

科學圖書大庫

木工機械學

編譯者 李培磊

科學圖書：



木工機械學

編譯者 李培磊

徐氏基金會出版

序

近世以來木工技術及專門學問突飛猛進，一日千里，加以人類生活的漸趨返樸歸真，木材愈來愈受到人們的喜愛，舉凡生活上應用器具，從居住的房屋、門窗、地板到桌、椅、櫥、櫃一切家具，甚至於兒童的玩具，都趨向於木質製造，同時由於人們生活水準的提高，過去由手工製造的家具其精密度，遠落在機器製成品之後，因此，木工之趨向於機械製造，已經是刻不容緩的必經途徑。

古人說：「工欲善其事，必先利其器。」機器的普遍使用與發達，已無可非議，晚近木工機械的發達，要首推德國、瑞士，而且關於機械學的書籍亦非常普遍，吾人無論圖久遠之計的去大力發展木工機械，或者去熟諳使用這些木工機械，翻譯此木工機械學，實為促進國內木工技術進步的當務之急。

筆者不揣淺陋，以上述之心情譯述這本木工機械學，藉收拋磚引玉之效地就教於愛好者的面前，如有疏漏之處，尚祈補正指教，本書承蒙 Prof Werner Klüger 教授之指導及多方幫助解決疑難問題及繕寫人員之大力支持特此一併致謝。

李培磊

目 錄

序	I
第一章 機械概論	1
第二章 動力之傳動	3
第三章 帶鋸機械及棧鋸機	8
第四章 圓鋸機及縱切機、木絲機及擺動式圓鋸機	19
第五章 鉋機及多面鉋機	35
第六章 花鉋機及成型鉋機	49
第七章 銑花機、燕尾榫銑床及鏈式銑孔機	64
第八章 鑽孔機械	72
第九章 製作榫頭機械	80
第十章 木工車床	87
第十一章 砂磨機械	95
第十二章 安 全	104
第十三章 油壓、加熱機械	150
第十四章 膠合機械	155
第十五章 製作木釘機械	168
第十六章 鉋光機械	169
第十七章 攜帶式電動加工機械	170

第一章 機械概論

機械可分為動力機及工作機兩大類。

1. 動力機

供給工作機之動力者，常利用天然風力，水力，蒸汽，煤或礦油等使其改變為能，此能便產生電流，再而往復或圓周運動。

2. 工作機

可分為改變位置之工作機，變換形態之工作機及其他特殊之工作機等三類。

a. 改變位置之工作機：如交通工具，起重機，輸送機，抽水機，壓縮機，通風機等。凡是能把人，物及流體由一點輸送到另一點者，都是改變位置之工作機。

b. 變換形態之工作機：如木工機械、車床、銑床、鉋床等。只將材料經一次加工後便成為所須之形狀。

c. 其他特殊之工作機：如人所用之力、秤、齒輪及能傳送力量者討論迴轉運動的機械之前，須先明白迴轉數，綫速度、切削速度、進刀速度等基本問題。

1. 迴轉數：機軸每分鐘所旋轉之次數通常以 U/min 或 R.P.M. 表示，單位時間內所產生的位移稱為速度。

2. 綫速度（圓周速度）：迴轉體圓周上質點於單位時間內所行之位移，也就是皮帶輪所帶動之皮帶速度。

3. 切削速度：藉迴轉運動來切削的工具，常以切削速度表示。即工具於單位時間內所切削之長度謂之切削速度。

綫速度與切削速度之公式如下：

$$\text{綫速度 (} V_t \text{)} = \frac{d n \pi}{1000 \times 60} \text{ 公尺/秒}$$

$$\text{切削速度 (} V_c \text{)} = \frac{d n \pi}{1000} \text{ 公尺/秒}$$

4. 進刀速度：工作物向工具推送或工具向工作物推送之不同方式之進刀，如工具或工作物每分鐘內所推送之距離稱為進刀速度，常以公尺/分表示。工作物切削後之痕跡的粗糙或細緻與否視其切削速度與進刀速度而定，切削速度越大則進刀速度越小則切削越細，為防範意外危險切削速度須有一定的限度，至於進刀速度基於經濟原理不得低於下例之數字。

木工機械之切削速度及進刀速度

機 械	切削速度	進刀速度
圓 鋸 機	40 ~ 70	手 進 刀
帶 鋸 機	20 ~ 30	手 進 刀
擺動式圓鋸機	40 ~ 70	手 進 刀
邊 鉋 機	25 ~ 30	手 進 刀
平 鉋 機	25 ~ 50	5.33 公尺/分
花 鉋 機	20 ~ 50	手 進 刀
銑 花 機	8 ~ 12	手 進 刀
鏈式銑孔機	4 ~ 8	手 進 刀
鑽 孔 機	~ 15	手 進 刀
砂 帶 機	10 ~ 15	手 進 刀
盤式砂磨機	10 ~ 13	手 進 刀
鼓式砂磨機	20 ~ 25	4.10 公尺/分
木 工 車 床	8 ~ 30	手 進 刀

第二章 動力之傳動

1. 動力機

大工廠常用水力發電機，蒸汽機或內燃機等來帶動工作機，但由於發電機之發明及電動機之改良可供小型及中型工廠動力之用。

2. 轉動方式

利用動力機之迴轉運動而將動力傳達於工作機的方法有 (a) 皮帶傳動 (圖 2-1) (b) 動力機之機軸直接帶動工作機。皮帶傳動又分 (a) 成組傳動 (b) 單獨傳動等。

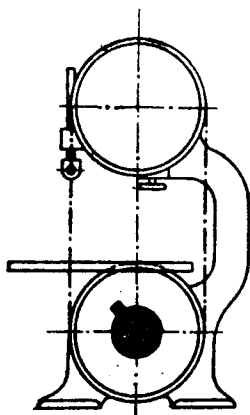


圖 2-1 直接傳動

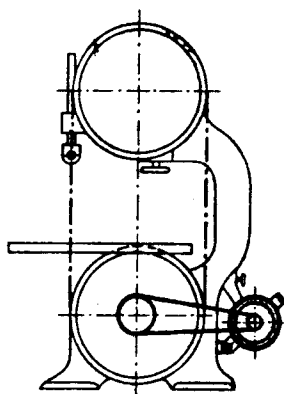


圖 2-2 三角皮帶傳動

a. 成組傳動：由一部動力機利用皮帶帶動許多工作機，此種方法較不經濟漸漸被單獨傳動所代。

b. 單獨傳動：每一部電動機只帶動一部工作機方式稱為單獨傳動（圖 2-2）。其優點為 a 佔空間小 b 工作機易裝卸 c 易於管理危險性小。單獨傳動可以直接傳動或利用短皮帶傳動，直接傳動是馬達固定在工作機上，而馬達之心軸與工作機之主軸相連，這種方法可避免滑動之損失及節省空間的好處，但馬達的負荷大而且馬達之旋轉而引起工作機之振動以致影響工作物之精確度，為其缺點，如平炮機、邊炮機、花炮機等常不用直接傳動之原因在此，因為這種機械之迴轉數要比正常馬達之迴轉數低，故須用短皮帶傳動之。

短皮帶傳動：馬達之迴轉數運動藉皮帶傳動於工作機，馬達固定於工作機之旁邊，由於皮帶之彈性減少馬達振動工作機之工具又可避免馬達之過量負荷；帶鋸機之傳動方法有 1. 直接傳動 2. 三角皮帶傳動。

3. 皮帶與皮帶輪

皮帶

工作機與動力機相離時必須用皮帶相連，皮帶依據其橫斷面可分為扁平皮帶、三角皮帶及圓皮帶三種皆由皮革或橡膠，棉花絲或人造絲製成。

a. 長皮帶：大都為皮革或橡皮製成之扁平皮帶，皮帶各端塔接處須斜切用膠連接之，至於皮帶寬大時可用皮繩子繫之，若使用結扣連接塔頭時，皮帶兩端接頭須平切而結扣之寬度不得超過皮帶之寬度為佳。

b. 短皮帶：大都是扁平皮帶或三角皮帶極少用圓形皮帶而且短皮帶無塔頭，皮繩繫法或結扣都不適用於短皮帶，因旋轉時其接頭拍擊輪子，當皮帶輪旋轉時必須在皮帶上給與適當之張力，以防止皮帶輪子之間滑動之現象。

只靠皮帶自身重量或自身張力不致於防止滑動所以特別在短皮帶上使用張力輪或鞍轡式張緊法及張力滑蓋。（圖 2-3, 2-4）

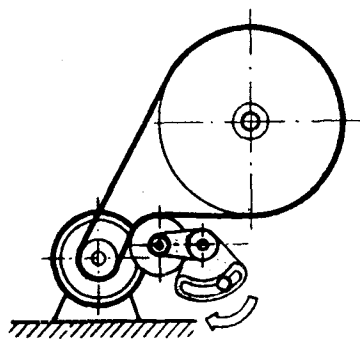


圖 2-3 張力輪

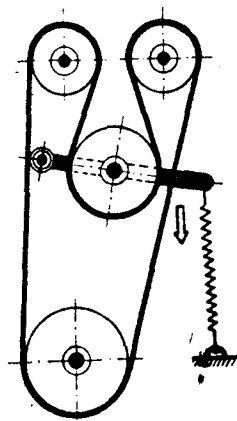


圖 2-4 張力輪

轆轤式張緊法

皮帶輪兩軸間的距離很小時，可使用三角皮帶，它常用橡皮製成三角皮帶之寬度及高度皆有一定的規格，皮帶繞在皮帶輪之槽底須留有空隙，因此只靠皮帶兩側與皮帶輪之槽兩側接觸時之摩擦力來傳動而不用塔頭結扣之皮帶而使用結扣將皮帶兩端連接，至於張力輪安裝法與扁平帶相同。

皮帶輪

皮帶輪常用灰鑄鐵，輕金屬或塑膠所製成，V型皮帶輪有單槽與多槽之分至於扁皮帶輪微微凸出以防止皮帶之脫離。

皮帶輪之傳動

依皮帶繞在皮帶輪之方法可分為開口帶圈及交叉帶圈之主動輪與被動輪之迴轉方向相同，而交叉帶圈兩輪之迴轉方向相反，即主動輪與被

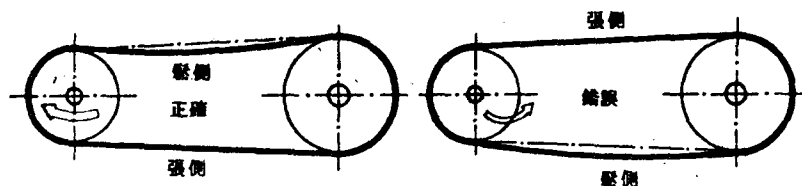


圖 2-5 皮帶輪之緊側和張側

動輪之方向相反，皮帶繞以皮帶輪時只有部份皮帶與輪緣接觸不與輪緣接觸之上下二邊皮帶稱為張側或鬆側。

接觸輪緣之皮帶與軸構成圓心角，此圓心角之角度越大則接觸於輪上之皮帶長度（弧長）越長，大小視張側之位置而定。若將張側置於下方則弧長就因鬆側垂下而增大弧長。若過短時可利用張力輪來增大之。弧長也視兩輪直徑之比與兩軸間之距離而定，兩輪直徑相差越大則小輪所繞之弧長也就越小，因此大小輪上直徑比值通常不大於5/1之比。

若超過此值則應加一張力輪來補救之，至於心軸間之距離以不小於20倍扁平皮帶之寬度為宜，但三角皮帶例外。

皮帶輪之比速

皮帶雖由二種不同直徑的皮帶輪所構成，但兩輪之綫速度相等而迴轉數較不相等，即迴轉數與輪之直徑成反比，故大輪=迴轉數小，小輪=迴轉數大。（圖2-6）

原動輪之迴轉數與被動輪之迴轉數之比，稱為速比。（ $n_1 : n_2$ ）已知馬達之迴轉數後不難求出工具之迴轉數，因二皮帶輪之綫速度相等。

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{d_1 \pi \cdot n_1}{1000 \times 60} = \frac{d_2 \pi \cdot n_2}{1000 \times 60} \quad d_1 n_1 = d_2 n_2$$

原動輪之直徑與迴轉數之乘積=被動輪之直徑與迴轉數之乘積。被動輪之迴轉數與所有之原動輪直徑之乘積=末動輪迴轉數與所有被動輪直徑之乘積。

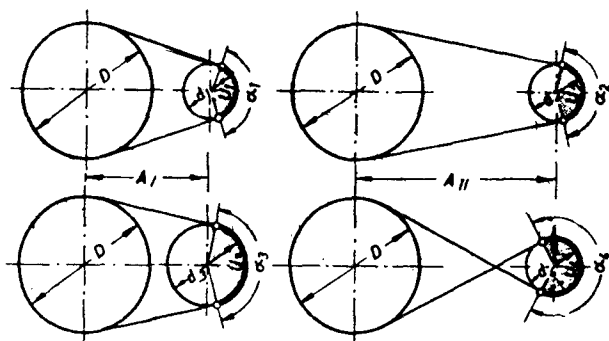


圖 2-1 皮帶輪之速比

例 1：有一圓鋸機其鋸盤直徑 300 mm 迴轉數 3000 R.P.M 求其切削速度若干？

$$V = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000} = \frac{300 \times 3.1416 \times 3000}{1000}$$

例 2：已知原動輪 $d_1 = 150 \text{ mm}$ 迴轉數 $n_1 = 600 \text{ U/min}$ 被動輪 $d_2 = 90 \text{ mm}$ 迴轉數 $n_2 = ?$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2$$

$$150 \times 600 = 90 \times n_2$$

$$n_2 = 1000 \text{ U/min}$$

例 3：初動輪迴轉數與所有原動輪直徑之乘積 = 被動輪迴轉數與所有被動輪直徑之乘積

$$n_1 \times d_1 \times d_3 \times d_5 = n_2 \times d_2 \times d_4 \times d_6$$

$$1450 \times 100 \times 500 \times 400 = n_2 \times 350 \times 200 \times 100$$

$$n_2 = \frac{1450 \times 100 \times 500 \times 400}{350 \times 200 \times 100}$$

$$= 4142.8 \text{ 公尺/分}$$

第三章 帶鋸機械及綫鋸機

帶鋸機

帶鋸機可將原材鋸成角材或順者所劃取之綫鋸切或藉著靠板鋸直綫，也可以做裂口樺、圓弧等。（圖3-1）

帶鋸機有灰鑄鐵所製成的支架，支架上有上輪及下輪及牀台。牀台上有一靠板，鋸帶穿過牀台之開口而繞於上輪及下輪上，下輪是固定的藉三角皮帶傳動動力或直接帶動，上輪下方有一手輪調整上輪之高低，因而可裝卸鋸帶並調整鋸帶之鬆緊，通常鋸切時，鋸帶產一向下之拉力，所以上輪須常賦與彈性，新型機械常裝有強力之螺旋彈簧，但舊式機械利用槓桿垂來達成彈性之目的。為避免鋸帶與輪緣直接接觸而損害鋸帶，在輪緣上常黏有一層軟木栓或橡皮，皮革等，製成輪箍，若輪箍須換新時須小心的將舊輪箍全部取淨，且遵照製造廠說明書之指示換新且要檢視新換的輪箍在迴轉時是否均勻否則須用砂紙整修之。

鋸帶跟上輪及下輪迴轉時，鋸齒常損壞輪箍或鋸帶裡面的鋸齒因受輪子之張力而失去鋸路。在上輪有一調整螺絲可使上輪微微傾斜或向後，而使鋸齒向前凸出以防止上述之弊端及鋸帶脫落之現象。新式帶鋸機之輪箍為圓弧形，應將鋸帶安置於輪緣中央。（圖3-2）

牀台上方及下方的鋸帶引導裝置須盡量靠近，以防止鋸切過程中鋸帶扭曲或擺動的現象，上方的引導裝置可上下調整以適合不同的工作物。背引導輪可制止鋸切過程中鋸帶因工作物之壓力而向後退之作用，上下引導裝置之側引導輪可防止鋸切過程中鋸帶變形，扭曲或左右擺動，它使鋸帶順著一定的方向穩健的運轉，但有一些機械之下引導裝置不用輪而用硬木材製成之扶架來代替引導輪。（圖3-3）

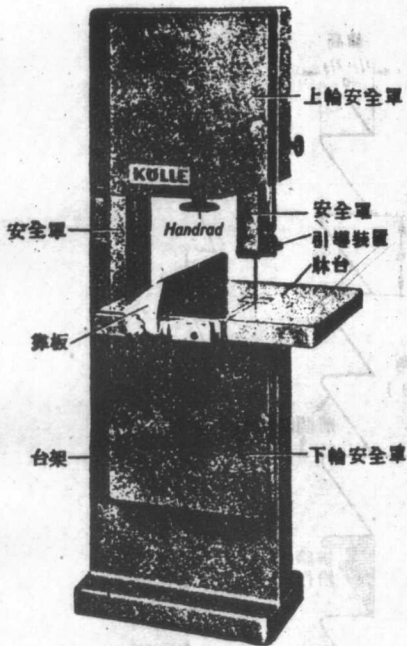


圖 3-1 帶鋸機

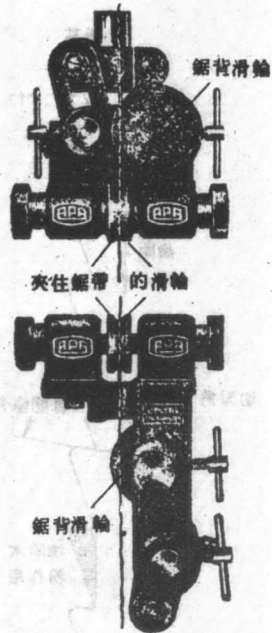


圖 3-2 引導裝置

鋸帶由品質最好的工具鋼製成，其長度及厚度視輪子直徑大小而定，中型帶鋸機之鋸帶約 15~30mm，小型帶鋸機約 6~12mm，帶鋸厚度約輪子直徑的 $1/10000$ 。若鋸帶厚度過厚時有彎曲、折斷之慮，鋸帶之鋸齒形狀視鋸切方向及木材性質而有所不同，縱切或鋸質軟之木材使用斜牙鋸帶最適合，其後斜角 $B = 15^\circ \sim 20^\circ$ 楔角 $\alpha = 40^\circ \sim 45^\circ$ 切削角等於 70° 左右。橫斷或鋸硬木材時使用牙鋸帶其後斜角 $B = 0^\circ$ 楔角 $= 60^\circ$ 切削角 $= 80^\circ \sim 90^\circ$ 。齒鋸是指齒尖間之距離須大些以利排除木屑，斜牙鋸帶齒高，約齒距約 $1/3$ ，直牙鋸帶齒高約齒距的 $1/2$ ，齒距與齒高之比，關係於鋸切時之阻力及木屑排除量，若齒高小時產生較大的阻力，木屑之排除量也不十分完全，反之齒高大則木屑之排除良好，但其

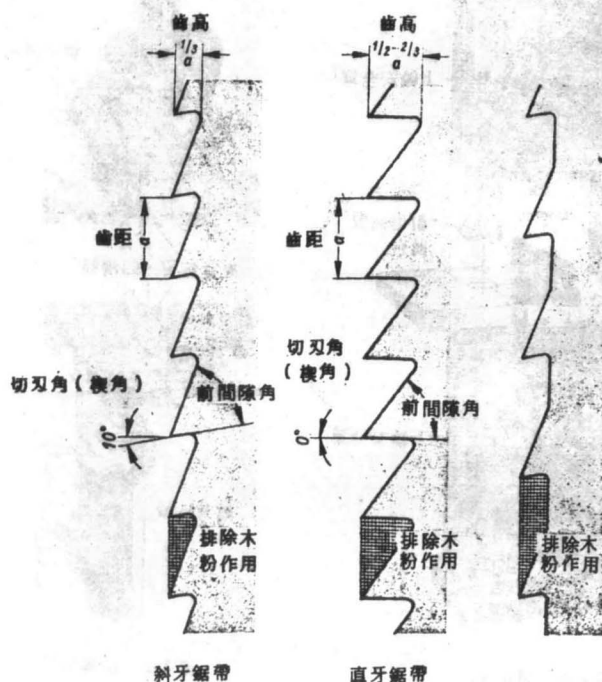


圖 3-3 鋸帶之齒型

強度勢必減弱。至於鋸齒之鋸路視木材之硬度及濕度而定，鋸硬木材或乾材時鋸路小點，鋸軟木材或濕材時鋸路須大些，通常鋸路之大小為鋸帶厚度之 1.5 倍（最大時 2 倍、最小時 $1\frac{1}{2}$ 倍）鋸路大時對木材之損失也相當可觀，同時，對動力之負荷也因而增加。所以直接影響鋸切時之經濟與否。通常修磨鋸路有手工及機械二種方式，但用專修鋸路之機械整修比較準確，為避免齒跟裂開或劈開，鋸路之高度最多不得超過齒高的一半，但通常為三分之一。鋸帶整修鋸路之後才磨利，若用研磨機可將鋸帶磨得很好，研磨時先從鋸帶之焊接處，開始磨起或用粉筆做記號，不論用銼刀或砂輪研磨均須做水平運動且與鋸帶保持垂直，但銼刀或

砂輪邊緣物須呈圓形，致使研磨後之齒跟也成圓形，以避免齒跟裂開的現象。

帶鋸機之安全裝置

鋸帶不用來鋸切之一切部位須遮住，但左側（或右側）自由運轉之部位須用安全罩蓋住，但鋸切之部位也須用一個與上引導輪相連接之安全罩裝有活葉之類的樞紐以便旋轉時便於裝卸鋸帶。上輪有一防護蓋可防止鋸切時鋸帶斷裂而彈射時損傷工作人員之作用，若要使帶鋸機立刻停止轉動可使用煞車之止動裝置。

帶鋸機的鋸切效率，取決於進刀的速度及鋸條的鋸齒是否合適，否則木材工作物下表面往往受到破壞。之外操作時如木材工作物推得太快，鋸條就會發生阻礙或出現偏差，但如工作物太慢鋸齒就很容易擦壞而損及它的切削性能，為此在鋸割過程中推的速度應該採取不太快也不太慢的折衷辦法才可以。事實上，就所有的鋸割機械來說，由於帶鋸機是最容易變化其鋸切速率的一種機械，所以一分鐘 2000 公尺的綫速數字改為 1500 公尺／分或 2200 公尺／分亦無不可。

計算上如需要安排其正確鋸割速率，可參考圓鋸機計算或圓周速度的公式。至於馬達的轉速，由於馬達本身是直接驅動的，其轉速亦可以看作鋸盤的速度，通常在帶鋸機的說明牌上有一定的記載。

一般計算：計算上要是求一鋸盤直徑 762 mm 馬達 825 轉／分的帶鋸機綫速為每分鐘若干公尺時，可以引用以下公式：

$$L = \frac{\pi D R}{1000}$$

式中 L = 鋸條的綫速（公尺／分）

D = 鋸盤直徑（公厘）

R = 馬達速率（轉／分）

$$\begin{aligned} \text{由是 } L &= \frac{3.14 \times 762 \times 825}{1000} \\ &= 1973 \text{ 公尺／分} \end{aligned}$$

之外當需要計算有關鋸條的正確長度時，首先要了解的是鋸條的長

度應該是一個鋸盤圓週加上兩個鋸盤的中心距，其公式為：

$$L = \left(\frac{\pi D}{1000} \right) + 2C$$

式中 L = 鋸長 (公尺)

D = 鋸盤直徑 (mm)

C = 鋸盤中心距 (公尺)

根據以上公式，求鋸盤直徑 762mm 中心距 1.5m 的鋸條長度時應用公式計算是：

$$L = \left(\frac{\pi D}{1000} \right) + 2C$$

$$L = \left(\frac{3.14 \times 762}{1000} \right) + 2 \times 1.5$$

$$\therefore L = 5.39 \text{ m (取其整數 5.4m 亦可)}$$

故障現象	原因	補救方法
鋸齒不當	A. 鋸齒太疏 B. 負荷過度 C. 進料過急 D. 工作物夾持不穩	改用細齒鋸條 改用粗齒鋸條 降低進料速度 將工作物夾穩
鋸條損壞	A. 鋸齒太粗 B. 鉤齒未調正 C. 乾作 D. 鋸速過高 E. 鋸刀太快 F. 張力過度	改用細齒鋸條 重新調整 加搯潤滑劑 降低速率 緩緩進刀 按鋸條規格調正
走出走入	A. 鋸盤位置不當 B. 引導輪位置不當 C. 壓力過大 D. 鋸條支持隙距不當	調正 調正及檢查引導輪表面有無損壞 適當緩和之 將引導輪儘量移近鋸條

故障現象	原因	補救方法
鋸條扭曲	E. 工作夾持不當	夾穩並檢查水平位置
	F. 鋸條張力不當	降低或提高鋸條張力檢查 鋸條背是否因金屬應力過度引致不當
	A. 鋸條位置不當或支承損壞	檢查支持軸承有無損壞並予調正
	B. 鋸條太窄	改用寬鋸條
乾鋸割	C. 鋸條壓力過度	減壓及調正張力
	D. 鋸條咬住	降低進料壓力
	A. 鋸齒提前損壞	採用適當潤滑劑
	B. 鋸條太粗	改用細齒鋸條
	C. 進料不當	連料壓力不妨略為增加
	D. 速率過高	減低速率

應用於木工作業中的金屬，潤滑劑有助於材料的鋸割效果，但鑄鐵件則宜乾鋸，必要時在鋸條上擦臘也可。

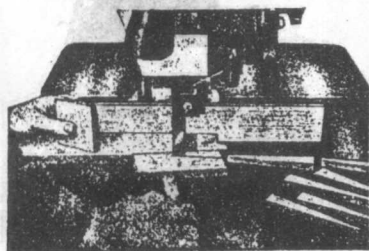


圖 3-4 鋸切木塊的方法

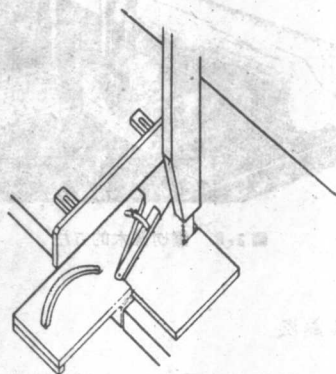


圖 3-5 帶鋸機鋸切木塊之模型