

天主教輔仁大學織品服裝學系
服飾行銷組學士論文

Moonlight Power 變身-舊衣回收再製粉餅盒之研究
Recycling Polyester Clothes into
Pressed Powder Box Design

研究學生

施心淳、羅卓芃、張思琳、陳怡潔 撰

研究學生：施心淳、羅卓芃、張思琳、陳怡潔
所屬學院：織品服裝學系
畢業系組：輔仁大學織品服裝學系 織品服飾行銷組
企劃組別：產學合作組

Moonlight Power 變身-舊衣回收再製粉餅盒之研究 摘要

近年環保與永續議題被國內外所重視，從政府到民間企業與個人都在發展並實踐環境友善。服飾產業發展至今大量使用人造纖維，又以聚酯纖維(Polyester)為最大宗；快時尚風氣使得服飾汰換速度快，造成垃圾問題，大多服飾廢棄物面臨焚燒、掩埋，顯示服飾原料的使用壽命短暫。化妝品包裝多以塑膠與其他材質黏合製成，難以回收再利用。本研究以(1)延長聚酯原料使用壽命、(2)減少新的聚酯原料使用、(3)提高消費者在化妝品包裝的重複使用性為目標，實驗聚酯纖維是否能透過熱壓成型再製成粉餅盒，進一步以使用者中心設計進行訪談與問卷調查，設計產品樣本與使用性測試。研究發現聚酯纖維在攝氏240~270度下可進行造粒，在熱壓成型方式中在攝氏200度下，可將回收聚酯粒塑型，經測試得知熱壓成型樣品可再進行印刷、消光處理，以符合本研究對粉餅盒外觀之設計。經訪談與問卷調查得知19-24歲的使用者對粉餅盒訴求粉蕊與粉撲上下分層、輕巧好攜帶、附鏡子。最後根據此數據設計樣品並進行使用性測試結果為正向。聚酯纖維布料造粒後再製成塑膠製品是可行的，但仍有材料耗損的問題，且再製程序繁複成本較新原料來得高，預期可以透過大量生產來降低轉嫁消費者的價格。

關鍵字: 聚酯纖維、舊衣回收、回收再製、環保包裝、熱壓成型、粉餅盒、造粒

第一章 緒論

第一節 研究背景

1. 時尚汙染日益嚴重

聚酯纖維 (polyester) 有著高度的韌性、防霉防蟲等優點，因而被應用在服裝上。2021年的期刊中指出，在2000年全球纖維製品所使用的原料中，聚酯纖維的使用量已追平棉纖維的使用量，到了2020年聚酯纖維的使用量更是20年前的兩倍，該報告趨勢圖預估，往後的八年，聚酯原料的使用量仍會攀升。

另外「快時尚」在強調快速、低廉、流行之下所造成的資源浪費，於近年永續議題的討論中經常被提及。這份期刊也指出，2015年全球服飾的原料流中，有5300萬噸的服裝在使用後被回收或是丟棄，其中近73%的服飾是被掩埋或是被焚燒；12%會投入層級應用 (cascading)；只有小於1%的服飾能再製成新衣服。(Harding-Rolls, G., 2021)

2. 美妝產業製造大量塑膠包裝

根據2020年市場研究分析機構Euromonitor資料顯示，全球美妝產業每年製造超過一千五百一十億件包裝，且大部分為塑膠材質並難以回收，無法循環再利用，最後進入垃圾掩埋場和海洋中，不僅對生態環境造成極大的破壞及汙染，最終也危害到人體。近年大眾環保意識抬頭，年輕世代的消費族群更比一般人在乎環境保護議題，因此許多知名美妝品牌，紛紛做出了改革，譬如Armani亞曼尼等品牌推出可替換粉蕊的粉餅盒，顯示可重複填充的美妝產品正逐漸成為新趨勢。市場調查公司NPD集團數據指出，2022年1月到7月期間，可重複填充美妝產品銷售額與2021年同期相比增長了364%，足見環保替芯與包裝在美妝市場發展具有龐大潛力。

第二節 研究問題

1. 紡織纖維回收再製的現況與未來發展方向？
2. 回收的聚酯纖維應以何種方式進行加工才能作為粉餅類產品外盒？

第三節 研究目的

針對聚酯纖維的回收服飾，以低成本、少工序的加工方式進行粉餅類產品外盒的設計開發，此產品可替換內容物，提高消費者在本產品的重複使用性，期望延長聚酯纖維材質的使用，並減少新原料的使用。

研究任務 (objective)：

obj1：評估回收聚酯的成型方式：分析聚酯纖維的物理性能，查找本材質可用之成型與再製案例，接著評估我們的樣品所適合的成型方式。

obj2：設計粉餅盒：研究市面上同類型產品之外觀、材質、結構等，並調查消費者對此類產品的喜好與習慣，設計出符合市場需求並兼顧耐用性之樣品。

obj3：樣品製作：依照消費者喜好與市面同類產品之分析，在考量材質與執行性後，進行粉餅盒樣品製作。

obj4：原型測試與驗證：製作出原型樣品後，進行使用性測試訪問，蒐集使用者的使用心得與回饋。

第二章 文獻探討

第一節 文獻蒐集

本研究使用Web of Science (WoS) 線上科學資料庫進行文獻查詢，文獻資料的蒐集僅限於此資料庫中近22年間已發表之期刊文章，並以聚酯纖維 (polyester) 與尼龍纖維 (nylon) 的回收再製為方向進行蒐集。

1. 以關鍵字進行查詢，關鍵字包含Textile secondary recycling ; polyester reuse ; nylon fabric recycle ; nylon recycle ; polyester recycle ; polyester recycle fabric。並將期刊發表年限設定於2000年至2022年。在此步驟中共找到802篇文章。
2. 接著將文獻資料以「研究中是否以聚酯纖維或尼龍纖維回收再製之方法或實驗」為依據篩選文章標題和摘要，本階段留下138篇期刊論文。
3. 最後將138篇期刊論文平均分配給四名研究生，在此步驟中團隊以a. 研究是否有將聚酯纖維或尼龍纖維回收再製成他物 b. 研究是否有將聚酯纖維或尼龍纖維回收後作為其他材質之加強材料為依據，進一步篩選了研究方法、研究內容與研究成果。最終留下39篇文獻資料。

第二節 市面化妝品分析

1. 市面粉餅類外盒外觀與材質分析

粉餅盒之外觀會依照其品牌調性、目標市場等等做設計，類型多元，例如顏色根據品牌形象有深淺色系之區別、表面加工呈現磨砂、鏡面等質感，以及在外殼上壓紋等裝飾設計。在粉餅盒材質部分，目前市售粉餅盒材質多以ABS材質為主，也有PC、PLA、PCTA、PCT等材質。

2. 市面粉餅類外盒結構設計分析

目前市面上粉餅盒形狀以方形及圓形為最大宗；在結構設計上，市面的粉餅盒以上下分層、左右分區、不分層，三種方式隔開粉蕊與粉餅。以結構將粉撲、粉蕊分開的設計中，上下分層較左右分區的粉餅盒體積來得小，不分層之結構設計則以塑膠片做隔層。開關設計上，分為上蓋開關扣在外面、磁吸式以

及按鈕開關三種設計較為常見，上蓋開關扣在外面的設計可能因久用造成磨損，或因撞擊而斷裂，使粉餅盒無法扣緊；磁吸式開關可避免開關摔斷的問題。

第三節 服飾回收過程

1. 聚酯纖維 (Polyester, PET) 的特性

聚酯纖維具尺寸穩定性，其織物堅牢耐用、耐光性佳。此外，聚酯纖維為熱塑性纖維，透過熔融紡絲法製成，成形後的纖維可再經加熱熔化，其熔點為攝氏255度，軟化點為攝氏205度。(J., S. K., 2014)

2. 聚酯纖維服飾回收方式

目前回收聚脂的方式有兩種：a. 將服飾上的配件移除後切成小塊，接著造粒，最終熔化再製成聚酯纖維(London Recycles, 2020)；b. 將回收舊衣挑選、整理與分類，進行再造面料，製作成服裝或周邊產品，剩餘邊角料也可製成服裝周邊產品，最終進行銷售(廖國棟 & 許鳳玉, 2021)，達到資源再利用。

第四節 回收纖維應用案例

1. 回收纖維再製案例

1.1 鞋墊

市面上的安全鞋墊耐穿性低，透氣性不佳。2014年Mao等人對於防護用紡織品進行調查，發現異相複合材料通常採用混煉加固的做法。因此研究者收集回收PET和Kevlar®纖維布邊，經一連串程序製成不織布。接著將不織布作為表層，中間包裹玻璃纖維織物進行針刺，形成PET/Kevlar®三明治（鞋墊）。最後將此鞋墊通過PU樹脂溶液槽後晾乾，形成PU增強型PET/Kevlar®三明治（鞋墊）。經拉伸性能測試、強度性能測試及爆破性能測試後，顯示此三明治鞋墊機械强度高，生產可行且環保，可作為安全鞋的鞋墊。(Lin et al., 2017)

1.2 隔音不織布與隔熱不織布

在研究當中，以4mm網眼直徑的混紡回收聚酯與回收棉做為不織布。回收不織布具優異的高頻聲波吸收性能，吸音性能隨厚度變厚而增加（小於3.5mm幾乎沒有隔音效果）。不織布對中高音頻的隔聲效率會隨著不織布密度的增加而降低(Santhanam et al., 2019)。此外，經過測試顯示RPET/廢羊毛不織布提供絕緣、隔音、吸濕、防潮和防火性能，且在50-5700Hz的頻率內吸收超過70%的入射噪聲。(Patnaik et al., 2015)

2. 回收纖維作為加強材料

研究者將回收PET瓶碎粒、聚酯纖維等回收廢料作為骨材加入瀝青混凝土中，促進其穩定度，或是作為黏合改性劑提高瀝青抗變形能力，研究顯示聚酯纖維加入石膠泥瀝青混凝土產生高阻力可防止瀝青流失。(Rahman et al., 2020)。將聚酯纖維添加進骨料、水泥等調配之混和物中製成混凝土。發現在第28天，其

抗彎韌性和抗衝擊性皆增加，然而在150天時，聚酯纖維在鹼性的混凝土環境中效果不再存在。此技術可提高混凝土的耐熱性、抗壓強度、抗拉強度與延展性 (Pelisser et al., 2012)。來自廢棄漁網的尼龍纖維亦可以加入水泥砂漿中，實驗顯示其具有良好的耐鹼性，加入尼龍纖維的混凝土在拉伸強度有35%的成長，韌性則有顯著影響，其乾燥收縮程度也較小 (Spadea et al., 2015)。將聚酯纖維混入土壤中，發現纖維在土壤顆粒間產生了鏈結與摩擦進而增加土壤強度，其摩擦角與內聚力皆提高 (Kholghifard & Amini Behbahani, 2022)。

第五節 熱壓成型技術

常見的熱塑性纖維複合材料的成型技術分為：(1)隔膜成型、(2)纏繞成型、(3)沖壓成型、(4)熱壓成型與(5)壓擠成型等技術，其中熱壓成型是最簡單的，其設備簡單、操作方便、傳熱效率高、條件調控靈活，但不適於成型大型物件。熱壓成型步驟：(1)將板材加熱至熔融溫度以下，玻璃轉化溫度以上。(2)將半熔融狀態的板材放置以預熱完畢的模具中。(3)合併模具，將板材壓成所需形狀。

第三章 研究方法

第一節 研究流程

在進行產品開發前，搜集聚酯與尼龍纖維回收再製的相關文獻，找出製作產品的可行例證；訂定要開發成何種商品後，透過質化與量化研究了解消費者對於產品的使用習慣、替換性產品的想法及外觀偏好，並進行分析，統整出消費者對產品的期待與需求。同時研究回收聚酯布料加工技術，製成熱壓成型之原料。接著進行產品設計與樣品開發與使用性測試，並進行修正討論。

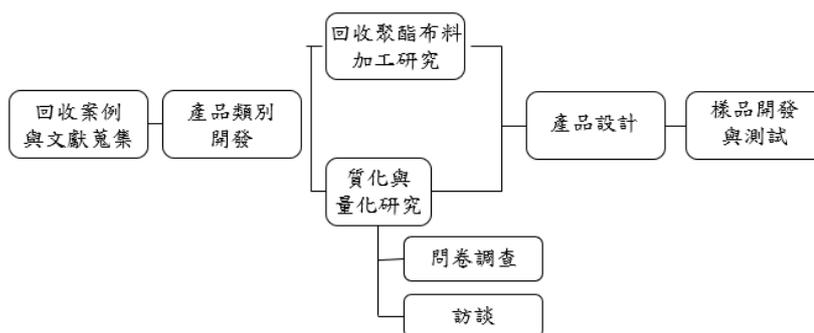


圖1 研究流程

第二節 研究架構

1. 研究架構

本研究著重在使用可回收人造纖維進行再利用與設計製造，主要目標材料為回收的聚脂纖維。希望透過熱壓成型技術的實驗與測試，建立可評估的材料組成與加工方式。之後搭配使用者中心設計之方法進行粉餅類產品外盒設計。

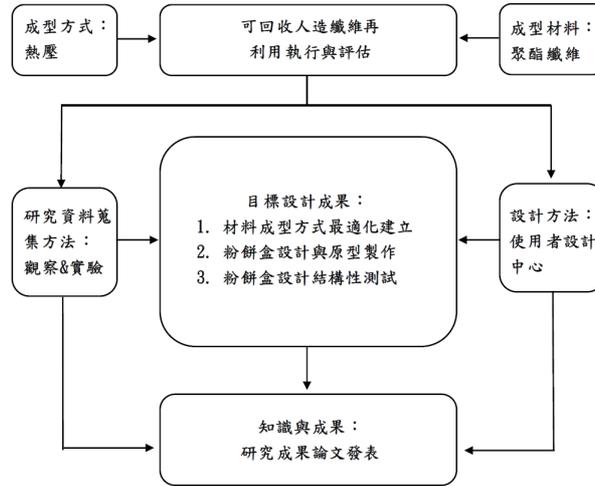


圖2 研究架構

1.1 設計方法：使用者中心設計

Norman(1988)指出使用者中心設計 (User-centered Design) 必須專注於使用者的需求和利益，特別是設計的可使用性。他同時指出使用者中心設計應該：1.容易地確定哪些操作行為隨時可用；2.讓所有事情可被看見，包括系統的概念模式、替代操作方式和操作的結果；3.容易地評估系統的當前狀況；4.遵循操作意圖和操作行為之間、操作行為和操作結果之間、可見資訊與系統狀態解釋之間的自然投射 (natural mapping)。

在進行設計時，需先確認目標使用者瞭解其所有特點，以及預期完成任務的性質。在開發的初期，讓目標使用者實際操作草模和原型來進行任務，並觀察、記錄和分析其操作表現與反應。若使用者進行任務測試發現問題，必須要解決這些問題，這時就會進入設計的反覆迭代的過程，提升產品的易用性。

第三節 研究範圍

1. 研究材料

現今織物大多由聚酯纖維製成，若能開發出一套完善的回收再製程序，可嘗試減緩環境問題，因而列入研究範圍。

2. 合作廠商

御品園科技股份有限公司十分重視環保，其畜牧產業—御品園蛋品行力行無毒養殖多年。在機械技術方面，擁有專業的精密金屬加工與塑膠模具射出之機械工程科技，熱壓成型為其主要加工技術，因而將熱壓成型技術列入本研究範圍中。

第四節 研究限制

御品園科技股份有限公司著重熱壓成型技術，限縮本研究使用其他製成方式的可能及最終產品的類型。另外，由於造粒機的使用需熱機與後續清潔，造成不同顏色的聚酯粒轉換間所需成本較高，因此本次實驗僅以單色進行研究。

第四章 產品設計與發展過程

第一節 作業流程

1. 廢聚酯纖維造粒與成型

(1) 聚酯纖維舊衣、廢布料蒐集

(2) 前置作業：分色、裁切、烘乾

將聚酯纖維布料依照顏色分類，接著將布料裁切成約為5*5公分大小的布塊後，放入熱風循環式烘箱中以105°C烘乾半天，去除布塊中的水氣。

(3) 造粒：造粒機共有10階段的溫度控制，將溫度設定為240~270°C。接著將烘乾的聚酯纖維布塊放入造粒機中進行拉條與造粒，聚酯粒尺寸設定為0.3mm。

(4) 熱壓成型與測試：將聚酯粒加熱至200°C，將呈現橡膠態材料倒在模具上，合併模具待冷卻後脫模。

2. 質化研究與量化研究之設計

本研究之產品以台灣19~24歲的消費者做為目標客群，藉由質化與量化研究調查此客群在粉餅類產品的使用習慣與偏好，得出樣品之設計規範。

(1) 質化研究：訪談

本次訪談共找了六名21與22歲的受試者進行團體訪問，題目分為a.基本資料；b.其使用粉餅類產品之習慣與設計偏好；c.購買意願與習慣三個部分。

(2) 量化研究：問卷

數據統計網站Statista截至2022年4月的統計報告指出，全球Instagram的用戶主要年齡層落在18~34歲(S. Dixon, 2022)，與本研究希望觸及的消費者年齡吻合，因此本問卷透過社群平台Instagram寄發調查問卷。在填答時受訪者需忽略產品品牌之影響力及參考圖片中之品牌。題目主要分為四個部分，a.基本資料；b.使用習慣分析；c.粉餅盒外觀喜好調查；d.粉餅盒選購因素排序。

第五章 研究結果與討論

第一節 文獻數據分析

本研究使用WoS線上科學資料庫進行文獻查詢，篩選保留39篇期刊文獻。數據分析結果如下：

1. 紡織纖維回收再製的現況與未來發展方向

透過回收纖維所再製的成品中，以增強複合材料、隔音隔熱材料兩類最多，增強複合材料佔8篇；隔音隔熱材料則有7篇。在產業應用上以建築產業居多共13篇。

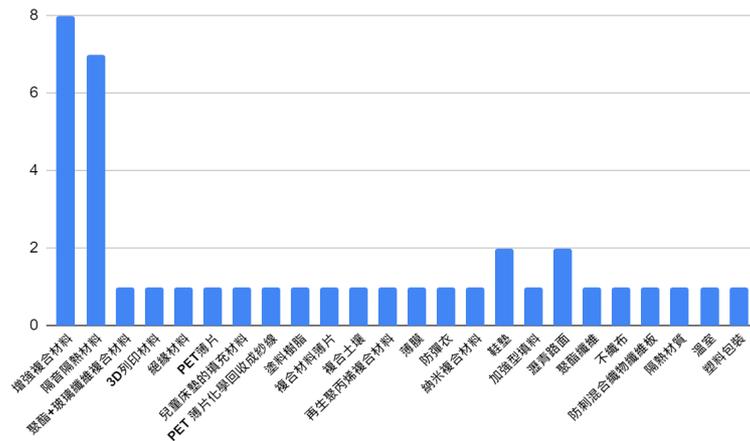


圖3 再製品類型計數

2. 回收廢纖維再加工的方式為何？

在39篇文獻當中以添加物質、熱壓成型、針刺的加工方式為主。部分研究中的回收聚酯或尼龍純粹以添加的方式進行加工製作，多數應用在路面行業的填料與瀝青以及建築業的混凝土；若是材料有分層的安排，那便以層壓方式將不同材質的材料複合製作(Laredo dos Reis et al., 2014)；通常使用針刺方式進行加工都是為了製造出不織布；在各種3D列印的產業中，將回收的聚酯、尼龍運用熔融方式，更容易進行下一步的紡絲，以取得長絲狀材料(Singh et al., 2016)。

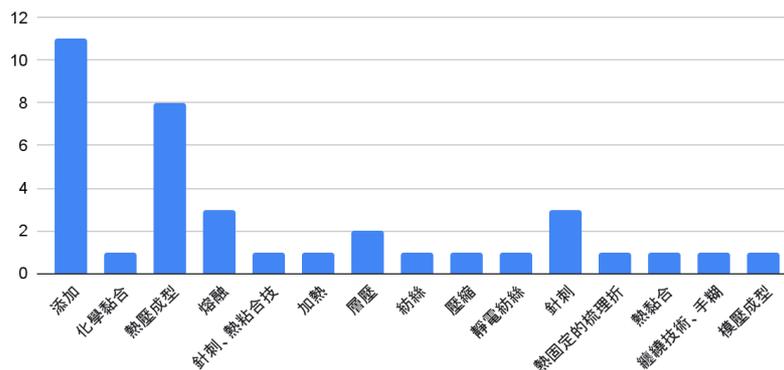


圖4 再製品加工方式統計

第二節 質化研究與量化研究結果

1. 質化研究結果

六位21及22歲女性受訪者以蜜粉餅及粉餅的使用率最高，其中有五名受試者一週在此類產品使用頻率高達5~7天。從訪問中可以得知，受試者在購買粉餅類產品時的第一考量為其內容物的品質，在不考慮內容物粉質、品牌的情況下，對於粉餅盒訪談結果如下：

1.1 使用粉餅類產品之習慣與設計偏好

- a. 受訪者幾乎都有將粉餅類產品帶出門的習慣，因此：
- (1) 希望粉餅盒小一點、不要太厚，方便放入各種大小的隨身包。
 - (2) 粉蕊與粉撲最好可以隔開，且以結構分開代替塑膠片隔層，在使用上可以避免塑膠片弄丟。
 - (3) 有鏡子可以方便在外補妝，或檢查臉部狀況。
- b. 針對粉餅盒設計的偏好：
- (1) 分層設計：六名受試者都認為粉撲應與粉蕊隔開。有一半的受試者明確表示喜歡上下分層的設計。
 - (2) 外觀形狀：四名受試者表示比較喜歡方型的設計；喜歡圓形的受試者其中一位表示，方的粉餅在使用粉撲上妝時會沾不到邊邊。
- c. 五種參考樣品的綜合評比
- 產品a. 優點：沾取面積大 / 缺點：太薄
- 產品b. 受試者對它沒有偏好，但也不討厭
- 產品c. 優點：小巧方便放進各種包包內 / 缺點：太小容易滑掉
- 產品d. 優點：沾取面積大、開關好用、厚薄適中、重量剛好
- 產品e. 優點：稍微大一點，拿起來有份量、大小剛好 / 缺點：不太好開

表1 五種參考樣品大小與重量

編號	大小 (長x寬x高mm)	重量 (含粉蕊) / 粉蕊
a	直徑70 x 高12	37g / 8g
b	65 x 65 x 15	45g / 5g
c	直徑57 x 高13	28g / 6g
d	直徑70 x 高15	47g / 8g
e	60 x 60 x 20	50g / 8g

1.2 購買意願與習慣

- a. 購買粉餅類產品時的考量：
- (1) 大小、厚薄、重量：具輕巧攜帶性、符合個人使用習慣。
 - (2) 容量：在不帶出門的情況下，不考慮攜帶性，更重視容量。
 - (3) 設計：開關好操作、外觀不易弄髒、良好的分層結構（避免使用易弄丟的塑膠片分層）、使用設計直覺可以快速上妝。
 - (4) 耐用性：不易斷裂、損壞。
 - (5) 其它：內附的粉撲要厚度適中、品質佳、粉餅沾取面積。

b. 針對主打環保、減塑或可替換化妝類產品的消費習慣與感受

- (1) 「可替換粉蕊」不是受試者購買此類產品的關鍵原因。
- (2) 受試者認為主打環保的產品，會對品牌及產品印象加分。
- (3) 在內容物不更換、價差不大、不影響使用的情況下，受試者普遍願意嘗試購買可替換、減塑環保包裝的化妝品。

2. 量化研究結果

此次回收問卷共123份，本研究針對的目標客群年齡為19到24歲，因此排除25份中18歲以下和25歲以上的消費者，其餘99份為有效問卷。問卷施測及回收時間為2022年10月7日至2022年10月24日。

2.1 使用習慣分析

a. 使用頻率

本研究的受試者中，每天使用粉餅類的產品的人佔12.1%，經常使用粉餅類產品的人佔33.3%，偶爾使用粉餅類的產品的人佔16.2%，很少使用和從不使用粉餅類的產品的人分別佔26.3%與12.1%。可知此研究中近半數的受試者，一週使用五到七天粉餅類產品。

2.2 粉餅盒外觀喜好調查

a. 粉餅盒分層設計偏好

目標客群對於粉餅與粉蕊的放置，上下分層佔48.2%，左右分層佔31.3%，不分層佔20.5%，由此可知，上下分層的方式最受到消費者的喜愛。

b. 粉餅盒形狀偏好

偏好圓形粉餅盒的消費者占比為56.6%，偏好方形粉餅盒的消費者則為43.4%，由此可知，消費者對於圓形的粉餅盒較為喜愛。

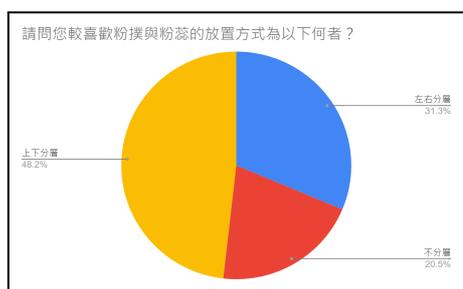


圖5 粉餅盒分層設計喜好調查

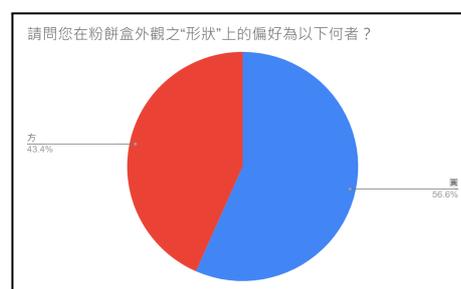


圖6 粉餅盒形狀喜好調查

c. 外觀顏色喜好排序

外觀顏色的喜好上，深色與淺色最受喜愛，在第一第二順位中都各佔43.4%，而金屬色在第三順位中佔33.7%，最不受消費者喜愛則是透明，其在選擇第四順位中佔66.2%。

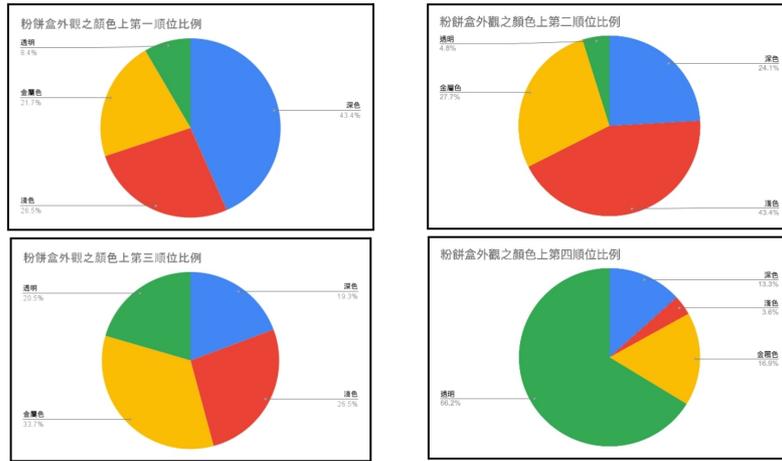


圖7 粉餅盒外觀顏色喜好排序

(藍色為深色；紅色為淺色；黃色為金屬色；綠色為透明)

d. 外觀質感喜好排序

本研究調查消費者對於粉餅盒外觀質感的喜好，第一二順位為啞光與金屬各佔36.1%與佔38.6%，最不受消費者青睞的則為皮革，佔第四順位的42.2%。

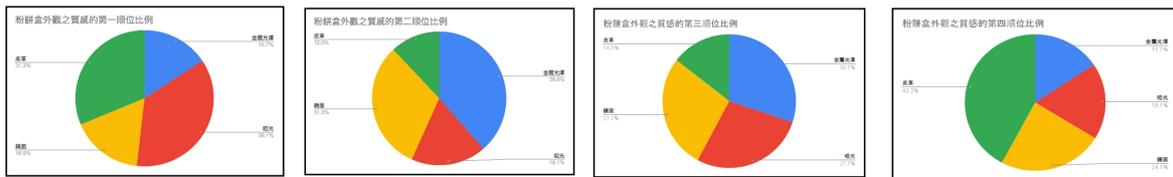


圖8 粉餅盒外觀質感喜好排序(由左至右為第一順位到第四順位)

(藍色為金屬；紅色為啞光；黃色為鏡面；綠色為皮革)

2.4 粉餅盒選購因素排序

a. 選購因素排序

經由問卷調查後，消費者選購粉餅盒最注重的第一順位為顏色佔50.7%，第二順位為粉餅盒的尺寸，佔38.6%。以數值上來看，消費者在選購粉餅盒的過程中，會優先考慮粉餅盒的外觀顏色以及尺寸大小。在第三和第四順位中重量與形狀項目的數值相近，由此可知，消費者較不注重粉餅盒的重量與形狀。

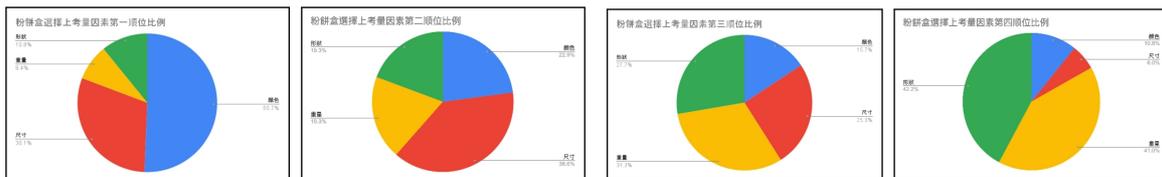


圖9 粉餅類產品選購因素排序(由左至右為第一順位到第四順位)

(藍色為顏色；紅色為尺寸；黃色為重量；綠色為形狀)

2.5 結論

綜合以上結果可得知，19~24歲使用粉餅類產品的消費族群，平均一週使用5~7天，較喜愛粉撲與粉蕊上下分層；形狀偏好圓形佔最大宗；在選購粉

餅盒時，顏色以及尺寸為選購的兩大因素；粉餅盒外觀顏色的選購上則較喜愛深色系與淺色系；在粉餅盒質感的呈現上，啞光與金屬光澤的外觀最受喜愛。

3. 研究結果比對與分析

將質化研究及量化研究之結果比對之後可得出，在結構上，研究對象對於上下分層設計是較為喜愛的，並且會注重其尺寸大小。粉餅盒形狀卻有不同的調查結果：問卷顯示圓形之粉餅盒較為受歡迎，但比例上與方形差距不大，訪談內容卻顯示，近乎所有人都是偏好方形；然而，當問到購買粉餅類產品時的考量因素，問卷與訪談結果都指向：形狀不是最主要的考量因素。

因此藉由質化與量化研究之結果，訂定粉餅盒設計規範為：

1. 粉撲粉餅上下分層
2. 形狀：圓形、方形皆可
3. 顏色：深色與淺色
4. 質感：啞光
5. 其他：內附鏡子、大小厚薄適於放進小包

第三節 粉餅盒設計圖

1. 粉餅盒之結構與外觀設計

藉由質化與量化研究之結果設計出符合使用者喜好之粉餅盒結構與外觀。粉餅盒整體為上下分層共兩層，上層是放置粉撲之空間，以滑蓋作為開關；下層放置粉蕊，以按鈕為開關。在粉餅盒上層側邊設計孔洞做為粉撲通風之用。

2. 粉餅盒圖樣設計理念

靈感來源於moonlight，使用月亮做為中心和moon做呼應，而周圍以星球環繞的著月亮，使用圓圈代表著圓滿，而天空中的晨星和light做呼應，代表絢爛的星空，希望大家都能和天空的星星一樣閃耀的發光，並且也能夠照亮別人。在粉餅盒側邊以星座與星點做為透氣孔，表達夜空中的月亮有群星相伴。

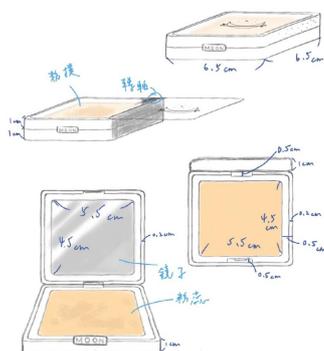


圖10 方形粉餅盒
6.5cm*6.5cm*2cm

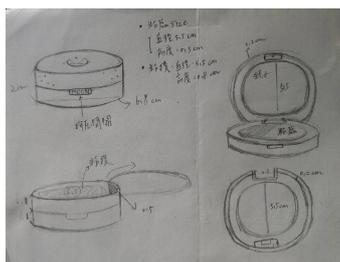


圖11 圓形粉餅盒
直徑6.8cm*高2cm

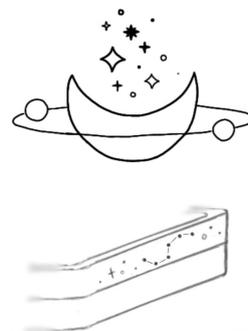


圖12 粉餅盒圖案設計

第四節 回收聚酯材料造粒與成型成果

測試後得知，回收聚酯布料經造粒機可製成平均0.3mm的聚酯粒。在聚酯粒製程中，會有1.5~2公斤的原料耗損。聚酯粒可經由熱壓成型技術塑造成指定形狀，經測試發現聚酯材質可以透過印刷將圖樣印在表面，也可以進行消光、磨砂等表面加工效果。



圖13 布料、切碎的布料、0.3mm聚酯粒、熱壓成片

第五節 樣品使用性測試結果

本研究以3D列印技術，使用PETG材質製成樣品並進行使用性測試；根據測試結果，樣品在上層設置粉撲儲存空間，採上下分層，與消費者平時所使用之粉餅盒外觀相似；訪談者提及，此設計確實有達到衛生的目的，然而訪談者表示經由滑蓋後取出粉撲的操作，和以往所使用過的產品不同，要時間適應。手感上輕巧好拿取、尺寸重量大小適中，適合平時攜帶外出使用。



圖14 粉餅盒樣品示意圖

第六章 結論與建議

1. 研究結論

本研究旨了解目前紡織纖維回收再製的現況與未來發展方向，研究如何將回收的聚酯纖維服飾及其廢布料，透過低成本、少工序的加工方式進行粉餅類外盒的設計開發，以提高重複使用性並減少新的塑膠原料使用。

回顧近22年有關聚酯纖維與尼龍回收再製的期刊文章，經整理及分析得知，回收纖維再製成增強複合材料、隔音隔熱材料為大宗，且再製品應用的層面以建築產業居多，此結論回答出本研究的第一項研究問題。另外，文獻亦指出，廢纖維再加工的方式多元，其中熱壓成型設備簡單、操作方便且適用於小型物件之特性符合本研究需求，因而作為本研究再製的加工方式進行實驗。依據

使用者中心設計，本研究分析市面上常見之粉餅盒外觀、材質、結構設計，並進行質化與量化研究。結果顯示，19~24歲的消費族群喜歡粉餅類產品外盒設計為粉撲與粉蕊上下分層的結構，對形狀無特別要求，顏色偏好深色與淺色，外盒質感為啞光，內附有鏡子，大小厚薄適於放進小包。

舊服飾在進行熱壓成型前，需處理成可加工的型態。本研究假設纖維可以物理方式製成聚酯粒，而經實驗得知，布料在切碎、烘乾後，可投入造粒機加熱製成平均0.3mm的聚酯粒，進一步實驗得知，熱壓成型技術可將聚酯粒塑型成指定形狀，且熱壓成品可進行表面加工，證實回收的聚酯纖維能以熱壓成型之加工方式製作成粉餅類產品外盒，回答本研究的第二項研究問題；並且透過樣品使用性測試可知，本研究所開發設計之粉餅盒符合使用者平時所習慣之粉餅盒，並且滿足了使用者期望粉餅盒輕巧、尺寸大小適中之需求，測試結果為正向。

2. 回收再製的成本問題

本研究聚酯纖維在熱壓成型前的前製階段，需要經過繁複的程序，將會提高再製原料成本；另外為避免造粒時原料顏色互相沾染，替換不同顏色的原料前，機器需要經過清潔和重新運轉，也會造成能源消耗，此外小量製作也會使再製成本提高，都會反映在產品價格上。

3. 廠商的建議與回饋

合作廠商—御品園科技股份有限公司旗下的御品園蛋品行致力於放牧等環境友善，然蛋品運送過程需使用大量塑膠包材作為保護，大多數包材都是一次性使用。關心環保議題的御品園了解到服飾廢棄問題，提出是否能將這些廢棄布料製成包材，以提升畜牧生產的永續環境。本研究在紡織回收再製測試的過程，能作為御品園未來發展環保包材的重要參考依據，對公司發展很有幫助。

本研究中，紡織回收再製過程的紀錄與測試可作為未來不同產業在紡織品回收原料應用的參考依據與方向。御品園認為研究團隊應用系所專業，將終端產品回歸時尚產業，在產品開發的分析上也十分完整，認為此技術具未來發展性，御品園相當願意為紡織品回收產業，提供該公司所擁有的加工技術，以實現永續價值。