

智慧鍛造/沖壓監控技術

吳宗亮

國立高雄科技大學(第一校區)

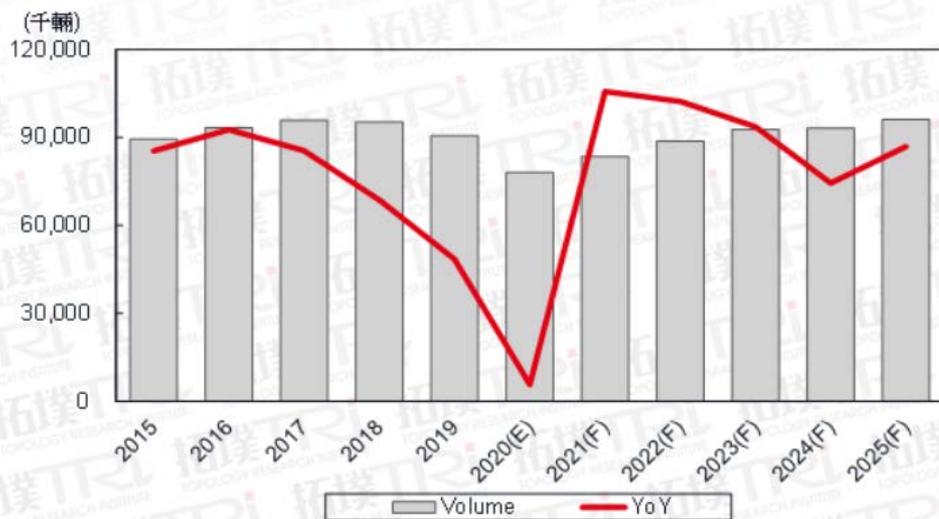
機電工程系

wut@nkust.edu.tw

V.2021.March

後疫情時代的汽車產業

2015~2025年全球汽車銷售市場規模



- 2020 下滑13.8% @ 7800萬輛
- 2021 預成長7% @ 8350萬輛
- 新能源車大好，2021年將呈兩位數成長，自駕也是低迷市場中的重要動能

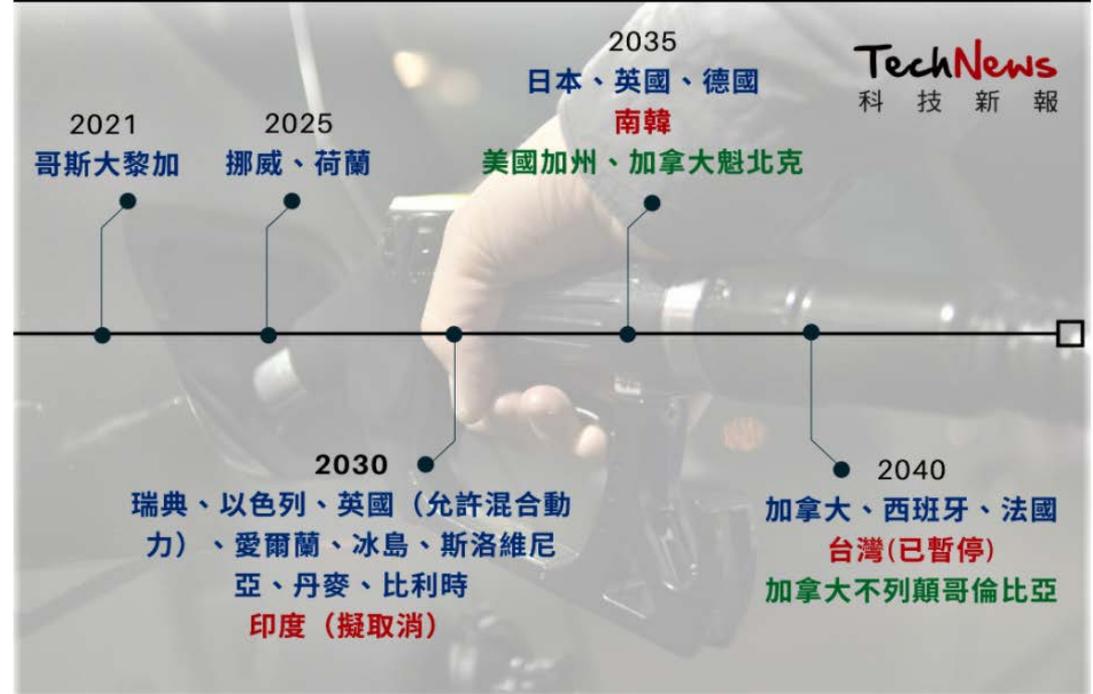
金屬成型面對未來競爭的挑戰

- 訂單...訂單...訂單...
 - 價格合理
 - 品質穩定
 - 出貨準點
- 然而，汽車零件的材料一直在演進
 - 碳鋼、鋁合金
 - 還有呢?

電動車

- 美國、中國及歐盟等三大經濟實體的電動車市場，就占了全球九成以上

全球「禁止新燃油車銷售」時間表一覽



全球「禁止非電動車上路」時間表一覽

<https://technews.tw/2021/01/22/why-is-the-sale-of-fuel-vehicles-banned-how-policies-and-regulations-affect-industry-changes/>

輕量化的趨向， 在電動車的推波助瀾下，勢不可擋



The screenshot shows a website for HRC+ with a navigation bar containing a menu icon, the HRC+ logo, and social media icons for WeChat, LinkedIn, and Twitter, along with an 'EN' language selector. The main content area features a section titled '复合材料成品技术及解决方案' (Composite Material Finished Product Technology and Solutions). The text describes HRC+ as a global leader in technology, established in 2014, focusing on R&D and production of composite materials. It highlights the trend of lightweighting and the low-carbon economy in China, positioning HRC+ as an industry leader. To the right of the text are three key performance indicators: '90 秒 快速成型' (90 seconds rapid prototyping), '50 % 大幅减重' (50% significant weight reduction), and '30 % 节约成本' (30% cost savings). Below this is a section titled '汽车上的应用' (Application on Cars) with a wireframe image of a car. The text states that HRC+ uses advanced European technology to shorten the production cycle of carbon fiber reinforced parts and ensures quality and efficiency through highly automated production lines. A '+ 更多' (More) link is present at the bottom of both sections.

复合材料成品技术及解决方案

作为全球领先的科技型企业，中国恒瑞有限公司成立于2014年，一直致力于复合材料制品的研发及生产。

随着轻量化趋势和低碳经济在中国的升温，中国恒瑞正发挥行业领跑者的优势，集中核心资源，进一步开拓目标市场。

[+ 更多](#)

90 秒
快速成型

50 %
大幅减重

30 %
节约成本

汽车上的应用

凭借欧洲先进的专利技术和生产设备，我们极大地缩短了碳纤维复合材料增强部件的生产周期。

同时，高度自动化生产线保证了产品质量和生产效率，适合碳纤维零部件的中等及大批量生产。

[+ 更多](#)

中國恆瑞

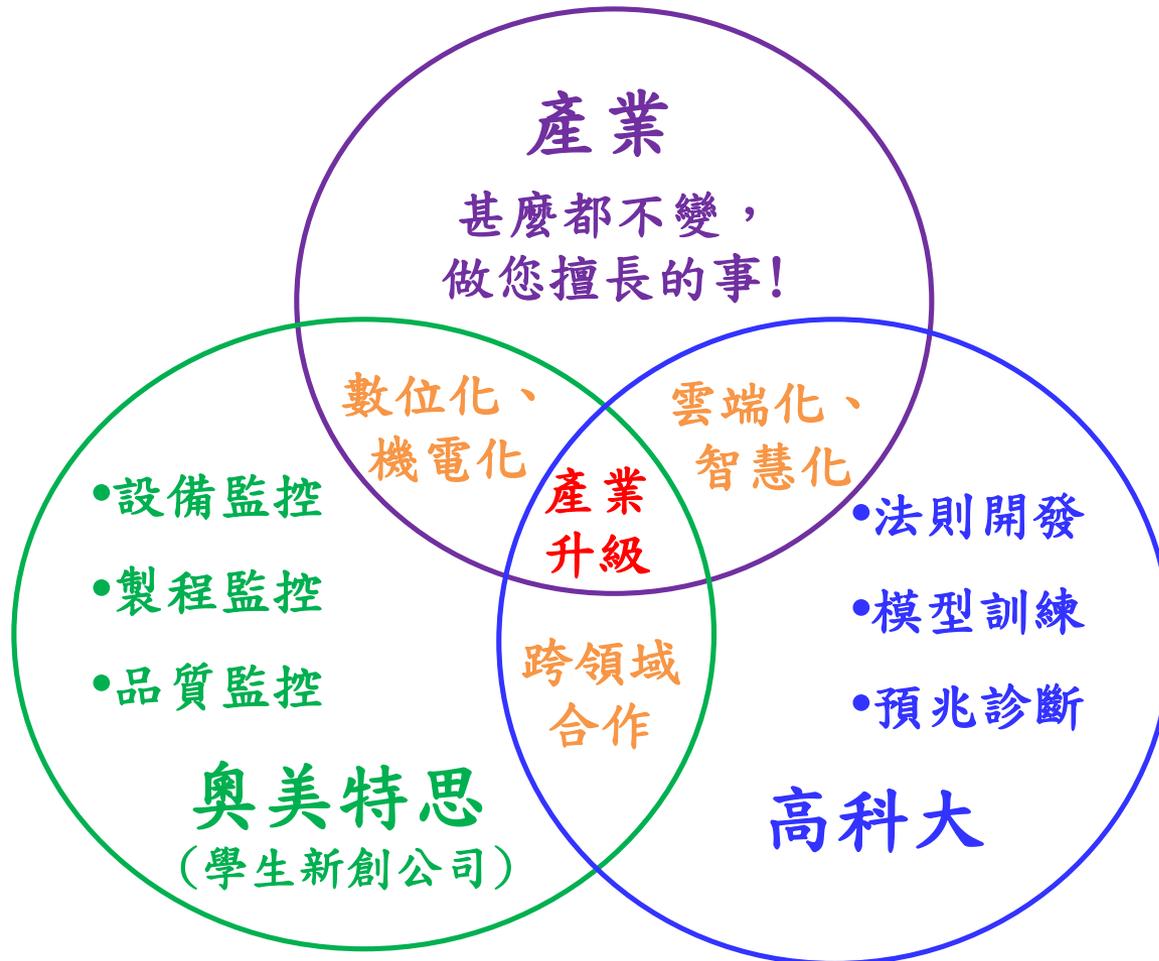
終結金屬稱霸的時代來臨了....

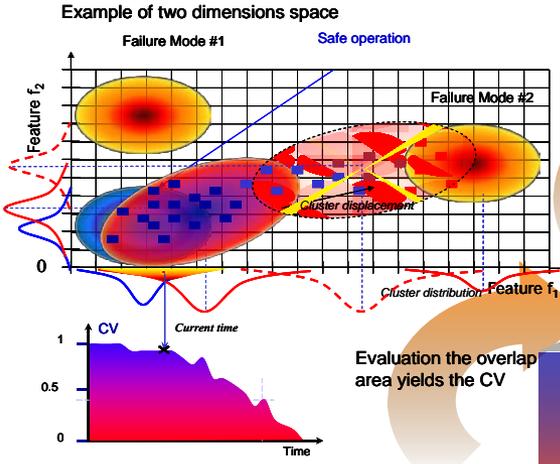
動態系統設計分析實驗室
Dynamic System Design and Analysis
Laboratory
&
奧美特思有限公司
(學生新創)

演講者經歷

- 國立高雄科技大學 機電工程系
 - 副教授
 - 光機電中心主任
 - *2014.2-until now*
- 工業技術研究院 機械所
 - 經理、研發經理、研究員
 - *5 years*
- University of Washington, USA, Ph.D. (2009)
- St. Thomas University, USA, MBA
- 國立台灣大學(MS)和國立成功大學(BS)

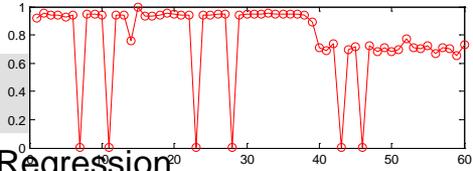
產業升級的契機與架構





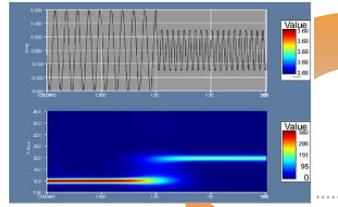
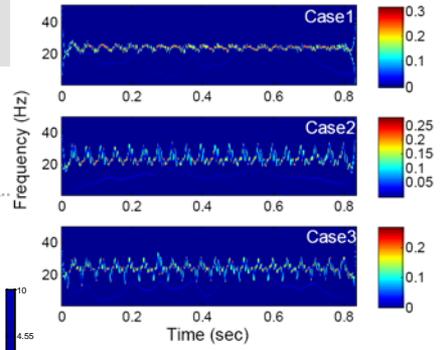
效能評價及趨勢預測

- Logistic Regression
- Statistical Pattern Recognition
- Autoregressive Moving Average



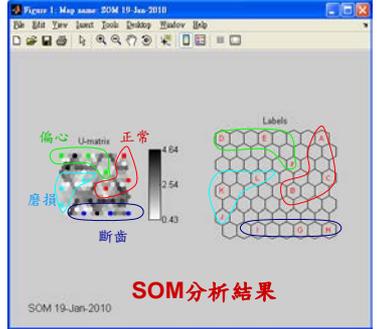
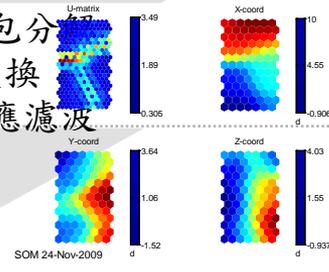
非穩態訊號特徵擷取技術

- Hilbert – Huang 轉換
- 主成分分析



時頻分析技術

- 小波分解、小波包分解
- 短時傅立葉變換
- 階次跟蹤、自適應濾波

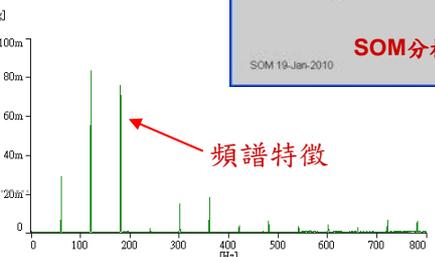
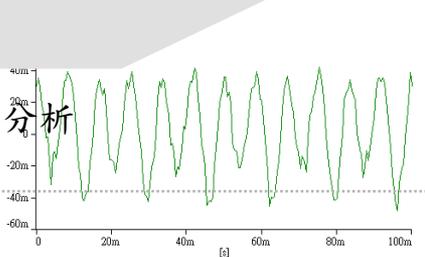


人工智慧診斷技術

- 模糊理論
- 倒傳遞類神經網路、自組織映射圖網路

穩態訊號分析技術

- 時域分析、統計分析
- 傅立葉轉換



監測/控系統架構



監測技術案例分享

1. 熱鍛造-模具壽命估算及介面開發
2. 熱鍛造-電腦輔助分析
3. 冷沖壓-伺服沖壓機**監控**系統
4. 冷沖壓-料帶尺寸辨識系統
5. 冷沖壓-沖頭磨耗監測
6. 冷沖壓-多沖頭磨耗監測
7. 冷沖壓-折彎製程尺寸變異監測
8. CNC加工-刀具壽命估算
9. 滾柱螺桿監測系統
10. 自組開發模組與應用

模具壽命估算及介面開發

機台振動監測介面

生產進度介面

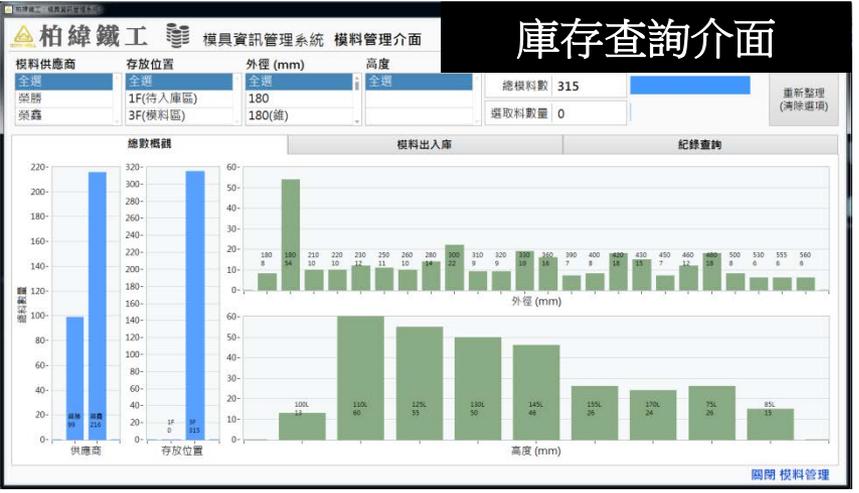


照片會自動依序填入格子中
並保留檔案名稱協助確認，若不需要請自行刪除

其他的欄位則保留空白

請注意，匯出的 Word 請手動保存
若關閉WORD，資料將會遺失

報表系統介面



柏緯鐵工 模具資訊管理系統 模具管理介面

庫存查詢介面

模具供應商	存放位置	外徑 (mm)	高度
全選	全選	全選	全選
榮勝	1F(待入庫區)	180	
榮鑫	3F(模料區)	180(維)	

總模料數 315
總取料數量 0

總數概觀

料料出入庫

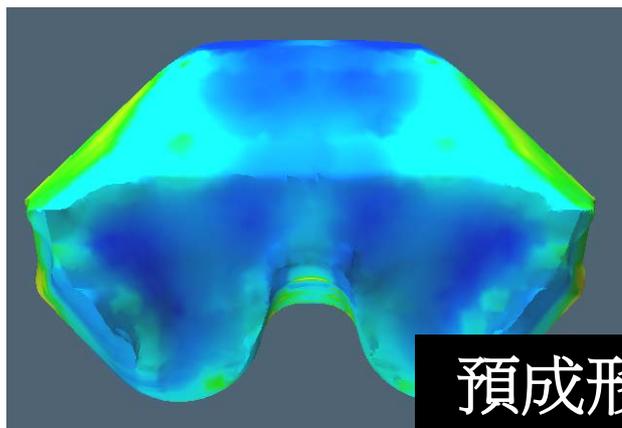
紀錄查詢

圖例 料料管理

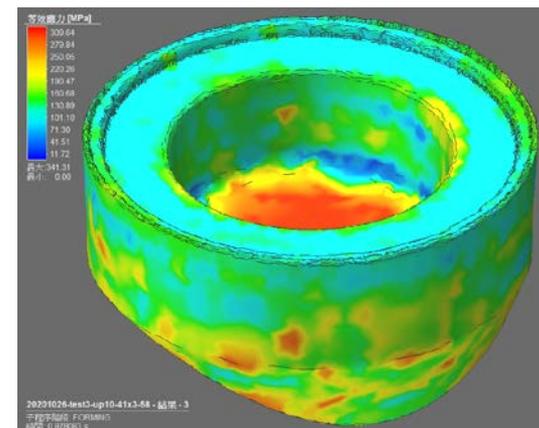
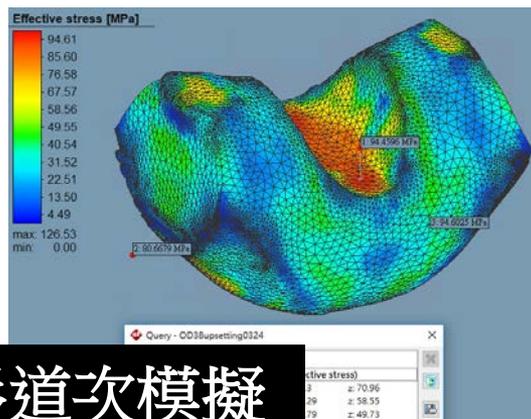
鍛造製程電腦輔助分析

傳承師傅鍛造經驗，以降低成本的模擬手段精進鍛造模具：

1. 減少試模次數 → 降低開發成本
2. 縮短開發時間 → 提高研發能力



預成形道次模擬



伺服沖壓機監控系統

監控系統主畫面

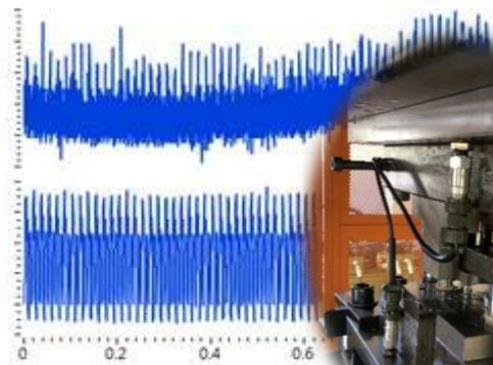
沖壓製程數位化監控

等待觸發

現場即時影像



模具振動監測



0 deg
0 SPM
250 mm

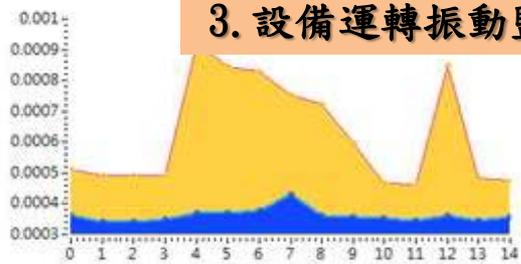
4. 機載訊息通訊模組

1. 模具成形影像監測

模具成形力監測

左後	總計	右後
1.4	5.8	2
左前		右前
1.2		1.2

模具振動趨勢



3. 設備運轉振動監測

5. 控制器回授模組



智能沖壓響應規模組

2. 模具成形力監測模組



冷沖製程-沖頭磨耗監測



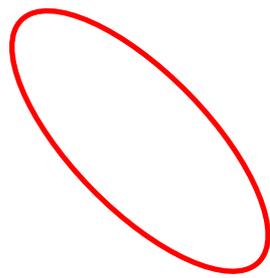
沖壓現場



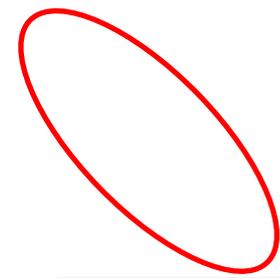
沖頭磨耗監測介面(現場)



高倍率顯微鏡檢測



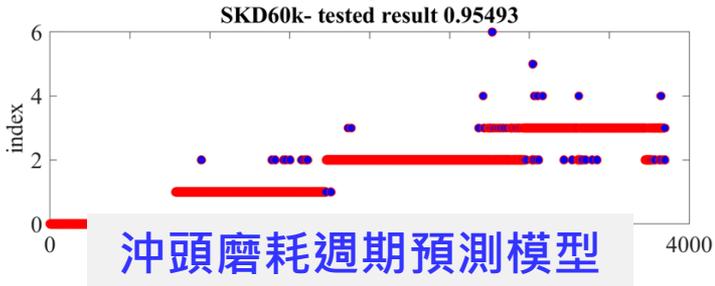
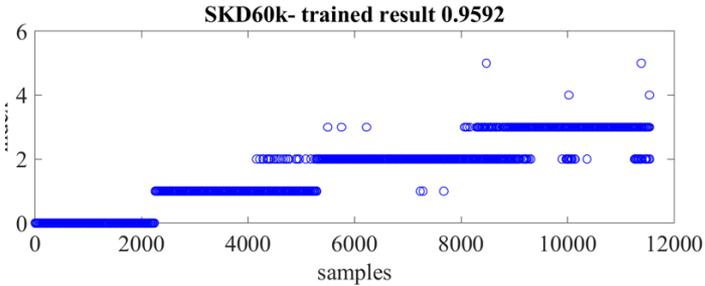
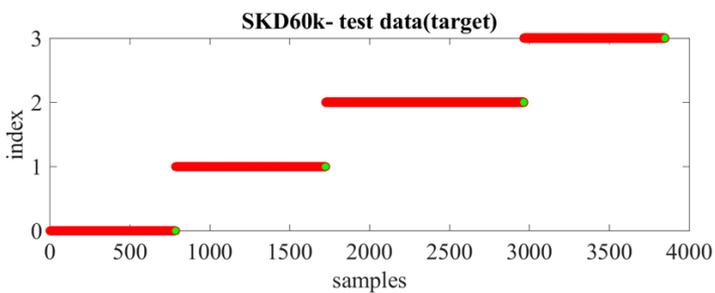
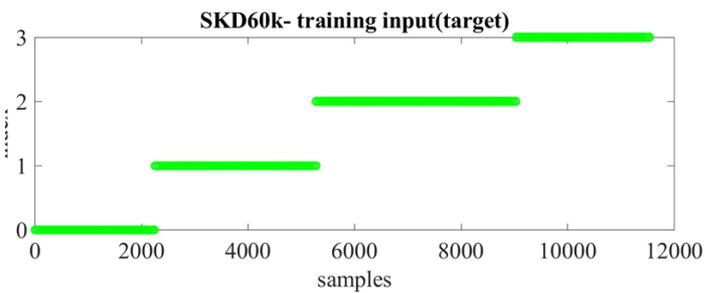
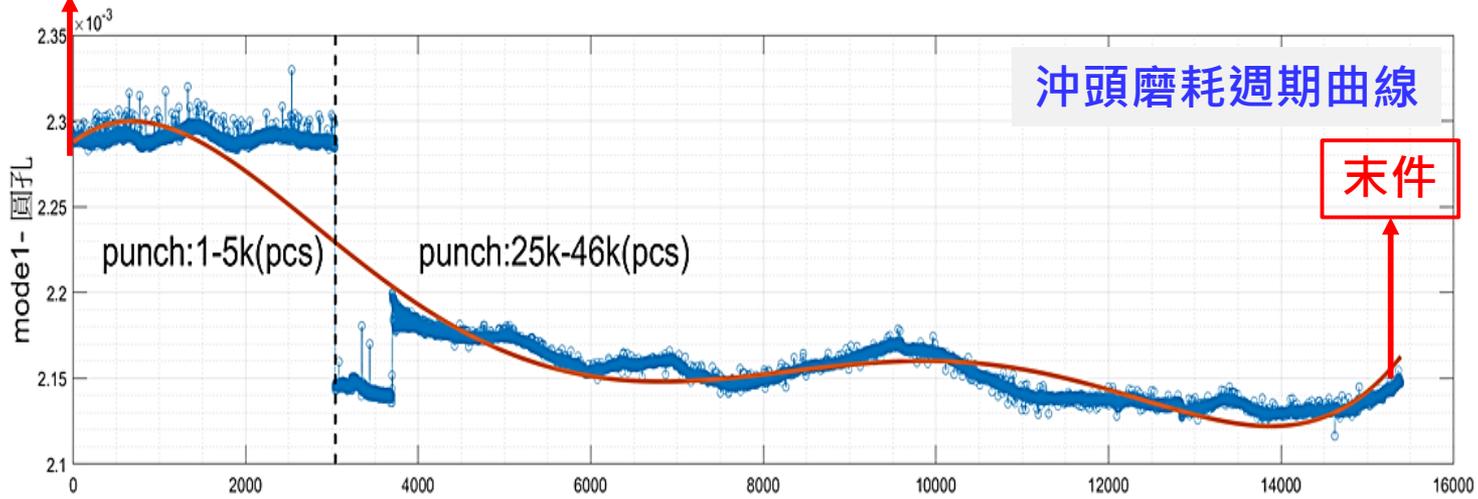
首件試片毛邊檢測



末件試片毛邊檢測

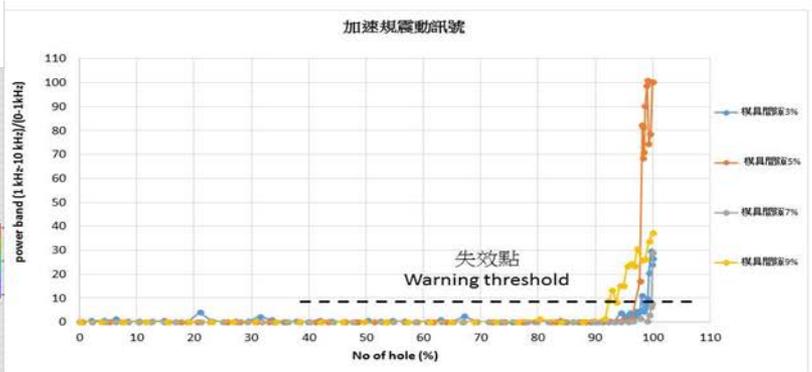
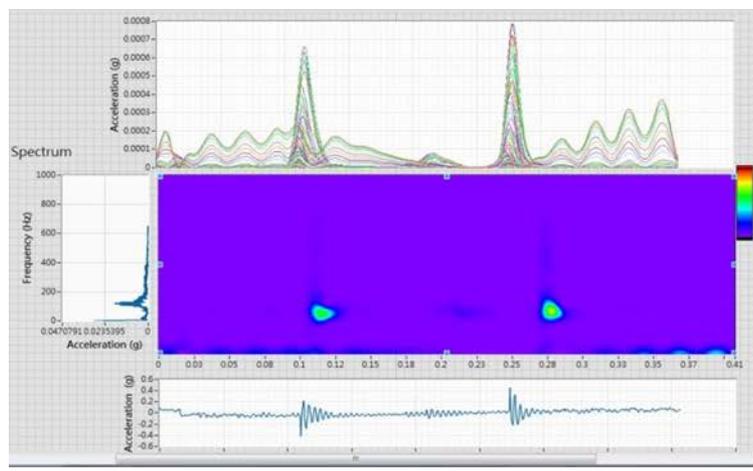
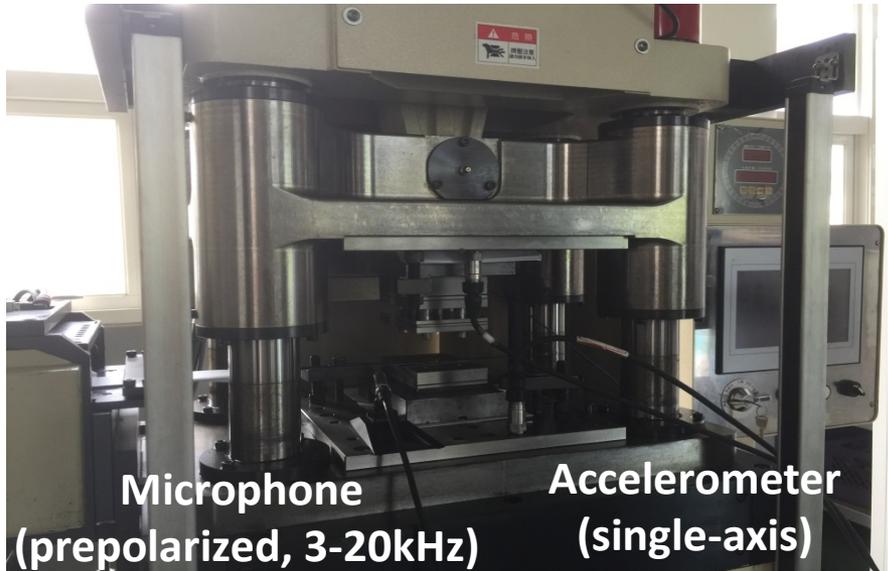
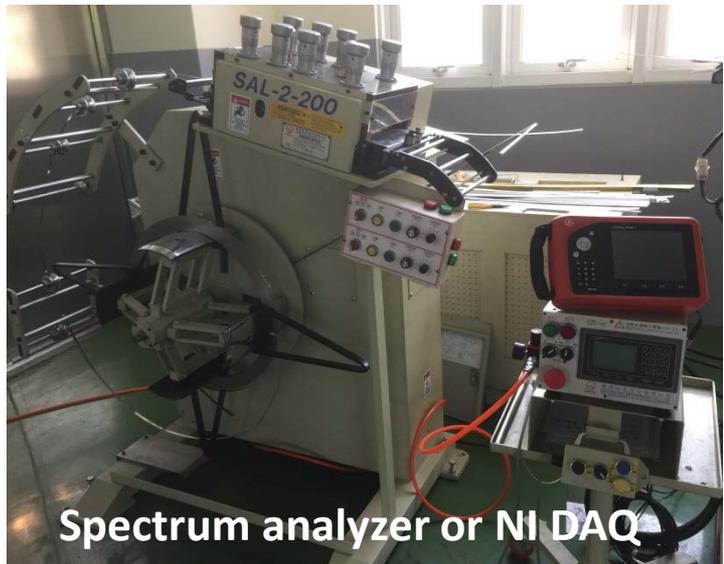
冷沖製程-沖頭磨耗監測

首件



沖頭磨耗週期預測模型

多道次/多沖頭沖壓製程監控



utilization of power of frequency band as a monitoring features

Example computation for two-sided FFT

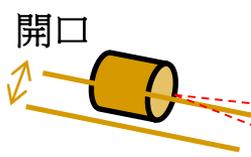
$$\text{Amplitude spectrum in volts rms} = \sqrt{2} \cdot \frac{\text{Magnitude}[\text{FFT}(A)]}{N} \text{ for } i = 1 \text{ to } \frac{N}{2} - 1$$

$$= \frac{\text{Magnitude}[\text{FFT}(A)]}{N} \text{ for } i = 0 \text{ (DC)}$$

其他領域

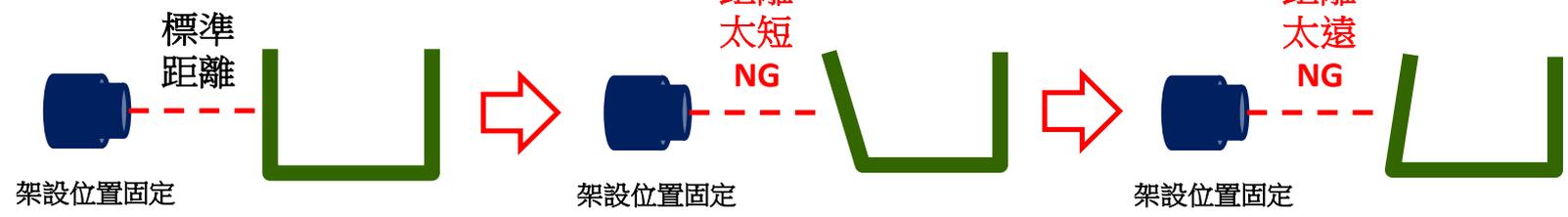
折彎製程品質變異監測

1. CCD視覺開口辨識模組

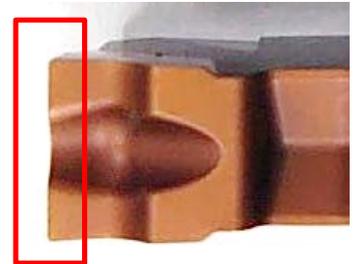
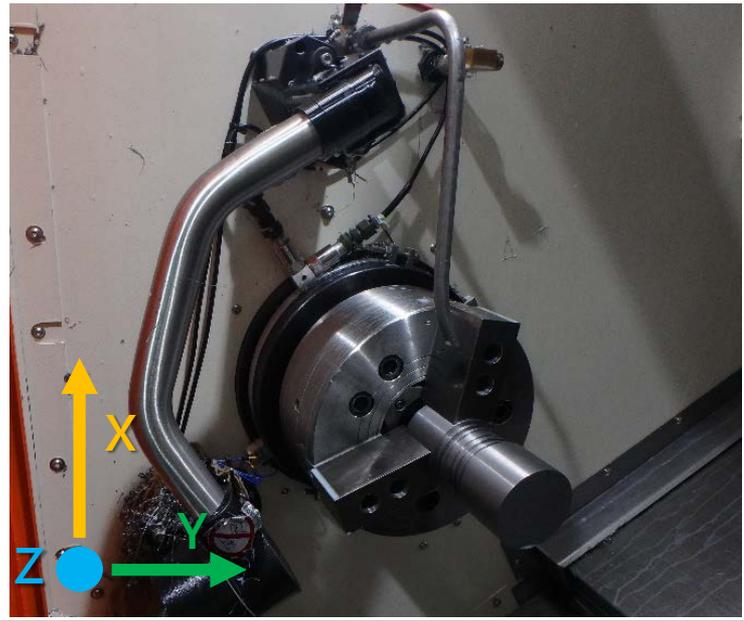


2. 雷射測距模組

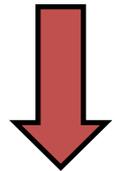
側高



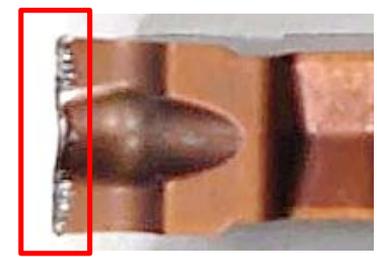
CNC加工機刀具磨耗監測



全新刀具



振動幅度下降



已磨耗刀具

FanucLogger

CNC

Connect: 192.168.1.43

DisConnec status: connect

啟用存檔

Set timer: 1000 (ms)

Item	Value
spindle speed	0
feedrate	0
spindle load	[0][0]
servo load	[21][1][0][15]
absolute position	[400.915][619.741][0][-0.013]
alarm history number	50

alarm history:

- 2020/1/22 上午 10:56:59:1002: 測速器未接受
- 2020/1/21 下午 04:20:11:1002: 測速器未接受
- 2020/1/21 下午 04:20:11:1072: 緊急停止
- 2020/1/21 下午 01:48:31:1002: 測速器未接受
- 2020/1/180 下午 02:03:34:1008: Y軸請先回原點
- 2020/1/180 下午 02:03:19:1008: Y軸請先回原點
- 2020/1/180 下午 02:03:09:1010: 各軸向須要原點復歸
- 2020/1/180 下午 0
- 2020/1/180 下午 0
- 2020/1/180 下午 0
- 2020/1/180 上午 11

更新時間 17:13:07.389

刀具磨耗監測介面

無線傳輸模組-振動感測器

無線傳輸模組-振動感測器 規格表

通訊方式		Wi-Fi (2.4Ghz)
通訊距離		無阻隔約 10 公尺
成品尺寸	訊號處理器	估計 15mm ^3
	無線傳輸模組	估計 45mm^3
	加速度晶片	約 8mm*12mm*5mm
測試傳輸速率		約 18000 samples/sec (@ Wi-Fi/1ch)
資料解析度		16 bit
量測範圍		±100g / ±50g



無線傳輸模組-應變感測器

無線傳輸模組-應變感測器 規格表

通訊方式	Wi-Fi (2.4Ghz)
通訊距離	無阻隔約 10 公尺
測試傳輸速率	約 1000 samples/sec (@Wi-Fi/1ch)
橋式整流	惠斯登電橋
資料解析度	24 bit
量測範圍	Strain $\pm 10^{-5}$



無線傳輸模組-PLC運轉參數後傳

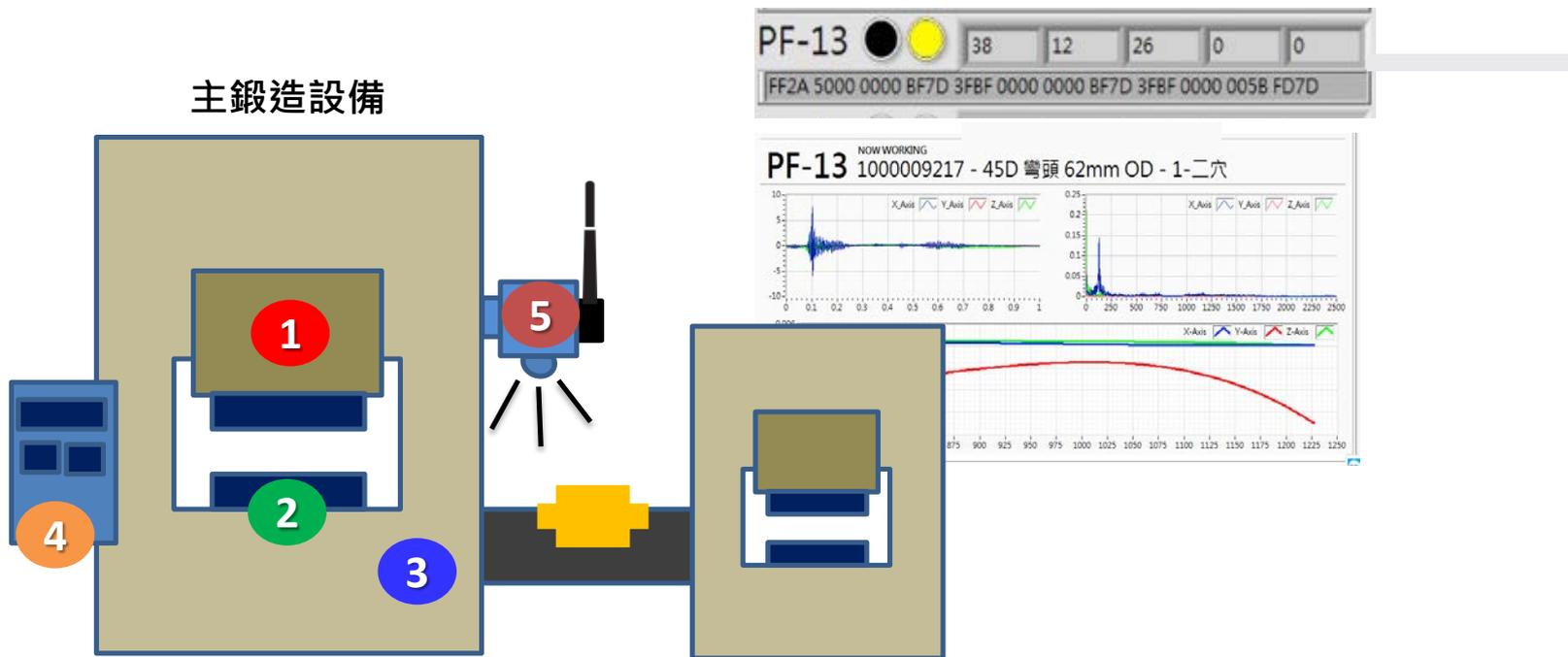
無線傳輸模組-PLC工作狀態 規格表

通訊方式	Wi-Fi (2.4Ghz) LORA RJ45(Ethernet)
通訊距離	視通訊方式而定
測試傳輸速率	約 100 samples/sec
輸入/出點位	客製化設計



自主開發模組應用於鍛造

- | | | | |
|---|----------------|---|----------------------|
| 1 | 無線傳輸模組-振動感測器 | ▶ | 1. 鍛造機 振動 監測 |
| 2 | 無線傳輸模組-應變感測器 | ▶ | 2. 模具 變形量 監測 |
| 3 | 無線傳輸模組-PLC狀態模組 | ▶ | 3. 鍛造機 稼動率 監測 |
| 4 | 無線傳輸模組-熱鍛工件計數 | ▶ | 4. 鍛造 生產進度 監測 |
| 5 | 無線傳輸模組-噸位數值傳輸 | ▶ | 5. 鍛造 成型噸位 監測 |



鍛造協會會員的優惠

- 赴廠評估及改善建議(免費)
- 全廠MES系統(製造執行系統)建構服務
- 租賃式診斷系統服務(硬體+診斷邏輯)
 - 感測器、電腦及周邊
 - 客製化模具、產品、機台診斷邏輯開發
 - 專為各廠開發，屬於各廠家的邏輯程式碼
 - 導入訓練服務(二代接班、總經理團隊、資訊部門)

Thank you~