

加工碳化鎢材料之刀具磨耗現象探討

Discussing the tool wear in tungsten carbide processing

專題學生：簡筠諺、黃一峰 指導教授：顏仲崑 博士



摘要

本研究旨在優化碳化鎢材料的加工程序，以解決其在加工過程中所面臨的刀具磨損及工件崩角問題。研究採用田口法設計實驗，以主軸轉速、進給率和切削量等參數為實驗因子，針對表面粗糙度、公差及降低刀具磨耗為目標找出最佳化參數，並利用加速度規量測切削振動值以進一步調整與優化加工參數，期望藉由最佳化參數協助廠商降低加工成本與提升產品品質。

研究動機與目的

碳化鎢材料以其高硬度、耐磨性及穩定性被廣泛應用精密機械零件等領域，但由於其脆性的特性，加工過程中，常導致普通刀具在對於碳化鎢材料的加工上，產生磨損嚴重、材料邊角崩裂等問題，導致加工效率降低及成本提升，使得碳化鎢材料的加工往往需要採用超硬材料刀具如鑽石或CBN，進一步增加生產成本。而當刀具產生磨耗導致切削性能降低時，出現崩裂的機率也會大幅提高，因此，該如何降低刀具磨耗與減少工件崩角成了許多碳化鎢加工廠的重要問題。本研究針對上述問題，透過結合田口法與加速度規的量測，優化碳化鎢材料的加工參數與加工路徑，降低其刀具磨耗與工件崩角的發生率，提升產品質量與加工效率。研究成果將不僅能滿足業界對高精度加工的需求，亦能為降低生產成本提供實質助益。

研究步驟及方法

本研究實驗選用DR17C碳化鎢(圖1)作為研究材料。實驗設計利用田口法，主要以加工進給率、主軸轉速、切削量及刀具伸長量四項參數做設計。

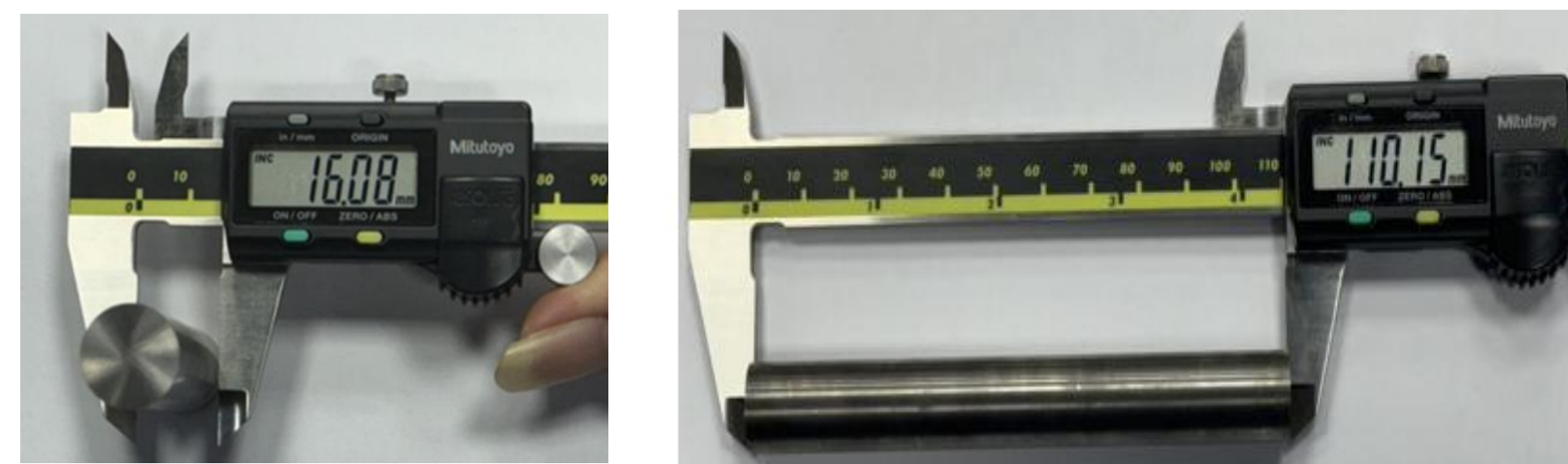


圖1：實驗材料DR17C碳化鎢直徑、長度

	轉速	進給率	切削量 (全周)	刀具 伸長量	目標尺寸	原始尺寸	切削尺寸	公差	表面 粗糙度	刀具壽命 (次數)
1	250	0.03	0.05	43	15.938	15.988	15.936	0.002	0.249	1
2	250	0.05	0.1	44.41	15.531	15.631	15.541	-0.01	0.4655	1
3	250	0.07	0.15	45.82	15.19	15.34	15.339	-0.149	2.133	2
4	450	0.03	0.1	45.82	15.239	15.339	15.285	-0.046	3.1155	3
5	450	0.05	0.15	43	15.786	15.936	15.807	-0.021	0.3645	2
6	450	0.07	0.05	44.41	15.491	15.541	15.495	-0.004	0.7125	2
7	650	0.03	0.15	44.41	15.345	15.495	15.343	0.002	0.538	3
8	650	0.05	0.05	45.82	15.235	15.285	15.249	-0.014	1.641	4
9	650	0.07	0.1	43	15.707	15.807	15.711	-0.004	0.5845	3

圖2：田口法實驗設計組合

- 進給率選擇三種進給率分別為：0.03、0.05、0.07 mm/min
- 主軸轉數部分選擇：250、450、650 rpm
- 切削量的部分則選用：0.05、0.1、0.15 mm
- 刀具伸長量參數選擇：43、44.41、45.82 mm

將以上參數使用田口 L9 直交表設計實驗(圖2)，測試每個因子的不同水準，最後計算 S/N 比，分析各因子對加工質量的影響，得到最佳參數組合再以(圖3)實驗步驟進行加工驗證。實驗步驟先安裝加速度規於刀具上(圖4)，測量加工過程中的振動值，記錄振動信號，並將數據導入軟體生成振動圖(圖5)，再透過分析振動數據更進一步調整切削參數與刀具路徑，以達到降低刀具磨耗以及減少工件崩角的目的。在加工流程的前後，利用顯微鏡拍照及錄影紀錄工件切削前後的磨耗及崩角情況(圖6)。最後，將分析實驗數據及工件加工狀況照片圖象分析後，確定並利用最佳化參數再次加工，進行加工驗證。檢測加工工件的表面粗糙度(圖7)及尺寸公差(圖8)，並與預測值進行對比分析。

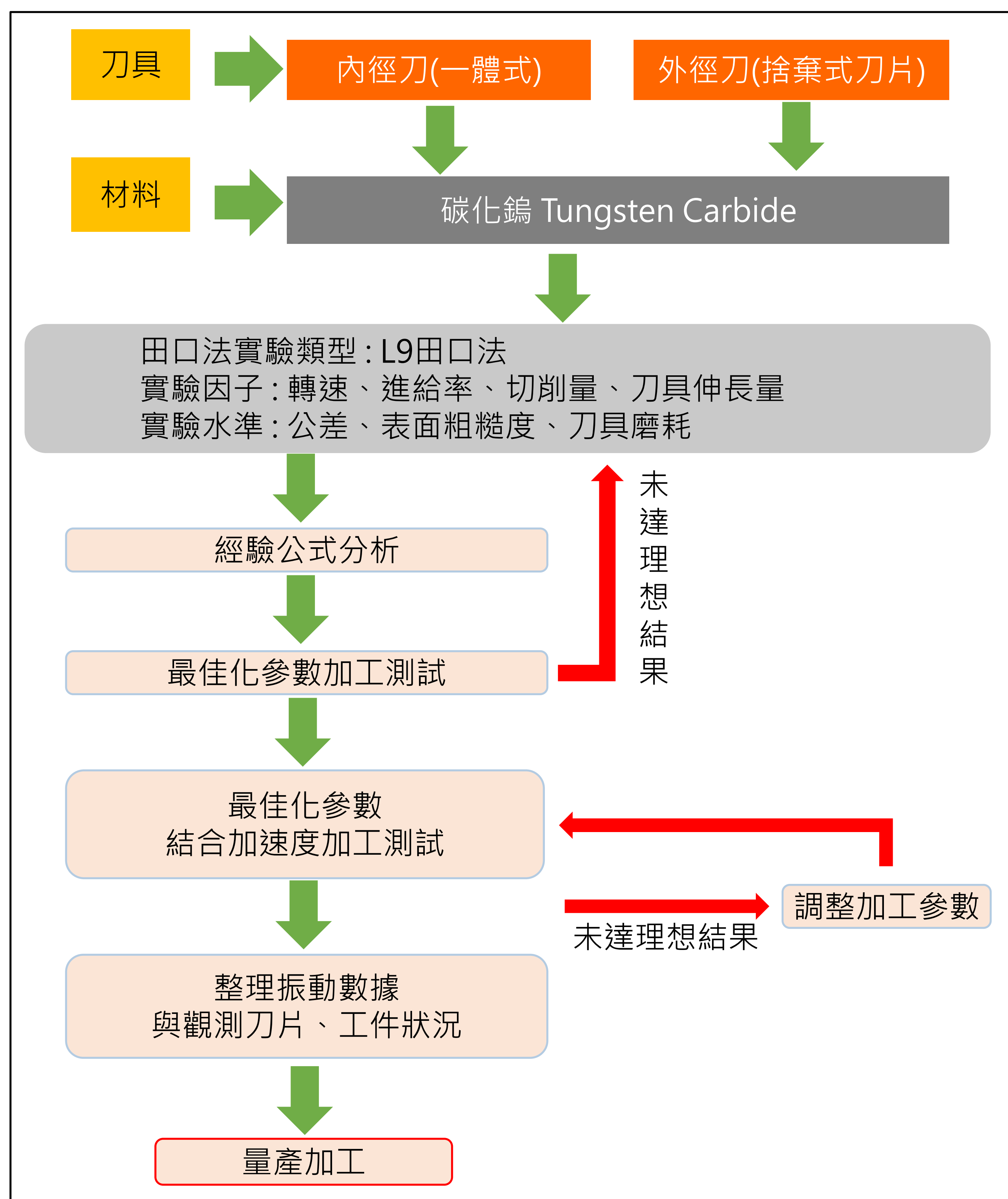


圖3：加工實驗流程圖



圖4：速度歸設置

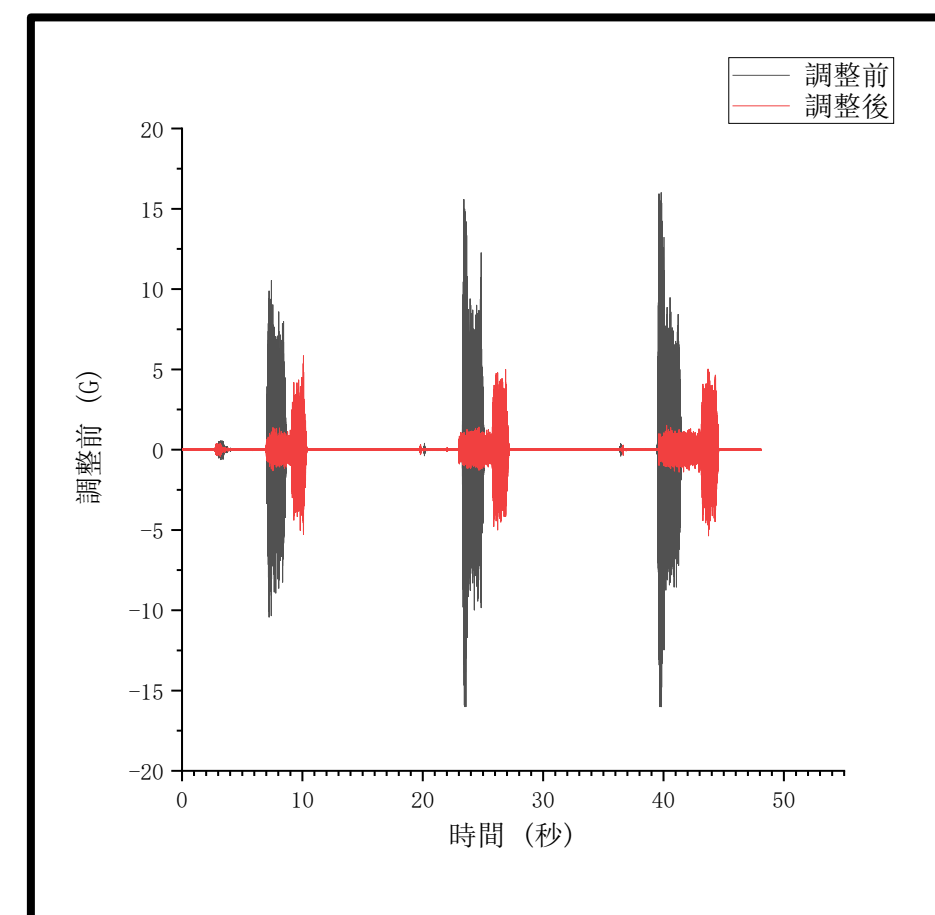


圖5：實驗過程震動圖



圖7、表面粗糙儀量測表粗

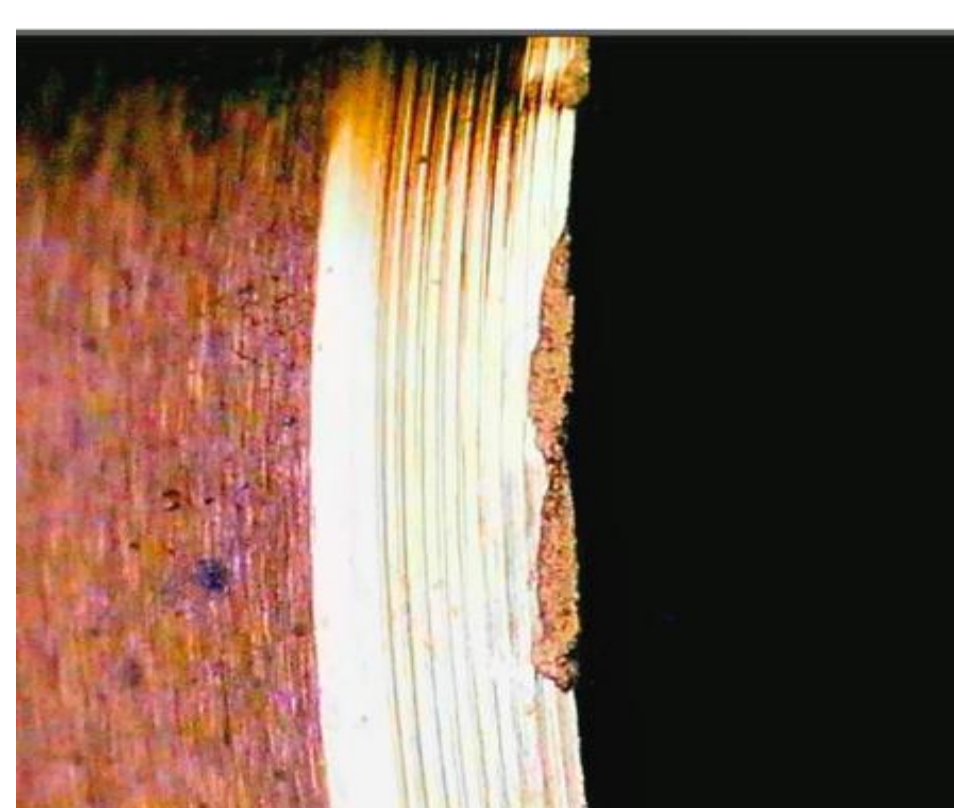


圖6：崩角狀況記錄改善前(左圖)與改善後(右圖)



圖8：外徑分厘卡量公差

結論

本研究透過田口法對碳化鎢的加工參數進行系統性優化，在進行了多次切削試驗後，選用了第 6 組參數(主軸轉速 450 rpm、進給率 0.07 mm/min、切削量 0.05 mm、刀具伸長量 44.41 mm)進行粗車削，第 1 組參數(主軸轉速 250 rpm、進給率 0.03 mm/min、切削量 0.05 mm、刀具伸長量 43 mm)進行精車削，兩者之研究數據與預測值高度吻合，證實了方法的科學性與實用性。實驗結果顯示，最佳化參數可穩定應用於產線，不僅提高加工效率，還降低了刀具成本。本研究為硬脆材料加工技術提供了實用的改進方向，具有重要的應用價值。



表面磨耗影片

節能車設計製作探討

指導教授：陳建霖 博士

組員：劉峻菖、陳俊瑋、林懷昇、林建勳

摘要

本專題受到環保節能車啟發，參考過往的參賽作品，設計符合比賽規則的電動車輛。團隊初次參賽一切從零開始，但我們重視技術成長及團隊合作，此次過程不僅實踐了各式車輛工程學原理，並為各式工程挑戰奠定基礎，同時也提升團隊合作及臨場緊急應變的能力。

研究動機與目的

在電動車歷年的紀錄影片中，看到設計各異的比賽車輛，不僅外型特異，車輛動態、性能差異甚大也都能完賽，因此著手製作一輛符合參賽規範的實車，從機械設計、電氣系統、材料科學、流體動力學，自圖面設計到實車實作，過程中專業工具的使用及現場加工的方法，同心協力完成車輛的實作並加以測試修改，力求完賽及發揮最大性能。

研究步驟及方法

車輛構造之設計雛形使用鋁擠切溝嵌入對鎖的方式，但在遭受應力過程會產生形變，而後改用不破壞垂直面，交互直接對鎖的方式，並加寬後軸車架使其相較前軸輪距更寬。再者體車架的部分另外加強底部X形輔助支撐，以對抗左右扭轉的形變，提升整體車架剛性。在材料選擇上車架使用L鋁擠，懸吊結構件使用PAHF-CF(尼龍碳纖維)線材3D列印而成，以因應試驗過程的快速修正及減輕整體的重量。在前懸吊上的轉向機構要符合阿克曼角的幾何設計，轉向時左右輪要指向同圓心，以免產生轉向不足及轉向過度的情況。動力系統採用e-moving電動自行車350W的馬達，電池規格為大會提供48V-13AH的鋰電池。煞車系統符合車檢要求，時速30km/h、5.5m內煞停。車身造型部分使用流體分析模擬壓力分佈狀態，在車頭部分有最大壓力，沿著造形而上在頂端有最小壓力，而後端產生的尾流有造成壓力小幅度上升，而在運算部分的收斂也有達到要求。

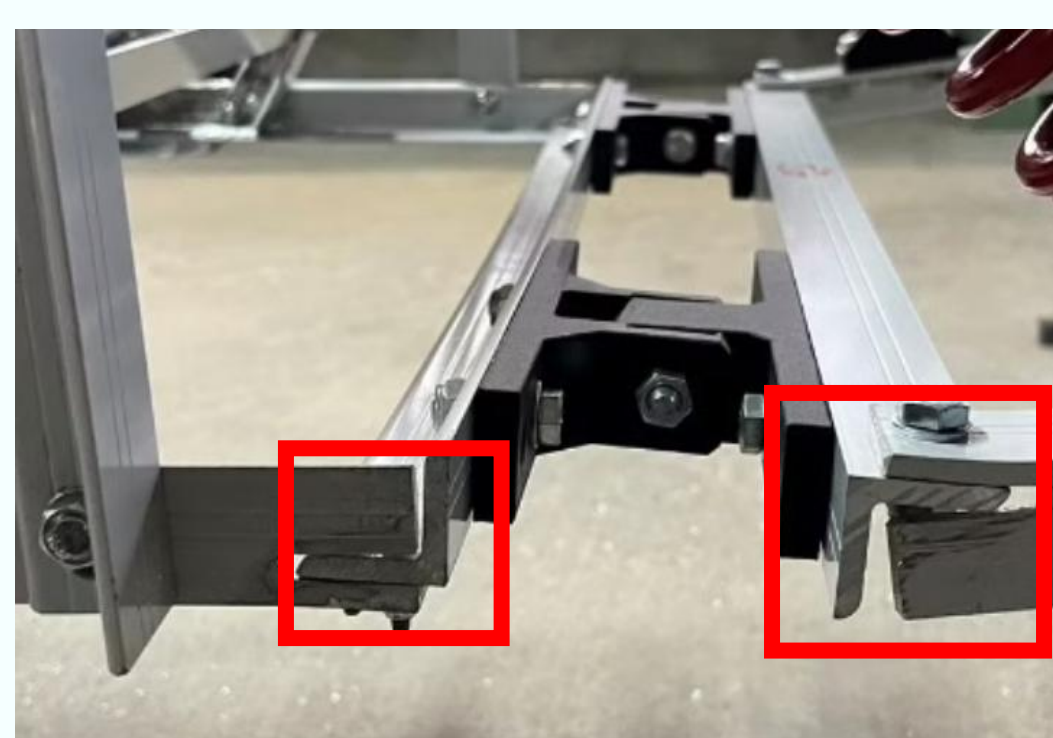


圖1、車輛構造設計鎖付

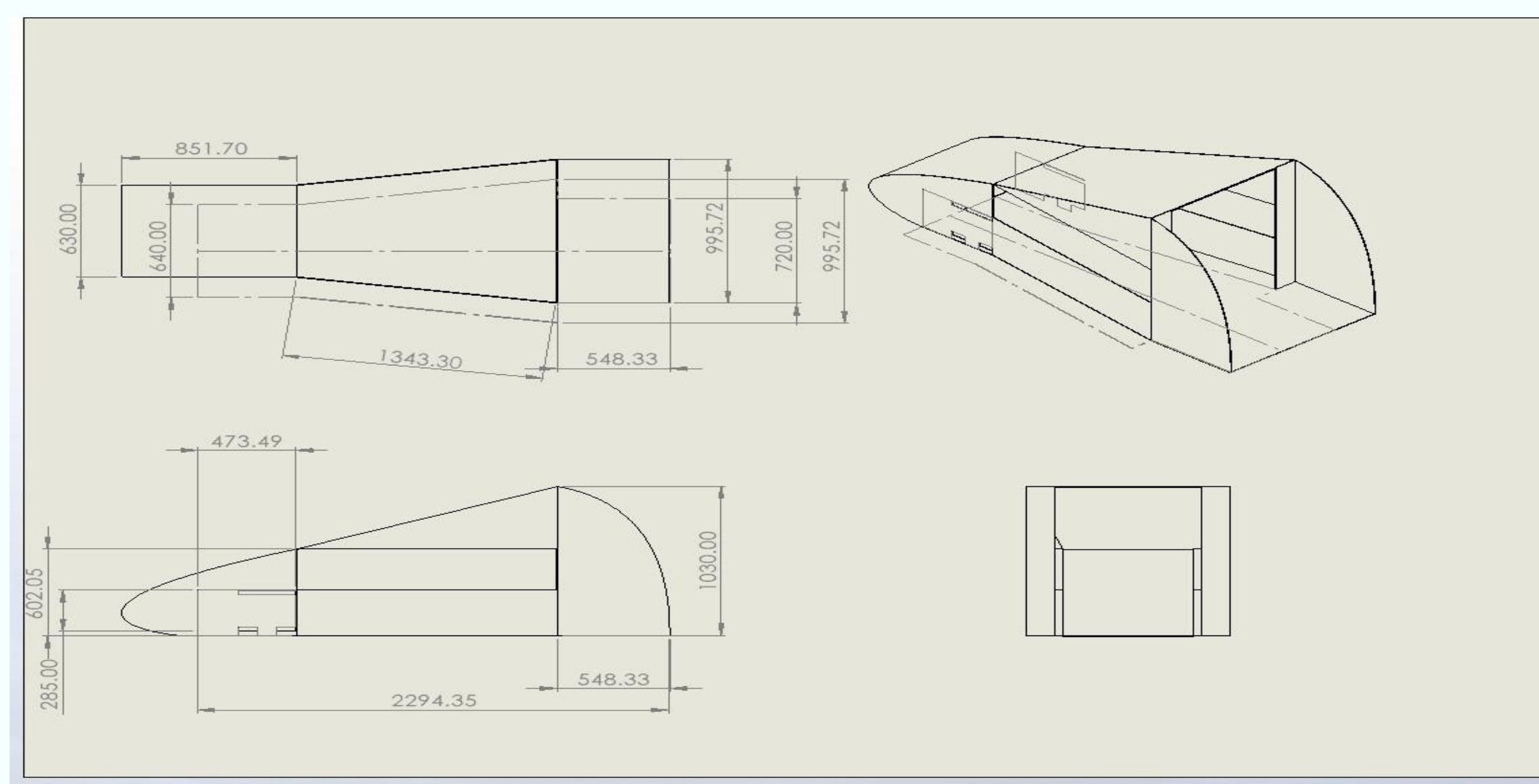


圖2、車身造型設計平面圖

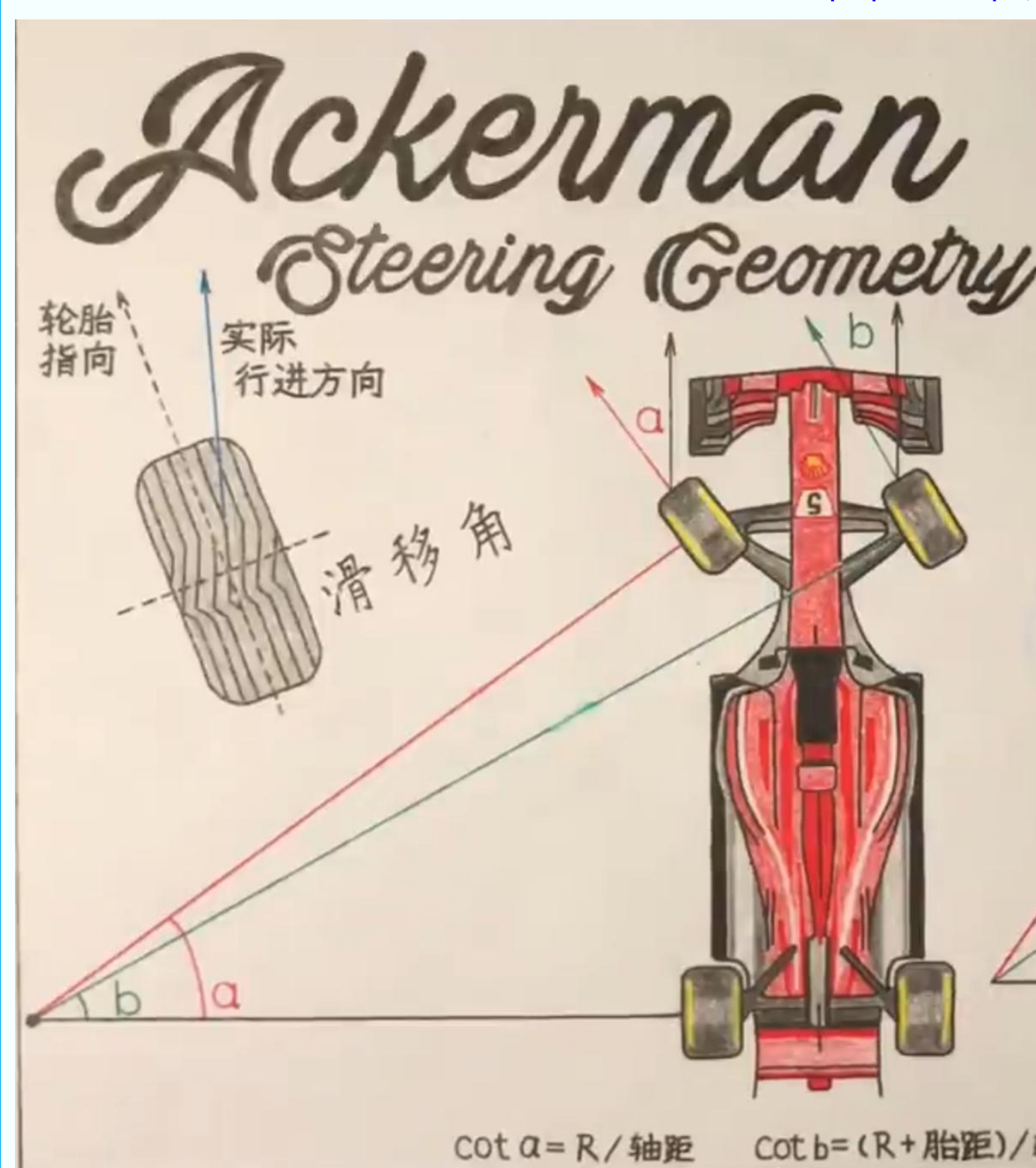


圖3、阿克曼角圖示

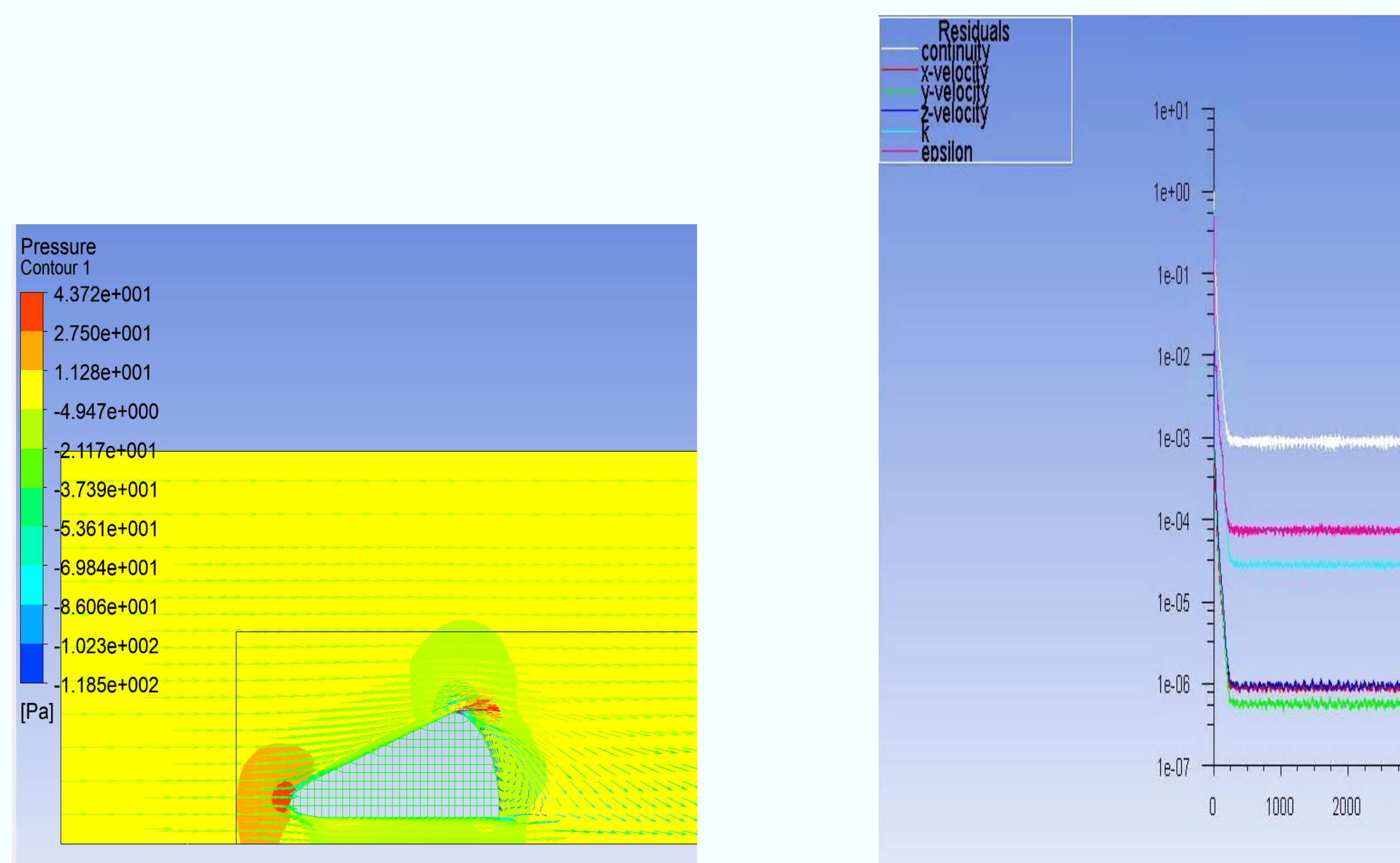
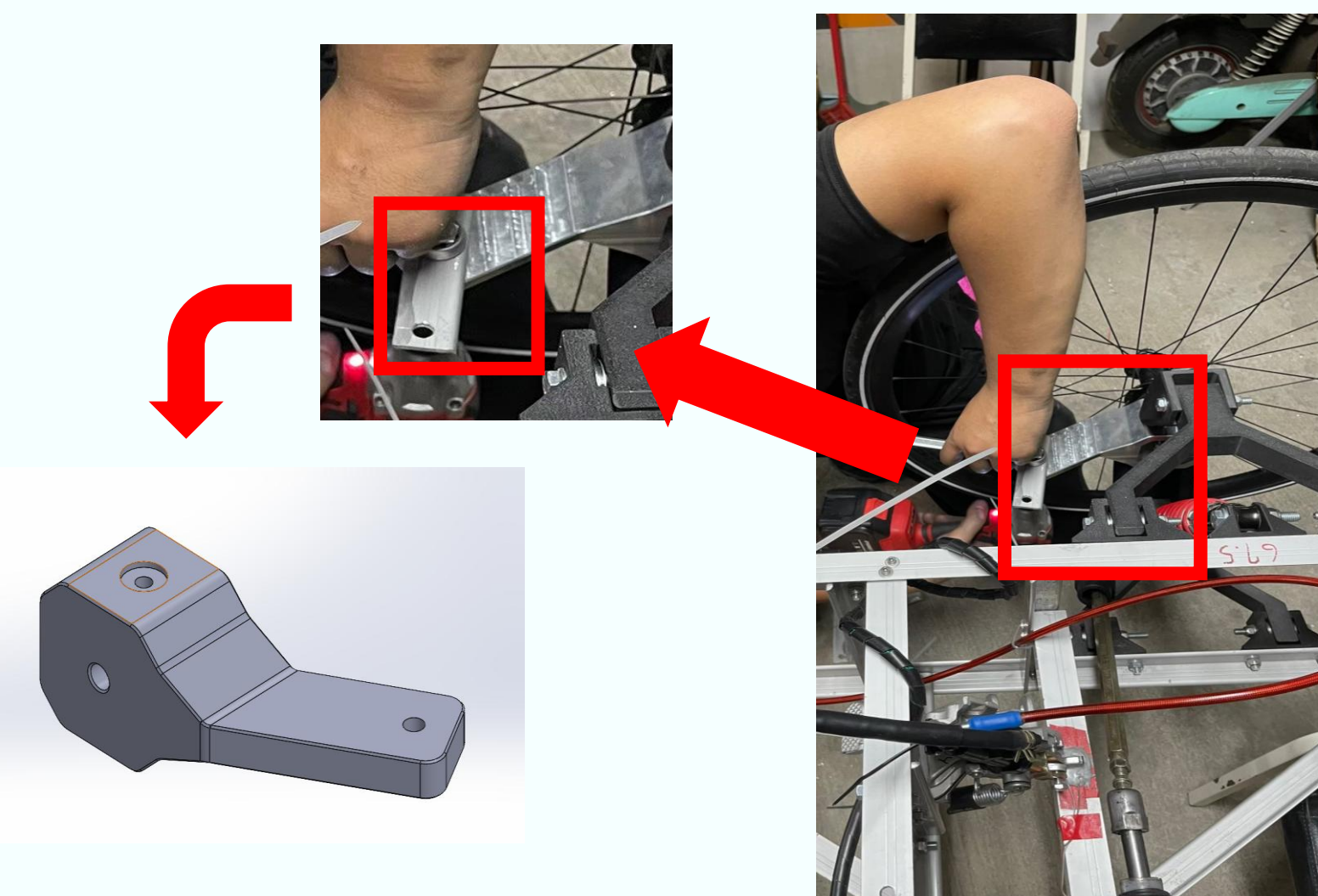


圖4、流體分析之結果

結論

透過此次比賽所累積的經驗與反思，我們不僅得以針對車輛的各項技術進行有針對性的改進，也意識到在事前規劃及分工精確方面仍有相當大的改善空間。在技術層面，動力傳輸系統、避震穩定性及車殼材質的優化方案，均能顯著提升車輛在未來比賽中的競爭力。

機器適應學習式

熱電轉換模組系統

Machine Learning
Thermoelectric Conversion Module System

義守大學

機械與自動化工程學系

指導教授：顏仲崑 博士

專題學生：陳姿佑、黃郁婷、林詩屏

專題實作
成果展示
影片

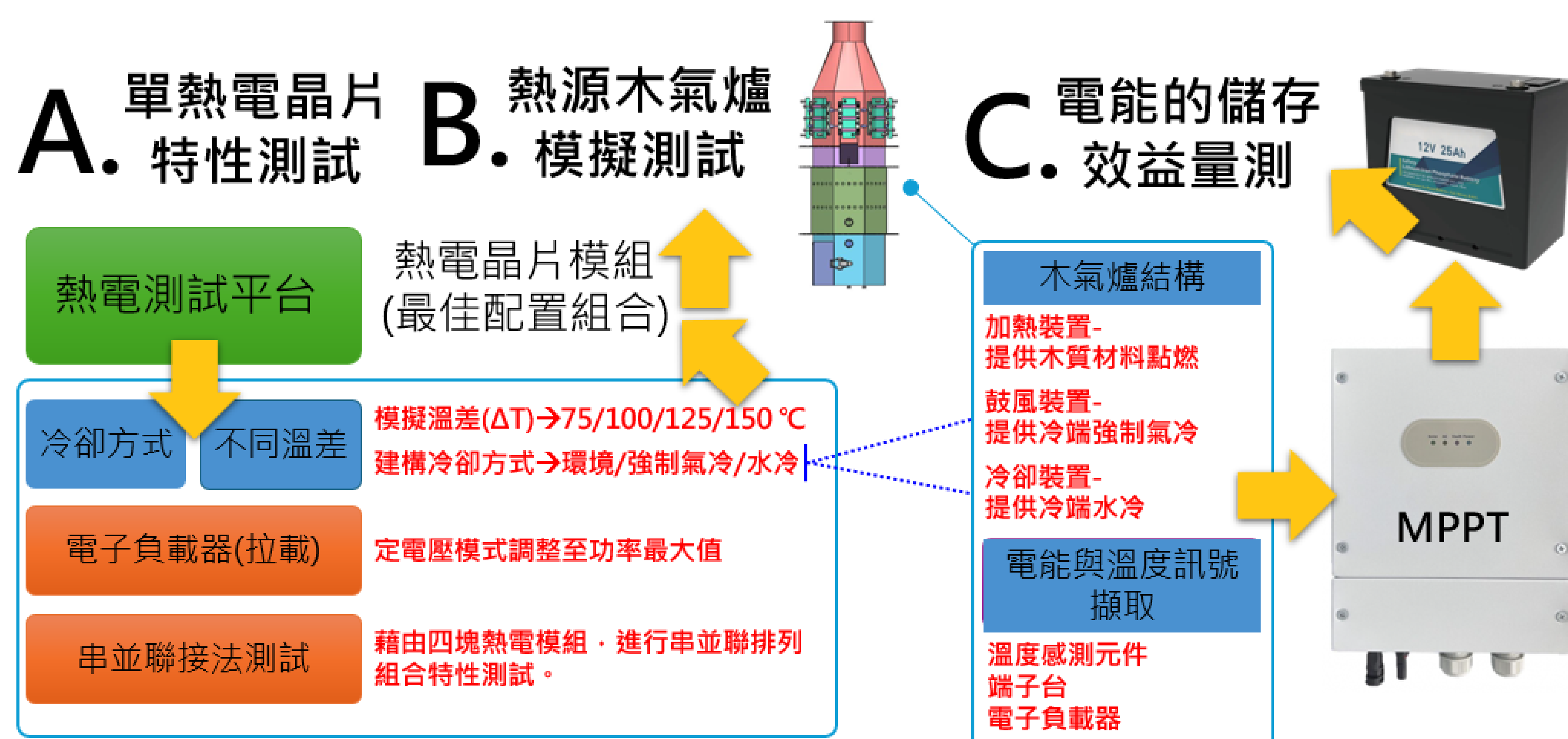


$$\Delta T = \text{Electric energy}$$

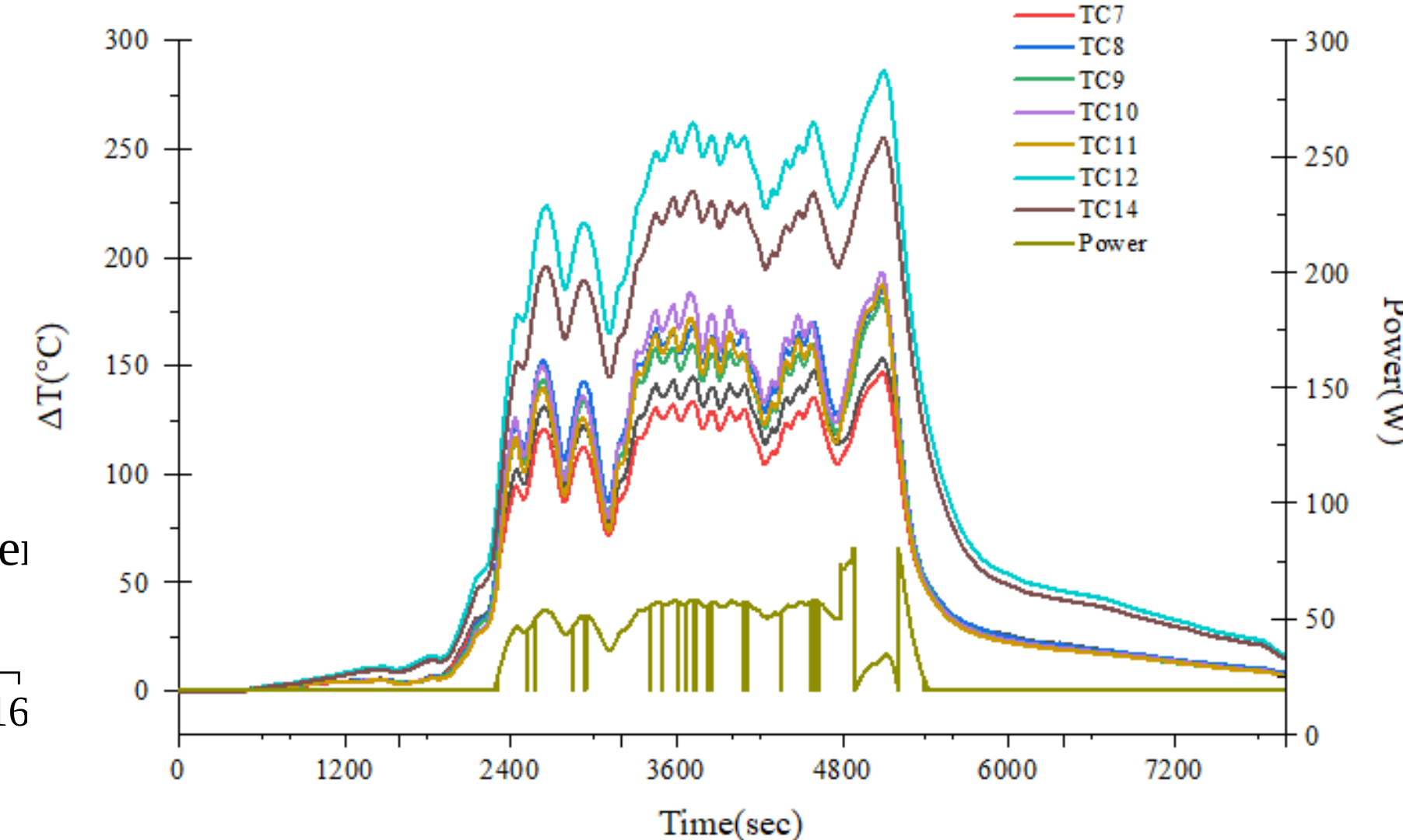
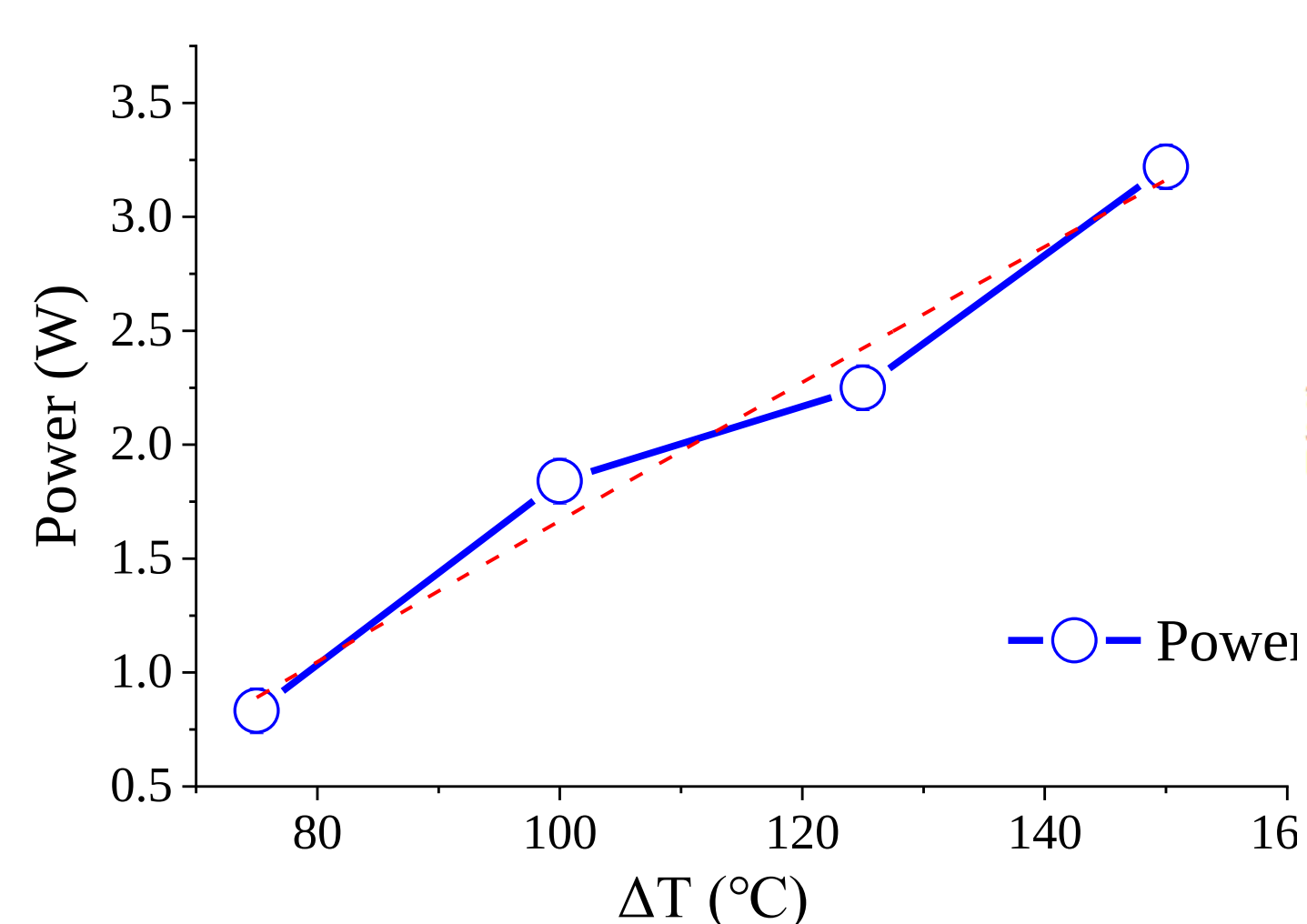
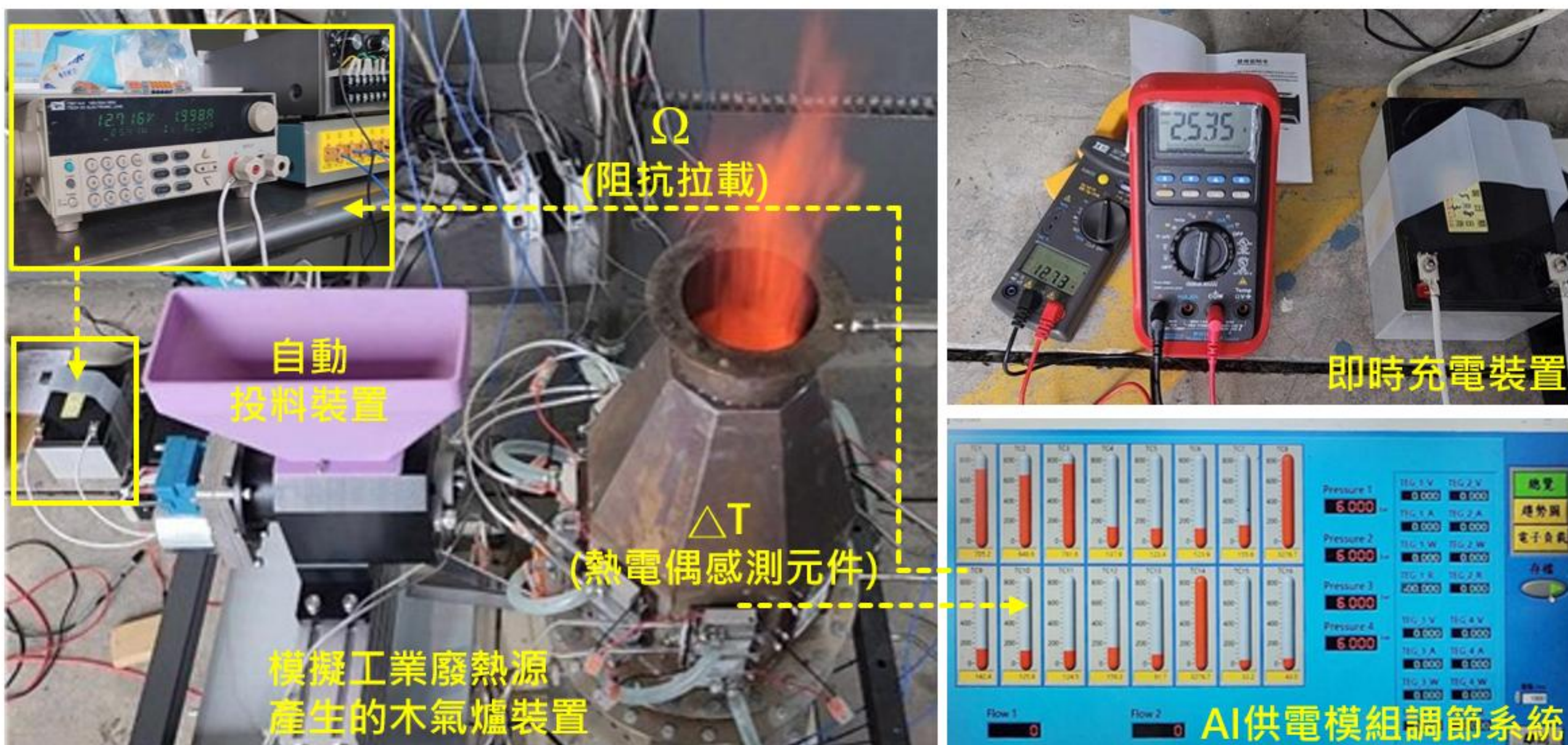
研究動機與目的

隨著全球人口不斷增加以及經濟快速地發展，能源需求也呈現出持續增長的趨勢，儘管現今的能源來源多樣化，但其中工業廢熱的部分目前尚未被充分利用。本計畫將探討以熱電晶片(Thermoelectric Generator, TEG)與最大功率點追蹤(Maximum Power Point Tracking, MPPT)應用於工業模擬熱源木氣爐，進而提高熱能回收與電能的轉換效率。

研究步驟



實驗成果



熱電晶片(TGM-199-1.4-0.8) ΔT 達到150 $^{\circ}\text{C}$ 時，即產生最大功率3.22 W，當溫差越大，功率輸出也隨之增加。

透過12片TEG作為發電設備狀況下，藉由4片晶片串聯1模組後，最後再3模組並聯成一最終模組，其最高輸出功率為65 W。

結論與未來展望

經由實驗成果中的數據得到，在該連接方式以及熱電晶片的貼附位置下，其最大輸出功率可至65.4 W，但因為蓄電池在充電狀況下，其電流必須維持在一個穩定值，這樣才能有效提升電池的使用壽命，所以整體充電功率透過MPPT的調節下，會降至25 W。未來可透過引入AI技術與MPPT控制技術相結合，實現動態調整參數，預測環境變化並優化MPPT控制策略，進一步提升系統效能與穩定性。



高硬度合金鋼加工參數優化

Optimization of Processing Parameters for High-Hardness Alloys

專題學生：杜峻誌、陳昱閔、林暉恩 指導教授：顏仲崑 博士

摘要 本研究的主要探討切削參數對高硬度合金鋼加工性能的影響，並建立優化模型，為工業生產提供高效可行的參考依據，材料選用了幾種具代表性的高硬度材料，鎢鋼、超硬合金鋼、工具鋼等，由於高硬度和金剛硬度較高，切削過程中容易引起工具磨損和加工困難，因此在切削高硬度合金鋼時，需要對切削參數進行精確調整，以達到高效、穩定的加工效果。此研究探討了高硬度合金鋼切削過程中的主要參數調整方法，包括切削速度、進給量與切削深度以及刀具材料的選擇等。

研究動機與目的 高硬度合金鋼以其高強度與耐磨性能廣泛應用於航空航太、模具製造及汽車工業等領域，而這類材料的加工難度極高，主要表現在高硬度與低導熱性導致的切削力與切削溫度升高，進而引發刀具快速磨損和加工品質下降。傳統的切削參數選擇通常很依賴操作經驗，缺乏針對性，難以滿足現代製造對高效與高精度加工的需求。隨著先進製造技術與智慧製造的快速發展，如何通過優化切削參數，減少刀具損耗、提升加工效率並保證工件品質，探討切削參數（如切削速度、進給量與切削深度）對高硬度合金鋼加工性能的影響，並建立優化模型，為工業生產提供高效可行的參考依據。

研究步驟及方法 此專題研究因為使用硬度較高的合金鋼，為確保結果具有實際應用價值，這些參數設置的範圍於加工行業的標準與刀具製造商的建議值，首先切削過程需要對切削參數進行精確調整，選用不同的刀具材料並記錄原始的狀態，再開始編輯切銷的G碼並匯入模擬軟體做加工路徑確認，最後將程式導入機台。在加工結束後觀察工件與刀具狀況，並收集每一刀切削的數據再進行資料的整理。而工件表面質量也是衡量加工精度的重要標準，所以使用了內徑分厘卡(圖1)與外徑分厘卡(圖2)測量工件表面粗糙度值，以及利用電子顯微鏡對工件表面(圖3)及刀片刃角進行觀測(圖4)。



實驗機台：LEADWELL T-6iM



圖1：內徑測量

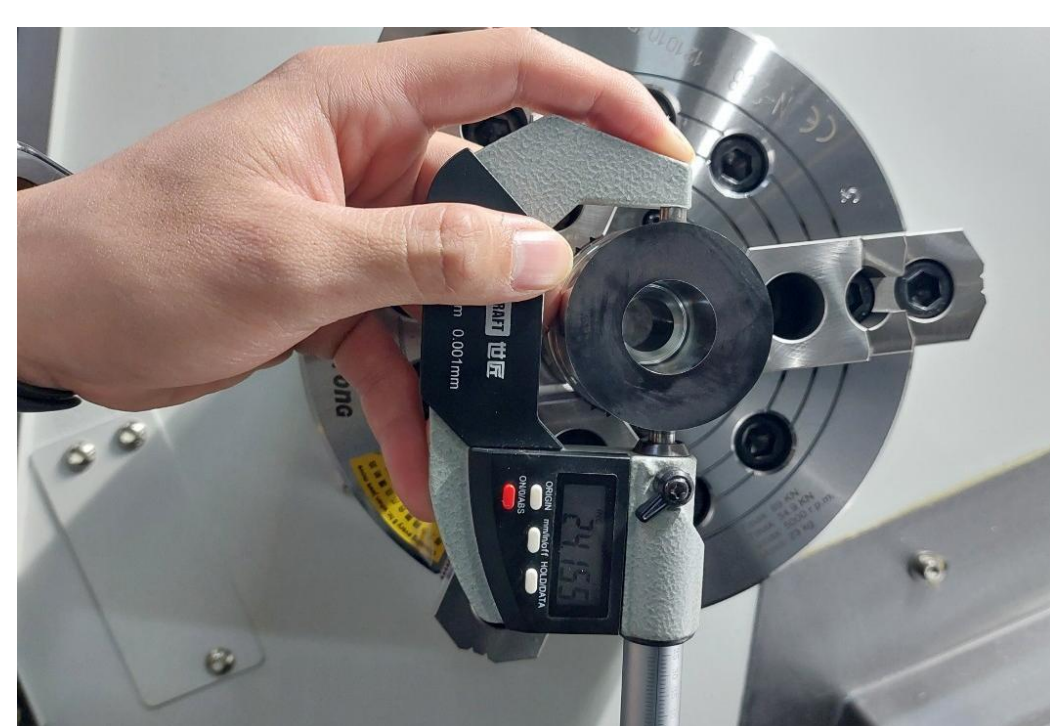


圖2：外徑測量

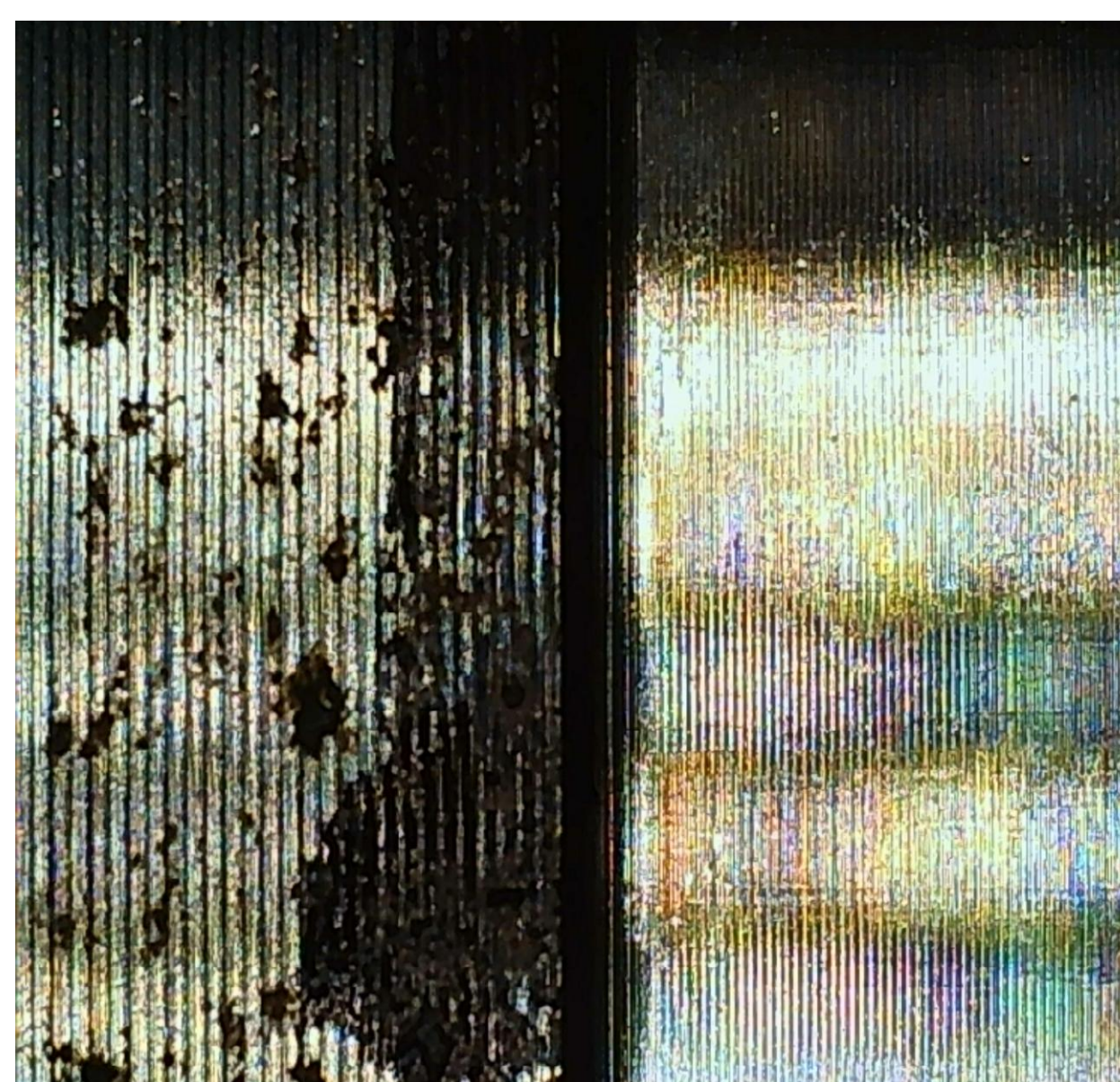
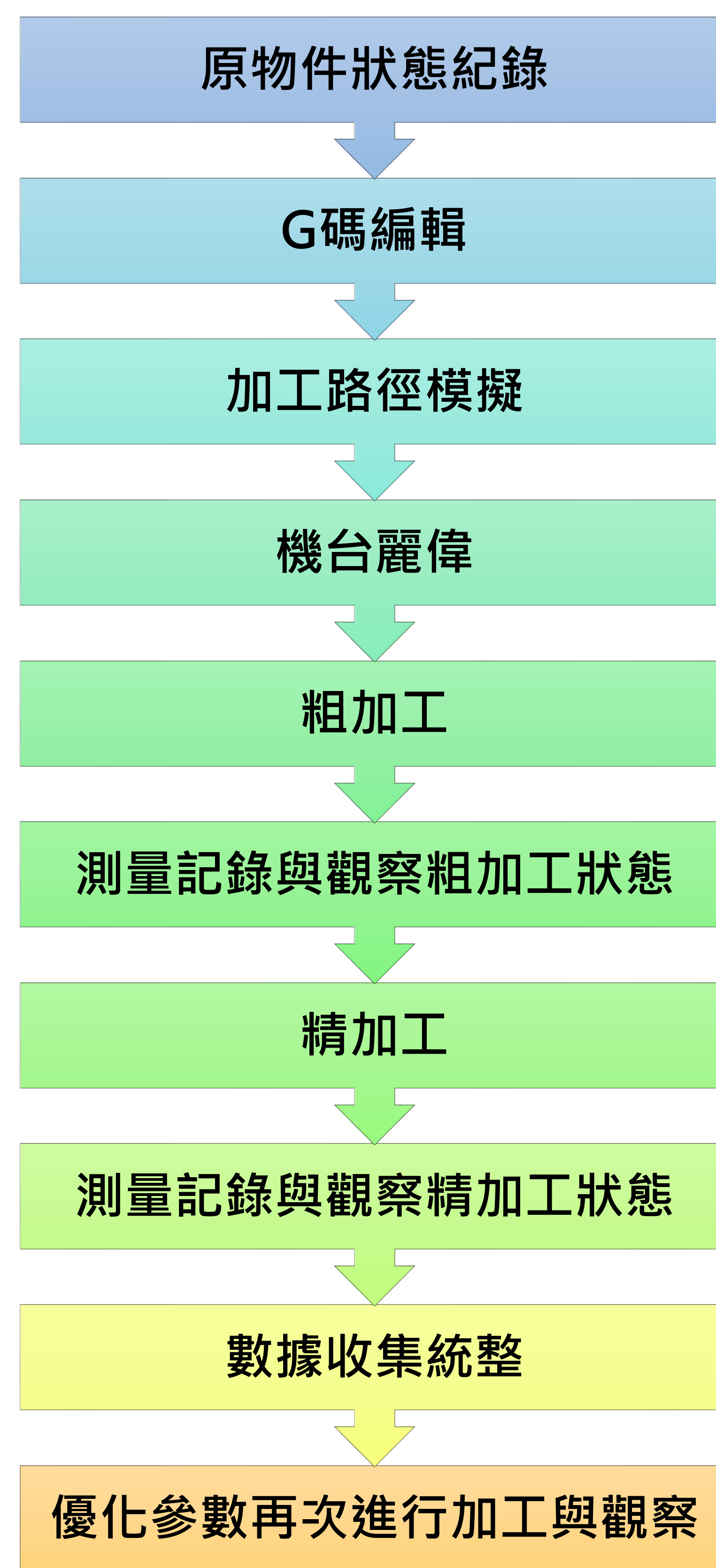


圖3：顯微鏡拍攝之工件表面



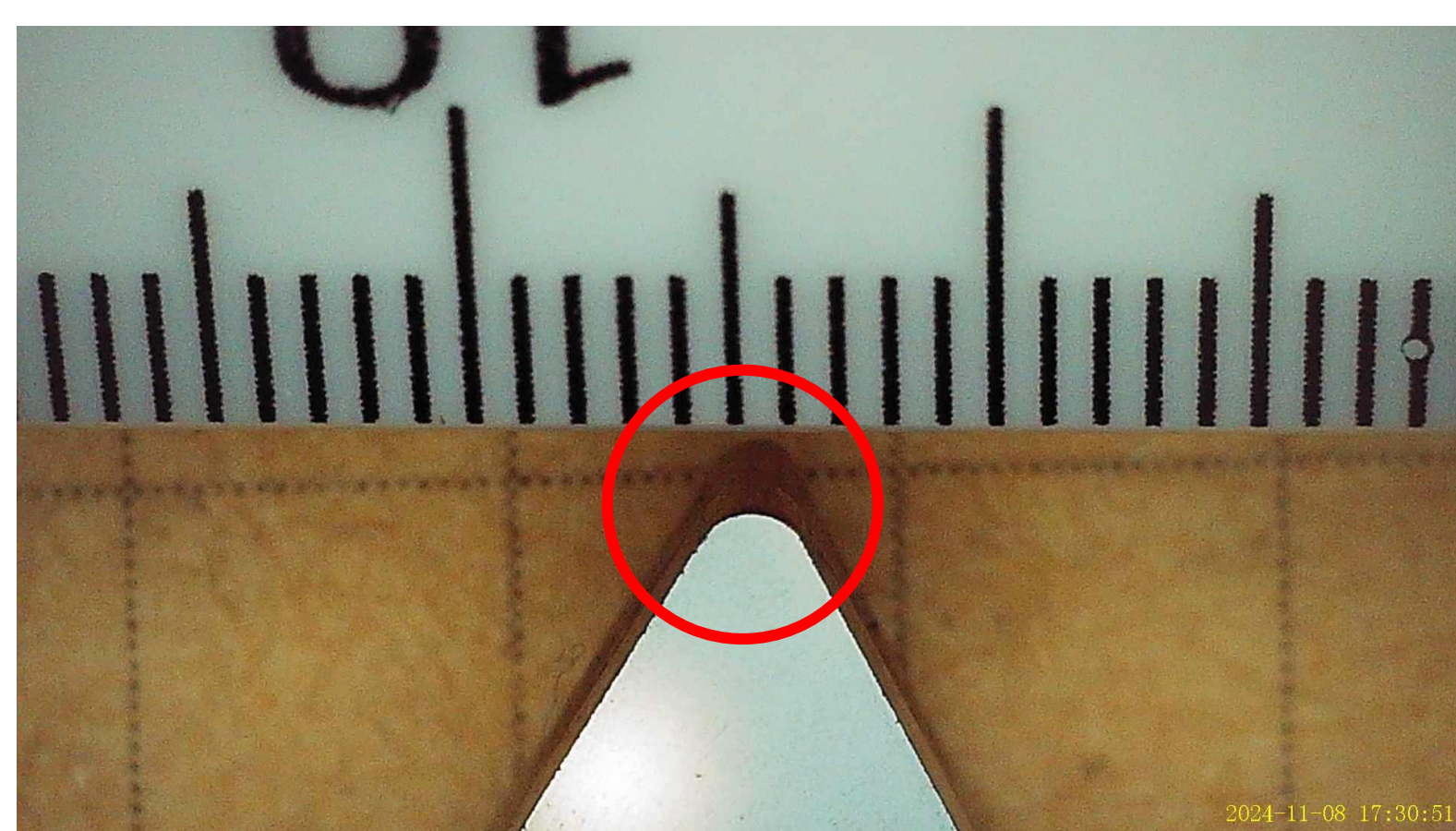
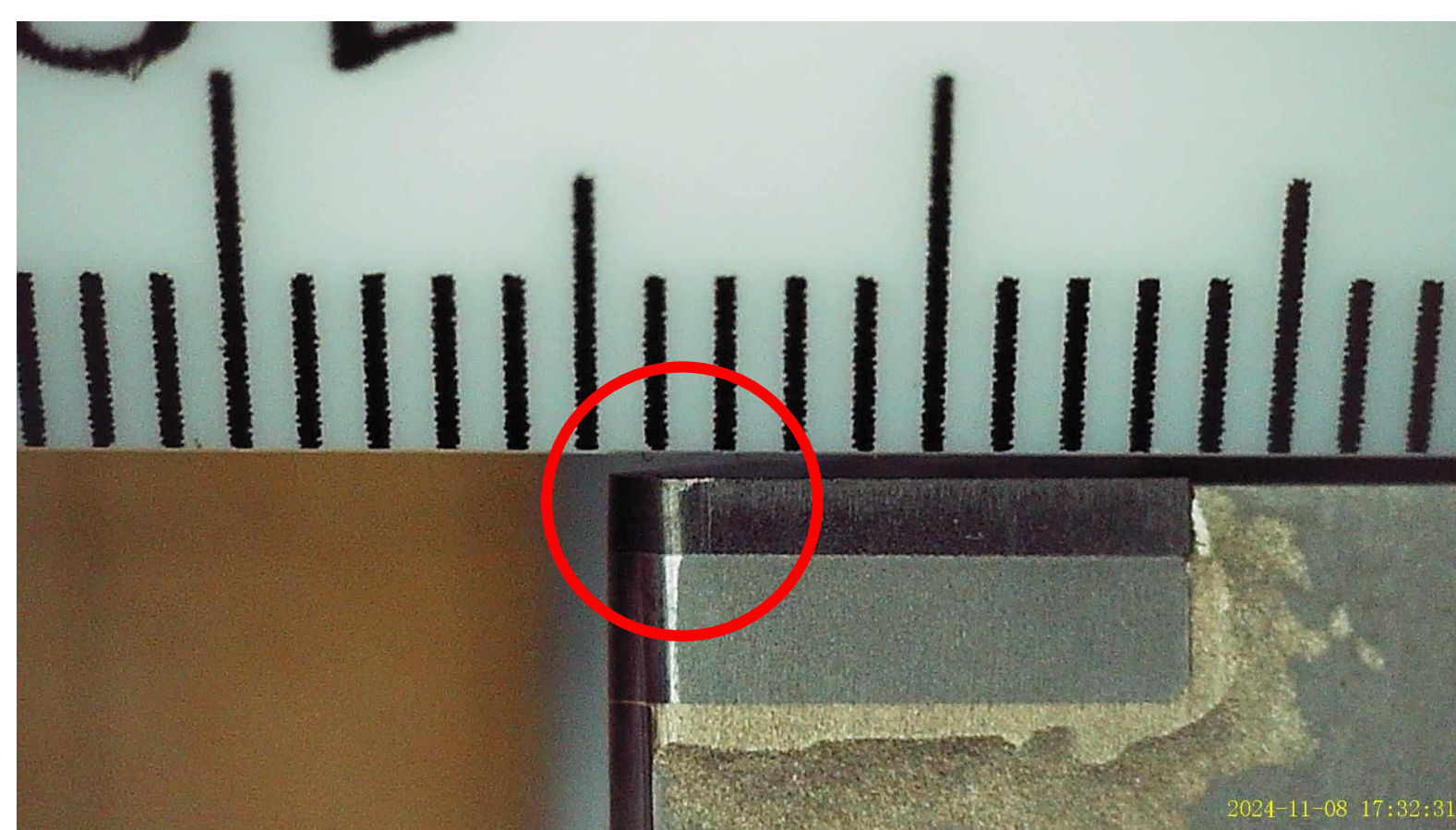
第一階段: 粗車

- 轉速：450 rpm。
- 進給：0.01 mm/min→0.07 mm/min。
- 每刀深度：0.05 mm(直徑)。
- 切削刀數：3 刀。
- 此階段主要目的為粗車削，並量測切削時的振動變化數據。

第二階段: 精車

- 轉速：250 rpm。
- 進給：0.03 mm/min。
- 每刀深度：0.05 mm(直徑)。
- 切削刀數：1 刀。
- 此階段主要目的為精車削，並量測切削時的振動變化數據。

切削參數



刀片刃角

結論 實驗結果中可以看出，切削速度、進給率和切削深度這三個因素對加工性能有顯著影響，且它們之間的交互作用也不容忽視，透過數據分析，切削速度是影響表面粗糙度的最主要因素，而進給率對切削力的影響最大，刀具的磨損則主要受到切削速度與進給率的聯合作用影響。

根據這些結果，可以推導出最佳的加工參數組合在適中的切削速度下，保持較低的進給率和適當的切削深度，可以實現平衡的加工效率和質量，或在高硬度材料加工中採用耐磨性更強的刀具材料，以延長刀具壽命並提高加工效率。

AI無人機自動回收物辨識及收集裝置

AI Drone Automatic Recycling Object Recognition and Collection Device

指導教授：陳建霖 教授

組員：劉哲彰、蔡廷維

摘要

本專題為資工系與機械系學生合作完成，結合各自專長展現跨領域合作精神，其中資工系負責：資料收集(Data Collection)、影像處理(Image Processing)、模型訓練(Training Model)、影像辨識(Image Recognition)；機械系負責：無人機組裝、垃圾收集器設計與製作，飛控連接(Flight Control)、路徑規劃(Path Planning)。本研究目的為開發具有AI辨識能力的無人機，並設計垃圾收集的裝置，打造一台可以全自動辨識垃圾並收集的AI無人機，期望能對環境與市容盡一份心力。

研究動機與目的

近幾年無人機技術正在逐步成熟，加上政府政策的推動，使得無人機產業迅速崛起，各種不同層面的應用如雨後春筍般相繼冒出。

垃圾汙染是自工業革命以來，不斷盤旋在我們生活周遭的議題，當我們持續製造大量的垃圾，首當其衝是我們周遭的環境。團隊在經過多次討論後，我們決定結合無人機應用與AI辨識技術，並以「環境保護」為核心目標，期許自己能貢獻所學為社會盡一份心力。

研究步驟及方法

本研究方法分為四個主要步驟。首先，我們採用機身架構軸距90cm的四軸無人機(圖1)，並且使用Solidwork繪製出起落架支柱(圖2)、收集架構(圖3、4)、攝影設備平台(圖5)，最後將這一些組件透過3D列印技術製作出來。

收集架構的部分，我們使用開蓋式的結構來做設計，並使用Arduino作為收集器控制板，其設計理念是參考掃把與畚箕的原理，透過收集器上的蓋子將垃圾掃進收集器內，並進行收容(圖6)。設計的過程中需要考慮風阻與無人機最大酬載重量，因此框架使用10mm木棒與8mm碳纖維棒作為骨架，並使用棉線做出一個簍空設計，極大減少了負載與受側風影響的問題。

影像辨識的部分，我們利用YOLO V8 影像辨識技術進行物件偵測(圖7)。本研究設計三種常見之垃圾樣態。為了提高辨識成功率，我們將所有影像去做負片處理，以此減低YOLO對環境、辨識物色澤的依賴，盡量讓它著重在物體形狀的辨識(圖8)。最後，我們要做資料夾分配，我們設計一個自動分類的程式，來減少分類的時間(圖9)

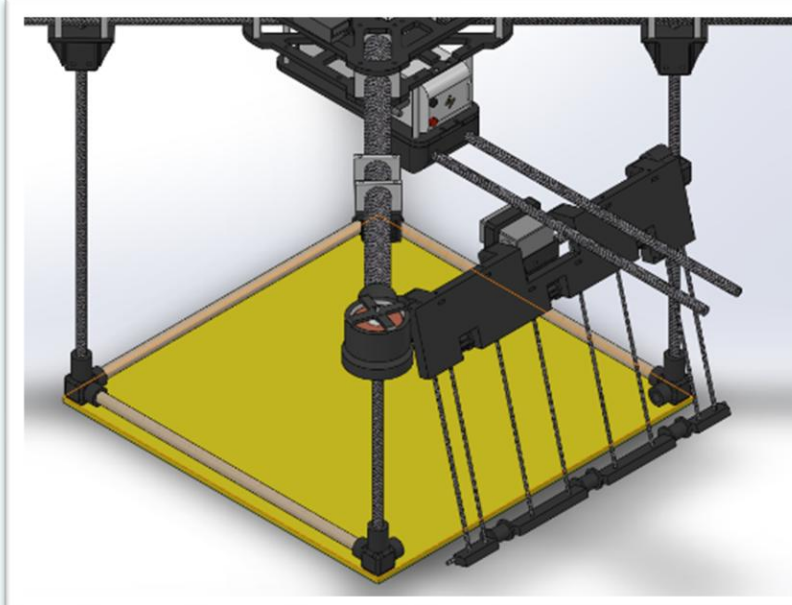


圖4、垃圾收集裝置與開蓋裝置

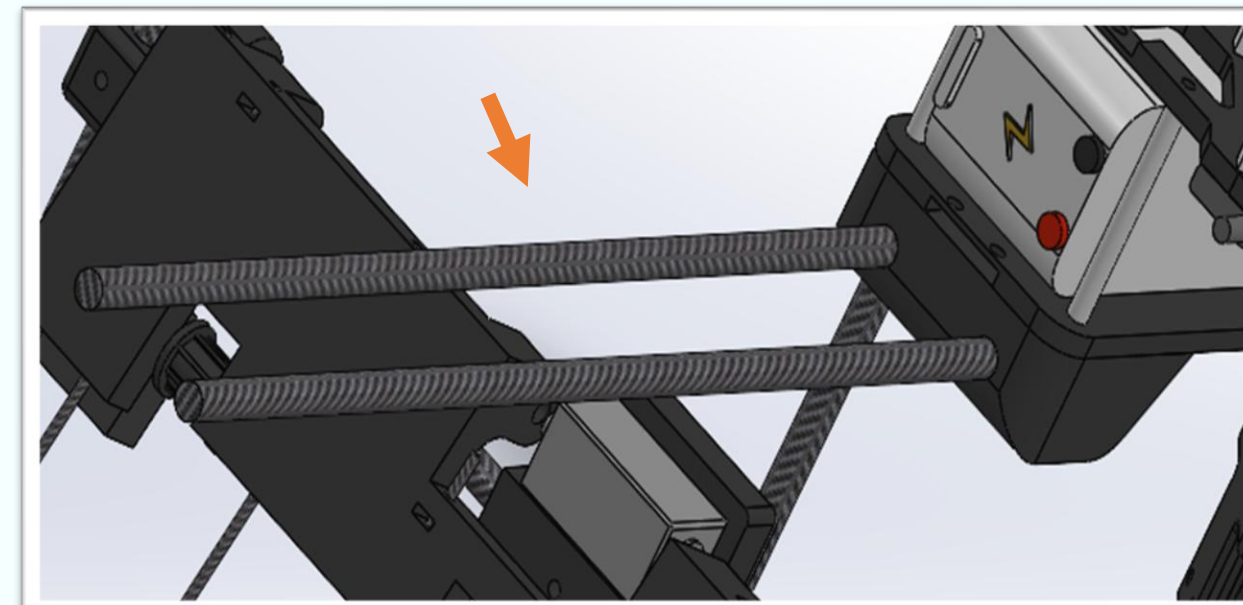


圖5、此圖兩根突出的破管為鏡頭放置位置

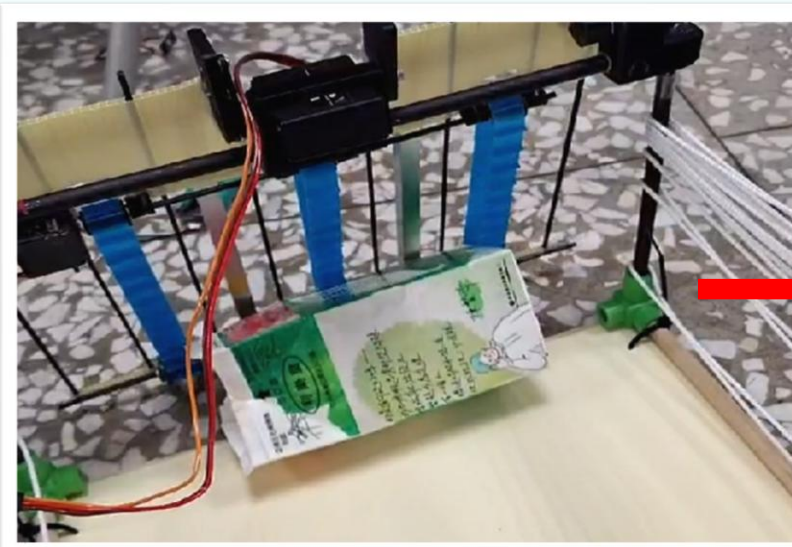


圖6、垃圾收集中

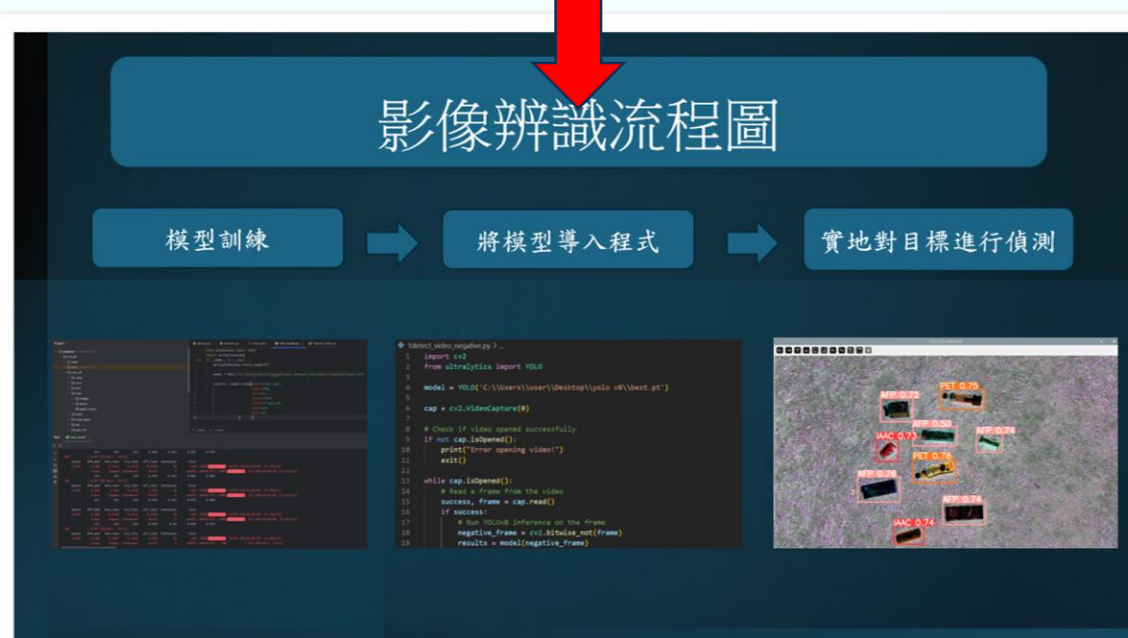
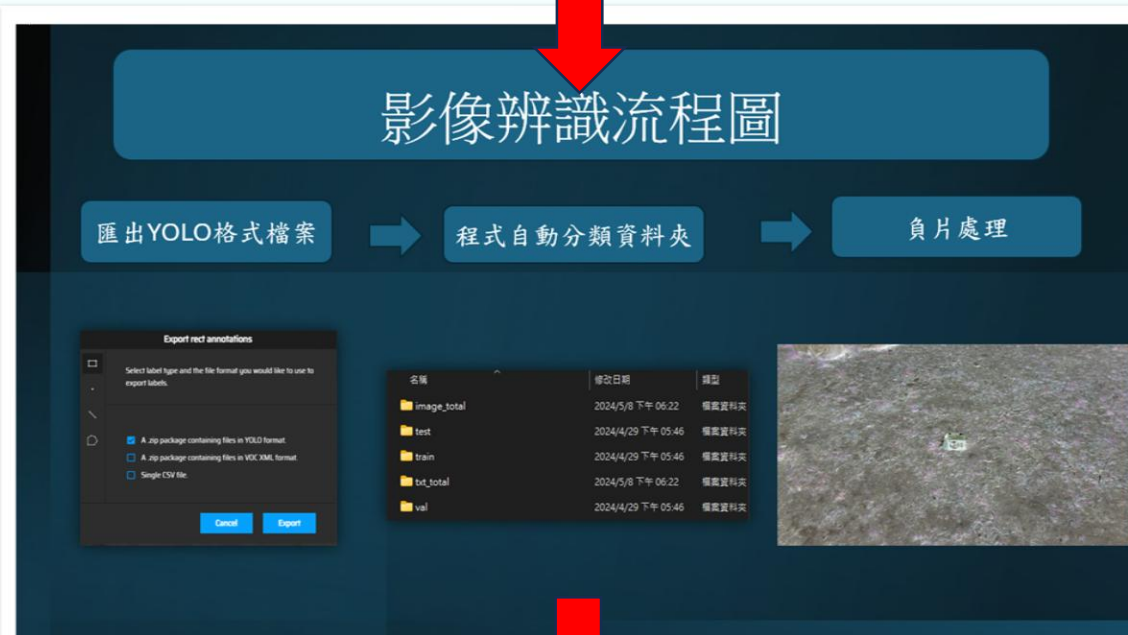


圖7、影像辨識流程圖



未負片處理



負片處理後

圖8、負片處理前與處理後過的圖像



圖9、建立好資料夾

結論

在本專題的研究中，我們成功做出了一台結合AI影像辨識技術與自動化機構的無人機回收系統，雖然目前的設計還無法做到百分之百的精確收集，例如辨識模型對於低光源環境及多樣化垃圾形狀的適應性不足，無人機在高速運行下的穩定性有待改善，但已經達到我們團隊最初所設定的實驗目標。未來，我們將進一步訓練AI模型的圖像資料庫，並針對硬體結構進行優化，以提升整體的可靠性。

總體而言，本專題實驗展示了AI技術在無人機回收垃圾領域的巨大潛力，為智能化資源管理及環保回收提供了一種創新的解決方案。



專題實作
成果展示
影片



圖1、無人機機身架構

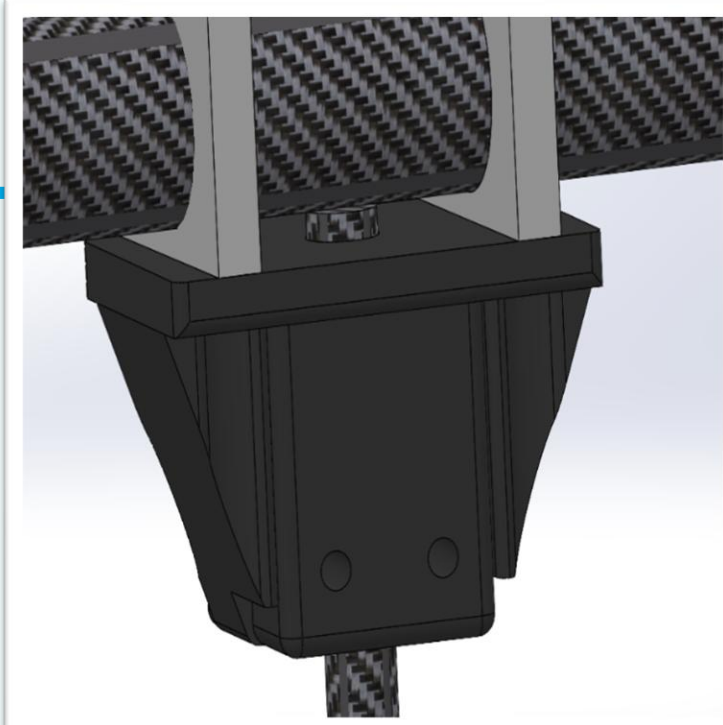


圖2、飛行器上固定支架的加強結構

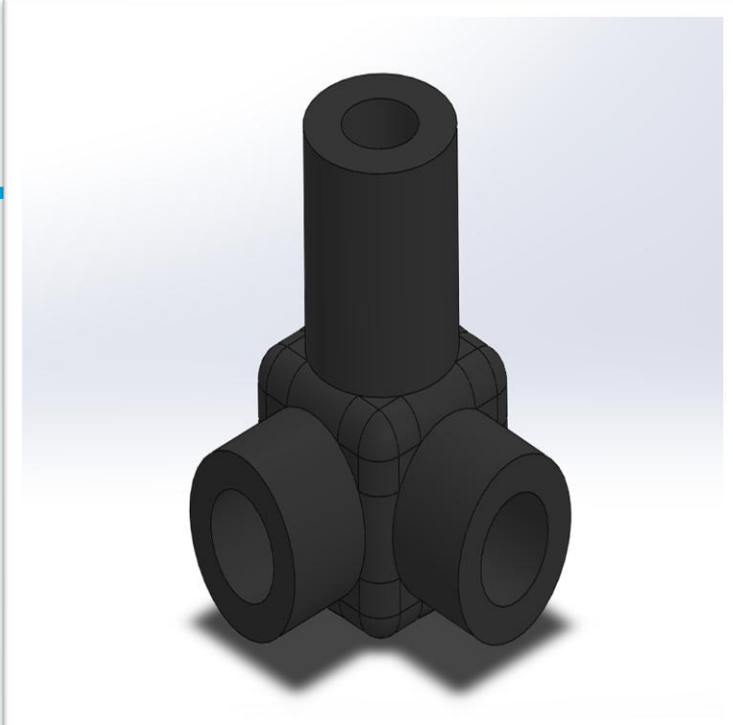


圖3、聯軸器

金屬紀念幣鍛造實作

Metal commemorative coin forging practice

指導教授：金佩潔 博士

組員：鄭瑞彬、田靖玄、華毅儒、周煥智

摘要

金屬鍛造技術在現代製造業中扮演著至關重要的角色，廣泛應用於汽車、航空航天、能源等領域。然而，隨著高性能金屬材料需求的增加，如何提高鍛造工藝的效率、精度以及產品性能，成為現在解決的課題。但如何根據材料特性和應用需求選擇最優工藝，並進一步優化加工過程，是提升生產力和產品質量的關鍵。基於此，我們希望深入研究鍛造過程中的材料行為，並探索創新技術以提升其應用效果。

研究動機與目的

探討金屬鍛造技術如何結合傳統工藝與現代技術，實現具有紀念價值與商業潛力的金屬製品創作。透過**冷鍛工藝表面處理技術**，尋求提升金屬製品在細節上的精細度和耐久性。目標是創造出能在文化傳承、藝術收藏及高端定製產品中具備紀念價值的工藝品，同時探索**鍛造技術在商業應用中的潛力**，推動其在個性化市場中的商業化價值，開拓新的市場機遇。最後實作的部分，透過鍛造的技術，以及選取實現具有紀念價值與商業潛力的金屬製品創作。

研究步驟及方法

本研究的方法分為三個步驟來進行。**步驟1**:先選取較為適合鍛造的材料，因為後續需要CNC來進行圖形的加工，所以我們選出密度低延展性較好的鋁金屬來製作，選定好的鋁金屬再使用機器進行打料。**步驟2**:構想出需要的圖案後再使用Solidworks來進行圖案的繪製，繪製好3D圖形後再把檔案匯入CNC的機台中讓機器開始撰寫程式，待程式完成後把工件放入機台進行刀具的設定，安裝刀具後開始進行切削。**步驟3**:把加工完成的模具裝上鍛造機台後，再把打料好的鋁金屬放置機台內執行鍛造加工，加工好的鋁進行拋光後就完成了本次的成品。

特性/金屬類型	鋁	銅	鋼	鑄鐵
密度 (g/cm³)	2.7	7.85	8.96	7.0
熔點 (°C)	660	1370	1085	1150
流動性	優	中等	良	優
耐腐蝕性	良	較差	優	較差
導電性	良	差	優	差
加工難度	容易	中等	中等	難
成本	中等	低	高	低
強度	較低	高	中等	中等
常見應用	輕量化結構、汽車、航空	建築、機械、工具	電子設備、熱交換器	汽車引擎、機械部件

附件圖片:材料對比圖

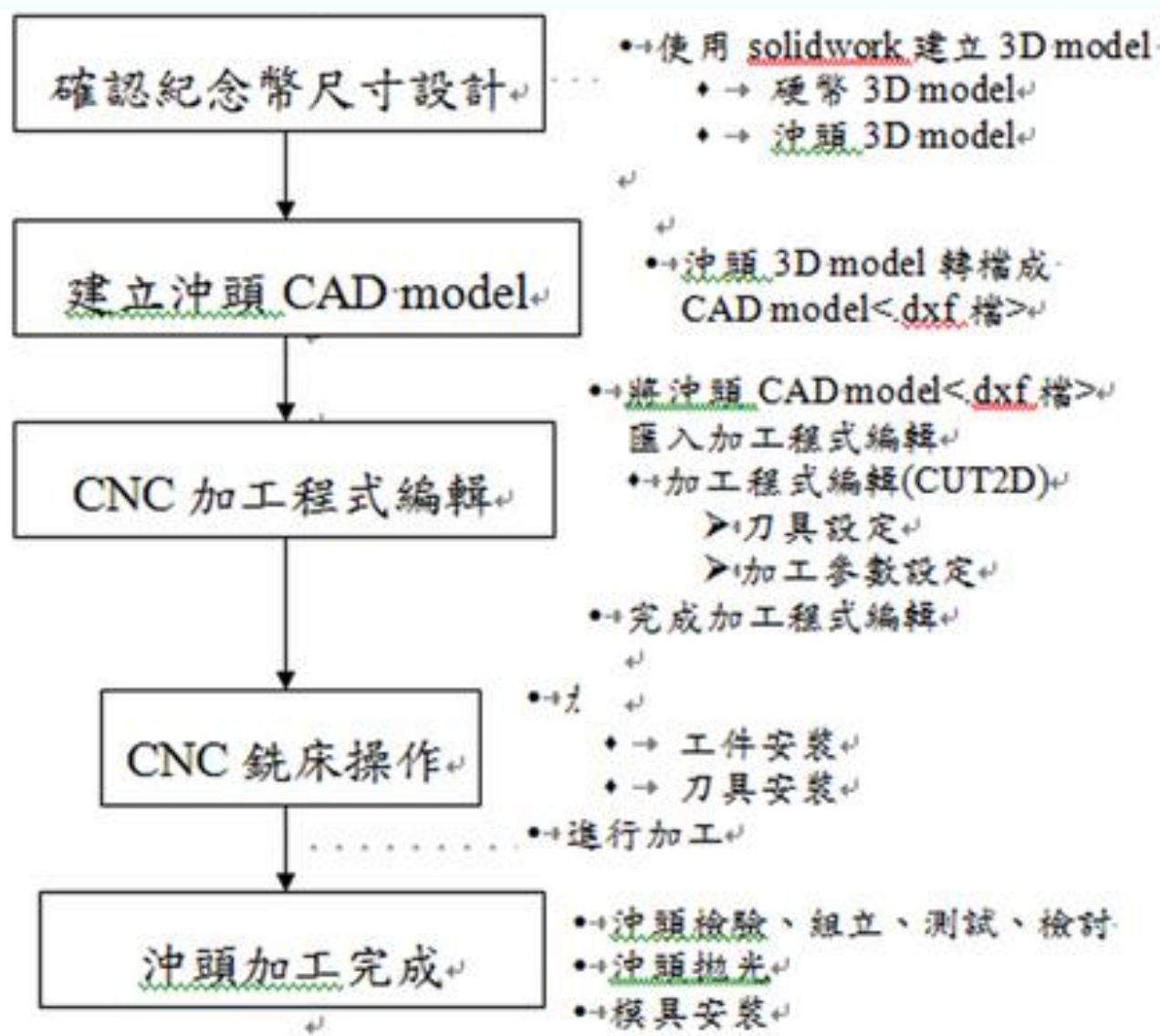


圖1、CNC加工流程圖

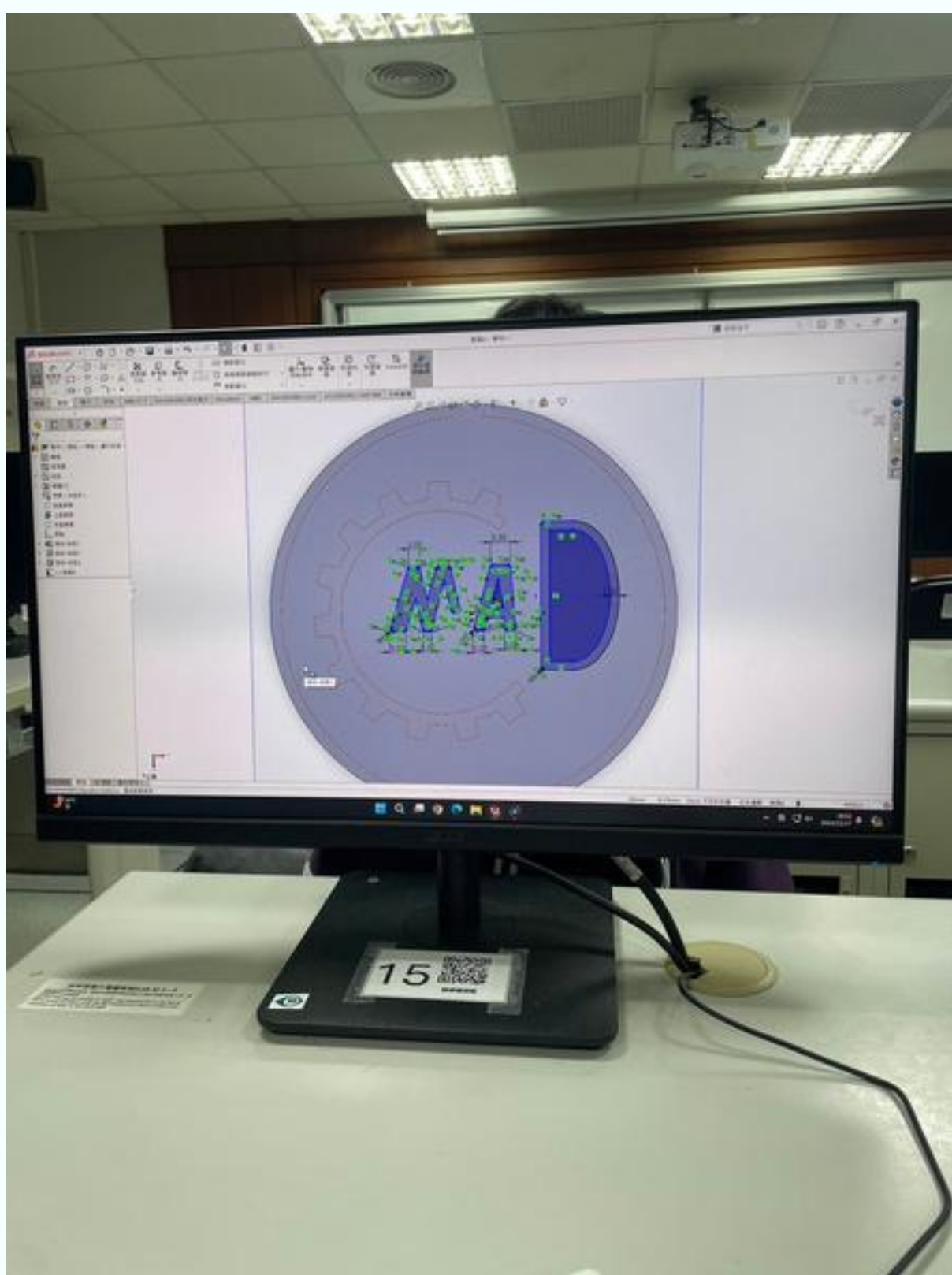


圖2、solidworks模具圖形

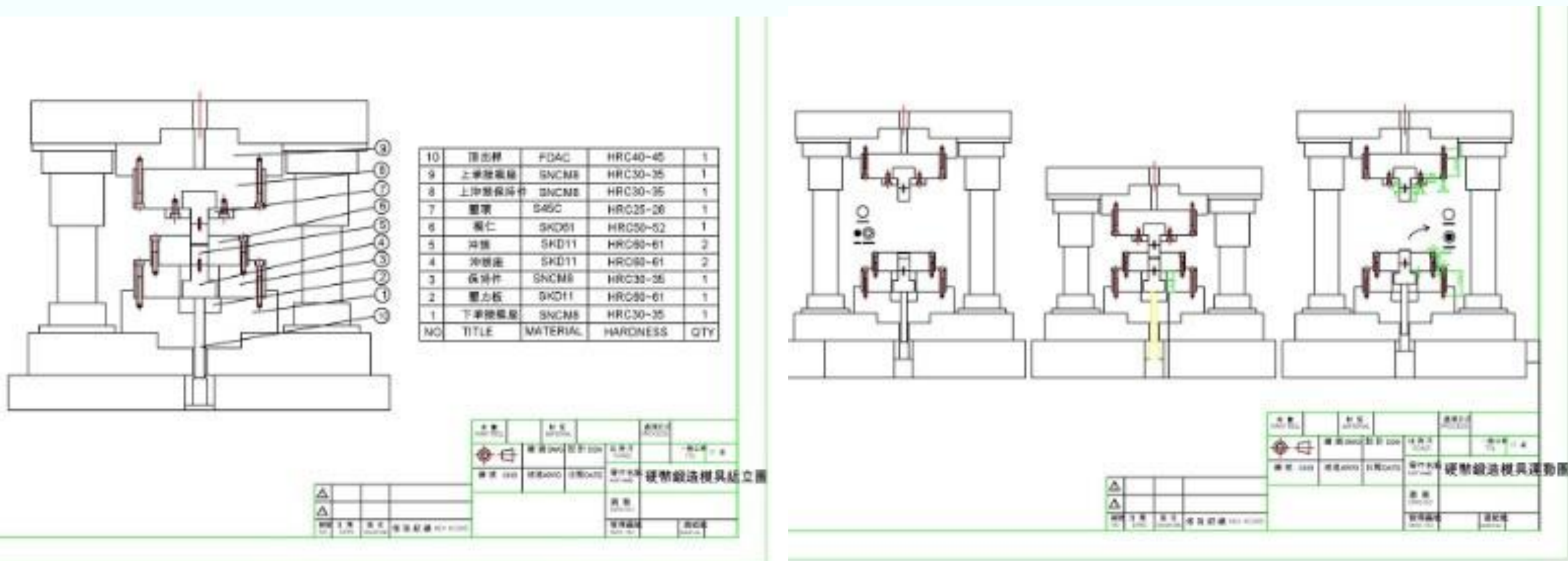


圖3、圖4硬幣鍛造模具組立圖及硬幣鍛造模具運動圖

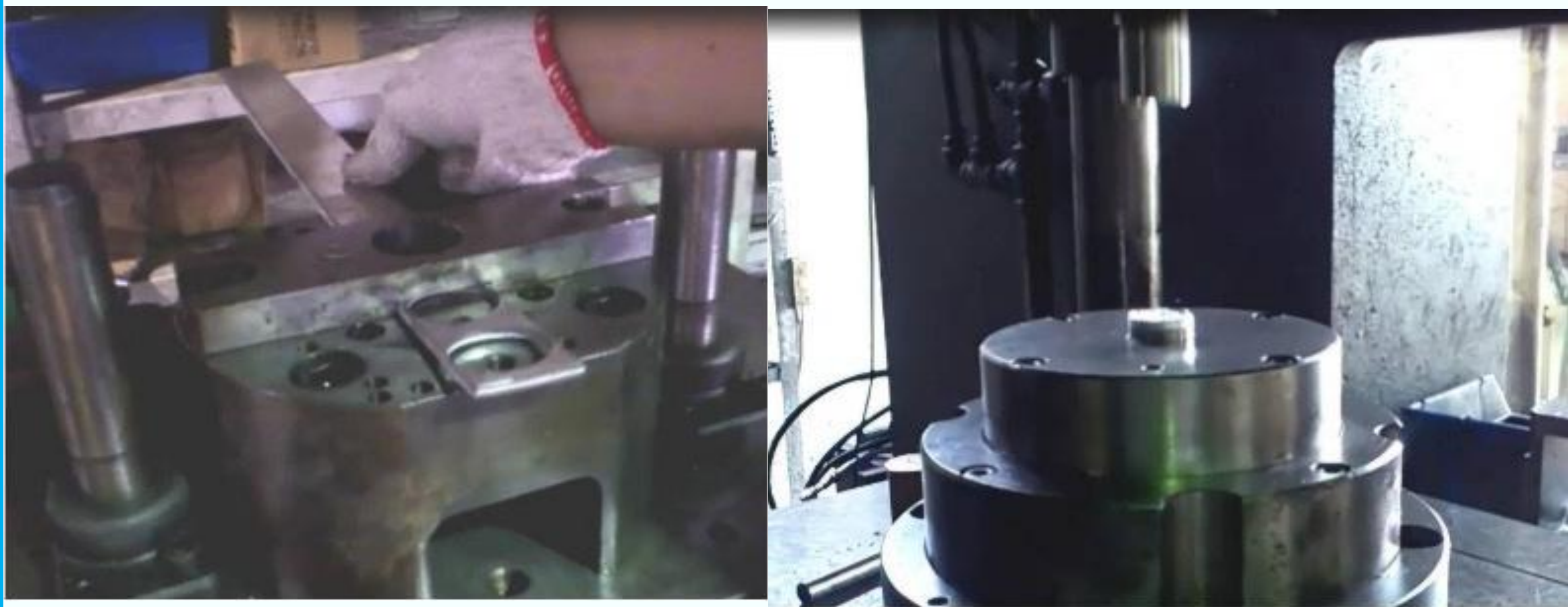


圖5、鍛造過程中打料及鍛壓

結論

根據這次金屬紀念幣冷鍛造實驗願望中發現，冷鍛造可以在不加熱金屬的情況下達到良好的成形效果，且能明顯提高金屬的強度和硬度，本次實驗從材料課本中提取金屬表，最後選出**鋁**為本次實驗材料，過程中發現冷鍛過程中**晶體的結構會受到應變硬化影響**，如過度的變形會導致金屬表面出現裂紋及凹痕，所以**控制適當的鍛造壓力與變形度非常重要**以保持材料精美的圖案及表面質感，冷鍛造對紀念幣的製作具有非常大的可行性，並能提高製品的質量，廣泛的在社會使用，想必可以提高商業化的價值。

專題實作成果展示



壓電材料應用於老人跌倒呼救

指導教授：林志龍 教授

組員：楊凱勛、李昕瑾、楊棋宇、吳柏蓀

摘要

本專題在設計一款老人緊急呼叫裝置，此裝置利用壓電材料檢測老人是否需要幫助，並透過Arduino將信號透過藍芽模組傳至手機，且裝置操作簡單，非常適合老人在生活中的應急求助。

研究動機與目的

隨著高齡化時代來臨，臺灣65歲以上老年人口已於113年突破431萬，占總人口18.4%，並將於114年進入超高齡社會（每5人中有1人超過65歲）。根據國民健康署調查，約每6位老人就有1人在一年內跌倒過，跌倒更是老年人事務傷害死亡的第二大原因，僅次於交通事故，對健康與家庭造成重大影響。

獨居老人面臨的緊急情況往往難以及時處理，為改善此問題，設計便利且靈敏的緊急呼救裝置尤為重要。壓電技術因其高靈敏度，相較於傳統按鈕或語音控制更適合作為防跌與緊急支援的核心技術，能有效降低風險，減輕家庭負擔。

研究步驟及方法

本專題是一款基於壓電材料、Arduino微控制器及藍牙模組的老人緊急呼叫裝置。首先，分析需求確認裝置的目標功能與技術可行性，並選擇合適的材料與元件包括壓電片、Arduino、HC-05藍牙模組。接著，進行硬體設計與建構，將壓電材料接入Arduino進行壓力信號測試，並整合藍牙模組以實現信號無線傳輸。同時，編寫Arduino程式信號觸發邏輯，並測試其靈敏度和穩定性，確保在緊急情況下能快速傳遞信號。透過多次測試與優化，檢驗系統的靈敏度及信號傳輸成功率，並將結果進行數據分析，繪製壓力與電壓關係曲線。

最後，對裝置的可靠性、實用性及限制進行總結，提出後續改進方向，如提升續航能力或加入更多功能模組。本研究通過實驗法、數據分析法及模擬法，實現了一款低耗能且高靈敏度的緊急呼叫裝置原型，展現了壓電材料與嵌入式系統應用的潛力。

```
1 #include <SoftwareSerial.h>
2 SoftwareSerial BTSerial(0, 1); //引入函數庫
3 int sensor = A0;
4 int sensorRead = 0;
5 int LED = 7;
6 bool state = false;
7 bool LEDA = false; //以上為宣告變數
8 void setup() { //以下為初始化函式
9   Serial.begin(9600); //初始化串口通信
10  BTSerial.begin(9600); //初始化串口通信
11  pinMode(7, OUTPUT); //設定引腳7為輸出，控制LED
12  pinMode(A0, INPUT); //設定引腳A0為輸入，讀取壓電數值
13 }

14 void loop() {
15   sensorRead = analogRead(A0);
16   sensorRead = map(sensorRead, 0, 1023, 0, 500);
17   delay(10);
18   if (sensorRead >= 100 && !LEDA) {
19     state = !state;
20     digitalWrite(7, state ? HIGH : LOW);
21     LEDA = true;
22   } else if (sensorRead <= 70 && LEDA) {
23     LEDA = false;
24   }
25   int LEDState = digitalRead(7);
26   //讀取壓電數值(類比信號)，訊數值0-1023，用map將數值設0-500之間，100為一個數值轉換點
27   if (LEDState == HIGH) {
28     Serial.println("緊急");
29   }
30   delay(100);
31 }
32 //若引腳7為高電位(亮燈)，則傳送緊急訊號
```

圖1、Arduino控制的腳本

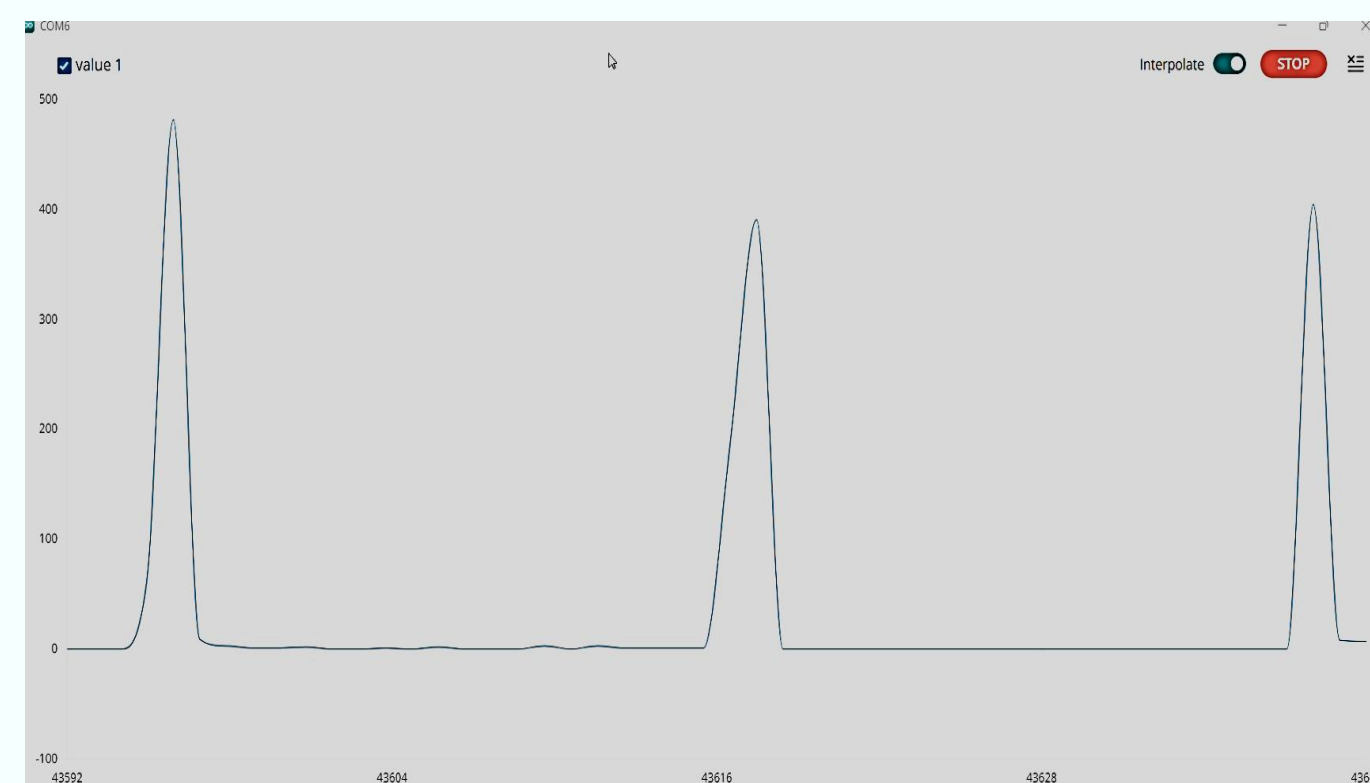


圖2
壓電訊號回傳訊號

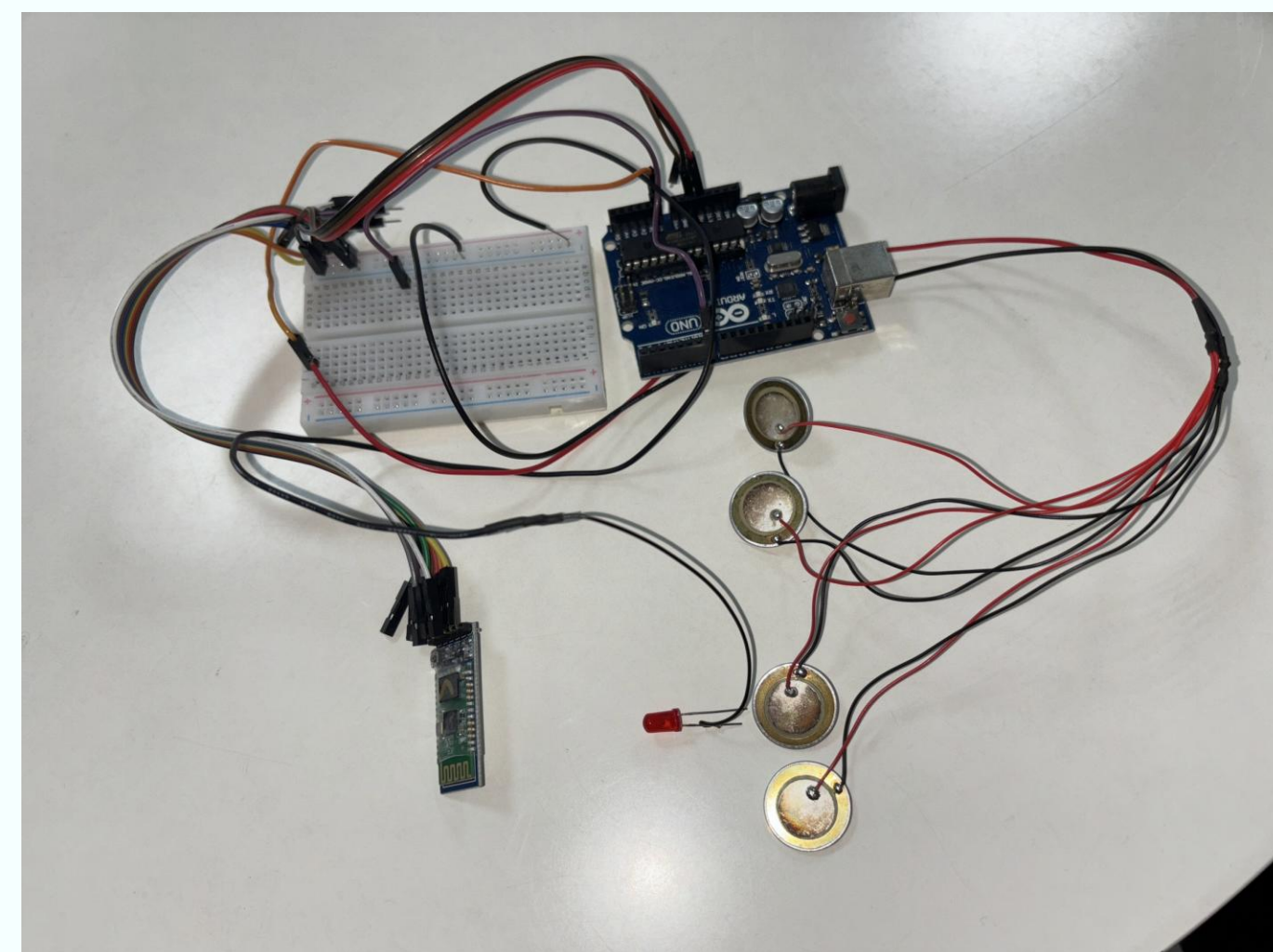


圖3
呼救裝置接線雛型

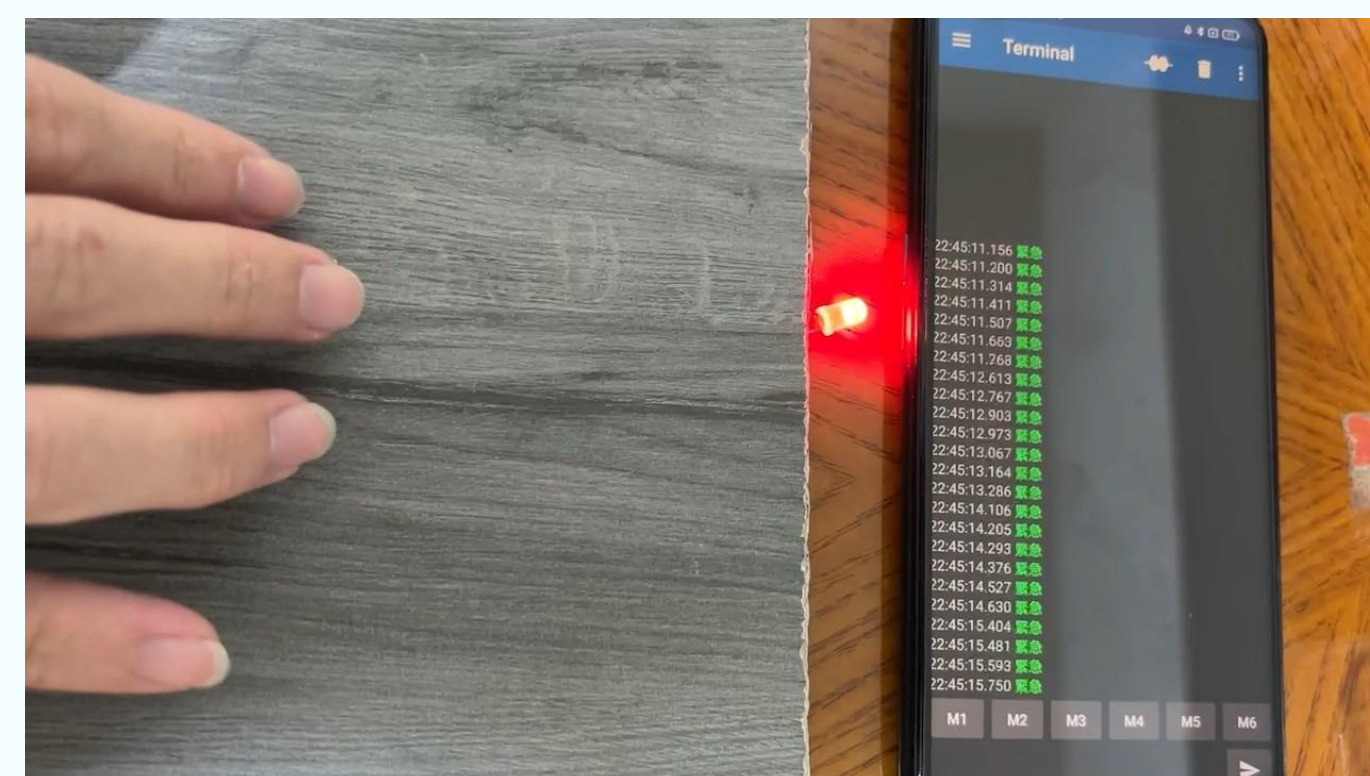


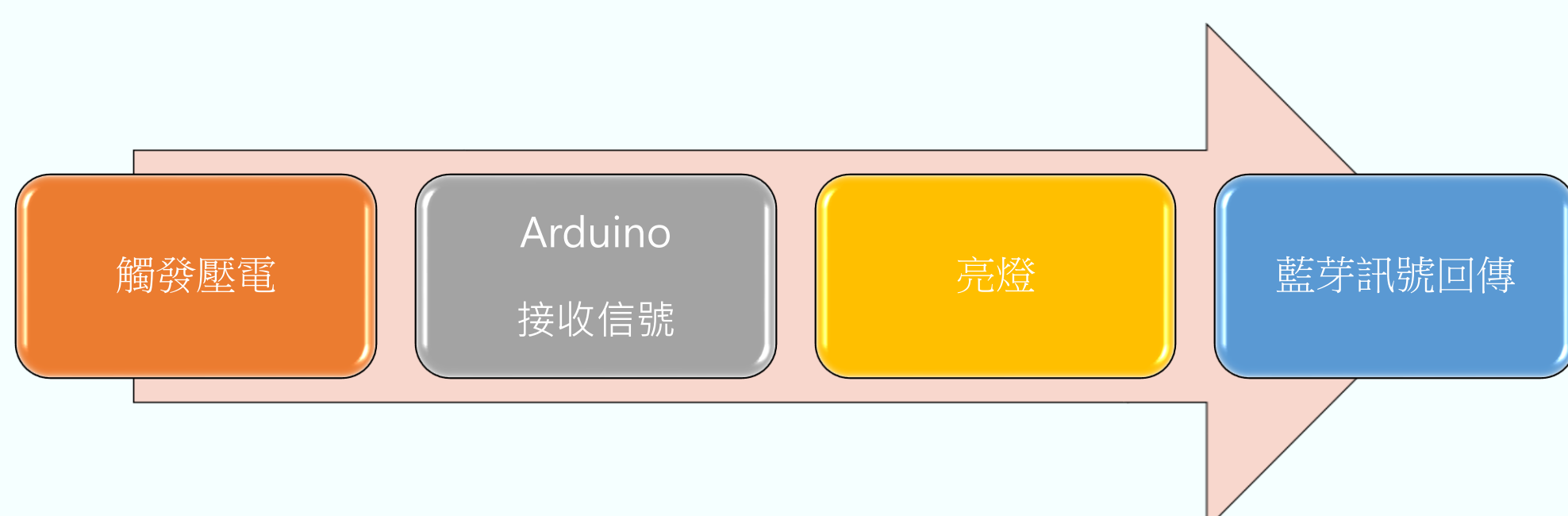
圖4
成品實測

結論

本專題的實驗結果成功使用壓電材料與Arduino來控制來藍芽信號回傳。在實驗中，當外力作用於壓電傳感器，Arduino能夠正確讀取感應信號，並通過程式判斷控制藍芽。進而發出求救信號。也讓我們發現壓電材料結合Arduino具有廣泛的應用空間，我們希望未來可以將這些技術應用於日常的生活中，也可以改善行動不便者的生活，使人們的生活更便利。



專題實作
成果展示
影片



熱製電晶片應用

Thermal and Electrical Chip Applications

指導教授：林志龍 教授

組員：陳威丞、王鵬凱、林軒赫、柯智鈞

研究動機與目的

在日常生活中，人體體溫、熱水和暖暖包等低階熱源的熱能大量存在，但尚未得到有效利用。如何將這些熱能轉換為電能並提供日常設備的能量需求，成為值得研究的課題。本研究將利用熱致電晶片 (TEG) 技術，將低階熱源如體溫轉換為電能，並應用於設計體溫發電手提燈籠。研究的目的是探索熱致電晶片在不同熱源下的發電效能，並將其應用於低功耗裝置的供電。透過設計可攜式、環保且低成本的手提燈籠，驗證熱致電晶片在實際環境中的可行性與穩定性。

研究步驟及方法

本研究首先針對熱致電晶片 (TEG) 的特性進行設計，目標是將人體體溫或其他低階熱源轉換為電能，驅動低功耗 LED 手提燈籠。熱製電晶片利用溫差產生電能，基於塞貝克效應運作，當晶片兩側有溫差時，高溫端的熱能促使電子流向低溫端，產生電壓並形成電能輸出(圖1)。實驗過程分為三個階段：設計、量測與驗證。設計階段中，選用鈹碲化合物熱致電晶片(圖1)，並搭配鋁製散熱塊以提升冷端溫差，供 LED 燈使用。量測階段中，透過體溫、暖暖包及熱水三種熱源，測試 TEG 的輸出電壓與電流，並使用數位電壓表、電流表與溫度計記錄數據，分析不同溫差下的發電效果。

實驗數據

	熱水(64.8度)	S	暖暖包(51.7度)	S	體溫(手部36度)	S
冰水(12.1度)	1.428V	0.027096774	0.478V	0.012070707	0.391V	0.016359833
常溫(23度)	0.152V	0.003636364	0.274V	0.006919192	0.20V	0.015384615

此為實驗數據我們以熱水,暖暖包,體溫為熱端,然後以冰水,常溫(空氣)為冷端,並且用三用電表測出所有組合出來的輸出電壓跟算出塞貝克係數。

實驗結論:熱水跟冰水的組合效率最好,但都不到都不到 3V需要靠增伏USB插頭轉(圖2)成3V,然後熱水和暖暖包跟體溫比起來不容易維持溫度,所以可能突然很高但下滑速度很快。

研究器材

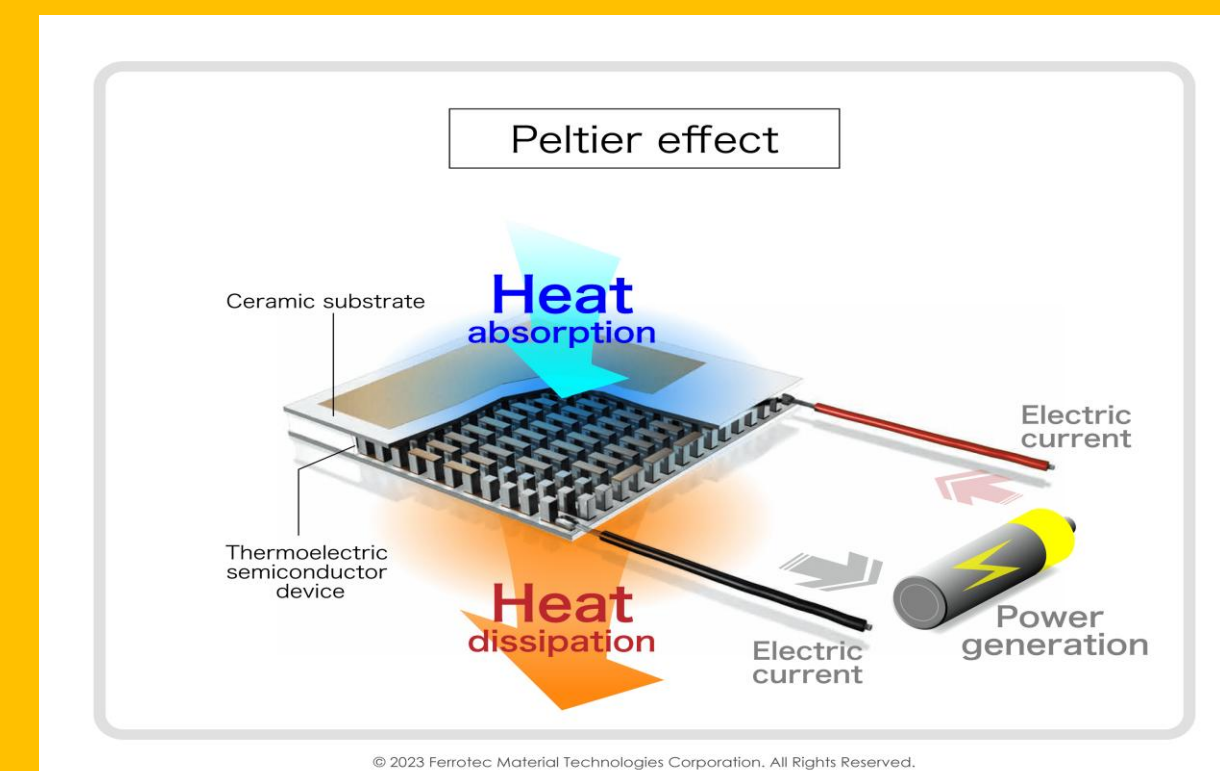
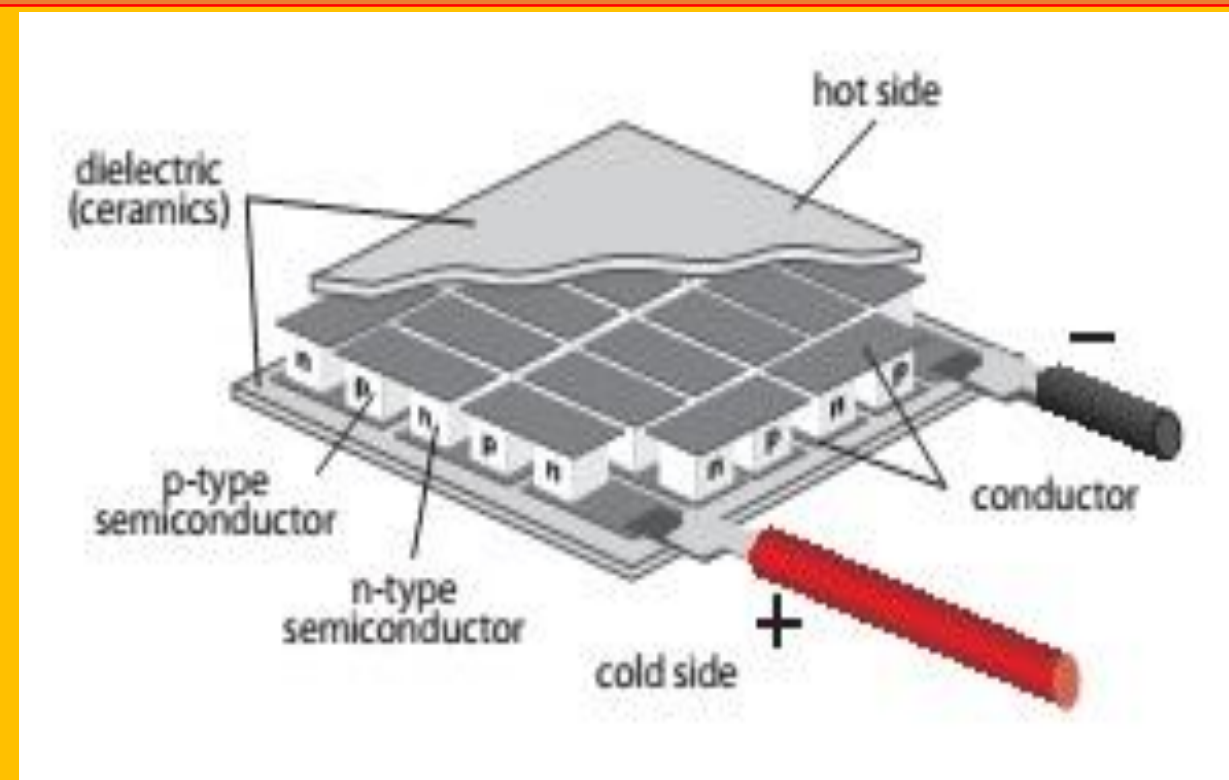


圖1、熱電晶片發電方式

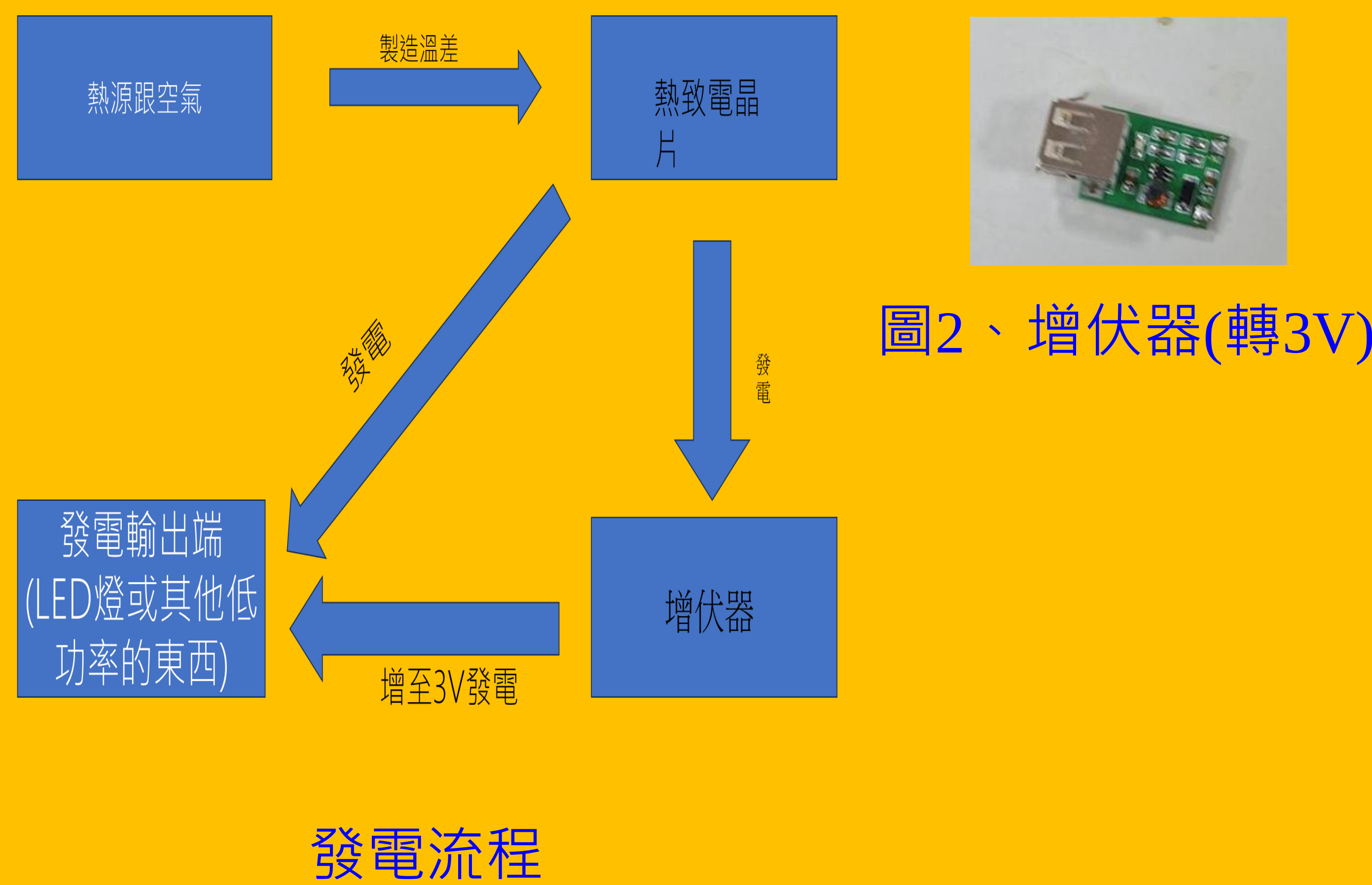


圖2、增伏器(轉3V)

成品



體溫(手部)36度



暖暖包55度



熱源跟空氣產生溫差

溫差發電

成品(手提燈籠)

結論

在本次研究中，熱致電晶片作為一項創新技術，成功展示了其在能量回收和溫控領域的應用潛力。在廢熱回收、可穿戴設備、航空航天及醫療領域中具有重要價值。未來，隨著材料科學與製造技術的進步，熱致電晶片的性能有望持續提升，進一步推動其在綠色能源、智慧城市及環境監測等領域的應用，並為實現能源可持續利用和全球減碳目標提供新的解決方案。