

02

單元二

AI 工具應用於 智慧製造案例解析

生產瓶頸診斷

智慧排程

交期管理

維修數據

品質自動分類

60 分鐘

AI 生產瓶頸診斷

「老闆覺得產線慢，但不知道慢在哪一站。開會討論半天，每個主管都說自己部門沒問題。」

$$\text{OEE} = \text{稼動率} \times \text{性能率} \times \text{良率}$$

稼動率

設備實際運轉時間比例

82%

性能率

運轉時的實際產出效率

90%

良率

合格品比例

97%

OEE 綜合效率

三者相乘之綜合表現

72%

與業界標準差距

-13

個百分點

業界標準 OEE 為 85%

AI 瓶頸分析 — 工站工時

史塔克各工站標準工時 vs 實際工時

工站	標準工時	實際工時	差異	狀態
打頭	8 min	9.5 min	+1.5	注意
輾牙	6 min	6.8 min	+0.8	OK
熱處理	15 min	18.5 min	+3.5	瓶頸！
表面處理	12 min	13.2 min	+1.2	注意
品檢	5 min	7.8 min	+2.8	次瓶頸！
包裝	4 min	4.5 min	+0.5	OK

產線平衡率 各工站工時總和 ÷ (最長工時 × 工站數) = **54.3%**，理想值應 > 85%

AI 瓶頸改善建議

1 短期 1-2 週

- HT-01 熱處理爐溫控校正
- 增加品檢人力或引入快篩工具
- 預估產能提升 +12%

2 中期 1-3 個月

- 增設第二條熱處理線
- 品檢站導入半自動光學檢測
- 預估產能提升 +25%

3 長期 6 個月以上

- 熱處理爐汰舊換新
- 全線平衡率目標 85%+
- 預估產能提升 +40%

AI 結論 優先處理熱處理瓶頸 — 單站改善即可帶動整條線的效率提升

AI 自動產出月報

史塔克 12 個月數據 → AI 產出的重點發現

良率逐月改善

+2.5pt

94.7% → 97.2%

稼動率逐月下降

-5.9pt

88.2% → 82.3% 設備老化

旺季交期偏低

83-85%

7-8 月為全年最低點

AI 不只給數字 還會指出「稼動率下降」與「交期偏低」之間的關聯，並給出改善建議

報表從花 2 天，變成花 2 分鐘 — 省下的時間拿去做決策

真實挑戰：交期達成率偏低

某扣件廠的困境

- 排程 vs 實際產出有顯著落差
- **30-40% 外包製程**難以掌控進度
- 外包品質要回廠才能檢查，拖延後續製程
- 出口歐美市場佔 90%，交期延誤等於失去訂單

如果用 AI 排程 + 瓶頸分析

- AI 預測外包回廠時間，自動調整後續排程
- AI 標記「交期風險」工單，提前預警
- 從「事後追趕」轉為「事前預防」
- 風險在發生前就被看見，而不是事後檢討

關鍵轉變 交期管理的難點不是速度，而是「什麼時候知道會來不及」

AI 排程建議

登入Google帳號之後，進入：<https://gemini.google.com/>



1 上傳數據

work_orders.csv檔案可直接上傳，也可將檔案直接拖入 Gemini 對話框

2 下指令

「將雜亂的訂單明細轉換為最佳化的機台排程表」

3 取得結果

AI 排程建議

10 張工單 + 機台條件 → AI 產出排程表

日期	機台	工單	產品	優先序	工時
4/7	CH-02	WO-101	HB-M8x30	急	8h
4/7	CH-03	WO-102	HB-M6x20	急	8h
4/8	CH-02	WO-101	HB-M8x30	急	8h
4/8	CH-04	WO-104	CSH-M5x16	高	8h

產能利用率

88%

接近滿載

4/9、4/10 加班需求

2h

AI 已提前標記

風險提示



重要工單已避開 CH-01

螺絲廠「打頭製程」AI 併單排程練習

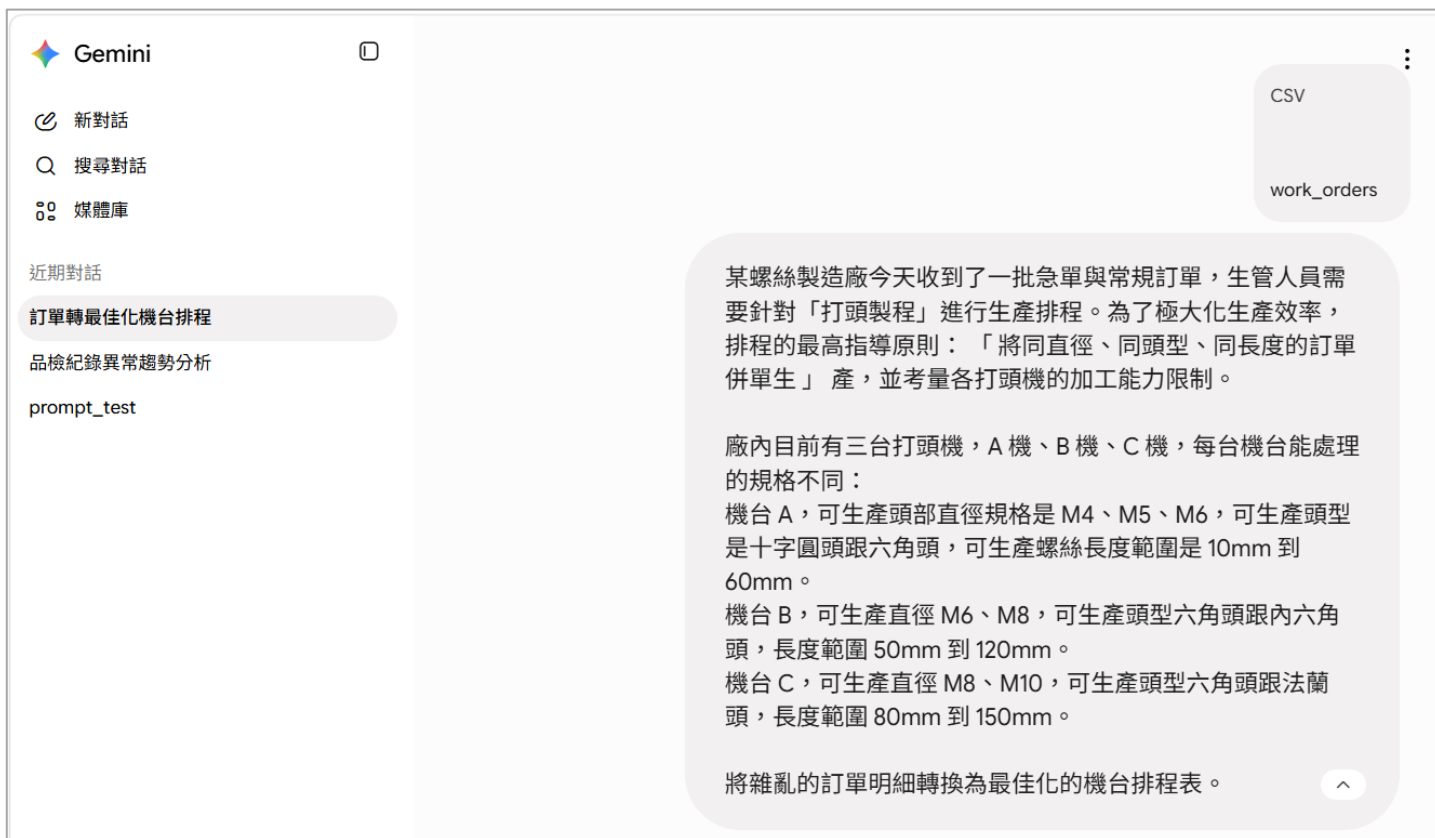
【情境說明】 某螺絲製造廠今天收到了一批急單與常規訂單，生管人員需要針對「打頭製程」進行生產排程。為了極大化生產效率，排程的最高指導原則：「將同直徑、同頭型、同長度的訂單併單生產，並考量各打頭機的加工能力限制。」

機台編號	可生產頭部直徑	可生產頭型	可生產螺絲長度
機台 A	M4, M5, M6	十字圓頭、六角頭	10mm ~ 60mm
機台 B	M6, M8	六角頭、內六角頭	50mm ~ 120mm
機台 C	M8, M10	六角頭、法蘭頭	80mm ~ 150mm

請利用 AI 工具 (如 Gemini)，將雜亂的訂單明細轉換為最佳化的機台排程表。

螺絲廠「打頭製程」AI 併單排程練習

登入Google帳號之後，進入：<https://gemini.google.com/>



注意：

- (1) work_orders.csv檔案不需要再次上傳。
- (2) 可自行修改提示詞。
- (3) 可依需求調整機台規格。
- (4) 每次AI生成的排程結果可能會有些微差異，但是整體排程邏輯（狀態優先 → 緊急度 → 交期順序）大致相近。

螺絲廠「打頭製程」AI 併單排程練習

本日需要安排生產的 8 張訂單 — 哪幾張規格完全相同？那就是可以併單的候選

訂單編號	頭部直徑	頭型	螺絲長度	訂單數量 (支)
PO-001	M6	六角頭	55mm	30,000
PO-002	M8	內六角頭	100mm	50,000
PO-003	M6	十字圓頭	30mm	120,000
PO-004	M6	六角頭	55mm	20,000
PO-005	M8	六角頭	90mm	40,000
PO-006	M10	法蘭頭	130mm	15,000
PO-007	M8	內六角頭	100mm	10,000
PO-008	M6	六角頭	80mm	60,000

螺絲廠「打頭製程」AI 併單排程練習

將上述的「機台能力」與「訂單明細」複製，並搭配以下的 Prompt (提示詞) 輸入給 AI 進行排程：

你現在是一位專業的螺絲廠生管排程專家。

請根據我提供的「機台能力表」與「待排程訂單明細」，制定一份「打頭製程」的生產排程計畫。

排程規則與限制：

1. 併單規則：必須將「同直徑」、「同頭型」且「同長度」的訂單合併生產，以減少換模時間（請標示哪些訂單被合併，以及合併後的總數量）。
2. 派機規則：訂單的規格必須完全符合該機台的能力限制才能派發。
3. 資源衝突：若某規格有兩台以上機台可生產，請平均分配或指派給可用機台。

請以「機台」為主體產出最終排程表，

格式需包含：分配到的機台、併單後總數量、包含的訂單編號、生產規格。

螺絲廠「打頭製程」AI 併單排程練習

將上述的「機台能力」與「訂單明細」複製，並搭配Prompt (提示詞) 輸入給 AI 進行排程：

Gemini

新對話
 搜尋對話
 媒體庫

近期對話
 訂單轉最佳化機台排程
 品檢紀錄異常趨勢分析
 prompt_test

可生產頭型		機台	產量
十字圓頭、六角	六角圓頭	100n	50
六角頭、內六角	一字圓頭	30n	50n
六角頭、法蘭頭	六角圓頭	90n	130n
	六角圓頭	100n	80

你現在是一位專業的螺絲廠生管排程專家。

請根據我提供的「機台能力表」與「待排程訂單明細」，制定一份「打頭製程」的生產排程計畫。

排程規則與限制：

1. 併單規則：必須將「同直徑」、「同頭型」且「同長度」的訂單合併生產，以減少換模時間
(請標示哪些訂單被合併，以及合併後的總數量)。
2. 派機規則：訂單的規格必須完全符合該機台的能力限制才能派發。
3. 資源衝突：若某規格有兩台以上機台可生產，請平均分配或指派給可用機台。

請以「機台」為主體產出最終排程表，
格式需包含：分配到的機台、併單後總數量、包含的訂單編號、生產規格。

注意：

- (1) 這段 Prompt 需要完整複製貼上，中間的排程規則不要省略。
- (2) 可自行修改排成規則。
- (3)) 「機台能力」以及「訂單明細」要一併附在 Prompt 前面，AI 才能有足夠資訊做判斷。
- (4) 可依實際需求調整輸出格式 (例如：改成表格、加入更多欄位) 。

解析：AI 應輸出的預期結果

1 併單成功案例

- PO-001 與 PO-004 (皆為 M6 / 六角頭 / 55mm) 必須合併，總量 50,000 支
- PO-002 與 PO-007 (皆為 M8 / 內六角頭 / 100mm) 必須合併，總量 60,000 支

2 精準派機案例

- M6 / 六角頭 / 55mm 可派給機台 A 或 B (兩者皆涵蓋)
- M8 / 內六角 / 100mm 只能派給機台 B
- PO-008 (M6 / 80mm) 超過機台 A 上限，必須派給機台 B
- PO-006 (M10 / 法蘭頭) 只能派給機台 C

檢核重點 如果 AI 沒有標示「哪些訂單被合併」，就補一句「請列出併單明細與加總數量」

螺絲廠「輾牙製程」AI 併單排程練習

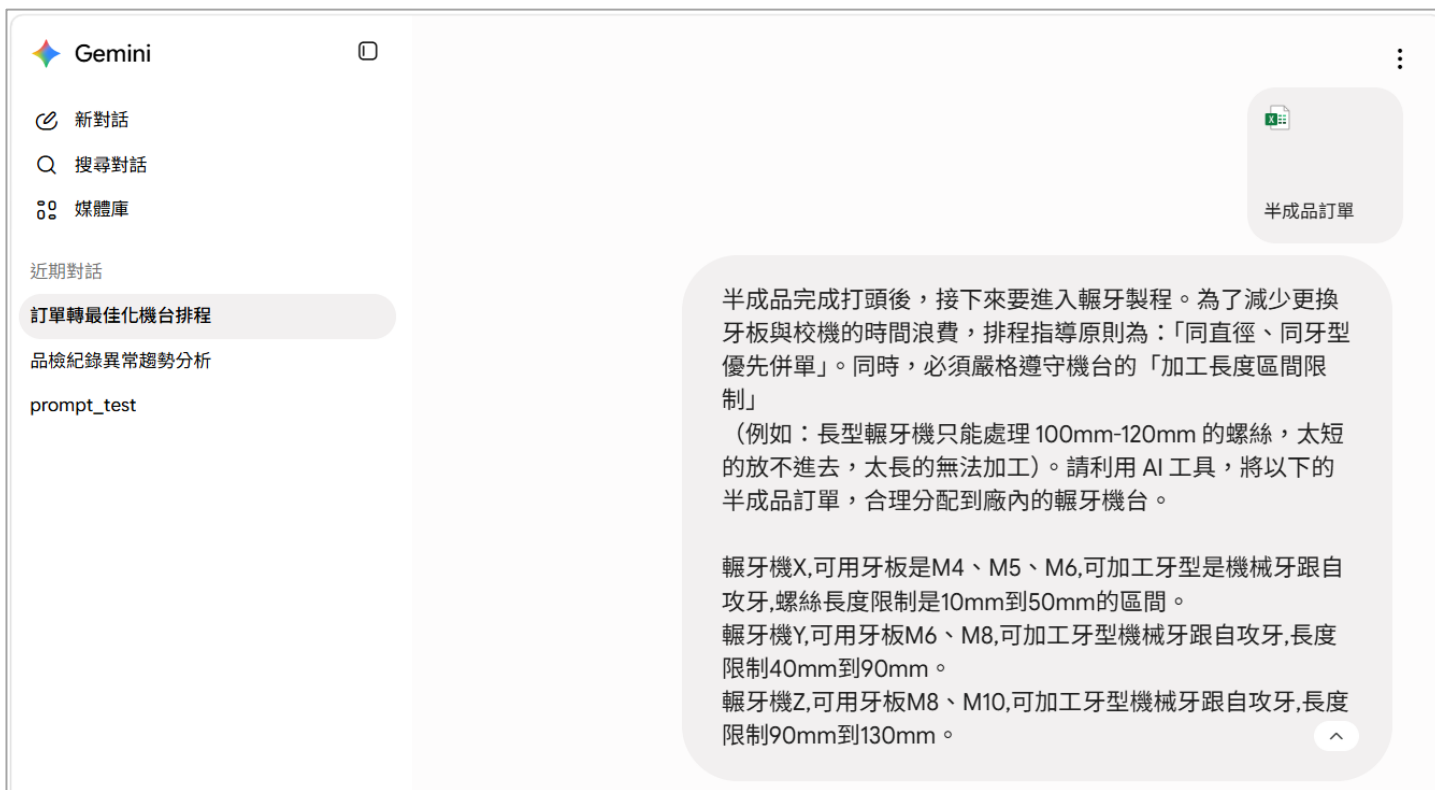
【情境說明】 半成品完成打頭後，接下來要進入輾牙製程。為了減少更換牙板與校機的時間浪費，排程指導原則為：「同直徑、同牙型優先併單」。同時，必須嚴格遵守機台的「加工長度區間限制」（例如：長型輾牙機只能處理 100mm-120mm 的螺絲，太短的放不進去，太長的無法加工）。請利用 AI 工具，將以下的半成品訂單，合理分配到廠內的輾牙機台。

機台編號	可用牙板	可加工牙型	螺絲長度限制
輾牙機 X	M4, M5, M6	機械牙、自攻牙	10mm ~ 50mm
輾牙機 Y	M6, M8	機械牙、自攻牙	40mm ~ 90mm
輾牙機 Z	M8, M10	機械牙、自攻牙	90mm ~ 130mm

難點 長度區間會互相重疊 (如 45mm 同時落在 X 與 Y)，這正是 AI 需要判斷的地方

螺絲廠「軋牙製程」AI 併單排程練習

登入Google帳號之後，進入：<https://gemini.google.com/>



注意：

- (1) 半成品訂單.csv可直接上傳，也可將檔案直接拖入 Gemini 對話框
- (2) 可依實際需求修改軋牙機台的長度限制。

螺絲廠「輾牙製程」AI 併單排程練習

本日需要輾牙的 7 張訂單 — TR-001 與 TR-003、TR-002 與 TR-006 是併單重點

訂單編號	螺絲直徑	牙型	螺絲長度	訂單數量 (支)
TR-001	M6	機械牙	45mm	40,000
TR-002	M8	自攻牙	110mm	25,000
TR-003	M6	機械牙	45mm	30,000
TR-004	M8	機械牙	70mm	50,000
TR-005	M10	機械牙	120mm	20,000
TR-006	M8	自攻牙	110mm	15,000
TR-007	M6	自攻牙	30mm	60,000

螺絲廠「軋牙製程」AI 併單排程練習

請學員複製以下提示詞並輸入給 AI：

你是一位精通精實管理與生產排程的專家。

請根據「軋牙機台能力表」與「待排程訂單明細」，制定一份軋牙製程的生產排程表。

排程規則與限制：

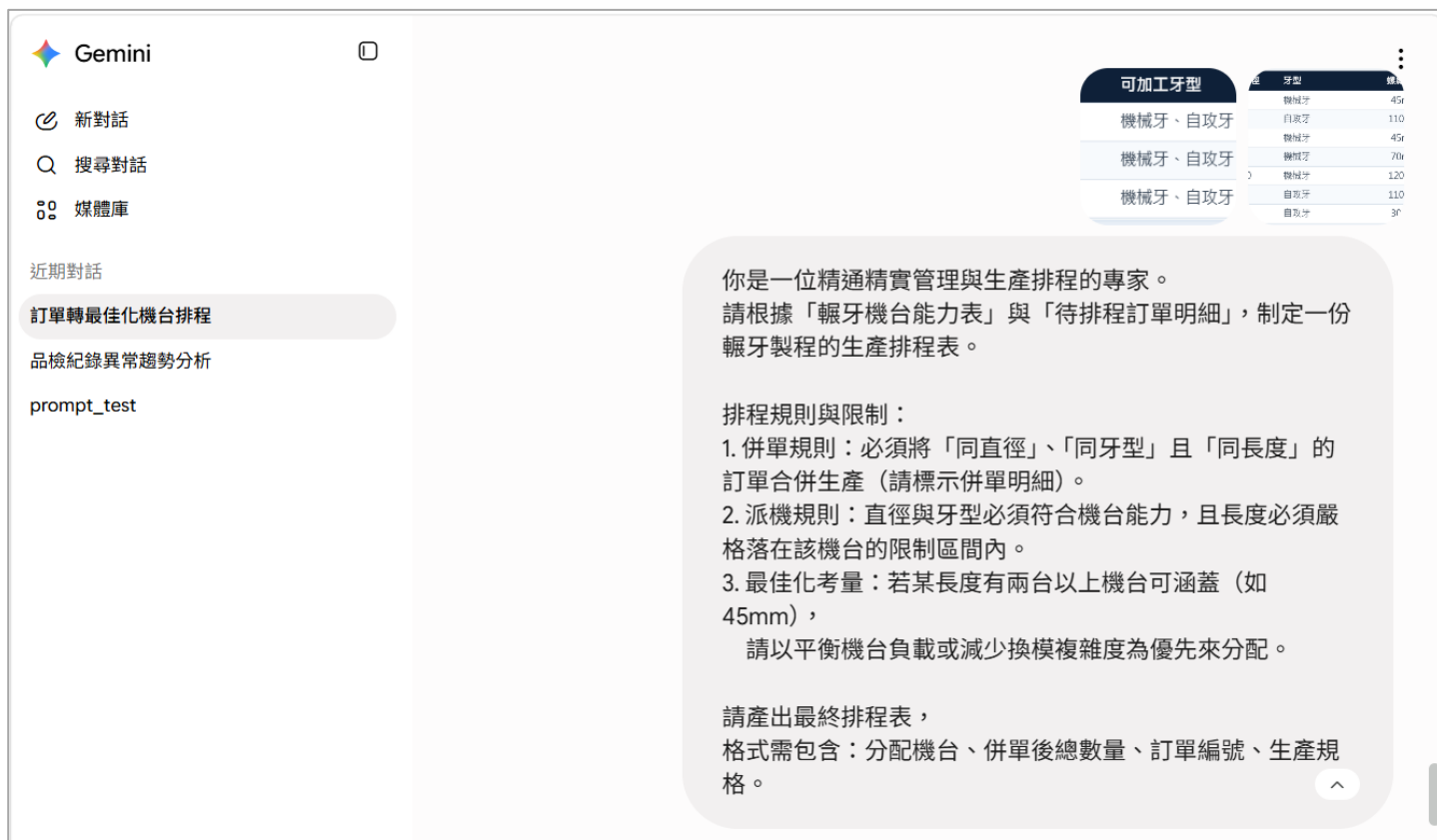
1. 併單規則：必須將「同直徑」、「同牙型」且「同長度」的訂單合併生產（請標示併單明細）。
2. 派機規則：直徑與牙型必須符合機台能力，且長度必須嚴格落在該機台的限制區間內。
3. 最佳化考量：若某長度有兩台以上機台可涵蓋（如 45mm），請以平衡機台負載或減少換模複雜度為優先來分配。

請產出最終排程表，

格式需包含：分配機台、併單後總數量、訂單編號、生產規格。

螺絲廠「軋牙製程」AI 併單排程練習

登入Google帳號之後，進入：<https://gemini.google.com/>



The screenshot shows the Gemini AI web interface. On the left is a sidebar with navigation options: '新對話' (New chat), '搜尋對話' (Search chat), '媒體庫' (Media library), and '近期對話' (Recent chat). Under '近期對話', there are three items: '訂單轉最佳化機台排程' (Order transfer to optimal machine scheduling), '品檢紀錄異常趨勢分析' (Inspection record abnormal trend analysis), and 'prompt_test'. The main area displays a prompt in Chinese. At the top right of the main area, there are two small tables. The first table is titled '可加工牙型' (Processable thread types) and lists '機械牙、自攻牙' (Mechanical thread, self-tapping thread). The second table is titled '牙型' (Thread type) and lists '機械牙' (Mechanical thread) with values 45r, 110, 45r, 70r, 120, 110, and 3r. The prompt text is as follows:

你是一位精通精實管理與生產排程的專家。
請根據「軋牙機台能力表」與「待排程訂單明細」，制定一份軋牙製程的生產排程表。

排程規則與限制：

1. 併單規則：必須將「同直徑」、「同牙型」且「同長度」的訂單合併生產（請標示併單明細）。
2. 派機規則：直徑與牙型必須符合機台能力，且長度必須嚴格落在該機台的限制區間內。
3. 最佳化考量：若某長度有兩台以上機台可涵蓋（如 45mm），請以平衡機台負載或減少換模複雜度為優先來分配。

請產出最終排程表，
格式需包含：分配機台、併單後總數量、訂單編號、生產規格。

注意：

本次 Prompt 需要搭配步驟一（軋牙機台能力表）以及步驟二（7 張待排程訂單）的資料一併輸入，AI 才能完成排程判斷。

解析：AI 應輸出的預期結果

1 併單成功案例

- TR-001 與 TR-003 (M6 / 機械牙 / 45mm) 合併，共 70,000 支
- TR-002 與 TR-006 (M8 / 自攻牙 / 110mm) 合併，共 40,000 支

2 精準派機案例

- TR-002 + TR-006 (110mm) 只能派給輾牙機 Z (90-130mm)
- TR-005 (120mm) 只能派給輾牙機 Z
- TR-004 (70mm) 只能派給輾牙機 Y (40-90mm)
- TR-007 (30mm) 只能派給輾牙機 X (10-50mm)

跨區間的智慧分配 TR-001 + TR-003 (45mm) 剛好落在機台 X (10-50) 與 Y (40-90) 的重疊區間 — 由 AI 依負載決定

這一題沒有唯一解，重點是 AI 有沒有說明「為什麼這樣派」

扣件設備維修週期特性

設備	關鍵耗材	典型壽命	故障徵兆
打頭機	打頭模具	5-10 萬件	頭部毛邊增加、尺寸偏移
打頭機	送料滾輪	3-6 個月	卡料頻率增加
輾牙機	牙板	3-8 萬件	螺紋外觀不良率上升
熱處理爐	加熱元件	12-18 個月	溫度不均、升溫變慢
電鍍線	電鍍液	依使用量	鍍層厚度不均

AI 能做的 追蹤每台設備的使用件數與時間，預測何時該換耗材 — 從「壞了才修」到「預測保養」

AI 預測維修排程

設備	下次預計保養	項目	優先級
CH-01	本週	送料滾輪更換 + 壓力校正	急
HT-01	2 週內	溫控感測器校驗	高
TR-02	1 個月內	牙板更換 (已使用 6 萬件)	高
EP-01	2 個月內	電鍍液更換	中

非計畫停機

-60%

預計可減少

納入預測保養

4 台

涵蓋主要設備

突發搶修

0

目標狀態

維修數據分析 — CH-01

maintenance_log.csv → AI 分析故障模式

1 故障統計

- 12 個月故障 33 次
- 累計停機約 90 小時
- 平均每月 2.75 次

2 Top 3 故障模式

- 送料機構故障 45%
- 壓力偏移 30%
- 模具損壞 15%

3 AI 建議

- 每 2 週檢查送料滾輪
- 每月校正壓力
- 評估汰換 CH-01

洞察 同一個故障模式重複出現 12 個月 — 這不是設備問題，是保養制度問題

設備知識庫對話範例



新進維修人員：「HT-01 熱處理爐溫度不穩怎麼辦？」

AI 知識庫回答

根據維修紀錄，HT-01 溫控不穩通常有 3 個原因：

- 1 熱電偶老化（上次更換：6 個月前）→ 建議更換
- 2 加熱元件局部損壞 → 檢查各區溫度差異
- 3 控制器參數偏移 → 重新校正 PID 參數

引用來源：2025-08、2025-11 維修紀錄

關鍵 Gemini Notebook的回答一定會標註來源，不會憑空編造 — 這是它適合企業使用的原因

登入Google帳號之後，進入：<https://notebook.google.com/>

設備知識庫對話範例

登入Google帳號之後，進入：<https://notebook.google.com/>

The screenshot displays the Google NotebookLM interface. The title bar reads "Mastering Cold Heading: Master Zhang's Production Standards". On the left, the "來源" (Sources) panel lists three documents: "fqa.txt", "sop_draft.md", and "異常處理.txt", all of which are selected. The main "對話" (Conversation) area shows a user query: "M8 螺栓打頭時模具要怎麼安裝?". Below this, the system provides a detailed response based on Master Zhang's standards, including steps for selecting mold sets, two-stage installation, using specialized tools for tightening, and zeroing the mold. At the bottom, a follow-up query "HT-01 熱處理爐溫度不穩怎麼辦?" is entered, with a button indicating "3 個來源" (3 sources).

注意：

原本提問是：「M8 螺栓打頭時模具要怎麼安裝？」在下方可輸入欄位處打字，也就是在同一個對話串裡，針對同一份知識庫連續追問不同問題：「HT-01 熱處理爐溫度不穩怎麼辦？」

AI 做 ABC 分析

史塔克 35 筆料件 → AI 自動分類 A / B / C

分類	料件數	月消耗金額佔比	代表料件	管理策略
A 類	7 件	80%	M8 / M6 線材、打頭模具	嚴格管控、頻繁盤點
B 類	10 件	15%	牙模、電鍍藥水	定期檢視、正常補貨
C 類	18 件	5%	包材、安全用品	簡化管理、批量採購

低於安全庫存的料件

RM-003 M4 線材 (1,200 / 1,500)
(1 / 2)

CH-006 主模 M8 (1 / 2)

TR-002 牙板 M8

核心觀念 把管理力氣花在對的 20% 物料上，而不是每一項都用同樣的方式管

場景：缺料停線 VS 倉庫爆倉

缺料停線

- 「M8 線材用完了！供應商要 14 天才能到貨……」
- 過去半年缺料停線 3 次
- 直接損失 50 萬
- 急單無法承接，客戶流失

倉庫爆倉

- 「這批料買太多了，已經放半年還沒用完……」
- 資金積壓在倉庫裡
- 倉儲空間不足
- 呆滯料最後只能報廢

核心問題 月底盤點才知道狀況、補貨全憑感覺 — 兩個相反的問題，同一個根因

ABC 分析法 把管理力氣花在對的 20% 物料上

AI自動化分類品質異常問題：跨部門關聯分析

AI 打破資訊孤島 — 將生產、品管、採購、物流整合成一份報告

發現 1

品質問題 ↔ 設備故障

CH-01 故障的次月，A 線不良率明顯上升，
兩者高度相關

發現 2

交期問題 ↔ 排程不合理

7-8 月加班達 148-162 小時，交期達成率反而最低 — 加班不是解方

系統性建議

1 優先處理 CH-01

設備穩定是品質的前提

2 旺季前提早備料

預排產能，取代事後加班

3 建立跨部門看板

讓四座資訊孤島互相對話

AI 預防品質失敗

✗ 沒有 AI 的情況

- 某扣件廠接單時未完整審查客戶規格
- 生產後才發現 30% 內孔鏽蝕
- 結果：客訴、賠償、信譽損失
- 問題在哪？人工審查遺漏了關鍵需求

✓ 有 AI 的情況

- AI 自動比對客戶規格 vs 製程能力
- 標記：「內孔耐蝕要求未在製程中覆蓋」
- 接單前就能評估風險並調整製程
- 節省：數百萬客訴賠償

一句話 AI 不是幫你把品質做好，是幫你在接單那一刻就看見會做壞的地方

品質異常自動分類流程



quality_records.csv

1 統一分類

AI 將不同人員的寫法統一 (如「尺寸偏」與「尺寸不符」→ 統一為「尺寸不良」)

2 自動統計

產出次數、佔比、累積 %，並依線別 / 班次進行交叉分析

3 根因 + 對策

AI 建議具體改善動作，並附上優先順序

為什麼要先統一分類 因為分類不一致，後面所有的統計都是假的