

# BIPV 建材一體型太陽光電系統 應用研究

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 98 年 12 月



098301070000G2006

# BIPV 建材一體型太陽光電系統 應用研究

研究主持人：蔡宜中

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 98 年 12 月



MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Application of  
the BIPV

BY  
TSAI YI-CHUNG  
Dec , 2009



## 目次

表次.....	III
圖次 .....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景 .....	1
第二節 研究目的 .....	2
第三節 研究內容與方法 .....	3
第四節 國內研究文獻回顧 .....	4
第五節 用語定義說明 .....	7
第六節 研究流程 .....	8
第二章 國內外太陽能光電板應用分析.....	9
第一節 前言.....	9
第二節 太陽光發電原理.....	12
第三節 國外運用太陽光電發電經驗.....	16
第四節 國內運用太陽光電發電經驗.....	28
第五節 小結.....	32
第三章 BIPV 應用分析.....	35
第一節 何為 BIPV.....	35
第二節 BIPV 的優缺點 .....	39
第三節 BIPV 應用於建築設計施工注意事項 .....	43
第四節 小結.....	52
第四章 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊規劃方向分析 ....	53
第一節 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者訪談紀錄.....	53
第二節 BIPV 訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析.....	68

第三節 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊規劃方向 .....	73
第四節 小結 .....	75
第五章 結論與建議 .....	77
第一節 結論 .....	77
第二節 建議 .....	79
附錄一 期初審查會議紀錄 .....	81
附錄二 期中審查會議評審意見執行現況 .....	83
附錄三 期末審查會議評審意見執行現況 .....	89
附錄四 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案） .....	95
參考書目 .....	165

## 表次

表 1-4-1 國內 BIPV 相關文獻摘要整理 .....	4
表 3-2-1 為何需使用 BIPV .....	9
表 3-2-2 使用 BIPV 的優缺點 .....	40
表 3-3-1-1 亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位 .....	44
表 4-1-1 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者訪談紀錄 .....	53
表 4-2-1 BIPV 訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析 .....	68



## 圖次

圖 1-6-1 研究流程圖.....	8
圖 2-2-1 太陽光發電原理.....	12
圖 2-2-2 單晶矽太陽電池.....	14
圖 2-2-3 多晶矽太陽電池.....	14
圖 2-2-4 非晶矽薄膜太陽電池.....	15
圖 3-1-1 荷蘭 BIPV 屋頂.....	36
圖 3-1-2 日本 BIPV 屋頂.....	36
圖 3-1-3 美國 BIPV 車站屋頂.....	36
圖 3-1-4 德國 BIPV 帷幕牆.....	36
圖 3-1-5 日本 BIPV 帷幕牆.....	37
圖 3-1-6 日本 BIPV 帷幕牆.....	37
圖 3-1-7 台灣 BIPV 入口採光罩.....	37
圖 3-1-8 台灣高雄世運主場館 BIPV 屋頂遮陽棚.....	37
圖 3-1-9 台灣 BIPV 遮陽板.....	38
圖 3-1-10 台灣 BIPV 光電遮陽立面.....	38
圖 3-2-1 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性.....	42
圖 3-2-2 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性.....	42



## 摘 要

關鍵詞：BIPV、建材一體型太陽光電系統、太陽能光電板

### 一、研究緣起

當今世界氣候暖化問題嚴重，造成全球人士惶恐不安。但國際金融海嘯影響，出現世界性失業風潮、企業倒閉等經濟衰退狀況，此情況是否迫使各國政府為挽救其經濟困境，而改變原減量溫室氣體計畫措施和節能減碳政策，讓人憂心。

但應用潔淨能源、節約能源及節能減碳是關愛我們生存之地球環境極重要的工作，人們不該因短期油價下跌就不亟思改善對策。

太陽能是潔淨能源，具無污染、無公害之特性，取之不盡用之不竭，故頗受國際重視。太陽能的利用可分為光能與熱能，現今又以光電能量轉換的應用比重佔最大。隨科技不斷研發創新，也使建材一體型太陽光電系統（Building Integrated Photovoltaics, BIPV）開始應用於國內外之建築物中。

BIPV 是結合太陽能發電與建築外殼雙項功能的產品，在地狹人稠、土地價格昂貴的地區，有效的運用 BIPV 作為建材是解決土地設置成本過高，與整合發電設備於建物外觀的最佳解決方案。

目前國內也有生產 BIPV 的廠商們，會到本所風雨實驗室做其產品試驗，然其生產之 BIPV 均銷往國外，鮮少用在國內建築。而國內唯一指標性的 BIPV 建築為高雄世運主場館，該工程總發電量達 1MW，是目前全球最大規模的 BIPV 建築。此承商曾親往本所風雨實驗室做該產品之抗風壓試驗，以求其建材性能符合標準。正當國外努力發展 BIPV 建材一體型太陽光電系統應用時，我們必須思考如何讓國內建築師瞭解 BIPV 的設計規劃原則，並讓過去銷往國外的 BIPV 生產業者，其所生產的 BIPV 也有機會應用在國內建築中。這中間會有工程介面問題嗎？如何建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築呢？

故本研究目的，主要為加強相關之建築業者對 BIPV 的認識，研擬「BIPV

應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，讓相關人士重視 BIPV 之重要性，供其參酌運用。

## 二、研究方法及過程

本研究為要推動國內興建 BIPV 建築，加深相關人士對 BIPV 的認識、參與，藉以營造有利於 BIPV 的環境。故本研究除文獻資料蒐集外，擬綜合整理訪談國內相關廠商、建築師並與專家學者彙整資料，加以分析評估篩選，以此擬定實際確切的「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，其詳細方法如下：

- (1) BIPV 相關文獻資料蒐集彙整，相關 BIPV 廠商、建築師及專家學者意見綜整，綜合分析檢討國內興建 BIPV 建築相關重要性後編排成深入淺出之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」。
- (2) 召開簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本研究及「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。

## 三、重要發現

本研究綜合與多位 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者訪談研究，並召開審查會議，聆聽專家學者對本入門手冊（草案）之建言，針對附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」做規劃方向分析，可得到下述重要發現：

- (1) 將宣導對象先聚焦於 BIPV 相關業界，待國內相關建築業者對 BIPV 有一定的認識後，後續研究也許可考量以一般社會大眾為宣導對象。
- (2) 將此入門手冊（草案）之目標定位為宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築，故不會僅追求美學，而以效益為先。
- (3) 與 BIPV 太陽光電系統設計及施工較有關係的介面為建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商；從 BIPV 建築設計開始，建築師、太陽光電廠商與相關支撐系統廠商等皆須不斷密切的討論配合。
- (4) 將附錄之入門手冊（草案）分為「第一篇 BIPV 基礎概念」與「第二

篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項」。第一篇先讓相關建築業者對 BIPV 之優缺點及發電效率等有一基本認識，第二篇則讓各專業廠商對 BIPV 應用於建築設計施工有更深入的瞭解及介面釐清，以更能掌控使用 BIPV。

#### 四、主要建議事項

(1) 立即可行建議：辦理「BIPV 應用於建築設計施工」全國巡迴講習

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會全國聯合會、國內 BIPV 相關業界

可由本所舉辦「BIPV 應用於建築設計施工」全國巡迴講習，並搭配本「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」做介紹，使民間業界普遍知道 BIPV 的重要性及相關應用於建築設計施工之方法。

(2) 中長期建議：成立 BIPV 建築推廣委員會

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

為了推廣國內興建 BIPV 建築，必須由本所來領銜策動，才能達到擴大參與的目的。可由本所結合 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者，組成 BIPV 建築推廣委員會，輔導民間業界興建 BIPV 建築。

由本所召集組成之 BIPV 建築推廣委員會，須對相關規範及法令面或補助方案相當瞭解，提供 BIPV 設計及施工諮詢，對業者、感興趣人士分析使用 BIPV 之優缺點、發電效率等。

本推廣委員會目標為：

1. 推廣適用於亞熱帶國家如台灣之 BIPV 建築，並作深入淺出探討。
2. 在我們既有建築上，如何使之更新為 BIPV 系統。
3. 提供 BIPV 相關廠商或建築師，如何應用太陽能設計預測軟體於 BIPV 建築上。
4. 提供資料給各專業廠商如建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商等，對 BIPV 工程介面、BIPV 應用於建築設計施工有深入的瞭解，讓使

BIPV 建材一體型太陽光電系統應用研究

用者知道如何做好 BIPV 的維護管理方法。

## ABSTRACT

Keyword: BIPV, building integrated photovoltaics, photovoltaics (PV)

### 1. Forward

Nowadays the problem of the global warming is so serious, it causes the people of the world to be greatly alarmed. But the international finance tsunami influences the economic recession and enterprise bankrupt, worldly unemployment agitation, etc. Let we worry that these situations will enforce various governments of several countries for saving their economic predicaments to change original decrement greenhouse gas and energy-conservation plans.

To make a reduction of the carbon policy, using the clean energy and saving energy protective our earth environment .All above policies are extremely important works that we will be survived. People do not improve the energy countermeasures urgently as the oil price dropping at the short-term.

The solar energy is the clean, pollution-free, and environment-friendly energy. The solar energy is inexhaustible. It has been paid attention by the whole world. The using of the solar energy can be divided into light energy and heat energy. Now people take the biggest with the application proportion of photoelectric energy transfer. When science and technology is developing constantly, enable the photoelectric system of solar energy to be the building materials too (Building Integrated Photovoltaics, BIPV). Then BIPV begin to apply to the international and domestic buildings.

BIPV combines the solar energy to generate electricity and the functions of outer cover of the buildings. In the narrow area where the people are thick, the land cost expensive. With combining the generating equipment in the buildings, effective application BIPV is the best way to solve those problems.

At present there are manufacturers who produce BIPV in our country, too. They came to our laboratory to do the test of the products. But their BIPV products

almost to be sold abroad, they seldom use and build in our country. The only domestic indicator BIPV building is the main stadium of the Kaohsjung world games. The total generation of this project reaches 1MW, it is the most extensive BIPV building in the world at present. This contractor has come to the laboratory of our institute to do the wind pressure resisting test of this product. To make sure its building materials performance accord with the standard of the wind pressure resisting test of this product. While outside the countries making great efforts to develop BIPV buildings, we must think how to let domestic architects understand the design principles of BIPV. And let our BIPV manufacturers who have sold to foreign countries in the past, they also have the chance to apply their products in our country, too.

We want to know these answers: is there any project interface question? how to build the BIPV building which can accord with Taiwan and subtropical countries?

So the main purpose of this research is to strengthen the relevant building owners and manufacturers to understanding the BIPV .To draft “the architectural design and construction handbook ( a rough draft ) of the BIPV”. We hope to offer this handbook to the the relevant businessmen for considering and using.

## **2. Investigation Method and Procedures**

This research is in order to promote building BIPV building inside of our country. To reinforce the relevant people understanding and participating of the BIPV, let our environment is favorable to BIPV. So this research we interview our country's relevant manufacturers, architects and BIPV experts in order to gather their opinions. We also collect ,analyze and assesse relevant documents for drafting a realizable and practical “the architectural design and construction handbook ( a rough draft ) of the BIPV.” Its detail method is as follows:

(1) To collect relevant BIPV documents and materials. Furthermore we comprehensive interview and examine the opinions of relevant BIPV

manufacturers, architects, experts and scholars. After then we review and analyze the relevant key points of BIPV that fit for domestic situation. To arrange and explain a profound in simple language of promotion handbook of “the architectural design and construction handbook ( a rough draft ) of the BIPV.”

( 2 ) To hold the brief report meetings and seek the common understanding and suggestions are offered by relevant scholars and experts. For revising our research plan and the content of the promotion handbook ( a rough draft ) . Searching for the more information effectively to the relevant people to consider and actual using, reaching to promote the purpose of popularizing.

### **3. Major Findings**

This research synthesizes the interviews with many BIPV relevant manufacturers, architect, experts and scholars to study. And hold the meetings to listen to the suggestions of experts and scholars in the appendix, “the architectural design and construction handbook ( a rough draft ) of the BIPV.” When we make the direction analysis of this promotion handbook ( a rough draft ) , get the following important findings:

( 1 ) Firstly we will lead and focus the BIPV relevant constructors and industries to understand it. Perhaps the follow-up study may consider to let the general people to know BIPV much more.

( 2 ) This introduction of BIPV ( a rough draft ) destination is to declare how to design the BIPV which accord with Taiwan and all subtropical countries. We build BIPV buildings not only for architectural aesthetics, our main purpose is to get more energy saving benefits first.

( 3 ) The interfaces of BIPV design are architects, support frame manufacturers, PV manufacturers. From the beginning of BIPV design, They have to communicate with each other.

( 4 ) We divide the promotion handbook ( a rough draft ) in the appendix into two parts: the first chapter — “ the basic concept pages of BIPV.” And the second

chapter —“the caution notes of the architectural design and construction handbook (a rough draft) of the BIPV.” We will let them have more deeper and preciser understanding to “the architectural design and construction of BIPV.”

#### **4. Suggestions**

( 1 ) **Short-Term Suggestions:** To apply the lectures of BIPV building design and construction in the whole country.

Use the handbook ( a rough draft ) of the BIPV design and construction of the building to describe. Let the relevant industries know the importance and apply the building design and construction methods of BIPV as a rule.

( 2 ) **Medium and Long-Term Suggestions:** To Establish the BIPV buildings developing committee.

For popularizing to build the BIPV buildings in our country, we have to lead to establish the BIPV buildings developing committee. By The BIPV buildings developing committee we will achieve the goal of expanding participation. To combine the BIPV relevant manufacturers, architects, experts and scholars together.

The goal of the BIPV buildings developing committee is as follows :

1. To design and study the BIPV buildings which accord with Taiwan and all subtropical countries.
2. Finding the way of how to use the BIPV to design in the present buildings.
3. To the relevant industry and architects offer the software of solar energy forecast system of the BIPV buildings.
4. Supply documents to architects, support frame manufacturers, PV manufacturers. Let them have deep understanding to BIPV project interface. and know the maintenance procedure of BIPV.

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起與背景

當今世界氣候暖化問題嚴重，造成全球人士惶恐不安。但國際金融海嘯影響，出現世界性失業風潮、企業倒閉等經濟衰退狀況，此情況是否迫使各國政府為挽救其經濟困境，而改變原減量溫室氣體計畫措施和節能減碳政策，讓人憂心。

但應用潔淨能源、節約能源及節能減碳是關愛我們生存之地球環境極重要的工作，人們不該因短期油價下跌就不亟思改善對策。

太陽能是潔淨能源，具無污染、無公害之特性，取之不盡用之不竭，故頗受國際重視。太陽能的利用可分為光能與熱能，現今又以光電能量轉換的應用比重佔最大。隨科技不斷研發創新，也使建材一體型太陽光電系統（Building Integrated Photovoltaics, BIPV）開始應用於國內外之建築物中。

BIPV 是結合太陽能發電與建築外殼雙項功能的產品，在地狹人稠、土地價格昂貴的地區，有效的運用 BIPV 作為建材是解決土地設置成本過高，與整合發電設備於建物外觀的最佳解決方案。

目前國內也有生產 BIPV 的廠商們，會到本所風雨實驗室做其產品試驗，然其生產之 BIPV 均銷往國外，鮮少用在國內建築。而國內唯一指標性的 BIPV 建築為高雄世運主場館，該工程總發電量達 1MW，是目前全球最大規模的 BIPV 建築。此承商曾親往本所風雨實驗室做該產品之抗風壓試驗，以求其建材性質符合標準。因此，如何讓廠商生產之 BIPV 能普遍應用在國內建築中，應先針對 BIPV 應用於國內建築瓶頸問題做妥適之探討分析，並研擬建議方針，促進太陽能發電普遍應用於國內，以達永續的發展。

## 第二節 研究目的

十八世紀工業革命之後，人們燃燒大量的石化能源，雖然造就了今日的文明，但是當時的人們沒有警覺性，因此汙染了地球環境。也由於以不當的方式消費石化能源，結果讓全世界提早面臨石化燃料枯竭的危機。因為過去人們只追求本益比的價值觀，只考量如何賺取大量的金錢財富，沒深深考量對生態環境、對自己未來與子孫生存會有何影響？如今全球暖化、溫室效應的問題，已經嚴重威脅人類與各種生物的生存。所以積極推動再生能源的開發與應用，使我們過去所努力成就的文明成果能繼續延續是當務之急。

近年來太陽能產業因石油價格飆高，和地球環保人士的重視促成相關再生能源議題被提昇。加上較有遠見的國家陸續推出優先補助太陽能產業方案，使得它成為具高度成長性的產業，在國際間太陽能產業持續看漲。

目前太陽能光電產業已是全世界市場重點產業之一，我們相信未來將會有更多與太陽能結合的產品研發及產出，BIPV (Building Integrated Photovoltaics) 的產品推出就是最好的例子。

正當國外努力發展 BIPV 建材一體型太陽光電系統應用時，我們必須思考如何讓國內建築師瞭解 BIPV 的設計規劃原則，並讓過去銷往國外的 BIPV 生產業者，其所生產的 BIPV 也有機會應用在國內建築中。這中間會有工程介面問題嗎？如何建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築呢？

故本研究目的，主要為加強相關之建築業者對 BIPV 的認識，研擬「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」，讓相關人士重視 BIPV 之重要性，供其參酌運用。

### 第三節 研究內容與方法

本研究要推動國內興建 BIPV 建築，加深相關人士對 BIPV 的認識、參與，藉以營造有利於 BIPV 的環境。故本研究除文獻資料蒐集外，擬綜合整理訪談國內相關廠商、建築師並與專家學者彙整資料，加以分析評估篩選，以此擬定實際確切的「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，其詳細方法如下：

1. BIPV 相關文獻資料蒐集彙整，相關 BIPV 廠商、建築師及專家學者意見綜整，綜合分析檢討國內興建 BIPV 建築相關重要性後編排成深入淺出之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」。
2. 召開簡報會議尋求共識，由相關學者專家提供建言，修正本研究及「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」內容，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。

#### 第四節 國內研究文獻回顧

國內近年來針對 BIPV 應用於建築設計、施工之相關研究，篇幅不多，其關注焦點多集中於太陽光電產業。即使有述及亦是零星穿插於其間，而未能有全面與深入之研究，散見於雜誌或零星報章報導等。以下則介紹一些與本研究有關之文獻資料：

表 1-4-1 國內 BIPV 相關文獻摘要整理

書名	台灣太陽能設計用標準日射量與相關檢測規範之研究	我國首座結構物一體型 50kWp 太陽光電示範系統	BIPV 整體效益評估方法之研究	建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例
1. 作者	何明錦、歐文生、陳建富	詹麒璋等	尤怡婷	何明錦、歐文生
2. 年份	2006	2007	2008	2008
3. 出處	內政部建築研究所	台灣電力股份有限公司	國立臺灣科技大學碩論	內政部建築研究所
4. 結論	<p>1. 初步建立太陽能設計用標準日射量資料庫，根據太陽能先進國家相關檢測規範提出建議，以作為未來太陽能建築法制化參考。</p> <p>2. 水洗因素提高太陽能板之輸出效率達 21.5~25.5%，光電板水洗回收</p>	<p>1. 完成 50kWp 太陽光發電系統、監測系統與展示系統等三大部分之設計、安裝與試車等工作。</p> <p>2. 完成當時國內最大的雙面透光型太陽光發電系統之建置計畫，藉由本計畫的執行，建立、整合與改善了各項相關技術，包括土建及 PV 模組支撐系統技術、併聯型太陽光發</p>	<p>1. 由台灣地區太陽光電系統應用於建築物之觀點，整理與分析相關課題及建築規劃設計階段所需參考資料，擬定四大指標評估項目(發電性能指標、建築整合性能指標、太陽光電結合效益指標以及外觀美學指標)及其評估基準，建立評估公式。繼而，藉由案例試算的結果進行</p>	<p>1. 完成性能實驗中心 BIPV 之「太陽能發電實測資料庫」與「日射量資料庫」及「太陽能設計用標準氣象年資料庫」。</p> <p>2. 完成國際著名 22 個 BIPV 案例與性能實驗中心案例之發電效益與節能技術之資料彙整。</p>

書名	台灣太陽能設計用標準日射量與相關檢測規範之研究	我國首座結構物一體型50kWp 太陽光電示範系統	BIPV整體效益評估方法之研究	建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例
	水中顯示，落塵含量的多寡造成水中電阻改變，足以影響發電效益。	電系統設計及設置技術、監測系統設計、伺服器與網站架設、監測程式開發、網頁設計及資料庫系統開發等相關技術。	<p>檢討與分析。</p> <p>2. 所建立之評估公式可供作國內未來建構太陽光電整合於建築物指標及評估制度之參考。</p>	<p>3. 完成了台灣台北、台中、高雄、花蓮及台東等五大測站之三十年期(1977~2006年)典型日射量資料庫。</p> <p>4. 根據日射量標準氣象年資料庫，設計製作太陽能設計用動態模擬軟體，完成台灣七大都市之全年逐時動態模型。</p>
5. 建議	<p>1. 擴大太陽能設計用標準日射量資料庫，建立太陽能光電系統結合建築(BIPV)評估系統。</p> <p>2. 針對不同的太陽能板(多晶矽、單晶矽及非晶矽)，進行分</p>	<p>1. 未來尚需持續加強PV模組支撐系統技術、PV模組接線方法與技術、分散式電力調節器與資料收集器之間的通訊技術等，以及台電公司各系統間的資料整合。</p>	<p>1. 未來可針對大範圍來選取其影響因子，進一步建構出更廣範的評估模式。</p>	<p>1. 本研究之具體成果，亟待建置於建築研究所網站，以方便設計界及民眾使用。</p> <p>2. 本研究建立之日射量資料庫，亟待進一步進行相關太陽能再生能源利</p>

BIPV 建材一體型太陽光電系統應用研究

書名	台灣太陽能設計用標準日射量與相關檢測規範之研究	我國首座結構物一體型50kWp 太陽光電示範系統	BIPV整體效益評估方法之研究	建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究－以內政部建築研究所性能實驗中心為例
	<p>析及量測，進而建構完整之數據系統來進行依據與解析，以達未來預測發電效益參考之目的。</p> <p>3. 利用氣象局之台南測站之空置品質與雨量兩大數據，來判斷是否進行水洗情況，並觀察與分析其模式是否可達到太陽能板之最佳效益。</p>			用、節約能源等教育宣導工作。

資料來源：本研究整理

## 第五節 用語定義說明

本文有關 BIPV 建材一體型太陽光電系統用語，主要用語定義如下：

1. 太陽電池 (solar cell)：以物理學之角度來看，有人稱之為光伏電池 (photovoltaics; PV)。其經由陽光照射後，把光能轉換成電能，是一種能量轉換之光電元件。
2. 單晶矽太陽電池：單晶矽太陽電池其組成原子，皆按照一定規則週期性排列。
3. 多晶矽太陽電池：多晶矽太陽電池其矽原子堆積方式超過一種，是由多種不同排列方向的單晶矽所組成。
4. 非晶矽薄膜太陽電池：非晶矽薄膜太陽電池其矽原子排列較紊亂，無規則可循。
5. 建材一體型太陽光電系統 (BIPV, Building Integrated Photovoltaics)：直接以 PV 太陽光電模組為建材來設計建築外殼，以減少建築外殼之成本，進行建築物外觀構造設計，達到建築與發電之雙重功能。

## 第六節 研究流程

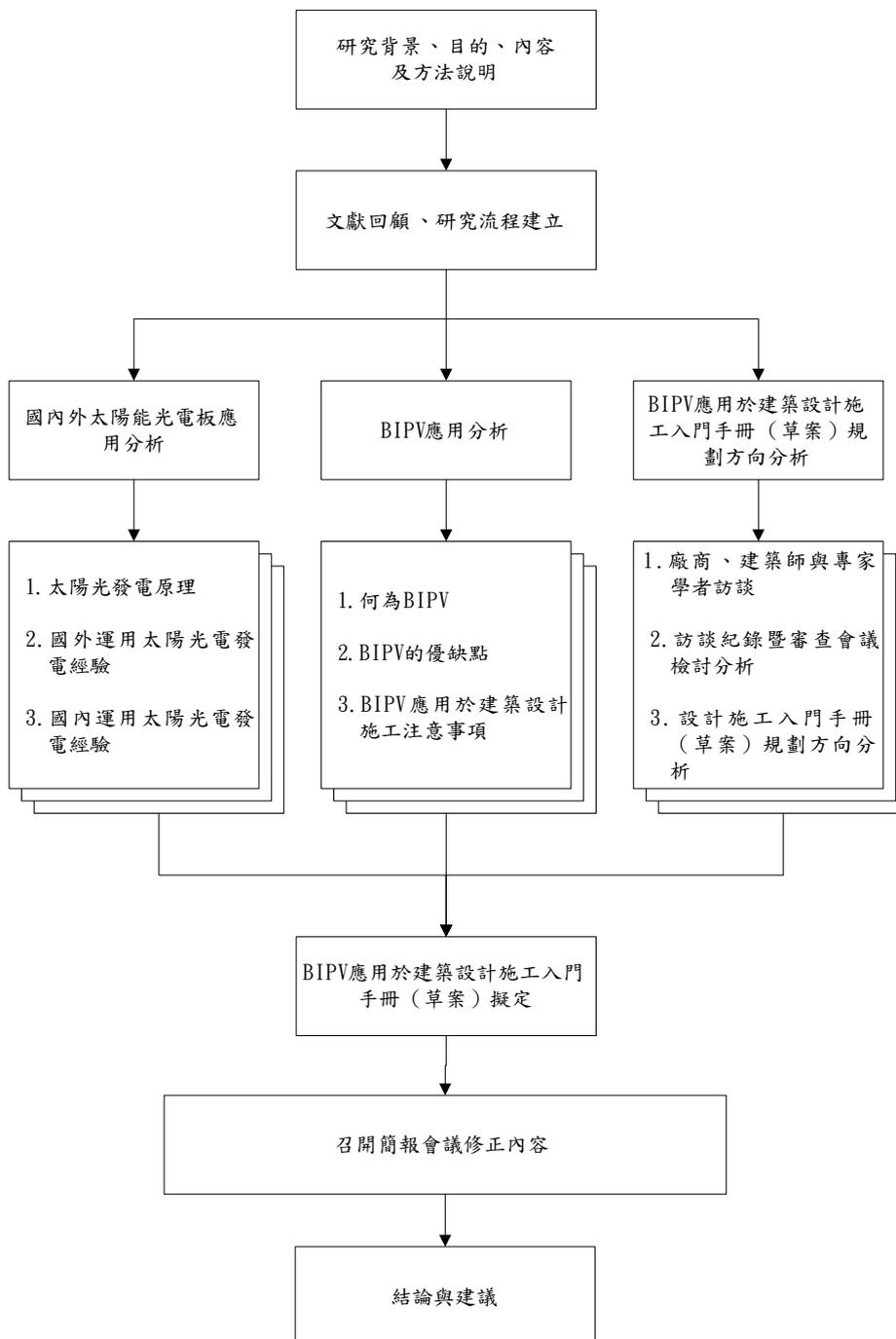


圖 1-6-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

## 第二章 國內外太陽能光電板應用分析

### 第一節 前言

二十世紀末期全球即歷經多次嚴重石油危機，當時美、日、歐洲先進國家發現世界的原油即將枯竭之前，各依循該國能源專家建議，執行其重要能源策略：

1. 迅速積極研發應用「再生能源技術」，如太陽能、風力、海洋能、地熱等大自然能源，替代將用盡之傳統能源。
2. 針對新規劃之能源結構政策，政府民間共同配合確實推行之。

因原油能源、傳統能源所產生的污染情形，整個地球環境與生態被嚴重破壞，讓全球能源科學家們的環保意識開始覺醒，所以各國皆積極努力於尋求各種替代能源，並使開發研究計畫朝向均衡、多元化發展，防止再生能源不均的新環保問題。

現代風力發電機因技術成熟，已量產應用，迅速降低風力發電成本，是再生能源中經濟、大量被使用的技術之一。

但因風力發電快速、先進且機具成本低，環保、能源專家們擔心未來風力機具的回收，會是我們要面對的新垃圾問題。

各國能源研發項目中，大自然原有之天然新動能為主的能源：水力、風力外，還有海洋能——運用海浪、潮汐發電、海洋溫差；地熱、太陽能。還有從廢棄物產生能源，例如以無毒廢棄物或沼氣發電。

1990年之後歐、美、日等先進國家，開始大力發展太陽能發電系統替代部份石化、核能能源。各國為要發展「太陽光發電系統」成為其全國性活動，除立法為國家重要政策，編列研發經費，更積極推動獎勵補助措施，鼓勵民間參與設置太陽光發電系統。

二十一世紀初期，太陽能產業在能源環保議題和原油將用罄情勢下，各國相繼推出優先補助方案，使得它具有高度成長性，太陽光電產業已是世界產業市場備受關注的重點。

美國總統歐巴馬先生說，現在已到了掃清障礙，引入綠色環保經濟政策的時候；他希望在未來三年將可再生能源的使用擴大一倍。美

國能源部長朱棣文是綠色能源的倡導者，阻止地球氣候更惡化是他的最高目標之一。他呼籲限制有害氣體排放，支持美國簽署《京都議定書》的後續協議。

華裔的朱棣文部長是諾貝爾物理獎得主，也是大聲疾呼環保的科學家，之前他就促請各界重視氣候變遷問題。先前他所領導的美國勞倫斯柏克萊國家實驗室，主要工作之一是研究替代能源、對抗全球暖化。

但在面對經濟危機時期，環保政策該何去何從？人們認為這是歐巴馬總統要面臨的困境。但是他承諾要把這兩者結合起來，尋找出路：我們能夠創造酬勞優厚的工作崗位，這些崗位是不會受到裁員危機影響，比如生產太陽能光電板，或是生產風能發電機等。

美國能源部長朱棣文認為解決世界能源和環境問題，必須領導全世界找到更清潔能源，要在太陽能、蓄電池和生產研發可製造燃油的新作物，這三項領域取得重大突破。他同時贊成課徵排碳稅以減少碳排放量，緩和全球暖化現象。

我國因應全球氣候變遷及掌握國際綠色發展契機，行政院也採取積極節能減碳措施，包括：2008年6月訂定「永續能源政策綱領」，宣示我國永續能源發展目標及策略方向；同年9月完成「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」四年計畫，研擬167項行動方案據以推動。積極發展再生能源，如風力發電、太陽光電、生質能源等，提高我國自主能源比例。擬定「新兆元能源產業旗艦計畫」，建構綠色能源產業契機，開創我國新世代產業。更於2009年6月12日，三讀通過「再生能源發展條例」；規範電業併聯再生能源發電設備及所產生的電能與保障收購價格的雙重機制，獎勵業者投資發電設備，以推廣利用再生能源。

有鑒於世界能源緊張形勢之下，許多國家開始實行“陽光計畫”，尋求天然、再生、環保無污染之“新動力”能源——太陽能已是主流趨勢。

歐洲再生能源專家曾說：推廣再生能源不會是一個便宜的運動，卻是極其重要的運作。綜觀全球先進國家如美、日、德等國在研究發

展太陽能源上極盡心力，才能在發展運用太陽能源大有斬獲。其政府、太陽能源業者、學者與其國民節能減碳的行動，值得我們效法。

國際目前主要發展再生能源國家，美國、日本、德國、西班牙、希臘等都有通過相關的法案。現在台灣也急起直追，終於立法通過「再生能源發展條例」，相信對我們國內就業市場、經濟成長，可掌控扭轉局勢。國內太陽能產業今年若與其他產業相比，還是有機會成長，使台灣不但是國際有名的電腦 PC 王國，也能成為世界知名的太陽能光電 PV 王國。

## 第二節 太陽光發電原理

<sup>1</sup>太陽能的利用可分為光能及熱能兩種形式，以光電能量轉換佔最大之應用比重。太陽電池(solar cell)是一種能量轉換的光電元件，其為利用特殊之半導體材料，製造出太陽電池，經由太陽照射後，可以將光能轉換成電能，不造成污染。太陽電池從物理的觀點來看，可稱之為光伏電池(photovoltaic，簡稱 PV)，其中 photo 就是光(light)，而 voltaic 就是電力(electricity)。

<sup>2</sup>太陽電池發電原理是利用光導效益(photo conductive effect)及內部電場兩個因素將光能轉變成電能，太陽電池吸收太陽光透過 p 型半導體與 n 型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，並分離電子與電洞而形成電壓降。

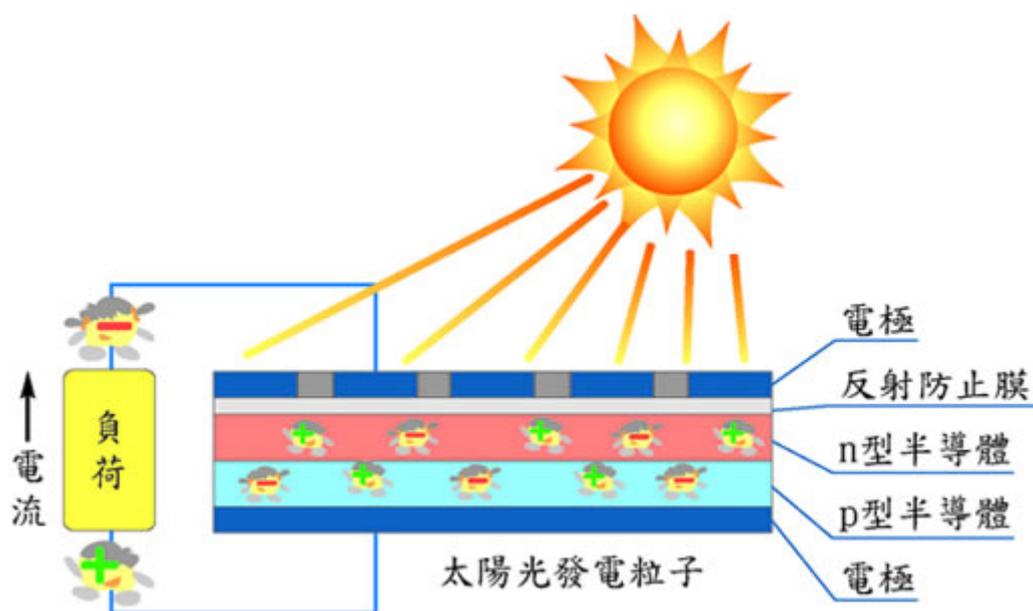


圖 2-2-1 太陽光發電原理

資料來源：<http://www.luckypowertech.com/>，奈米龍科技公司網站

而此太陽電池發電原理來自「光電效應」，其實電子必須被光輻射「彈」出材料表面，方能產生電流發電，倚靠的是光的能量強度，

<sup>1</sup>資料來源：[http://www.sintek.com.tw/p3\\_3.htm](http://www.sintek.com.tw/p3_3.htm)，和鑫光電公司網站

<sup>2</sup>資料來源：<http://www.luckypowertech.com/>，奈米龍科技公司網站

並非照在材料上的熱度。一般太陽電池的發電效率會受溫度升高而降低，尤其是單晶矽及多晶矽模組。因此，太陽電池只要光不要熱，適當的降溫及通風設計對太陽光電非常重要。

近年來因半導體工業蓬勃發展，使得製作太陽電池的技術快速成長，製造成本亦逐漸降低。在石化燃料逐漸耗竭必須以再生能源來取代時，未來在電力結構中必更為重要。

太陽電池可分成「結晶矽電池」與「非結晶矽電池」兩種。「結晶矽電池」簡稱為矽晶電池，可分成單晶〔Single crystal〕與多晶〔Poly crystal〕兩類。

有關太陽電池發電效率，一般依其材料不同而有不同的發電效率，一般市面上常見的有下列三種太陽電池（圖 2-2-2~4）<sup>3</sup>。以發電效率而言，通常單晶矽太陽電池 > 多晶矽太陽電池 > 非晶矽薄膜太陽電池。

#### 壹、單晶矽太陽電池

又稱為單結晶、晶圓型太陽電池。單晶矽太陽電池其組成原子，皆按照一定規則週期性排列。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。轉換效率較高，已可達 20% 以上，很耐用但價格也最貴。

#### 貳、多晶矽太陽電池

又稱為多結晶太陽電池，製程上較便宜，發電量略遜單晶矽。多晶矽太陽電池其矽原子堆積方式超過一種，是由多種不同排列方向的單晶矽所組成，可截為正方形，鋪設時可達到最大面積利用及吸收。其晶狀分佈，具有藝術效果，可為建築物外觀加分。轉換效率次之，約 10~18%。

#### 參、非晶矽薄膜太陽電池

非晶矽薄膜太陽電池其矽原子排列較紊亂，無規則可循。成本便宜，發電效率較差，但可直接鍍在玻璃及塑膠上面，與建築物可做最佳結合。非晶矽薄膜太陽電池可通過調整鐳射使光線把中間的距離擴

---

<sup>3</sup>資料來源：<http://solarpv.itri.org.tw/aboutus/sense/battery.asp>

大，這樣它的透光率就可以自由的調整，有透光 10%、15%，20%，甚至達到 70%，這樣人們就可以從裡面看到完整的景色，同時還可以發電，從而替代一部分傳統建材。由於其溫度係數較小，溫度上升時效率減少幅度比晶矽小很多。非晶矽薄膜太陽電池溫度轉換係數低，即轉換效率較不受氣溫影響，且受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的轉換效率。

所以若裝設相同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽能光電板的年度總發電量可以比傳統結晶矽太陽能光電板高出約 10%。而低成本非晶矽薄膜太陽電池在弱光、高溫環境下的發電效果更在歐洲形成一股建造太陽能發電廠的熱潮。

非晶矽薄膜太陽電池的前景躍為主流最主要原因，是技術的突破。非晶矽薄膜太陽電池原本主流製程為非矽晶（amorphous），轉換效率一直停留在 5~6% 上下，如今，已發展成在電池基板上加鍍一層吸光層：微非矽晶（Micromorph），使轉換效率大幅提升至 8~10%。



圖 2-2-2 單晶矽太陽電池

資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練資料

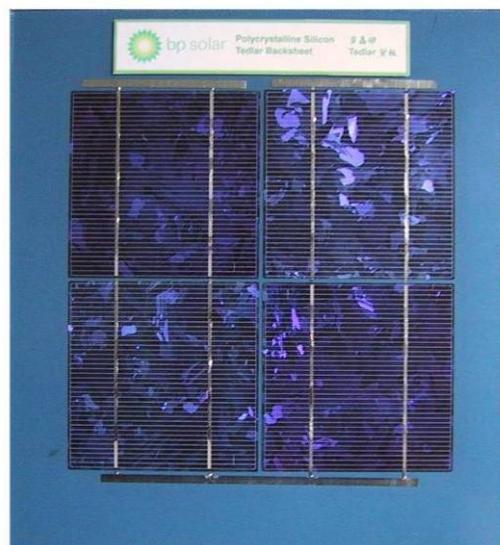


圖 2-2-3 多晶矽太陽電池

資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練資料



圖 2-2-4 非晶矽薄膜太陽電池  
資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練  
資料

### 第三節 國外運用太陽光電發電經驗

從 1990 年起美、日、歐洲各先進國家，發現世界儲存原油即將用盡之前，即開始發展太陽光能發電系統，以替代部份石化、核能能源。各國皆將『發展太陽光發電系統』列為該國重要政策，並編列研發經費，推動各項研發補助獎勵措施，積極鼓勵其國民參與設置太陽光發電系統。

太陽光電能源生產國如美國、日本、歐洲等現代化國家，其世界性的太陽光電能源市場輸出入交易活動自 1994 年即開始進行；1994~1998 年期間「綠色電能—太陽能光電板」的銷售量，美國一直居首位。

直到 1999~2001 年、日本太陽能光電板經過努力以其獨步專業技術與經驗，1999 年突破美國、躍居為世界第一太陽能最大量產國家，一直到 2005 年德國太陽能裝置量首度超越日本，彼此開始競爭世界第一太陽能量產國的地位。

#### 壹、日本之太陽光電發電經驗<sup>4</sup>

亞太國家中，日本早從 1992 年就開始將太陽光發電系統補助運用於公共設施部份之電能。在 1994 年日本也推動太陽光發電系統，將補助獎勵措施用於其國人住宅，自 1998 年開始，日本政府已針對 10kW 以上大容量、產業專用之太陽能光電板實施補助，並獎勵廠商、辦公大樓申請設置太陽光發電系統。

由於日本太陽能光電發展，受到民間相當的配合，他們在 2000 年達成 20,000 戶太陽光發電系統設置屋的目標，大有成就，且總發電量超越 60MW。

日本在 2000 年當時，據估計一年總投入太陽光發電系統的研究經費有 9,520 百萬日圓，此外日本為補助、推廣的獎勵金額也達到 36,740 百萬日圓。

---

<sup>4</sup>資料來源：施信民(2002)《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

因為從 1992 年起日本在運用太陽光發電系統方面，就有不錯的成果，所以在 1994 年日本也大力推動生產太陽能光電板外銷。

於歐、美先進國家研發太陽能光電板時，亞洲國家中的日本也是其中之一。1994~1999 年、6 年內日本從原位居第三的太陽能光電板生產國，至 1999 年已成為全世界太陽能光電板市場銷售量第一的國家，讓美、德及歐洲各國只能緊追在後。

#### <sup>5</sup>日本的太陽光電獎勵補助政策：

分析日本所以能使其太陽能研發與量產成為全球首位的原因，必須檢視——日本政府推展太陽能政策的成功方式。日本自始至今分三項領域確實有效的推廣太陽能政策：（1）公共設施用、防災用；（2）住宅用；（3）產業專用；而且分別設立具吸引力的獎勵辦法。

當時日本實施的太陽光電系統獎助政策，除以上進行重點發展外，並提供：1. 低利率的融資、貸款；2. 減免 5% 的國家稅率、7% 的地方稅；3. 收購電價以每度電單一保證價格 25 日圓補貼；4. 太陽光電系統產生之電能可以自由購買、出售，並且可互相抵扣之。日本政府所實施的各項獎勵，與設置太陽光發電屋的政策，也是值得我們學習的。

現今的日本雖不能生產石油，卻能在太陽能研發進展快速，使其成為太陽能光電板的重要生產國。目前日本太陽能光電板已經是市場銷售量全世界數一數二的國家，由此可見自 1992 年至今，十餘年來正確能源政策、踏實穩健的研究推廣計畫，日本已經是亞太國家能大量生產、輸出『綠色電力』——太陽能光電板的國家。

探究日本太陽能光電板能進步迅速的原因，主要在於日本政府與他們的科技專家們願意將其專業技術，不但運用於國內，也願意到世界各地與擁有大沙漠、大草原或廣闊土地的國家合作，製作太陽能發電廠（Solar Farm），分享其太陽能光電板專業技術幫助各國發電。除賺取資金供日本研發其太陽能光電板外，還能不斷累積技術與經驗

---

<sup>5</sup>資料來源：施信民，2002 年，《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

精益求精，時至今日，日本太陽能光電板發展能力仍不容國際忽視。

<sup>6</sup>日本為刺激短期景氣復甦，鎖定太陽能市場，在新會計年度(2009年4月)將大規模補助太陽能發電裝設之前，先在2009年1月展開為期約2.5個月，補助額為先前兩倍的方案。期間內最多可創造300MW(百萬瓦)、逾900億日圓的商機。太陽能業者分析，目前日本太陽能發電每千瓦安裝成本約60萬日圓，每千瓦7萬日圓的補助額約逾總系統10%補助率，這次日本官方提撥90億日圓補助，其裝設量非常驚人。

日本經濟產業省發布新聞指出，從2009年元月13日至3月31日，撥出總額90億日圓經費，補助家庭用太陽能發電系統，約每千瓦補助7萬日圓。這是日本2006年取消太陽能補助後，再次啟動補助方案，且補助額較先前高出兩倍。

也因此日本2009年國內太陽能的需求量，超過以往歐洲主要市場2009年度半數以上的量，因此引爆新市場對太陽能的需求。

過去日本是太陽能產品重要輸出國，但隨日本官方於2009年，提前實行補助方案，除有助擴大當地內需市場，也會使日本太陽能光電板輸出減少，進而讓其他國家太陽能業者有開拓新商機的機遇。

故我國太陽能光電板產業族群輸出量，在日本宣布提早實施補助案激勵下，也將因此而受惠良多。

## 貳、德國之太陽光電發電經驗<sup>7</sup>

近年來歐洲各先進國家中太陽能光電板產業的發展，德國、西班牙、英國、希臘等都大有進展。其中德國因其具有專業精密之科技基礎，而且德國的太陽能光電業於1990年開始研究發展，起步最早，比日本的1992年還提前些。2000年起德國即實施再生能源法(Renewable Energies Laws，德文縮寫為EEG)。

---

<sup>6</sup>資料來源：經濟日報/D3版/焦點話題，2008.12.26

<sup>7</sup>資料來源：施信民(2002)《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

德國從 1990 年就推動「千屋計畫」(1000 Roofs)，每戶 1~5kW，政府補助 70%。直到 1999 年德國即開始進行為期六年 (1999~2004 年)「10 萬戶太陽光發電計畫(300 MW)」。

<sup>8</sup>現今的德國不僅是最善於運用太陽能源的國家，也是國際間皆認同的環保先驅國。德國的環保能源科學家埃克·韋伯堅信，推動環保經濟政策對國家具有極大發展力。2007 年以來德國已把再生能源、含太陽能的應用擴大到以往的 3 倍，能把該國的二氧化碳排放量減少 22%，都是其他科技國家做不到的成果。如今美國歐巴馬政府也與德國合作，兩國科學界、社會團體和企業界一起為保護全球氣候共同努力。

#### <sup>9</sup>德國的太陽光電獎勵補助政策：

德國自 1990 年起總共 7 年補助每戶 1~5kW，太陽光電系統設置費 70%。1997 年後太陽光電設置費系統，每 kW 補助當時馬克 6000 元，10 年 4.75% 低利貸款，及每年 10% 折舊抵稅。1999 年至 2004 年「10 萬戶計畫」：設置目標量 300MW，補助預算 11 億馬克；補助系統設置費 40~50%，或十年無息貸款，頭二年免還款；電價補貼採單一保證價格以 0.33 馬克/度收購。

計算德國在 2000 年所投入太陽光電研發經費 2.3 億馬克，加上補助費 11 億馬克，總計德國當年就投入 13.3 億馬克，推廣太陽光電研究發展。

<sup>10</sup>德國與日本、美國等都從公共建設開始，積極採用「綠能源」與「綠照明」做為公共照明之用。因為公共設施可以起帶頭作用，但太陽能真正要成為替代能源，還是得普及到大眾用戶，並且讓家庭太

---

<sup>8</sup>資料來源：〈美國始吹綠色能源新風〉，德國之聲中文網，2009.2.15，  
<http://news.sina.com/>

<sup>9</sup>資料來源：施信民，2002 年，《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

<sup>10</sup>資料來源：張志誠，〈太陽能產業——新股王的搖籃/把家庭變成迷你發電廠〉，就業情報網，<http://Career.com.tw/>

陽能電力設備，與目前家戶都有的市電供應聯網。這使每個家庭等於一座迷你發電廠，白天家裡耗電量低的時候，透過太陽所發的電可輸送給市電系統，等到晚上再使用市電，這就在於政府對環保政策是否有決心徹底執行。

分析推動太陽能最有效力的德國來說，在 2001 年時，德國國會立法以高於一般市電 4 倍的優惠價格，向裝有太陽能發電設備的民眾買回多餘電力，而且用這個價格保證收購 20 年。結果，德國家庭白天透過太陽能發電賣給電力公司所得收入，比全天使用市電的費用要高出許多，況且安裝費用分 30 年攤提，因此讓德國家庭認為安裝太陽能設備非常划算，更有意願參與發展太陽能的運用。

於 2004 年 9 月 8 日，德國在萊比錫正式啟用之太陽能發電站是當時全球最大的：萊比錫太陽能發電站由 3.35 萬組太陽能光電板組成，造價 2,000 萬歐元，發電功率 5,000kW 也是當時全世界最大的。

根據德國太陽能協會 UVS 當時預估，在 2004 年期間德國還陸續完工啟用中、大型之太陽能發電站，屆時德國太陽能發電量將會激增 2~3 倍，除了為德國帶來 10 億歐元收入之外，並能為德國人增加工作機會。

德國 2005 年在新安裝的太陽能發電設備總容量達 300 百萬瓦 (MW)，比較當時日本的 280 百萬瓦和美國的 90 百萬瓦還多許多，首度超越日本，2005 年德國太陽能裝置量成為世界第一的太陽能國家。

<sup>11</sup>日本環境政策研究所曾對外界表示，1999 年以來太陽能發電量日本一直高居世界第一，2005 年首度被德國超越。2005 年末、德國太陽能的總發電量約等於 1 座大型核能發電廠發電量 157 萬千瓦，超越當時的日本。2007 當年裝置量仍為當時世界太陽能發電量最大的國家。

---

<sup>11</sup>資料來源：台灣環境資訊中心國際新聞，楊鎮宇、吳斐竣編譯；蔡甫審校，2006.5.5

<sup>12</sup>從能源配置角度來看，德國也領先各國，2004 年上半年，德國的整體電力供應中，太陽能發電量已佔 4.4%。同年德國太陽能業總產值，也比 2003 年增加 60%，達到 20 億歐元。

<sup>13</sup>日本環境政策研究所的飯田哲也表示，由於德國 2004 年重新修正再生能源法（Renewable Energy Law，英文縮寫為 REL），並且採用提高太陽能電力購買價格的支援政策，讓德國得以超越日本。

### 參、美國之太陽光電發電經驗<sup>14</sup>

美國從 1990 年起，當其發現世界儲存原油即將缺乏前，即開始發展太陽光發電系統。到 1994 年、當時太陽光電能源生產國如美、日、歐洲等先進國家，即開始進行世界性的太陽光電能源市場輸出入交易活動。

在 1994~1998 年期間「綠色電能—太陽能光電板」的銷售量，美國一直居首位。直到 1999 年、日本太陽能光電板業突破美國，成為世界第一太陽能最大量產國家，到 2004~2005 年日、德彼此競爭世界第一太陽能量產國的地位，美國從此緊追德、日之後。

#### <sup>15</sup>美國的太陽光電獎勵補助政策：

美國早於 1994 年計畫設立了 3000 kW 之集中型系統，奠定了美國太陽光電發展的里程碑。1997 年、當時克林頓總統宣佈規劃：太陽能百萬戶太陽光發電計畫“Million Roofs Solar Power”，預計到 2010 年在國內建造 100 萬座太陽能屋頂，該計畫完成後每年可以減少

---

<sup>12</sup>資料來源：張志誠，〈太陽能產業——新股王的搖籃/把家庭變成迷你發電廠〉，就業情報網，<http://Career.com.tw/>

<sup>13</sup>資料來源：台灣環境資訊中心國際新聞，楊鎮宇、吳斐竣編譯；蔡甫審校，2006.5.5

<sup>14</sup>資料來源：施信民(2002)《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

<sup>15</sup>資料來源：施信民，2002 年，《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

排放的二氧化碳相當於 85 萬輛汽車的排放量。

從 1997~2010 年美國政府編列百萬戶太陽光發電計畫：分別是 2000 年設至達到 80 MW，預計 2010 年將達到 3000 MW。

美國提出太陽能百萬戶太陽光發電計畫“Million Roofs Solar Power”之方案，美國能源局 DOE (Department of Energy) 研擬在 2010 年以前完成一百萬戶 solar energy system。為要推動美國國內的太陽能光電板產業，希望能繼續維持其國際太陽光電業領導地位。

最早自 1990 年、美國即推動 PVMat 計畫，計畫重點有：

(1) 提高太陽能光電板產品品質，加速降低太陽能光電板成本。

(2) 協助美國太陽能光電板廠商改進製程，使製造商有持續增高其品質、產能基礎。

整個“Million Roofs Solar Power”之方案計畫，現在已達到 5A phase (階段)、為期三年補助，經費 60~100 million 美元。比起當初 4A Phase (階段) 時所補助的經費 30 million 美元，至少多了 2 倍以上。

美國太陽光電獎勵補助政策初期，是直接透過美國能源局 DOE 計畫補助：

1. 社區、學校設置經費。
2. 補助電力業開發 PV 系統併聯網整合技術。
3. 補助 PV 廠商生產製造技術與材料技術研發。
4. 補助隸屬於政府之學校能建立與建物一體型之 BIPV 系統。

2000 年開始美國北卡州政府提供 35% 減稅措施，州內住宅用太陽能光電板最高減稅額為 10,500 美元，商用、工業用太陽能光電板最高減稅額 250,000 美元。並獎勵設立太陽能光電板生產製造廠，提供廠房、設備每年還有 25% 租稅的減免，而且連續五年，不設上限。

在 2001 年後、美國的獎勵補助政策，除了透過 DOE 能源部計畫

直接補助系統設置費，DOE 能源部還提供 15% 減稅補助。

以美國加州首府為例，該市政社區公共委員會 (SMUD) 1998~2002 設置 10 MW，補助系統設備經費 45%，提供美金 3000~8000 元的 10 年貸款，另外加州補助太陽能光電板費為美金 3 元/瓦。

以上獎勵措施的確讓美國、在國際太陽光電業中佔有相當重要地位，也使得美國太陽光電業內需發展蓬勃。

1999~2010 年、美國政府所編列的百萬戶太陽光發電計畫，已達最後階段。<sup>16</sup>對於 2009 年新上任的美國總統歐巴馬來說，現在到了掃清障礙，引入綠色環保經濟政策的時候了。歐巴馬希望在未來三年裏將可再生能源的使用擴大一倍，並為此創造必要的法律基礎。

駐麻賽諸塞州的劍橋大學外事處、德國弗勞恩霍夫研究所主任埃克·韋伯堅信這一政策具有很大的發展潛力：我們必須看到，美國在氣候問題方面的態度真的發生了深刻的變化。其中，新上任的美國總統歐巴馬任命諾貝爾物理學獎獲得者，朱棣文先生為能源部長就是一個明確的信號。

駐美國的德國大使克勞斯·沙里奧斯對這一項目充滿信心，在過去的兩年半中，他也發現美國各地民眾在氣候保護方面的意識已經有所加強。他說：在我的任期剛開始的時候，氣候保護還不是一個話題。但是現在，我被問到最多的就是這個話題：你們德國人是怎麼做到在幾年之內把可再生能源的應用擴大三倍的？你們德國人是怎麼把二氧化碳排放量減少 22% 的？

沙里奧斯大使認為人們對全球氣候保護的研究不僅能給國家、企業帶來商機，也能提升國家為環保先驅者的國際形象。

但經濟危機時期，環保政策該何去何從？——持懷疑態度的人們認為這將是歐巴馬總統面臨的一個困境。但是，歐巴馬恰恰許諾，要把這兩者結合起來，尋找出路：我們能夠創造酬勞優厚的工作崗位，這些崗位是不會受到裁員危機影響的。比如生產太陽能光電板，或是

---

<sup>16</sup>資料來源：〈美國始吹綠色能源新風〉，德國之聲中文網，2009.2.15，  
<http://news.sina.com/>

生產風能發電機等。

<sup>17</sup>根據 Solar Industry 雜誌報導，Earth Policy Institute 的資料顯示，美國太陽能光電板裝設量在 2005 年度的成長率為 20%，在 2006 年度增為 31%、太陽能光電板裝設量 141MW，主要成長來自於加州與紐澤西州；2007 年度的成長率更是高達 83%，這與美國相關的優惠政策有關。

美國的 First Solar 在 2006 年度列名前 15 大(13)，該年生產了 60 MW 的 cadmium telluride thin-film 太陽能光電板，是 2005 年度的三倍。該公司在 2007 年度上半年大有進展，排名攀升至第八位。太陽能光電板的價位(不含裝設與其他系統費用)，從 1975 年的每瓦近 100 美元，降至 2006 年底的 4 美元，預測到了 2010 年美國矽晶太陽能光電板將降至每瓦 2 美元。美國薄膜型太陽能光電板的生產成本，預測到了 2010 年將降至每瓦 1 美元。Earth Policy Institute 認為到了這個價位，太陽能在與其他能源的競爭上將頗具競爭力。所以整體而言美國太陽能光電板的生產從 2002 年度以來，平均每年成長 48%，成為全球成長最迅速的能源。

<sup>18</sup>加州將興建兩座比目前世界最大太陽能電廠大逾數倍的新一代太陽能電廠，總共將產出逾 800 兆瓦的電力。這項宣佈顯示太陽能將逐漸成為主流能源來源，對推動綠色能源有重大意義。

據《紐約時報》報導，兩座電廠的太陽能面板將覆蓋加州中部 12.5 平方哩的面積，大晴天時一天可生產 800 兆瓦電力，相當於一座大型燃煤電廠或是一座小型核能電廠。1 兆瓦電力約可供應一座大型沃爾瑪超市；800 兆瓦可供應 23.9 萬戶家庭之用。

兩座電廠生產的電力將售予太平洋氣電公司 (Pacific Gas & Electric)。加州政府規定是美國最嚴格的州，它規範 2010 年前，再生能源生產至少佔電力業者供電量的 20%。太平洋氣電公司預期新

---

<sup>17</sup>資料來源：未上市/理財致富網，2008.2.29，

<http://htmhelen83144.pixnet.net/blog>

<sup>18</sup>資料來源：大紀元，記者鍾伶編譯，2008.8.16，<http://www.epochtw.com/>

廠完成後，將可達 24% 的比率，到 2013 年即將完工。

太平洋氣電公司表示，新廠將使用光電技術，把陽光直接轉化成電力，比風力、太陽熱能等更具競爭力。

該公司發言人澤爾說：「我們這領先市場的計畫可以當作全球典範，或可以說是一項里程碑。」

這新式的薄膜太陽能面板由 OptiSolar 公司所生產，它將在加州 San Louis Obispo 郡設立一座可產出 550 兆瓦產能的太陽能電廠；專研矽晶技術的 SunPower 公司也將於該郡不同地點興建 250 兆瓦產能的電廠。OptiSolar 公司執行長高思登說：「若想有舉足輕重的份量，規模就必須大。我們的新廠將成為同業的新標杆。」美國迄今最大的光電發電廠在內華達州的奈力司空軍基地，發電量 14 兆瓦，採用的是 SunPower 公司的面板。二者所產出電能比今日最大太陽能電廠產出多逾 12 倍，顯示太陽能發電的經濟規模已急速擴大。

#### 肆、其他各國之太陽光電發電經驗<sup>19</sup>

在 2006 年度中，全球裝設 PV 數量最多的前四個國家依序是德國、日本、美國與西班牙，裝設量分別是 1050、350、141、70 MW。

<sup>20</sup>由於西班牙的國家政策上明訂，會把再生能源的比重提高至總能源生產量的兩成，儘管過程勢必耗費更多經費，但是從長遠性的環境永續經營角度，結果不僅值得還非常有希望。

太陽能發電成本仍然比燃煤或天然氣發電成本高，但在西班牙政府政策及法令推動下，業者大筆投資，西班牙有一座 23 兆瓦太陽能電廠。<sup>21</sup>因此自 2003~2006 年，全球太陽能光電板 85% 市場集中於德、西、日、美，2007 年西班牙還曾經是世界太陽能光電板裝置量第二大國。

---

<sup>19</sup>資料來源：大紀元，記者鍾伶編譯，2008.8.16，<http://www.epochtw.com/>

<sup>20</sup>資料來源：中央網路報，〈再生能源專家看好台灣太陽能板〉，2009.4.16，<http://www.cdnews.com.tw/>

<sup>21</sup>資料來源：趙貴祥－太陽光電產業之發展趨勢與應用，2008.12.2

<sup>22</sup>在 2008 年太陽能光電板主要製造商方面，前三大業者依序是日本的 Sharp、德國 Q-Cells 與中國 Suntech（無錫、尚德太陽能廠）。

目前世界主要太陽能光電板製造商方面，位於中國無錫的尚德廠 Suntech 成立於 2001 年，是中國與澳洲合作建立的太陽能光電板廠，在 2006 年、當時尚德廠 Suntech 的排名是第四，在 2007 年度超越日本京瓷廠 Kyocera 排名第三。

<sup>23</sup>太陽能業者表示，從太陽能 Gartner 的資料中顯示，尚德是 2005 年全球太陽能光電板廠中營收成長最快的。從 2001~2007 年，評估其短期間能成長快速的主要原因：主要來自大陸政府的強力支持。另外、2005 年尚德公司在美國股票市場 NASDAQ 上市，也為尚德廠 Suntech 帶來充裕的資金，使其在 2007 擴展太陽能產業方面躍居為全球第三。

<sup>24</sup>全球第四大石油進口國的韓國，與我國相同自產能源也不豐富；2003 年其再生能源、佔總能源消費比率的 2.1%，相對於工業國家要低很多。韓國於 2003 年通過實施「新能源及可再生能源開發利用普及促進法」。

依據韓國 2004 年提出的太陽能光電板發展願景，韓國近年積極佈局太陽光電產業，在政策導引下 2008 年韓國與日本均已是亞洲第一大及第二大太陽光電應用市場，也是全球前十大市場。

預計 2012 年韓國要使其太陽能光電板產業在世界達到 7% 的佔有率，產值要達 30 億美元，並為其國家創造 5 萬個就業機會，韓國期許在 2012 年時能成為世界第三大太陽能光電板生產國。

---

<sup>22</sup>資料來源：未上市/理財致富網，2008.2.29，

<http://htmhelen83144.pixnet.net/blog>

<sup>23</sup>資料來源：國際新聞中心，李芬芳、黃女瑛 2006.4.18，

<http://tw.myblog.yahoo.com/>

<sup>24</sup>資料來源：陳婉如(2006年3月)〈日本產業有成，韓國急起直追〉《光連雙月刊》62期

<sup>25</sup>太陽能業者指出，太陽能光電板業者因其握有矽材料來源，市佔率會因此提升，挪威的 Renewable Energy (REC) 與德國 Q-Cell 廠具有策略聯盟友好關係。REC 在 2005 年第三季，取得日本小松 (Komatsu) 公司旗下、也是全球第五大多晶矽廠 Advanced Silicon Materials LLC (ASiMi) 75% 的股份。據了解，雙方協議的一部份即是 REC 將 ASiMi 的業務範圍，從晶圓多晶材料轉換為太陽能光電板應用。

<sup>26</sup>此外位於我國南邊臨邦的菲律賓，由西班牙政府與英國的太陽能公司 (BP Solar) 和菲律賓政府三方簽署協議，斥資四千八百萬美元，在菲律賓南部地區一百五十個村落建構太陽能電源計畫，由此可見國際間對於太陽能產業發展之重視。

---

<sup>25</sup>資料來源：國際新聞中心，李芬芳、黃女瑛，2006.4.18，  
<http://tw.myblog.yahoo.com/>

<sup>26</sup>資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究－以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

#### 第四節 國內運用太陽光電發電經驗

台灣本國因缺乏天然石化能源，對外能源依存度高，每年我國中油公司必需進口 2.2 億桶以上原油供國內使用。因此面對全球原油危機時，我們必須提高能源多元化、創造自主能源，並帶動太陽光電科技產業發展，以減輕石化能源之污染負擔，降低二氧化碳排放量。

全球太陽光電板市場因金融海嘯影響，產業市場供應鏈也大有改變，從過去以供應者為主，轉變為以市場需求為主要驅動力，因此太陽光電系統整合，成為目前各國產業投資的焦點之一。

##### <sup>27</sup>我國的太陽光電獎勵補助政策：

我國經濟部能源委員會為推動台灣地區太陽光電發電系統示範利用，從 2000 年度開始每年編列預算，提供獎勵補助太陽光電發電系統的設備。並在 2002 年 3 月 6 日重新修正公佈「太陽光電發電示範系統設置補助要點」，採用並實行示範利用補助獎勵措施，鼓勵民間及機關團體一起投入我國的太陽光電發電示範系統設置。

直到 2004 年、我國政府每年皆有數千萬台幣用於補助太陽光電發電示範系統，至 2004 年底已有上百個單位獲得補助。此外，當年行政院也提出「挑戰 2008: 國家發展重點計畫」。

2006 年 7 月 21 日經濟部能源局能技字第 09504008570 號函頒實施「太陽光電發電系統設置補助作業要點」：鼓勵一般民眾及政府機關、公司行號、各級學校裝設太陽光電發電系統，並給予半額或全額之設置補助，將太陽光電發電系統普遍設置於各個地區。

1. 每 kW 的補助金額以不超過 15 萬元為標準。
2. 私人或公司企業以占設置成本比例不超過 50% 為限。
3. 經本局審查認有平均地區分配、緊急救災使用效益及能源效益與示範效果者，最高得予全額補助。

---

<sup>27</sup>資料來源：施信民，2002 年，《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會

從 2000 年到 2008 年行政院多次提案予立法院審議，國人等到 2009 年經馬英九政府積極推動再生能源的立法，<sup>28</sup>我國立法院會終於在 2009 年 6 月 12 日，三讀通過「再生能源發展條例」。規範電業併聯再生能源發電設備及所產生的電能與保障收購價格的雙重機制，獎勵業者投資發電設備，以推廣利用再生能源，獎勵總量以總裝置容量 650 萬瓩為上限。

根據「再生能源發展條例」規定，發展再生能源的經費以基金方式運作，做為再生能源電價及設備補貼。業者每年按其總發電量所繳交基金所增加的成本，可經中央主管機關核定後附加於銷售電價上，使電價計算合理化。

「再生能源發展條例」條文指出，主管機關應邀集專家組成委員會，訂定各類別的再生能源電業躉購費率及計算公式，原則上投資報酬率設定在 5% 至 7%。此外，電業躉購或自行生產之再生能源電能，可以申請基金支應費用補貼，使業者的投資回收有保障，而提升設置再生能源發電設備的意願。

此外，有鑑於太陽光電發電、氫能及燃料電池發電技術的成本，仍遠高於其他再生能源；考量發展之潛力對未來國內電價的影響，條文也授權中央主管機關訂定示範補助辦法，採階段性推廣措施，擴大國內市場需求，進而帶動國內綠色相關產業發展。

再生能源發展條例通過後，根據經濟部的統計，僅太陽光電裝置就可以創造產業效益約 2,160 億元，風力發電部分可創造約 800 億元國內需求，兩者保守估計可創造國內產業需求高達 3,000 億元。

<sup>29</sup>針對台灣節能減碳的政策，國際環保科學家麥可·諾貝爾建議，再生能源的推展仍是不可或缺。他分析，國人熟知的風力發電技術目前為丹麥、德國所壟斷，加上各國自然環境大相逕庭，例如泰國發展

---

<sup>28</sup>資料來源：林睿康，〈台北報導立法院會今（12）日三讀通過「再生能源發展條例」〉，2009.6.12，鉅亨網，<http://news.cnyes.com/>

<sup>29</sup>資料來源：中央網路報，〈再生能源專家看好台灣太陽能板〉，2009.4.16，<http://www.cdnews.com.tw/>

生物質能，也不適合台灣。台灣目前發展再生能源最可行的項目，首推太陽能光電板，主因在於台灣產業在太陽能光電板與 LED 產業具備基礎與競爭力。

在帶動國內綠色相關產業發展方面，<sup>30</sup>專注於結合太陽能光電板與 LED 照明產品的興達科技，就是台灣主要的綠照明企業。興達科技執行副總鄭家和表示：在綠色概念當道的今天，光是發展綠色能源還不夠，還必須加上低耗能的綠照明（LED），才能夠充分發揮綠色產業的特色。

<sup>31</sup>當今亞洲太陽能光電板發展蓬勃，韓國三星、我國台灣茂迪、益通等產業界也開始急起直追，成為亞太地區太陽光電板輸出國。<sup>32</sup>如今加上日本自 2009 年再次啟動補助方案，且補助額較先前高出兩倍，擴大日本國內太陽能市場商機。

因此，台灣的太陽能產業更看好，例如：中美晶、合晶、昱晶、益通等已在日本卡位；我國太陽能產業族群在日本宣布提早實施補助案激勵下，也大都因此受益良多。其中以中美晶深耕日本市場最久，是 Sharp、Sanyo 等大廠太陽能矽晶圓的代工夥伴，並入股日本太陽能電池廠 Clean Venture 21，近期又接獲日本太陽能大廠委外大單。此次因日本補助案，我國的太陽能產業將會是最大贏家之一。

合晶轉投資的陽光能源（Solargiga）已獲日本 Sumitomo 商社入股，並取得日系一線太陽能電池廠大單，去年日本地區占營收比重已達 38% 以上。

昱晶與益通也積極開拓日本市場，昱晶已取得 Sharp 代工訂單，並朝太陽能電廠供貨與經營發展；益通則與日商 M. SETEK 有穩定料源合作關係，隨日本市場擴大及其他地區對日本以外太陽能廠的依賴度

---

<sup>30</sup>資料來源：張志誠，〈太陽能產業——新股王的搖籃/把家庭變成迷你發電廠〉，就業情報網，<http://Career.com.tw/>

<sup>31</sup>資料來源：蔡宜中，2004.10，〈再生能源與其相關產業之發展實際訪談〉，茂迪太陽能光電公司

<sup>32</sup>資料來源：經濟日報/D3 版/焦點話題，2008.12.26

提高，我國的太陽能產業都有機會分得一杯羹。

雖然近來太陽能產業因德國、西班牙相繼減少對太陽能發電的補貼，<sup>33</sup>全球太陽能產業也受到金融海嘯衝擊，今（2009）年可能會中斷連續 8 年的成長態勢。根據研究機構 iSuppli 的估計，今年的全球太陽能發電安裝量，可望由去年的 38 億瓦（3.8GW）成長 9.6% 至 42 億瓦；但因為單價（ASP）大幅下滑，所以產值可能反而衰退 19.1%，對國內太陽能產業將有一定程度的影響。

不過，國內太陽能業者、宇通光能董事長蔡進耀認為，國內太陽能產業的競爭，最後將走向「有策略和技術的人才能生存，而非大者恆大」的趨勢。我們期待今年政府通過的再生能源發展條例，也能使我們的太陽光電業及國人使用再生太陽能更上層樓，除可創造約 2,160 億元的產業效益，還能增加國人就業機會。

---

<sup>33</sup>資料來源：王中一，工商時報/台北報導，98.2.13

## 第五節 小結

當地球的重要天然能源如原油與天然瓦斯的存量越來越有限時，使得世界各國政府不得不正視再生能源開發與規劃問題。綜觀全球先進國家如日、德、美等國在研究發展太陽能源應用上，都非常盡心盡力。各先進國家為獎勵民間與政府合作，都提供各式優渥方案，故這些國家才能在發展運用太陽能源方面大有斬獲。而我們台灣在延宕多年後，今年立法院終於在 6 月三讀通過「再生能源發展條例」。也期待此一條例通過，可擴大國內太陽能光電市場需求，進而帶動其相關產業發展。綜合以上各節可得以下結論：

- (一) 以發電效率而言，單晶矽太陽電池 > 多晶矽太陽電池 > 非晶矽薄膜太陽電池。但是結晶矽太陽電池會有矽晶缺料的危險，而非晶矽薄膜太陽電池因溫度轉換係數低，即轉換效率較不受氣溫影響；且受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的轉換效率，所以若裝設相同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽電池的年度總發電量甚至比傳統結晶矽太陽電池高出約 10%。
- (二) 從 1990 年起美、日、德各先進國家即開始發展太陽光發電系統，以替代部份石化、核能能源。各國皆將「發展太陽光發電系統」列為該國重要政策，並編列經費，推動各項補助獎勵措施，積極鼓勵其國民參與設置太陽光發電系統。
- (三) 1994~1998 年世界第一太陽能量產國家為美國，1999 年日本突破美國、躍居為世界最大太陽能量產國家，一直到 2005 年德國太陽能裝置量開始超越日本，彼此開始競爭世界第一太陽能量產國的地位。
- (四) 我國經濟部能源委員會為推動台灣地區太陽光電發電系統示範利用，從 2000 年度開始每年編列預算，提供獎勵補助太陽光電發電系統的設備。從 2000 年到 2008 年行政院多次提案予立法院審議，國人等到 2009 年經馬英九政府積極推動再生能源的立法，我國立法院會終於在 2009 年 6 月 12 日，三讀通過「再生能源發展條例」。規範電業併聯再生能源發電設備及所

產生的電能與保障收購價格的雙重機制，獎勵業者投資發電設備，以推廣利用再生能源。再生能源發展條例通過後，根據經濟部的統計，僅太陽光電裝置就可以創造產業效益約 2,160 億元。



## 第三章 BIPV 應用分析

### 第一節 何為 BIPV

所謂 BIPV (Building Integrated Photovoltaics) — 建材一體型太陽光電系統，乃開發具有建材功能之太陽能光電板(PV module)，接著以建築設計手法將太陽能光電板建材置入建築本體。使 BIPV 系統元件不只可發電，亦為建築外殼之一部份，達到建築與發電之雙重功能。其可應用於大樓帷幕牆、屋頂、採光罩、遮陽棚、遮陽板、雨遮等之太陽光發電系統，且本身就是建材（如圖 3-1-1~10）。

<sup>34</sup>而近年來，產業界更進一步成功開發可依使用者要求，具有不同陽光穿透率之太陽能光電板；使得 PV 之應用不再只侷限於發電功能，而可同時以建築設計手法綜合晝光利用、外殼設計，以降低照明耗電及建築空調耗能。當晴天太陽高照的夏季，是空調尖峰用電之危險期，但也是建材一體型太陽光電系統發電之最佳狀態。

因此，BIPV 可用誘導式(passive)綠建築設計手法，歐洲等高緯度寒冷的國家，其需要太陽的熱度以減少暖氣使用，並降低照明耗電。透光型 BIPV 設計就非常適合，其不僅具有發電的經濟效益，更可替代既有建材，降低初置成本，獲得建築節能效益。反觀亞熱帶台灣，其 BIPV 建築設計更需非常省慎，如何結合屋頂牆面隔熱、遮陽處理、採光設計以發揮建築節能效果，更是我們需要審慎思考的地方。

---

<sup>34</sup>資料來源：

[www.tabc.org.tw/joomla/index.php?option=com\\_fireboard&Itemid=59&func=view&id=21&catid=5](http://www.tabc.org.tw/joomla/index.php?option=com_fireboard&Itemid=59&func=view&id=21&catid=5) - 43k -



圖 3-1-1 荷蘭 BIPV 屋頂  
資料來源：

<http://www.pvsystem.net/~k.otani/data/bipvphoto-e.htm>



圖 3-1-2 日本 BIPV 屋頂  
資料來源：本研究整理

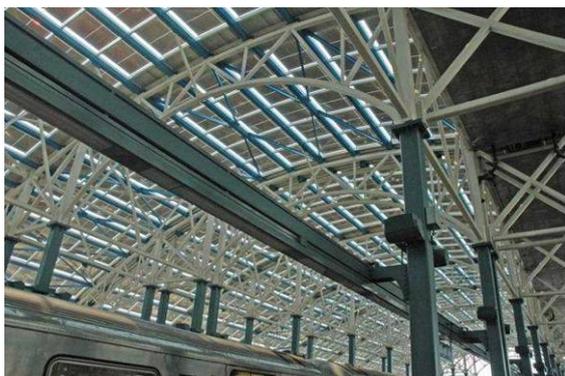


圖 3-1-3 美國 BIPV 車站屋頂  
資料來源：

[http://www.bowmanconstructionsupply.com/architectural\\_schott.htm](http://www.bowmanconstructionsupply.com/architectural_schott.htm)



圖 3-1-4 德國 BIPV 帷幕牆  
資料來源：

<http://www.thyssen-solartec.com/aktuell/eurofassade.html>



圖 3-1-5 日本 BIPV 帷幕牆  
資料來源：本研究整理



圖 3-1-6 日本 BIPV 帷幕牆  
資料來源：  
<http://www.pvsystem.net/~k.otani/data/bipvphoto-e.htm>



圖 3-1-7 台灣 BIPV 入口採光罩  
資料來源：葉世宗建築師事務所

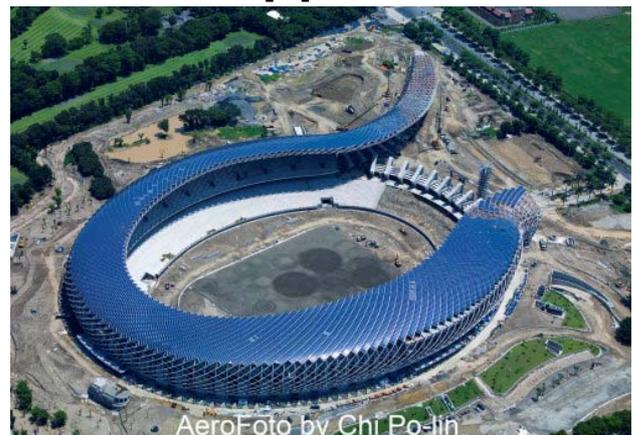


圖 3-1-8 台灣高雄世運主場館  
BIPV 屋頂遮陽棚  
資料來源：  
[http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_530c99c70100aum3.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_530c99c70100aum3.html)

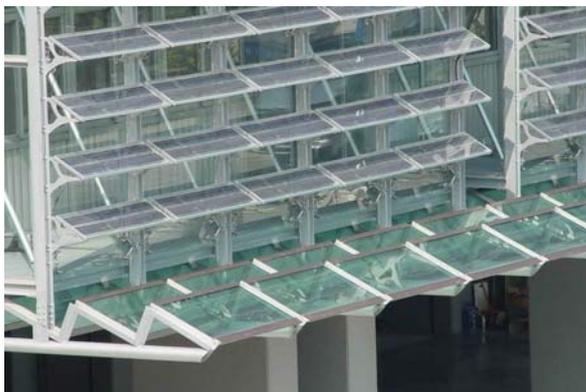


圖 3-1-9 台灣 BIPV 遮陽板  
資料來源：葉世宗建築師事務所



圖 3-1-10 台灣 BIPV 光電遮陽立面  
資料來源：葉世宗建築師事務所

## 第二節 BIPV 的優缺點

建材一體型太陽光電系統可應用於大樓帷幕牆、遮陽棚、屋頂、天井等，可發電及替代建材，具雙重功能，但如何適當的使用建材一體型太陽光電系統是一大學問。比如說應用在建築帷幕的大片玻璃，用特殊規格的玻璃價格高昂；但是若採用透光型非晶矽薄膜 BIPV，不僅有隔熱效果，還可產生能源，亦可同大片玻璃一樣有寬闊的視野。在地狹人稠與土地價格昂貴之地區，BIPV 是解決土地設置成本過高與整合發電設備於建物外觀之最佳解決方案。

而在用慣了一般現有裝設之太陽能光電板，為什麼我們仍需開發及使用 BIPV 呢？其原因如下：

表 3-2-1 為何需使用 BIPV

為何需使用 BIPV	備註
1. 集中式太陽能光電廠需大量土地，常與景觀不協調—每百萬瓦(MW)輸出電力約需土地面積 30,000 m <sup>2</sup> 。 2. 電力需求大的地方，通常集中在人口眾多、土地稀少且昂貴的都會地區。 3. 電力負載主要在建築物內或其周邊，BIPV 充分利用建築物之外部空間面積，產生自給能源。 4. 減少電纜線架設及電力輸送之損耗（可就近利用）。 5. PV 光電板建材化，使 PV 系統與建築、生活及藝術緊密結合。	

資料來源：<http://www.maxgather.com.tw/>，詮晶光電科技公司網站  
+ 本研究整理

BIPV 的規劃設計程序，首重於評估建築物能源的合理需求，並依當地氣候條件進行規劃。由於其設計是因地制宜，高緯度國家有其設計方法，低緯度國家亦有其設計方法。然其先決條件惟有先「節約能源」再開發「再生能源」，故 BIPV 的先決條件在於節約能源設計，使居室住得舒服再來發電，這才是 BIPV 建材一體型太陽光電建築的價值所在。而使用 BIPV 有何優缺點呢？以下略敘如下：

表 3-2-2 使用 BIPV 的優缺點

使用 BIPV 的優點	使用 BIPV 的缺點	備註
<p>1. 有效利用建築物的外表大面積：整合發電設備於建物外觀。</p> <p>2. 外殼遮陽：太陽能晶片構造本體具有遮蔽陽光的效果，其熱傳透率 U 值較一般傳統玻璃帷幕低，因此可阻擋太陽輻射熱進入室內，產生降低室內空調熱負荷之效益。因為其可遮陽，降低建築物外表溫度，對於非空調區而言，也能因遮陽而緩和高溫，提升人體舒適度。</p> <p>3. 建材減量：因替代建物外表包覆材料，減少建築材料使用，在建築外殼有利位置藉由太陽能光電板取代建築材料（例如屋頂、帷幕牆、遮陽棚等建材），也等同於降低建築物二氧化碳排放量。</p> <p>4. 降低整體建築成本：對於在既有建物上再加裝太陽能光電板，由於並沒有減少原先建物建置成本，還需額外太陽能光電板費用，不如直接在規劃之初即考慮使用 BIPV。</p>	<p>1. 發電效能降低：BIPV 的轉換效能及日照時數，會受限於 BIPV 裝設位置於屋頂或外牆方位及高度角之不同而較一般太陽能光電板降低。</p> <p>2. 建物顏色受限：台灣的建築師喜歡創新，但因為每家公司生產的 BIPV 顏色可能固定。故建物部分顏色受到 BIPV 原先顏色限制，須靠建築師的美感來搭配。（目前已開始有廠商生產彩色的太陽能光電板）</p> <p>3. 建物外觀形狀受限：有很多光電廠商其生產出來的 BIPV 產品尺寸大小是固定的，因為每家公司生產的 BIPV 不同，不太可能為客戶去課製化模組，不然，成本會非常高。然而建築師已習慣如同設計帷幕牆一樣，設計完再交由鋁擠型廠商做分割，很難改變習慣去遷就 BIPV 光電廠商的規格尺寸，故建物部分外觀形狀受到 BIPV 限制。</p>	

使用 BIPV 的優點	使用 BIPV 的缺點	備註
<p>5. 建築物外型較美觀：因與建物一體成型，不像一般太陽能光電板額外加裝，佔據屋頂平台的活動空間，故建物外型會較美觀。</p> <p>6. 寒帶國家之溫室效應：在北歐等高緯度寒帶國家，太陽能光電板的玻璃構造型式，可以輻射熱進入室內形成溫室，在空調暖房需求大的地區，成為降低室內暖房負荷的誘導式設計。</p>		

資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所+本研究整理

從公元 2000 年起 BIPV 建材一體型太陽光電系統才開始應用在建築物上，BIPV 的使用期限一般需達到 20~25 年，且須符合當地建築法規對建材性能的規定。早期較常使用單晶矽或多晶矽太陽能光電板，但以此兩種太陽能光電板製成 BIPV 產品，因其不透光，且人們從裡面看到的景致都是一塊一塊，而不是完整的景觀，較不受建築師的喜愛，以致於多運用在雨遮、遮陽板、遮光罩、屋頂等構造處。

而大樓的帷幕牆由於強調視覺景觀，透視度非常重要，非晶矽薄膜太陽能光電板(圖 3-2-1~2)所做的 BIPV 正好滿足這項優點，可以通過調整鐳射使光線把中間距離擴大，透光率就可自由調整；有透光 10%、20%等，甚至可達 70%，人們就可從居室看到戶外完整景色，並可發電，替代部分傳統建材。故使很多業者相當看好未來太陽能光電板將會由薄膜產品應用面的擴大而大幅增加產品需求。

且因過去幾年由於上游矽晶原料全球性缺料情形持續，使業者紛

紛轉投資用料較省的非晶矽薄膜太陽能光電板，也使得錯過第一波太陽能光電板投資的其它業者有了最佳的切入機會。

另非晶矽薄膜太陽電池原主流製程為非矽晶（amorphous），轉換效率一直停留在約 5~6% 上下。而今已發展成在電池基板上加鍍一層吸光層：微非矽晶（Micromorph），使轉換效率大幅提升至 8~10%。且非晶矽薄膜太陽能光電板溫度轉換係數低，即發電效率較不受氣溫影響，且因受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的發電效率。故若裝設同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽能光電板的年度總發電量甚至比傳統結晶矽太陽能光電板高出約 10%，故這也是選擇太陽能光電板須考量的因素。



圖 3-2-1 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性  
資料來源：聯相光電公司



圖 3-2-2 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性  
資料來源：聯相光電公司

### 第三節 BIPV 應用於建築設計施工注意事項

探討過 BIPV 建材一體型太陽光電系統的優缺點後，一個重點是：位處亞熱帶的台灣適不適合發展 BIPV 建築呢？其實通常會得到正反兩方面的意見。如果以強調發電效率來分析：台灣太陽能光電板較好的設置角度約是面南成某個度數的仰角（因應每個地區角度稍有不同）。事實上很難要求因應各個建築部位，BIPV 建築僅能設計此角度，否則就好像台灣目前較常見於屋頂露台架設排排站的太陽能光電板，不屬於 BIPV，建築就沒有創意了。

台灣有很好的直射日光，平均日照時數還比歐美等高緯度國家多，雖然粉塵量大了點。事實上對於 BIPV 發展，若能以節約能源設計，先落實「節約能源」再開發此 BIPV「再生能源」，才是建築結合太陽光電的價值所在。

有些人認為：對空調型建築而言，台灣不適合發展 BIPV，如 BIPV 之透光型帷幕牆即很不適合，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。但反過來說有時我們也可以從建築人的思維去想，人不一定要住在「陰暗的窯穴」。如果業主其要求空間一定要有大片玻璃，可以看到完整遼闊的戶外景觀（比如說海景、山景）。若以此情形為例，不如以透光型非晶矽薄膜 BIPV 來取代 Low-E 玻璃，且尚可發電。

事實上全世界不管是熱帶、寒帶應該都可設計 BIPV 建築，只要因地制宜，建築師按照合理的程序來做設計，在不同的地區，就是用不同的手法來設計 BIPV 建築。即以建築的手法來節能，誘導式的設計是最佳化策略，沒有絕對的否定說亞熱帶台灣就不適合發展 BIPV 建築。

例如台灣的高雄市運主場館，其看台上的屋頂遮陽棚總發電量達 1MW，是目前全球最大規模的 BIPV 建築。設計者伊東豐雄是日本知名的建築師，其難道不知道看台上遮陽棚有些角度，其發電效率可能不好。又或者日本殼牌光電中心（Shell Solar）的整體 BIPV，有些角度發電效率是不好的。難道這些國際知名建築師與太陽能大廠都不懂嗎？其實他們是有他們的堅持的。當建築美學與發電效率之間必須有

所取捨時，端看你如何做最有利的決定。當然某些部位是可以建築的手法來設計調整，例如高雄市運主場館其遮陽棚在一些幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。同樣的情形在其他 BIPV 建築也可用設計的手法調整，端看建築師的功力。

因台灣的 BIPV 建築起步比國外晚，且台灣太陽能產業絕大多數都是外銷，外銷比重逾 95%。連專業的 BIPV 生產光電廠商，由於他們過去生產的 BIPV 均銷往國外，很少用在國內建築；當其被業主要求在國內興建 BIPV 建築時，甚至也不知道要注意哪些事項，顯示台灣要發展 BIPV 還有一段距離。且因 BIPV 市場中建築師所扮演的角色非常重要，一般建築師如果對 BIPV 認識不深，對其構件及構法從設計、製造與安裝施工等相關資訊不普遍時，會導致其不敢做設計規劃。另搭配 BIPV 的支撐系統廠商（鋁擠型廠商或金屬廠商），如對 BIPV 不熟悉，也易產生工程介面問題。故為加強相關之建築業者對 BIPV 的認識，特擬定下列「BIPV 應用於建築設計施工注意事項」供參：

#### 壹、亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位

亞熱帶台灣所發展的 BIPV 會與北歐等高緯度寒帶國家不同，必須因地制宜，建築師按照合理的程序來做設計。例如在高緯度寒帶國家，太陽能光電板的玻璃構造型式，可以輻射熱進入室內形成溫室效應，在空調暖房需求大的地區，成為降低室內暖房負荷的誘導式設計。但對亞熱帶台灣空調型建築而言，透光型之 BIPV，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。

太陽能光電板架設的原則如下：（1）南向仰角某個度數（因應每個地區角度稍有不同），應可達到最大日照效能；（2）被擋堅固耐久；（3）避開陰影，以免影響發電效率；（4）背部通風降溫設計，以下列出亞熱帶台灣適合應用 BIPV 的部位供參：

表 3-3-1-1 亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位

部位	適合之太陽能光電板	適用場合	備註
屋頂	非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽	南向斜屋頂，其他面向屋頂發電效率較差，如不使用 BIPV	

部位	適合之太陽能光電板	適用場合	備註
	薄膜太陽能光電板	時，亦可考慮以同色系材料取代。	
遮陽棚	不需透光時－非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板 需透光時－透光型單晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型多晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型非晶矽薄膜太陽能光電板（使用鐳射調整透光率）	南向斜遮陽棚，其他面向斜遮陽棚發電效率較差，如不使用BIPV時，亦可考慮以同色系材料取代。	
遮陽板、雨遮	非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板	南向最佳、東西向次之	
帷幕牆	需透光時－透光型非晶矽薄膜太陽能光電板 不需透光時－非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板	南向或西向 > 東向之高樓層	需透光適用於一定要有大片玻璃取代 Low-E玻璃時
採光罩、天井	透光型單晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型多晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型非晶矽薄膜太陽能光電板（使用鐳射調整透光率）	整體施做較統一	

資料來源：本研究整理

## 貳、工程介面

BIPV 如同一般建物，其僅是建物的一部分，故仍須向縣市政府申請相關之審查及建造執照，整體工程完工後亦須申報完工檢驗及申請

使用執照。其一般工程包含：土木工程設計及施工、BIPV 太陽光電系統設計及施工。

土木工程設計及施工包括：基礎、地梁、鋼構系統、管線、電氣機房、光電板支撐系統工程等。

BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、併接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程。

通常鋼構與支撐系統工程之介面以建築鋼構一次部材為設計介面分水嶺；一次部材尺寸與設計強度由建築師設計，一次部材以上之繫件及整體支撐系統與鋁擠型斷面由支撐系統廠商設計。支撐系統廠商需整合光電系統與鋼構接合部份，提供鋼構所需之加工處理(開孔或銜接鐵件等)細部圖面予建築師整合後由鋼構廠施作，並需考量可調整吸收鋼構之誤差值(由建築師提供)，以確保太陽能光電板精確之安裝。

### 參、建築師應用 BIPV 於建築設計

BIPV 的使用期限一般需要達到 20~25 年，故建築師使用該材料除了空間設計美學與發電效率及配合當地景觀的考量外，尚須符合當地建築法規對建材性質的規定。且因四周如有對太陽能光電板造成遮蔭的物件，就會影響發電效率。例如對非晶矽薄膜太陽能光電板若一塊面板被陰影遮到 5%，它尚有 95% 的面積可以發電；可是若結晶矽太陽能光電板被陰影遮到 5%，就整塊面板都不能發電了。

建築師站在一個整合者的立場，必須有效統合太陽光電廠商、支撐系統廠商(鋁擠型廠商或金屬廠商)，理清設計規範與相關設計準則及工程介面，選用適當的 BIPV 材質做搭配。而且要視使用部位符合相關材料規範一如防火時效、氣密性、水密性、抗風壓性、層間變位吸收性能、隔熱性、隔音性等，其設計 BIPV 注意事項一般如下：

1. 選擇適合之太陽光電系統：因應所設置的太陽光電系統區域不

同，一般可選用下列三種<sup>35</sup>：（1）獨立型太陽光電系統（Stand-Alone System）：使用蓄電池且直/交流轉換器（Inverter）無逆送電功能之太陽光電發電系統。白天由太陽光電系統發電，並供負載與充電，夜間則由蓄電池供電，可自給自足。適用於離島、高山等偏遠地方市電無法到達之處。（2）市電併聯型太陽光電系統（Grid-connected System）：直/交流轉換器（Inverter）具有逆送電功能，可操作於併聯模式之太陽光電發電系統。白天 PV 系統與市電負載併聯發電，並供應使用者之負載，不足處由台電補充供電；夜間因無陽光則由市電系統供電。本系統構成簡單，節省龐大蓄電池費用，維護容易且發電效率高，是目前太陽光電發電系統主流。（3）緊急防災型（獨立/併聯混合型）太陽光電系統（Hybrid System）：直/交流轉換器（Inverter）具有逆送電功能，同時裝置蓄電池，可操作於併聯模式或獨立模式之太陽光電發電系統。平時與市電併聯發電，並供負載與充電；夜間雖由台電供應，但遇災害電力中斷時，仍有足夠的蓄電池可安排救災。

2. 與業主討論應用 BIPV 場合：由於目前 BIPV 單價還很高（約為一般 PV 之四倍價錢），而且要通過能源局委託工研院太陽光電中心對太陽光電的補助，對很多 BIPV 建築非常困難，畢竟美感與發電效率要同時得兼不容易。工研院在審核通過太陽光電補助時，若能有建築背景的人員參與將會更好。畢竟，建築還是有美學考量，不單單是如同工研院太陽光電中心純粹以發電效率做考量，否則就會抹煞建築師的創意了。事實上現在有些業主（如私人建設公司老闆），在考量架設 BIPV 時，有時不太考慮工研院的補助。因為他們就是要做 BIPV，故建築師必須與業主充分討論如何應用

---

<sup>35</sup>資料來源：〈太陽光電發電系統設置補助作業要點〉，2006.07.21 經濟部能源局能技字第 09504008570 號函頒實施，2006.11.13 經濟部能源局能技字第 09504024190 號令修正 + 葉世宗（2007 年 12 月 22 日）〈光電建築（BIPV）的設計應用與實例探討〉《第四屆台灣建築論壇－智慧化建築與生態城市建築論壇集》：67-79，中華民國建築師公會全國聯合會

BIPV，以下列出須討論的注意事項：（1）BIPV 應用的部位在何，採用何種類型的太陽能光電板；（2）電力需求估算；（3）發電成本簡易估算。

3. 選擇適當之太陽能光電板：台灣的建築師喜歡創新，但目前 BIPV 單價還很高，每家公司生產的 BIPV 尺寸大小不同，不太可能為客戶去課製化模組，不然，成本會非常高。故目前最好的方式是配合某些光電廠商生產出來的固定規格產品，先幫客戶做設計，之後根據設計的需要，評估要進那家公司的太陽能光電板（比如說某家透光型非晶矽薄膜太陽能光電板尺寸為 1.1 米×1.3 米）。另非晶矽薄膜太陽能光電板溫度轉換係數低，即發電效率較不受氣溫影響，且因受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的發電效率，故若裝設同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽能光電板的年度總發電量甚至比傳統結晶矽太陽能光電板高出約 10%，故這也是選擇太陽能光電板須考量的因素。
4. 太陽能光電板背面通風層的設計：BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，尤其單多晶系統受的影響最大，有時太熱就不太能發電了，故做設計非常重要。非晶矽薄膜太陽能光電板雖然溫度轉換係數低，發電效率較不受氣溫影響，但是如果考慮到 BIPV 背面層的通風，可將熱帶走，發電效率會更好。另即使是設計 Double wall，中間有設計通風層降溫，發電效果亦會更好。最主要設計的工法除考慮其防水性、耐久性外，使中間的空氣層產生流動，可以抑制因太陽能光電板之溫度上升而發電效率降低。有些案例為了降溫，甚至還會設計自動灑水系統。
5. 發電效益估算：根據當地氣候資料數據及日射量數據等資料，建築師可在建置太陽能光電設備前預測發電量，其項目包括（1）電力需求估算；（2）太陽能光電板面積估算；（3）設置容量估算；（4）發電量計算。
6. 機房位置、佈設拉線等相關事宜考慮：與太陽光電廠商密集討論是否需設置機房，確認選用之太陽光電系統，另包括機房設備安

裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程細部討論；或因應需求有監測及展示系統工程時，其位置區域及相關設備與佈設拉線等相關事宜考慮。

7. 設計手法：因為並不是每個角度建置 BIPV 都能有很好的發電效果，有些角度發電效率是不好的。當建築美學與發電效率之間必須有所取捨時，端看建築師如何做最有利的決定。當然某些部位是可以建築的手法來設計調整，例如高雄市運主場館其遮陽棚在一些幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。同樣的情形在其他 BIPV 建築也可用設計的手法調整，端看建築師的功力

#### 肆、支撐系統廠商設計施工要求

BIPV 建材一體型太陽光電系統其支撐系統設計為介於建築結構與太陽能光電板之間之支撐系統，需符合下列要求：

1. 涵蓋範圍：（1）支撐系統之框架設計；（2）支撐系統之理線槽與框架接合設計；（3）支撐系統與建築結構及太陽能光電板間之相關接合細部設計；（4）支撐系統本身之材料強度計算以及整體 BIPV 建材一體型太陽光電系統之整體結構強度計算及結構安全證明；（5）支撐系統邊緣與建築結構收尾包版設計；（6）支撐系統安裝太陽能光電板後整體之排水設計；（7）日後維修規劃，相關維修走道或維修人員防護措施之固定點等之設計，並考量不可遮蔭至太陽能光電板。
2. 性能要求：整體 BIPV 系統之太陽能光電板與支撐系統結合後必須具有防火時效、氣密性、水密性、抗風壓性、層間變位吸收性能、隔熱性、隔音性等（由建築師視需要要求）。
3. 支撐系統斷面及理線槽設計要求：（1）避免遮蔭要求一系統之設計不可遮蔽有效區之範圍，並考量其明框於早晨及下午造成之陰影，設計需避免影響光電板受光後之發電效能。（2）理線槽設計要求一太陽光電系統之理線槽設計需考量美觀需求，附屬於系統之一體化設計，與系統框架同寬度且同一顏色及材質（整體美

感)，並具耐候性及洩水功能(不可造成積水及累積塵土)。其上入線孔之孔徑大小及孔位由太陽光電廠商提供，並需於完工後可方便拆卸蓋板理線維修。

4. 維修及更換太陽能光電板設計要求：(1) 維修通道及安全繫件一支撐系統廠商應設計便於日後維修及更換太陽能光電板所需之必要通道或爬梯，並設計維修及施工人員所需之安全固定繫件，以提供日後維修及更換太陽能光電板施工人員固定安全措施所需。(2) 日後維修及相關施工安全計畫一支撐系統廠商提供日後為維修及更換太陽能光電板之相關操作及安全計畫並滿足建築師及業主要求。
5. 材料要求：包括鋁框材料、五金及繫件材料、固定螺栓及螺母材料、矽利康材料等材質之強度及耐候等相關測試。
6. 其他要求：(1) 系統之設計需在日後太陽能光電板、鋁板及蓋板飾條等材料破損時，均能方便替換設計。(2) 支撐系統需提供足夠之變位量，以吸收溫差、地震、颱風及建築結構變位時所產生之位移誤差。

#### 伍、太陽光電廠商設計施工要求

過去由於國內 BIPV 生產業者其生產的 BIPV 均銷往國外，很少用在國內建築。因此，當其被業主要求在國內興建 BIPV 建築時，甚至不知道與建築設計施工配合時要注意哪些事項。

太陽光電廠商要如何與建築師合作使用 BIPV 產品，及後續保固如何處理(是支撐系統廠商的責任或太陽光電廠商的責任)，均是太陽光電廠商要拓展國內 BIPV 市場要考慮的因素。

因為以前國內 BIPV 生產業者在將 BIPV 外銷國外時，純粹當產品的供應商。因此主要在研發產品，考慮發電效率的提升。至於要在國內推廣實際案例與建築整合，其保固維修就要注重。在台灣，一般的保固維修約為兩年，頂多三年；雖然 BIPV 太陽能光電板其壽命有 20 年，但是只要超過保固期限，故障後有的廠商就不管了。所以台灣的光電廠商要想打開國內 BIPV 市場，與其他廠商的保固介面要釐清，

不然台灣的建築師更不敢用。事實上從 2008 年中開始發生的金融海嘯，已經使相當多體質不健全的太陽光電廠商倒閉了。如此更可將體質好的留存下來，對好的太陽光電廠商是正面的。亦有太陽光電廠商走系統商的模式，即統包 BIPV 太陽光電工程，再找搭配的支撐系統廠商，保固部份由太陽光電廠商負責。

一般來說太陽光電廠商裡面的人員沒有辦法對營建很專業，所以即使接到 BIPV 的案子，也必須與支撐系統廠商等做搭配。BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，故做設計非常重要。

BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程，此部分皆須密切與建築師及相關支撐系統廠商等討論配合。

#### 第四節 小結

由以上各節得知，建材一體型太陽光電系統（BIPV）可應用於大樓帷幕牆、遮陽棚、屋頂、天井等，可發電及替代建材，具雙重功能。在地狹人稠與土地價格昂貴之地區，BIPV 是解決土地設置成本過高與整合發電設備於建物外觀之最佳解決方案。因此，可得以下結論：

- （一）亞熱帶台灣其 BIPV 建築設計需非常省慎，如何結合屋頂牆面隔熱、遮陽處理、採光設計以發揮建築節能效果，是我們需要審慎思考的地方。
- （二）BIPV 的規劃設計程序，首重於評估建築物能源的合理需求，並依當地氣候條件進行規劃。由於其設計是因地制宜，高緯度國家有其設計方法，低緯度國家亦有其設計方法。然其先決條件惟有先「節約能源」再開發「再生能源」，故 BIPV 的先決條件在於節約能源設計，使居室住得舒服再來發電，這才是 BIPV 建材一體型太陽光電建築的價值所在。
- （三）從公元 2000 年起 BIPV 建材一體型太陽光電系統才開始應用在建築物上，BIPV 的使用期限一般需達到 20~25 年，且須符合當地建築法規對建材性能的規定。
- （四）早期較常使用單晶矽或多晶矽太陽能光電板，但以此兩種太陽能光電板製成 BIPV 產品，因其不透光，且人們從裡面看到的景致都是一塊一塊，較不受建築師的喜愛。而大樓的帷幕牆由於強調視覺景觀，透視度非常重要，非晶矽薄膜太陽能光電板所做的 BIPV 正好滿足這項優點，可以通過調整鐳射使光線把中間距離擴大，透光率就可自由調整；有透光 10%、20% 等，甚至可達 70%，人們就可從居室看到戶外完整景色，並可發電，替代部分傳統建材。
- （五）非晶矽薄膜太陽能光電板溫度轉換係數低，即發電效率較不受氣溫影響，且因受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的發電效率。

## 第四章 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊規劃方向 分析

### 第一節 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者訪談紀錄

本研究案為能規劃優質之 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)，特訪談國內 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者以彙整資料，期盼整合各方經驗，能提出有效用之 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）建議。

希經本研究案的完成，加深相關人士對 BIPV 的認識、參與，藉以營造有利於 BIPV 的環境；達到使國內的 BIPV 建築有機會推廣，建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築。以下為相關訪談紀錄，詳如下表所示：

表 4-1-1 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者訪談紀錄

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
A 建築整合太陽光電資深經理	A 光電股份有限公司	<p>(一) 屬太陽電池模組生產者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 現在已經有些業主、建築師開始考慮將 BIPV 應用在建築上。事實上，本公司目前將非晶矽薄膜太陽電池研發成含有中空層，使其一樣有穿透效果，但可使日射熱得減少，以降低空調耗能；雖說還是需要用空調，但至少能減少其用量。</li> <li>● 本公司屬於較偏中游太陽電池製造商，對其後段的模組製造與封裝也稍微涉獵。</li> <li>● BIPV 若應用於帷幕建築，會考慮面南設置，應用單多晶或非晶矽薄膜系統則視方位。一般需要大的視野會用非晶矽薄膜太陽能光電板，但如僅是遮陽板或屋頂等不需透光處</li> </ul>	71231

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>則可用結晶矽模組之 BIPV。</p> <p>(二) 非晶矽薄膜太陽電池之優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 非晶矽薄膜太陽電池若欲做成 BIPV，考慮其透光性，會將反射層用鐳射打成孔洞，故發電效率會稍微衰減。</li> <li>● 非晶矽薄膜太陽電池其製作的方式為用氣體蒸餾，與單多晶的製造排列方式不同，並非說其裡面完全無矽晶，只是不會太擔心矽晶缺料的危機。</li> <li>● 非晶矽薄膜太陽電池的好處：若一塊面板被陰影遮到 5%，它尚有 95% 的面積可發電；可是若結晶矽模組被陰影遮到 5%，就整塊面板都不能發電了。</li> <li>● 不管單、多晶或非晶矽薄膜太陽電池，其原理皆為 P 型半導體撞擊到 N 型半導體，激發產出電流。</li> </ul> <p>(三) 對國內太陽光電補助之觀點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 國內能源局委託工研院補助太陽光電方向有點走偏了，因為畢竟如果要如同工研院太陽光電中心建議的太陽能光電板最佳架設角度為南向 23.5 度，能接受補助的大概都是屋頂平台架設太陽能光電板，高度低於 1.5m，這是一項設備，就不是 BIPV 了。</li> <li>● 建議工研院在審核通過太陽光電補助時，也能有建築背景的人員參與。畢竟，建築還是有美學需考量，不單單是如同工研院太陽光電中心純粹是以發電效率做考量，否則就會抹煞建築師的創意了。</li> <li>● 事實上現在有些業主（如私人建設公司老闆），在考量架設 BIPV 時，有時就不太考慮工研院的補助。因為他們就是要使用 BIPV，他們會要</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>求建築師，建築師會來找我們公司，他們大部分喜歡的是透光型的非晶矽薄膜太陽能 BIPV。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 雖然本公司 99% 還是做外銷，但是 1% 的國內市場還是值得開拓。雖說石油的蘊藏量還有 40 年，但有人認為只剩 20 年。歐洲一些大的太陽光電公司，其背後的經營業者有些是石油公司，可見他們認為 BIPV 這個發展是有其必要性的。</li> </ul> <p>(四) 本公司未來之發展性：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 我們公司不喜歡做代工生意，想致力於發展自有品牌。事實上從 97 年底發生的金融海嘯，已經使相當多體質不建全的太陽光電公司倒閉了。如此更可將體質好的公司留存下來，對好的太陽光電公司是具正面意義的。</li> <li>● 本公司將會走系統商的模式，即統包 BIPV 太陽光電工程，再找搭配的鋁擠型廠，保固部份由我們公司負責。雖然目前 BIPV 是同面積 PV 板的 4 倍價錢以上，但是當使用量增大後，價錢應該會越來越便宜。</li> <li>● 本公司 BIPV 約為一般模組之 4~7 倍價錢，非晶矽薄膜太陽電池 1 瓦約 2 美金，BIPV 單純板材不含其他費用 1 瓦約 8~14 美金。</li> </ul>	
B 處長	B 能源股份有限公司	<p>(一) 非晶矽薄膜 BIPV 研發生產者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 法國 BIPV 因政府有補助，才有生存利基。基本上大樓帷幕牆使用 BIPV 時，面南高樓層或天窗使用較好。台灣已可市電並聯，但只能以 1:1 的價格售電予台電，目前無利基可言，也許未來可期待之。</li> <li>● 台灣 BIPV 幾乎全部都外銷，因再生能源發展條例沒通過。(訪談後我</li> </ul>	71202

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>國立法院會終於在 2009 年 6 月 12 日，三讀通過「再生能源發展條例」)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 非晶矽薄膜太陽能光電板，雖發光效率較不好，但幾乎白天全天候（清晨到黃昏）都可發電。單、多晶矽太陽能光電板雖發光效率較好，但一天只能發電 3、4 小時（因中午太熱或低照度下發電效率不佳），且一有遮蔭，就整個並聯模組皆無法發電。</li> <li>● 高雄市運主場館為單晶矽太陽能光電板，其以晶片脫開封裝來採光。</li> </ul>	
C 經理	C 光能股份有限公司	<p>(一) 屬太陽電池模組生產者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 目前由於本公司僅是太陽電池模組的生產者，並非系統安裝者。因此，太陽能光電板的抗風壓強度須看所搭配的鋁擠型支撐系統強度而定。尤其當太陽能光電板架設在 solar farm 時，有可能是支撐系統不牢靠，而把太陽電池整個掀掉。</li> </ul> <p>(二) 非晶矽薄膜太陽電池之優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 非晶矽薄膜太陽電池溫度轉換係數低，即轉換效率較不受氣溫影響，且受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的轉換效率。所以若裝設相同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽電池的年度總發電量，可以比傳統結晶矽模組高（年度總發電量可以比傳統結晶矽模組高出約 10%）。</li> <li>● 低成本的非晶矽薄膜太陽電池在弱光、高溫環境下的優良發電效果，</li> </ul>	80218

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>使得歐洲各國開始大量運用非晶矽薄膜太陽電池來建造太陽能發電廠。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● BIPV 若將非晶矽薄膜太陽電池之反射層鍍射打孔，可達到視覺上穿透的效果，就如同大面透光窗戶。但原有的轉換效率 6~8% 可能就稍降為 5~6%。本公司目前生產的非晶矽薄膜太陽電池為 1.1 米×1.3 米，主要是外銷歐洲。因為在西班牙、德國、希臘對太陽能發電由電力公司買回都有立法補助，如 solar farm 0.4 歐元/度、住宅 0.5 歐元/度；這些國家對 BIPV 因可減少建物的建置成本，政府更加鼓勵，故補助達 0.6 歐元/度。</li> <li>● 今年初原以為立法院能三讀通過再生能源發展條例。（訪談後我國立法院會終於在 2009 年 6 月 12 日，三讀通過「再生能源發展條例」）</li> <li>● 目前本公司的非晶矽薄膜太陽電池其面戶外之強化玻璃為 3mm，此已為極限，背面層可加厚，膠合層約需 1mm。</li> </ul> <p>（四）本公司未來之發展目標：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 如何與建築師合作使用 BIPV 產品，及後續保固如何處理（是鋁擠型廠的責任或我們的責任）皆須探討。另一般太陽能光電板壽命約使用 25 年後發光效率降低，就成為單純的帷幕牆之類，看合約如何談。</li> <li>● 廠商希望 BIPV 應用在建築上時，我們可以出版標準安裝手冊，目前正致力於此工作。</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
D 專案經理	D 股份有限公司	<p>(一) 屬帷幕牆系統廠商的看法：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司為帷幕牆系統廠商，原工程涵蓋範圍包括帷幕牆設計、加工組裝、施工監造。通常會依據建築師規劃的帷幕牆圖面幫其設計，之後請鋁擠型廠開模生產鋁料後，我們加工及現場組裝。</li> <li>● 有關 BIPV 我們也很有興趣跨入這個領域，因為目前國內沒有市場規模，僅有零散的 BIPV 建築，使得大部分 BIPV 廠商，在國內興建 BIPV 建物時，都是臨時與支撐系統廠商搭配。</li> <li>● 本公司因是臨時搭配 BIPV 工程，較不容易深入瞭解。BIPV 廠商若能嘗試先與支撐系統廠商結合開發，後續的維修保固介面就可包含進去。例如我們可預留管路供線路使用，模組與線路應有快速接頭可更換模組。防水的問題我們可處理，保固的介面一定要 BIPV 廠商及支撐系統廠商結合才容易釐清。</li> </ul>	80224
E 專案經理	E 太陽光電科技中心	<p>(一) 屬太陽光電科技中心人士的見解：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 對空調型建築而言，台灣不適合發展 BIPV，如 BIPV 之透光型帷幕牆即很不適合，將會增加空調負荷，BIPV 所發的電可能還不夠冷氣負荷。</li> <li>● BIPV 在台灣可做的部位應該屬於偏 CIPV 結構一體型太陽光電系統 (Construction Integrated Photovoltaics)，如戶外遮陽棚、戶外屋頂、遮陽板 (皆為非透光型)。不管單、多晶或非晶矽薄膜太陽電</li> </ul>	80429

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>池，都以非透光型呈現較合適。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 如要做有屋頂的建築，其屋頂要考慮通風，即是以建築的手法來節能，採用誘導式的設計是最佳策略。</li> </ul>	
F 經理	F 能源股份有限公司產品研發處	<p>(一) 非晶矽薄膜 BIPV 研發生產者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司主要發展非晶矽薄膜 BIPV，想拓展國內市場，例如發展如國外帷幕牆系統或屋頂之 BIPV。</li> <li>● 我們公司的研發部門，主要考慮提升非晶矽薄膜的發電效率；目前本公司還沒有國內實際案例與建築整合。本公司發展方向，可能成為某個系統廠商的下包（如某個系統廠商接到建築 BIPV 合約），我們願意純粹當非晶矽薄膜太陽能光電板產品的供應者，至於保固維修則視我們與上包廠商如何談。</li> <li>● 有關發展 BIPV 帷幕牆系統，其座向在台灣是西面好或南面好，本公司尚未有很深入的研究。</li> <li>● 如何將太陽能光電板安裝在屋頂也一樣，因還沒有考慮其隔熱程度，只想說它是否可取代 Low-E 玻璃且可發電。對於在台灣以 BIPV 系統蓋出來的空調型建築是不是不符合綠建築，尚未有很深入的探討。</li> </ul>	80504
G 建築師	G 建築師事務所	<p>(一) 國內具 BIPV 建築作品之建築師：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本人這幾年來在台灣已設計幾座 BIPV 建築，如南瀛綠都心、BIPV 太陽光電遮陽帷幕的台南縣政府大樓、台北萬華市民運動中心之光電廊道。因為立法院已通過擴大公共工程預算，未來本事務所還會有十</li> </ul>	80504-1

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>餘個 BIPV 後續案例進行。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 台灣適不適合發展 BIPV 建築，本人是持肯定的態度。因為台灣有很好的直射光，平均日照時數還比歐美等高緯度國家多，雖然粉塵量是大了點。但是否適合發展 BIPV 建築，也不一定要從綠建築的角度去思考；有時我們也可以從建築人的思維去想，人不一定要住在陰暗的窯穴裡。比如說：我的辦公室是一個外挑的玻璃屋；如果以綠建築的觀點，是非常熱的；但我的理想是要能看到很好的戶外景觀，夜晚還能看到星星。</li> <li>● 同樣也有業主其要求空間一定要有 大片玻璃，可以看到完整遼闊的戶外景觀。故以此情形為例，不如以 BIPV 透光型非晶矽薄膜 BIPV 來取代 Low-E 玻璃，且尚可發電。</li> <li>● 有關高雄市運主場館，設計者伊東豐雄難道不知道看台上遮陽棚有些角度，其發電效率可能不好。又或者殼牌光電中心 (Shell Solar) 的整體 BIPV，有些太陽能光電板的角 度其發電效率是不好的。難道這些大師與太陽能大廠都不懂嗎？其實他們是有他們的堅持的。建築美學與發電效率有取捨時，端看你如何取捨。當然某些部位是可以建築的手法來設計調整，例如高雄市運主場館其遮陽棚在一些幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。同樣的情形在其他 BIPV 建築也可用設計的手法調整，端看建築師</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>的設計功力。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 因為本人在台灣較早踏入 BIPV 領域，興建南瀛綠都心、BIPV 太陽光電遮陽帷幕的台南縣政府大樓時，搭配施工的金華成金屬工程有限公司，現也跨足到光電領域，成為台灣少數金屬公司能轉型成組裝太陽能光電系統的公司。當然經驗要慢慢累積，否則一些營造廠商與光電廠商配合不好，的確會有介面的問題產生。</li> </ul>	
H 助理教授	H 科技大學	<p>(一) 國內具 BIPV 建築背景之助理教授：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 在我看來，全世界不管是熱帶、寒帶都可設計 BIPV 建築，台灣發展不起來，是因為建築師都沒有按照合理的程序來做設計，如日本就有一套規範程序來設計 BIPV 建築。台灣適不適合發展 BIPV 建築，本人認為可以，事實上在不同的地區，就是用不同的手法來設計 BIPV 建築，沒有絕對的否定說亞熱帶台灣就不適合發展 BIPV 建築。</li> <li>● 只是我們不要野心太大，要設計如帷幕牆大樓的 BIPV 建築，事實上應該可以從如 3kW 的小住宅供應電力系統設計起，供應住宅的部份所需即可。小住宅可考慮遮陽、通風，且有供應自身部分電源的小電場（如 BIPV）；可為世界環保盡一份責任，也可預防若未來石化原料耗盡，仍能有再生能源供應。</li> <li>● 雖然高雄市運主場館目前是全世界</li> </ul>	80505

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>最大的 BIPV 建築，但是後續的管理維護非常重要，例如要有很好的監控軟體及後續的保固維修。在台灣，一般的保固維修約為兩年，頂多三年；雖然 BIPV 的光電模組其壽命有 20 年，但是只要超過保固期限，故障後有的廠商就不管了。所以台灣的光電廠商要想打開國內 BIPV 市場，與相關廠商的保固介面務必要釐清，不然台灣的建築師更不敢設計 BIPV。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 台灣的太陽光很豐富，但是由於太熱，除了單多晶 BIPV 系統因太熱發電效率會降低外，若有辦法把多餘的熱導成太陽能空調，應該會是一個較適切的方向。</li> <li>● 太陽能設計預測軟體其實也很重要，本人嘗試過國外多套太陽能軟體，自己也配合貴所發展出一套太陽能設計預測軟體；如能再將其商業化，對國內建築師嘗試使用 BIPV 應有所助益。</li> <li>● 目前台灣使用太陽能光電板，最佳角度可能為南向高度角 17 度可得到最佳的發電效率。事實上很難要求因應各個建築部位，BIPV 建築僅能設計此角度，否則就好像台灣目前較常見在屋頂平台架設排排站的太陽能光電板，建築就沒有創意了。</li> </ul>	
I 協理	I 金屬工程有限公司	<p>(一) 國內金屬工程公司成功轉型跨足 BIPV 太陽光電之業者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司從 2000 年開始轉型切入太陽光電，一開始非常困難，因為包括</li> </ul>	80507

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>人才的培育就需要引進光電的人員，這些都是投資，但是不知何時能回收。事實上有很多原來投資太陽光電的公司，就是期望政府能早點通過「再生能源發展條例」，但因等待太久、其財務支撐不下去；又或當其通過後，對太陽能購電的補助不足，也變成沒有發展誘因，所以政府的政策很重要。（訪談後我國立法院會終於在2009年6月12日，三讀通過「再生能源發展條例」）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司發展 BIPV，都會先幫客戶做設計，之後根據設計的需要，評估要進那家公司的光電板。因為每家公司生產的 BIPV 尺寸大小不同，不太可能為客戶去客製化模組，不然，成本會非常高。</li> <li>● 本公司已通過德國 TÜV 品質認證，我們認為既然要跨入太陽光電，就要做最好的。目前以金屬公司的身分跨入太陽光電，國內除了本公司外，應該沒有其他金屬公司切入這個領域。本公司覺得目前有一些光電公司，也開始想切入 BIPV 領域，但因他們沒有營建相關人員配合，所以較易失敗。如果以太陽光電公司與金屬公司搭配，也比較容易產生介面上的問題。</li> <li>● 一般來說光電公司裡面的人員沒有辦法像我們對營建這麼專業，所以即使接到 BIPV 的案子，也必須跟我們金屬公司搭配，因為我們會做設計。BIPV 並不是僅安裝太陽能光電</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>板，還必須考量到背面的通風。因為 BIPV 的溫度越高，其發電效率會越降低。故考量在地化、適用台灣亞熱帶國家的 BIPV 其預先的設計非常重要。</p> <p>(二) 本公司曾施作之 BIPV 工程案例：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司做過一些國內 BIPV 相關案例，發現要通過能源局委託工研院太陽光電中心對太陽光電的補助，對很多 BIPV 建築均不容易，畢竟建築創意、美感與發電效率要同時得兼非常困難。</li> <li>● 本公司曾施作奇美能源的案例，在台南縣樹谷園區，由羅興華建築師事務所設計。本公司建議南向屋頂可用非晶矽薄膜 BIPV，其他面向用類似的顏色，使其有整體感。這中間建築師堅持，在南向屋頂一定要有一個突出的造型，但一定會對 BIPV 產生遮蔭，如此工研院就不補助，所以我們只好把這部分切開才能得到補助。</li> <li>● 本公司的幾個案例都有考慮到 BIPV 背面層的通風：比如說南科樹谷服務中心，該案是後期才想在南面屋頂架設非晶矽薄膜 BIPV，所以它屋頂仍然有 PU 防水層，並再鋪油毛氈，防水效果可以更久。基本上非晶矽薄膜太陽能光電板與屋頂是分開的，屋頂仍有它防水的能力，而非晶矽薄膜 BIPV 下有通風層，可將熱帶走，發電效率更好。此案如果一開始即由我們規劃，就會直接用 BIPV 當屋頂了。</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司南瀛綠都心案例，其圓形的鋼結構搭配鋼纜索再用抓具將 BIPV 與結構玻璃結合在一起，是本公司開發出來的。因為本公司是金屬工程公司，所以可以在公司內先行試做，或者開發一些施工方式。南瀛綠都心這些鋼纜索懸掛 BIPV，同樣有考慮到通風層降溫的效果。</li> <li>● 本公司欽揚科技公司案例，是利用 Double wall 的原理。開窗處仍舊可看到戶外，非開窗處利用不透光之非晶矽薄膜 BIPV，中間有通風層。</li> <li>● 本公司施作的案例中，另有一個酒店的採光天井是用 5% 透光率的非晶矽薄膜 BIPV，因為強調透光又可發電，較無法用其他東西取代。因此同樣情形建築物的某些部位一定對會對 BIPV 產生遮蔭，如此遮到工研院又不補助，所以我們只好再把這部分切開才能得到補助。所以在台灣做 BIPV 非常困難，需要靠有錢人花錢做環保，不然很難說服業主採用。</li> </ul> <p>(三) 本公司對 BIPV 發展之觀點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● BIPV 的發展問題不只是施工而已，也與政府能源策有關。分析德國 BIPV 之所以能興盛，在世界居一席之地，就是因為德國有很好的補助計畫，讓其業者及國人都樂意配合發展。</li> <li>● 而我們能源局委託工研院的補助方式，要發展國內 BIPV 建築就非常困難，因為只要達不到標準工研院就不補助。事實上在台灣要像國外一</li> </ul>	

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		<p>樣發展 1M 或 2M 的太陽能發電廠是非常困難的。除非很有心的人士，願意花錢做，不然 BIPV 建築發展在台灣很難。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 一般而言、現今台灣的光電廠商要說服建築師採用 BIPV 較困難，因建築師喜歡的是創新。有很多光電廠商其生產出來的產品是固定的，比如說非晶矽薄膜 BIPV (1.1×1.3 米規格)。建築師已經習慣設計完再交由鋁擠型廠商做分割，很難去遷就 BIPV 光電廠商的規格尺寸。</li> <li>● 而鋁擠型廠商要轉型入光電業，必須要結合鋼構、電力系統、光電系統的專業能力。比如本公司在南瀛綠都心的配線都採用耐候級戶外配線，一些不會壞的管線可藏在鋼管內，會壞須維修的才將它露明出來。但也盡量讓排線不要露得太明顯，才不會影響美感，當然設計也要符合電工法規。</li> <li>● 其實此行業政府的角色才是最關鍵的，如果政府的期程慢一天，BIPV 此節能減碳的產品會更沒希望。</li> </ul>	
J 主任	J 金屬工程有限公司設計課	<p>(一) 國內金屬工程公司成功轉型跨足 BIPV 太陽光電之業者：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司將來會走系統商的模式，即統包 BIPV 太陽光電工程，再找搭配的太陽能光電板公司，保固部份由我們公司負責。目前 BIPV 是同面積 PV 板的 4 倍價錢比較貴，但若政府與國人都意識到能源問題，願意開</li> </ul>	80522

訪談人士	任職單位	訪談意見	訪談編號
		始節能減碳，相信 BIPV 應該會越來越便宜。	
K 資深工程師	K 系統股份有限公司 BIPV 處	<p>(一) 國內太陽光電系統公司：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本公司 2008 年成立，公司成員多為半導體建廠工程團隊組成，擁有專業之土木、建築、機電系統工程背景，為太陽光電系統公司。營業範圍包含太陽光電系統規劃、設計、安裝、整合、測試、運轉、維護及售後服務。</li> <li>● 因本公司成員多有半導體廠房建廠經驗，在土木建築機電部份較無問題；不同於一般太陽光電公司是以製造生產太陽能光電板為主，較注重發電效能之研發。本公司主要專攻國內市場，先標下太陽光電案子，再分包給鋁擠型廠等。因本公司的母公司為太陽能光電板製造廠商，板材來源不虞匱乏，亦可為客戶選擇其它公司較合適之模組，為客戶創造最佳之發電效能及收益。</li> </ul>	81102
L 副總經理	L 系統股份有限公司	<p>(一) 國內太陽光電系統公司：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 雖然非晶矽薄膜太陽能光電板有其優點，但因台灣寸土寸金，目前還是單多晶的市場，因其單位面積發的電力較非晶矽薄膜高。</li> <li>● 公家機關的招標模式很容易造成低價搶標，一些光電業者可能用較劣質的產品。目前有越來越多太陽光電系統公司開始成立，如果公家機關沒有嚴格把關，雖有保固，可能還未到保固期限，小公司就倒了。</li> </ul>	81118

資料來源：本研究整理

## 第二節 BIPV 訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析

本研究除與多位 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者做訪談研究，以擬定附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」外，並召開期中期末審查會議（詳附錄二~三），聆聽專家學者對本入門手冊（草案）之建言，作為後續修正之參考。

綜整上述資料做檢討分析，可得到如下的綜合彙整分析資料：

表 4-2-1 BIPV 訪談紀錄暨期中期末審查會議檢討分析

重點	BIPV 相關廠商、建築師或專家學者意見	檢討分析
1. 將宣導對象先聚焦於 BIPV 相關業界	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 附錄之入門手冊（草案）主要推廣對象為何？為製造、設計、施工亦或使用者？此關係到上開手冊（草案）內容之深度、廣度。</li> <li>● 此 BIPV 建材一體型太陽光電系統應大力推廣，除研究型之專業報告外，亦可考慮規劃一般大眾可了解之 BIPV 概念。當全民有所共識下，相對的接受推廣時阻力便較小，當然須在成本價格較現行建材為低之前提下。</li> </ul>	有鑒於國內發展 BIPV 尚在起步階段，為充分發揮本入門手冊（草案）之功效，本研究已將宣導對象篩選縮小範圍。現階段主要推廣對象先以 BIPV 相關業界為主，待國內相關建築業者對 BIPV 有一定的認識後，後續研究也許可考量以一般社會大眾為宣導對象。

重點	BIPV 相關廠商、建築師或專家學者意見	檢討分析
<p>2. 宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIPV 在國際上的發展，通常為了滿足或創造低耗能建築的要求，而從節能設計開始，經由合理使用能源，再增加設計再生能源。</li> <li>● BIPV 主要有三項效益：(1) 遮陽隔熱；(2) 降低空調負荷；(3) 發電。應特別強調其效益，讓設計者明瞭，避免只追求美學；另也可考量於案例加註其發電量佔原建築能源之比例。</li> <li>● 國內地處亞熱帶氣候，BIPV 建築設計之應用部位，其遮陽、採光等均應多作考量，以發揮節能減碳效果。</li> <li>● 對空調型建築而言，台灣不適合發展 BIPV，如 BIPV 之透光型帷幕牆即很不適合，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。</li> <li>● BIPV 在台灣可做的部位應該屬於偏 CIPV，如戶外遮陽棚、屋頂、遮陽板（皆為非透光型）。不管單、多晶或非晶矽薄膜太陽能電池，都以非透光型呈現較合適。</li> <li>● 做屋頂的話要考慮其</li> </ul>	<p>已將此入門手冊（草案）之目標定位為宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築。</p>

重點	BIPV 相關廠商、建築師或專家學者意見	檢討分析
	<p>通風，即以建築的手法來節能，誘導式的設計是最佳化策略。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 事實上全世界不管是熱帶、寒帶都可設計 BIPV 建築，台灣發展不起來是因為建築師都沒有按照合理的程序來做設計。</li> <li>● 在不同的地區，就是用不同的手法來設計 BIPV 建築，沒有絕對的否定說亞熱帶台灣就不適合發展 BIPV 建築。</li> </ul>	
<p>3. 釐清工程介面極為重要</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 目前國內 BIPV 沒有市場規模，僅有零散的 BIPV 建築，使得大部分 BIPV 廠商，在做國內建物時，都是臨時與支撐系統廠商搭配。</li> <li>● 金屬公司或鋁擠型業轉型成組裝太陽能光電系統的公司，經驗要慢慢累積。否則一些營造廠商與光電廠商配合不好，會有介面的問題。</li> <li>● 台灣的光電廠商要想打開國內 BIPV 市場，與支撐系統廠商的保固介面要釐清，不然台灣的建築師更不敢用。</li> <li>● 鋁擠型廠商要轉型入光電業，必須要結合鋼構、電力系統、光</li> </ul>	<p>BIPV 如同一般建物，其僅是建物的一部分，故仍須向縣市政府申請相關之審查及建造執照，整體工程完工後亦須申報完工檢驗及申請使用執照。其一般工程包含：土木工程設計及施工、BIPV 太陽光電系統設計及施工。與 BIPV 太陽光電系統設計及施工較有關係的介面為建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商；從 BIPV 建築設計開始，建築師、太陽光電廠商與相關支撐系統廠商等皆須不斷密切的討論配合。</p>

重點	BIPV 相關廠商、建築師或專家學者意見	檢討分析
	<p>電系統的專業能力。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 目前有一些太陽光電公司，也開始想切入 BIPV 領域，但因他們沒有營建相關人員，所以較易失敗。如果以太陽光電公司與金屬公司搭配，也比較容易產生介面上的問題。</li> <li>● 一般來說光電公司裡面的人員沒有辦法像金屬公司對營建這麼專業，所以即使接到 BIPV 的案子，也必須跟金屬公司搭配。BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，故做設計非常重要。</li> </ul>	
<p>4. 建築師是掌握建物是否採用 BIPV 的關鍵人物</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 台灣的光電廠商要說服建築師採用 BIPV，因建築師喜歡的是創新，但有很多光電廠商其生產出來的產品是固定的，比如說非晶矽薄膜 BIPV (1.1×1.3 米規格)。建築師已經習慣設計完再交由鋁擠型廠商做分割，很難去遷就 BIPV 光電廠商的規格尺寸。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BIPV 市場中建築師所扮演的角色非常重要，一般建築師如果對 BIPV 認識不深，對其構件及構法從設計、製造與安裝施工等相關資訊不瞭解時，會導致建築師不敢做設計規劃；致使營建業主、營造業者不敢在國內使用 BIPV。</li> <li>● 已將對「建築師」的推廣納入此入門手冊（草案），並希望未來研究案完成，亦有機會將此宣導手冊（草案）廣發</li> </ul>

重點	BIPV 相關廠商、建築師或專家學者意見	檢討分析
		給全國建築師公會參採。
5. 將本入門手冊(草案)分為「第一篇 BIPV 基礎概念」與「第二篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項」	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 從高雄世運主场館大量採用 BIPV，可見此建材可遮陽避雨又能發電，宜在台澎地區採用。本計畫即針對此目的，擬完成「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」；第一篇為基礎概念，第二篇是 BIPV 應用於建築設計施工注意事項，預期成果十分豐富、有價值。</li> </ul>	為加強國內相關建築業者對 BIPV 的認識，以此目標擬定實際確切的「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」非常重要。第一篇先讓相關建築業者對 BIPV 之優缺點及發電效率等有一基本認識，第二篇則讓各專業廠商對 BIPV 應用於建築設計施工有更深入的瞭解及介面釐清，以更能掌控使用 BIPV。

**資料來源：本研究整理**

對於 BIPV 廠商、建築師及專家學者訪談所提出的建言，本研究將提出更優質之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」規劃方向，以求更能有效提供相關人士參酌運用，達成推廣之目的。

### 第三節 BIPV 應用於建築設計施工入門手冊規劃方向

我國立法院會終於在 2009 年 6 月 12 日，三讀通過「再生能源發展條例」。故在此國內推廣太陽光電有利的條件下，希經本研究案的完成，達到使國內的 BIPV 建築有機會推廣，建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築。

為要推動國內興建 BIPV 建築，加深相關人士對 BIPV 的認識、參與；針對此「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，參酌運用 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者訪談所提出的建言，其未來規劃方向如下：

1. **將宣導對象先聚焦於 BIPV 相關業界：**經由分析得知，BIPV 市場中建築師所扮演的角色非常重要，一般建築師如果對 BIPV 認識不深，對其構件及構法從設計、製造與安裝施工等相關資訊不瞭解時，會導致建築師不敢做設計規劃；致使營建業主、營造業者不敢在國內使用 BIPV。猶有甚者，甚至連專業的 BIPV 生產業者，由於他們過去生產的 BIPV 均銷往國外，很少用在國內建築。在訪談中發現有專業的 BIPV 生產業者，當其被業主要求在國內興建 BIPV 建築時，甚至不知道與建築設計施工配合時要注意哪些事項？故目前須優先對有志於國內興建 BIPV 之相關業界如建築師、BIPV 相關廠商做宣導。
2. **將此入門手冊（草案）之目標定位為宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築：**BIPV 的規劃設計程序，首重於評估建築物能源的合理需求，並依當地氣候條件進行規劃。由於其設計是因地制宜，高緯度國家有其設計方法，低緯度國家亦有其設計方法。然其原則必須是先「節約能源」再論「再生能源」之開發，故 BIPV 的先決條件在於先做節約能源設計，使居室住得舒服後再來考量發電，因此必須將目標定位為宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築。
3. **加強相關業者對 BIPV 設計及施工要求之認識：**BIPV 如同一般建

物，其僅是建物的一部分，故仍須向縣市政府申請相關之審查及建造執照，整體工程完工後亦須申報完工檢驗及申請使用執照。其一般工程包含：土木工程設計及施工、BIPV 太陽光電系統設計及施工。與 BIPV 太陽光電系統設計及施工較有關係的介面為建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商；從 BIPV 建築設計開始，建築師、太陽光電廠商與相關支撐系統廠商等皆須不斷密切的討論配合。

4. 將本入門手冊（草案）分為「第一篇 BIPV 基礎概念」與「第二篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項」：為加強國內相關建築業者對 BIPV 的認識，以此目標擬定實際確切的「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」非常重要。第一篇先讓相關建築業者對 BIPV 之優缺點及發電效率等有一基本認識，第二篇則讓各專業廠商對 BIPV 應用於建築設計施工有更深入的瞭解及介面釐清，以更能掌控使用 BIPV。

#### 第四節 小結

本研究綜合與多位 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者訪談研究，並召開期中審查會議，聆聽專家學者對本入門手冊（草案）之建言，針對附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」做規劃方向分析，可得到下述結論：

- （一）將宣導對象先聚焦於 BIPV 相關業界，待國內相關建築業者對 BIPV 有一定的認識後，後續研究也許可考量以一般社會大眾為宣導對象。
- （二）將此入門手冊（草案）之目標定位為宣導推廣建造出在地化符合我們台灣亞熱帶國家的 BIPV 建築，故不會僅追求美學，而以效益為先。
- （三）與 BIPV 太陽光電系統設計及施工較有關係的介面為建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商；從 BIPV 建築設計開始，建築師、太陽光電廠商與相關支撐系統廠商等皆須不斷密切的討論配合。
- （四）將附錄之入門手冊（草案）分為「第一篇 BIPV 基礎概念」與「第二篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項」。第一篇先讓相關建築業者對 BIPV 之優缺點及發電效率等有一基本認識，第二篇則讓各專業廠商對 BIPV 應用於建築設計施工有更深入的瞭解及介面釐清，以更能掌控使用 BIPV。



## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

BIPV 是結合太陽能發電與建築外殼雙項功能的產品，在地狹人稠、土地價格昂貴的地區，若有效的利用 BIPV 作為建材，是解決土地設置成本過高，並整合發電設備於建物外觀的最佳解決方案。

再生能源發展條例經立法通過後，現今的台灣正積極努力於綠能建築發展。所以如何有效運用兼具太陽能發電與建築外殼雙項功能之 BIPV 產品，是我國建築業界應深切思考的重要議題之一。

因此我們期望能研發出在地化、符合台灣及亞熱帶國家的 BIPV 建築。依照我們台灣的氣候條件進行研討、分析與規劃，並評估 BIPV 建築物能源的合理需求，相信假以時日，即可達成推廣適合亞熱帶國家的 BIPV 建築。

本研究以本所為核心，編輯「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，可由本所主導解說其概要工法、重要注意事項，屆時可運用各種方式宣導推廣之。

由於國內 BIPV 發展尚在起步階段，所以本研究主要推廣對象，先以 BIPV 相關廠商為主，待國內相關業界與建築業者對 BIPV 有一定的認識之後，其後續研究也可考量向一般社會大眾作介紹。

如何研發出在地化、符合台灣及亞熱帶國家的 BIPV 建築，由本所來策動推廣是責無旁貸的，但仍需要各相關單位（公部門、民間的私部門）持續性的推動及相互配合。

舉例而言：若附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」有幸能被建築業界指正而出版，能在本所官方網站告知國人，歡迎 BIPV 相關業界以合理的價格購買；而對相關單位如營建署、行政院公共工程委員會、建築師公會等，可在本所經費允許下以酌收工本費方式或贈予供作參考，以擴大其推廣成效。

我們期望，透過充分運用各式宣導推廣方法，確實地執行有效步驟，能讓國內廠商們所生產的 BIPV，也能有機會被應用在國內建築中。藉以促進太陽能發電可以有效的運用於我們台灣，讓相關業界能參與 BIPV 建築的建設。

未來根據「再生能源發展條例」所訂定相關施行辦法，如「再生能源發

電補助方案」—對於新設太陽光電系統給予裝設補助費，並以優惠電價買回太陽光電系統所發之電力，以促進產業及民間使用者投資回收效益，屆時更可使 BIPV 國內廠商，會更有意願參與國內發展太陽能的運用。

## 第二節 建議

依據本研究發覺，為推動國內興建 BIPV 建築，加深相關人士對 BIPV 的認識、參與，以達節能減碳的目標。除附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」印行推廣外，也必須有相關配套措施相輔相成，方可讓 BIPV 建材一體型太陽光電系統宣導達到實質成果。因此，茲提出下列建議：

### 建議一

辦理「BIPV 應用於建築設計施工」全國巡迴講習：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：建築師公會全國聯合會、國內 BIPV 相關業界

可由本所舉辦「BIPV 應用於建築設計施工」全國巡迴講習，並搭配本「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」做介紹，使民間業界普遍知道 BIPV 的重要性及相關應用於建築設計施工之方法。

### 建議二

成立 BIPV 建築推廣委員會：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

為了推廣國內興建 BIPV 建築，必須由本所來領銜策動，才能達到擴大參與的目的。可由本所結合 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者，組成 BIPV 建築推廣委員會，輔導民間業界興建 BIPV 建築。

由本所召集組成之 BIPV 建築推廣委員會，須對相關規範及法令面或補助方案相當瞭解，提供 BIPV 設計及施工諮詢，對業者、感興趣人士分析使用 BIPV 之優缺點、發電效率等。

本推廣委員會目標為：

1. 推廣適用於亞熱帶國家如台灣之 BIPV 建築，並作深入淺出探討。
2. 在我們既有建築上，如何使之更新為 BIPV 系統。
3. 提供 BIPV 相關廠商或建築師，如何應用太陽能設計預測軟體於 BIPV 建築上。
4. 提供資料給各專業廠商如建築師、支撐系統廠商、太陽光電廠商等，對 BIPV 工程介面、BIPV 應用於建築設計施工有深入的瞭解，讓使

用者知道如何做好 BIPV 的維護管理方法。

## 附錄一 期初審查會議紀錄 98.04.06

一、時間：98年4月6日（星期一）下午2時

二、地點：本所簡報室

三、主持人：何所長明錦

四、出席人員：如簽到單（略）

五、確認第3次研究業務協調會議紀錄：洽悉，紀錄確定。

六、研究計畫簡報：略

七、綜合討論與建議事項：

1. 以 BIPV 當建材，就必須有建材應有的物理性能。除了在本所風雨實驗室進行抗風壓試驗外，因應 BIPV 建材應用部位可能也須一併考量其他如防火、隔熱、隔音、氣密、水密等物理性能須符合標準。
2. 為使預期研究成果「BIPV 應用於建築設計施工圖說彙編（草案）」更具實用性，建議召開簡報會議時，請具實務經驗之專家擔任審查工作，以期增加報告之完整性，有效提供業主、建築師及施工單位等參考。
3. 有關本案文獻資料蒐集，國內 BIPV 相關案例亦可納入參考；研究方向宜鎖定技術層面，建議題目名稱修正為「BIPV 建材一體型太陽光電系統應用技術研究」，以資明確。

八、會議結論：

- （一）本次會議 5 研究案期初簡報原則通過，對於會中同仁提供之建議與意見，請研究人員詳細整理歸納，以作為後續研究參採。

BIPV 建材一體型太陽光電系統應用研究

九、散會：下午 4 時 30 分。

## 附錄二 期中審查會議評審意見執行現況 98.08.05

評審委員	評審意見	執行現況
歐助理教授文生	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BIPV 在國際上的發展，通常為了滿足或創造低耗能建築的要求，而從節能設計開始，經由合理使用能源，再增加設計再生能源。</li> <li>2. BIPV 主要有三項效益：(1) 遮陽隔熱；(2) 降低空調負荷；(3) 發電。應特別強調其效益，讓設計者明瞭，避免只追求美學；另也可考量於案例加註其發電量佔原建築能源之比例。</li> <li>3. 可補充介紹太陽能設計預測軟體，能協助設計者進行事先評估，以利其成本分析。</li> <li>4. 應留意某些國內案例目前尚有爭議或可議之處，建議未來手冊(草案)」暫勿列入。另太陽能最佳發電角度為 23.5 度，此數據值得商確，建議亦暫勿引用。</li> <li>5. 建議增列 BIPV 相關規範及法令檢討章節；另新建與改建之 BIPV 建築施</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝指教。</li> <li>2. 已將本研究及其附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」聚焦於設計應用於亞熱帶台灣的 BIPV 建築，故不會僅追求美學，而以效益為先。</li> <li>3. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」增加「太陽能設計預測軟體應用於 BIPV」章節，已利其成本分析。</li> <li>4. 有關太陽能光電板較佳發電角度暫用「南向仰角某個度數(因應每個地區角度稍有不同)」替換 23.5 度。另已將較有疑義的國內案例圖片撤換掉，惟有鑒</li> </ol>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>工，建議可分別敘述。</p>	<p>於國內發展 BIPV 尚在起步階段，雖有些國內案例目前尚有爭議或可議之處，然本研究對其僅做簡單介紹，不涉入法律層面，以鼓勵國內本土型的建築師可勇於嘗試 BIPV。</p> <p>5. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」增加「國內 BIPV 相關規範及法令檢討」章節。另新建與改建之 BIPV 亦已分別敘述，再增列「既有建築更新為 BIPV 系統」章節。</p>
<p>中華民國 土木技師 公會全國 聯合會陳 技師敬麟</p>	<p>1. 在節能減碳的推動號召下，台灣是日照充足的地方，更益於全面推動所有建物均裝置 BIPV 或太陽能光電板。</p>	<p>1. 謝謝指教。</p>
<p>陳助理教 授君弢</p>	<p>1. 附錄之入門手冊（草案）主要推廣對象為何？為製造、設計、施工亦或使用者？此關係到上開手冊（草案）內</p>	<p>1. 附錄之入門手冊（草案）主要推廣對象先以 BIPV 相關廠商為主，待國內相關建築業者</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>容之深度、廣度。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 可加強格式編排，並可條列整理，以求其一致性及增加閱讀性。</li> <li>3. 或可列入相關材料試驗規範及評估準則（如綠建築標章、LEED 等）。</li> </ol>	<p>對 BIPV 有一定的認識後，後續研究也許可考量以一般社會大眾為宣導對象。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 會加強附錄入門手冊（草案）之格式編排，以求其統一性。</li> <li>3. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」增加「國內 BIPV 相關規範及法令檢討」章節。</li> </ol>
<p>邱顧問昌平</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 從高雄世運主場館大量採用 BIPV，可見此建材可遮陽避雨又能發電，宜在台澎地區採用。本計畫即針對此目的，擬完成「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」；第一篇為基礎概念，第二篇是 BIPV 應用於建築設計施工注意事項，預期成果十分豐富、有價值。</li> <li>2. BIPV 於公有建築之應用可能性較大，因此在合</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝指教。</li> <li>2. 已訪談多位國內 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者及其參與之實際案例，並將其意見列於本研究第四章。</li> </ol>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>約、設計規範、施工規範、經費估算上(含設計監造費用，如專業分包商自負監造完成責任，則費用如何編列等)，可多訪詢實作案例，補充於手冊(草案)中。</p>	
<p>周副教授 瑞生</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 此研究課題符合世界潮流，且可為國家永續發展提昇國際競爭力。</li> <li>2. 列舉荷蘭、日本、美國、德國、台灣之應用案例，內容豐富，具實務參考價值。</li> <li>3. 此 BIPV 建材一體型太陽光電系統應大力推廣，除研究型之專業報告外，亦可考慮規劃一般大眾可了解之 BIPV 概念。當全民有所共識下，相對的接受推廣時阻力便較小，當然須在成本價格較現行建材為低之前提下。</li> <li>4. 整體而言，本研究具未來性，實務應用價值極高，期待具體的期末成果。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝指教。</li> <li>2. 謝謝指教。</li> <li>3. 有鑒於國內發展 BIPV 尚在起步階段，本研究主要推廣對象先以 BIPV 相關廠商為主，待國內相關建築業者對 BIPV 有一定的認識後，後續研究也許可考量以一般社會大眾為宣導對象。</li> <li>4. 謝謝指教。</li> </ol>
<p>高名譽教授 健章</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BIPV 之應用實為世界趨勢，研究目的正確。然要大眾採用需有誘因，</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有關提供誘因使社會大眾使用 BIPV，因此部份涉</li> </ol>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>手冊上或可對此舉例。</p> <p>2. BIPV 應用於屋頂、外牆需考慮接縫間漏水處理及抽換之可行性。</p>	<p>及法令面及政策面，本研究暫不深入探討，而以 BIPV 應用於建築設計施工推廣為目標。事實上，今年立法院三讀通過的「再生能源發展條例」，已有再生能源發電設備所產生的電能之保障收購價格機制；待其根據此母法訂定相關施行辦法，方可使國內廠商更有意願於國內參與發展太陽能的運用。</p> <p>2. 於附錄「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」之「支撐系統廠商設計施工要求」章節與「太陽光電廠商設計施工要求」章節皆有納入。</p>
<p>林組長建宏</p>	<p>1. 有關本研究附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」，部分用語請再斟酌潤飾，務求精準；</p>	<p>1. 本研究已訪談多位國內 BIPV 相關廠商、建築師與專家學者，務使文字</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>或可考量舉辦專家學者座談會議。</p> <p>2. 建議上開入門手冊（草案）可再增設「維護管理」章節，使其更形完整，以求有效提供相關人士參考運用，達成推廣宣導之目的。</p>	<p>用語仔細精準。</p> <p>2. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」增加「BIPV 維護管理」章節，以求更有效提供相關人士參酌運用。</p>
<p>台灣省建築材料商業同業公會聯合會王總幹事榮吉（書面意見）</p>	<p>1. 國內地處亞熱帶氣候，BIPV 建築設計之應用部位，其遮陽、採光等均應多作考量，以發揮節能減碳效果。</p> <p>2. 目前國內已有 BIPV 應用於建築設計施工之案例，建請能結合 BIPV 相關廠商、建築師及專家學者，組成推廣小組或委員會以利推廣。</p>	<p>1. 謝謝指教。</p> <p>2. 謝謝指教，若經費及本所政策允許時，當納入參考。</p>

## 附錄三 期末審查會議評審意見執行現況 98.12.11

評審委員	評審意見	執行現況
邱顧問昌平	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究之目的在讓建商、建築師等相關業者了解使用 BIPV，並以入門手冊方式呈現，用意甚佳，且已有完整之成果。</li> <li>2. 本研究之案名「BIPV 建材一體型太陽光電系統」，名稱甚長，在業界除了直稱「BIPV」外，是否有簡明易懂之中文名稱？</li> <li>3. 附錄之入門手冊中可否增加如成本、設計及施工轉包(專業者之介入)、公有建築預算執行困難之克服方式、新建或既有建築使用 BIPV 時，其界面結構之強度(風力、施工載重等)、耐久性等問題之討論。</li> <li>4. 除了 BIPV 建材完成之屋頂面及外牆面外，尚有光電系統連結，此部分之設計、施工、空間需求、使用管理維護方面亦可稍微介紹。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝指教。</li> <li>2. 有關 BIPV 的中文譯名，業界有諸多翻譯，為求統一，本案係以經濟部能源局委託工研院推廣所用之名稱為準。</li> <li>3. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」之「既有建築更新為 BIPV 系統」章節，增加界面結構之強度(風力、施工載重等)等問題之討論。</li> <li>4. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊(草案)」之「太陽光電廠商設計施工要求」及「BIPV 維護管理」章節將所述部份稍微介紹。</li> </ol>
中華民國土木技師	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. BIPV 建材與建築物主結構桿件系統接合方式及</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝指教。</li> </ol>

評審委員	評審意見	執行現況
<p>公會全國 聯合會 張技師長 海</p>	<p>扣件，建議朝系統化，易裝易換著手研究。</p> <p>2. 使用 BIPV 建材之效益分析建請列入考量。</p>	<p>2. BIPV 建材之成本效益分析目前牽涉層面甚廣，除因產能開出及企業競爭，數年前非晶硅薄膜太陽電池每瓦報價 20 美元，現已降至每瓦 2 美元。另攸關成本效益分析最關鍵的因素為今年通過的「再生能源發展條例」，原台電公司為配合政府推動再生能源政策，及鼓勵國內再生能源發電應用發展，對經評選審核通過之新設再生能源發電設備設置者，以每度新台幣二元購電。但再生能源發展條例公布施行後會另訂購電相關辦法，而目前能源局正在舉行購電電價之公聽會。若定案後對太陽光電之購電價格很高，亦有可能取消原經濟部能</p>

評審委員	評審意見	執行現況
		<p>源局之「太陽光電發電系統設置補助作業要點」對太陽光電發電系統給予半額或全額之設置補助。故以上所舉皆影響BIPV之成本效益分析甚鉅，待定案後方可再精算其成本效益。</p>
<p>黃教授然</p>	<p>1. 本研究之研究成果提供完整之BIPV技術資訊，且附錄之「BIPV應用於建築設計施工入門手冊（草案）」合理完備，具有極高的參考價值。但若能補充案例說明，更可提升研究成果的推廣意義。</p>	<p>1. 本研究為通案之入門手冊，後續研究也許可考量以BIPV案例說明做深入研究。</p>
<p>卓助理教授世偉</p>	<p>1. 建議未來或可對BIPV的系統架構，如inverter與蓄電池之間配置方式與經濟效益進行討論，以利推廣。</p> <p>2. BIPV表面的潔淨度可能對發電效益有很大的影響，建議未來可利用貴所老劣化設備，評估BIPV表面潔淨度對發電效率的影響。</p> <p>3. 建議附錄之入門手冊</p>	<p>1. 目前太陽光電系統皆走向市電併聯型，本系統構成簡單，節省龐大蓄電池費用，維護容易且發電效率高，是目前太陽光電發電系統主流。</p> <p>2. BIPV表面的潔淨度對發電效益有很大的影響，一般</p>

評審委員	評 審 意 見	執 行 現 況
	<p>(草案) 未來可加入 BIPV 系統與屋頂女兒牆高度與距離的關係，供建築設計參考。</p>	<p>業者均會預留水龍頭，甚至還會設計自動灑水系統供水洗除塵；除可降低太陽能光電板的溫度，以免日曬過熱轉換效率降低，更可因除塵清潔後提高其發電效率。</p> <p>3. 屋頂女兒牆高度與距離的關係係指台灣目前較常見在屋頂平台架設排排的太陽能光電板，BIPV 系統不會有此問題。太陽能光電板有避免遮陰要求，故考慮屋頂女兒牆高度與距離不遮陰，以冬至日上午 9 點至下午 3 點不遮陰到太陽能光電板即可，故約為屋頂女兒牆高度的 1.5 倍。</p>
<p>歐教授文生(書面審查)</p>	<p>1. 本研究彙整 BIPV 文獻資料完備，足以提供設計者、施工者之參考。</p>	<p>1. 謝謝指教。</p> <p>2. 本研究為通案之</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>2. 文中引用介紹國內外案例，若能進一步補充個案效益數據，將可大幅提升本研究之可看性。</p> <p>3. BIPV 視當地氣候環境而有不同效益與發展策略，尤其應補充台灣日射量特徵與潛力分析，建議參考 2008 年建築學報何所長發表之論文。</p> <p>4. 本研究建議補充現行相關設置法令。</p>	<p>入門手冊，後續研究也許可考量以國內外 BIPV 案例做徹底深入之個案研究。</p> <p>3. 台灣日射量特徵與潛力分析已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」之「太陽能設計預測軟體應用於 BIPV」章節補足。</p> <p>4. 已於附錄之「BIPV 應用於建築設計施工入門手冊（草案）」之「國內 BIPV 相關規範及法令檢討」章節補充現行相關設置法令。</p>



附錄四

BIPV 應用於建築設計施工  
入門手冊（草案）

中華民國 98 年 12 月

## 目次

<b>第一篇 BIPV 基礎概念</b> .....	X
第一節 認識 BIPV .....	X
第二節 BIPV 的優缺點 .....	X
一、為何需使用 BIPV .....	X
二、使用 BIPV 的優缺點 .....	X
三、不同晶矽之 BIPV 發電效率比較 .....	X
<b>第二篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項</b> .....	X
第一節 亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位 .....	X
第二節 既有建築更新為 BIPV 系統 .....	X
第三節 國內 BIPV 相關規範及法令檢討 .....	X
第四節 太陽能設計預測軟體應用於 BIPV .....	X
第五節 BIPV 工程介面 .....	X
第六節 建築師應用 BIPV 於建築設計 .....	X
第七節 支撐系統廠商設計施工要求 .....	X
第八節 太陽光電廠商設計施工要求 .....	X
第九節 BIPV 維護管理 .....	X

# 第一篇 BIPV 基礎概念

## 第一節 認識 BIPV

所謂 BIPV (Building Integrated Photovoltaics) — 建材一體型太陽光電系統，乃開發具有建材功能之太陽能光電板(PV module)，接著以建築設計手法將太陽能光電板建材置入建築本體。使 BIPV 系統元件不只可發電，亦為建築外殼之一部份，達到建築與發電之雙重功能。其可應用於大樓帷幕牆、屋頂、採光罩、遮陽棚、遮陽板、雨遮等之太陽光發電系統，且本身就是建材（如圖 1-1-1~10）。

<sup>36</sup>而近年來，產業界更進一步成功開發可依使用者要求，具有不同陽光穿透率之太陽能光電板，使得 PV 之應用不再只侷限於發電功能，而可同時以建築設計手法綜合晝光利用、外殼設計，以降低照明耗電及建築空調耗能。當晴天太陽高照的夏季，是空調尖峰用電之危險期，但也是建材一體型太陽光電系統發電之最佳狀態。

因此，BIPV 可用誘導式(passive)綠建築設計手法，歐洲等高緯度寒冷的國家，其需要太陽的熱度以減少暖氣使用，並降低照明耗電。透光型 BIPV 設計就非常適合，其不僅

---

<sup>36</sup>資料來源：

[www.tabc.org.tw/joomla/index.php?option=com\\_fireboard&Itemid=59&func=view&id=21&catid=5](http://www.tabc.org.tw/joomla/index.php?option=com_fireboard&Itemid=59&func=view&id=21&catid=5) - 43k -

具有發電的經濟效益，更可替代既有建材，降低初置成本，獲得建築節能效益。反觀亞熱帶台灣，其 BIPV 建築設計更需非常審慎，如何結合屋頂牆面隔熱、遮陽處理、採光設計以發揮建築節能效果，更是我們需要審慎思考的地方。



圖 1-1-1 荷蘭 BIPV 屋頂  
資料來源：

<http://www.pvsystem.net/~k.otani/data/bipvphoto-e.htm>



圖 1-1-2 日本 BIPV 屋頂  
資料來源：本研究整理

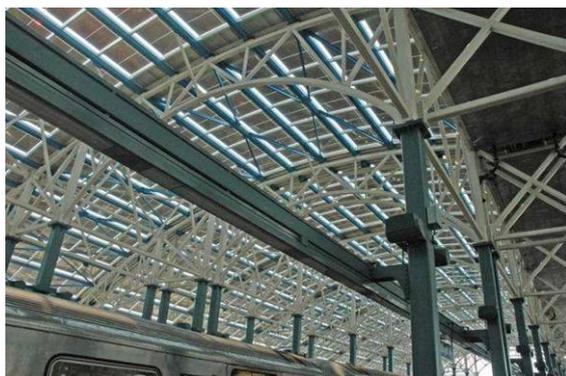


圖 1-1-3 美國 BIPV 車站屋頂  
資料來源：

[http://www.bowmanconstructionsupply.com/architectural\\_schott.htm](http://www.bowmanconstructionsupply.com/architectural_schott.htm)



圖 1-1-4 德國 BIPV 帷幕牆  
資料來源：

<http://www.thyssen-solartec.com/aktuell/eurofassade.html>



圖 1-1-5 日本 BIPV 帷幕牆  
資料來源：本研究整理



圖 1-1-6 台灣 BIPV 入口採光罩  
資料來源：葉世宗建築師事務所



圖 1-1-7 台灣 BIPV 入口採光罩  
資料來源：葉世宗建築師事務所

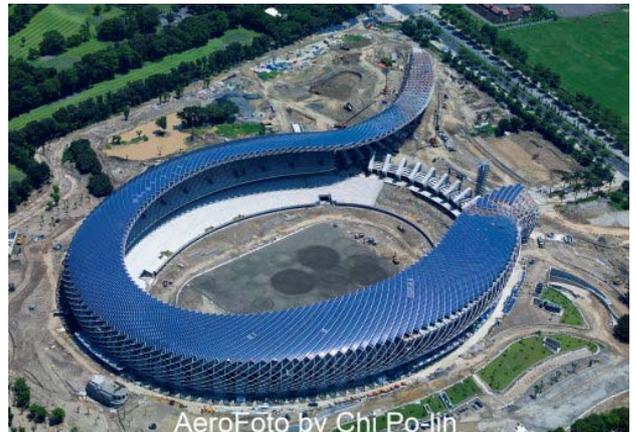


圖 1-1-8 台灣高雄世運主場館  
BIPV 屋頂遮陽棚  
資料來源：  
[http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_530c99c70100aum3.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_530c99c70100aum3.html)



圖 1-1-9 台灣 BIPV 遮陽板  
資料來源：葉世宗建築師事務所



圖 1-1-10 台灣 BIPV 光電遮陽立面  
資料來源：葉世宗建築師事務所

## 第二節 BIPV 的優缺點

### 一、為何需使用 BIPV

建材一體型太陽光電系統可應用於大樓帷幕牆、遮陽棚、屋頂、天井等，可發電及替代建材，具雙重功能，但如何適當的使用建材一體型太陽光電系統是一大學問。比如說應用在建築帷幕的大片玻璃，用特殊規格的玻璃價格高昂；但是若採用透光型非晶矽薄膜 BIPV，不僅有隔熱效果，還可產生能源，亦可同大片玻璃一樣有寬闊的視野。在地狹人稠與土地價格昂貴之地區，BIPV 是解決土地設置成本過高與整合發電設備於建物外觀之最佳解決方案。

而在用慣了一般現有裝設之太陽能光電板，為什麼我們仍需開發及使用 BIPV 呢？其原因如下：

表 1-2-1-1 為何需使用 BIPV

為何需使用 BIPV	備註
1. 集中式太陽能光電廠需大量土地，常與景觀不協調—每百萬瓦(MW)輸出電力約需土地面積 30,000 m <sup>2</sup> 。	
2. 電力需求量大的地方，通常集中在人口眾多、土地稀少且昂貴的都會地區。	
3. 電力負載主要在建築物內或其周邊，BIPV 充分利用建築物之外部空間面積，產生自給能源。	
4. 減少電纜線架設及電力輸送之損耗(可就近利用)。	
5. PV 光電板建材化，使 PV 系統與建築、生活	

為何需使用 BIPV	備註
及藝術緊密結合。	

資料來源：<http://www.maxgather.com.tw/>，詮晶光電科技公司網站  
+ 本研究整理

## 二、使用 BIPV 的優缺點

BIPV 的規劃設計程序，首重於評估建築物能源的合理需求，並依當地氣候條件進行規劃。由於其設計是因地制宜，高緯度國家有其設計方法，低緯度國家亦有其設計方法。然其先決條件惟有先「節約能源」再開發「再生能源」，故 BIPV 的先決條件在於節約能源設計，使居室住得舒服再來發電，這才是 BIPV 建材一體型太陽光電建築的價值所在。而使用 BIPV 有何優缺點呢？以下略敘如下：

表 1-2-2-1 使用 BIPV 的優缺點

使用 BIPV 的優點	使用 BIPV 的缺點	備註
1. 有效利用建築物的外表大面積：整合發電設備於建物外觀。 2. 外殼遮陽：太陽能晶片構造本體具有遮蔽陽光的效果，其熱傳透率 U 值較一般傳統玻璃帷幕低，因此可阻擋太陽輻射熱進入室內，產生降低室內空調熱負荷之效益。因為其可遮陽，降低建築物外表溫度，對於非空調區而言，也能因遮陽而緩和高溫，提升人體舒	1. 發電效能降低：BIPV 的轉換效能及日照時數，會受限於 BIPV 裝設位置於屋頂或外牆方位及高度角之不同而較一般太陽能光電板降低。 2. 建物顏色受限：台灣的建築師喜歡創新，但因為每家公司生產的 BIPV 顏色可能固定。故建物部分顏色受到 BIPV 原先顏色限制，須靠建築師的美感來搭配。（目前已開始有廠商生產彩色的太陽能光電板）	

使用 BIPV 的優點	使用 BIPV 的缺點	備註
<p>適度。</p> <p>3. 建材減量：因替代建物外表包覆材料，減少建築材料使用，在建築外殼有利位置藉由太陽能光電板取代建築材料（例如屋頂、帷幕牆、遮陽棚等建材），也等同於降低建築物二氧化碳排放量。</p> <p>4. 降低整體建築成本：對於在既有建物上再加裝太陽能光電板，由於並沒有減少原先建物建置成本，還需額外太陽能光電板費用，不如直接在規劃之初即考慮使用 BIPV。</p> <p>5. 建築物外型較美觀：因與建物一體成型，不像一般太陽能光電板額外加裝，佔據屋頂平台的活動空間，故建物外型會較美觀。</p> <p>6. 寒帶國家之溫室效應：在北歐等高緯度寒帶國家，太</p>	<p>3. 建物外觀形狀受限：有很多光電廠商其生產出來的 BIPV 產品尺寸大小是固定的，因為每家公司生產的 BIPV 不同，不太可能為客戶去課製化模組，不然，成本會非常高。然而建築師已習慣如同設計帷幕牆一樣，設計完再交由鋁擠型廠商做分割，很難改變習慣去遷就 BIPV 光電廠商的規格尺寸，故建物部分外觀形狀受到 BIPV 限制。</p>	

使用 BIPV 的優點	使用 BIPV 的缺點	備註
太陽能光電板的玻璃構造型式，可以輻射熱進入室內形成溫室效應，在空調暖房需求大的地區，成為降低室內暖房負荷的誘導式設計。		

資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究－以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所+本研究整理

### 三、不同晶矽之 BIPV 發電效率比較

<sup>37</sup>太陽能的利用可分為光能及熱能兩種形式，以光電能量轉換佔最大之應用比重。太陽電池(solar cell)是一種能量轉換的光電元件，其為利用特殊之半導體材料，製造出太陽電池，經由太陽照射後，可以將光能轉換成電能，不造成污染。太陽電池從物理的觀點來看，可稱之為光伏電池(photovoltaic，簡稱 PV)，其中 photo 就是光(light)，而 voltaic 就是電力(electricity)。

<sup>38</sup>太陽電池發電原理是利用光導效益(photo conductive effect)及內部電場兩個因素將光能轉變成電能。太陽電池吸收太陽光透過 p 型半導體與 n 型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，並分離電子與電洞而形成電壓降。

---

<sup>37</sup>資料來源：[http://www.sintek.com.tw/p3\\_3.htm](http://www.sintek.com.tw/p3_3.htm)，和鑫光電公司網站

<sup>38</sup>資料來源：<http://www.luckypowertech.com/>，奈米龍科技公司網站

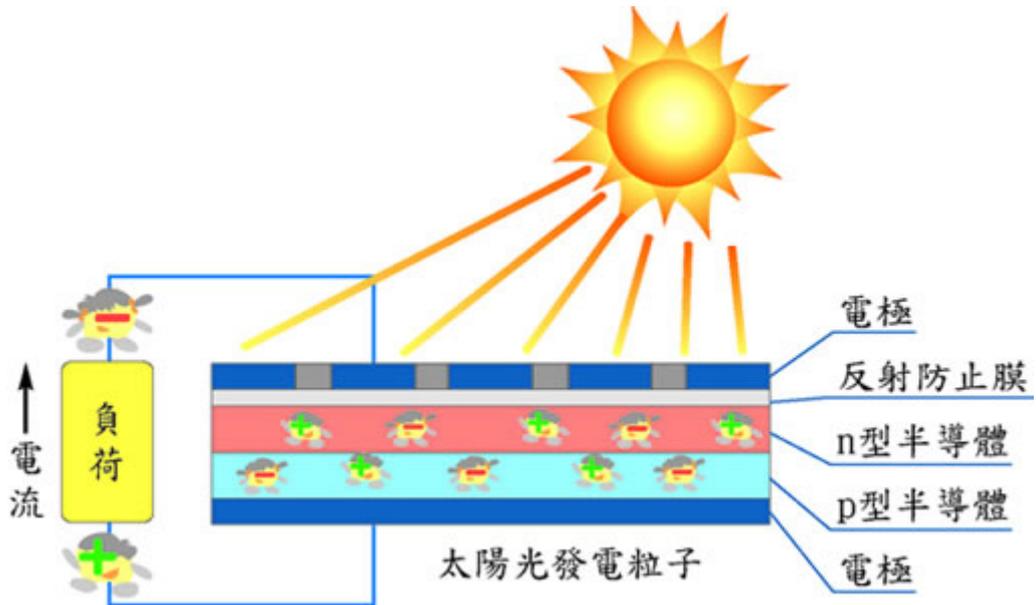


圖 1-2-3-1 太陽光發電原理

資料來源：<http://www.luckypowertech.com/>，奈米龍科技公司網站

而此太陽電池發電原理來自「光電效應」，其實電子必須被光輻射「彈」出材料表面，方能產生電流發電，倚靠的是光的能量強度，並非照在材料上的熱度。一般太陽電池的發電效率會受溫度升高而降低，尤其是單晶矽及多晶矽模組。因此，太陽電池只要光不要熱，適當的降溫及通風設計對太陽光電非常重要。

近年來因半導體工業蓬勃發展，使得製作太陽電池的技術快速成長，製造成本亦逐漸降低。在石化燃料逐漸耗竭必須以再生能源來取代時，未來在電力結構中必更為重要。

太陽電池可分成「結晶矽電池」與「非結晶矽電池」兩種。「結晶矽電池」簡稱為矽晶電池，可分成單晶〔Single

crystal〕與多晶〔Poly crystal〕兩類。

有關太陽電池發電效率，一般依其材料不同而有不同的發電效率，一般市面上常見的有下列三種太陽電池（圖 1-2-3-2~4）<sup>39</sup>。以發電效率而言，通常單晶矽太陽電池 > 多晶矽太陽電池 > 非晶矽薄膜太陽電池。

### 1. 單晶矽太陽電池

又稱為單結晶、晶圓型太陽電池。單晶矽太陽電池其組成原子，皆按照一定規則週期性排列。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。轉換效率較高，已可達 20% 以上，很耐用但價格也最貴。

### 2. 多晶矽太陽電池

又稱為多結晶太陽電池，製程上較便宜，發電量略遜單晶矽。多晶矽太陽電池其矽原子堆積方式超過一種，是由多種不同排列方向的單晶矽所組成，可截為正方形，鋪設時可達到最大面積利用及吸收。其晶狀分佈，具有藝術效果，可為建築物外觀加分。轉換效率次之，約 10~18%。

### 3. 非晶矽薄膜太陽電池

非晶矽薄膜太陽電池其矽原子排列較紊亂，無規則可循。成本便宜，發電效率較差，但可直接鍍在玻璃及塑膠上面，與建築物可做最佳結合。非晶矽薄膜太陽電池可通過調

---

<sup>39</sup>資料來源：<http://solarpv.itri.org.tw/aboutus/sense/battery.asp>

整鐳射使光線把中間的距離擴大，這樣它的透光率就可以自由的調整，有透光 10%、15%，20%，甚至達到 70%，這樣人們就可以從裡面看到完整的景色，同時還可以發電。

另非晶矽薄膜太陽電池原主流製程為非矽晶（amorphous），轉換效率一直停留在約 5~6% 上下。而今已發展成在電池基板上加鍍一層吸光層：微非矽晶（Micromorph），使轉換效率大幅提升至 8~10%。

且非晶矽薄膜太陽能光電板溫度轉換係數低，即發電效率較不受氣溫影響。且因受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的發電效率，故若裝設同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽能光電板的年度總發電量甚至比傳統結晶矽太陽能光電板高出約 10%，故這也是選擇太陽能光電板須考量的因素。

非晶矽薄膜太陽電池除了平面應用之外，也因具有可撓性（圖 1-2-3-5），可製成非平面構造，故其應用範圍大，易與建築物結合。



圖 1-2-3-2 單晶矽太陽電池  
資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練資料

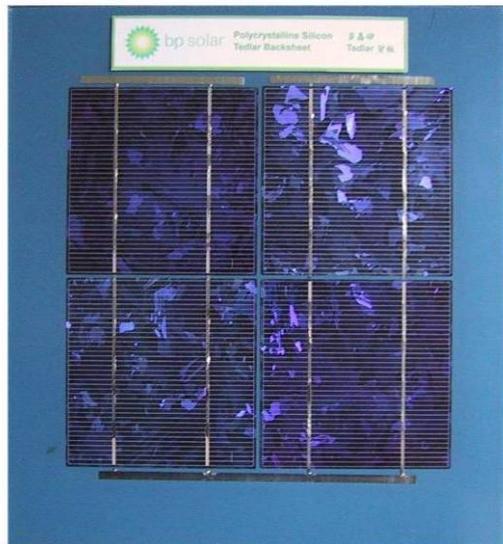


圖 1-2-3-3 多晶矽太陽電池  
資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練資料



圖 1-2-3-4 非晶矽薄膜太陽電池  
資料來源：碩昇公司太陽能教育訓練  
資料

圖 1-2-3-5 非晶矽薄膜太陽電池具有  
可撓性

資料來源：江志宏，〈薄膜太陽能電  
池〉，  
[http://www.kson.com.tw/chinese/study\\_23-8.htm](http://www.kson.com.tw/chinese/study_23-8.htm)

從公元 2000 年起 BIPV 建材一體型太陽光電系統才開始應用在建築物上，BIPV 的使用期限一般需達到 20~25 年，且須符合當地建築法規對建材性能的規定。早期較常使用單晶矽或多晶矽太陽能光電板，但以此兩種太陽能光電板製成 BIPV 產品，因其不透光，且人們從裡面看到的景致都是一塊一塊（圖 1-2-3-6~7），而不是完整的景觀，較不受建築師的喜愛，以致於多運用在雨遮、遮陽板、遮光罩、屋頂等構

造處。

而大樓的帷幕牆由於強調視覺景觀，透視度非常重要，非晶矽薄膜太陽能光電板（圖 1-2-3-8~9）所做的 BIPV 正好滿足這項優點，可以通過調整鐳射使光線把中間距離擴大；且因其透光率可藉由鐳射自由調整，人們就可從居室看到戶外完整景色，並可發電，替代部分傳統建材。故使很多業者相當看好未來太陽能光電板將會由薄膜產品應用面的擴大而大幅增加產品需求。

且因過去幾年由於上游矽晶原料全球性缺料情形持續，使業者紛紛轉投資用料較省的非晶矽薄膜太陽能光電板，也使得錯過第一波太陽能光電板投資的其它業者有了最佳的切入機會。



圖 1-2-3-6 單多晶矽 BIPV 從裡面看到的景致是一塊一塊

資料來源：

<http://www.pvsystem.net/~k.otani/data/bipvphoto-e.htm>



圖 1-2-3-7 單多晶矽 BIPV 從裡面看到的景致是一塊一塊

資料來源：

<http://www.pvsystem.net/~k.otani/data/bipvphoto-e.htm>



圖 1-2-3-8 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性

資料來源：江志宏，〈薄膜太陽能電池〉，

[http://www.kson.com.tw/chinese/study\\_23-8.htm](http://www.kson.com.tw/chinese/study_23-8.htm)



圖 1-2-3-9 非晶矽薄膜 BIPV 之透光性

資料來源：聯相光電公司

## 第二篇 BIPV 應用於建築設計施工注意事項

探討過 BIPV 建材一體型太陽光電系統的優缺點後，一個重點是：位處亞熱帶的台灣適不適合發展 BIPV 建築呢？其實通常會得到正反兩方面的意見。如果以強調發電效率來分析：台灣太陽能光電板較好的設置角度約是面南成某個度數的仰角（因應每個地區角度稍有不同）。事實上很難要求因應各個建築部位，BIPV 建築僅能設計此角度，否則就好像台灣目前較常見於屋頂露台架設排排站的太陽能光電板，不屬於 BIPV，建築就沒有創意了。

台灣有很好的直射日光，平均日照時數還比歐美等高緯度國家多，雖然粉塵量大了點。事實上對於 BIPV 發展，若能以節約能源設計，先落實「節約能源」再開發此 BIPV「再生能源」，才是建築結合太陽光電的價值所在。

有些人認為：對空調型建築而言，台灣不適合發展 BIPV，如 BIPV 之透光型帷幕牆即很不適合，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。但反過來說有時我們也可以從建築人的思維去想，人不一定要住在「陰暗的窯穴」。如果業主其要求空間一定要有大片玻璃，可以看到完整遼闊的戶外景觀（比如說海景、山景）。若以此情形為例，不如以透光型非晶矽薄膜 BIPV 來取代 Low-E 玻璃，且尚可發電。

事實上全世界不管是熱帶、寒帶應該都可設計 BIPV 建

築，只要因地制宜，建築師按照合理的程序來做設計，在不同的地區，就是用不同的手法來設計 BIPV 建築。即以建築的手法來節能，誘導式的設計是最佳化策略，沒有絕對的否定說亞熱帶台灣就不適合發展 BIPV 建築。

例如台灣的高雄市運主場館，其看台上的屋頂遮陽棚總發電量達 1MW，是目前全球最大規模的 BIPV 建築。設計者伊東豐雄是日本知名的建築師，其難道不知看台上遮陽棚有些角度，其發電效率可能不好。又或者日本殼牌光電中心(Shell Solar)的整體 BIPV，有些角度發電效率是不好的。難道這些國際知名建築師與太陽能大廠都不懂嗎？其實他們是有他們的堅持的。當建築美學與發電效率之間必須有所取捨時，端看你如何做最有利的決定。當然某些部位是可以建築的手法來設計調整，例如高雄市運主場館其遮陽棚在一些幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。同樣的情形在其他 BIPV 建築也可用設計的手法調整，端看建築師的功力。

因台灣的 BIPV 建築起步比國外晚，且台灣太陽能產業絕大多數都是外銷，外銷比重逾 95%。連專業的 BIPV 生產光電廠商，由於他們過去生產的 BIPV 均銷往國外，很少用在國內建築；當其被業主要求在國內興建 BIPV 建築時，甚至不知道與建築設計施工配合時要注意哪些事項，顯示台灣要發展 BIPV 還有一段距離。且因 BIPV 市場中建築師所扮演的角色非常重要，一般建築師如果對 BIPV 認識不深，對其構件及構法

從設計、製造與安裝施工等相關資訊不普遍時，會導致其不敢做設計規劃。另搭配 BIPV 的支撐系統廠商（鋁擠型廠商或金屬廠商），如對 BIPV 不熟悉，也易產生工程介面問題。故為加強相關之建築業者對 BIPV 的認識，特擬定下列「BIPV 應用於建築設計施工注意事項」供參：

## 第一節 亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位

亞熱帶台灣所發展的 BIPV 會與北歐等高緯度寒帶國家不同，必須因地制宜，建築師按照合理的程序來做設計。例如在高緯度寒帶國家，太陽能光電板的玻璃構造型式，可以輻射熱進入室內形成溫室效應，在空調暖房需求大的地區，成為降低室內暖房負荷的誘導式設計。但對亞熱帶台灣空調型建築而言，透光型之 BIPV，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。

太陽能光電板架設的原則如下：(1) 南向仰角某個度數（因應每個地區角度稍有不同）；(2) 被擋堅固耐久；(3) 避開陰影，以免影響發電效率；(4) 背部通風降溫設計。以下列出亞熱帶台灣適合應用 BIPV 的部位供參：

表 2-1-1 亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位

部位	適合之太陽能光電板	適用場合	備註
屋頂	非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板	南向斜屋頂，其他面向屋頂發電效率較差，如不使用 BIPV 時，亦可考慮以同色系材料取代。	
遮陽棚	不需透光時—非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板 需透光時—透光型單晶	南向斜遮陽棚，其他面向斜遮陽棚發電效率較差，如不使用 BIPV 時，亦可考慮以同色系材料	

部位	適合之太陽能光電板	適用場合	備註
	矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型多晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型非晶矽薄膜太陽能光電板（使用鐳射調整透光率）	取代。	
遮陽板、雨遮	非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板	南向最佳、東西向次之	
帷幕牆	需透光時—透光型非晶矽薄膜太陽能光電板 不需透光時—非透光型單晶矽太陽能光電板、非透光型多晶矽太陽能光電板、非透光型非晶矽薄膜太陽能光電板	南向或西向 > 東向之高樓層	需透光用一要大玻璃取代 Low-E 玻璃時
採光罩、天井	透光型單晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型多晶矽太陽能光電板（晶片脫開封裝）、透光型非晶矽薄膜太陽能光電板（使用鐳射調整透光率）	整體施做較統一	

資料來源：本研究整理

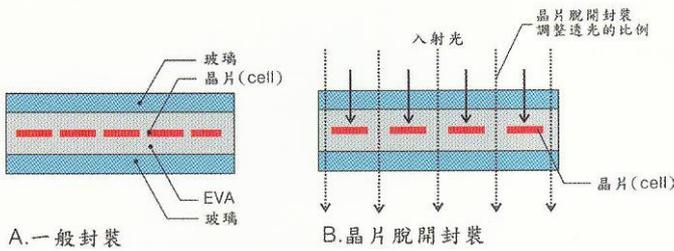
亞熱帶台灣建築適合應用 BIPV 的部位

(1) 因地制宜使用不同構造 BIPV

說明：

- 亞熱帶台灣所發展的 BIPV 會與北歐等高緯度寒帶國家不同，必須因地制宜。
- 高緯度寒帶國家，太陽能光電板晶片脫開封裝的玻璃構造型式，可以輻射熱進入室內形成溫室效應，在空調暖房需求大的地區，成為降低室內暖房負荷的誘導式設計，並可減少白天照明耗電。
- 但對亞熱帶台灣空調型建築而言，透光型之 BIPV，會增加空調負荷，發的電可能還不夠冷氣負荷。

圖片介紹：



- 視不同的 BIPV 應用部位，決定晶片封裝型式及透光程度。
- 資料來源：葉世宗(2007年4月)〈光電建築(BIPV)，一種新的空間類型〉《建築師》：108-111，中華民國建築師公會全國聯合會

- 視不同的 BIPV 應用部位，決定晶片封裝型式及透光程度。
- 資料來源：本研究整理

## 第二節 既有建築更新為 BIPV 系統

前節闡述一棟新建建物如何由設計階段就考量採用 BIPV 系統，選擇適合應用 BIPV 的部位，使其不僅具有發電效益，更能替代既有建材，降低初置成本。然而因台灣已有很多既有建築，如何在既有建築上再加添 BIPV 系統，使其成為「廣義的 BIPV 建築」<sup>40</sup>更需非常省慎。

為了有利於我國發展 BIPV 歷程及將為數眾多的既有建築更新為 BIPV 系統，了解如何將既有建築更新為 BIPV 系統的方式，是有其必要性的。

一般在既有斜屋頂更新為 BIPV 系統較普遍，且以面南的斜屋頂居多；既有牆板更新為 BIPV 系統亦有，不過情形較少，因其全天日射量不若南向斜屋頂。

既有建築更新為 BIPV 系統最重要的注意點必須考慮其與原有建材背面通風層的設計，其安裝步驟如下：（1）先將支撐系統用固定繫件安裝在屋頂或牆板上；（2）將太陽能光電板固定在支撐系統上，保留與原有建材背面通風層的空間；（3）相關光電板區佈設拉線、機房設備連線等。

---

<sup>40</sup> 「狹義的 BIPV 建築」泛指新建物，BIPV 本身就是建材如牆板、屋頂；而非在既有建築之牆板或屋頂（即原來的建材）外再加添太陽能光電板，此方式稱「廣義的 BIPV 建築」。

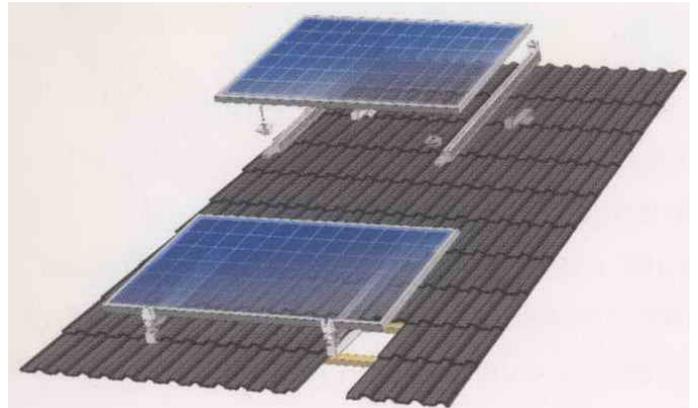
既有建築更新為 BIPV 系統

( 1 ) 既有斜屋頂更新為 BIPV 系統

說明：

- 一般在既有斜屋頂更新為 BIPV 系統較普遍，且以面南的斜屋頂居多。
- 各式各樣的固定繫件，協助支撐系統可固定在斜屋頂上，再架設太陽能光電板，但須考慮原既有建築界面結構之強度是否足以支撐此附掛系統。
- 既有斜屋頂與太陽能光電板需考慮其間通風層的設計，避免因通風不良，降低光電板之轉換效率。

圖片介紹：



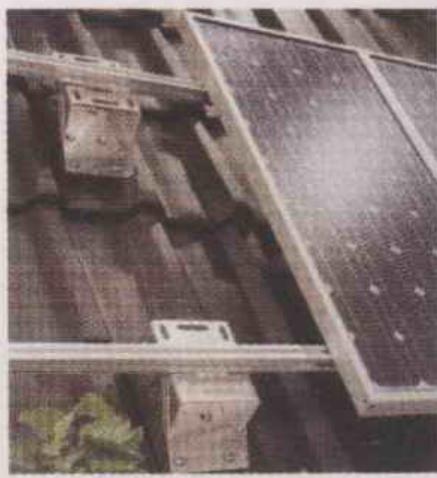
■ 打開既有斜屋頂屋瓦，安裝固定繫件於原有角材上、之後安裝支撐系統，再架設太陽能光電板。

■ 資料來源：Ha Wi Energietechnik, Germany

■ 打開既有斜屋頂屋瓦，安裝固定繫件於原有角材上、之後安裝支撐系統，再架設太陽能光電板。

■ 資料來源：RegEN, Germany

既有建築更新為 BIPV 系統



- 直接將固定繫件安裝於原有屋瓦上、之後安裝支撐系統，再架設太陽能光電板。
- 資料來源：Klöber, Germany

- 太陽能光電板安裝於已固定好之支撐系統上，背面有通風層的設計。
- 資料來源：Solarmarket, Switzerland



- 安裝於既有斜屋頂之太陽能光電板。
- 資料來源：Pacific Solar, Australia

- 安裝於既有斜屋頂之太陽能光電板。
- 資料來源：Pacific Solar, Australia

既有建築更新為 BIPV 系統



- 木構建築斜屋頂先將瓦片拆除，並新增新的掛瓦條後，將太陽能光電板固定在掛瓦條上，保持背面有通風層。
- 資料來源：Enecolo AG

- 木構建築斜屋頂先將瓦片拆除，並新增新的掛瓦條後，將太陽能光電板固定在掛瓦條上，保持背面有通風層。
- 資料來源：Enecolo AG



- 木構建築斜屋頂先將瓦片拆除，並新增新的掛瓦條後，將太陽能光電板固定在掛瓦條上，保持背面有通風層。
- 資料來源：Enecolo AG

- 木構建築斜屋頂先將瓦片拆除，並新增新的掛瓦條後，將太陽能光電板固定在掛瓦條上，保持背面有通風層。
- 資料來源：Enecolo AG

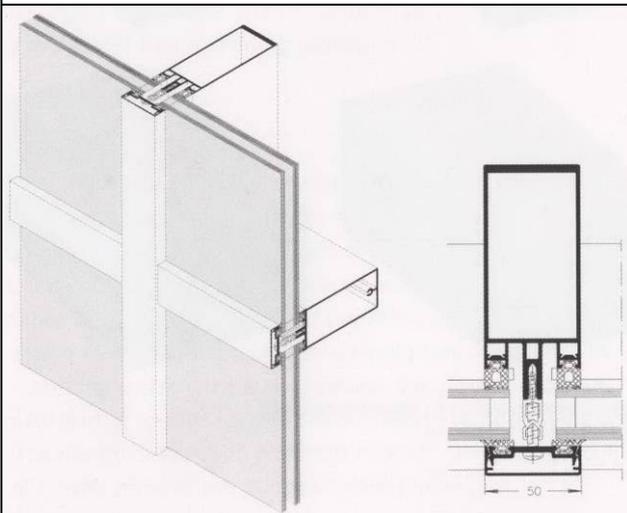
既有建築更新為 BIPV 系統

(2) 既有牆板更新為 BIPV 系統

說明：

- 既有牆板更新為 BIPV 系統的情形較少，畢竟牆板其全天日射量不若南向斜屋頂。
- 先將支撐系統固定在既有牆板上，再架設太陽能光電板，但須考慮原既有建築界面結構之強度是否足以支撐此附掛系統
- 與原有牆面背面須有通風層的設計，避免因通風不良，降低光電板之轉換效率。

圖片介紹：



- 既有牆板更新為 BIPV 系統，必須考慮其與原有建材背面通風層的設計。
- 資料來源：Schüco, Germany

- 先將支撐系統固定在既有牆板上，再架設太陽能光電板，與原有牆面背面有通風層的設計。
- 資料來源：Direction des services industries/Service de l'énergie (SILSE)

### 第三節 國內 BIPV 相關規範及法令檢討

有關太陽能光電板材料之封裝及性能測試規範，國外最重要的是 IEC 61215(針對結晶系太陽電池模組)及 IEC 61646(針對薄膜太陽電池模組)。日本也將其轉換成 JIS C 日本工業規格，分別是 JIS C 8990「地上設置的結晶系太陽電池(PV)模組設計適格性確認及形式認證的要求事項」= IEC 61215；JIS C 8991「地上設置的薄膜太陽電池(PV)模組設計適格性確認及形式認證的要求事項」= IEC 61646。

<sup>41</sup>國內工研院太陽光電中心在 2006 年開始進行太陽光電測試實驗室之建構，並在 2009 年 9 月 7 日開幕啟用。測試實驗室可提供如機械負荷試驗、紫外線老化試驗、冰雹衝擊試驗、戶外曝曬試驗等多達 18 項的 IEC 61215 測試項目。可真實模擬自然環境諸如日照、溫度、溼度、水分等對太陽光電模組之影響。而工研院太陽光電測試實驗室是台灣首座獲得國際電工委員會電工產品合格測試與認證組織 (IECEE) 的 IEC 61215 CBTL 認證實驗室。而因應當前大面積太陽光電模組需求強勁，工研院光電測試實驗室將會建立大尺寸薄膜太陽光電測試實驗室，提供包括 8.5 代大尺寸薄膜太陽光電模組的完整測試服務，可測試多達 19 項的 IEC 61646 測試項目。

---

<sup>41</sup>資料來源：

<http://www.gov.tw/newscenter/pages/detail.aspx?page=4afc9099-921e-479f-87e7-8b95e283120c.aspx&AspxAutoDetectCookieSupport=1>

過去國內銷往國外的太陽光電模組產品都需送至國外檢測，驗證成本相當昂貴；未來台灣太陽能電池模組廠在國內便能進行 IEC 61215 測試驗證，有助於節省 3 分之 1 的費用及測試時間，可強化國際競爭力，以積極確保太陽能光電板之品質。

而國內經濟部標準檢驗局也正將上述兩規範（IEC 61215、IEC 61646）轉換成 CNS 標準，目前正審查中。

上述是針對太陽能光電板本體材料之封裝及性能測試規範，而國內對於 BIPV 應用於建築設計施工相關規範及法令不多，主要是以太陽能設備與建築介面整合之建築管理為考量因素，散見於建築技術規則、太陽光電發電系統相關補助作業要點等。

以下將國內 BIPV 相關規範及法令整理如下表所示：

表 2-3-1 國內 BIPV 相關規範及法令

相關法規、規範	內容概述
營建署 96.11.6. 營署建管字第 0962918506 號函會議紀錄「建物設置太陽光電發電設備」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太陽光電發電設備設置於屋頂，高度 1.5 公尺以下者免申請雜項執照。(內政部 96.4.22 函釋：免雜項執照，結構安全應簽證，並需備查)。</li> <li>■ 太陽光電發電設備設置於基地內之空地，因涉建蔽率、法定空地之檢討，故應申請建造執照。</li> <li>■ 太陽光電發電設備設置於</li> </ul>

相關法規、規範	內容概述
	建物外牆者，應依建築相關法規檢討。(變更使用執照)
太陽光電發電系統申請設置補助計畫書	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 突出屋頂設置高度超過 1.5m 以上時應申請雜項執照</li> </ul>
再生能源發展條例第 17 條	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設置再生能源發電、利用系統及相關設施，依不同設施特性，就其裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。</li> <li>■ 前項關於免請領雜項執照之設備容量、高度或面積標準，由中央主管機關會同中央建築主管機關定之。</li> </ul>
建築技術規則：建築設計施工篇 第一章第 300 條第 3 款	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建築物設置太陽能光電發電設備高度在一·五公尺以下者，其面積得不受本編第一條第九款第一目之限制。(故相關設備可以適用露天機電設備檢討其面積免計入建築面積)</li> </ul>
建築技術規則：建築設計施工篇 第一章第 1 條第 9、10 款	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太陽光電發電相關設備可以適用露天機電設備免計入建築物高度。</li> </ul>
綠建築評估資料總表	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 綠建築建築外殼節能評估法之節能效率 <math>\beta 2</math> 優待</li> </ul>
CNS 11526 (2003) 門窗抗風壓性試驗法	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 視裝置場合及業主需要，須依業主要求進行抗風壓試驗。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CNS 14280 (2006) 帷幕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 與帷幕結合，視同帷幕</li> </ul>

相關法規、規範	內容概述
<p>牆及其附屬門窗物理性能試驗總則</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ CNS 13971 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗氣密性性能試驗法</li> <li>■ CNS 13974 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態水密性性能試驗法</li> <li>■ CNS 13973 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗動態水密性性能試驗法</li> <li>■ CNS 13972 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗正負風壓結構性性能試驗法</li> <li>■ CNS 14281 (2006) 帷幕牆及其附屬門、窗與天窗靜態層間變位性能試驗法</li> </ul>	<p>牆，須依業主要求進行帷幕牆風雨試驗。</p>
<p>太陽光電發電系統設置補助作業要點－經濟部能源局</p>	<p>經濟部能源局每年編列預算，補助設置太陽光電發電系統，以促進太陽光能之利用。</p>
<p>經濟部評選再生能源電能收購對象作業要點－經濟部</p>	<p>經濟部為以公平、公開原則辦理評選依「台灣電力股份有限公司再生能源電能收購作業要點」提出之申請案，辦理評選得組成評選委員會，以召開會議方式評選申請案件。</p>
<p>台灣電力公司再生能源電能收購作業要點</p>	<p>台灣電力公司為配合政府推動再生能源政策，及鼓勵國內</p>

相關法規、規範	內容概述
	再生能源發電應用發展，特訂定此要點，對經評選審核通過之新設再生能源發電設備設置者，以每度新台幣二元購電。（再生能源發展條例公布施行後會另訂購電相關辦法）

資料來源：本研究整理

#### 第四節 太陽能設計預測軟體應用於 BIPV

<sup>42</sup>台灣之日射量分布，海拔五百公尺以下之區域，大致呈現由東北往西南方向遞增現象。因此，東北角基隆地區的年平均日射量每日 2.2kWh/m<sup>2</sup> 至嘉南平原的 3.7kWh/m<sup>2</sup>，直到恆春半島 4.7kWh/m<sup>2</sup> 而遞增。此外，東海岸狹長帶狀平地之日射量，則呈現從花蓮一路往南方向遞增至台東，之後大武之日射量便逐漸下降。

因此設計 BIPV 時，日射量是一關鍵因素，設計者必須與業主充分討論如何應用 BIPV，發電量即是一個重點，讓設計者在建置太陽能光電設備前可預測發電量，以滿足業主之電力需求。

「Designing with solar power」此書之日射量預估發電量之公式介紹如下<sup>43</sup>：

$$Q_{pv} = \eta \times I_{tot,rad} \times A_{pv}$$

其中相關係數  $Q_{pv}$  = 發電量 (kWh)

---

<sup>42</sup>資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究－以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

<sup>43</sup>資料來源：Deo Prasad, Mark Snow(2005)Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics (BIPV), Images, London

$\eta$  = 綜合設計係數

$I_{\text{tot,rad}}$  = 總日射量 (kWh/m<sup>2</sup>)

$A_{\text{pv}}$  = 太陽能光電板面積 (m<sup>2</sup>)

此外日本建築學會「ソーラ建築ガイドブック」(太陽能建築指引)推薦之概算公式介紹如下<sup>44</sup>：

發電量 = 日射量 × 修正係數 × 變換效率

此計算式中變換效率之太陽電池於設計生產階段即已決定(如單、多晶矽、非晶矽薄膜有不同之轉換效率)，且日射量是影響發電量之重點。

<sup>45</sup>本所由 2007 年開始由何明錦所長與歐文生教授進行「台灣日射量動態模擬資料庫建立」，並參考上述兩公式，進行了太陽能設計預測軟體的開發。根據中央氣象局十年期(1997-2006年)逐時日射量數據乘以折減係數而得發電量預測數據，可供建置太陽能光電設備前預估發電量之參考。該資料庫建立台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮與台東等七個地區之太陽能光電計算用逐時之一年份「標準氣象年」資料，各地均包含全年 8760 小時之逐時氣象數據，如水平全

<sup>44</sup>資料來源：日本建築學會，2001，《ソーラ建築ガイドブック》：108-121，彰國社出版，東京

<sup>45</sup>資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

天日射量、直達日射量、擴散日射量、乾球溫度與相對濕度等數據，可作為太陽能光電效益計算來使用。

本所之太陽能設計預測軟體 SolarV1.2 版（圖 2-4-1~2），為以 Visual Foxpro 作為軟體開發環境所建置之簡易評估軟體，使用者可輕易進行台灣北、中、南、東等四個氣候區之太陽光電效益評估。由於其計算之最小間距為 1 小時，故可做全年 8760 小時之動態解析計算。本軟體利用標準氣象年作為基底氣象資料庫，可依使用者所輸入之地點、計算期間，即自動挑選日射量數據進行氣象數據之逐時動態運算，如計算水平面之日射量，也可計算不同高度角、方位角之日射量，根據此日射量即可估算太陽光電板發電效益。

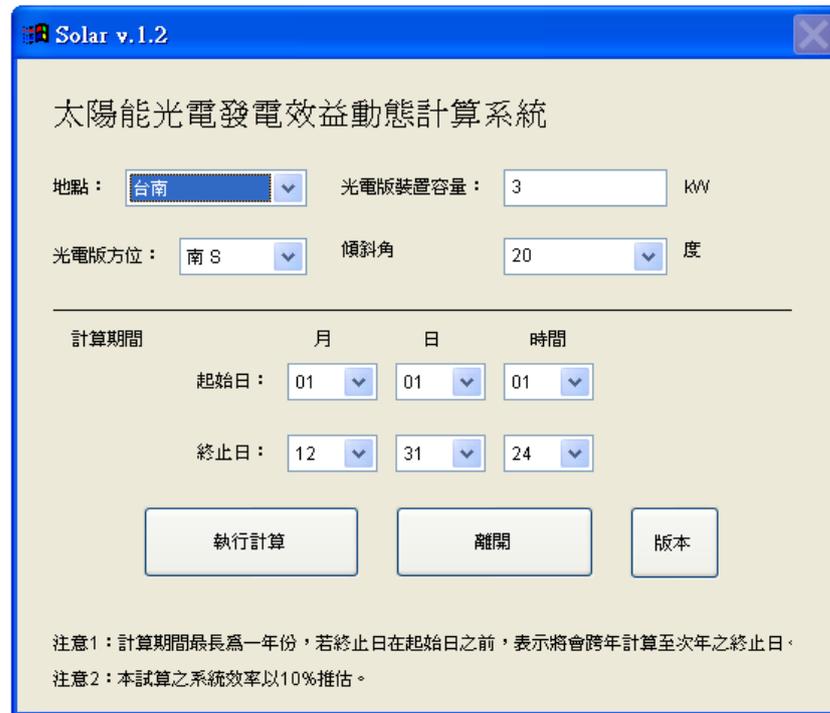


圖 2-4-1 太陽能設計預測軟體 SolarV1.2 程式主畫面  
 資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究－以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

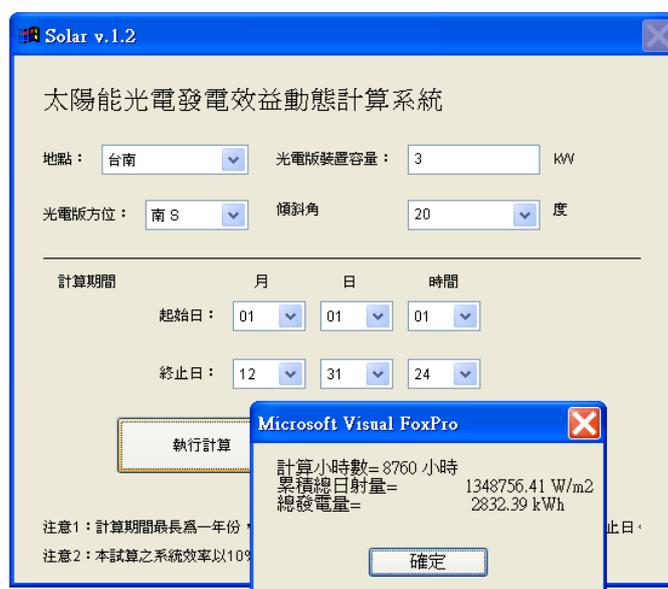


圖 2-4-2 太陽能設計預測軟體 SolarV1.2 結果輸出畫面  
資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

<sup>46</sup>本軟體先依輸入據欲評估之地點，分別依照台北、台中、高雄、台南...等七地選取輸入。接著輸入光電板裝置容量、光電板方位、傾斜角等基本資料。最後輸入動態計算之起始日及終止日。基本資料輸入完成後，按執行計算，軟體將自動計算此期間總共小時數、累積日射量以及總發電量。

<sup>46</sup>資料來源：何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統 (BIPV) 綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所

## 第五節 BIPV 工程介面

BIPV 如同一般建物，其僅是建物的一部分，故仍須向縣市政府申請相關之審查及建造執照，整體工程完工後亦須申報完工檢驗及申請使用執照。其一般工程包含：土木工程設計及施工、BIPV 太陽光電系統設計及施工。

土木工程設計及施工包括：基礎、地梁、鋼構系統、管線、電氣機房、光電板支撐系統工程等。

BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程。

通常鋼構與支撐系統工程之介面以建築鋼構一次部材為設計介面分水嶺；一次部材尺寸與設計強度由建築師設計，一次部材以上之繫件及整體支撐系統與鋁擠型斷面由支撐系統廠商設計。支撐系統廠商需整合光電系統與鋼構接合部份，提供鋼構所需之加工處理(開孔或銜接鐵件等)細部圖面予建築師整合後由鋼構廠施作，並需考量可調整吸收鋼構之誤差值(由建築師提供)，以確保太陽能光電板精確之安裝。

<p>工程介面</p>	
<p>(1) BIPV 工程介面</p>	
<p>說明：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● BIPV 其一般工程包含：土木工程設計及施工、BIPV 太陽光電系統設計及施工。</li> <li>● 土木工程設計及施工包括：基礎、地梁、鋼構系統、管線、電氣機房、光電板支撐系統工程等。</li> <li>● BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程。</li> <li>● 通常鋼構與支撐系統工程之介面以建築鋼構一次部材為設計介面分水嶺；一次部材尺寸與設計強度由建築師設計，一次部材以上之繫件及整體支撐系統與鋁擠型斷面由支撐系統廠商設計。</li> </ul>	
<p>圖片介紹：</p>	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BIPV 鋼構架設。</li> <li>■ 資料來源：葉世宗建築師事務所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 鋼構與支撐系統工程之介面以建築鋼構一次部材為設計介面分水嶺。</li> <li>■ 資料來源：葉世宗建築師事務所</li> </ul>

工程介面



- 太陽能光電板精確安裝。
- 資料來源：葉世宗建築師事務所



- 太陽能光電板藉由星型爪具及鋼纜鎖固定在支撐系統及鋼構上。
- 資料來源：葉世宗建築師事務所



- 太陽能光電板精確安裝。
- 資料來源：葉世宗建築師事務所



- 太陽能光電板精確安裝。
- 資料來源：葉世宗建築師事務所

## 第六節 建築師應用 BIPV 於建築設計

BIPV 的使用期限一般需要達到 20~25 年，故建築師使用該材料除了空間設計美學與發電效率及配合當地景觀的考量外，尚須符合當地建築法規對建材性質的規定。且因四周如有對太陽能光電板造成遮蔭的物件，就會影響發電效率。例如對非晶矽薄膜太陽能光電板若一塊面板被陰影遮到 5%，它尚有 95% 的面積可以發電；可是若結晶矽太陽能光電板被陰影遮到 5%，就整塊面板都不能發電了。

建築師站在一個整合者的立場，必須有效統合太陽光電廠商、支撐系統廠商（鋁擠型廠商或金屬廠商），理清設計規範與相關設計準則及工程介面，選用適當的 BIPV 材質做搭配。而且要視使用部位符合相關材料規範一如防火時效、氣密性、水密性、抗風壓性、層間變位吸收性能、隔熱性、隔音性等，其設計 BIPV 注意事項一般如下：

1. 選擇適合之太陽光電系統：因應所設置的太陽光電系統區域不同，一般可選用下列三種<sup>47</sup>：（1）獨立型太陽光電系統（Stand-Alone System）：使用蓄電池且直/交流轉換器

---

<sup>47</sup>資料來源：〈太陽光電發電系統設置補助作業要點〉，2006.07.21 經濟部能源局能技字第 09504008570 號函頒實施，2006.11.13 經濟部能源局能技字第 09504024190 號令修正 + 葉世宗（2007 年 12 月 22 日）〈光電建築（BIPV）的設計應用與實例探討〉《第四屆台灣建築論壇－智慧化建築與生態城市建築論壇集》：67-79，中華民國建築師公會全國聯合會

(Inverter)無逆送電功能之太陽光電發電系統。白天由太陽光電系統發電，並供負載與充電，夜間則由蓄電池供電，可自給自足。適用於離島、高山等偏遠地方市電無法到達之處。

(2) 市電併聯型太陽光電系統 (Grid-connected System)：直/交流轉換器(Inverter)具有逆送電功能，可操作於併聯模式之太陽光電發電系統。白天 PV 系統與市電負載併聯發電，並供應使用者之負載，不足處由台電補充供電；夜間因無陽光則由市電系統供電。本系統構成簡單，節省龐大蓄電池費用，維護容易且發電效率高，是目前太陽光電發電系統主流。

(3) 緊急防災型(獨立/併聯混合型)太陽光電系統 (Hybrid System)：直/交流轉換器(Inverter)具有逆送電功能，同時裝置蓄電池，可操作於併聯模式或獨立模式之太陽光電發電系統。平時與市電併聯發電，並供負載與充電；夜間雖由台電供應，但遇災害電力中斷時，仍有足夠的蓄電池可安排救災。

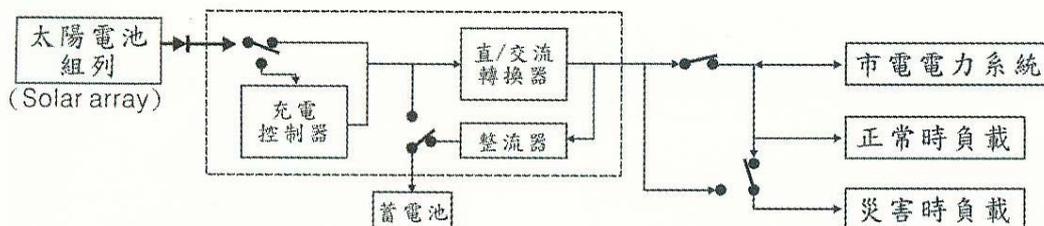
建築師應用 BIPV 於建築設計

1. 選擇適合之太陽光電系統

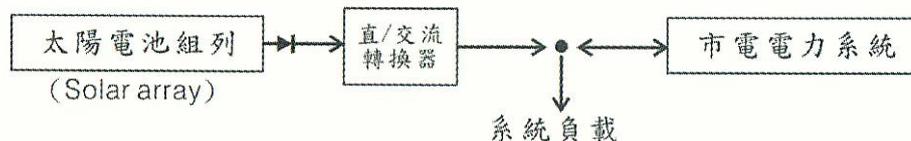
說明：

- 建築師因應所設置的太陽光電系統區域不同，需選擇適合之太陽光電系統。

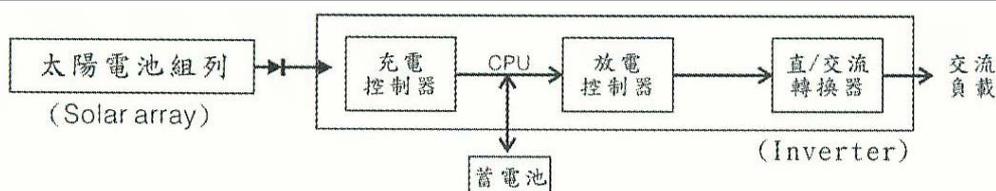
圖片介紹：



獨立型太陽光電系統 (Stand-Alone System)



市電併聯型太陽光電系統 (Grid-connected System)



緊急型防災(獨立/併聯混合型)太陽光電系統(Hybrid System)

- 獨立型、市電併聯型、緊急防災型太陽光電系統。
- 資料來源：葉世宗(2007年4月)〈光電建築(BIPV)，一種新的空間類型〉《建築師》：108-111，中華民國建築師公會全國聯合會

**2. 與業主討論應用 BIPV 場合：**由於目前 BIPV 單價還很高（約為一般 PV 之四倍價錢），而且要通過能源局委託工研院太陽光電中心對太陽光電的補助，對很多 BIPV 建築非常困難，畢竟美感與發電效率要同時得兼不容易。工研院在審核通過太陽光電補助時，若有建築背景的人員參與將會更好。畢竟，建築還是有美學需考量，不單單是如同工研院太陽光電中心純粹以發電效率做考量，否則就會抹煞建築師的創意了。事實上現在有些業主（如私人建設公司老闆），在考量架設 BIPV 時，有時不太考慮工研院的補助。因為他們就是要使用 BIPV，故建築師必須與業主充分討論如何應用 BIPV，以下列出須討論的注意事項：（1）BIPV 應用的部位在何，採用何種類型的太陽能光電板；（2）電力需求估算；（3）發電成本簡易估算。

**3. 選擇適當之太陽能光電板：**台灣的建築師喜歡創新，但目前 BIPV 單價還很高，每家公司生產的 BIPV 尺寸大小不同，不太可能為客戶去課製化模組，不然，成本會非常高。故目前最好的方式是配合某些光電廠商生產出來的固定規格產品，先幫客戶做設計，之後根據設計的需要，評估要進那家公司的太陽能光電板（比如說某家透光型非晶矽薄膜太陽能光電板尺寸為 1.1 米×1.3 米）。另非晶矽薄膜太陽能光電板溫度轉換係數低，即發電效率較不受氣溫影響，且因受照度影響較小，在低照度下仍可維持較佳的發電效率，故若裝

設同瓦數的發電機組，非晶矽薄膜太陽能光電板的年度總發電量甚至比傳統結晶矽太陽能光電板高出約 10%，故這也是選擇太陽能光電板須考量的因素。

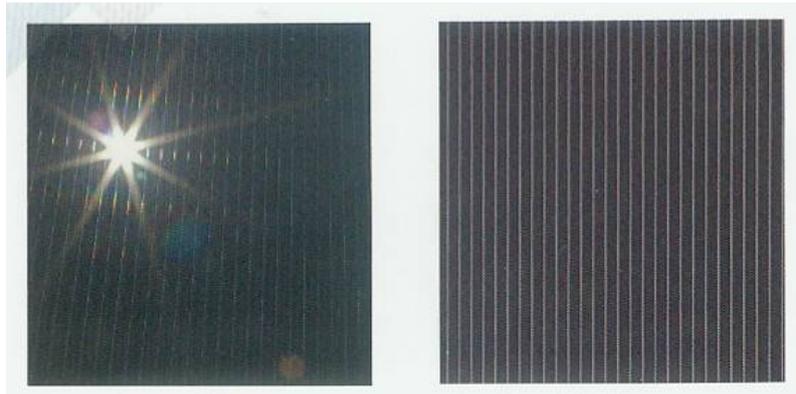
建築師應用 BIPV 於建築設計

3. 選擇適當之太陽能光電板

說明：

- 目前 BIPV 單價還很高，每家公司生產的 BIPV 尺寸大小不同，不太可能為客戶去課製化模組，不然，成本會非常高。
- 最好的方式是配合某些光電廠商生產出來的固定規格產品，先幫客戶做設計，之後根據設計的需要，評估要進那家公司的太陽能光電板。

圖片介紹：



- 宇通光能公司非晶矽薄膜太陽能光電板。
- 資料來源：宇通光能公司 DM

4. 太陽能光電板背面通風層的設計：BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，尤其單多晶系統受的影響最大，有時太熱就不太能發電了，故做設計非常重要。非晶矽薄膜太陽能光電板雖然溫度轉換係數低，發電效率較不受氣溫影響，但是如果有考慮到 BIPV 背面層的通風，可將熱帶走，發電效率會更好。另即使是設計 Double wall，中間有設計通風層降溫，發電效果亦會更好。最主要設計的工法除考慮其防水性、耐久性外，使中間的空氣層產生流動，可以抑制因太陽能光電板之溫度上升而發電效率降低。有些案例為了降溫，甚至還會設計自動灑水系統。

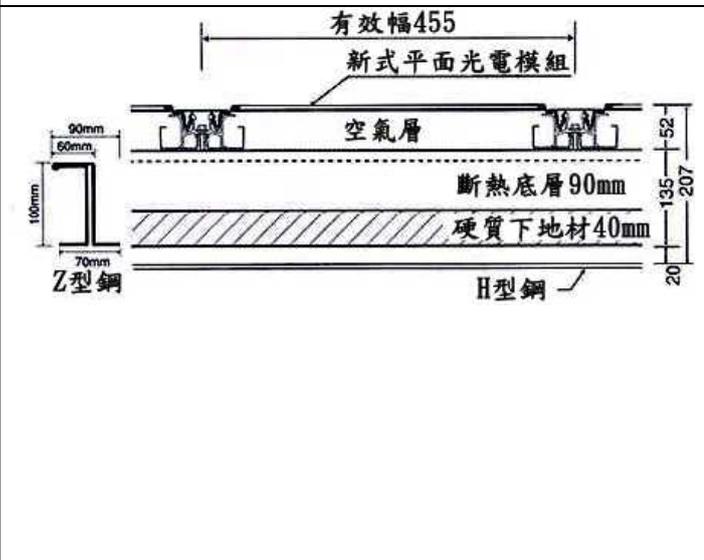
建築師應用 BIPV 於建築設計

4. 太陽能光電板背面通風層的設計

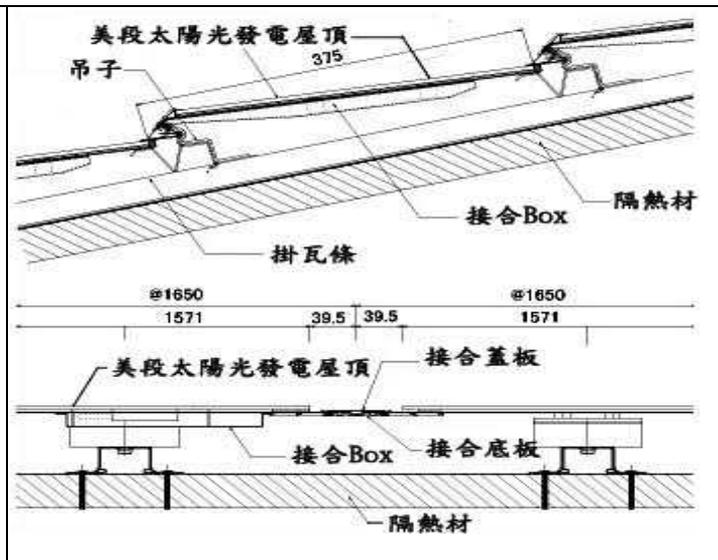
說明：

- BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，尤其單多晶系統受的影響最大。
- 非晶矽薄膜太陽能光電板雖然溫度轉換係數低，發電效率較不受氣溫影響，但是如果有考慮到 BIPV 背面層的通風，可將熱帶走，發電效率會更好。
- 即使是設計 Double wall，中間有設計通風層降溫，發電效果亦會更好。
- 有些案例為了降溫，甚至還會設計自動灑水系統。

圖片介紹：

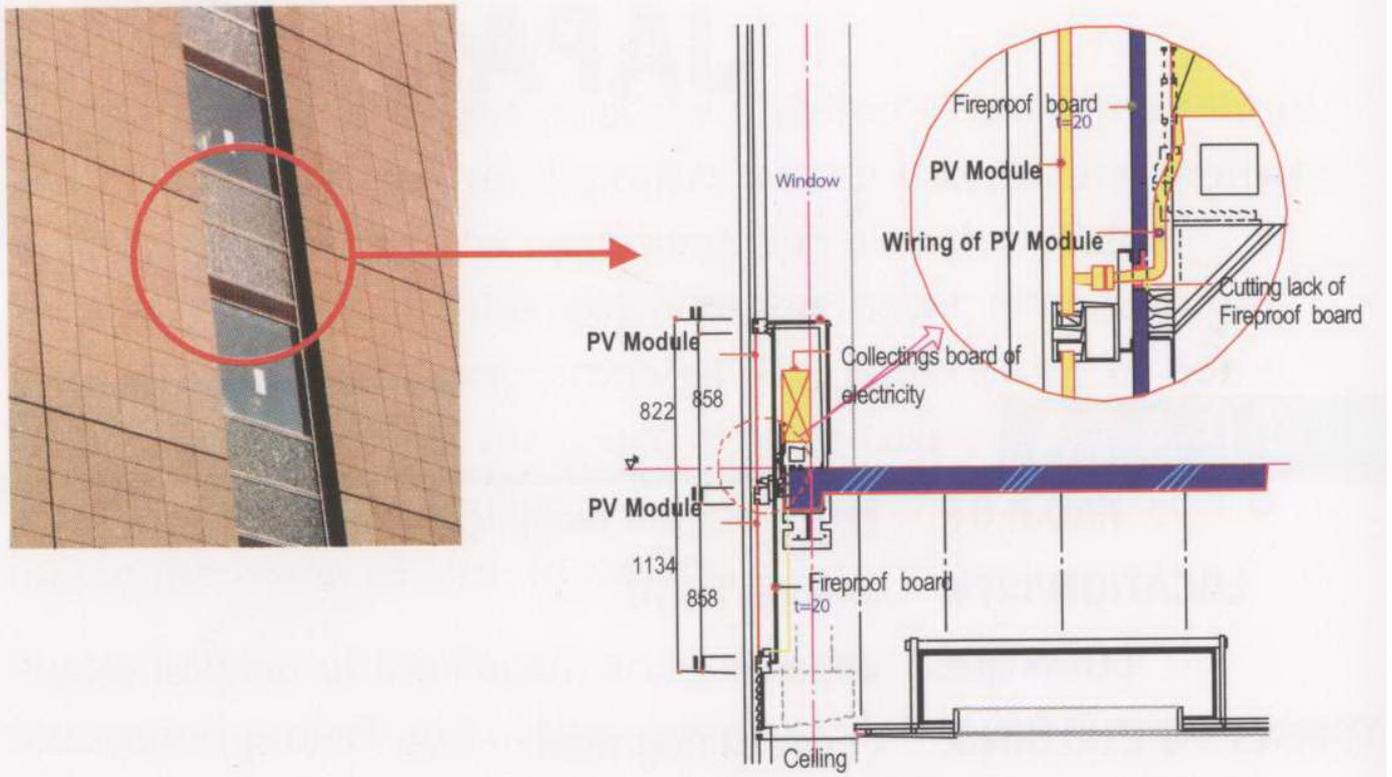


■ 屋頂太陽能光電板背面通風層的設計。  
 ■ 資料來源：  
<http://www.tonlongsteel.com.tw/>，東瓏工程公司網站



■ 屋頂太陽能光電板背面通風層的設計。  
 ■ 資料來源：  
<http://www.tonlongsteel.com.tw/>，東瓏工程公司網站

建築師應用 BIPV 於建築設計



- 牆面太陽能光電板背面通風層的設計。
- 資料來源：Kajima Corporation

5. **發電效益估算**：根據當地氣候資料數據及日射量數據等資料，建築師可在建置太陽能光電設備前預測發電量，其項目包括（1）電力需求估算；（2）太陽能光電板面積估算；（3）設置容量估算；（4）發電量計算。

6. **機房位置、佈設拉線等相關事宜考慮**：與太陽光電廠商密集討論是否需設置機房，確認選用之太陽光電系統，另包括機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程細部討論；或因應需求有監測及展示系統工程時，其位置區域及相關設備與佈設拉線等相關事宜考慮。

7. **設計手法**：因為並不是每個角度建置 BIPV 都能有很好的發電效果，有些角度發電效率是不好的。當建築美學與發電效率之間必須有所取捨時，端看建築師如何做最有利的決定。當然某些部位是可以建築的手法來設計調整，例如高雄市運主場館其遮陽棚在一些幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。同樣的情形在其他 BIPV 建築也可用設計的手法調整，端看建築師的功力。

建築師應用 BIPV 於建築設計

(7) 設計手法

說明：

- 並不是每個角度建置 BIPV 都能有很好的發電效果，有些角度發電效率是不好的。
- 當建築美學與發電效率之間必須有所取捨時，端看建築師如何做最有利的決定。

圖片介紹：



- 高雄市運主場館幾乎無法發電的角度，就用深色強化玻璃來取代。
- 資料來源：本研究整理

- 台電核三廠南部展示館太陽光電示範系統周圍圓弧造型用強化玻璃取代。
- 資料來源：本研究整理

## 第七節 支撐系統廠商設計施工要求

BIPV 建材一體型太陽光電系統其支撐系統設計為介於建築結構與太陽能光電板之間之支撐系統，需符合下列要求：

1. 涵蓋範圍：（1）支撐系統之框架設計；（2）支撐系統之理線槽與框架接合設計；（3）支撐系統與建築結構及太陽能光電板間之相關接合細部設計；（4）支撐系統本身之材料強度計算以及整體 BIPV 建材一體型太陽光電系統之整體結構強度計算及結構安全證明；（5）支撐系統邊緣與建築結構收尾包版設計；（6）支撐系統安裝太陽能光電板後整體之排水設計；（7）日後維修規劃，相關維修走道或維修人員防護措施之固定點等之設計，並考量不可遮蔭至太陽能光電板。

2. 性能要求：整體 BIPV 系統之太陽能光電板與支撐系統結合後必須具有防火時效、氣密性、水密性、抗風壓性、層間變位吸收性能、隔熱性、隔音性等（由建築師視需要要求）。

### 支撐系統廠商設計施工要求

## 2.性能要求

#### 說明：

- 因 BIPV 當成建材使用，故須符合當地建築法規對建材性質的規定。
- 整體 BIPV 系統之太陽能光電板與支撐系統結合後必須具有防火時效、氣密性、水密性、抗風壓性、層間變位吸收性能、隔熱性、隔音性等（由建築師視需要要求）。

#### 圖片介紹：



- BIPV 須符合當地建築法規對建材性質的規定（如水密性、抗風壓性）。
- 資料來源：本研究整理

- BIPV 須符合當地建築法規對建材性質的規定（如層間變位吸收性能）。
- 資料來源：本研究整理

3. 支撐系統斷面及理線槽設計要求：(1) 避免遮陰要求—系統之設計不可遮蔽有效區之範圍，並考量其明框於早晨及下午造成之陰影，設計需避免影響光電板受光後之發電效能。(2) 理線槽設計要求—太陽光電系統之理線槽設計需考量美觀需求，附屬於系統之一體化設計，與系統框架同寬度且同一顏色及材質（整體美感），並具耐候性及洩水功能（不可造成積水及累積塵土）。其上入線孔之孔徑大小及孔位由太陽光電廠商提供，並需於完工後可方便拆卸蓋板理線維修。

### 支撐系統廠商設計施工要求

### 3. 支撐系統斷面及理線槽設計要求

#### 說明：

- 避免遮陰要求—系統之設計不可遮蔽有效區之範圍，並考量其明框於早晨及下午造成之陰影，設計需避免影響光電板受光後之發電效能。
- 理線槽設計要求—太陽光電系統之理線槽設計需考量美觀需求，附屬於系統之一體化設計，與系統框架同寬度且同一顏色及材質（整體美感），並具耐候性及洩水功能（不可造成積水及累積塵土）。
- 理線槽上入線孔之孔徑大小及孔位由太陽光電廠商提供，並需於完工後可方便拆卸蓋板理線維修。

#### 圖片介紹：



- 系統之設計需避免遮陰要求。
- 資料來源：本研究整理

- 理線槽設計需考量美觀需求，附屬於系統之一體化設計，完工後可方便拆卸蓋板理線維修。
- 資料來源：本研究整理

4. 維修及更換太陽能光電板設計要求：(1) 維修通道及安全繫件—支撐系統廠商應設計便於日後維修及更換太陽能光電板所需之必要通道或爬梯，並設計維修及施工人員所需之安全固定繫件，以提供日後維修及更換太陽能光電板施工人員固定安全措施所需。(2) 日後維修及相關施工安全計畫—支撐系統廠商提供日後為維修及更換太陽能光電板之相關操作及安全計畫並滿足建築師及業主要求。

### 支撐系統廠商設計施工要求

#### 4. 維修及更換太陽能光電板設計要求

##### 說明：

- 維修通道及安全繫件－支撐系統廠商應設計便於日後維修及更換太陽能光電板所需之必要通道或爬梯，並設計維修及施工人員所需之安全固定繫件，以提供日後維修及更換太陽能光電板施工人員固定安全措施所需。
- 日後維修及相關施工安全計畫－支撐系統廠商提供日後為維修及更換太陽能光電板之相關操作及安全計畫並滿足建築師及業主要求。

##### 圖片介紹：



- 設計便於日後維修及更換太陽能光電板所需之必要通道或爬梯。
- 資料來源：本研究整理

- 設計便於日後維修及更換太陽能光電板所需之必要通道或爬梯。
- 資料來源：本研究整理

5. 材料要求：包括鋁框材料、五金及繫件材料、固定螺栓及螺母材料、矽利康材料等材質之強度及耐候等相關測試。

6. 其他要求：(1) 系統之設計需在日後太陽能光電板、鋁板及蓋板飾條等材料破損時，均能方便替換設計。(2) 支撐系統需提供足夠之變位量，以吸收溫差、地震、颱風及建築結構變位時所產生之位移誤差。

## 第八節 太陽光電廠商設計施工要求

過去由於國內 BIPV 生產業者其生產的 BIPV 均銷往國外，很少用在國內建築。因此，當其被業主要求在國內興建 BIPV 建築時，甚至不知道與建築設計施工配合時要注意哪些事項。

太陽光電廠商要如何與建築師合作使用 BIPV 產品，及後續保固如何處理（是支撐系統廠商的責任或太陽光電廠商的責任），均是太陽光電廠商要拓展國內 BIPV 市場要考慮的因素。

因為以前國內 BIPV 生產業者在將 BIPV 外銷國外時，純粹當產品的供應商。因此主要在研發產品，考慮發電效率的提升。至於要在國內推廣實際案例與建築整合，其保固維修就要注重。在台灣，一般的保固維修約為兩年，頂多三年；雖然 BIPV 太陽能光電板其壽命有 20 年，但是只要超過保固期限，故障後有的廠商就不管了。所以台灣的太陽光電廠商要想打開國內 BIPV 市場，與其他廠商的保固介面要釐清，不然台灣的建築師更不敢用。事實上從 2008 年中開始發生的金融海嘯，已經使相當多體質不建全的太陽光電廠商倒閉了。如此更可將體質好的留存下來，對好的太陽光電廠商是正面的。亦有太陽光電廠商走系統商的模式，即統包 BIPV 太陽光電工程，再找搭配的支撐系統廠商，保固部份由太陽光電廠

商負責。

一般來說太陽光電廠商裡面的人員沒有辦法對營建很專業，所以即使接到 BIPV 的案子，也必須與支撐系統廠商等做搭配。BIPV 並不僅是架設太陽能光電板於建物上，還必須考量到背面通風層的設計。因通常溫度越高，發電效率會降低，故做設計非常重要。

BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程，此部分皆須密切與建築師及相關支撐系統廠商等討論配合。

太陽光電廠商設計施工要求

太陽光電廠商設計施工要求

說明：

- BIPV 太陽光電系統設計及施工包括：機房設備安裝、光電板安裝、光電板區佈設拉線、串並聯接線、系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程；另因應需求也可有監測及展示系統工程。
- 太陽光電廠商各部分皆須密切與建築師及相關支撐系統廠商等討論配合。

圖片介紹：



- 直/交流轉換器(Inverter)及配電盤等。
- 資料來源：本研究整理

- 直/交流轉換器(Inverter)。
- 資料來源：本研究整理

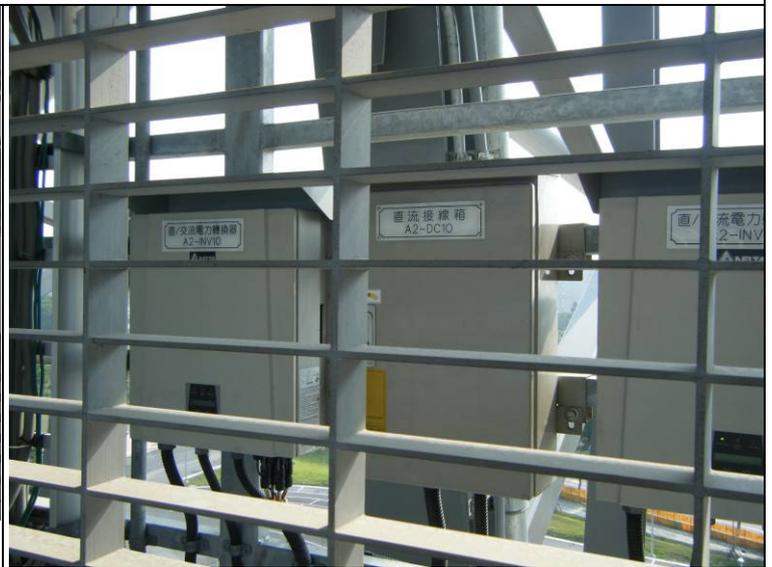
太陽光電廠商設計施工要求

太陽光電廠商設計施工要求

說明：

- 機房設備安裝須與建築師討論配合，如須設置獨立式機房，或因 BIPV 區域太廣，設置分散式機房。

圖片介紹：



- 機房設備安裝（獨立式機房）。
- 資料來源：本研究整理

- 直流接線箱及直/交流轉換器(Inverter)－本案因 BIPV 區域太廣，設置分散式機房。
- 資料來源：本研究整理

太陽光電廠商設計施工要求

太陽光電廠商設計施工要求

說明：

- BIPV 太陽光電系統其光電板安裝完成，光電板區佈設拉線至機房，以進行系統連線測試、機房設備連線、拼接運轉等工程。
- 所有佈設拉線除須考慮整體美感外，並須考量完工後可方便拆卸蓋板理線維修

圖片介紹：



- 光電板區佈設拉線。
- 資料來源：本研究整理

- 佈設拉線須考慮整體美感，完工後可方便拆卸蓋板理線維修。
- 資料來源：金華成金屬工程有限公司

太陽光電廠商設計施工要求

太陽光電廠商設計施工要求

說明：

- BIPV 太陽光電系統因應需求也可有監測及展示系統工程。
- 監測項目可包括：(1) 溫度：太陽能光電板溫度；(2) 直/交流轉換器 (Inverter)：輸出功率、三相交流輸出電流、三相交流輸出電壓、轉換效率、累計發電度數等；(3) 環境：日射量、大氣溫度、濕度、風速、風向、大氣壓力、雨量等；(4) 太陽能光電板：直流輸出電流、直流輸出電壓、輸出功率、轉換效率。

圖片介紹：



- 可在 BIPV 安裝的位置或附近安裝監測系統，以蒐集更多的資料俾供研究。
- 資料來源：本研究整理

- 展示系統配合監測系統，可讓參訪的民眾日照強度、發電功率等相關資訊。
- 資料來源：本研究整理

## 第九節 BIPV 維護管理

BIPV 之太陽能光電板其維護管理相當容易，當太陽能光電板上之落塵量越多，甚或有鳥糞，則會造成太陽能光電板的發電效率降低。

將太陽能光電板清洗後其功率效益會明顯提高，而一般建物要如何沖洗太陽能光電板以獲得更佳之效益呢？一般針對 BIPV 太陽光電系統設計會將其設計成有一定的仰角，當仰角超過 20 度時，即可因自然的下雨而將落塵等清除。有些案例甚至還會設計自動灑水系統，除將灰塵洗淨外，因灑水降溫後，也會抑制太陽能光電板之溫度上升而使發電效率提高。

另外，亦要考慮太陽能光電板更換的施工性，因太陽能光電板雖號稱其耐用年限可達 20~25 年，然也是有可能故障，故需考慮其容易更新維修。

<i>BIPV 維護管理</i>	
<b>BIPV 維護管理</b>	
<b>說明：</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以水洗除塵的方式，可降低太陽能光電板的溫度，以免日曬過熱轉換效率降低，並提高其發電效率。</li> <li>● 一般針對 BIPV 太陽光電系統設計會將其設計成有一定的仰角，當仰角超過 20 度時，即可因自然的下雨而將落塵等清除。</li> <li>● 有些案例甚至還會設計自動灑水系統，除將灰塵洗淨外，因灑水降溫後，也會抑制太陽能光電板之溫度上升而使發電效率提高。</li> <li>● 太陽能光電板雖號稱其耐用年限可達 20~25 年，然也是有可能故障，故需考慮其容易更新維修。</li> </ul>	
<b>圖片介紹：</b>	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 以水洗除塵的方式，可降低太陽能光電板的溫度，以免日曬過熱轉換效率降低，並提高其發電效率。</li> <li>■ 資料來源：National Renewable Energy Laboratory (NREL)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太陽能光電板故障，需要容易更新維修。</li> <li>■ 資料來源：Abbate&amp;Vigevano Design Studio</li> </ul>



## 參考書目

### (一)中文資料

1. 內政部營建署 (2004)《建築法》
2. 施信民(2002)《再生能源與其相關產業之發展策略研究》，行政院經濟建設委員會
3. 陳瑞鈴、呂文弘、蔡宜中(2003)《「太陽能及風力科技與綠建築設計之整合研究」出國報告》，內政部建築研究所
4. 蔡宜中(2004)《太陽能光電板發電效益評估之研究》，內政部建築研究所
5. 詹麒璋等(2007)〈我國首座結構物一體型 50kWp 太陽光電示範系統〉《96年節約能源論文專輯》，台灣電力股份有限公司
6. 尤怡婷(2008)《BIPV 整體效益評估方法之研究》，國立臺灣科技大學碩論
7. 何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所
8. 何明錦、歐文生(2007)《建築物建置太陽能光電最佳化設計模型之研究》，內政部建築研究所
9. 何明錦、歐文生、陳建富(2006)《台灣太陽能設計用標準日射量與相關檢測規範之研究》，內政部建築研究所
10. 何明錦、陳建富、歐文生(2005)《整合型太陽能光電板結合建築外殼之效益分析》，內政部建築研究所
11. 何明錦、陳建富、歐文生(2004)《太陽能光電系統結合建築外殼效益分析》，內政部建築研究所
12. 何明錦、歐文生(2008)《建築整合型太陽能光電系統(BIPV)綜合效益之研究—以內政部建築研究所性能實驗中心為例》，內政部建築研究所
13. 2004年9月17日 BIPV 建材一體型太陽光電系統應用與發

展趨勢研討會

14. 2009年3月27日太陽能光電模組標準及可靠度測試技術研討會
15. 2007年8月〈台電專案投入太陽光發電〉《台電月刊》536期：6-11，台灣電力股份有限公司
16. 2007年8月〈台電 BIPV 太陽光發電示範系統〉《台電月刊》536期：12-17，台灣電力股份有限公司
17. 葉世宗(2007年12月22日)〈光電建築(BIPV)的設計應用與實例探討〉《第四屆台灣建築論壇－智慧化建築與生態城市建築論壇集》：67-79，中華民國建築師公會全國聯合會
18. 葉世宗建築師事務所(2008年4月)〈空間作為太陽能的媒介－光電建築〉《建築 Dialogue》123：108-111
19. 葉世宗(2006年12月)〈BIPV 建築新類型－南瀛綠都心太陽能廣場〉《建築 Dialogue》109：65-69
20. 葉世宗(2007年4月)〈光電建築(BIPV)，一種新的空間類型〉《建築師》：108-111，中華民國建築師公會全國聯合會
21. 葉世宗(2007年4月)〈南瀛綠都心〉《建築師》：58-63，中華民國建築師公會全國聯合會
22. 鄭政利、葉世宗建築師事務所、九典聯合建築師事務所、胡湘玲(2006年11月)〈陽光建築〉《台灣建築》：65-81
23. 陳婉如(2006年3月)〈日本產業有成，韓國急起直追〉《光連雙月刊》62期
24. 〈太陽光電發電系統設置補助作業要點〉，2006.07.21 經濟部能源局能技字第 09504008570 號函頒實施，2006.11.13 經濟部能源局能技字第 09504024190 號令修正

(二) 外文資料

1. Christian Schittich(2003)Solar architecture: strategies, visions, concepts, Edition Detail, Boston
2. Deo Prasad, Mark Snow(2005)Designing with solar power: a source book for building integrated photovoltaics

(BIPV), Images, London

3. 日本建築學會，2001，《ソーラ建築ガイドブック》：108-121，  
彰國社出版，東京

(三)網站資料

1. <http://www.luckypowertech.com/>，奈米龍科技公司網站
2. <http://www.maxgather.com.tw/>，詮晶光電科技公司網站
3. <http://www.pvproject.com.tw/>，太陽光電資訊網
4. <http://www.taipower.com.tw/>，台電公司網站
5. [http://www.sintek.com.tw/p3\\_3.htm](http://www.sintek.com.tw/p3_3.htm)，和鑫光電公司網站
6. <http://www.auriasolar.com/>，宇通光能公司網站
7. <http://www.tonlongsteel.com.tw/>，東瓏工程公司網站
8. <http://www.moeaboe.gov.tw/>，經濟部能源局網站
9. <http://www.solar-i.com/>，中華太陽能聯誼會網站
10. [http://www.eettaiwan.com/ART\\_8800480736\\_480702\\_NT\\_d0e2fe52.HTM](http://www.eettaiwan.com/ART_8800480736_480702_NT_d0e2fe52.HTM) - 51k，工研院 IEK-ITIS 計畫，劉致中撰
11. <http://www.hengs.com/calall.htm/>，聚恆科技公司網站
12. <http://www.tnssh.tn.edu.tw/TeachWeb/89hp/>，太陽能網站
13. <http://www.motech.com.tw/>，茂迪公司網站
14. <http://www.saswafer.com/>，中美矽晶公司網站
15. <http://fxwl.myrice.com/science/wlqy/016.htm>，陳勁松，  
人類理想的能源：太陽能
16. <http://pck.bio.ncue.edu.tw/pckweb/database/data2/ck/senior/ch1/1-3/photosyn/capture.htm/>，太陽能捕手
17. <http://www.nsc.gov.tw/dept/acro/version01/battery/electric/types/solar.htm#material/>
18. <http://www.c-science.com/txt/tc/te/em/000108teem.htm/>
19. <http://www.solar-i.com/know.html/>，認識太陽能
20. <http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01090401.htm>
21. <http://www.ied.edu.hk/has/phys/work/reneweng.htm>，太陽

能的特性

22. <http://www.fuh3.com.tw/solar-new.htm>
23. [http://www.kazankai.org/publishing/japan\\_today/2001\\_07/big5/08.html](http://www.kazankai.org/publishing/japan_today/2001_07/big5/08.html)，連載〔日本的高新科技〕
24. <http://www.reihk.com>
25. <http://www.itri.de/index.php?rubrik=archive&artikel=260>，德國 ISE 開發出超薄太陽能光電板
26. [http://www.chinaelectric.com.tw/Web/toa/chinese/index\\_chinese\\_frame.htm](http://www.chinaelectric.com.tw/Web/toa/chinese/index_chinese_frame.htm)，中國電器公司網站

BIPV 建材一體型太陽光電系統應用研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

地址：台北縣新店市北新路三段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw/>

編者：蔡宜中

出版年月：98 年 12 月

版次：初版

