

高速切削技术研究



工人著作

江苏人民出版社

前 言

一九五八年，是我国社会主义建設事业史无前例的大跃进的一年。全国人民在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，意气风发，干劲冲天，在工农业生产、以及其他各条建設战綫上，取得了极其輝煌的胜利。六亿五千万勤劳勇敢的人民，正高举着总路綫、大跃进、人民公社的光荣旗帜，在党和毛主席的领导下，繼續跃进！

大跃进以来，全国人民奋勇地投入了党提出的技术革命和与之相輔而行的文化革命的新的革命运动，发挥了敢想、敢说、敢做的共产主义风格，浩浩蕩蕩地向科学、技术、文化进军。我們工人同志，围绕生产大鬧技术革新和技术革命，在文化生活方面，写詩作画，著书立說。工人阶级在党的领导和教育下，正在向“劳动人民知識化”的目标挺进！

在我們厂里，不論是老师傅和青年工人，在党委领导下，个个信心百倍，学习文化、钻研技术，猛攻生产关键，表现出苦干、实干、巧干的精神，推进生产，同时也提高了技术水平和文化水平。

这本书，是我厂机装車間青年車工陆錦春同志初步总结了他自己在一九五五至一九五八年間的实际操作經驗，着重介绍了他在刀具几何形状的选择、典型工件的加工与提高产品质量的办法、切削用量的合理选择、快速夹具的使用、瓷刀的使用等方面的心得和体会。这本书，是他在业余时间写的。在写作中，厂党委和团委始終給予关心和鼓励，車間里的技术

人員也給了他幫助；草稿写成后，还得到厂里工程师和七二〇厂工艺組同志的指正。但是，由于一个人的經驗和水平是有限的，写作的時間也仓促，其中一定有錯誤的地方；同时，有关操作技术和工具的使用，各地、各厂的条件有所不同，这本书，只能供讀者作为参考。这本书的出版，还想通过它与兄弟厂的车工同志交流經驗，相互促进，在技术革命中相互协作，携手前进，为祖国的社会主义建設貢獻出更多的力量。希望讀者对本书提出批評和指正。

南京机床厂

一九五九年九月

目 录

第一章 概述	1
第二章 工作现场的合理安排	5
第三章 高速切削前的准备工作	9
第四章 高速切削过程中产生的问题和解决的方法	11
第五章 高速切削車刀几何角度的选择	16
第六章 高速切削鋼件外圓車刀的选择	27
第一节 粗加工堅固鋼件用的外圓車刀	27
第二节 粗加工不堅固鋼件用的外圓車刀	30
第三节 粗加工細長鋼件用的外圓車刀	33
第四节 精加工堅固鋼件用的外圓車刀	35
第五节 精加工不堅固鋼件用的外圓車刀	38
第六节 精加工細長工件的外圓車刀	39
第七章 高速切削鑄鐵外圓車刀的选择	43
第一节 粗加工堅固鑄鐵工件的外圓車刀	43
第二节 精加工堅固鑄鐵工件的外圓車刀	44
第三节 粗加工不堅固鑄鐵工件的外圓車刀	47
第四节 精加工不堅固鑄鐵工件的外圓車刀	48
第八章 改进后的柯列索夫車刀与加工有色金属的 先进刀具	30
第一节 改进后的柯列索夫車刀	50
第二节 加工有色金属的先进車刀	55
第九章 高速搪孔刀与刀杆形状的选择	56
第一节 搪孔刀具的选择	56
第二节 获得高效率的搪刀杆	60
第十章 高速切削实例	63
第一节 空心軸的加工	63

第二节	鑄鐵叉子的加工	76
第三节	頂針的加工	81
第四节	螺母的加工	87
第五节	車床主軸的加工	90
第六节	鋼套的加工	102
第七节	圓弧形皮帶輪的高速切削	104
第十一章	高速切削用量的選擇	109
第一节	吃刀深度的選擇	109
第二节	走刀量的選擇	110
第三节	切削速度的選擇	111
第十二章	高速切削用的快速夾具的選擇	117
第一节	車削軸套用的錐形梅花頂針	117
第二节	加工螺釘的內六角反頂針	119
第三节	加工套外圓用的壓緊心軸	121
第四节	加工軸承孔用的緊固夾具	123
第五节	加工細長軸用的彈簧夾頭	125
第六节	加工小圈環與墊圈孔用的夾具	126
第七节	加工圈環與墊圈外圓用的心軸	127
第八节	加工小軸用的快速夾具	128
第九节	加工方形工件的夾具	129
第十节	加工管接頭用的夾具	130
第十一节	自動夾緊夾具	131
第十二节	加工四爪卡盤的心軸	132
第十三节	用螺母緊固的彈簧夾頭	133
第十四节	加工長套用的心軸	134
第十三章	銼刀在實際使用中的經驗	136
第一节	銼刀的幾何角度與刀片緊固形式的選擇	137
第二节	銼刀的刃磨方法	142
第三节	使用銼刀所採用的切削用量	144
第四节	使用銼刀時應注意的幾個問題	147
第五节	銼刀在生產中的效能	148

第一章 概述

实施高速度切削的目的，是为了得出正确的刀具几何形状，获得在切削过程中刀具与其他方面的有益资料，以便推动生产能力的提高，从而降低生产成本。

要使加工工序道道实现高速切削化，不但对刀具的性质、几何形状等加以选择，机床与工件刚性的具体分析，而且要作一系列地准备工作，为高速切削的实现创造条件。

在日常生产当中，对刀具的应用一般是使用我国制造的硬质合金刀片。在加工轴类时，切削速度平均选用80—150米/分；加工不用顶针的工件（齿轮坯、法兰盘等）时，采用120—200米/分；加工有色金属时采用250米/分以上。在这一基础上，要把切削速度作更大地提高，除了改革工具，减少辅助时间以外，必须采用高速切削方法来实现。

在开始试行高速切削时，是采用德意志民主共和国制造的T₁₅K₁₀刀片，磨成负前角，主偏角为90°的偏刀。但由于刀尖的角度小，散热能力差，当切削速度达到420米/分时刀尖即被磨损。在同样的切削条件下，再将车刀的主偏角改成 $\varphi = 30^\circ$ ，当切削速度增加到700米/分时，刀具则又被激烈磨损。刀具磨损的部分是刀片的前面，被磨成一个小的凹坑。很明显，产生此种现象的原因，是由于前角是负值，切削时铁屑与车刀的主前面产生了严重的挤压，同时由于切削热的不断升高，降低了刀具的硬度；并由于高速度的摩擦，切屑很容易将硬质合金带走一部分，使刀具的前面形成一个月牙洼陷。

假如將前角增加到正 10° ，有可能使切屑順利地流出，並可避免切屑與硬質合金的粘結。但由於切削角的減小（減小了刀刃口上的半徑），散熱性能並不能獲得很大的好轉。因此只得將走刀量減小到0.15毫米/轉，並且將主刀刃上的倒稜面也減小到0.2毫米。在正 10° 前角車刀上經過這樣改變的結果，使切削速度達到了840米/分。但當提高到1,000米/分時，刀尖又被燒毀。此種現象是由於刀尖承受熱量過高而被熔化的結果，並不是刀具已被磨損，因為此時刀具根本沒有經過初期、中期等磨損階段，可見這是一個刀片質量的問題。也就是說用T₁₅K₆的刀片，在切削45號鋼件時要達到1,000米/分的切削速度，是可能性不大的。

使用捷克斯洛伐克共和國製造的S₁刀片切削同樣的鋼件時，切削速度達到了1,000米/分。如果被加工工件是軟鋼材料，那麼將切削速度提高到1,300米/分是完全可能的。

T₃₀K₄刀片，由於它含有30%的碳化鈦，所以刀片的硬度很高，切削時切屑與刀具不產生粘結現象。根據這個道理選用了 $\gamma = -5^\circ$ ， $\varphi = 30^\circ$ ， $\alpha = 10^\circ$ ，並按照T₃₀K₄刀具可以比T₁₅K₆刀具的切削速度提高50%的理論根據，將切削速度提高到1,600米/分，結果產生了振動，刀具壽命很短。經調整了機床底腳與傳動機以後，切削情況趨向平穩，再用冷卻液幫助刀刃散熱（資料上介紹，在很高的切削速度下，使用冷卻液的效果不大），採用走刀量不大於0.15毫米/轉時，得到了良好的效果，使T₃₀K₄刀片最後達到了1,900米/分。要使切削速度更進一步地提高，由於硬質合金刀的性能所限，就不得不使用瓷刀來進行。

使用瓷刀高速切削，刀片與切屑沒有相互粘結的現象。同時在切削鑄鐵或鋼件時所產生的磨損部分總是在刀具的後

面，刀具的前面始終沒有产生月牙洼陷的現象。这是瓷刀比硬質合金刀能够提高切削速度的主要条件。經過几次对刀头的改变，最后将前角改成 $\gamma = -10^\circ$ ， $\alpha = 13^\circ$ ， $\alpha_1 = 12^\circ$ ， $\varphi = 30^\circ$ ， $\varphi_1 = 20^\circ$ （如图 1），切削速度达到了 3,380 米/分以上。此种車刀的特点是：

1. 負前

角大，增加了刀头的强度，温度高时刀头不易熔化。

2. 后角大，提高了刀具的耐磨寿命。

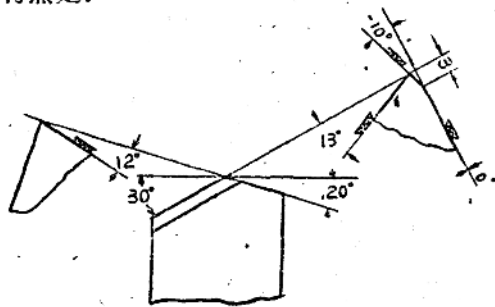


图 1 能达到 3,000 米/分 以上的瓷刀形状

3. 偏角小，改善了刀刃的散热性能。

切削条件：S718 尺型車床，工件直径 390 毫米。

切削用量：主軸轉数 $n = 2,800$ 轉/分，吃刀深度 $t = 0.5$ 毫米，走刀量 $S = 0.15$ 毫米/轉，切削速度 $\gamma = 3,380$ 米/分。

應該指出，如果将車床主軸轉速用更換皮帶輪的方法再提高一步，那么达到更高的切削速度是完全可能的。

在不断試驗与实际运用証明，要实现高速度切削，必須具备以下几个条件：

1. 充分作好車削前的准备工作。
2. 机床刚性要好，切削时不能产生振动。
3. 刀具的耐磨性要强，最好使用瓷刀。
4. 尽可能使用冷却液。
5. 刀具的負前角应当不小于 6° ，后角不小于 11° 。

6. 走刀量不宜超过0.25毫米/轉。

7. 刀片的刃磨質量要好(尤其是各刃面的光潔度要求達到▽▽▽9以上)。

第二章 工作現場的合理安排

採用高速切削技術，縮短零件的加工時間，無疑是提高工作效率的一種主要方法。但如果忽視了工作現場的合理安排與刀具、量具、輔助工具的適當安放位置，就必然會增加操作中的忙亂，往往為了尋找一件工具而花去幾分鐘甚至幾十分鐘的時間；再加上生產前的一系列的準備工作，以及在生产過程中對零件加工方法的研究，刃磨刀具，調整機床，調換夾具，校正與裝卸工件，測量工件等所花費的輔助時間，常常要超過機動時間的好幾倍。因而在每班480分鐘的工作時間內，一般機床的實際機動時間只有100—200分鐘左右。因此，尽可能地縮短操作中的輔助時間，是提高勞動生產率的一種主要措施。但縮短生產過程中的輔助時間，又與工作現場的安排有着密切聯系。可以肯定，如果工作現場安排不當，或不注意千方百計縮短輔助時間，即使採用了最先進的加工方法也很難達到提高生產率的目的。所以根據設備的具體條件，經常把工作現場安排得有條不紊，不但可以提高工作效率，保證工件的加工質量與安全生產，並且還能降低勞動強度，養成文明生產的習慣，在操作時就會感到輕鬆和愉快。

在一九五八年生產大躍進的形勢下，為了提高生產率，完成或超額完成國家所賦予的光榮任務，在下列規格機床上實行了高速切削：

主軸轉速	28—1,050轉/分 共12種
中心高度	200毫米

两顶针間最大距离 1,400毫米

电动机效率 7.5瓩

使用此种机床的車削任务，主要是精加工与半精加工机床主軸；其次是主軸的銅軸承、尾架套筒、頂針、方刀架鋼套与不規則形状的鑄鉄工件如蝸輪箱体、底座盖板，以及新产品零件加工等。

根据此种机床的设备条件和車削任务的需要，在工作現場上采取了以下的安排：

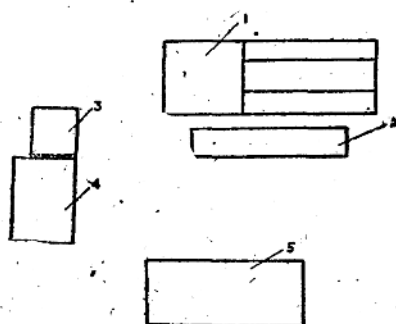


图2 工作現場的組織

1. 机床 2. 踏脚板 3. 小工具箱
4. 大工具箱 5. 零件台

靠机床左边設大小工具箱各一个，大工具箱分成三格，并有两只抽屜。在箱台面上竖立一块木板，作为悬挂图纸、工艺卡片以及公差表之用。箱子的侧面有一个双层口袋，存放图纸、生产记录本等。大工具箱的第一格存放千分尺、游标卡尺、内外卡钳、长短鋼皮尺、卷尺

等；第二格存放各类刀杆、小型的机床附件和輔助专用工具；第三格存放夹具、卡盘等附件。

小工具箱做成二格，并有一只抽屜。第一格存放一般外圓車刀、剗刀、平面刀等；第二格存放根据零件形状选择的专用刀具，和經過仔細刃磨过的先进刀具。抽屜里存放着每日必須使用的夹头扳手、刀架扳手和墊刀片等。对于做試驗性切削用的刀具，存放在一个单独使用的木盒子里。較大的机

床附件如12吋以上的三爪卡盘、花盘等放在另一个木箱子里。

此外,为了縮短生产过程中的輔助時間,并根据机床設備的具体条件,采取了如下措施:

1. 經常保持工作地的整齐、清洁和安全。
2. 工具按类型分类存放,使用后放在原来的位置上。
3. 对各类刀具应严加保藏,不与硬物碰击。
4. 常用工具应放得近一些(右手拿的放在右边,左手拿的放在左边),不常用的工具与机床附件放得离机床远一些。

为了保証在操作中不产生废品和避免发生人身事故与停工等現象,在上班前做好以下几項工作:

1. 弄清图紙零件的技术要求与加工方法,以及工作現場的整理,为此提前15—25分钟上班。
2. 检查机床的运轉情况并在各部分加入潤滑油。
3. 准备好下道工序的工具、刀具。
4. 估計好零件毛坯的加工数量,若发现毛坯不足一班加工时,应預先領取另一批零件的毛坯。

下班时做好以下几項工作:

1. 下班前10分钟左右,准备好将工作現場移交給接班入,并清除切屑,清擦机床,交代加工方法与检查一天产质量的簡要情况。
2. 整理与清查工具,需要用的工具放置在工具箱里的原来位置上,不用的工具交还工具室。
3. 作最后一次质量抽查,計算出一天内加工完的零件数字,与完成的定額工时总数(以便知道一天內超額还是差額)。
4. 接受或了解好下一天的工作任务。

由于严格地执行了工具的安放位置,在未經清理工具箱以前,工具安放的位置是不会变动的,所以在工作中拿用工具

时，就觉得非常方便，甚至不用眼看也可以摸到所需要的工具。因此，大大缩短了辅助时间，相对地增加了机动时间，从而提高了生产效率。

第三章 高速切削前的准备工作

高速切削前，必須作好准备工作，方能保證高速切削的順利實施。假如不注意作好机床、夹具与刀具等各方面的妥善准备，就不能使高速切削起到真正提高生产率的作用。因此，必須作好以下的各項工作。

1. 检查机床地脚是否牢固(在高速切削时，主軸轉速較高，由于机床的振动容易使地脚螺釘松动)。

2. 检查机床是否有足够的刚性(包括主軸、床身、走刀机构等)。一般中型高速切削用的机床的功率，最好不小于5匹馬力，因为在高速切削的情况下，安装在机床上的刀架受着較大的縱向与橫向的抗力(走刀抗力与吃刀抗力)，如果走刀机构不稳固，很容易产生振动而损坏刀具，影响工作表面的光洁度。

3. 机床上应尽可能有較完善的安全設備，如罩壳、挡屑板及自动停刀器等裝置，以便在操作时可以大胆无慮。

4. 机床上的卡盘、三爪卡盘等夹具，必須安装得很牢靠。同时为了避免卡盘在旋轉时不使机床产生振动，卡盘外圓与端面不允許有較大的振摆現象。在帶有螺紋連接主軸的卡盘上，必須有保險裝置，否則在开倒車时卡盘容易飞出。

5. 開車以前，机床各部的油管应加足潤滑油，俾便机床在快速旋轉时各部分都能得到充分地潤滑，避免机床发生故障。

6. 在加工一般圓件时，尽可能使用快速夹具(參看第十

二章);加工軸類工件時,不适宜兩端用頂針頂住的方法,這種方法因緊固力不大,吃刀深度大時工件容易跳出,因此應採用一端夾緊另一端頂住的方法比較安全。

7. 開始切削前,應根據工件形狀、機床功率等條件,選擇合理的切削用量(吃刀深度、走刀量與切削速度)。半精加工時,在電動機負荷允許的情況下,尽可能第一刀就粗車到指定的尺寸。如果刀具行程距離很短,切削力尽可能定得超過機床負荷,這是發揮機床潛力的有效方法。

8. 加工鋼件時,刀具上應裝斷屑器或直接在硬質合金刀片上磨成月牙洼斷屑槽。粗加工時,若估計到機床的功率不足時,可在刀具上加大正前角來減輕切削力,但必須同時在刀刃上加大負倒棱,否則刀具容易損壞。如果把刀尖安裝得高于工件中心 $1\% D$ (D 是工件直徑)時,也能減少切削力;但在精車時為了防止刀具陷入工件,影響工件的精度,則不适宜採用這種方法。

9. 檢查機床的運轉情況,調整機床主要部件(如拖板、主軸、頂針、尾架等);再檢查夾具是否有足夠的剛性。並准备好必要的輔助工具及量具。

10. 為了在工作中不浪費磨刀時間,應預先准备好几把相同幾何形狀的刀具,這樣就可以在刀具用鈍后立即更換,繼續操作。

11. 在使用花盤上角銼的工作以及不對稱工件的加工時,為了保證機床在旋轉時的平穩,應考慮在花盤或卡盤上加平衡銼。

第四章 高速切削过程中产生的問題和解决的方法

在高速切削过程中,往往由于准备工作做得不完善,沒有正确地掌握住刀具的几何形状,或不合理地选用切削用量,都会产生各种故障,甚至造成不应有的損失。这些問題經過不断地摸索,通过如下的方法得到了适当地解决。

被加工工件的表面光洁度差

产生的原因:

1. 切削速度不够高(加工鋼件时低于70米/分)。
2. 走刀量太大。
3. 刀具的几何角度刃磨得不合适。
4. 刀具刃磨的光洁度差。
5. 机床或刀具的原因而产生了振动。
6. 刀尖半径太小或刀尖角太小。

解决的方法:

1. 提高切削速度(加工鋼件时应高于70米/分)。
2. 适当地减小走刀量。
3. 选择正确的刀具几何形状,精加工时应加大前角与后角的数值和减小副偏角。
4. 刀具經粗磨后,一定要在精磨砂輪上修磨,或在鑄鉄盘上进行研磨,使刀刃面的光洁度不低于 $\nabla \nabla \nabla 8$ 。
5. 調整机床,减少各部件的間隙;在加工軸类外圓时刀

具应装高于工件中心线。

6. 根据走刀量的大小,适当地增大刀尖半径,或把刀尖磨成平头形和增大刀尖角;精加工铸铁零件时,将刀尖的平头宽度磨成 $2.5S$ (S 是走刀量)。

切削鋼件时切屑折断不正常

产生的原因:

1. 刀具前面没有断屑台与断屑槽,或断屑槽的宽度取得太大或太小,断屑台的距离太大。

2. 走刀量太小。

解决的方法:

1. 刀具前面做出断屑台或磨出断屑槽;根据走刀量的大小选择正确的断屑槽的宽度(参考表4)。

2. 增加走刀量(精加工时不小于 0.15 毫米/转;半精加工时不小于 0.35 毫米/转;粗加工时只要电动机功率允许,尽可能定得大一些)。

切削时产生振动

产生的原因:

1. 机床刚性差,或调整不良。

2. 夹具刚性差,夹紧力不强。

3. 刀具用钝后仍继续工作。

4. 车刀的主偏角与副偏角太小。

5. 加工轴类工件时,尾架顶针伸出得过长。

6. 走刀量大时刀具的后角太大。

7. 刀杆伸出得太长。

8. 加工直径不大的轴类工件时,刀尖安装得低于工件