

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

030120

源源不絕 Stanley Generator 發電效能提升之
研究

學校名稱：基隆市立建德國民中學

作者： 國二 韓博維 國二 賴心玟 國二 陸麒鈺	指導老師： 魏志鴻 龔進庭
---	-----------------------------

關鍵詞：流體動能、同軸雙轉、發電機

摘要

我們創造 Stanley Generator，並設計實驗和製做量測治具，測量其發電效能，以實驗數據為根本。比較 Stanley Generator 與傳統發電機之發電效能經過反覆檢查、討論與公式研究，試圖找出 Stanley Generator 效能提升的理論依據。

Abstract

We designed experiments and make measurements of governance on the basis of experimental datas. Conpare the effectireness of Stanley Generator and traditional power generators. It can up to 24 times. After the discussion and the formula research, we finally establish the theoretical basis of performance improvement Stanley Generator.

壹、研究動機

去年參加科展時，我們創造出Stanley Generator，教授說我們的數據不夠堅固，所以與特優失之交臂，鼓勵我們再接再厲，我們決定重新設計實驗並製作新的量測治具，以期得到更精細準確的數據，期能建立Stanley Generator效能提升之理論依據。

貳、研究目的

“現在的概念，就是未來的現實”，無人機，電動車，機器人，全球暖化，極端氣候變遷。最後只會引導出一個結論，那就是這個世界需要高效能，低排碳的環保電能供應，所以為了人類及地球萬物的外來，我們想證明有一種高效環保來源—Stanley Generator 的確能大幅提供穩定且低耗能的乾淨未來。

參、研究設備及器材

水泥電阻測量治具、齒輪、陶瓷培林、直流發電機、Agilent34970A 電壓電流計、大型環境風洞、支架、阻流型葉扇、MRL TH-041 直流電供應器

表 1 研究設備及器材表

<p>水泥電阻測量治具</p> 	<p>齒輪</p> 	<p>陶瓷培林</p> 
<p>直流發電機</p> 	<p>Agilent34970A 電壓、電流計</p> 	<p>大型環境風洞(央大)</p> 
<p>支架</p> 	<p>阻流型葉扇</p> 	<p>MRL TH-041 直流電供應器</p> 

肆、實驗流程




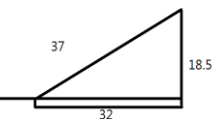
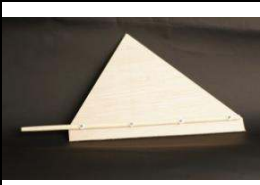
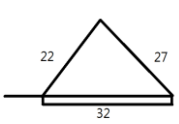
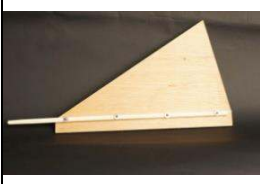
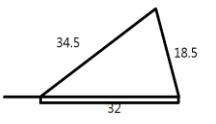
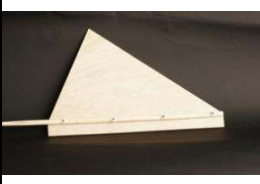
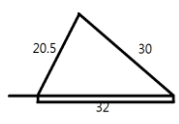
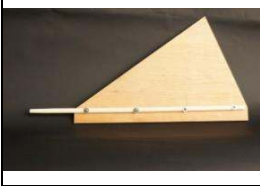
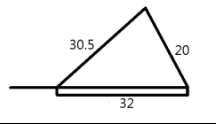
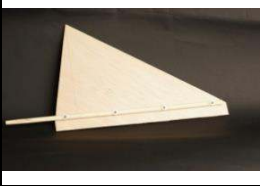
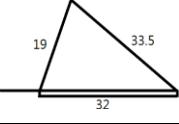
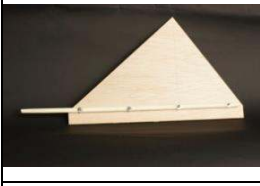
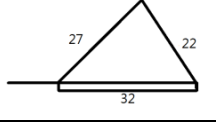
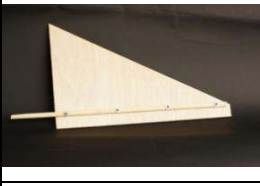
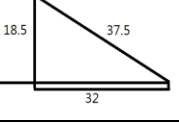
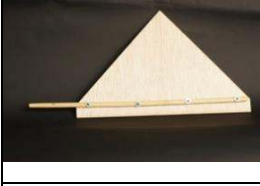
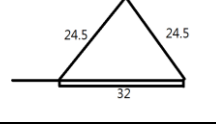
圖 1 實驗規劃流程圖

伍、研究過程

研究一、阻流型葉扇的設計(適用於水平軸流體系統)

設計九組受流葉片的長寬幾何比例形狀、受風角度的葉扇，測量其轉速並尋找出最佳的長寬幾何比例形狀及最佳受風角度。

表 2 阻流型各組葉扇比例

			
第一組葉扇及其比例圖(37 : 32 : 18.5)		第六組葉扇及其比例圖(22 : 32 : 27)	
			
第二組葉扇及其比例圖(34.5 : 32 : 18.5)		第七組葉扇及其比例圖(20.5 : 32 : 30)	
			
第三組葉扇及其比例圖(30.5 : 32 : 20)		第八組葉扇及其比例圖(19 : 32 : 33.5)	
			
第四組葉扇及其比例圖(27 : 32 : 22)		第九組葉扇及其比例圖(18.5 : 32 : 37.5)	
			
第五組葉扇及其比例圖(24.5 : 32 : 24.5)			

研究二、製作測量治具並實施「信賴度」測試

以 4 支 200 歐姆水泥電阻並聯成等效 50 歐姆，再串聯相同設置的另一組，使其形成等效 100 歐姆，負載治具輸入直流電，量測輸出電流與理論電流的差距，以測試水泥電阻負載治具可信度表現。

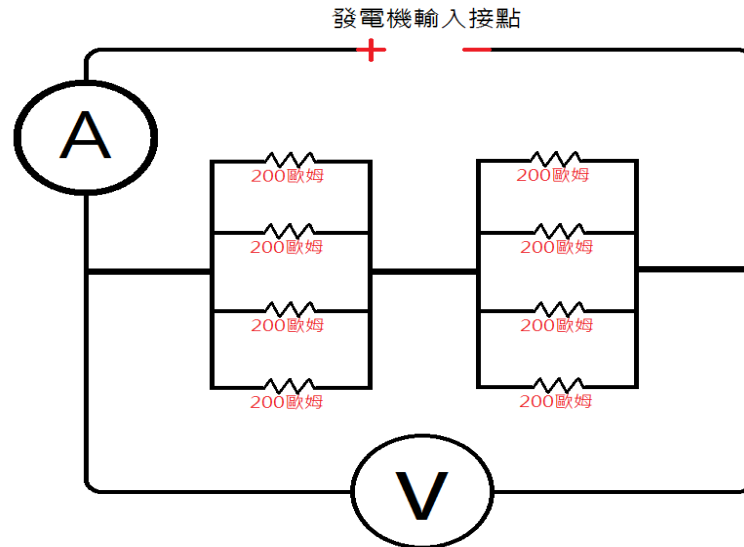


圖 2 水泥電阻負載治具設計圖

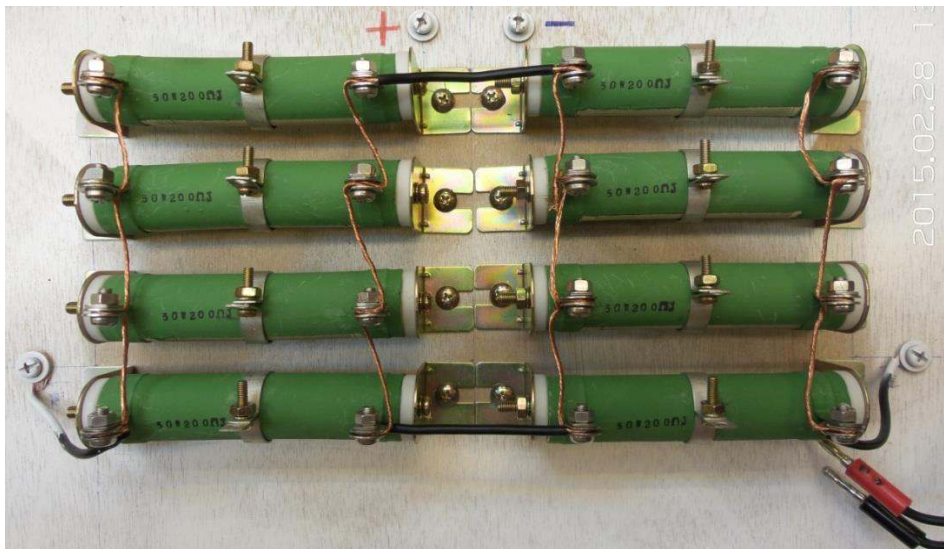


圖 3 水泥電阻負載治具

研究三、CG、SG、DSG 啟動初速與停止末速測試

1. 從風速 0 m/s 開始以每 0.5 m/s 的間隔提升風速，並記錄發電機開始啟動時的風速值。
2. 從風速 9 m/s 開始，以每 0.5 m/s 的間隔，降低風速，並記錄發電機停止時的風速值。
3. 以 1、2 的方法重複測試 CG、SG、DSG。

研究四、傳統發電機 Comment Generator (CG)發電效能測試

將傳統的發電機，依目前一般發電機的使用模式，將動力直接與發電機轉軸結合，並配合研究一所選出的高效葉片置入大型風洞進行效能測量，如圖 4、5。



圖 4 CG 模式配合高效葉片進行檢測



圖 5 CG 模式配合高效葉片於大型風洞實驗

陸、研究結果

結果一、阻流型葉扇的測試結果 (適用於水平軸流體系統)

(一)、

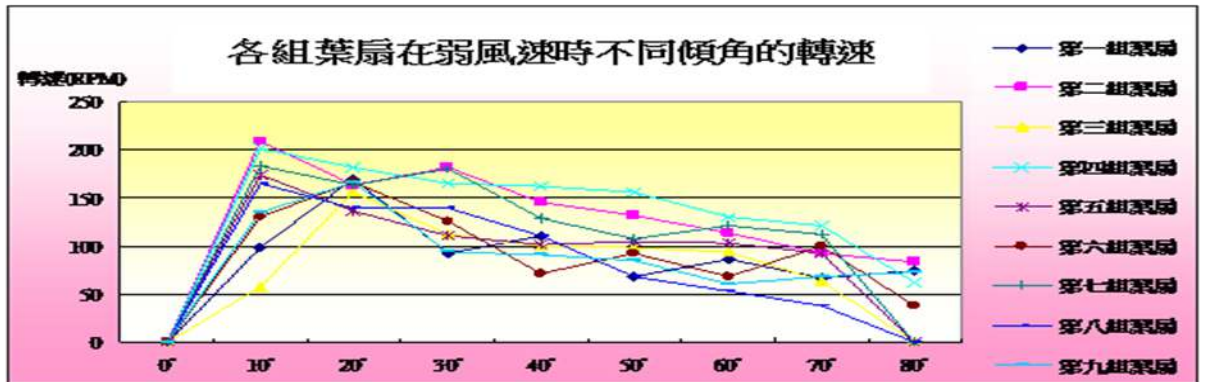


圖 6 各組葉扇在在風速(3.9m/s)時的轉速比較圖

(二)、

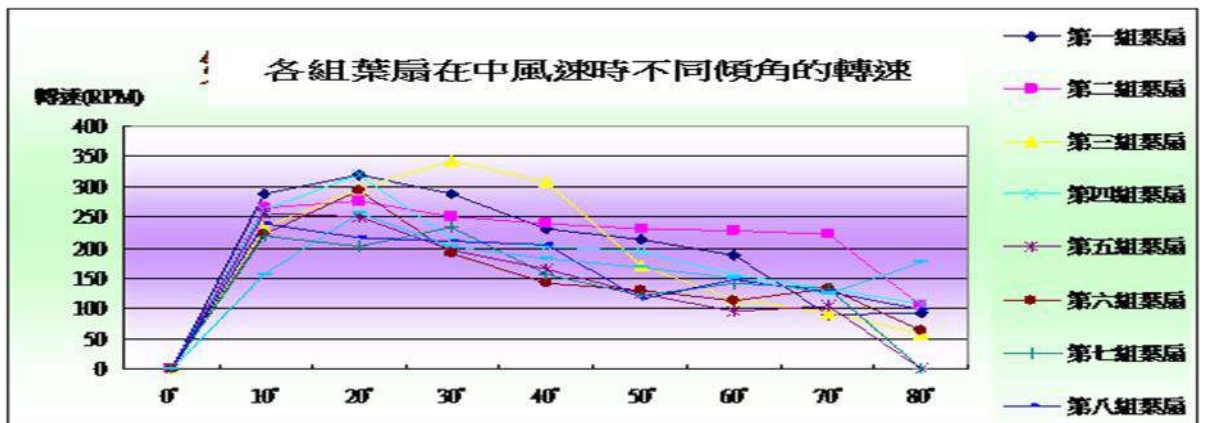


圖 7 各組葉扇在風速(4.7m/s)時的轉速比較圖

(三)、

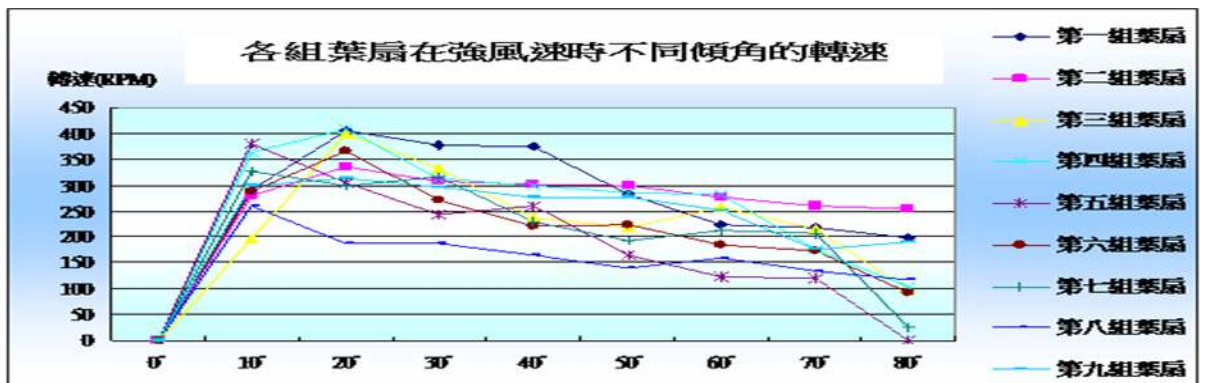


圖 8 各組葉扇在風速(6.5m/s)時的轉速比較圖

(四)、我們根據以上數據，選擇了第四組 10° 角的設計，製做出了高效葉扇，如圖 12。

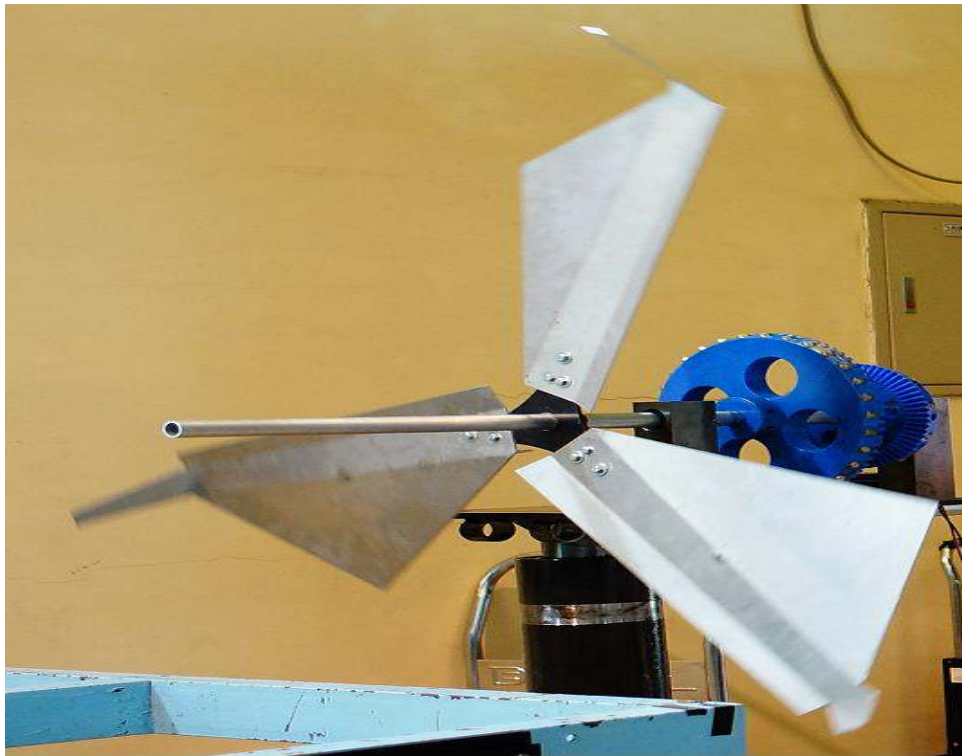


圖 9 高效葉扇

結果二、測量治具可信度表現

表 3 負載治具可信度表現

電阻值	輸入電壓(V)	輸出電流(mA)	輸出電流(理論值)	誤差率
100	50	490	500	-0.02
100	100	980	1000	-0.02
100	150	1470	1500	-0.02
100	200	1950	2000	-0.025

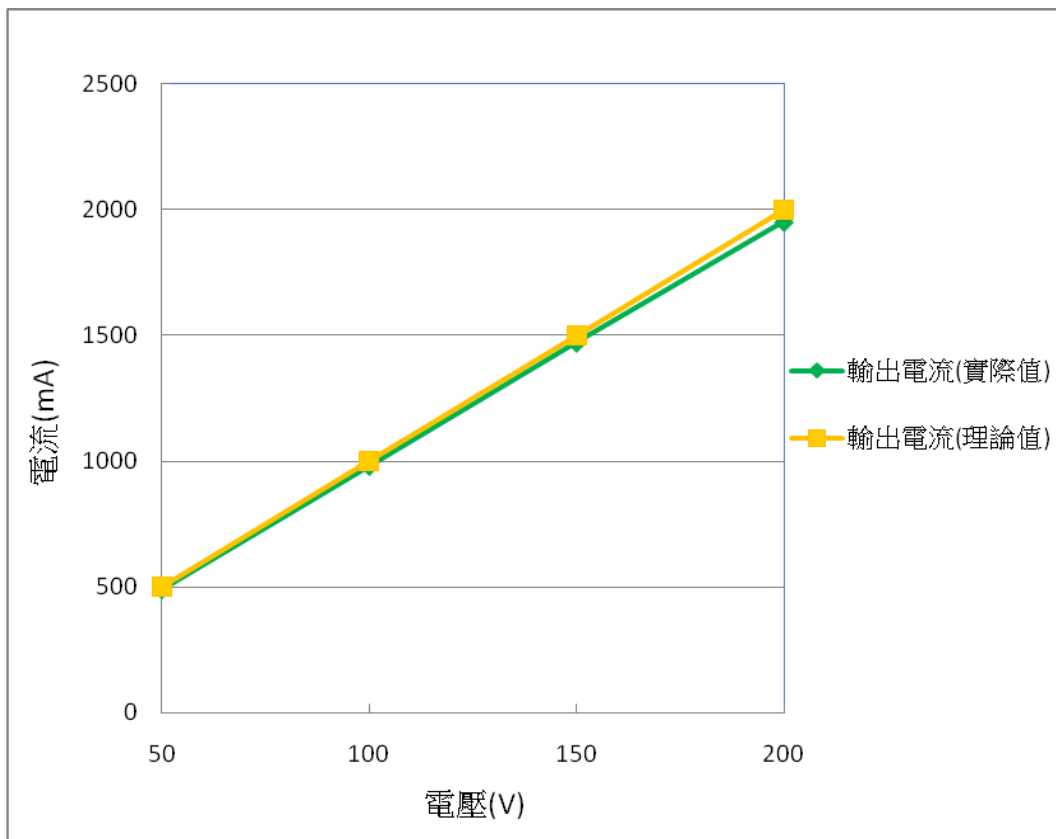


圖 10 負載治具可信度表現折線圖(輸出電流實際值與輸出電流理論值比較)

結果三、CG、SG、DSG 啟動初速與停止末速測試

表 4 CG 升、降速測試比較表

風速 m/s	升速測試	降速測試
1	0	2
2	62	62
3	213	213
4	495	495
5	1042	1042
6	2129	2129
7	2332	2332
8	2322	2322
9	2227	2227
10	2262	2262

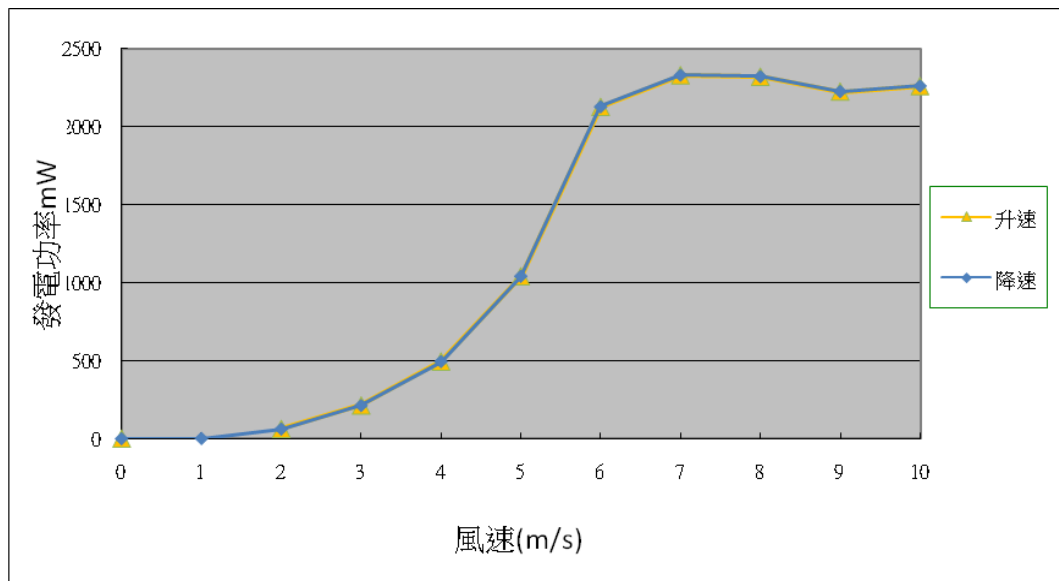


圖 11 CG 升降速比較圖

表 5 SG 升、降速測試比較表

風速 m/s	升速測試	降速測試
1	0	0
2	0	0
3	0	2570
3.5	4670	4670
4	12464	12464
5	22184	22184
6	37288	37288
7	60568	60568
8	70667	70667
9	68333	68333

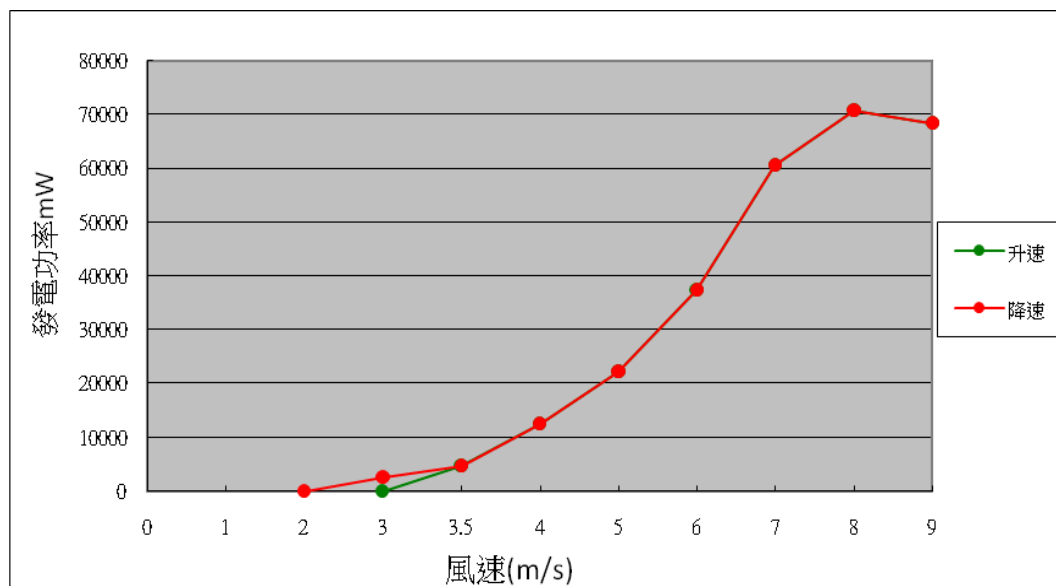


圖 12 SG 升降速比較圖

表 6 DSG 升、降速測試比較表

風速 m/s	升速測試	降速測試
1	0	0
2	0	0
3	0	0
3.5	0	5389
4	0	14144
4.5	20520	20520
5	33984	33984
6	78600	78600
7	112817	112817
8	137003	137003
9	142000	142000

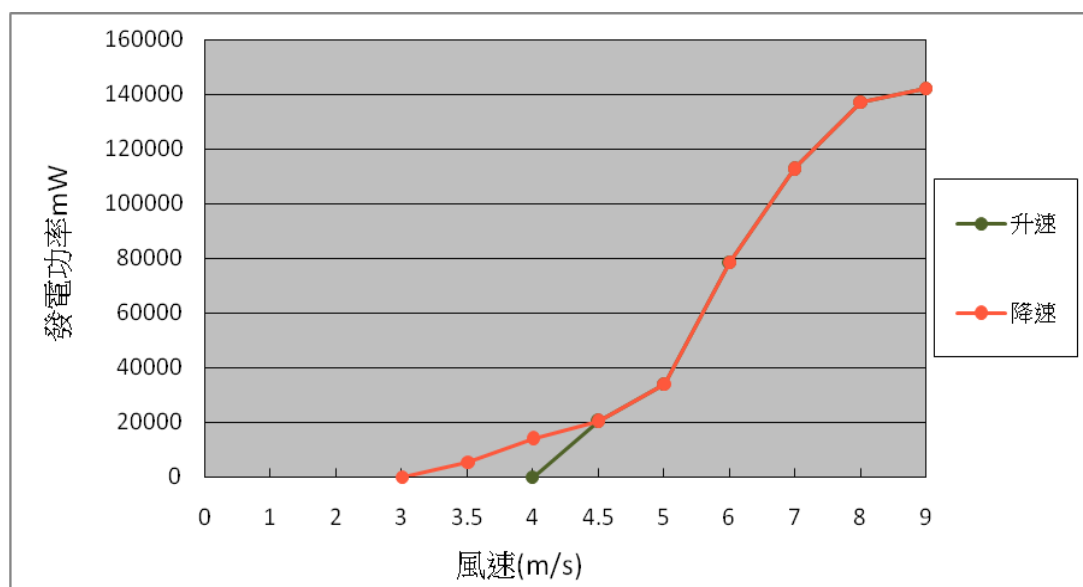


圖 13 DSG 升降速比較圖

結果四、傳統發電機 CG 發電效能測試

表 7 CG 的電壓、電流、功率表

風速 m/s	電壓 V	電流 mA	功率 mW
1	0.0	0	0
2	2.5	25	62
3	4.4	48	213
4	6.6	75	495
5	10.1	103	1042
6	15.6	136	2129
7	15.3	152	2332
8	15.1	154	2322
9	14.4	155	2227
10	14.5	156	2262

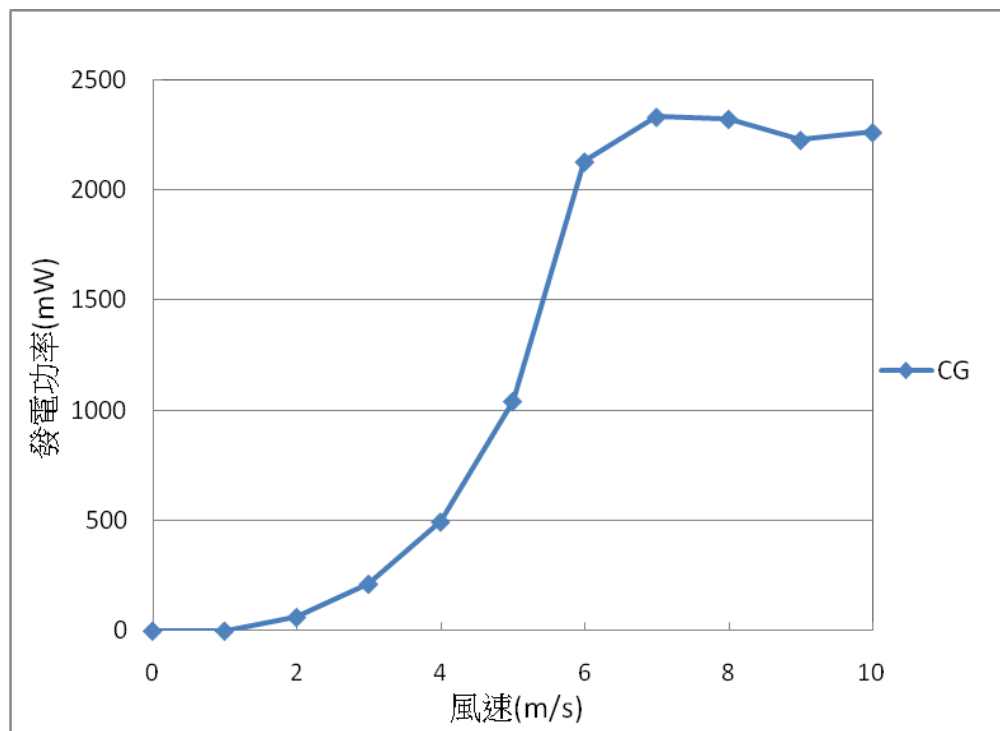


圖 14 CG 的發電功率折線圖

柒、討論

討論一、CG、SG、DSG 啟動初速與停止末速測試

一、

一般市售風力發電機的啟動風速為 3 m/s，使用我們所設計的高效葉片，可將啟動風速提前至 2 m/s。

在降速測試中發現，風機在風速 1 m/s 才會停止，與風速 2 m/s 才會啟動，差距了 1 m/s 的能量，表示中間有存在摩擦力影響。

二、

連接 SG，做啟動初速測試，發現啟動風速為 3.5 m/s，相較 CG，延後了 1.5 m/s，而與市售風機相比則延後了 0.5 m/s。

在停止末速測試中，發現在 3 m/s，SG 為漸漸停止，與啟動初速相差 0.5 m/s。相較於 CG，動力軸與 SG 有 2 處齒輪連接，意味有 2 處以上的摩擦力產生，使啟動初速延後至 3.5 m/s。

三、

連接 DSG，做啟動初速測試，發現啟動風速為 4.5 m/s，相較 CG，延後了 2.5 m/s，而與市售風機相比則延後了 1.5 m/s。

在停止末速測試中，發現在 3.5 m/s，DSG 為漸漸停止，與啟動初速相差 1 m/s。相較於 CG，動力軸與 DSG 有 4 處齒輪以上的的摩擦力產生，使啟動初速延後至 4.5 m/s。

討論二、實驗過程事項探討

一、實驗環境控制

SG 發電機是設定適用所有流體的動能，我們選用風能做為能量的來源，為了不讓室外的風影響實驗的數據，因此所有實驗都在無風的室內風洞操作。

二、採樣次數

避免實驗誤差，增加實驗數據的精確度。每次實驗為了避免誤差都進行了 5 次的實驗後剔除極端值再取平均值，希望增加數據的正確性。

三、採樣信度

為確保量測的數值是可信的，特別設計實驗測試測量治具的誤差率，並借用精準度及穩定度較高的 Agilent34970A 電壓電流計做為數據來源。

四、實驗器材控制

每次實驗前，都會先預做一次測試，將實驗過程中，可能發生的問題先排除。例如：動力軸心磨擦過大，導致起始速度大幅延後，我們便更換氧化鋁陶瓷軸承，並噴上 WD-40，給予潤滑，便滑順運作。

一開始製作增速齒輪時，為了增加其實用性及耐用性，採用鋼材製作，但是卻大大增加風機重量，也大幅增加了摩擦力，使得起始風速要達到 5m/s 才能啟動，結果很不理想，於是將鋼製齒輪磨薄後並在中央不影響的區塊鑽孔，希望減輕其重量，可是情況依舊沒有改善。只好另外找尋齒輪材質，改用工程強化塑膠重新製做齒輪，再將齒輪拋光、上潤滑油後，終於克服摩擦力太強的問題。

實際製作發電機組時發現，發電機原本設計輸出電流的電線會有打結的情況發生，造成實驗上的困擾，無法精準的判讀實驗數據。於是我們在進行設計上的修正，我們將輸出電流的電線連結在環型的塑膠圓管上，在其中的圓管凹槽中黏貼上銅片，便可利用具有彈性的電刷，將電流導出。

捌、結論

- 一、一般發電機在沒有齒輪增速系統輔助時，能源利用極低，發電效果極差。
- 二、傳統型發電機起始風速雖然低,但是遠低於實際的 cut in point ,並無實際功效。

玖、參考文獻

- 台灣電力公司永續報告書 <http://www.taipower.com.tw/UpFile/File/CSR/2013.pdf>
- 小暮裕明，(2011) 電學，精簡圖解很好懂，三月文化出版社
- 工業技術研究院，(2002)，風力示範推廣計畫，經濟部能源科技研究報告－91 年度執行報告
- 江榮城，(2004)，台灣地區風力發電發展現況調查，中華民國第 25 屆電力研討會
- 李永炤，(1982)，小型風力發電機的葉片數、疏密度和尖端速度比的選擇，工業技術研究院能源研究所
- 呂茜潔、郭思涵、李姿瑩，(2012)，中華民國第 52 屆中小學科學展覽會--國中組生活與應用科學科第三名風生水起一流體動能利用系統
- 林昆瑩，(2009)，小型風力發電機葉片設計及製作，國立成功大學航空太空工程研究所碩士論文
- 徐瑞峰、陳建富，(2008)，電力電子學-電腦輔助分析與設計，新文京出版社
- 徐彬堯，(2005)，風車葉片運動模擬與動態分析，National Cheng Kung University Department of Aeronautics & Astronautics (on the job class)
- 郭信佑，(2006)，中華民國第四十六屆中小學科學展覽會—環保可攜式風力發電機的製作與研究。
- 張玉田，(1993)，水力發電學，徐氏文教出版社
- 陳國忠，(2005)，葉片旋轉角對水平是風力機性能影響之數直言就。國立台灣科技大學博士論文
- 郭俊賢，(2008)，小型風力充電系統之開發，大同大學碩士論文
- 張耀文，(2007)，教育用低風速小型風車之開發，大同大學博碩士論文
- 程金、黃清池、郭松村、王永山，(2010)，電力系統，志光出版社
發電機原理—南一國中課本第六冊第一章。
高中物理南一第九章—轉動。
- 葉雨涵，(2010)，小型風力發電機設計與分析馬達，科技數位學習網 368 期
- 蔡逸峰，(2007)，小型風力發電機葉片設計，馬達科技數位學習網 第 229 期
- 謝飛虎，(2000)，電力電子學-重要問題寶典，新文京出版社
- 風力發電— <http://www.solar-i.com/wi.htm>
- 發電原理— <http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/nue/various.html>

附錄

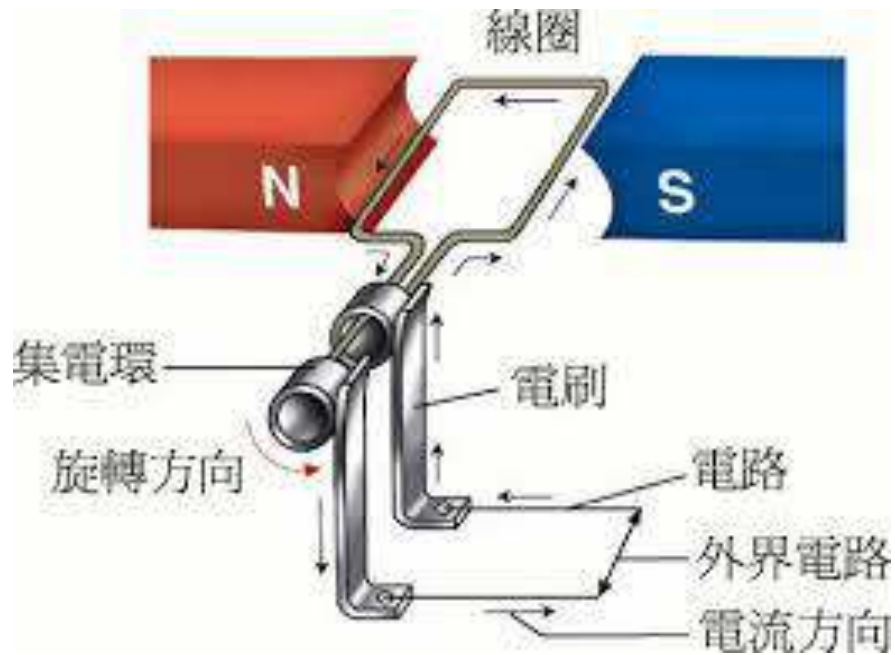
附件一、風速與風力級數參照

附表 1 風力級數參照表(引用自台灣颱風資訊中心)

蒲 福 風 級	國際標準				風浪對照			說明(陸上;海面)
	名稱	風速			名稱	約	最	
		kts	km/h	m/s		略	大	
					m			
0	無風 Calm	< 1	< 1	0-0.02	—	—	—	煙直上;海面平靜
1	軟風 Light air	1-3	1-5	0-1.5	微波	0.1	0.1	風向袋不動;海面有鱗狀波
2	輕風 Light breeze	4-6	6-11	1.6-3.3		0.2	0.3	風拂面葉有聲;微波明顯光滑
3	微風 Gentle breeze	7-10	12-19	3.4-5.4	小波	0.6	1.0	小枝搖旌旗展;波峰偶泛白
4	和風 Moderate breeze	11-16	20-28	5.5-7.9	小浪	1.0	1.5	塵揚小樹搖擺;浪峰白沫多
5	清風 Fresh breeze	17-21	29-38	8.0-10.7	中浪	2.0	2.5	水起波;中浪高偶有浪花
6	強風 Strong breeze	22-27	39-49	10.8-13.8	大浪	3.0	4.0	電線呼呼聲;大浪漸起浪花
7	疾風 Near gale	28-33	50-61	13.9-17.1		4.0	5.5	全樹搖步難行;海面湧突浪成條
8	大風 Gale	34-40	62-74	17.2-20.7	巨浪	6.0	7.5	小枝折;巨浪升沿風波峰裂成條
9	烈風 Strong gale	41-47	75-88	20.8-24.4	猛浪	7.0	10.0	煙突屋瓦損;猛浪驚濤浪花白沫
10	暴風 Storm	48-55	89-102	24.5-28.4	狂濤	9.0	12.5	拔樹倒屋;波峰高聳海面一片白浪
11	狂風 Violent storm	56-63	103-117	28.5-32.6		11.5	16	陸上絕少;狂濤可蔽中小海輪
12	颶風 Hurricane	64-71	118-133	32.7-36.9		14.0	—	陸上絕少;海面全為白色浪濤
13	—	72-80	134-149	37.0-41.4		>14		
14	—	81-89	150-166	41.5-46.1				
15	—	90-99	167-183	46.2-50.9				
16	—	100-108	184-201	51.0-56.0				
17	—	109-118	202-224	56.1-61.2				

附件二、蒐集文獻資料

(一)、發電機原理



附圖 1 發電機原理圖(摘自南一書局
http://www.nani.com.tw/slearn/nat_law/law_8.jsp)

發電機:是將動能轉為電能的裝置，構造如圖 2 所示。

A 構造:

- 1.電刷:與集電環微微接觸，當感應電流產生此電流可經電刷輸出
- 2.電樞:至於磁鐵中間，能自由轉動的多匝線圈
- 3.集電環:連接線圈的兩個金屬環。
- 4.場磁鐵:產生磁場的磁鐵。

B 原理:

以外力使置於磁場中的線圈轉動，使線圈內磁通量發生變化，產生感應電流。

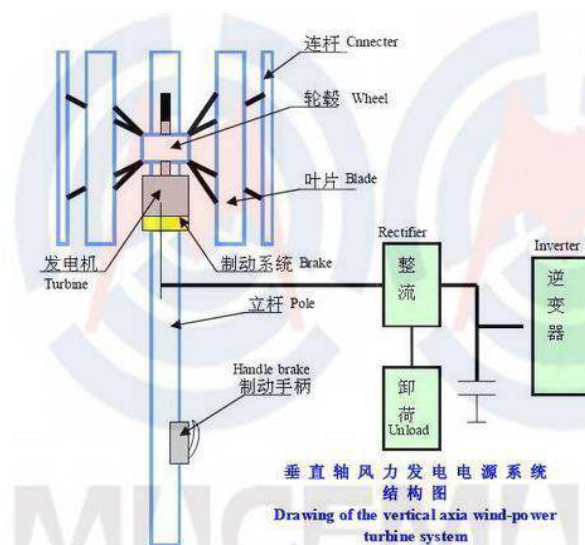
(二)現階段流體動能發電實例:

1.風力發電

利用風力帶動風車葉片旋轉，透過增速機將旋轉的速度提升，來促使發電機發電。風葉輪的作用是將風能轉換為機械能，它是由氣體流動性良好的葉片裝在輪軸上所組成，低速轉動的風葉輪通過傳動系統經由加速齒輪箱來增速，將動力傳導給發電機。



附圖 2 水平軸風力發電內部構造示意圖(圖片引用自崑山科技大學 <http://rein56.myweb.hinet.net/Wind%20Energy.htm>)



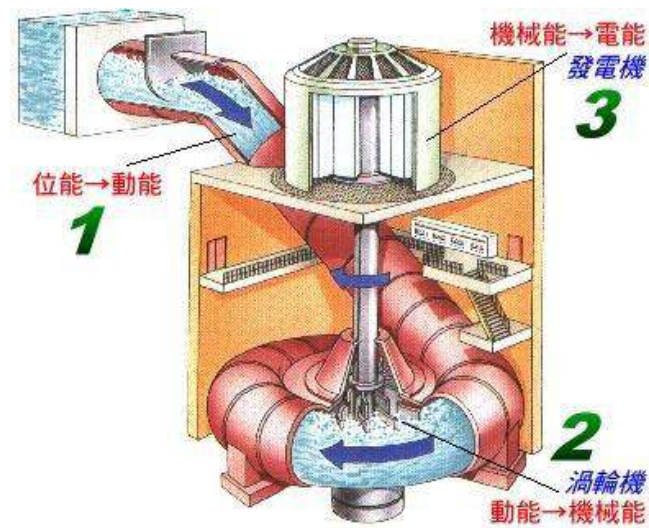
- 1.沒有增速齒輪
- 2.沒有 Stanley(相對)運動。

附圖 3 垂直軸風力發電結構圖(摘自風力發電系統設計 http://tc.wangchao.net.cn/baike/detail_845639.html)

與 SG 比較：

1. 有增速齒齒輪(齒比 2:3)可增速 3 / 2 倍(約 1.5 倍)
2. 沒有 Stanley's Rotation (相對)運動。

2.水利發電

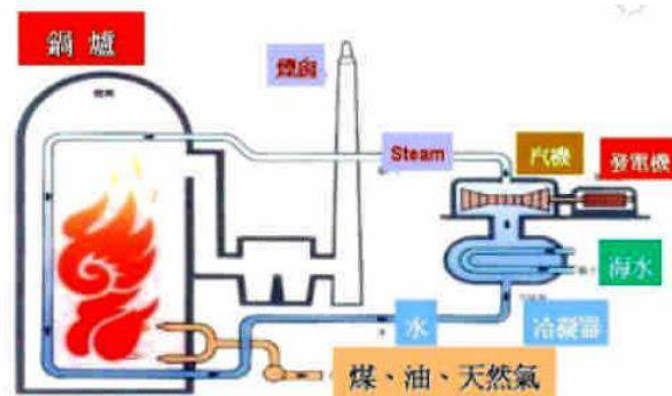


附圖 4 水力發電的能量轉換(圖片引自貓頭鷹出版社：
《新世紀科學百科全書》第 134 頁

與 SG 比較：

1. 沒有增速齒輪
2. 沒有 Stanley's Rotation 運動。

3.火力發電

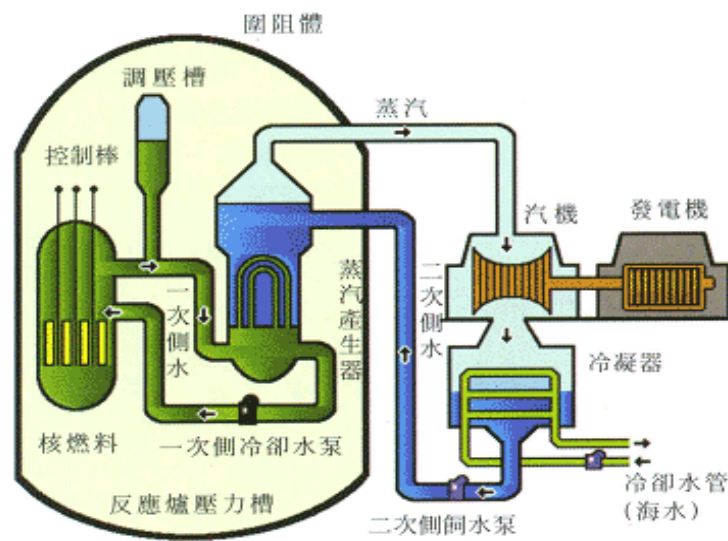


附圖 5 火力發電的原理(圖片引用自台灣電力公司
http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-b11.aspx?LinkID=6)

與 SG 比較：

1. 沒有增速齒輪
2. 沒有 Stanley's Rotation 運動。

4.核能發電



附圖 6 核能發電的原理(圖片引用自中華民國核能協會)

與 SG 比較：

1. 沒有增速齒輪
2. 沒有 Stanley's Rotation 運動。

五、對比用市售風力發電機



附圖 7 發電機規格與本實驗相同

與 SG 比較：

1. 沒有增速齒輪
2. 沒有 Stanley's Rotation 運動。

【評語】 030120

題材有應用性，表達也相當不錯，但若為之前作品之延伸，必須更清楚說明此作品之改良突破處。