

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082908

「風」來「聲」去— 風扇表面結構之降噪研究

學校名稱：澎湖縣馬公市馬公國民小學

作者：	指導老師：
小五 謝獻臣	蔡宏忠
小六 謝幸妍	陳河開
小六 顏 翔	
小六 張詩曼	

關鍵詞：風扇、降噪、表面結構

摘要

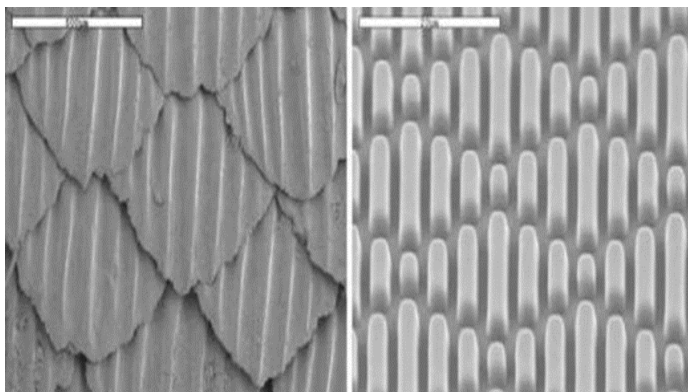
風力發電是我們在澎湖常看見的再生能源，但風扇旋轉時帶來的噪音，卻限制了它的應用；要減少風扇的噪音，其中一個要素是減少阻力，在本篇實驗中，我們從改變風扇表面結構，來從事減少噪音的研究。我們把高爾夫球表面的小凹，和鯊魚皮表面密密麻麻、交互排列的縱向凹槽，應用在風扇的空氣阻力上，發現絲襪和透氣衣在顯微鏡下的結構，類似高爾夫球表面的小凹；而白膠和皺紋紙，它們結構的共同特色，是在風扇表面形成規律排列的平行橫條紋，類似鯊魚皮的縱向凹槽，都可以達成降低阻力，從而減少風扇噪音，又不減少風扇功率的目的，另外，或許今後在設計風力發電或一般風扇時，可以考慮在表面蝕刻規律凹槽或刻紋，以減少噪音。

壹、研究動機

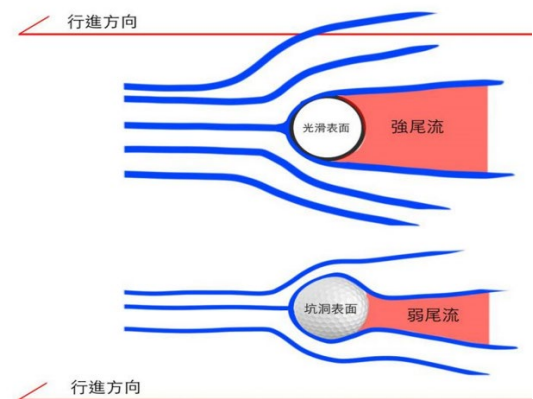
在澎湖，我們常看見的再生能源就是風力發電，但風扇旋轉時帶來的噪音，是一個待解決的環保課題，之前已經有許多實驗，嘗試從風扇的形狀、片數、扇葉角度等，來改善風力發電的效能，卻缺乏從改變風扇表面結構，來從事減少噪音的研究。

在查閱資料後，我們發現要減少風扇的噪音，其中一個考慮的要素是減少阻力，而在大自然並人類工藝中，至少有兩種減少阻力的方式，是從改變表面結構來達成：一種是鯊魚皮，鯊魚渾身布滿小而堅硬的細齒或盾鱗，且多半具有縱向凹槽，密密麻麻的交互排列，在科學家的實驗中發現，如此粗糙的表面能有效降低水的阻力；一種是高爾夫球，高爾夫球表面的小凹洞可以減少空氣的曳力並增加升力，讓高爾夫球飛得更遠。

我們把它們應用在風扇的空氣阻力上，試圖找出能減少風扇噪音，又不減少風扇功率的表面包覆材料，也許能對一般風扇或風力發電機的減噪環保，有一些參考價值。



鯊紋及真鯊魚皮 | 來源 Sharklet 官網



高爾夫球層流邊界層與流動分離現象

貳、研究目的

- 一、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇風速的影響。
- 二、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇噪音的影響。
- 三、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇風速和噪音的綜合影響。
- 四、研究比較各種常見包覆材料在顯微鏡下的結構，對風扇風速和噪音的影響。

參、研究設備及器材



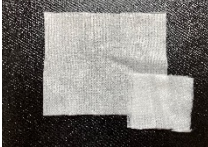





一、使用器材：

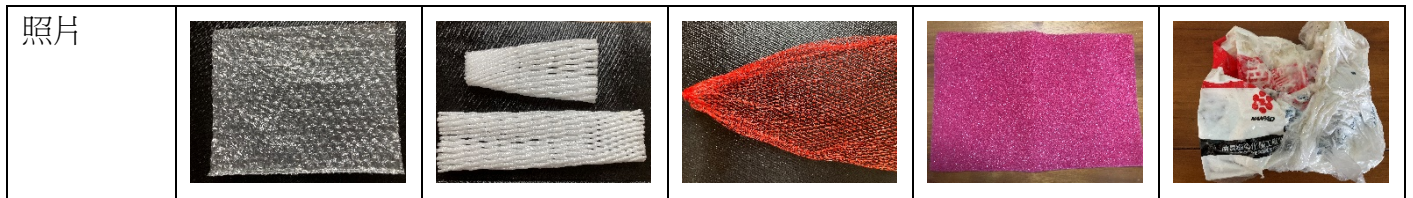
三種 14 吋風扇機體各一、三種 14 吋風扇扇葉各數個、風速計一個、下載分貝計 app 的平板電腦一個、顯微鏡一台、附相機固定架的手機一隻、白膠、廢棄的牙刷、剪刀。

風扇一	風扇二	風扇三	風速計	平板電腦
				
顯微鏡	手機	白膠	廢棄的牙刷	剪刀
				

二、黏貼在風扇扇葉的材料：

我們以生活中常見易得的材料，分為布、紙、塑膠三大類，共 14 種材料，另因用白膠黏貼，我們也測量單只有塗白膠的風扇。

編號	布料類 1	布料類 2	布料類 3	布料類 4	布料類 5
物品名稱	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣
照片					
編號	布料類 6	紙類 7	紙類 8	紙類 9	紙類 10
物品名稱	涼感巾	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙
照片					
編號	塑膠類 11	塑膠類 12	塑膠類 13	塑膠類 14	其他類 15
物品名稱	發泡紙	粗網	細網	海綿	白膠



肆、研究過程或方法

一、選擇三種不同品牌電風扇，清洗準備扇葉

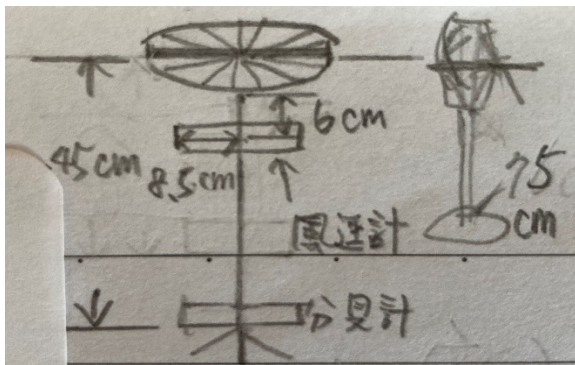
(一) 品牌一 (AIRMATE)：14吋，DC 直流馬達，立地，塑膠五直葉電扇，功率 21W

(二) 品牌二 (PINO)：14吋，DC 直流馬達，立地，塑膠五彎葉電扇，功率 22W

(三) 品牌三 (TATUNG)：14吋，DC 直流馬達，桌扇，金屬四彎葉電扇，功率 70W

二、架設測量風速之裝置 (圖一 ~ 四)

三、架設測量噪音值之裝置 (圖一 ~ 四)



圖一



圖二



圖三



圖四

四、蒐集各種包覆材料，裁剪黏貼於風扇表面 (圖五、六)



圖五

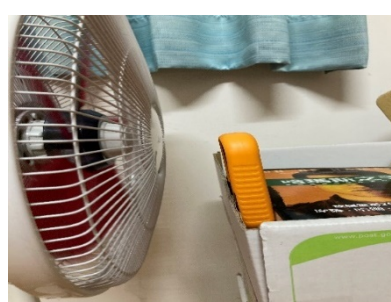


圖六

五、測量記錄黏貼包覆材料後之風速及噪音值（圖七、八、九）



圖七



圖八



圖九

六、用顯微鏡觀察記錄各種包覆材料（圖十、十一）



圖十



圖十一

七、分析所得數據資料

在分析本次實驗資料時，除測量比較風扇之風速、噪音值外，我們使用一參數：

「**降噪指數**」來對風扇效能、噪音及綜合影響作比較，其定義如下：

降噪指數 = 噪音值 ÷ 風速，其值愈小，代表其降噪表現愈好。

伍、研究結果

一、二、三、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇效能、噪音及綜合影響比較。

(一) 品牌一 (AIRMATE)：

1. 布類：在轉速 2、3、4 時，**絲襪**的風速高於對照組，

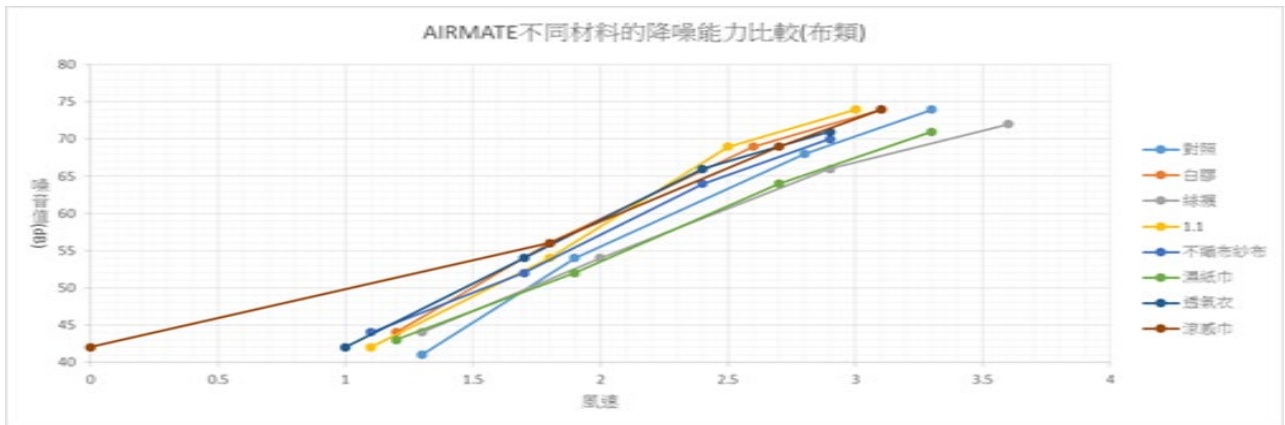
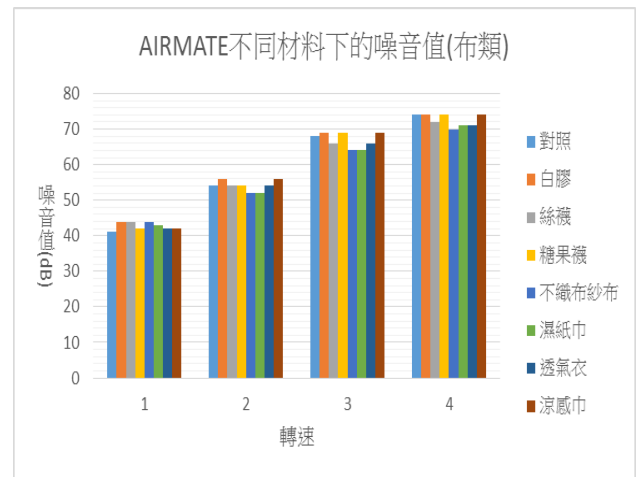
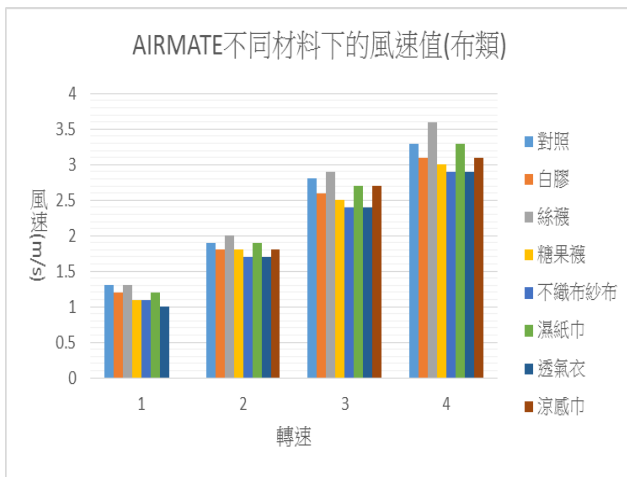
在轉速 2、4 時，**濕紙巾**的風速與對照組相同，其餘皆低於對照組。

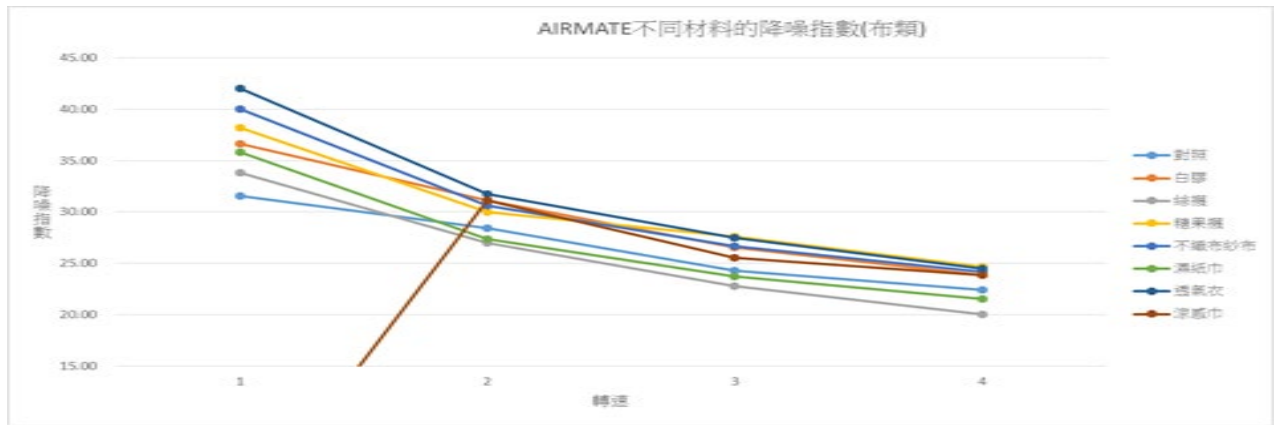
布類：在轉速 2 時，**不織布紗布**和**濕紙巾**的噪音值低於對照組，

在轉速 3、4 時，**絲襪**、**不織布紗布**、**濕紙巾**和**透氣衣**的噪音值低於對照組。

布類：在轉速 2、3、4 時，**絲襪**與**濕紙巾**的降噪指數低於對照組。

	對照	白膠	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾
轉速1風速(m/s)	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2	1	0
轉速2風速(m/s)	1.9	1.8	2	1.8	1.7	1.9	1.7	1.8
轉速3風速(m/s)	2.8	2.6	2.9	2.5	2.4	2.7	2.4	2.7
轉速4風速(m/s)	3.3	3.1	3.6	3	2.9	3.3	2.9	3.1
轉速1噪音值(dB)	41	44	44	42	44	43	42	42
轉速2噪音值(dB)	54	56	54	54	52	52	54	56
轉速3噪音值(dB)	68	69	66	69	64	64	66	69
轉速4噪音值(dB)	74	74	72	74	70	71	71	74
轉速1降噪指數	31.54	36.67	33.85	38.18	40.00	35.83	42.00	#DIV/0!
轉速2降噪指數	28.42	31.11	27.00	30.00	30.59	27.37	31.76	31.11
轉速3降噪指數	24.29	26.54	22.76	27.60	26.67	23.70	27.50	25.56
轉速4降噪指數	22.42	23.87	20.00	24.67	24.14	21.52	24.48	23.87





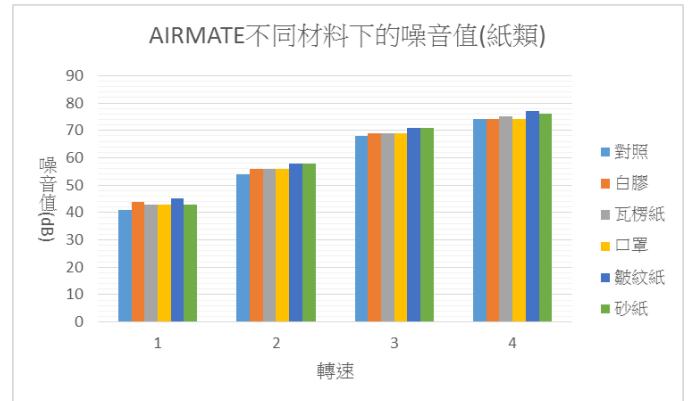
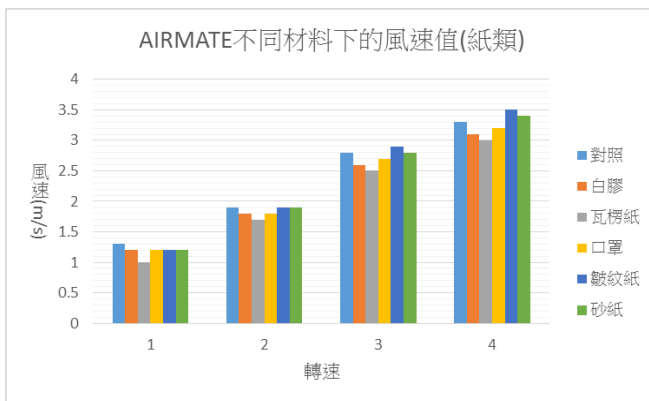
(一) 品牌一 (AIRMATE) :

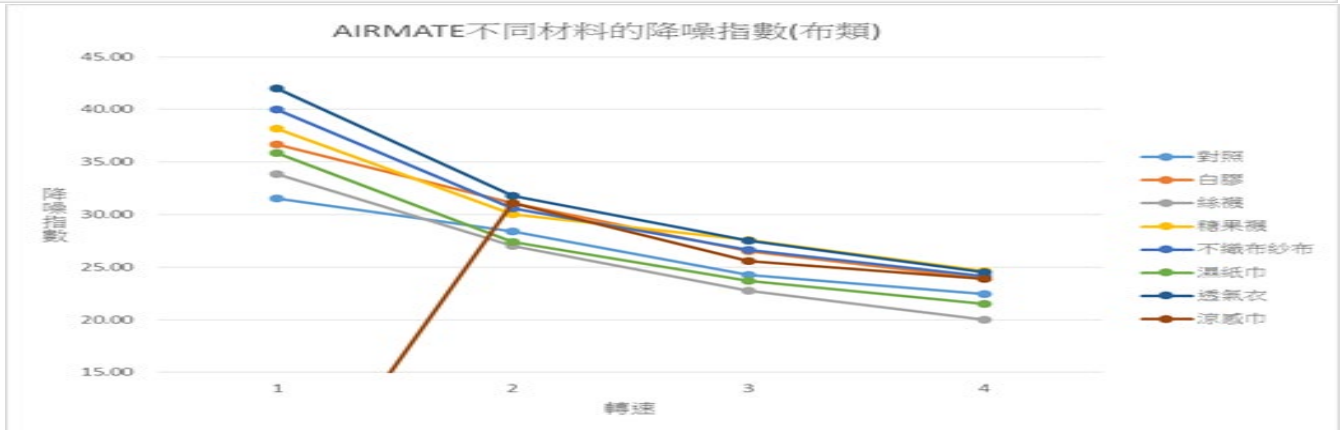
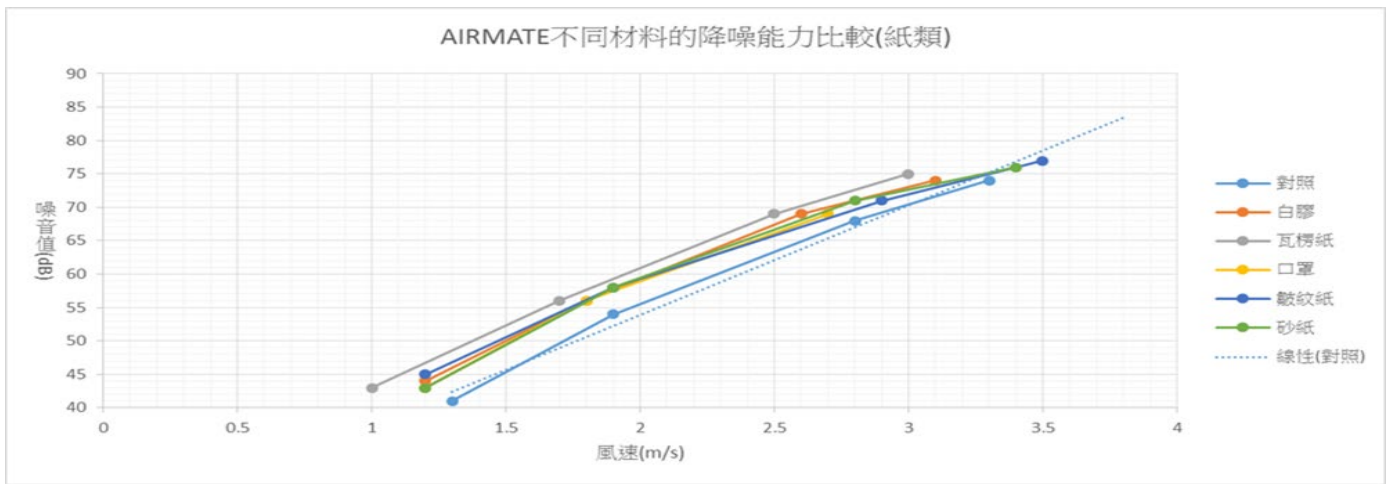
2. 紙類：在轉速 2、3、4 時，皺紋紙和砂紙的風速皆高於或相等於對照組。

紙類：在轉速 4 時，白膠和口罩的噪音值低於對照組。

紙類：在轉速 4 時，皺紋紙和砂紙的降噪指數低於對照組。

	對照	白膠	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙
轉速1風速(m/s)	1.3	1.2	1	1.2	1.2	1.2
轉速2風速(m/s)	1.9	1.8	1.7	1.8	1.9	1.9
轉速3風速(m/s)	2.8	2.6	2.5	2.7	2.9	2.8
轉速4風速(m/s)	3.3	3.1	3	3.2	3.5	3.4
轉速1噪音值(dB)	41	44	43	43	45	43
轉速2噪音值(dB)	54	56	56	56	58	58
轉速3噪音值(dB)	68	69	69	69	71	71
轉速4噪音值(dB)	74	74	75	74	77	76
轉速1降噪指數	31.54	36.67	43.00	35.83	37.50	35.83
轉速2降噪指數	28.42	31.11	32.94	31.11	30.52	30.52
轉速3降噪指數	24.29	26.54	27.6	25.55	24.48	25.35
轉速4降噪指數	22.42	23.87	25	23.125	22	22.35





(一) 品牌一 (AIRMATE) :

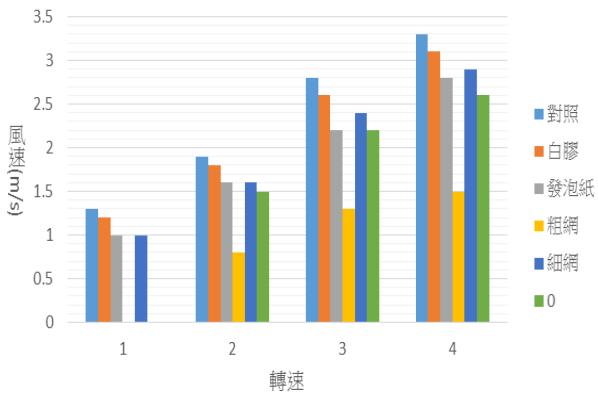
3. 塑膠類：在所有轉速時，所有塑膠類風速皆低於對照組。

在轉速 3、4 時，粗網、細網和海綿的噪音值低於或等於對照組。

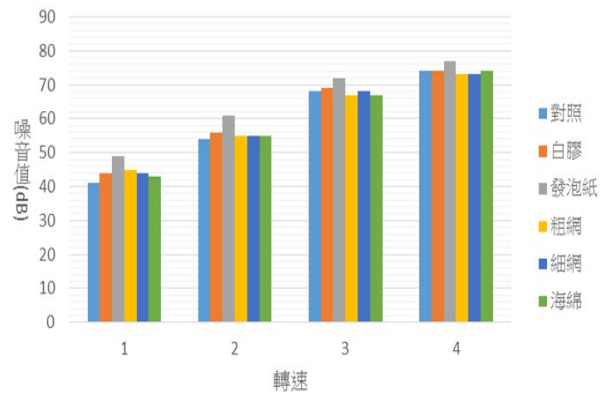
在轉速 2 時，發泡紙的降噪指數低於對照組。

	對照	白膠	發泡紙	粗網	細網	海綿
轉速1風速(m/s)	1.3	1.2	1	0	1	0
轉速2風速(m/s)	1.9	1.8	1.6	0.8	1.6	1.5
轉速3風速(m/s)	2.8	2.6	2.2	1.3	2.4	2.2
轉速4風速(m/s)	3.3	3.1	2.8	1.5	2.9	2.6
轉速1噪音值(dB)	41	44	49	45	44	43
轉速2噪音值(dB)	54	56	61	55	55	55
轉速3噪音值(dB)	68	69	72	67	68	67
轉速4噪音值(dB)	74	74	77	73	73	74
轉速1降噪指數	31.54	36.67	49	#DIV/0!	44	#DIV/0!
轉速2降噪指數	28.42	31.11	27.72727	68.75	34.375	36.66667
轉速3降噪指數	24.29	26.54	32.72727	51.53846	28.33333	25.76923
轉速4降噪指數	22.42	23.87	27.5	48.66667	25.17241	28.46154

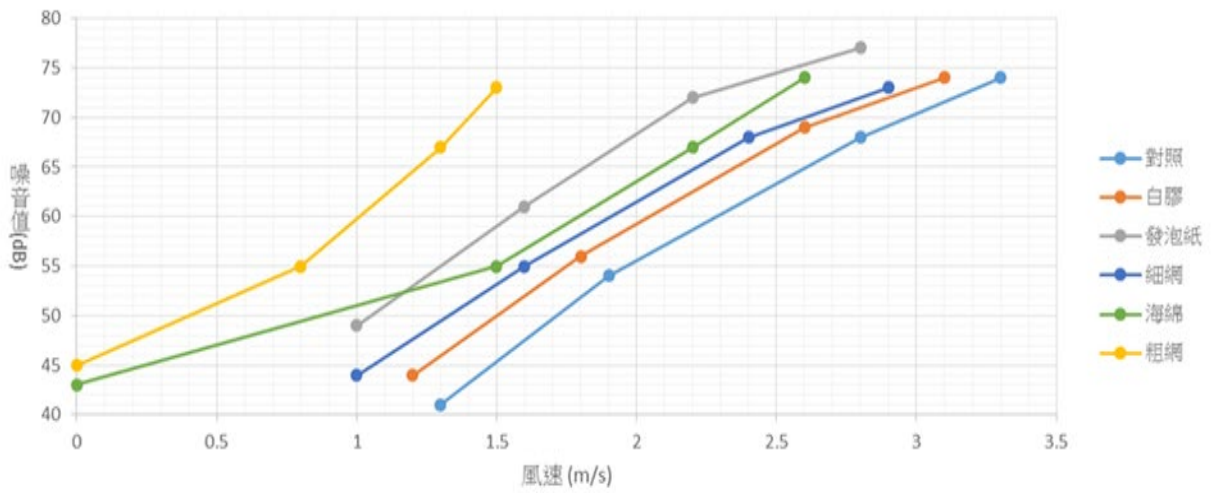
AIRMATE不同材料下的風速值(塑膠類)



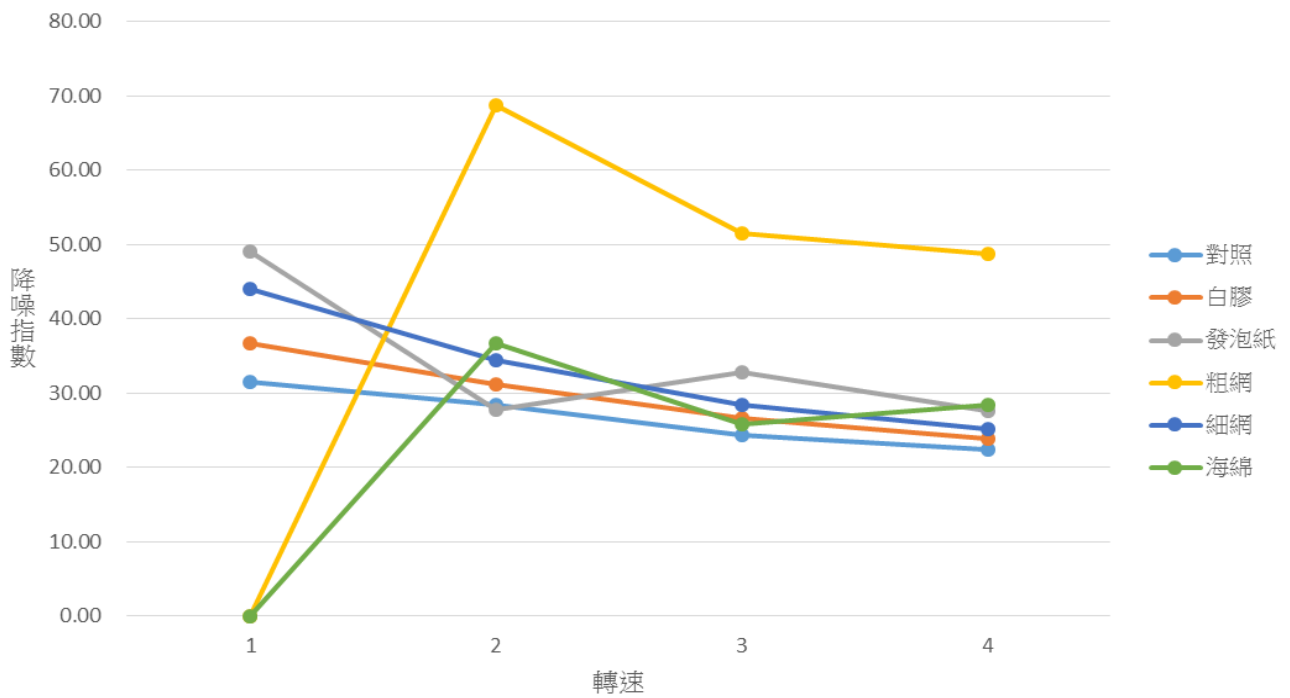
AIRMATE不同材料的噪音值(塑膠類)



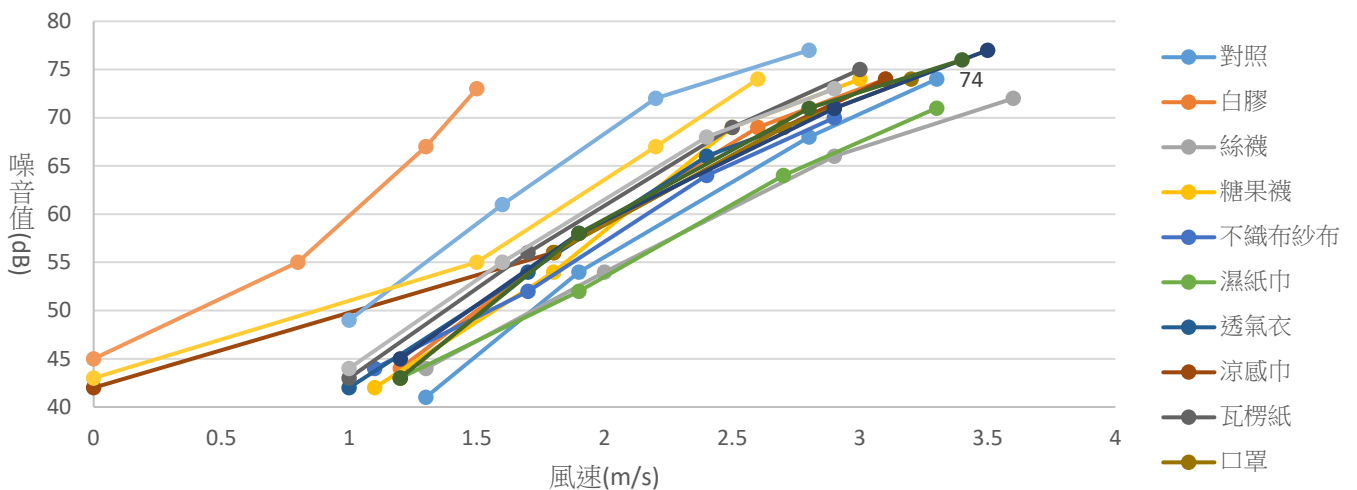
AIRMATE不同材料的降噪能力比較(塑膠類)



AIRMATE不同材料的降噪指數(塑膠類)



AIRMATE不同材料的降噪比較(15種)

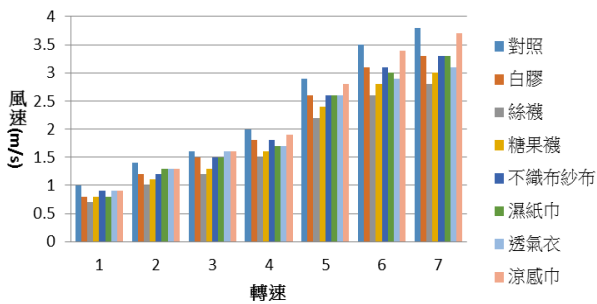


(二) 品牌二 (PINO) :

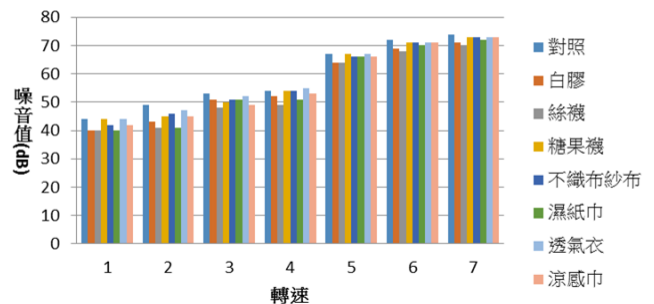
- 布類：在轉速 3 時，透氣衣和涼感巾的風速與對照組相同，其餘皆低於對照組。
 布類：在所有轉速時，所有布類噪音值皆低於對照組。
 布類：在轉速 2 時，濕紙巾和涼感巾的降噪指數低於對照組；
 在轉速 3 時，透氣衣和涼感巾的降噪指數低於對照組。

	對照	白膠	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾
轉速1風速(m/s)	1	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9
轉速2風速(m/s)	1.4	1.2	1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3
轉速3風速(m/s)	1.6	1.5	1.2	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6
轉速4風速(m/s)	2	1.8	1.5	1.6	1.8	1.7	1.7	1.9
轉速5風速(m/s)	2.9	2.6	2.2	2.4	2.6	2.6	2.6	2.8
轉速6風速(m/s)	3.5	3.1	2.6	2.8	3.1	3	2.9	3.4
轉速7風速(m/s)	3.8	3.3	2.8	3	3.3	3.3	3.1	3.7
轉速1噪音值(dB)	44	40	40	44	42	40	44	42
轉速2噪音值(dB)	49	43	41	45	46	41	47	45
轉速3噪音值(dB)	53	51	48	50	51	51	52	49
轉速4噪音值(dB)	54	52	49	54	54	51	55	53
轉速5噪音值(dB)	67	64	64	67	66	66	67	66
轉速6噪音值(dB)	72	69	68	71	71	70	71	71
轉速7噪音值(dB)	74	71	70	73	73	72	73	73
轉速1降噪指數	44	50	40	55	46.6666667	50	48.88889	46.66667
轉速2降噪指數	35	35.833333	41	40.90909	38.3333333	31.53846	36.15385	34.61538
轉速3降噪指數	33.125	34	41	38.46154	34	34	32.5	30.625
轉速4降噪指數	27	28.88889	40	38.46154	30	30	32.35294	27.89474
轉速5降噪指數	23.10345	24.61538	32.66667	33.75	25.3846154	25.38462	25.76923	23.57143
轉速6降噪指數	20.57143	22.25806	29.09091	27.91667	22.9032258	23.33333	24.48276	20.88235
轉速7降噪指數	19.47368	21.51515	26.15385	25.35714	22.1212121	21.81818	23.54839	19.72973

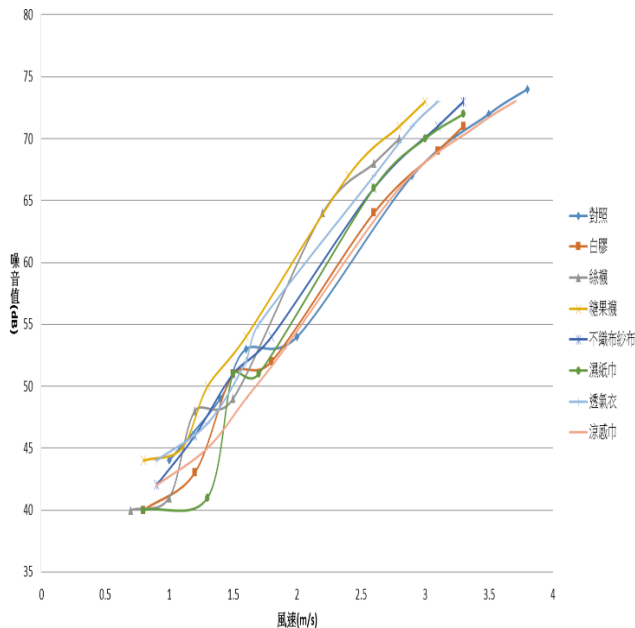
PINO不同材料之風速值(布類)



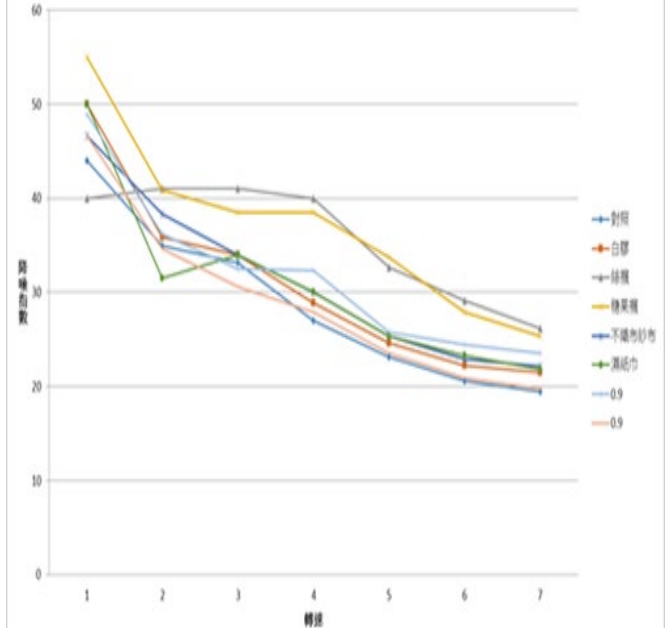
PINO不同材料之噪音值(布類)



PINO不同材料之降噪能力比較(布類)



PINO不同材料之降噪指數(布類)



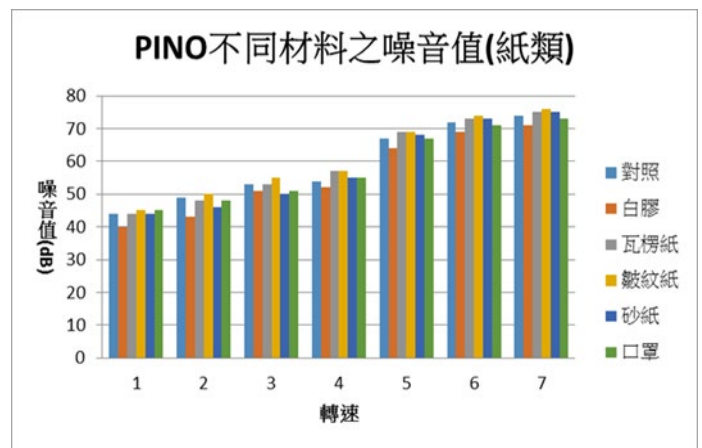
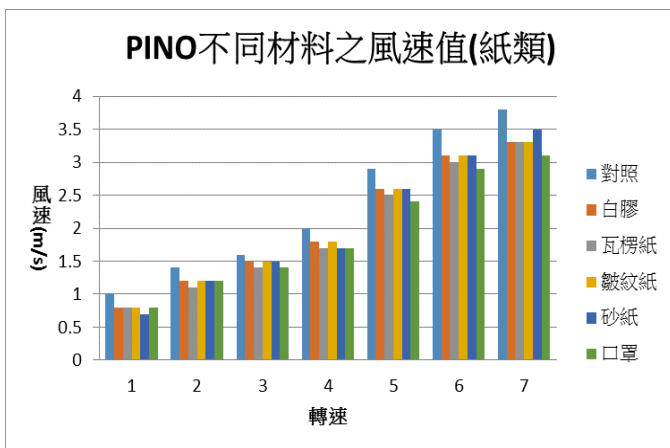
(二) 品牌二 (PINO) :

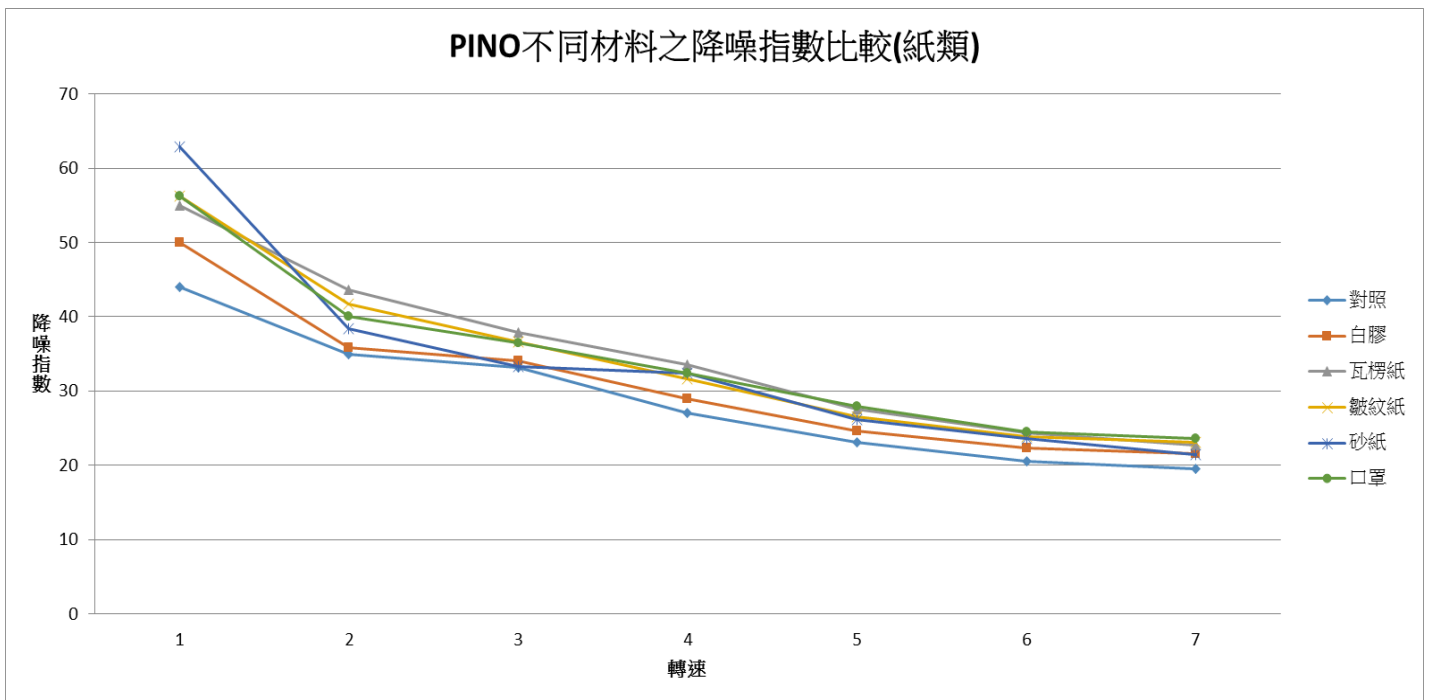
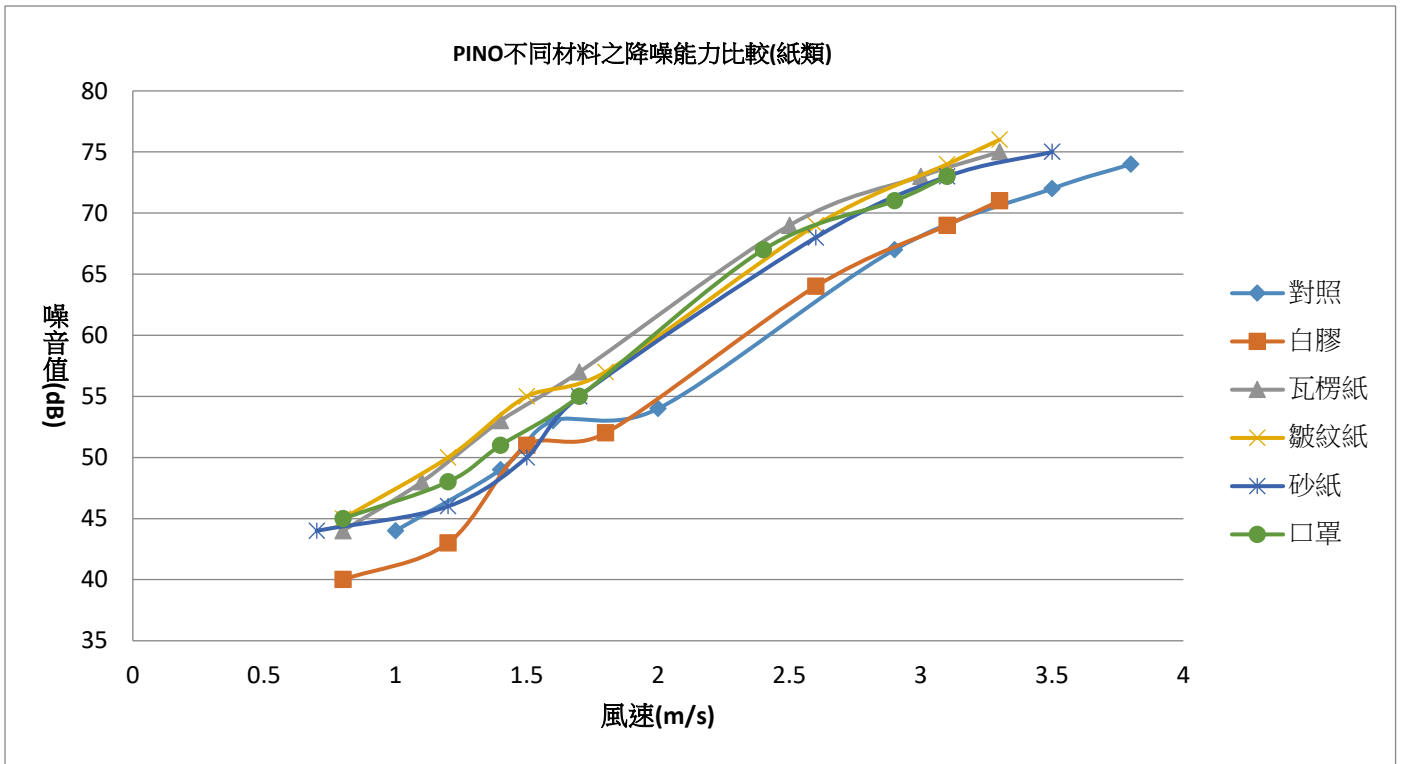
2. 紙類：在所有轉速時，所有紙類風速皆低於對照組。

紙類：在轉速 1、2、3 時，瓦楞紙和口罩噪音值皆低於或等於對照組。

紙類：在所有轉速時，所有紙類的降噪指數皆高於對照組。

	對照	白膠	瓦楞紙	皺紋紙	砂紙	口罩
轉速1風速(m/s)	1	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
轉速2風速(m/s)	1.4	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2
轉速3風速(m/s)	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4
轉速4風速(m/s)	2	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7
轉速5風速(m/s)	2.9	2.6	2.5	2.6	2.6	2.4
轉速6風速(m/s)	3.5	3.1	3	3.1	3.1	2.9
轉速7風速(m/s)	3.8	3.3	3.3	3.3	3.5	3.1
轉速1噪音值(dB)	44	40	44	45	44	45
轉速2噪音值(dB)	49	43	48	50	46	48
轉速3噪音值(dB)	53	51	53	55	50	51
轉速4噪音值(dB)	54	52	57	57	55	55
轉速5噪音值(dB)	67	64	69	69	68	67
轉速6噪音值(dB)	72	69	73	74	73	71
轉速7噪音值(dB)	74	71	75	76	75	73
轉速1降噪指數	44	50	55	56.25	62.85714	56.25
轉速2降噪指數	35	35.83333	43.63636	41.66667	38.33333	40
轉速3降噪指數	33.125	34	37.85714	36.66667	33.33333	36.42857
轉速4降噪指數	27	28.88889	33.52941	31.66667	32.35294	32.35294
轉速5降噪指數	23.10345	24.61538	27.6	26.53846	26.15385	27.91667
轉速6降噪指數	20.57143	22.25806	24.33333	23.87097	23.54839	24.48276
轉速7降噪指數	19.47368	21.51515	22.72727	23.0303	21.42857	23.54839





(二) 品牌二 (PINO) :

3. 塑膠類：在所有轉速時，所有塑膠類風速皆低於對照組。

塑膠類：在所有轉速時，**海綿**的噪音值皆低於對照組；

在轉速 1、2、3、5、6、7 時，**細網**噪音值皆低於對照組；

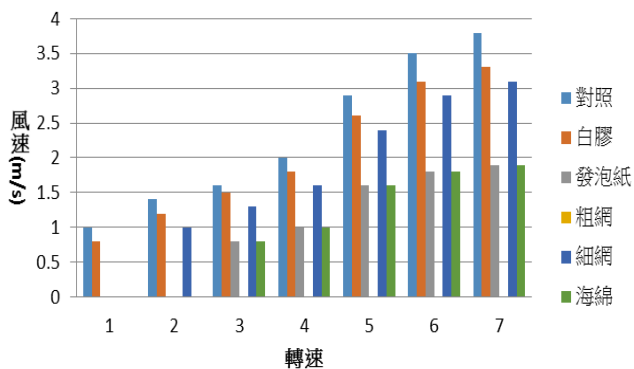
在轉速 2、3、6、7 時，**粗網**噪音值皆低於對照組；

在轉速 1、2 時，**發泡紙**噪音值皆低於對照組。

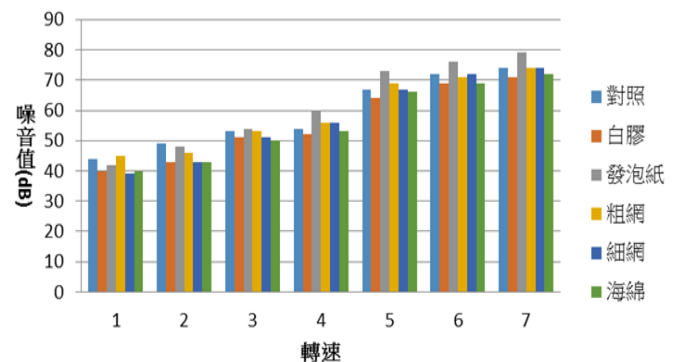
塑膠類：在所有轉速時，所有塑膠類的降噪指數皆高於對照組。

	對照	白膠	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾
轉速1風速(m/s)	1	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9
轉速2風速(m/s)	1.4	1.2	1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3
轉速3風速(m/s)	1.6	1.5	1.2	1.3	1.5	1.5	1.6	1.6
轉速4風速(m/s)	2	1.8	1.5	1.6	1.8	1.7	1.7	1.9
轉速5風速(m/s)	2.9	2.6	2.2	2.4	2.6	2.6	2.6	2.8
轉速6風速(m/s)	3.5	3.1	2.6	2.8	3.1	3	2.9	3.4
轉速7風速(m/s)	3.8	3.3	2.8	3	3.3	3.3	3.1	3.7
轉速1噪音值(dB)	44	40	40	44	42	40	44	42
轉速2噪音值(dB)	49	43	41	45	46	41	47	45
轉速3噪音值(dB)	53	51	48	50	51	51	52	49
轉速4噪音值(dB)	54	52	49	54	54	51	55	53
轉速5噪音值(dB)	67	64	64	67	66	66	67	66
轉速6噪音值(dB)	72	69	68	71	71	70	71	71
轉速7噪音值(dB)	74	71	70	73	73	72	73	73
轉速1降噪指數	44	50	40	55	46.6666667	50	48.88889	46.66667
轉速2降噪指數	35	35.83333	41	40.90909	38.3333333	31.53846	36.15385	34.61538
轉速3降噪指數	33.125	34	41	38.46154	34	34	32.5	30.625
轉速4降噪指數	27	28.88889	40	38.46154	30	30	32.35294	27.89474
轉速5降噪指數	23.10345	24.61538	32.66667	33.75	25.3846154	25.38462	25.76923	23.57143
轉速6降噪指數	20.57143	22.25806	29.09091	27.91667	22.9032258	23.33333	24.48276	20.88235
轉速7降噪指數	19.47368	21.51515	26.15385	25.35714	22.1212121	21.81818	23.54839	19.72973

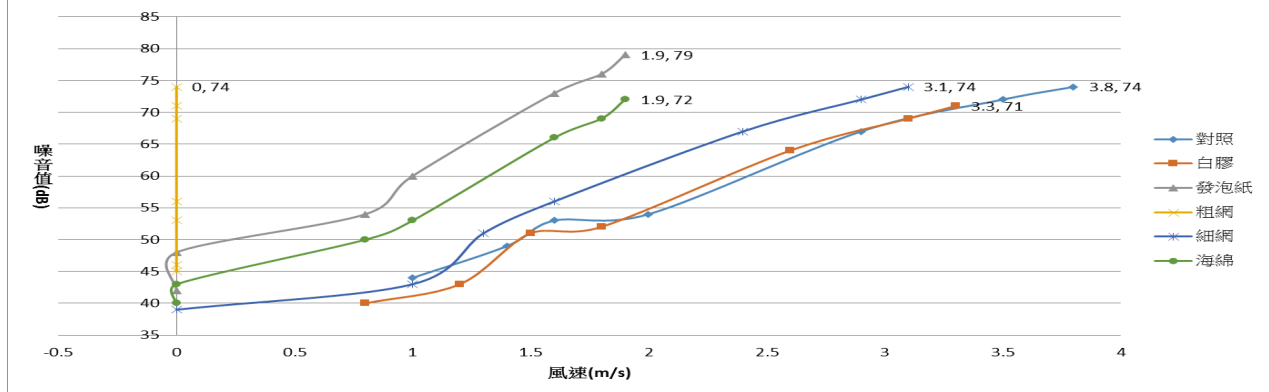
PINO不同材料之風速值(塑膠類)

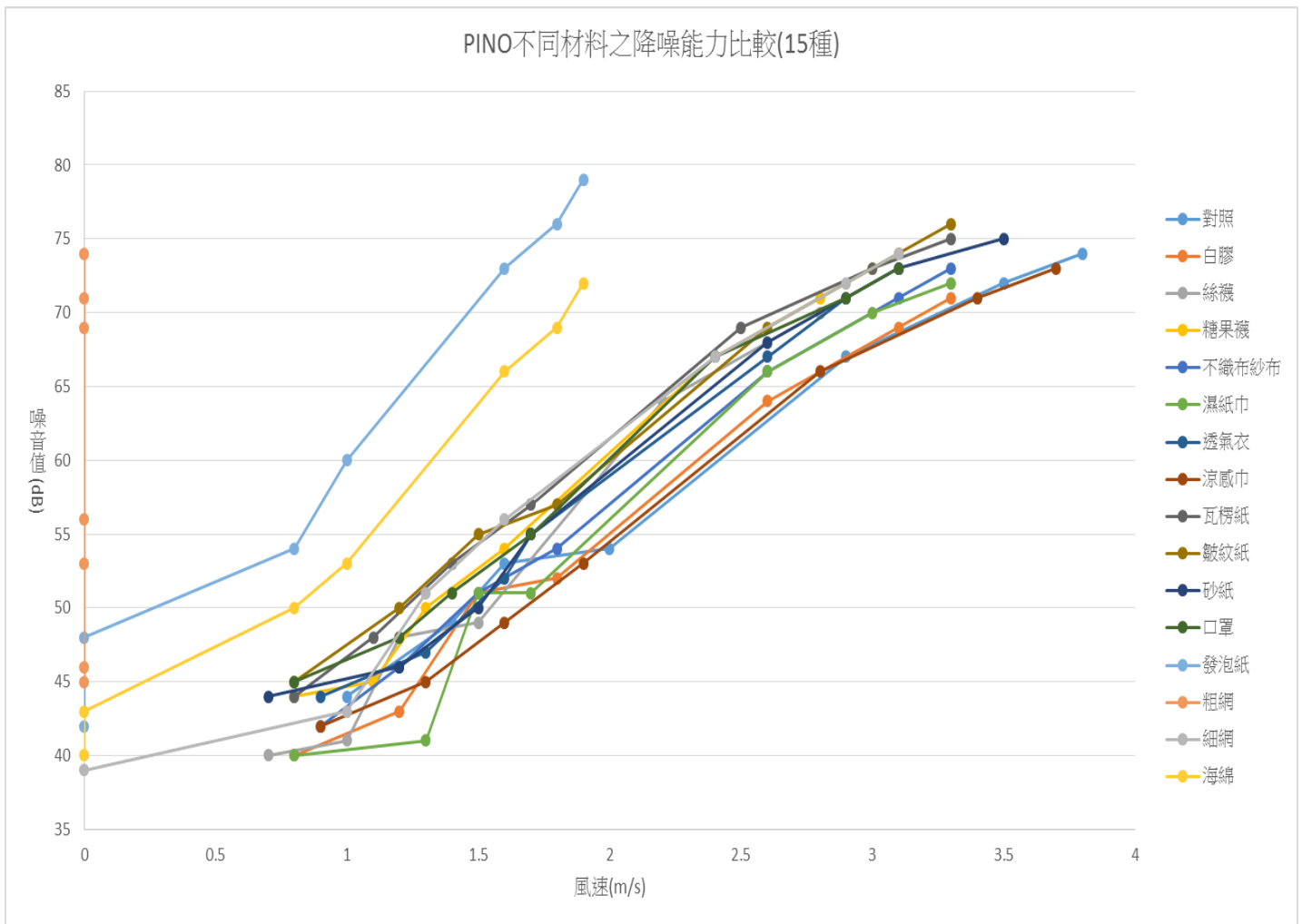
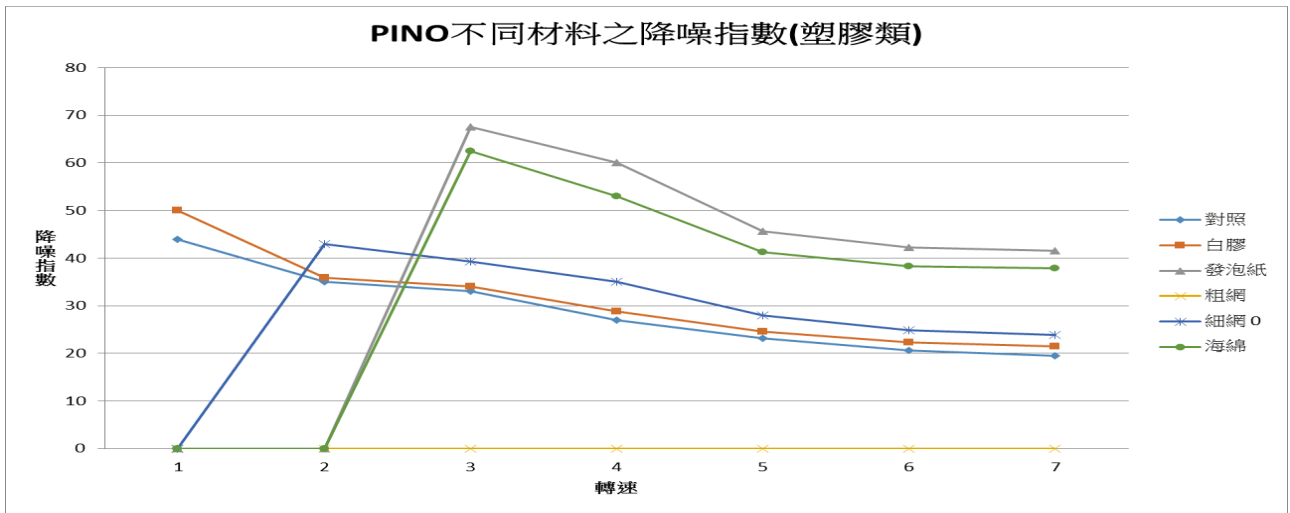


PINO不同材料之噪音值(塑膠類)



PINO不同材料之降噪能力比較(塑膠類)

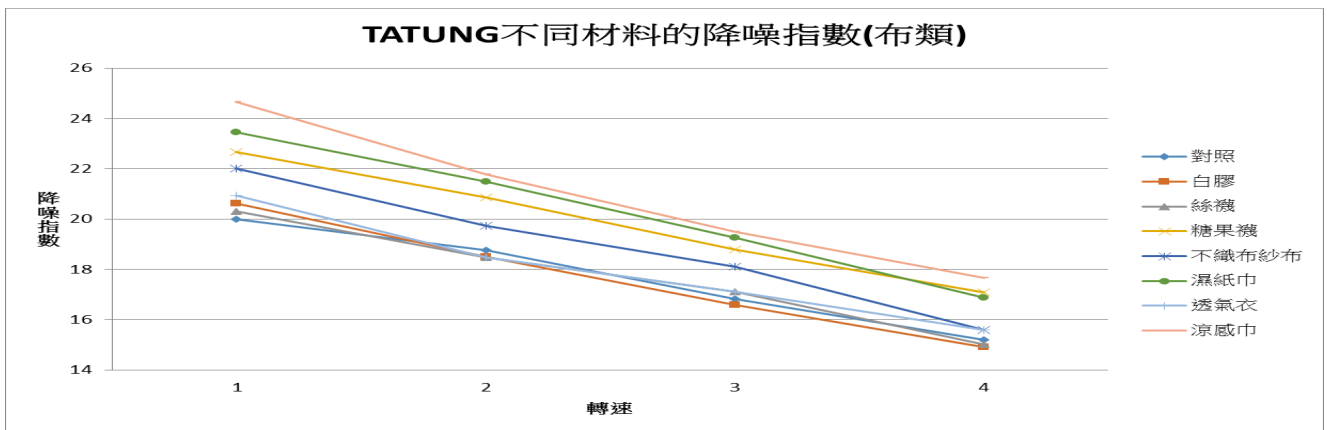
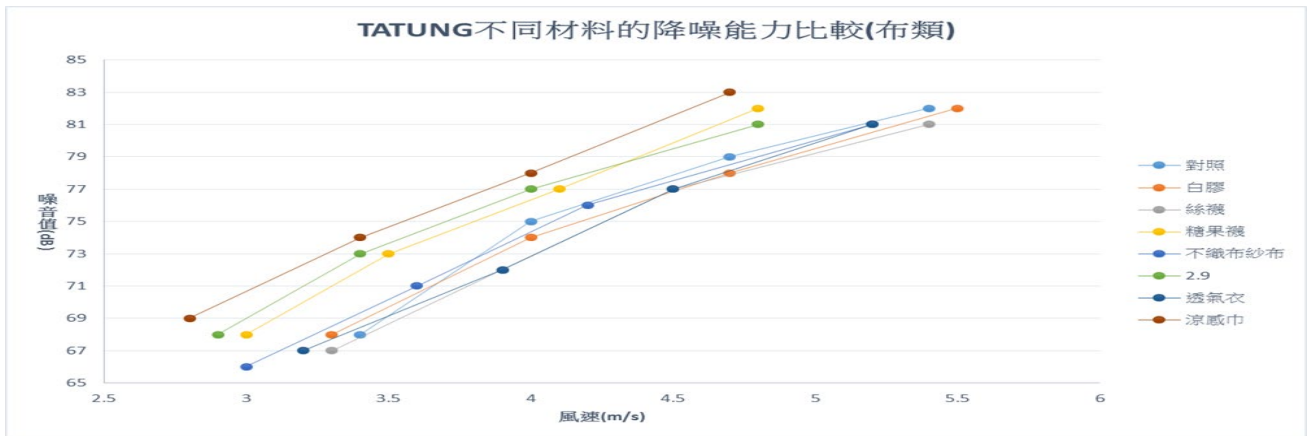
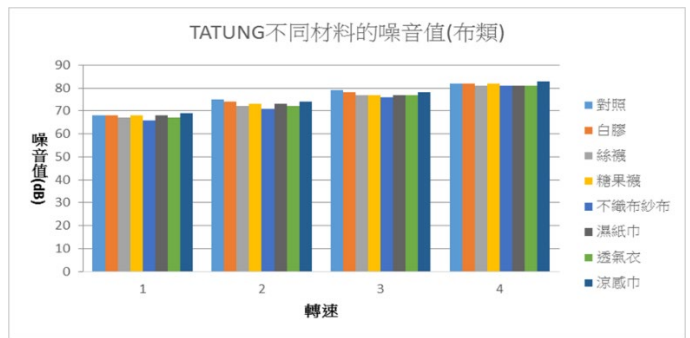
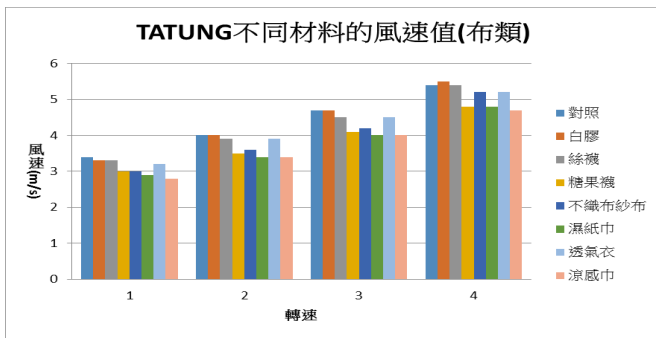




(三) 品牌三 (TATUNG) :

- 布類：在轉速 2、3、4 時，白膠的風速高於對照組，
在轉速 4 時，絲襪的風速與對照組相同，其餘皆低於對照組。
布類：在所有轉速時，幾乎所有布類噪音值皆低於或等於對照組。
布類：在轉速 2 時，絲襪與透氣衣的降噪指數低於對照組；
在轉速 4 時，絲襪的降噪指數低於對照組。

	對照	白膠	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾
轉速1風速(m/s)	3.4	3.3	3.3	3	3	2.9	3.2	2.8
轉速2風速(m/s)	4	4	3.9	3.5	3.6	3.4	3.9	3.4
轉速3風速(m/s)	4.7	4.7	4.5	4.1	4.2	4	4.5	4
轉速4風速(m/s)	5.4	5.5	5.4	4.8	5.2	4.8	5.2	4.7
轉速1噪音值(dB)	68	68	67	68	66	68	67	69
轉速2噪音值(dB)	75	74	72	73	71	73	72	74
轉速3噪音值(dB)	79	78	77	77	76	77	77	78
轉速4噪音值(dB)	82	82	81	82	81	81	81	83
轉速1降噪指數	20	20.60606	20.30303	22.66667	22	23.44828	20.9375	24.64286
轉速2降噪指數	18.75	18.5	18.46154	20.85714	19.722222	21.47059	18.46154	21.76471
轉速3降噪指數	16.80851	16.59574	17.11111	18.78049	18.0952381	19.25	17.11111	19.5
轉速4降噪指數	15.18519	14.90909	15	17.08333	15.5769231	16.875	15.57692	17.65957



三) 品牌三 (TATUNG) :

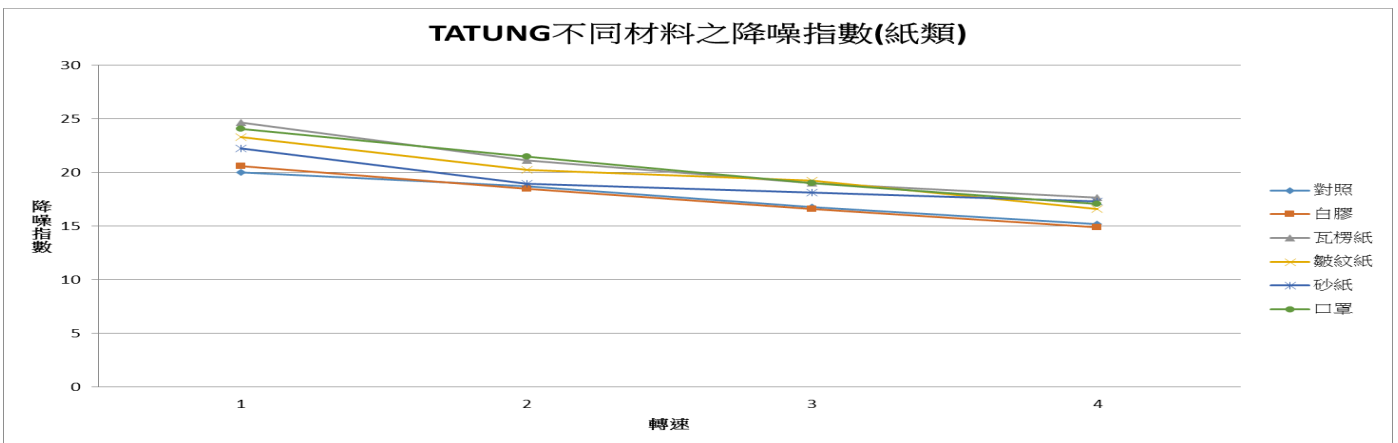
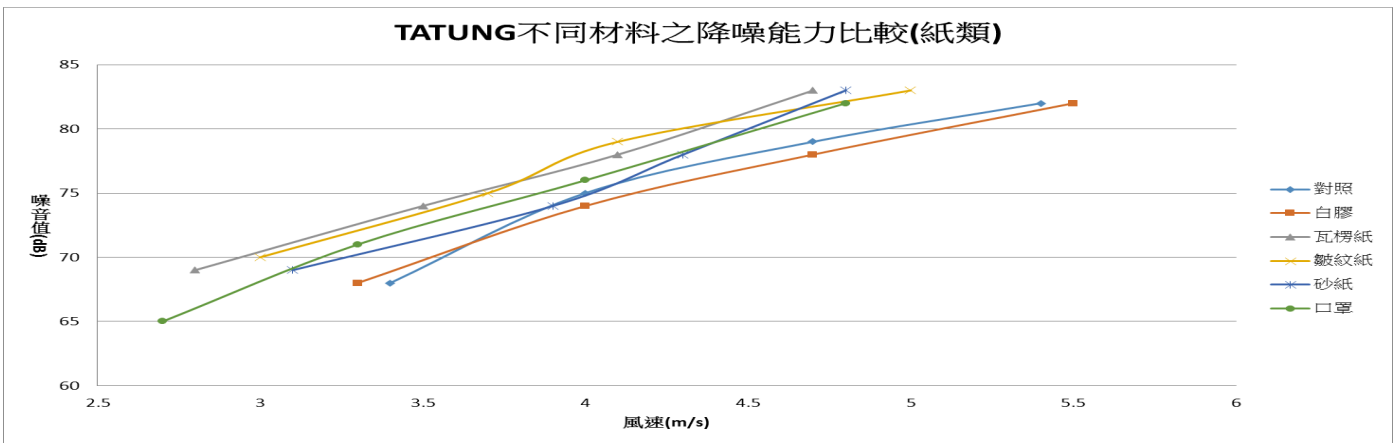
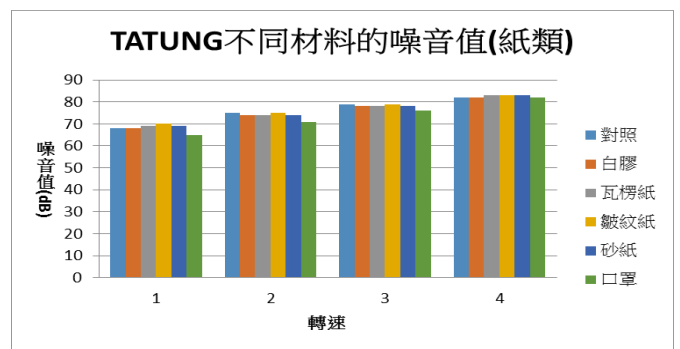
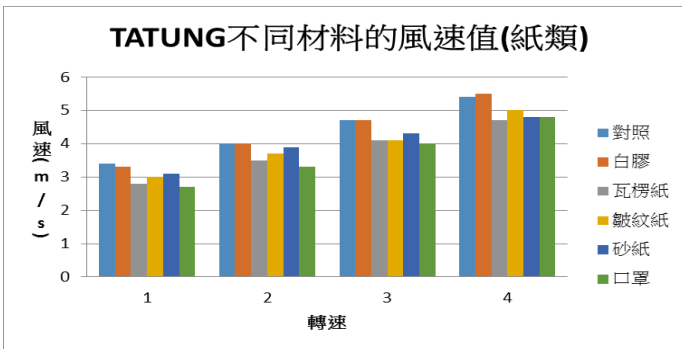
2. 紙類：在轉速 2、3、4 時，白膠的風速高於或相等於對照組，其餘低於對照組。

紙類：在所有轉速時，白膠和口罩的噪音值低於對照組；

在轉速 2、3 時，瓦楞紙、皺紋紙和砂紙噪音值皆低於或等於對照組。

紙類：在所有轉速時，所有紙類的降噪指數皆高於對照組。

	對照	白膠	瓦楞紙	皺紋紙	砂紙	口罩
轉速1風速(m/s)	3.4	3.3	2.8	3	3.1	2.7
轉速2風速(m/s)	4	4	3.5	3.7	3.9	3.3
轉速3風速(m/s)	4.7	4.7	4.1	4.1	4.3	4
轉速4風速(m/s)	5.4	5.5	4.7	5	4.8	4.8
轉速1噪音值(dB)	68	68	69	70	69	65
轉速2噪音值(dB)	75	74	74	75	74	71
轉速3噪音值(dB)	79	78	78	79	78	76
轉速4噪音值(dB)	82	82	83	83	83	82
轉速1降噪指數	20	20.60606	24.64286	23.33333	22.25806	24.07407
轉速2降噪指數	18.75	18.5	21.14286	20.27027	18.97436	21.51515
轉速3降噪指數	16.80851	16.59574	19.02439	19.26829	18.13953	19
轉速4降噪指數	15.18519	14.90909	17.65957	16.6	17.29167	17.08333

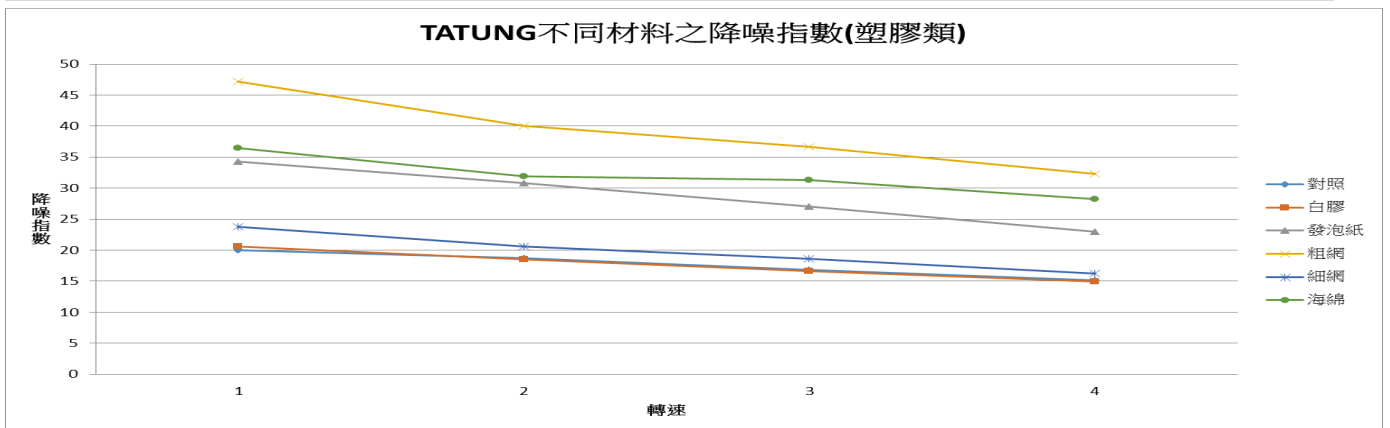
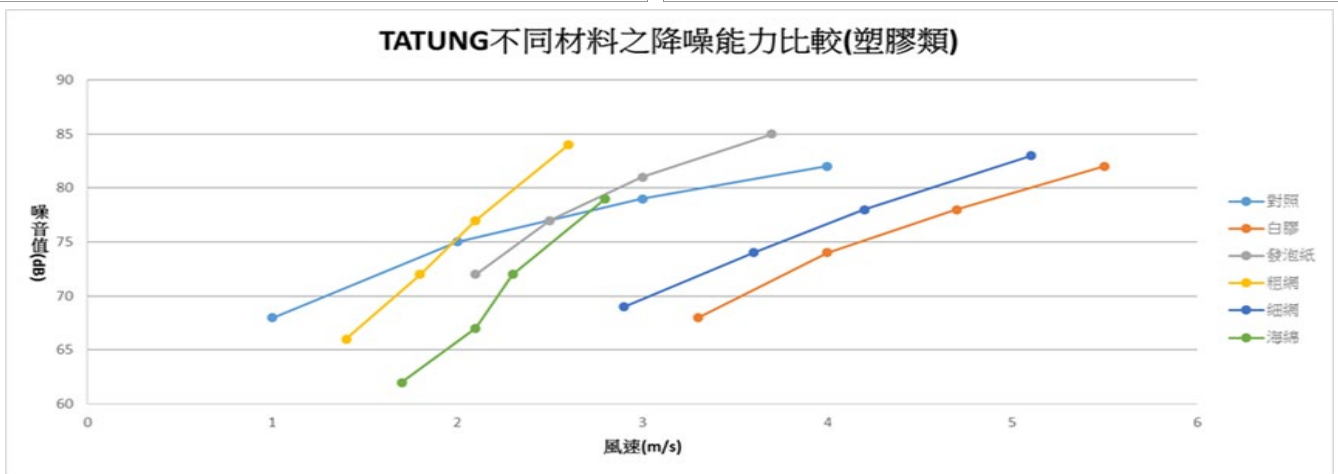
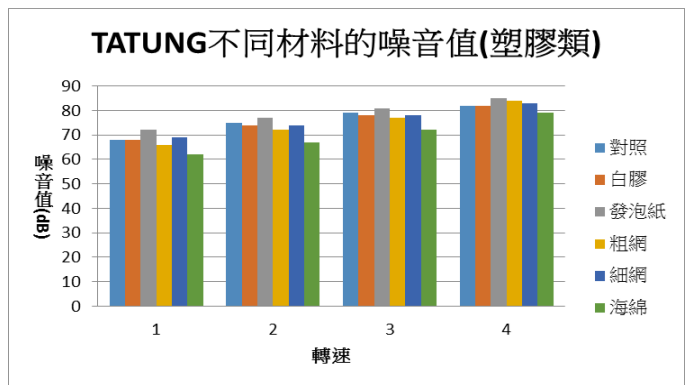
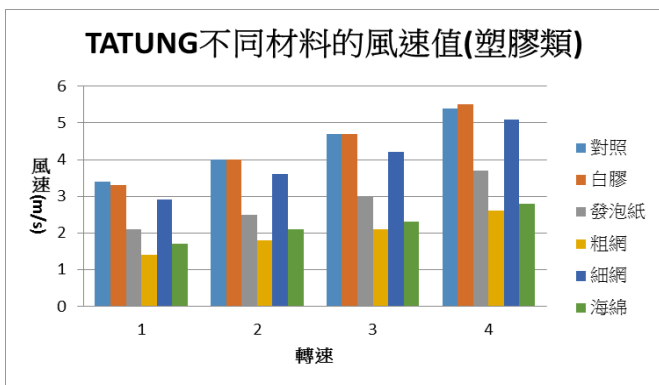


(三) 品牌三 (TATUNG) :

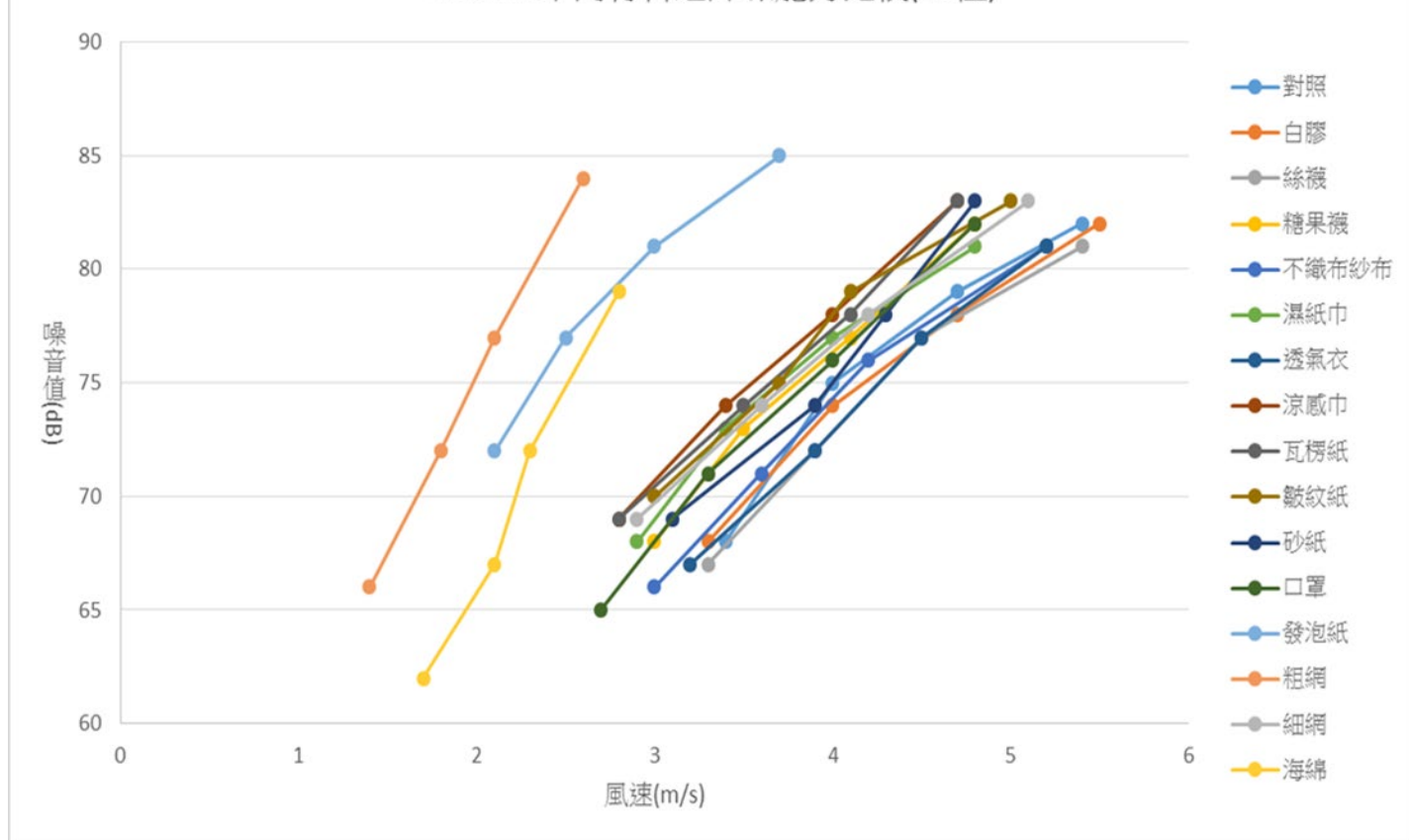
3. 塑膠類：在所有轉速時，白膠的風速高於或相等於對照組，其餘低於對照組。

塑膠類：在所有轉速時，白膠和海綿的噪音值皆低於對照組，
 在轉速 1、2、3 時，粗網噪音值皆低於對照組，
 塑膠類：在所有轉速時，所有塑膠類的降噪指數皆高於對照組。

	對照	白膠	發泡紙	粗網	細網	海綿
轉速1風速(m/s)	3.4	3.3	2.1	1.4	2.9	1.7
轉速2風速(m/s)	4	4	2.5	1.8	3.6	2.1
轉速3風速(m/s)	4.7	4.7	3	2.1	4.2	2.3
轉速4風速(m/s)	5.4	5.5	3.7	2.6	5.1	2.8
轉速1噪音值(dB)	68	68	72	66	69	62
轉速2噪音值(dB)	75	74	77	72	74	67
轉速3噪音值(dB)	79	78	81	77	78	72
轉速4噪音值(dB)	82	82	85	84	83	79
轉速1降噪指數	20	20.60606	34.28571	47.14286	23.7931	36.47059
轉速2降噪指數	18.75	18.5	30.8	40	20.55556	31.90476
轉速3降噪指數	16.80851	16.59574	27	36.66667	18.57143	31.30435
轉速4降噪指數	15.18519	14.90909	22.97297	32.30769	16.27451	28.21429



TATUNG不同材料之降噪能力比較(15種)



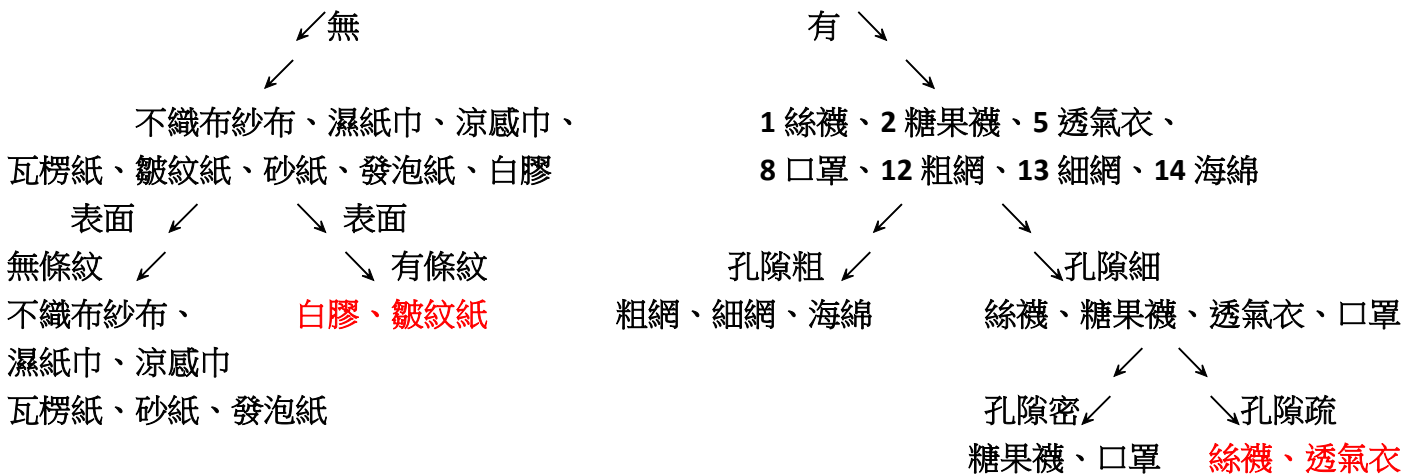
四、研究比較各種常見包覆材料在顯微鏡下的結構，對風扇風速和噪音的影響。

編號	布料類 1	布料類 2	布料類 3	布料類 4	布料類 5
物品名稱	絲襪	糖果襪	不織布紗布	濕紙巾	透氣衣
顯微照片					
編號	布料類 6	紙類 7	紙類 8	紙類 9	紙類 10
物品名稱	涼感巾	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙
顯微照片					
編號	塑膠類 11	塑膠類 12	塑膠類 13	塑膠類 14	其他類 15
物品名稱	發泡紙	粗網	細網	海綿	白膠
顯微照片					

四、研究比較各種常見包覆材料在顯微鏡下的結構，對風扇風速和噪音的影響

以是否有規律孔隙來區分各種常見包覆材料在顯微鏡下的結構，可分成二大類：

規律孔隙



陸、討論

一、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇風速的影響。

1. 以布類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現絲襪的風速高於對照組，
2. 以紙類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現皺紋紙的風速高於對照組。
3. 以塑膠類而言，綜合三個廠牌的風扇，在所有轉速時，所有塑膠類風速皆低於對照組。

二、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇噪音值的影響。

1. 以布類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現在幾乎所有布類噪音值皆低於對照組。
2. 以紙類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現口罩的噪音值低於對照組。
3. 以塑膠類而言，綜合三個廠牌的風扇，幾乎所有塑膠類的噪音值皆低於對照組。

三、研究比較各種常見包覆材料用於風扇表面，對風扇風速和噪音的綜合影響。

1. 以布類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現絲襪的降噪指數顯著低於對照組。
2. 以紙類而言，綜合三個廠牌的風扇，我們發現皺紋紙的降噪指數顯著低於對照組。
3. 以塑膠類而言，綜合三個廠牌的風扇，幾乎所有塑膠類的降噪指數皆高於對照組。

四、研究比較各種常見包覆材料在顯微鏡下的結構，對風扇風速和噪音的影響

1. 綜合 15 種材質，三個廠牌的風扇，我們發現絲襪的降噪效果最為顯著，對風速的影響最小，而其在顯微鏡下的結構，即為類似高爾夫球表面的小凹。
2. 另一個值得一提的材質是透氣衣，其對風速的影響僅次於絲襪，而其在顯微鏡下的結構，也是類似高爾夫球表面的小凹。
3. 另二種對風速影響較小，也有不錯降噪效果的材質，是白膠和皺紋紙，它們結構的共同特色，是在風扇表面形成規律排列的平行橫條紋，類似鯊魚皮的縱向凹槽。
4. 綜合以上發現，我們可以得出一個結論：

從改變表面結構，無論是以規律排列的平行條紋，或是密密麻麻、交互排列的小凹，都可以達成降低阻力，從而減少風扇噪音，又不減少風扇功率的目的。

柒、結論

- 一、可以利用家中廢棄的絲襪包覆風扇表面，以達到減少風扇噪音，不減少風扇功率的目的。
- 二、若有廢棄的透氣衣或皺紋紙，則是其次的選擇。
- 三、若找不到任何材料，白膠也能達到一定功效。
- 四、在設計風力發電或一般風扇時，可以考慮在表面蝕刻規律凹槽或刻紋，以減少噪音。

捌、參考文獻資料

- 一、為何鯊魚皮可以降低阻力--Yahoo!知識+
- 二、微信公眾號：科技點亮生活 《 Sharklet 鯊魚紋產品 》
- 三、仿生科技—鯊魚裝，楊安琪，賴鈺涵，國立瑞芳高工，新北市
- 四、小白球的秘密——高爾夫球表面凹洞之探討，王大維，沈揚軒，連士權，成功高中，台北市
- 五、洪欽山，2005，高爾夫球表面形狀對氣動力、軌跡及噪音影響之分析，國立屏東科技大學車輛工程系 碩士學位論文
- 六、曼弗雷德·包爾博士，2015，WAS IST WAS 鯊魚，台北市，泛亞文化

【評語】 082908

1. 主題具生活化，實驗資料豐富，立意良好。
2. 利用生活常見材料包覆後測試對風速和噪音產生的效果，測試裝置簡易，符合學生學習階段。
3. 實驗中應考慮包覆材料的厚度及黏貼的密合度等，及在黏貼過程中可能使扇葉變形影響風力的產生，都應加以說明如何控制減少誤差。
4. 整體器材配置可改變使用其他器材提升穩固性，以免造成誤差。
5. 建議「類別」變項的資料圖形，不宜採用折線圖；結果討論可再聚焦詳細分析與描述。
6. 建議結論應針對研究目的說明完整。
7. 建議參考資料格式請參考 APA6 格式。

作品簡報

082908 「風」來「聲」去

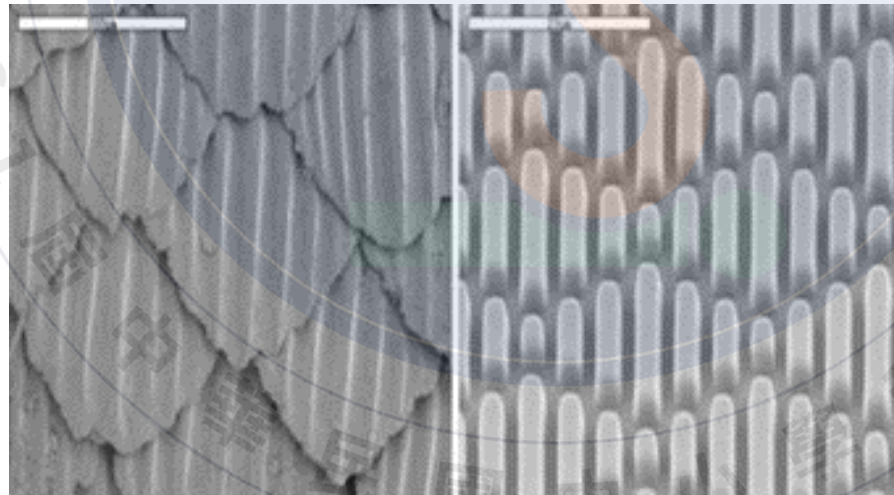
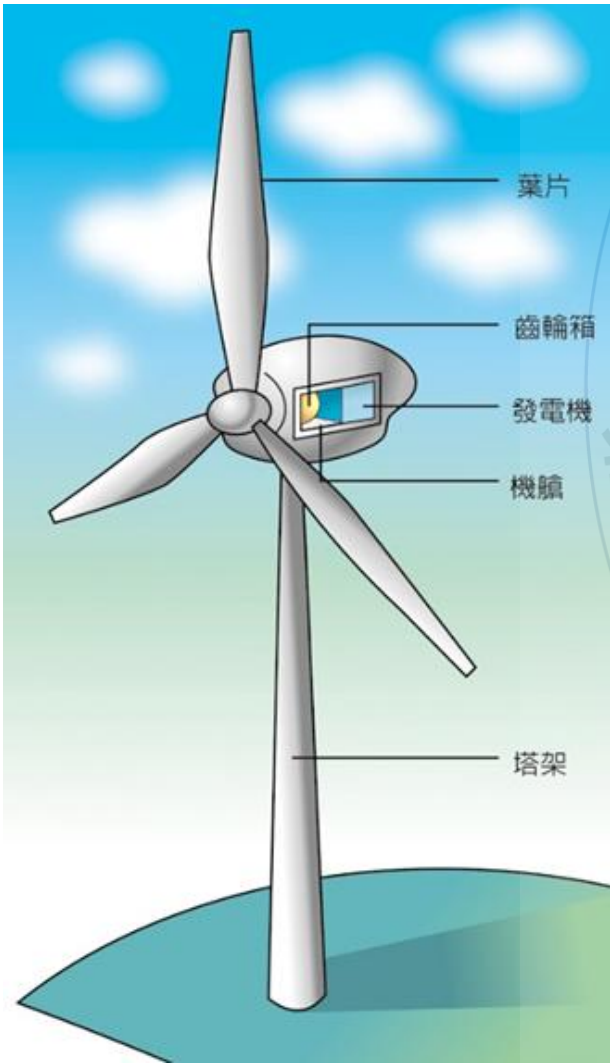
風扇表面結構之降噪研究

國小組 生活與應用科學 (二)

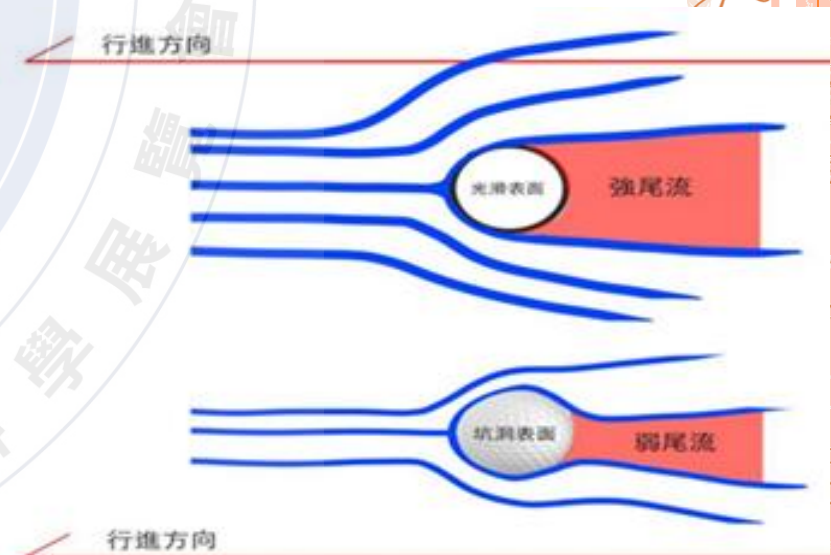


研究問題

- 一、研究動機：從鯊魚鱗片的溝槽及高爾夫球的凹陷能減少阻力得到啟示。
- 二、研究假設：風與物體接觸面的表面結構的交互作用，會影響聲音與風速的表現。
- 三、研究目的：找出生活中的廢棄物品加以運用於風扇，探討降噪表現。



鯊紋及真鯊魚皮



高爾夫球層流邊界層與流動分離現象

研究方法

一、選擇三種不同品牌電風扇：

(一) 品牌一 (AIRMATE)：14吋，DC 直流馬達，立地，塑膠五直葉電扇，功率 21W

(二) 品牌二 (PINOH)：14吋，DC 直流馬達，立地，塑膠五彎葉電扇，功率 22W

(三) 品牌三 (TATUNG)：14吋，DC 直流馬達，桌扇，金屬四彎葉電扇，功率 70W



品牌一

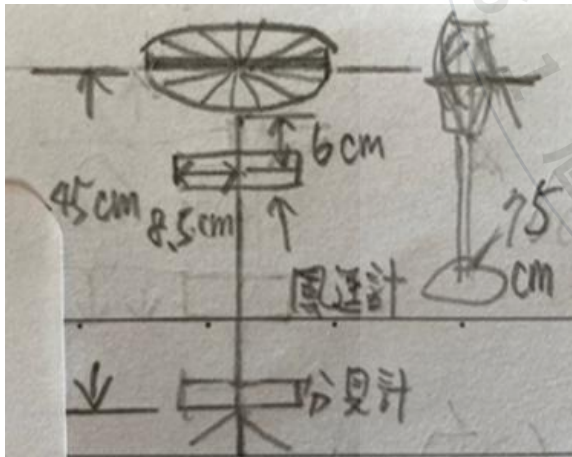


品牌二



品牌三

二、架設測量風速及噪音值之裝置 (圖一~三)



圖一



圖二



圖三

三、蒐集各種包覆材料，裁剪黏貼於風扇表面（圖四、五）



圖四



圖五



圖六

四、測量記錄黏貼包覆材料後之風速及噪音值（圖六）

五、對照組與實驗組：

- (一) 對照組：各品牌未包覆任何材料之風扇
- (二) 實驗組：各品牌包覆所選材料之風扇



AIRMATE（透氣衣）



PINOH（絲襪）



TATUNG（皺紋紙）



研究結果

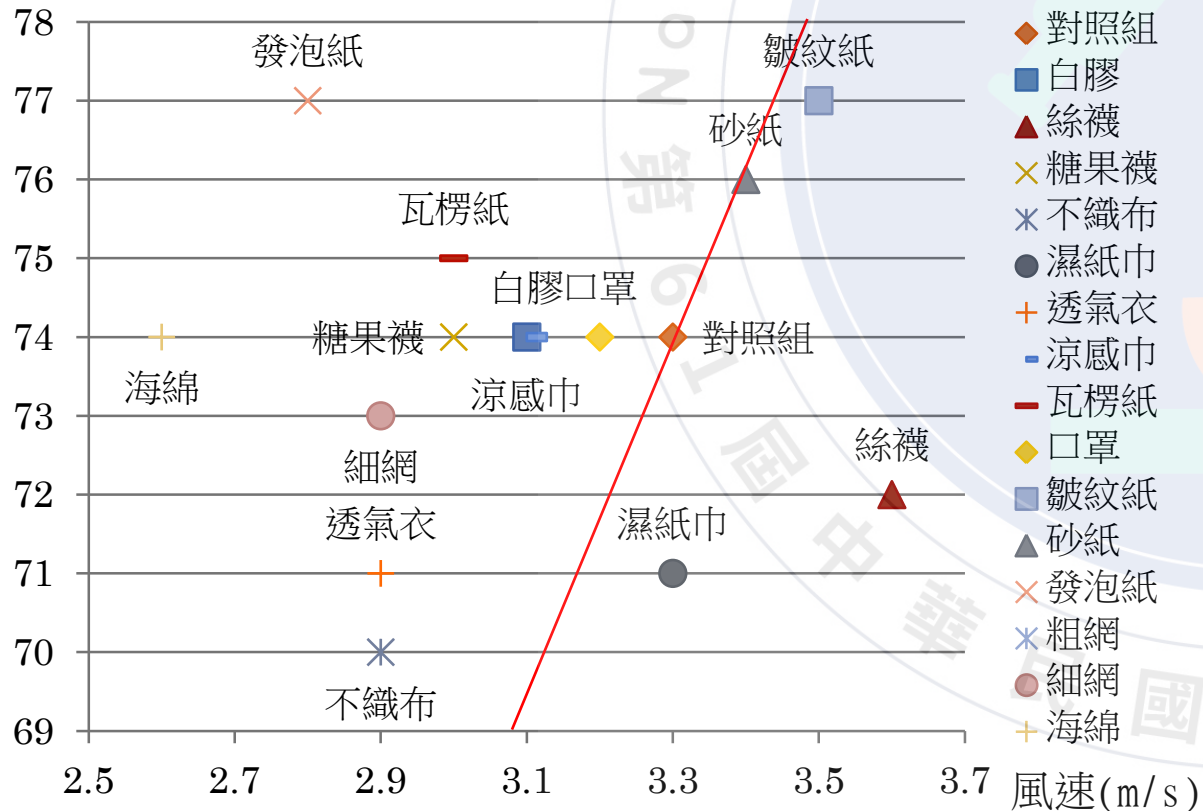
$$\text{降噪指數} = \frac{\text{噪音值}}{\text{風速}}$$

噪音值
風速

一、品牌一 (AIRMATE)

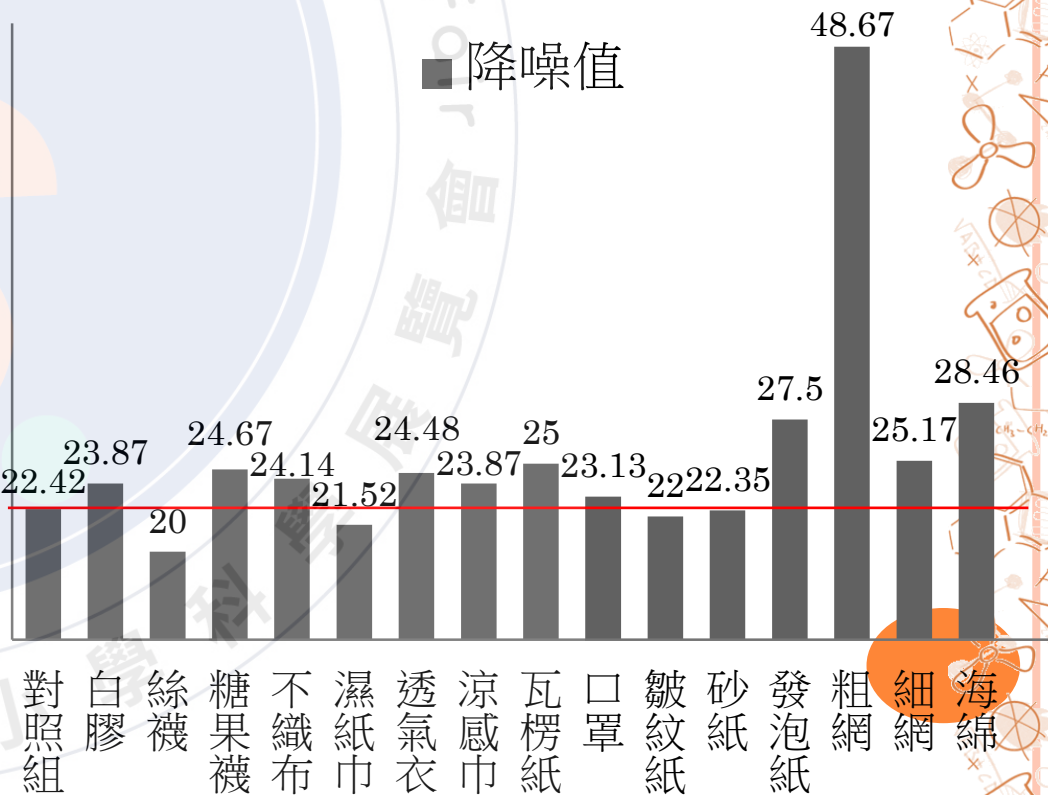
		對照組	白膠	絲襪	糖果襪	不織布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙	發泡紙	粗網	細網	海綿
轉速 4	噪音	74	74	72	74	70	71	71	74	75	74	77	76	77	73	73	74
	風速	3.3	3.1	3.6	3	2.9	3.3	2.9	3.1	3	3.2	3.5	3.4	2.8	1.5	2.9	2.6
	降噪值	22.42	23.87	20.00	24.67	24.14	21.52	24.48	23.87	25.00	23.13	22.00	22.35	27.50	48.67	25.17	28.46

噪音值(dB)



50
45
40
35
30
25
20
15

■ 降噪值



研究結果

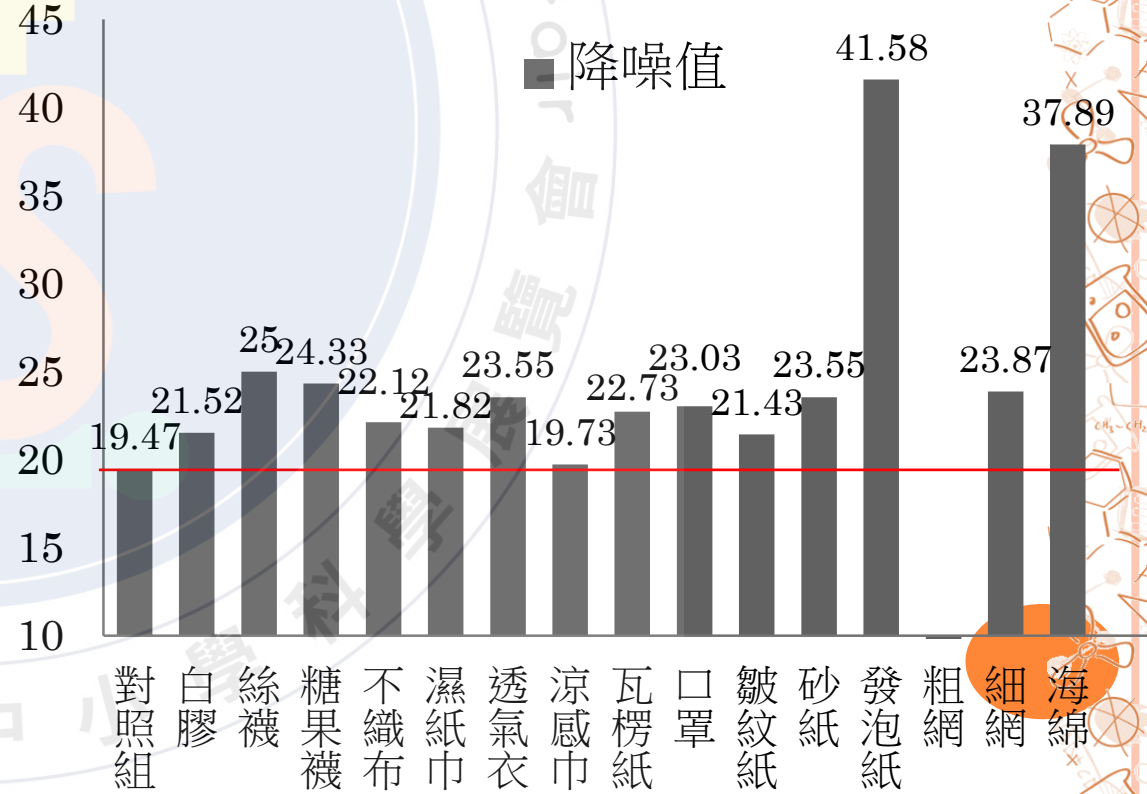
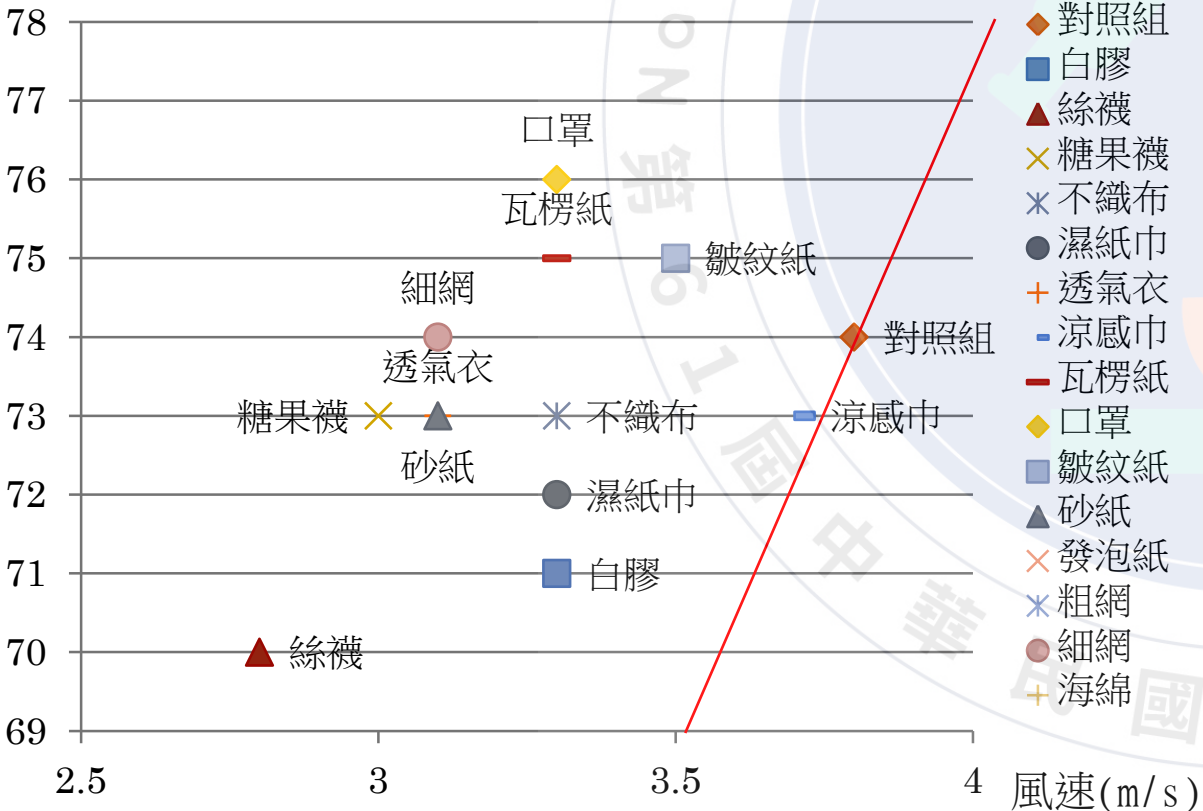
$$\text{降噪指數} = \frac{\text{噪音值}}{\text{風速}}$$

噪音值
風速

二、品牌二 (PINOH)

		對照組	白膠	絲襪	糖果襪	不織布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙	發泡紙	粗網	細網	海綿
轉速 7	噪音	74	71	70	73	73	72	73	73	75	76	75	73	79	74	74	72
	風速	3.8	3.3	2.8	3	3.3	3.3	3.1	3.7	3.3	3.3	3.5	3.1	1.9	0	3.1	1.9
	降噪值	19.47	21.52	25.00	24.33	22.12	21.82	23.55	19.73	22.73	23.03	21.43	23.55	41.58	—	23.87	37.89

噪音值(dB)



研究結果

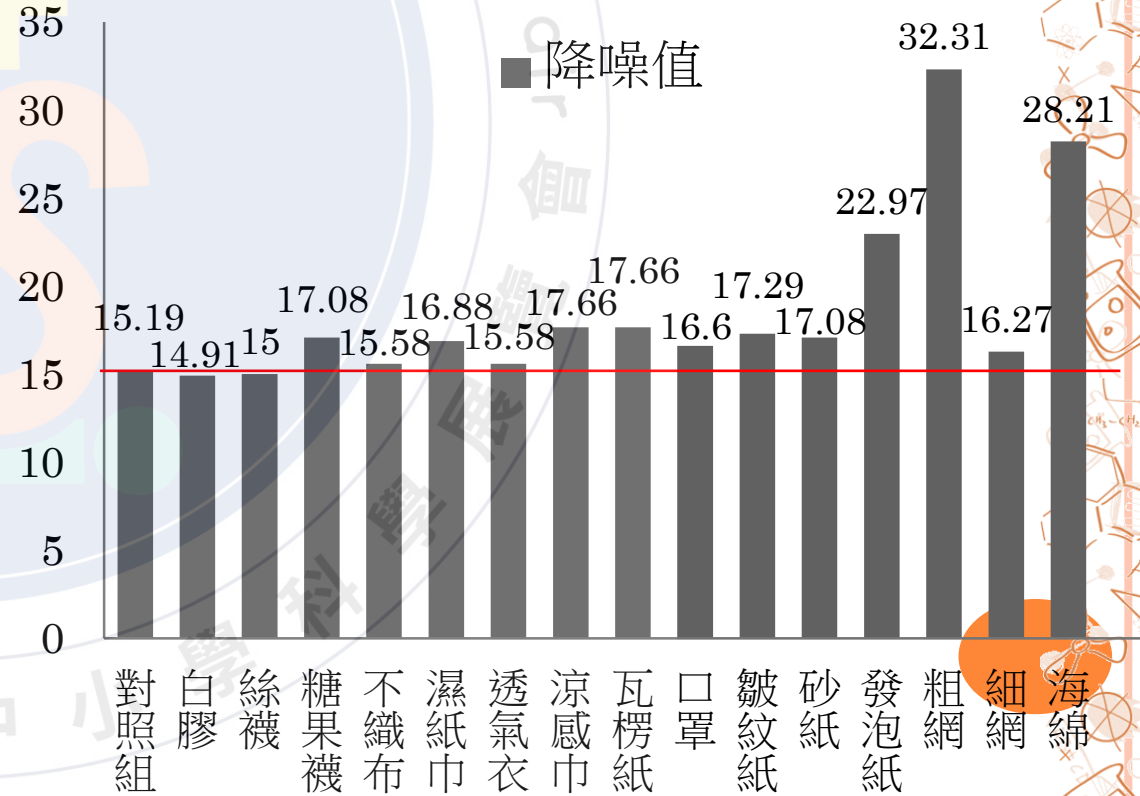
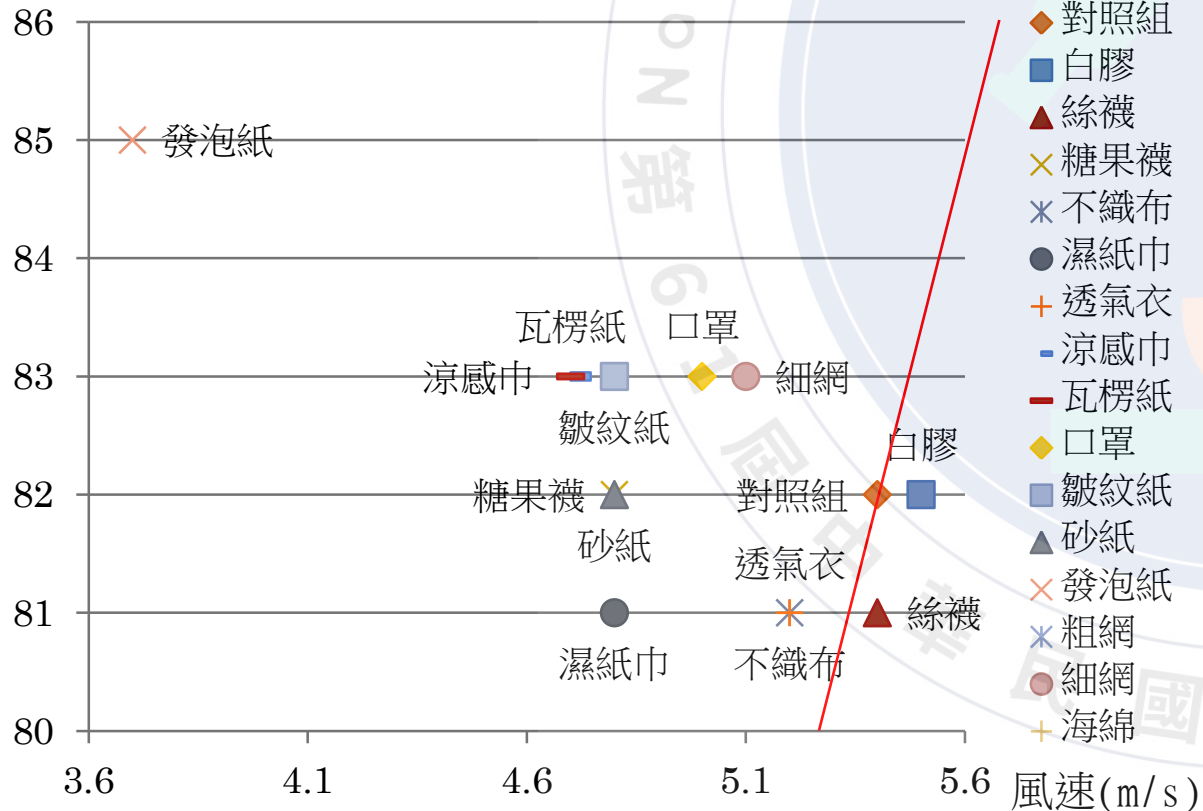
三、品牌三 (TATUNG)

降噪指數 =

噪音值
風速

		對照組	白膠	絲襪	糖果襪	不織布	濕紙巾	透氣衣	涼感巾	瓦楞紙	口罩	皺紋紙	砂紙	發泡紙	粗網	細網	海綿
轉速 4	噪音	82	82	81	82	81	81	81	83	83	83	83	82	85	84	83	79
	風速	5.4	5.5	5.4	4.8	5.2	4.8	5.2	4.7	4.7	5.0	4.8	4.8	3.7	2.6	5.1	2.8
	降噪值	15.19	14.90	15.00	17.08	15.58	16.88	15.58	17.66	17.66	16.60	17.29	17.08	22.97	32.31	16.27	28.21

噪音值 (dB)



研究結果

四、是否有規律孔隙來區分各種常見包覆材料

白膠
絲襪
糖果襪
不織布紗布
濕紙巾
透氣衣
涼感巾
瓦楞紙
口罩
皺紋紙
砂紙
發泡紙
粗網
細網
海綿

有規律孔隙
絲襪、糖果襪、
透氣衣、口罩、
粗網、細網、海綿

沒有規律孔隙
不織布紗布、白膠
、砂紙、發泡紙、
濕紙巾、涼感巾、
瓦楞紙、皺紋紙

孔隙粗
粗網、細網、海綿

孔隙細
絲襪、糖果襪、
透氣衣、口罩

表面沒有條紋
不織布紗布、砂紙
、濕紙巾、涼感巾
、瓦楞紙、發泡紙

表面有條紋
白膠、皺紋紙

孔隙密
糖果襪、口罩

孔隙疏
絲襪、透氣衣



研究結果討論

- 一、綜合15種材質，三個廠牌的風扇，我們發現**絲襪**的降噪效果最為顯著，對風速的影響最小，觀察其表面結構，有類似高爾夫球表面的小凹陷。
- 二、另外值得一提的材質是**透氣衣**，其對風速的影響僅次於絲襪，其表面結構，也有類似高爾夫球表面的小凹陷。
- 三、有二種材質對風速影響較小，也有不錯降噪效果的材質，是**白膠**和**皺紋紙**，它們結構的共同特色，是在風扇表面形成規律排列的平行橫條紋，類似鯊魚皮上的縱向凹槽。

結論

一、綜合以上發現，我們可以得出一個結論：

接觸面材質如果為規律排列的平行條紋，或不規律但密集交互排列的小凹，可以讓風扇轉動時，扇面產生較低阻力，從而減少風扇噪音，又不減少風扇功率的目的。

二、應用：

(一)可以利用家中廢棄的絲襪包覆風扇表面，以達到減少風扇噪音，不減少風扇功率的目的。

(二)若有廢棄的透氣衣或皺紋紙，則是其次的選擇。

(三)若找不到任何材料，白膠也能達到一定功效。

(四)在設計風力發電或一般風扇時，可以考慮在表面蝕刻規律凹槽或刻紋，以減少噪音。

參考資料

- 一、為何鯊魚皮可以降低阻力--Yahoo!知識+
- 二、微信公眾號：科技點亮生活 《 Sharklet 鯊魚紋產品 》
- 三、仿生科技—鯊魚裝，楊安琪，賴鈺涵，國立瑞芳高工，新北市
- 四、小白球的秘密——高爾夫球表面凹洞之探討，王大維，沈揚軒，連士權，成功高中，台北市
- 五、洪欽山，2005，高爾夫球表面形狀對氣動力、軌跡及噪音影響之分析，國立屏東科技大學車輛工程系 碩士學位論文
- 六、曼弗雷德·包爾博士，2015，WAS IST WAS 鯊魚，台北市，泛亞文化