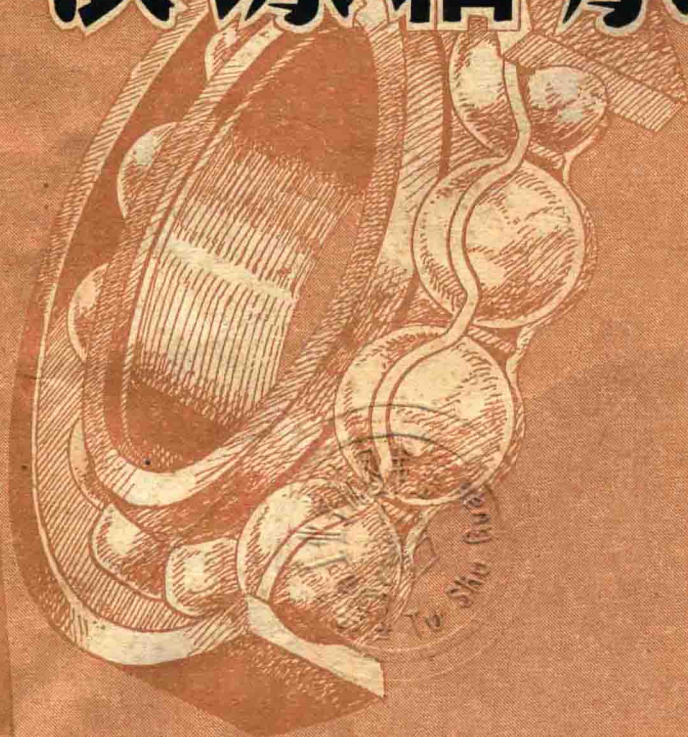


滾珠軸承



科技衛生出版社

目 录

滚珠轴承的历史	3
滑动摩擦与滚动摩擦	5
滚动轴承的构造和种类	10
土法制造滚珠轴承	14
各地土法制造滚珠轴承实例	21
(1) 甘肃定西的土法	21
(2) 甘肃永登的土法	22
(3) 陕西咸阳的土法	24
(4) 湖北的土法	25
(5) 江苏的土法	30
(6) 云南的土法	35
(7) 福建的土法	36
特殊的土法制造的滚珠轴承	39
(1) 木制玻璃滚珠轴承	39
(2) 陶瓷滚珠轴承	42
(3) 木質滚珠轴承	42
(4) 含油轴承	43

农具改革是当前我国农业生产中的中心问题，而在一切运转工具中实现滚珠轴承化，又是当前农具改革中的主要环节。我国农业生产发展的道路，是通过群众性的农具改革运动，使我国落后的农业技术，经过改良农具、半机械化、机械化达到现代化。只有把我国的农业置于现代化的先进的农业技术基础上以后，我国的农业生产，才能获得彻底的解放和无限的发展；我国的农业生产才能以更大的规模、更高的速度向前跃进。

在我国目前的具体条件下的半机械化，就是把一切以人力、畜力为动力的农业生产工具都安装上滚珠轴承，使一切运转工具轴承化。轴承是一切机械的灵魂。滚珠轴承发展的高度和使用的广泛程度，从来就是衡量一个国家工业水平的重要标志。畜力农具加轴承，就是我国农业的半机械化。不要小看滚珠轴承在农业生产工具中广泛采用的重要意义，这是使我国农业技术水平跨进一个新的技术领域的重要因素。要十分重视和足够估计半机械化的意义，它是使我国走上机械化的开始，是我国农业机械化的第一步。

——摘自 1958.7.26：人民日报社论“农具革命中的一件大事”

一 滾珠軸承的历史

当搬运一个圓的或者圓柱形的重物时，我們会很自然地推着它，讓它在地面上滚动前进。因为这样搬运要省力得多。滚动要比滑动省力，这在上古时代人們就已經知道了。

远在 4,000 多年前，我国就已經把球当作滚动体来使用了。在 2,000 多年前：我国已發明了滾珠軸承。

1954 年，在山西省永济县薛家崖，發掘出大批从战国到汉代的銅器中，有 5 种齒輪和 3 件軸承。这些軸承是一种环状的槽子，样子有点像現代的滾珠架，里面分成 4 格或 8 格，每格中都有鉄珠的殘遺。这些文物証明，我們祖先远在 2,000 多年前，就已經应用了滾珠軸承。这要比西方国家早很多很多年。

大約在公元前 3000—2750 年，古代埃及的劳动人民为他們的国王建造金字塔（坟墓）时，曾經用圓柱形的木滾来搬运过巨大的石塊，他們把木滾垫在石塊下面，来推动石塊前进。每塊重 2 吨半的巨石，就是这样从采石場运到建筑地点去的（圖 1）。·

到了中世紀，一般多用鑄鉄或青銅制的球，配上給它滚动用的特制滾道，来搬运很大的重物，比如石塊和大理石等（圖 2）。18、19 世紀間，这种方法已經广泛采用，例如 1769 年在彼得堡（即現在苏联的列宁格勒）建筑彼得大帝的紀念碑——青銅騎士时，奠基的花崗石就是用这种方法搬来的。

大量使用滾珠軸承，是从 19 世紀开始的。

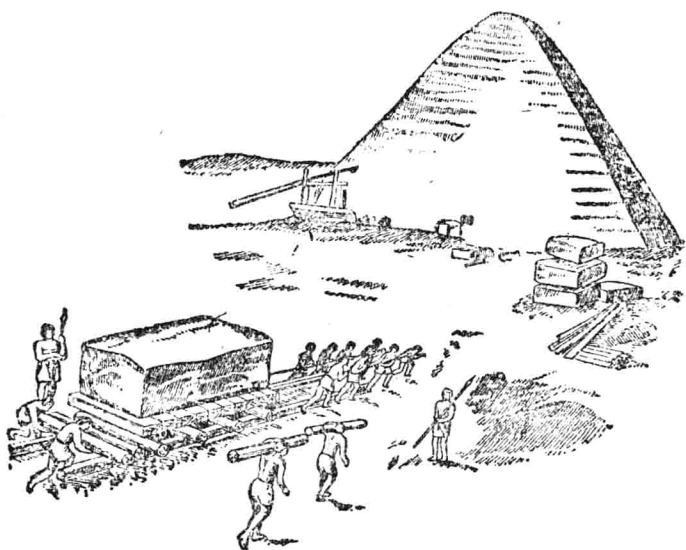


圖 1

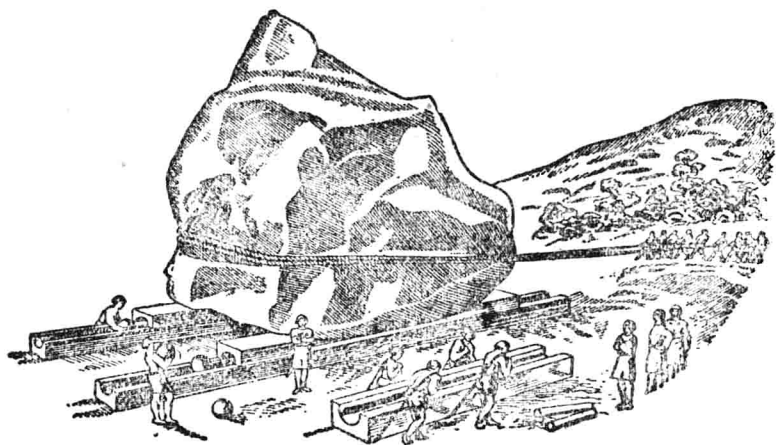


圖 2

二 滑动摩擦与滚动摩擦

我們知道：一个运动的物体由于它的慣性，如果沒有阻力是絕對不会停止不动的。可是我們在物体上推或拖一样物体时，一停止推或拖，它就会逐漸停止不动；这說明运动的物体經常受到了阻力，这种物体对运动物体發生的阻力叫摩擦力。

我們要物体运动当然希望阻力愈小愈好。因此用什么办法才能得到比較小的摩擦力是非常重要的。不过要减少摩擦力首先得了解摩擦力是怎样产生的。

这里首先介紹固体之間的摩擦：

滑动摩擦（一物体在另一物体上面滑动所产生的摩擦）和滚动摩擦（一物体在另一物体上滚动所生的摩擦）。

滑 动 摩 擦

石子路要比柏油馬路来得吃力，这是由于石子路高低不平，对阻力大的緣故。的确路面不平正是产生滑动摩擦力的真正原因。原来任何固体的表面尽管看上去

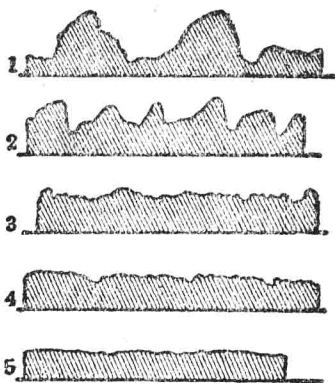


圖1：在顯微鏡下看起來，並沒有絕對的平面。圖上為各種平面的縱截面：
1. 粗糙面 2. 普通面 3. 用砂紙磨擦過的平面 4. 磨光平面 5. 精製磨光平面

很平,事实上都是高低不平的,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,只不过程度上的差别罢了(圖 1)。这样当一个物体放在另一个物体上面,由于上面物体压在下面物体上面,上面物体凸出部份嵌入下面的凹进去的部份,下面物体的凸出部分又突入上面物体的凹进去的部分。就好像两个齿轮一样紧紧地嵌在一起。在这种情形下如果需要一个物体在另一个物体上面滑动,这种高低不平的突出部分就把上面物体拉住不讓它向前进。因此如果一定要它滑动的話,不是将凸出部分折断,就是要化很大的拖力把物体被拉住的部分提高到超过

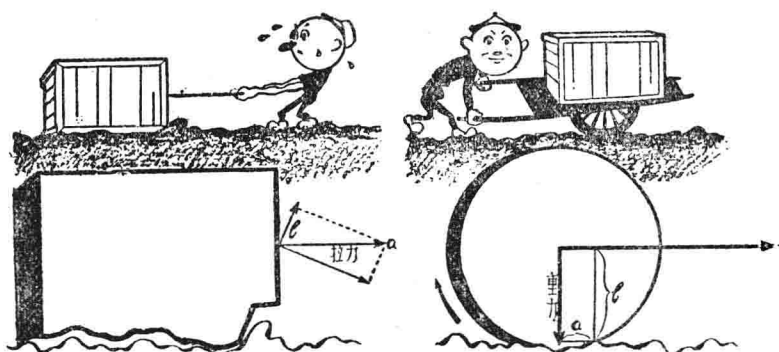


圖 2

凸出部分才行。可是和地面平行的拖力或推力的向上的分力是很小的,也就是需要化很大拖力才能把物体提高向前进(圖 2)。如果物体表面凸凹得愈利害,当然需要提高的力也愈大,凸凹愈小,需要提高的力也愈小。这样我們就可以解釋为什么表面愈粗糙,摩擦力愈大,表面愈平摩擦力愈小了。

摩擦力除了由于凸凹不平外，两物体分子間的附着力也是原因之一。因为附着力也就是两种不同物体分子間的吸引力。物体在滑动时是要分子互相离开，这种分子間的拉力对分子的离开当然是一种阻力。当两物体表面的距离非常近的时候，分子的引力相当大，对摩擦力的影响也相当大。

懂得了滑动摩擦产生的原因后，就可以解释滑动摩擦力的两个基本定律了。

第一，滑动摩擦力与物体面积无关而与物体整个重量有关。因为物体愈重，把物体提高的力气也愈大。同时物体愈重凸凹部分嵌得愈深，这样縮短了两物体的距离，也增加了附着力。这也就说明了为什么拖比推来得省力。因为“拖”有向上的分力（圖 3），这样就減輕了物体向下的压力，相反，“推”有向下的分力

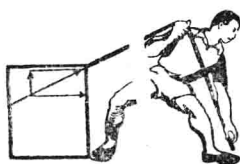


圖 3

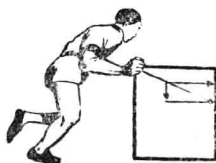


圖 4

力（圖 4），这样就加重了物体向下的压力。把一塊木板平放或是豎起来，虽然接触面积有大小不同，但摩擦力仍旧一样，因为一个物体豎起来时接触面虽然比平放时小，可是單位面积的重量却增大了，結果总压力还是一样。这样也可以說明为什么摩擦力与重量成正比，摩擦力与重量的比是一常数，也就是摩擦系数。

第二，滑动速度愈大，滑动摩擦力愈小（当然速度对滑动摩

擦的影响并不大)。我們知道物体在开始滑动时,似乎是一个物体粘在另一个物体上,需要很大的力才能把它拖动,我們叫这种摩擦为靜摩擦,开始运动以后就輕得多。愈推得快,愈覺省力。因为在开始滑动时,上下面凸凹部份嵌得比較深,把物体提高需要化比較大的力才行。可是在滑动的时候,上面的物体沒有来得及落下很深又被拖到前面去了,所以上面的物体多少有点浮动。因之提高物体的力要小得多。速度愈快,陷下去愈少,也就是摩擦力愈小。从下面一張表可以看出速度愈快摩擦系数愈小。

生 鐵 与 鋼

速度	440 呎/分	2640 呎/分	5280 呎/分
系数	0.32	0.2	0.06

在日常生活中我們也常常会碰到这种現象:例如要使汽車在最短距离內停止时,刹車的压力不能过大,因为一下子使車輪停止轉动,汽車的慣性使車子仍旧向前冲,可能会使車輪产生滑动;有了滑动就有滑动摩擦,它的阻力比靜摩擦力小得多,因此刹車的压力突然增加而产生滑动后,效力反要减低。

滾 动 摩 擦

滾一根木头要比拖木头省力得多,这証明物体滚动要比滑动时阻力小得多。为什么滚动的阻力会小呢?这可以拿齒輪来打个譬喻。两个物体凸凹嵌在一起就好像两个齒輪的齒嵌在一起一样。滑动好比一个齒輪嵌在齒杆上不許它轉动,把它平拖过去,当然需要化很大的力气(圖 5)。滚动好比一个齒輪在一个齒杆上轉动(圖 6),这样就省力得多。說得更明白些,滑动时

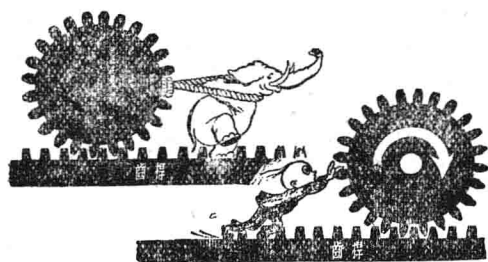


圖 5

圖 6

物体的提高是由于拖力的分力，当然要化比較大的拖力，但滚动則是力矩的关系（圖 7）。拖力的力矩是“拖力 $\times b$ ”，重量的力矩是“重量 $\times a$ ”拖

力 $\times b$ ”=“重量 $\times a$ ”； a 是重力的垂足与凸出部分的距离，这种距离当然不会大，和 b 相比，要小几百或甚至几千几万倍，所以滚动比滑动省力。同时也說明輪盘的半徑越大（ b 越長）越省力。下面是滑动和滚动摩擦系数的比較。

滑动摩擦系数

物質	系数
木料与木料(乾)	0.25—0.50
金屬与金屬	0.15—0.4

滚动摩擦系数

滾柱	地面	系数
木料	木料	0.02—0.033
鋼	鋼	0.007—0.015

滚动摩擦既然比滑动摩擦省力，因此能够用滚动代替滑动的地方就尽量利用滚动；例如滾珠軸承利用的彈子盘就是很好的例子。（春芝 1953.9. 科学画报）

三 滚动轴承的構造和种类

轴承是軸的支座，它是机器的一部分。机器在运转时，轴承与旋转轴之间发生摩擦，额外消耗了能量。滚动轴承就是在轴承与轴之间，加进一些滚动体，用滚动摩擦代替了滑动摩擦，就可以大大减少能量的损耗，同时也增加了机器的转动速度。因此在现代化的机械设备中，滚动轴承的用途非常广泛，它是近代航空发动机、汽车、拖拉机、轮船、农业机械、电气及冶炼设备、纺织、制糖、制纸机械，仪器仪表中不可缺少的中樞部分。

最简单的滚动轴承的主要部分，就是一些滚动体（球形、圆柱形或圆锥形的），排列在内环和外环之间，内环固定在轴的一端，外环装在轴承箱的外环窝中（在车上则装在轮子中央，跟轮子一起转动）。在滚动体之间，还有保

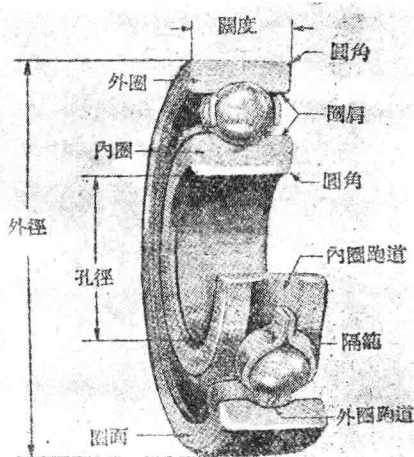


圖 1

持器，保持每个滚动体之间的距离不变(圖1)。

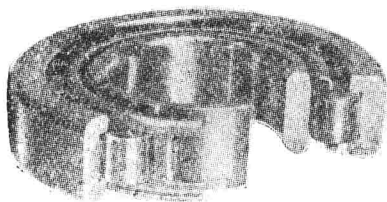


圖 2

滚动轴承的种类很多，滚珠轴承就是其中的一种，如果轴承中的滚动体不是圆珠，而是用圆柱形或圆锥形的滚动体代替的话，这种滚动轴承就分别叫做“滚柱轴承”(圖2)和“滚锥轴承”(圖3)，

如果圆柱形细长得像针那样，那么就称它为滚针轴承(圖4) 滚柱

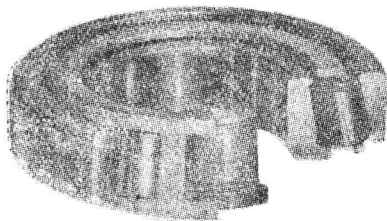


圖 3

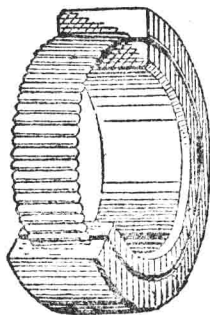


圖 4

轴承和滚针轴承的摩擦系数较大，但能担承较大的重量。

滚珠轴承因为滚珠(球)与滚道面的接触极少，所以它的摩擦系数也最小，这种轴承所负重力的方向，是垂直于轴心的(径向负荷)，如果像圖5这样的滚珠轴承，不但能承受和轴心垂直的重力，也能承受和轴心平行的重力(轴向负荷)，称为“斜接滚珠轴承”。如果滚珠轴承的内外环上下排列，这样就能承受轴向负

荷,称为“推力滾珠軸承”(抗推球軸承),見圖 6。

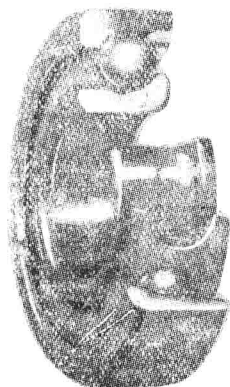


圖 5

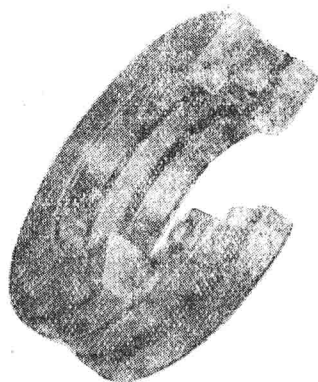


圖 6

可是“斜接滾珠軸承”,“推力滾珠軸承”和上面講的滚动軸承有些什麼不同呢?原来除了用滚动体的种类来分类外,还可以根据軸承所受外加負荷的种类(方向)分成向心軸承、推力軸承和斜接軸承。

向心軸承能承受徑向負荷,如滾珠軸承和滾柱軸承等,但滾珠軸承也能承受少量的軸向負荷。推力軸承能承受軸向負荷,如推力滾珠軸承。斜接軸承則可承受徑向和軸向的两种負荷,如斜接滾珠軸承和滾錐軸承等。

上面談到的几种滚动軸承,滚动体都是在內外环之間滚动的,滾針軸承則有些两样。在这种軸承內,圓柱滾子直徑小,長度大,長度往往是直徑的 5 倍到 10 倍。滾針在这里不是作为滚动体,却有点像滑动軸承的軸襯。滾針在油層中集合組成活动的軸襯,各滾針間的小縫具有毛細管性質,有吸油作用,使軸在旋

轉時經常保持有油來潤滑。工作正常時，滾針是不旋轉的。滾針軸承不能承受軸向負荷。

如果在內環與外環之間，同時有兩列滾珠滾動，這叫做“雙列滾珠軸承”(圖 7)，它比同體積的單列滾珠軸承的負重能力要大得多。

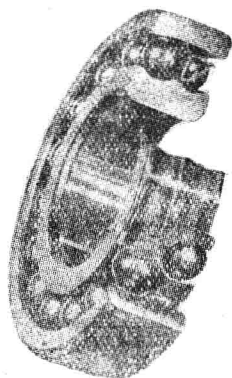


圖 7

四 土法制造滾珠軸承

用土法制造滾珠軸承，分制造彈子、制造軸承內外圈、热加工(焗火和淬火)和装配等四个步驟。第一步先做滾珠。將2分盘元或粗鉛絲剪成一粒粒的圓珠体，放在鋼模子里冲打，使圓柱体变成圓珠；將圓珠放在鋼模里磨去圓珠外的稜角，然后放在木桶里加上水和細沙，不停的轉动，使外表面磨光，这就同市上購買的晶瑩光亮的鋼珠一样。第二步做軸承壳子。將 $1\frac{1}{4}$ 吋的毛圓鉄，断成1吋長短的材料，放在爐子里燒紅，再用銑头在中心統成一个眼，使紅鉄向外漲开，外面用模子套住，使它漲开到和模子一样大小，就成为一个外壳的毛坯。用同样的方法，將 $\frac{3}{4}$ 吋的毛圓鉄，可以做成里壳的毛坯。將毛坯壳子在車床上四面車光，搪上一条彈子跑道便成。第三步是热加工，使鋼珠和內外圈的表面硬度增加。第四步装配。先将彈子装进外壳，讓它偏在一面，然后放进里壳，再将彈子分布均匀，用花籃夹住，就成了一只很好的滾珠軸承了。

造滾珠軸承，需要一套土工具。可以参考下面的样子，叫鉄匠打出来。有了土工具，制造滾珠軸承就不难了。

断 料 刀

彈子的質量与断料有密切的关系。料長或料短，冲出的彈

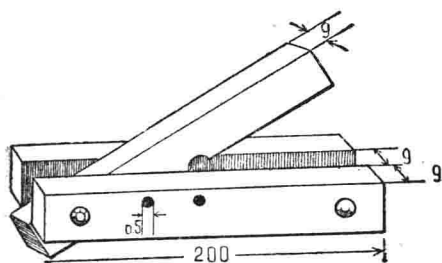


圖 1. 斷料刀

子不是不圓，就是有大小。斷料刀主要利用剪冲原理，將 2 塊鋼板上鑽 2 個眼子，讓粗鐵絲穿過眼子，將扁齒靠近眼板，用錘頭一打就斷。用這種工具，可以一次打出 2 段長短合乎規格的材料來。

彈 子 冲

彈子冲，是一副上下模子（定模和冲頭）。最好用旧的高碳鋼齒子和一塊鋼板來做。冲頭的做法：只要將鋼齒子放在爐里燒紅，將它打成推拔式的頭子，在頭子上用 $\frac{9}{32}$ 吋鑽頭打一個 $\frac{1}{8}$ 吋深的眼，再在火里燒紅，用 $\frac{5}{16}$ 吋新的上等鋼珠嵌在洞里，迅速的錘一下，就成了個半圓形的模子。模子凹球內，應光滑，邊緣不應做成快口，必須是圓口。只要在淬火之前，用 $\frac{3}{8}$ 吋的鋼珠放在洞口冷

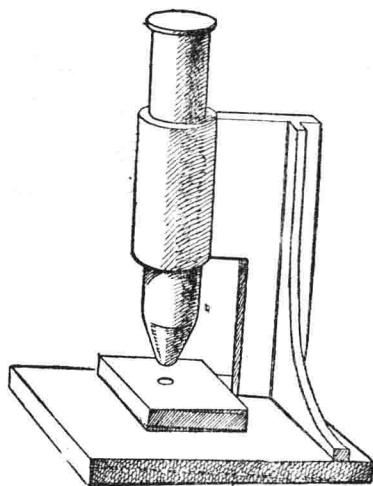


圖 2. 彈子冲

打一下，將快口修圓，然後再淬火。用同樣的方法，在鋼板上做成另半個模子。2個模子合起來，中間放一粒標準鋼珠，應有半分的間隙。將上下模裝在一個模架上就行了。

在沖打時不能急躁，頭几下要重，不能連打。要打一下將彈子看一看，讓彈子立正再打。如有偏斜，應將偏斜面向上，讓模子去沖正它。彈子基本成形後，應輕輕細打，主要是利用內圓修正稜角。這樣打出的彈子基本上已很光滑了。

鋼 磨

用13到19公厘厚的鋼板，裁成6到8吋直徑或更大些的圓盤，在圓盤上車一條或幾條截面成半圓形凹槽，截面的半徑和所需要加工的彈子半徑一樣，但槽的深度不應超過一分（如彈子直徑為二分半時），槽體應高於磨的平面，便於以後修理。上下磨槽應完全吻合，在上磨背面另車一條彈子跑道，使起平面軸承的作用。在平面彈子蓋板上，加一根壓力彈簧，使阻力減輕，同時又能經常有適當的壓力。一般情況下，加肥皂水磨要比干磨好。這樣磨一、二小時，就可取出。准標的彈子的直徑是8到8.5公厘。

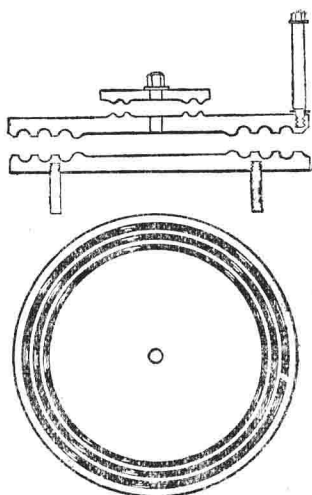


圖3. 鋼磨