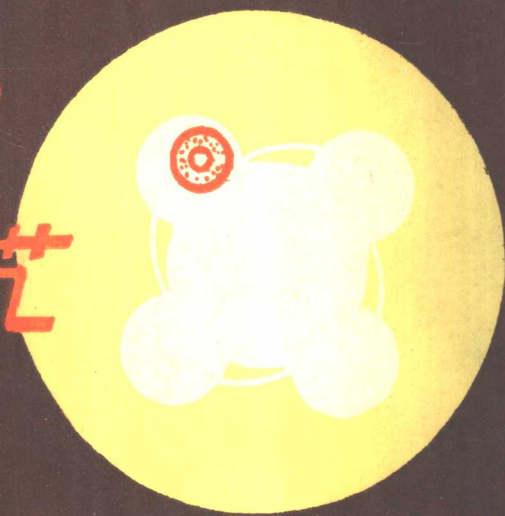


顾锡琦 编著

圆板牙的 制造工艺



机械工业出版社

圓板牙的制造工艺

顧錫琦編著



机械工业出版社

1959

目 次

緒言	3
第一章 圓板牙的結構、尺寸和技术条件	5
1 圓板牙的結構(5)——2 圓板牙的尺寸及精度(6)——3 圓板牙的技术条件(9)	
第二章 制造圓板牙的工艺分析	12
1 毛坯的選擇及材料定額的決定(12)——2 加工过程(14)——3 主要操作間加工余量的确定(16)	
第三章 制造圓板牙的工艺規程	19
第四章 各操作加工的說明	19
1 切断(19)——2 磨尖头(32)——3 校直(32)——4 大角車床加工(33)——5 洗滌(42)——6 磨削下端面及去磁(43)——7 磨外圓(44)——8 繞調整槽(45)——9 倒另一端 50° 孔角(49)——10 打標章(51)——11 鑽出屑孔(55)——12 出屑孔去毛刺(67)——13 兩平面去毛刺(67)——14 攻螺紋(67)——15 洗滌(77)——16 粗銼切削錐部(77)——17 鑽調整孔及緊固孔(83)——18 热处理(88)——19 磨兩端面及去磁(90)——20 刃磨前刀面(90)——21 精銼磨切削錐部(99)——22 清理螺紋(103)——23 磨蝕(103)	
第五章 圓板牙的總結檢查及切削效能試驗	105
1 總結檢查(105)——2 切削效能試驗(106)	
第六章 圓板牙工具的計算	108
1 鉸刀直徑的計算(110)——2 板牙絲錐螺紋直徑的計算(110)——3 精鉸絲錐螺紋直徑的計算(112)——4 組合絲錐尺寸的計算(114)——5 鉸孔樣柱直徑的計算(120)——6 內徑不過樣柱直徑的計算(121)——7 螺絲柱桂螺紋直徑的計算(121)	
附录 1 公制基本緊固螺紋 2 級精度螺釘的極限尺寸及公差	124
附录 2 英制螺紋 2 級精度螺釘的極限尺寸及公差	125

緒 言

圓板牙是一種加工外螺紋結構比較簡單而使用很普遍的切削刀具。雖然它的結構比較簡單，但是要製造出質量高、成本低的圓板牙，倒並不是一件容易的事情。特別是國家提出了多、快、好、省建設社會主義的方針後，在製造圓板牙方面也應符合這個方針，使製造圓板牙在數量上要多；在質量上要高；在生產效率方面要快；在經濟成本方面要省。為了達到這個目的，因此來討論和研究如何製造圓板牙是很有意義的。

在刀具製造中，採用合理而先進的加工方法和工藝裝備，是決定刀具質量及生產效率的主要因素。若是工藝不先進，工藝裝備選用不合適，想製造出質量好而生產效率高的圓板牙那是很困難的。

本書主要是根據上海工具廠生產圓板牙的經驗來編寫的；採用的工藝適合大量生產，因為所採用的設備及工藝裝備有很多是專業化的，生產效率比較高。機器製造廠的工具車間或生產圓板牙數量較少的單位在加工方法和加工步驟方面基本上和大量生產時相同，但在設備和工藝裝備方面應該盡量採用通用的和萬能的。專用設備及專用工藝裝備採用過多，不但會加大了製造成本，而且還加重了工具車間的工作負擔。

本書在第四章各操作加工的說明中，有一部分操作也談及在少量生產圓板牙時應該採用什麼樣的設備和工藝裝備，以適合少量生產圓板牙時的需要。

圓板牙在一般使用中，主要的規格是公制 $M3 \sim M24$ 、英制 $1/8" \sim 1"$ ，這些規格要佔所有圓板牙總消耗量的 98% 以上。因為規格大的外螺紋一般是採用車制的方法加工的，除非在非常不得已的情況下才使用圓板牙來鉸絲。故本書在介紹時以 $M3 \sim M24$ 及 $1/8" \sim 1"$ 的規格範圍作為重點。小規格的圓板牙雖然在鐘表儀器業方面用得很多，但由於加工工艺與太的不同，故本書亦不加以討論。

在我国大跃进的时代里，机器制造业正以一日千里的速度發展着，刀具制造方面亦正在向世界先进水平迈进，独创一举的加工方法在群众的革新中将会不断地涌现出来。本书所介绍的一些东西，仅是过去一个阶段已取得的一些经验，可以作为新从事于圓板牙制造人员的参考。

第一章·圓板牙的結構、尺寸和 技術條件

本書所介紹的圓板牙各部分尺寸、精度及技術條件是根據上海工具廠目前生產的資料。

圓板牙的結構及基本尺寸與蘇聯國家標準ГОСТ 2173-51相同。前角的大小是根據多次試驗而得到的結果，其數字主要是根據試驗後的性能而決定，故與ГОСТ 2173-51所規定的不一樣。由於前角的變更，出屑孔的位置（ D_1 ）及大小（ a ）和切削刃的寬度（ f ）亦作了相應的修改，因為它們之間有相互的關係。

圓板牙的技術條件基本上是與蘇聯國家標準ГОСТ 1679-53相類似。在驗收時的切削要求方面根據實際情況稍有變更，增加了切削出螺釘的光潔度要求。

1. 圓板牙的結構

圓板牙的結構很簡單，由一個零件組成。在一般的操作情況下，用圓板牙進行一次操作即能完成螺紋的加工工作。圖1所示為圓板牙的結構。

新的圓板牙調整槽與出屑孔是連接起來的，一般不預先鋸開。當圓板牙使用長久後，其直徑尺寸磨損變大時或遇到特殊情況使鉋出的螺釘直徑比標準尺寸稍大或稍小時，才把調整槽與出屑孔之間鋸開。由於調整槽兩邊調整孔的中心與圓板牙的

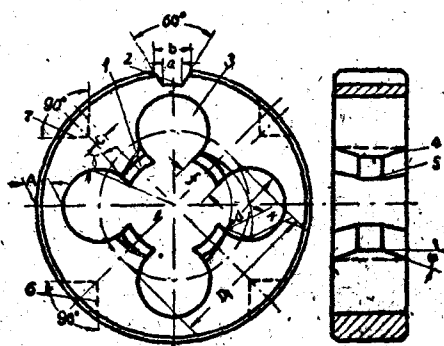
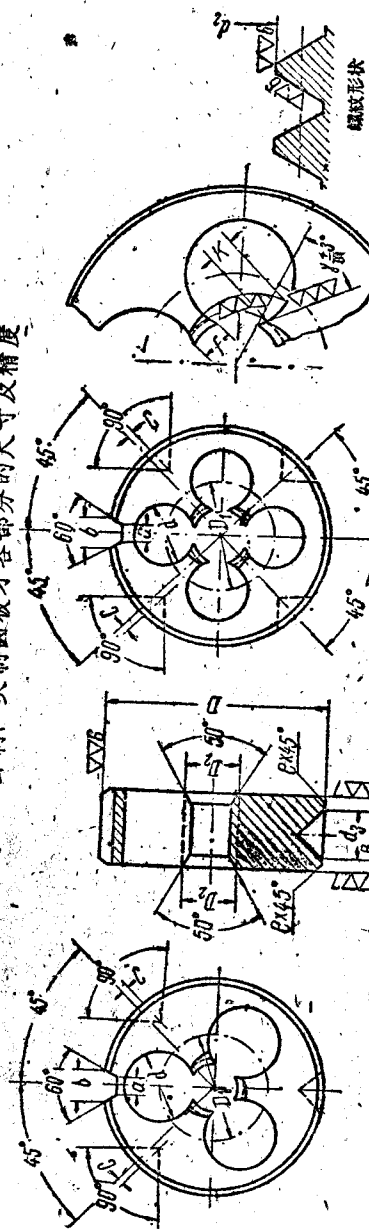


圖1 圓板牙的結構：

1—切削刃；2—調整槽；3—出屑孔；4—切削齒部；5—校準引導部分；6—夾緊孔；7—調整孔。

2. 圓板牙的尺寸及精度

表 1 公制、英制圓板牙各部分的尺寸及精度



螺紋符號	基 本 尺 寸				設 計 尺 寸																			
	D		B		a		b		d ₃		c		D ₂		D ₁		d		f		Y _面	K	z	d ₂ 最大
	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差	尺寸	偏差						
1/8"×40	20	-0.07 -0.21	5	-0.08 -0.21	1.5	3.2 -0.30	3.8	±0.2	0.6	0.5	3.3	+0.25	8.25	6.0	1.1	±0.15	44°	0.3	3	2.323				
3/16"×24	20	-0.07 -0.21	6	-0.08 -0.21	1.5	3.2 -0.30	3.8	±0.2	0.6	0.5	4.9	+0.25	9.1	6.0	1.4	±0.15	34°	0.5	3	3.374				
1/4"×20	20	-0.07 -0.21	7	-0.10 -0.21	1.5	3.0 -0.30	4.5	±0.2	0.6	0.5	6.5	+0.30	9.9	5.4	1.5	±0.15	34°	0.6	4	4.687				
5/16"×18	25	-0.07 -0.21	9	-0.10 -0.21	1.5	4.0 -0.30	5.2	±0.2	0.8	0.8	8.0	+0.30	12	6.3	1.8	±0.15	35°	0.6	4	6.092				
3/8"×16	30	-0.07 -0.21	11	-0.12 -0.21	1.5	4.0 -0.30	6.0	±0.2	1.0	0.8	9.6	+0.30	14.7	8.0	2.2	±0.20	31°	0.8	4	7.450				

7/16" x 14	30	-0.07 -0.21	11	-0.12	1.5	4.0	-0.30	6.0	±0.2	1.0	0.8	11.2	+0.35	15.2	7.5	2.7	±0.20	31°	0.8	4	8.745
1/2" x 12	38	-0.08 -0.25	14	-0.12	1.5	4.5	-0.30	6.5	±0.3	1.2	0.8	12.8	+0.35	19.3	10.5	3.0	±0.20	39°	1.0	4	9.941
9/16" x 12	38	-0.08 -0.25	14	-0.12	1.5	4.5	-0.30	6.5	±0.3	1.2	0.8	14.4	+0.35	20.3	10	3.8	±0.20	31°	1.25	4	11.529
5/8" x 11	45	-0.08 -0.25	18	-0.12	1.5	5.3	-0.30	7.5	±0.3	1.2	0.8	16.0	+0.35	23.5	12	4.4	±0.20	23°	1.5	4	12.868
3/4" x 10	45	-0.08 -0.25	18	-0.12	1.5	5.3	-0.30	7.5	±0.3	1.2	0.8	19.3	+0.50	24.5	10	4.5	±0.20	22°	1.25	5	15.746
7/8" x 9	55	-0.10 -0.30	22	-0.14	2.0	6.5	-0.36	8.5	±0.3	1.5	1.0	22.4	+0.50	30	13	4.8	±0.30	23°	1.5	5	18.556
1" x 8	55	-0.10 -0.30	22	-0.14	2.0	6.5	-0.36	8.5	±0.3	1.5	1.0	25.6	+0.50	31.5	13	5.0	±0.30	20°	1.75	5	21.275
M3 x 0.5	20	-0.07 -0.21	5	-0.08	1.5	3.2	-0.30	3.8	±0.2	0.6	0.5	3.1	±0.25	8.25	6	1.1	±0.15	43°	0.3	3	2.327
M3.5 x 0.6	20	-0.07 -0.21	5	-0.08	1.5	3.2	-0.3	3.8	±0.2	0.6	0.5	3.6	+0.25	8.5	6.0	1.2	±0.15	45°	0.3	3	2.695
M4 x 0.7	20	-0.07 -0.21	5	-0.08	1.5	3.2	-0.3	3.8	±0.2	0.6	0.5	4.1	+0.25	8.8	6.0	1.3	±0.15	32°	0.5	3	3.064
M5 x 0.8	20	-0.07 -0.21	7	-0.10	1.5	3.2	-0.3	4.5	±0.2	0.6	0.5	5.1	+0.25	9.1	5.5	1.7	±0.15	32°	0.5	3	3.932
M6 x 1.0	20	-0.07 -0.21	7	-0.10	1.5	3.0	-0.3	4.5	±0.2	0.6	0.5	6.1	+0.3	9.9	5.4	1.5	±0.15	41°	0.6	4	4.668
M7 x 1.0	25	-0.07 -0.21	9	-0.10	1.5	4.0	-0.3	5.2	±0.2	0.8	0.8	7.1	+0.3	12	6.3	2.2	±0.2	34°	0.6	4	5.668
M8 x 1.25	25	-0.07 -0.21	9	-0.10	1.5	4.0	-0.3	5.2	±0.2	0.8	0.8	8.1	+0.3	12	6.3	1.8	±0.15	32°	0.6	4	6.340
M9 x 1.25	25	-0.07 -0.21	9	-0.10	1.5	3.6	-0.3	5.2	±0.2	0.8	0.8	9.1	+0.3	12.9	6.5	2.1	±0.2	33°	0.8	4	7.340
M10 x 1.5	30	-0.07 -0.21	11	-0.12	1.5	4.0	-0.3	6.0	±0.2	1.0	0.8	10.1	+0.35	15	8.0	2.3	±0.2	29°	0.8	4	8.011
M11 x 1.5	30	-0.07 -0.21	11	-0.12	1.5	4.0	-0.3	6.0	±0.2	1.0	0.8	11.1	+0.35	15.2	7.5	2.6	±0.2	28°	0.8	4	9.011
M12 x 1.75	38	-0.08 -0.25	14	-0.12	1.5	4.6	-0.3	6.5	±0.3	1.2	0.8	12.1	+0.35	19.3	12.5	3.3	±0.2	31°	1.0	4	9.684

(續)

螺紋符號	基 本 尺 寸				設 計 尺 寸															
	D		B		a	b		d ₃		e	D ₂		D ₁	d	f		Y _頂	K	Z	d ₂ 最大
	尺寸	偏 差	尺寸	偏 差		尺寸	偏 差	尺寸	偏 差		尺寸	偏 差			尺寸	偏 差				
M14×2.0	38	-0.08 -0.25	14	-0.12 1.5	4.6 -0.3	6.5 ±0.3	1.2 0.8	14.1 +0.35	20.3 10	4.0 ±0.2	30° 1.25	4	11.355							
M16×2.0	45	-0.08 -0.25	18	-0.12 1.5	5.3 -0.3	7.5 ±0.3	1.2 0.8	16.1 +0.35	23.5 12	4.2 ±0.2	20° 1.5	4	13.355							
M18×2.5	45	-0.08 -0.25	18	-0.12 1.5	5.0 -0.3	7.5 ±0.3	1.2 0.8	18.2 +0.5	24.5 12	4.6 ±0.2	20° 1.5	4	14.701							
M20×2.5	45	-0.08 -0.25	18	-0.12 1.5	5.0 -0.3	7.5 ±0.3	1.2 0.8	20.2 +0.5	25.5 10.5	4.4 ±0.2	20° 1.25	5	16.701							
M22×2.5	55	-0.10 -0.30	22	-0.14 2.0	6.5 -0.36	8.5 ±0.3	1.5 1.0	22.2 +0.5	30 13	4.8 ±0.2	20° 1.5	5	18.701							
M24×3.0	55	-0.30 -0.10	22	-0.14 2.0	6.5 -0.36	8.5 ±0.3	1.5 1.0	24.2 +0.5	31 13	5.0 ±0.3	20° 1.5	5	20.046							

注：1) 材料——为××。圓板牙一般是用9分鋼制造，上海工具厂采用为××鋼制造（有时也用9分鋼制造），这主要是使圓板牙在热处理时减少变形。

2) 热处理——切削部分硬度 $R_{C59\sim63}$ 。

3) 圓板牙各切削刃口間的摆幅不得超过0.2公厘。

4) M16~M24, 5/8"~1"的圓板牙前刃面磨成直线形；小于M16, 5/8"的圓板牙前刃面磨成曲线形。

5) 圓板牙前刃面磨光部分的长度应不小于：M3~M5, 1/8"~3/16"——3个螺紋高；M6~M10, 1/4"~7/16"——2.5个螺紋高；M11~M24, 1/2"~1"——2个螺紋高。

6) 标记——在圓板牙端面上打有下列字样：厂标；例上☆工螺紋符号；M12鋼号；为××。

7) 其余要求按圓板牙技术条件。

中心有一 [C] 值的錯位，故借此可把圓板牙的直徑縮小。如欲使圓板牙直徑變大時，則可利用調整槽上的 60° 斜面用制頭螺釘調整。不過，由於結構的限制，直徑的調整量甚小。

圓板牙的切削幾何參數只有三個：一是切削錐角 φ ；一是前角 γ ；另一是後角 α 。一般 α 不直接用度數表示，而是用切削錐部上的錐量 K 來代表 α 的大小。 α 與 K 之間的關係見下式：

$$K = \frac{\pi d_2 \tan \alpha}{Z}$$

式中 d_2 ——螺紋內徑； Z ——切削刀數。

圓板牙的校準引導部分只有前角 γ ，沒有後角，即 $\alpha = 0$ 。所以圓板牙校準引導部分不但起着切削後螺紋校準的作用，而且在切削時還起着引導工件的作用。

3. 圓板牙的技術條件

一、技術條件

1) 在圓板牙的表面上不得有裂紋、剝落、燒傷、毛刺、銹蝕及熱處理時所留下的鹽的痕跡。

2) 圓板牙表面光潔度按 [機BO-56] ● 應為：

A. 螺紋表面不低於 6 級；

B. 螺紋直徑大於 4 公厘螺距到 2 公厘的圓板牙，切削刀前面在 3 個螺紋高處，不得低於 7 級；

C. 螺距大於 2 公厘的圓板牙，切削刀前面在 2 個螺紋高處，不得低於 7 級；

D. 螺紋直徑到 4 公厘的圓板牙，切削刀前面不得低於 6 級；

E. 圓板牙切削刀的後面，當圓板牙螺紋直徑大於 6 公厘時不得低於 7 級；直徑到 6 公厘時不得低於 6 級；

F. 支撐端面不得低於 7 級；

G. 外徑圓周表面不得低於 6 級。

3) 圓板牙必須去磁。

4) 圓板牙外徑的極限偏差按 X_4 (机 10-55)● 寬度按 B_4 (机 17-55)●。

5) 直徑 5 至 52 公厘之圓板牙, 对螺紋中心綫的徑向擺幅在錐形心棒上測量外圓周表面时, 不得大于 0.15 公厘。

根据訂貨者的要求, 可以制成徑向擺幅不超过下列要求的圓板牙:

螺紋直徑为 11 公厘的 0.10 公厘;

螺紋直徑大于 11 至 22 公厘的 0.12 公厘。

6) 圓板牙兩端面必需互相平行并垂直于孔的中心綫。

直徑 5 至 52 公厘圓板牙的端面擺幅当在錐形螺紋心棒上檢查时, 距中心最远一点不得超过 0.25 公厘。

根据訂貨者的要求, 可以制成端面擺幅不超过下列要求的圓板牙:

螺紋直徑为 11 公厘的 0.08 公厘;

螺紋直徑大于 11 至 22 公厘的 0.10 公厘;

螺紋直徑大于 22 公厘的 0.12 公厘。

注: 4)、5)、6) 各条之極限尺寸及擺幅值, 系指未切口前的圓板牙而言。

7) 夾緊螺釘孔及調整螺釘孔的中心綫, 对圓板牙中間平面的偏位不得超过:

圓板牙寬度为 18 公厘的 0.2 公厘;

圓板牙寬度大于 18 公厘的 0.25 公厘。

8) 在端面上測量切削部分錐度的直徑应大于圓板牙螺紋的外徑。

9) 圓板牙应用 γ 鋼制造。

10) 在尽可能接近刃口处, 測量切削刃的硬度, 应在 $R_c 59 \sim 63$ 之間。

11) 在切削部分, 不得有脫碳及軟点。

12) 圓板牙切削的螺紋, 对公制基本螺紋及英制螺紋应在 2 級精度範圍內, 公制細牙螺紋則为 F 級精度。圓板牙工作寿命应符合 [高速鋼刀具切削用量手册] 所推荐的数据。

經訂貨者的同意，可以制造切削3級精度螺紋的圓板牙。

二、驗收規則及試驗方法 作好的产品，应由制造工厂的技术檢查科进行檢驗。制造工厂应保証其出产的全部圓板牙符合本标准的要求，并給每一批开具合格証。每一批圓板牙必需是一种尺寸、一种牌号的鋼制造的。

訂貨者有权对供应的圓板牙的質量檢查是否符合本技术条件各项要求，以下面所規定的方法（第1~7条）进行复驗。复驗圓板牙的数量如下：

从每批中抽出5%但不得少于5个圓板牙进行外觀及尺寸的檢查；从每批中抽出2%但不少于2个圓板牙进行硬度及效能試驗。

1) 圓板牙之工作試驗应在符合国家标准精度的車床、六角車床或自动車床上，将圓板牙夹持在能保証工作时各方向自由移动的浮动式圓板牙架上进行。

2) 用硬度为 H_B 160~190 的 45 号鋼进行試驗。

3) 螺紋螺距为 2.5 公厘及大于 2.5 公厘的毛坯应預先切成不大于 $2/3$ 齿高深度的螺紋。

4) 試驗时切削速度应符合下表之規定：

圓板牙螺紋直徑 (公厘)	小于6	大于6到10	大于10到18	大于18到30	大于30
切 削 速 度 (公尺/分)	1.8~2.2	2.5~2.8	3.0~3.4	3.5~3.8	4

5) 当試驗圓板牙时，应采用5%（按重量）乳化油 水溶液或硫化油作为冷却剂，其流量每分鐘不得少于5公升。

6) 切削螺紋时应輕快均匀，无抖动阻塞。

7) 用圓板牙切削的螺紋，螺紋不得有乱扣，其所切削出工件的螺紋表面应为 $\nabla \nabla 4$ 級，并不得有麻点和刻痕（制造厂应有符合該項标准的样塊）。

8) 圓板牙切削試驗之螺紋总長度为：

螺紋直徑到5公厘的

100 公厘；

螺紋直徑大于5到8公厘的

150 公厘；

螺紋直徑大於 8 公厘的

200 公厘。

9) 承受切削試驗的圓板牙，其切削刃不得有剝落、鈍痕及其他缺陷。經過試驗後的圓板牙應保持其切削性能並能繼續使用。

10) 當有任何一項條件不符合本標準要求時，應進行加倍數量的重複試驗。這時，即使有一個圓板牙不合格，則整批圓板牙都報廢。

三、標記與包裝

1) 在圓板牙的端面上應標志：

(1) 廠標；

(2) 螺紋符號；

(3) 鋼號；

(4) 左扣螺紋的圓板牙標上「左」字。

2) 包裝前每個圓板牙必須仔細地擦淨，並塗上一層防銹油。

3) 塗油後，每個圓板牙須用防濕紙包紮，每包的圓板牙數量得根據圓板牙尺寸由工廠自行規定之。

4) 每包上必須粘貼標籤或打有下列字樣的印記：

(1) 廠名或廠標；

(3) 圓板牙的鋼號；

(2) 圓板牙的符號；

(4) 每包內圓板牙的數量。

5) 各包圓板牙應緊密地裝於內襯防濕紙的木箱內，並應採取防止機械撞傷的方法。

6) 每箱的總重，不得超過 50 公斤。

技術條件中用公制的螺紋直徑及螺距來代表圓板牙的規格大小，英制的圓板牙技術條件與公制的相同，可把英制的螺紋直徑或螺距化成公厘後，按公制所規定的螺紋直徑或螺距進行計算。

第二章 製造圓板牙的工藝分析

1. 毛坯的選擇及材料定額的決定

產品圖中規定製造圓板牙的材料為 $\text{W} \times \text{L}$ ，對材料的技術條件並無特殊要求，故鋼廠熱軋出來的 $\text{W} \times \text{L}$ 合金工具鋼即可應用，不需再

經過鍛打處理等方法改變其金相組織。因此製造圓板牙的毛坯選用熱軋圓鋼。

在材料規格不成套的情況下，往往沒有適當的規格可選用，可能有時只有大料，或者是料子太小。為了節省金屬材料及符合加工余量的要求，可以採取鍛打的方法來改變原材料的規格，使其符合規定的毛坯直徑尺寸。

材料消耗定額決定於毛坯的重量及材料料頭消耗率（以下簡稱料頭率），因此在計算消耗定額前，先計算毛坯重量及料頭率。

材料的毛坯重量是和毛坯的直徑及割料的寬度有關係。由於工具鋼的直徑公差均是正的，因此在計算重量時，直徑的數據可採用名義直徑加上公差的一半。割料的寬度在計算時需將割刀（或鋸條）的寬度亦算進去，可按下列式計算：

$$G = \frac{\pi \left(D' + \frac{1}{2} \Delta D' \right)^2 (l + B) \gamma}{4 \times 10^6},$$

式中 G ——圓板牙單位毛坯的重量（公斤）；

D' ——毛坯的名義直徑（公厘）；

$\Delta D'$ ——毛坯的公差（公厘）；

l ——毛坯割料的最大長度（公厘）；

B ——割刀（或鋸條）的寬度（公厘）；

γ ——材料的比重（公斤/公寸³）。

當大量生產時，採用六角車床加工，多件合併割料時（即割下一段材料可以製造多件圓板牙）須計算單件毛坯的重量，近似地可按下列式計算：

$$G = \frac{\pi \left(D' + \frac{1}{2} \Delta D' \right)^2 (L' + B) \gamma}{4 \times 10^6 n},$$

式中 n ——一段材料可製造圓板牙的件數；

L' ——製造 n 件圓板牙割料的總長度（公厘）；

D' 、 $\Delta D'$ 、 γ 、 B 與前式相同。

材料的料頭率，根據多次實際使用的結果，可以得出具體的經驗數字。表 2 所列为上海工具廠的料頭率經驗數字。

表2 料头率

割料尺寸	長度 (公厘)						
直徑	1~21	22~45	46~80	81~100	101~120	121~150	大于150
(公厘)	料头率(%)						
小于 50	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
大于 50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0

表2中的料头率数字只适用于高速鋼及合金工具鋼。

有了材料的毛坯重量及料头率后,即可按下式計算材料消耗定額:

$$H = G(1 + K)$$

式中 H ——單位材料消耗定額 (公斤);

G ——單件材料毛坯重量 (公斤);

K ——材料料头率 (%)。

例如: 制造 $3/8"$ 圓板牙, 大量生产, 車削工作在六角車床进行。

已知: $D' = 32$, $\Delta D' = 1.1$, $L' = 989$, $B = 2.0$, $n = 65$ 。

則單件材料消耗定額 H 为:

$$\begin{aligned}
 H &= G(1 + K) = \frac{\pi \left(D' + \frac{1}{2} \Delta D' \right)^2 (L' + B) \gamma (1 + K)}{4 \times 10^6 \pi} \\
 &= \frac{3.1416(32 + 0.55)^2 (989 + 2) 7.85 (1 + 0.035)}{4 \times 10^6 \times 65} = 0.1033 \text{ 公斤。}
 \end{aligned}$$

2. 加工过程

在大量生产圓板牙时的加工步驟可按下列的順序进行:

- 1) 切斷;
- 2) 磨尖头;
- 3) 校直;
- 4) 六角車床或自动車床加工;
- 5) 洗滌;
- 6) 磨割下端面及去磁;
- 7) 磨外圓;
- 8) 銑調整槽;
- 9) 倒另一端 50° 孔角;
- 10) 打標記;
- 11) 鑽出屑孔;
- 12) 出屑孔去毛刺;
- 13) 兩平面去毛刺;
- 14) 攻螺紋;

- | | |
|---------------|-------------|
| 15) 洗滌; | 16) 粗銼切削錐部; |
| 17) 鑽調整孔及緊固孔; | 18) 熱處理; |
| 19) 磨兩端面及去磁; | 20) 刃磨前刀面; |
| 21) 精銼磨切削錐部; | 22) 清理螺紋; |
| 23) 防蝕。 | |

若原材料的硬度过高，对机械加工不利时，則在切断后可进行退火，以降低原材料的硬度。

无校直机而采用人工敲直时，則第2操作磨尖头可以省略。

第5操作中的洗滌工作，主要是适用于用硫化油作为冷却剂的自动車床加工，若在用乳化油作为冷却剂的六角車床上加工，則可不用洗滌。

按照产品圖的規定，板牙外圓的公差較大，光潔度要求也不高，是不需要經過磨加工的，但是考虑到工艺上的需要，而加了一道磨外圓来縮小外圓的公差及徑向的摆幅度；使在攻制螺紋时，板牙和夹具能配合得好一些，提高攻絲时絲錐和圓板牙的同心度，并对攻出螺紋的光潔度及扩大量等情况有利，以此可以改善圓板牙的切削性能。

鑽好出屑孔后攻絲，是一項新工艺，若能够掌握，則不但能提高生产效率，并能节省工具，用一种絲錐代替两种絲錐工作。若在試驗时有問題一下子不能解决，則也允許把攻絲操作暂时分成粗鉸螺紋和精鉸螺紋两个步骤。粗鉸螺紋操作放在鑽出屑孔之前，精鉸螺紋操作仍按原来第14操作。

第16操作为粗銼切削錐部，主要是减少热处理后銼磨切削錐部的余量，防止圓板牙在銼磨时由于余量过大而發生退火現象。規格小的圓板牙可以不經過此項加工。

热处理后的磨兩端面，可以放在精銼磨切削錐部及刃磨前刀面之前，亦可以放在該兩操作之后，分析起来，各有其利弊，放在精銼磨切削錐部及刃磨前刀面之前的优点是， D_2 尺寸容易控制，因为兩端面已磨过，厚度尺寸 B 已定；缺点是在精銼磨切削錐部及刃磨前刀面时，砂輪容易碰到端面，产生了磨痕。由于兩端面已經过精加工，所以产

生磨痕后就需要退修。

若把磨两平面操作放在精銼磨切削錐部及刃磨前刀面之后，則在銼磨或刃磨时虽碰伤端面，也沒有什么关系，因为还要精磨两端面。这个缺点虽能克服，但是在銼磨时的 D_2 尺寸就較难控制了；因为精磨两端面时 D_2 随磨削量的大小而發生变化。两方面比較起来，銼磨及刃磨时碰伤端面的情况经过較長时间的熟練操作后，是能够避免的，故还是把热处理后的精磨两平面操作放在精銼磨切削錐部及刃磨前刀面的操作之前較为合适。

制造圓板牙数量較少时，采用的操作步骤基本上与上面大量生产时相同。所不同的就是可以采用一部分万能的和通用的設備及工艺装备。

3. 主要操作間加工余量的确定

在刀具制造中，如何正确且合理的确定加工余量是一个重要的方面。圓板牙虽然結構比較簡單，加工也并不麻煩，但假使加工余量选用不当，也同样会影响圓板牙的質量及生产效率。加工余量太多，不但增加了加工工时，而且还浪費了貴重的金屬材料；如果加工余量太少，則会使加工的尺寸及表面光潔度受到影响，致使造成报廢現象。

加工余量分两方面，一是总余量（即毛坯的总加工余量），一是分操作的加工余量。这两方面的目的和要求不同，总余量主要是根据刀具表面硬度的要求，合理的去除原材料表面的脫碳層，使经过热处理后能够保証得到所要求的刀具硬度。因此总余量是与原材料表面脫碳層的深度及毛坯加工情况有关，而主要是原材料的脫碳層深度。操作間的加工余量为的是在該操作能保証得到所要求的尺寸、几何形状及表面光潔度。因此总余量不一定等于各操作間加工余量之和，除非在刀具外表面（指外圓、两平面等）的硬度沒有特殊要求时，总余量才等于各操作間加工余量之和。如果刀具外表面的硬度有特殊要求时，往往总余量要大于各操作間加工余量之和；因为工具鋼的表面脫碳層較深，要去除表面脫碳層，就須切削掉一層較厚的金屬。