

三輪車，跑得快！四驅車，「衝」得快！

影響四驅車速度之原因研究

高小組物理科第三名

台北市螢橋國民小學

作者：蔡侑廷、林群、吳承寰、蘇柏銘

指導教師：梁靜珊、吳淑英

一、研究動機

嗨！又見面了。爲了感謝大家的支持以及四驅車熱持續發燒中，所以我們打算對四驅車做更進一步的研究，讓四驅車跑得更有效率。

礙於四驅車各項零件昂貴，於是我們結合班上人力，大家各自提供自己心愛的四驅車，將它大卸八塊、拆拆、組組，以發揮最大物力；另外我們也利用廢紙箱的瓦楞紙，自行設計直線、爬坡甚至橢圓形、S 形軌道，充分發揮資源回收之精神。爲了造福人群，希望我們進一步的實驗結果，能讓四驅車迷做爲改裝的參考，也希望有朝一日我們會作出歷史上的名車。請睜大眼睛，繼續往下看哦！

二、研究目的

- (一) 車殼的外殼和控空情形，對四驅車的速度有何影響。
- (二) 齒輪比的不同，對四驅車的速度有何影響。
- (三) 馬達纏繞線圈的粗細、圈數和纏繞方式對車速有何影響。
- (四) 輪框的內部大小，對車速有何影響。
- (五) 導輪的厚度、邊緣形狀，對車速有何影響。
- (六) 幾輪驅動車對車速有何影響。
- (七) 舉辦全校「四驅車狂飆大賽」，搜集其他賽車資料以作問卷分析。

三、研究器材與設備

- (一) 四驅車若干輛 (二) 紙板 (三) 紙箱 (四) 充電器 (五) 充電電池
- (六) 各式齒輪 (七) 各式導輪 (八) 各式輪胎 (九) 馬達心

(十) 漆包線 (十一) 各式車殼 (十二) 青蛙前腿 (十三) 底盤 (十四) 車框 (十五) 自製瓦楞紙軌道 (十六) 膠帶 (十七) 碼錶 (十八) 報名宣 (十九) 宣傳單 (二十) 賽車體檢表 (二十一) 問卷統計分析表 (二十二) 獎品若干份。

四、研究過程與方法

本研究分為兩部分，甲為實驗部分；乙為問卷分析部分。

甲、實驗部分：

問題一～1：車殼的形狀不同，對四驅車的速度有何影響？

(一) 實驗假設：

車殼越能順風的，車速越快。

流線形>V字形>方形。

(二) 實驗過程：

1. 選擇一款可裝置不同車殼的四驅車當做實驗車款。

2. 搜集各種形狀的車殼（流線形、V字形、方形）。

3. 把不同形狀的車殼裝在四驅車上。

4. 試跑各種跑道，求其平均時間。

(三) 實驗結果：

跑道\種類	流線型	V字型	方型	備註
直線型	2.30"	2.40"	2.61	
	1	2	3"	
彎道型	5.35"	5.18"	5.58"	
	2	1	3	
爬坡型	2.80"	2.54"	2.19"	
	3	2	1	

(四) 結果與討論：

1. 就直線形跑道而言，是流線形最快，而V字形則是第二名，方形是最後一名。流線形會最快，可能是因為流線形車殼在直線形跑道可以一直加速，而V字形次之，方形就慢了很多。

2. 就彎道形跑道而言，是V字形最快，而且快了很多，顯示V字形車殼在彎道的順風性較佳，風阻較小，所以速度較快。

3. 而在爬坡形跑道上，是方形最快，V字形第二，流線形最慢。但是因為方形車殼的車體中途突然沒電，所以就換了一個電力較飽和的蓄電池，可能是因為

這個原因，才有這樣的結果。所以最快還是V字形的車殼，V字形可把爬坡時的風阻給化解掉。

4. 整體而言，V字形>流線形>方形，其原因是因為氣流走向不同，V字形是角度較低風向兩側通過車體，使車較為穩定，適合彎道跑道；流線形將風頂到車後，車前的設計，可將車體向下壓，使速度快點；方形車殼無法化解風阻，速度最慢。

問題一～2：車殼的挖空程度對車速有何影響？

(一) 實驗假設：

車殼挖空的程度越多、車速越快。

挖空1/2>挖空1/3>挖空1/4>不挖。

(二) 實驗過程：

準備4個相同車殼，並挖空不同程度（1/2、1/3、1/4），實驗程序同前。

(三) 實驗結果：

跑道 \ 種類	挖空1/2	挖空1/3	挖空1/4	不挖
直線型	2.33"	2.19"	2.14"	2.05"
	4	3	2	1
彎道型	5.02"	5.20"	5.19"	5.61"
	1	3	2	4
爬坡型	2.29"	2.33"	2.39"	2.33"
	1	2	3	2

(四) 結果與討論：

1. 整體而言，大家都各有所長，就直線型跑道來說，是不挖的車殼最快，有可能是因為有挖空的車殼，在直線加速時，風會順著所挖的洞進入車身，使得車體的速度減慢，就這點跟實驗假設完全不同。

2. 就彎道型跑道來講，最快的是挖空1/2，再來是1/3和1/4的速度都差不多，最差的是不挖，有可能是因為在彎道跑道，挖空的部分越多，越能將風阻抵消掉而使得速度更快。

3. 就爬坡形跑道而言，挖空1/2的車殼是最快的，而挖空1/3和不挖的車殼都是中等快的，最慢的是挖空1/4的。挖空1/2，而且車身又輕，爬坡的負擔減少，速度上當然就加快了。

4. 整體而言，直線跑道：不挖>挖空1/4>挖空1/3>挖空1/2。

彎道型跑道：挖空1/2>挖空1/4>挖空1/3>不挖。

爬坡型跑道：挖空1/2>挖空1/3、不挖>挖空1/4。

問題二：齒輪比的不同，對四驅車的速度及阻力有何影響？

（一）實驗假設：

齒輪比較大的齒輪因為扭力較大，所以較利於爬坡道；齒輪比小的齒輪因傳動速度快，所以較利於直線跑道。

（二）實驗過程：

將不同齒輪比的齒輪裝置於車體上，實驗程序同前。

（三）實驗結果：

跑道 \ 種類	1:1齒輪	2:1齒輪	3:1齒輪	4:1齒輪
直線型	2.66"	2.60"	2.13"	2.18"
	4	3	1	2
彎道型	5.46"	5.44"	5.15"	5.19"
	4	3	1	2
爬坡型	2.68"	2.51"	2.37"	2.32"
	4	3	2	1

（四）結果與討論：

1.就直線跑道而言，原本假設是齒輪比越小，其速度越快；但依實驗結果來看， $2:1 > 3:1 > 4:1 > 1:1$ ，除了1:1之外，其餘皆與假設符合。這可能是1:1組的蓄電池較舊，影響其速度，故我們將1:1組的結果捨去不看。齒輪比小的傳動速度快，較利於直線跑道。

2.就彎道而言，3:1齒輪得到領先，因為轉彎速度太快，會導致車子過彎不順，或是齒輪比太大或太小，都會影響其速度，所以3:1齒輪速度剛好，並且過彎的速度也加快了。

3.由爬坡道來看，4:1齒輪較快，因為爬坡時需要強大的扭力，所以4:1齒輪扭力較大，較適合爬坡型跑道。

4.整體而言，不同的跑道環境，各有其適合齒輪比四驅車，跟假設符合。

問題三～1：馬達纏繞線的粗細，對車速有何影響？

（一）實驗假設：

粗的銅線因為通電量較強，產生的磁力也較強，所以速度也較快。 $0.65 > 0.55 > 0.5$ 。

（二）結果與討論：

1.從實驗結果來看，0.5cm的馬達和0.55cm的速度都比0.65cm的快，這和假設大不相同。

2.造成這種結果的原因可能是：①銅線越粗的馬達比較耗電，所以電池可能沒電了。②我們繞馬達的技術可能不夠好，這也是原因之一。

3.若能克服以上兩點原因，或許仍然是粗的銅線快，其速度會較快。

問題三～2：馬達軸線的圈數，對車速有何影響？

（一）實驗假設：

銅線繞越多圈的馬達因為較省電，扭力大，而且在彎道上也會加速。所以速度會較快。10圈>8圈>6圈。

（二）結果與討論：

1.從整體來看，繞6圈的馬達最快，其次是8圈馬達，10圈的馬達最慢。這和假設完全不同。

2.造成車速減慢的原因可能是：①6圈的馬達較好繞；②我們手工纏繞馬達的技術有待加強。所以繞可能不夠好，這也是原因之一。

3.對於問題三馬達的實驗，由於手工纏繞馬達的技術不夠純熟，所以實驗失敗，下次可再加強。

問題四：輪框的內部大小，對四驅車的速度有何影響？

（一）實驗假設：

輪框越大跑得越快，因為大的輪框跑1圈小的輪框要跑2圈，所以輪框越大跑的越快。大輪框>小輪框。

（二）實驗過程：

準備三種不同大小的輪框。（A輪框：輪框1.6cm、胎皮1.5cm；B輪框：輪框1.6cm、胎皮1cm；C：輪框2.2cm、胎皮1cm）。

（三）實驗結果：

跑道\種類	A輪框	B輪框	C輪框	備註
直線型	2.56"	2.36"	2.08"	
	3	2	1	
彎道型	5.15"	5.61"	5.19"	
	1	3	2	
爬坡型	2.53"	2.47"	2.38"	
	3	2	1	

（四）結果與討論：

1.由實驗結果來看，輪框越大的，其速度較快，與初部的假設大致符合。尤其在直線跑道與爬坡道看得最為明顯。

2.就彎道而言，A型輪框（輪框小、胎皮厚）的速度最快。探討其原因，大輪框的重心較高，因此在彎道轉彎時，較不順暢；而輪框小的貼地較穩，且胎皮寬的抓地力強，故速度較快。

3.整體來看，大輪框跑直線，速度快；小輪框貼地穩，厚胎皮，抓地力強，適合彎道。

問題五：導輪的厚度對車速有什麼影響？

（一）實驗假設：

薄的導輪在彎道會比較早脫離，在直線跑道會因為接觸面積小，所產生的摩擦力也相對的減少，相對的速度較容易增加。

（二）實驗過程：





1.選擇一組實驗車款。

2.準備四種不同厚度、邊緣形狀的導輪（直徑大小相同）。

A:  B:  C:  D: 

3.試跑各種跑道，測量三次，求其平均時間。

（三）實驗結果：

跑道 \ 種類	A 導輪 	B 導輪 	C 導輪 	D 導輪 
直線型	2.25"	2.14"	1.79"	2.52"
	3	2	1	4
彎道型	4.93"	5.33"	3.89"	5.44"
	2	3	1	4
爬坡型	2.26"	2.25"	1.44"	2.20"
	4	3	1	2

（四）結果與討論：

1.整體而言，C型導輪在各種軌道中都可以表現出最好的成績，其次是B型導輪，第三是A型導輪，最後才是D型導輪，這個結果和平日跑車的經驗不太符合。

2.探討C型導輪最快的原因：就直線跑道而言，大概是因為C型導輪面積大，跑的比較穩；斜坡型跑道是因為接觸面積大，所以不容易向下滑；橢圓型的跑道是因為導輪邊緣較厚所以穩定性高。

3.其他三款導輪，面對不同的跑道，各有千秋，所以不同的導輪要應用在其適合的跑道，才會發揮效用。

問題六：幾輪驅動對軌道車的速度有何影響？

（一）實驗假設：

跑彎道較適宜。

三輪車>二驅車>四驅車。

(二) 實驗過程：

1.將同車款的三台四驅車分別進行改裝。

2.改裝車種：

四驅車：後二輪驅動前二輪。

二驅車：後二輪不驅動前二輪。

三輪車：後二輪驅動，並將前二輪改裝為一個穩定輪。

3.試跑各種跑道，測驗三次，求其平均時間。

(三) 實驗結果：

跑道\種類	四驅車	二驅車	三輪車	備註
直線型	2.41"	2.47"	2.32"	
	2	3	1	
彎道型	5.32"	5.35"	5.81"	
	1	2	3	
爬坡型	2.43"	2.37"	2.32"	
	3	2	1	

(四) 結果與討論： %；

1.從實驗結果來看，三輪車>四驅車>二驅車。其中只有在橢圓形跑道，由於跑道中間成鏤空狀態，造成三輪車中間輪行進不順，浪費一些時間。所以如果橢圓形跑道皆是平面的話，相信三輪車仍是最快的。

2.①就直線來看，因為需要輕盈的車身，以及減少風阻的面積才會快，所以三輪車少了前輪，車身輕，風阻也低，速度也較快。

②就坡道形來說：需要輕的重量，減少風阻的面積，扭力可以加快速度，而三輪車少了前輪的重量、少了傳動的負擔，然而馬達就更夠力了。

③就S型而言，因為注重穩定，且過彎的時間要快而三輪車車身離地面較近，貼地力強，能夠以更快的速度狂飆。

3.就四驅車和二驅車的結果來看，時間相差不多，可見四輪驅動和二輪驅動的效果相差不多。

乙.問卷分析部分：

「四驅車狂飆大賽」的活動資料、問卷表如附件。問卷資料分析如下：

(一) 車殼外形：

就跑完全程的賽車而言，V字形第一，占了50%；流線形第二，占了27

方形第三，最後是其他形狀。這跟問題一的實驗結果完全符合。就參賽者直線跑道而言，V字形第一，占了60%，其他第二，占了20%，第三是方形，最後是流線形。就參賽者爬坡道而言，V字形第一，占了61%，方形第二，占了22%，第三是流線形，最後是其他。直線跑道和爬坡跑道跟實驗結果不太相同，可能V字形的參賽者比較多，所以結果不大客觀。

比賽當天的車子沒有挖洞的車款，所以無法提供資料。

（二）齒輪比：

就跑完全程的賽車而言，4:1的齒輪第一，占了54%，而第二是3:1的齒輪，占了25%，第三是2:1的齒輪，第四是1:1，最後是其他。

就直線跑道而言，4:1>3:1、2:1>其他>1:1。

就爬坡道而言，4:1>3:1、1:1>2:1>其他。

這跟實驗結果不太符合，因為從模型店買來的四驅車都配4:1的齒輪，而4:1以下的齒輪需要自行改裝，所以4:1的車款最多，當然速度快的車子也多。

（三）馬達構造：

所有參賽者都是用機器馬達，沒有手工繞線馬達，所以不能拿來當輔助並資料解釋。在實驗中，我們做的手工繞線馬達技術也並不是很好，所以實驗結果也無法與機器馬達比。普通電池的電流比普通電池強，速度較快，對四驅車的車迷而言，都會選擇蓄電池。

（四）輪框構造：

由問卷結果來看，輪框直徑1cm和2cm的似乎比較快。而胎皮厚度則是不同跑道分別獨領風騷呢！另在胎皮的材質方面，海綿胎較擅長跑直線道和爬坡道；而跑完全程者方面橡皮胎和海綿胎是不相上下。

（五）導輪構造：

有加裝導輪的車是比沒加裝導輪還快。而導輪邊緣形狀方面，是「B」形的最快！「C」形也不差，只差4%，這跟實驗結果有點符合。而導輪直徑則是1cm和2cm名列前茅！

（六）加裝配備及電池種類：

	前翼	後翼	彈簧後翼	無
跑完全程者	19%	44%	3%	34%
直線道前20名	24%	36%	8%	32%
爬坡道前20名	25%	35%	0%	40%

有加裝後翼的車子比沒有加裝的快，可能是除了第一代車子的底盤都有附後翼，還有一些人因為不想讓愛車增加負擔，所以沒有改裝。

電池。

五、研究結論與心得

（一）結論：

能增進四驅車速度的因素如下：

1.就車殼而言，外形越流線形，減低風阻，並進一步能因風勢使車身穩定的較佳，V字形＜流線形＜方形，在車殼挖洞部分，則是面對不同的跑道，有不同的效果。

2.就齒輪而言，齒輪比小的傳動速度快，較利於直線形跑道；彎道形跑道則需選用適中齒輪；齒輪比大的扭力大，較適合爬坡道。

3.就馬達的手工纏繞方式而言，因為我們的技術尚不夠純熟，故實驗結果不太準確，無法提出結論。

4.就輪框的大小而言，大輪框跑直線跑道，速度較快；小輪框，貼地穩，且厚胎皮，抓地力強，適合彎形跑道。

5.就導輪而言，不同的導輪在其適合的跑道，才能發揮效用。

6.三輪車的速度，確實比四驅車快，因為其車體較輕。

（二）心得：

這次的專題研究，在主題的尋找上，花了比較多的時間，選到後來，大家還是決定將去的四驅車做進一步的研究。我們資優班全體動員，分成三組：1.車體結構組；2.環境場地組；3.動能組。在實驗過程中，有時雖然進行的不太順利，但憑著我們的努力和毅力，突破重重難關，成就感還真不少呢！

我們都一致認為這次的實驗很有價值，等到學期末，我們班專題研究發表時，會舉辦全校「四驅車狂飆大賽」，開放給全校的小朋友一起來飆車，屆時也歡迎有興趣的老師和家長一同來指導。

因為這次時間緊迫，所以我們動能組並沒有研究到，也就是磁浮列車和太陽能車，可能日後再研究。四驅車迷看完了我們的科展是不是也想玩玩呢？別猶豫，趕快動起手來做實驗！

「四驅車狂飆大賽」後記：

在決定要舉辦四驅車狂飆大賽之後，大家都非常努力的做軌道以及安排比賽事宜，這時用電腦和做軌道都成了家常便飯。但由於時間非常緊迫，成功的大門似乎還關著，所以我們憑著一股毅力，不知道用了多少紙，也不知道流了多少汗，更不知道花了多少時間，終於，浮出了一張完美的成績單。

到了比賽那天，我們把辛苦做好的軌道搬出來，也拿出用心血做成的問卷表，而四驅車狂飆大賽四就熱鬧的展開了，在同學朋友的歡笑聲下，那些辛苦彷彿不在身邊，看見比賽如此順利，心中真有種說不出的喜悅，真希望永遠停在那一刻……。

在收軌道的時候，真有點依依不捨，不過我相信下次的科展一定會更有趣、更好玩、更有意思！

六、參考資料

書籍資料：

1. 提昇車速的秘密，超四驅雜誌，第四期（1998.05）百見益出版事業有限公司。
2. 馬達秘密五十一招，超四驅雜誌技術專刊第一期（1998.06）。
3. 軌道四驅車全百科，青文出版社。
4. 神奇四驅車軌道DIY，快樂兒童編輯部。

網站資料：

1. 冠軍軌道車<http://members.xoom.com/luxkey/mimn4wd.htm>
2. 哲生的網站<http://jasonstudio.com/mimn4wd/>
3. 積奇屋<http://www.jackyhouse.com.tw/>
4. <http://www.gya.com.tw/mimn4wd/pro/index.htm>
5. <http://www.nbm.com.tw/order/order.htm>

評語

本件的一大特色是同學們對於四驅車跑動時可能影響快慢的各種因素考慮的相當週詳。例如車殼形狀的考量，不同跑道（直線或彎形）對車速的影響等，而且也看到了一些和直觀不見得相符的現象。

同學們同時也想到了一個很有效的統計方式來做科學研究之探討，即製作問卷調查配合參賽之車主的填卷，此點也相當有趣，並是本件的一個特點。

製作同學講解清晰，信心十足，顯然準備得相當充分。

