

机械工人自学丛书



考 工 问 答

机械零件与机构

甘 肃 人 民 出 版 社

考 工 问 答
机 械 零 件 与 机 构



甘 肃 人 民 大 学 出 版 社

责任编辑：赵兰泉

封面设计：岑新伟

考工问答

机械零件与机构

马守谦 编

甘肃人民出版社出版

（兰州第一新村51号）

甘肃省新华书店发行 兰州新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张 2.375 字数46,000

1984年2月第1版 1984年2月第1次印刷

印数：1—10,800

书号：15096·60 定价：0.24元

出版说明

《机械工人自学丛书》是根据第一机械工业部颁布的《工人技术等级标准》第三册《机床加工》和第四册《钳工》共二十个工种的应知应会条款，由甘肃省科普创作协会组织甘肃工业大学、兰州石油化工机器厂、甘肃电视机厂等单位的教师、工程技术人员参加编写而成。为使这套丛书具有一定适应性和便于自学参考，并没有按照工级分级的方法编写，而是在问答内容上由浅入深，由低工级应知到高工级应知，读者在使用中可以自由选取。这样做，实际上保持了不同工级应知内容的连续性，避免了某一工种某一工级仅囿于若干个问答的简单化做法，使广大机械工人有一个知识的自适应范围和发展天地。本丛书也可作为职工培训的教材。

限于编者的经验和水平，我们的良好愿望同丛书编写的实际水平之间肯定有不小的差距，恳请广大读者批评指正。

目 录

1. 圆柱螺旋线是如何形成的?	(1)
2. 螺纹的牙形有几种?	(1)
3. 螺纹有哪些几何参数?	(2)
4. 如何判别螺纹的旋向?	(3)
5. 细牙螺纹有什么特点?	(4)
6. 螺纹零件的种类有哪些?	(4)
7. 螺纹联接有哪些防松装置?	(5)
8. 螺旋传动的特点是什么?	(7)
9. 什么是滚珠丝杠?	(8)
10. 什么是静压丝杠?	(8)
11. 平键与斜键有什么区别?	(9)
12. 花键联接有什么特点?	(10)
13. 齿轮传动有哪些类型?	(10)
14. 齿轮各部名称的意义是什么?	(12)
15. 什么是齿轮的分度圆?	(13)
16. 齿轮模数的意义是什么?	(13)
17. 什么是齿轮的径节 (DP) ?	(15)
18. 径节 $DP = 2$ 的齿轮, 其模数是多少?	(15)
19. 渐开线是怎样形成的? 它有什么特点?	(16)
20. 什么是渐开线的压力角 α ?	(18)
21. 为什么用渐开线作为齿廓曲线?	(19)
22. 一对渐开线齿轮正确啮合的条件是什么?	(20)

23. 怎样计算标准直齿轮的各部几何尺寸?	(20)
24. 什么是齿条传动?	(21)
25. 斜齿轮有什么特点?	(22)
26. 斜齿轮有哪些主要参数?	(23)
27. 怎样计算斜齿轮的几何尺寸?	(25)
28. 什么是人字齿轮?	(25)
29. 怎样计算圆锥齿轮的传动比?	(26)
30. 怎样计算圆锥直齿轮的几何尺寸?	(27)
31. 螺旋齿轮传动有什么特点?	(27)
32. 什么是齿轮的根切现象?	(29)
33. 什么是齿轮的最少齿数?	(30)
34. 什么是变位齿轮?	(31)
35. 变位齿轮有什么特点?	(32)
36. 什么是双模数齿轮?	(33)
37. 怎样计算齿轮传动的传动比?	(33)
38. 怎样计算定轴轮系的传动比?	(35)
39. 什么叫惰轮?	(36)
40. 什么是周转轮系?	(36)
41. 怎样计算周转轮系的传动比?	(37)
42. 蜗杆传动有什么特点?	(39)
43. 蜗杆有哪些类型?	(40)
44. 怎样计算蜗杆蜗轮的几何尺寸?	(41)
45. 蜗杆特性系数 q 的意义是什么?	(41)
46. 如何判断蜗轮的转向?	(43)
47. 蜗杆传动的效率为什么比较低?	(44)
48. 为什么选用青铜做蜗轮轮圈?	(45)
49. 轮齿为什么会发生折断?	(45)
50. 齿轮齿面发生点蚀是什么原因?	(46)

51.怎样防止齿面磨损?	(47)
52.齿面胶合的原因是什么?	(48)
53.带传动有哪些类型?	(48)
54.带传动有什么特点?	(49)
55.三角皮带有哪些型号?	(49)
56.怎样计算三角皮带的长度?	(50)
57.三角皮带为什么要张紧?	(51)
58.磨床上的带传动有什么特点?	(52)
59.什么是活络三角带?	(52)
60.链传动的构造是怎样的?	(52)
61.链传动有什么特性?	(54)
62.齿轮、蜗杆、链条和皮带传动各有哪些优缺点?	(54)
63.凸轮机构有哪些类型?	(54)
64.凸轮机构主要应用在哪些方面?	(56)
65.凸轮的轮廓曲线有什么特点?	(58)
66.什么是连杆机构?	(59)
67.什么是曲柄摇杆机构?	(60)
68.四杆机构中死点的意义是什么?	(61)
69.有的机构回程时为什么快?	(62)
70.牛头刨床中采用什么机构?	(63)
71.什么是曲柄滑块机构?	(64)
72.什么是槽轮机构?	(65)
73.棘轮机构有什么用途?	(66)
74.什么是机构的自锁?	(67)

1. 圆柱螺旋线是如何形成的?

螺旋线是机械工人经常碰见的曲线。用车刀车圆柱、车螺纹、车蜗杆时，刀尖在工件上划出来的曲线都是螺旋线。螺旋线是怎样形成的呢？如图1所示，一个底角为 λ 的直角三角形，或者裁一张直角三角形的纸，把它缠绕在一个圆柱上，这个三角形的斜边就在圆柱面上形成了螺旋线。角 λ 称为螺旋角。沿着圆柱体的轴线方向度量，相邻螺旋线的距离称为螺距，用 t 表示。

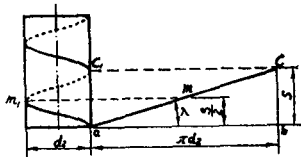


图1

绕螺旋线一周时轴向距离叫导程 S 。导程和螺距的关系： $S = Zt$ ， Z 为螺纹头数，当 $Z = 1$ 时， $S = t$ 。

从图中可以看出，螺旋角 λ 、导程 S 和圆柱的直径 d_2 是互相关联的。它们三者之间的关系可表示为：

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{S}{\pi d_2}$$

这个式子说明，导程 S 和直径 d_2 影响 λ 角的大小。在圆柱直径一定的情况下，螺旋角 λ 越小，导程也越小。在导程 S 一定的情况下，圆柱直径 d_2 越小，螺旋角 λ 越大。

2. 螺纹的牙形有几种?

在形成螺纹的螺旋线上制成不同截面的牙形，就得到不同的螺纹牙型：如三角螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹等。螺纹的牙形不同，它的特点和用途也不同。常用的螺纹有：

三角螺纹——牙形的截面为三角形。对公制螺纹，牙型角为 60° ，英制螺纹的牙型角为 55° （图2a）。从力学知识知

道，三角螺纹牙形面上的摩擦力大，联接和自锁性能好。这种

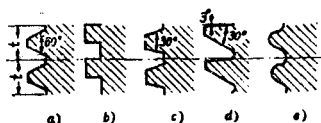


图 2

种螺纹制成的各种螺栓，用在各种零件与零件的联接上，所以叫做联接螺纹。它分粗牙螺纹和细牙螺纹。

管螺纹——主要用在各种管子上的螺纹。它是一种英制细牙螺纹，牙型角为 55° 。在选用时要注意，管螺纹的公称直径是管子的内径。

矩形、梯形螺纹——牙形截面为正方形的叫做矩形螺纹（图2b）。牙形截面为梯形的称为梯形螺纹（图2c），它的牙型角为 30° 。这两种螺纹主要用在螺旋传动中，传递功率和运动。如车床中的丝杠，螺旋压力机中的螺杆等。

此外还有锯齿形螺纹、圆螺纹（图2d、e）。

3. 螺纹有哪些几何参数？

螺纹各部分的几何参数都已经标准化了。我国采用公制螺纹，其各部尺寸都以毫米表示。英制螺纹则以英寸表示。

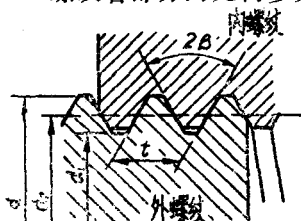


图 3

螺纹的几何参数（图3）主要有以下几项：

外径 d ——螺纹的最大直径，也叫公称直径。

内径 d_1 ——螺纹的最小直径。

中径 d_2 ——螺纹的平均直径，即
$$d_2 = \frac{d + d_1}{2}$$

螺距 t ——相邻牙上对应点的距离。公制以毫米表示。

英制螺纹以轴向每英寸长度内包含的牙数（扣数）来表示 t 的大小。显然，每英寸中扣数越多，牙就细；每英寸扣数越少，牙就粗。

导程 S ——螺纹上任一点沿螺旋线一周所移动的距离。
单头螺纹时， $S = t$ ；多头螺纹时， $S = Zt$ ， Z 为螺旋线的头数。

升角 λ ——不同直径上螺纹的升角是不同的。通常按螺纹的中径计算升角，即 $\operatorname{tg} \lambda = \frac{S}{\pi d_2}$ 。用于联接的三角螺纹，要自锁性能好，故升角取得小。标准中规定： $\lambda = 1^\circ 30' \sim 3^\circ 30'$ 。

牙型角 2β ——螺纹牙轴向剖面两侧边的夹角。

上述几何参数都有标准可查。根据要求选定螺纹的公称直径 d 后，其它各参数都有规定的确定值。我们可从有关的标准和手册中查到，或者从规定的相互关系中换算就行了。因此，规定的螺纹标准中，只表示两项主要的参数：公制三角螺纹的标记是《 $Md \times t$ —旋向》；梯形螺纹的标记是《 $Td \times S/Z$ —旋向》。

4. 如何判别螺纹的旋向？

形成螺纹的螺旋线的绕向有左旋与右旋之分。因此有左旋螺纹，右旋螺纹。拿到一个螺纹零件，怎样判别其旋向呢？简单的方法是把螺纹零件垂直放在平面上观察，螺旋线从左到右上升的是右旋螺纹。螺旋线从右到左上升的是左旋螺纹（图4）。

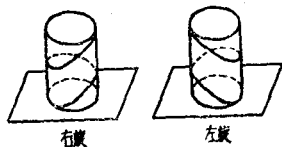


图4

生产实际中广泛使用的是右旋螺纹。当按顺时针方向旋

拧右旋螺纹时，它将沿轴向前进而拧紧。只有在特定的要求时，才采用左旋螺纹。

5. 细牙螺纹有什么特点？

在机械工业中除大量采用标准的粗牙螺纹外，还使用细牙螺纹。细牙螺纹就是在同样的外径下，螺距小的一种螺纹。由于螺距小了，相应地牙深小了，内径大了（图5）。

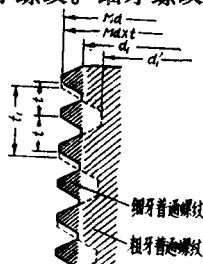


图5

螺纹标准规定，在一个公称直径下，有3~5种细牙螺纹的规格。就是说它们细的程度不同，以供不同情况下选择和使用。如M20的粗牙螺纹，螺距为2.5毫米。而在此直径下的细牙螺纹，螺距 t 有三种规格：2、1.5、1毫米。很明显，螺距变小了。

细牙螺纹的好处是牙细，自锁性能好（因 t 、 s 小了，升角 λ 也小了）；内径大，强度较高。常用在一些薄壁零件、仪表和机器的微调装置中。但是这种螺纹因牙细，容易滑丝和磨损，在经常拆卸的联接件上不宜采用。

6. 螺纹零件的种类有哪些？

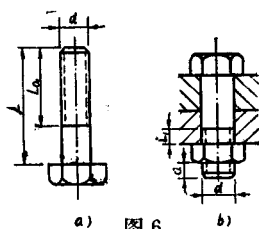
这里说的螺纹零件是指用于联接的螺纹零件。它是机器中不可缺少的基本零件。这些零件绝大部分已标准化，并且由专业工厂生产供应。

螺纹零件的基本类型有以下几种：

螺栓——最常用的为六角头螺栓（图6）。根据制造的

情况分为精制和粗制两种，机床中常用的为精制螺栓。确定螺栓直径 d 后，其它各部尺寸可从标准中查到。

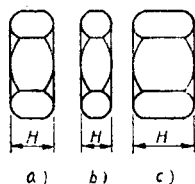
螺母——螺母有六角头、方头等型式，常用的是六角螺母



a) 图6 b)

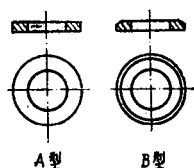
(图7)。根据倒角的情况又分Ⅰ型和Ⅱ型。螺纹直径 d 确定后，螺母的高度 H 等参数有规定的标准。

垫圈——垫圈放在螺母下，用来保护接触表面不被擦伤。常用的是平垫圈(图8)、弹簧垫圈。



a) b) c)

图7



A型 B型

图8

7. 螺纹联接有哪些防松装置?

标准螺纹的升角 λ 取得小，就能满足自锁的要求。当螺母和螺栓拧紧后，一般是不会发生松动的。但是在使用过程中，由于机器的振动、载荷的变化以及螺栓的变形等原因，螺栓与螺母之间仍会发生松动。这种情况必须避免发生，为此一般都在螺栓联接上加防松装置。常用的防松方法有：

弹簧垫圈——由弹簧钢制成、是有错位开口的垫圈(图9)。当螺母拧紧时，弹簧垫圈被压平产生反弹力，增加了螺纹面上的摩擦阻力来防止松动。另外垫圈的尖口也有

阻止螺母松动的作用。这是一种方便、可靠的防松装置，在机器中应用较多。它的各部尺寸均有标准。

双螺母——也叫对顶螺母。就是在螺栓上拧两个螺母（图10），利用两螺母对顶拧紧时产生的附加摩擦力矩防止

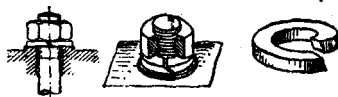


图9

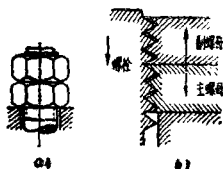


图10

相对转动。

槽形螺母——螺母上有槽，螺栓上有小孔，拧紧螺母后用开口销穿过螺栓的小孔和螺母的槽，阻止产生相对转动（图11）。这是一种机械防松的方法。

圆螺母用带翅垫片——其结构如图12a，垫片是一种带

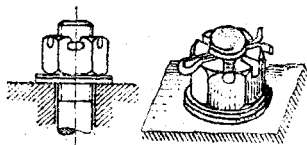


图11

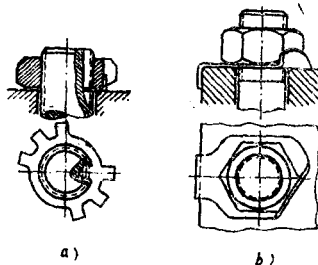


图12

翅的特殊垫片。使用时将垫片内舌嵌入螺栓的槽内，拧紧螺母后将垫片外舌之一折嵌于圆螺母的槽内，垫片把螺母和螺栓联成一体，防止彼此发生转动。这种方法在机床上用得较多。图12b是另一种止动垫片的防松装置。

从上面可以看出，螺栓防松的原理最主要的是如何防止二者之间发生相对转动。可用增加摩擦阻力矩的方法（如图9、10），也可用机械的方法（如图11、12）。除上述方法外，还有不少防松方法可从有关手册中查到。

8. 螺旋传动的特点是什么？

螺旋传动的牙形主要是矩形、梯形螺纹，如机床中的梯形螺纹丝杠就是螺旋传动的一种。

螺旋传动由螺旋杆（通称丝杠）和螺母组成。当螺杆旋转时，与它相配的螺母沿轴线作直线运动（螺母不转动）；或者螺母旋转，则螺杆作直线运动。所以，螺旋传动是利用螺杆和螺母二者的相对运动来传递功率和运动的。

根据功用不同，螺旋传动可分为以传递动力为主的传力螺旋，如螺旋压力机、螺旋千斤顶中的传动螺杆（图13），和以传递运动为主的传导螺旋，如机床中的丝杠等。

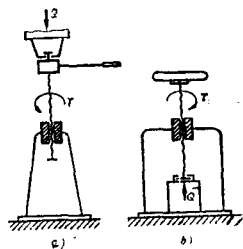


图13

机床上用的丝杠传动，要求具有较高的传动精度。它和螺母直接接触，称为滑动丝杠。这种丝杠运转一段时间以后，由于牙形磨损，螺母与丝杠间出现较大的间隙，影响传动精度。为了克服这个缺点，车床上多采用能调整间隙的组合螺母。

关于这种丝杠的技术要求，机床的有关技术标准中有规定，可根据具体情况选定。

9. 什么是滚珠丝杠?

上面说的滑动丝杠, 螺母和螺杆之间是直接接触, 摩擦阻力大, 磨损大。用于精密机床中就满足不了要求。因而出现了滚珠丝杠, 或称滚动丝杠(图14)。它是在丝杠和螺母

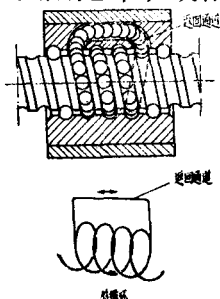


图14

间装入一系列钢球, 当螺杆与螺母相互运动时, 钢球就沿螺旋槽滚动。这时丝杠和螺母间的摩擦状态就变成了滚动摩擦。我们知道, 滚动摩擦系数很小, 约为 $0.002 \sim 0.005$ 。因此它比滑动丝杠阻力小, 磨损也小, 定位精度高。目前在精密机床、数控机床中应用较多。国内有一些工厂专门生产

滚动丝杠部件供选用, 这对设计、使用和维修都比较方便。但是这种丝杠的螺母结构比较复杂。因为钢球必须不断地在螺母中循环流动, 所以在螺母内有循环回路(见图14), 使钢球沿着螺旋槽形成的封闭通道滚动。另外它的制造工艺比较复杂, 成本较高。

10. 什么是静压丝杠?

在螺杆和螺母配合的丝杠中, 通过一定的液压系统将压力油进入到螺纹牙上的油腔内, 在接触面上形成压力油膜产生平衡液压力, 使丝杠与螺母不直接接触, 在压力油膜上滑动, 零件之间处于液体摩擦状态。因此, 这种丝杠的摩擦阻力很小, 磨损小, 效率高, 在不少机器中都应用它。

这种丝杠的构造如图15。不仅螺母和丝杠的加工精度要求高, 在梯形螺杆的中径处要开油腔, 而且要配有一套供油

系统（油泵、油箱、液压阀等），因此，它的成本比较高。

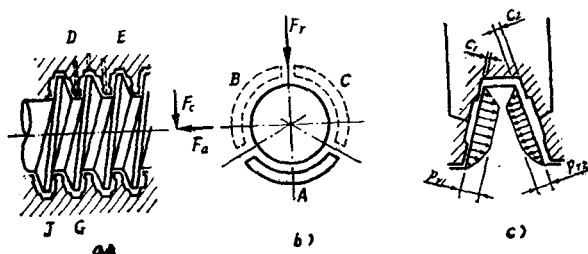


图15

11. 平键与斜键有什么区别？

键主要用在轴和齿轮毂、蜗轮毂、皮带轮毂的联接，以传递扭矩。

平键的构造见图16。它的工作面是键的侧面，工作时靠键与键槽的侧面互压来传递扭矩。斜键的上平面上有 1 : 100 的斜度（图17），它的工作面是上下面，即靠键楔紧后，由上下面来传递扭矩。

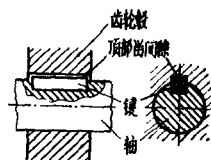


图16

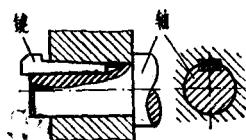


图17

平键联接制造容易，装拆方便，在一般情况下不影响被联接件的定心（即轴毂零件相配后的同心性要好），因而应用相当广泛。而斜键联接往往引起轴上零件与轴的配合偏心和偏斜。

12. 花键联接有什么特点？

花键的构造与平键、斜键不同。它是靠轴、毂上固定的纵向齿的互压来传递扭矩。也就是说，花键上键齿较多，且与轴毂制成一体（见图18）。根据齿形的不同，花键齿形分为矩形、渐开线和三角形。其中矩形花键联接应用很广泛。

为了保证轴毂的同心度，矩形花键联接有三种定心方式（图18）。选取哪种定心方式，要根据对同心的要求和工艺条件而定。外径定心适宜轴毂表面硬度 $HRC < 40$ ，用拉刀加工的情况。因为硬度高了毂孔无法磨削，而轴的外表面可以磨光。内径定心适宜于毂孔表面硬度 $HRC > 40$ ，这时轴毂经热处理后可磨削，但加工复杂。这两种定心方式的定心精度高。侧面定心的同心度较差，但由于侧面加工精度高，压力在此接触面上分布较均匀。

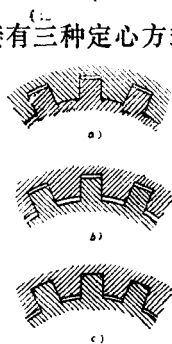


图18

花键联接比平键、斜键联接加工复杂，工艺过程较长，因而成本高。在汽车、拖拉机、机床中应用较多，特别在换档的滑移齿轮中应用广泛。

13. 齿轮传动有哪些类型？

齿轮是机械工人常见的一种机械零件。它在机床和各种机器中用来传递功率和运动，是广泛应用的一种机械传动方式。

齿轮传动的主要类型见图19，有以下几种：