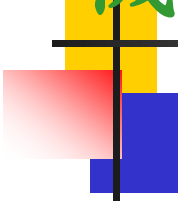


機械設備風險評估基礎教育訓練(一)

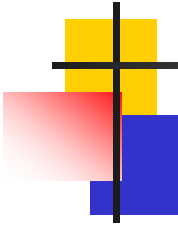


114年度「產業智慧化本質安全提升計畫」 機械設備風險評估基礎訓練課程(一)

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(南亞技術學院)

E-mail：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)

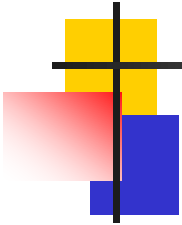
工研院 工安衛中心/環安中心工程師(87/7~91/8)

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)

第一天 大綱



O、防災這件事

一、起源、證照、法令與標準

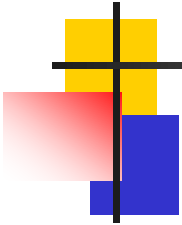
二、表格分析法共通性說明

三、表格分析法之風險查找架構

四、CNS15347 (ISO 12100)說明

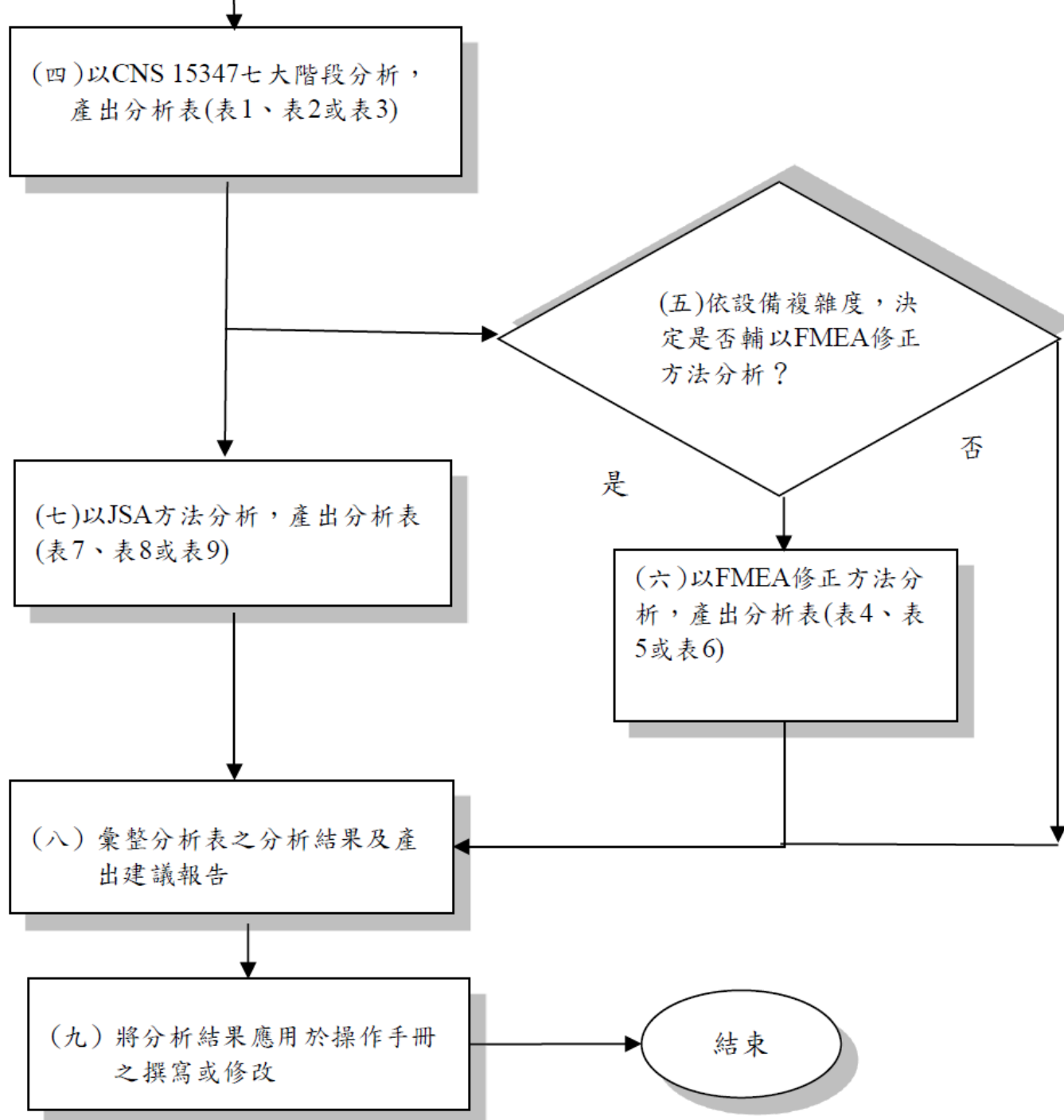
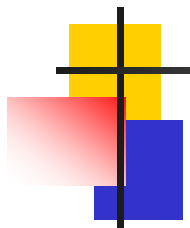
五、使用訊息

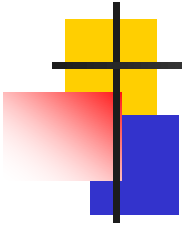
六、不同產業之應用說明



第二天 大綱

- 一、風險評估之 FMEA 與 HazOp 說明
- 二、不同產業在 FMEA 與 HazOp 之結合應用
- 三、工廠 SOP 規劃說明(常見缺失、作業特性、注意事項及程序)
- 四、JSA 實施流程及關鍵步驟說明
- 五、設備風險評估報告及操作手冊內容





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

➔均須要JSA (人為操作在法令上無法涵蓋)

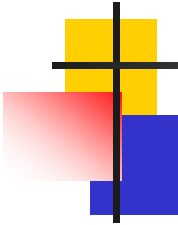
ISO 12100 (CNS 15347) 風險評估表

1.編號及名稱			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				
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	嚴重性 (S1, S2)	暴露程度及頻率 (F1, F2)	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)	暴露程度及頻率 (F1, F2)	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)
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	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2
		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	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2
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				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2

說明：ISO 12100 (CNS 15347) 並無規定之風險評估表格式

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			

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				
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 程度 及頻 率 (F1, F2)	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 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	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)
		安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2
		安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2
			S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2



0、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

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

0、防災這件事——防災四道門

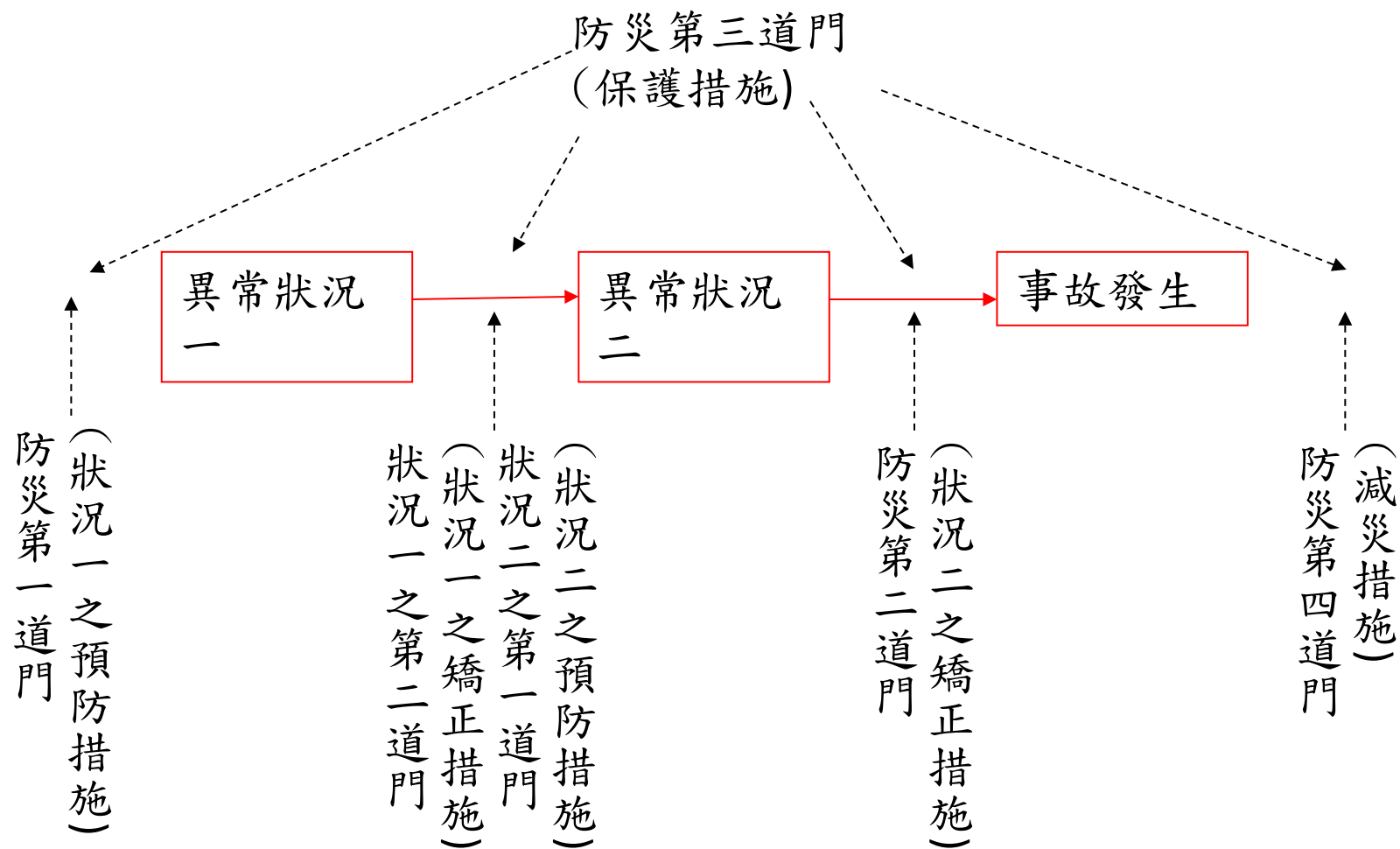
提出改善建議——配合防災四道門

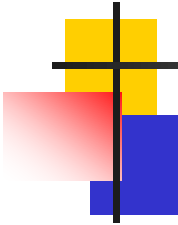
	工程面(硬體或軟體)	管理面(制度面及人員操作面)
A. 預防措施 (異常發生前)	(一)本質安全—硬體 (二)本質安全—軟體 (三)Fail Safe 之設計理念	(一)正常操作及作業之 SOP (二)落實人員訓練 ——系統軟、硬體及化學危害之認識 ——正常操作之作業流程 (三)稽核或現場 CCTV 之監視與錄影
B. 矯正措施 (異常發生後)	(一)警報系統 (二)連鎖關斷系統	(一)警報排除及維修作業之 SOP (二)落實人員訓練 (三)稽核
C. 保護措施	(一)個人防護裝備	(一)落實人員裝戴訓練及考核
D. 消滅措施	(一)消防 (二)除毒 (三)卸爆口	(一)緊急應變 SOP (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





O、防災這件事—致災路徑

案例：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：

物質+空氣→火災(矽甲烷...自燃性物質)

洩漏→爆炸下限→火災或化學性爆炸

封閉空間→瞬間加熱液體→物理性爆炸

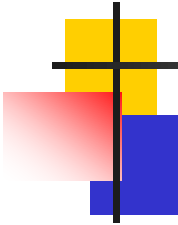
加壓高溫液體(超過常壓沸點)→洩漏→火災或物理性爆炸

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

ISO/IEC Guide 51

ISO: 機械領域

ISO 12100 機械安全-設計通則
ISO 14121 風險評估原則
SEMI S2 半導體製造設備的安全衛生及環保標準
SEMI S10 風險評估及風險估算過程的安全標準

ISO 14118 防突然起動標準
ISO 14119 連鎖標準
ISO 14120 防護裝置
ISO 14122 階梯類的標準)
ISO 13849-1 安全相關零件
ISO 13849-2 驗證
ISO 13850 緊急停止
ISO 13854 最小安全間隙
ISO 13857 上下肢的安全距離
ISO 14123-1 有害物質

工業用機器人 ISO 10218-1
車床 ISO 23125
射出機 ISO 20430
磨床 16089
加工機 16090-1

IEC: 電氣領域

(1) 遵循C類
(2) 無C類
→ B類+A類

IEC 62061 機械安全 – 控制系統的功能安全
IEC 60204 電氣設備安全
IEC 13850 緊急停止
IEC 61496 感測器(一般安全)
IEC 61508 電氣安全機能
IEC 60947 低電壓開關與控制裝置
IEC 61000 電磁相容性
.....etc.

SEMI S標準

A類
基本安全標準

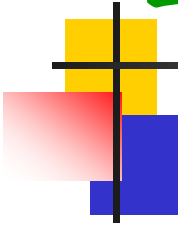
B類
群組安全標準

B1
(安全事項)

B2
(安全裝置)

C類
產品(個別機械)安全標準

例如：機械工具、工業機器人、無人搬運車、帶鋸機



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)

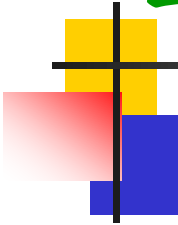
What-If (萬一...結果....)

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

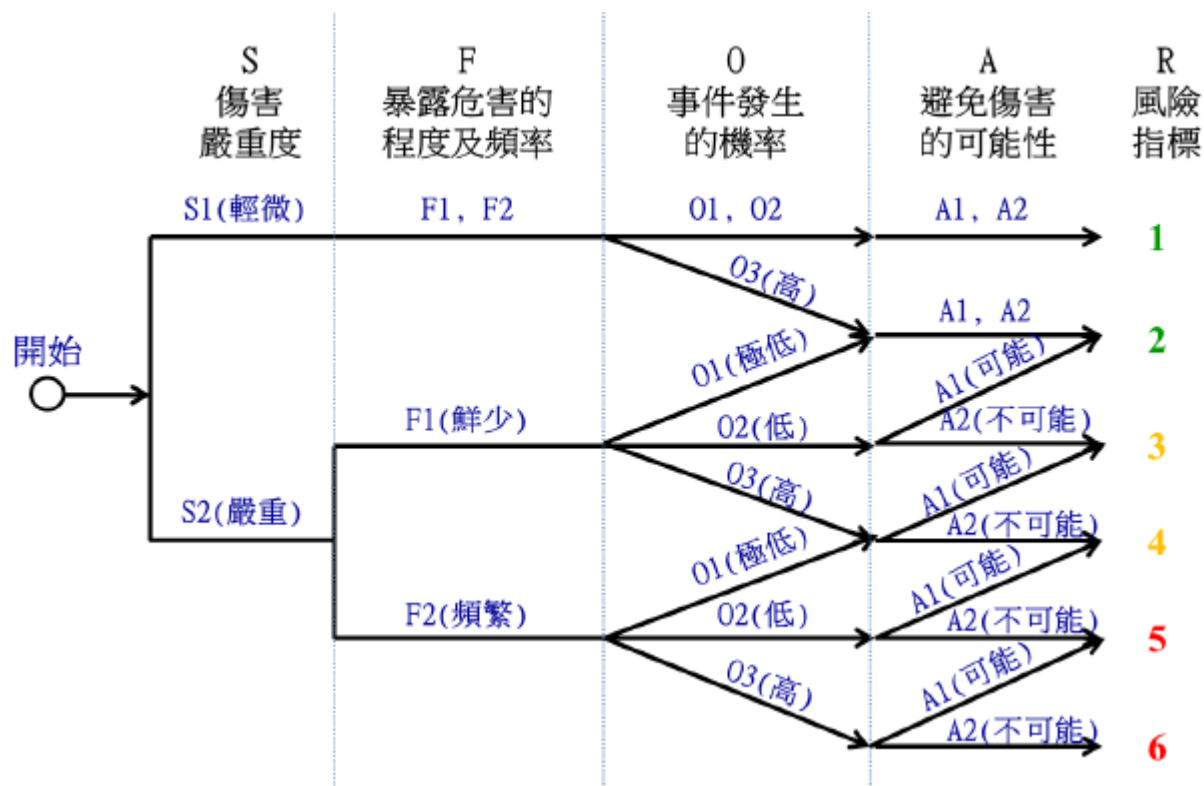


二、表格分析法共通性說明—風險指標與風險矩陣

風險：至少由嚴重性(嚴重度)與發生機率(可能性)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 ($2 \times 2 \times 3 \times 2$)
- 風險矩陣：
 - ✓ 風險評估技術指引 (4×4)
 - ✓ FMEA或FMECA (4×4 或 4×5 或 $10 \times 10 \times 10$)
 - ✓ 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



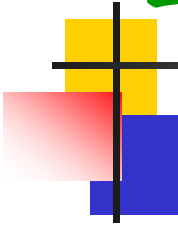
風險指標
(風險圖)

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



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, <i>O</i>	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

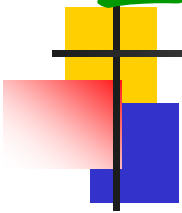
Table 6 – Failure mode detection evaluation criteria

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.

二、表格分析法共通性說明—現有防護與改善措施

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				
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 程度 及頻 率 (F1, F2)	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 程度 及頻 率 (F1, F2)	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)
		安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2
		安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2
			S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2



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...)

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)

➔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..)**

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。

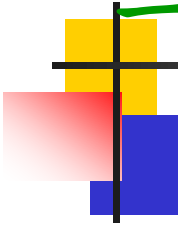
七大階段

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 2100 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			



三、表格分析法之風險查找架構——七大階段

詳細於後節
ISO 12100中說明

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

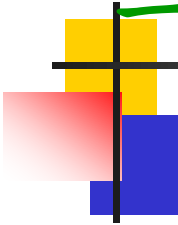
→接地

→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)

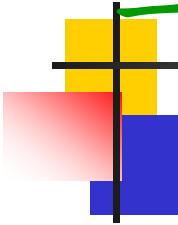
本質安全設計措施 ↔ 預防措施

- (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—啟動方式及緊急停俾
- (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...)

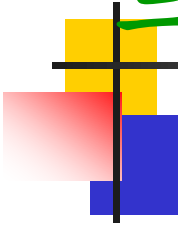
- 事故調查及虛驚事件

➔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...

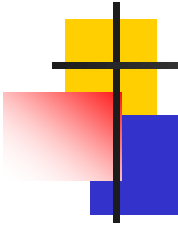
人為操作失誤→應特別處理

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)



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

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—表格說明

機械安全、設計通則、風險評估與風險減小

- 風險—傷害之發生概率與嚴重程度的組合
- 剩餘風險—採取保護措施之後仍然存在之風險
- 風險估計—估計傷害之發生概率與嚴重程度
- 風險分析—**機械限制的確定**、**危險識別**和**風險估計**的組合
- 風險評價—以風險分析為基礎，判斷是否已達到降低風險的目標
- 風險評估—包括風險分析和**風險評價**在內的整個過程。

設備名稱：門型立式綜合加工機			危害鑑別與風險評估						填表日期：											
1.編號及名稱			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			
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、裂縫特性、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)	暴露程度及頻率 (F1,F2)	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)	暴露程度及頻率 (F1,F2)	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)
M3	-Dismantling/removal of parts, components, devices of the machine (拆卸/移除機器的部件、組件和裝置)	工作區	電氣危害	拆卸之保護裝置未裝上(例如：接地線)	感電、被撞、被夾	感電造成人員傷亡		拆卸後之完整測試		S2	F1	O2	A2	3	維修SOP—拆卸/移除保護裝置作業，需有查核表進行功能確認	S2	F1	O2	A1	2
M4	-Housekeeping (保養)	工作區	電氣危害	進行維修作業未斷電	感電	有感電疑慮		進行保養或調整作業時應斷電並掛禁上鎖		S2	F1	O2	A1	2		S2	F1	O1	A1	2
M5	- Isolation and energy dissipation (隔離和能源耗散)	工作區	電氣危害	進行能源隔離未落實	感電	有感電疑慮		進行保養或調整作業時應斷電並掛禁上鎖		S2	F1	O2	A1	2		S2	F1	O1	A1	2
M6	-Lubrication (潤滑)	工作區	機械危害	未落實進行加潤滑油作業(例如：未加潤滑油)	與高低溫接觸	減速機機油潤滑不良，齒輪磨耗				S1	F2	O3	A2	2						
M7	-Replacement of tools (更換刀具)		機械危害	人員操作不慎	切割夾捲	人員受傷				S1	F2	O3	A2	2						
M8	-Replacement of worn parts (更換磨損組件)	工作區	機械危害	未落實進行更換磨損部件(例如：軸承、軸)	與高低溫接觸	機械潤滑不良，齒輪磨耗				S1	F2	O3	A2	2						

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—表格說明

機械限制的確定

危害識別

設備名稱：門型立式綜合加工機			危害鑑別與風險評估						
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
M3	- Dismantling/removal of parts, components, devices of the machine (拆卸/移除機器的部 件、組件和裝置)	工作區	電氣危害	拆卸之保護裝置未裝上 (例如：接地線)	感電、 被撞、 被夾	感電造成人員傷 亡		拆卸後之完整測試	
M4	- Housekeeping (保養)	工作區	電氣危害	進行維修作業未斷電	感電	有感電疑慮		進行保養或調整作業 時應斷電並掛簽上鎖	
M5	- Isolation and energy dissipation (隔離和能源耗散)	工作區	電氣危害	進行能源隔離未落實	感電	有感電疑慮		進行保養或調整作業 時應斷電並掛簽上鎖	

1. 不同生命週期之工作類型

2. 硬體元件

3. 人員操作流程(預期失誤)

失效原因：

動力源管制、Fail Safe、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作、外力環境、天然危害



日期：

[illegible]

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—表格說明

工作類型之危害鑑別與風險評估表→時間軸

1.編號及名稱			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				
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	嚴重性 (S1, S2)	暴露程度及頻率 (F1, F2)	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)	暴露程度及頻率 (F1, F2)	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)
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	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2
		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	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2
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				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—表格說明

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			

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—表格說明

風險評價

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					
	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 程度及 頻率 (F1, F2)	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 程度及 頻率 (F1, F2)	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)
	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 程度及 頻率 (F1, F2)	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)	5.降低風險所採取之控制措施	嚴重性 (S1, S2)	暴露 程度及 頻率 (F1, F2)	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)
	可能導致人員 被壓重傷或死 亡			安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載 明搬運 SOP(含 機台重心之調 整)	S2	F1	O2	A1	2
	可能導致人員 被壓重傷或死 亡			安全帽 及安全 鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方 之動線嚴禁人 員進出，並有 專人設立警告 標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2
	可能導致運送 車輛翻覆車 禍，人員重傷 或死亡				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運 送商有關機台 之固定與重心 位置	S2	F1	O2	A1	2

四、CNS15347 (ISO 12100)說明—三大措施

參考來源：ISO 12100

製造商應執行事項

(1) 進行風險評估

- 確認使用狀況
- 確認危險源、危險狀態
- 危險源及危險狀況的風險評估
- 有無降低風險之必要

(2) 由設計製造商實施安全對策

- ① 本質安全設計
- ② 安全防護及追加之安全對策
- ③ 提供使用之資訊(危害標示與告知)

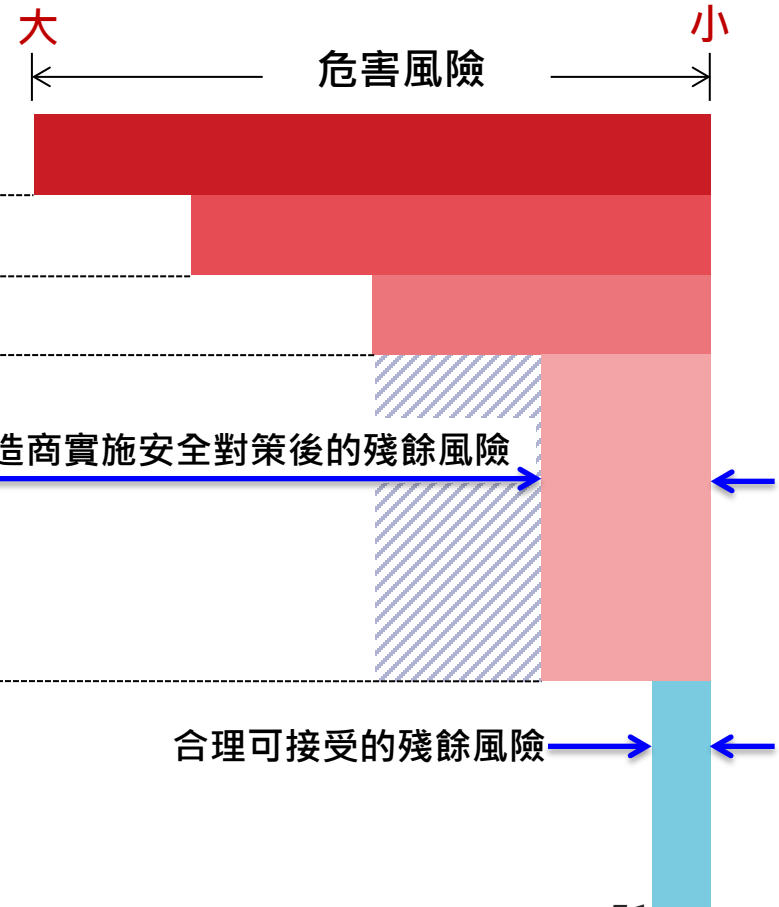
機械設備

資訊提供

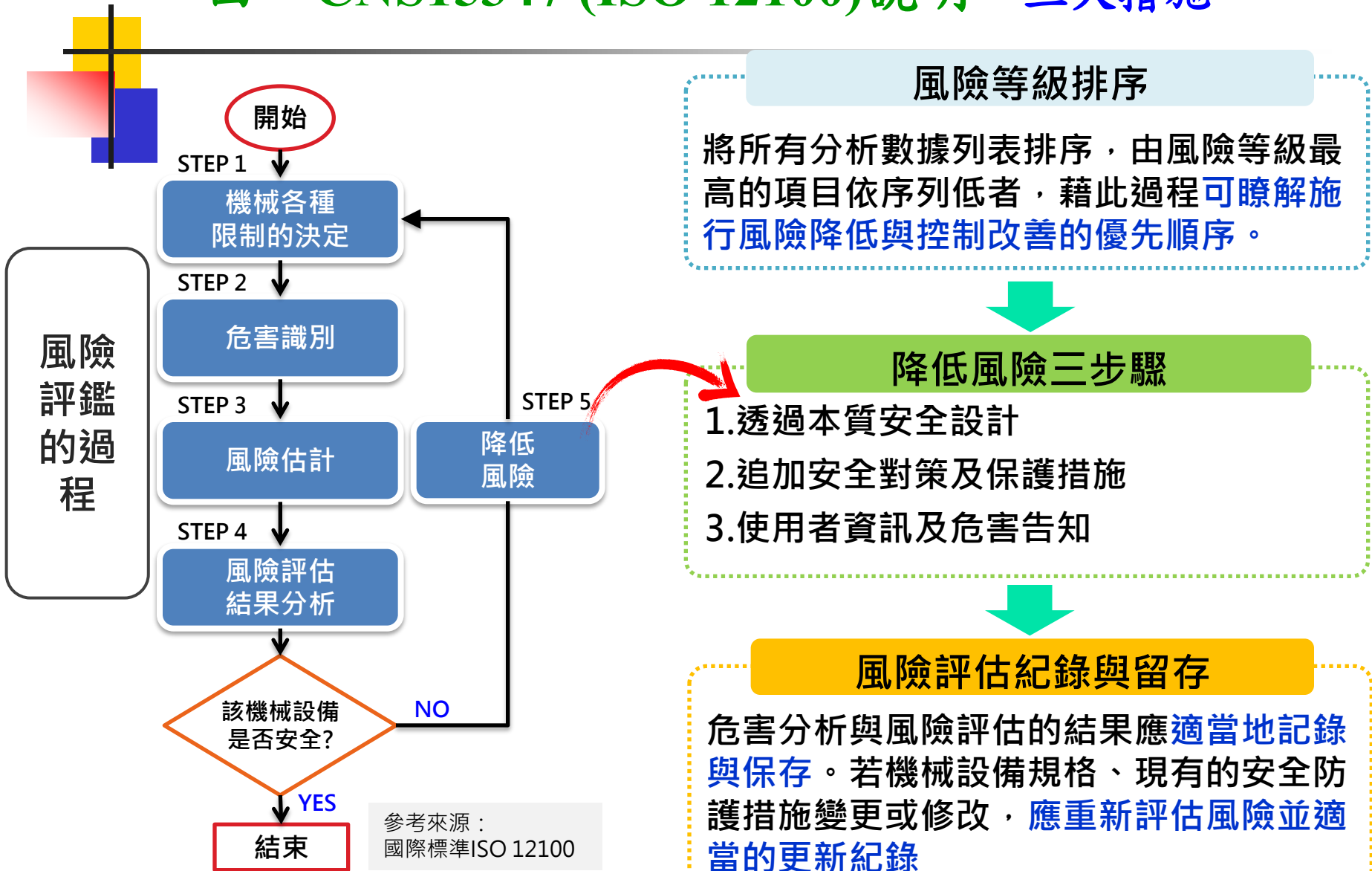
由使用機械的廠商執行的安全措施

- (1) 確認使用資訊內容
- (2) 由使用機械的業者執行安全對策

機械設備的使用



四、CNS15347 (ISO 12100)說明—三大措施



四、CNS15347 (ISO 12100)說明

風險評鑑前的規劃重點-1

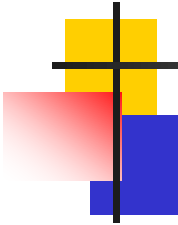
小組的方式執行，規模參考如下

- 風險評估方法的選擇（規模與使用方法的艱深程度成正比）
- 機械設備的複雜程度（規模與機械複雜程度成正比）
- 機械設備使用的製程（規模與使用製程多寡成正比）

小組的組成與作用

- 熟知且能回答所有機械設計和功能方面等技術問題的人員
- 具備機械操作、調整、維修及保養等豐富經驗的人員
- 熟稔相關機械事故、案例之歷史的人員
- 熟知相關法律、標準與規範，特別是國際標準EN ISO 12100，任何與機械安全相關議題的人員
- 瞭解人為操作失誤或不安全因素的人員

設計研發、組裝測試、現場製造、職業安全衛生等部門人員為主



四、CNS15347 (ISO 12100)說明

風險評估訊息來源

風險評鑑前的規劃重點-2

機械方面

1. 使用者規範。
2. 預期的機械規格，如下列所示。
 - (i)機械整個生命期中各階段狀態。
 - (ii)以設計藍圖或其他建立該機械之性質
 - (iii)所需的能源及如何供應之方式。
3. 若有相關性，以前所設計類似機械文件。
4. 可用之機械使用資訊。

使用經驗

1. 實際或類似機械的任何事故、事件或故障之歷史紀錄。
2. 導致健康損害之歷史紀錄，因為排放、化學物質之使用或機械進行材料處理等。
3. 類似機器之使用者的經驗，若可行，與潛在使用者的資訊交流。

法規、標準及其它適用文件

1. 適用法規。
2. 相關標準。
3. 相關之技術規範。
4. 安全資料表。

人因工程原則

資訊應隨著設計的發展或機器的修改需求而更新。

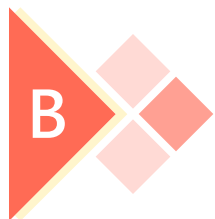
只要能獲取不同類型機械相關的類似危害狀況中的危害環境和事故環境的足夠資訊，在上述類似危害狀況之間進行比較，通常是可行的。

四、CNS15347 (ISO 12100)說明



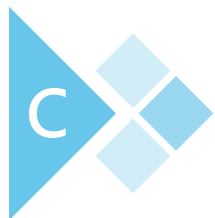
使用限制

預期之用途及合理可預見之誤用，包含機械的正確使用方法、動作、以及可預期的錯誤動作。若考量人員方面，則包含操作或作業人員的性別、年齡、慣用手或是身體能力（如聽覺、聽覺障礙、尺寸、強度等）、可預估的使用人員訓練、經驗及能力的程度等限制。



空間限制

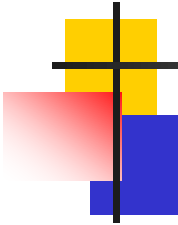
機械設備的可移動範圍，包括作業人員與機械設備之間互動的空間要求。考量發生可預見之機械性危害時，人員暴露於該機械設備危害下之可能性。



時間限制

應明確表示機械、設備之構成零組件的使用年限、更換時限、更換方法及檢點周期等。

其他限制：工件、欲處理材料之性質、外界環境等因素



四、CNS15347 (ISO 12100)說明

7大階段(7大任務)

- ① 運輸
- ② 組合及安裝/試運轉
- ③ 設定
教導/程式編輯/製程更改
- ④ 操作
- ⑤ 清潔/維護
- ⑥ 尋錯/故障檢修
- ⑦ 拆卸/失能

10大類危害源

- ① 機械危害
- ② 電氣危害
- ③ 熱危害
- ④ 噪音危害
- ⑤ 震動危害
- ⑥ 輻射危害
- ⑦ 材料/物質之危害
- ⑧ 人因工程危害
- ⑨ 與機器使用環境有關之危害
- ⑩ 危害之組合

7大階段(7大任務)

四、CNS15347 (ISO 12100)說明

(參考CNS 15347 表 B.3 可能導致危害狀況之任務)

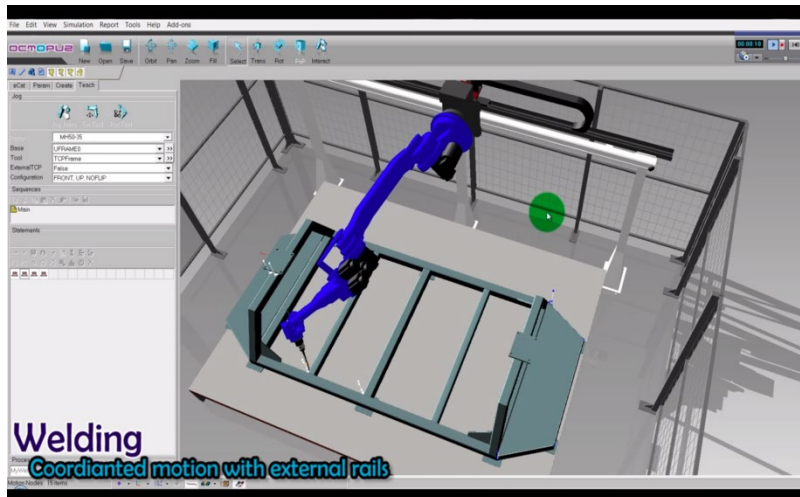
機器壽命週期之各階段	任務範例
運輸	- 舉升 - 裝載 - 包裝 - 運輸 - 卸載 - 拆裝
組合及安裝 試運轉	- 機器及其構件的調整 - 機器之組合 - 與廢棄物處理系統連接(例：排氣系統、廢水裝置) - 與動力源連接(例：電力供應、壓縮空氣) - 示範操作 - 輔助流體的供給、填料及進料(例：潤滑劑、滑肪、膠水) - 柵欄 - 固定、錨定 - 安裝準備(例：地基、隔振裝置) - 機器空載運轉 - 測試 - 負載試驗或最大負載下試車

7大階段(7大任務)

四、CNS15347 (ISO 12100)說明

(參考CNS 15347 表 B.3 可能導致危害狀況之任務)

機器壽命週期之各階段	任務範例
設定 教導、 程式編輯、 製程更改	- 保護裝置及其他構件之調整與設定 - 機器功能參數(例：速率、壓力、力、行程限界)的調整及設定或查證 - 工作之夾緊/固持 - 原料之供給、充填及裝載 - 功能試驗、試車 - 固裝或更換刀具、刀具設定 - 程式查證 - 最終產品的查證



四、CNS15347 (ISO 12100)說明

7大階段(7大任務)

(參考CNS 15347 表 B.3 可能導致危害狀況之任務)

機器壽命週期之各階段	任務範例
操作	- 工作夾緊/固持 - 控制/檢驗 - 驅動機器 - 原料的供給、填充及裝載 - 人工裝載/卸載 - 機器功能參數(例:速率、壓力、力、行程限界)的微調及設定 - 操作期間的微小介入(例：移除廢料、消除堵塞及局部清潔) - 以人力控制操作 - 機器停止或中斷後之再起動 - 監督 - 最終產品之查證



7大階段(7大任務)

四、CNS15347 (ISO 12100)說明

(參考CNS 15347 表 B.3 可能導致危害狀況之任務)

機器壽命週期 之各階段	任務範例
清潔 維護	- 調整 - 清潔、消毒 - 機器零件、構件及裝置之拆卸/移除 - 工作場所整理 - 隔離及能量散逸 - 潤滑 - 更換工具 - 更換磨損零件 - 重置 - 還原流體液面高度 - 機器零件、構件及裝置之查證

