

机械发明家

2.16

2/1

K816.16
GQZ/1

机械发明家

[日]宫崎正吉著

石玉良译

张志平校

中国发明创造者基金会

中国预测研究会

1985.8.

目 录

- 一、莱纳尔德·达·芬奇..... (1)
LEONARDO DA VINCI (1452~1519)
- 二、亨利·莫兹利..... (16)
HENRY MAUDSLAY (1771~1831)
- 三、谢·约瑟夫·惠特沃斯..... (34)
SIR JOSEPH WHITWORTH (1803
~1887)
- 四、约瑟夫·洛奇·布朗..... (54)
JOSEPH ROGERS BROWN (1810
~1876)
- 五、威廉·塞拉兹..... (69)
WILLIAM SELLERS (1824~1905)
- 六、池贝喜四郎..... (77)
IKEGAI KISHIROO (1877~1933)
- 七、竹尾 年助..... (88)
TAKEO NENZYO (1873~1956)
- 八、约瑟夫·布拉马..... (101)
JOSEPH BRAMAH (1748~1814)

机械发明家（之一）

莱纳尔德·达·芬奇

LEONARDO DA VINCI

(1452~1519)



达·芬奇

解剖学、军事工程学的研究，而且，在这一时期，他所研究的领域相当广泛，也曾研究了机械工程学。我们高度地评价达·芬奇，与其说他是一位伟大的艺术家，到不如说他是一位科学和机械技术的权威。

序 言

在巴黎的罗浮（Louvre）博物馆里珍藏着达·芬奇（1452~1519）的代表作、受人崇拜的油画“蒙娜丽莎”，可是有谁能相信这伟大的画家还是一位最早的机械设计者呢？达·芬奇是意大利文艺复兴时代的伟大艺术家，同时他先后在意大利的米兰、佛罗伦萨以及法国的科尔城从事了自然科学、

达·芬奇生活的时代正是十五世纪到十六世纪，是几乎

看不到机械的时代，该时代只不过有用弓弦驱动的车床、挖空树心制作水道管用的木工镗床、加工大炮（铜合金铸件）炮身的镗床、利用水力的锻锤等，这些机械在欧洲各地被零星地使用。

达·芬奇在其一生中为我们留下了大量的“手记”⁽¹⁾。现在看来可能是他自己工作、学习的记录。然而，这部分宝贵的资料长时间不为人知，当然也没有公开。因此，在他去世后，经过二百多年，别人搞出来了相同的设计，并且其中也有不少项目业已作为发明而取得了专利。达·芬奇的手记涉及的范围很广，从数学到土木工程、建筑、各种工业设备、机床、工具、兵器等。其中，有关机械的部分，是以草图为主，在必要的情况下，画出了关键部位的详细图，并注明了有关材质及其它注意事项。但是，这不是为给别人看的，而是为自己使用所记载的，所以，难以理解的地方也不少。特别是军事方面的，是使用类似于密码之类的符号记载的。故，本文准备只介绍一下机械、机床及其加工用工卡模具。另外，虽说是机床，但当时加工的材质不只是金属，木材和石料也占相当的比重，准备在此一并加以介绍。

一、机械要素

1.1 齿轮

在机械动力传递中，起重要的是齿轮。达·芬奇也设计了各种齿轮，并提出了许多新的齿轮组合方法。早期的螺纹车床，通常是用齿轮和小齿轮相搭配的，然而，该机床的特

(1) 这一“手记”，一七九七年由法国的学者丁芬丘里（Venturi）出版，已是达·芬奇死后的二百七十八年后的事情

点是装有两组四个变换齿轮。看来通过它们就可以改变加工螺纹的螺距了。现珍藏的最早的使用变换齿轮改变加工螺纹螺距的机床，是一七九五年法国塞诺特 (Senot) 的螺纹车床和一七九七年英国莫兹利 (Maudslay) 的螺纹车床。但是，实际上，早在它们前三百年，达·芬奇就发明了这种变换齿轮方式的螺纹车床。只是这一点就足以说明达·芬奇的伟大。

图1示出各种有趣的齿轮组合方式。(a)图是螺旋齿轮；(b)图是当时普遍使用的灯笼型齿轮 (LANTERN GEAR) 的直交轴驱动方式；(c)图是类似于现在所使用的伞齿轮的驱动方式；这些齿轮都是达·芬奇设计的。但是，尽管实际应用这种伞齿轮是最近的事情。因此，可以说达·芬奇是今日伞齿轮的始祖。

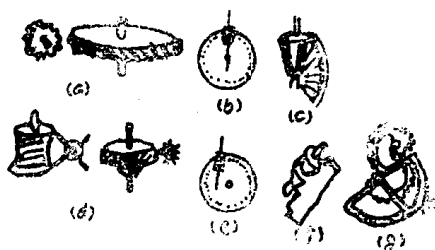


图1 各种有趣的齿轮结合方式

(引自会田俊夫著《齿轮的技术史》)

(e)图是今天常见的海波齿轮 (Hypoid Gear) 的老祖先；

(f)图是大型扳手紧固用齿轮；(g)图所示的特殊的齿轮组合，看来一般是应用于复杂机构上的，换言之，可能是使用于自动装置上的。达·芬奇不仅设计了迄今为止所常用

达·芬奇还在其机械中使用了据说是古希腊的阿基米德 (公元前287~前212) 常使用的蜗轮；(d)图是一种特殊的鼓型蜗轮，这种特殊的蜗轮就是十八世纪中叶左右美国取得专利的蜗轮的前驱；(e)

的齿轮，更令人惊叹的是他还设计了行星齿轮，图 2 出了行星齿轮用于平面磨床的例子。

1.2 齿条

和齿轮一样，也使用了齿条。在达·芬奇的草图中有一种如图 3 所示的机械。目前估计这种机械是一种拉拔机，该机通过与 2 个灯笼齿轮相啮合的 2 根齿条前后动作，使一个大齿轮作往复转动，从而使与大齿轮相啮合的大型齿条前后动作进行拉拔。达·芬奇是善于使用各种各样的齿轮的，所以，除此以外，当然也巧妙地使用了齿条。

1.3 蜗杆

在达·芬奇的草图中还有一种如图 4 所示的装置，

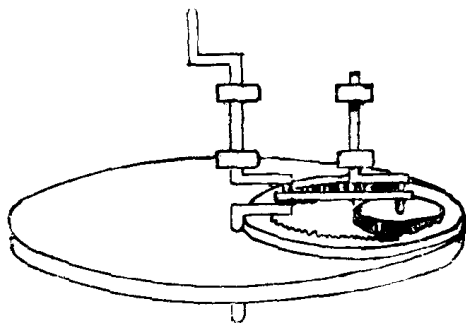


图2 齿行星轮用于平面磨床的例子

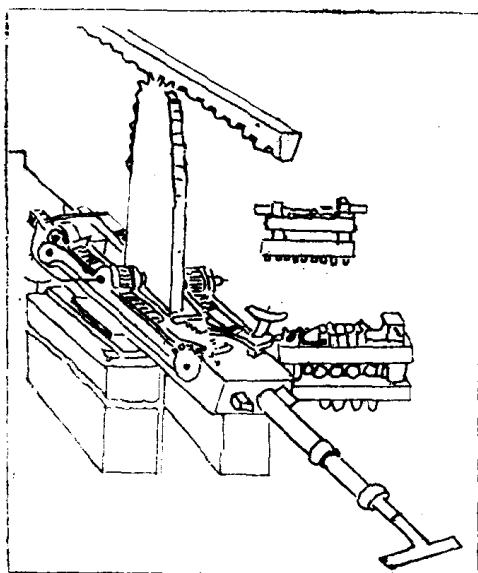


图3 齿条用于机床的例子

该装置是通过曲柄摇手使蜗杆转动，从而使蜗轮转动，蜗轮轴连动就可以拉紧拉刀进行加工。在这种情况下，一般都是用于切断铁棒。除此以外，草图集中还有特殊型的蜗杆、与扇形齿轮相啮合的蜗杆等的草图（图5）。

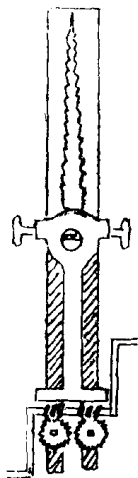


图4 使用蜗杆的例子

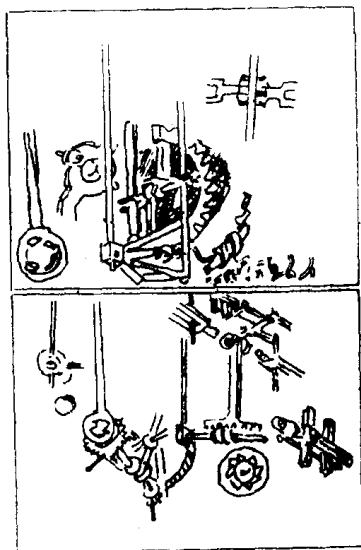


图5 各种蜗杆

1.4 链条、 凸轮、摩擦轮

据说在达·芬奇的动力传动方式中最有趣的是用链条和链轮相配合的转动，并画出了与今天链条相近似的

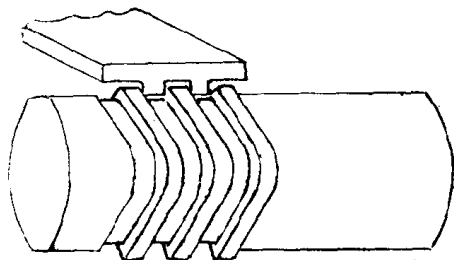


图6 达·芬奇的圆柱凸轮

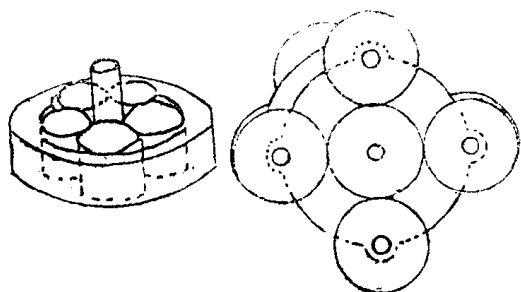


图7 滚柱转动摩擦驱动机构

链条。

凸轮被认为是十九世纪美国发明自动机床的基础，但是，在达·芬奇的草图集中早就有圆柱凸轮(图6)，据说是被用于纺织机械的。普通凸轮与凸轮轴一起经常应用于自动装置。

通过滚柱的转动摩擦来驱动轴的转动(图7)和使用圆锥滚柱的锥形部分进行无级变速(图8)的例子，在达·芬奇的草图集中也出现了。

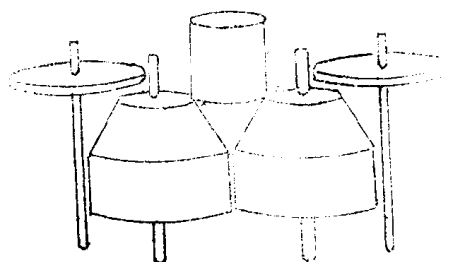


图8 利用圆锥滚柱进行无级变速

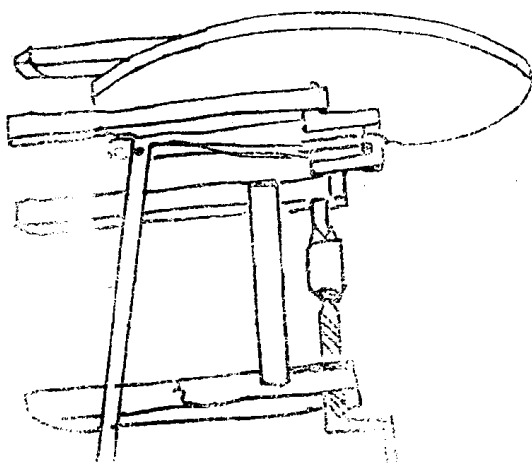


图9 脚踏式车床

1.5 曲轴方式

从古代到中世纪所使用的弓弦车床、钢球车床的轴每次转动都是顺、逆时针各一半，所以，只有一半的时间用于切削，极为不便。达·芬奇手记中的脚踏式车床则采用了简单的曲轴，变断续切削为连续切削，做了跨时代的改进（图9）。这样十分重要的发明为什么直到近代还没有实用化呢？委实令人不可思议。被称之为达·芬奇的学生的法国的本森（J.Besson）在其有名的螺纹车床设计图中采用了脚踏式，没有采用曲轴机构。这也确实令人费解。

二、机 床

2.1 车 床

达·芬奇的车床中最有名的要算是图9所示的曲轴式脚踏车床。在达·芬奇草图集中就有这种曲轴式车床的草图。此外，还有普通的断续切削型的重锤式车床（图10）。这种车床的特点是，皮带轮是青铜制的，其轴是钢材的，绳索通过锤经常保持固定的力，就可以使主轴转动。据说可以消除弓弦式或脚踏式的回转力不稳定的缺点。

另外，最令人感兴趣的是图11所示的加工石柱用的车床。其结构特点是：使工件转动，通过灯笼形齿轮使刀具进给。逃

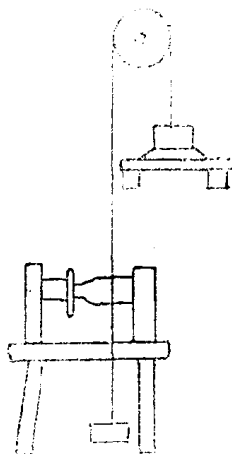


图10 重锤式
车床

憾的是，还不太清楚其有关的具体细节。

2.2 螺纹加工机

图12是脚踏弓弦式螺纹车床。工

件的右侧是被缠绕在绳子上，可以作正反方向的断续旋转，通过左端的丝杠（工件和该轴相连接）进行进给。因此，刀具被固定在支承杆上，就可以加工螺纹了。但是，达·芬奇的代表性螺纹加工机是照片1所示的变换齿轮式。这种机床是由曲轴摇柄使中央轴（工件）做转动切削动作的，同时，驱动两侧的变换齿轮，使各自的进给轴转动，并与长方形刀架的螺母相啮合，开始进给，同时，在中央的工件上加工螺纹。此外，达·芬奇还设计了立式螺纹加工机。

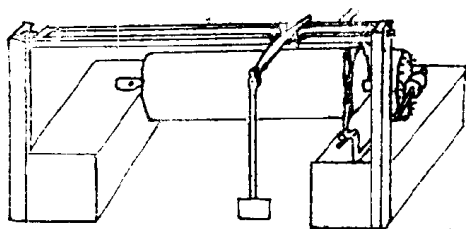


图11 加工石柱用车床

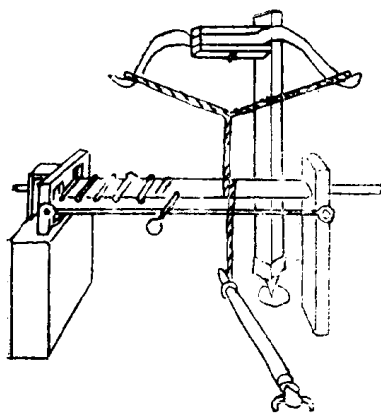


图12 脚踏弓弦式螺纹车床

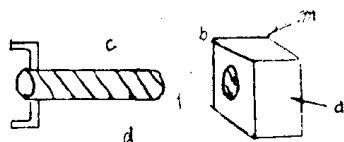


图13 手工攻丝机

虽然不是机床，但是，作为一种有趣的手工加工螺纹工具作一下介绍。（图13是手工攻丝机，用丝锥加工螺母的螺纹。大概这是最普通的加工方法吧！而且，图14的丝锥直径节有锥度，这与今天的丝锥形式十分相似。此外，草图集中还有这样的草图，即：在转塔式的三根刀夹上使用了三组各自不同的丝锥。之所以要如此详细地解释，也是同时要说明在当时螺纹业已是机械的必不可少的零件了。

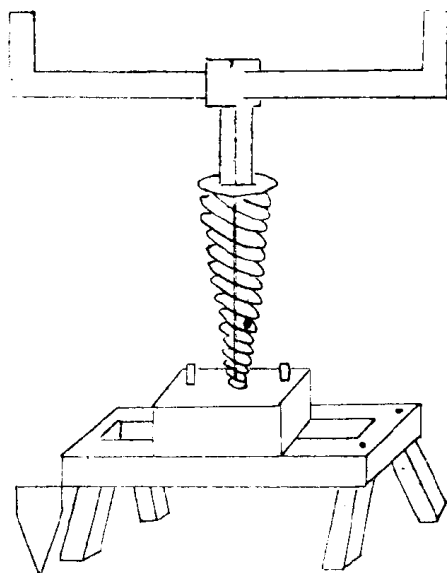


图14 丝锥

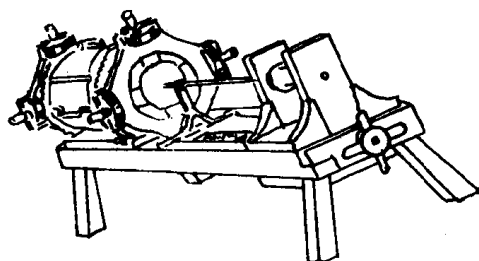


图15 达·芬奇的钻床

2.3 钻 床

达·芬奇最有名的钻床，是将木材制成水道用木管的卧式钻床，如图15所示。其结构是，由左侧的定心卡盘夹住木

材，利用装有钻头的主轴箱的进给进行加工。这种卡盘是一项十分天才的发明，在圆筒的夹具的两端有八角形的凸缘，前端还有四个齿形的爪，分别通过螺丝进给，该螺丝通过夹具外侧的冠型齿轮驱动的齿轮而被拧入。也就是说，是一种自动式机构，随着固定木材的夹具的转动，爪就陷入木材内。令人吃惊的是，我们认为新发明的自动定心也是达·芬奇发明的。在类似的结构中，还有使我们联想到照相机快门光圈的草图。

图16也是卧式弓型驱动钻床。通过弓弦使贯通主轴箱两侧板的主轴来回转动，带动锥部进行切削，该主轴箱通过手柄转动床身的丝杠进行进给。在达·芬奇的草图中不只有卧式的，当然也有立式的，还有相当大型的可以给大梁钻孔的钻床，这种钻床高大得象座城楼。

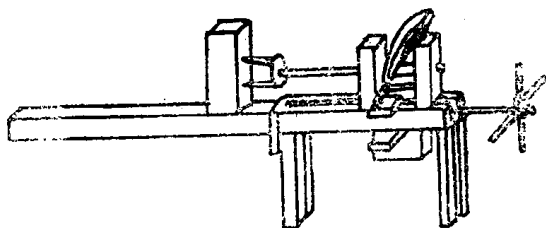


图16 弓式驱动钻床

从结构上来说，既有通过和圆盘摩擦进行无级变速的钻床，也有可以认为是脚踏式的钻床。

不只是钻孔机械，达·芬奇还画出了大量的所说的钻模，其典型例子如图17所示，这是一种令人感兴趣的钻模，它附有一个导向筒，该导向筒将主轴装在用3点固定导向孔板

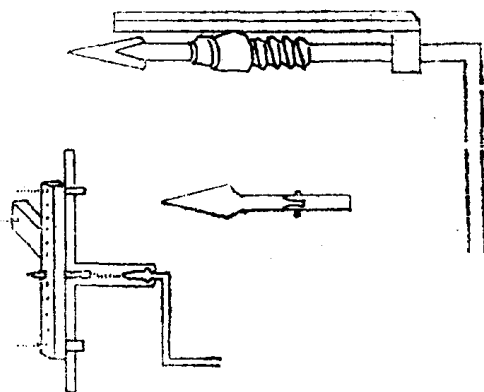


图17 各种钻模

的台座上。

2.4 拉 床

一八三九年,英国的鲍德(J.G. Bodmer) 取得了有关拉床的专利,一八七三年美国的斯泰文斯(A.P. Stephens)制成了实用的机床。但是,据说是在这以前就有了用锤子敲打拉削工具进行加工的装置,然而,十五世纪的达·芬奇的拉削工具就具有独到之处,是拉床的前驱。

另有一说,这就是拉削工具为适应军事上的需要而发展起来的。也就是说,为了切断敌人城门的铁格子而制作的,早期的这种拉削工具,用手柄螺杆拉伸拉刀,被拉刀夹持的铁棒慢慢地被切削变细,最后被切断。另外,随着拉刀靠近支架,拉刀的前端就拉紧了。在达·芬奇的草图中还画出了这种拉削工具的各种样式,既有圆筒形带刃刀具,又有带有2个相对的圆弧刀刃的拉刀等(图18)。

2.5 锯 床

据说在意大利的克拉拉（Carrara）（位于米兰和罗马中间），在二十世纪的一开始就使用了达·芬奇结构的锯床，这种锯床主要是用于切断大理石。图19是利用水力的锯床，动力轴通过曲轴、连杆使刀具上下运动进行切断加工，另外，通过棘轮使刀架移动。此外，达·芬奇还发明了采用2个皮带轮和皮带传动的锯床、双联式锯床等各种切断用锯床。



图18 两个相对的圆弧刀刃的拉刀

2.6 磨 床

达·芬奇全力以赴地制作了研磨凹面镜的装置。但是，虽说是镜子，然而，却不是普通的化装用镜子，而是阿基米德在叙拉古（Syracusa）（位于西西里岛的古代的一座繁荣城市）用反射原理使敌人战舰起火之类的具有抛物线

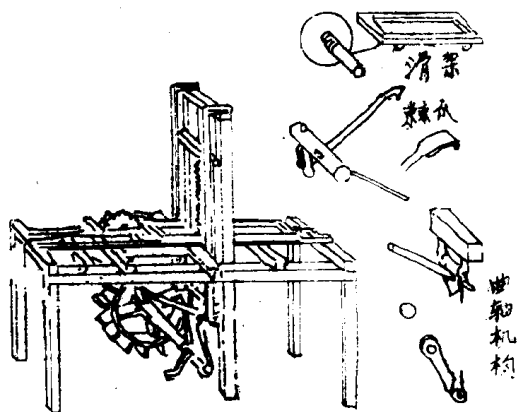


图19 利用水力的锯床

面的镜子。图20是手转动式磨床，砂轮转动的同时，通过轴端的冠状齿轮和灯笼齿轮使工件（凹面镜）作旋转运动。当时是将粘土被复的工件加工成中心深、周围浅的抛物面。

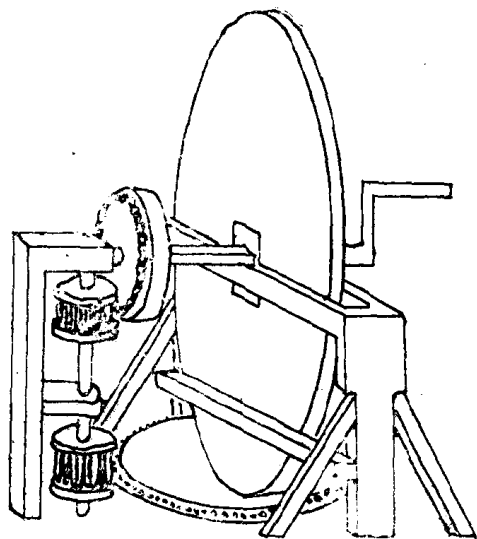


图20 磨床

此外，还有一种使用圆弧形砂轮进行研磨的磨床。图21是使用圆弧形砂轮进行研磨加工的装置，用砂轮加工半径较大的凹面镜，该砂轮被左端的重锤牵引受一定压力的支承，驱动为脚踏式，通过小弓弦相连接的绳索驱动，同时使工件夹上的镜子摆动进行研磨。

图2（前面所示）的利用行星齿轮的平面磨床与研磨机十分相似。工件安装作行星运动的齿轮下面，用作旋转运动的大型圆砂轮进行研磨。

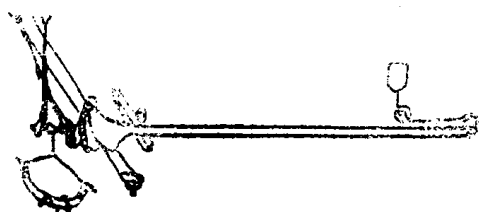


图21 用圆弧形砂轮进行磨削加工的装置

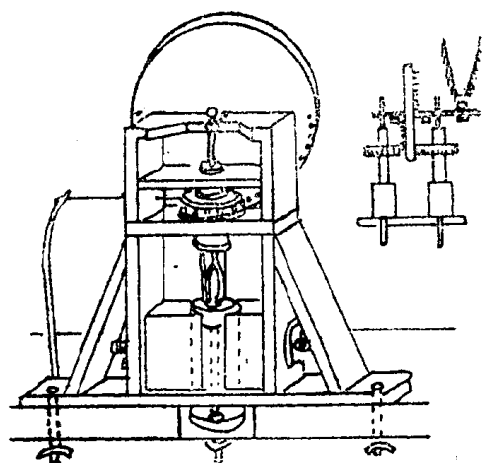


图22 木工机械

图22是木工机械，与今天的立式珩磨机十分相似。工件是木制的汽缸，将其垂直安装在机床的下部，外部带槽的导向汽缸与油和砂粒一起作旋转运动，就可以研磨或珩磨其内表面，不仅如此，而且因为导向汽缸的驱动用大齿轮只有一半齿，所以，在不相啮合时，汽缸因弹簧作用而不降，从而还可以进行上下运动。