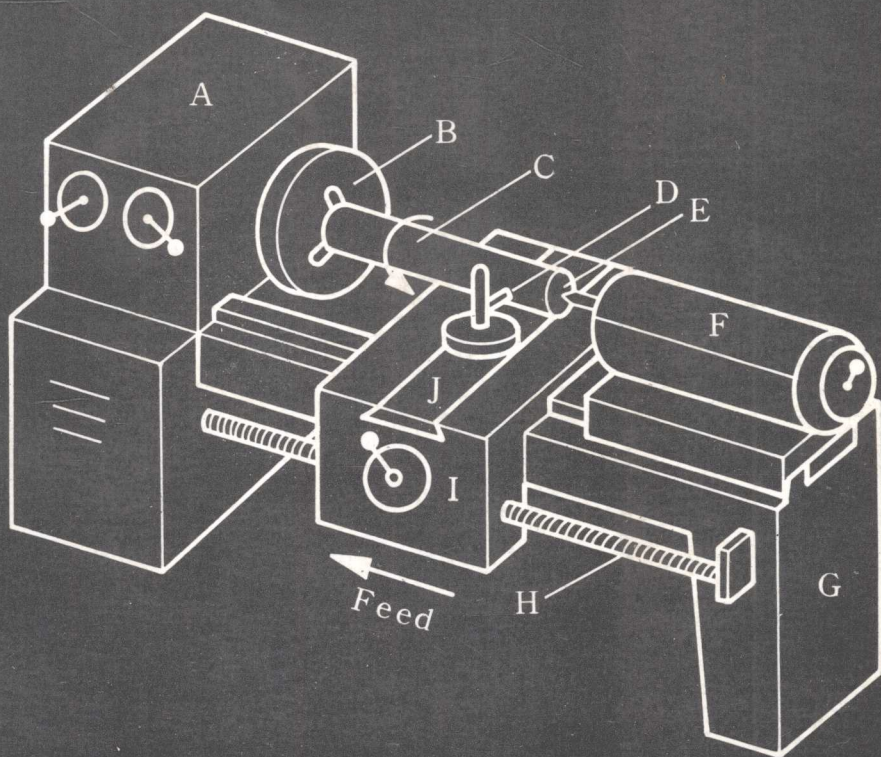


大 專 用 書

切 削 理 論

林維新·紀松水 編譯

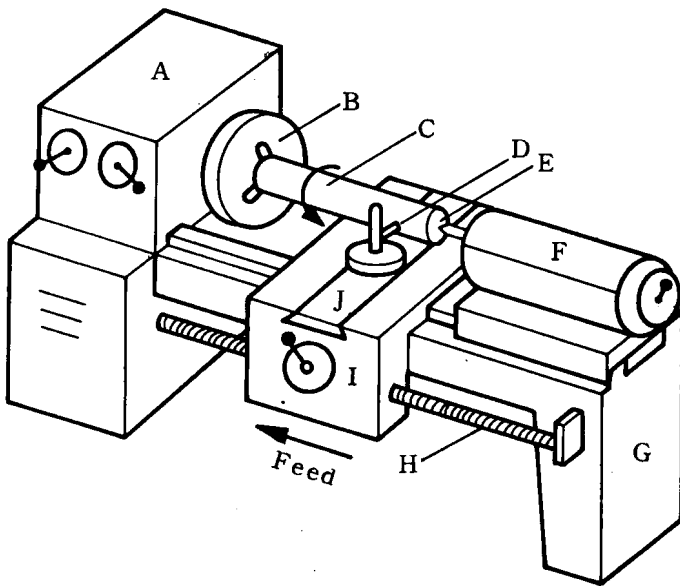


全華科技圖書股份有限公司 印行

大 專 用 書

切 削 理 論

林維新·紀松水 編譯



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 理 論

林維新・紀松水 編譯

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／5811300（總機）

郵撥帳號／0100836－1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／3612532・3612534

定 價 新臺幣 300 元

初版／76年12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 0111488

符號說明

A	面積 於 (9.11) 式的常數
A_m	(12.11) 式定義的因數
A_R	實際接觸面積
A_s	剪切面面積
$\bar{A}$	面積因數 (圖 12.9 中滑動件縱橫比 m/l 的函數)
AB	“耳朵”形狀切屑的弦尺寸 (圖 18.9)
AB^*	無因次切屑形狀 $= AB/R_c$ (圖 18.9)
B	磨損體積 (第 11 章) 變韌鐵 (9.11) 式中的常數
C	泰勒刀具壽命公式 (11.12 式) 中的常數 應力集中因數 壓痕器之限制因素 容積比熱 銑刀的隅角 控制接觸之刀面長度 切削液中添加物的濃度 (體積比) 切削效率
C_e	端刃角
C_s	旁削角
$\bar{C}$	雪明碳鐵 (Fe_3C)
CE	切屑當量 (第 17 章)

D	直徑
E	楊氏彈性模數 應變計的輸出電壓
F	力（因次分析中的基本因次） 剪力 Weibull 統計中的失敗比值
F_c	平行刀面的切削分力
F_o	已知應力水準的失敗或然率
F_P	動力方向的切削分力（亦即平行於 V ）
F_Q	未變形切屑厚度方向的切削分力
F_R	垂直於 F_P 和 F_Q 的切削分力
F_s	平行於剪切面的切削分力
G	剪切彈性模數
H_B	Brinell 硬度
H_K	Knoop 硬度
H_M	Meyer 硬度
H_{RA}	Rockwell A 硬度
H_{RB}	Rockwell B 硬度
H_{RC}	Rockwell C 硬度
H_s	Mohr 硬度
H_v	Vickers 硬度
I	慣性面積矩
J	極慣性矩 熱的機械當量
K	容積模數 破壞力學中應力增強因數 彈簧係數 [FL^{-1}] 由於磨耗顆粒而造成之實際接觸的或然率 （剪切面上剪應力）/（刀具面的剪應力）的比值 工具機傳動的速度增量因數

Bridgman 破裂方程式中延展性的壓力係數

L	液相
L	因次分析中長度的基本因次
	無因次接觸長度 (a'/t)
	車削中切削的螺旋長度
	滑動長度 (第 11 章)
	(鑽頭) 螺旋槽的節距
	切刃的作用長度 (圖 17.32 (b))
	第 12 章中的無因次速度物理量 $= V \ell / 2K$
M	鑽削扭矩
	切削性成本比 $= \epsilon_1 / \epsilon_2$
M_t	麻田散鐵完成變態的變態溫度
	鑽削時鑽頭斷裂扭矩
M_s	麻田散鐵變態開始時的溫度
M_T	扭轉力矩
$M^\#$	最佳成本條件時的切削性成本比
N	r.p.m.
	破裂的週期
N_c	垂直刀面的切削分力
N_F	無因次破裂數 $= (\sigma^2 K) / (Eu^2 b)$ (第 11 章)
N_o	Weibull 統計中的特徵壽命
N_s	垂直於剪切面的切削分力
N_w	磨耗數 $= BH / LP$ (第 11 章)
P	波來鐵
P	力
	Griffith 龜裂初期分析中的主應力
	或然率
P_t	脆性破裂的負荷
P_t'	單位長度之脆性破裂負荷
Q	單位時間的能量輸入

Griffith 龜裂初期分析中的主應力

全部的熱流通量

R 刀面上的合力

拉伸試驗中頸縮處的輪廓半徑

第 12 章熱量分配係數 = 熱量流入滑動對之伸出元件的比例 (R_1 爲
剪切面; R_2 爲刀面)

成本比 = $xT_d + y/x$ (第 19 章)

Weibull 統計中斷裂的危險率

電阻 (歐姆)

切屑收集比 = 切屑體積 / 等值未切削金屬的體積)

R' 剪切面上的合力

R_a 算術平均表面粗糙度

R_n 由双尖半徑所產生的壓痕力 (第 10 章)

主切双邊半徑 (圖 10.4)

R_t 最大的波峯至波谷之表面粗糙度

R_{np} R_n 的動力分量 (圖 10.15)

R_{nq} R_n 的進給分量 (圖 10.15)

S 球狀化石墨

S 法向拉伸應力 (以原來面積 A_0 爲基礎)

Weibull 統計中之殘存百分比

無段變速傳動工具機的全部節省費用

S_d 史帝田鐵

T 回火麻田散鐵

T 因次分析中 (時間) 的基本因次

泰勒刀具壽命公式 (11.12) 中的壽命

表面能 [FL^{-1}]

絕對溫度

鑽削推力

T_c 切削時間

T_d 刀具重置和更換的停機時間

T_e	由擠製引起之鑽削推力分量
T_f	鑽頭斷裂時的推力
T_H	均質化溫度＝絕對溫度／絕對熔點溫度（兩者皆以 $^{\circ}\text{K}$ 表示）
T_m	速度修正後的溫度
T_P	與塑性裂縫成長有關的表面能量
$T^{\#}$	最佳刀具壽命（min）的成本
$T^{\#\#}$	最佳刀具壽命（分）的生產率
U	每單位時間的全部切削能量
	Griffith 分析中每單位長度儲存在裂痕尖端的彈性能（第 6 章）
V	切削速度
	因次分析中（速度）的基本因次
	電壓
	Weibull 統計中的體積
V_c	切屑速度
V_w	工作速度（第 16 章）
V'	體積
$V^{\#}$	最佳切削速度時的成本
$V^{\#\#}$	最佳切削速度時的生產率
V_{60}	60 分之刀具壽命
V_{240}	240 分之刀具壽命
W	重量
	應變計中的極限瓦特值
Y	單軸拉伸中的流動（降伏）應力
Z	第 12 章的無因次量＝ $(4\pi DK)/(Vt^2)$
a	壓痕硬度中接觸面積的半徑
	拉伸試片的頸縮半徑
	加速度
	缺陷間距（第 6 章）
a'	刀面的接觸長度
a_1, a_2	原子間距

b	切削寬度（車削中的切削深度） 滑動件寬度（第 10 章） 樑的寬度 斷屑器的偏位距離（圖 18.8）
b_c	變形切屑寬度
c	裂縫的半長度 鑽頭的鑿刃長度
d	直徑 刀具面上最大凹坑深度
e	以原來之量規長度（ l_0 ）為準的公稱應變 e.m.f. 二次切刃長度（第 14 章）
f	每轉進給量（鑽削） 每齒進給量（銑削） 圓盤試驗中之平板寬度
f_e	激振頻率
g	重力加速度 每加侖之切削液添加劑的成本
h	樑之高度 受熱層的深度（第 10 章） 銑削後遺留之網痕高度 墜落試驗中的墜落高度
h_c	破裂時的臨界墜落高度
i	傾斜角 電流
k	熱傳導係數 剪切時之平面應變流動應力 Boltzmann 常數
l	長度 未變形切屑厚度

	車削時軸向切削長度
	滑動件的半長度 (第 12 章)
l_c	變形切屑長度
m	質量
	應變率靈敏指數
	滑動件的半寬度 (第 12 章)
	Weibull 斜率
n	應變硬化指數
	泰勒刀具壽命公式中的指數
	切削刃的數目
	迴轉數
	每單位距離的平面數目 (第 9 章)
p	壓力
	鑽頭的半頂角
	滑線場分析中 Mohr 圓中心處的正交應力
p	沖頭面的平均壓力 (Meyer 硬度)
q	第 12 章中的熱通量 [$FL^{-2}T^{-2}$]
r	切削比 = t/t_c
	力矩之臂長
	刀鼻半徑
t	未變形切屑厚度 (車削之進給量)
t	時間
	圓盤試驗的軸向厚度
t_c	變形之切屑厚度 (銑削)
t_m	最大未變形之切屑厚度 (銑削)
u	每單位體積的總切削能量
u_A	每單位體積的表面能
u_c	衝擊破壞時的比彈性拉伸能量
	破裂能量
u_F	每單位體積的摩擦能

	二次剪切區的範圍 (圖 12.29)
	主切刃的楔角 (圖 10.14)
	自由表面的傾斜量 (第 17 章)
w	刀具餘隙面上之磨耗鋒地的大小
	鑽頭的鑽腹厚度
	裂縫寬度
w_c	切屑重量
x	每單位時間之機器、操作者和管理的成本
y	單一切刃的平均值
y_0	初位移
Δy	剪切面的厚度
α	傾角
	肥粒鐵
	滑線場的座標方向
	強固結合之兩接合面的 A_R 比值
	角變形量
α'	二次剪切引起的傾角減少量
α_b	背傾角
α_e	有效傾角
α_n	正交傾角
α_r	徑向傾角
α_s	側傾角
α_v	速度傾角
β	刀面上的摩擦角 = $\tan^{-1}(F_c/N_c)$
	滑線場的座標方向
β'	剪切面上的 $\tan^{-1}(\tau/\sigma)$
γ	剪應變
γ'	工件材料的比重量
$\dot{\gamma}$	剪應變率
δ	線性變形量

u_M	每單位體積的動能
u_O	熱源的比能量
u_S	每單位體積的剪切能
δ	螺旋角（鑽頭）
ϵ	真應變 鑽頭的進給角
ϵ_e	有效應變
ϵ_f	切屑破裂時的應變（第 18 章）
ϵ_U	頸縮開始發生點的應變＝極限應變
ϵ_y	降伏點應變
$\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$	主應變
ζ	安裝角、設定角
η	刀面與最大剪應力面間的角度（圖 8.3）
η'	剪切面與最大剪應力面間的夾角
η_c	切屑流動角度（圖 16.5）
η_s	剪切流動角度
θ	溫度（因次分析中的基本因次） 餘隙角 BUE（雙口積屑緣）的角度範圍 扭轉試驗中的扭轉角 斷屑器的刀面角（圖 18.1 (a)） 半錐角（錐形壓痕器或沖頭之 θ_e ＝有效半錐角） 圖 8.4 (a) 中的角度
θ_f	從切削點起 180° 處的工件表面溫度
θ_e	前隙角（端隙角）
θ_m	最高溫度
θ_o	工件周圍溫度（第 12 章）
θ'_o	刀具周圍溫度（第 12 章）
θ_s	邊隙角（側隙角）
$\bar{\theta}$	平均切削溫度

$\bar{\theta}_s$	平均剪切面溫度（第 12 章）
$\bar{\theta}_T$	切削之平均溫度上昇量（第 12 章）
$\bar{\theta}_t$	以切屑——刀具熱電偶技術量出之平均刀具溫度
$\Delta \bar{\theta}_F$	刀面的平均溫度上昇量（第 12 章）
λ	切屑的壓縮比（切削比的倒數 = $1/r$ ）
μ	刀面上的摩擦係數 = $\tan \theta = F_c / N_c$
ν	蒲松氏比
Π	因次分析中的無因次群
ρ	磨削顆粒前端半徑（第 11 章）
	刀具尖端之曲率半徑
ρC	容積比熱
σ	正交應力
σ_c	破壞時公稱單軸向壓應力
σ_c	破壞時之臨界拉伸應力
	拉伸試片頸縮處累積的非均勻正交應力
σ_D	圓盤試驗中破壞時的公稱拉伸應力
σ_e	有效正交應力
σ_f	破壞正交應力
σ_{fo}	Bridgman 破裂方程式中的常數
σ_H	平均主應力（ $\cong$ 液靜應力）
σ_0	Weibull 統計中的特徵應力
σ_x	圓盤試驗中圓盤中心處的彈性拉伸應力
σ_y	圓盤試驗中圓盤中心處的彈性壓縮應力
σ_T	破裂時的公稱單軸拉伸應力
σ_U	頸縮開始之應力 = 極限應力
σ_{xD}	破裂時在圓盤中心的公稱拉伸應力
σ_{xT}	單軸拉伸試驗中破壞點的公稱拉伸應力
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	主軸應力（ $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ）
$\sigma'_1, \sigma'_2, \sigma'_3$	主偏移應力
σ	平均正交應力

	有效正交應力
τ_0	理論剪切強度
ϕ	剪切角
	滑線場分析中之剪切座標旋轉角
ϕ_n	正交剪切角 (第 16 章)
ψ	(因次分析中) 某些函數
	最大切屑變形方向與剪切面間的夾角 (圖 18.3)
ω	角速度 (rad s ⁻¹)
	圖 8.5 中的角度
ϕ	每件的總成本
ϕ^*	每件的最適成本
$\phi^\#$	每一切削的最佳成本
w/o	重量百分比

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！！

METAL CUTTING PRINCIPLES

MILTON C. SHAW

*Professor of Engineering
Arizona State University*

原 序

金屬切削加工是生產機械元件，除去不必要材料的最重要方法。這種加工牽涉的主要問題及相對的行為研究，包括物理、化學、材料行為等基礎科學，與熱傳遞學、固體力學、表面科學（磨潤學）等應用科學。

基本的二維（正交）切削過程，首被詳細地加以分析隨後才考慮具代表性的三維切削操作。切削溫度、刀具磨耗、刀具壽命和完工表面的完整性等是特別注意的焦點。機製經濟性與切削過程最適化（optimization），曾在某些典型的例子中討論過。

切削過程多數都非常複雜，這是由於下列兩種同時發生的動作，因近似密接引起強烈的交互作用所致：

- 1 集中剪力區產生的大塑性應變。
- 2 材料沿切屑與刀面間的重負荷區的流動。

通常分析切削問題會採用多種簡化模式，這些模式分別強調不同的問題方向如：熱、材質及表面型態。至於何種模式較具重要性，端視特定的機製條件而定。由於問題的複雜性、普遍性的預測原理是不可得的。較實際的近似法被用來取代這不可能的探求，近似法中有較多的經驗項。因此，切削研究的目的是要了解基本觀念如何解釋那些從精心設計的實驗所得到的結果，以及明白如何應用科學原理來達成新的機製情況的解答。同時儘可能以諸如因次分析的簡單技術來作理論上的討論。

本書旨在提供從事金屬切削研究者有用的參考，或是作為製造工程方面研究課程的教科書。書內關於塑性流動，固體材料破壞和表面特性等背景資料，包含許多新觀念，也可引發生產工程