

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

佳作

030828

分道揚鑣 — 曲直形體小風道流速變化的探討

臺北縣立新莊國民中學

作者姓名：

國二 簡百辰 國二 陳穎

指導老師：

陳新助 簡樹文

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會作品說明書

科 別：生活與應用科學科

組 別：國中組

作品名稱：分道揚鑣——曲直形體小風道流速變化的探討

關鍵詞：小風道流速測定儀器、流速線分布圖

編號：

一. 摘要:

空氣分流經過曲面和直面的阻礙形體時,曲面和直面的流速不同。本研究透過自己設計的測量儀器,測量計算出在微小風道中氣流的流速,並描繪出在曲直面的形體變化或有擾流板時氣流流速線的變化,另可利用觀測流速不同時壓力差異的顯示來解釋流體中漂浮的差異性。

二. 研究動機:

七年級社會課本中的地理課程有介紹到空氣的水平流動形成風,包括風速和風向。有一天,我在電視上看到汽車廣告,廣告中,當風洞中的氣流噴出時會貼近汽車表層快速流過,但從畫面中,我心中有些疑問:當氣流碰到阻礙物而產生分流時,真的能如廣告那樣不管在車體任何位置都能平貼於車子的上緣而順暢流過嗎?還有若形體不同時,氣流分流的流力型態是否也不一樣呢?又如何測量具體明確表示出該點的微束風道的流速呢?汽車有了擾流板是如何擾流呢?整個流力型態真的被”擾了”嗎?為了解決心中的問題和同學一起展開探討

三. 研究目的:

- (一).能做出可以測量流經曲直面形體的微束風道(直徑小於0.5公分)內流速的測定儀器。
- (二).能描繪出氣體經不同曲直面形體的流速連線分布圖。
- (三).能以流速連線分布圖解釋不同曲直面形體在流體中漂浮的現象。

四.研究問題

- (一).能做出流經曲直面微束風道(直徑小於0.5公分)流速的測量儀器嗎?
- (二).流經比例不同的對稱曲直弧狀物的氣道流速線圖是否有差異?
- (三).流經弧度不對稱曲直面弧狀物氣道流速線圖是否有差異?
- (四)曲面的擾流物會影響風道的流速線圖嗎?
- (五).能驗證不同的流速線圖對該物體的漂浮影響嗎?

五.研究設備及器材

小型風扇、自製風洞、壓克力管、攪拌咖啡小湯匙、保力龍粒、保力龍板、碼錶、原子筆小管套、可彎折式透明吸管、縫衣線、熱熔槍、硬紙板、魔鬼氈、微量電子秤

六.研究過程與方法

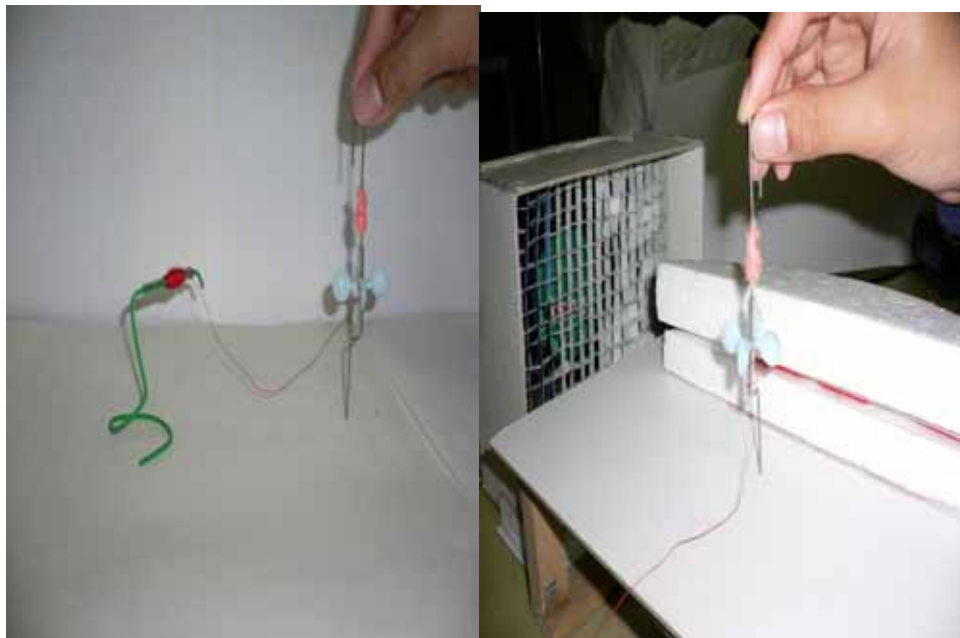
問題(一).能做出流經曲直面微束氣道(直徑小於0.5公分)流速的測量儀器嗎?
第一代測量儀器：天平風速比較儀
原理構想：微束內的風吹到管口的天平托盤時，會使托盤向上翹起，若另一托盤也受另一微束氣流吹來，則可比較風速的強弱。如照片。



結果：從測量中確實可以明顯看出流經曲面型體的氣流流速較流經直面型體的流速強，所以將右邊的托盤高高舉起超越左邊的托盤。這個儀器雖然可以比較兩股氣流的流速但並無法顯示流速的數據，所以不是理想的測量儀器。

第二代測量儀器：風車風速測定儀

原理構思:將線的一端黏在轉軸上,當風車轉動時,帶動轉軸的線,在固定時間內,計算纏在軸上線的長度,即知風速。如照片



結果:風車轉得很靈巧,但線常常會纏入固定轉軸的鐵絲中,而且要計算長度時還要將線整個拉開來很不方便而且很難肯定說使風車轉動的風道範圍到底是多少,所以也不是很理想的測量儀器

第三代測定儀器:微量電子秤風速測定儀

原理構想:將風導入可彎折式吸管中吸管出口對準電子秤的秤物台,風力的強弱由數字顯出。如照片



結果:我們可以明確看到數字的變化,但由於電子秤的體積較大,在不同角度及不同位置測量時很不方便,且數字的跳動有時太快不穩定,所以我們認為不是優良的測定儀器

第四代測量儀器:保力龍球風速測定儀

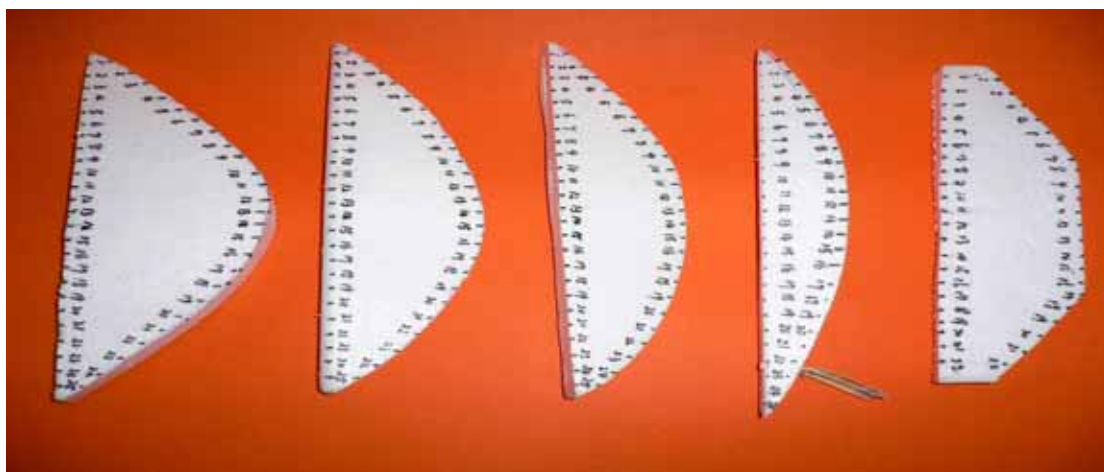
原理構想:將風導入細管中,風在管中流動時帶動管中的保力龍球,計算保力龍球在到達長 100 公分細管頂端的時間(秒數),再用距離除以時間(100 公分 ÷ 秒)就可換算出風的速度(秒速)了。如照片



結果:我們可以很清楚的看到風速流動的快慢,也可以換算成風的秒速,更巧的是我們可以控制入風口的大小,所以,我們以原子筆芯的套管當成入風口(直徑為 0.3 公分)。在同一位置經過反覆實驗,每次保力龍球到達細管頂端的时间都相同,可見這是一個很穩定的測量儀器,所以,我們決定就以這個儀器做為我們這次實驗的測量儀器。

問題(二).流經弧度不同的對稱曲直形體,其氣道流速連線分布圖是否有差異?

研究方法: (1)我們將對稱的曲直形體分成五組,其曲面與直面長度分別為 32:26; 30:26; 28:26; 27:26 以及車體樣式形體。如照片



(2)我們在對稱曲直形體每格 1 公分處做一個標記作為測量點,並在同一點以每 0.5 公分上下延伸 3 倍,以保力龍球風速測定儀測各點的秒數,並將最快的秒數用紅色筆連線。

(3)再以 100 公分 ÷ 秒數算出該紅線各點氣流流速(秒速)。

(4).將各點流速標注出來並用不同顏色標示出來(綠色表秒速 50 公分以上藍色表 40 至 49.9 公分橘色表 30 至 39.9 公分紫色表未達 30 公分)

結果:我們發現:

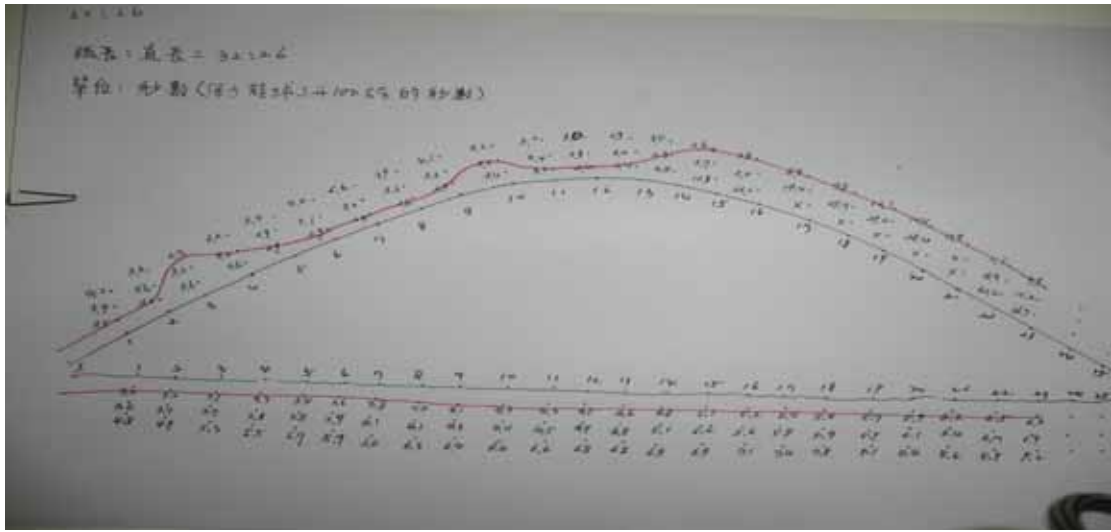
(1).各種弧度不同時,流速線也不同;弧度越大時流速線圖就往上飄,反之弧度越小的就越接近曲面。

(2).曲面的流速大部分都比直面的流速大,但當弧度過大時,則曲面的後半段流速就變得比直面小了。

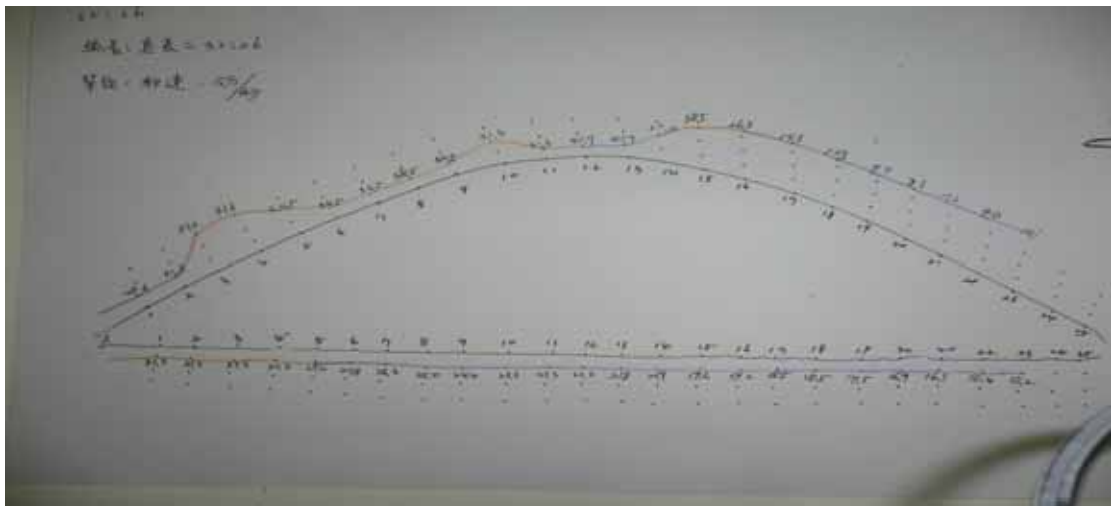
(3).曲面秒速最快的位置大都位於在 8 公分到 14 公分的位置,也就是在弧度的最高轉折處附近。其中以 27:26 形體的秒速 66.7 公分為最快,而以 32:26 形體的秒速 41.7 公分為最慢。

(4)流速的衰敗以弧度最大的 32:26 形體最快,從秒速 41.7 公分衰敗到秒速只有 7.2 公分,而 27:26 形體從秒速 66.7 公分衰敗到 32.3 公分是衰敗最少的。

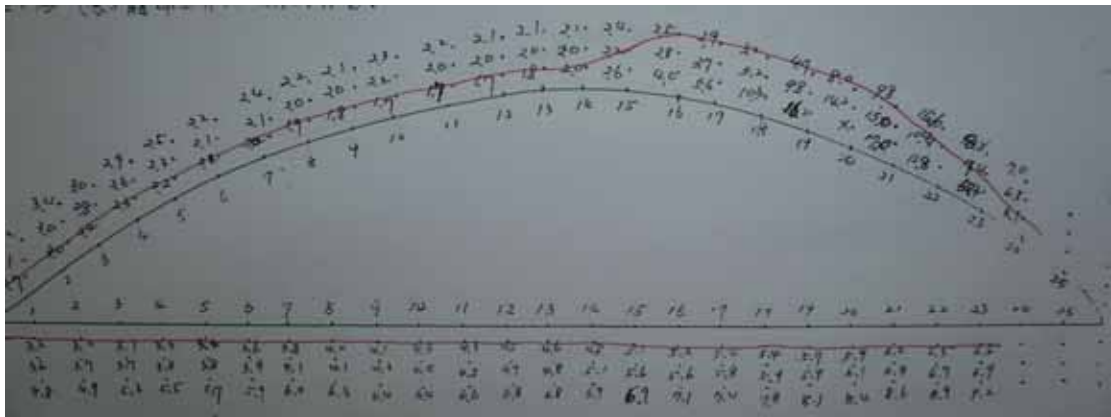
(5).對稱的車體狀其流線圖在第一個轉折角度附近流速達到最快,也從此處開始流線圖形開始往上飄移,在第二個轉折角度以後流速立刻衰減。如圖(一)至圖(十)



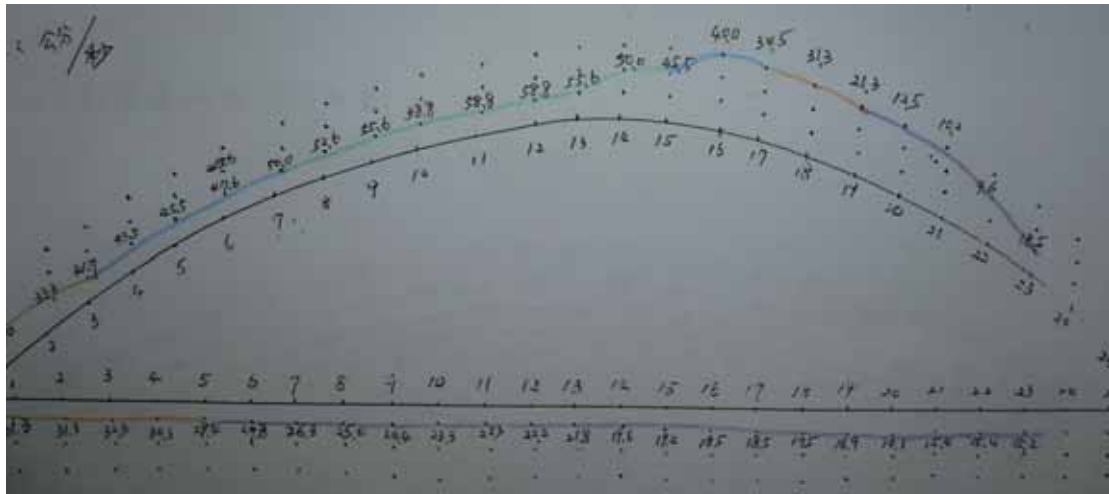
對稱圖形曲面比為 32:26 的秒數圖 [單位: 秒] 圖(一)



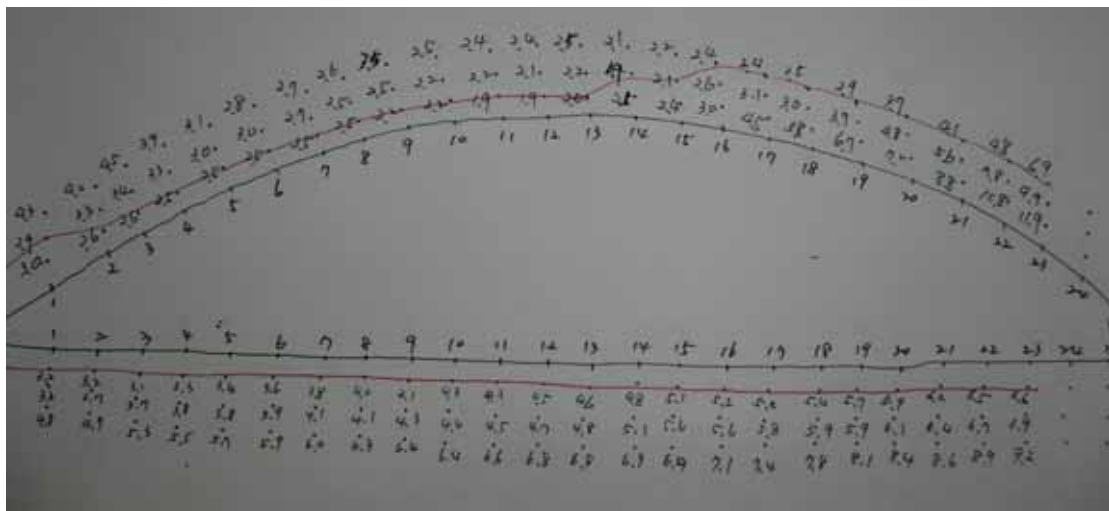
對稱圖形曲面比為 32:26 的流速線圖 [單位: 公分/秒] 圖(二)



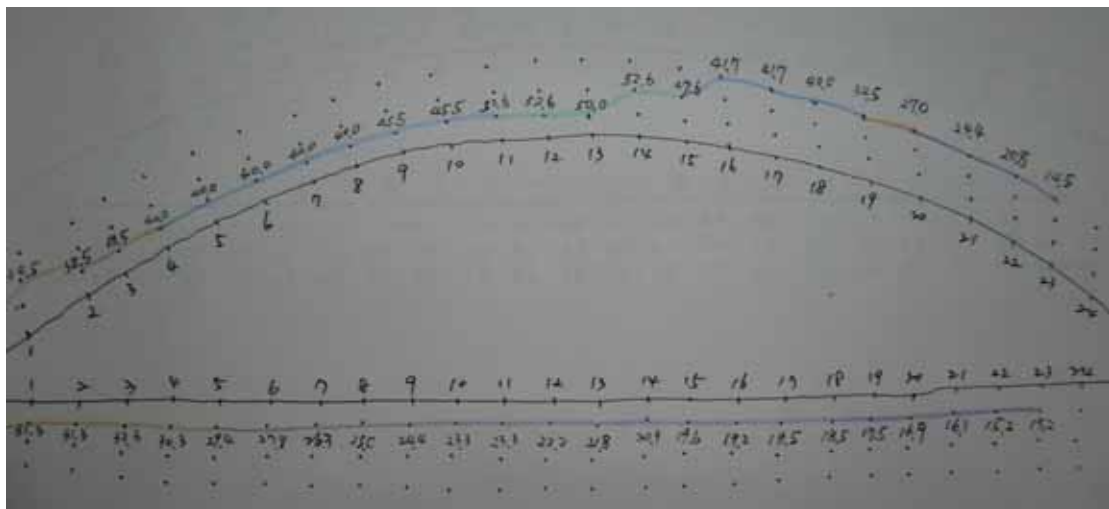
對稱圖形曲面比為 30:26 的秒數圖 [單位: 秒] 圖(三)



對稱圖形曲面比為 30:26 的流速線圖 (單位：公分/秒) 圖(四)



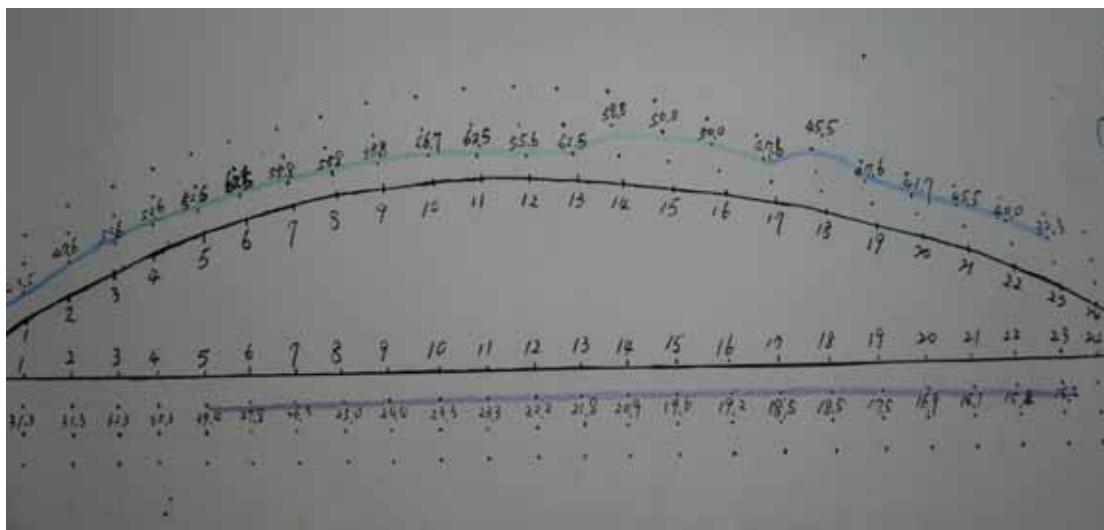
對稱圖形曲面比為 28:26 的秒數圖 (單位：公分/秒) 圖(五)



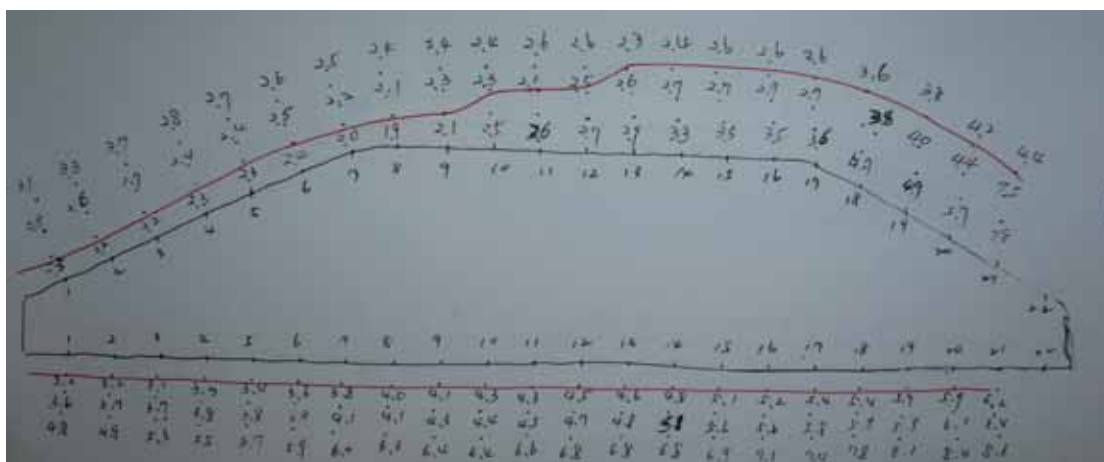
對稱圖形曲面比為 28:26 的流速線圖 (單位：公分/秒) 圖(六)



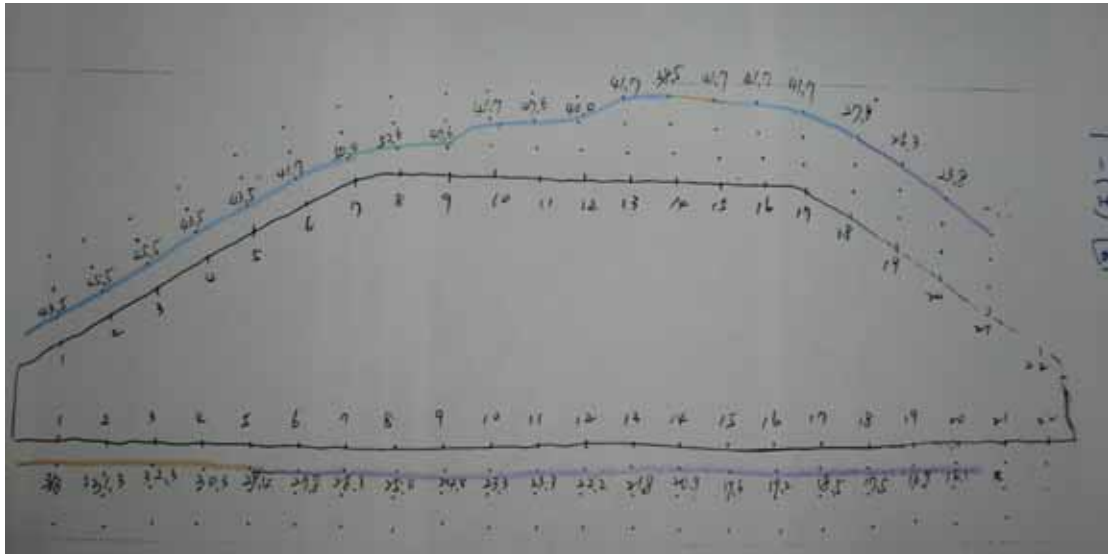
對稱圖形曲面比為 27:26 的秒數圖 (單位：公分/秒) 圖(七)



對稱圖形曲面比為 27:26 的流速線圖 (單位：公分/秒) 圖(八)



對稱車體狀型體的秒數圖 圖(九)



對稱車體狀型體的流速線圖

圖(十)

問題(三):流經弧度不對稱的曲直弧狀形體物的風道,流速線圖是否有差異?

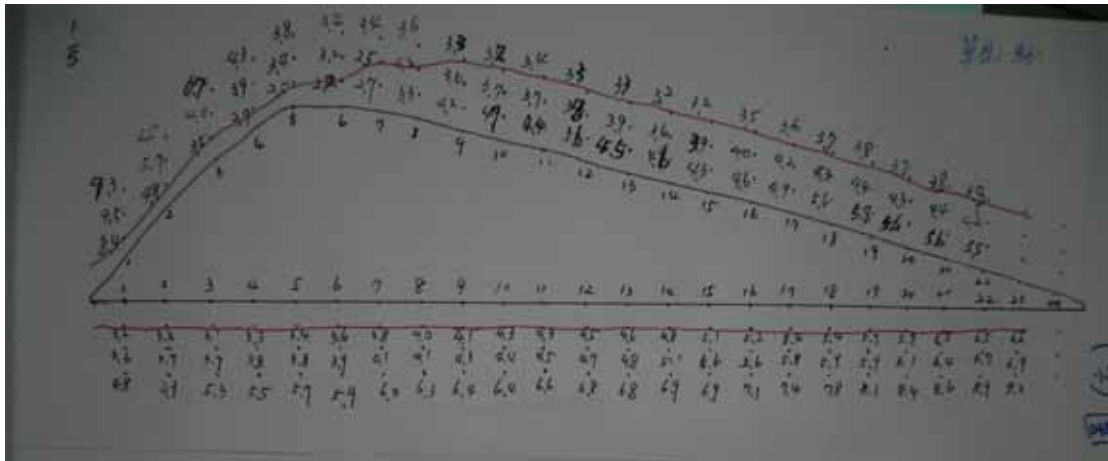
研究方法:如問題(二)的研究方法,但我們將曲直面弧狀形體改成如下列的四種不對稱樣式。如照片



結果:我們發現.(1).各最高頂點位置不同時,其流速線圖也不相同,但都是在經過最高處後開始往上飄,所以頂點處在 1/5 的流速線離形體最高。

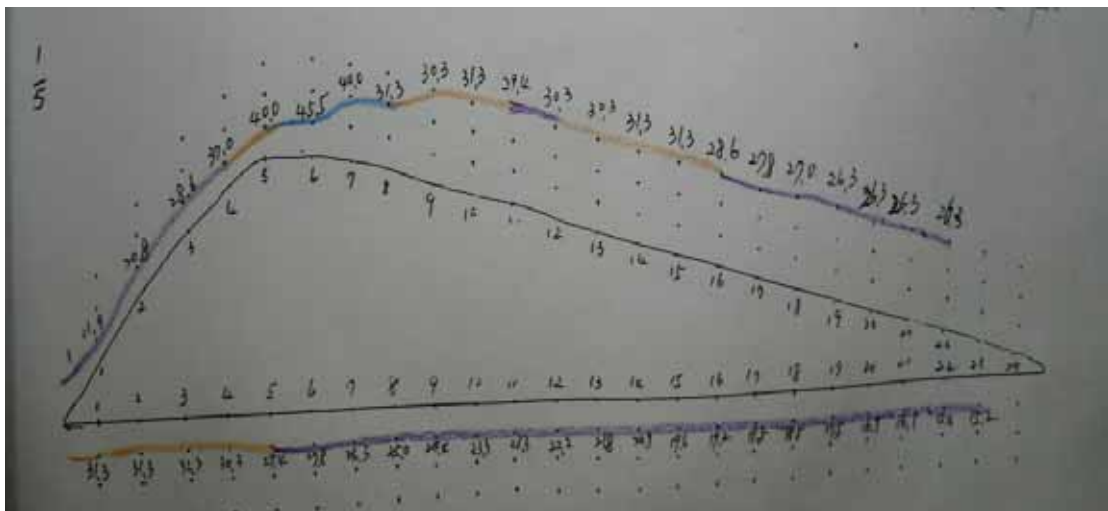
(2).頂點在 1/5 的形體其流速是四者之中最慢,最高秒速只達 45.5 公分;而頂點在 3/5 和 4/5 時,頂點之前各點的流速都相當的快,最高都到達 58.8 公分。

(3)流過頂點之後以頂點在 4/5 形體的衰敗情形最明顯,從秒速 58.8 公分迅速衰敗到秒速 6.8 公分,而頂點在 1/5 的形體其流速的衰敗從秒速 45.5 公分衰敗到秒速 26.3 公分是衰敗最緩慢的。如圖(十一)至圖(十八)



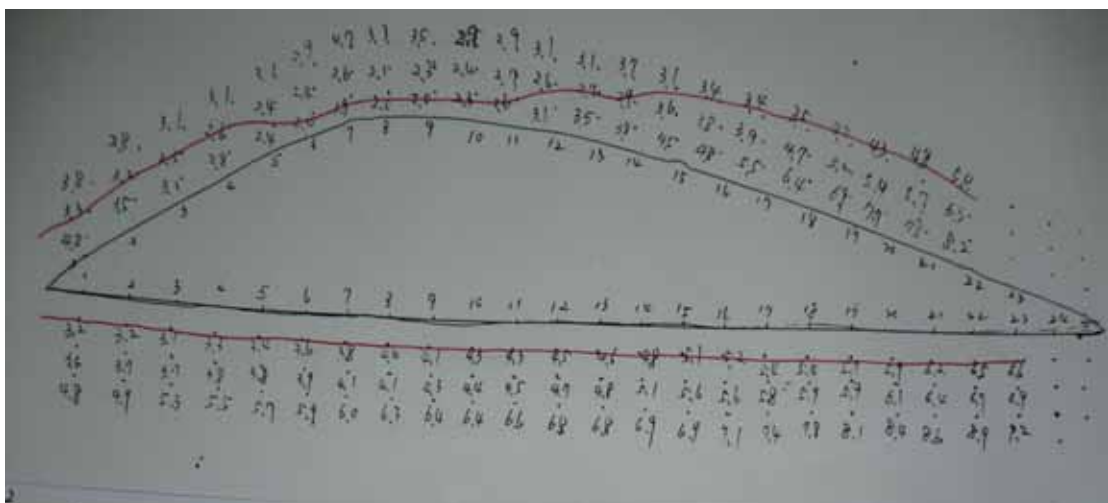
頂點在 1/5 不對稱圖形的秒數圖

圖(十一)



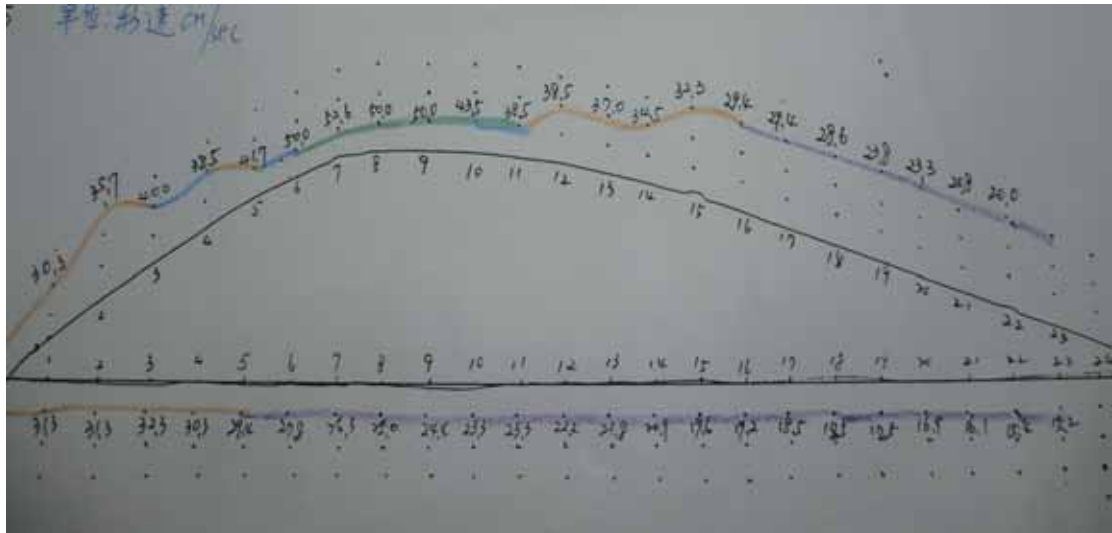
頂點在 1/5 不對稱圖形的流速線圖

圖(十二)



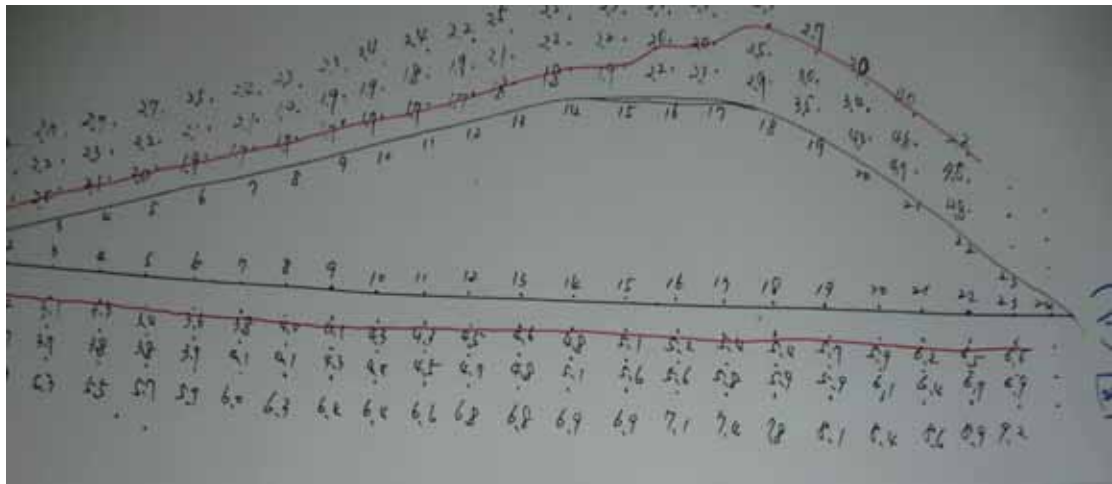
頂點在 2/5 不對稱圖形的秒數圖

圖(十三)



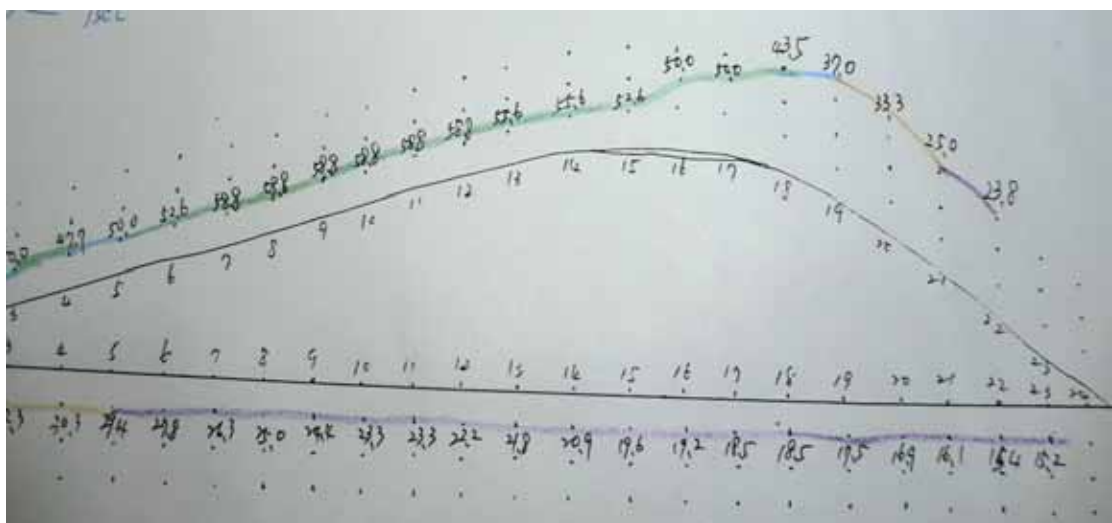
頂點在 2/5 不對稱圖形的流速線圖

圖(十四)



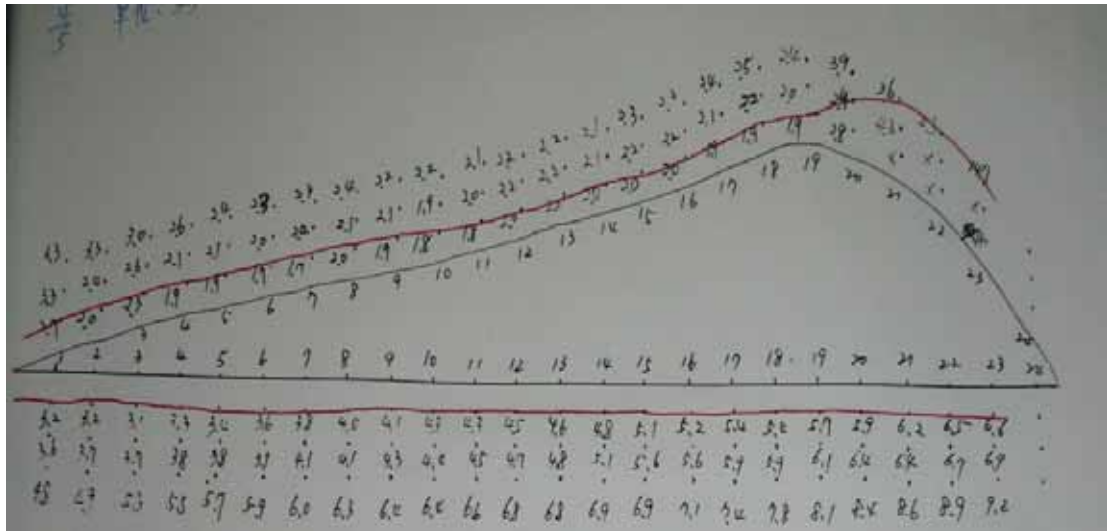
頂點在 3/5 不對稱圖形的秒數圖

圖(十五)

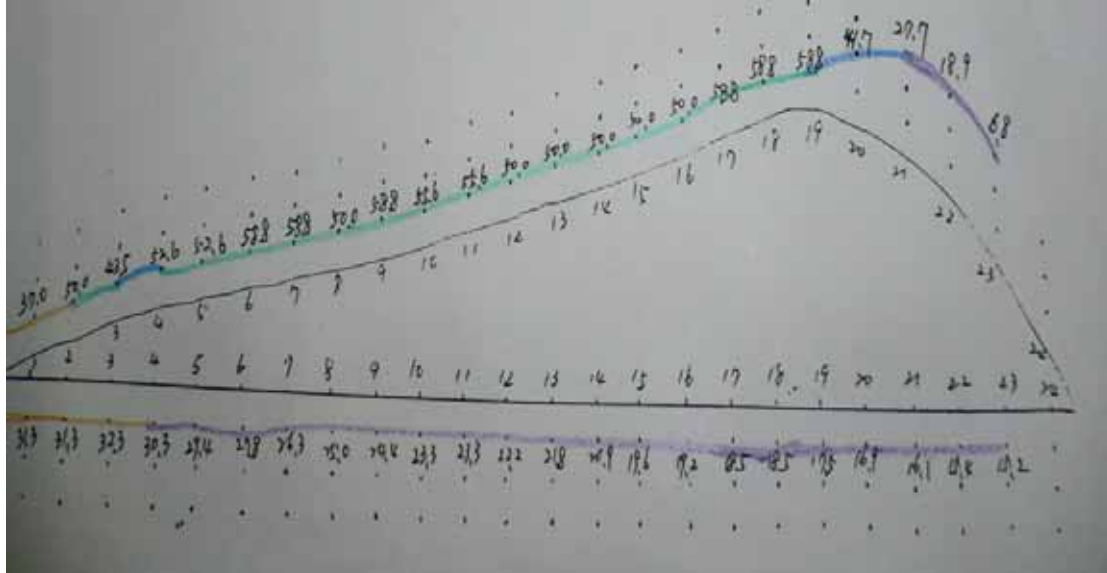


頂點在 3/5 不對稱圖形的流速線圖

圖(十六)



頂點在 4/5 不對稱圖形的秒數圖 圖(十七)



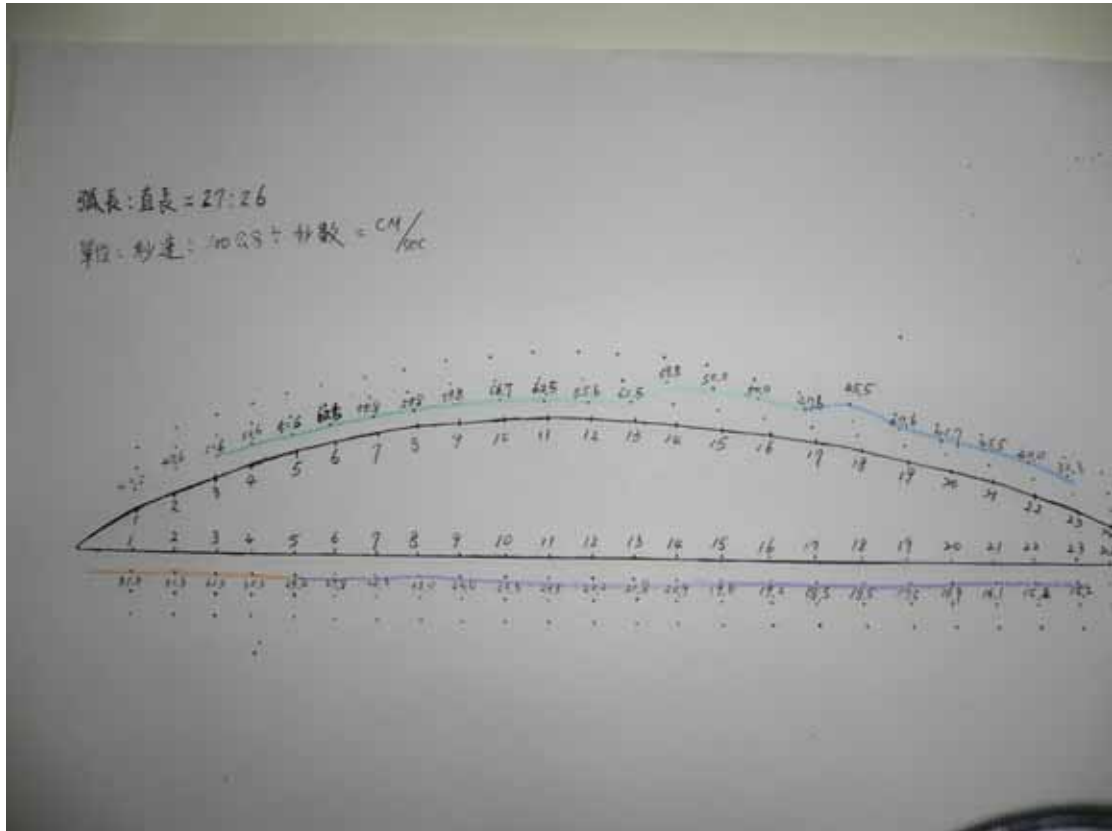
頂點在 4/5 不對稱圖形的流速線圖 圖(十八)

問題(四)曲面的擾流物會影響氣道的流速線圖嗎?

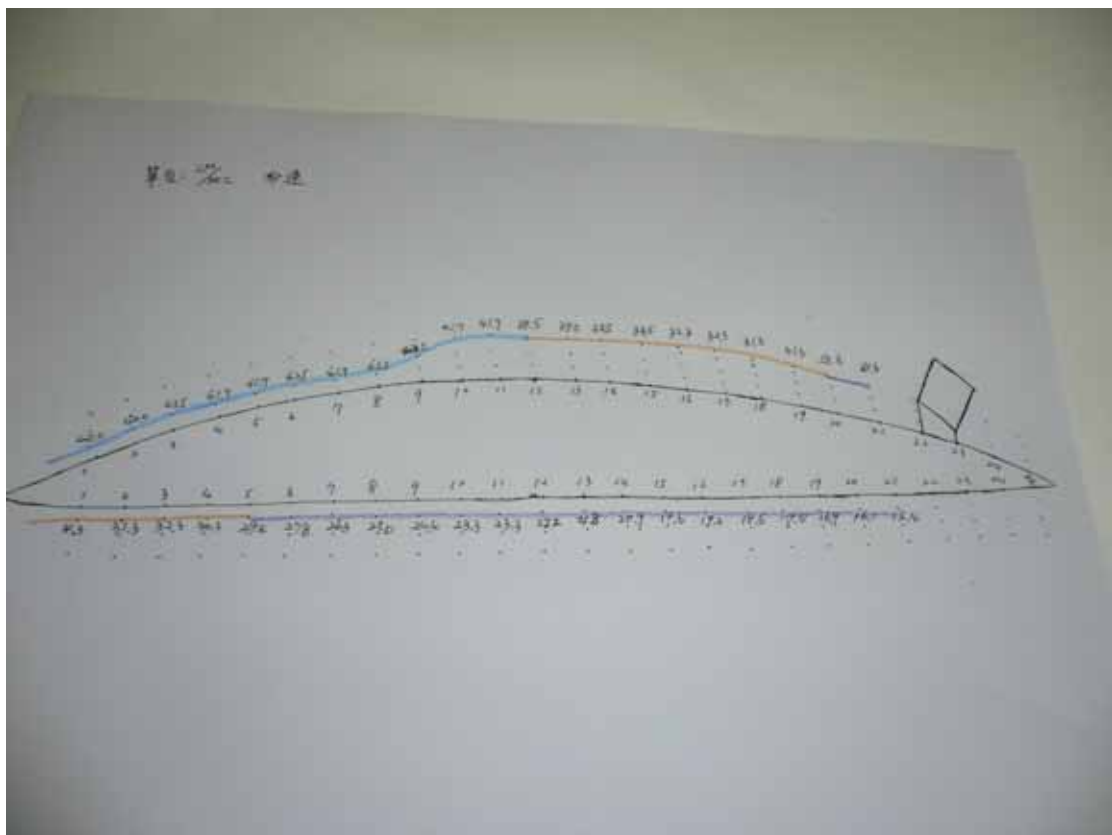
研究方法:同問題(二)的研究方法,但我們取流速較快的弧長:直長為 27:26 的對稱形體和最接近車子樣式的形體,在形體的末端黏接上擾流板,觀測描繪其流速線圖。

結果:我們發現擾流板確實能改變原來的流力線圖:

- (1).弧長:直長為 27:26 的曲直形體有擾流板的流速比沒有擾流板的慢了許多,從最高的每秒 66.7 公分減緩為每秒 45.5 公分,且有擾流板的流速線圖也提前從第 10 公分處就飄到最高處一直維持到終點。如圖與照片

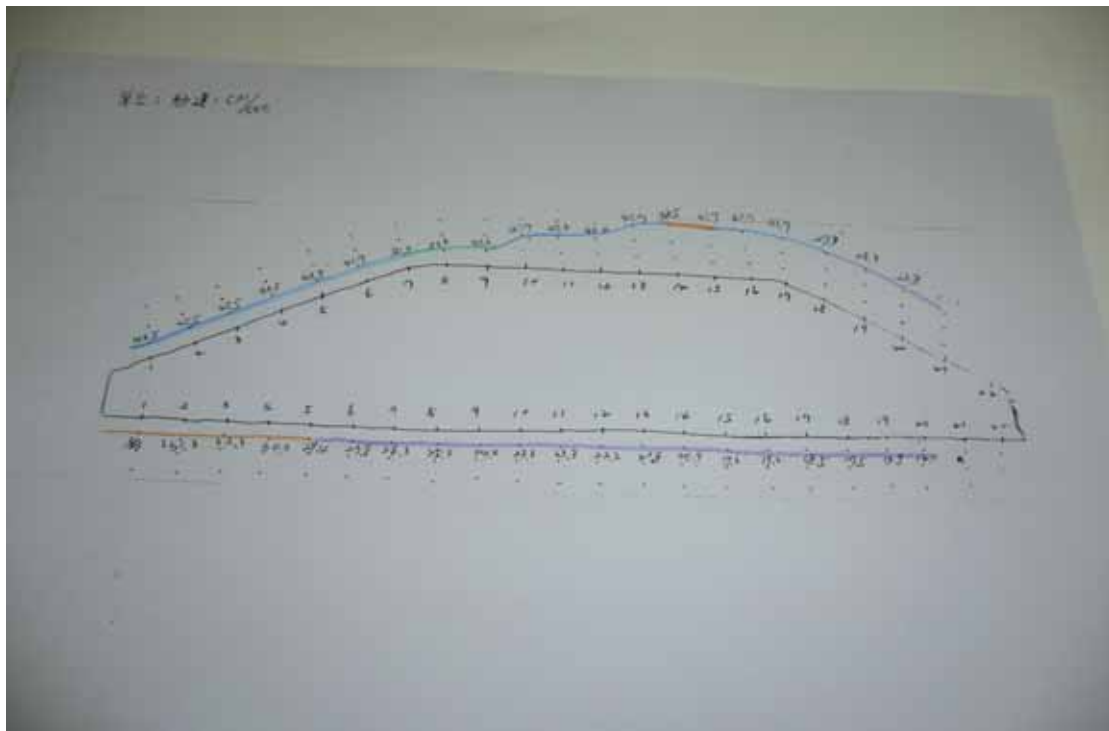


沒有擾流板的流速線圖

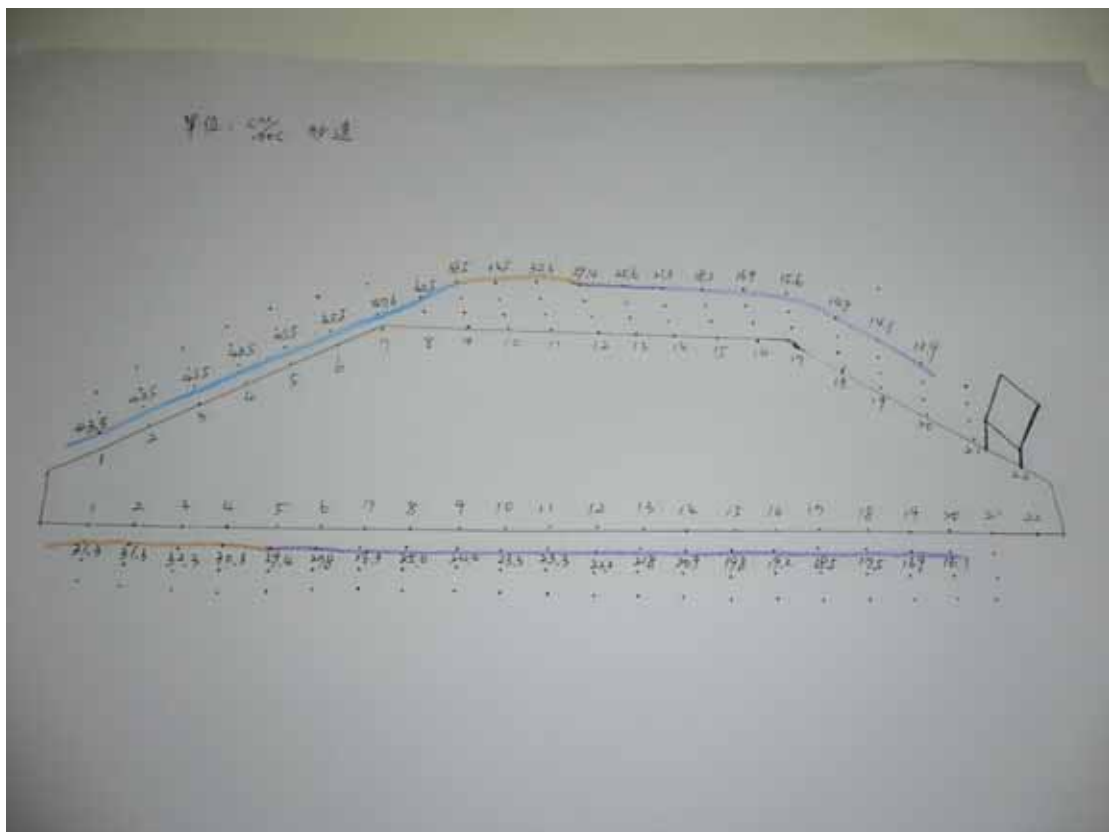


有擾流板的流速線圖

(2).車子樣式的形體有擾流板的流速也比沒有擾流板的流速慢了許多,流速線圖提前在第 9 公分處飄到最高處一直維持到終點。如圖與照片



沒有擾流板的流速線圖



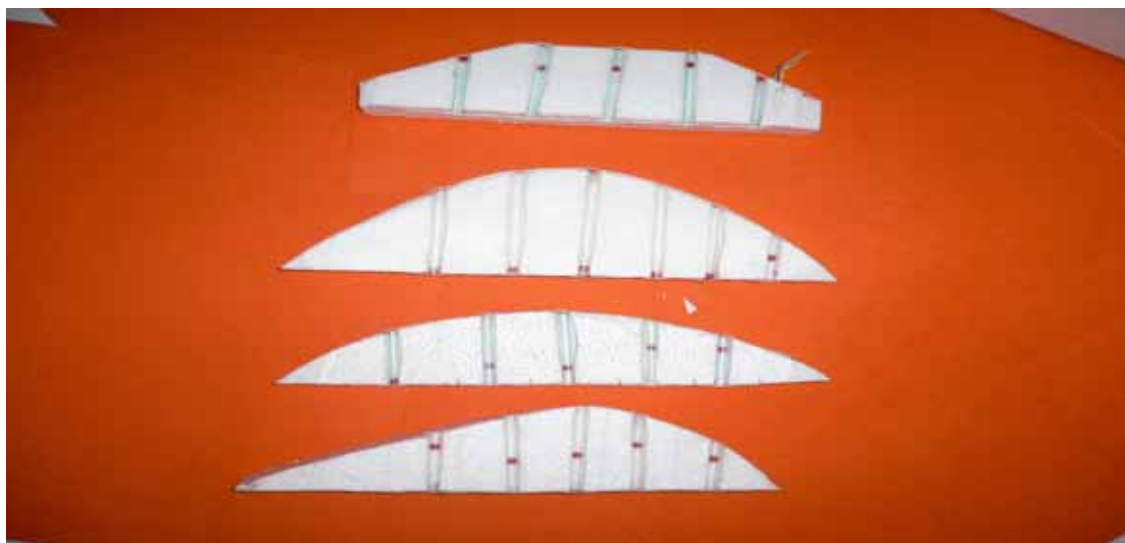
有擾流板的流速線圖

問題(五).能驗證不同的流速線圖對該物體的漂浮影響嗎?

驗證(一).形體的部位飄浮力的受力驗證:

驗證分法(1):我們取四種形體(①.對稱形體弧長:直長為 28:26 ②.對稱形體弧長:直長為 32:26 ③.非對稱圖形頂點在 3/5 ④.對稱車子樣式形體加上擾流板)

(2).在四種形體表面控出數條溝縫,在溝縫中鑲入吸管,在吸管中放入紅色保力龍球。如照片



(3).打開風扇後觀測各形體物吸管中保力龍球上升的情形，即可驗證該形體在該點的飄浮受力情形。

驗證原理：曲直兩面同一直線的位置處，當兩股氣流同時吹過該吸管的兩端則流速慢的保力龍球會滑向流速快的地方，所以可以驗證該點的漂浮力。

結果：我們發現形體①和形體③因為曲面的流速比直面流速快，所以保力龍球都一下子就滑向曲面處，而圖形②在流速線圖上，從 20 公分處以後曲面流速就小於直面流速，所以，後面的兩吸管內的保力龍球就貼在直面處無法滑向曲面處。而有擾流板的車子形體，則是受到擾流板的影響所以後面兩吸管內的保力龍球也緊貼在直面處。如照片



曲面氣流較強，管內保力龍球全部上升



曲面氣流較強，管內保力龍球全部上升



弧度過大的形體，後二管內的保力龍球無法上升



受擾流板影響，後二管內的保力龍球無法上升

驗證(二).擾流板車樣形體整體漂浮力的驗證：

驗證分法(1):我們在自製風洞中同時放置二個車樣形體，一個有擾流板，另一個沒有擾流板。

(2).分別以二條釣魚線外包原子筆內桿置於型體內，使其能平穩滑動

(3).打開風扇後觀察兩形體物滑動情形。

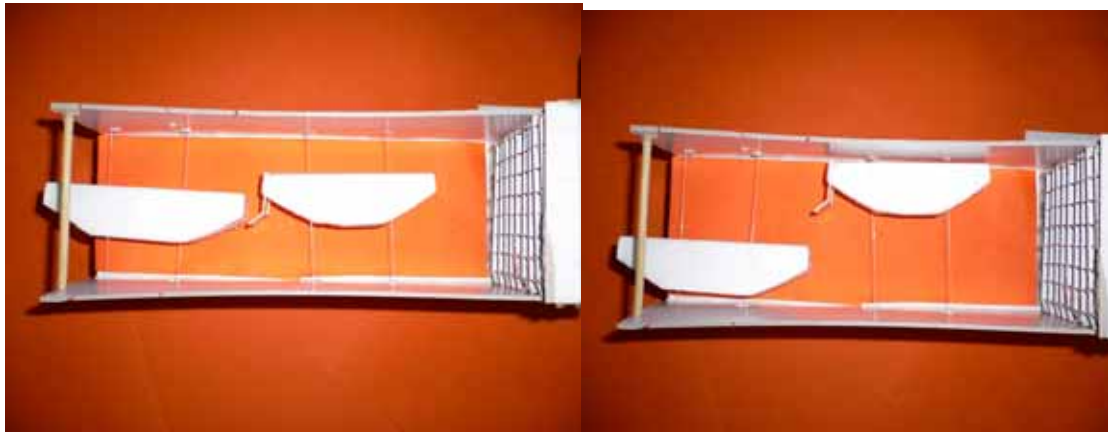
驗證原理：兩股氣流同時流經形體物，若上層的平均流速大於下層時，則形體應該向上飄移，反之若下層的平均流速大於上層時，則形體物應該向下飄移

結果：我們發現沒有擾流板形體物由下層底部飄浮至上層頂端，而有擾流板形體物由上層頂端下壓到下層頂底部，兩形體在風洞中錯身而過，明

白的顯示出有擾流板的形體物大大的降低該型體物在氣流中向上漂浮的力量。由此可以證明擾流板確實能發揮擾流的功用增加形體物下壓的力量。如照片



①未開風扇時，有擾流板的在上，無擾流板的在下②風扇啓動，有擾流板的開始下壓，無擾流板的開始上飄



③有擾流板與無擾流板的形體錯身而過 ④有擾流板的下壓到底部，無擾流板的上升至頂部

七結論：

1. 要測量微小風道(直徑小於 0.5 公分)內的風速,實在不太容易我們找遍台北的儀器行,能找到的絕大多數是所謂的”風速器”都是風扇型的風速計,且整個風速計的直徑也要超過 5 公分,想要測量直徑小於 0.5 公分的小風道內的風速根本不可能,所以我們只好自己動腦動手製造。我們用原子筆的筆芯出口套子(直徑約 0.3 公分)黏在可旋轉式的吸管上,再將吸管和長 1 公尺的透明細壓克力管黏接,壓克力管內放置重量很輕且直徑略小於壓克力管直徑的保力龍球,只要有氣流流進管內立刻會將白色的保力龍球往上衝,所以只要看保力龍球上升的速度即可知道風力的強弱,計算壓克力管內的保力龍球到達頂端的時間,再用壓克力管的長度除以時間即可正確計算出當時的氣流流速。
2. 氣流遇到曲直面形體物阻礙時,會繞道而形成二股分流,根據實驗結果我們發現流經曲面的分流速度大於流經直面的分流速度,而且曲面各點的速度也不相同,通常是在曲面轉折的最高點附近流速到達最快。但在固定的風速下若曲面弧度

過大時,則在曲面的後半段流速衰減得很快,所以某些點的流速會比直面的流速慢。

- 3.從流速線圖我們知道對稱曲面的弧度較小時氣流的流速線較貼近形體,而且流速衰減得情形較小(每秒從 66.7 公分降為 32.3 公分)如果弧度變大時,流速變慢且流速流線圖從型體的中段(大約 15 公分處)後面就開始往上飄;流速衰減得很快(每秒從 41.7 公分降為 7.2 公分)。
- 4.不是對稱的曲面它的流速線圖在經過弧度的轉折處以後開始往上飄,在轉折處之前則和形體很貼近。根據實驗結果頂點在 4/5 形體在頂點之前平均的流速最快,但經過頂點之後流速線上升且流速迅速減少。
- 5.有擾流板干擾氣流時,我們發現不但流速線圖提早 5 公分往上飄(從 9 公分處就開始,原來從 14 公分處才往上飄)而且流速也減緩許多(從最快速每秒 66.7 公分,減為每秒 43.5 公分)(車子形體從 52.6 降為每秒 45.5 公分)。
- 6.在型體上插入透明管,由管中保力龍球的上下可以明白顯示出該位置受到分流氣流的影響而呈漂浮或下沉,也可以驗證該點上下氣流流速的差異。
- 7.擾流板確實可以干擾氣流,從實驗中我們可以明顯看出沒有擾流板的車子形體在氣流中向上飄起,而有擾流板的車子形體不但不會向上飄浮起來,而且還可以將車體下壓。有擾流版的車子也許會增加車子的阻力,但是在高速行駛中的車子若漂浮的太厲害,緊急煞車時一定不易控制車子而發生危險,我想這就是為什麼高速賽車的車子都有又高又大的擾流板的原因吧!

八.參考資料

(一)國中社會 1 上仁林版第九單元

(二)汽車雜誌奇謀網站 <http://pk.s520.com.tw/cgi-bin/forums.cgi?forum=53>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 生活與應用科學科

佳作

030828

分道揚鑣 — 曲直形體小風道流速變化的探討

臺北縣立新莊國民中學

評語：

實驗構思不錯，若能減少實驗數據誤差，且以圖表顯示實驗結果，將會更生動。