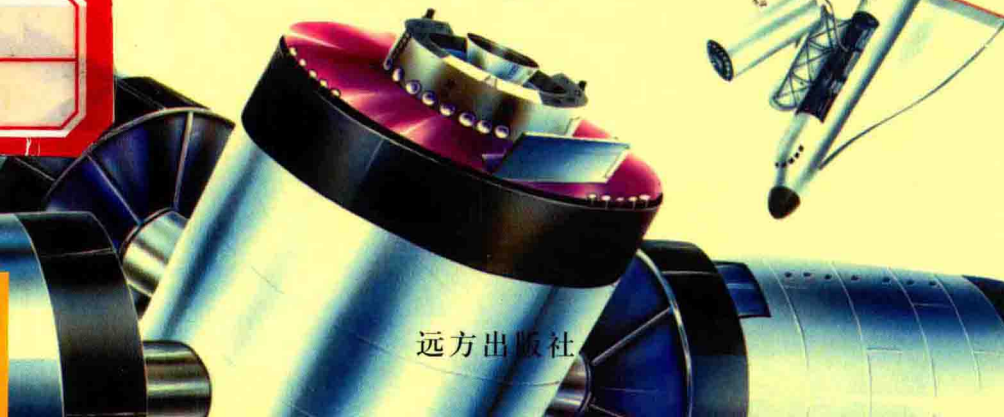
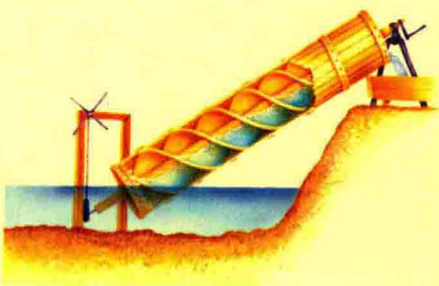


机械工程发展史话

刘海英 / 编
黄晓丽

科技纵横丛书



远方出版社

数理化知识探索

科技纵横丛书

机械工程发展史话

江苏工业学院图书馆

藏书章：刘海英/黄晓丽

远方出版社

责任编辑:戈 弋

封面设计:月 光

数理化知识探索·科技纵横丛书
机械工程发展史话

编 著 者 刘海英/黄晓丽
出 版 远方出版社
社 址 呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编 010010
发 行 新华书店
印 刷 北京华盛印刷厂
开 本 850×1168 1/32
字 数 3000 千
版 次 2004 年 8 月第 1 版
印 次 2004 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1—5000 册
标准书号 ISBN 7-80595-979-X/G · 340
本册定价 8.40 元

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

科学技术在人类历史发展中源远流长,各类学科竞相生长。在原始社会中就诞生了与生产紧密联系的工艺技术和萌发状态的科学。在古代社会,古代科学技术的特点是开始有了一般科学技术与特殊科学技术的分化。即出现了自然哲学和包含在自然哲学中的具体科学技术(化学、建筑学、医学、机械、军事等等)。自然哲学和包含在自然哲学中的具体科学技术的出现,标志着人类认识与改造整修世界有了一次飞跃。到了近代,近代科学技术的特点是大量的自然科学与社会科学及其相应的技术进行了分化,并从自然哲学中分离开来,成为相对独立的学科群体。这标志着一般科学技术与特殊科学技术的分化越来越细。

科学技术浪潮正以前所未有的方式冲击着当今世界的各个方面。二十一世纪与其说是知识经济的

时代,还不如说就是科技经济时代。科学技术对人类
社会文明、政治、经济、文化生活有极其深远的影响。
科学技术革命对人类社会的生产力、生产关系、经济
基础、上层建筑的变革具有极其重要的作用。科学技
术创新已经成为人类社会文明进化发展的根本源动
力。随着现代科学技术的发展,以及科学技术化,技
术科学化,科技社会化,社会科技化,科学学与技术学
已经不能准确地揭示整体科学技术的本质及其发展
规律。随之而来的一门综合学科将应运而生。它的
出现一定会对未来科学技术事业的发展起极大的推
进作用。

编 者

目 录

机械工程	(1)
机械概述	(2)
古代机械史	(12)
中国古代机械史	(17)
近代机械工程史	(22)
金属切削理论的历史	(29)
传热学	(35)
工效学	(38)
地面车辆力学	(41)
燃烧学	(44)
机构学	(46)
机械制图	(48)
工程热力学	(51)
人机工程学	(54)

系统工程学	(58)
机床	(61)
齿轮加工机床	(66)
自动生产线	(70)
柔性制造系统	(73)
工业机器人	(77)
动力机械	(80)
内燃机	(84)



机 械 工 程

人之所以成为地球的主宰,能够利用工具是重要的一条。从某种意义上讲,所有的机械、工具等都是人的某个或某些器官能力的延伸。到了现代社会,工具、机械已经渗透到我们生活中的每一个方面。

机械是社会进行生产和服务的五大要素(人、资金、能量、材料、机械)之一,并且能量和材料的生产还必须有机械参与。任何现代产业和工程领域都需要应用机械。

机械工程是以有关的自然科学和技术科学为理论基础,结合在生产实践中积累的经验,研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和维修各种机械的全和实际问题的一门应用学科。

机械工程的服务领域广阔多面,概括起来主要有五大领域:能量转换机械、生产各种产品的机械、从事各种服务的机械、家庭和个人生活应用的机械、机械武器。



机械概述

机械是现代社会进行生产和服务的五大要素(即人、资金、能量、材料和机械)之一。任何现代产业和工程领域都需要应用机械,就是人们的日常生活,也越来越多地应用各种机械了,如汽车、自行车、钟表、照相机、洗衣机、冰箱、空调机、吸尘器,等等。

机械工程就是以有关的自然科学和技术科学为理论基础,结合在生产实践中积累的技术经验,研究和解决在开发设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的理论和实际问题的一门应用学科。

各个工程领域的发展都要求机械工程有与之相适应的发展,都需要机械工程提供所必需的机械。某些机械的发明和完善,又会导致新的工程技术和新的产业的出现和发展。例如大型动力机械的制造成功,促成了电力系统的建立;机车的发明导致了铁路工程和铁路事业的兴起;内燃机、燃气轮机、火箭发动机等的发明和进步,以及飞机和航天器的研制成功导致了航空、航天事业的兴起;高压设备的发展导致了許多新型合成化学工程的成功等等。

机械工程就是在各方面不断提高的需求的压力下获得发展动力,同时又从各个学科和技术的进步中得到改进和创新的能力。

机械工程的内容

机械工程的服务领域广阔而多面,凡是使用机械、工具,以



至能源和材料生产的部门,都需要机械工程的服务。概括说来,现代机械工程有五大服务领域:研制和提供能量转换机械、研制和提供用以生产各种产品的机械、研制和提供从事各种服务的机械、研制和提供家庭和个人生活中应用的机械、研制和提供各种机械武器。

不论服务于哪一领域,机械工程的工作内容基本相同,主要有:

建立和发展机械工程的工程理论基础。例如,研究力和运动的工程力学和流体力学;研究金属和非金属材料的性能,及其应用的工程材料学;研究热能的产生、传导和转换的热力学;研究各类有独立功能的机械元件的工作原理、结构、设计和计算的机械原理和机械零件学;研究金属和非金属的成形和切削加工的金属工艺学和非金属工艺学等等。

研究、设计和发展新的机械产品,不断改进现有机械产品和生产新一代机械产品,以适应当前和将来的需要。

机械产品的生产,包括:生产设施的规划和实现;生产计划的制订和生产调度;编制和贯彻制造工艺;设计和制造工具、模具;确定劳动定额和材料定额;组织加工、装配、试车和包装发运;对产品质量进行有效的控制。

机械制造企业的经营和管理。机械一般是由许多各有独特的成形、加工过程的精密零件组装而成的复杂的制品。生产批量有单件和小批,也有中批、大批,直至大量生产。销售对象遍及全部产业和个人、家庭。而且销售量在社会经济状况的影响下,可能出现很大的波动。因此,机械制造企业的管理和经营特别复杂,企业的生产管理、规划和经营等的研究也多是肇始于机械工业。



机械产品的应用。这方面包括选择、订购、验收、安装、调整、操作、维护、修理和改造各产业所使用的机械和成套机械装备,以保证机械产品在长期使用中的可靠性和经济性。

研究机械产品在制造过程中,尤其是在使用中所产生的环境污染,和自然资源过度耗费方面的问题,及其处理措施。这是现代机械工程的一项特别重要的任务,而且其重要性与日俱增。

机械工程分类

机械的种类繁多,可以按几个不同方面分为各种类别,如:按功能可分为动力机械、物料搬运机械、粉碎机械等;按服务的产业可分为农业机械、矿山机械、纺织机械等;按工作原理可分为热力机械、流体机械、仿生机械等。

另外,机械在其研究、开发、设计、制造、运用等过程中都要经过几个工作性质不同的阶段。按这些不同阶段,机械工程又可划分为互相衔接、互相配合的几个分支系统,如机械科研、机械设计、机械制造、机械运用和维修等。

这些按不同方面分成的多种分支学科系统互相交叉,互相重叠,从而使机械工程可能分化成上百个分支学科。例如,按功能分的动力机械,它与按工作原理分的热力机械、流体机械、透平机械、往复机械、蒸汽动力机械、核动力装置、内燃机、燃气轮机,以及与按行业分的中心电站设备、工业动力装置、铁路机车、船舶轮机工程、汽车工程等都有复杂的交叉和重叠关系。船用汽轮机是动力机械,也是热力机械、流体机械和透平机械,它属于船舶动力装置、蒸汽动力装置,可能也属于核动力装置等等。

分析这种复杂关系,研究机械工程最合理的分支系统,有一



定的知识意义,但没有太大的实用价值。

机械工程的发展历程

人类成为“现代人”的标志就是制造工具。石器时代的各种石斧、石锤和木质、皮质的简单粗糙的工具是后来出现的机械的先驱。从制造简单工具演进到制造由多个零件、部件组成的现代机械,经历了漫长的过程。

几千年前,人类已创制了用于谷物脱壳和粉碎的臼和磨,用来提水的桔槔和辘轳,装有轮子的车,航行于江河的船及桨、橹、舵等。所用的动力,从人自身的体力,发展到利用畜力、水力和风力。所用材料从天然的石、木、土、皮革,发展到人造材料。最早的人造材料是陶瓷,制造陶瓷器皿的陶车,已是具有动力、传动和工作三个部分的完整机械。

人类从石器时代进入青铜时代,再进而到铁器时代,用以吹旺炉火的鼓风器的发展起了重要作用。有足够强大的鼓风器,才能使冶金炉获得足够高的炉温,才能从矿石中炼得金属。在中国,公元前 1000 ~ 前 900 年就已有了冶铸用的鼓风器,并逐渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

15 ~ 16 世纪以前,机械工程发展缓慢。但在以千年计的实践中,在机械发展方面还是积累了相当多的经验和知识,成为后来机械工程发展的重要潜力。17 世纪以后,资本主义在英、法和西欧诸国出现,商品生产开始成为社会的中心问题。

18 世纪后期,蒸汽机的应用从采矿业推广到纺织、面粉、冶金等行业。制作机械的主要材料逐渐从木材改用更为坚韧,但难以用手工加工的金属。机械制造工业开始形成,并在几十年



中成为一个重要产业。

机械工程通过不断扩大的实践,从分散性的、主要依赖匠师们个人才智和手艺的一种技艺,逐渐发展成为一门有理论指导的、系统的和独立的工程技术。机械工程是促成 18~19 世纪的工业革命,以及资本主义机械大生产的主要技术因素。

动力是发展生产的重要因素。17 世纪后期,随着各种机械的改进和发展,随着煤和金属矿石的需要量的逐年增加,人们感到依靠人力和畜力不能将生产提高到一个新的阶段。

在英国,纺织、磨粉等产业越来越多地将工场设在河边,利用水轮来驱动工作机械。但当时的煤矿、锡矿、铜矿等矿井中的地下水,仍只能用大量畜力来提升和排除。在这样的生产需要下,18 世纪初出现了纽科门的大气式蒸汽机,用以驱动矿井排水泵。但是这种蒸汽机的燃料消耗率很高,基本上只应用于煤矿。

1765 年,瓦特发明了有分开的冷凝器的蒸汽机,降低了燃料消耗率。1781 年瓦特又创制出提供回转动力的蒸汽机,扩大了蒸汽机的应用范围。蒸汽机的发明和发展,使矿业和工业生产、铁路和航运都得以机械动力化。蒸汽机几乎是 19 世纪唯一的动力源,但蒸汽机及其锅炉、凝汽器、冷却水系统等体积庞大、笨重,应用很不方便。

19 世纪末,电力供应系统和电动机开始发展和推广。20 世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。生产的机械化已离不开电气化,而电气化则通过机械化才对生产发挥作用。

发电站初期应用蒸汽机为原动力。20 世纪初期,出现了高效率、高转速、大功率的汽轮机,也出现了适应各种水利资源的



水轮机,促进了电力供应系统的蓬勃发展。

19 世纪后期发明的内燃机经过逐年改进,成为轻而小、效率高、易于操纵、并可随时启动的原动机。它先被用以驱动没有电力供应的陆上工作机械,以后又用于汽车、移动机械和轮船,到 20 世纪中期开始用于铁路机车。蒸汽机在汽轮机和内燃机的排挤下,已不再是重要的动力机械。内燃机和以后发明的燃气轮机、喷气发动机的发展,是飞机、航天器等成功发展的基础技术因素之一。

工业革命以前,机械大都是木结构的,由木工用手工制成。金属(主要是铜、铁)仅用以制造仪器、锁、钟表、泵和木结构机械上的小型零件。金属加工主要靠机匠的精工细作,以达到需要的精度。蒸汽机动力装置的推广,以及随之出现的矿山、冶金、轮船、机车等大型机械的发展,需要成形加工和切削加工的金属零件越来越多,越来越大,要求的精度也越来越高。应用的金属材料从铜、铁发展到以钢为主。

机械加工包括锻造、锻压、钣金工、焊接、热处理等技术及其装备,以及切削加工技术和机床、刀具、量具等,得到迅速发展,保证了各产业发展生产所需的机械装备的供应。

社会经济的发展,对机械产品的需求猛增。生产批量的增大和精密加工技术的进展,促进了大量生产方法的形成,如零件互换性生产、专业分工和协作、流水加工线和流水装配线等。

简单的互换性零件和专业分工协作生产,在古代就已出现。在机械工程中,互换性最早体现在莫茨利于 1797 年利用其创制的螺纹车床所生产的螺栓和螺帽。同时期,美国工程师惠特尼用互换性生产方法生产火枪,显示了互换性的可行性和优越性。这种生产方法在美国逐渐推广,形成了所谓“美国生产方法”。



20 世纪初期,福特在汽车制造上又创造了流水装配线。大量生产技术加上泰勒在 19 世纪末创立的科学管理方法,使汽车和其他大批量生产的机械产品的生产效率很快达到了过去无法想象的高度。

20 世纪中、后期,机械加工的主要特点是:不断提高机床的加工速度和精度,减少对手工技艺的依赖;提高成形加工、切削加工和装配的机械化和自动化程度;利用数控机床、加工中心、成组技术等,发展柔性加工系统,使中小批量、多品种生产的生产效率提高到近于大量生产的水平;研究和改进难加工的新型金属和非金属材料的成形和切削加工技术。

18 世纪以前,机械匠师全凭经验、直觉和手艺进行机械制作,与科学几乎不发生联系。到 18~19 世纪,在新兴的资本主义经济的促进下,掌握科学知识的人士开始注意生产,而直接进行生产的匠师则开始学习科学文化知识,他们之间的交流和互相启发取得很大的成果。在这个过程中,逐渐形成一整套围绕机械工程的基础理论。

动力机械最先与当时的先进科学相结合。蒸汽机的发明人萨弗里、瓦特,应用了物理学家帕潘和布莱克的理论;在蒸汽机实践的基础上,物理学家卡诺、兰金和开尔文建立起一门新的科学——热力学。内燃机的理论基础是法国的罗沙在 1862 年创立的;1876 年奥托应用罗沙的理论,彻底改进了他原来创造的粗陋笨重、噪声大、热效率低的内燃机而奠定了内燃机的地位。其他如汽轮机、燃气轮机、水轮机等都在理论指导下得到发展,而理论也在实践中得到改进和提高。

早在公元前,中国已在指南车上应用复杂的齿轮系统,在被中香炉中应用了能永保水平位置的十字转架等机件。古希腊已



有圆柱齿轮、圆锥齿轮和蜗杆传动的记载。但是,关于齿轮传动瞬时速比与齿形的关系和齿形曲线的选择,直到 17 世纪之后方有理论阐述。

手摇把和踏板机构是曲柄连杆机构的先驱,在各文明古国都有悠久历史,但是曲柄连杆机构的形式、运动和动力的确切分析和综合,则是近代机构学的成就。机构学作为一个专门学科,迟至 19 世纪初才首次列入高等工程学院(巴黎的工艺学院)的课程。通过理论研究,人们方能精确地分析各种机构,包括复杂的空间连杆机构的运动,并进而能按需要综合出新的机构。

机械工程的工作对象是动态的机械,它的工作情况会发生很大的变化。这种变化有时是随机而不可预见;实际应用的材料也不完全均匀,可能存有各种缺陷;加工精度有一定的偏差,等等。

与以静态结构为工作对象的土木工程相比,机械工程中各种问题更难以用理论精确解决。因此,早期的机械工程只运用简单的理论概念,结合实践经验进行工作。设计计算多依靠经验公式;为保证安全,都偏于保守,结果制成的机械笨重而庞大,成本高,生产率低,能量消耗很大。

从 18 世纪起,新理论的不断诞生,以及数学方法的发展,使设计计算的精确度不断的提高。进入 20 世纪,出现各种实验应力分析方法,人们已能用实验方法测出模型和实物上各部位的应力。

20 世纪后半叶,有限元法和电子计算机的广泛应用,使得对复杂的机械及其零件、构件进行力、力矩、应力等的分析和计算成为可能。对于掌握有充分的实践或实验资料的机械或其元件,已经可以运用统计技术,按照要求的可靠度,科学地进行机



械设计。

机械工程的发展展望

机械工程以增加生产、提高劳动生产率、提高生产的经济性为目标来研制和发展新的机械产品。在未来的时代,新产品的研制将以降低资源消耗,发展洁净的再生能源,治理、减轻以至消除环境污染作为超经济的目标任务。

机械可以完成人用双手和双目,以及双足、双耳直接完成和不能直接完成的工作,而且完成得更快、更好。现代机械工程创造出越来越精巧和越来越复杂的机械和机械装置,使过去的许多幻想成为现实。

人类现在已能上游天空和宇宙,下潜大洋深层,远窥百亿光年,近察细胞和分子。新兴的电子计算机硬、软件科学使人类开始有了加强,并部分代替人脑的科技手段,这就是人工智能。这一新的发展已经显示出巨大的影响,而在未来年代它还将不断地创造出人们无法想象的奇迹。

人类智慧的增长并不减少双手的作用,相反地却要求手作更多、更精巧、更复杂的工作,从而更促进手的功能。手的实践反过来又促进人脑的智慧。在人类的整个进化过程中,以及在每个人的成长过程中,脑与手是互相促进和平行进化的。

人工智能与机械工程之间的关系近似于脑与手之间的关系,其区别仅在于人工智能的硬件还需要利用机械制造出来。过去,各种机械离不开人的操作和控制,其反应速度和操作精度受到进化很慢的人脑和神经系统的限制,人工智能将会消除了这个限制。计算机科学与机械工程之间的互相促进,平行前进,