

生产线平衡

深圳市华翊企业管理顾问有限公司

■ 課程大綱：

- 1. 相關的概念
- 2. 平衡的手法
- 3. 平衡的步驟
- 4. 流程化作業
- 5. 案例分享

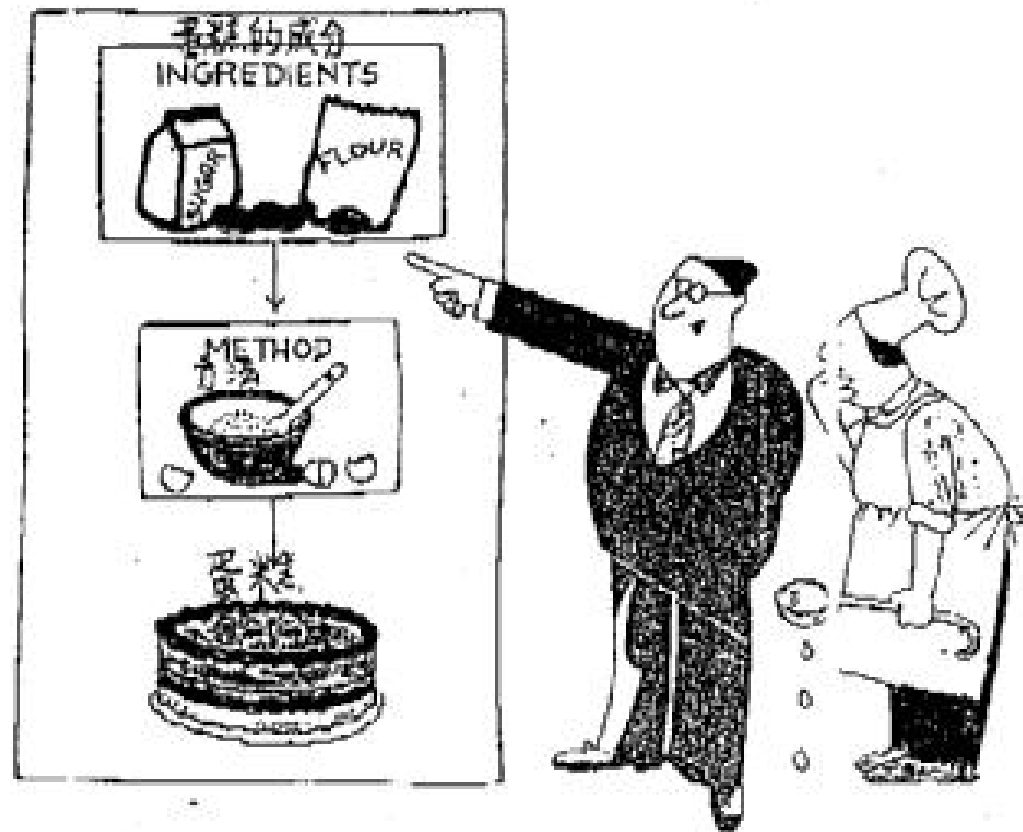
☑ 相關的概念

產出的速度取決于時間
最長的工站,稱之**瓶頸**

→ 瓶頸在哪里?

→ 了解加工的過程

一个加工过程由什么组成?

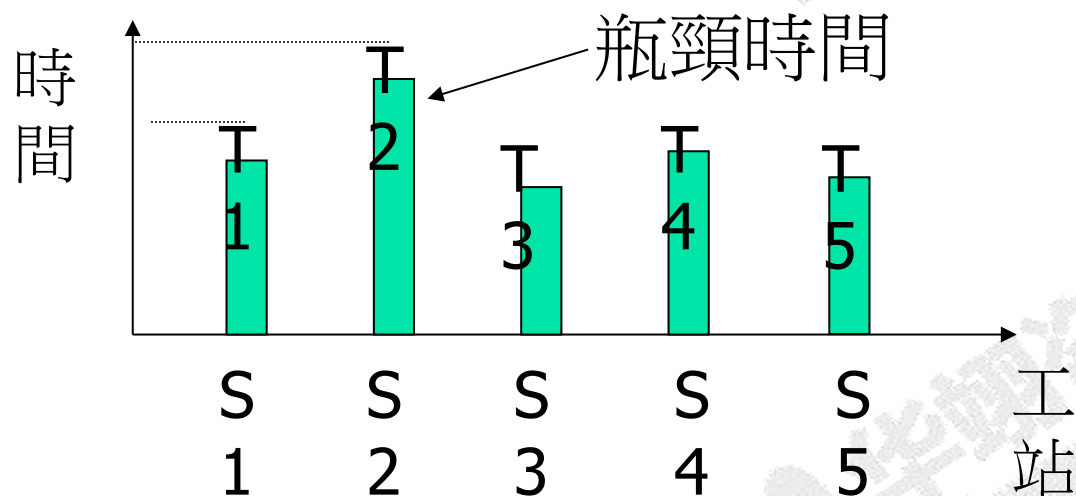


☑ 相關的概念

概念1: 平衡率

用於衡量流程中各工站節拍符合度的一個綜合
比值;

$$\text{平衡率} = \frac{\text{單件標準時間}}{\text{瓶頸時間} \times \text{工位數}} \times 100\%$$



$$\text{單件標準時間} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$$

(流程中各工站所有動作標準時間之和)

☑ 相關的概念

概念2:可供工時

可供工時 = 可供時間 * 人數 - 借出工時

可供時間: 上班時間內, 為某產品生產而投入的所有時間

例: A線有20個直接作業人員, 某天14:00開始換線生產B產品, 到17:00生產結束, 那麼, 投入到B產品的可供時間為:

$$20 \text{人} * 3\text{H} = 60\text{H}$$

概念3:投入工時

投入工時 = 可供工時 - 計劃停線工時

稼動率 = 投入工時 / 可供工時 * 100%

計劃停線工時 = 計劃停線時間 * 人數

計劃停線時間 = 無計劃時間 + 換線時間 + 判停時間

上例中, 若換線時間是15分鍾, 則計劃停線工時為20人 * 15min = 300min = 5H, 則投入工時和稼動率為

$$60\text{H} - 5\text{H} = 55\text{H} \quad \text{稼動率} = 55\text{H} / 60\text{H} = 92\%$$

概念4:設定產能

設定產能(H) = $3600(S)/\text{瓶頸時間}(S)$

設定產能(班) = $\text{投入時間}/\text{瓶頸時間}(S)$

思考:1)為什麼設定產能(班) = $\text{投入工時}/\text{總工時}$

總工時 = $\text{瓶頸時間} * \text{作業人數}$

?

2)總工時 VS 單件標準時間

概念5:實際產量

實際產量是可供時間內所產出的良品數

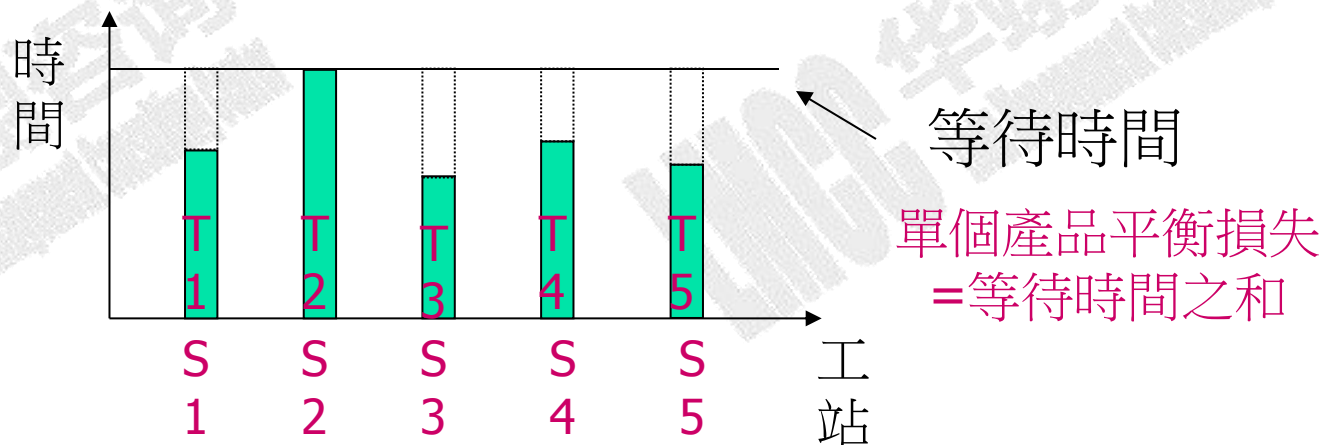
1)人均產能 = $\text{實際產量}/\text{投入時間}/\text{人數}$

2)單機台產能 = $\text{實際產量}/\text{投入時間}/\text{機台數}$

☑ 相關的概念

概念6:平衡損失

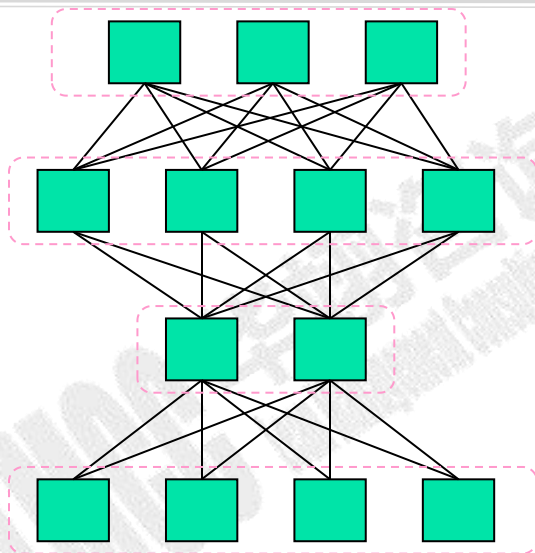
$$\text{平衡損失} = (\text{總工時} - \text{單件標準時間}) * \text{設定產能}$$



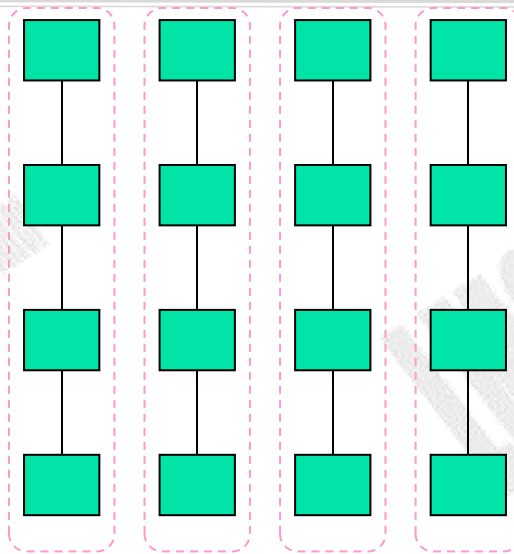
概念7:平衡率100%代表:

1. 工站之間無等待,前后產能一致;
2. 工站節拍相同,動作量相同(動作量是指工站中各種必要動素的時間總量)
3. 平衡損失時間為零
4. 設計效率最大化
5. 前后流程的設計可以更完善(如下圖)

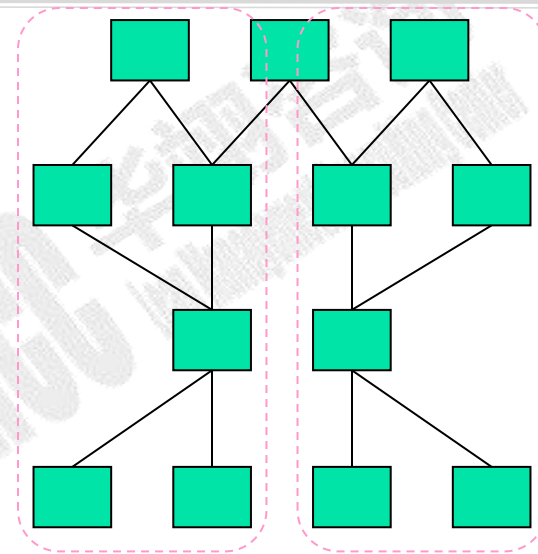
☑ 相關的概念



(交叉流程)



(直通流程 1)



(直通流程 2)

概念8:高效率

1. 通常認為高效率就是:快速,簡單&大規模
2. 我們認為沒有浪費的時候才是高效率的

操作效率=實際產量/設定產能*100%

整體工廠效率(OPE)=平衡率*稼動率*操作效率

☑ 相關的概念

概念9:改善

- I. 同樣的投入更大的輸出;
- II. 不增值(無效)⇌增值(有效)



up

效率

?不增值?

等待
不良
庫存
移動

.....

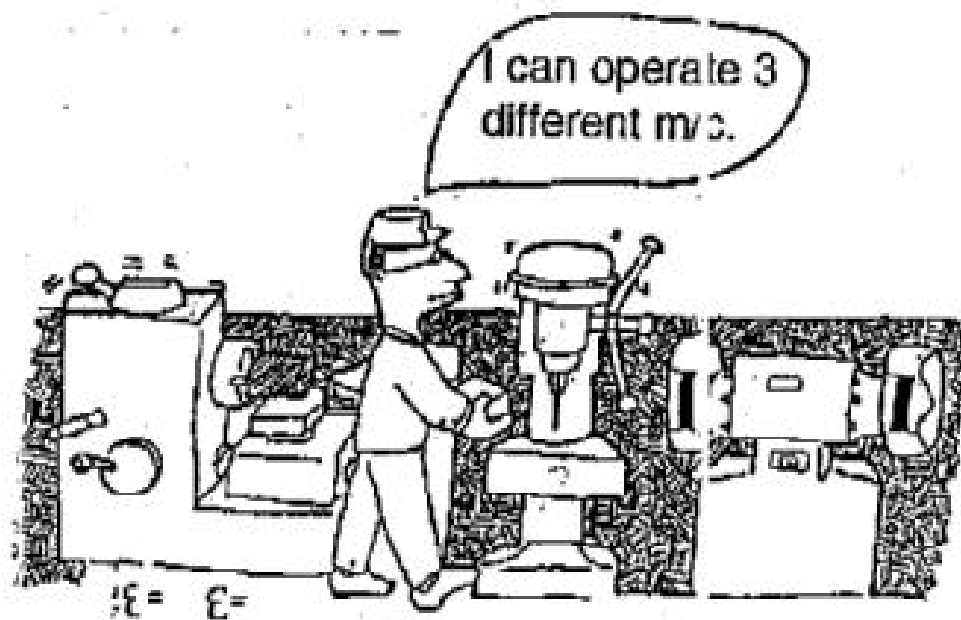


例1: 減少移動與庫存提高效率

例2: 減少無效動作提高效率

概念10:多能工

- * 训练工人去执行3项工作
- * 工人能在一个周期时间操作几台机器
- * 增加生产的机动性有助于量的变化



☑ 平衡的手法

- 📁 工時測量
- 📁 山積表
- 📁 程序改善
- 📁 損失分析
- 📁 作業條件改善
- 📁 打破平衡

📁 工時測量(秒表)

- 工具:
 - ① 秒表
 - ② 觀測板、鉛筆
 - ③ 時間記錄表、計算器
 - ④ 山積表
- 方式:
 - ① 一般測時法
 - ② 連續測時法

時間測量流程

作業內容

選定測試工站

選定工站,閱讀SOP和觀察作業員操作,了解該工站的全部操作內容;並詢問作業員加以確認;

拆解動作

將工站動作拆解成若幹個單一的操作內容,並填入<<時間記錄表>>

時間測試

- ❶ 分解動作時間量測,一般每個動作測量5次為宜;
- ❷ 量測人員應站在作業員斜后面1米以外,以能看清楚全部操作動作為準則;
- ❸ 測試中不能打擾作業員的正常操作,和引起作業員的緊張;

時間測量流程

作業內容

數據與信息記錄

- ❶ 測試中判斷作業員的速度水平,並作如實記錄,不可修改量測數據;
- ❷ 若有其他特殊情況,也應加以實錄;

數據整理和計算

- ❶ 測試完畢,對數據進行整理和計算,補充測量有懷疑或錯漏的數據;
- ❷ **計算**可信度95%所需的樣本數量,補測差異樣本數量

資料分析與處理

- ❶ 對量測記錄之所有資料進行分析,對比ST的差異程度,解決發現的問題;
- ❷ 若分析發現標準時間制定不當,應及時修改,必要時調整制程.

工時測量的作用：

- 獲取各工站的實際操作時間，為山積表制作，時間平衡作準備；
- 通過時間觀測，分析作業價值，發現問題和改善空間；
- 形成標準，比較實際差異，找出問題；

測時樣本大小計算

(將會在後續的培訓中詳細介紹)

- ✓ 用下面的公式決定樣品的數量
- ✓ 要求95%可信度和+/-5%的錯誤

$$n = \left[\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Where,

n = 希望樣品數量

n' = 在開始的研究期間讀得的數量

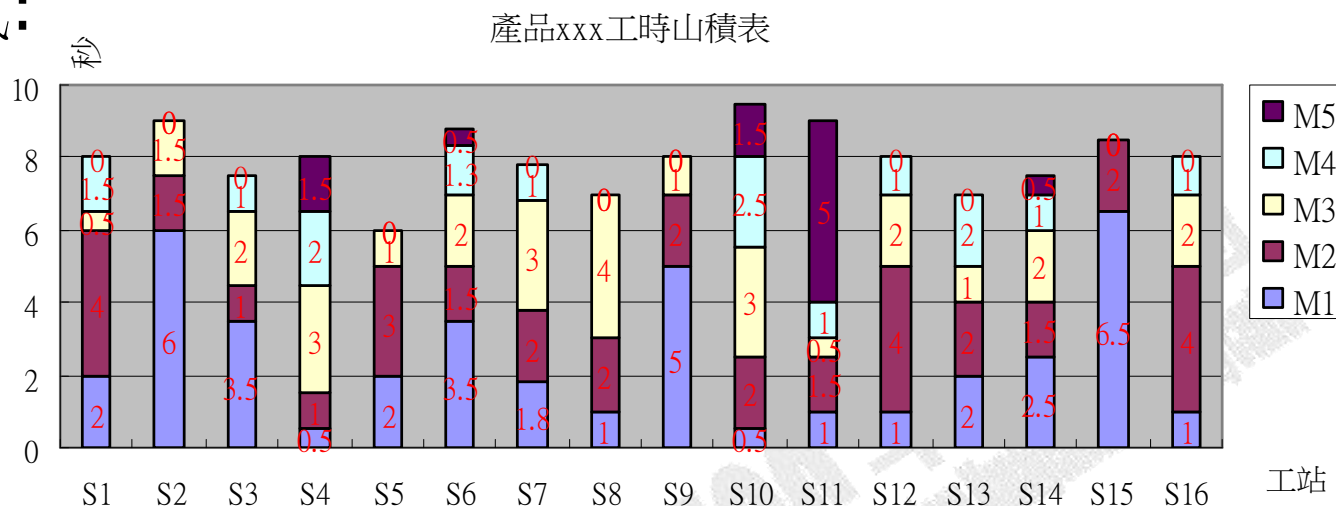
x = 讀取值

山積表

山積表的使用: [圖表生成方法]

- 山積表:將各分解動作時間,以疊加式直方圖表現的一種研究作業時間結構的手法.

- 樣式:



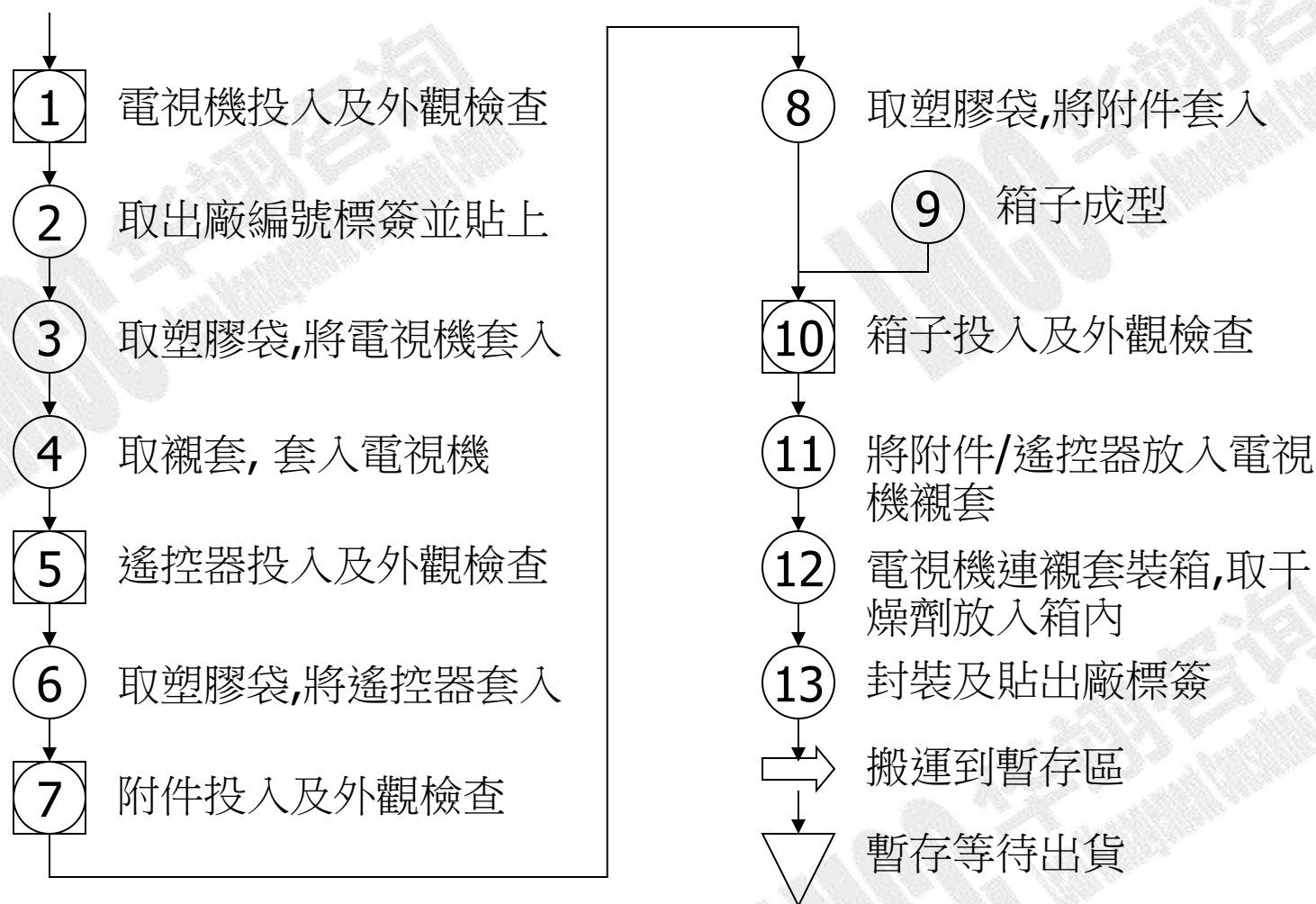
- 使用工站時間制作山積表



程序改善

- 程序分析使用的圖表：
工藝程序圖 / 流程程序圖/ 路線圖
- 程序分析符號
 1. ○--表示操作
 2. ⇨--表示搬運/運輸
 3. □--表示檢驗
 4. ▷--表示暫存或等待
 5. ▽--表示受控的貯存
 6. ⇨ ○ □ --派生符號,由上面的符號合成.

例：流程程序圖





■ 程序分析技巧

1. 通過5W1H系統地分析程序的組成是否合理和必要

2. “ECRS”四大原則:

① 取消(Eliminate); “完成了什么?是否必要?為什麼?”

② 合並(Combine); “誰完成?何時完成?哪里?如何?”

③ 重排(Rearrange); 取消→合並→重排

④ 簡化(Simplify); 確認必要→簡單方法/設備→生產.

1. 五大內容:

① 工藝流程分析—取消/合並/重排工序,減少浪費

② 搬運分析—考量重量、距離、方法、工具、路線

③ 檢驗分析—按產品要求設計合理站點和方法

④ 貯存分析—使物料及時供應

⑤ 等待分析—減少和消除引起等待的因素

📁 程序改善

4. 六大步驟：

- ① 選擇—確定研究對象
- ② 記錄—用程序圖/路線圖等記錄工作
- ③ 分析—用5W1H、ECRS分析改進
- ④ 建立—建立新方法的模擬圖
- ⑤ 實施—按模擬圖實施新方法
- ⑥ 維持—將有效的方法標準化

1. 目的:計算分析生產中的所發生的損失,並加以停止.

2. 損失的種類:

① 平衡損失(流程排位所造成的損失)

② 操作損失(生產中異常及不良造成的損失)

③ 稼動損失(計劃停線損失)

④ 總損失=稼動損失+平衡損失+操作損失

① 平衡損失

= (瓶頸 × 作業人數 - 單件標準時間) × 設定產能

② 操作損失

= (設定產能 - 實際產量) × 單件標準時間 - 額外產出工時

= 不良品損失 + 計劃外停線(機)工時

(下例:產品A線時間損失分析)

例 2.2 產品A線時間損失分析

1. 基本數據:

實際產量	3017台	單件標準時間	340秒
投入時間	9 小時	實測時間	377 秒
工人數	40人	瓶頸時間	10秒
設定產量	3240台		

2. 平衡損失計算:

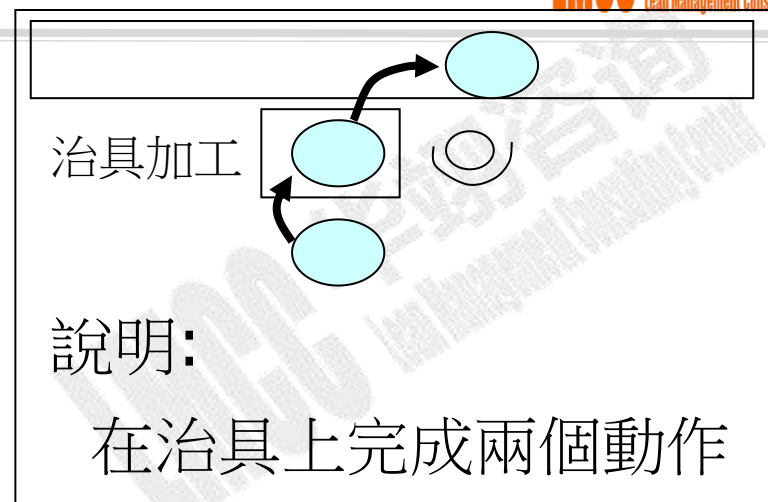
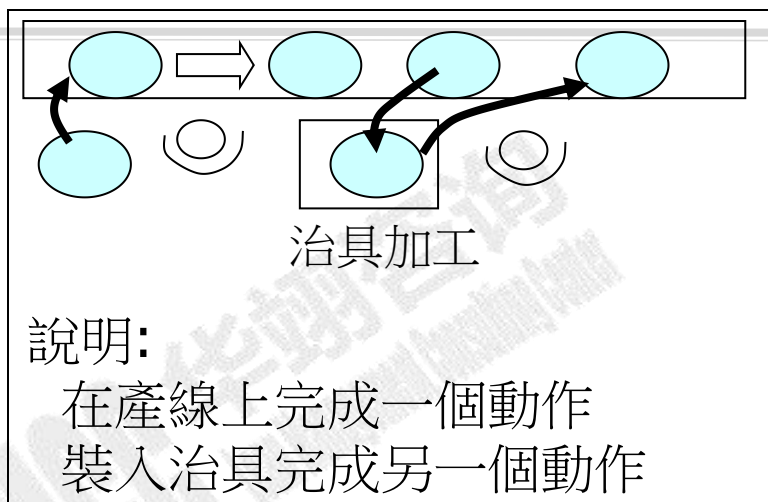
$$\begin{aligned}\text{平衡損失} &= (\text{瓶頸時間} \times \text{人數} - \text{ST}) \times \text{設定產能} \\ &= (10 \times 40 - 340) / 3600 \times 3240 = 54 \text{ 人.時}\end{aligned}$$

3. 操作損失計算:

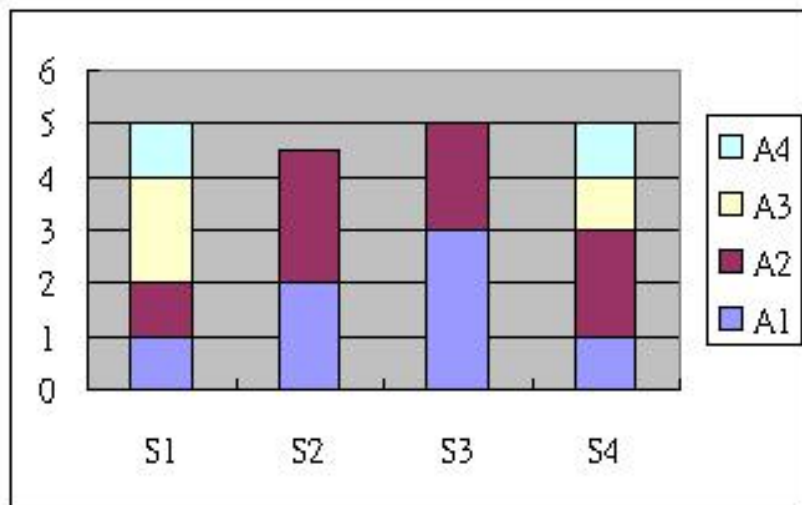
$$\begin{aligned}\text{操作損失} &= (\text{設定產能} - \text{實際產量}) \times \text{ST} \\ &= (9 \times 3600 / 10 - 3017) \times \text{ST} = 21 \text{ 人.時}\end{aligned}$$



作業條件改善：治工具改善

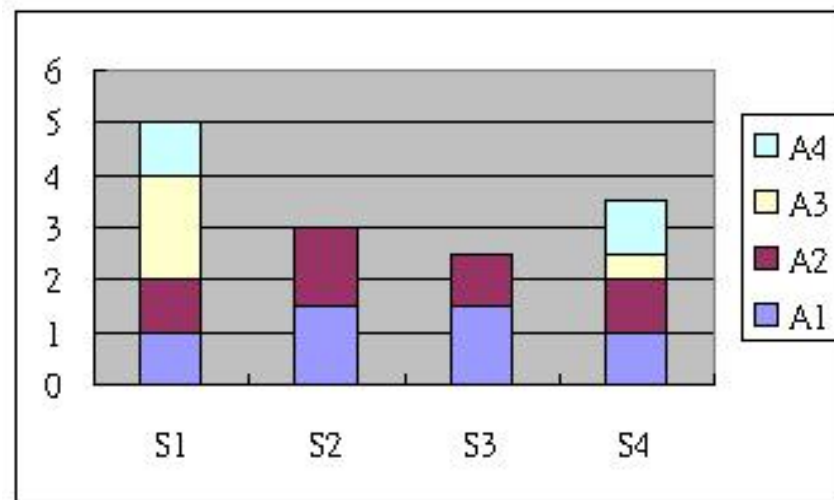


打破平衡



平衡率：98%

動作分析，減少不增值動作



平衡率：70%

打破平衡，打開了可平衡局面

☑ 平衡的步驟

■ Steps 1: 改善工作準備

① 選擇產品，了解流程

② 時間測量：時間記錄表,測時工具

③ 掌握現況：

設定產能 實際產能 人均產能(單機台產能) 操作效率
OPE 損失分析 品質分析 改善前山積表

■ Steps 2: 消除生產浪費

① 七大浪費消除

[不良品浪費/動作浪費/過程浪費/過量浪費/庫存浪費/移動浪費/不平衡浪費]

② 制作浪費改善前/后比較圖, 報告中經驗分享

☑ 平衡的步驟

■ Steps 3: 方法研究改善

① 程序分析

[四大原則/五大內容/六大步驟]

② 操作分析

[人機操作/聯合操作/雙手操作]

③ 動作分析

[動素分析/動作經濟原則]

☑ 平衡的步驟

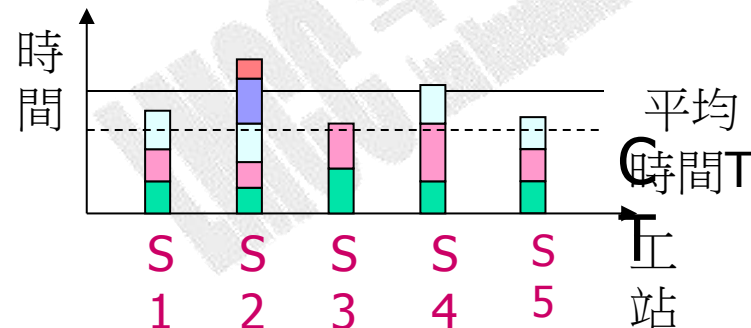
■ Steps 4: 山積表平衡

① 算出需求產出周期時間[$CT = \text{可供時間} * OPE / \text{需求量}$]增加可供時間

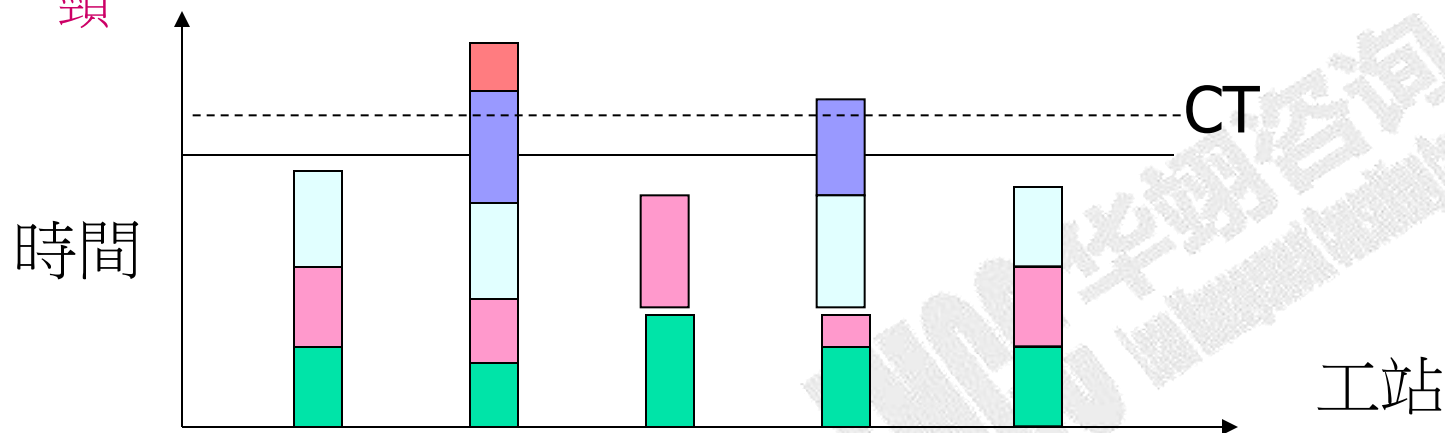
② 若 $T \geq CT$: 將CT設為上限, 重排



還有什么方法

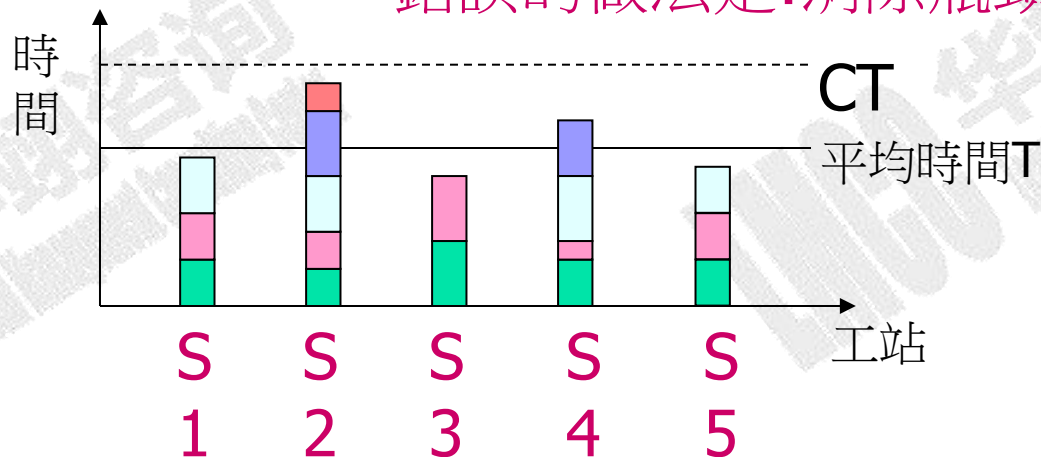


③ 若T略小於CT: 將CT設為上限, 消除瓶頸

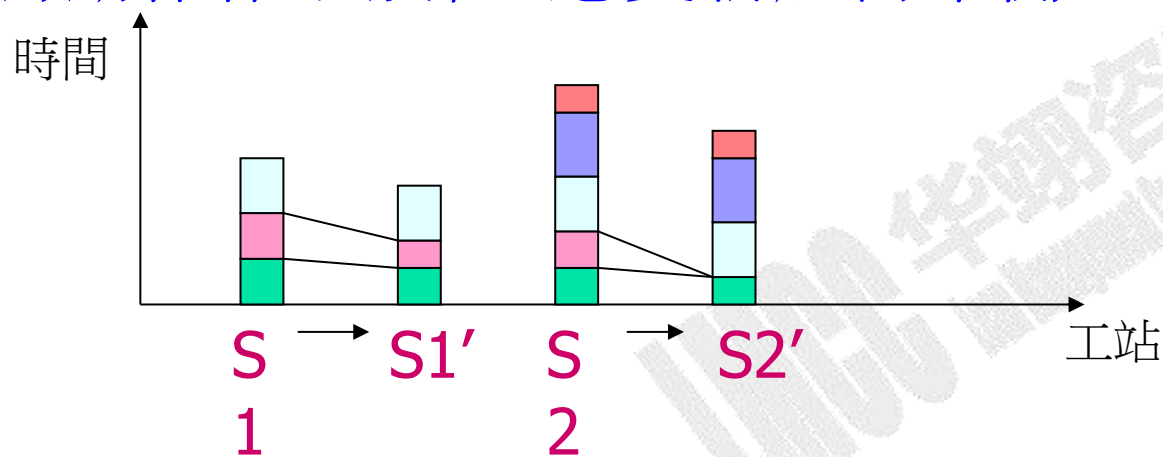


☑ 平衡的步驟

- ④ 若T嚴重小於CT：將CT設為上限, 重排
錯誤的做法是：消除瓶頸



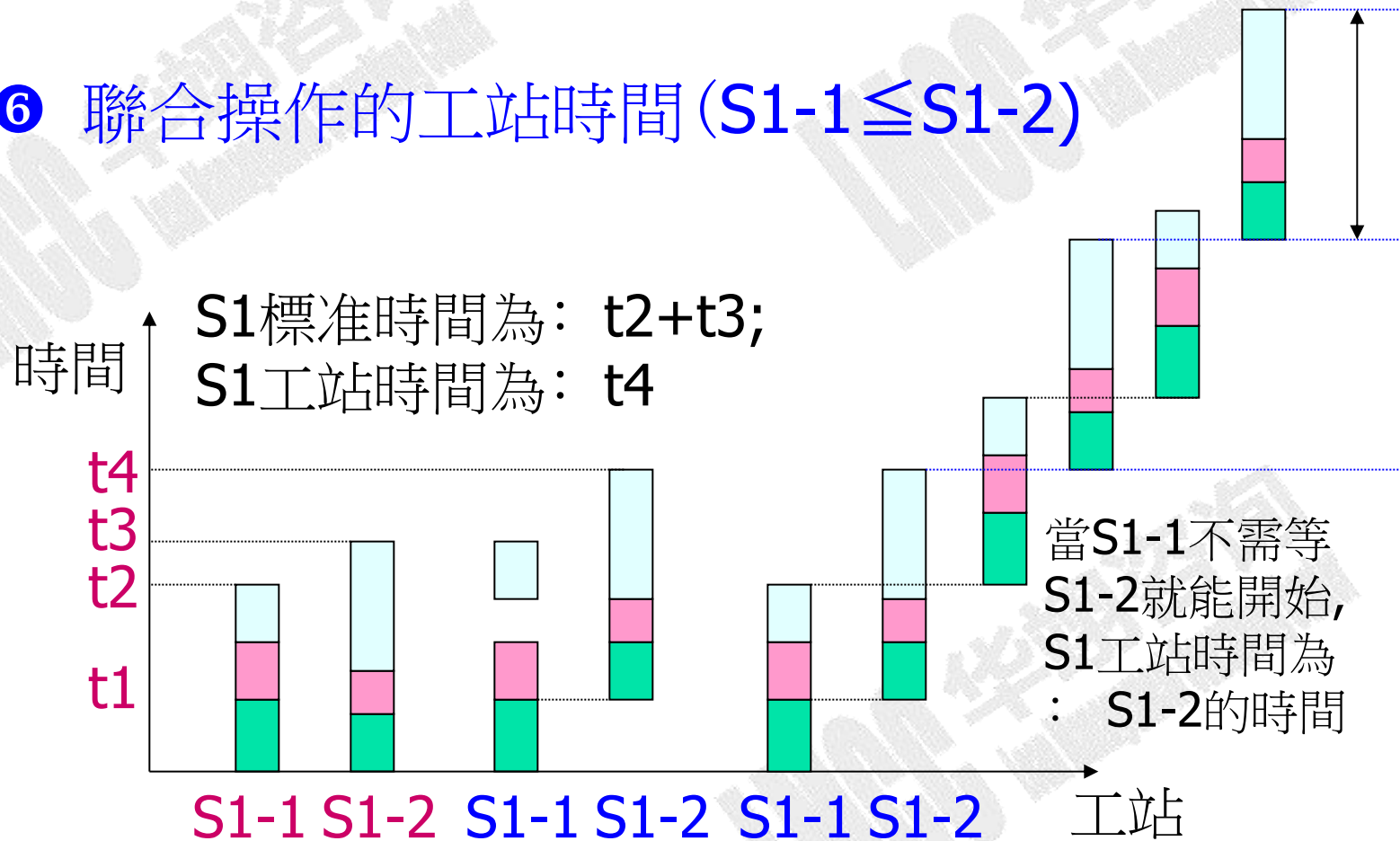
- ⑤ 若有動作作了改善, 應更新后再平衡



☑ 平衡的步驟

■ Steps 4: 山積表平衡

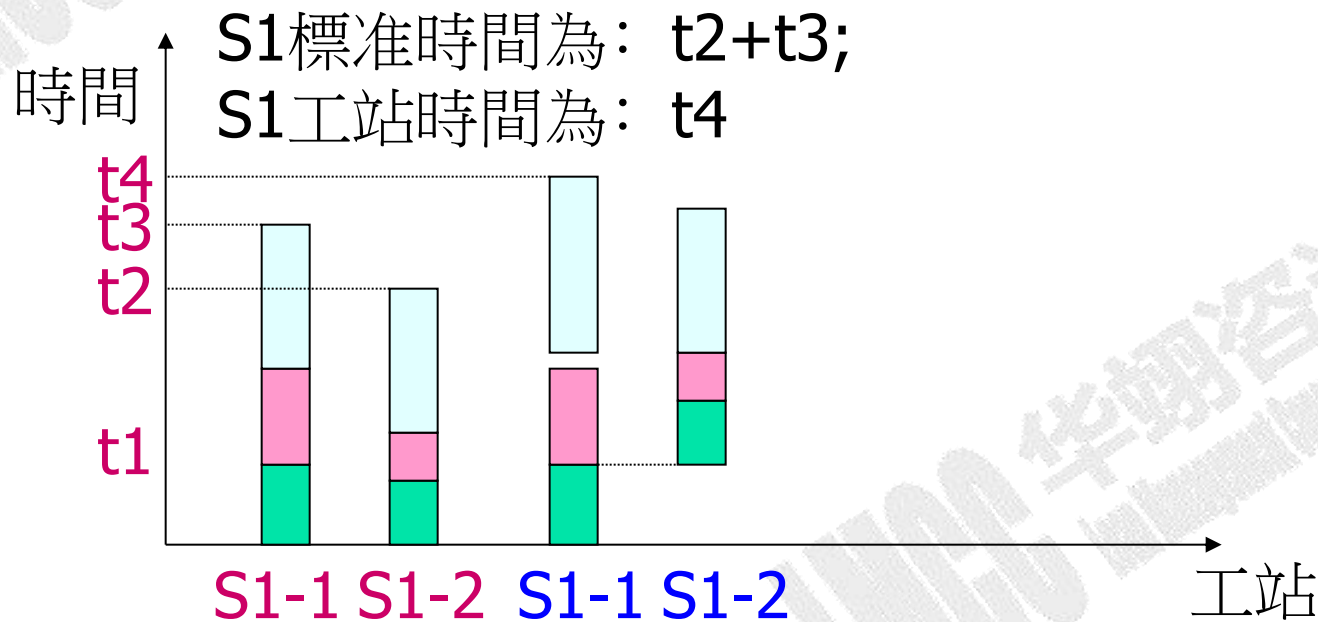
⑥ 聯合操作的工站時間 ($S1-1 \leq S1-2$)



☑ 平衡的步驟

■ Steps 4: 山積表平衡

⑥ 聯合操作的工站時間 ($S1-1 > S1-2$)

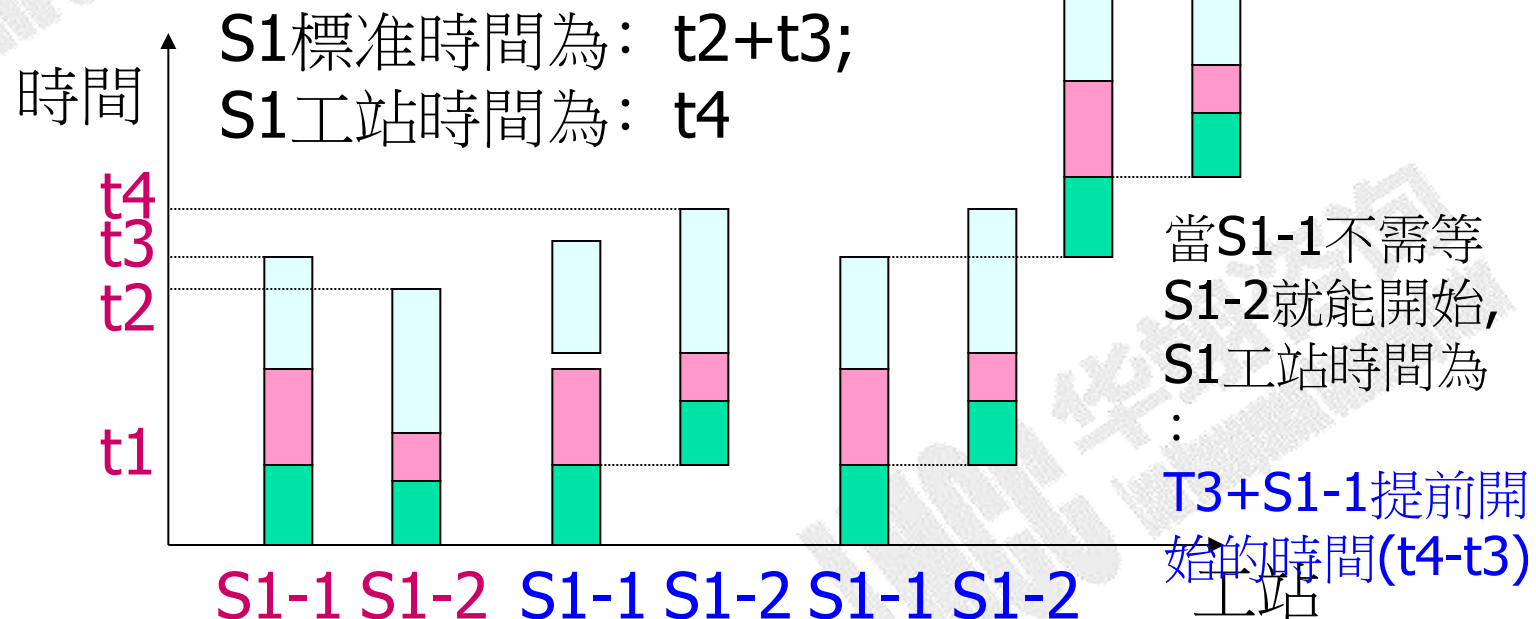


平衡的步驟

Steps 4: 山積表平衡

S1工站時間=?

⑥ 聯合操作的工站時間 ($S1-1 > S1-2$)





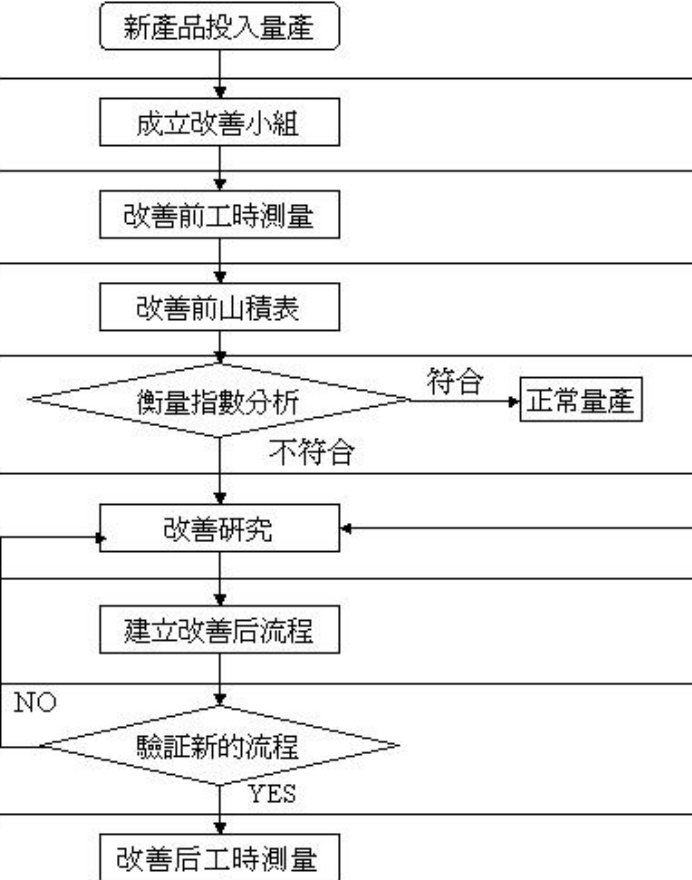
平衡的步驟

- Steps 5: 建立新的模擬流程
新的FLOW CHART/ SOP (SWR發行)
- Steps 6: 實施新的模擬流程
 - ① 改善后時間測量
 - ② 改善后山積表制作
- Steps 7: 改善總結報告:
 - ① 平衡率
 - ② 設定產能、實際產能、人均產能(單機產能)
 - ③ 損失分析
 - ④ 品質分析
 - ⑤ 成本改善率
- Steps 8: 標準化

☑ 流程化作業

1. 平衡率目標:與大設備相連 $\geq 85\%$ 其他 $\geq 95\%$
2. 平衡改善小組的職責:
 - **生產單位**:改善前/后之工時測量,山積表制作、分析及改善方案之實施.
 - **制工單位**:協助生產單位擬定及推動改善方案,跟蹤方案效果評估及各種相關文件修訂及系統表單發行;
 - **品管單位**:負責改善前/后產品品質評估;
 - **工務單位**:主導及其它改善事項協助,設備改善;
 - **IE、經管、企劃**:改善前后產線效益評估及跟進.

3. 標準流程：

權責單位	作業流程	編號	所需表單及注意事項
	 <pre> graph TD A[新產品投入量產] --> B[成立改善小組] B --> C[改善前工時測量] C --> D[改善前山積表] D --> E{衡量指數分析} E -- 符合 --> F[正常量產] E -- 不符合 --> G[改善研究] G --> H[建立改善后流程] H --> I{驗證新的流程} I -- NO --> G I -- YES --> J[改善后工時測量] </pre>		
生產/制工/品管/工務/模修/IE	成立改善小組	6-1	注意事項:1)在量產后1周內成立小組; 2)沖壓和成型需要模修加入
生產	改善前工時測量	6-2	所需表單:工時記錄表,見附表一 注意事項:工站分成操作單元后再測量;
生產	改善前山積表	6-2	所需表單:改善前山積表,見附表二
生產	衡量指數分析 <div>符合 → 正常量產</div> <div>不符合 → 改善研究</div>	6-3	衡量指數標準見附表三
生產/制工/品管/工務/模修/IE	改善研究	6-4	研究內容包括:程序分析(ECRS),操作分析,動作分析,見附表五
生產/制工/品管/工務/模修/IE	建立改善后流程	6-4	注意事項:品管單位先作品質分析
生產/制工/品管/工務/模修/IE	驗證新的流程 <div>NO → 改善研究</div> <div>YES → 改善后工時測量</div>	6-5	注意事項:由制工開SWR,小組成員共同驗證
生產	改善后工時測量	6-6	所需表單:工時記錄表

3. 標準流程(續):

生產	改善后山積表		6-6	所需表單:改善后山積表
生產	計算衡量指數		6-6	
生產	符合標準	NO	6-6	注意事項:衡量指數不符合標準,在兩周內作下一階段的改善
生產/制工/品管/工務/模修/IE	效益評估	YES	6-7	成本/品質/推廣度
制工/品工/IE	文件更新		6-7	制工更新制程文件, 品工更新品質文件, IE更新生產力數據
制工/品工/IE	修訂和派發		6-7	
生產	改善報告制作		6-7	所需表單:生產線平衡改善報告,見附表四
生產/企劃/經管/IE	效益確認		6-7	注意:由經管及IE部門進行確認
生產/制工/品管/工務/模修/IE	參加評比和發表		6-7	優秀案例參加每兩周舉行一次的生產線改善發表會
生產	產品正常投入生產			

4. 標準時間記錄表

時間記錄表

產品名稱: _____ 料號: _____ 測試人: _____ 日期: _____

[illegible]

5. 標準山積表

富金公司 DT(II)產品事業處 _____ 處 _____ 廠
山積表

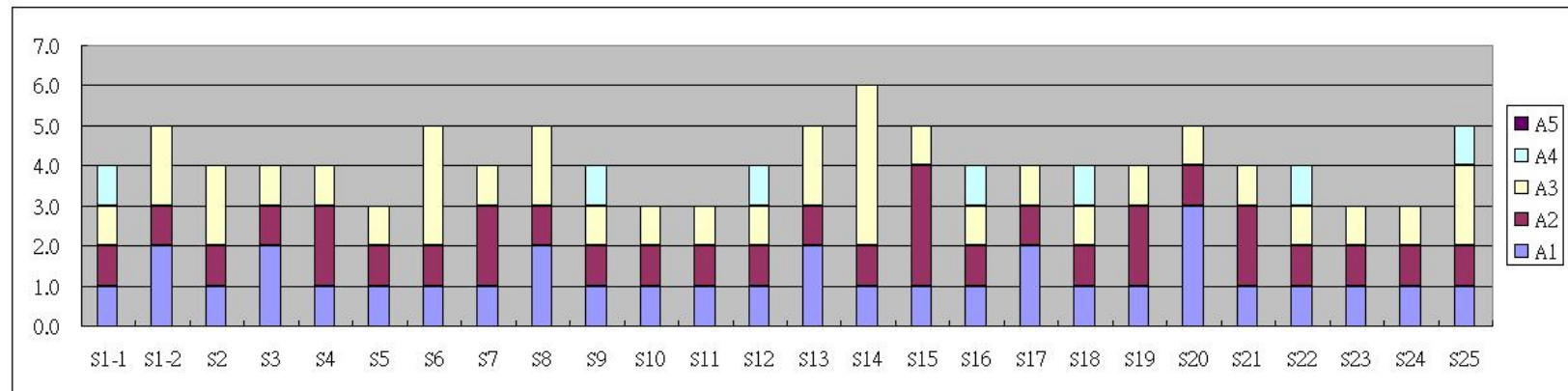
產品名稱:

產品編號:

日期:

版本:

	S1-1	S1-2	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	AVE
A1																											
A2																											
A3																											
A4																											
A5																											
Total																											



核定:

審批:

制作:

6. 標準報告書:

生產線平衡改善報告

產品名稱:

料號:

日期:

版本:

一, 生產線時間測量(見附表一)

二, 山積表(見附表二)

三, 改善前后對比

1, 產線狀況

項目	作業人數	機台數	單件標準時間(秒)	瓶頸時間(秒)	設定產能(班)	實際產量(班)	產線平衡率	人均產能(壹小時)	單機產能(壹小時)	出貨品質(DPPM)
改善前										
改善后										
比較										

2, 損失分析:

項目	操作損失(時)	平衡損失(時)	備注
改善前			
改善后			
比較			

3, 效益分析:

3.1 節省人力工時成本:

後續產量需求	改善前需求工時	改善后需求工時	節省工時	工費率	預估節省工時成本	備注

3.2 節省機台工時成本:

後續產量需求	改善前需求工時	改善后需求工時	節省工時	工費率	預估節省工時成本	備注

4. 案例改善評比指標

改善前需求總成本(人力+機台)	預計節省總成本(人力+機台)	成本改善率(%)	品質改善(DPPM)	勞動生產力改善率(%)	平衡率改善(%)	案例推廣情況	IE手法應用描述	創意性描述

5. 1 操作損失=(設定產能-實際產量)*單件標準時間=不良品損失+計劃外停線(機)工時

5. 2 平衡損失=(瓶頸時間*生產人數-單件標準時間)*設定產能

5. 3 設定產能=投入時間/瓶頸時間 實際產量=投入時間內產出的良品數

5. 4 需求人力工時=需求量/人均產能 需求機台工時=需求量/單機台產能

5. 5 成本改善率=預估節省工時成本(人力+機台)/改善前工時成本(人力+機台).

會簽:

審核:

企劃:

品管:

生產:

經管:

工務:

制工:

核定(廠級主管):

正:

報告人:

Thank You !

联系我们：

深圳市华翊企业管理顾问有限公司

电话：13670259089 13902627140

邮箱：huayiqiguan@163.com

网址：www.huayizixun.com

地址：深圳市龙华新区华盛路华胜商业大厦1606号