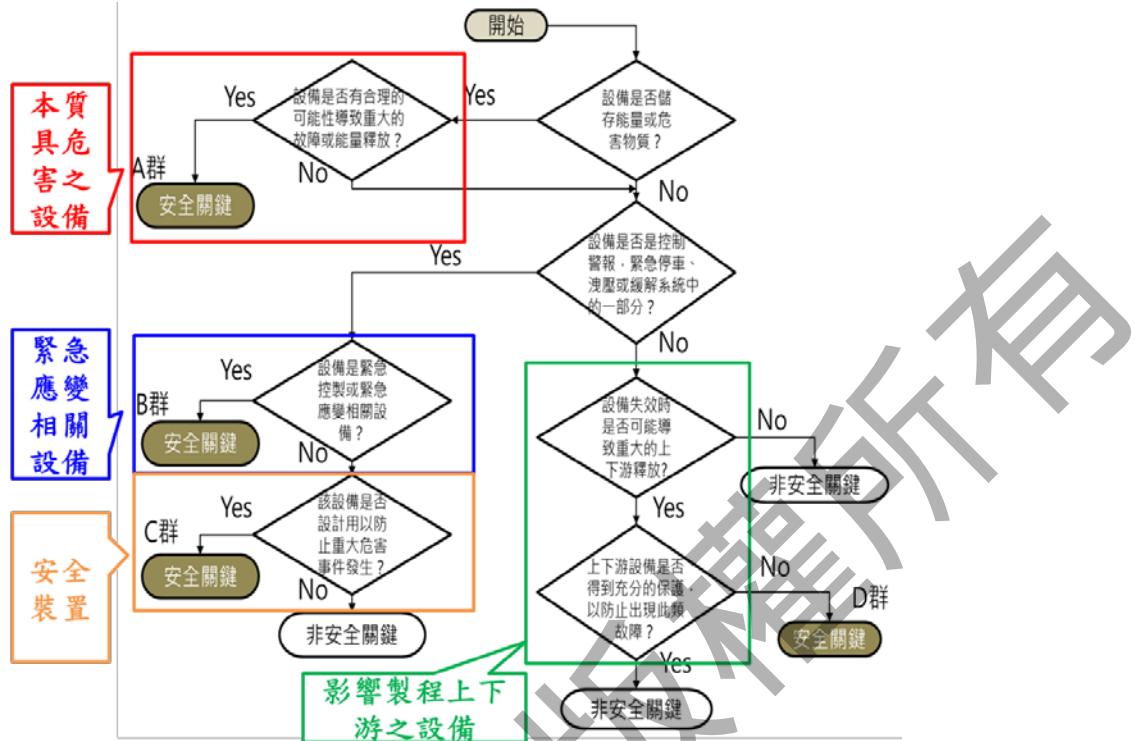


圖 2 CCPS AIM SCE 鑑別流程

三、領結分析法(Bowtie Analysis)

理想上的安全關鍵設備鑑別，需以製程危害分析(Process hazard analysis, PHA)為基礎，如：HAZOP、LOPA、FMECA、Bowtie 等分析手法，辨識出不同情境之潛在危害或不同的對象之失效模式，並匡列相關製程設備及防護設施，篩選出製程中需密切關注的安全關鍵設備，以強化製程設備的維修管理作業。

領結分析法(Bowtie Analysis)可明確辨識出危害源、製程偏離/原因、保護屏障與危害後果，呈現從製程發生偏離至重大事故發生的演進歷程。相比於表格式的風險分析方法，其更具可視化，且易於辨識設備與制度間的關聯性，使人員能掌握過程中須關注的安全關鍵設備，以及需落實、改善的人員或設備管理制度、措施。本項輔導透過教育訓練，以領結分析法(Bowtie Analysis)為主要的分析手法，帶領廠內同仁針對一製程偏離，鑑別其削減性屏障(mitigative safeguard)與預防性屏障(preventive safeguard)，並列出該製程偏離中，作為屏障的安全關鍵設備，藉以說明 PHA、RCFA(Root Cause Failure Analysis)與維修管理實務的關聯，建立廠內人員對 Bowtie 分析與 SCE 鑑別的認知，提升製程設備維護有效性。