



• 机械工人进修丛书 •

滚动轴承

丁爵曾編



安徽人民出版社

“机械工人进修丛书”出版說明

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，机械工业正在一日千里地发展着。广大机械工人意气风发，干劲冲天，掀起了大搞技术革新和技术革命的羣众运动。他們迫切要求提高操作技术，掌握先进操作方法。这一套丛书的出版，正是为了帮助他們提高操作技术和有关的理論知識，从而更好地参加技术革新和技术革命运动。

这一套丛书在編輯中，我們力求多介紹一些实际操作方法，和先进的操作經驗，并从理論上簡明扼要、通俗易懂地加以說明，使之适合具有有一些基本知識的工人同志閱讀。

这一套丛书，計劃編輯的內容，包括机械工业的各个主要方面，編好后将陸續出版。

目 录

一、为什么要滚动轴承化

- (一) 从摩擦现象谈起..... 1
- (二) 滑动摩擦和滚动摩擦..... 4
- (三) 滑动轴承和滚动轴承及其优缺点..... 6
- (四) 为什么要滚动轴承化..... 8

二、滚动轴承的构造和类型

- (一) 滚动轴承的构造和分类.....10
- (二) 几种主要类型的滚动轴承和它们的特点.....13
- (三) 滚动轴承的编号.....19

三、怎样制造滚动轴承

- (一) 滚动轴承的材料和热处理.....28
- (二) 轴承内外环的制造.....31
- (三) 球的制造.....33
- (四) 保持器的制造.....35
- (五) 轴承的装配.....35

四、怎样选择滚动轴承

- (一) 滚动轴承类型的选择.....37

(二) 滚动轴承号碼的选择.....	39
--------------------	----

五、怎样使用滚动轴承

(一) 滚动轴承的安装.....	53
(二) 滚动轴承的维护.....	57
(三) 滚动轴承的拆卸.....	62
(四) 滚动轴承的破坏.....	64
(五) 滚动轴承的貯藏.....	66

一、为什么要滚动轴承化

(一) 从摩擦现象谈起

生活經驗告訴我們，要想使一个物体連續运动，一定要源源不断地供給动力，如果没有动力，物体就要停止运动。例如，當我們在水平面上推动一小球时，起初小球运动很快，但后来不再推它时，速度就慢慢減低，最后終于停止。又如机器在发动机带动下，会不断運轉，当发动机停止工作，机器也就停止運轉；行駛着的汽車，如果发动机熄火了或者汽油燒完了，它也会漸漸慢下来，直到停住。

为什么一定要源源不断地供給动力，才能使物体繼續运动呢？当小球在水平面上运动的时候，是什么力量阻碍了它繼續运动呢？当发动机停止工作的时候，是什么力量阻碍了机器的運轉呢？当汽車的发动机熄火了或者汽油燒完了的时候，是什么力量阻碍了汽車的运动呢？这个问题，我們的先輩作了很多研究和实际观察，早已找到了答案。他們发现阻碍各种物体繼續运动的力量是摩擦力。这种现象叫做摩擦现象。小球在水平面上运动时，球与平面产生摩擦；机器運轉时，它的所有运动零件之間也产生摩擦；汽車行駛时，道路与車輪和輪軸与軸承之間也都要产生摩擦。當我們源源不断供給比摩擦力更大的动力的时候，小球就能繼續运动；机器就能繼續運轉；汽車就能

繼續行駛。如果停止供給動力，那麼摩擦力就要阻礙它們運動。因此，我們可以得出結論：如果作用在物體上的力量超過摩擦力，物體就會產生運動，如果作用的力量比摩擦力小，物體就不會運動。

摩擦現象是非常普遍的，只要我們細心地觀察，就會發現凡是互相運動的物體之間都有摩擦。古人鑽木取火，就是利用鑽木頭時摩擦產生的熱量來取得火的；我們在木板壁上釘釘子，就是由於釘子和木板之間有摩擦力，釘子才不會脫落下來。我們懂得了摩擦的道理以後，就可以在許多地方利用它來為人類服務，例如許多機器用皮帶傳動，就是利用皮帶和皮帶輪之間的摩擦來使其傳動的；摩擦輪傳動，就是利用兩個輪子之間的摩擦力來使其傳動的；自行車、汽車和機器上的剎車，汽車、機器上的離合器，也都是靠了摩擦力才能工作的。但是，在很多情況下，摩擦又是有害的，因為加給物體的動力，一定先要用一部分來克服摩擦力，剩下的才能做有用的工作。因此，摩擦是消耗動力的，摩擦力越大，消耗的動力就越多，實際有用的動力就越少，如果是一部機器，那麼它的機械效率就越低。為了提高機械效率，當然我們希望沒有摩擦，這個願望很難實現，但應該尽可能地使摩擦力減小。例如我們設法使道路平整，零件表面光滑，汽車和道路之間以及汽車內部各零件之間的摩擦力就可以減少一些，那末汽車上的發動機的馬力就可相應減小。摩擦消耗的動力變成了熱，產生摩擦生熱的現象，這種現象在我們日常生活中是很容易體會的，前面說過的鑽木取火，就是一個例子。冬天兩手冷時，相互摩擦，就會覺得暖和些。摩擦力越大，發熱量也就越大。機器的發熱現象如果太利害，就會使機器潤滑困難，零件燒壞，因此摩擦生熱對

机器是有害的。摩擦还会使物体的表面一层层的磨掉，在我们日常生活中，常常会碰到一样东西用得日子久了，就会磨得发光；磨得太利害，就不能使用。这种现象在机器上叫做零件磨损，摩擦力越大，磨损便越利害，机器零件如果磨损过甚，这个零件就要报废。

世界上每天都有很大一部分动力是因为摩擦而白白消耗掉了，每天都有不少机器和零件因为发热或磨损而报废，因此，人们总是不断地在想办法，减小摩擦力，提高机械效率，使所有的机器能够更好地工作。

摩擦虽然是非常普遍的现象，但它的本质却是一种非常复杂的物理和化学现象，到现在为止，还不能说对于摩擦现象的本质已有了完全充分的了解。但根据现在所研究出来的结果，我们可以这样来解释摩擦现象：如果把物体放在显微镜下，就可以看出没有一个绝对的平面，任何物体的表面尽管看上去很平，实际上总是高低不平的，只不过程度上的差别而已。因此当两个物体互相接触时，它们表面上凸起的部分和凹进的部分就会互相嵌住。在这种情形下如果想要推动其中的一个物体，互相嵌住的部分就会阻碍物体的运动，因此我们说：摩擦力的大小和两个互相运动的物体的表面有关系，表面越光滑，摩擦力就越小，表面越粗糙，摩擦力就越大。所以，为了减小摩擦力，常常把互相摩擦的零件表面做得光滑一些。摩擦力和两个互相运动物体之间的垂直压力也有关系，垂直压力越大，它们表面上高低不平互相嵌住的压紧力便越大，因此，摩擦力就越大。摩擦力还和摩擦的种类有关系，固体和固体之间的摩擦力最大，这种摩擦叫做干摩擦；如果在两个物体的接触面之间夹一层液体，例如润滑油，摩擦力就比较小，这种摩擦叫“湿摩擦”。

擦。我們常常在两个互相摩擦的零件之間加一些潤滑油，就是為了把干摩擦變成濕摩擦，以減小摩擦力。干摩擦比濕摩擦阻力大的道理，也很容易理解，因為干摩擦是兩個高低不平的表面直接接觸，而濕摩擦則用一層油膜把兩個表面隔開了，使兩個表面接觸部分減少，因而摩擦力就相應減小。摩擦力的大小還和材料的性質有關係，例如用木材、橡皮等材料做成的零件，就比用金屬、塑料等材料做成的零件的表面摩擦力大。很顯然，這是因為後一類材料做成的零件的表面通常要光滑一些的原故。

根據上述理由，我們可以寫出計算摩擦力大小的基本公式：

$$F = f N \quad (1)$$

公式里 F 是摩擦力， N 是兩個物體之間的垂直壓力，在最簡單的摩擦情況下，它就是運動物體的重量； f 是隨着物體的表面、潤滑和材料性質的不同而變化的一個數值，叫做摩擦係數，因為它與很多因素有關係，所以必須用實驗的方法才能把它測定出來。

(二) 滑動摩擦和滾動摩擦

在實際生活中，大家都有這樣的體會：車子裝上車輪，拉着車子跑的時候，拉車就不十分費力；假如把車輪卸掉，讓車架擺在地面上，要想把車子拉跑，就非常費力了。又譬如要搬動一桶煤油，如果我們把煤油桶直立在地面上，拉動就要用很大的力量；如果我們把煤油桶放倒，讓它在地面上滾，那麼只要用很小的力量就可以把它推動了。同樣的例子還可以舉出很

为什么会有这种现象呢？摩擦有两种形式，一种是滑动摩擦，一种是滚动摩擦。滚动摩擦的阻力总是比滑动摩擦的阻力要小得多。卸了车轮的车架、直立在地面上的煤油桶，是在地面上滑过去的，它们和地面的摩擦叫做滑动摩擦。车架装了车轮，煤油桶放倒在地面上，是在地面上滚过去的，它们和地面的摩擦叫做滚动摩擦。这些例子告诉我们，用滚动代替滑动，可以大大节省劳力。

人们很早就发现了滚动摩擦阻力比滑动摩擦阻力小这个现象，并且知道利用这种现象，以滚动摩擦代替滑动摩擦来搬运比较重的东西。大约在公元前3,000~2,750年，埃及的劳动人民在建筑金字塔的时候，就曾经用圆柱形的木滚垫在重物下面来搬运每块重达二吨半的大石块，如图1。后来这个办法渐渐改

进，到了中世纪，一般多用铸铁或青铜做成球，放在木制的专用滚道里让它滚动，以比较小的力量搬运更大更重的东西，如图2。在18、19世纪，这种方法

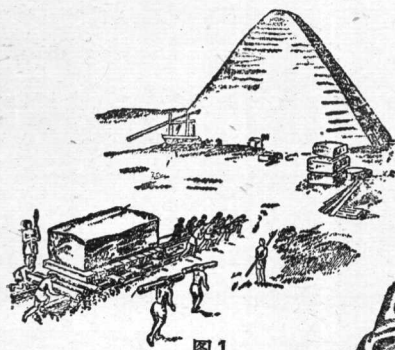


图1

已经用得十分广泛，例如1769年在彼得堡（即现在苏联的列宁格勒）建筑彼得大帝的纪念碑——青铜骑

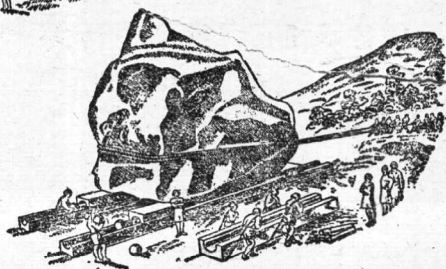


图2

土象时，奠基的花崗石就是用这种方法搬来的。

(三) 滑动轴承和滚动轴承及其优缺点

机器上有很多互相运动的零件，其中非常重要的一项是轴和轴承。轴要转动，就一定要有固定的支架来支持它们，这种支架，就叫做轴承。图3所示的轴承，轴在里面转动时，轴承的同一表面与轴的不同表面陆续接触，它们之间是滑动摩擦，所以叫做滑动轴承。现代机器上所用的滑动轴承，虽作了很大改进，

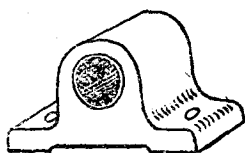


图3

并且经常加润滑油以减小摩擦力，但是滑动轴承的摩擦阻力究竟比较大，而且需要的润滑油比较多，这是滑动轴承的主要缺点。此外，采用滑动轴承，因为摩擦阻力较大，所以机器启动所需的动力也得比较大，这也是滑动轴承的一个

缺点。为了用滚动摩擦代替滑动摩擦，以克服滑动轴承的缺点，可专门做两个大小不同的圆环，在大圆环的里面和小圆环的外面，各刻上一弧形的槽，中间装一些大小相同的圆球，如图4。使用的时候，把内环紧紧地套在轴上，跟轴一起转动，把外环装在机器的架子上，当轴转动的时候，圆球就在内外环之间的弧形槽里滚动，它们之间是滚动摩擦，这种轴承就叫做球轴承。还有另外一些轴承，也是利用滚动摩擦的原理，不过里面不是放的圆球而是放的圆柱体或者圆锥体。我们把这一些轴承统称做滚动轴承。

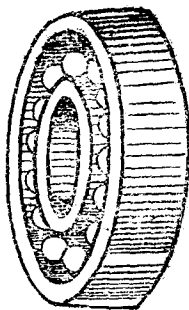


图4

滚动轴承的最大好处就是摩擦阻力小。它只有滑动轴承摩擦阻力的五分之一到五十分之一。机器装上滚动轴承，就可以减少因为摩擦而消耗的功力。因为滚动轴承在起动和运转时的摩擦阻力都差不多一样大，所以起动机器时，不需要加更大的力量，就可以把机器起动。这不仅可以大大节省功力，而且对机器的维护也是非常有利的。

此外，滚动轴承还有下面的一些优点：

(1) 滚动轴承的原材料是合金钢，它不象滑动轴承要用铜、铅、锡和铟等有色金属的合金来做轴衬。因此在机器上广泛地采用滚动轴承，就能节省大量的有色金属，可以把有色金属应用到发展电气工业等更重要的用途上去。

(2) 滚动轴承制造时的精密度很高，因此可以提高机器的转速。

(3) 由于滚动轴承是由专门的制造厂经过精密加工制成的，所以使用时只要装上就能运转，不象滑动轴承那样，安装时需要工人细心修刮装配。从而可大大节省装配时间。

(4) 滚动轴承不象滑动轴承那样，需要经常加油，一次加油即可连续工作两个月到一年，因此能大大节省润滑油的消耗量。

(5) 滚动轴承在沿着轴的方向上的宽度尺寸比较小，因而所占地位较小。

但是，滚动轴承也有一些缺点：

(1) 滚动轴承能够负担的载荷比同样体积的滑动轴承小，因而在重载荷情况下，目前还是采用滑动轴承，而不宜采用滚动轴承，例如轧钢机轧辊的轴承和铁路机车的轴承等。

(2) 滚动轴承的弹性很小，因而在受到冲击或震动载荷

時容易破裂。

(3) 滾動軸承的製造精度要求很高，加工過程比較複雜，因而價格較高。

滾動軸承雖然存在着上述一些缺點，但是它的優點究竟是主要的，因此，在各種現代化的機器上，總是盡量地使用滾動軸承。

(四) 為什麼要滾動軸承化

我們已經知道，用滾動軸承代替滑動軸承，可以減少因為摩擦而消耗的動力。我們全國每天都有上千萬部各種各樣的機器、車輛、工具在那裡轉動，如果能把摩擦阻力減少百分之一，全國節省下來的動力就是一個很驚人的數字。現在農村中還有許多機械和工具是靠人力或者畜力去推動的，農業生產大躍進以來，人力畜力都感到不足，如果我們能把這些機械和工具的軸承都改成滾動軸承，就可以節省出大量的勞動力，用在農業生產上，爭取更大的豐收。例如解放式水車原來要用八個人，裝上滾動軸承，只要用兩個人，而且效率還可提高1.8倍；四輪牛車原來要用三條或四條牛，裝上滾動軸承只要用一條牛就行了；木制龍骨水車，原來要用四個人，裝上滾動軸承以後，只要用兩個人，效率還可提高4.5倍。所以許多農民說：“小小滾珠指頭大，千斤萬斤它不怕，各種工具裝上它，好像跨上千里馬。”

滾動軸承化就是要把所有運轉的機械和工具都裝上滾動軸承，以節省動力和減少磨損，這是一件有很大意義的工作。實現滾動軸承化不僅是當前農具、工具改革中的一項重要任務，

同时也是进一步实现农业机械化不可缺少的一项重要措施。

解放前，我国没有轴承工业，自己不能制造滚动轴承。解放后，由于高速度的社会主义建设，轴承工业也有了迅速发展，扩建和新建了几个大型现代化轴承工厂，每年能生产一千多种，几千万套滚动轴承，这是我国轴承工业的基础和骨干。但是，在农业技术改造迅速发展的情况下，有大量的农业机械和运输工具需用滚动轴承，而现代化轴承工厂所生产的滚动轴承，还远远不能满足农业技术改造的需要。如何适应这一新形势，以更快的步伐发展轴承工业，就必须贯彻两条腿走路的方针，一方面继续兴建现代化的轴承工厂，一方面发动广大群众打破迷信，解放思想，采取土法上马，土洋结合，先土后洋的办法，大家动手发展轴承工业，以便在短期内大量地制造出不同型号的滚动轴承，满足加速实现农业机械化的需要。

过去有些人有一种迷信，认为滚动轴承要求精密度很高，只有那些现代化的轴承工厂才能制造。大跃进以来，大家的思想解放了，这种迷信也打破了。滚动轴承确实相当精密，有它一定的要求，但是只要动脑筋、想办法，发挥群众的智慧，即使只有一些简陋的设备，也同样能制造出合乎规格的滚动轴承。例如我省阜阳专区，不仅各县大办滚动轴承厂，人民公社也自己办轴承厂，他们采用土办法或半土半洋的办法，在短短的时间里，就生产出几十万套轴承，装配了各种笨重的农业工具。事实证明，只要采取群众运动的方法，土法上马，大搞技术革新，就能多快好省地制造出大批滚动轴承，就能使目前农业生产中各种机械和工具迅速跨上滚动轴承化的千里马。

二、滚动轴承的构造和类型

(一) 滚动轴承的构造和分类

滚动轴承的种类虽然很多，但构造却大同小异。现在我们用一个球轴承作例子，来说明它的构造。如图5，轴承最外面的圆环1叫做外环，它的内面有弧形的滚道；轴承最里面的圆环3叫做内环，它的外面也有弧形的滚道；在内环和外环中间，放有很多圆球2，叫做滚珠，它是球轴承的滚动体，当轴承转动的时候，圆球在滚道里滚动，依靠它们的滚动摩擦来代替滑动摩擦；

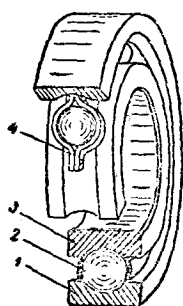


图5

在内外环中间，还有两片夹住球的圆圈4，是用铆钉连接起来的，叫做保持器，它的作用是保持球在滚道里，并且把每个球隔开，

避免它们互相碰撞。

内环装在轴上，外环装在机架的轴承座●里，在大多数情况下，轴是转动的，也就是说内环转动而外环不转。也有相反的情况，即外环转动而内环不转。例如车辆上的轮子与车轴之间装了球轴承，外环装在轮子的内孔，而内环装在车轴上，当车轮转动的时候，外环跟着转动，而内环和车轴是不转动的。

轴承的滚动体不一定是圆球，它有很多种形状，例如图

● 机架上安装轴承外环的部分，叫做轴承座。

6中, a是圓柱形滾子; b是圓錐形滾子; c是腰鼓形滾子; d是螺旋形滾子; e是滾針。保持器的構造也有很多種, 不一定都象圖5那樣。

滾動軸承是按照它們的各種特點來分類的。這裡介紹的是我國第一機械工業部頒發標準的軸承分類法(機64—58), 它是比較系統和科學的分類法:

(1) 按照軸承負擔的載荷方向分類:

軸承是用來支持軸的, 軸上面必定要受到各種各樣的作用力, 這些力轉嫁到軸承上, 就是軸承所負擔的載荷。軸承上所受的載荷方向有種種不同, 例如图7的軸上懸挂垂直重量W, 它的方向對於軸和軸承來說, 都是半徑方向, 因此叫做徑向載荷。

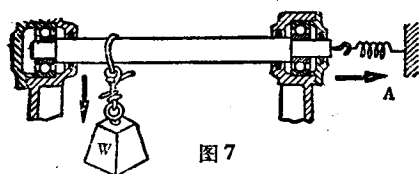


圖7

又如圖中右邊的彈簧的力量A, 它的方向對於軸和軸承, 都是沿着軸的方向的, 因此叫做軸向載荷。圖8中彈簧的力量斜拉着軸, 這個力量可以分解成兩個分力, 一個是徑向載荷; 另一個是軸向載荷。因此這種載荷叫做混

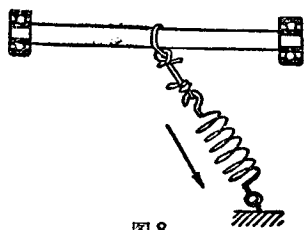


圖8

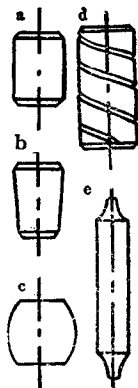


圖6

- 這裡的徑向載荷W是軸上的, 因為軸的兩端有兩個軸承, 它們分擔了軸上的載荷, 所以每個軸承的徑向載荷只占軸上的載荷的一部分。



图9

合载荷。图9中，A示轴向载荷；W示径向载荷。

根据轴承载荷方向的不同，滚动轴承可以分为：

1) **向心轴承** 只能受径向载荷或主要受径向载荷，而轴向载荷比较小。

2) **向心推力轴承** 能受混合载荷，轴承上的径向载荷与轴向载荷都相当大，但可能是以一种载荷为主。

3) **推力向心轴承** 主要受轴向载荷，同时也能受较小的径向载荷，这种轴承应用比较少。

4) **推力轴承** 只能受轴向载荷。

(2) 按照滚动体的形状，轴承可以分为：

1) **球轴承** 滚动体为圆球。

2) **滚子轴承** 滚动体为滚子。按照滚子的形状，它又可以分为：

①短圆柱滚子轴承； ②长圆柱滚子轴承；

③滚针轴承； ④螺旋滚子轴承；

⑤圆锥滚子轴承； ⑥球面滚子轴承。

(3) 按照一个轴承内滚动体的排数，可以分为：

1) **单列** 只有一排滚动体；

2) **双列、三列、四列** 有两排或两排以上的滚动体。

(4) 按照轴承构造上的基本特点，可以分为：

1) **自动调心型** 轴承能随着轴的弯曲自动调整位置。

2) **不自动调心型** 轴承的位置不能随着轴的弯曲自动调整。

整。

(二) 几种主要类型的滚动轴承和它们的特点

滚动轴承是标准化的产品，根据上节所讲的分类型方法，在我国第一机械工业部的部颁标准中，共有五十四种不同类型的滚动轴承。现在只选择其中最常用的几种，来谈谈它们的特点。

(1) 单列向心球轴承

这类轴承的形状见图5。它主要能承受径向载荷，但是因为内外环上都有弧形的滚道把球夹在中间，所以在轴向载荷不太大的时候，它也能承受，不至于把球从滚道里推出来。可是，如果轴向载荷太大，它就不能承担了。

这类轴承的优点是：构造上比较紧凑，占体积小；有足够的工作能力和寿命；价格比较便宜。它的缺点是：必须细心维护；要用良好的润滑油；承受冲击载荷的能力较低。

这类轴承适用于轴两端的轴承之间距离比较小的地方，例如汽车、拖拉机、机床的变速箱轴和减速器轴等。一般轴承的间距与轴的直径的比值应该小于10 ($\frac{l}{d} < 10$)，因为它是不自动调心型的，轴承的间距越大，或者轴的直径越小，轴在受到径向载荷的时候，弯曲变形便越利害；轴的变形如果很大，轴承的中心线和轴的中心线便要发生比较大的偏斜，这对于轴承的工作是不利的。

单列向心球轴承在轴和轴承座上的安装情况如图10。

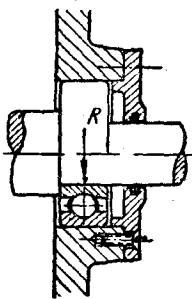


图10