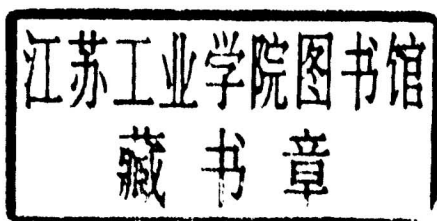


科學圖書大庫

車刀與車削

編著者 張世於



徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 陳俊安

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十二年十二月十二日初版

車刀與車削

基本定價8.00

編譯者 張世於 中華工專機械科講師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版台業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會出版部 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 財團法人 徐氏基金會出版部 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號

9221763
電話 9271575
9271576
9286842

電話 9719739

序

由於科技的精進及生產效率的需求，高速而精密的工具機已被廣泛的使用。爲了配合這些工具機，刀具的選擇和設計已成爲一專門的學問，並漸被重視了。唯市面上專論刀具類的書籍奇缺，因而興起編著之念。

本書主要在說明車刀材種、規格和刀頭形狀特徵，進而探討切削原理、刀具磨耗及刀具壽命。對車削基本操作和檢驗方法亦有詳細的說明。最後以車床工技術士技能檢定作爲結論，並儘可能列出歷年來技能檢定術科試題資料，藉以反映工業界逐年來對車床工技術士的技能要求。

在此，我要感謝那些在編寫過程中給與我直接與間接幫助的公司和先生們，尤其要特別感謝星隆貿易股份有限公司住友切削工具事業部謝福生先生，由於他們的鼎力相助，本書才能順利完成。

最後，更要感謝內人李淑卿女士不辭辛勞的爲我蒐集資料，並不時的給與我精神上的鼓勵和物質上的資助，如果沒有她，就沒有本書。

編者才疏學淺，又鮮經驗，錯誤之處必定甚多，尙祈工業先進與師長們不吝的給與指正和教言。

張世世 於

于台灣基隆 1982. 3. 6.

目 錄

序	I
第一章 緒 論	1
第二章 車刀之發展史	3
2-1 第一期車刀	3
2-2 第二期車刀	4
2-3 第三期車刀	4
2-4 第四期車刀	5
2-5 第五期車刀	5
2-6 第六期車刀	6
2-7 第七期車刀	7
2-8 第八期車刀	8
2-9 第九期車刀	8
2-10 第十期車刀	9
2-11 第十一期車刀	9
2-12 結 論	9
第三章 車刀材料	12
3-1 車刀材料應具備的條件	12
3-2 工具鋼	13
3-3 高速鋼	19

3-4	鑄造合金	31
3-5	燒結碳化物	33
3-6	塗層刀具材料	50
3-7	陶 瓷	52
3-8	瓷 金	56
3-9	鑽 石	59
3-10	各元素與合金鋼之關係	61
第四章 切削材料		71
4-1	金屬結晶構造	71
4-2	金屬平衡圖	74
4-3	金屬之切削性	77
4-4	常用切削材料	78
4-5	鋼鐵編號	95
4-6	鋼鐵材料鑑別法	117
第五章 車 床		127
5-1	工具機好壞的判定原則	127
5-2	工具機之轉速	133
5-3	工具機之運動	136
5-4	工具機之震動	139
5-5	車床受力情形	144
5-6	車床基本結構	146
5-7	車床之規格及種類	153
5-8	車床之附件	161
5-9	車床之生產力	169
5-10	車床之典型操作	171
5-11	車床精密加工之條件	179
5-12	車床之潤滑	180
5-13	車床之安全規則	182

5-14	車床之發展趨勢	182
第六章 切削原理		184
6-1	正切削與斜切削	185
6-2	切削名詞淺釋	187
6-3	作用於刀具上的力量	189
6-4	切削所需之能量比值 P_s	190
6-5	犁削作用力 F_p 及尺寸效應	191
6-6	切削基本理論	192
6-7	各種切削理論	194
6-8	切削加工時所產生的摩擦	201
6-9	切削時所產生之熱量	205
6-10	切削時材料內部之溫度分佈情形	208
6-11	切削速度對溫度之影響	214
6-12	切削速度之測定	215
第七章 車刀之種類及規格		217
7-1	車刀之種類	217
7-2	車刀之規格	223
7-3	車刀之切削試驗法	247
第八章 車刀刀角與刀柄		249
8-1	刀頭特徵	249
8-2	碳化物刀片之特徵	255
8-3	斷屑口	258
8-4	刀角角度改變後之影響	261
8-5	刀具命名方法	265
8-6	車刀柄之材料與種類	268
8-7	車刀柄大小之選擇	274
8-8	車刀柄命名方法	276

第九章	切削及其控制	280
9-1	切屑之型式	280
9-2	刀 瘤	285
9-3	切屑對光度之影響	291
9-4	切屑上所受的力量	292
9-5	切屑之控制與斷裂	294
9-6	切屑曲率半徑	298
9-7	切屑斷裂中之刀具磨損	301
第十章	刀具之磨耗及其壽命	303
10-1	刀具磨耗之型式	303
10-2	刀具磨耗之形成方式	304
10-3	刀具磨耗之補救方法	307
10-4	車刀之磨耗	308
10-5	刀具壽命	315
10-6	刀具壽命之判定標準	327
10-7	刀具壽命線圈	328
10-8	刀具壽命之延長方法	338
第十一章	刀具之焊接與研磨	346
11-1	焊 接	346
11-2	焊料與熔劑	350
11-3	刀片之焊接與檢查	352
11-4	焊接應力與強度	354
11-5	焊接破裂之原因與防止法	356
11-6	研 磨	358
11-7	砂 輪	361
11-8	砂輪之標記與形狀	373
11-9	砂輪之磨耗與選用	379

11-10 砂輪之處理	391
11-11 刀具之研磨	395
11-12 刀具研磨後之檢查與破裂	408
第十二章 切削劑	416
12-1 切削劑	416
12-2 切削劑的冷卻作用	417
12-3 切削劑的潤滑作用	419
12-4 切削劑應具備的條件	423
12-5 切削劑之種類	426
12-6 切削劑之選擇	432
12-7 切削劑之用法	434
12-8 切削劑之處理	437
第十三章 精度與光度	439
13-1 精 度	439
13-2 公 差	445
13-3 配 合	447
13-4 光 度	470
13-5 光度之表示方法	475
13-6 理想表面光度	477
13-7 自然表面光度	480
13-8 影響光度的因素和改善方法	481
13-9 光度之測定	484
第十四章 經濟切削與切削術語	486
14-1 名詞淺釋	487
14-2 進給率之選擇	488
14-3 切削速度之選擇	490
14-4 在最低生產成本及最高生產速率情況下之刀具壽命	496

14-5	最佳切削情況之決定	497
14-6	最大生產效率	504
14-7	平面切削	505
14-8	刀具材種之經濟選擇	508
14-9	切削刀具術語	511
14-10	I S O 切削刀具術語系統	513
第十五章 車削實例		523
15-1	切削準備	523
15-2	刀具之使用	530
15-3	基本車削操作	543
15-4	工件檢驗	579
15-5	車削故障處理	600
15-6	車削實例	607
第十六章 車床工技能檢定		616
16-1	技能檢定之定義、功能及其重要性	616
16-2	技術士技能檢定及發證辦法	619
16-3	車床工技術士技能檢定規範	622
16-4	參加車床工技術士技能檢定應檢人須知	629
16-5	車床工技能檢定機具設備及自備工具參考表	630
16-6	車床工技能檢定應檢人注意事項	630
16-7	車床工技能檢定術科試題之析釋	633
16-8	車床工技術士技能檢定之探討	646
附錄一 公制螺紋粗牙之容許界限尺寸及公差		651
附錄二 統一標準螺紋粗牙之容許界限尺寸及公差		659
附錄三 29 度梯型螺紋		667

附錄四	30度梯型螺紋	671
附錄五	方牙螺紋	675
附錄六	錐度、錐角及其公差	677
附錄七	CNS 常用螺紋符號及其表示法	681
附錄八	CNS 表面符號	685
附錄九	CNS 幾何公差	691
附錄十	甲級車床工技術士技能檢定術科試題	709
附錄十一	乙級車床工技術士技能檢定術科試題	765
附錄十二	丙級車床工技術士技能檢定術科試題	815
	本書主要參考資料	865

第一章 緒 論

在十九世紀以前，工作或動力之來源不是人就是獸，故其生產數量是有限的，如果想要提高生產數量，唯一的辦法不是增加人數就是增加獸數，或者是延長工作的時間。

該段時期的生產特徵是

1. 生產數量是有限的，根本無法要求工作速度。

2. 工作時間通常都很長，毫無工作效率可談。

3. 產品是粗糙的，祇要能用就行，根本不重視外形的美觀。

4. 製品不具精密度，完全是一對一的組合，沒有互換性的觀念存在。

5. 製品祇要牢固，祇要能用就可以了，其他毫不考慮。

到了1900年，由於英人瓦特氏（JAMES WATT）發明了蒸汽機（Steam Engine），造成了產業革命（Industrial Revolution），使人們知道了如何的來產生動力（Power），如何的利用這些動力來替代人或獸來作功（Work），此時，人們開始講求速度；要求效率；重視製造程序，懂得尋求在最短的工作時間內生產更多，更完美的產品的生產方法，以獲取最大的利潤或報酬。

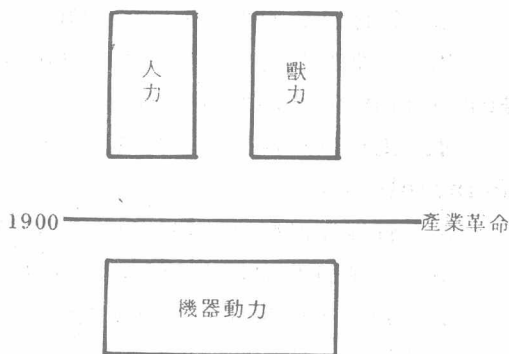


圖 1-1 能源發展過程

本時期的生產特徵是：

1. 以機器代替了人力或獸力。
2. 生產規模逐漸的擴大。
3. 懂得分工合作。
4. 講求精度，重視效率。
5. 要求零件的互換性。

1903年，美人泰勒氏（FREDERICK W. TAYLOR）出版工廠管理（Shop Management）一書；1911年又出版了科學管理的原理（The Principles of Scientific Management）一書，於此二書中，對於管理方面曾倡導下列要點：

1. 時間研究原理（Time Study principle）。
2. 論件計資原理（Piece-Rates Principle）。
3. 計劃與執行分工原理（Separation of Planning From Performance Principle）。
4. 工作方法科學化原理（Scientific Methods of Work Principle）。
5. 管理控制原理（Managerial Control Principle）。
6. 效能管理原理（Functional Management Principle）。
7. 合作精神原理（Cooperative Spirit Principle）。

泰勒氏的這些原理，都牽涉到了工作的速度、效率、製造程序、廠主的利潤和工人的報酬等問題，工具機（Machine Tools）的效能是主要影響因素之一，因而機器的動力與運轉的速度不斷的被提高，相對的，切削工具（Cutting Tools）亦一再的被改良，以適應切削工作的承受量。

車床（Lathe）是所有工具機中使用最廣、最基本機器的一種，車刀（Lathe Tool）更是車床工作不能或缺的工具。現在，就讓我們來認識它，使用它，更進而能夠改良它，使切削工作能進入另一個新境界。

第二章 車刀之發展史

由歷史的背景中，我們可以發現切削工具是脫離不開人們的生活的。初期的人類爲了生存問題，必須製作一些防禦與打獵的武器和工具，因而切削（Cutting）問題產生了，在偶然的機會中，人們發現了以硬克軟的現象，因而人們開始以石切削一些木質的工具，這是切削工具的由來。

大致說來，被切削材料之演變情形如下：

木材→石塊→銅→鐵→鋼→合金鋼（Alloy steel）

切削工具之改良演變情形約如下：

石→鐵→高速鋼→超硬合金→

- 燒結鑽石（金剛石）
（Diamond）
- 氮化硼砂晶體
（C. B. N.）
- 陶瓷剉具
（Ceramic）
- 瓷金
（Cermet）
- 碳化鈦塗層
（Coating）

現就車刀之發展經過介紹於後，以爲讀者參考之用。

2-1 第一期車刀（1900年以前）

在產業革命以前，所用的車床，其驅動方法全靠人力，故機器之運轉速率（Revolving Speed）極慢，刀具不甚講究。

4 車刀與車削

本時期所用之車刀係由淬硬之高碳鋼 (High Carbon steel) 所製成，即是一般所稱之工具鋼 (Tool steel) 或銼刀鋼 (File steel)，利用以硬克軟的原理，車削一些軟質的工作物，如木器之車削等工作。

此型高碳鋼車刀，在常溫具有 $HR_{0.65}$ 之硬度，但自溫度 204°C 開始即行軟化而不能使用，切削速率 (Cutting speed) 僅達每分鐘 2 公尺而已。

目前，在金屬 (Metal) 之切削工作中，實際上已很少使用此種刀具。

2-2 第二期車刀 (1905年)

因高速化車床的產生，故更耐熱而不軟化之車刀亦隨之而出現。

1900 年，冶金家泰勒氏 (F. TAYLOR) 發明了含錳 (W) 18 %；鉻 (Cr) 4 %；釩 (V) 1 % 之合金，就是俗稱的“二種高速鋼”，是為高速鋼車刀之前期。

本時期之車刀在 560°C 時，仍能保有 $HR_{0.65}$ 之硬度，切削速率已達每分鐘 25 公尺，較之前期之高碳鋼車刀，其切削速率增加了 12 倍之多。

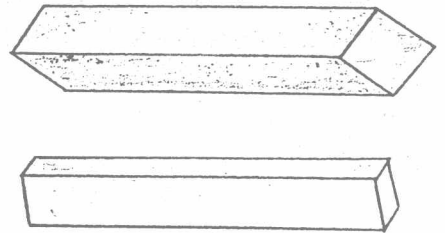


圖 2-1 高速鋼車刀

2-3 第三期車刀 (1928年)

車床高速化的繼續增加，冶金家發現在高速鋼中添加鈷 (Co) 元素，能夠顯著的改良其耐熱性，且鈷的有效範圍在 5 ~ 12 % 之間。

俗稱的“三種高速鋼”為含鈷 5 % 的高速鋼；“四種高速鋼”為含鈷 10 % 之高速鋼。

此種含鈷的高速鋼，其切削速率被提高到每分鐘 35 ~ 40 公尺，較

之前期高速鋼，其切削速率又被提高了1.4 ~ 1.6 倍。

2-4 第四期車刀 (1928年)

冶金家從高速鋼的微觀組織 (Microstructure) 中發現了碳化鎢 (WC) 是最硬其最耐高溫的合金，於是在1926年第一次世界大戰的末期，

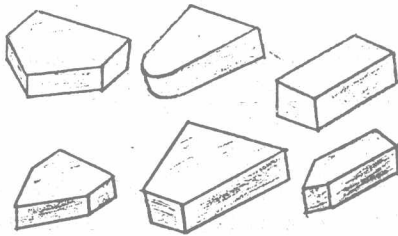


圖 2-2 碳化鎢刀片

西德軍火大王柯普 (KRUPP) 利用粉末冶金 (Powder metallurgy) 與燒結 (Sintering) 的方法，開始製造碳化鎢 (Tungsten carbide) 車刀。

此種碳化鎢車刀，其軟化溫度由 560°C 被提高到 800°C ；硬度由 $\text{HR}_{\text{A}}86$ 提高到 $\text{HR}_{\text{A}}90$ ，切削速率增高到每分鐘 75 公尺。

此種車刀之主要缺點為：祇能用於切削鑄鐵及銅類等短切屑 (Short chip) 材料，不能使用於切削鋼鐵等長切屑 (Long chip) 材料，因長切屑會以高速銳利之摩擦力 (Friction force) 摩擦車刀刀尖，在刀尖上面掘成凹疤 (Crater)。

2-5 第五期車刀 (1931年)

爲了改良前期碳化鎢車刀祇能車削短切屑材料之缺點，因而發現添加碳化鈦 (TiC)、碳化鉬 (TaC) 與碳化鈮 (NbC) 能夠顯著的改變車刀耐受凹疤之能力，使其能夠適於長切屑材料之車削工作，由是第五期碳化鎢車刀誕生了。

因碳化鎢價格昂貴，又其脆性較大，故常用刀片硬焊 (Brazing) 於刀柄 (Shank) 之方式製造，俗稱“鎢鋼焊接車刀”，切削速率增高到每分鐘 130 公尺。

此種碳化鎢車刀仍有下列缺點存在：

1. 焊接加熱使碳化鎢變質劣化：

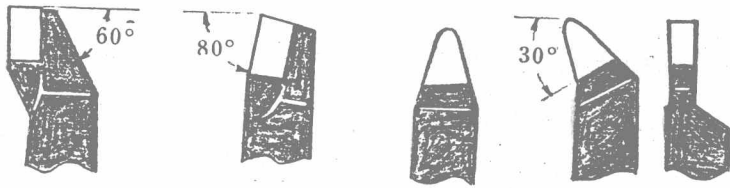


圖 2-3 鎢鋼焊接車刀

因為好的焊接設備昂貴，一般工廠無力裝設。同時因為技術與經驗之不足，常發生焊接不良之車刀，無法達到預期之刀具壽命。

2. 研磨 (Grinding) 困難：

一般工廠多用綠砂輪研磨，根據實驗得知：磨去1立方公分之碳化鎢，要耗用100立方公分的綠砂輪，且在研磨時容易生熱，使車刀變質硬化，而鑽石磨具昂貴，一般工廠無此能力裝設，即使能夠，亦不合算。

3. 定位 (Locating) 困難：

車刀再研磨後，為確保工作物的精密尺寸，車刀位置必須再度調整，既麻煩又費時，同時，試切削工作往往使車刀變成不良品，因而車床工作時間減短，成本跟著增加。

自從高速車床 (Speed lathe)、自動車床 (Automatic lathe)、靠模車床 (Duplicating or copying lathe) 及 NC 車床 (Numerical lathe) 之陸續出現以後，定位困難的程度更行嚴重。

2-6 第六期車刀 (1958年)

第二次世界大戰期間，為應付戰爭之需要，急速生產的結果，乃發展出替換式車刀 (Indexable lathe tools)。

此類車刀刀片具有2至12刀口，一刀口磨損後可替換成另一刀口，等到所有刀口均已磨損後便捨掉，故又名捨棄型車刀 (Throw Away type lathe tools)，其優點為不需焊接，不需研磨，不需調整位置，顯著的增加了生產的速度。

此類車刀刀片是用固定螺釘 (Fixing screw) 固定於刀柄之上，