

机械 制造基础



黄立东 葛 云 / 主编

JIXIE ZHIZAO JICHU



电子科技大学出版社

机械 制造基础



黄立东 葛云 / 主编

JIXIE ZHIZAO JICHU



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础 / 黄立东, 葛云主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2016.9
ISBN 978-7-5647-3936-2

I. ①机… II. ①黄… ②葛… III. ①机械制造—高等学校—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 224800 号

机械制造基础

黄立东 葛云 主编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编: 610051)

策划编辑: 罗 雅

特邀编辑: 朱 丹

责任编辑: 罗 雅

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川永先数码印刷有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 15.5 字数 394 千字

版 次: 2016 年 9 月第一版

印 次: 2016 年 9 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3936-2

定 价: 49.00 元

版权所有★侵权必究

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

本书介绍的内容既是机械类专业的重要技术基础，又是可独立应用的技术，作者在编写本书时力图处理好这两者的关系。随着机械类专业教学体系及内容改革的发展，在不少学校“机械原理”“机械设计”这两门课程有合一的趋势，以形成一个更为系统的机械设计基础类课程。作为体系中的一部分，我们对“机械原理”“机械设计”课程进行了重组整合，合并为机械设计基础课程。但是，两门课程的合一，绝不是简单的1+1过程，也不是单纯地为了减少学时数，最终目的还是要使学生用较少的学时数完成技术基础课程的学习，具备较扎实和较宽广的机械设计基础知识。

本书在内容组织上从培养技术应用能力和加强素质教育出发，学习内容与工作过程相一致，综合了工程材料，热处理和金属的冷、热加工等相关知识，构建了四个模块，内容设计上符合学生的认知规律，突出高职学生应用能力的培养，体现职业教育的针对性。

本书在内容选择上贯彻“够用、实用及可操作性”的原则，不追求知识的系统性和完整性。尽量减少枯燥、烦琐和实用性不强的理论推导和灌输，注重应用。采用以案列导入教学的编写模式，理实结合，启发学生的思考，培养学生实践能力，体现了职业教育的应用性。

本书在编写过程中，参考了有关教材和资料，并得到许多同仁的支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请同仁和读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 机械制造概述	1
1.1 机械的一般概念	1
1.2 机械制造的一般过程	3
1.3 机械制造的基本环节	8
1.4 认识现代制造技术	12
第 2 章 金属切削加工基础知识	16
2.1 金属切削机床	16
2.2 金属切削加工	19
2.3 金属切削刀具	21
2.4 常用加工方法综述	25
2.5 零件结构工艺性	52
第 3 章 铣、刨、磨削加工	58
3.1 铣削加工	58
3.2 刨削加工	68
3.3 磨削加工	75
第 4 章 铸 造	81
4.1 液态成形理论基础	81
4.2 铸造方法	93
4.3 常用合金铸件生产	115
4.4 铸件的结构工艺性	123
第 5 章 锻 压	128
5.1 锻压成形基础知识	128
5.2 金属的塑性变形	129
5.3 塑性加工方法的结构工艺性	136
第 6 章 焊 接	141
6.1 概述	141

机械制造基础	
6.2	焊接基础 142
6.3	焊接方法 144
6.4	焊接结构工艺设计 150
第7章	机床夹具原理与设计 163
7.1	概述 163
7.2	工件在夹具中的定位 169
7.3	定位误差分析 179
第8章	零件选材与加工工艺分析 185
8.1	零件的失效形式和选材原则 185
8.2	零件毛坯的选择 187
8.3	零件热处理的技术条件和工序位置 190
8.4	典型零件材料和毛坯的选择及加工工艺分析 192
第9章	机械加工工艺与装备 199
9.1	典型零件机械加工工艺规程的编制说明 199
9.2	基础知识 200
9.3	典型零件的加工工艺 218
第10章	其他先进制造技术 226
10.1	超高速加工技术 226
10.2	超精密加工技术 228
10.3	快速成形技术 230
10.4	先进制造工艺发展趋势 236
参考文献 239

第 1 章 机械制造概述

1.1 机械的一般概念

1.1.1 机械的定义

“机械”（Machine）一词，源自于希腊语中的 Mechine 及拉丁文中的 Mecina，原指“巧妙的设计”；而作为一般性的机械概念，则可以追溯到古罗马时期，主要是为了能和手工工具区分开而产生的。中文机械的现代概念多源自日语中的“机械”一词，日本的机械工程对机械概念作了如下定义，即符合下面 3 个特征的物体就称为机械。

- （1）机械是物体的组合，假定力加到其各个部分也难以变形。
- （2）这些物体必须实现相互的、单一的、规定的运动。
- （3）把施加的能量转变为最有用的形式，或转变为有效的机械功。

一般认为机械是一切具有确定的运动系统的机器和机构的总称，如机床、拖拉机等。机械产品指的是以金属材料作为主要原材料，通过铸造、锻造、车、铣、刨、磨和钳等各种机械加工方式加工而成的产品。

1.1.2 机械产品的分类

机械产品分类繁多，下面以一个人一生中可能用到的部分机械为例说明机械产品的类型。

1. 出生阶段

出生时，我们会用到 CT 机、蓝光机等设备。除此之外，还可能用到自动化仪表、电工仪器仪表、光学仪器、成分分析仪、汽车仪器仪表、电料装备、电教设备和照相机等。所有这些设备都属于仪器仪表类机械产品。

2. 出生后的一生中

人必须吃饭，而粮食的生产过程中必然会用到拖拉机、播种机和收割机等，这些机械设备和产品属于农业机械。

人必须住宿，进入幼儿园、小学、中学，及至大学教室，这些建筑物的建设过程中必然用到叉车、铲土运输机械、压实机械、混凝土机械等，这些机械设备属于工程机械。

建筑过程所需要的原材料如花岗石、沙石、水泥及矿石等的获取要用到冶金机械、矿山机械、起重机械、装卸机械、工矿车辆和水泥设备等，这些设备属于重型矿山机械。

人必须穿衣穿鞋，而大部分衣服和鞋都含有塑料制品，如纽扣、塑胶鞋底等，这些都是石油化工产品，这些产品的产出离不开石油钻采机械、炼油机械、化工机械、泵、风

机、阀门、气体压缩机、制冷空调机械、造纸机械、印刷机械和塑料加工机械等，这些机械设备属于石化通用机械。

人必须依靠交通工具外出学习、工作和旅游等，其中包括自行车、小型汽车、大型客车、改装汽车、摩托车、飞机等，这些机械设备属于交通工具。

电视、电脑、空调、洗衣机等家用电器我们早已司空见惯，而这些设备的供电和维护过程将大量用到发电机、变压器、电动机、高低压开关、电线电缆、蓄电池和电焊机等设备，这些都属于电工机械。

购物时，大部分设备都有包装，我们可以根据包装上的信息使用设备，利用包装进行运输保护，而包装必然涉及包装机、装箱机和输送机等设备，这类设备属于包装机械。

衣食住行的各个环节必然会产生大量废弃物，如瓜皮果壳、纸屑笔头等，必须对其进行一系列的处理，以防止对环境造成危害。在此过程中就会用到水污染防治设备、大气污染防治设备和固体废物处理设备等等，这类设备属于环保机械。

所有这些设备上必然或多或少地存在轴承、螺丝、螺母、链条和齿轮等，也会有液压件、密封件、粉末冶金制品、标准紧固件和复杂的模具，这些都属于基础机械。

人类发展到现在，和动物的根本区别在于人类会制造和使用工具。而上述这些设备的生产环节将必不可少地用到金属切削机床、锻压机械、铸造机械和木工机械等，这类设备属于机床类设备。

当然，随着科技的进步和生活水平的日益提高，小到精致的戒指，大到航空母舰，也都可以称为机械类产品，这些已经存在的和将要存在的机械类产品，统一归结为其他机械。

1.1.3 机械产品的图例

前面介绍的机械产品主要包括 12 类，下面每种类型给出一个典型产品，如图 1-1 ~ 图 1-12 所示。

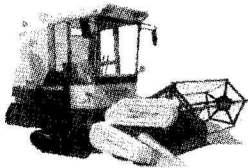


图 1-1 联合收割机 (农业机械)

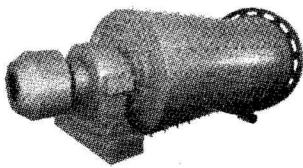


图 1-2 球磨机 (重型矿山机械)

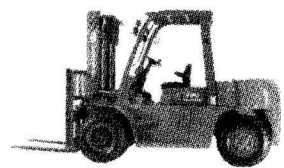


图 1-3 叉车 (工程机械)

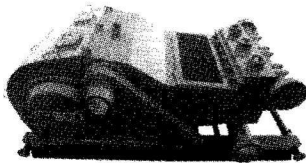


图 1-4 石油钻探泥浆泵 (石化通用机械)

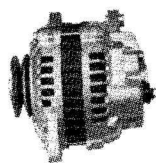


图 1-5 发电机 (电工机械)

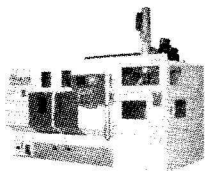


图 1-6 数控车床 (机床类)

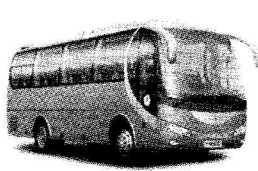


图 1-7 宇通客车 (交通工具)

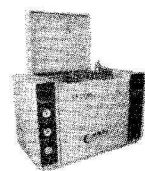


图 1-8 痕量烃分析仪 (仪器仪表)

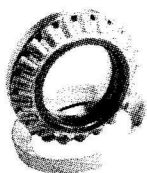


图 1-9 轴承 (基础机械)

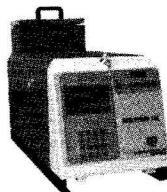


图 1-10 数控装盒机 (包装机械)

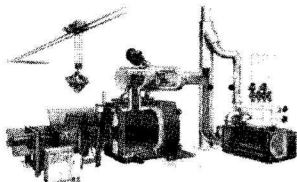


图 1-11 医疗垃圾处理流水线 (环保机械)

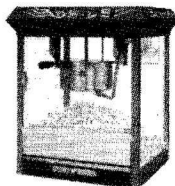


图 1-12 爆米花机 (其他机械)

1.2 机械制造的一般过程

1.2.1 几个相关的概念

首先了解机械制造中几个相关的概念。

生产过程：指产品由原材料到成品之间各个相互联系的劳动过程的总和。

工艺过程：在机械产品的生产过程中，通过改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为半成品或者成品的过程。

机械工艺过程：指采用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状尺寸和表面质量等，使其成为零件的过程。

从宏观上讲，机械制造就是一个输入/输出系统。系统理论认为：系统是由多个相互关联和影响的环节组成的一个有机整体，在一定的输入条件下，各个环节之间达到一个位置相对稳定、协调的工作状态。机械制造系统的工作原理如图 1-13 所示。

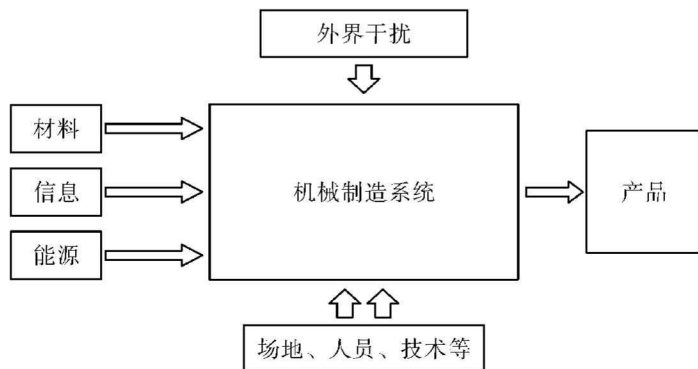


图 1-13 机械制造系统

具体介绍如下。

(1) 机械加工的主要任务是将选定的材料变为合格产品，其中材料是整个系统的核心。

(2) 能源用于为系统提供动力，在制造过程中不可或缺。

(3) 信息用于协调系统各个部分之间的正常工作。随着生产自动化技术的发展，系统的结构日益复杂，信息的控制作用越来越重要。

(4) 外界干扰是指来自系统外部的力、热、噪声及电磁等影响，这些因素会对系统的工作产生严重的干扰，必须加以控制。

(5) 合格产品必须达到其使用时必需的质量要求，具体包括一定的尺寸精度、结构精度及表面质量。另外，还应尽量降低产品的成本。

(6) 机械制造系统必须与场地、熟练的操作人员以及成熟的加工技术等支撑因素配合起作用，才能生产出合格的产品。

采用系统的观点来分析机械制造过程有助于更好地理解现代生产的特点。一条生产线就构成一个相对独立的制造系统，如图 1-14 所示为产品在各个设备之间进行流水作业的情景。这类系统结构清晰，但是不够紧凑。

当功能强大的数控机床出现以后，一台数控加工中心（如图 1-15 所示）可以取代一条生产线的工作，并且生产效率更高、质量更优，这样的制造系统更加优越。



图 1-14 生产线

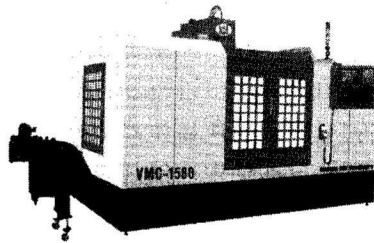


图 1-15 数控加工中心

1.2.2 自动化制造系统

自动化制造系统是指在较少的人工直接或间接干预下，将原材料加工成零件或将零件组装成产品的制造系统。

自动化制造系统包括刚性制造和柔性制造。“刚性”的含义是指该生产线只能生产某种产品或生产工艺相近的某类产品，表现为生产产品的单一性。刚性制造包括组合机床、专用机床、刚性自动化生产线等。“柔性”是指生产组织形式和产品及工艺的多样性和可变性，具体表现为机床的柔性、产品的柔性、加工的柔性以及批量的柔性等。柔性制造包括柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、柔性制造线(FML)、柔性装配线(FAL)、计算机集成制造系统(CIMS)等。下面依据自动化制造系统的生产能力和智能程度进行分类介绍。

1. 刚性自动化生产

(1) 刚性半自动化单机。

除上、下料外，机床可以自动地完成单个工艺过程的加工循环，这样的机床称为刚性半自动化机床。这种机床一般是机械或电液复合控制式组合机床和专用机床，可以进行多面、多轴、多刀同时加工，加工设备按工件的加工工艺顺序依次排列。切削刀具由人工安装和调整，实行定时强制换刀，如果出现刀具破损、折断，可进行应急换刀，如单台组合

机床、通用多刀半自动车床、转塔车床等。从复杂程度讲，刚性半自动化单机实现的是加工自动化的最低层次，但是投资少、见效快，适用于产品品种变化范围和生产批量都较大的制造系统。其缺点是调整工作量大，加工质量较差，工人的劳动强度也大。

(2) 刚性自动化单机。

这是在刚性半自动化单机的基础上增加自动上、下料等辅助装置而形成的一种自动化机床。辅助装置包括自动工件输送、上料、下料、自动夹具、升降装置和转位装置等，切屑处理一般由刮板器和螺旋传送装置完成。这种机床实现的也是单个工艺过程的全部加工循环。这种机床往往需要定做或改装，常用于品种变化很小，但生产批量特别大的场合。其主要特点是投资少、见效快，但通用性差，是大量生产最常见的加工装备。

(3) 刚性自动化生产线。

刚性自动化生产线是在多工位生产过程中，用工件输送系统将各种自动化加工设备和辅助设备按一定的顺序连接起来，在控制系统的作用下完成单个零件加工的复杂大系统。在刚性自动化生产线上，被加工零件以一定的生产节拍，顺序通过各个工作位置，自动完成零件预定的全部加工过程和部分检测过程。因此，与刚性自动化单机相比，其结构复杂，任务完成的工序多，所以生产效率也很高，是少品种、大量生产必不可少的加工装备。除此之外，刚性自动化生产线还具有可以有效缩短生产周期、取消半成品的中间库存、缩短物料流程、减少生产面积、改善劳动条件以及便于管理等优点。其主要缺点是投资大，系统调整周期长，更换产品不方便。为了消除这些缺点，人们发展了组合机床自动化生产线，可以大幅度缩短建线周期，更换产品后只需更换机床的某些部件即可（如更换主轴箱），大大缩短了系统的调整时间，降低了生产成本，并能获得较好的使用效果和经济效益。组合机床自动化生产线主要用于箱体类零件和其他类型非回转体的钻、扩、铰、镗、攻螺纹和铣削等工序的加工。

2. 柔性自动化生产

(1) 柔性制造单元。

柔性制造单元(Flexible Manufacturing Cell, FMC)由单台数控机床、加工中心、工件自动输送及更换系统等组成。它是实现单工序加工的可变加工单元，单元内的机床在工艺能力上通常是相互补充的，可混流加工不同的零件。系统对外设有接口，可与其他单元组成柔性制造系统。

(2) 柔性制造系统。

柔性制造系统(Flexible Manufacturing System, FMS)由两台或两台以上加工中心或数控机床组成，并在加工自动化的基础上实现物料流和信息流的自动化，其基本组成部分包括自动化加工设备、工件储运系统、刀具储运系统及多层计算机控制系统等。

柔性制造系统的主要特点如下：

- ①柔性高，适应多品种、中小批量生产；
- ②系统内的机床工艺能力是相互补充和相互替代的；
- ③可混流加工不同的零件；
- ④系统局部调整或维修不中断整个系统的运作；
- ⑤多层计算机控制，可以和上层计算机联网；
- ⑥可进行三班无人干预生产。

(3) 柔性制造线。

柔性制造线(Flexible Manufacturing Line, FML)由自动化加工设备、工件输送系统和控制系统等组成。柔性制造线与柔性制造系统之间的界限很模糊,两者的重要区别是前者像刚性自动化生产线一样,具有一定的生产节拍,工作沿一定的方向顺序传送,后者则没有一定的生产节拍,工件的传送方向也是随机的。柔性制造线主要适用于品种变化不大的中批量和大批量生产,线上的机床主要是多轴主轴箱的换箱式和转塔式加工中心。在工件变换以后,各机床的主轴箱可自动进行更换,同时调入相应的数控程序,生产节拍也会进行相应的调整。

柔性制造线的主要优点是:具有刚性自动化生产线的绝大部分优点,当批量不是很大时,生产成本比刚性自动化生产线低得多;当品种改变时,系统所需的调整时间又比刚性自动化生产线少得多,但建立系统的总费用却比刚性自动化生产线高得多。有时为了节省投资,提高系统的运行效率,柔性制造线常采用刚柔结合的形式,即生产线的一部分设备采用刚性专用设备(主要是组合机床),另一部分采用换箱或换刀式柔性加工机床。

(4) 柔性装配线。

柔性装配线(Flexible Assembly Line, FAL)通常由装配站、物料输送装置和控制系统等组成。

①装配站。

FAL中的装配站可以是可编程的装配机器人、不可编程的自动装配装置或人工装配工位。

②物料输送装置。

在FAL中,物料输送装置根据装配工艺流程为装配线提供各种装配零件,使不同的零件和已装配成的半成品合理地各装配点间流动,同时还要将成品部件(或产品)运离现场。输送装置由传送带和换向机构等组成。

③控制系统。

FAL的控制系统对全线进行调度和监控,主要是控制物料的流向、自动装配站和装配机器人。

3. 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统(Computer Intergrated Manufacturing System, CIMS)是一种集市场分析、产品设计、加工制造、经营管理、售后服务于一体,借助于计算机的控制与信息处理功能,使企业运作的信息流、物质流、价值流和人力资源有机融合,实现产品快速更新、生产率大幅提高、质量稳定、资金有效利用、损耗降低、人员合理配置、市场快速反馈和良好服务的全新的企业生产模式。

CIMS是目前最高级别的自动化制造系统,但这并不意味着CIMS是完全自动化的制造系统。事实上,目前意义上CIMS的自动化程度甚至比柔性制造系统还要低。CIMS强调的主要是信息集成,而不是制造过程物流的自动化。CIMS的主要特点是系统十分庞大,包括的内容很多,要在一个企业完全实现难度很大。但可以采取部分集成的方式,逐步实现整个企业的信息及功能集成。

1.2.3 零件的生产过程

机械零件的制造包括一系列严整有序的工艺过程,一方面要保证制造的零件能够满足

使用要求，另一方面要尽量降低成本，还要尽可能提高生产效率。通常来说，制造一个机械零件要经历图 1-16 所示的基本环节。

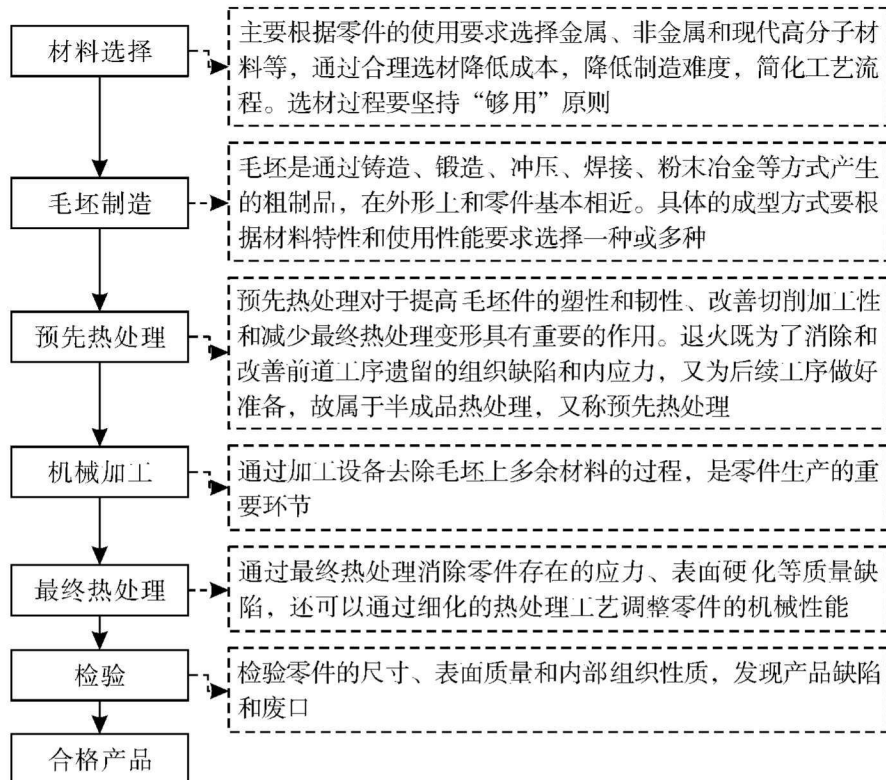


图 1-16 机械零件制造的基本环节

1.2.4 零件的装配过程

装配是指将零件按规定的技术要求组装起来，并经过调试、检验使之成为合格产品的过程。装配过程是通过工艺规程来指导完成的。装配工艺规程是规定产品或部件装配工艺规程和操作方法等的工艺文件，是制订装配计划和技术准备、指导装配工作和处理装配工作问题的重要依据，它对保证装配质量、提高装配生产效率、降低成本和减轻工人劳动强度等都有积极的作用。

下面是制定装配工艺规程的原则：

- (1) 保证产品质量，延长产品的使用寿命；
- (2) 合理安排装配顺序和工序，尽量减少手工劳动量，满足装配周期的要求，提高装配效率；
- (3) 尽量减少装配占地面积，提高单位面积的生产率；
- (4) 尽量降低装配成本。

图 1-17 为减速器的装配示意图。

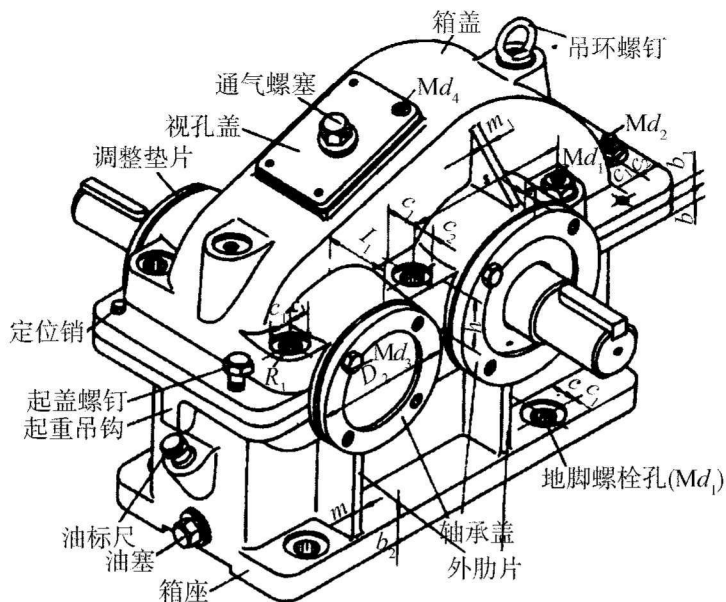


图 1-17 单级圆柱齿轮减速器的装配示意图

装配时按先内后外的顺序进行：

- (1) 按合理顺序装配轴、齿轮和滚动轴承，并注意滚动轴承的方向；
- (2) 合上箱盖；
- (3) 安装好定位销钉；
- (4) 装配上、下箱之间的连接螺栓；
- (5) 装配轴承盖、观察孔盖板。

1.3 机械制造的基本环节

1.3.1 认识毛坯的制造

1. 关于毛坯的基本概念

毛坯制造是机械制造中的重要环节。毛坯的形状和尺寸主要是由零件组成表面的形状、结构、尺寸及加工余量等因素确定的，并尽量与零件相接近，以减少机械加工的劳动量，力求达到少或无切削加工。但是，由于现有毛坯制造技术及成本的限制，以及产品零件的加工精度和表面质量要求愈来愈高，毛坯的某些表面仍需留有一定的加工余量，以便通过机械加工达到零件的技术要求。

毛坯种类的选择不仅影响毛坯的制造工艺及费用，而且也与零件的机械加工工艺和加工质量密切相关。为此需要毛坯制造和机械加工两方面的工艺人员密切配合，合理地确定毛坯的种类和结构形状，并绘出毛坯图。

2. 常见的毛坯种类

常见的毛坯有以下几种。

(1) 铸件。

对形状较复杂的毛坯，一般可用铸造方法制造。目前大多数铸件采用砂型铸造；对尺寸精度要求较高的小型铸件，可采用特种铸造，如永久型铸造、精密铸造、压力铸造、熔模铸造和离心铸造等。

(2) 锻件。

锻件毛坯由于经锻造后可得到连续和均匀的金属纤维组织，因此其力学性能较好，常用于受力复杂的重要钢质零件。其中，自由锻件的精度和生产率较低，主要用于小批量生产和大型锻件的制造；模型锻件的尺寸精度和生产率较高，主要用于产量较大的中小型锻件的制造。

(3) 型材。

型材主要有板材、棒材、线材等，常用截面形状有圆形、方形、六角形和特殊截面形状。就其制造方法，又可分为热轧和冷拉两大类。热轧型材尺寸较大，精度较低，用于一般的机械零件的制造；冷拉型材尺寸较小，精度较高，主要用于毛坯精度要求较高的中小型零件的制造。

(4) 焊接件。

焊接件主要用于单件小批量生产和大型零件及样机试制。其优点是制造简单、生产周期短、节省材料、减轻重量。但其抗震性较差，变形大，需经时效处理后才能进行机械加工。

(5) 其他毛坯。

其他毛坯包括冲压件、粉末冶金件、冷挤件和塑料压制件等。

3. 影响毛坯选择的因素

选择毛坯时应该考虑以下几个方面的因素。

(1) 零件的生产纲领。

大量生产的零件应选择精度和生产率高的毛坯制造方法，用于毛坯制造的昂贵费用可由材料消耗的减少和机械加工费用的降低来补偿。例如，铸件采用金属模机器造型或精密铸造，锻件采用模锻、精锻，选用冷拉和冷轧型材。单件小批量生产时，则应选择精度和生产率较低的毛坯制造方法。

(2) 零件材料的工艺性。

例如，材料为铸铁或青铜等的零件应选择铸造毛坯；钢质零件当形状不复杂、力学性能要求又不太高时，可选用型材；重要的钢质零件，为保证其力学性能，则应选择锻件毛坯。

(3) 零件的结构形状和尺寸。

形状复杂的毛坯，一般采用铸造方法制造，薄壁零件不宜用砂型铸造。一般用途的阶梯轴，如各段直径相差不大，可选用圆棒料；若各段直径相差较大，为减少材料消耗和机械加工的劳动量，则宜采用锻造毛坯，尺寸大的零件一般选择自由锻件，中小型零件可考虑选择熔模锻件。

(4) 现有的生产条件。

选择毛坯时，还要考虑本厂的毛坯制造水平、设备条件以及外协的可能性和经济性等。

4. 毛坯例图

图 1-18 中列出了毛坯的各种例图。

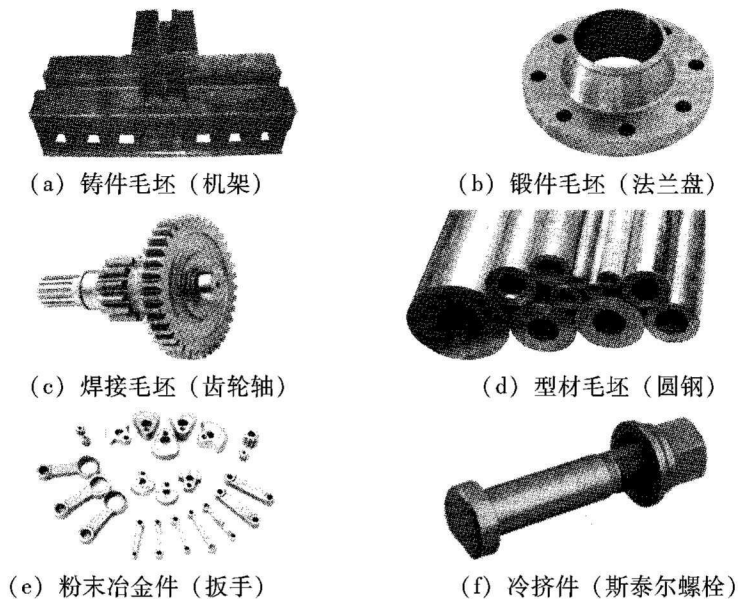


图 1-18 各种毛坯例图

1.3.2 认识机械加工方法

1. 传统机械加工的特征

毛坯成形后还特别粗糙，接下来的加工环节将对其进行精雕细琢，去除多余材料，最后获得理想的产品。近年来，随着材料能源和检测技术的发展，机械加工技术也有了飞速的发展，其生产质量和效率明显提高。传统加工的特征如下：

- (1) 刀具材料比被加工材料硬；
- (2) 靠机械能（力的作用）去除多余的材料；
- (3) 加工过程主要靠操作者的经验来控制；
- (4) 自动化程度相对较低，生产效率不高，精度较低。

2. 传统机械加工分类及用途

传统的机械加工分为车削、铣削、刨削、磨削、钻削、镗削、拉削和绞孔等，下面进行详细介绍。

(1) 车削加工。

车削常用来加工单一轴线的零件，如直轴和一般盘、套类零件等。若改变工件的安装位置或将车床适当改装，还可以加工多轴线的零件（如曲轴、偏心轮等）或盘形凸轮。使用不同的车刀或其他刀具，可以加工各种回转表面，如内外圆柱面、内外圆锥面、螺纹、沟槽、端面 and 成形面等。

车削加工的特点如下：

- ① 易于保证工件各加工面的位置精度。
- ② 切削过程较平稳，避免了惯性力与冲击力，允许采用较大的切削用量，高速切削，

利于生产率提高。

③适于有色金属零件的精加工。有色金属零件表面粗糙度要求较小时，不宜采用磨削加工，需要用车削或铣削等。用金刚石车刀进行精细车削时，可达到较高质量。

④刀具简单。车刀制造、刃磨和安装均较方便。

(2) 铣削加工。

铣削是指使用旋转的多刃刀具切削工件，是一种高效率的加工方法。工作时刀具旋转(做主运动)，工件移动(做进给运动)，工件也可以固定，但此时旋转的刀具还必须移动(同时完成主运动和进给运动)。铣削用的机床有卧式铣削和立式铣床，也有大型的龙门铣床。这些机床可以是普通机床，也可以是数控机床。

刨削加工的特点如下：

①铣刀各刀齿周期性地参与间断切削。

②每个刀齿在切削过程中的切削厚度是变化的。

(3) 刨削加工。

刨削加工是用刨刀对工件的平面、沟槽或成形表面进行直线切削加工的加工方法。加工过程中，刀具或工件做往复直线的运动，由工件和刀具做垂直于主运动的间歇进给运动。刨削加工主要用于单件、小批量生产及机修车间，在大批量生产中往往被铣削所代替。

刨削加工的特点如下：

①主要用于单件、小批量生产及机修车间；

②刀具较简单，但生产率较低(加工长而窄的平面除外)。

(4) 磨削加工。

磨削是一种用磨料、磨具切除工件上多余材料的加工方法。根据工艺目的和要求不同，磨削加工工艺方法有多种形式，为了适应发展需要，磨削技术正朝着精密、低粗糙度、高效、高速和自动磨削的方向发展。

磨削加工的特点如下：

①可以获得很高的加工精度和表面质量；

②在磨削力的作用下，磨钝的磨粒出现自身脆裂或脱落的现象，称之为磨具的自砺性。

(5) 钻削加工。

钻削加工指的是用钻头、铰刀、镗刀在工件上加工孔的方法。通常，钻头旋转为主运动，钻头轴向移动为进给运动，可以加工通孔、盲孔；如果将刀具更换为特殊刀具，则可以进行扩孔、铰孔、铰孔或进行攻丝等加工。

钻削加工的特点如下：

①容易产生“引偏”；

②切削热不易消散；

③排屑困难。

(6) 镗削加工。

镗刀旋转做主运动、工件或镗刀做进给运动的切削加工方法称为镗削加工。镗削加工主要在铣镗床、镗床上进行。