

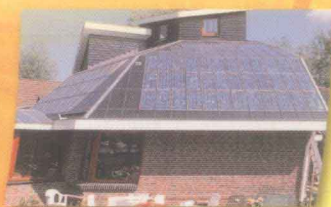
# 光伏電池 在建築物上之應用



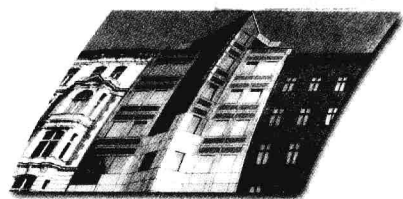
建築師與工程師的設計手冊

編著 ● 國際能源總署

譯者 ● 劉安平



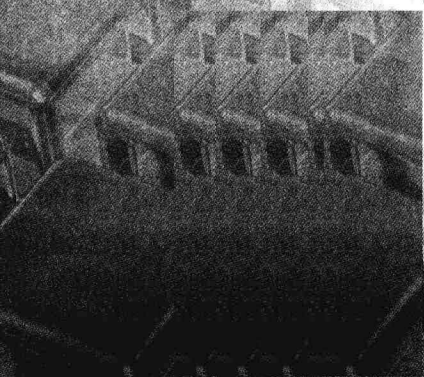
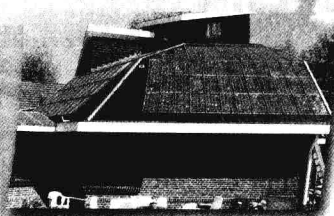
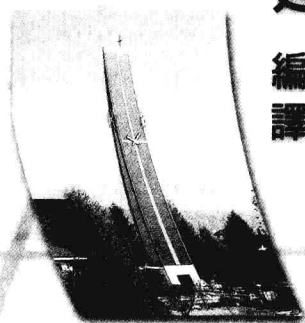
# 光伏電池 在建築物上之應用



建築師與工程師的設計手冊

編著●國際能源總署

譯者●劉安平



## 編 著

國際能源總署，法國 巴黎  
太陽能暖房與冷房計劃，工作小組 16  
計畫運作管理：Heribert Schmidt

主要作者：Friedrich Sick

Thomas Erge

(The Fraunhofer Institute for Solar Energy System ISE 德國 佛萊堡)

## 譯 者

劉安平 美國密西根大學建築博士  
現任 國立高雄大學 都市發展與建築設計學研究所 教授  
專長 • 建築環境技術  
• 工程與設計

## 聲 明

Photovoltaics in Buildings: A Design Handbook for Architects and Engineers originally published in Unites Kingdom in 1998 by James & James Science Publishers Ltd., © 1996 IEA (International Energy Agency).

Chinese translation rights through James & James Science Publishers Ltd., All Rights Reserved.

本書經原書出版者獨家授權翻譯、出版、發行，非經同意，本書任何部分或全部不得以  
任何形式節錄、引用。

國家圖書館出版品預行編目資料

光伏電池在建築物上之應用：建築師與工程師的設計手冊／  
國際能源總署原著，劉安平譯，--初版.-- 臺北市：科技圖  
書，2003【民92】

292面：19x26公分

含參考書

譯自：Photovoltaics in buildings: A Design Handbook  
For Architects and Engineers

ISBN 957-655-367-9 (軟精裝)

1. 建築節能 2. 太陽能發電 3. 太陽能電池

441.577

92007732

---

版權所有·翻印必究

## 光伏電池在建築上之應用

-- 建築師與工程師的設計手冊 --

原 著／國際能源總署

譯 者／劉安平

出 版 者／科技圖書股份有限公司

發 行 人／張秉中

登 記 證／局版台業字第1123號

地 址／台北市忠孝西路一段50號17樓之35室

電話：(02)23707080·傳真：(02)23706160

網址：<http://www.techbook.com.tw/>

電子郵件：[techbook@ms18.hinet.net](mailto:techbook@ms18.hinet.net)

郵撥帳號：0015697-3

印 刷／海王印刷事業股份有限公司

地址：台北縣中和市中正路800號11樓之2

初版二刷／2009年3月

定 價／新台幣350元

I S B N／957-655-367-9

---

本書如有破損、裝訂錯誤，請寄回調換

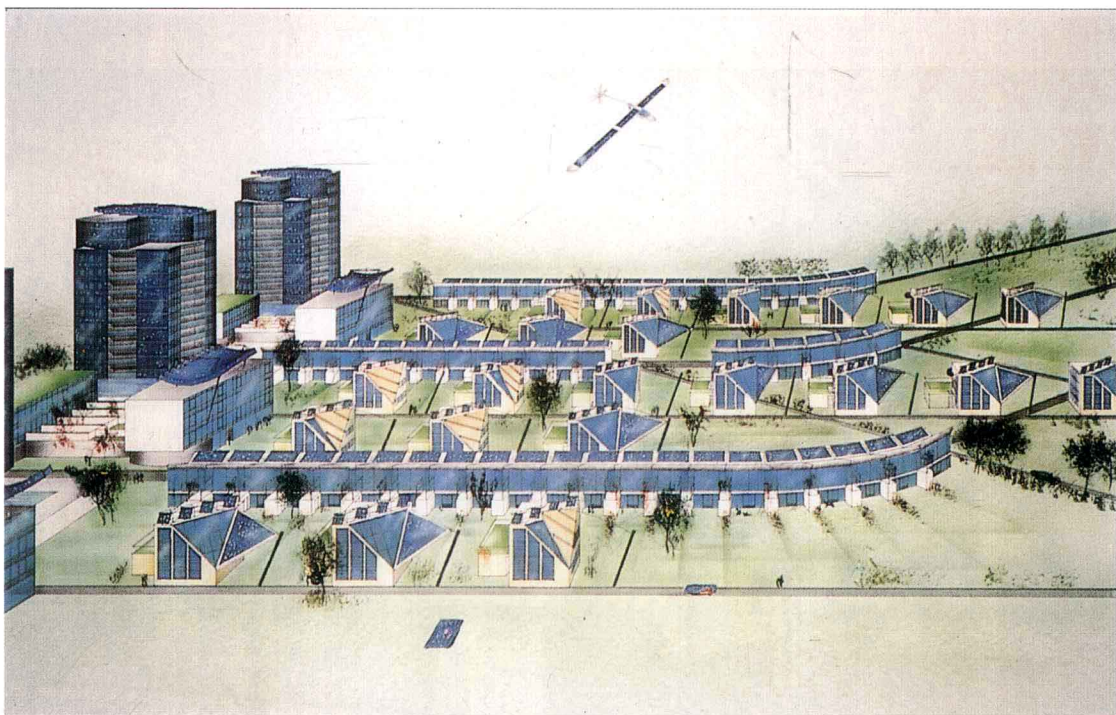


科技圖書—Since 1969



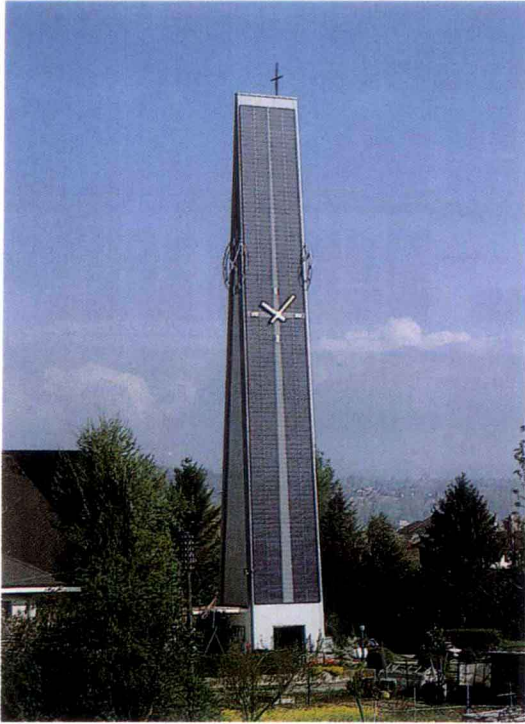


彩色圖片 1 Handelshaus A. Wild, Innsbruck, 奧地利  
13kWp 光伏電池牆面 (IEA Task 16 展示建築物)

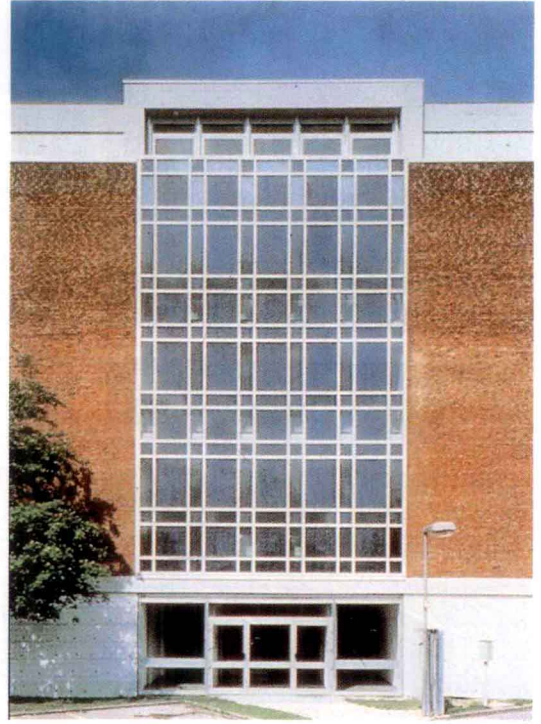


彩色圖片 2 IEA Task 16 建築構想競圖入選案  
B. J. van den Brink, 荷蘭

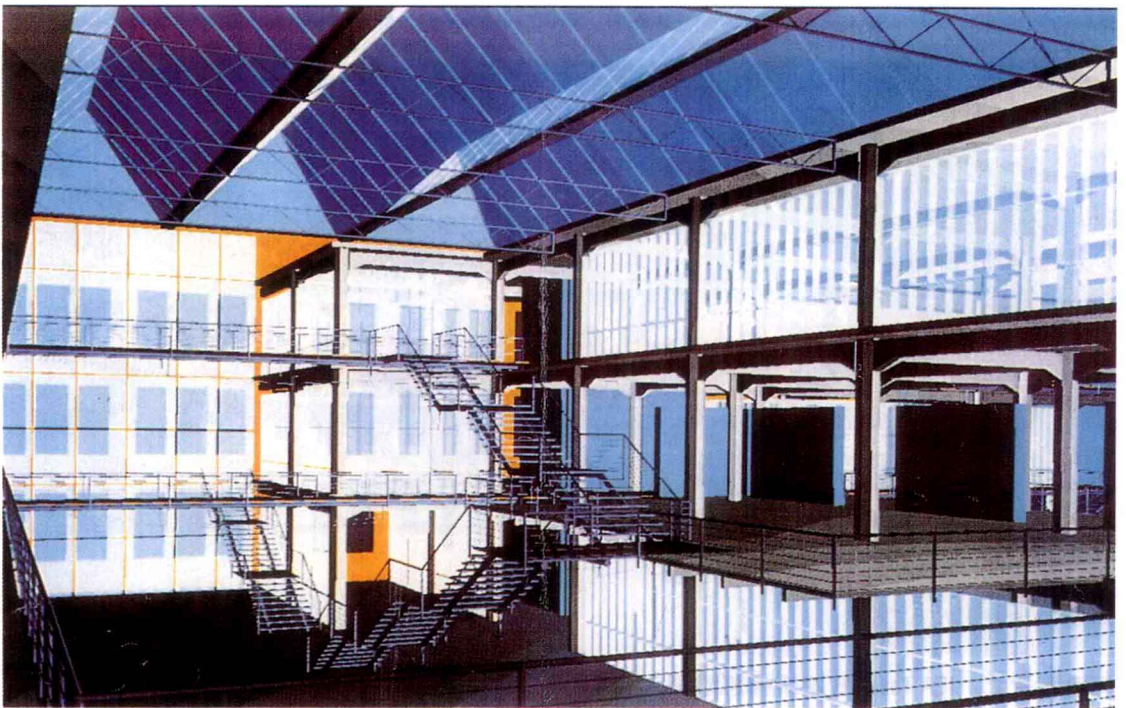




彩色圖片 3 教堂，Steckborn，瑞士  
18.6 kWp 與立面結合的光伏電池系統

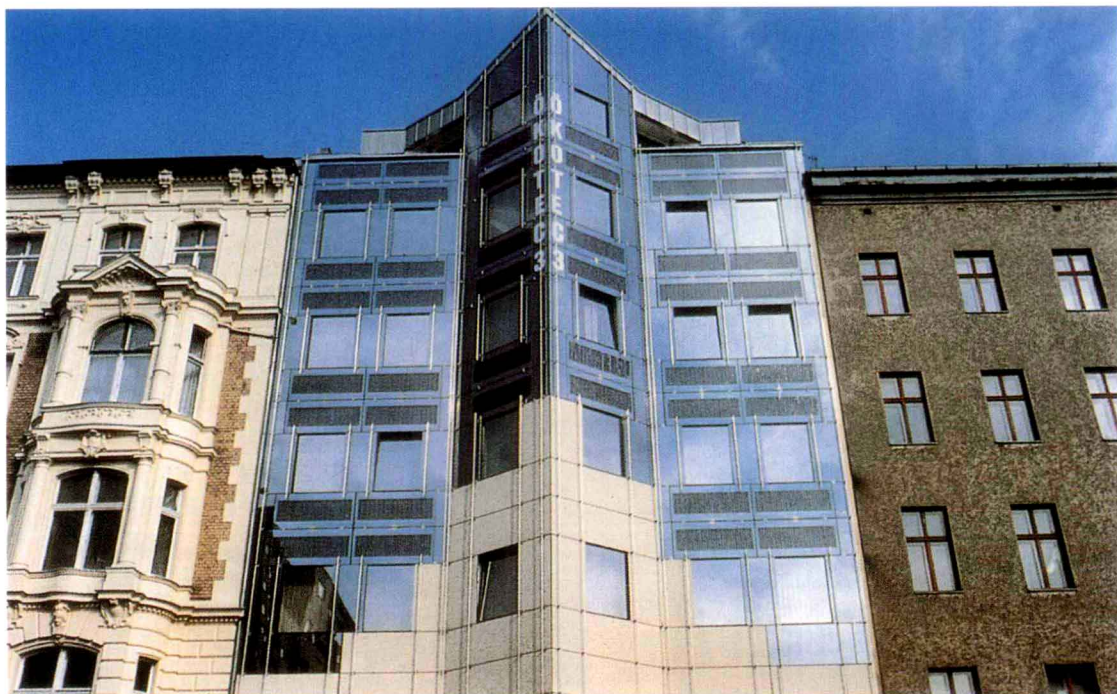


彩色圖片 4 阿亨電力公司，德國 阿亨 全景

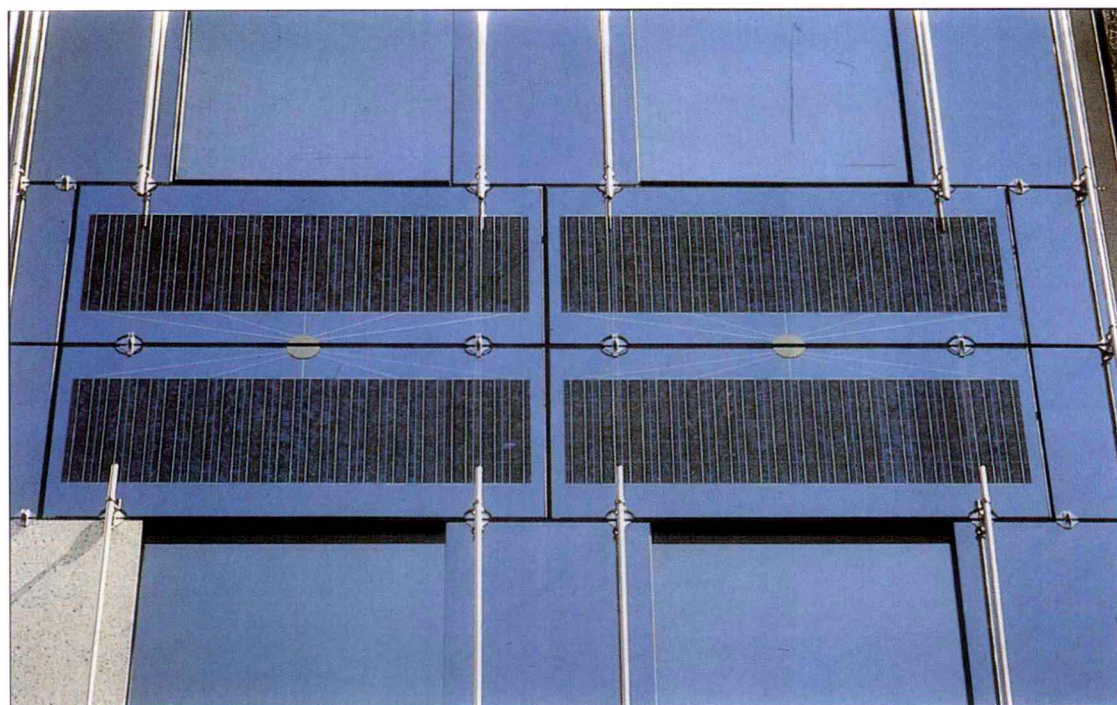


彩色圖片 5 1994 年建築構想競圖，  
"Zentrum für Kunst und Medientechnologie", Karlsruhe，德國  
在入口大廳上方明顯可見的光伏電池鑲板



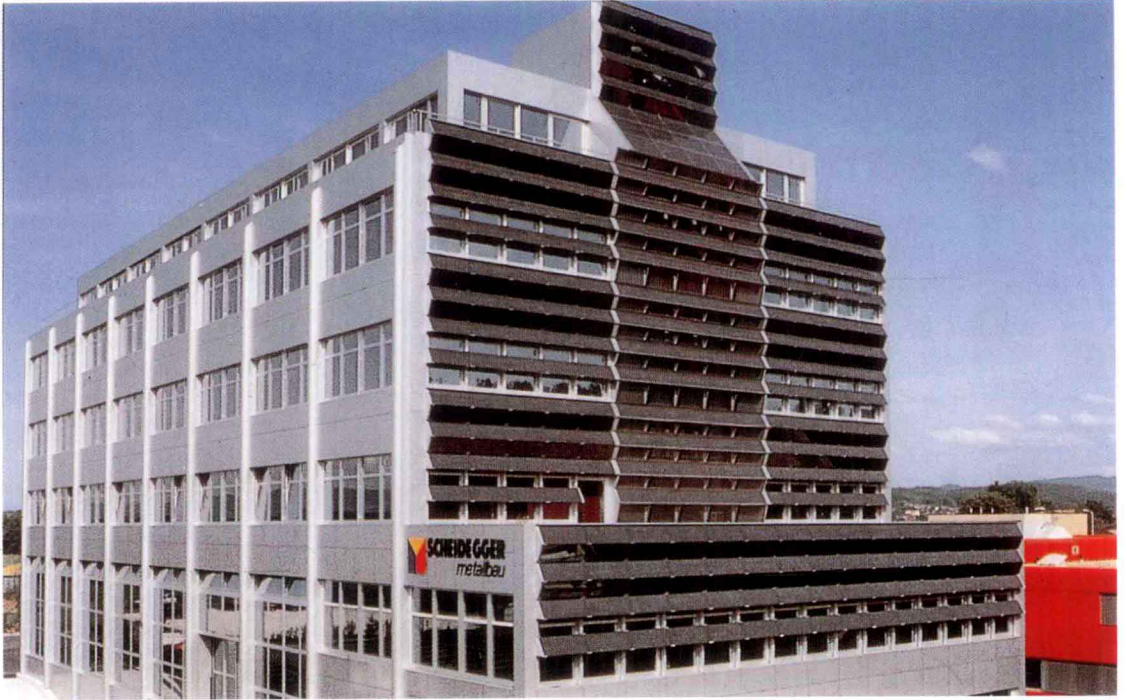


彩色圖片 6 Okotec，辦公室建築，德國 柏林  
全景

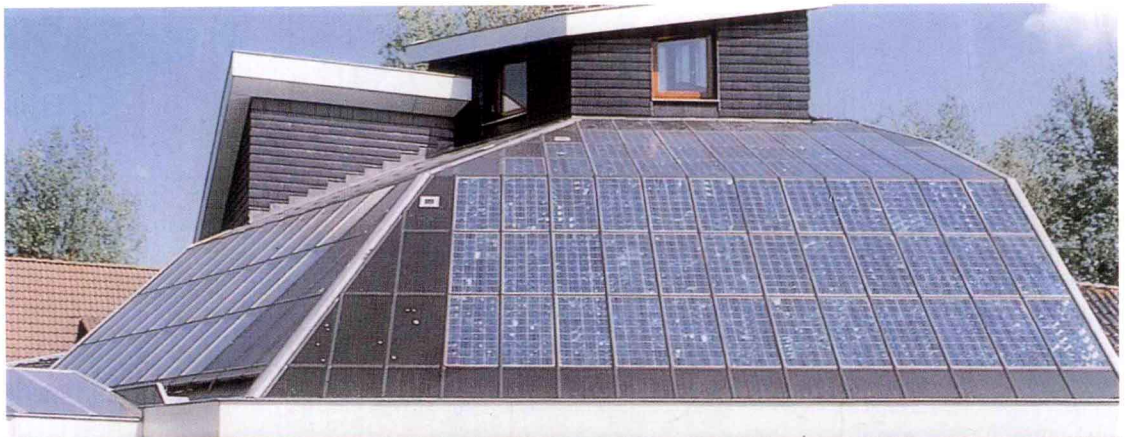


彩色圖片 7 Okotec 3，辦公室建築，德國 柏林  
光伏電池構件詳圖





彩色圖片 8 Scheidegger Metallbau, Kirchberg, 瑞士  
全景



彩色圖片 9 能源自主的住宅, Woubrugge, 荷蘭 (Ecofys)  
BOAL 太陽電池型板系統





彩色圖片 10 Pietarsaari 太陽能住宅，芬蘭  
全景



彩色圖片 11 整合的太陽能電池屋頂，波士頓，美國  
全景



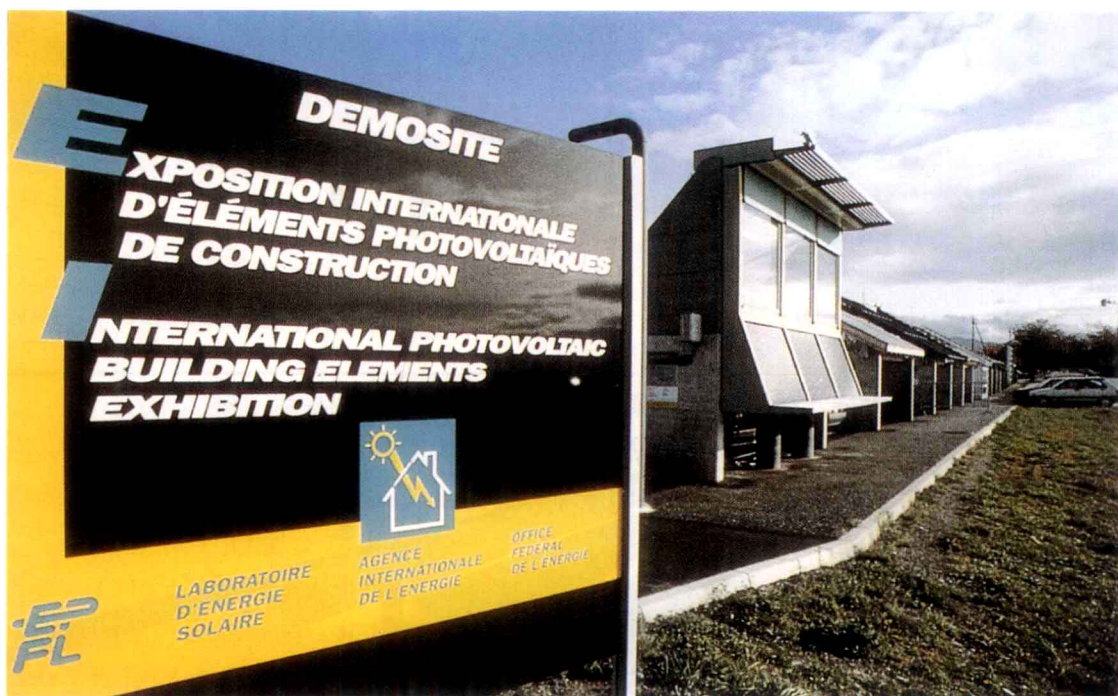


彩色圖片 12 太陽能的低能源住宅，Hamar，挪威  
全景

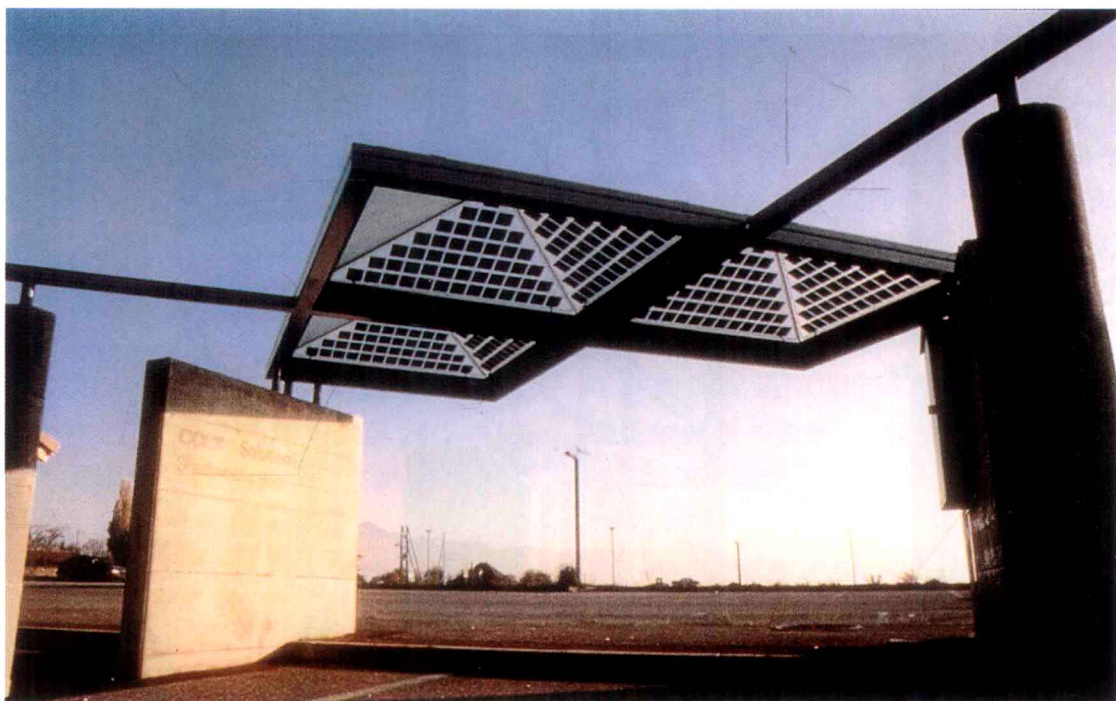


彩色圖片 13 太陽能中心，德國 佛萊堡  
全景 (SST GmbH)





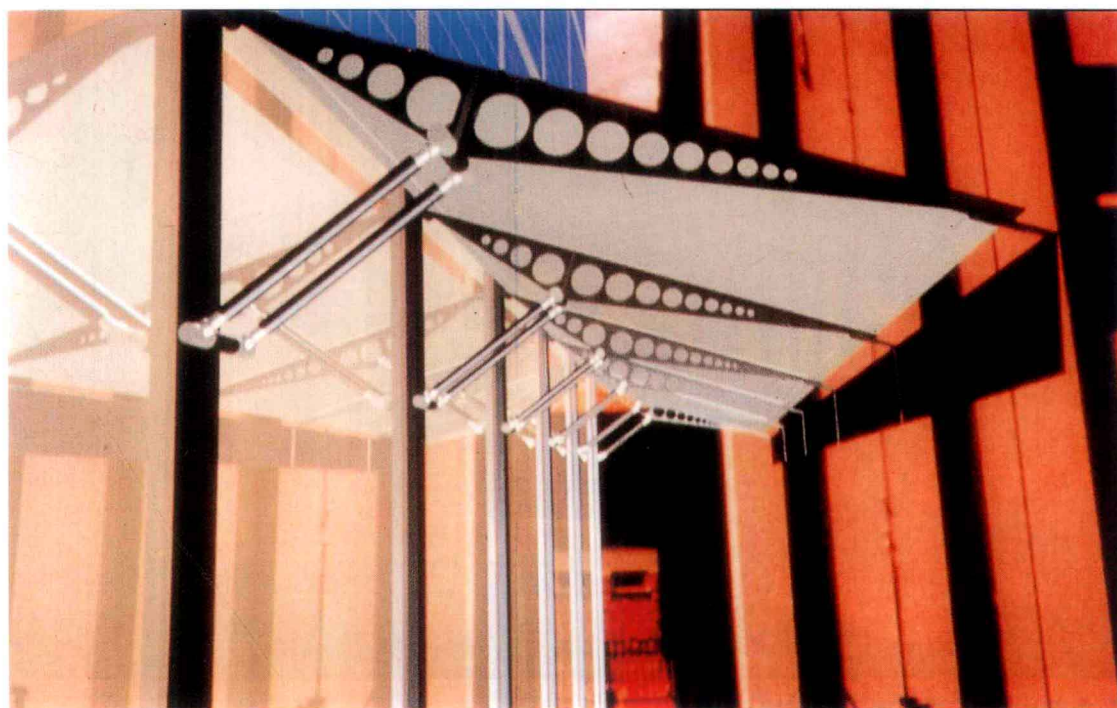
彩色圖片 14 展示場，瑞士 洛桑  
全景



彩色圖片 15 展示場，瑞士 洛桑  
「角錐」組合遮陽、自然照明、與電力生產



彩色圖片 16 SOFREL，太陽電池平屋頂構材  
全景



彩色圖片 17 光伏電池與熱共生的立面系統，Fondi ( Latina )，義大利  
全景



# 序言

光伏電池系統的模組化結構，讓在使用場所將太陽能直接轉換為電力成為可能，包括由毫瓦（milliwatts）至百萬瓦（megawatts）的廣泛功率範圍。這種經由環境可接受的方法所產生的電力，當應用於建築物時，提供了很多的優點。在這種情形，建築物本身成為模組的支持結構，同時，光伏電池（PV）模組也可以成為建築整體的一部分，例如做為一種耐候的屋頂或牆面元素，或者是成為一種遮陽設施。由於這些優點，可以預知在新構築的或修繕更新的房屋中，PV 將成為一種常見的房屋組件。

因為察覺到這種發展，太陽能暖房與冷房計劃（SHCP）執行委員會主席 Gerhard Schriber 在國際能源總署（IEA）成立了第一個工作小組，探討光伏電池的議題，工作小組 16「光伏電池與建築物」正式開始作業。

在德國籍教授 Jurgen Schmid 領導下，來自 12 個國家的專家於 1990 年展開這項合作。在 1992 年德國籍教授 Heribert Schmidt 接任計畫運作管理的職務，管理此一工作委員會，直到 1996 年工作委員會結束。

工作小組 16 已經評估了在整體能

源概念中，能讓太陽能共享達到最高限度的技術，以及讓經濟學能充分被運用的技術。為了系統的最佳化，所有的唯能（energetic）部分，如照明、暖房與冷房或熱水生產都已列入考慮。

這些研究心得的結果已經併入工作小組 16 的示範計劃，由工作小組 16 的大部分會員國來完成。住宅與商業建築物，以及與市電銜接的系統和獨立使用系統，都包括在內。

作業是在四個子項工作內執行：

在子項工作 A（系統設計與工程，協調國是芬蘭，參與者 Kimmo Peippo），參與者提出工作文件，討論現有的光伏電池系統、組件、能源效率的電氣用品與照明設備、安全問題與國家法令、電力生產的法規與電價訂定實務，這些討論都是以問卷的回覆內容為基礎。依據這些資訊，完成了能源概念的建議事項與指南，公共電力界面問題與監督程序。

整合 PV 模組與建築構造的不同方法，已經在子項工作 B（建築物整合，瑞士，Peter Toggweiler）內被探討與試驗。建築與工程二者已經列入考量。國際性的研討會、在荷蘭指導下的一次建築構想競圖、設計支援工具與展示場

## ❖ iv ❖ 光伏電池在建築物上之應用

，都是工作小組合作的重點內容。工作小組 16 的樣品展示場所「光伏電池建築元件」位於 EPFL，瑞士 洛桑，為建築師、工程師與社會大眾展示了最好的整合方法。

運用子項工作 A 與 B 的初步工作結果，在荷蘭 Tony Schoen 的領導下，PV 建築物已經被設計、施工與監控。在子項工作 C（光伏電池展示性的建築），參與工作小組 16 的大多數國家，已經建造一個或多個展示性的建築物。這些建築物的數據可以提供給社會大眾。

這本手冊適合光伏電池計劃的規劃人員與工程師，已經由子項工作 D（技術溝通，德國，Thomas Erge）編撰完成，同時也摘錄了獲自子項工作 A 與 B 以及光伏電池展示性建築物的資訊。為了進一步散播工作小組 16 的成果，由國際性研討會與國際性論文發表會所出版的論文集都已經被重新整理。

感謝所有參與專家的鼎力合作，此一作業是以很高的標準進行，為此我非常非常的感激。我的衷心感謝特別要獻給 Jurgen Schmid 教授，他讓團隊成員結合在一起，並且決定工作小組 16 的組織架構與目標。由於特定的作業、研討會以及會議的組織與運作等原因，更多的感謝要獻給 Tony Schoen（荷蘭）、Steven Strong（美國）、與 Peter Togge-weiler（瑞士）。

我非常感謝 Friedrich Sick 與 Thomas Erge（德國）的協助，他們編撰與修訂這本書，還有 Ron Laplace（加拿大）與 James & James（科技圖書

出版商）公司（英國）的校閱。

最後但不是結束，如果沒有 SHCP 執行委員會的支持，本工作可能無法完成，我衷心感謝所有委員的合作與建言。

1996 年三月

Heribert Schmidt 博士

計畫運作管理人

國際能源總署 工作小組 16

## 再版說明

全球的光伏電池市場最近幾年已經進入非常好的榮景。模組生產的年成長率由 16% 上升至 1997 年的超過 30%，整體的模組生產量每年約 110 MW<sub>p</sub>。促成此傑出數字的原因之一是光伏電池與建築物結合的快速成長數量。

此一再發行的版本，顯示出工作小組 16 概念的成功，結合了光伏電池技術人員與建築師的專業知識。工作小組 16 的豐碩作業成果，在國際能源總署光伏電力系統（PVPS）實施協議的架構中，已持續被落實於工作小組 7「建成環境內的光伏電池」。

1998 年五月 佛萊堡

Heribert Schmidt 博士



# 目 錄

序 言 .....	iii
<b>第一部分 概 論</b>	
第 1 章 爲什麼將光伏電池使用於建築物上？ .....	3
第 2 章 太陽資源 .....	7
第 3 章 光伏電池原理 .....	11
第 4 章 光伏電池系統的類型 .....	15
<b>第二部分 組 件</b>	
第 5 章 光伏電池模組 .....	21
第 6 章 光伏發電板 .....	25
第 7 章 能源儲存 .....	33
第 8 章 直流電功率調節 .....	43
第 9 章 換流器 .....	51
第 10 章 混合的電力系統 .....	67
<b>第三部分 建築整合</b>	
第 11 章 建築與光伏電池的介紹 .....	73
第 12 章 適於建築物整合的光伏電池模組 .....	79
第 13 章 設計概念 .....	83
第 14 章 整合技術與案例 .....	115
<b>第四部分 系統設計</b>	
第 15 章 設計考慮事項 .....	151
第 16 章 負載分析 .....	155
第 17 章 系統規模估算 .....	159
第 18 章 重要組件的選擇 .....	173

第五部分 安裝與維護

第 19 章	光伏電池系統安裝指南 .....	187
第 20 章	光伏電池系統的操作與維護 .....	203
第 21 章	光伏電池系統的任務執行 .....	209

推薦讀物 .....	215
------------	-----

附 錄

I	太陽日射量資料 .....	221
II	系統規模估算作業紙 .....	237
III	電線尺寸估算表 .....	247
IV	招標文件 .....	251
V	維護記錄表 .....	257
VI	優劣選擇的考慮事項 .....	263
VII	光伏電池成本 .....	267
VIII	詞 彙 .....	269
IX	國際能源總署的一般資訊 .....	277
X	國際能源總署太陽能暖房與冷房計劃，工作小組 16 「光伏電池與建築物」的參與國家、參與者與所屬機構 .....	279

英中名詞對照 .....	283
--------------	-----



# 第一部分

## 概 論

### 主要供稿人

第 1 章：為什麼將光伏電池使用於建築物上？

Kimmo Peippo ( Helsinki University, Finland )

Peter Lund ( Helsinki University, Finland )

第 2 章：太陽資源

Friedrich Sick ( Fraunhofer ISE, Germany )

第 3 章：光伏電池原理

Mats Anderson ( Catella Generics AB, Sweden )

Jyrki Leppanen ( Neste, Finland )

第 4 章：光伏電池系統的類型

Friedrich Sick ( Fraunhofer ISE, Germany )