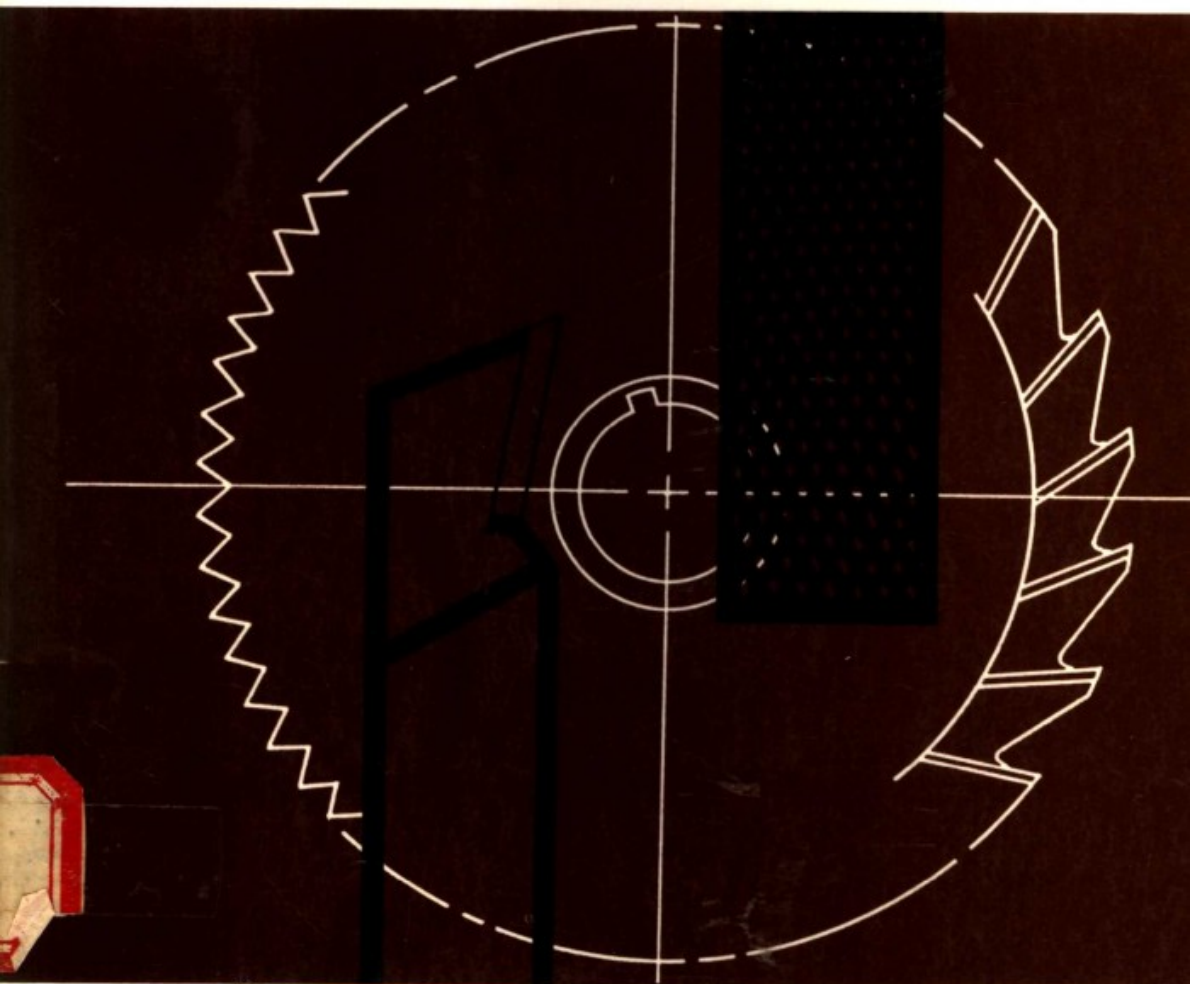


修訂版

最新部訂專科課程標準

切削刀具學

洪良德 編著



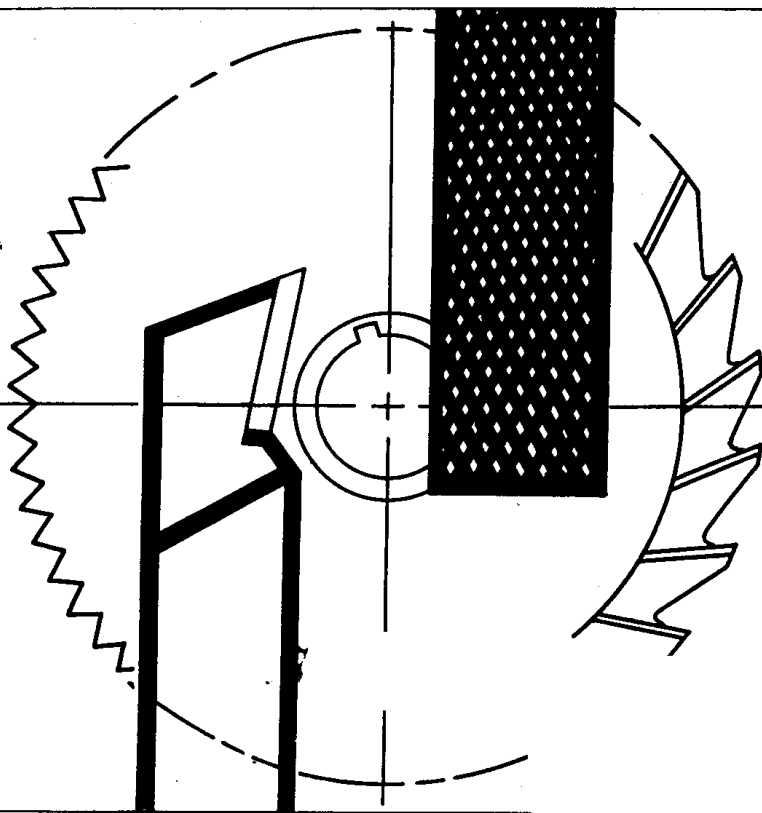
全華科技圖書股份有限公司 印行

修訂版

最新部訂專科課程標準 /

切削刀具學

洪良德 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

切削刀具學

洪良德 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址／台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話／5 8 1 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號／0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址／台北市重慶南路一段49號7樓

電話／3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

基 價 3.7 元

修訂版／76年 8 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 012338

我們的宗旨：

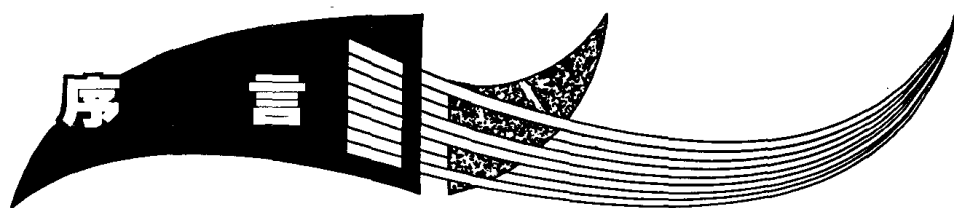
**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙//



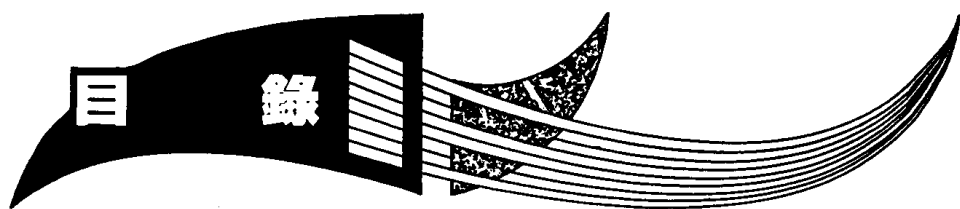
最近由於NC數值控制之發展及廣泛應用於工具機上，促使機械加工獲得更快速又更高的精密性，因精密加工不但可得精密尺寸的製品，也可增大各零件的耐磨性，延長製品壽命。然而，欲使此等機械加工時發揮其特殊效能，實有賴於切削刀具之正確選擇及應用。

切削理論動輒偏向學術性研究，現場技術者常敬而遠之。因此，從事機械切削加工技術者往往依賴個人過去經驗和判斷做切削條件的判定。經驗是昂貴而費時的，如能以具體的現象經深入的觀察與精密的試驗做有效理論的配合，則沒有熟練的技術者亦可經濟地設定切削條件而提高生產效率。何況，現在高速精密工具機所選用的切削條件乃是基於學術性之研究而改善者與經濟上進步者的合成技術，兩者互難分離。因此，現場技術者若不瞭解基本的切削理論，則不易體驗新的技術與擴大技能的領域。

切削刀具分爲單刃刀具與多刃刀具兩大類，本書着重於單刃刀具切削理論與製造經驗有密切關係事項之分析。因確信其他多刃刀具亦僅爲一多齒單刃刀具，故其理則一。所以，切削刀具學主要目的在於說明金屬切削刀具的切削原理及其正確使用技術，敘述刀具切削作用之各種相關現象之成因，及其在實際加工中所將造成的影響。希望有助於金屬切削加工技術者，基於此種理念，能設定適當之切削條件及確定有關之工作資料以奠定經濟製造之基礎，並進而改善切削刀具性能之參考。

編者學識經驗有限，內容資料雖力求詳盡確實，但欠妥之處在所難免，敬祈讀者先進不吝賜教。

編者謹識



I 概 論1

1-1 切削原理	1
習題 1-1	4
1-2 刀具双角重要性	4
習題 1-2	16
1-3 切削速度、進給、切削深度、切削力	17
習題 1-3	27
1-4 切削溫度與切削劑	28
習題 1-4	37
1-5 刀具材料	38
習題 1-5	52
1-6 刀具磨耗與刀具壽命	53
習題 1-6	60
1-7 切屑形態與斷屑裝置	60
習題 1-7	69

2 鋸條、銼刀71

2-1 鋸條各部位名稱	71
2-2 鋸條的分類及規格	71
2-3 鋸條的用途	75
2-4 銼刀各部位的名稱	79
2-5 銼刀的分類及規格	80
習題 2	83

3 鑽頭、鉸刀、螺絲攻、鉸絲鑽—————85

3-1	鑽頭各部位名稱	85
3-2	鑽頭之鑽頂與鑽腹對鑽削作用的影響	87
3-3	鑽頭分類	92
3-4	鑽頭規格	95
3-5	使用鑽頭的經濟性	103
3-6	埋頭孔刀具 (counterbore) 各部位名稱	104
3-7	埋頭孔刀具的分類及規格	105
3-8	魚眼刀具 (spotfacer) 各部位的名稱	107
3-9	魚眼刀具的分類	108
3-10	使用埋頭孔刀具及魚眼孔刀具應注意事項	109
3-11	鉸刀 (reamer) 各部位的名稱	109
3-12	鉸刀的分類及規格	111
3-13	鉸削餘裕	123
3-14	選用鉸刀考慮的因素	124
3-15	鉸刀使用與收藏	125
3-16	螺絲攻各部位的名稱	125
3-17	螺絲攻的分類及規格	126
3-18	攻絲鑽頭直徑之選擇	137
3-19	選用螺絲攻考慮的因素	139
3-20	螺絲鑽之分類及其各部位名稱	139
	習題 3	143

4 車刀、搪刀、鉋刀、插刀—————145

4-1	車刀各部位名稱	145
4-2	車刀的分類及規格	145
4-3	搪刀各部位名稱	151
4-4	搪桿與搪頭	152

4-5	鉋刀的分類及規格	153
4-6	插 刀	158
	習題 4	159

5 拉 刀.....161

5-1	拉刀各部位名稱	161
5-2	拉刀之分類	161
5-3	拉刀設計考慮之因素	165
	習題 5	169

6 銑 刀.....171

6-1	銑刀各部位的名稱	171
6-2	銑刀的分類及規格	174
6-3	銑刀之設計	198
6-4	銑刀之使用與收藏	200
	習題 6	200

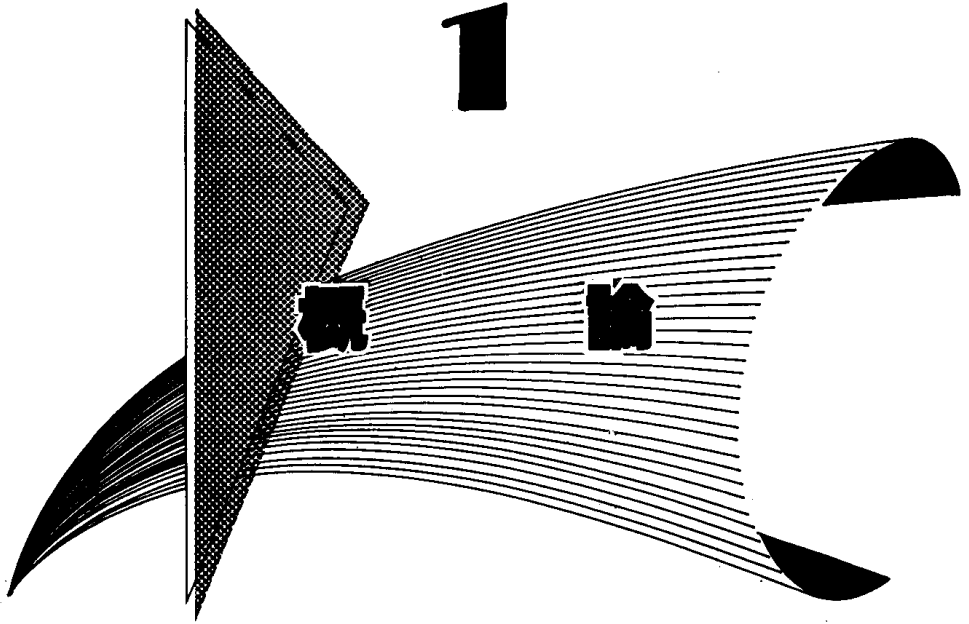
7 製齒刀具.....203

7-1	型銑刀銑製齒輪	204
7-2	齒輪之滾製	207
7-3	齒輪之鉋製	215
7-4	齒輪剃鉋法	220
	習題 7	227

8 研磨砂輪.....229

8-1	磨料種類	230
8-2	磨料的選用	232
8-3	砂輪的製造性質	232
8-4	砂輪的製法	236

8-5	砂輪的形狀	239
8-6	砂輪標記法	239
8-7	砂輪的用途	242
8-8	砂輪檢查與試驗	243
8-9	砂輪的削銳及削正	244
8-10	鑽石砂輪	244
8-11	砂輪之儲存	246
	習題 8	246



1-1 切削原理

切削工作乃是利用較硬的材料製成有双口的切削工具，施加壓力於材料本體，使多餘的材料分離。

早期的切削工作係用人工帶動及引導切削工具以切削工件材料。如今，以動力帶動工具機及自動引導單双口或多双口切削工具做切削工作。所以，金屬之切削過程的基本結構應包括工具機、控制系統、切削工具等三者互相配合，方能達到有效而良好的切削。

1. 切削工具的基本形狀

切削工具是一種楔形刀具（wedge-shaped cutting tool），有兩個基本的表面，一為切削過程中切屑所流經的表面稱為刀面（face），一為双口切入工件時，避免刀具和工件之摩擦，讓開已加工面之表面稱為刀腹（flank）。刀面與刀腹交接處成一直線，為刀具最先接觸工件之部份稱為双口（cutting edge），圖 1-1 示刀具基本形狀。

切削刀具可具有單一双口或多個双口同時做切削工作，故刀具依双口數分為單双（single-point）刀具及多双（multi-point）刀具。

2 切削刀具學

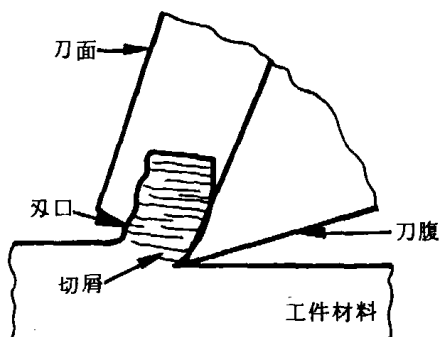


圖 1-1 刀具基本形狀

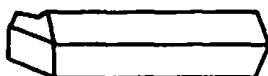
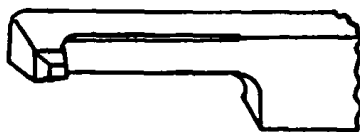


圖 1-2 單刃刀具的形式



圖 1-3 多刃刀具的形式

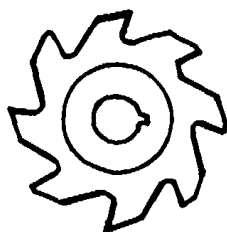


圖 1-4 刀具的構造

- (1) 單刃刀具：僅具有一個刃口的刀具。大多數的單刃刀具被夾於車床、鉋床、搪床等工具機之刀具柱上，以往復運動做切削工作。圖 1-2 示單刃刀具的形式。
- (2) 多刃刀具：具有兩個以上的刃口均接附在同一刀具本體上。多刃刀具均被夾於鑽床、銑床等工具機心軸上，以旋轉運動做切削工作。圖 1-3 示多刃刀具的形式。

單刃刀具刃口的形狀與多刃刀具之刃口相同，兩者的基本結構亦相同，如圖1-4，分為三種：

- ①整體式(solid)：刀刃與刀具本體是同一材料製成。
- ②端焊式(brazed-tip)：刀刃以硬焊法焊接於刀具本體。
- ③夾置式(clamped insert)：刀刃以夾緊構件夾於刀具本體，被夾置的刀刃稱為捨棄刀片(throwaway tip)。

2. 切屑形成過程

工具機以各式各樣的刀具及各種不同的方法切除工件材料多餘部份，製造所需要的形狀、大小及光度之零件稱為切削工作。在切削過程中，自工件材料切除的部份稱為切屑(chips)。

切屑之形成在刀具與工件材料接觸之處，如圖1-5所示，當刀具刃口對工件材料施加壓力時，將對材料產生楔劈作用(wedging action)，使材料於刃口處壓迫變形凸起靠在刀面上(圖(a))。由於壓力非均勻的作用於材料所有晶粒的表面，故對晶粒形成剪力作用(shearing action)，使晶粒滑動而產生塑性變形，在刃口前方發生劈裂紋縫(lines of cle-

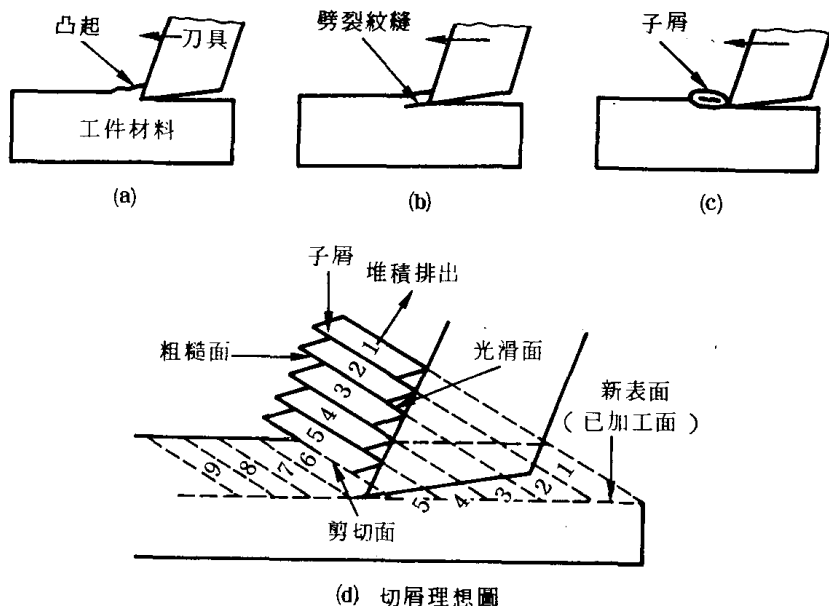


圖1-5 切屑形成之過程

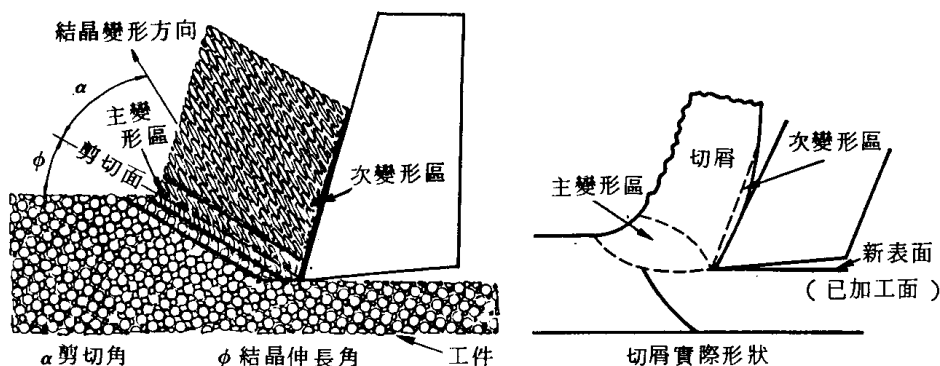


圖 1-6 切屑形成區域

avage)。然後擠壓於主變形區上(圖(b))，使小片材料斜向移動產生剝離(split)形成子屑(element of chip)(圖(c))。子屑大多向阻力最小的方向移動，故其沿刀面堆積，當剪力達一定程度時，此堆積屑片自工件本體折斷而形成切屑(圖(d))。形成之切屑在刀面移動時因為高溫與高壓作用使其與刀面接觸之表面被加工硬化形成光滑面，另一面因堆積形成粗糙面。

切屑形成區域，如圖1-6示，自刀具刃口沿伸到切屑與母材接結處的區域是切屑形成的主要發生區，此一區域亦稱為基本變形區。而切屑自刃口處沿刀面滑離的區域稱為次變形區。

習題1-1

1. 試述構成切削刀具基本表面的用途？
2. 何謂單刃刀具？其應用於何種工具機做切削工作？
3. 何謂多刃刀具？其應用於何種工具機做切削工作？
4. 試繪圖說明切屑形成的過程？
5. 何謂切屑形成之主變形區？
6. 何謂切屑形成之次變形區？

1-2 刀具刃角重要性

在切削過程中所製成工件的形狀及表面光度係取決於刀具形狀和刀具與工件間之相對運動路徑。尤其刀具刃角對所需之切削力及刀具磨損之發

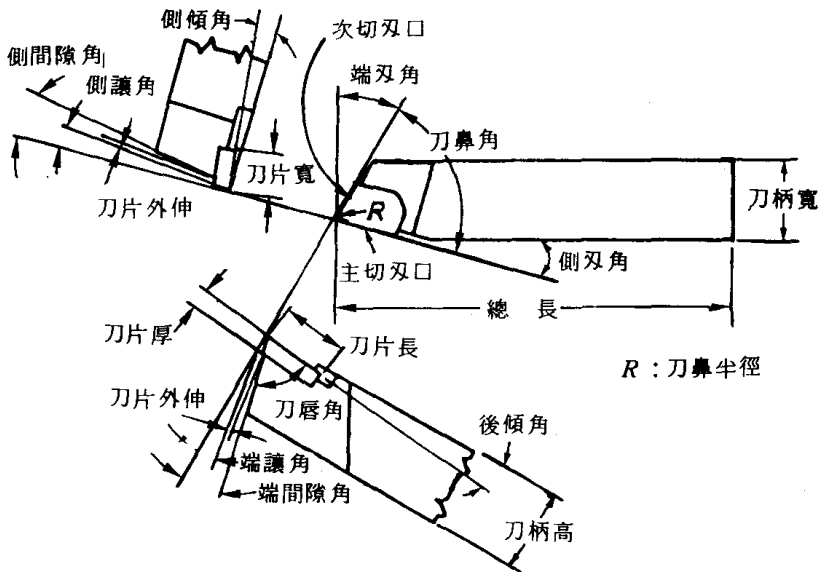


圖 1-7 單刃刀具主要部位名稱

生有極大的影響。欲對工件材料施於切削加工時，必先瞭解刀具各部位之功能，以獲得適宜的刀具形狀，方能有效的發揮刀具之切削效率，延長刀具壽命。（註：單刃刀具與多刃刀具之幾何形狀基本上是相同。雖然不同的刀具有不同的名稱，但在切削作用的功能是一樣。本節以單刃刀具為例說明各部位的功能。）

單刃刀具之主要部位均已標準化，如圖 1-7 所示。各部位角度均以刃口為基準，因此，刀具角度亦表示刀具如何對工件的定位。換言之，刀具各部位角度已指出切削時刀具所利用的角度。

1. 刀柄 (shank)

刀柄為刀具的主體，一端夾置刀具片，另一端被夾持在工具機上。刀柄大多數以中碳鋼或高碳鋼製成，須有足夠的強度以承托刀具片，以免切削時發生顫震。刀柄以寬度×高度×長度表示。刀具強度與長度無關，僅考慮刀柄的斷面積。

2. 刃口 (cutting edge)

單刃刀具有兩個刃口，一為切除工件材料，產生切削面及已加工面的刃口稱為主切刃口，另一為控制工件已加工面之光度的刃口稱為次切刃口。

6 切削刀具學

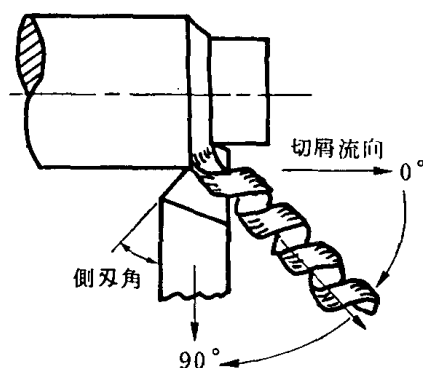


圖 1-8 側刃角對切屑流向之影響

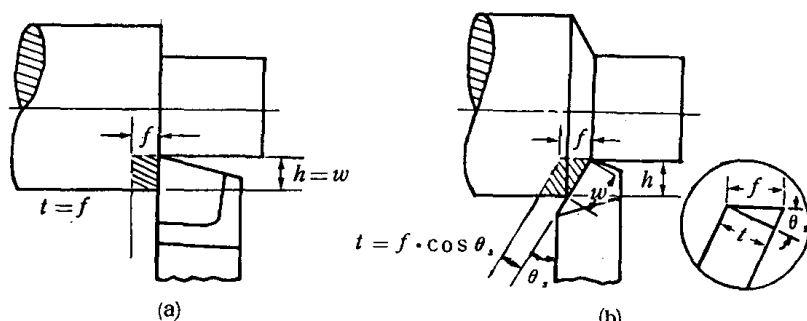


圖 1-9 側刃角對切屑厚度之影響

口。主切刃口相交的部份稱為刀鼻 (nose)。

3. 刀面 (face)

刀具切削工件材料時，切屑所流經的刀具表面稱為刀面或傾角面。

(rake face)。其功用為排除切屑。

4. 刀腹 (flank)

刀具切削工件材料時，讓開工件已加工面及切削面之刀具表面稱為刀腹或讓面 (relief face)。其功用為減少刀具磨耗。

5. 側刃角 (side cutting edge angle)

側刃角為刀具主切刃口與平行於刀具縱軸而沿刀柄邊緣之延線所夾的角度。其主要功用如下：

- (1) 控制切屑流向及切屑厚度與寬度：由實驗可知，切屑之流向大約與主切刃口垂直，在一定的切削條件下，若改變側刃角，切屑之流向將隨之改變，如圖 1-8 所示。

切屑厚度由主切刃口垂直測量，如圖1-9，理論上，若側刃角爲零，切屑厚度等於進給量（圖(a)），若側刃角不爲零，切屑厚度恆少於進給量（圖(b)）。

設 切屑厚度 t

切削寬度 w

切削深度 h

側刃角 θ_s

進給量 f

則 $t = f \cdot \cos \theta_s$

$w = h / \cos \theta_s$

由上式可知，在一定切削深度及進給時，側刃角愈大，切屑厚度愈薄，切屑寬度則愈寬。薄的切屑使刃口所受切削垂直分力小。寬的切屑使刃口承受切削垂直分力之面積分佈大，單位面積所承受的壓力就小。

(2)保護刀具之刀鼻以增加刀具壽命：若側刃角爲零，在開始進刀之瞬間，刀具主切刃口同時承受全部的切削力；在切削終了之瞬間，主切刃口所承受之切削力同時全部消失；此突然產生及消失之衝擊力較大，易使刀具刃口崩裂。反之，刀具有側刃角時，開始進刀之切削力並不施加於刀鼻，而施於切刃口之中間，如圖1-10，繼續進刀後，其他部位始慢慢切入工件，得以減輕承受衝擊；又當切削終了之際，刃口亦係慢慢離開加工面，逐漸減少切削力，以免刀具突然釋放使負荷遽增引起崩裂。

主切刃口與次切刃口所夾的角度稱爲刀鼻角(nose angle)。刀具研磨側刃角可增加刀鼻角，即可增加刀具的強度。切削鑄件或鍛件

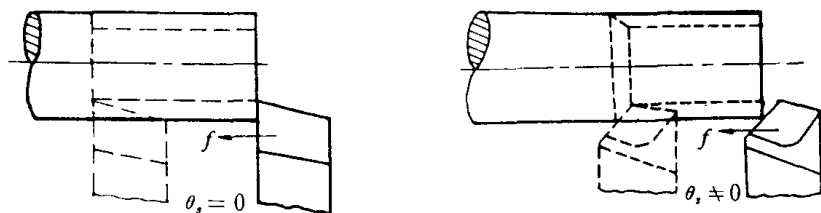


圖 1-10 側刃角保護刀鼻之作用

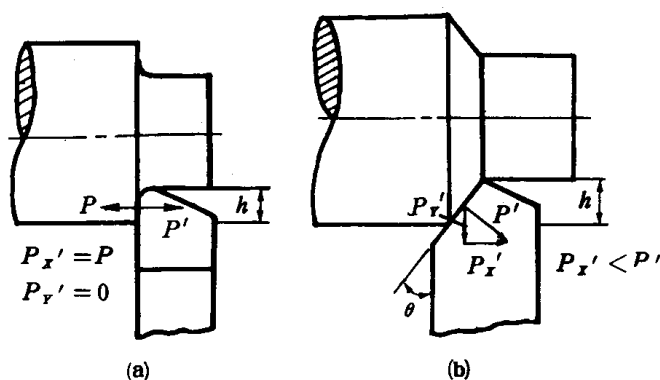


圖 1-11 側雙角對切削力之影響

等硬皮的工件材料，刀具之側雙角更為重要。若側雙角為零，則刀鼻直接觸及硬銹皮磨耗甚大。如以側雙角切削，則切雙口之中間先觸及銹皮，較弱的刀鼻不與之接觸。換言之，將起初的切削力從雙口的前端移向後端作用，以減少刀具之磨耗。另外，以零度的側雙角切削鬆脆的鑄件，於切削終了時易使已加工面崩缺。如有側雙角可避免此現象。有側雙角的刀具做間斷切削亦較有利，因急遽的衝擊力施以切雙口中間，刀具較不會磨耗或脆裂，尤其對碳化物刀具更有保護作用。

(3)側雙角產生刀具之反作用力可減少切削顫震：雖然太大的側雙角對切削會產生不良影響，但適當的側雙角對切削更為有利。圖 1-11 示，側雙角為零時，刀具對工件之進刀壓力 P 等於工件對刀具之反作用力 P' （圖 (a)）， P 對工件彎曲之影響甚微，但常使刀具產生側向彎曲。若有側雙角則反作用力 P' 分解為軸向分力 $P_{X'}$ 及徑向分力 $P_{Y'}$ （圖 (b)），如此， $P_{X'}$ 小於 P' ，使工件對刀具的反作用力減少，而且由於徑向分力 $P_{Y'}$ 之作用使複式刀座滑板緊靠於螺桿，可避免齒隙游動而發生顫震現象。

(4)側雙角減少刀面磨耗：以相同切削深度言，刀具之側雙角較大者主切雙口與切削面之接觸較長，切削力平均作用於雙口，可減輕雙口之受力。側雙角較小者主切雙口與切削面之接觸較短，切削力集中於雙口。由此可知，刀具主切刀口之長度不同，承受切削力亦不同，則其磨