

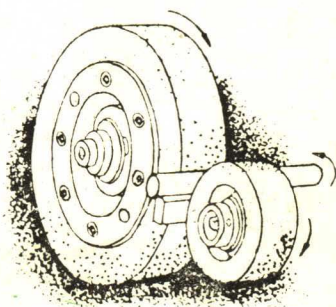
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

拉 刀 刃 磨

朱 颀 榕 编 著

磨 工



机械工业出版社

内容提要 本书从拉刀的磨损及其检查、砂轮的选择谈起, 比较详细地介绍了圆形拉刀和平面拉刀的刃磨工艺和操作方法, 分析了影响拉削质量的主要原因, 提出了保证拉刀刃磨质量, 从而提高零件拉削质量和生产效率的一些有效措施。对于拉刀的管理, 书中也作了简要的叙述。

本书可供 3 ~ 4 级刃磨工作为学习材料。

拉 刀 刃 磨

朱颀榕 编著

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 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 · 新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $1 \frac{3}{4}$ · 字数 42 千字

1983 年 1 月北京第一版 · 1983 年 1 月北京第一次印刷

印数 80,001—7,600 · 定价 0.15 元

*

科技新书目: 41-106

统一书号: 15033 · 5495

目 次

一 拉刀的磨损及其检查	1
1 拉刀的磨损机理 (2)——2 拉刀的磨损限度 (7)——3 拉刀形状及精度的检查 (11)	
二 砂轮的选择	13
1 拉刀刃磨中常用的砂轮 (13)——2 刃磨圆形拉刀前刀面时砂轮直径的选择 (14)	
三 圆形拉刀的刃磨工艺和方法	17
1 调整机床 (17)——2 装夹拉刀 (17)——3 砂轮的安 装 及 其修整 (18)——4 刃磨步骤和要求 (20)	
四 平面拉刀的刃磨工艺和方法	23
1 调整机床 (23)——2 装夹拉刀 (23)——3 砂轮的安 装 及 其修整 (24)——4 刃磨步骤和要求 (24)	
五 拉刀刃磨后的检查	25
1 拉刀前角、后角及容屑槽形的检查 (25)——2 拉刀齿升量及磨削表面光洁度和锐利度的检查 (28)	
六 拉刀刃磨质量对零件拉削质量的影响	29
1 零件拉削表面光洁度差 (29)——2 零件拉削表面的严重啃切现象 (37)——3 拉削零件的精度下降 (44)	
七 拉刀的管理	51
1 拉刀刃磨质量的管理 (51)——2 对不良品拉刀的管理 (52)——3 拉刀在使用过程中的管理 (54)	

拉刀是一种多刀齿的复杂刀具，结构比较复杂，制造精度要求高，制造与刃磨都比较困难。因此，拉刀一般由专业工具制造厂制造；拉刀的刃磨，由用户的工具车间或磨刀部来负责。

生产实践告诉我们，拉削质量的好坏和拉刀使用寿命的长短，不但取决于拉刀制造质量和设计的合理性，在很大程度上还取决于拉刀刃磨质量，以及使用和管理的科学性。

不断总结提高拉刀的刃磨工艺和操作方法，从而提高拉刀的耐用度和使用寿命，提高拉削零件的质量和生产效率，对于每一个拉刀刃磨工来说，是一项十分重要的工作。

一 拉刀的磨损及其检查

拉刀在切削过程中，由于切削力和机械摩擦^①的作用，使拉刀的切削刃、前刀面、后隙面以及刀尖处^②发生磨损，也有可能因拉削过程的振动和冲击负荷等因素，造成拉刀切削刃局部剥落和崩齿。当拉刀齿的磨损超过规定的磨损限度，或刀齿表面上粘附被加工金属时，反映出拉削零件的质量已显著下降，这时拉刀必须经过刃磨或进行相应的修理后才能使用。

在刃磨拉刀之前，要仔细检查待磨拉刀的尺寸精度和形状，以及刀齿上的磨损状况。这样就可以对拉刀在使用过程中精度的变化及磨损状况，做到心中有数，就能在刃磨过程中采取相应措施来给以修整。这样做既能比较有效地保证刃磨后拉刀的使用质量，又能节约刃磨时间。

① 机械摩擦是指，拉刀齿的后隙面及被带表面与零件已加工表面的摩擦；刀齿前刀面与切屑之间的摩擦；还有刀刃圆弧表面与加工表面的摩擦。

② 刀尖处是指，包括各种键槽拉刀和花键拉刀的刀尖转角处，以及各种圆形拉刀、平面拉刀，由分屑槽或分屑倒角形成的刀尖转角处。

1 拉刀的磨损机理 刀具在切削过程中发生磨损是一种正常现象。研究刀具磨损机理的目的，是为了减少刀具的磨损，从而提高刀具的耐用度和使用寿命。

拉刀的耐用度和使用寿命是两种不同的概念。前者是指，在一定的切削条件下，拉刀每刃磨一次，从开始切削到被磨损至合理磨损限度时的切削时间，用 T 表示，单位为分钟。但为了方便，在生产中也有用切出的零件数，拉削的长度或走刀次数为单位的。后者是指，拉刀从第一次切削到最后一次切削（即从新拉刀到报废，其中可能经过多次刃磨）的总时间。也有用总的切削零件数，总的拉削长度或总的走刀次数来表示的。

拉刀的磨损机理与一般车刀的磨损机理有所不同。其区别在于拉刀的切削速度很低，冷却润滑条件比较充分，切削温度较低（一般在 $60\sim 150^{\circ}\text{C}$ 范围内）。因此，由热效应引起的刀具磨损很小。总的来说，拉刀每齿的切削厚度是较小的（一般在 $0.005\sim 0.25$ 毫米），由切屑引起的刀齿前刀面上的磨损也是微量的。显然，拉刀的磨损具有一定的特殊性。所以，研究拉刀的磨损机理，应该着重于研究造成刀刃、棱面及后隙面等处上的磨损状况。

下面以拉削 45 号钢为例来讨论拉刀的磨损机理。

一、拉削材料的变形与冷作硬化 在拉削过程中，零件的加工表面和已加工表面，由于弹性变形和塑性变形，势必挤压拉刀齿的刀刃与后隙面，造成刀刃与后隙面的磨损。在切屑形成过程中，不是整个切削厚度 a 都被刀齿切下来（见图 1）。由于刀刃半径 ρ 的关系，在整个切削厚度 a 中，会有薄薄的一层 Δa 无法沿 OM 方向滑移变形，而是从刀刃上的 O 点处开始与切屑分裂，沿刀刃下面挤压过去，在弹性恢复下成 Δh 厚度。 Δa 这一薄层开始时受压应力，在受到刀齿后隙面摩擦阻力后，就变成受拉应力了。

这种又压又拉又摩擦的变形过程，势必在已加工表面上造成残留胀应力；最大可达 $90 \sim 100$ 公斤/毫米²，拉削表面经过上述变形后，表面金属层的硬度提高了。

拉削 45 号钢时，零件表面硬度比原来的硬度提高得很多，硬化程度可达 $120 \sim 200\%$ ，硬化深度约 $0.02 \sim 0.3$ 毫米。这种现象就称作拉削表面的冷作硬化。切下硬度比原始材料硬度要高的冷作硬化层的薄切屑时，会使拉刀齿的磨损加快。随着拉刀

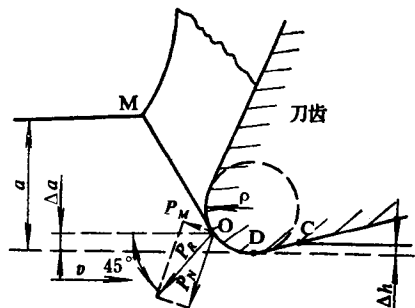


图 1 拉削时零件材料的变形情况

的磨损，刀刃半径 ρ 的增大，拉削表面的这种冷作硬化就表现得更为剧烈，这就更加速了拉刀的磨损。同时，会有个别钝化了的刀齿，因切不下切屑而在冷作硬化层表面滑移，磨损就更厉害。这时，刀刃表面有可能出现剥落痕迹和缺口，并大量粘附被加工金属。

二、切削厚度对拉刀磨损的影响

(1) 极薄切削厚度使拉刀的磨损加剧：极薄切削厚度，通常是指 $a = 0.005 \sim 0.025$ 毫米范围的切削厚度。

高速钢拉刀齿前刀面和后隙面的光洁度均为 $\nabla 9$ 时，刀刃半径 $\rho = 0.008 \sim 0.01$ 毫米。这样锋利的刀刃，经过一段相当短的初期磨损阶段，就很快被磨损到 $\rho = 0.015 \sim 0.018$ 毫米，这时拉刀进入正常磨损阶段。当刀齿后隙面的磨损宽度 $VB = 0.2$ 毫米时，刀刃半径 $\rho = 0.03 \sim 0.04$ 毫米，这时拉刀开始进入急剧磨损阶段。

当拉刀切削极薄切削层时，是以圆弧刀刃来进行的(见图 2)，

这时切削厚度 a 与刀刃半径 ρ 的比值约为 1，由于刀刃圆弧形成的负前角，使切下金属层的变形程度增大，切屑的螺旋圈卷得很紧，并集中在刀刃部分。这时，滑动平面上的摩擦力增加，也就是剥落金属的滑动力矩的增大，以及刀齿与被加工金属间的外摩擦力的增大，使刀齿的磨损加快了。

当刀刃半径 ρ 大于切削厚度 a 时，拉刀齿一般要沿被加工金属表面打滑一段距离后，才能开始切开金属层。这种滑移会使金属层表面发生冷作硬化，从而加剧了后面刀齿的磨损。

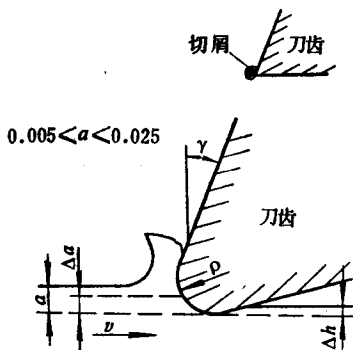


图2 刀齿切削极薄切削层的情况

(2) 较薄切削厚度能减少拉刀的磨损：较薄切削厚度，通常是指 $a = 0.025 \sim 0.06$ 毫米范围的切削厚度。

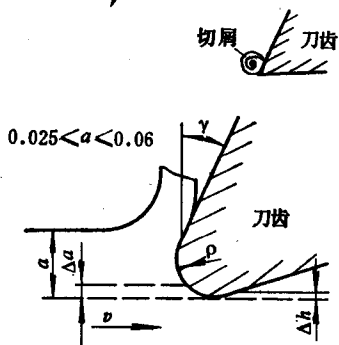


图3 刀齿切削较薄切削层的情况

这时，刀刃半径 ρ 基本是在小于 a 的情况下进行切削的（见图3），即 a 与 ρ 的比值大于或等于 1。刀齿前角 γ 在切削中起一定作用，使切屑能沿着前刃面滑移一段短距离后，卷曲成较松的螺旋圈，切屑的变形减少。切削表面由塑性变形造成的冷作硬化的程度也有所减弱，同时冷作硬化的深度也有所减小。

后面拉刀齿的切削深度，一般都大于由前面的刀齿在切削过程中造成的冷作硬化的深度，或在冷作硬化层

与未经冷作硬化的金属层的交接处，切削条件比较有利。虽然随着切削厚度的增加，切削力有所增大，但刀齿的磨损却有比较明显的减少，拉刀的耐用度较高。

(3) 较大切削厚度对拉刀磨损的影响：较大切削厚度，通常是指 $a = 0.06 \sim 0.25$ 毫米范围的切削厚度。

这时，刀刃半径 ρ 始终在小于切削厚度 a 的情况下进行切削（见图4），即只要刀齿的磨损在正常范围内，那么 a 始终几倍于 ρ 。切屑沿前刀面流出，卷曲成很松的螺旋圈，并随着切削厚度 a 的增大，切屑卷曲的曲率变小，切屑呈一段弧形，而且变得很厚，与刀齿前刀面粘附得较牢固，使切屑不易脱落，刀齿前刀面的磨损有所增加。

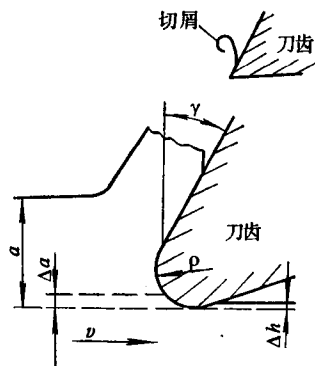


图4 刀齿切削较大切削层的情况

拉削的厚度 a 较大（即齿升量较大）时，拉刀上后面刀齿的切削深度，大大超过前面刀齿所造成的冷作硬化层的深度。从这个观点来分析，可以认为，较大的切削厚度可以减少拉刀的磨损。但是，当切削厚度 a 太大时，切削力增加较多，切削温度上升，拉刀在切削过程中发生变形、疲劳及剧烈的振动，从而引起刀刃的剥落，使拉刀齿的磨损有所增加。

三、刀刃半径 ρ 对拉刀磨损的影响 前面已经谈到，当刀齿后隙面上的磨损宽度 $VB = 0.2$ 毫米时，刀刃半径 $\rho = 0.03 \sim 0.04$ 毫米。这时如果继续切削极薄的切削层，将会使切削条件明显恶化。如果切削较薄的切削层， a 与 ρ 的比值还可保持在1或大于1的情况下，所以，拉削表面变形和切屑变形虽有所增大，但刀

齿的磨损却没有极薄切削时那么急剧。至于较厚的切削层，刀刃半径 ρ 对拉刀磨损的影响就显得更小了。因为，较大的切削厚度一般都是在粗切削部分，这部分刀齿的安排，主要是考虑到把零件拉削余量尽可能多地切去，而对拉削表面质量的要求不高。零件的拉削表面质量，主要是依靠后面的过渡切削齿、精切齿和校准齿来保证的。

但是，为了减少拉刀的修磨量，保持均匀的齿升量和提高拉刀的使用寿命，对拉刀粗切齿的磨损，还是应该尽可能地减少，并限制在一定的范围内。

四、刀刃不平度对拉刀磨损的影响 刀刃不平度不但对拉削表面质量有密切的关系，如刀刃不平度小的（即平整锋利的）刀刃，能得到较高的拉削表面光洁度，并能提高拉刀的耐用度。

拉刀的刀刃不平度，是由刀齿的前刀面和后隙面或棱带表面的光洁度来决定的。将经过刃磨的拉刀齿，放在显微镜下观察（见图 5）可以看到，刀刃实际上是一条凹凸不平的锯齿状刃边。它是用微观不平度，即刀刃不平度来表示的。其凸起处的刀刃很锐利，但强度很弱，在拉削过程中受较大的压力和冲击负荷，就容易产生剥落现象。凹下处的刀刃较粗糙而且不锋利，容易产生粘屑现象。这些粘屑

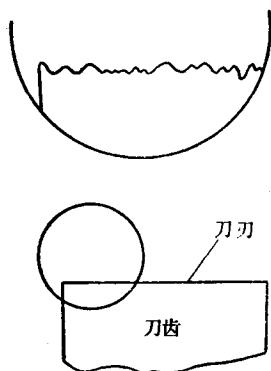


图 5 显微镜下的刀刃

在切削力的作用下可能变成屑瘤。由于拉削速度很低，这种屑瘤不可能象车刀上的积屑瘤那样牢固地粘附在刀刃上并代替刀刃进行切削。但是，这种屑瘤在拉削过程中是极不稳定的，有的代替刀刃切削，有的被切屑带走，有的与加工表面粘附，并从刀齿后

隙面或棱带表面上滑移过去，划伤刀刃及刀齿后隙面（或棱带表面），加剧了刀齿的磨损。

2 拉刀的磨损限度 规定拉刀使用过程中的合理的磨损限度，可以减少拉刀的磨损带宽度 VB 值，从而减少了每次的刃磨余量，提高刃磨拉刀的生产效率和延长拉刀的使用寿命。

因此，我们在研究了拉刀的磨损过程之后，应该提出各种拉刀的适用于各种拉削条件的最佳磨损限度。

一、拉刀的磨损过程 拉刀的磨损过程与高速钢车刀基本相同。其不同之处，在于拉刀是由许多刀齿按一定规律排列组成的复杂刀具。拉刀上每一个刀齿的齿升量较小，切削厚度较薄，切削速度较低以及冷却润滑条件较充分，这就使拉刀的磨损较缓慢，经历的正常磨损阶段较长。

拉刀的磨损过程，也可分三个阶段来进行分析（见图6）。

（1）初期磨损阶段（I）：经刃磨后的拉刀，在开始切削的一个短时间内，

刀刃及刀齿表面的磨损较快，即 OA 线段的斜率较大。这是由于刀刃不平度和表层组织不耐磨等原因造成的。这时，刀齿后隙面上的磨损带宽度 VB_A 的数值很小。

拉刀在切削过程中与零件材料摩擦，当刀刃上的凸起部分逐渐被磨平时，拉刀的磨损就缓慢下来，进入了正常的磨损阶段。

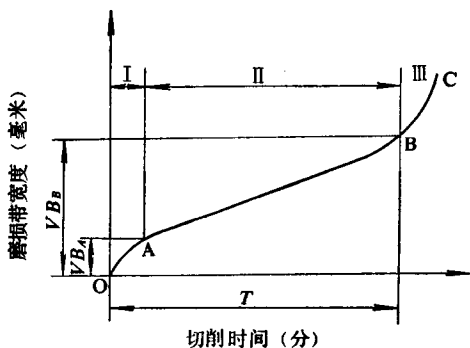


图6 拉刀的磨损过程

由此可知，拉刀齿表面光洁度越高，刀刃不平度就越小，拉刀的初期磨损阶段也就越短。这样，就延长了拉刀的正常磨损阶段，使拉削质量和拉刀的耐用度都有所提高。

(2) 正常磨损阶段 (II)：在正常磨损阶段内，由于刀刃及刀齿表面的凹凸不平及不耐磨的表层组织已被磨去，使刀刃上及刀齿表面上的磨损趋于均匀，因此磨损速度要比初期磨损阶段缓慢得多。在这一阶段内，磨损量与切削时间基本上成正比，即 AB 线段基本上是一条直线，其斜率称为磨损强度。

我们研究拉刀磨损过程的目的，就是希望通过各种途径和采取各种措施，千方百计地缩短拉刀的初期磨损阶段，延长拉刀的正常磨损阶段，有效地控制拉刀的磨损限度，以避免拉刀急剧磨损阶段的出现。

(3) 急剧磨损阶段 (III)：在正常磨损阶段的末期，随着磨损带宽度 VB 的不断增加，刀刃半径 ρ 增大，刀齿上粘附的切屑不断增多，摩擦加剧，拉削力不断有所增加，切削温度不断上升，从而使刀齿上的磨损不断增加。当磨损带宽度 VB 达到一定数值时，上述情况迅速恶化，使拉刀由正常磨损转为急剧磨损。

拉刀进入急剧磨损阶段，即 BC 线段，便失去了正常的切削能力，这时零件加工表面的光洁度显著恶化，并伴随着出现相当强烈的振动。

二、拉刀的磨损限度 根据上述分析可知，拉刀在使用过程中，其刀齿会逐渐磨损，应对拉刀的磨损量规定一个合理的限度，这就是磨损限度（通常用刀齿后隙面上的磨损带宽度 VB 来度量）。当拉刀的磨损带宽度 VB 达到规定的数值时，就要换刀和进行刃磨了。

刀具的磨损限度一般有两种：一种是粗加工用的磨损限度

(叫做经济磨损限度)。它是以能充分发挥刀具的切削能力,使刀具使用寿命最长,生产效率最高为原则制定的。另一种是精加工用的磨损限度(叫做工艺磨损限度)。它是以保证加工精度和表面光洁度为前提制定的。

一把拉刀通常设有粗切齿、精切齿和校准齿等。它既有粗加工的刀齿,又有半精加工和精加工的刀齿。拉刀的磨损限度可以这样来制定:对于成套多次拉削成型的拉刀(即一个成型表面,是由一组几把拉刀分别切出的),制定粗切拉刀的磨损限度时,应侧重于获得最大的经济效益。精切拉刀和一次拉削成型的拉刀(即一个成型表面,是由一把拉刀一次切出的),其磨损限度的制定,应首先应保证获得规定的拉削精度和表面光洁度,同时考虑到拉刀是一种价格昂贵的刀具,还必须尽可能提高拉刀的使用寿命和发挥它的最大经济效益。

三、拉刀磨损限度的制定 拉刀的磨损限度,一般是指刀齿后隙面上的磨损带宽度 V_B 值。

因为拉刀是一种多刀齿组成的复杂刀具,究竟以哪一段刀齿上的磨损带宽度规定为该把拉刀的磨损限度,这要经过具体分析才能决定。

根据不同的拉刀和不同的拉削要求,制定出合理的磨损限度,是一件比较复杂而细致的工作。为了做好这一工作,就必须对各种类型的拉刀及其各段刀齿上的磨损状况作仔细的观察和分析。这里例举矩形花键拉刀的磨损状况作些分析。

矩形花键拉刀,一般设有圆孔切削齿和花键切削齿,有的还设有倒角齿。圆孔切削齿和花键切削齿,又可分粗切齿、精切齿和校准齿等。

零件上的拉前孔,一般是由钻头和扩孔钻加工而成的。其精度和光洁度都很差,而且因钻头或扩孔钻的外缘棱带与孔壁的摩

擦和挤压，在零件孔壁表面上形成冷作硬化层。通常将第一个圆孔粗切齿的直径作得比拉前孔的最小极限尺寸还要小一些，这样就有可能使最前面的几个圆孔粗切齿在孔壁表面上滑移或切下少量的不均匀的切屑，这时拉削振动较大。同时由于孔壁表面冷作硬化层的存在，使得这几个圆孔粗切齿的刀刃及后隙面的磨损表现得较为严重。而且在整个刀刃上的磨损很不均匀，可以看到在刀刃、分屑槽或分屑倒角转角处和后隙面上，分布着不规则的缺口和不正常磨损（见图7）。

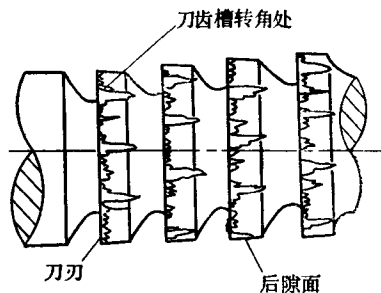


图7 拉刀圆孔粗切齿上的磨损状况

矩形花键拉刀的花键齿部分，大部分是粗切齿。在粗切齿后面设有适当数量的半精切齿、精切齿和校准齿。花键拉刀粗切齿的齿升量一般取得较大。轮切式拉刀的粗切齿最大齿升量（单面）可达0.2~0.3毫米。尽管零件粗切表面的冷作硬化程度较弱，但由于刀刃上单位切削力较大（可达40~60公斤/毫米）和刀齿强度较差，可能使粗切齿刀刃出现卷刃和缺口，磨损较为严重。尤其是在刀齿转角处（即主后隙面和副后隙面的交接处）的磨损更为明显。这是因为刀齿转角处受零件花键槽外圆表面和槽侧表面的同时挤压与摩擦（刀齿侧面一般留有0.6~1.2毫米的棱面，在棱面处没有副后角），拉削条件恶化的缘故（见图8）。

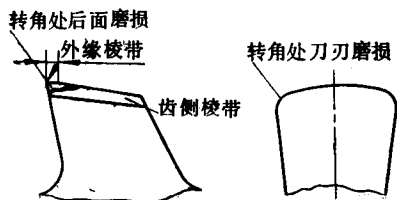


图8 花键拉刀齿的磨损状况

精切齿和校准齿上的磨

损一般表现得比较均匀，但其刀齿转角处的磨损仍然是比较明显的。

在拉刀精切齿和校准齿刀刃外缘上的一条没有后角的狭窄棱带（一般棱带宽取0.2~0.5毫米）上的磨损清晰可见。用放大镜观察，可以看到许多细小的不同深度和长度的划痕。这是由于刀齿的切削厚度逐渐减小，随着刀刃的磨损，刀刃半径 ρ 的增大，由前面刀齿形成的零件切削表面的冷作硬化层，划伤了后面刀齿的刀刃及棱带表面的缘故。

综上所述可知，花键拉刀的拉削表面形状精度和光洁度要求都较高，拉刀的价格又较昂贵。磨损限度的制定，必须兼顾经济性和工艺性。从大量生产的情况来看，精切花键拉刀和一次拉削成型的花键拉刀的最佳磨损限度，规定以半精切齿和精切齿的后隙面上的磨损带宽度 VB 为标准较为合理。通常 VB 取0.2毫米左右，超过这个标准磨损限度，拉刀就需要进行刃磨了。因为，当 $VB=0.2$ 毫米时，刀刃半径 $\rho=0.03\sim0.04$ 毫米。这时粗切齿上的磨损带宽度 $VB_{\text{粗}}$ 大约为0.3~0.5毫米，刀刃半径 $\rho=0.04\sim0.06$ 毫米。如果继续以这样的刀刃进行切削，那么，刀齿的磨损将急剧增加，拉削零件表面光洁度显著下降，这对拉刀是十分不利的。

3 拉刀形状及精度的检查 刃磨工应对需刃磨的拉刀，从形状到精度进行全面的检查。只有对拉刀的磨损状况和变形程度有了了解，才能运用相应的刃磨方法来保证拉刀的精度和恢复拉刀的锐利性。

一、拉刀形状和磨损状况的检查

（1）综观拉刀外形，检查拉刀齿是否产生明显的崩齿和底面裂纹。

（2）用放大镜仔细观察各段刀齿上的磨损状况，检查刀刃

的不平度，刀齿后隙面及刀尖转角处的磨损程度和粘屑情况。重点检查拉刀后半部分的半精切齿、精切齿以及校准齿上的磨损程度和粘屑情况。对于超过规定磨损限度的刀齿，用红丹粉或龙胆紫酒精溶液等涂色作出标记。

二、拉刀精度的检查 在刃磨拉刀以前，应该对拉刀的精度进行检查，着重检查拉刀齿的前角（或后角），齿升量以及拉刀的变形程度。还要检查拉刀齿外径表面与作为刃磨定位基准面的齿槽表面的同轴度。平面拉刀主要是检查其底面和刀齿表面的平行度，以及底面和一个侧面的弯曲变形的程度。如果发现超过图纸规定的精度要求，就要涂色作出标记，以待作相应的处理。

（1）检查拉刀齿的前角 γ 值：可用专用量角器测量拉刀齿的前角（见图 9），也可用万能量角器来测量。一般可采用分段选择测量的方法，即分别在粗切齿、半精切齿、精切齿和校准齿各段内取二至三个刀齿进行测量。如发现有不符合图纸要求的，就要对该段内的所有刀齿进行测量，并将前角 γ 值超差的刀齿涂色作出标记。

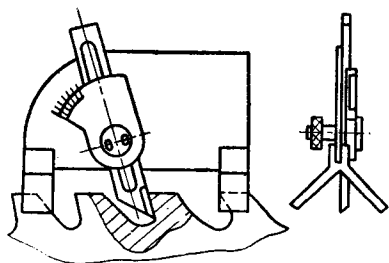


图 9 用专用量角器检查拉刀齿前角

（2）检查拉刀的齿升量：用千分尺逐齿测量拉刀的齿升量，对照图纸要求，如发现有超差的刀齿，应涂色作出标记，以便在刃磨时采取相应的措施进行修整。应重点测量拉刀后半部分的半精切齿和精切齿的齿升量。校准齿也应进行测量，并应特别注意避免在校准齿已小于图纸规定尺寸公差的情况下仍进行刃磨或使用。这样既浪费刃磨时间，又很可能造成拉削零件的报废。

(3) 检查拉刀的变形情况：用百分表检查圆形拉刀的弯曲变形程度。拉刀产生弯曲变形是难免的，细长拉刀的弯曲变形会大些。拉削过零件的拉刀的弯曲变形可能会更大。

在刃磨拉刀时，一般只要检查拉刀上被选作定位基准的一个面或几个面，与拉刀齿外径表面的弯曲变形程度是否相同。因为，在刃磨时是用中心支架来保证定位基准面与拉刀轴线的同轴度在规定范围内的，这时拉刀的弯曲变形也就被校准了。

拉刀在切削过程中，由于拉削力的作用，可使弯曲的拉刀得到校准。只要拉刀的弯曲变形在规定范围以内，那么，拉削零件的精度是可以保证的。

二 砂轮的选择

在刃磨过程中，为了保证拉刀获得稳定的齿形和图纸规定的前角（或后角）及表面光洁度，除了正确调整设备和采用适当的刃磨方法外，还要对砂轮进行较严格的选择。不但要对砂轮的形状、磨料、粒度、组织、硬度及结合剂等选择，而且还要对砂轮的直径，经过计算来进行选择。圆形拉刀齿前角 γ 值的大小，在很大程度上取决于所选择的砂轮直径的大小。

1 拉刀刃磨中常用的砂轮

一、刃磨圆形拉刀齿的前刃面常选用的砂轮

砂轮的形状——碟形（D）或平形（P）。

砂轮的磨料——白刚玉（GB）或铬刚玉（GG），最好采用单晶刚玉（GD）。

砂轮的粒度——60粒（磨削表面光洁度一般可达 $\nabla 7 \sim \nabla 8$ ）；70粒~80粒（磨削表面光洁度一般可达 $\nabla 8 \sim \nabla 9$ ）；100粒~120粒（磨削表面光洁度一般可达 $\nabla 9 \sim \nabla 10$ ）；

砂轮的硬度——中软1 (ZR₁)，磨削面积较大时可选用软3 (R₃)。

结合剂——陶瓷 (A)，也有用树脂 (S)。树脂结合剂的砂轮常用于精磨或抛光。

二、平面拉刀的刃磨常用的砂轮

刃磨平面拉刀齿的前刃面，常选用碟形 (D) 砂轮。

刃磨平面拉刀齿的后隙面，常选用碗形 (BW) 砂轮。

对砂轮其他各项的选择，可参照刃磨圆形拉刀的推荐资料。

2 刃磨圆形拉刀前刃面时砂轮直径的选择

一、用直线锥面刃磨法刃磨圆形拉刀 (见图10) 刃磨时，砂轮的最大直径可按下面计算公式求出：

$$D_{\phi} = \frac{D_{n1} \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma}$$

式中 D_{ϕ} ——允许选择的砂轮最大直径(毫米)；

D_{n1} ——拉刀第一齿的外径(毫米)；

β ——磨头倾斜角 (即砂轮的安装角)；

γ ——拉刀齿前角。

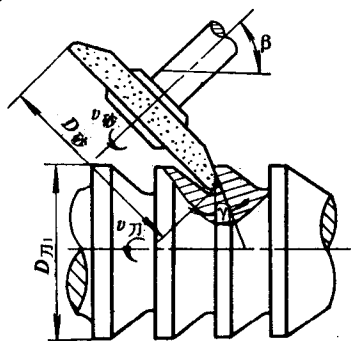


图10 用直线锥面磨削法刃磨圆形拉刀

用这种方法刃磨拉刀，允许的砂轮直径较小，拉刀齿前刃面的光洁度较差。由于砂轮的磨损，容易造成刀刃处前角 γ 的减小，甚至出现负倒棱现象，对拉削是十分不利的。而且，修整砂轮的圆锥面比较困难。目前已很少采用直线锥面刃磨法来刃磨拉刀了。

二、用弧线球面刃磨法刃磨圆形拉刀 (见图11) 刃磨时，