

金屬切削原理

(上 冊)

編譯者 關廷棟 王熾淵

上海中外書局出版

金屬切削原理

(上 冊)

關廷棟 王熾鴻 編譯

上海中外書局出版

金屬切削原理(上册) 25開本 212用紙面 155千字 定價¥:13,500

編 譯 者 關 廷 棟 王 熾 鴻

出 版 者 中 外 書 局
發 行 者 上 海 中 山 東 一 路 18 號

印 刷 者 洪 興 印 刷 所
上 海 山 海 關 路 406 弄 20 號

★全國各地公私營書店均有出售★

書號: 0038 1954年4月初版 (印數) 0001—2000冊

內 容 提 要

本書係參考蘇聯1951年的金屬切削學教學大綱，根據蘇聯教材編譯而成。上册內容敘述刀具幾何形狀與切削要素，製造切削工具用的材料，切削過程的物理基礎，車工、鉋工及剝工的切削原理。下册敘述鑽工、鉸工、銑工、螺紋加工、齒輪加工與磨工的切削原理。全書內容着重於切削用量的選訂方法，並為學習金屬切削機床，金屬切削工具，機械製造工學等課程與金屬切削研究工作的基礎。

序

本書於一九五二年各大學專業設置之後開始編寫，目的是想寫一本切合於我國實用的大學教材，並可用作工廠中切削加工技術人員的參考書籍，所以編寫的時候是以符合於專業的培養目標為基本原則。本書的內容除個別插圖與敘述外，大部份係取材於下列二書：

1) М.И. Клушин: Резание Металлов, 1953。

2) Н.И. Резников: Учение о Резаний Металлов, 1947。

根據多次教學實踐的證明，本書適用為金屬切削機床及刀具專業的教材。若用為機械製造專業與金屬切削加工專修科的教材，則需將第三章內較高深的理論部份、第七章內公式演算部份與第八、九章加以適當精減，可以講授 60 小時，亦能符合於教學計劃的要求。

本書自動筆至完成，僅有一年多的時間，由於我們的俄文翻譯能力有限，故書中錯誤和缺點勢所難免。特別是 Резников 的原著中有許多觀點未盡正確的地方，Клушин 的原著裏有些理論尚未成熟，我們限於政治水平與業務水平，均未能很好的給予改正與補充。因此我們誠懇的希望讀者能多給提出指教與意見，以便再版時修正。來函請寄濟南山東工學院機械系。

本書的完成得到山東工學院金屬切削教研組的同志們很大的幫助與鼓勵，編者致以誠懇的感謝。

關廷棟 王熾鴻

一九五四年二月

前 言

幾千年以前，人類雖已有金屬切削的實際經驗，但金屬切削理論的研究工作却只有一百多年的歷史。在 1848 年柯基爾 (Кокил) 氏曾在車床上鑽削鐵塊以作切削的實驗，至 1864 年喬斯拉 (Жосля) 氏亦曾作過車削實驗，至 1868—1870 年始有俄國學者基麥 (И. А. Тиме) 教授發表其關於切屑的構成與切削力等問題的研究結果。基麥教授首先提出一系列的基本問題，均為以後研究金屬切削的中心問題，如：

1. 關於切屑構成的過程；
2. 關於各種形狀的切屑（裂斷、流斷、碎斷）的構成條件；
3. 關於切削力。

基麥教授首先研究基本的切屑構成過程，指出當切削韌性材料時，在金屬內部產生滑動現象與切屑收縮現象的理論基礎。並假定出決定切削力的第一個公式。

基麥教授所提出的問題經過以後許多學者，如 19 世紀末的加爾奇 (Гартиг, 1870—1872)，茲烏雷金 (К. А. Зворыкин, 1893) 等人，在基麥教授所指出的方向下，做過一系列的研究。基麥教授所提出的假說亦得到了力學與數學的根據，金屬切削的研究工作更進一步地得到發展。

1880 至 1905 年之間，金屬切削的研究工作已由基麥的研究方向演進到新的方向。從事於此項研究工作者為泰勒 (Ф. Тейлор) 教授。其研究的中心為切削速度與刀具耐用時間等問題。並定出了切屑對於刀具的壓力的公式，確定了切削深度與送進率對於切削力有不同的

影響。同時在1896年，蘇聯學者勃利克斯(А. А. Брикс)著作了“金屬切削學”一書問世。

在泰勒教授以後的時期裏，金屬切削理論係在基麥與泰勒二人的研究成就中所提出的三個基本方向下，進行研究工作，即

1. 各種不同切削方法中，如車工、鑽工、銑工、磨工等，切屑構成的研究。
2. 在已知基礎上，關於切削力的研究。
3. 刀具耐用時間與最有利切削速度的研究。

此外在1905年至1940年之間，其他各國關於金屬切削的理論亦均進行過一些研究工作。

俄國在十月革命以前，除基麥教授外，尚有阿發納謝夫(И. А. Афанасьев)，茲烏雷金等教授進行過切削力的理論研究。在1903—1915年間，彼得堡工業大學沙溫(Н. Н. Саввин)與烏沙契夫(Я. Г. Усачев)二教授亦曾努力研究過切削力，切削熱與積屑瘤等問題。但自1915年以後到1930年之間，金屬切削科學在蘇聯還是基本研究階段，一直到1930年在蘇維埃社會主義共和國裏才開始有了巨大的發展。1930到1940的十年之間，蘇聯高等學校、科學院、與機械製造工廠的研究室裏，進行了幾百個關於切削力、刀具耐用時間等問題的研究工作。蘇聯的學者們並完成了一系列的金屬切削的著作，如1932年且留斯金(А. И. Челюсткин)教授與1934年雷茲尼可夫(Н. И. Резников)教授等均著作了“金屬切削原理”。

斯達哈諾夫運動給蘇聯金屬切削科學帶來了特別強大的發展動力，刺激了金屬切削研究工作的發展，對於舊的技術定額與科學假說引起了重新的考慮。

1935年十一月在克里姆林宮召開的蘇聯第一次斯達哈諾夫工作者會議中，在斯大林同志發出“爭取新的更高的技術”的號召下，建議

在推廣斯達哈諾夫運動的基礎上修改當時的技術定額，並在會議的決議中亦包括了關於修改切削用量的決定。爲了完成此項決議，自1936年起在金屬切削委員會的領導下，有 70 幾個工廠的切削實驗室，與各高等工業學校、科學院等均參加了大規模的研究工作，不僅按照各種不同的加工方法製訂了在斯達哈諾夫運動基礎上的切削用量的技術定額，而且奠定下高速切削發展的基礎。同時許多學者如庫茲涅佐夫 (В. Д. Кузнецов) 教授，克里伏烏荷夫 (В. А. Кривоухов) 教授，亞歷克賽亦夫 (В. А. Алексеев) 工程師，格魯道夫 (П. П. Грудов) 副教授等在解決高速切削的基本問題上亦有很多的貢獻。1936—1937 年之間，基輔的工程師團體，另有克洛可夫 (И. Ф. Клоков)，馬爾金 (А. Я. Малкин) 等人首先應用負前角的刀具，創造出硬質合金刀具的合理幾何形狀，提高了刀具的強度。

1937—1941 年間，雷慈尼茨基 (И. И. Резницкий)，亞歷克賽亦夫等工程師開始以硬質合金刀具進行淬火鋼、不銹鋼及輕金屬工件的切削工作，證明了高速切削法的經濟價值。

由於蘇聯冶金工業不斷的提高與發展，創造出許多新牌號的硬質合金，使金屬切削加工能廣泛地使用硬質合金刀具，因之要求更深入的研究金屬高速切削的理論。自 1943 年至 1949 年，科學研究機關大規模的深入地進行了金屬高速切削的研究工作。其結果證明了在各種切削加工方法中，高速切削法已爲提高勞動生產率開闢了廣大的道路。在 1946 年蘇聯學者又發表了許多關於金屬切削理論方面的論文與著作。

1948 年在列寧格勒與 1949 年 5 月在莫斯科召集專門會議總結金屬高速切削的經驗，作出了更普遍地推廣高速切削法的決定，並指出今後研究的方向，會議上的發言再次的證明了斯達哈諾夫高速工作者在推動高速切削中所起的巨大作用。當時榮膺斯大林獎金的车工具可

夫(П. БЫКОВ)等的切削速度爲每分鐘 800 公尺。

1949 年以後高速切削法仍繼續在推廣與不斷的提高(最高的切削速度每分鐘可達數千公尺)。並繼續發展金屬切削理論的研究工作, 1949—1952 年之間又發表出更多的專論, 解決金屬切削上的問題, 如: 1949 年柯司且乞基(Б. И. Костецкий)著“刀具的耐用時間”, 1950 年依沙耶夫(А. И. Исаев)著“金屬切削加工時表面薄層的形成過程”, 1951 年耶利敏(А. Н. Еремин)著“切削鋼料時各種現象的物理性質”, 1952 年洛拉得茲耶(Т. Н. Лоладзе)著“金屬切削的切屑形成”等。

由以上金屬切削發展歷史的敘述, 可知金屬切削原理是工業建設發展到某一階段的必然產物, 是研究提高切削加工生產效率的科學理論, 因此成爲切削加工技術人員專業訓練的基礎, 其基本任務有下列四項:

1. 在經濟的生產要求下, 指出選擇最有利切削用量的理論與方法。
2. 在經濟的生產要求下, 指出設計或改進所需要的切削工具的基礎理論。
3. 學習切削機床、夾具設計原理、機械製造工藝學等科學的基礎。
4. 進一步地研究與提高金屬切削加工的理論基礎。

我國在金屬切削的應用上雖亦有悠久的歷史, 但在金屬切削理論方面的研究工作, 尚在萌芽階段。爲了促進國家經濟建設的完成, 以早日過渡到社會主義的社會, 在提高機械製造生產效率的要求下, 需要進一步的開展金屬切削科學的研究工作, 以完成其在經濟建設中的光榮任務。

上 冊 目 錄

序

前言

第一章 刀具幾何形狀與切削要素

1—1	切削加工的種類	1
1—2	切削工具的種類	3
1—3	加工表面與切削面	5
1—4	單刃刀具的幾何形狀	6
1—5	車刀工作時角度的變化	9
1—6	刀具前角與主刀角的關係	13
1—7	切削用量	15
1—8	切屑的尺寸	16
1—9	正切削與斜切削	21

第二章 製造切削工具用的材料

2—1	切削工具材料的種類	22
-----	-----------------	----

刀具材料

2—2	炭素工具鋼	22
2—3	合金工具鋼	25
2—4	高速鋼	25

2-5 硬質合金	27
----------------	----

磨具材料

2-6 磨料	33
--------------	----

2-7 黏結劑	34
---------------	----

第三章 切削過程的物理基礎

切屑構成的過程

3-1 切屑的構成	36
-----------------	----

3-2 切屑的收縮現象	40
-------------------	----

3-3 切削過程中的積屑瘤	43
---------------------	----

3-4 切屑與已加工表面的硬度	46
-----------------------	----

3-5 影響切屑形成的因素	49
---------------------	----

切削力與切削功的基本概念

3-6 切屑流動速度與切屑剪裂速度	50
-------------------------	----

3-7 切削力的分析	52
------------------	----

3-8 切削比壓與切削係數	57
---------------------	----

3-9 切削功的分析	59
------------------	----

切削熱與切屑及刀具的溫度

3-10 切削熱的產生與傳佈	66
----------------------	----

3-11 切屑的平均溫度	67
--------------------	----

3-12 切屑與刀具接觸表面的溫度	70
-------------------------	----

3-13 切削溫度的實驗方法	72
----------------------	----

3-14 刀具溫度的分佈	75
--------------------	----

3-15 影響刀具溫度的因素	75
----------------------	----

切削速度的基本概念

3-16 切削速度與提高機床生產效率的關係	78
-----------------------------	----

3-17 高速切削的基礎理論	80
----------------------	----

刀具的磨損與刀具的耐用時間

3-18 切削過程中刀具磨損現象的產生	87
3-19 刀具磨損的規律與磨損的原因	89
3-20 影響刀具磨損與刀具耐用時間的因素	90
3-21 切削劑對於刀具磨損的影響	92
3-22 刀具的許可磨損限度	95

刀具的合理幾何形狀的基礎

3-23 車刀前面的合理幾何形狀	99
3-24 車刀的前角、主刀刃斜角與後角	101
3-25 車刀的刀刃角與刀尖半徑	104

第四章 車工切削原理

4-1 車工工作方法的種類	107
4-2 切削力與功率的理論分析	108
4-3 測定切削力的實驗方法	111
4-4 切削力的實驗公式	117

車工與鉋工的切削速度與刀具耐用時間

4-5 車工的切削速度與車刀耐用時間的關係	122
4-6 $T-V$ 關係在切削加工中的功用	125
4-7 切削速度與切屑斷面的關係	127
4-8 刀具幾何形狀對於切削速度的影響	133
4-9 工件材料的性質與切削劑對於切削速度的影響	138
4-10 車工與鉋工切削速度的通用公式	140

車工與鉋工切削用量的選擇

4-11 限制切削用量的因素	142
----------------------	-----

4-12	機床功率與力矩所許可的最大切削用量	145
4-13	機床零件強度所許可的最大切削用量	148
4-14	根據刀桿的強度計算切削用量	150
4-15	根據工件尺寸與表面的要求計算切削用量	152
4-16	選擇車工最有利切削用量的具體步驟與方法	158
4-17	鉋工的特性與其最有利切削用量的計算	167
4-18	車工與鉋工中切削時間的計算	171

第五章 剝工切削原理

5-1	剝工的基本原理與工作方法的分類	175
5-2	剝工的切削要素與剝刀刀齒的幾何形狀	177
5-3	剝工的切削力	181
5-4	剝刀的磨損限度與剝工的切削速度	186

附錄

表 1	高速鋼車刀切向切削力 P_z 的修正係數	1
表 2	高速鋼車刀軸向切削力 P_x 與徑向切削力 P_y 的修正 係數	3
表 3	切削劑影響車工切削力的修正係數	5
表 4	車工切削速度的修正係數	5

第一章 刀具幾何形狀與切削要素

1-1. 切削加工の種類

用做切削工作的工具稱為切削工具。按照工具材料的不同，切削工具分為刀具與磨具，以切削工具將金屬切開或自工件上將金屬剝去而成為光潔的表面，此種工作方法稱為切削加工。各種切削方法均有基本相同的性能。即工件與切削工具之間必須有一定的相對的主體運動與送進運動；產生此種運動的機械稱為工具機或金屬切削機床。由於送進運動機構的作用，故切削工具可以沿工件需要切削的部位上運動。由於主體運動的機構，故能使切削工具施力於工件需要切削的部位上。當力的大小達到一定的數值時，則此部份材料產生塑性變形和斷裂而完成切削工作。

工件在切削工作中能夠製成的表面有平面、圓柱面、球面等三種，由於此三種基本表面的組合，又可產生許多種其他形狀的表面。所有這些表面的產生都要依靠工件與切削工具的主體運動。工具與工件的主體運動可分為迴轉運動與往復運動兩種。迴轉運動的軸線可以成垂直方向亦可成水平方向，往復運動的方向可以沿垂直平面的上下，沿水平面的左右，或沿水平面向操作者進退。

由於切削工具與工件運動的組合，故切削加工可以分為若干種類，如工件作水平的往復運動，刀具作左右的水平運動，其所組合成的切削方法稱為鉋工；如刀具作水平的往復運動，工件依一定的軸線迴轉，則

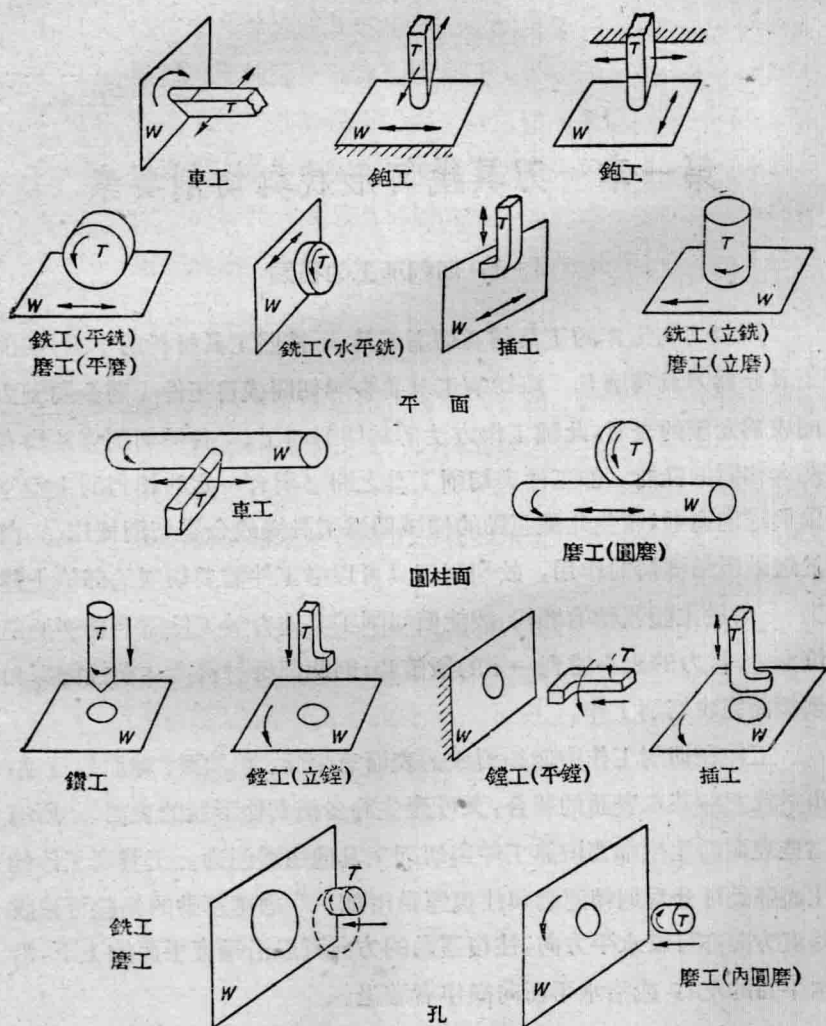
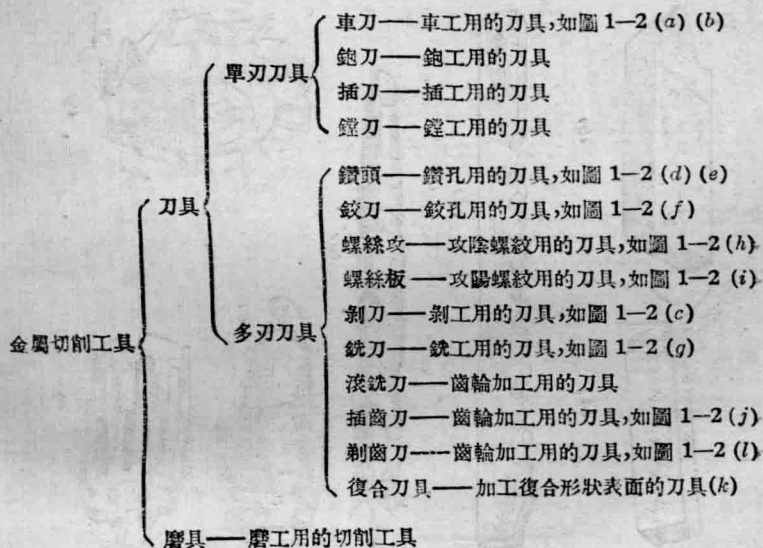


圖 1-1

所組合成的切削方法稱為車工。孔、亦為圓柱面的一種，故製孔時，工具與工件之中必須有一迴轉運動與一往復運動，或均為迴轉運動。最基本的切削方法，根據工件與工具的運動，普通分為車工、鉋工、鏜工、插工、剝工、銑工、鑽工、磨工等，在同一種切削方法中，又由於工具或工件運動的路綫或軸綫的不同，又詳細分為若干類，如在銑工中又分為立銑、周銑等。圖 1-1 為各種切削加工的分類。並示出在各種切削方法中工件與工具的運動及其所產生的加工表面。

1-2. 切削工具的種類

切削所用的工具雖分為刀具與磨具兩大類，就刀具的構造來說，基本上又分為單刃刀具與多刃刀具兩類，在一只刀具上祇有一個工作刀刃者稱為單刃刀具，如有若干刀刃者則為多刃刀具。因為切削加工方法的不同，故各類刀具又根據其功用的不同各分為若干種，圖 1-2 為幾種常用的切削刀具。茲將切削工具的種類分列如下：



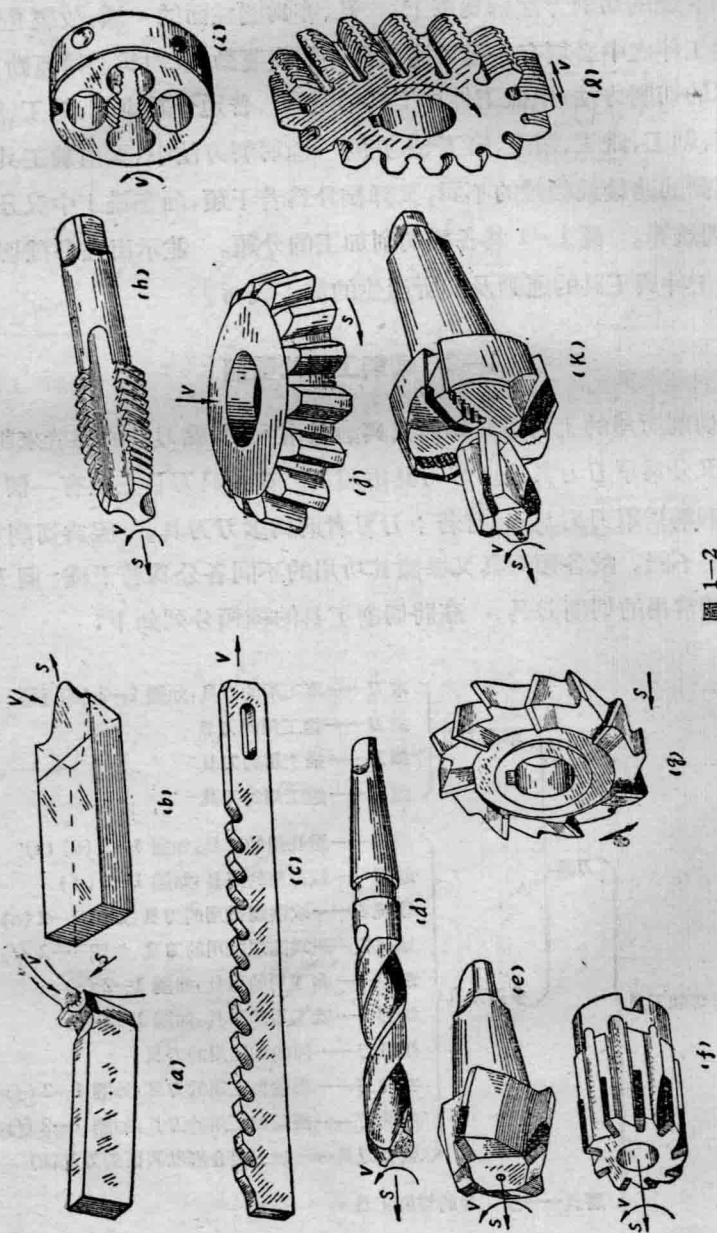


圖 1-2