

中原大學

工業與系統工程學系

112-1 學期

工業工程總結實踐產業實習報告

粉末冶金燒結爐尾產品對應載具定義與標準化

旭宏金屬股份有限公司



課程教授：陳慧芬

企業導師：連家毅

李鳳寧
蕭秀惠

班 級：工四甲

學 號：10924152

姓 名：邱逸靜

中 華 民 國 一 一 二 年 九 月 一 日

目錄

摘要	IV
第一章、前言	1
1.1 實習背景	1
1.2 實習動機	1
1.3 實習目的	1
第二章、公司介紹	2
2.1 公司簡介	2
2.2 經營理念	2
2.3 製程介紹	2
2.3.1 成形 (Forming)	4
2.3.2 燒結 (Sintering)	4
第三章、改善專案介紹	5
3.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化	5
3.1.1 燒結爐尾載具選擇現場作業觀察	5
3.1.2 發展產品載具標準化的價值	6
3.1.3 釐清燒結爐尾後所使用的載具種類及規格	6
3.1.4 燒結後排列方式綜整	7
3.1.5 燒結爐尾載具標準化作業流程	7
3.2 回收粉比例田口實驗	9
第四章、實習內容與進度	11
4.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化	11
4.1 回收粉比例田口實驗	11
第五章、結論	12
5.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化	12
5.1.1 模型驗證與成果	12
5.1.2 未來展望	13
5.2 回收粉比例田口實驗	13
5.2.1 實驗結果	14
5.2.2 未來展望	16
第六章、實習心得	17
參考資料	18

圖目錄

圖 1、粉末冶金製程示意圖	3
圖 2、粉末冶金成形作動示意圖	4
圖 3、粉末冶金燒結製程示意圖—連續式燒結爐	4
圖 4、產品 CAD 圖面未標示(圖左)、產品 CAD 圖面有標示(圖右)	5
圖 5、小棧板(80*80)	6
圖 6、中塑膠箱(愛玉箱)	6
圖 7、泡殼(PA-0010)	6
圖 8、針板	6
圖 9、泡油籠	6
圖 10、泡殼資料總表	7
圖 11、各種類載具規格表	7
圖 12、燒結後排列方式綜整	7
圖 13、載具判斷邏輯圖(油防前)	8
圖 14、載具判斷邏輯圖(油防後)	8
圖 15、燒結爐尾載具標準化作業流程圖	9
圖 16、前期實驗總結	10
圖 17、田口實驗流程圖	10
圖 18、載具標準化模型驗證結果總覽	12
圖 19、載具標準化模型驗證結果符合率	12
圖 20、燒結爐尾即時看板示意圖	13
圖 21、20%比例回收粉之重量 SN 比圖	14
圖 22、20%比例回收粉之全長 SN 比圖	15
圖 23、20%比例回收粉之平行度 SN 比圖	15
圖 24、公司聚餐合影	17

表目錄

表 1、實驗因子及水準	10
表 2、燒結爐尾產品對應載具定義與標準化各週作業進程	11
表 3、回收粉比例田口實驗各週作業進程	11
表 4、重量、高度及平行度的信噪比	14



中原大學

摘要

本次於旭宏金屬股份有限公司實習是基於工業系期望之應用導向學習。於 2023 年 7 月 3 日至 2023 年 9 月 1 日，展開為期 9 週的工廠實習。透過實習銜接理論與產業實務，培養工業工程學界在粉末冶金產業的基礎知能，發揮工業工程師在產業中的角色及價值。

與企業導師討論並實際到工廠了解現場狀況後，定以燒結爐尾產品對應載具定義與標準化作為本次實習的主要目標，並透過載具標準化反饋關於產品外觀編碼的建議，使產品外觀編碼能夠更加完善。本次實習最終望使燒結後的載具使用有一套標準規範，為未來引入智慧生產技術提供前置準備。

此外，配合歐盟碳邊境調整機制 (CBAM)，公司致力於達成減碳以及循環經濟是兩大目標。透過前期的回收粉比例田口實驗蒐集到的資料進行深入的數據分析，望能評估未來廠內在運用回收粉上的可能性，以實現減碳以及循環經濟的目標。

目前在燒結爐尾產品對應載具定義與標準化的這個項目已完成模型，並利用產品外觀編碼為查詢依據進行判斷，未來該模型將配合產品外觀編碼進行滾動式修正，使模型更符合現場的狀況以及需求；回收粉比例田口實驗的項目已透過數據分析抓出關鍵因子，並為未來後續持續進行的回收粉比例田口實驗提供方向。

關鍵字：粉末冶金、智慧轉型、載具標準化、田口實驗、循環經濟

中原大學

第一章、前言

1.1 實習背景

中原大學工業與系统工程學系秉持著以實務教學為重的教學理念深受業界喜愛，而實習更是每位工工系學生畢業前的一大挑戰。大一至大三的課程中，以理論基礎為原點出發，學習內容包括公式的推導和整個系統的動態平衡，然而這些課堂學習的內容都侷限在於作業、分組活動及專題競賽的執行，缺乏了一個真實的案例提供我們練習。

然而，實習提供了讓我們將學習的理論知識付諸實踐的寶貴機會。在實習期間，我們可以透過從系統的角度入手，深入了解整個企業的運作方式，與現場工作人員實際互動，掌握產業的基本知識和身為工業工程師應具備的素養。實習的真正價值在於將課堂所學的基礎知識與實地觀察、溝通相結合，因此實習不僅僅是對於大學生涯學習的理解和驗證，還能夠幫助將大學所學的知識應用到現實場境中。

1.2 實習動機

今年於寒假時有幸參與由康宏老師與旭宏公司進行的產學合作—2023 第一屆粉末冶金工程師培訓，在為期一週的密集課程中，我認識了粉末冶金這個產業，並且對於該產業的製程有了基本的認識，在這一週內透過組內 Mentor 的帶領，跨系跨領域團隊合作，結合理論與實作，於一週內完成專題實作競賽。在專題實作的過程中深刻體會到學用上的落差，同時也建立起自己想要增進實務經驗的決心，因此決定大三的暑期實習再度回到旭宏金屬股份有限公司，展開為期兩個月實習。

1.3 實習目的

本次為期 9 週的實習，預期達成目標如下：

1. 了解粉末冶金產業的基礎製程，及產品特性、市場應用。
2. 鍛練自己對於 MECE 法則於實務中的應用能力。
3. 透過實際參與，理解工業工程師與產業的職責。
4. 跟隨企業導師的方向，拓展對產業的視野及獨立思考的見解。
5. 加強對於資料分析與數據判讀能力。
6. 建立發現問題的能力並能獨立完成專案執行。

第二章、公司介紹

2.1 公司簡介

旭宏金屬股份有限公司成立於 1996 年 5 月，並於 2021 年遷至新廠。公司生產的產品包含傳動齒輪、五金零件、氣(電)動零件及汽車零件，透過不斷的提升生產技術及品質，成功的打入的德國、日本、美國等汽車供應鏈，成為眾多車廠的 OEM 零件供應商。

2.2 經營理念

旭宏公司秉持者管理求真、服務求善、品質求美的精神，貫徹「不只賣製品，也賣品質及服務」的核心價值觀，透過這樣不斷求新、創新的經營理念，積極地與歐、美、日大型客戶合作，在市場擁有高度競爭力，是一間集科技化、智慧化和人性化於一身的粉末冶金大廠。

2.3 製程介紹

粉末冶金(Powder Metallurgy)，是一種以金屬粉末與非金屬粉末的混合物作為原料，經過成形和燒結，製造金屬材料、複合材料以及各種類型製品的工藝技術。基本製程包含原料製造、拌粉、成行、燒結以及後加工製程，如圖 1 所示。旭宏金屬目前以成形及燒結為公司主要製程範圍。

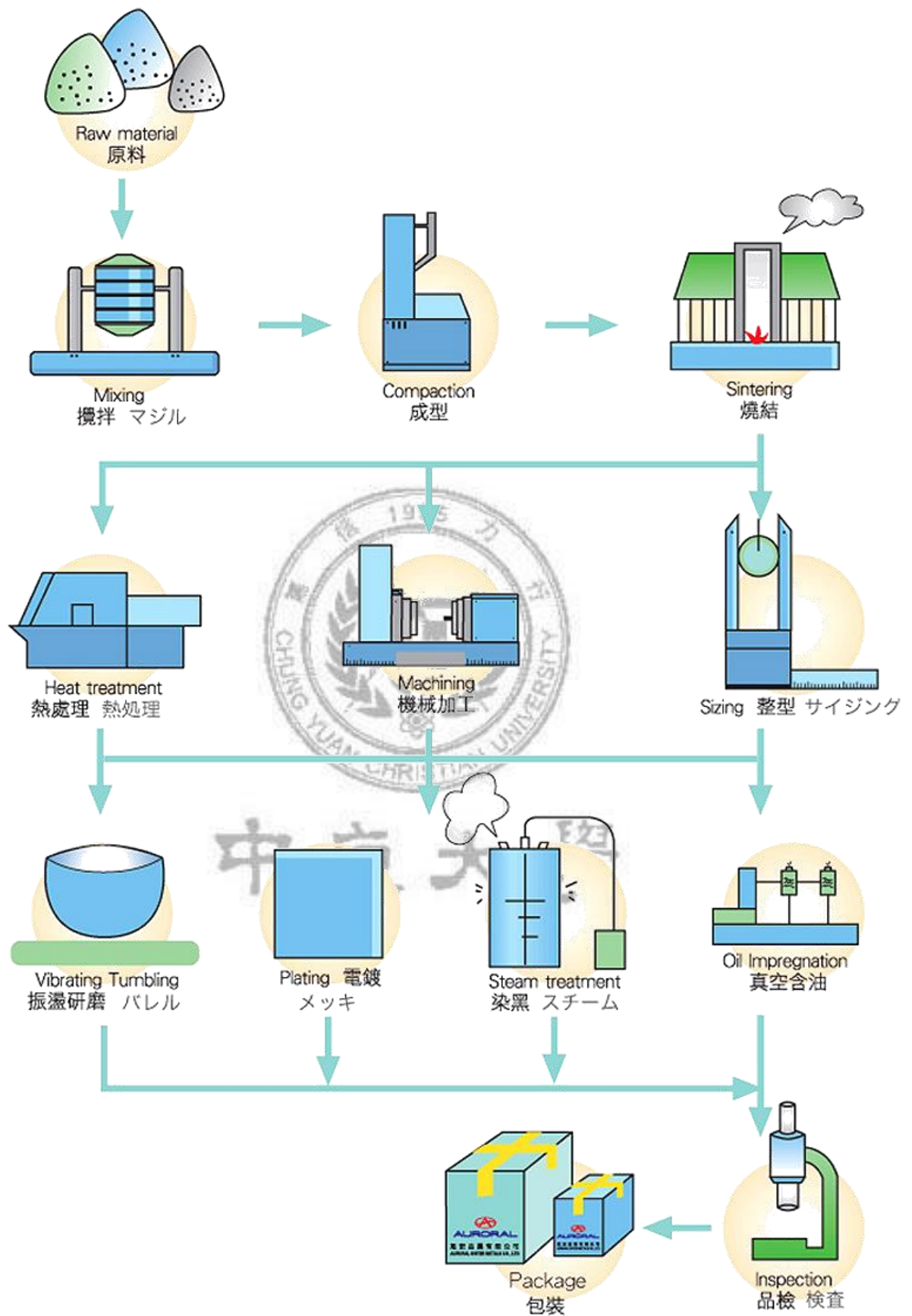


圖 1、粉末冶金製程示意圖

參考資料：https://www.auroral-sinter.com.tw/ch/07_metallurgy/metallurgy_01.htm

2.3.1 成形 (Forming)

成型的目的是透過施加壓力將模具中的散粉壓實，以形成特定的幾何形狀和尺寸，最後通過脫模形成生胚。成型後的生胚相當脆弱，需要經過燒結和其他後續加工過程，以提升其機械強度和硬度。

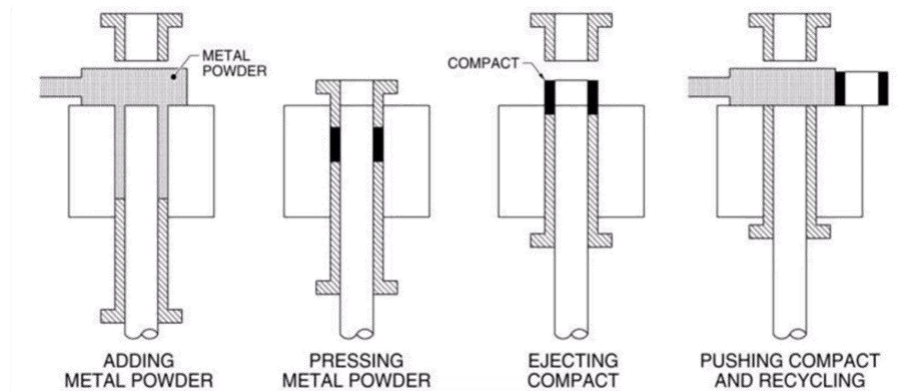


圖 2、粉末冶金成形作動示意圖

資料來源：<https://www.slideshare.net/spssil/powder-metallurgy-42203766>

2.3.2 燒結 (Sintering)

將加壓成形的生胚，加熱到適當的溫度，使金屬顆粒結合以增加其機械強度及硬度的操作，稱之為燒結，燒結後的工件於廠內稱為素材。

燒結的過程中，溫度、速度及氣氛是三大關鍵的燒結參數。溫度與速度的控制會影響生胚內金屬顆粒的鍵結；而燒結過程中為避免生胚與大氣接觸而氧化，因此會在燒結爐內使用氣氛調節，避免生胚產生氧化的現象。

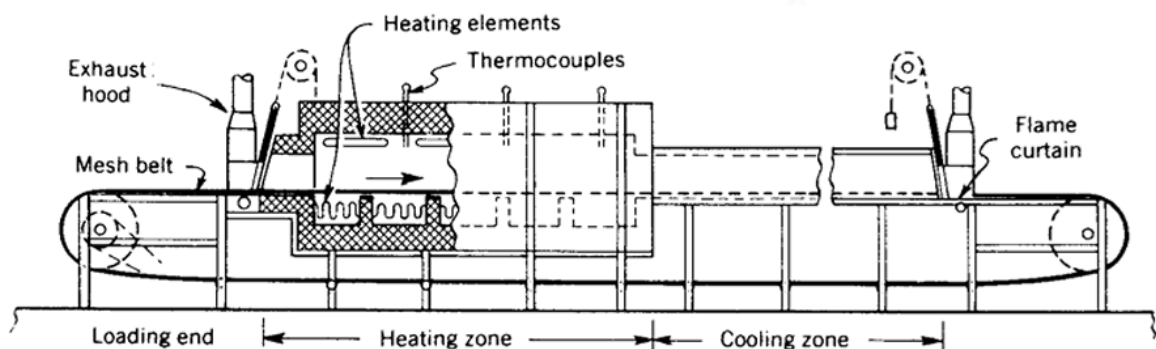


圖 3、粉末冶金燒結製程示意圖—連續式燒結爐

資料來源：<http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/mypdf/mf11.pdf>

第三章、改善專案介紹

3.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化

3.1.1 燒結爐尾載具選擇現場作業觀察

透過燒結現場作業觀察，當生胚經由燒結製程到燒結爐尾後的載具選擇目前是以旭宏公司開發課的產品 CAD 圖面為主，燒結爐尾現場作業人員的經驗為輔。產品 CAD 圖面如圖 4 所示，產品 CAD 圖面上的資訊除了包含產品品編以及產品 CAD 圖以外，同時也會標示該產品會經過哪些製程。當產品 CAD 圖面有標示載具選擇之情況如圖 4 右側所示，開發課的同仁會於製程後方標示載具選擇，部分產品 CAD 圖面也會在製程的最上方標示「嚴禁碰撞」的字眼。

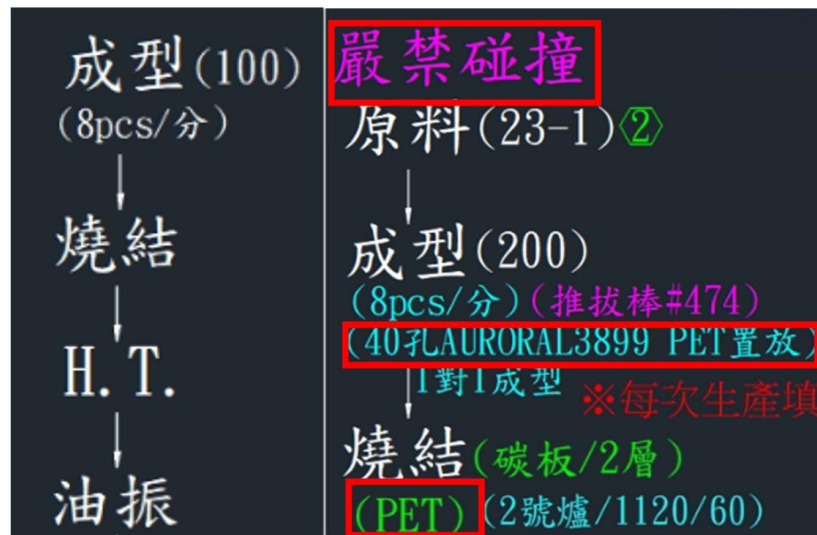


圖 4、產品 CAD 圖面未標示(圖左)、產品 CAD 圖面有標示(圖右)

透過統整開發課產品 CAD 圖面後，發現廠內大部分的產品 CAD 圖面並未直接標明載具的選擇，如圖 4 左側所示。目前都是倚靠現場工作人員過往的經驗進行產品載具的選擇，然而這會導致兩個問題：

- 1、不同作業員選擇的載具不同
- 2、產品擁有類似的外觀特徵選擇的載具不同

為解決現場沒有一套明確燒結爐尾產品對應載具使用標準的問題，同時也避免因選擇不合適的載具造成產品碰撞導致不良品的產生，因此本次暑期實習以進行「燒結爐尾產品對應載具定義與標準化」作為目標。

3.1.2 發展產品載具標準化的價值

發展產品載具標準化共有三大核心價值。首先，載具標準化能夠提升現場的作業效率，現場作業人員只要知道燒結爐頭的產品品編以及燒結總量，就能夠提前預估好燒結爐尾所需的載具類別以及數量，因為標準化不只定義了各品編產品的載具選擇，同時也規範載具內產品的盛裝數量以及荷重，所以可以預先準備載具。其次，標準化為自動排料及收料的前置作業，若未來旭宏公司計畫引入機械手臂於燒結爐尾進行自動排料及收料的話，有一套載具使用標準才能確保機械手臂有辦法進行產品的識別與排收料的定位。第三，載具標準化能夠確保產品品質，標準化的過程是為不同外觀特徵的產品選擇最合適的載具，當產品使用合適的載具進行盛裝，將能夠有效的保護產品，避免在運送過程碰撞產生不良品。

3.1.3 釐清燒結爐尾後所使用的載具種類及規格

燒結爐尾後的載具種類相當的繁多，因此釐清現場所有會使用到的載具種類及規格是標準化的第一步。燒結爐尾後的載具由外而內依序為：棧板、塑膠外箱、泡殼，如圖 5、圖 6、圖 7 所示；若該產品在製程中需進行泡油除鏽則會使用到泡油籠以及針板，如圖 8、圖 9 所示。



圖 5、小棧板(80*80)

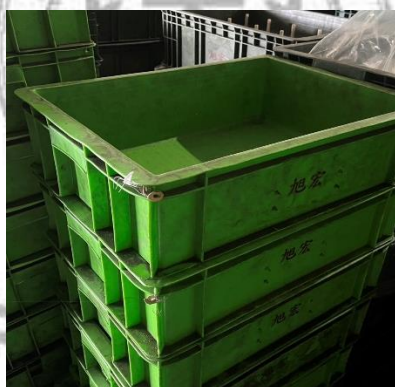


圖 6、中塑膠箱（愛玉箱）



圖 7、泡殼(PA-0010)

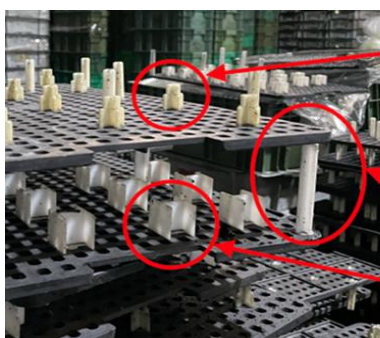


圖 8、針板

定位柱：1*1*2.5cm
支撐柱：1*1*7.5cm
Rotor專用
定位柱：3*2*2.5cm

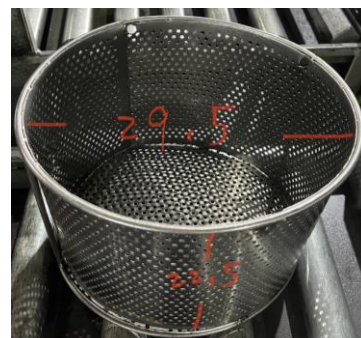


圖 9、泡油籠

盤點完廠內所有用於燒結爐尾後的載具，以 Excel 建立起各類別載具規格的資料表，方便未來導入載具選擇的判斷模型中。

品號	品名	孔數(孔)	厚(mm)	長(mm)	寬(mm)	高(mm)	孔型	上孔徑(mm)	下孔徑(mm)	底部	備註	燒結使用
PA-0001	A-2	34	0.25	215	185	15	圓直	27	26	網		
PA-0002	A-7	12	0.33	215	185	30	圓	45	40	網		
PA-0003	A-11	42	0.25	215	185	12	圓	22	18	平	材質較軟	
PA-0004	A-12	30	0.25	215	185	12	圓	35	32	網		
PA-0005	A-22	72	0.25	215	185	11	圓	18	16	網		
PA-0006	C-3	10	0.25	215	185	10	滴圓	57	54	網		
PA-0008	C-4	10	0.25	215	185	24	滴圓	54	48	網		
PA-0010	#4280燒結	12	0.5	400	300	20	圓	90	85	平		V

圖 10、泡殼資料總表

現場載具一覽表 棧板規格 塑膠外盒規格 PET盒規格 針板規格

圖 11、各種類載具規格表

3.1.4 燒結後排列方式綜整

除了釐清燒結現場使用的載具種類及規格外，同時也要綜整燒結後現場所有的排列方式，歸納出不同排列方式之間的差異及限制，使載具判斷模型有所根據。

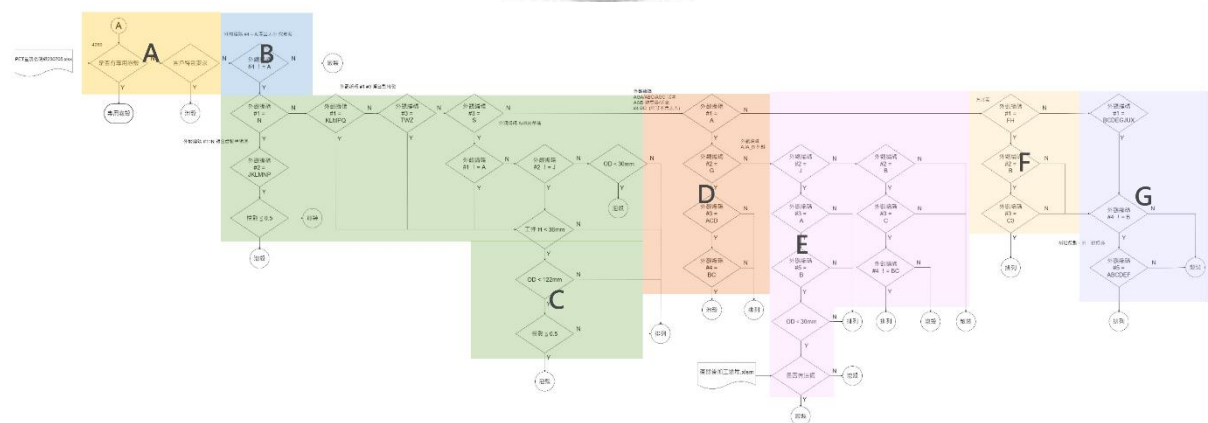
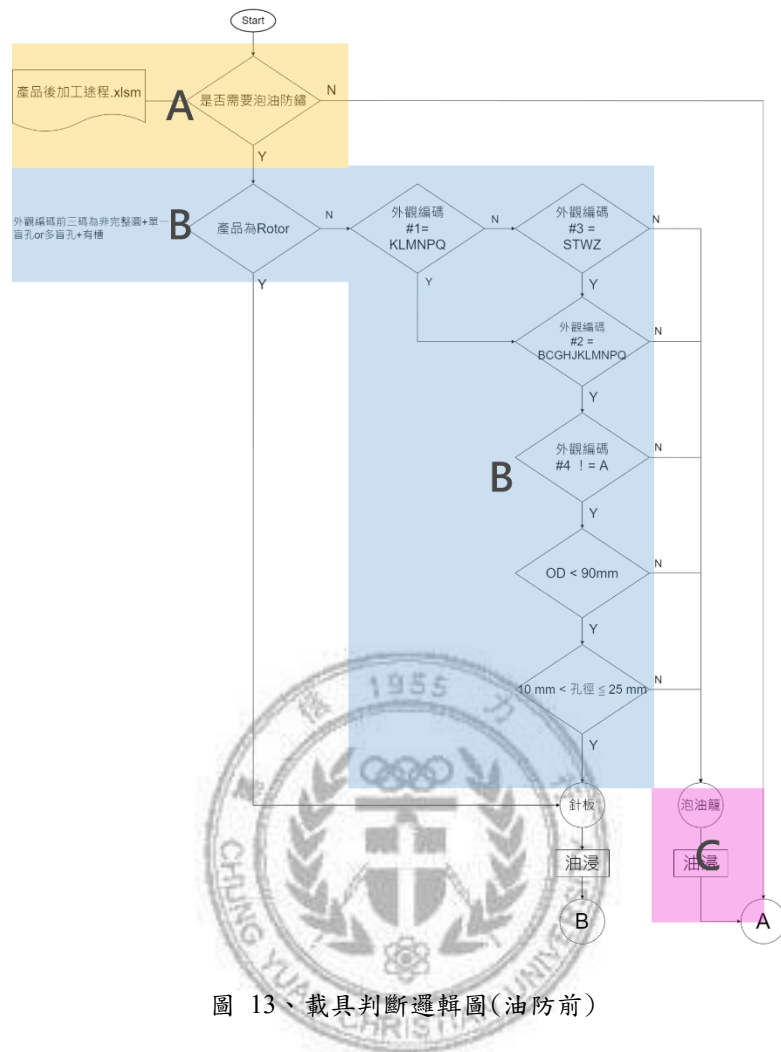


圖 12、燒結後排列方式綜整

3.1.5 燒結爐尾載具標準化作業流程

在公司開發課的產品 CAD 圖面中，部分產品有註記燒結後使用的載具，但大多數產品是根據現場經驗判斷，故在整理資料的同時，與現場人員進行多次溝通，並且和開發課課長針對不同的產品外觀特徵於載具中的限制有多次討論。與開發課課長來回進行討論後，最終將這些限制及經驗法則量化為可執行的判斷邏輯。

判斷邏輯源於工件本體特性，因此導入產品外觀編碼作為判斷的標準之一。同時導入產品後加工途程判斷產品於燒結製程後是否需經泡油防鏽，並將判斷邏輯圖拆分成油防前及油防後，如圖 13、圖 14 所示，進行獨立判斷。



如圖 13 所示，區塊 A 透過導入產品後加工途程資料進行「是否需要泡油防鏽」的判斷，當產品需要進行油防則會進到油防載具的判斷，否則會進到圖 14 油防後的載具判斷。圖 13 中的區塊 B 是透過產品外觀定義必須使用針板的型號及條件，區塊 C 為其餘非使用針板盛裝的產品將使用泡油籠進行盛裝。油防後的載具判斷如圖 14 所示，區塊 A、C、D、E 歸納必須使用泡殼的產品。以排列為原則的產品如區塊 F 所定義的，其餘外徑過小的產品和非使用泡殼與排列的產品則會流入區塊 B 和區塊 G 的散裝邏輯。

燒結爐尾載具標準化作業流程如圖 15 所示，於前期準備期間進行大量的現場作業觀察了解整個燒結後的現場運作，並將這些現場作業觀察到的現象量化為可建立載具標準化的依據。

載具選擇的判斷邏輯始於工件本體特性，因此對於工件的外觀需具備一定的認知。現行廠內對於工件外觀特徵已具備一套完整的編碼邏輯，因此載具選擇的判斷是基於這套產品外觀編碼將外觀特徵分類，並以外觀編碼作為查找的依據建立起載具選擇的模型。

最終利用前期蒐集到的現場資料進行模型驗證，透過驗證結果不斷的修正模型中的判斷邏輯，同時在驗證過程也會反饋對於產品外觀編碼上的建議，以利進行產品外觀編碼的修正，使其能夠更加完善並符合現場狀況。

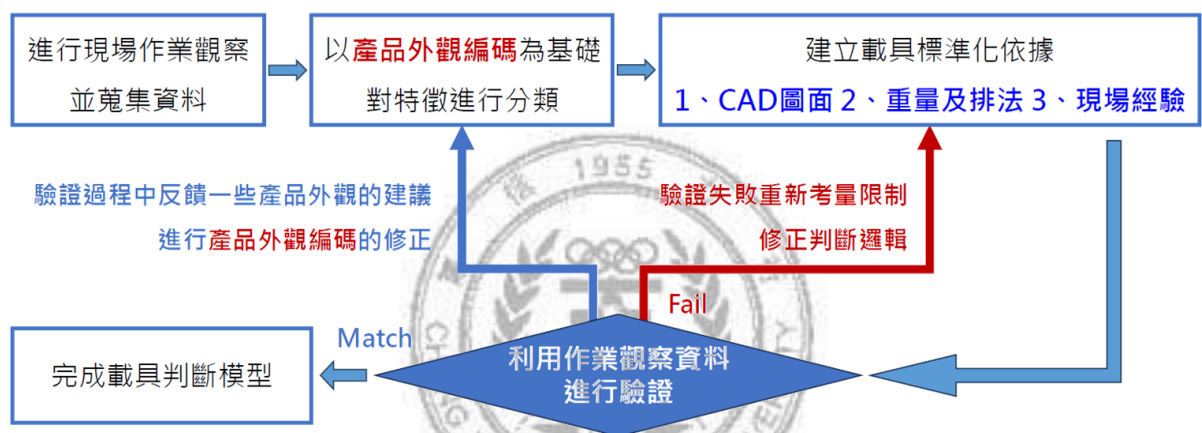


圖 15、燒結爐尾載具標準化作業流程圖

3.2 回收粉比例田口實驗

透過現場作業觀察，目前廠內生產產品的方式均使用原粉進行成形，成形機台作動的過程中，填粉時溢出模具外的餘粉和粉碎試打產品得到的粉料，在工廠內統稱為「回收粉」，而廠內目前存放了大量的回收粉。

在這個對於環境保護議題及永續發展高度重視的世代，回收粉的產生對於公司來說不僅是種浪費也是一筆相當可觀的成本。為了能夠實現循環經濟的核心理念—減少浪費和資源消耗，希望透過田口方法評估利用回收粉生產與原始粉末質量相同的產品的可能性，並找到不同比例下回收粉的最佳參數組合，希望能提升廠內回收粉的使用率。

進行田口實驗之前需選定實驗因子及水準並訂定實驗次數建立田口直交表。由於影響產品品質特性的實驗參數有非常多種，因此進行了前期研究找出相關因子及水準。中期透過實驗 4 也發現了回收粉比例、中模充填量與產品重量之間的關係。最終確立後期田口實驗的 5 個實驗因子。

未固定機台參數			固定機台參數	
前期研究： 藉由調機參數找因子			中期發現： 回收粉比例↑，中模充填量↓，重量↑	後期實驗： 田口方法找因子的最佳參數組合
實驗1	實驗2	實驗3	實驗4	實驗5
1、流動率與視密度測試。 2、 成型 ：師傅經驗調機 找出 相關因子及水準 。			1、找到回收粉比例、中模充填及重量關係。 2、 成型壓力與重量 有高度正相關。	1、 平行度 各比例回收粉 最佳參數組合 。 2、 中模充填 可以控制產品重量。

根據前幾次實驗選定實驗5的田口實驗因子

A、成型機台參數1 B、成型機台參數2 C、成型機台參數3 D、成型機台參數4 E、燒結擺放方式

圖 16、前期實驗總結

整個田口實驗執行過程如圖 16 所示，首先需先了解欲討論的問題為何並確立整個實驗的方向和品質特性，接著是需要花費大量時間與心思尋找會影響實驗品質特性的因子及水準，接著才能夠進行實驗。

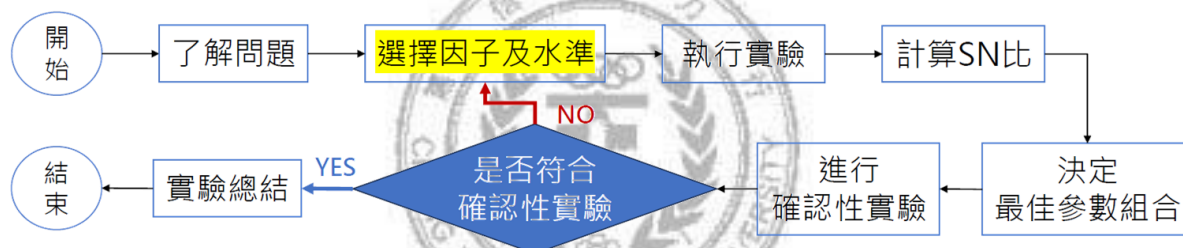


圖 17、田口實驗流程圖

在回收粉比例田口實驗中由於實驗的目標是要評估利用回收粉生產與原始粉末質量相同的產品的可能性，因此生產的產品符合規範是實驗主要的方向，因此針對產品全長、重量及平行度三項 KPI 進行量測，並以望目特性作為目標。

因子及水準設置都是經由前期實驗與現場作業人員討論後所決定的，最終選擇 5 個可能影響三項品質特性的因子及水準如表 1 所示。根據所選定的因子及水準，挑選 L8 直交表，直交表中的各組實驗均蒐集 24 個樣本。

表 1、實驗因子及水準

Factor	Level 1	Level 2
A	30	35
B	1	2
C	104.3	103.4
D	1	2
E	1	2

第四章、實習內容與進度

本次實習固定於每週四下午與企業導師進行線上會議，討論當前專案的作業狀況、問題回報及後續進程。實際執行作業進程如表 2、表 3 所示。

4.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化

表 2、燒結爐尾產品對應載具定義與標準化各週作業進程

週次	工作內容
W327	- 建立對燒結後產品載具的基本認識 - 整理廠內載具採購資料
W328	- 燒結爐尾載具規格量測 - 釐清產品外觀編碼原則
W329	- 外觀編碼原則解說 - 建立泡殼資料表
W330	進行燒結後作業觀察建立燒結後載具現場使用習慣資料表
W331	建立第一版燒結後載具判斷邏輯圖
W332	- 整理開發課產品 CAD 圖面資料並與開發課課長討論特徵於載具之限制 - 建立產品 CAD 圖面的限制與標示一覽表 - 釐清產品齒型特徵
W333	- 建立第二版燒結後載具判斷邏輯圖 & 判斷邏輯更新總表 - 釐清齒型特徵中關於模數和齒數的限制
W334	- 撰寫燒結後載具判斷邏輯 VBA 程式碼 - 建立判斷邏輯輸入輸出總表
W335	最終燒結後載具判斷邏輯圖 & VBA 程式碼修正並驗證

4.1 回收粉比例田口實驗

表 3、回收粉比例田口實驗各週作業進程

週次	工作內容
W327 to W328	回收粉比例田口實驗開會與交接
W329	田口方法訓練課程
W330	交互作用訓練課程與田口方法實例演練
W332 to W335	回收粉比例田口實驗資料分析

第五章、結論

目前在燒結爐尾產品對應載具定義與標準化已建立起載具判斷模型並撰寫成 VBA 程式碼，未來可以以這套模型為基礎配合外觀編碼進行滾動式修正，使這套模型更吻合現場狀況。後續將配合燒結爐頭排程優化，建立起燒結爐尾後即時看版。

5.1 燒結爐尾產品對應載具定義與標準化

5.1.1 模型驗證與成果

利用燒結後現場作業觀察蒐集到的 100 筆實際資料(含產品品編以及現場所使用的載具)，並與程式載具判斷模型結果進行驗證。

[illegible]

圖 18、載具標準化模型驗證結果總覽

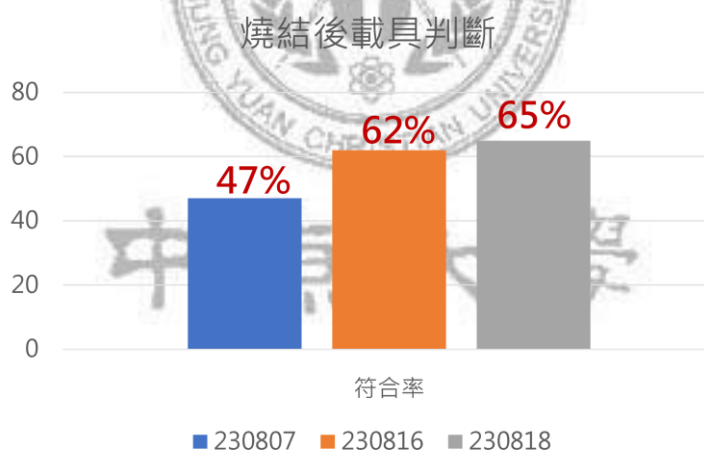


圖 19、載具標準化模型驗證結果符合率

目前載具標準化模型判斷的結果與現場的符合率為 65%，如圖 19 所示，透過檢查驗證失敗的產品發現主要導致驗證失敗的原因有以下兩種。

- 1、單一產品於現場的盛裝方式有兩種，模型判斷之結果有與其中一項吻合，藉由校正後可提升模型正確率。
- 2、載具標準化模型判斷是以產品品編對應的外觀編碼進行邏輯判斷，目前廠內外觀編碼不斷的進行滾動式修正，而這版載具標準化模型是以舊的版次進行判斷，因此會出現部分判斷錯誤的情況，未來將修正後的外觀編碼資料導入後即可修正這個問題，模型正確率也會隨之提升。

5.1.2 未來展望

透過燒結後載具標準化結合燒結爐頭排程優化，未來計畫將於燒結爐尾建立即時看板，並導入燒結爐尾載具管理系統，方便現場作業人員能夠針對不同品編的產品快速找到相對應的載具，使現場作業進行更為順暢。

燒結爐尾即時看板上的資訊包含使用之燒結爐號，使各產品於燒結站中所使用的燒結爐都有所紀錄，方便未來查找各產品之歷史製程。此系統只需現場作業人員於燒結爐頭將 WIP 轉移單上的品編以及燒結總量輸入，即時看板上便會顯示該產品的完整 14 碼品編以及此次的燒結總量。透過進度條的方式使現場作業人員能迅速了解顯示目前燒結進程，同時自動將該產品不同筆 WIP 轉移單以系統進行彙整，於燒結後輸出單一筆燒結後 WIP 轉移單，取代原來手寫 WIP 轉移單，這有助於現場提升作業效率，並降低手寫出現的錯誤。

除了該產品的基本資訊與燒結狀況外，即時看板上也會顯示該產品是否需經泡油製程，若需要則會顯示所需油品、對應的泡油載具以及以圖像化提供現場人員該產品的盛裝方式，同時也會顯示該產品於油後進後加工製程前的載具選擇，包含了塑膠箱載具 ID、盛裝於塑膠箱內次載具選擇及盛裝方式，並且搭配載具圖像方便現場人員作業。

8	14 Code	WIP : A11375 ▼	
	S1-AHCC4G-6508-00	• F04578	
	7200 / 12000 pics	• F04579	
	60%	• F04580	
Oil Type	324 H	Carrier ID	C T S 0 0 0 1
Oil Carrier	針板	泡殼	
		PA-0141	
		30孔	
		單層	
			ENTER

圖 20、燒結爐尾即時看板示意圖

5.2 回收粉比例田口實驗

在廠內回收粉的使用是相當嚴謹的，以下的數據分析是取 20% 比例回收粉的實驗數據進行，希望先透過低比例回收粉的分析，抓出相關因子及水準後橫向展開至其他比例的回收粉使用。

5.2.1 實驗結果

表 4、重量、高度及平行度的信噪比

Exp No.	Factors					SNR		
	A	B	C	D	E	Weight	Height	Parallelism
1	1	1	1	1	1	50.46	64.27	5.84
2	1	1	1	2	2	57.62	63.54	4.48
3	1	2	2	1	1	53.43	61.73	8.86
4	1	2	2	2	2	60.95	67.34	8.94
5	2	1	2	1	2	56.67	64.31	6.90
6	2	1	2	2	1	56.62	65.44	9.07
7	2	2	1	1	2	56.46	65.32	7.24
8	2	2	1	2	1	60.33	65.19	5.07

針對 20%比例回收粉所生產出的產品數據，對於重量這個品質特性做討論的結果。透過計算 SN 比，能夠找到在這個因子組合下的最佳參數組合。SN 比越大表示其變異越小，因此選擇圖 21 中各因子 SN 比較高的水準，並且經 ANOVA 表判讀各因子的 P 值，並得出因子 D 對於整個模型有顯著影響的結論，也就是說 D 因子會對重量這個品質特性造成影響。

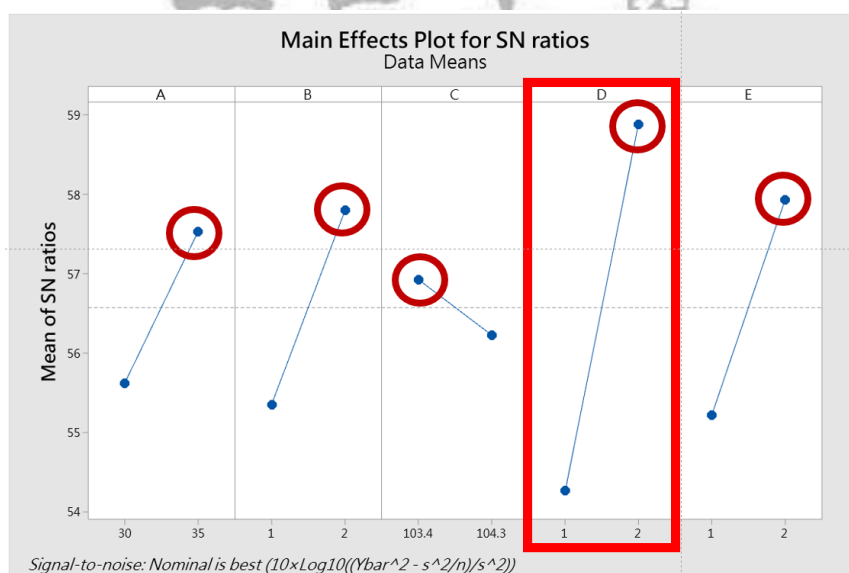


圖 21、20%比例回收粉之重量 SN 比圖

針對 20%比例回收粉所生產出的產品數據，對於全長這個品質特性做討論的結果。透過計算 SN 比，能夠找到在這個因子組合下的最佳參數組合。SN 比越大表示其變異越小，因此選擇圖 22 中各因子 SN 比較高的水準，並且經 ANOVA 表判讀後發現在全長這個品質特性下，所挑選的因子對於模型並無顯著影響，未來重新執行田口實驗時能夠重新針對全長這個品質特性思考並挑選因子及水準。

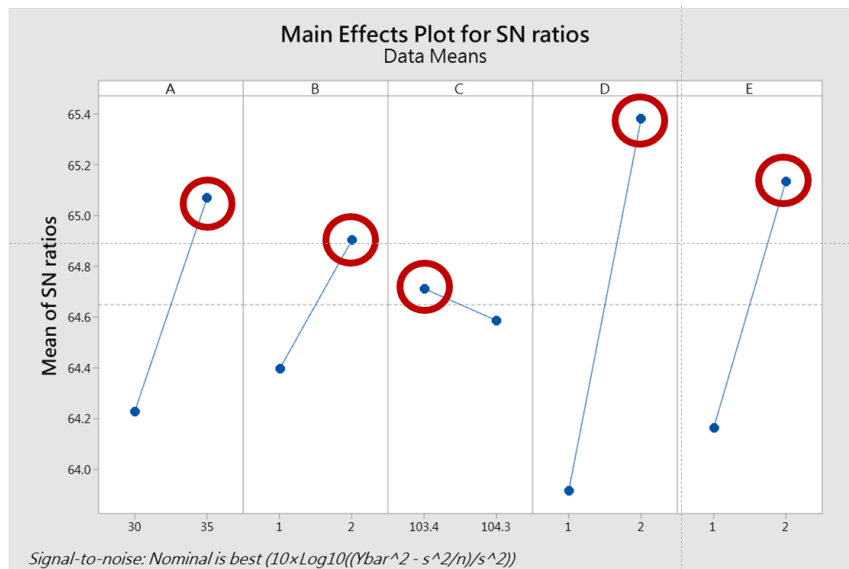


圖 22、20%比例回收粉之全長 SN 比圖

針對 20%比例回收粉所生產出的產品數據，對於平行度這個品質特性做討論的結果。透過計算 SN 比，能夠找到在這個因子組合下的最佳參數組合。SN 比越大表示其變異越小，因此選擇圖 23 中各因子 SN 比較高的水準，並且經 ANOVA 表判讀各因子的 P 值，並得出因子 C 對於整個模型有顯著影響的結論，也就是說 C 因子會對平行度這個品質特性造成影響。

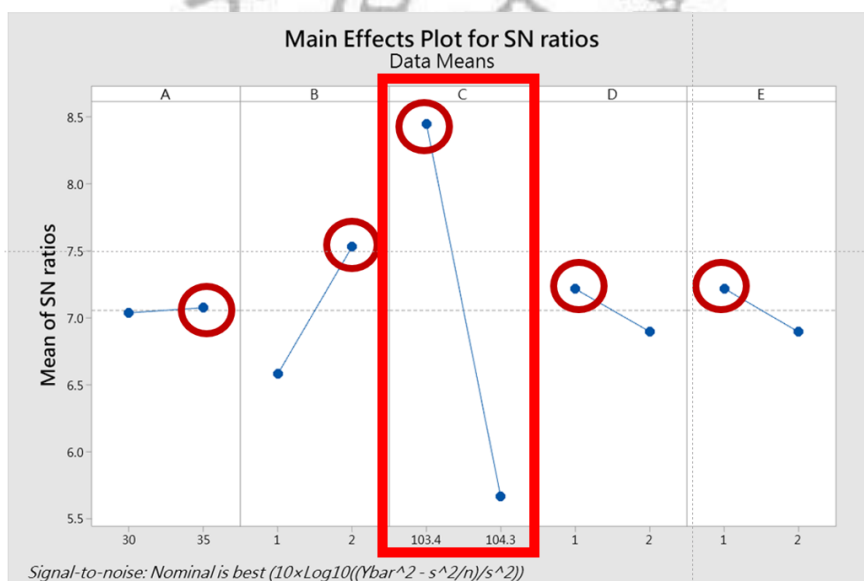


圖 23、20%比例回收粉之平行度 SN 比圖

5.2.2 未來展望

在目前探討的品質特性中，雖然目前所選定的 5 個因子在全長這個品質特性的模型中並未有顯著的影響，但卻提供後續持續進行的回收粉研究關於因子及水準選定的方向。現場在成形製程中，光成形機台內的因子就超過一百種，而機台外能夠以手動調整的參數也有幾十種，因此未來可以藉由要因特性圖分析所在意的品質特性，找出真正會影響品質的因子。



第六章、實習心得

延續寒假參與了由康宏老師與旭宏公司合作的粉末冶金工程師培訓班，很開心自己暑期實習再度回到旭宏公司繼續學習。整個暑期實習忙碌而充實，許多原本寒假期間的疑惑，在整個暑期實習期間都一一的釐清。讓原先對於粉末冶金產業一知半解的自己，到現在實習結束後，了解整個產業的製程，以及具備對於製程提出改善方法的能力。

在實習執行專案期間也曾遇過瓶頸，當時自己對於專案的挫敗感非常重，不過企業導師在整個實習期間都很關心我的狀況，透過會議與我進行多次的工作討論，給予我許多正確的方向以及想法，讓我能夠在龐大的資料中漸漸地整理出規律以及邏輯。同時在暑期實習期間透過寫週報的習慣，追蹤自己在專案上的進度，檢視在專案上未來的項目以及完成的項目之中有無任何的問題。這個習慣是到實習才培養出來的，也希望自己未來可以保持這樣的習慣，隨時掌握自己在學習上的狀況。

整個實習期間我覺得自己學習到最大的收穫是 Just do it 的精神，實習期間總擔心自己完成不了工作項目，但企業導師跟公司的同仁們總是鼓勵我去嘗試，我最常聽到的一句話就是「不要擔心，做就對了！」。帶著這份鼓勵，我順利的完成了暑期實習的專案內容，整個過程下來發現其實沒有自己想像的那般困難，我想未來當自己在出現這樣的情況時，也會告訴自己 Just do it！



圖 24、公司聚餐合影

參考資料

SinghPratapShailendra. (無日期). Powder metallurgy. 擷取自 slideshare:

<https://www.slideshare.net/spssil/powder-metallurgy-42203766>

粉末冶金製程. (無日期). 擷取自 旭宏金屬: [https://www.auroral-](https://www.auroral-sinter.com.tw/ch/07_metallurgy/metallurgy_01.htm)

[sinter.com.tw/ch/07_metallurgy/metallurgy_01.htm](https://www.auroral-sinter.com.tw/ch/07_metallurgy/metallurgy_01.htm)

第十一章 粉末冶金 Powder Metallurgy . (無日期). 擷取自

<http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/mypdf/mf11.pdf>



中 原 大 學