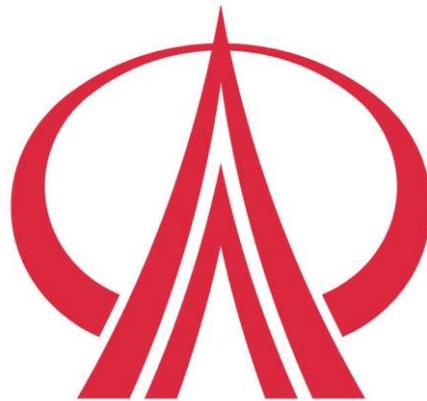


修平技術學院  
工業工程與管理系

專 題 研 究 論 文

指導老師：林亮宗老師

台東馬偕醫院太陽能實務之探討



學生：姜智炫	學號：BE95002
學生：劉智維	學號：BE95009
學生：賴秋霖	學號：BE95010
學生：陳宥任	學號：BE95011
學生：許家和	學號：BE95022

中華民國九十八年十二月

## 摘要

自工業革命以來，隨著經濟快速的成長，技術不斷的進步創新，世界各國對於能源的需求也日益增加，而地球上的資源卻是相當有限的，終究會有消耗殆盡的一天，根據美國能源部報告，目前全球石油資源預估只能再撐 43 年，核能發電的鈾大概只能供全球使用 64 年，天然氣儲藏量也僅剩 62 年，煤礦 230 年。加上當前國際油價高漲至每桶 75 美元，除了響應節能環保之外，如何充分發揮太陽能能源達到最大效益，更是為一個重要的議題。

本研究是探討推廣太陽能發電系統成本的使用評估，文中將談到我們將善用各個蒐集的資料以及公式來計算出發電成本和回收年限，以利我們來評估設置太陽能所帶來的問題及改善對策。

研究結果發現台東馬偕醫院安裝太陽能板回收年限長達 43 年，雖有政府補助，但仍然成本過高，希望能透過太陽能板仰角的調整、集熱板的輔助、或其他再生能源來改善台東馬偕醫院的問題點。

關鍵字：太陽能發電系統

# 目錄

## 頁次

摘要	i
目錄	ii
表目錄	iv
圖目錄	v
第一章 緒論	1
1-1 研究動機	1
1-2 研究目的	2
1-3 研究方法	2
1-4 研究流程	3
1-5 專題研究之進度規畫	4
第二章 文獻探討	5
2-1 太陽能電池介紹	5
2-2 SWOT 分析理論	9
2-3 從台灣地理條件分析	10
2-4 我國太陽能發電推廣概況	10
第三章 研究方法	13
3-1 台灣地區氣候資料蒐集	13
3-2 台灣地區日照時數資料蒐集	14
3-3 台灣地區日射量研究	15
3-4 太陽能發電計算公式	17

第四章 個案研究.....	18
4-1 台東馬偕醫院太陽光電推展現況.....	18
4-2 台東馬偕醫院現有問題點.....	22
4-3 台東馬偕醫院改善對策.....	24
4-4 台東馬偕醫院效益分析.....	26
第五章 結論.....	27
參考文獻.....	28

## 表目錄

表 2-1 太陽能電池種類表·····	6
表 3-1 台灣地區日射量統計表·····	16
表 4-1 太陽能發電系統資料表·····	19
表 4-2 台東馬偕醫院統計表 2008 年·····	20

## 圖目錄

圖 1-1 專題之流程圖	3
圖 1-2 進度規劃圖	4
圖 2-1 太陽能電池介紹	5
圖 2-2 獨立型發電系統	7
圖 2-3 混合型太陽光電系統	7
圖 2-4 市電併聯型系統	8
圖 3-1 台東平均溫度	13
圖 3-2 台東日照時數	14
圖 3-3 台灣地區日射量分布圖	15
圖 4-1 台東馬偕醫院魚骨圖問題點分析	23

# 第一章 緒論

## 1-1 研究動機

目前再生能源可分為風力、水力、火力、太陽能、潮汐和地熱等…，其中為太陽能的供應源源不絕，生產過程不會產生環境汙染、噪音等問題，是眾多再生能源中最具潛力且環保的再生能源，且台灣天然的能源缺乏，97%以上均仰賴進口，加上人口密度的增加，環境汙染也隨之提高，以台灣的自然條件而言，太陽能發電是最理想的方式，結合了高科技和環保的精神，若能將太陽能發電的效能充分發揮，將可對於夏季或尖峰時段用電不足有所幫助，並能達到節省電費的實用功能。

政府為獎勵設置太陽能熱水器的民眾，經濟部能源局自 98 年 1 月 1 日提高原太陽能熱水器設置補助費的 50%，每平方公尺補助費用由原來的 1,500 元提高至 2,250 元，累積設置量已達 186 萬平方公尺，預計 2012 年總累計安裝量達 229 萬平方公尺，總安裝戶數達 57 萬戶，安裝密度位居亞洲第 1，全球第 3，僅次於以色列及塞浦路斯。

為擴大太陽光電設置，政府將推動「10 萬戶陽光屋頂計畫」，預計 2012 年完成 2 萬戶安裝，設置容量達 6 萬瓩，每年可產生 7,200 萬度太陽能發電量，減少 4.6 萬噸二氧化碳排放。預計將提供 90 億元補助款，同時帶動相關產業產值達 180 億元。(資料來源：經濟部 能源局)

因此在政府的積極推廣補助之下，安裝太陽能的民眾在密度越來越高的台灣該如何提升太陽能發電系統的效率及電價回饋，並且減少回收年限，增加效益，另外在台灣人口以及密度增加的情況下，如何善用天然的太陽然資源，來降低環境的汙染、尖峰時刻的供電量不足，此為本研究的動機。

## 1-2 研究目的

太陽能發電系統雖然節能環保並享有電價回饋等優點，但是一開始初期設置太陽能成本過高，且回收的時間過長，造成太陽能發電系統無法普及。因此本研究針對台東、花蓮兩家醫院太陽能發電系統為對象，計算太陽能發電系統的成本效益。

研究目的如下：

- (1) 依據中央氣象局2008年全天空日射量及月平均溫度，計算太陽能發電系統之發電量。
- (2) 分析太陽能發電系統之發電成本效益及回收時程，並且比較日射量和溫度作為各地區設置太陽能發電系統之參考依據。
- (3) 因應各地區設置太陽能發電系統的成本效益不同，提出適合發展季節性或全年型發電負載的太陽能系統。

## 1-3 研究方法

- (1) 查詢以前舊有的研究資料以及文獻資料，以利於用來研究此專題計劃。
- (2) 透過資料蒐集，研究電池模板的種類、模組面積，並計算出發電效率。
- (3) 查詢中央氣象局的天氣資料和台電電力統計表，並參考文獻公式推算出成本效益。

## 1-4 研究流程

本專題所進行的流程，如圖 1-1 所示：

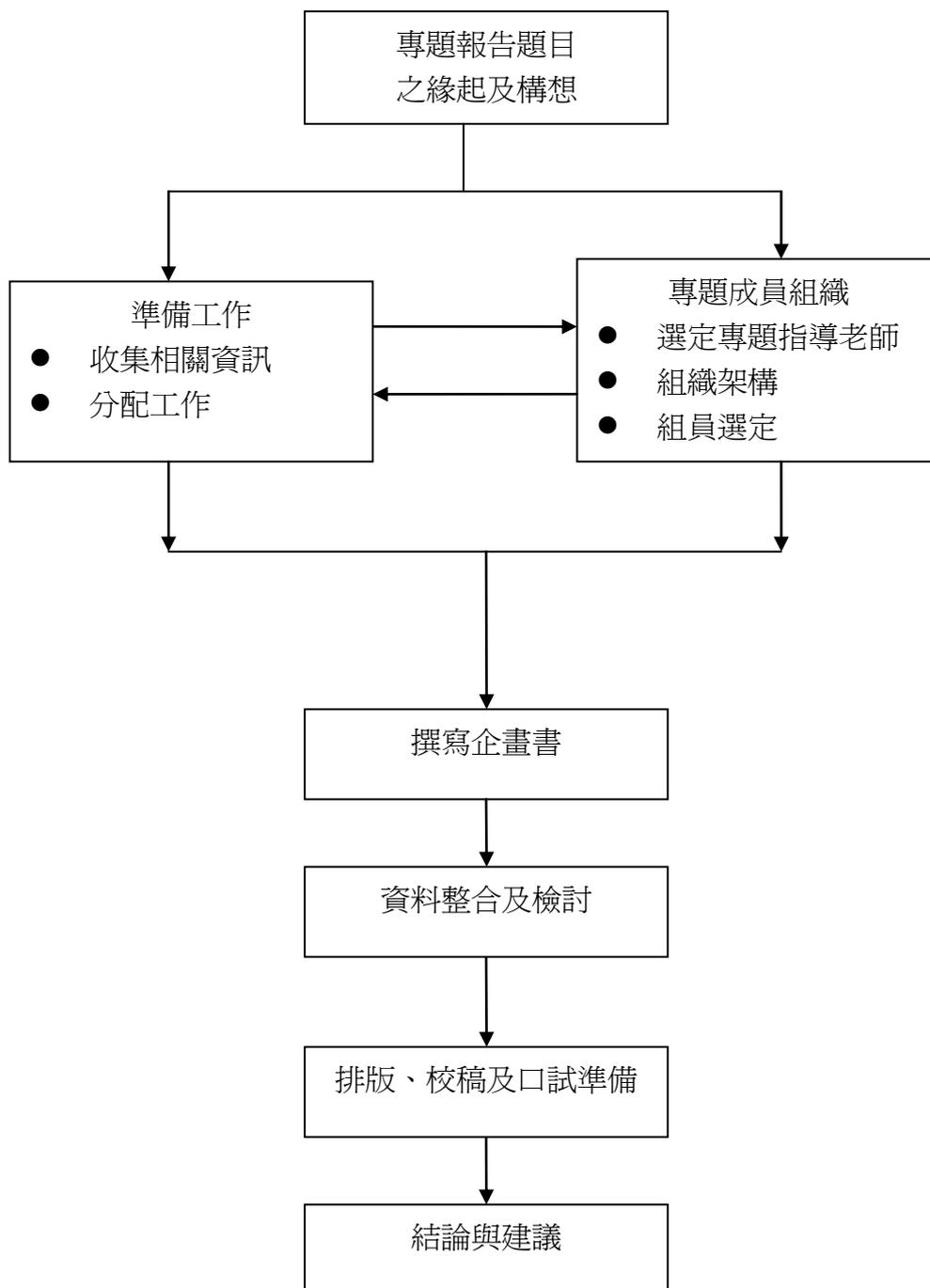


圖 1-1 專題之流程圖

## 1-5 專題研究之進度規畫

以下為本組所擬定的時間進度如圖 1-2 所示：

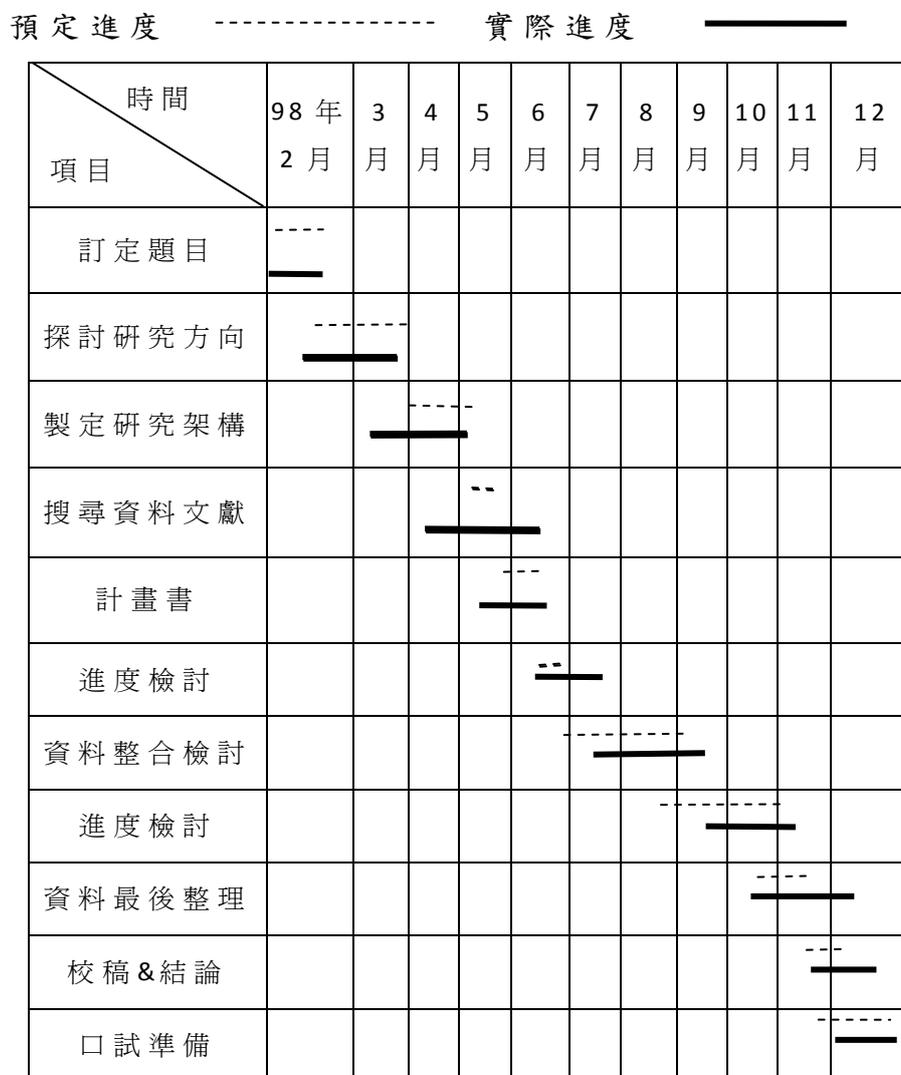


圖 1-2 進度規劃圖

## 第二章 文獻探討

### 2-1 太陽能電池介紹

太陽能電池(solar cell)也有人稱之為光伏電池( photovoltaic)，可由多種材料製成且效率也不同，其中主要之原料為矽(silicon，簡寫為Si)矽是太陽能電池的材料，主要可以分為單晶矽、多晶矽和非晶矽三大類。

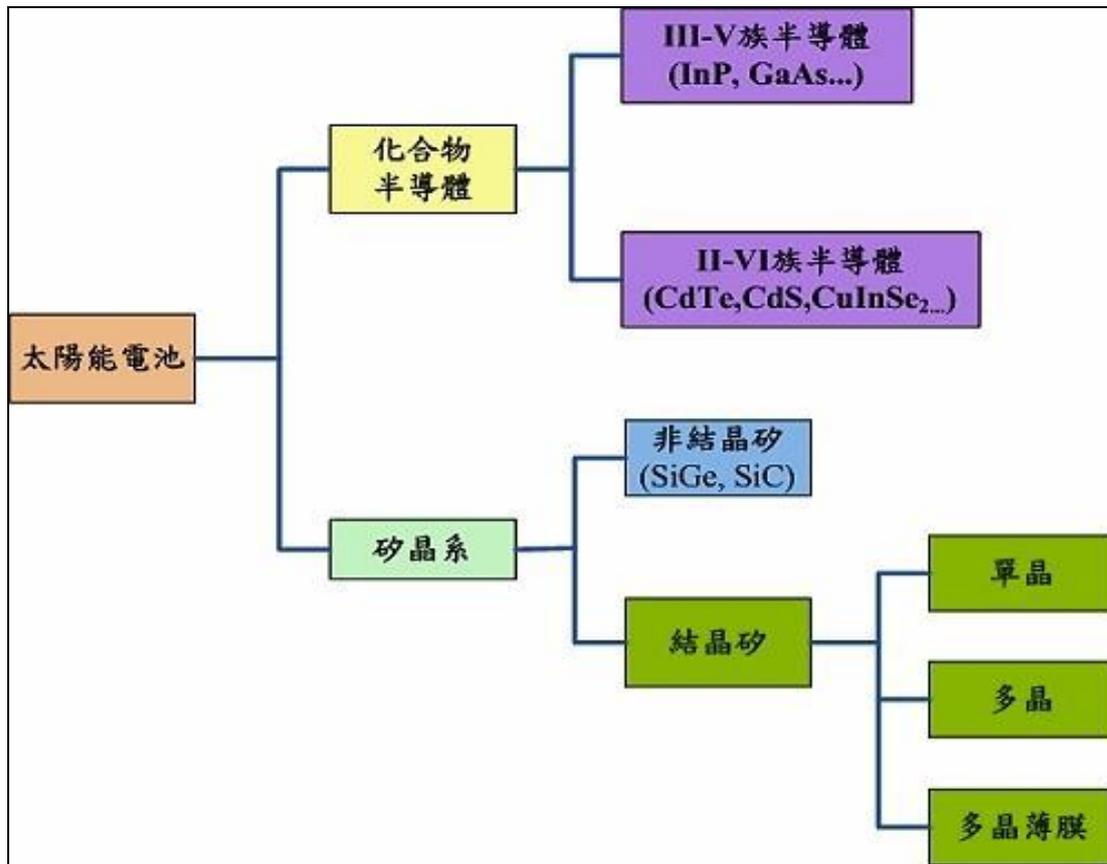


圖 2-1 太陽能電池介紹圖(資料來源：洪傳獻，2001)

## 2-1-1 太陽能電池材料種類

**單晶矽**：又稱為單結晶、晶圓型。製程貴，發電量佳，礙於晶圓型式，多半截圓型或圓弧造型，鋪設時面積上無法達到最大利用及吸收。

**多晶矽**：又稱為多結晶。製程上較便宜，發電量略遜單晶矽，可截為正方形，鋪設時可達到最大面積利用及吸收。

**非晶矽(可撓式)**：成本便宜，發電率較差，且容易造成裂質化。

表 2-1 太陽能電池種類表

太陽能電池種類		半導體材料	市場模組發電轉換效率
矽(硅) silicon 目前太陽光電系統中應用最爲廣泛	晶矽 Crystalline	單晶矽 Single Crystallin	12~20%
		多晶矽 Poly Crystallin	10~18%
	非晶矽 Amorphous	Si、SiC、SiGe、SiH、SiO	6~9%
多化合物 Compound 應用於太空及聚光型太陽光電系統	單晶 Single Crystallin	GaAs、InP	18~30%
	多晶 Poly Crystallin	CdS、CdTe、CuInse	10~12%
奈米及有機 Nano & Organic 應用於有機太陽電池，屬研發階段	TiO <sub>2</sub>		1%以下

(資料來源:太陽光電資訊網)

## 2-1-2 太陽能電池發電系統種類

### 1. 獨立型系統

- (1) 主要構件包括太陽能電池、蓄電池、轉換器 (Inverter)。(如圖 2-2)
- (2) 運用於市電不易輸送之地區，如高山、離島、基地台…等市電無法到達處。
- (3) 當太陽能電池工作時，白天 PV 發電提供所需之負載能量，若有多餘則儲存於蓄電池中，以備於無日照或日照量不足時使用，若有需要，可併聯其他發電設備，如柴油發電機。

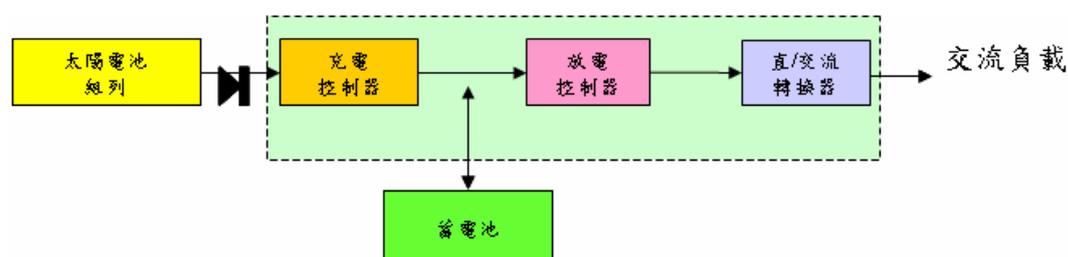


圖 2-2 獨立行發電系統(資料來源：太陽光電資訊網)

### 2. 混合型太陽光電系統

混合型太陽光電系統是結合其它輔助發電系統像是風力發電機、汽(柴)油發電機整合為混合型系統。此系統較適合離島、偏遠地區、農業用等供電。主要由太陽光電陣列、其它輔助電力系統、充放電控制器、直交流轉換器以及蓄電池所組成。

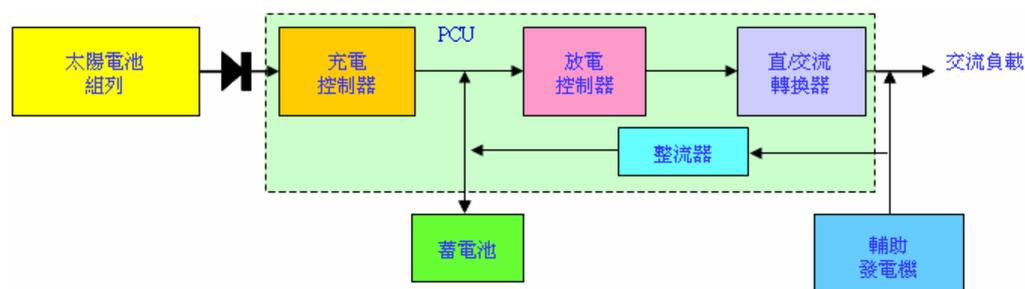


圖 2-3 混合型太陽光電系統(資料來源：太陽光電資訊網)

### 3. 市電併聯型系統

與市電併聯系統之定義為太陽電池與市電系統二者的電力可互換使用，其特性如下：

- (1) 主要構件包括太陽電池、轉換器 (Inverter)。(如圖 2-4)
- (2) 運用於有市電輸送之地區，以市電作為輔助電源使用，其工作方式為白天 PV 系統併聯發電、夜間由市電供電將市電電力系統當作一個無限大、無窮壽命的免費蓄電池
- (3) 太陽電池產生之電力大於負載時可回售於市電或儲存於蓄電池中，當無日照或日照量不足時由市電供電。

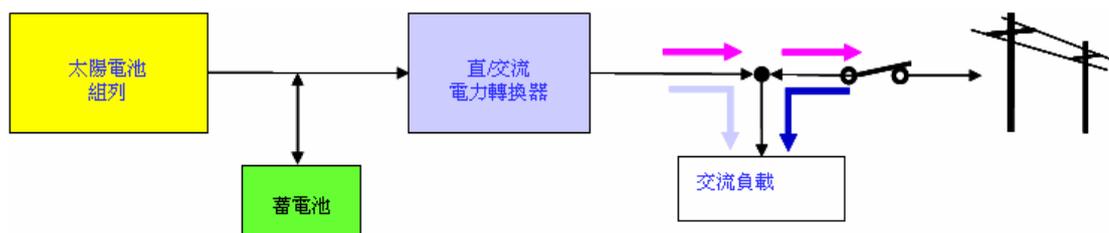


圖 2-4 市電併聯型系統(資料來源：太陽光電資訊網)

## 2-2 SWOT 分析理論

根據舊金山大學韋里克(H. Wehrich)教授提出 SWOT 理論，研究將內部環境與外部環境分別逐項分析：

### 優勢分析(Strengths)

- (1) 我國太陽能產業上中下游供應鏈結構漸趨完整且將能充分發揮產業群聚效應。
- (2) 半導體產業發達，晶圓製造技術成熟可提供 PV wafer 生產之必要支援。
- (3) 政府獎參鼓勵。

### 劣勢分析(Weaknesses)

- (1) 設備成本及發電成本與傳統能源相較偏高，推廣較為不易。
- (2) 太陽能受天候之影響極大，並非所有地區均能適用。
- (3) 若需裝設蓄電池，將提高設備成本，並會對環境造成污染。

### 機會分析(Opportunities)

- (1) 經濟部能源局於2008年實施「陽光社區建構補助作業實施計畫」，其為對「縣市政府」、「陽光社區」整體性要求及「陽光社區公共設施」進行規範「陽光社區民間建築」補助，另依「太陽光電發電系統設置補助要點」辦理，藉以帶動國內太陽光電發展與系統設置技術，以達太陽光發電永續發展。
- (2) 我國「再生能源發展條例」於2009年6月12日立法通過，有利太陽能產業發展。

### 威脅分析(Threats)

- (1) 台灣地區雖地處亞熱帶，惟因氣候因素，日照時間不如同緯度之其他地區。
- (2) 台灣本島地狹人稠，寸土寸金。
- (3) 夏秋期間颱風頻仍。
- (4) 太陽能電池設備投資費用相當昂貴，限制了台灣地區太陽能發電之發展。

## 2-3 從台灣地理條件分析

台灣地理位置靠近赤道，氣候四季分明、日照充分，從太陽光能取得立場而言，應具有推廣設置太陽能發電的優勢；況且台灣地區幅員有限，工商業發達，人口密度極高，都市土地早已被開發利用殆盡，郊區適合設置傳統式電廠之廠址亦已相當難覓，而能源使用需求每年仍持續成長，太陽能發電可融入建材裝置於建築物屋頂或牆壁，且具有無噪音、無污染且裝置簡單之優勢，若能配合居家環境推廣設置，除可就近分散提供電力使用，減緩國內電廠及相關電力工程的新建力，更可避免因增設電廠而侵蝕國人生活空間，故推廣太陽能發電，對國內需求相較其他國家來的殷切。

## 2-4 我國太陽能發電推廣概況

太陽能光電的應用，早在1950年代即被應用於人造衛星科技在太空使用，一直到民國60(1970)年代能源危機後才逐漸被廣泛應用於小型計算機等電氣用品及地面發電上，由於其投資成本高，故國外均透過政府補助來推廣，如美國對太陽能發電裝置成本採直接補貼，除提供減稅外，合格計畫裝置成本最多獎勵50%，發電補貼1.5分/度(約1.64元台幣)，日本則發電補貼20日圓/度(約5元台幣)，故世界各國以日本推廣太陽能發電系統最具成效，容量達205,000瓩，其次為美國117,300瓩、德國69,500瓩、瑞士13,400瓩、法國9,100瓩；而經由以上分析，台灣地區確實具有推廣太陽能發電之必要性，經初步評估亦極適合發展太陽能發電，其主要理由如下：

- (1) 台灣地理位置靠近赤道，氣候四季分明、日照充分，又是具經濟規模、生活富裕的國家，冷氣空調裝置極為普及，但每至夏季此部分空調負載極造成供電壓力，投資電廠來彌補此穩定又短期的用電需求，確實不符經濟原則，由於該供電壓力期間亦正是太陽日照最充足的時段，因此極適合發展太陽能發電來因應該期間之供電壓力。
- (2) 國內半導體及電力電子產業過去在政府大力輔導與支持下，發展已相當健全，技術水準在國際間赫赫有名，而太陽能發電所需的相關技術與設備，如光電半導體、變頻器、直/交流電力轉換控制器與蓄電池等，在上述基礎下國內均已具備並有能力自行製造，若能積極發展，不但可透過內需市場逐步建立成太陽能發電與電力電子設備王國，更可爭食國際市場為台灣開創第二個經濟奇蹟。
- (3) 台灣地窄人稠，97%以上能源仰賴進口，在生態與環保要求下，籌建大型電廠（如核四）極不容易，常受到抗爭，而且因電力建設無法如期完成導致之電力區域供需不平衡問題亦極為嚴重，經常需靠南電北送，徒增系統維護運轉與線路損失的耗損，因此發展太陽能發電系統，將傳統大型機組分散到各建築物之屋頂或牆壁上，利用太陽能直接發電自己自足，多餘部分則售予電力公司，則可減少增建電廠之土地徵收與運轉時之污染問題。

然而我國太陽能發電之推廣卻遠不及國外，在民國84年以前也只有零星的小容量獨立型太陽能發電系統被應用於山區等偏遠地區，作為天文、氣象觀測研究站或景點自動導覽說明之電源。一直到民國84年經濟部能源委員會委託國內工業技術研究院工業材料研究所執行一為期五年的太陽能光電技術研究計畫，才陸續在國內設置數座實驗型與市電併聯型的太陽能發電系統，真正開啟了國內太陽能發電的新頁，惟至民國88年止，國內太陽能發電系統總裝置容量約僅為100瓩。

為加速太陽能發電之推廣，民國89年五月經濟部能源委員會制定『太陽能發電示範系統補助辦法』，原預定藉獎勵措施誘導社會大眾重視太陽能的開發利用，於五年內達成設置太陽能發電系統總裝置容量6,700瓩之目標，期能創造示範性的宣導境，並加速太陽光電科技之發展。惟依統計資料，該補助辦法預定89年補助設置太陽能發電系統目標為300瓩，實際受理申請案件計17件，容量278瓩，唯真正完成簽約者僅8件，容量計59瓩；90年補助設置太陽能發電系統目標為400瓩，實際受理申請案件計34件，容量275瓩，然完成簽約者僅14件，總裝置容量亦僅116瓩，91年受理申請98件，容量亦僅1101瓩，與預期目標顯然存有極大落差，顯見太陽能發電之推廣仍遭遇甚多瓶頸，有待突破。

近年來政府推動非核家園，基於地球生態與環境保護理念，再度激發社會大眾對再生能源的重視。雖然再生能源的開發利用成本目前仍屬偏高，然而最近從雲林科技大學、大葉大學及台電公司陸續完成太陽能發電示範系統，並配合監測系統之建立，提供學術界及業界進一步分析研究，國內業界亦有中國電器公司等也積極投入太陽能相關產品的生產，供應市場所需，尤其台電公司正積極推動100kWp大容量之太陽能發電設置計畫，勢將引導台灣太陽能發電邁向更美好的境界。

### 第三章 研究方法

目前政府積極鼓勵民眾裝設太陽光電發電系統，希望太陽光電發電系統能普遍設置於各地區，為擴大太陽光電設置，政府將推動「10 萬戶陽光屋頂計畫」，並給予設置補助，預計將提供 90 億元補助款，同時帶動相關產業產值達 180 億元。

本研究透過文獻分析、氣候資料蒐集與公式的計算等方法，來分析氣候因素與地理位置的不同，是否影響地區發展太陽能發電系統之成本效益。

#### 3-1 台灣地區氣候資料蒐集

由中央氣象局查詢 2008 年台東地區的每月平均溫度，如(圖 3-1)，從表中可得知台東溫度在夏季設置太陽能發電系統，能夠有較好的效果。

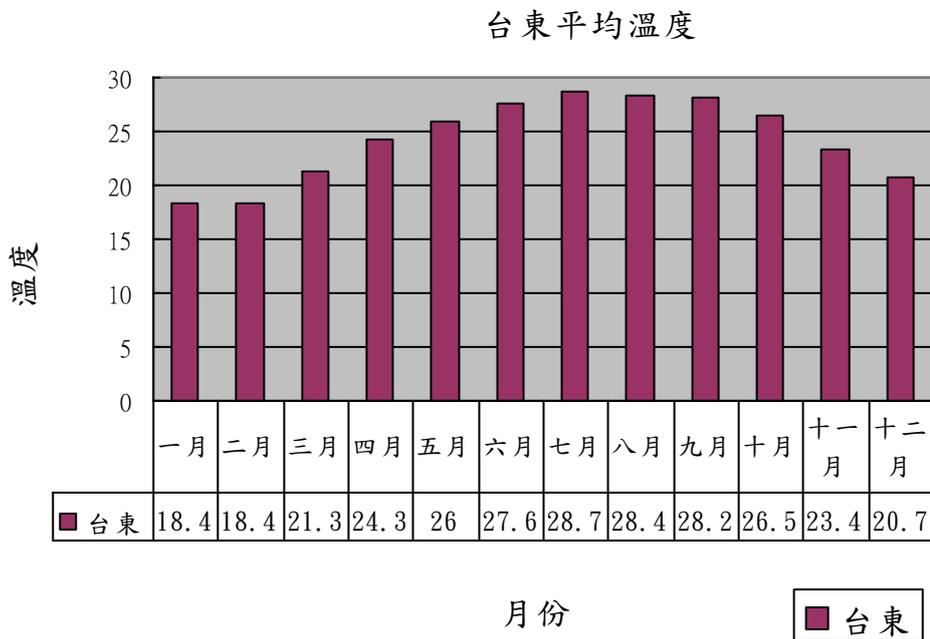


圖 3-1 台東平均溫度(資料來源：中央氣象局)

### 3-2 台灣地區日照時數資料蒐集

由中央氣象局蒐集 2008 年台東的日照時數來作為安置太陽能的參考，若日照時數越高，相對的太陽能板可吸收的量會提高許多，但考慮到其他的問題，譬如說遮蔽，雲層的厚度、大小以及太陽能板設置的角度、方向，都是影響日照時間的長短因素。

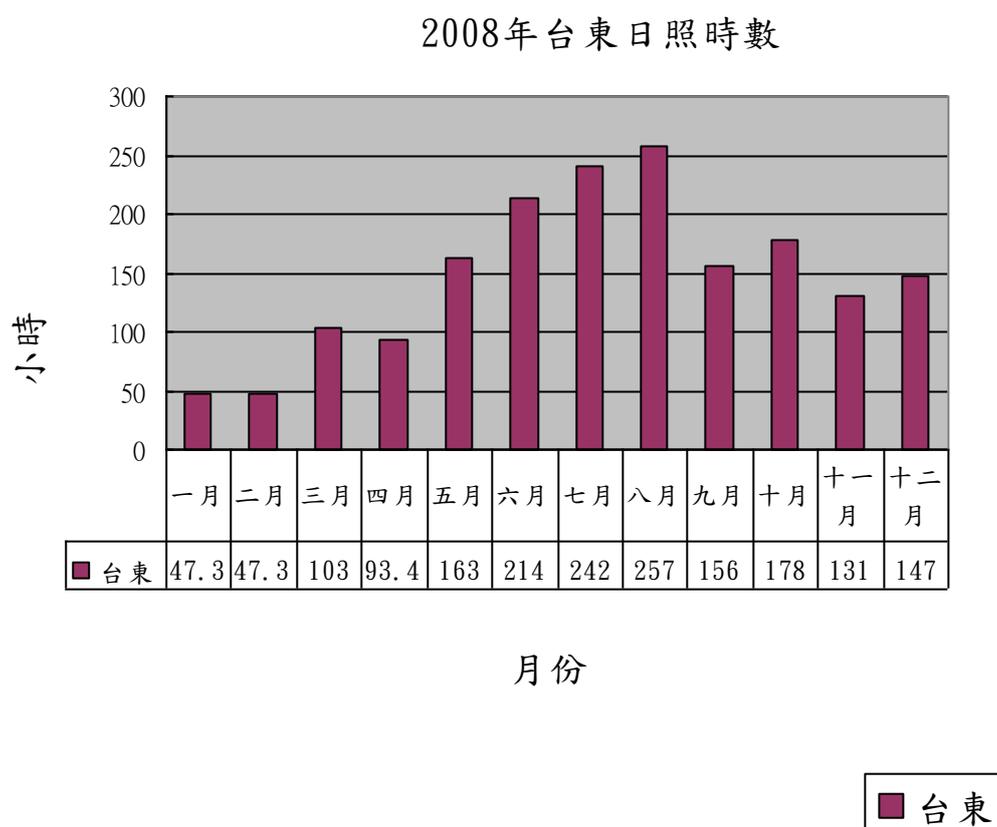


圖 3-2 台東日照時數(資料來源：中央氣象局)

由(圖 3-2)可得知，日照時數呈現出一個山峰型，以季節來說，夏季是日照時數最充足的，若將太陽能面板依照季節來設置，或許會有不錯的效能，另外，在日照時數方面也是，因此推測在溫度跟日照時數方面兩者間有相關的關連性。

### 3-3 台灣地區日射量研究

根據中央氣象局的 2008 年氣象資料統計各個地區的日照時數(表 3-1)，將以合計並計算出日射量(圖 3-3)，以利我們探討出各地區日射量的高低差別，作為研究太陽能效益的依據，發現高雄及恆春很適合發展太陽能發電系統。

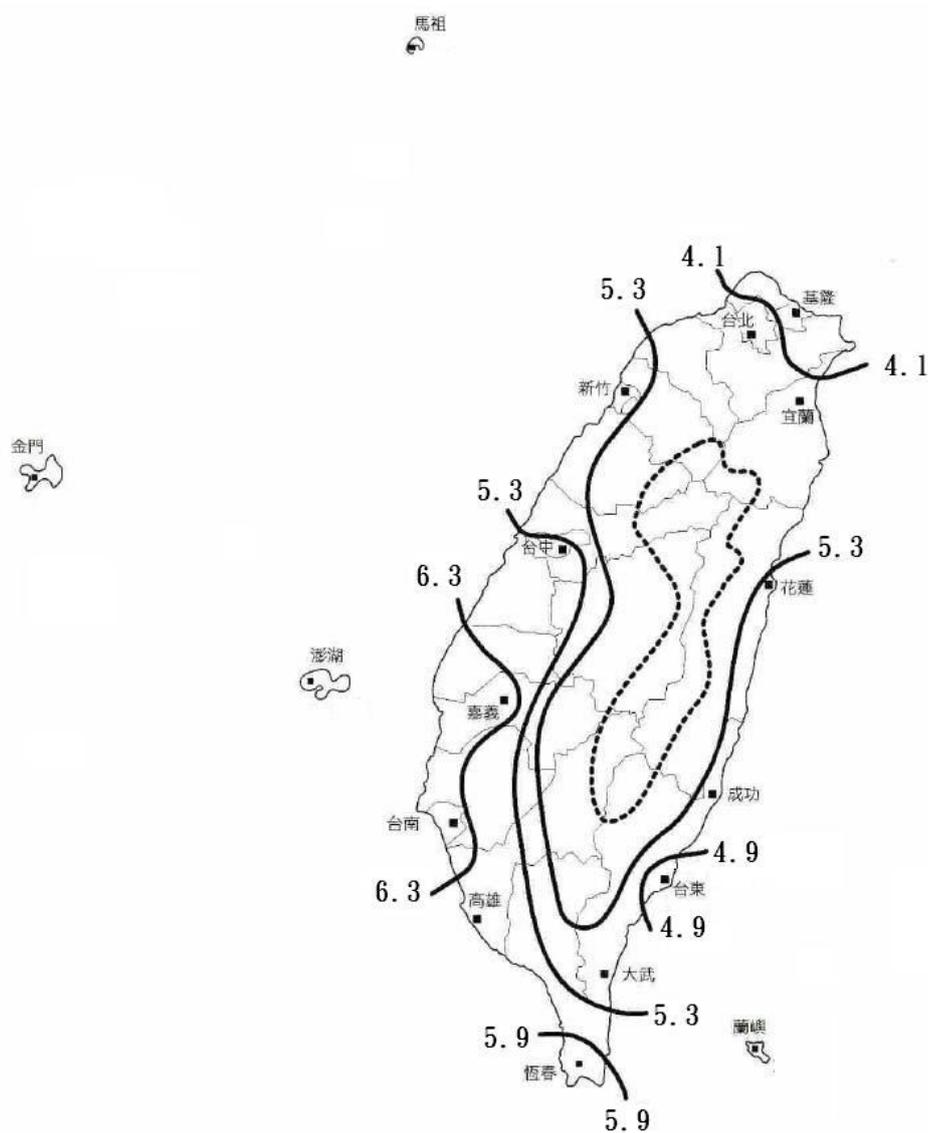


圖 3-3 台灣地區日射量分布圖

表 3-1 台灣地區日射量統計表

地區 月份	台北	新竹	台中	高雄	恆春	花蓮	台東
一月	61.2	90.4	143.6	135.5	133.5	39.4	47.3
二月	20.1	35.5	97.6	144.8	121.6	34.1	47.3
三月	158.6	137.3	179.1	205.1	181.1	102.0	102.8
四月	98.6	95.8	109.5	188.4	190.9	73.9	93.4
五月	158.6	216.5	162.7	213.7	196.8	126.1	163.4
六月	127.4	177.5	142.1	195.6	204.2	207.1	213.7
七月	186.0	239.9	178.0	213.3	199.1	251.9	241.5
八月	226.9	247.6	187.4	240.1	208.2	276.9	257.3
九月	169.6	172.6	143.9	163.8	166.3	130.2	156.1
十月	159.5	219.3	204.4	211.8	224.3	136.4	178.3
十一月	100.8	147.3	194.3	164.1	147.2	114.7	131.1
十二月	137.3	169.6	201.2	206.3	192.0	138.2	147.3
總和	1514.6	1949.3	1943.8	2282.5	2165.2	1630.9	1779.5
日射量	4.1	5.3	5.3	6.3	5.9	4.5	4.9

(資料來源:中央氣象局)

### 3-4 太陽能發電計算公式

從中央氣象局的資料發現南部日射比北部要來的高，說明太陽能設置在南部地區較可帶來效益，在加上透過此公式電力的計算可分析天氣的影響將是否和發電力成正比。

#### 3-4-1 太陽能發電模組效率公式：

太陽能光電板額定功率為依據ASTM E1036標準放置於25°C、1,000W/m<sup>2</sup>標準實驗條件下率定而得。

A：太陽能模組面積

P<sub>max</sub>：模組最大輸出功率

$\eta$ ：太陽能發電模組效率

$$\eta \text{ (Efficiency)} = P_{\max} / (A \text{ m}^2 \times 1000 \text{ W/m}^2) \times 100\%$$

資料來源：<http://www.hengs.com/CHT/calall.htm>

#### 3-4-2 發電成本公式：

設置費用=設置容量×1KWp（費用以1KWp=25萬元計算）

政府補助費用=2,493,750元

太陽能系統年總發電量=月發電量總計

平均日總發電量=太陽能系統年總發電量/365day

平均1KW日發電量=平均日總發電量KWH/day/設置容量

平均電費=設置費用/太陽能系統年總發電量kwh/day/20year

台電電費=2.59元/KWH（台電資料）

補助後回收年限=政府補助費用/(太陽能系統年總發電量 kwh/day×台電電費)

（參考資料：施華 國立交通大學）

## 第四章 個案研究

### 4-1 台東馬偕醫院太陽光電推展現況

台東馬偕醫院亦響應節能減碳運動，減少醫院大樓的能源使用量，本年度向經濟部能源局申請，於今年5月在本院頂樓完成太陽能光電系統設置工程，經試行近一月後於六月中旬正式舉行啟動儀式，成為台東縣地區第一家醫療院所設置此系統，為綠色醫院的目標邁進一大步。

台東馬偕醫院設置太陽能光電系統構想，由前總院黃俊雄院長在一場交流會會談中，與國內最大太陽能產業茂迪公司達成交流共識，促成馬偕紀念醫院第一個太陽能光電系統的誕生。馬偕紀念醫院四個院區中，第一個想到的解釋太陽日照最出名的台東-日昇之鄉，台東院區因此雀屏中選，馬上著手交辦相關資料收集評估。

經評估後發現，現行太陽能光電系統效益仍然欠佳，無法做到成本效益回收，但秉持馬偕博士「寧願燒境、不願秀壞」的精神，堅持對的事能力所及就算有所犧牲也在所不惜，因這不是為個人而做，而是為了成是共同生活的地球而作。  
(胡振銘 97年6月)

#### 4-1-1 台東馬偕醫院太陽能發電系統資料表

表 4-1 太陽能發電系統資料表

設置地點	台東馬偕醫院
設置容量	19.95kWp
模板種類	多晶矽
系統種類	併聯型
模板製造商	Kyocera
模板最大輸出功率	175W
模組尺寸	1290mm×990mm
模組效率	13.67%
模組總面積	145.92 m <sup>2</sup>
模組片數	114 片

(資料來源：太陽光電資訊網)

#### 4-1-2 台東馬偕醫院太陽能模組效率：

取得模組尺寸後，計算太陽能單一模組效率之計算式如下：

太陽能光電板額定功率為依據ASTM E1036標準放置於25℃、1,000W/m<sup>2</sup>標準實驗條件下率定而得。

A：太陽能模組面積

P<sub>max</sub>：模組最大輸出功率

$\eta$ ：太陽能發電模組效率

$$\eta \text{ (Efficiency)} = P_{\max} / (A \text{ m}^2 \times 1000 \text{ W/m}^2) \times 100\%$$

資料來源：<http://www.hengs.com/CHT/calall.htm>

模組尺寸：1290mm×990mm=1.28m<sup>2</sup>

則可計算出其模組效率為175÷1.28×100÷1000=13.67%

#### 4-1-3 台東馬偕醫院統計資料

表 4-2 2008 年台東市馬偕醫院統計表

類別	日照時數 (小時)	平均溫度 (°C)	計算月發電量 值(KWH)	1KW日發電量 (KWH)
一月	47.3	18.4	1170.9	1.89
二月	47.3	18.4	1070	1.91
三月	102.8	21.3	1620.6	2.62
四月	93.4	24.3	1697.6	2.84
五月	163.4	26.0	2222	3.59
六月	213.7	27.6	2404	4.02
七月	241.5	28.7	2662.4	4.31
八月	257.3	28.4	2715.9	4.39
九月	156.1	28.2	1908.7	3.19
十月	178.3	26.5	1981	3.20
十一月	131.1	23.4	1469.2	2.45
十二月	147.3	20.7	1455.9	2.35
平均	148.29	24.32	1864.84	3.06
總和	1779.5	291.9	22378.04	36.76

(資料來源：中央氣象局、台灣電力公司)

#### 4-1-4 台東馬偕醫院太陽能發電系統發電量、發電成本與回收年限

發電成本公式：

設置費用=設置容量×1KWp（費用以1KWp=25萬元計算）

政府補助費用=2,493,750元

太陽能系統年總發電量=月發電量總計

平均日總發電量=太陽能系統年總發電量/365day

平均1KW日發電量=平均日總發電量KWH/day/設置容量

平均電費=設置費用/太陽能系統年總發電量kwh/day/20year

台電電費=2.59元/KWH（台電資料）

補助後回收年限=政府補助費用/(太陽能系統年總發電量 kwh/day×台電電費)

（參考資料：施華 國立交通大學）

設置費用：19.95KWp×250,000元=4,987,500元（費用以1KWp=25萬元計算）

政府補助費用=2,493,750元，自負額=2,493,750元

太陽能系統年總發電量=22378.04KWH/year

平均日總發電量=(22378.04KWH/year)/365day=61.31KWH/day

平均1KW日發電量=61.31KWH/day/19.95=3.06KWH/day

平均電費=4,987,500/22378.04KWH/year/20year=11.14元/KWH

台電電費=2.59元/KWH（台電資料）

補助後回收年限=2,493,750元/(22378.04KWH/year×2.59元)=43.03年

## 4-2 台東馬偕醫院現有問題點

- (1) 太陽能在晚上的時候無法發揮效能，白天又可能因為遮蔽因素影響太陽能吸收量，而台東馬偕醫院需要持續的電力使用，導致回收年限增加。
- (2) 研究台東地區的日射量以及馬偕醫院使用的太陽能電池是多晶矽，無法使發電達到最大轉換效率。
- (3) 如果只利用太陽能發電系統供應電力的話，將無法負荷台東馬偕醫院全天的用電量。
- (4) 如果市電並聯系統斷電或其他因素導致無法供電，緊急發電設備只使用柴油發電，會使燃料成本提升。
- (5) 太陽能電池壽命過短，平均約只有 20 年的年限，而台東馬偕醫院在政府補助後仍須 43 年後才能夠回收成本，也就是說還要購買到第 2 顆電池才能延續到 43 年後，而 1 顆電池成本需約 4,987,500 元，導致成本不斷循環，無法降低回收年限及成本。
- (6) 目前馬偕醫院採用系用矽晶圓，因太陽能材料短缺，造成成本過高，隨著技術的突破，是否能讓電池壽命及回收時間成反比。
- (7) 如果是沒有經過處理的太陽能電池只能夠吸收 67.4% 的日光，代表 1/3 的日光被反射掉了，而這些無法吸收的熱能是種浪費，無法使太陽能轉換成電能的效率增加。

(8) 台東馬偕醫院目前只有安裝單一太陽模組發電系統，礙於設置太陽能發電的地區有限，無法在樓頂鋪設更多的面板，須要找尋其他型態的太陽能在適合的地區做為發電設施，來提高發電效率。

#### 4-2-1 魚骨圖問題點分析：

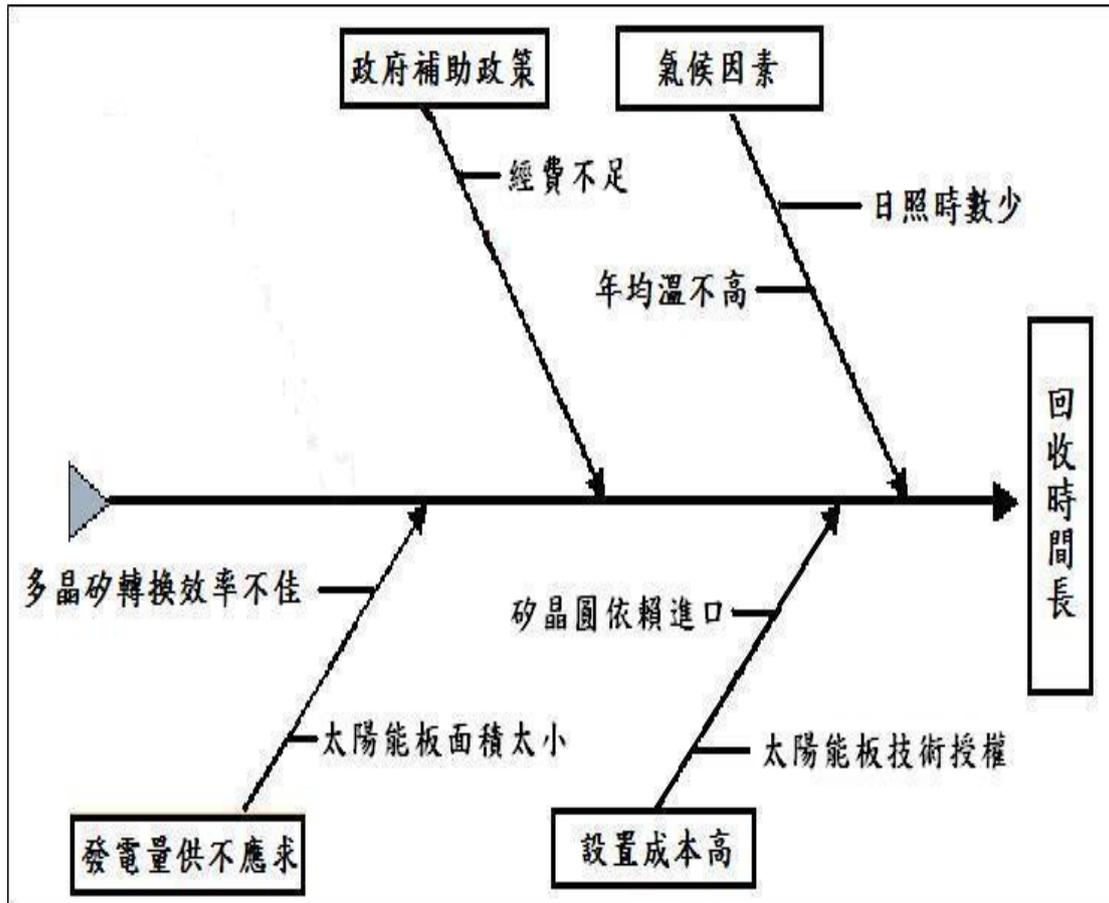


圖 4-1 台東馬偕醫院魚骨圖問題點分析

根據（圖 4-1）台東馬偕醫院的問題點我們分析出這張魚骨圖，影響的最大因素是在回收時間長的魚頭部分，然後根據回收時間長的因素，再分析出以下四點：設置成本高（矽晶圓依賴進口、太陽能板技術授權）、氣候因素（年均溫不高、日照時數少）、政府補助政策（經費不足）、發電量供不應求（多晶矽轉換效率不佳、太陽能板面積太小）這幾點。

### 4-3 台東馬偕醫院改善對策

- (1) 善用輔助設備：在太陽能板加裝集熱板，使吸收太陽的熱能增加，降低回收年限。
- (2) 太陽能陣列所裝置的仰角如能隨著四季變化而調整，在冬季時把太陽能陣列仰角調高至大約 30 度附近，而在夏季時則把太陽能陣列的仰角調低至大約 10 度附近，其發電效率會比一般仰角固定式的太陽能陣列更高。
- (3) 善用再生能源：台東馬偕醫院距離海岸線約 2 公里，可以考慮設置風力發電設備，來改善晚上無太陽熱能照射的缺點。
- (4) 無法供電時，柴油發電機會啟動緊急發電系統來進行供電，如果柴油發電系統結合太陽能發電系統，白天即可使用太陽能發電，就可降低燃料成本的問題。
- (5) 改善回收年限的方法，除了政府在推廣政策的補助方面仍需加強之外，也應該提高國內對於研發太陽能電池發電的技術，使電池壽命延長，降低成本及回收年限。
- (6) 太陽能系統研究突破，研發出成本低、回收效益大的薄膜型發電系統，可協助成本的回收已及時間，突破壽命與回收的效益限制。
- (7) 若能夠將太陽能面板透過新奈米工程反射塗層處理，將可使太陽能面板吸收 96.21%，約提高了 1.43 倍，這表示只有 3.79% 的日光沒被轉換成電能，這項新方法使太陽能更加完美。

(8) 台東馬偕醫院可採用：

- a. 屋頂包覆型：可彎曲的半軟性薄板，裝置於屋頂。
- b. 屋頂外加型：模組化的太陽能板，拼接式外裝于屋頂。
- c. 外牆型：鑲嵌或設計進外牆，配合建築設計還能兼作擋雨板和裝飾、遮陽。
- d. 玻璃窗型：半透明的模組可以取代窗戶天窗或玻璃帷幕，兼具遮陽。
- e. 太陽能瓦型：是一種模組形式，但是比較類似於瓦片，安裝美觀可以整合建築物，使用彈性也大。

#### 4-4 台東馬偕醫院效益分析

- (1) 台東馬偕醫院太陽能發電系統，生產的電力與台電輸送進來的電力合併使用，預估一年可以省下三萬度台電的契約用電，試用了一個月已經省下三千元的電費。
- (2) 台東馬偕設置的系統由多晶矽 114 片組合而成，裝設面向正南方，若以平均每日 4 小時有效日照量計算，每日節省 80 度電，預計一年可節省 29,200 度電，累積減少 18,630kg 二氧化碳量排放，約等同種植 980 棵樹所吸收的二氧化碳。
- (3) 台東馬偕醫院的 Inverter 具有防孤島效應(太陽能發電系統與市電系統併聯供電時，當市電發生故障系統未能及時檢知並切離市電系統，而產生獨立供電現象)、彈性化-多組最大功率追蹤、最大功率追蹤、單位功率因數等多種特性，安全性及效率值高。
- (4) 台東馬偕醫院採用太陽能發電可以減少環境汙染，夏季尖峰時刻供電量不足，且電力供應不平衡問題極為嚴重，經常靠南電北送，會增加維護運轉的耗損跟電力的耗損，因此利用太陽能發電自給自足，還可將多餘電力售予電力公司，增加而外的收入。
- (5) 台東馬偕醫院設置了太陽能發電系統，可以提高國內研發太陽能的產業就業機會，有利於增進太陽能產業技術的成長。

## 第五章 結論

在資源日益短缺的未來，如何善用天然的資源-太陽能，發揮它的效益，是我們這次的研究分析，首先我們先介紹太陽能電池的種類及轉換效率，然後在蒐集 2008 年的氣象資料，並計算個案的太陽能發電效益、回收成本進行評估分析，得到以下的結論。

日照時數是影響太陽能吸收轉換效率的因素之一，在台北、新竹、台中、高雄、恆春、花蓮、台東計算的日射量裡為高雄最高，台北最低，可說明太陽能設置在南部地區的效益大於北部。

但礙於案例不多，資料蒐集不易，所以我們選擇台東馬偕醫院的統計資料來做為我們的研究對象，由於台東馬偕醫院設置太陽能板的成本過高，回收年限需 43.03 年。我們在改善對策中所提到的，可提供台東馬偕醫院未來發展方向，裝集熱板，使吸收太陽的熱能增加、太陽能陣列所裝置的仰角如能隨著四季變化而調整、可以考慮設置風力發電設備，來改善晚上無太陽熱能照射的缺點，這些方法希望使台東馬偕醫院增加效益，降低回收年限。

## 參考文獻

### 一. 中文文獻

1. 歐文生，(2008)，台灣太陽能設計用標準日射量之研究，中華民國建築學會「建築學報」第64期，103~118頁。
2. 包濬璋，(2003)，太陽光發電系統運轉性能評估，中原大學，電機工程學系碩士論文。
3. 施華，(2009)，社區發展太陽能發電系統之成本效益評估，國立交通大學，工學院產業安全與防災學程碩士論文。
4. 邱清泉，(2003)，台灣地區推廣太陽能發電系統之研究，大葉大學，電機工程學系碩士論文。
5. 黃重魁，(2002)，家用太陽能熱水器用後評估之研究，國立成功大學，建築研究所碩士論文。
6. 洪傳獻，(2001)，太陽電池與系統技術綜論，電工通訊

## 二. 網路文獻

1. 中華民國太陽能學會網站

<http://www.solar.org.tw>

2. 太陽能使用上的基本問題與發展狀況

<http://library.hwai.edu.tw/Science/content/1975/00080068/0005.htm>

3. 太陽能發電的原理與使用淺介

<http://www.tcssh.tc.edu.tw/lib/extend/artcile/931031/219-2.pdf>

4. 建築整合型太陽能光電系統之建築節能與經濟效益

<http://iss.met.ntou.tw/~met/Energy/A/7/4.html>

5. 台灣電力公司

<http://www.taipower.com.tw/>

6. 中央氣象局

<http://www.cwb.gov.tw/>

7. 新太陽能：從任何角度「近乎完美」吸收日光

<http://www.physorg.com/news144940463.html>

8. 經濟部能源局

<http://www.moeaboe.gov.tw/>

9. 太陽光電資訊網

<http://solarpv.itri.org.tw/memb/main.aspx>

10. 電子工程專輯

[http://www.eettaiwan.com/ART\\_8800566136\\_480702\\_NT\\_c88dddf4.HTM](http://www.eettaiwan.com/ART_8800566136_480702_NT_c88dddf4.HTM)

11. 公共電視新聞網

[http://www.pts.org.tw/php/news/pts\\_news/index.html](http://www.pts.org.tw/php/news/pts_news/index.html)