



# 機具產品源頭導入風險控制與安全設計 -以電鍍設備為例

主辦單位：  
經濟部工業局

簡報者：  
賴亮甫 經理



## 簡報大綱

### CONTENTS

- 01 亞碩企業簡介
- 02 計畫緣起與目的
- 03 設備風險輔導執行方法
- 04 輔導成果分享
- 05 結果與討論



# **AEL亞碩企業簡介**

(一).公司概況

(二). 產品介紹

## (一)公司概況

### 亞碩企業股份有限公司(台灣)

設立日期：1993年7月

主要產品：印刷電路板及金屬表面處理之電鍍設備

負責人：葉楚融

員工人數：200 人 (研發人員30人)

地 址：桃園市平鎮區平東路659巷33號(本廠)

桃園市平鎮區東龍街1189號(東龍廠)

### 亞碩機械科技(蘇州)有限公司

設立日期：2003年11月

主要產品：印刷電路板及金屬表面處理之電鍍設備

負責人：葉楚融

員工人數：100 人

地 址：江蘇省蘇州市吳中經濟開發區

澄湖路11號



### 品質政策

[技術要先進]：藉由教育訓練,激發員工最大潛能，  
產品不斷的研究創新,節省成本，  
提升客戶之附加價值。

[品質求第一]：以ISO 9001為指導方針,對客戶提供  
最佳化之產品品質及服務品質。

[客戶零抱怨]：客戶是支持公司永續經營的生命力，  
客戶滿意度提升及服務零抱怨是亞碩  
努力的永恆目標。



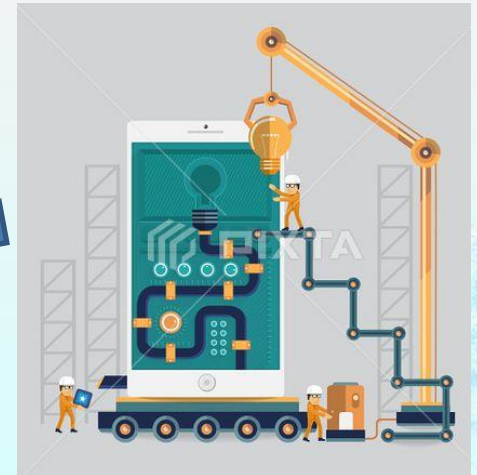
## 公司歷史記要

- 1993 : 公司成立從事五金電鍍設備之製造。
- 1994 : 專注於印刷電路板電鍍設備之研發製造。
- 1996 : 積極拓展外銷市場,取得日本(NEC)菲律賓廠訂單。
- 1997 積極開發新客戶,營業額較1996年成長100%,並取得日本富士通HDI製程技術移轉,成功外銷至富士通大阪明石及越南廠。
- 1999 : 平鎮新廠落成啟用,使用面積 7,350 M<sup>2</sup>。
- 2000 : 成功研發 FLIP CHIP 電鍍設備給客戶。
- 2001 : 成立研發中心及電鍍製程實驗室。
- 2002 : 研發垂直連續式電鍍銅設備 (VCP)。
- 2003 : ISO9001:2000 版認證通過 ; 亞碩機械科技(蘇州)有限公司成立。
- 2005 : 垂直連續式電鍍銅設備(VCP)成功導入HDI , BGA , PBGA , FLIP CHIP & CSP ... 等,高階填孔製程。

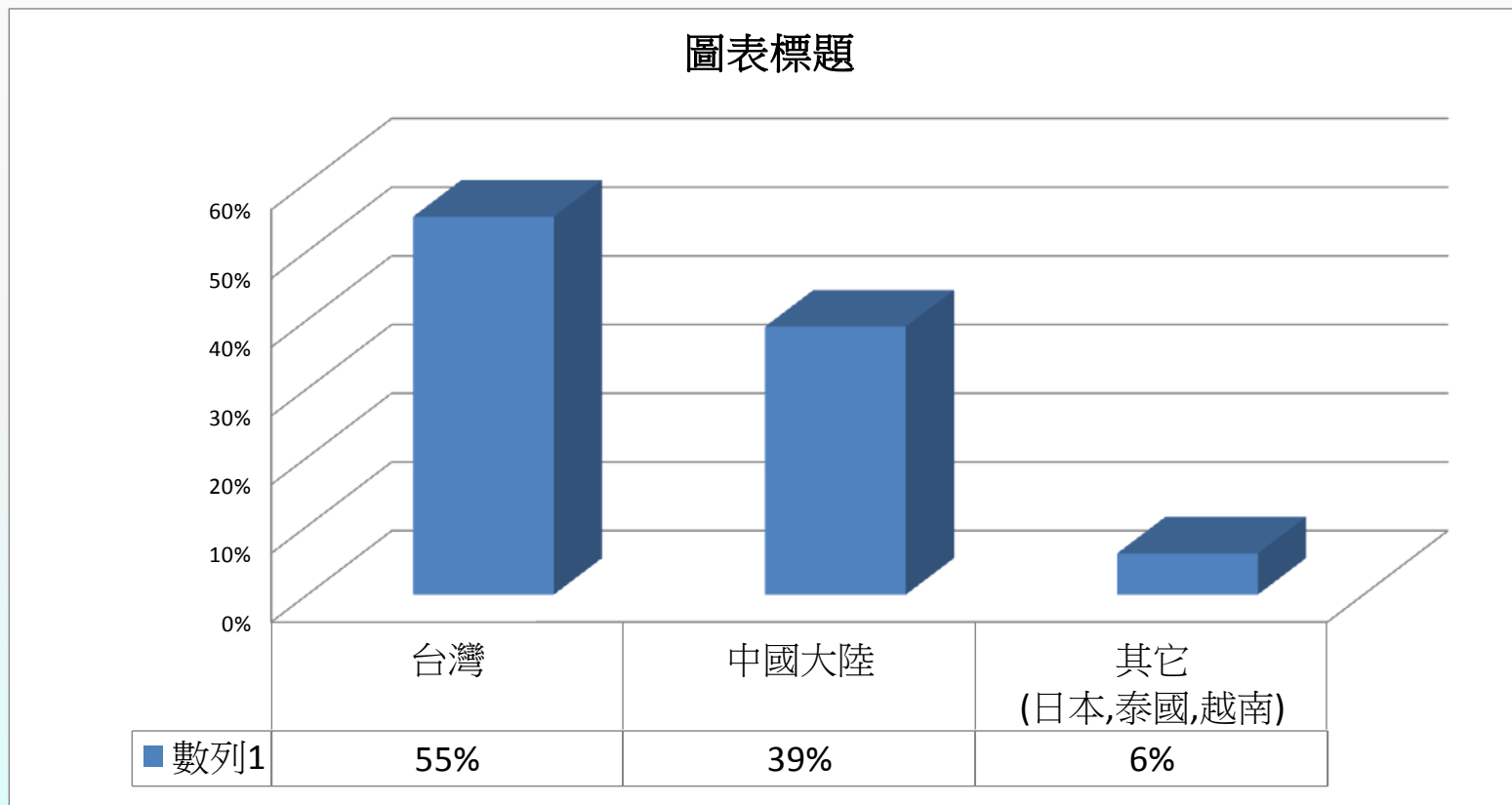
## 公司歷史記要

- 2006 : 擴大產能 成立台灣二廠。
- 2008: 蘇州新廠落成啟用, 使用面積15,000M<sup>2</sup>
- 2011 : 成功研發並銷售回掛垂直連續電鍍銅設備 (UVCP), 搭配框架及採用六軸式機械手臂自動上料, 應用於 CSP 和 FLIP CHIP等超薄板及超細線路製程。
- 2014 : 成功研發標準垂直連續電鍍銅設備 (SVCP)並量產。
- 2016: 研發無接觸式垂直連續電鍍銅設備 (NVCP)。

## 印刷電路板(PCB)應用範圍



## 客戶群分佈



## 專利認證

- 電鍍槽吊車定位方法專利證號：發明第098216號
- 電鍍槽之電鍍液自動添加控制方法專利證號：發明第109029號
- 電鍍槽之陽極振盪系統 專利證號：發明第110758號
- 板片夾送,復置裝置專利證號：新型第123868號
- 電鍍槽吊車之定位車改良專利證號：新型第135807號
- 處理槽之吊車昇降構造改良 專利證號：新型第137130號
- 印刷電路板電鍍機擺動結構改良 專利證號：新型第147598號
- 吊車傳動機構專利證號：新型第151569號
- 酒精槽脫泡裝置專利證號：新型第166781號
- 化學銅槽傾斜脫泡裝置專利證號：新型第168047號
- 板片連續進給設備 專利證號：新型第169626號
- 電路板吊籃結構專利證號：新型第187305號
- 電路薄板之上下料機專利證號：新型第187423號
- 電路板自動上下料機 專利證號：新型第203471號

## (二)產品介紹

### P.C.B. 印刷電路板:

二次銅 Pattern Plating

一次銅 Panel Plating

除膠渣與化學銅 Desmear Process & P.T.H. Process

黑(棕)化處理 Black (Brown) Oxide Process

軟金電鍍 Ni-Au Plating

化學鍍金 E-Less Ni-Au

化學銀 E-Less Ag

化學錫 E-Less Sn

還原金 Immersion & Heavy Au

助焊劑清洗設備 Cleaning Equipment

垂直連續式電鍍設備 (VCP)

垂直連續式電鍍設備(雙列型) (VCP(DT))

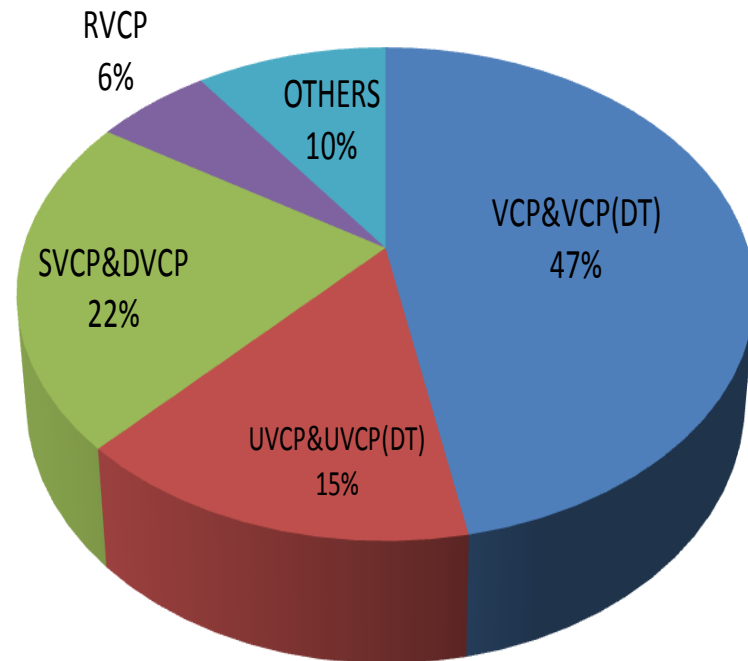
標準垂直連續電鍍設備 (SVCP)

捲對捲垂直連續電鍍設備 (RVCP)

回掛垂直連續電鍍銅設備 (UVCP)

回掛垂直連續電鍍銅設備(雙列型) (UVCP(DT))

2015~2017年設備銷售比例



## 吊掛型設備

黑(棕)化處理



除膠渣 & 化學銅



除膠渣 & 化學銅 & 一次銅



二次銅



化學鎳(鈮)金



軟金電鍍



## 連續型設備



垂直連續式電鍍銅設備-VCP



回掛垂直連續電鍍銅設備-UVCP



標準垂直連續電鍍銅設備(雙列型)-SVCPDT



雙軌垂直連續電鍍銅設備-DVCP



捲對捲垂直連續電鍍銅設備-RVCP

## 二、計畫緣起與目的



### 計畫緣起

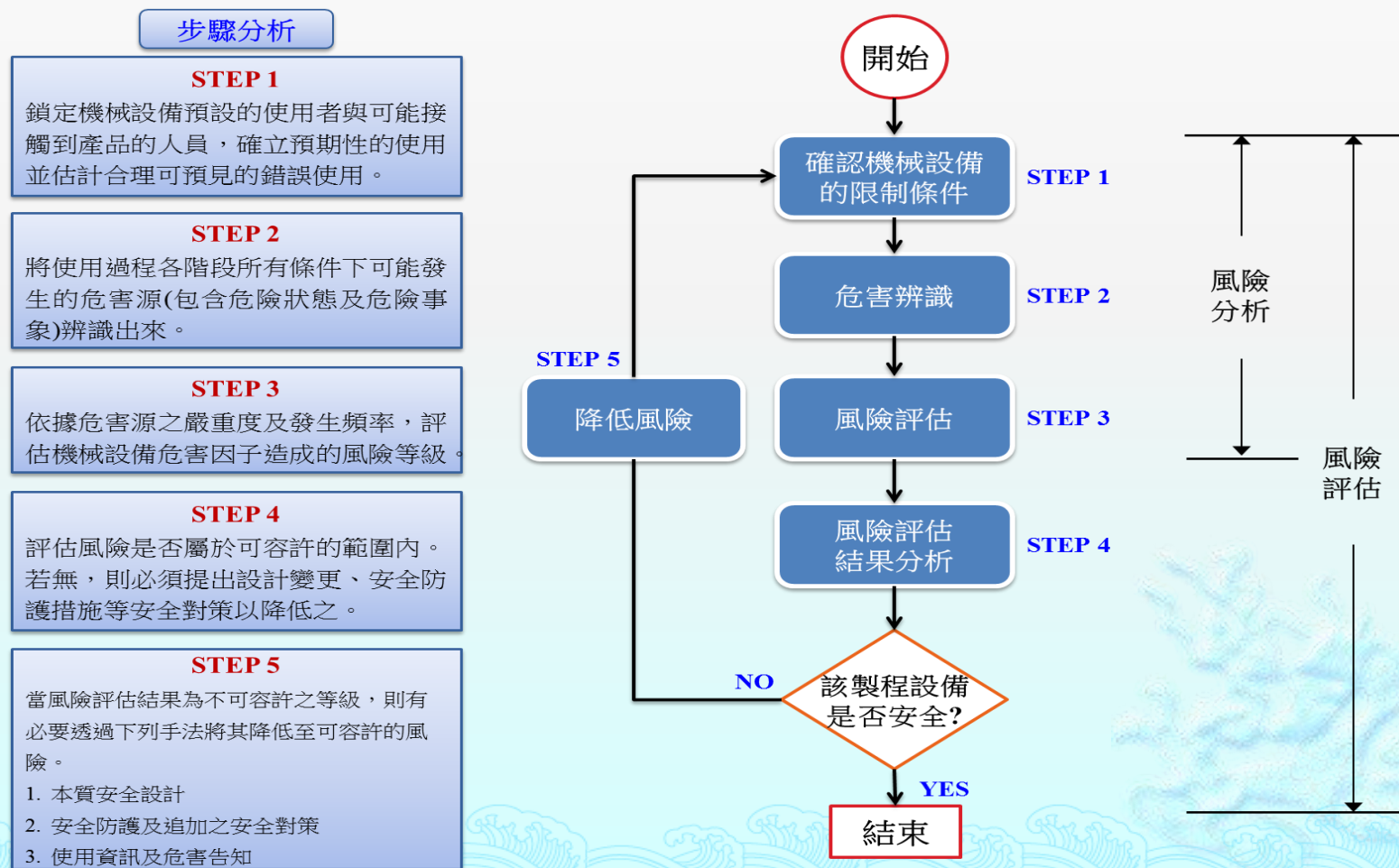
因應職業安全衛生法103年新增之法令，其中第5條第2項明訂對機械、設備等物件之設計、製造或輸入者及工程之設計或施工者。應於設計、製造、輸入或施工規劃階段實施風險評估。雇主應該適當採取風險評估技術，以保障使用者的安全與勞工健康，防止職業災害發生。

### 計畫目的

由於國內機械設備製造商普遍缺乏風險評估技術，此計畫主要協助本公司於設計製造階段進行危害辨識及風險控制以及推廣風險評估技術，以符合法規規定及達成危害預防以及源頭管理之目的。

## 三、設備風險輔導執行方法

### ● 設備風險評估實施步驟與流程



## 三、設備風險輔導執行方法

### ● 設備風險評估技術工具選用 - 技術方法

為協助本廠能有效進入狀況並切入風險評估領域之思維，工安協會輔導團隊提供更多面向之分析手法，找出更完整的潛在風險。



A

#### 以作業類型角度分析-ISO 12100

從運送、組裝、設定、操作等七大作業類型，以機械設備生命週期分類別考量，分析危害區域、危害類型、可能危害影響、現有防護措施等因子。

B

#### 以硬體零組件角度分析-FMEA

評估個別零組件或元件的失效故障狀態，對產品或系統整體產生可能之影響。FMEA可廣泛運用於機械設備設計、零組件的故障、軟體的程式錯誤等。

C

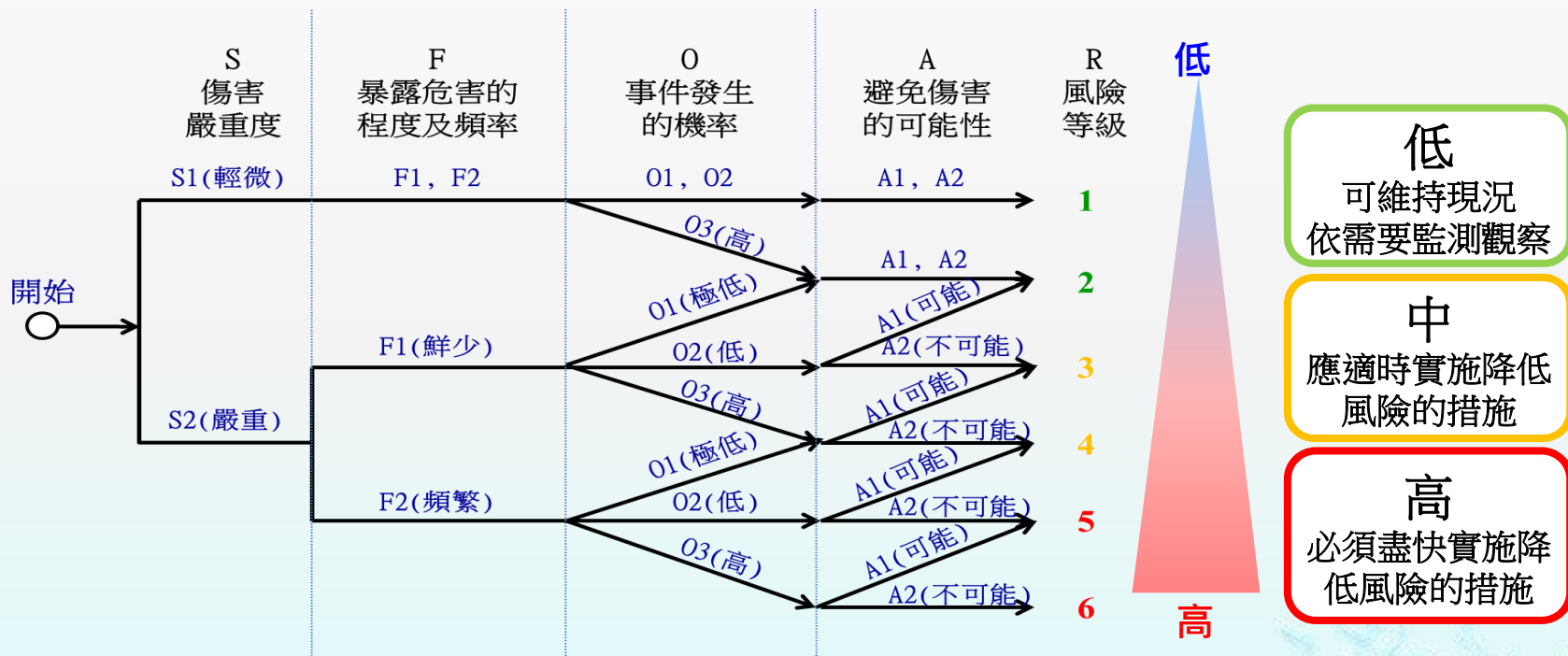
#### 以作業SOP及細部動作分析-JSA

依設備操作手冊資訊，以操作動作分析人為失誤造成危害的步驟為主。考量現有的防護措施執行風險評估，依風險等級結果提出重大步驟缺失以優先改善之。

### 三、設備風險輔導執行方法

#### ● 設備風險評估技術工具選用 - 風險等級

此輔導所使用之風險等級係參考國際標準ISO-12100風險評量表之分類如下：



(一)傷害嚴重度(S)：S1表示輕微傷害或危害，通常是可復原的。S2表示重度傷害，通常不可復原，甚至是致命的。

(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以上，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表示不可能避免傷害。

## 四、輔導成果分享

### ● 輔導對象及關鍵設備選定

#### A. 為什麼選上電鍍設備？

由印刷電路板產業發起問卷自評調查，  
瞭解該業界機械設備下游使用端之高危害機械設備。

結果顯示，End User自評機械設備**危害嚴重度及發生可能性**為電鍍設備之綜合評分最高。

#### 產業自評高危害風險之設備

No	機械設備類別	廠商數(家)	排序(分數)
1	<b>電鍍設備</b>	<b>20</b>	<b>92</b>
2	烤箱/曝光	16	46
3	網印/印刷	14	35
4	蝕刻(內層/乾膜)	12	43
5	裁剪/成型/V Cut	11	35

#### 產業自評使用頻率高之設備

No	項目	廠商數(家)	排序(分數)
1	蝕刻線	18	42
2	<b>電鍍設備</b>	<b>16</b>	<b>37</b>
3	鑽孔機	16	37
4	曝光機	12	22
5	印刷機	11	18

#### B. 垂直連續電鍍設備為什麼高風險？



#### 垂直連續電鍍銅設備用途說明：

本產品應用於印刷電路板電鍍銅製程，適用於一次銅、二次銅HDI、BGA、Flip Chip..等製程。

#### 產業評估為高危害之原因：

使用及**維修保養時有捲夾之風險**（過去有職災案例），**使用電加熱器也有發生火災之疑慮**，有必要從設計面執行評估。

關鍵設備選定

輔導機制規劃

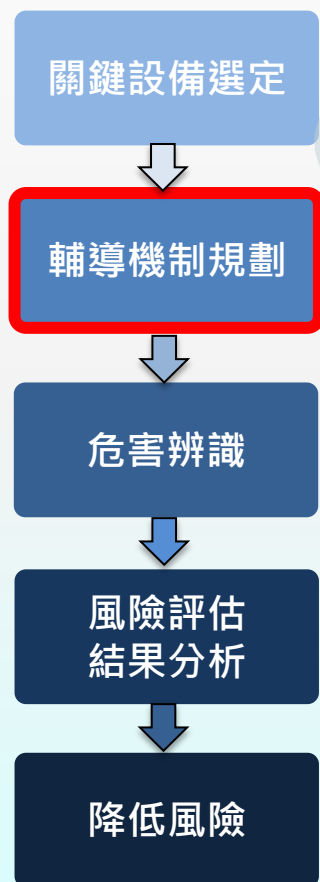
危害辨識

風險評估  
結果分析

降低風險

## 四、輔導成果分享

### ● 輔導機制規劃



風險評估  
訊息來源

機械方面

使用說明書、電控或機械技術手冊、相關類似的機械設備設計文件、有效的機械設備使用資訊等

法令規則方面

參考國內法規；或國際通用之規範、技術文件、相關安全測試數據  
例如：BS/EN-12417、ISO-23125等

進廠日期		輔導內容簡述
1 <sup>st</sup> .	6/16	輔導說明、確認輔導機型及技術資料列表。確認並討論機台技術資料、使用手冊內容
2 <sup>nd</sup> .	7/26	導入針對機械設備生命週期的國際標準ISO-12100機械安全設計通則之分析法
3 <sup>rd</sup> .	8/23	持續討論ISO方法，並導入以硬體零組件為分析依據的FMEA方法
4 <sup>th</sup> .	9/20	持續討論FMEA、並導入人為操作層面分析的JSA
5 <sup>th</sup> .	9/27	持續討論JSA與風險評估結果分析(風險指標判定及找出潛在高風險項目)
6 <sup>th</sup> .	10/24	分析結果彙整、提供降低風險的改善措施及安全設計建議之討論

## 四、輔導成果分享

### (A) 輔導需求及弱點分析

- 機台市占率高，為擴展市場外銷日本、歐洲，因此急需設備風險評估強化競爭力。
- 產品客製化程度高，在客戶需求（成本）與產品安全（安全）中需要平衡點。
- 弱點 - 因缺乏風險評估技術對於符合國外客戶要求窒礙難行。
- 弱點 - 缺乏產品安全標準，難以透過供應鏈關係將安全意識傳達至End User。

### (B) 輔導初步分析重點及摘錄

01

考量產品安裝、試車、使用、維修保養及故障排除等**所有生命週期之潛在風險**。

02

設備維修保養及故障排除週期往往比使用時發生職災機會高，被捲、被夾風險將納入評估。

03

電鍍槽加熱方式以電熱棒為主，過溫或溫控失效導致**火災風險**將是輔導評估的重點之一。

04

以**本質安全設計**排除潛在風險，例如使用防呆設計，為降低風險之最優先考量。

05

強化工作安全分析能力，評估SOP之正確性及完整性，避免人為操作失誤或不當行為。

關鍵設備選定



輔導機制規劃



危害辨識



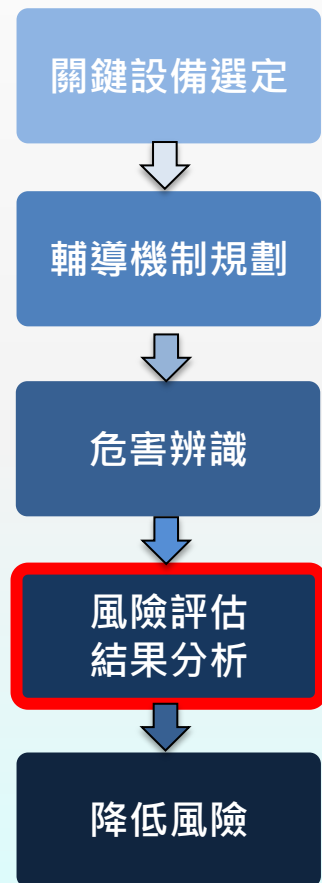
風險評估  
結果分析



降低風險



### 四、輔導成果分享



(等級3以上)  
輔導廠商潛在風險摘要

分析方法 \ 數量	電鍍設備風險評估數量		
	亞碩		
	總數	等級3	等級4
EN/ISO-12100	100	22	10
FMEA	124	5	0
JSA	168	0	0
合計	392	27	10

EN/ISO  
12100

- 安裝移機時的重心調整和吊掛作業 (物體飛落)
- 保護裝置拆卸後未正確復歸 (例：溫度感測器)
- 安裝配電或維護保養期間之活線作業 (感電)
- 加熱器錯接，且導線之容許負載小，而配電電流大 (火災)
- 誤送錯誤的化學品於加熱槽，嚴重導致火災爆炸 (火災)

FMEA

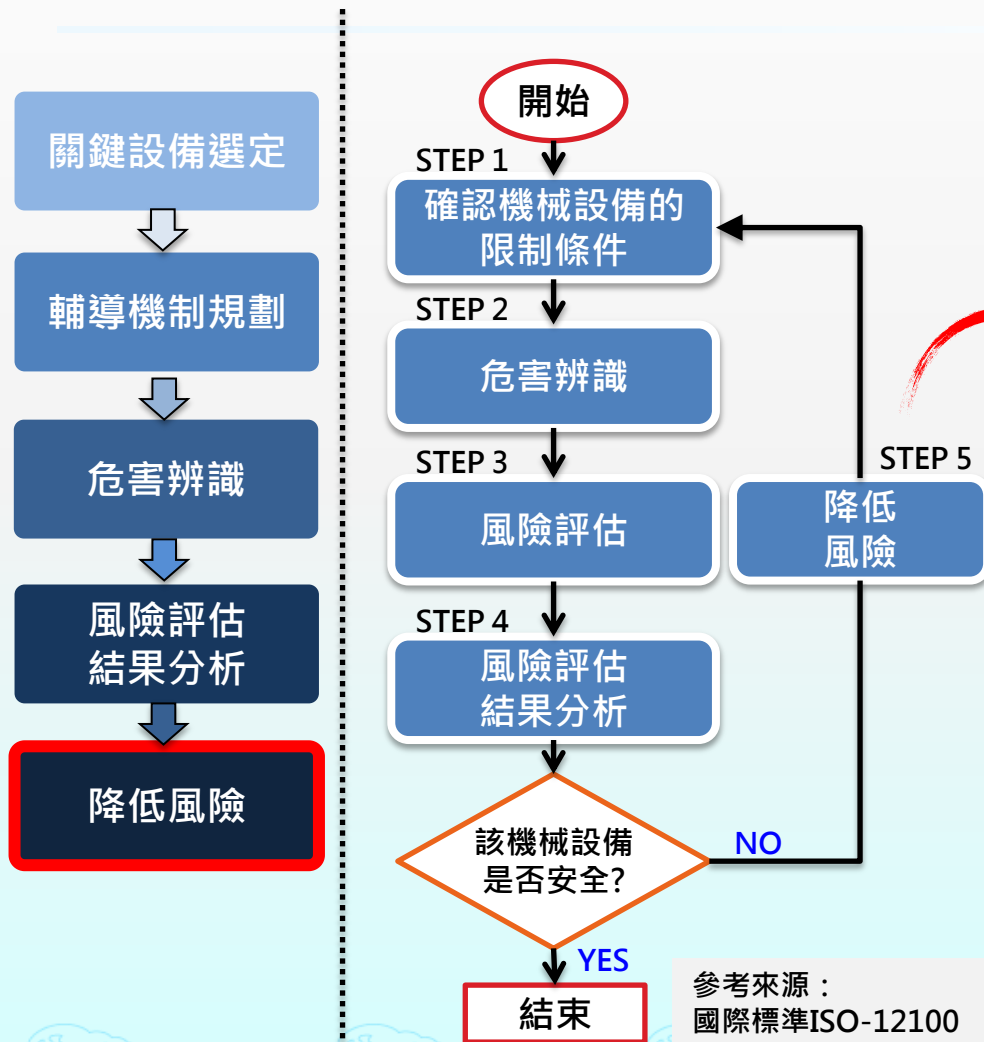
- 線材錯誤規格導致火災
- 油浸式變壓器因內部絕緣材料劣化，嚴重者造成爆炸。
- 電氣箱之散熱風扇故障導致散熱不佳，電線過熱熔融。
- 吊車排線磨損導致短路或引起火花

JSA

- 操作SOP不完整 (缺維修保養與故障排除SOP)
- 開機、操作到關機程序邏輯順序不合理，建議調整。
- 手動換藥動作不確實或未遵守SOP操作 (人員暴露化學品)
- 加熱器維修或更換應再三確認規格 (建議新增動作)



## 四、輔導成果分享



### 風險等級排序

將所有分析數據列表排序，由風險等級最高的項目依序列低者，藉此過程可瞭解施行風險降低與控制改善的優先順序。

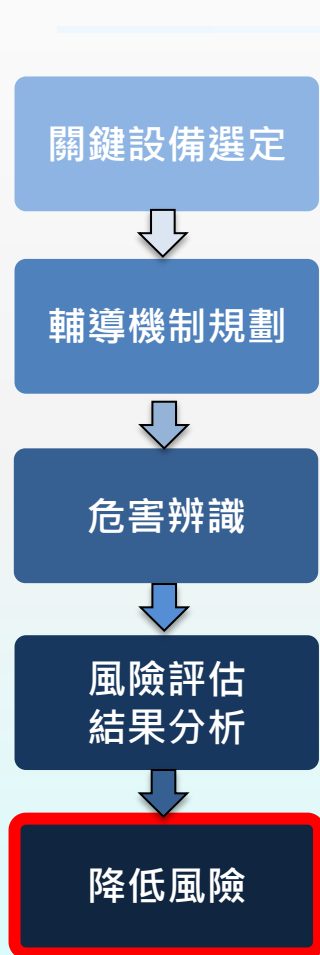
### 降低風險三步驟

1. 透過本質安全設計
2. 追加安全對策及保護措施
3. 使用者資訊及危害告知

### 風險評估紀錄與留存

適當地記錄與保存。若機械設備規格、現有的安全防護措施變更或修改，應重新評估風險並適當的更新紀錄

## 四、輔導成果分享



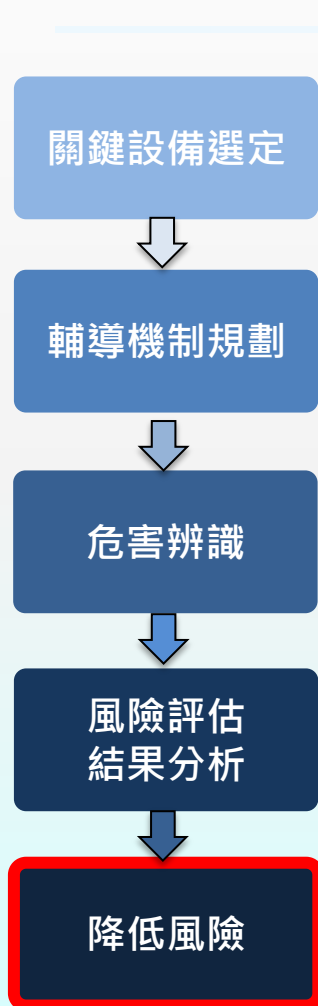
### 降低風險改善建議 - 針對ISO 12100分析結果

- 1 安裝移機時的重心調整和吊掛作業(物體飛落)
  - a) 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
  - b) 製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置
- 2 保護裝置拆卸後未正確復歸(火災、感電)

零部件包括電氣箱中散熱風扇、接地線、安全裝置等

  - a) 建立控制裝置和保護裝置失效後之復歸SOP
  - b) 維修SOP - 拆卸/移除保護裝置作業，需有查核表進行功能確認
- 3 配電等活線作業時未遵守用電規範(感電)
  - a) 安裝人員之教育訓練
  - b) 確實遵守用電規範
- 4 加熱器錯接，配電電流大於導線之容許負載(火災)
  - a) 加熱器導線防呆設計，或套裝規格避免錯接。
  - b) 操作手冊敘明加熱器不可隨意更換(更換或變更請洽製造商業務單位)
- 5 誤送錯誤的化學品於加熱槽 (火災)
  - a) 嚴格的化學品品管機制把關，例如定期抽驗化學品與標籤符合度

## 四、輔導成果分享



### 降低風險改善建議 - 針對FMEA分析結果

#### ① 線材錯誤規格(火災)

- a) 操作手冊敘明線材不可隨意更換(更換或變更請洽製造商業務單位)
- b) 於操作說明書中載明，未經原廠變更設計或功率易發生火災，後果須自行負責

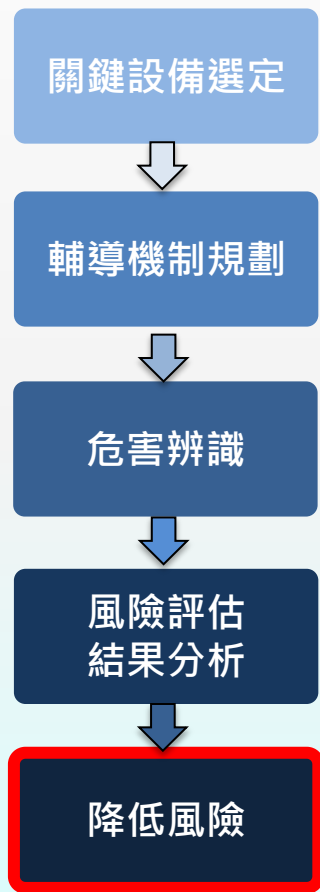
#### ② 油浸式變壓器因內部絕緣材料劣化(火災、爆炸)

- a) 建議使用較安全之變壓器型式
- b) 例如矽油變壓器、H種乾式變壓器、樹脂模鑄型變壓器
- c) 建議使用者定期檢測絕緣油油品

#### ③ 電控箱散熱風扇故障導致散熱不佳，電線過熱熔融

- a) 電控箱之散熱風扇監測電流值，電流過低連鎖停機
- b) 電控箱內建溫度感測，溫度過高連鎖停機

## 四、輔導成果分享



### 降低風險改善建議 - 針對JSA分析結果

①

操作SOP不完整 ( 缺維修保養與故障排除SOP )

- a) 建議於操作手冊中補充維修保養與故障排除SOP
- b) 建議於使用手冊中，將危害告知與注意事項列為專章

②

開機、操作到關機程序邏輯順序不合理，建議調整。

- a) 建議將開機、操作到關機之正確程序，依風險評估結果修改入操作手冊
- b) 修改後再反覆以工作安全分析挑戰SOP，達到安全最佳化

③

手動換藥動作不確實或未遵守SOP操作 ( 人員暴露化學品 )

- a) 建議將手動換藥之程序納入操作SOP
- b) 提供使用者危害告知信息，並有個人安全防護具之使用建議

④

加熱器維修或更換應確認規格

- a) 加熱器應有建議套裝規格避免更換錯誤。
- b) 於操作手冊加入「加熱器維修及更換應確認規格」之重要步驟提醒

## 五、結果與討論

### ● 遭遇之問題

1. 因設備於製造現場不一定有完成並進行測試，且因設備於客戶端安裝時間被壓縮，因此實際安全功能確認恐有疏漏。

**對策：**利用風險評估的手法可事先檢討，就能大幅提昇設備安全功能確認的確實度。

2. 設備使用手冊中的操作流程與SOP之正確性及完整度不足。

**對策：**因使用手冊多為各部門獨立撰寫拼湊而成，後續將召集各部門進行技術操作手冊整合會議，由各部門人員修改，並改善無誤，經風險評估小組成員確認後發行。



## 五、結果與討論

### ● 工作計劃

#### ◆ 短期目標

針對操作及維護手冊進行調整(將危害告知與注意事項列為專章)

#### ◆ 中長期目標：

平行展開對公司各種設備進行檢討,藉由風險評估課程培訓的各部門設計人員，利用分析手法，將設備潛在風險降低，提昇設備優勢。



## 五、結果與討論

### ● 結果與討論

1. 本計畫為提供更多面向之分析手法，找出更完整的潛在風險，使用風險評估的工具：
  - ✓ 針對機械設備生命週期的國際標準ISO-12100機械安全設計通則分析法
  - ✓ 以硬體零組件為分析依據的失效模式與影響分析(FMEA)
  - ✓ 以人為操作層面分析的作業安全分析法(JSA)
2. 對於機械設備風險評估的手法從陌生到逐漸熟練，後續將此風險評估手法教育訓練廠內其他同仁，並建立留存風險評估紀錄文件等資料，除了可預防職業災害發生之外，並建立公司新的競爭力。



經濟部工業局、

中華民國工業安全衛生協會輔導團隊  
及專家學者們

**從設計源頭，給予很多建議與指導。**

## 客戶使用電鍍設備能更安心





**謝謝指教!!**