

技工學習叢書

基本機件常識

顧同高編著



机械工业出版社

出版者的話

本書有系統地介紹了螺釘、皮帶和皮帶輪、齒輪、摩擦輪、凸輪、鏈和鏈輪、軸和軸承、連接件、彈簧等十四種基本機件常識；並且曾經在「機械工人」雜誌上連載過。這次出版以前，作者作了一次修訂。本書無論作為技術學習班的教材或工人自修讀物，都是很適宜的。

No. 0291

1953年10月第一版 1958年6月第一版第七次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數98千字 印張4¹³/₁₆ 34,601—44,600冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第098號 定價(9)0.55元

目 次

一	最簡單的機件.....	I
二	斜面和螺旋.....	II
三	皮帶傳動.....	2I
四	摩擦輪.....	29
五	齒輪.....	37
六	繩和繩輪.....	65
七	鏈和鏈輪.....	72
八	凸輪.....	74
九	聯軸節和離合器.....	83
十	閘和棘輪.....	90
十一	軸和軸頸.....	98
十二	軸承	105
十三	連接件	134
十四	彈簧	145

一 最簡單的機件

一部機器不管它的構造多麼複雜，總是由許多部分組合而成的。機器中的每一部分都有它一定的功用。一部車床，可以把它分成車頭部分、車尾部分、床身部分、刀架部分、齒輪箱部分……等。這些部分每一個又都包含了一些零件，有的部分包含的零件多，有的部分包含的零件少。機器上的零件，我們簡單地就叫它做「機件」，機件的種類和名目是非常多的。有幾種機件在隨便哪一部機器上差不多都能看到，或者是常能看到的，我們叫它是「基本機件」，像螺旋、齒輪等就是。

基本機件當中，有的構造比較簡單，有的構造比較複雜，本身又包含了一些小零件。我們要是打算研究機器的構造，先就得熟悉這些機件，尤其是一些基本機件；而在這些基本的機件中，我們最好從簡單的機件着手。

1 槓桿

每一種機件必定有它的構造原理。機器構造上最簡單的原理名叫「槓桿」原理，所以我們不妨先來搞通它再說。

爲了明白槓桿原理起見，我們先來看拔釘時候的鏈子（圖1）。拔釘的時候，你在鏈柄上加一個力 F ，方向像箭頭所表示的，跟鏈柄成 90° 角。 R 是釘子吃在物體中所生的抵抗力，所以加在釘子上的力量至少要等於 R ，釘子才能拔得出來。 F 是鏈子上不動的一點，我們叫它「支點」。作用力 F 離開支點的

距離是 a ，抵抗力 R 離開支點的距離是 b 。照平常的想法我們也可以想得到， a 比 b 大得愈多，釘子就愈容易給拔出來，也就是 E 的力量可以用得愈小。

其次來看鍋爐的安全閥（保險凡而）上的橫桿（圖 2）。 E 是蒸汽對橫桿作用的力量， R 是抵抗力， F 是支點。 E 和 R 離開 F 的距離是 a 和 b 。這情形和圖 1 不同的地方是：在圖 1 中， E 和 R 的方向不平行，而在圖 2 中， E 和 R 的方向是平行的。

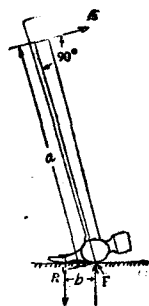


圖 1

再看抽井水用的一種水泵的柄（圖 3）。這裏 E 、 F 、 a 、 b 的意義也跟上面所說的完全一樣。所不同的，這裏 E 和 R 各在 F 的兩邊，而在圖 2 中， E 和 R 是在 F 的同一邊。

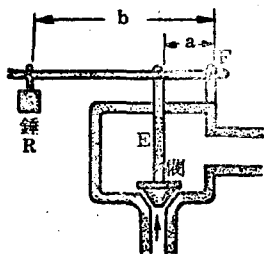


圖 2

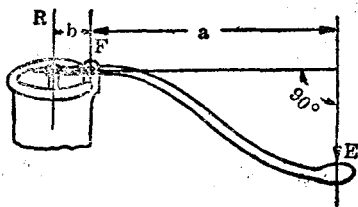


圖 3

橫桿原理的應用除了上面所說的以外，我們在工廠裏還可以看到有很多很多的例子，但所有這些例子我們都可以歸納成下面的幾種情形。如圖 4 到圖 7，其中力量 E 和 R 所作用的點叫做「作用點」，也就是圖中的 A 和 B 。我們不妨叫 A 和 B 為

BF 為槓桿的兩個 L 臂。兩臂間的角度小於 90° 的時候，在機器上常常又叫做「雙臂曲柄」（圖 5 和圖 6），而兩臂間的角度大於 90° 的時候，常常又叫做「搖桿」（圖 4 和圖 7）。不過這兩個名詞用得也並不十分嚴格，有的時候在機器上常常互相混用。

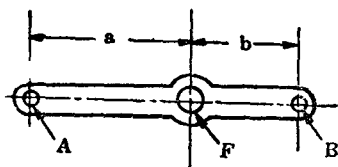


圖 4

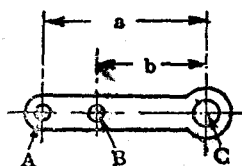


圖 5

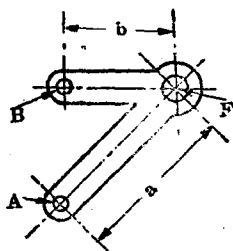


圖 6

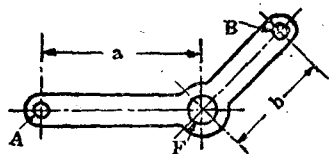


圖 7

槓桿的兩臂不必一定都像圖 4 到圖 7 那樣在同一個平面上，它們也可以連到同一根軸而不在同一平面上。如圖 8，AC 和 BC 是槓桿的兩臂，並不在同一個平面上，但都連到 CC 軸上。

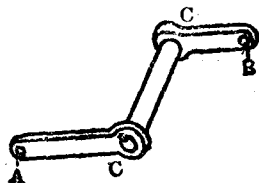


圖 8

不論是哪一種情形的槓桿，假定在支點那裏一些摩擦力

也沒有，槓桿本身的重量也不算在內（事實上支點那裏多多少少總有些摩擦力，而槓桿本身也多少有些重量的），那末，作用力和抵抗力之間總有這麼的關係存在着：

$$\frac{E}{R} = \frac{b}{a};$$

也就是 $R = \frac{a}{b}E \dots\dots\dots (1)$

從這公式看來，我們在利用槓桿原理的時候，如果安排得讓 a 比 b 大得很多，那末只要用比較小的作用力 E ，就可以克服比較大的抵抗力 R 了。

現在舉例來說明這公式的用法。比如上面說過的抽井水用的水泵的柄，假定 a 這段距離是 1800 公厘， b 是 600 公厘，那末 $\frac{a}{b} = \frac{1800}{600} = 3$ ，這樣，公式 (1) 就變成了

$$R = 3E;$$

這就是說，1 公斤的作用力能够克服 3 公斤的抵抗力，50 公斤的作用力能够克服 150 公斤的抵抗力，因為 $R = 3 \times 1 = 3$ 公斤，以及 $R = 3 \times 50 = 150$ 公斤。其他都可以依此類推。

槓桿不一定是爲了省力而用，有的時候只是爲了用力的方向方便而利用它。圖 7 中的搖桿就往往是這種情形。

2 曲柄

圖 6 的這種槓桿我們叫「雙臂曲柄」，那末，是不是還有

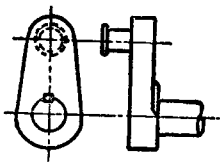


圖 9

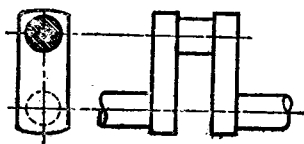


圖 10

「單臂曲柄」呢？有的，不過我們常常簡單的叫它做「曲柄」罷了。曲柄，在發動機上是非常普遍的一個機件。圖9和圖10就是典型的兩種曲柄。我相信同志們一定對它們是非常熟悉的。

從力量的作用看起來，曲柄很像槓桿的一個臂。在圖8中AC事實上等於是一個曲柄，BC等於是另外一個曲柄，這兩

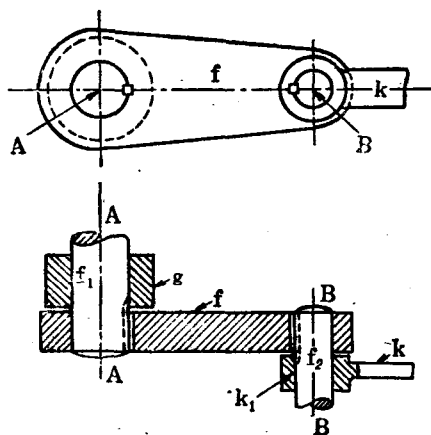


圖 11。

個曲柄連到同一根軸(CC)上，合起來就成為一個槓桿。曲柄既然只相當半個槓桿，當然談不到什麼「作用力」和「抵抗力」的關係存在。因此我們可以想得到，曲柄並不是為了省力。那末它的作用是什麼呢？簡單的說，它具有聯接的作用。它把一對機件中的一個跟另一對機件中的一個聯接起來。我們看圖11， g 是一個固定的軸承，中間有個圓孔， f_1 軸就在這裏面旋轉；而另外有旁的機件（圖中並沒有畫出來）限制着它，使它只能這樣旋轉而不能沿軸移動。這樣， g 和 f_1 就成為一對機件，它的軸心是AA。 f_1 又跟曲柄 f 牢牢的連着。如果有什麼力量傳給 f 使它動起來的話，它只能繞A軸而轉動。

f 的另一頭是另外一對機件 f_2k_1 ，它的軸心是BB。B軸是 f 的一部分，所以也一定繞A軸而轉動。而B軸是 k_1 跟 f_2

個曲柄連到同一根軸(CC)上，合起來就成為一個槓桿。曲柄既然只相當半個槓桿，當然談不到什麼「作用力」和「抵抗力」的關係存在。因此我們可以想得到，曲柄並不是為了省力。那末它的作用是什麼呢？簡單的說，它具有聯接的作用。它把一對

公共的軸，所以 k_1 只能繞 B 軸而轉，但不能沿軸移動。

k_1 又連接着一根 L 連桿 l_k 。如果軸心 AA 固定不動，而讓 k 往左邊移動，結果 k_1 跟 f 就一定繞 AA 軸轉動起來，同時 k_1 也能夠繞 B 軸而轉。這樣看來，曲柄 f 限制了 k_1 只能繞 A 軸而轉，但並不決定它的繞 B 軸而轉。而這，也就是曲柄的作用了。它把一對機件中的一個跟另一對機件中的一個聯接起來，其中一對機件的軸心如果固定不動，那末另一對機件的軸心就給曲柄限制了，只能繞那根固定軸而轉。

在實際的機器上， f_1 的名字叫做「曲柄軸」， f_2 的名字叫做「曲柄銷」。

3 偏 心 輪

在圖 11 中，曲柄的長度 AB 比曲柄軸 f_1 的半徑大得多，因此曲柄 f 可以做成分開的一塊，跟 f_1 連住，同時還帶着曲柄銷 f_2 。

但是有的時候曲柄的運動往往很小，使曲柄的長度 AB 比 f_1 軸的半徑還要小，圖 12 就表示這樣一種情形。曲柄銷 B 嵌在曲柄軸上面的一個孔內，或者用別的方法跟曲柄軸牢牢連住。這樣，曲柄軸本身就組成了實際的曲柄。很明顯的，它的位置一定要在曲柄軸的一頭才行。

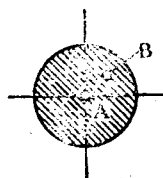


圖 12

可是在有些機器上，曲柄得裝在曲柄軸上另外的地方，不在一頭，那末圖 11 和圖 12 的辦法就都成問題了，因為曲柄旋轉起來的時候，連桿要跟曲柄軸碰到的。這問題怎麼解決呢？最普通的一個實際方法就像圖 13 那樣。這裏曲柄銷 B 是放大

了，變成了一個大圓盤，大得足夠把曲柄軸O包圍在內。圓盤

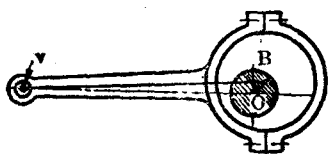


圖 13

上開一個孔，大小恰好能套在曲柄軸上面。曲柄銷的半徑，比曲柄長度加上曲柄軸半徑還要大。現在曲柄銷事實上就組成了實際的曲柄。這樣的機件名

叫「偏心輪」。VB這一段連桿名叫「偏心桿」。偏心桿包圍偏心輪的那一部分名叫「偏心輪套」。現在B不再是曲柄銷而是偏心輪的中心，AB現在也不叫曲柄的長度，而叫做「偏心距」了。

偏心輪這個機件在老式火車頭的汽閥機關上用得很廣。

4 滑車

工場裏面吊運重大東西用的滑車，也是槓桿原理的一個變相應用。單個的滑車像圖14那樣，有繩索或者鏈條嵌在它的槽內。你拿手拉繩子的一頭（例如E），另一頭就可以吊起東西來。它跟槓桿的情形一樣，作用力是E，抵抗力是R。可是單個的滑車並不能省力，因為E跟R離開支點F（就是滑車的中心）的距離相等。從上面的公式(1)， $R = \frac{a}{b} E = E$ 。所以如果有100公斤的重物，你至少就得用100公斤的力量才能把它吊起來。

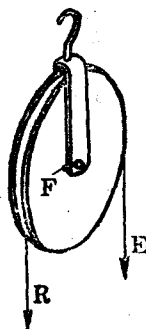


圖 14

在實際應用的時候，我們可以把好幾個滑車組合起來，達到省力的目的。比如，要是用兩個滑車，把

它們像圖 15 那樣組合起來，[定滑車] A 掛在吊架上，[動滑車] B 吊住重物，繩子的一頭連住定滑車 A 的框子，這樣就可以省掉一半力量。為什麼呢？先假定滑車和繩子的重量以及各部分的摩擦力都不算，那末從圖 15 中看起來，重物（抵抗力）R 給上面兩段繩子吊住，這兩段繩子其實原是一根，所以每一段

繩子上的牽力就一定各等於作用力 E。那就是說， $R = 2E$ ，也就是說， $E = \frac{1}{2}R$ ，這不

是可以省掉一半力量嗎？

如果我們想更省力的話，不妨多用幾個滑車。比如像圖 16 那樣，用四個滑車組合起來，照上面的方法推算一下，我們很容易看出 $R = 4E$ ，也就是只需要四分之一的力量就可以吊起來了。

如果我們還要省力又想節省滑車，那末可以改變一下滑車組合的方式。例如圖 17 中的滑車有兩組，第一組的作用力繩連到第二組上，成為第二組的抵抗力繩。



圖 15

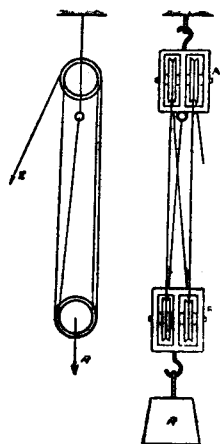


圖 16

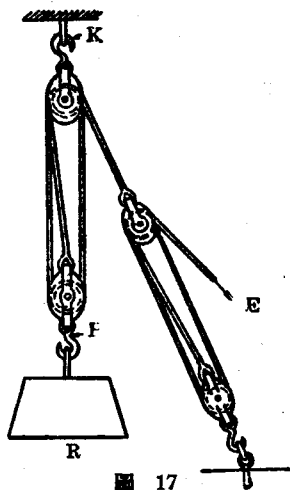


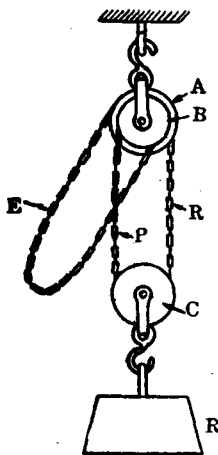
圖 17

仍舊照上面的算法，我們知道第一組有三段繩子吊住R，所以第一組的作用力只要三分之一的抵抗力。第二組的抵抗力因此就是 $\frac{1}{3} R$ ，這抵抗力又有四段繩子（連E在內）牽住，那末最後的作用力應該是

$$E = \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} R = \frac{1}{12} R;$$

也就是說，這樣的滑車組只要化費十二分之一的力量就行了。

一般工場裏面還有一種特別的滑車組，名叫「差動滑車」（如圖 18）。這是用同軸而不同直徑的兩個定滑車，和一個動滑車組合而成的。又用一根連續沒有頭的鏈條從E點起，先繞過大的定滑車A，再繞過動滑車C，經過小的定滑車B，下來跟E點相接。這兩個定滑車的周圍有許多方齒形狀的凸起，跟鏈條的環相銜接，使得鏈條不會在滑車上滑動。作用力加在E點，重物R掛在動滑車C的下面。



■ 18

這種滑車的作用力E跟抵抗力R間的關係如下。

$$\frac{R}{E} = \frac{2D}{D-d} \dots\dots\dots (2)$$

這裏D是大定滑車的直徑，d是小定滑車的直徑。

從這公式我們可以知道，大小兩個定滑車直徑相差得愈少，愈能省力。舉例來說，如果D = 100 公厘，d = 80 公厘，那末從公式(2)

$$\frac{R}{E} = \frac{2 \times 100}{100 - 80} = \frac{200}{20} = 10,$$

就是說，用 1 公斤的作用力能够舉起 10 公斤的重量。

但如果 D 仍舊是 100 公厘，而 d 變為 90 公厘的話，從公式(2)

$$\frac{R}{E} = \frac{2 \times 100}{100 - 90} = \frac{200}{10} = 20$$

情形就差得遠了，用 1 公斤的作用力就能夠舉起 20 公斤的重量！

二 斜面和螺旋

1 斜面和功的原理

上面我們談到最簡單的機件像滑車、搖桿、曲柄、偏心輪等，這類機件都可以用「槓桿」的原理來解釋。現在我們要介紹的也是一種非常簡單的機器原理叫做「斜面」。平常載重卡車

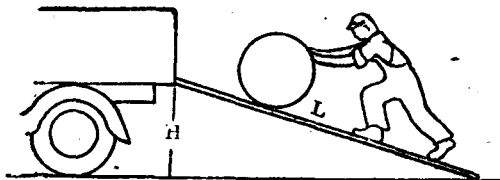


圖 19

上用的跳板(圖 19)就是屬於這一類。我們裝重物上卡車時，要是直接抬上去，是够費勁的；如果搭上一條跳板順着板把重物推滾上去就省力得多。跳板和地平面之間形成一個「斜角」，

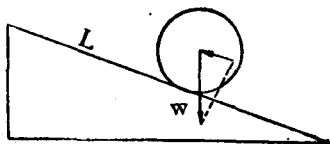


圖 20

因此我們叫這樣的面為「斜面」。斜面的斜角愈小，需要的推力也愈小，不過往上推的一段距離却要變長了。這個推力乘所推動的距離所得

的積，又叫做「功」。我們加給機器的「功」一定等於機器所得出來的「功」，這個道理就叫做「功的原理」。比如上面所舉的例

子：如圖 20，我們加給斜面的「功」，就是推力 F 乘物體被推動距離 L 的積 ($F \times L$)，一定等於斜面所得的「功」，就是物體重量 W 乘物體從地面升高的距離 H ($W \times H$)；也就是說 $F \times L = W \times H$ 。

隨便什麼機器都是加進去多少功，就得出多少功來；機器是不會無中生有產生功的。我們利用機器來減小作用力是可以的，想利用它來減少功就辦不到了。仍拿前面那個例子來說，假如我們的推力 F 是 25 公斤，板長 L 是 1 公尺，物重 W 是 50 公斤，要抬上卡車的高度 H 是 0.5 公尺；那末我們加入的「功」是 $F \times L = 25 \times 1 = 25$ 公斤公尺，這正等於得出的「功」 $W \times H = 50 \times 0.5 = 25$ 公斤公尺。

所有的機器在各運動部分都因為互相摩擦而消耗了一部分功變成熱量發散了；因此實際上應當說：從機器得出的功和因為摩擦而消耗的功加起來的總和，等於加給機器的功。

2 螺旋

斜面在機器上應用得比較少，而斜面的變相——螺旋，在機器裏可用得多了。怎麼說螺旋是斜面的變相呢？比如有一種樓梯為了節省空間，把它做得圍繞着一個中心往上轉，就是從斜面改成螺旋的道理。如果樓梯變成了平板似的斜面，而我們把這個重物沿着這個斜面往上推滾上去，不就像螺旋了麼？

螺旋的螺紋有單線螺紋、雙線螺紋和三線螺紋等。雙線螺紋是兩條平行斜面同時繞一圓筒體迴轉而得，三線螺紋是三條平行斜面迴轉而得，再多的就少見。傳送運動和動力的螺釘，有用雙線螺紋和三線螺紋的。螺釘上的螺紋叫做陽螺紋；

螺帽上的螺紋叫做陰螺紋。相隣兩螺紋間的距離叫做螺距。螺旋在固定的螺帽中迴轉一週所前進的一段距離，或是螺帽在固定的螺旋上迴轉一週所前進的一段距離，叫做導程。單線螺紋導程跟螺距相同；雙線螺紋的導程是螺距的兩倍；三線螺紋

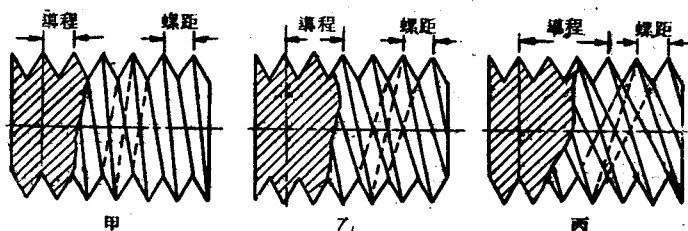


圖 21

的導程是螺距的三倍；可以看圖 21。螺紋各部的名稱如圖 22。螺紋又有右螺紋和左螺紋的分別。從螺旋的一頭觀察，如果向

右迴轉時，螺旋前進，那末這種螺旋上的螺紋叫做右螺紋，普通螺釘都是右螺紋，如圖 23 甲。

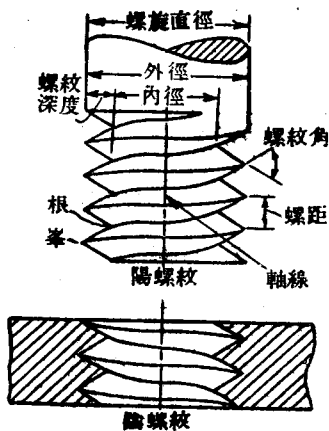


圖 22

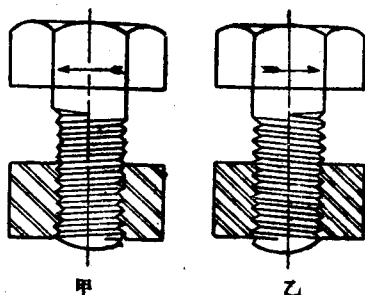


圖 23

倘若從螺旋的一頭觀察，向左迴轉時，螺旋前進，那末這種螺

旋上的螺紋就叫做左螺紋，如圖 23 乙。在牽桿上用的鬆緊螺旋扣（花籃螺絲），一頭是右螺紋，另一頭就是左螺紋（圖 24）；當螺旋扣往一邊旋轉時是收緊，往另一邊旋轉時就是放鬆；如果兩頭都用右螺紋或左螺紋，鬆緊的作用就沒有了。

1 傳送運動和傳送動力的螺旋 螺旋主要的用途可以分成兩類：一類是用來傳送運動和動力的，一類是用來連接機器部分的。由於用途的不同，這兩類螺旋的螺紋截面形式也各不相同。在前一類有如圖 25 的方螺紋、梯形螺紋、斜方螺紋和蝸桿螺紋等四種。平時所見到的起重螺旋（千斤頂，圖 26）就屬於這一類。利用起重螺旋，單單一個人的力量便能升起一兩噸重的東西來，這是應用了斜面的原理；因為螺旋本來是斜面的變相。如圖 26，當手柄旋轉一週，千斤頂就把重物 W 升高 P （螺旋的導程）。假定在手柄一頭的作用力是 F ，而我們由幾何的

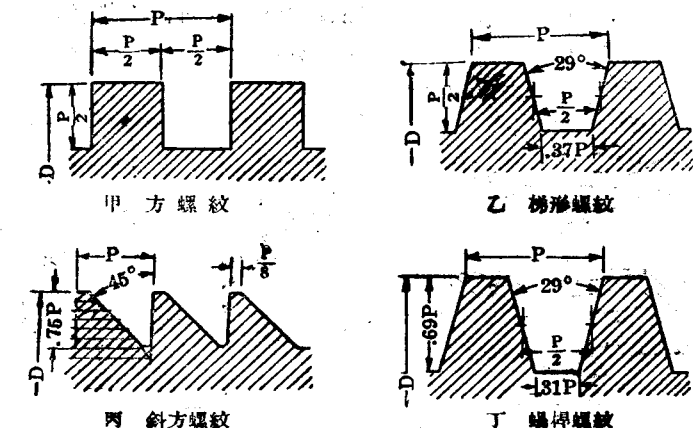


圖 25