

製程安全績效指標應用研究

Study on the Application of Process Safety Performance Indicators



製程安全績效指標應用研究 ILOSH103-S304

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR



地址：新北市汐止區橫科路407巷99號
電話：(02) 26607600
傳真：(02) 26607732
網址：<http://www.ilosh.gov.tw>

ISBN 978-986-04-4828-3



9 789860 448283

GPN:1010400729
定價：新台幣300元

製程安全績效指標應用研究

**Study on the Application of Process
Safety Performance Indicators**

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

製程安全績效指標應用研究

Study on the Application of Process Safety Performance Indicators

研究主持人：張承明、王安祥

計畫主辦單位：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

研究期間：中華民國 103 年 7 月 25 日至 103 年 12 月 20 日

本研究報告公開予各單位參考
惟不代表勞動部政策立場

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
中華民國 104 年 4 月

摘要

石油煉製及化學工業一旦發生重大事故，對於環境與經濟皆造成重大影響，回顧以往重大事故，多是經過一系列之失誤與長期忽略，最終造成關鍵的安全系統失效而引發重大災難。若僅靠管理系統稽核與例行檢查往往未能掌握先機。國際上先進石化與煉油工廠積極投入研究，尋找出關鍵系統之安全績效指標，隨時監控俾能有效並即時發現缺失，以確保製程安全。

英國及美國等工業先進國家的職業安全相關機構，也陸續編製相關的指引，提供石化及化學工業發展自己的製程安全關鍵績效指標，以有效提升相關工廠的安全衛生水準。本計畫為加強事業單位管理之能力，導入國外製程安全績效指標及作法，以協助事業單位監督工作場所之安全。

本計畫提出製程安全績效指標指引、安全績效指標應用範例及製程安全管理監督重點可供事業單位及檢查人員參考應用。

關鍵詞：製程安全、績效指標、關鍵指標

Abstract

Disasters from a refinery or chemical industry have significant environmental and financial impacts on society. Investigations of past occupational accidents revealed that the onset of disasters usually begin with a series of small mistakes and long term negligence, which finally result in some failure to certain critical safety system. Auditing management system and routine checkup alone are not enough to prevent an accident. Therefore, certain international petrochemical industries and refineries invested tremendous resources to research safety performance indicators for critical systems, so that problems can be detected in time to assure process safety.

Some occupational health and safety organizations in industrialized countries such as the UK and USA have guidelines for petrochemical and chemical industries to develop their own process safety performance indicators to help the industries to improve their occupational health and safety. This study introduces foreign guidelines and methods to enhance the management ability of enterprises and to help them monitor workplace safety. This study also provides guidelines for process safety performance indicators, an example to develop process safety performance indicators, and process safety management supervision emphasis for enterprises and labor inspectors.

Key words: Process safety, performance indicators, key indicators

目錄

摘要.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	v
表目錄.....	vi
第一章 緒論.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 研究目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	4
第一節 美國製程安全管理及製程安全指標指引.....	4
第二節 國際石油及天然氣生產業協會.....	7
第三節 美國石油學會 API.....	9
第四節 英國安全衛生署.....	12
第五節 歐洲化學工業理事會.....	17
第六節 經濟合作暨發展組織.....	18
第三章 研究方法.....	20
第四章 研究結果.....	22
第一節 專家座談會.....	22
第二節 編製製程安全績效指標運用指引.....	25
第三節 研擬製程安全管理監督重點.....	26
第五章 結論與建議.....	28
第一節 結論.....	28
第二節 建議.....	28
誌謝.....	30
參考文獻.....	31

附錄一 建立製程安全績效指標指引.....	33
附錄二 安全績效指標運用範例.....	86
附錄三 製程安全管理監督重點.....	97

圖目錄

圖 1 製程安全績效金字塔.....	6
圖 2 製程安全指標金字塔與事故指標金字塔.....	8
圖 3 選擇與審查關鍵績效指標的 6 個步驟.....	9
圖 4 績效指標發展架構.....	12
圖 5 瑞士乳酪事故理論.....	13
圖 6 設定績效指標之程序架構.....	16
圖 7 建立與實施 SPI 計畫的 7 個步驟.....	18
圖 8 OECD 針對事故預防管理項目提出建議指標.....	19

表目錄

表 1 製程安全管理基本項目比較.....	5
表 2 製程安全主動指標與被動指標.....	7
表 3 制訂績效指標的 6 個步驟.....	14
表 4 專家座談會.....	21

第一章 緒論

第一節 前言

石油煉製及化學工業一旦發生重大事故，對於環境與經濟皆造成重大影響，從以往的經驗與教訓證明，重大事故皆非瞬間爆發，而是經過一系列之失誤與長期忽略，最終造成關鍵的安全系統失效而引發重大災難。若僅靠管理系統稽核與例行檢查往往未能掌握先機。國際上先進石化與煉油工廠積極投入研究，尋找出關鍵系統之安全績效指標，隨時監控俾能有效並即時發現缺失，以確保製程安全。

2005年3月23日下午1點20分，位於美國德州休士頓市東南方30英哩的英國石油公司煉油廠發生爆炸，造成18人死亡、170人受傷，財務損失達15億美元。該廠建於1980年，生產無鉛汽油的辛烷化合物，可用於汽油混合或是當作化學原料。事故發生於異構化(Isomerization)工廠，該廠維修停工1個月後進行開車作業。

事故當天，操作人員用泵浦將可燃性碳氫化合物送至萃餘油分離塔(Raffinate Splitter Tower)內，3小時後仍無任何液體出料，與操作程序不符合。並且，警報與控制儀錶提供錯誤的訊息給操作人員，導致萃餘油分離塔超過高液位警戒值，使得塔頂管線充滿液體，萃餘油分離塔底部壓力從145 kPa上升至441 kPa。塔頂3個釋壓閥開啟6分鐘，排放大量的可燃性液體到洩放緩衝槽，再經煙囪排放至大氣。由於洩放緩衝槽及煙囪充滿可燃性液體，如噴泉般的噴出液柱高達34公尺。逸散出的易揮發液體形成可燃性的蒸氣雲，引燃蒸氣雲最可能的引火源推測是當時在距離洩放緩衝槽7.6公尺外停放的一輛柴油小貨車產生的回火。18位罹難者都是承攬商，均在洩放緩衝槽附近37公尺的拖車式臨時辦公室附近工作。當年12月，英國又發生儲油槽溢出發生爆炸並延燒5天，造成40人以上受傷。

由於英國石油公司煉油廠爆炸事故的嚴重性，英國石油公司採納美國化學安全委員會(Chemical Safety Board)的建議，聘請前美國國務卿 James Baker 及其他8位知名人士，組成專案小組，針對發生事故工廠的安全文化、製程安全管理成效等項目，廣泛收集和分析英國石油公司煉製事業群資料。調查報告於2007年1月完成，也對業界實施製程安全管理產生深遠的影響。該專案小組提出了10項改善建議，包含安全文化、管理系統整合、製程安全稽核、董事會監督等建議，其中最具關鍵的就是製程安全主

動式與被動式績效指標，建議英國石油公司應發展、執行、維持並定期更新可以有效衡量該公司所屬所有煉油廠製程安全管理績效的績效指標。近幾年來，製程安全績效指標的設計與應用，已成為許多專家學者研究的重點，並影響工業先進國家積極發展安全管理系統績效指標設計與應用方法。

事業單位利用績效量測可有效掌握管理系統運作的成效，而運用績效指標常為事業單位量測績效的方式。常見的職業安全衛生績效指標主要分為兩類，被動式指標與主動式指標。被動式績效指標利用已發生的事故及職業疾病案例數作為職業安全衛生執行績效的依據，這類資料比較容易收集，但在安全管理績效運用上仍有許多不足。主動式績效指標是於意外事故或職業病發生前，量測事業單位安全衛生目標的達成度，但由於主動式績效指標不容易設計且國際安全衛生系統指引僅提供可能的量測方式或範例，未明確說明設計步驟，因此運用上仍需由各事業單位建立適合該單位本身的績效指標。

另，我國《勞動檢查法》[1]中規範的甲類危險性工作場所，依《危險性工作場所審查暨檢查辦法》[2]之規定，需於開工前及開工後五年，針對其製程進行製程安全評估，並送檢查機構審查。在《職業安全衛生法》[3]施行後，其第 15 條更規範從事石油裂解之石化工業，及從事製造、處置或使用危害性之化學品數量達中央主管機關規定量以上者，事業單位應定期或於製程修改時實施製程安全評估，並製作製程安全評估報告及採取必要之預防措施。《勞動檢查法》中規範之丙類於危險性工作場所，依勞動檢查法第 26 條規定「危險性工作場所非經勞動檢查機構審查或檢查合格，事業單位不得使勞工在該場所作業」，確實依工作場所相關製程危害資訊，發掘重大潛在危害，據以實施製程安全評估及採取必要之危害控制對策，並依規定檢附相關文件資料向勞動檢查機構申請審查，勞動檢查機構應依相關規定及本注意事項確實審查，事業單位如有虛偽不實並嚴重危及勞工安全健康者，勞動檢查機構應退回申請案，經審查或檢查合格者應廢止[4]。

我國危險性工作場所審查暨檢查辦法和美國 OSHA 製程安全管理聯邦法令都面臨無法掌握執行績效的問題，近年國際上製程安全績效指標發展趨勢，也引起國內勞動檢查機構和業界對發展績效指標的重視，期能對落實製程安全管理有所助益。

第二節 研究目的

有鑑於國內石化及化工產業重大工安事故時有所聞，且國際上工業先進國家為降低製程相關事故，已陸續發展製程安全績效指標以提升管理績效，本研究主要導入國外製程安全績效指標建置方法，加強業者對製程安全管理績效指標的重視，並探討製程安全管理監督重點，以協助化學製程相關產業落實製程安全管理。

第二章 文獻回顧

在 2006 年，英國安全衛生署出版「HSG 254：發展製程安全指標」指引[5]，該指引將績效指標與瑞士乳酪事故理論結合，提出以風險控制系統為基準的製程績效指標設計方法，在每一道風險控制系統上均有系統性且架構性的將主動式及被動式績效指標設計在內，以雙重保護的概念確保風險控制系統能夠依規劃的方式持續運作。

歐洲化學工業協會(European Chemical Industry Council, CEFIC)出版的製程安全績效指標[6]，分成主要阻隔失效和阻隔功能二類，並依據非預期化學品或能量釋放量以及事故造成的後果，定義主要阻隔失效。2008 年，經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)出版「發展安全績效指標指引」[7]，該組織認為績效指標可協助事業單位瞭解是否已適當管控化學品風險，並且在儀器設備發生嚴重失效、或關鍵控制無法如期運作、或超過正常操作範圍之前，能發出警訊提醒操作人員採取矯正措施。績效指標可用於查核關鍵的政策、步驟和執行是否達成預期的成果，常常在事故發生之後才知道安全政策、作業程序並無依照規劃執行。美國化學工程師學會成立的化學製程安全中心(Center for Chemical Process Safety, CCPS)出版「製程安全主動式與被動式指標」[8,9]，主要分為主動式指標、被動式指標以及虛驚事件與其他被動式指標三類，並定義必須陳報的製程安全事件。安全績效指標重要相關文件介紹如下。

第一節 美國製程安全管理及製程安全指標指引

美國製程安全管理(Process Safety Management, PSM) [10]、API 750：製程危害管理 [11]、及我國危險性工作場所審查暨檢查辦法包含的項目如表 1 所示。美國化學製程安全中心(CCPS)於 2007 年 12 月出版「製程安全主動式與被動式指標」[8]，主要分為「主動式指標」、「被動式指標」以及「虛驚事件和其他被動式指標」三類。主動式指標是一組預防性的參數，目的為確認預防事件發生的關鍵作業程序、操作紀律或安全屏障的執行成效；被動式指標為一種追溯性指標，用來統計嚴重度超過界限的事件；虛驚事件和其他被動式指標為嚴重度較低的事件或可能啟動一層或多層安全防護的不安全狀

表 1 製程安全管理基本項目比較

OSHA(29 CFR Part 1910.119) : Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals	API 750 : Management of Process Hazards	危險性工作場所審查暨檢查辦法
1.員工參與 Employee Participation 2.製程安全資訊 Process Safety Information 3.製程危害分析 Process Hazard Analysis 4.操作程序 Operating Procedures 5.訓練 Training 6.承攬商管理 Contractors 7.開機前安全審查 Pre-Startup Safety Review 8.機械設備完整性 Mechanical Integrity 9.動火許可 Hot Work Permit 10.變更管理 Management of Change 11.事故調查 Incident Investigation 12.緊急應變計劃 Emergency Planning and Response 13.執行成效稽核 Compliance Audits 14.商業機密 Trade Secrets	1. 製程安全資訊 Process Safety Information 2. 製程危害分析 Process Hazards Analysis 3. 變更管理 Management of Change 4. 操作程序 Operating Procedures 5. 安全工作實務 Safe Work Practices 6. 訓練 Training 7. 機械設備品保及完整性 Assuring the Quality and Mechanical Integrity of Critical Equipment 8. 開車前安全審查 Pre-start-up Safety Review 9. 緊急應變及控制 Emergency Response and Control 10. 製程相關事故調查 Investigation of Process-Related Incidents 11. 製程危害管理系統稽核 Audit of Process Hazards Management System	1. 安全衛生管理基本資料 2. 製程安全評估報告書 3. 製程修改安全計畫 4. 緊急應變計畫 5. 稽核管理計畫

態，雖然這些是已發生的事件，可用於分析可能導致重大事故的操作狀態。這三類指標可視為安全金字塔中不同層級的量測指標，如圖 1 所示。圖中金字塔共分為製程安全事故、製程安全事件、虛驚事故、不安全行為或不良操作紀律等四層，也說明不同程度的事件與前述三類指標的相關性。本指引定義「製程安全事故」需符合下列 4 個條件：

- (1) 與製程相關；
- (2) 化學品洩漏量超過需提出報告的最低要求，洩漏造成下列任一情形即需提報；
 - (i) 員工或承攬商發生死傷或第三人(非員工或承攬商)發生住院治療事件；
 - (ii) 正式宣布社區撤離或就地避難；
 - (iii) 火災或爆炸造成公司直接損失達美金 25,000 元；
- (3) 地點：事故發生於生產、分配、儲存、公用或試驗工廠等；
- (4) 嚴重的洩漏：以 1 小時洩漏量為原則，任 1 小時內洩漏量超過恕限值即屬之。

建議事業單位將前述三種指標均納入製程安全管理制度中，各類指標的設定可參考表 2 的建議項目。

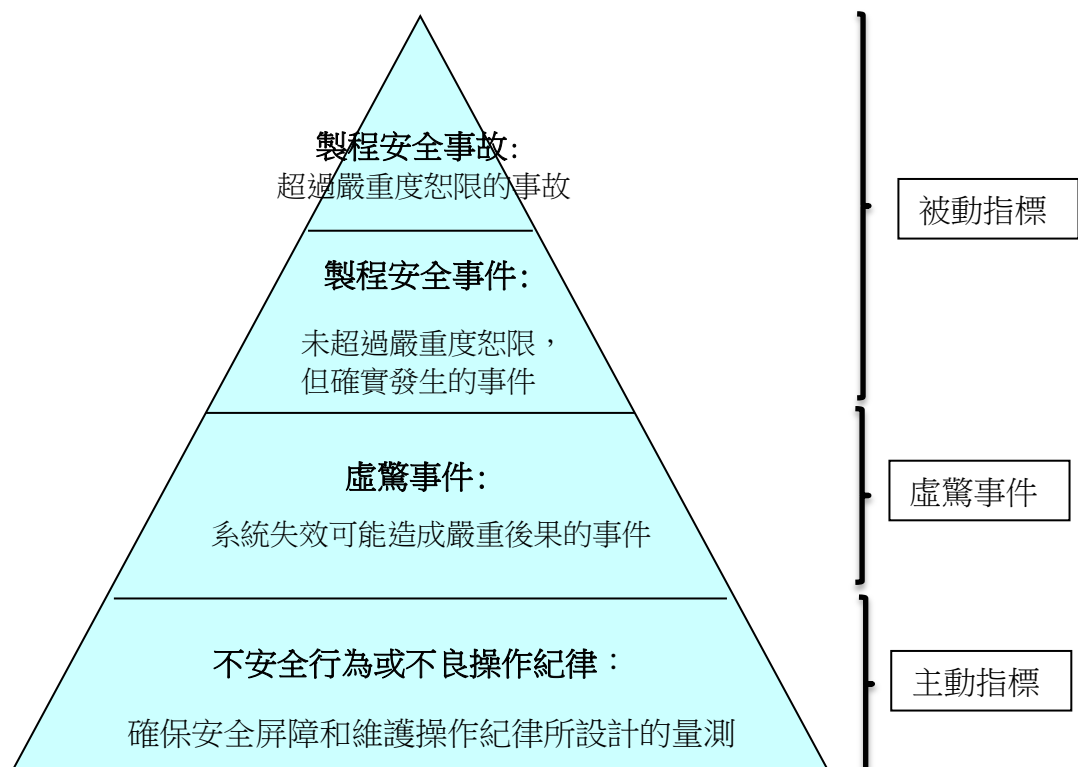


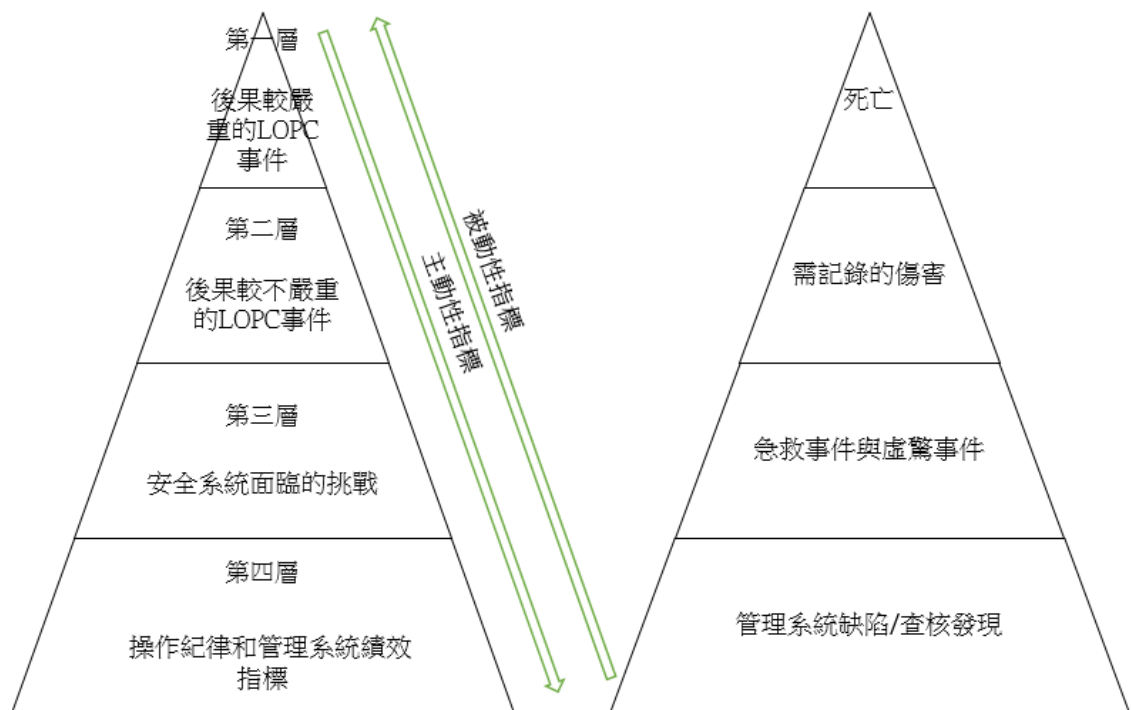
圖 1 製程安全績效金字塔

表 2 製程安全主動指標與被動指標

指標類別	建議項目
被動指標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製程安全事故：發生次數、發生率、嚴重率 2. 製程安全事件：發生次數、發生率、嚴重率
主動指標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 機械設備完整性的維護：工廠及設備的安全關鍵項目檢查次數。 2. 改善事項的後續追蹤：稽核、製程危害分析、及事故調查之後需改善項目逾期未辦理的比例。 3. 變更管理 <ol style="list-style-type: none"> (1) 變更管理作業符合變更管理所有作業程序的比例。 (2) 在進行變更前有確認該變更需採用變更管理程序的比例。 4. 製程安全訓練和作業人員專業能力 <ol style="list-style-type: none"> (1) 關鍵作業相關人員之訓練：人員完成 PSM 訓練的比例。 (2) 訓練能力評估：第 1 次受訓即通過考評的比例。 (3) 未遵循作業程序：安全關鍵工作未完全遵循安全作業程序的比例。 5. 安全文化：利用安全文化問卷以量測企業內製程安全文化的成效。 6. 操作及維護程序 <ol style="list-style-type: none"> (1) 每年實際執行程序審查及更新項次與應執行項次的比例。 (2) 審查程序內容是否清楚、明確、並具有有效性的比例。 (3) 對程序的信心：操作或維護人員相信程序是正確且有效的比例。 7. 疲勞風險的管理 <ol style="list-style-type: none"> (1) 疲勞風險：相關員工接受有關疲勞原因/風險/可能後果之教育的比例。 (2) 超時工作比例：超時工作小時數與標準工作時數之比例。 (3) 延長輪班時間的數量：在量測期間每人延長輪班時間的次數。
虛驚事件和其他被動指標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 任何嚴重的危害物質排放事件，但不符合製程安全事故被動指標者。 2. 對安全系統的質疑，包括： <ol style="list-style-type: none"> (1) 對安全系統的需求(例，安全儀控系統、釋壓閥等)。 (2) 主要圍堵設施的檢查或測試結果超過可接受範圍。 (3) 製程偏離。 3. 管理系統失效相關的虛驚事件：測試時發現安全系統失效、安全系統失效、人為疏忽、非預期或意外的設備狀態、阻隔設施遭到物理性破壞。

第二節 國際石油及天然氣生產業協會

國際石油及天然氣生產商協會(International Association of Oil & Gas Producers, OGP)，總部設在英國倫敦，於 2011 年出版「製程安全關鍵績效指標建議指引」[12]，此指引參考美國 API RP 754:煉製及石化業之製程安全績效指標[13]、CCPS、HSG 254、OECD 等指引編製。OGP 建議一個 4 階層的製程安全績效指標架構，如圖 2 所示，此架構也建議於 API 754 中。這 4 個階層以三角形表示，是為了強調在下面的階層能獲得較多的績效指標統計資料。這種表示方法可以對照 1931 年 Heinrich 和 1969 年 Bird 與 Germain 所提出的個人意外事故三角形(圖 2)。



註:LOPC 係指主要圍堵設施失效(Loss of Primary Containment)

圖 2 製程安全指標金字塔與事故指標金字塔

指引中提出採用安全績效指標的四個原因：

- 一、預防重大事故：缺乏安全製程和資產完整性可能導致嚴重危害人類、環境、財產、名譽和公司的財產穩定性。記錄重大事故和分析其根本原因可以提供經驗教訓，以防止再次發生。由於這種分析是回顧較不常發生的事件，企業不能只靠這些教訓來防止重大事故。故需增加分析對象，從後果較不嚴重的事件和管理系統的績效，主動加強安全措施以防止重大事故發生。因此，安全製程關鍵績效指標產生的資料，分析後改善預防措施，如管理制度的修訂、程序上的改變等。

二、提高可靠性：一個公司的運營質量和效率體現在其未來的盈利能力。一起防止重大事故的行動與步驟，使操作更加可靠，提升財務業績。

三、避免自滿：因重大事故較為少見，故容易關注在後果較不嚴重的風險而自信“一切正常”。績效指標能提醒關注製程安全管理與來自虛驚事件及不嚴重事故的警告。

四、溝通績效：與勞工溝通製程安全的重要性是一個持續的挑戰。關鍵績效指標提供了管理重點、透明度與進步的再確認證明，並支持安全製程文化與行為。

本指引提出了 6 個實施步驟來選擇和審查關鍵績效指標(Key Performance Indicators, KPI)，如圖 3 所示。

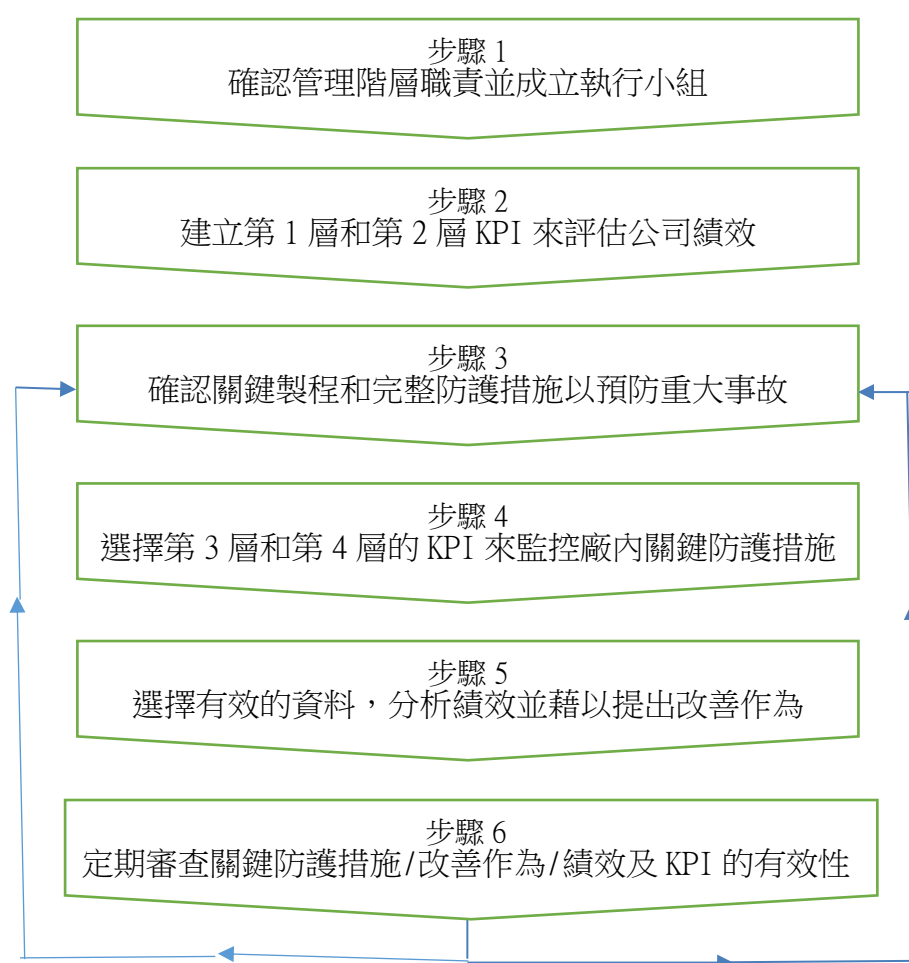


圖 3 選擇與審查關鍵績效指標的 6 個步驟

第三節 美國石油學會 API

美國石油學會(American Petroleum Institute, API) 於 1919 年成立，是美國第

一個國家級的商業協會，也是全世界制定標準最成功的商會之一。API 與美國國家標準協會(American National Standards Institute, ANSI)於 2010 年共同出版「ANSI/API RP 754：煉製及石化業製程安全績效指標」[13]。本指引在製程安全指標的觀念、定義及事故陳報機制等方面參考 API 事故陳報指引[14]、CCPS 指引[8]、及 HSG 254[5]。

該指引提出製程安全事件金字塔，與 OGP 指引相同(如圖 2)。事故金字塔圖形代表兩個觀念，第一個是意外事故可以放置於一個代表嚴重程度的比例，第二個是發生嚴重意外事故之前已發生許多較不嚴重的意外事故。這個金字塔模型代表一個高度與低度嚴重度事故之間的預測的關係，API 認為類似的預測關係也存在於製程安全相關事故，如圖 2 的左圖所示，該圖依事件嚴重程度分為四個層級，第一級為最嚴重事件，第二級次之，第四級為最輕微事件，愈頂端的指標愈為被動，愈底部的指標愈為主動，控制第四級事件的發生可達到預防頂端事件的發生。因此，採取適當的指標來量測第三層和第四層事件是很重要的。

一、依據下列原則提出績效指標：

- (一) 指引應能推動製程安全績效之改進與學習。
- (二) 指引應容易執行，且能容易讓所有利益相關者(例如勞工及民眾)了解。
- (三) 指引在行業、公司、或工作場所層級上具有統計的效力。
- (四) 指引對於該行業、公司、或工作場所層級來說是適當的基準。

二、指標之特性：一個可信又有用的指標應符合下列要求

- (一) 可信賴的
- (二) 重複性：類似的情形會產生相似的結果，且不同的受過訓練人員所量測出的結果會是一樣的。
- (三) 一致性：整個公司使用的單位及定義是一樣的。這對於公司如果不同部門會相互比較是很重要的。
- (四) 不受外部影響：獨立於壓力之外，以達到特定的結果。
- (五) 相關性：指引要與所量測的操作紀律或管理系統相關，當超出預期範圍內時要有應變行動。
- (六) 比較性：要能與其他類似的指引作比較；如時間、公司、行業間作比較。

(七) 有意義的：指引要有足夠的資料來量測正向或負向的改變。

(八) 對預定對象來說是適當的：提供給資深管理人及民眾的資料通常是每季或每年一個總整的資料或趨勢，而提供給員工的資料一般較詳細且頻率較高。

(九) 即時性：依據指標的目的和使用者的需求提供資訊。

(十) 容易使用：部測量或取得的指標比較不可能被量測或能正確的量測。

(十一) 可稽核的：指標要能夠被稽核以確保指標的特性符合以上的期望。

三、選擇指標

關鍵指標是可用來改善製程安全績效的，確認關鍵指標有下列幾種方法。

(一) 使用製程危害評估和風險評估的發現，來辨識可能的高影響事件以及預防這些事故的製程安全防護設施。

1. 會出甚麼狀況？
2. 結果是甚麼？
3. 可能性有多少？
4. 最重要的防護設施是甚麼？
5. 這些安全設施是否易於劣化？

(二) 使用事故調查及分析的結果來辨識是什麼製程安全防護設施失效導致事故發生。

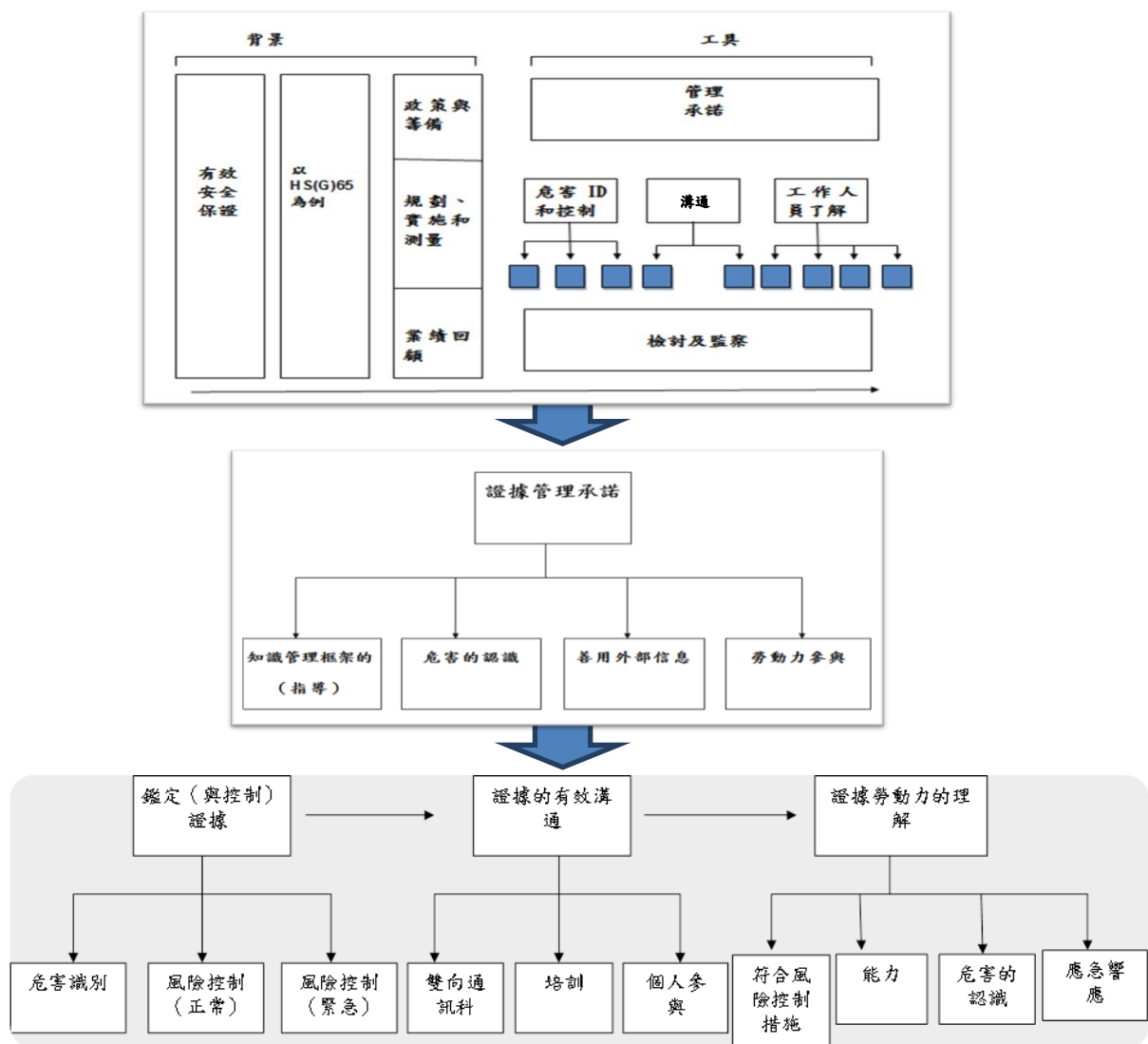
(三) 分享公司外部知識來找出其他公司成功使用的指標。

如有員工、員工代表、製程安全專業人員、與製程相關的工程師等共同參與，將能對製程安全績效有完整的認識，也有助於選擇績效指標

指引的附錄 A 中依據事故類型，例如傷害、火災爆炸、主要圍堵失效、洩漏等，說明事故是屬於金字塔中的第幾層級；附錄 C 以邏輯樹來說明第一級與第二級事故的決定條件。

第四節 英國安全衛生署

英國安全衛生署(Health and Safety Executive, HSE)於健康與安全性能測試工具的發展(2000)所提到關鍵績效指標之框架是利用風險評估的要求,工作場所的衛生條例的管理和安全性下,作為一個框架績效指標發展的“架構”創造了一系列的頂級“外部架構”,績效指標的收集資訊為:1.危害識別和控制之系統/機制的證據;2.有效危害溝通及風險控制的證據;3.有效勞動力了解危害,風險控制的證據;4.主動對於危害之審查和監控,風險控制的證據[15]。具體的實施方式架構如圖4。



而於 2006 年所頒佈的「HSG 254：發展製程安全指標」指引，HSE 是從風險管理系統運作的角度，說明績效指標設計的原則，該指引將主動式績效指標與被動式績效指標有系統且有架構地設計在每一道風險控制系統(Risk Control System, RCS)，以雙重保護的概念確保風險控制系統能夠持續依照規劃的方式運作，並提供問題發生前的警訊，以有效防止或杜絕重大工安事故發生。J. Reason 於 1997 年「管理事業單位事故風險 (Managing The Risks of Organizational Accidents)」[16]，「重大」事故導致當在幾個關鍵的風險控制系統的一系列故障的同時實現。HSE 所發展的模式為以 J. Reason 的瑞士乳酪事故理論，如圖 5 顯示了一個“意外軌跡”模型，其中一個意外的軌跡穿過的防禦壁壘和保障層相應的孔中。每一個風險控制系統代表了製程安全管理系統中的一個重要障礙或保障。

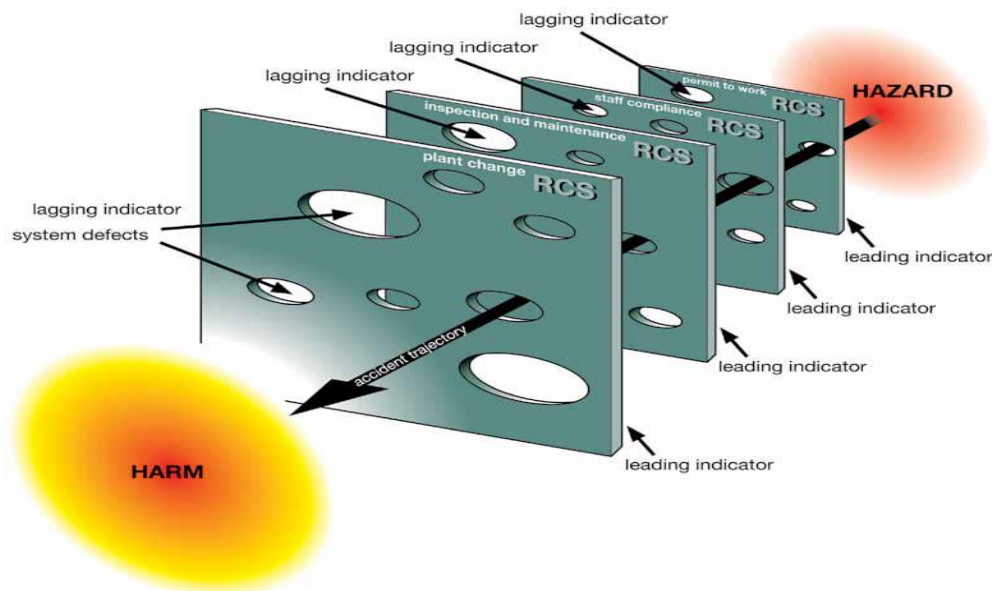


圖 5 瑞士乳酪事故理論

※資料來源: HSE (2006) 發展製程中的安全指標

指引中提出實施製程中的安全測量系統所需要的六個主要階段，如表 3 所示。過程中考慮每一階段的安全性能測試，並與績效評估系統一併列入考量，將可達到較佳安全測量措施。

表 3 制訂績效指標的 6 個步驟

步驟 1	研擬製程安全績效推動策略	指派推動工作負責人	
		建立執行團隊	
		高階主管的參與和支持	
步驟 2	界定製程安全績效指標量測和適用範圍	決定適用範圍	
		界定量測系統範圍： 辨識危害情境-可能會發生什麼狀況? 辨識危害情境的直接原因 檢視績效和或設計不當	
		步驟 3	確認防止重大事故發生的風險控制系統，決定每項風險控制系統的預期成效並設計 被動式績效指標
		確認已設置的風險控制系統 分析結果(預期成效) 建立被動式指標 依據績效量測結果改善安全管理系統的偏離	
步驟 4	辨識每一道風險控制系統的關鍵項目(例如：行動或製程必需正常運作並發揮成效)並設計 主動式指標	風險控制系統的關鍵項目是什麼?	
		建立主動式指標	
		設定容許偏差	
		偏離指標容許偏差值的追蹤和改善	
步驟 5	建立資料收集和報告方式	收集資料-建立資訊單位負責收集資訊	
		決定報告格式	
步驟 6	審查執行成效	定期審查製程安全管理系統的績效	
		定期審查指標涵蓋的範圍	
		定期審查容許偏差的設定	

※資料來源：翻譯 HSE (2006) 發展製程中的安全指標

製程安全績效量測的執行步驟為：

1. 研擬製程安全績效推動策略
2. 界定製程安全績效指標量測和適用範圍
3. 確認防止重大事故發生的風險控制系統，決定每項風險控制系統的預期成效並設計被動式績效指標
4. 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目並設計主動式指標

5.建立資料收集和報告方式

6.審查執行成效

由於無法第一次就設計具體可行的指標，因此事業單位必須定期審查主動式績效指標的容許偏差，並適時更新。

謝綉鳳[17]於製程安全管理績效指標設計論文中提及，HSE 指引以一化學品儲存場所為例，說明製程安全管理績效指標設計和運用原則，化學品儲存場所應建立的風險控制系統有：

- 1.檢查和維修 (Inspection and maintenance)
- 2.人員能力 (Staff competence)
- 3.操作步驟 (Operating procedures)
- 4.儀控和警報系統 (Instrumentation and alarms)
- 5.設備變更 (Plant change)
- 6.設備設計 (Plant design)
- 7.溝通 (Communication)
- 8.作業許可 (Permit to work)
- 9.緊急應變計畫 (Emergency arrangements)

張家瑜[18]於以風險控制系統為基準的職安衛績效指標設計方法之論文中提出，HSE 認為有效管理危害須要有積極的風險管理方法，事業單位必須建立有效的職安衛管理系統，並提出建議 HSE 事業單位將管理系統分成三個層級控制風險：

層級一 管理安排：為職安衛管理系統中最重要之關鍵要素。

層級二 風險控制系統：運用風險控制系統，有助於事業單位確保作業場所預防措施有效運作並持續維持。

層級三 作業場所預防措施：作業場所從原料輸入到產品輸出都存在作業風險，有效的作業場所預防措施必須提供及維持避免員工因暴露於作業環境風險而受傷。

目前許多事業單位正著眼於超越法規的製程安全管理程序，不僅提升安全方面之績效，也在環境符合度、品質控制與盈利能力努力，並帶入的企業社會責任的關懷，也就是朝向企業整體運作整合（Operational Integrity Management）。因此，製程安全評估之相關技術未來將更形重要。對於事業單位內部之實施方式，及勞動檢查機構在進

行查核時之指標及步驟，也進一步討論之必要。本研究將彙整製程安全績效指標相關資訊，並編製事業單位製程安全績效指標運用指引，並研擬製程安全管理監督重點，以求完整評估出製程危害控制之績效與持續改善的成果。這兩項成果的體現不僅可以凸顯現場安全衛生工作人員的重要性，亦可加強事業主持續改善的意願，協助勞動檢查單位進行檢查工作，提升本國實質職業安全水準。

績效指標定義：績效指標可分成主動式績效指標與被動式績效指標，主動式績效指標利用風險控制系統關鍵作業的查核，辨識該系統可能的失效；被動式績效指標利用已發生的事故或事件，辨識安全屏障失效或漏洞，這些事件不一定會導致傷害或環境破壞，可能是虛驚事件、前驅事件或不盡理想的預期成效，這些事件都是因為風險控制系統(Risk Control Systems, RCS)失效所導致的。HSE 認為主動式和被動式製程安全績效指標必須整合應用，HSE 指引建議的績效指標設計程序如下圖 6 所示。

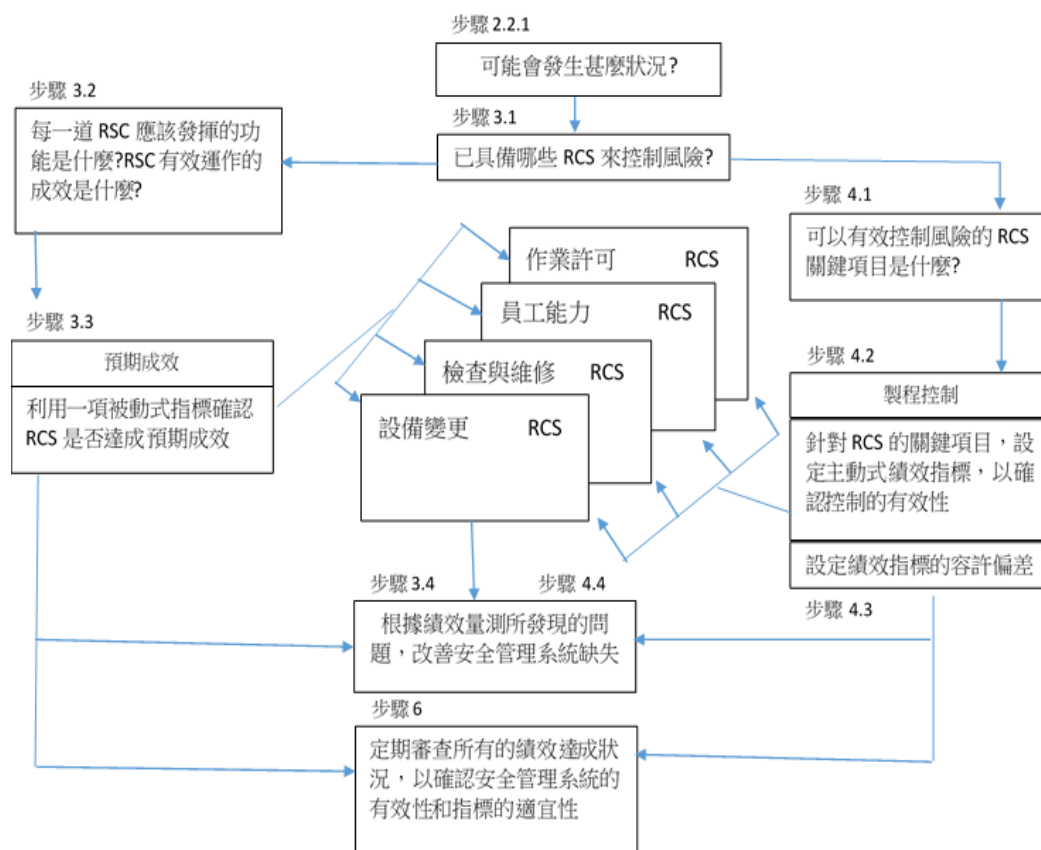


圖 6 設定績效指標之程序架構

第五節 歐洲化學工業理事會

歐洲化學工業理事會(CEFIC-The European Chemical Industry Council)是歐洲化學工業的發聲筒，成員有 22 個國家聯盟組織、8 個協會聯盟組織及 650 個來自歐洲各地的會員。CEFIC 在 2011 年出版「製程安全績效指標指引」第 2 版[6]，主要參考 API 754、CCPS 指引及 HSG 254 編撰。

指引重點在於如何量測製程安全事故以作為製程安全績效被動指標。監測預防與控制系統等的主動指標，也是重要的管理工具，但 CEFIC 認為企業有責任提出適當的主動指標，以確保企業的製程安全管理是有效的，故該指引內容不涵蓋主動指標的說明。

指引中定義「製程安全事故」需符合下列三個標準[24]：

一、與化學物質或化學製程有關

要與事故原因有直接相關，所謂「製程」可廣泛的包含生產化學品所需的設備與技術，例如反應器、桶槽、管線、鍋爐、冷卻塔和冷凍系統等。

二、事故後果嚴重度超過需陳報的門檻

符合下列一項以上者即屬於製程安全事故：

- (一)受傷導致死亡或住院治療超過 24 小時或任何人損失工作天。
- (二)能量釋出(例如火災、爆炸)導致直接損失超過 25,000 歐元。
- (三)化學物質洩漏超過恕限值且歸因於主要圍堵設施失效
- (四)就地避難(例如，媒體發佈撤離)

三、事故發生地點

事故發生於生產、銷售、儲存、公用設施、試驗工場或實驗室等，包括桶槽區、相關支援區(例如，鍋爐房、廢水處理廠、倉庫)、公司負責的發送管線等。交通事故僅限於發生在與製程連結的裝卸貨程序中，否則不屬於製程安全事故。

第六節 經濟合作暨發展組織

經濟合作暨發展組織 (Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD) 是一個國際性政府組織，由三十幾個分佈在北美洲、歐洲及亞太地區的工業國家所組成，總部設在法國巴黎。OECD 於 2008 年公佈「發展安全績效指標指引(Guidance on Developing Safety Performance Indicators)」第 2 版 [7]，該指引建議將安全績效指標(SPI)分為結果指標(相當於被動指標)及活動指標(相當於主動指標)兩種，並提出實施安全績效指標計畫的 7 個步驟，如圖 7 所示；並針對每一個步驟的實施作法分別以三種不同類型的事業單位作範例，此三類事業單位分別為化學品製造業、小型特殊化學品調製廠、及區域性倉儲業。

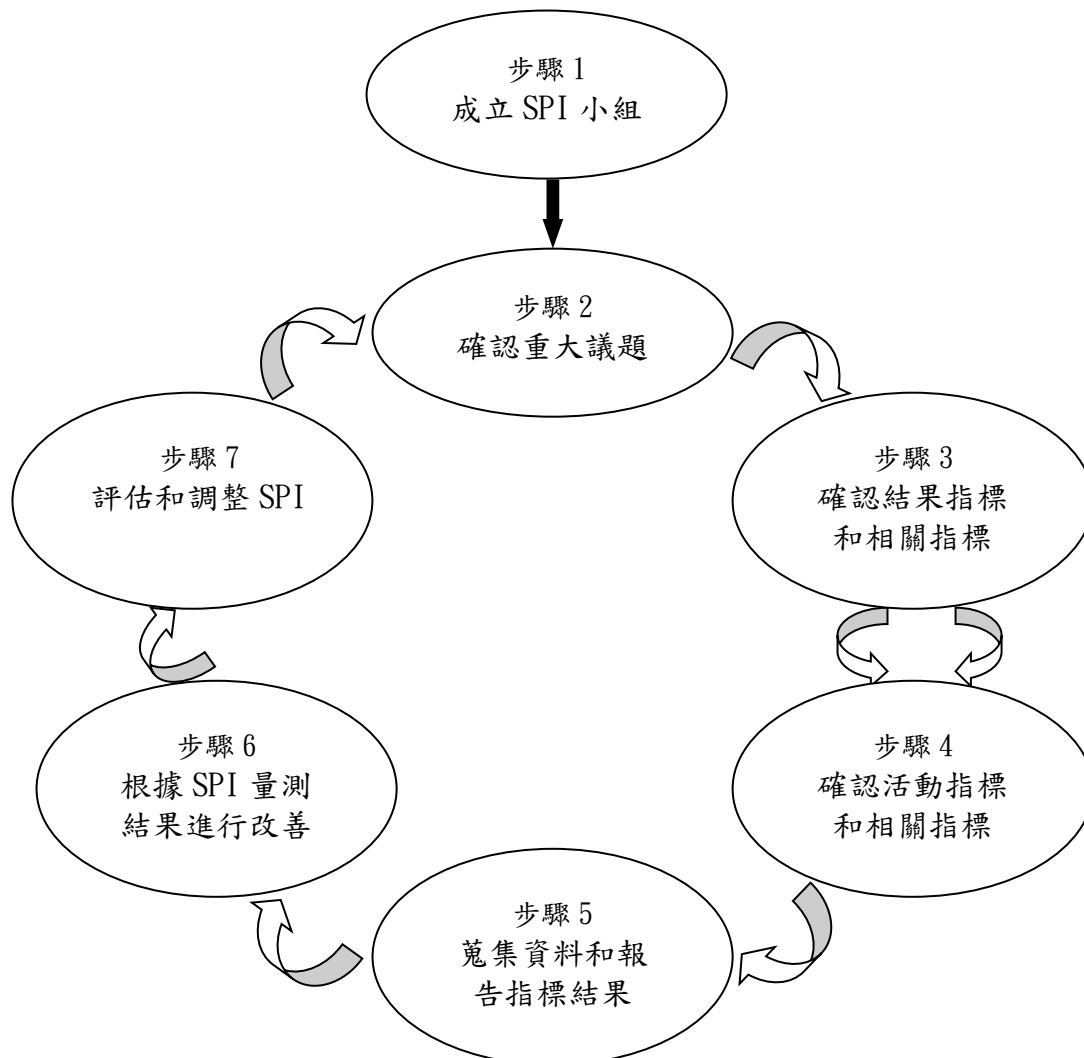


圖 7 建立與實施 SPI 計畫的 7 個步驟

由於本指引是 OECD 於 2003 年出版「化學意外事故預防、準備與應變指引 (Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response)」 [19]的補充文件，故本指引中依照「化學意外事故預防、準備與應變指引」中的實施項目分類，針對各管理項目之細項分別提出結果指標及活動指標建議，可供事業單位依各自所關切的議題參考使用；各管理項目主題如圖 8 所示。



圖 8 OECD 針對事故預防管理項目提出建議指標

第三章 研究方法

有鑑於國內石化及化工產業重大工安事故時有所聞，且國際上工業先進國家為降低製程相關事故，已陸續發展製程安全績效指標以提升管理績效，本計畫目的是導入製程安全績效指標之建置方法及範例，以協助化學製程相關產業落實製程安全管理。蒐集製程安全管理及績效指標相關文獻，以彙整製程安全績效指標相關資訊。先就國內外製程安全管理基本項目進行比較，並配合管理法規面進行符合度分析，以求建置之指標可順應事業單位需求，並可符合法規基本要求。依照法規基本需求，配合製程安全管理基本項目，指引事業單位內部建置製程安全績效指標之實施步驟，並針對勞動檢查員實施現場監督提出重點監督項目及實施方法。再邀請產官學之專家進用專家座談，透過專家座談會作為本研究所提製程安全評估方法是否得宜之參考。

- 一、進行文獻收集及彙整製程安全績效指標相關資訊，彙整美國製程安全管理、英國製程安全指標、歐洲製程安全指標等文獻。
- 二、關於製程安全績效指標運用指引，歐美國家已出版許多相關指引，本計畫中提供英國 HSG 254 指引之中譯本及英國 HSE 安全績效指標應用的研究報告，其中的範例對於建立績效指標之每一個步驟均有完整的說明，可供事業單位在建立自己的製程安全績效指標時之參考。
- 三、研擬製程安全管理監督重點，其內容包含製程安全績效指標與製程安全管理項目之關聯性與針對勞動檢查員實施現場監督提出重點監督項目及實施方法，而依照危險性工作場所審查暨檢查辦法 1.安全衛生管理基本資料、2.製程安全評估報告書、3.製程修改安全計畫、4.緊急應變及 5.稽核管理計畫對應製程安全管理項目，並參考美國製程安全管理項目 1.員工參與、2.製程安全資訊、3.製程安全評估、4.標準作業程序、5.教育訓練、6.承攬管理、7.啟動前安全檢查、8.機械完整性、9.動火許可、10.變更管理、11.意外事故調查、12.緊急應變、13.符合性稽查與 14.商業機密等十四項，提出建立及執行各項安全衛生管理制度應有之基本原則。
- 四、辦理一場專家座談會，針對(1)本研究所提適用石化業之製程安全評估指標；(2)本研究所提實施適用石化業之製程安全評估指標之次指標及(3)本研究所提實施適用石化業之製程安全評估指標之監督檢查方式之適宜性，而後針對專家所提出意

見加以修正。座談會舉辦日期與參與專家如表 5。

表 4 專家座談會

時間	103 年 11 月 10 日(星期一)
地點	台南大飯店
與會來賓	<p>中山醫學大學職業安全衛生學系 李文亮 中台科大 曾若鳴 國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程系 王振華 嘉南藥理大學鄭世岳 高雄市勞工局勞動檢查處 何明信 臺中市勞動檢查處曾傳銘 台灣志氯化學股份有限公司 翁坤標 中油石化部 黃建輝; 中油天然氣事業部台中液化廠 歐瑤棕 安全衛生技術中心 林瑞玉 奇美實業 李建興 聖豐工礦衛生工業安全技師事務所 侯麗娟 高雄市工礦衛生技師公會理事長 葉朝全 成功大學產業永續發展中心 董泰盛 長興材料工業股份有限公司謝狄能 新鼎系統股份有限公司 朱青、簡廷印</p>
討論題綱	<p>提案一：針對本研究所提適用石化業之製程安全評估指標 提案二：針對本研究所提實施適用石化業之製程安全評估指標之 次指標 提案三：針對本研究所提實施適用石化業之製程安全評估指標之 監督檢查方式</p>

第四章 研究結果

第一節 專家座談會

座談會意見整理：

1. 績效指標宜選擇重大危害之控制措施(RCS)進行規劃，可不必然將 PSM14 項全納入，過多項目可能失焦。

意見回覆：PSM14 要項環環相扣，缺一不可，因此仍將 14 項全數保留，以利使用。另則依勞動部公告之「製程安全評估定期實施辦法草案」亦將這 14 項列於法條中，未免於今日刪除日後增加之反覆動作，引發事業單位混淆，因此須保留完整 14 項。

2. 因時間限制問題，建議此研究案，可先翻譯及比較國外指引(HSE，OECD，API 等)之同異，再說明進行製程安全績效指標發展之流程，以利業者自主推展之參考。

意見回覆：在文獻回顧時已將製程安全績效指標相關資訊彙整，係因勞動部公告之「製程安全評估定期實施辦法草案」將這 PSM 14 要項列於草案中，因此依此 14 項為主軸，進行整理。

3. 目前主要績效指標已建立，績效指標運用範例與主要績效指標要符合。

意見回覆：已依主要績效指標為基礎與依據建立運用範例，如附錄二。

4. 製程安全績效指標運用範例第 1、2 階與第 3 階層請對應。

意見回覆：附錄一製程安全績效指標依據，修正如附錄三。

5. 關於附錄三是否合格的部分，均有一定基準，是否應有明確依據。

意見回覆：附錄三主要為提供勞動檢查員於工廠訪視時，建議之優先檢查項目，以釐清是否符合該場所於建置時所提出之「危險性工作場所審查」五項報告書內容的符合度，至於是否合格尚需於指標確定後，邀集職安署長長官確認頒布，本計畫並無此實質權力決定合格與否。建議由職安屬決定。

6. 製程危害控制措施之 3.8 危害識別和風險評估，美國的複合型災害可以加進去。

意見回覆：本項指標為事業單位評估所屬事業單位製程安全，複合型災害應由中央專責機構統籌辦理。

7. 製程安全資訊，應考慮【BFD 與 PFD】，較細節部分【P&ID】要加進去，認為 P&ID 比 BFD 和 PFD 重要。

意見回覆：P&ID 確實是在製程安全資訊與機械完整性中不可或缺要素，以修正於內文中。

8. 變更管理在 MOC 的部分，除了技術、物理、程序、組織外，現行還有包括人員變更的部分應考慮進去。

意見回覆：正如委員所建議，PSM14 要項中環環相扣，缺一不可，附錄三主要為提供勞動檢查員於工廠訪視時，建議之優先檢查項目，專業檢查員應以自我專業要求業者再提供其他執行成果之文件。本計畫指標已納入。

9. 製程安全管理監督重點主要是依據衛生局工作場所之項目插入，此對業者會造成困擾，因評估的版本很多，建議納入近期勞動部的版本。

意見回覆：本版本係以勞動部公告之「製程安全評估定期實施辦法草案」中 PSM14 要項，因此依此為主軸進行整理。

10. 合格/不合格部分，建議標準列清楚，可參考職安署 PSM 的 14 項檢核。

意見回覆：本計畫不宜列入合格與不合格，但事業單位與檢查員可參考職安署 PSM 的 14 項檢核，以作為判斷依據。建議由職安屬決定。

11. 不希望績效指標化，要一定水準才能分級，可以有 yes or no 但項目要標示清楚，要達 yes 再做 KPI。

意見回覆：本計畫即是以這方向作為出發點，在作 KPI 前一定要達到 yes，否則績效指標一定會有偏頗，亦即 14 要項中如有缺漏，勢必影響 KPI 評估之結論，且 KPI 為未來研究之建議。

12. 危險性工作場所歸為「事前」；PSM 歸為「事後」(整個系統比較不會混淆)

意見回覆：本團隊成員即是為了將事前與事後之評估進行一致化，才承接本計畫

進行研究，生物的 DNA 並不會因為成長而改變，製程安全也是。

13. KPI(量化)，附錄三為複合性稽核，若 KPI 是給檢查機構用的，如果寫的不清楚，勞檢會無法執行。

意見回覆：建議勞檢員可先從各要項建置是否為 yes 作為出發，並配合良好工程實務與檢查實務作為基礎，參考職安署 PSM 的 14 項檢核，作為稽核目標。

14. 日本法規有兩層面，一是給執法單位用的；一是給業者看的(查核廠內資料是否符合)，現行內容較不符合產業特性，用詞尚須調整。

意見回覆：本團隊即是以這方向作為出發點，因此附錄一與二是給事業單位使用，附錄三則提供給檢查員參考。

15. 附錄二製程安全績效指標運用範例，可參考 MTBF、MTTR 指標（對設備應衡量 MTBF(平均失效間隔)/MTTR(平均恢復時間)之大小）。

意見回覆：對設備應衡量 MTBF(平均失效間隔)/MTTR(平均恢復時間)之大小，應由事業單位針對機械完整性，進行資料管控，使用相對應等級指標亦可。與製程安全資訊內應具備【BFD 與 PFD】，或較細節部分【P&ID】之內涵相同。

16. 關於績效指標，業者如何提報資料?以美商公司來講，是落實執行，不定期的查核(基本是一個禮拜，要看 3 年)，以負面表列的方式評分，沒有的話扣幾分。

意見回覆：本計畫係為提出指標建立參考範例，並提供檢查員監督重點，尚未論及如何填報。

17. 業者依據公司 SOP(文件化、記錄管制)製程，如何將職安管理系統與 PSM 結合，且需提報管理，就業者而言認為是多此一舉。

意見回覆：公司內部之 SOP、職安管理系統等與 PSM 並無抵觸。而是否提報管理目前法界仍在討論中，至於文件化、記錄管制等能依據危險性工作場所審查所提報之審查書作為基礎，可以降低業者本身與檢查員的困擾。

第二節 編製製程安全績效指標運用指引

一、 建置製程安全績效指標之實施步驟

職業安全衛生法(以下簡稱本法)業於一百零二年七月三日修正公布，施行日期由行政院定之。依本法第十五條規定，從事石油裂解之石化工業與製造、處置、使用危害性之化學品數量達中央主管機關規定量以上之工作場所，事業單位應依中央主管機關規定之期限，定期實施製程安全評估，並製作製程安全評估報告及採取必要之預防措施，報請勞動檢查機構備查；製程修改時，亦同。

考量製程安全管理的十四個管理項目，若以 HSE 之被動與主動式指標區分，在實務上執會發現許多細項是囊括被動與主動，而本研究將十四個管理項目依其性質可概分為 2.製程安全資訊、11.意外事故調查與 12.緊急應變偏向 HSE 被動式指標原則；而 1.員工參與、3.製程安全評估、4.標準作業程序、5.教育訓練、6.承攬管理、7.啟動前安全檢查、8.機械完整性、9.動火許可、10.變更管理、13.符合性稽查與 14.商業機密偏向 HSE 主動式指標原則，並且以上指標分類可依實務上執行作調整。

二、 製程安全績效指標運用範例

為協助事業單位應用製程安全績效指標以降低重大事故的發生，在附錄二提供建立安全績效指標的簡易指引。該附錄以 2 個不同規模的工作場所為例，來說明不同規模的公司在實施安全績效指標時會面對的議題型式。範例中的工作場所是辦理以燃燒方式處理爆炸性廢棄物的相關事宜，但其實施原則是適用於所有相關事業單位。此份簡易指引是英國 HSE 出版的文件[20]，於 2012 年由 HSE 所屬的安全衛生實驗室(Health and Safety Laboratory, HSL)所提出的一份研究報告，目的是協助相關事業單位了解建立自己的安全績效指標的程序。該份報告諮詢了 5 家相關事業單位以及勞動檢查員，要求其針對範例草案提出意見，HSL 針對這些回饋意見修正並完成最終版。報告中對於諮詢內容有詳細的說明，讀者如果有興趣了解實施過程可參考原文件。

在附錄一 HSG 254 指引中亦有提出一個範例可供參考，該範例是以一家負責液態化學品儲存的公司為例，有兩個分開的儲槽區，各有 80 個大型儲槽。大

部分的產品由船隻運送的河口，由起重機在防波堤卸貨。公司員工負責岸邊卸貨的工作，產品再由固定的管線輸送到廠區，管線會經過私人土地和小部分公用道路；兩個儲槽區都有槽車進料設備。範例中依據 HSG 254 的 6 個步驟進行指標的建立。

第三節 研擬製程安全管理監督重點

一、製程安全績效指標與製程安全管理項目之關聯性

目前許多事業單位正著眼於超越法規的製程安全管理程序，不僅提升安全方面之績效，也在環境符合度、品質控制與盈利能力努力，並帶入企業社會責任的關懷，也就是朝向企業整體運作整合（Operational Integrity Management）。因此，製程安全績效指標指引有助於事業單位內部之安全管理實施方式，及勞動檢查機構進行查核時監督重點之排序。安全績效指標的實施成效亦可加強事業主持續改善的意願，協助勞動檢查單位進行檢查工作，提升產業職業安全水準。

二、勞動檢查重點監督項目

從事石油產品之裂解反應以製造石化基本原料之工作場所，製造、處置、使用危險物、有害物之數量達勞動檢查法施行細則規定數量者，屬於甲類工作場所之審查及檢查。依規定事業單位對甲類工作場所使勞工作業三十日前，應向當地勞動檢查機構(以下簡稱檢查機構)申請審查。依照危險性工作場所審查暨檢查辦法其五大項目中比照美國製程安全管理十四個管理項目分類如：

- (一) 安全衛生管理基本資料包含員工參與、教育訓練、承攬管理、商業機密；
- (二) 製程安全評估報告書包含製程安全資訊、製程安全評估(製程危害分析)、標準作業程序(操作程序)、啟動前安全檢查(開機前安全審查)、機械完整性、動火許可；
- (三) 製程修改安全計畫包含標準作業程序(操作程序)、變更管理、意外事故調查；
- (四) 緊急應變計畫包含緊急應變項目；
- (五) 稽核管理計畫包含製程安全資訊、教育訓練、符合性稽查(執行成效稽

核)。

OSHA 十四個管理項目若依照危險性工作場所審查暨檢查辦法其五大項目，在實務上執會發現許多細項是囊括其中並無法完全細分，以上指標分類可依實務上執行作調整。附錄三為針對勞動檢查員於現場監督提時可提出重點監督項目及實施方法之參考手冊，以協助事業單位順利於危險性工作場所之審查及檢查。

第五章 結論與建議

第一節 結論

- 一、因應職業安全衛生法之通過，事業單位對於職業安全衛生的管理，風險評估及危害鑑別更形更重要。本計畫介紹國外近年來提出的 HSG 254、CCPS 指標、ANSI/API RP 754、OECD 指引、CEFIC 指引及 OGP 指引等，並於附錄中提供建立製程安全績效指標的指引及實施範例，可供事業單位參考應用；並依據美國製程安全管理的 14 個管理項目研擬製程安全管理監督重點可供檢查人員參考應用。
- 二、CCPS 指引及 ANSI/API RP 754 均對製程安全事故(PSI)及製程安全事件(PSE) 提出定義以及需要陳報 PSI 及 PSE 的條件；CEFIC 指引亦針對製程安全事故提出其定義及陳報的條件。
- 三、OECD 指引提出實施安全績效計畫的 7 個步驟程序及 3 個不同企業型態的實施案例，HSG 254 提出設定績效指標的 6 個步驟及一個實施案例。
- 四、ANSI/API RP 754 被石油產業的下游組織廣為應用，OGP 指引則主要提供給上游產業(鑽油、產油等)應用，OGP 指引主要參考 API 文件，採用一致的用語。
- 五、HSG 254、ANSI/API RP 754 及 OGP 均採用瑞士乳酪模型來說明重大事故形成的模式，重大事故鮮少起因於單一原因，而是許多失效事件同時一起發生時才會導致後果嚴重的重大事故，瑞士乳酪模型即是顯示一連串的風險控制系統失效其間的相互關係。

第二節 建議

- 一、歐美國家相繼出版製程績效指標指引是為了協助事業單位監督制程安全，期能降低重大事故的發生，高雄市勞工局勞工檢查處也於近年開始將製程績效指標推動於石化相關事業單位；為提升製程安全監督成效，建議事業單位使用安全績效指引並參考範例來設定安全績效指標並落實製程安全管理之建置。

二、為配合本部推動製程安全管理，建議檢查人員可參考附錄三的重點監督項目進行查核，查核項目可依事業單位規模及類別選擇適用的項目，不適用或無法查核等皆應將原因註記於備註欄內。

誌謝

本研究計畫參與人員除本所張研究員承明及劉副研究員冠廷外，另包括國立中正大學王教授安祥、林助理冠君、陳助理韋吟、王助理莉綾，及專家座談會之參與專家等，謹此敬表謝忱。

參考文獻

- [1] 勞動部。勞動檢查法；2002。
- [2] 勞動部。危險性工作場所審查暨檢查辦法；2012。
- [3] 勞動部。職業安全衛生法；2014。
- [4] 行政院勞工委員會。事業單位製作甲、乙、丙類危險性工作場所送審文件參考手冊；2009。
- [5] Health and Safety Executive. Step-by Step Guide to Developing process safety indicators. HSG 254, Sudbury, Suffolk, UK; 2006.
- [6] CEFIC-The European Chemical Industry Council. Guidance on Process Safety performance indicators. 2011.
- [7] Organisation for economic cooperation and developmen. Guidance on developing safety performance indicators related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response: Guidance for Industry. 2008.
- [8] Center for Chemical Process Safety. Process Safety Leading and Lagging Metrics. New York : American Institute of Chemical Engineers; 2008.
- [9] Center for Chemical Process Safety. Process Safety Leading and Lagging Metrics. New York : American Institute of Chemical Engineers; 2011.
- [10] OSHA. 29 CFR 1910.119 Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals, 1992.
- [11] American Petroleum Institute. API 750: Management of Process Hazards, Version 1.2, Washington, D.C; 1990.
- [12] International Association of Oil & Gas Producers. Process Safety – Recommended Practice on Key Performance Indicators. Report No. 456. 2011.
- [13] American Petroleum Institute. ANSI/API Recommended Practice 754: Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries. 2010.
- [14] American Petroleum Institute. API Guide to Report Process Safety Incidents, Version 1.2, Washington, D.C; 2008.
- [15] Health and Safety Executive. Development of a Health and Safety Performance Measurement Tool. Sudbury, Suffolk, UK; 2000.

- [16] J.Reason. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. New York :Ashgate Publishing Company; 1997.
- [17] 謝綉鳳：製程安全管理績效指標設計 (碩士論文)。中壢市：國立中央大學；2009。
- [18] 張家瑜：以風險控制系統為基準的職安衛績效指標設計方法 (碩士論文)。中壢市：國立中央大學；2011。
- [19] Organisation for economic cooperation and development. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*, 2nd Edition. 2003.
- [20] Health and Safety Executive. *RR909 Safety performance indicators in the explosives sector: Development of a worked example*. Sudbury, Suffolk, UK; 2012.

附錄一 建立製程安全績效指標指引

※資料來源: HSE (2006)

目錄

引言

第一章 介紹

架構和內容

安全績效量測 - 在系統嚴重失能前預先警報

這份指引手冊的特色？

第二章 製程安全績效指標制定與量測的六步驟

步驟 1. 研擬安全績效指標推動策略

步驟2. 界定製程安全績效指標量測和適用範圍

步驟 3. 確認風險控制系統，及每道風險控制系統的預期成效

步驟4. 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目

步驟5. 建立資訊收集和報告系統

步驟6. 審查執行成效

第三章 設計案例

風險控制系統

參考資料

引言

由於許多事業單位利用錯誤的績效或已發生的重大事故作風險管理，因此需要有參考資料能提供方法，讓化學和重大危險部門判斷其風險控制系統的可靠度。自從BP在英國蘇格蘭地區的Grangemouth 煉油廠的重大事故調查報告發布後，英國安全衛生部(HSE)便和企業界密切合作，針對重大事故和該如何監視製程安全績效建立關鍵指標，編寫指引。

這份指引參考了許多業界提供的資訊和想法，由英國安全衛生部(HSE)和英國化學工業學會(CIA)協力完成。將設置安全績效指標的工作分為六個階段，可以讓公司行號逐步完成整個作業。

許多關於化學品和危險物質的重大事故調查顯示，化學公司是否掌握其風險控制系統的運作狀態，是災難發生與否的關鍵。這份由英國職業安全衛生署(HSE)和業界合作產生的指引，就是為了針對這個項目提供幫助。這是依項發展中的領域，我們將從得到的回饋中，分享實例，檢視實作成績，以掌握並改進這份指引的執行成效。

凱文 艾拉斯

化學工業部長

英國安全衛生部(HSE)

信心來自於績效檢測

工業責任照顧協會承諾繼續改進所有關於健康、安全、和環境的管理。這個重要的新概念可以幫助企業更了解該如何事先預防可能的嚴重事故，並讓企業進一步改善整體健康、安全、和環境的管理系統。

史蒂芬 伊利特

化學工業協會會長

第一章：介紹

信心來自於績效檢測

1. 本書是針對希望能設計安全績效指標，讓危險控制更加有保障的公司高階主管或專業安全人員。利用部分選定出來的績效指標，就可以掌握關鍵系統狀態，在系統運作失靈時提供早一步的警訊。

2. 雖然本書中績效測量系統的建構模型，主要是針對高風險性公司，但同時可適用於對安全衛生系統和製程有嚴格要求的企業。

3. 本書假設參考此指引的公司，已經設置了安全管理系統，因此書中內容重點將強調該如何確認安全控制系統是否運作得宜。

4. 許多企業偏重錯誤的數據去監控安全績效。這樣的結果就是，一直要到事故發生才能做出檢討和改進。而一旦安全系統失靈究竟會導致小問題或造成大災難，通常只是運氣好壞的差別。要有效的預防重大災害發生，必須主動監控安全系統，判讀資訊以確認系統是否正常運作。因此利用主動績效指標掌握安全系統能持續發揮作用，是重大災害風險管理一個重要的步驟。

5. 量測製程安全績效主要是為了確認可能發生的風險都能在適當掌握中。公司主管需要監控和經營風險息息相關的安全控制系統是否有效運作。對大部分操作危險設備的公司和化學製造業，製程安全風險是評估經營風險、資產健全、和名聲很重要的項目。但是很多公司無法提供資料證明其重大災害風險管理是否得宜。主要的原因在於收集到的資料侷限於錯誤(事故或虛驚意外)發生後的量測數據。重大事件發生後才發現系統有缺失，不但太遲，要付出的代價也很高。提前注意到關鍵的安全屏障系統失效，可以避免重大災害的發生。如果可以利用部份績效指數顯示工廠的運作情況，不僅能有效率地進行風險控制，也和企業的營運效率也息息相關。

6. 依據本指引規劃績效指標，負責風險管理的人，必須先面對公司內部安全系統幾個基本的問題，像是：

- * 什麼情況會產生危險？
- * 為了預防重大事故，採取了何種管控措施？
- * 什麼情況下，風險控制系統可以達到預期的安全效果？
- * 我們該如何知道風險控制系統運作正常？

7. 資料顯示，公司採用製程安全績效指標後有以下成果：

- * 風險管理和公司信譽的可靠度提升
- * 擁有最適合企業的風險管理系統
- * 不會因事故發生付出慘痛代價後，才發現系統的缺點
- * 過濾不相關的績效數據，節省資料收集和整理的成本
- * 收集到的資料同時可應用在其他方面，例如品管等

架構和內容

8. **第二章**是本指引最重要的部分，將製程安全績效量測的執行，分為六個步驟。每一個步驟分章節詳細解說。**第三章**則是以重大意外事故危害控制法案（COMAH）中高風險性的工廠為例子，將內容具體化。

9. 雖然根據此指引，可以一步步建立起安全績效評量系統，但很多企業已經有自己的績效評量系統，也不願意整個翻新。在這種情況下，此指引可作為參考比較的依據，看看現行系統是否有需要改進的地方。UK化學部利用這個操作方式，得到很好的成效。

10. 本指引中，"**製程安全管理系統**"指的是公司為防止因危險物質的生產，貯存，操作而產生重大災害的管理系統；"**風險控制系統**"(RCS)是製程安全管理系統一部分，著重在特定的風險或是行動，例如，工廠或製程的改變，工作許可，檢查和維修等。

安全績效量測 - 在系統嚴重失能前預先警報

11. 大部分的系統和程序會隨著時間而逐漸喪失功能，常常在重大事故發生後，過分信任安全控制系統的公司主管，才驚覺系統已經故障。有效的安全指標設計，可以在重要關鍵安全系統嚴重失能前，獲得警訊。

12. 依英國安全衛生署HSE所頒布"*成功的健康安全管理*"指引中的說明，藉由量測安全績效去評估風險控制的效率是管理系統非常重要的一部分，以倫敦化學工業工會(CIA)所出版的*責任照顧管理系統*為例：

主動監測：在事故發生前，提供關於績效的資料

被動監測：鑑定和調查事故，從錯誤中學習，發現控制系統的缺失和遺漏之處。

這份指引手冊的特色？

雙重保護 將主動式指標和被動式指標架構於每道風險控制系統中

13. 本指引手冊中內容和現存其他指導手冊大不同的地方在於"雙重保護"的概念。將主動式績效指標與被動式績效指標有系統且有架構地設計於每一道風險控制中，以"雙重保護"的方式確保風險控制系統能夠持續依照規劃的方式運作，並在可能的問題開始產生時，給予系統警示。

主動式指標

14. 主動式指標是主動監測的一種方式，藉由主動式指標不斷進行檢查，確認關鍵風險控制系統如預期運作。此指標可視為製程量測，或是使安全系統發揮效果的必要資料。

被動式指標

15. 被動式指標是被動監測的一種方式，藉由特定事故的調查和鑑定發現系統缺失。有些意外事件也許沒有造成嚴重的災害或損傷，但同時也暗示防止重大事故的重要屏障出現漏洞。因此當安全系統未發揮預期效果，就需要利用被動式指標收集資訊。

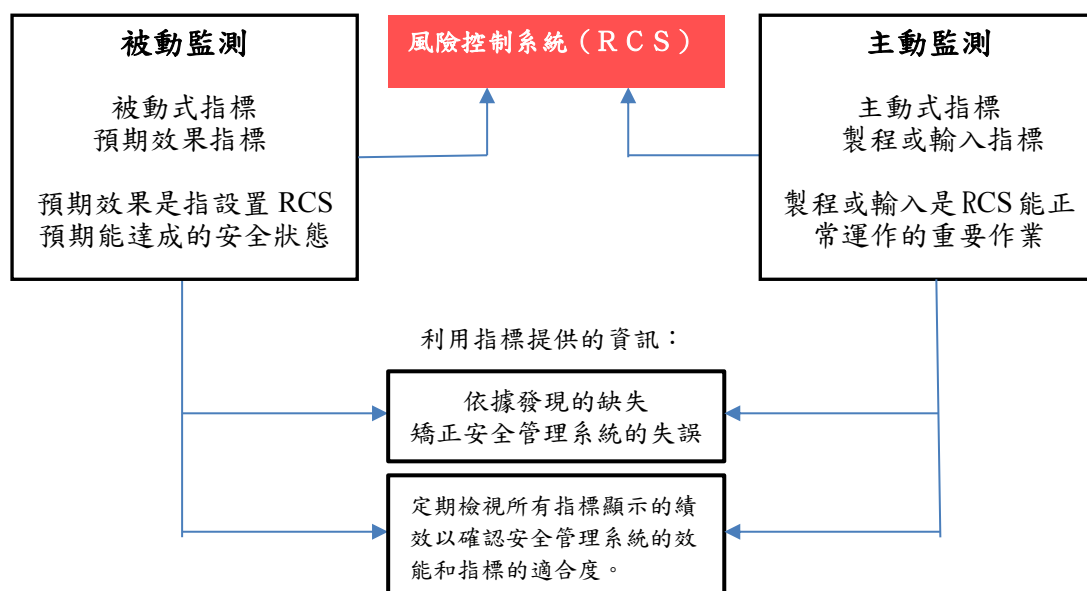


圖 1 雙重保護- 將主動式指標和被動式指標架構於每道風險控制系統中

16. 根據James Reason在其著作"管理事業單位事故風險"中描述，當部分關鍵風險控制系統中的失能同時發生時，就會釀成重大事故。圖2以圖表示穿過數層安全屏障的"災害事故軌跡"。每一道風險管理系統都在製程安全管理系統中，提供了重要的安全防護。由此也同時可以看出，如果某道屏障上出現重大缺失，就可能導致重大事故。

17 每一道風險控制系統:

* 在針對風險控制系統操作情況的例行性檢查過程中，主動式指標可發現系統的缺失或"漏洞"。

* 在意外或災害事故發生後，被動式指標可發現系統的缺失或"漏洞"。這些事件不一定會導致傷害或環境破壞，可能是虛驚事件、前驅事件或非預期成效，這些事件都是因為風險控制系統失效所導致的。

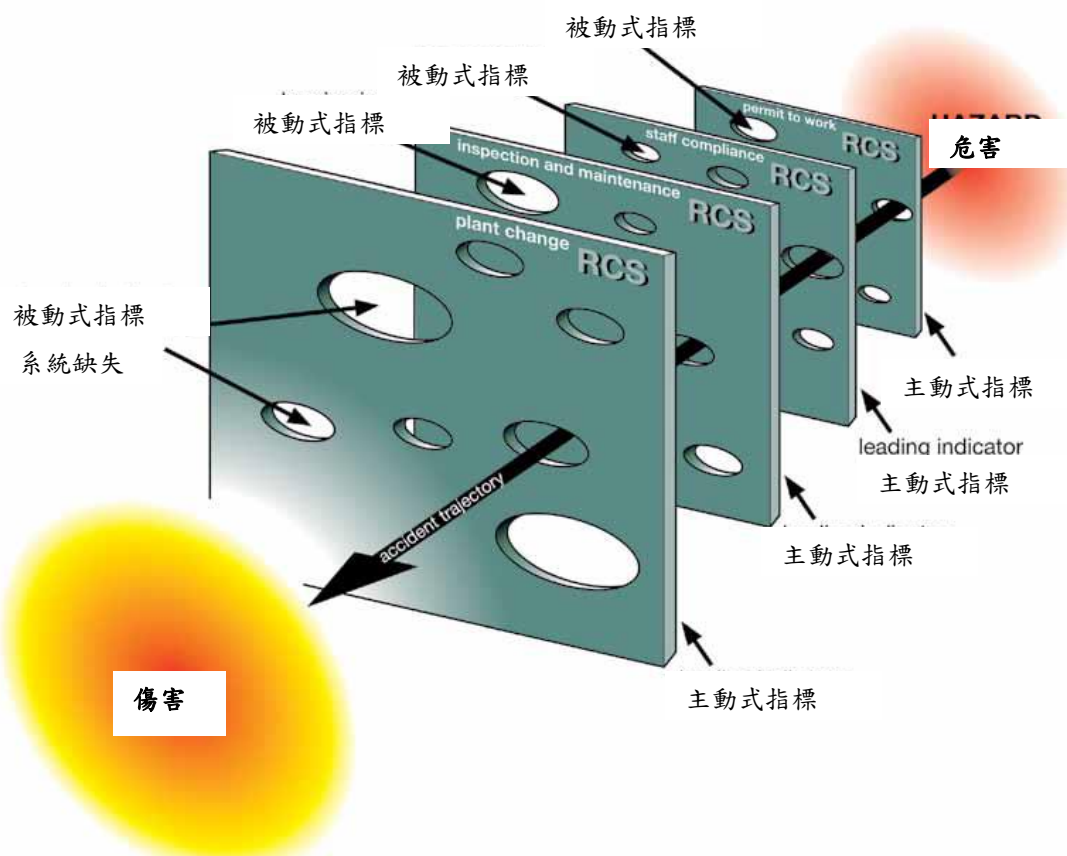


圖 2. 主動式指標和被動式指標偵測每道重要風險控制系統的缺失
(圖片已取得Ashgate Publishing Limited許可，資料來源：*Managing the Risks of Organizational Accidents* James Reason 1997，Ashgate Publishing Limited)

18. 所有系統如果沒有持續檢查都會隨著時間逐漸失去作用，當數個風險控制系統同時出現問題，就可能釀成重大事故。因此要將主動式和被動式指標整合在每一道風險管理系統，當安全屏障失效前可以先被偵測到。

稽查頻率

19. 許多公司依賴定期稽核去判斷系統效能。然而稽核頻率間隔可能太長，所以沒辦法察覺短時間的快速變化；亦或稽核常將重點放在是否設置了恰當的系統，而非確認系統是否達到預期的安全成效。因此可以利用安全績效指數，配合非經常性的正式稽核和經常性的工作場所查驗及安全監測規劃。非常重要的一點是，定期稽核會針對不同

的重點去檢查，若能整合績效指標收集到的資訊，是最理想的系統管理。定期稽核沒發現的系統漏洞，可能藉由績效指標揭露，反之亦然。因此績效指標不是定期稽核的替代方案，而是提供更多不同資訊的另一層保障。

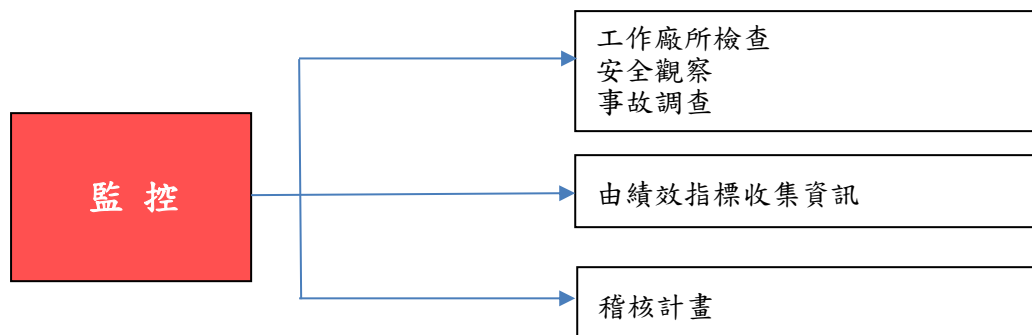


圖3 績效指標和安全衛生監控作業

第二章 製程安全績效指標制定與量測的六步驟

20. 這部分詳述研擬製程安全量測系統的六個步驟。沒有製程安全績效量測系統的公司，可從中獲得很多幫助；已經有績效量測系統的公司，也可參考這份指引，改善現存的系統。

表1 設定績效指標六個步驟的概述

第一步	研擬製程安全績效推動策略	指派推動工作負責人
		建立執行團隊
		高階主管的參與和支持
第二步	界定製程安全績效指標量測和適用範圍	決定適用範圍
		界定量測系統範圍： 辨識危害情境-可能會發生什麼狀況？ 辨識危害情境的直接原因 檢視績效和或設計不當
		確認已設置的風險控制系統
		分析結果(預期成效)
第三步	確認防止重大事故發生的風險控制系統，決定每項風險控制系統的預期成效並設計 被動式績效指標	建立被動式指標
		依據績效量測結果改善安全管理系統的偏離
		風險控制系統的關鍵項目是什麼？
		建立主動式指標
第四步	辨識每一道風險控制系統的關鍵項目(例如：行動或製程必需正常運作並發揮成效)並設計 主動式指標	設定容許偏差
		偏離指標容許偏差值的追蹤和改善
		收集資料-建立資訊單位負責收集資訊
		決定報告格式
第五步	建立資料收集和報告方式	定期審查製程安全管理系統的績效
		定期審查指標涵蓋的範圍
		定期審查容許偏差的設定
第六步	審查執行成效	

步驟1：研擬安全績效指標推動策略

- 指派推動工作負責人
- 建立執行團隊
- 高階主管的參與和支持

21. 要設置績效量測系統，公司內部可能需要成立新部門，負責規劃並推動，詳細評估收益和成本並選定績效指標。

步驟1.1 指派工作負責人

22. 工作負責人必須

- * 積極推動並引進新觀念和制度
- * 從企業經營的角度解釋與公司健康、安全、環境、品質和商業改善系統的關聯性
- * 傳達構想和工作進度
- * 與各作業場所保持聯繫且收集適當的教育訓練課程資料
- * 評估績效達成後的效益

與公司各部門密切配合

23. 發展和執行製程安全指標在許多企業中是一個比較陌生的領域，大部分員工也不能馬上體會安全系統對公司的重要性。為了讓工作進行順利，必須有人在內部凝聚支持度、推動新觀念，並掌握主權。其中也必須從企業經營的角度去採用績效指標，並確保其正確性。

24. 許多企業的健康安全管理系統都會監測安全績效。然而，因為不知道如何設定主動式量測指標進行適當的績效評估，所以常常疏忽了製程安全問題。因此，必須有負責的人員檢查量測指標是否合適，能否提供正確資訊確保風險控制系統的運作。公司之前選定的績效指標，可能只能顯示部分系統資訊，如果能整合主動式和被動式指標，如此一來在關鍵的RCS就能有雙重保護。每一個想改善安全系統的企業，最重要的部分，就是找出現存量測系統的缺失和漏洞，及其可能造成的經營風險。

確認商業效益

25. 評估製程安全系統提升後可能帶來的商業效益(像是提高生產力和效率，降低事故發生後的處理成本，改善資產管理)，有助於新構想在企業內部的推廣。

教學相長

26. 製程安全指標的設置和使用是一個還在發展中的新概念。為了避免一開始的毫無頭緒，參考其他企業的執行方式或成功的案例會很有幫助。因此參與推動工作的人員，要隨時注意這個領域的最新發展，也可以加入像是HSE的網站論壇或是參加倫敦化學工業工會的工業責任照顧協會。

步驟1.2 建立執行團隊

27. 由以下幾點考慮是否成立執行團隊

- * 由一個人承擔所有工作，是否負擔太重
- * 團隊工作可能帶來的好處- 例如 多元的意見
- * 大企業與工作忙碌安全委員可能需要獨立的論壇/指導委員會分擔工作;

* 參與團的員工必須對風險和控管能了解和掌握

28. 在公司內通常會有一個專業人員負責安全管理，制定工作方向，指導計畫的執行。然而，大型企業中若只有一個人單獨處理所有安全系統的問題，負擔太重；較適當的方式是成立一個團隊，負責製程安全指標的設計。團隊可以從公司各部門尋找適當的人選，特別是能直接發現風險控制系統出問題的員工，廣納意見。也可以成立一個指導委員會監督執行計畫。以重大意外事故危害控制法案（COMAH）中高風險性的工廠為例，就是召集熟悉安全調查的人員組成執行團隊和指導小組。

步驟1.3 高階主管的參與和支持

- 風險確認相關資訊，應主動提供高階主管
- 高階主管應積極參與計畫的執行
- 高階主管要能肯定執行安全系統帶來商業效益

29. 公司組織中，主動控管企業風險是管理部門的重要工作。高階主管必須能充分認知安全績效量測能產生的商業效益，同時要了解製程安全管理對公司成功和永續經營的重要性。公司的高階主管，例如執行長或經理，最終要為公司風險控制負起責任，因此要有關於安全系統的第一手訊息，因此他們需掌握安全系統的第一手訊息。高階主管同意績對製程安全的風險控制能有更全面和深入的掌握。

30. 高階主管對於公司導入製程安全指標的工作，必須提供協助和支持。

步驟2 界定製程安全績效指標量測和適用範圍

決定安全績效指標的適用範圍，例如：

- * 整體事業單位
- * 某一個單獨的場所或某個區域
- * 某一個單獨工廠或設備

31. 決定適用範圍是為了替製程安全控制設計正確的安全指標，以提供適當的訊息。公司內部可以分組織層級對績效進行監控，相關安全資訊的分享採取分級授權的方式。不同層級的安全指標有不同的特性。針對整個公司所設計的安全指標，通常具一般性；而針對工廠或地點所選的安全指標，會較針對特定的製程或活動，希望能因此得到較直接的回饋。

為公司設計適合的安全指標

32. 每間公司的管理系統和營業項目都不同，所以採用的指標也應該不一樣。沒有一個系統可以滿足所有公司的需求，且很多企業已經利用自行擬定的關鍵績效指標(KPIs)

在評估公司的商業活動。要擬定製程安全相關的新指標非常重要的一點是，必須與企業原有監控經營績效的配置整合。

該選擇多少績效指標？ 要重質不重量

33. 不必要對製程安全控制系統的每一個環節做評估。掌握數個能提供足夠資訊追蹤整體績效的關鍵風險控制系統就可以。在某個風險控制系統發現問題之後，就可以展開更全面檢查。

34. 管理團隊對大量的訊息，會很快失去興趣，因此避免過多的關鍵績效指標(KPI)是很重要的。資料的收集和分析需要投入很多資源，所以管理績效監控必須要有效率。即使是很大的企業集團，也只需要針對主要的風險，設置數個績效指標，就能提供足夠數據，確保整個公司的管理系統。

步驟2.1 選擇組織的層級

35. 這部分內容主要適合大型公司或企業集團

決定指標作業場所層級，事業單位、工廠、或設備。

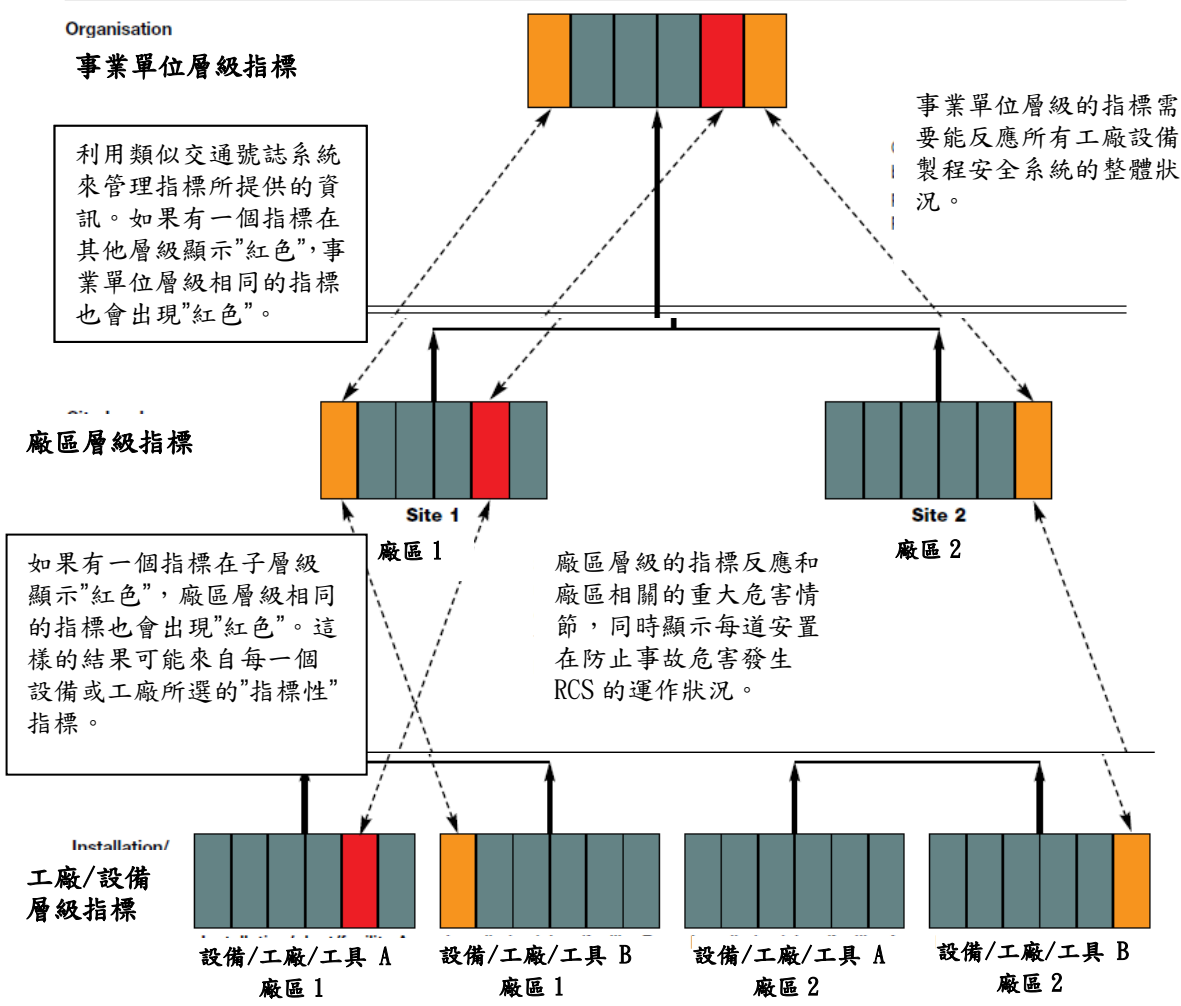
36. 許多大公司由上而下管理安全績效目標，當目標未能達成時，下級就必須將資訊向上級匯報。傳統上，上呈的內容僅包含特殊的事務調查結果。為了確認關鍵系統運作正常，績效指標所提供的資訊，要固定呈報給主管或公司高層。

37. 若績效指標的適用範圍以設備或工廠為層級，目的是為了持續提供管理者資訊，確認特殊的製程或動作正常，例如工廠設計、設備變更、例行性檢查和維修保養。在這個範圍的指標要針對工廠操作提供特定的績效資訊。

38. 適用範圍為廠區層級的績效指標，提供可觀察整個廠區關鍵系統操作的資訊。利用資訊分級的方式，可匯整廠區中所有設備或工廠的個別訊息，例如承包商管理、緊急處置、員工能力。

39. 對於事業單位層級，以企業的經營目標考量，需要高階績效指標。重要的是，同時必須參考廠區層級指標所提供的資訊。

40. 對於組織龐大，廠區環境複雜的公司，像是煉油廠等，安全績效可以利用分級的方式評量，針對單一設備或製程的指標，同時也可以作為廠區或整個公司的績效指標。特定廠區或設備的指標，有時能反映重要的資訊，或以”指數指標”的方式，確認對整體企業會產生最大影響的系統，正常運作。



Installation indicators should be based on what can go wrong at the individual installation to give rise to a major accident/serious incident.

設置指標應該根據有可能會出錯導致重大事故的設備。

設置層級指標要將重點放在對於工廠或設備操作的安全最關鍵的 RCS。

工廠變更 RCS	檢查和維修 RCS	人員能力 RCS	操作步驟 RCS	緊急應變措施 RCS	工作許可 RCS
x1	x1	x3	x1	x1	x2

設備/工廠/工具 A

每道 RCS 的比重是會依設備的關鍵風險程度而不相同。例如對 A 設備而言，人員能力和工作許可 RCS 是最重要的；但對 B 設備而言，檢查維修 RCS 是最重要的。較重要的 RCS 可以作為整個工廠的“指標性”指標。

圖4 多廠區事業單位的分層製程安全績效管理系統

雙重保護

41. 圖 5 顯示在每一個重要風險控制系統建立主動式和被動式指標的方法。主動式和被動式指標相互配合，替風險管理提供雙重保障。

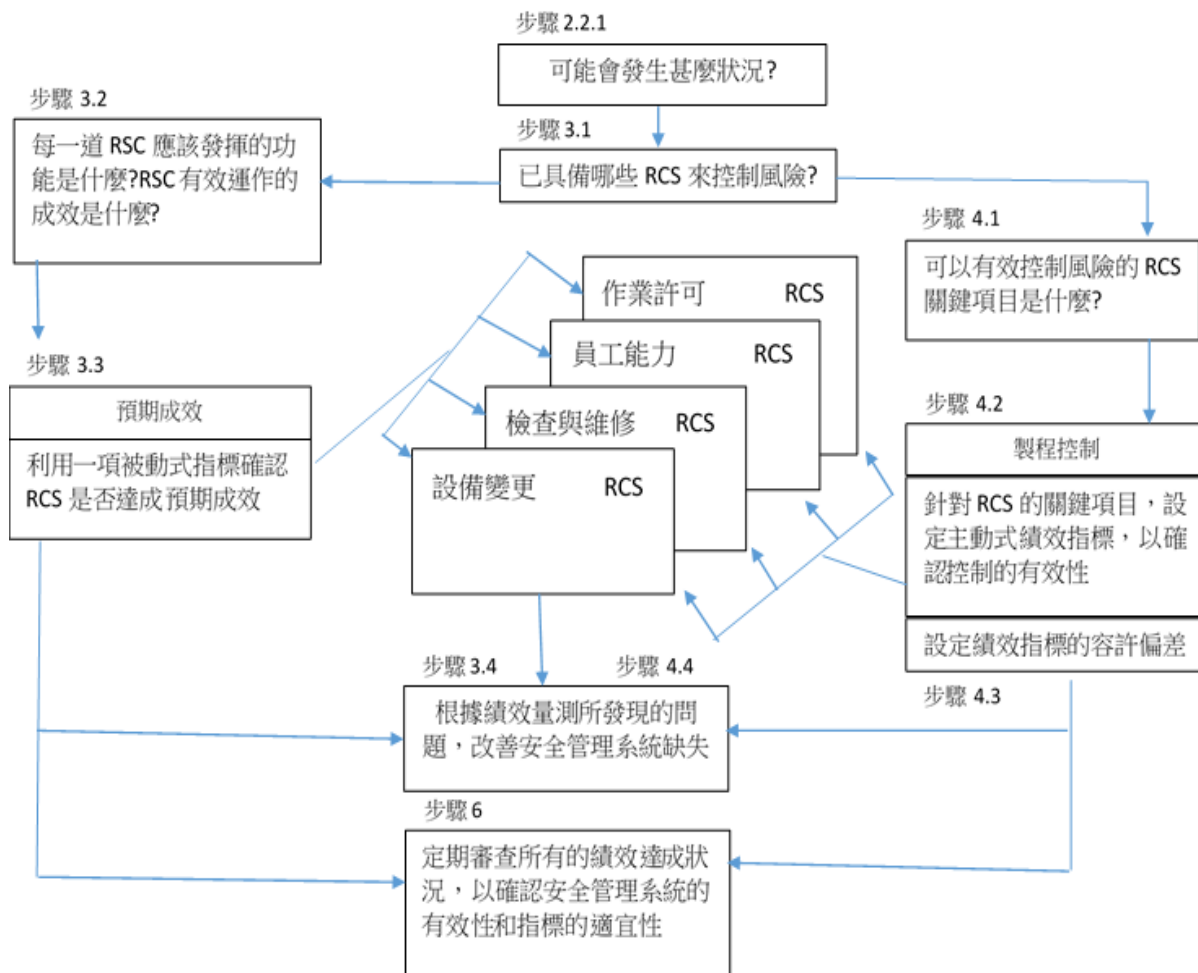


圖 5 設定績效指標

步驟 2.2 界定量測系統範圍

系統量測範圍:

- * 主要的製程安全風險和關鍵風險控制系統
- * 營運風險需有效被控制的區域

2.2.1 辨識危害情境 — 可能會發生什麼狀況?

42. 針對控制和消滅主要危害的風險控制系統，設計主動式與被動式指標(參考圖1和圖2)。企業內部不同組織和廠所設置的指標也會不同。

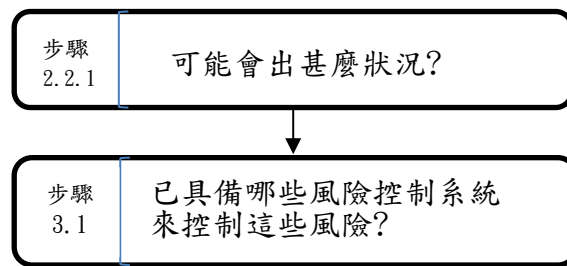


圖6 辨識出可能會出什狀況

43. 重大事故危害控制(COMAH)中列為高度危險的設備或製程，其風險控制系統必須有完整的安全報告。而COMAH中低度危險的設備或其他廠區，製程風險辨識的第一步，就是考慮事故可能發生的原因，例如因儲存、使用或運送危害性物質而導致意外發生。因此先確認事業單位各作業場所可能會發生的狀況。

44. 辨識危害情境有助於針對重要的作業和控制，設計績效指標。當風險控制系統中的關鍵監視項目確定後，可利用危害情境作再次確認（詳見第四步驟）。

2.2.2-辨識危害情境的直接起因

45. 分析事故造成的直接起因有助於辨識可能發生的狀況和發生的原因。這是造成事故發生的主要失效機制，通常可以將失效機制分為影響設備功能完整性的狀態或因素，例如儲槽管線失效的直接原因可能是：

- 磨損
- 腐蝕
- 損壞
- 過壓或壓力不足
- 火災或爆炸

46. 透過事故紀錄或虛驚事件的資料，調查有潛在問題未解決或對風險控制系統存有疑問的地區。這項工作可以要求和環境安全息息相關的現場工作人員的協助。

47. 將所有因素列入評估，有助於針對關鍵問題，界定製程量測系統的範圍。

步驟 3：確認風險控制系統，及每道風險控制系統的預期成效

- 列出重要的風險控制系統
- 確認每項風險控制系統的預期成效
- 設計被動式績效指標

如果不能明確知道預期成效，就不可能知道系統指標是否達到預期成效

步驟3.1 確認已設置的風險控制系統

48. 針對每一種風險情境，確認預防和降低事件後果的風險控制系統。有時候可能會利用功能互補甚至重疊的風險控制系統，達到預防和緩和的目的。利用第三章表格3的方式，繪製風險控制系統矩陣，可幫助對整體架構的瞭解。

確定主要原因

49. 當分析風險控制系統重要性時，首先應像步驟2.2.2所述，考慮造成事故的主要原因，例如設備磨損的主要原因可能是

- 物理性磨損
- 震動
- 重壓

50. 定期的工廠檢查和維修保養就是預防因設備磨損造成工廠失能的關鍵風險控制系統。

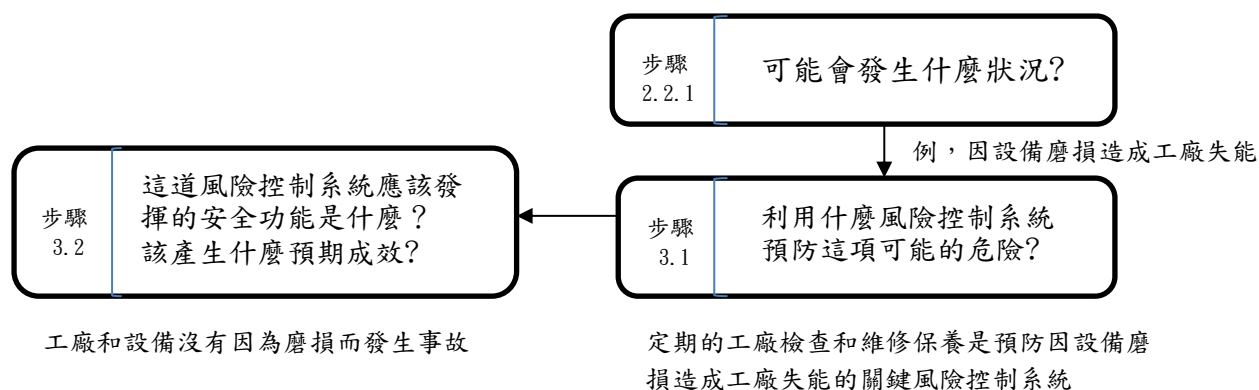


圖7 考慮已具備哪些風險控制系統

步驟3.2 描述結果(預期成效)

51. 辨識危害情境，決定事故預防或後果消滅的風險控制系統後，要分析風險控制系統發揮作用可產生的效果，稱之為“預期成效”。舉例來說，例如設備檢查和維修保養RCS的預期成效可能為「安全關鍵設備不會因為零件磨損而失效或故障」。

52. 風險控制系統運作一段時間後，預期成效於並不是那麼容易判斷，這時可藉由下列問題提供思考的方向：

- 為什麼我們要有這道風險控制系統？
- 這道風險控制系統應該發揮的安全功能是什麼？
- 如果沒有這道風險控制系統，會有什麼後果？

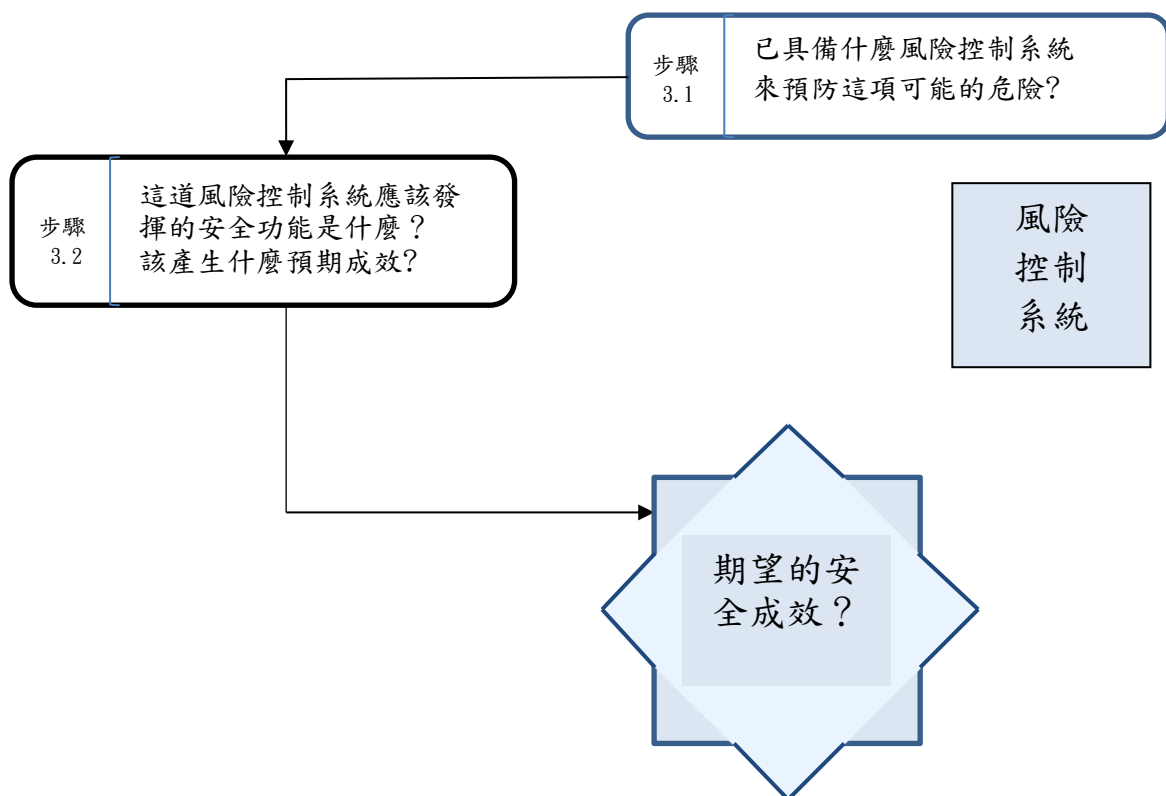


圖8 描述期望的安全成效

步驟3.3: 建立被動式指標

利用被動式指標直接確認預期成效是否達成，如果預期成效可以明確的描述，利用一項被動式指標就可以掌握該風險控制系統運作狀態，像是危害物質的阻隔設施失效事件的次數；或安全關鍵設備因腐蝕、磨損、損壞而造成失效的次數。因此，設備檢查和維修RCS可能的被動式指標為「安全關鍵設備因零件磨損而造成失效或故障的次數」。(更多資訊請看第三章)

被動式指標可確認預期成效是否達成。

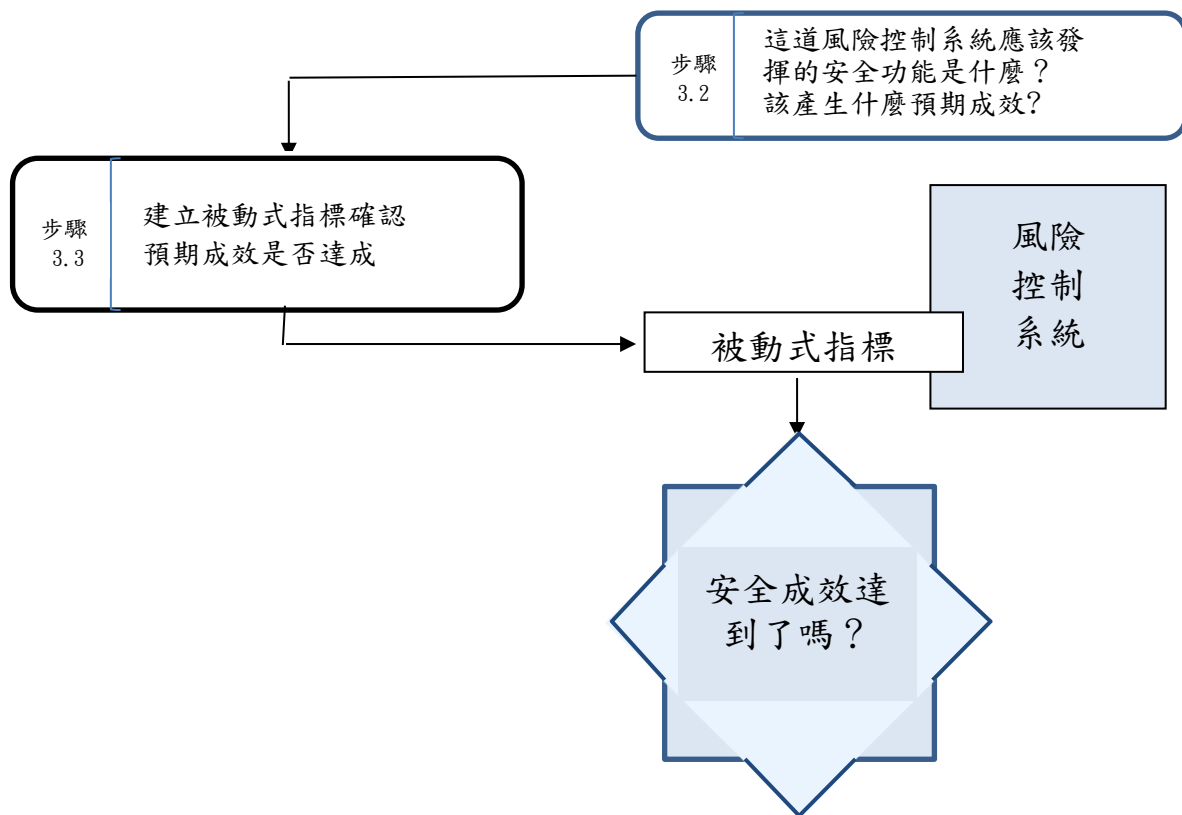


圖 9. 建立被動式指標確認預期成效是否達成

步驟3.4: 依據績效量測結果改善安全管理系統的偏離

54. 僅建立指標無法改善績效，除非追究和改善預期成效的偏離或風險控制系統關鍵項目的失效。就被動式指標而言，當無法達成預期成效時，必須調查系統失效的根本原因，每一次失效都提供改善的機會，事業單位該從每一次調查記取教訓並且應用於其他類似的工廠。

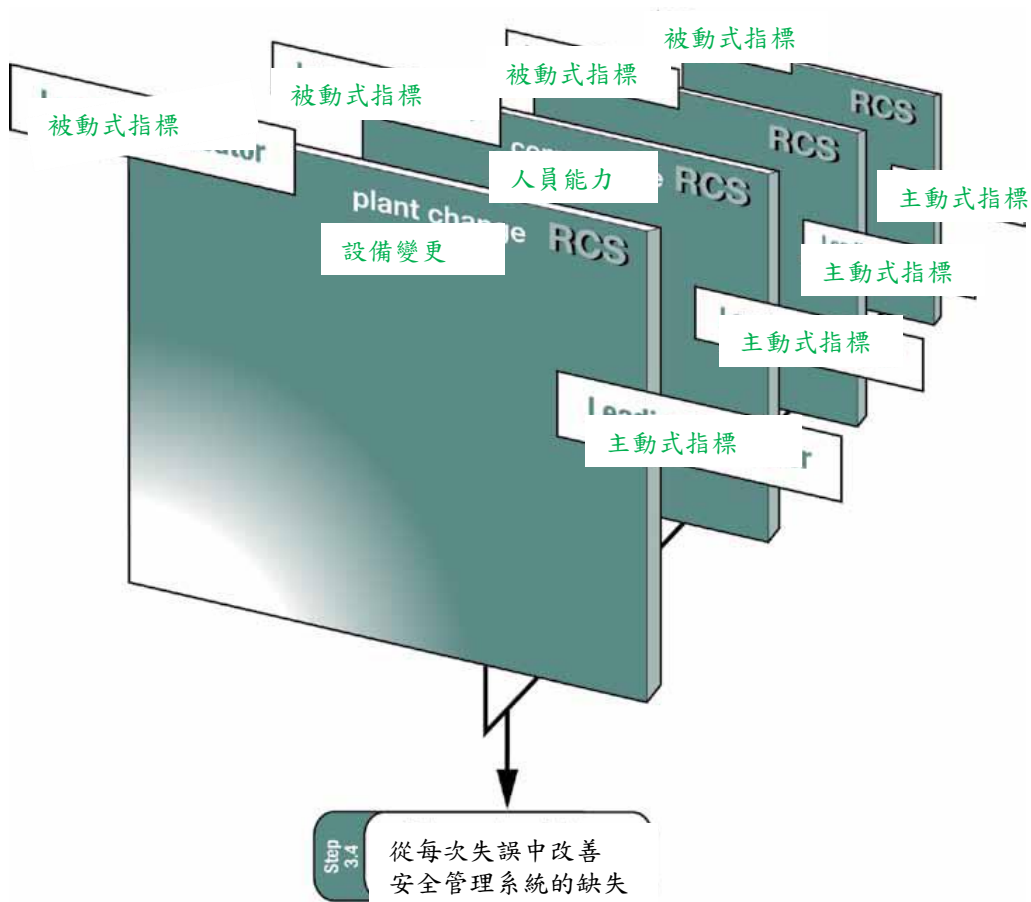


圖10 錯誤中學習

步驟4 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目

確認風險控制系統的關鍵項目

建立主動式指標，有效的監控風險控制系統的要件

設定指標容許偏差值

步驟4.1 什麼是風險控制系統最重要的部分？

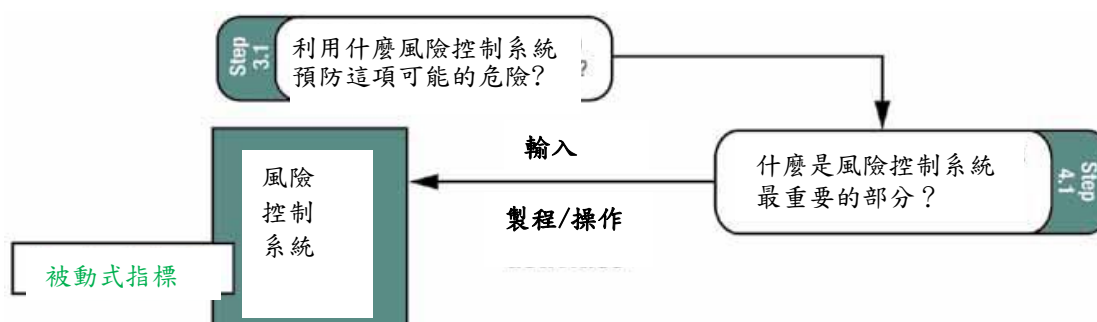


圖11 確認風險控制系統最重要的部分

55. 不需要監測風險控制系統所有的細節。思考以下問題決定必須涵蓋的項目：

- * 每一次都需正確執行、不能有任何差錯的作業有哪些？
- * 系統功能會隨著時間衰退的有哪些？
- * 執行頻率很高的作業有哪些？

56. 利用以上問題，決定達成風險控制系統預期結果且必須監測的關鍵項目。第三章有實例提供操作參考。

步驟4.2 建立主動式指標

57. 根據應監測的關鍵項目，設計主動式指標以確認系統運作成效，例如「安全關鍵設備按照既定時間完成檢查的百分比」即為一項主動式績效指標。

主動式指標確認風險控制系統是否如預期運作。

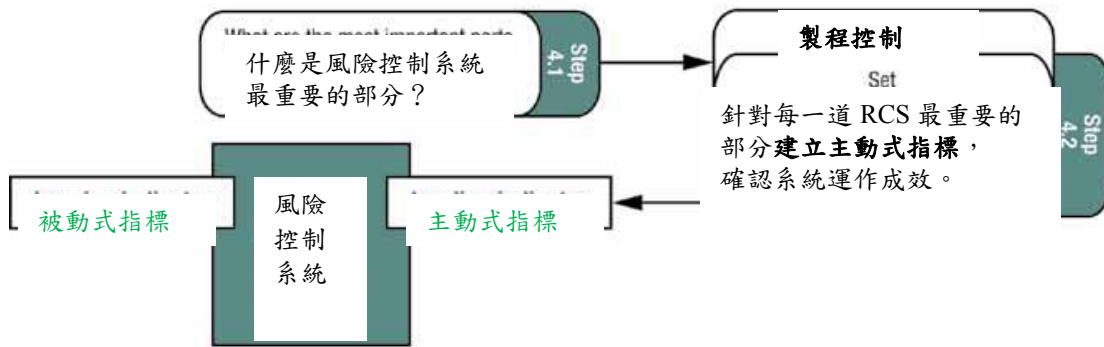


圖12 建立主動式

步驟4.3 設定容許偏差

58. 針對每一個主動式指標設定容許偏差。容許偏差代表績效偏離的臨界點，目的在於引起高階主管的重視，如安全關鍵設備維修作業進度落後的百分比。

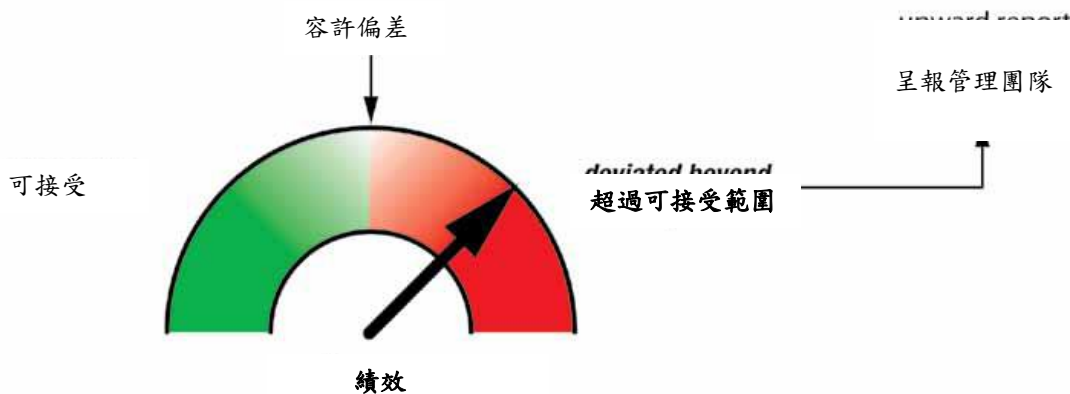


圖13 設定容許偏差

59. 當容許偏差值被設為0%時，表示必須完全按照既定時程或計畫完成作業。相反的，某些項目若公司管理團隊可接受一定程度的落後或失誤時，容許偏差值介於0-100%。

60. 容許偏差值應由管理階層的主管設定，不能由現場的執行人員自行設定。管理部門同時藉此決定當績效偏離到何種程度時，該介入關心。

步驟4.4 偏離指標容許偏差值的追蹤和改善

61. 當指標偏離其容許偏差值時，必須追蹤原因並改善，否則收集這些資訊是沒有意義的。績效資訊系統的主要目的就是為了指出製程控制管理系統衰退或沒有達成預期成效的地方。

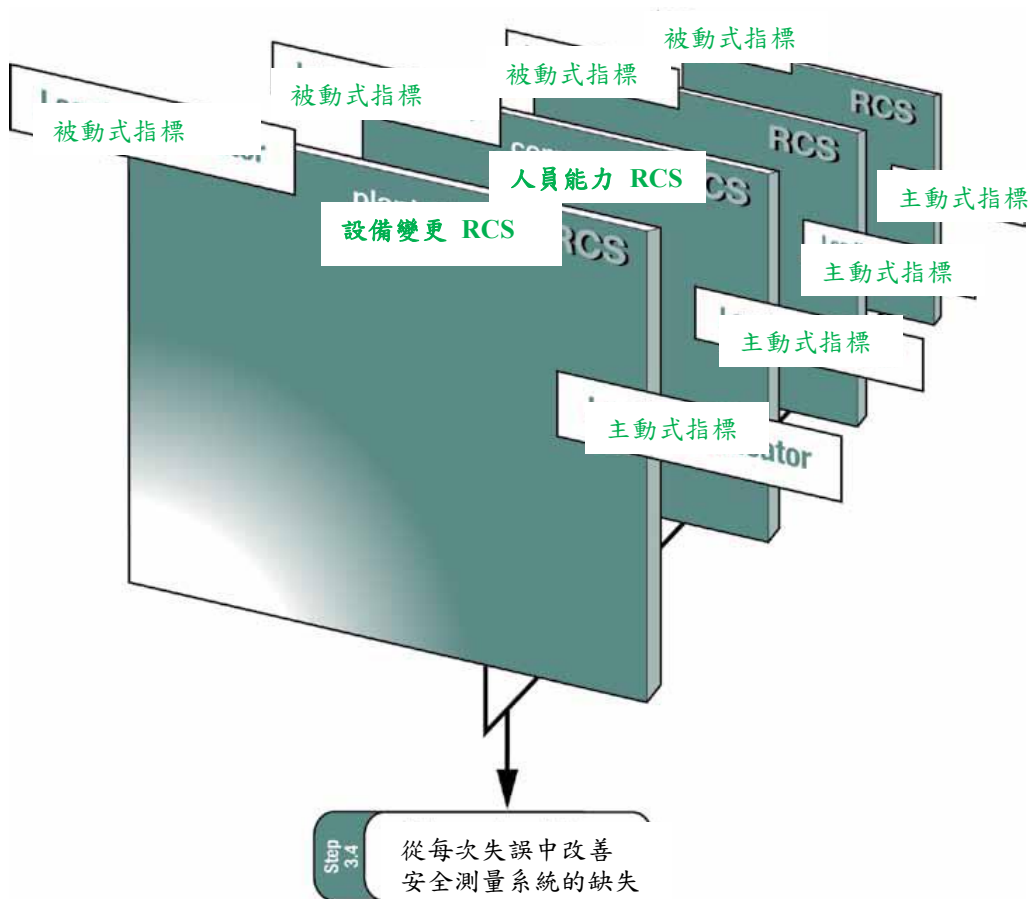


圖14 偏離指標容許偏差值的追蹤和改善

步驟5 建立資訊收集和報告系統

建立績效指標的量測單位收集資訊

決定資料呈現方式

收集

62. 一旦決定了績效指標和容許偏差值，事業單位應確保相關資料收集的應用，經驗顯示這些資料和數據大部分都是現成的，但可能被應用在其他像是品管或經營績效方面，因此，事業單位應建立一套完整的製程安全風險資料。

63. 事實上，最理想的安排是，有一個專門的人員負責收集所有資料，彙整後向管理階層報告，並提醒管注意偏離容許值的績效。

資料呈現

64. 績效資料呈現的方式應該越簡潔越好，如果可以，就用單一表格做總結；以圖表或儀表版顯示超過容許偏差或目標的狀況和重要的趨勢；除此之外，也可以利用各種不同的方式，像是紅綠燈(綠色-安全/黃色-稍微偏差/紅色-嚴重偏離)或微笑/哭臉的表情符號(表格2)來標註績效良好/出錯的地方。

65. 高階管理階層必須定期審查重要績效資料，並且決定應採取的矯正措施。如果有不同層級的指標，每項資訊都要分別收集。

66. 數據應明確顯示被動式指標和主動式指標之間的關聯性，這種關聯性可以明確指出指標間的因果關係。

雖然資料的呈現非常重要，但如果這些收集到的資料沒有被實際應用在安全系統的改善，就不具任何意義。

步驟6. 審查執行成效

定期的成效審查應包含：
製程安全管理系統的績效
績效指標涵蓋的範圍
容許偏差的設定

審查製程安全管理系統的績效





67. 高階主管應定期審查風險控制的成效，確保製程安全管理系統可以達到預期的目標，且關鍵系統可以持續依規劃的方式運作。

主動式和被動式指標的表現差異

68. 如果主動式指標所量測的績效不好，但相關的被動式指標績效尚屬滿意，這很可能是因為選擇的主動式指標無法確實反應關鍵控制作業運作特性。舉例來說，對特殊作業而言，要確保安全的關鍵可能在於特殊製程的操作訓練和能力，若選擇"職前訓練的完成率"為主動式指標，就不夠恰當。

69. 如果主動式指標符合設定目標且和風險控制系統密切相關，但被動式指標表現不佳，這種現象可能是風險控制系統無法發揮功能所造成的。

表2 主動式指標和被動式指標呈現不同結果

	結果1(見第67節)	結果2(見第67節)
主動式指標		
被動式指標		
可能的原因	主動式指標無法確實反應關鍵控制作業	風險控制系統無法發揮功能
可能的結果	量測錯誤的績效表現	發生錯誤

審查指標涵蓋的範圍

70. 不應建立指標後就不再去思考指標的適宜性，每隔幾年，事業單位就應該審查指標涵蓋的範圍，以確保績效指標能夠反映主要的製程風險。當下列狀況發生時，原先使用的指標可能需要調整：

- * 導入不同或風險較高的製程；
- * 改善方案
- * 設備設計的變更
- * 某些部門作業人力精簡或專業能力不足

71. 如果欠缺審查的作業，製程安全指標可能會失去當初制定的意義，而收集的資料則不足以讓高階主管判斷重大危害風險是否已有效控制。

審查容許偏差值的設定

72. 步驟4.4中已經說明定期審查容許偏差值的重要性。由於容許偏差值可能會設的太過寬鬆或嚴謹，以致於無法確實反應安全系統的績效，這時容許偏差值就要做適度的改善。

容許偏差值必須定期追蹤和改善-事情沒辦法一開始就被設計的盡善盡美!

73. 如果需要更多相關資訊或瀏覽HSE製程安全績效網站，請連結以下網址：
<http://webcommunities.hse.gov.uk/inovem/inovem.ti/chemicalindustries.pspm>

第三章 設計案例

步驟2、3、4 逐步操作指引

74. 以重大事故危害控制(COMAH)中列為高度危險的化學品儲存場所為例，逐步說明製程安全管理績效指標設計和運用原則。

75. 參考第一章的步驟2，3，4可幫助了解此案例的整個設計過程。



圖15 兩個化學品儲槽區和相鄰的運送碼頭

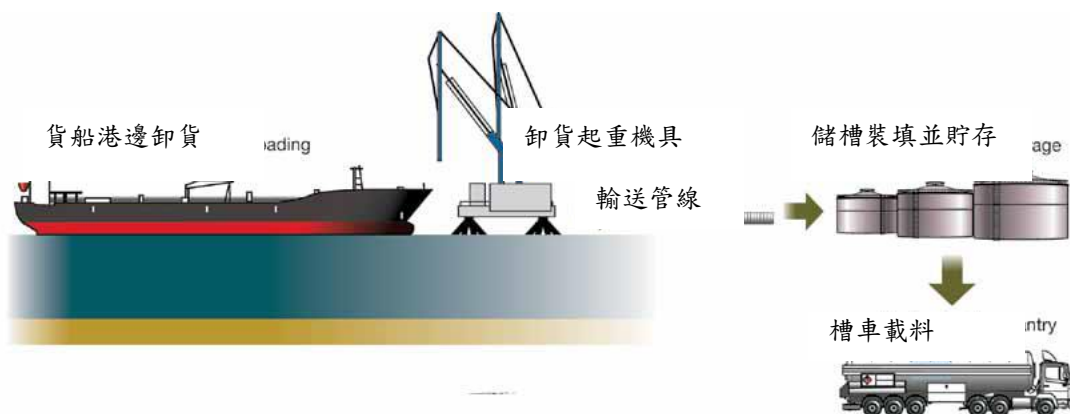


圖16 各項貨品裝卸運輸作業

76. 這家負責液體化學品儲存業務的公司，有兩個分開的儲槽區(之前分屬兩家不同公司)，各有80個大型儲槽。大部分的產品由船隻運送的河口，由起重機在防波堤卸貨。公司員工負責岸邊卸貨的工作，產品再由固定的管線輸送到廠區，管線會經過私人土地和小部分公用道路。兩個儲槽區都有槽車進料設備。

77. 產品從船運到岸上是利用附軟管的絞接式起重機具，與螺旋接頭連接的方式。槽車載料則是利用高架起重台和部分底部輸料管線。和客戶簽約的司機運送載滿料的槽車。雙方都是一天24小時持續作業。

78.從港口到廠區的所有管線要定期清理和維修，若貯存的產品改變，大型儲槽也要放空清理。

79.大部分儲槽的材質是軟鋼，放置在混泥土地面，有地界圍住儲槽區，其中部分儲槽另外築磚堤隔開。廠區有氬氣和水電天然氣等供應設備。

80.貯存在廠區的高度易燃、毒性、和腐蝕性物質包括：

己烷	烯烴	二氯甲烷
庚烷	潤滑油	二溴乙烷
汽油	柴油	三氯甲烷
丙酮	燃料油	苯乙烯
吡啶	甲醇	苛性鈉
	丙醇	硫酸（98%）

步驟2-4概要

81.設置績效指標的主要步驟為：

步驟2.2 界定量測系統範圍

- 辨識可能導致重大事故的危害情境
- 辨識危害情境的直接原因

步驟3 確認防止重大事故發生的風險控制系統和預期成效-設計被動式績效指標

- 確認已設置預防和消滅事件後果的風險控制系統
- 描述風險控制系統的預期成效
- 建立被動式指標

步驟4 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目並設計主動式指標

- 根據風險控制系統應監測的關鍵項目的關鍵項目設計主動式指標
- 針對每一項主動式指標應設定容許偏差
- 將重點放在和廠區或操作安全最息息相關的指標

步驟2.2 界定量測系統範圍

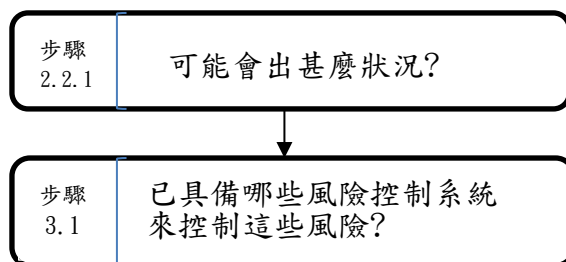


圖 17 判斷可能會發生什麼狀況?

步驟2.2.1：辨識重大事故情境

82. 描述重大事故情境可以幫助確定該針對什麼最重要的作業或控制系統，建立被動式指標。在步驟4，危害情境描述也可幫忙作反覆確認，辨識風險控制系統的關鍵項目。

83. 在這個廠區，主要的製程安全事故情節包括：

- 儲槽
 - 液體洩漏到堤防邊
 - 液體洩漏到堤防外
 - 起火或爆炸:
 - 儲槽起火或爆炸
 - 堤邊起火或爆炸
 - 堤防外起火或爆炸
- 產品由港邊輸送到大儲槽
 - 港口處液體洩漏
 - 液體自輸送管洩漏(包含接頭，閥件，泵，和法蘭)
 - 港口或輸送管洩漏處起火
- 槽車裝載:
 - 液體由槽車裝載管線洩漏;
 - 液體由槽車洩漏
 - 槽車起火或爆炸
 - 載料區起火或爆炸

84. 這些情況發生，可能導致：

- 毒氣毒煙散佈
- 廠區大火
- 港口大火
- 廠區外大火，例如輸送管通過地區
- 環境破壞

步驟2.2.2：辨識危害情境的直接原因

85. 這是造成安全機制失效，導致事故發生的主要原因，通常被視為影響設備功能完整性的因素。

86. 可能導致危害情境的原因：

- 軟管、接頭、泵、閥件、固定式輸送管作業、大型儲槽等處發生問題，可能由於：
 - 磨損
 - 腐蝕
 - 損壞
 - 過壓或壓力不足
 - 火災或爆炸
- 溢流
 - 儲槽
 - 槽車
- 意外洩漏
 - 未正確關閥或接頭連接錯誤

87. 透過事故紀錄或虛驚事件的資料，調查有潛在問題未解決的地區。首先必須決定哪些風險控制系統(RCS)對避免危害是重要的。

主要原因包含：

(1) 磨損

- 物理磨損
- 震動/壓力

(2) 腐蝕

- 軟剛材質的儲槽暴露在空氣中，產生化學反應
- 錯誤的產品輸送/貯存，或不確實的儲槽/管線清洗，導致殘留物和化學產品發生反應。

(3) 損壞

- 碰撞/衝擊，例如來自車輛、工廠/設備
- 使用過程導致的損壞
- 貨船/槽車裝卸時的碰撞
- 現場作業，像是焊接/研磨
- 儲槽內部起火或外部起火影響儲槽結構的完整性

(4) 過壓或壓力不足

- 產品運輸或貯存不當，導致管線作業將壓力氣鎖；管線或排氣閥阻塞
- 對儲槽氮封失敗
- 儲槽未能清洗乾淨，當新的化學品加入時，產生放熱或加熱反應

(5) 起火或爆炸

- 無法控制易燃環境中的起火源
 - 接地失敗
 - 沒有控制流速，無法避免靜電累計
 - 使用錯誤的設備
 - 對儲槽氮封失敗
 - 受損害或錯誤的危險電氣設備引發火源
 - 熱加工作業操作失當
 - 雷暴雨中搬運產品
 - 緊急滅火程序失敗

(6) 溢流

- 由於以下原因，導致不恰當的產品運輸或錯誤的流速
 - 溝通不良
 - 儀表錯誤
 - 錯誤的產品裝載路線安排
 - 儲槽液位指示器失效

(7) 意外洩漏

- 未正確關閉閥件
- 接頭連接錯誤
- 檔板遺漏等

步驟3.1 確認相關的風險控制系統

88.製作一個像表3一樣的風險控制矩陣，可以幫忙釐清在事故情境中，哪一種風險控制系統最重要。

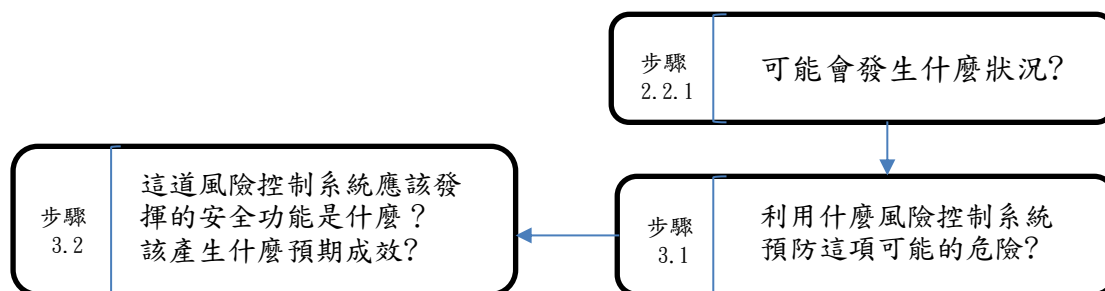


圖 18 確認已設置的風險控制系統

表 3 風險控制矩陣

	要求工廠設備的完整性						
	磨損	腐蝕	損壞	過壓或壓力不足	火災和爆炸	溢流	其他意外情況
檢查和維修：							
軟管、接頭、泵、閥件、法蘭、固定式輸送管、大型儲槽	✓	✓	✓		✓		
儀表				✓		✓	
接地					✓		
桶槽排氣閥				✓			
火警偵測和滅火系統					✓		
人員能力，包括：							
針對產品選擇適合的儲槽		✓		✓	✓		
依產品量安排運輸方式和儲槽						✓	
矯正錯誤			✓				✓
校正接頭、開關閥件、開啟泵等				✓			
足以勝任檢查維修工作的能力和經驗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
緊急事件處置					✓		
操作步驟，包含：							
針對產品選擇適合的儲槽		✓		✓			
視產品的多寡安排運輸方式和儲槽				✓		✓	
校正接頭、開關閥件、開啟泵等				✓		✓	✓
槽車裝載						✓	
船到岸前後輸送確認				✓		✓	✓
緊急事件處置					✓		
儀控和警報系統				✓		✓	
設備變更							
選擇正確的規格材料/設備	✓	✓			✓		✓
正確的安裝和操作變更的設備	✓	✓		✓	✓		
溝通							
執行產品運輸前後確認工作		✓		✓		✓	✓
指揮緊急行動					✓	✓	✓
作業許可							
熱加工作業控制					✓		
物理傷害及升降作業預防工作			✓				
安全隔離							✓
工廠設計	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
緊急應變計畫					✓		✓

磨損

89. 表4列出管理主要危害情節的重要風險控制系統

設置的風險控制系統整理表

90. 以下是現場作業中控制和緩和重大災害情節的RCS整理表：

- 定期檢查和維修
- 操作步驟
- 設備變更
- 溝通
- 接地系統
- 人員能力
- 儀控和警報系統
- 設備設計
- 作業許可
- 緊急應變計畫

表4 主要風險控制系統

災害情節	風險控制系統	
磨損	檢查和維修 人員能力 設備變更，包含暫時性的修改 設備設計	
腐蝕	檢查和維修 操作步驟 設備變更	人員能力 溝通 設備設計
損壞	人員能力(包括承包商) 作業許可 檢查和維修	操作步驟 工作場所運輸 設備設計
過壓或壓力不足	人員能力 儀控和警報系統 檢查和維修	操作步驟 溝通
起火和爆炸	作業許可 人員能力 設備變更 接地系統	工廠檢查和維修-特別是電氣設備 操作步驟 設備設計
溢流	人員能力 儀控和警報系統	操作步驟 溝通
意外情況	人員能力 作業許可	操作步驟 溝通
緊急處置	減緩以上任何事故或圍堵措施失敗所帶來的後果，是非常重要的。因此這個項目中的風險控制系統，包含所有已設置的風險控制系統。	

步驟3 確認後果並設置被動式指標

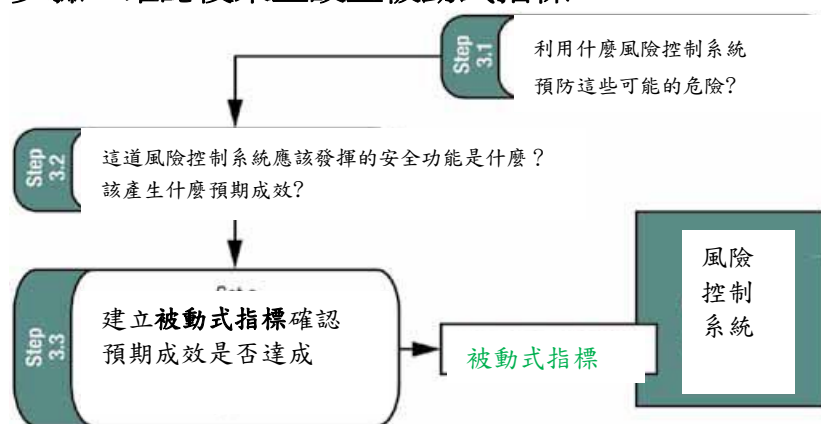


圖19 確認後果並設置被動式指標

91. 每一個風險控制系統設置的理由和所針對的危害控制，都必須經過討論，取得共識。如此一來才能評估其是否達到預期成效。

92. 對公司安全和經營角度而言，安全控制系統顯示”運作成功”是最好的結果。設置指標就是以正負兩個標準衡量系統績效是否達成。因為成功是正常的結果，選擇負度量可以監看異常的數據資料，避免被其他大量資料混淆。

93. 可以藉由下列問題提供思考的方向：

- * 為什麼我們要有這道風險控制系統？
- * 這道風險控制系統應該發揮的安全功能是什麼？
- * 如果我們沒有這道風險控制系統，會有什麼後果？

94. 被動式指標要能直接確認風險控制系統的預期成效是否達成。

步驟4 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目並設計主動式指標

95. 每一到風險控制系統都有很多項目需要量測。不必要監測風險控制系統的每一部分，利用以下的問題決定最關鍵的部分：

- 每一次都需正確執行、不能有任何差錯的作業有哪些？
- 系統功能會隨著時間衰退的有哪些？
- 執行頻率很高的作業有哪些？

96. 遵循以上的思考方向，可以決定達成風險控制系統預期結果必須監測的關鍵項目。

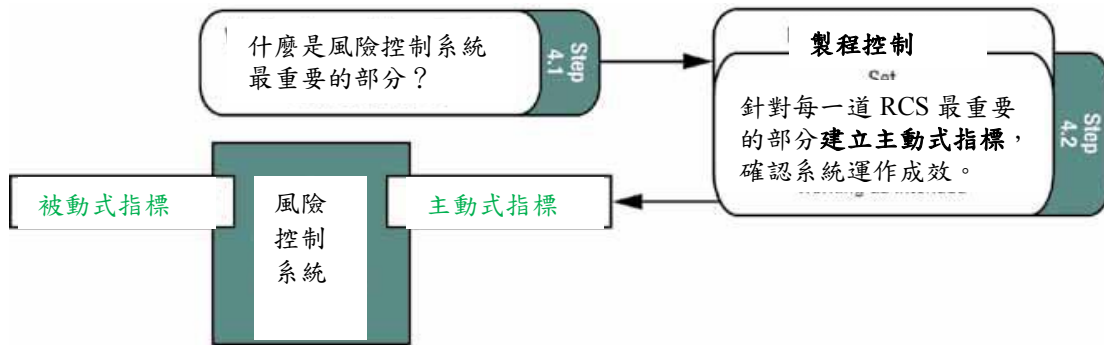


圖20 辨識每一道風險控制系統的關鍵項目並設計主動式指標

風險控制系統的指標設置實例

97. 以下內容舉例如何應用步驟3和4的方法，在每一道重要的安全控制系統設置績效指標。一開始，會列出一些可能的被動式和主動式指標，接著衡量重要性後，每道風險控制系統，選出一個被動式指標和至多兩個主動式指標。表3是所有風險控制系統最後選定的績效指標。

風險控制系統

一、風險控制系統：檢查和維修

預期成效

- 沒有因軟管、接頭、泵、閥件、法蘭、固定管線、大型儲槽或儀表等因安全圍堵失敗，產生損失。
- 沒有因桶槽通氣閥阻塞而造成損失。
- 沒有因靜電著火產生火災或爆炸。
- 沒有陰氣電設備故障或損壞導致火災或爆炸。
- 火警偵測和滅火系統安置妥當且運作狀態良好。

可能的被動式指標

- 因軟管、接頭、泵、閥件、法蘭、固定管線、大型儲槽或儀表等安全圍堵失敗，產生損失的次數。 ▪ 因桶槽通氣閥阻塞而造成損失的次數。
- 因靜電著火產生火災/爆炸的次數。 ▪ 因氣電設備故障/損壞導致火災/爆炸的次數。
- 火警偵測和滅火系統無法如預期運作，釀成火災/爆炸事故的次數。

關鍵項目

- 檢查和維修系統有明確的施行範圍和頻率。這必須根據安檢項目對現在系統的完成性有多大的影響，或遵守製造商和供應商的指示。
- 定期檢查安全關鍵設備或物件(例如軟管、接頭、泵、閥件、法蘭、固定管線、大型儲槽)是否磨損、損壞、或故障。
- 定期進行故障排除、修理和改進，以符合設備設計標準。
- 日誌調查結果保存 – 便於做趨勢分析

可能的主動式指標

- 安全關鍵設備/儀器檢查時符合規範的百分比
- 安全關鍵設備和儀器依設定時程完成檢查的百分比
- 定期維修工作的完成百分比 ▪ 定期故障趨勢分析的完成百分比

注意：重大事故情境可幫助判斷何謂“安全關鍵”項目。

最後選擇的績效指標

應用步驟3.3和步驟4.2的方式決定可能的被動和主動式指標，接下來困難的地方是從中挑出幾個指標，可藉以下問題釐清優先順序：

- 系統成效是否可藉指標衡量？例如成功或失敗是否容易偵測？問自己一個問題：當系統失效或成功時，是否可以馬上知道？
- 關鍵的控制是否可被量測？是否可以簡單偵測到重要的控制系統是否如預期運作？
- 量測頻率是多久
- 對被動式指標：藉此指標可得到多少資訊？重點放在異常調查。
- 對主動式指標：當系統關鍵要素急速失能受影響的程度

- 嚴重事故發生前，指標能否對異常情況提出警告？
- 再次確認指標是否：
 - 符合預期結果設定
 - 主動式指標會關係到被動式指標
- 考量安全和經營，指標所提供的訊息，什麼是整體而言最重要的？
- 資訊是否能輕易收集？例如公司內部已經有的紀錄，像是品管日誌或製程控制紀錄



被動式指標
 因軟管、接頭、泵、閘件、法蘭、固定管線、大型貯槽或儀表等安全圍堵失敗，產生損失的次數。

理由
 這個指標涵蓋了最多有可能發生問題的設備；同時也可以進一步針對特定項目，用來監控最大的風險，例如軟管。

未選擇的被動式指標

- 桶槽通氣閘阻塞：可利用大型桶槽的失誤次數的指標同時涵蓋此項目。
- 靜電著火：要判斷是否因為靜電著火引起火災跟爆炸，有其難度。這類的事件其實發生機率較低，一但真的發生，就會進行事故調查。
- 因氣電設備故障或損壞導致火災或爆炸的次數：由於事故發生機率低，所以設置指標並沒有太大意義。
- 火警偵測和滅火系統：發生機率低。火警偵測和滅火系統失效可以被包含在緊急處置的RCS中。

主動式指標
 安全關鍵設備/儀器檢查時符合規範的百分比
 定期維修工作的完成百分比

理由
安全關鍵設備的績效表現
 該指標顯示工廠和設備的可靠性，還提供機會可以探討為什麼設備執行績效不如預期。為了得到這些相關的資訊，設備檢查就必須如期完成。

確實完成的維修作業
 對於安全關鍵設備的故障情形，有完整的概念和紀錄是非常重要的。同樣的，要得到這些資訊，必須定期進行檢查和維修。

未選擇的主動式指標

- 定期檢查的執行情況：這是一個經常使用的指標。然而，關鍵安全設備的績效表現更符合RCS的預期結果。
- 故障趨勢分析：雖然故障趨勢分析很重要，但評估故障趨勢分析完成的百分比，並不能保證問題已經獲得矯正。

二、風險控制系統：人員能力

預期成效

- 作業人員或承包商有能力將貨物有效率地從船上運輸到儲槽或槽車。
- 作業人員或承包商在貨物運輸前/後，有能力確實清洗儲槽和管線。
- 若因貨物運輸導致起火或爆炸，作業人員或承包商有能力執行緊急應變措施。

可能的被動式指標

- 由於作業人員缺乏必備的知識或經驗去執行正確的動作，導致錯誤產生無法如預期進行貨物運輸的次數。
- 由於作業人員缺乏必備的知識或經驗去進行清洗工作，使得儲槽過壓或壓力不足的次數。
- 由於作業人員缺乏緊急應變的知識或經驗，因油品裝卸過程引起大火/爆炸，採取不適當行動的次數。

關鍵項目

資訊和訓練包含：

- 產品的危險特性
- 船與岸上的通信系統
- 貨物裝卸前的確認
- 貨運運輸的控制和監視作業
- 貨運運輸後的再確認
- 緊急處置

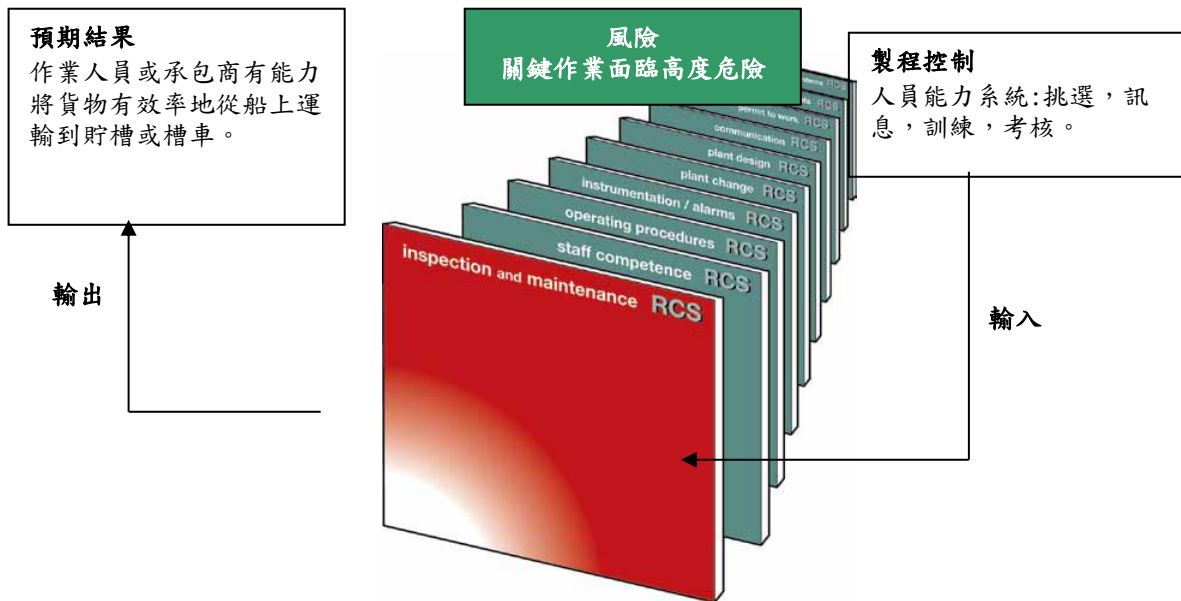
工作須具備的專門知識和相關經驗：

- 物質;
- 工作流程;
- 危害;
- 緊急行動

可能的主動式指標

- 負責產品裝卸工作的員工中，具備成功完成運輸貯存作業能力的員工百分比。

注意：公司要自行決定能勝任工作的員工，需接受的教育訓練和所必須具備的經驗。



被動式指標

由於作業人員缺乏必備的知識或經驗去執行正確的動作，導致錯誤產生無法如預期進行貨物運輸的次數。

理由

這個指標幾乎代表預期效果，同時也呈現設置風險控制系統的最常見也重要的原因。

主動式指標

負責產品裝卸工作的員工中，具備成功完成運輸貯存作業能力的員工百分比。

理由

這是唯一可能的主動式指標。

未選擇的被動式指標

- 貯槽過壓或壓力不足：要判斷公司人員是缺乏能力引起事故，”是否有能正確清洗的貯槽”不太可能是一個重要依據。因此由其他方面衡量員工能力比較恰當。
- 緊急處置：這個項目可涵蓋在RCS：緊急應變計畫。

三、風險控制系統：操作程序

預期成效

- 油品從輪船至儲槽和至槽車的裝卸作業，可以正確地選擇儲槽和設備操作。
- 油品裝卸料後，應正確地清洗、隔離和停止設備。

可能的被動式指標

- 不正確操作步驟造成裝卸作業無法完成的次數。
- 人員在清洗儲槽時沒有按照一定的操作步驟所造成儲槽過壓或壓力不足的次數。
- 在油品裝卸料的過程因不正確的操作步驟引起火災或爆炸的次數。

關鍵項目

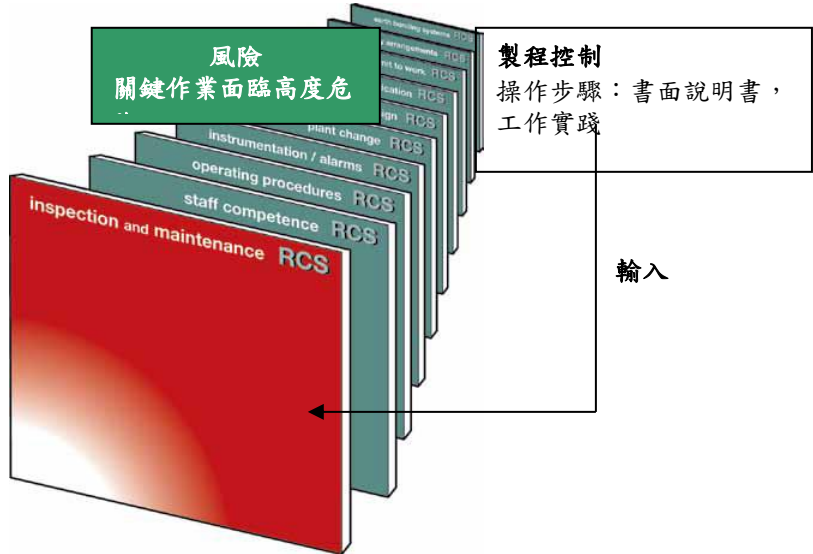
- 操作步驟涵蓋正確範圍（包含關鍵作業程序和緊急應變）及詳細的說明。
- 操作步驟明確且容易瞭解。
- 操作步驟隨時要更新。

可能的主動式指標

- 關於安全關鍵作業的操作步驟說明書，已涵蓋正確範圍（包含關鍵作業程序和緊急應變）及詳細說明的百分比。
- 操作步驟說明書明確且容易瞭解的百分比。
- 操作步驟定期審查和修訂的百分比。

預期結果
 油品從輪船至儲槽和至槽車的裝卸作業，可以正確地選擇儲槽和設備操作。

輸出



被動式指標
 不正確操作步驟造成裝卸作業無法完成的次數。

理由
 這個指標是評量因人員失誤影響到操作步驟的品質，這些作業關係到安全控制系統的預期結果。

主動式指標
 操作步驟定期審查和修訂的百分比。

理由
 這是唯一可評量執行中的操作步驟說明書是否符合要求的指標。

重要性較低的被動式指標

- 儲槽過壓或壓力不足：應選擇可以展示作業程序績效，包含較多操作活動的指標，這樣可以提供更全面的訊息，判斷操作步驟說明書是否符合要求。
- 緊急處置：這個項目可涵蓋在RCS：緊急應變計畫。

重要性較低的被動式指標

說明書的範圍和內容清楚：操作步驟說明書在完成之前就應該確認這部分，已經執行公布執行後再評量就沒有多大意義。

四、風險控制系統：儀控和警報系統

預期成效

安全關鍵儀控和警報系統能夠正確地反應超出安全範圍的操作條件。

可能的被動式指標

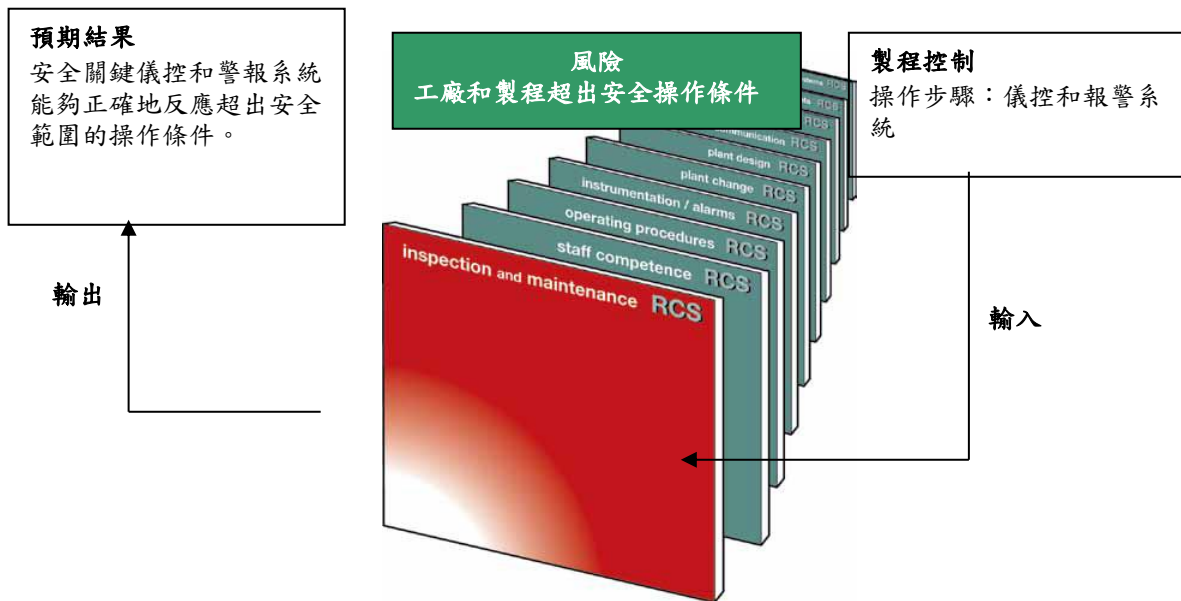
- 安全關鍵儀控和警報系統在測試或使用中失效而無法發揮功能的次數。
- 儲槽或槽車的液位指示器或警報系統失效造成溢流的次數。
- 儲槽或槽車的液位指示器或警報系統失效造成過壓或壓力不足的次數。
- 液位指示器或警報系統失效造成油品以錯誤的流量或壓力裝卸的次數。

關鍵項目

- 儀控系統正確的顯示製程操作狀態。
- 警報系統於警戒值正確啟動。
- 以標準方法測試並校正儀控和警報系統。
- 在既定時間內將失效的儀控和警報系統修復。

可能的主動式指標

- 安全關鍵儀控和警報系統能夠正確顯示製程操作狀態的百分比。
- 安全關鍵儀控和警報系統正確啟動的百分比。
- 按照既定時間完成安全關鍵儀控和警報系統功能測試的百分比。
- 按照既定時間完成修復故障的安全關鍵儀控和警報系統的百分比。



被動式指標

安全關鍵儀控和警報系統在測試或使用中失效而無法發揮功能的次數。

理由

這項指標紀錄所有儀控和警報系統的失效，無論是否因此導致任何損失。

主動式指標

按照既定時間完成安全關鍵儀控和警報系統功能測試的百分比。

按照既定時間完成修復故障的安全關鍵儀控和警報系統的百分比。

理由

這是確認儀控和警報系統持續如預期作用的主要輸入(行動量測)。

重要性較低的被動式指標

- 儲槽或槽車的液位指示器或警報系統失效造成溢流的次數。
- 儲槽或槽車的液位指示器或警報系統失效造過壓或壓力不足的次數。
- 液位指示器或警報系統失效造成油品以錯誤的流量或壓力裝卸的次數。

以上指標代表的績效可利用選擇的指標涵蓋。

重要性較低的主動式指標

- 安全關鍵儀控和警報系統能夠正確顯示製程操作狀態的百分比。
- 安全關鍵儀控和警報系統正確啟動的百分比。

這兩項指包可包含在功能測試和量測系統中。

注意：廣義一點來說，儀控和警報系統的功能也是檢查和維修系統中很重要的一部分。所以檢查/維修系統也可以和整合這部分的指標。

五、風險控制系統：設備變更(Plant Change)

預期成效

軟管、接頭、泵、固定管線、大型儲槽等製程設備規格變更後，仍可操作在最佳的安全狀態。

可能的被動式指標

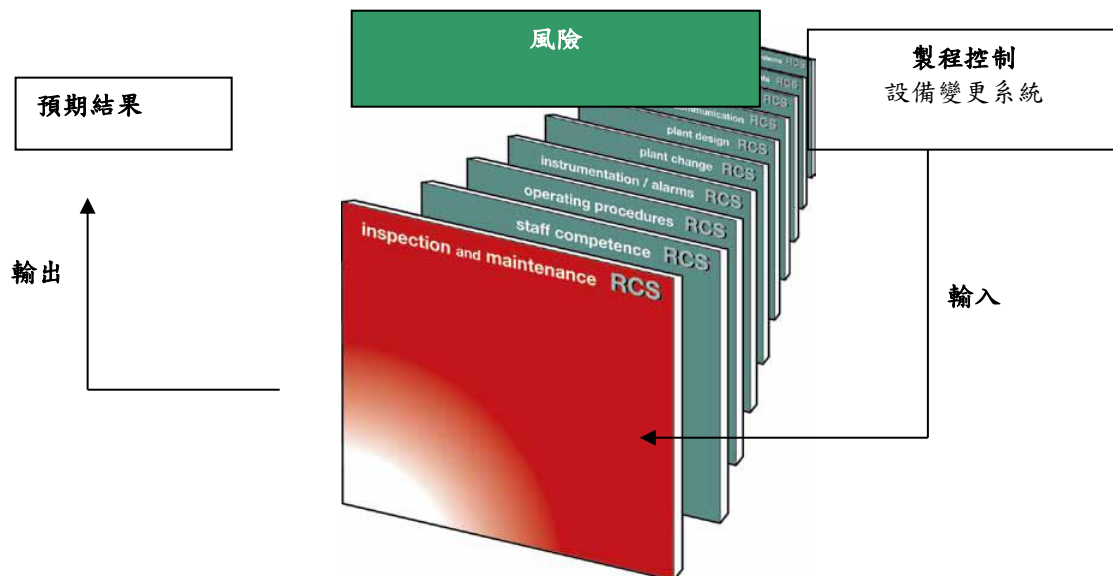
- 因為設備(軟管、接頭、泵、固定管線、大型儲槽等)變更導致製程設備出錯，引起危害性物質阻隔設施失效或火災爆炸的次數。
- 設備變更執行不徹底造成設備低於理想標準操作狀態的次數。

關鍵項目

- 適當地界定臨時性和永久性變更的範圍。
- 設備變更前，先做風險評估。
- 記錄變更和最終結果。
- 執行變更前，已完成變更簽核步驟。
- 確認完成變更設備運作符合設計。

可能的主動式指標

- 適當地界定設備變更的範圍。
- 設備變更前，已完成風險評估的百分比。
- 變更和最終結果文件化的百分比。
- 執行設備變更前，已完成變更簽核步驟的百分比。
- 確認完成變更設備運作符合設計的百分比。



被動式指標

設備變更執行不徹底造成設備低於理想標準操作狀態的次數。

理由

這項指標同時包含了變更後因設備出錯而導致的事數。

未設置的被動式指標

- 因為設備(軟管、接頭、泵、固定管線、大型貯槽等)變更導致製程設備出錯,引起危害性物質阻隔設施失效或火災爆炸的次數。

選擇的指標會主動涵蓋這個項目。

主動式指標

危害與可操作性(HAZOP)分析中和設備變更相關的百分比。

執行設備變更前,已完成變更簽核的百分比。

理由

完成風險評估

評估設備變更後的風險是非常重要的。從相關的訊息中進行評估和收集資料可能會更容易。

授權確認

這項指標顯示由於急躁的執行變更可能產生危險情況的區域。

未設置的主動式指標

- 變更和最終結果文件化
- 確認完成變更設備運作符合設計

以上兩項都很重要且容易收集資訊,但由於主動式指標的數目限制,所以沒有選擇。

六、風險控制系統：工廠設計

預期成效

設備有效率且確實的運轉，使的工廠操作狀況良好，沒有因工廠設計或規範的缺失，導致意外故障。

可能的被動式指標

由於工廠設計不夠完善，導致圍堵危險物質失敗或安全關鍵設備失誤，造成故障或事故的次數。

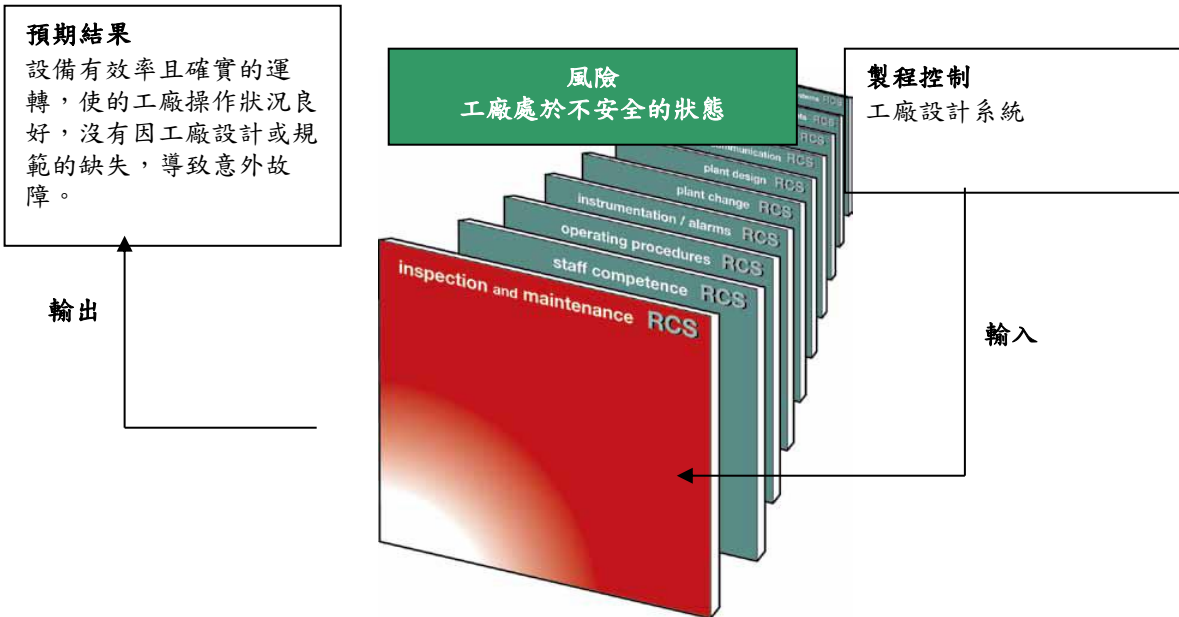
關鍵要素

要選擇適合的設備，必須考慮：

- 標準和規範
- 材料和產品的相容性
- 預期效能及功能退化處理
- 壓力系統
- 使用期限
- 供電系統
- 易於檢查和保養

可能的主動式指標

- 和產品裝卸運輸相關的設備符合目前標準和規範的百分比
- 測試階段：設備安全關鍵項目中符合特殊設計標準的百分比
- 定期檢測：設備安全關鍵項目中符合目前設計標準和規範的百分比



被動式指標
 由於工廠設計不夠完善，導致圍堵危險物質失敗或安全關鍵設備失誤，造成故障或事故的次數。

理由
 這項指標主要針對設備或工廠的操作是否符合要求。

未設置的被動式指標

- 因為設備(軟管、接頭、泵、固定管線、大型貯槽等)變更導致製程設備出錯，引起危害性物質阻隔設施失效或火災爆炸的次數。

選擇的指標會主動涵蓋這個項目。

主動式指標
 設備安全關鍵項目中符合目前設計標準和規範的百分比

注意：這應建立在周期性檢查或樣品抽查的基礎上。

理由
 設備變更風險控制系統可以確保設備項目在重新安裝後，仍然符合設計標準。而這項指標可以找出因為老舊或標準/法規改變，而不再符合設計標準的設備。

未設置的主動式指標

- 測試階段：設備安全關鍵項目中符合特殊設計標準的百分比
- 定期檢測：設備安全關鍵項目中符合目前設計標準和規範的百分比

以上是一次就可以確認的工作，整年的量測沒有意義。

七、風險控制系統：溝通

預期成效

- 有效管理產品運輸和貯存，能及時針對問題提出警告以利於矯正行動。
- 如果發生溢流，起火/爆炸，或偶發事件，能有效進行補救行動。

**產品運輸包含要成功完成危險物質從船到岸，接著進入大型儲槽，甚至是槽車裝卸等所有作業行動。*

可能的被動式指標

- 由於溝通系統出錯，導致產品運輸作業無法如預期進行的次數。根據產生的結果，可以在細分出兩個被動式指標：
 - 由於溝通系統出錯，導致化學品溢流的次數。
 - 由於溝通系統出錯，導致偶發事件發生的次數。
- 溢流，起火/爆炸，或偶發意外發生後，由於關於緊急事件的訊息溝通傳達不完整，導致防災系統運作失效的百分比。

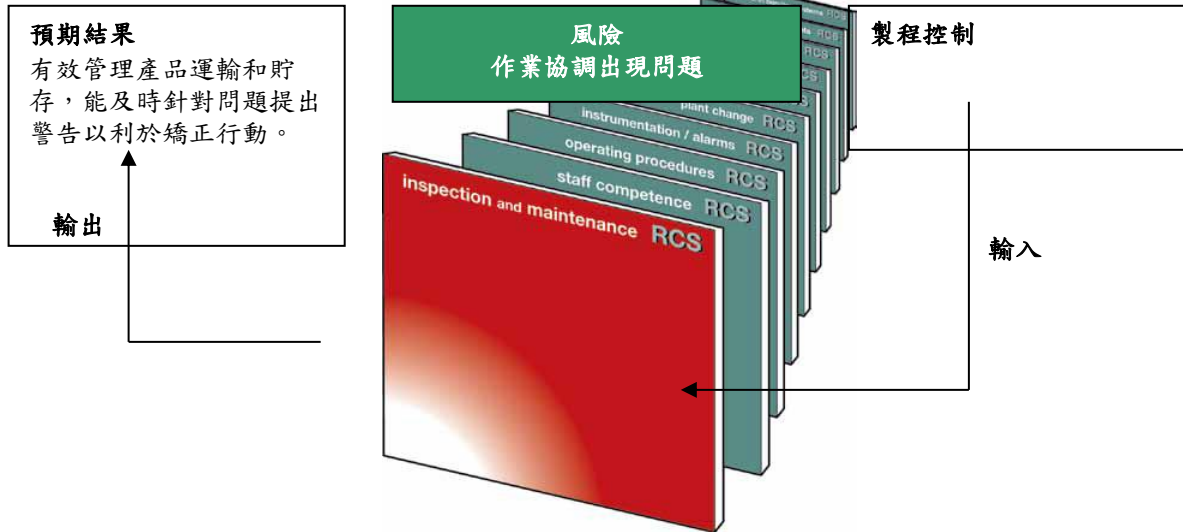
關鍵要素

重要的溝通應包含：

- 產品運輸前的再確認-運輸物質的形式，物性，和量。
- 運輸路線，管線連接，閥件開啟再確認。
- 取得運輸授權許可。
- 運輸作業開始時間和速率的再確認。
- 運輸期間，防堵措施的再確認。
- 運輸後，再次確認泵停止運轉，閥件已經關閉。

可能的主動式指標

- 確實進行溝通，產品運輸前經過再確認的百分比。
- 確實進行溝通，運輸路線，管線連接，閥件開啟經過再確認的百分比。
- 產品運輸前順利完成簽核的百分比。
- 產品運輸前作業開始時間和速率經過再確認的百分比。
- 運輸期間，防堵措施完成再確認的百分比。
- 運輸後，再次確認泵停止運轉，閥件已經隔離或關閉的百分比。



被動式指標

由於溝通系統出錯，導致產品運輸作業無法如預期進行的次數。

理由

溢流或意外事件導致無法無預期成功的完成產品運輸都可被虧在這個指標中。除此之外，這個指標也可反應出當初在設計被動式指標時，沒有考慮到的範圍。

未設置的被動式指標

- 由於關於緊急事件的訊息溝通傳達不完整，防災系統運作失效；發生的機率不大，且歸於緊急應變系統較恰當。

主動式指標

產品運輸前順利完成簽核的百分比。

運輸後，再次確認泵停止運轉，閥件已經隔離或關閉的百分比。

理由

第一個指標自動監視所有動作在授權開始運輸前已經進行確認。第二個指標確保運輸作業完成後，工廠回復安全狀態。

未設置的主動式指標

- 確實進行溝通，產品運輸前經過再確認的百分比。
- 確實進行溝通，運輸路線，管線連接，閥件開啟經過再確認的百分比。
- 產品運輸前作業開始時間和速率經過再確認的百分比。
- 運輸期間，防堵措施完成再確認的百分比。

產品運輸作業的簽核的項目中，已經包含以上的檢查。

八、風險控制系統：作業許可

預期成效

安全從事高風險維修作業不會導致損壞或傷害。

可能的被動式指標

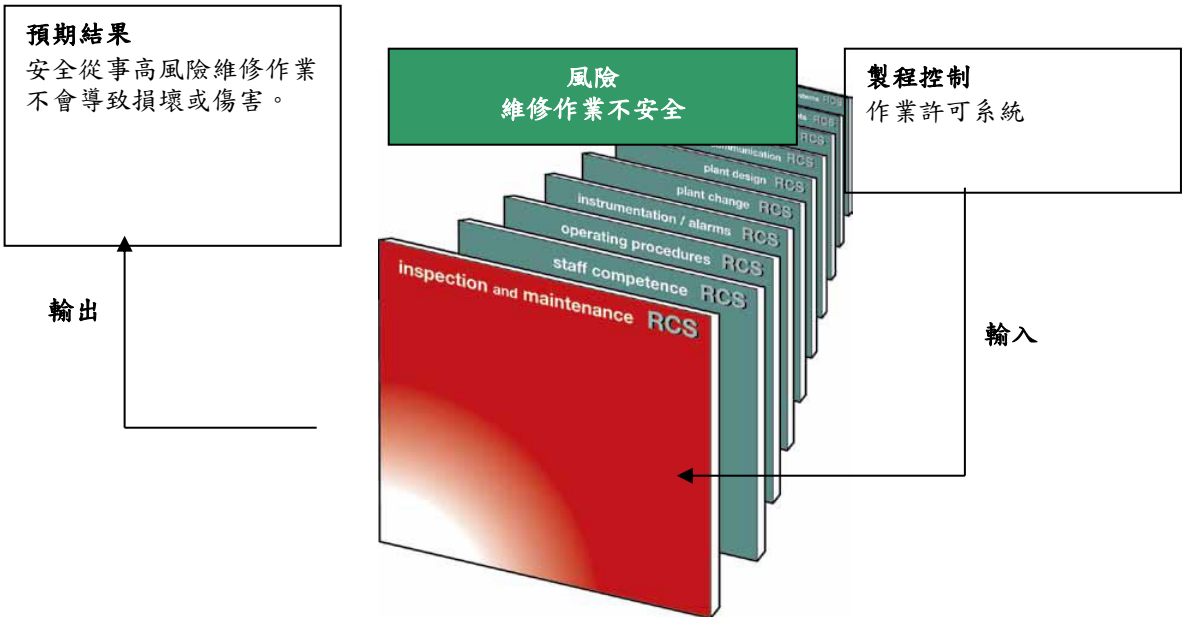
沒有適當控制高風險維修作業造成設備損壞事件的次數。

關鍵項目

- 清楚界定作業許可制度涵蓋的範圍。
- 許可表單註明作業危害、風險和控制措施包括隔離步驟。
- 簽核步驟完成後才核發作業許可。
- 許可和作業的時段。
- 依許可記載的注意事項順利完成作業。

可能的主動式指標

- 清楚界定作業許可制度的範圍和定義。
- 作業許可表單適當地註明危害、風險和控制措施的百分比。
- 作業許可表單註明完成作業時段的百分比。
- 完成作業許可簽核步驟後才執行作業的百分比。



被動式指標

沒有適當控制高風險維修作業造成設備損壞事件的次數。

理由

重點放在設備損壞而非人員受傷，較符合製程安全的目的設定。

主動式指標

作業許可表單適當地註明危害、風險和控制措施的百分比。

在作業許可的環境下，進行操作的百分比。

注意：以抽樣方式量測。

理由

標註危害和控制是作業許可的關鍵部分。作業許可表單的主要目的就是針對危險操作，提供事前安全的設定。

確認在作業許可的環境下進行操作是非常重要的。

未設置的主動式指標

- 清楚界定作業許可制度的範圍和定義：這是一次性的工作內容，不需要長期量測。
- 作業許可表單註明完成作業時段的百分比：雖然這項指標也很重要，但在操作進行前，並非關鍵項目。

九、風險控制系統：緊急應變

預期成效

降低任何重大事故後果的嚴重性。

可能的被動式指標

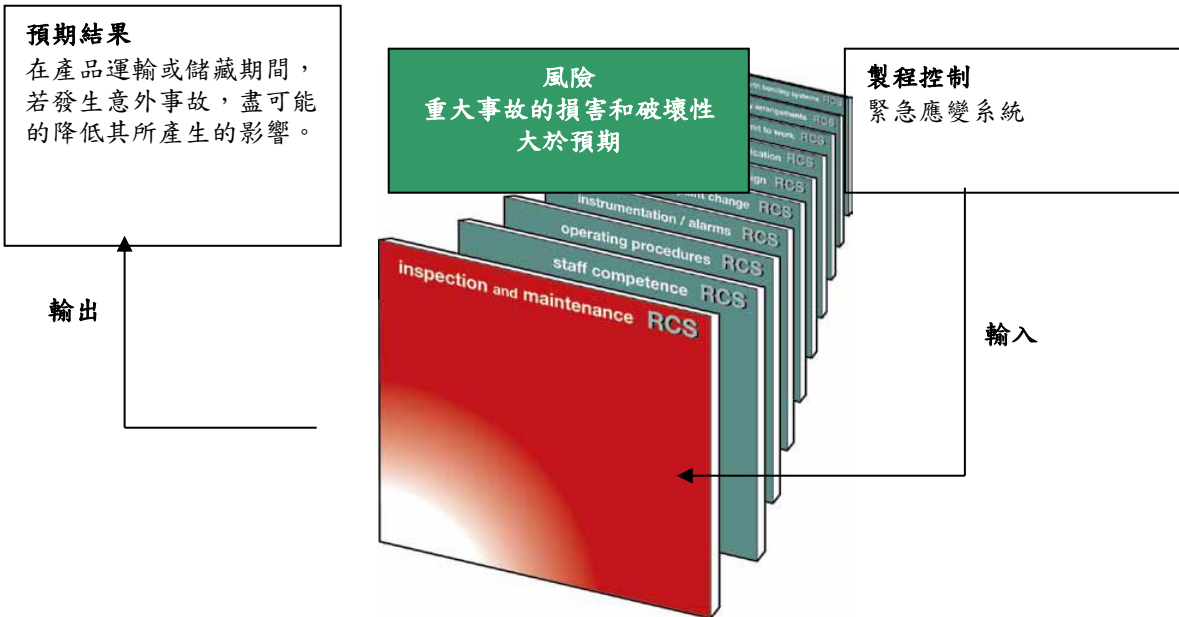
運作不符合原先設計績效標準的緊急應變項目。

關鍵項目

- 緊急應變計畫應涵蓋所有的相關作業。
- 緊急應變計畫的測試。
- 警報啟動機制。
- 緊急遮斷/隔離步驟。
- 消防演練。
- 和控制室、鄰近工廠與消防人員的聯絡機制。
- 緊急疏散- 船隻/港口/廠區。
- 與碼頭運營公司的聯絡機制。
- 聯繫緊急救難服務。

可能的主動式指標

- 緊急遮斷系統在測試運作時是否符合預期成效標準的百分比。
- 測試時，消防設備自動啟動和自動加壓的次數。
- 發生緊急事件時，員工和承攬人員正確執行應變程序的百分比。
- 員工和承攬人員完成緊急應變訓練的百分比。
- 完成既定緊急應變演練的百分比。



被動式指標

運作不符合原先設計績效標準的緊急應變項目。

理由

廠區內的重重大事故是非常罕見的。因此很難預測其產生的影響是否必預期的還要嚴重。

主動式指標

緊急遮斷系統在測試運作時是否符合預期成效標準的百分比。

發生緊急事件時，員工和承攬人員正確執行應變程序的百分比。

理由

以上兩個主動式指標顯示緊急應變系統如期發揮作用的程度。

未設置的主動式指標

- 測試時，消防設備自動啟動和自動加壓的次數：這個項目可以由第一個主動式指標涵蓋。
- 員工和承攬人員完成緊急應變訓練的百分比：無法顯示安全系統是否有作用，和預期結果的關聯性不大。
- 完成既定緊急應變演練的百分比：無法顯示安全系統是否有作用，和預期結果的關聯性不大。

十、風險控制系統：接地

預期成效

導通因產品移動而產生的靜電荷，不會引起火花。

可能的被動式指標

因靜電著火導致起火或爆炸的次數。

關鍵項目

- 所有重要的項目電路連線正確且接地導通。
- 低阻抗，使電流能放電。
- 定期檢查接地導通系統

可能的被主動式指標

- 高風險性設備設置接地導通系統的百分比。
- 安全關鍵設備接地系統阻抗符合規範的百分比。

選擇的指標

次安全控制系統不用另外選擇績效指標，因為接地系統是檢查維修項系統中，必須確認的項目之一。

表5 所有系統製程安全績效指標

控制系統	被動式指標	主動式指標
定期檢查和維修	因軟管、接頭、泵、閥件、法蘭、固定管線、大型儲槽或儀表等安全圍堵失敗，產生損失的次數。	安全關鍵設備/儀器檢查時符合規範的百分比 定期維修工作的完成百分比
人員能力	由於作業人員缺乏必備的知識或經驗去執行正確的動作，導致錯誤產生無法如預期進行貨物運輸的次數。	負責產品裝卸工作的員工中，具備成功完成運輸貯存作業能力的員工百分比。 注意：公司會以訓練和必要經驗來增強人員能力
操作步驟	不正確操作步驟造成裝卸作業無法完成的次數。	操作步驟定期審查和修訂的百分比。
儀控和警報系統	安全關鍵儀控和警報系統在測試或使用中失效而無法發揮功能的次數。	按照既定時間完成安全關鍵儀控和警報系統功能測試的百分比。 按照既定時間完成修復故障的安全關鍵儀控和警報系統的百分比。
設備變更	設備變更執行不徹底造成設備低於理想標準操作狀態的次數。	危害與可操作性(HAZOP)分析中和設備變更相關的百分比。 執行設備變更前，已完成變更簽核的百分比。
溝通	由於溝通系統出錯，導致產品運輸作業無法如預期進行的次數。	產品運輸前順利完成簽核的百分比。 運輸後，再次確認泵停止運轉，閥件已經隔離或關閉的百分比。
作業許可	沒有適當控制高風險維修作業造成設備損壞事件的次數。	作業許可表單適當地註明危害、風險和控制措施的百分比。 在作業許可的環境下，進行操作的百分比。 注意：以抽樣方式量測。
工廠設計	由於工廠設計不夠完善，導致圍堵危險物質失敗或安全關鍵設備失誤，造成故障或事故的次數。	設備安全關鍵項目中符合目前設計標準和規範的百分比 注意：這應建立在周期性檢查或樣品抽查的基礎上。
緊急應變計畫	運作不符合原先設計績效標準的緊急應變項目。	緊急遮斷系統在測試運作時是否符合預期成效標準的百分比。 發生緊急事件時，員工和承攬人員正確執行應變程序的百分比。

附錄二 安全績效指標運用範例

一、介紹

在事故發生機率低但後果嚴重度高的高危害產業，監測重大危害是很重要的。採用安全績效指標可能是這種高危害產業監測安全的一個解決方法。這些指標是發掘潛在問題的一個方法，使需要改善的地方得以改善，並藉此預防重大事故的發生。

(一) 安全績效指標是甚麼？

安全績效指標是指可觀察的量測項目，可提供對安全觀念的了解，在本質上安全是不易量測的。指標有兩種，被動指標〈又稱落後指標或結果指標〉和主動指標〈又稱活動指標或領先指標〉。

(二) 主動和被動指標

主動指標是主動的量測，可在事故發生之前來分析安全的狀態，用來量測一個特定的安全做法其有效的程度。例如，「稽核得到的分數」或「場務巡視的次數」等。被動指標是反應性的量測，是在事故發生之後來分析安全狀，例如「事故的次數」或更詳細具體一點，例如「在某一個特定系統發生事故或控制失效的頻率」等。

(三) 為什麼要使用安全績效指標？

使用安全績效指標的理由有：

1. 提供有關重大危害是否受到控制的訊息；
2. 經由安全績效指標資訊的趨勢能辨識出安全做得好與不好之處，使業界：
 - (1) 提供一個快速的資料給管理人；(2) 辨識出需要改善的主要項目。

二、注意事項

- (一) 績效指標要能用來監測並改善安全衛生績效，否則蒐集資料是無用的。
- (二) 當想出安全績效指標時，指標應符合：
 - (1) 為該場所特定的指標；(2) 聚焦於重大危害的關鍵項目；(3) 能提供資訊以做決策及實施改善；(4) 簡單化；(5) 是有意義的。
- (二) 一組有效的指標宜包含主動和被動指標。

三、建立安全績效指標的六個步驟

圖 1 是參考英國職業安全衛生署出版的指引〈HSG 254：建立置程安全指標〉所建議的實施安全績效指標的 6 個步驟。這 6 個步驟在圖 1 中描述是有實施的順序，但執行時不一定要依照這個順序，或者有些步驟可以同時進行。本指引將說明步驟 2、3、4，以及步驟 5、6 的概要。其中「安全績效指標」簡稱為 SPI。

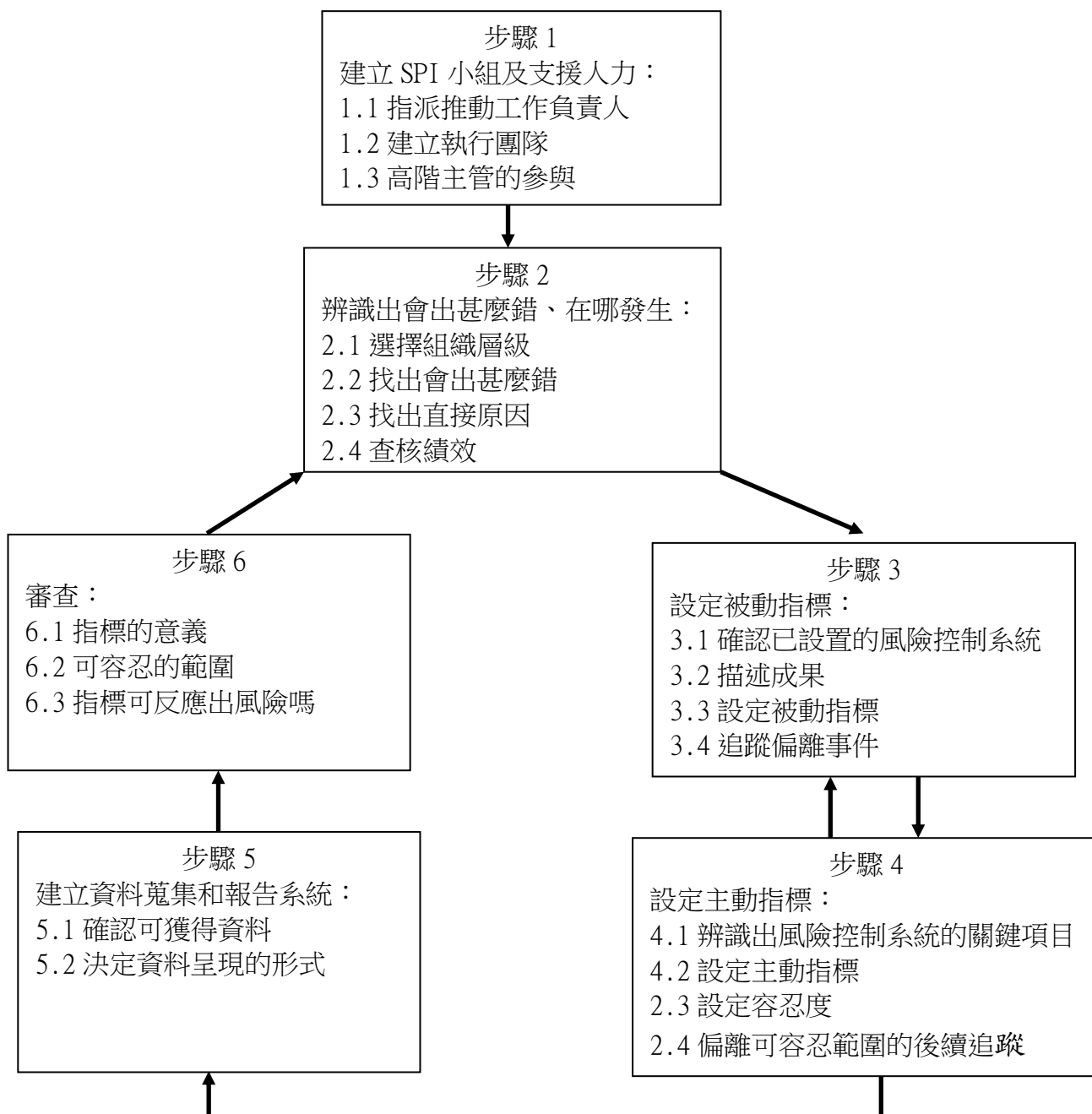


圖 1 建立安全績效指標的 6 個步驟

四、範例背景說明

範例中以 A 場所與 B 場所 2 個情況，來說明不同規模的公司在實施安全績效指標時會面對的議題型式。範例中辦理以燃燒方式處理爆炸性廢棄物的相關事宜，但其實施原則是適用於所有爆炸物相關事宜。

A 場所：小型且獨立的獵槍彈藥製造廠。佔地 8 公頃，包含三個主要區域，製造場(員工 22 人)、一個含 4 個彈藥庫的儲存場、以及一個燃燒場。廢棄物並不是每天處理，而是視需要才處理。

品管經理參加了安全績效指標工作坊，他認為採用一些指標可能對 A 場所有利，故與公司的廠長討論了他的計畫，獲得了廠長的支持後，他請一位熟悉公司 3 個區域且經驗豐富的操作員共同建立安全績效指標計畫。

B 場所：一間大型的火箭馬達製造廠，佔地 55 公頃，員工有 180 位，大多數在工廠與行政大樓工作。此場所包含一個推進劑製造區、一個倉庫區、裝備操作及行政大樓。還有一個燃燒場，內含 4 個燃燒隔間，每天處理廢棄物。

安環經理決定辦理安全績效指標專案並於 6 個月內完成。公司決定實施安全績效指標專案以協助評估與監督其生產和儲存場所的安全，並同意安環觀點，認為採用安全績效指標對任何重大危害場所的安全管理均是必要的。

五、步驟 2 — 考慮可能會出甚麼錯，以及是在哪裡發生的

A 場所

2.1 選擇組織層級

經理和廠長同意辨識「場所層級」的指標，因為其公司規模小且辦理特定事項。

2.2.1 會出甚麼錯？

在經理和操作員考慮會出甚麼錯之後，同意意外事件包含在製造場所有一個重大著火事件，該場所可能有約 0.5 噸的推進劑。

2.2.2 直接原因是什麼？

著火事件逐漸擴大的一個可能原因是與製造區週遭的清潔有關，例如：

- (1) 製造區內推進劑從下貨後未清潔。
- (2) 沒有清除載貨機上的油脂和粉塵。

依據危險物的類別不超過其儲存限制、不相容的爆炸物分開放，以及排除點火源等之重要性也有討論。

B 場所

2.1 選擇組織層級

B 公司是大型公司，決定「組織層級」的指標，且經由管理鏈，指標與領導人之可見度、人員能力及變更管理等有關。

2.2.1 會出甚麼錯？

安全績效指標小組同意新配方推進劑的製造及控制區是具有特殊風險的區域，尤其是與處理新的爆炸性物質有關，因為爆炸物的特性可能還不完全了解，因此有可能會導致其他事件，例如：爆燃到爆轟的轉換、二次爆炸、大型火球，或比預期更多的噪音事件，或延遲事件，例如：部分燃燒或點不著。

2.2.2 直接原因是什麼？

與新的或與未分級火藥有關的火災爆炸原因可能是：

- (1) 處理新的火藥時採用不適當的風險評估；
- (2) 處理新的火藥時採用不適當的程序；
- (3) 因最近組織重組而未釐清員工責任(例如：誰要負責處理廢棄物的準備工作)。

六、步驟 3.1 及 3.2 — 確認風險控制系統並描述結果

A 場所

3.1 具備什麼風險控制系統？

工作小組確認公司依賴的現場許多風險控制措施，用來預防製造區或儲存區發生火災（如表 1）。簡單起見，此範例將專注於「場務管理」這個風險控制系統的重要性。

「場務管理」是一個風險控制系統，可定義為工作場所的次序與清潔。經理及操作員均同意：保持每月定期檢查工作場所的重要性，所以要監督場務管理並辨識需要改進的區域。

3.2 描述結果**

工作小組均同意：維持此風險控制系統，以確保下列事項：

- (1) 製造區與儲存槽的一般清潔；
- (2) 有噴濺情況能立即處理；
- (3) 燃燒區的火存在且通路順暢；
- (4) 爆炸物安全地存放在正確的地點且數量未超過其上限；
- (5) 未累積廢棄物，並與人、物適當地分隔及確認；
- (6) 燃燒場地無障礙物且保持環境整潔。

B 場所

3.1 具備什麼風險控制系統？

B 場所已有許多風險控制系統（如表 1），簡單起見，此範例將專注於「變更管理」這個風險控制系統。

安全績效指標小組同意：控制變更的系統是很重要的，因為監控下列事項很重要：

- (1) 組織最近重大重組及縮小規模的效應；
- (2) 對處理新的及未分類的推進劑之持續需求；
- (3) 場所內任何明顯且持續的、暫時或用久的改變。

3.2 描述結果

安全績效指標小組同意：成功的變更管理，其預期的安全結果是在人員、製程或工廠發生變更後，該場所的事故風險沒有增加或有新的風險。更詳細說明如下：

新的及未分級的推進劑在製造及控制程序的各個階段均需辦理下列事項：(1) 界定清楚爆炸物；(2) 在安全審查小組會議中要決定測試要求是甚麼；(3) 實施測試以瞭解新組成物的特性；(4) 將爆炸物分級。

註：要「描述結果」可能不容易，描述時可參考下列問題及其答案：

1. 為什麼要有這個風險控制系統？
2. 從安全的角度來看，它能提供什麼？
3. 如果沒有這個系統會有甚麼結果？

表 1 步驟 3.1 和 3.2 中可能的風險控制系統

項次	風險控制系統
1	廢棄物與產物
2	適當地標示物料
3	足夠的容器（例如，足夠的數量、尺寸或品質）
4	適時地收集廢棄物
5	安全文化
6	場務管理
7	程序更新
8	變更管理
9	物理性的分隔控制(例如，爆炸性物質與人員和其他爆炸性物質分離)
10	具資格的操作員
11	清楚的定義角色和責任
12	設備運作良好

七、步驟 3.3 和 3.4 — 設定一個被動指標並追蹤偏離安全的事件

A 場所

3.3 設定一個被動指標

在進一步討論後，經理和操作員考慮了一些可能適合的被動指標，包括：

- (1) 裝貨時發生燃燒次數；
- (2) 因場務管理不佳導致事故/虛驚事件的次數。

最後決定有用的被動指標是「歸因於場務管理不佳的事故/虛驚事件的百分比」，適用於場內各區域（例如，製造區、儲存區及燃料區的清潔及整齊）。他們也認為：監督「事故/虛驚事件」比監督「燃燒」有用，因為很少發生燃燒事件。

3.4 偏離結果的後續追蹤

經理和操作員討論要如何監督這個指標（例如，如何蒐集、保有、使用這個資料，包括由誰負責）。他們決定由操作員每個月使用「工作場所檢查表單」來蒐集資訊，並將結果公佈於主要佈告欄。同時，經理每 2 個月陪同操作員巡視工作場所。

B 場所

3.3 設定一個被動指標

安全績效指標小組試著找出什麼量測足夠精準到能突顯「安全趨勢」或「偏離預期的安全狀態並且需要進行改善」。適當的被動指標可能是：

- (1) 因製程、人員和設備之改變導致事故/虛驚事件的百分比；
- (2) 燃燒場地發生延緩事件的次數。

最後決定「因製程、人員和設備之改變導致事故/虛驚事件的百分比」較適當，因為製造等之改變較常見，比較適合監督。

3.4 偏離事件的後續追蹤

安全績效指標小組建議在其內網建立一個系統，每一次改變如果未遵守變更控制程序的每一步驟，專案經理就進行調查。

表 2 步驟 3.3 和 3.4 中可能的被動指標

項次	被動指標
1	廢棄物處理結果與原規劃不同且歸因於未遵循作業程序的次數
2	廢棄物處理結果與原規劃不同且歸因於受污染的廢棄物的次數
3	因場務管理不佳導致事故/虛驚事件的次數
4	因製程、人員和設備之改變導致事故/虛驚事件的百分比
5	廢棄物處理不正確歸因於缺乏能力的次數
6	廢棄物處理結果與原規劃不同歸因於通話系統故障的次數
7	緊急事件人員採取錯誤作為的百分比
8	廢棄物未依規劃處理歸因於不適當程序的次數

八、步驟 4— 辨識出每一個風險控制系統的關鍵項目並設定主動指標

A 場所

4.1 風險控制系統最重要的項目是什麼？

工作場所巡視時的場務管理檢查，可提供有關場區內場務管理狀況的訊息來源。經理建議：將現有的工作場所巡視做微小的改變，就能蒐集有用的安全績效指標資訊而且不需對目前進行的工作改變太多。

4.2 設定主動指標

「管理階層對場務管理檢查感到滿意的次數」被認為是適當的主動指標。

4.3 設定容忍度**

他們定義所謂「滿意的」場務管理巡視，決定採用簡單的交通燈號系統，以紅、黃、綠來表示滿意程度。綠色表示 > 90%，黃色表示 80~90%，紅色表示 < 80% 並需有所作為。

4.4 偏離可容忍範圍的後續追蹤**

他們討論當指標低於 80% 要採取什麼行動。

B 場所

4.1 風險控制系統最重要的部分是什麼？

安全績效指標小組同意對任何暫時或永久的改變（例如，工廠設備、使用工具等的改變）進行下列事項是很重要的：

- (1) 定義清楚；
- (2) 工廠變更前的風險評估（完成新的風險評估）；
- (3) 文件化（視需要撰寫新的程序）；
- (4) 實施前要先授權（例如，由安全審核小組授權）；
- (5) 變更完成後實施檢查。

4.2 設定主動指標

安全績效指標建議一些主動指標：

- (1) 正確的完成「變更控制程序並更新圖示」的百分比；
- (2) 作業程序能反應最新的風險評估結果的比例；
- (3) 執行工廠變更行動之前已獲授權的百分比。

結果選擇(1)正確的完成「變更控制程序並更新圖示」的百分比，因其包含完成一個變更所要求的 5 個階段〈5 階段如 4.1 所述〉。

**註：4.3 和 4.4 僅列於 A 場所。建議 A 場所使用的交通燈號系統也可應用於 B 場所。

表 3 步驟 4 中可能的主動指標

項次	主動指標
1	要被處理的廢棄物之品質
2	廢棄物因標示不正確而被燃燒場退回的次數
3	在廢棄物處理之前完成該處理作業授權程序的百分比
4	維修作業依照時間表實施的百分比
5	生產線管理階層實際巡視與預定巡視計畫的百分比
6	作業程序是實際有用且具體可行的比例
7	管理階層對場務管理檢查感到滿意的次數
8	正確的完成「變更控制程序並更新圖示」的百分比
9	作業程序能夠反應出最新風險評估結果之比例
10	緊急演練實際完成次數與預定執行的比例
11	觀察到不合作業程序的比例
12	員工具備其職務應有能力的百分比

九、步驟 5 — 建立資料蒐集和報告系統

1. 應定期蒐集所有安全績效指標需要的訊息和資料；
2. 建議指派一人負責確認資料蒐集完成、彙整成報告後告知管理階層，並標記出任何偏離可容忍範圍處提供給管理階層。
3. 資料摘要儘可能清楚、簡單的呈現於一頁。任何偏離容忍範圍處要標記出來。交通燈號系統〈綠色-可以，黃色-輕微偏離，紅色-大量偏離〉是呈現資料的一個方法。
4. 如果採用交通燈號系統，要注意分數加總會導致指標「全綠色」或「全紅色」的結果。可採用加權系統使整體結果能反應出安全績效的真實面貌。

十、步驟 6 — 審查

資深經理應定期審查全部的安全績效指標計畫，審核下列項目：

1. 選擇的指標是有意義的且是有用的嗎？亦即，是否蒐集到有用的資訊能有所作為。
2. 可容忍範圍適當嗎？例如，如果選擇交通燈號系統來評估場務管理的巡視〈> 90%是綠色，80~90%是黃色，<80%是紅色〉，可以改變這些百分比嗎？這些範圍太寬鬆或太嚴格？
3. 指標可反應出主要風險嗎？指標可能因為下列事項而需要改變：
 - (1) 引進新的高風險製程；
 - (2) 改善計畫；
 - (3) 工廠設計改變；
 - (4) 在某些區域員工減少或人員能力減損。

附錄三 製程安全管理監督重點

單位名稱：		查 核 日 期：			
		合格	不合格	不適用	註解
1.安全衛生管理基本資料 (總達成率： %)		合格	不合格	不適用	缺 失
1	員工參與	達成率：			
1.1	雇主擬定執行員工參與計畫				
1.1.1	整體政策 (API、OECD) 雇主應建立安全範例的共同遵守，發布安全的承諾包括人員、各級、政策、目標和目的的安全責任。建立管道安全管理體系計算，而測量按照本文件的要求，分數即為其有效性和成熟度。(API)				
1.1.2	安全目標和目的 (OECD)				
	(1) 雇主以達到零事故為終極目標				
	(2) 雇主應明確規定，並明確承諾安全				
1.1.3	安全領導 (OECD)				
	(1) 雇主在安全規範下保持積極性和警覺性				
	(2) 雇主了解員工的工作性質和責任				
	(3) 雇主與員工們分享經驗				
	(4) 雇主創造團隊合作與互信				
1.1.4	安全管理 (OECD)				
	(1) 發展和更新安全程序				
	(2) 建立安全管理體系				
	(3) 安全管理制度與解決方案				
1.2	雇主與員工及其代表，就製程安全評估之實施，及製程安全管理的其他要項，進行協商之情形 安全績效回顧與評價 (OECD)				

	合格	不合格	不適用	註解	缺失
(1) 定期監測和審查安全性能					
(2) 監控程序，例如，稽核					
(3) 確保系統的監測計劃					
(4) 通過反饋迴路監控，即計劃，執行，檢查，行動					
(5) 透明度進行稽核					
(6) 包括社會對稽核的代表					
(7) 檢查方式與稽核信息共享					
(8) 使用領先的性能指標					
(9) 用幾個層次的稽核					
(10) 獨立專家來監視性能					
(11) 稽核工作包括採訪與各級員工					
(12) 稽核團隊由富有經驗的成員					
(13) 稽核組成員參與制定的稽核計劃					
(14) 員工及高階主管參與制定的稽核計劃					
1.3 雇主提供員工及其代表，取得製程安全評估和其他必要資料之情形 管理層和高級管理人員應當支持員工：(API)					
(1) 按照規定的組織程序					
(2) 識別和揭示風險					
(3) 確定改進流程和程序，處理異常情況，或者不合格的過程或程序時，應考慮其他員工，合同員工和公眾的安全					
(4) 認識到早期的連鎖故障，並採取行動，以防止災難性事件					
5 員工教育訓練	達成率：				

5.1	從事或即將從事製程操作之員工須接受製程概述及標準作業程序訓練，並有包括受訓人員、訓練日期及測驗情況等內容之訓練紀錄				
5.2	從事製程操作之員工須定期接受在職訓練，並有包括受訓人員、訓練日期及測驗情況等內容之訓練紀錄				
5.3	人員 (OECD)				
	(1) 人力資源管理 (包括培訓和教育); 須定期訓練(API)				
	(2) 內部溝通/信息				
	(3) 工作環境				
6	承攬商管理	達成率：			
6.1	選擇承攬人時，應考慮其安全衛生管理績效(API)				
	(1) 保證合同中納入對角色和職責的規定 (OECD)				
	(2) 僅使用承包商能夠滿足所有的安全要求 (OECD)				
	(3) 確定角色和職責，包括承包商 (OECD)				
	(4) 僅使用合格的承建商 (OECD)				
6.2	應於事前告知承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨員工安全衛生法及有關安全衛生規定應採取之措施(API)				
	(1) 承包商應瞭解有害物質之訊息(OECD)				
	(2) 承包商有同等的權利和責任人員 (OECD)				
	(3) 危害辨識及風險評估 (事業單位對所交付承攬之作業，應辨識其主要潛在危害及風險，並依評估結果確認應有之控制措施，作為規劃承攬管理計畫及執行危害告知之參考) (TOSHMS)				
6.3	應於事前告知承攬人緊急應變相關規定				
6.4	應訂定承攬人工作安全及衛生標準，以管制承攬人及其員工於製程區之作業				

	(1) 承辦商遵守所有的標準和程序進行維護和修理 (OECD)				
	(2) 承辦商遵守所有的標準和程序進行修改 (OECD)				
	(3) 承辦商遵守所有的標準和程序關閉和退役 (OECD)				
	(4) 承辦商遵守所有的標準和程序傳輸接口(OECD)				
6.5	對承攬人進行定期評核，確認承攬人是否對其所屬員工提供適當的教育訓練等，以確保其工作安全。				
	(1) 確保教育和培訓 (OECD)				
	(2) 保持教育和培訓記錄 (OECD)				
6.6	保存承攬人及其員工於承攬作業期間所發生的職業災害相關記錄。 保證書寫和方便的操作流程和說明				
6.7	承攬作業之鑑別 (TOSHMS) 事業單位應鑑別可能交付承攬之作業，並予以適當的分類，作為規劃承攬管理計畫之依據。				
6.8	研訂承攬管理制度/程序及計畫 (TOSHMS)				
	(1) 事業單位應考量交付承攬之作業及類型、風險評估結果等因素，並就承攬人之安全衛生管理能力、職業災害通報、危險作業管制、教育訓練、緊急應變及安全衛生績效評估等事項，訂定承攬管理制度/程序及計畫。				
	(2) 對於負責承攬人安全衛生管理之相關人員應給予必要安全衛生教育訓練，以提升承攬人安全衛生管理之品質及績效。				
	(3) 事業單位應要求承攬人對其再承攬人採取相同之安全衛生管理基準及機制。				
6.9	承攬人之選擇及評估 (TOSHMS、API) 事業單位應訂定包含安全衛生準則之承攬人評估及選擇程序，並				

	考量承攬期間之安全衛生績效，作為合適承攬人選擇之依據。					
6.10	發包及簽約 (TOSHMS、API)					
	(1) 事業單位應於承攬招標書或契約書中明列承攬之項目、內容、資格要件、權責、再承攬之資格或限制，以及其它相關安全衛生需求等事項。亦應將承攬人之安全衛生權責及應遵守之安全衛生規定明確規範於契約書中或於開工前以書面方式告知					
	(2) 事業單位將營繕工程之施工、規劃、設計及監造等交付承攬或委託，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件					
	(3) 對於工程承攬案件，安全衛生項目所需之費用宜有一定的比例，必要時得要求承攬商逐項編列，並按實際執行狀況報銷					
	(4) 事業單位應要求承攬人在正式開工前提出施工說明書或計畫書，內容須包含控制危害及風險之安全衛生設施規劃					
	(5) 事業單位如提供機械、設備或器具供承攬人使用時，如須由承攬人負責實施定期檢查或重點檢查，得以書面約定之					
6.11	溝通及協調 (TOSHMS)					
	(1) 事業單位應於正式施工前具體告知承攬人有關其工作環境、危害因素、安全衛生法規及相關安全衛生規定應採取之措施。					
	(2) 事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織及採取必要措施，以防止職業災害之發生。協議組織應由事業單位負責召集，以定期或不定期進行相關事項之協議					
	(3) 事業單位應指定專人負責與承攬人負責人及勞工安全衛生管理人員進行每日開工前及施工期間之溝通及協調工作					
	(4) 事業單位應適時強化員工一個觀念：遇承攬人及其勞工有不安					

	全行為時，應及時勸阻，並與其溝通相關安全衛生之知識或方法，且適時向直屬主管或承辦單位反映								
6.12	入廠之管理 (TOSHMS)								
	(1) 事業單位應訂定承攬人之門禁管制規定，以有效控制承攬人員、機具設備及物料等入廠後可能引起之危害及風險								
	(2) 應指導協助及督導承攬人實施安全衛生教育訓練，確保入廠工作之人員已受過必要之安全衛生教育訓練								
	(3) 承攬人每日工作前應先通知或取得該工作地點轄區主管之同意或核准，對於高後果嚴重度或高風險之作業則須先取得書面核准之工作許可								
6.13	施工中之管理 (TOSHMS)								
	(1) 事業單位應要求承攬人提報承攬期間在廠(場)內所發生之各類事件，包括職業災害、火災、爆炸等事件，並於一定期限內提出事件之處理及調查報告								
	(2) 事業單位應依承攬作業之危害嚴重性或風險程度分別採取不同之監督及查核機制，以確保承攬人落實遵循相關安全衛生管理規定								
	(3) 事業單位在規劃緊急應變計畫及執行演練時，與承攬人有關之緊急狀況及須配合辦理之事項，應一併納入考量								
6.14	施工後之管理 (TOSHMS)								
	(1) 事業單位應要求承攬人於每日離廠前應完成施工作业現場之整理整頓及安全檢點等工作，並確認所屬人員已安全離廠								
	(2) 事業單位應指派專人確認承攬人已完成離廠前須完成之相關工作								
6.15	安全衛生績效之監督與量測 (TOSHMS)								

	(1) 事業單位應依承攬作業危害嚴重性或風險採取不同之監督機制，以確保承攬人落實遵守安全衛生相關規定					
	(2) 事業單位應建立各級主管應有之共識：承攬人之安全衛生設施有缺失而有危及人員安全健康之虞時，須停工改善者即應停工，待改善完成且經確認無危害之顧慮時，方可重新開工。					
	(3) 事業單位應要求承攬人之負責人及勞工安全衛生人員負起監督所屬遵守相關安全衛生管理規定之責，且須藉由定期或不定期查核或稽核方式確認其是否確實負起監督之責					
	(4) 事業單位應定期評估承攬人於承攬期間之安全衛生績效，評估結果應納為後續承攬資格之考量要素					
6.16	結案及紀錄管理 (TOSHMS)					
	(1) 事業單位於承攬人完成其所承攬之作業時，除須確認符合契約要求外，尚須確認其離廠前之安全衛生相關事項亦已完成，方可結案，並將相關紀錄歸檔備查，包含危害告知、溝通協調、監督查核、安衛績效考核等紀錄					
	(2) 事業單位應定期檢討承攬管理計畫之適用性，必要時應加以修正					
	(3) 第一類三百人以上之事業單位，執行紀錄應保存三年以上。					
14	商業機密					達成率：
14.1	須提供必要的資訊，以利製程安全資訊彙整人員、製程危害辨識人員、操作程序制定人員、參與事故調查人員、緊急狀況規劃與應變人員、符合性稽核人員執行製程安全相關作業					
14.2	可要求前述人員，遵守保密協議					
14.3	員工及其指定代表可獲知製程安全評估相關文件中之商業機密					

單位名稱：		查核日期：			
		合格	不合格	不適用	註解
2. 製程安全評估報告書 (總達成率： %)		達成率：			
2.1	製程安全資訊 高度危險化學品的危害資訊：				
	(1) 毒性資訊				
	(2) 容許暴露濃度				
	(3) 物理數據				
	(4) 反應性數據				
	(5) 腐蝕性數據				
	(6) 熱和化學安定性數據				
	(7) 可能發生的不慎與其他物質混合危害後果				
	(8) 危險液體 (石油, 石油產品, 無水氨和二氧化碳)				
2.2	製程技術相關資訊				
	(1) 方塊流程圖或簡化製程流程圖				
	(2) 製程化學反應資料				
	(3) 預期最大存量				
	(4) 溫度、壓力、流量或組成等的安全上、下限				
	(5) 製程偏移後果評估, 包括可能影響員工安全和健康事項				
2.3	製程設備相關資訊				
	(1) 建造材料				
	(2) 管線與儀表圖(P&ID's)				
	(3) 防曝區域劃分				
	(4) 是壓系統設計及設計依據				

	合格	不合格	不適用	註解	缺失
(5) 通風系統設計					
(6) 使用的設計規範和標準					
(7) 質能平衡資料					
(8) 安全系統如安全連鎖、偵測或抑制系統					
(9) 製程設備之設計、製造及操作符合相關法令規定之證明文件					
2.4 安全管理體系 (API)					
(1) 表明管理層的承諾					
(2) 結構管道安全風險管理決策					
(3) 增加信心，風險防範和緩解					
(4) 提供一個平台，分享知識和經驗教訓					
(5) 促進安全為導向的範例					
2.5 研究與發展(OECD)					
(1) 在最早的概念和工程設計階段即納入安全措施					
(2) 導入從研發得到的知識和經驗					
(3) 提供子公司/分公司安全相關的研究資訊的連結					
(4) 研究/學術機構進行事故預防準備和應變之研究					
(5) 風險管理與進步的有效性進行評估，作出對製程安全性能的改善(API)					
3 製程安全評估	達成率：				
3.1 製程危害					
3.2 辨識工作場所曾發生具有潛在危害之事故					
3.3 製程危害管理及工程改善等控制措施					
(1) 在最早的概念和工程設計階段即納入安全措施 (OECD)					
(2) 整合設備，設施和工程程序，以合理可行方式減少風險					

	(OECD)								
	(3) 使用整合安全方法之本質安全設計原則 (OECD)								
3.4	危害控制失效之後果								
	(1) 需要考慮的“附加”保護系統 (OECD)								
	(2) 元件採“失誤 - 安全” (OECD)								
3.5	設備、設施之設置地點; 有害物質儲存 (特別注意事項) (OECD)								
	(1) 由整體安全目標導向進行整廠之布置 (OECD)								
	(2) 倉儲設施的設計要考慮到的有害物質的性質和範圍 (OECD)								
	(3) 土地利用規劃要考慮到累積風險 (OECD)								
	(4) 倉儲設施的設計要考慮到的有害物質的性質和範圍 (OECD)								
	(5) 擬設立的倉儲設施的程序, 例如, 防止產品降解 (OECD)								
3.6	人為因素								
	(1) 設計安全系統和報警和適於作業員和其他員工的能力 (OECD)								
	(2) 員工參與工作場所的設計 (OECD)								
3.7	控制失效對員工安全及健康可能影響之定性評估								
3.8	危害識別和風險評估 (OECD)								
	(1) 安全報告, 以證明已採取適當步驟								
	(2) 報告進行審查, 並定期更新; 報告內容								
	(3) 進行危害識別和評估								
	(4) 考慮選擇適當的途徑和方法								
	(5) 要提供有關的假設, 數據和不確定性的信息								
	(6) 在評估過程中力求透明								
	(7) 受影響的利益相關者都在評估過程中的作用								
	(8) 各類安全事故的觸發器來考慮								

	(9) 所有類型的事故的後果要考慮								
	(10) 風險評估是一個持續的和不斷發展的過程								
	(11) 在行業內風險評估的信息交流								
4	操作程序	達成率：							
4.1	每一操作階段之程序								
	(1) 初始開車操作程序(API)								
	(2) 正常操作程序(API)								
	(3) 臨時操作程序(API)								
	(4) 緊急停車條件及程序(API)								
	(5) 緊急操作程序(API)								
	(6) 正常停車操作程序								
	(7) 歲修或緊急停車後重新開車操作程序(API)								
	(8) 納入適當自動化和決策支援系統水準 (OECD)								
	(9) 所有與安全相關的信息進行整理 (OECD)								
	(10) 在標準程序下完成計畫與果驗收								
4.2	操作界限								
	(1) 製程偏移後果								
	(2) 製程偏移矯正程序								
4.3	安全和健康考量								
	(1) 製程使用化學物質的特性及可能的危害								
	(2) 預防暴露危害之相關控制措施及員工個人防護裝備								
	(3) 實際接觸或空氣中暴露發生後須採取的控制措施								
	(4) 原物料品質管制和有害化學物質存量控制								
	(5) 任何特別有獨特危害								
4.4	安全系統及其功能；安全作業規範(API)								

4.5	標準作業程序之更新與定期審查(API)							
	(1) 守則實施納入了最新的標準							
4.6	工作安全及衛生標準							
4.6.1	文件檔案 (OECD) (API)							
	(1) 資料系統化儲存並提供資訊查詢							
	(2) 整理所有與安全相關的信息							
	(3) 所有修改資訊必須記錄							
	(4) 在變化流程文件等，以及補充資料							
	(5) 導入從研發得到的知識和經驗							
4.6.2	程序 (包括工作許可制度) (OECD)							
	(1) 保證書說明簡便操作流程(API)							
	(2) 程序確保火災預防							
	(3) 確保非正常情況下的程序							
	(4) 確保新產品交接包括流程或設備							
	(5) 確保維護和修理程序							
4.6.3	清潔/保養 (OECD)							
	(1) 在施工階段，確保品質保證							
	(2) 在調整測試和啟動進行安全檢查							
	(3) 向信譽良好的供應商購買設備;檢查設備的安全性							
	(4) 僅使用能夠滿足所有的安全要求的承包商							
	(5) 確保定期維護，檢查和設備的測試程序							
	(6) 確保定期檢查和維護應急報警和設備							
4.6.4	產品監管 (OECD)							
	(1) 確保整個產品製程週期的安全管理;向下游用戶提供援助							
	(2) 利用有限資源去提供企業可行之協助							

	(3) 促進在整個生命週期之有害物質的安全管理						
	(4) 積極確定客戶是否可以安全地處理這些物質						
	(5) 提供有關預防事故的資訊傳播方式						
	(6) 規模較大的企業以協助小型和中型企業						
	(7) 小型企業研究需要在安全方面的援助						
	(8) 向高階管理人員進行事故報告						
	(9) 事件報告的資訊共享						
4.7	管理評審和持續改進 (API)						
	(1) 高階管理程及檢討目標是否達成						
	(2) 管理審查是否有糾正、KPI 績效、事故評估報告等是否達成						
	(3) 規劃改善與後續建議						
7	開機前安全審查						達成率：
7.1	建造和設備均符合設計規範						
7.2	對新建設備及製程單元重大修改，於製程引入危險性化學品前，需執行啟動前安全檢查，至少包含下列事項：原成安全、操作、維修和緊急應變程序						
7.3	對新建設備及製程單元重大修改，於製程引入危險性化學品前，需執行啟動前安全檢查，至少包含下列事項：完成製程安全評估及變更管理，相關建議事項已改善。						
7.4	對新建設備及製程單元重大修改，於製程引入危險性化學品前，需執行啟動前安全檢查，至少包含下列事項：已對相關員工實施教育訓練						
8	機械完整性						達成率：
8.1	建立並執行書面程序。						
8.2	針對維持設備持續完整性的員工，提供製程概要和危害認知即是						

	用於員工作業相關程序訓練。								
8.3	檢查和測試								
	(1) 製程設備須實施檢查和測試								
	(2) 檢查和測試程序、頻率須符合相關法令及工程規範								
	(3) 依照製程設備操作及維修保養經驗，定期檢討檢查和測試頻率								
	(4) 應有詳實之書面記錄資料，內容至少載明檢查或測試日期、執行檢查或測試人員姓名、檢查或測試製程設備編號或其他識別式、檢查或測試方式說明、檢查或測試結果等								
8.4	未對超出製程操作或設備規範界線實施矯正前，不得繼續設備之操作。								
	(1) 採用正確的材質及備品，並確認適用於製程								
	(2) 執行適當的檢點和檢查，以確保設備的正確安裝，並符合原設計規格								
	(3) 確認維修材料、零組件和設備符合未來製程應用之需要								
9	動火許可	達成率：							
9.1	確認完成火災預防與保護相關措施								
9.2	核可動火作業日期								
9.3	動火作業對象								
9.4	動火作業期間								
9.5	確定動火程序(OECD)								
	單位名稱：						查核日期：		
		合格	不合格	不適用	註解	缺失			
3 製程修改安全計畫 (總達成率： %)									
4	操作程序	達成率：							

4.1	每一操作階段之程序								
	(1) 初始開車操作程序(API)								
	(2) 正常操作程序(API)								
	(3) 臨時操作程序(API)								
	(4) 緊急停車條件及程序(API)								
	(5) 緊急操作程序(API)								
	(6) 正常停車操作程序								
	(7) 歲修或緊急停車後重新開車操作程序(API)								
	(8) 納入適當自動化和決策支援系統水準 (OECD)								
	(9) 所有與安全相關的信息進行整理 (OECD)								
	(10) 在標準程序下完成計畫與果驗收								
4.2	操作界限								
	(1) 製程偏移後果								
	(2) 製程偏移矯正程序								
4.3	安全和健康考量								
	(1) 製程使用化學物質的特性及可能的危害								
	(2) 預防暴露危害之相關控制措施及員工個人防護裝備								
	(3) 實際接觸或空氣中暴露發生後須採取的控制措施								
	(4) 原物料品質管制和有害化學物質存量控制								
	(5) 任何特別有獨特危害								
4.4	安全系統及其功能；安全作業規範(API)								
4.5	標準作業程序之更新與定期審查(API)								
	(1) 守則實施納入了最新的標準 "								

	合格	不合格	不適用	註解	缺	失
4.6	工作安全及衛生標準					
4.6.1	文件檔案 (OECD) (API)					
	(1) 資料系統化儲存並提供資訊查詢					
	(2) 整理所有與安全相關的信息					
	(3) 所有修改資訊必須記錄					
	(4) 在變化流程文件等，以及補充資料					
	(5) 導人從研發得到的知識和經驗					
4.6.2	程序（包括工作許可制度） (OECD)					
	(1) 保證書說明簡便操作流程(API)					
	(2) 程序確保火災預防					
	(3) 確保非正常情況下的程序					
	(4) 確保新產品交接包括流程或設備					
	(5) 確保維護和修理程序					
4.6.3	清潔/保養 (OECD)					
	(1) 在施工階段，確保品質保證					
	(2) 在調整測試和啟動進行安全檢查					
	(3) 向信譽良好的供應商購買設備;檢查設備的安全性					
	(4) 僅使用能夠滿足所有的安全要求的承包商					
	(5) 確保定期維護，檢查和設備的測試程序					
	(6) 確保定期檢查和維護應急報警和設備					
4.6.4	產品監管 (OECD)					
	(1) 確保整個產品製程週期的安全管理;向下游用戶提供援助					
	(2) 利用有限資源去提供企業可行之協助					
	(3) 促進在整個生命週期之有害物質的安全管理					

	(4) 積極確定客戶是否可以安全地處理這些物質							
	(5) 提供有關預防事故的資訊傳播方式							
	(6) 規模較大的企業以協助小型和中型企業							
	(7) 小型企業研究需要在安全方面的援助							
	(8) 向高階管理人員進行事故報告							
	(9) 事件報告的資訊共享							
4.7	管理評審和持續改進 (API)							
	(1) 高階管理程及檢討目標是否達成							
	(2) 管理審查是否有糾正、KPI 績效、事故評估報告等是否達成							
	(3) 規劃改善與後續建議							
10	變更管理	達成率：						
10.1	建立並執行書面程序							
	(1) 正式的程序 (OECD)							
	(2) 危害分析進行審查和文檔補充 (OECD)							
10.2	需確認執行變更前，已考慮下列事項：							
	(1) 執行變更之技術依據							
	(2) 安全衛生影響評估措施							
	(3) 操作程序之修改							
	(4) 執行變更之必要期限							
	(5) 執行變更的授權要求							
10.3	變更程序後或受影響之製程啟動前，應對製程操作、維修保養員工及承攬人員工等相關人員，辦理員工教育訓練							
	(1) 修改後的規定啟動程序 (OECD)							
	(2) 員工被告知並培訓有關修改 (OECD)							
	(3) 承建商要包括在程序 (OECD)							

	<p>(4) 平時應藉由溝通及教育訓練，促使主管及員工建立一個基本觀念：變更應經適當的申請、核准及執行，無正式之書面規定或未經核准，禁止作任何的變更；遇有未經核准但已在執行之變更，應立即向上反映。(TOSHMS)</p> <p>(5) 在變更正式啟用前，與變更有關之人員（含承攬人）應被告知或接受必要之教育訓練。告知或訓練之內容至少須使相關人員瞭解（TOSHMS）</p>								
10.4	<p>變更程序後，須更新受影響之製程安全資訊、操作程序或規範等；相關文件之檢討更新（TOSHMS）</p> <p>(1) 變更案件正式啟用前，與其相關之文件資料應先完成檢討，必要時予以更新，並分發至相關單位及人員。</p> <p>(2) 與變更案件有關之原有安全衛生危害辨識及風險評估之紀錄，應在正式啟用後一定期限內完成檢討更新。</p>								
10.5	<p>界定變更管制範圍（TOSHMS），類型變更的應考慮永久性或暫時性的變化。這個過程應納入規劃，為每種情況變化的影響（API-8），應明確界定變更之定義，並依工作環境或作業危害（製程、活動或服務）之辨識危害風險結果鑑認出管制範圍，包含引進或修改製程、作業程序、材料及設備等。必要時，在符合安全衛生法規要求前提下，可採分階段管制方式。另可規劃時程逐步建立同型物料替換之清單或標準，包含界定安全操作條件之界限等，則可降低變更管制之範圍。</p>								
	(1) 技術上								
	(2) 物理								
	(3) 程序								
	(4) 組織								

10.6	<p>研訂變更管理制度/程序及計畫</p> <p>(1) 應依其規模及風險特性，於引進或修改製程作業程序、材料及設備前，應評估其風險，建立、實施及維持符合安全衛生法規及職業安全衛生管理系統等相關規範要求之變更管理制度/程序及計畫，以控制因變更可能引起之危害及風險。</p> <p>(2) 對於暫時性變更、緊急變更或特殊狀況下之變更等管制，亦應包含在變更管理中。</p>
10.7	<p>諮詢</p> <p>當變更會影響員工及承攬人之安全衛生時，他們應被諮詢。</p>
10.8	<p>變更之申請</p> <p>(1) 變更案件可循職業安全衛生管理系統中有關管理方案之模式提出，或是另設計申請表單供變更案件申請用。</p> <p>(2) 對於暫時性變更在申請時應註明其有效期限，期滿前應確認是否要回復原狀、延長期限或是改為永久性變更。</p> <p>(3) 對於緊急變更之申請，可採口頭核准方式，但於變更後須記錄該緊急變更之相關資料。</p>
10.9	<p>變更程序應包括以下內容：(API)</p>
	<p>(1) 變更理由</p>
	<p>(2) 授權變更</p>
	<p>(3) 分析影響</p>
	<p>(4) 收購所需的工作證，</p>
	<p>(5) 文件（變化過程和變化的結果）</p>
	<p>(6) 變化與溝通，組織受影響的部分</p>
	<p>(7) 時間的限制</p>
	<p>(8) 資格和人員（包括合同工）的培訓</p>

10.10	變更之危害辨識及風險評估										
	(1) 在導入變更之前，應事先評估此變更是否會引起新的危害或風險，或是會加劇原有危害或風險之程度，若無適當控制措施可將危害或風險降至可接受範圍內，不應核准該變更案件。										
	(2) 對於執行變更案件危害辨識及風險評估之人員應給予必要之教育訓練，以確保評估結果之完整性及正確性。										
10.11	會簽及審核										
	(1) 事業單位應依變更特性、類型及複雜性等因素，擬定應會簽及審核之單位及人員。										
	(2) 會簽及審核人員對於會加重原有危害及風險程度，或是會產生新危害及風險之變更案件，在無適當的控制措施下，不應核准該項變更。必要時，得要求提案相關部門或人員提出更完整的危害辨識、風險評估及風險控制報告。										
	(3) 已核准之變更，在執行過程中因故障需作修改時，對修改部分應再辨識其可能產生之危害及風險，且須經原會簽及審核主管之同意。										
10.12	啟用前之安全檢查										
	(1) 變更案件正式啟用前，應確認危害辨識及風險評估所提之改善建議或控制措施，已確實符合安全衛生法規之最低標準且是有效的。										
	(2) 檢查結果應作成紀錄，如有缺失，須待改善完成且經確認後，方可核准使用單位正式啟用該項變更。										
10.13	暫時性變更之處理										
	申請暫時性變更除須註明有效期限外，期滿前應指派專人確認將其改為永久性變更、延長期限，或是恢復至變更前之狀態，且須										

	確認相關人員均已知悉。							
10.14	結案及紀錄管理 所有變更案件於結案後皆應留下紀錄備查，且在其相關製程、活動或服務持續運作期間，該紀錄皆須持續保存。							
11	事故調查	達成率：						
11.1	訂定意外事故調查標準作業程序，實施意外事故及虛驚事故調查，並成立調查小組，至少有一位小組成員熟知發生事故的製程，如該事件涉及承攬作業，責小組成員應包括一位承攬商員工，調查小組其他成員應具備適當的知識和經驗							
11.2	意外事故調查報告應至少包含下列項目，紀錄並保留五年以上：							
	(1) 事故發生日期							
	(2) 調查開始日期							
	(3) 事故發生經過描述							
	(4) 事故發生原因							
	(5) 根據調查結果研擬的改善建議							
11.3	建立迅速處理事故調查報告結果與建議的系統，解決和矯正措施須予以紀錄							
11.4	意外事故調查報告英語事故發生相關作業人員進行檢討（包含承攬員工在內）							
11.5	意外、虛驚等報告“經歷學習”(OECD)							
	(1) 管理階層統整事件的報告							
	(2) 任何情況下偏離標準員工應向管理階層匯報							
	(3) 有具體意外歸為“人為因素”							
	(4) 促進互信，尤其對於事故報告							
	(5) 業界遵守所有程序，向公共機關報告意外							

	(6) 本地管理，並報上級管理的所有事故事件					
	(7) 安全文化促進所有事件的報告					
	(8) 可同時提供事故訊息給企業及協會單位					
11.6	調查 (OECD)					
	(1) 企業調查所有事故					
	(2) 建立方案調查原因 (API)					
	(3) 團隊調查意外事件					
	(4) 調查考慮到各種類型的信息與證據					
	(5) 做好綜合調查報告的準備					
	(6) 具體建議中調查					
	(7) 確保可以持續後續調查；事故經驗學習 (API、15)					
	(8) 考慮在某些情況下使用第三方					
	(9) 過往調查，提供調查過程的回顧 (API)					
	(10) 確保所有事故立即進行調查和透徹的分析					
	(11) 工業要致力於做根本原因調查					
	(12) 從外部活動學習 (API)					
11.7	後續行動 (包括應用經驗教訓和信息共享) (OECD)					
	(1) 促進培養互信					
	(2) 企業報告，可供國家和國際層面					
	(3) 確保有足夠的後續調查					
	(4) 努力促進交流學習經驗教訓					
	(5) 調查資料、報導在利益相關者之間可共享					
	(6) 努力分享調查所使用的方法					
	(7) 大力發展商定的框架編制的調查報告					

單位名稱：		查核日期：			
		合格	不合格	不適用	註解
4. 緊急應變計畫 (總達成率： %)		合格	不合格	不適用	缺失
12	緊急應變計畫	達成率：			
12.1	緊急應變運作流程與組織				
	(1) 緊急應變組織架構與權責				
	(2) 緊急應變控制中心位置與設置				
	(3) 緊急應變運作流程與說明				
	(4) 選擇參與計畫之成員 (事業單位應指派一組具不同技術背景之人員，規劃合適之緊急應變計畫) (TOSHMS)				
	(5) 員工、承包商人員和外部利益相關者都應了解規劃進行全方位的緊急應變措施(API)				
12.2	緊急應變程序應指派一人擔任應變協調指揮者，並明確規定其責任				
12.3	緊急疏散程序及疏散路徑設定				
12.4	執行重要操作之員工在疏散前必須遵守之程序				
12.5	完全疏散以後人員再集合清點之程序				
12.6	執行搶救及醫療之員工其搶救及醫療之責任				
12.7	火災及其他緊急事件之通報方式				
12.8	各項危害物質之控制程序 危害辨識及風險評估 (事業單位應依危害辨識及風險控制結果，確認須採取應變措施以控制殘餘風險之緊急狀況，作為規劃緊急應變計畫之依據) (TOSHMS)				
12.9	緊急處理及搜救計畫；研訂緊急應變計畫 (TOSHMS)				
	(1) 事業單位對所辨識出之緊急狀況應予以分類，並制定各類緊急狀況之應變指引，作為研訂各緊急應變計畫之參考				

	合格	不合格	不適用	註解	缺失
(2) 緊急應變計畫內容應包含各級人員之角色與權責、應變組織之架構與權責、通報、現場搶救、醫療救援、消防、人員疏散及災區再進入等					
(3) 措施和步驟					
(4) 在規劃緊急應變處理措施時應將可能導致二次災害之因素納入考量，且須提供應變處理人員適當之個人防護裝備					
(5) 事業單位至少應規劃二條疏散路線及二處集合地點，且應定期檢查以保持通暢可用					
(6) 事業單位應制訂管制程序，向政府機構、民眾及媒體及相關利害團體發布有關事故應變之必要訊息					
(7) 事業單位在規劃緊急應變計畫時，應將利害相關者之需求納入考量，包含主管機關、緊急支援機構、臨廠或社區民眾等					
12.10 緊急應變設備之置備與外援單位之聯繫					
12.10.1 內部（非現場）合作關係的公家單位與企業建立應變規劃方案					
(1) 擬定可行方案，並識別會受到影響的可能潛在風險和區域					
(2) 計劃包括潛在的健康和環境評估，並確定後行動					
(3) 規劃要考慮到潛在的複雜因素					
(4) 應急預案進行測試、審查和更新					
(5) 評估要由現有的技術、裝備和其他資源可用，並尋找改善空間					
(6) 發生事故的系統和程序檢測正確率					
(7) 告知公眾預警系統方法，及如何在緊急情況下採取行動					
(8) 發言人要慎重選擇和訓練					
(9) 業界有足夠的現場應急預案					

	(10) 現場應急預案，有角色和責任，以及指揮、協調				
	(11) 全體員工要充分了解計劃內容				
	(12) 在緊急情況下可提供訪客的信息				
	(13) 系統提醒救援人員要到位				
	(14) 在規劃過程中邀請負責緊急應變人員參與				
	(15) 發言人要具備必要的知識，技能，權威性和公信力				
	(16) 現場應急預案，在發生意外的情況下可實施				
	(17) 在情況緊急下現場資源無法處理，在本地應急機構應馬上供應				
12.10.2	外部之協助（非現場）準備計劃（OECD）				
	(1) 工業和現場人員必備的合作				
	(2) 工業、公共機構和醫療/醫療機構合作				
	(3) 應急計劃，以確定有關單位角色和責任				
	(4) 應急預案進行測試、審查和更新				
	(5) 評估要由現有的技術，設備和其他可用資源，並尋找改善空間				
	(6) 確保各單位提供各類所需資源				
	(7) 企業與政府當局合作，發展場外應急計劃				
	(8) 企業與政府當局合作，以確保訊息公開化				
	(9) 在同一地理區域企業協助協調現場應急預案				
12.10.3	工業企業間合作(OECD)				
	(1) 確保提供各類所需資源				
	(2) 在同一地理區域企業協助協調現場應急預案				
12.11	災後復原(清空及再進入之程序)				
12.12	緊急應變演練計畫(應涵蓋各種可能之緊急狀況)與演練紀錄				

	(TOSHMS)						
	(1) 事業單位應定期演練緊急應變計畫，必要時，應邀請利害相關者參與						
	(2) 事業單位應提供全體員工相關緊急狀況之資訊和訓練，並對緊急應變小組成員施予必要之教育訓練，以加強應變時之人員安全						
12.12.1	應變能力及資源的評估 (TOSHMS)						
	(1) 事業單位應對現有應變能力及資源進行評估，能力包含相關員工的專業技能、經驗或訓練，而資源則包含器材、裝備及後勤支援供應等						
	(2) 事業單位應依所有可能的緊急狀況，置備所需之應變器材，且應定期維護保養，確保其隨時可發揮功效						
	(3) 事業單位應將足夠適量之緊急應變器材置放於緊急狀況下人員可迅速安全取用之處所，且應確保相關人員可迅速正確的使用						
	(4) 事業單位應建立外界可提供緊急應變支援之相關資訊，包含單位名稱、聯絡方式及可提供資源等，必要時可簽訂相互支援協定						
	(5) 事業單位應於適當地點設置緊急應變指揮中心，並置備應變所需之器材及資訊，作為指揮官與應變小組提供整體指揮之處所						
12.12.2	緊急應變計畫之檢討修正及紀錄 (TOSHMS)						
	(1) 緊急應變計畫應適時檢討修正，尤其是在演練或實際狀況發生後。對緊急應變計畫執行之紀錄應予保存。						
	(2) 第一類三百人以上之事業單位，執行之紀錄應保存三年以上。						

12.12.3	應急防範和應對程序應包括下列要素：(API)										
	(1) 確定潛在的各類突發事件（溢出、釋放、天氣事件、安全威脅、火災、實際損失、流行病和內亂）										
	(2) 內部和外部的通知的規定										
	(3) 識別響應的資源和接口										
	(4) 識別和使用統一命令/事件指揮體系										
	(5) 安全、健康、環保的進程										
	(6) 溝通計劃										
	(7) 培訓和演練，包括外部機構和組織的參與										
	(8) 經驗教訓和完善的過程										
	(9) 定期審查和計劃的更新										
12.13	緊急應變計畫之修正										

單位名稱：		查核日期：			
		合格	不合格	不適用	註解
5. 稽核管理計畫 (總達成率： %)					
2	製程安全資訊	達成率：			
2.1	高度危險化學品的危害資訊：				
	(1) 毒性資訊				
	(2) 容許暴露濃度				
	(3) 物理數據				
	(4) 反應性數據				
	(5) 腐蝕性數據				
	(6) 熱和化學安定性數據				
	(7) 可能發生的不慎與其他物質混合危害後果				
	(8) 危險液體 (石油, 石油產品, 無水氨和二氧化碳)				
2.2	製程技術相關資訊				
	(1) 方塊流程圖或簡化製程流程圖				
	(2) 製程化學反應資料				
	(3) 預期最大存量				
	(4) 溫度、壓力、流量或組成等的安全上、下限				
	(5) 製程偏移後果評估, 包括可能影響員工安全和健康事項				
2.3	製程設備相關資訊				
	(1) 建造材料				
	(2) 管線與儀表圖(P&ID's)				
	(3) 防爆區域劃分				

		合格	不合格	不適用	註解	缺失
5	員工教育訓練	達成率：				
5.1	從事或即將從事製程操作之員工須接受製程概述及標準作業程序訓練，並有包括受訓人員、訓練日期及測驗情況等內容之訓練紀錄					
5.2	從事製程操作之員工須定期接受在職訓練，並有包括受訓人員、訓練日期及測驗情況等內容之訓練紀錄					
5.3	人員 (OECD)					
	(1) 人力資源管理 (包括培訓和教育); 須定期訓練(API)					
	(2) 內部溝通/信息					
	(3) 工作環境					
13	符合性稽核	達成率：				
13.1	至少每三年需確認依製程安全評估所發展之各項程序及規範，適當且易遵守；定期稽核與評估報告並確定時間與地點 (API)					
13.1.1	與其他利益相關者合作 (包括學術界) (OECD)					
	預防事故發生是所有利益相關者的關鍵					
	(1) 預防事故發生是所有利益相關者的關鍵					
	(2) 建立安全策略提供民眾					
	(3) 提高稽核的透明度，包括使公眾可以查閱的相關政策、方案和成果					
	(4) 工業，公共機構和公眾討論的信息類型，可提供公眾參考					
	(5) 員工作為自己的社區內的安全大使					
13.1.2	與其他企業合作(OECD)					
	(1) 企業要與他人在其區域合作					

	(2) 建立產業/行業協會等組織，以傳播信息與事故預防					
	(3) 規模較大企業，可協助小型和中型企業					
	(4) 在安全方面小型企業研究需要援助					
	(5) 業界檢查和稽核的方法和工具方面的信息應共享					
	(6) 建立制度，改進信息和稽核經驗交流					
13.2	至少有一位熟知製程的人員執行符合性稽核；專業人士或高階人員稽核 (API)					
13.2.1	公家部門稽核(OECD)					
	(1) 預防事故發生是所有利益相關者的關鍵					
	(2) 管理與公家單位合作，協助他們履行其責任					
	(3) 土地利用管理與公家單位合作規劃					
	(4) 建議的新設施可用於開發的規模計劃					
	(5) 為減少現有設施風險可採合作開發方式					
13.3	須製作符合性稽核結果報告；稽核結果報告提供他人參考 (API)，報告內容					
	(1) 營運績效考核(API)					
	(2) 評估應審查過程和程序及其執行的期限(API)					
	(3) 績效評量，確定關鍵績效指標 (KPI) (API)					
	(4) 評估安全文化與成熟度(API)					
13.4	迅速採取並記錄對符合性稽核結果之因應措施 (API)					
13.5	須保留最近兩次符合性稽核報告					

國家圖書館出版品預行編目資料

製程安全績效指標應用研究 / 張承明, 王安祥著. -- 1 版. -- 新北

市 : 勞動部勞研所, 民 104.04

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-4828-3(平裝)

1.工業安全

555.56 104007129

製程安全績效指標應用研究

著(編、譯)者:張承明、王安祥

出版機關:勞動部勞動及職業安全衛生研究所

221 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話:02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月:中華民國 104 年 4 月

版(刷)次:1 版 1 刷

定價:300 元

展售處:

五南文化廣場

台中市區中山路 6 號

電話:04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話:02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」,網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述,並請注意需註明資料來源;有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN: 1010400729

ISBN: 978-986-04-4828-3