



逢甲大學學生報告 ePaper

日光熱能對建築節能影響之探討

A Study on the Impact of Solar Thermal Energy on Building Energy Efficiency

作者：張采妮、陳宥縈、林易灃、錢玟諭、吳佳穎

系級：建築專業學院學士班 二年乙班

學號：D1267161、D1267188、D1238629、D1238189、D1238055

開課老師：林衍良

課程名稱：建築物理

開課系所：建築專業學院學士班

開課學年：113 學年度 第 1 學期



摘要

建築物的能耗占全球能源消耗的比重相當高，其中冷暖氣與照明系統是主要的能源消耗來源。日照與日射作為影響建築熱環境的關鍵因素，對於建築節能設計至關重要。透過適當的朝向規劃、遮陽設計、材料選擇與智能管理系統，可有效減少對冷暖氣與人工照明的依賴，降低能源消耗，同時提升居住舒適度與建築環境品質。

本報告將從建築節能效益分析的概念出發，探討建築設計如何影響能耗，並分析節能效益的重要性。接著，我們將透過四個不同氣候區域的建築案例，解析各種節能策略的實際應用與成效，最後總結日照與日射在建築節能中的關鍵作用，並強調未來建築設計應如何整合這些設計手法，以實現更高效、環保與可持續發展的建築。

本報告探討建築設計中日照與日射對建築節能效益的影響，並分析如何透過設計策略降低能耗、提升舒適度及環境永續性。研究內容涵蓋被動式與主動式節能設計的概念、建築能耗影響因

素、節能效益分析的重要性，並透過四個案例探討不同氣候條件下的節能建築實踐。結果顯示，合理的朝向設計、遮陽系統、建築材料選擇與智慧能源管理可顯著降低能源消耗，提高建築性能。透過這些設計策略，不僅能減少碳排放，降低冷暖氣需求，也能提升使用者體驗與建築市場價值。

關鍵字：

建築節能、日照與日射、遮陽設計、能源消耗、智慧能源管理



Abstract

The energy consumption of buildings accounts for a significant proportion of global energy use, with heating, cooling, and lighting systems being the primary sources of energy consumption. Solar exposure and radiation, as key factors affecting the thermal environment of buildings, play a crucial role in energy-efficient building design. Through proper orientation planning, shading design, material selection, and intelligent management systems, reliance on heating, cooling, and artificial lighting can be effectively reduced, leading to lower energy consumption while enhancing residential comfort and building environmental quality.

This report begins with an analysis of the concept of energy efficiency in building design and explores how architectural design impacts energy consumption. It then

examines the importance of energy-saving benefits through four case studies from different climate regions, illustrating the practical applications and effectiveness of various energy-saving strategies. Finally, the report summarizes the critical role of solar exposure and radiation in energy-efficient building design and emphasizes how future architectural designs should integrate these strategies to achieve more efficient, environmentally friendly, and sustainable buildings.

This report investigates the impact of solar exposure and radiation on the energy efficiency of buildings and analyzes how design strategies can reduce energy consumption, improve comfort, and promote environmental sustainability. The study covers the concepts of passive and active energy-saving designs, factors influencing building energy consumption, and the

importance of energy efficiency analysis. Through four case studies, it explores the implementation of energy-efficient building practices under different climatic conditions.

The results indicate that reasonable orientation design, shading systems, material selection, and intelligent energy management can significantly reduce energy consumption and enhance building performance. By implementing these design strategies, carbon emissions can be reduced, heating and cooling demands can be lowered, and user experience and building market value can be improved.

Keyword :

Building Energy Efficiency, Sunlight and Solar Radiation, Shading Design, Energy Consumption, Smart Energy Management

目錄

第一章 研究動機與背景	8
研究動機.....	8
第二章 實際案例應用之說明	8
ONE CENTRAL PARK 懸掛式植物牆.....	8
ONE CENTRAL PARK 陽光反射板.....	9
法國國家圖書館 雙層玻璃幕牆.....	10
逢甲大學 WATER HOUSE 2.0 水牆.....	11
第三章 日照與日射在建築中的應用	12
懸掛式植物牆.....	12
陽光反射板.....	14
雙層玻璃幕牆設計.....	16
水牆.....	19
第四章 節能效益分析	22
第一節 節能效益分析的概念.....	22
第二節 建築如何影響能耗.....	24
第三節：節能效益分析的重要性.....	25
第五章 結論	26
參考文獻	28

圖目錄

圖 1 One Central Park 懸掛式植物牆	9
圖 2 One Central Park 陽光反射板	10
圖 3 法國國家圖書館 雙層玻璃幕牆	10
圖 4 逢甲 Water House 2.0	11
圖 5 懸掛式植物牆	13
圖 6 陽光反射板	15
圖 7 雙層玻璃牆示意圖	17
圖 8 水牆示意圖	20
圖 9 建築節能效益分析流程圖	23
圖 10 建築朝向與日照示意圖	25

第一章 研究動機與背景

研究動機

在現代建築設計中，節能與環保已成為不可忽視的議題。隨著全球氣候變遷與能源成本上升，各國逐步推動綠建築政策，以降低建築能耗，提升能源效率。我們作為建築系學生，在學習《建築物理》課程時，發現日照與日射不僅影響建築的採光與溫度，還直接關係到建築的能耗與環境影響。因此，我們選擇「日照與日射」作為研究主題，希望透過深入分析其在節能建築中的應用，了解如何透過設計優化來減少能源消耗，提高建築性能，並為未來的設計實踐提供理論依據。

第二章 實際案例應用之說明

One Central Park 懸掛式植物牆

One Central Park 位於澳洲雪梨，由著名建築師 Jean Nouvel 設計，並由垂直綠化專家 Patrick Blanc 負責其懸掛式植物牆的設計。該建築採用了大量的綠化牆技術，在高樓外立面

上懸掛多種本地與熱帶植物，以提升建築的環境適應性。這些植物不僅改善了建築的外觀美感，也對室內溫度調節起到了關鍵作用，展現了都市高密度建築中融合自然生態的可能性。



圖 1 One Central Park 懸掛式植物牆

One Central Park 陽光反射板

除了綠牆，One Central Park 亦引入了一套動態陽光反射板系統。該系統安裝於高樓上部，透過精確的計算與機械控制，將陽光引導至較低樓層與中央庭院，以改善自然採光條件。此設計有效解決了高樓建築底層日照不足的問題，使住戶能享有更充足的自然光源，減少對人工照明的依賴，並進一步提升能源效率。



圖 2 One Central Park 陽光反射板

法國國家圖書館 雙層玻璃幕牆

法國國家圖書館採用了雙層玻璃幕牆設計，以提升建築的能源效率與舒適度。該幕牆由兩層玻璃構成，中間形成通風緩衝層，旨在調節日照、降低熱能傳導，並減少外部環境對建築內部的影響。此設計不僅能確保館內藏書免受陽光直射影響，也有效提升了建築的保溫與隔熱性能，提供更舒適的閱讀環境。



圖 3 法國國家圖書館 雙層玻璃幕牆

逢甲大學 Water House 2.0 水牆

Water House 2.0 位於台中逢甲大學校園內，是一個展示水夾層玻璃 (Water-Filled Glass, WFG) 技術的創新建築專案。其外牆採用雙層玻璃，中間充填水層，使水能吸收並儲存太陽熱能，調節室內溫度，實現節能效果。此外，建築配備主動式熱管理系統，透過管道將加熱後的水輸送至儲存槽，必要時再循環回玻璃夾層，以進行冷卻或加熱。這項技術不僅能減少建築物 34% 至 72% 的能源消耗，還具備良好的聲音阻隔效果，提升居住舒適度。Water House 2.0 展示了水夾層玻璃在不同氣候條件下的應用潛力，為未來建築設計提供更環保且高效的解決方案，並由逢甲大學與劍橋大學合作開發，推動可持續建築技術的發展。



圖 4 逢甲 Water House 2.0

第三章 日照與日射在建築中的應用

第二章提到了日照與日射應用於建築上的實際案例，在此將會詳細介紹案例中所應用之技術及其概念及其所帶來之效益。

懸掛式植物牆

此技術應用於 One Central Park 中，由著名建築師 Jean Nouvel 設計，並由垂直綠化專家 Patrick Blanc 設計其懸掛式植物牆；此設計與太陽光的利用、遮蔽和調節密切相關，能夠有效地對室溫產生影響。

約採用了 250 多種本地與熱帶植物，適應不同的日照條件，透過計算光照需求來安排植栽位置，在光照較少的北向立面或底層陰影處放置耐陰植物，較高樓層放置喜光植物以最大化陽光吸收，設置攀爬型植物(如藤本植物)可順應太陽運行方向生長，進一步調節日照量。



圖 5 懸掛式植物牆

1. 降低熱效應：植物牆在特定方位可用於遮蔽強烈日射，降低建築內部的日射熱增量，尤其是在炎熱的夏季能夠有效阻擋高角度太陽輻射，冬季時則能讓較低角度的陽光穿透，提供額外的被動式供暖 並且充足日照也幫助植物茁壯成長 植物與日照相互制衡。
2. 微氣候調節與蒸散作用：綠牆內的植物透過蒸散作用降低周圍溫度，減少因都市熱島效應造成的熱累積，提高建築熱舒適度。
3. 光線折射與室內照明影響：部分懸掛植物可透過葉片的排列與密度，調節光線進入建築內部的方式，減少直接日曬，提供更柔和的自然光環境。
4. 潛在隱患：

- 灌溉與養分供應問題: 植物牆是懸掛在高樓外立面上, 其灌溉與養分供應 依賴自動滴灌系統。但此種系統容易受到管線堵塞、洩漏或水壓不穩定的影響, 若維護不當可能會導致部分區域植物枯死或生長不均勻, 影響美觀與遮陽效果。
- 植栽適應性與更換難度: 建築立面的微氣候環境變化大, 例如: 風速、陽光曝曬時間、濕度等, 對於不同種類的植物適應性要求較高。植物可能因氣候變化或病蟲害而需要更換, 但高樓層的垂直綠牆維護困難, 人工修剪或更換植栽需要吊掛作業, 維護成本與人員安全風險較高。
- 植物重量與建築結構影響: 植物牆在乾燥狀態下重量尚可控制, 但在吸水後, 整體負荷會顯著增加, 若建築未充分考慮額外重量, 可能會影響結構安全。懸掛式植物的支撐結構若長期受潮或腐蝕, 可能會降低耐久性, 導致植物脫落或損壞風險。

陽光反射板

此技術同樣應用於 One Central Park 中; 動態陽光反射板

透過精確的計算與控制，將太陽光導入較低樓層與中央庭院，改善自然採光條件。



圖 6 陽光反射板

1. 增強低樓層自然採光：由於高樓建築通常會遮擋底層空間的日照，反射板系統能夠將高層未直接使用的陽光引導至較低樓層，減少對人工照明的需求，提高能源效率，並且能精準調整至需要的區域。
2. 調節光線強度，減少日射過熱：策略上結合了智能玻璃，反射板的表面設計與可調節角度確保陽光反射時不會產生過量熱能累積，避免過熱問題且應印不同季節之需求。
3. 潛在隱患：
 - 光污染與眩光問題：反射板的鏡面材料若未經過適當的抗眩

光處理, 可能會在某些時間段將過量的陽光反射到附近建築馬路或人行區域, 造成光污染, 尤其是清晨及傍晚。

- 夏季過熱風險: 若反射板角度未正確調整, 可能會集中過多熱能至某個區域, 導致該區域溫度上升, 反而增加冷房負荷, 違背節能初衷。
- 動態反射板的機械穩定性: 長期運行下, 機械零件可能因風雨侵蝕而出現磨損或故障, 維護成本較高, 且故障期間可能會影響光線控制, 導致採光不足或過度日照。
- 天氣變化影響反射效果: 多雲或陰天時, 反射板的作用會大幅減弱, 無法有效提供足夠的光線, 穩定性較低, 對整體能源效益的貢獻可能不如預期。

雙層玻璃幕牆設計

此技術應用於法國國家圖書館, 雙層玻璃幕牆可調節日照、降低能耗並提升舒適度。此設計與日射控制、熱環境調節和視覺舒適度息息相關; 玻璃幕牆由兩層玻璃組成, 中間形成一個通風

緩衝層，其主要目的是控制日照，減少陽光直射對館藏書籍的影響、降低室內外溫差，提高建築的能效表現、減少風壓與噪音，提升舒適度，以及提供額外的隔熱與保溫功能，減少冬季熱損失。



圖 7 雙層玻璃牆示意圖

1. 雙層玻璃幕牆的日照控制：

- 外層玻璃使用低鐵玻璃，這種玻璃比普通玻璃的透光率更高，能夠減少光線折射與變色，確保室內獲得良好的自然光。
- 為了減少過量的日照熱量進入建築，外層玻璃使用 Low-E 玻璃，能夠反射部分紅外線，降低熱能傳導。
- 內置遮陽系統：幕牆內部設有可調節的百葉窗，使用者可根據太陽角度調整遮陽程度。

2. 內層玻璃的保溫與視覺舒適：

- 隔熱玻璃：內層玻璃主要作用是隔熱與減少冷輻射效應，確保冬季時室內溫度不會因玻璃傳導而過度降低。
- 防眩光處理：為了避免因高透光玻璃而產生的眩光問題，內層玻璃防反射處理，確保室內的光線舒適。

3. 通風與熱環境調節：

- 雙層玻璃幕牆之間形成通風層，這個緩衝區域能夠調節氣溫，減少室內外溫差，提升能源效率；冷空氣則從底部進入，形成自然氣流循環，降低冷氣負擔。
- 在寒冷季節，內外層玻璃間的空氣層能有效降低熱傳導，減少熱損失，降低暖氣的能耗需求。

4. 抗風壓與結構強度：雙層幕牆設計使外層玻璃可承受更大的風壓，減少結構變形風險；內外玻璃之間的緩衝區也能減少噪音干擾，確保圖書館內部的寧靜。

5. 潛在隱患：

- 高建造與維護成本：雙層玻璃幕牆系統較一般幕牆更昂貴，

維護成本高。

- 清潔與維護困難：內外玻璃間的緩衝層需要定期清潔，以避免灰塵積累影響透明度。
- 結露風險：若通風不良，內部可能產生水氣凝結，影響視線與玻璃壽命。

水牆

此技術應用於逢甲大學的 Water House 2.0，這項設計不僅是對建築節能與被動式冷卻技術的研究，同時也提供了建築表皮應對台灣亞熱帶氣候的新可能性。此設計核心在於利用水作為建築材料的一部分，透過水牆系統調節室內溫度。水牆由透明的雙層玻璃構成，內部灌滿水以吸收和儲存太陽能熱量。在白天，水牆吸收陽光中的熱能，防止室內過熱；在夜間，儲存的熱量則可釋放，維持室內溫度的穩定。有效地減少了對傳統空調系統的依賴。



圖 8 水牆示意圖

1. 水牆設計概念：主要採用了水牆作為外立面，這是一種動態的建築表皮系統。
 - 讓水流動於雙層玻璃或透明面板之間，形成一個可見的水幕，以降低太陽輻射進入室內，透過水的高熱容來吸收與調節熱能。
 - 水循環系統能夠調控水溫與流速，以適應不同氣候條件。
2. 水牆的日照與熱環境調節：
 - 夏季降溫機制：水層能夠吸收大部分的輻射熱，使得進入室內的溫度降低。當水牆表面水流適當蒸發會進一步帶走熱量，達到自然降溫的效果；若是水溫過高則可以透過夜間冷卻或冷卻設備（如熱交換器）來調整，使水牆持續發

揮降溫作用。

- 冬季保溫機制: 由於水的比熱容大, 即使冬天日照較少, 水牆依然能夠儲存白天的熱量, 為建築的被動蓄熱層, 降低夜間熱散失; 若水流速降低, 則水層可作為額外的隔熱屏障, 減少冷空氣對室內的影響。

3. 水牆的環境效益:

- 降低空調能耗: 降低建築內的冷房需求, 減少對傳統空調系統的依賴, 從而降低能源消耗, 並且由於水的熱容量大, 水牆能夠在短時間內吸收大量熱量, 減少溫度波動, 使建築內部更舒適。
- 提升室內舒適度: 減少陽光眩光: 水牆能夠柔化進入室內的光線, 讓直射光變得更柔和, 提升室內的視覺舒適度, 而且水的動態流動能夠產生視覺與心理的降溫效果, 減少熱感不適。

4. 結構與安全性考量:

- 水壓與結構負荷: 水牆系統需要額外的結構支撐, 以承受

水體重量，並且需要防止水壓不均導致玻璃或支撐結構變形。

- 若設計應用於寒冷氣候，需防止水牆結冰對結構造成破壞，可能需要設計防凍機制或水加熱系統。

5. 潛在隱患：

- 施工與維護成本較高：水牆系統需要額外的泵浦、過濾與維護設備。
- 水質管理問題：水若未經適當處理，可能導致藻類生長與水垢沉積。
- 結構負荷：水的重量增加建築結構的負擔，需要加強設計與計算。

第四章 節能效益分析

第一節 節能效益分析的概念

建築節能效益分析旨在透過建築設計、技術與能源管理的綜合評估，降低能源消耗，提高建築運行效率。其核心目標

在於減少建築對外部能源的依賴，提升能源使用效率，同時兼顧經濟、環境與使用者體驗的效益。這包括被動式設計與主動式設計兩種策略：

1. 被動式節能設計：透過建築形態與環境互動，如方位規劃、材料選擇、自然通風與遮陽等，降低對冷暖氣與人工照明的需求。
2. 主動式節能設計：利用高效能源系統，如變頻空調、智慧照明、再生能源發電等，提高能源使用效率，減少浪費。

節能效益分析不僅關乎建築的運營成本，也影響環境永續與居住舒適性，因此在現代建築設計中佔據核心地位。



圖 9 建築節能效益分析流程圖

第二節 建築如何影響能耗

建築設計直接影響能源使用效率，影響能耗的因素包括氣候條件、朝向設計、建築材料、設備選擇與管理系統等。

首先，建築的朝向決定了日照的獲取與遮擋。在北半球，為了獲取冬季的太陽熱能並降低夏季的過熱影響，建築通常朝向南方，使主要開窗面向南側，減少東西向窗戶，因為東西向日照角度低，容易產生高熱負荷。在南半球則相反，建築多朝向北方，以獲取最佳日照。

其次，建築外殼的設計影響室內熱環境與冷暖氣需求。例如，高熱阻材料可減少熱傳導，使建築在冬季保持溫暖，夏季則減少外部熱量進入。雙層玻璃、遮陽百葉與高反射率建材也是減少能耗的重要手段。

再者，能源設備與管理系統對能耗影響重大。高效的變頻空調、地源熱泵與太陽能光伏發電能降低對傳統能源的需求，而智慧建築管理系統 (BEMS) 可即時監測並調節能源使用，提高整體效率。



圖 10 建築朝向與日照示意圖

第三節：節能效益分析的重要性

一、 經濟效益

- 節省空調與照明成本，長期運營費用下降。
- 可透過綠建築補助計畫獲得財務支持，如 LEED、EEWH 認證建築可獲獎勵。

二、 環境效益

- 減少碳排放、降低能源依賴，有助於實現淨零排放目標。
- 降低城市熱島效應，改善城市微氣候。

三、 法規遵循

- 符合當地綠建築法規，避免因不合規導致的罰款或整改。

- 獲得政府補助或稅收優惠，降低建設與運營成本。

四、使用者體驗提升

- 改善室內空氣品質，維持溫度穩定，提升居住舒適度。
- 提高建築的市場價值與競爭力，吸引更多租戶或買家。

第五章 結論

透過這次的研究與分析，可以發現日照與日射在建築設計中的應用不只是影響光線與溫度，還直接關係到能源消耗和使用者的舒適度。在實際案例中，透過調整建築朝向、設計合適的遮陽系統、選擇適當的玻璃材質，甚至搭配綠化，都能有效改善建築內部的熱環境。例如，在夏天減少過多的日射，降低冷房負擔，而在冬天則適當引入陽光，提升室內溫暖度，減少對暖氣的依賴。

在節能效益方面，透過這些設計手法，不僅能降低空調與照明的能源消耗，減少碳排放，也能讓使用者在更自然、舒適的環境中生活與工作。同時，這種設計方式能減少對機械設備的需求，進一步降低建築的運營成本，對長期使用來說是相當有價值的策

略。

整體而言，未來的建築設計應該更重視日照與日射的影響，並結合現代技術與計算模擬來優化建築設計，使建築更有效地利用自然資源。這樣不僅能讓空間更舒適，還能兼顧節能與環保，對個人、社會甚至全球環境都帶來正面的影響。因此，在建築設計過程中，將日照與日射納入考量，絕對是一個值得推動的方向。



參考文獻

1. **Cava. (n.d.).** 【自拍之城 42-巴黎特別篇】塞納河畔的書頁: Bibliothèque nationale de France 法國國家圖書館.
Cava. Retrieved February 26, 2025, from
<https://cava.tw/lifestyle/travel-food/247809>
2. **Good Design. (n.d.).** One Central Park – Heliostat and Reflector System. **Good Design Australia. Retrieved February 26, 2025, from** <https://good-design.org/projects/one-central-park-heliostat-and-reflector-system/>
3. **Greenroofs. (n.d.).** One Central Park. **Greenroofs. Retrieved February 26, 2025, from**
<https://www.greenroofs.com/projects/one-central-park/>

4. GB Windows. (n.d.). 雙層玻璃牆. GB Windows.

Retrieved February 26, 2025, from

<https://www.gbwindows.net/gbtech/426.html>

5. Tatler Asia. (n.d.). 住在垂直森林裡，綠豪宅發燒中. Tatler

Asia. Retrieved February 26, 2025, from

<https://www.tatlerasia.com/homes/architecture->

[design/%E4%BD%8F%E5%9C%A8%E5%9E%82%E7%](https://www.tatlerasia.com/homes/architecture-design/%E4%BD%8F%E5%9C%A8%E5%9E%82%E7%9B%B4%E6%A3%AE%E6%9E%97%E8%A3%A1-%E7%B6%A0%E8%B1%AA%E5%AE%85%E7%99%BC%E7%87%92%E4%B8%AD)

[9B%B4%E6%A3%AE%E6%9E%97%E8%A3%A1-](https://www.tatlerasia.com/homes/architecture-design/%E4%BD%8F%E5%9C%A8%E5%9E%82%E7%9B%B4%E6%A3%AE%E6%9E%97%E8%A3%A1-%E7%B6%A0%E8%B1%AA%E5%AE%85%E7%99%BC%E7%87%92%E4%B8%AD)

[%E7%B6%A0%E8%B1%AA%E5%AE%85%E7%99%BC](https://www.tatlerasia.com/homes/architecture-design/%E4%BD%8F%E5%9C%A8%E5%9E%82%E7%9B%B4%E6%A3%AE%E6%9E%97%E8%A3%A1-%E7%B6%A0%E8%B1%AA%E5%AE%85%E7%99%BC%E7%87%92%E4%B8%AD)

[%E7%87%92%E4%B8%AD](https://www.tatlerasia.com/homes/architecture-design/%E4%BD%8F%E5%9C%A8%E5%9E%82%E7%9B%B4%E6%A3%AE%E6%9E%97%E8%A3%A1-%E7%B6%A0%E8%B1%AA%E5%AE%85%E7%99%BC%E7%87%92%E4%B8%AD)

6. Waterfilledglass. (2020, December 9). Diagram of the

Water House 2.0. Instagram. Retrieved February 26,

2025, from

[https://www.instagram.com/waterfilledglass/p/CltX](https://www.instagram.com/waterfilledglass/p/CltXmLnhmpJ/)

[mLnhmpJ/](https://www.instagram.com/waterfilledglass/p/CltXmLnhmpJ/)

7. KK News. (n.d.). One Central Park 建築垂直綠化設計, 驚

艷了世界! KK News. Retrieved February 26, 2025,

from <https://kknews.cc/design/4282o32.html>

