

屋頂螺絲概要

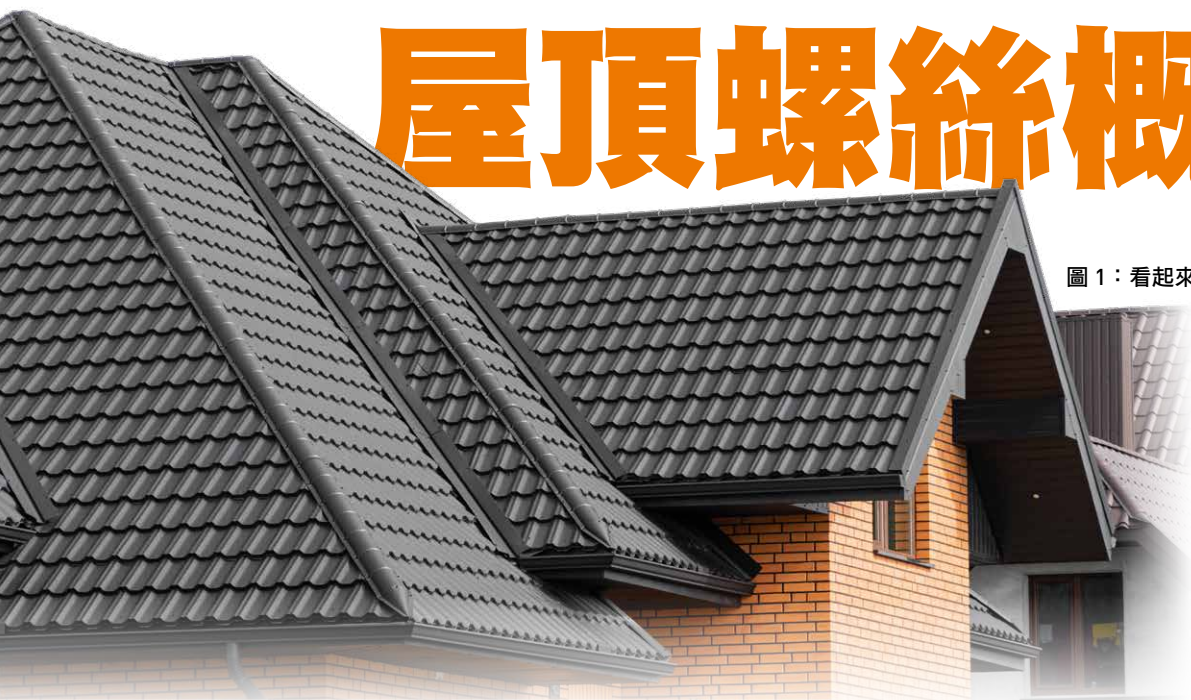


圖 1：看起來像磚瓦屋頂的金屬屋頂



圖 2：立縫屋頂示例



圖 3：外露扣件金屬屋頂系統的安裝

雖然金屬作為屋頂材料已有數百年的歷史，但由於成本高、較不美觀、壽命短等問題，金屬屋頂直到最近才成為可行的主流選擇。事實上，在今日的美國，金屬屋頂是住宅屋頂增長最快的領域之一。現在，人們可以從各種金屬屋頂解決方案中進行選擇，它們可能是大型、連續式的板材，或者是設計美觀和價格合理的傳統屋頂材料（如：板岩、瓦片、現成板料和木瓦）的金屬替代品。雖然其中一些解決方案在短期內會比傳統屋頂材料更加昂貴，但其卓越的耐用性和預期使用壽命使其成為更為明智的長期投資。當然，與任何屋頂材料一樣，它們必須牢固地固定在屋頂下層結構上，以保護底部的內部空間。由於金屬屋頂解決方案具有自身獨特的品質和挑戰，許多此類解決方案需要使用特殊或不同於傳統屋頂解決方案使用的扣件。隨著金屬屋頂的發展，該市場對扣件的創新和工程設計的需求也在不斷增長。

金屬屋頂

金屬屋頂可分為三個不同的類別：外露扣件板型、立縫型和特殊板型。

- **特殊屋頂板型：**這些包括經過加工後具有瓷磚、板岩、現成板料和木瓦外觀的小型 and 大型金屬板（見圖 1）。就像它們要仿造的物品一樣，這些面板在頂部做緊固，扣件隨後被上面的下一塊面板隱藏起來。這些類型的系統通常不需要專用的扣件，通常使用與它們所替代的傳統產品相同或類似的扣件。
- **外露扣件系統：**外露扣件系統屋頂板直接安裝在屋頂下部結構中，是所有金屬屋頂類型中最經濟實惠的一種（見圖 3）。扣件必須能夠穿透金屬屋頂板並自行攻入以支撐下部結構。因此，木材和金屬的連接方式也有所不同。由於扣件暴露在屋頂表面，因此還必須能夠密封穿孔，防止水侵入。這種方法中使用的螺絲通常有一個外六角法蘭或一個含 EPDM 或氯丁橡膠圈的墊圈頭部。螺絲頭部和墊圈通常塗有與屋頂板顏色相同的漆料。若安裝妥當墊圈會被壓縮，進而在屋頂穿孔周圍形成密封狀態。由於屋頂板受到固定它的扣件的限制，而且金屬板會隨著溫度的變化而發生明顯的膨脹和收縮，因此屋頂板的長度通常不超過 25 英尺（約 8 米）。因此，它們可能會在較長的跨度上重疊。



屋頂材料

今日有多種材料可供選擇。如果安裝得當，其中一些材料的使用壽命可達百年或更久。

- **鋼**：鋼是最堅固、最便宜的金屬屋頂材料。它通常經過鍍鋅處理或塗上一種叫做“鍍鋁鋅”(Galvalume)的鋁鋅合金，然後再上漆。鋼製屋頂板的使用壽命一般為 30 至 50 年。
- **鋁**：鋁合金比鋼更輕、更軟、更貴，但比鋼材更能抵禦自然環境的侵蝕，尤其是在鹽分重或酸雨多的地區。鋁製屋頂板幾乎都塗有油漆，可使用 30 到 50 年。
- **銅**：銅是金屬屋頂材料中最耐久、最昂貴、也可能是最吸引人的一種。隨著時間的推移，銅會形成一種自然的銅銹，銅屋頂的使用壽命可長達 200 年。
- **鉛包覆的錫 (Terre)**：Terre 過去指的是鍍鉛的錫製屋頂。如今，它是夾在錫層之間的不銹鋼。這種屋頂沒有上漆，但可以使用一百多年。
- **鋅**：鋅通常與鈦製成合金，以增加強度和耐腐蝕性。它可以使用 80 到 100 年。

挑戰

儘管這三種金屬屋頂類型都面臨應用上的挑戰，但外露扣件系統在扣件方面遇到的挑戰最大。因此，這些系統的購買者必須考慮的問題是，為獲得更持久的優質解決方案而增加的成本是否合理，而安裝人員在安裝指定的扣件時必須非常小心謹慎。**外露式扣件系統必須克服的一些挑戰包括：**

- **密封狀態**：螺絲必須能夠俐落地穿透金屬板並產生有效且持久的密封效果。如果螺絲安裝角度不對，像是鎖太緊或過鬆，可能會在安裝時或隨時間推移開始滲漏。因此，成功的屋頂密封不僅取決於安裝人員鎖緊螺絲的功力，通常還取決於螺絲的設計、製造品質和密封元件類型。
- **密封材料**：密封墊圈有兩種類型和兩種不同的材料，即黏合墊圈和非黏合墊圈，以及 EPDM 橡膠和氯丁橡膠兩種材料。黏合墊圈是將橡膠密封材料黏合（黏附）到略微傾斜的金屬墊圈底部的墊圈（見圖 4）。橡膠墊片的內外徑皆略小於與其相連的金屬墊圈的內外徑。這會在外緣形成一塊突出部分，保護墊圈免受紫外線的傷害，並從內徑產生些許阻礙來把墊圈固定在螺絲上，確保螺絲本身周圍的緊密封。在安裝過程中，金屬墊圈的斜面會變平，使橡膠墊圈表面的應力分佈均勻。這可防止螺絲頭嵌入墊圈並從週邊被擠出。這一點尤其有利，因為當過度鎖緊時，橡膠墊圈材料會從隨之而來的應力集中處蠕變開來，導致夾緊負荷和密封能力喪失。黏合墊圈的直徑也可



圖 4：黏合墊圈的例子



圖 5：扣件周邊屋頂板銹蝕示例



圖 6：扣件頭部和金屬屋頂板腐蝕示例

以更大，因為金屬墊圈可以將壓力分散到整個區域。這就提供了更大的密封面積，使水更難滲入屋頂板。非黏合墊圈的直徑受到六角法蘭或墊圈頭的承力直徑大小限制，或者在使用時受到頭蓋的限制。**EPDM 橡膠和氯丁橡膠都是屋頂密封的好選擇，但 EPDM 橡膠被認為優於氯丁橡膠，因為其有更好的耐熱、耐光和耐臭氧性。**

- **密封材料的脆裂**：使用氯丁橡膠和 EPDM 橡膠密封材料的挑戰之一是易受環境影響。這些材料易受溫度變化的影響，遇冷變硬，遇熱蠕變。長期暴露在這樣的溫度循環最終會削弱密封材料的性能。然而，比溫度更糟糕的是暴露在紫外線輻射下。這些材料會被紫外線脆化，因此暴露在外未受保護的週邊部分最終會被破壞，並有可能產生讓水侵入的通道。
- **對密封材料的損害**：螺絲刺入屋頂板時產生的毛邊和碎屑會撕裂密封材料，讓水滲入。因此，螺絲必須設計成具尖銳有效的穿刺點，以防止或儘量減少毛邊產生。
- **腐蝕及頭部外觀**：外露的螺絲必須經久耐用，以免在使用過程中腐蝕。如果螺絲開始生銹，最好的情況是與未銹蝕的屋面板形成鮮明難看的對比；最壞的情況是開始滲水，每個扣件上都留下條紋或鏽斑。此外，**在選擇適當的扣件材料時必須小心謹慎，以防止與某些類型的屋頂板產生不好的電化反應。電化學腐蝕不僅會導致扣件銹蝕，而且根據金屬配對的不同，還會導致屋頂板銹蝕。**同樣，這不僅會導致難看的腐蝕，還會損壞螺絲周圍的屋頂板，造成滲漏處（見圖 5 和圖 6）。螺絲頭的外觀也很重要，通常會塗上與屋頂板同色的油漆。但並非所有油漆都是一樣的，**液態漆的耐久性遠不如粉末塗層漆。**漆料類型很重要，因為附著力較差的漆在安裝過程中很容易損壞，從而導致早發性腐蝕。



螺絲

- 針對木頭應用：**木用螺絲可以由硬化碳鋼或不銹鋼製成。不銹鋼的耐腐蝕性本來就優於碳鋼。不過，奧氏體不銹鋼在自鑽或自穿孔方面的性能較差。因此，許多屋頂螺絲可能是由**強度較高但耐腐蝕性較差的 410 馬氏體不銹鋼製成**。用於木材與金屬連接的螺絲通常有一個鋒利的 17 號尖頭或一個小的 1 號鑽頭。在這兩種情況下，鑽尖都具有足夠的穿孔能力以穿透較薄的屋頂板，但沒有足夠的強度在較厚的金屬桁架和檁條上打孔。這些螺絲通常採用高低牙或高螺紋間距螺紋，以便在木材鑽孔。木頭和金屬應用的頭部樣式相同，最常見的頭部形式是六角法蘭或墊圈頭。
- 針對金屬應用：**用於金屬應用的螺絲通常為硬化碳鋼或複合金屬。由於不銹鋼在鑽穿較厚金屬的性能不佳，因此在這些應用中很少使用完全由不銹鋼製成的螺絲。最常見的是碳鋼鑽頭螺絲。不過，也有一種複合金屬鑽頭螺絲，其上半部主體和頭部是不銹鋼製成，而鑽頭和螺紋成形區則由硬化碳鋼製成。這是用摩擦焊接兩種材料製成。下半部分是硬化碳鋼，屬鑽頭和螺紋區域，而上半部分是不銹鋼，屬上部螺紋和頭部。金屬應用螺絲通常配有 3 號或 5 號鑽頭。3 號鑽頭最多可鑽 0.210 英寸厚的材料，5 號鑽頭可鑽最多 0.500 英寸厚的材料。與木材用螺絲一樣，其頭部通常採用六角法蘭或六角墊圈頭設計。



圖 7：屋頂安裝太陽能扣件系統示例

結語

外露金屬屋頂螺絲雖然概念上很簡單，但必須應對多重挑戰。與許多類似的緊固情況一樣，使用者有多種選擇，可以達到不同的性能水準。因此，用戶必須瞭解，從長遠來看，是在初次安裝時購買更高級的扣件，避免在屋頂使用壽命結束後可能出現的昂貴二次工事，還是使用成本較低的扣件來降低屋頂安裝成本才是明智之舉。無論如何，選擇有很多，生產、購買和安裝這些扣件的人應該對它們略知一二，以便能夠就如何進行安裝做出最明智的選擇。■

密封墊圈

- 非黏合墊圈：**非黏合密封墊圈簡單來說就是 EPDM 橡膠或氯丁橡膠墊圈。將墊圈的內徑略小於螺絲的外徑，就可以將其滑到螺絲上並固定住。這些墊圈的性能與 O 形環類似，只是這些墊圈的剖面幾何形狀不像 O 形環那樣窄又圓，而是像扁平墊圈那樣扁平且呈矩形。這些墊圈依靠螺絲頭下的承力面來分配載荷和壓縮墊圈。由於螺絲頭部是唯一的保護層，它們更容易因紫外線而脆化。
- 黏合墊圈：**黏合墊圈將 EPDM 橡膠或氯丁橡膠墊圈黏合在平的或略帶斜角的金屬墊圈底部。金屬墊圈的內外徑都稍大一些，這樣較小的橡膠墊圈內徑就能將其固定在螺絲上，而稍大的金屬墊圈外徑則能保護下面的橡膠墊圈免受大部分紫外線照射，並提供更均勻的壓縮力道。當然，黏合墊圈要比非黏合墊圈昂貴。但是，這兩種墊圈都不能完全有效地保護橡膠墊圈不受外界環境的影響，最重要的是，不能保護橡膠墊圈不受紫外線輻射的影響。
- 有頭蓋的墊圈：**雖然技術上來看不算墊圈，但有些高級屋頂螺絲會在頭部增加鋅鋁合金或不銹鋼帽。這些超大帽蓋不僅可提高底部硬化碳鋼螺絲的耐腐蝕性，還可以套在橡膠墊圈上，使其與周圍環境完全隔離。如此一來，橡膠墊圈就能很好地免受外界環境影響且不易脆化。

太陽能扣件

- 目前越來越多的住宅和商業建築上都開始安裝太陽能板。雖然安裝這些太陽能板的相關螺絲與固定屋頂板的螺絲完全無關，但在此還是值得一提。與屋頂板一樣，安裝在屋頂上的太陽能板也必須牢固固定，以防止在暴風雨或大風中被損壞或扯下。因此，太陽能板被固定在安裝軌道的框架上。這些軌道必須牢固地固定在屋頂的結構底板上。組成這種安裝硬體的螺絲系統通常是螺絲、密封墊圈、支架和安裝螺帽的精密組合（見圖 7）。與上述屋頂螺絲一樣，這些系統中的螺絲也設計有自攻螺紋和自穿孔或自鑽孔點，可有效地在木材或鋼材上使用。雖然這些螺絲的直徑通常比固定屋頂板的螺絲大得多，但它們通常是複合金屬，在扣件進入屋頂底部結構的部分採用硬化碳鋼，而在延伸到屋頂表面以上的部分則採用不銹鋼。與外露扣件螺絲一樣，這些扣件也有一個密封墊圈，以防止水滲入屋頂。

