

图文版 · 自然科学新导向丛书

TUWENBAN ZIRAN KEXUE XIN DAOXIANG CONGSHU

日新月异的机械

RIXINYUEYIDE [机械制造]
JIXIE

主 编 ◎ 谢 宇

知识性 趣味性 可读性 实用性



百花洲文艺出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

日新月异的机械——机械制造/谢宇主编. —南昌: 百花洲文艺出版社, 2009.10

(图文版自然科学新导向丛书)

ISBN 978-7-80742-851-0

I. 日… II. 谢… III. 机械制造—青少年读物 IV. TH-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第182970号

书 名: 日新月异的机械——机械制造
作 者: 谢 宇
出版发行: 百花洲文艺出版社 (南昌市阳明路310号)
网 址: <http://www.bhzw.com>
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京市昌平新兴胶印厂
开 本: 700mm×1000mm 1/16
印 张: 10
字 数: 182千字
版 次: 2010年1月第1版第1次印刷
印 数: 1—5000册
定 价: 19.80元
书 号: ISBN 978-7-80742-851-0

版权所有, 盗版必究

邮购联系 0791-6894736 邮编 330008

图书若有印装错误, 影响阅读, 可向承印厂联系调换。

编委会名单

主 编: 谢 宇

副 主 编: 裴 华 何国松 薛 平

执行主编: 李 翠 刘 芳 杨 辉

编 委: 魏献波 高志伟 刘 红 罗树中 方 颖 刘亚飞 汪 锦 杨 芳

周 宁 张玉文 杨 勇 李建军 张继明 李 坤 汪剑强 张锦中

责任校对: 唐中平 李为猛 戴 锋 刘 艳 刘迎春 王兴华 马 靖 杨 波

版式设计: 天宇工作室+孙 娇 (xywenhua@yahoo.cn)

图文制作: 张俊巧 张 娇 张亚萍 徐 娜 张 森 张丽娟

目 录

第一章 概论	1
制造技术的起源	1
简单机械的制造	2
四千多年里的中国制造技术	3
我国现代制造业的建设	6
产业革命以来西方制造工程技术的发展	7
机械制造技术的未来	8
第二章 机械制造基本技术	12
铸造的发展	12
砂型铸造	13
浇注、落砂和清理	18
铸件的检验与缺陷	19
金属型铸造	19
离心铸造	20
熔模铸造	22
锻造	23
锻造工艺的缺陷	25
冲压	27
冷挤压	28
焊接	30
焊条电弧焊	31
选用焊条的基本原则	32

气焊与气割·····	34
埋弧焊·····	36
气体保护电弧焊·····	37
电阻焊·····	39
钎焊·····	39
焊接检验·····	40
切削加工的实质、种类·····	42
切削加工的优缺点·····	42
机床的切削运动·····	44
切削刀具·····	45
金属切削过程·····	47
常用磨削磨具·····	53
磨削过程·····	55
车削加工·····	57
钻削加工·····	59
镗削加工·····	61
刨削加工·····	62
插削加工·····	62
拉削加工·····	62
装配与装配方法·····	63
装配工艺规程的制订·····	66
第三章 机械制造的自动化技术·····	68
自动化制造系统的定义·····	68
自动化加工设备·····	69
工件储运系统·····	73
工业机器人·····	77
工业机器人的应用·····	77
刀具准备及储运系统·····	83
检测与监控系统·····	85

辅助设备·····	88
自动化制造系统的控制系统·····	90
网络化制造系统及其体系结构·····	94
网络化制造系统的关键技术·····	96
网络化制造集成平台·····	97
数控加工网络化制造技术·····	97
CAM技术的发展·····	98
网络化CAM技术·····	99
网络化的CAPP技术·····	100
虚拟制造技术·····	101
虚拟现实技术·····	102
虚拟设计技术·····	103
虚拟制造系统的功能·····	105
虚拟制造系统的体系结构·····	105
虚拟数控加工的功能·····	106
虚拟制造技术的应用·····	107
虚拟轴机床·····	108
虚拟轴机床的类型·····	111
虚拟轴机床的发展概况·····	111
可重构机床·····	116
可重构机床的基本原理·····	118
可重构机床的基本特性·····	119
关于可重构机床的设计策略与概念设计·····	120
可重构机床的机械设计·····	121
可重构机床的控制设计·····	123
第四章 机械先进制造工艺技术·····	124
先进制造工艺技术的产生和发展·····	124
先进制造工艺技术的特点·····	125
精密和超精密加工的意义·····	126

精密车削和镗削·····	127
精密和超精密磨削·····	128
金刚石砂轮精密磨削·····	129
砂带磨削、研磨和抛光·····	129
游离磨料研磨抛光·····	129
珩磨·····	129
超精研·····	130

第五章 绿色制造与安全生产····· 131

绿色制造的现状·····	131
绿色制造的国内现状·····	131
绿色制造的国外现状·····	132
绿色工艺规划技术·····	132
机械工业绿色制造工艺技术·····	133
净成型制造技术·····	133
安全生产的含义·····	134
机械危险的形式·····	135
机械的有害因素·····	136
产生机械危害的各种因素·····	138
造成机械事故的直接原因·····	139
造成机械事故的间接原因·····	141
本质安全性的内涵·····	142
机械的本质安全·····	143
机械安全的基本要求·····	146
机械设备结构的安全要求·····	146
控制机构的安全要求·····	149
防护装置的安全要求·····	150
机械设备检验与维修的要求·····	151
机械设备常用安全标志和安全色·····	152

第一章 概 论



制造技术的起源

距今大约100万年前，出现了能直立行走的猿。然后又经过了大约10万年的漫长岁月，经过了大冰河时期，它们就逐渐进化成了人类。为什么猿这样的动物能进化成人类呢？那是因为活动在树上的一种类人猿，由于自然条件的变化，为了寻找食物而到地上来了。从树上到地下生活，这是从猿进化成人的第一步。

然而，活动在地上的类人猿必须和陆地上的各种野兽作斗争。所以，他们手里拿着从树上掉下来的短木棒和地上的石块保卫自己，同时，使其成为猎取食物的手段。这样，木棒和石块就成了他们的“天然工具”，并弥补了手的不足。手通过长时间的锻炼，渐渐可以灵活地握住这样的工具，并运用自如。不久，他们就开始根据使用的目的制造工具。这恐怕就是制造技术的最早起源了。

最初他们是用敲击和简单的手工磨削来加工木棒或石块的，后来，经过几十万年漫长的岁月，古代人类开始使用木材、石块、骨头、贝壳等，并制造出了各种工具，逐渐地改善了自己的生活。过去受到自然威胁的人类，由于学会了制造和使用各种工具，逐渐地从自然的威胁之中解脱出来。可以这样认为，“制造和使用工具”就是创造出今天人类的决定性因素。

随着工具数量的不断增加，古代人类的制造技术也从打制、切割发展到磨制，并且还出现了钻孔技术。人们发明了一种叫做弓钻的装置，把磨尖的石块安在木棒的头部，再在木棒上缠上弓弦，使弓前后动作，就可以带动木棒转动。这样，尖石就可以用于钻孔。因此，孔的加工变得容易了。

随着人类发现了金属，学会了熔炼金属，制造技术也得到了不断的发展。

简单机械的制造

人类最初制造的机械是简单机械，它们有两面石器尖劈以及杠杆、轮轴、斜面与螺旋等几大类。后来制造的多数复杂机械，大都包含着它们的一种或几种作为组成部分。现在以我国古代的这几类发明为例分别加以说明。

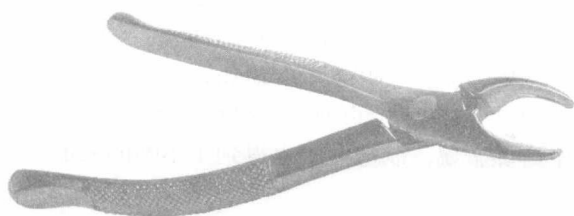
尖劈可以说是人类制造技术发展过程中所制造出来的最早的简单机械。在力学上，我们知道它能够用小力产生大力。而且两面所夹的角度越小，用同等大小的原动力所发生的力量就越大。在它身上体现了人类最初的加工制造方法——简单的手工磨削加工，虽然这种原始的磨削加工方法与我们现代的磨削加工方法不能相比，但这在当时来说，应算是制造技术的一项重大突破。这种简单机械的发明制造的时期比较早。我国从50多万年以前，中间经过旧石器时代、新石器时代、青铜器时代直到春秋以后的铁器时代，采用尖劈的原理制造出了大量的新的工具与用具。较为突出的有以下两方面的发展：第一是用尖劈当做发生极大压力的工具，最显著的例子是古代的榨油机；第二是和杠杆合并应用，如剪刀、铡刀等。

杠杆也是发明制造较早而应用很普遍的一种简单机械，有的是直接加以利用，有的是同其他简单机械组合在一起共同完成一项工作。当人类已经知道用粗笨的石刀石斧的时候，可能早已知道利用木棒或木杆了。杠杆就其本身来说，虽然只是一种简单机械，但在其制造与使用的过程中，却引发了两种加工制造方法的萌芽——切削与钻孔。我们知道，在当时用做杠杆的一般是木棒，而由树木到木棒显然是要经过人为的切削加工过程的。至于说到钻孔技术的萌芽，从我国出土的一些带孔的石刀石斧中，我们不难得到一些启示。

杠杆的诞生，为其他一些机具的发明与制造创造了条件。利用杠杆原理制造的工具，如剪刀、铡刀、手钳、脚踏碓、水碓、抛石机及织布机的脚踏板等，在人类发展史上不胜枚举。

同一时期，简单机械在世界上其他国家也得到了应用。公元前3000年左右，在埃及的凯奥普斯法老修建巨大的坟墓——金字塔的过程中，就集中体现了以上几种典型的简单机械的应用。这座金字塔是用巨石堆积而成的，每块巨石最轻的也有3吨，最重的达30吨。据分析，为搬运这些几吨重的巨石，

他们当时是把若干根圆木头插在石块下的间隙当“滚子木”。同时还使用了滑轮往高处提起重物，但由于其所能提升的高度是有限的，不能往过高的地方提起物体。



金字塔需要将巨石提升到100米以上的高度利用滑轮就办不到了，所以，这里可能还利用了斜面的原理。

简单机械的制造是人类在劳动过程中创造出来的。它们用于减轻劳动强度，完成光靠人类自身无法完成的一些工作任务，从而成为不断提高人类的劳动能力及劳动效率的一种手段。它在很大意义上反映了人类的进步与发展。



四千多年里的中国制造技术

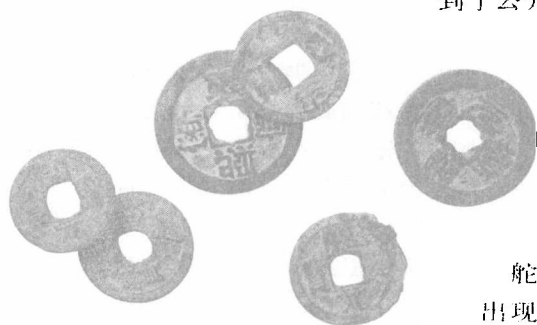
人类在漫长的进化过程中，使用工具并制造工具进行劳动，是人类不同于其他动物的根本行为特征。劳动促进了人类大脑的进化，不断进化的大脑反过来又不断提升人类的制造能力。早在50万~60万年前的旧石器时代，北京猿人在与大自然的搏斗中就已经能制造并使用各种石制尖状器、砍砸器和刮削器等类工具。到了新石器时代，人类已经能将石制或骨制工具如刀、斧和器皿等做得相当精致，并掌握了在石料上磨光、钻孔，在骨刀上镶嵌石刃等制造技术。在中国，石制或骨制的各种农具大约出现在公元前6000~前5000年这段时期。

金属冶炼技术的诞生是人类社会生产力发展的重要里程碑，考古发现指出，我国在公元前2000多年的五帝时代的齐家文化时期已经能用天然铜浇铸铜器和铜刀，冷锻已经用于制造工具。公元前2000年以后的几百年里，即夏代及夏商之交就出现了无辐条和有辐条的车轮。公元前1600~前1046年的商代，青铜冶铸技术得到发展，在商代中期已用热锻制造武器，在商代中晚期的锻造中已采用退火处理。公元前1046~前771年的西周时期，已出现相当先进的两轮车和水上运输舟筏，并已经掌握了相当发达的青铜冶铸技术和生铁冶铸技术，能制造用于加工的青铜工具和青铜剑、铁刃铜钺等兵器以及各种青铜器皿。同一时期社会对玉石工艺品的需求，促进了玉石转动加工技术与装置的发展，这实际上是现代车削技术与车床的原型。

公元前770~前221年间的春秋战国时期，机械技术有了较快发展。出现了用于射击且控制灵巧的弩，还在冶铁基础上发明了炼钢技术。可锻铸铁和锻钢的出现，加快了青铜时代向铁器时代的过渡。同一时期淬火、退火和渗碳等热处理技术的发明，使制造坚硬锋利的兵器 and 工具成为可能。这一时期的中后期，发明了失蜡铸造和低熔点合金铸造。考古发现战国时期的青铜器上已经出现用金属工具刻画纹饰和钻孔加工的痕迹。我国最早的一部有关手工制作技术的著作是公元前475~前221年的战国时期留传下来的《考工记》，它大概也是世界上最早的一部制造技术专著。值得注意的是它不仅记载了如车轮的制造工艺等单项制造技术，还从系统化和标准化的角度记载了

战车的制造工序序列,以及其他兵器、生产工具和生活器具的制造规范。还对弓的弹力、箭的射速及其飞行的稳定性等作了阐述。这在那个年代实在是了个了不起的成就。

西安兵马俑出土的公元前221~前207年秦代制造的各种金属兵器如剑、簇、钺、戈等,其制造水平已相当精良。以出土的剑为例,剑身6个棱面偏差
不超过0.2毫米。又以三棱形的箭头(簇)为例,箭头(簇)3个面的尺寸误差
小于0.15毫米;一批箭头的尺寸偏差不大于0.2毫米。考虑到三棱体制造工
艺的难度,在那个年代利用人工能批量制造到这个水平,实在令人叹服。而
青铜马车的制造水平之高更是空前。



到了公元前206~25年的西汉时期,从出土的铁制

铁刀和经过外圆车削的金属货币,以及

加工精度和表面粗糙度相当好的青铜弩

机来看,其切削加工技术已具有相当水

平。汉弩有一石至十石共八种规格,说

明西汉已初步建立了制造标准。汉代已

能建造各类舟船和楼船,有的还装备了舵

和推进橹。公元25~220年的东汉时期,

出现了记里鼓车,车上有一套减速齿轮系,

以鼓的锤响报知里程。同一时期还出现了指南车

及各种正齿轮、人字齿轮和棘轮。东汉的张衡以滴水为动力,通过齿轮系使

“浑象”天象仪每天等速旋转一周。他还在公元132年制成了世界上第一台地

震仪——候风地震仪。汉代的纺织机械已相当复杂,农具也比较先进,如铁

犁已具有犁壁,同时能翻土和碎土。

公元220~280年的三国时期,出现了使用齿轮系和自动离合器的更先进

的指南车、高效纺织机械和新式提水机具。公元420~589年的南北朝时期、

水陆运输工具有了进一步的发展,南朝造出了日行百里的千里船和装有160个

桨的军用快艇。同一时期还出现了水陆两用的车船。

唐代(618~907)的出土文物中,铜和银制的圆形器皿上存在车削痕

迹,其内外圆同轴度误差很小且刀纹致密、直口配合严密,说明在那个年代

已经拥有相当高水平的金属车削技术和设备。同期还出现了利用水力提水的

水力机械——筒车。

公元907~960年的五代时期已能铸造出重达40余吨的沧州铁狮特大铸件。

在11世纪初,宋代(960~1279)官办的兵器生产厂里已经有了大规模制

造能力,一年可制造出相同的铁箭头1600万个以上。北宋制成的水力驱动的

天文仪器——水运仪象台,能用多种形式表现天体的时空运行,当时具有世

界领先水平。

13世纪的南宋末期中国就出现用水轮带动的捻麻纱机器，使32个锭子同时旋转，用以替代手工作业，其技术与现代的环锭纺纱机类似。换句话说，在那个年代中国人已经用木制和铁制零部件建造机器替代人工劳动，从而有了机械化。

综上所述可以看出，早在13世纪，从技术上讲中国就已经具备实行工业革命的两个关键条件，即大规模制造能力和制造机械化。

元代（1206~1368）薛景石著的《梓人遗制》（梓人就是木匠），是传世的古代木制机械技术专著。

从明代（1368~1644）制造的大型天文仪器可以看出，当时已采用了和近代切削加工原理相同的各种加工方法。例如，直径2米多的大铜环是用畜力拖动的立车车削和磨削出来的。明代的造船业已相当发达，郑和下西洋率领的是当时世界最大的船队，其中郑和所乘的船长约137米，张12帆，是那个年代最大的远洋船舶。明代的帆船已具有全方向航行的能力。在宋代木风扇基础上，明代出现了活塞风箱，作为冶金的鼓风设备。明末张自烈著有《正字通》，其中对刀具切削明确定义为：“刀为体，刃为用，利而后能载物……”对切削的理解已相当深刻。同期的宋应星在他所编著的《天工开物》中，记录了多项工艺技术，被称为是17世纪中国的工艺百科全书。王徵在1627年编译了《远西奇器图说录最》介绍了西方的机械工程技术。

以上史料和文物说明从上古的五帝时代到明代末期即17世纪中叶的4000多年里，我国的机械制造技术一直是世界领先的。其主要技术特征如下：

技术上靠手工操作，以匠人手艺为主实施工艺，机械化得到应用；

手工作坊式的生产模式，在某些兵器生产中实现了大批量生产；

以人力、畜力和自然力为加工动力来源。

这种古代领先的制造技术，为历朝历代的封建帝国几次创造了辉煌。中国人还先后发明了各种农具、指南针、火药、造纸术、印刷术和陶瓷等，为古代人类文明作出了重大历史贡献。与此相伴随的则是历经几千年的封建统治、改朝换代和社会动乱。西方的科学技术自17世纪开始得到迅速发展。清朝（1644~1911）的康熙、雍正、乾隆盛世（1662~1796）时期，西方先后创立了牛顿三定律、微积分、光的波动学说，在生产中则推出了蒸汽机和机床。而中国由于清朝的闭关政策，使中国的科学技术自18世纪后进展迟缓甚至停滞不前。面对新生的近代科技和工业革命大潮，我国的生产技术、生产方式和动力来源都显得落后了。鼎盛的康乾盛世却种下了此后中国落后的根源。

清道光（1821~1851）年间及以后的近代中国社会从封建社会走向半殖民地、半封建社会。19世纪60年代清政府开始了洋务运动。1861年曾国藩

在安庆创办“内军械所”，这是中国人自己办的第一个机械制造厂。1862年起李鸿章在上海先后开办了三个洋炮局。此后1865年曾国藩和李鸿章在上海成立了江南制造局，这是清政府经办的最大的军械制造厂。同年李鸿章在南京建成金陵机器局。1866年左宗棠在福州建立的船政局，是清政府经办的最大的造船厂，同年崇厚奉命在天津创建天津机器局。以上四个局（江南制造局、金陵机器局、福州船政局、天津机器局）构成了中国人自己早期办的军火工业的骨干。此后清政府各地督抚建立了多所军火工厂，著名的如1890年张之洞在汉阳建立的汉阳枪炮厂等。到1904年，清政府先后建立了27所军火厂，其中不少厂后来发展成为我国重要的兵工厂。清王朝的最后50年，洋务派曾兴办不少近代军事工业，1894年中日甲午战争后，特别是1898年维新运动后，清政府还制订了一些鼓励民族工商业发展的法令，但由于政治腐败、内忧外患，这些发展洋务、开展维新的举措并未能挽救大清王朝的灭亡。

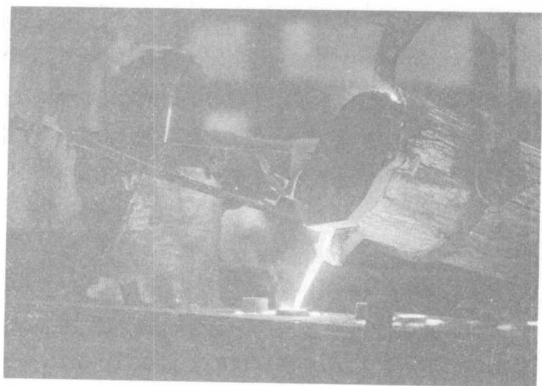


我国现代制造业的建设

1949年建国后，中国的机械工业逐步从修配性质发展成为一个门类比较齐全、具有一定规模和技术水平的工业部门。中国现代机械工业的发展大致经历了四个阶段：建立机械工业的初步基础。1953~1957年间对原有的工厂进行了整顿和技术改造，新建了一批大型现代化骨干企业，建立了一批工业科研机构和人才培养基地。建立了比较完整的机械工业。1958~1965年间机械工业建成68个大、中型项目和一大批小型企业，工业布局有了显著变化。1965年和1957年相比，机械工业固定资产按原值计算增长了3倍，工业产值增长了1.8倍。部分产品开始自行设计。1966~1976年间机械工业受到很大损失，但是1964年开始的三线建设，还是有了很大进展，试制出一批重要的新产品和成套设备。改革开放后，我国的机械工业进入新的发展时期。1982年10月机械工业部提出“上质量、上品种、上水平、提高经济效益”的方针。1994年国务院颁布了汽车工业产业政策。1994年12月机械工业部和国家计委联合发布了《机械工业振兴纲要》。在这一时期机械工业进行了管理体制改，企业机构调整、加强产品质量管理、提高产品自主开发能力、加强科学技术工作、扩大对外开放等。实施改革开放后，国有、集体、合资、独资等制造企业都有了很大发展。经过近半个世纪的艰苦建设，我国机械工业已形成较完整的行业架构，能生产数万个品种产品，门类比较齐全，成为具有相当规模和一定技术实力的工业体系。目前我国的制造企业中，已有一部分具有世界先进水平，掌握了先进管理和制造技术，从事高效批量生产。一部分中等水平制造企业则处于提高质量、增进效益阶段。

在21世纪里，按照国民经济要可持续发展、着重技术创新、科教兴国等国家方针政策，我国的制造业仍需要着重解决：实施制造业信息化工程；继续进行行业的改革、改组和改造；保证产品质量；提高产品和技术的自主开发能力；提高制造技术水平，尽快推广数字化制造技术；提高劳动生产率；降低消耗，加强环

保；强化企业研究开发能力和人才培养；实施先进生产模式，加强企业管理；开拓国外市场，扩大出口。所有这些措施都将为尽早建立我国强大的制造业创造条件。



产业革命以来西方制造工程技术的发展

18世纪的工业革命促进了新型动力机械——蒸汽机，新型作业机械包括纺织机和通用加工设备——机床的诞生，同一时期在西方开始出现了专门从事生产的制造工厂。此后历经近百年生产力的不断发展，19世纪出现了现代制造企业的萌芽并逐渐形成制造业。进入20世纪随着社会需求的增加，制造业在工业先进国家发展得十分迅速，两次世界大战造就了空前繁荣的工业化国家的制造业。战后这一行业在工业化国家历经兴衰，而发展中国家的制造业却陆续兴起。

加工精度是机械制造质量最重要的指标之一。从产业革命开始在不到100年的时间里，到1850年，加工精度已经达到0.01毫米。进入20世纪，由于千分尺的出现，加工精度开始向微米级过渡。1950年以后，由于航天技术、计算机技术、微电子技术等部门的发展，对加工技术提出了更高的要求，在此后20年左右的时间里，把加工精度提高了1~2个数量级，达到了亚微米级，进入了精密和超精密加工的新历史阶段。

今日的制造工程技术的内涵已远不限于机械制造业，而是包括整个大制造业。在整个20世纪里，制造技术和生产管理领域取得的成就众多。

近10年来，以先进制造技术为代表的制造工程技术的研究、开发和应用正在加速发展。事实上近30年来，产品需求市场迅速变化、企业竞争激化，高新技术特别是信息技术的迅猛发展及其与制造技术的融合，使制造工程技

术转向以数字化技术为核心的先进制造技术,进而把制造业和制造技术提升到一个新的水平。先进的制造业是国家的支柱产业,工业发达国家的先进制造技术日益具有垄断性。为此需要加大先进制造技术的研究开发力度,因为不掌握先进制造技术就不会有发达的制造业,没有强大的制造业,就不会有国家的繁荣、进步和安全。

机械制造技术的未来

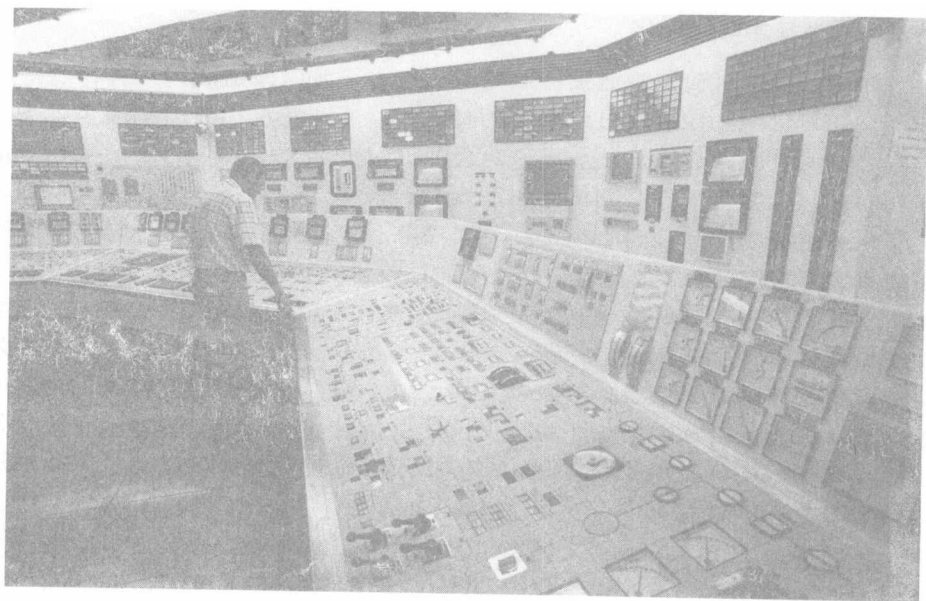
机械制造业是国民经济最重要的基础产业,而机械制造技术的不断创新则是机械工业发展的技术基础和动力。未来的制造技术所考虑的绝不单单是产品的设计与生产,而应包括从市场调查、产品开发和改进、制造加工、销售、售后服务到产品报废、解体、回收,再到循环使用、循环利用的整个制造过程,是一个大制造系统。其发展趋势随着市场的全球化、竞争的激烈化、需求的个性化、生产的人性化而体现出制造技术的信息化、服务化和高技术化。

1. 制造技术的信息化

制造业信息化就是用0和1的数字编码来表示、处理和传输企业生产经营的一切信息,使制造业生产经营的信息流实现数字化,从而使制造业达到前所未有的快节奏和高效益。制造业信息化工程的核心任务是设计数字化、制造装备数字化、生产过程数字化、管理数字化和企业数字化。只有实现制造装备数字化才能实现加工自动化和精密化,提高产品精度和加工装配的效率。只有实现制造装备数字化才能实现生产过程的自动化和智能化,提高企业生产过程的自动化水平。

蒸汽机和电机的应用,延伸了人的体力劳动,催生了工业革命,使人类社会通过工业化从农业社会发展到工业社会。而以数字技术为核心的现代信息技术的应用,则延伸了人的脑力劳动,引发了新的工业革命,使人类社会通过信息化从工业社会发展到信息社会。信息化是信息时代的工业革命。

20世纪50年代数控机床的发明揭开了制造业机械发展史上新的一页,标志着机械制造业向信息化迈出了第一步而进入经济信息时代。在随后的岁月里,以计算机技术、网络技术、通信技术为代表的信息技术被广泛应用于制造业的各个领域,先进制造技术(AMT)如雨后春笋层出不穷。这些技术改变了传统资本密集型、设备密集型、技术密集型的生产与管理模式,使生产管理模式向信息密集型和知识密集型转变,使制造技术发生了质的飞跃。随着知识经济时代的到来,信息这一要素正在取代历史上在制造系统占据主



导地位的物质、能量两大要素，迅速上升为制约现代制造系统的主导因素，并成为现代制造业中最重要的资源和最宝贵的竞争要素。制造技术的功能发生了很大变化，它不仅加工、处理信息，而且将制造信息录制、物化在原材料上，提高其信息含量，使之转化为产品。现代制造业，尤其是高科技、深加工企业，其主要投入已不再是材料或能源，而是信息或知识；其所创造的社会财富实际上也是某种形式的信息，即产品信息和制造信息。

目前，随着网络时代的到来以及Internet/Intranet/Extranet的迅速普及和广泛应用，计算机技术、网络技术和通信技术已成为制造企业的基础环境和制造技术的重要手段。据1997年统计，世界500强企业无一例外地建立了内部网。美国波音公司利用CAD技术、Internet和并行工程技术，采用数字化产品定义（DPD）和数据化预装配（DPA）信息技术，成功地实现了--一年内从设计到一次试飞成功的目标（大型客机从设计到原型制造多则需要十几年，少则七八年），实现了第一架异地合作飞机设计的无纸化，从而开辟了飞机制造史上无纸制造的新篇章。日本公司实现了网上生产线仿真系统，客户可以定量地分析所订购的生产线组成、价格和性能的不同方案。

制造技术在知识经济到来时呈现明显的信息化趋势，可以说信息技术在促进21世纪制造技术发展过程中的作用是第一位的，信息技术将在更高更深的层次上渗透和改造传统制造业和传统制造技术，以智能化、网络化、集成化和创新为特征的信息化制造技术将成为21世纪制造技术的主要发展方向。

2. 制造技术的服务化

在工业经济时代，农业被按照工业生产方式加以改造成为一种特殊“工业”。在21世纪知识经济已经来临的时候，制造业正在被改造和演变成为某种意义上的“服务业”，工业经济时代的“以产品为中心”的大批量生产正在转向“以顾客为中心”的单件小批量或大规模定制生产。企业提供给顾客的不只是单一的产品，而必须是一种将服务和产品紧密集成在一起的全面的解决方案，以获得顾客的满意，这就是制造技术的服务化。

“高质量”和“低价格”曾是制造业孜孜以求的目标，可是今天，正是由于制造技术的服务化，“快速交货”正在超越质量、价格和成本，而成为企业竞争成败的第一要素。从某种意义上说，顾客的满意程度取决于企业提供的产品和服务给顾客增加了多少价值。近年来，网上制造和电子商务服务也风起云涌，充分显示了制造业和制造技术的服务化倾向，这也是工业经济迈向知识经济的必然。

3. 制造技术的高技术化

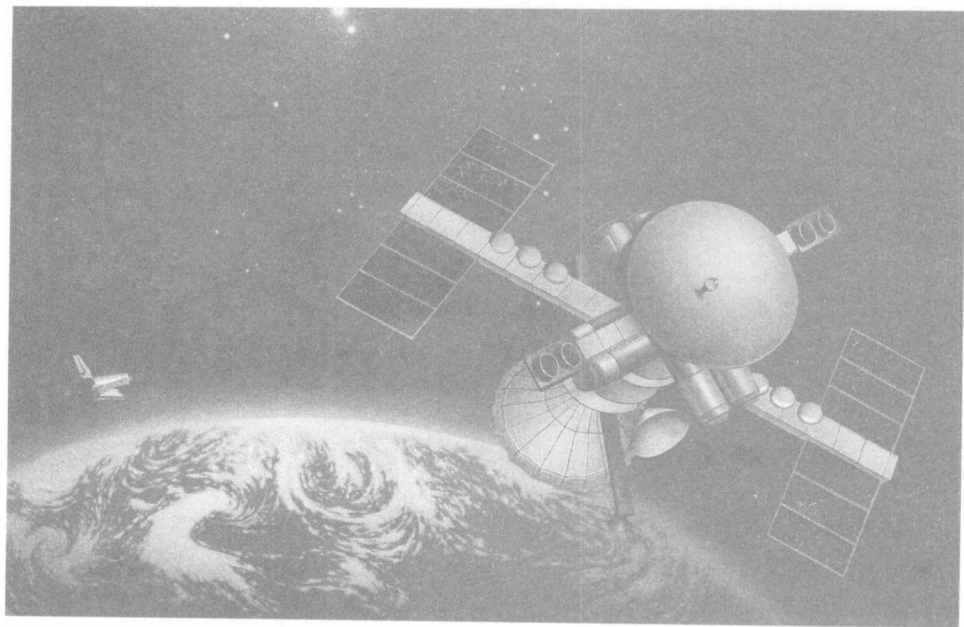
在知识经济时代来临之际，传统的制造技术正在从其他学科和高新技术汲取营养并与之相结合，逐渐发展成为一门技术含量高、附加值大的现代先进制造技术（AMT），未来的制造技术将日益高技术化。

21世纪促进制造业和制造技术发展的主要是信息技术、自动控制技术、管理科学、系统科学、生命科学、机械科学、经济学、物理学和数学等。现代AMT，特别是其中的超精密加工技术和数控加工技术，又已成为一门使其他高新技术或尖端技术，如航空航天、办公自动化、电子、通信、科学仪器和精密电子机械等，得以出现和发展的“使能”技术。但是，21世纪制造技术的基础还是传统的制造技术，发展AMT绝不是要丢掉传统的制造技术，而是要以现代高新技术来改造传统的制造技术，并以此为手段制造出满足现代社会需求的新产品。

未来机械制造技术的发展，其具体的表现如下：

机械制造技术的发展经历了一个漫长的过程，在制造自动化方面，从单机到生产线到系统，从理想到实际，围绕着人的作用进行了探讨，从追求高度自动化、全盘自动化走向人、组织、技术三结合，人们开始变得更为实际，制造技术开始向具有一定自动化程度而且能够满足生产需要的制造自动化技术方向发展。

数字化是21世纪制造技术发展的重要内容，一方面从数字化产品定义、数字化产品模型、数字化加工、数字化管理等数字化技术本身进行发展，另一方面数字化技术的应用将会渗透到各个领域。如民用产品中的数字电视、



数码相机、数字变频空调等。以数字化为主要特征的新的工业革命，正在深刻地改变着制造业的生产方式、工作方式和思维方式，关系到制造业的生存和发展、前途和命运，必须正确认识和有效实施制造业信息化。

精密加工和超精密加工代表了制造技术发展的另一个方向，它在20世纪末期已经达到了纳米级加工水平，并且出现了微型人造卫星、微型飞机等微型机械。在21世纪它将会取得更大的成就，制造出更多类型的微型机械。

可持续发展在未来的制造技术中将更受重视，如何有效地利用资源和最大限度地降低环境污染，是摆在人们面前的一大难题。因此，绿色制造、环境保护、生态平衡成为科学技术研究的重点和工业生产的基点，这是一个新领域，机械制造技术必将在这方面有所作为，将从加工所用材料、加工环境、资源的回收和再利用、加工工艺等几个方面发展。

市场需求的导向作用突出，根据市场需求作出快速响应，推出相应产品是制造技术的当务之急。这是市场经济的规律，也是制造技术赖以生存的重要条件。