

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(一)科

佳作

032802

嚴以「綠」己、未來「無線」！無線充電技術運用於未來綠能停車場之應用

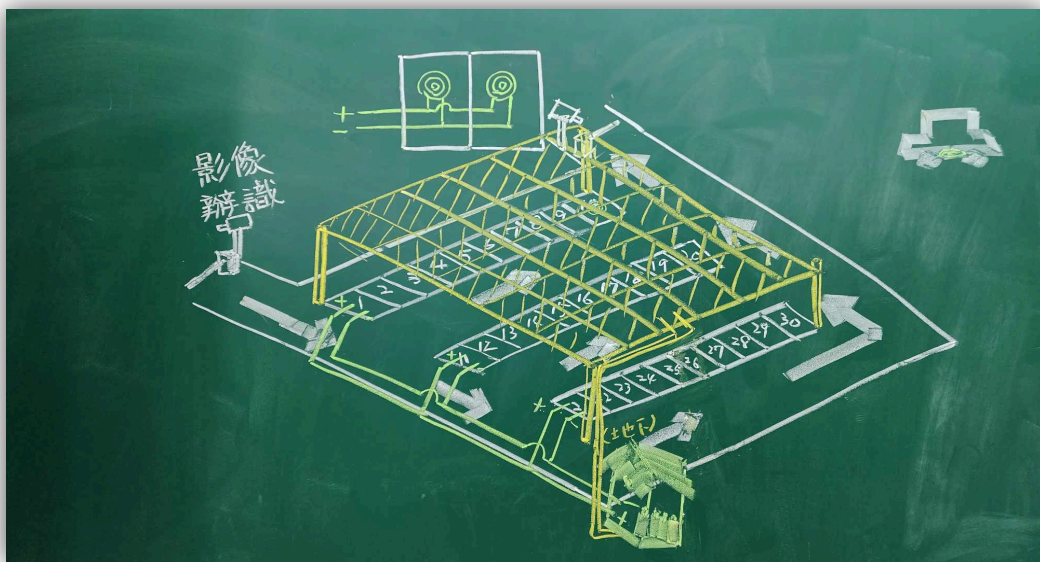
學校名稱：花蓮縣立國風國民中學

作者： 國二 王于睿 國一 李芄緣	指導老師： 李漢昌
---------------------------------	------------------

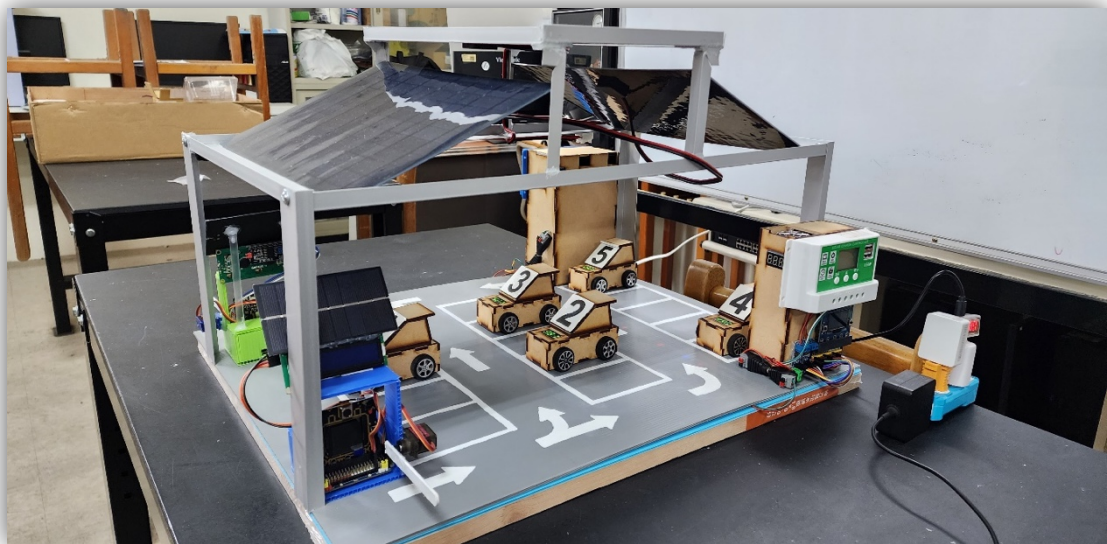
關鍵詞：無線充電、綠色能源、停車場

摘要

我們研究的是如何實現未來電動車需求的綠能充電停車場的可行性探究，旨在改變電動車充電方式並結合綠色能源。經實驗量測結果得知，無線充電裝置在感應電勢較強的情況下可直接透過調整線圈的感應距離獲取所需的電壓，因此未來可應用在不同電動車的充電，為不同電壓需求的電動車提供所需電能。另外，在穩定供應電力需求方面，我們藉由並聯多片太陽能電池板增加發電量，並搭配良好的儲能蓄電裝置可提昇太陽綠能的供電效益，可以更穩定的提供給多台電動車同時進行充電。實驗也發現，透過偵測模組感應線圈上的電流變化可同時感知停車格使用數量。因此，我們的研究作為將來結合綠色能源與電動車無線充電技術設計的未來綠能停車場有顯著地證明得以實現。



▲圖 1、初期設計構想草圖



▲圖 2、最後實現完成的作品

壹、研究動機

因應世界環境保護發展趨勢，並配合我國家「2050 淨零排放」政策目標，政府機關同時宣導響應綠色能源與低碳交通發展，電動車將會是未來低碳交通的主要運輸工具。如何有效滿足未來電動車充電需求，是我們想要解決的首要問題。因此，我們想要建構一個全自動化的無線充電停車場，改變現有電動車採用充電樁進行有線充電的方式，我們希望改以只需將汽車停放置停車格上就能直接進行無線充電的一種智能充電網絡來為電動車充電，提供未來全自動化快速且便利的無線充電服務。此外，由於戶外的停車場通常有較大的土地面積，因此若能在地面上架設大面積的太陽能板電池作為低碳的綠色能源發電，供應電動車所需要的電力，是我們想採用的方法，藉此也得以提昇國家發展綠電運用的生產比例。同時，太陽能板屋頂的優點還能兼具停車場汽車的遮陽，可防止電動車電池因長時間戶外曝曬的自然風險。故我們的動機是希望結合綠色能源與採用無線充電技術運用在電動車自動充電的創新思維上，並將此構想「實現」，這對未來達到全球淨零碳排的目標將會有很大的貢獻。

貳、研究目的

我們應用科學的目標是想要改善現有的停車場規劃，設計出新式自動化無線充電的綠能停車場，可同時提供給一般汽油車、油電車和電動車等可以共同使用的停車空間。因現行普遍的電動車停車格採用實體充電樁設計，充電樁佔空間，且充電模式是使用充電槍接入電動車的充電孔來進行有線充電。而為了因應不同的電動車供電，各家電動車廠皆推出不同電功率規格的充電樁，使車主只得尋找相同規格的充電樁才能進行電動車的充電。因此我們試想透過無線傳輸電力的方式，設計出只要將電動車停放在傳電裝置（埋設於停車格下方）的上方，就可以為電動車電池進行充電的裝置。我們想實際製作出模擬真實情境下一個採用綠色能源的無線充電停車場，為達成此設計目標，我們設定以下四項主要的研究目的來驗證它設計的可行性：

- 一、探究針對不同電壓需求下提供無線充電感應電壓調整的可行性。
- 二、探究提供多台電動車供電需求下感應電流與電功率的變化情形。
- 三、探究使用綠電太陽能供電穩定備載電力的方法。
- 四、探究未來全自動化綠能停車場在智能應用上的設計與製作。

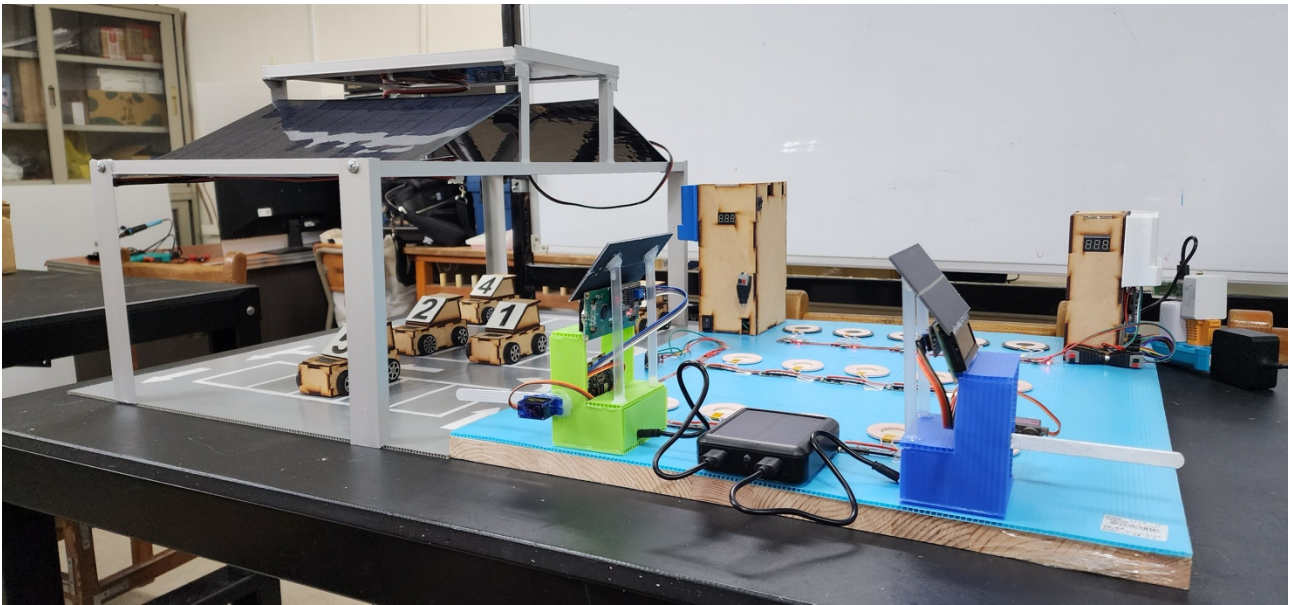
參、研究設備及器材

一、軟體:

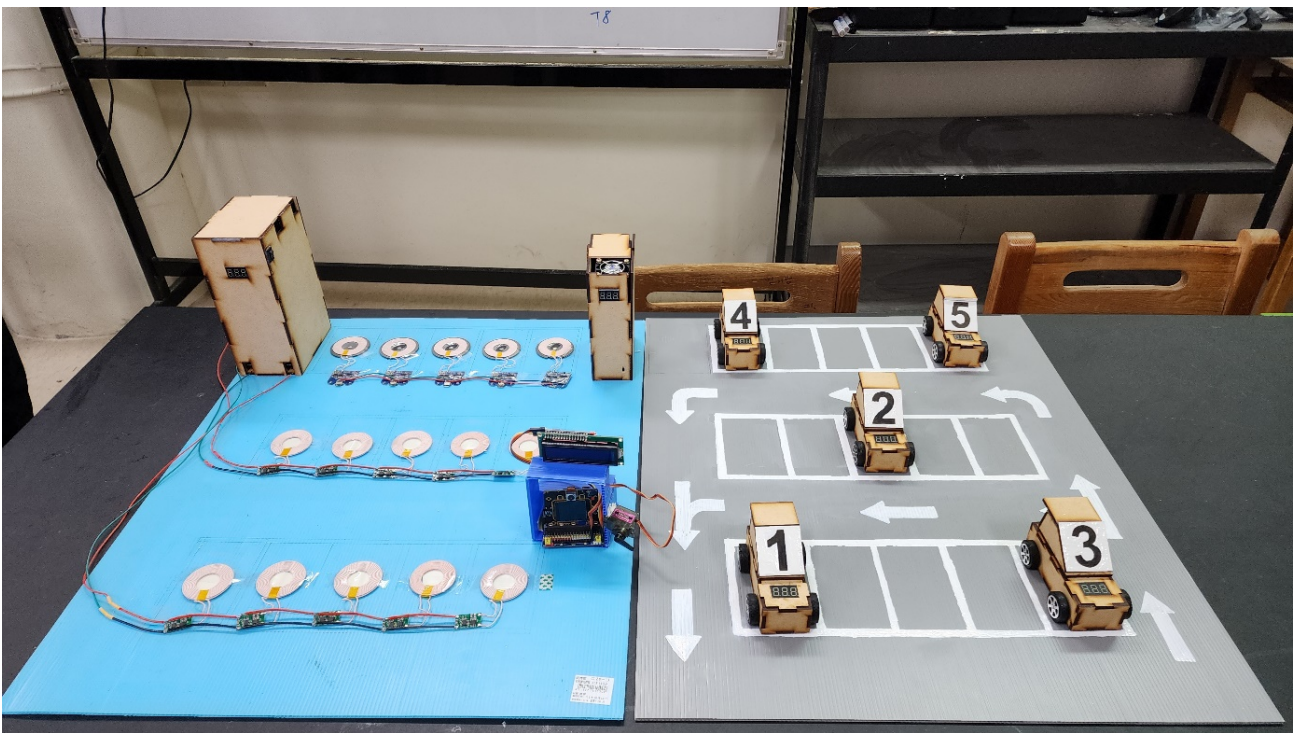
- (一) Google試算表：費率運算及停車資料紀錄
- (二) BlocklyDuino Editor程式開發環境：程式撰寫
- (三) Inkscape：雷射切割模型編輯
- (四) RDWorksV8：雷射切割模型製造
- (五) Teachable Machine：AI辨識系統module訓練

二、硬體:

- (一) 太陽能板 x3
- (二) 無線充電線圈模組 x15
- (三) 鉛酸蓄電池 x2
- (四) 車用電池 x5
- (五) 散熱風扇 x3
- (六) Pixel:bit開發板 x2
- (七) LCD面板模組 x2
- (八) 三用電錶 x2
- (九) 黑色與白色麥克筆 x4
- (十) 太陽能電池板x2
- (十一) 太陽能充電控制器x2
- (十二) 電烙鐵與焊錫 x1
- (十三) 鋁條 x16
- (十四) 行動充電器 x1
- (十五) 微機電步進馬達 x2
- (十六) 示波器 x1



▲圖 3、實驗裝置圖



▲圖 4、實驗裝置圖(底層無線充電電路規劃鋪設)

肆、研究過程及方法

一、實驗一：

測試 10W 充電系統與車輛距離長短和電壓、電流的關係：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置
2. 連接電池，使充電系統獲得可用於無線傳電的電力
3. 車輛停放於停車格上，感應裝置做動並開始充電
4. 使用三用電錶與示波器測量電壓及電流大小
5. 觀察並記錄不同距離的傳輸路徑與電壓、電流的大小關係

二、實驗二：

測試 5W 充電系統與車輛距離長短和電壓、電流的關係：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置
2. 連接電池，使充電系統獲得可用於無線傳電的電力
3. 車輛停放於停車格上，感應裝置做動並開始充電
4. 使用三用電錶與示波器測量電壓及電流大小
5. 觀察並記錄不同距離的傳輸路徑與電壓、電流的大小關係

三、實驗三：

比較 5W 與 10W 充電系統的電壓、電流、電功率的變化：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置
2. 連接電池，使充電系統獲得可用於無線傳電的電力
3. 車輛停放於停車格上，感應裝置做動並開始充電
4. 使用三用電錶與示波器測量電壓及電流大小
5. 觀察並記錄不同充電系統的電壓、電流、電功率的變化

四、實驗四：

(一) 測試 10W 充電系統供應電流、充飽電後供應電流與車輛數量的關係：

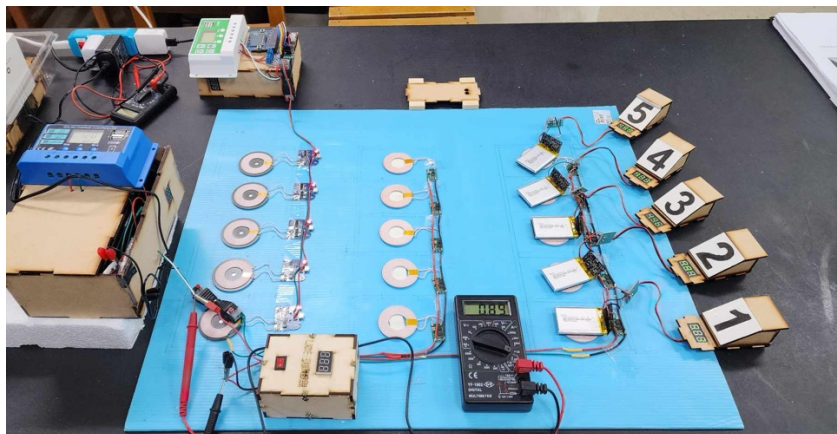
實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電流大小
4. 記錄當下車輛數量與電流大小
5. 重複步驟 2~4，直到車輛停滿車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係
7. 等待直到各台車皆充飽電
8. 車輛依序停放停車格並記錄電流值
9. 觀察並記錄不同車輛數量與充飽電後供應電流大小的關係

(二) 測試各車在 10W 充電系統充電時的感應電壓、電流，充飽電的電路耗損電流：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電壓大小並記錄
4. 記錄車輛開始充電瞬間的電流大小
5. 待電池充飽，記錄充電系統電流大小
6. 重複步驟 2~5，直到所有車輛皆測試完畢
7. 觀察並記錄不同車充電時的感應電壓、電流、充飽電的電路耗損電流



▲圖 5、10W 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

五、實驗五：

(一) 測試 5W 充電系統供應電流、充飽電後供應電流與車輛數量的關係：

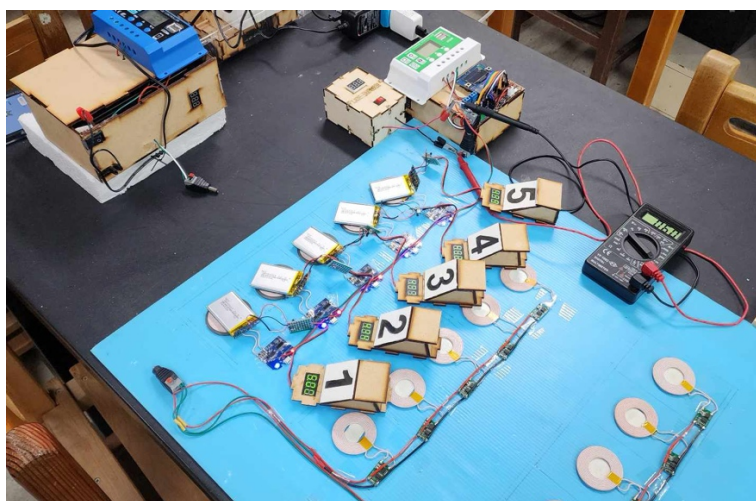
實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電流大小
4. 記錄當下車輛數量與電流大小
5. 重複步驟 2~4，直到車輛停滿車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係
7. 等待直到各台車皆充飽電
8. 車輛依序停放停車格並記錄電流值
9. 觀察並記錄不同車輛數量與充飽電後供應電流大小的關係

(二) 測試各車在 5W 充電系統充電時的感應電壓、電流，充飽電的電路耗損電流：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電壓大小並記錄
4. 記錄車輛開始充電瞬間的電流大小
5. 待電池充飽，記錄充電系統電流大小
6. 重複步驟 2~5，直到所有車輛皆測試完畢
7. 觀察並記錄不同車充電時的感應電壓、電流、充飽電的電路耗損電流



▲圖 6、5W 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

六、實驗六：

比較 5W 與 10W 充電系統充電中電流、充飽電後電流與車輛數量的變化：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電流大小
4. 記錄當下車輛數量與電流大小
5. 重複步驟 2~4，直到車輛停滿車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係
7. 等待直到各台車皆充飽電
8. 車輛依序停放停車格並記錄電流值
9. 觀察並記錄不同充電系統的車輛數量與充飽電後電流、電流大小的關係

七、實驗七：

測試單一太陽能板發電功率和總發電功率：

實驗操作步驟：

1. 測試太陽能板發電電壓與電流，並根據公式計算太陽能板電功率
2. 替換太陽能板
3. 重複步驟 1~3，量測並計算各個太陽能板的電功率
4. 將各個太陽能板發電功率加總並記錄



▲圖 7、測試單一太陽能板發電功率實驗



▲圖 8、測試單一太陽能板發電功率實驗

八、實驗八：

計算太陽能供電於 GS 鉛酸電池、SOMA 鉛酸電池備載電力與滿載充電測試的實驗

(一) GS 鉛酸電池 (12V 7Ah) 備載電力與滿載充電測試

1. 計算電池電量
2. 並聯並計算 1 號與 2 號太陽能電池板電功率
3. 計算太陽能板對 GS 鉛酸電池充電需時
4. 1~5 號車滿載充電電流為 2.24A (參考實驗四)，計算所需電量
5. 計算 GS 鉛酸電池可持續滿載充電的總時間

(二) SOMA 鉛酸電池 (12V 1.2Ah) 備載電力與滿載充電測試

1. 計算電池電量
2. 計算 3 號太陽能電池板電功率
3. 計算太陽能板對 SOMA 鉛酸電池充電需時
4. 1~5 號車滿載充電電流為 2.11A (參考實驗五)，計算所需電量
5. 計算 SOMA 鉛酸電池可持續滿載充電的總時間



▲圖 9、計算太陽能供電於電池備載電力與滿載充電測試實驗

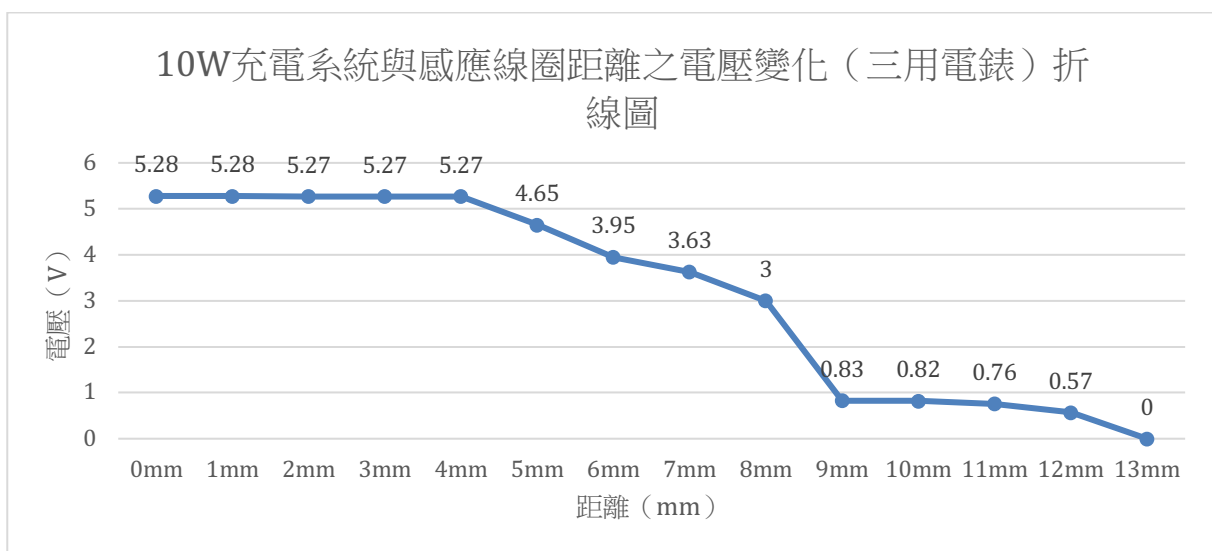
伍、研究結果

一、實驗一：

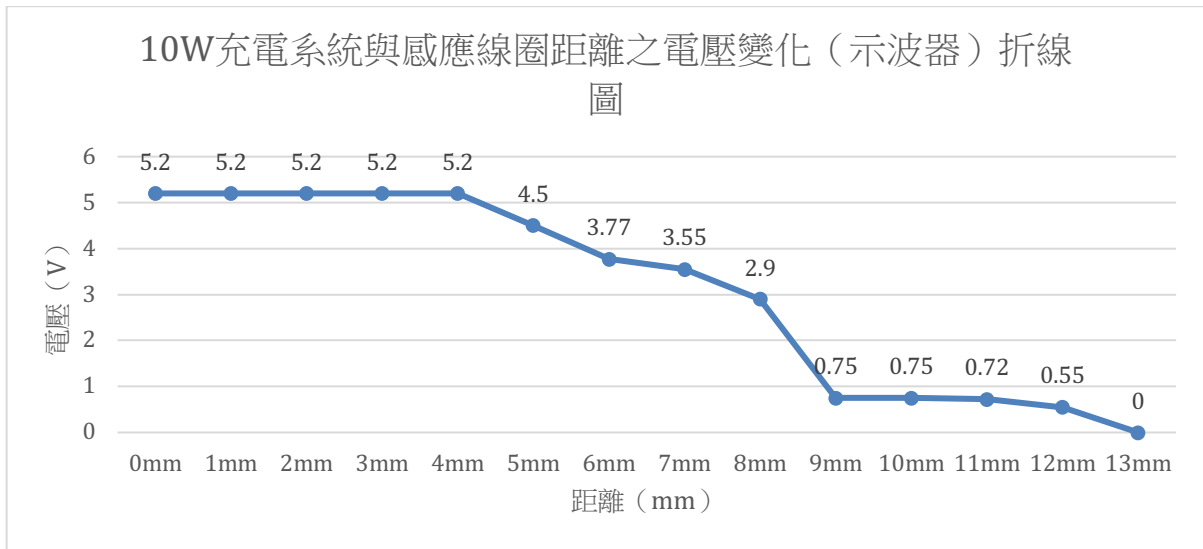
10W 充電系統（負載 $5k\Omega$ ）與車輛距離長短和電壓、電流的關係：

下表格為無線傳電裝置通電後，在不同距離下的各項數值變化：

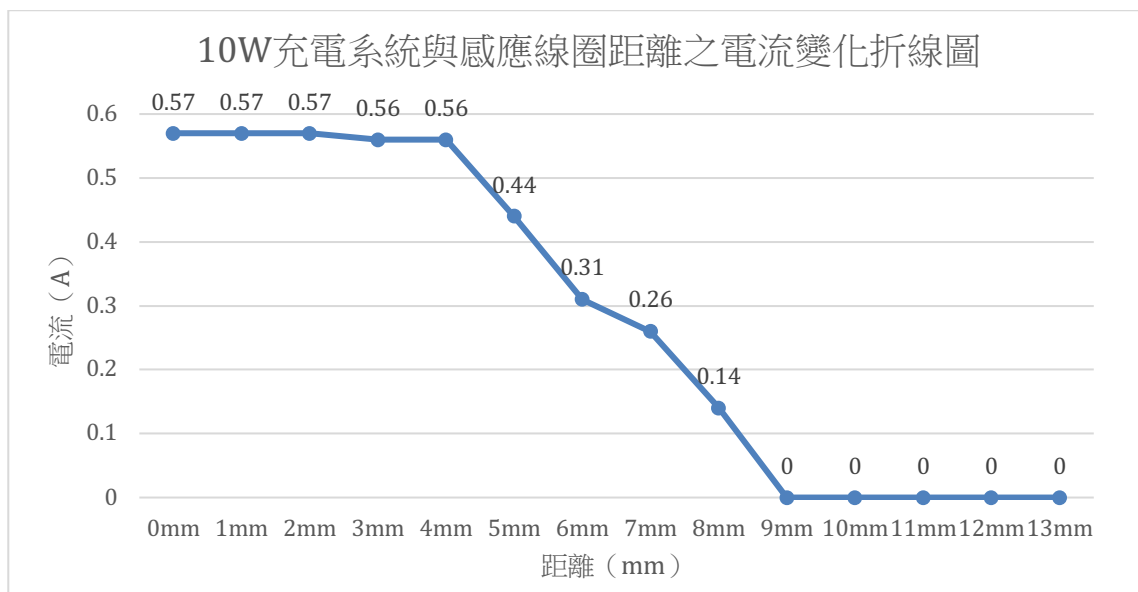
距離 (mm)	電壓 (V) (三用電錶量測)	電壓 (V) (示波器量測)	電流 (A)	電功率 (W)
0	5.28	5.2	0.57	3.0096
1	5.28	5.2	0.57	3.0096
2	5.27	5.2	0.57	3.0039
3	5.27	5.2	0.56	2.9512
4	5.27	5.2	0.56	2.9512
5	4.65	4.5	0.44	2.046
6	3.95	3.77	0.31	1.2245
7	3.63	3.55	0.26	0.9438
8	3	2.9	0.14	0.42
9	0.83	0.75	0	0
10	0.82	0.75	0	0
11	0.76	0.72	0	0
12	0.57	0.55	0	0
13	0	0	0	0



▲圖 10、10W 充電系統與感應線圈距離之電壓變化 (三用電錶) 折線圖



▲圖 11、10W 充電系統與感應線圈距離之電壓變化 (示波器) 折線圖



▲圖 12、10W 充電系統與感應線圈距離之電流變化折線圖

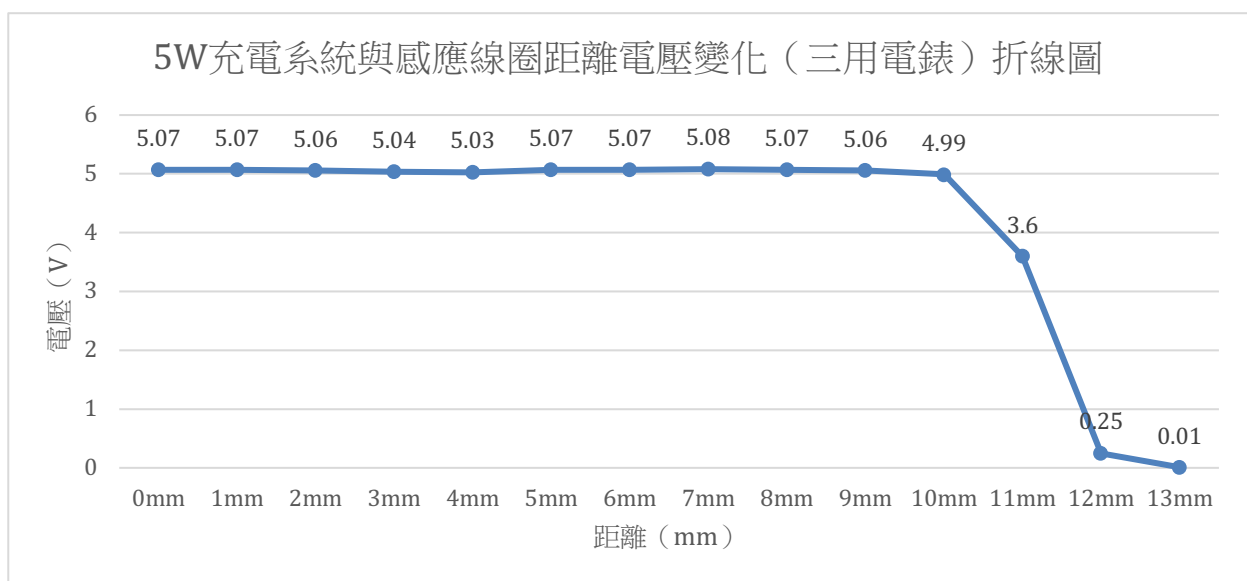
10W 充電系統與車輛距離為 0~4mm 之間時，電壓及電流隨著車輛與充電系統之間的距離增加的變化不明顯；在 10W 充電系統與車輛距離為 4~7mm 之間時，電壓以及電流會隨著距離增加而穩定降低，可見距離的確會影響充電效率；當 10W 充電系統與車輛為 7~13mm 之間時，因為距離較遠，接收效率較差，故每電壓及電流下降值較大，而當充電系統與車輛距離太遠，導致接收端感應不到傳送端交替磁場的變化，而無法偵測並充電，故電流降為 0。

二、實驗二：

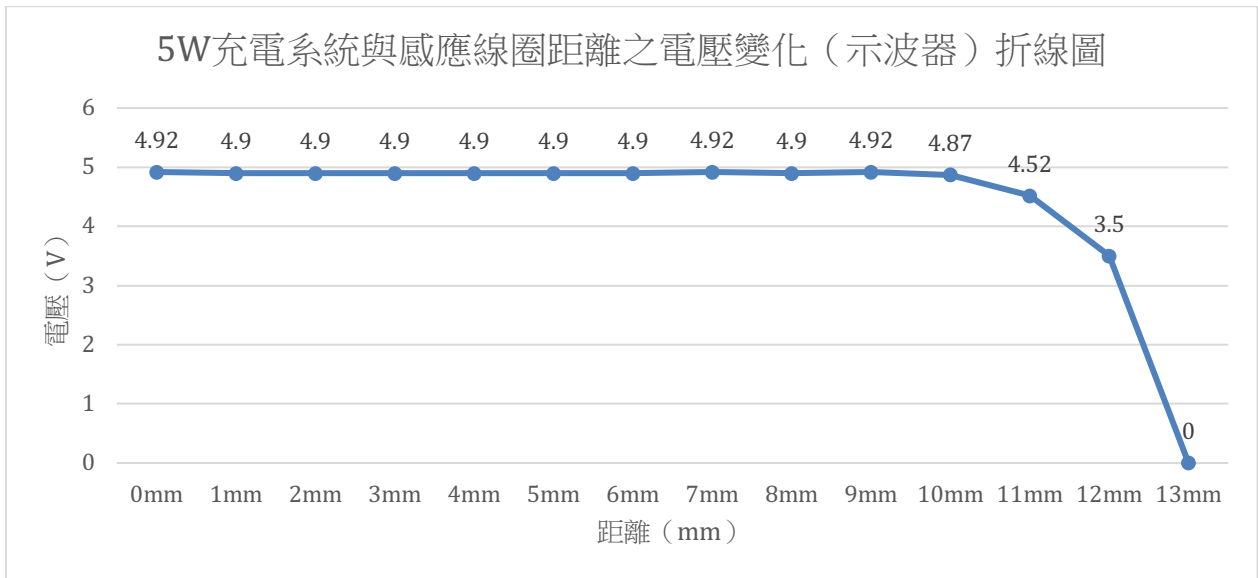
5W 充電系統（負載 $5k\Omega$ ）與車輛距離長短和電壓和電流的關係：

下表格為無線傳電裝置通電後，在不同距離下的各種數據變化：

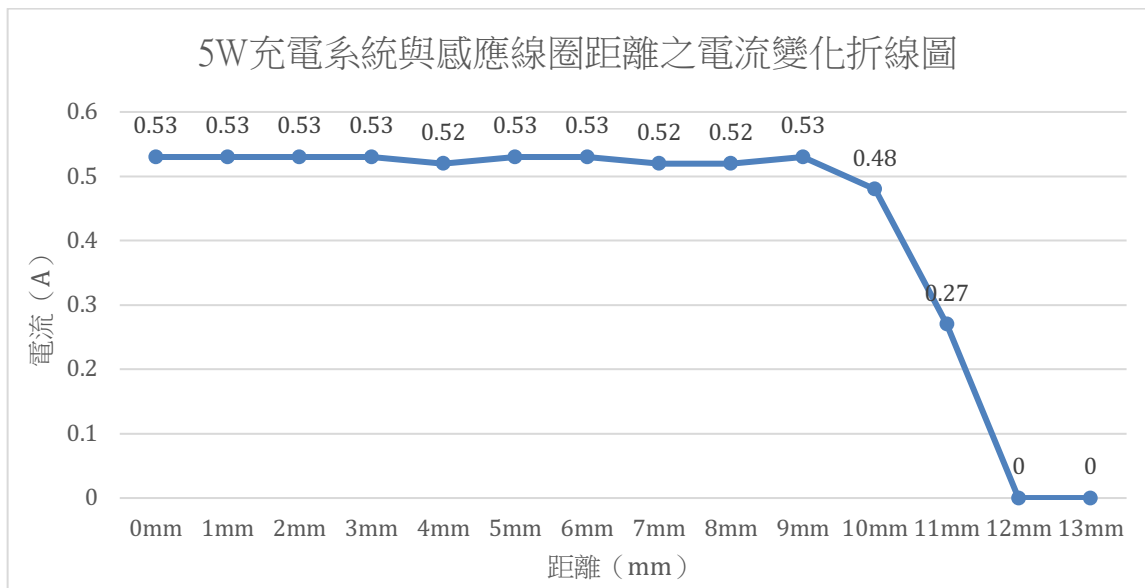
距離 (mm)	電壓 (V) (三用電錶量測)	電壓 (V) (示波器量測)	電流 (A)	電功率 (W)
0	5.07	4.92	0.53	2.6871
1	5.07	4.9	0.53	2.6871
2	5.06	4.9	0.53	2.6818
3	5.04	4.9	0.53	2.6712
4	5.03	4.9	0.52	2.6156
5	5.07	4.9	0.53	2.6871
6	5.07	4.9	0.53	2.6871
7	5.08	4.92	0.52	2.6416
8	5.07	4.9	0.52	2.6364
9	5.06	4.92	0.53	2.6818
10	4.99	4.87	0.48	2.3952
11	3.6	4.52	0.27	0.972
12	0.25	3.5	0	0
13	0.01	0	0	0



▲圖 13、5W 充電系統與感應線圈距離之電壓變化 (三用電錶) 折線圖



▲圖 14、5W 充電系統與感應線圈距離之電壓變化 (示波器) 折線圖



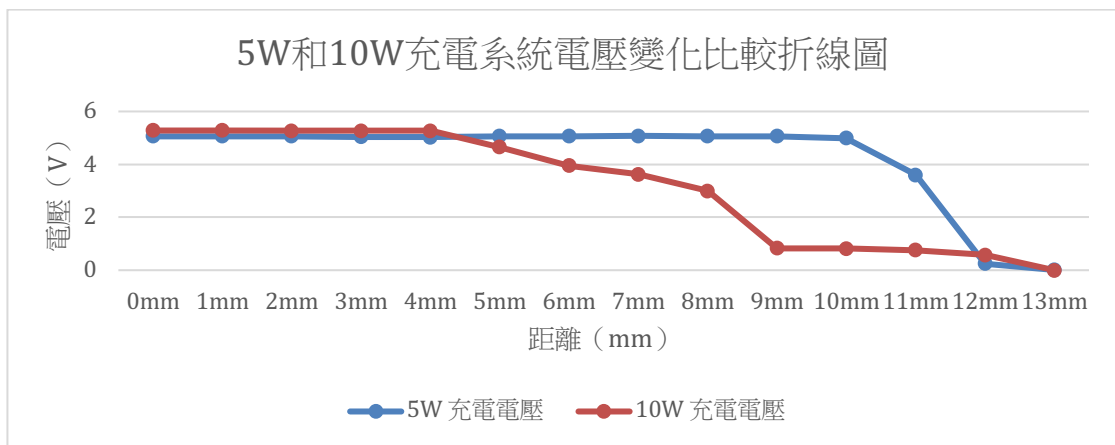
▲圖 15、5W 充電系統與感應線圈距離之電流變化折線圖

在 5W 充電系統與車輛距離為 0~10mm 之間時，電壓以及電流隨著距離增加，並沒有明顯變化，可見距離對 5W 充電系統的充電效率並沒有顯著影響；當 5W 充電系統與車輛為 11~13mm 之間時，充電系統與車輛距離太遠，導致接收端只能微弱的感應傳送端交替磁場的變化，而偵測充電的效率低，故電流甚至會降為 0。

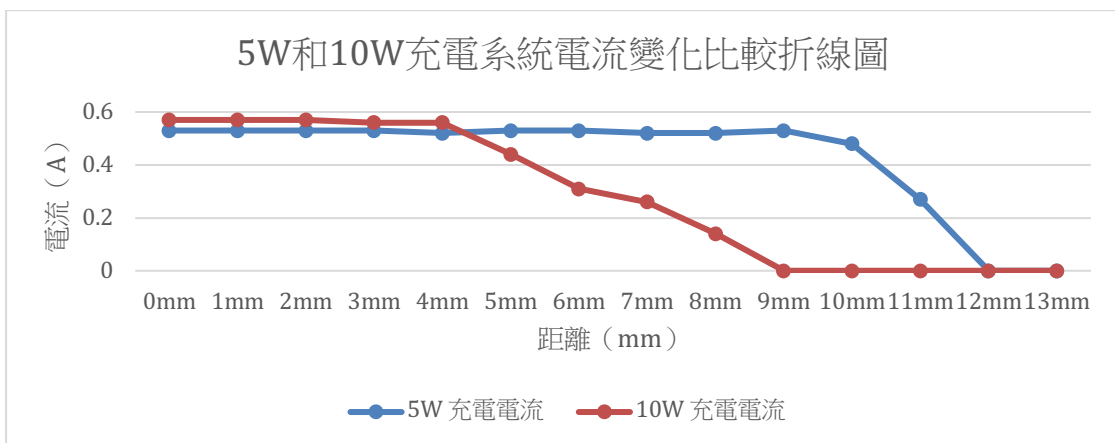
三、實驗三：

比較 5W 與 10W 充電系統的電壓和電流及電功率的變化：

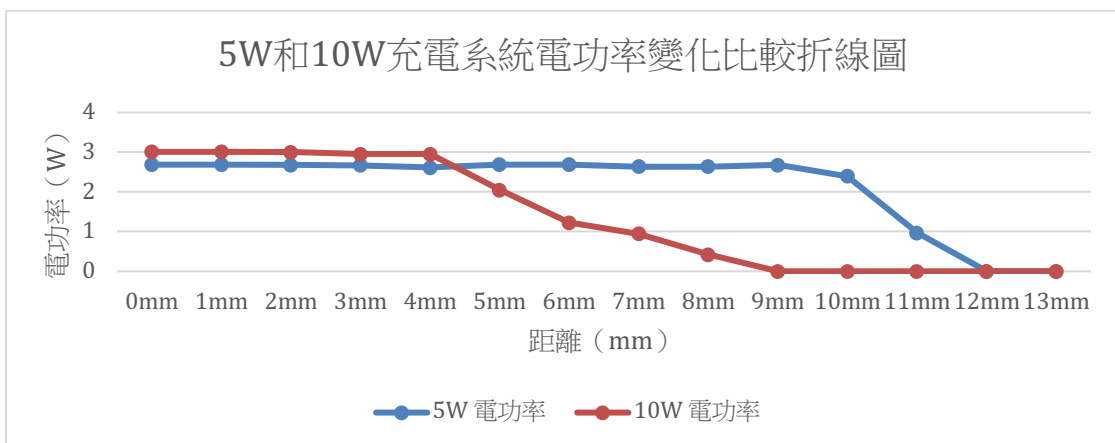
下圖為 5W 與 10W 無線傳電裝置在不同距離下電壓和電流及電功率的變化：



▲圖 16、5W 與 10W 充電系統電壓變化比較折線圖



▲圖 17、5W 與 10W 充電系統電流變化比較折線圖



▲圖 18、5W 與 10W 充電系統電功率變化比較折線圖

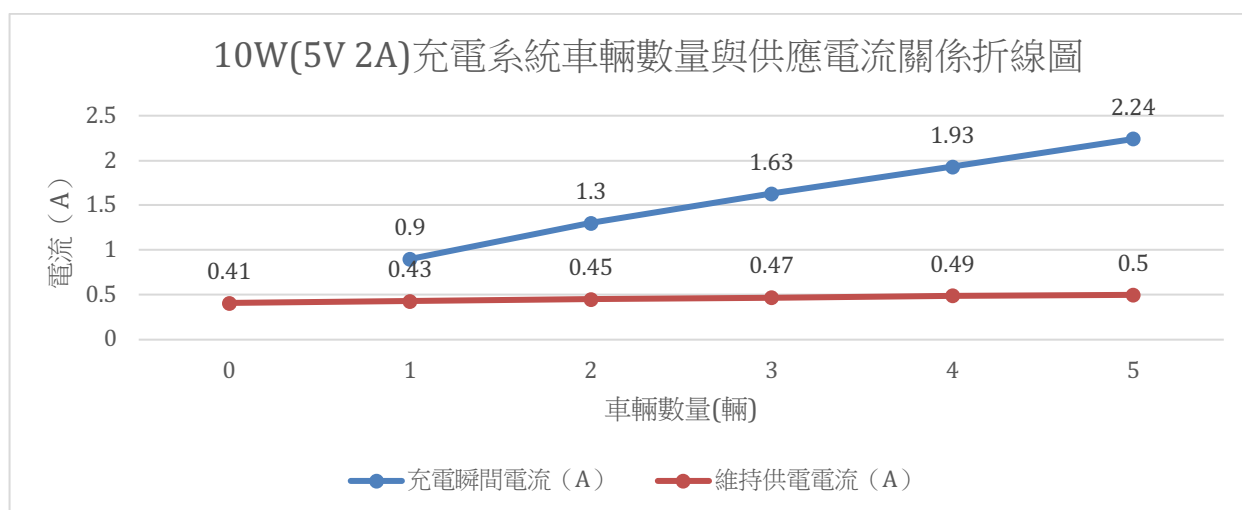
觀察圖表可發現，10W 無線傳電裝置與 5W 無線傳電裝置在與車輛接收端距離 4mm 以內時，供應電壓與電流無明顯變化，但是 10W 無線傳電裝置所提供的電壓與電流皆大於 5W 無線傳電裝置。而在 4mm 以後，隨著接收端距離增加，10W 電壓與電流率先以穩定的幅度下降，而 5W 的電壓與電流則維持大約相同。5W 裝置在 10mm 時才開始有明顯的電壓與電流變化。10W 裝置於 9mm 時電流因距離過遠而歸零；5W 裝置於 12mm 時電流因距離過遠而歸零。

四、實驗四：

(一) 測試 10W 充電系統供應電流、充飽電後供應電流與車輛數量的關係：

下表為 10W 無線傳電裝置在不同車輛數量下的電流變化：

車輛數量 (輛)	充電中電流 (A)	充飽電後電流 (A)
0	無	0.41
1	0.9	0.43
2	1.3	0.45
3	1.63	0.47
4	1.93	0.49
5	2.24	0.5



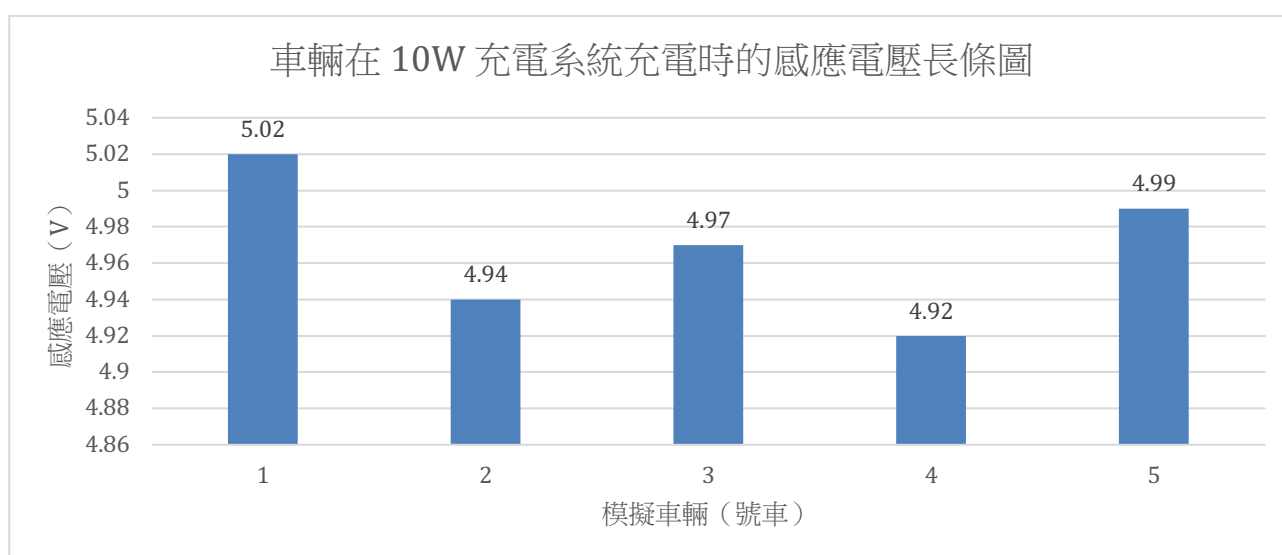
▲圖 19、10W 充電系統車輛數量與供應電流關係折線圖

由圖可知，隨著停車場中 10W 充電裝置的車輛增加，其充電系統供應電流也會跟著穩定增加；而充飽電後電流仍會有增加但是不明顯。

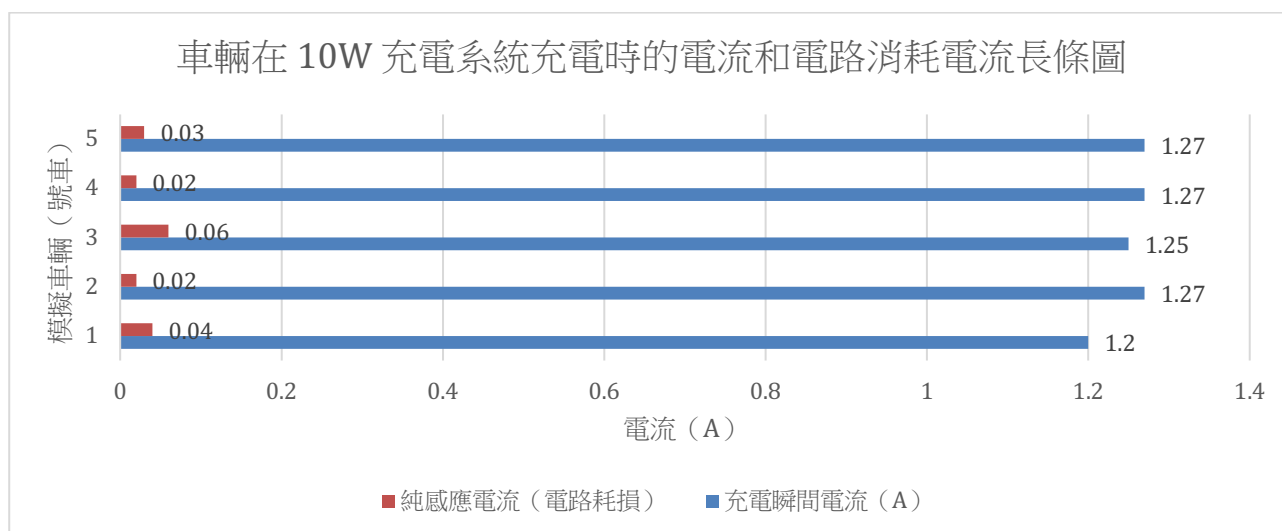
(二) 測試各車在 10W 充電系統充電之感應電壓、電流，充飽電的電路耗損電流：

下表為不同車輛在 10W 充電系統下的各項數值變化：

車輛感應電壓 (號車)	電壓 (V)	充電瞬間電流 (A)	純感應電流 (電路耗損) (A)
1	5.02	1.2	0.04
2	4.94	1.27	0.02
3	4.97	1.25	0.06
4	4.92	1.27	0.02
5	4.99	1.27	0.03



▲圖 20、車輛在 10W 充電系統充電時的感應電壓長條圖



▲圖 21、車輛在 10W 充電系統充電時的電流和電路消耗電流長條圖

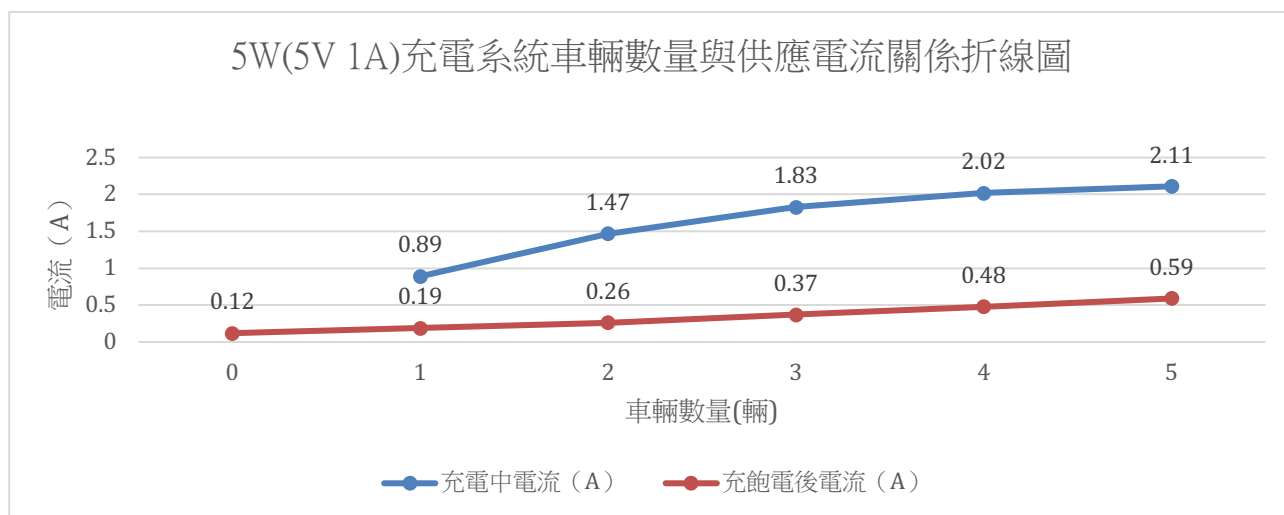
車輛的電池在 10W 充電系統獲得的充電電壓與充電電流都大約是 5V 與 1.2A；當車輛本身的電池充飽後，因為車輛仍持續停放在車格上，其感應線圈仍會感應到充電系統的交替磁場變化，但電池已無法充電，所以電流只會耗損在電路上，故車輛會持續感應且電流只有微小消耗。

五、實驗五：

(一) 測試 5W 充電系統供應電流、充飽電後供應電流與車輛數量的關係：

下表為 5W 無線傳電裝置通電後，不同車輛數量的電流變化：

車輛數量 (輛)	充電中電流 (A)	充飽電後電流 (A)
0	無	0.12
1	0.89	0.19
2	1.47	0.26
3	1.83	0.37
4	2.02	0.48
5	2.11	0.59



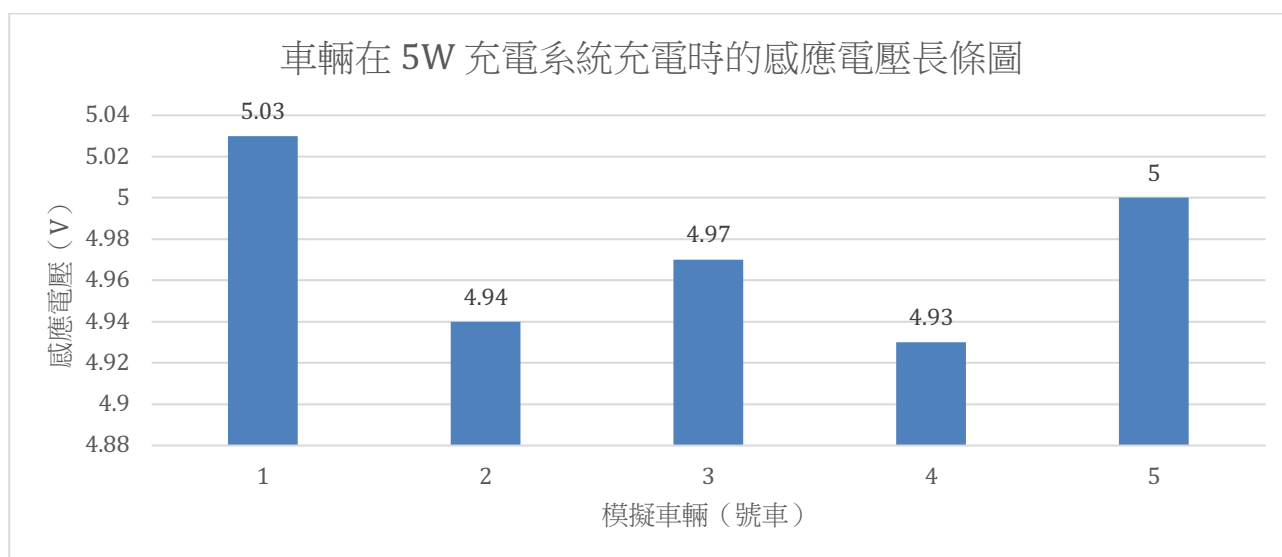
▲圖 22、5W 電系統車輛數量與供應電流關係折線圖

由圖可知，隨著停車場中 5W 充電裝置的車輛增加，其充電系統供應電流也會跟著穩定增加；而充飽電後電流仍會有增加，且較 10W 充電系統的電流增加量明顯。

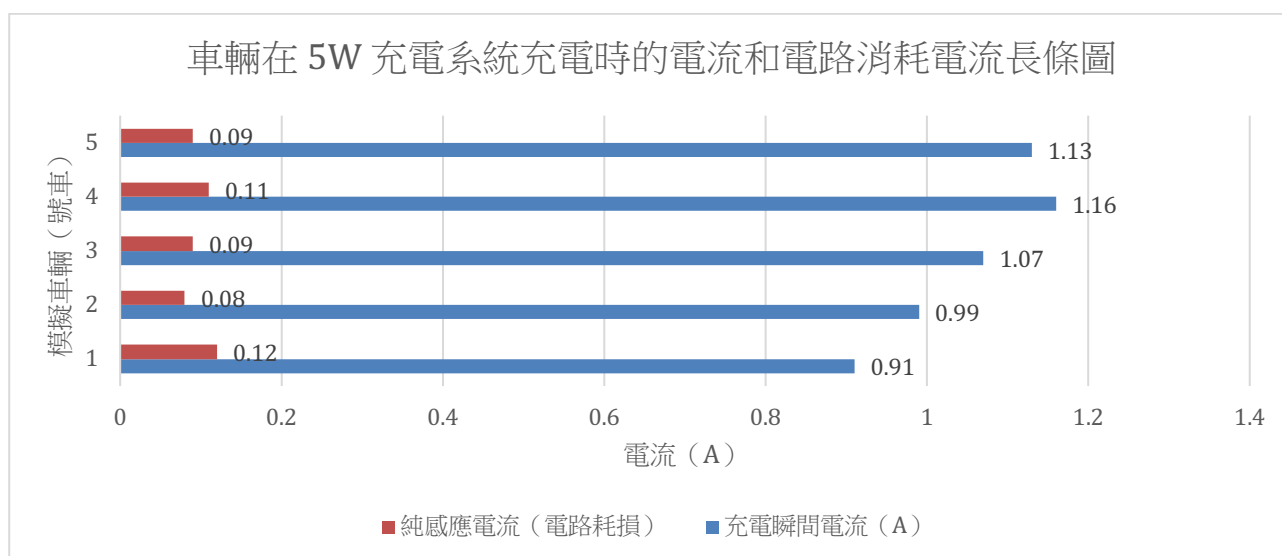
(二) 測試各車在 5W 充電系統充電時的感應電壓、電流，充飽電的電路耗損電流：

下表為不同車輛在 5W 充電系統下的各項數值變化：

車輛感應電壓 (號車)	電壓 (V)	充電瞬間電流 (A)	純感應電流 (電路耗損) (A)
1	5.03	0.91	0.12
2	4.94	0.99	0.08
3	4.97	1.07	0.09
4	4.93	1.16	0.11
5	5	1.13	0.09



▲圖 23、5W 車輛在 5W 充電系統充電時的感應電壓長條圖



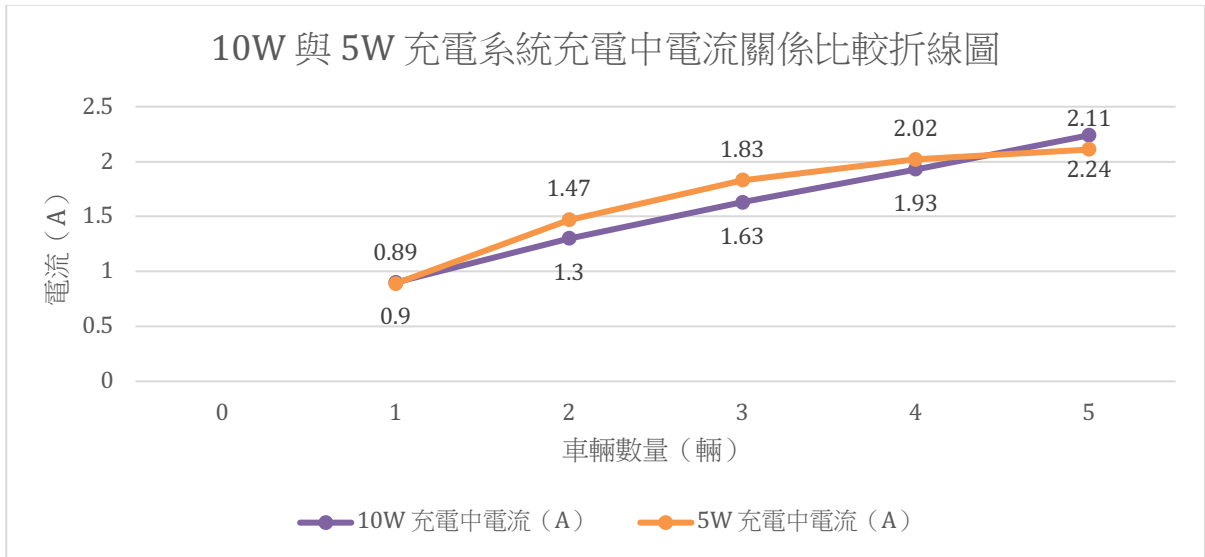
▲圖 24、車輛在 5W 充電系統充電時的電流和電路消耗電流長條圖

車輛的電池在 5W 充電系統獲得的充電電壓與充電電流都大約是 5V 與 1A；當車輛本身的電池充飽後，因為車輛仍持續停放在車格上，其感應線圈仍會感應到充電系統的交替磁場變化，但電池已無法充電，所以電流只會耗損在電路上，故車輛會持續感應且電流只有微小消耗。

六、實驗六：

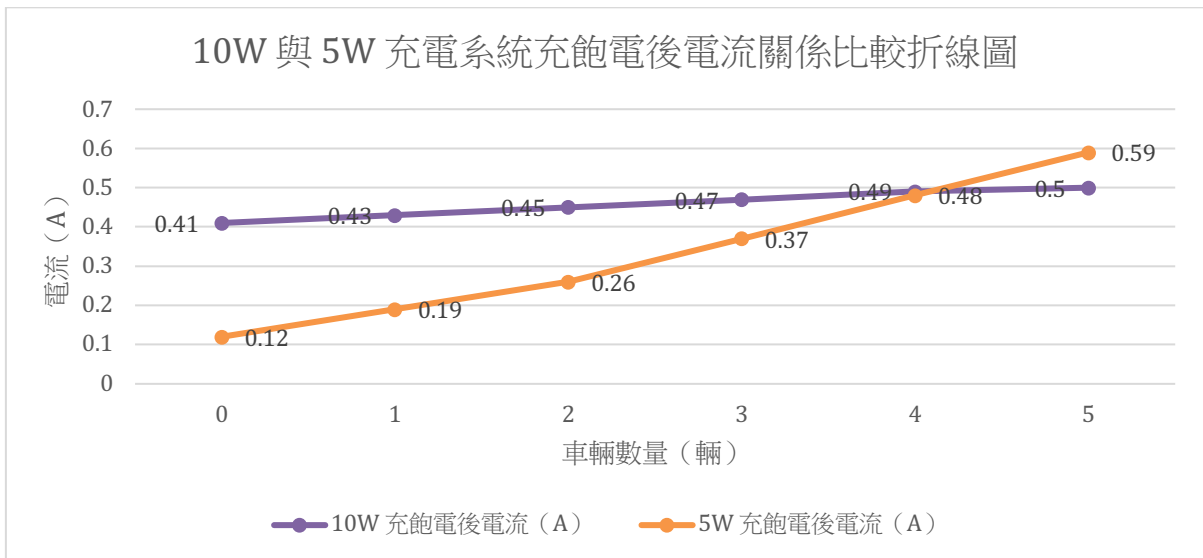
比較 5W 與 10W 充電系統充電中電流、充飽電後電流與車輛數量的變化：

下圖為 5W 與 10W 充電系統在不同車輛數量下的電流變化：



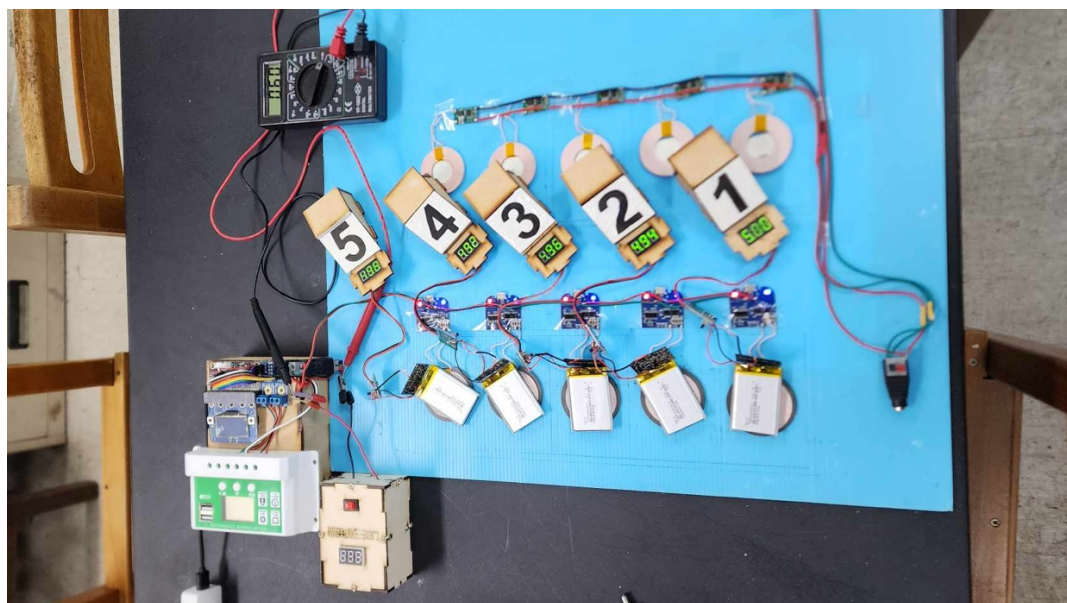
▲圖 25、10W 與 5W 充電系統充電中電流關係比較折線圖

下圖為 5W 與 10W 充電系統在不同車輛數量下充飽電後電流的變化：



▲圖 26、10W 與 5W 充電系統充飽電後電流關係比較折線圖

由圖可知，5W 充電系統與 10W 充電系統的供應電流都會隨著車輛數量的增加而穩定上升，數值差異不明顯。但是車輛充飽電後的電流供應，5W 充電系統的增加量大於 10W 充電系統。雖兩者都是穩定增加，但是在 5W 充電系統，車輛所耗損的電流較大。



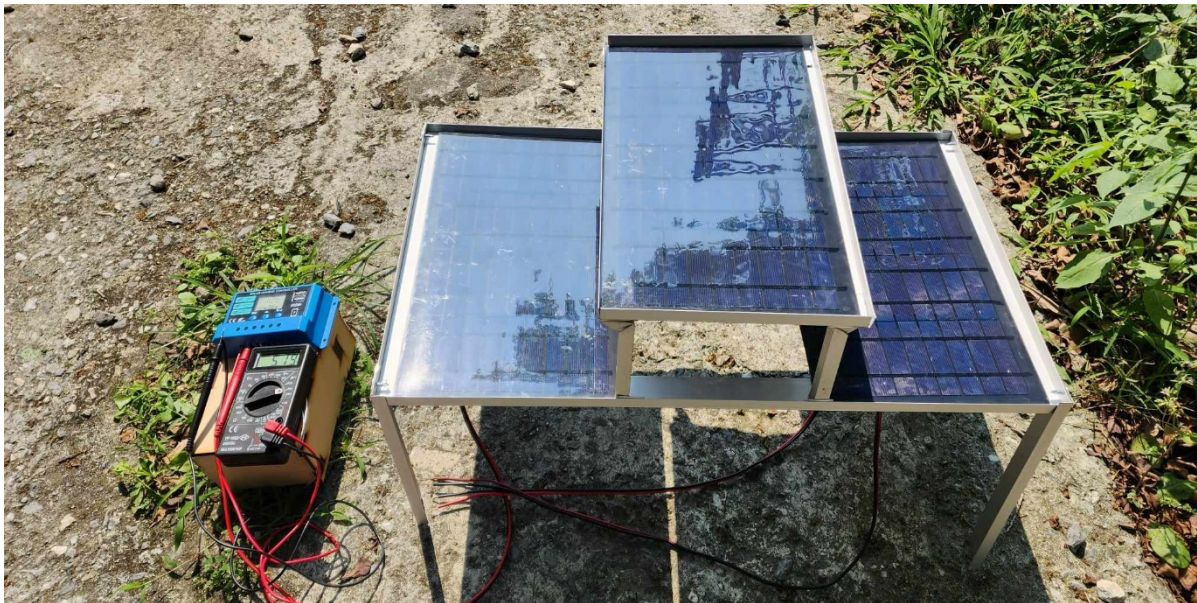
▲圖 27、5W 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

七、實驗七：

測試單一太陽能板發電功率和總發電功率：

下表為各太陽能板之電功率與總電功率：

太陽能板	電壓(V)	電流(A)	電功率(W)
1號太陽能板	12.7	5.1	64.77
2號太陽能板	12.5	5	62.5
1、2號太陽能板並聯	12.5	10.1	126.25
3號太陽能板	12.9	5.2	67.08



▲圖 28、測試單一太陽能板發電功率和總發電功率實驗

八、實驗八：

計算太陽能供電於 GS 鉛酸電池、SOMA 鉛酸電池備載電力與滿載充電測試的實驗

(一) GS 鉛酸電池 (12V 7Ah) 備載電力與滿載充電測試

下表為 GS 鉛酸電池 (12V 7Ah) 各項數據：

電池種類	GS 鉛酸電池
電池容量	84Wh
連接之太陽能板	1號與2號太陽能板
連接之太陽能板發電功率	60W * 2 (12V 5A)
充飽電池所需時間	0.7h (42min)
可滿載充車輛時間	7.5h (450min)

量測與計算過程：

GS 鉛酸電池電量： $12V \times 7Ah = 84Wh$

1 號與 2 號太陽能電池板並聯電功率： $(12.7V \times 5.1A) + (12.5V \times 5.0A) = 127.27W$

太陽能板對 GS 鉛酸電池充電需時： $84Wh \div 127.27W = 0.66h$ 約 40 分鐘充飽

1 號到 5 號車滿載充電電流為 2.24A，所需電量： $2.24A \times 5V = 11.2W$

GS 鉛酸電池可充電的時間： $84Wh \div 11.2W = 7.5h$ 約可供電 7 個半小時

(二) SOMA 鉛酸電池 (12V 1.2Ah) 備載電力與滿載充電測試

下表為 SOMA 鉛酸電池 (12V 1.2Ah) 各項數據：

電池種類	SOMA 鉛酸電池
電池容量	14.4Wh (12V 1.2Ah)
連接之太陽能板	3號太陽能板
連接之太陽能板發電功率	60W (12V 5A)
充飽電池所需時間	0.24h (14min 24s)
可滿載充車輛時間	1.36h (81min 36s)

量測與計算過程：

SOMA 鉛酸電池電量： $12V \times 1.2Ah = 14.4Wh$

3 號太陽能電池板電功率： $12.9V \times 5.2A = 67.08W$

太陽能板對 SOMA 鉛酸電池充電需時： $14.4Wh \div 67.08W = 0.22h$ 約 14 分鐘充飽

1 號到 5 號車滿載充電電流為 2.11A，所需電量： $2.11A \times 5V = 10.55W$

SOMA 鉛酸電池可滿載充電的時間： $14.4Wh \div 10.55W = 1.36h$ 約可供電 1 個半小時



▲圖 29、計算太陽能供電於電池備載電力與滿載充電測試的實驗

陸、討論

一、討論一：

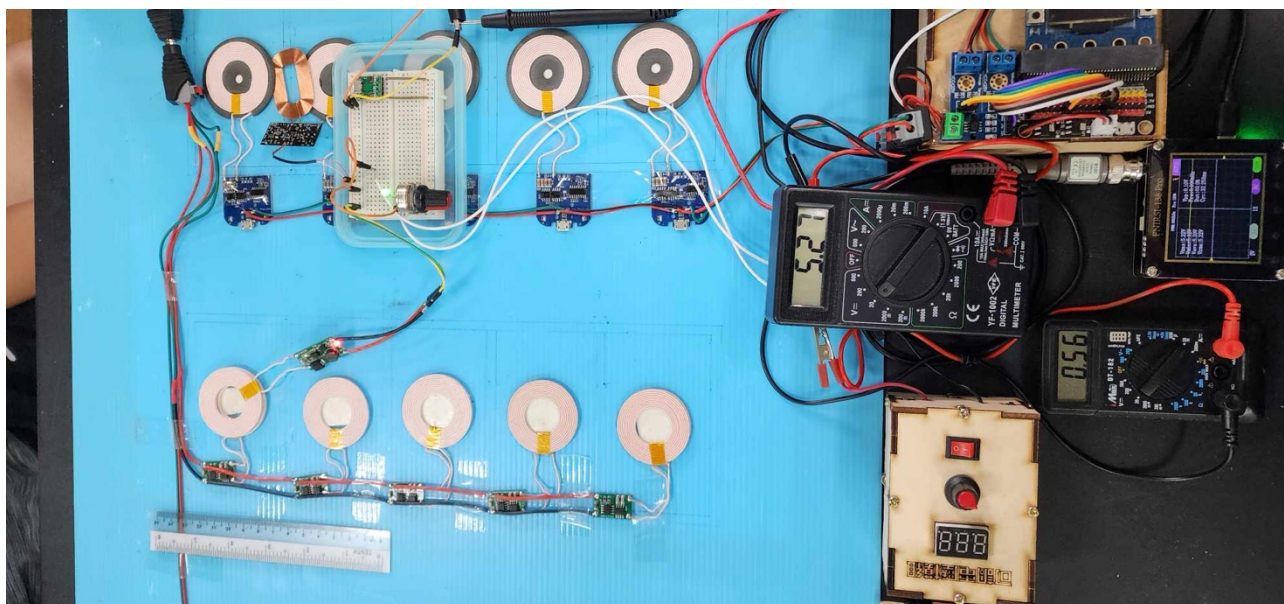
從實驗一～三中我們發現：

當車輛與 10W 傳電裝置的距離在 0~4mm 之間時，電壓及電流穩定；當車輛與 5W 傳電裝置的距離在 0~9mm 之間時，電壓及電流穩定；可知車輛在兩種充電系統充電時的最佳感應範圍為 0~4mm，這個距離的電壓及電流是可有效感應電勢的區域。當我們的車輛與傳電裝置的距離在這區間內的時候，不只可以減少熱傳導，還可以保證充電效率維持在高水準。

二、討論二：

從實驗一～三中我們發現：

當車輛與 10W 傳電裝置的距離在 4~7mm 之間時，推測是因磁力線分佈較為平均，電壓以及電流會隨著距離增加而穩定降低，顯示 10W 充電系統的感應電壓及感應電流可調性；而不同廠牌的電動車，會因為各自設計的不同，導致所需要的充電電壓及電流也不相同。因此我們思考此一特性，可以讓每個停車格的傳電裝置做成獨立升降平台，藉由適度調整傳電裝置高低，適配市面上各種廠牌的電動車。

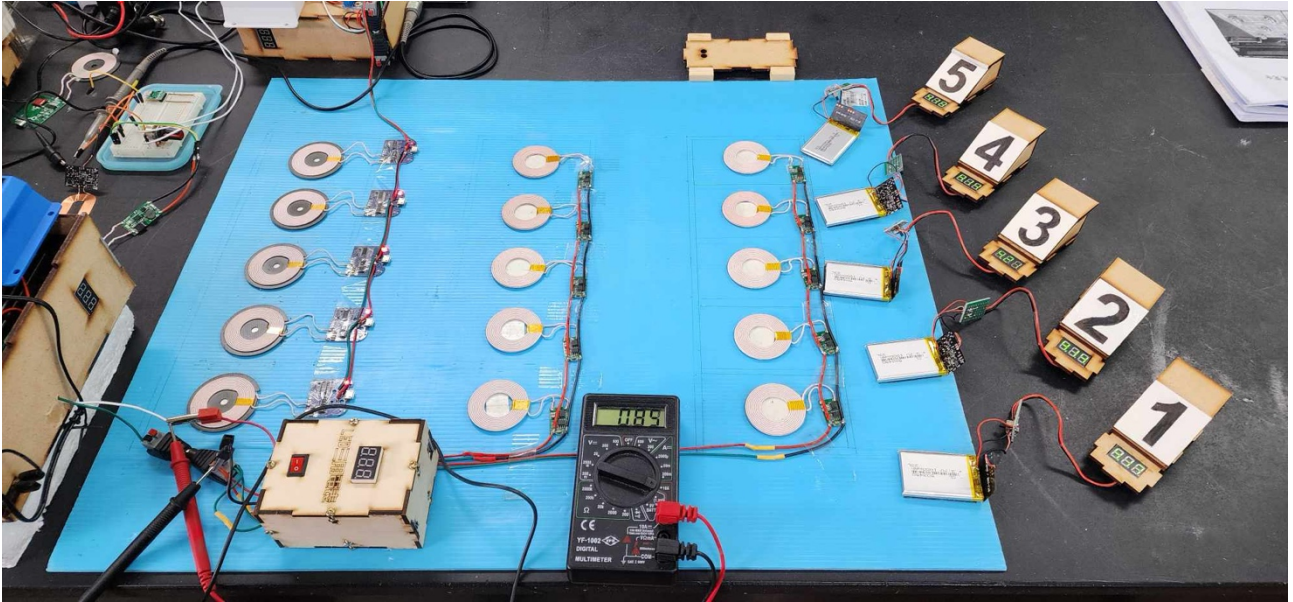


▲圖 30、5W 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

三、討論三：

從實驗一～三中我們發現：

當車輛與 5W 傳電裝置的距離在 10mm 以後時，推測是因磁力線分佈較為不平均，電壓以及電流會隨著距離增加而快速降低，在 12mm 以後感應電流甚至降為 0。所以車輛要避免距離傳電裝置過遠導致無法充電。



▲圖 31、10W 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

四、討論四：

從實驗四～五中我們發現：

10W 以及 5W 充電系統的總電流，會隨者車輛充電而增加。觀察其每次增加的量可以發現，雖然總電流確實會穩定上升，但是增加的量並不是每一次都完全相等，數值會有細微的不同。此現象應與每輛車本身之電池與設備有關，因為每輛車本就不會完全一致，其線路與電池等等一定有細小差異，導致充電時有此一現象。

五、討論五：

從實驗四～五中我們發現：

每一台車在同一種充電線圈下仍會有不同的感應電壓、電流、以及線路消耗，此一發現證實了討論四的猜測：「總電流穩定上升，但是增加的量並不是每一次都完全相等」的原因，是因為不同車輛本身的規格就有所不同，導致此現象。

六、討論六：

從實驗六中我們發現：

10W 以及 5W 的總電流皆會隨者充電車輛數量的增加而上升，且上升幅度穩定。思考此一特性，我們可以透過監測充電系統的電流大小，得知當時停車場停放車輛的數量以及剩餘的停車格數量，並且將資訊傳輸到雲端，供一般民眾使用，讓廣大電動車用戶享受便利的停車格尋找服務。

七、討論七：

從實驗七～八中我們發現：

透過增加太陽能板的數量並並聯，可使充電效率提升，可知充電效率與太陽能板數量成正相關。停車場利用電瓶儲電，當太陽能板充電功率大於電瓶容電量，可有效維持備載電力，停車場就可以做到真正的自給自足，實現綠色未來！而當容電量大於供電量時，就可維持整個停車場的供電需求，完善綠色未來！



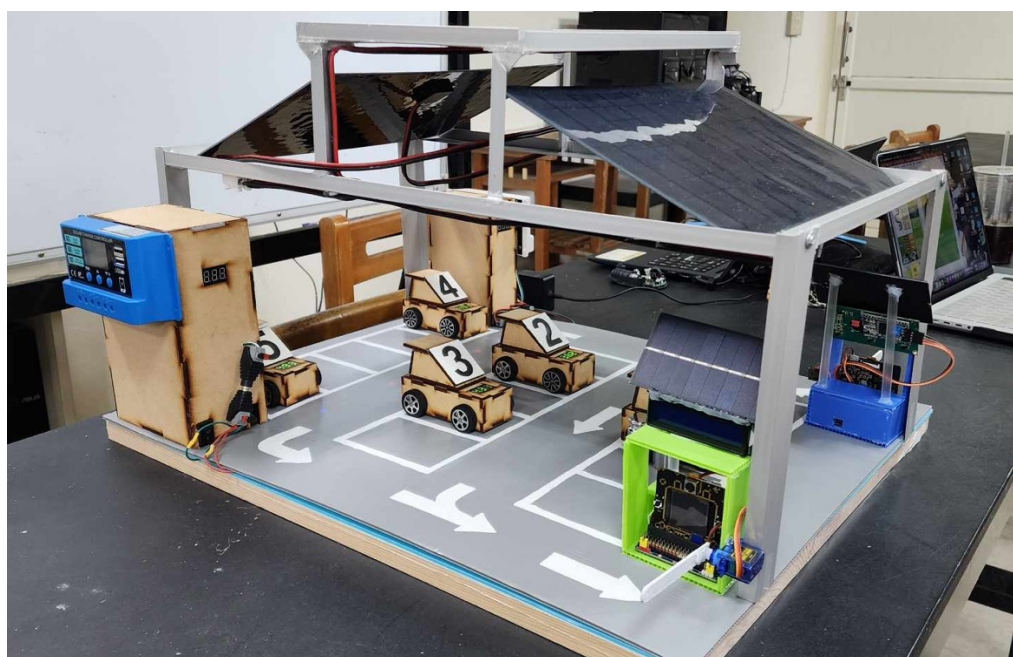
▲圖 32、測試單一太陽能板發電功率和總發電功率

柒、結論

我們的研究旨在探討實現未來電動車需求的綠能充電停車場的可行性，詳細內容如下：

- 一、無線充電技術：根據我們的實驗量測結果，無線充電裝置可以透過調整線圈距離，在感應電勢較強的情況下獲取所需電壓。這意味著未來的充電停車場可以為不同電壓需求的電動車提供所需的電能。
- 二、太陽能發電：我們通過並聯多片太陽能電池板來增加發電量，並且搭配蓄電裝置以提升供電效益。這樣可以更穩定地為多台電動車提供足夠的電流充電。此外，我們的太陽能板設計還可以为停車場內的汽車提供遮陽，以防止電池長時間曝曬而造成風險。太陽能板的傾斜角度設定為23.5度，這是台灣架設太陽能板的最佳角度，同時也具有通風的特性，即使在炎熱的天氣下也不會過於悶熱。
- 三、車輛偵測與影像辨識系統：透過偵測電流變化，我們可以判斷停車場內的車輛數量和剩餘停車格數。為了實現全自動化的停車場，我們還使用了Pixel:bit開發板製作了影像辨識系統，並利用Teachable Machine訓練AI模型來進行車牌的辨識。
- 四、無線充電優勢：無線充電技術更適合建立在需長時間停車的地點，並且相較於充電樁的快速充電，它不容易對電池造成損害，且可充電的車種更多。

綜上所述，我們的研究結果顯示，結合綠色能源與電動車無線充電技術的未來綠能停車場是可行的，並且具有顯著的實現價值。



▲圖 33、實驗裝置圖

捌、參考資料及其他

1. 無限充電原理・2023年2月15日・取自

https://online.senao.com.tw/Article/detail/1834?fbclid=IwAR1h4HRoKLeHEfF1sz3k7j4x6V5M_NT9CqxqFuEyy3zB1dL3q8LopchN34I

2. 無需插槍，只要停好車就可以開始充電！未來十年趨勢：電動車無線充電比插電更安全・2023年2月15日・取自

https://esg.businessstoday.com.tw/article/category/180696/post/202302150011?fbclid=IwAR1liPAhIT7jTQi0J1CSysBMTuwyEKwmMhI-8MJugl5ItivwdKaUywot_a4

3. 臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明・2024年4月2日・取自

https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76

註：本篇作品說明書所有圖、文、表皆由作者自繪、自攝和自製。

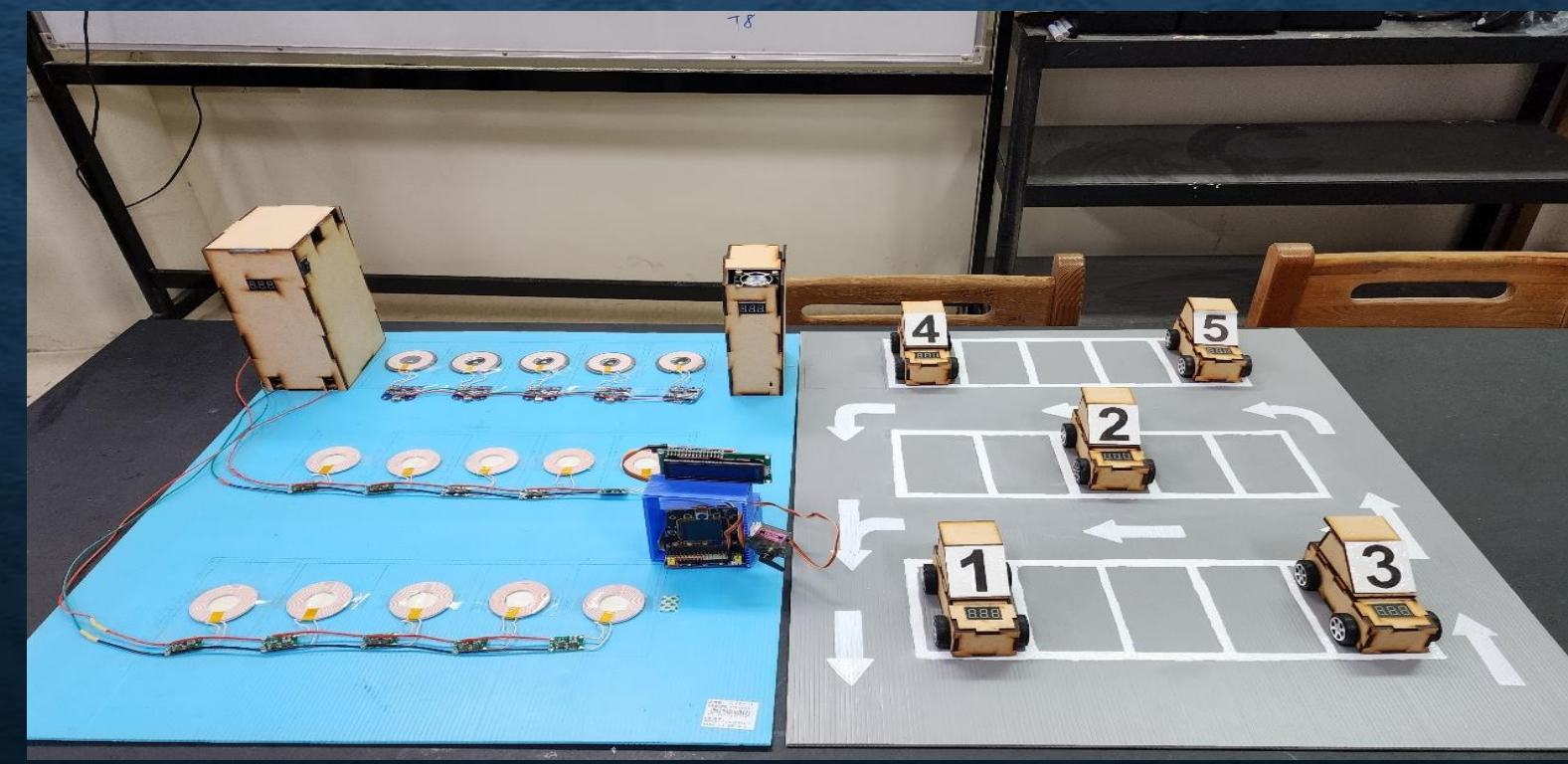
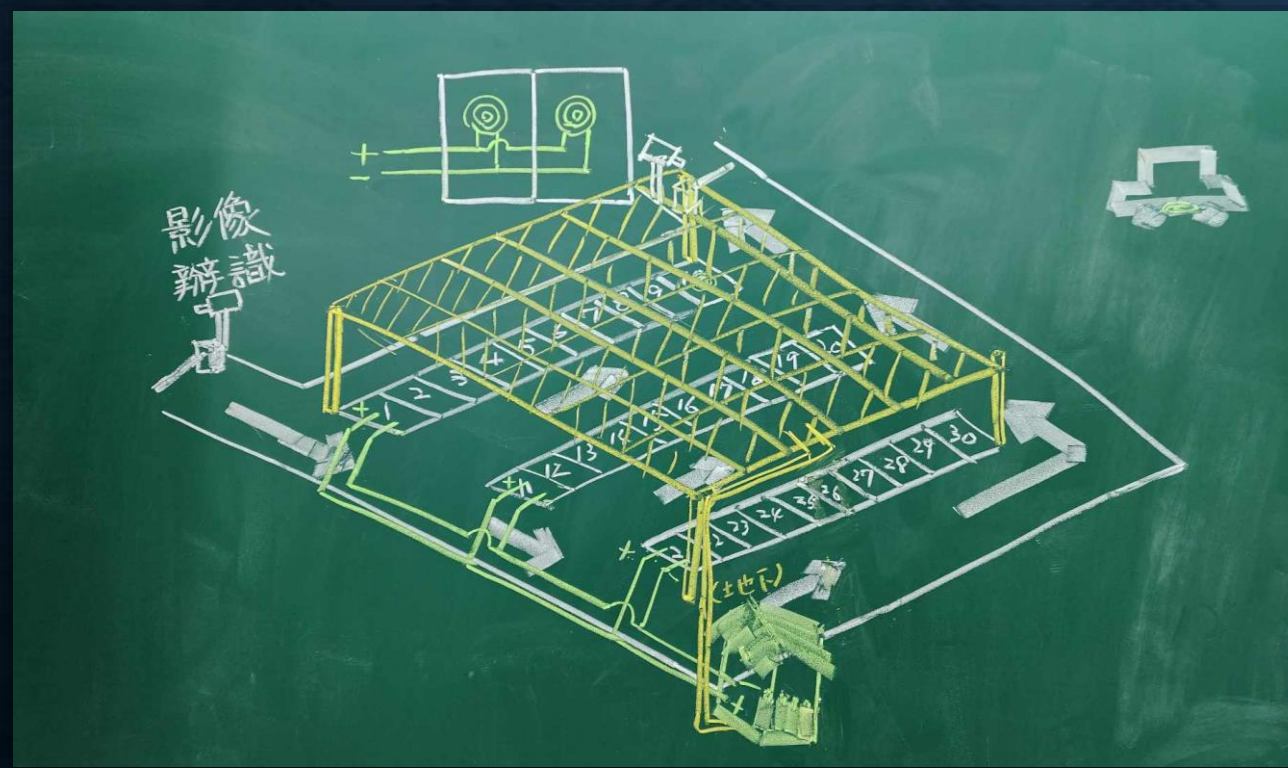
【評語】 032802

1. 本作品探討使用太陽能板對電動車充電，構想清晰，且實驗步驟符合科學精神，值得肯定。
2. 可再思考如何應用至電動汽車之無線充電。
3. 已進行了一些實驗量測與數據收集，但雛型系統的製作仍可進一步強化。
4. 可探討如何將實驗的模型系統規格進一步擴大規模，以滿足實際汽車對電能與充電時間的需求。

作品簡報



嚴以「綠」己、未來「無線」！ 無線充電技術運用於未來綠能停車場之應用

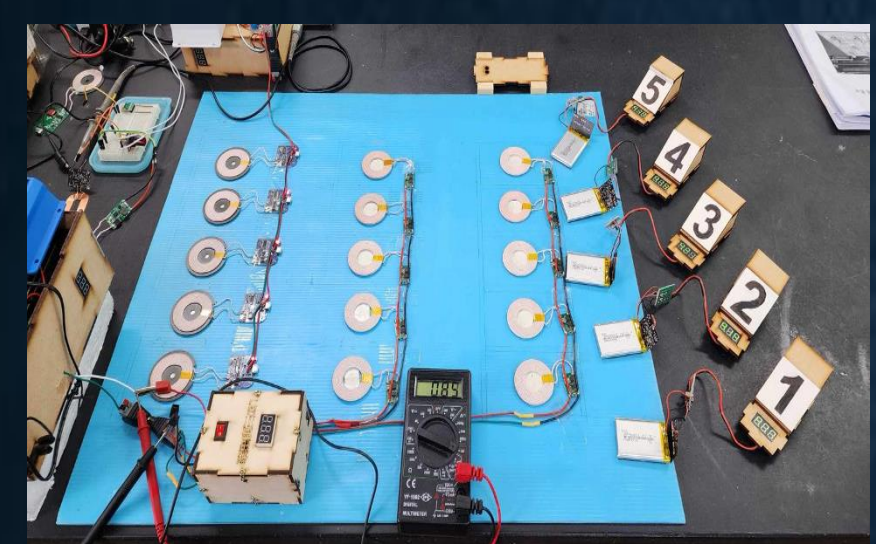
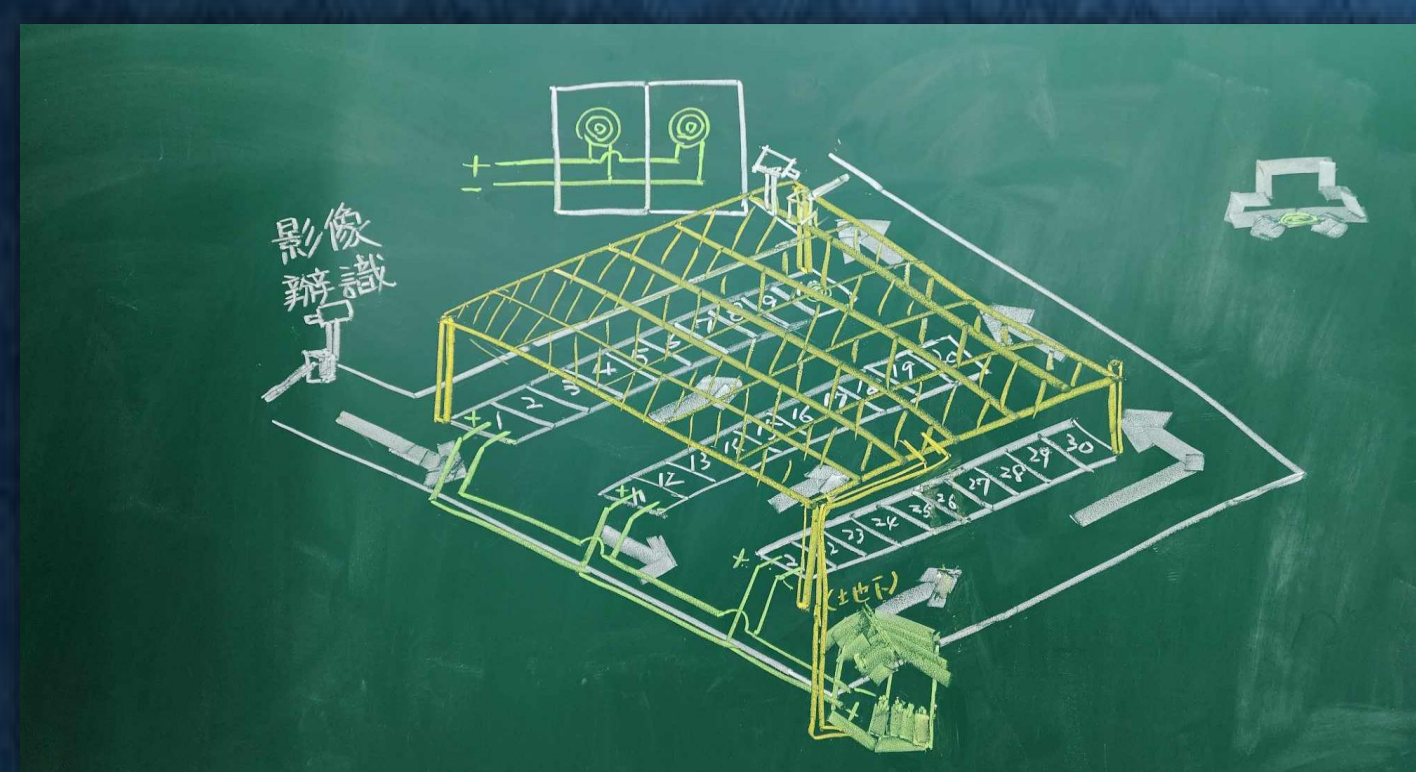


摘要

我們研究的是如何實現未來電動車需求的綠能充電停車場的可行性探究，旨在改變電動車充電方式並結合綠色能源。經實驗量測結果得知，無線充電裝置在感應電勢較強的情況下可直接透過調整線圈的感應距離獲取所需的電壓，因此未來可應用在不同電動車的充電，為不同電壓需求的電動車提供所需電能。另外，在穩定供應電力需求方面，我們藉由並聯多片太陽能電池板增加發電量，並搭配良好的儲能蓄電裝置可提升太陽綠能的供電效益，可以更穩定的提供給多台電動車同時進行充電。實驗也發現，透過偵測模組感應線圈上的電流變化可同時感知停車格使用數量。因此，我們的研究作為將來結合綠色能源與電動車無線充電技術設計的未來綠能停車場是可行並具有實現價值的。

壹、研究動機

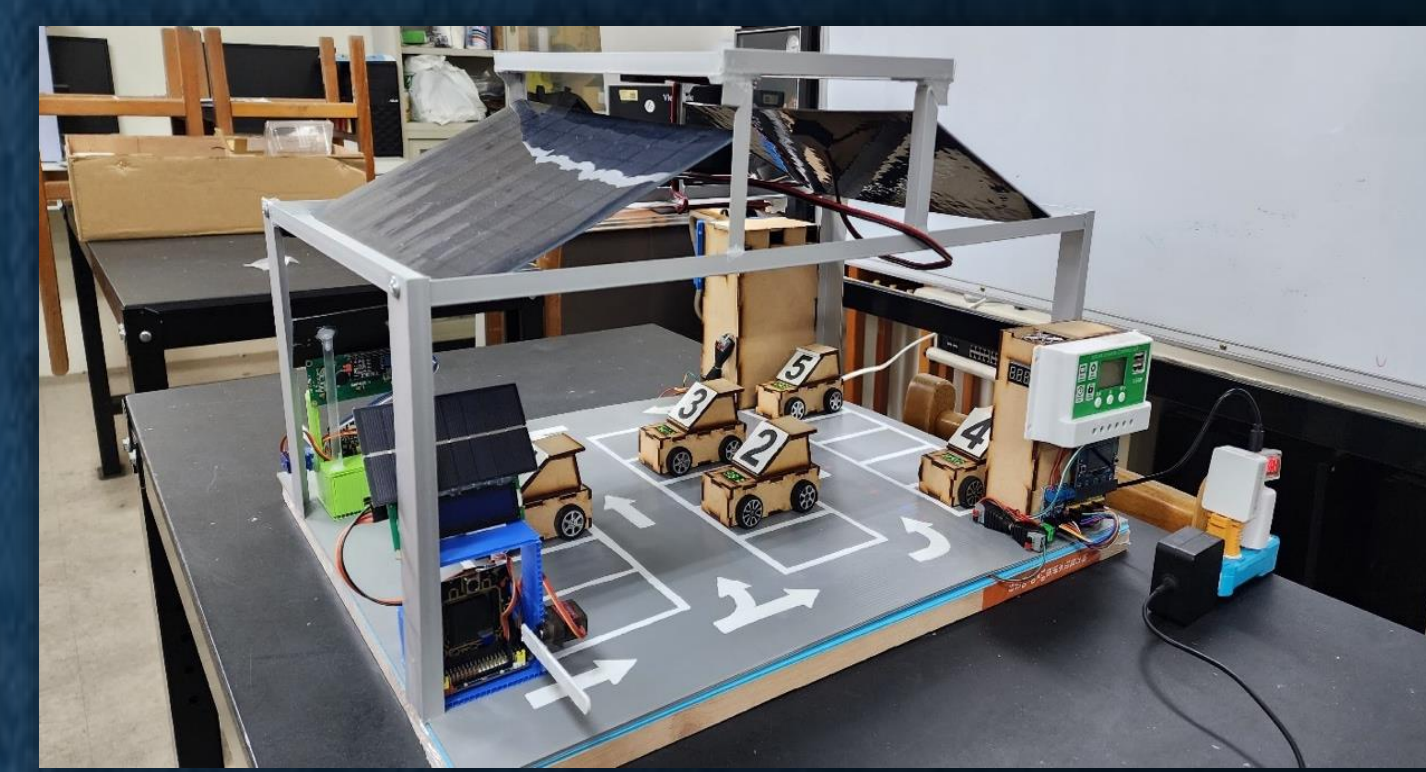
因應世界環保發展趨勢，並配合我國「2050淨零排放」政策目標，電動車將會是未來低碳交通的主要運輸工具。如何有效滿足未來電動車充電需求，是我們想要解決的首要問題。因此，我們想要改變現有電動車採用充電樁進行有線充電的方式，改以無線充電的一種智能充電網絡來為電動車充電。我們的動機是希望結合綠色能源與採用無線充電技術運用在電動車自動充電的創新思維上，並將此構想「實現」，這對未來達到全球淨零碳排的目標將會有很大的貢獻。



貳、研究目的

我們想實際製作出模擬真實情境下一個採用綠色能源的無線充電停車場。設定以下四項主要的研究目的來驗證它設計的可行性：

- 一. 探究針對不同電壓需求下提供無線充電感應電壓調整的可行性。
- 二. 探究提供多台電動車供電需求下感應電流與電功率的變化情形。
- 三. 探究使用綠電太陽能供電穩定備載電力的方法。
- 四. 探究未來全自動化綠能停車場在智能應用上的設計與製作。



參、研究設備及器材

軟體：

Google試算表、BlocklyDuino Editor程式開發環境、Inkscape、RDWorksV8、Teachable Machine

硬體：

太陽能板 x3、無線充電線圈模組 x15、鉛酸蓄電池 x2、車用電池 x5、散熱風扇 x3、Pixel:bit開發板 x2、LCD面板模組 x2、三用電錶 x2、黑色與白色油漆筆 x4、太陽能電池板x2、太陽能充電控制器x2、電烙鐵與錫 x1、鋁條 x16、行動充電器 x1、微機電步進馬達 x2、示波器 x1

肆、研究過程及方法

實驗一、二：

測試5W、10W充電系統與車輛距離長短和電壓、電流的關係：

1. 依設計圖安裝裝置
2. 連接電池，使充電系統獲得可用於無線傳電的電力
3. 車輛停放於停車格上，感應裝置做動並開始充電
4. 使用三用電錶與示波器測量電壓及電流大小
5. 觀察並記錄不同距離的傳輸路徑與電壓、電流的大小關係

實驗三：

比較5W與10W充電系統的電壓、電流、電功率的變化：

1. 統整實驗一、二實驗結果
2. 觀察並比較不同充電系統的電壓、電流、電功率的變化

實驗四、五：

(一)測試5W、10W充電系統供應電流、充飽電後供應電流與車輛數量的關係：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電流大小
4. 記錄當下車輛數量與電流大小
5. 重複步驟2~4，直到車輛停滿車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係
7. 等待直到各台車皆充飽電
8. 車輛依序停放停車格並記錄電流值
9. 觀察並記錄不同車輛數量與充飽電後供應電流大小的關係

(二)測試各車在5W、10W充電系統充電時的感應電壓、電流，充飽電的電路耗損電流：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛依車號停放車格
3. 使用三用電錶測量電壓大小並記錄
4. 記錄車輛開始充電瞬間的電流大小
5. 待電池充飽，記錄充電系統電流大小
6. 重複步驟2~5，直到所有車輛皆測試完畢
7. 觀察並記錄不同車充電時的感應電壓、電流、充飽電的電路耗損電流

實驗六：

比較5W與10W充電系統充電中電流、充飽電後電流與車輛數量的變化：

1. 統整實驗四、五(一)實驗結果
2. 觀察並記錄不同充電系統的電流變化和車輛數量的關係

實驗七：

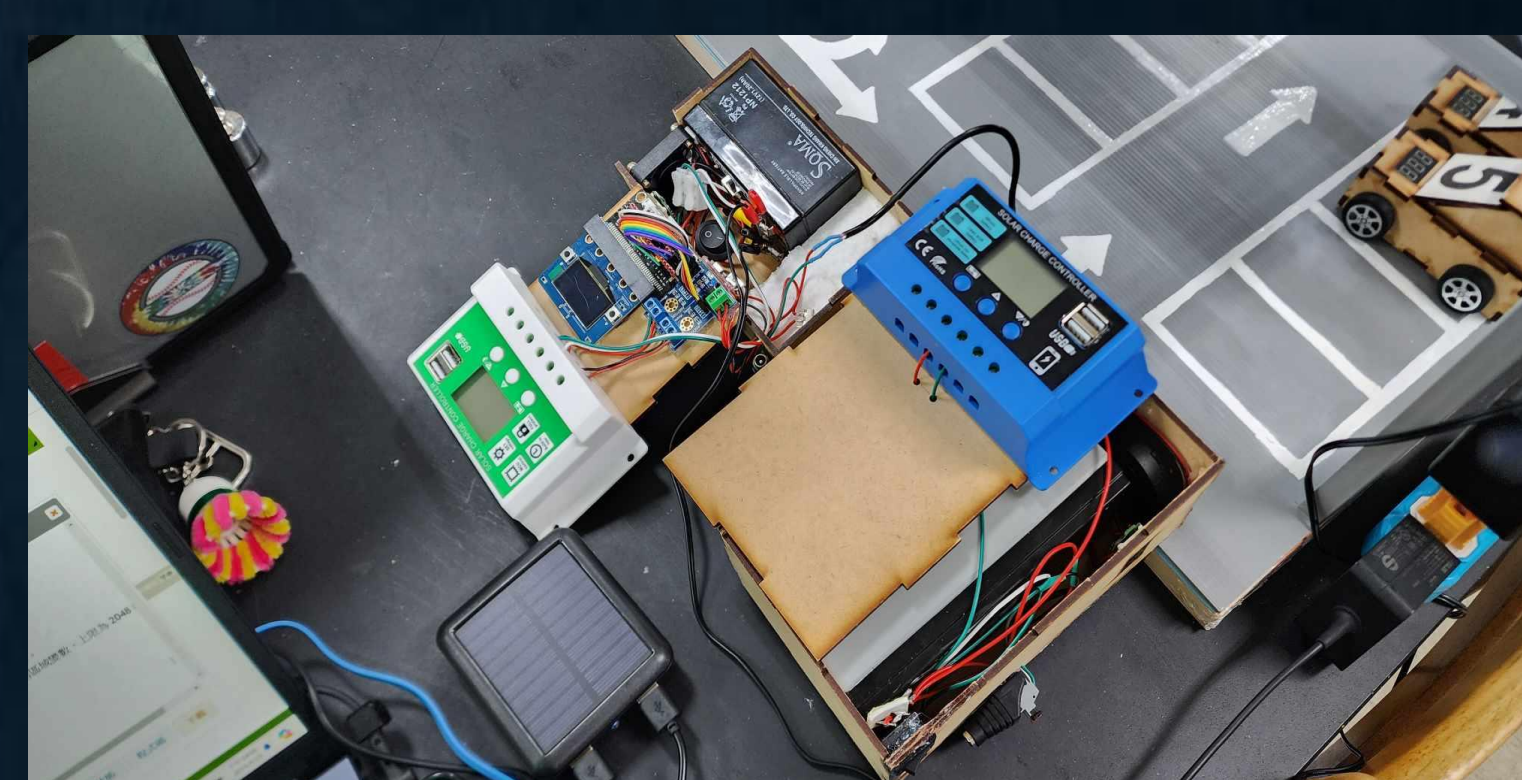
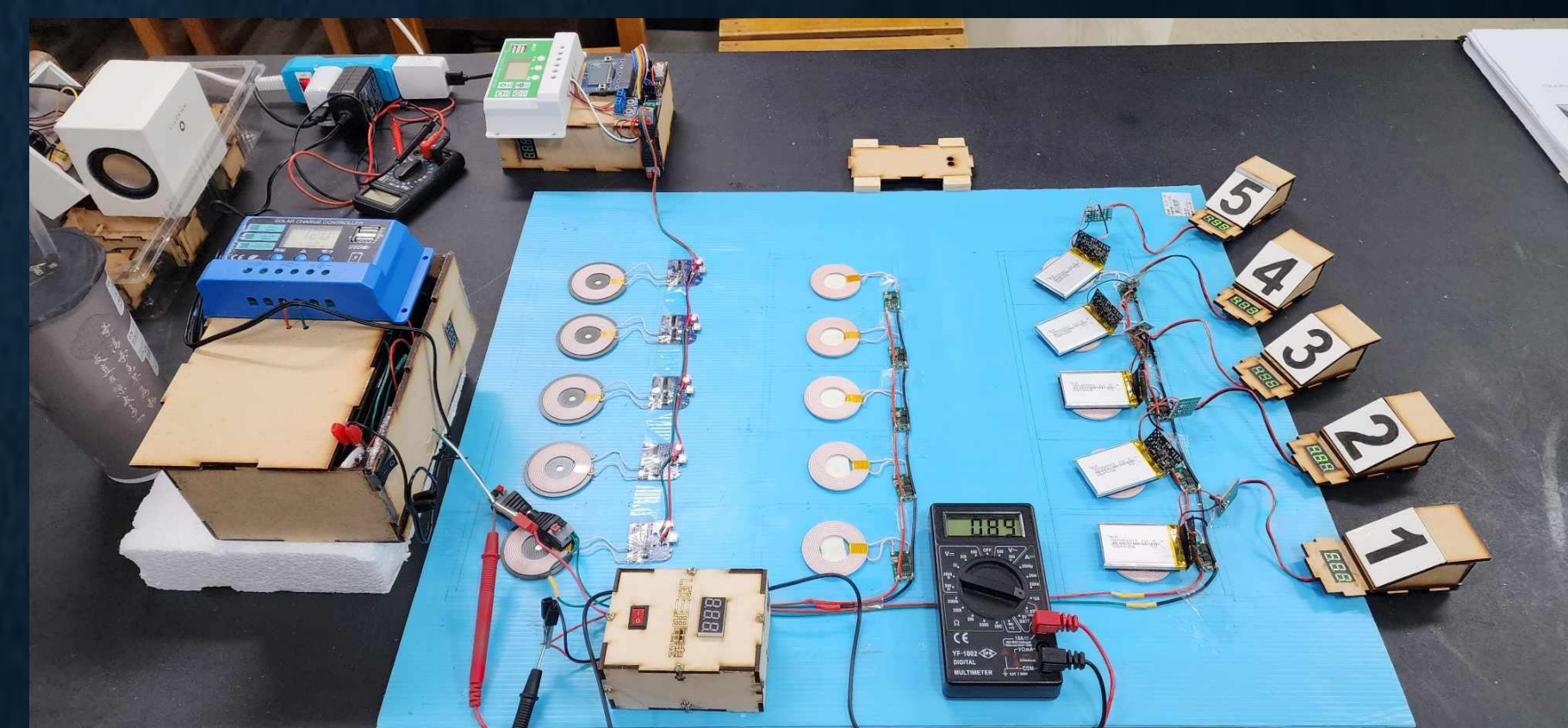
測試單一太陽能板發電功率和總發電功率：

1. 測試太陽能板發電電壓與電流，並根據公式計算太陽能板電功率
2. 替換太陽能板
3. 重複步驟1~3，量測並計算各個太陽能板的電功率
4. 將各個太陽能板發電功率加總並記錄

實驗八：

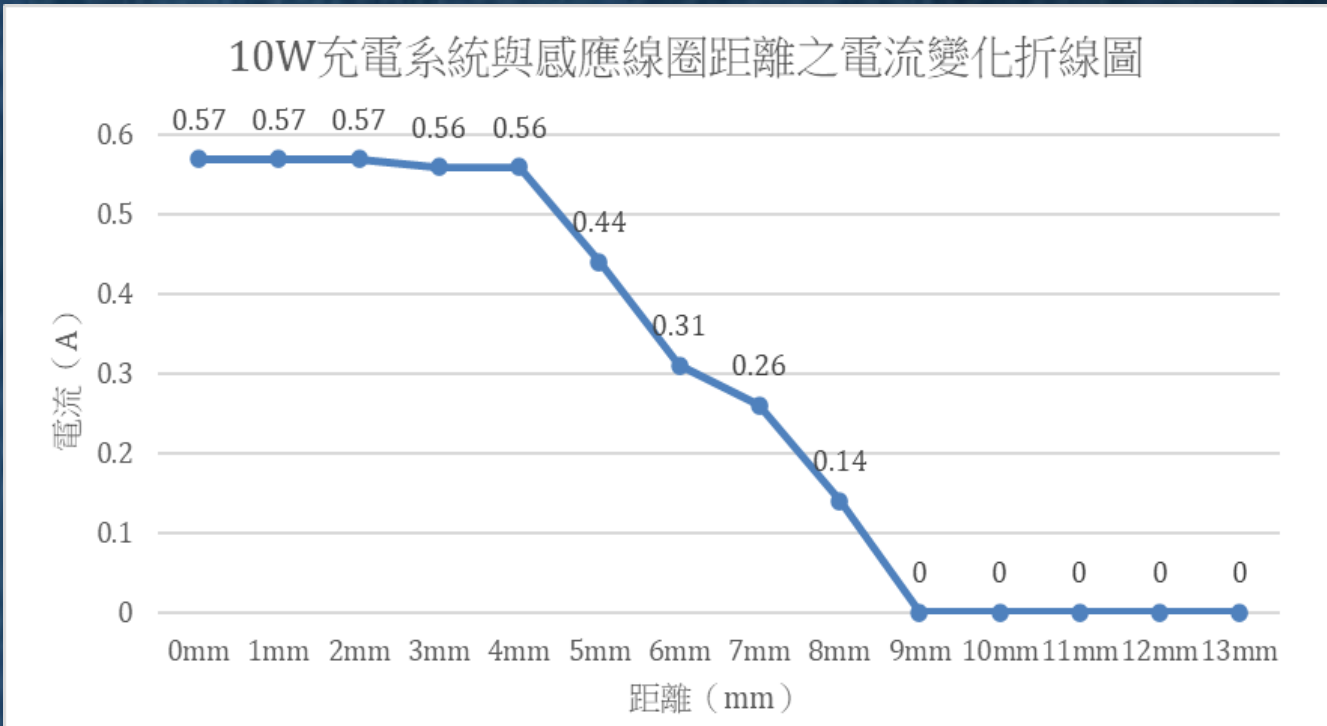
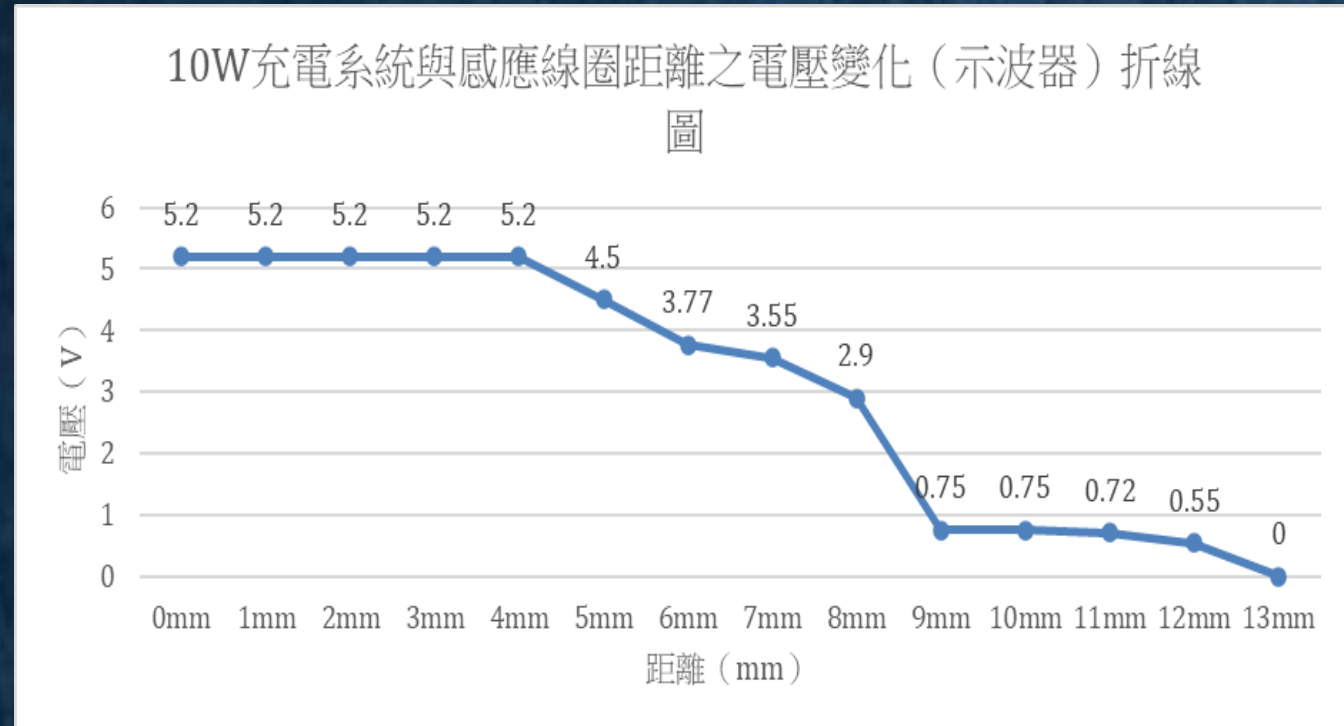
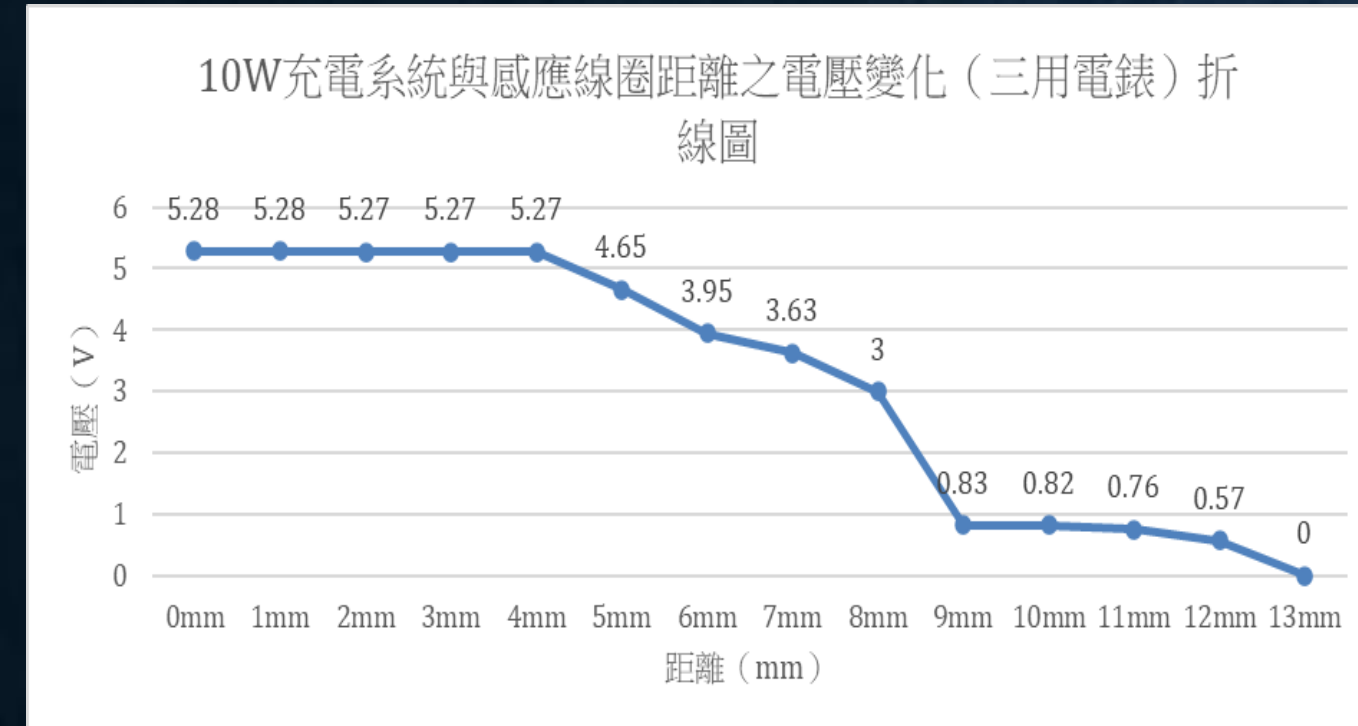
計算太陽能供電於GS鉛酸電池(12V 7Ah)、SOMA鉛酸電池(12V 1.2Ah)備載電力與滿載充電測試的實驗：

1. 計算電池電量
2. 並聯並計算1號與2號太陽能電池板、3號太陽能電池板電功率
3. 計算太陽能板對GS鉛酸電池、SOMA鉛酸電池充電需時
4. 1~5號車滿載充電電流為2.24A(參考實驗四)、2.11A(參考實驗五)，計算所需電量
5. 計算GS鉛酸電池、SOMA鉛酸電池可持續滿載充電的總時間



伍、研究結果

實驗一、二：



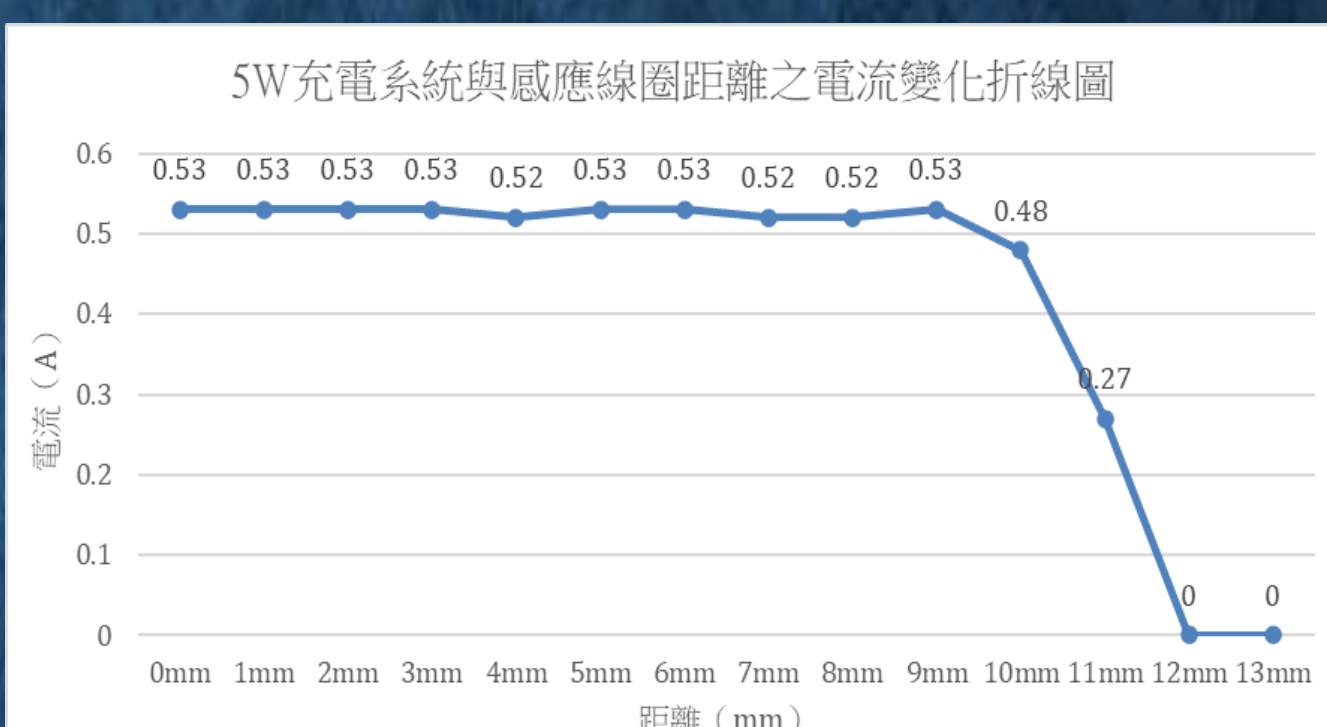
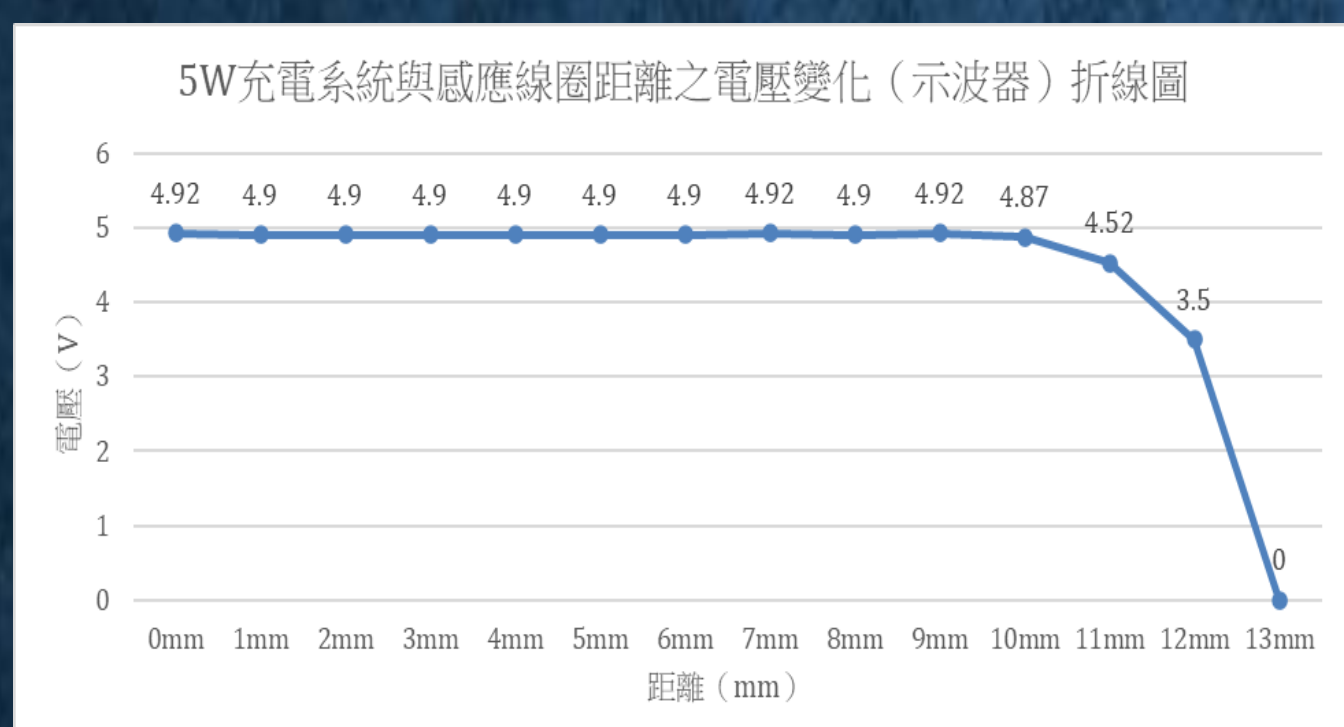
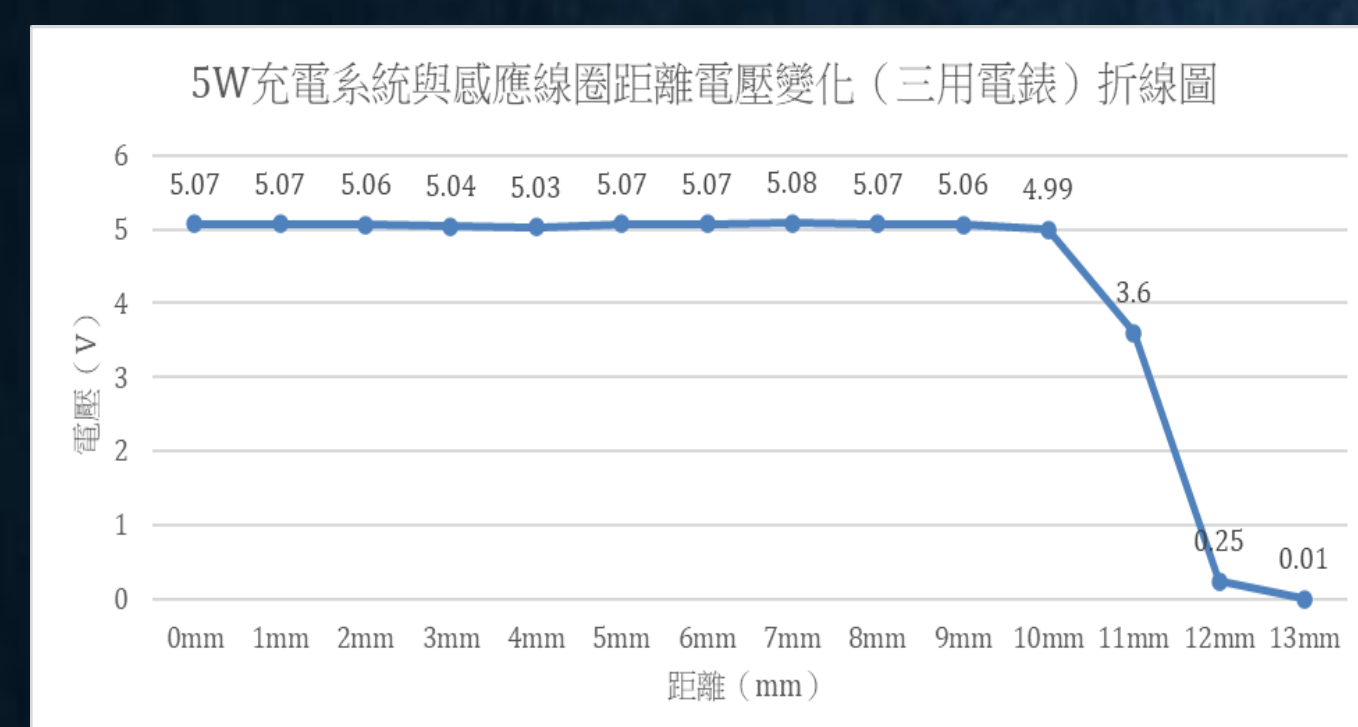
▲10W充電系統與感應線圈距離之電壓變化(三用電錶)折線圖

▲10W充電系統與感應線圈距離之電壓變化(示波器)折線圖

▲10W充電系統與感應線圈距離之電流變化(三用電錶)折線圖

10W充電系統：

1. 電壓與電流在0~4mm穩定且皆大於5W充電系統。
2. 電壓及電流在4~7mm下降值較大。
3. 於9mm後因距離過遠，電壓劇降、電流歸零。



▲5W充電系統與感應線圈距離之電壓變化(三用電錶)折線圖

▲5W充電系統與感應線圈距離之電壓變化(示波器)折線圖

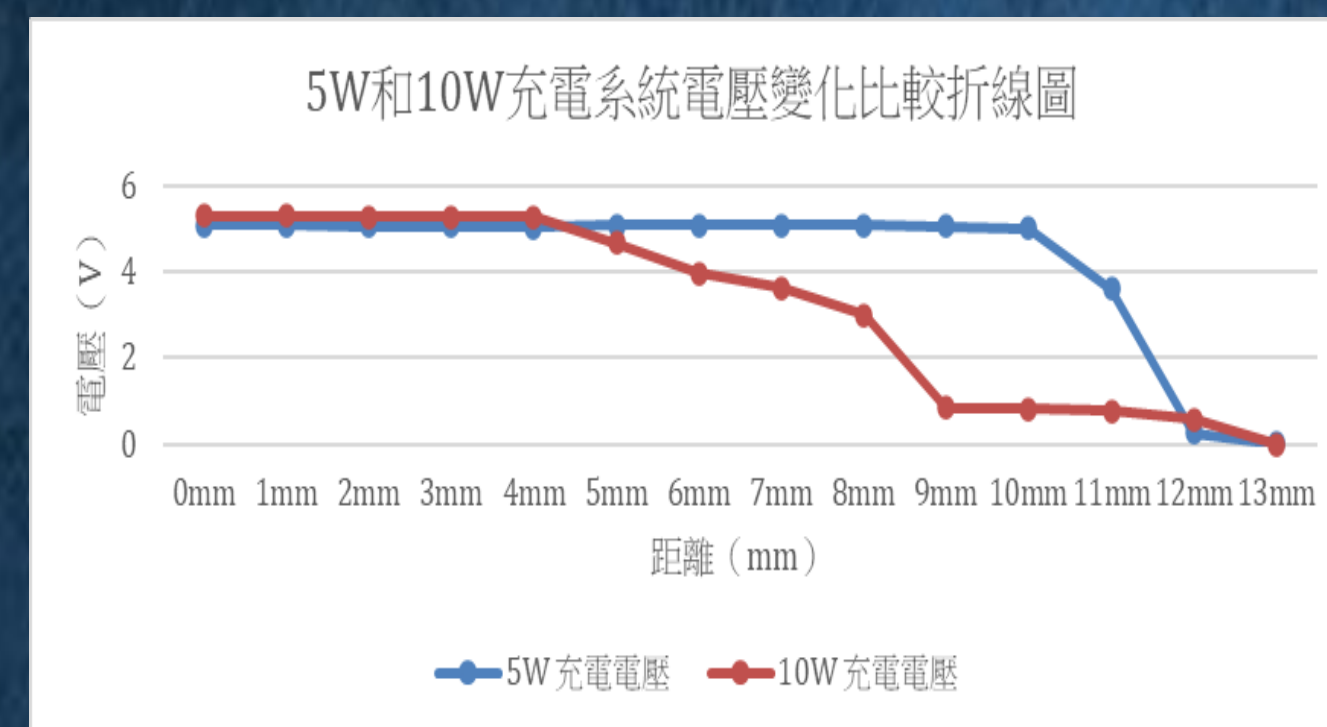
▲5W充電系統與感應線圈距離之電流變化(三用電錶)折線圖

5W充電系統：

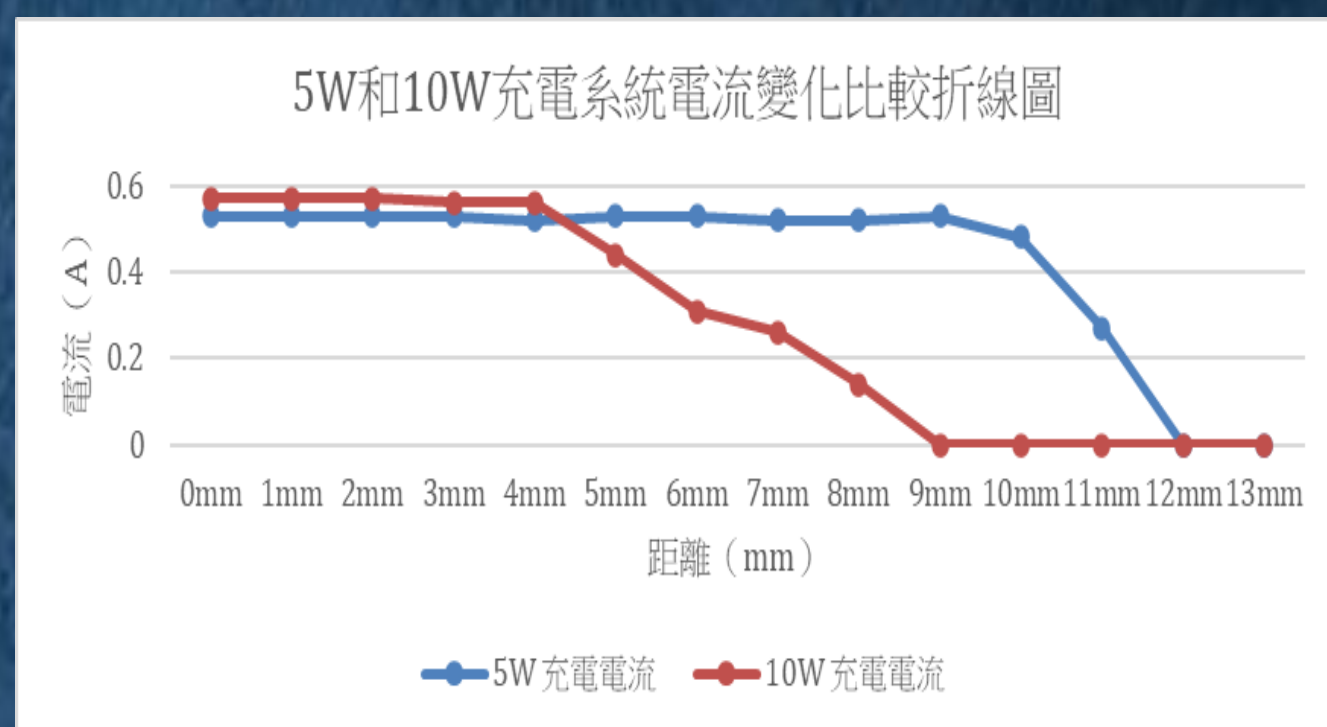
1. 距離對電壓與電流無顯著影響。
2. 在10mm後才開始有明顯變化並於12mm時因距離過遠，電流歸零。

實驗三：

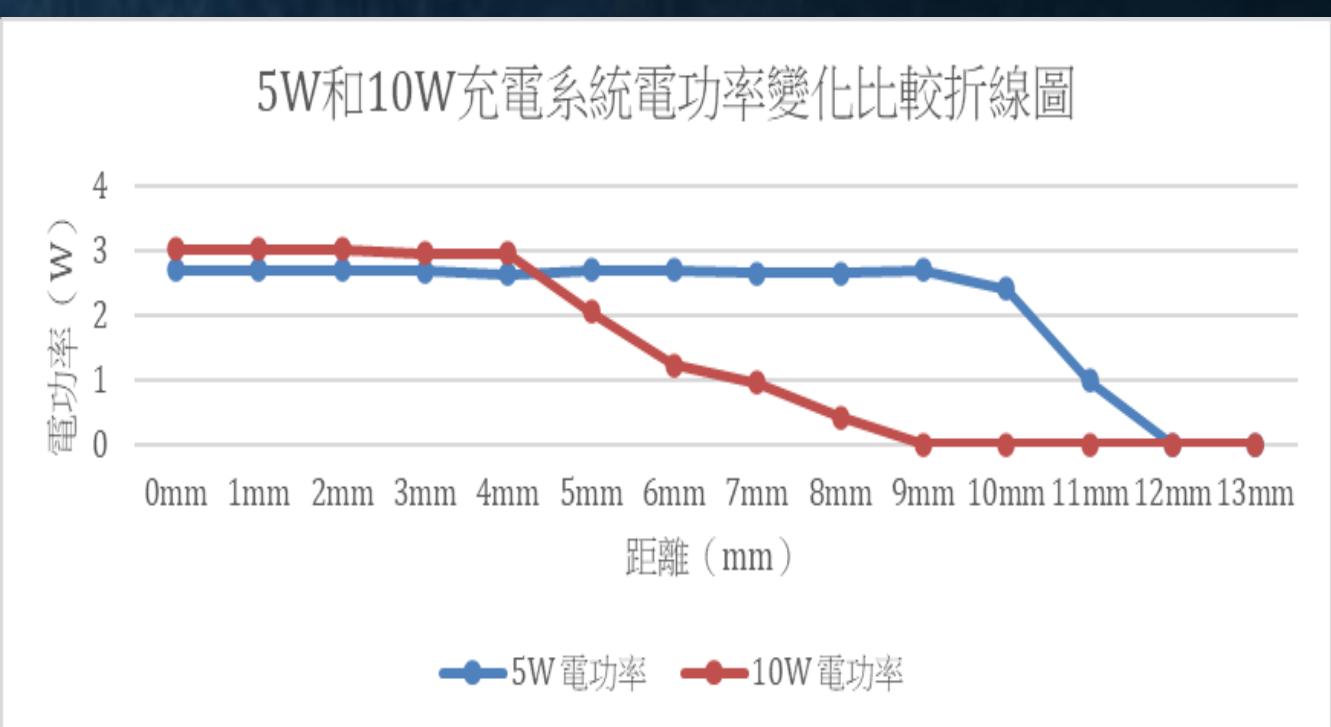
1. 5W充電系統電壓、電流變化不明顯，較不受距離因素影響，供電穩定。
2. 10W充電系統電壓、電流在8mm前呈現規律下降變化，可調變性較高，但若距離過遠則充電效率不佳。



▲5W與10W充電系統電壓變化比較折線圖



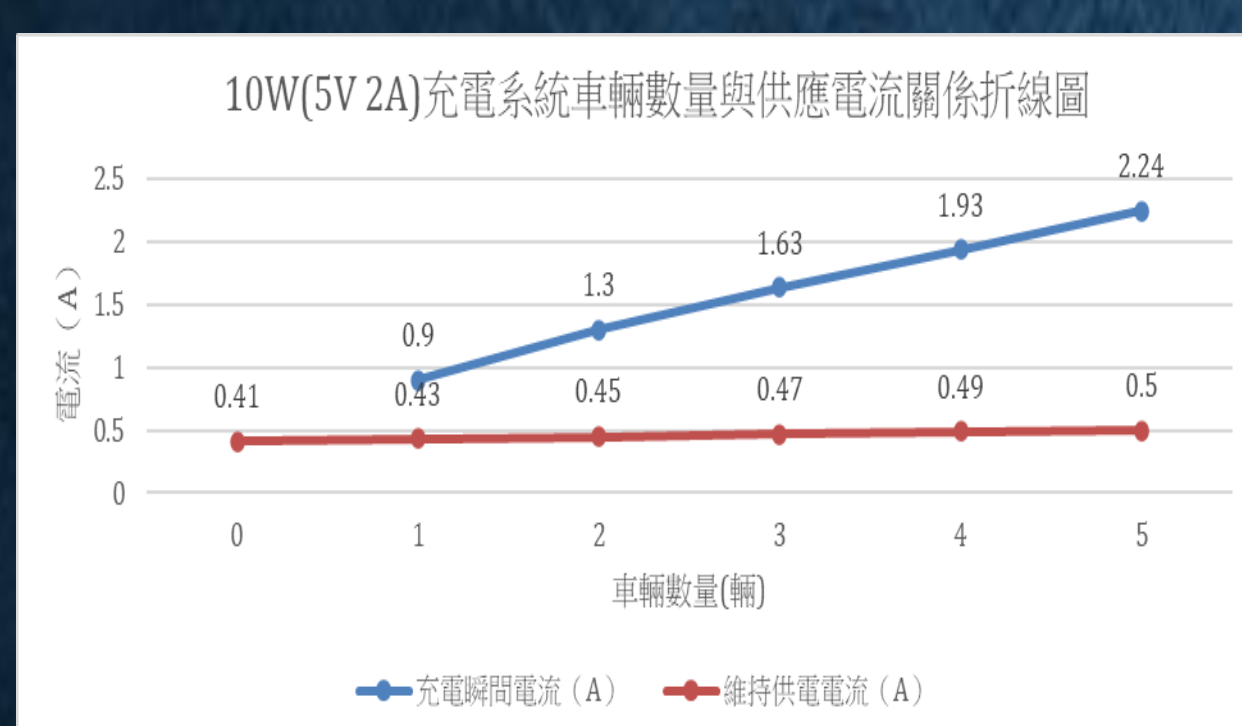
▲5W與10W充電系統電流變化比較折線圖



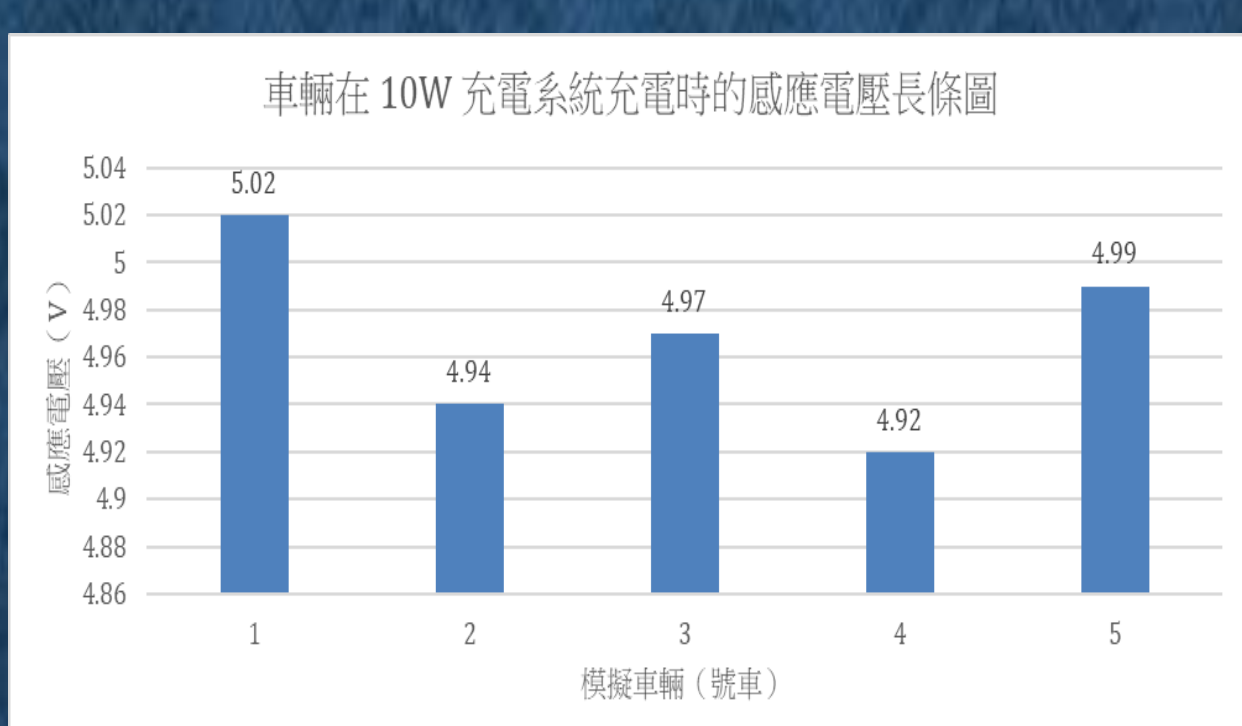
▲5W與10W充電系統電功率變化比較折線圖

實驗四、五：

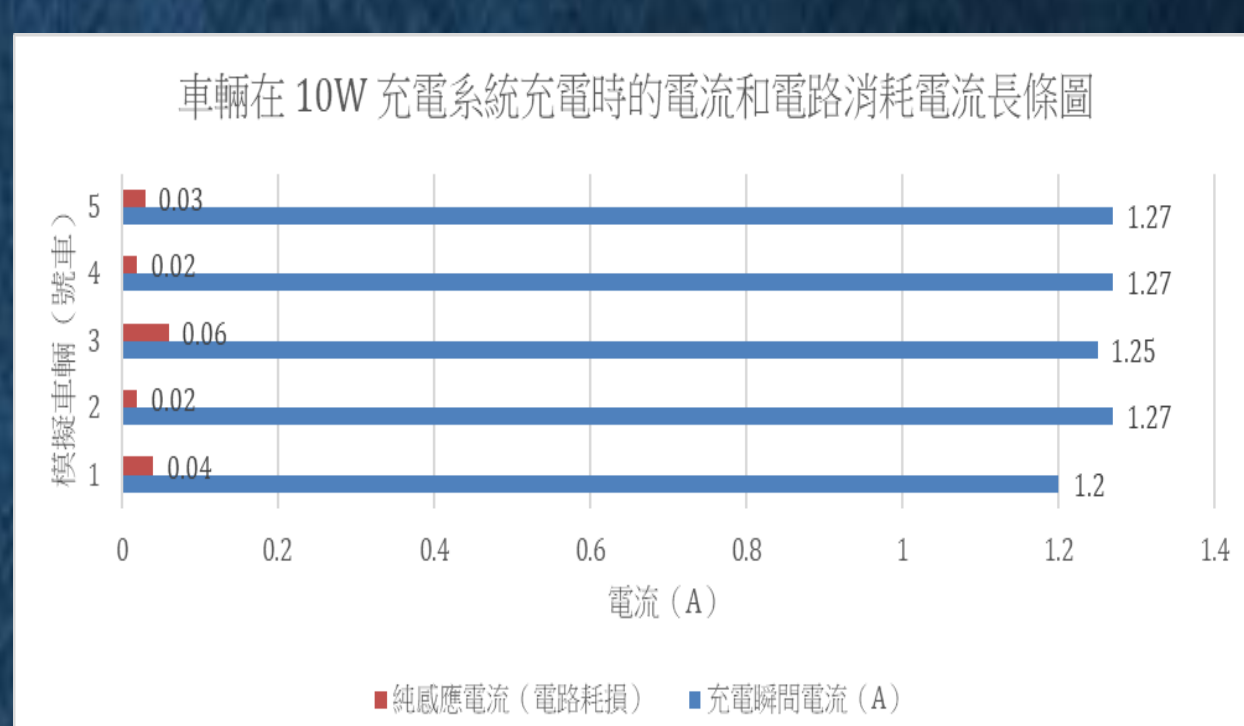
1. 隨著停車場中的車輛增加，其充電系統供應電流也會跟著穩定增加。
2. 車輛在充飽電後，車輛仍持續停放在車格上，感應線圈仍會感應到充電系統的交替磁場變化，系統供應電流仍會增加，但增加量較不明顯。



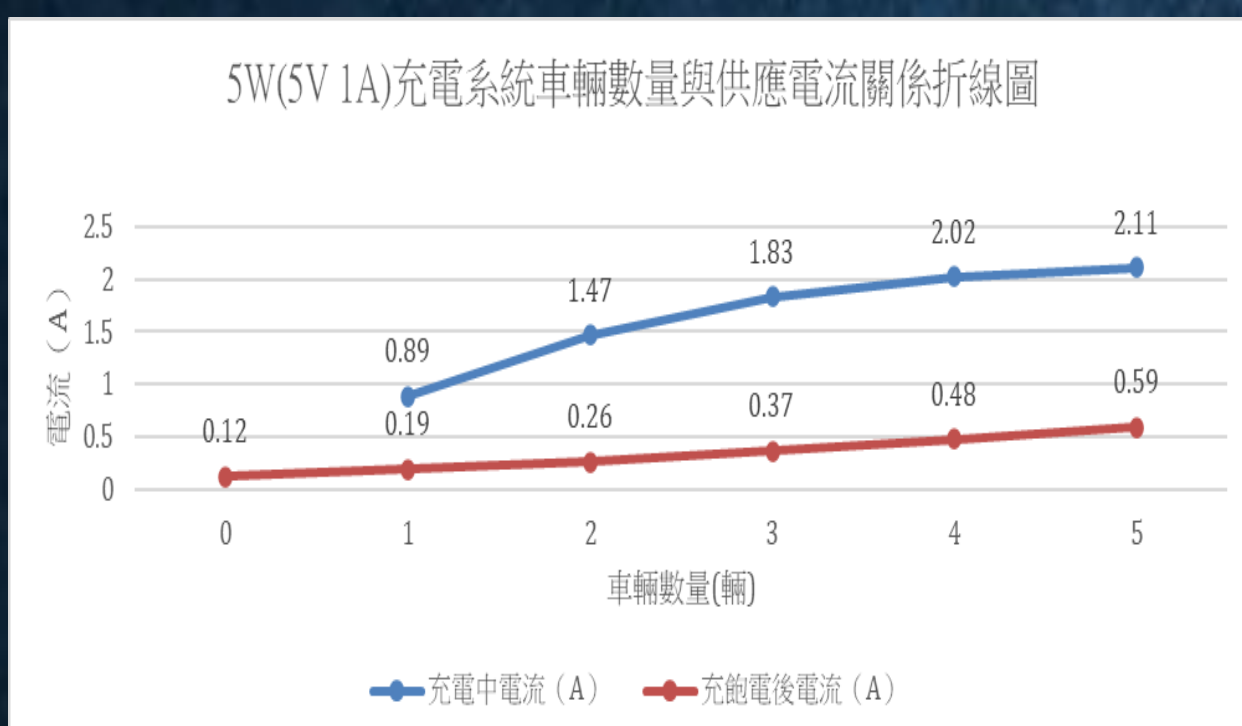
▲10W充電系統車輛數量與供應電流關係折線圖



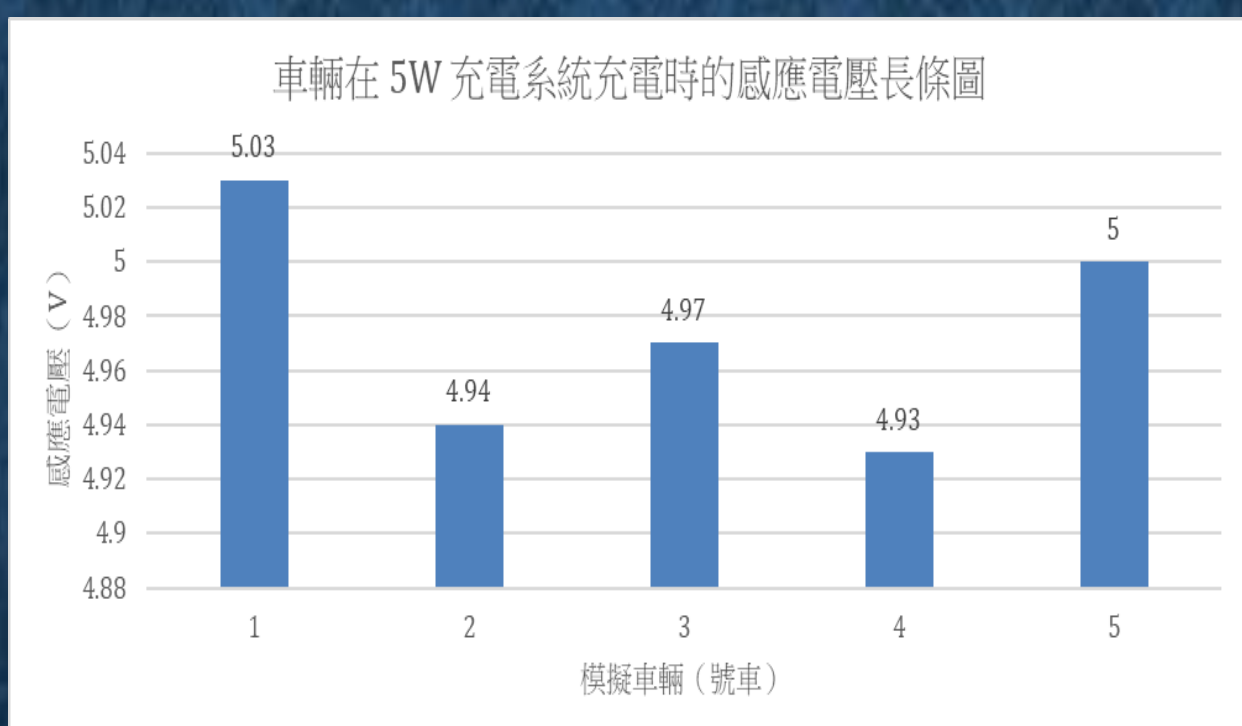
▲車輛在10W充電系統充電時的感應電壓長條圖



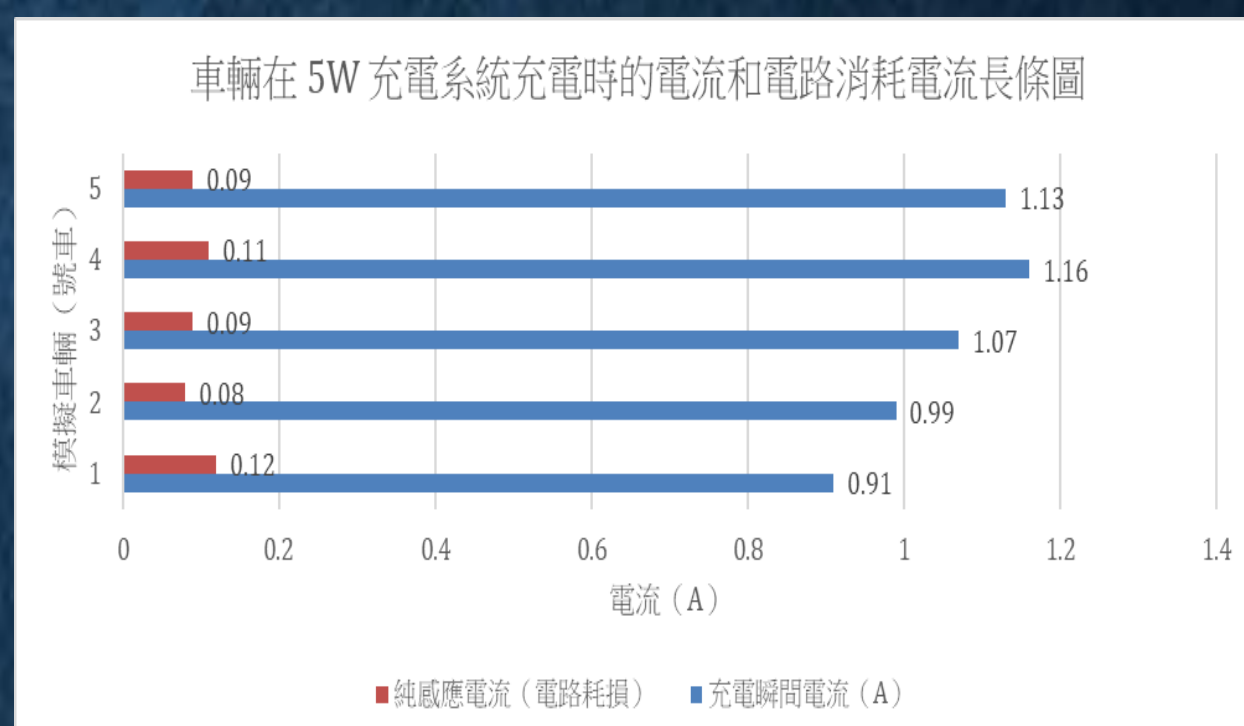
▲車輛在10W充電系統充電時的電流和電路消耗電流長條圖



▲5W電系統車輛數量與供應電流關係折線圖



▲車輛在5W充電系統充電時的感應電壓長條圖



▲車輛在5W充電系統充電時的電流和電路消耗電流長條圖

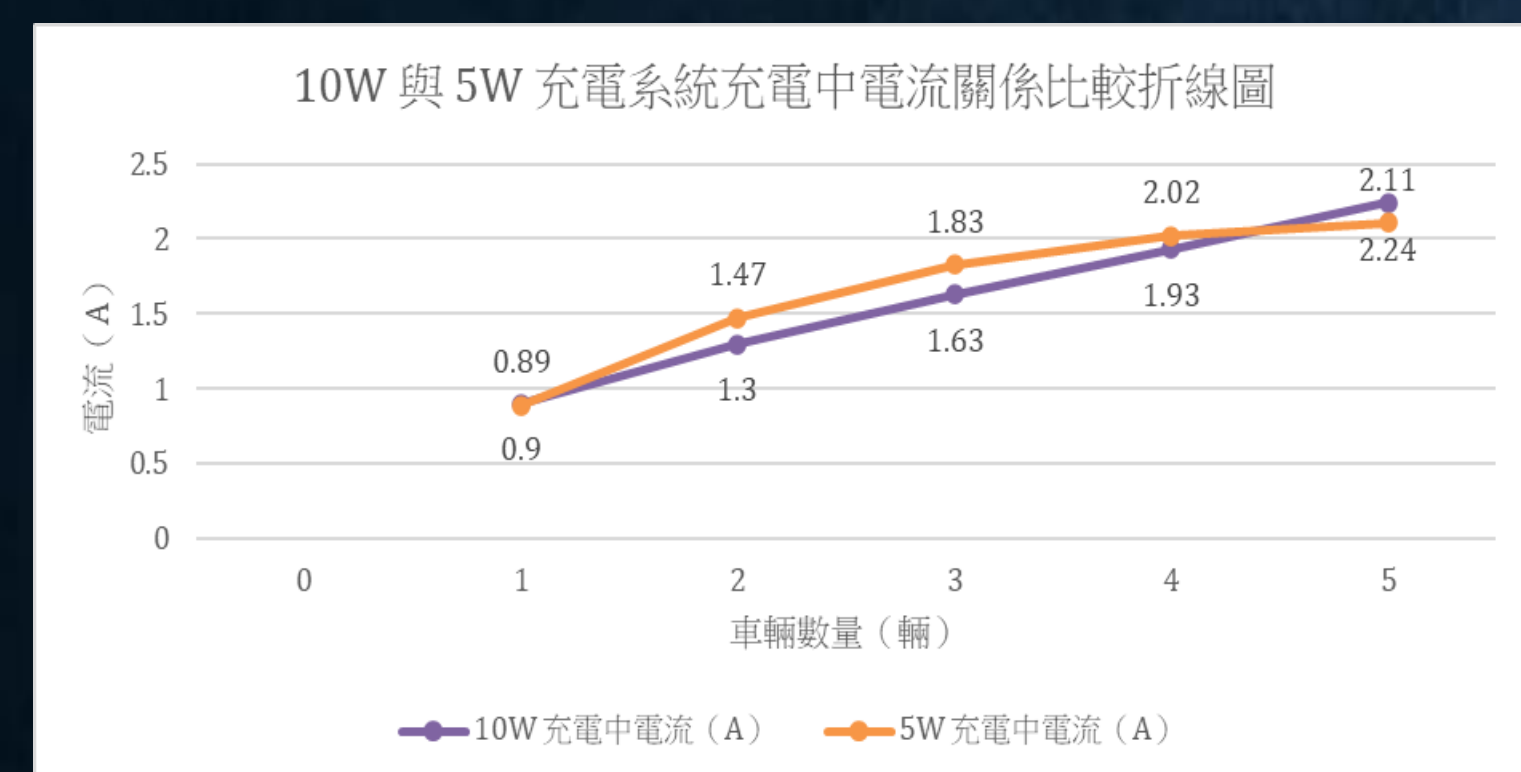
10W充電系統：

1. 車輛充電電壓、電流都大約是5V與1.2A。
2. 車輛數量與系統供應電流變化較規律

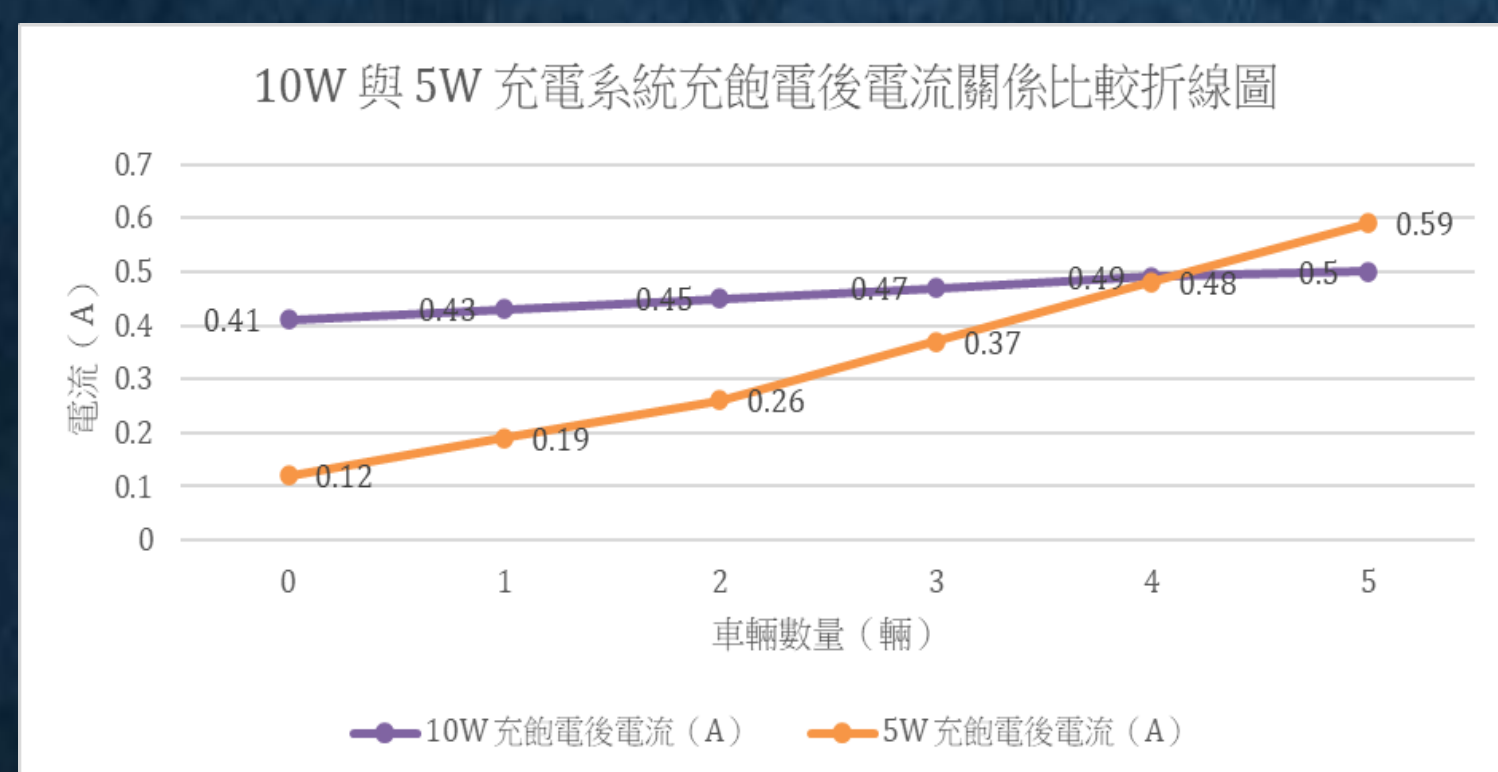
5W充電系統：

1. 車輛充電電壓、電流都大約是5V與1A。
2. 電路耗損較10W充電系統大

實驗六：

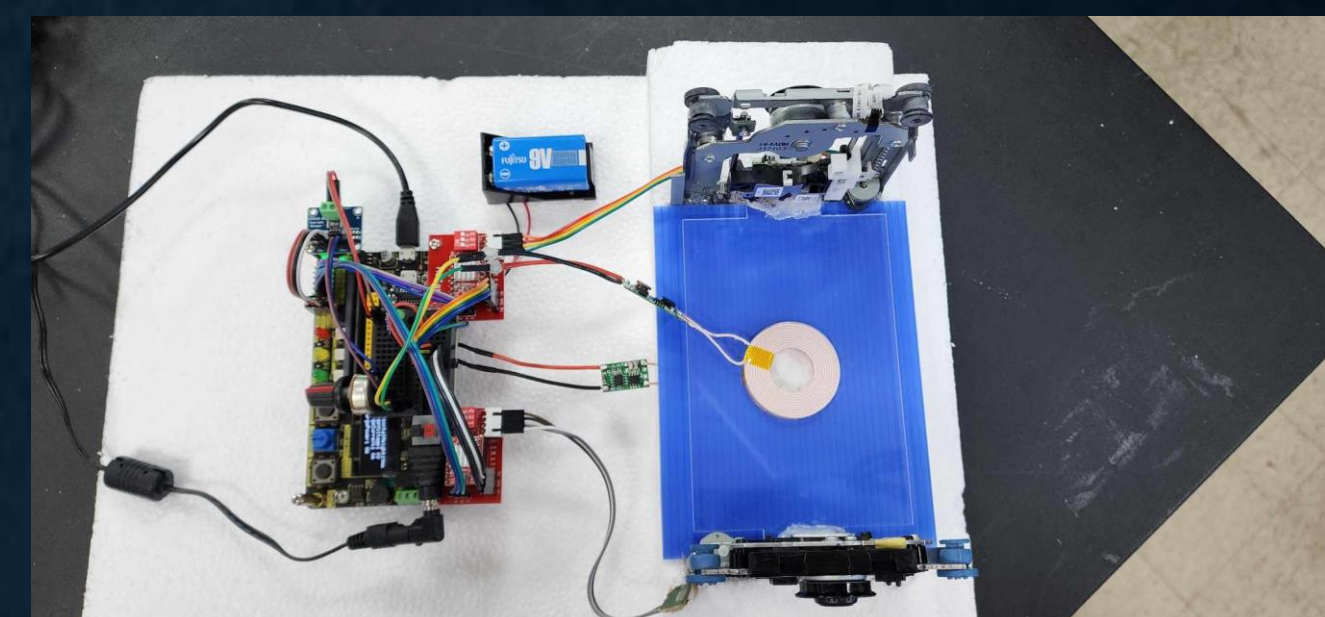
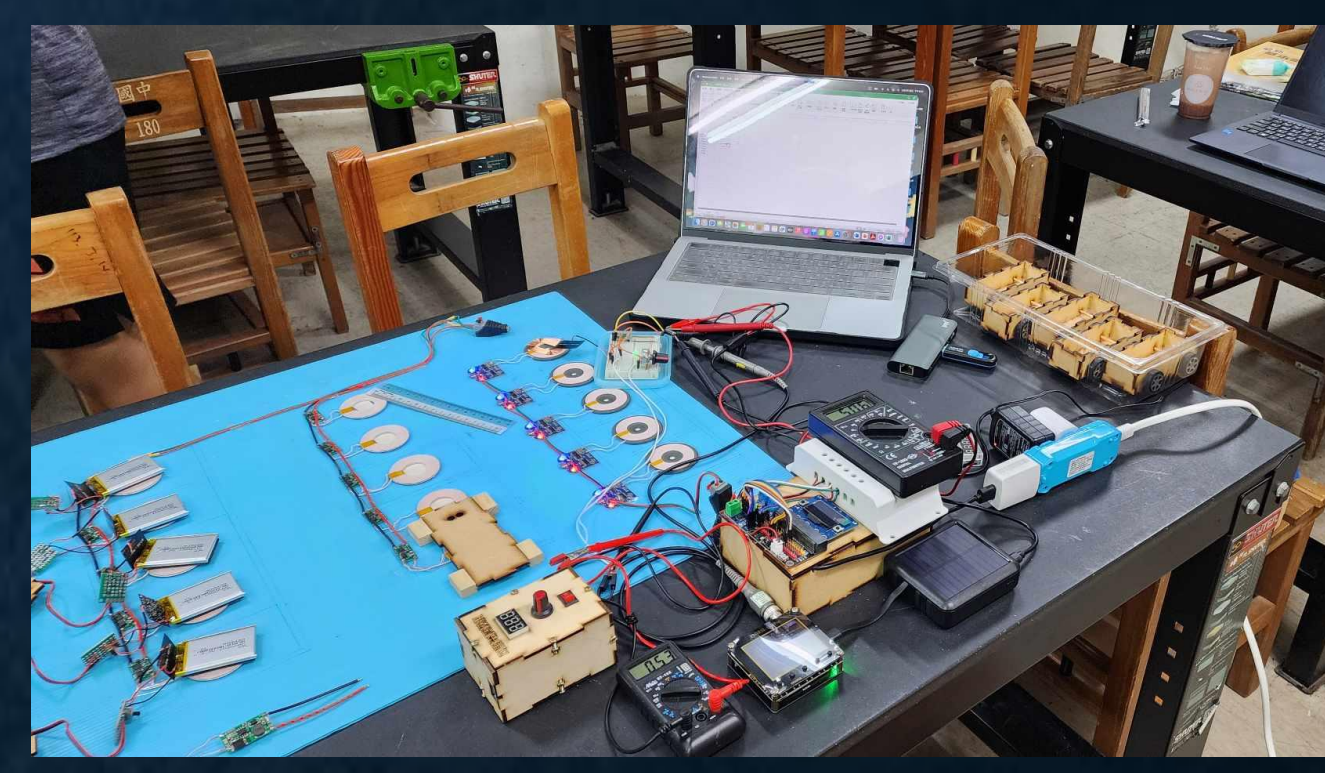


▲10W與5W充電系統充電中電流關係比較折線圖



▲10W與5W充電系統充飽後電流關係比較折線圖

1. 5W與10W充電系統在車輛充電時的電流變化相似，皆穩定成長。
2. 在5W充電系統，單位車輛所耗損的電流相對於10W充電系統大。



實驗七：

太陽能板	電壓(V)	電流(A)	電功率(W)
1號太陽能板	12.7	5.1	64.77
2號太陽能板	12.5	5	62.5
1、2號太陽能板並聯	12.5	10.1	126.25
3號太陽能板	12.9	5.2	67.08

▲太陽能板發電功率量測表格

實驗八：

電池種類	GS鉛酸電池
電池容量	84Wh
連接之太陽能板	1號與2號太陽能板
連接之太陽能板發電功率	60W * 2 (12V 5A)
充飽電池所需時間	0.7h (42min)
可滿載充電車輛時間	7.5h (450min)

▲ GS鉛酸電池備載電力與滿載充電量測與計算過程

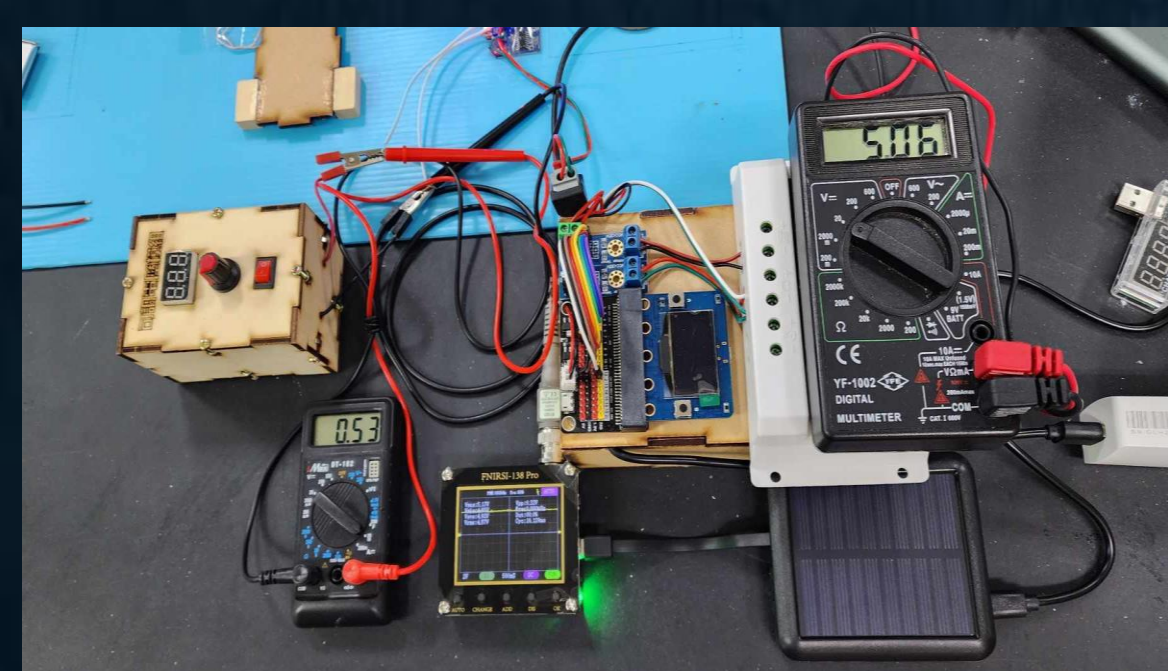
電池種類	SOMA鉛酸電池
電池容量	14.4Wh (12V 1.2Ah)
連接之太陽能板	3號太陽能板
連接之太陽能板發電功率	60W (12V 5A)
充飽電池所需時間	0.24h (14min 24s)
可滿載充電車輛時間	1.36h (81min 36s)

▲ SOMA鉛酸電池備載電力與滿載充電量測與計算過程

根據表格，可計算出：

1. GS鉛酸電池利用太陽能板充電所需充飽電時間約為40分鐘。
2. 充飽電的GS鉛酸電池可同時為5台車供電約7個半小時。

1. SOMA鉛酸電池太陽能板充電所需充飽電時間約為14分鐘。
2. 充飽電的SOMA鉛酸電池可同時為5台車供電約1個半小時



陸、討論

- 一. 根據實驗一：當車輛與10W傳電裝置的距離在4~7mm之間時，電壓及電流數值會隨著距離增加而穩定下降，因磁力線分布較平均的因素使得感應電勢較為穩定，此現象顯示較大功率的充電系統具有可調性；因此我們思考此一特性，可以將停車格的傳電裝置獨立製作升降平台，藉由適度調整傳電裝置高低，以適配市面上各種廠牌的電動車。
- 二. 根據實驗二：當車輛與5W傳電裝置的距離在10mm以後時，因感應電勢較弱，電壓及電流會隨著距離增加而快速降低，在12mm以後感應電流甚至降為0，所以應避免車輛距離傳電裝置過遠導致無法充電。
- 三. 根據實驗一~三：當車輛與10W傳電裝置、5W傳電裝置的距離分別在0~4mm、0~9mm之間時，電壓及電流數值穩定；可知車輛在兩種充電系統充電時的共同最佳感應範圍為0~4mm。當我們的車輛與傳電裝置的距離在這區間內時，不只可以減少直接接觸時熱傳導的燃燒風險，還可以保證充電效率維持在最佳狀態。
- 四. 根據討論一~三：我們思考透過改變停車場車格上充電裝置與車輛的距離，來作為無線充電電壓調控的方法，類似右圖我們模擬一個升降平台的製作，利用電腦光碟機裡的微動步進電機馬達設計一改變高度的升降裝置，藉由微控制器及編譯好的程式，以壓克力板作為平台，實現出一個可以透過升降車格來改變電車充電功率的無線充電平台。
- 五. 根據實驗四~五：10W及5W充電系統的總電流，會隨著車輛充電而增加。觀察其每次增加的量可以發現，雖然總電流會穩定上升，但是增加的量並不是完全相等，數值會有細微的不同。此現象與每輛車本身之電池與顯示裝置有關，因為每輛小車接線線路與電池有細小差異，導致充電時有此一現象。
- 六. 根據實驗四~五：5W及10W充電系統的電力來源皆來自停車場內的備載電力，實驗證實電池可同時穩定供應多臺電動車充電，也就是電量足夠停車場內所有裝置穩定運作。可知未來綠能停車場可支援多部車輛同時充電，而不會有電力不足的問題。
- 七. 根據實驗六：10W以及5W的總電流皆會隨著充電車輛數量的增加而上升，且幅度穩定。思考此一特性，我們或許可以透過監測充電系統的電流大小，得知當時停車場相關數據，並將資訊傳輸到雲端，供民眾查看，讓電動車用戶更便利的找尋附近的充電站。
- 八. 根據討論五~七：停車場充電系統的總電流會隨著充電中的車輛數量增加而穩定上升，當車輛充飽電後，持續停放在車格上仍會有微小的電流耗損，因此可以透過監測充電裝置是否有供電來判斷車輛是否在車格上，進而得出停車場此時的車輛數量及剩餘車格數量。
- 九. 根據實驗七~八：透過增加太陽能板的數量再並聯，可使充電效率提升，可知充電效率與太陽能板數量成正相關。停車場利用電瓶儲電，當太陽能板充電功率大於電瓶容電量，可有效維持備載電力，而當容電量大於供電量時，將有利於維持停車場的供電需求。

柒、結論

- 我們的研究旨在探討實現未來電動車需求的綠能充電停車場的可行性，詳細內容如下：
- 一. 無線充電技術：根據我們的實驗，無線充電裝置可以透過調整線圈距離，在感應電勢較強的情況下獲取所需電壓。這意味著未來的充電停車場可以為不同電壓需求的電動車提供所需的電能。
 - 二. 太陽能發電：通過並聯多片太陽能電池板來增加發電量，並搭配蓄電裝置提升供電效益。可以更穩定地為多台電動車提供足夠的電流充電。此外，我們的太陽能板傾斜角度為23.5度，是台灣架設太陽能板的最佳角度，這樣的設計同時還具有遮陽和通風的特性，防止電動車電池長時間曝曬造成的危險。
 - 三. 車輛偵測與影像辨識系統：透過偵測電流變化，可以判斷停車場內的車輛數量和剩餘停車格數。為實現全自動化的停車場，我們還使用了Pixel:bit開發板製作影像辨識系統，並利用Teachable Machine訓練AI模型進行車牌辨識。
 - 四. 無線充電優勢：無線充電技術適合建立在需長時間停車的地點，相較於充電樁的快速充電，較不易對電池造成損害，且可充電的車種更多。
- 綜上所述，我們的研究結果顯示，結合綠色能源與無線充電的未來綠能停車場是可行並具有實現價值的。

捌、參考文獻資料

1. 無限充電原理 · 2023年2月15日 · 取自
https://online.senao.com.tw/Article/detail/1834?fbclid=IwAR1h4HRoKLeHEf1sz3k7j4x6V5M_NT9CqxqFuEyy3zB1dL3q8LopchN34I
2. 無需插槍，只要停好車就可以開始充電！未來十年趨勢：電動車無線充電比插電更安全 · 2023年2月15日 · 取自
https://esg.businesstoday.com.tw/article/category/180696/post/202302150011?fbclid=IwAR1liPAh1T7jTQi0J1CSysBMTuwyEKwmMhI-8MJug15ItivwdKaUywot_a4
3. 臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明 · 2024年4月2日 · 取自
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76