

機器製造
技術知識

机械原件

張 蔭 朗

中華全國科學技術普及協會出版

機器製造技術知識

機械工人速成看圖	趙學田著	6角2分
機械圖認識入門	王忠德等著	3角
金屬材料	林汝鐸等著	3角8分
鑄工和鍛工	朱建霞等著	1角5分
金工	陳克成著	2角4分
熱處理	袁 汲等著	1角2分

出版編號：202

機械原件

著 者： 張 蔭 朗
 責任編輯： 陳 少 新
 出 版 者： 中華全國科學技術普及協會
 （北京市文津街3號）
 北京市書刊出版業營業登記證出字第053號
 發 行 者： 新 華 書 店
 印 刷 者： 北 京 市 印 刷 一 廠
 （北京市西便門南大街乙1號）

開本：31×43 1/4 印張：1 1/4 字數：17,000
 1955年11月第1版 印數：7,500
 1955年11月第1次印刷 定價：1角2分

本書提要

無論多麼複雜的機器，如果把它拆開來看，那些構成機器的零件總是離不開一些標準的類型的。把這些標準類型的零件加以適當地選擇和安排，就能組合成各種不同動作的機構和各種不同性能的機器。這些標準類型的零件人們就叫做「機械原件」。

這本小冊子，系統而簡要地介紹了這些「機械原件」，諸如螺釘、皮帶和皮帶輪、軸和軸承，以及齒輪等等。

目次

一部機器的分析.....	1
最普遍的機件——螺釘和螺桿.....	2
傳動用的螺紋——方螺紋和梯形螺紋.....	6
皮帶和皮帶輪.....	7
傳動比和傳動方向.....	10
皮帶輪的形狀.....	11
軸和軸承.....	14
軸承襯套.....	16
球軸承和轉子軸承.....	19
鍵和鍵槽.....	20
齒輪的原理.....	22
實際的齒形.....	24
齒輪的傳動比.....	27
輪系的計算.....	28
各種形狀齒輪的特點.....	30

社会主义的大生产，是在生产上採用近代化的機器和最新的技術，不斷地提高質量和降低成本，以滿足廣大人民日益增長着的生活需要。這些近代化的機器，有着多種多樣的形態，複雜而巧妙的動作。並且通過使用、研究和改進，不斷地在設計、創造更多的新的、自動化的機器。

無論多麼複雜的機器，如果把它拆開來看，那些構成機器的機件總是離不開一些標準的類型的。把這些標準類型的機件加以適當地選擇和安排，就能組合成各種不同動作的機構和各種不同性能的機器。這些標準類型的機件就被人們叫做「機械原件」。

一部機器的分析

我們把任何一部機器拆開來，無論是紡織機也好、農業機器也好、車輛也好、金屬切削機床也好，它們所有的機件都可以分為以下的三個類型：

1. 機體構件 是用來構成機器的主體的各种機件。如通常被叫做「機架」、「機身」、「車體」等等的就是。

2. 傳動件 是用來傳遞原動机的動作能力的机件，是一部机器的心臟部分。如「軸」、「齒輪」、「結合器」等等。

3. 結合件 是用來連結各个机件的。如「螺釘」、「鍵」、「梢子」等等。

一部机器虽然是由許多机件所組成的，但是这些机件並不是都能單獨拿出來給它起个什麼名字和說明它的顯著的作用的。它們是在一定的機構內才能在一定的限度內起作用。比如一个螺釘，我們可以說明它是用來結合兩個机件用的东西。但是，對於一个小槓桿，或者机器中的一个什麼樣的鉄片，就很难說明它一定的作用；它是受全体的影响的，把它放在不同的地方就起不同的作用。對於前者，我們就叫它为「机械原件」；對於後者，我們只能泛泛地叫它为「另件」。也就是說：「机械原件」是構成机器的典型的另件，它們有一定的形狀，起一定的作用，並且大多數是屬於傳動件的。通常所指的有：軸、軸承、齒輪、皮帶輪、鍊輪、联軸節、結合器、螺釘、鍵、彈簧、凸輪等等。因为傳動件是一部机器的心臟部分，所以这些机械原件就成为構成一部机器所必不可少的重要另件了。我們對於这些机械原件有了認識以後，那麼想進一步去了解机器的動作原理，就容易得多了。

下面把常用的机械原件作一个概括的介紹，以便能够對它們有初步的認識，作为進一步認識机器的準備知識。

最普遍的机件——螺釘和螺桿

要把兩個以上的机件連結在一起，在現代的技術上來講，有很多的方法，如鉚釘鉚合、焊合、用螺絲釘結合等等。其中

以用螺釘結合為最便利，因為它裝卸方便，特別是在經常要裝卸的地方，用其他的方法就不相宜了。常用的螺釘形狀有以下幾種（見圖 1）：

1. 螺釘和螺母
2. 螺栓和螺母
3. 小螺絲

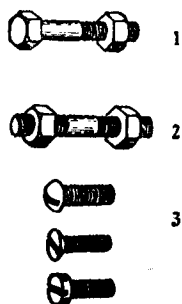


圖 1 1—螺釘；2—螺栓；3—小螺絲。

在這些常用的螺釘當中我們可以看出它們的共同點，就是都有螺紋。在螺釘外面的叫「陽螺紋」，在螺母孔內面的叫「陰螺紋」（見圖 2）。為了使螺母能夠很適當地旋到螺釘上，陽螺紋的形狀和大小必須和陰螺紋完全相符合。這樣就必須有嚴格的規定。在螺釘上所用的螺紋標準通常有兩種：一種是公制螺紋；一種是吋制螺紋（或威氏螺紋）。

如果把一條螺釘從中間割開成兩片，我們可以看出螺紋部分的形狀如圖 3 的樣子。

每一個螺紋都是成三角形的。凸出部份的尖端叫做「紋尖」，凹入部份的最凹點叫做「紋底」，相鄰兩條紋間的距離叫做「螺

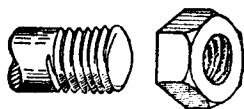


圖 2 陽螺紋和陰螺紋。

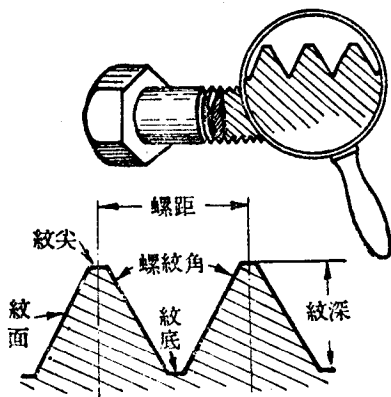


圖 3 螺紋的形狀。

距」，凸出的螺紋的表面叫做「紋面」，兩紋面之間的夾角叫做「螺紋角」，紋的全高度叫做「紋深」。

公制螺紋的螺距用毫米來表示，螺紋角是 60 度，紋深是螺距的 65%。

吋制螺紋的螺距用每一吋長的螺紋內有幾個螺距來表示，螺紋角是 55 度，紋深是螺距的 64%。

我們把一對螺釘和螺母剖開來看，陽螺紋和陰螺紋的關係

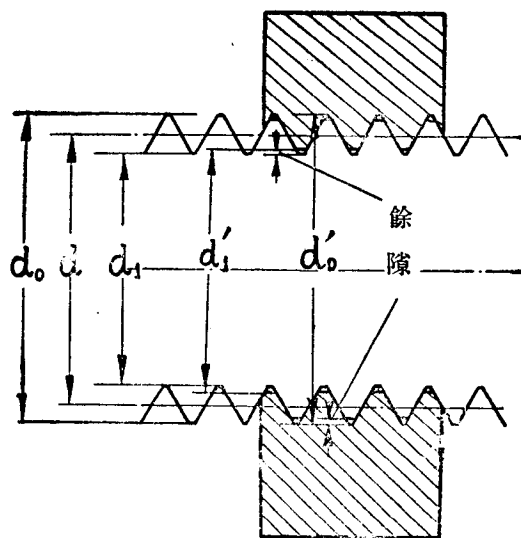


圖 4

如圖 4。螺釘上有陽螺紋，它的外徑就是螺釘上螺紋部分的最尖端尺寸 d_0 ， d_0 要比螺母內陰螺紋的外徑 d'_0 小一些，中間留有餘隙。同樣，螺母內面陰螺紋的底徑，就是螺母內面螺紋的最尖端尺寸 d'_1 ， d'_1 要比螺釘上陽螺紋的底徑 d_1 大一些，中間也

留有餘隙。餘隙的作用是為了：(1)避免螺紋的尖頂和凹槽之間發生擠住現象；(2)容納螺紋面上留下的未擦淨的污物；(3)保存一些滑潤劑，如機器油、鉛油等等的東西，使旋緊和旋鬆時容易些；和(4)保證陽螺紋和陰螺紋的正常配合關係，也就是螺母和螺釘之間應有的鬆緊程度。

用螺釘和螺母擰緊兩個機件的時候，螺釘和螺母之間要承受很大的力量的；這個力量是由螺紋部分擔負的。直接受力量的是螺紋面。如圖5，螺釘受向左的力量，螺母受向右的力量，而這力量是作用在互相密接着的螺紋面上的。理想的螺紋

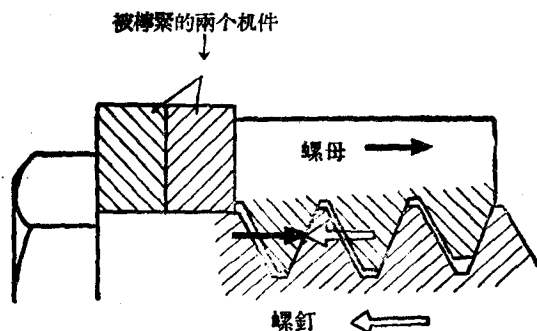


圖 5

面應該是完全密接的，為的是使力量均勻地分攤在所有的互相接觸着的陽螺紋和陰螺紋上。但是實際上因為在製造螺釘和螺母的時候加工不夠精密，往往產生如下的情形；就是有些應該受力的螺紋面，因為螺距不對了，並沒接觸，於是把它應當擔負的力量轉移給別的接觸的螺紋。而那些已經接觸了的螺紋面，因為螺紋角度不正確，或者表面不平，就使得那些接觸點特別受力；這樣一來，個別的螺紋就由於受力過大，超過了它

的強度，而被擠歪甚至於擠裂了。所以在製造螺釘和螺母的時候，就必須要求陽螺紋和陰螺紋的形狀和大小完全一致。

傳動用的螺紋——方螺紋和梯形螺紋

前面所說的螺紋形狀是三角形的，我們通常管它叫尖螺紋，是用來結合機件的。這裏說到的是另一種形狀的螺紋，它的形狀是方形或是梯形的。因為這種螺紋具有較大的強度，所以可以用它傳遞較大的力量，作為機械傳動用的螺紋。如起重千斤頂、車床絲槓，螺旋壓榨機等等所用的螺紋。

方螺紋和梯形螺紋的形狀如圖6。它的切斷面比尖螺紋要大得多，所以強度也大，當力量加在螺絲桿上的時候，是由螺紋的平面來承受的。因為螺母較長，互相銜接的陽螺紋和陰螺紋的數目就較多，於是就能承受較大的力量。

用方螺紋來傳達大的力量的實例，

圖6 上方螺紋；如螺旋千斤頂
下一梯形螺紋。（圖7）。我們用

手旋轉手柄的時候，和手柄相連結的螺母就隨着旋轉，螺桿就上升。手柄每旋轉一周，螺桿就上升一個螺距。根據力學上的道理，假定沒有摩擦損失的話，物體的重量和物體上升的距離的相乘積，等於手的力量和手動作的距離的乘積。用公式來表示如下：

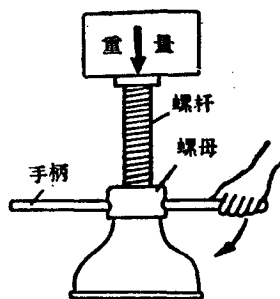


圖7

重量 $\times$ 螺距 = 手的力量 $\times$ 手轉一周的圓周長度

比如我們用螺距是 10 毫米的螺桿，槓頂一個重 500 公斤的物件，手柄的長度是 300 毫米（從手握的地方算起，到螺桿的中心），那麼手搬動的力量是：

$$\frac{500 \times 10}{300} = \frac{5,000}{300} = 16.6 \text{ 公斤}$$

假設摩擦損失為 10% 的話，也只要十八九公斤的力量就可以把 500 公斤的重物舉起來，達到了省力的目的。

皮帶和皮帶輪

在機器的傳動方法上，常常使用皮帶和皮帶輪。皮帶是用牛皮經過製革的手續做成的長條，因為牛皮的質地不均勻，而且成本也高，所以現在都改用布芯橡膠帶，習慣上還是叫做皮帶。

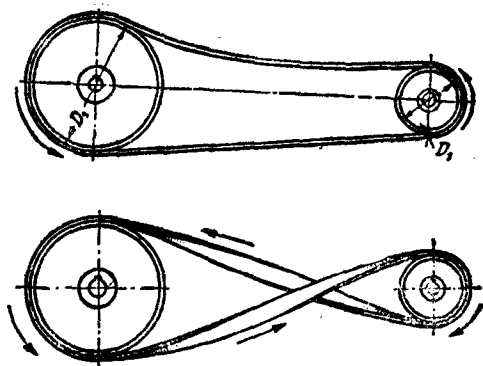


圖 8

皮帶從形狀上可以分為平皮帶和三角皮帶兩種。平皮帶用

平面的皮帶輪，如圖 8，三角皮帶用帶槽溝的皮帶輪，如圖 9。

皮帶輪的傳動是依靠皮帶和皮帶輪之間的摩擦力。當皮帶和皮帶輪的平面互相接觸的時候，接觸面上有摩擦力產生，摩擦的大小，要看皮帶在皮帶輪上箍緊的力量大小和接觸面的情況而定。箍緊的力量越大，接觸面越粗糙，摩擦力就越大；摩

擦力越大，能傳達的運動力量也就越大。

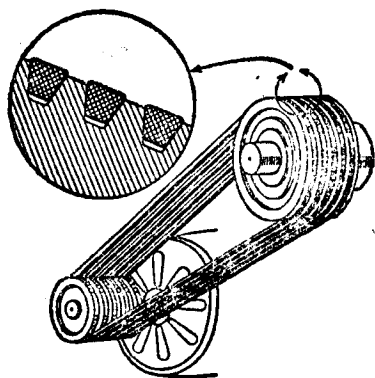


圖 9

但是，從另一方面來看，摩擦力不可能要求很大。因為如果皮帶在皮帶輪上箍緊的力量增加得太大了，皮帶本身就會被拉長，而且裝皮帶輪的軸也會因為皮帶的拉力過大而被拉彎。如果要把皮帶和皮帶輪的接觸面做成

很粗糙，在接觸面上會發生過大的熱量，使皮帶和皮帶輪的溫度升高，不但會減少皮帶的壽命，而且增加了傳動的損失。為什麼會發生熱量呢？這是因為實際上皮帶並不是絕對隨着皮帶輪的，它們兩者之間有滑動發生，這種滑動發生的原因是由於皮帶本身有彈性。從圖 10 上看，當皮帶向箭頭所指的方向拉動皮帶輪的時候，「來帶」和「去帶」（註）的拉力是不一樣的。去帶是由原動輪來拉被動輪的，所以拉力比來帶要大得多，於是當去帶剛剛要離開皮帶輪的時候就會被拉長了，等到它從原動輪繞過以後，剛要離開原動輪的時候，由於拉力減少，皮帶被拉長的部分又收縮回去，這樣一來就造成了皮帶在皮帶輪上

局部滑動的現象，我們管它叫「爬行現象」。

用皮帶傳動有幾種好處：

第一：皮帶本身是有彈性的，伸縮性很大，所以它只能傳達旋轉運動，不會把原動機上的震動傳到被動的機器上來，能夠使被動的機器不受原動機震動的影響。

第二：皮帶和皮帶輪之間是只靠摩擦力來傳動的，所以如果被動的機器超過了原動機和皮帶所能供給的轉動力量的時候，皮帶和皮帶輪之間就發生滑動，不會使原動機有過大的「超負荷」，能保護原動機的安全。

第三：皮帶是條狀的，可以任意加長去短，也就是說：原動機和被動機器之間的距離可以隨意遠近，很是方便。

第四：皮帶和皮帶輪製造容易，成本低廉。

因為有這些好處，所以在機器傳動上經常使用它。但是它也有些缺點：

第一：因為皮帶是靠摩擦力來傳動的總有滑動產生，所以原動輪和被動輪的轉數比不能保持絕對正確。

第二：摩擦力損失和滑動損失比較大，不適宜傳動大馬力。

第三：佔用的空間較大，而且容易發生傷人的危險。

第四：皮帶要有接頭，接頭的強度較低。

第五：因為皮帶必須預先繃緊，所以裝皮帶輪的軸上就受有經常的很大的拉力，容易使軸彎曲。為了避免彎曲，就需要

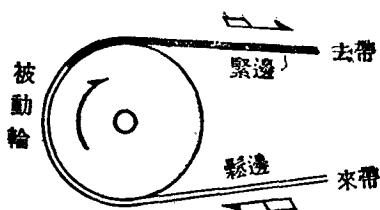


圖 10

用較粗的軸。

現在比較通用的三角皮帶，它的断面是梯形的（見圖 9），梯形的兩側緊貼着皮帶輪的槽壁，由於皮帶的拉緊力使梯形的側面增加壓力，摩擦力也就增加了。同時皮帶和輪槽的形狀相符，有楔子的作用，越拉越楔得緊，壓力也就越大。並且三角皮帶在製造的時候是做成圓環形的，不需要接头，全体的强度都一样。因为三角皮帶有这些特點，所以比起平皮帶來要优越些，能够克服平皮帶的一些缺點。

傳動比和傳動方向

从第 8 圖中看到兩種不同的皮帶輪使用方法，上面的使用方法叫做「開口皮帶」，被動輪的旋轉方向和原動輪相同；下面的方法叫做「交叉皮帶」，被動輪的旋轉方向和原動輪相反。在机器傳動上，根据要求來選用不同的掛皮帶方法。

原動輪和被動輪的速度關係是怎样决定的呢？从圖 11 上看：这是一对皮帶輪，原動輪的直徑是 100 毫米，被動輪的直

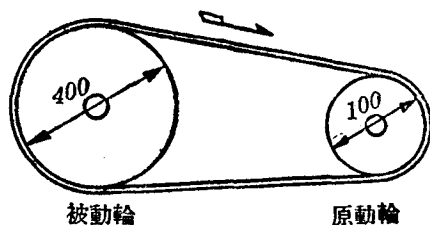


圖 11

圓周長，小輪的圓周短。因为：

$$\text{圓周長} = 3.1416 \times \text{直徑}$$

徑是 400 毫米。我們从皮帶上去想，因为皮帶是一條，在旋轉的時候皮帶的速度是一样的，但是兩個皮帶輪的直徑大小不一样，它們的圓周也就不一样：大輪的

所以：原動輪的圓周長 = 3.1416×100 毫米 = 314.16 毫米

被動輪的圓周長 = 3.1416×400 = 1256.64 毫米

也就是說被動輪的圓周比原動輪的大四倍，恰好等於它們直徑的倍數。

因為皮帶是緊貼着皮帶輪的表面來轉動的，所以皮帶的速度和兩個皮帶輪的表面的速度應該是一樣的。這樣我們就可以看出：當原動輪轉動一整圓周的時候，皮帶移動了 314.16 毫米；這個數字只是被動輪圓周長度的四分之一，也就是說被動輪被拉轉了四分之一圓周。從這裏可以得到一個規律，就是：

被動輪的轉數和原動輪的轉數比等於原動輪和被動輪直徑的比。

簡單地說就是：

轉數和直徑成反比

寫成公式如下：

$$\frac{\text{被動輪轉數}}{\text{原動輪轉數}} = \frac{\text{原動輪直徑}}{\text{被動輪直徑}}$$

假定圖 11 中的原動輪裝在電動機上，被動輪裝在機器的軸上。電動機每分鐘轉 1,440 轉，那麼機器的軸每分鐘要轉多少轉呢？根據公式可以算出來：

$$\begin{aligned}\text{被動輪轉數} &= \frac{\text{原動輪直徑}}{\text{被動輪直徑}} \times \text{原動輪轉數} \\ &= \frac{100}{400} \times 1,440 = 360 \text{ 轉/每分}\end{aligned}$$

皮帶輪的形狀

皮帶輪通常用鑄鐵製造，有時候為了簡單容易做，也可以

使用木材來做，但並不是很好的，因為木材的強度低，容易壞。

皮帶輪的一般形狀如圖 12，主要由三個部分做成：

1. 輪輞 是掛皮帶的部份，它的寬度要比皮帶略寬一些，厚度根據轉數的快慢和皮帶的大小來決定的。

2. 輪轂 是把皮帶輪裝到機器的軸上去所不可少的部份，輪轂中的孔是和軸的尺寸相同的，為了把輪和軸緊緊的固定好，通常要使用「鍵」或「頂絲」等等零件。

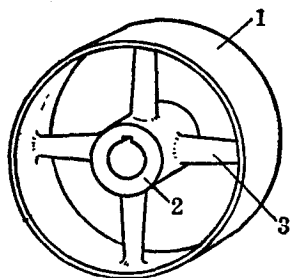


圖 12

3. 輪輻 是聯結輪輞到輪轂上所必需的部份，一般的皮帶輪都用橢圓形斷面的輻，特別小的輪，輪輻做成薄板形或者做成整體的，分不出輪輞和輪轂來。

裝平皮帶用的輪輞，除去常常要移動位置的皮帶以外，都做成如圖 13 的帶有輪脊的形狀，中間比兩邊高出一些。這樣可以使皮帶永遠自動地保持在輪輞的正中，不會左偏右斜。

為什麼能有這個作用呢？前面說過，因為皮帶是有彈性的，它會被輕微的拉長或者扭彎。當皮帶走向皮帶輪的輞面上的時候，因為

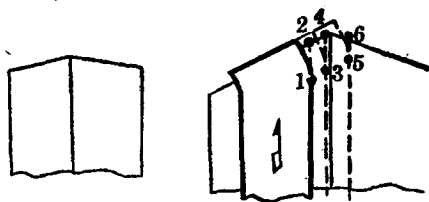


圖 13

速度很大，總是往直線方向走的。所以當皮帶不在輪輞正中的

時候，像圖13中的樣子，皮帶掛在輪軸上的部份必然是斜的，我們看圖上1點所要走的路綫，由於皮帶的速度很快，它必然向2點走過去，不會拐弯的。當1點走到2點的時候，皮帶就到了虛綫的位置。這以後皮帶上的3點仍然會走到4點的位置，皮帶再向右移動一步。這種動作在輪軸的兩面都會產生的，只要皮帶在輪軸上掛的不正，它必然會在輪軸的兩面產生這種移動，直到自動地把皮帶移到正中為止（皮帶到了正中位置以後，這樣移動的力量左右相等，互相抵消了，皮帶自然不會再移動了）。

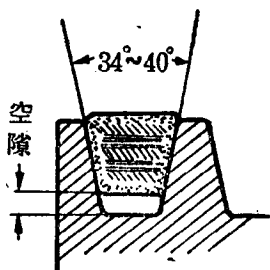


圖 14

三角皮帶用的皮帶輪，除去輪軸的形狀和平皮帶輪不同以外，其餘的部分都一樣。三角皮帶用的輪軸要按照三角皮帶的大小作出槽溝來。槽溝的斷面形狀如圖14，是梯形的，兩側面的角度要隨着皮帶輪直徑的大小來改變，從 34° 到 40° 。因為三角皮帶的角度是 40° 度，但是當把三角皮帶

彎曲的時候，它的外面要伸長，內面要縮短，如圖15，伸長的部分就要變窄，縮短的部分要漲粗，結果使角度減小了。也就是說，皮帶輪的直徑越小，槽溝的角度應該越小，這樣才能使皮帶的側面和槽溝的側面密合，增加摩擦面，就不容易打滑，傳動的效率才會高。並且要注意皮帶和皮帶輪槽溝的底不能接觸，如果接觸了，兩側面就不起什麼大的

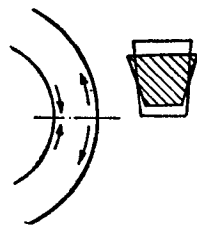


圖 15

楔形作用，減低了三角皮帶的效率。

軸 和 軸 承

機械的運動方式，主要有兩種：一種是直綫運動，一種是旋轉運動（又叫做圓運動）。直綫運動在機器上面總是表現為一往一復的，我們叫做往復運動，像鉋床的運動就是這種往復運動。而往復運動的原動力，還是由旋轉着的齒輪或皮帶輪等等變來的。

我們用的原動機，如汽油機、柴油機和電動機等等，都是供給旋轉運動的動力的，利用種種不同的機構，把原動機供給的動力傳達到機器的最終部分，使機器作出工作來。這中間的動力傳達，主要是靠旋轉着的軸和一系列的皮帶輪齒輪等等零件。機器中間沒有軸就等於沒有心臟，所以軸在機器中是非常重要的。

軸的形狀一般是很簡單的，就是光滑的圓棒，但是它的材料是用優質的鋼做成的，經過很仔細的加工。在高速度和大馬

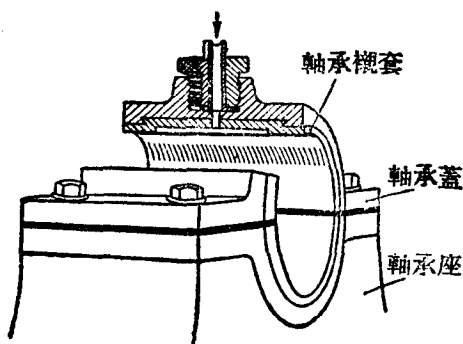


圖 16

力的機器裏，如飛機的發動機，汽車的發動機裏面所用的軸，要使用特殊的鋼來製造，像含有鎳、鉻、鋁等等的合金鋼，為的是增加軸的強度，減小軸的尺寸。

軸有旋轉的軸，