

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別： 生活與應用科學科

組 別： 國小組

作品名稱： 高速奔馳

關 鍵 詞：軌道車、馬 達、電動機

編 號：080810

學校名稱：

臺中市西區忠明國民小學

作者姓名：

李思賢、劉以萱、林子超、蘇琇瑜

指導老師：

周玉娟、江雪娥



一、摘要：

在自然課中學到**二極電動機**的組裝，認識到**電與磁的交互作用**會產生**動能**的概念，我們開始改裝軌道車的**三極馬達**，經由改變線圈的纏繞方式、線圈的圈數、線圈線徑的粗細、磁場的強度.....並在軌道上**實際路跑**來印證如何使車速變快？如何加大扭力？如何增高穩定性？使原先只知道休閒玩車的我們，進而享受到改車的樂趣，使軌道車跑出高速與最佳性能。而且我們的研究很環保哦，所有的**馬達心**都是**回收**得來的，不必花一毛錢；在老師的指導以及軌道車玩家的技術切磋下，有很多理念結合在我們日常生活中，例如：了解不同的**馬達適用於不同功能的電動機械**上.....促進改良**環保電動車**，使它更方便使用與普及化..... 還有好多小發現可以應用在日常生活中，使我們的思考就像我們的愛車一樣更靈活更有爆發力。

二、研究動機

咻！啊~又翻車了！看著心愛的軌道車又飛出軌道摔得支離破碎了。為什麼總是在爬360度時會摔下來？不然就是在轉彎處就飛衝出去？馬達又燒壞了，我的 money 又要.... Why？終於在六年級上學期自然課的第六單元「**電動機**」中被我們發現了新大陸，原來馬達裡面漆包線、磁場....都大大的有學問，我們迫不及待的想知道如何改裝可以使我們的愛車變得扭力超大、衝得超快。

三、研究目的

- (一) 認識二極馬達和三極馬達的相關性
- (二) 研究線圈的纏繞方式與車速的關係
- (三) 探討磁鐵的強度與車速的關係
- (四) 探討線圈的圈數與車速的關係
- (五) 了解線圈的粗細與扭力的關係

四、研究器材

二極電動機實驗教材，四驅車測試車台，測速器，計時器，馬達殼，馬達心，潤滑油，多種線徑漆包線（0.6mm；0.5mm；0.4mm），磁鐵（普通；強力），斜口鉗，尖口鉗，3號鎳鎘600毫安培充電電池，3號普通電池，充電器，游標卡尺，剪刀，小刀，三軌軌道附720度交換道基本組合，三軌平面軌道，烙鐵，錫，錫錫吸取器，透明膠帶，夾鏈袋，標籤紙，計算機，指南針，三用電錶，捲尺。

五、研究過程與方法

研究問題（一）：操作觀察二極和三極馬達，了解二者的關聯性及特色

實驗方法：1.組裝二極馬達的基本構造：電磁鐵（漆包線外繞），整流器，電刷，磁場（2塊永久磁鐵異極相對），電源和底盤。--詳文見附件。
2.學習繞製三極馬達：馬達心（漆包線內繞、轉子、矽鋼片）、馬達殼、馬達蓋、碳刷、磁場（2片圓弧狀磁鐵異極相對）。--詳文見附件。

表（1）：

馬達名稱	特點	備註
二極馬達	* 起動慢、轉速慢、不穩定、體積大，很難安裝在轉動的機器上。 * 繞漆包線時繞在鐵心表面上，較容易繞製，但要按順序排列整齊才能轉動。 * 噪音較大，速度也不快，改裝空間有限。	適合教學用
三極馬達	* 起動快、轉速高、穩定高、體積小，能直接組裝在科學玩具中，或其他會轉動的機器上。實用性高。 * 繞漆包線時繞在鐵心槽內，較不容易繞製。要按順序排列整齊並拉的很緊才能跑出高的轉速。 * 繞法多樣性且複雜，繞的圈數會因漆包線的線徑粗細而受限。 * 噪音較小，經過改裝後可以使速度更快，有更大的研究空間。	適用生活中

實驗結果與討論：

1. 透過二極馬達的原理認識後，在學習繞製三極馬達時更有概念、更得心應手。
2. 我們這次研究的四驅車（軌道車）馬達，小而巧，漆包線要繞在馬達心槽內，為了要使馬達更平衡穩定，繞時要拉的很緊才能繞得漂亮，手拉的好痛，粉辛苦地。
3. 二極馬達在生活中的實用性不高，但在了解原理原則與科學概念有它教學上的功能性。
4. 在學會軌道車馬達的繞法後，我們利用各種改裝的方法來探討如何可以使車速跑得更快、穩定性更高、又不會翻車，好戲在後頭哦！

研究問題（二）：線圈的纏繞方式與車速的關係。

實驗方法：繞製 2 顆馬達【金字塔型繞法和簡易型繞法】，探討繞法越整齊，車速是否越快？

表（2）：

控制變因： 線圈的繞法		應變變因： 繞法越整齊，車速是否越快？					備註
		第 1 次	第 2 次	第 3 次	最終秒數 (秒/3 大圈)	平均值 (秒/1 大圈)	
馬達 1： 金字塔型繞法	第一回合	1.36	4.20	6.03	6.03	2.01	第 1 名
	第二回合	1.70	3.73	5.58	5.58	1.86	
	第三回合	1.72	3.78	5.66	5.66	1.89	
馬達 2： 簡易型繞法	第一回合	2.79	5.14	7.43	7.43	2.48	第 2 名
	第二回合	2.83	5.21	7.58	7.58	2.53	
	第三回合	2.86	5.28	7.71	7.71	2.57	
保持不變變因：		1. 漆包線採用逆時針繞法，線徑 0.5mm，每極繞 10 圈。 2. 用三號充電電池，更換不同繞法的馬達時要更換新電池。 3. 測試車台 1 台，放車前要先調整車子的平衡性。 4. 三軌軌道車標準跑道附 720 度交換道 1 組，測時器 1 組。 5. 每次計時以一大圈時間計算（即跑完 3 個軌道算一周）。					

實驗結果與討論：

- 在表中的數據是以時間累計的方式呈現，從平均值得知：
金字塔型繞法的馬達速度比較快，也就是說繞法越整齊，車速會越快。
- 繞法越整齊時結構越緊密、阻力較小，穩定性高，轉速快時不會因為離心力造成漆包線移位而影響電流的通過。就好像在日常生活中，當人潮越擁擠的地方，越要排隊整齊才越能節省時間、提高效率；如果一窩蜂亂擠亂竄，可能造成意外（短路）或更慢哦！
- 一般市面上賣的四驅車馬達都是機械繞製的（簡易型繞法），簡單方便但是容易短路燒壞和耗電；而手工繞製的馬達（金字塔型或其他繞法）不但性能佳、壽命長且安全性也高，只是手工的技術要熟練才能生巧。
- 實驗中主要電源來自電池，為求實驗精確度，電池要飽和度夠，所以需求量大，因此最好使用充電電池最經濟實用，否則實驗做下來，廢電池一大堆，也是個環境污染問題。

研究問題 (三)：磁鐵的強度與車速的關係

實驗方法：在馬達殼內更換【強力磁鐵和普通磁鐵】，探討磁力如果越強，車速是否越快？

表 (3)：

控制變因： 磁鐵的強度大小	應變變因： 磁力越強，車速是否越快？					備註
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	最終秒數 (秒/3 大圈)	平均值 (秒/1 大圈)	
馬達 1： 普通磁鐵	2.15	4.37	6.71	6.71	2.24	第 2 名
馬達 2： 強力磁鐵	1.62	3.80	5.96	5.96	1.99	第 1 名
保持不變變因：	1. 漆包線採用金字塔型且逆時針繞法，線徑 0.5mm，每極繞 10 圈。 2. 用三號充電電池，換不同磁鐵的馬達時要更換新電池。 3. 測試車台 1 台，放車前要先調整車子的平衡性。 4. 三軌軌道車標準跑道附 720 度交換道 1 組，測時器 1 組。 5. 每次計時以一大圈時間計算 (即跑完 3 個軌道算一周)。					

實驗結果與討論：

1. 強力磁鐵所花的時間比普通磁鐵的來得短，所以**磁力越強，車速會越快**。
2. 因為電生磁、電磁交互作用產生動能的影響下，所以強力磁鐵的馬達耗電量比較大，摸起來比較燙。
3. 仔細觀察馬達心的矽鋼片，它不是一整片，而是由一片一片的矽鋼片堆疊而成的，它的作用是在收集漆包線所產生的磁場能朝同一個方向，不會到處亂散放，這樣的條件再搭配強力磁鐵後就更能發揮車子的極速。

研究問題（四）：線圈的圈數與車速的關係

實驗方法：繞製 3 顆馬達【線圈圈數 10 圈、11 圈、12 圈】，探討圈數較多，車速是否較快？

表（4）：

控制變因：	應變變因：				備註
線圈的圈數	線圈的圈數較多，車速是否較快？（秒/1 大圈）				
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值	
10 圈	4.05	4.00	4.04	4.03	第 3 名
11 圈	3.86	3.65	3.76	3.76	第 2 名
12 圈	3.81	3.63	3.68	3.71	第 1 名
保持不變變因：	1. 漆包線採用金字塔型且逆時針繞法，漆包線的線徑 0.6mm 2. 三號充電電池，換不同圈數的馬達時要更換新電池。 3. 測試車台 1 台，放車前要先調整車子的平衡性。 4. 三軌軌道車標準跑道附 720 度交換道 1 組，計時器 1 組。 5. 每次計時以一大圈時間計算（即跑完 3 個軌道算一周）。				

實驗結果與討論：

1. 從平均值得知：**線圈的圈數越多，車速會更快。**所以 12 圈 > 11 圈 > 10 圈。
2. 每顆馬達第二大圈的速度最快，這是因為前面已有一段**助跑時間加速**。第一大圈的速度會慢是因車子正起步且要爬 720 度坡度，花的時間較多，第三大圈的速度會變慢是因電力已漸漸消耗了。
3. 三顆馬達在路跑時比較：加上車台的負載重量後和實際路跑環境的測試下，以 12 圈的馬達時間最短、速度最快，最符合這輛車子的負載條件。
4. 實驗過程中曾經選擇不同線徑粗細的馬達測試很多次，不是力道不夠，就是速度不夠，最後選定 0.6mm 的馬達來作實驗。

研究問題 (五)：線圈的粗細與扭力的關係

實驗方法：利用軌道車的馬達心，繞製 3 顆不同粗細線徑的漆包線【0.4mm/0.5mm/0.6mm】，看看線圈較粗，扭力是否較大？會不會影響車速？

表 (5)：

控制變因： 線圈的粗細	應變變因： 線圈粗細，與扭力和速度有什麼關係？					備註
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	最終秒數 (秒/3 大圈)	平均值 (秒/1 大圈)	
0.4mm	1.51	3.63	5.69	5.69	1.90	第 1 名
0.5mm	1.64	3.83	5.94	5.94	1.98	第 2 名
0.6mm	1.86	4.23	6.33	6.33	2.11	第 3 名
保持不變變因：	1. 漆包線採用金字塔型且逆時針繞法，每極繞 10 圈。 2. 三號充電電池，換不同粗細線徑的馬達時要更換新電池。 3. 測試車台 1 台，放車前要先調整車子的平衡性。 4. 三軌平面軌道車標準跑道 1 組，測時計 1 組。 5. 每次計時以跑一圈算一周來計算時間（只跑外圍軌道）。					

實驗結果與討論：

- 實驗剛開始時，是用三軌軌道附 720 度交換道的標準跑道。但是實際路跑後發現線圈 0.6mm 的馬達扭力大可以爬過 720 度交換道，但是線圈 0.4mm 的馬達扭力不夠，無法跑完全程，在 720 度交換道的地方翻車掉下來，所以 **0.6mm 的扭力 > 0.5mm > 0.4mm**。證明**線圈越粗，扭力越大**。
- 因線圈 0.4mm 的馬達扭力不夠，所以在表中的實驗改用**三軌平面軌道車標準跑道**來測試。從平均值可以發現線圈 0.4mm 的馬達在平面軌道上速度反而跑得比較快，所以 **0.4mm 的速度 > 0.5mm > 0.6mm**。這和原先的實驗假設有出入。
- 線圈 0.4mm 的馬達扭力雖較差，除了起跑的速度比 0.5mm 和 0.6mm 的馬達慢外，路跑後的**平均速度**反而快，這是因為所改用的跑道彎道不多不拐、爬坡度也不高，不需要靠扭力來帶動，所以 0.4mm 的馬達速度在平面軌道上跑得比較快較省電，但**扭力不大**。雖然線圈 0.6mm 的扭力最大，但是電的損耗也比較快，所以速度有變慢的趨勢。
- 所以當路跑環境平直時，線圈細的速度會快；但若坡度陡、九彎十八拐時線圈粗的扭力才夠，較能穩定車身不會翻車。

六、結論及心得

(一) 結論

- 1.這次實驗用的馬達都是從故障的軌道車或電動玩具中拆下回收來的，像完整的馬達殼、清掉漆包線的馬達心、把轉子磨光....我們只花費漆包線的成本，不但省錢而且有環保概念，整理過後的馬達不會輸給新的，跑得真是嚇嚇叫哦！
- 2.在改裝軌道車過程中，我們把重點放在馬達改裝的部分，發現到：線圈繞法越整齊、磁鐵強度越強，車速會更快。所以當學會手工馬達時（金字塔型），對我們玩車真是幫助很多，車速既快又不會浪費冤枉錢。而且材質好的磁鐵可以耐高溫，在飆車過程中更可以把磁力發揮得淋漓盡致。
- 3.線圈越粗，越耗電，扭力大，起速快；線圈越細，較省電，扭力小，起速慢。
馬達本身線圈的圈數越多、線徑越粗時，也就是通電的路徑較長，扭力就越大，在爬坡的軌道或過彎時很穩很吃香，經得起考驗不會飛車。
- 4.實驗中使用的四驅車是用 X 底盤、蝙蝠翼、鋁框的防水競技海綿輪胎來組裝的，因為這樣的改裝車可以達到穩定性高、抓地性強、較不會打滑和飛出車道外。想當軌道車的飆車高手除了考慮馬達線圈的粗細、線圈的圈數、磁力的大小做適當的組合改裝外，還要加上其他零件的搭配（例如：轉子部份用矽鋼片、馬達頭和整流器和電刷用導電佳的紅銅、馬達前後方加滾珠培林來助滑增加順暢度，減少摩擦就能較穩定，也就能提高速度.....），以及不同路況下適合不同的馬達與車型，才能跑出高速感與穩定感。可見車台的改裝也是門大學問，但因不是我們研究範圍與重點，暫不在版面上討論（參考附件）。
- 5.軌道車不只是個玩具，要真正玩車玩出心得時才知道改裝車的樂趣，粉有學問的哦！而且飆得有心得時，說不定可以創造汽機車業的奇葩，研究小車改造大車嘛！別小看我們的創造力哦！

(二) 心得

- 1.二極電動機實驗教材為了明瞭電生磁、電能產生動能的科學原理，雖然體積大、速度不快、實用性也不高，但是對剛學電動機的我們有它的好處--是個明顯易懂的教具。（參考附件）在這裡我們也建議課本教材中能多提供些日常生活中較常見的馬達樣品來和二極電動機作個比較，才不會教材和生活造成脫節現象。
- 2.在生活中常使用的**電梯**：它的承載力要夠，扭力要大，所以限乘 20 人的電梯的馬達要比 10 人的線圈較粗、圈數要多。但是載貨用的電梯不求速度主要在承載的力量，馬達的扭力就要比乘客用電梯來的大。所以同樣是電梯，不一樣的功用就會有不同的馬達裝置。
- 3.另外**環保電動摩托車**為例：它的線圈不一定要很粗，但圈數要多，扭力才夠，速度才會快。而且電動車不產生廢氣可減少空氣污染，更可降低石油的消耗，既經濟又環保。只要多多研究及改良馬達技術，在環保和交通方面會是一大福音。
- 4.研究過程中和其他軌道車玩家進行分享，除了技術進步外，更學到很多生活經驗和道理：像各種飆車比賽（四驅車大賽、F1 賽車、跑車、GP500...）除了求快感，也要注意安全 and 道德操守；看看飆車族耍炫耍酷耍快的心態，完全不顧安全性的亂改裝車子，很危險地！建議他們來加入我們的軌道車飆車團，既健康休閒、安全又能享受快速奔馳的樂趣！

七、參考資料及其他

1. 國立編譯館自然課本第 11 冊第 6 單元
2. 環華百科全書第 4 冊
3. 超四驅雜誌第 8 期：百見益出版社
6. 迷你四驅競賽必勝指南：青文出版社
7. 旋風戰神迷你四驅 Book：青文出版社
8. 電動機車（91 年 5 月）<http://mx.nthu.edu.tw/~espp/>
7. 積奇屋（91 年 5 月）<http://www.jackyhouse.com.tw/>
8. 車圖及圖片所有權：TAMIYA；感謝普羅遙控模型提供精密儀器、軌道及技術指導。