

2025仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

隊伍名稱： 烏魚子情報系統

作品名稱： 智能糖果反應爐

科學概念1： 霍爾效應(Hall Effect)

霍爾效應是當電流通過一導體或半導體時，若同時垂直施加一個磁場，會在導體橫向產生電位差的物理現象。此現象可用來測量導體中的電流大小。實驗中所使用的 ACS712 電流感測器即是基於霍爾效應設計，當伺服馬達工作時流經感測器的電流產生磁場，霍爾元件偵測此磁場強度，並輸出對應的電壓訊號。藉由讀取此電壓並透過校正公式轉換為電流數值，我們得以即時監測馬達在運作下的電流變化。這讓我們能夠以非接觸的方式準確測量電流，是機電整合與安全監控中極為實用的技術。

科學概念2： 黏度測量(旋轉黏度計)

旋轉黏度計是一種常用於測量流體黏度的儀器，其原理是利用物體在流體中旋轉時所受的阻力與流體黏度之間的關係。當轉子在樣品中旋轉時，流體的黏滯力會對轉子產生一個扭矩，此**扭矩與流體的黏度成正比**。透過感測並計算此扭矩，即可得知樣品的黏度。旋轉黏度測量通常適用於**牛頓流體與非牛頓流體**，並可調整剪切速率以觀察流體性質隨速率變化的行為。此方法廣泛應用於食品、化工、油品與生醫等領域，用以評估產品的一致性與流動特性。

決賽成果報告書內文

一、發想動機：

當學校園遊會即將到來，我們一群熱愛創作與實作的學生決定販售糖葫蘆，作為攤位的主要商品。然而，面對人手不足與大量顧客的情況，我們思考是否能藉由自動化的方式來解決這項困難。因此，我們著手設計並製作一台自動糖葫蘆裹糖機，希望能藉由 Arduino 與馬達的配合，使糖葫蘆的製作過程更有效率且標準化。

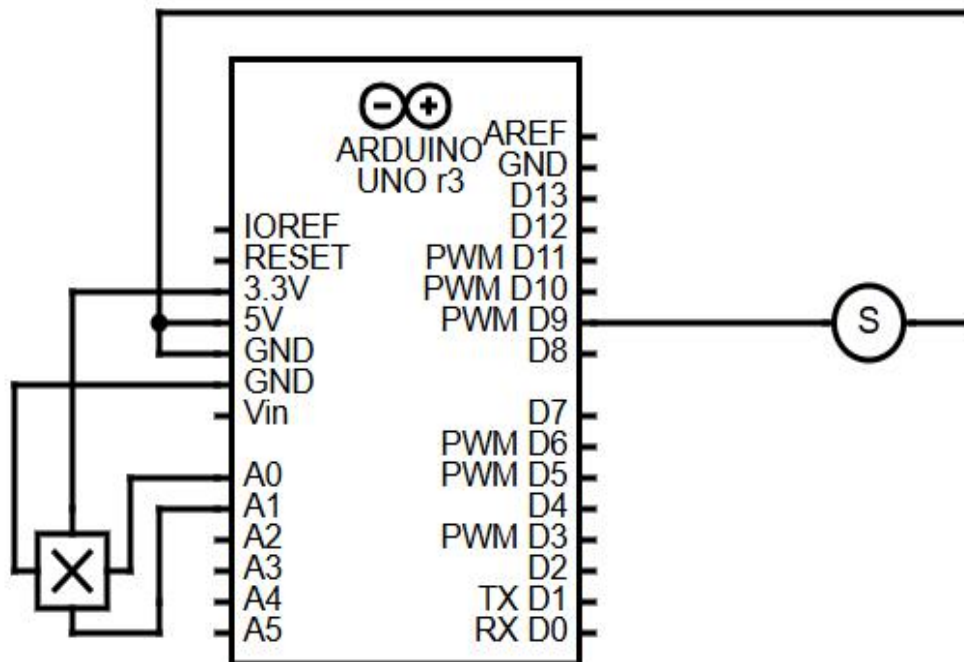
在設計與測試的過程中，我們發現糖漿的溫度對機器的運作有明顯的影響：**當糖漿降至一定溫度後，其黏度大幅上升，導致馬達的扭力不足以順利將糖漿均勻地裹至番茄表面。**這樣的現象不僅影響機器的運作效率，也會導致糖衣不均或太厚太薄，影響商品品質。因此，我們決定進一步探討糖漿溫度與馬達扭力之間的關係，並分析這兩者如何**影響糖衣的厚度與成品品質。**我們透過溫度感測器記錄糖漿的即時溫度，並配合測量馬達電流、實際糖衣厚度及黏度的變化，建立一套完整的實驗模型，藉此找出最佳的裹糖條件。

二、作品創意性：

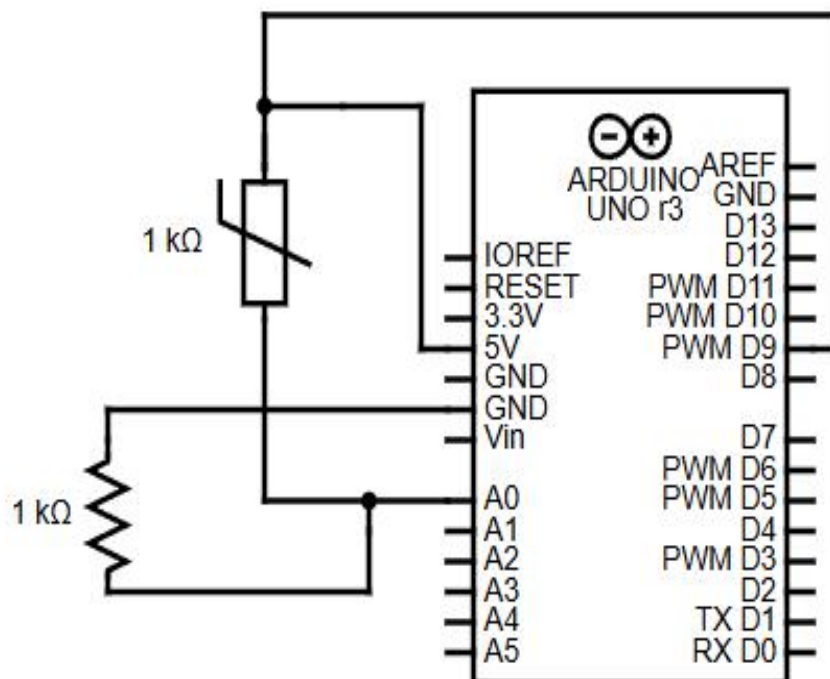
本專題的創意性在於將傳統小吃糖葫蘆的製作流程，與現代自動化控制技術相結合，嘗試打造一台能減輕人力負擔、提升效率的自動裹糖機。相較於一般對糖葫蘆製作的印象多停留在手工階段，我們導入 Arduino 與伺服馬達，使其裹糖過程可程式化控制，兼具實用性與創新性。在實作過程中，**我們進一步延伸設計思維，探討糖漿溫度、黏度與扭力之間的關聯，並使用感測器進行數據紀錄與分析，展現跨領域整合的能力。**此外，我們發現糖衣厚度與操作施力密切相關，突顯即使是食品製程，也潛藏著機械控制與材料性質的探究空間。整體而言，此專題不僅創新於機械化傳統製程，更兼具科學研究與實作應用價值，體現學生從問題出發、創造解方的設計思維。

三、硬體及電路架構圖：

- 扭力測量裝置接線圖



- 溫度感測裝置接線圖

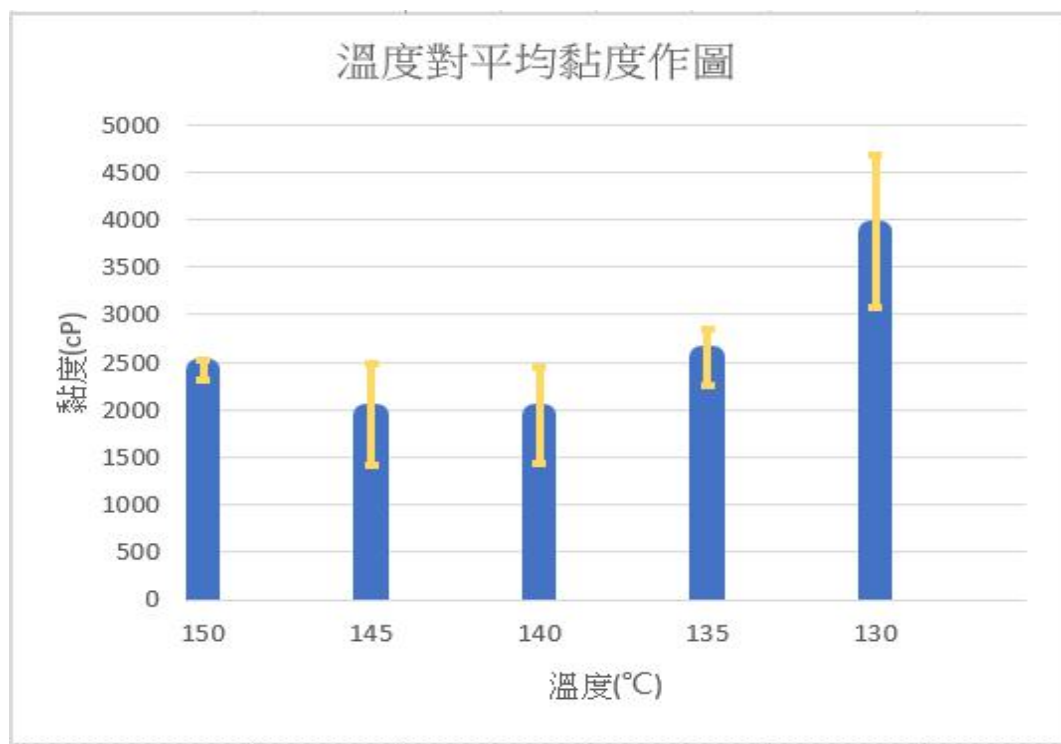


四、作品成果報告：

1. 糖溫在140度以下時，糖漿會符合液體性質：溫度上升，黏度下降。

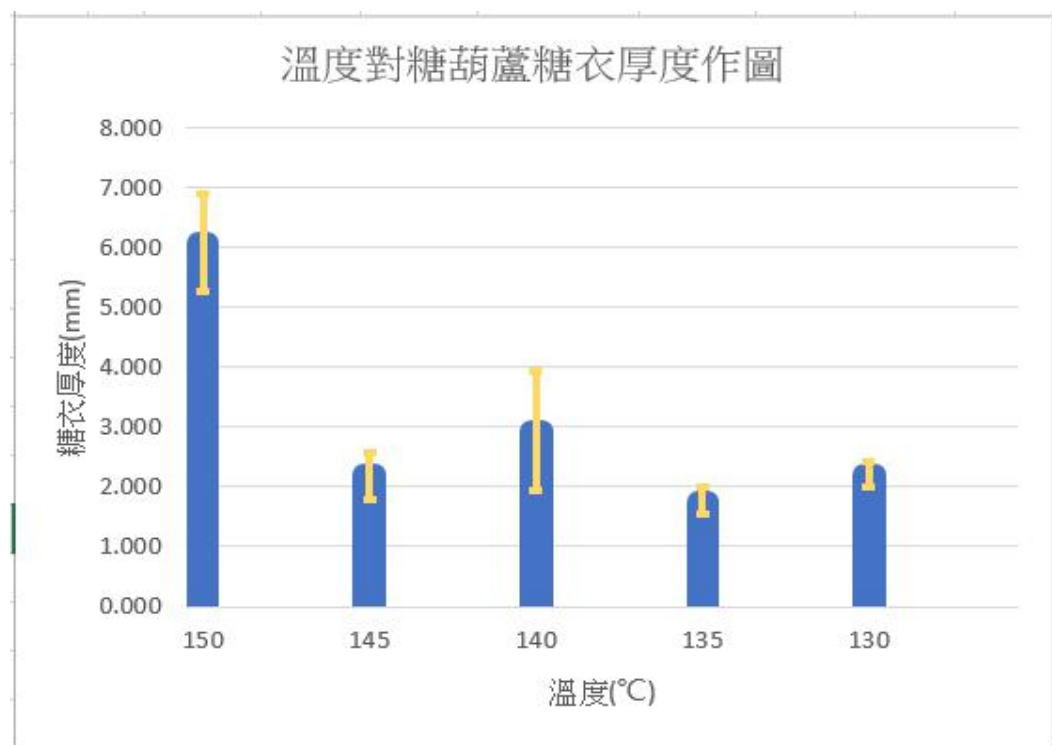
如圖所示，當糖漿溫度低於 140°C 時，其黏度會隨著溫度的降低而顯著上升。

我們觀察到糖漿在接近 140°C 時黏度會達到最低點，但當溫度繼續下降，其黏度開始逐漸回升，且回升的幅度越來越大。這表示糖漿在冷卻過程中流動性變差，將對裹糖操作造成更大阻力。根據文獻所述：「溫度越高，液體分子的平均動能越大，分子間的內聚力相對較小，導致液體黏度降低。」我們的實驗結果與此理論相符，說明糖漿在 140°C 以下會展現出典型的液體性質。這項發現有助於我們理解在不同溫度下，馬達所需的扭力變化與裹糖操作的難易程度，對後續的自動化設計與品質控制具有更佳的设计方向。



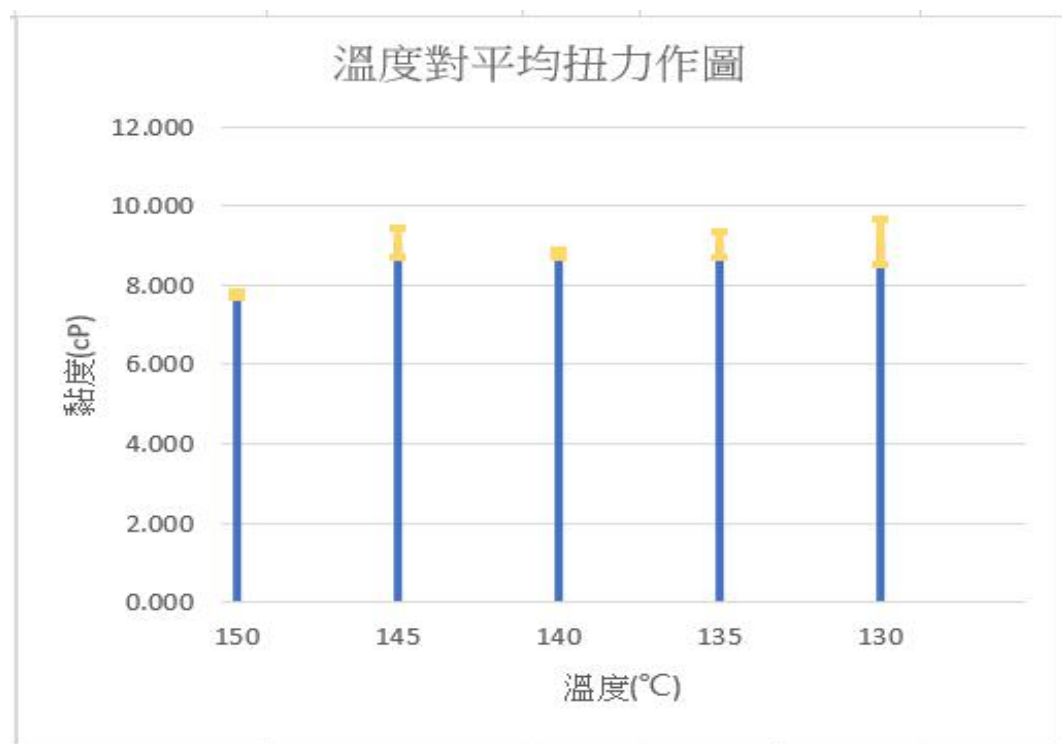
2. 糖衣厚度越大，相對偏差越大。

從下圖中可以看到，糖衣厚度越大時，其相對偏差也越大。特別是在 150°C 與 140°C 的測試組中，糖衣平均厚度雖然較高，但數值分布明顯較為分散，顯示出厚度的一致性較差。這表示當糖漿溫度較高、較容易形成較厚糖衣時，反而較難維持穩定與齊一的品質。我們據此推測，在實際製作糖葫蘆的過程中，**糖漿溫度對糖衣厚度本身的影響可能有限，更重要的因素是操作過程的穩定性與施力的一致性**。因此，若要提升糖葫蘆的產品品質，應著重在如何控制每一次裹糖動作的精確性與重複性，而不僅是追求較高的糖衣厚度。



3. 平均扭力與溫度無直接相關。

根據我們的實驗數據顯示，平均扭力與糖漿溫度之間的關係並不明顯。我們原先假設糖漿在不同溫度下，其流動性變化可能會對馬達的扭力輸出造成影響。然而實際觀察到的結果顯示，**扭力數值在各溫度條件下呈現出不規則的變化，並未隨著溫度升高或降低而產生穩定的趨勢。**因此，我們推測糖漿溫度並非影響扭力的主要因素。影響扭力的變因可能來自其他因素，例如：糖漿分布的均勻程度、糖衣裹製過程中所受到的阻力變化，或是馬達自身輸出的微小波動。綜合這些觀察，我們判定扭力與溫度之間並不存在顯著的相關性。



4. 糖衣厚度與平均扭力可能有關。

雖然我們的實驗結果與我們設想的不同，糖漿溫度與糖衣厚度或馬達扭力之間並無明顯的直接關係。但進一步分析數據後，我們發現糖衣厚度與平均扭力之間存在高度相關性。經由計算，其相關係數高達 0.9751，顯示扭力的大小與糖衣厚度有極強的線性關聯。此發現使我們推論：在製作糖葫蘆的過程中，實際影響糖衣厚度的關鍵因素，可能是操作人員在裹糖過程中所施加的力量，而非糖漿的溫度本身。因此，若希望製作品質穩定、糖衣厚度一致的糖葫蘆，操作人員的施力必須維持在相對穩定且一致的水準，強調了「人為施力標準化」對於產品品質控制的重要性。

五、參考文獻：

1. 化工儀器實習上冊。王文哲、顧永傑。復文圖書有限公司。2020。
2. 基礎化工上冊。陳祈良、許維鴻。全華出版。2020。