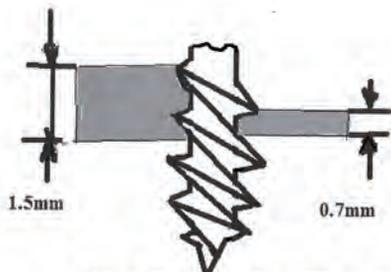


緊固系統扣夾

文 / Thomas Dopcke

有時候，螺絲或螺紋產品就是無法配合接合需求條件。像接合操作空間不足，甚至以接合工具也無法探及，因此其它子組件在尚未安裝之前就必須先組裝，或是有其它類似的問題使得常用的螺栓、螺帽和螺絲必須預先從接合方式選項中排除。這時就有理由採用扣夾型扣件。扣夾型扣件看起來或許比較昂貴，但仔細查看它的功能和效用就可以發現先前料想不到的部份。

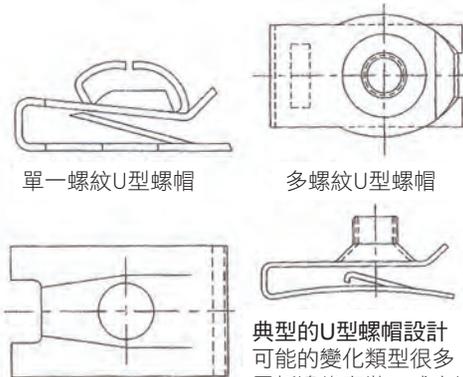
說起現代金屬材的組裝問題，其中有個問題就是金屬材料為了節省重量和成本變得輕又薄。相形之下，以往的板材有足夠厚度讓標準金屬板和自攻螺絲可以緊固抓牢（至少需要一個螺紋距），然而現在許多產品採用的金屬板厚度卻少於半個螺紋距。



標準金屬板對照0.7mm金屬板
一個螺紋距對照1/2個螺紋距的啮合

標準的#8自攻螺絲有1.41mm螺紋距；現今大多數汽車金屬板測量出來只有0.7mm。這樣要如何接合？所有可行的方案中，使用扣夾型扣件相對比較理想。大多數高碳鋼製成的扣夾型扣件具有高強度可使其不致脫離，其設計使扣件可以順暢滑過金屬板片不致留下切割痕或是卡住無法推動。不利因素是必須預先鑿孔（在金屬沖壓成型製程中鑽孔或沖孔），以及扣夾型扣件通常安裝在邊緣位置。需要外加人工安裝以及其它部件使組裝成本提高。經常被忽視的優點是這種方式的接合可精確到位，反之螺絲接合遇上操作員經驗不足可能錯置。

扣夾型扣件經過許多應用實例證明可有效解決薄板金屬片的問題。易於安裝（以推入方式）、方便操作（以手安裝），並且容易扣緊（搭配指定螺絲）。有各種形狀可配合特定需求。最常見類型是“J型-U型”單一螺紋扣夾型扣件，應用於多種汽車金屬板接合應用。這類型部件在汽車產業的使用量，根據幾年前估計，每日高達一百萬件以上。



單一螺紋U型螺帽

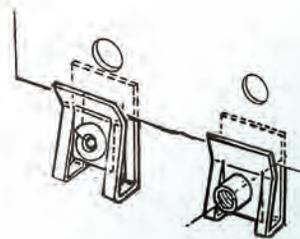
多螺紋U型螺帽

典型的U型螺帽設計

可能的變化類型很多，都需從金屬板邊緣安裝，或穿過鄰近部位安裝用的大孔進行安裝。

“J”和“U”是部件形狀的指稱，J型的應用是在可能干擾其它組裝件的扣夾型扣件底部提供一個背面空間。為了因應更高夾緊負荷的需求所研發的多螺紋類型可提供更大的緊固扭矩（有更多的偶合螺紋），在機械螺紋尺寸方面，更允許使用螺栓替代自攻螺絲以增加啮合強度。

早期U螺帽的缺點是必須安裝在金屬板材邊緣，或是可供扣夾型扣件插入的孔內。因應這些限制條件而有扣夾型扣件使用需求，因而研發出推入式彈簧螺帽。

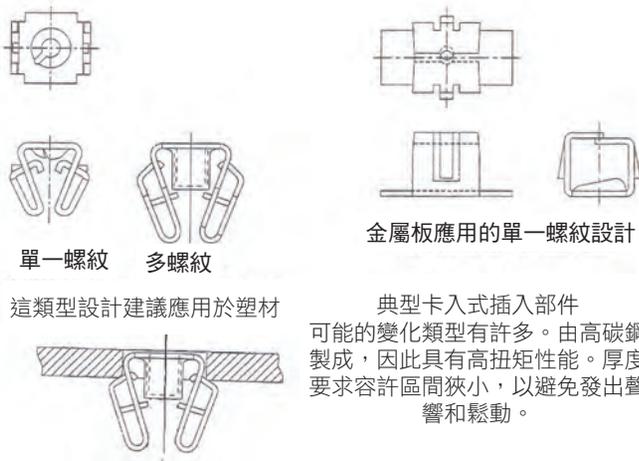


雖然使用於任何沖孔應用，U型螺帽仍受限於金屬厚度。厚度太薄，螺帽可能在抵達組裝位置前就已掉落，太厚可能拔出。然而，如果材料厚度一致，並且搭配選用大小適中的U型螺帽，一般來說效用很好。好處是可應用於塑材；塑材接合通常相對困難。最佳扭矩值，加上周圍塑材不鬆弛，塑材部件才可能有良好的接合。

卡扣式U型螺帽不利因素包括需要較大的安裝施力（基於人體工學問題）、需要較小的抓牢範圍（抓牢範圍過寬易於發出聲響繼而導致拉出）、產品製造商較少。

卡扣式U型螺帽不利因素包括需要較大的安裝施力（基於人體工學問題）、需要較小的抓牢範圍（抓牢範圍過寬易於發出聲響繼而導致拉出）、產品製造商較少。

比較某些U型螺帽類型的扣夾型扣件，得出數據整理如下。每一次取樣自3-6批材料，每種尺寸/類型取6-10個樣本，並取測量平均值。



扭矩失效測試表

尺寸	螺紋型式	失效值(Nm)
M4.2 (#8)	單一	3.5-7.0*
M4.2	多重	5.5-6.75
M6.3 (1/4")	單一	10.0-15.8*
M6.3	多重	14.0-15.5

備註：*數值範圍是由於單一螺紋U型螺帽金屬厚度增加，厚度較大部份其失效值提高。

耐負荷測試表

尺寸	螺紋型式	耐負荷值(Kn)
M4.2	單一	3.01-4.562
M4.2	多重	7.9
M6.3	單一	8.1-9.0
M6.3	多重	18.2

備註：1. 0.7mm金屬板厚的平均失效負荷。
2. 1.2mm金屬板厚的平均失效負荷。

如數據所示，單一螺紋U型螺帽的扭矩值可以被鎖至與多螺紋產品幾乎相同的扭矩值。實際應用顯示，M4.2尺寸螺絲所施力值不超過2.6Nm，而M6.3螺絲所施力值不超過6.5Nm。因此，大多數應用所使用的多螺紋U型螺帽顯示工程設計過度。只有在工廠安裝螺絲未能謹慎的情況使用多螺紋型式才有優勢。硬推硬拉急著“交差了事”的組裝經常導致螺絲錯牙，就是因為部件沒有正常旋入孔內。多螺紋可為扣件提供較高的對準性。另一種單一螺紋U型螺帽無法克服的是需要額外防鬆性能的應用。多螺紋U型螺帽的圓錐部位可能被“壓擠”而造成預置扭矩功能失效。

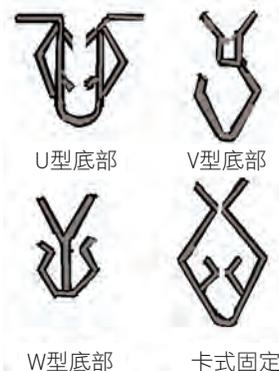
雖然U型螺帽沖壓孔的設計（螺絲螺紋偶合部位）是許多家公司的專利，它們操作的方式都相當類似，70多年來沒有太多改變，只有少數微小修改設計。自內孔鍛造成型的環狀護圈避免部件易於掉出，螺帽厚度各種變化是為了配合各種不同厚度金屬板厚度並兼具防止剝離，而不同長度則是因應各種形式邊緣和安裝到位的需求。較薄金屬板材增加意味著U型螺帽留在板材的機率降低，電動工具使用頻繁意味著螺紋錯牙、鬆脫和螺紋剝離的狀況更多。

總括U型螺帽，單一螺紋部件大多數還是應用最經濟的選擇。取得相等或高於螺絲旋入厚金屬的扭矩值的機會是最高的，因為供應商有許多，各種形狀和尺寸/類型也是現成到處買得到。多螺紋部件

是機械螺紋螺栓和高張力應用的唯一選擇。因為需要背面額外空間以及較長螺絲長度以因應圓錐部位，所以選用前必先有此考量。有腳的U型螺帽若是缺乏安裝空間，則「推入式」是最佳選擇。不論如何，必須視個別情況採用正確的設計。

除了U型螺帽扣夾型扣件和螺紋扣件之外，扣夾型扣件也常見於取代別種扣件的應用。它們可用來收納金屬線材（一般車輛平均大約有120呎[36, 57m]長的金屬線材），可小盒收納各種組件、雜項裝置、蓋子、樞紐封套，以及引擎蓋下和車內各式各樣的裝置。

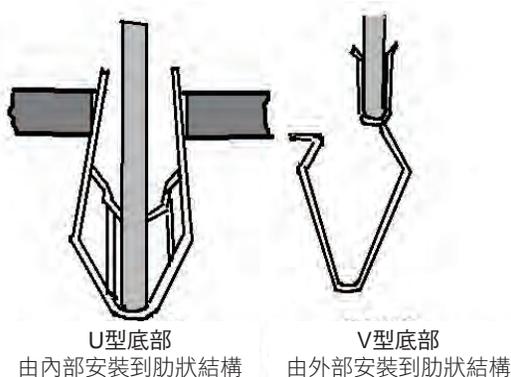
現代設計趨勢讓是將扣件修飾於肉眼看不到的程度。生產線要乾淨，看起來要讓人愉快（至少對於設計者來說，這意味著看不到螺絲扣件）。我的背景是工程，我喜歡看怎麼把東西拆開。車輛內部有最多扣夾型扣件的位置是收納區。通常接合使用模製扣夾型扣件固定在帶狀的收納區背面（通常由塑料製成），然後安裝壓入金屬板凹槽內。扣夾型扣件與塑料接合，然後固定在模製肋狀結構上。這樣的設計在安裝時允許一些微調，因為金屬板偶接一般都不是非常精確。另外，操作員在收納區安裝，其實像蒙住眼睛一樣，因此需要一些“擺動”空間好將部件放置到位。肋狀結構不同的排列樣式，部件放進收納區背面的各種因素，可選擇的樣式也有好幾種。常用的是一種V型底部，長度、寬度等等可依情況需要調整的樣式。



模製扣夾型扣件設計須知以及一些基本考量：扣夾型扣件材料的厚度越大，越不靈活。收納入凹槽很費勁（較高的安裝施力），拆卸組裝需要更大力道。相較之下，較薄扣夾型扣件的安裝明顯不需那麼費力，但是如果組裝偏離中心，很容易彎曲；拔出值較低，容易從塑材收納肋狀板脫落。一般拔出相對於推入的比例是2:1或3:1，比率更大時是有可能高達5:1，但組裝容易程度大大減低，並且更容易受操作員處理方式影響。這種扣夾型扣件常見錯誤在於設計者因為人體工學的考量，希望用手指按壓推入的方式安裝扣件，這種力道經過證實大約是1kg。但是同時，他又希望扣件能耐5-10倍負荷而不被拔出。不幸的是，安裝的定律就是“容易進就容易出！”

上圖所示是四種基本類型的一般外觀。幾乎所有應用類型都需獨特設計或修改尺寸。既然安裝在模製成型的肋狀、凸緣或葉片狀結構上，部件設計考量就包含例如推入等等的變化。如圖所示，它們留在原位是因為成型的倒鉤設計，目的在預防意外施力造成任何卸除的可能。有些類型以滑動方式推入肋狀結構固定，其他類型則以卡入方式。既然其所在位置如上所述取決於最終外觀、位置所在等等，所以扣夾型扣件類型的選擇也是個要素。U型底部類型需要的包裝空間最小，常見應用是與0.75到超過2.0mm厚度的板材偶合。典型的安裝力值約15Kg，而拔出值可能高達大約30Kg。這些值雖然可微調，總是有美中不足之處。扣夾型扣件加長並且/或採用較薄金屬板可減低所需安裝力，但也造成部件容易被卸除(“容易進就容易出”)。此外，較薄的扣夾型扣件若直接碰撞凹槽邊緣或從邊緣掠過都可能彎曲，造成扣夾型扣件彎折或者使得片狀或肋狀結構甚至於折斷。較長的V型底部類型尤其如此。要記住，這種扣夾型扣件所在位置是帶狀收納區的背面，這個部位操作員看不到，找到凹槽並將接合部件插入完全靠經驗和一些運氣。

典型的V型底部類型的安裝力值約是13Kg，而拔出值約26Kg。板材厚度變化範圍從0.75到3.0mm以上。V型底部類型也有各種嵌裝樣式；高部位、低部位和內部，端視接合需求條件而定。



W型底部扣夾型扣件提供的安裝更牢固。它們很難從收納凹槽/孔拔出，接合到葉片狀結構也有許多方式。標準安裝施力值平均約5Kg，而拔出值約19Kg。板材厚度是最關鍵的元素，金屬板與W型底部類型設計尺寸必須配合在0.5mm範圍之內。板材太厚造成夾緊不足，太薄根本無法啮合。

卡入式扣夾型扣件的安裝有較多的彈性，因為扣夾型扣件安裝時收納區其餘的都已安裝好。雖然滑動推入到位容易，振動頻繁或軸向負荷高的應用並不推薦使用這種類型。上述類型的扣夾型扣件幾乎都必須預先安裝。然而，意外卸除、運送和搬運過程中破損、以及組裝生產線導致分離，這些問題只是預先安裝這概念少數麻煩的事。但就另一方面來說，扣夾型扣件安裝到收納區組裝件所需施力通常大於組裝線所建議的，因此還須在組裝線外另設工作站並使用特殊工具。



有關扣夾型扣件使用的一些考量：

1. 收納區的部件是甚麼材質？塑材？軟質或硬質(強化)？或是金屬材？
2. 扣夾型扣件插入的板材是甚麼材質？
3. 肋狀/葉片狀結構厚度多少？通常標準是1.5mm。
4. 板材凹槽/孔的尺寸大小？橢圓形或長方形？
5. 板材厚度多少？
6. 所要求的功能值是甚麼？
7. 必要時設計是否可以修改？
8. 如果板材間隙小於設計規範，可否在肋狀/葉片狀結構上添加一個間隙裝置？

另外應該考慮背面空間，環境條件(濕度，熱度，鹽份和酸鹼程度)，材料相互作用(塑材潛變有不同速率)，尖銳的邊緣，使用期間的維修和重新安裝，以及人體工學相關問題。

我們已檢視過這個產業中最常見的兩種扣夾型扣件。扣夾型扣件種類實際數目有如天文數字，從小型如手指大小卡入式用以固定盒蓋的扣夾型扣件，到各種物品的收納器皿，甚至你手中圓珠筆內防止墨水卡匣推回筆管內的那個裝置。它們取代了螺絲釘，讓組配件的卸除簡便輕鬆，對照的情況可能是努力找那支袖珍型微小的螺絲起子，小螺絲若是真的脫落，在地板上又找不到。相較於使用其它各種緊固方式，使用扣夾型扣件確實能幫助維持住令人負擔得起的價格。

本文雖然只呈現扣夾型扣件兩種基本類型，U型螺帽和模製成型的扣夾型扣件，本文談到的許多想法和建議都適用於所有的夾件和扣件。除非設計工程師對於他預想中的扣夾型扣件類型非常熟悉，否則最好的解決方案是去諮詢專門製造那一類型產品的廠商。他們對於扣夾型扣件有專業知識和背景，知道最終產品設計部件的每一個部位會做什麼。他們可能也知道曾經製造過哪些類型，他們手邊又有哪些類型。有時候設計上一個小小的改變卻可讓你可以採用現成已製造過的東西。扣夾型扣件製造若是從畫設計草圖開始那就非常昂貴。數量大小決定部件的可行性，甚至決定是否列入考慮，使用量低的情況尤其是如此。