【2021科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱:

一、摘要:

此次實驗主要想要研究汽車尾翼的原理, 因此設計了各種實驗, 希望以簡單的方法了解複雜的空氣力學在汽車上的運用。

本報告研究以四驅車在風洞中, 利用霧化氣製造之水霧, 比較氣體流經車體及裝設尾翼之後的差別。接著測試用不同風速的風吹四驅車, 以及測量裝設不同種尾翼, 所產生下壓之重量。最後進行四驅車實際衝刺，觀察有無尾翼對秒數的影響。

二、探究題目與動機

觀看賽車賽後, 啟發我對於車子外型、結構、性能的興趣，進一步查詢相關介紹後，得知每一部車都必須經過精的測量、設計, 光是一片尾翼就牽涉擾流、產生下壓力、消除上升力等複雜的因子。

而在路上, 我們往往能夠看見車輛裝載著誇張的尾翼，以及許多張狂的空力套件，讓我們不禁好奇，此些套件是有實質效用, 還是只是為了美觀?因此我們決定動手設計實驗裝置, 找出尾翼的實質效用, 以及在何種情形下尾翼能發揮作用。希冀在完成此實驗後, 我們能夠了解尾翼的安裝，是否能夠改善車輛的性能，甚至使我們能夠擁有更高的安全性, 並對車輛的改裝得到更進一步的知識。

三、探究目的與假設

假設尾翼能適用於康達效應, 使汽車受到的力有所改變, 進而曾其速度及穩定性。

探究目的

1.為了解車身周圍的氣流跑動情形, 利用有色氣體吹向車身, 並比較有無尾翼的差異。

2.測試尾翼對車體製造何種力, 並測量其量值。利用不同風扇吹向各種（長度、寬度、角度）尾翼進行實驗。

3.讓測試車進行實際加速, 觀測尾翼對車輛的影響

四、探究方法與驗證步驟

一、模擬風洞測試

1. 在小型風洞裡將有色氣體吹向無尾翼車輛, 錄影觀測氣流後再截圖。

2. 在小型風洞裡將有色氣體吹向有尾翼車輛，錄影觀測氣流後再截圖。

1. 比較兩者氣流跑動的現象，我們可以發現尾翼具有明顯擾流的效果。

並且觀察到氣體流動符合康達效應，會沿著曲面流動。氣流為了沿著車體凸起流動，必須受到向心力的幫忙，這股力量就是由車體來提供。而「車體供給氣流向下的力」所對應的反作用力就是「氣流供給車體上升的力」

二、測試尾翼有無流線造型的撞風情形

1. 首先利用風速計測出我們所用的三段風扇的風速，測得數據為

一級風**: 4.3km/h** 、二級風**: 7.2km/h**、三級風**: 7.5km/h**

1. 將車輛放置在電子秤上，並用三段風速吹向車輛，最先測量無尾翼時，電子秤數據的變化（單位：公克）。車輛淨重**：123.20**公克

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
無尾翼	-0.383	-0.447	-0.560

此時我們可以觀測到，當車輛進行直接撞風時，會造成上升力，且越高速其值越高。

1. 為了測試尾翼流線造型的實際用處，一樣用三段風速吹往車輛，並為車輛裝上厚度0.5cm比例**：1:1**、**1:3**、**3:1** 大小：皆為6*2cm²的尾翼，測得電子秤數據如下。車輛淨重**：123.20**公克（*多次測試後的算術平均）

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*2 無流線 1.07g	-0.240	-0.270	-0.303
6*2 1:3 1.08g	-0.163	-0.190	-0.203
6*2 3:1 1.08g	-0.240	-0.253	-0.303
6*2 1:1 1.08g	-0.297	-0.347	-0.437

首先我們可以發現，尾翼減少了上升力的量值，以下數據為有尾翼數據減去無尾翼數據，也就是尾翼造成上升力差異之值（單位：公克）(*多次測試後的算術平均）

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*2 無流線 1.08g	0.143	0.177	0.257
6*2 1:3 1.08g	0.220	0.257	0.357
6*2 3:1 1.08g	0.143	0.194	0.257
6*2 1:1 1.08g	0.086	0.100	0.123

從此數據，我們可以發現厚度比例**1:3**及**3:1**的尾翼，都可製造超越無流線尾翼製造的下壓力，其中又以厚度1:3的尾翼製造最大下壓力，在一、二、三及風速中個別減少了**57.4%、57.5%、63.7%**車輛受到的上升力。

由此實驗結果，我們認為厚度比例1:3，對於製造下壓力最有效果，因此接下來的實驗，我們將變因:尾翼厚度比例，預設為**1:3**。

三、測試各種長、寬尾翼的撞風情形

1. 比較完厚度比例，接著測試尾翼長度的效果。固定尾翼寬度2cm厚度比例1:3，比較長度**3.5、6、9cm**裝上車輛撞風，電子秤數值。

以下為實測電子秤數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
9*2 1:3 1.47g	-0.170	-0.183	-0.143
3.5*2 1:3 0.84g	-0.260	-0.263	-0.286
6*2 1:3 1.08g	-0.163	-0.190	-0.203

與無尾翼上升力相減後的數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
9*2 1:3 1.47g	0.213	0.264	0.417
6*2 1:3 1.08g	0.220	0.257	0.357
3.5*2 1:3 0.84g	0.123	0.184	0.274

從實驗結果來看，尾翼越長便能製造越多下壓力，最長的尾翼**9*2*0.5cm³**在二、三及風速中個別減少了**55.6%、59.0%、74.4%**車輛受到的上升力。

但在一級風中，仍由**6*2*0.5cm³**的尾翼製造最多下壓力，減少了**57.4**%的上升力。

1. 寬度的比較，固定尾翼長度6cm厚度比例1:3，比較寬度**1、2、3cm**，電子秤數值以下為實測數據（單位：公克）*多次測試後的算術平均）

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*3 1:3 1.40g	-0.173	-0.180	-0.177
6*11:3 0.84g	-0.347	-0.387	-0.470
6*2 1:3 1.08g	-0.163	-0.190	-0.203

與無尾翼上升力相減後的數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*1 1:3 0.84g	0.036	0.060	0.090
6*2 1:3 1.08g	0.220	0.257	0.357
6*3 1:3 1.40g	0.210	0.267	0.383

從兩個數據看出，較寬尾翼製造較多的下壓力，最寬的尾翼**6*3*0.5cm³**在二、三及風速中個別減少了**59.7%、63.8%**車輛受到的上升力。

但在一級風中，仍由**6*2*0.5cm³**的尾翼製造最多下壓力，減少了**57.4%**的上升力。

1. 比較完長、寬尾翼的差異後，我們可得到尾翼越長越寬，就較能製造較多的下壓力，針對此現象，我們用大小較極端的尾翼再進行數據實測。(*多次測試後的算術平均)

選用尾翼: 9*3cm²、3.5*1cm² 以及標準的6*2cm² 厚度比例皆為1:3。

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
9*3 1:3 1.92g	-0.206	-0.183	-0.213
3.5*11:3 0.64g	-0.400	-0.457	-0.520
6*2 1:3 1.08g	-0.163	-0.190	-0.203

與無尾翼上升力相減後的數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
9*3 1:3 1.92g	0.177	0.264	0.347
6*2 1:3 1.08g	0.220	0.257	0.357
3.5*1 1:3 0.64g	-0.017	-0.010	0.040

從數據我們可以發現，9*3cm²與6*2cm²的尾翼所製造的下壓力差別不大。在二級風中9*3cm²的尾翼減少了**59.1%**，為三者之最。而在一級風及三級風中6*2cm²的尾翼個別減少了**57.4%**、**63.7%**的上升力。

最小的尾翼3.5*1cm²則在一、二、三及風速中個別減少了**-4.4%**、**-2.2%**、**7.1%**。為實驗中第一次出現提升上升力的尾翼。

1. 我們推測尾翼仰角對於製造下壓力也有影響，因此將標準尾翼(6*2*0.5cm³、厚度比例1:3)做三個角度的調整，分別為**0**度、**30**度、**45**度，觀測撞風後電子秤的數值變化。

以下為實測數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*2 1:3(0°) 1.08g	-0.163	-0.190	-0.203
6*2 1:3(30°) 1.08g	0.013	0.070	0.130
6*2 1:3(45°) 1.08g	0.053	0.087	0.150

與無尾翼上升力相減後的數據(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

風速	1級(4.3km/h)	2級(7.2km/h)	3級(7.5km/h)
6*2 1:3(0°) 1.08g	0.220	0.257	0.357
6*2 1:3(30°) 1.08g	0.396	0.517	0.690
6*2 1:3(45°) 1.08g	0.436	0.534	0.710

此數據可知，角度的影響甚大，30度及45度仰角在三段風速中，減少的上升力個別如下。

1. 30度在一、二、三及風速中個別減少了**103.3%**、**115.7%**、**123.2%**的上升力。
2. 40度在一、二、三及風速中個別減少了**113.8%**、**119.4%**、**126.8%**的上升力。

實驗中，第一次測試有尾翼能減少超過**100%**的上升力，也就是下壓力大過於上升力。

四、測試車輛實際行走尾翼的功用

1. 測量加裝無尾翼、3.5*1cm²、6*2cm²、9*3cm²、9*3cm²(45°)時，車輛實際行走5.5m，所需花費的時間，且為減少實驗的變因，每換一個尾翼就換一次新電池，測得數據如下(單位:公克)。(*多次測試後的算術平均)

距離	5.5 公尺(m)
無尾翼	00:02.57
3.5*11:3 0.64g	00:02.57
6*2 1:3 1.08g	00:02.36
9*3 1:3 (0°) 1.92g	00:02.03
9*3 1:3 (45°) 1.92g	00:02.16

由此數據可知，尾翼的有無的確影響的速度，但3.5*1cm與無尾翼花費的時間差異不大。

不同大小的尾翼所造成的影響也不同，6*2cm與9*3cm花費的時間就有明顯差異。

不同的角度也會帶來不同的結果，我們發現0度與45度花費的時間也有差異。

五、結論與生活應用

結論

1. 在模擬風洞的測試，從有色氣流的流動方向中，觀察到氣體會沿著突起流動，因而確認康達效應適用於車體及尾翼。
2. 在實驗二中，透過車輛在無尾亦即有尾翼的狀況下撞風，我們可以確認尾翼能製造下壓力。而在實驗三中，透過比較尾翼的長、寬、角度，我們可以知道尾翼撞風面積與製造下壓力值成正相關，而角度提高則能提升有效撞風面積，進而製造更多下壓力。
3. 在實驗四中，我們確認了尾翼確實增加了車輛穩定性也能幫助車輛跑出比無尾翼時還要好的速度。

生活應用

當我們回到台灣路面時，市區行駛速度不高，卻有多車輛裝著超大尾翼，以及誇張的仰角，若其車主都用合法速度行駛，我們可以清楚知道，那片尾翼純粹就是美觀。反之，許多車輛在高速公路上，會因上升力時而較不穩定，此時加裝適當的尾翼，便能提高車輛穩定性讓高速行駛更加安全。

參考資料

1. 尾翼的真正用法 https://kknews.cc/zh-tw/car/q8omlb.html
2. Porsche官方網站https://www.porsche.com/taiwan/zh-tw/
3. TOYOTA官方網站https://www.toyota.com.tw/
4. 康達效應—一級方程式http://www.formula1-dictionary.net/coanda_effect.html
5. 白努利定律https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/bern.html