

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080813

薄薄一片的妙用

高雄市前鎮區愛群國民小學

作者姓名：

小六 張逸寧 小六 曾成中 小六 魏翊如
小六 余忠穎 小六 莊承曄 小六 顏宏璋

指導老師：

鄭孟喬 林姿岑

摘要

高雄是工業大城，每日皆可看見各式卡車在路上絡繹不絕，與我們的生活息息相關，民國 77 年 12 月 1 日出版的小牛頓 58 期，曾探討導風板與卡車的關係，該時〈十四年前〉，台灣正在發達的經濟活動並不像現在旺盛，根據統計，使用導風板的機率並不高，不過現在隨著導風板使用的日趨普遍，導風板的形式也日益多樣化，只要在前鎮、小港等工業區走一趟，就可見架有各式導風板的卡車。

我們實驗的重點是研究導風板對卡車車速的影響，以及不同角度與造型的導風板何種樣式最有效率？從不斷的實驗與修正過程中，我們發現導風板的樣式如能配合卡車貨櫃的大小及寬度，將會是最有效果的導風板。

壹、 研究動機

又到戶外教學的時候了，那天早上每個人都雀躍不已。當遊覽車行駛上高速公路時，有許多同學都發現滿載貨物的貨車車頭上都裝了一塊斜斜的小鐵板，但有些沒有裝，而且雖然只是一塊小鐵板，卻有好多不同的角度和形狀，這是為什麼呢？回到學校後，同學都趕緊跑去問老師，老師卻說出一個沒有聽過的名詞「導風板」，並且告訴我們它可以減少卡車行駛時受風的的風阻力，但這又是為什麼呢？

貳、 研究目的

- 一、有導風板和沒有導風板的差異。
- 二、不同角度的導風板，導風效果的比較。
- 三、不同樣式的導風板(單片、盒狀、一體成形)，導風效果的比較。
- 四、導風板使用的適當時機。
- 五、相同的原理如何應用在生活上。

參、 研究器材

- 一、 自製小卡車、玩具小卡車
- 二、木板跑道
- 三、吹風機、桌上型電風扇
- 四、紙製導風板數個
- 五、紙製貨櫃兩個
- 六、直尺
- 七、量角器

肆、 研究過程與方法

【研究一】利用自製的小貨卡及導風板來比較有無導風板的小貨卡行走距離之差異

一、方法：

四年級時，自然課本曾提供如何製作小汽車的方法，我們覺得這應該是很好應用在這次實驗的方法，所以一開始我們使用的是純粹手工的素材來製作小貨卡。

(一) 小貨卡的製作方法

- 1.用羊糞紙來做出貨卡的車身，再用粗細 2 種吸管以及縫紉機使用的梭子線軸製作車輪。
- 2.在平滑的路面嘗試推送它幾次，發現它能行進順暢了之後，再著手進行實驗。

二、紀錄：

93 年 12 月 24 日

- 〈一〉前幾天我們做好了小貨車的車身模型，今天我們準備要製作輪子，一開始，我們本來運用了四年級曾學習的技法用線軸和吸管制做成輪子，但因車的材質不同，而造成運轉時的不平衡。
- 〈二〉接下來，我們想到一個不錯的辦法，在細吸管上裝上並排的線軸，這個方法很不錯，但因跟實際卡車構造有差異，所以這個方法被否決了。
- 〈三〉後來，我們想到第三種方法，在桌面上排上一根根的吸管，讓車身滾過去。運動時是很順暢，但因為吸管太輕，容易亂跑，再加上滾動距離有限，不是很容易觀察。

93 年 12 月 29 日

今天我們偶然找到可以剛好卡進線軸的吸管，使我們在 12 月 24 日的第一個實驗成功了。現在輪子的部份以經確定了。

94 年 1 月 7 日

單位：公分

次數 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0°	28.0	33.0	31.0	30.8	33.2	31.4	31.9	32.1	33.4	34.2	32.08
15°	29.5	33.4	37.4	34.1	35.5	38.0	35.8	35.6	38.1	39.0	35.64

不是很順利，我們自製的小貨卡三不五時卡到車輪，吹風機也很不好固定，往往開關一推，吹嘴就變了方向，令人真是懷疑我們這個實驗的準確度，此外吹風機還有一個特性，只要輕輕挪一下機身，對車子就立刻沒有作用了，是不是吹風機吹嘴的受風面積太小了呢？我們還忘了固定跑道，大家在操作的時候都很興奮，動不動就撞到跑道，造成跑道偏來偏去的，每次要重新量距離的時候，都得拿著小貨卡對準吹風機風頭對好久。

改進方法如下：

- 〈一〉將吹風機的吹嘴拿掉，增加受風面積。
- 〈二〉利用紙箱固定吹風機，並做標記方便吹風機定位。

〈三〉固定跑道，也在上面做記號。

〈四〉爲了方便我們的貨卡定位，也幫它做標記。

以下是我們重新來過的紀錄：

94年1月7日

單位：公分

次數 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0°	25.6	23.7	24.0	24.6	24.6	27.1	24.4	26.9	24.9	24.9	25.07
15°	25.6	25.8	25.9	21.6	28.0	27.4	24.4	26.6	25.9	28.7	28.9
30°	23.1	23.2	23.8	26.5	25.3	23.0	24.0	23.7	22.5	22.4	25.99
45°	21.2	24.6	24.7	23.4	25.0	22.2	23.5	23.7	24.3	22.7	23.5
60°	25.5	25.6	26.4	24.7	27.6	27.1	27.2	25.4	27.8	26.7	26.4

使用吹風機的效果仍然不好，往往做了三次，就有兩次車子卡在原地紋風不動、動彈不得，是不是吹風機的風力太小了？經過討論，我們決定拿電扇來試試看。

94年1月14日

期待已久的科展終於能繼續了！拿出小電扇，架好實驗用具，迫不及待按下開關，實驗開始了！可是.....我們的自製小貨卡居然動也不動，怎麼會這樣！難不成是風力太小了？沒關係，再搬一台大一點的過來，再來一次.....糟糕，還是不能動啊，這樣怎麼做實驗？我們徹底地檢查了小貨卡，發現除了輪子一不小心就會卡住以外，它並沒什麼問題，就在這時候，我們放在旁邊的一部小火柴盒型的玩具車，被電扇一吹，居然能非常順暢地後退！這台小車可是比我們的小貨卡重得多，可是居然能滑動得那麼輕鬆自在，這時候，老師說話了：「應該是技術上的問題，這個實驗不能再用我們的小貨卡做了，畢竟我們的手工沒辦法做得像外面賣的商品那樣精緻，看來，我們得買一台現成的玩具車將實驗繼續下去。」

三、發現與討論：

這次的實驗不太理想，經過檢討後發現，手工做的小貨卡輪軸畢竟誤差很大，不比市面上販售的玩具車一般精確，因此，我們利用改裝後的模型小卡車再次進行以下的實驗。

94年1月17日

【研究二】利用改良後的玩具小貨卡與電風扇進行實驗

一、方法：

我們自己做的卡車，總覺得不是很用好用，所以再另外買了一台小挖土機，並把它的剷子拿下來，用它的車體來當我們實驗用的小貨卡，花了兩節課，重新做了幾個導風板及一個大貨櫃，再將之組合到玩具小貨卡的車體上。

改良後的小貨卡完成後，我們重新再做一次實驗，而這次實驗過程中，小貨卡跑得很順利，不再有卡到輪子造成車體不能動的情形。

二、紀錄：

導風板角度與小貨卡行走距離的關係（單位：公分）

次數 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0°	121.5	112.4	122.3	123.7	124.6	113.1	122.2	119.8	119.8	121.0	120.1
15°	112.7	110.3	108.7	117.6	115.5	121.0	117.3	107.4	116.1	115.6	114.2
30°	116.2	120.0	127.6	126.3	118.1	123.0	125.0	121.3	120.0	125.5	122.3
45°	117.5	123.9	126.2	117.5	117.1	123.3	121.0	118.5	113.4	107.1	118.6
60°	114.5	119.5	109.3	110.0	122.0	116.0	117.5	118.6	111.6	120.3	115.9
75°	111.6	107.0	109.9	111.7	121.8	120.7	128.4	136.0	133.5	129.5	114.5
90°	128.4	130.7	129.8	132.7	132.3	128.8	125.9	131.0	133.0	138.6	131.1

15°—90°的實驗做完後，接下來我們已經算出了數據的平均如下：

0°：120.1 公分
15°：114.2 公分
30°：112.3 公分
45°：118.6 公分
60°：115.9 公分
75°：114.5 公分
90°：131.1 公分

三、發現與討論：

- 〈一〉在做實驗時，雖然感覺上是沒有碰到實驗器材，但其實在無形中，手和身體都會不小心碰到它們，造成實驗的誤差。
- 〈二〉這次的實驗，以 15°、60°和 75°的導風效果最好。
- 〈三〉針對這三個角度再測量一次，取出效果最好的那個角度。

94年1月18日

【研究三】 延續【研究二】，再度比較 15°、60°、75° 導風板之間的差異

一、方法：

針對這三個角度再測量一次，取出效果最好的那個角度。

二、紀錄：

導風板角度與小貨卡行走距離的關係（單位：公分）

次數 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
15°	108.1	109.3	111.7	120.8	123.0	115.9	122.5	115.9	111.6	120.0	115.9
60°	124.3	115.8	123.2	122.5	128.2	128.0	120.1	127.5	121.8	121.5	124.4
75°	128.0	132.1	129.2	132.1	123.2	128.5	128.4	136.0	133.5	129.5	130.1

三、發現與討論：

咦？怎麼會這樣呢？在昨天的實驗當中，這三個角度做出來的距離差不多，最多只差了 1.7 公分而已，今天怎麼彼此的距離差那麼多呢？

老師說，相同題材的實驗、同樣的地點、同樣的實驗用具，我們連電扇、小卡車、跑道和導風板都沒換過，會產生這麼大的誤差，就表示我們做實驗的方式一定有不周到的地方，所以，我們展開以下的檢討：

- 〈一〉首先檢查場地，赫然發現，我們沒有關窗戶！今天，雖然室外並沒有明顯的強風，但只要一走出教室，還是可以感覺到微風輕輕吹過我們的臉，擱在桌上的小貨卡，居然還會隨著風兒悄悄移動，如果是這樣，那我們昨天做的實驗，大半的數據都是不準確的囉？
- 〈二〉電風扇的頭也有問題，我們都忽略了在電風扇旁操作時應有的謹慎，身體碰到或撞到时都會使它的角度有所偏差。
- 〈三〉我們都圍繞著桌子坐，記錄時都趴在桌上寫字，難免碰到或撞到桌子，一碰一撞之間，誤差就這麼產生了。

94年1月19日

【研究四】系統化地進行整體測量

一、方法：

當實驗準備開始時，我們發現影響實驗的因素實在太多，難怪實驗不太成功。希望我們在改善環境後，實驗能較順利。

改善事項：

- 〈一〉不需要的東西清空
- 〈二〉實驗由同一人進行
- 〈三〉電風扇先運轉5分鐘（讓運轉較順暢）
- 〈四〉手請勿壓桌子
- 〈五〉將每個度數的導風板的測量次數增加到16次，然後再刪掉數值最大及最小的距離各三個，再加以平均。

二、紀錄：

導風板角度與小貨卡行走距離的關係（單位：公分）

次數 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
0°	109.5	117.0	113.9	116.6	113.9	103.7	115.5	120.5	111.0	111.0	110.0	109.3	108.5	116.9	118.0	113.9	113.2
15°	104.6	105.8	114.1	116.0	112.0	110.8	112.6	110.4	107.3	112.5	104.0	121.1	114.4	120.0	107.4	114.2	111.6
30°	103.5	106.5	108.6	111.5	103.0	110.0	109.0	105.8	102.6	103.5	98.0	95.8	110.0	103.5	112.2	104.5	105.3
45°	114.1	104.2	100.0	111.1	103.6	104.1	110.9	102.6	104.6	105.4	107.5	103.8	113.2	110.1	110.8	101.7	106.5
60°	108.0	109.9	104.4	110.8	107.7	105.6	102.6	105.0	105.4	114.8	101.9	109.0	97.8	112.3	113.5	103.6	106.9
75°	102.2	112.0	102.0	120.7	111.7	112.1	107.8	122.0	109.0	115.8	106.9	106.2	116.8	110.8	108.9	114.3	110.9
90°	111.8	114.4	124.8	108.2	106.1	117.0	120.7	112.6	106.9	115.0	116.8	117.4	123.9	127.7	113.3	118.9	115.8

表格中的粉紅色框即為我們刪掉的數據。

三、發現與討論：

經過了不斷嘗試錯誤之後，以新的實驗方式，終於得到這樣的數據，我們發現，30°和45°的導風板效果最好，受到風的阻力最小，較不容易被風吹跑。

我們一般在路上看到的卡車導風板，也是這樣的角度的嗎？還是，導風板只是像裝飾品一樣，隨意安裝在車頂上？為了求證，我們決定到高速公路上下交流道處進行觀察。

94年1月20日

【研究五】實地觀測

觀測時間：8:25~8:55AM

觀測地點：中山高速公路最尾段上下交流道處，前鎮國中旁

一、方法：

今天老師帶我們到高速公路下，去數有導風板和沒有導風板的卡車數量，一般在路上可看到一體成形、單片和盒狀的導風板。

二、紀錄：

有無導風板的數量統計

觀察期間一共經過 223 輛卡車		沒有導風板 152 輛	沒架導風板的 卡車約是有架 導風板卡車的 兩倍，有架的卡 車佔總體數量 的 31.84%
有導風板			
一體成形	2 輛		
單片	19 輛		
盒狀	50 輛		
觀察期間總計 71 輛			

各式導風板所佔比例

各式導風板 所佔比例	百分比
一體成形	2.81%
單片	2.67%
盒狀	71.8%

盒狀與單片導風板角度比較

角度 樣式	30°	35°	45°	50°
盒狀	4 輛	4 輛	6 輛	1 輛
單片	2 輛	0 輛	3 輛	1 輛

三、發現與討論：

由表一可以知道還是沒有導風板的卡車比較多，有導風板的卡車是以裝盒狀的導風板比較多，此外我們還帶了老師上課用的大型量角器去量卡車和大貨車導風板的角度。但因車子速度的關係只能在車子停下來時可以測量導風板的角度，所以量到的結果不是很多，由表二可以知道導風板以 45° 的最多。

94年2月2日

【研究六】 比較 30°和 45°導風板在這兩種形狀 一梯形 、倒梯形  的效果

一、方法：

製作 30°   45°   導風板各一組

二、紀錄：

導風板角度與小貨卡行走距離的關係（單位：公分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
30° 	118.8	109.6	113.5	110	108.7	117.8	104.4	112.5	116	103.5	107	112.8	115.5	114.5	107.7	116.4	112.08
30° 	111.4	110.5	113.5	110.7	111.3	113.3	105.0	112.1	121.8	114.2	106.9	111.5	116.3	115.5	108.5	113.2	112.17
45° 	105.6	113.8	119.6	106.1	110.5	97.9	115.5	111.9	112.7	115.5	112	106	103.2	106.5	107	113.3	109.98
45° 	115.1	107.2	116.4	120	123.4	125.5	113.5	122.3	114	106.3	107	102.2	110.5	121.7	120	110.9	114.93

三、發現與討論：

- (一) 我們發現 45°  導風板的導風效果最好，這樣和我們到高速公路下所觀察到情況一樣：以 45°  導風板的數量最多。
- (二) 根據觀察，我們發現許多貨櫃的寬度都比車體本身來的寬，以至於出現了盒狀以及一體成形的導風板，像這樣的導風板有何作用呢？我們決定做一個更寬的大貨櫃配合 30°以及 45°導風板，再配合盒狀及一體成形的導風板分別實驗。

94年2月3日

【研究七】配合寬於車體的貨櫃再作實驗測量

一、方法：

將貨櫃的寬度改成比車體本身寬的貨櫃，再用板狀、盒狀、一體成形的 30°導風板及 45°導風板分別實驗，比較不同形狀的導風板在 30°及 45°時何者的效果最好。

二、紀錄：

不架導風板的小貨卡（裝大貨櫃）行走距離（單位：公分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
不架導風板大貨櫃	118.1	121.5	119.8	124.4	123.0	126.8	117.2	128.4	120.5	113.4	123.3	124.3	119.3	136.3	127.7	128.4	123.06

導風板形狀與小貨卡（裝大貨櫃）行走距離的關係（單位：公分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
30°盒狀大貨櫃	108.5	112.7	118.0	119.0	110.0	109.6	119.1	106.8	108.8	114.2	110.2	118.5	121.5	111.5	119.9	116.0	114.11
30°一體成形大貨櫃	117.2	118.2	112.0	112.5	110.8	112.5	113.7	104.8	121.0	108.5	103.5	117.1	103.4	111.6	118.0	112.5	112.54
30°單片大貨櫃	125.6	120.6	111.5	123.7	116.0	112.3	120.9	114.5	123.6	116.4	113.3	126.7	121.6	128.7	126.6	123.6	120.65

導風板形狀與小貨卡（裝大貨櫃）行走距離的關係（單位：公分）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
45°盒狀大貨櫃	100.0	94.5	90.9	97.0	99.5	96.8	103.7	111.4	117.6	122.3	119.6	117.6	101.9	107.5	108.2	118.5	107.4
45°一體成形大貨櫃	113.8	99.6	112.7	119.9	105.9	103.3	111.6	109.2	109.0	112.8	105.9	99.0	100.7	101.3	95.4	101.9	106.5
45°單片大貨櫃	128.0	108.4	116.2	112.5	106.9	110.6	100.1	120.0	111.2	108.3	108.8	101.9	112.8	115.0	105.7	114.8	110.9

三、發現與討論

- (一) 以 45°一體成形的導風板效果最好。
- (二) 我們發現，在這次的實驗中，45°的效果優於 30°，根據我們的推論，應該是這次的貨櫃比較高，而 45°導風板較接近車頂的緣故。
- (三) 角度並不是影響導風板導風效果的最大因素，在【研究四】中，30°導風板的效果優於 45°，應該是因為該研究項目中的貨櫃較矮之故。

伍、 研究結果

一、綜合以上研究可發現：

(一)研究一：利用自製的小貨卡及導風板來比較有無導風板的小貨卡行走距離的差異

- 1.車體本身重量不可過輕，車體過輕容易造成翻覆。
- 2.輪軸卡榫不夠緊密，使得運作過程中時時卡住車子，造成實驗的誤差。
- 3.吹風機風口太小，導致小貨卡的受風面不夠全面。
- 4.實驗器材必須堅固耐用。

(二)研究二：利用改良後的玩具小貨卡與電風扇進行實驗

- 1.根據數據，有導風板時，由於卡車受到的風阻較小，因此較不容易後退。
- 2.固定電扇的角度，也是實驗進行中的重要因素。
- 3.這次的實驗，以 15°、60°和 75°為導風效果最好的角度。

(三)研究三：再度比較 15°、60°、75°導風板之間的差異

- 1.環境因素是實驗進行時非常重要的項目。
- 2.人為操縱的疏失應該盡量避免，在實驗中必須確實做到。
- 3.實驗的次數不夠多，是這次實驗的最大敗筆。

(四)研究四：系統化地進行整體測量

- 1.30°和 45°的導風板效果最好，受到風的阻力最小，較不容易被風吹跑。
- 2.導風板角度過大時，反而會造成反效果。
- 3.無論在什麼情況下，只要導風板不要大於 75°，有架導風板時均優於沒架導風板。

(五)研究五：實地觀測

- 1.沒有導風板的卡車仍然比較多。
- 2.盒狀導風板較單片導風板為多。
- 3.導風板以 45°的最多。

(六)研究六：比較 30°和 45°導風板在這兩種形狀 — 梯形 、倒梯形 的效果

- 1.梯形導風板的導風效果劣於普通導風板，無論是正梯形或是倒梯形亦然。
- 2.根據討論，應是風力透過梯形板的空隙直接吹到貨櫃本身所致。
- 3.實地觀測會有梯形的導風板，依據我們的假設，應是一般貨櫃的寬度總是略大於車體寬度，為了能減少車體與貨櫃間存在空隙，因此，以實用性質而言，出現了梯形導風板，我們將在研究七繼續探討。
- 4.承接第 3 點，根據實地觀察時出現了一體成型的卡車〈所謂一體成形，即連同卡車側面亦加裝導風板〉，是否也是為了減少車體與貨櫃的間距落差，這個疑惑，也一併至研究七求證。

(七)研究七：配合寬於車體的貨櫃再作實驗測量

- 1.在卡車兩側亦加上導風板之後，效果優於其他只加裝導風板於車頂的卡車。
- 2.導風板的角度並非是決定性的重點，比其餘項目更要的，是如何讓車身與貨櫃之間的高度落差降到最低，使氣流不致直接吹到貨櫃上造成行進中的阻力。
- 3.單片導風板效果最差，可見，將導風板的兩側也給予密合，使其不受氣流干擾，是有其必要性的。

4.無論在什麼情況下，有貨櫃的卡車都必須加裝導風板，減少行進時的阻力，加裝導風板，可以有效減少卡車的耗油量，使車輛行進更順暢。

二、重點歸納與整理

- (一)根據數據，有導風板時，由於卡車受到的風阻較小，因此較不容易後退。
- (二)其實角度並不是最大的決定因素，導風板效果好壞取決於其與貨櫃高度的配合。
- (三)一體成形的導風板效果最好，證實了車身與貨櫃之間最好不要有落差。
- (四)只要貨櫃卡車要上高速公路作長程運輸，最好都將導風板裝上。
- (五)根據導風板的斜面影響貨卡受風力的原理，騎腳踏車時將身體壓低，避免上半身受風面和風向成垂直狀，可減少風阻，使騎車時不至於那麼吃力，相同的原理也可以應用在爸爸媽媽騎摩托車的時候。
- (六)我們這份研究，可以提供未來卡車廠商設計卡車樣式時來做參考，如何能設計出減少風阻的導風板式樣，或是乾脆將導風板與卡車結合，使導風板成為車體的一部分，讓卡車的運作更順利，是這次實驗對未來的展望。

陸、 討論

我們的討論一共分為兩大項：

一、人為因素：

- 〈一〉風力的來源〈如電風扇〉必須確實固定。
- 〈二〉測量用的標準物品〈跑道〉也必須確實固定。
- 〈三〉盡量避免碰撞到實驗用品，包括小貨卡、桌面、測量用的尺等。
- 〈四〉做實驗時必須具備耐心與專注力，千萬不要因不耐煩而喧嘩吵鬧互相推擠。
- 〈五〉慎選實驗用的材料，一定要達到精確的程度，千萬不要因為貪小便宜，就像為了省錢用紙板做小卡車，既不經濟又不實用且很不精確，還容易壞掉，造成實驗的誤差。
- 〈六〉這個實驗有一段時間在寒假進行，正好碰上寒流，在寒流來時做實驗很容易感冒，所以保暖動作一定要做好，務必戴上口罩保護自己。

二、環境因素：

- 〈一〉因為做的是有關風力的實驗，所以任何有關風力的項目都應該小心謹慎，一般來說，我們對自然風常常忽略，以致於實驗被窗外的風干擾了而自己卻沒察覺，因此，這個實驗一定要在密閉的空間進行，以免受到額外氣流干擾而不自知。
- 〈二〉桌面和地板一定要清理乾淨，否則一來影響視覺，二來電風扇開啓時灰塵滿天飛，吸入粉塵影響健康。
- 〈三〉在交流道旁做觀測時，一定要注意交通安全，千萬不要因為一時心急就跑到馬路上，隨時注意左右轉來車，最好站在人行道上進行觀測。
- 〈四〉觀測時，最好分別在上下交流道兩邊都做紀錄，不要只做一個方向。
- 〈五〉高速公路下油煙多，灰塵也多，一定要戴口罩以免吸入過多廢氣影響健康。

柒、 結論

在這個實驗中，我們已經知道了導風板的用途，但是，在許多汽車後方，都還會安裝一個稱作「擾流板」的東西，擾流板的用途究竟是什麼呢？和導風板類似或另有功用？這將是我們預備要再做進一步研究的目標。

捌、 參考資料及其他

- 一、 小牛頓 58 期 小牛頓雜誌社 PP.10-15 「能小看它嗎？」中華民國 77 年 12 月 1 日出版

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

080813

薄薄一片的妙用

高雄市前鎮區愛群國民小學

評語：

本作品探討貨卡車的導風板，極富創意與實用價值，但是在實驗裝置的製作與實驗條件的控制上略為不足，若能加以強化，將有機會成為一件成功的作品。