

职业教育精品规划教材

机械基础 (少学时)

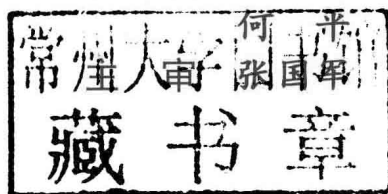
李志江 主编

职业教材系列规划教材

机械基础

(少学时)

主 编 李志江
副主编 戴雪芬
参 编 宋 敏 吴爱华
李佳特



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是机电技术应用与数控技术应用专业的中职规划教材。本书主要内容包括力学基础、机械工程材料、常用机构、连接、机械传动、支承零部件、机械的节能环保与安全防护等。

全书针对中职学生的特点精选教学内容,理论与实践相互衔接并渗透。书中采用了“查一查”“议一议”“说一说”“看一看”“知识拓展”“练一练”等栏目进行编写,并适当精选部分实训项目让学生课后训练,图文并茂,力求从形式与内容两方面做到新颖、简明扼要,让学生在“学中练、练中学”。

本书可作为职业院校机电技术应用、数控技术应用、模具设计与制造、机械制造及自动化等专业的教材,也可作为成人教育与职业培训的教材,并可供从事机电技术、机械设计与制造的工程技术人员和工人学习与参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械基础:少学时/李志江主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5682-1008-9

I. ①机… II. ①李… III. ①机械学—中等专业学校—教材 IV. ①TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第180935号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/12.25

字 数/287千字

版 次/2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

定 价/28.00元

责任编辑/张荣君

文案编辑/李玉昌

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

本书是机电技术应用与数控技术应用专业的规划教材,是根据教育部最新颁布的机械基础教学大纲的要求,由江苏省各职业学校的骨干教师,通过社会调研,结合企业对机械制造类技术人员在知识、技能、素养等方面的需求而精心编写的。本书主要包括力学基础、机械工程材料、常用机构、连接、机械传动、支承零部件、机械的节能环保与安全防护等。

“机械基础”是机电技术应用、数控技术应用专业的主干课程之一,本书充分贯彻了“以能力为本位,以就业为导向”的职业教育办学方针,体现了专业基础课程为专业服务思想。本书在编写中突出了以下特色:

(1)针对职业院校学生的特点进行编写。全书采用了“查一查”“议一议”“说一说”“看一看”“练一练”等生动活泼的栏目编写,力求做到新颖、简洁,采用图表形式将知识呈现,生动、直观。

(2)联系生活与生产实际,以应用为核心。本着“实用、适用、实践”的原则,精选教学内容,理论与实践相互衔接并渗透;适当降低理论难度,力求做到学以致用。

(3)体现了“以学生为主体、以教师为主导”的教学理念。开发了必要的实训项目,让学生在“学中练、练中学”。增加了知识拓展内容,开阔视野、激发阅读兴趣,贴合专业特点。

(4)采用双色套印,版面新颖,重点突出,从视觉效果上给学生以冲击,符合职业院校学生的心理特征和认知规律。

FOREWORD

本书由江苏省徐州技师学院李志江任主编、镇江高等职业技术学校戴雪芬任副主编。第2章由徐州技师学院宋敏编写，第3章由海安中等专业学校吴爱华编写，第4章由镇江高等职业技术学校戴雪芬编写，第5章由无锡技师学院何平编写，第8章由杭州湾中等专业学校李佳特编写，第1章、第6章、第7章由徐州技师学院李志江编写。全书由李志江统稿。本书由盐城机电高等职业技术学校副教授张国军审稿。本书在编写过程中得到了编者所在学校各级领导和各位同仁的大力支持与帮助，在此一并表示感谢。另外，本书在编写过程中，还参考了大量教材和资料，在此对各位编者表示感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请各位专家和广大读者批评指正，以便再版时修正。

编 者

目 录

CONTENTS

第1章 走近机械..... 1

1.1 认识机械 1

1.1.1 机械发展简介 1

1.1.2 机械常用名词 5

1.1.3 常用机械设备 7

1.2 课程的性质、任务及学习方法··· 10

1.2.1 课程的性质和内容11

1.2.2 课程的任务和要求11

1.2.3 课程的学习方法11

第2章 力学基础..... 12

2.1 力、力矩、力偶、力的投影·· 12

2.1.1 力的概念与基本性质12

2.1.2 力矩16

2.1.3 力偶17

2.1.4 力的投影18

2.2 约束、约束反力和受力图的应用 20

2.2.1 约束与约束反力20

2.2.2 物体的受力分析与受力图23

2.3 平面力系的平衡问题 26

2.3.1 平面力系的分类及平衡方程 ···27

2.3.2 未知量的求解27

2.4 杆件基本变形和强度条件 29

2.4.1 杆件变形的的基本形式30

2.4.2 内力30

2.4.3 应力33

2.4.4 强度条件及应用33

第3章 机械工程材料..... 36

3.1 金属材料的性能 36

3.1.1 金属材料的力学性能36

3.1.2 金属材料的工艺性能41

3.2 黑色金属材料 42

3.2.1 碳素钢的分类、牌号及应用 ···43

3.2.2 合金钢的分类、牌号及应用 ···47

3.2.3 铸铁的分类、牌号及应用55

3.3 钢的热处理常识 58

3.3.1 钢的普通热处理59

3.3.2 钢的表面热处理和化学热处理··59

知识拓展 铁碳合金相图61

3.4 有色金属材料 63

3.4.1 铝及铝合金63

3.4.2 铜及铜合金65

知识拓展 变形铝及铝合金牌号的表示方法68

实训项目 洛氏硬度试验68

第4章 常用机构..... 70

4.1 平面四杆机构 70

4.1.1 平面机构概述70

4.1.2 平面四杆机构的组成与分类 ···74

4.1.3 平面四杆机构的基本性质76

4.1.4 平面四杆机构的演化	78	6.3 螺旋传动	120
4.2 凸轮机构	80	6.3.1 螺纹的种类及应用	120
4.2.1 凸轮机构的类型及特点	81	6.3.2 普通螺纹的主要参数及代号	122
4.2.2 凸轮机构的工作特性及应用	82	6.3.3 螺旋传动的应用	124
4.3 间歇机构	85	知识拓展 螺旋传动机构的装配	127
4.3.1 棘轮机构	85	6.4 齿轮传动	129
4.3.2 槽轮机构	88	6.4.1 齿轮传动的类型及应用	129
4.3.3 不完全齿轮机构	90	6.4.2 渐开线齿廓	130
第5章 连接	92	6.4.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本 参数	132
5.1 螺纹连接	92	6.4.4 齿轮副的正确啮合条件和连续 传动条件	134
5.1.1 螺纹连接的类型及应用	92	6.4.5 渐开线齿轮的失效形式	135
5.1.2 螺纹连接的防松	93	知识拓展 直齿圆柱齿轮啮合质量的 检验	136
5.2 键连接与销连接	96	6.5 蜗杆传动	137
5.2.1 键连接	96	6.5.1 蜗杆传动的类型	138
5.2.2 销连接	98	6.5.2 蜗杆传动的主要参数和啮合 条件	139
5.3 联轴器与离合器	100	6.5.3 蜗轮回转方向的判定	140
5.3.1 联轴器的类型、特点及应用	101	知识拓展 蜗杆传动机构啮合质量的 检验	142
5.3.2 离合器的类型、特点及应用	102	6.6 轮系	143
实训项目 平键连接的装拆	105	6.6.1 轮系的分类及应用特点	143
第6章 机械传动	107	6.6.2 定轴轮系的传动比	145
6.1 带传动	107	知识拓展 定轴轮系中任意从动齿轮的 转速计算	149
6.1.1 带传动的组成与类型	107	实训项目 V带的安装	152
6.1.2 V带的结构与类型	109	第7章 支承零部件	153
6.1.3 V带带轮的结构与材料	110	7.1 轴	153
6.1.4 V带传动的参数	111	7.1.1 轴的分类与应用	153
6.1.5 V带的安装与维护	112	7.1.2 轴的结构	155
6.2 链传动	114		
6.2.1 链传动的组成与类型	114		
6.2.2 传动链的种类与结构	115		
6.2.3 链传动的参数	117		
6.2.4 链传动机构的装配	118		

7.1.3 轴上零件的固定	156
7.1.4 轴的结构工艺性	158
知识拓展 轴类零件的材料和毛坯	159
7.2 滑动轴承	160
7.2.1 滑动轴承的类型、结构和特点	160
7.2.2 滑动轴承的材料	162
知识拓展 滑动轴承的润滑	163
7.3 滚动轴承	165
7.3.1 滚动轴承的结构	165
7.3.2 滚动轴承的类型与代号	166
7.3.3 滚动轴承的类型选择	171
知识拓展 滚动轴承的润滑与密封	172
实训项目 深沟球轴承的装配与拆卸	175

第8章 机械的节能环保与安全防护··· 177

8.1 机械润滑与密封	177
8.1.1 润滑剂的种类及选用	178
8.1.2 机械中常用的润滑方法	179
8.1.3 机械装置的密封	180
8.2 机械的节能环保与安全防护···	182
8.2.1 机械噪声的形成与防护	183
8.2.2 机械伤害的形成与防护	184
8.2.3 机械的节能与环保	184
实训项目 CA6140 车床主轴部件的 装配	185

参考文献	187
------------	-----

走近机械

从古至今，从金字塔建造时的简单机械滑轮到目前世界最高建筑迪拜塔，从工业革命时期大家惊呼的蒸汽火车到现在动辄突破 400 km/h 的高铁，从莱特兄弟的第一次人类起飞到现今外太空的探索，世界发生了翻天覆地的变化，这一切都与机械的发展密切相关。

1.1 认识机械

学习导入

从一颗螺钉到万吨巨轮，从自行车到高速动车，从普通机床到柔性制造系统……机械无处不在，人们的生产、生活已被机械包围。

学习目标

1. 了解先进制造业的发展前景；
2. 掌握机械与机器、机构与构件的含义；
3. 熟悉常用的机械加工设备。

1.1.1 机械发展简介

早在 60 万年前的石器时代，我们的祖先就开始有意识地打制各种石矛、石刀和石斧，用于狩猎与砍削，这些简单粗糙的工具可以说是机械的先驱。自从原始人发明钻木取火的器械后，火的使用更加频繁，也使人类结束了茹毛饮血的历史，使人的大脑和身体的进化得以加快。

公元前 3000 年以前，人类已广泛使用石制和骨制

提示：

机械始于工具，工具是简单的机械；人类成为“现代人”的标志就是制造工具。

的工具。古埃及金字塔的建造就是利用了“滚子木”、滑轮、杠杆、斜面等简单机械（图 1-1）；中国古代用来指示方向的司南车（又称指南车）也是利用了差速齿轮原理制造的（图 1-2）。



图 1-1 金字塔的建造

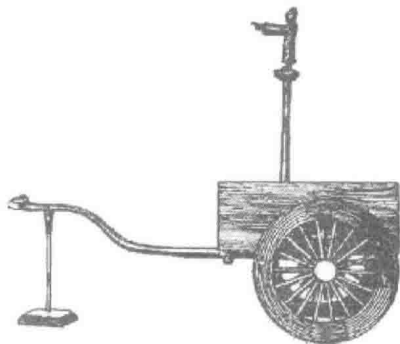


图 1-2 司南车

风车（图 1-3）是一种利用风力驱动的机械装置，它是利用可调节的叶片或梯级横木的轮子所产生的能量来运转的。早在 2000 多年前，中国、巴比伦、波斯等国就已利用风车提水灌溉、碾磨谷物。12 世纪以后，风车在欧洲迅速发展，通过风车利用风能提水、供暖、制冷、航运、发电等。公元前 1100 年以前，中国就已经发明了利用轴轮原理制成的辘轳（图 1-4）来提水，到春秋时期，应用已非常广泛。

议一议：

中国古代在机械领域为人类做出了哪些重大贡献？

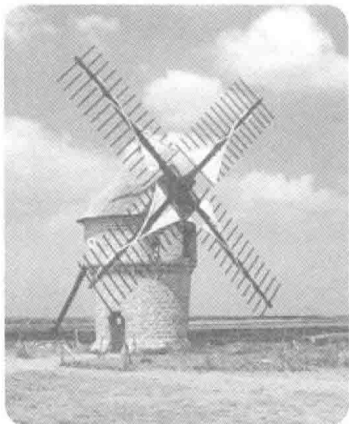


图 1-3 风车

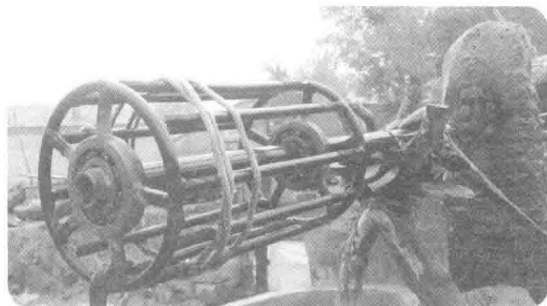


图 1-4 辘轳

18 世纪以后，以瓦特的蒸汽机（图 1-5）、史蒂芬逊的蒸汽机车、莫兹莱的螺纹切削机床（图 1-6）等为代表的一批令人瞩目的科技成果陆续出现，使以机器取代人力、以大规模工厂取代个体手工产业的科技革命成为现实。第一次工业革命结束了人类依靠人力和畜力进行生产、生活的历史，把人类推向了崭新的蒸汽时代。

1870 年以后,科学技术的发展突飞猛进,各种新技术、新发明层出不穷,并被迅速应用于工业生产。第二次工业革命中,从电力供应系统的广泛应用开始,电动机就在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动工作机械的基本动力。第二次工业革命的成果见表 1-1。

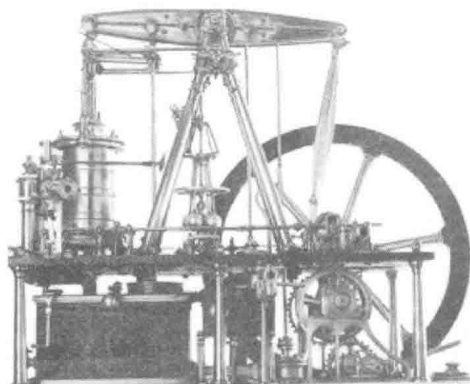


图 1-5 瓦特的蒸汽机

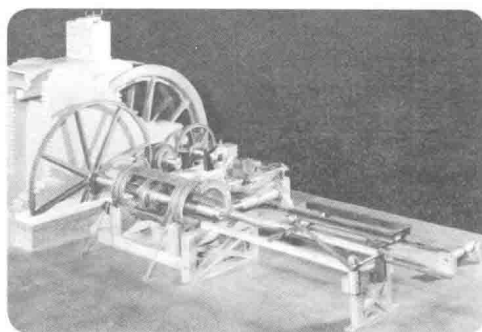


图 1-6 莫兹莱的螺纹切削机床

表 1-1 第二次工业革命的成果

类别	时 间	内 容	国别
电力	1866 年	西门子制成发电机	德国
	19 世纪 70 年代	电力成为新能源	
	19 世纪 80—90 年代	电灯、电车、放映机相继问世	
内燃机 交通工具	19 世纪 70—80 年代	汽油内燃机	德国
	19 世纪 80 年代	本茨制造出汽车	德国
	19 世纪 90 年代	迪塞尔制造出柴油机	德国
	1903 年	飞机试飞成功	美国
通信手段	19 世纪 40 年代	有线电报	美国
	19 世纪 70 年代	贝尔发明有线电话	美国
	19 世纪 90 年代	马可尼发明无线电报	意大利
化学工业	1867 年	诺贝尔发明炸药	瑞典

从 1885 年德国工程师卡尔·本茨制造第一辆汽车、1903 年美国莱特兄弟发明第一架飞机开始,人类就迎来了崭新的汽车工业与飞机工业,同时,促进了机械制造技术向高精度化、大型化、专用化和自动化方向的发展。特别是 20 世纪初期,福特在汽车制造上又创造了流水线装配。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达到了过去无法想象的高度。

**提示:**

生产的机械化离不开电气化,而电气化则通过机械化才对生产发挥作用。

随着信息装备技术、工业自动化技术、数控加工技术、机器人技术、先进的发电和输电技术、电力电子技术、新型材料技术、纳米技术等的发展,机械工业取得了突飞猛进的发展。从 1957 年苏联发射第一颗人造卫星(图 1-7)到人类在太空建立国际空间站(图 1-8);从 1969 年“阿波罗”号飞船首次成功登月(图 1-9)到人类探测器历史性地飞出太阳系;从简单的手工操作机床到高智能机器人的应用;从普通机车到高铁、磁悬浮列车(图 1-10)的发展,无不是机械制造工业的一次次革命。

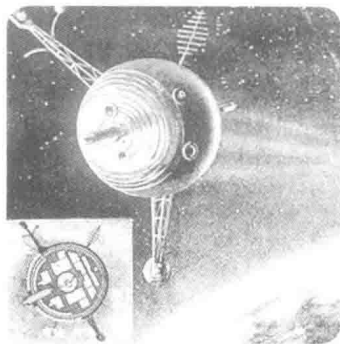


图 1-7 苏联发射的第一颗人造卫星

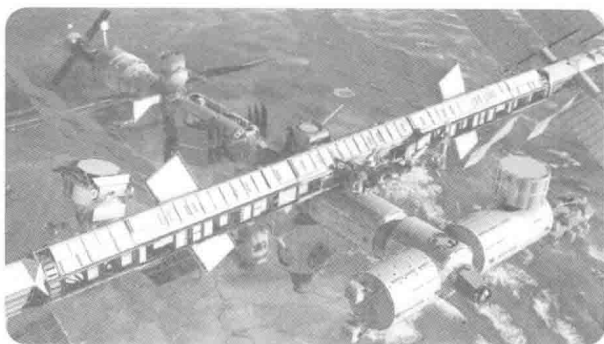


图 1-8 国际空间站



图 1-9 “阿波罗”号飞船登月



图 1-10 磁悬浮列车



想一想:

1. 近二十年来,中国在航空、航天领域有哪些重大的突破?
2. 近十年来,中国高铁技术取得了哪些骄人的成果?

进入 21 世纪,先进制造业正向着高柔性化、高自动化、高精度化、高速度和高效率化、绿色化与环保化方向发展,见表 1-2。

表 1-2 先进制造业的发展前景

领域	发展前景
装备工业领域	CNC 等高新技术不断推动着装备工业朝定制化、智能化、柔性化和集成化的自动化生产方向发展, 系统设计与成套生产技术、超精超大制造技术、绿色制造技术是世界各国装备工业主要的发展方向
铁路工业领域	高速、重载、节能、程控数字交换技术、宽频带信息传输技术、智能网络管理以及卫星通信技术等铁路高科技制造技术是当前国内外铁路工业的重点发展方向
汽车工业领域	智能控制技术、通信网络技术、新能源新材料技术、全线通移动通信与导航技术、精密数控加工技术、自动化生产系统在汽车制造业中得到广泛使用
船舶工业领域	现代船舶技术将由设备密集型和信息密集型向知识密集型方向发展, 其制造技术将转向成组技术、柔性制造系统、智能控制系统、绿色制造技术和并行工程等
航空、航天领域	国内外航空、航天领域的发展趋势是: 深空探测, 开发新的航天运输系统, 研发卫星武器, 发展空间机器人、虚拟现实技术及超远程、超声速、超大动力飞机
光电通信领域	国内外光电通信技术的发展趋势是: DWDM 全光网络、光子计算与光信息处理、光电通信、光子集成器、聚合物光电器件和光子传感器

查一查:

到图书馆或网络上查一查, 在人类历史上, 机械还有哪些重大的发现? 记下来, 与同学进行交流。

1.1.2 机械常用名词

机械源自于希腊语 *mechine* 及拉丁文 *mecina*, 原指“巧妙的设计”。作为一般性的机械概念, 可以追溯到古罗马时期, 主要是为了区别手工工具。现代中文的“机械”一词是机器和机构的总称。

1

机器

什么是机器呢? 其实马克思早在欧洲工业革命时就已经下过定义。马克思指出, 所有机器都由三部分组成: 一是原动机(动力部分), 如汽车的发动机、机床的电机; 二是工作部分(或称执行部分), 如汽车的车轮、转向器, 机床的主轴等; 三是传动部分, 如汽车的变速箱传动轴, 机床的变速箱、丝杠等。具有此三部分者为机器, 缺一不可。



提示:

现代机器通常也把控制部分作为机器的一个重要组成部分,如飞机的控制部分——自动驾驶仪就在飞机飞行中起着决定性作用。

2

机构

机构是具有确定相对运动的组合,它是用来传递运动和力的构件系统。如图 1-11 所示,内燃机的发动机部分就是由曲柄连杆机构、配气机构等组合而成的。

与机器相比,机构也是人为实体(构件)的组合,各运动实体之间也具有确定的相对运动,但不能做机械功,也不能实现能量的转换,见表 1-3。

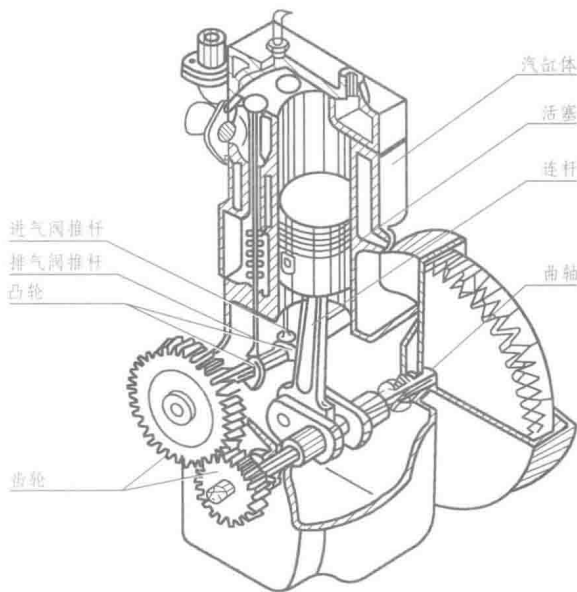


图 1-11 内燃机的发动机局部

3

构件

机器及机构是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成的,因此,构件是机构中的运动单元,也是相互之间能做运动的物体。在机械中应用最多的是刚性构件,即作为刚体看待的构件。一个构件,可以是不能拆开的单一整体,也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体。

4

零件

零件是构件的组成部分。机构运动时,属于同一构件中的零件,相互之间没有相对运动。构件与零件既有区别又有联系,构件可以是单一零件,如单缸内燃机中的曲轴,也可以是若干零件连接而成的刚性构件,如连杆构件。

构件与零件的根本区别是:构件是运动的单元,零件是制造的单元。

机械的常用名词与含义见表 1-3。

表 1-3 机械常用名词的含义

名词	含义
机械	机器与机构的总称
机器	由构件组合而成;各构件之间具有确定的相对运动;能代替人的劳动,完成有用的机械功或实现能量的转换
机构	由构件组合而成;各构件之间具有确定的相对运动
构件	机器独立的运动单元
零件	机器中独立的制造单元

议一议:

同学之间议一议,举例说一下你见到过的机器、机构、构件和零件。

1.1.3 常用机械设备

1. 机械设备的分类

机械设备种类繁多,根据行业不同,可分为 11 大类,见表 1-4。无论哪种机械设备,一般均由驱动装置、变速装置、传动装置、工作装置、制动装置、防护装置、润滑系统、冷却系统等部分组成。

表 1-4 机械设备的分类

分类	举例
农业机械	拖拉机、播种机、收割机械
重型矿山机械	冶金机械、起重机械、装卸机械、工矿车辆、水泥设备
工程机械	叉车、铲土运输机械、起重机、压实机械、混凝土机械
石化通用机械	石油钻采机械、炼油机械、化工机械、造纸机械、印刷机械、塑料加工机械、制药机械

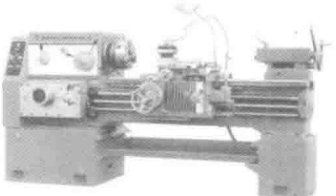
(续表)

分类	举例
电工机械	发电机械、变压器、电动机、电焊机、家用电器
机床	金属切削机床、锻压机械、铸造机械
汽车	载货汽车、公路客车、轿车
仪器仪表	自动化仪表、电工仪器仪表、光学仪器、成分分析仪器、汽车仪器仪表、电料装备、电教设备
基础机械	轴承、液压件、密封件、粉末冶金制品、标准紧固件、工业链条、齿轮、模具
包装机械	包装机、装箱机、输送机
环保机械	水污染防治设备、大气污染防治设备、固体废物处理设备

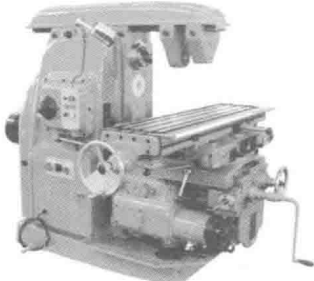
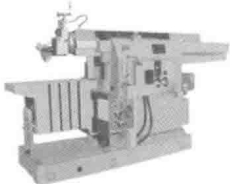
2. 常用机械加工设备

机械加工设备种类繁多、功能各异，见表 1-5。

表 1-5 常用机械加工设备

分类	说明	图例
车床	主要用于加工各种回转表面及回转体的端面，如车削内外表面、车孔、车槽、车螺纹、车成形面等，还可以进行钻孔、铰孔、滚花等。常用的车床有卧式车床、立式车床、数控车床、六角车床、自动车床等	 CA6140 卧式车床
钻床	主要用于钻孔、扩孔、铰孔、铰孔及攻螺纹等。常用的钻床有台式钻床、立式钻床、摇臂钻床等	 Z3050 摇臂钻床
镗床	主要用于钻孔、扩孔、镗孔、镗螺纹、镗平面等。常用的镗床有卧式镗床、立式镗床、坐标镗床等	 TX68 卧式镗床

(续表)

分类	说明	图例
铣床	主要用于铣内外平面、台阶、沟槽和成形面,还可以进行钻孔、铰孔、铣孔、铣花键槽、铣齿轮和螺旋槽等。常用的铣床有升降台铣床、龙门铣床、工具铣床、仿形铣床、仪表铣床和数控铣床等	 X6132 型卧式万能升降台铣床
磨床	主要用于磨削内外表面、平面,磨花键、螺纹、齿轮、磨成形面等。常用磨床有外圆磨床、内圆磨床、平面及端面磨床、工具磨床等	 M1432 型万能外圆磨床
刨床	主要用于刨削平面、沟槽、曲面等。常用的刨床有牛头刨床、龙门刨床等	 B665 牛头刨床
齿轮加工机床	主要用于加工内外齿轮、齿条等。常用的齿轮加工机床有滚齿机、插齿机、车齿机、刨齿机、铣齿机、拉齿机等	 Y3150 型滚齿机
特种加工机床	主要用于高强度、高硬度、高韧性、高脆性、耐高温、耐磁性等难切削的材料,以及具有特殊结构、形状复杂、精度要求高和表面粗糙度值要求小的零件加工。常用的特种加工机床有电火花线切割机床、电火花成形机床等	 电火花线切割机床