

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

第三名

091009

自己一定行

—節能減碳之電動自行車改裝與製作

學校名稱：國立羅東高級工業職業學校

作者： 職三 陳祈全 職三 林育廉 職三 羅元廷	指導老師： 黃雲春 趙家祥
---	-----------------------------

關鍵詞：電動自行車、節能減碳

摘要

在油價高漲以及環保意識抬頭的情況下，電動腳踏車的售量急速上升，業界估計今年銷售量將創歷史新高。本研究團隊為符應此一趨勢，自行研發的自製的電動腳踏車，研究重點在於如何以最低成本，製作速度最快、扭力強、最省電的電動腳踏車，特將本作品主要特點摘錄如下：

1. 增加扭力調整功能，更適合市面所使用
2. 一鍵輕鬆爬坡、瞬間加速
3. 以 75 公斤體重騎乘均速可控制約在時速 25 公里上下
瞬間加速可達時速 45 公里
4. 騎乘時間因騎乘者的重量、技術及電瓶容量有所差異
(以 24v10AH 電瓶測試可騎乘約 1 小時)
5. 採用無熔絲開關，過載時只需將開關回覆省下換保險絲麻煩

壹、

研究動機

休閒風氣盛行再加上油價高漲的社會氣息，自行車變成搶手貨，在這講究能、省錢的時代，自行車的銷售量直線攀升。由於市場的擴大，現在腳踏車做得越來越精緻，除了節能、環保外，輕量化與多功能化也是一個重要趨勢。舉凡自行車種類繁多，越野車、登山車、公路車、折疊車、淑女車、變速車等針對不同型態的騎乘者不僅僅考慮到使用者的需求與方便性。目前市面上的電動腳踏價格從7000元至30000元不等，電動腳踏車的銷售量也跟以往比起來以每年向上激增至200至300輛，而根據市面上各業界估計今年的電動自行車銷售量將達4萬輛的可能創歷史新高。然而為符合和因應此一趨勢，我們決定自行研發自製的電動腳踏車，研究重點在於如何在最低成本的同時也能兼顧製作速度最快、且最省電的電動腳踏車。

貳、

研究目的

研究重點在於如何在最低成本能製作速度最快、最省電的電動腳踏車，這次的製作過程大多都是在參考、計算、研究。將本作品主要特點摘錄如下：主要特點摘錄如下：

- 一. 車體外觀、結構以低成本製作而成。雖然外觀因製作關係而不夠精緻，與市面上販售的電動自行車有所落差，但此研究重點在於是否跑得夠快、夠省電並且兼顧環保的概念省略掉多餘的材料消耗。
- 二. 整車設計與製造完全由研究團隊自行研發而成。而對於學生的我們來說根本買不起成本較貴的馬達和互相搭配的零件，因此本研究團隊研議採用市面上較便宜成本的材料工具來製作此電動腳踏車。
- 三. 以 75 公斤體重騎乘均速可控制約在時速 25 公里上下，瞬間可達 45 公里。
- 四. 騎乘時間因騎乘者的重量、技術及電瓶容量有所差異。
(以 24v10AH 電瓶測試可騎乘約 1 小時)
- 五. 採用無熔絲開關，過載時只需將開關回覆省下換保險絲麻煩。市面上電動自行車多採用保險絲座，搭配保險絲使用，如果在半路上過載保險絲融斷，又忘記帶

備用保險絲，就要顧路了。

六. 增加扭力輸出調整功能，更適合市面所使用。

參、

研究設備及器材

※器材：

項次	元件名稱	數量	單位	備註
1	TL-494	1	只	產生方波
2	CD4049	1	只	放大方波波型
3	IRF-Z44	2	只	藉由方波刺激提供調速
4	固定電阻 1K	2	只	IC 工作電壓限流
5	可調電阻 50K	1	只	方波頻率調整
6	可調電阻 10K	1	只	方波寬度調整
7	電解電容 470U	1	只	IC 工作電源濾波
8	電解電容 2200U	1	只	主電路電源濾波
9	陶瓷電容 103	3	只	電源濾波
10	散熱片	3	片	晶體及二極體散熱用
11	12cm 風扇	1	個	增加散熱器效率
12	控制器機殼	1	個	組裝控制器
13	端子臺 6p	1	個	方便引出線及電源線組裝
14	微動開關	1	個	電磁接觸器啟動激磁用
15	電磁接觸器	1	個	馬達電源起斷用
16	輔助電驛 x	1	個	配合煞車把手斷電用
17	煞車斷電把手	1	對	煞車時可斷馬達的電
18	鑰匙開關	1	個	控制器電源控制
19	NE555	1	個	方向燈閃爍電路用
20	三段切換開關	1	個	方向燈控制用
21	電晶體 9013	1	個	放大 555 輸出的電流
22	輔助電驛 M	1	只	方向燈閃爍控制
23	二極體	2	只	主電路及輔助電驛防止電壓逆衝
24	鋁置機殼	1	只	裝置方向燈電路煞車斷電線路
25	塑膠整理箱	1	個	裝置電瓶
26	電瓶 24v10AH	1	個	提供腳踏車電能
27	5.5 導線	數	公尺	裝配主電路用
28	1.25 導線	數	公尺	配置控制電路用
29	焊錫	數	公尺	裝配 PWM 控制板用
30	裸銅線	數	公尺	裝配 PWM 控制板佈線用
31	壓接端子	數	個	提供導線與端子臺連接
32	保麗龍	數	片	電池防震用

※設備：

項次	元件名稱	數量	單位	備註
1	十字起子(大)	1	隻	鎖緊或鬆開螺絲
2	十字起子(小)	1	隻	鎖緊或鬆開螺絲
3	一字起子(大)	1	隻	鎖緊或鬆開螺絲
4	一字起子(小)	1	隻	鎖緊或鬆開螺絲
5	電動起子	1	隻	鎖緊或鬆開螺絲
6	交流電鑽	1	隻	鑽孔
7	尖嘴鉗	1	隻	夾持導線
8	斜口鉗	1	隻	切斷導線
9	剝線鉗	1	隻	撥開導線絕緣皮
10	電烙鐵	1	隻	焊接電路用
11	烙鐵架	1	個	放置電烙鐵
12	示波器	1	台	顯示波形
13	電源供應器	1	台	提供實驗用電源
14	信號產生器	1	台	提供實驗用信號源
15	三用電錶	1	台	測量電壓電流電阻
16	零件盒	1	個	放置零件
17	示波器連接線	2	條	連接示波器與待測物品
18	電源供應器連接線	2	條	連接電源供應器與負載
19	相機	1	台	實驗過程紀錄
20	活動扳手	1	個	鬆緊腳踏車螺帽
21	手弓鋸	1	個	手弓鋸
22	麵包版	3	片	提供電路模擬裝配
23	內六角扳手	1	套	腳踏車內六腳螺帽拆卸
24	筆記型電腦	1	台	紀錄實驗過程與電腦電路模擬
25	延長線	3	條	供應需要插座以提供器具運作
26	活動燈座	1	架	提供器具工作背光面照明所需

肆、

研究過程及方法

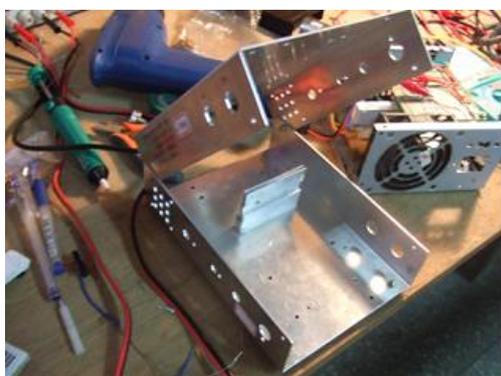
- 一、大部分的電動腳踏車都採用輪圈間安裝強力直流輪鼓馬達啟動，高性能的直流無刷馬達體積精巧且結合堅固的外殼座於前輪，而直流輪鼓馬達可直接購買輪組套件來取得，而我們自行將直流馬達組裝上去的電動自行車(如製作過程圖說所示)。市售的電動自行車控制器大多是以霍爾原件來做調速控制來達到無段啟動直流無刷馬達；霍爾IC是一種將物理信號變換成電氣信號的磁生電變換元件。我們則是採用PWM脈波寬度調變電壓控制的原理以達到電壓的調變，進而控制馬達轉速及自行車之速度。

二、製作過程圖說：

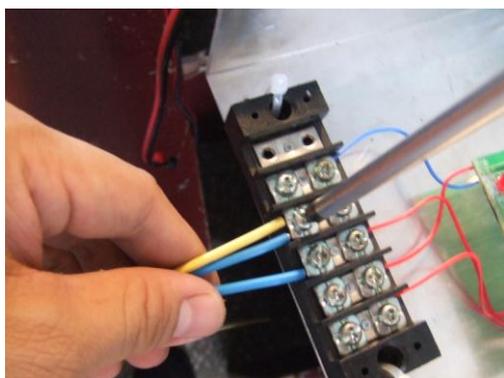
(一). 固定馬達



(二). 控制線路盒製作



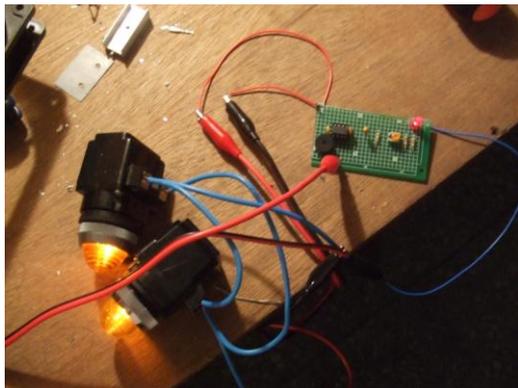
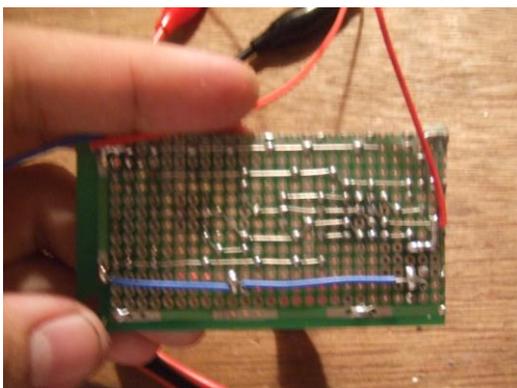
(三). 配置控制線路



(四). 更換煞車把手為斷電把手、煞車調整



(五). 方向燈電路測試及裝配



(六). 配置主電路(啟動及煞車斷電)



整體完成圖



伍、

研究結果

依研究目的和研究結果的比較，獲得以下彙整結果：

一、這次我們自行製作的電動腳踏車，大部份製作材料都是選擇價格相較低廉的材料。

整體完成所花的費用約為六千五百元左右(不含腳踏車)；而依照目前市面上所販賣的電動腳踏車，製作所需費用約為一萬元左右(不含腳踏車)。相較之下，此研究結果證明我們所製作的電動腳踏車確實比市面上便宜。

二、數據

檔位	1	2	3	4	5
極速	最慢	稍慢	適中	稍快	最快
扭力	最大	稍大	適中	稍小	最小
消耗電流	6A	9A	11A	13A	23A
瞬間電流	14A	18A	23A	27A	31A
平均時速	18	23	34	38	45

陸、

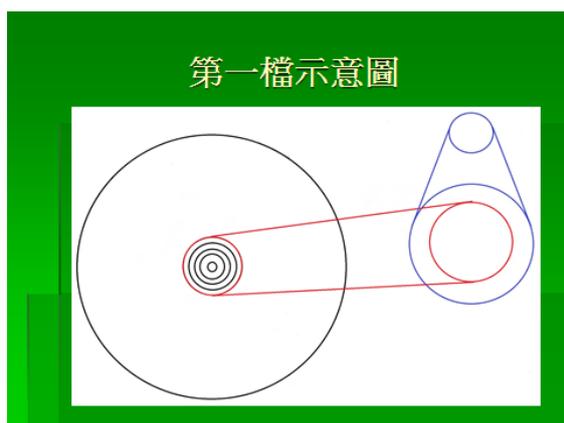
討論

為了與市面上所販售的電動腳踏車一樣擁有加速的功能，我們除了原有的 p w m 調速控制，經過討論之後多了一個可以增加調速範圍的方法，利用自行車變速器的原理，使電動自行車有扭力輸出調整功能，市面上似乎很少見到鏈傳的車，是不是因為無刷馬達的便利性使大家不大喜歡鏈傳車？我的想法是鏈傳車可以做有效的扭力輸出控制，如果載重物或載人利用變速器調成輕檔，減少電力損耗，減速換取扭力，單人騎乘則使用重檔，增加速度，應該更符合使用上的需求，這也是我們科展的目的之一。利用鏈傳動造成速度換取扭力，雖是腳踏車的變速系統；利用手動的方式進行變動，在我們的科展中有效的利用腳踏車的變速器，來達到轉速與扭力的轉換平衡。(如表格所示)

檔位	1	2	3	4	5
極速	最慢	稍慢	適中	稍快	最快
扭力	最大	稍大	適中	稍小	最小

檔位示意圖

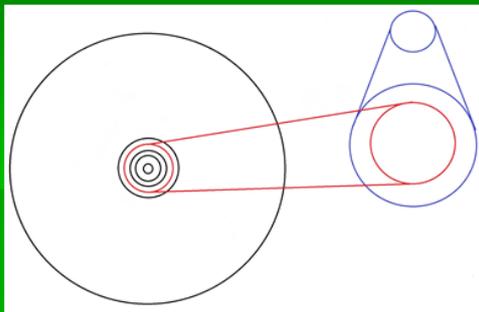
第一檔 此時扭力最大、尾速最慢、耗電最少、適合起步時或上坡



第二檔 此時扭力稍大、尾速稍慢、耗電次少、適合起步後增加時速所使用

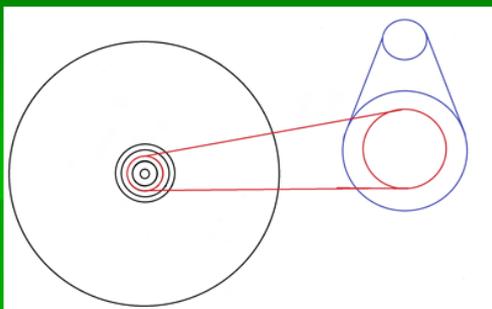
(圖片請見下頁)

第二檔示意圖



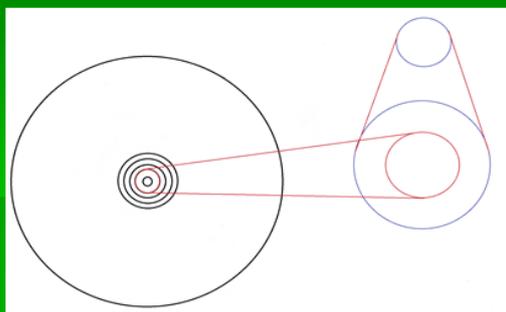
第三檔 此時扭力適中、尾速中等、耗電中等、適合一般行駛所使用

第三檔示意圖



第四檔 此時扭力稍小、尾速稍快、耗電稍多、適合下坡時增加時速所使用

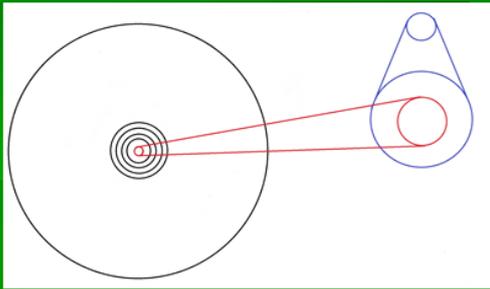
第四檔示意圖



第五檔 此時扭力最小、尾速最快、耗電最多、適合下坡時所使用

(圖片請見下頁)

第五檔示意圖



當然利用電子系統，驅動電機運轉，除了轉速外，還有一關鍵控制，那就是電流。電流越大扭力越大!! 不過需要控制器可以承受，還要電機受的了，沒有完美的商品，只有針對需求盡力去達成，這些性能將會受到取捨的。

柒、

結論

這次電動腳踏車的製作過程因為有些失誤跟問題所以隊員重新討論與檢討，每個隊員幾乎一想到有什麼好玩、實用、有趣的創意點子就會馬上提出來，並與其他隊友討論實用性與可行性。當初我們的目的就是以最便宜最大眾的方式來製作，經費拮据受現。這次的製作過程學到許多課本上學不到的知識雖然有些東西在課本上也可以知道，但是自己實際學會跟看書學會畢竟不同，那種成就感是課本無法給你的。而理論與實際皆必須要親自去體會的!我想這就是所謂的研究精神，我們要的不是告訴我們這個這樣接就可以動，而是他動的概念與理論，所以我們還會繼續研究下去，朝如何回充電及電瓶續航力方面精進。

捌、

參考資料及其它

- 一、張志安 (2007)。數位邏輯實習。台北縣：台科大。
- 二、詹儀正 (1984) 世界 TTL/IC 規格互換表。台北縣：全華圖書。
- 三、kingright。2011 年 2 月 22 日，<http://www.kingright.com.tw/>。
- 四、陳清良 (主編) (2007)。電子學 II。台北縣：龍騰文化。
- 五、黃錦華、郭塗註 (2007)。基本電學 I。台北市：華興文化。

【評語】 091009

1. 能充分應用課堂所學知識與技能，並善用巧思改造一般腳踏車成為電動腳踏車。
2. 本作品屬實務應用型，雖基於成本考量，採用較低成本的材料與工具來設計與製造，惟就實務應用研發之本質而言，仍宜為最適之規劃、設計，使符市場需求，而有推廣、應用，甚或上市之機會。
3. 宜先就市場定位及需求面為考量，如使用目的、騎乘者體重、續航力、使用道路狀況及現有電瓶與電控技術等為分析與設計。
4. 車體外觀與結構設計仍有精進空間，並應將安全列為首要考量。另宜考量採用無熔線斷路器的適切性，如過載保護能力、體積、外觀等，不宜只為省下更換。