機械設備風險評估基礎教育訓練(二)

114年度「產業智慧化本質安全提升計畫」
機械設備風險評估基礎訓練課程(二)

主辦單位：勞動部職業安全衛生署

承辦單位：社團法人中華民國工業安全衛生協會

協辦單位：台灣電路板協會

報告人：施元斌 (yuanpin268@gmail.com)

學經歷：

交通大學機械研究所碩、博士畢業

南亞技術學院 機械系/環科管系 專任助理教授(91/9~114/1)

南亞技術學院 研發中心主任(112/8~113/1)

南亞技術學院 環安衛中心主任(102/8~109/7)

工研院 工安衛中心/環安中心工程師(87/7~91/8)

製程安全評估人員證照班 授課講師(91~迄今)

經濟部工業局 石化監督查驗委員(106~迄今)

設備風險評估技術輔導 (針對設備製造商) (105~迄今)

曾執行計畫：重大職災統計、石化廠與科技廠之製程與廠務設備及系統之風險評估與維修管理、設備預知保養

第一天 大綱

O、防災這件事

一、起源、證照、法令與標準

二、表格分析法共通性說明

三、表格分析法之風險查找架構

四、CNS15347 (ISO 12100)說明

五、使用訊息

六、不同產業之應用說明

第二天 大綱

O、防災這件事

一、起源、證照、法令與標準

二、表格分析法共通性說明

三、表格分析法之風險查找架構

四、FMEA及FMECA說明

五、FMEA與HazOp之差異

六、不同產業之應用說明

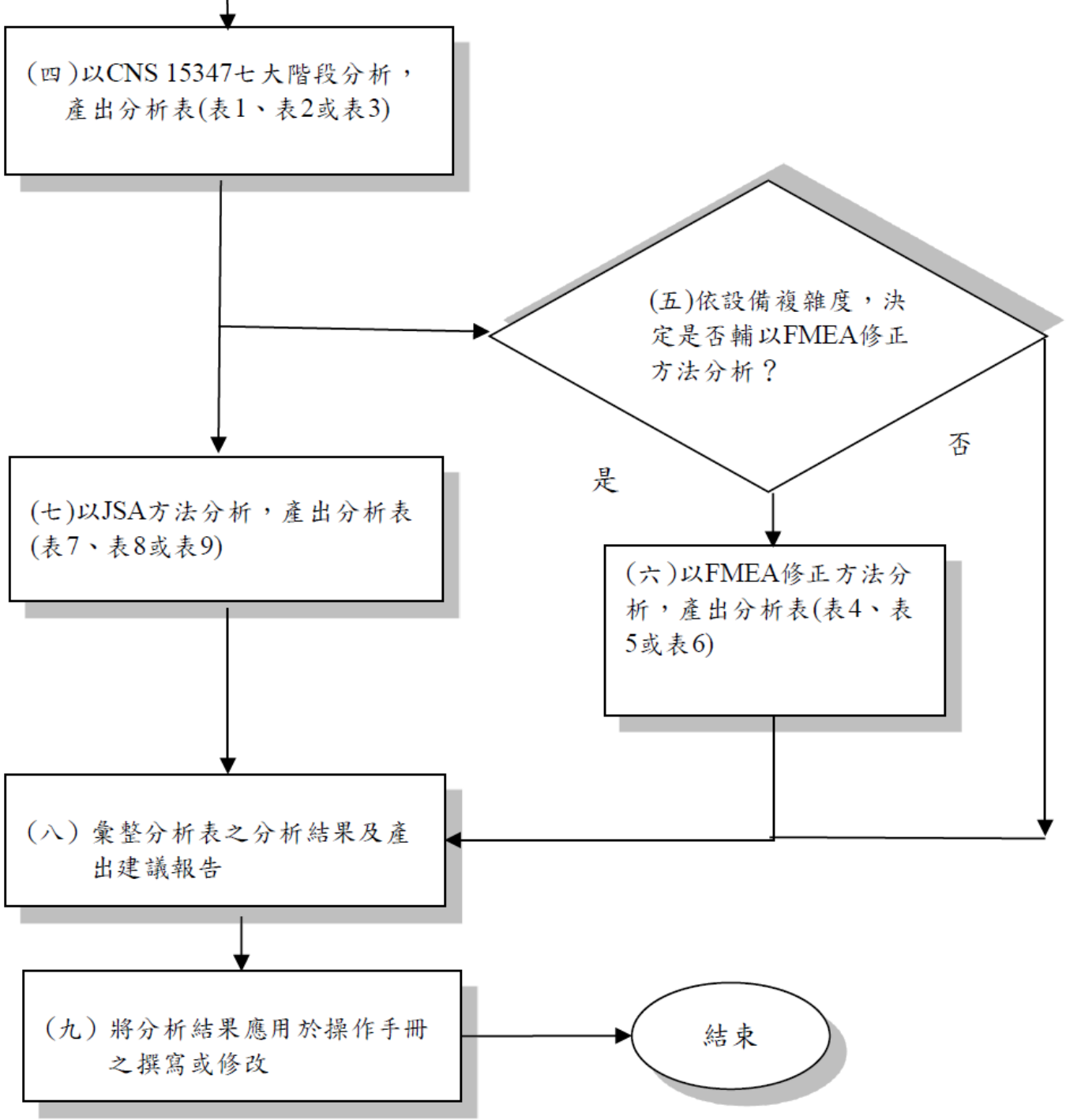
七、工作安全分析說明

八、SOP 製作(常見缺失、作業特性、注意事項及程序)

九、JSA 實施流程

十、針對關鍵步驟之處理

十一、設備風險評估報告及操作手冊內容


(四)以CNS 15347七大階段分析，產出分析表(表1、表2或表3)
(五)依設備複雜度，決定是否輔以FMEA修正方法分析？
是
否
(六)以FMEA修正方法分析，產出分析表(表4、表5或表6)
(七)以JSA方法分析，產出分析表(表7、表8或表9)
(八) 彙整分析表之分析結果及產出建議報告
(九) 將分析結果應用於操作手冊之撰寫或修改
結束

課程內容

產業對象：製造商為主，使用商為輔

設備對象：非危險性機械、非危險性設備、非C類

(有B類則納入，較偏設備、亦適用於複雜製程)

分析目標：主要針對工安，亦可針對製程及汙染

(一)非危險性機械、非危險性設備、非C類

➔B類+本課程(ISO12100+FMEA修正方法+JSA)

(二)危險性機械、危險性設備、C類

；非危險性機械、非危險性設備、非C類

➔均須要JSA (人為操作在法令上無法涵蓋)

0、防災這件事——工廠特性

- 連續製程工廠
  - 石化廠、鋼鐵廠、造紙廠、半導體廠務設備
- 連續運轉，自動化程度高(物料進➔成品出)、操作人員於遠端或控制室監看(離設備較遠)
- 操作時機，著重製程停產及工安火災爆炸
- 維修保養及異常狀況處置時機，著重墜落、切割、夾捲及對製程之干擾
- 風險評估方法：HazOp較常用(或FMEA、FTA或What-If)、對FMEA有誤解
- 較少考慮B類標準
- 維修保養及異常狀況處置時機➔針對SOP以SA分析

0、防災這件事——工廠特性

- 批次製程 (半導體製程設備，例如Wet Bench)
  - 組裝廠、大部分電子廠、半導體與PCB廠之製程
  - 批次操作，手動作業較多、操作人員於設備旁
  - 操作時機，著重工安之火災爆炸及製程停產
  - 因操作人員於設備旁，機台於組裝、操作前設定、操作運轉、維修保養及異常狀況排除，造成工安事件災害類型較多且機率較高。
  - 風險評估方法：FMEA較常用(或HazOp、FTA或What-If)
  - 加入B類標準
  - 因人為操作作業較多，較需JSA(Job Safety Analysis，工作安全分析法)

O、防災這件事—簡易的危害辨識

- 未發生事故前之簡易辨識

➔肢體殘障以上，至少須有硬體保護

➔如無硬體保護，則從工程面改善，例：電線裸露、馬達漏電、鐵捲門、洩壓、降溫

➔如工程面無法改善，從管理面改善(列為高風險系統或作業)，例如：管路巡檢

舉例：(1)阿里山小火車事件(93年，17人死亡、一百多人輕重傷)車檢士未開氣旋閥➔火車無煞車

(2)水泥攪拌機死亡事件(96年)

清潔人員未採制動器➔無保護措施

動力源無管制➔任意人員皆可直接開啟

簡易辨識➔須不須改善？

改善方向➔從至災路徑&防災四道門思考

O、防災這件事——防災四道門

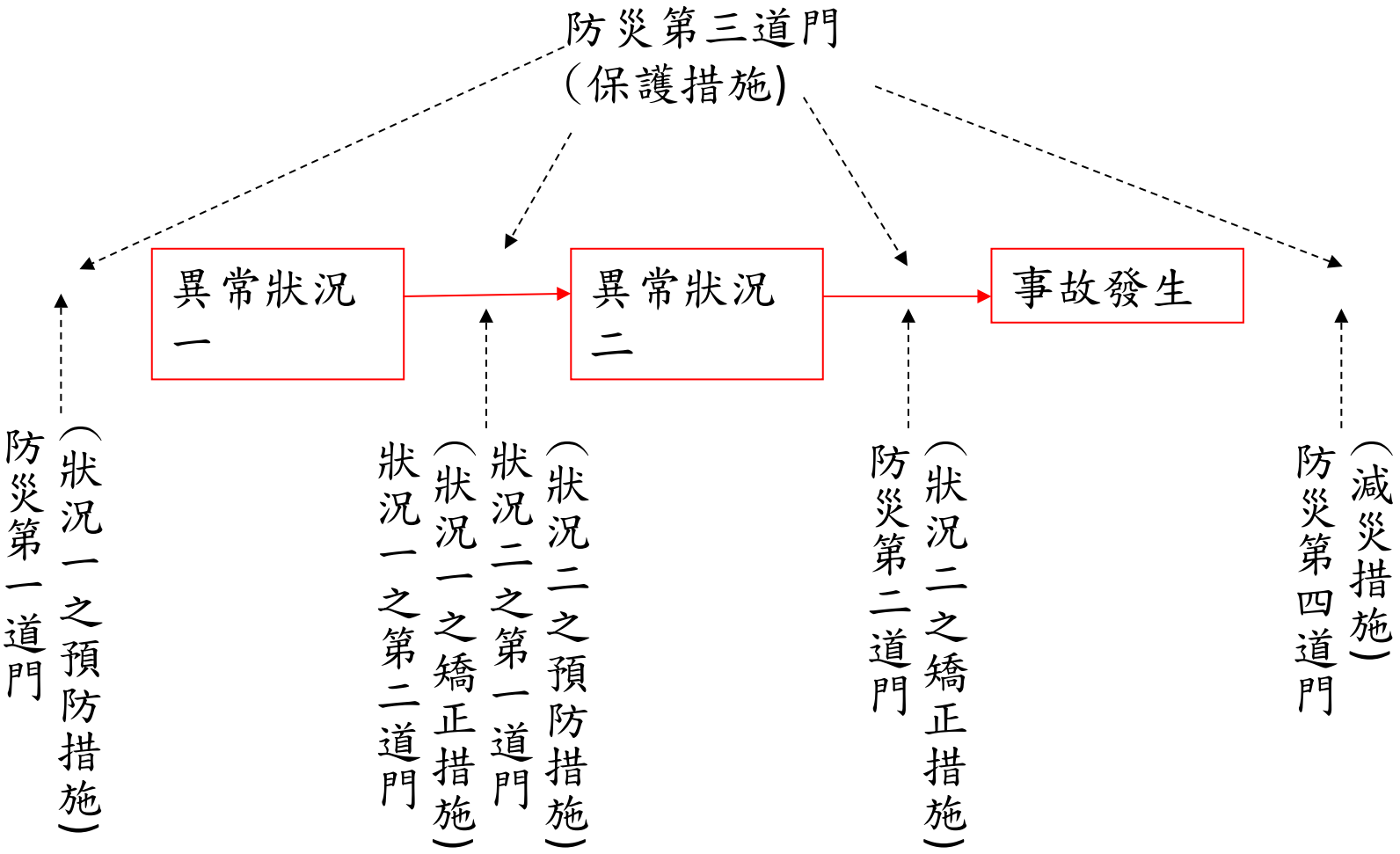
提出改善建議—配合防災四道門

	工程面(硬體或軟體)	管理面(制度面及人員操作面)
A. 預防措施 (異常發生前)	(一)本質安全—硬體 (二)本質安全—軟體 (三)Fail Safe 之設計理念	(一)正常操作及作業之 SOP (二)落實人員訓練 —系統軟、硬體及化學危害之認識 —正常操作之作業流程 (三)稽核或現場 CCTV 之監視與錄影
B. 矯正措施 (異常發生後)	(一)警報系統 (二)連鎖關斷系統	(一)警報排除及維修作業之 SOP (二)落實人員訓練 (三)稽核
C. 保護措施	(一)個人防護裝備	(一)落實人員裝戴訓練及考核
D.消減措施	(一)消防 (二)除毒 (三)卸爆口	(一)緊急應變 SOP (二)落實人員訓練 (三)稽核

工程面➔從硬體保護及連鎖動作才是立即且最有效

管理面➔制度面及人為操作面(SOP及表單)

0、防災這件事—致災路徑


防災第三道門
(保護措施)
異常狀況一
異常狀況二
事故發生
(狀況一之預防措施)
防災第一道門
(狀況一之矯正措施)
狀況一之第二道門
(狀況二之預防措施)
狀況二之第一道門
(狀況二之矯正措施)
防災第二道門
(減災措施)
防災第四道門

O、防災這件事—致災路徑

案例1：103/5/16 台中大甲區民生地下道

車衝淹水地下道！鞋卡安全帶　母死2子傷

(1)異常路徑：淹水➔車子進入車道➔淹水事故

案例2：太魯閣事故　：工程車進入軌道➔過彎的火車撞擊➔事故

火災爆炸路徑

物質+空氣➔ 火災 (矽甲烷...自燃性物質)➔大火

洩漏 ➔ 爆炸下限 ➔ 火災或化學性爆炸 ➔大火

封閉空間➔瞬間加熱液體➔物理性爆炸

加壓高溫液體(超過常壓沸點)➔洩漏➔火災或物理性爆炸

洩漏 ➔ 人員進入範圍 ➔ 吸入性危害(毒性、腐蝕)

機械類災害路徑

機台作動➔肢體進入作動範圍➔災害造成

肢體進入作動範圍➔機台作動➔災害造成

加工材料飛出➔災害造成

一、起源、證照、法令與標準

風險評估起源及實施之產業

(1)起源—核能電廠、飛彈系統(1950年代)

危害分析方法發展至1980年代已相當成熟，總計已發展應用的方法不下50種

(2)高危害製造廠—石油煉製廠、化工廠、半導體廠、光電廠

(3)製造廠—鋼鐵廠、造紙廠....等

(4)非製造型產業—銀行、保險、證券、律師事務所...等

(5)政府單位之業務執掌—

救災體系、疾病管制局、衛生單位..等，事前之分析與對策

一、起源、證照、法令與標準

(1) 民國八十三年五月二日訂定『危險性工作場所審查暨檢查辦法』，明訂五種安全評估方法為：HazOp 、FTA、FMEA、What-If 、Checklist 。製程安全評估人員證照，主要針對製程風險

(2) JSA(Job Safety Analysis，工作安全分析法)目前已成熟且廣泛列於職業安全衛生相關之甲級與乙級證照課程...等，包職業安全管理師、職業衛生管理師、職業安全衛生管理員、甲種業務主管...等。主要針對人為操作風險

(3) 106年11月10制定CNS 15347「機械安全－設計之一般原則－風險評鑑及風險降低」(相當於ISO 12100)➔主要針對設備風險(人員直接面對機台)，結合B類標準

一、起源、證照、法令與標準

職業安全衛生法 第 5 條

雇主使勞工從事工作，應在合理可行範圍內，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害。

機械、設備、器具、原料、材料等物件之設計、製造或輸入者及工程之設計或施工者，應於設計、製造、輸入或施工規劃階段實施風險評估，致力防止此等物件於使用或工程施工時，發生職業災害。

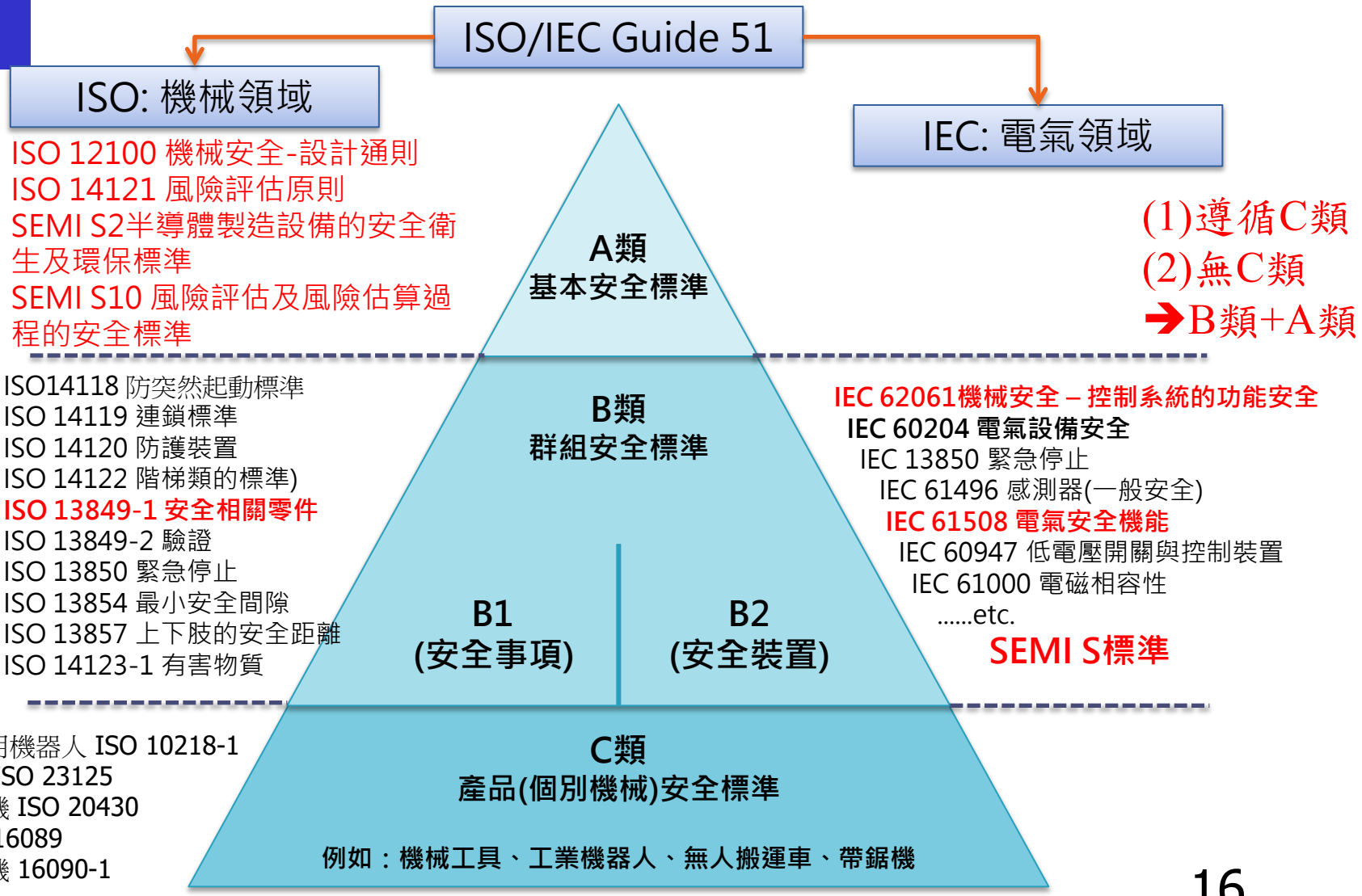
職業安全衛生法施行細則 第 8 條

本法第五條第一項所稱合理可行範圍，指依本法及有關安全衛生法令、指引、實務規範或一般社會通念，雇主明知或可得而知勞工所從事之工作，有致其生命、身體及健康受危害之虞，並可採取必要之預防設備或措施者。

本法第五條第二項所稱風險評估，指辨識、分析及評量風險之程序。

一、起源、證照、法令與標準

參考來源：ISO/IEC GUIDE 51



二、表格分析法共通性說明—常用表格分析法

常用表格分析法

ISO 12100標準 (一個標準，非方法名稱)

HazOp (Hazard and Operability studies)

FMEA (Failure Modes, and Effects Analysis,失效模式與影響分析)

FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, 失效模式、影響及關鍵性分析)

What-If (萬一...結果....)

JSA (JSA Safety Analysis，工作安全分析法)

表格分析法之重要欄位

時間序、原因(最重要)、影響結果、

風險等級、現有防護措施、改善措施

二、表格分析法共通性說明—常用表格分析法

FMEA修正表格(四)

1.設備、組件或元件			2危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險					5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險				
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2, O3)	避免傷害之可能性(A1, A2)	風險指標(1-6)		嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2,	避免傷害之可能性	風險指標(1-6)

表格分析法之重要欄位

時間序、原因(最重要)、影響結果、

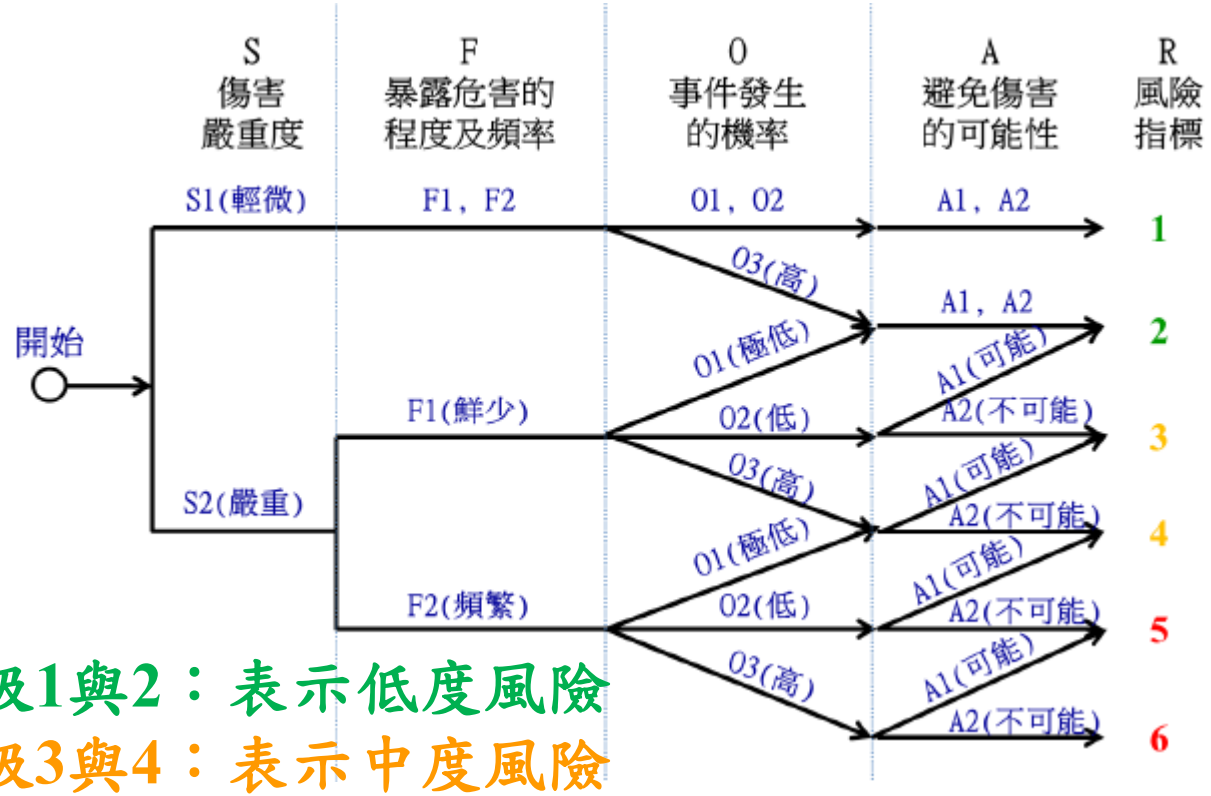
風險等級、現有防護措施、改善措施

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

風險：至少由嚴重性(嚴重度)與可能性(頻率、機率)所構成，加上風險是否可偵測及人員位於危險區時間

- 風險指標：ISO 14121-2 (2×2×3×2)
- 風險矩陣：
  - ✓ 風險評估技術指引(4×4)
  - ✓ FMEA或FMECA (4×4或4×5或10×10×10)
  - ✓ FMEA+CA(嚴重性、失效模式百分比、操作時數…)
  - ✓ SEMI S10 (4 ×6)

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣



風險指標（風險圖）

等級1與2：表示低度風險

等級3與4：表示中度風險

等級5與6：表示高風險

此風險指標不適合用於石化廠

此風險圖➔僅適用於安全環境汙染、營運損失及設備損失➔不適用

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

(一) 傷害嚴重度(S)：S1表示輕微傷害或危害，通常是可復原的。例如：割傷、劃傷、挫傷、碰傷或腫脹等；S2表示重度傷害，通常不可復原，甚至是致命的，例如：急性肌肉骨骼損傷(MST)、失能、死亡等。

(二) 暴露危害的程度及頻率(F)：F1表示作業期間暴露兩次以下或更少，或是工作期間總暴露時間少於15分鐘；F2表示表示作業期間暴露兩次以上，或是工作期間總暴露時間多於15分鐘。

(三) 事件發生的機率(O)：O1表示成熟的且健全的技術，可預防或辨識危害的安全防護多，因此事件發生的機率極低；O2表示一年觀測到兩次以下的技術失效，因此事件發生機率低；O3表示技術失效頻繁發生，至少每半年發生一次一上，因此事件發生機率高。

(四) 避免傷害的可能性(A)：A1表示可能避免傷害或危害是可以控制的；A2表是不可能避免傷害

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

風險矩陣—所有危害分析法之共通語言

風險評估技術指引

表九 風險等級之分級基準

		可能性等級			
		P4	P3	P2	P1
嚴重度等級	S4	5	4	4	3
	S3	4	4	3	3
	S2	4	3	3	2
	S1	3	3	2	1

備註：上述分級基準可須依實際需求予以調整。

量化如何決定？
全廠統一？

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

嚴重度之分級基準

等級		安全(人員傷亡)	環境汙染	營運損失	設備成本損失
S4	重大	造成一人以上死亡、或三人以上受傷、或是可能發生無法復原之職業病的災害	廢氣超排2hr以上(達罰款)	7天以上停止營運(非預期性)	損失100萬元以上
S3	高度	造成永久失能或可能發生可復原之職業病的災害不致造成死亡，但可能導致多人受傷。	廢氣超排2hr(連續兩筆平均值)	5-7天停止營運(非預期性)	損失50-100萬元
S2	中度	須外送就醫，且造成工時損失之災害或可能發生因職業健康問題造成工時損失之狀況 可能造成人員受傷。	廢氣超排1hr(1筆)或廢水超排半年1次以上	3-5天停止營運 (非預期性)	損失10至50萬元
S1	輕度	僅須急救處理，或外送就醫，但未造成工時損失之輕度災害或可能發生因職業健康問題造成工作效率降低之現象	廢氣15min平均值超排連續兩筆或廢水超排1年1次以下	1-3天停止營運 (非預期性)	損失5000-10萬元

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

可能性之分級基準

等級	預期危害事件發生之可能性	防護設施之完整性及有效性
P4 極可能	每年 1 次（含）以上； 在製程、活動或服務之生命週期內可能會發生5 次以上	未設置必要的防護設施，或所設置之防護設施並無法發揮其功能
P3 較有可能	每 1-10 年1 次； 在製程、活動或服務之生命週期內可能會發生2 至5 次以上	僅設置部分必要的防護設施，或對已設置之防護設施，未定期維護保養或監督查核
P2 有可能	每 10-100 年1 次； 在製程、活動或服務之生命週期內可能會發生1 次	已設置必要的防護設施，且有定期維護保養或監督查核使其維持在可用狀態
P1 不太可能	低於 100 年1 次； 在製程、活動或服務之生命週期內不太會發生	除已設置必要的防護設施外，另增設其他防護設施，且有定期維護保養或監督查核，以維持其應有的功能

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

Table 4 – Failure mode severity

Severity	Criteria	Ranking
None	No discernible effect.	1
Very minor	Fit and finish/squeak and rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers (less than 25 %).	2
Minor	Fit and finish/squeak and rattle item does not conform. Defect noticed by 50 % of customers.	3
Very low	Fit and finish/squeak and rattle item does not conform. Defect noticed by most customers (greater than 75 %).	4
Low	Vehicle/item operable but comfort/convenience item(s) operable at a reduced level of performance. Customer somewhat dissatisfied.	5
Moderate	Vehicle/item operable but comfort/convenience item(s) inoperable. Customer dissatisfied.	6
High	Vehicle/item operable but at a reduced level of performance. Customer very dissatisfied.	7
Very high	Vehicle/item inoperable (loss of primary function)	8
Hazardous with warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation with warning.	9
Hazardous without warning	Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves non-compliance with government regulation without warning.	10

NOTE From SAE J1739.

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

Table 5 – Failure mode occurrence related to frequency and probability of occurrence

Failure mode occurrence	Rating, *O*	Frequency	Probability
Remote: Failure is unlikely	1	≤ 0,010 per thousand vehicles/items	≤ $1x10^{-5}$
Low: Relatively few failures	2	0,1 per thousand vehicles/items	$1x10^{-4}$
	3	0,5 per thousand vehicles/items	$5x10^{-4}$
Moderate: Occasional failures	4	1 per thousand vehicles/items	$1x10^{-3}$
	5	2 per thousand vehicles/items	$2x10^{-3}$
	6	5 per thousand vehicles/items	$5x10^{-3}$
High: Repeated failures	7	10 per thousand vehicles/items	$1x10^{-2}$
	8	20 per thousand vehicles/items	$2x10^{-2}$
Very high: Failure is almost inevitable	9	50 per thousand vehicles/items	$5x10^{-2}$
	10	≥100 in thousand vehicles/items	≥$1x10^{-1}$

二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

Table 6 – Failure mode detection evaluation criteria

Detection	Criteria: Likelihood of detection by Design Control	Ranking
Almost certain	Design Control will almost certainly detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	1
Very high	Very high chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	2
High	High chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	3
Moderately high	Moderately high chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	4
Moderate	Moderate chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	5
Low	Low chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	6
Very low	Very low chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	7
Remote	Remote chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	8
Very remote	Very remote chance the Design Control will detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode	9
Absolutely uncertain	Design Control will not and/or cannot detect a potential cause/mechanism and subsequent failure mode; or there is no Design Control	10

NOTE Source: AIAG: Potential Failure Mode and Effects Analysis, FMEA, Third Edition.

三、表格分析法之風險查找架構—思考方向

七大階段—運送、組裝、設定、操作、維修保養、故障查找，報廢拆卸

十大類型—機械、電氣、熱、噪音、振動、輻射、材料/物質、人因、環境、組合危害(源於ISO12100)

(或四大類型—機械、電氣、化學、環境(與災害類型結合)

➔以哪一個使用較佳？

八大原因—動力源管制、基本設計(失效也安全)、硬體、軟體、製程及物質、人為操作、外力環境(外人、外物、外在因素...)、天然災害(地震、淹水、極地氣候...)

➔交叉運用

例：沖床、電鍍設備、濕式清洗台

三、表格分析法之風險查找架構—複雜性

(一)**對象**：複雜製程、複雜設備、單機
人員與硬體接觸之距離與頻率

(二)**作業型態**：運送、組裝、**設定、操作、維修保養、故障查找**，報廢拆卸等**七大階段** (ISO12100或稱CNS15347)

(三)災害類型(墜落、滾落、跌倒、衝撞、物體飛落、物體倒塌、崩塌、被撞、被夾、被捲、踩踏、被切、割、擦傷、溺斃、與高溫、低溫接觸、與有害物等之接觸、感電、爆炸、物體破裂、火災) **(說明：知道災害類型無法進一步防災，需拆解)**

➔整理為機械、電氣、化學品、環境**四大類型**

(五)**八大危害原因**：動力源管制、基本設計(失效也安全)、**硬體、軟體、製程及物質(化學品、物料)、人為操作**、外力環境(外人、外物、外在因素)、天然災害(地震、淹水、閃電、極地氣候..)

硬體失效➔馬上想到五大原因：硬體老化、控制系統或軟體失效、人為關斷、電源失效、外力環境

三、表格分析法之風險查找架構—原因最重要

- 前述八大原因可作為事故調查及虛驚事件查找之直接原因 (根本原因綜合直接、間接原因...)
- 事故調查及虛驚事件

➔從點的切入擴大到面的所有可能潛在風險，從媒介物、危害能源、有害物質；不安全動作或環境是不夠的

舉例：常開閥封鉛脫落

根本原因展開至

(1)硬體失效(正常老化)；縮短維修保養週期或透過預知保養技術

(2)硬體失效(提早老化因設計失當或零件製造品質不佳)；透過組件壽命小於30%時，列入專案追蹤找出可能的設計錯誤、同批料件品質不佳

(3)人為操作；則透過JSA找出SOP中的關鍵步驟及重要標示

(4)軟體失效；提高硬體及軟體之可靠度等級

(5)環境因素(如溫度溼度、地勢低易淹水...)；提高硬體的防護等級與環境防護改善

(6)天然災害(地震、雷擊...)...等。

七大階段

八大原因

四大類別(方便找致災路徑)

造成影響(工安、製程、環境、設備)

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施		
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具
T1	– Lifting (舉升)	運送動線或使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋
		運送動線或使用工廠內	機械危害	(1)吊升設備之掛鉤或纜繩斷裂	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋
T4	– Transportation (運輸)	道路	機械危害	機台重心調整不佳	交通事故	可能導致運送車輛翻覆車禍，人員重傷或死亡			

偵測方法➔針對失效模式？失效原因？失效效應？哪一個好？

例：破管，地震，火災

三、表格分析法之風險查找架構—常用表格分析法

FMEA修正表格(四)

造成影響(工安、製程、環境、設備)

1.設備、組件或元件			2危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險					5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險				
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2, O3)	避免傷害之可能性(A1, A2)	風險指標(1-6)		嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2,	避免傷害之可能性	風險指標(1-6)

八大原因

四大類別(方便找致災路徑)

表格分析法之重要欄位

時間序、原因(最重要)、影響結果、

風險等級、現有防護措施、改善措施

三、表格分析法之風險查找架構—七大階段

源於ISO 12100

運送、組裝、設定、操作、維修保養、故障查找，報廢拆卸等七大階段

硬體

(設計不當➔製造不良)➔組裝不佳➔設定(操作前設定)

➔操作不當➔維修失當或周期過長

➔電氣接點可能於運送過程鬆動而接觸不良

管路、電線或訊號線可能於組裝過程錯裝

➔警報值或保護值於手動設定時錯誤設定

➔ 維修失當或變更硬體功率規格（洽原廠）

➔異常狀況處置錯誤(關聯到人為操作)

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

四大災害類別進階展開—
機械類、電氣類、化學品類、環境類(以災害類型展開)

本質安全設計措施←→預防措施

一、**機械基本設計**

設備種類、材質、Fail-Safe

(1)變更規格或設計➔原廠認可(使用訊息：告知訊息)

(2)隨時間老化➔維修保養(使用訊息：點檢表)

(3)操作不當或瑕疵品➔組件壽命過短，專案追蹤

(4)ISO 12100七大：運輸、組裝(組裝後之查核表)

維修(大修)

說明：製造商組裝後之軟體功能查核(容易忽略)

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

安全防護及補充保護措施⬅➡矯正及保護措施

一、機械危害(災害類型：切割夾捲、被撞，衝撞)

(1)機械運動或元件活動範圍+人員位於範圍

➔圍籬、光柵、手工具、雙手按、安全踏墊...

➔緊急拉繩、緊急停車按鈕...

➔手動復歸啟動、失能開關...

(2)材料飛落

➔安全眼鏡、防護眼鏡、安全帽

➔清潔或維修，雜物未清除 (JSA)

(3)設備機件飛落

➔風險評估(FMEA)

(4)特殊機台(如：雷射...)

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

本質安全設計措施⬅➡預防措施

二、電氣因素

(1)電壓、頻率、功率；電力品質

(2)基本環境：露天、火災爆炸、半導體設備、環境溫度、濕度、海拔高度、汙染物(IP等級，防塵防水等級)、離子與非離子輻射

(3)移動組件之線材摩擦

(4)老鼠啃咬

➔線材規格、安全元件規格、安裝方式...等

本質之改變

(1)變更規格或設計➔原廠認可(使用訊息：告知訊息)

(2)隨時間老化➔維修保養(使用訊息：點檢表，紅外線測溫)

(3)ISO 12100七大：運輸、維修(大修)

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

安全防護及補充保護措施⬅➡矯正及保護措施

電氣危害(災害類型：感電、火災、爆炸、與高低溫接觸)

(1)感電

➔漏電斷路器、接地、絕緣手套，動力源管制SOP(掛簽、上鎖)

(2)火災

➔斷路器過電流保護

➔變壓器過電流保護

➔接地

➔馬達保護(過電流、過載、欠相....)

➔防雷擊突波.....

(3)人員危害

電磁相容(電磁干擾及電磁耐受)之於醫療用途...

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

電氣危害異常路徑

(1)配電箱電線裸露➔人員接觸➔感電

(2)配電箱電線包覆(燒毀)➔火災

(3)配電箱淹水➔人員接觸➔感電

(4)電線包覆(破損)➔人員接觸➔感電

(5)電線包覆(燒毀)➔火災

(6)馬達之異常路徑

(7)變壓器之異常路徑

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

三、化學品危害展開(操作)(災害類型：火災、爆炸、與高低溫接觸、與有害物接觸)

(1)洩漏➔ 爆炸下限➔ 局部火災➔整廠大火

(2)物質+空氣➔ 局部火災➔整廠大火(矽甲烷)

(3)封閉空間➔瞬間加熱液體➔物理性爆炸

(4)加壓高溫液體(超過常壓沸點)➔洩漏➔局部火災➔整廠大火

(5)洩漏➔ 人員進入範圍➔ 吸入性危害(毒性、腐蝕)

本質安全設計措施➔預防措施

(1)管路材質

安全防護及補充保護措施➔矯正及保護措施

一般作為：防止洩漏、裝感測器、靜電消除及防爆、消防自動噴灑裝置

(1)通風抽氣

(2)管路於換鋼瓶前多次purge，換鋼瓶時保持正壓

(3)作業管控(屬使用訊息)

(4) 作業管控

(5) PPE(個人防護設備)

三、表格分析法之風險查找架構—四大類別

四、環境類

- 直接以災害類型對應展開
- 墜落、滾落、跌倒、物體飛落、物體倒塌、崩塌、踩踏、溺斃

三、表格分析法之風險查找架構——八大原因

找出危害點

工廠中之危害與下列有關：

(1)動力源管制—啟動方式及緊急停俥

(2)基本設計 (Fail Safe)—針對硬體使用場合之失效也安全的設計

(3)軟體；(4)硬體

(5) 製程及廠中輸送之物質(化學品與物料之製程參數：溫度、壓力、流量...等，製程物質之毒性、爆炸性、酸鹼、腐蝕..等)

(6)人為操作—教育訓練、SOP以及稽核(考績配合)

(7)外力環境

(外人如承攬商、外物如貓狗老鼠、外在因素-如台電停電)

(8)天然災害(地震、淹水、颱風、海嘯、閃電、極地氣候....)

原因很重要，不同原因，不同處置措施

硬體失效➔馬上想到五大原因：硬體老化、控制系統或軟體失效、人為關斷、電源失效、外力環境

三、表格分析法之風險查找架構──八大原因

- 前述八大原因可作為事故調查及虛驚事件查找之直接原因 (根本原因綜合直接、間接原因...)
- 事故調查及虛驚事件

➔從點的切入擴大到面的所有可能潛在風險，從媒介物、危害能源、有害物質；不安全動作或環境是不夠的

舉例：常開閥封鉛脫落

根本原因展開至

(1)硬體失效(正常老化)；縮短維修保養週期或透過預知保養技術

(2)硬體失效(提早老化因設計失當或零件製造品質不佳)；透過組件壽命小於30%時，列入專案追蹤找出可能的設計錯誤、同批料件品質不佳

(3)人為操作；則透過JSA找出SOP中的關鍵步驟及重要標示

(4)軟體失效；提高硬體及軟體之可靠度等級

(5)環境因素(如溫度溼度、地勢低易淹水...)；提高硬體的防護等級與環境防護改善

(6)天然災害(地震、雷擊...)...等。

三、表格分析法之風險查找架構──八大原因

人為操作思考方向

人為操作內容：教育訓練、SOP (表單配合)及稽核(考績+獎懲..

(1)正常作業(SOP及表單)

(2)異常作業(SOP及表單)—阻止危害最後一道防線

(3)維修作業(SOP及表單)及其它重大作業…

人為操作失誤➔應特別處理

表單分析法(FMEA、HazOp、What-If、ISO 12100…)

➔只能找出人為操作之大項魔鬼

只有JSA、Event-Tree(事件樹)

➔才能找出細節魔鬼 (說明：工廠用Event-Tree較不適合)

四、FMEA及FMECA說明—DFMEA、PFMEA、FFMEA

對FMEA誤解：三種FMEA之使用目的與時機不同

- 設計式 FMEA (D-FMEA)
  - 設計式 FMEA 是產品或服務在設計層級時進行。其目的是分析系統設計，以及決定失效模式如何影響系統作業。一但預期中的設計缺點被發現，解決方案可以用來修正設計或減少失效模式的衝擊。FMEA 一般在產品進入生產作業之前使用。
  - 重點(目的)：組件選擇及設計，針對產品的品質、維修、使用便利及壽命等多面向之成本考量
- 流程式 FMEA (或稱製程FMEA, P-FMEA)
  - 流程式 FMEA 在生產流程中進行。著重於生產流程中失效模式、設備限制、工具尺規、操作訓練、或錯誤潛在來源。此訊息可以用來決定需要採取的修正行動。
  - 重點(目的)：製程品質管控

四、FMEA及FMECA說明—DFMEA、PFMEA、FFMEA

- 功能式 FMEA (F-FMEA)
  - 此FMEA的形式著重在所預期的功能。例如：功能式 FMEA 會認為電容器是用來整流電壓，然後分析電容器無法整流電壓的影響，而不是考慮如果電容器如果無法啟動或短路關閉會發生什麼事。
  - 重點：著重於設備或組件之功能是否失效
  - 目的：工安與製程

四、FMEA及FMECA說明—DFMEA、PFMEA、FFMEA

- DFMEA設計階段，選配組件，使用階段組件已定
  - 適用設備製造商
  - 設備使用商，可針對功能不佳或組件壽命過短追踪
- PFMEA著重在製造品質
  - 適用設備製造商
  - 設備使用商，可針對組件壽命過短時，作專案追踪，可找出或設計方式錯誤或瑕庇品或組裝不當或操作不當...
- FFMEA著重於功能上未達標即為失效。
  - 適用設備製造商及設備使用商
  - 以8大原因分析，針對組裝、操作前設定、操作運轉、維修保養及故障查找為分析方向。同時考慮工安與製程

四、 FMEA及FMECA說明── 表格說明

FMEA表格(一)

分系統		模組		元件名稱	ISO14224之第8階或第9階(MI, Maintenance Item)	功能規格				編號	
失效模式(FM)		失效原因		失效效應(災害類型思考)	偵測方法	嚴重等級	發生機率	風險等級		處置措施	改善建議
硬體元件之FM		硬體元件1 軟體失效 人為操作 外力環境 電力因素 天然災害		火災、爆炸 電氣危害 機械危害... 所導致之 人員傷亡或 環境汙染 (一般不考慮 製程停產 品質不良)	Sensor						預防措施 矯正措施

四、 FMEA及FMECA說明── 表格說明

FMEA表格(一)

分系統		模組		元件名稱		功能規格		編號	

失效模式	失效原因	失效效應	偵測方法	嚴重等級	發生機率	風險等級	處置措施	改善建議
硬體組件(硬體失效馬上聯想到五大因素)	硬體元件1 軟體失效 人為操作 外力環境 電力因素 天然災害	火災 製程參數過高或過低 製程停產 品質不良	Sensor讀值過高或過低					預防措施 矯正措施

偵測方法➔針對失效模式？失效原因？失效效應？哪一個好？

例：破管，地震，火災

四、 FMEA及FMECA說明── 表格說明

FMEA或FMECA表格(二)

分系統		模組		元件名稱	ISO14224之第8階或第9階(MI, Maintenance Item)	功能規格						編號	
失效模式(FM)		失效原因			失效效應(災害類型思考)		嚴重度(S)		發生率(O)	難檢度(D)	RPN(=S*O*D)	處置措施	改善建議
硬體組件之FM (Failure Modes，參考OREDA資料庫)		硬體元件1 軟體失效 人為操作 外力環境 電力因素 天然災害 (OREDA資料庫之FD, Failure Description)			火災、爆炸 電氣危害 機械危害... 所導致之 製程停產、人員傷亡或環境汙染 (一般不考慮 品質不良)		1-10		1-10	1-10			預防措施 矯正措施
修護時間		小時	修護費用	元	停機時間		小時	停機損失	元		維修備料	份	設備類級

四、 FMEA及FMECA說明── 表格說明

FMEA表格(三)

失 效 模 式 與 效 應 分 析 表

計畫名稱：①　　參考圖號：

系　統：　　分 系 統：　　模　組：　　零 組 件：②　　頁　次：　之　頁

單元/編號 ③	功能規格 ④	失效模式 ⑤	失效原因 ⑥	失效效應 ⑦			檢測方法 ⑧	防制措施 ⑨	嚴重等級 ⑩	失效效應機率 ⑪	備註
				本身	上一層	最高層					

失效效應分多層➔視需要，一般適用於大系統分析，例如汽車、飛機

例如：一個螺絲或一條電線對於本身、上一層及最高層之影響

四、 FMEA及FMECA說明—— FMEA修正表格

FMEA修正表格(四)

1.設備、組件或元件			2危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險					5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險				
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2, O3)	避免傷害之可能性(A1, A2)	風險指標(1-6)		嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1,	事件發生機率(O1. O2,	避免傷害之可能性	風險指標(1-6)

四、 FMEA及FMECA說明

例：

設備元件：閥

失效模式：外漏 (External leak)

破裂 (External rupture)

內漏 (Internal leak)

阻塞 (plugged)

無法開啟 (Fails to open)

無法關閉 (Fails to close)

無法改變開度 (Fails to change position)

假開度 (Spurious positioning)

過早打開 (Opens permaturely)

過早關閉 (Closes permaturely)

狀態

四、 FMEA及FMECA說明

設備元件或組件	失效模式
感測器元件 (Sensor Element)	■ 外漏(External Leak) ■ 破裂(External Rupture) ■ 接點阻塞(Tap Plugged) ■ 無輸出訊號(Fails with No Output Signal) ■ 輸出訊號過低(Fails with a Low Output Signal) ■ 輸出訊號過高(Fails with a High Output Signal) ■ 對輸入訊號之改變無回應 ■ 假輸出訊號(Spurious Output Signal)
控制器/可程式控制器 (Controller/Programmable Logic Controller, PLC)	■ 無輸出訊號(Fails with No Output Signal) ■ 輸出訊號過低(Fails with a Low Output Signal) ■ 輸出訊號過高(Fails with a High Output Signal) ■ 對輸入訊號之改變無回應 ■ 假輸出訊號(Spurious Output Signal) ■ 計算或解釋錯誤(Calculation or Interpretation Error) ■ 順序錯誤(Sequencing Error)

四、 FMEA及FMECA說明── FMEA修正表格

FMEA修正表格(四)

以硬體角度分析

傳統上以硬體角度為出發點之FMEA方法，以彌補作業特性可能容易遺漏硬體的缺點，因為一個作業特性可能關連到諸多硬體，針對機台拆解每個系統之組件或元件，進而分析元件故障會功能不到位時所可能產生之危害及危害所對應之風險指標。

容易忽略分析：

(1)人為誤操作：例如閥誤關，此時硬體並無故障

(2)製程物：例如化學品、潤滑油，因其不屬硬體

- ✓ 請注意表格第二欄位：組件或元件名詞(製程異常或動作)
- ✓ 以HazOp精神思考(化學品之溫度、壓力、液位、流量、逆流、錯誤的化學品...)

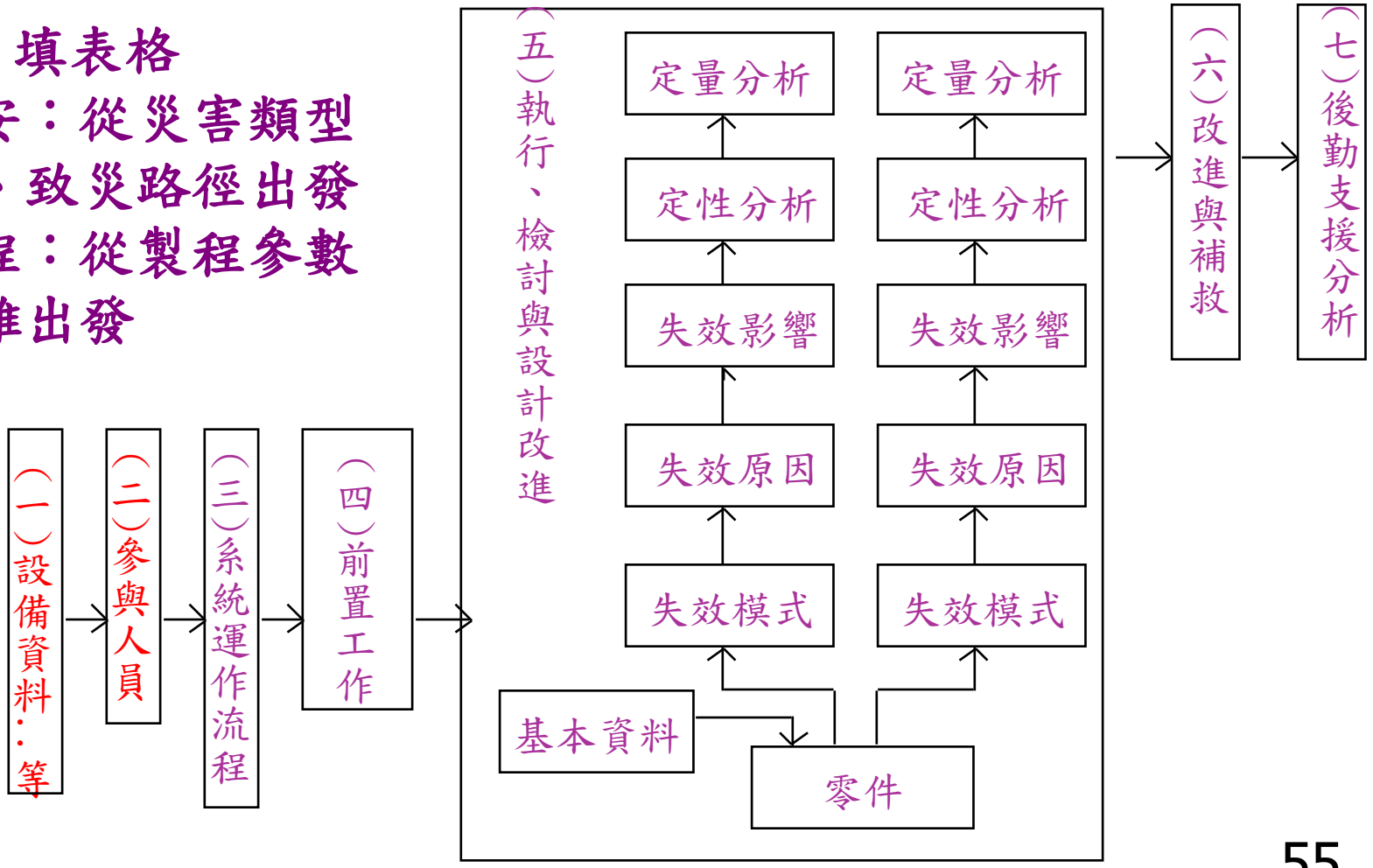
此處之FMEA結合了HazOp(危害與操作性研究)的優點

四、 FMEA及FMECA說明── 表格說明

重點：填表格

(1)工安：從災害類型及、致災路徑出發

(2)製程：從製程參數偏離出發



四、 FMEA及FMECA說明── 應用方式

方法1：傳統分析順序，針對工安及製程皆如此

(1)拆解設備組件，依序分析，例如汽車、飛機、製程設備

(2)以硬體之失效模式為主軸分析(打遭遇戰)

方法2：透過整理七大階段、四大類型及八大原因，針對工安及製程皆如此

(1)拆解設備組件，依序分析，例如汽車、飛機、製程設備

(2)分別針對七大階段，以八大原因方向，找四大型危害(打系統戰)，使分析更完整

四、 FMEA及FMECA說明── 應用方式

方法3：FMEA/HazOp結合表單，針對工安

(1)補強FMEA，將流體特性納入FMEA中

(2)先從四類災害類型拆解致災路徑，以化學品類型優先，例如：批次製程設備

(3)災害類型明確或製程功能明確

(4)可配合七大階段及八大原因較能分析更完整

方法4： FMEA/HazOp結合表單，針對製程

(1) 以製程功能拆解，例如廠務設備

(2)可配合七大階段及八大原因較能分析更完整

四、 FMEA及FMECA說明── 應用方式

例如：供應純水pump，採方法4

(一)功能失效：(1)無流量；(2)低流量；(3)壓力過低；(4)壓力過高；(5)溫度過高；(6)溫度過低；(7)汙染(純度不足)；(8)錯誤的流體(送錯)；(9)逆流；(10)時間過長(備台切換時間過長)

(二)一般工安：電氣、機械及環境類危害於非操作階段

Pump控制參數：變頻轉速、流量(閥開度)與揚程(或稱壓力)，效率(不考慮)

廠務特性：自動化程度高；設備位於遠端、控制室

補充四大階段：組裝、操作運轉前之設定操作；維修保養；異常狀況。並輔以JSA分析重要SOP。

四、 FMEA及FMECA說明-以純水pump為例

分析重點：控制室與現場搭配之相關SOP(以JSA找出人為操作細部魔鬼)

(1)組裝：

電源及配電箱安裝、基座安裝、接地、組裝SOP、組裝後查核表....

(2)操作前設定：

Pump控制參數

(3)維修保養：

維修工單SOP(控制室與現場人員之搭配)、備台啟動SOP、斷電、掛簽上鎖、墜落(大型機台)、各組件維修SOP、維修後查核表

(4)異常狀況處置：

斷電、掛簽上鎖、墜落(大型機台)、各種異常處置SOP、查核表、控制裝置及保護裝置失效後之連鎖

四、 FMEA及FMECA說明- 化學品Pump為例

例如：化學品Pump，採方法3及方法4

(一)化學品之致災路徑：洩漏造成火災爆炸、高低溫接觸、吸入性...

(二)功能失效：(1)無流量；(2)低流量；(3)壓力過低；(4)壓力過高；(5)溫度過高；(6)溫度過低；(7)汙染(純度不足)；(8)錯誤的流體(送錯)；(9)逆流；(10)時間過長(備台切換時間過長)

(三)一般工安：電氣、機械及環境類危害於非操作階段

Pump控制參數：變頻轉速、流量(閥開度)與揚程(或稱壓力)，效率(不考慮)

廠務特性：自動化程度高；設備位於遠端、控制室

補充四大階段：組裝、操作運轉前之設定操作；維修保養；異常狀況。並輔以JSA分析重要SOP。

四、 FMEA及FMECA說明- 以化學品Pump為例

分析重點：控制室與現場搭配之相關SOP(以JSA找出人為操作細部魔鬼)

(1)組裝：
電源及配電箱安裝、基座安裝、接地、防爆電氣、組裝SOP、組裝後查核表....

(2)操作前設定：
Pump控制參數

(3)維修保養：
維修工單SOP(控制室與現場人員之搭配)、備台啟動SOP、斷電、掛簽上鎖、墜落(大型機台)、各組件維修SOP、維修後查核表

(4)異常狀況處置：
斷電、掛簽上鎖、墜落(大型機台)、各種異常處置SOP、查核表、控制裝置及保護裝置失效後之連鎖

四、 FMEA及FMECA說明

- 是一種結構化、預防性的靜態分析技術，用以確立 系統可能的失效模式，探討各失效模式發生的原因，並採取預防性措施及謀求改進的對象，以提高產品的可靠度及加強警報系統。
- FMECA以單一元件失效出發，無法考慮數個元件同時失效的模式，一者因為太複雜，再者不實際。FMEA是分析產品自身的失效影響，不討論人員操作的問題。
- FMECA=FMEA+CA(Criticality Analysis)

四、 FMEA及FMECA說明

優點：

- □對於硬體設備的檢核相當徹底
- □複雜系統的利器
- □易於實施
- □一件產品的零件在某特定的時間及情況下，如何失去功能，故障的次數是多少，故障之後對其它零件或對整個系統會產生怎樣的影響等。

缺點：

- □對於人為因素和作業因素較少納入
- □耗時費力
- □分析者未察覺多重故障

四、 FMEA及FMECA說明

FMECA表格(一)

FMECA=FMEA+CA (Criticality Analysis)

CA表格

關 鍵 性 分 析 表

計畫名稱：① 參考圖號：

系 統： 分 系 統： 模 組： 零 組 件：② 頁 次： 之 頁

單元/編號 ③	功能規格 ④	失效模式 ⑤	失效原因 ⑥	嚴重等級 ⑦	失效率來源 ⑧	失效率 λ ⑨	失效效應機率 β ⑩	失效模式比例 α ⑪	操作時間 t ⑫	失效模式關鍵性值 Cm ⑬	單元關鍵性值 Cr ⑭	備註

$$C_m = \beta\alpha\lambda t$$

$$C_r = \sum_{m=1}^{j} C_m$$

λ：零件故障機率，α：故障型式比率

零件種類	失效模式	比例（α）
繼電器	無法跳脫	0.55
	自發性跳脫	0.26
	短路	0.19

四、 FMEA及FMECA說明

FMECA表格(二)

分系統		模組		元件名稱	ISO14224之第8階或第9階(MI, Maintenance Item)	功能規格						編號	
失效模式(FM)		失效原因			失效效應(災害類型思考)		嚴重度(S)		發生率(O)	難檢度(D)	RPN(=S*O*D)	處置措施	改善建議
硬體組件之FM (Failure Modes，參考OREDA資料庫)		硬體元件1 軟體失效 人為操作 外力環境 電力因素 天然災害 (OREDA資料庫之FD, Failure Description)			火災、爆炸 電氣危害 機械危害... 所導致之 製程停產、人員傷亡或環境汙染 (一般不考慮 品質不良)		1-10		1-10	1-10			預防措施 矯正措施
修護時間		小時	修護費用	元	停機時間		小時	停機損失	元		維修備料	份	設備類級

四、 FMEA及FMECA說明

儀表失效模式

AIR	儀錶讀值異常	Abnormal Instrument Reading
BRD	損壞	Breakdown
ELF	外部洩漏--燃料	External Leakage--Fuel
ELP	外部洩漏--程序物質	External Leakage--Process Medium
ELU	外部洩漏--公用物質	External Leakage-- Utility Medium
ERO	輸出不規律	Erratic Output
FCO	連接失效	Failure to Connect
FDC	不連接失效	Failure to Disconnect
FTF	功能失常	Fail to Function on Demand
FTI	無法達到原本功能	Failure to function intended
FTR	無法校正	Fail to Regulate
FUE	功能過快	Function Early
HIO	輸出過高	High Output

四、 FMEA及FMECA說明

HIU	輸出過高--未知讀值	High Output, Unknown reading
IHT	熱傳不足	Insufficient Heat Transfer
INL	內部洩漏	Internal Leakage
LOO	輸出過低	Low Output
LOU	輸出過低--未知讀值	Low Output--Unknown Reading
NOI	雜訊	Noise
OHE	過熱	Overheating
PDE	參數偏差	Parameter Deviation
PLU	堵塞噎住	Plugged/Choked
SER	輕微運轉問題	Minor in-Sevice Problems
STD	結構上的缺陷	Structural Deficiency
STP	停止失敗	Fail to Stop on Demand
UNK	未知	Unknown
UST	假性停止	Spurious Stop

四、 FMEA及FMECA說明

維修項目(MI) vs 失效模式(FM)	AIR	BRD	ELP	ELU	ERO	FTS	HIO	INL	LOO	NOI	OHE	OTH	PDE	SER	STD	STP	UNK	UST	VIB
致動裝置(Actuating Device)	0.41				0.04							0.25		0.5				0.08	
軸承(Bearing)			0.04	0.06		0.04				0.04		0.04		0.04	0.12			0.1	0.08
線材和連接盒(Cabling & Junction Boxes)	0.56											0.04	0.17	0.21				0.08	
外殼(Casing)		0.37	0.47	0.25					0.04		0.04			0.04	0.27				0.08
單向閥(Check Valves)			0.04							0.04									
控制單元(Control Unit)	0.95				0.25	0.21			0.04			0.12	0.25	0.21	0.12	0.17		0.29	0.02
冷凝器(Coolers)				0.29							0.12	0.04	0.04	0.12	0.12				
冷卻/加熱系統(Cooling/Heating System)	0.04			0.25							0.08	0.04		0.41					
驅動軸聯結器(Coupling to Driven unit)	0.04			0.12						0.25				0.1	0.37		0.04	0.12	0.04
驅動聯結器(Coupling to Driver)	0.04			0.04		0.12								0.1	0.04			0.04	0.12
汽缸襯墊(Cylinder Liner)		0.04	0.01	0.08				0.01	0.04									0.12	
隔板(Diaphragm)					0.04			0.04						0.04				0.02	
過濾器(Filters)	0.04			0.25			0.04	0.04				0.33	0.17	0.54	0.08				
過濾器/旋風分離器(Filter/Cyclone)				0.12					0.04			0.04		0.12			0.04		
齒輪箱/變速器(Gearbox/variable drive)		0.04			0.04						0.04	0.04		0.04	0.04			0.12	
葉輪(Impeller)		0.04							0.04						0.06			0.08	0.12
儀錶--流量(Instruments--Flow)	6.6			0.04				0.06	0.04			0.04	0.62	0.17	0.04			0.12	

四、 FMEA及FMECA說明

見Excel檔

維修項目(MI) vs 失效模式(FM)	AIR	BRD	ELP	ELU	ERO	FTS	HIO	INL	LOO	NOI	OHE	OTH	PDE	SER	STD	STP	UNK	UST	VIB
儀錶-- 一般 (Instruments--General)	1.03					0.21						0.21	0.08	0.45		0.04		0.17	
儀錶--液位 (Instruments--Level)	0.33												0.04	0.17	0.04			0.04	
儀錶--壓力 (Instruments--Pressure)	4.4		0.02	0.21	0.12						0.04	0.08	0.37	0.5	0.12		0.04	0.5	
儀錶--速度 (Instruments--Speed)	0.37											0.12							
儀錶--溫度 (Instruments--Temperature)	3.65			0.08	0.04	0.04					0.04		0.29	0.56	0.02			0.54	
儀錶--震動 (Instruments--Vibration)	1.94			0.04									0.45	0.45			0.04	0.33	0.39
內部能量供應 (Internal Power Supply)	0.12													0.04				0.08	
潤滑裝置 (Lubrication)				0.04										0.08					
監視(Monitoring)	0.89				0.12							0.04	0.08	0.14				0.12	
油(Oil)				0.21		0.04			0.76		0.04	0.12	0.04	0.45					
其他(Others)	0.04		0.04	0.41		0.04		0.14	0.21	0.08	0.04	0.08	0.5	0.58	0.12		0.12		0.04
管線(Piping)		0.04	1.57	1.63				0.01	0.39			0.29	0.45	0.33	0.66				0.04
活塞(Pistons)		0.04	0.72	0.08															
脈衝消除裝置 (Pulsation Damper)			0.25	0.04	0.12			0.19		0.04		0.08							
幫浦馬達(Pump w/Motor)				0.41		0.04				0.12		0.04	0.08	0.04					

四、 FMEA及FMECA說明

見Excel檔

維修項目(MI) vs 失效模式(FM)	AIR	BRD	ELP	ELU	ERO	FTS	HIO	INL	LOO	NOI	OHE	OTH	PDE	SER	STD	STP	UNK	UST	VIB
氣體排放(Purge air)				0.04								0.08		0.04				0.04	
徑向軸承(Radial Bearing)		0.12	0.04	0.02		0.04				0.14		0.08	0.12	0.08	0.31			0.04	0.61
儲備系統(Reservoir)														0.04					
儲備熱系統(Reservoir W/Heating System)				0.08										0.04					
密封墊(Seals)		0.08	5.85	7.18				0.57	0.04	0.08	0.12	0.21	0.08	0.29	0.56			0.35	0.01
軸(Shaft)	0.04	0.17		0.04		0.04				0.12	0.04				0.04			0.08	0.11
次單元(Subunit)	0.12	0.58	0.1	0.21		0.33		0.08	0.54	0.04		0.5	0.25	0.37	0.45			0.37	0.41
支撐(Support)															0.12				0.91
推力軸承(Thrust Bearing)		0.12		0.1							0.04			0.04	0.19				0.18
未知(Unknown)	1.4	0.21	0.99	1.11	0.21	0.87	0.12	0.21	1.11	0.37	0.08	1.2	0.29	1.73	0.62		0.45	1.53	0.58
閥件(Valves)	0.04		2.31	1.57	0.37	0.04		1.53	0.17	0.23		1.03	0.5	1.32	0.17			0.1	

四、 FMEA及FMECA說明

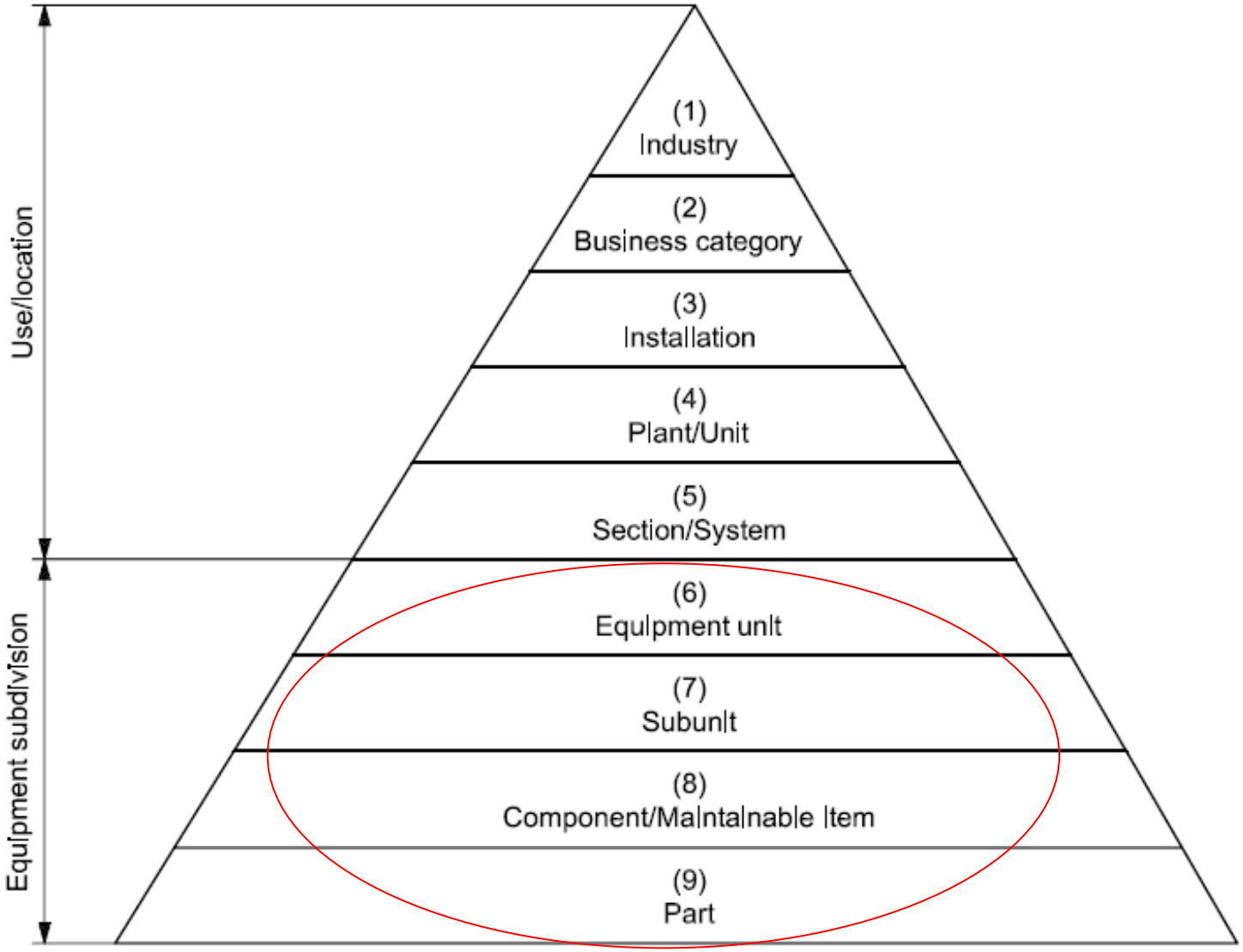
維修項目(MI) vs 失效模式(FM)	AIR	BRD	ELP	ELU	ERO	FTS	HIO	INL	LOO
致動裝置(Actuating Device)	0.41				0.04				
軸承(Bearing)			0.04	0.06		0.04			
線材和連接盒(Cabling & Junction Boxes)	0.56								
外殼(Casing)		0.37	0.47	0.25					0.04
單向閥(Check Valves)			0.04						
控制單元(Control Unit)	0.95				0.25	0.21			0.04
冷凝器(Coolers)				0.29					
冷卻/加熱系統(Cooling/Heating System)	0.04			0.25					
驅動軸聯結器(Coupling to Driven unit)	0.04			0.12					
驅動聯結器(Coupling to Driver)	0.04			0.04		0.12			

四、 FMEA及FMECA說明

幫浦之FM(失效模式)

AIR	儀錶讀值異常	Abnormal Instrument Reading
BRD	損壞	Breakdown
ELU	外部洩漏--公用物質	External Leakage-- Utility Medium
ERO	輸出不規律	Erratic Output
FTS	啟動失敗	Fail to Start on Demand
INL	內部洩漏	Internal Leakage
LOO	輸出過低	Low Output
NOI	雜訊	Noise
OTH	其它	Other
OHE	過熱	Overheating
PDE	參數偏差	Parameter Deviation
SER	輕微運轉問題	Minor in-Sevice Problems
STD	結構上的缺陷	Structural Deficiency
UNK	未知	Unknown
UST	假性停止	Spurious Stop
VIB	震動	Vibration

四、 FMEA及FMECA說明—維修資料架構(ISO 14224)



四、 FMEA及FMECA說明—維修資料架構(ISO 14224)

- 轉動設備的歸屬（獨立設備－第六層）
  - 泵（若係在套裝設備中，則歸屬套裝設備）
  - 壓縮機
  - 氣體透平機
  - 冷凍機
  - 冷卻水塔
  - 風車
  - 鼓風機
  - 攪拌機
  - 膨脹機
  - 引擎（柴油發電機）
  - 吹灰機
  - 蒸汽透平機
  - 變速機

四、 FMEA及FMECA說明—維修資料架構(ISO 14224)

固定設備的歸屬（獨立設備－第六層）

- 加熱爐（鍋爐）
- 熱交換器（若係在套裝設備中，歸屬套裝設備）
- 壓力容器
- 儲槽
- 旋風分離器
- 過濾器
  - 若係套裝設備中之過濾器用於過濾潤滑油等，歸屬套裝設備
- 起重機(吊車)
- 燃燒塔
- 卸料臂
- 管線
- 捲揚機

四、 FMEA及FMECA說明—維修資料架構(ISO 14224)

- 電氣設備的歸屬（下列設備皆設定為一獨立設備－第六層）
  - 馬達
    - 若無TAG NO，依據被驅動之設備TAG NO加 M
      ➔Ex: P-1001A➔ PM-1001A
    - 若係在套裝設備中，歸屬套裝設備
    - 現場啟動開關、電力電纜及控制線路歸屬馬達界限範圍
  - 發電機
  - 匯流排
  - 變壓器
  - 高壓開關盤（含Tie盤）
  - 低壓開關盤（含Tie盤）
  - 電容電抗器
  - 不斷電系統

四、 FMEA及FMECA說明——維修資料架構(OREDA)

(1)CA表無法說明組件故障之保護措施(工程面或管理面)

(2) 設備➔設備次單元➔組件➔維修元件

組件有20個以上之維修元件(MI, Maintenance Items)

15個以上之失效模式(FM, Failure Modes)

失效描述(FD, Failure Description)，

➔較不適合半導體廠務設備

註：失效描述，類似失效原因

(3)OREDA之FM之分類有重複之嫌

(4) MI對應至FM，分析過於複雜，且FM之分類有重複

➔以Pump之FM說明

(5)就製程危害觀點，以FMEA足以

(6)FMECA可作為關鍵性設備之維修保養重點及週期調整依據

(7)目前產業之維修系統建立，無法實施有效CA

四、FMEA及FMECA說明-實例(PU泡棉製造業)

1.節點(編號及名稱)			參數偏離之原因與結果(失效模式、原因與影響)				3.現有防護設施	4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
系統	節點(模組或元件)	節點範圍(元件功能)	製程參數偏離(失效模式)	失效原因	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制或管理控制或個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級		嚴重性	可能性	風險等級
製程區			溫度過高	人為操作之原料(或催化劑)錯誤	火災	人員傷亡		S3	P3	4	落實原物料之標示管理及操作時之物料確認動作	S3	P2	3
製程區			溫度過高	人為操作之原料比例錯誤	火災	人員傷亡		S3	P3	4	人為倒料改為自動配送比例	S3	P2	3
	攪拌機		失效	馬達故障、電源失效		影響製程								
儲存區(成品或廢料)			電氣短路	老鼠咬破電線	火災	人員傷亡		S4	P3	5	(1)裝金屬套管，(2)停工時關斷總開關(3)滅火器容量加大	S4	P2	4

四、FMEA及FMECA說明-實例(PU泡棉製造業)

1.節點 (編號及名稱)			參數偏離之原因與結果 (失效模式、原因與影響)				3.現有防護設施	4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
系統	節點(模組或元件)	節點範圍(元件功能)	製程參數偏離(失效模式)	失效原因	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制或管理控制或個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級		嚴重性	可能性	風險等級
TDI儲存區(毒性化學物質)			溫度過高	外人進入此區動火	火災	人員傷亡		S4	P2	4	TDI儲存區設置門禁，禁止外人進入	S3	P1	2
TDI儲存區(毒性化學物質)			TDI濃度過高	貯存桶老化破裂	洩漏	人員有吸入性危害	貯存桶使用年限按規定	S3	P1	3				
TDI儲存區(毒性化學物質)			TDI濃度過高	貯存桶因地震從高處落下導致破裂	洩漏	人員有吸入性危害		S3	P1	3	貯存桶堆疊過高時應固定			
TDI儲存區(毒性化學物質)			錯誤的反應	儲存區因地勢過低淹水	火災	若儲存區溫度過高，TDI可能與水產生劇烈反應		S4	P2	4	TDI儲存區應設置於地勢較高處	S3	P1	2

五、FMEA與HazOp之差異—HazOp簡介

HazOP較完整表格

HazOp危害鑑別與風險評估　　填表日期：

填表人：

1.節點及描述			2原因與影響				3.現有防護設施			4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
節點	節點描述	溫度與壓力值	製程偏離	偏離原因(請從動力源管制、Fail Safe、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級		嚴重性	可能性	風險等級

五、FMEA與HazOp之差異—HazOp簡介

流　動	濃度	溫度	壓力	液位
相	黏度	反應	顏色	電力
組　成	體積	pH值	速度	分離
添加物	混合	汙染	頻率	時間

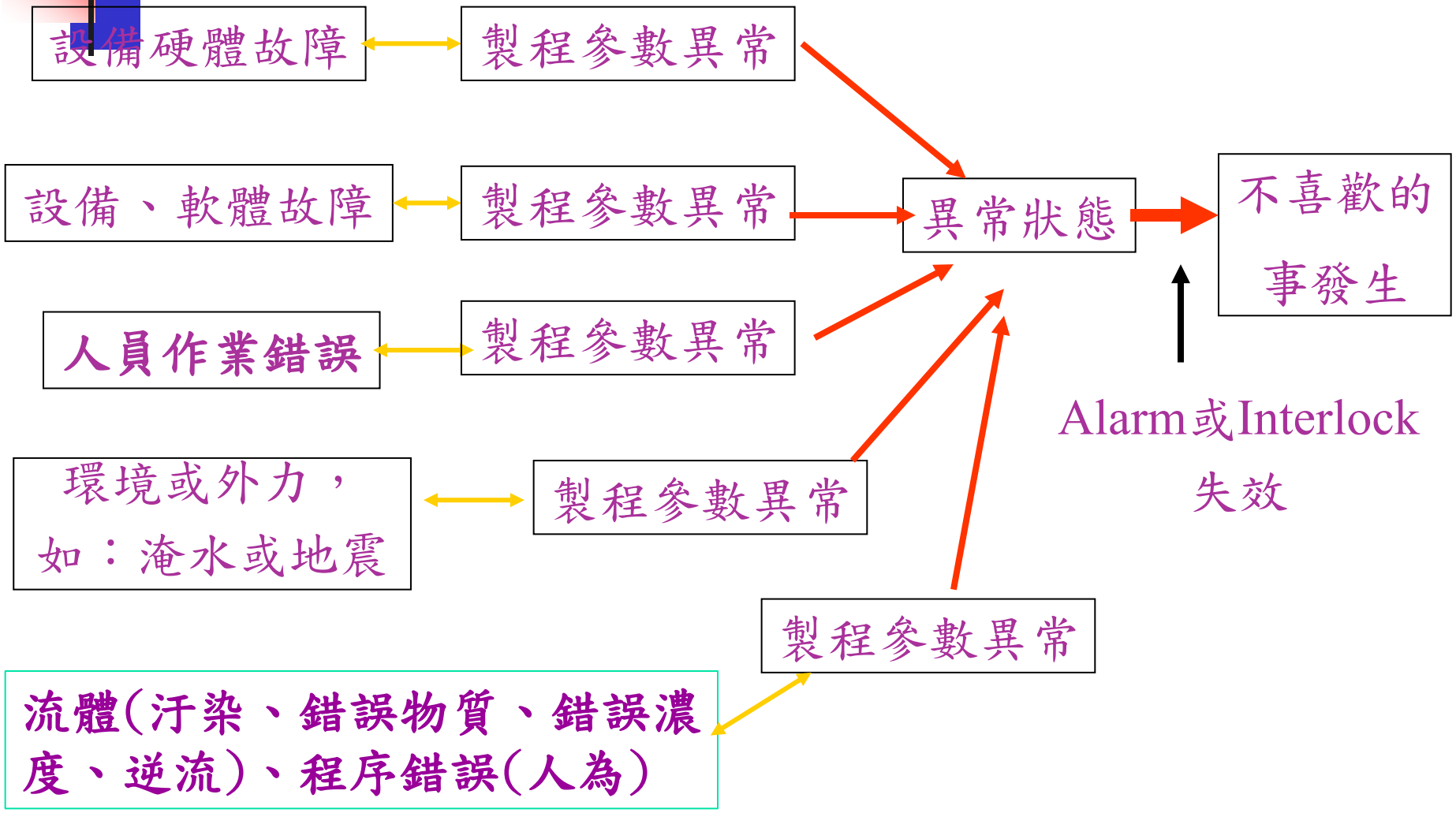
黃清賢，三民書局

電流可以當製程參數？
電壓、電阻？
程序？

五、FMEA與HazOp之差異—HazOp簡介

引導詞 / 變數	無 none	相反 reverse	較多 more of	較少 less of	部分 part of	多於 more than	除此之外，又 as well as	除……之外 other than
流量	無	逆流	高	低	濃度錯誤	汙染	汙染	物質錯誤
壓力	真空		高	低				
溫度			高	低				
混合	無混合		過度	不足		汙染	起泡沫	
液位	無		高	低				
反應	無反應	逆反應	高速率	低速率	反應不完全		副反應	反應錯誤
時間			太久	太短				時間錯誤
程序	無步驟	無步驟	太遲	太早	缺乏部分步驟		有多餘動作	措施錯誤

五、FMEA與HazOp之差異—HazOp簡介



五、FMEA與HazOp之差異—方法結合

FMECA修正表格(結合HazOp)

1.編號及名稱				2失效模式、原因與影響					3.現有防護設施			4.評估風險				5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險			
設備	設備單元	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式(英文代號)	失效模式(中文)	從八大因素方向思考	危害層級(本身：1，上層：2，最高層：3)	造成影響	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重度(S)	發生率(O)	難檢度(D)	RPN(S*O*D)		嚴重度(S)	發生率(O)	難檢度(D)	RPN(S*O*D)
熱交換器	外部組件	本體/外殼		ELP	外部洩漏--程序物質	老化、腐蝕	3	毒性物質及易燃，最重生災嚴發火爆炸	檢知器alarm，應該有遮斷進料，中和措施	NDT測厚		8	3	3	48					

五、FMEA與HazOp之差異—方法結合

以硬體角度分析

傳統上以硬體角度為出發點之FMEA方法，以彌補作業特性可能容易遺漏硬體的缺點，因為一個作業特性可能關連到諸多硬體，針對機台拆解每個系統之組件或元件，進而分析元件故障會功能不到位時所可能產生之危害及危害所對應之風險指標。

容易忽略分析：

(1)人為誤操作：例如閥誤關，此時硬體並無故障

(2)製程物：例如化學品、潤滑油，因其不屬硬體

➔請注意表格第二欄位：組件或元件名詞(製程異常或動作)

此處之FMEA結合了HazOp(危害與操作性研究)的優點

五、FMEA與HazOp之比較與結合—方法結合

HazOp之缺點

(1)主要針對操作階段(其他階段靠功力)
(2)較少針對保護系統硬體本身在分析風險
(3)當一個節點中有多個硬體時，容易遺漏分析
(4)針對人為操作，無法找到操作細節

FMEA缺點

(1)僅針對硬體分析，容易遺漏流體特性
(2)針對人為操作，無法找到操作細節
(3)較常針對操作、組裝及維修進行分析，容易遺漏操作前之設定

例：(1)管路➔流體特性，安裝特性
(2)感測器➔訊號線及設定值

六、不同產業之應用說明- 表格分析法

表格分析法之重要欄位

(1)時間序➔七大階段

(2)原因(最重要)➔八大原因(防災主要依據)

(3)影響結果➔工安(四大災害類別)

製程損失

環境汙染

設備損失

(4)風險等級

(5)現有防護措施、改善措施

➔簡易辨識、防災四道門極致災路徑

六、不同產業之應用說明—與其它方法

對於簡單機台，查核項目過多

對於複雜機台有盲點

(1)工作類型，無法同時考慮到多個硬體之危害

採用ISO12100從運送、組裝、設定、操作、維修保養、故障查找，乃至於到設備之報廢拆卸等七大作業

例如:針對馬達之設定或調校，複雜機台可能有8台馬達功能各異

➔以FMEA補充分析硬體之不足

(2)附錄B無法找出每一操作動作之人為失誤，在ISO12100將設備使用訊息(使用說明書)列為重要資訊，只列重要事項但無實際做法

➔須以JSA找出人為操作之風險

六、不同產業之應用說明—依製程特性

- 批次製程 (半導體製程設備，例如Wet Bench)
  - 組裝廠、大部分電子廠、半導體與PCB廠之製程設備
  - 批次操作，手動作業較多、操作人員於設備旁
  - 操作時機，著重工安的被切割擦傷；被夾被捲、火災爆炸及製程停產
  - 因操作人員於設備旁，機台於組裝、操作前設定、操作運轉、維修保養及異常狀況排除，造成工安事件災害類型較多且機率較高。
  - 風險評估方法：ISO 12100與FMEA較常用(或HazOp、FTA或What-If)
  - 加入B類標準
  - 因人為操作作業較多，較需JSA(Job Safety Analysis，工作安全分析法)

醫院、飯店、賣場...？

六、不同產業之應用說明—依製程特性

- 連續製程工廠
  - 石化廠、鋼鐵廠、造紙廠、半導體廠務設備
  - 連續運轉，自動化程度高(物料進➔成品出)、操作人員於遠端或控制室監看(離設備較遠)
  - 操作時機，著重製程停產及工安火災爆炸
  - 維修保養及異常狀況處置時機，著重墜落、切割、夾捲及對製程之干擾
  - 風險評估方法：HazOp較常用(或FMEA、FTA或What-If)
  - 較少考慮B類標準
  - 維修保養及異常狀況處置時機➔針對SOP以JSA分析

六、不同產業之應用說明—依製程特性

分析方向，討論：

- ✓ 針對組裝、操作前設定、操作運轉、維修保養、異常狀況處置須分析？
- ✓ 針對操作運轉，增加分析流體(化學品供應、純水、空氣...)以HazOp精神分析，從溫度、壓力、流量、錯誤物質...角度分析？
- ✓ 以八大原因思考思考造成失效之原因
- ✓ 功能失效➔馬上想到五大原因：硬體老化、控制系統或軟體失效、人為關斷、電源失效、外力環境
- ✓ 針對半導體業須增加Semi標準(SEMI S2、S8、S10...等安全基準)及B類標準？
- ✓ 針對操作前設定之展開？如次頁

六、不同產業之應用說明-依製程特性

	僅由原廠設定	輸入值有防呆設計	有兩種層級以上之不同設定權限	以讀卡方式進行	操作人員可任意輸入	其它方式
壓力值1						
壓力值2						
溫度值1						
溫度值2						
……						

與安全有關之參數：

壓力、溫度、流量、液位、電流...之設定值

(濃度、PH值與製程品質較相關)，例如加熱溫度、

七、工作安全分析說明

或作業安全分析法 (Job Safety Analysis, JSA)

目的：降低人為操作所造成之風險與危害

➔舉凡有動作順序之作業

➔針對每一動作分析可能跳過、部份完成及反向動作來挑戰SOP

主體是人，客體是環境、機械

(1)SOP僅面對機台

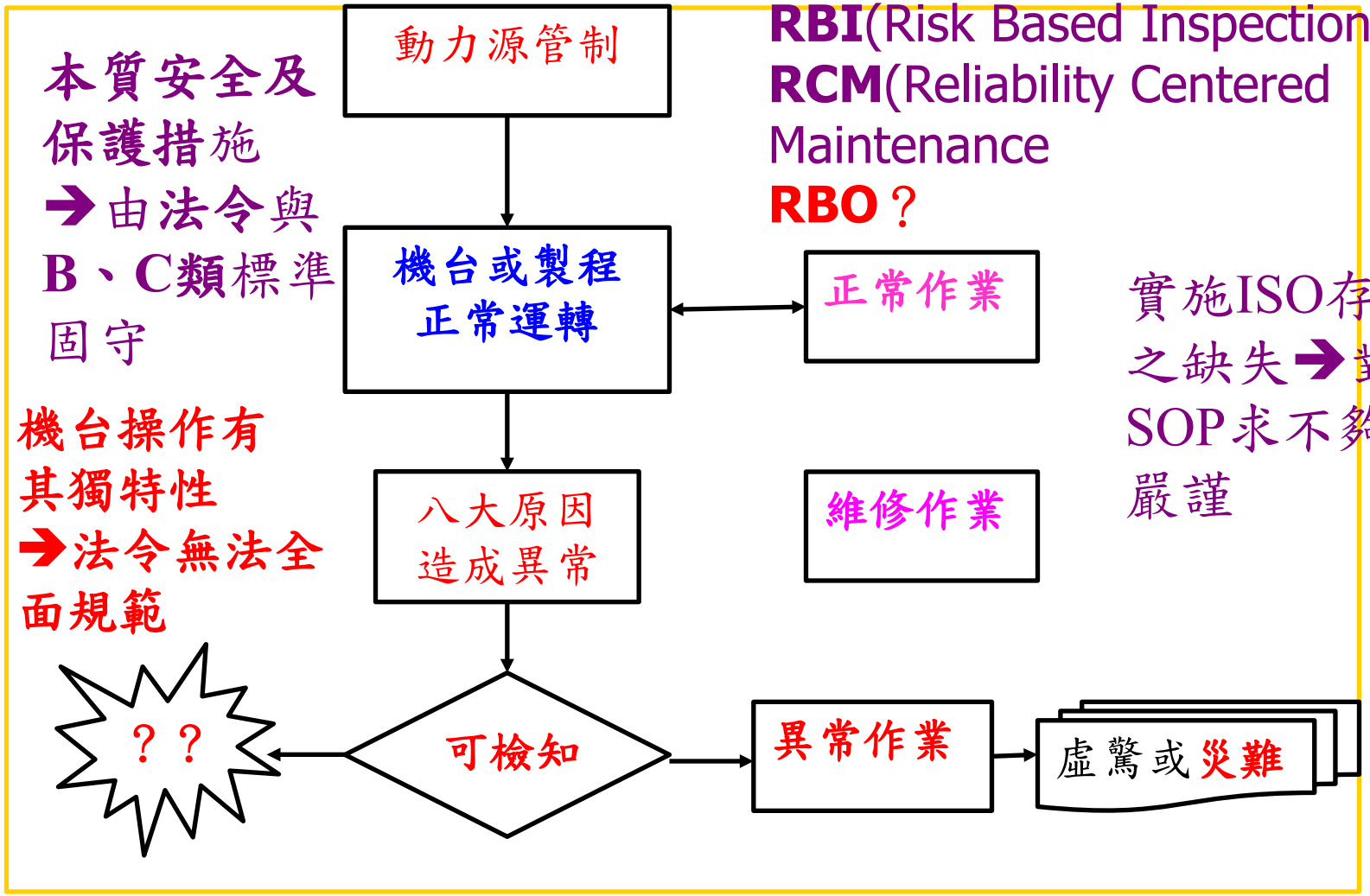
(2)兩人以上作業，SOP面對機台及人員

(3)SOP尚須面對環境

(4)SOP同時面對機台、外在環境及其他人，最為複雜

七、工作安全分析說明

使用訊息⬅➡預防、矯正及保護措施



八、SOP製作—ISO驗證存在之缺失

ISO驗證(尤其是ISO45001)在SOP處理，存在之缺失

(1)輔導單位，並未要求被驗證單位(業主)，針對重要SOP至現場演練一次

(2)驗證單位，並未要求被驗證單位(業主)，重要SOP需透過JSA分析，找出潛在危害

八、SOP製作—常見之缺失

常見之缺失

(1)一個步驟不能包含多個動作，失去分析意義

(2)SOP須經過現場驗證

(3)由委外單位執行，業主未詳細確認執行步驟與風險

(4)以錄影方式，初步製作及修正

(5)SOP步驟未與JSA步驟完全對應

(6)將SOP重要步驟以紅色標式

(說明：以JSA挑戰SOP，表格必須有風險等級)

八、SOP製作——作業特性、注意事項及程序

(一)作業特性

(1) 操作時，人可能面對電源、機台、儀表、人機介面、其他人員、環境 …….. 之四大類別之危害辨識(最大風險：化學類)。

(2) 動力源管制、正常作業、異常作業、維修作業

(3) 目視、需借助儀器量測、人員需證照

(二) 注意事項

(1) 個人需穿戴之PPE、安全帽、絕緣手套須置於表格上方 (因面對電源、機台、環境 …等因素)

(2) 動力源管制特別拉出分析；正常作業注意檢知、異常與維修作業注意保護措施是否移除

(3) 需借助儀器量測、人員需證照須置於表格上方

(4) 環境因素是否影響作業？

八、 SOP製作——作業特性、注意事項及程序

(三)審視工廠之SOP

(1)正常作業、異常作業、維修作業

(2)以關鍵作業優先分析，尤其是異常作業

(3)關鍵作業是否有SOP

(4)每一步驟僅為一個動作(最多含兩個)

(5)列出注意事項於表上方

(6)SOP可為熟悉工廠操作者，按步驟完成工作

(四)決定SOP表格

九、JSA 實施流程—不同表格之特性

SOP➔JSA分析➔工作安全檢查表

(1)SOP：操作時按SOP步驟操作

(2)JSA：分析SOP步驟之風險，以修正表格及標示重要步驟 (其它細項如後敘明)

(3)工作安全檢查表：將表格增加執行步驟之確認動作

注意：JSA分析表與工作安全檢查表

九、JSA實施流程—業界常用簡表

步驟序號	工作步驟	步驟之潛在危險	採取之安全措施

上表之缺失？

(1)缺風險等級欄位

(2)缺動作不確實欄位

九、JSA實施流程—業界常用分析表格

將SOP步驟列入JSA之工作步驟中，進行填表分析

工作步驟	工作方法	使用工具儀器	人員資格	不安全因素	防護措施	事故處理	照片佐證

上表之缺失？

(1)缺風險等級欄位

(2)缺動作不確實欄位

九、JSA實施流程— 完整表格

1.編號及名稱			2動作不確實及基本資料					3.現有防護設施			4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
步驟序號	操作動作	說明	動作不確實（跳過、部分完成、反向動作、或外在干绕）	工具及儀器	人員資格	其它欄位…	可能造成影響之情境描述	工程控制（含偵測或連鎖或防呆）	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級		嚴重性	可能性	風險等級
1			1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作 4. 外在干擾														
2			1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作 4. 外在干擾														

九、JSA實施流程—工作安全檢查表

工作安全檢查表(範例)

承攬公司：○○○○　　作業名稱：○○○○○○○○　　日期：○○○○○○○○

作業流程		危害型態	檢查項目	確認動作	
				Y/N	簽認
1.系統式施工架搭架作業(架料傳遞及吊運)	A.將架料搬至第四層(含)以下搭架地點(架料傳遞) 1.第一層搭架:人員直接將架料搬至施工地點組裝。 2.第二層搭架:地面上人員將架料傳給第二層人員進行第二層搭架。 3.第三層搭架:地面上人員將架料傳給第二層人員再接駁給第三層人員進行第三層搭架。 4.第四層搭架: 地面人員將架料依序逐層傳給第二、三、四層人員再由第四層人員進行第四層搭架。	墜落/滾落	A1.搭架人員使用捲揚式防墜器，需勾掛於降落傘式安全帶背部D扣環上，緩衝包與捲揚式防墜器兩者不可串接使用。		
		跌倒	A1.施工架板料堆放現場，須規劃集中區整齊放置，並以標示牌告示。		
		物體飛落	A1.同一動線只允許一件架料進行層間上下傳遞。 A2.層間架料應採取單件傳遞，以避免發生未握緊滑脫掉落情形。		
		被切/割/擦傷	A1.人員須配戴棉紗手套以避免遭割傷。		
	B.將架料搬至第五層(含)以上搭架地點(架料吊運)	衝撞	A1.吊車操作人員須有合格證照。 B1.風速大於10M/S不可進行吊掛作業，另架料吊掛應以牽引繩控制方向，以免吊運過程中碰觸設備，且操作中人員不可曝露於吊掛物正下方。		
2.	–	–	–		

截錄自：台塑網科技股份有限公司網站

九、JSA實施流程—異常操作SOP之JSA分析

1.編號及名稱			2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施	
步驟序號	操作動作	說明	**動作不確實（跳過、部分完成、或反向動作）**	可能造成影響之情境描述	工程控制（含偵測或連鎖）	管理控制
異常操作SOP						
1	**直接按下緊急停止按鍵(或斷電)**	重大危害之告警	1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	2 部分完成，意外啟動機台之風險 3. 無	復歸後無法自動啟動，須再按啟動鍵	
2	**操作人員掛簽(或上鎖)**		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1,2 操作人員若進入內部，如後續有人啟動，可能造成機台內部人員傷亡	維修人員操作面板，顯示機台維修中，需密碼(或插入Key)始能解除相當於上鎖	**專人始能啟動**
3	**圍上警示線或建立立牌**		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1, 2 操作人員若進入內部，如後續有人啟動，可能造成機台內部人員傷亡 3. 無此情境		
4	通知維修人員		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 跳過，無法進行下一步 3.反向動作，.無此情境		
5	**原廠維修員確認故障區掛簽(或上鎖)**		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1,2 如後續有人啟動，而原位於機台內部，可能造成人員傷亡		維修人員操作面板，顯示機台維修中(相當於掛簽上鎖功能)
6	維修人員進入		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 跳過，無法進行下一步 3.反向動作，.無此情境		

九、JSA實施流程—異常操作SOP之JSA分析

1.編號及名稱			2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施	
序號	操作動作	說明	動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制	管理控制
7	進行故障排除		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1,跳過，機台無法運轉影響製程 2部分完成，人員有墜落或感電或被夾危害(須進一步評估相關之SOP) 3.反向動作，.無此情境	機台上方有欄杆	(1)高空作業繫安全帶 (2)評估不同故障狀況之SOP
8	維修人員解鎖		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 跳過，無法進行下一步 3.反向動作，.無此情境		
9	確實檢查故障排除處，是否留有螺絲、焊條、和工具等。		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 造成機台部分組件損壞無安全疑慮？？ 3.反向動作，.無此情境		
10	確認機台周圍或機台內部，並無人員		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 造成人員傷亡？？ 3.反向動作，.無此情境		
11	操作人員解鎖		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	1., 2. 跳過，無法進行下一步 3.反向動作，.無此情境		
12	進行復歸後啟動		1.跳過 2.部分完成 3.反向動作	按復歸啟動之SOP		規定專人始可啟動

九、 JSA實施流程-連續製程備台維修SOP之JSA

序號	操作動作	動作不確實	可能造成影響	工程面	管理面	風險等級
1-1	中控人員開設備異常需求單	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2：可能造成無法掌控設備狀態，操控失誤，造成傷亡 3：無此情境			4
1-2	緊急狀況先打電話再開異常需求單	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1，2：未開異常單，不知設備維修中，後續切換閥，可能造成火災爆炸 3：無此情境		維修人員未見開單則不處理	4
2	維修人員至現場查看設備異常狀況	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2：無法進行下一步 3：無此情境			3
3	維修人員通知中控人員需進行設備維修	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2：不該停而停，可能製程失控 3：無此情境			3
4	維修人員將異常需求單，轉為維修單	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1，2：不知設備維修中，後續切換閥，可能造成火災爆炸 3：無此情境	中控制DCS螢幕有維修掛簽標示	維修人員未見異常單則不處理	4
5	中控人員確認可停機	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2：不該停而停，可能製程失控 3：無此情境		確認可否維修之SOP	3

九、 JSA實施流程-連續製程備台維修SOP之JSA

序號	操作動作	動作不確實	可能造成影響	工程面	管理面	風險等級
6	進行備台置換運轉		令以備台置換SOP因應			
7	中控室人員標示維修設備(白板或紙本記錄)	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1, 2：可能造成無法掌控設備狀態，操控失誤，造成傷亡 3：無此情境	中控制DCS螢幕有維修掛簽標示		4
8	維修人員進行斷電	1. 跳過 2. 部分完成	1, 2：維修未斷電，造成傷亡 3：無此情境			3
9	維修人員進行電源掛簽或上鎖	1. 跳過 2. 部分完成	1, 2：避免不正常開啟造成傷亡 3：無此情境			3
10	拆法蘭	1. 跳過 2. 部分完成	1, 2：無法進行下一步 3：無此情境			3
11	加盲板用工具上鎖	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1, 2：盲板未鎖緊，切換閥會造成洩漏及火災爆炸 3：無此情境			4
12	進行維修作業	1. 跳過 2. 部分完成	略		訂定不同維修作業之SOP	
13	後續切換閥或啟動		切換閥或啟動SOP			

機台啟動➔避免遠端進行

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

案例：泡沫紅茶之製作

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險			與安全議題之對應
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級	
1	20公升水煮開(每秒5顆0.5cm泡泡)	**20公升：數字 煮開：狀態 水：物質(此處為飲料店故不考慮錯誤物質，例如變酒精)**	**1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作**	1：跳過，機率過低，除非精神狀態有問題，不考慮 2-1：部分完成，數字過低水量不足**影響品質** 2-2：部分完成，狀態不完全 3：無此情境	**2-1：容器須加刻度； 2-1：新增步驟a 2-2：加溫度計**			S2	P2	3	**改變設計**
步驟a (新增)	**確認刻度在20公升**	**20公升：數字**	**1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作**	1,2：跳過過或部分完成，**影響品質** 3：無此情境				S3	P1	2	**重複步驟**
步驟b (新增)	**確認茶葉種類**	**茶葉：物質**	**1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作**					S3	P2	3	**錯誤物質**

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險			與安全議題之對應
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級	
2	丟5兩茶葉	**5兩：數字** **茶葉：物質**	**1. 跳過** **2. 部分完成** **3. 反向動作**	1：跳過，未煮茶葉無危害 2-1：部分完成，數字過高或過低，**影響品質** **2-2：部分完成，放錯茶葉** 3：無此情境		**2-1事先已量測好5兩茶葉，避免臨時量測出錯** **2-2新增步驟b確認茶葉種類**		S2	P2	3	**提升步驟可靠度**
3	**#按定時器(已設定6分鐘)**	**按定時器：動作(簡單動作，故不考慮動作部分完成)** **6分鐘：時間**	**1. 跳過** **2. 部分完成** **3. 反向動作**	1：跳過，**嚴重影響品質** 2：部分完成，時間過多或過少**影響品質** 3：無此情境		**2：定時器事先設定6分鐘**		S4	P2	4	**提升步驟可靠度**

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

- 狀況1：大樓電梯(管理員上下班制)
  - 電梯故障，停於樓層中間
  - 受困人員由電梯內的電話call out管理室
  - 管理人員叫修
  - 電梯維修人員到達
  - 安全脫困
- 狀況2：家用電梯
  - 待討論

(1)簡易辨識：

第二道：通知人員搶救的管道需暢通

(2)系統分析

建議：

(i)電梯內可撥號、或撥室內或撥維修公司(貼示重要電話

(ii)定維修到場時間合約、人員須有證照

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

”部分完成” 整理為為以下8種狀況：

(1)有人員，會涉及是否需證照或教育訓練合格人員；

(2)有工具，則可能使用錯誤工具衍生危害；

(3)有數字，則可能有過高或過低衍生危害；

(4)涉及到物質，則可能使用物質錯誤衍生危害；

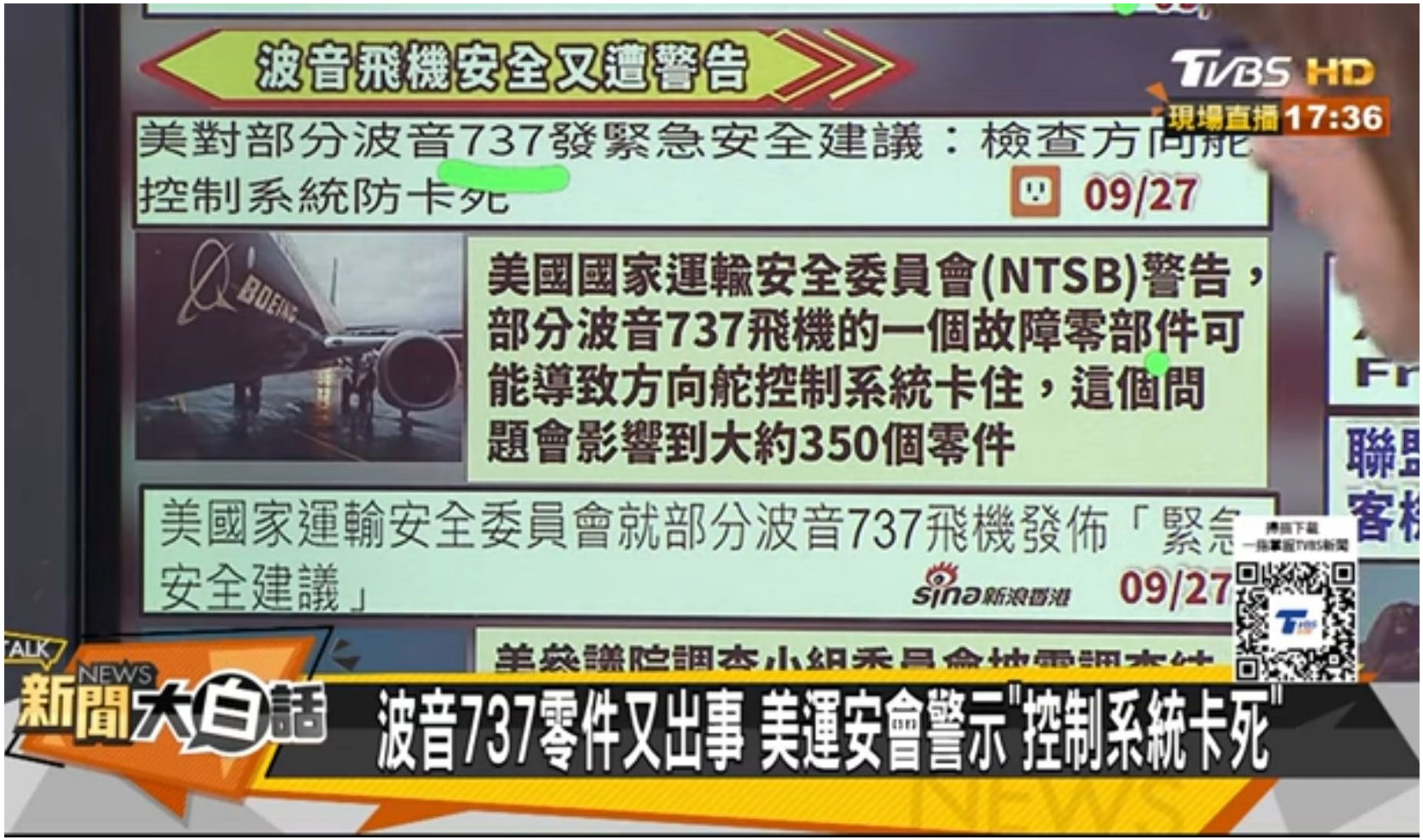
(5)涉及到狀態，則思考到狀態定義或狀態有無可能改變，例如水由液態變氣態；

(6)該步驟如為一個動作例如鎖螺絲，可能有過或不及衍生危害，可能透過工具讀值改善，例如：扭矩讀值；

(7)該步驟如涉及位置，則可能錯置位置衍生危害，例如：氣體感測器錯置位置；

(8)該步驟如涉及時間，則可能時間過長或過短衍生危害，克能透過定時改善...等。本段落所談及的內容也是本文分析重點。

九、JSA實施流程—案例


波音飛機安全又遭警告
TVBS HD
現場直播 17:36
美對部分波音737發緊急安全建議：檢查方向舵控制系統防卡死
09/27
美國國家運輸安全委員會(NTSB)警告，部分波音737飛機的一個故障零部件可能導致方向舵控制系統卡住，這個問題會影響到大約350個零件
美國家運輸安全委員會就部分波音737飛機發佈「緊急安全建議」
sina 新浪香港
09/27
NEWS 新聞大白話
波音737零件又出事 美運安會警示"控制系統卡死"

九、JSA實施流程—案例

飛機安全再遭警告中
TVBS HD
現場直播 17:37
波音一名機械師使用簡易工具測量零件之間的距離。這個工具由機械師私自製造、未獲授權、未經校準、無標記並且不在工具或倉庫清單上
波音罷工 耽誤客機交
09/27
波音罷工事件進入第1
TALK NEWS 新聞大白話
波音116頁調查報告出大事了 3.3萬員工連2周罷工

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險			與安全議題之對應
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級	
4	定時器聲響	聲響：數字	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1：跳過，定時器未響，嚴重影響品質 2：部分完成，聲響過小。影響品質 3：無此情境		1：備用電池更換 2：配合環境：廚房離店面過遠時聽不到聲響，須準備兩個定時器同時按，一個放身上，一個放廚房		S3	P2	3	維修保養備料配合實際情境
5	#撈茶葉	撈茶葉：動作，影響到撈茶葉時間	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1：跳過，未撈茶葉，嚴重影響品質 2：部分完成，撈茶葉時間過久，影響品質 3：無此情境		2：以茶包方式，瞬間即可撈起茶葉		S4	P2	4	提升步驟準確度

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

案例：槽車清運前之停車及資料確認SOP之JSA

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險		
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級
1	槽車引擎熄火	動作	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 容易誤啟動行駛或洩漏時遇過熱引擎，如洩漏將引發嚴重導致火災 3.無此情境				S3	P1	3
2	拉起手煞車	動作	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 容易誤啟動行駛，引發嚴重洩漏導致火災 3.無此情境				S4	P2	4
步驟a (新增)	確認拉起手煞車	確認重要動作	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 容易誤啟動行駛，引發嚴重洩漏導致火災 3.無此情境				S4	P2	3
3	鑰匙拔出保管妥當，司機離開駕駛室	動作	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 人員未於適當位置，增加意外風險 3.無此情境				S2	P1	2

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險		
步驟順序	**操作動作**	**步驟之特性說明**	**動作不確實**	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級
4	**車輛後輪之前後兩側須放置輪檔，輪檔固定**	**動作**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 上下坡處容易誤啟動行駛，引發嚴重洩漏導致火災 3.無此情境		**槽車及現場均有準備固定輪檔材料(列入重要物資)**		S4	P2	4
步驟b (新增)	**確認輪檔已固定**	**確認重要動作**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 上下坡處容易誤啟動行駛，引發嚴重洩漏導致火災 3.無此情境				S3	P2	3
5	確認清運公司等資料	**錯誤的公司**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 容易誤清運，如有不相容物質，嚴重導致火災 3.無此情境				S2	P1	2
6	告知清運罐槽體為非特定化學品使用之嚴重性	**運送過錯誤的化學品(不相容化學品)**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1.如有不相容物質，嚴重導致火災 2.部分完成，運送過其它不相容化學品 3.無此情境		合約載明：槽車須專車清運，違者罰款		S2	P2	2

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

1.編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3.現有防護設施			4.評估風險		
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級
7	填寫清運罐槽體為特定化學品使用之切結書	**運送過錯誤的化學品**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 降低發生不相容物質反應機率，嚴重導致火災 3.無此情境		合約載明：槽車須專車清運，違者罰款		S2	P2	3
8	**確認槽車欲運載之化學品及地點正確**	**錯誤物質 錯誤地點，導致輸送錯誤物質**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1, 防止誤清運，如有不相容物質，嚴重導致火災 2 防止誤清運，如有不相容物質，嚴重導致火災 3.無此情境	不同化學品有不同的接頭設計，無法銜接(針對清運地點錯誤)	針對錯誤物質，新增步驟c及步驟d		S4	P2	4
9	確認清運數量	**數量**	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 防止誤清運，數量錯誤，容易有溢流 3.無此情境				S2	P2	3

九、JSA實施流程—為何需要動作不確實欄位(動態JSA)

1. 編號及名稱		步驟之特性說明	2動作不確實造成之危害		3. 現有防護設施			4. 評估風險		
步驟順序	操作動作		動作不確實	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級
步驟c（新增）	檢查該槽車兩個月內清運紀錄(槽車業者事先列印清運紀錄)	槽車內可能有錯誤物質	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 如有不相容物質，嚴重導致火災 3. 無此情境		合約載明：列印兩個月內槽車清運三聯單供檢查		S3	P2	3
步驟d（新增）	進行槽車空罐體之殘留取樣作業，確認可執行清運作業	槽車內可能有錯誤物質	1. 跳過 2. 部分完成 3. 反向動作	1,2 如有不相容物質，嚴重導致火災 3. 無此情境		合約載明：進行槽車空罐體之殘留取樣作業，檢測到非特定化學品，違者即違約罰款或停止合作		S3	P2	3

九、JSA實施流程—分析內容說明

作業種類：局限空間人孔作業　　分類編號：＿＿＿＿＿＿＿＿
單位作業名稱：地下人孔工作　　訂定日期：＿＿年＿＿月＿＿日
作業方式：協同作業　　修定日期：＿＿年＿＿月＿＿日
使用器具工具：O_2可燃性氣體及有害氣體濃度偵測器、抽水機、電源線輪座、通風機、手電筒、PVC 膠布、PVC 管、警告標示牌、梯子、鋼索、驗電筆、撬棒等。　　修定次數：＿＿＿＿＿＿次
防護器具：安全鞋、安全帽、安全帶、安全母索、空氣呼吸器（備用）、手提式滅火器（備用）。

工作步驟	工作方法	不安全因素	安全措施	事故處理
1.作業前準備	1-1 準備所需之防護器具及工具。 1-2 確認作業人孔位置。 1-3 作業範圍設置警告標示。 1-4 作業人員事先教育訓練。			
2.打開人孔及測試	2-1 用撬棒打開人孔蓋（須兩人）。 2-2 測試孔內 O_2、可燃性及有害氣體濃度。 2-3 機械通風、換氣	2-1-1 有害氣體溢出。 2-1-2 手腳被夾傷、人員墜落。 2-2 可燃性氣體、缺氧、有害氣體。 2-3 吸入缺氧及有毒氣體。	2-1-1 人員禁煙並站在上風。 2-1-2 穿著安全護具及手套採適當位置及姿勢並繫掛安全帶。 2-2 在人孔外側測試，若需入孔應使用防護具（呼吸器及安全帶）。 2-3 吸氣口設置於適當安全位置。	2-1-1 人員中毒立刻急救送醫。 2-1-2 夾傷人員立刻急救治療。 2-2 同 2-1-1 及 2-1-2。
3 入孔作業	3-1 指派監視人員。 3-2 入孔人員繫妥安全帶或救生索。 3-3 置妥入孔用之梯子 3-4 清點進入人孔人數。 3-3 缺氧作業主管監督作業。 3-6 孔內置放連續偵測器及驗電。 3-7 持續機械通風、換氣	3-3 梯子滑動。 3-6 感電。 3-7 吸入缺氧及有毒氣體。	3-3 使用合格梯子並確實固定之。 3-6 穿著絕緣護具及接地。 3-7 吸氣口設置於適當安全位置。	3-3 人員墜落受傷立刻送醫急救。 3-6 感電者隔離電源急救送醫。

參考局限空間作業安全手冊(台北市勞動檢查處)

九、JSA實施流程— 用於防災之分析表格

風險評估—JSA用於SARS　修正及增加欄位

參考：黃正宇碩士論文(2018，南亞技術學院)

—防災四道門及與風險分析方法在救災體系之結合應用

表 3-6　SARS 於機場出入境出口之紅外線測體溫篩檢作業(疫情失控時)

救災狀況	SARS	作業地區	機場出入境出口					作業名稱	紅外線測體溫篩檢作業(疫情失控時)			
項次	工作步驟	動作不確實原因(跳過、部分完成或反向動作、週邊狀況)	後果	執行人員(是否需具公權力)	執行人員具證照或教育訓練	是否需有法源?(若有，法源為何?)	沒有損害當事者權益	沒有違背一般民眾之觀感	嚴重等級	發生機率	風險等級	改善建議(含需補充欄位或衍生SOP)
1	操作紅外線機台人員準備	1 跳過 2.部分完成 3.反向動作	操作失準，無法抓出體溫異常者，最嚴重引發病情失控	—	需有證照或教育訓練	—	—	—	S3	P3	4	
2	操作人員進行防護措施	1 跳過 2.部分完成 3.反向動作	引發個人感染	—	須接受防護訓練	—	—	—	S3	P2	3	
3	警察人員或授權可強制執行人員隔離	1 跳過 2.部分完成 3.反向動作	無法執行隔離作業，最嚴重引發病情失控	√	如非警察人員則須接受訓練	√	—	—	S3	P3	4	人數需求過多時，由軍人擔任，衍生"強制執行人員隔離教育訓練"之SOP
4	醫師人員準備	1 跳過 2.部分完成 3.反向動作	無人進行問診，無法掌握更正確之資料	—	須為合格醫師	—	—	—	S3	P3	4	須有人進行前述人員掌控，以防有人員或設備不到位
5	醫師人員進行防護措施	1 跳過 2.部分完成	引發個人感染	—	√	—	—	—	S3	P2	3	

九、JSA實施流程—分析內容說明

查核及調查水汗染現況 SOP 之 JSA 分析

救災狀況	SARS	作業地區		作業名稱	查核及調查水汗染現況SOP

項次	工作步驟	動作不確實原因(跳過、部分完成或反向動作、邊邊狀況)	後果	執行人員(是否需具公權力)	執行人員具證照或教育訓練	是否需有法源?(若有，法源為何?)	沒有損害當事者權益	沒有違背一般民眾之觀感	嚴重等級	發生機率	風險等級	改善建議(含需補充欄位或衍生SOP)
1	先於廠外巡視環境，查緝是否有繞流排放行為	1.跳過 2.部分完成 3.反向動作 4.其它干擾	4.淹水?遭人襲擊?		需填寫?			需填寫?				兩人作業? 求援管道?
新增步驟	**配戴證件**											
2	先行告知業者本次查核內容、目的，責請業者配合本公司執行相關廠內法令符合度檢核	1.跳過 2.部分完成 3.反向動作 4.其它干擾	2.告知之專業度? 資料準備? 4.遭人襲擊? 茶水下藥?	需要，證明文件?	需填寫?	需填寫?	需填寫?	需填寫?(若有狀況，見報)				勤前教育及法令熟悉度? 兩人作業? 求援管道?哨子? (報案App?) 拒喝茶水?

十、針對關鍵步驟之處理

(1)改變設計

(2)增加維修保養建議

(3)拆步驟、加步驟或重複重要步驟

(4)將重要步驟以紅色標式

(5)上下步驟間之動作防呆

(6)保護值設定如下表

(7)危害性較大時，優先考慮工程面之控制措施
(防災四道門)

(8)表格增加欄位

相同的作業在不同公司或不同地點情境會有所不同

➔細節的魔鬼，必須一步一步分析才能找到

十、針對關鍵步驟之處理

	僅由原廠設定	輸入值有防呆設計	有兩種層級以上之不同設定權限	以讀卡方式進行	操作人員可任意輸入	其它方式
壓力值1						
壓力值2						
溫度值1						
溫度值2						
…….						

壓力、溫度、流量、液位、電流之設定值
(濃度、PH值與製程品質較相關)

十一、設備風險評估報告及操作手冊內容

- 風險評估報告

基本資料

- 機台配置圖
- 機台操作說明
- 警報及連鎖系統說明
- 風險矩陣

使用方法

- ISO 12100分析表(必要)
- FMEA分析表(選擇)
- JSA分析表(選擇但建議，尤其異常狀況處置流程)

十一、設備風險評估報告及操作手冊內容

- 風險評估報告(續)

使用方法(續)

- What-If 分析表 (選擇，簡易機台或危害點明確)(略)
- FTA圖(針對高危害或可能火災爆炸設備)(略)
- HazOp(針對較多製程參數) (略)

分析結果

- 風險評估結果
- 風險估計較高者與降低風險之風險評價
- 風險估計較高者配合本質安全、保護措施即使用訊息之作為

十一、風險評估報告及操作手冊內容

操作手冊內容

- 機台使用限制(進用場合或材料、位置、電力品質、功能...等)
- 安全注意事項(含七大作業，尤其是操作中、異常、維修人員與工作之要求)
- 七大作業應載明之內容
  - 運送及報廢拆卸較易忽略
- 機台操作說明(含操作平台)
- 設備及元件規格清單
- 感測器及檢知器清單(功能、檢知需求、感測元件型號　、位置、工作範圍、警報值(高或低)、有無控制　、警告代碼或訊息)

十一、風險評估報告及操作手冊內容

操作手冊內容(續)

- 維修保養週期(開車前、日、週、月、季、半年、年...)
- 維修保養流程說明
  - 流程圖
  - SOP(重要步驟以紅色或粗寫體標示)
  - 查核表
- 正常操作流程說明(含操作前檢查)
- 異常操作流程說明
  - 重要Error Code處置流程
  - 八大原因方向思考

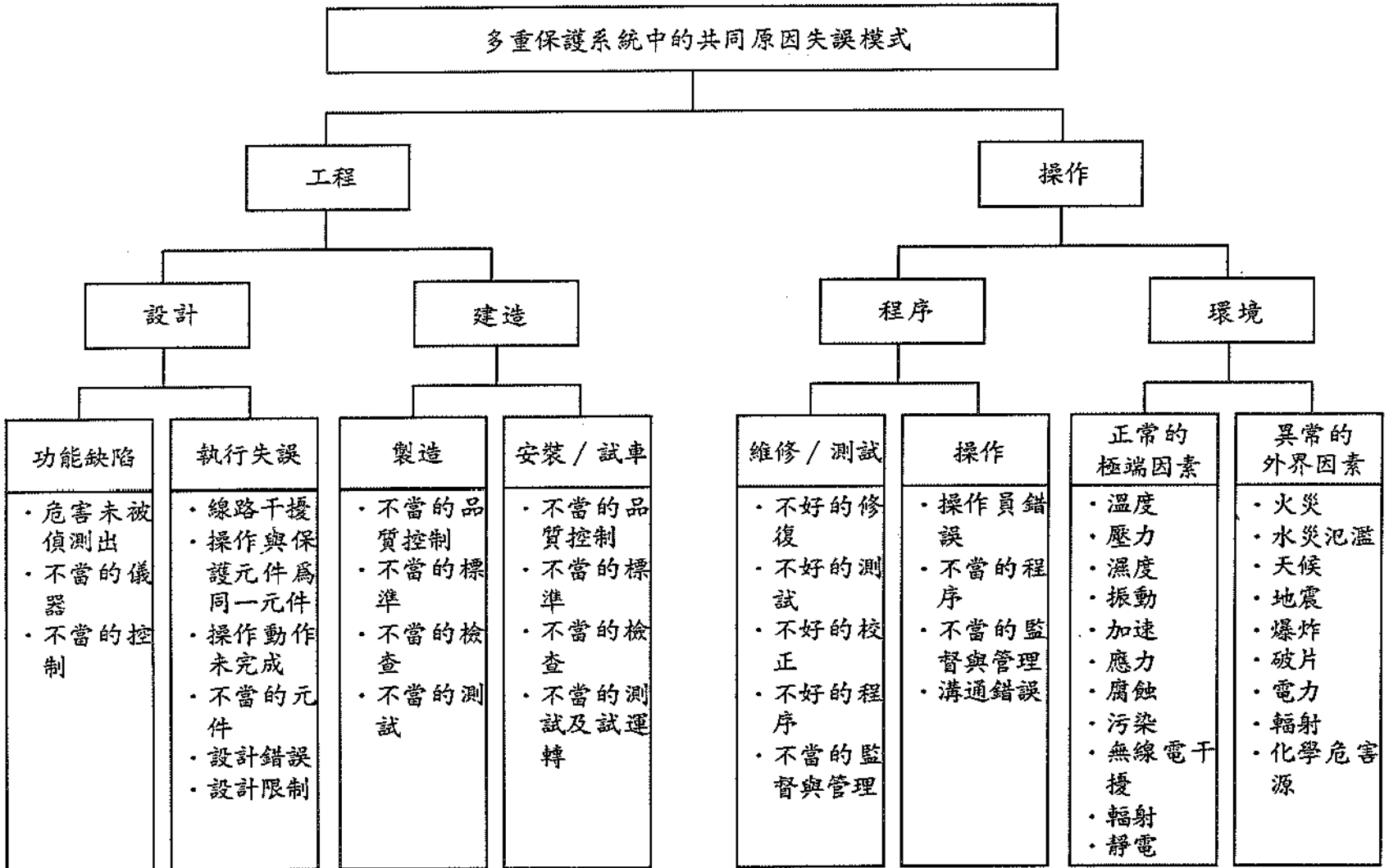
十一、風險評估報告及操作手冊內容

製造商(或使用商)容易忽略

- 多型機台使用同一操作手冊
- 客製化後，操作手冊未更改
- 組裝作業之安全
  - 保護措施未到位
- 組裝後之查核表內容
  - 落實硬體查核清單、鎖緊、標示、…
  - 客製化後之軟體功能查核
  - 保護系統之線路與功能查核

補充—共因失效

- ✓ 天然災害(地震、大淹水或海嘯、極地氣候...)➔以共因失效角度做全廠分析



補充：風險評估技術指引-(CNS45001常用表格)

表三 風險評估表（系統版）

公司名稱	部門	評估日期	評估人員	審核者		

1.作業編號及名稱		2.辨識危害及後果							3.現有防護設施			4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
		作業條件					危害類型	危害可能造成後果之情境描述	工程控制	管理控制	個人防護具	嚴重度	可能性	風險等級		嚴重度	可能性	風險等級
編號	作業名稱	作業週期	作業環境	機械/設備/工具	能源/化學物質	作業資格												

系統版與標準版主要差異在於增加作業條件及危害類型二欄位，並將現有防護設施予以分類填寫

補充：風險評估技術指引-((CNS45001常用表格)

表四　作業條件清查參考例

1.作業編號及名稱		2.辨識危害及後果				
		作業條件				
編號	作業名稱	作業週期	作業環境	機械/設備/工具	能源/化學物質	作業資格
A-01	塔槽清洗作業	1-2 次/月	1. 局限空間 2. 防爆區 3. 動火管制區 4. 高處作業	1. 通風設備 2. 手工具 3. 塔槽	1. 丙酮、甲苯等有機溶劑 2. 樹脂	1. 缺氧作業主管 2. 有機溶劑作業主管 3. 局限空間作業教育訓練
A-02	槽車卸料作業	3-4 次/星期	1. 防爆區 2. 動火管制區 3. 高處作業	1. 槽車 2. 泵浦 3. 卸料軟管輪檔	1.丙酮、甲苯等有機溶劑	1. 道路危險物品運送人員專業訓練 2. 危害物質入廠確認人員之教育訓練 3. 有機溶劑作業

補充：風險評估技術指引-((CNS45001常用表格)

表五 辨識危害與後果之參考例

1.作業編號及名稱		2. 辨識危害及後果						
編號	作業名稱	作業條件					危害類型	危害可能造成後果之情境描述
		作業週期	作業環境	機械/設備/工具	能源/化學物質	作業資格		
A-01	塔槽清洗作業	1-2 次/月	1. 局限空間 2. 防爆區 3. 動火管制區 4. 高處作業	1. 通風設備 2. 手工具 3. 塔槽	1. 丙酮、甲苯等有機溶劑 2. 樹脂	1. 缺氧作業主管 2. 有機溶劑作業主管 3. 局限空間作業教育訓練	與有害物等之接觸	槽內氧氣濃度不足，導致內部人員窒息
							與有害物等之接觸	危害性化學物質由相連之管線漏入槽內，導致人員吸入危害性氣體而中毒
							火災/爆炸	危害性化學物質由相連之管線漏入槽內，或槽內危害性物質未完全清除，且人員在清洗作業中引起明火而導致火災爆炸
							墜落	人員站立在橫跨於攪拌葉片之踏板上作業，因重心不穩而掉落於槽底
							被夾/被捲	因人員誤啟動開關。導致人員在清洗時，因攪拌機突然運轉而導致人員被捲入而受傷
							與有害物等之接觸	人員未配戴適當救援設備，即進入槽內救人，導致缺氧窒息或中毒

考量在正常作業情況可能產生的潛在危害

考量在異常情況可能產生的潛在危害

考量在緊急情況可能產生的潛在危害

補充：風險評估技術指引-((CNS45001常用表格)

表六　確認現有防護設施參考例

1.作業編號及名稱		2.辨識危害及後果			3.現有防護設施		
編號	作業名稱	作業條件	危害類型	危害可能造成後果之情境描述	工程控制	管理控制	個人防護具
A-01	塔槽清洗作業	（略）	與有害物等之接觸	槽內氧氣濃度不足，導致內部人員窒息	1. 通風設備	1. 標準作業程序及教育訓練 2. 工作許可管理規定，包含氧氣及危害性氣體濃度測定、指派外部監視人員、於作業場所入口顯而易見處所公告應注意之事項等 3. 個人防護具管理辦法 4. 進出人員管制及登錄 5. 置備緊急救援設備（空氣/氧氣呼吸器、捲揚式防墜器人員吊升三腳架、背負式全帶、救生索等）	1. 安全帶

預防槽內發生氧氣濃度不足之防護設施

可降低危害原因發生或後果嚴重度之防護設施

可降低後果嚴重度（人員窒息死亡）之防護設施

補充：風險評估技術指引-表格應修正欄位

1.作業編號及名稱			2.辨識危害及後果							
編號	作業名稱	操作工作內容	作業條件					危害類型	危害可能造成後果之情境描述	造成危害之原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)
			作業週期	作業環境	機械/設備/工具	能源/化學物質	作業資格			
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	人員取用時皮膚接觸傷害，造成人員受傷	人為操作--未戴手套
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	藥品洩漏且防爆櫃內濃度過高時人員取用時可能有吸入性之傷害	人為操作--上次使用藥品未鎖緊 硬體失效--抽風設備故障
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	藥品洩漏且防爆櫃內濃度過高時人員取用時可能有吸入性之傷害	人為操作--藥品未鎖緊 外力環境--台電停電
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	藥品隨著淹水洩漏至防爆櫃外，可能導致接觸性或吸入性傷害	外力環境--大淹水或漏水

補充：風險評估技術指引-表格應修正欄位

3.現有防護設施			4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施	6.控制後預估風險		
工程控制	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級		嚴重性	可能性	風險等級
緊急沖淋設備	教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、防護衣、濾毒罐呼吸防護具、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2
抽風設備故障時，需穿戴濾毒罐等個人防護具始可開啟防爆櫃	標準作業程序及教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、防護衣、濾毒罐呼吸防護具、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2
(1)抽風設備加裝UPS (2)抽風設備故障時，需穿戴濾毒罐等個人防護具始可開啟防爆櫃	標準作業程序及教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、防護衣、濾毒罐呼吸防護具、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2
此實驗室位於二樓且本大樓地處高處，故大淹水或漏水的可能性很小		護目鏡、耐酸鹼手套、防護衣、濾毒罐呼吸防護具、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2

補充：風險評估技術指引-表格應修正欄位

A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	藥品罐破裂洩漏至防爆櫃外，可能導致接觸性或吸入性傷害	天然災害--地震
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	汞、重鉻酸鉀、鉻酸鉀	內部教育訓練	與有害物等之接觸	藥品罐破裂洩漏至防爆櫃外，可能導致接觸性或吸入性傷害	天然災害--地震及淹水之複合性災害
A-01	儲存作業	毒性化學物質儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、玻璃容器、塑膠容器	易燃物質或可燃物質		火災	藥品洩漏且防爆櫃內濃度過高時遇火源有火災爆炸之虞，導致人員傷亡	人為操作--藥品未鎖緊 硬體失效--抽風設備故障或台電停電
A-02	儲存作業	有機溶劑儲存	整年	藥品室	防爆櫃、抽氣裝置、塑膠容器	甲醇、乙醇、丙酮等	內部教育訓練	與有害物等之接觸	與有害物等之接觸，造成人員受傷	人為操作失誤
A-03	儲存作業	有機溶劑儲存	整年	藥品室	耐酸鹼抽氣櫃、玻璃容器	玻璃容器、塑膠容器	內部教育訓練	與有害物等之接觸	人員皮膚接觸傷害	人為操作失誤
A-04	儲存作業	酸液儲存	整年	藥品室	耐酸鹼抽氣櫃	鹽酸、硫酸、硝酸、磷酸等	內部教育訓練	與有害物等之接觸	人員皮膚接觸傷害	人為操作失誤
A-05	儲存作業	固體化學物質儲存	整年	藥品室	耐酸鹼抽氣櫃、塑膠容器	氫氧化鈉、氯化鈉、澱粉	內部教育訓練	被刺、割擦傷	玻璃容器破裂、手部割傷	人為操作失誤
A-06	儲存作業	固體化學物質儲存	整年	藥品室	耐酸鹼抽氣櫃、玻璃容器	碘	內部教育訓練	與有害物等之接觸	人員皮膚接觸傷害	人為操作失誤

補充：風險評估技術指引-表格應修正欄位

(1)此實驗室位於二樓故大淹水或漏水的可能性很小 (2)藥品置於承接盤上，使無外溢之危險			S2	P2	3		S2	P1	2
(1)25% LEL(或25% LFL)警報 (2)火災偵測器UV或TD其中一個啟動至CO2滅火器啟動路徑需定期測試或並聯加裝CO2滅火器各一 (3)抽風設備加裝UPS	列入年度緊急應變演練科目定SOP及教育訓練		S2	P2	3		S2	P1	2
局部排氣裝置、緊急沖淋設備	教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、安全鞋	S1	P1	1				0
局部排氣裝置、緊急沖淋設備、抽氣裝置	教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2
局部排氣裝置、緊急沖淋設備	教育訓練	護目鏡、耐酸鹼手套、安全鞋	S2	P2	3		S2	P1	2
急救箱、緊急沖淋設備	教育訓練	乳膠手套	S2	P2	3		S2	P1	2
局部排氣裝置、緊急沖淋設備	教育訓練	耐酸鹼手套	S2	P2	3		S2	P1	2

補充：JSA&風險評估技術指引—表格之差異性

JSA

針對單一作業之分析每一細部動作之風險

風險評估技術指引

針對廠區區域，分析每一個作業之風險

可以分析每一細部作業之風險？？

(作業名稱改為操作前設定、操作、維修及異常作業四個)

靜態JSA

動態JSA

補充：JSA&風險評估技術指引—表格之差異性

職業安全衛生管理系統
ISO 45001
CNS 45001

(1)風險評估表施作　風險評估技術指引
　　系統表➔加“原因”欄位 (八大原因方向思考)
(2)以製程特性優先、大型機台優先
(3)程序書、作業標準書➔以操作為主
　教育訓練、SOP、表單、稽核
　正常作業、異常作業、維修作業之SOP

報告完畢!!　敬請指教！！