

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

題目名稱：自製全自動電鍍系統

一、摘要：

電鍍的過程當中，需要注意電鍍槽中的溫度高低的變化，這往往決定電鍍效果的好壞，於是我們決定自製全自動電鍍系統，可以透過調控電壓電流的輸出大小，調節溫度的高低，並配合使用者在不同材質上的需求，達到最佳化的電鍍效果。

二、探究題目與動機

生活中有許多日常用品，其本身的材質、屬性較不易長時間使用或是季節氣候因素影響，使得商品的使用功能降低，例如，螺絲釘、水龍頭、電器用品遙控器內的彈簧鐵件，然而這些日用品卻僅因零組件生鏽的問題，變得難以使用，甚至重新拆洗清潔過後，因缺乏電鍍層的保護，又再度生鏽氧化，使得整個器材、電器都不堪使用。所以我們決定使用電鍍的方式來延長使用壽命，強化其抗腐蝕、防鏽之能力。

三、探究目的與假設

- (一) 研究系統架構、如何讓系統電鍍狀況達到最佳化。
- (二) 探討透過改變電壓電流的輸出大小及，對於被電鍍物之情形。
- (三) 探討電解槽的溫度變化，對於被電鍍物之電鍍情形。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究流程架構圖

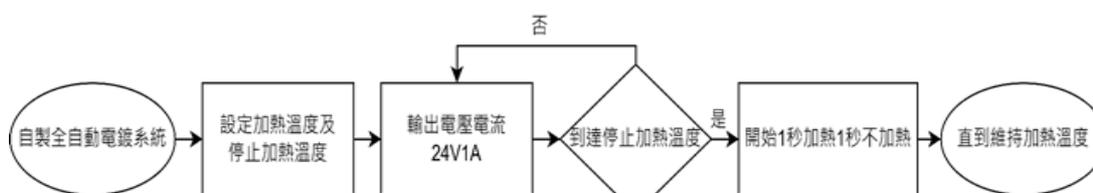


圖 1、加熱系統流程圖

我們採用 Arduino 來進行控制，設定其被電鍍物在電鍍前所需之溫度大小以及停止加熱之溫度，再藉由交換式電源供應器負責本全自動電鍍系統加熱使用，當加熱溫度到達我們事前設定的停止溫度時，加熱程序則更改為每兩秒加熱一秒；若溫度尚未達到停止溫度，則持續加熱，以維持我們設定之加熱溫度。

(二) 加熱系統之 Arduino 程式設計控制

使用 Arduino 整合溫度感測器(DS18B20)、液晶顯示器(LCD1602)，並搭配繼電器(一路)之應用。(圖 2、3、4)



圖 2、溫溼度感測器



圖 3、液晶顯示器



圖 4、繼電器(一路)

藉由自行設計的程式，可以輸出該電鍍液所需要之加熱溫度大小、停止加熱之溫度(圖 6)，

```
float set_temp=57;
float range_0=0.5;
float stop_temp=set_temp-range_0;
```

圖 5、溫度設定值

而在停止加熱的溫度方面，我們是採用設定停止範圍差值，並透過訂定每秒量測一次溫度值(圖 6)，當加熱溫度上升到與我們設定之停止範圍差值之內，則進行每三秒加熱一秒(圖 7)，可以更加快速的得知當前溫度的變化，再根據我們針對溫度上升的限制，避免溫度持續上升，以維持電鍍液之溫度大小。

```
float temperature;
sensors.requestTemperatures();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("temperature");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(sensors.getTempCByIndex(0));
lcd.print("C");
delay(1000);
```

圖 6 溫度顯示頻率及格式

```
if(sensors.getTempCByIndex(0)>=stop_temp){
digitalWrite(7,HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(7,LOW);
delay(1000);
}
else if(sensors.getTempCByIndex(0)<stop_temp){
digitalWrite(7,HIGH);
```

圖 7、溫度加熱程序

(三) 全自動電鍍裝置設計

交換式電源供應器，讓最終輸出之電壓得以控制在一定大小，更有效率的控制其加熱作業。並在該裝置上安裝一電壓電流檢測模組，能夠更加快速地得知當前電鍍的電壓電流情形，並適時地去做調整 (圖 8)



圖 8、電鍍裝置設計

額外安裝一可變電阻，其主要是負責改變電流大小，藉由電源供應器提供穩定的電壓輸出，再搭配可變電阻的旋鈕，改變該電路之電阻值，就能夠更有彈性的調整該電路的電流值，並在電鍍作業中，可以越發容易的電鍍出較完美的效果。



(圖 9)

圖 9、更改後裝置設計

(四) 電鍍系統之 Arduino 程式設計控制

延續加熱系統之程式設計，再加上電壓電流檢測模組程式(圖 10)，形成一套全自動電鍍系統。

```
int vt_temp = analogRead(VT_PIN);
int at_temp = analogRead(AT_PIN);
double voltage = vt_temp * (ARDUINO_WORK_VOLTAGE / 1023.0) * 5;
double current = at_temp * (ARDUINO_WORK_VOLTAGE / 1023.0);
```

圖 10、電壓電流程式設計

再加上可變電阻之程式應用(圖 11)，形成一套具有彈性調整的全自動電鍍系統。

```
val=analogRead(potpin);
val = map(val, 0, 1023, 0.00, 10.00);
float voltage = vt_temp * (ARDUINO_WORK_VOLTAGE / 1023.0) * 5;
float current = voltage / val ;
```

圖 11、可變電阻之程式

(五) 電鍍實驗

我們在電鍍實驗中主要分成兩大部分，一為電鍍銅，其使用硫酸銅水溶液，二為電鍍鎳，使用瓦茲浴進行。其中在每一個部分中皆會以不同的電流、電鍍位置來進行作業，觀察紀錄並探討在各條件下的電鍍狀況。

(六) 實驗一電鍍位置探討(表 1)

1. 電鍍銅部分

表 1、電鍍銅之電鍍位置探討

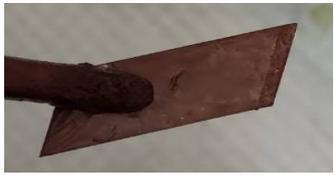
編號	電壓(V)	電流(A)	電鍍時間(s)	銅片面積(cm ²)	電鍍距離(cm)	電鍍效果
1	4.6	0.04	10	0.85	4.5	

2	4.6	0.04	10	0.85	4.0	
3	4.6	0.04	10	0.85	3.5	
4	4.6	0.04	10	0.85	3.0	

根據上表實驗結果可以得知，當電鍍銅時其電極間距離低於 4.5cm 時，可以發現電鍍的效果明顯不佳，被鍍物表面容易起泡。由此可知電鍍銅時的兩極距離，相互靠近至 4.5cm 處，其電鍍效果較佳。

2.電鍍鎳部分(表 2)

表 2、電鍍鎳之電鍍位置探討

編號	電壓 (V)	電流 (A)	電鍍時間 (min)	鎳片面積 (cm ²)	電鍍距離 (cm)	電鍍效果
1	4.6	0.04	20	5.0	3.0	
2	4.6	0.04	20	5.0	2.5	
3	4.6	0.04	20	5.0	2.0	
4	4.6	0.04	20	5.0	1.5	

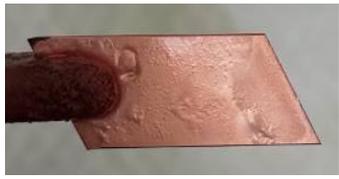
根據上表實驗結果可以得知，當電鍍鎳時其電極間距離低於 2.0cm 時，可以發現電鍍的效果明顯不佳，被鍍物表面容易起泡，且有剝落之現象；而距離高於 2.0cm 時，可以發

現鍍的部分並沒完全的鍍上去，反而還維持著紅銅的原色。由此可知電鍍鍍時的兩極距離，相互靠近至 2.0cm 處，其電鍍效果較佳。

(七) 實驗四電流大小探討(表 3)

1. 電鍍銅部分

表 3、電鍍銅之電流大小探討

編號	電壓 (V)	電鍍時間 (s)	銅片面積 (cm ²)	電鍍距離 (cm)	電流 (A)	電鍍效果
1	4.6	10	0.85	4.5	0.04	
2	4.6	10	0.85	4.5	0.02	
3	4.6	10	0.85	4.5	0.01	
4	4.6	10	0.85	4.5	0.008	

根據上表實驗結果可以得知，當電鍍銅時其電流大小高於 0.01A 時，可以發現電鍍的效果明顯不佳，被鍍物表面容易起泡。而在電流大小控制在 0.006 左右時，可以發現，其電鍍的效果明顯優於編號 3(0.01A)、編號 4(0.008A)，其表面為均勻的紅銅原色，且並無任何凸起狀態。由此可知電鍍銅時的電流大小，接近至 0.006A 左右時，其電鍍效果較佳。

2. 電鍍鍍部分(表 4)

表 4、電鍍銅之電流大小探討

編號	電壓 (V)	電鍍時間 (min)	鍍片面積 (cm ²)	電鍍距離 (cm)	電流 (A)	電鍍效果
1	4.6	20	5	2.0	0.04	

2	4.6	20	5	2.0	0.02	
3	4.6	20	5	2.0	0.01	
4	4.6	20	5	2.0	0.008	

根據上表實驗結果可以得知，當電鍍鎳時其電流大小高於 0.008A 時，可以發現電鍍的效果明顯不佳，被鍍物表面容易起泡，且容易有剝落之現象。而在電流大小控制在 0.006 左右時，可以發現，其電鍍的效果明顯優於編號 3(0.01A)、編號 4(0.008A)，較無起泡與剝落狀態。由此可知電鍍鎳時的電流大小，接近至 0.006A 左右時，其電鍍效果較佳。

五、結論與生活應用

(一) 本系統之功能與優點:

1. 我們可以透過自製的全自動電鍍系統，有效的監控其電鍍時的情形，可以根據該鍍物之特性進行適當的溫度調控，並對電壓進行控制，且操作性十分簡易，讓整個電鍍的效果執行力發揮至最大化。
2. 整套電鍍流程中透過Arduino程式進行控制，加熱及電鍍時的溫度及電壓皆可控制在原設定值之範圍之內。

(二) 本系統之未來展望:

1. 可將該系統作為小型裝置，讓學生在上課時亦可透過其裝置，達到電鍍的實際操作，並有效的學習。
2. 本系統可做為行動的電鍍裝置，讓有需求者可以將藉由該裝置於任何時刻皆可進行電鍍的作業。

六、參考資料

- (一)、林西音(民 76)，金屬電鍍學，初版。五洲出版社。
- (二)、張勝濤(民 100)，電鍍實用技術。中國紡織出版社。
- (三)、張林森(民 105)，金屬表面處理。化學工業出版社。
- (四)、漫談電化學— 電化學原理應用。科技大觀園。2021 年 10 月 17 日取自:
<https://reurl.cc/xOAnXe>
- (五)、電鍍知識大公開-電鍍原理是什麼？種類有哪幾種？。部落客。2022 年 11 月 3 日取自:
<https://reurl.cc/EpeE11>

