

「2022 中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」

從永續建築之角度初探複層外牆之研究

*林崇陽(Lin Chung Yang)

中國科技大學建築系

李惠瑛(Li Hui Ying)

中國科技大學建築系

摘要

近年極端氣候的發生，面臨環境變遷議題，在國際上對於永續建築討論成為了必要的研究，建築外牆技術的發展影響建築設計的應用，其中建築外牆的技術與演進，已演變成現代都市建築重要的一環，對於高層建築更是必要的趨勢，我國自引進相關外牆技術以來，其生產設備、材料、工法已進入成熟的階段，人們對於建築的意象中已是一個熟悉的設施，隨著政府將綠建築列入永續發展的重要政策，建築物已逐步開始應用作法與成效，台灣位於亞熱帶地區對於颱風、地震、高溫、強降雨等災害的對策有強烈的需求，對於本地而言是值得研究的課題，本研究從永續建築之角度，以文獻分析法、案例研究法初探建築物複層外牆發展應用研究。

關鍵詞：永續建築，綠建築，複層外牆

A Preliminary Study on Duplex External Walls from the Perspective of Sustainable Architecture

Abstract

In recent years, the occurrence of extreme climates, facing the issue of environmental changes, has become a necessary research in the international discussion of sustainable architecture. The development of building exterior wall technology affects the application of architectural design. Among them, the technology and evolution of building exterior walls have evolved into It is an important part of urban architecture and a necessary trend for high-rise buildings. Since the introduction of relevant exterior wall technology in my country, its production equipment, materials, and construction methods have entered a mature stage. People's image of architecture is already a familiar facility. With the government's inclusion of green buildings as an important policy for sustainable development, buildings have gradually begun to apply practices and results.

Taiwan is located in subtropical regions, and there is a strong demand for countermeasures against disasters such as typhoons, earthquakes, high temperatures, and heavy rainfall. It is a subject worthy of research. From the perspective of sustainable architecture, this study uses literature analysis and case study methods to explore the development and application of building cladding exterior walls.

Keywords : Sustainable Building, Green Building, Double Skin Facade

一、前言

隨著環境變遷，世界各地極端氣候不斷的發生，造成生命財產的損失，近年來建築需求日益增加，都市朝向高層建築發展，到2021年時，電力佔建築能源使用量的約 35%，高於 2010 年的 30%。特別是空調設備在2021年所有建築使用的需求增幅最大，比2020年增長超過 6.5% (IEA, 2022)，並且空調設備是造成大量能源使用和排放，其貢獻約1千兆噸的二氧化碳和近到 2020年，佔全球能源消耗總量的5% (UN, 2021)，若建築設計時未考量多面向外牆導熱性能，將造成建築是內部熱源增加，對應解決的方式為採用基本之節能對策，如減少開窗面積，採用節能玻璃等。

除此之外，複層外牆立面於節能方面，近年成為關注的永續建築議題，在熱傳導性方面，於夏季時段時有緩減陽光直接對外牆直接日照之熱度，及都市交通載具與熱島效應產生之熱源，兼具隔熱功能而減緩外牆表面溫度增加，同時可以提供建築外牆垂直綠化與美化運用之效果，有效幫助於永續建築的一環；就都市景觀之面向，複層外牆設計亦可增加綠化與遮陽及能源效率使用等方式，多樣化機能設計，呈現建築外牆立面的多樣美觀、多重效果性。

節能設計方法相當多樣性，運用完整的設計方法兼顧隔熱材料導入外牆，可在設計階段導入建築節能設計，增加永續發展於生態環境平衡的需求，及世界各國所倡導的永續建築之願景，複層外牆除了透過設計方法，減少能源使用效率之外，近年來在外牆上導入風力發電、太陽能發電等案例應運而生。基於上述需求，本研究從永續建築之角度，以文獻分析法、案例研究法以台北市北投區宗教建築為例，初探複層外牆節能之面向，進行複層外牆節能應用之研究。

二、複層外牆 Double Skin Facade

臺灣地處亞熱帶地區，在於一般建築的大面帷幕牆開窗會耗能的效應，被視為能源殺手，如何將此類的帷幕牆設計成減碳、綠化、生態、降低耗能成為的永續建築，是近年許多建築師探討思索的課題，而藍色科技(郭炳宏, 2009)則為建築帷幕牆指引一個可解決的方案。所謂藍色科技其設計理念為高透明的外牆，能兼

具室內舒適性進而降低空調造成耗能的技術，其設計方法是將外牆化成室內外空間之關係，觀念上取代將傳統外牆視為靜態屏障的思維模式，在實際上使複層外牆以自然風力與空調設備的原理，整合節能效果提升，推展出複層帷幕設計的發展。

在中國大陸稱為雙層呼吸帷幕，在歐洲 Double Skin Façade 被稱為複層帷幕，除了強調減碳環保外，在美觀上，複式帷幕晶瑩剔透的建築質感，其喜愛度成為業主單位與建築師的首選之一，此外永續建築更為季節性切合，與微氣候和太陽照射角度等，因地制宜調適加以變化，因應外牆遮陽效果與減碳需求，就永續建築而言，整合複式外牆兼具遮陽、環保、通風等利用太陽能發電、風力發電等創新手法，成為永續建築邁向創新設計之發展。

2.1 國際能源署相關用語定義

如下表列出國際能源署（IEA）建築與社區節能 ECBCS 執委會 2004-2011 年推動方案中，集結全球十七國，對於外牆類型與構件整合所採用之用語。IEA 整合了比利時建築研究學會 [BBRI, (及美國 USA [Perino, M(2005)]] 的外牆立面型式分類法如表 1 說明了先進整合式立面及各類型外牆立面構件之階層從屬關係(陳嘉懿，2015)。

表 1 國際能源署之外牆用語(IEA，2008)

英文用語及圖說	中文用語	定義
AIF (Advanced Integrated Façade)	先進整合式立面	運用先進可動式智慧構件整合於外牆的立面設計，以達到室內外環境調適、節能、通風、美觀、隱私等目標。根據國際能源署之定義，可分為 TVF, CW, DSF... 許多子項目。
DSF(Double Skin Facade) (IEA，2008)	複層帷幕/ 雙層立面	複層帷幕包含內、外雙層透光帷幕及介於中間的間隔或空氣層，內外層帷幕都可替換選用單層或雙層玻璃。實務上兩層之間的深度常介於20-100公分，並運用自然通風或機械排熱。雙層之間常設置遮陽及百葉以減少直射熱。
CW (Climate Wall) (IEA，2008)	氣候調節牆	複層立面室外側採雙層玻璃、室內側採單層玻璃或帷幕，兩層之間透過機械通風與建築物通風系統整合，內層玻璃下方留設10mm以下小縫隙，以供氣流進入空氣層
TVF(Transparent Ventilated Façade)	透光垂直通風立面	統稱具垂直通風設計之透光複式帷幕立面
BF (Buffer) (IEA，2008)	中空熱緩衝層複層帷幕	以雙層玻璃間的靜態空氣層作為熱緩衝區，外氣僅在平衡風壓時才會流入[Haase, M (2005c)]

2.2 Double Skin Facade對建築外牆在冷暖空氣的貢獻

Stec 等人 (2003) 所述，空氣調節系統(HVAC，Heating，Ventilation，Air-conditioning and Cooling)可用於三個在雙層外牆辦公大樓中採用以下方式(Olena Kalyanova，2006)：

- (1) 全空氣調節系統，複層外牆沒有HVAC的一部分，這將導致高耗能源的結果。
- (2) 局部有限的空氣調節系統，在複式外牆部分有助於HVAC 系統或在配置正確的室內微氣候，這樣複層外牆就可以發揮作用。
- (3) 沒有空氣調節系統，複層外牆滿足所有要求暖通空調系統，但可能導致低能量的情況使用。

圖1，在複層外牆將空氣作用期間，由於室外空氣可以從外牆下部中空處進行預熱，將頂部開口控制氣流及溫度，然後通過中央通風系統，其空氣以一定的適當的溫度及速度進入建築物內。在夏天時空氣可以通過立面上部的開口直接將熱氣排出。應用此策略通常是高層的複層外牆，這種類型適用提供冬天的空氣溫度，但在夏天過熱的可能性增加。

圖2，雙層外牆中空層建築物全年使用HVAC系統，無熱回收裝置的可能性僅排氣裝置使用，它可以在冬季和夏季應用到相同的程度，這種配置的主要目的是改善絕緣冬天的屬性和減少太陽輻射熱量夏天的收穫；圖3，雙層外牆用作單獨供應預熱空氣，使用策略時機無論是多層或是一般窗戶，其排氣通風系統可改善從中空層至房間的空氣流動，但每個房間都需要額外的空氣調節系統使用，此方案不適用於夏季條件，因為中空層的空氣溫度會高於熱舒適度。

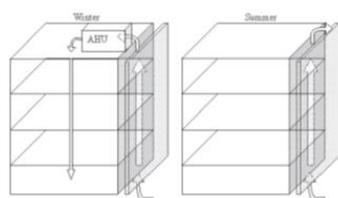


圖 1 複層外牆作為空氣的預熱裝置(IEA，2006)

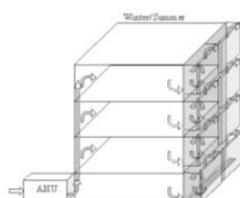


圖 2 複層外牆作為排氣裝置 (IEA，2006)

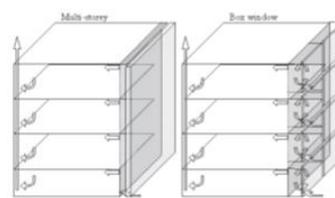


圖 3 複層外牆作為單獨預熱的空氣(IEA，

三、應用案例

台灣位於亞熱帶地區，對於夏日高溫氣候的建築外牆對策，有強烈的需求探討，對於大台北地區也有熱島效應的問題，而建築複層外牆的作法除了採用一般帷幕牆作法外，對於其他建築外牆也除了一般帷幕牆的另一設計作法值得研究，位於台北市北投區宗教建築為例，如圖4，黃色區塊為西曬產生之熱原處，經配置複層外牆設計，以降低熱源讓室內空調不必提高能源使用的效果，以及宗教倡導環保節能的需求，因此從建築空間的配置，採用抗西曬產生熱源的需求及自然通風採光、增進環保減碳之效益，為本案永續建築設計之重點。



圖 4 複層外牆為抗西曬的配置

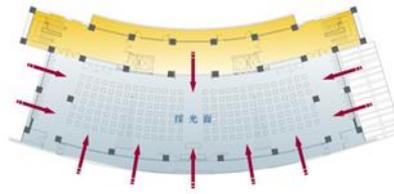


圖 5 其餘面向提供採光

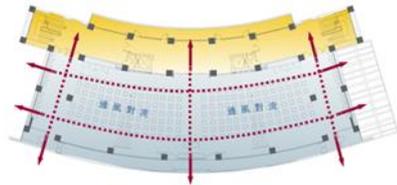


圖 6 開窗配置提供空氣對流

3.1 複層通風牆設計

順應基地環境形式與宗教文化精神之通風牆設計，為主要為本案外牆立面設計之重點，其作用：

- (1) 抵抗日照西曬效果，減輕室內空調耗能，如圖7。
- (2) 兼具美觀的設計，提升住宅與宗教建築因距離相近之隱私，如圖8。
- (3) 具通風及隱私性，避免噪音的干擾及擴散，如圖9。
- (4) 其餘面相採用通風及採光，如圖5。
- (5) 開窗配置提供空氣對流而產生的不同開窗模式，如圖6。



圖 7 抗西曬的複層外牆



圖 8 兼具美觀的設計



圖 9 具通風及隱私

3.2 抵抗西曬熱源之建築配置方法

- (1) 採用格柵方法設計，減少陽光直射與熱源。
- (2) 西曬方向配置陽台，增加深度及遮陽效果。
- (3) 窗戶玻璃採用LOW-E節能玻璃，增加環保節能。
- (4) 原需日照之電梯間及廁所空間配置於此，更為節能並作為內部緩衝空間的熱源阻隔(李文勝，2013)。

四、結論

雙層外牆(Double Skin Façade)是永續建築趨勢作為之一，雖然雙層外牆的概念早在世界上已發展成熟，並不屬於近年發展成果，然而近年來極端氣候的發生，面臨環境變遷議題，對於永續建築的觀念，業主單位與建築師越來越傾向於使用它們，以降低對於能源上的負擔，對於都市景觀發展的現代化，在主要設計上的考量如下：

- (1) 對美觀需求而提高透明度的建築外牆。
- (2) 改善室內空間環境微氣候的實際需求。
- (3) 改善位於高度噪音中的建築物。
- (4) 在建築物使用階段減少能源使用。

由於複層外牆的概念很複雜，而且它的使用和功能影響建築物的不同參數，通常可能相互作用相互影響，即日光、自然通風、室內空氣質量、聲學、熱和視覺舒適度、能源使用、環境概況等，又近年來原物料上漲造成營建成本提高，為後續研究討論之課題，在本研究為這一階段中，提出上述案例的功能和影響為不同的觀點的作法之一。

五、參考文獻

1. Olena Kalyanova , “Double Skin Façades” ,Sweden : Lund University,A report of IEA SHC Task 34 ECBCS Annex 43,49-52,2006.
2. 陳嘉懿，鄭泰昇，「建築物節能外牆之應用研究」，內政部建築研究所委託研究報告，內政部建築研究所，pp. 12-14，2015。
3. United Nations Environment Programme, “2021 Global Status Report for Buildings and Construction” ,79-80,2021.
4. IEA, 「 Buildings Tracking report 」，引用於2022年10月22日，取自 <https://www.iea.org/reports/building，2022>。
5. 郭炳宏，綠色帷幕與藍色科技，引用於2022年10月22日，取自 <http://curtainwall-blog.blogspot.com/，2009>。
6. 李文勝建築師事務所，台灣建築雜誌，引用於2022年10月22日，取自 Vol.215 <https://ta-mag.net/ta/News.php?id=596，2013>