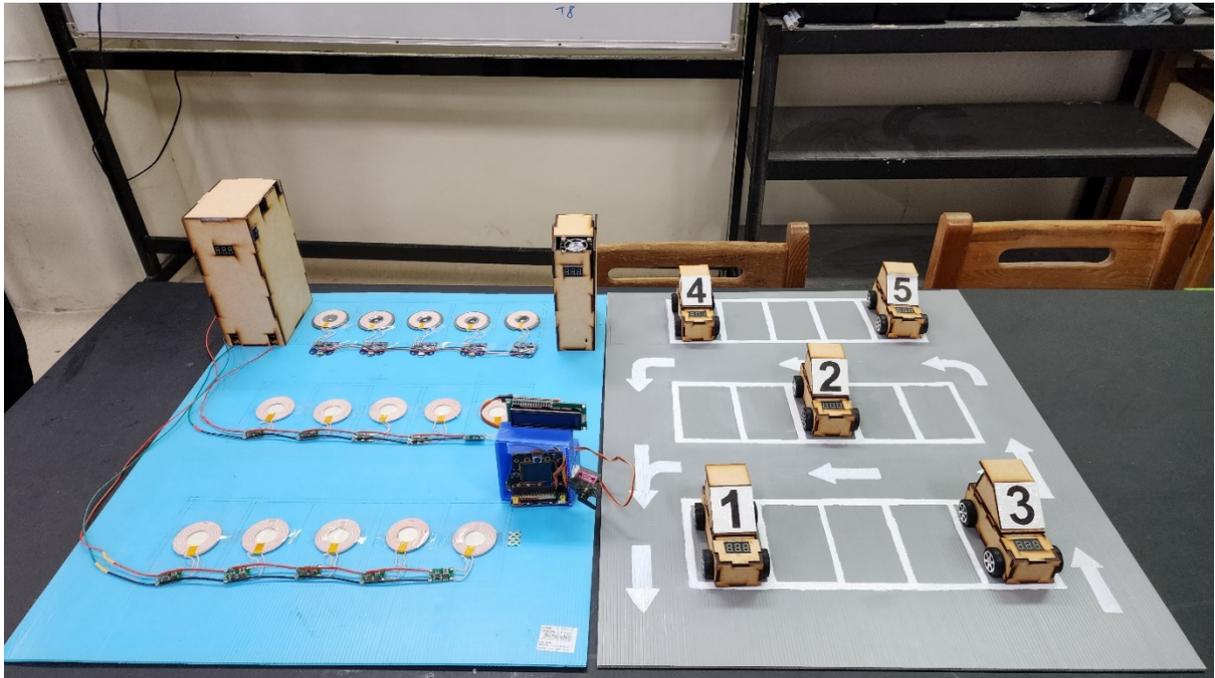


# 花蓮縣第 64 屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書



科別：生活應用(一)組

組別：國中組

作品名稱：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

關鍵詞：無線充電、綠色能源、諧振效應

編號：

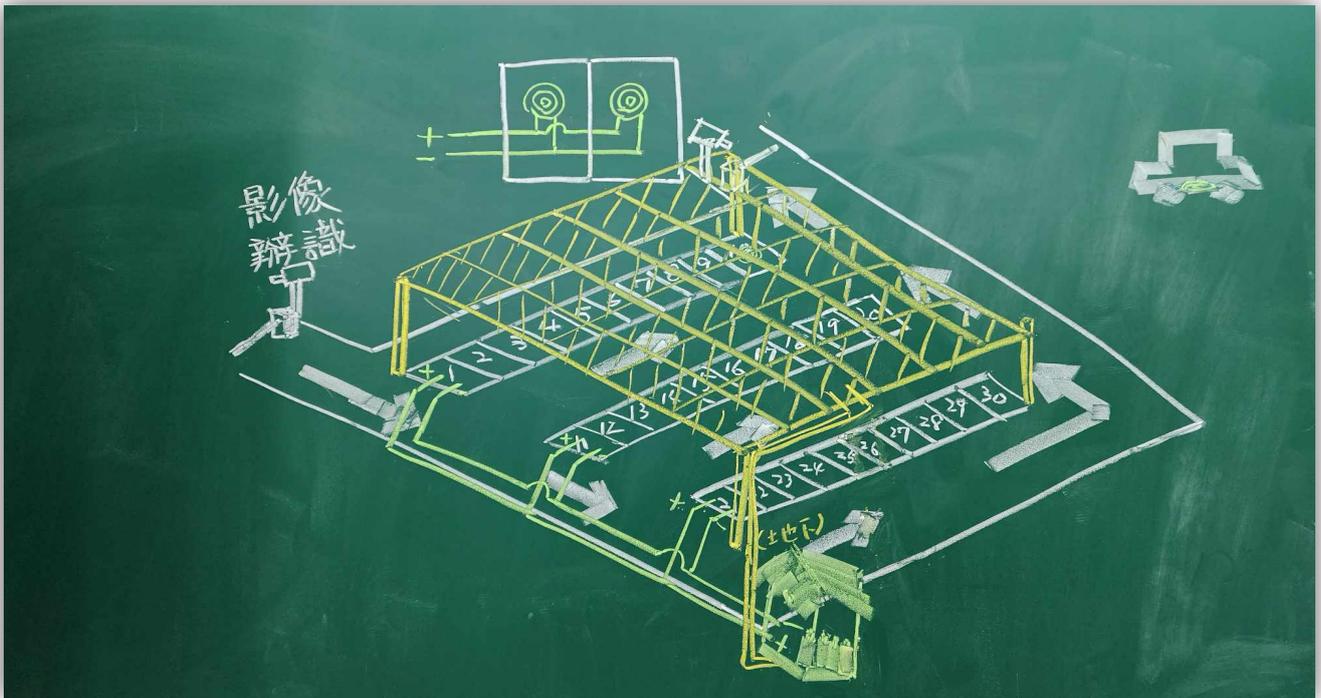
(由教育處統一編列)

## 目 錄

摘 要.....	1
壹、前言.....	2
貳、研究設備及器材.....	4
參、研究過程及方法.....	6
肆、研究結果.....	11
伍、討論.....	20
陸、結論.....	23
柒、參考文獻資料.....	24

## 摘要

我們想探究實現未來綠能電動車停車場可行的設計方向，改變電動車充電方式並結合綠能實現。經研究結果得知無線充電裝置可透過感應距離的調整而獲得所需的電壓值，故未來可應用在不同電動車的充電，供不同電壓需求的電動車提供所需電壓，另外在蓄電裝置供電量充足的情況下可以有足夠的電流提供多台電動車同時充電，實現停車場同時充電多台電動車。在穩定供電需求方面，我們也發現提供較大電壓的充電裝置可以給與較足夠的充電效能，有助於提供穩定的電流，最後實驗也證明藉由同時並聯多片太陽能板可以增加充電電流，提昇太陽綠能的充電效益，我們的研究作為實現一個結合綠色能源與無線充電技術的未來綠能停車場的可行性有顯著地證明得以實現。



▲圖 1、實驗設計圖

# 壹、前言

## 一、研究動機

因應世界趨勢，各國紛紛倡導綠色能源與交通，電動車是未來綠色交通的主要運輸交通工具。如何有效滿足電動車充電需求，是我們想要解決的問題，因此我們的目標是建構一個全自動化的無線充電停車場。改變原有電動車採用充電樁進行有線充電的方式，我們試圖改為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系統，提供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，因此在地面上架設大面積的太陽能板作為低碳的綠色能源解決電力供給需求的問題，整體解決策略的結合是再適當不過的一項前衛設計。

## 二、實驗目的

我們的目標是改良現有的停車場，設計出一款模擬全自動化的無線充電綠色停車場。現在的電車停車場皆使用充電樁，像加油的模式將充電槍插入充電孔，進行充電。但現在多家車廠推出不同規格的充電樁，使車主需尋找相同規格的充電樁進行充電，且充電樁佔空間。因此我們決定透過無線傳電的方式，只要將車子停放在傳電裝置（車格下方）上方，就可以為電池進行充電。而為達成此一目標，研究數據會大大的幫助我們更好的改良停車場相關設計，故有以下幾項主要研究目的：

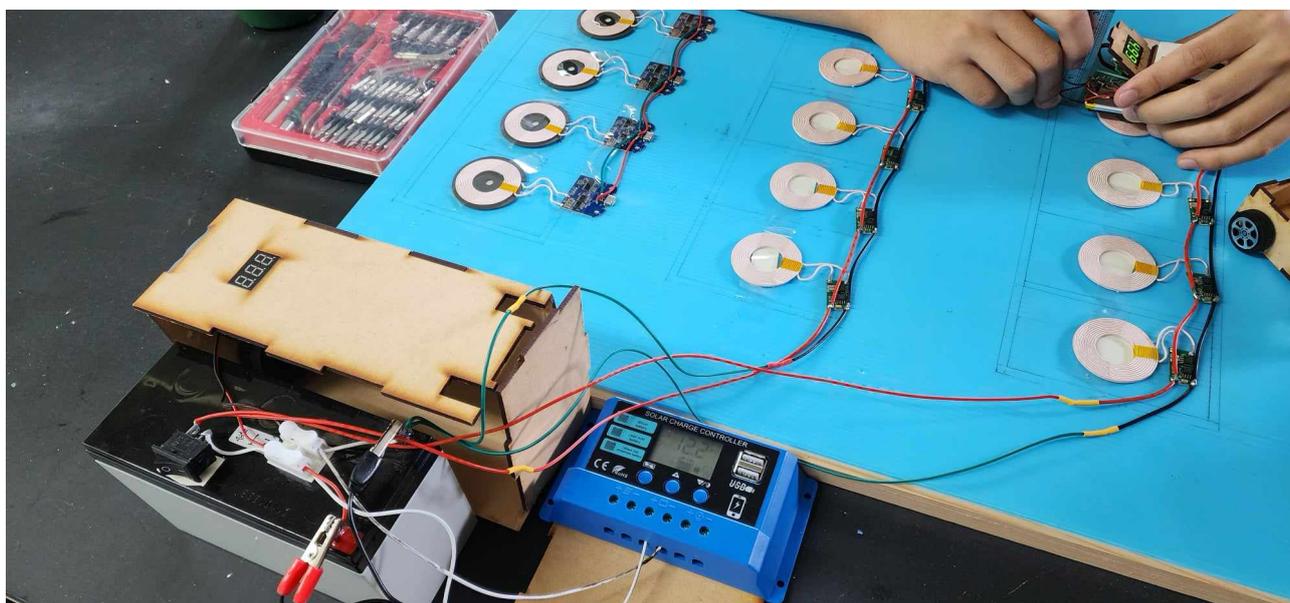
1. 探究對不同電壓需求下提供無線充電感應電壓調整的可行性
2. 探究提供多台電動車供電需求下電流的變化情形
3. 探究使供電電壓與電流穩定的方法
4. 探究綠電太陽能充電效益的提升策略

## 三、文獻回顧

為了能夠更好的幫助我們做出一個方便使用且有效率的無線充電停車場，以及了解其相關優勢，參考文獻的幫助是必不可少的。其中幾項對於我們實驗有較大幫助的，簡要列舉如下：

1. 無線充電可避免充電線在充電過程中被拉扯、損壞的可能，甚至可減少各式電線線路的複雜度，給你舒適整潔的環境。

2. 電動車無線充電是基於電磁場感應原理，透過車輛底盤和地面上的線圈產生「諧振效應」，就能夠讓電流透過磁場流向車上電池組。
3. 要產生「諧振效應」需要雙方的線圈具備相同的頻率，根據需求，目前常見的頻率可以從 30 kHz~30 MHz 之間變動。
4. 這個頻率遠低於日常生活中的無線電頻率，不會直接傷害電池芯或其他有機體，即使遇到人體，也會直接穿越而不造成任何傷害。
5. 無線充電雖然方便，但安裝成本比充電樁更高，充電效率則可能更低。
6. 無線充電對人類來說只是方便，但對電腦來說卻是「必要」。自動駕駛再厲害，終究也沒辦法自己拔槍充電，因此未來勢必會朝向無線充電發展。
7. 根據國家發展委員會發布之 2050 淨零碳排路徑：「2050 淨零排放路徑將會以『能源轉型』、『產業轉型』、『生活轉型』、『社會轉型』等四大轉型，及『科技研發』、『氣候法制』兩大治理基礎」，可見技術的進步轉型與科技的不斷研發也是國家整體目標之一。



▲圖 2、12V 充電系統與車輛距離長短和電壓的關係實驗

## 貳、研究設備及器材

### 一、軟體:

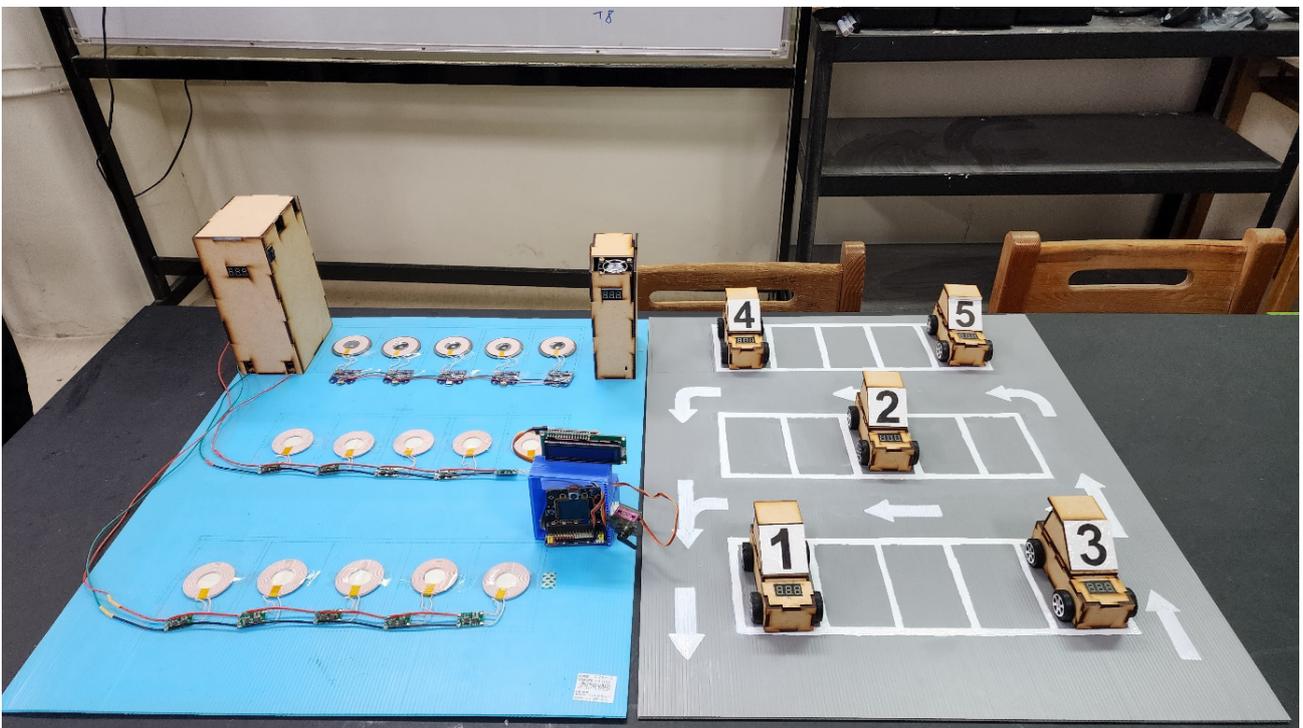
1. Google試算表：費率運算及停車資料紀錄
2. BlocklyDuino Editor程式開發環境：程式撰寫
3. Inkscape：雷射切割模型編輯
4. RDWorksV8：雷射切割模型製造
5. Teachable Machine：AI辨識系統module訓練
6. Microsoft Word：文件編輯，實驗過程紀錄

### 二、硬體:

1. 太陽能板 x1
2. 無線充電線圈模組 x15
3. 蓄電池 x2
4. 車用電池 x5
5. 段木板材 x7
6. 瓦楞板 x5
7. 散熱風扇 x3
8. Pixel:bit開發板 x2
9. LCD面板模組 x2
10. 三用電錶 x2
11. 黑色與白色麥克筆 x4
12. 太陽能電池solar controller x2
13. 熱融膠槍與熱融膠條數個 x1
14. 電烙鐵與鉛錫 x1
15. 竹籤 x10
16. 吸管 x4
17. 角鐵 x4
18. 手機 x2
19. 行動充電器 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)

## 參、研究過程及方法

### 一、實驗一：

測試 12V 充電系統與車輛距離長短和電壓的關係：

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. 使用三用電錶測量電壓大小
5. 觀察並記錄不同距離的傳輸路徑與電壓的大小關係

### 二、實驗二：

測試 5V 充電系統與車輛距離長短和電壓的關係：

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. 使用三用電錶測量電壓大小
5. 觀察並記錄不同距離的傳輸路徑與電壓的大小關係

### 三、實驗三：

比較 5V 與 12V 充電系統的電壓變化：

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. 使用三用電錶測量電壓大小
5. 觀察並記錄不同充電系統的電壓變化

#### 四、實驗四：

(一) 測試 12V 充電系統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. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係

(二) 測試 12V 充電系統供應電流增加量與車輛數量的關係：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流增加量的大小關係



▲圖 5、12V 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 5V 充電系統供應電流與車輛數量的關係的關係：

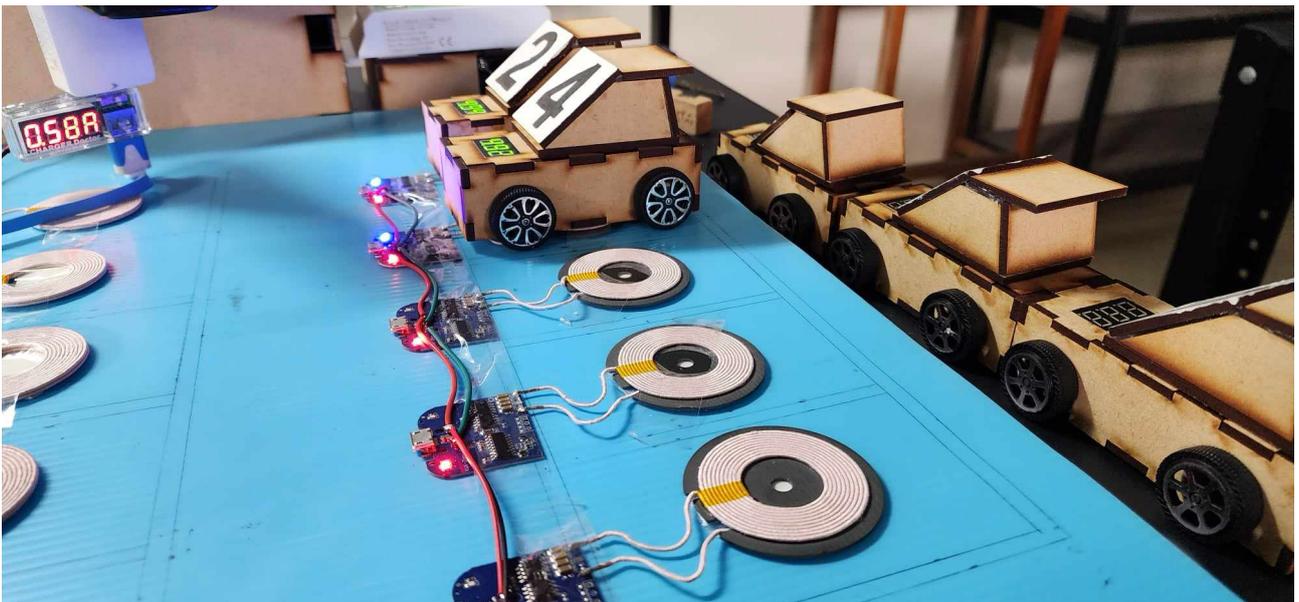
實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流的大小關係

(二) 測試 5V 充電系統供應電流增加量與車輛數量的關係的關係：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同車輛數量與電流增加量的大小關係



▲圖 6、5V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

## 六、實驗六：

(一) 比較 5V 與 12V 充電系統車輛數量與電流關係的變化：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同充電系統的電流變化

(二) 比較 5V 與 12V 充電系統車輛數量與電流增加量關係的變化：

實驗操作步驟：

1. 依設計圖安裝裝置並連接電池
2. 車輛全數停放於車格
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的大小，並駛離一台車
5. 重複步驟 3~5，直到車輛皆駛離車位
6. 觀察並記錄不同充電系統的電流增加量變化

## 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
2. 測試太陽能板發電電流
3. 根據  $P = I * V$  電功率公式，計算太陽能板電功率
4. 增加太陽能板數量
5. 重複步驟 1~3，量測並計算各個太陽能板的電功率
6. 將各個太陽能板發電功率加總
7. 記錄太陽能板總發電功率



▲圖 7、測試單一太陽能板發電功率實驗



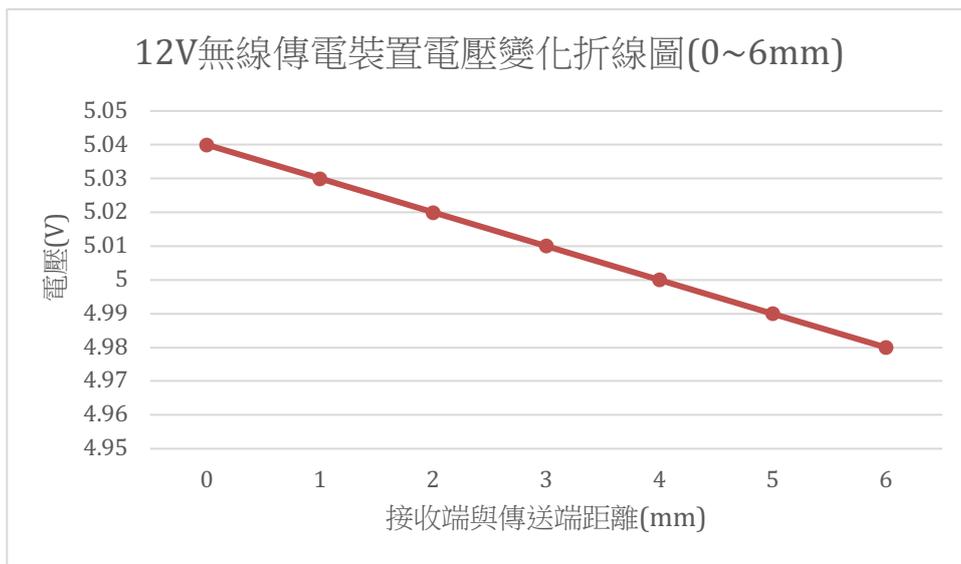
▲圖 8、測試單一太陽能板發電功率實驗

## 肆、研究結果

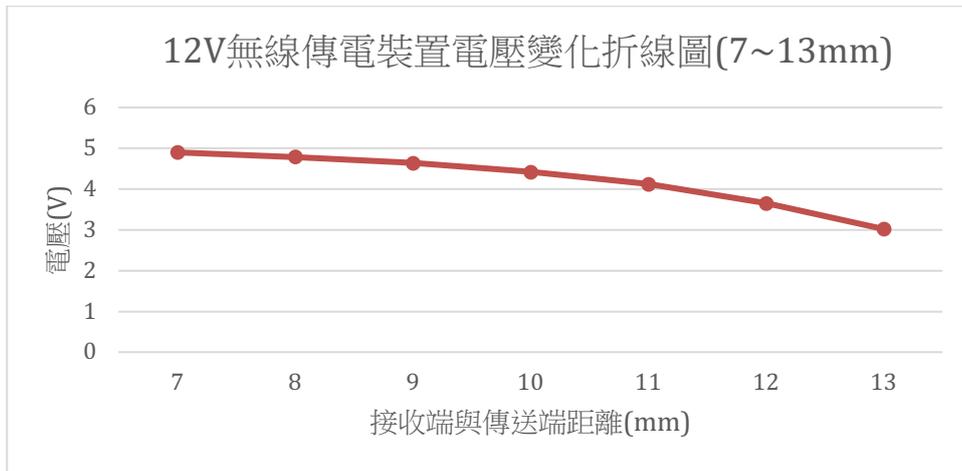
### 一、12V 充電系統與車輛距離長短之電壓的關係：

下表格為無線傳電裝置通電後，在不同距離下的電壓變化：

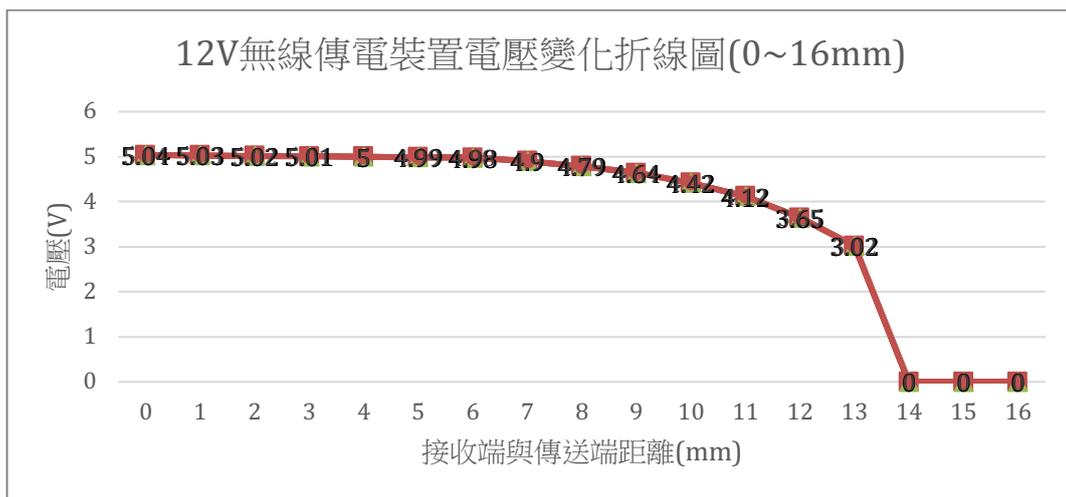
距離(mm)	電壓(V)
0	5.04
1	5.03
2	5.02
3	5.01
4	5
5	4.99
6	4.98
7	4.9
8	4.79
9	4.64
10	4.42
11	4.12
12	3.65
13	3.02
14	0
15	0



▲圖 9、12V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(0~6mm)



▲圖 10、12V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(7~13mm)



▲圖 11、12V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(0~16mm)

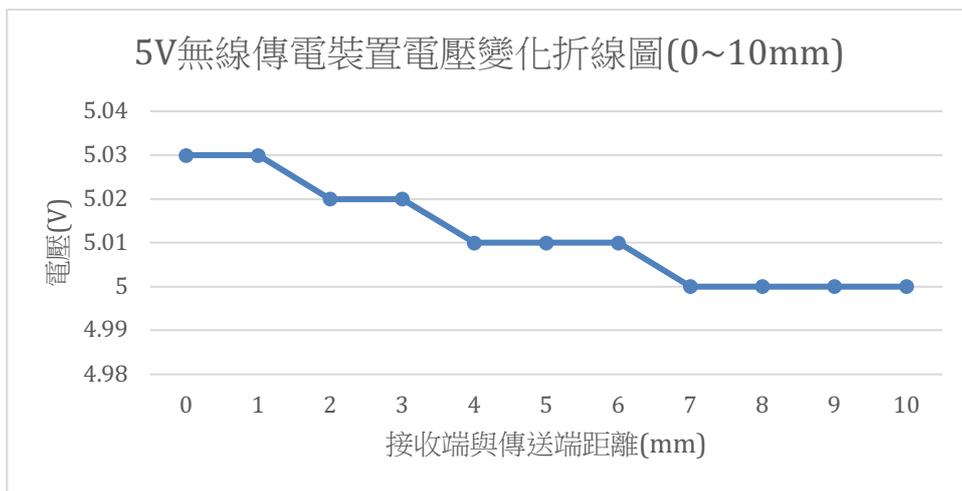
在 12V 充電系統與車輛距離為 0~6mm 之間時，電壓會隨著距離增加而穩定降低，可見距離的確會影響充電效率；當 12V 充電系統與車輛為 7~13mm 之間時，因為距離較遠，接收效率較差，故每 1mm 電壓下降值較大，而每次下降的量大約會是前一次下降量的 1.5 倍；而當 12V 充電系統與車輛距離超過 13mm 時，接收端就會因為距離太遠，導致電波低於接收端可接受的範圍，而無法偵測並充電，故電壓為 0

## 二、5V 充電系統與車輛距離長短之電壓的關係：

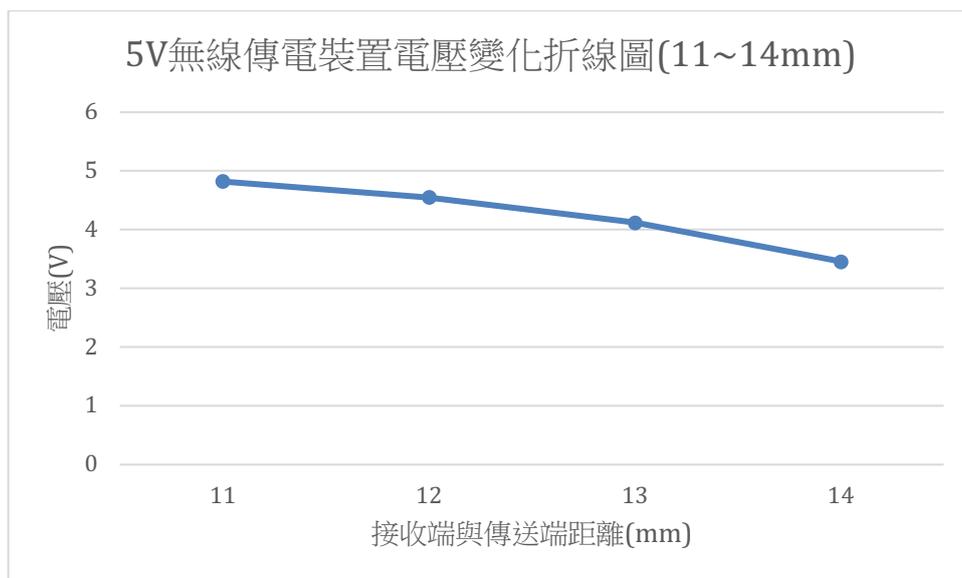
下表格為無線傳電裝置通電後，在不同距離下的電壓變化：

距離(mm)	電壓(V)
0	5.03
1	5.03
2	5.02
3	5.02
4	5.01
5	5.01

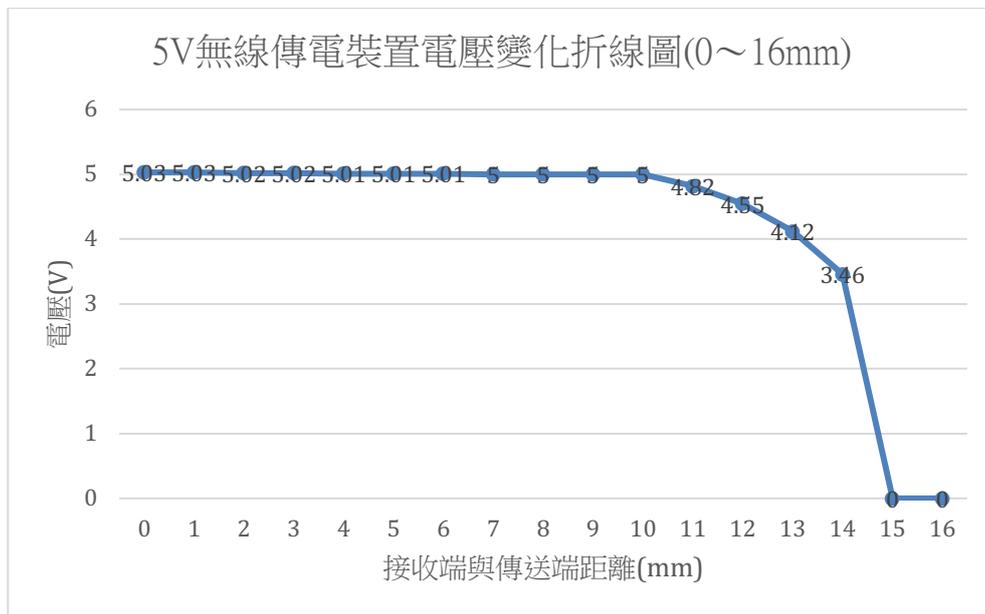
6	5.01
7	5
8	5
9	5
10	5
11	4.82
12	4.55
13	4.12
14	3.46
15	0



▲圖 12、5V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(0~10mm)



▲圖 13、5V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(11~14mm)

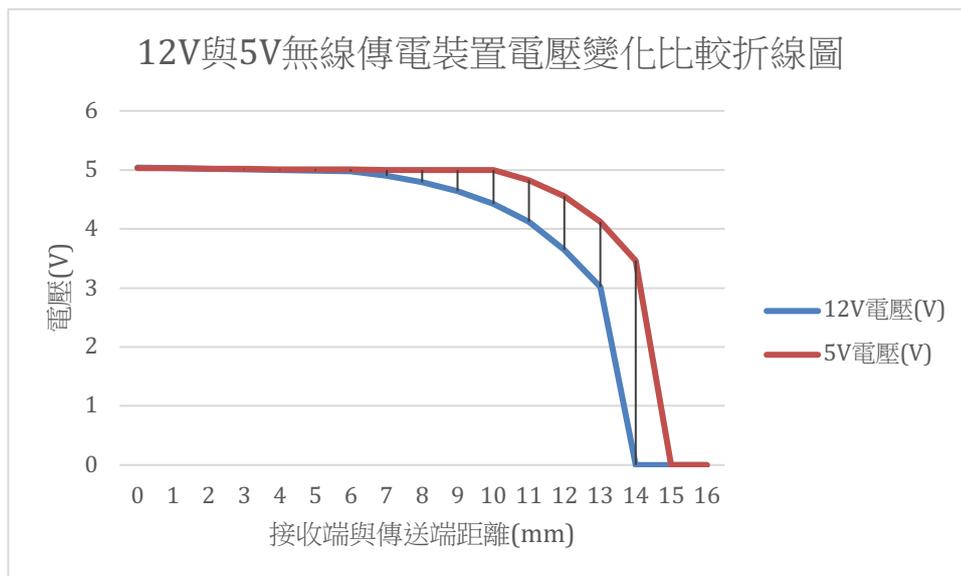


▲圖 14、5V 無線傳電裝置電壓變化折線圖(0~16mm)

在 5V 充電系統與車輛距離為 0~10mm 之間時，電壓會隨著距離增加而穩定逐漸降低；當 5V 充電系統與車輛為 11~14mm 之間時，因為距離較遠，接收效率較差，故每 1mm 電壓下降值較大，而每次下降的量也大約會是前一次下降量的 1.5 倍；而當 12V 充電系統與車輛距離超過 14mm 時，接收端就會因為距離太遠使電壓為 0

### 三、比較 5V 與 12V 充電系統的電壓變化：

下圖為無線傳電裝置通電後，在 5V 與 12V 不同距離下的電壓變化：



▲圖 15、12V 與 5V 無線傳電裝置電壓變化比較折線圖

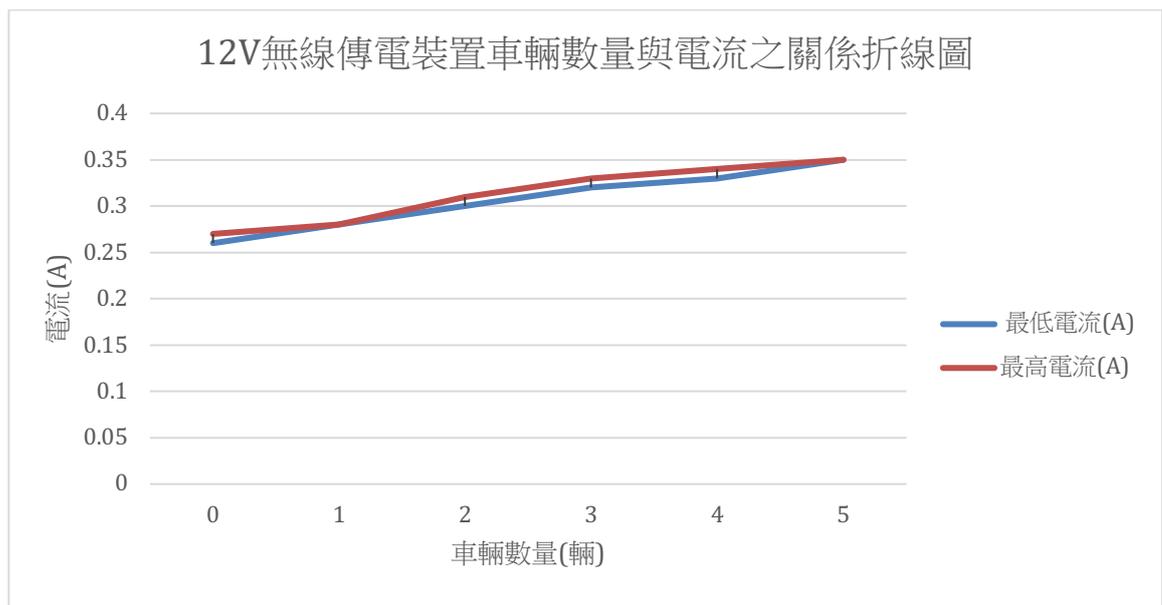
觀察圖表可發現，12V 無線傳電裝置與 5V 無線傳電裝置在與車輛接收端距離 6mm 以內時，可供應電壓的差距並不明顯，甚至小到可以忽略。而在 6mm 以後，隨著接收端距離增加，12V 電壓率先較快降下去，導致 12V 與 5V 的電壓差距越來越大，而 5V 裝置卻在 10mm 時才開始有明顯的電壓變化。12V 裝置於 14mm 時電壓因距離過遠

而歸零；5V 裝置於 15mm 時電壓因距離過遠而歸零。

#### 四、12V 充電系統供應電流與車輛數量的關係：

下表為 12V 無線傳電裝置通電後，不同車輛數量的電流變化：

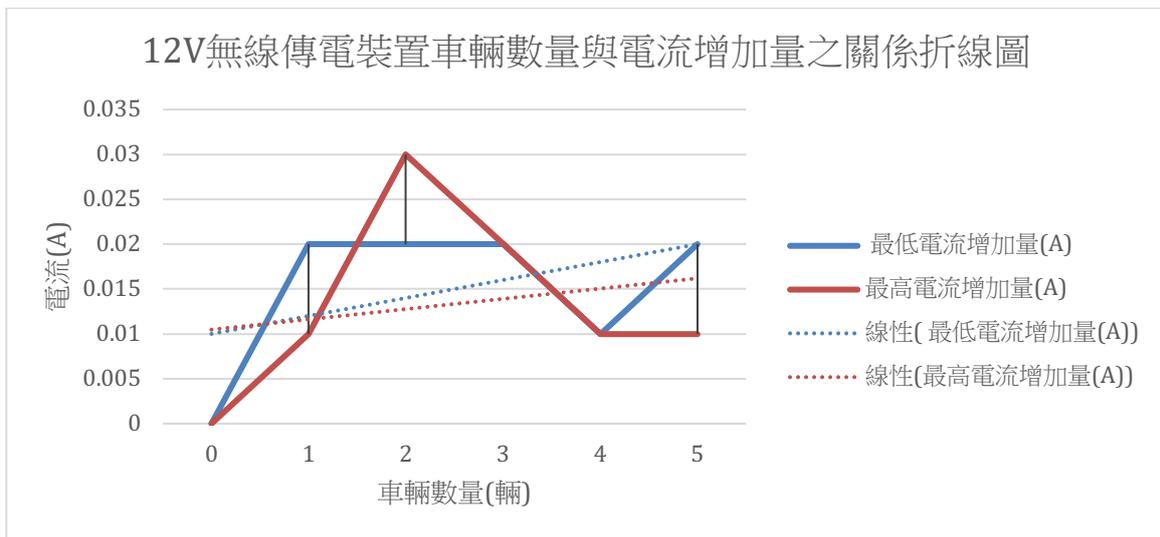
車輛數量(輛)	最低電流(A)	最高電流(A)	12V 平均電流(A)
0	0.26	0.27	0.265
1	0.28	0.28	0.28
2	0.3	0.31	0.305
3	0.32	0.33	0.325
4	0.33	0.34	0.335
5	0.35	0.35	0.35



▲圖 16、12V 無線傳電裝置車輛數量與電流之關係折線圖

下表為 12V 無線傳電裝置通電後，不同車輛數量的電流增加量：

車輛數量(輛)	最低電流增加量(A)	最高電流增加量(A)	12V 平均電流增加量(A)
0	0	0	0
1	0.02	0.01	0.015
2	0.02	0.03	0.025
3	0.02	0.02	0.02
4	0.01	0.01	0.01
5	0.02	0.01	0.15



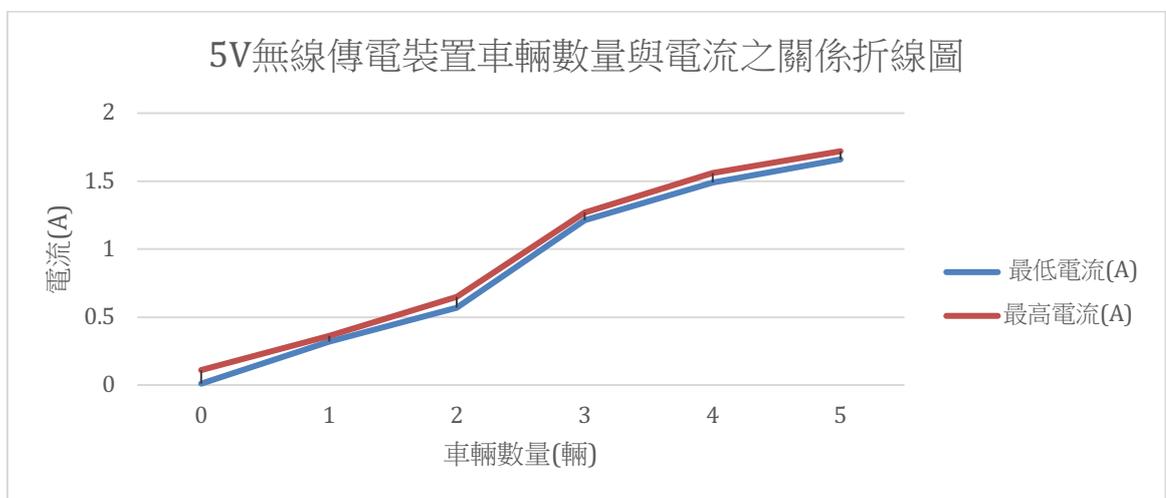
▲圖 17、12V 無線傳電裝置車輛數量與電流增加量之關係折線圖

由圖可知，隨著停車場中 12V 充電裝置的車輛增加，其電流也會跟著穩定增加，且最高與最低電流的差距一直在一個可接受範圍；平均電流的增加量圖雖看起來不是太規律，但是趨勢線還是往上的方向，且增加量差距並不算大，故可接受。

#### 五、5V 充電系統供應電流與車輛數量的關係：

下表為 5V 無線傳電裝置通電後，不同車輛數量的電流變化：

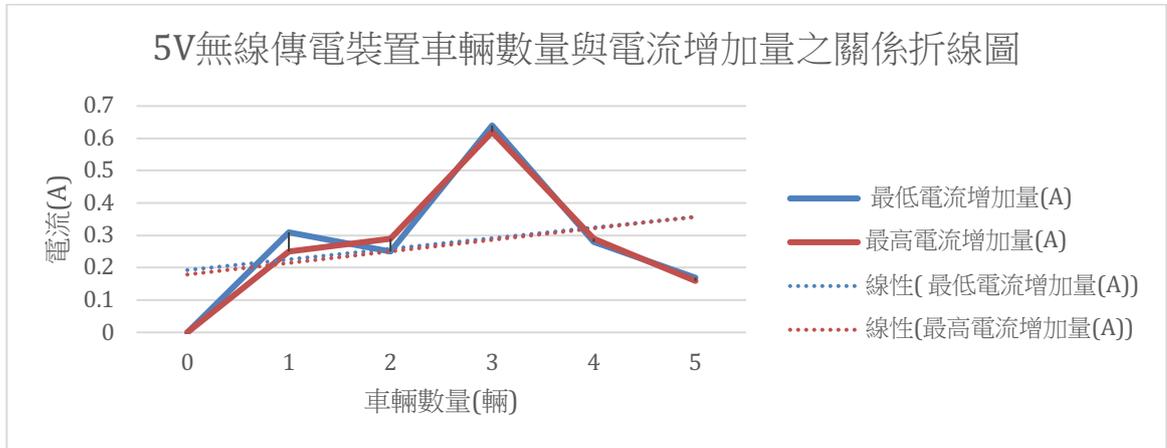
車輛數量(輛)	最低電流(A)	最高電流(A)	5V 平均電流(A)
0	0.01	0.11	0.06
1	0.32	0.36	0.34
2	0.57	0.65	0.61
3	1.21	1.27	1.24
4	1.49	1.56	1.525
5	1.66	1.72	1.69



▲圖 18、5V 無線傳電裝置車輛數量與電流之關係折線圖

下表為 5V 無線傳電裝置通電後，不同車輛數量的電流增加量：

車輛數量(輛)	最低電流增加量(A)	最高電流增加量(A)	5V 平均電流增加量(A)
0	0	0	0
1	0.31	0.25	0.28
2	0.25	0.29	0.27
3	0.64	0.62	0.63
4	0.28	0.29	0.285
5	0.17	0.16	0.165

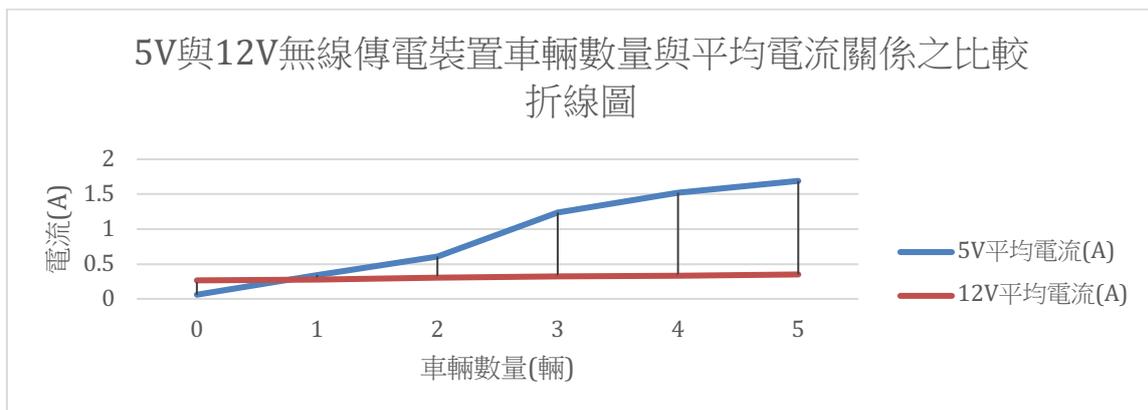


▲圖 19、5V 無線傳電裝置車輛數量與電流增加量之關係折線圖

由圖可知，隨著停車場中 5V 充電裝置的車輛增加，其電流也會跟著增加，但相較 12V 充電裝置的增加狀況，穩定度較低；最高與最低電流的差距一直在一個可接受範圍，並不會傷害車輛電池；平均電流的增加量圖雖看起來還是不是太規律，但是趨勢線還是往上的方向，且相較 12V 充電裝置，幅度較平行，代表增加量更穩定，增加量差距也並不算大，故可接受。

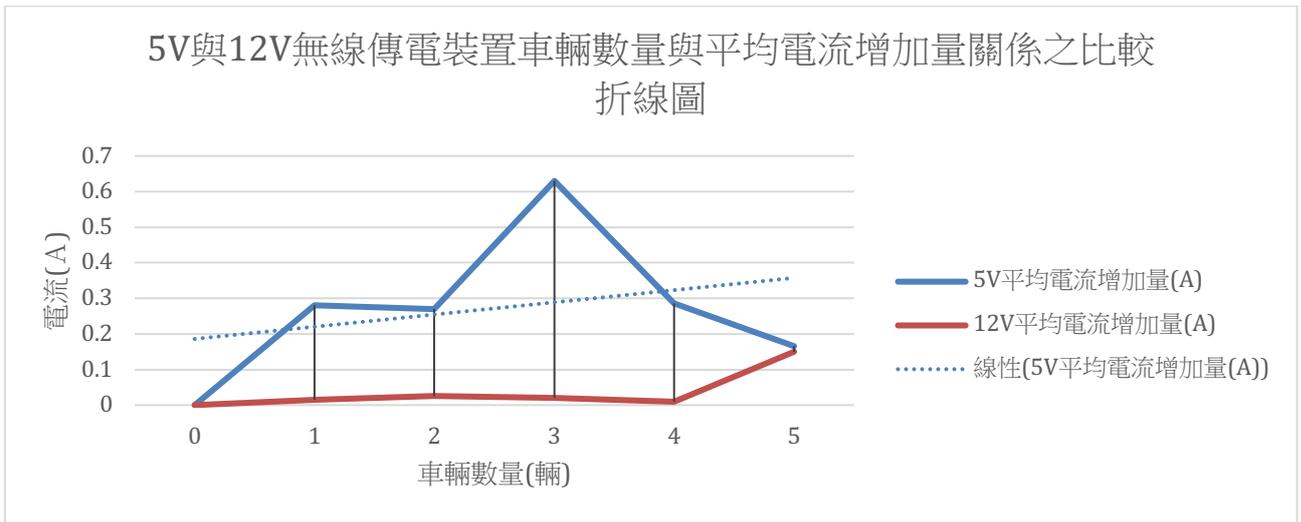
#### 六、比較 5V 與 12V 充電系統車輛數量與電流關係的變化：

下圖為無線傳電裝置通電後，在 5V 與 12V 不同車輛數量下的電流變化：



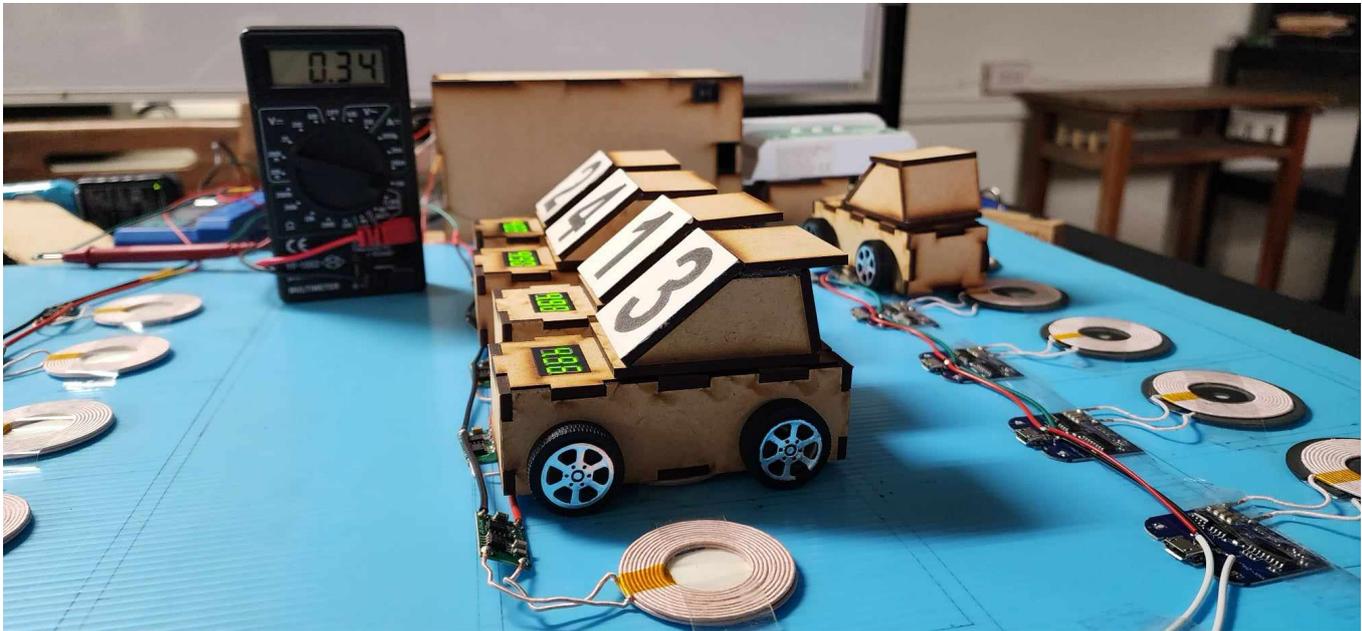
▲圖 20、5V 與 12V 無線傳電裝置車輛數量與平均電流關係之比較折線圖

下圖為無線傳電裝置通電後，在 5V 與 12V 不同車輛數量下的電流增加量變化：



▲圖 21、5V 與 12V 無線傳電裝置車輛數量與平均電流增加量關係之比較折線圖

由圖可知，5V 充電裝置的電流增加量較 12V 充電裝置的電流增加量大，導致 5V 充電裝置電功率的變化較劇烈。探究其原因，是因為供給的電壓較小，電量供應較不足，導致電流起伏較大；12V 充電裝置的電壓相對較大，電量較充足，進而使得電流變化相對穩定。

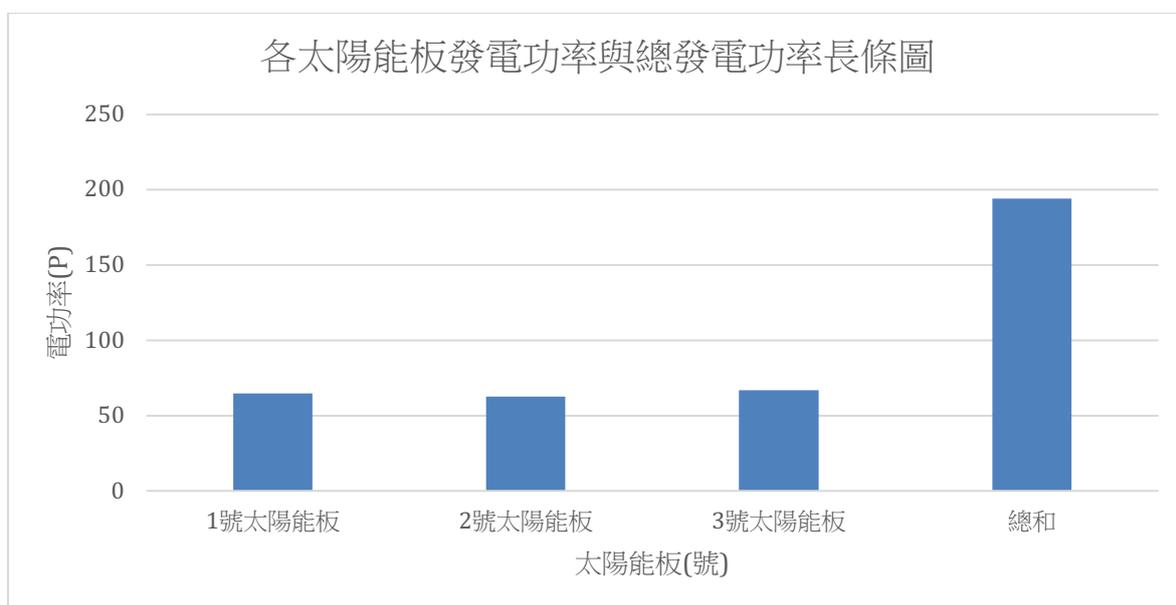


▲圖 22、12V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

#### 七、測試單一太陽能板發電功率和總發電功率：

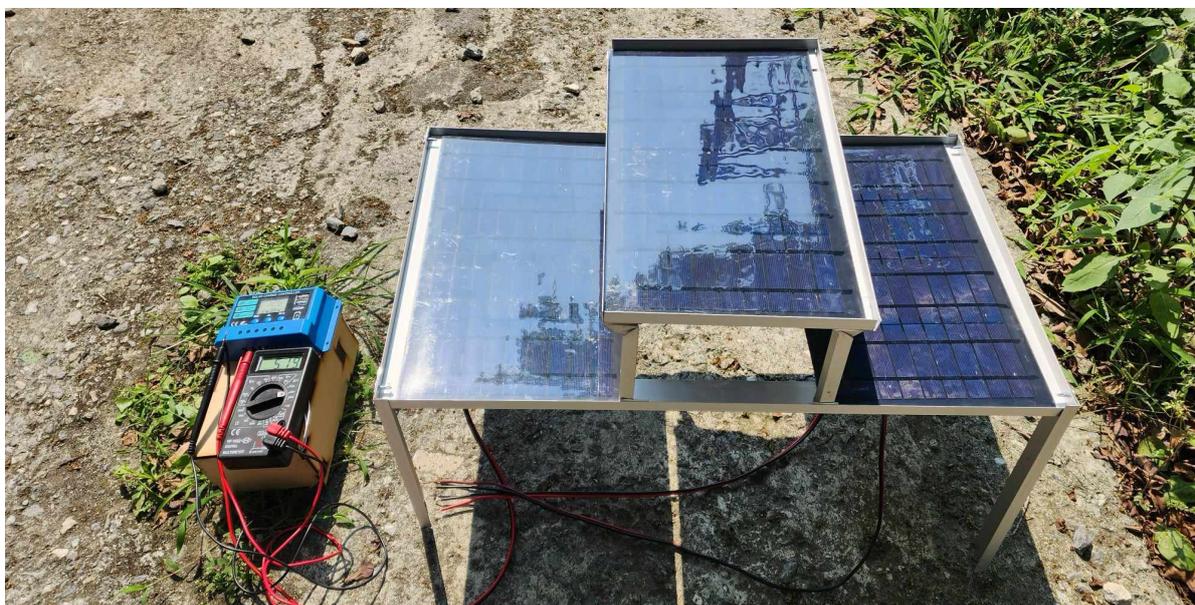
下表為各太陽能板之電功率與總電功率：

太陽能板	電壓(V)	電流(A)	電功率(P)
1號太陽能板	12.7	5.1	64.77
2號太陽能板	12.5	5	62.5
3號太陽能板	12.9	5.2	67.08
總和	38.1	15.3	194.35



▲圖 23、各太陽能板發電功率與總發電功率長條圖

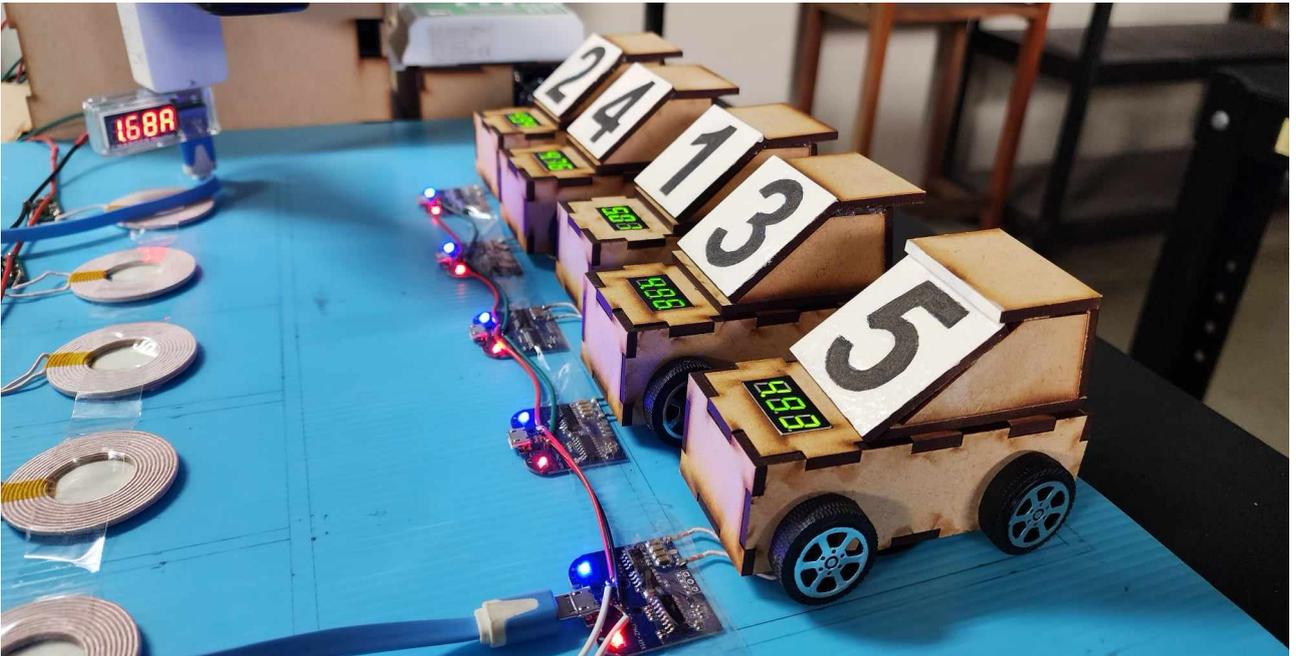
由圖表可知，太陽能板發電功率可以疊加，有助提升整體充電效率，讓停車場能夠更環保切省電。



▲圖 24、測試單一太陽能板發電功率和總發電功率實驗

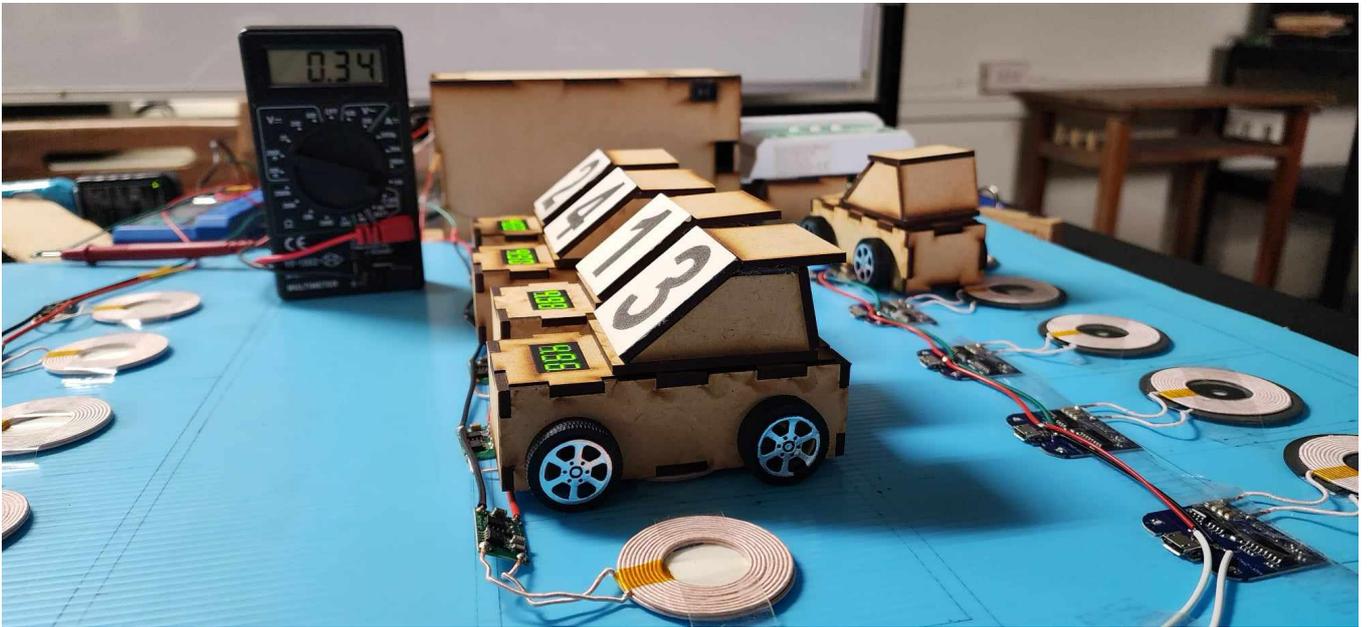
## 伍、討論

一、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也不相同。根據實驗一與實驗二（測試 12V 和 5V 充電系統與車輛距離長短和電壓的關係實驗）我們發現：當車輛的電力接收端與無線傳電裝置的傳送端之間的距離變遠時，車輛接收到的電壓直也會跟著變小，反之亦然。因此我們思考此一特性，若金錢允許，或許可以讓每個停車格的長方格空間做成獨立裝置，並且可由駕駛自行調整車格高低，以此適配市面上各種廠牌的電動車。



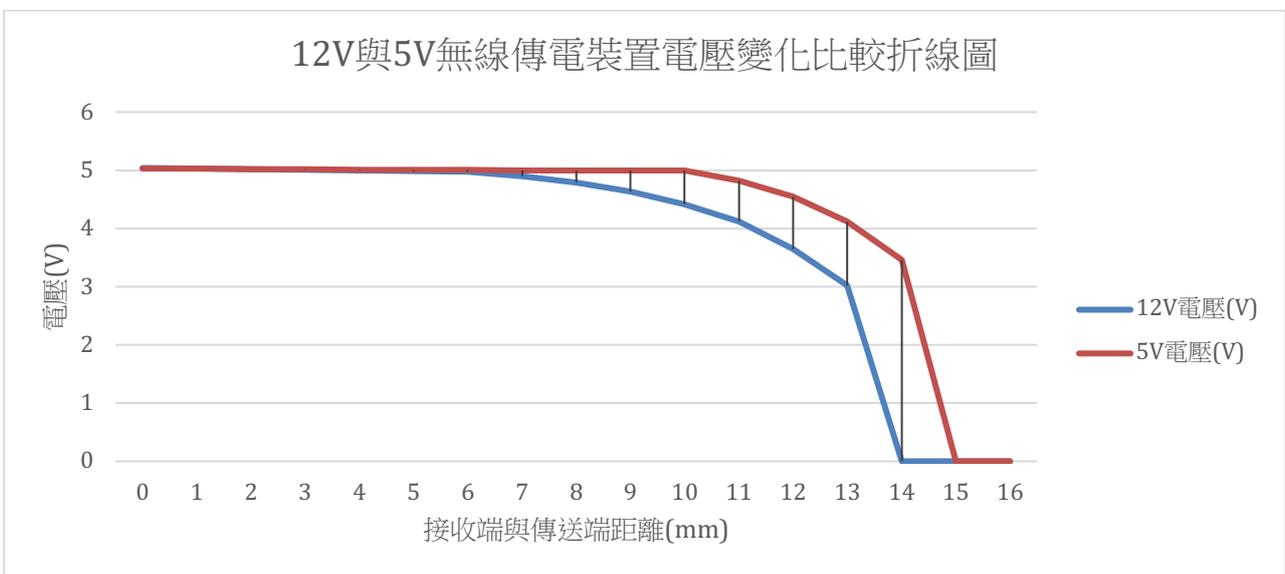
▲圖 25、5V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

二、隨著車輛與無線傳電裝置的距離增加，電壓穩定逐漸下降。但是根據實驗三（比較 5V 與 12V 充電系統的電壓變化實驗）：當車輛與傳電裝置距離超過一定限度時，推測是因為電波過於微弱，或是車輛金屬干擾磁場等等，車輛接收端電壓值會以較大幅度下降（相較穩定下降時的值差距明顯增大）。因此若將來有要設計可調整高度的停車格，可調控的最高高度勢必要符合傳電裝置本身可接受的範圍



▲圖 26、12V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗

三、如圖：5V 充電裝置本身與車輛距離之可接受範圍較 12V 充電裝置之可接受範圍大，推測是因為傳電裝置本身感應電流的差異，導致此一現象。



▲圖 27、12V 與 5V 無線傳電裝置電壓變化比較折線圖

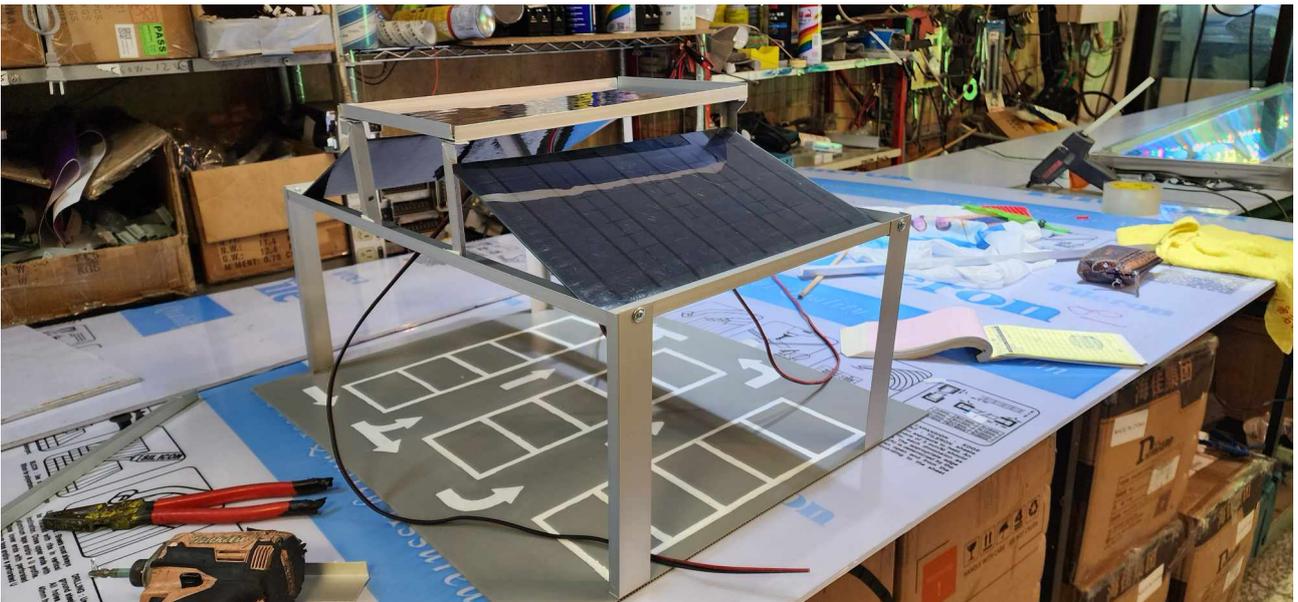
- 四、根據實驗四（12V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗）：12V 充電系統供應電流會隨著當時充電中的車輛數量增加而增加，且增加量相差不大，可說是穩定增加的狀態。探究其原因，推測是因為每台車所需要的供應電流都大約相等，因此當車輛在停車格上時，充電系統電流就會因對車輛充電而增加。而當車輛駛離停車格時，充電系統總電流就會因所需供應電流降低而降低。
- 五、根據實驗五（5V 充電系統供應電流與車輛數量的關係實驗）：5V 充電系統供應電流會隨著當時充電中的車輛數量增加而增加，增加量起伏較 12V 充電系統明顯，但依然在可接受範圍之中。探究其原因，推測是因每台車所需的供應電流大約相等，因此當車輛在停車格上時，充電系統電流就會因對車輛充電而增加。而電流起伏明顯部分，推測是因為供應電壓較小，而當有車輛停放時，充電系統重新感應就會使電流變化更為明顯。
- 六、比較 12V 充電系統與 5V 充電系統，會發現 5V 充電系統的電流隨車輛數量增加的變化較明顯，12V 充電系統則較平穩。而電流增加量的變化也是 5V 充電系統較明顯，12V 較平穩，推測是因為電壓較小導致電流相對不穩定，但總體都在可接受範圍內。
- 七、經過實驗我們發現，透過增加太陽能板的數量，可使充電效率提升，充電效率與太陽能板數量成正關係，且電功率可以疊加。



▲圖 28、測試單一太陽能板發電功率和總發電功率

## 陸、結論

經研究結果得知無線充電裝置可以透過感應距離的調整而獲得所需的電壓值，故未來可應用在不同電動車的充電，給不同電壓需求的電動車提供所需電壓，另外在蓄電裝置供電量充足的情況下可以有足夠的電流提供多台電動車同時充電，實現停車場同時充電多台電動車的可行性，在穩定供電需求方面，我們也發現提供較大電壓的充電裝置可以給與較足夠的充電效能，有助於提供穩定的電流，最後實驗也證明藉由同時並聯多片太陽能板可以增加充電電流，提昇太陽綠能的充電效益，我們的研究作為實現一個結合綠色能源與無線充電技術的未來綠能停車場的可行性有顯著地證明得以實現。



▲圖 29、實驗裝置圖

## 柒、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=IwAR1h4HRoKLeHEfF1sz3k7j4x6V5M\\_NT9CqxqFuEyy3zB1dL3q8LopchN34I](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.businesstoday.com.tw/article/category/180696/post/202302150011?fbclid=IwAR1liPAhlT7jTQi0J1CSysBMTuwyEKwmMhI-8MJugl5ItivwdKaUywot\\_a4](https://esg.businesstoday.com.tw/article/category/180696/post/202302150011?fbclid=IwAR1liPAhlT7jTQi0J1CSysBMTuwyEKwmMhI-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](https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76)