

# 「97 學年度教學卓越計畫」

子計畫名稱：建置木質材料設計教學成果展示交流  
空間設施及開發實習教材

教材科目名稱：木藝創作實習

執行單位：木材科學與設計系

召集人：黃俊傑 副教授

中華民國 98 年 6 月 30 日

## 目錄

序.....	1
第一章 木藝與科技的對話..... 黃俊傑.....	4
第二章 造形與生活..... 王耀俊.....	9
第三章 創作素描..... 王耀俊.....	15
第四章 雕塑技法..... 王耀俊.....	17
第五章 編織技法..... 王耀俊.....	25
第六章 手工具介紹..... 林錦盛.....	41
第七章 榫接技法..... 林錦盛.....	63
第八章 木紋與設計..... 林錦盛.....	74
第九章 雷雕技術..... 林錦盛.....	87
第十章 電腦數值控制雕刻機..... 林錦盛.....	97
第十一章 手提動力機具..... 林錦盛.....	112
第十二章 塗裝技術..... 黃俊傑.....	134
作者簡歷.....	137

## 序

本計畫將開發木質材料應用設計實習教材，整合本系家具設計、產品設計以及空間設計相關課程教師，並結合木材科學與複合材料之設計概念，擬訂實習內容與進度；撰寫及出版「木藝創作實習」一書，作為大學部木質材料應用設計之實驗教材。

本書概分三部份，即工藝表現技法、科技加工技法、木藝創作美學等：

工藝表現技法：介紹有關『木藝產業』之加工製程、技術應用、實際創作方法及藝術價值，使學生了解木藝產品之加工程序及創作實務上之操作。並具備評論與批判之能力，來提高其藝術鑑賞之眼光，進而促進開發創新之才能。

科技加工技法：撰寫木材工業自動化加工之基礎知識，簡介機械視覺、自動演算及數值控制等概念。培養學生成為自動化加工知行能力兼備的專業人才。

木藝創作美學：闡述文化全球化與文化產業化等議題，分析時尚流行、藝術展演、觀光休閒和社區營造等領域之相關文獻資料。以工藝設計理論為基礎，將「傳統工藝」與「當代設計」的加工技術應用於木藝創作實務。

木質材料應用設計為當代工藝設計之重要基礎學養，不但是木藝創作學門必備的基本知識，更提供了產品設計及空間設計所需的加工技術和美學原理等知識。本計畫將邀集本系在木藝創作和木材加工領域學有專精的學者，共同撰寫有關木藝創作實習各章節，對象則主要針對木材科學與設計系大學部學生，內容則偏向以簡單明瞭、圖文並列的方式，讓學習者獲得必要之木材加工知識以及其應用與發展性。

# 第一章 木藝與科技的對話

黃俊傑

國立屏東科技大學木設系副教授

## 一、前言

台灣林業資源豐富，傳統木作產業興盛，包括新竹地區的雕刻家具、三義鹿港的木雕、豐原地區的小木器，都曾風光一時，為台灣賺進大量外匯，或為發展地方經濟有相當的貢獻。但如同台灣其他傳統產業一般命運，一九八年代後期起，面臨國內勞力成本節節升高，無論內外銷市場，皆不敵東南亞新興國家及大陸的廉價勞力競爭，只有走向衰敗之途。

時代發展為產業帶來了危機，也開啟了新的契機，從全球經濟變的角度來看，90年代後期掀起所謂「知識經濟」時代，引起經濟市場與行銷市場產生劇烈的變化，在我們身邊最顯著的部分，就是影響了整個生活消費型態。在此知識經濟時代，人們日常生活的消費，也不再僅限於有形的「物的消費」，已轉變成重視無形的「情緒價值」了，而「文化」就是最能觸動人心的，文化的感性消費最能帶給人們極大的心靈滿足。因此，文化內涵經由「創意」轉化製造的「文化創意」商品就成為當前市場的主流商品。然而在市場需求之下少量多樣及客製化的文化創意產業消費與產業市場型態的瞬息萬變，促使生產技術不能單靠高超的手藝與創意來滿足客戶及應付銷售市場的變化，所以現今必須以能快速、精確加工的科技技術來彌補手工生產的耗時與提高設計實踐的精確性，以科學理論的突破轉化為務實技術的科技根基為首要；並用創新設計來推動革新的消費環境，以精緻創意產品來開創全新「綠色工藝」是木作產業新契機所在。

## 二、木材科學與木藝創作

木材與人類的文明演化有密不可分的關係，人類生命的澳底中對木材有著一份不可割捨的情感。木材是不均質的生物性材料，相較其他工藝材料而言即為較難以控制，亦須較具科學性的知識來輔助，就木藝設計的形、色、質三大要素而言：

- (一)應用 CNC、雷射加工科技、曲木加工學術理論、木質纖維應用之科技、膠合劑與接合原理的認知等對工藝形體設計是最直接的知識。
- (二)對塗料特性與塗裝技術及木塑複合材料的科學理論更是提高產品色感並增加附加價值的妙方；再則木材性質、木材鑑別、木材乾燥及木材力學的知識是對木藝加工材質應用的最重要學問。
- (三)林產科技研發的精油、竹碳及科學新知等，無一不難可以和生活產品設計相結合而提升生活品質的創新途徑。

故能把木藝與科技技術結合，讓木材工藝精緻化，生產合理化，讓人人喜歡木質的產品使木質工藝深入生活而達到「生活即工藝，工藝生活化」的相互依存之情感產生。

當前社會趨勢，可說是全球化和地方化同時並存的時代，在全球化趨勢下，現代人生活的食衣住行都逐漸被強勢文化「統一」了；但相對的，由日益規格化、統一化的全球化市場中，表現多樣化文化特色，以木材科學根基的木藝設計創作的產品反而能吸引消費者青睞，即易虜獲人心、獲得人們喜愛，成為最好的商品競爭利器。以下就當前應用科學與時尚設計及工藝技術結合的成功案例：

### 例 1：木材工藝新配搭 Sarcar 玩鑽豪門名錶

Carrousel Guepard 出現過在不少雜誌的封面，但實物卻是第一次到香港，表面上的豹頭，是用十二種不同顏色的木材做出來木豹畫，分別是楓樹、胡桃樹、法國胡桃樹、白蠟樹、楊木、檀香

木、Tulip Tree 洋梨木、藍色檀香木等，立體感很強，那隻豹頭好像要跑出來一樣，實在是一件不可多得的藝術品。名門世家在表面上加入三粒約半卡的鑽石，底部一樣有特製軸承，三粒鑽石會自由轉動，錶壇上是首次有這種把木、金和鑽石結合一起的設計。



圖 1-1

## 例 2：木材冷彎新技術

實木蒸煮彎曲(steam bending)技術，源起何時？年代久遠已不可考，過去木材彎曲成型多採此法；而冷彎(cold bending)一詞，對許多人而言可能生疏，相對前者木材蒸煮後須趁熱彎曲，冷彎技術則不受此限。冷彎技術係 90 年代初期，丹麥工研院 Danish Technological Institute (DTI)所研發成功，可說是木材彎曲技術的大突破。know-how 決定知識經濟的產值，因此先進國家多知善加運用新技術，懷得居木工教室網頁曾介紹丹麥廠家應用冷彎技術製(圖 1-2)作家具實例，現今該網站再推出若干素材彎曲的圖片，你一定驚訝木材怎麼可能彎到這種程度，挑戰傳統彎曲木材的極

限！此一科學與藝術結合的技術是值得我們林產應用界借鏡思維。



圖 1-2

### 例 3：ASUS—Bamboo 新技術

在 2006 年世貿科技展首度曝光的 ASUS 概念性竹子電腦，今年資訊月終於商用化量產了，這款 Asus U6V Bamboo 在螢幕外蓋與鍵盤部分區域都使用孟宗竹為材料，由於竹片具有易受潮與變形的缺點，因此製成筆電用料花費 8 道工法才能完成。



圖 1-3

#### 例 4：I WOOD/CNC 新技術

現在坊間有各式各樣，矽膠、皮質、塑膠、包膜等等不同的 iPhone 外觀保護解決方案，甚至連世界名牌 LV，也推出了對應產品，甚至售價遠高於內容物 iPhone 本身的價值，而讓某些人覺得很怪，為甚麼買這麼貴的外殼，來保護相對於他便宜許多的產品？有時候，原始自然的東西，來搭配高科技產品，更是一種反差的極致表現，卻又可以跨界融合的相當美妙。



**iWood for iPhone 就是一個很好的例子～** 圖 1-4

木頭給人的感覺也是一樣，在冷冽的高科技產品上，又幫你找回一股暖流，來個顏色就會讓人很喜歡。整個產品搭配起來，就是讓設計者覺得跟其他使用矽膠，把 iPhone 變成好像女兒玩具的那種感覺截然不同，雖然有很多不同木頭材質的選擇，卻又不會像坊間國產汽車市場那種過於浮濫又虛假的誇張木紋、甚至是假木頭，而這裡也可以選購螢幕保護套件，甚至可以提供雕刻服務，讓整體的感覺更上層樓、更具獨特。這個 iWood 美金 80 元起跳，全球免運費，感覺不錯吧？

以上四個案例中可明確的標示出工藝創作以綠色材質搭配科技技術經美學的修潤必可達到量與質的需求，台灣木藝產業能如此的多元搭配，必可啟動產業的再次巔峰。



### 三、科學、技術、設計美學及文化融合的綠色工藝



「久違了，東風。」，這句話出自台灣設計師陳俊良那張奪得二〇〇二年法國「國際海報沙龍獎」首獎的海報，這張自全球八千多位設計師作品中脫穎而出的海報，宣示了久違的東方設計風格，即將席捲而來，順勢著此一潮流文化的設計因子是



不容忽視。工藝創作或產品設計的靈感常來自於感動與需求，其階段的演化及研發，如果僅止於過於感性美學與情感的訴求或會陷入理性機能的探討與市場機制的牽制。然而因時代發展為產業帶來了危機，但也開啟了新的契機，從全球經濟演變的角度來看，在「知識經濟」時代，引發經濟市場與行銷市場產生劇烈的變化，在我們身邊最顯著的部分，就是影響了整個生活消費型態。

故在此知識經濟時代，人們日常生活的消費，也不在僅限於有形的「物的消費」，已轉變成重視無形的「情緒價值」的「心」的時代，而「文化」就是最能觸動人心，文化的感性消費最能帶給人們極大的心靈滿足。因此，文化內涵經由「創意」轉化製造的「文化創意」商品就成為當前市場的主流商品。如此「文化創意產業」的消費市場與產業型態，即是帶有濃濃文化感情的傳統產業之新契機所在。

筆者認為，「文化與創意」須經由科學探索其「物」的本質性向，經設計美學的美化及情感的灌注成其意識型體的胚胎，再應用科技技術與完美

手感工藝技巧來詮釋，必能成為現在全世界都最看好的工藝工業。走過輝煌時期的台灣木藝產業，雖已日趨沒落，但仍保有數量可觀的技藝精湛人才與產業文化資源。應把握此文化創意產業再造的狂流將工藝、文化及創意經由有系統的引導，讓人才再現、匠心再現，乘勢從傳統到科技創新，「心手相連」的綠色科技工藝新時代。

#### 四、結論

在感性消費年代，能夠崛起的，就是那些可以把創意和情感轉化成產品的產業，所以文化創意產業成為當前時代主流。然而創造文化價值並不是一個勞力密集加工的過程，而是一個消化知識、創造形式、設定對象、文化行銷的過程。無論生產或消費，「人」是文化創意產業的核心。台灣木藝產業，在歷史文化、傳統產業背景、場域空間、自然資源上皆已具備發展文化創意產業的條件，尤其，在重要的核心「人」上，更以取得先機，但在表層產業發展之下，內在的涵養與修為是關鍵之所在，而設計可以引導技術的創新，技術可以提示科學的創意；然科學更能輔佐設計與技術的印證及應用，故「科學、設計與技術」的深耕與紮實便是關鍵。

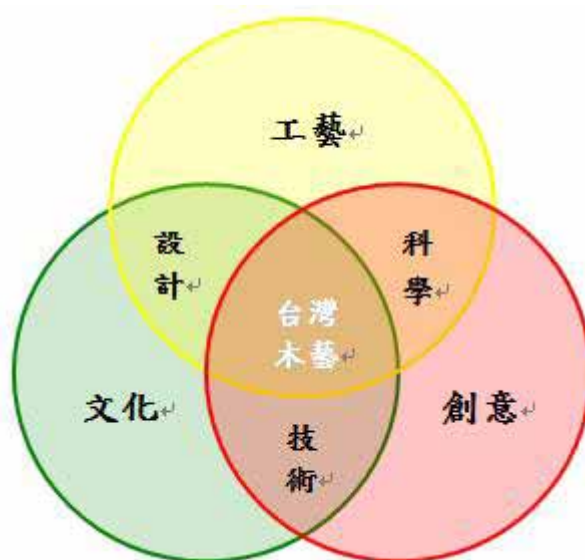


圖 1-7

## 五、主要參考文獻

(一)例 1：2008。星島日報。

(二)例 2：懷德居木工教室網站

(三)例 3：<http://attach1.mobile01.com/>

(四)例 4：<http://www.miniot.com/miniot/iphone.htm>

## 第二章 造形與生活

王耀俊

國立屏東科技大學木設系助理教授

### 一、造形的定義

對人類來說，創造與認識造形是極為重要的心智活動。如同年幼時讀書寫字的訓練，想要理解造形為何物，也須透過特殊的方法來養成。辭海關於「形」有以下的解釋：外體的樣子、影像、表現、描述等。而其演生的辭意如「形態」、「形貌」、「形象」、「形狀」、「形體」等，大意是指物體外表的樣貌與神態。由此來看，造形與生活的關係似乎是既密切且複雜的。

### 二、生活的定義

英文“life”這個字，牛津高階英漢雙解詞典有如下的解釋：qualities, events and experiences that characterize existence as a human being。生活 (life) 的定義是「人所賴以形塑存在特質的品質、事件和經驗」。在浩瀚的地球生態系統中，人類所不斷從事的生產和建設等生命活動，應該都可以包含在生活的範疇裡。

假設造形本來就存在於生活環境中，那麼我們可以說是在其影響的氛圍中生活著。譬如自然世界景物對我們的影響，造形與生活是可以對話並相互影響的。

### 三、文化認同與美感經驗

無論是中外古今、純粹表現或實用機能，造形的美感特質總是會隨著時間和空間的條件而有所變化。在我們的生活情境中，充滿了各式各樣自然與人工的造形、手工與機械的造物。而到底什麼時候必須具備審美的態

度與方法來觀看生活中的造形?美感經驗的發生條件與生活場景的屬性有什麼關係呢?

美學人類學家賈克·瑪奎(Jacques Maquet 1917-)在其著作《美感經驗：一位人類學者眼中的視覺藝術》中提到：「輪廓與線條、形狀與色彩、光線與質地—構成物品的形式(form)。在美感上，形式才是重要的部份；我們要尋找刺激並維持觀者整體的、非利害關係的(淡漠的)注意力的原因，就必須由物品的形式下手。」關於美感的形式，他還說：「每件人造物(當然還有每件天然物)都有視覺形式(visual form)，但這個形式看起來不一定具有美感。有些視覺元素所形成的造形，就比其他的造形更能刺激美感知覺，更能讓人產生美感。」



圖 2-1



圖 2-2

#### 四、生活美學與文化新形象

東西方對於自然的體驗方法雖不相同，藝術家從最原始直接的自然物中去尋找感動是一樣的。無論是遠古時代或當代，人類藉由觀察和體驗自然，然後把心理的認同和感受藉由具體的物象表現出來，是文化創造模式中最為普遍的典型。這幾年台灣社會相當重視文化的創意生活，政府和民間都投入許多人力物力來建立文化環境特色和消費機制。這充份顯示人們已漸漸渴望從熟悉的記憶中尋找自我的認同，文化創意的發展正好提供人們一個投射自我感性的領域。

東西方造形領域中，為促進各種造形藝術多元發展而作的努力比比皆是。



圖 2-3



圖 2-4

## 五、學理基礎之探討

### (一)器與物

美國著名的建築精神導師路康(Louis I. Kahn)主張「師法自然」的方向有三：其一，效法自然中動態平衡的性質；其二，效法自然記錄的特性；其三，遵守自然中的物性與本質。材料的物性是雕塑創造的重要元素，古今中外的雕塑大師多半是通曉物性的能人，因此才能將情感意念藉由無生命的物質彰顯出來。布朗庫西曾說過：「我們不能役物，要順物之本性到渾然天成不說自明的境界。」西方雕塑家以運用物性的形式原則來創作，在布朗庫西之後逐漸蔚為風潮。至於東方的雕塑工藝傳統，若從民間美術工藝來看，某些地區性美術工藝的成形其實是來自這個地區特殊的物產資源。充足的原料與材料，使相關工藝事業的發展具備了基礎條件。例如：常見的石雕、木雕、竹藝和陶藝等。在以往交通較為不便的時代裡，「就地取材」就是利用物性來發展文化創意的便利因素。

春秋時代末期(西元前 770-476 年)，齊國人記錄手工業技術的官書《考工記》中記載：「天有時，地有氣，材有美，工有巧，合此四

者，然後可以為良。」說明了工藝加工和天然材料、自然風土的關係是非常密切的。

## (二)空間與意象

法國著名的想像現象學家加斯東·巴舍拉(Gaston Bachelard 1884-1962)在《空間詩學》書中論及「私密的浩瀚感」時曾有過這樣的描述：

在一片平緩的曠野上，面對一個寂靜的世界，人類能夠享受平和與休憩。但是在一個想像世界裡，曠野的景象通常只能製造出最平凡無奇的效果。為了將鮮活還給這些景象，因此提供一種新的意象是必要的。

巴舍拉將想像分成兩個範疇：形式的想像和物質的想像。他關心的重點在於空間原型的物質想像：在物質的意象中，意象已深深地浸潤到存有的深度裡，並同時在當中尋找原始和永恆的向度。關於「意象」，巴舍拉另有一段精彩的表述：

偉大的意象，同時擁有其歷史和前歷史。它們一向是記憶與傳奇的混合體，其結果便是，我們從不曾體驗過任何意象。其實，每一個偉大的意象，都有一種不可測的夢境深度，而個人的過往會為這個夢境深淵添加特別的色彩。



圖 2-5



圖 2-6

### (三)文化與符號

人類的文明發展是一個巨大的工程，誠然我們從歷史的軌跡中不難窺見其中的奧妙，但是對於過度以商業利益主導的活動和建設，現代人已意識到一個嚴重的危機：科技的方便性造成人性的扭曲。舉凡食、衣、住、行各方面的需求，當基本需求滿足之後，人性在追求美感和環境保護等層面上，是否有更多的選擇性或自主性？幾世紀前，藝術的功能是滿足少數擁有權勢財富的人，或者藝術家是為某些特定的理由而創作。現在，民主的思想已經深深影響我們的生活觀和生命價值，藝術家有較大的發展空間可以表現所思、所想、所感。在個人有限的生命中，將情感的發生、體驗和詮釋作為創作的原動力是很自然的。

在文化的養份來源相當多元的時代，如果我們想要發展一種足以代表當地精神的作品，最好的方法就是從歷史的脈絡回溯藝術發生之前的文化狀態，從早期單純樸素的文化特質中找出與現在的風土民情相契合的元素，藉以創造具文化深度感的當代作品。感知時間的延續性和空間的封閉性是人類很重要的生存經驗，文化物件所指涉的內涵若以人的尺度為準則，那麼意識層面的理解和認知比較是表象的東西。反之，那深不可測的神秘境界雖然無法言傳，但透過時空條件的



辯識與定義，呼之欲出的是必須靠專注想像和心神領會才能體會的意境。



圖 2-7



圖 2-8

## 第三章 創作素描

王耀俊

國立屏東科技大學木設系助理教授

### 一、主題的選擇

對設計的初學者來說，如何循序漸進地理解繪圖原理是相當重要的功課。坊間書局所能找到的參考書籍不是敘述太簡要就是解說過於複雜難懂。無論是否具備基本的繪圖能力，筆者認為先行確認自己想要精進的繪圖主題與技能是開始的第一步。以工業設計教育的基礎設計課程精神而論，對於物體外形、結構和質感的掌握與再現應該是必須要有的認識。也就是說，學習素描的初步，必須先理解自己是著重於靜態的物體結構之描繪與表現，與此相關的知識、技巧和態度都必須漸漸以勤於觀察分析與練習的方式來養成。



圖 3-1

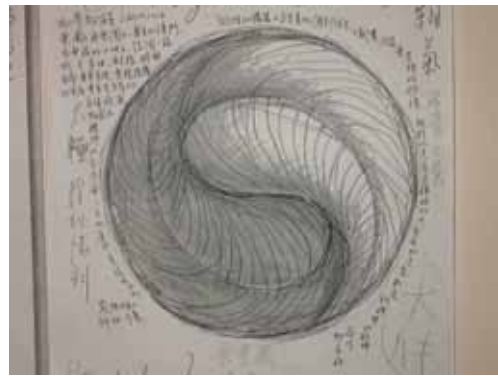


圖 3-2

### 二、描繪對象

著眼於練習的難易程度，描繪對象的選擇可以考慮由簡而繁、由小而大、先單一後群組。課堂實習的方式是依場地的特性來決定描繪對象，較寬敞的空間容許進行描繪的距離和角度都比較有彈性，較狹窄的場地就只能將就以較近的距離來描繪眼前的物體。底下就製圖桌和畫架的繪圖條件

來說明描繪對象的可能性：

	圖片或照片	日常生活物品	室內建物結構	戶外景物
製圖桌	書本、印刷品、影印稿等圖畫範本	蔬果、瓶罐、手工具、小家電等小型物品	門窗、大型傢俱、牆體等室內佈置	
畫架		戶外傢俱、公共設施等大型物品		建築物、花草樹木、光影、天候等環境因素

決定了描繪對象，作畫者須藉由製圖桌或畫架來展開觀察和描繪對象的工作。此時要特別留意畫紙和描繪對象之間，是否保有易於觀察、分析與對照的角度和距離，接下來就可以開始準備繪圖所需的材料和工具了。

## 第四章 雕塑技法

王耀俊

國立屏東科技大學木設系助理教授

### 一、雕塑的定義

關注或被關注都是建立某種關係的前題，雕塑的物質特性經常就扮演此一角色，因此雕塑家會選擇吸引觀者注意力的素材來操作。然而，相對於材料處理的技術過程，作品的主題形式和內容似乎和心理的技巧較有關連。在雕塑作品與觀者的互動對話過程中，觀者是否在關注的同時也能進入冥想的狀態是作品是否成功引發共鳴的條件。

### 二、雕塑的形式與內容

#### (一)自然語法的空間書寫

為藝術而藝術者觀照的是純真內在生命的外顯、追求社會寫實者要求作品的親切性，崇尚理想原型者努力將作品定義為超脫生活現實的路徑。知覺世界的秩序是錯綜複雜的，透過實體的訊息轉化與傳遞，人可以適時適地地拈取生存所需的知識和經驗：譬如人所知覺的物理空間、人所創造的空間、人的尺度或空間的歷史等等。因此，在具歷史感或不具歷史感的空間中所見的雕塑作品，它是眼前的視覺障礙物或者是深具意義的文化物件呢？

在大自然環境中，我們經常面對被眼前的美景吸引而進入冥想狀態的經驗。關注和冥想是由物質世界進入審美活動的重要過程。我在安排作品位置和觀看路徑時，多半會考慮到這個部份的因素。因此，就展場的整體氣氛來說，物件和作品的配置和展場燈光的調節是展現作品整體「特質」的關鍵。作品以懸掛或擺放的方式在展場中形成忽高忽低、有立有臥的景象，此狀態的形成其實和我在溪邊觀看景物的

心情頗有關係。

## (二)借屍還魂的生命風景

詩人李商隱的名言「春蠶到死絲方盡，蠟炬成灰淚始乾。」中的「春蠶」和「蠟炬」，都只是用來比喻詩人心境的元素，此乃心境無法言傳需藉由它物來比擬和述說。透過「借屍還魂」的手法，某些主觀生命經驗將得以在作品與觀者的對話形式中再現和傳遞。然而，主觀生命經驗是什麼呢？在紛紛擾擾的俗世生活中，生命的永恆價值是每個生命體的終極期盼嗎？

我認為文化藝術是以人與土地共生共榮的「集體記憶」為基礎而發展出來的創意活動。生命必須依賴生命始能存活。人類食衣住行育樂文化各方面的需要都是由許多智慧的累積與傳承才能成就。生命從出生開始即必需依賴他人的關懷提攜，及至自己可以獨立思考行動才漸漸進入複雜多變的生命關係網。雕塑的形式是佔據空間的實體，在時空座標中，作品所指涉的是某一個人或某一群人的存在狀態(意義和價值)。透過取樣、分析、轉化、呈現、擴散和沉澱，我認為創作是驅使人類不斷「造物以明志」的動力。

創作是心的狀態透過思維邏輯尋覓關注對象的方法。作品之所以被觀看，是因為它提供瑣碎生活經驗之外一條清晰明澈的「路徑」，路徑上，個人可以暫時脫離真實世界的束縛而進入自我生命價值的詮釋歷程。人與土地的複雜關係之中，因為情感認同而產生的現象和故事是文化創造的重要養份。我們須要努力把環境中有價值的人事物轉化成美的感受，讓平凡且感人的事蹟引導我們創造未來。

### 三、雕塑的方法與技巧

#### (一)勞動、記錄和想像

內在生命與外在世界的連繫靠的是真我的行動：感知、回應、執著、依戀、觀察、想像、對話、模擬、拼湊、創造、詮釋...。現實世界中我們常面對的是可見可評估的人事物，創作行為意圖澄清的卻大都是隱而不察的「東西」。學院的系統思維訓練逐漸成為我分類和規範想法的習慣。在作品製作前，我心理所想的是「表達的動機」和「如何完成」。

為了進行葉子的觀察，我特地種了一些花草，每天觀察和記錄它們的生長變化。通常我會在忙完園藝工作之後，開始以手繪圖稿的方式整理思緒，把勞動過程的觀看和體悟藉由紙筆記錄下來。因此我在工作室中隨時都有大量的速寫稿在手上，圖稿的繪製是幫助我沉澱思緒並且開啟作品形式想像的重要方法。大多數作品我都是有了初步選定的圖稿就直接製作實際的作品，某幾件大型作品的發展，因為考慮到製作的方便性和準確性，我會進一步根據圖稿先發展小模型。

#### (二)材料的選擇

雕塑的創造具物質性，形式的想像須透過特定的材料選擇和技法運用才能完成。相對於石材的雄渾與堅定，紙的效果就比較屬於溫柔與靈巧。我以紙漿和紙材來創作要回溯到我在美國修的 Paper-making 課程，在異國文化中覺得紙的本質契合當時心境，遂開始以紙來塑造飄浮的遊子心情。其中一件作品是將紙漿在廢棄的椅板下鑄出一個臉形(圖 4-3)。泥土和紙同樣具有溫暖的感覺，而且因為生活上的接觸頻繁，容易給人一種親近的自然氣息。回收紙漿直接塑形於木板或鐵絲網，雖是軟質素材，肌理的視覺效果卻可以像石材的粗糙面一般。木材因它的色澤、質感給人一股溫暖親切的感覺，對木雕家而言，是

最自然的材料。各種木材之紋理、色澤不儘相同，材質本身已具視覺美感與語彙，且因其易於雕鑿、切鋸、打磨和拋光，因此在雕刻技法的運用下，可做出許多不同面貌的呈現。

在想法和作法之間，工作室的作品發展是最基本的部份，透過材料的操作及身心的協調專注，作品的形態才能漸漸完成。藉由多樣媒材來創作是基於新形式的挑戰與實驗，當然在作品細節的處理上和單一材質的作品相當不同。譬如「新禧」，這件作品是以普通的夾板切割而成，除了著色和附加局部紙漿肌理是較複雜的處理，製作方法並無獨到之處。倒是如此隨性的未完成感，在正式的展覽中反而有令人放鬆心情、會心一笑的效果。

### (三)技法的運用

#### 1.雕刻：

將較硬的材料(木材或石材)，以切割、雕、刻、鑿或研磨的方式去除不要的部分，留下所要的造型。經過上述各式方法處理後，作品表面會產生各種觸痕和肌理特徵。雕刻是古老的技法，老祖宗有意識地以硬物在軟質石材上所作的刻痕，應該可以算是雕刻的起源。隨著材料、工具和能源的發明與演化，雕刻技術的可能性已經相當精進和完備。從手感加工到雷射加工、從表面淺刻到鏤空雕刻，無論東西方文明都已展現出高度成熟與多元發展的雕刻藝術。



圖 4-1



圖 4-2

## 2. 塑造：

以可塑性大的軟質材料，如黏土、泥土、陶土、或蠟等，在心棒或支架上堆塑造型。製作過程中，可以自由的去除或補塑材料，修改上較不受限制，所以比較容易掌握與控塑造型的細節表現。

塑造的發展一方面源自它立體成型的方便性，一方面則與鑄模術相輔相成而成為金屬工藝的重要基礎工法。中國商朝的青銅器早在數千年前就已完整地展現成熟的塑造與鑄銅技術。隨後，無論是大型鑄件或小巧飾物的創造與量產，塑造工法已具備相當豐富的材料、工具和塑型的知識和經驗。



圖 4-3



圖 4-4

## 3. 構成：

多半是將相同或不同的素材拼湊組合而成一個具體的形式。它與傳統雕和塑的表現非常不同，是比較自由的創作方法，其所完成的作品風貌是蠻多樣化的。

構成法相對是較為自由的材料或物件的組裝與整合，它也因此非常適合在設計的基礎課程中實施。構成法較特殊之處為對於膠合、榫接和扣接方式的研究和試驗。





圖 4-5



圖 4-6

#### (四)符號的象徵

賈克·瑪奎曾為風格下了一個定義：「風格 (style) 是可在一組對象中被感知的特定形式組合。...當某個人一生中創作的所有或大多數藝術品形式，皆具有特定的形式組合時，則會出現個人風格。」雕塑的創造不一定須強調物象的再現和形似，反而可以追求雕塑所能表彰的情感和經驗。當三度空間的實體佔據轉化為二度空間的符號想像時，圖案、形體和表面紋理的整體感是空間中可被感知的特定形式組合。

前面曾經提到，我從自然界中觀察葉形，然後以寫意的手法將葉形轉變成為藝術的語言。其中當然也必須要經過物質的操作階段，才能將隱而不察的心理活動外顯出來。因此，葉形在我的作品中，除了作為表現的主題造形之外，它也是我藉以表達情感的符號。葉形符號的意涵，整體來說，指的是我對人與自然親密關係的體會，個別葉形則呈現我對生命的主觀經驗。



圖 4-7



圖 4-8

### (五)自然形的簡略

布朗庫西說過：「簡約並非藝術的目的，藝術家求簡約勿寧窮事物之理。簡約並不單純，藝術家必需吸取其中的精髓才能明瞭它的珍貴。...所謂真實，不是事物的外形，而是事物的本質。」為了讓內在的個人情感有較大的表現自由，我將自然形的細節省略，只強調有機形的外輪廓、葉脈和葉形的曲面。簡略的葉形在視覺上可以發展的是面和線的元素，葉形的結構強度和呈現的方式大體上是以傳統雕塑的形式原則來處理。我們從過去傳統雕塑中所看到的植物造形，形式上也大都是較具裝飾性的簡略作法。因此，我相當認同布朗庫西的觀點，簡約並非藝術的目的，葉形被單獨作為表現的主體對象之後，情感經驗的表現才是創作葉形作品的真正意圖。

### (六)結構與肌理

完美的理想原型是平凡的生命經驗所渴望的。因為不完美所以追求完美，因為不完整所以致力完整。生活的真實面經常是零亂且不連續的。創作者在面對這些瑣碎的事件經驗時，心裡所想的是創造一個完美的典範或者是一個不完美的真實。當作品逐漸成形，我通常會刻

意留下一些未完成的區塊。如此，我可以在視覺上引導觀者思考及體悟生命的不完美和人性渴望完美的想像。肌理的視、觸覺特性是雕塑的重要特質，它所提供的是人在空間中對物質意象的感受和反省。色調、質感和肌理，是造形結構的一部份，同時也是視覺節奏和韻律的表現基礎。雕塑的生命力之展現，在傳統西方雕塑大都是以量塊的虛實變化與視覺均衡來處理，而我的葉形雕塑則是以形質的搭配來表現色調、質感和肌理等視覺語彙所指涉的心理活動。

## 第五章 編織技法

王耀俊

國立屏東科技大學木設系助理教授

### 一、編織的定義

編織是人類最古老的手工藝之一。許多考古資料顯示人類早在史前時代的數萬年前已懂得用藤、麻、樹皮、動物毛皮等天然纖維材料作為編結網罟、網綁物體及保暖蔽體之用。

編與織是兩種以不同的方式將軟性線材結構起來的方法;其應用技法可被歸類為：編器、織作、染色、刺繡、結藝、縫綴...等。

#### (一)織作(Weaving)

##### 1.梭織

梭織為最古老的紡織技術，在原始手工織布階段，人們將預定好長度之紗線兩端依序結於兩根木棍上，繃緊後再進行編織；縱向的紗稱「經線」，橫向的紗稱「緯線」。

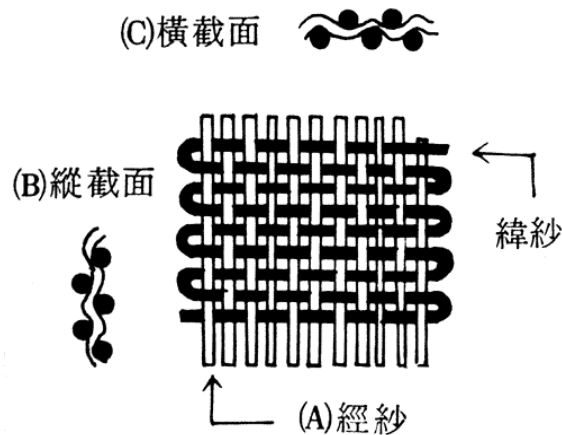


圖 5-1

紡紗最早源自於史前時代以前，當時人類取用動物或植物性纖維，運用雙手搓撚的方式使其抱合成為一連續性無限延伸的紗線，然後再將其織成布，隨著技術的演變，紡紗的方式從手工紡紗桿及

錠子到了紡紗車，直到工業革命時期紡紗機械化，紡紗由手工生產轉變成龐大的工業製造此種原始織造方式古書稱為「手經指掛」，也是梭織機的雛型。

我國最早的梭織機首次被發掘於隸屬東漢時的曹廟鄉皮莊畫像石墓，其《紡織圖》上梭織機的出現為距今六千多年前，已有最早的原始梭織的佐證，也是到目前為止所發現的世界上最早的原始織布工具。原始手工織布方法經歷了漫長的歷史演變後，出現了由原動機件、傳動機件和工作機件三個部分組成的手織機，這種手織機為近代的傳動梭機器進行大工業生產創造了條件。

## 2. 綴織 (Tapestry or Wall hanging)

綴織是指一種製作織錦畫(GOBELIN)的技法，織錦畫表面產生如雕刻般的突起紋路，如同油畫視覺效果的奢華感。織錦畫發源於羅馬時期，興盛於西方中世紀時期，大量用來懸掛於教堂或修道院的祭壇上，或以教堂的興建、國王的到訪、戰爭的勝利、結婚典禮為主題，掛置在城堡、宮殿、教堂等牆面作為裝飾品，成為貴族們的收藏。早期綴織其材料以棉線為經以羊毛為緯，風格華麗莊嚴盛重，強調如繪畫一般寫實，尺寸與建築空間作搭配，手工製作織錦畫耗時且價格昂貴，因此有貴族藝術之稱。綴織的基本組織與梭織中平紋組織相同，皆為一上一下，兩者最大之不同處在於「藏經顯緯」的編織技法，綴織的每支經線均可單一操作，經由捆、繞等之技法，即可使布面之局部呈現立體感，綴織的圖案構圖及色彩之表現全由緯線變化而來，其緯線混色採用並置混合的原理將不同顏色的紗線混合而形成新的顏色。



圖 5-2



圖 5-3



圖 5-4

## (二)編

編與織同樣有經緯交織的結構,但經線為開放狀態。製作時同時移動經和緯並且可以隨時改變方向,多以硬挺材質為主。故較易形塑容器。世界各民族的早期生活容器中,編器佔著重要的地位。



圖 5-5



圖 5-6

使用的質材雖有地域上的差別,主要以草,竹,柳籐,棕,麥桿,玉米皮等為多。運用的技術大約分為平編(wickerwork)斜紋編(plaiting)絞編(twinning)繞(coiling)等,及由此衍生的各種變化編法。

### 1. 平編(wickerwork)

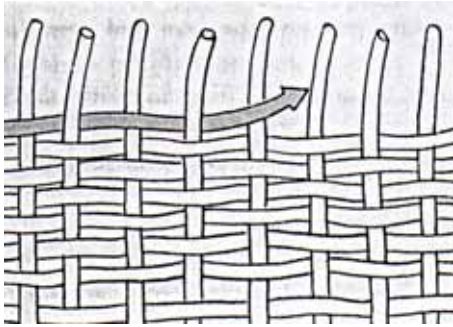


圖 5-7

### 2. 斜紋編(plaiting)

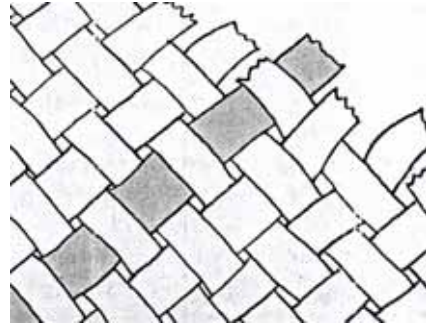
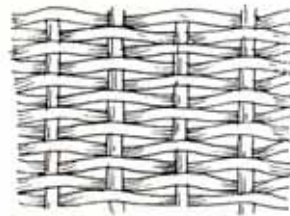
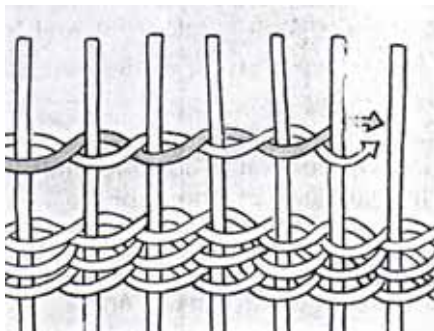
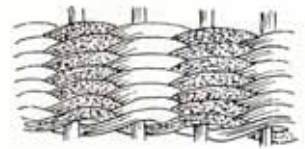
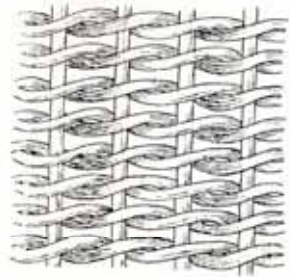


圖 5-8

### 3. 絞編(twining)



Wickerwork



Twining

圖 5-9

#### 4.繞(coiling)

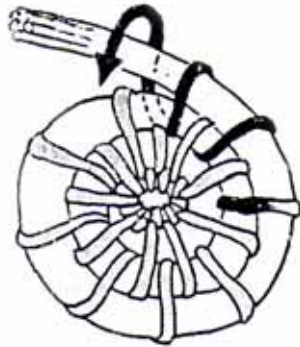


圖 5-10

#### (三)羊毛氈(Felt)

羊毛氈是目前人類歷史記載中最古老的織品形式，可追溯至西元前六千五百年，距今至少八千多年的歷史，屬於非編織而成的織品，比紡織、針織等技術更早被人類所使用。

古代的游牧民族國家，由於羊毛取得十分方便，所以成為游牧民族們最常使用的生活毛料，羊毛這樣的天然材質也逐漸的被發展出地毯、鞋子、衣服等生活用品，而因為逐水草而居的生活習性使然，游牧民族所居住的羊毛氈帳篷，也就是我們熟悉的「蒙古包」，也都是經由手工搓揉而織成的羊毛製品，這樣的羊毛材質有著隔音、防水之功能，並且便於攜帶摺疊及移動。

羊毛氈最早的歷史紀錄可以回溯到至少西元前 6500 年，於土耳其的一處遺址所發現的。在西伯利亞的凍土層中則找到了已高度發展的羊毛氈手工藝品。關於羊毛氈起緣的傳說，許多不同的文化系統中都曾出現，如一般人最熟知的聖經故事--「諾亞方舟」裡也提及羊毛氈。

在近代歷史中，斯堪地納維亞人以及俄國人都使用羊毛氈製作厚靴子，除了看重它的保暖性外，防水的功能也是他們選擇羊毛氈



材質的主因。亞洲的游牧民族如蒙古人

羊毛經過不斷的搓揉，使至毛鱗片互相緊密勾結而纏繞在一起的關係。而最後形成的堅固氈化物，就是所謂的羊毛氈。每當我們看到非洲人的毛髮，便會發現他們的頭髮大多都勾結在一起，它的原理也是因為人的毛髮與羊毛結構組織的毛鱗片相近，所以當其遇溫水「加熱」、「加壓」、「搓揉」等...過程時，毛鱗片便會互相纏繞，使羊毛或毛髮糾結產生氈化。

### 1.特性

- (1)一體成形：羊毛兼具柔軟與強韌的特質，纖維彈性佳，觸感舒服，具有良好的還原性。其纖維結構緊密糾結，不需透過針織、縫製等加工，可完全一體成形。
- (2)保暖性佳：羊毛的保暖性在於羊毛纖維是細而彎曲的結構，可以形成空氣層，阻隔外來冷氣的侵襲，保留體溫不會降低。
- (3)防水性強：羊毛纖維的構造成鱗片重疊狀，如屋頂的瓦片般，能夠吸收濕氣並隔絕水分。是北歐等酷寒區域普遍使用它的因素之一。
- (4)不易燃燒：羊毛具有不易燃燒與不易延燒的特性，可稱為安全纖維。因此羊毛被廣泛使用於飛機、車輛與高級建築物等的裝潢上。
- (5)涼爽抗熱：羊毛纖維能隔絕熱氣。原因是：羊毛纖維適應外面的溫度與溼度，並將之吸收或發散出來。最熟知的例子是阿拉伯人的羊毛袍，白天穿它抗熱，入夜後則靠它保暖，抵禦驟降的氣溫。

### 2.一般羊毛氈在生活上的運用

羊毛氈廣泛的被應用在住宅和工業製程中。例如在空氣清新機中，濾水器，佈告欄，工藝上的運用，服裝和裝飾品，地毯，家電

等等。

### 3.羊毛氈工具

水洗氈



圖 5-11

針氈



圖 5-12

### 4.現況

近幾年台灣逐漸興起一股手工創作的熱潮，早期的古老手工技法漸漸的被加以重視，羊毛氈這項古老的技藝也隨之從被遺忘的文獻中再次崛起，並且在這新的世代開創出一股反璞歸真的自然風潮。

羊毛氈這種技法的起源，是來自古代的遊牧民族國家，由於羊毛取得十分方便，所以成為游牧民族們最常使用的生活材料，並逐漸的發展出地毯、鞋子、衣服等生活用品，因為逐水草而居的生活習性使然，我們熟悉的「蒙古包」，也都是經由手工搓揉而成的羊毛氈製品，它具有隔音、防水，並且便於攜帶摺疊及移動。

## 二、編織的材料

### (一)纖維質材料

#### 1.植物纖維：

自植物莖皮、葉脈、種子中取得纖維素材料，可以加工利用於紡織編結使用目的者而稱之。生產加工製成織線，一般以草棉、苧

麻、亞麻性質機能最佳。黃麻、瓊麻質地粗硬適合製繩索，草類則宜編結容器、袋物等。略可分為草類、竹類、麻類、藤類、假莖類、葉脈類、棉花、鞘皮類、棕櫚類、樹皮類及紙捻等。

## 2.動物纖維：

可以取得利用於紡織品的動物纖維，主要以動物的「獸毛纖維」和蠶繭的「繭絲纖維」為主；因其主要成份由蛋白質構成，又稱蛋白質纖維；獸毛纖維分為一般羊毛、安哥羊毛、馬海羊毛、駝羊毛、兔毛，繭絲纖維分為家蠶絲與野蠶絲。

## 3.礦物纖維：

石棉屬硅酸鹽類礦物纖維，是唯一的天然礦物纖維。

## 4.人造纖維：

人造纖維是由化學品製造出來的，主要包括聚酯纖維，尼龍纖維，亞克力纖維及螺縲纖維等。

## (二)纖維型材料

包括鋼絲、銅線、鋁線等金屬線材及塑膠、釣魚線等等...非纖維質線型材料。

## 三、編織構想的開發

### (一)編織畫

#### 1.材料：

碎布，任何種類線材，剪刀，長約 40cm，寬約 4cm 的木條四根，釘槍，厚紙板 8 開一張，梳子或叉子，髮夾或布袋針。

#### 2.課程內容：

(1)顯緯密度計算方法

(2)綴織基本技法

### (3)起絨之立體技法

## 3.製作步驟

- (1)自製簡易畫框，以木條釘製成長方形或正方形的框。
- (2)纏繞經線，在木框上刻畫出等距的刻度，再將具有韌性的線平均纏繞於上，稱之為經線。
- (3)分平織上下，將纏繞好的經線平均分出 1，2，再以尺或硬紙板分開。
- (4)以八字纏繞底部，以八字纏繞法製作整幅編織畫的底部，並可避免織作的線滑落。
- (5)準備草圖，繪製與纏繞經線等大小的草圖，並放置在經線下方，以麥克筆描繪輪廓於經線上。
- (6)織作，將各色的緯線穿入針或髮夾，依照設計的圖形織作於經線上。

## (二)綴織作品圖示與解說

### 1.技法介紹：

#### (1)交錯法

利用二支以上不同深淺顏色的緯紗或對比較強烈的的色紗交叉編織，做出漸層效果及渲染效果的流動感。

#### (2)山形法

先利用交錯法來回重覆編織，但此法以小區域來回編織形成一個小山丘，接著將小山丘填平後再製作另一個小山丘並填平，重覆織作使布面紋路有上下起伏的波動性。

#### (3)繞線法

選定一種色紗多次重覆編織一支經線，或與其他顏色相互交錯，但必須小心避免經線與經線間隔過大。

#### (4)縫合法

利用二支以上緯紗左右交縫，一般用於較陡直之畫面，此法需將畫面使用之所有緯紗維持同高度向上編織，避免因張力不均而變形。

#### (5)打結法

緯線編織時在經線或局部打結，可表現突起的肌理，形成較厚實膨脹的質感，另一方式是利用打結法編織緯線，以帶狀而立體的造型呈現於布樣表面。

#### (6)縷空法

局部不使用緯線，直接呈現經線線條排列的效果，搭配設計縷空的形狀，使布面疏密對比。

#### (7)跨織法

此法有兩種方式，一為固定長度將緯線橫跨經線交織，呈現整齊的線條交疊，另一為不定長度橫跨經線交織，線條交疊並交錯，形成較膨鬆的質感。

#### (8)加縫法

適用於織作完成的布面，利用針線將欲強調處縫上線條或花樣，使布面呈現層次變化



圖 5-13



圖 5-14



圖 5-15

### (三)羊毛氈(Feltmaking)

羊毛氈是一種不用機器設備織成的布。他是利用羊毛遇水加壓後縮水「氈化」的原理製成。

羊毛纖維從高倍顯微鏡下，可看出無數的鱗片組織，這些組織遇水加壓時會張開，不斷的增加壓羊毛會緊密的結合，形成堅固的氈化物。

#### 1.材料

羊毛、羊毛、六角網、針線、抹布、氣泡布、針氈工具。

#### 2.課程內容

- (1)羊毛氈平面技法
- (2)立體技法
- (3)針氈技法

### 3.做法圖示與作品

#### (1)水洗氈示範



圖 5-16



圖 5-17

## (2) 針氈示範



圖 5-18

## (四) 立體編 (Plaiting, Coiling)

### 1. 編

材料有地域的差別，通常使用草類,竹,藤,柳條,月桃葉...以當地容易取得之材料為主。

### 2. 繞

材料以可撓度高者為佳例如：布條,塑膠線材,打包線,藺草...。



### 3.課程內容

#### (1)平編

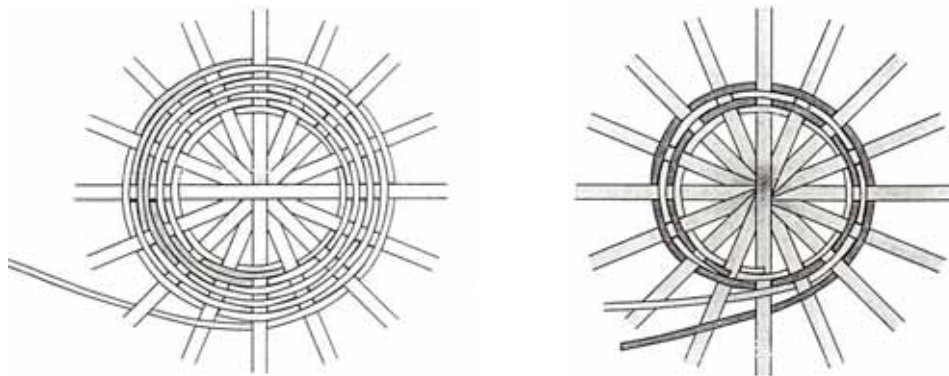


圖 5-19

#### (2)斜紋編

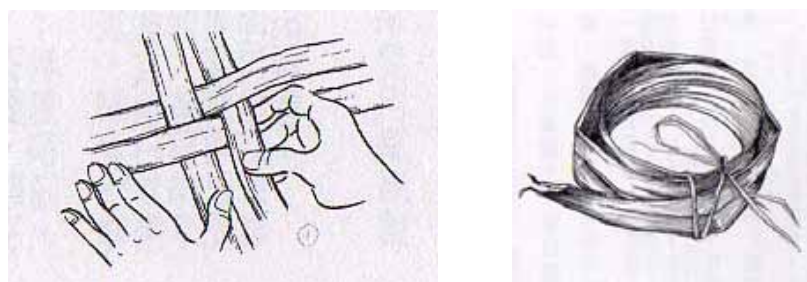


圖 5-20

### (3) 絞編

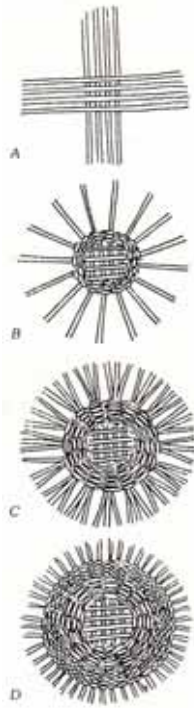


圖 5-21

### (4) 纏繞

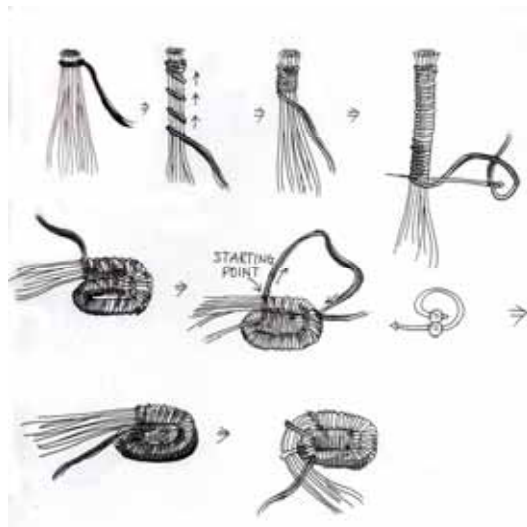


圖 5-22

#### 4.完成示意圖



圖 5-23

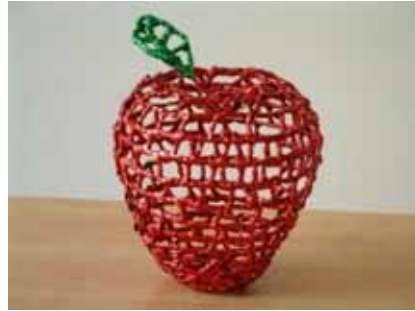


圖 5-24



圖 5-25




## 第陸章 手工具的認識

黃俊傑

國立屏東科技大學木設系副教授

### 一、工具介紹：

古云：「工欲善其事，必先利其器」，說明了工具的重要性，為了將工藝之精美徹底表現出來，發明了各種各樣的特殊工具，因此在此做一整理，如表示：

工具表		
名稱	照片	說明
長角尺		長角尺可用來測量平面及直角，劃垂直線、定對角線等，有長短兩臂，互交成直角，上面有公制及台制之刻度，通常有不銹鋼與鋼製兩種，因可彎下曲劃弧線又稱曲尺。
短角尺		短角尺又稱直角規，是用來測量直角，平面或劃垂直線等。分成尺葉和柄(尺樑)兩部份，互成直角，尺葉通常用鋼製，長 100-200mm 不等，上面有刻度，柄(尺樑)有的用金屬製，有的用木製。因為比曲尺小，適合用於精密度高及細巧的工作。
45 度角尺		45 度角尺或稱 45 度角規，是用來測量 45 度角或劃 45 度角直線用，分作尺葉和柄，尺葉與柄均成稜形，夾角成 45 度，尺葉通常用鋼製，長 180 - 300mm 不等，柄有用金屬製，亦有木製。

自由角尺		<p>自由角尺：或稱自由角規可調整成任何角度，作為量測角度及劃各種角度斜線用。由尺葉和柄組成，尺葉為鋼片製成，柄為木製或鋼製，尺葉嵌於柄中間，用螺絲及螺帽栓緊。使用時，放鬆螺帽，即可移動尺葉，調至所需角度固定之。</p>
劃線規		<p>劃線規又稱劃線刀，用以劃平行於木材邊緣的線，分為橫樑和導塊兩部份，橫樑一端裝有小刀片，為劃線用。翼形螺絲用以固定橫樑伸出距離，使用時旋鬆翼形螺絲，將橫樑調節至所需長度，旋緊螺絲即可。</p>
木框鋸		<p>俗稱台灣鋸或框鋸，可分為橫斷與縱斷二種。</p>
雙面鋸		<p>又稱日本鋸，鋸子二面具有縱開及橫斷二種鋸齒，一鋸二用十分便利；其係拉鋸的一種，故在拉鋸時用力，推回時應力道放輕、平穩推回才不至使鋸片彎壞；規格以鋸身長度及單位齒數(齒/25.4mm)表示。</p>
夾背鋸		<p>鋸身薄、鋸齒細且排列密，所以鋸割面較精整，專用於尺寸較精細之加工(如鋸切榫頭)。</p>

<p>長鉋</p>		<p>又稱長平鉋，一般鉋身長度都在一尺以上，可作為粗鉋用。因為毛料面鋸紋是粗糙的，可利用粗鉋削下較厚的鉋屑。另外長鉋亦可調整用來鉋修木板拼縫之工作，因其鉋身長，較能鉋出平直接縫面。</p>
<p>中鉋</p>		<p>又稱中平鉋，利用粗鉋將材料鉋成大體平直之後，再由中鉋鉋削。中鉋的刀口露出誘導面比粗鉋小，因此鉋出之鉋屑也較薄，使木材面達到比較平直光滑的程度。</p>
<p>短鉋</p>		<p>又稱短平鉋，鉋身長度不超過五寸。常用在中鉋鉋過之後，各組件組合之前或完成後，使用短鉋來鉋削，故又稱細鉋，細鉋以推式較佳。</p>
<p>小鉋</p>		<p>鉋身特別短，用於組合後的修飾或用其他鉋刀不易鉋削的地方，使用小鉋較方便鉋削。</p>
<p>內圓鉋</p>		<p>內圓鉋鉋底成圓弧凹入，鉋刀之刀口亦與底面一致，呈凹弧形，與平鉋不同者，即無把手，鉋身窄，功用在鉋削圓邊或圓柱。規格有 2、3、4、5、6、8 分及 1、1.2 寸等。</p>

外圓鉋		<p>鉋底成圓弧凸出，鉋刀之刀口亦與底面一致，呈凸出弧形，其他與內圓鉋同。功用在鉋削圓筒內面或圓溝等。</p>
滾鉋		<p>滾鉋又稱牛角鉋、香蕉鉋，屬彎鉋的一種，專用來鉋削曲面，其鉋台輕小，底面略成弓形。鉋刀形狀亦是經過特別設計，薄長而且鋒利，刀口的斜度極小。</p>
中邊鉋		<p>大木作或細木作鉋槽用，鉋刀片前之割刀為切割木理用，使用時應注意鉋身要拿垂直，並將鉋身抵緊鉋材。</p>
嵌槽鉋		<p>用於鉋溝，尺寸由 1 分至 6 分，1 分及 1 分半之凸緣導條皆由金屬製作，鉋刀片前之割刀為切割木理用。</p>
桶底鉋		<p>製做木桶時鉋取桶身底槽，使其平整便於底板嵌入。</p>

<p>南京鉋</p>		<p>屬彎鉋的一種，專用來鉋削曲面，其鉋台較寬，底面略成弓形。鉋刀與一般小鉋刀片相同，常應用於彎曲門窗曲度整修鉋削。</p>
<p>鑿子(打鑿)</p>		<p>鑿子用途廣，種類多，一般常用於修平、挖削工作物及鑿削榫頭、榫孔等。常用鑿子有平鑿及圓鑿，按機能分有打鑿；其規格以刃口之寬度表示，如以台分為單位有1分、2分、3分、4分、5分、6分、8分及一寸等規格。</p>
<p>修鑿</p>		<p>修鑿；其規格以刃口之寬度表示，如以台分為單位有1分、2分、3分、4分、5分、6分、8分及一寸等規格。</p>
<p>弓形鑽</p>		<p>弓形鑽以手搖轉動鑽頭使鑽頭前端之螺旋鑽尖旋入木理中而達到取孔之目的，以鑽取較大孔徑為主。</p>
<p>手搖鑽</p>		<p>手搖鑽因其穩定性佳，以鑽取較精細與小孔徑之孔穴為目的。</p>
<p>桿形夾 (框形夾)</p>		<p>又名台灣夾，一般有2尺、3尺、4尺等，亦有5寸至9寸的小型桿形夾，其夾合深度較淺，旋轉螺桿較細小，適合應用於一般受力較小之工作。</p>



快速夾		<p>又名碳鋼夾、F型夾，其夾合深度較淺，旋轉螺桿較粗，適合應用於一般受力較小之工作。</p>
-----	---	---

鑿刀的種類很多，一般較常用的有平鑿、圓鑿及斜口鑿等。其中平鑿又可區分為打鑿與修鑿(鏟鑿)本單元以介紹平鑿的修磨為主。

## 二、工具研磨：

工欲善其事必先利其器。鈍化的刀刀不但無法做出正確、美觀的成品，而且容易發生意外傷害。磨利工具雖耽擱時間，然而製作較為精良，效率增加，可獲得數倍於所耽擱時間之利益。故初學者必須學會如何將鉋刀依正確的研磨與修正方法，將鉋刀研磨銳利。

### (一)磨石的種類：

磨銳工具主要是靠磨石，磨石的種類繁多，按其粗細大概分成粗、細及最細三種；如以原料來分，可分為天然與人造磨石兩種。天然磨石是直接由礦石中磨琢而成，人造磨石是將礦石再加工而成的，故具有耐磨性，不易破裂及組織均勻等特性。

#### 1.天然磨石：

(1)粗石(粗磨石)：淺灰色，顆粒粗糙，是磨石中最粗的一種。

(2)青石(中磨石)：深灰色、質較細，是木工中較常用之磨石，用於鉋，鑿等工具之中研磨工作。

(3)細石(細磨石)：乳白色，質細精緻，且較耐磨，用於精磨鉋、鑿等工具之最後研磨工作。此種磨石價格昂貴，故用時應小心珍惜。

## 2.人造磨石：

(1)金剛石：灰黑色，質硬，表面粗糙，專用於磨銳工具毛胚之用，效率比天然磨石之粗石高出數倍。除效率高外，質硬耐用亦為其優點。

(2)油石：赭黃色，表面平滑，質細密，為一種最細之碎石粉結合體，專門作磨銳精密工具用，磨時最好用機油以作潤滑，亦可加水磨之，而油石粗細程度的區分是以其磨料粒號度為標準。

### (二)磨石粗細與刀口的關係：

不同粗細之磨石所磨出之刀口在放大鏡下亦不同，如圖 6-1 所示為粗磨石研磨之刀口非一直線而成粗凹凸線。經中磨石(青石)研磨後如圖 6-2 之刀口成一細凹凸線，再經細磨石研磨後如圖 6-3，即成一直線，此時刀口方算真正銳利，因此研磨時定要按順序。

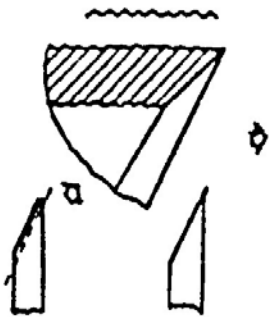


圖 6-1 粗磨石研磨

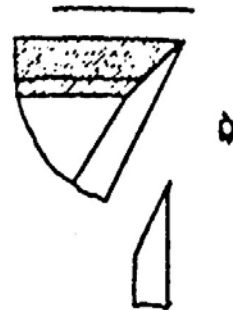


圖 6-2 中磨石研磨

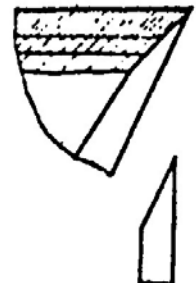


圖 6-3 細磨石研磨

### (三)磨石的整修：

一般新的磨石其表面皆很平整，無需整修，唯使用過的磨石因長時間或不當的使用，常有凹陷的情形產生，如此就必須整修才能將鉋刀片磨平整。整修時先用直尺由縱向及橫向測量是否凹陷，如有凹陷可找一處較平整的水泥地上加水推磨，直到快平坦時再用相同粗細的磨石加水互相研磨，使磨石平整為止。為了預防磨刀時，

磨石的邊角碰傷手指，可如圖 6-4 所示，將磨石的銳角消除。

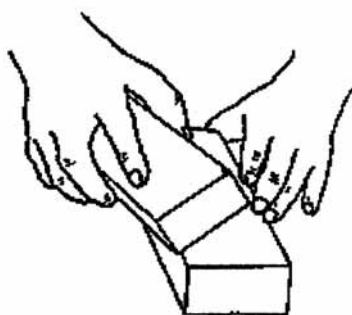


圖 6-4 消除磨石銳角

### 三、鑿削工具研磨：

#### (一)平鑿的各部名稱與材質：

平鑿的各部名稱如圖 6-5 所示，由頭、頸、套把、手柄、鐵環等部份所構成，製作鑿身所用的材料，一般是以軟鋼再附上一層比鉋刀刃稍硬的高碳鋼或高速鋼鍛接在一起，如圖 6-6 所示，而鑿子的規格是以刃口的寬度來表示。

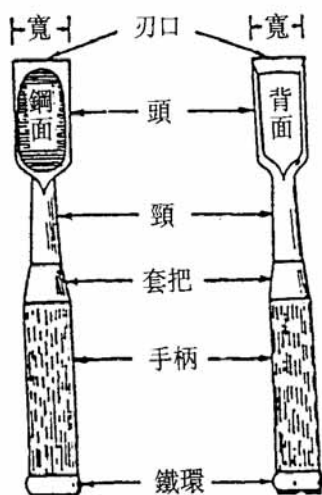


圖 6-5 鑿刀的各部名稱

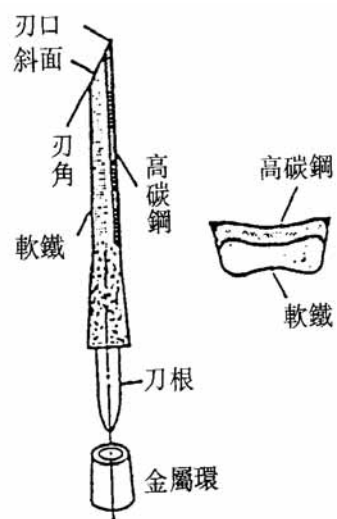


圖 6-6 鑿身的材質

## (二)平鑿的種類與刃角：

### 1.打鑿

(1)寬鑿：寬鑿其頭短而寬且厚，但頸、柄都短，如圖 6-7 所示，用以鑿寬而淺的榫孔，或用深鑿加工後的榫孔用以削修孔壁，刃角的角度約成  $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。柄用硬木製作，頂端裝一鐵環，因頂端受錘打擊容易崩裂，必須裝鐵環加以強化，但頂的直徑要比鐵環的內徑稍大，使鐵環啣入木材中可以嵌牢。

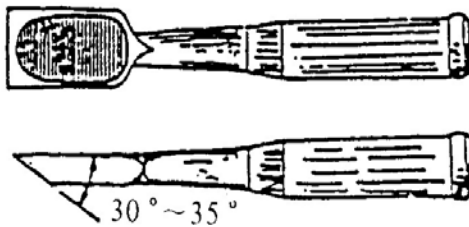


圖 6-7 寬鑿刃角

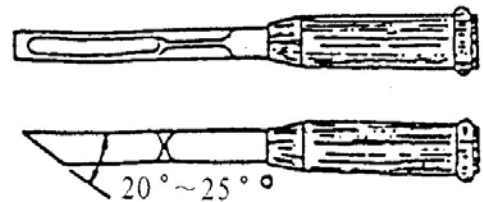


圖 6-8 窄鑿刃角

(2)窄鑿：窄鑿又稱孔鑿，刃口約在 15mm(5 分) 以下，是鑿切木材或榫孔等用途較廣的的工具。頭與頸長，刃較厚以加強其堅固的程度，刃角約為  $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，如圖 6-8 所示，適於鑿深而窄的孔。如果用以鑿硬木材可作兩段研磨，把刀刃磨成  $40^{\circ}$  如圖 6-9 所示，柄與寬鑿的構造相同。

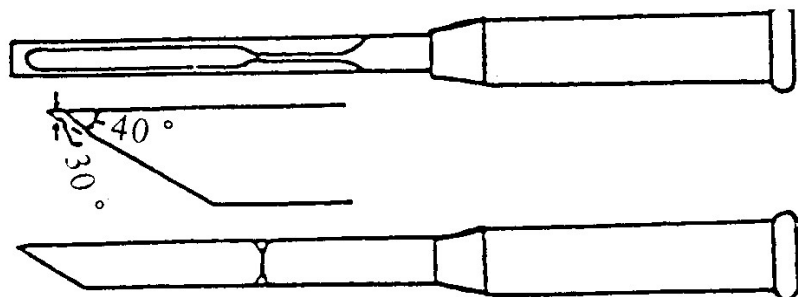


圖 6-9 窄鑿刃角兩段研磨

### (三)修鑿(鏟鑿)

1.修鑿：用以鑿修鉋削困難處，如圖 6-10 所示的地方。使用此種鑿刀鑿修時並不需要太大力量，所以鑿頭薄，刃角約為  $20^{\circ}$  ~  $25^{\circ}$ ，如圖 6-11 所示。

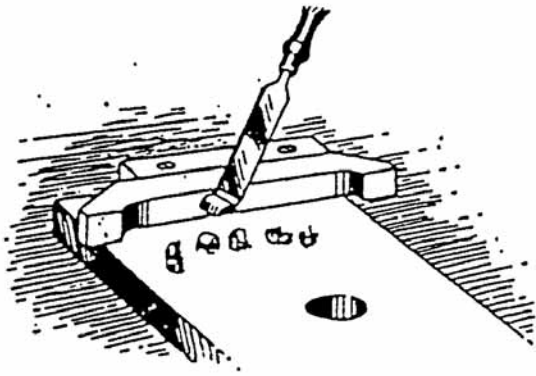


圖 6-1 薄鑿應用的地方

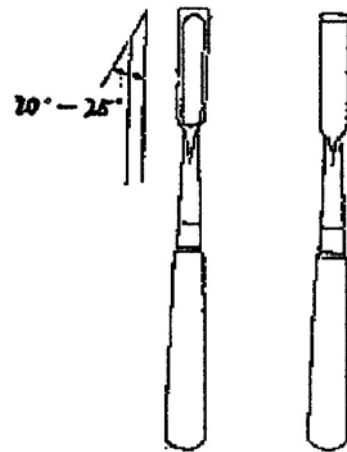


圖 6-11 薄鑿刃角

2.斜邊鑿：斜邊鑿如圖 6-12 所示，屬修鑿之一種，柄用塑膠製成是一種只適於手操作而不宜用木鎚或鐵鎚敲打的工具，歐美的鑿刀，除手柄外，一般整支都用同一種鋼料製成。斜邊的作用是有助於順利的切削。

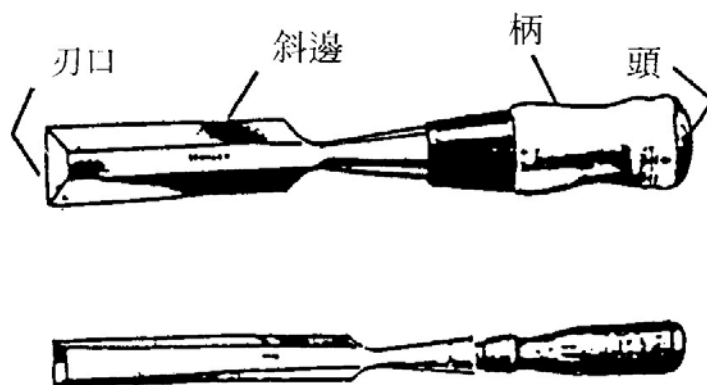


圖 6-12 斜邊鑿

#### (四)平鑿修磨與刀角的判斷方法：

鑿刃比鉋刃窄所以研磨比較困難，研磨時必須使刀口斜面與磨石面確實接觸貼實，手腕不動使兩臂前後動研磨之，如圖 6-13 所示的正確方式與平直斜面。如果手腕搖動則易使鑿頭搖晃，將造成如圖 6-14 中的不正確方式所磨出之不平直而成圓刃。

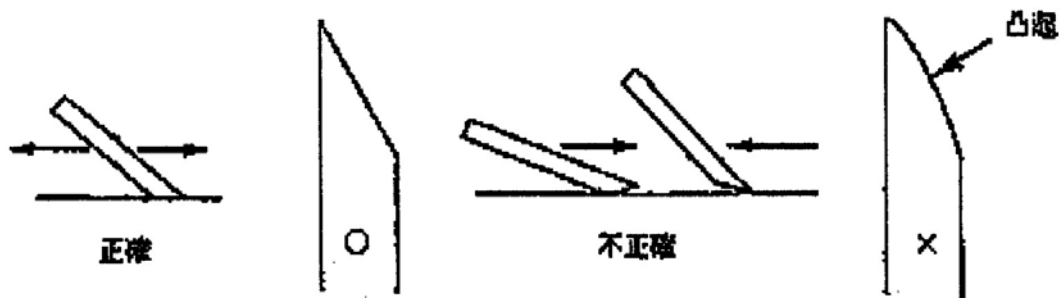


圖 6-13 正確推動方式與斜面 圖 6-14 不正確推動方式與圓刃

另外所加之壓力必須平均，不可使一邊或二邊的刀口磨歪斜，刀口須平直並成直角，圖 6-15 所示為標準與不標準的刀口。磨石的使用順序由粗磨石、中磨石到細磨石研磨，然後磨鋼面。磨鋼面與磨刀刀斜面相同，磨時仍然要注意鋼面與磨石貼實不可搖晃，不可提高。一把好用的鑿刀必須有平整的鋼面及平直鋒利的刀口，否則無法發揮其切削效果。特別窄的 3mm(1 分)鑿或 6mm(2 分)鑿，研磨刀面時可按圖 6-16 所示之方向研磨，以免用力不均而磨成斜刃。

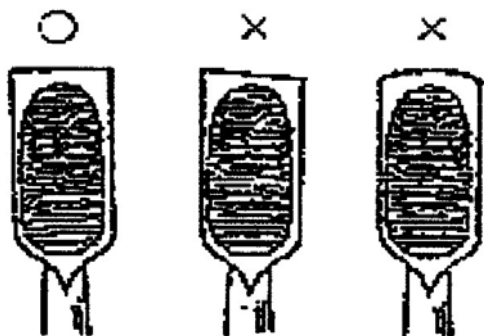


圖 6-15 標準與不標準的刀口

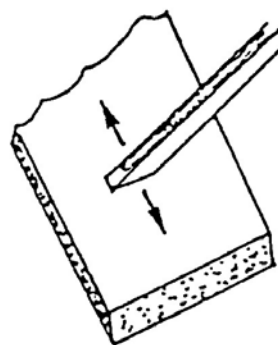


圖 6-16 特別窄鑿的研磨

刃角的大小以刃面之長度為鑿身厚度的二倍，則約為  $30^\circ$  左右，二倍半則為  $25^\circ$  左右，如圖 6-17 所示。

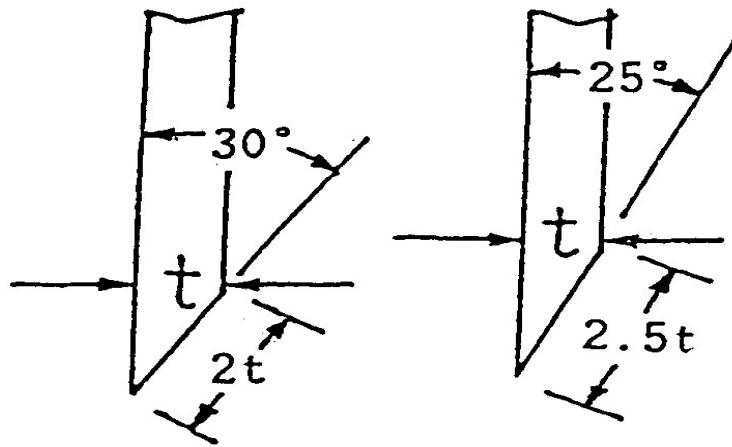


圖 6-17 鑿刀刀角的判斷

#### (五)平鑿鋼面的整修：

平鑿鋼面如不正或無鋼面的情形產生時，可按照 PCF0305「鉋削刀具的研磨」單元的鉋刀鋼面整修的方法整修。一般而言鑿刀的鋼面比鉋刀刀片的鋼面多一些也沒關係。

#### (六)圓鑿的研磨：

圓鑿的構造和性能與平鑿相同，刃口呈半圓形，大小依用途而定，用以鑿穿及修削圓孔、圓弧及圓溝，刃角約為  $25^\circ$  左右。圓鑿的研磨，內面須用圓邊的磨石，如圖 6-18 所示。如有缺口，則先用粗石研磨，再用細石研磨。



圖 6-18 圓邊磨石使用方法

(七)鑿刀的研磨步驟 (平鑿)：

- 1.先檢視刀口有無缺口或變形、偏斜，若有須先用粗磨石或砂輪機將刀口修整平直，並成直角。
- 2.將中磨石放穩定，洗淨磨石面，並潤濕之。
- 3.和研磨鉋刀一樣，站在磨石的正面左腳稍向前、右腳稍向後。
- 4.寬鑿按圖 6-19，以右手握柄並以拇指及食指捏住鑿頸，以左手或左手的食指與中指壓住鋼面，使斜面切實貼緊磨石面。如為窄鑿可按圖 6-20 的方式，右手握柄，以左手食指及中指壓在鑿子的鋼面上。

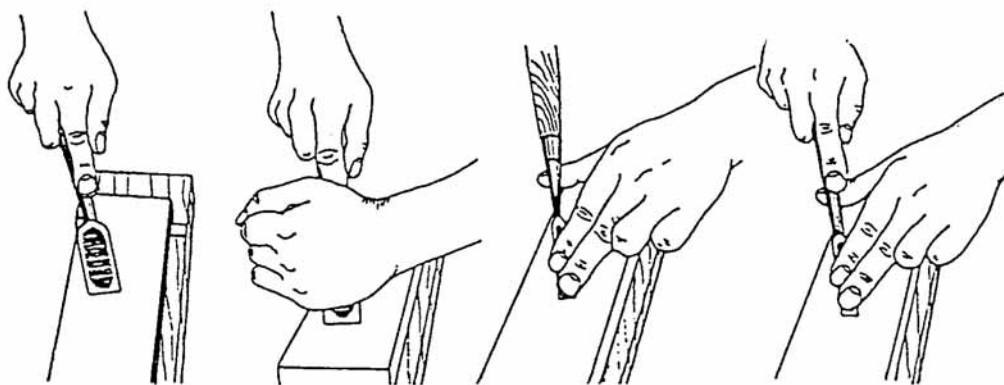


圖 6-19 寬鑿研磨握法

圖 6-20 窄鑿研磨握法



- 5.使刃口與磨石中心線成一傾斜度，身體微微向前傾，研磨時持穩鑿刀，手腕與手臂固定成一定的鑿刀角度，然後手腕不動使兩臂前後動來研磨之，必免手腕搖動，磨出圓刃。
- 6.為了避免把磨石表面磨凹陷，在研磨時要常常移動更換位置，並且儘量在磨石的兩頭研磨，以前進七分力，回三分力研磨，推動的長度大約是鑿子寬度的三倍左右，另為了提高研磨效果，可在磨石面上存積少量的泥漿。若磨較窄的鑿刀時為避免磨石凹陷，可用磨石側面研磨。
- 7.保持正確角度，同時注意刃口必須保持平直，均勻研磨至用手指觸摸鋼面有曲捲產生為止，如圖 6-21、6-22 所示。

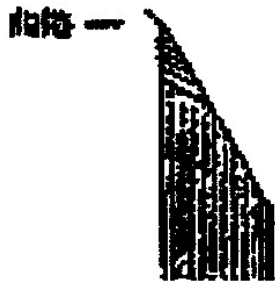


圖 6-21 刃口曲捲

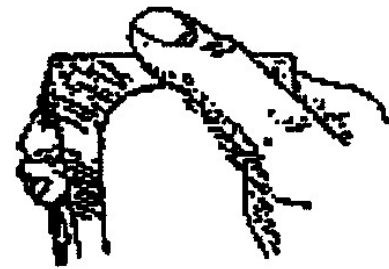


圖 6-22 觸摸鋼面判斷有無曲捲

- 8.使用細磨石來研磨鋼面上刀刃曲捲的部份，研磨時將鑿刀橫放在磨石上如圖 6-24，刀刃約在磨石的中心，以左手食指、中指從上方壓著，使鋼面密貼磨石，要領和鉋刀刀片研磨相同，來回磨幾下，只要曲捲消失就不必多研磨。

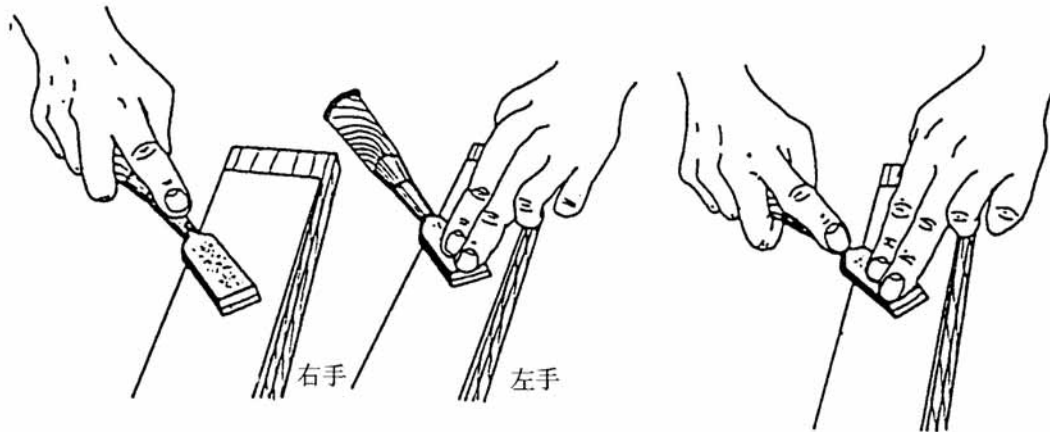


圖 6-24 平鑿鋼面的研磨

9. 在細刀石面上以 7~8 次斜面研磨對 2~3 次鋼面研磨的比例磨到斜面光亮為止。
10. 磨完後，必須用布擦拭乾淨並上一點油，以防止生銹。

#### (八)檢驗鑿刀是否鋒利的方法：

1. 用眼睛向有光線的地方對著刀口看去，如看出有一條很細的黑線就表示鋒利，若看到的是細白線就是尚未鋒利。
2. 用拇指輕摸刀口，如有粗刮的感覺即屬鋒利。
3. 將刀口朝下輕放於指甲上，如刀口鋒利則輕微的割入指甲中，如不利則將滑過指甲而不能割入。
4. 以鑿刀試割紙張或軟材類木材，視其切削是否順利。

#### 四、砂輪機使用方法：

若刀口因磨損而過度鈍化，或刀口有缺口經修正後，先用砂輪機研磨，然後再用磨石按前法研磨。(注意：初學者未經教師指導砂輪機的使用方法前，嚴禁使用砂輪機，以免發生危險。)

### (一)使用方法：

- 1.砂輪機上有的附有導板，可將待磨的刀具架放於上，使用時只需將此附件調整成需要的角度即可研磨，若無此設備，則用拇指及食指穩定握持刀具，往復與砂輪磨其斜面，直至全部將要銳利為止。
- 2.刀口放置的方向要與砂輪轉動的方向相反，即砂輪面進行的方向是朝向刀口，而非離去刀口，如圖 6-25 所示。

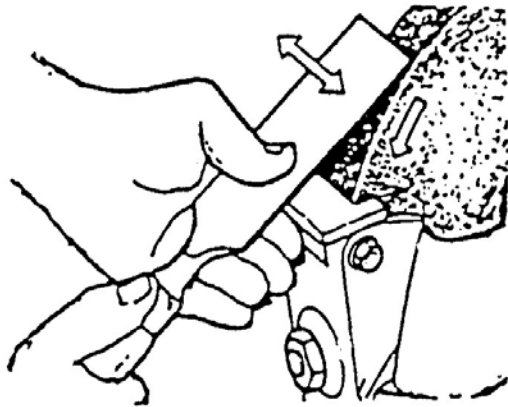


圖 6-25 砂輪研磨方向



圖 6-26 砂輪磨過的形狀

- 3.用比較粗或中粗的砂輪做粗磨，再用較細的砂輪將第一次的粗紋磨除。注意砂輪不可用慢轉速及大壓力，如此很可能使刀口因過熱而退火。
- 4.只要足夠壓力，以維持斜口始終與砂輪接觸，並繼續產生磨削作用為原則，不可使用過大壓力，以致刀口過熱發藍，發藍即由溫度升高使鐵質氧化表面變為藍色，因為這一層已經退火而失去其硬度，無法維持其鋒利性，故需特別注意。砂輪研磨過程若感覺溫度升高，需時常將其浸入水中冷卻，以免發藍退火。磨好之斜口，形狀成曲面式，如圖 6-26。
- 5.砂輪如有污物填塞或變形，可用石虎(金剛石)或修整器修整，使砂輪清潔平坦，以利研磨。

6.正常情況下，經砂輪研磨一次，中間可用磨石研磨十至十二次，而非每次都用砂輪研磨。

## (二)安全注意事項：

- 1.傳遞鑿刀時，應將刀柄，朝向對方。
- 2.不要將鑿刀放置在水槽邊，以防掉落傷到腳部。
- 3.兩人以上一起磨刀時，為必免傷到別人，不要握持鑿刀去沾水。
- 4.磨好的鑿刀要將泥漿洗淨再擦乾，並上點油防鏽。
- 5.刀具研磨完成後，應將磨石整平收好，以便下次使用，養成良好的工作習慣。
- 6.使用砂輪機磨刀時，應戴安全眼鏡。

## 五、鉋削工具研磨

### (一)鉋刀片的材質：

鉋刀片的材質一般都使用軟鐵附上一層高碳鋼居多。如圖 6-27 也有附上高速鋼的。附上此層高碳鋼或高速鋼的面，我們稱之為鋼面。

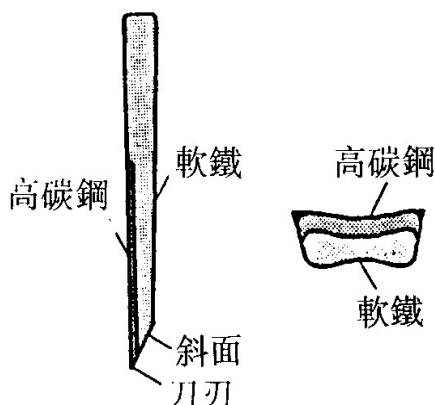


圖 6-27 鉋刀片的材質

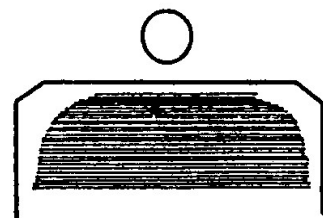


圖 6-28 完整的刃口

## (二) 刀口的修整：

刀口(如圖 6-28)有缺口或不平直時，須將鉋刀片斜立約 85 度(如圖 6-29)於金鋼石或油石上(磨石必須整平)研磨平直至無缺口，若是缺口太大，可先使用砂輪機修整，再用油石或青石研磨斜面，最後用細石精磨至使刀口銳利且光滑。

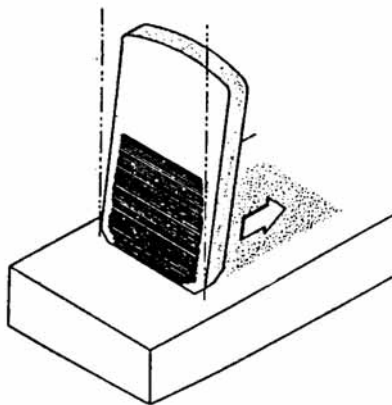


圖 6-29 刀口的修整

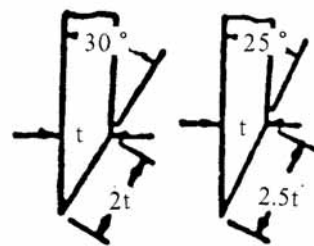


圖 6-30 刀角的目測法

## (三) 刀角的目測法：

刀角通常為  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，此正確角度若以目測實屬困難，可按圖 30 所示之方法來判斷刀角，即斜口之斜面寬為刀身厚度 (t) 之二倍時約為  $30^{\circ}$ ，2.5 倍時刀角約為  $25^{\circ}$ 。一般用於鉋軟材的刀角約為  $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$  左右，用於鉋中硬材的刀口約為  $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$  左右，用於鉋硬材的約為  $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$  左右。

## (四) 壓鐵(刀墊)的研磨：

研磨壓鐵之鋼面與研磨鉋刀之鋼面方法相同，使用鋼鐵板或油磨石研磨，使其與鉋刀之鋼面能密貼吻合，壓鐵之刀角普通鉋(粗、中鉋)為  $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$  細鉋為  $40^{\circ}$ ，刀口磨後再將角度提高研磨，使斜口成兩斜面，前面斜面之寬，粗鉋為 0.6 公厘(mm) 細鉋為 0.3mm。調

整鉋刀時，壓鐵與刀口的距離粗鉋為 0.6~1mm，細鉋為 0.3mm，如圖 6-31。

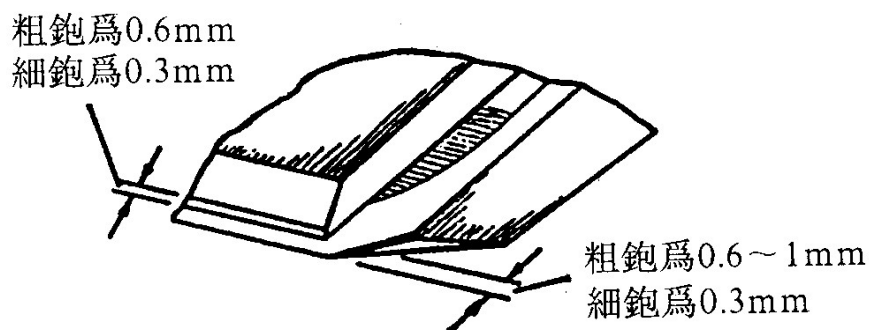


圖 6-31 壓鐵與刀口的距離

#### (五)鉋刀片的研磨步驟 (平口鉋)：

- 1.將中磨石(青石或油石)放穩定，洗淨磨石面，並潤濕之。
- 2.右手握住鉋刀之兩側，如圖 6-32 所示。左手之手指壓放鋼面上之中央，如圖 6-33 所示。

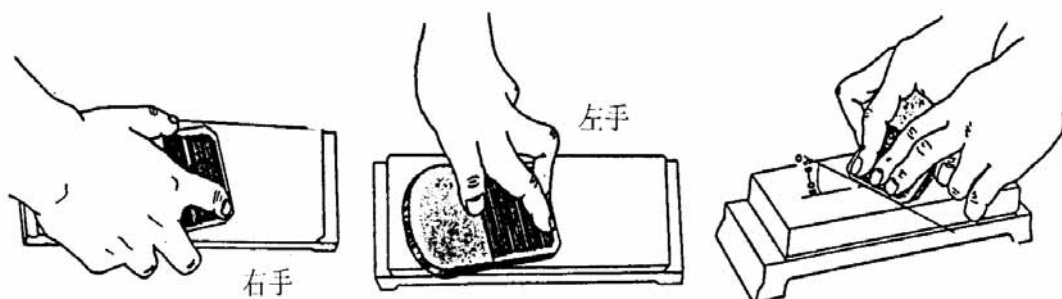


圖 6-32 右手握兩側 圖 6-33 左手壓鋼面上 圖 6-34 成一傾斜度研磨

- 3.使刀口與磨石中心線成一傾斜度，如圖 6-34 所示。前進七分力，回三分力研磨。為避免磨石凹陷，可採用在磨石面上作 8 字形移動的研磨方法，或是在磨石之前後左右都要均勻研磨，以保持磨石平整。

4. 研磨時必需持穩刀片，使斜面全部與磨石接觸，雙手並用，往前推時，身體微微向前傾，拉回時不必用刀。如果手腕關節不動，從肩部的推動力貫入研磨面，比較穩定。肘關節可以動，但雙臂盡量不要張開。

5. 前半段的研磨要有充足的水，到了後半段要留下泥漿來研磨，才能使刃口磨得快且鋒利。研磨時可常調換研磨部位，平均消耗磨石面，以免局部凹陷。一直磨到刀刃從右到左有均勻微量的曲捲毛邊為止，如圖 6-35。可如圖 6-36 所示，用手指觸摸鋼面來判斷有無曲捲。

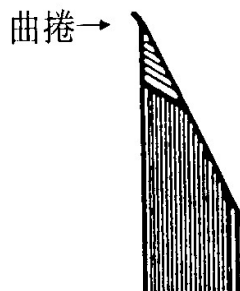


圖 6-35 刃口曲捲

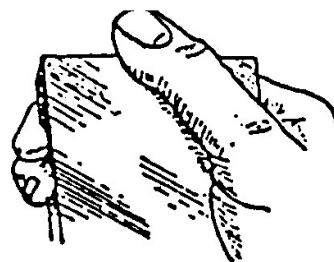


圖 6-36 觸摸鋼面判斷有無曲捲

6. 使用細磨石來修磨鋼面上刀刃曲捲的部份，修磨時將刀片橫放在磨石上成直角如圖 6-37，刀刃約在磨石的中心，使鋼面密貼磨石。左手食指、中指從上方壓著，來回磨幾下。只要曲捲消失就不必多研磨。

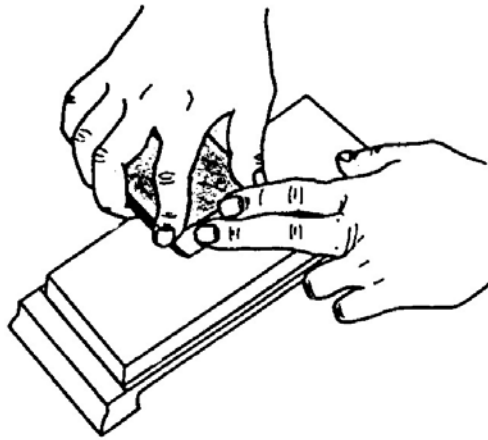


圖 6-37 修磨鋼面

- 7.鋼面曲捲消失後，將刀片翻面續用細磨石研磨刀刃斜面約 7~8 次，再翻面磨鋼面約 1~2 次，依此比例將斜面磨得光亮如鏡。
- 8.檢驗鉋刀片是否鋒利，其方法有下列幾種：
  - (1)用眼睛向有光線的地方對著刀口看去，如看出有一條很細的黑線就算鋒利，若看到的是細白線就是尚未鋒利。
  - (2)用拇指輕摸刀口，如有粗刮的感覺即屬鋒利。
  - (3)將刀口朝下輕放於指甲上，如刀口鋒利則輕微的割入指甲中，如不利則將滑過指甲而不能割入。
  - (4)以鉋刀試割紙張或軟材類木材，視其切削是否順利。

#### (六)安全注意事項：

- 1.拆卸鉋刀片時須手指壓在壓鐵上防止刀片掉落傷到腳部。
- 2.持刀行走時，刀口應朝下，以防止傷到別人。
- 3.刀片放置在工作台或木板板面時，鋼面應向上，以防刀口受傷。
- 4.不要握持刀片去沾水，以免兩人以上一起磨刀時傷到別人。
- 5.磨好的刀片要將泥漿洗淨再擦乾，並上點油防鏽。



6. 刀具研磨完成後，應將磨石整平收好，以便下次使用，俾養成良好的工作習慣。
7. 壓鐵的整修時機，一般是新鉋刀初次使用時或是斜口不正時。
8. 壓鐵的壓腳不宜提高太多，如提高太多時，將使角度增大，亦可能損壞鉋膛。
9. 鉋刀片、壓鐵的握持須防止掉落傷到腳部。

## 第七章 榫接技法

黃俊傑

國立屏東科技大學木設系副教授

### 一、前言

中國早期家具工藝是整體建築設計的部分，其經機能思考的造型，不可只從其結構來看，榫接(榫卯)的結構亦是中國傳統家具中極具代表的特徵。古代匠師於榫卯製作之精確及創造上，予人一種「天衣無縫之感」，不僅值得我們研習，亦必然對其他國家的家具工藝製造產生影響。今日我們探討傳統榫接(榫卯)技法，無非要探究其精神與製作的精巧，更要瞭解古人對於榫接(榫卯)製作技法的整體設計之完整性，也讓古人的英明睿智，可為未來現代設計之路作為引借。

傳統家具素有「結構即為裝飾」「裝飾即為結構」的巧喻〔陳啟雄, 1997〕，而其著重人文思想的背景，家具要求到線條之人感、紋飾、木料的挑剔、塗料、上漆的考究，手工製作的細巧，儼然已將家具的設計製作達到藝術化的境界，而且傳統的家具也常保有建築的特質和純樸的風範，經由各式各樣不同品味的變化，使之更具象徵，達到實用與藝術並駕齊驅的功效。本節將針對傳統家具的技法，分章別類的做一探討，以更加深入其技法與了解其步驟：





榫接(榫卯)結構為傳統木製工藝中極具代表性了製作技法，榫卯的製作，被運用在一切家具結構上，使木製家具工藝散發出一種精緻的氣氛，這種木工製作技巧，一直有其穩當的傳統性，沒有釘子，不須黏膠固定，是中國家具工藝製作的基本法則。在木製工藝紋理又交的末端，榫接是顯而易見的。不但榫接影響了強度，也左右了美觀，在傳統木製工藝裡榫卯結構可分為：基本結合、平版角結合、橫豎材丁字形結合、直材結合、直材交叉結合、方材格角結合等六項，如表 7-1 所示：


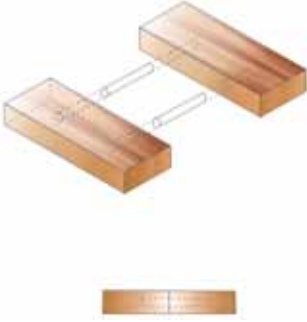

## 二、傳統榫接結構：

### (一)基本結構榫接：

此結合為家具工藝榫接中最基本的結合方式：

表 7-1 基本榫接表

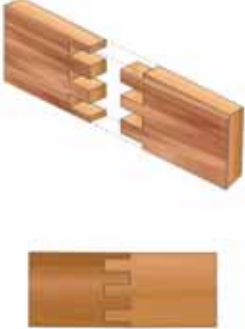
榫卯名稱	結構線圖	說明
元寶榫		將兩木版中央刻出元寶圖形，在以鑲嵌之方式，嵌入另依元寶，形成此一家具構件。
嵌槽拼合榫		將兩木板以一凸一凹之方式在中間拼合，為屨木板的基礎做法。
飼三角屨榫		在一板材中鑿出一上窄下寬之三角型槽，其上為凸出榫，可進出三角槽。
龍鳳榫		將兩木板以一凸三角一凹三角之方式在中間拼合，也是屨木板的基礎做法。


榫卯名稱	結構線圖	說明
雙透直榫		<p>為兩木板雙邊穿透嵌入長方木條之構造。</p>
雙園牙榫		<p>為兩木板在欲結合處，依圓棒大小加以穿孔並連結之結構</p>
鑲條榫		<p>三木材以中間為榫，兩旁為孔平均嵌入中榫中，而形成之構件。</p>

(二)平板角結構榫接：

為將兩板材呈九十度或增加長度之結合方式：

表 7-2 平板角結合表



榫卯名稱	結構線圖	說明
三角榫		<p>在兩木板欲結合處，削鑿出三角形之互補榫頭與榫孔，常用於屨或箱的接角處。</p>
木梳榫		<p>在兩木板欲結合處，鋸出凹凸互補之槽與頭，然後呈直角結合嵌入而形成之結構。</p>
岔嘴合角三角榫		<p>在兩木板欲結合處，削鑿出三角形之互補榫頭與榫孔，但結合後只能看見接合線之結構。</p>

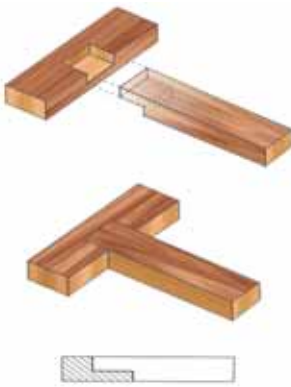
榫卯名稱	結構線圖	說明
穿含帶暗榫		一板鋸成橫槽且帶暗榫凹槽，端處為半直榫，另一板與其互補結合之結構。

### (三)橫豎材丁字形結構榫接：

為將家具的橫材與豎材結合之榫卯結構，一般多用於桌、椅、櫥、櫃等各類家具：

表 7-3 橫豎材丁字形結構表

榫卯名稱	結構線圖	說明
入四角牙榫		以一四角方材為牙榫，穿入一豎一橫兩方材之卯眼中，不穿透。
三角填榫		將橫豎材欲結合處，豎材頂端削成單邊鳩尾榫，橫材鑿卯眼，但不穿透，然後填入結合。

榫卯名稱	結構線圖	說明
三角飼榫		<p>橫豎兩材，一切鋸一端成平頭三角斜榫，另一材呈卯眼，然後結合。</p>
四角榫		<p>橫材之中側上方鑿四角卯眼，直材頂鋸半直榫，然後結合。</p>
四面平頭榫		<p>一材頂端鋸成四面平肩、中間正方直榫，另一材鑿卯眼，然後結合。</p>
平頭榫		<p>與四面平頭榫類似，不同處在於榫頭不方正，多用於家具的腳部結合。</p>

榫卯名稱	結構線圖	說明
平頭榫加竹釘		<p>與平頭榫類似，不同處在於橫材卯眼上打入竹釘，穿透至榫頭，以增加其強度。</p>
剪合榫		<p>豎材頂端鋸出單邊鳩尾榫後，橫材卯眼處預留契釘，結合後於側邊打入契釘。</p>
填榫		<p>為將橫材鑿鋸出與豎材等同大小之卯眼，既可結合。</p>
燕嘴榫		<p>在兩半圓橫豎材間，橫材鑿卯眼，豎材鑿榫頭，榫之上方又有一配合弧度之燕鳥喙榫，故稱之。</p>

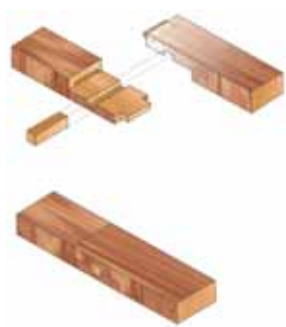



榫卯名稱	結構線圖	說明
翹皮岔嘴硬斜榫		與燕嘴榫類似，不同處再於橫豎材皆為直方材，而非半圓材。
雙頭三角出榫		在欲結合處，豎材削成兩三角出榫，中為深溝槽，橫材為卯眼，既可結合。

#### (四)直材結構榫接：

為將兩直方材形成直材構造的方法：

表 7-4 直材結合表

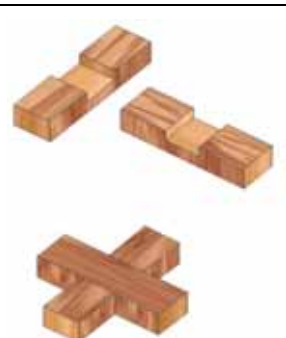
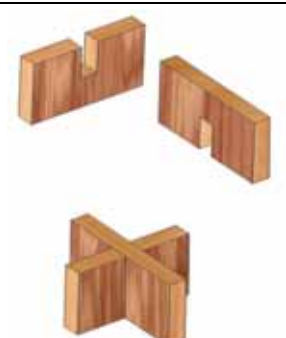
榫卯名稱	結構線圖	說明
暗門四角牙榫		將兩直方材上端切鋸成單平肩半直榫，預留四角牙榫，結合時在釘入，既可結合。


榫卯名稱	結構線圖	說明
雙面見光三角榫		將兩直材上半部鑿三角卯眼，下半部切鋸榫頭，既可結合。

(五)直材交叉結構榫接：

為將兩直方材形成十字構造的方法：


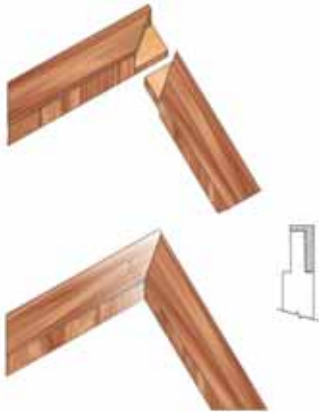
表 7-5 直材交叉結合表


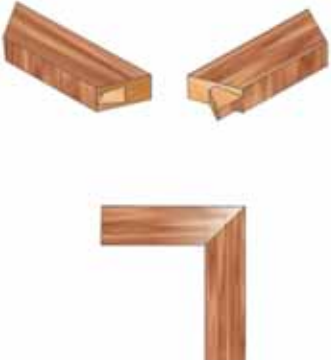
榫卯名稱	結構線圖	說明
四角合榫		將兩直方材於中間各鑿一凹槽，然後呈十字型結合。
薄板四角暗榫		將兩薄板於中間各鑿一凹槽，然後呈十字型結合。

榫卯名稱	結構線圖	說明
暗三角推榫		將兩直方材，一鋸成銀錠走馬銷榫，另一為卯眼，拼接後推入結合。

(六)方材格角結構榫接：

表 7-6 方材格角結合表

榫卯名稱	結構線圖	說明
三面岔角榫		以三塊方材做立體三面岔結合，多用於桌、椅的三面結合。
軟斜翹皮暗榫		橫材在卯眼處留距離斜切不透材、預留直榫卯眼，直材於頂端斜切、留單平肩，加半直榫，既可結合。

榫卯名稱	結構線圖	說明
硬斜合角暗榫		<p>將兩直方材，在頂端斜切留半直榫，另一端亦斜切，做卯眼，既可結合。</p>
硬斜合角三角暗榫		<p>與硬斜合角暗榫類似，不同處再於此榫頭為三角半直榫。</p>

# 第捌章 木紋設計

林錦盛

國立屏東科技大學木設系副教授

## 一、前言

木材以其多變的自然紋路之特色在眾多材料中獨佔鰲頭，為藝術工作者鍾情的重要創作材料，以知性科學的利用木材紋路結合感性設計的藝術而展現獨到的風格，可別於一般產品流於制式的固定型態。

最為大眾熟知的木材紋路莫過於年輪，木材在鋸切時不同斷面(亦稱切面)可呈現異於其他材料的特殊紋路；例如橫鋸樹幹後可看到橫斷面年輪呈現類似同心圓狀的紋路，沿著樹幹中心縱鋸後可看到徑斷面年輪呈現平行排列的紋路，而沿著樹幹偏離中心縱鋸後可看到弦斷面年輪呈現如同山形或波浪狀的紋路。

熟知不同的木材與不同的鋸切方式所具有的紋路特性，加上藝術創作者與木材間獨到的心靈對話，對於藝術工作者常有如虎添翼之功效或是如魚得水之奇趣。

## 二、木材紋路

木材表面呈現的各種紋路可由木材的斷面、細胞種類、排列、組織、顏色、內含物及切削加工方式等綜合而成形之於外觀的特殊紋路，稱之木紋(wood figure)。

在討論木紋之前，先以圖 8-1 說明木材科學之專業名詞，以利後續之介紹。

由圖 8-1 的左圖可見到木材分為三種主要方向：縱向(longitudinal direction)，亦即平行於樹幹的方向、橫向(transversal direction)，即垂直於樹幹的方向，而橫向又分為徑向(radial direction)，即樹木的射線方向，以幾

何學而言的半徑或直徑方向，與弦向(tangential direction)即年輪的方向，幾何學的圓周方向或稱圓周的切線方向。

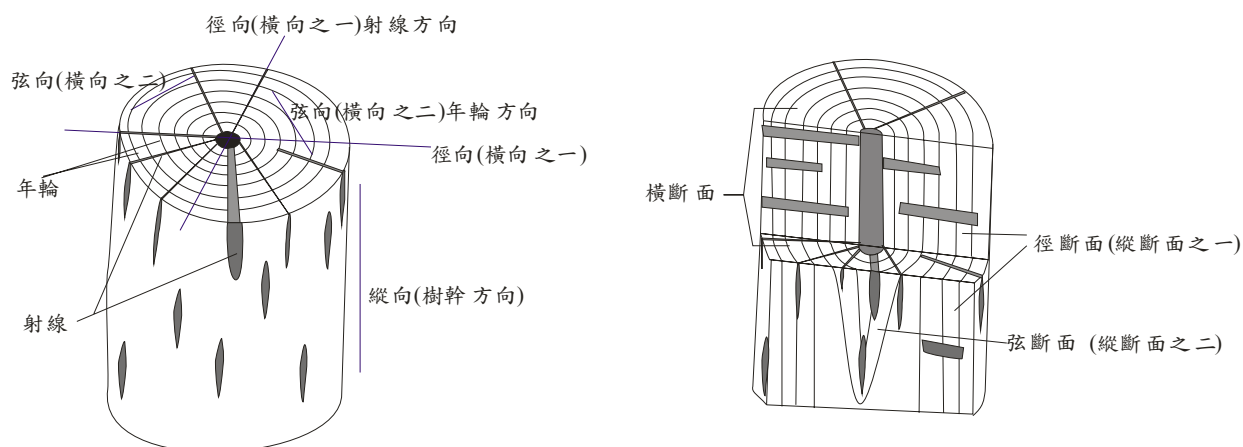


圖 8-1 木材之方向(左)與斷面(右)

在圖 8-1 的右圖為木材的三種主要斷面：橫斷面(日文稱為木口面 cross section)，其為垂直於樹幹方向所切得之面、縱斷面(平行於樹幹方向所切得之面)，其中縱斷面又可分為徑斷面(日文稱為柁目面 radial section)及弦斷面(日文稱為板目面 tangential section)；徑斷面由徑向與縱向所組成，此種沿著徑向縱鋸的方式稱為象鋸(quarter-sawn)，故這種鋸得之木板稱為徑面板或象鋸板；而弦斷面為弦向與縱向所組成，此種沿著弦向縱鋸的方式則稱為平鋸(flat-sawn)；當木材直徑較小的情況下，切得之弦斷面可能在邊緣會同時產生徑斷面，此時常將這種板面稱為雜斷面，例如人工林疏伐之中小徑木的製材品最常見到此種斷面。

### (一)木紋種類

由於木紋的種類甚多且成因各異，不過又以年輪或春秋材交互形成者最明顯，以木理形成者變化最多，以射線形成者較為特殊。以下將各種不同成因之木紋分別歸類介紹。

#### 1.射線形成的木紋

(1)銀光木紋(silver figure)亦稱虎斑紋或老虎斑，具有良好光澤之寬大射線在木材的徑斷面所形成之特殊紋路，通常此木紋之顏色

比其他部位淡，反光性比其他部位強，例如麻櫟屬(*Quercus*)的徑面板即常有此種銀光木紋，圖 8-2 為白櫟徑面板之銀光木紋。



圖 8-2 白櫟徑面板上的銀光木紋(彭淑貞 攝)

(2)斑點木紋(spot figure)，具有內含物的寬大射線，在木材之徑斷面所形成之花紋稱之，通常斑點的顏色比較深，故常形成深色的斑點，例如紅柳桉(red lauan, *Shorea negrosensis* Foxw)的象鋸板常有紅褐色斑點木紋。



圖 8-3 椴木徑面板上的斑點木紋(彭淑貞 攝)

(3)漣漪木紋(ripple figure)，層生材(storied wood)之射線的大小、長短相近，在弦斷面上，其尖端略微起伏的橫紋稱之，亦稱漣漪痕 ripple mark)，常見於柿樹屬(*Diospyros*)及黃檀屬(*Dalbergia*)木

材的平鋸板。



圖 8-4 桃花心木弦面板上的漣漪木紋(彭淑貞 攝)

## 2.年輪形成的木紋

- (1)雲狀木紋(cloudy figure)，由於春秋材的顏色、木肌或密度等性質之不同，在弦斷面變換交織形成類似雲狀的紋路稱之，平鋸針葉材或年輪明顯的闊葉材均可見到此種木紋，這種木紋亦可稱為波浪木紋(異於後續所稱波狀木紋)或山形木紋。



圖 8-5 台灣扁柏弦面板上的雲狀木紋(彭淑貞 攝)

- (2)條狀木紋(stripe figure)，由於春秋材的顏色、反光性或寬窄等性質之差別，在徑斷面平行反覆出現的條狀紋路稱之，各種年輪



明顯之材種象鋸後均可得到此種木紋。



圖 8-6 台灣紅檜徑面板上的條狀木紋(彭淑貞 攝)

(3)錐切木紋(cone-cut figure)，同上因素在錐切(cone cut 一種類似削鉛筆機切削之方式)單板(veneer)上交織而成 V 形的紋路，故又稱為 V 形木紋(V-shape figure)。

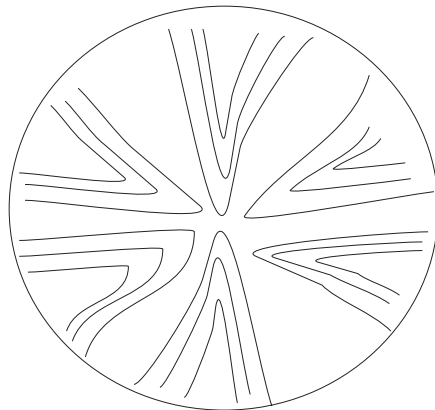


圖 8-7 錐切木紋(V 形木紋)示意圖

### 3.木理形成的木紋

(1)波狀木紋(wavy figure)亦稱水波木紋，木材之縱向細胞在弦斷面呈縱向反覆出現如浪濤的波紋，這種縱向細胞排成縱向的波紋稱之，如樺木屬(Betula)及胡桃屬(Juglans)；由於此種木紋為縱向細胞排列所成，而木材科學中對於縱向細胞的排列方式，名之為木理(grain)，故波狀木紋乃波狀木理(wavy grain)在弦斷面之紋

路。



圖 8-8 安妮格的波狀木紋(彭淑貞 攝)

(2)琴背木紋(fiddle-back figure)，將波狀木理之木材象鋸得到徑面板，因縱向細胞傾斜角度不同而有不同的反光程度，所產生縱向有明暗交替變化的橫條狀花紋，如胡桃木(walnut)，由於胡桃木為提琴背之優良材料，故稱此種木紋為琴背木紋。



圖 8-9 新幾內亞胡桃木的琴背木紋(彭淑貞 攝)

(3)魚卵木紋(roe figure)，部份木材除了有前述波狀木理之外，另有交錯木理共同在徑斷面上形成長短不等之橫條紋且參差不齊的排列類似魚卵，例如桃花心木屬的木材象鋸時便有此種木紋。



圖 8-10 桃花心木的魚卵木紋

(4)泡狀木紋(blister figure)，木理不規則之木材平鋸後，由於縱向組織的排列方向不規則，使其弦斷面的反光現象呈現許多大小不等的塊狀紋路，如圖 8-11 所示為帕迪那平鋸板之泡狀木紋。



圖 8-11 帕迪那的泡狀木紋(彭淑貞 攝)

(5)鳥眼木紋(bird's-eye figure)，樹木在生長期間，部份的形成層受傷無法分裂，旁邊的形成層新分生的細胞將之包圍，使其縱向細胞排列扭曲變形，甚至產生局部圓錐狀凹陷(conical indentation)，該部位平鋸後之弦斷面遂成鳥眼狀的紋路，圖 8-12 為樟木類的鳥眼木紋。

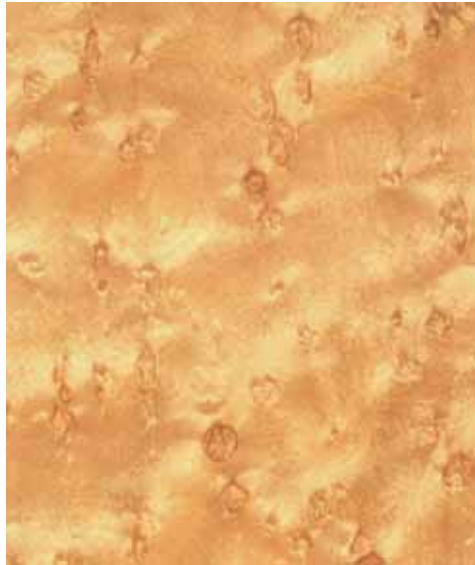


圖 8-12 楓木的鳥眼木紋(彭淑貞 攝)

(6)鬚曲木紋(curly figure)，木材在節的部位或因為傷癒組織之影響，生成類似鬚髮的不規則紋理，故名之，圖 8-13 為杜卡木的鬚曲木紋。



圖 8-13 杜卡木的鬚曲木紋(彭淑貞 攝)

(7)帶狀木紋(ribbon figure)射線與縱向的木理交織，部份闊葉材之弦斷面可見到與木理方向垂直之水平細線，呈現類似格紋布的井字紋，圖 8-14 為沙比力的帶狀木紋。



圖 8-14 沙比力的帶狀木紋(彭淑貞 攝)

#### 4.內含物形成的木紋

(1)色素木紋(pigment figure)由於木材中色素分佈不均勻而形成的特殊色彩稱之，如圖 8-15 所示即為斑馬木(*Microberlinia brazzavillensis* A. Chev.)色素木紋所呈現的深色條狀斑紋。



圖 8-15 斑馬木的色素木紋(彭淑貞 攝)

(2)樹脂木紋(resin figure)由於木材的樹脂滲入組織中而形成的紋路稱之，圖 8-16 左下角即是美國西部鐵杉所形成的樹脂木紋。



圖 8-16 美國西部鐵杉的樹脂木紋(彭淑貞 攝)

### 5. 瘤狀木紋

此外樹木生長時受到各種內外因素的影響，而有各種不規則的生長，常產生許多無以名之的自然紋路，圖 8-17-圖 8-22 為本系木材標本研究室之部份蒐集。



圖 8-17 馬督那樹瘤 圖 8-18 楓木樹瘤 圖 8-19 美國黑胡桃樹瘤

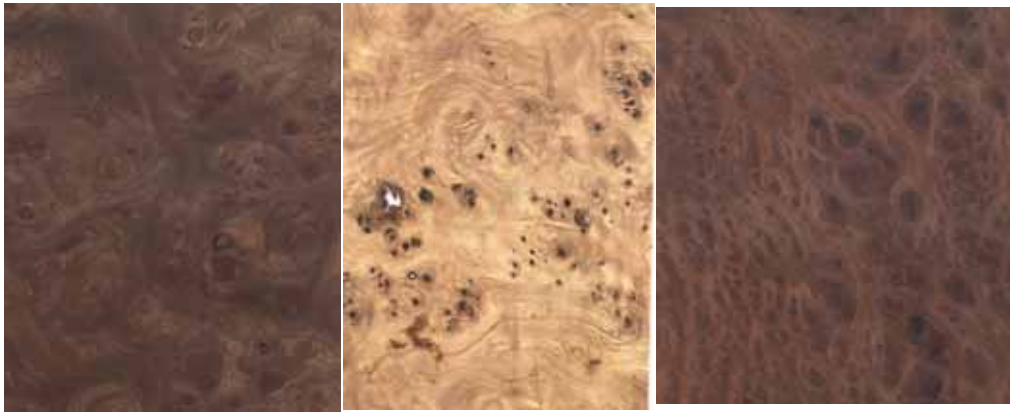


圖 8-20 榆樹樹瘤    圖 8-21 瑪帕樹瘤    圖 8-22 長葉世界爺樹瘤

### 三、設計案例

善加利用天然的木紋可創造出絕無僅有的奇趣，即使再製品或仿製品亦必不同，此為木材獨一無二的特點，以下援引筆者與同事的作品，供各方參考。

#### (一)雜斷面木紋與雷射結合的應用

中小徑木象鋸而得標準的徑斷面，但不易獲得標準的弦斷面，往往在弦斷面邊緣混有徑斷面，圖 8-23 即本系彭淑貞老師與筆者利用所備省產中小徑疏伐木雜斷面而設計製作的雷射雕刻品，以木材下方徑斷面平行排列的部位，施以相同的雷射功率，使春材刻入較深而秋材淺刻，產生立體的節理感；而弦面大面積的春材部位，則依設計圖案，施以不同的雷射功率，使其產生不同的雕刻效果與不同的炭化程度，藉著色澤深淺形成塊面處理的作用，讓平面的作品達到立體的效果。



圖 8-23 應用雜面板之徑面部位設計製造山脈等高線的節理感(彭淑貞及林錦盛)

## (二)桃花心木魚卵木紋應用於桌面之設計

會客桌是公務接待訪客重要的家具，一般桌面均為方形的大塊面積，往往流於呆板，若能利用木材原始造形與天然木紋，不但可得到簡約韻律的活潑感，更可柔化刻板的公務場所，圖 8-24 為本系黃俊傑副教授於課外時間指導學生製作之會客桌，利用桃花心木的天然線條與其魚卵木紋加上特殊的表面處理，桌腳再搭配利落爽朗的線條設計，使得系辦公室的氣氛莊重而活潑。





圖 8-24 利用桃花心木的原始線條與天然木紋所設計之會客桌

#### 四、結語

木紋形成的原因繁多，其種類更是不勝枚舉，本文僅列二十餘種，歡迎有興趣探索木紋之美者，親赴本系彭淑貞老師主持的木材標本研究室，一窺堂奧。雖然有些木紋可遇不可求，但有些則是可預料在何種木材或何種斷面較易取得，熟悉各種木材特有的木紋，應用於創作，不僅可表現個人在創意上的能力，且可由特殊木紋彰顯創作者在木材科學的專業知識，藉此展現與市井設計者最大的區別。

## 第玖章 雷射技術

林錦盛

國立屏東科技大學木設系副教授

### 一、雷射基本知識

雷射(大陸稱為激光)一詞為英文音譯而來，英文的完整用詞為Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation取各單字的字首重組成一個新字LASER，其意義是指雷射為一種受輻射線的誘導而激發增幅的電磁波。

木材加工常用的CO<sub>2</sub>雷射為藉由CO<sub>2</sub>受激所產生的氣體雷射其中波長較短(10.6 μm)的集中波，來進行雕刻或切割用途。

#### (一)特性

雷射光的能量很強，是一種高能量的單色光，能循一定方向投射，精確地對準焦點。可作為太空外遠距離之通信，亦能捕捉來自宇宙盡頭微弱的電波。並且能穿過透明的組織，在眼科領域，常用來凝固，燒灼或溶解眼球的組織。善加利用則可作雕刻、切割等加工之用途。

#### (二)分級

雷射依其輸出之功率可分為四級。

- 1.第一級：最大輸出功率在藍綠光是小於 0.0004 mW(毫瓦特)，在紅光是小於 0.024 mW，或最大輸出功率小於 1 mW。無危險性之雷射，不會造成眼球損害，不需管制。如 0.4 mW 之半導體雷射。
- 2.最大輸出功率等於 1 mW。長時間或直接觀測有危險性之雷射，1 mW 之氦氖氣雷射。
- 3.(1)為中強度雷射，最大輸出功率介於 1 至 5 mW 之間的氦氖氣體雷射。(例如：雷射光筆輸功率小於 5 mW，直射眼睛十秒以上

會灼傷視網膜。)

(2)為中強度雷射，如最大輸出功率介於 5 mW 至 500 mW 之間的氬離子氣體雷射。

4.為高強度雷射是危險的工業用，軍事用或醫療用輸出功率大於 500 mW，如加工用之二氧化碳氣雷射。以及眼科用於視網膜雷射光凝治療功率約在 100 mW 至 500 mW 之間。

## 二、設備

雷射雕刻使用之設備可分為硬體及軟體二項，分述如次。

### (一)硬體

雷射雕刻所需之硬體設備，主要為雷射雕刻機(圖 9-1)，圖 9-2 為雷射雕刻機之控制面板，圖 9-3 則為附加之手動調焦尺，圖 9-4 為附加之旋轉軸用於圓柱狀表面之雕刻，此外則為電腦及週邊設備(圖 9-5)，而週邊設備又以掃描器(圖 9-6)最為常用。雷射雕刻機最重要的保養為鏡片之清潔，圖 9-7 中包含清潔液、紙軸棉花棒及潤滑劑。

#### 1.雷射雕刻機

雷射雕刻機的廠牌與機種繁多，最主要應選擇產生雷射源(雷射波長)必須為木竹材可吸收之雷射波，目前以二氧化碳雷射居多；其次則應考慮加工之方式、程度、數量與可能加工之尺寸，因此又以雷射功率為最主要考慮因素，常用之雷射功率有 30 W、40 W、50 W、100 W 及更高之功率，若經費允許建議採購較大功率之機種。



圖 9-1 雷射雕刻機外觀(左：面蓋關閉時，右：面蓋打開時)



圖 9-2 控制面板



圖 9-3 調焦尺



圖 9-4 旋轉雕刻之驅動軸



圖 9-5 電腦及週邊設備



圖 9-6 掃描器



圖 9-7 保養用品

## 2. 電腦及週邊設備

市售各種電腦均可，但因雷射雕刻前最主要都需長時間使用電腦處理圖形影像或文字，應選用低輻射(例如液晶螢幕)大尺寸的螢幕，避免視力受損；此外處理時圖形影像的資料都比文字資料所佔的記憶體龐大，所應加大記憶體及加快中央處理器，可節省等待時間。

至於週邊設備最主要為圖形或影像的輸入設備，一般常用掃描器、數位照像機或數位攝影機。

## (二)軟體

軟體分為雷射雕刻機驅動軟體及電腦圖文處理軟體。

### 1.雷射雕刻機驅動軟體

通常各廠牌都內含且內建於雷射雕刻機內，不必另外選購。

### 2.電腦圖文處理軟體

其實只要將雷射雕刻機當作列表機(printer)或繪圖機(plotter)看待，只是雷射雕刻機的雷射光代替了一般列表機或繪圖機的碳粉、色帶、墨水匣或各種繪圖筆，就可理解所需要的圖文處理軟體種類，與一般電腦常用的圖文處理軟體沒有區別，甚至常用的 Words 文書軟體也可當作前置作業的軟體。

由於雷射雕刻機的特色就是應用於雕刻圖形及文字之用；建議若以圖形之處理為考慮時，應使用繪圖軟體，若以文字之處理則僅用文書軟體即可，但是文字若要加以變形時，就一定要採用圖形處理常用的美工軟體才可發揮功效。

常用的軟體有 CorelDRAW、PhotoShop 及 Illustrator 等，另有專業製圖用的 AutoCAD 也都是很普遍的常用軟體。

## (三)注意事項

使用前調整正確焦距，蓋妥上蓋。雷射加工時，不要直視加工物。使用後必須在關閉電源的情形下，先以壓縮空氣噴掃雷射雕刻機體之雷射工作室，再以專用潤滑劑潤滑軟道，最後再用紙軸棉花棒沾專用清潔液徹底清潔反射鏡(共計三片)及聚焦鏡(上下二面均需清潔)。

### 三、前置繪圖作業

#### (一)繪圖及改變物件造形：

將手繪稿之圖形轉換為電腦圖檔，可應用不同軟體製成所需的圖形，如圖 9-8 選取最簡單的畫圓功能，將任意大小之圓形排列於預定位置，此時之重點為構圖佈局的概要，所以只要大約位置即可，不必在意其形狀是否美觀。

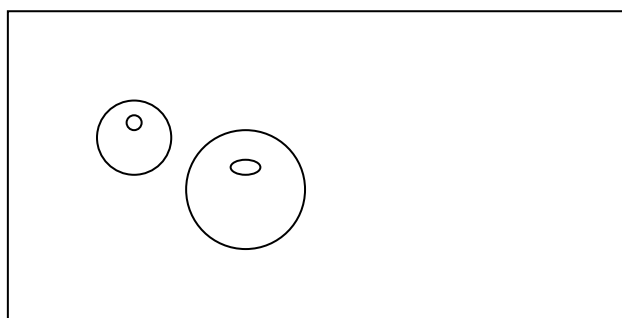


圖 9-8 未經造形之原始圖樣

#### (二)輸入文字及文字造形

直接輸入文字，軟體不同，可能有美工文字或段落文字不同屬性之區分，本文不討論其屬性，如圖 9-9，移至所定的位置。如圖 9-10，再依個人喜愛或配合風格選擇各種的字體及改變為適當的大小，建議略加修飾，避免流於「電腦字形」。

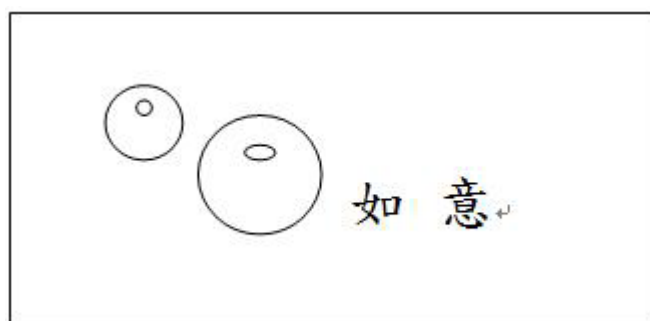


圖 9-9 輸入文字後之電腦圖檔

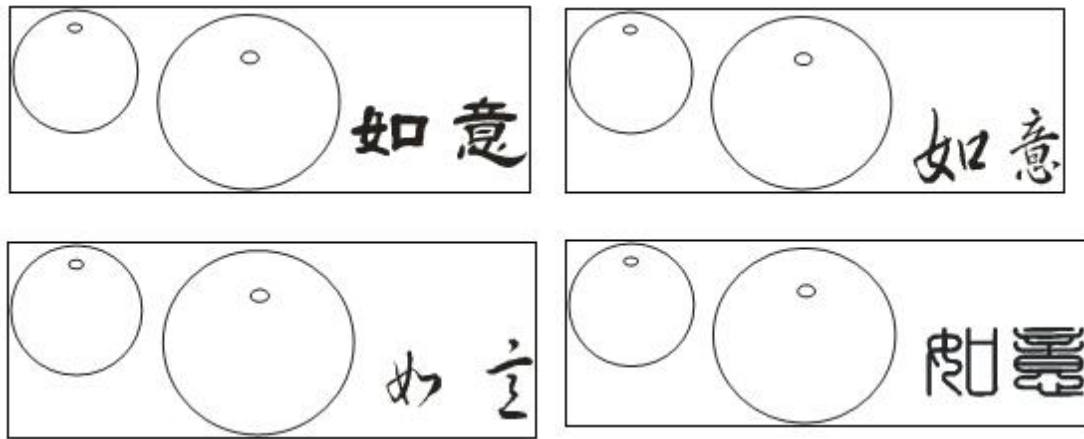


圖 9-10 可任意改變字體及字型大小

### (三)組織物件

使用電腦進行繪圖或輸入文字等作業，具有許多優點，確為人工或傳統作業方式所不及之處，例如改變原有規劃或設計、更換舊有屬性、移動圖文線條等，只需用對軟體選取正確指定，甚至只要使用滑鼠，就能快速改為新的工作目標，且可初步估計可能得到的效果。

選取物件(圖形或文字均稱為物件)後，改變重疊物件之前後次序，藉此編排使之成為具有立體感的物件，最主要應考慮進行雷射加工時之屬性。

將多個物件組成群組時，該物件中的每一個物件仍會保有它原來的屬性，若要防止不慎變更到物件間的關係，就應該將這些物件組成一個群組。首先先選擇或框選要群組的物件，確認無誤後再加以「群組」。

至於群組錯誤或欲改變原先群組過之各個物件，只需選擇或框選該等群組的物件，選擇「解散群組」即可。若欲結合多個曲線、線條和物件，建立具有一般屬性的新造形。首先先選擇或框選要組合的物件，再，點選「組合」即可。又或欲將多個曲線、線條和物

件經過組合的新組件，予以分解；亦只要選擇或框選要分解的物件，再選擇「打散」功能即可。

避免物件不慎移動、調整大小、變形、仿製、填色或修改，欲保持物件在特定位置上，確定該等物件已在預定位置上，點選或框選欲鎖定物件，點選「鎖定物件」即可完成鎖定物件的功能；此舉在精密雕刻或切割的雷射加工時，非常重要，一經鎖定之後，可免除不慎的操作，所導致錯誤的加工。

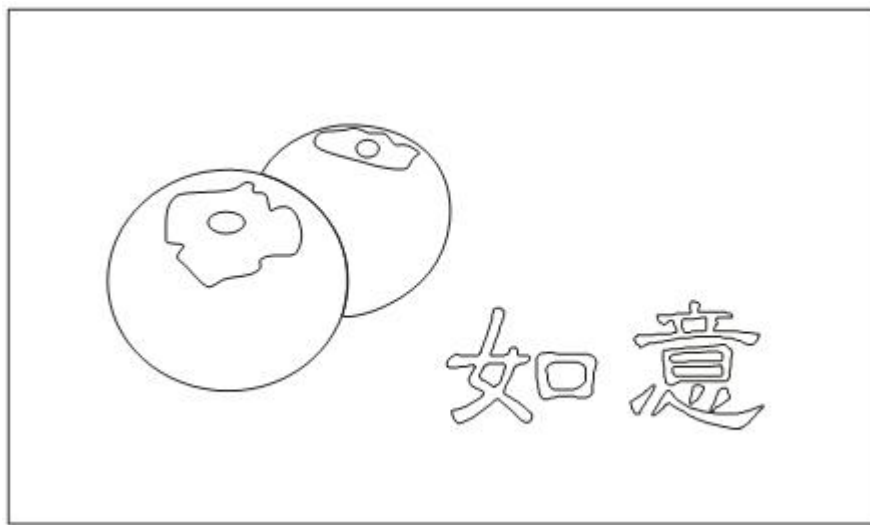


圖 9-11 修改造形後之定稿電腦檔案

#### 四、傳輸雷射加工之檔案

如前所述，可將雷射雕刻機當作列表機(printer)或繪圖機(plotter)看待，只不過雷射雕刻機的雷射光代替了一般列表機或繪圖機的碳粉、色帶、墨水匣或各種繪圖筆。

目前市售雷射加工機大都具有二種加工模式，圖 12 為不同加工模式之結果，其中一種稱為「雕刻」(Raster)的加工模式，常用於封閉區塊內的雷射之外，且各種圖、文、面及線條等亦均可適用，雷射頭每次僅移動一個 Y 軸位移量，再迅速改變 X 軸位置並執行「斷續」的雷射輸出，類似一般列表機的動作；而另一種稱為「切割」(Vector)的加工模式，適用於外框或



單純線條的加工，其雷射頭每次均為 X 軸與 Y 軸同時移動並執行「連續」的雷射輸出，類似繪圖機的動作。

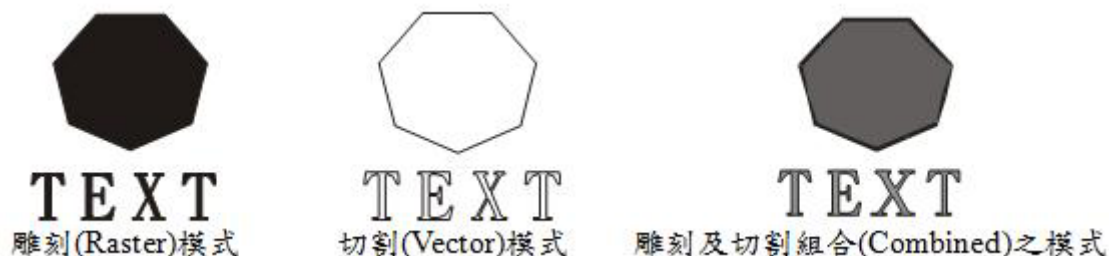


圖 9-12 不同屬性之雷射加工結果

廠牌不同，其相容的軟體亦有不同執行順序；可能為每次僅能進行雕刻功能，或僅可進行切割功能，或必須先執行雕刻再進行切割，或允許由使用者自行設定等不一而足。因此由電腦傳輸檔案至雷射加工機時，使用者務必確認欲執行的效果，再依據所需效果設定雷射加工模式，並依木材之種類、方向、斷面、紋理、部位及欲雕刻之深度或欲切割之厚度，以及雷射加工機之能率等因素，決定輸出之功率與速度之搭配。

## 五、雷射加工之效果

隨著各種軟體、硬體、廠牌及介面等之差別，部份為電腦將檔案全部傳送至雷射加工機，由雷射加工機之暫存記憶體中選擇已收到的檔案後，才可實際執行雷射加工。亦有即傳即作之執行方式，也就是電腦將檔案不斷傳送至雷射加工機而雷射加工機不斷執行雷射加工之動作。

二種方法各有利弊，前者於雷射加工時，電腦仍可進行其他程式或修圖等應用；但遇有龐大檔案時，可能於傳輸過程發生當機或因記憶體不足而未能接收完整之檔案。至於後者則為雷射加工之時電腦無法進行其他用途。

圖 9-13 為本系執行新竹林管處計畫時所設計製作之雷射加工作品，利

用不同功率與速度之搭配，在平面雕刻出塊面的立體感；此外在右下方可見到層層等高線狀之雕刻結果，即利用相同雷射功率刻在木材的春秋材上所產生不同深度之效果。



圖 9-13 雷射加工作品(彭淑貞及林錦盛)

此外可利用電腦模擬雷射加工之效果，如圖 9-14 利用黑白或灰階等區分欲切割、雕刻及不要雷射加工之部位，確認無誤便可實際執行雷射加工。



圖 9-14 黑白及灰階模擬雷射加工之預期效果



圖 9-15 應用雷射雕刻與切割技術製成之鑲嵌創意作品(彭淑貞)

## 六、結語

雷射雕刻機與人工或其他機械雕刻之比較，具有高精密度、高再現性、快速變化、平面雕刻、細微、非專業雕刻人才亦可使用及個人技巧門檻較低等產業化的特質；相對地也有刻板、重覆、易模仿等制式化的缺點。

吾人只有吸取雕刻藝術與溶入精神文化，再由工作中的巧思，在外觀上大都神似時賦予每件作品生命，於仔細品鑑時卻又展現其別具之個性，方能保有每件產品都是獨一無二，不用擔憂遭到仿冒，而且可形成個人的創造風格與地區產業特點。

傳統精湛技藝日趨式微之際，除了呼籲各方重視以外，吸收生力軍的投入最為重要；正如製造家具時，不應拘泥於單一的工作方法，就像家具師傅不可能只用鋸子而不用鉋刀，或只用鉋刀而不用鑿刀。本人深信傳統藝術必因生力軍不斷投入而綿延承續，傳統技術必因導入新方法而衝擊出更多元化的表現技法，傳統文化必因新意象的融合而散發出更多樣性的精神。

# 第拾章 電腦數值控制雕刻機

林錦盛

國立屏東科技大學木設系副教授

## 一、電腦數值控制基本知識

電腦數值控制(簡稱電腦數控或電數控 Computerized numerical control, 以下簡稱 CNC )，乃藉電腦將加工資料轉換成數位資料經由電腦介面傳送資料驅動機械(一部或多部均可)進行自動控制、執行所預期之(加工)動作。

早期要將加工資料轉換成數位資料必須是科學化、技術化之程式指令，包括文字(字母)、數字、斜線及符號等資料；隨著電腦功能的提升，如今的使用者已經可以不再記憶或查詢呆板的指令，只要學會一般的電腦繪圖、轉換檔案型式及圖文處理，便可輕鬆入門。

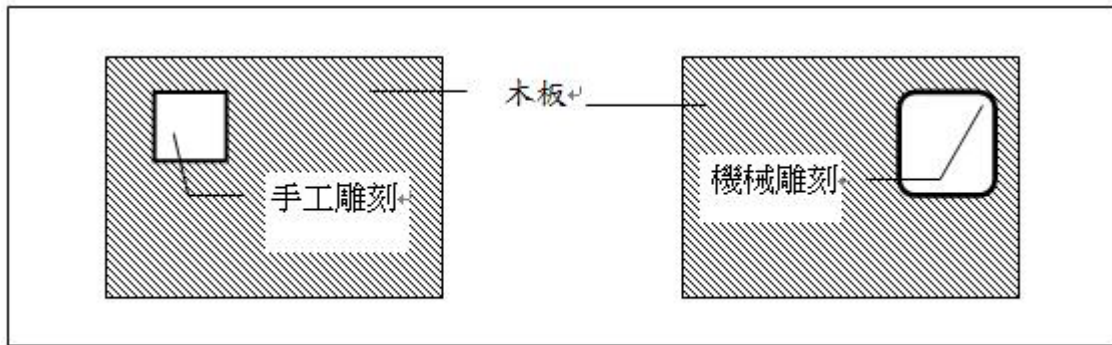
本章即以現今電腦功能及本系現有的工藝型電腦數值控雕刻機，帶領學員輕鬆進入電腦數控加工機的領域，讓學員可放心大膽承接中批量雕刻產品的製作。

### (一)特性

電腦數值控制可快速進行加工，通常不需要特殊的模具，僅需定位模或固定夾，即能進行中批量的加工，精確度與再現性極高。可作為雕刻半成品、粗胚及細微重複的雕刻工作，僅需短期密集訓練即可順利操作。

可以處理圖案與文字，可以快速的放大或縮小產品的尺寸，可以快速修改原有圖文成為新的作品。

加工之刀軸在加工時為旋轉之狀態，加工轉彎處的內角通常無法獲得尖銳角度且必為圓弧狀(除非配合特殊的刀具)，如圖 10-1 所示，因此若要進行雕刻加工時，設計者務必明瞭此一特性。



左：手工雕刻之角落可為直角或尖銳角度 右：CNC 加工機之角落為圓弧狀

圖 10-1 不同加工法之角落呈現不同的角度效果

此外刀具都有一定的直徑，所以加工時避免以細線為表現方式，應以面的雕刻及圓弧角落為設計圖的要點，應用者務必明瞭此一特性。

## (二)安全事項

由於 CNC 雕刻機的刀軸在加工時轉速高達 20,000 rpm 以上，刀具無法用肉眼看見，刀軸移動方向隨著圖文檔案轉換後的程式而進行，且速度也很快，所以具有相當的危險性，務必遵守安全規則。

1. **固定物料：**固定夾必須避開加工刀具之路徑，且應有效固定物料。
2. **操作者：**加工機的操作者必須確實完成受訓課程及通過考核。
3. **操作過程：**物料固定者與加工機操作者必須為同一人，絕不可一人負責固定物料，另一人啟動機械，以免誤觸啟動而致物料固定者受傷。加工時，人員及其他非加工物料或任何器具均不得在加工範圍內，以免刀具移動時，造成人員、機械或物料受傷或受損。
4. **卸除物料：**完成加工後，務必等待程式結束且確定刀軸回到原點之後才可進行物料卸除之工作。

## 二、設備

CNC 雕刻之設備可分為硬體及軟體二項，其中硬體主要又分為 CNC 加工機與電腦及週邊設備，軟體則分為 CNC 加工機驅動軟體及電腦圖文處理軟體。

### (一)硬體

#### 1. CNC 雕刻機

CNC 雕刻機的廠牌與機種繁多，最主要應選擇產生加工機之工作檯尺寸、加工軸之數量、加工軸之型式及加工軸之功率等，目前以單一加工軸居多；其次則應考慮加工之深度、速度、數量與可能加工之尺寸，因此主要以適合最常使用之加工檯面為最主要考慮因素，若經費允許建議採購較大檯面之機種。

就 CNC 雕刻機通常可分為以下幾項主要部位。刀塔、工作檯、XY 平面移動裝置、吸塵管、吸塵罩、固定夾(部份機種為真空吸附檯面則不需使用固定夾)及控制介面卡。

#### 2. 電腦及週邊設備

本班之電腦及週邊設備，與一般市售之各種電腦大致相同，但因雕刻前最主要都需長時間使用電腦處理圖形影像或文字，應選用低輻射(例如液晶螢幕)大尺寸的螢幕，避免視力受損；此外處理時圖形影像的資料都比文字資料所佔的記憶體龐大，所以應增加圖形顯示卡、加大記憶體及加快中央處理器，可節省等待時間。

至於週邊設備最主要為圖形或影像的輸入設備，常用者有掃描器、數位照像機或數位攝影機；更進步者可使用紅外線或觸針式立體掃描器，將立體物品掃描成為數位化之立體檔案，即所謂的 3D 圖檔。

## (二)軟體

### 1. CNC 雕刻機驅動軟體

各廠牌均內含且通常內建於雕刻機體之中，不必另外選購。

### 2.電腦圖文處理軟體

若將 CNC 雕刻機當作繪圖機(plotter)看待，只是 CNC 雕刻機的刀具取代一般繪圖機的繪圖筆，就可理解所需要的圖文處理軟體種類，與一般電腦常用的圖文處理軟體沒有太大區別。

由於 CNC 雕刻機的特色就是應用於雕刻圖形及文字之用；建議若以圖形之處理為考慮時，應使用圖文處理軟體，但是文字若加以變形處理時，應考慮處理後的文字筆劃是否產生交叉、各筆劃之間的空隙是否容許刀具直徑及挑角效果等才可發揮較大的處理功效。

目前市售的軟體有 CorelDRAW、PhotoShop、Illustrator 及文泰等，此外專業製圖用的 AutoCAD 也都是很普遍的常用軟體，本系購買之機種搭配文泰圖文處理軟體，與其他圖文處理軟體相容之外也具有將圖文自動轉換為機械加工控制碼的功能。

部份 CNC 雕刻機製造廠搭配自行開發的處理軟體，若此類 CNC 雕刻機之處理軟體無法與其他圖文處理軟體的檔案相容時，建議不要選購該類機種，否則可能產生無法交換檔案，而增加作業的困擾。

## 三、前置圖文作業

以本系現有 CNC 雕刻機所使用之作業系統為例，摘錄如下並於課堂中詳述。

### (一)排版工具箱

排版工具箱的功能清單計有 1-15 等如下功能。

- 1.新建：創建一個新文檔。
- 2.打開：打開一個已存在的文檔。
- 3.保存：保存當前文檔。
- 4.剪切：剪切所選擇的內容並送入剪貼板。
- 5.複製：複製當前選定內容並送入剪貼板。
- 6.粘貼板：插入剪貼板中內容到當前排版版面。
- 7.撤消：取消上次操作。
- 8.重復：重復已撤消的最後一個操作。
- 9.圖像轉換：將圖像轉換成曲線。
- 10.版面大小：修改用戶定義的版面大小。
- 11.打印：列印當前文檔。
- 12.打印預覽：顯示列印之效果。
- 13.刻繪輸出：把當前文檔送到雕刻機輸出。
- 14.重畫：顯示幕顯示出現錯誤時，重新刷新顯示整個視窗。
- 15.關於：顯示程序信息，版本號和著作權。

## (二)縮放工具箱

在縮放工具箱中計有 1-7 之下列功能。

- 1.放大兩倍：以游標所在位置為中心，將版面放大兩倍。
- 2.縮小兩倍：以游標所在位置為中心，將版面縮小兩倍。
- 3.拉框放大：將矩形框所選中的區域放大到整個版面。
- 4.移動：將游標所在的位置移動到視窗中心。
- 5.整頁顯示：將整個版面的內容顯示在視窗中。
- 6.上一次：恢復到上一次顯示狀態。
- 7.下一次：重復最後一次取消的顯示狀態。



### (三)字體工具箱

字體工具箱的功能清單共有 1-14 等下列功能。

- 1.語言選擇。
- 2.字體組：選擇相應的字體組。
- 3.字體名：選擇字體名稱。
- 4.字體類型：選擇合適的字體類型。
- 5.字體高度：選擇字體的高度。
- 6.字體寬度：選擇字體的寬度。
- 7.絕對字號：使選中的文字的大小與設定值盡可能一致。
- 8.文字加框：給所選的文字加一外框。
- 9.文字屬性：修改文字的屬性，如傾斜、旋轉等。
- 10.快速錄入：進入文字塊的快速錄入狀態。
- 11.居左：使所選中的文字以左側為參考點進行對齊(靠左對齊)。
- 12.居中：使所選中的文字以中心點為參考點進行對齊。
- 13.居右：使所選中的文字以右側為參考點進行對齊。
- 14.撐滿：使所選中的文字在所選擇的範圍內勻空。

### (四)狀態工具箱

在狀態工具箱中的功能清單則有列 1-14 的功能。

- 1.選擇：進入選擇狀態。
- 2.文字輸入：進入文字輸入狀態。
- 3.節點編輯：進入節點編輯狀態。
- 4.圖庫 I：顯示或隱藏圖庫。
- 5.圖庫 II：顯示或隱藏圖庫。
- 6.繪圖工具箱：顯示或隱藏繪圖工具箱。

- 7.表格工具箱：顯示或隱藏表格工具箱。
- 8.調色板：顯示和修改顏色對應表。
- 9.局部填充：對物體進行局部的顏色填充。
- 10.排版工具箱：顯示或隱藏排版工具箱。
- 11.對齊工具箱：顯示或隱藏對齊工具箱。
- 12.組合成圖形：將所選中的對象組合成一個圖形。
- 13.分割成圖形：將所選中的對象分割成一個圖形。
- 14.分解：將選中的文字塊按需求分解為獨立的文字單元。

#### (五)雕刻工具箱

在雕刻工具箱中主要為刀具(或雷射)雕刻時用於計算各種雕刻路徑、刪除、檢查錯誤及保存等功能。以下為用於機械刀具雕刻時之功能。

- 1.計算二維路徑：計算二維雕刻時的刀具路徑。
- 2.計算三維路徑：雕刻工具箱計算三維雕刻時的刀具路徑。
- 3.計算割字路徑：計算割字時的刀具路徑。
- 4.刪除雕刻路徑：全部或部分刪除已計算的雕刻路徑。
- 5.檢查錯誤：檢查選中的圖形是否有相交、交叉等錯誤。
- 6.雕刻輸出：把當前計算好的刀具路徑送到雕刻機輸出。
- 7.保存雕刻路徑：將計算好的雕刻路徑存為 G 代碼(機械控制碼)文件。

#### (六)雕刻路徑

在文泰雕刻軟體所提供的雕刻路徑生成方式。可分為四類：雕刻、切割、鑽孔和影像雕刻。而雕刻又分為二維雕刻和三維雕刻；鑽孔又分為點，輪廓和區域鑽孔等。以下介紹計算雕刻路徑的基本

知識。

### 1.陰刻及陽刻

“陰刻”為雕刻後在雕刻材料上留下的是凹下的文字或圖案。而“陽刻”為雕刻後在雕刻材料上留下的是凸出的文字或圖案，俗稱陽字或陽圖。

如圖 10-2 之中灰色部份都是刀具刻除材料之處，左側為刻除字體，即陰刻；右側刻除材料，保留字體(白色部份)，即為陽刻。

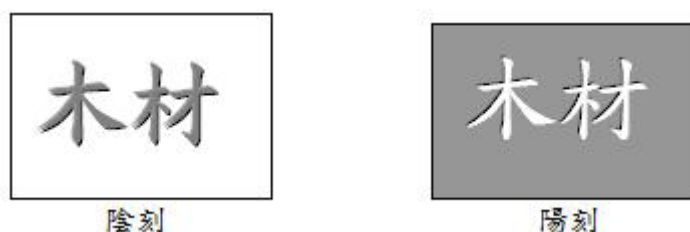


圖 10-2 陰刻與陽刻之差別

### 2.雕刻深度

“雕刻深度”是指加工的最大深度。在三維雕刻中，雕刻路徑的深度隨著加工圖形的形狀變化而不斷變化。

### 3.分層雕刻

在二維、三維、割字、影象雕刻中出現的“分層雕刻”，每次進刀不超過數 mm，其中的“數”mm 表示每次刀具進入材料的最大深度，對質地較硬的材質按經驗值進行多次分層雕刻，最終完成設計的雕刻深度。

二維雕刻時底部是固定深度，而三維雕刻時底部深度則不固定。

### 4.鑲嵌路徑

所謂“鑲嵌”，就是一個設計圖形，分別進行陰刻和陽刻後，所得到的兩部分分別稱為陰模和陽模；兩個模具能夠無縫隙地扣在一起。考慮到刀具的影響，在計算雕刻路徑時，其中一種必須選“鑲

嵌路徑”。

## 5. 刀具補償

在加工過程中，刀具本身有切割寬度，加上“刀具補償”後，能夠自動消除刀具刃寬對加工效果的影響。

## 6. 勾邊時的旋轉方向

在進行切割和銑底時，選擇合適的勾邊旋轉方向，尤其是木材具有方向性，切削時必須考慮順木理或逆木理的切削方向，可以使加工後的物體側面更加光滑。

## 7. 銑底方式

在二維與三維的路徑計算中，銑底是一種常見的加工方式，也就是將物體或文字的空余部分銑去。常用的銑底方式有：水平銑底、縱向銑底、正向 45 度銑底、反向 45 度銑底、環形銑底，但無論選擇哪種方式，其結果都是相同的，不同的只是加工時刀具行走的路線。

如圖 10-3 所示為不同銑底方式時的刀具路徑(二維加工方式，採用中心尖刀 45 度，重疊率 1%，雕刻深度 3 mm，陰刻)：

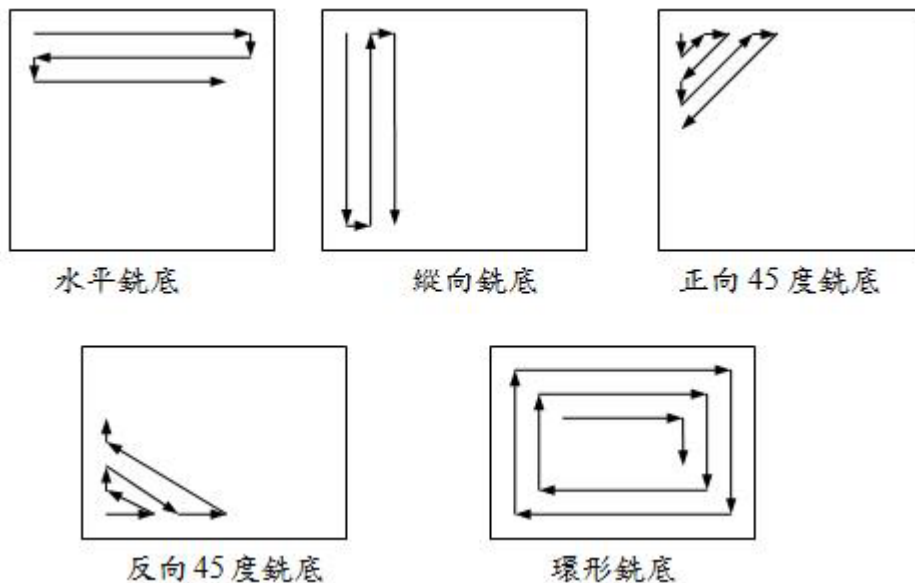


圖 10-3 不同銑底方式的刀具路徑

## 8. 刀具選擇

在對不同材料、不同硬度的物體進行加工時，為了確保加工效率，保證加工效果，需要選擇合適的加工刀具。使用者可以自己設置、命名自己常用的刀具。

通常所用的刀具與其參數的定義如下：文泰雕刻系統中使用的刀具分為四類，分別為平底尖刀，中心尖刀，直刀，球底刀，它們統一存放在文泰雕刻系統的刀具庫中。為使操作者使用方便，系統在刀具庫定義了一批常用刀具，在實際應用中使用者可以隨時向刀具庫中增加新的刀具。

### (1) 平底尖刀

由于其刃部為錐形，底部為平底，所以稱為平底尖刀，其特性參數有三項，**刃角 A**、**刃寬 W2** 和 **刃的頂部直徑 W1**。A 為刀具刃部錐形的角度(與中心線之夾角)，W2 為刀具刃部尖端的直徑，W1 為刀具柄部的直徑，刃的頂部直徑通常為刀柄的直徑，通用雕刻機使用的刀具刀柄直徑有兩種：6 mm 和 3 mm，即通常所說的 6 毫米刀和 3 毫米刀。平底尖刀的定義就是在刀具的名稱下給出上述三個參數的數值定義。其中的刃高參數 H1 僅為參考值，它不需使用者定義，它提示使用者定義實際雕刻深度時不得大于該刃高。

### (2) 中心尖刀

由于其刃部為錐形，底部呈尖狀，所以稱為中心尖刀，其特性參數有二項，**刃角 A** 和 **刃的頂部直徑 W1**。刃角為刀具刃部錐形的角度(是與中心線的夾角)，刃的頂部直徑通常為刀柄的直徑，中心尖刀的定義就是在刀具的名稱下給出上述二個參數的數值定義。(可以將其視為特殊的平底尖刀)。其中的刃高參數 H1 同上項所述。

### (3)直刀

由于其刃部為一柱形所以稱為直刀，又稱銑刀。直刀的特性參數有兩項，**刃高 H1** 和 **刃寬 W1**。刃高 H1 為刀具刃部的高度，刃寬 W1 為刀具刃部的直徑，直刀的定義就是在其名稱下給出上述兩個參數的數值定義。直刀一般用于切割，由于其結構特點的限制直刀直徑不能太小，在常規下直刀直徑最小為 0.8 mm，再小的耐用性就較差。

### (4)球底尖刀

由于其刃部為錐形，底部為球面，所以稱為球底尖刀，其特性參數有四項，**刃角 A**、**刃寬 W2**、**刀柄直徑 W1** 和 **球面高度 H1**。刃角 A 為刀具刃部錐形的角度(同平底尖刀的定義)，刃寬 W2 為刀具刃部尖端的直徑，刀頂部的直徑 W1 為刀具柄部的直徑，球面高度 H1 為球面最低處到截斷球面的平面高度。刀的頂部直徑通常為刀柄的直徑。球底尖刀的定義就是在刀具的名稱下而給予上述四個參數的數值定義。

## 9.重疊率

刀具本身有刃寬，如果不設置重疊率，在加工時，材料上會有一些地方不能被加工到，如果加大每刀之間的緊密程度，則加工後的材料表面可以保持光滑。但重疊率過大，加工效率會相應降低。

## 10.落/起刀(主要應用于割字、激光(雷射)雕刻)

在進行割字等操作時，為了避免在進刀和出刀時對加工效果的影響，故意將進刀點和出刀點移到非加工區域中。

例如：所選擇的參數為：**二維加工，勾邊，陰刻，落刀設置為圓弧，起刀設置為直線(三維直線段)，角度 31 度，重疊 55 毫米。**

## 11.連筋設置

在進行切割時，為避免在加工結束前，由于被加工對象的移

動而導致的加工部件損壞或加工錯誤，要求被加工物件不完全斷開(個別部分連接在一起)，等到加工結束後用手工將其分開。

例如：所選擇的參數為：二維加工，勾邊，陰刻，自動加連筋，個數：5 個，長度：10 毫米，高度 0.2 毫米。

## 12.鑽孔半徑

指需要加工的孔徑的大小，當選擇鑽孔半徑為刀具半徑時，雕刻刀直接從物體表面加工到指定深度，孔的半徑與刀具的直徑相同。

當選擇的孔的半徑比刀具半徑大時，通過刀具的旋轉達到指定的孔的半徑。

## (七)雕刻路徑編輯

對於系統所生成的二維路徑，使用者可以對其進行編輯修改。選中要進行編輯的路徑圖形，點擊“路徑計算”下的“雕刻路徑編輯”會出現雕刻路徑編輯的工具條，選中需要編輯的路徑，(此時所有節點編輯的功能全都可以使用)，進行編輯修改即可。

雕刻路徑編輯的工具條以及功能介紹如下：

- 1.定義起點：可在雕刻路徑中任意指定雕刻的起點。
- 2.倒序：可將所選擇路徑改為反向。
- 3.斷開：可在雕刻路徑中任意增加連筋的位置。
- 4.分割長度：將雕刻路徑分割開，在輸出時相當與抬刀，與連筋有共同之處，但不能設置高度。
- 5.排序：對所選的雕刻路徑輸出的先后順序進行排列。
- 6.保存：保存所修改的雕刻路徑。

#### 四、連線至 CNC 雕刻機

文泰軟體提供了兩種與雕刻機通訊(連線)的方式，第一種通過串接埠或並聯埠將數據(圖文作業完成後的機械控制碼)傳送到雕刻機；第二種則生成與雕刻機內定軟體格式相同的檔案，輸出時可在該軟體中打開的文件檔案。系統有兩種輸出方式：即直接雕刻機輸出和生成 G 代碼的雕刻文件。

當雕刻路徑生成後，有些雕刻機可以在雕刻輸出中直接將生成的雕刻路徑送到雕刻機中輸出。也可以生成雕刻輸出文件，因為有些雕刻機只接受存有雕刻路徑的 G 代碼(機械控制碼)的文件，然後由雕刻機的控制程序將該圖文資料送到雕刻機而驅動雕刻機進行雕刻工作。文泰雕刻軟體生成的雕刻刀具路徑文件可以保存為 G 代碼文件。

##### (一)直接雕刻輸出

雕刻路徑已計算完畢後，點選圖標“雕”，系統顯示出該對話框。(此對話框既適用於機械雕刻、機械印章的雕刻輸出，同時也適用於激光雕刻輸出)

##### 1.雕刻輸出對話框中的參數設置如下：

- (1)雕刻設備：指系統支持的雕刻機的種類，使用者可點選下拉箭頭，挑選自己使用的雕刻設備名稱，若用於雷射加工機時通常選擇“支持 HPGL 指令雕刻機”。
- (2)連接埠：連接埠的設定非常重要，如果設定錯誤，則雕刻機無法正常工作。一般電腦有多個連接埠，例如 COM1、COM2、LPT1 和 LPT2 等，首先必須確認電腦是使用哪一個連接埠控制雕刻機，然後在對話框中選擇相應的連接埠，所選擇的連接埠與選擇雕刻設備相同。
- (3)設置：單擊“設置”按鈕，可以進行連接埠的參數設定，建議使用者不要輕易修改原有參數，只有當雕刻機不能工作或希望增添使用一台新品牌的加工機械時才需要修改該參數。點選“設置”



後顯示出該對話框。

連接埠是用來選擇數據輸出連接埠，如果選擇了串接通訊埠，必須要設置以下的參數：傳輸數率、數據位、校驗、停止位、流式控制的選擇等與雕刻機同樣的串接通訊埠的參數設置完全一致。

## 2.雕刻機設置的雕刻指令參數如下：

(1)抬刀命令：往雕刻機傳送抬刀命令時，後面跟的數據個數是否包括縱向參數。

(2)落刀命令：往雕刻機傳送落刀命令時，後面跟的數據個數是否包括縱向參數。

(3)Z軸方向：正、負值表示原點以下為正值或負值。

(4)抬刀距離：抬刀移動時刀尖離開物體表面的距離，以免划傷物體表面。

(5)雕刻時刀具自轉：可選擇沿刀具順時針或逆時針方向走動。

## 3.幅面和原點用來定義雕刻機雕刻幅面的大小和坐標的參數如下所示：

(1)“最大寬度”和“最大長度”分別指雕刻機能夠加工的最大寬度和長度。

(2)“分辨率”指雕刻機本身的精度。

(3)“坐標原點”和“前進方向”分別指坐標的起始位置和X軸、Y軸的方向。

## (二)版面預覽

修改了起始位置，材質大小等參數後，點選版面預覽就可在顯示幕上看到修改參數後輸出的圖文結果。

### (三)機械雕刻、機械印章雕刻

點選預覽視窗右下角的“雕刻輸出”按鈕，系統顯示出對話視窗。在選擇刀具框中，顯示了該次雕刻作業中所使用的刀具，如果使用者在計算雕刻路徑時使用了不同的刀具，此處會顯示出當時幅面和原點用來定義雕刻機雕刻幅面的大小和坐標的參數如下所示：所設定之刀具名稱，選擇此項的刀具，點選“開始”，系統就會自動按被選擇刀具的雕刻路徑去雕刻輸出。

“刀具詳細參數”，指計算路徑時所用刀具的詳細參數。點選“復位”按鈕，可使雕刻機初始化。點選“取消”按鈕，則結束當前的雕刻輸出。點選預覽窗口右上角的“關閉”按鈕，返回主畫面。

## 五、結語

電腦數值控制加工機與人工或其他機械雕刻之比較，具有高精密度、高再現性、快速變化、平面雕刻、半立體雕刻、細微及非專業雕刻人才亦可使用等產業化的特質；相對地也有刻板、重覆、易模仿及角落加工之細緻度不足等缺點。

上項缺點可在使用者熟練軟體功能、選擇適當刀具甚或寄望將來軟體業及刀具更進步，而獲得更佳的雕刻效果；但是仍無法完全取代人工雕刻的特質。

融合電腦數值控制雕刻機與人工雕刻，經由工作者的巧思與專精的技藝，使每一件作品在機械量產下擁有相近的外形，但在細微處以人工加以修飾，讓消費者在品鑑時卻又可發現雕刻者獨特的巧妙。不僅能讓每件產品都是唯一的，且免於制式化或工業化呆板之形式，更可藉此減少遭受仿冒；如此一來應可突破人工生產無法增加產量的困擾，又保留個人的創造風格，對於建構個人工作室與地區產業特點必有助益。

## 第拾壹章 手提動力機具

黃俊傑、林錦盛

國立屏東科技大學木設系副教授

### 一、定義

本章所介紹之手提動力機具，乃指由外部提供各種能量直接或間接驅動相關機件，帶動附裝之工具或刀具等工作物件(以下均簡稱工具)，進行固定運動而達到加工目的，且可依工作需求隨時以人力輕易移動整組物件的非定置式設備。

本章僅討論木材及竹材等木質纖維性的材料所應用之手提動力機具，其他非相同屬性之機具不宜冒然採用本章內容，以免產生混淆或誤解。

此類機具與一般工廠常用的機械有所不同，固定加工流程的工廠所使用者不僅整部機體較大、附裝之工具亦為較大之尺寸之外，且需固定安裝於工廠內穩定的承載面；而手提動力機具，外型較小、附裝之工具尺寸通常也較小，用於現場多變化的施工狀態，操作者可輕易移動整部機具。

由於相關尺度皆較小，價格也比大型機械便宜許多，因此常有業者或藝術工作者在施工現場，利用簡單的定置架將手提動力機具安裝於定置架後，取代大型機械，不過目前國內相關技能檢定或競賽正逐步修改有關規定，日後技能檢定或競賽將可能禁止使用自行加裝之簡易定置架。國外一般民眾喜歡在家自行製作各種生活用品，故常購買這類機具；而國內的室內裝修、室內裝潢、美工造型及藝術創作者大都需要因場地之限制或材料尺寸較大不易移動材料，所以常使用此類機動性高的手提動力機具，進行相關的加工或製造應用。

## 二、機具種類

依動力來源之不同，可分為三種動力機具，分別是引擎式(內燃機，燃油式)機具、電力式機具及氣動式機具。

引擎式機具以內燃機為動力直接驅動運動機構，作用力最大，但因有內燃機所以重量最重，且所產生的噪音及空氣污染也最多，投資成本最高，除了考慮安全與衛生因素以外，其機動性最強。

電力式機具以電動機(馬達)驅動運動機構，作用力較小，產生的噪音及空氣污染均最小，須有電力來源，故機動性次於引擎式機具。

氣動式機具以壓縮空氣為動力驅動運動機構，作用力最小，產生的噪音僅次於引擎式機具，但因氣壓管線之洩漏及管壁之黏性損失，所以整體之動力損失最大，此外需有空氣壓縮機與貯氣桶等動力來源設備，所以單一機具附帶的投資雖然較多，然而動力來源可同時提供多部氣動式機具，加以不同機具之切換極為簡便，僅需將氣動機具之進氣接頭連接至壓縮空氣來源即可使用，故而整體投資可減少電動機或油燃機之費用，所以單一氣動式機具之重量最輕，且單一的氣動式機具價格最便宜，整體投資最省等因素，近年來氣動式機具的機種也與日俱增。

上述三類機具除了氣動式機具以外，另二者可歸類為直接驅動型之機具，氣動式機具則屬於間接驅動之型式。

依機具的作用，可分為調整類機具(螺絲起子、扳手)、鋸切類機具(鏈鋸、圓鋸、角度切斷機、線鋸機)、鉋切類機具、鑽孔類機具(鑽孔機)、型削類機具(路達機模得機雕刻機)、砂磨類機具、拋光類機具、衝擊類機具(電鎚、氣鎚、釘鎗、角框釘接機)及加熱機具(熱熔鎗)等。

## 三、安全衛生

機具由各種能量驅動刀具進行加工，若疏於防範隨時可能危害操作者甚或殃及環境，故需特別重視其安全與衛生措施。手提動力機具之安全與

衛生注意要項可分為個人防護、動力來源及作業環境等三部份加以討論。

### (一)個人防護

個人防護具主要有聽力護具、眼部護具、頭部護具、呼吸護具、手部護具及足部護具等，聽力護具如耳塞及耳罩，眼部護具如鏡架式護目鏡、半罩式護目鏡及全罩式護目鏡，頭部護具主要為安全帽，呼吸護具如一般防塵口罩及活性碳口罩，手部護具為橡膠手套、棉布手套及金屬製手套，足部護具如橡膠質絕緣鞋或鋼頭鞋。

相關內容請參閱拙著木質生態材料加工設備第二章安全與衛生，本章不再綴述。

### (二)動力來源之管理

機具的動力來源主要為內燃機(燃油設施)、電力及壓縮空氣，其中壓縮空氣又由內燃機發電或由市電之電力所驅動之空氣壓縮機供應而得。

燃油設施應注意油品搬運、貯放、使用、設施與作業環境之管理，油品貯放時應在通風良好的環境。

電力設施必須由合格電氣人員負責現場電力配線及檢查合格後，方可使用，尤其是漏電斷路器之搭配使用，對於操作人員的安全更是重要的屏障。

氣動機具所搭配之空氣壓縮機、貯氣桶與乾燥罐，必須為檢驗合格之機種，並應依相關規定進行必要之定期維護或檢驗。

### (三)作業環境

為維護作業人員與非相關人員之安全與衛生，手提動力機具之作業環境應有適當的管理，通常以有形的空間區隔或軟性的封鎖線，將非作業人員限制於作業區外，一來避免干擾作業，二來避免不了解作業情形之人員誤入作業區而帶來意外狀況。

使用電力驅動者，應注意電線配線時避免受到外物重壓，不虞

絆倒作業人員。

使用燃油驅動者，應注意作業環境之通風，必要時應在作業人員處設有局部換氣裝置與氣體檢測警示設施。

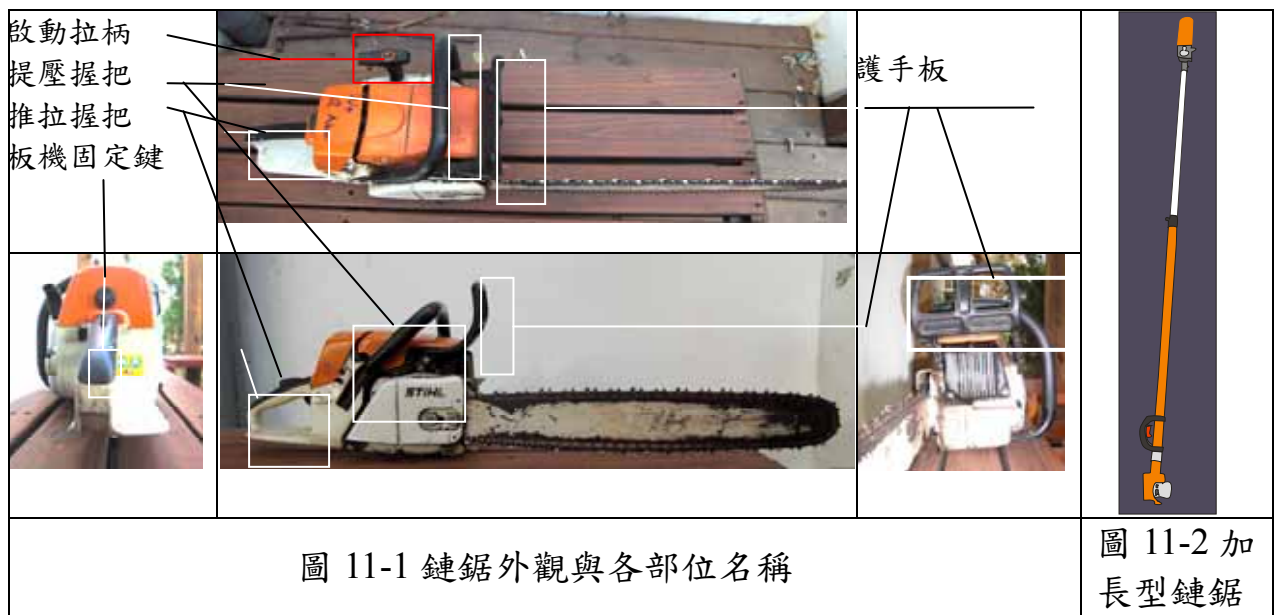
#### 四、手提動力機具之應用

##### (一)鏈鋸

鏈鋸(chain saw)通常依使用之動力而分為電動鏈鋸(electric saw)及燃油式引擎鏈鋸(engine chainsaw, power chainsaw)二種(見圖 1)。其中以引擎鏈鋸動力較大故較常用，而電動鏈鋸因無廢氣污染的顧慮，所以在室內或通風不良的場所應採用電動鏈鋸。不論何種型式的鏈鋸，均是由動力機構驅動鏈形鋸條的機械，其用於鋸切木質材料或質地較軟的各種材料。

鏈鋸可增加週邊附件或改變部份機件而進行特殊用途的鋸切作業，例如：增加引導架，將鏈鋸安置於引導架上，再沿著引導架進行大尺寸木材的鋸切，則可類似帶鋸機或大剖機而應用於製材；至於製材廠則常見裝載於二輪式手推車的超大型活動鏈鋸(本系無該類機種，請逕行上網查圖<http://goods.ruten.com.tw/item/show?11070406732327#pic#pic>)，專用於截斷較長的原木；此外引擎鏈鋸亦可將引擎與機身之間予以變形加長而成為增長型鏈鋸(圖 11-2)，則可用於鋸切高處樹枝或距離較遠(如岸邊)的側枝。

許多行業都常應用鏈鋸進行鋸切作業，例如：雕刻工作者以鏈鋸進行粗胚鋸製，林業上用於伐木、造材或者修枝等，環保工作用於拆除、修剪樹木或鋸切大型廢棄物等，雖不離鋸斷物品之範圍，但各種作業領域不同、鋸切目的不一，被鋸物的材質、形狀及尺寸等複雜多變，故應參考實際作業之需求，選擇各自適用附增週邊的鏈鋸。



### 1.使用鏈鋸之安全與衛生

應用鏈鋸時在完成工作任務之前，必須先注意安全與衛生的管理事項，詳加敘述如下。

依個人、鏈鋸機及作業之需求各有其注意要點，個人的安全衛生管理，首要為個人防護具之齊全與正確使用，個人防護具之配戴方式如前所述。

依勞工安全衛生研究之調查得知，伐木業的聽力損失較其他行業嚴重甚多，其聽力損失高達 60 dB，由此聽力損失為不痛苦之狀態下的演變過程，初期往往難以查覺，而且一旦形成聽力損失之後幾乎無法復原，因此筆者極力主張必須強制配戴聽力防護具。

鏈鋸之使用過程，會產生很大的振動力，長期接受此類機械振動力會導致手部血液循環不良而罹患白手病，事業主應提供防震手套，要求長期使用者必須配戴。

鏈鋸機之使用除依各廠牌型式之不同，分別依原廠提供之正確步驟應用之外，另有二項必要提醒操作者注意之事。(1)使用鏈鋸時可分為長時鋸切及短暫鋸切。集中或尺寸較大的材料應採用長時鋸切，鋸切時押下扳機並以扳機固定鍵將之固定後，再進行鋸切；

切勿長時扣住扳機進行鋸切，由於長時扣住扳機時，手指處於長時間固定姿勢，可能引起肌肉疲勞發炎，甚至扳機指之病症。分散較遠或尺寸較細小的材料宜採短暫鋸切，鋸切時才扣動扳機進行鋸切，其餘時間則應使鏈鋸機保持在空檔運轉即可。(2)環境溫度若低於攝氏5度或7度時，必須先以其他溫熱設施提高機械的溫度之後，再啟動鏈鋸機，否則除了機械損壞以外，亦可能危及操作者和附近人員，南台灣雖不易遇到如此的低溫狀況，但若在高山或低溫廠房作業時，就可能會碰到低溫環境，在此特別提醒無低溫環境操作經驗者。

作業區域之管理，倘若作業區域屬於密閉或通風不良的環境，以電動鏈鋸較為適用，但因考量動力而使用引擎鏈鋸時，必須採取強制通風進行換氣，如能同時設立氣體濃度監測器，則更能保障人員的安全。

## 2.鋸切作業

進行鋸切作業前，務必先做好場所管制，禁止不相關之人員進入管制範圍，尤其是在樹木或材料的傾倒、墜掉、飛濺範圍必須設有專人看管，嚴禁任何人進入。

鋸切作業時由於材料受地心引力的作用不同，可依材料與地面關係分為立式材料(立木)及水平材料的鋸切，此外又可依鋸切材料與地面高度分為高位作業及一般作業；其中立式材料與高位作業均有墜落物產生的可能，應特別注意墜落物之防範，而水平材料與一般作業，主要為碎屑飛濺之防範。

使用鏈鋸可分為鋸斷材料、鋸除材料與修整(不鋸斷)材料等三種作業型式，將材料從橫向(縱向較少)鋸成二部份稱之鋸斷，將材料從旁鋸掉一部份稱之鋸除，材料鋸掉的部份為細小尺寸或僅成為鋸屑者稱為修整，以下分別就此三種作業型式詳述之。



### 3. 鋸斷作業

進行立式材料、水平材料及高架與高位之鋸斷材料作業，以木材雕刻等木藝創作時，除非受限於各種因素，否則應以下列所述的水平材料方式進行鋸斷較為安全，各種鋸斷作業討論如下：

#### (1) 立式材料

依圖 11-3 所示，先於預定傾倒方向的下側鋸切一道受口(倒向口)，再與另一側鋸切追口，藉此可達到控制鋸斷後材料的傾倒方向。鋸切受口時，受口之深入尺度應達材料直徑(或厚度)的  $\frac{1}{3}$  以上，而另一側的追口鋸切高度必須高於受口的高度。在平地作業時，傾倒方向應控制倒向空曠的安全管制範圍；在坡地作業時，以倒向等高線方向為第一優先，再者為倒向上坡方向；除非材料或樹幹本身的生長傾斜所限，否則不要倒向下坡方向。

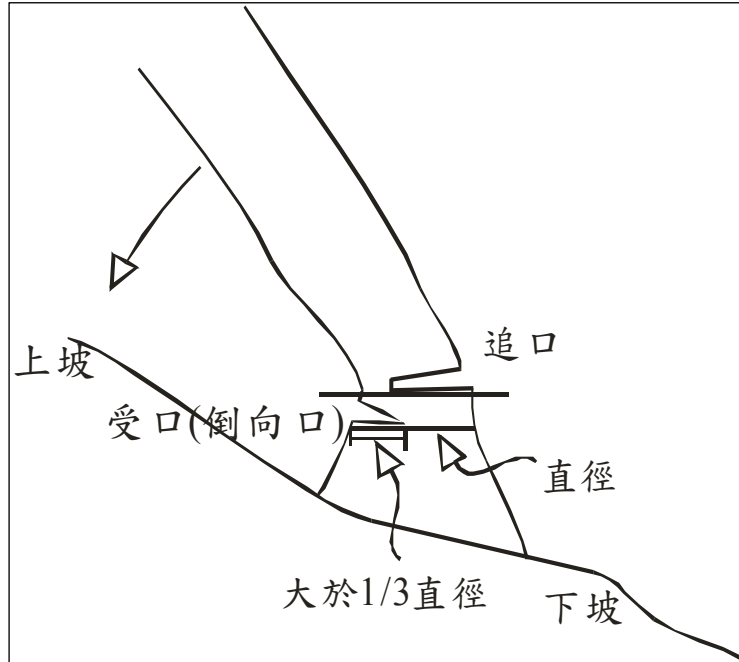


圖 11-3 坡地作業時之鋸切

## (2)水平材料

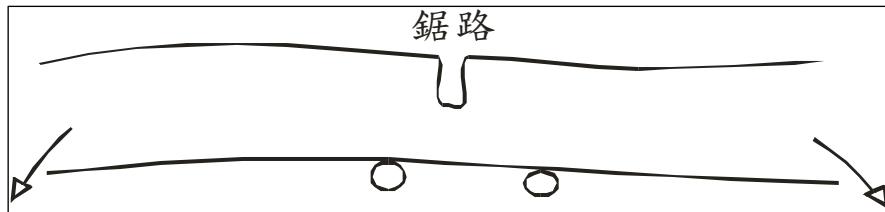


圖 11-4. 水平材料之鋸切

鋸切水平放置的材料時，應如圖 11-4 之方式於鋸路兩側下方使用支撐材，鋸切時可藉材料本身的重量使兩端自然下垂，避免鋸切過程或鋸斷後產生夾鋸之情形。另外則是碎屑飛散四處，應於近處設置攔屑圍板減少碎屑飛散範圍。

## (3)高架與高位作業

操作者若與作業範圍 3 m 以內的最低地面(或水面)高出 2 m，且無防護設施時(有防護設施則為高出 5 m)，稱為高架作業或高空作業，應使用高架(空)作業車或使用長桿鏈鋸；鋸斷後材料掉落區域應淨空。

若操作人員低於鋸斷材之高位作業時，除了可改採高架作業外，亦可戴上工作頭盔、護目鏡與呼吸護具(至少為防塵口罩)，並配合長桿鏈鋸，站在鋸斷材掉落範圍外進行鋸切工作。

至於碎屑飛散問題，目前尚無最好的防範效果，應在作業後打掃集中，至於特殊的木材尚可提煉精等用途，更應善加利用不可浪費資源，未能完全清除的木屑，幸好可以自然腐化回歸大地，還不會成為重大的環境困擾。

勞委會規定高架作業嚴禁使用起重機裝置吊籃載人進行高架作業，不論是個人、私人企業或公家單位均應遵守此規定，維護操作者的安全。

## (二)手提圓鋸

圓鋸(circular saw)目前市面上僅有電動圓鋸(見圖 11-5)。以馬達直接驅圓鋸片，故又稱電力手鋸，鋸切操作方式計有橫斷(cross cut)、縱開(ripping)、斜角鋸切、斜面鋸切及口袋鋸切等，其中以橫斷及縱開鋸最常用。

適用於鋸切大面積的板材；最大的優點是能在已組裝之工作物上鋸切。

鋸的規格以鋸片的直徑(6 至 10 in.)表示，鋸盤與圓鋸及旋臂鋸所用之鋸盤相同；鋸片旋轉方向為由下而上，故工作物之鋸切應將正面朝下，因鋸割處上面材料較易撕裂。



圖 11-5 電力手鋸

### 1.使用特性

適用於鋸切工作物面積大，不方便置於工作檯鋸切之材料。

- (1)最大優點在於對已組裝之工作物，進行鋸切。
- (2)鋸切時，因鋸片由下而上旋轉，故工作物正面應朝下放置，上面鋸切較易撕裂。
- (3)淺切時，因材料與鋸片接觸面積大，阻力大，所需之推力亦較大，鋸切速度較慢；反之深切時(穿透材料)，阻力小，鋸切速度

快，木材應確實固定，宜少用。

## 2.操作步驟及方法

### (1)橫斷鋸

- A.在工作物面以鉛筆上劃記切割線。
- B.調整鋸片高度，使高於工作物約 3 mm。
- C.將鋸片對準切割線之外側，啟動開關後，雙手握鋸，緊抵工作物面並對準切割線進行鋸切。
- D.正式鋸切時，應放慢速度，若阻力大鋸片轉速減慢，應稍向後退，待全速轉動時，再前進鋸切。

### (2)縱開鋸

操作方法步驟可如橫斷鋸，但長距離縱開時，如欲準確鋸割，可在木材邊緣加裝縱割導板，若無導板，可在木材上夾一木條導引之。

## 3.注意事項

- (1)檢查鋸片的角度及高度是否正確，調整螺絲是否旋緊。
- (2)鋸切大工作物時，應確實加強工作檯之堅固。
- (3)應待鋸片全速轉動後，輕輕截入工作物，施力勿過大。
- (4)縱開長料，若板之切開部有緊靠之情況，影響鋸切時，可打入楔木推開。
- (5)鋸割最後，快切斷時，應注意掉落之工作物或應固定避免掉落而造成傷害。

### (三)手提線鋸亦稱軍刀鋸(jig saw)

手提式線鋸，係利用前端鋸條，作上、下往復運動來鋸割材料之工具，底部底板可調整角度，作斜角切割，此種鋸之鋸條類似軍刀，故又稱軍刀鋸。



圖 11-6 手提軍刀鋸

### 1.使用特性：

- (1)該鋸常用來鋸切直線、曲線、內開圓或曲線之工作物。
- (2)鋸條可用來鋸切木材、三夾板、薄金屬、塑膠或其它材料，鋸切不同之工作物時，應選擇正確之鋸條，以順利進行切割，鋸條之規格格以齒數／吋表示。
- (3)裝置鋸片應使鋸面向前，鋸齒朝上。
- (4)一般每吋齒數較多者，切速較慢，適於硬木、塑膠或硬人造板之精密切割反之每吋齒數較少者，屬於快速粗割，適於一般木材切割；也有裝刀片，用來切割紙板或皮革。

### 2.操作方法：

#### (1)直線鋸切

- A.繪鋸切線，並於線外用夾鉗垂直固定工作物，以防工作物震動折斷鋸條。
- B.應使馬達全速運轉後，再進行鋸切，以右手握持機器，左手固定工作物，施力勿過大，緩慢進行鋸切。
- C.可徒手鋸切，若為精密鋸切時，可加裝導欄板，若機器本身無導欄板，可於工作物上加一平直之木材作為導欄板。

## (2) 曲線鋸切

- A. 前兩個步驟，同上直線鋸切。
- B. 鋸切曲線彎度大時，應放慢速度鋸切。
- C. 若鋸切標準圓，可調整導欄板以此為圓之半徑，切割標準圓。
- D. 內圓鋸切時，應先用鑽孔機鑽孔，稱始動，再做內圓鋸切。

## 3. 注意事項

- (1) 鋸切前，應使馬達全速運轉後始可進行。
- (2) 鋸切時，因鋸齒朝上，故須將鋸緊壓在材面上緩緩前進，否則鋸條易斷。

## (四) 手提電鉋

手提電鉋結構主要分為三大部分 1. 把手 2. 機座 3. 導板等三部分，導板可自由調整角度，因而工作物可鉋削出各種角度之鉋削面；對從事木工業者而言，是一種極重要的電動工具，節省勞力又可縮短工作時間，鉋削後之工作物可達精細準確的程度。



圖 11-7 手提電鉋

### 1. 手提電鉋之使用

- (1) 常用於鉋削粗大之工作物，用途廣常用於門邊、嵌槽．．等修整
- (2) 輕便，可用單手操作，鉋面寬可達 2 吋，每次鉋削之厚度為 0.5mm。

(3)可依工作物需要，自由調整導板之角度，鉋削出所需之垂直面或斜面。

(4)如需鉋削較大面積之工作物時，可將開關固定在啟動位置，方便操作。

## 2.操作步驟

(1)將工作物固定於工作檯上。

(2)調整鉋削斜度或適當鉋削深度，並應用廢木試鉋檢驗。

(3)右手握牢把手，左手壓緊前端，平穩前進。

(4)工作物不平凸起處應先鉋平，再鉋整塊木材。

## 3.注意事項

(1)使用時，電鉋附近避免有雜物，以免捲入危險。

(2)啟動時，應用雙手正確操作。

(3)啟動中之電鉋不可暫時平放或倒放，應在前端置一枕木墊高。

(4)排出口阻塞須清理或調整鉋身或換鉋刀時，應確記關閉電源。

(5)收藏時，鉋刀應確實調收至零刻度以下，以保護刀刃

(五)手提鑽孔機：其動力來源主要為電動式，近來亦有氣動式者，以下介紹手電鑽。



圖 11-8 手電鑽

用於工作物鑽削圓孔洞，常用在已組裝之工作物上鑽孔安裝五

金配件；一般手電鑽開關為扳機式，在開關上有多一道鎖緊銷之安全裝置，在打開鎖緊銷後，始能扳動開關。

目前市面上常見到的以堅固塑膠外殼較多，以防潮溼有漏電的危險，此外亦有蓄電池式的手提電鑽，沒有電纜線在使用上更加方便。

電鑽之大小規格以夾頭之大小表示，長用之電鑽之鑽頭在 10mm 以下，鑽頭之安裝之夾頭有二種：

(1)常見者為齒輪式夾頭，需有固定之鎖鑰打開或夾緊。

(2)另一為六角鎖鑰，需以扳鉗打開或夾緊。

### 1.使用方法

(1)確實開啟夾頭，將鑽頭裝到底部，鎖緊夾頭，固定好鑽頭。

(2)在鑽孔位置處以畫針或衝子標記鑽孔之中心位置。

(3)薄木材鑽孔時，下層應墊棄木。

(4)以右手握緊電鑽把手，左手輔助機身，對齊標記中心。

(5)確定鑽頭與工作物面垂直，啟動馬達導引進入工作物，必要時左手控制鑽速。

### 2.注意事項

(1)鑽較深的孔時，中途要將鑽頭提起，清理鑽頭槽之木屑。

(2)鑽孔時，不可移動鑽孔機，以防鑽頭斷裂。

## (六)手提花鉋機或稱手提銑花機

由馬達及一機座組成，馬達前端有一安裝刀具之夾頭，藉由各種不同之切削刀，做出各種不同形狀之槽邊；在馬達外殼裝有一套筒，可做上、下調整馬達的位置，以為挖削工作物深度之標準。此外尚可配合各形之導引，做不同形狀及用途之鉋削。





圖 11-9 手提花鉋機



圖 11-10 修邊機

### 1.常見之銑刀種類

- (1)嵌槽銑刀：在木材邊緣挖削嵌槽。
  - (2)直銑刀：用於挖削槽、鑲嵌槽、嵌槽等工作。
  - (3)45度斜角銑刀：工作物邊緣削成45度之斜角。
  - (4)凹圓角銑刀：挖削成凹圓形。
  - (5)圓框銑刀、圓形嵌槽錐：常用於相框木條之邊緣挖削。
  - (6)鳩尾銑刀：用於挖削鳩尾槽或木材端部之鳩尾榫，如抽屜之直角鳩尾榫接。
- V形槽銑刀：挖削V形槽。

### 2.使用方法

- (1)啟動馬達，開使啟用時，雙手牢握起槽機，置於工作物平面上。
- (2)鑽錐係高速順時鐘旋轉，加工時，挖削直線邊緣時，應由左至右的方向直移動機身。
- (3)鉋削不規則弧線或圓形邊緣工作物時，應以逆時鐘方向移動。
- (4)推送速度適宜，過快造成鑽錐磨損，過慢則造成工作物燒焦情況。
- (5)勿使力於鑽錐，應讓藉由旋轉之鑽錐自由鉋削。

(七)砂磨機：其動力來源可分為電動式及氣動式二種，依砂磨機構可分為以下數種，

帶式砂磨機(履帶狀)、盤式砂磨機(圓盤或方盤)、碗式砂磨機(碗式鋼刷)、砂輪機。

砂磨機種類多，可依工作物加工性質不同，選用不同功用之砂磨機。

### 1.手提式電動帶式砂磨機：

常用於砂磨以組合之家具、櫥櫃表面或細木工之研磨，其規格尺寸係以砂帶之(長\*寬)表示，常用之尺寸有 2\*21、3\*24 吋等。

#### \*使用方法

- (1)啟動馬達，砂磨機根部(靠操作者端)位置應先輕觸工作物，再慢慢放下前緣，雙手握穩機身，平抵工作物面。
- (2)砂磨工作物縱理時，應先橫砂再縱砂。
- (3)縱砂軟木時，避免停留過久造成凹陷。
- (4)砂磨木門時，應先砂磨門邊再磨門面。

### 2.塗裝砂磨機(振動砂磨機)



圖 11-11 手提振動砂磨機

主要用於組合工作物之最後砂磨及各塗層間之砂磨；砂磨機能作直線形或圓形轉動砂磨工作物。

直線形轉動砂磨機，特點為沿著木紋走向研磨時，不會發生磨擦痕跡，適用於透明塗裝，如亮漆或清漆。

圓形轉動砂磨機，適用於快速砂磨或磨平之工作物，但塗裝後會留下渦旋狀。

### 3.手提旋轉式砂磨機

廣用於木材接合面及粗糙工作物粗磨，主要用於研磨木材之橫斷面；操作使用時，應將砂磨圓盤面傾斜約 10 度，手握機身，應保持砂磨圓盤傾斜，不施加壓力，利用馬達本身重量加工即可，輕輕推動圓盤控制方向。不可全盤壓磨工作物，會有反跳及挖深工作物之不良效果。

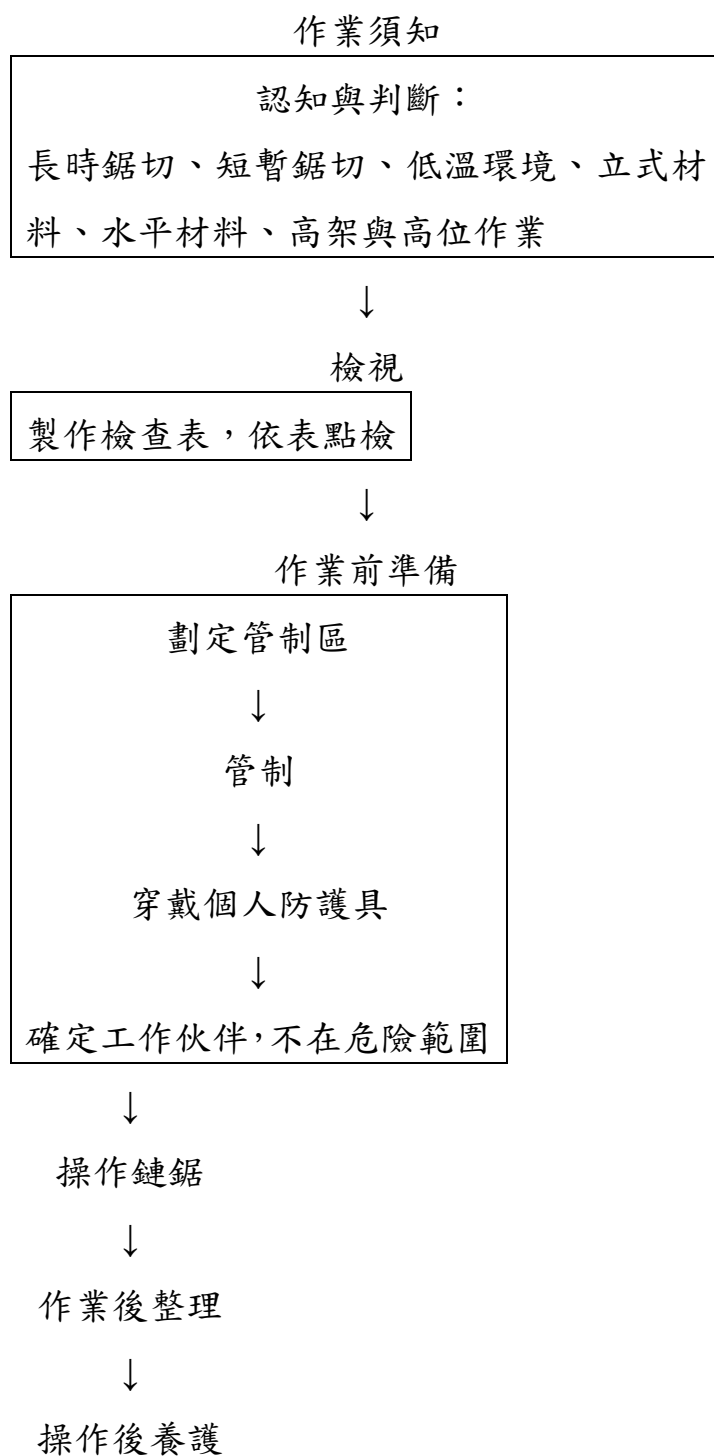
### 4.一般砂磨操作步驟

- (1)按工作物表面所需之砂磨程度，選擇適當之砂紙。
- (2)砂磨前應先將工作物面鉋平。
- (3)砂磨工作物板面邊緣時，應保持木材邊緣與表面成直角。
- (4)砂磨時應選擇優良砂紙，質地差之砂紙，易使工作物產生磨痕，最後階段砂磨應選擇品質好且最細之砂紙。

# 附錄 鏈鋸操作之標準作業程序

## Standard Operating Procedure of Chain Saw Operation

### 一、作業流程圖



## 二、標準作業程序說明

### (一)作業須知

1. **長時鋸切**：集中的樹枝或尺寸較大的材料採行，鋸切時押下扳機並以扳機固定鍵將之固定後，再進行鋸切
2. **短暫鋸切**：分散較遠的細小樹枝採行，鋸切時才扣動扳機進行鋸切，其餘時間則應使鏈鋸機保持在空檔運轉即可。
3. **低溫環境**：高山或低溫廠房等環境下，必須先以其他溫熱設施提高機械的溫度之後，再啟動鏈鋸機。
4. **立式材料**：鋸切直立於地面的材料，應注意以下三項。
  - (1)於預定傾倒方向的下側鋸切一道「受口(倒向口)」，再於另一側鋸切「追口」，鋸切大直徑(斷面)樹木或材料時，應適時使用「楔子」以控制鋸斷後材料的傾倒方向。鋸切受口時，受口之深入尺度應達材料直徑(或厚度)的 1/3 以上，追口的鋸切高度必須高於受口的高度。
  - (2)在平地作業時，傾倒方向應控制倒向空曠的安全範圍。
  - (3)在坡地作業時，以倒向等高線方向為第一優先，再者為倒向上坡方向；除非材料或樹幹本身的生長傾斜所限，否則不要倒向下坡方向。
5. **水平材料**：鋸切水平放置的材料時，應於鋸路兩側下方使用支撐材，鋸切時可藉材料本身的重量使兩端自然下垂，避免鋸切過程或鋸斷後產生夾鋸之情形。
6. **高架與高位作業**：使用高架(空)作業車，必要時採用長桿鏈鋸。

### (二)檢視

預先製作檢查表，依表點檢；檢查表之主要登記項目如下。

1. **工具**：套筒扳手、鋸鏈鬆緊檢查片(自製厚度約 1.5–3 mm 的鋼片)、

油量檢查尺、楔子(自製類似斧頭狀的厚三角形鐵塊)、銼刀(三角、半圓或圓形皆可)。

- 2.鋸鏈：2 條以上，備用鋸鏈至少 1 條，均須研磨鋒利。
- 3.量杯：容量視機種而定，應足夠裝入汽油及機油調配成為二行程用油。油料之混合比例約為 1：10 至 1：20(依廠牌而調配)。
- 4.油桶：2 桶，一桶裝未混合的汽油，另一桶裝回收已混合之油料。
- 5.備用油料：汽油及機油，應足夠當次工作所需之量(視機種之需求而定)。
- 6.備用火星塞：至少 1 只。
- 7.個人防護具：耳塞或耳罩、護目鏡、工作頭盔、工作服、防震手套。必要時應著鋼頭鞋。
- 8.潤滑油：是否足夠，自油面窗檢視之，油面窗應保持清晰。
- 9.哨子：試吹是否響亮，否則必須更換良品。
- 10.管制帶：是否足夠，視當次工作管制區域而定。
- 11.管制牌：書寫或印製「鏈鋸作業中，嚴禁進入」。

### (三)作業前準備：

- 1.劃定管制區，立即懸掛管制帶。
- 2.張掛管制牌，分派專人配備哨子進行管制，嚴禁閒雜人等進入管制區。
- 3.穿戴正確的個人防護具。
- 4.確定工作伙伴，不在危險範圍。

### (四)操作步驟

- 1.將鏈鋸平穩置於地面。
- 2.依正確方向裝置鋸鏈，調整鋸鏈張力，下側鋸鏈與導板間隙約為

- 1.5 – 3 mm。
- 3.依正確混合比例調配油料，將調配好的適量油料加入鏈鋸機之油箱內，鎖上油蓋，收妥油桶及油罐等。
  - 4.將機身外的油漬擦拭乾淨。
  - 5.拉動啟動繩，若無法順利啟動，則(5.1)關閉風門，再次拉動啟動繩，直到引擎短暫發動又熄火，(5.2)將風門開啟，再次啟動；重覆(5.1)及(5.2)動作，直到發動引擎。若關閉風門啟動後引擎順利發動則應於 30 sec 至 1 min 內重新開啟風門。
  - 6.再次確認管制區域淨空無人。
  - 7.提起鏈鋸，將鋸鏈移至預定鋸切位置，視鋸切所需時間，分別依(1)或(2)操作。
    - (1)長時鋸切，食指按下鋸鏈啟動扳機，拇指壓下固定扳機鈕，食指鬆開扳機，俟鋸鏈穩定運轉後開始鋸切。鋸切動作完成後，將鋸鏈移離材料，食指輕扣啟動扳機隨即鬆開，使鏈鋸保持於空檔鋸鏈不運轉的狀態。
    - (2)短暫鋸切，扣住扳機進行鋸切，不鋸時立即鬆開扳機，使鏈鋸機保持在空檔運轉(鋸鏈不動)即可。
  - 8.完成鋸切動作後，移動至下一個工作點。
  - 9.重覆(6)到(8)的步驟，直到工作完成。
  - 10.工作完成後，將鏈鋸機內的油料全部倒入回收的油桶。

#### (五)作業後整理

- 1.集中並清運所有鋸切後的材料。
- 2.整理環境，恢復整潔狀態。
- 3.收拾管制帶及管制牌，撤離管制人員。
- 4.清點器材無誤，由團隊之隊長或組長檢視現場後返回工廠或工作

室。

**(六)操作後養護(視狀況可於作業現場或工廠後進行)**

1. 拆除鋸鏈護蓋。
2. 戴防割手套，卸下鋸鏈。
3. 清除附著或夾於鋸鏈、導板、護蓋及機身各處的木屑、塵土、樹葉等雜物。
4. 以銼刀研磨鋸鏈。
5. 以油布沾機油潤滑齒輪、鋸鏈及導板。
6. 鎖上護蓋，將鏈鋸機裝回收存箱。
7. 依檢查表逐一清點所有附件，記錄待修或待補充的零件及原物料。
8. 油料送回物料組。
9. 洗淨，至少須用肥皂、洗手乳等清潔用品清洗雙手、臉部與頭部；必要時應沐浴更衣。
10. 依需要填送檢修單及補料單。
11. 火星塞每隔一段時間(視使用頻率而定)應清理積碳一次。



## 第拾貳章 塗裝技術

黃俊傑

國立屏東科技大學木設系副教授

### 一、刷塗法技術

由於科技的發達，新塗料陸續呈現，塗裝技術也隨之改善與機械化，不少往昔被視為塗裝專業技術人員才會用得上的機具設備，也變的大眾化、普及化了，在價格上也相當經濟化。但是毛刷的刷塗法，仍然有其重要性，也是最廣泛被使用的塗裝工具。刷塗即是用毛刷沾塗料塗佈於工作物表面。

#### (一)毛刷用毛的種類與特性

毛刷是所有塗裝工具中最簡單且最方便使用的工具，不像其他噴塗工具，容易損耗很多塗料，需要很大場地，必須投資許多金錢。毛刷可以隨時，隨地，隨身攜帶，是最簡便的塗裝工具。但是近來卻很少使用毛刷，反而盛行噴塗法。這是由於刷塗法需要高度的技術，不熟練時，作業效率低，品質不佳。不過一旦熟練後，只要有空罐和毛刷，則到處可塗。

1.毛刷最常用的為馬毛。一般又稱熊毛，實際上為馬毛，對於要求較強腰力的塗料以馬尾毛尖 3~4 寸者為最上等，下級品則加用毛尖以外的毛作成。不同部位毛比率也是問題，通常宜為 20~30%，若超過 50%以上，則刷塗性不良，不好用。

其他的馬毛還有取自胴部的胴毛與取自腳蹄的腳毛。胴毛沒有腰力，所以通常用為蟲膠漆或著色用毛刷。腳毛比胴毛更軟。

2.羊毛一般偽稱兔毛，用稱為差毛(雜毛)的硬毛，以背部的毛為最上等，也可用下巴或尾巴的毛，但因太硬品質稍差，主要用為拉卡毛刷或水性塗料用毛。

3.其他也可用山羊毛、狸毛、豬毛、人髮毛、合成樹脂(尼龍、醋酸纖維素等)毛等。山羊毛腰力弱，主要用為凡立水毛刷、著色毛刷。狸毛的腰力和含漆量均佳，最上級品，但因資源稀少，主要用為筆類。

豬毛太硬，不適用為毛刷，主要用為普通刷子。人髮毛可用為漆刷。合成樹脂類稱為尼龍刷，主要用於調和漆及油性塗料。

## (二)毛刷好壞的判別法

使用不良毛刷時，毛刷作業性不良，而且毛刷前端裂開，較難塗被塗物的角隅或面積狹小處，而且刷痕顯著，含漆量不良，優秀技工也無法有良好的工作成效；故須選用良好的毛刷。如何判別毛刷的品質，可由下列兩點來判定：

- 1.毛刷的品質好壞很難判別，大致是選毛尖整齊，無逆毛，有彈力性，觸感良好者，也有毛刷是以毛尖毛包住切毛，所以觸感粗澀。
- 2.須選敲打後不脫毛者及用手搓揉時有滑感者。

## (三)毛刷的製作、規格、型式

### 1.毛刷的製作

毛刷的製作方式是以耐水紙包住整理好的毛，再捲好夾在木柄上。木柄的材質有檜木、松木等。其次再壓緊鑽孔，以銅絲線訂綁。刷毛的根部再以塗漆或塗接著劑或塗蟲膠漆固定、以免脫毛。

### 2.毛刷的規格

一般毛刷的規格以吋稱呼之。一般毛刷的規格以刷毛最寬的尺寸稱呼之，如2吋、3吋、4吋等。

### 3.毛刷的型式

(1)曲柄毛刷:常用於洋干漆及小部分之作業場合。

(2)直型毛刷:用於油性、水性等塗料作業場合。

(3)直筒厚毛刷:因其較厚，故可用於較高粘度之刷塗作業上。

(4)油畫筆、毛筆及其他特殊筆：用於特定場合中

## 作者簡歷

### 黃俊傑

現 職：國立屏東科技大學木設系副教授

學經歷：國立嘉義大學林業暨自然資源研究所

專 長：木竹產品及家具開發設計與製造、造型基礎設計與模型製作方法、生活機能之家具產品設計與製作、傳統工藝產業創意產品設計研發之研究、傳統木結構榫卯、建築彩繪、異木鑲嵌之研究、家具結構設計與製程分析之研究

### 林錦盛

現 職：國立屏東科技大學木設系副教授

學經歷：國立中興大學森林學研究所博士

專 長：木工機械、木工刀具與切削、木材物理、木質板製造

### 王耀俊

現 職：國立屏東科技大學木設系助理教授

學經歷：美國Colorado State University美術碩士

專 長：藝術創作、造形設計、展示設計、公共藝術