

製程安全聚焦

安全關鍵設備失效對重大事故的影響

期號：2019 - 06
 總第089期
 發佈時間：2019年06月

英商勞氏檢驗股份有限公司台灣分公司

台北市中山北路2段96號10樓1008室(嘉新大樓前棟)
 郵遞區號：10449
 電話：02-27152033
 傳真：02-25630018

營運經理：
 王嘉輝
 Email：
 eric.wang@lr.org
 連絡電話：
 0966-510078

編輯人：
 林唯中
 Email：
 weizhong.lin@lr.org
 連絡電話：
 0900-772328

製程安全聚焦LINE群組



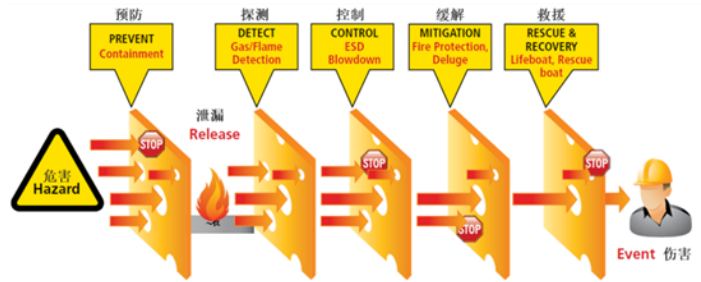
製程安全聚焦微信平台



安全關鍵設備定義

安全關鍵設備 (Safety Critical Elements, SCE) 是指與安全相關的設備、設施或系統，其：

- 失效可能導致重大事故的發生(第一類SCE)，或
- 主要功能是為了預防或緩解事故後果(第二類SCE)



SCE-性能標準表

為便於操作和維護人員理解SCE的設計和操作，通常以“性能標準”表 (Performance Standard, PS) 的形式記錄SCE的關鍵因素及特點。SCE的性能標準需包含對系統的功能性、可維護性、可靠性及存活性的精確描述。

- 功能性 (Functionality)：需要具備什麼功能？比如消防系統的流量、緊急關斷閥的關閉時間等。
- 可用性 (Availability)：能夠執行該功能的時間百分比 (去除由於檢維修而退出使用的時間)。
- 可靠性 (Reliability)：能夠按既定需求執行功能的能力，比如假設超壓保護的SIS系統可用，它執行該超壓保護功能的能力/有效性。
- 存活性 (Survivability)：是否具備在事件發生後執行既定功能的能力。

PS的精準描述，需透過進行多種定性及定量的風險分析來達到，如右圖所示。如果不進行系統化而準確的風險分析，則PS會變成空中樓閣，導致SCE在重大安全事故防控中，無法正確充分地發揮其應有的作用。

危害辨識 (HAZID)	領結圖分析 (BOW-TIE)	可靠性、可用性、可維護性分析 (RAM)
安全儀表系統 (SIS)	失效模式與效應分析 (FMEA)	火災爆炸分析
特定後果模擬	火災與氣體偵測佈局最佳化分析	其他如RBI分析等..

SCE的管理

為確保SCE能夠在全生命週期達到設計目的並正常發揮功能，需做到：

- ※ SCE的設計需要適合所對應的危害
- ※ SCE的採購、安裝及試車需要能夠滿足執行其既定功能
- ※ SCE的維護需要符合其PS中所設定的可靠性和存活性
- ※ 對SCE進行維護時需要關注其可能的失效模式

安全關鍵設備失效對重大事故的影響

SCE的管理（續）

- ※ SCE必須按照完整工況進行設計、建造、安裝、檢驗、測試和維護
- ※ 檢驗、維護和測試要保證品質，確保SCE滿足其PS，該工作需由有良好聲譽及技術實力的協力廠商完成



事故案例

2018年11月28日零時，中國化工集團河北盛華化工有限公司發生爆燃事故，事故直接原因是：氯乙炔氣體儲槽發生洩漏，洩漏的氯乙炔擴散到廠區外公路上，遇明火發生爆燃。事故原因及發展過程較為複雜，不在本文中贅述。本文想表述的是，這次事故中，有兩個很重要的SCE失效，分別是氣體儲槽洩漏及可燃氣體報警系統的“失效”。

導致氣體儲槽洩漏的因素較多，事故發生單位沒有進行充分的危害辨識及風險分析，忽視了氣體儲槽失效洩漏的嚴重性，導致氣體儲槽失效。氣體儲槽是第一類SCE，其失效直接導致事故發生。

氣體儲槽失效後，大量氯乙炔洩漏擴散，而此時可燃性氣體偵測系統（第二類SCE），如果能夠在事故發生時正常發揮其作用，可以預防或減緩事故後果，防止事故升級。但實際情況是，可燃性氣體偵測系統失效，氣體擴散至廠區外的安全區域(非防爆區域)，導致更嚴重的事故發生，造成大量人員傷亡。

綜合來看，在事故中，如果任何一個SCE能夠正常發揮功能，都不會導致如此嚴重的事故，可見對SCE的有效管理，是非常重要的。如果事故單位能夠對以上SCE建立準確的PS，並定期進行追蹤維護，會大大降低SCE的失效可能性，進而防止嚴重事故的發生。

筆者還收集了一些與槽區防溢堤這一SCE相關的現場照片，如果結合可用性、可靠性和存活性，可以給我們帶來啟發。

無法執行既定功能的安全關鍵設備(SCE)，其自身就可能會成為“隱患”。隱患排查也應該重點關注安全關鍵設備的功能完好！



可用性100%嗎?



穿過防溢堤的管線是否造成存活性的下降?



防溢堤無設計雨排水，直接開孔