



机械工人
活叶学习材料

384

剃齿刀的加工工艺

秦乘常 编著

机械工业出版社

前 言

随着机械工业的飞跃发展，对齿轮质量的要求也日益严格。在齿轮的各种精加工方法中，剃齿有许多特有的优点：

1. 剃削的光洁度好，其表面刀痕不超过0.002公厘，因此剃出的齿轮噪音也小。

2. 剃削精度高，能达到一级或二级齿轮的精度。

3. 剃削生产效率高，一般轮齿只要几秒即可。

因而剃齿在机械制造工业中广泛采用。

剃齿刀有齿条形和圆盘形两种。齿条形剃齿刀虽然具有很多优点：在生产率、寿命和精度方面都优于圆盘形剃齿刀，但是由于剃齿机床和剃齿刀具的制造，以及刀具的调整安装等都过于困难，所以不及圆盘形剃齿刀使用广泛。在本文中只介绍圆盘形剃齿刀加工中的一些问题。

圆盘形剃齿刀相当于一个变位齿轮（图1），在齿面上开有许多沟槽，

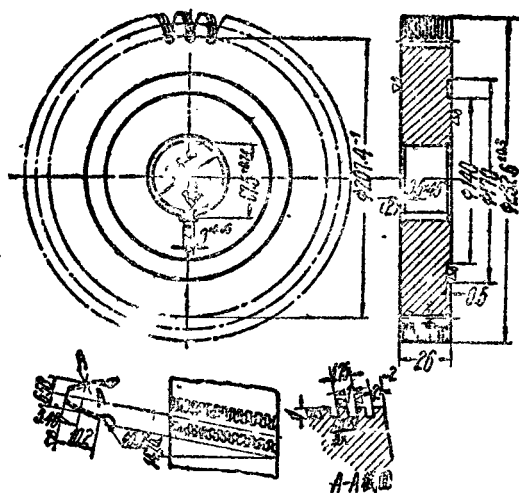


图 1

形成切削刀。在剃齿过程中剃齿刀的軸綫和被剃削的齿輪軸綫成 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的交角，最通常是 15° ，所以剃削直齿輪的剃齿刀螺旋角亦为 15° ，因此剃削螺旋齿輪的剃齿刀其螺旋角和齿輪相差 15° 。

剃齿刀的技术条件：

根据苏联李哈乔夫汽車厂的技术条件，剃齿刀分为A級和B級两种精度：A級用来加工須經噪音檢驗的齿輪；B級用来加工不經噪音檢驗的齿輪。

剃齿刀外形尺寸的公差（公厘）見表1：

表 1

序 号	名 称	制 造 等 級	
		A	B
1	外徑	± 0.3	± 0.3
2	寬度	-0.2	-0.2
3	內孔直徑($\phi 63.5$)	± 0.003	± 0.003
4	鍵槽寬度	± 0.05	± 0.05
5	外徑摆差	0.02	0.025
6	端面对內孔摆差 (在 $\phi 130$ 公厘处)	0.01	0.01
7	屑孔直徑	± 0.2	± 0.2
8	屑孔傾斜角	$\pm 20'$	$\pm 20'$
9	屑孔中心所在圓的直徑	± 0.3	± 0.3

剃齿刀刀齿的几何形状公差（公厘）見表2：

表 2

序号	名 称	制 造 等 級	
		A	B
1	齿形对修正齿綫圖的偏差	± 0.003	± 0.004
2	在半圓周內齿形的徑向摆差	啮合角在 15° 以下	
		外徑 <200	0.02
		外徑 >200	0.025
		外徑 <200	0.03
		啮合角超过 15°	
		外徑 <200	0.015
		外徑 >200	0.02
3	相邻齿距誤差	0.004	0.006
4	齿距积累誤差	0.01	0.015
5	齿厚公差	-0.03	-0.05
6	在剃齿刀全寬上螺旋角的偏差	0.01	0.015
7	刀齿沟槽寬度	± 0.1	± 0.1
8	刀齿沟槽深度	小于 0.8	± 0.1
		0.8以上	± 0.15 -0.1

二 剃齿刀的加工工艺

- (1) 切料;
- (2) 鍛造 (碳化物偏析应达到 3 級);
- (3) 退火 ($H_B = 255 \sim 207$);
- (4) 粗車外圓 (留量 $2 \sim 3$ 公厘); 粗車端面 (留量 $0.6 \sim 0.8$ 公厘); 鑽孔, 鏜孔 (留量 $0.6 \sim 0.7$ 公厘);
- (5) 粗磨兩端面 (留量 $0.3 \sim 0.4$ 公厘);
- (6) 粗磨孔 $\varnothing 63.2^{+0.03}$ (成品孔徑 $\varnothing 63.5 \pm 0.003$);
- (7) 精車外圓 (留量 $0.6 \sim 0.8$ 公厘);
- (8) 拉鍵槽;
- (9) 打印及在鍵槽上倒棱;
- (10) 滾齿 (齿厚留量 $0.6 \sim 0.8$ 公厘);
- (11) 鑽屑孔;
- (12) 粗磨齿形 (齿厚留量 $0.2 \sim 0.3$ 公厘);
- (13) 插齿槽;
- (14) 热处理;
- (15) 精磨兩端面;
- (16) 精磨孔 (留研量 $0.005 \sim 0.015$ 公厘);
- (17) 研磨孔;
- (18) 精磨外圓 (磨到公差上限);
- (19) 粗磨齿形;
- (20) 精磨齿形;
- (21) 第二次精磨外圓;
- (22) 退磁。

在剃齿刀加工工艺中, 主要的工序是滾齿, 鑽屑孔, 插齿槽

和磨齿形等。因而这里只重点介绍这几道工序。

1. 滚齿 在滚齿之前的粗磨平面、粗磨孔和精车外圆等工序，主要是使以后的滚齿、插齿槽等工序有良好的加工基准面，以保证滚齿后基圆的最小摆差，和为磨齿形所留的最小留磨量。

滚齿可在5Д32型或其他型号的滚齿机上进行。齿厚的留磨量，应为0.6~0.8公厘。或者为0.3~0.4公厘。如果齿厚留磨量过大，不但会增加插齿槽的深度，同时由于齿间宽度过窄，在插齿槽时容易使梳刀折断。

滚齿前必须仔细调整机床：滚刀刀杆径向摆差不得超过0.03公厘，端面摆差不得超过0.02公厘，安装剃齿刀的心轴的径向摆差和端面摆差均不得超过0.03公厘。

设计加工剃齿刀用的滚刀时，必须注意控制滚刀的齿顶高。如滚刀的齿顶高过高，则滚齿后齿根便伸入屑孔的位置，促使钻孔时即使使用钻模也必然会发斜（图2 a、b）而影响插齿槽。平常希望滚齿后齿根和屑孔之间能有

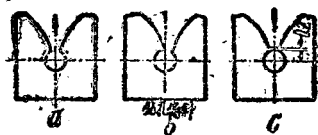


图 2

0.2 公厘的间壁（图2 c）。这样，一方面可以防止钻孔发生偏斜，另一方面钻孔后又易于用錾头和适当厚度的铁片将间壁切通，无须再用锯片铣切。

选用或新设计加工剃齿刀的滚刀时，可以将剃齿刀齿形画成齿条的形状，然后用简易近似的方法进行计算（图3）：

$$h_1 = H - h - 0.2$$

$$S_1 = s - s' - 2\Delta = \pi m - s - 2\Delta$$

$$H_1 = H - 0.2 + 0.4 + 0.2m = H + 0.2 + 0.2m$$

式中：s——剃齿刀齿厚； h_1 ——剃齿刀齿顶高；H——剃

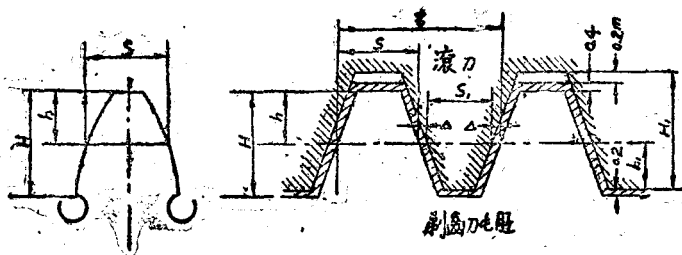


圖 3

齒刀齒深； $t = \pi m$ ——剃齒刀周節； h_1 = 滾刀齒厚； S_1 = 滾刀齒頂高； H_1 = 滾刀齒深； 2Δ ——齒厚留量。

滾刀的齒頂高、齒厚和齒深算出后，就可以用來檢查已有的標準滾刀是否合用。如不合用，可根據算得的滾刀齒形尺寸進行改磨，或者進行設計製造。

2. 鑽屑孔 屑孔是用來做為插齒槽時梳刀的空刀槽。屑孔的斜度應等於齒形與屑孔交線處的斜度。如圖紙上未標注此角度，也可近似按照下式計算。

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\pi D_{\varphi}}{T},$$

式中： φ = 屑孔傾斜角； D_{φ} = 屑孔位置直徑； T = 剃齒刀螺旋導程。

鑽孔應使用專用鑽模控制鑽孔的位置和傾斜角，以防止鑽頭鑽孔時發生偏斜。

3. 粗磨齒形 插齒槽前粗磨齒形的目的主要在於：

(1) 得到最小和最均勻的留磨量，以保證精磨齒形後齒槽深度完全一致。

(2) 齒厚的留磨量減至最小 (0.2~0.3公厘)，因而可使插齒槽的深度減小，梳刀的磨損也減少。

(3) 增加齒間寬度以方便於插齒槽，避免由於齒間寬度過窄

而使梳刀过薄容易發生折断的毛病。这一点对于小模数的剃齿刀更为重要。

粗磨齿形的精度要求：渐开綫齿形誤差为 $0.03 \sim 0.04$ 公厘；两相邻齿齿距誤差为 0.02 公厘；齿距积累誤差 0.05 公厘；基圓摆差 0.05 公厘。

粗磨齿形可以在任何齿輪磨床上进行，如果齿輪磨床負荷过重，而滚齿机床的精度能滿足粗磨齿形的要求，这一道工序也可以省略。

4. 插齿槽 插齿槽是在 X-218型插齿机上进行（圖 4）。机床的原理是按照渐开綫范成的原理。当剃齿刀 1 随滚动齿輪滚动时，則不动的梳刀即在剃齿刀的刀齿上插出渐开綫曲綫的齿槽。

机床上装有两塊齿条，上齿条 3 固定不动，下齿条 4 由馬达 7 經過蜗杆、蜗輪和連杆 2 带动作往复运动。在两齿条間安置一滚动齿輪，并将剃齿刀装在滚动齿輪的同一軸上。当下齿条 4 在作往复运动时，滚动齿輪的节圓即沿上齿条 3 的节綫作无滑动的滚动。梳刀 5 固定在刀把 6 上。梳刀刀口装置的高度根据滚动齿輪节圓直徑和剃齿刀基圓直徑的差异来調整。

工作时，由自动进刀机构带动刀架 11，使刀把和梳刀随之沿水平方向移动，每一往复行程进刀約 $0.01 \sim 0.02$ 公厘。进刀量的

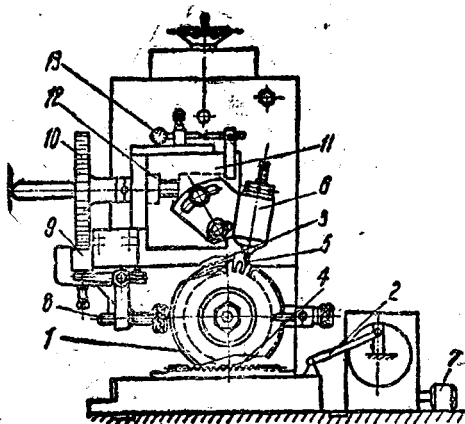


圖 4

大小可由螺釘 8 來調整。插齒槽的深度由安裝在機床上的千分表 13 控制。

滾動齒輪和齒條的模數為 2.54，滾動齒輪節圓直徑應等於或稍大於剃齒刀的基圓直徑（最好不要超過 2 公厘）。齒槽的曲線希望平行於剃齒刀的齒面，或者齒根處的齒槽稍稍深於齒頂處的齒槽。齒槽深度公差為 ± 0.1 公厘。使用梳刀插齒槽時，我們採用 3 號鉸子油作潤滑劑。梳刀安裝的角度如圖 5。

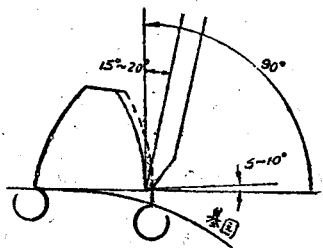


圖 5

梳刀調整的高度根據延長漸開線和縮短漸開線的性質能改變齒槽曲線的形狀。

插齒槽用的梳刀（圖 6）材料為高速鋼（P18），梳刀上的齒槽是在熱處理磨平四面後直接在平磨上磨出。砂輪可利用螺絲磨床使用的廢砂輪，粒度 320，硬度 $C_2 \sim CT_1$ ，冷卻劑使用硫化切削油，梳刀的 φ 角和 β 角按下式計算：

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \omega \cdot \cos \alpha$$

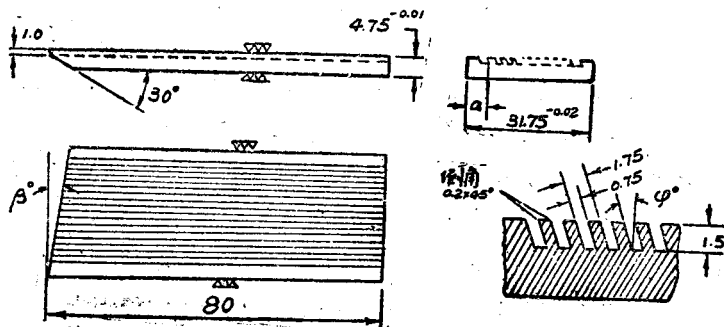


圖 6

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \omega \cdot \sin \alpha$$

式中： ω = 剃齿刀节圆处的螺旋角； α = 剃齿刀的压角。

梳刀使用时，刃口必须保持锋利，每梳15~20个齿（单面）之后便须进行刃磨，每把梳刀大约可刃磨50次。

在这种专用机床上插成的齿槽平行于剃齿刀两端面，槽底平行渐开线齿面（图7a），如果没有专用机床，齿面沟槽也可改为图7b的形状，在普通插床上或者在装有插头的卧式铣床上插槽。插槽时梳刀进刀方向垂直于剃齿刀的齿向，槽底不是渐开线而是倾斜的直线。屑孔改铣斜屑槽做为插沟槽时梳刀的空刀槽。

5. 磨内孔 按照以前的工艺，磨内孔后应留研量0.005~0.015公厘，然后再进行研磨，到规定尺寸。最近第一汽车制造厂的磨工吴海清同志改进了操作方法，选用硬度CM₁~CM₂，粒度80的白色氧化铝砂轮，粗磨孔剩0.02~0.03公厘留量，再使用尖锐的金钢钻，以吃刀量0.005~0.01，往复多次修整砂轮，这样磨出的内孔光洁度可达▽▽▽10，锥度和椭圆度均在0.001~0.002公厘之间，精磨孔后可不再进行研磨。

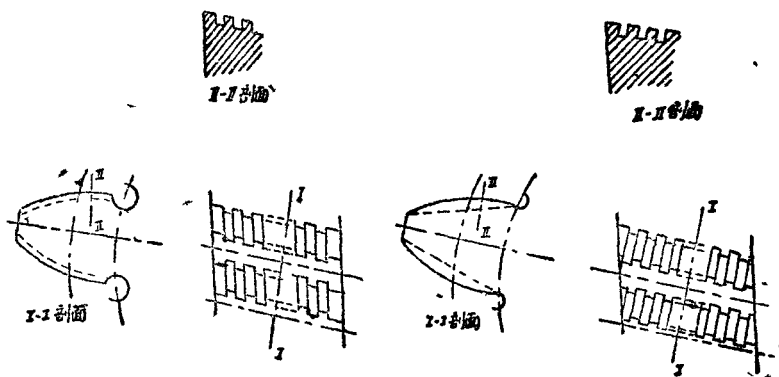


图 7

三、剃齿刀磨齿形方法

剃齿刀磨齿形是整个加工过程中最难的一道工序。最适合在Y7125型齿輪磨床上加工（相当于苏联的5892型），当然也可以利用其他各种类型的精密齿輪磨床加工。

1. Y7125型齿輪磨床工作原理 这种齿輪磨床的工作原理是利用齿輪和齿条的啮合原理。

如将繞在基圓上的母綫展开时，則母綫上各点形成的軌迹为許多等距的漸开綫（圖8）。

$$\widehat{ba} = a_1 b_1 = \bar{a}_2 b_2$$

如果带有两根漸开綫 $a_0 a$ 和 $b_0 b$ 的基圓繞軸心 O 迴轉，并沿平行于母綫 cc' 的方向滾動，基圓圓周上一点的速度等于基圓滾动的速度，則漸开綫 $a_0 a$ 和 $b_0 b$ 将沿不动的切綫 AA 和 BB 滑动，并和两切綫在 A' 和 B' 两点相切（圖9）。

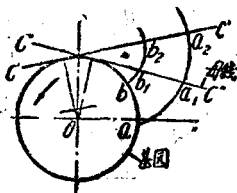


圖 8

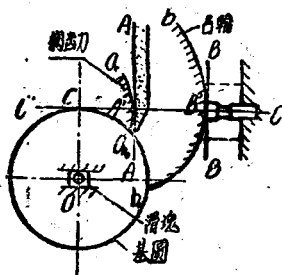


圖 9

在齿輪磨床上切綫 AA 为砂輪，切綫 BB 为固定的擋板， $b_0 b$ 为精密漸开綫凸輪，并紧貼在擋板上， $a_0 a$ 相当剃齿刀的齿形。当基圓轉动时，漸开綫凸輪抵靠擋板迫使基圓沿导轨方向滚动，因此砂輪即将剃齿刀齿形磨成漸开綫 $a_0 a$ 。

但是实际上齿輪磨床不可能按照圖9的方法进行工作，因为：

(1) 切点 A' 的位置始终不变, 砂輪的工作部分仅仅是在以 A' 点形成的一个圓周处, 因此砂輪很快就会磨損, 而無法达到要求精度很高的漸开綫齿形。

(2) 漸开綫凸輪的基圓直徑必須和剃齿刀的基圓直徑精确相等, 这就需要为各种基圓直徑不同的剃齿刀准备很多相当的漸开綫凸輪。但是精密凸輪的制造非常困难, 这样就很不經濟。

(3) 剃齿刀的齿形和砂輪永远在固定的 A' 点接触, 不可能以修整砂輪的形状来磨制修正齿形的剃齿刀。

解决上述缺点的方法是将导轨和擋板改为傾斜的, 即和水平綫成 α_{ycm} 角, 砂輪仍保持在垂直位置 (圖10)。

当漸开綫凸輪繞中心 O 点順 F 方向旋轉时, 凸輪抵靠固定的擋板使滑块沿导轨方向滑动。 O_1 和 O_2 为中心 O 点的两个位置。

置, b_1b_1 和 b_2b_2 为凸輪漸开綫齿廓的两个位置。假定在單位時間內凸輪的基圓由位置 I 滚动到位置 II, 則对擋板 BB 来講, 中心 O 沿导轨傾斜方向的滑动速度为:

$$V_1 = C_1C_2 = O_1O_2 = R_{ок} \cdot \omega$$

式中: $R_{ок}$ ——漸开綫凸輪的基圓半徑; ω ——主軸迴轉的

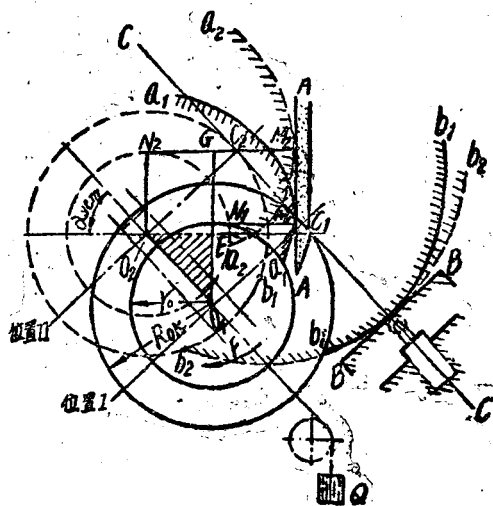


圖 10

角速度。

对砂輪 AA 来講，中心点 O 在單位時間远离砂輪的距离为：

$$GN_2 = M_2N_2 - M_1N_1 = O_2E$$

嚙合点 M 沿垂直于砂輪并和基圓相切的嚙合綫 MN 移动的速度为：

$$V = GN_2 = O_2E$$

从三角形 O_1O_2E 中可求得 V 和 V_1 的关系：

$$V = V_1 \cdot \cos \alpha_{ycm}$$

根据漸开綫的嚙合原理，我們知道嚙合点沿嚙合綫移动的速度等于基圓上一点的圓周速度：

$$V = r_o \cdot \omega \quad r_o \omega = R_{o\kappa} \cdot \omega \cos \alpha_{ycm}$$

$$r_o = R_{o\kappa} \cdot \cos \alpha_{ycm}$$

式中： r_o = 剃齿刀的基圓半徑。

由上面的公式可知当齿輪磨床的導軌傾斜时，就不需要为基圓直徑不同的剃齿刀專备許多相应直徑的漸开綫凸輪，而只要改变傾斜角 α_{ycm} ，每个凸輪即能适应很多个基圓直徑在一定範圍內的剃齿刀。

剃齿刀齿形和砂輪的接触点在單位時間內由 M_1 移到 M_2 移动的速度：

$$V_2 = M_1M_2 = O_1E_1 = V_1 \sin \alpha_{ycm}$$

这样，砂輪的工作部分将不再是以 A 点形成的圓周，而是一个环形面，傾斜角愈大环形面愈寬。但是如果傾斜角过大，則砂輪环形面上各点（例如 M_1 和 M_2 ）的綫速度相差过大，砂輪的磨損将不均匀，也就不可能保証剃齿刀齿形的精度。另外，当角度过大时，砂輪容易磨損相邻齿，根据工厂經驗最适当的傾斜角应为 $13 \sim 25^\circ$ 。

机床的傳动机构在[机床与工具]1958年第8期中已有介紹，故不多述。

2. Y7125型齒輪磨床的調整

(1) 裝置漸開綫凸輪，調整工作台傾斜角。

漸開綫凸輪的基圓直徑大致等于所磨剃齒刀的節圓直徑。為磨制各種尺寸的剃齒刀、插齒刀和標準齒輪，應準備成套的漸開綫凸輪，其基圓直徑彼此相差5%。

工作台傾斜角可以變更的範圍為 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，但最適當的角度為 $13^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。如果磨制的剃齒刀螺旋角很大，則工作台的傾斜角最好不要超過 20° ，否則剃齒刀兩端面的漸開綫齒形差別將很大。調整工作台傾斜角根據下式決定：

$$\cos \alpha_{ycm} = \frac{d_o}{D_{ок}}$$

式中： α_{ycm} = 工作台傾斜角； d_o —— 剃齒刀的基圓直徑； $D_{ок}$ —— 漸開綫凸輪的基圓直徑。

漸開綫凸輪的漸開綫允許誤差為0.003公厘。

(2) 裝置分度盤。分度盤的精度直接影響剃齒刀的齒距誤差。因而分度盤本身的精度要求很高；相鄰齒距誤差不得超過0.003公厘，齒距積累誤差不得超過0.008公厘。分度盤的槽數應等于剃齒刀的齒數或等于其整倍數。分度盤座的安裝面的徑向和端面擺差均不得超過0.002公厘。

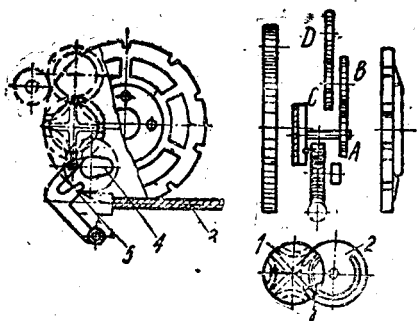


圖 11

(3) 裝置分度齒輪 (圖11)。分度齒輪按下式選擇：

$$\frac{A \cdot C}{B \cdot D} = \frac{24}{z}$$

式中: z —— 剃齿刀齿数; $A \cdot C$ —— 主动齿輪; $B \cdot D$ —— 从动齿輪。

分度盘和分度齿輪也可根据表 3 直接选择。

表 3

工件 齿数	分 度 齿 輪				分度盘 齿 数	工件 齿数	分 度 齿 輪				分度盘 齿 数
	A	B	C	D			A	B	C	D	
9	96	60	90	54	45	45	48	90	80	80	45
10	96	60	90	60	60	46	54	90	60	69	46
11	96	60	90	66	66	47	54	90	80	94	47
12	96	72	90	60	48	48	60	90	60	80	48
13	96	72	90	65	52	49	27	90	80	49	49
14	96	80	90	63	42	50	48	90	72	80	100
15	64	60	90	60	45	51	36	90	80	68	51
16	80	80	90	60	48	52	27	90	80	52	52
17	64	60	90	68	68	53	27	90	80	53	53
18	64	72	90	60	72	54	30	90	80	60	54
19	64	60	90	76	76	55	36	90	72	66	55
20	64	80	90	60	60	56	30	90	81	63	56
21	64	80	90	63	42	57	36	90	80	76	57
22	64	80	90	66	66	58	54	90	60	87	58
23	64	80	90	69	46	59	27	90	80	59	59
24	64	72	90	80	48	60	27	90	80	60	60
25	64	80	81	60	100	61	27	90	80	61	61
26	54	81	90	65	52	62	54	90	60	93	62
27	60	90	72	51	27	63	27	90	80	63	63
28	48	80	90	63	56	64	27	90	80	64	64
29	64	80	90	87	58	65	27	90	80	65	65
30	54	90	80	60	60	66	27	90	80	66	66
31	64	80	90	93	62	67	27	90	80	67	67
32	54	90	80	64	64	68	27	90	80	68	68
33	54	90	80	66	66	69	36	90	60	69	69
34	54	90	80	68	68	70	36	90	60	70	70
35	48	90	81	63	70	72	36	90	80	96	72
36	48	90	80	64	72	74	27	90	80	74	74
37	54	90	80	74	74	76	27	90	80	76	76
38	54	90	80	76	76	78	30	90	60	65	78
39	60	90	60	65	78	80	36	90	72	96	80
40	54	90	80	80	80	82	27	90	80	82	82
41	54	90	80	82	41	83	27	90	80	83	83
42	54	90	60	63	42	88	27	90	60	66	88
43	54	90	80	86	43	100	24	90	72	80	100
44	54	90	60	66	88	102	24	90	60	68	102

安装分度齿輪必須保持适当的齿隙, 无论过紧或过松都会影

响剃齿刀的齿距精度。

(4) 调整分度机构的分度时刻 (圖11): Y7125型齿輪磨床是半自动的机床, 工作台每一往复行程終了, 剃齿刀能自动进行分度。分度必須在剃齿刀的齿頂离开砂輪, 滑动的工作台退移到最高位置时进行。因此首先应轉动手柄使工作台退移到最高位置, 再轉动軟軸 3 使偏心輪 4 将分度盘的定位銷 5 頂起, 然后将軟軸軸端插回軸套。

(5) 装置工件心軸: 工件心軸是磨剃齿刀齿形的基准, 它直接影响剃齿刀的齿形精度和齿距精度。工件心軸的制造公差要求很严; 徑向、端面和錐度对軸綫的摆差均不得超过0.002公厘。安装在机床的軸套中檢驗心軸的徑向和端面摆差也不得超过0.003公厘。如超过0.003公厘, 則应将主軸取出, 旋轉一个角度再重新装置, 以使心軸和軸套的摆差能互相抵消到最小数值。

(6) 調整砂輪架的旋轉角: 磨直齿的剃齿刀时, 砂輪端面应平行于剃齿刀的軸綫, 即砂輪架位于 0° 。如磨螺旋剃齿刀时, 則砂輪架必須旋轉一个角度。剃齿刀圖紙上一般所标注的是在节圓处的螺旋角和法向压力角, 而磨齿形是按基圓柱展开的原理。所以砂輪架旋轉的角度应等于剃齿刀在基圓处的螺旋角。可按下式計算:

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \alpha_{\theta_s} &= \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} \\ \operatorname{tg} \beta_0 &= \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha_{\theta_s}\end{aligned}$$

式中: α ——剃齿刀法向压力角; β ——剃齿刀在节圓处的螺旋角; α_{θ_s} ——剃齿刀端面压力角; β_0 ——剃齿刀在基圓处的螺旋角, 即砂輪架旋轉角。

(7) 砂輪的选择和安装:

磨齿形时, 正确选择砂輪对提高生产率和保証磨齿精度及光

潔度有決定性作用。模數為1.5~2.5公厘的剃齒刀使用的砂輪粒度為100~120，硬度為 $M_2 \sim M_3$ ；模數為2.75公厘以上的剃齒刀，使用的砂輪粒度為80~100，硬度為 $M_2 \sim M_3$ ；剃齒刀淬火以前粗磨齒形用的砂輪硬度應為 $CM_1 \sim CM_2$ 。

修整砂輪的方法對砂輪的磨削性能有很大影響。粗磨時要經常修整砂輪，並且金鋼石往復要快，以使砂輪表面粗糙，提高砂輪的磨削性能。而當精磨時修整砂輪要緩慢平穩，以使砂輪表面平整光滑，保證剃齒刀齒形光潔度達到▽▽▽9。

修整砂輪用的金鋼石必須保持尖銳鋒利，特別是磨制修正齒形的剃齒刀，否則會影響齒形的精度和光潔度。

砂輪裝在砂輪軸上不允許有軸向或徑向擺動。為此，在更換新砂輪時，必須修整砂輪兩端面的不平整處，並在法蘭盤和砂輪間墊放紙板。砂輪孔徑和法蘭盤軸徑之間間隙必須保持均勻一致。法蘭盤裝在砂輪軸上後須用手轉動，并用木錘輕輕敲擊，以便消除可能產生的徑向擺差。然後再用碳化硅砂輪碎塊大致修整砂輪，消除擺差，進行平衡。在砂輪的工作端面修成一圈圓槽，作為修整砂輪時金鋼石的空刀槽用。

精磨時，為了提高剃齒刀齒形的光潔度，在用金鋼石修整砂輪後，須再用很細的油石或木棒輕輕將鋒利而又將脫落的砂粒去掉，以免擦壞剃齒刀光潔的齒形。

精磨齒形齒厚留量為0.05~0.07公厘。

(8) 砂輪位置的調整：

安裝砂輪後，將剃齒刀裝在主軸上，根據剃齒刀來調整砂輪在剃齒刀軸向和徑向的位置以及砂輪端面至主軸的距離。

(i) 軸向位置 (圖12)：

磨直齒剃齒刀砂輪位於正中位置，磨右旋剃齒刀砂輪應向左

移，磨左旋剃齒刀則砂輪應向右移。先大致調整砂輪沿剃齒刀軸向的位置，使在滑動磨齒時能均勻的磨到齒的全長。最后調整須根據剃齒刀檢驗齒形的結果來決定，必須保持剃齒刀兩端面的齒形曲線對應相等（兩端面齒形曲線相互的差異不得大于0.012公厘）。

(ii) 徑向位置:

搖動機床手柄使工作台向下滑動（剃齒刀隨之做滾動運動），當滑到最低位置時，調整砂輪在徑向的位置，使砂輪剛剛伸入屑孔，如圖 13 所示的砂輪位置4。

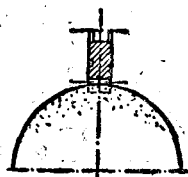


圖 12



圖 13

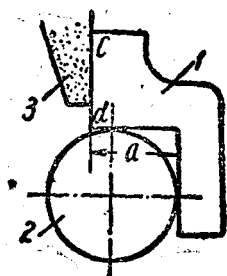


圖 14

(iii) 砂輪端面至主軸的距离:

當工作台滑到最低位置時，砂輪端面至主軸軸綫的距离一般是由觀察（目測）大致決定，也可以利用簡單的樣板來調整（圖14）:

$$a = \frac{d}{2} + \rho_{\text{最小}}$$

式中 d —— 安裝剃齒刀的主軸軸徑;

$\rho_{\text{最小}}$ —— 剃齒刀有效齒廓的最小曲率半徑。

如果剃齒刀的螺旋方向為左旋，樣板 1 應緊貼于主軸的端面 2 上，樣板的 cd 邊應和砂輪 3 相貼合。如剃齒刀為右旋，則樣