

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



風力發電 LED 燈

指導老師：蘇志雄 老師

科別班級：電機科 3 年 1 班

組 長：陳群弦(24)

組 員：林琮龍(15)、陳彥宏(22)、蕭慶豐(36)

中 華 民 國 103 年 3 月

## 誌謝

首先感謝高英工商陳德松校長提倡教師專業本位之學術研究專題製作，以教師專業領域跨於教師帶領學生深入專題製作的依據，使學生這門專題製作課程有一個遵循規範，並了解實質專題製作的學習意義及專業探討研究的精神，如此便能使教師及學生在專業研究領域中不斷追求專業，並養成專業科技人的涵養。

同時在這段時間內，也感謝週遭同事及學生的支持協助，使得有著一股執著的動力，提領著學生突破時間及距離的障礙，充份善用科技人的專業研究執著、溝通及檢討修正的精神，一同完成此專題製作的任務。

## 中文摘要

在生活中人人為了方便，往往都忘了方便的背後所造成能源的浪費及環境的污染，近年來很多人開始提倡「節約能源救地球」的行動，而開始在利用所謂的再生能源。

本專題為了能夠與節約能源的議題做結合而延伸出利用風力發電的取之不盡的特性而所製作的專題，絕對達到節能、環保、實用的一項專題，來達到現充現用的效益。

# 目錄

誌謝 .....	i
中文摘要 .....	ii
目錄 .....	iii
表目錄 .....	iv
圖目錄 .....	v
壹、前言 .....	1
一、製作動機 .....	1
二、製作目的 .....	1
三、製作架構 .....	2
貳、理論探討 .....	3
參、專題製作 .....	18
一、設備及器材 .....	18
二、團隊任務配置 .....	21
肆、製作成果 .....	22
一、製作過程 .....	22
二、製作成果與功能介紹 .....	23
伍、結論與建議 .....	24
一、結論 .....	24
二、建議 .....	24
陸、參考文獻 .....	25

## 表目錄

表 1	使用儀器設備一覽表 .....	18
表 2	使用材料 .....	19
表 3	專題製作計畫書 .....	20
表 4	工作進度甘特圖 .....	21

## 圖目錄

圖 1	專題製作架構圖 .....	2
圖 2	風力發電機 .....	3
圖 3	水平軸式 .....	4
圖 4	垂直軸式 .....	5
圖 5	以發光二極體做顯示組件的七段顯示器 .....	11
圖 6	LED 交通號誌 .....	12
圖 7	以藍白 LED 燈組成的聖誕燈飾布置 .....	13
圖 8	風力發電器 .....	22
圖 9	電路板 KT-10 (正面與反面) .....	22
圖 10	焊好的電路板 .....	22
圖 11	完成發電器與電路板連接 .....	22
圖 12	實體側面 .....	23

# 壹、前言

## 一、製作動機

我們製作這項專題是考慮到在高速公路上夜晚開車的駕駛只依靠兩旁的路燈只能看到外側的道路路面情況，所以我們製作了可以依靠風力發電來讓設置在分隔條上的燈發亮，而使得較靠近內側的路面情況可以讓駕駛人看的較為清楚，而不會因為沒發現路面上有障礙物而發生車禍，造成不必要的傷害。

## 二、製作目的

此專題是利用車子行進間所帶起的風力來讓分隔島上的風力發電器運轉發電，再將這些依靠風力發電器所發出來的電用來當作路燈所需要的電。

也因為高速公路上的車輛來往很頻繁，所以白天能產生的電量是能夠足以提供高速公路整個晚上路燈所要的電量。

### 三、製作架構

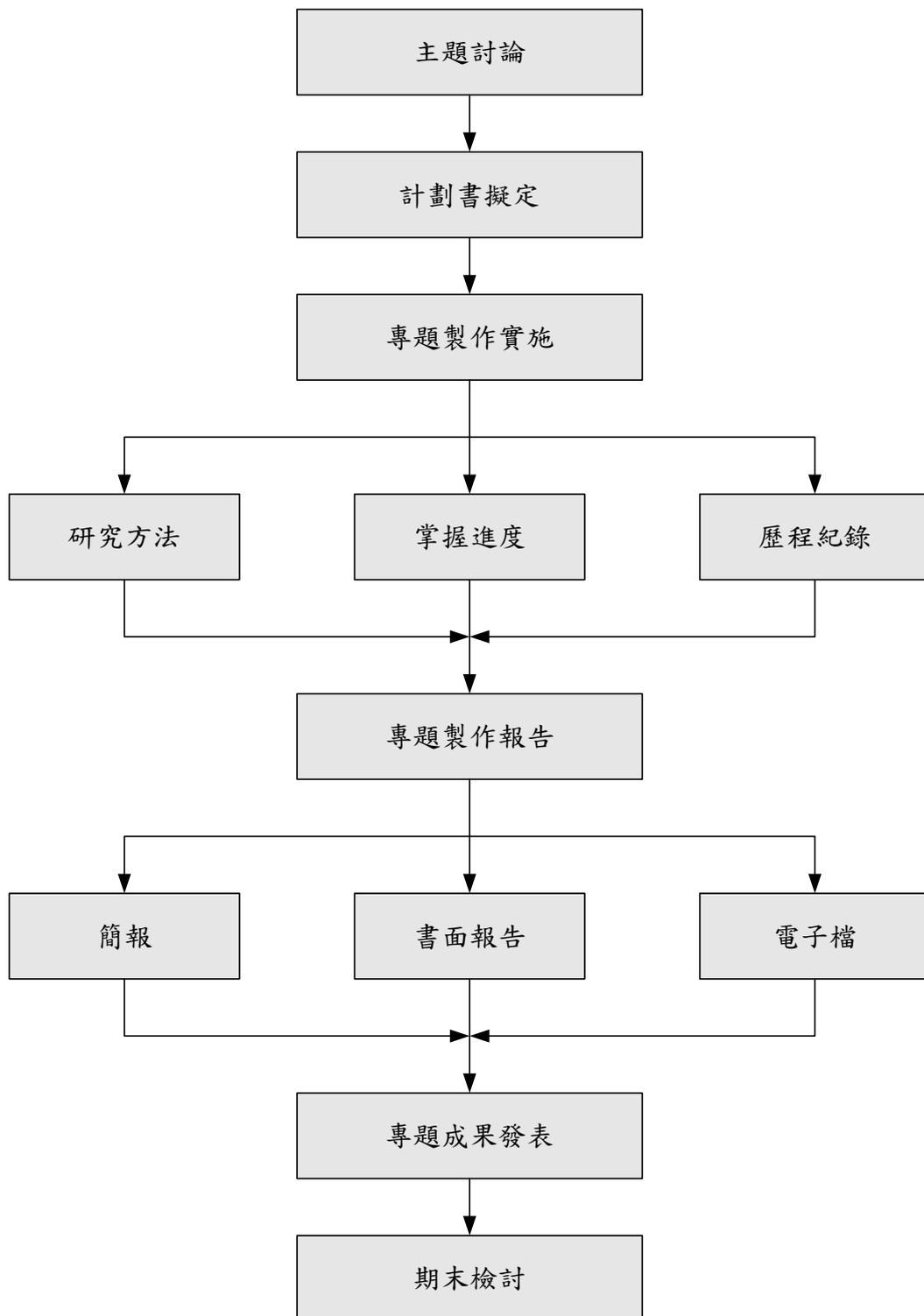


圖 1 專題製作架構圖

## 貳、理論探討

### 一、風能轉換及風力機

風力機(Wind Turbine)主要是藉著空氣流動轉動葉片以擷取風的動能,進而轉換成有用的機械能或電能.葉片轉子受風吹而轉動,係源於氣動力的作用(包括升力及阻力),對葉片產生轉動扭矩。

風力機無法利用全部之風能.理論上,葉片氣動轉換之極限效率為 59.3%。大多數葉片的轉換效率約在 30~45 %之間,經由機電轉換後,風力機的輸出效率則約在 20~40%之間。



圖 2 風力發電機

### 二、交流發電機原理

空氣流動而成風,假設空氣密度為  $\rho$ ,流動速率為  $V$ ,受風面積為  $A$ ,則:

$$\text{風壓 } P = 1/2 \rho AV^2 \text{。}$$

$$\text{風能 } E = 1/2 \rho AV^3 \text{。}$$

### 三、風力機的分類：

風力機的種類相當多，依結構式樣可分類為：

按主軸與地面的相對位置，可分為水平軸與垂直軸式。

按轉子相對於風向的位置，可分為上風式與下風式。

按轉子葉片工作原理可分為升力型與阻力型。

按轉子葉片數量，可分為單葉型，雙葉型，三葉型，荷蘭型，美國農村多葉型。

風力機性能較佳者首推二葉式及三葉式，水平軸高轉速外力型風力機。美國農村多葉型及荷蘭型風力機則效率較低。

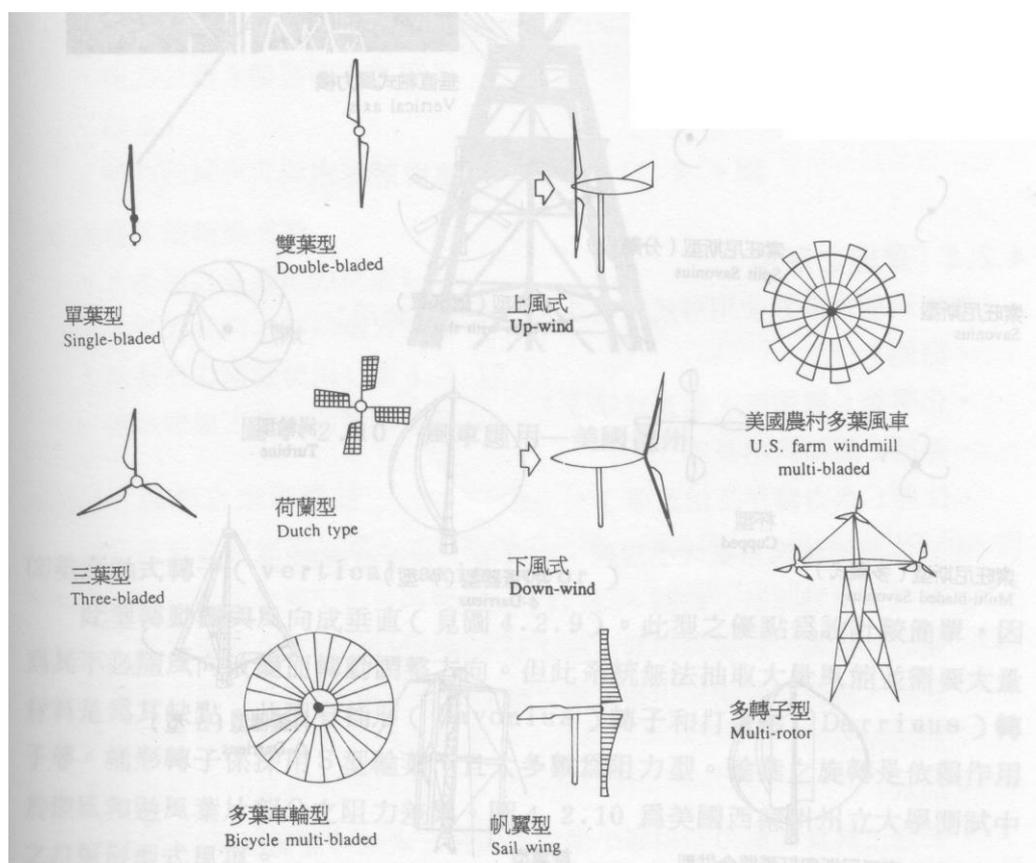


圖 3 水平軸式

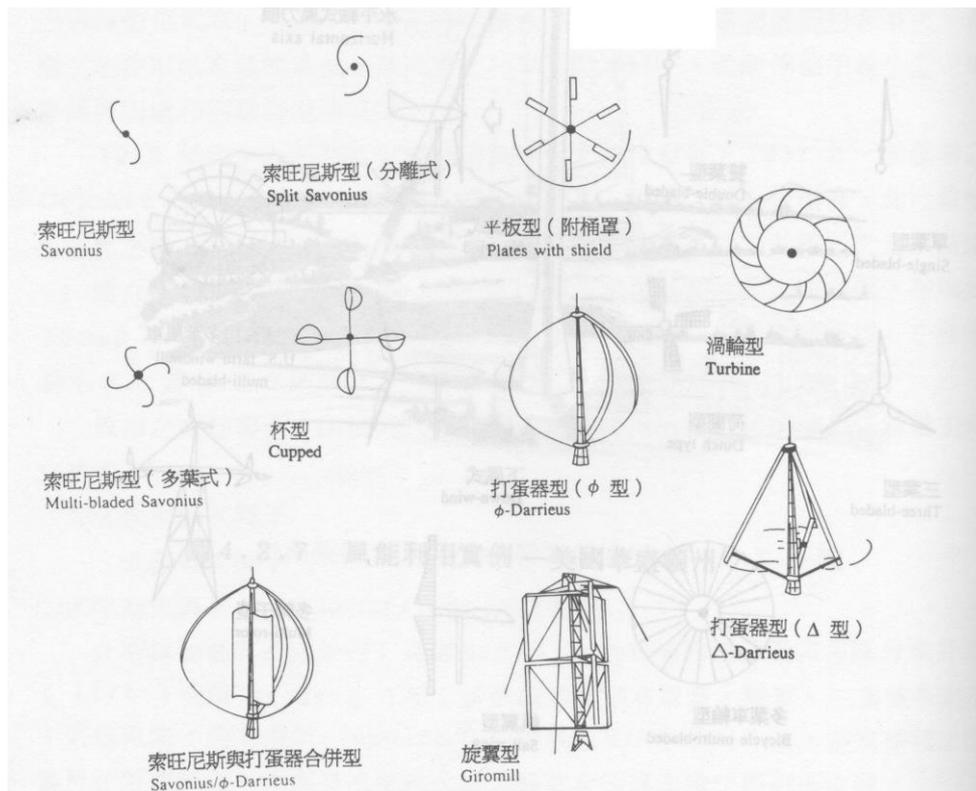


圖 4 垂直軸式

#### 四、中小型發電機

中小型的風力發電機與大型的風力發電機有著相似的結構，但是因為使用的需要，也可增加不同的設計。

中小型的風力發電機具有低風速啟動、可增減葉片受風面積、可集風的設計。

因為中小型風力發電機通常安裝在離地表比較近的地方，平均風速比較低。

因此，為了要讓風力發電機能常常運轉，就只能想辦法降低啟動風力發電機所需的風速，所以風力發電機的說明書上，會寫上最小的啟動風速。

最小啟動風速代表要讓這一台風力發電機運作所需的最小風速。

換句話說，如果環境風速低於風力發電機啟動所需要的最小啟動風速，此風力發電機就無法啟動，也就是該風力發電機無法利用當下的風能，無法順利發電。

因此一台風力發電機所具有低風速啟動的設計，就可以稱之為低風速啟動的風力發電機。

## 五、發光二極體

發光二極體（英語：Light-Emitting Diode，縮寫：LED）是一種能發光的半導體電子元件，透過三價與五價元素所組成的複合光源，此類型電子元件早在 1962 年就出現了，早期是只能夠發出低光度的紅光，但被 hp 買下專利後就被當作指示燈利用，及後來發展出其他單色光的版本。

時至今日，能夠發出的光已經遍及可見光、紅外線及紫外線，光度亦提高到相當高的程度，用途由初時的指示燈及顯示板等；後來隨著白光發光二極體的出現，近年來逐漸發展成被普遍用作照明用途的燈泡。

發光二極體，通常稱為 LED，發光二極體只是一個微小的電燈泡，但不像常見的白熾燈泡，發光二極體沒有燈絲，而且又不會特別熱，它單單是由半導體材料裏的電子移動而使它發光，因為發光二極體沒有燈絲會燒壞，所以壽命就更長，並且發光二極體的小小塑性燈泡使得發光二極體更持久耐用，再加上 LED 可以更加容易適合現在的電子電路。傳統白熾燈的發光過程包含了產生大量熱量，這完全是浪費能源，發光二極體所發出的熱非常少，相對來說，越多電能直接發光就是越大程度上減少對電能的需求。

光是能量的一種形式，一種可以被原子釋放出來。是由許多有能量和動力但沒品質的微小粒子似的小捆組成的。這些粒子被叫做光子，是光的最基本單位。

光子是因為電子移動才釋放出來，在原子中，電子在原子的四周圍以軌道形式移動。電子在不同的軌函數有著不同的能量。

通常來說，有著更大能量的電子以軌道移動遠離了核子，當電子從一個更低的軌道跳到一個更高的軌道，能量水準就增高，反過來，當從更高軌函數跌落到更低的軌函數裏時電子就會釋放能量。

能量是以光子形式釋放出來的，更高能量下降釋放更高能量的光子，它的特點在於它的高頻率。

自由電子從 P 型層通過二極體落入空的電子空穴，這包含從傳導帶跌落到一個更低的軌函數，所以電子就是以光子形式釋放能量，這在任何二極體裏都會發生的，當二極體是由某種物質組成的時候，你只是可以看見光子，在標準矽二極體的原子，比如說，當電子跌落到相對短距離原子是以這樣的方式排列。

結果，由於電子頻率這麼低的情況下人的眼睛是無法看得到的。

可見光 LED，比如用在數位顯示式時鐘的，間隙的大小決定了光子的頻率，換句話說就是決定了光的色彩，當所有二極體都發出光時，大多數都不是很有效的，在普通二極體裏，半導體材料本身吸引大量的光能而結束，發光二極體是由一個塑性燈泡覆蓋集中燈光在一個特定方向。

半導體零件的價格在過去 10 年中已經大幅度地降低，相信未來發光二極體在更廣泛的應用下，是一個更划算的照明選擇。

## (一) 發光二極體的基本原理

發光二極體是一種特殊的二極體。和普通的二極體一樣，發光二極體由半導體晶片組成，這些半導體材料會預先透過注入或摻雜等工藝以產生 p、n 架構。與其它二極體一樣，發光二極體中電流可以輕易地從 p 極（陽極）流向 n 極（負極），而相反方向則不能。兩種不同的載流子：空穴和電子在不同的電極電壓作用下從電極流向 p、n 架構。當空穴和電子相遇而產生複合，電子會跌落到較低的能階，同時以光子的模式釋放出能量（光子也即是我們常稱呼的光）。

它所發出的光的波長(顏色)是由組成 p、n 架構的半導體材料的禁帶能量決定。由於矽和鍺是間接帶隙材料，在常溫下，這些材料內電子與空穴的複合是非輻射躍遷，此類躍遷沒有釋出光子，而是把能量轉化為熱能，所以矽和鍺二極體不能發光(在極低溫的特定溫度下則會發光，必須在特殊角度下才可發現，而該發光的亮度不明顯)。發光二極體所用的材料都是直接帶隙型的，因此能量會以光子形式釋放，這些禁帶能量對應著近紅外線、可見光、或近紫外線波段的光能量。

在發展初期，採用砷化鎵(GaAs)的發光二極體是只能發出紅外線或紅光。但隨著材料與科學的進步，各種顏色的發光二極體，現今皆可製造出來。

## (二) 發光二極體的優點：

1. 在低光度下能量轉換效率高（電能轉換成光能的效率）也即較省電，非常適合在低光度（如手提電話的背光）需求中使用。但當提高光度至如檯頭燈般或更高時，發光二極體的效率比鎢絲燈泡還要高，但比螢光燈（俗稱光管或日光燈管）差。

2. 反應時間短(以 ns 為單位) - 可以達到很高的閃爍頻率。
3. 體積小 - 其本身體積可以造得非常細小 (小於 2mm)。
4. 使用壽命長 - 且不因連續閃爍而影響其壽命。
5. 便於聚焦 - 因發光體積細小，而易於以透鏡等方式達致所需集散程度，藉改變其封裝外形，其發光角度由大角度散射至細角度聚焦都可以達成。
6. 單色性強 - 由於是單一能級光出的光子，波長比較單一 (相對大部份人工光源而言)，能不加濾光器下提供多種單純的顏色。色域略為廣闊 - 部份白色發光二極體覆蓋色域較其他白色光源廣。
7. 耐震盪等機械衝擊 - 由於是固態元件，沒有燈絲、玻璃罩等，相對螢光燈、白熾燈等能承受更大震盪。
8. 在安全的操作環境下 - 可達到 10 萬小時的壽命，即便是在 50 度以上的高溫，使用壽命還有約 4 萬小時。(螢光燈 T8 為 8000 小時。T5 為 20000 小時，白熾燈為 1,000 ~ 2,000 小時。)

### (三) 發光二極體的缺點：

1. 發光二極體在高光度下效率較低，在一般照明用途上仍比螢光燈耗電，有些發光二極體燈甚至比省電燈泡耗電。有些設計使用多枚發光二極體，在保持整體光度下讓每枚發光二極體可以工作在較低光度，從而增加效率，但使成本大為提高，售價亦較其他類型燈泡較高。(目前市面上已達100lm/W)。
2. 效率受高溫影響而急劇下降，浪費電力之餘也產生更多熱，令溫度進一步上升，形成惡性循環，除浪費電力也縮短壽命，因此需要良好散熱。
3. 發光二極體光度並非與電流成線性關係，光度調節略為複雜。
4. 成本較高，售價較高。
5. 因為發光二極體為光源面積小、分佈較集中，作照明用途時會刺眼，須運用光學設計分散光源。
6. 演色性仍待加強。(傳統燈泡、鹵素燈演色性極佳，而螢光燈管容易找到高演色性的產品；演色性低的光源照明不但會有顏色不正常的感覺，對視力及健康也有害)
7. 每枚發光二極體因生產技術問題都會在特性(亮度、顏色、偏壓...等)上有一定差異，即使是同一批次的發光二極體差異也不少。
8. 許多LED有過藍的問題，只要少量藍光就可以讓人有精神，這在白天是好事，但是並不適合在夜

間使用；不過主因還是廠商沒有告知消費者藍光的特性，許多螢光燈也有類似問題。

9. 儘管 LED 具有省電的特性，但在高緯度的地方卻不被喜愛，因為 LED 發光的時候並不會發熱，路燈會因為積雪的關係造成 LED 的光被遮住。

10. LED 有閃爍問題，隨著亮度降低，閃爍逐漸變得明顯，這對眼睛比較有害。

#### (四) 發光二極體的應用

##### 1. 狀態顯示燈：

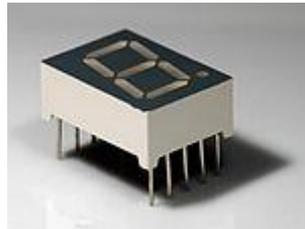


圖 5 以發光二極體作顯示組件的七段顯示器。

發光二極體所需推動電壓及功率低，方便由運作電壓低的微處理器控制及在以電池作電源的設備上使用，所以常被用在各種電子產品、設備的狀態指示燈。在消費性電子產品，手提嵌入式電子設備，家庭電器、玩具、各種儀器...等用途上作為工作狀態顯示燈。

##### 2. 交通、道路等的指示燈：

當 LED 的光度發展達至要求後，便有汽車用 LED 作轉向與剎車燈，主要好處是 LED 極高的開關速度，LED 的亮起時間比白熾燈快 0.5 秒之多，這對行車安全非常重要。

而車輛行駛環境中震蕩、溫差變化下，LED 仍然

有穩定的光度及可靠性。有些緊急服務車輛的閃光警標也使用 LED，LED 可以高速閃動的特性簡化了以往產生閃動效果的機械結構而更加可靠。同樣工作在戶外環境的交通燈使用開關快速的 LED 也很適合，LED 壽命較長也減少壞燈及影響交通的機會。

不過在氣候較低溫的地方，LED 交通燈會有被積雪蓋著的問題。極小部份車輛開始使用白色 LED 作車頭燈，其好處是光線的方向控制比白熾燈加拋物線反射鏡好。

而公路的訊息顯示板也使用 LED 點陣顯示，這些顯示板多採用黃或紅色 LED 以求兼顧夜間環境。這類顯示器叫發光二極體顯示器，是平板顯示器的一種。



圖 6 LED 交通號誌

### 3. LED 照明：

由於發光二極體燈被稱為固態照明。傳統照明燈俱如螢光燈、白熾燈及鹵素燈都有裝載氣體的脆弱玻璃管，因而都不及全固態的 LED 堅固耐用。

現有單一大功率發光二極體一般有 1W、3W、5W 等，由於發光二極體在增加光度時，效率會下降，所以有些 LED 燈使用多個白光 LED 組合成一簇構成一個光源，以增加效率；同樣的原因，在照明方面只用

在對光度要求低的地方，以保持其較佳效率（省電）的特性，這些用途包括了手電筒、緊急照明、手機閃光燈及室內照明。



圖 7 以藍白 LED 燈組成的聖誕燈飾布置

## 六、風能

風能是因空氣流做功產生的一種可利用的能量。空氣流具有的動能稱風能。空氣流速越高，它的動能越大。用風車可以把風的動能轉化為的有用的機械能；而用風力發動機可以把風的動能轉化為有用的電力，方法是透過傳動軸，將轉子（由以空氣動力推動的扇葉組成）的旋轉動力傳送至發電機。到 2008 年為止，全世界以風力產生的電力約有 94.1 百萬千瓦，供應的電力已超過全世界用量的 1%。風能雖然對大多數國家而言還不是主要的能源，但在 1999 年到 2005 年之間已經成長了四倍以上。

風能是風的能量轉換成可利用的能量形式，例如使用風力渦輪機產生電力，風車產生機械動力，風泵抽水或排水，或風帆推動船。在現代，渦輪葉片將氣流的機械能轉為電能而成為發電機。在中古與古代則利用風車將蒐集到的機械能用來磨碎穀物或抽水。

一間大型的風力發電廠可以由連接輸電網的數百台風力發動機組成。

風能量是豐富、可再生、分佈廣泛、不產生污染，也不會排放溫室氣體。

我們把地球表面一定範圍內，經過長期測量、調查與統計得出的平均風能密度的概況稱該範圍內能利用的依據，通常以能密度線標示在地圖上。

人類利用風能的歷史可以追溯到西元前，例如帆船，但數千年來，風能技術發展緩慢，沒有引起人們足夠的重視。但自 1973 年第一次石油危機以來，在常規能源告急和全球生態環境惡化的雙重壓力下，風能作為新能源的一部分才重新有了長足的發展。風能作為一種無污染和可再生的新能源有著巨大的發展潛力，特別是對沿海島嶼，交通不便的邊遠山區，地廣人稀的草原牧場，以及遠離電網和近期內電網還難以達到的農村、邊疆，作為解決生產和生活能源的一種可靠途徑，有著十分重要的意義。即使在發達國家，風能作為一種高效清潔的新能源也日益受到重視，比如：美國能源部就曾經調查過，單是德克薩斯州和南達科他州兩州的風能密度就足以供應全美國的用電量。

2003 年美國的風力發電成長就超過了所有發電機的平均成長率。自 2004 年起，風力發電更成為在所有新式能源中已是最便宜的了。在 2001 年風力能源的成本已降到 20 世紀 6、70 年代時的五分之一，而且隨著大瓦數發電機的使用，下降趨勢還會持續。

#### （一）偏遠地區經濟與觀光發展

西班牙：

位於西班牙東北方 Aragon 的 La Muela，總面積為 143.5 平方公里。1980 年起，新任市長看好充沛的東北風資源而極力推動風力發電。近 20 年來，已陸續建造 450 座風機（額定容量為 237 MW），為地方帶來豐富的利益。當地政府並藉此規劃完善的市鎮福利，吸引了許多人移居至此，短短 5 年內，居民已由 4,000 人增加到 12,000 人。La Muela 已由不知名的荒野小鎮變成眾所皆知的觀光休閒好去處。

法國：

另法國西北方的 Bouin 原本以臨海所產之蚶及海鹽著名，2004 年 7 月 1 日起，8 座風力發電機組正式運轉，這 8 座風機與蚶、海鹽三項，同時成為此鎮之觀光特色，吸引大批遊客從各地湧進參觀，帶來豐沛的觀光收入。

## (二) 風的能量

估計地球所吸收的太陽能有 1% 到 3% 轉化為風能，總量相當於地球上所有植物通過光合作用吸收太陽能轉化為化學能的 50 到 100 倍。上了高空就會發現風的能量，那兒有時速超過 160 公里 (100 英哩 160 km/h 100 mph) 的強風。這些風量最後和地表及大氣間摩擦而以各種熱能方式釋放。

(三) 風能的優點：

- 1.風能設施日趨進步，大量降低生產成本，是再生能源中相當具有經濟競爭力及發展潛力的；在許多情況下，風力發電成本已經足以與傳統發電相比，甚至在一些地方（如美國中西部），風力已經比燃煤發電便宜很多。
- 2.風能設施多為立體化設施，在適當地點使用適當機器，對陸地和生態的破壞較低。
- 3.風力發電是可再生能源，空氣污染及碳排放很少，其他環境成本也低。
- 4.風力發電可以是分散式發電，沒有大型發電設施過於集中的風險。
- 5.建造費用低廉，較水力、火力或核能發電廠的建造費
- 6.用便宜很多。
- 7.不會產生輻射與二氧化碳等公害。
- 8.沒有燃料問題。
- 9.取之不盡，用之不竭，沒有能源危機。

(四) 風能的缺點：

- 1.風力發電在生態上的問題是可能干擾鳥類，如美國堪薩斯州的松雞在風車出現之後已漸漸消失。目前其中一個解決方案是海上離岸發電，離岸發電成本較高但效率也高；另一個解決方案則是小型垂直風力發

電，這種風力發電可以架設在自家屋頂及後院。

2.在部分地區，風力發電的經濟性不足，許多地區的風力為間歇性，更糟糕的情況是如台灣等地於電力需求較高的夏季及白日卻是風力較少的時段。這必須要等待儲能系統的發展。

3.風力發電需要大量土地興建風力發電場，才可以生產比較多的能源。

4.進行風力發電時，中大型風力發電機會發出龐大的噪音，所以設立地點必須遠離住家，或使用小型低噪音機種。

## 參、專題製作

### 一、設備及器材

表 1 使用儀器設備一覽表

設備名稱	用途說明
數位相機	紀錄整個專題製作流程
三用電錶	測量元件好壞及量測元件之信號
噴墨印表機	列印專題相關資料
Microsoft Office Word	製作專題報告
MicrosoftOffice Power Point	進行口頭報告、製作及專題成品報告呈現
銲接工具（電烙鐵、電烙鐵架、吸錫器）	焊接電路板

表 2 使用材料

材料名稱	數量	備註
LED 燈泡	3	
電路板	1	
PC1		
1N589	1	
A1050	2	
C1815	2	

表 3 專題製作計畫書

專 題 類 型		<input type="checkbox"/> 個人型專題 <input checked="" type="checkbox"/> 團隊型專題
科 別 / 年 級		電機科 / 三年級
專 題 名 稱	中 文	風力發電 LED 燈
	英 文	Wind Waming Lights a LED
專 題 內 容 簡 述		主要是利用一座小型的垂直風力發電機連接我們製作的電路板，加上發光二極體（LED）所製作的風力發電 LED 燈。
指 導 老 師 姓 名		蘇志雄 老師
組 長 姓 名		陳群弦(24)
組 員 姓 名		林琮龍(15)、陳彥宏(22)、蕭慶豐(36)
專 題 執 行 日 期		102 年 9 月 1 日 至 103 年 5 月 30 日

## 二、團隊任務配置：

以下每個組員利用每天的早自修或下課跟專題指導老師報告專題製作進度，同時也利用即時通或 MSN 通訊與指導老師作線上溝通詢問問題或直接針對控制程式利用網路遠端進行解答程式問題，使專題進度持續前進。

表 4 工作進度甘特圖

時間 工作進度	102 年				103 年						負責成員	
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
確認研究主題	●	●										陳群弦
擬定研究大綱	●	●										陳群弦
文獻資料蒐集		●	●	●								林琮龍
製作原理探討		●	●	●								全體成員
硬體電路設計			●	●								陳彥宏
購買專題器材				●	●							陳彥宏
硬體電路製作				●	●	●	●	●				蕭慶豐
整體專題測試							●	●				陳彥宏
數據資料整理							●	●				林琮龍
撰寫專題報告								●	●			林琮龍
專題成果發表									●	●		陳群弦
完成進度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		

# 肆、製作成果

## 一、製作過程



圖 8 風力發電器

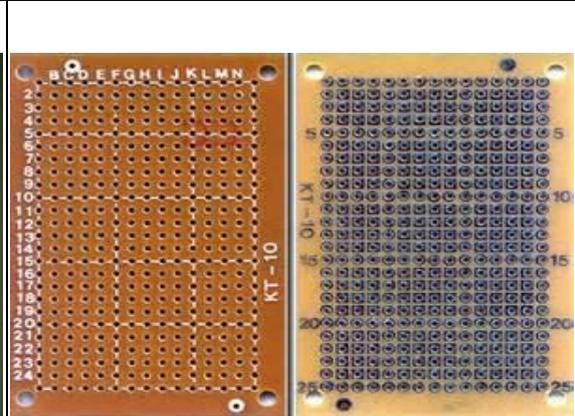


圖 9 電路板 KT-10 (正面與反面)

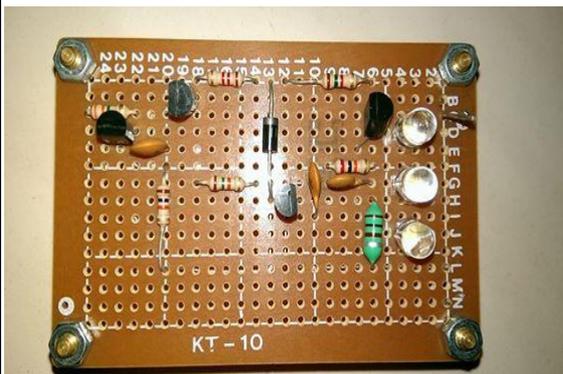


圖 10 焊好的電路板

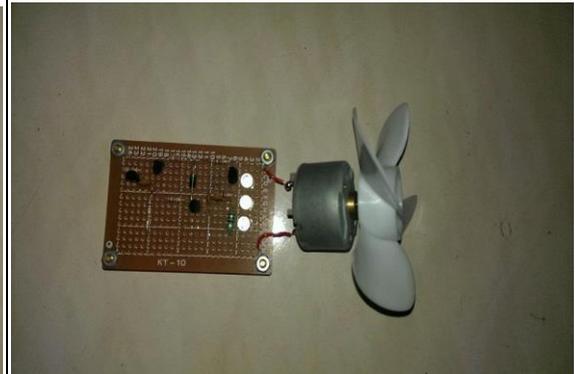
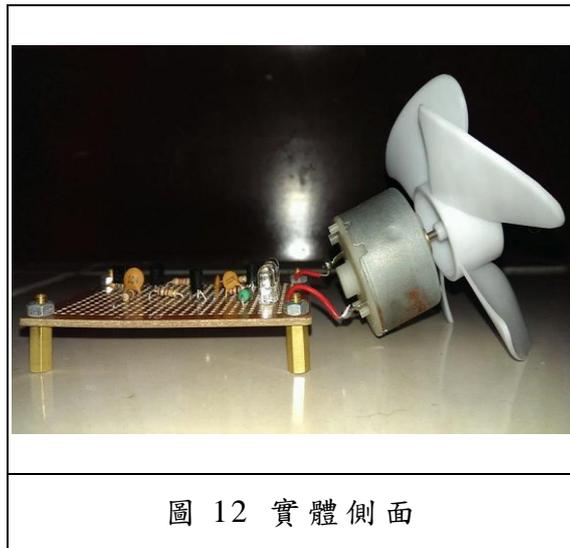


圖 11 完成發電器與電路板連接

## 二、製作成果與功能介紹



功能介紹：

以簡易的風力發電器連接上一些發光二極體，讓風力發電器產生的電力供應給發光二極體使用。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

近年來的因為某些路況所發生的事件，所以我們才會製作此專題，係由於以下的幾點因素所促成的：

- (一) 安全：近年來，因為一些路段上的路燈照射面積不夠廣，因而沒發現路面上有障礙物而發生車禍，而造成不必要的傷害。
  
- (二) 節約：能源價格的日益增加與環境的因素使得節約能源成為一個重要的課題，如利用風力來發電來產生電力，如此一來既能符合節約能源等議題。
  
- (三) 環保：風能為一種隨手可及的能源，風能設施的日趨進步，大量的生產，以及所需的能量來源已低於火力發電所需要的成本。

### 二、建議

- (一) 多多的使用一些環保的概念。
  
- (二) 可回收的資源再利用。

## 陸、參考文獻

- 一、風能，2013年10月8日，取自網站  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB>
- 二、發光二極體，2013年10月8日，取自網站  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%99%BC%E5%85%89%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E7%AE%A1>
- 三、風能，2013年10月8日，取自網站  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E8%83%BD>
- 四、中小型風力發電機，2013年10月8日，取自網站  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%9E%8B%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB%E6%A9%9F>



高足盈校 英才輩出

高雄市高英高級工商職業學校

校址：高雄市大寮區鳳林三路 19 巷 44 號

電話：(07)783-2991

網址：[www.kyicvs.khc.edu.tw](http://www.kyicvs.khc.edu.tw)

E-mail：[kyic@kyicvs.khc.edu.tw](mailto:kyic@kyicvs.khc.edu.tw)