



普通高等教育“十五”国家级规划教材

工程训练

Gongcheng
Xunlian

刘胜青 陈金水 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

工 程 训 练

刘胜青 陈金水 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书根据新世纪人才培养目标和重点高等工科院校金工系列课程改革指南的精神,结合国内工程训练课程的改革实践,借鉴香港地区及国外同类课程的有益经验编写而成。

本书主要内容有制造综述、铸造成形、锻压成形、连接成形、钳工、机械加工(含车、铣、刨、磨等)、新材料新技术(含新材料、零件的模具成形、特种加工技术、快速原型制造技术、数控技术、CAD/CAPP/CAM、机电一体化技术、FMS等)以及现代生产系统等。本书涉及制造、控制、管理及医学等多方面的相关知识。

本书主要作为高等院校工科类专业及部分文、理、医科专业的教学用书,也可供高职、高专、成人高校相关专业选用,还可作为工业企业及经贸管理人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练/刘胜青,陈金水主编. —北京:高等教育出版社,2005.5

ISBN 7-04-016467-1

I. 工... II. ①刘... ②陈... III. 金属加工-高等学校-教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 018791 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

开 本 787×960 1/16
印 张 20.75
字 数 380 000

版 次 2005 年 5 月第 1 版
印 次 2005 年 8 月第 2 次印刷
定 价 24.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16467-00

前 言

为了适应新世纪人才培养的需要,本书根据原国家教委颁布的“工程材料及机械制造基础课程教学基本要求”和“重点高等工科院校金工系列课程改革指南”的精神,结合当前国内外金工系列课程教学改革和工程训练中心建设成果编写而成。

随着科学技术的发展和社会对“基础厚、专业面宽,具有工程实践能力和创新精神的高素质人才”的需求不断增加,越来越多的高等院校为工科和部分文理医科专业的学生开设了“工程训练”实践课。因此,按照新世纪人才培养目标,体现当前工程实践教学改革成果,提供一本有较大工程实践教学空间、有助于培养学生工程实践能力和创新精神的新教材是我们编写本书的初衷。

本书以提高工程素质、培养动手能力、启发创新思维为主线,以传授产品制造和科学管理的基础知识为重点,通过课堂教学、实习和实验等教学环节,使学生在掌握制造和管理基本理论的同时,树立大工程意识,学习科学研究的基本方法,培养分析和解决实际问题的能力,养成团结协作的工作作风和严谨的科学态度,在知识、能力和素质等方面都得到较全面的训练和提高。

本书在体系、内容方面的主要特色是:

1. 本着“拓宽基础、精选内容、注重创新”的编写原则,比较好地处理了理论知识与实践技能、基础知识与专业内容、传统制造技术与现代制造技术之间的关系,引入了研究生课题和毕业论文的部分研究成果,全书涉及的学科领域广,信息量大。

2. 注重多学科知识的交叉与融合,在体系上具有创新和突破。例如第十章以制造为基础,以产品为主线,将生产过程中的设计、制造、管理、销售以及环保等主要环节有机地串接起来,为学习者提供了现代生产系统的理念和背景。又如将新材料、快速原型制造技术与医学的相关知识有机地结合起来,充分体现了现代科学技术的知识结构和内涵。

3. 通过增编学习提示、实验报告示例和设计实验项目等方式,为学习者提供了自学的空间和开展科研工作的入门指导,同时也为不同类型的学校开设自创实验,综合性、设计性实验和各类创新教学活动提供了参考平台。

4. 本书在注重内容的基础性和实用性的同时,也考虑了内容的先进性和前瞻性。

本书由刘胜青(四川大学)和陈金水(天津大学)任主编,参加编写的有刘胜

青(第一章,第六章第二~五节,第九章第一~七节、第九节,第十章及实验项目,第一章、第五章~十章的思考与分析),陈金水(第二章),储洪庆(第三章及第九章部分内容),蔡惠民(第四章),梅筱琴(第五章,第六章第一节以及实验报告示例),罗阳(第七章,第八章,第九章第八节)。

本书由东华大学刘烈元教授审阅。

四川大学工程训练中心李天心、杨怡等老师为本书编写提供了部分资料,并引用了韩英老师论文的部分内容。在此一并致谢。

编 者

2004 年 10 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	龙琳琳
责任编辑	龙琳琳
封面设计	于文燕
责任绘图	郝 林 朱 静
版式设计	王 莹
责任校对	王效珍
责任印制	孔 源

目 录

第一章 制造综述	1
第一节 零件和毛坯	1
第二节 典型机械产品	4
第三节 零件材料的选用	8
第四节 常用金属材料	10
第五节 金属切削机床	18
第六节 金属切削刀具	24
第七节 零件的加工质量	30
第八节 常用量具及测量方法	33
思考与分析	41
第二章 铸造成形	43
第一节 铸造概述	43
第二节 造型材料	46
第三节 造型与制芯	48
第四节 合金的铸造性能及铸造工艺	56
第五节 合金的熔化与浇注	60
第六节 特种铸造	64
第七节 常见铸造缺陷	69
第八节 铸造方法的选用	70
第九节 零件结构的铸造工艺性分析	71
第十节 铸造生产的发展	75
思考与分析	78
第三章 锻压成形	80
第一节 概述	80
第二节 锻造	82
第三节 板料冲压	97
思考与分析	103
第四章 连接成形	104
第一节 概述	104

第二节 熔化焊基础	106
第三节 电弧焊	111
第四节 气焊	122
第五节 压力焊	123
第六节 钎焊	126
第七节 焊接结构的工艺性	128
第八节 粘接	132
思考与分析	135
第五章 钳工	137
第一节 概述	137
第二节 划线	139
第三节 钳工的基本操作	142
第四节 装配与拆卸	154
第五节 设备的管理	158
思考与分析	162
第六章 车削加工	163
第一节 概述	163
第二节 车刀	164
第三节 工件的安装	166
第四节 基本车削加工	174
第五节 车床类机床简介	186
思考与分析	188
第七章 刨削和铣削加工	190
第一节 刨削加工	190
第二节 铣削加工	195
思考与分析	201
第八章 磨削和精密加工	202
第一节 普通磨削	202
第二节 磨削新工艺	209
第三节 精密加工	211
思考与分析	216
第九章 新材料新技术	217
第一节 新材料	217

第二节 零件的模具成形技术	222
第三节 非金属材料的成形	225
第四节 特种加工技术	234
第五节 快速原型制造技术	244
第六节 数控加工技术	252
第七节 计算机辅助设计与制造技术	262
第八节 机电一体化技术	266
第九节 柔性制造系统	280
思考与分析	283
第十章 现代生产系统	285
第一节 概述	285
第二节 产品的概念	286
第三节 产品的开发	288
第四节 产品的设计	290
第五节 产品的生产	293
第六节 产品的质量	298
第七节 产品的销售	301
第八节 环境保护	305
第九节 绿色工程	314
思考与分析	315
附录	317
一、实验项目	317
二、实验报告示例	318
参考文献	319

第一章 制造综述

【学习提示】

本章的主要教学要求是：

- (1) 熟悉毛坯与零件的关系,毛坯的种类以及组成零件的表面;
- (2) 学会分析典型机械产品组成的方法及材料的选用;
- (3) 了解钢铁材料的改性方法和金属材料的分类;
- (4) 掌握切削加工的原理及常用加工方法;
- (5) 了解常用机床的结构及传动类型;
- (6) 熟悉车刀的结构、种类、选用及刀具的演变;
- (7) 了解零件加工质量的评定及有关国家标准;
- (8) 掌握常用量具的使用和维护方法。

第一节 零件和毛坯

机械加工的具体对象是组成机械产品的各种零件。零件是机器、仪表以及各种设备的基本组成单元,不同类型的零件具有不同的形状及功能。

一、零件

生产中根据零件的结构,通常将形形色色的机械零件分为五大类,即轴类(图 1-1)、盘套类(图 1-2)、机身机座类(图 1-3)、箱体支架类(图 1-4)和其他类(图 1-5)。

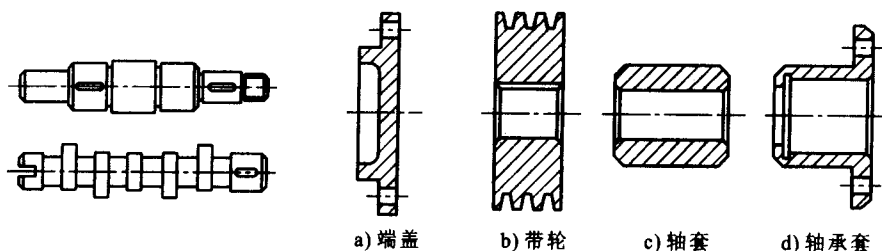


图 1-1 轴类零件

图 1-2 盘套类零件

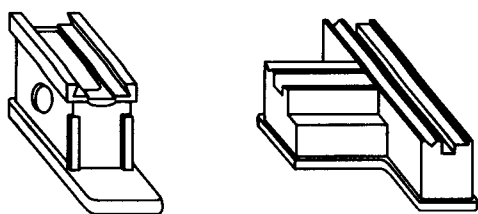


图 1-3 机身机座类零件

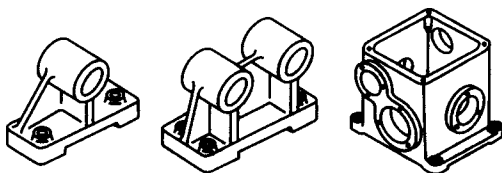


图 1-4 箱体支架类零件

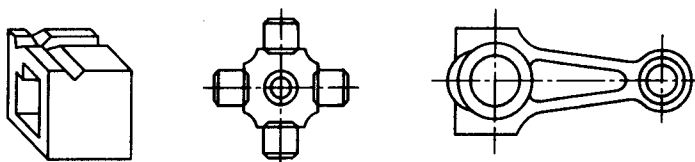


图 1-5 其他类零件

不同类型的零件都是由各种表面组成的。这些表面有外圆面、内圆面、锥面、螺纹面、成形面以及沟槽(图1-6),还有平面、斜面(图1-7)等。生产中常常采用铸造、锻造及切削等加工方法来获得这些表面。

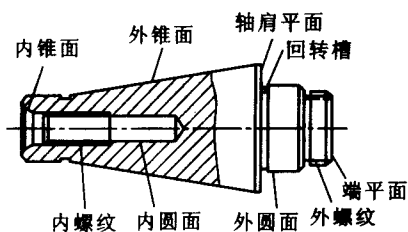


图 1-6 轴类零件的组成表面

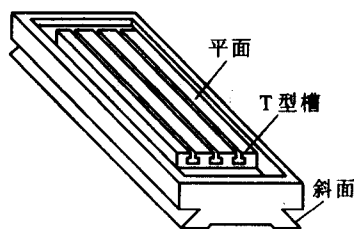


图 1-7 六面体类零件的组成表面

采用切削加工获得零件上各种表面的成形方法如图1-8所示,有轨迹法(如车外圆)、成形法(如车球面、铣成形面、拉孔等)和展成法(如插齿、滚齿、钳工锉成形面等)等三种。

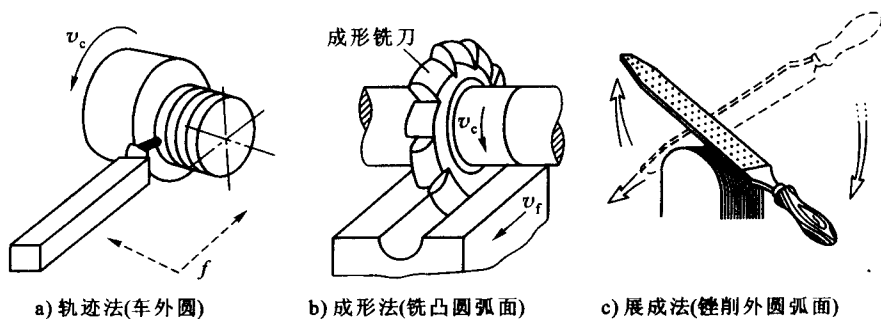


图 1-8 零件表面的成形方法

二、毛坯

毛坯是将工业产品或其零件、部件所要求的工艺尺寸、形状等略为放大,制成坯型,以供切削加工用的劳动对象,如切成的棒料、浇成的铸件、锻成的锻件等^①。

1. 常用毛坯的种类

(1) 型材类 矿石经熔化、冶炼和浇注被制成铸锭或扁坯。铸锭和扁坯(统称原材料)通常不能直接用来加工零件,冶金厂将钢铸锭用热轧制方法制成用来加工零件的型材(即毛坯)。型材分为带材、板材、棒材、线材、管材等,可按规格型号和材料种类直接购买。

(2) 铸件类 铸件是液态成形件。它分为铸铁件、有色金属铸件和铸钢件,其中铸铁件的应用最为广泛。在车床中铸件的质量大约占其总质量的70%~80%。

(3) 锻件类 锻件是金属在固态下受力而塑性成形的毛坯。用来制成锻件的材料必须具有良好的塑性。中低碳钢及部分铝合金和铜合金具有较好的塑性,均可用来制作锻件;铸铁因其塑性极差而不能锻造。

(4) 焊件类 焊件是借助于高温下金属原子间的扩散和结合作用,将两个构件连接成的一个整体。焊件一般采用低碳钢和低合金钢材料。采用焊接方法,将锻件、铸件、型材或机械加工的半成品组合成整体,就得到毛坯组合件。这类组合件适用制作大型零件的毛坯,如大型柴油机的缸体、重型机床的床身等。

2. 毛坯种类的选择

绝大多数机械零件的毛坯都是由原材料通过铸造、锻造、焊接等成形方法获

^① 摘自《辞海》1453页。

得,毛坯经切削加工被制成零件。生产中毛坯种类的选择在很大程度上取决于零件的形状和尺寸、所用材料与成形方法、生产类型以及生产可行性等因素。

(1) 零件的形状和尺寸 外形和内腔形状复杂的零件(如机床床身、各类箱体等),应选用铸件做毛坯。受力复杂或在高速重载下工作的零件(如大型曲轴、齿轮等),应选用自由锻件做毛坯。要求尺寸大、刚性好的构件(如轧钢机架等),应选用焊件或铸-焊、锻-焊、冲压-焊等组合结构做毛坯。

(2) 所用材料与成形方法 材料种类及其性能在大多数情况下决定了毛坯的成形方法。当所选材料为铸铁时,只能采用铸造成形。对于某些合金材料(如镍基合金),因其切削加工和锻压性能均差,只能采用精密铸造成形。高锰钢由于难于切削加工,用其制造坦克、拖拉机履带板时,只能采用铸造成形。碳钢具有良好的塑性,因此应采用压力加工(锻造或冲压)成形。

(3) 生产类型 生产中通常按产品生产的重复程度和工作地的专业化程度将生产过程分为大量生产、成批生产和单件小批量生产三种类型,这就是通常所说的生产批量。同一产品(或零件)当批量不同时,所选用的毛坯种类及成形方法显然是不一样的。一般来说,单件小批量生产时,应选择常用材料、通用设备和工具、低生产率的生产方法。在大批量生产时,应选用专用材料、专用设备和专用工夹具,以获得高的生产率和精度较高的毛坯,如大批量生产轴承外圈时就应选用合金结构钢和模锻方法。

(4) 生产可行性 生产可行性包括当前条件(含设备、工艺和加工方案的可行性等)和发展的可能性(含新工艺、新技术、新设备、新材料以及资金的投入、产品的开发等)。

第二节 典型机械产品

机械产品种类繁多,功能各异,这里以大家最常见的汽车和机械加工中用量最大的普通车床为例进行分析。

一、汽车的组成单元

汽车是 20 世纪最重要的交通工具和人们最喜欢的机械产品之一,小轿车的基本组成单元及各单元的功能和零件选材如图 1-9 所示。轿车主要由发动机、传动机构、行驶机构、电子/电气设备等部分组成,而这些机构总成又分别由内含许多零件的组件构成。

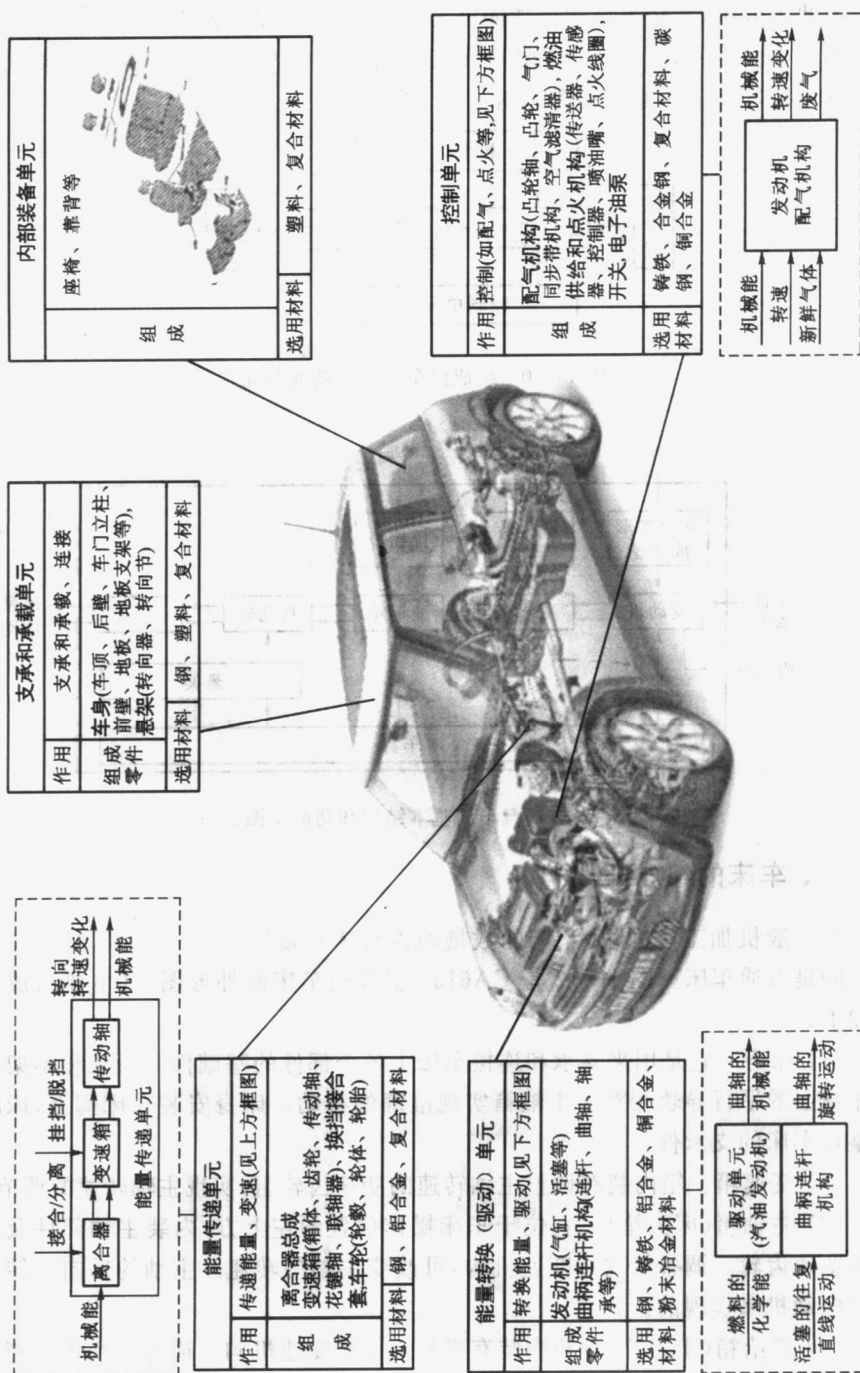


图 1-9 轿车的基本组成单元及功用

为便于分析,将轿车结构按功能分为驱动单元、能量传递单元、控制单元、支承和承载单元等(图 1-10),这些单元又是由若干机构的零件和部件组成。汽车的基本结构和工作原理框图如图 1-11 所示。

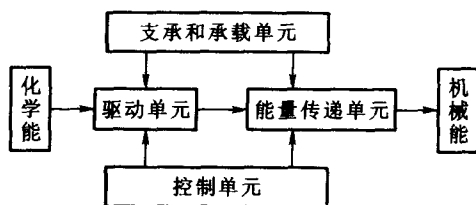


图 1-10 组成汽车的基本功能单元

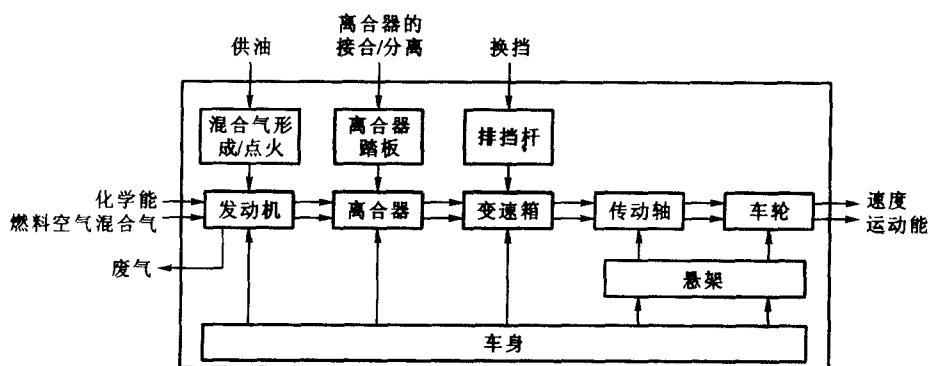


图 1-11 汽车的基本结构和功能框图

二、车床的组成部件

在一般机加工车间里,车床的数量约占机床总量的 50%~60%,其中应用最广的是普通车床。图 1-12 是 CA6132 型普通车床的外形图,其主要组成部件如下:

(1) 床身 它是用来支承和连接车床上各个部件的基础件。刀架和尾架可沿床身上的平行导轨相对于主轴箱实现准确的移动。床身安装在床脚上,床脚是整台车床的支承件。

(2) 变速箱 箱内装有调整主轴转速的变速齿轮组,实现主轴转速的调节。

(3) 主轴箱(床头箱) 它位于车床操作位置的左上方,内装主轴部件及主运动变速齿轮。调整箱内的变速机构,可改变主轴的转速。主轴的反向旋转是通过电动机来实现的。

(4) 进给箱(走刀箱) 箱内装有进给运动的变速机构。通过变换进给箱各手柄的位置,使丝杠和光杠分别获得不同的转速,从而调整刀具的进给量。

(5) 溜板箱(拖板箱) 它与刀架相连,是车床进给运动的操纵箱。接通光

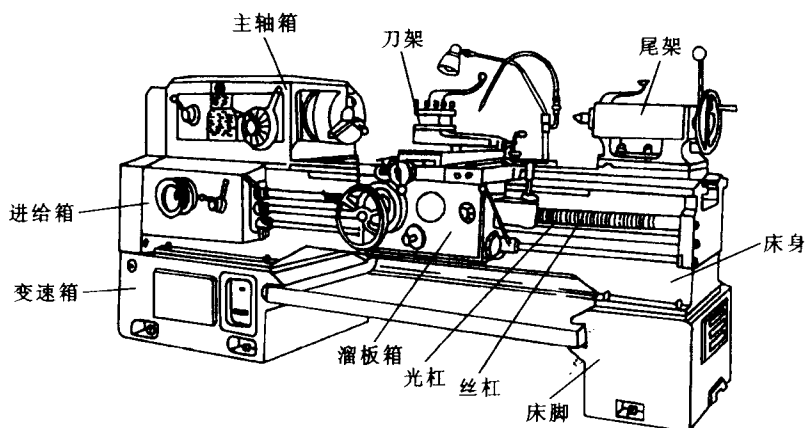


图 1-12 普通车床的外形

杠可使车刀作横向或纵向直线进给运动；接通丝杠，闭合对开螺母可车削螺纹。溜板箱中有互锁机构，它使丝杠和光杠不能同时使用。

(6) 刀架 它由大刀架、横刀架、转盘、小刀架和方刀架组成(图 1-13)，其作用是夹持车刀并使其作纵、横或斜向进给运动。

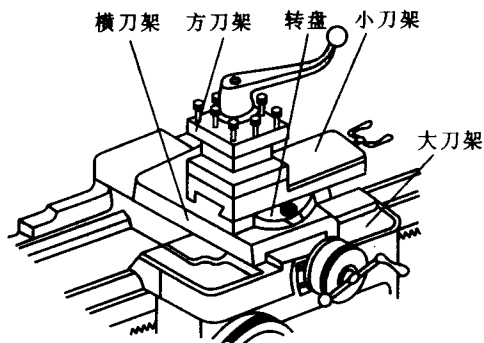


图 1-13 刀架

三、机械产品制造的内涵

产品是指提供给市场，满足人们某些欲望或需求的一切东西，产品是制造的结果。制造是一种将物料、能量、资金、人力资源、信息等资源按照社会需求转变为有形的物质产品和无形的软件、服务等具有更高应用价值的产品的行为和过程。制造的内涵有狭义和广义之分：狭义的制造，是指生产环境内与物流有关的加工和装配过程；而广义的制造，则包括市场分析、产品设计、工艺分析、生产准备、加工装配、质量保证、生产管理、市场营销、售前和售后服务，以及产品报废后的回收处理等整个产品生产周期内的一系列相互关联的生产活动(图 1-14)。

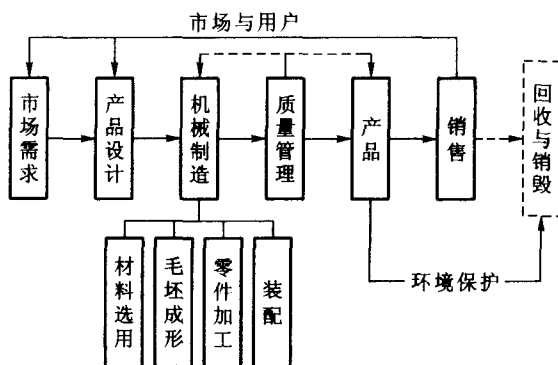


图 1-14 机械产品制造的内涵

第三节 零件材料的选择

以一辆现代化轿车为例,它大约由 10 000 到 20 000 个各种不同材质的零件组成,所用材料如图 1-15 所示。不难看出,其组成材料可分为金属材料和非金属材料两大类。在生产中一种材料能否被选用,必须从以下三个方面考虑: 1) 是否满足零件所需的使用性能; 2) 是否具备制造零件所需的工艺性能; 3) 在满足上述两方面的前提下,价格是否低廉且货源充足。

一、材料的使用性能

材料的使用性能包括物理性能(密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等)、化学性能(耐腐蚀性、化学稳定性、氧化性、还原性等)和力学性能。本节主要讨论金属材料的力学性能。

金属材料的力学性能是指材料在外力作用下表现出的特征,又称机械性能。材料的力学性能是选材和机械零件设计的重要依据,它包括材料的强度、硬度、塑性、冲击韧性及疲劳强度等。

(1) 强度 是材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。按外力作用方式的不同,可分为抗拉、抗压、抗弯、抗扭强度等,单位均为 MPa。最常用的是抗拉强度(符号为 σ_b ,用它来表示材料抵抗断裂的能力,生产中一般以 σ_b 作为最基本的强度指标)和屈服强度 σ_s 。

(2) 硬度 是材料抵抗其他物体压入其表面的能力。硬度是衡量材料软硬程度的指标,同时也是设计机械零件时必须考虑的技术条件和选择加工工艺的参考。一般说来,硬度较高的材料耐磨性较好,强度也较高。

生产中常用的硬度测量方法有布氏硬度法(所测得的硬度值用符号 HBS 或 HBW