

# 表面處理業也能用AI？五個你意想不到的實際應用案例

郭書瑋博士 | 台灣雲領科技技術長 | 2025/06/26

**學歷：**

- 國立中興大學資訊科學與工程學研究所博士

**經歷：**

- 國立高雄科技大學電子工程系 資料治理與數位轉型產學聯盟 博士後研究員
- 台灣雲領科技有限公司 技術長
- 大台灣旅遊網股份有限公司 資訊長

# AI：迷思與現實



AI 是什麼？是會讓人恐懼的技術嗎？

許多人對 AI 有誤解，認為它遙不可及。



看似遙遠，實則貼近

AI 技術已融入我們的日常生活。



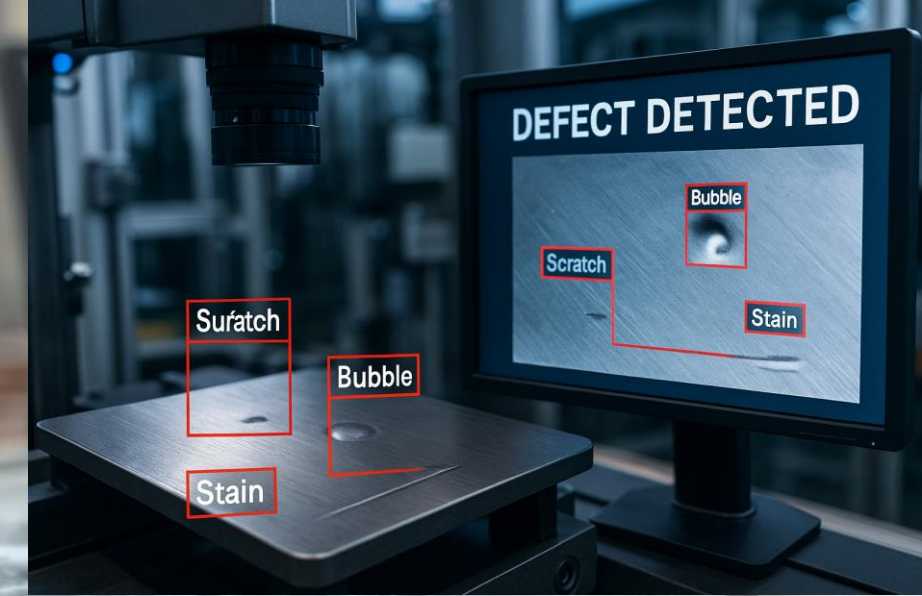
表面處理產業的實際應用

AI 已在表面處理領域創造實質價值。



# AI：您的智能決策助手





# 案例一：缺陷自動辨識



AI 視覺分析

透過機器學習識別表面缺陷



取代人工檢查

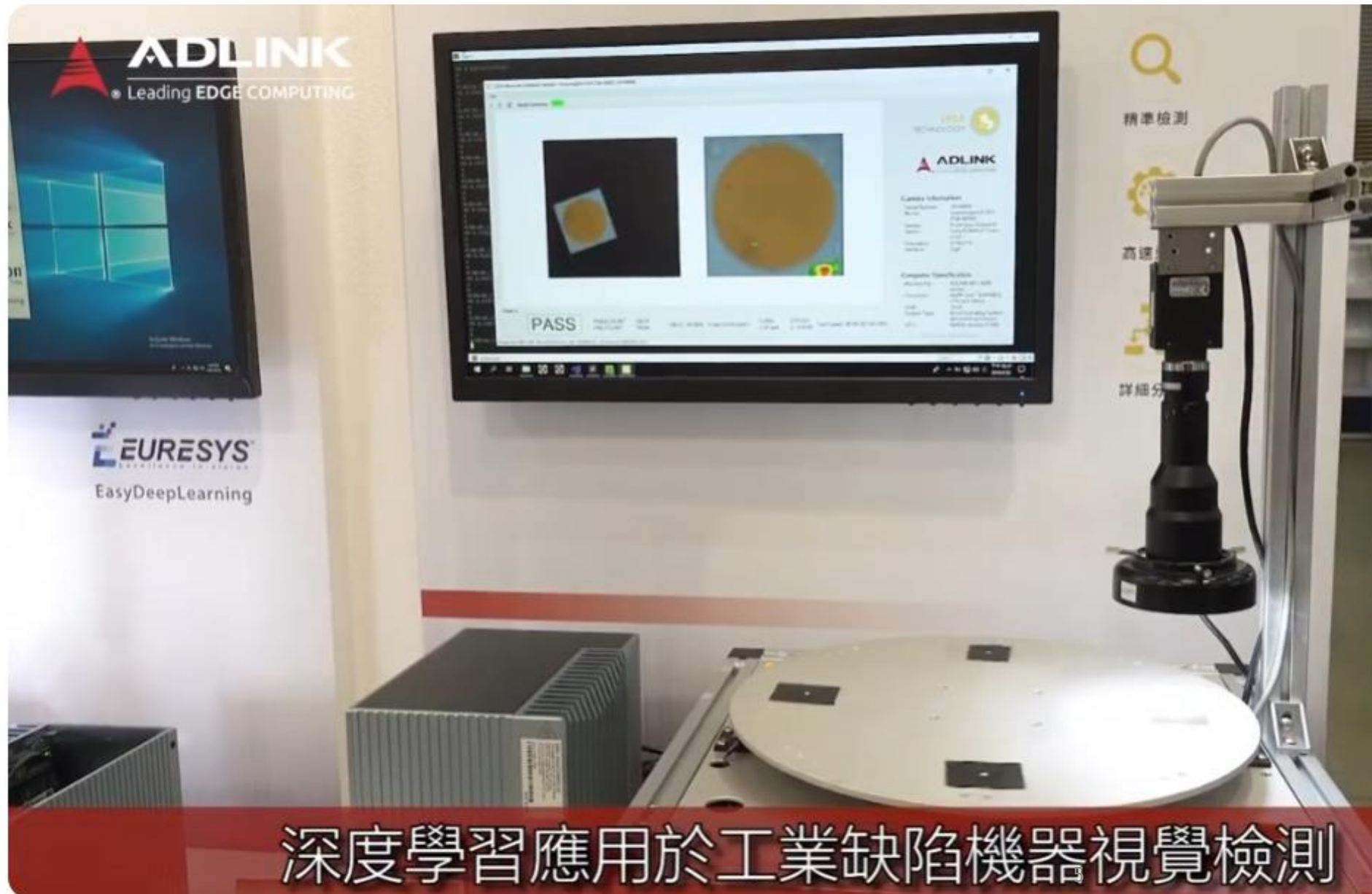
減少主觀誤差，提高一致性



顯著效益

品檢速度提升3倍，誤判率大幅降低

# 深度學習應用於工業缺陷機器視覺檢測 - 樂達創意科技



[影片連結](#)  
(2:33)

- 缺陷檢測 (Defect Detection)
- 質量控制 (Quality Control)
- 異常檢測 (Anomaly Detection)

# 案例二：藥水管理

即時監測  
感測器收集水質數據

環保效益  
減少廢水，降低環境影響



AI 分析

預測水質變化趨勢

智能調整

建議最佳藥劑添加時機



# AI應用於藥水管理



金屬表面處理是製造業的關鍵環節



藥水管理需要即時決策和安全控制



AI 技術可將藥水管理從被動轉為主動





# 現行藥水管理的挑戰



人工操作風險高

易發生漏澆或交叉污染



處理後的反應

藥水已異常才發現



數據集成與幫助決策時效性  
不足

# AI 如何改變藥水管理：即時監控與異常預警



數據收集

AI 即時收集感測器、設備的數據



模式分析

分析模式，預測 pH 值、溫度、濃度異常



系統保護

保證系統安全，避免操作風險



# AI 如何改變藥水管理：智慧流程與自動控制

自動調整參數  
如溫度、壓力、搖混時間



質量監控

監控到質量變化時啟動保護或調教作業

製程穩定

保障製程穩定和表面品質

# AI 如何改變藥水管理：預測性維護與自癒系統



預測故障

預測設備故障時間，如澆漏或溫換失效



預先調整

預先調整操作條件，避免停機



延長壽命

延長設備壽命，保持藥水效能



# AI 如何改變藥水管理：易於定置與持續優化

## 邊緣運算

當場計算提供即時回饋

## 無代碼式開發

非AI專業者也可擁有自己的AI模型

## OT/IT 數據集成

打通 SCADA 與設備實時維護

## 持續學習

應對原料或設備變化調整預測模型

# AI 藥水管理之勝





## 案例三：鍍層厚度預測

$\pm 2\%$

預測精度

AI 微粒細節分析可精準控制厚度

30%

試鍍成本降低

減少反覆測試的時間與材料浪費

15%

良率提升

更精準的厚度控制提高製程穩定性

# AI應用於塗層分析與厚度測量



塗層影響產品功能與壽命，是品質關鍵



傳統方法耗時、昂貴且受人為偏差影響



AI帶來革命性改變：自動化、高效、精準

參考影片：<https://www.youtube.com/watch?v=CydHysHKN-I>



# 傳統方法的挑戰

## 熱噴塗塗層分析：

- 實驗耗時、設備昂貴、結果不穩定
- SPS粒子太小，傳統設備難測量
- 噪音干擾紀錄與分析



## 陶瓷塗層厚度測量：

- 手動測量慢且有偏差
- 傳統影像分析需手動清理與閾值設定





# AI在熱噴塗塗層分析的應用



## 目標

預測塗層特性，減少實驗需求



## 使用技術

- XGBoost 預測滑動角、水接觸角
- GAN 生成對應微結構圖像
- Blob Detection 分析圖像特徵



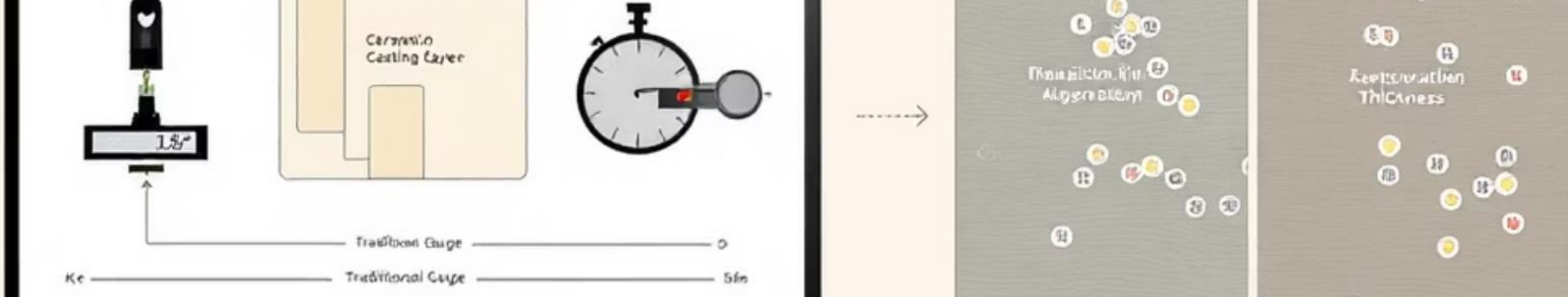
## 工作流程

噴塗條件 → 預測值 → GAN → 圖像 → 驗證與再生成



## 效益

節省時間與成本，彈性客製化塗層



## AI在陶瓷塗層厚度測量的應用

### 目標

快速、精準、自動化測量不均勻厚度

### 使用技術

AI分割 ( AI segmentation )

- 解決圖像雜訊與不均問題

### 工作流程

1. 凍結圖像
2. AI分割
3. 疊加測量線 → 自動計算厚度

2分鐘

手動測量  
每10次測量

1分鐘

傳統影像  
每10次測量

15秒

AI方法  
每10次測量

結果：平均值與標準差一致，效能更好

# AI 重塑塗層檢測未來





# 案例四：生產排程優化



數據收集

整合歷史生產資料與即時車間狀態



AI 演算

分析可能瓶頸與最佳生產順序



排程生成

建立最佳化生產計劃



成效監控

交期達成率提升，換線效率提高

# 製程排程的挑戰與目標

## -排程方式的演進與比較

排程方式	特性	參考資訊
手動排程	人工作業，經驗導向	
Excel工具	可視化但不即時	<a href="#">EXCEL客製規劃</a>
APS系統	ERP連動，自動排程	<a href="#">德上科技</a> 、 <a href="#">千碩科技</a>
AI排程	考量歷史數據與實時資訊	<a href="#">Advantech</a>



## 案例五：設備異常預警

### 預測性維護

AI 系統持續監測設備運行參數，精準預測電機、漆槽可能發生的異常。

### 提前預警

可在故障發生前3天發出警告，提供充足的維修準備時間。

### 降低停機損失

計劃性維修取代緊急停機，大幅減少生產中斷損失。

### 延長設備壽命

及時發現微小異常，避免小問題演變為嚴重故障。

# 設備異常預警 AI 應用



異常檢測是工業 AI 的核心應用之一



效益包括：預測性維護、提升產品品質、減少停機與維修成本



核心定義：異常 = 偏離正常行為，不一定是錯誤



挑戰：異常樣本極少，模型需基於健康數據學習



# 為什麼異常預警很重要？



## 預測性維護

STM 技術可使  
停機時間減少  
220%



## 品質提升

即時發現製程  
異常，確保穩  
定



## 節能減碳

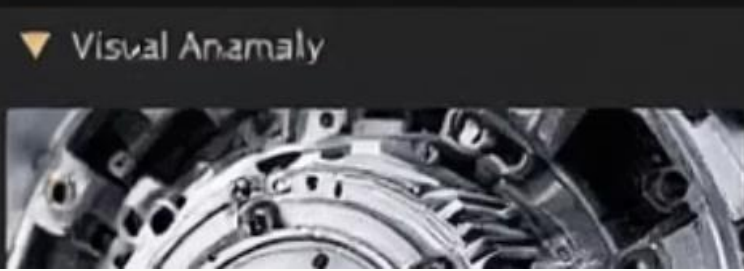
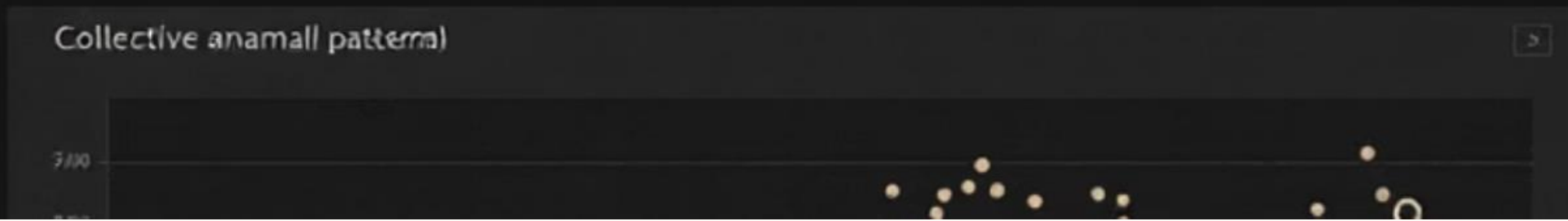
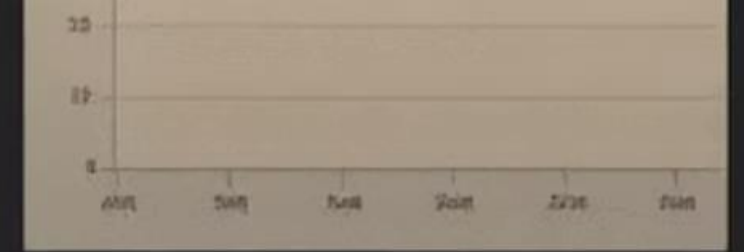
避免浪費維修  
資源，延長設  
備壽命



## 資安與隱私

邊緣AI實現本  
地即時預警，  
數據不需上雲





# 異常的三種類型

## 點異常

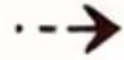
單一測量值顯著偏離 ( 最易偵測 )

## 集體異常

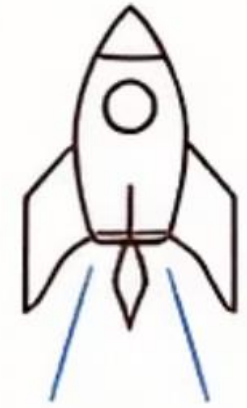
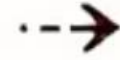
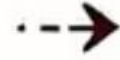
多個訊號的模式異常 ( 需結構化偵測 )

## 視覺異常

影像異常分析較為複雜，本次不涵蓋



Feature



# 異常檢測的工作流程

數據收集與清理（去噪、標準化）

確保數據品質是異常檢測的基礎

模型訓練與驗證：需明確定義「正常」與「異常」

建立準確的判斷標準

特徵工程：擷取可預測異常的特徵

例：從時域轉頻域揭露隱性差異

部署與即時整合

將模型整合至生產環境

# 傳統統計方法：控制圖

## 控制圖原理

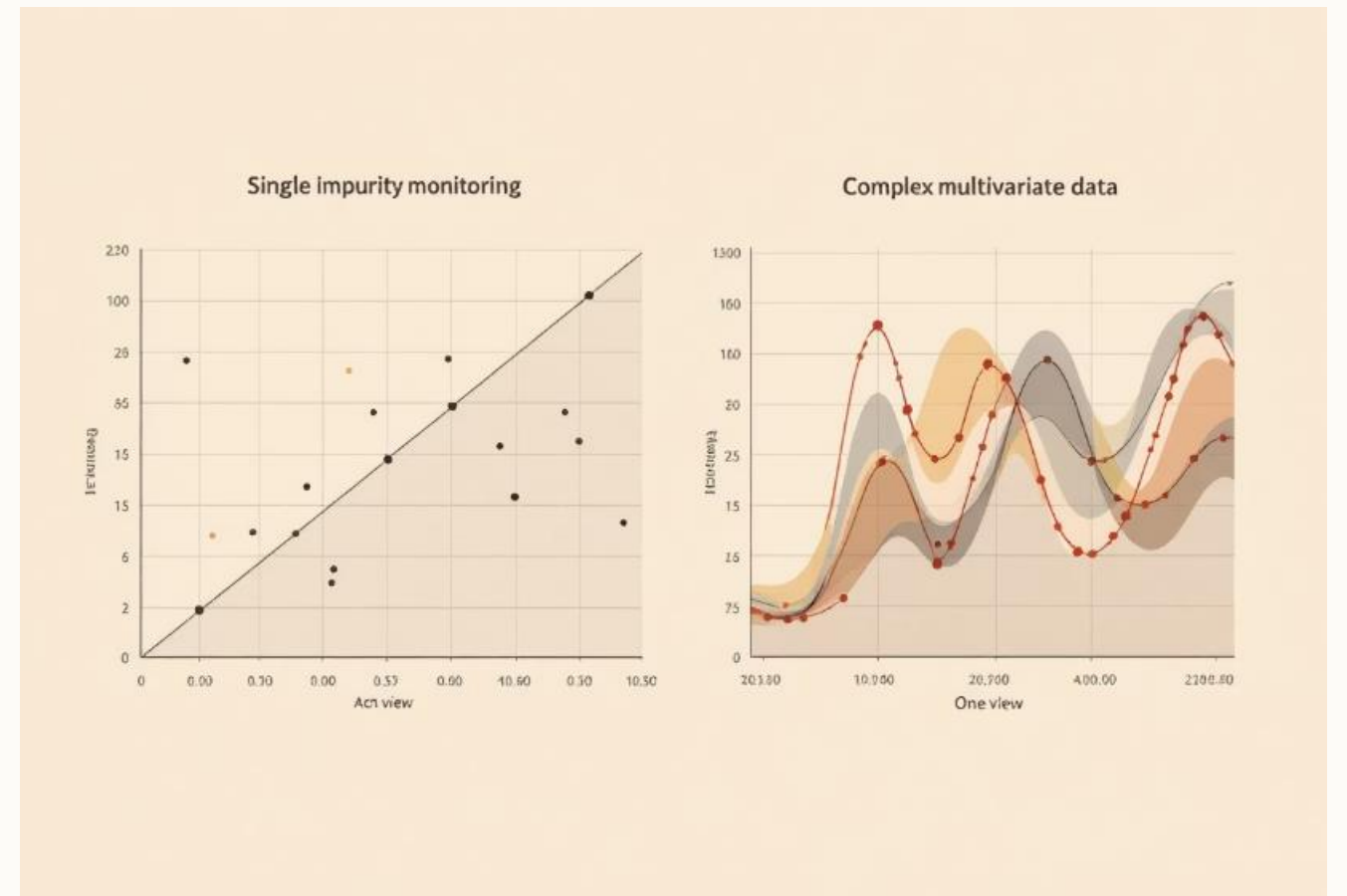
利用中心線與上下限監控關鍵數值

優點：簡單實用、無需大量資料

限制：難處理多變數或集體異常

## 實際應用案例

MATLAB 實例：控制圖對單一雜質有效，但多變數雜亂



# 有標籤資料：監督式學習



# 無標籤資料方法：非監督式學習

## 單類支持向量機 (One-Class SVM)

以健康數據訓練，學習最大邊界  
可辨識人眼無法察覺之異常趨勢



## 隔離森林 (Isolation Forest)

隨機分割資料空間，分割越多表示  
越異常

能在雜訊資料中找出異常組合

## 自動編碼器 (Auto-Encoder)

深度學習網路重建輸入訊號

重建誤差大 → 判定為異常

適合大量感測數據（如溫度、震動、壓力）



# 總結：異常檢測導入要點



有明確標籤 → 用監督式模型

當有足夠標記數據時的最佳選擇



無標籤但數據多 → 自動編碼器或非監督方法

利用大量健康數據建立正常行為模型



初期 → 可從控制圖/閾值法快速上手

簡單方法也能帶來立即效益



持續迭代特徵與模型，才能逐步提升預警準確率

異常檢測是持續改進的過程

# 如何開始我們的 AI 之旅？

## 找出自己的"痛點"

識別目前面臨的主要挑戰，確定 AI 可能帶來的價值。

例如：品質不穩定、成本過高、交期延誤等。

## 評估經驗與資料

檢視現有數據是否足夠，以及團隊對問題的理解程度。

好的資料是 AI 成功的關鍵。

## 尋找專業合作

與 AI 專家合作開發解決方案，學習必要的實作技能。

從小規模試點開始，逐步擴大應用範圍。





# 共創 AI 驅動的表面處理未來



## 發掘機會

思考貴廠哪個環節最適合 AI 應用？



## 循序漸進

讓 AI 先協助分析、計算、提供建議。



## 實踐體驗

接下來我們將手把手帶您實際操作。



## 交流分享

歡迎提問，分享您的想法與疑慮。

感謝各位的參與！讓我們一起探索 AI 為表面處理產業帶來的無限可能。