

遠離“干擾”與“飄浮”——汽車擾流板之探討

初小組物理科第三名

台北縣丹鳳國民小學

作者：簡維辰、林修毅

指導教師：簡樹文、林俊成

一、研究動機

學校的停車場停了十幾輛的轎車，其中有幾輛轎車的後車廂蓋上多裝上一片顏色和車子一樣的橫桿，我覺得很奇怪，請教老師，老師說這個東西叫做擾流板，它可以減少氣流對行駛中的車尾的干擾力量，也可以使行駛中的車子更為下沉，我聽了以後滿腹的疑問：流經車體的氣流怎會對車尾有干擾的力量呢？擾流板真能減少干擾的力量嗎？還有擾流板真能使行駛中的車體更下沉嗎？如果可以，那麼，怎樣安排方式的擾流板，才是最有效果呢？多寬？多高？什麼角度？什麼位置最恰當呢？為解決這些疑問，我們在老師的指導下，做了這一個研究。

二、研究目的

1. 探究流經車體的氣流如何對車體產生干擾的作用。
2. 比較各種擾流板的安排方式，測試它對減少氣流的干擾力量。

三、研究問題

- (一) 如何測知流經車體的氣流會對車尾產生干擾的力量？
- (二) 氣流的強弱會影響對車尾干擾的力量嗎？
- (三) 擾流板能減少氣流對車尾干擾的力量嗎？
- (四) 擾流板能減少行駛中的車體上浮的力量嗎？
- (五) 擾流板的面積和氣流對車尾干擾力量有關嗎？
- (六) 擾流板的面積和車體上浮的力量有關嗎？
- (七) 擾流板的角度和氣流對車尾干擾力量有關嗎？
- (八) 擾流板的角度和車體上浮的力量有關嗎？
- (九) 擾流板的位置和氣流對車尾干擾力量有關嗎？
- (十) 擾流板的位置和車體上浮的力量有關嗎？
- (十一) 擾流板的高度和氣流對車尾干擾力量有關嗎？

(三)擾流板的高度和車體上浮的力量有關嗎？

四、研究器材

自製風洞、風扇、保力龍、保力龍球、吸管、碼表、透明玻璃、巴沙木、熱熔膠、牙籤、大頭針、塑膠尺。

五、研究過程與結果

問題(-)：如何測知流經車體的氣流會對車尾產生干擾的力量？

實驗 1：我們在自製方形風洞中置入汽車模型，在風洞口燃燒線香，在另一端出口點燃蠟燭，觀察白煙流經車體後的情形。

結 果：我們發現風洞中的白煙在蠟燭熱氣的牽引下，流經車體並在車尾形成旋轉的渦流狀態，但是若在風洞中打開電扇，則由於風速快就根本看不到什麼白煙了，而且也無法知道，這種旋轉的渦流是否會對車子造成干擾。因此我們再做實驗2：

實驗 2：我們在風洞中汽車模型的後面用細線綁住若干個小保力龍球，然後打開電扇，觀察保力龍球的飄動情形。

結 果：我們發現在車後的保力龍球在風扇打開後形成不規則的來回飄盪，拍打在車子的後面，而在靠近側面邊緣的保力龍球，則形成明顯的來回旋渦，我們為更明確的確定這些迴流的氣體是否用力於車子的後面。我們再做實驗3：

實驗 3：我們將風洞中車子的後面挖空一小部分呈長方體，在此空間剛好擺置上由小吸管疊積排列而成的長方體，並在每一根吸管的管口內，放置一個白色圓形小保力龍球。當風扇打開，經過30秒鐘後，關掉風扇，查看保力龍球掉落的情形。

結 果：我們共實驗5次，每次保力龍球幾乎都掉光，但我們發現，大部分的保力龍球是被風力推入管內而掉在車內，少部分則是被風力拉出而掉出車外（如表一）。所以我們可以知道氣流在車尾形成了一種既推又拉的干擾力量，但因為速度很快，我們根本無法分辨，哪些位置的球是被推進而哪些位置的球是被拉出來的。因此我們再想辦法做下一個實驗。

表一：氣流在車尾干擾測試表

種類 次數	被推入的球數	被拉出的球數
一	51	9
二	52	8
三	51	9
四	50	10
五	48	12
平均	50	10

實驗 4：同實驗3的裝置，但在每一顆保力龍球後面插上一根細小的巴沙木，巴沙木一方面可以增加保力龍球的抗氣流力量，一方面又可當成保力龍球的牽引方向，這樣保力龍球就不會被吹出吸管，也不會在吸管中上下躍動。當氣流經過時，由保力龍球的凹陷和凸出程度就可比較得知氣流干擾車尾力量的大小。

結果：我們終於可以很明確的觀測到車尾受氣流干擾的位置及大小了。我們發現，受推力干擾較大的位置是分布在車尾中央的下半部稍偏左的位置。而在左邊的最邊緣及右邊的邊緣位置則是容易被拉出的位置。

問題(二)：氣流的強弱會影響對車尾干擾的力量嗎？

結果：我們發現氣流越強對車尾干擾的力量越大，氣流越弱對車尾干擾的力量也越小。

問題(三)：擾流板能減少氣流對車尾干擾的力量嗎？

結果：我們發現有擾流板的汽車凹陷1.6公分以上的保力龍球只有13粒。而沒有擾流板的汽車凹陷1.6公分以上的保力龍球平均有18粒。由此可證明擾流板確實能減少車尾受氣流干擾的力量。

問題(四)：擾流板能減少行駛中的車體上浮的力量嗎？

結果：有擾流板的汽車模型上浮的距離平均為7.1公分，而沒有擾流板的汽車上浮距離則為8.9公分，所以可以明顯知道擾流板確實能增加行駛中汽車下沈的力量。如表二：

表二：擾流板對汽車上浮力量測試表

上浮距離次數	種類	有擾流板	無擾流板
一		7.2	8.7
二		7.4	9.0
三		6.8	9.0
四		7.3	8.7
五		6.9	8.8
平均		7.1	8.9

問題(五)：擾流板的面積和氣流對車尾干擾力量有關嗎？

結果：我們發現擾流板面積越大，氣流干擾車尾的作用力就越小。

問題(六)：擾流板面積和車體上浮的力量有關嗎？

結果：我們發現擾流板面積越大，汽車上浮的力量越小，當擾流板為 2×3.5 時汽車已經無法上浮了。如表三：

表三：擾流板面積對汽車上浮力量之測試表

下沉距離次數	種類	0.5×3.5	1×3.5	1.5×3.5	2×3.5	沒有擾流板
一		8.5	6.8	3.1	0	8.7
二		8.5	7.0	3.2	0	9.0
三		8.6	7.2	2.8	0	9.0
四		8.5	7.3	3.2	0	8.7
五		8.5	6.9	2.8	0	8.8
平均		8.5	7.0	3.0	0	8.9

問題(七)：擾流板的角度和氣流對車尾干擾力量有關嗎？

結果：我們發現當擾流板向車尾呈60度時能使氣流干擾車尾的作用力降到最低。

問題(八)：擾流板的角度和車體上浮的力量有關嗎？

結果：我們發現擾流板的角度越大，越能減緩汽車上浮的力量，當到達45°時已經無法上浮了。

問題(九)：擾流板的位置和減少氣流對車尾干擾力量有關嗎？

結果：擾流板在車頂上後緣的位置可以使氣流對車尾干擾的力量達到最小。

問題(十)：擾流板的位置和車體上浮的力量有關嗎？

結果：我們發現擾流板在車頂後緣的位置時能使汽車上浮的力量最小，和對照組相差了約4.4公分。

問題(十一)：擾流板的高度和氣流對車尾干擾力量有關嗎？

結果：我們發現擾流板的高度越高車尾的干擾力量越小，但當高度位於2公分時，干擾的力量又增強了，可見擾流板的位置也不能太高。

問題(十二)：擾流板的高度和車體上浮的力量有關嗎？


結果：我們發現擾流板離車體越高，車體上浮的距離越小。

表四：擾流板高度對車體上浮力量之測試表

上浮距離次數 \ 高度	0公分	0.4公分	0.8公分	1.2公分	沒有擾流板
一	8.0	7.2	5.3	3.1	8.7
二	7.7	6.8	5.6	3.4	9.0
三	7.6	6.6	5.2	3.6	9.0
四	7.4	6.6	5.6	3.2	8.7
五	7.6	6.4	5.7	3.5	8.8
平均	7.4	6.6	5.5	3.6	8.9

六、討論與結論

1. 實驗1到實驗4及實驗7，我們知道汽車在行駛中，流經車體的氣流會對車子產生二種作用力，一種是氣流在車尾形成旋轉的渦流，對車尾有又推又拉的干擾力量，另一種是使汽車上浮的力量，而從實驗5我們可知道氣流越強時，氣流對車子的干擾也越大，越不容易控制車子，所以大人們實在不應該開快車。

- 2.由各實驗的位置圖中，我們發現車尾受推力干擾較深的位置是在車尾中間的下半部，而受拉力干擾較多的位置則是在靠邊緣的位置。這可能是受渦流形態的影響。氣流從車尾邊緣切入，在車尾中間部分迴旋推向車尾，再從邊緣旋轉出去。如  之型態，就如在水溝中的流水忽然受到阻擋而在阻擋物後面形成漩渦一樣。
- 3.從實驗6和實驗7中，我們瞭解到擾流板確實能減少氣流干擾車尾的力量，也能減少車子上浮的力量。
- 4.擾流板的面積越大，可以使車尾渦流干擾的力量越小，也可以使汽車上浮的力量減弱，如實驗8及實驗9。
- 5.調整擾流板的角度的，可以使擾流板發揮更高的效用，由實驗10中我們知道當擾流板和車尾成60度時可以使車尾渦流干擾力量降到最低。而從實驗11中，更可以知道當角度成45度時車子已經不能上浮。可是我們在街上很少看到擾流板有成這麼大的角度，可能當擾流板成這麼大的角度，對車子會有其他方面不好的影響，但我們不知道是什麼影響。
- 6.擾流板的位置，由實驗11和實驗12中可以知道最佳的位置是在車頂的後緣。這使我們想到某些廂型車它們車頂上的載物架，其實也可當成是一種擾流板哦！
- 7.擾流板安置的高度和擾流效果有密切的關係，高度較高較能顯出它的功用，如實驗14，當高度達1.5公分時，保力龍球陷入深度1.6公分的只有6支，而對照組陷入深度1.6公分的則有18支。但擾流板也不能太高，當它高達2公分時，效果反而不如1.5公分的高度，可見擾流板的設置高度是需要視車子的狀況而定。而實驗15中也是一樣，高度較高的擾流板，汽車上浮的力量較為減少，當擾流板高度是1.2公分時，車子上浮的距離比對照組少了5.3公分。難怪我們從汽車雜誌中，看到賽車的擾流板都比一般轎車要大而且高是有原因的。

七、心得與感想

- 1.這一次的研究，我覺得最困難的是在探討車尾渦流干擾力量的項目，因為雖然從煙霧和保力龍球的拍打、迴旋實驗中，可以確實觀察到氣流對車尾的影響，但是如何使這個力量可以數據化，可以看出大小，真是絞盡腦汁，還好，在我們費心思考、相互討論中，終於想出了實驗的方式，真是令人高興，所以最困難的部分，成為我們最有成就感的部分。
- 2.由實驗研究中，我們證明了擾流板的功用，但我們懷疑擾流板是否對車體也有不好的影響，例如是否會增加阻力而使汽車更耗油呢？但由於設備的不足，

我們目前無法去實驗它，將來有機會再探討。

3. 「十次車禍，九次快」，我們從實驗中更深刻體會到這句話的意義，因為車速快、氣流強，對車子的干擾非常大，使駕駛人很難掌控車子，再加上反應的時間非常短，所以當然容易發生車禍。所以我們一定要遵守規定不可超速行駛。

八、參考資料

1. 光復科學圖鑑第七冊
2. 大英科技百科全書第五冊
3. 汽車雜誌

評 語

1. 作者利用風洞探討汽車擾流板對行車的影響，在方法上作者採用活動桿的方式探討擾流的分布，頗富創意。又從12種影響因素去探討，思慮周詳。
2. 作者現場表演頗為嫻熟，操作亦頗精準。