



机械工人
活叶学习材料

404



談談进步滾刀和 胜利滾刀

顧凌霄編著

机械工业出版社

內容提要 进步滾刀和胜利滾刀，都是現場中正在广泛推广的先进滾刀。进步滾刀的切削效率比一般滾刀要高达七、八倍。胜利滾刀能在大走刀量下进行精加工，加工表面質量良好，生产率可以提高一倍以上。

本書較通俗地講解了这两种滾刀的理論基础，結構及其計算等，对滾刀的磨制和使用也作了扼要的叙述。書中举有計算实例，書后还附有供实际应用的附表。本書內容適合金屬切削工人以及有关技術人員参考。

編著者：張凌霄

NO. 2713

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 28 千字 印張 $1\frac{5}{16}$ 00,001—10,050 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·1805

定 价 (9) 0.12 元

— 普通滾刀存在的缺点

在祖國大規模經濟建設中，金屬切削加工工業突飛猛進，高生產率刀具不斷出現，科列索夫車刀、列昂諾夫銑刀、奇妙刨刀、席樂夫鑽頭等廣泛被應用，使生產效率提高幾倍到十幾倍；但在滾齒方面仍舊保持原有加工方法，不能滿足生產要求。提高滾齒的生產效率，已成為目前生產中的關鍵問題。

為什麼滾齒效率提不高呢？這是因為滾刀本身存在着某些缺點。大家知道，一般滾齒用的滾刀，在滾切時，整個切削負荷大部集中在幾個刀齒上，而其他的刀齒卻承當很少甚至沒有參加切削。開始切進工件的牙齒磨損大，中間的牙齒磨損較小（如圖1）。這說明滾刀各牙齒的負荷是不均勻的。

為了便於分析滾刀各個牙齒的負荷，將滾刀各牙齒編上號，正中間的牙齒為1號齒，前一齒為2號齒，最先切入工件的牙齒

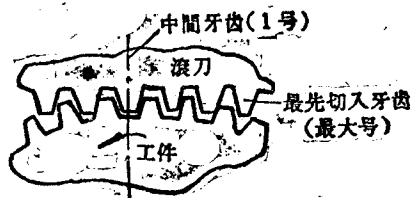


圖 1

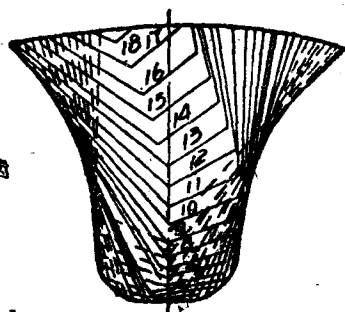


圖 2 一般滾刀的工作情況（1號齒為中間齒，18號齒為邊齒）。

为最大号齿。滚齿时根据展开原理，它的切削图形如图2所示（此图中假定每个齿都切削到金属）。从图中可以很明显地看出，各牙齿切下的切屑厚度是不同的，中间号数小的牙齿切下的切屑薄，而边上号数大的牙齿切下的切屑却厚得很，这样各牙齿的载荷不均，号数大的牙齿（边上的牙齿）先磨损。

再一方面，我们知道滚刀有顶刃和侧刃两部分，在切削刃长度来看，顶刃占的比例不大，但从图3可以看出，顶刃部分是切削负荷最重的地方，因此，滚刀的磨损，大部在几个载荷集中的齿的顶刃方面。

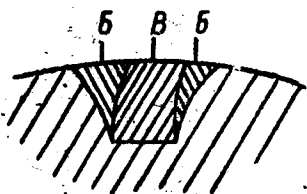


图3 滚刀顶刃切去最多的金属如图中的B。

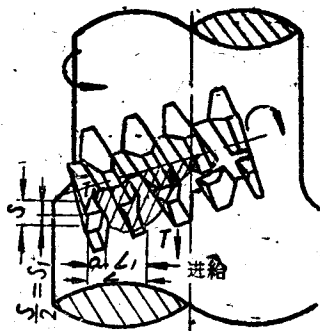


图4 逆铣时接触带。

为了进一步了解滚齿时接触情况，我们看看图4。我们知道，一个圆柱齿轮和一个圆柱体滚刀斜一个螺旋角相交进行切削，它的接触带一定是一个曲线，如图4上的阴影部分所示。把它表示明显一些，如图5所示。从图5中可以看出，在 $S = 10$ 公厘时， l_1 （第一个9公厘的长度内）部分的刀具它就担任着7公厘的工作， l_2 （第二个9公厘的长度内）部分的刀具只负担了2公厘的工作，在 l_3 （第三个9公厘的长度内）部分的刀具就只担负了1公厘的工作了。这说明前面的一些刀具负荷很重，如果进给量增加时，它们的负荷将会增加更多，所以磨损很快，因此继续提高进给量受到限制。

二 什么是进步滚刀

进步滚刀就是针对以上缺点，改变了最前列的几个刀齿齿顶的高度，使得各刀齿切削负荷均匀，从而可以大大提高走刀量的粗加工先进滚刀。

根据圖 5 所表示出的缺点来看，只要能使接触带部分的曲线改成直线（如圖 6 上 $T_2-T'_2$ 所示的一段），就能保证滚刀各个刀齿的负荷均匀，它的切削图形如圖 7 所示。

要符合接触带部分曲线的改变，就必须改变齿轮滚刀外圆的形状，结果就得到如圖 8 所示外形的进步滚刀了。用这种滚刀粗加工齿轮，走刀量最大可达 8 公厘/轉，切削效率提高 5~8 倍。

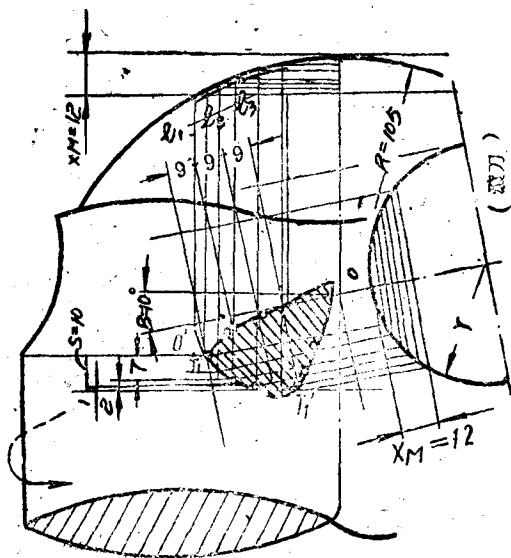


圖 5

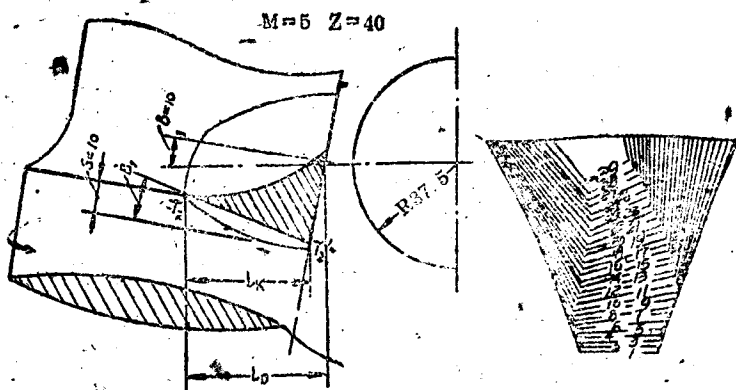


圖 6 进步滾刀的接触帶。

圖 7 进步滾刀的工作情况。

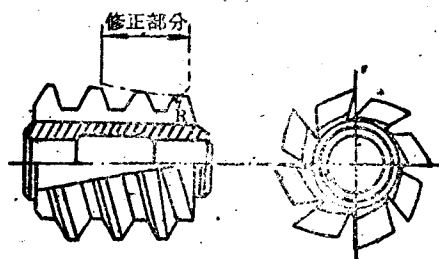


圖 8 进步滾刀。

三 进步滾刀的計算

在进步滾刀的計算中，一般要求出以下几个数据（參看圖9、10、11）：

1. 修正角 β_1 ；
2. 滾刀修正長度 L_K ；
3. 在接触綫上沿滾刀軸綫方向等分的距离 A_i ；

4. 分段点上沿水平方向的計算距离 A 。

現在把計算中要用的公式介紹如下。

在圖 9 中，粗綫所示的就是所要求的接触綫，它与水平成修正角 β_1 。設每齿切下的切屑厚度为 S_z ，在一般工作情況下可采用：

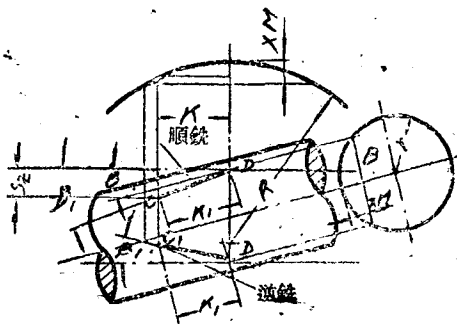


圖 9 進食滾刀接触帶的計算。

切削鑄鐵 $S_z = 0.3$ 公厘；

切削鋼件 $S_z = 0.25$ 公厘。

設滾刀安裝角为 β ，滾刀相邻齿間在水平上的距离为 K ，則：

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{S_z}{K} \quad (1)$$

从圖 9 上几何关系可以看出：

$$K = \frac{K_1 \cos \beta_1}{\cos(\beta_1 - \beta)} \quad (\text{当 } \beta_1 > \beta \text{ 时}), \quad (2)$$

$$\text{或 } K = \frac{K_1 \cos \beta_1}{\cos(\beta - \beta_1)} \quad (\text{当 } \beta_1 < \beta \text{ 时}), \quad (3)$$

K_1 是滾刀相邻齿間沿軸綫的距离。

將 K 值代入 (1) 得：

$$\frac{S_z}{\operatorname{tg} \beta_1} = \frac{K_1 \cos \beta_1}{\cos(\beta - \beta_1)} \quad (\text{当 } \beta_1 < \beta \text{ 时}),$$

$$\text{而} \quad \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_z \cdot \cos \beta}{K_1 - S_z \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \beta} \quad (4)$$

$$(\text{因 } \frac{S_z}{\operatorname{tg} \beta_1} = \frac{K_1 \cdot \cos \beta_1}{\cos(\beta - \beta_1)})$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_z \cdot \cos(\beta - \beta_1)}{K_1 \cdot \cos \beta_1} = \frac{S_z (\cos \beta \cdot \cos \beta_1 + \sin \beta \cdot \sin \beta_1)}{K_1 \cos \beta_1}$$

$$= \frac{S_2 \cos \beta + S_2 \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \beta_1}{K_1}。$$

$$K_1 \operatorname{tg} \beta_1 = S_2 \cos \beta + S_2 \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \beta_1,$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 (K_1 - S_2 \sin \beta) = S_2 \cos \beta,$$

$$\therefore \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_2 \cdot \cos \beta}{K_1 - S_2 \sin \beta} = \frac{S_2 \cos \beta}{K_1 - S_2 \cos \beta \operatorname{tg} \beta}。$$

根据 K_1 的定义而得: $K_1 = \frac{\pi M \cdot \cos \beta}{z_\varphi}$,

$$\text{即: } \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_2 \cdot z_\varphi}{\pi M - z_\varphi \cdot S_2 \cdot \operatorname{tg} \beta}。 \quad (5)$$

式中 z_φ 为滚刀齿数。

现在我们来对滚刀长度进行计算, 在图 10 中, 我们可以从几何关系看出:

$$L_K = \frac{L_{pac}(\beta - \beta_1)}{\cos \beta_1},$$

$$\text{而 } L_{pac} = \frac{S}{\operatorname{tg} \beta_1},$$

$$\therefore L_K = \frac{\cos(\beta - \beta_1) S}{\sin \beta_1}。 \quad (6)$$

式中 L_{pac} ——水平计算长度;

L_K ——滚刀修正长度;

S ——走刀量。

L_K 算出后, 可根据实际情况放长。

公式 (6) 中 S 为所给定的, 它与齿轮模数、齿数发生关系, 这些数值可从附表 1 及附表 2 中查出。

以上为顺铣, 如为逆铣, 则可改变公式 (3)、(5)、(6) 的符号, 得出以下公式:

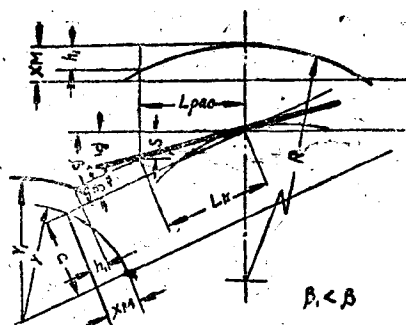


圖10 滾刀長度計算。

$$K = \frac{K_1 \cos \beta_1}{\cos(\beta + \beta_1)}, \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_z \cdot z_q}{\pi M + z_q \cdot S_z \cdot \operatorname{tg} \beta}, \quad (8)$$

$$L_K = \frac{\cos(\beta + \beta_1) S}{\sin \beta_1}. \quad (9)$$

圖 11 是將圖 10 放大，并表示清楚一些来看。从圖 11 可得（圖 11 是逆銑情况）：

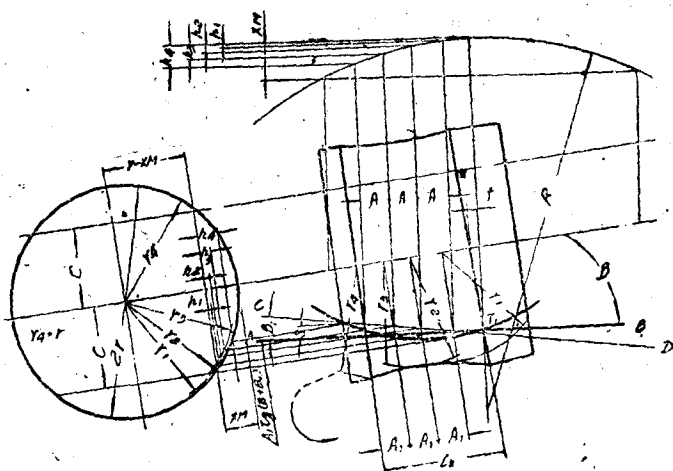


圖 11

$$A = \frac{A_1 \cos \beta_1}{\cos(\beta + \beta_1)}. \quad (10)$$

（可从公式 7 中比例得出）。

A_1 为在接触線上沿滾刀軸綫方向等分的距离，它可用模數近似地表示出：

齒輪齒數 15~40 41~60 61~90 91~240 241~300

A_1 數值 0.6M 0.8M 0.9M 1M 1.2M

A 为分度点上水平計算距离。

A_1 数值得出以后, 可再根据 L_K 来修正, 使 $\frac{L_K}{A_1} = n$ (整数)。

从圖 11 又可以看出:

$$h_1 = R - \sqrt{R^2 - A^2};$$

$$h_2 = R - \sqrt{R^2 - (2A)^2} \text{ 等等};$$

$$\text{即: } h_n = R - \sqrt{R^2 - (nA)^2}。 \quad (11)$$

式中 R 为齿輪外圓半徑; n 为分段的某一段。

同样, 从圖 11 又得:

$$r_1 = \sqrt{(r - XM + h_1)^2 + [C - A_1 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \beta_1)]^2},$$

$$r_2 = \sqrt{(r - XM + h_2)^2 + [C - 2A_1 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \beta_1)]^2},$$

$$\text{即: } r_n = \sqrt{(r - XM + h_n)^2 + [C - nA_1 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \beta_1)]^2}。 \quad (12)$$

式中 r_n 为滾刀齿頂在 n 分段处的半徑;

r 为滾刀外圓半徑。

XM 为銑切深度 (一般等于 $2.25M$, 如为粗加工再減去精加工留量)。

$$C = \sqrt{r^2 - (r - XM)^2} = \sqrt{XM(2r - XM)}。$$

$$\text{又: } f = C \cdot \operatorname{tg} \beta。 \quad (13)$$

在这几个公式中为逆銑, 如为順銑, 同样只要改变某些符号即可 (在公式 (10)、(12) 上), 順銑时可得:

$$A = \frac{A_1 \cos \beta}{\cos(\beta - \beta_1)}。 \quad (14)$$

$$r_n = \sqrt{(r - XM + h_n)^2 + [C - nA_1 \cdot \operatorname{tg}(\beta - \beta_1)]^2}。 \quad (15)$$

以上所介紹的公式, 可以归納成以下两类用途:

在逆銑时用公式 (8)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13);

在順銑时用公式 (5)、(6)、(11)、(13)、(14)、(15)。

在磨制滾刀时, 可用样板来檢查, 它的放置情况如圖 12 所示, 圖中 B 为样板。

圖12 檢查樣板放置圖。

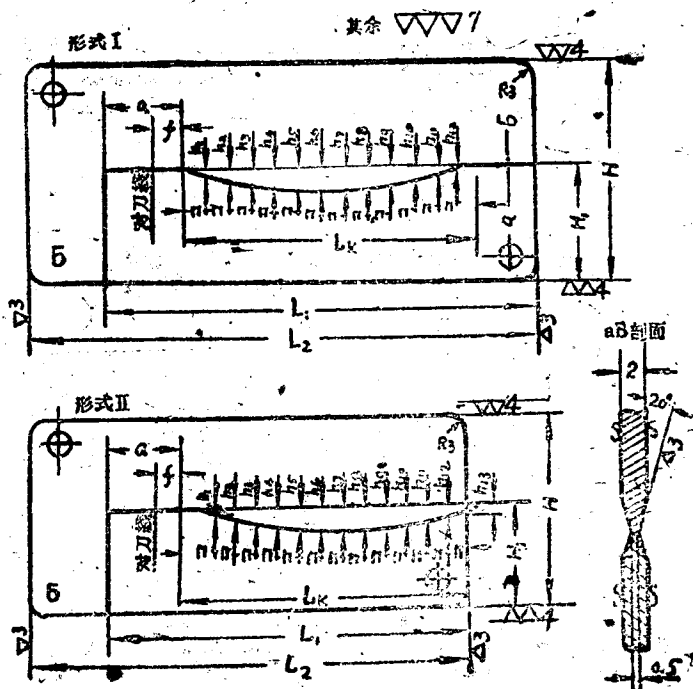


图13 进步滚刀样板。

进步滚刀的样板形式如图 13 所示。

样板尺寸计算：

$$h_1 = r - r_1, \quad h_2 = r - r_2,$$

$$\text{即:} \quad h_n = r - r_n, \quad (16)$$

$$a = (1 \sim 2.5)\pi M; \quad (17)$$

(a 最少可取 $3M$ ，如有可能，可适当放长)。

其他口等于以上式中 A_1 ，而 L_n 、 f 也都按上列公式计算。

至此全部计算完畢。

计算举例 已知条件：有正齿輪 $M=8$ ， $Z=170$ ， $R=688$ ；逆铣。 S 取 0.25 公厘， S 按附表 1 得 8.2 公厘/轉。

工件为球墨鑄鉄，滚刀 $r=62.5$ ， $Z_\varphi=9$ ， $\beta=4^\circ 27'$ 。

$$1) \text{ 按公式 (8) 得: } \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{S_2 \cdot \pi \varphi}{\pi M + \pi \varphi \cdot S_2 \cdot \operatorname{tg} \beta} = 0.08892,$$

$$\text{得 } \beta_1 = 5^\circ 5'.$$

$$2) \text{ 按公式 (9) 得: } L_n = \frac{\cos(\beta + \beta_1) S}{\sin \beta_1} = 91.27 \text{ 放至 } 92.73.$$

$$3) A_1 = 1M = 8, \text{ 放大至 } 8.43 \text{ (取 } 8.43 \times 11 = 92.73 \text{)}.$$

$$4) \text{ 按公式 (10) 得: } A = \frac{A_1 \cos \beta}{\cos(\beta + \beta_1)} = 8.5143.$$

$$5) \text{ 按公式 (11) 得: } h_1 = R - \sqrt{R^2 - A^2} = 0.05.$$

$$6) \text{ 按公式 (12) 得: } r_1 = \sqrt{(r - XM + h_1)^2 [C - A_1 \operatorname{tg}(\beta + \beta_1)]^2} \\ = 61.51$$

$$(XM = 2.25M = 18)$$

$$(C = \sqrt{XM(2r - XM)} = 43.886).$$

$$7) \text{ 按公式 (13) 得: } f = \operatorname{ctg} \beta = 3.415 \text{ (现取 } 3.22 \text{)}.$$

8) 从而得样板上尺寸：

$$\text{按公式 (16) 得: } h_1 = r - r_1 = 0.99.$$

按公式 (17) 得: $a = 3M = 24$ 。

其他 $\Pi = A_1$, L_k, f 都已算出 ($L_k = 92.73, f = 3.22$)。

这样一点一点算出, 得出圖 14 的尺寸。

为了实用及减少計算麻煩, 现将4~18M的正齿輪进步滾刀样板尺寸詳細数字, 列成附表 3 及附表 4 (此样板用于逆铣, 其数据符号参照圖13)。

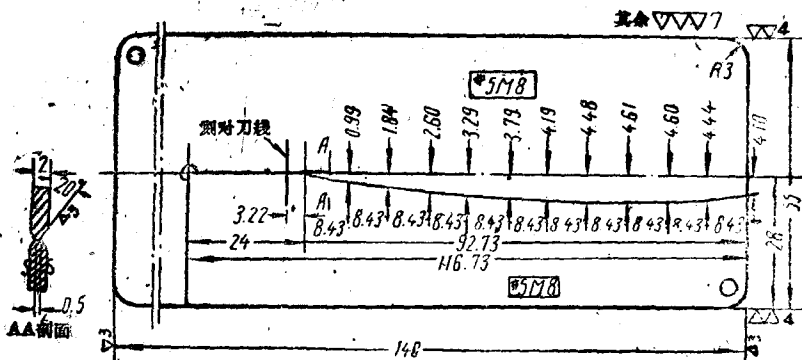


圖14 进步滾刀卡板 *5×M8 雌雄一付。

技术条件: 1—材料, 鈹板;

2—曲綫部分要光滑, 不准有棱角出現, 形状公差±0.025;

3—敲字 *5×M8;

4—刻对刀綫 (寬度不得大于0.1);

5—条件許可的話, 可以渗碳淬火 $HRC_{50 \sim 55}$ 。

四 进步滾刀的磨制与使用

1. 进步滾刀的磨制 进步滾刀可用一般滾刀磨制而成, 磨制的方法大致有以下几种:

1) 在鑄齒車床上加設靠模裝置，用一般不寬的砂輪，進行改磨滾刀的齒頂獲得。

2) 用寬砂輪依靠鑄削，不加裝靠模。

3) 在普通工具磨床上，附裝一套靠模工具，用成形砂輪一次磨出，如圖 15 所示。圖中寬彈簧撐撐在齒的前面，運動時，滾刀即沿螺旋槽而轉動。在沒有鑄床設備的工廠，這種方法是比較可行的一種。磨制時須要注意的是，滾刀和样板放置的位置不能搞錯。磨制一般銑正齒輪右旋滾刀時，如果見到滾刀的前面，那

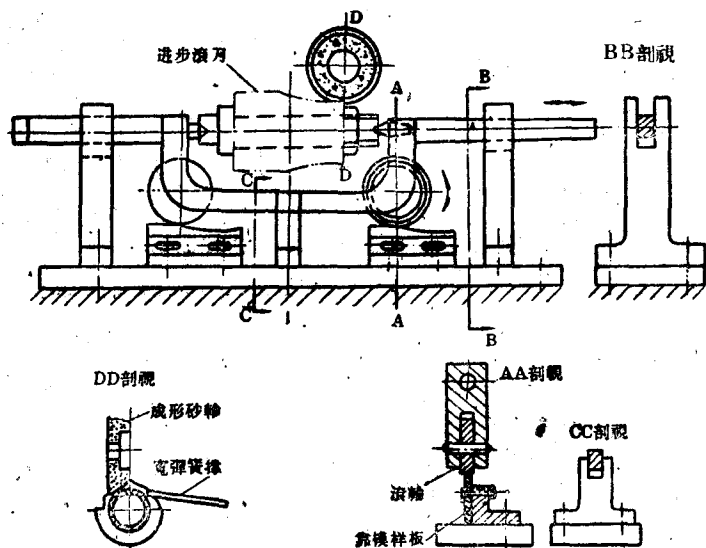


圖15 磨進步滾刀的靠模裝置。

么样板 B 面应在左面，如圖 12 所示的位置。另一方面，靠模曲綫的形狀应按照滾子及砂輪直徑大小不同來進行修正。磨好後需在基準齒上刻出 0.2 公厘深的綫來，以便使用時對刀。

如果認為用以上所示的样板，檢查軸向不方便（样板是根据軸向檢查而制成的），可以做一個軸向檢查样板架，如圖 16 所示。

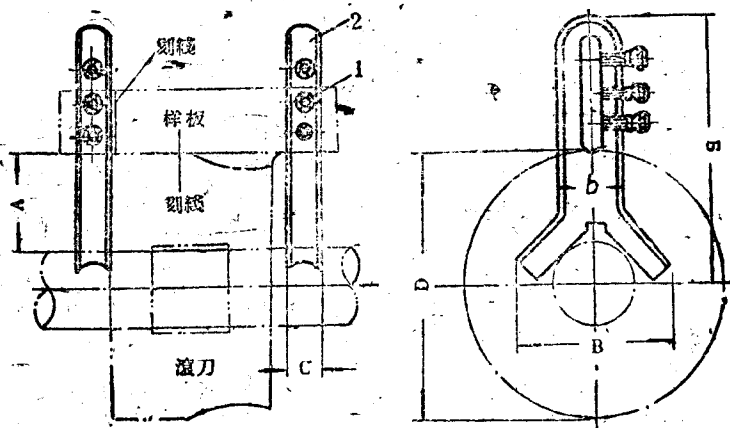


圖16 檢查軸向曲綫用的样板架。

样板架的尺寸規範（公厘）

M	D	A	H	B	b	C	M	D	A	H	B	b	C
4	80	26.5	115	55	30	15	9	140	50	115	65	30	15
4.25~4.5	85	29.0					10	150	55				
5	90	31.5					10~11	200	70	175	110	40	20
5.5	100	34.0					12~15	230	80				
6	105	36.5					16	250	90				
6.5	110	39.0					18	270	95				
7.5	115	41.5	115	55	30	15	20~30	290		175	120	40	20

全部磨好后，再磨出齒頂上的R圓角（如圖 8 所示）。

2. 进步滚刀的使用 在使用时应该注意以下几点:

1) 滚刀上的基准齿(刻有对刀线)上的牙齿)必须准确的位在加工齿的中心, 它的误差不得超过 ± 0.5 。

2) 滚齿深度应符合计算深度 X_M 。

3) 工件与刀具必须夹持牢固。

4) 冷却液必须在滚刀的全部长度上不断供给。

5) 在刚开始切入时, 切削速度要减少 $1/3$ (切削速度根据一般机床所用速度)。要是机床操作方便, 也可以采用减少走刀量的方法。

6) 刀具径向跳动量不得超过 0.05 ; 齿轮外圆跳动量不得超过 0.08 。

3. 实际使用举例 某厂曾用上面所举例的进步滚刀切削, 其试验过程如下。

设备 捷克滚床FO-10型。

刀具 用普通高速钢(P Φ_1) 滚刀(上海工具厂出品)按计算改制成进步滚刀, 滚刀规格为: 压力角 20° , 模数8, 外径 $\phi 125$ 公厘。

试验材料 甲级球墨铸铁正齿轮, $M=8$, $z=170$, 压力角 $=20^\circ$, 外径 $=1376$ 公厘, 齿长为 160 公厘。

切削用量记录

粗滚: 吃刀深 17 公厘。

顺序	n (轉/分) (刀具)	V (公尺/分)	S (公厘/轉)	机动时间(分)	冷却液
1	63	25	4.3	17	磺化油
2	63	25	6.78	64	磺化油
3	63	25	4.3	16	磺化油

共計加工时间(机动时间)97分。

精滾（仍用此把滾刀）

順序	n (轉/分) (刀具)	V (公尺/分)	S (公厘/轉)	机动時間(分)	冷却液
1	80	31.4	1.2	38	礦化油
2	100	39.2	1.2	16	礦化油
3	100	39.2	1.2	301	礦化油

共計加工時間(机动時間)355分。

以往用普通滾刀加工同樣齒輪時的切削用量

粗滾(吃刀深16公厘)				精 滾			
n (轉/分) (刀具)	V (公尺/分)	S (公厘/轉)	机动 時間 (時)	n (轉/分) (刀具)	V (公尺/分)	S (公厘/轉)	机动時間 (時)
40	15.8	1.2	13	63	25	1.2	9

从以上切削用量的記錄来看，可以清楚地看出进步滾刀的效率是很高的：

粗滾比以前生产率提高約为 8 倍；

精滾比以前生产率提高約为 1.8 倍（均以机动時間計算）。

五 进步滾刀的优缺点

1 优点: 1) 制造簡單，可以用一般滾刀磨制而成。

2) 能提高走刀量，粗加工可提高效率 5~8 倍。

3) 使用方便，不需要任何輔助裝置。

4) 在同样进刀量情況下，滾刀的使用期限可以大大延長。

5) 可以用同一把刀具进行精加工（进刀量需和普通滾刀一样，不可增加）。

2 缺点: 1) 一把进步滾刀，只适用于某一齿数範圍，因此