

高等学校通用教材

机械基础

于维平 主编

JIXIE JICHU



北京航空航天大学出版社

高等学校通用教材

机械基础

于维平 主编



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书由机械设计、机械制造、工程材料三部分知识组成。机械设计部分从介绍机器、机构、传动工作原理、特点、用途入手,以机械制图为核心,并且引入了CAXA三维零件设计的基础知识;机械制造部分不仅介绍了传统的毛坯制造和机械加工方法,同时还以数控加工为重点对各种先进加工方法进行了详尽的介绍;工程材料部分以合理选材为核心,主要介绍了金属、非金属材料的结构、组分、特点和用途,包括工程材料的强度、塑性等力学性能的基本概念和测试方法。

本书偏重于基本概念、基本理论、基本知识的传授。同时,为便于近机类和非机类学生理解和掌握本书内容,书中配置了适量的例题和习题。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/于维平主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2004.7

ISBN 7-81077-477-8

I. 机… II. 于… III. 机械学—高等学校—教材
IV. TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第045096号

机 械 基 础

于维平 主编

责任编辑 韩文礼

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpess@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:17 字数:238千字

2004年7月第1版 2004年7月第1次印刷 印数:4 000册

ISBN 7-81077-477-8 定价:22.00元

前言

本书是根据“2000 教学计划”为高等工科院校非机械类专业学生编写的教材,注重基本概念、基本理论、基本方法和用途的介绍,课内学时为 50 个左右。

近年来,随着计算机技术、微电子技术、控制技术、传感技术的迅速发展,机电一体化对机械设计与制造科学和技术的发展产生了深远的影响。目前发达国家站在经济建设与技术革命的前沿对传统机械类教育体系进行了更新换代,使机械类课程与计算机紧密相联,CAD/CAG/CAPP/CAM 等取代了传统的机械类课程体系,它反映了现代工业与科学技术不可阻挡的发展趋势。

纵观我国高校各专业机械类课程设置和教学内容全貌,多以传统机械知识板块构成,内容较陈旧,学时安排欠合理。因此,调整相关课程内容,加强计算机辅助设计、辅助制造等教材的建设势在必行。为了适应国民经济发展的需要,使近机械类及非机械类专业学生做到专博结合、一专多能,尽快掌握有关机械基础知识和近期机械工业发展的最新动向,我们在以往教材内容的基础上,引入了先进的计算机辅助三维立体设计和 CAXA 计算机二维制图,增加了电工电子材料的内容,加强了先进制造技术的内容比重。

与本课程平行开设的机电、材料实验和实习课程是本课程体系不可缺少的重要实践环节,它保证了学生在具备工业生产环境的感性认识基础上,学习和理解本课内容,提供了理论联系实际的必要条件。

书中第 1 章、第 2 章、第 8 章由于维平编写,第 3 章、第 6 章由范悦编写,第 4 章由杨伟群、李喜桥编写,第 5 章由杨伟群编写,第 7 章由范悦、于维平编写,插图主要由陈乐光绘制,书后附有习题。全书由于维平教授担任主编。

本书定稿过程中得到北航工程训练中心李运华教授及多位教师的帮助,中国农业大学的张政兴老师认真审查了全书,并提出了极其宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。由于时间仓促,不适之处,恳请各方面专家和广大读者批评指正。

编 者

2004 年初于北京

目 录

第1章 绪 论

1.1 机械工程简介	1
1.2 机械发展史	1
1.2.1 世界机械发展史概要	1
1.2.2 中国机械工业的发展概况	7
1.2.3 中国机械现代工业	9
1.3 本课程的主要任务和学习方法	10

第2章 机器的组成与常用机构

2.1 机器的组成	12
2.2 基本术语	13
2.3 机构运动简图	15
2.3.1 机构运动简图	15
2.3.2 机构运动简图中的运动副类型及表示方法	16
2.4 平面连杆机构	18
2.4.1 铰链四杆机构的基本形式与特性	18
2.4.2 铰链四杆机构的演化形式	21
2.5 间歇运动机构	23
2.5.1 棘轮机构	23
2.5.2 槽轮机构	25
2.5.3 不完全齿轮机构	25
2.5.4 凸轮间歇运动机构	26

第3章 传 动

3.1 概 述	28
3.2 机械传动	30
3.2.1 机械传动分类及其特性	30

3.2.2 摩擦轮传动	31
3.2.3 带传动	32
3.2.4 链传动	33
3.2.5 蜗杆传动	34
3.2.6 滚珠丝杠传动	34
3.3 流体传动	35
3.3.1 液压传动	35
3.3.2 气动传动	37
3.4 电传动	39

第4章 工程制图基础

4.1 工程图基本知识	42
4.1.1 图纸幅面格式(GB/T 14689—1993)	42
4.1.2 标题栏与明细栏	43
4.1.3 图线(GB/T 17450—1998)	44
4.1.4 绘图比例(GB/T 14690—1993)	46
4.1.5 字体(GB/T 14691—1993)	47
4.1.6 尺寸标注(GB 4458.4—1984, GB/T 16675.2—1996)	48
4.2 投影法与平面视图	50
4.2.1 物体的点、线、面的投影	52
4.2.2 物体投影的三视图	56
4.3 零件图的画法	59
4.3.1 标准视图的表达	59
4.3.2 标准零件的视图表达	63
4.3.3 图纸的工程标注	74
4.3.4 零件图的绘制与读图	76
4.4 极限与配合	79
4.4.1 基本术语及定义	79
4.4.2 配合与基准制	81
4.4.3 标准公差与基本偏差	84
4.4.4 尺寸公差设计	88
4.4.5 形状和位置公差简介	93
4.5 表面粗糙度	98
4.5.1 表面粗糙度评定参数及其数值	99

4.5.2 表面粗糙度的符号及标注	101
4.5.3 表面粗糙度的选择	103

第5章 CAXA 三维零件设计及视图生成

5.1 CAXA 三维电子图板应用入门	106
5.1.1 界面菜单和工具	106
5.1.2 三维造型方法	112
5.1.3 入门实例	116
5.2 视图的自动生成和编辑	121
5.2.1 读入标准视图	122
5.2.2 读入自定义视图	127
5.2.3 生成剖视图	128
5.2.4 生成剖面图	131
5.2.5 视图的处理	132
5.2.6 视图设置	133
5.2.7 接收三维尺寸标注	133
5.3 应用实例——轴承架的设计	135

第6章 工程材料

6.1 材料分类	147
6.2 材料结构及其特性	148
6.2.1 金属的晶体结构	148
6.2.2 金属的塑性变形和再结晶	149
6.3 材料的力学性能	150
6.3.1 强度	151
6.3.2 塑性	152
6.3.3 硬度	152
6.3.4 冲击韧度	154
6.4 金属材料	155
6.4.1 碳钢	155
6.4.2 合金钢	158
6.4.3 有色金属	161
6.5 非金属及复合材料	162
6.5.1 塑料	162

6.5.2 橡胶	163
6.5.3 陶瓷	164
6.5.4 复合材料	165
6.6 电工电子材料	166
6.6.1 材料的导电性	166
6.6.2 常用导电材料	168
6.6.3 常用绝缘材料	169
6.6.4 常用半导体材料	171

第7章 机械制造基础

7.1 毛坯的成形方法及选择	174
7.1.1 常见毛坯制造工艺的特点和应用	175
7.1.2 塑胶成形工艺	181
7.1.3 复合材料成形工艺	183
7.1.4 毛坯的选择	184
7.2 机械加工方法及选择	187
7.2.1 切削加工基础知识	187
7.2.2 切削加工工艺的特点和应用	194
7.2.3 基本表面加工方案选择	196
7.3 零件结构工艺性	200
7.3.1 零件结构工艺性的概念	200
7.3.2 铸造毛坯结构工艺性	201
7.3.4 切削加工结构工艺性	203
7.4 工艺过程设计	209
7.4.1 工艺过程组成	209
7.4.2 工艺过程设计的步骤与方法	211
7.4.3 工艺过程设计实例	213

第8章 先进制造技术

8.1 先进成形加工技术	217
8.1.1 电火花加工	217
8.1.2 激光加工	219
8.1.3 超声加工	220
8.1.4 离子束加工	221

8.1.5 快速成形制造技术	222
8.2 数控加工	225
8.2.1 数控机床的主要组成部分和工作原理	225
8.2.2 数控加工编程	228
8.2.3 加工中心	243
8.3 柔性制造系统	245
8.4 计算机集成制造系统	246

习题与思考题

参考文献

第 1 章 绪 论

1.1 机械工程简介

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全部理论和实际问题的一门应用学科。

机械工程的服务领域十分广阔,概括说来,现代机械工程有五大服务领域:

(1) 研制和提供能量转换机械,包括将热能、化学能、原子能、电能、流体压力能和天然机械能转换为适合于应用的机械能的各种动力机械,以及将机械能转换为所需要的其他能量(电能、热能、流体压力能、势能等)的能量变换机械。

(2) 研制和提供用以生产各种产品的机械,包括应用于第一产业的农、林、牧、渔业机械和矿山机械以及应用于第二产业的各种重工业机械和轻工业机械。

(3) 研制和提供从事各种服务的机械包括交通运输机械,物料搬运机械,办公机械,医疗器械,通风、采暖和空调设备,除尘、净化、消声等环境保护设备等。

(4) 研制和提供家庭和个人生活中的应用机械,如洗衣机、冰箱、钟表、照相机、运动器械等。

(5) 研制和提供各种机械武器。

1.2 机械发展史

1.2.1 世界机械发展史概要

公元前 3~4 千年左右,人类发现了金属,从此推动了简单机械的迅速发展。当时埃及用巨石修建了巨大的金字塔,每块巨石轻则三吨,最重的达十吨。在运输过程中,工匠们开始使用“滚子木”和滑轮、斜面及螺旋。在古罗马,人们发明了使用齿轮的卧式水车。到了 13 世纪,在英国出现了机械钟,工匠设计出了按一定速度转动的调速机构,现在仍保存在英国的博物馆内。

动力是发展生产的重要因素。17 世纪末,英国开始设计动力印刷,随后,技师们制造出大量的工具和机械,从手动到机械的工业革命终于来到了。

1. 蒸汽机车的发明

1680年,荷兰物理学家惠更斯设想通过气压使装在汽缸里的活塞动作。帕平接受了惠更斯的这种想法,用蒸汽取代火药使活塞动作,举起重物。这种最初的蒸汽机的雏形一直延续到1765年——英国的瓦特发明了带有冷凝器的蒸汽机,降低了燃料消耗率。当时,这种蒸汽机作为强大的动力登上了动力工业的舞台。许多发明家开始设想用蒸汽机驱动车辆。法国的居纽第一个制造了三轮蒸汽汽车,速度3.5 km/h,法国于1830年修筑了从圣亚田到里昂的铁路。1835年,德国铺设了第一条从纽伦堡到菲尔特的铁路,荷兰于1837年修筑了阿姆斯特丹到哈连姆之间的铁路,蒸汽机车成了铁路运输的主要工具。

2. 内燃机的问世

1832年,英国的赖特在前人研究的基础上提出了一种原动机的新设想,即:使气体在汽缸内点火,以此推动活塞的动作。他还画出了这种原动机的图纸。继赖特之后,英国的巴尼特于1838年制造出一台十分精巧的装有点火装置的内燃机,这种点火装置可以迅速无误地点火。内燃机实际开始使用是在1859年,法国的勒努瓦用煤气和空气的混合气体取代了往复式蒸汽机的蒸汽,发明了通过电火花点火爆发的机器。这种煤气内燃机结构较齐全,有汽缸、活塞、连杆、飞轮等,电火花是使用电池和感应线圈产生的。1865年,法国制造了400台、英国制造了100台这种煤气内燃机,并投入了实际应用。但是,这种发动机效率极低。几乎同时,欧根改进了发动机的冷却方法,法国的德·罗夏取得了有关四冲程循环发动机的动作方式的重要专利,即:a. 通过活塞的外冲程吸入煤气;b. 通过内冲程压缩并点火;c. 通过煤气爆发而出现的膨胀带动下一个外冲程;d. 带动下一个内冲程,以此排除燃烧煤气。如图1-1所示就是活塞的四冲程,即通过两次往复完成一个动作。以上发明奠定了内燃机的雏形。

然而使内燃机实用化的,却是德国的发动机技师奥托。在1878年巴黎举行的国际博览会上,奥托展出了他发明的先进的四冲程循环卧式气压煤气内燃机发动机,与过去的内燃机相比,其效率极高,使参观者十分吃惊。随后德国生产了25 000台,几年内销售到世界各地。接着德国的戴穆勒在1883年以汽油取代煤气,获得了专利,制造出了900转每分钟的内燃机。这种发动机效率较高,体形小,质量轻,可以说它就是后来汽车、飞机等使用的发动机的原型。

3. 发电机的发明与电动机车

1832年,英国的法拉第在进行磁铁和线圈的相互作用实验中发现了感应电流,人类从此走进了发电机的时代。巴黎公社时期,皮克希制造了第一台发出交流电的永久磁铁型发电机。1857年,英国的霍姆兹发明了大型旋转磁铁发电机。从真正意义上说,制造出第一台实用发电机的是比利时的格拉姆。1870年格拉姆发明了一种发电机,它采用的环状电枢芯部是软铁线制作的线圈,其周围缠绕有绝缘铜线。这种发电机是用蒸汽机驱动的,被广泛地应用于航标照明灯、电镀、工厂照明等。和发电机一样,电动机的原理也是由法拉第阐明的。但是,十分有趣的是实用直流电机的发明却是来源于1873年在维也纳举行的世界博览会上操作者的操作失误。当时令人吃惊的是本不该流向发电机的电流使其突然转动起来,使人们认识到如果电

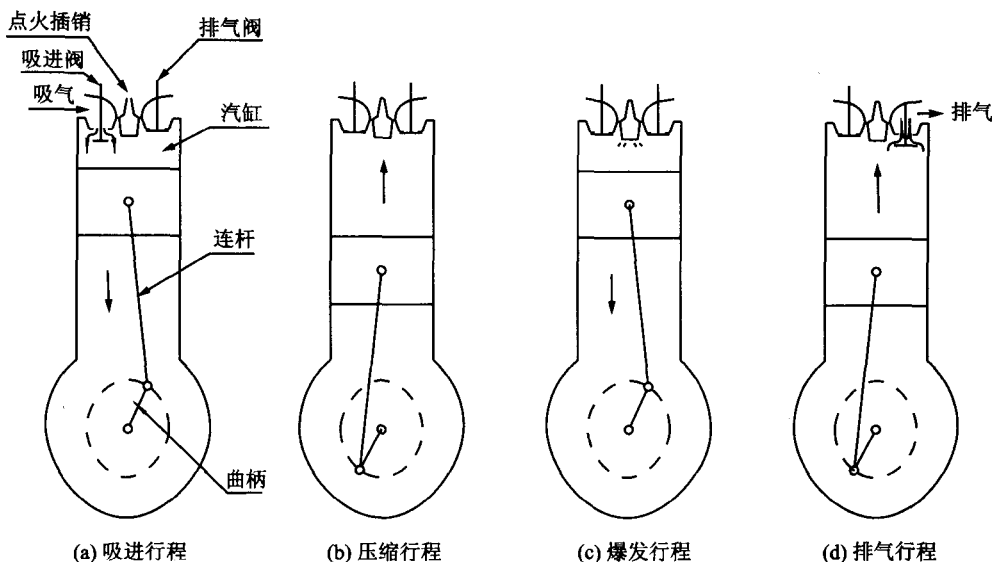


图 1-1 四冲程发动机的动作方式

流流向发电机,就可以使其直接变为直流电动机。1879年,在柏林的贸易展览会上,西门子子公司开始用电动机做动力驱使电气机车行驶,4年后即1883年,英国开设了第一条电气铁路。同年电动汽车出现在巴黎的街头。1899年比利时的电动汽车创造了速度105 km/h的世界记录。电动汽车无噪音,输出功率大,容易驾驶,无公害,压倒了刚刚问世不久的汽油汽车。

4. 机床的发明

为了切削圆棒,13世纪的欧洲工匠发明了一种木制车床,见图1-2,即将绳子系在要切削的木棒上,交替拉动绳子的两端,使木棒转动,再用刀具接触木棒,就可以顺利地切削圆棒。使用的绳子一端是系在“吊桥”上,另一端绕过工件后接在一个踏板上。用脚踏下面的踏板,工件就可以左右转动,可以手持刀具做简单的车削加工。

16世纪以后,人们开始大量地使用脚踏式通过曲轴实现轴转动的车床,但是刀具还是用手把持。1720年俄国的机械工匠设计了支撑台固定刀具。1780年英国的莫兹力发明了带有进刀装置的车床,见图1-3。它是把安装刀具的刀架与一根丝杠相配合,通过丝杠的螺旋运动使刀架左右移动,从而完成了刀具的进给运动。1817年英国的理查德·罗伯兹对车床进行了改进,在主轴箱上安装了背轮,在往复台上安装了自动停止装置。1818年,美国的机械技师惠特尼制作了卧式铣床。这种铣床通过刀具转动,工作台前后、左右转动来铣平工件表面。1855年,夏普公司创立者布朗制作了第一台万能铣床。1862年在伦敦举办的万国博览会上,有六十多家公司的机床制造商参展。到了18世纪,各种机床如雨后天春笋般在各地陆续问世,英国的工业当时处于世界领先地位,各个工厂都安装了纺织机械,同时安装了强大的动力装置

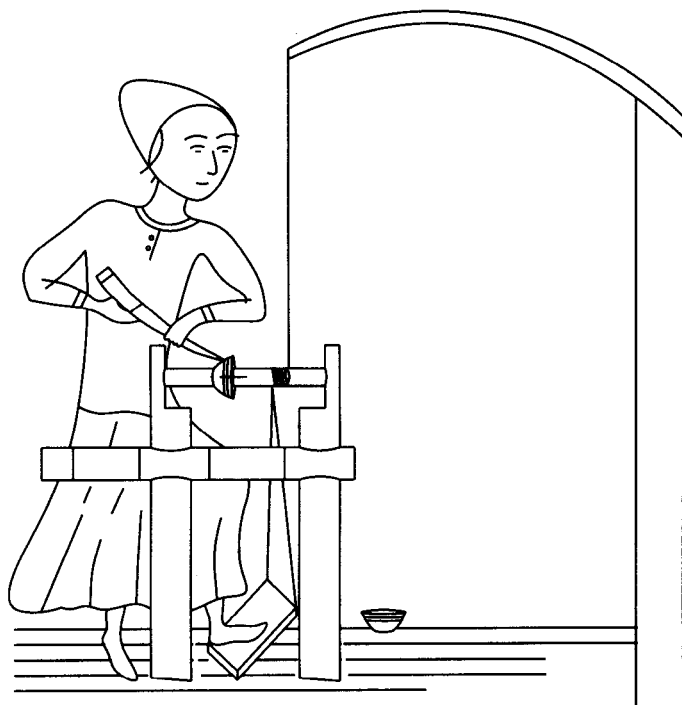


图 1-2 木制车床

——蒸汽机。机床也开始改用坚固的金属制造,加工质量也不断得以提高。金属制机床的进步带动了高质量的工作母机的不断发展。

1864 年,美国为机床工业提供了世界上第一台磨床,使砂轮磨削刀具的作业实现了机械化。大批量生产的需要促使人们发明了转塔车床、自动车床。随着机械工业的发展,工件也逐渐大型化,例如,船舶用机器、推进器之类的大型工件推动了大型机床的诞生。1867 年,在巴黎举办的国际展览会上,美国展出了大量的此类展品,如高性能的车床、龙门刨床、铣床等。然而在这次展览会上,英国的惠特沃斯的加工机床仍占绝对优势。但是,在 1873 年的维也纳国际博览会上,情况发生了改变,美国压倒了英国。在这六年期间,美国的机械工业取得了十分惊人的发展。1890 年左右诞生了可以加工大型工件的立式镗床,加速了机械工业的发展。

5. 机床的自动化

工业的发展,使零部件的加工日益多样化。为了满足生产的需要,19 世纪末,诞生了万能机床。但是,自美国首先采用大批量生产方式后,发现万能机床不宜于作为大批量生产的机床。20 世纪 20 年代以美国福特汽车公司为代表的制造系统采纳了“互换性”、“大批量生产”和“科学管理”等科学思想,开创了“小品种大批大量”的福特生产模式,使汽车的价格在十多年内降低为原价的 $1/8$,显示了制造系统的强大威力。进入 20 世纪后,连续加工相同零部件的

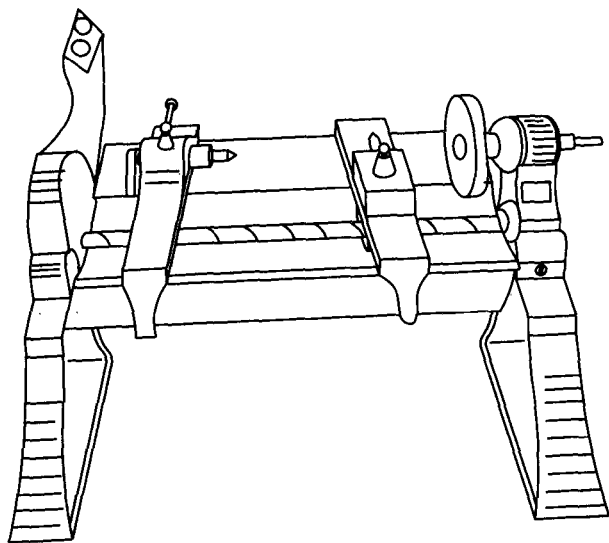


图 1-3 莫兹力发明的带有进刀装置的车床

自动生产加工机床应运而生。这种机床有很多被称为“工位”的加工位置,零件在一个工位上加工完毕后,自动移动到下一道工序的位置上,进行另外一种加工。制品在工位之间移动,对零部件进行适当的加工,均是通过凸轮和连杆自动进行。

第二次世界大战后,自动控制理论和电子技术的研究得到迅速发展,化学工业较早地引进了电子技术,并推进了其自动化。生产机床的工厂,也开始逐渐应用电子技术,机床自动化应运而生。英国的汤姆森·霍斯顿公司制作了电子仿形装置,并安装在季登格·路易斯公司的铣床上。这种仿形装置可以完全通过无级控制进行复杂形状的加工。这种装置的结构是将来自于极其敏感的仿形头的信号传给线圈,用电信号控制调整直流电动机,再控制进给运动。1952年,在美国麻省理工学院(MIT)的帮助下,PARSONS公司制造了世界上第一台数控机床,这是机械和电子技术第一次紧密结合,从此开始了数控机床生产的工业化。1958年日本牧野铣床制作所制造出第一台数控铣床,同年美国的卡尼·特莱克公司研制成功了加工中心,这是一种配有自动交换刀具装置的数控机床。1965年,美国的季登格·路易斯公司研制成功了独特的数控铣床,此外,巴格马斯塔公司也制作了数控钻床。世界各机床生产厂家都积极地进行数控机床的开发和研制,给数控机床的制造带来了一场机械工业的革命。

6. 计算机辅助设计和辅助制造(CAD/CAM)技术的发展

CAD/CAM技术是伴随着计算机技术的产生和发展而不断进步的,这门技术从形成、发展、提高到目前的高度集成,历经半个世纪,形成了比较完整的科学技术体系,并在当今的高新技术领域占有很重要的位置。

自从1946年出现第一台计算机开始,人们就不断地试图将计算机技术引入到传统的机械

设计和制造领域。为了适应数控铣床加工各种复杂形状零件的需要,麻省理工学院开始研制数控自动编程系统,并于20世纪50年代末研制成功了批处理语言系统的数控自动编程系统APT(Automatically Programming Tool)。该系统用专用语言描述加工零件的几何形状及进刀和走刀方法,还有大量的辅助语句用于描述加工过程的各种工艺参数,如进给量、加工余量等。这种用语言描述零件几何形状及加工过程的程序称为“零件源程序”。这种源程序经过批处理运行后可以输出刀位点数据,再经过后置处理,生成可执行的控制代码。这种系统是最初的计算机辅助编程系统,它避免了手工处理大量复杂计算的工作,开辟了计算机在机械制造领域广阔的应用前景。

在此基础上,有人提出能不能不通过APT系统对走刀轨迹进行描述而直接描述零件本身,由此就产生了CAD的概念。20世纪60年代初,麻省理工学院的研究生I. E. Sutherland发表了《人机对话图形通信系统》的论文,首次提出了计算机图形学、交互技术及图形符号的存储采用分层的思想,为CAD技术提供了理论基础。随后美国的IBM公司开发了以大型机为基础的CAD/CAM系统,该系统具有绘图、数控编程和强度分析的功能。通用汽车公司研制了DAC-1系统,用以实现各个阶段的汽车设计,此外还有洛克希德飞机公司的CAD/CAM系统等。

这一阶段,在制造领域也出现了许多技术上的进步:1962年在数控机床的基础上研制成功了第一台工业机器人,实现了物料搬运的自动化;1966年出现了用大型通用计算机直接控制多台数控机床的DNC(Direct Numerical Control)系统。

20世纪60年代中期到70年代中期是CAD/CAM技术走向成熟的阶段,随着计算机硬件的发展,以小型机、超小型机为主的CAD/CAM软件进入市场。与此同时适应设计和制造的需要,三维几何处理软件也发展起来了,在60年代末和70年代初出现了柔性制造系统FMS。而网络技术的发展使CAD日趋完善,从飞机公司、汽车公司到电子、建筑、服装设计等行业都采用了CAD技术。

20世纪80年代是CAD/CAM技术迅速发展的时期。超大规模集成电路的出现,使计算机硬件成本大幅度降低;计算机的外设迅猛发展并成为系列产品,为推动CAD/CAM技术向高水平发展提供了硬件保证。同时,软件技术、数据库技术、有限元分析技术、优化技术、计算机图形学技术等相关技术也飞速发展,促进了CAD/CAM技术的推广和应用。与此同时,还出现了与计算机辅助制造技术相关的其他技术,如计算机辅助零件分类和编码技术,计算机辅助工艺规程设计(CAPP),计算机辅助工装设计,计算机辅助质量控制等。

在上述单项技术发展的同时,从20世纪80年代起人们开始致力于计算机集成制造系统(CIMS)的研究,它是一种高效益、高柔性的智能化制造系统。美国的许多大公司,如波音飞机公司、洛克希德飞机公司、麦道飞机公司、通用汽车公司、福特汽车公司、美国石油公司、贝尔电话公司等大量采用了CAD/CAM技术开发他们的新产品。许多大学开设了CAD/CAM专业或课程,如哈佛大学、MIT、宾州大学、密执安大学、罗彻斯特大学、斯坦福大学、加州理工学

院等,他们在 CAD/CAM 领域都做了卓有成效的研究工作。

从 20 世纪 90 年代起,CAD/CAM 技术已不再停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平,而向标准化、集成化、智能化的方向发展,形成了建立决策自动化基础上的计算机集成制造系统(CIMS)。决策自动化本质上是对知识的处理和使用的自动化。在该阶段设计过程中,大量的一般性决策及信息处理可以由计算机完成,设计者可以采用虚拟现实技术设计。“波音 777”飞机就是世界上第一架无图纸、无样机升空的飞机。

为了实现系统的集成,实现资源的共享和产品生产与组织管理的高度自动化,提高产品的竞争力,就需要在企业和企业集团内的 CAD/CAM 系统之间和各个子系统之间进行统一的数据交换。在这种情况下,一些发达国家和国际标准化组织都进行了数据交换接口方面的开发工作,并制定了相应的标准。在这个阶段也出现了面向对象的技术,并行工程的思想,人工智能技术及产品数据管理(PDM)、快速可重组制造系统,精益生产、敏捷制造等智能化的制造模式也应运而生,这些都对 CAD/CAM 技术的发展和功能的延伸起到了推动作用。从目前 CAD/CAM 技术的应用和发展看,这一技术在 20 世纪的工业发展中占有很重要的地位,已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.2.2 中国机械工业的发展概况

中国古代在机械工业领域处于世界先进行列。秦汉时,人们已经掌握了将人力、畜力、水力、风力应用于机械的方法,创造了以木材、铜铁为主要材料制造机械的工艺,发现了杆传动、曲柄摇杆传动、凸轮传动、链传动、齿轮传动、绳带传动等的基本传动原理和方法,创制了多种巧妙的机械。至明代前期,中国人就已经使用性能良好的提花机、活塞式风箱等,采用精密铸造工艺、锻焊和“生铁淋口”渗碳等先进技术。

1840 年至 1949 年中华人民共和国成立前,中国近代机械工业逐步由手工业作坊式小生产向使用动力机器的生产方式转变。

中国最早使用动力的机械厂是外商办的,中国人自己最早创办的机械厂是清政府经营的军火企业。鸦片战争以后,为了适应航运业和铁路运输发展的需要,外商在中国建立了船舶修造厂和铁路车辆修理厂;日俄战争后,在东北地区又开办了一批机械工厂。

1861 年曾国藩创办的安庆军械所是中国人自办的第一座机械厂,但规模不大,仍主要以手工方式生产。与此相适应,民族资本家经办的民用机械工业也开始兴起。1866 年设立的海发昌钢铁机器厂,是中国民族资本家开办的第一家机械厂。1895 年中日甲午战争以后,民族资本经营的机械工业有了一定的发展,这期间民族资本家兴办机械厂 96 个。

1914 年第一次世界大战爆发后,西方资本主义国家无力东顾,机械设备进口减少。1915~1924 年是中国民族资本发展机械工业的黄金时代,主要机械产品有舰船、动力机、机床、农产品加工机械、轻工纺织机械、通用机械和兵器等。

从 1927 年国民党政府定都南京到 1931 年“九一八事变”,中国机械工业起色不大。这个

时期在主要原材料和零件进口情况下生产的主要产品有自动螺丝机、灯泡用钨丝机、普通车床、龙门刨床、摇臂钻床、万能铣床、冲床等中小型机床和锻压设备,以及轻纺工业的小型纺纱厂、织布厂、缫丝厂、制革厂的成套设备等。

抗战初期,沿海和一些省市的机械工业在敌人炮火直接破坏和匆忙内迁中遭到巨大损失。抗战胜利后到1949年,中国机械工业进一步走向衰退。

1949年中华人民共和国成立以后,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、技术水平和成套水平不断提高的工业部门。中国现代机械工业的发展大体经过了4个阶段。

1. 建立机械工业初步基础(1949~1957)

1949年以前的中国机械工业属于修配性工业,基础薄弱,除军火工业和造船业制造过一些比较复杂的产品外,其他部门以修配为主,只能制造简单的产品。1950~1952年的3年经济恢复时期,中国对原有企业进行了一系列改组、改建工作,着手筹建重大项目,如太原的中国第一座重型机器厂于1953年8月部分建成投产。哈尔滨的中国第一个大型电机厂也是这个时期开始兴建的。这几年,中国的机械工业对恢复国民经济和支援抗美援朝战争起了重要的作用。机械工业为国民经济各部门提供了1 000 m地质钻机、220.6 kW(300 马力)柴油机、3 000 kW水轮发电机组、3 t蒸汽锤、直径2 m的立式车床等大型精密设备。1952年机械工业的产值比1949年增长3.9倍。中国机械工业在1953~1957年的第一个五年计划期间,对原有的工厂进行了整顿和技术改造,新建一批大型现代化骨干企业,初步建立了科学研究和人才培养基地。

2. 建立了较完整的机械工业(1958~1965)

这一时期中国转入全面的大规模的社会主义建设。尽管这一时期有过大跃进的损失,但仍然取得了很大成就。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年与1957年相比,机械工业固定资产按原值计算增长3倍,工业产值增长1.8倍。机床、汽车、发电设备、重型设备、石油化工设备、内燃机等主要设备的产量都有了巨大增长。开始从制造单机发展到提供成套设备,自主设计制造出12 000 t自由锻造水压机、新安江电站72 500 kW混流式水轮发电机组、135系列柴油机等关键品种,建立了较完整的机械工业体系。

3. 第三、第四个五年计划时期(1966~1976)

这一时期中国的“文化大革命”给机械工业造成巨大损失,科研工作受到严重挫折,机械工业的水平停滞不前。但由于广大职工的努力,机械工业生产建设仍然取得了一些成就。如试制成功了第二汽车制造厂冷加工成套设备,年产 1.5×10^6 t联合企业的成套设备,年产 3×10^6 t井下煤矿设备, 2.5×10^6 t炼油厂成套设备,200~300 MW水力和火力发电成套设备和330 kV高压输变电设备等。