

報告題名：

建築設計策略對室內熱舒適性影響之分析：以台北市
太陽圖書館為例

Analysis of the Influence of Architectural Design Strategies on Indoor Thermal Comfort: A Case Study of the Sun Library in Taipei City

作者：吳惠安、曾彥熏、羅右羚、陳奕蓁

系級：建築專業學院學士班 建築二乙

學號：D1038607、D1038536、D1038450、D1038761

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

開課學年： 111 學年度 第 二 學期

中文摘要

壹、目的：

建築熱環境此議題代表著人、建築與環境的相對關係，不論是自然環境還是建築空間都與我們人類的生活息息相關，進而去探討有關此議題的分析與應用，我們將介紹人體舒適性、材料與結構、設計上的考量相關的分析與比較，進而去理解建築熱環境在實際案例上的應用。環境因素大大影響著建築設計與人類在生理與心理上的感受，我們不但要先了解物理環境，接著在材料上做出適當的選擇，設計會隨著不同環境不同人類需求改變，我們也會加以探討這幾者的相對關係。

藉由建築物理課程所學，能讓大家以簡單的方式了解與日常生活息息相關的建築物理應用。

貳、過程及方法：

- (一) 探討有關人體舒適性的影響因子
- (二) 研究溫度、濕度以及風速帶給人體的變化及影響
- (三) 材料與結構的探討，比較各種材料的熱質量，列出材料在不同季節的優缺，了解不同材料在建築上的適用性
- (四) 在設計思考方面進行研究，在不同的溫度、不同的環境，有不同設計上的考量，了解在不同的設計的實際做法和影響因素。

參、結果：

根據上述結果，了解建築熱環境與人類息息相關，最後進入實際的建築案例，帶入研究的結果和探討的影響因子，觀察記錄得知實際案例與建築熱環境相關的設計，進而了解建築熱環境議題在實際生活上的應用以及如何充斥在人的生活當中。

關鍵字

- (一) 建築熱環境
- (二) 人體舒適
- (三) 材料與結構
- (四) 防熱設計

Abstract

(I) Purpose:

The topic of building thermal environment represents the relative relationship between people, buildings and the environment. Both the natural environment and the building space are closely related to our human life. Then we will discuss the analysis and application of this topic. We will introduce human comfort, materials Analysis and comparison related to structural and design considerations, and then to understand the application of building thermal environment in actual cases.

Environmental factors greatly affect the architectural design and the physical and psychological feelings of human beings. We not only need to understand the physical environment first, but then make appropriate choices in materials. The design will change with different environments and different human needs, and we will also pay attention to it. Discuss the relative relationship between them.

With the help of the architectural physics course, everyone can understand the application of architectural physics that is closely related to daily life in a simple way.

(II) Process and method:

1. The first is to discuss the influencing factors of human comfort.
2. Study the changes and effects of temperature, humidity and wind speed on the human body.
3. Discuss materials and structures, compare the thermal mass of various materials, list the advantages and disadvantages of materials in different seasons, and understand the applicability of different materials in construction.
4. Conduct research on design thinking, in different temperatures, different environments, have different design considerations, understand the actual practices and influencing factors in different designs.

(III) Results:

According to the above results, understanding the thermal environment of buildings is closely related to human beings. Finally, enter the actual building case, bring in the research results and the influencing factors discussed, observe and record the actual case and design related to the thermal environment of the building, and then understand the issue of the thermal environment of the building. The application in real life and how it is full of people's life.

Keyword

(I) Building thermal environment

(II) Thermal comfort、Materials structure

(III) Building insulation

(VI) Heat-proof design

目次

中文摘要	1
關鍵字	1
Abstract	2
Keyword	3
目次	4
第一章 案例介紹	5
第一節 案例介紹	5
第二節 節能設計	6
第二章 人體熱舒適性	6
第一節 影響人體熱舒適性的因素	6
第二節 太陽圖書館面對人體熱舒適性的應對方法	7
第三章 材料與結構	7
第一節 常見材料的熱質	7
第二節 蓄熱材料與方法	8
第四章 設計上的考量	10
第一節 防熱設計	10
結論	11
參考文獻	12

第一章、案例介紹



圖一、台北市太陽圖書館（來源：台北市立圖書館）

第一節、案例簡介:

在討論建築熱環境時，我們研究的案例是台北市立圖書館(如圖一)，又稱太陽圖書館，位於臺北市萬華區青年公園內（青年路 65 號），為一棟二層樓的綠建築，總樓地板面積 200 坪，依其功能將空間規劃為三部分：

- (1) 1 樓圖書館，面積約 100 坪
- (2) 2 樓節能展示館，面積約 50 坪
- (3) 2 樓研習教室，面積約 30 坪

位於台北市萬華區青年公園內，太陽圖書館暨節能展示館（Solar Library and Energy-Optimized House，簡稱 Solar LEO House），是台北市第一座太陽能源的房子，由茂迪前董事長鄭福田以個人名義，建於故鄉台北市萬華區，為推廣能源教育和環境保護所興建捐贈的。

太陽圖書館，由張清華建築師與郭英釗建築師共同設計，並引進德國最新的房屋節能技術，實現綠建築的概念，主要負責規劃建築物整體的節能設計、評估以及施工工法。建築物一樓為智慧圖書館，二樓則規劃為節能展示館，並由臺灣汗得文化協會進行後續能源教育的推廣工作。

智慧、環保、節能等為整棟建築物的設計特色，且依循「先功能後形式」

（form follows function）為整體原則，以有效利用能源為整體設計為宗旨，結合了建築物周邊自然環境，將「主動利用太陽能」（主動產能）與「被動利用太陽能」（被動節能）的概念，整合進建築物的整體設計規劃中。

第二節、節能設計：

(一) 主動使用太陽能（圖二）（主動產能）



圖二、太陽能板（來源：維基百科）

1. 太陽光電系統，光電模組取代原本的建材：

在設計階段便把太陽能光電系統納入整體考量，亦即使用太陽光電模組（PV module）取代原本的建材，讓太陽光電系統與整體建築密不可分。

在設計上設置太陽光電系統，除了可節省建築成本之外，也落實了「在哪裡用電，就在哪裡發電」的原則，達到綠建築的主要目標。

(二) 被動使用太陽能（被動節能）

1. 屋殼隔熱：牆面外層包覆木質纖維板材提升節能效果、隔熱、隔音、調節室內濕度。

2. 門窗隔熱：建築物的玻璃使用低輻射玻璃（Low-emissive glass, 簡稱 Low-E 玻璃），並且此玻璃為低熱傳導材質，兩片玻璃之間封裝了氬氣可有效的降低熱傳導，窗框的材質則為松木，隔熱效果優於一般常見的鋁製窗框。

3. 採光：大片落地窗，增加室外光使得一年四季皆有充足的光線。

4. 通風：屋頂的設計為南側低、北側高。

5. 空調系統：利用可變冷媒系統和全熱交換器，減少主機頻繁啟動進而節省能源，溫度（顯熱）與濕度（潛熱）的傳遞，以降低冷氣負載、回收室內空氣。

6. 自然塗料：室內、外粉刷皆使用全天然的自然塗料。

第二章、人體熱舒適性

熱舒適性為人體對溫度、濕度、風速等物理環境的感受與喜好狀態，可以透過主觀評估（ASHRAE 55）的方式來確認。

第一節、引響人體熱舒適性的因素

(一) 溫度：空氣溫度是圍繞位置和時間的人周圍空氣的平均溫度。

(二) 濕度（相對濕度）：是空氣中的水蒸氣量與空氣在特定溫度和壓力下可以保持的水蒸氣量之比。

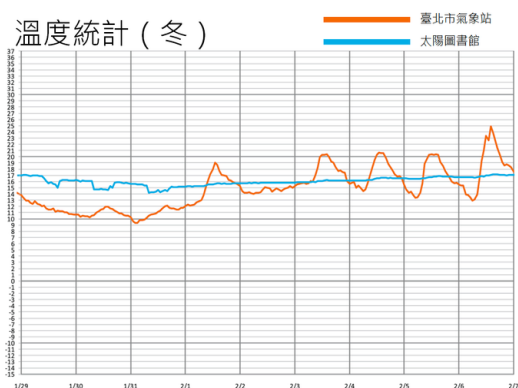
(三) 風速：風速定義為某一點的空氣運動速率，不考慮方向。

第二節、太陽圖書館面對人體熱舒適性的應對方法

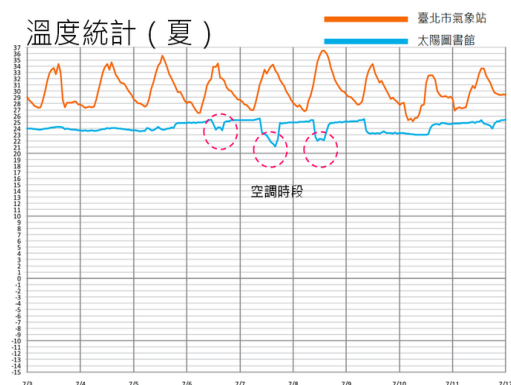
(一) 溫度：

1. 窗框則全為實木製作，減少因為金屬框架所增加的熱傳導。在屋頂及牆面皆加裝木質纖維板來達到隔熱的效果。

2. 建築物南側 100%開窗，有助於全年採光，東、西兩側盡量減少開窗，降低早晨東曬與下午西曬的日射熱。顯現出夏季與冬季有在館內有相對穩定的溫度。（圖三、圖四）



建築設計策略對室內熱舒適性影響之分析：以台北市太陽圖書館為例

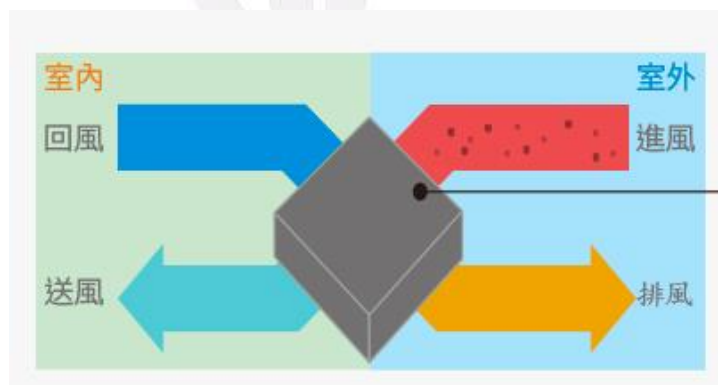


圖三、夏季溫度（來源：汗得）

圖四、冬季溫度（來源：汗得）

（二）濕度：自然塗料都具有良好的透氣性，可以讓壁面或是木製家俱保有「會呼吸」的能力，調節室內空氣的濕度，降低黴菌滋生的機會。

（三）風速：因為是室內環境，所以利用機械式通風設計（圖五）是每小時全換氣2次，可減少室內二氧化碳及廢熱水氣的累積。



圖五、換氣原理(來源:大金空調)

第三章、材料與結構

第一節、常見材料的熱質量

熱質量為一種物理量，表示物質的溫度每升高一個單位所要吸收的容量。

表一(資料來源: 林子平, 黃瑞隆, 施文玫, 2014)

建築材料	比熱容 (J/kg.K)	密度 (kg/m ³)	熱導係數 (W/m.k)	有效熱質量
木材	1600	500	0.13	低
鋼	450	7800	50.0	低
混泥土	1000	2300	1.75	高
磚	1000	1750	0.77	高
石材	1000	2300	1.8	高

第二節、蓄熱材料與方式

(一) 樓板蓄熱-混泥土

- 1.優：太陽輻射得熱利用率高，適用於南面窗牆比大的建築
- 2.缺：熱質量的熱延遲效果導致地板過熱

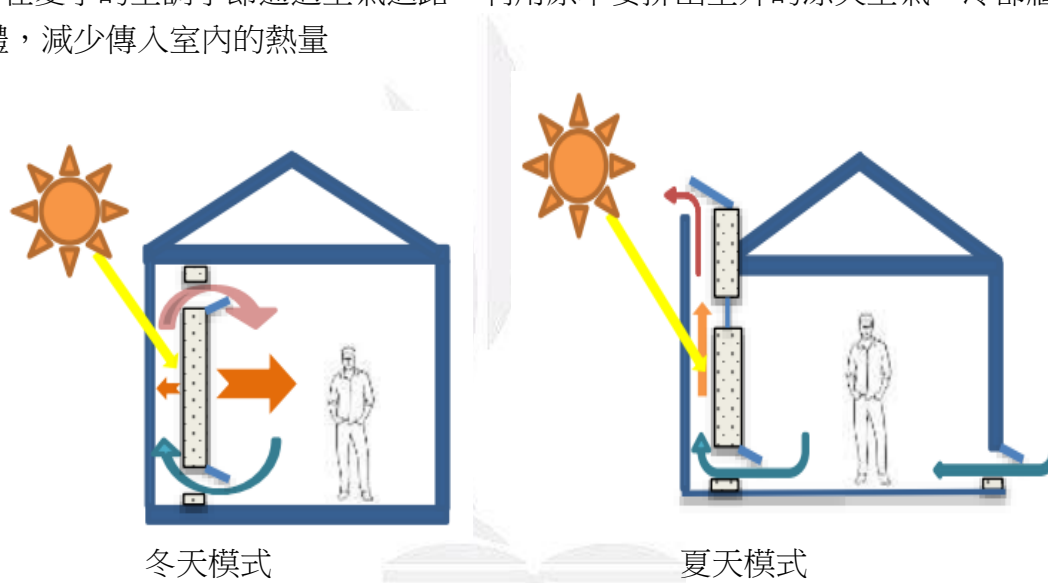
(二) 牆體蓄熱-特貝朗牆

1.冬天模式（圖六）：

通過空氣迴路向室內供熱,同時存儲多餘的熱量，再於夜間向建築室內散熱

2.夏季模式（圖七）：

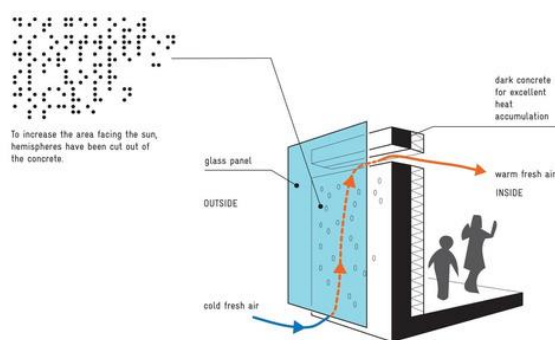
在夏季的空調季節通過空氣迴路，利用原本要排出室外的涼爽空氣，冷卻牆體，減少傳入室內的熱量



圖六/圖七、特貝朗牆冬夏模式圖(來源: 林子平, 黃瑞隆, 施文玫, 2014)

3.牆體變化：

- (I) 一般牆體
- (II) 輻射屏障或選擇性表面-砌體牆外表面的金屬薄片
- (III) 砌體牆塗黑或進行厚度變化
- (VI) 通風特貝朗牆：蓄熱體自然傳導的基礎上加入了孔洞以促進對流（圖八）

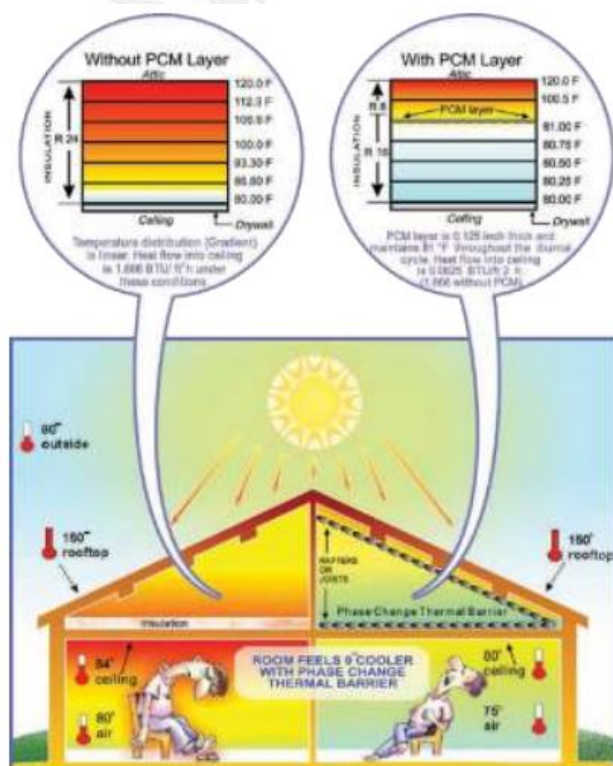


圖八、通風特貝朗牆(來源: 林子平, 黃瑞隆, 施文玫, 2014)

(VII) 桶牆：使用水替代混凝土或石頭作為蓄熱體，並利用暗色的金屬容器灌滿水並堆在玻璃板後

(三) 相變材料蓄熱

- 1.相變材料：隨著溫度變化而改變形態並能提供潛熱的物質
- 2.相變儲能建築材料：透過在普通建築材料中加入相變材料,製成具有較高熱容量的輕質建築材料



圖九、相變材料續熱示意圖(來源: 林子平, 黃瑞隆, 施文玫, 2014)

第四章、設計上的考量

第一節、防熱設計

- (一) 通風：為大型公共室內環境，為了空氣流通，利用每小時全換氣 2 次，減少室內二氧化碳及廢熱水氣的累積
- (二) 窗戶遮陽：在東向及南向屋頂設計大型遮棚，減少陽光直接進入室內，卻保留足夠的光線。（圖十）



圖十、大型遮棚（來源：維基百科）

- (三) 圍護結構隔熱：採用木質纖維板，在所有的水泥牆外加裝 12 公分的隔熱材，屋頂上則使用了 30 公分，達到整體屋強的隔熱效果
- (四) 環境綠化：周圍為公園，能達到附近降溫的效果。
- (五) 自然塗料（圖十一）：原料來自於植物、礦物，不含揮發性溶劑、無毒。不論對於施工者或是後續使用者，都無健康上的疑慮。另一方面，自然塗料都具有良好的透氣性，可以讓壁面或是木製家具保有「呼吸性」，調節室內空氣濕度。



圖十一、自然塗料（來源：我們的島）

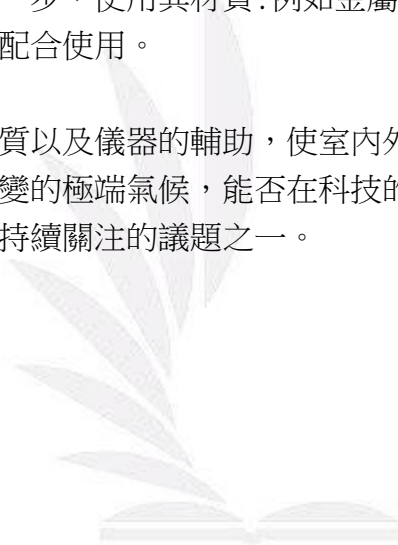
- (六) 綜合措施：在總體規劃中合理布置房屋位置、朝向，使其在冬季能獲得充分的日照而又不受冷風襲擊；在單體設計時，應在滿足功能要求的前提下採用體型係數小的方案。

第五章、結論

經由分析臺北市立太陽圖書館的案例來了解太陽對各種牆體材料的影響、如何蓄熱及防熱；讓我們知道該如何在不同的氣候條件下，選擇最符合人體舒適度的蓄熱材料，以及用不同牆體變化的手法來調節溫度。

開窗設計是常用於採光、通風等常見的手法，但在位於副熱帶氣候的台灣，難免會有潮溼及悶熱這兩種衝突的問題，使得開窗設計的作用無法負荷台灣濕熱的天氣。因此須配合建築牆體的材質、厚度、皮層顏色等因素調控蓄熱；，又或者可以更進一步，使用異材質：例如金屬薄片、水.....等，具備吸熱及放熱特性之異材質配合使用。

透過各種手法、材質以及儀器的輔助，使室內外的溫度、濕度及風速達到平衡，面對未來可能劇變的極端氣候，能否在科技的輔助下及時應變，是可期、也是我們未來值得持續關注的議題之一。



參考文獻

太陽圖書館 節能建築新潮流/ 天下雜誌 482 期 (2011 年 10 月 04 號)。

檢自 <https://www.cw.com.tw/article/5027093>

特朗勃牆：吸收太陽能的'保溫'牆體/ Cao, Lilly ArchDaily (2020 年 09 月 16 號)。

檢自 <https://reurl.cc/5MV1Rv>

綠色建築師 替房子退燒/中央社 (2012 年 07 月 23 日)。

檢自 <https://reurl.cc/8qzj9y>

臺北市立圖書館太陽圖書館暨節能展示館/維基百科 (2022 年 10 月 05 日)。

檢自 <https://reurl.cc/pLo6aZ>

建築外牆隔熱及蓄熱效果對室內環境溫度影響之探討/內政部建築研究所/林子平, 黃瑞隆, 施文玫編 (2014 年 12 月)。

檢自 <https://reurl.cc/Q4mXYM>

太陽房子/汗得

檢自 <https://reurl.cc/9Vxvxy>

熱舒適性/維基百科 (2022 年 02 月 18 日)。

檢自 <https://reurl.cc/a1RdL3>

全熱交換器/大金空調

檢自 <https://reurl.cc/zAoDqy>

熱質量/維基百科 (2022 年 08 年 17 日)

檢自 <https://reurl.cc/Rv8eYx>

自然塗料/我們的島 (2013 年 10 月 28 日)

檢自 <https://reurl.cc/3OR6Rl>