

第二章 文獻探討

傢俱的使用與人們生活習慣有密切關係，其使用年限又與傢俱的結構好壞有直接的影響，因此傢俱各組件間之接合型式、種類及設計更足以評斷傢俱結構強度之良劣。本研究仍就材料之特性，結構型式，結構之功能上進行相關文獻探討，期能充份了解單添榫結構精華，並作為本研究的理論基礎。

第一節 木質傢俱接合結構的定義

傢俱品質之良窳端賴造型設計、人因工程、材料質感之表現。傢俱之接合結構強度亦為傢俱品質之重要指標。傢俱可視為一種結構物，經由結構方法，在設計階段作各項必要之分析以產生合理的構造。

環華百科全書(民 62)對「結構」的定義解釋為：一個存在物乃是一種結構，或一種系統。它之所以成為一個整體，係由其中每一構成份子交互作用；而每一部份的構成與功能，需從整體的觀點，才能獲得理解。故整體結構的各部份必須經過組合而成一個具有功能的實體，方能呈現其價值。

盧俊宏 (民 75) 提及木工接榫(Wood Joint)乃木材工件相接合，一凹一凸互相接合的構件，凸的部位稱之榫頭(Tenon)凹的部位稱之為榫孔(Mortise)，凹凸相互配合的設計，使之連接為一體的組合方式。

大美百科全書(民 79)將木工榫接解釋成木工接頭(Joint),就是木材與木材相互間連結處，固定在一起，其接頭有兩大類，一類是兩塊木材平行並列連結，通常木紋與長邊一致，地板就是典型的例子，另一類是兩塊木材末端相連結或交叉連結，通常在彼此成直角處連結，其木材木理呈交叉，畫框為直角接頭的典型例子。

侯世光(民 75)於傢俱結構中，談到傢俱各組件之間的組合，其各單元組件必須藉榫接等接合方式接合在一起。接榫乃是將一個木頭的加工榫頭，嵌入另一個按畫線鑿出的榫孔或榫槽內之接合，故傢俱的結構即是指榫接而且必須經過設計的接合。

柯善士(民 67)談到傢俱結構乃以木材為主要材料，藉著榫頭，五金，膠合組裝等方法，使設計中各構件的材料得到穩密的組合，而構成其有功能實用，結構穩定的傢俱。

第二節 傢俱結構主要相關研究

楊明津(民 71)傢俱結構科學的強度設計方法至少必須包括六個步驟：

(1) 荷重設計。(2) 試驗結構。(3) 結構分析。(4) 構件設計。(5) 接合設計。(6) 結構製圖。傢俱設計必須要滿足美學上的要求，也就是在美學設計的大前提上來設計接合條件才是最佳的接合條件。

大美百科全書(民 79)，木工始於早期人類、利用火燒空原木，再利用貝殼或石塊等工具將原木燒成炭的部份刮掉，製成簡單粗糙的獨木舟，而後人們繼續利用石頭、骨頭、象牙和木材製成簡單的生活器具，於是乎形成具有功能之簡陋傢俱。故中國及歐洲傢俱隨著時間、氣候、地理、文化之迥異，各有發展，且各具特色。十九世紀木工機械的興起，更促進傢俱製造業的發展，傢俱成為現代生活中不可或缺的器具。對木材傢俱而言，除舒適使用外，更顯得為知性與感性的民生科技。堅固耐用實為傢俱購買的一大考慮因素，增強傢俱結構是有效增加傢俱安全及耐用程度的方法。

櫥櫃的結構中常見有 L 形結構的接合方式，例如其側框的實木接合，而此處最常使用的接合方式是使用單添榫接合，因為單添榫是一種堅強可

靠的木材接合方式之一。因此一般居家、桌椅、櫥櫃也多是使用木質製造的器具，其接合結構也多是使用單添樺的接合(圖 2-2-1)。

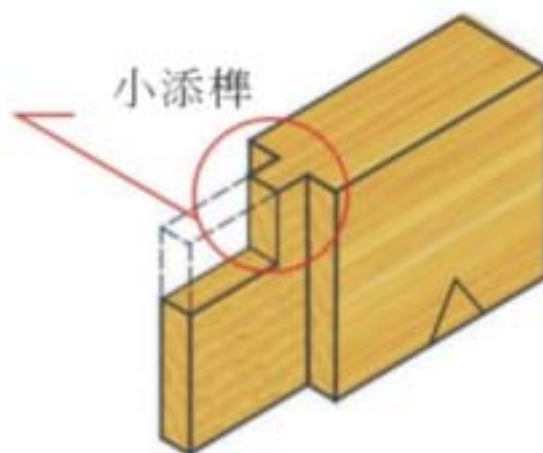


圖 2-2-1 單添樺示意圖

王健柱(民 72)現代傢俱形式最大的特色在於配合生活機能的需求，充份發揮了材料的特質，以求取線形的靈活組織，和色彩的巧妙結構。它的線形組織是單純而抽象的，從良好的比例和有機的構成中，表現新的造型意識，它的色彩結構是統一而充滿個性。

和家麒(民 82)也認為接合部分一項是傢俱整個構造上最弱的一環，絕大多數傢俱的損壞是發生在接合部份。究其原因如下：

- 一、使用不當。
- 二、接合處受剪力後易被破壞。
- 三、長久使用脫膠，或是接合處並未佈膠。
- 四、嵌合度不佳，樺頭容易脫離。

可見即使如單添樺般的接合結構，在諸多不良的條件之下，也會遭受到破壞。樺頭會受到破壞，其原因除了製造樺接時嵌合度不良、組裝不當、

材料含水率控制不良等因素之外，接榫本身的結構也有問題存在。

藉由上述 L 形結構的不貫穿單添榫接合說明，期望能夠有強度更大的接榫方式，以期能夠作為針對上述破壞情形之改善方案，並期望對傢俱的強度與品質有所提升。

第三節 影響傢俱結構強度因素之探討

傢俱是人類生活中不可缺少的器具，舉凡生活中食、衣、住、行、育、樂等六大需要都離不開傢俱。而傢俱種類更包羅萬象如、椅子、盒子、桌子、櫃子、床、門、櫥子等均屬之。柯善士(民 67)認為傢俱可創造環境的情調，影響人的情緒，滿足生活的需求，此外還有儲藏、裝飾、擺設物件的功能。故優良傢俱應具備下列特色：如：機能性、經濟性、耐久性、安全性、美觀性、結構性、設計性。

John L. Feirer(1983) 將傢俱木工結合方式歸納成五種，並認為大部份的傢俱結構皆由此五種結構方式單獨或聯合運用所訂定的：骨架或腿與橫檔之結構(Skeleton on Leg and Rail)、盒類之結構(Box Construction)、箱類之結構(Case Construction)、櫃類之結構(Carcase Construction)、框架與貼面之結構(Frame with cover)。

傢俱結構的接合方式設計，乃必須能抵抗所承受的應力，黃彥三於(民 77)認為基本上有八種接合法：


1. 對接(Butt joint)。
2. 橫槽接(Dado joint)。
3. 嵌槽接(Rabbet joint)。
4. 舌槽接(Tongue and groove joint)。

5. 榫接(Mortise and tenon joint)。

6. 搭接(Lap joint)。

7. 鳩尾接(Dovetail joint)。

8. 斜接(Miter joint)。



傢俱的種類繁多，而其結構方式也因使用場合之不同而有所區分，主要可分為板接合、框架接合兩大類型。其單元構件之接合，以榫接、木釘接合、五金配件接合為主要型式，再以膠合劑輔助增強結構強度，其中以榫接結構最被肯定。一般而言，板接合用於箱體結構，角材則用於椅類傢俱。影響榫接結構強度因素甚多，其中結構形式、榫接的精密度、木材性質、膠合劑種類、溫度與濕度等因素皆影響了傢俱結構強度。

壹、結構形式

榫頭應用於傢俱製作上種類繁多，其分類如下：

1. 延長木材之接合：桁架、指接等榫接。
2. 縱橫角材之接合：如桌椅腳與橫桿接合等。
3. 縱橫板材之接合：如抽屜接合，箱接合等。
4. 擴張木材寬度之接合：如長條地板，寬桌面之接合。
5. 嵌鑲板與框之接合：如門框、窗框與板接合等。

一般製作榫頭時，榫頭與榫孔之尺寸比例影響結構強度，而榫頭的長、寬增加，對抗彎作用亦有增強之作用。根據侯世光(民 75)對於榫接結構分析發現「直榫榫頭的厚度和榫肩的寬度各約為角材端面寬度的 $1/2 \sim 1/4$ 。暗榫榫頭厚度和榫肩寬度約各為角材端面厚度 $1/3$ 」。故榫頭之寬厚及製作之程序並非依個人之喜好而隨意變更，否則榫接之結構強度將受影響。

方榫製作後，常有試裝步驟，若將方榫接合推進後再拉開，將磨損其接觸表面而使榫接之接合面成為比較鬆的配合。故最好能正確放樣畫線與精準的加工，使第一次組合便能成功，以提高結構強度。鄒茂雄(民 75)認為膠合對榫頭的結構強度，扮演著非常重要的角色，務必使順著木理的接合面積加大，才能獲取最大的膠合力量，但榫頭端部的膠合力，在接合結構中並無顯著影響。

美國木材百科全書 (1987)指出：任何結構強度與適合性皆決定於能否將結構體牢牢繫緊。

貳、結構之公差配合度

傢俱使用年限，決定於結構強度之強弱。楊明津等(民 75)在「方榫接合強度之研究」指出，暗榫接合採填縫性的尿素引醛樹脂時，雖然配合度以 -0.3mm 為最強，但是考慮其組合施工易產生劈裂，其榫頭與榫孔應選擇配合度為 $0.2\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 之過渡配合以提高結構強度之品質。

蔡栓廷等(民 83)在接合條件對橢圓榫接合強度之影響的研究指出，橡木(White Oak)橢圓榫接合之嵌合度，引拔強度以 -0.2mm 最適宜；而破壞之撓曲強度以 -0.3mm 為最佳，另外接合強度以 -0.3mm 最強。

單添榫常用於傢俱框結構之角落交接部位，其形式如暗榫接合，其為三缺榫結構減榫部份增加一小添榫以增強扭曲力量，一凹一凸相互配合而成榫接結構，簡稱傢俱單添榫接。即本論文所研究之傢俱單添榫，再增一突出小添榫以增加其物理強度之木結構榫接(圖 2-3-1)。

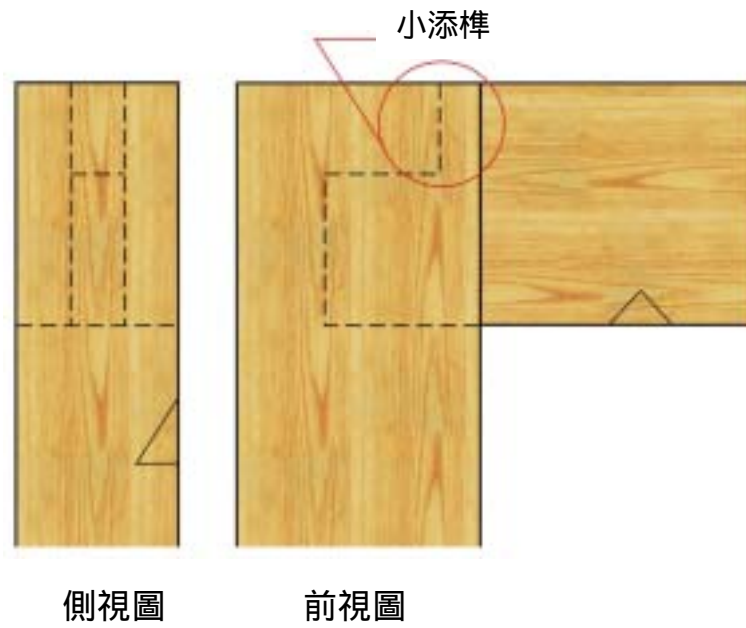
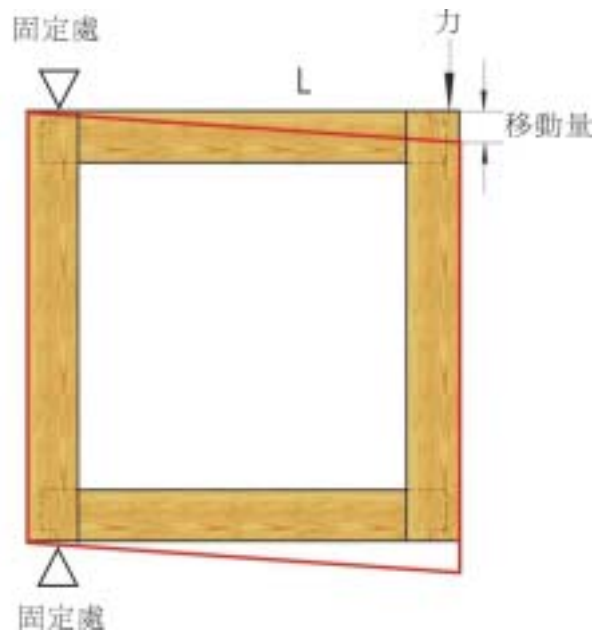


圖 2-3-1 小添樁示意圖

單添樁框架角材接合結構，主要藉由樁頭與樁孔之接合形成結構單元。如框體受重力時間久易向下移動變形(圖 2-3-2)。

圖 2-3-2 框體受力示意圖



傢俱單添樁接不同於一般樁接，其差別在於單添樁另加一小添樁，以

增加結構接合力（圖 2-3-3、圖 2-3-4、圖 2-3-5）。

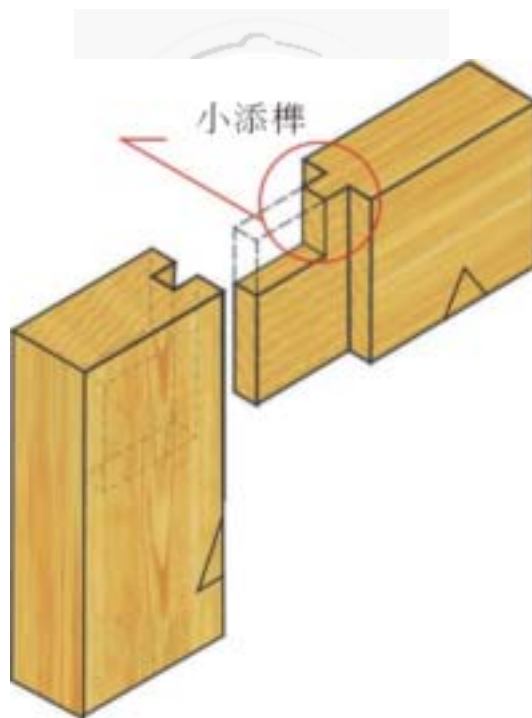


圖 2-3-3 單添樺接合示意圖

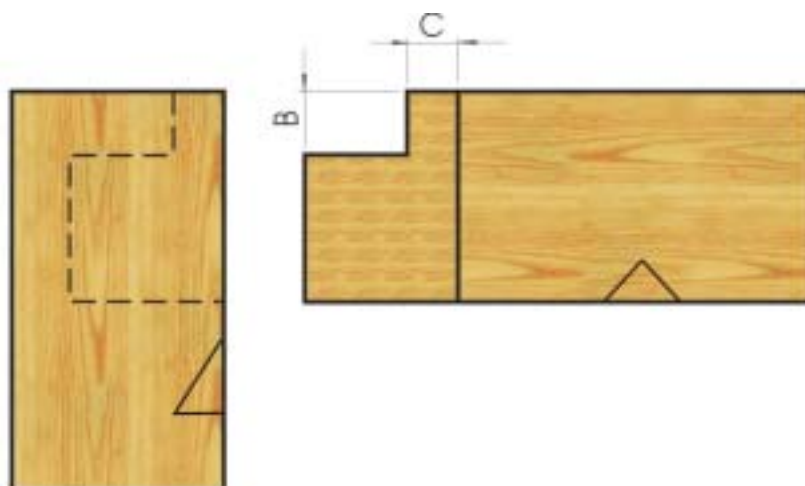


圖 2-3-4 單添樺自由體圖

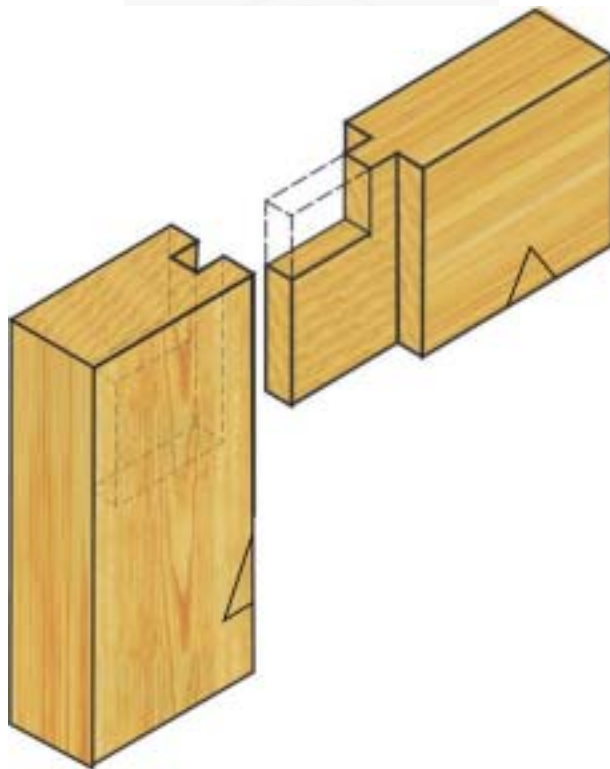


圖 2-3-5 單添榫立體示意圖

第四節 木材加工性質之探討

木材接合結構強度除了結構形式，結構配合度外，木材性質、膠合劑、加工環境、加工刀具等因素，均影響結構之成敗，本研究針對上述因素進行文獻探討，並作為本研究的理論基礎依據。

壹、膠著劑之選擇

近年來膠著劑的發展迅速，包括天然和人造兩方面，用途廣泛，現已有效地應用於生活科技上，膠著劑依其性質系別分列如下：

(1)蛋白質膠著劑

動物質	1.獸膠:原料為獸類皮、骨類。 2.魚膠:原料為魚類之骨、等。 3.蛋白素(Albumin):原料為獸血、卵白。 4.乾酪素(Casein):原料為牛乳。
植物質	原料為大豆，其他豆類，蛋白。

(2)碳水化合物系膠著劑

澱粉	原料為樹薯粉、馬鈴薯、小麥、玉米
糊精	原料為各種澱粉
蒟蒻粉	原料為蒟蒻。

(3)樹脂系膠著劑

乾燥橡膠	原料為橡膠樹液
生橡膠	原料為橡膠樹液
水溶性樹膠	原料為亞拉伯樹液

(4)纖維素系膠著劑

硝酸纖維素	原料為硝酸纖維素
醋酸纖維素	原料為醋酸纖維素
人造絲	原料為鹼化纖維素、二硫化炭。

(5) 樹脂系膠著劑

合成樹脂	1.碳酸系：原料為碳酸(酚)、 甲醛 2.尿素系：原料為尿素、 甲醛 3.美耐敏系:原料為美明、 甲醛、 三聚氰胺。 4.雷鎖辛系：原料為間位苯二酚、 甲醛 5.醋酸乙烯系:原料為乙炔、 醋酸（本研究採用） 6.矽素系:原料為矽素化合物、 甲醛。
天然樹脂	原料為松香、 硬化松香。

由於科技進步，工業起飛，木材膠著劑之應用已由天然膠轉變成合樹脂膠，目前應用於木工膠著劑的合成樹脂膠著劑有五類，茲分述如下：

1. 酚酸樹脂(Phenolic resin)膠著劑：係以碳酸、 甲苯酚等之酚類與甲醛為原料，成品有

- (1)醇溶性高溫硬化型樹脂。
- (2)水溶性高溫硬化型樹脂。
- (3)醇溶性常溫硬化型樹脂。

2. 尿素(Urea resin)膠著劑:係以尿素、 甲醛(1：2 克分子量比)為原料，成品有：

- (1)室溫硬化性尿素樹脂膠著劑。
- (2)熱壓尿素樹脂膠著劑。

以上兩種膠合劑，在一般工廠為減低成本和作業方便，常添加麵粉等增料或發泡劑。尿素樹脂膠著劑之耐久性和耐水性較碳酸樹脂、美耐敏樹脂、雷鎖辛樹脂等膠著劑為低。

3.美耐敏系(Melamine resin)膠著劑：係以美耐敏(三聚氫胺)與甲醛為原料，其製造大致與尿素樹脂相同有：

(1)高溫硬化美耐敏樹脂膠著劑。

(2)常溫硬化美耐敏樹脂膠著劑。

4.雷鎖辛系(Resorcinol resin)膠著劑：係以間位苯二酚與引醛為原料，以鹼為觸媒，經加熱縮合反應而成，其原料價格高昂，其耐水性、耐溶劑性、耐熱性、耐寒性、耐腐性等均較一般尿素膠與酚膠為優。

5.醋酸乙烯樹脂(Polyvinyl acetate resin)膠著劑：係以乙炔與醋酸反應得單量體，經重合可製熱可性樹脂。一般可分兩種：

(1)透明之溶劑型，可溶於酒精、醋酸乙酯等溶劑。

(2)乳白色之乳化型，少量水稀釋之。即為市面上常用之冷膠。

蔡金木(民 82)認為膠合劑(adhesive)一詞，按 ASTM-D907 的定義為：能夠附著於物體表面而將物體互相結合之物質。膠合劑一般並非單一成分，而是由下列成分所構成的。

1.主膠著劑(Primary Adhesive)：樹脂、橡膠、瀝青。

2.溶劑(Solvent)：水或有機溶劑。

3.硬化劑(Catalyst):為促使主劑之縮合物或低分子聚合物進一步應，使其三次元結構化，高分子所需之觸媒。

4.可塑劑(Plastic Filler)：賦於膠合劑之撓性。

5.填充劑(Sizing Compounds)：提高膠合劑之濃度，抑制過量之流，增量或膠合層之補強。

6.其他：老化防止劑、顏色、增黏劑、表面活化劑、防腐劑等。

傢俱榫接製作後，塗佈膠著劑以增加傢俱結構強度。黃彥三(民 74)在「傢俱接榫技術對其產品強度之影響」的研究中提到榫接之佈膠可分為三種

即榫孔及榫面皆無膠，榫孔有膠而榫面無膠，榫孔及榫面皆有膠。結果發現榫接無佈膠，其強度最弱。榫孔有膠而榫面無膠者，其強度約為榫接無佈膠者的 19 倍，榫孔及榫面皆佈膠者，其強度約為接榫無佈膠者的 21 倍。黃彥三(民 74)之研究中認為佈膠方式影響結構強度甚大，佈膠方式務求完全佈膠為主。而膠合後必須放置適當時間，才能使膠合力量完整發揮。

貳、木材之濕度與含水率

王松永(民 74)在纖維飽和點以內，木材越乾燥其細胞間結合力越強，木材的機械性質一般都會增強。但在纖維飽和點以上，含水率的多寡幾乎對機械性質毫無影響。在纖維飽和點以下，含水率從 0%~20%之間，含水率與機械強度性質間有大約成直線的關係。含水率每減少 1%時，各種強度的增加率如下：

1. 靜曲強度 4%
2. 靜曲彈性係數 2%
3. 靜曲比例限度 5%
4. 最大水平剪力 3%
5. 縱向壓縮強度 6%
6. 縱向壓縮比例限度 5%
7. 橫向壓縮比例限度 5.5%
8. 縱向與橫向壓縮彈性係數 2%
9. 縱向剪斷強度 3%
10. 縱向引張強度 1%
11. 橫向引張強度 1.5%
12. 橫切面硬度 4%

13 . 徑切面及弦切面 2.5%

14 . 衝擊的彎曲強度減少 0.5%(含水率減少使木材變得較脆)

由此增加率可以瞭解，含水率 20%之縱向壓縮強度比含水率 15% (氣乾狀態)時之強度約小 30%，所以在使用木材時應該加以乾燥。

參、木材之溫度

王松永(民 74)木材即使在高溫下至燃燒分解為止，其形狀不會急速變形，強度也不會急速減低，所以在較熱的環境中也能安全使用。但是木材對熱的特徵是在低溫時，絕對乾燥木材之機械強度與溫度之間的關係，隨溫度的降低，各種機械強度均會呈現直線式的增大。比重越大的木材，此趨勢越明顯。又在 -180°C 之低溫度下也不會便脆，適用於極低溫的寒帶建築用材。