

金属切削原理 校际学术报告会论文集

高等学校金属切削原理学术报告会论文集编审小组编

机械工业出版社

金属切削原理 校际学术报告会论文集

高等学校金属切削原理学术报告会论文集编审小组编



机械工业出版社

金属切削原理校际学术报告会论文集

高等学校金属切削原理学术报告会论文集編审小組編

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印張 $8 \frac{12}{16}$ · 插頁 1 · 字数 205 千字

1966 年 4 月北京第一版 · 1966 年 4 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,800 · 定价(科六)1.20 元

*

統一书号: 15033 · 3936

前 言

1963年12月上旬，高等教育部委托华南工学院在广州召开了“金属切削原理 校际学术报告会”。会议在华南工学院党组织领导下，由华中工学院、大连工学院、哈尔滨工业大学、西安交通大学、清华大学和华南工学院等校有关教师负责筹备并主持。参加单位共41个：高等学校35所；科学研究机关2个；工厂4个。会上收到论文38篇。除宣读论文外，还交流了科学研究和教学经验，大家一致感到收获很大。

会议决定出版论文集一本。根据会上评审小组意见，会议决定将全部论文分为三类：第一类共九篇，按宣读先后顺序，全文发表；第二类共五篇，其中有些因已部分公开发表过，所以摘要发表；其余论文有些因属内部资料或因作者个人意见等原因，均作为第三类，列入目录，不刊登内容。所有论文均属作者个人学术见解，不代表大会意见。

会议责成上述六校有关教师组成编审小组，进行论文复审及编辑工作。由于我们经验不足，缺点错误在所难免，尚请大家批评指正。

高等学校金属切削原理学术报告会论文集编审小组

1964年3月26日

目 录

前言

第 一 类

硬质合金車刀切削中破鋼时磨損强度的初步研究···刘培德 胡荣生 鮑紹箕等 (1)	
在薄切削层下刀具光洁度对切削过程的影响·····陈日曜 (12)	
鳞刺·····周澤华 (28)	
钻头的前角問題·····陶 乾 (42)	
电阻絲式钻削测力仪	
——钻削过程阻力綜合反映的研究——·····張兴模 薛正礼 王文信 (54)	
車削测力仪的动力学問題·····周澤华 (75)	
用树脂結合剂碳化硅砂輪刃磨硬质合金和矿物陶瓷刀具·····	
·····周家宝 王叶滔 严文浩 (88)	
鉸削鋼料时冷却潤滑液的作用·····艾 兴 (95)	
端面鉸削耐热鋼时表面质量的研究·····戴雄杰 (109)	

第 二 类

小后角刀具在薄切削层下的磨損問題 (摘要) ·····陈日曜 (116)	
关于金屬切削时积屑瘤成因的初步探討 (摘要) ·····王荣霖 (118)	
斜角切削表面质量的研究 (摘要) ·····梁錫昌 (121)	
热电偶测温法的研究 (摘要) ·····湯銘权 (124)	
关于用自然热电偶法测定切削温度的一些問題 (摘要) ·····卢文祥 (131)	

第 三 类

(仅列出目录, 不刊登內容)

車刀的横向自振·····屈維德	
車削测力仪的研究·····胡荣生	
車削测力仪設計中的几个問題·····楊公仆	
論車削测力仪的精度干扰·····卢庆熊	
关于磨削时的切层图和切削厚度問題·····曹碩生	
磨削表面微观不平度形成机理的研究·····曹碩生	
用定压切入磨法評价砂輪磨削性能的研究·····諸兴华	
研究磨削温度的实验方法·····諸兴华	
积极控制磨削功率磨削的一些理論探討与試驗研究·····顾永生 郑煥文	
淬火鋼磨削表面质量的研究·····黃仁等	
刀具切削部分光洁度与刀具耐用度及工件加工光洁度的关系·····陈日曜	

VI

刀屑摩擦面上摩擦温度的分布·····	周澤华
关于后刀面上接触面积的研究·····	許香谷
刀具耐用度与切削速度曲綫的駝峰性·····	刘培德
在薄切削层下刀具几何角度与刀具耐用度的关系·····	陈日曜
1Cr18Ni9Ti 奥氏体不銹鋼的可加工性的研究·····	程瑞全
硬质合金扩孔钻和鉸刀的切削性能研究·····	周家宝
切削用量調查报告·····	艾 兴
倪志福钻头·····	于启助
圓孔拉削光洁度的提高一例——抑制鱗刺的一些方法——·····	周澤华
关于斜角切削的几个問題·····	文貴林
斜角切削变形及抗力的研究·····	梁錫昌
銑削切入过程的几个問題·····	梁錫昌
軸向振动断屑法的初步分析·····	李汉中

硬质合金車刀切削中碳钢时磨損强度的初步研究[●]

刘培德 胡荣生 鮑紹箕等

提要 一般文献資料中,对耐用度問題的研究多局限于 $T-V$ 曲線的經驗公式,它不能明确給出磨損强度的概念,因而也不能揭示磨損問題的本质。本文通过实验提出单位磨損(磨損强度)-速度曲線作为研究磨損本质的依据,并提出用綜合研究的方法来观察磨損过程的各个方面(机械,物理,化学等)。本文还介紹了刀具磨損試驗方法,所提供的单位磨損-速度曲線有助于对磨損本质問題的进一步了解。文中根据实验結果对刀具前傾面的磨損和后隙面的磨損分別作了初步分析,并提出了屑瘤对硬质合金刀具磨損影响的想法。对刀具耐用度与速度曲線的駝峰性也提出了自己的見解。試驗表明,在速度很低时耐用度虽高,而磨損强度不低,并可能出現月牙洼。

一、研究本課題的目的与內容

研究刀具磨損規律的主要目的是为了提提高刀具的耐用度,以便在不同切削条件下正确選擇刀具的材料和几何参数,正确選擇切削用量,采用有效的冷却潤滑措施以及为提高刀具耐用度的各种新的加工方法。在另一方面,掌握刀具的磨損規律也有助于提高工件材料的加工性,解决难加工材料的加工性問題。

高耐用度刀具实质上也是高生产率刀具与高精度刀具,因此它对机械制造业有着重要的意义。

近几年来,我国机械制造工厂在刀具革新方面做了不少工作,并积累了一定的經驗,在提高刀具耐用度方面也采取过各种措施,可是由于对刀具磨損規律尚未很好掌握,以致有些新技术的推行往往遇到一些困难,不能对这些新技术做出正确的评价。要解决这些問題只有从了解磨損的原因和規律入手。例如,一般都认为“切削速度愈大,刀具耐用度愈低”,可是如果把这个規律絕對化了,則可能得出錯誤的結論。事实証明,有些情况确实并不如此。所以研究刀具的磨損規律不仅具有重要的理論意义,并具有重要的实际意义。

我們打算从研究最典型的情况和最主要的因素入手来探討这一問題。当前我們研究的对象是用TK硬质合金刀具加工50号鋼料。研究的主要内容是切削速度对刀具耐用度的关系。一般对这一問題的研究方法主要是通过試驗获得 $T-V$ 关系的經驗公式,它不能說明磨損的实质,并具有很程度的局限性。实际上, $T-V$ 关系的經驗公式仅适合于一个較窄的速度范围,在較广的速度范围内 $T-V$ 关系不是單調的,这根曲線呈現起伏的峰谷,我們称之为駝峰性[1]。在不同的速度范围内它們的磨損情况与影响磨損的主要因素是不同的。由于磨損的現象极为复杂,試驗工作量也很大,到目前为止,我們的工作还作得很不够,不完善的地方一定不少,希同志們批評指正。

● 参加本课题研究的还有刘长发、林梅玉同志及孙宝元、赵炳祺、楊有君、段寿亭、高起过等同学,并有張貽恭同志帮助整理部分試驗数据。

二、研究的方法及設備

主要的研究方法是以不同的切削速度进行磨損試驗，同时观测在各个速度下的切削力、切屑收縮系数、切削温度、切屑显微硬度等方面的数值，并且观测屑瘤的变化情况、粘結情况、刀片与切屑的接触面积、切屑的底层状态、加工表面的光度以及切屑根部的金相标本等。

所用的机床是 1A62 型，将原来的交流电动机改为直流电动机，可以无級調速，并附加了一个电测速装置。

刀具采用带断屑擋块的机械夹持車刀（图 1）。刀片为 0109 型，其材料为 T15K6。取 30 块刀片作外觀、硬度、比重、金相等檢查，将合格者再作磨損的挑选試驗，从中挑出耐磨性最稳定的刀片作为正式試驗用。在同一系列的磨損比較試驗中，都以同一块刀片进行。刀片的硬度 $R_A=90$ ，比重为 11.2，与标准基本符合。刀具的几何形状为： $\gamma=10^\circ$ ， $\alpha=8^\circ$ ， $\lambda=0^\circ$ ， $\varphi=60^\circ$ ， $\varphi_1=30^\circ$ ， $\alpha_1=8^\circ$ ，刀尖圆弧半径 $r=0.5$ 毫米。刀片先在砂輪机上用粒度 46 的黑色碳化硅砂輪粗磨，然后在万能工具磨床上用两向迴轉夹具及彈簧刀夹以粒度 60 的綠色碳化硅砂輪精磨，最后以細油石粗研和在鑄鉄板上以碳化硼粉精研，表面光洁度达到 $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ 。碳化硼粉末用沉淀法精选，刀具圆弧半径用样板在工具显微镜上檢驗。

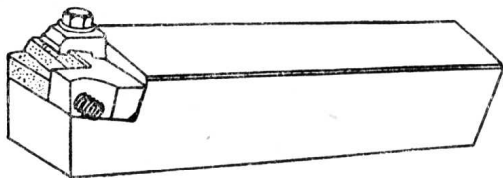


图 1 試驗用的机械夹持式車刀。

工件材料采用直径为 100 毫米的热軋中碳鋼棒料。其硬度在直径为 100~60 毫米范围内为 $R_B=199\pm 4$ 。其金相結構如图 2 所示，黑色为珠光体組織，白色为鉄素体的网状組織。

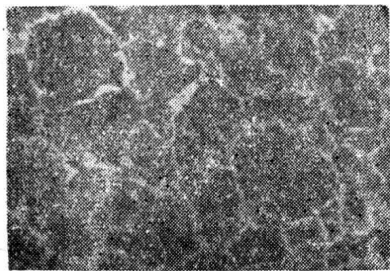


图 2 試件金相結構。

鋼料的化学成分为：C 0.49%；Si 0.132%；Mn 0.845%；P<0.017%；S<0.051%；抗張强度約为 60 公斤/毫米²。

刀片于工作后取下，在工具显微镜上測定其磨損情况。月牙洼的深度用千分表測量。

試驗用的切削用量为： $t=1$ 毫米； $S=0.2$ 毫米/轉。

切削速度分别为：3.5；20；36；60；85；113；143；184；230；279 及 293 米/分。都是干切削。高速切削时

采用活頂尖，主要的試驗都切削 3000 米以上。每隔一定切削长度測量磨損，最后作出 h_3-T 和 h_3-L 曲綫， h_3 ——后隙面磨損（毫米）， T ——時間（分）， L ——切削长度（米）。后隙面最大磨損量一般均超过 0.5 毫米。每次切削至 3000 米时，将刀片取下对刀片前傾面及后隙面进行摄影。

三、实验結果与分析

1. 刀具磨損的一般情况

在本試驗的条件下，刀具的磨損在前傾面和后隙面同时存在，前傾面上表现为月牙洼，后隙面上表现为擦伤的条紋。在刀刃外緣部分所測得的磨損曲綫如图 3 所示。当切削速度

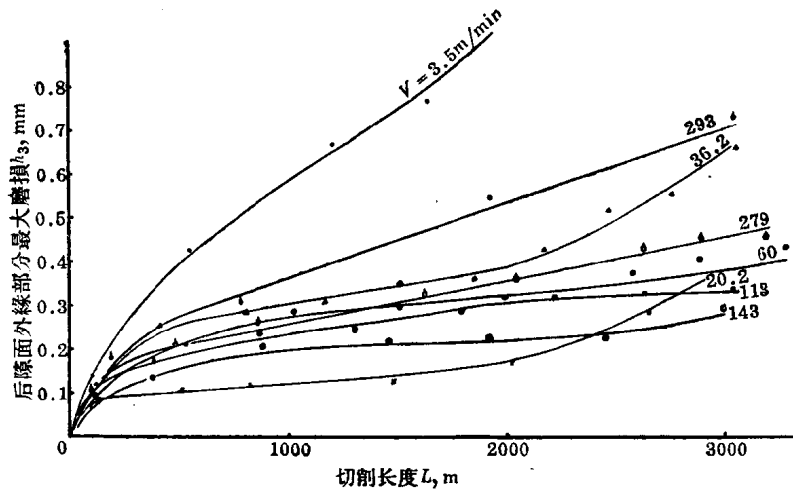


图3 以刀片后隙面外缘部分最大磨损量表示的磨损曲线。

为 143~293 米/分时、 $h_s = 0.6$ 毫米时，其耐用度公式为 $VT^{0.3} = 570$ ，与一般资料所介绍的相近。在后隙面上的不同部位（靠工件外缘待加工表面部分、刀尖部分以及主刀刃上居于外缘与刀尖间的中间一段，见图 4 中的 a, c 及 b），它的磨损情况各不相同。在靠外缘与刀尖处出现较长而明显的深沟，在低速与高速时尤为明显，这和加工表面的硬化有密切关系。在低速时，加工表面的变形大，硬化较强，而在高速时虽然变形较小，但温度较高，由于高温相变，加工表面硬度也可能提高[2]。我们曾用经过正火的 45 号钢进行试验，发现沿刀刃上磨损比较均匀。对回火的 45 号钢，由于变形较大，屑瘤也较大，在刀刃上各部位的差异就更显著。在刀刃中间一段因有屑瘤保护，磨损较少，而在外缘与刀尖部分屑瘤易脱落，同时切屑硬化程度较高，因而出现深沟。外缘上的硬化一部分是由前次加工所造成，所以相对地说，它的磨损值分散性较大。在刀尖处由于受力情况复杂，刃磨也较难准确，因此它的试验结果在准确性上也不如刀刃中段部分的。所以在以后的分析中以中段部分的磨损曲线作为探讨磨损规律的依据。

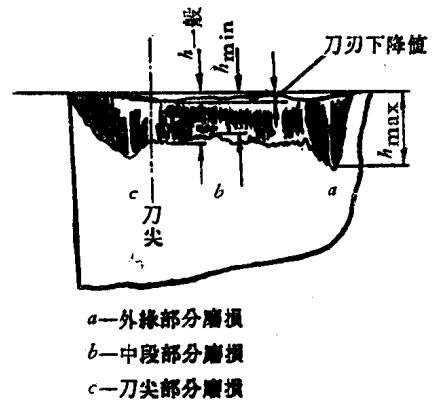


图4 刀具后隙面磨损的一般情况。

对于试验中所用的各种速度，刀刃中段部分的磨损曲线均符合于一般的磨损规律，即起始时有初期磨损阶段，以后进入正常磨损阶段，最后达到剧烈磨损阶段，如图 5 所示。在切削 3000 米的长度中，只有当切削速度很低时 ($V = 3.5$ 米/分)，在磨损的后期才出现向剧烈磨损过渡的明显倾向。因此对于每一根磨损曲线的主要部分，亦即正常磨损阶段，都可以一根直线段来表示，同时也表明在我们的试验情况下当切削速度一定时，磨损强度是相当稳定的。

设以图 6 的磨损曲线为代表，令 T_1 = 初期磨损时间 (分)， h_1 = 初期磨损 (毫米)。

则

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta T}$$

= 单位切削时间的磨损值 (毫米/分)。

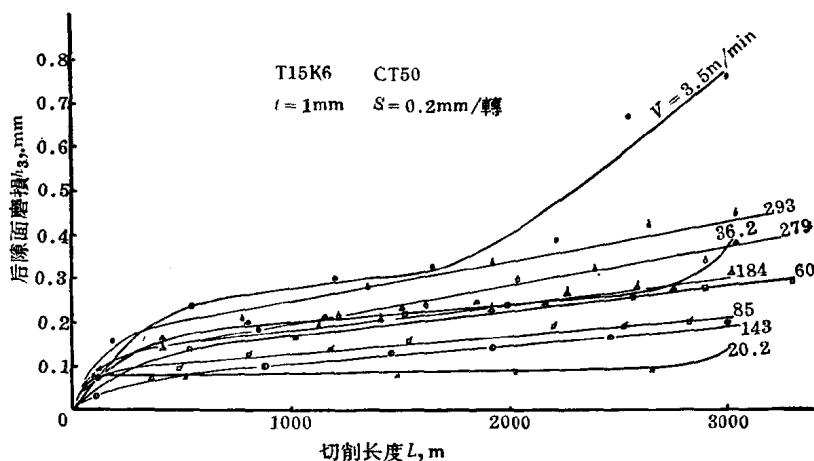


图5 在不同切削速度下,主刀刃中段部分的磨损曲线。

对应于一定的后隙面磨损值 h_3 或切削长度 L 的耐用度 T 可以下式表达:

$$h_3 = h_1 + (T - T_1) \operatorname{tg} \alpha.$$

为使上式在应用时更方便起见,令 h_0 代表磨损曲线的直线段延长后与纵坐标的交点,或简称为“零点的假想磨损”,则上式可简化为:

$$h_3 = h_0 + T \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\therefore T = \frac{h_3 - h_0}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{h_3 - h_0}{\frac{\Delta h}{\Delta T}}.$$

式中 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{\Delta T}$, 当 V 一定时为常数。

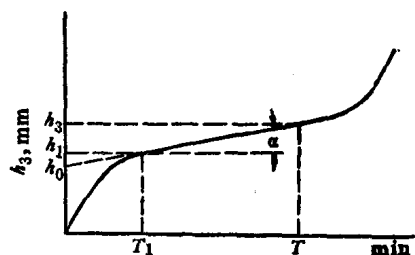


图6 典型的磨损曲线。

$$\therefore L = VT, \Delta L = V \Delta T,$$

$$\therefore \frac{\Delta h}{\Delta T} = V \frac{\Delta h}{\Delta L},$$

$$T = \frac{h_3 - h_0}{V \left(\frac{\Delta h}{\Delta L} \right)} = \frac{L}{V}$$

可知对于一定的磨损限 h_3 , T 决定于 $\frac{\Delta h}{\Delta L}$, h_0 和 V 。当 $\frac{\Delta h}{\Delta L}$, h_0 一定时, V 愈小, 则 T 愈大。通常, Δh 系沿后隙面方向度量, 乘以系数即近似可得径向磨损值。当后角一定时, $\frac{\Delta h}{\Delta L}$ 亦即反映了单位切削长度的径向尺寸磨损, 可以作为不同切削条件下磨损强度的合理标志。

2. 刀具磨损强度和切削速度的关系

根据我们的试验结果, 刀具后隙面磨损以刀刃中段部分的磨损值为标准, 可以作出 $\frac{\Delta h}{\Delta L} - V$ 曲线和 $h_3 - V$ 曲线, 如图7所示。这两条曲线的形状相似, 因为它们的纵坐标的差别仅在于 $h_3 - V$ 曲线的纵坐标是切削 1000 米后的总磨损量, 它等于

$$h_3 = h_0 + 1000 \times \frac{\Delta h}{\Delta L}$$

而 $\frac{\Delta h}{\Delta L} - V$ 曲线则是切削 1 米的平均磨损量。这两条曲线的相似同时也说明了我们的试

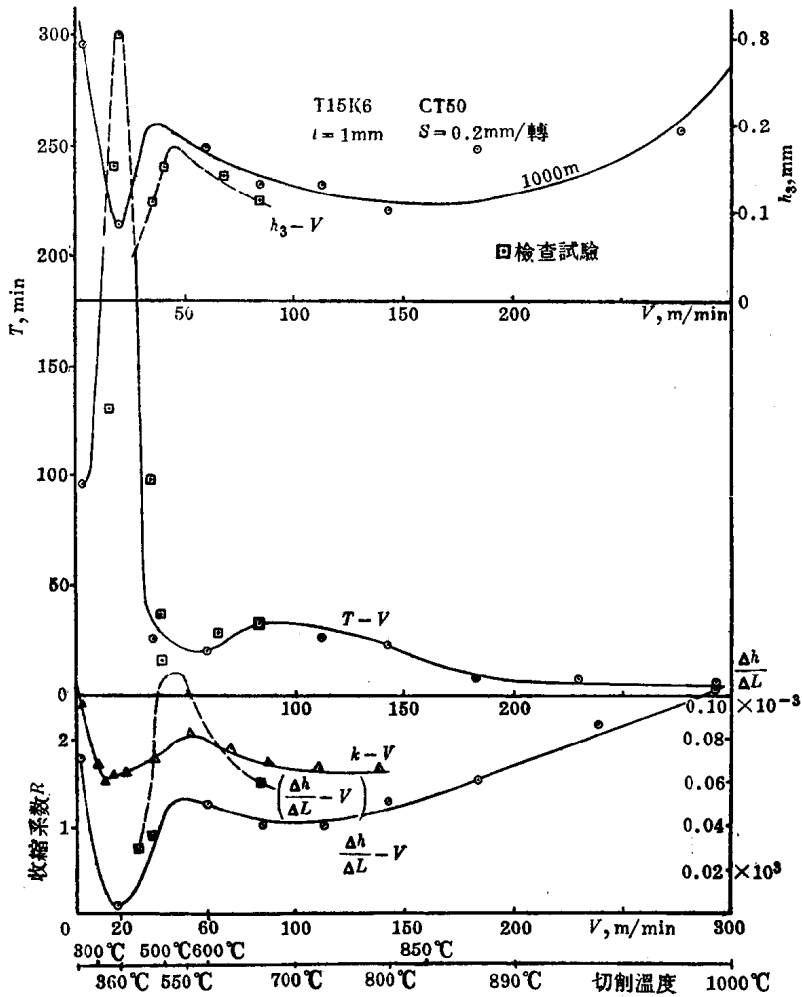


图7 h_3-V 及 $\frac{\Delta h}{\Delta L}-V$ 曲线。

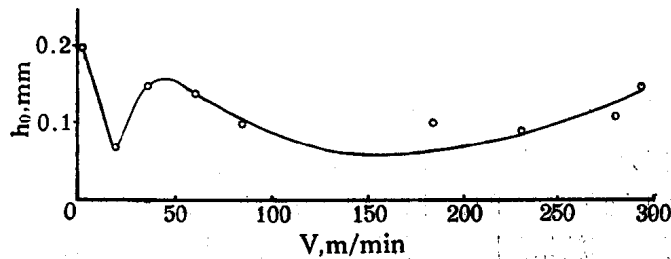


图8 h_0-V 曲线。

驗过程是稳定的，其結果基本上是令人满意的。

根据我們的試驗結果，不仅 $\frac{\Delta h}{\Delta L}$ 与 V 有关，“零点的假想磨损” h_0 也和 V 有关，如图8的曲线所示，并且二者的图形是相似的。

刀具前倾面的磨损則以月牙洼的深度 h_a 来表示，所作的 h_a-V 曲线如图9所示。

从曲线的形状看来，后隙面和前倾面的磨损情况是不相同的。前倾面月牙洼深度的磨损曲线与用同位素研究方法所得到的刀具磨损与切削速度的关系曲线是相似的〔3〕。这是因

为在用同位素进行的短期磨损试验中前倾面的体积磨损所占比重是较大的〔4〕。Надейнская的研究结果〔3〕证明了这一情况：在 $V=50$ 米/分时前倾面上的磨损物占70%，后隙面占30%；而当 $V=150$ 米/分以上时，前倾面上的磨损物占90%以上。

刀具前倾面和后隙面磨损与切削速度的关系为什么会产生如图7及图9所示的形状呢？为了说明其原因，必须和切削过程中所发生的现象联系起来。对于前倾面磨损，应该考虑到切屑底层强度、屑瘤现象、粘结现象以及切屑与前倾面接触层的

化学现象等。对于后隙面磨损，同样要考虑其中的机械、物理、化学现象，首先应该研究加工表面与后隙面间的温度、压力以及摩擦情况。为此，我们对本试验条件下的屑瘤情况

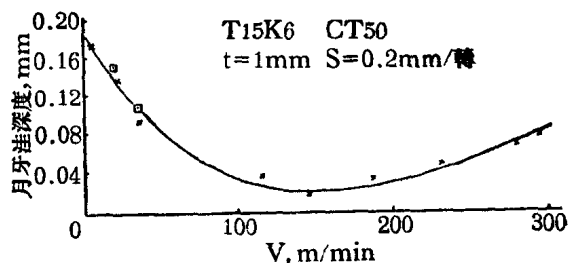


图9 h_A-V 曲线。

作了专门的考察，所用的仪器如图10所示，其上装有20倍的放大镜筒、百分表读数装置和角度测量装置，所测得的结果如图11所示。可以清楚地看到，在 $V=10$ 米/分时，屑瘤最大，此时的切削温度根据测定约为 300°C ，与文献完全一致。

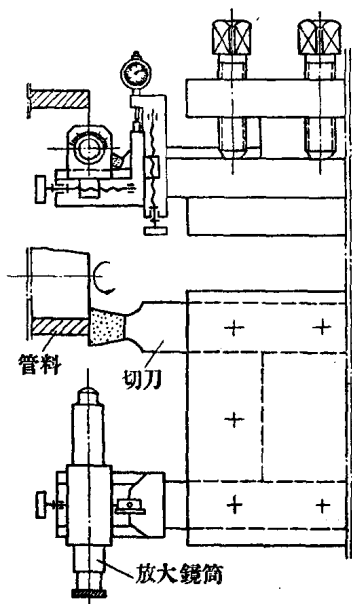


图10 测量屑瘤高度及前角装置。

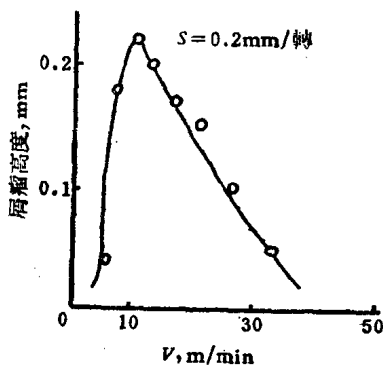


图11 屑瘤高度-速度曲线。

我们所作的切削力试验如图12所示。当 $V=10$ 米/分时，切削力下降到最低点，和前面曲线中屑瘤最大时的速度是相近的。计算前倾面摩擦系数时考虑了由于屑瘤存在而改变了车刀的实际前角，其计算结果如图13所示。从这里可以看到，当前倾面摩擦系数为最大时屑瘤也最大。

切屑收缩系数和切屑底层硬度试验结果如图14所示。

现在我们来分析前倾面的磨损情况。

当切削速度极低时 ($V=3.5$ 米/分)，月牙洼磨损特别强烈 (图15)。这是由于切屑变形大、强化高的缘故。这时切屑呈小段的挤裂状、卷得很紧、底面有鳞刺和纵向的摩擦条纹，而两侧则发亮，显示强烈的硬化。刀具前倾面也有相应的摩擦条纹，在外缘与刀尖尤其深。在前倾面并可看到粘结的痕迹。这些现象说明在低速时由于切屑的强化产生了强烈的机械磨损，并且也开始有粘结磨损。强化了切屑在前倾面上擦过，因而形成了月牙洼。

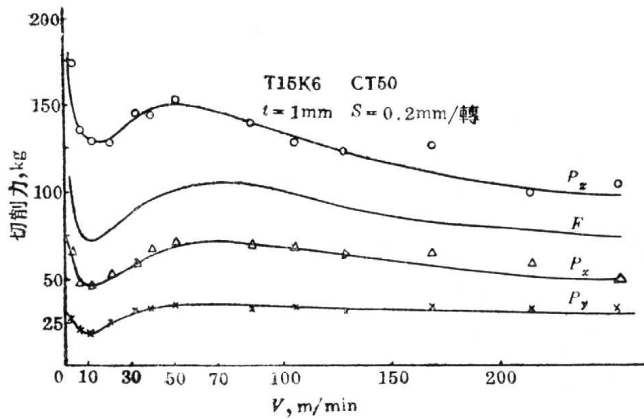


图12 切削力-速度曲线。

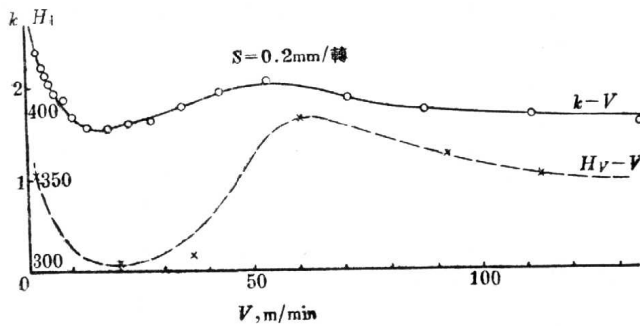


图14 切屑收缩与底层硬度的变化。

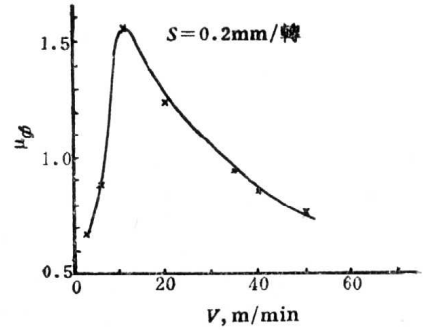


图13 实际摩擦系数-速度曲线。

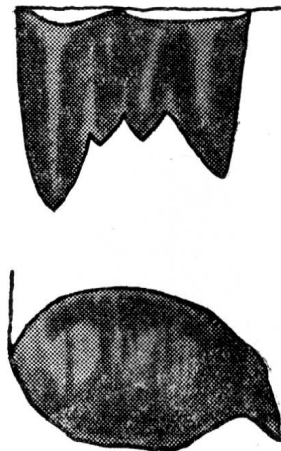


图15 刀片的磨损情况。

当速度为20米/分时，温度约为 360°C ，收缩系数减少，强化减少，屑瘤很显著，粘結现象也较显著（图16）。此时切屑底面也很粗糙，而前倾面的月牙洼深度却较 $V = 3.5$ 米/分时减少。由此可见，当温度随切削速度的增加而升高时，粘結磨损逐渐加剧，而机械磨损则相对地减少。二者相比，粘結磨损不如低速时的机械磨损强烈。可见，粘結现象一方面本身是磨损的一种形式，可是它对原有的机械磨损却具有一定程度的防止作用。这时在前倾面上出现明显的棱边，棱边上磨损很少。

当速度增加到36米/分时，温度约 470°C ，屑瘤较小，而粘結现象最显著，在前倾面上的月牙洼上可见明显的细小深坑，如图17所示。此时切屑的强度稍稍增加，切屑开始呈金黄色，底面的擦伤条纹也减少。月牙洼的深度继续减少，说明屑瘤的大小对前倾面的月牙洼磨损有直接的影响，屑瘤减少时，月牙洼的深度随之减少；故粘結现象的显著与否仅是一种表面现象，粘結处的破裂如果发生在切屑一方，则看起来坑穴垒垒，而刀具的磨损并不一定大。

当切削速度为60米/分时，温度达 600°C ，屑瘤完全消失，粘結现象也不明显。此时切屑的强度最高，底面发亮，呈氧化的色彩，无擦伤条纹。月牙洼的磨损仍继续减少。其原因尚不清楚，也许与氧化、硬质合金韧性的提高有关。

当速度约为150米/分时，温度约 850°C ，月牙洼深度又开始增加。根据 Opitz 与 Gappish

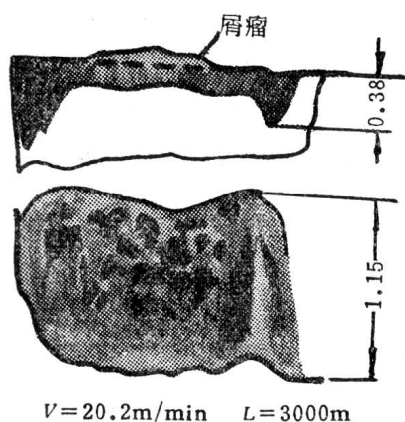


图16 刀片磨损情况(20倍)。

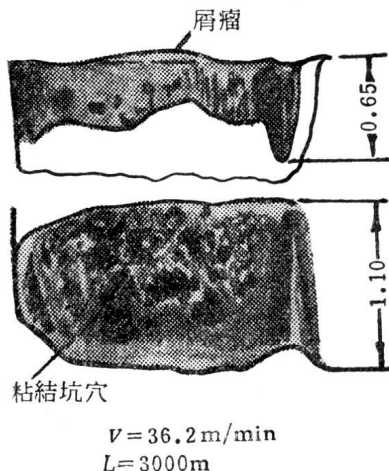


图17 刀片磨损情况(20倍)。

[5]的最近研究,当达到一定的温度时,切屑底层的 α 铁转化为奥氏体,由波来体转化而成的奥氏体磨蚀性大,使月牙洼的磨损加剧。

当速度大于150米/分时,温度继续升高,达 900°C 以上时产生扩散现象,使硬质合金表层脆化,而磨损迅速加剧。图18为 $V = 293$ 米/分时,切削3000米后刀片的磨损情况。

所以整个说来,前倾面月牙洼的磨损强度曲线成凹形。速度很低时切屑的强化使月牙洼很深,随着速度的提高粘結磨损增加而机械磨损减少;当屑瘤最高时,粘結磨损最大,以后随着屑瘤的减少粘結磨损逐渐减少;当速度进一步提高,温度达 600°C 时,屑瘤消失,磨损继续减少;当速度提高达切屑底层的相变与扩散温度时,磨损又开始加剧。

这里让我们归纳一下屑瘤对前倾面磨损的影响。我们认为屑瘤的影响要根据它产生的具体情况。在切削过程无明显振动的情况下,刀刃附近的屑瘤较为稳定,故对棱边的磨损起了保护作用;而月牙洼处的屑瘤则将粘走硬质合金颗粒,起磨损的作用,但比起低速时的机械磨损并不强烈,所以对机械磨损来说又起了抑止的作用。

现在我们来分析后隙面的磨损。

后隙面磨损的条件基本上和前倾面相同,只是温度较低以及屑瘤的影响有所不同,所以它的磨损规律和前倾面是基本上一样的。我们在后隙面上可以看到显著的擦伤条纹,在速度较高的情况也曾经出现粘結现象,但远不如前倾面显著。值得特别提出的是屑瘤对后隙面磨损的保护作用。在我们的试验条件下,由于屑瘤常高出后隙面之外,使得后隙面有时不和切削表面直接接触,或者是减轻其间的温度与压力,使后隙面磨损大为减少。在我们的试验中, $V = 20$ 米/分时屑瘤最显著,后隙面的磨损强度最低,是各次试验速度中最低的一个。所以对后隙面的磨损,可以看成是一根和前倾面磨损相似的凹形曲线和屑瘤的保护作用相加,其结果如图19所示。图中虚线以下部分即表示由于屑瘤使后隙面磨损减少的部分。

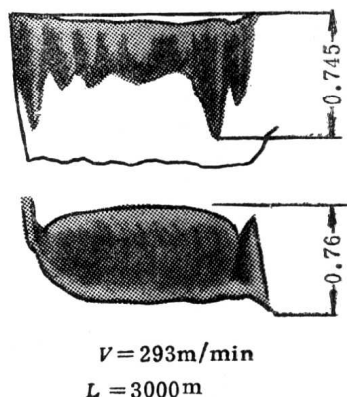


图18 刀片的磨损情况。

但是应该指出, 由于切削条件不同, 屑瘤对后隙面的影响也可以不同。例如, 当屑瘤的形状不能促使后隙面离开加工表面时, 屑瘤较不稳定而脱落频繁时, 以及在产生振动的情况下, 屑瘤的脱落往往容易使刀口崩碎, 这就不能起到保护后隙面的作用。这可能是 П. П. Глудов [6] 的试验结果在有屑瘤的低速阶段与我们不同的原因。就在我们自己的试验中, 屑瘤对刀尖处的后隙面磨损也没有保护作用。如图 20 所示。

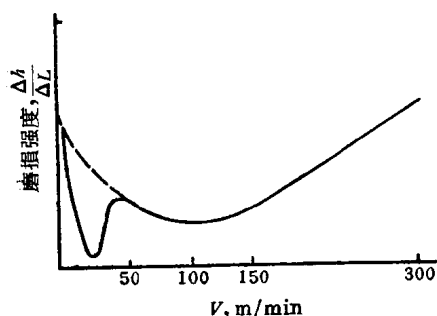


图19 后隙面的磨损强度-速度曲线。

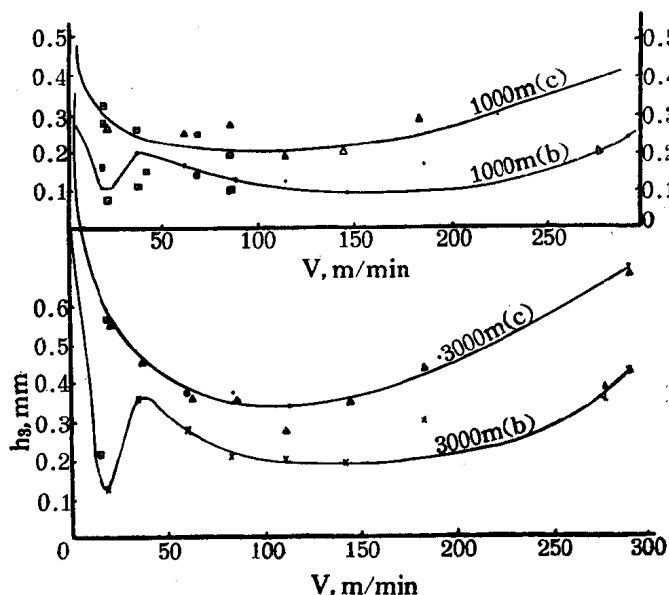


图20 切削一定长度后的后隙面磨损值:
□ 检查试验; (b) 中段部分; (c) 刀尖部分。

3. 刀具耐用度对于切削速度的依赖关系

我们根据不同速度时的后隙面磨损曲线, 取一定的磨损限, 求耐用度, 并作 $T-V$ 曲线得图 21。在图 21 中, 不论根据刀刃的那一部位 (外缘、刀尖或刀刃中段部分), 以及不论 h_3 值的大小, 曲线都具有高峰和最低点, 即我们所称的“驼峰性” [1], 说明 $T-V$ 关系并非单一的, 而是复杂的。П. П. Глудов 等所作的实验由于在屑瘤范围内产生剧烈振动而使刀刃崩碎, 切削无法进行; 而我们的切削情况较平稳, 没有刀口崩碎现象, 所以在 $V = 20$ 米/分屑瘤较大时还多了一个耐用度的高峰。

$T-V$ 曲线的最低点与最高点是否表示刀具在该速度时最不耐磨或最耐磨呢? 不能这么说。因为在给定的刀具磨损值的情况下, 刀具的耐用度

$$T = \frac{h_3 - h_0}{V \left(\frac{\Delta h}{\Delta L} \right)} = \frac{L}{V},$$

式中 V —— 切削速度;

L —— 刀具达到规定磨损值时的切削路程。

从上式可以看出, 刀具的耐用度取决于 $1/V$ 与 L 两项的乘积。 L 反映了刀具的耐磨性, 它与切削速度 V 有关, 而在另一方面 V 又直接影响耐用度 T 。在图 22 中, 曲线 1 表示 V 对 $1/V$ 的关系; 曲线 2 表示 V 对 L 的关系; 将曲线 1 和曲线 2 的对应值相乘, 即得曲线 3, 表示 V 对 T 的关系。

由图可见, 当 $V = 3.5$ 米/分时, 耐用度达 103 分, 可是它所切的长度 $L = 3.5 \times 103 = 360$ 米; 而当 $V = 85$ 米/分时, 耐用度仅 32 分, 可是切削长度却有 $L = 85 \times 32 = 2720$ 米, 说明耐

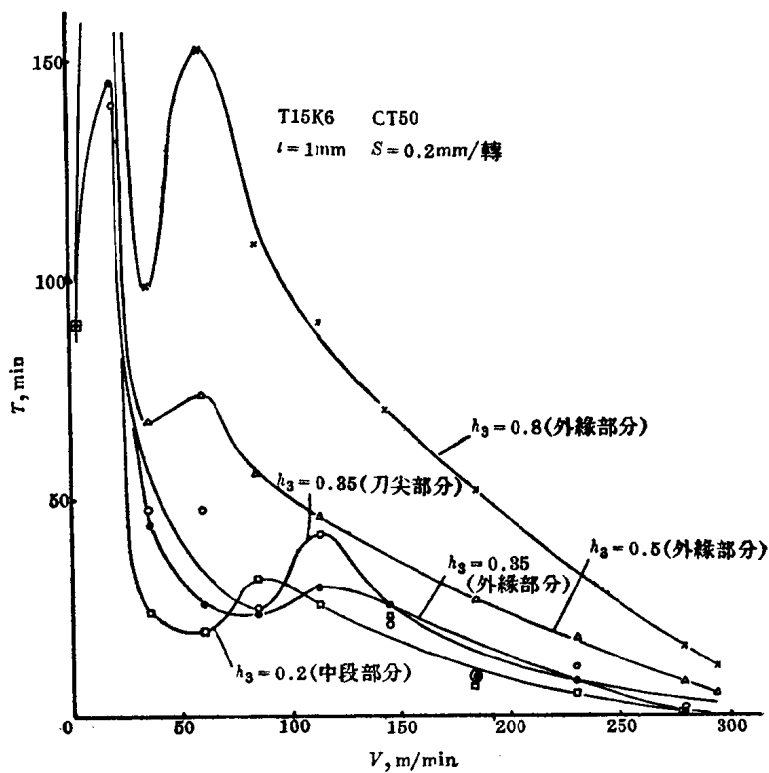
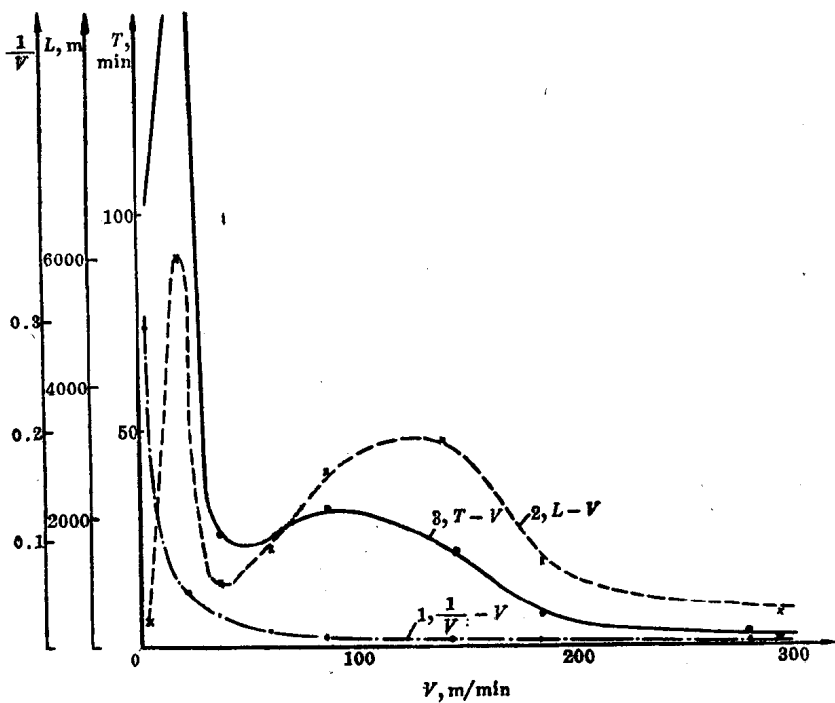
图21 $T-V$ 曲线的驼峰性。

图22 切削速度对耐用度的影响。

用度高，并不一定代表耐磨性好（切削路程长）。曲线2反映了刀具的耐磨性，它的峰谷位置也和曲线3有出入： $T-V$ 曲线（3）的谷比 $L-V$ 曲线（2）后出现，而 $T-V$ 曲线的峰则比 $L-V$ 曲线早出现。这也说明了耐磨性与耐用度二者并不完全一致。所以 $T-V$ 曲线不能真实地全面反映刀具的磨损强度与耐磨性规律，更不能以它作为研究磨损本质的实验依据。

总的看来， $T-V$ 曲线的第一高峰主要是由于屑瘤的保护作用所产生，而第二个高峰主要是由于刀具耐磨性的提高。

四、結 論

用硬质合金車刀加工中碳钢，当速度很低时（每分钟几米），刀具的耐用度虽高，而耐磨性却很低，并且可能出现較深的月牙洼。

当速度較低时（ $V=10\sim30$ 米/分），如产生的屑瘤較稳定，沒有显著的崩刃现象，則由于屑瘤对后隙面的保护作用，刀具的耐用度可以很高，同时磨损很少。如产生的屑瘤不稳定，則所得的结果相反。

由于 $T-V$ 曲线具有驼峰性，一般所用的經驗公式 $VT^m=C$ 对于硬质合金加工中碳钢时，在低速与中速范围是不适用的，（ $V<100$ 米/分）。

耐用度与耐磨性是有区别的，尤其是在速度較低的时候尤为显著，为研究磨损本质，应以磨损强度为研究对象，它和磨损本质之間具有对应关系。

参 考 文 献

- [1] 刘培德等，刀具耐用度与切削速度曲线的驼峰性，1963。
- [2] М. О. Якобсон, “Шероховатость, наклеп и остаточные напряжения при механической обработке”, p. 215, Машгиз, 1956.
- [3] Е. П. Надеинская, “Исследования износа режущего инструмента с помощью радиоактивных изотопов”, Машгиз, 1956.
- [4] Н. Н. Зорев, “Исследования в области резания металлов в ФРГ”, Машгиз, 1960.
- [5] Н. Opitz and M. Gappish, Some recent research on the wear behavior of carbide cutting tools, “Machine tool design and research” vol. 2, №1, Jan. Mar., 1962.
- [6] 格魯多夫，高速切削理論，見“高速切削法參考資料第六輯”机械工业出版社，1953。