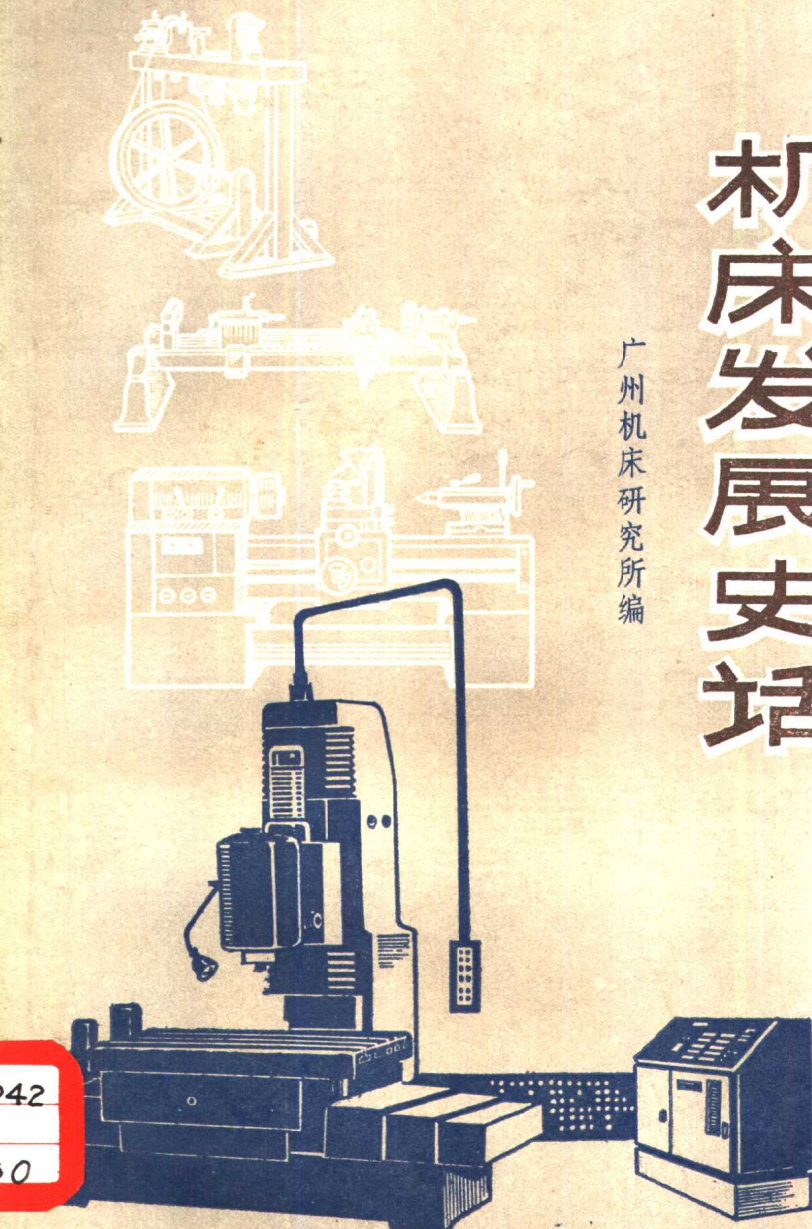


赠阅

机床发展史话

广州机床研究所编



科学知识普及丛书

42

0

机 床 发 展 史 话

广州机床研究所编

广东人民出版社

机床发展史话

广州机床研究所编

•

广东人民出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 4.75印张 102,000字

1977年10月第1版 1977年10月第1次印刷

印数 1—8,000册

书号 15111·91 定价 0.32元

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

外国资产阶级的一切腐败制度和思想作风，我们要坚决抵制和批判。但是，这并不妨碍我们去学习资本主义国家的先进的科学技术和企业管理方法中合乎科学的方面。

目 录

写在前面	1
一、机床的起源	3
二、机床的产生	13
三、各种类型机床的出现和发展	18
四、近代机床的形成	26
金属切削实验的进展和高速钢刀具的出现	26
机床传动机构的发展	29
机床轴承与润滑的进展	35
专用高效率机床与自动化机床的发展	37
大型机床的出现	43
五、机床向高速度、大功率、自动化和高精 度的方向发展	44
六、流体传动的发展概况	52
液压传动的发展概况	55
空气压传动的发展概况	70
射流技术的发展概况	72
七、机床控制系统的发展	76
什么是控制系统	76
机床控制系统的发展	78
程序控制机床和数字程序控制机床	85
国外数字程序控制机床发展简况	92

我国数控机床发展简况·····	95
机床数字控制系统的发展趋向·····	98
适应控制系统的发展·····	107
八、今后机床发展的趋势·····	114
提高机床的生产效率和自动化程度·····	115
成组加工工艺的发展·····	120
扩大机床工艺用途与改善操作性能·····	121
提高机床的标准化、通用化、系列化水平·····	123
提高机床的加工精度·····	124
发展特种加工机床·····	125
附录一 公元2000年前机械制造中可能 发生的技术事件预测·····	126
附录二 国外机床及有关技术发展大事年表·····	130

写在前面

伟大的领袖和导师毛主席教导我们：“在工业方面，必须首先抓紧钢铁工业和机械工业，因为这是实现我国工业化、农业机械化和加强国防力量的基础。”^①在我国蓬勃发展的社会主义建设中，我国机械工业为国民经济各个部门提供了大量机器设备，如矿山机械、工程机械、建筑机械、石油化工机械、轧钢机、发电机、拖拉机、内燃机、农产品加工机械、水泵、电器、机床、轴承、钟表、仪器仪表、纺织机械、轻工机械以及各种运输工具如飞机、船舶、火车、汽车等等。尽管机器的种类、品种繁多，各种机器零件的材料、形状、尺寸、制造精度和生产规模各不相同，但大部分机器零件都是用机床制造的，在一个机械制造或修配厂里，机床是主要的技术装备，一般占设备总台数的60~80%。因为它是制造机器的机器，在机器制造中起着母机的作用，所以又称为“工作母机”或工具机。关于机床在整个国民经济中的作用，马克思在《资本论》中写道：“大工业必须掌握它特有的生产资料，即机器本身，必须用机器生产机器。这样，大工业才建立起与自己相适应的技术基础，才得以自立。”^②

在机床当中，一般又包括金属切削机床、锻压机械、铸

^①转引自1958年9月9日《人民日报》。

^②马克思：《资本论》第一卷，人民出版社1975年6月第1版，第421~422页。

造机械和木工机床几大类。其中金属切削机床是用刀具（包括磨料、磨具）对金属工件进行切削加工的机器，是加工机器零件的主要设备，它所担负的工作量，在一般生产中约占制造机器总工作量的40~60%，我们习惯上就把金属切削机床简称为机床。在本书中所提到的机床，一般也都是指金属切削机床。

机床的类别和品种是较为复杂的，归纳起来，可按机床加工性质和所用刀具的不同，分为以下十二大类：车床类、钻床类、镗床类、磨床类、齿轮加工机床类、螺纹加工机床类、铣床类、刨插床类、拉床类、超声波及电加工机床类、切断机床类（包括锯床）、其他机床类。除了以上基本分类法以外，还可以有其他分类法。如按照机床加工工件的大小和机床本身的重量可分：仪表机床、中小型机床、大型机床、重型机床、超重型机床；按照机床加工精度可分：普通机床、精密机床、高精度机床；按照机床自动化程度可分：一般机床、半自动机床、自动机床；按机床用途的广狭可分：通用机床、专门化机床、专用机床、组合机床及自动线（有些专门化机床，可根据其工件与加工性质来分类，如曲轴磨床、连杆镗床等）；还可按机床的控制方式与控制系统分：液压仿型机床、程序控制机床、数字程序控制机床、自动换刀数字程序控制机床及适应控制机床等。

为了进一步了解机床的发展过程，从而掌握它的变革规律和今后发展趋向，这本小册子根据目前所掌握的资料，对机床发展的历史作简要分析与探讨，不当之处，请广大读者批评指正。

一、机床的起源

一切金属切削机床都是用刀具（包括磨料、磨具）对金属工件进行切削加工的机器，在刀具与工件相对运动过程中，刀具刃口从工件表面切除一层金属，使被切工件表面达到预定的技术要求（如尺寸大小、几何精度、表面光洁度等）。因此，从机床发展的整个历史过程来看，随着对机床上所加工的机器零件的要求的不断发展，机床上用来加工各种零件的刀具也在不断发展，促使机床结构不断改进与发展。正如马克思所说：“简单的工具，工具的积累，复合的工具；由一个发动机即人手开动复合工具，由自然力开动这些工具；机器；有一个发动机的机器体系；有自动发动机的机器体系——这就是机器发展的进程。”①

人类在由原始社会至封建社会的漫长岁月里，开始能够使用工具，有意识、有目的地进行生产劳动与保护自身的生存，恩格斯说：“劳动是从制造工具开始的。我们所发现的最古老的工具是些什么东西呢？……是打猎的工具和捕鱼的工具，而前者同时又是武器。”②最初的简单工具，主要是石器，兼有贝壳、骨、木棒等类工具，这些工具是用手工方式

①马克思：《政治经济学的形而上学》，《马克思恩格斯选集》第一卷，人民出版社1972年版，第132页。

②恩格斯：《自然辩证法》，《马克思恩格斯选集》第三卷，人民出版社1972年5月第1版，第513页。

制成的。以后生产工具进一步发展，从石器向陶器及铜器发展，手工业开始产生，有了农业和手工业的分工。我们从一些出土文物中可以见到这时的工具情况。例如在我国黄河中、上游地区仰韶文化遗址(约公元前4000~公元前2000年)出土的灰陶和彩陶器上，已有慢轮修饰的痕迹。在以后黄河中、下游及沿海地区的龙山(城子崖)文化遗址出土的灰陶、黑陶等，制陶技术有所进步，这些黑陶器形端正、打磨光亮、黑色透骨、质地细致、有经过快轮良好加工的平滑的痕迹(在北京故宫博物院陶瓷馆有展品展出)。据说还发现过陶工用的旋盘^③，参看图1—1，这种旋盘的传动原理



图1—1 古代陶工用旋盘示意图

③李约瑟(英)：《中国科学技术史》第一卷第一分册，科学出版社1975年版，第173页。

施新：《关于我国阶级社会产生的一些问题》，《文物》1975年第5期，第27~34页。

和车床一样，可以说是我国最早的车床雏型。1952年在郑州发掘出来的商代（约公元前1711～公元前1066年）遗址里曾经发现过大规模的炼铜作坊、陶器作坊和骨器作坊，还发现了一种青铜钻头（参看图1—2），据推测是用来在卜甲卜骨上钻孔的工具。进入封建社会以后，冶铁技术普遍发展，在我国东周时，已开始使用铁制工具在卜骨上钻眼，春秋时的吴、越与楚等国已可炼制钢剑，在农业生产中也开始使用铁制农具、工具、兵器，这说明了从工具材料上又发生一次质的变化。

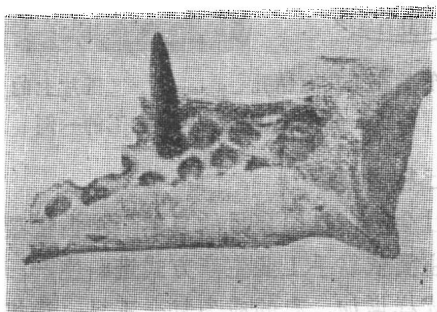
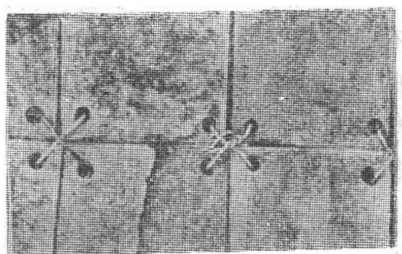
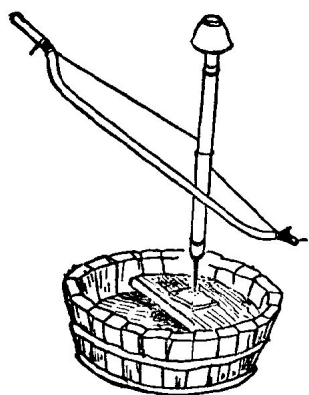


图1—2 我国商朝时期用青铜钻头在卜骨上钻眼

西汉时期封建贵族中山靖王刘胜（公元前？年～公元前113年）墓中的出土文物“金缕玉衣”上的4,658块极其坚硬的玉片，据估计可能是用砂锯法锯成片的，在这些玉片上，钻了18,000多个直径约为 $\phi 1 \sim 2$ 毫米的孔，从遗留钻孔痕迹看，可能是用砂钻法，使用管钻与杆钻加工而成（参看图1—3）。在钻孔以后，玉片还经过抛光，④可见当时的加

④中国科学院考古所技术室：《满城汉墓“金缕玉衣”的清理和复原》，《考古》1972年第2期，第39～47页。



用杆钻、管钻在玉片上钻孔

玉片上的钻孔

图 1—3 我国古代钻削加工的一例

工工艺水平已相当高。

在封建社会里，自给自足的自然经济占主要地位，农民和手工业者主要依靠手工业生产方式进行生产，随着工具的逐渐改良，式样增加，有的成为复合工具，为机器的发展创造了条件。从动力的运用上还可以看到，最初使用人力手摇或脚踏，以后发展到用兽力、水力等驱动工具，大约在三千多年以前，我国发明了利用风力的帆，在二千多年以前，发明了水碓，一千九百多年以前东汉的杜诗发明了水排。^⑤从文字记载上看，我国战国时期有名的代表人物荀况（约公元前286～公元前238年）在著作中已提出了“机械”的概念，他曾提到人类“善假于物也”（荀子·劝学），也就是说，人们

^⑤刘仙洲：《中国机械工程发明史》第一编，科学出版社1962年版，第129页。

善于借助人力以外的各种动力和代替人作工的器械来提高工作效率。另一个有名的代表人物韩非(约公元前280~公元前233年)则说过“舟车机械之利，用力少，致功大，则入多”。(韩非子卷第十五，难二第三十七)，也就是说：车船、机械的好处是使人用力很少而所得成效较大。说明在当时对机械的作用已有深刻认识。通常所谓“机械”，就是利用我们自身的力量，或在我们自身以外假借一种其他动力——畜力、风力、水力、热力、电力等，以帮助或代替我们做工的器械。二千多年以前荀况提出“善假于物”这样深刻的关于机械的见解，可以说对科学技术的发展是起到了促进作用的。一千九百多年以前，东汉的杜诗发明了对铸造技术发展有重大意义的“水排”——利用水力为动力的鼓风机械，它比欧洲早一千二百多年。一千八百多年以前东汉的张衡发明了地动仪和浑天仪，是用精铜制成的天文仪器。而在三国时候，诸葛亮(公元181~234年)发明了在地或栈道上运粮的独轮小车(即“木牛流马”)。当时许多重大发明创造的出现，显示了我国古代劳动人民的伟大创造力。

但是，在漫长的历史上，我国的统治阶级所推行的反动路线和他们所鼓吹的唯心主义世界观以及形而上学方法论，却一直对科学技术的发展起着障碍作用，许多重要的科学技术，发展迟缓，在长达二千多年的封建社会里，手工业生产一直占主要地位，很少见到有关机床发展情况的文字记载，在其他国家的封建社会里也有类似的情况。根据国内外某些文献的介绍，到封建社会时期为止的雏型机床，先后有下面的一些类型：这些机床中最古老的，有所谓树木车床及弓弦车床(见图1—4及图1—5)，所谓树木车床，是在树上缚有顶尖，中间顶着工件(木料)，从树枝上垂下一根

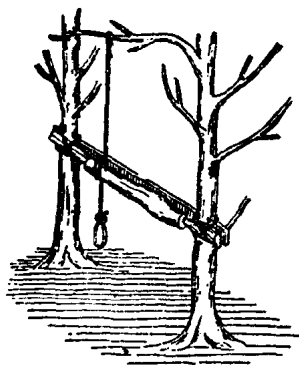


图 1—4 树木车床构想图

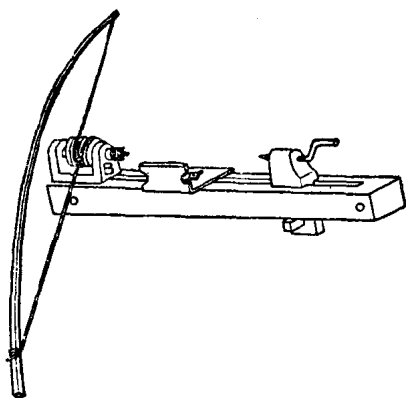


图 1—5 弓弦车床

绳缠绕在工件上，下端有圈可用脚踏着，利用树枝的弹性使工件由绳带动而旋转，用贝壳、石片或骨作为刀具，用手拿着沿导向块（板条）切削工件。外文的“车床”（Lathe）一字，即由此机床的“木条”一字演变而来。而弓弦车床则开始用两个支架支撑住工件的两端，由另一个助手用手拉动弓弦带动工件旋转，操作者本人则用手持刀具进行切削。象弓钻、杆钻及舞钻等类钻床，与这些车床结构近似，在我国古代就有这些原始机床，读者可参看图

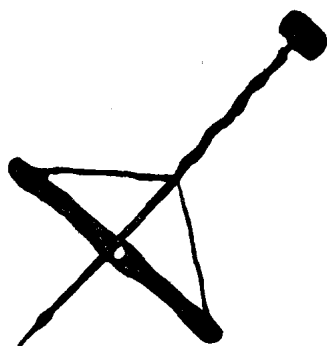


图 1—6 我国古代的舞钻

1—6、图 1—7。

在金属精密加工工艺方面，早在二千六百多年以前，我

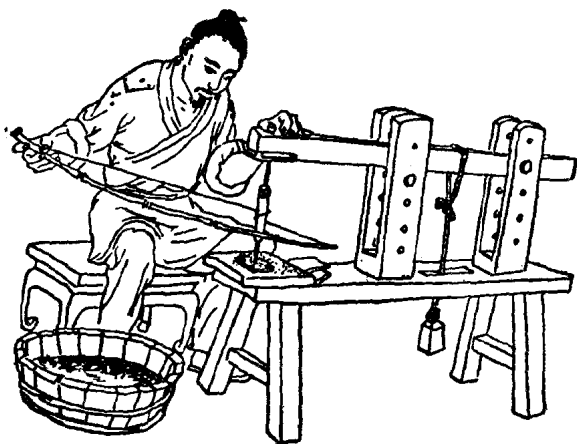


图 1—7 我国古代钻床示意图

国劳动人民已发明了铜镜^⑥。到了战国时代，铜镜就盛行于各国之间了，现在仍存有吴王吴子胥的铜镜。唐朝有所谓“唐镜”。诗人白居易曾有一首新乐府“百炼镜”写道：“百炼镜，熔范非常规，日辰处新灵旦祇。江心波上舟中铸，五月五日日午时。琼粉金膏磨莹已，化为一片秋潭水。……”这诗，说明了铜镜的工艺过程。

据分析，制铜镜的铜是一些合金，除铜外，还含锡、铅等金属，许多精巧的花纹都是铸出来的。造镜时，先用粘土做成模型，叫做“镜范”，再把溶化了的铜汁浇铸进去，冷却后取出，用磨镜石磨光镜面，再在镜面涂水银。高精度的铜镜，加工要复杂得多，传说铜质经过一百次以上的提炼才制

^⑥朱瑜：《铜镜的故事》，四联出版社 1955 年版，第 2～3 页。

宋应星（明）：《天工开物》卷下，《珠玉》篇，图 54，崇祯十年本。

成；镜面加工也十分复杂，大概发现了玉器加工后剩下的玉屑比较硬，可作粗磨料，而金器加工后剩下的金粉作膏泥，可用来细磨镜面，于是逐次地经过“玉屑”、“金膏”的研磨，使镜面变得十分明净，如同秋水一般。我国古时候制镜的高超技术，也说明已掌握超精加工铜表面技术，使之达到“镜面”的程度。即使到了现在，大家仍然把超精磨削称为“镜面磨削”，光洁度相当于现在的 $\nabla 14$ 。

随后，又出现了脚踏机床。图1—8是我国明代宋应星在公元1637年所著《天工开物》一书中所记载的用来“琢磨玉石”的磨床。把一个铸铁磨石轮装在横轴上，两端装在轴承里边。在磨石轮的两边各把一条绳索或皮条的上端钉在轴上，并按相反的方向各绕轴几周。绳的下端分别装在两个脚踏板上。当工人用脚交替踏动两板的时候，就带动磨石轮往返转动，一面再用手握住要磨光的玉石紧靠轮缘以受磨，一

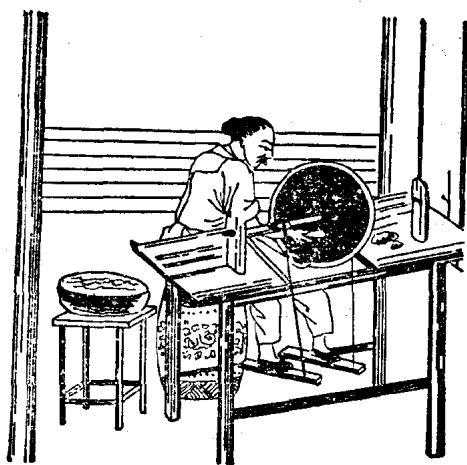


图1—8 我国古代磨床

面加湿沙作为研磨剂（原文是：凡玉初剖时，冶铁为圆槩，以盆水盛沙，足踏圆槩使转，添沙剖玉，逐忽划断。）。

公元1668年，我国出现了用畜力来代替人力作为机床动力的例子。那时为了加工天文仪器上的大铜环，就利用了直径达两丈（古丈）的镶片铣刀，由牲畜驱动旋转来铣切铜环。铣完后，将铣刀换下，装上磨石，即可对铜环进行磨削加工（图1—9）。这些天文仪器，现仍保存在北京建国门古观象台上，成为我国古代劳动人民杰出智慧的历史见证。^⑦

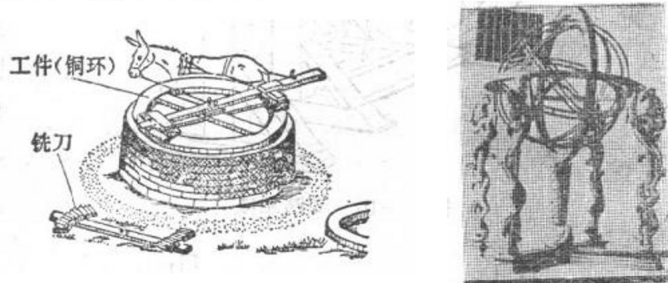


图1—9 1668年我国天文仪器上铜环的加工工艺——铣削

在国外，中世纪时也出现了脚踏车床（图1—10）、机械弓锯床、水压传动的镗床与锻锤等，记载于十五至十六世纪文献中。在文艺复兴后期，意大利人列奥那多·达·芬奇（公元1452~1519年），曾有过一些对机床包括弓型车床、螺纹加工机床、内圆磨床的设想草图，采用了曲拐机构、飞轮、顶尖、泵、轴承等新机构。1578年，柏松（Jacques Besson）提出了用仿形法切削螺纹的车床（参看图1—11）。

^⑦北京机床研究所：《金属切削机床》，机械工业出版社1974年版，第8~9页。