

机械工人学习材料

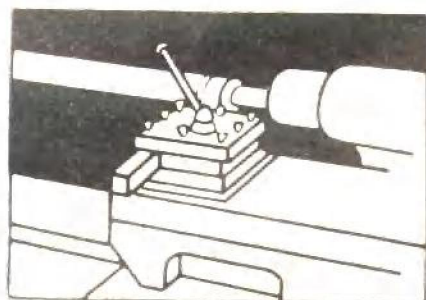
JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

大螺距螺纹的车削

冯万增 编著

车工

20.6



机械工业出版社

目 次

一 概述	1
二 多头螺纹的分头	6
1 小拖板分头法(6)——2 利用车床丝杠分头(9)——3 综合分头法(23)——4 圆周分头法(33)——5 其它分头法(38)——6 赶刀对分头精度的影响(38)	
三 螺纹车刀的安装位置	39
1 水平装刀(40)——2 法向装刀(43)——3 车刀高于或低于工件中心的安装(48)——4 有径向前角 $\gamma_{\text{基}}$ 的螺纹车刀,其刀尖角 ε 与螺纹牙形角 α 的关系(50)	
四 螺纹车刀、切削图形和冷却润滑液	53
1 螺纹车刀(53)——2 切削图形(59)——3 冷却润滑液的选择(65)	
五 快速强力挑蜗杆	66
1 刀具特点(66)——2 车削步骤和要点(68)——3 操作要点(69)——4 冷却润滑液(72)	
六 梯形丝杠的车削	72
1 概述(72)——2 工艺路线(73)——3 低精度短丝杠的高速车削(75)——4 8级梯形丝杠的车削(82)	
七 多刀加工多头螺纹	91
1 用螺纹梳刀加工多头螺纹(91)——2 组装式双刀弹簧刀排(93)	
八 旋风切削螺纹	95
1 概述(95)——2 工作实例——旋风切削双头梯形丝杠(99)	
九 重型矩形螺纹的加工	106
1 用铣刀铣削 矩形螺纹(107)——2 “以铣代车”重型矩形螺	

一 概 述

大螺距（导程）螺纹零件，多用于传递动力、位移或改变运动形式，广泛地应用在金属切削机床、摩擦压力机、蜗轮减速器和一些具有快速进退的机械中。它比普通紧固螺纹，不但螺距（或导程）大、牙槽深，螺纹升角 λ 大，而且精度要求也较高。所以，螺纹的车削特点，显得比较突出，是难度较大的车削工艺。

大螺距（导程）螺纹的牙形，多为三角形、梯形或矩形。现将螺纹各要素的代号和各部尺寸的计算，以及多头螺纹的有关计算简述如下：

1 普通螺纹（GB196-63）

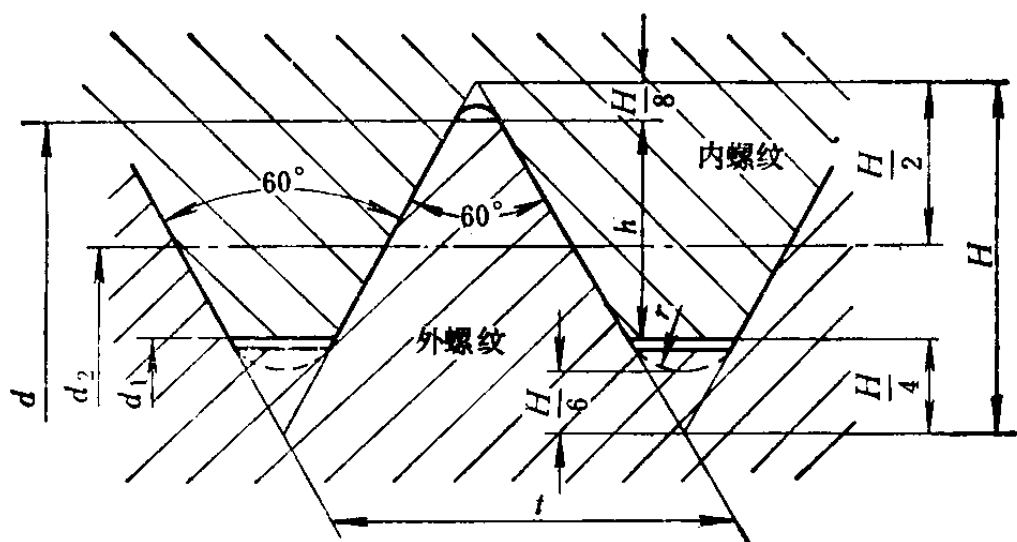


图 1 普通螺纹牙形图

$$H = 0.866t, h = 0.5143t, d_2 = d - 0.6495t, d_1 = d - 1.0825t, r = 0.1443t.$$

标记示例：M36×9/3-2，多头普通螺纹，外径 $d = 36$ 毫米，导程 $S_{\text{导}} = 9$ 毫米，头数 $K = 3$ ，2级精度，右旋。

2 梯形螺纹 (GB784-65)

公制梯形螺纹如图 2 所示。

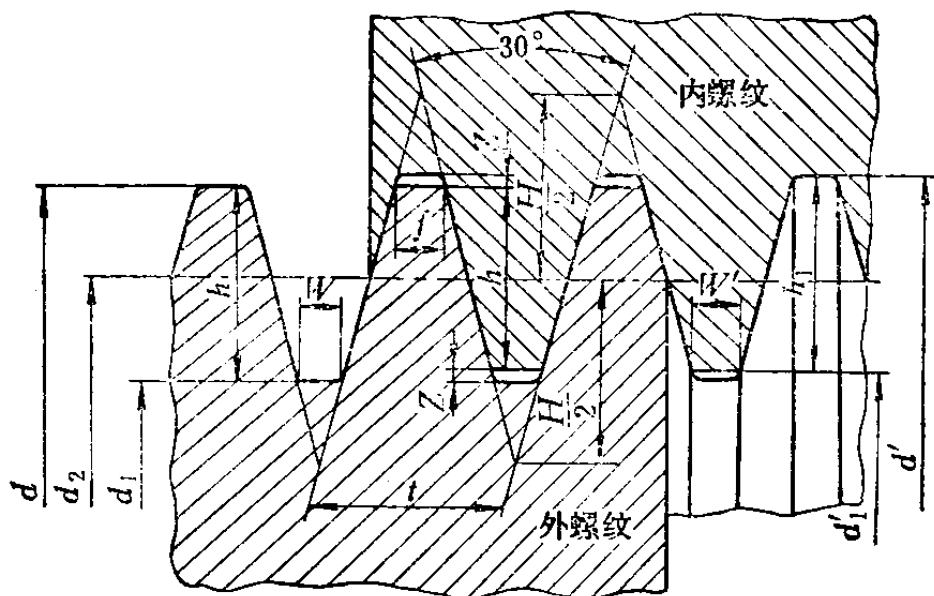


图 2 公制梯形螺纹牙形图

$$H = 1.866t, \quad h_1 = 0.5t + z, \quad W = f' = 0.366t - 0.536z, \quad h = 0.5t, \quad d_2 = d - 0.5t, \quad d'_1 = d - t, \quad f = 0.366t$$

标记示例: T32×12/2-2/3 左, 公制梯形螺纹, 外径 $d = 32$ 毫米, 导程 $S_{\text{导}} = 12$ 毫米, 头数 $K = 2$, 内螺纹 2 级精度, 外螺纹 3 级精度, 左旋。

3 矩形螺纹

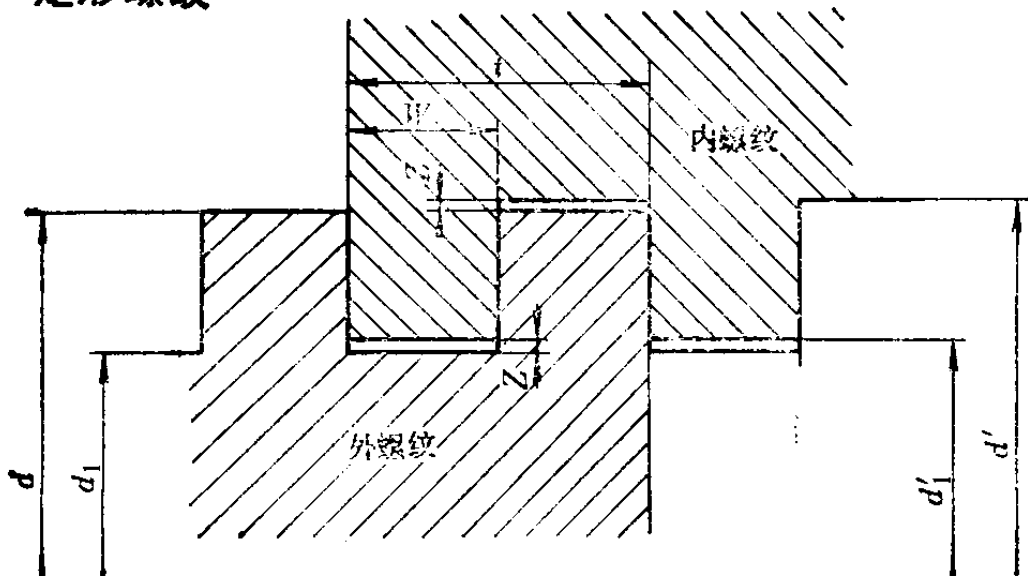


图 3 矩形螺纹牙形图

矩形螺纹又称方牙螺纹，尚未标准化，多用于各种螺旋压力机械中。矩形螺纹没有标准的代号，各部尺寸均在图纸上的牙形细图中标出，如图 3 所示。

4 圆柱形蜗杆

蜗杆属于齿轮类机械零件，其螺纹的轴向断面呈等腰梯形，如图 4 所示。它的牙形角多为 29° 和 40° 两种（即：压力角为 $14\frac{1}{2}^\circ$ 和 20° ）。

表 1 蜗杆螺纹各部尺寸计算表

牙形角 α	模数 m (毫米)	径节 DP (毫米)
29°	$h_1 = 2.157m$	$h_1 = 25.4 \times \frac{2.157}{DP}$
	$f = 1.0536m$	$f = 25.4 \times \frac{1.0536}{DP}$
	$W = 0.9724m$	$W = 25.4 \times \frac{0.9724}{DP}$
40°	$h_1 = 2.2m$	$h_1 = 25.4 \times \frac{2.2}{DP}$
	$f = 0.843m$	$f = 25.4 \times \frac{0.843}{DP}$
	$W = 0.7m$	$W = 25.4 \times \frac{0.7}{DP}$
29° 或 40°	$d_1 = d - 2h_1$	$d_1 = d - 2h_1$
	$t = \pi m$	$t = 25.4 \times \frac{\pi}{DP}$
	$d_2 = d - 2m$	$d_2 = d - \frac{50.8}{DP}$

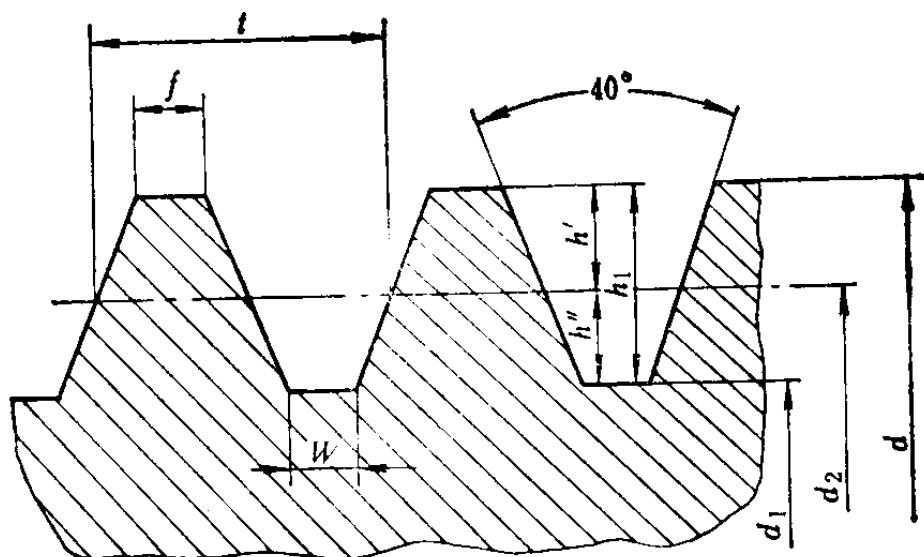


图 4 蜗杆螺纹牙形图

5 多头螺纹

在螺纹传动中，有时由于传动速度的要求，或零件及机械结构的特殊需要，往往需要在螺纹的端截面的圆周上，等分地车出几个螺纹槽，借以在同等的螺纹深度和同等的材料强度下，螺母每旋转一周，比同等螺距的单头螺纹轴向移动头数倍的距离，以达到快速传动。这样的螺纹称为多头螺纹，如图 5 所示。

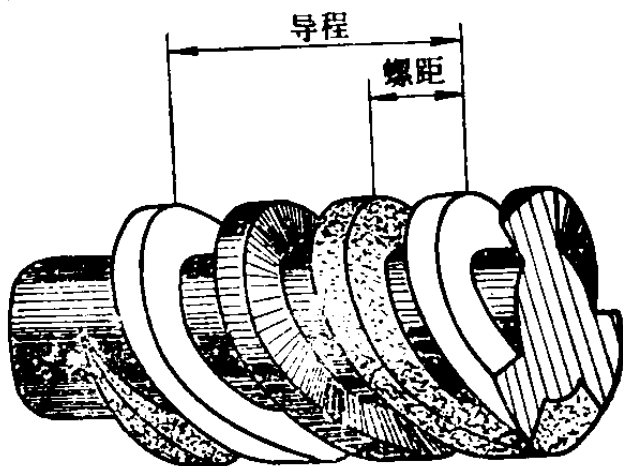


图 5 多头螺纹

螺母每旋转一周轴向移动的距离，称为多头螺纹的导程，用 $S_{\text{导}}$ 表示；

轴截面上相邻的两个螺牙的轴向距离，称为螺距，用 t 表示；

螺纹的头数用 K 表示。

多头螺纹和多头蜗杆的导程可按下式求出：

多头螺纹

$$S_{\text{导}} = K t$$

多头蜗杆

$$S_{\text{导}} = K m \pi$$

普通螺纹、梯形和蜗杆螺纹以及矩形螺纹等，都有单头和多头之分。

除去螺纹升角 λ_f 和螺纹的法向截面的参数计算，多头螺纹的其它主要尺寸的计算，均与单头螺纹相同。

6 螺纹升角的计算

螺纹螺旋线的切线，与垂直于轴线平面的夹角，称为螺纹升角，又叫螺旋角或导程角。

螺纹升角与螺纹直径有关，所以螺纹的牙顶至牙底处的螺纹升角是不等的，如图 6 所示。通常所说的为中经处的螺纹升角，用 λ_f 表示，可用下式计算：

螺纹：

$$\operatorname{tg} \lambda_f = \frac{t K}{d_2 \pi}$$

蜗杆：

$$\operatorname{tg} \lambda_f = \frac{K}{q}$$

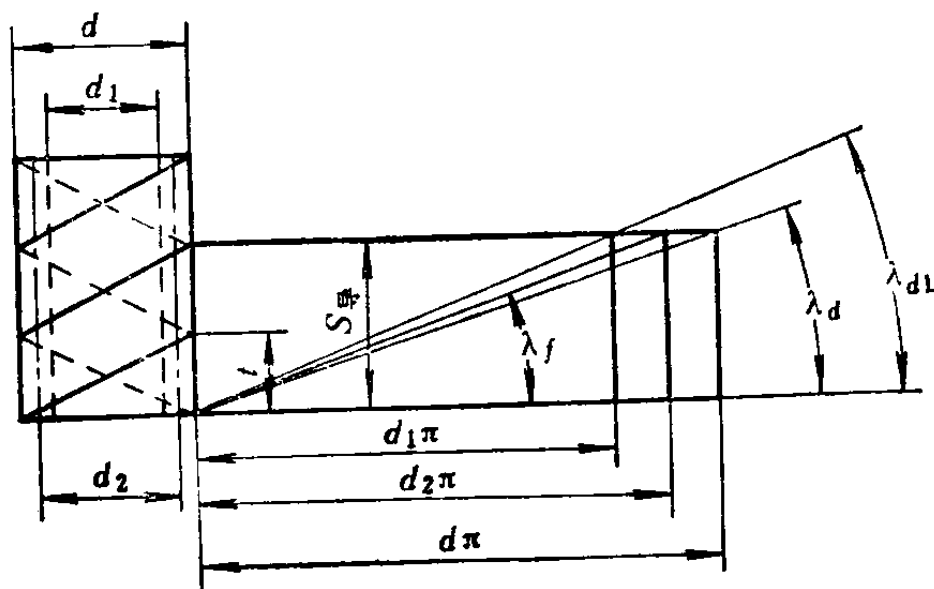


图 6 螺纹升角

式中 q ——蜗杆的特性系数[⊖]。

⊖ 特性系数 q ，是对公制标准圆柱形蜗杆规定的一个特殊参数，已标准化（见表 6）。其计算为：

$$q = \frac{d_f}{m}$$

式中 d_f ——公制标准蜗杆的分度圆直径，
 m ——蜗杆的轴向模数。

二 多头螺纹的分头

车削多头螺纹时，首先应根据螺纹的精度要求、设备条件和批量的大小，合理地选择并正确地使用某一种分头方法，来保证分头的精度，以提高螺纹的互换性和螺纹副的啮合程度。否则，每个头螺纹车削得再精确，都将失去意义。下面分别叙述多头螺纹的各种分头方法：

1 小拖板分头法

小拖板分头法是通过移动小拖板，使车刀相对于工件轴向移动一个工件螺距的距离，以达到分头的目的。

小拖板的移动值，为工件的螺距 t 。

按控制和观测移动值的形式，又可分为：刻度盘法、百分表法和深度千分尺法。

刻度盘法：用小拖板刻度盘来控制 and 观测分头时的移动值的方法，称为刻度盘法。

设小拖板刻度盘分头时应转动 n 个格，那末：

$$n = \frac{\text{工件螺距 } t}{\text{刻度盘每格的移动量}}$$

这种方法简便易行。由于小拖板与导轨、螺母与小拖板丝杠的各种间隙，以及视觉误差等因素的影响，致使分头精度低。所以，一般只适用于粗车或半精车。

百分表法：用百分表的读数来控制 and 观测小拖板移动距离的分头法，称为百分表法，如图 7 所示。

百分表法的分头精度较高。但应注意百分表测杆与车床主轴轴线的平行度，否则会降低分头精度。

受百分表测杆活动范围的限制，所以百分表法只适用于工件

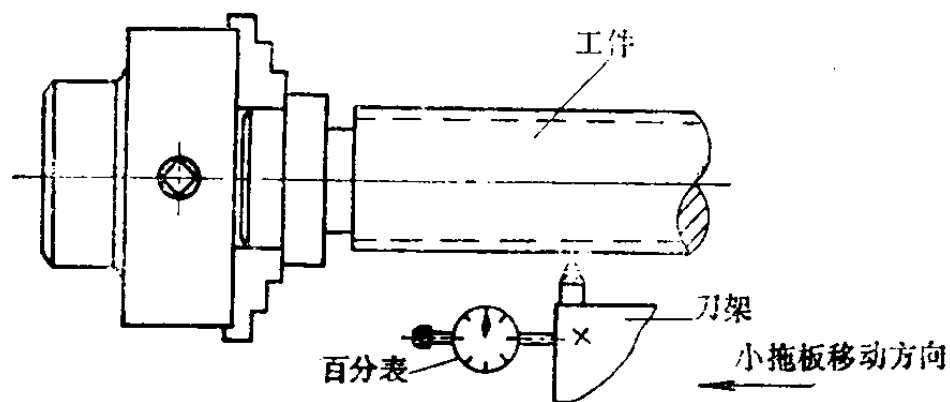
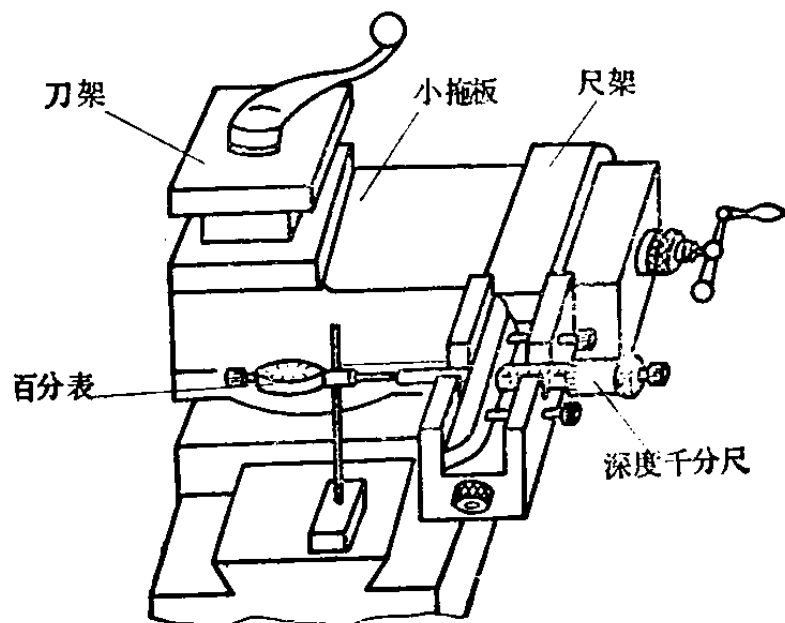


图7 百分表分头法



A—A a)

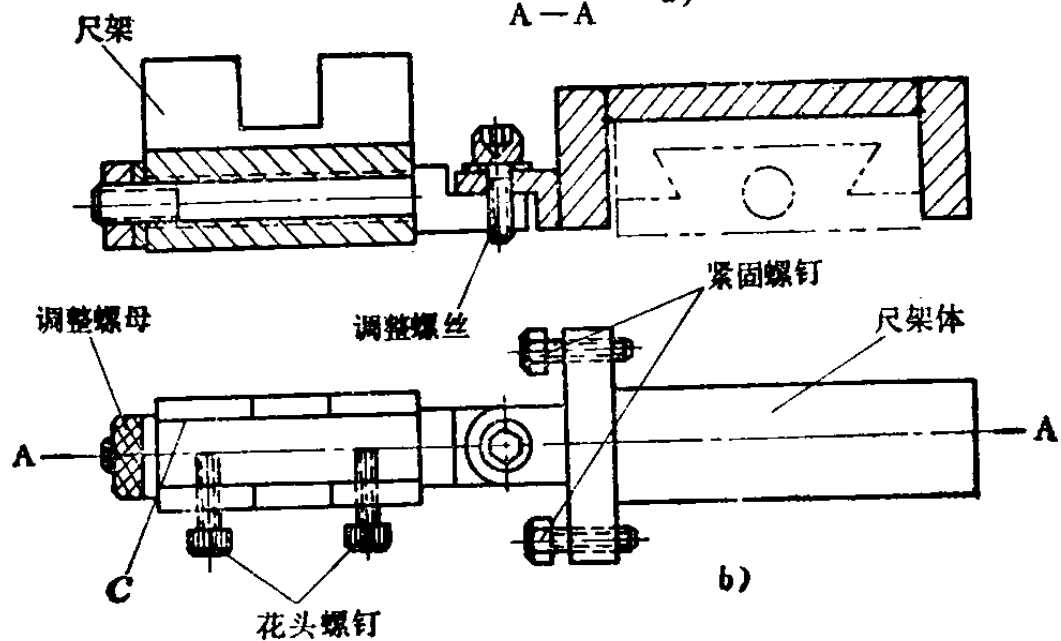


图8 深度千分尺分头法

a) 分头示意图 b) 尺架结构

螺距 $t < 4$ 毫米或采用综合分头法时使用。

深度千分尺法：做一如图 8 所示的简具，用紧固螺钉夹紧在小拖板上。深度千分尺通过花头螺钉卡在尺架上。尺架通过调解螺丝和螺母，可在水平和垂直的两个方向调整它的空间位置，使千分尺测杆与主轴轴线平行。

分头时，首先把百分表架通过磁力吸盘吸附在大拖板上，并使表的触头与千分尺测杆的端面接触，置百分表表针于零线。然后把千分尺测杆向后转动一个工件螺距 t 。再向前移动小拖板，使百分表与千分尺再接触到上次的零线位置，即可准确分头。

采用这种分头法，需注意：

（1）千分尺测杆与车床主轴轴线不平行度在 25 毫米内，不得大于 0.3 毫米。

（2）尺架 C 面须光整平直，并且用花头螺钉夹千分尺时，不可过力，以免损伤千分尺。

这种分头法的分头精度较高，但因受千分尺测量范围的局限，只适用于 $4 < t < 25$ 毫米的单件或小批量的生产。同时，对于车削具有台阶距离精度要求较高的深孔工件，或车削槽距要求较高的环状梯形槽工件，均有使用价值。

注意事项 采用上述三种不同的小拖板分头法之前，需做好下述准备工作：

（1）调整小拖板的楔铁与导轨的间隙，使 0.04 毫米塞尺的塞入深度不超过 20 毫米。调整后在摇动小拖板时，应手感均匀而无阻滞现象。

调整小拖板刻度盘右端的调整和夹紧螺母，使其间隙适当，以免轴向窜动。

（2）无论采用哪种方法，在车螺纹之前，均需用手摇小拖板精车一刀工件外圆的试锥法，或用图 9 所示百分表试锥法，检

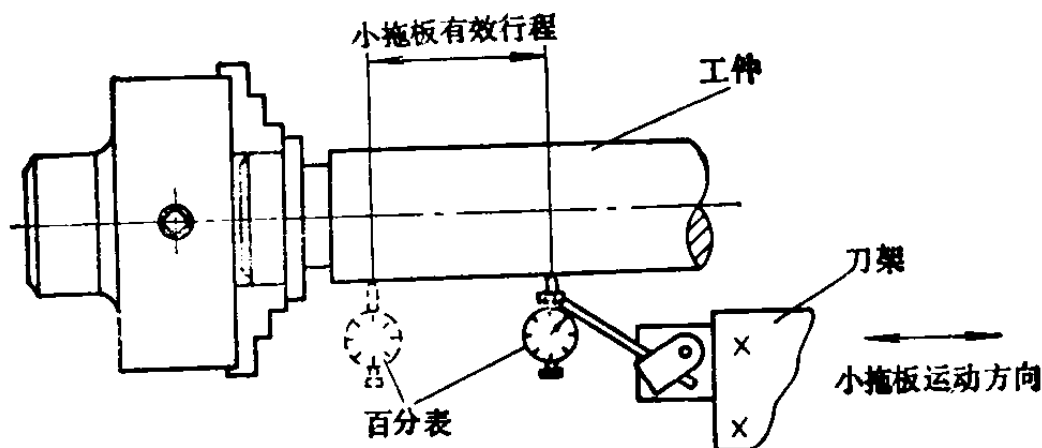


图9 百分表试锥

查并调整小拖板导轨与主轴轴线的不平行度，使在小拖板有效移动的距离内，不平行度不超过 0.05 毫米。否则，会造成各头螺纹之间的中径 d_2 的尺寸之差。

2 利用车床丝杠分头

挑扣时，利用车床主轴与车床丝杠的传动比 i 中，丝杠转数的某些特殊规律进行分头的方法，简称丝杠分头法。

(一) 原理 丝杠分头法与乱扣数密切相关。

1) 什么叫乱扣数？

乱扣数又称“破头数”，是工件与车床丝杠传动比

$$i = \frac{n_{\text{丝}}}{n_{\text{工}}} = \frac{S_{\text{导}}}{S_{\text{丝}}}$$

的最简分数的分子。

式中 $n_{\text{丝}}$ ——车床丝杠的转数，即乱扣数；

$n_{\text{工}}$ ——工件的转数；

$S_{\text{导}}$ ——工件的导程；

$S_{\text{丝}}$ ——丝杠螺距。

从上式可知，乱扣数实际上就是挑扣时传动比 i 中的车床丝杠的最小整数转，因此，可用 $n_{\text{丝}}$ 来表示乱扣数。

大家都知道，在挑单头螺纹时，当乱扣数 $n_{\text{丝}} = 1$ 时，由于工件的转数 $n_{\text{工}}$ 也是整数，所以，无论是开车或停车，随便提起或落

下开合螺母，车刀总是落在原来加工的螺纹牙槽中，也就是说不会乱扣。

但是，当乱扣数 $n_{\#} > 1$ 时，就不能随便提、落开合螺母，否则就会发生乱扣现象。仔细观察这种现象可知，再乱也最多只能乱出 $n_{\#}$ 个螺纹牙槽。

2) 乱扣数 $n_{\#}$ 的计算方法：将工件螺纹的导程 $S_{\#}$ （或单头螺纹的螺距 t ）和车床丝杠的螺距 $S_{\#}$ ，代入下式：

$$i = \frac{S_{\#}}{S_{\#}}$$

化简为最简分数，其分子就是乱扣数 $n_{\#}$ 。

〔例题〕 在丝杠螺距 $S_{\#} = 12$ 毫米的车床上，加工 $T40 \times 8/2$ 螺纹，求乱扣数 $n_{\#}$ 。

解 把 $S_{\#} = 8$ 毫米， $S_{\#} = 12$ 毫米代入上式并化简：

$$i = \frac{S_{\#}}{S_{\#}} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}, \text{ 由此得乱扣数 } n_{\#} = 2。$$

3) 如何利用乱扣数进行分头 上例题说明，每当车床丝杠转 2 转或偶数转，主轴(工件)转 3 转及其倍数转时，落下开合螺母挑扣，就不乱扣。

如果当车床丝杠转 1 转时，落下开合螺母，这时主轴(工件)正好转了一转半，工件比上次少转 180° ，所以车刀就正好加工在上一刀加工出来的相邻的两个螺纹牙槽的正中间。对于单头螺纹，这就是乱扣了，但对于 $T40 \times 8/2$ 这样的双头螺纹，却恰到好处，达到了分头的目的。

显然，只要掌握乱扣数 $n_{\#}$ 的规律，不但能避免乱扣，而且也能分头。丝杠分头法就是根据这一简单的道理来进行分头的。

车床丝杠在不停的旋转，如何掌握乱扣数 $n_{\#}$ 的规律呢？也就是如何来掌握车床丝杠的转数，从而确定何时落下开合螺母，才

能达到理想的分头目的呢？车工老师付在长期的生产实践中，创造并使用的乱扣盘和大拖板分头法，巧妙地解决了这个问题。现把这种方法详述如下：

（二）分头方法

1) 乱扣盘分头法 乱扣盘是反映车床丝杠转数的工具，其简单的结构如图 10 所示。乱扣盘是在开车时使用的。

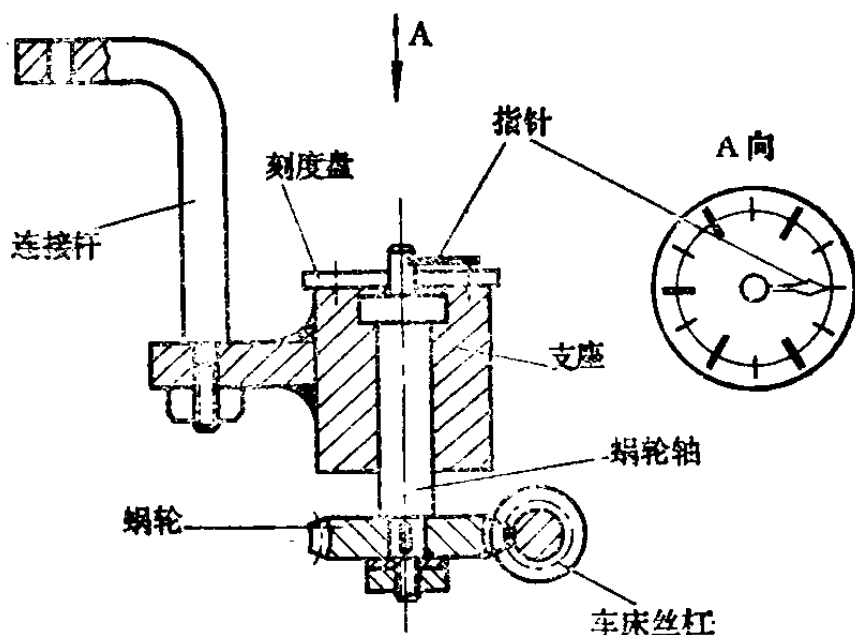


图10 乱扣盘

乱扣盘中的蜗轮，由车床丝杠直接带动旋转，通过蜗轮轴和指针，把车床丝杠的转数，反映在刻度盘上。

采用乱扣盘分头法，必须具备以下两个条件：

（1）乱扣数 $n_{\#} \geq 2$ ，并且 $\frac{n_{\#}}{K} = a$ 。

式中 K ——工件螺纹的头数；

a ——可分头的车床丝杠转数。

a 值必须是整数。若 $a \neq$ 整数，在丝杠旋转的情况下，开合螺母虽能错位地落下，但不能准确分头，而是乱扣。

（2）蜗轮的齿数 z ，必须是 a 的整倍数。否则，乱扣盘难以反映可分头的丝杠转数 a 。

〔例题〕 在 $S_{\#}=12$ 毫米的车床上，加工 $T44 \times 16/2$ 螺纹，问：乱扣盘的计算、制作过程和使用方法？

解 ① 先求出乱扣数 $n_{\#}$ ：

化简： $i = \frac{S_{\#}}{S_{\#}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$ ，得乱扣数 $n_{\#} = 4$ 。

② 判别： $a = \frac{n_{\#}}{K} = \frac{4}{2} = 2$ （整数，可用乱扣盘分头）。

这说明：车床丝杠每转过 2 转或任意偶数转时，落下开合螺母，即可分头。

③ 因使用乱扣盘分头的第二个条件，是蜗轮的齿数 z ，必须是 a 的整倍数，并考虑蜗轮的大小适中，所以取 $z = 24$ 齿。那末，蜗轮的分度圆直径 d_{f2} ：

$$d_{f2} = \frac{S_{\#}}{\pi} \times z = \frac{12}{3.1416} \times 24 = 91.7 \text{ 毫米}$$

④ 在乱扣盘刻度表的圆周上，等分刻线 12 条，一长一短均布。指针每转一格，就说明车床丝杠转了两转，因此逢指针转至长线落下开合螺母挑扣，车刀就车第一个头螺纹；每逢指针转至短线落下开合螺母挑扣，就车第二个头螺纹。

如此步骤，即可反复车削各头螺纹，直至成形。

这个乱扣盘，只要稍改一下刻度表（用绘图纸覆盖并从新画线）的格数，凡是 $\frac{\text{整数} \times n_{\#}}{K} = 24$ 的多头螺纹工件，均可使用。

由于 $n_{\#}$ 和 $\frac{n_{\#}}{K} = \text{整数}$ 这两个条件的限制，以及制做问题和车床的进化，这种方法近来较少采用。但是，它有不需停车、可以提、落开合螺母，分头简便，减少大拖板反车退回工件始端的辅助时间以及减少丝杠副磨损等特点，所以在螺距（导程）螺纹的车削中，依然有一定的使用价值，目前进口的一些车床上也有配备。

2) 大拖板分头法 大拖板分头法是乱扣盘分头法的另一种形式, 又称“对合螺母法”。它是在停车的情况下进行分头的。

(1) 分头步骤: 如图 11 所示, 当车刀挑出第一个头螺纹至终线退刀并停车后, 沿大拖板左缘用粉笔在床面上做一提闸记号, 提起开合螺母, 然后手摇 (或用快速行程装置) 大拖板向回移动 (简称: 空移) L 的距离, 再用粉笔沿大拖板右缘在床面上做一落闸记号, 落下开合螺母后再开车挑扣, 车刀就加工第二个头螺纹了。

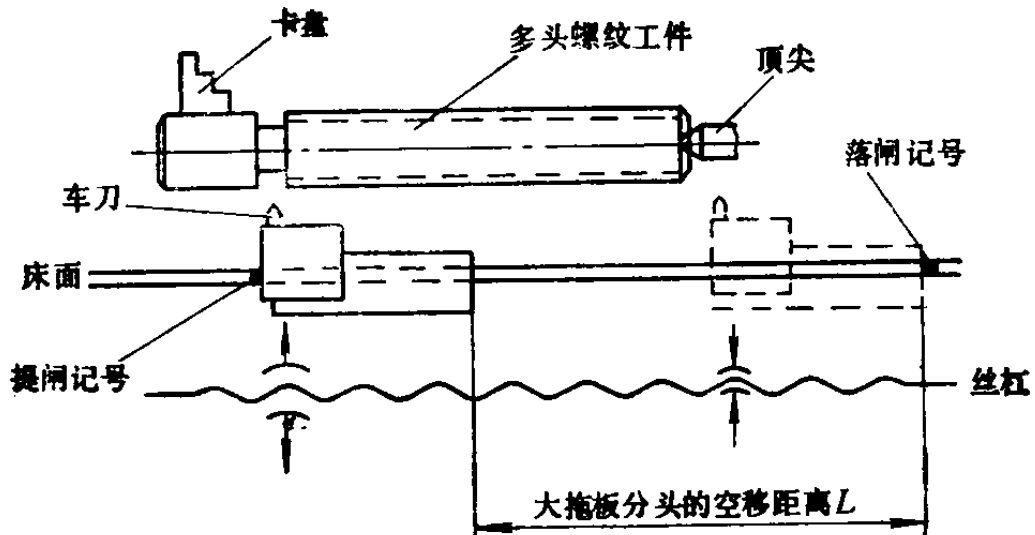


图11 大拖板分头法示意图

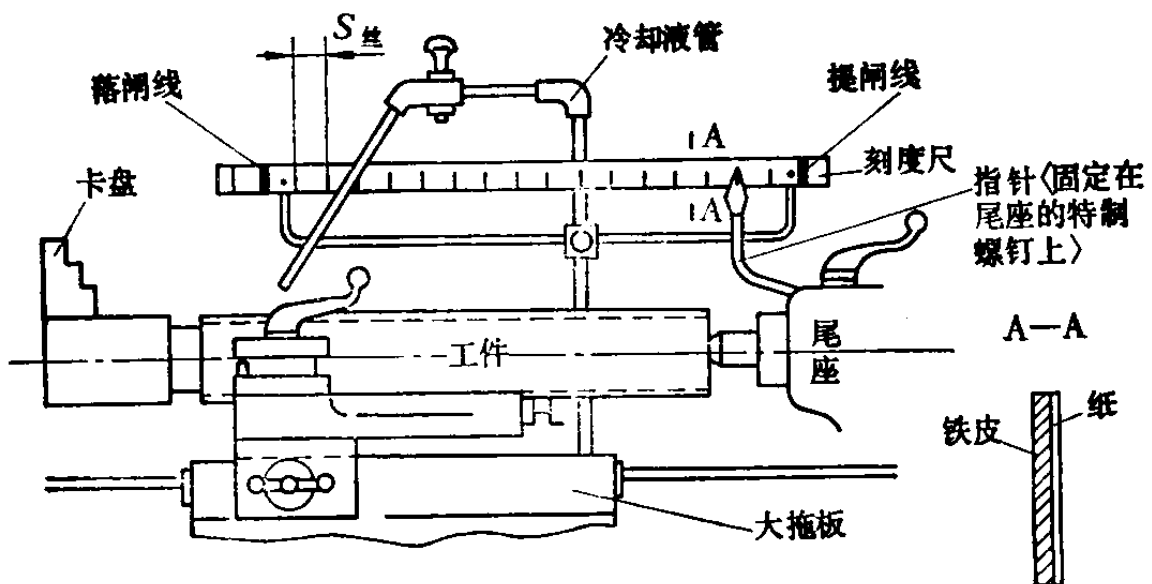


图12 大拖板分头的刻度尺

依此步骤，每车螺纹头数 K 次加深进刀，即可依次循环车削各头螺纹，直至成形。

分头的空移距离 L ，也可用大拖板手轮刻度盘等方法来计数、控制。批量较大的生产中，可用如图12所示的方法来计数其空移值 L 。固定在冷却液管上的刻度尺，画有以车床丝杠螺距 $S_{\text{丝}}$ 为单位的刻度，并标有提、落闸的记号，通过固定在尾座的特制调锥螺钉上的指针，来反映提、落开合螺母的位置。

(2) 计算方法和步骤：

① 先求出乱扣数 $n_{\text{丝}}$ 。

② 判别：若 $\frac{n_{\text{丝}}}{K} = \text{整数}$ ，即可用大拖板分头。若 $\frac{n_{\text{丝}}}{K} \neq \text{整数}$ ，因落不下开合螺母，故不能用大拖板分头。

③ 计算大拖板分头的最小空移距离 $L_{\text{最小}}$ ：

$$L_{\text{最小}} = S_{\text{丝}} \times \frac{n_{\text{丝}}}{K}$$

〔例题〕 在 $S_{\text{丝}} = 12$ 毫米的车床上，车削 $M30 \times 9/3$ 螺纹，求 $L_{\text{最小}}$ 。

解 ① 化简： $i = \frac{S_{\text{导}}}{S_{\text{丝}}} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$ ，则 $n_{\text{丝}} = 3$ 。

② 判别： $\frac{n_{\text{丝}}}{K} = \frac{3}{3} = 1$ （整数、可用大拖板分头法）。

③ 计算： $L_{\text{最小}} = S_{\text{丝}} \times \frac{n_{\text{丝}}}{K} = 12 \times \frac{3}{3} = 12$ 毫米。

大拖板分头法的计算很简单，但下述两个问题，需要进一步分析和计算。

第一，顺序分头 采用上式： $L_{\text{最小}} = S_{\text{丝}} \times \frac{n_{\text{丝}}}{K}$ 所计算出来的大拖板分头的空移值，虽能分头，但是当螺纹头数 $K > 4$ 时，往往会出现

1, 4, 2, 5, 3……或更乱的分头次序。这时不但加工中眼花了乱,并且需要记忆同一进刀深度下的车削次数——螺纹头数 K 次。若记错了,就可能重复加工某一个头,或者车某一个头时造成加倍吃刀。

这时,改用下述公式的计算,改变空移值 $L_{\text{最小}}$,就可按 1, 2, 3, 4, 5……头有次序地分头和车削了。

如果: $\frac{S_{\text{导}} \pm t}{S_{\text{丝}}} = \text{整数}$ (舍去小数解)

那末: $L_{\text{最小}} = S_{\text{导}} \pm t$ (取用上式整数解的 + 或 - 的符号)

这样,分头后的下一刀就会落在与上一刀所车的相邻的螺纹牙槽中,此时就可以在第一个头螺纹的某一适宜的地方做一记号。记号清楚地表明,这一刀或下一刀加工那一个头螺纹,何时该加深吃刀,使操作者心中有数,加工和测量都较为方便。

〔例题〕在 $S_{\text{丝}} = 6$ 毫米的车床上,加工 $M32 \times 10/5$ 螺纹,求顺序分头的 $L_{\text{最小}}$ 。

解 ① 化简: $i = \frac{S_{\text{导}}}{S_{\text{丝}}} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$, 则 $n_{\text{丝}} = 5$ 。

② 判别: $\frac{n_{\text{丝}}}{K} = \frac{5}{5} = 1$ (整数,可用大拖板分头)。

③ 用 $L_{\text{最小}} = S_{\text{丝}} \times \frac{n_{\text{丝}}}{K} = 6 \times \frac{5}{5} = 6$ 毫米 (也就是大拖板空移

过一个车床丝杠的螺纹牙槽),虽能分头,但是加工中却按 1, 4, 2, 5, 3, 1, 4……头乱的次序,所以需改用顺序分头的计算。

④ $\therefore \frac{S_{\text{导}} \pm t}{S_{\text{丝}}} = \frac{10 \pm 2}{6} = 2 \text{ 和 } \frac{4}{3}$ (舍去 $\frac{4}{3}$ 的小数解,取用 2

的整数解)

$\therefore L_{\text{最小}} = S_{\text{导}} + t = 10 + 2 = 12$ 毫米