

世界最高木結構大樓

林鵬飛技師

在木結構建築發展越來越成熟的今天，全世界都在爭奪世界最高木結構大樓的稱號。從最早挪威 49 米高的 14 層 Treet 大樓到 2017 年 9 月竣工的加拿大 UBC 大學 56 米 18 層木結構 Brock Commons 學生公寓大樓，後來再次被挪威 85 米高的 18 層 Mjosa 大樓所取代。日前在瑞典東北部城市謝萊夫特奧 (Skelleftea) 的市區中，新落成一座 20 層樓建築，完全捨棄混凝土，改用當地森林的木材建造，顯得格外突出。這棟建築超越先前加拿大和挪威的紀錄，成為目前世界最高的木造摩天大樓。

瑞典謝萊夫特奧 (Skelleftea) 城位於首都斯德哥爾摩以北約 800 公里、北極圈以南 200 公里處，人口約 3 萬 3 千人，林業是當地最大的產業之一。這棟大樓完全不用混凝土，所用木材，都來自城市半徑 60 公里內的森林，合計用了 1 萬 2200 立方公尺。這座 20 層樓建築，底部 4 層是城市文化中心，裡面有 6 個劇院舞台、圖書館、兩個藝術畫廊、一間會議中心和餐廳，另外還有一個擁有 205 間客房的飯店。往窗外望去，城市美景一覽無遺。這棟建築訴求生態永續，所以大樓還配備了太陽能板、電池等，在能源系統上盡可能做到碳中和。大樓能源除文化中心使用外，多餘的被傳送到城市的其他地方。

木材為可持續使用的建築材料，在過去一百年裡，用木材為主要架構的建築絕大多數都是一些不超過三至六層的輕型木建物。卻很少用來建設都市中的摩天大樓。主要是一般人通常都認為木頭的強度較低，不耐腐蝕且易燃，並不適合建高樓。但經過現代工程技術的發展，一系列加工，膠合改良的大型現代重型木結構 (Mass Timber)，其結構和功能的安全性，已漸漸地不比鋼材和水泥類的非可燃材料表現差。

木造建築之優勢：

一、木材比鋼材或混凝土重量輕，更靈活：

木製摩天大樓在地震中所受到的地震力較小。較輕的重量也為整個施工過程中節省了運輸和安裝成本。

二、木材易加工性和可高度預製化：

木材比鋼材或混凝土更容易使用。混凝土的問題是，必須進行澆築，同時需要一定的養護時間。而鋼構件如要製作複雜造型則非常繁雜且成本高昂。然而，木材可以簡單地切割即可。木結構建築，可由標準化木質模塊構建，所有木質模塊都在附近的工廠預製，然後運到施工現場。預製化的方法可以節省大量時間，同時有更好的品質管控。

三、低碳乾淨綠色環保：

可持續建材，降低碳排放量。鋼鐵和混凝土是公認的碳密集材料，用木材代替大量的鋼筋和混凝土結構可以節省大量的二氧化碳排放量。種植更多樹木並且使用木材是應對氣候變化的絕佳選擇。

四、可再生的：

木材是天然材料，就像玉米或黃豆一樣，如果對它的需求增加，種植更多樹木的經濟動力也會增加。在木材採伐後重新進行再種植。新生樹苗開始吸收二氧化碳，而廢舊的建築材料可以重新加工使用和回收。

五、降低成本節省工期：

以木材為建築材料，將所有木質構件在工廠預製使用，不僅降低成本且能有效控制建築工期。木材本身是一種優良的低導熱體，可以為建築物的業主和居民節約供暖和製冷成本。

六、多樣性和可持續創新特性：

絕佳的建築性能賦予了多樣化的設計與創新概念、並為居民提供自然的建築美感。

七、隔熱性能佳：

木材是一種很好的天然絕熱體，可以將「熱橋效應」或熱損失降到最低。它很適合運用於建造氣密性強的建築，設計者可以讓建築獲得更高的能耗效率。

八、木材溫暖且美觀：

研究顯示，使用木材建築，居住在木建房屋裡的人，在一定程度上可以緩解壓力，也會降低血壓和心率。

木造建築之缺點：

一、抗風性較差：

木材太輕，在強風地區會面臨建築物搖晃的問題 – 特別是對高層建築而言。但建築師已透過利用三角形和鑽石形狀構建整個建築的造型來解決這個問題。三角形是一種比矩形更穩定的構造，因此這種木質三角形的構造結構可以很好地承受來自各個方向的應力。這種有意思的造型同時還呈現了一種「蜂窩狀」的建築美學。

二、耐火性較差：

任何木造建築都會引發人們對火災的憂慮。實際上，使用現代工藝改良加工、膠合在一起的大型現代重型木結構 (Mass Timber) 在消防表現上已遠遠優於傳統木結構，已非常耐火能夠達到最嚴苛的消防規範要求。需要極高的溫度才能使它們著火，即便在高溫炙烤中，膠合梁因為表面碳化的特性能確保在一定的時間 (消防規範要求的耐火時間內) 內保持其結構完整性。而鋼結構實際上並不耐火，因為當鋼材達到一定溫度時，它開始熔化，甚至斷裂。

三、抗震性較差：

建造高的木結構建築，主要需要考量的因素便是抗震、消防和隔音。但由規格材通過工程技術加工手段膠合在一起的大型木質構件，不僅強度表現優異，即使在地震高發地帶的溫哥華，UBC Brock Commons 大樓依舊通過了嚴格的審核。利用榫卯結構即可滿足一般構件連接處的強度，強度要求高的局部節點處則用釘子、螺絲、鋼構件加固。

挑戰世界最高木建築！日本建商要在東京丸之內蓋 70 層樓高木造摩天大樓

策劃中或在建的高層木建築正如雨後春筍般湧現，其高度也不斷攀升，仿佛挑戰著鋼筋混凝土高層的壟斷地位，日本建築開發商、建材生產商住友林業公司已公佈了一項頗有野心的計劃：2041 年，住友成立 350 週年之際，在東京市中心的丸之內商業區，將拔地而起一幢 350 公尺、約 70 層樓高的木結構大樓「W350」。「W350」將由住友林業和日建設計事務所 (Nikken Sekkei) 合作建造，它綜合了零售、辦公、酒店、公寓等多種功能，70 層的建築總面積

將達到 455000 平方公尺，樓層間穿插著大面積的垂直花園，預計造價高達 6000 億日元 (約 55 億美元)。在建造這棟大樓之前，住友林業會先建一棟 14 層、70 公尺的木結構樓房當試練。如果這棟大樓能夠順利完成的話，它將成為世界上最高的木結構大樓，並一舉超過 300 米高的 Abeno Harukas，成為日本最高的建築大樓。

目前環保意識高漲，許多的木材擁護者，他們主張木頭更利於環境，因為它可以吸收大氣中多餘的二氧化碳 (每立方米的木材可吸收 1 噸)，另一方面木材具備改善聲學與熱性能的特質，可以為住戶提供更舒適健康的室內環境。

現代工程技術的發展已經讓越來越多的開發商、建築師和工程師意識到以木材作為建築材料能夠帶來低碳節能表現、卓越的自然體驗，以及其高度預製化的特性具有成本低，保溫性能好，工期短的優勢。從開發商、政府到消防監管部門，都非常認真的看待這一建築史上最重要的革命---打破然由混凝土和鋼結構建造高層建築的傳統、將木材帶回主流建築市場的可能性。木製摩天大樓目前還是一個新興的領域，但就像它所依賴的樹木一樣，它可能會成長為未來主流的建造形式。這當然還有一段路要走，包括建築規範的改變及木材如何在抗風、抗震、耐火等結構性能之更大突破。