



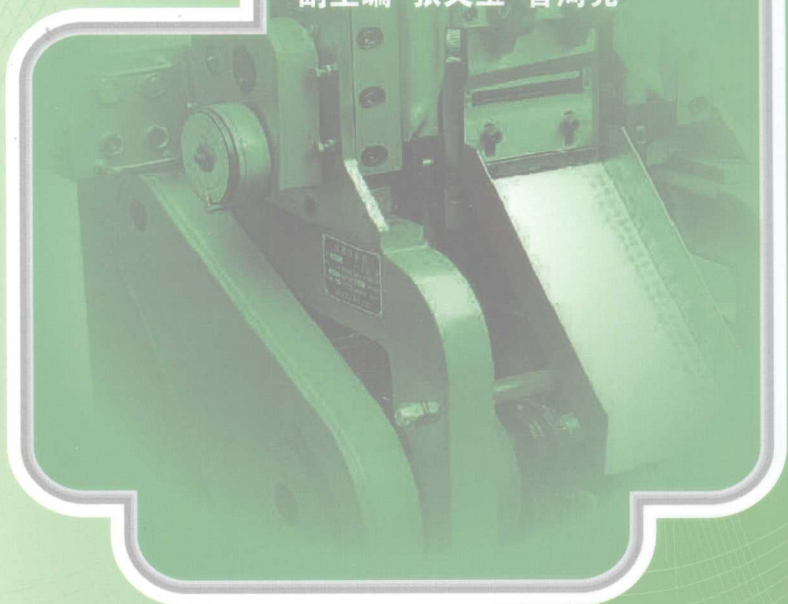
全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

机电产品学



主 编 张亮峰 柳 青 刘明伟

副主编 张文玉 曾周亮



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

机电产品学



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是针对近机类和管理类专业开设的机电产品学课程用书, 主要介绍机电产品的分类、基本结构、工作原理、使用维护和行情概况等基础知识。本书分为 6 章, 内容包括: 绪论、金属切削机床产品, 量具、刀具和磨具产品, 汽车产品, 工程机械产品, 电机电器产品和家用机电产品。书中每章最后附有学习思考题, 教学过程中可根据专业的不同、教学总课时数的不同和各校的实际情况作适当的取舍。

本书语言精炼、重点突出、内容新颖、通俗易懂, 采用最新的国家标准。

本书可作为高等学校近机类和管理类专业的教学用书, 亦可作为其他专业的选修课程用书, 还可供电视大学、职工大学及函授大学等同类专业选用。此外, 也可作为广大读者了解和选用机电产品的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机电产品学/张亮峰, 柳青, 刘明伟主编. —北京: 北京大学出版社, 2009. 8

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15579-0

I. 机… II. ①张…②柳…③刘… III. 机电设备—工业产品—高等学校—教材 IV. F764.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 127783 号

书 名: 机电产品学

著作责任者: 张亮峰 柳 青 刘明伟 主编

策 划 编 辑: 赖 青

责 任 编 辑: 刘 颖

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15579-0/TH·0148

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 349 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是针对近机类和管理类专业开设的机电产品学课程用书, 主要介绍机电产品的分类、基本结构、工作原理、使用维护和行情概况等基础知识。本书分为 6 章, 内容包括: 绪论、金属切削机床产品, 量具、刀具和磨具产品, 汽车产品, 工程机械产品, 电机电器产品和家用机电产品。书中每章最后附有学习思考题, 教学过程中可根据专业的不同、教学总课时数的不同和各校的实际情况作适当的取舍。

本书编写过程中, 在以下几个方面进行了积极探索。

(1) 紧扣培养目标。根据教育部颁发的专业培养目标及本课程最新教学指导方案及相应国家标准编写。本书为目前国内最新教学参考书, 内容新颖, 教学目标明确, 体现了“以全面素质为基础, 以知识能力为本位”的教育课程改革指导思想, 使学生能够运用所学知识对机电应用中的实际问题进行深层次的思索, 增强了教材的实用性、开放性。

(2) 重视基础知识的传授。使用了较多的机电产品示意图、技术参数和型号表示方法等, 图文并茂、通俗易懂, 使学生自己能够阅读并初步运用这些资料, 使教学形象、直观, 又有利于培养、提高学生的逻辑思维能力, 同时也为今后继续学习及解决实际问题奠定基础。

(3) 注重培养学生正确选择机电产品及其相应工具的能力, 帮助学生熟悉机电产品的用途、结构原理、分类型号、行情概况等。

本书可作为高等学校近机类和管理类专业的教学用书, 亦可作为其他专业的选修课程用书, 还可供电视大学、职工大学及函授大学等同类专业选用。此外, 也可作为广大读者了解和选用机电产品的参考用书。

本书建议讲授总课时为 36~40 学时。绪论 1 课时, 第 1 章 9 课时, 第 2 章 4 课时, 第 3 章 6~8 课时, 第 4 章 6 课时, 第 5 章 6~8 课时, 第 6 章 4 课时, 并辅之以多媒体课件、现场参观实习等直观教学, 收效较佳。

本书由湖南工程学院张亮峰、湖南工业职业技术学院柳青、湖南工程学院刘明伟任主编, 湖南工学院张文玉、邵阳学院曾周亮任副主编。参加编写的还有湖南工学院刘学兰、西安理工大学张辛喜、湖南文理学院蔡悦华、湖南工程学院王娟。最后由张亮峰、柳青对全书进行总纂和定稿。

在整个编写过程中, 我们参阅了各种相关资料、技术标准, 在此恕不一一列举, 谨致以衷心的感谢。

由于编者水平有限, 且编写时间仓促, 书中不足之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

绪论	1	学习思考题	46
0.1 科学进步与制造业的发展	1	第2章 量具、刀具和磨具产品	47
0.2 机电产品学的研究对象	6	2.1 零件的加工质量	47
0.3 机电产品的性质、分类、 特征及组成	7	2.1.1 加工精度	47
0.4 机电产品的制造及流通 基本过程	8	2.1.2 表面粗糙度	48
0.5 机电产品课程的性质和 学习要求	8	2.1.3 各种加工方法与精度等级、 表面粗糙度的关系	49
第1章 金属切削机床产品	9	2.2 量具	51
1.1 概述	9	2.2.1 常用量具	51
1.1.1 机床的发展概况	9	2.2.2 光滑极限量规	56
1.1.2 我国机床工业发展的 概况	10	2.2.3 量具的保养	57
1.1.3 机床的技术经济指标	10	2.3 刀具	57
1.1.4 机床的运动与传动机构	11	2.3.1 刀具结构	57
1.2 机床的分类和型号	15	2.3.2 刀具材料	58
1.2.1 机床的类型	15	2.3.3 刀具的切削部分和 几何角度	61
1.2.2 机床的型号	16	2.3.4 几种典型的刀具	63
1.2.3 机床型号示例	19	2.3.5 刀具耐用度和刀具寿命	67
1.3 常用机床	20	2.4 磨具	67
1.3.1 车床	20	2.4.1 砂轮	68
1.3.2 铣床	24	2.4.2 切削液	71
1.3.3 钻床和镗床	29	学习思考题	72
1.3.4 磨床	34	第3章 汽车产品	73
1.4 数控机床	39	3.1 概述	73
1.4.1 数控机床概述	39	3.1.1 汽车发展简史	73
1.4.2 数控机床的分类	41	3.1.2 汽车工业发展概况	74
1.4.3 数控加工工艺过程、 特点及应用	41	3.1.3 现代汽车发展趋势	76
1.4.4 数控车床	43	3.2 汽车的分类和型号	78
1.4.5 数控铣床	44	3.2.1 汽车的分类	78
1.4.6 加工中心	44	3.2.2 汽车的型号	82
		3.2.3 汽车的主要参数和 技术性能	84
		3.3 汽车的总体构造	87

3.3.1 汽车发动机	88	4.4 水泥混凝土输送产品	136
3.3.2 汽车底盘	93	4.4.1 混凝土搅拌运输车	136
3.3.3 车身及附属设备	96	4.4.2 混凝土输送泵车	139
3.3.4 汽车电器设备	96	4.4.3 水泥混凝土输送产品 行情概况	141
3.4 汽车产品的行情概况	96	学习思考题	141
3.4.1 通用汽车公司	97	第5章 电机电器产品	142
3.4.2 福特汽车公司	98	5.1 电机	142
3.4.3 戴-克汽车公司	99	5.1.1 概述	142
3.4.4 丰田汽车公司	99	5.1.2 三相异步电机	144
3.4.5 大众汽车公司	100	5.1.3 单相异步电机	156
3.4.6 本田公司	102	5.1.4 单相串激电机	159
3.4.7 日产汽车公司	102	5.1.5 直流电机	162
3.4.8 标致-雪铁龙汽车公司	103	5.1.6 步进电机	166
3.4.9 菲亚特汽车公司	104	5.2 电器	169
3.4.10 宝马公司	105	5.2.1 变压器	169
3.5 国内外部分汽车产品的标志	105	5.2.2 接触器	180
学习思考题	106	5.2.3 继电器	181
第4章 工程机械产品	107	学习思考题	184
4.1 概述	107	第6章 家用机电产品	185
4.1.1 工程机械的分类	107	6.1 家用洗衣机	185
4.1.2 工程机械产品型号	108	6.1.1 洗衣机的分类	185
4.2 起重机	111	6.1.2 洗衣机的型号	186
4.2.1 起重机的类型和 工作特点	111	6.1.3 洗衣机的性能参数	186
4.2.2 起重机的主要 性能参数	115	6.1.4 洗衣机的工作原理	187
4.2.3 起重机的基本构造	120	6.1.5 洗衣机的基本构造	188
4.2.4 起重机械的发展趋势	124	6.1.6 洗衣机的发展趋势	192
4.2.5 起重机械的行情概况	125	6.2 家用空调器	193
4.3 推土机	125	6.2.1 空调器的分类和 型号	194
4.3.1 推土机的用途	125	6.2.2 空调器的主要技术 参数	195
4.3.2 推土机的分类和型号	126	6.2.3 空调器的工作原理及基本 构造	195
4.3.3 推土机的主要技术参数	128	6.2.4 空调器的选用	199
4.3.4 推土机的基本构造	128	6.3 家用电冰箱	200
4.3.5 推土机的作业过程	134	6.3.1 电冰箱的分类和型号	201
4.3.6 推土机的技术发展 简介	135	6.3.2 电冰箱的结构原理	202
4.3.7 推土机产品的行情 概况	136		

6.3.3 电冰箱的选购	204	附录 A 部分机床的类、组、系代号 及主参数名称	211
6.4 家用微波炉	205	附录 B 国内外部分汽车产品的 标志	216
6.4.1 微波炉的种类和型号	205	参考文献	227
6.4.2 微波炉的结构原理	206		
6.4.3 微波炉的工作过程	209		
6.4.4 微波炉的选购	209		
学习思考题	210		

绪 论

机电制造业是人类社会赖以生存和发展的基础。

机电制造业是将制造资源(物料、能源、设备工具、资金、技术、信息等),通过制造过程,转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品的行业。它涉及国民经济的大量部门,是国民经济和综合国力的产业支柱。

机电制造系统是人、机器、装备和电器以及物料流和信息流的一个组合体。

0.1 科学进步与制造业的发展

以“天体运行论”为标志的近代科学诞生以来,随着欧洲资产阶级革命的兴起,从18世纪40年代开始,科学技术的发展与社会生产和经济发生了十分紧密的相互促进关系,各种发明不断涌现,成为推动生产力发展的革命性因素。

1. 欧洲的工业革命

欧洲的产业革命始于18世纪40年代的英国,到1840年前后基本完成,经历了近100年。美国、法国紧随其后,大约在1870年前后完成产业革命。而德国、俄罗斯则从1830年开始产业革命,到1890年先后完成。产业革命是以机器工厂代替手工工厂的革命,它是近代资本主义生产发展的必然产物。

18世纪初,英国的棉纺织业与毛纺织业发生了激烈的竞争。当时欧洲各国的工厂手工业很发达,并被毛纺织业所垄断,作为新兴产业的棉纺织业,只有通过革新技术提高劳动生产率,才能与其强大的毛纺织业相抗衡,并抵御印度棉布对英国市场的占领。1733年英国钟表匠约翰·克依(John Kay)发明了飞梭,代替了手工投递,使织布效率成倍提高。1764年工匠哈备利夫斯(James Har-greaves)发明了手摇纺纱机,即珍妮机(图0.1)和骡式纺织机(图0.2),解决了织快、纺慢的矛盾。不久发明了以水力为动力的纺纱机,使棉纺织业迅速发展。

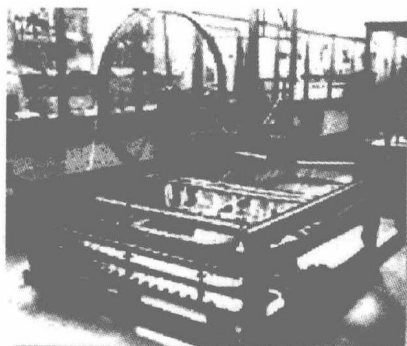


图 0.1 珍妮纺织机

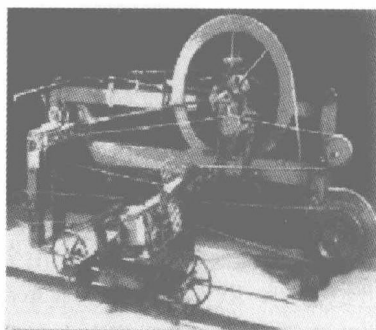


图 0.2 骡式纺织机

具有重大历史意义的是 1784 年,英国著名的发明家詹姆斯·瓦特(James Watt)对当时已出现的蒸汽机原始雏形作了一系列的重大改进,发明了单缸单动式和单缸双动式蒸汽机,提高了蒸汽机的热效率和运行可靠性,并很快用到了矿井抽水和纺织生产上,对当时社会生产力的发展作出了杰出贡献。图 0.3 所示为瓦特改进后制造的蒸汽机。

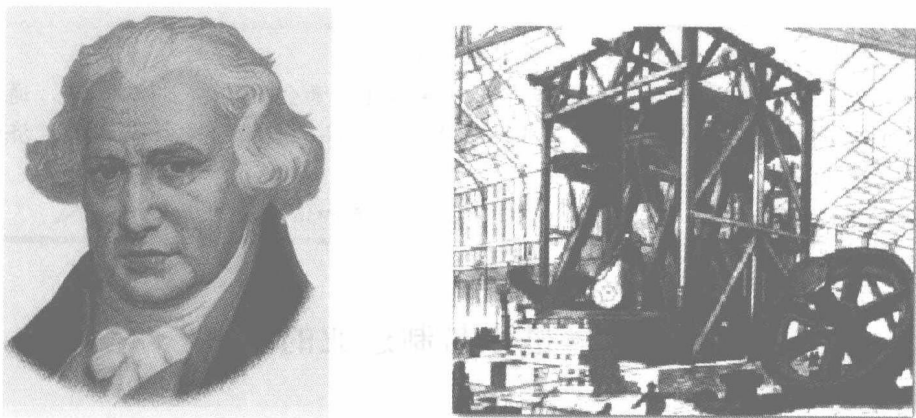


图 0.3 1876 年瓦特的蒸汽机在美国费城博览会上展出

蒸汽机发明后,1807 年美国富尔顿(Robert Fulton)发明了蒸汽机轮船(图 0.4)。1814 年英国人斯蒂芬森(George Stephenson)发明了蒸汽机车。与此同时,蒸汽机床也广泛使用,各种加工业蓬勃兴起。

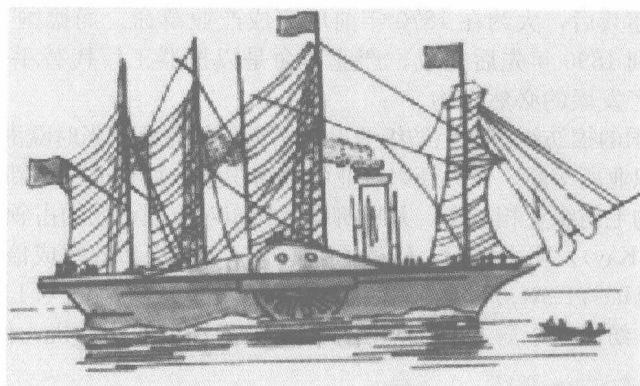
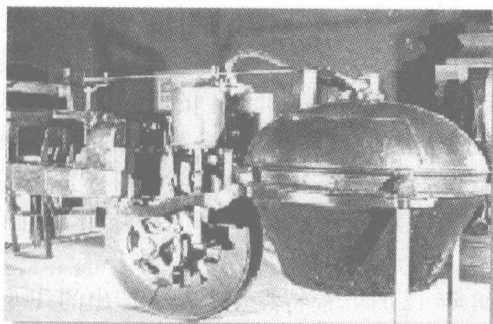


图 0.4 大西号蒸汽轮船

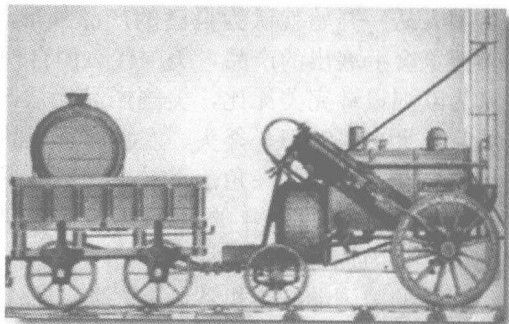
蒸汽机发明后,纺织业有了飞速的发展,由于纺织品漂白和印染的需要,又推动了制酸、制碱以及煤化工业的发展,用以提取染料等。

以纺织机械和蒸汽机的发明为标志的技术革命,揭开了欧洲产业革命的序幕,在人们面前展现了一个新世界的前景,并掀起了一个技术发明的热潮,各种机器相继问世。经过 100 多年的发展,形成了一个纺织、机械、冶金、化工、运输、煤炭等工业部门协调发展的局面。

19 世纪初期,欧洲各国的工业革命已先后完成,蒸汽机在西欧、美国得到广泛推广,第一条铁路建成了,第一列蒸汽火车开动了(图 0.5),工厂的烟囱如雨后春笋在各地林立,吐出浓浓的黑烟,大批工业产品投放到市场上。



(a) 现存最古老的蒸汽机车



(b) 英国史蒂芬父子1826年制造的蒸汽机车“火箭号”

图 0.5 早期的蒸汽机车

为了炫耀工业革命带来的伟大成果，工业革命的发源地——英国在 19 世纪中叶提出举办世界博览会的建议，很快得到欧洲各国的积极响应。此事由英国阿尔伯特亲王主持，英国建筑师约瑟夫(Joseph)设计展览大厅，他曾经学习过使用钢铁与玻璃建造温室的设计原理，就大胆地把温室结构用在伦敦世界博览会的建筑设计中，展览大厅全部采用钢材与玻璃结构，被称为“水晶宫”(图 0.6)。1851 年世界上第一个国际博览会在伦敦开幕，震惊了世界。

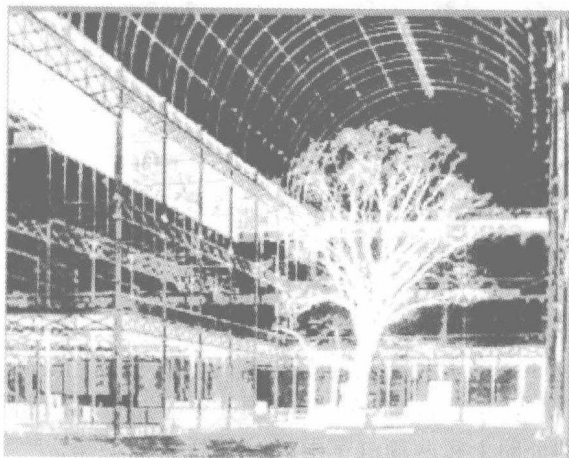


图 0.6 被誉为“水晶宫”的第一届世界博览会大厦

首先使人震惊的是“水晶宫”本身。这间用钢材和玻璃建成的圆拱形大厦，实际上是一幢放大的温室。但由于建筑材料特殊，造型奇特，采光良好，使许多外国来宾深为英国工业化的成就而折服。这所建筑在博览会闭幕后被完整地拆迁到赛登汉(Sydenham，在伦敦南部)，直到 1936 年毁于大火。

本文之所以特别对 1851 年伦敦世界博览会加以介绍，是因为它刺激了制造业的发展。如美国初期的工业品大部分外形极为简朴，完全没有欧洲早期工业品的那些雕凿矫饰，其设计是单纯实用主义的。简单地说，是什么好用就做什么，怎么好用就怎么做。

当欧洲人正艰苦地为艺术与技术的结合而拼争，为标准化、批量生产而争论不休时，美国人却根本没有感到有什么问题与困难，在他们看来，工业品批量生产与普及是天经地义的事，也是时代的趋势。

美国人从一开始就认为自己的产品外形设计太差，无法与欧洲的相比。1851年伦敦在世界博览会上展出的产品，美国代表团自愧不如。在有关这次展览的正式报告中，美国代表认为欧洲设计完美无比，美国产品无法与它竞争。美国在1851年的大展中也展出过一些展品，大多是镰刀、斧头、农具和日用品(全是机器制造的)。美国人因展品的丑陋不好登大雅之堂，只好放在角落里展出，但却得到一些有眼光的欧洲人的震惊与称赞。瑞士一个评论家说，在1851年的大展中，“欧洲观察家对美国产品表现的简洁、技术的正确、形状的确确实颇为惊叹”。

参展后的美国继续走机器制造之路。如1908年12月，福特汽车公司生产出的T型汽车(图0.7)，就是美国工业向机械大规模生产化过程过渡的一个例证。

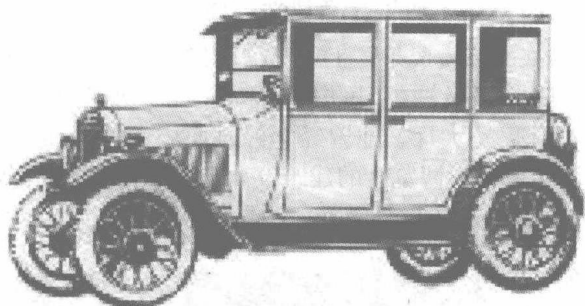


图 0.7 美国 1908 年 12 月生产的 T 型汽车

在T型汽车问世之前，世界各地的汽车是以半手工的方式生产的，成本较高，普及困难。福特公司的老板亨利·福特在进行了周密的研究之后，着手设计新型的汽车，他完成了汽车工业上的两项巨大突破：一是把汽车的10000多个零件全部严格标准化；二是采用装配流水线方式生产。从而产生了人类历史上第一辆以流水线装配、采用标准件的汽车，即T型汽车。这种汽车具有很多优点，不但设计合理、大方、轻便，并且单价从市场上的1000美元大幅度下降到300多美元，从而垄断了美国汽车市场。1914年美国汽车总数为55万辆，其中有25万辆为T型汽车。到1923年，全国的几百万辆汽车中就有200万辆为福特T型车，美国的公路上每两辆汽车中就有一辆是T型车。

为了与福特汽车公司竞争，各大汽车公司都先后引入了装配流水线与采用标准件，生产出类似T型车的廉价汽车。如美国汽车大厂之一的通用汽车公司(General Motor)、克莱斯勒公司等。

德国的发展在1851年前远远落后于英国和法国，但从19世纪末到20世纪初也日益迅速发展。与英、法等国相比，德国在经济上是一个后来居上的大国。1881~1885年之间，英国占世界贸易总额的38%，而德国只占17%；但到1903年，英国的比例下降为27%，而德国上升到22%。德国的钢铁产量尤为惊人，1913年德国钢铁产量居然是英国的3倍。1914年，德国国民生产总值已经超过英国。

2. 电气化时代的来临

欧洲产业革命完成后，由于生产力高速发展，资本主义度过了初期的简单再生产阶段，有了较雄厚的资金积累，可用于支持科学研究，以创造更新的生产力，尽管这些研究

是很简单的。

1820 年, 丹麦物理学家奥斯特(Oersted)发现了电流的磁效应。接着英国物理学家法拉第(Faraday)发现了电磁感应现象; 英国物理学家麦克斯韦(Maxwell)则把电磁现象的运动规律总结成漂亮的麦克斯韦方程, 它对人类社会的发展产生了巨大而深刻的影响。

在这个时代又发现了能量守恒与转化定律, 证明了热、机械、电、磁、化学等运动形式的统一性及可以相互转化的性质, 从而为电力的产生与应用奠定了理论基础。在这期间产生了如下发明。

1834 年, 俄罗斯人雅可比发明了直流电动机。

1860 年, 意大利人巴奇诺基发明了直流发电机。

1867 年, 德国西门子发明了实用化的自激式直流发电机, 具有重大意义。

1891 年, 又发明了三相异步交流电动机, 并且解决了变压器及输变电力的技术难题, 为制造业进步产生了重大的影响。

以电力应用为标志的 19 世纪的技术革命, 体现了科学推进生产前进。

1890 年前后, 蒸汽机已日益为新的能源所压倒, 电的广泛使用, 电气用具的普遍推广, 使电成为现代制造工业的真正催生婆。

早在 1879 年, 维尔纳·冯·西门子(Werner von Siemens)在柏林交易会上展示了他的电动火车模型。

1884 年, 西门子与他的合作者哈斯克一起建成了从法兰克福到奥芬巴赫之间的第一条电气化铁路。1887 年, 以电力为动力的伦敦地下铁道建成营运。

1879 年 12 月, 爱迪生成功地向纽约市民展示了他发明的白炽电灯。电的使用不仅干净方便, 并且可以远距离传送, 功能多样。电力、照明、取暖、通信等方面的潜力是不可低估的。

1889 年的巴黎国际博览会(the Paris Universal Exhibition)是电气化时代来临的宣言书。为数多于 2500 万的观众从世界各地到此观看了电的奇迹。在新建成的 300 多米高的埃菲尔铁塔(图 0.8)顶部安装的强光电灯, 能在 70 英里外奥尔良的大教堂顶上看见; 在博览会的电话展厅中, 参观者可以从话筒中听到巴黎歌剧院中发出的歌声; 而电动游览车让观众看到博览会的全貌。展览大厅是用玻璃与钢材建成的, 这所建筑称做“机械宫”。在展览厅中使用了 2 万盏爱迪生的电灯作为照明。

电气化时代的来临, 电器被广泛使用, 内燃机与电动机的先后被发明, 从而取代了以蒸汽为动力的汽车发动机, 导致汽车工业的革命。

1859 年, 巴黎工程师 E. 雷诺阿(Etienne Lenoir)就已发明了内燃机, 但是这种内燃机因造价昂贵而没能商业化推广。

1878 年, 德国人 N. 奥托(Nikolaus Otto)

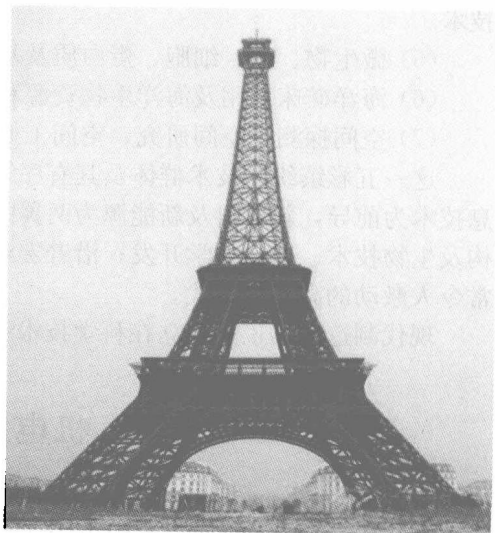


图 0.8 法国的埃菲尔铁塔

发明出较为经济的四冲程内燃机, 与现代内燃机在原理上已较为接近。

1889 年博览会上展出的一个发电机就是用奥托内燃机带动的。

1886 年, 戴姆勒(Gottlieb Daimler)第一次把内燃机装上汽车。从此汽车得到推广。

3. 现代制造产业的萌芽(四新革命)

从美国到欧洲, 从前苏联到日本, 从中国到印度, 从发达国家到发展中国家, 第二次世界大战以后, 新能源、新材料、新技术、新工艺的研究、开发的热潮正在全世界兴起。它是人类社会历经了漫长的农业社会、工业社会而向现代社会发展的标志, 是凝聚着人类智慧的当代科技文明的象征, 是走向 21 世纪的通道。

新能源——核能、太阳能的开发利用。

新材料——尼龙、塑料、不锈钢、陶瓷、球墨铸铁、硬质合金、复合和超导材料、人造金刚石、表面喷涂材料等。

新技术——激光加工、电火花线切割、超声加工、离子切割、爆炸焊、超精加工等。

新工艺——自动生产线、自动定位、快速自动装夹、高速锻造、气化模铸造等。

4. 现代制造技术的发展(信息技术革命)

如同任何一个时代都有与之相适应的并表征这个时代科技水平的技术群体一样, 现代制造技术的研究、开发及其成果和衍生出来的新兴产业群, 正深刻地改变着传统工业社会的产业结构、经济布局和管理形式, 冲击着人们的生活方式、消费行为, 影响着人类探索自然和社会发展规律的科学研究和哲学思维。

多数科学家认为, 这一技术群体的主要代表如下。

(1) 信息获取与处理、微电子技术、计算机技术、光电子技术。

(2) 卫星通信、光纤通信、信息技术、激光技术。

(3) 非晶、多晶薄膜材料以及超导材料、纳米材料、精瓷材料、化合物半导体材料、光导纤维材料、金属合金材料及高无机功能材料等新型材料技术。

(4) 可控热核反应能、原子核能、太阳能、地热、水力、风能、潮汐能等新能源技术。

(5) 微生物、酶、细胞、蛋白质及基因工程技术。

(6) 海洋矿床利用及海洋生物资源利用技术。

(7) 空间探测、空间研究、空间工业、空间运输及空间军事技术等。

这一五彩缤纷的技术群体及其有序结构, 为人类社会的文明提供了巨大的支持。以信息技术为前导, 新材料及新能源为两翼的高新技术, 沿着微观尺度, 正在向粒子的深层结构及生物技术、生命科学开发; 沿着宏观尺度, 正在向人类征服宇宙的方向开拓。这是非常令人激动的高科技时代。

现代制造技术正是建立在科学技术和社会发展之上而发展起来的。

0.2 机电产品学的研究对象

机电产品是机电工业部门为国民经济各部门提供的机器、设备和成品、电器的总称, 是物资的重要组成部分。它具有品种、型号、技术参数多, 结构原理复杂和价值高, 更新

换代快等特点,在物流管理中占有极其重要的地位。

机电产品学研究的对象是工业企业常用的和典型的机电产品,包括机电产品的分类、主要用途、型号规格、技术参数、基本结构、工作原理等方面的技术知识。同时还介绍有关产品的选购、检验、维护、保养、存储、运输及生产概况等。

0.3 机电产品的性质、分类、特征及组成

1. 机电产品的性质

机电产品是一种人为的执行机械运动的实物装置,是人们在生产实践中逐步形成和发展起来的进行社会物质生产的重要手段。人们很早就利用斜面、杠杆、滑动、滚动和电气控制等原理制造了机电产品,促进了社会生产力的发展。

2. 机电产品的分类

机电产品按其服务行业不同,可分为金属切削加工机电、建筑机电、运输机电、起重机电、采掘机电、冶金机电、石油机电、化工机电、纺织机电、印刷机电、造纸机电、电工机电、邮电机电、食品机电、包装机电以及仪表机电产品等类别。

机电产品按其使用的目的不同,又可分为动力机电和工作机电产品两大类。

动力机电产品是将自然界的燃烧能、水能、风能、太阳能、原子能等或其他非机械能变为机械能,以驱动其他机械工作,如内燃机、蒸汽机、燃气轮机、电动机等。

工作机电产品则是将机械能做出有用功或完成一定的能量转换,以达到作业的目的。如发电机将获得的机械能转化为电能,以达到照明的目的;起重机吊起重物以达到搬运的目的。有些机电是动力机电和工作机电的综合体。

3. 机械和机电产品的特征

(1) 机械的特征:各类机械的用途、性能和构造虽然不同,但存在着3个共同的特征。

- ① 机械都是由各种零件组成的实体,但一个零件不能成为机械。
- ② 机械各部分之间存在确定的、相互协调的相对运动,而不是任意的运动。
- ③ 机械能代替人们的劳动,以完成一定能量转换或做出有用的功。

同时具备上述3个特征称为机器;具备前两项的称为机构。机械则是机器的总称。

(2) 机电产品的特征:具有机电特征的,通过制造部门完成全部的生产过程,经检验符合规定的质量标准,并可供销售的成品。

4. 机电产品的组成

各类机电产品通常由以下5个部分组成。

- (1) 原动力部分——如发动机、电动机等。
- (2) 传动部分——如带传动、齿轮传动、链传动等。
- (3) 执行部分——完成所需的运动或能量的转换等,如车削运动、汽车运动等。
- (4) 操作控制部分——如机控、电控、声控、光控等。

(5) 支撑部分——机电产品的主体构造，如汽车底盘、机床床身等。

0.4 机电产品的制造及流通基本过程

任何一种机电产品从它设计发明，到通过市场调查、论证，最终由制造商决定批量生产投放市场，都有它特定的制造过程。其制造过程主要阶段及制造顺序如下。

- (1) 生产准备：工艺文件、工艺工装、原材料和标准件等生产物质供应。
- (2) 生产制造：毛坯制造→零件加工→装配调试→质检→油漆包装等。
- (3) 市场流通：生产厂家→市场销售代理→商家→用户。

0.5 机电产品课程的性质和学习要求

机电产品学是近机类专业和管理类专业必修的一门综合性的技术基础课。通过本课程的学习，使学生基本掌握常用机电产品的选用、分类、型号规格、性能、用途、结构原理等基础知识，为学习其他相关课程和将来涉及机电产品技术及管理等工作打好必要的基础。

学习本课程的基本要求如下。

- (1) 了解制造业的发展史、现状和机械及机电产品的特性。
- (2) 熟悉机电产品制造的基本方法、基本步骤和影响产品质量的因素。
- (3) 初步掌握机电产品的分类和型号编制的方法。
- (4) 熟悉所学机电产品的用途、型号规格、结构原理、性能特点及选用。
- (5) 能运用所学知识对一般的机电产品性能参数进行比较，分析产品的优劣。
- (6) 了解目前市场机电产品的行情概况，机电产品今后的发展趋势。

本课程实践性很强，应在工程实践训练完毕后进行课堂教学。教学过程中，要充分利用电化教学手段，并安排一些现场教学和参观，以增强直观性，进一步拓宽视野，丰富知识。

课程中的各类机电产品的结构原理，需要学生广泛阅读与其相关的教学参考书和多次到现场去观察和了解，才能真正掌握。

第 1 章 金属切削机床产品

金属切削机床(简称机床)是利用刀具对金属毛坯进行切削的一种加工设备,即制造机器的机器。

一切机器都是由零件组成的。制造零件的方法很多,如铸造、锻造、焊接、冲压、挤压、切削加工等。但对于尺寸精度、形状位置精度要求较高,以及具有较高表面粗糙度要求的零件,一般都需通过切削加工的方法制造。因此,机床是加工零件的主要设备,在各类机器制造部门所拥有的装备中,机床占 50% 以上,它所担负的工作量占机械制造总工作量的 40%~60%,在机械制造业中起着“工作母机”的作用。显而易见,机床的先进程度直接影响着制造业的水平、产品质量和劳动生产率。如果没有强大、先进、完整的现代化机械制造业,就不可能建立国家经济发展所需的雄厚基础,就难以提高综合国力。

1.1 概 述

1.1.1 机床的发展概况

近代意义的机床是在 18 世纪工业革命的推动下发展起来的,经过改进的机床为蒸汽机的实际使用提供了基本的加工手段。迄今 200 多年的发展历史中,机床一方面随着产品生产加工的需要而发展,另一方面又是建立在科学技术发展的基础之上。

1775 年,英国人 J. 威尔金森发明了较精密的炮筒镗床。

1797 年,英国人 H. 莫兹利研制的车床第一次采用了丝杠传动刀架,能实现机动进给和车削螺纹,这是机床结构的重大变革。

1817 年,英国人 R. 罗伯茨研制出龙门刨床。

1818 年,美国人 E. 惠特尼制成卧式铣床。

1876 年,美国制成万能外圆磨床。

1835 年和 1897 年,先后发明了滚齿机和插齿机等。

在 200 多年的发展过程中,机床在品种系列型谱上都得到了充分的发展和完善,为机械制造业的飞速发展提供了基本物质条件。因此,过去一直把普通机床的拥有量看成是衡量一个国家工业水平的标准。

自从 1945 年出现第一台计算机后,计算机技术迅速被引入机床工业。1953 年,美国麻省理工学院研制出第一台数控机床,从此机床的发展进入了崭新的时期。随着计算机技术、微电子技术的迅猛发展,机床的数控化已成为世界机床工业发展的潮流。

1958 年出现第一台可以自动换刀以进行多工序加工的加工中心;1964 年在英国研制成功第一台柔性制造系统。随着 CAD/CAM/CAPP 技术的发展和完善,为最终实现计算机集成制造 CIMS 奠定了基础。CIMS 是机械制造业发展的战略目标,是 21 世纪机械制

造业的基本技术。现在工业国家不再公布机床的拥有量，而是公布机床年产量中数控机床的比例。

1.1.2 我国机床工业发展的概况

我国早在公元前就已经有了自己的原始钻床和木工车床，但历史上长期的封建统治严重地束缚了科学技术的发展。到 1949 年，我国能生产的机床品种不到 10 种，年产量仅 1580 台，全国机床拥有量仅 6 万台左右，其中大多数还是进口的。我国的机床制造业是新中国建立后从无到有，从小到大，自力更生发展起来的。在 3 年经济恢复时期，我国除把一批机器修配厂扩建为机床厂外，并建了一批新厂。第一个五年计划(1953 年—1957 年)期间，我国有计划地建立了北京机床研究所和一批较现代的新厂，规定各厂产品的专业方向，逐步由仿制向自行设计过渡，并开始生产大型机床、精密机床、自动和半自动机床，品种达 200 余种，年产量 3.7 万台。

到建国 30 周年，我国已制定了完整的机床系列型谱，具备了较高的提供大型成套现代化装备的能力，机床品种也日趋齐全，并有少量机床出口，基本形成布局较为合理、较为完整的机床工业体系。改革开放以来，我国把引进与自我开发相结合，高起点跟踪国际先进水平，奋力发展我国的机床工业。“863”计划就把自动化加工技术列为 15 个主题之一。经过艰苦努力，我国在掌握和开发现代制造技术能力方面已取得长足进展。继清华大学 CIMS 实验室在 1994 年获得了 SME(Society of Manufacturing Engineers)颁发的“世界大学领先奖”后，1995 年北京第一机床厂又获得 SME 颁发的“世界工业领先奖”。它标志着我国机械制造业在基础研究方面及实际应用中都已取得重大突破，为 21 世纪机械制造业的发展打下了良好的基础。

1.1.3 机床的技术经济指标

机床的技术经济指标概括地说就是满足机床制造和使用上在技术和经济两个方面的要求。具体地说，就是一要满足用户物美价廉的要求，物美即质量好，工作效率高，使用性能稳定，耗能少，操作方便可靠，外形美观大方；价廉即投资少，收效大。二要满足生产制造部门耗材少、生产周期短、易于制造、成本低、适合用户需要等要求。其主要指标如下。

1. 工艺的可能性

工艺的可能性是指机床适应不同的生产要求的能力。即在机床加工工序种类，使用刀具的种类和材料，加工工件的种类和材料，加工精度和表面质量，生产批量等方面适应不同生产情况的能力。工艺可能性过窄，会使机床的适用性受到限制，降低使用性能；工艺可能性过宽，会使机床的结构变得复杂，制造成本提高。

2. 加工的精度和表面质量

机床加工精度的好坏决定于机床本身的几何精度、传动精度、静态刚度和动态刚度等。

机床加工工件表面质量的高低是机床主要性能指标之一，对于精加工机床尤为重要。影响加工质量的主要因素有机床运动的平稳性和传动系统的精度等。有关加工精度和表面质量的概念详见第 2 章第 1 节内容。