

国外资料

漸進式拉刀的制造重磨 和操作的特點

內部資料 注意保存



第一机械工業部

机械科學研究院譯制

1960.12.北京

Министерство автомобильной промышленности СССР

蘇 聯 汽 車 工 業 部

Научно-исследовательский институт технологии
автомобильной промышленности

汽 車 工 業 工 藝 科 學 研 究 院

Особенности изготовления, переточки и
эксплуатации прогрессивных протяжек

漸進式拉刀的制造重磨和操作的特点

Москва · 莫 斯 科 1957

目 錄

Ⅰ、前 言	1
有关渐进式拉刀结构的特点及其制造与重磨的要求	2
渐进式拉刀结构的特点	2
組齿的构成、制造和重磨时对直径尺寸精度的要求	4
切屑分离坑的制造要求	6
齿凹槽、制造和重磨的要求	7
Ⅱ、第一章 漸進式拉刀的制造特点	9
齿槽的制造	9
磨削齿园周	12
园断屑坑的制造	13
花鍵拉刀成形齿的制造	19
由制造厂成品拉刀的驗收	22
Ⅲ、第二章 漸進式拉刀的刃磨特点和操作條件	23
重磨的特点	23
操作条例	27
Ⅳ、附 錄	
1. 高尔基市莫洛托夫汽車工厂拉刀齿断面的制造定額	30
2. 高尔基市莫洛托夫汽車工厂渐进式拉刀凹槽断面的成形刀具	32
3. 高尔基市莫洛托夫汽車工厂車制拉刀凹槽断面的刀具样板	33
4. 高尔基市莫洛托夫汽車工厂拉刀32—Y 凹槽断面車制檢驗样板	34
5. 园拉刀和花鍵拉刀驗收說明	35
6. 拉刀寿命考查日記	36

前 言

使用漸進式拉刀可以比較一般拉刀更可保證技術與經濟的效果，但在製造和操作中必須遵守一定的條件。

為此，汽車工業工藝科學研究院同時出版了製造與使用前進式拉刀設計的指導資料。編制中參考了許多汽車廠和拖拉機廠在運用漸進式拉削法中所積累的經驗，特別是高爾基市莫洛托夫汽車工廠、齊略賓斯克斯大林拖拉機製造廠、哈爾科夫拖拉機工廠和備用工具實驗室（ЗИЛ）等方面的經驗，此外在採用漸進式拉刀時，還列舉了最成功的刀具製造工序、刃磨工序以及刀具的檢驗等方面的意見。

漸進式拉刀的製造工藝過程和設備基本上同於一般拉刀，不需要大筆的資金耗費，但是這種新結構拉刀的製造與刃磨特點要求工具製造者、磨工和技術檢驗工要有一定的技能。

工具的製造與重磨工藝的應用要避免缺點，再推廣新的先進的工具結構。

本資料由機械加工科切削實驗室編制，（實驗室主任Брахман Л. А. 機械加工科科长Барановский Ю. В）

編制人Горецкая З. Д.（工作領導者）

Кузначов Н. И.

Новиков Л. И.

× “漸進式拉削”，指導資料，汽車工業工藝科學研究院1957年編制。

有關漸進式拉刀結構上的特点及其制造

與重磨的要求

漸進式拉刀結構特点

漸進式拉刀的基本特点在于与一般拉刀比較起来具有大齿升，同时每齿所切下的余量仅限于被加工件的外形部分。

为了将整个外廓上的金屬层拉削掉，两个齿所組成的齿組（或多于两个齿）具有相同的直径和切削刃，切削刃分佈在外径上的不同区域内，这种齿組即称为刀条。

刀条由2至5个齿构成，根据齿数不同，分别称为双齿刀条，三齿刀条等等。

每个齿上的切削部分可以用不同的工艺方法作成，在整个外廓上形成光面、花键、园坑、或斜坡。

所有这种漸進式拉刀所形成的切削示意图随着切削刃在各部分上的分佈法不同各有差别。

加工园孔及花键孔最好采用移动式拉削法。根据这种方法刀条与齿間切下金屬层的分离以宽背断屑坑实现，并使用球形砂輪进行。

园拉刀，粗加工的拉刀齿是由双齿或多齿刀条制成，刀条的組成如图1所示。

双齿刀条的第一齿有园坑，第二齿做成园坑或断屑槽以簡化制造工序。为使这个齿仅在一定的地段內切削被加工另件外形的一层金屬，这个齿的直径比該齿組刀条的其它齿在直径上压缩0.04毫米。

在多齿刀条上（图1B）各齿的打园部份按井字形分佈，最后一齿作成园形沒有园坑并在直径上减小0.04毫米。

精齿作成刀条形（双齿刀条），及非刀条形——每齿之間有齿升（图1B）。

精齿刀条与粗齿刀条一样，但齿升較小。

非刀条形精齿鑲有宽背削园角，以代替一般結構的拉刀上所采用的切屑槽。

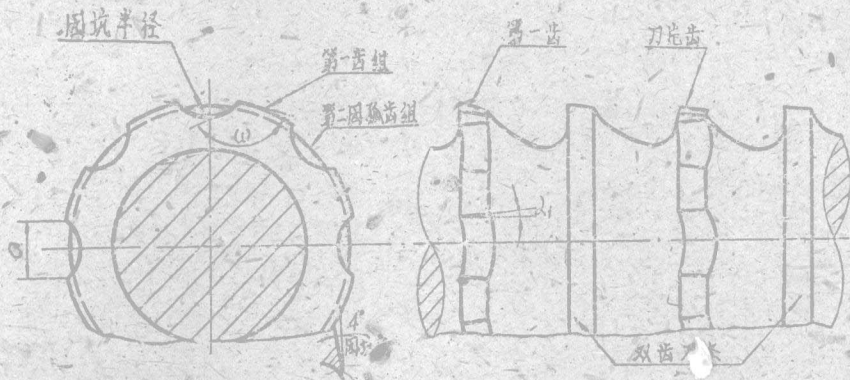
这些齿上的园坑自身按井字形分佈对最后刀条第一齿來說，也以井字形分佈。

为了得到較高的表面光洁度最后一个精齿（或2~3齿）做成园形，不带园坑，目的在于避免园坑角在制件表面留下刮痕。这齿的直径齿升为0.01毫米，以保証切下較薄的切屑，这种切屑不是套形的，而是沿着园周分裂成一个个部分，当厚度大于0.01毫米时，切屑較厚，形成套形，因此沒有园坑的精齿必須沿直径抬高0.01至0.02毫米。

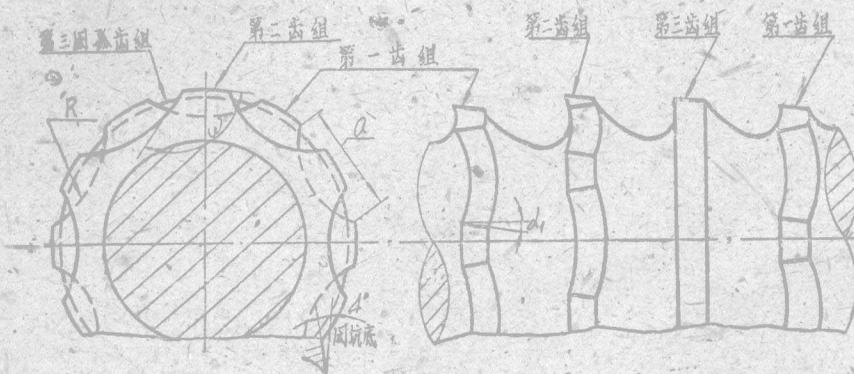
花键拉刀，花键拉刀的粗齿組总是二齿組的，（见图2），第一齿組有园坑和两面花键，第二齿組具有花键断面但沒有园坑或断屑槽，仅在孔旁的花键角里切削金屬，因此較第一个齿組的直径减小0.04。

在花键数量多和大走刀时，按工艺来講园坑大多是較小的，因而不能排除切屑。这

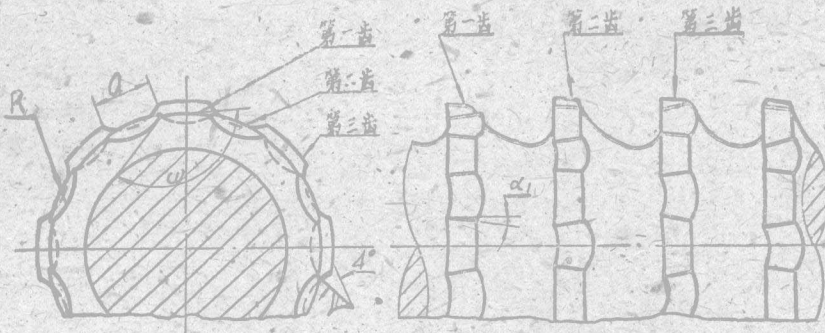
双齿刀条



三齿组



单独精齿



园坑宽度；顶峯角；园坑半径；輔切削刃边的后角。

图1：进步輪切式园拉刀

时除主切屑刃边以外，园坑的全长都参加切削，沿整个键槽宽度所得到的切屑在园坑分佈的地方是比较厚的，由于收缩的缘故，较键宽一些并楔在键中，切削力和摩擦力的增大使齿坐落很多，键中擦伤并将使齿甚至拉刀毁坏。

因此，一般是用花键双方对称的梯形斜稜代替小园坑，（图26），与抬高度有关的园坑和斜稜尺寸叙述在1957年汽车工业工艺科学研究所的“渐进拉削法”中。

拉刀的光洁部分也由两齿组构成，不过齿升较小。

在花键表面光洁度要求较高时（沿外径）精齿组之后再制2~4个无组齿，没有园坑或断屑槽，每齿直径齿升为0.01~0.02毫米，这时较薄的切屑不会将花键旁侧挤裂，因为切屑是轻轻形成的，因此齿组的最后齿减小直径0.04毫米，被第一个无组齿切削下来的切屑较厚（图2B）而坚硬，为此，很重要的是第一无组齿与最后组第一齿的有关落差应处于0.01~0.02毫米范围内以便形成不坚硬的切屑。

花键拉刀经常具有成形的齿用以制成斜稜或磨钝孔中花键（沿内径）。

为了便利成形拉齿的磨制，布置在拉刀头或拉刀尾便于砂轮从一面具有自由通程，通常是成形齿位于拉刀头部，其次是花键齿，花键齿或者直接在成形齿之后或者在成形齿和园齿之后（见工艺科学研究所1957年渐进式拉削法）。

在这种情况下第一个花键齿用以构成花键的侧面，这种花键已由成形齿形成（图2r）在孔中成为梯形的切通槽，为要达到这样目的，第一个花键齿沿宽度上具有键的断面（不带园坑），并且是无齿组，它的直径比较最后一个成形齿组小0.05毫米，以便在孔的花键角上获得较狭窄的切屑。

使切屑进入齿凹槽并将切屑从凹槽导出是决定拉刀工作能力的因素之一。

上面已经指出，渐进拉削法的特点在于用每一个齿切削厚层的金属，工厂中的研究和实践证明，切屑的正确形状和自由排除厚度的切屑都是在采用宽的带有两半径断面的齿凹槽情况下才实现的，在这种条件下厚切屑比薄切屑分佈得更经济，齿外增大几倍，经常是在拉刀长度减小的齿距情况下进行的，相反，如果使用足以妨害厚切屑扭转的凹槽断面，拉刀就会失去工作能力，即便是在大的齿距时也是如此，因为切屑楔住或堆结在齿凹槽中的缘故，造成这种情况表现在使用窄凹槽和直背齿，前刀面和齿背的半径小，过渡到凹槽底部不平滑，并且齿凹槽深度过大（与齿距间的关系）。

表1中列出正确断面的齿凹槽，可以形成良好的切屑形状并当拉齿离开另件的切屑能自由地从凹槽中排出，（详见“渐进拉削法”一书）。

总结上述渐进拉刀不同于其它拉刀的要素如下：

1. 具有齿组
2. 具有分离切屑的园坑，而不用断屑槽。
3. 具有特种两半径式的齿凹槽。

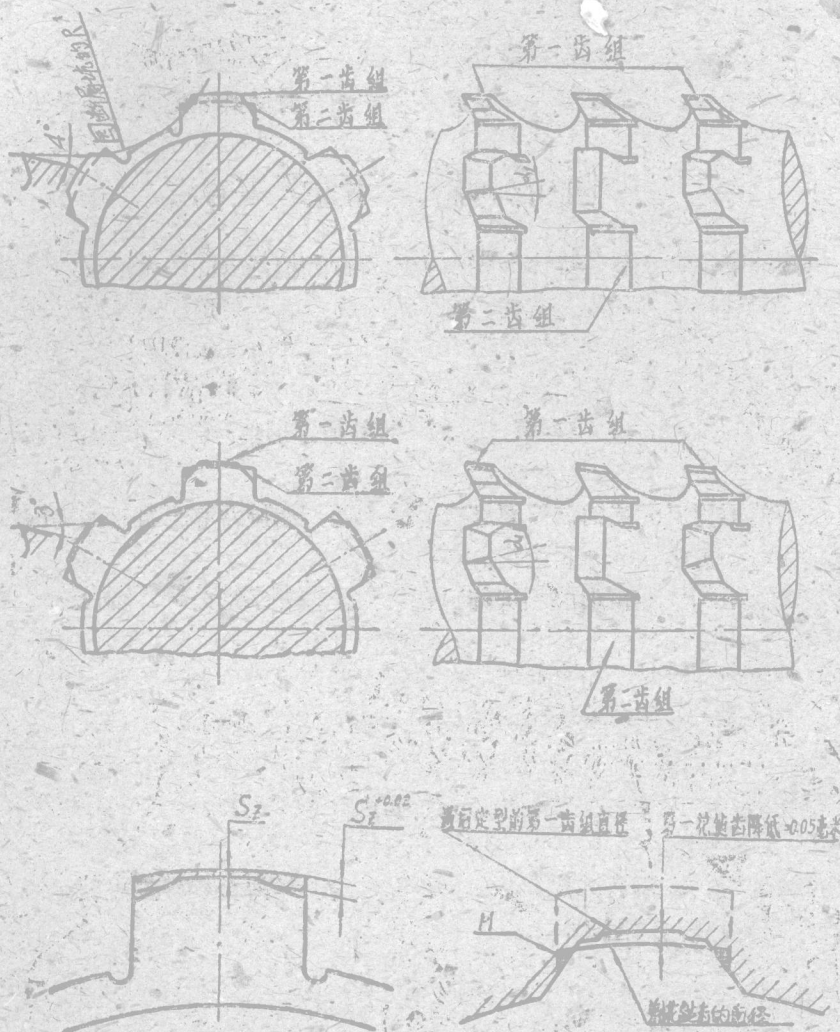
能否执行以上要素直接关系着拉刀的工作能力。

下面讲一讲完成以上每一要素的要求。

粗齿的构成、制造和重磨时对直径尺寸精度的要求

由于增大每齿升，粗齿直径的公差比一般拉刀的要大两倍以上，通常是0.01毫米。

a) 輪切式拉刀的齒組



b) 尤金制的拉刀齒組

в) 第一無組齒切削的金屬

г) 第一花鍵齒切削的金屬

图2 渐进式花鍵拉刀

粗齿组抬高的不精确性影响拉刀工作能力较小，在个别情况下由于结构许可，可以达到0.04~0.06毫米。

但是为了保证排除切屑和表面精度在制造和重磨时应遵守齿直径的精确度，否则会影响拉刀工作性能。条件如下：

1. 减小最后齿直径，使小于第一齿。
 2. 减小第一键齿直径使小于最后成形齿组的第一齿。
 3. 抬高（降落）精齿，特别是最后园齿和第一个无组花键精齿。
- 各齿直径的结合，是为了当某一个直径尺寸不合时而其它的直径还是适合的。

2. 切屑分离坑的制造要求

应用链形园坑代替断屑槽可大大提高齿的寿命和拉削表面的光洁度，因为这种拉刀断屑园坑较一般拉刀或其他渐进机构具有好的过渡角的几何形状，获得顶角 α 和侧隙角 α （图1-2）如果园坑的宽度、深度和半径尺寸不合将使拉刀失去效能。

减小园坑宽度或增大半径 α 而造成的小而倾斜的园坑可能不会分离切屑，或是在切削时大部分的切削刃都要进入到园坑，因而增加了切削力，园坑宽度的公差为+0.5毫米。

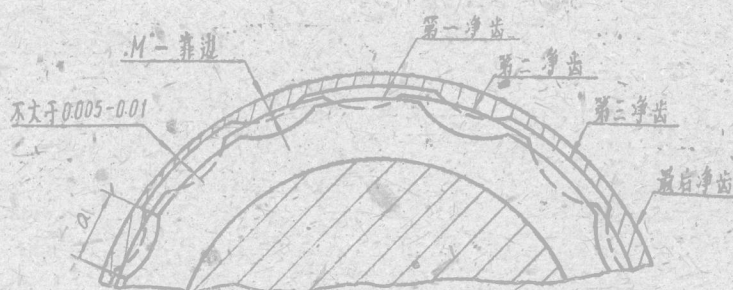
根据齿型的不同对园坑的制造要求也有所不同，园拉刀有三种带园坑的齿：二齿组齿，多齿组齿和每齿齿升的无组精齿。

例如：多齿组和无组精齿的园坑布置在邻齿上按井字形分佈，制造的要求是不同的。

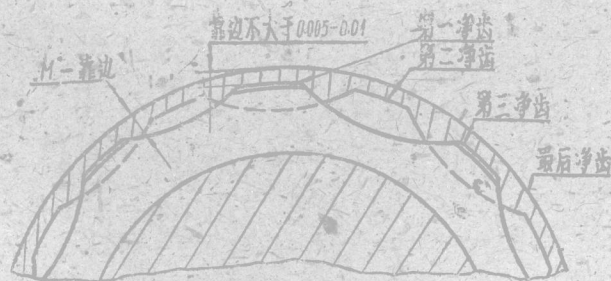
制造多齿组的园坑时，如果较图上所示的宽度要小将引起下列情况，就是带有园坑的齿的刃口总长几乎等于整个园周的长度，而最后一个齿没有负荷，这样将使拉刀在工作中不平滑，机床负载不良，因此多齿组的园坑宽度尽可能要较宽（在公差范围内）。

每齿齿升的无组齿的刃口宽度应当大于园坑宽度，刃口应当“搭接”前齿的园坑（图3a）。

在相反的情况，在制件园周的不“搭接”地方，M的金属厚度可能达到0.12毫米，因而擦伤了拉削表面，（图3b）。



a) 正确的 M 金属厚度不大于0.02毫米



6) 不正确 M 金属厚度达到 0.12 毫米

图3. 无组精齿

图 3 表示应用不带园坑的最后精齿的情况，对于具有光洁度 (4~5 级) 表面的孔，应当使用具有园坑的最后精齿，但必须使双口“搭接”园坑。

因此无组齿的园坑宽度在任何情况下不得超过图纸上的规定。

随着重磨的程度，园坑宽度不断加大，为使刃口很好与园坑“搭接”和齿的双口大小不变，采用角度不大的錐形园坑— 4° ，以保证侧隙角 $\alpha_1 = 2-3^\circ$ 。

至于花键齿，当采用斜稜代替园坑时，錐角等于侧隙角，采用 3° （见“渐进拉削法”）。

为此，对于制造园坑提出下列要求：

1. 园坑底的后角是 4° ，沿斜稜是 3° 。
2. 砂轮的直径应当选择使园坑半径不超过允许范围内。
3. 园拉刀的齿组园坑宽度在任何情况不得小于图纸所示。
4. 园拉刀的无组齿园坑宽度不得大于允许范围内（最好接近小的允许范围）。
5. 花键拉刀的双口宽度不得超过允许范围。

3. 齿凹槽，制造和刃磨的要求

对渐进式拉刀的园坑形状的要求比一般拉刀要高，在纵截面中的园坑断面应当在制造时获得，而在重磨时不得有所偏差。

理想的园坑断面形状和尺寸见表 1。

从齿的前双面到凹槽底的半径 r 等于凹槽深度 h 的一半。

沿齿的凹背而形成的半径 R 等于凹槽的宽度，齿凹槽底部的工艺性的一小部分制成直线形的并与轴线平行，因为形成前角时，刀具交错地工作着，随着重磨（沿前角），凹槽底的直线部分将增大，结合断面各个要点和好的凹槽表面光洁度使切屑能够滑动从凹槽中引出。

凹槽形状有偏差时（拉削钢制件时）也就是凹槽太深或太窄，具有齿直背的凹槽，小半径，凹槽底部有缺口的时候，切屑的浮滑形成情况被破坏了，切屑楔住或堆结到齿的前双面上，孔内部擦伤，刀齿剥落，以至拉刀损坏。

凹槽深度的公差 h 范围：

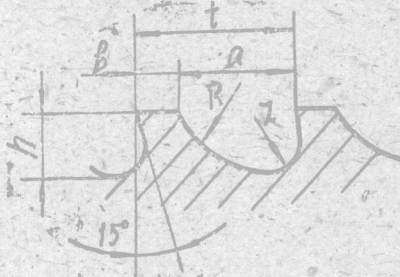
$h < 4$ 毫米——公差 ± 0.3 毫米。

$h \geq 4$ 毫米——公差 ± 0.5 毫米。

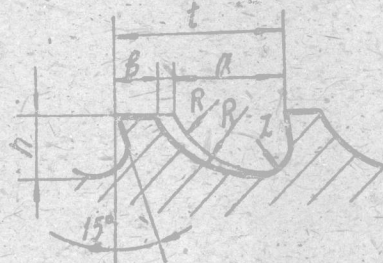
渐进式园拉刀和花键拉刀的計算和設計一覽表

齿距和断面

图中未指出拉削調整



在图中未指出拉削調整



用“断面分开”工作法的凹槽

精齿和标准齿的齿距和断面 (齿距平均)

粗齿的齿距和断面

t	h	B	r	R	断面	
					No	a
4.5	2	1.5	1	2.5	1	3
6	2	2	1	4	2	4
	2.5		1.25		3	4
8	2.5	3	1.25	5	4	5
	3		1.5		5	5
10	3	3	1.5	7	6	7
	4		2		7	7
	3		1.5		8	
12	4	4	2	8	9	8
	5		2.5		10	
	3		1.5		11	
14	4	4	2	10	12	10
	5		2.5		13	
	6		3		14	
16	4		2		15	
	5	4.5	2.5		16	
	6		3		17	
	7		3.5	12	18	11.5
	5		2.5		16*	
18	6	6	3		17*	
	7		3.5		18*	
	6		3		19	
20	7	6	3.5	14	20	14
	9		4.5		21	
	6		3		22	
22	7	6	3.5	16	23	16
	9		4.5		24	
25	10	8	5		25	17

t	h	B	r	R	断面	
					No	a
4.5		1.5	1	2.5	1	3
6	2	2	1	4	2	4
7		2.5	1	4	2*	4
8		2.5	1.5	5	26	5.5
9	3	3	1.5	5	26*	5.5
10		3.5	1.5	5	26*	5.5
12	4	4	2	8	9	8
14	5	5	2.5	8	10*	7.5
16	6	6	3	10	14	10

精齿和标准齿的齿距和断面 (齿距不均匀)

		h	B	r	R	断面	
						No	a
6.5	6	5.5	1.5	1	4	2*	4
7.5	7	6.5	2	1	4	2*	4
8.5	8	7.5	2.5	1.5	5	27*	4.5
11	10	9	3.5	1.5	5	26*	5.5
13	12	11	4	2	7	7*	7
15	14	13	5	2.5	8	10*	8
17.5	16	14.5	6	3	8	28*	8.5

精齿距与齿距的规定

齿距		註	齿距		註
粗齿	精齿		粗齿	精齿	
4.5	4.5		16	12	
6	6		18	12	另件长度到80
8	7			14	" 80
10	8			14	" 110
12	9	組合拉刀拉削 长度到45毫米	20	16	" 110
	10			14	" 110
14	10	另件长度到65	22	16	" 110
	12	" 65	25	16	

粗齿和标准断面的号数列在拉刀图上, 加工所有断面采用一把車刀必要时用分散法
断面数字註有*記号的, 在图上应加“分开法”
精齿和标准齿的不平均齿距只能在孔表面精度达到6級才能适合。

对于小截面(12毫米以下)的拉刀,最好規定出刀杆直径的公差(在危险性的截面上)为0.1到0.3,可以視拉刀工作条件而定。

半径 r 的公差为 ± 0.25 毫米,在增大凹槽宽度处背宽公差采用7級精度。

这些公差数字在图上沒有列出,因各制造車間都应遵守一定的工艺条件,并且在每把拉刀驗收时,这些工艺条件都必须加以檢驗。

拉刀在制造和重磨时的典型缺陷見插图5B。

II、漸進式拉刀的制造特點

漸進式拉刀的制造工艺过程和设备也只是和制造一般的拉刀时相同,不过由于漸進式拉刀的结构和一般拉刀不同,所以在制造和操作方面具有它一定的特点。

对于这种不同结构无件刀具的制造要求已經在上面研究过了,至于它的制造工艺,双磨和操作方法叙述在最后几章里。

下面再补充与上述刀具有关的說明如“花鍵拉刀成形拉齿的制造”以及“在校正齿上带有不大柱形狭边的拉刀的双磨”。

齒 槽 的 制 造

齿間槽由車削而成,并留下很小的加工余量来进行磨削和拋光。

車削工序中齿距的分度利用車床上的游标;車不均匀的齿距时,有时应用装在光杠上的挡鉄和刀架之間的3阶式样板。在莫斯科工具工厂里使用具有半自动循环的車床以便簡化工序。

車削齿槽用的成形車刀鑲有硬質合金刀片。

用样板檢驗齿槽,修整刀具用檢驗样板,因此制造每一种尺寸的齿槽时都需要有成形車刀,样板和檢驗样板。

为了不使“两类工具”品种复杂化起見,齿距和齿槽断面都由苏联“汽車工艺科学研究所”加以标准化,(見表1)。

标准中对齿距从4.5到25毫米的粗齿、精齿和校正齿的齿槽断面共規定为28种,对于大部分齿距規定齿槽的深度为2—4。

精齿的不均匀齿距所用的在全长上适应与相应相隔的車刀車削用相当于断面号碼的均匀齿距样板檢驗。

齿槽断面尺寸表示在拉刀图紙上,可以便于选择“两类刀具”并且也可簡化刀具的品种。

与此目的相同,在車削、磨削和重磨拉刀时采用了同样的样板,并且根据拉齿槽断面的高度 H ,考虑样板具有車削、磨削、拉齿断面的万能性(工序中間加工余量的意义)。

下面叙述高尔基汽车厂制造齿槽所采用的样板的制造原则和工序间的加工余量。

在样板上齿槽深的断面尺寸考虑了磨削外圆的加工余量，较一般的“h”拉齿槽深大0.35毫米，在本资料附註中列出了高尔基汽车厂的齿槽断面、样板、检验样板、车刀的规格。

車齿槽的几种方式

拉刀的拉齿（直径 A）具有磨削外圆 的加工余量 （毫米）	車齿槽方法	样板和齿槽底 中間的間隙	磨削齿槽断面的 定額加工余量B （毫米）
$A \leq 0.6$	根据样板(H)进 行全深度車槽 （见图4a）	$B=0$	$B=0-0.1$
$A > (0.6+1.0)$	根据深度留下間 隙“B” （见图4.6）	$B=0$ $2 \div 0.3$	$B=0$ $1 \div 0.2$

以上的方法减小了磨削齿槽断面的加工余量，因为经过車制齿槽的深度已较图纸所示的深度为大，这是由于增大了样板的“H”尺寸，以及隙縫的“B”尺寸。

最后一次磨拉齿外圆时余量A已经完全没有，拉齿断面的定額余量也很小（0—0.2毫米以下）。

上面所进行的工艺方法保证达到了一定深度的齿槽h，图4中是表示有缺陷的齿槽 $h < H$ ，这种制槽方法是加大磨削断面的加工余量，经常使得磨削以后的齿槽深度较小并且形状不正确。

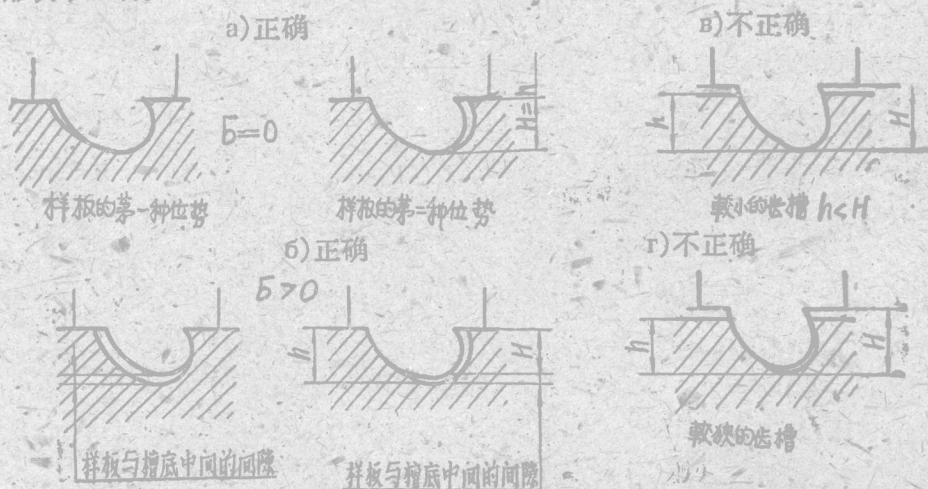


图4. 車制齿槽

沿断面磨齿槽是在拉刀及磨机上进行一道或两道工序并且在拉齿外圆磨削之前进行。

加工12毫米以下的齿距，齿槽的修光通常只进行一道工序，磨轮做成小半径的“r”，并用检验样板来检验，磨削时，横向和纵向同时走刀从前及面向着齿背进给。

加工8毫米以下的小齿距，磨轮通常按两个半径“r”和“R”来修整，如同装车刀车齿槽一样，并且将槽磨削成一定的间距，就是开始时用横向走刀逐渐形成齿背，然后用纵向走刀加工槽底，小半径和前及面。

12毫米以上的齿距齿槽沿断面磨削二道工序。

第一道工序：用 $\phi 150-175$ 毫米的磨轮加工齿背和槽底，磨削的方向是从前及面到齿背。

第二道工序：沿前及面进行及磨形成小半径“r”，采用不大直径的磨轮以保证获得前角 γ ，第一道工序时采用大直径的磨轮可以提高生产率。

某些工厂磨齿槽是通过两道工序从小齿距开始（自8毫米的齿距开始），在第一道工序中为了磨齿背和槽底磨轮按大半径R来修整，（用检验样板检验），磨削槽底和齿背分开进行，第二道工序是磨小半径“r”和前及面。

磨制齿背时，凹槽的质量完全决定于及磨工的技术水平，使用定形调整的砂轮用“分开磨法”磨制比较简便，但却是生产率较小的工序，因为经常要沿整个断面调整砂轮，采用砂轮“引出磨法”时使用碟形砂轮，成形磨制时用直断面砂轮“ПП”，砂轮粒度60—80，硬度是CMI，使用陶土黏剂。

磨后要抛光齿背和槽底以便切屑易于排除。

在大齿距的情况下，高尔基市莫洛托夫汽车厂一般用抛光来代替磨齿背，这时使用柔性砂轮 $\phi 150 \times 10 \times 32$ ，“ПП”型和3163ГК（齐略宾斯克斯大林拖拉机制造厂）。

抛光时不得将车制成的凹槽断面损坏，凹槽表面是平滑的能很好排除切屑。

凹槽抛光工序的生产率较磨制齿背要高得多。

抛光时砂轮转速 n 是3000转/分，抛光前拉刀要矫直（偏差范围0.25—0.3毫米）以保证断面的抛光部分和半径“r”相连，“r”和槽底相连的缺陷在第二道工序时矫正也就是在为了沿“r”和前及面磨制断面而进行的齿下磨及时。

用抛光凹槽代替磨削只能在试验排除切屑以后进行。

车制抛光的凹槽，必须保证断面的表面有很好的光洁度。

a)

正 确 的



1. 样板的第一种位势



2. 样板的第二种位势

6)

正 确 的



1. 样板的第一种位势

2. 样板的第二种位势

不 正 确 的

B)

齿槽在磨削时有缺陷，使切屑卡住



半径較圆小

狭的或一个半径的槽

槽底間隙

齿背旁的間隙

图 5 拉刀齿槽齿的最后制成

檢驗槽的断面进行如下：

1. 在車床上加工以后，用样板檢驗（图 4）。

2. 用样板沿断面最后磨削拉齿之后，（图 5）用檢驗样板檢驗槽深。

断面变形（图 5B）是不允許的，样板应当依次貼連到前双面，半径“r”，和齿背上（图 5a）。

在通过切屑一面的槽应当具有光洁的表面，使不妨碍切屑的形成。

磨 削 齒 圓 周

前面所述对于拉齿直径尺寸的要求可以在最后的磨削工序中达到。

任何一种结构的拉刀在初磨时都形成一个錐体。

对于一般的拉刀最常采用将每一个拉齿都最后磨成分离的方法。渐进式拉刀的各部分拉齿用这种方法磨削时，磨削工人必須非常小心，并且这种磨削也时常会产生制造中的缺陷，因为只靠邻齿的公差不能保証最后齿必要的降落。

根据哈尔科夫拖拉机工厂（XT3）的經驗，建議用其它方法来最后磨削齿組的外圆。

两齿齿組，磨床的工作台与砂磨中心綫之間的角度为 ω 角，（图 6）， ω 的大小由下式求出。

$$\text{tg}\omega = \frac{0.02}{t}$$

式中0.02是縮小拉齿直径的一半(毫米)， t 是齿距(毫米)。

磨削每一齿组中的一对拉齿时是同时进行工作台的纵向进刀磨成第一齿的最后加工尺寸(磨到尖及)。

在磨削过程中仅仅检验每一齿组中的第一个齿，各齿条中第二组齿直径的减小是自动进行的，磨工只在调整整批拉刀时才检验。



图6. 用XT3工作法磨齿(两齿齿组)

关于多齿刀条:

多齿齿组的拉齿在磨削时是同时按圆柱体进行，然后按机床的游标尺减小其次一个齿的直径0.04毫米，采用这种磨齿操作法不仅可以减少这道工序的劳动量，并且还达到了正确制造渐进式拉刀的要求之一。

不成组的拉齿是个别地磨成一定的尺寸，标准的拉齿是同时按圆柱体进行(与一般拉刀相同)，并且严格地要求这些拉齿直径的精确度。能符合图纸上的尺寸。

在最后磨拉齿到一定的尺寸以后，就磨后刃面(表面)磨成 α 角，如图上所示的每一齿组的尺寸。

锉齿以后(α 角)编制说明书每份说明中记载实际的和图纸的拉齿直径，这样可以评价制造的质量，并且必要时可以在齿径上进行 α 角的补充磨削以达到重新分配负荷的目的，不过在这种情况下必须有设计师的同意才能修改齿径。

为了能够明确地表示任何一个拉齿的计算，在齿径图表上，(拉刀图纸或编制的说明书中)必须用粗线将一部分拉齿与另外一部的拉齿间隔，这样可以使磨床工和设计师工作便利。

圆断屑坑的制造

断屑坑在及磨机上磨成，是在齿沿直径，花键宽度最后磨削以后和拉刀前刃面及磨以前进行。

磨分屑槽有以下两种方法：

1) 用磨轮的圆周以横向进给磨削即是用砂轮切入法磨用，（“4T3”齐略宾斯克拖拉机厂工作法）。

砂轮的修正及如何装在工作位置上如图7所示，磨分屑槽时是将砂轮调整成锥体来进行，这种方法可以不用专门的夹具，（除分度夹具外）但是有一种危险就是刀头会烧毁因为磨轮与被磨的分屑槽接触面太大的缘故。（指齿背上的整个表面上）。

砂轮的修正

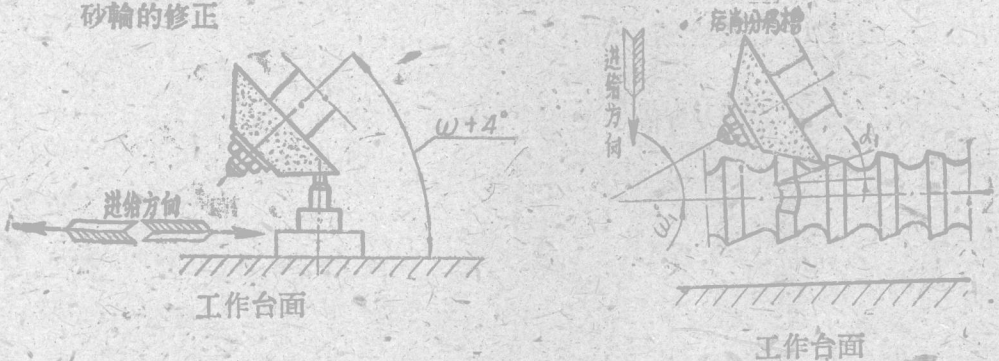


图7，根据齐略宾斯克拖拉机厂的经验磨削分屑槽示意图

为了防止烧毁，磨削分屑槽时采用较低的磨削用量（ $V=15\text{M/秒}$ ）取较小的进给等，但即使在这种条件下刀头还是常常要烧毁。

除此以外，在使用圆锥形砂轮时， α 角取决于砂轮的修整角度，因此所用的旁侧间隙角 α_1 的标准数值不能经常保持。重磨拉刀以后园坑宽度的大大改变，可能造成拉齿的不均衡负荷或者是使得不分组拉齿的园坑“不交叠”。

因此可见用磨轮吃刀的磨削法制造园坑，生产率很小，并且拉刀的质量不好。

2) 高尔基汽车厂的纵走刀磨削磨削方法见图8。

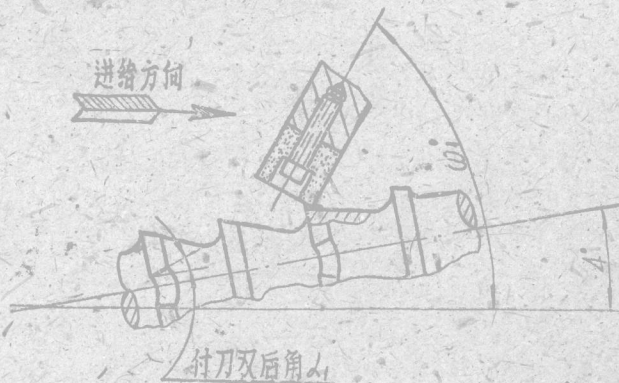


图8，高尔基汽车厂的纵走磨削分屑槽（纵向进给）

为避免长拉刀变曲起见在磨削分屑槽时采用中心架。

拉刀紧固在夹具顶针上的角度是 4° 要使用两个专门的床头（见图10）前床上