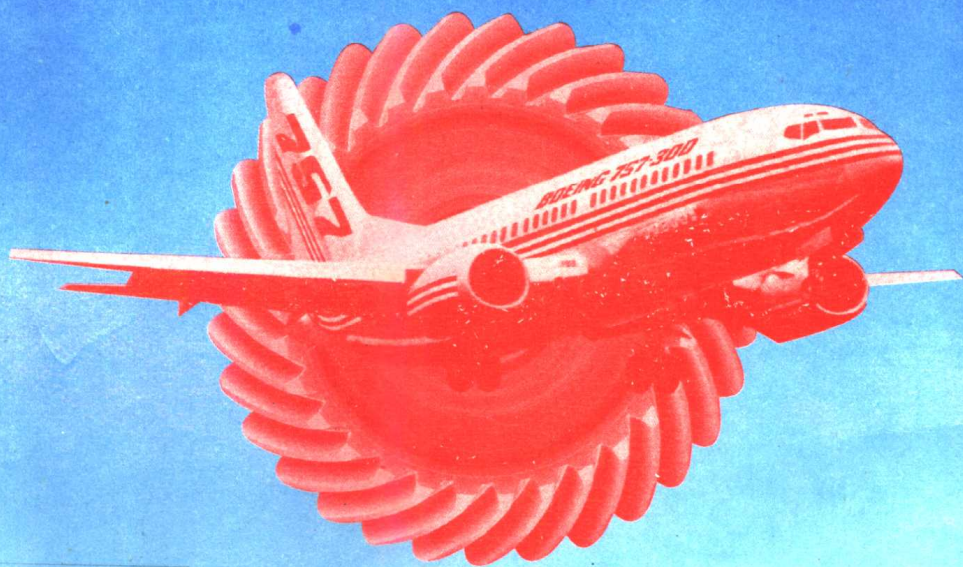


工程材料 与 机械制造基础

(上册)

主 编 范 悦 副主编 张兴华



航空工业出版社

工程材料与机械制造基础

(上 册)

主 编 范 悦
副主编 张 兴 华

航空工业出版社

1997

内 容 提 要

本套教程分上、下两册,是在第一版的基础上,结合近年来的教学经验和最新发展,经修订再版的。其中,上册的内容包括金属材料的性能、金属材料的结构与结晶、铁碳合金、钢的热处理、金属材料、非金属材料、工程材料的选择、铸造(液态成形)、锻造(塑变成形)、焊接(连接成形)及毛坯的选择,下册的内容包括互换性原理、切削加工、特种加工、机械加工工艺原理及机械制造现代化。

为使学生获得“材料、工艺、设计、质量控制及管理”的综合知识,本套教材力图将上述内容有机地结合起来,以体现综合、实用、系统、全新的特点。

为增强实用性和适应当前我国工业发展的状况,在修订中适当增加了非金属材料部分和表面保护、表面改性的内容。

本书可作为高等工科院校(含电大、函大、职工大学等)机械类与近机械类专业的教材,也可作为生产及科研部门有关科技人员的参考书或自学读物。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料与机械制造基础(上册)/范悦主编. --北京:

航空工业出版社,1997.5

ISBN 7-80134-146-5

I. 工… II. 范… III. ①工程材料-高等学校-教材

②金属加工-工艺-高等学校-教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 06492 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京环球印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

1997 年 5 月第 2 版

1997 年 5 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:13.75

字数:315 千字

印数:1-4000

定价:14.00 元

前 言

本书是根据国家教委课程指导小组制订的机械类专业《工程材料及机械制造基础》课程教学基本要求,结合工程技术与管理的发展,在总结近年来教学经验基础上,对现有教材进行全面修订后重新出版的。

本套教程分上、下两册。本册包括工程材料和热加工工艺两部分。内容有金属材料、非金属材料、金属热处理、材料选择以及铸造、锻压、焊接及毛坯选择等。下册包括互换性原理(公差与配合)和切削加工两部分。内容有互换性原理、切削加工基础知识、切削加工、特种加工、机械加工原理等。

为避免原教材内容繁多,重点不突出的问题,本册删除了一些不必要的理论阐述和过于专业化的内容。特别是热加工部分的内容做了较大幅度的压缩、精简。

为增强实用性,并适应我国工业的实际发展状况,本书适当增加了非金属材料部分的内容和表面保护、表面改性的内容。

参加本册修订工作的有李喜桥(第一、二章);范悦(第三、八章);白薇、于维平(第四章);于维平(第五章);杨伟群(第六章);孙兼(第七章);张兴华(第九、十一章);王卫林(第十章)。本册由范悦任主编,张兴华任副主编,胡景云先生在百忙中主审全稿。在编写中还参阅了多方面的书刊资料。值此教材出版之际,谨向支持、帮助过本书出版的有关人士致谢。

由于水平所限,书中的不妥欠当之处在所难免,期待读者和专家指正。

编 者

1997年6月

Access 15.07

目 录

绪 论	(1)
-----	-----

第一章 工程材料的主要力学性能

1.1 强度与塑性	(3)
1.1.1 强 度	(3)
1.1.2 刚度与弹性模量	(4)
1.1.3 塑 性	(5)
1.2 硬 度	(5)
1.2.1 布氏硬度(HB)	(6)
1.2.2 洛氏硬度(HR)	(6)
1.2.3 维氏硬度(HV)	(7)
1.3 冲击韧性	(7)
1.4 疲劳断裂和疲劳强度	(8)
1.5 高温力学性能	(9)
1.5.1 蠕变强度	(10)
1.5.2 持久强度	(10)
1.5.3 高温疲劳	(10)
1.6 断裂韧性	(11)
1.6.1 断裂韧性的概念	(11)
1.6.2 裂纹扩展的基本形式	(11)
1.6.3 断裂韧性	(12)
1.6.4 断裂 K 判据	(12)

第二章 金属组织结构与塑性变形

2.1 金属的晶体结构	(14)
2.1.1 晶体与非晶体	(14)
2.1.2 金属键	(14)
2.1.3 常见金属的晶体结构	(15)
2.1.4 金属的晶体缺陷与强化	(16)
2.2 金属的结晶与同素异构转变	(17)
2.2.1 金属结晶的过冷现象	(17)
2.2.2 金属的结晶过程	(17)
2.2.3 晶粒度及其控制	(18)
2.2.4 金属的同素异构转变	(19)

2.3	合金相结构	(20)
2.4	塑性变形和再结晶	(21)
2.4.1	金属塑性变形的实质	(21)
2.4.2	回复与再结晶	(23)

第三章 二元相图与铁碳相图

3.1	二元合金相图	(25)
3.1.1	二元合金相图的建立	(25)
3.1.2	匀晶相图	(25)
3.1.3	共晶相图	(27)
3.1.4	共析相图和包晶相图	(28)
3.2	铁碳相图	(28)
3.2.1	铁碳合金的基本相	(28)
3.2.2	Fe-Fe ₃ C 相图分析	(29)
3.2.3	典型合金结晶过程	(29)
3.3	相图的应用	(32)
3.3.1	判断合金的组织	(32)
3.3.2	根据相图分析机械性能	(33)
3.3.3	相图与加工工艺之间的关系	(34)

第四章 钢的热处理及金属表面处理

4.1	概 述	(35)
4.2	钢的热处理原理	(35)
4.2.1	钢在加热时的组织转变	(35)
4.2.2	钢在冷却时的组织与性能转变	(36)
4.3	钢的普通热处理工艺	(40)
4.3.1	钢的退火与正火	(40)
4.3.2	钢的淬火与回火	(42)
4.4	钢的表面热处理	(44)
4.4.1	表面淬火	(44)
4.4.2	化学热处理	(45)
4.5	其它热处理工艺	(46)
4.5.1	等温淬火	(46)
4.5.2	无氧化热处理	(47)
4.5.3	强韧化处理	(47)
4.6	热处理工序的位置	(47)
4.6.1	预先热处理的工序位置	(47)
4.6.2	最终热处理的工序位置	(48)

4.7 金属的表面处理	(50)
4.7.1 金属表面防护.....	(50)
4.7.2 金属的表面改性.....	(51)

第五章 常用工程金属材料

5.1 碳钢	(54)
5.1.1 碳钢的分类.....	(54)
5.1.2 普通碳素结构钢.....	(54)
5.1.3 优质碳素结构钢.....	(54)
5.1.4 碳素工具钢.....	(55)
5.1.5 杂质对碳钢性能的影响.....	(56)
5.2 合金钢	(56)
5.2.1 合金元素在钢中的作用.....	(56)
5.2.2 合金元素对钢的热处理工艺影响.....	(57)
5.2.3 合金钢的分类.....	(59)
5.2.4 合金钢的牌号.....	(59)
5.2.5 合金结构钢.....	(59)
5.2.6 合金工具钢.....	(62)
5.2.7 不锈钢.....	(64)
5.3 铸铁	(66)
5.3.1 白口铸铁.....	(67)
5.3.2 灰口铸铁.....	(67)
5.3.3 球墨铸铁.....	(68)
5.3.4 可锻铸铁.....	(69)
5.3.5 合金铸铁.....	(69)
5.4 硬质合金与高温合金	(70)
5.4.1 硬质合金.....	(70)
5.4.2 高温合金.....	(70)
5.4.3 常用高温合金简介.....	(71)
5.5 铝合金	(73)
5.5.1 纯 铝.....	(73)
5.5.2 铝合金的分类.....	(73)
5.5.3 铝合金的热处理.....	(73)
5.5.4 变形铝合金.....	(74)
5.5.5 铸造铝合金.....	(75)
5.6 纯钛和钛合金	(76)
5.7 镁合金	(77)

第六章 常用非金属材料 and 复合材料

6.1 高分子材料基础	(79)
6.1.1 概念及名称.....	(79)
6.1.2 高聚物的分子结构和聚集态结构.....	(80)
6.1.3 高分子运动特点及力学性能.....	(81)
6.2 常见高聚物材料应用及成型加工	(86)
6.2.1 常见工程塑料性能及选用.....	(86)
6.2.2 常用橡胶材料性能及选用.....	(90)
6.2.3 塑胶制品的成型加工.....	(91)
6.3 其他工程材料简介	(93)
6.3.1 聚合物基复合材料.....	(93)
6.3.2 复合材料成型工艺.....	(96)
6.3.3 特种陶瓷和金属基复合材料.....	(97)
6.4 胶粘剂和涂料	(100)
6.4.1 胶粘剂和胶接工艺	(100)
6.4.2 涂料及涂装工艺	(103)

第七章 工程材料的选择

7.1 选材的原则及基本方法	(105)
7.2 零件的使用性能与选材	(105)
7.2.1 使用性能要求分析	(106)
7.2.2 以综合机械性能为主的选材	(107)
7.2.3 以耐磨损为主要性能的选材	(107)
7.2.4 要求抗蚀性或热强度为主的选材	(108)
7.3 零件的工艺性能和选材	(109)
7.4 选材的经济性	(110)
7.5 典型零件选材举例	(110)
7.5.1 飞机起落架	(110)
7.5.2 发动机涡轮轴	(112)
7.5.3 冷冲模具	(113)

第八章 铸 造

8.1 概 述	(115)
8.1.1 铸 造	(115)
8.1.2 铸造工艺分类	(115)
8.1.3 铸造的特点	(115)

8.2 铸造合金的铸造性能	(116)
8.2.1 合金的流动性	(116)
8.2.2 合金的收缩	(117)
8.2.3 合金的吸气性和偏析	(119)
8.3 常用铸造合金	(119)
8.3.1 铸 铁	(119)
8.3.2 铸 钢	(120)
8.3.3 铸造铝合金	(121)
8.3.4 其他铸造合金	(122)
8.4 铸造工艺方法	(123)
8.4.1 砂型铸造	(123)
8.4.2 金属型铸造	(124)
8.4.3 压力铸造	(126)
8.4.4 熔模铸造	(128)
8.4.5 离心铸造	(128)
8.4.6 其他铸造方法	(129)
8.4.7 铸造方法的比较和选择	(130)
8.5 铸件结构工艺性	(131)
8.5.1 铸造工艺对铸件结构的要求	(131)
8.5.2 合金铸造性能对铸件结构的要求	(131)
8.6 铸造工艺设计	(134)
8.6.1 确定浇注位置	(134)
8.6.2 选择分型面	(134)
8.6.3 确定工艺参数	(135)
8.6.4 铸造工艺设计实例	(135)
8.7 铸件质量检验	(136)

第九章 锻 压

9.1 概 述	(137)
9.2 锻压加工基础	(138)
9.2.1 金属材料的冷、热变形	(138)
9.2.2 锻造加工对金属材料的影响	(138)
9.2.3 金属的可锻性	(139)
9.2.4 锻件的加热和冷却	(141)
9.3 自由锻	(142)
9.3.1 自由锻设备	(142)
9.3.2 自由锻基本工序	(143)
9.3.3 自由锻件的结构工艺性	(143)
9.3.4 自由锻工艺规程	(144)

9.3.5 高合金钢及有色金属锻造特点	(147)
9.4 模 锻	(148)
9.4.1 锤上模锻	(149)
9.4.2 曲柄压力机上模锻	(151)
9.4.3 精密模锻	(151)
9.4.4 胎模锻	(152)
9.5 冲 压	(153)
9.5.1 冲压设备简介	(153)
9.5.2 板料冲压的基本工序	(153)
9.5.3 冲孔和落料	(155)
9.5.4 拉 深	(155)
9.5.5 冲压件的结构工艺性	(157)
9.6 其他压力加工方法介绍	(158)
9.6.1 轧 制	(158)
9.6.2 挤 压	(158)
9.6.3 拔 制	(159)
9.6.4 超塑性成形	(160)
9.6.5 粉末冶金	(160)

第十章 焊 接

10.1 焊接原理.....	(162)
10.1.1 焊接的本质及其分类.....	(162)
10.1.2 焊接的特点.....	(162)
10.1.3 焊接组织与性能.....	(163)
10.1.4 焊接应力与变形.....	(165)
10.2 熔化焊.....	(166)
10.2.1 手工电弧焊.....	(166)
10.2.2 其他熔焊方法.....	(166)
10.3 压力焊.....	(170)
10.3.1 电阻焊.....	(170)
10.3.2 对 焊.....	(171)
10.3.3 其他压力焊方法.....	(171)
10.4 钎 焊.....	(172)
10.4.1 钎焊原理.....	(172)
10.4.2 钎焊的特点及分类.....	(172)
10.5 常用金属的可焊性.....	(173)
10.5.1 金属的可焊性.....	(173)
10.5.2 常用金属的可焊性.....	(174)
10.6 焊接结构工艺性.....	(176)

10.6.1 焊接接头的设计.....	(176)
10.6.2 焊接的设计原则.....	(178)

第十一章 毛坯的选择

11.1 毛坯的确定	(181)
11.1.1 影响毛坯选择的因素.....	(181)
11.1.2 检验毛坯选择是否合理的标准.....	(182)
11.2 铸造毛坯	(182)
11.2.1 铸造毛坯的选用条件.....	(182)
11.2.2 铸造毛坯举例.....	(183)
11.2.3 箱体、壳体、机座类零件(主要为铸造毛坯).....	(184)
11.3 锻造毛坯	(184)
11.3.1 锻造毛坯的使用条件.....	(184)
11.3.2 锻造毛坯举例.....	(185)
11.3.3 轴、齿轮类零件(主要为锻造毛坯).....	(185)
11.4 焊接毛坯	(187)
11.4.1 焊接毛坯选用注意事项及举例.....	(187)
11.4.2 容器、框架类零件(主要用焊接件).....	(188)
11.5 毛坯选择举例	(188)
习题与思考题	(191)
附录:硬度与强度换算表	(199)
参考文献	(203)

下 册 目 录

第十二章 互换性原理

12.1 互换性与优先数	(1)
12.1.1 互换性概念.....	(1)
12.1.2 互换性与标准化.....	(1)
12.1.3 优先数与优先数系.....	(2)
12.2 公差与配合	(3)
12.2.1 公差与配合的基本概念.....	(3)
12.2.2 标准公差.....	(9)
12.2.3 基本偏差系列.....	(11)
12.2.4 公差带与配合的代号及标注.....	(16)

12.2.5	未注公差尺寸的极限偏差	(19)
12.2.6	公差与配合的选择	(20)
12.3	形状和位置公差	(27)
12.3.1	术语、定义	(27)
12.3.2	形位公差标注方法	(30)
12.3.3	形状公差及其应用	(35)
12.3.4	位置公差及其应用	(38)
12.3.5	公差原则	(44)
12.3.6	形状和位置公差值的选择	(47)
12.3.7	未注公差规定	(50)
12.4	表面粗糙度	(51)
12.4.1	表面粗糙度对零件使用性能的影响	(51)
12.4.2	表面粗糙度的评定参数及其数值	(52)
12.4.3	表面粗糙度的标注	(56)
12.4.4	表面粗糙度的选择	(57)

第十三章 切削加工基础知识

13.1	零件表面分类及其成形原理	(60)
13.1.1	零件表面分类	(60)
13.1.2	零件表面切削成形原理	(61)
13.2	切削运动与切削用量	(62)
13.2.1	加工中的工件表面	(62)
13.2.2	切削运动	(63)
13.2.3	切削用量	(63)
13.3	车刀几何结构及刀具材料	(65)
13.3.1	车刀几何结构	(65)
13.3.2	刀具材料	(67)
13.4	金属切削过程	(69)
13.4.1	切屑的形成及形态	(69)
13.4.2	积屑瘤	(70)
13.4.3	加工硬化	(71)
13.4.4	切削力	(71)
13.4.5	切削热	(72)
13.4.6	刀具的磨损和刀具寿命	(72)
13.5	常用工程材料的切削加工性	(74)
13.5.1	衡量工件材料切削加工性的指标	(74)
13.5.2	材料的相对加工性	(74)
13.5.3	常用金属材料的切削加工性	(74)

第十四章 切削加工

14.1 基本表面加工	(77)
14.1.1 基本表面加工方法	(77)
14.1.2 精加工方法	(77)
14.1.3 光整加工和精密加工方法	(85)
14.1.4 基本表面加工方案	(89)
14.2 型面加工	(95)
14.2.1 沟槽加工	(95)
14.2.2 型面加工	(96)
14.3 螺纹加工	(99)
14.3.1 车削螺纹	(99)
14.3.2 铣削螺纹	(100)
14.3.3 攻丝与套丝	(101)
14.3.4 滚压螺纹	(101)
14.3.5 磨螺纹	(102)
14.3.6 研磨螺纹	(103)
14.4 齿轮加工	(103)
14.4.1 铣 齿	(103)
14.4.2 滚 齿	(104)
14.4.3 插 齿	(105)
14.4.4 刨 齿	(106)
14.4.5 弧齿铣	(107)
14.4.6 剃 齿	(108)
14.4.7 磨 齿	(109)
14.4.8 珩 齿	(110)
14.4.9 研 齿	(111)
14.5 结构工艺性	(111)
14.5.1 零件的结构工艺性	(111)
14.5.2 装配的结构工艺性	(115)

第十五章 特种加工

15.1 电火花加工	(118)
15.1.1 原理、特点和应用	(118)
15.1.2 电火花线切割加工	(119)
15.2 电化学加工	(120)
15.2.1 电解加工	(121)
15.2.2 电解磨削	(121)

15.2.3 电 铸	(122)
15.3 高能束流加工	(122)
15.3.1 激光加工	(122)
15.3.2 电子束加工	(123)
15.3.3 离子束加工	(123)
15.4 超声加工	(124)
15.5 其他特种加工	(125)
15.5.1 等离子弧加工	(125)
15.5.2 磨料喷射加工	(126)
15.5.3 水射流切割	(126)
15.5.4 磁性磨料研磨加工	(127)
15.5.5 化学铣削	(127)
15.5.6 光化学加工	(128)

第十六章 机械加工工艺原理

16.1 工艺过程概述	(129)
16.1.1 生产过程和工艺过程	(129)
16.1.2 工艺过程的组成	(129)
16.1.3 生产类型	(129)
16.2 加工误差及表面完整性分析	(131)
16.2.1 加工误差分析	(131)
16.2.2 表面完整性分析	(132)
16.3 基准及基准间的关系	(134)
16.3.1 基准的基本概念	(134)
16.3.2 基准间的关系	(135)
16.4 定位与夹紧	(137)
16.4.1 定位原理	(137)
16.4.2 定基误差	(138)
16.4.3 定位基准的选择	(138)
16.4.4 夹 具	(139)
16.5 尺寸换算	(141)
16.5.1 尺寸链	(141)
16.5.2 解尺寸链的方法	(141)
16.5.3 尺寸换算应用实例	(142)
16.6 热处理工序在工艺过程中的安排	(144)
16.7 工艺过程方案的技术经济分析	(145)
16.7.1 概述	(145)
16.7.2 工艺过程方案的技术经济分析	(145)
16.8 工艺过程设计	(146)

16.8.1	工艺过程设计的意义·····	(146)
16.8.2	工艺过程设计的步骤与方法·····	(147)
16.8.3	工艺过程设计实例·····	(149)

第十七章 机械制造现代化

17.1	成组技术·····	(152)
17.1.1	基本原理·····	(152)
17.1.2	零件分类编码系统·····	(152)
17.1.3	成组技术的应用·····	(156)
17.2	数控加工·····	(157)
17.2.1	概 述·····	(157)
17.2.2	数控装置·····	(158)
17.2.3	数控编程·····	(158)
17.2.4	数控发展趋向·····	(158)
17.3	生产现代化·····	(161)
17.3.1	敏捷制造·····	(162)
17.3.2	并行工程·····	(163)
17.3.3	精益生产·····	(164)
习题与思考题·····		(167)
参考文献·····		(183)

绪 论

工程材料及机械制造基础,是讲述常用工程材料及机械零件加工方法,即从选择材料、制造毛坯、直到加工出零件全过程的的综合性课程。

零件的制造过程,实际上是采用适当的材料,用适当的工艺方法,改变材料形状和性能,获得合格零件的过程。常用的工程材料有金属、非金属和复合材料等。改变材料形状的工艺方法有铸造、锻压、焊接、切削、注塑、模压、粉末成型等。材料的性能取决于其组成元素的性质,还可通过某些工艺方法改变其性能,如热处理、形变强化、合金化、复合、涂层、镀层等。零件的合格标准包括两个方面。一是几何形状标准,包括形状、尺寸精度和表面粗糙度;二是性能标准,包括力学性能(如强度、硬度、塑性、韧性等)、化学性能(如抗蚀性、耐老化性等)和物理性能(如导电性、导热性、磁性等)。

本套教程分上下两册,其主要内容包括:

(1)工程材料:材料的性能,组织结构,化学成分,以及它们之间的关系和改变材料性能的方法。常用工程材料的分类,性能特点,应用及选材方法等。

(2)热加工基础:铸造、锻压、焊接工艺方法、特点及应用,材料工艺性能,铸、锻、焊件结构工艺性等。

(3)切削加工基础:切削加工原理,工艺方法及特点,特种加工,机械制造现代化。

(4)互换性原理:零件的互换性,尺寸、形状公差与配合,表面粗糙度,螺纹公差与配合以及齿轮公差等概念及标准。

通过学习,应对常用工程材料,加工工艺及其质量评定有较全面的了解。具有选择材料、选择加工方法及进行工艺分析的初步能力。并能在设计零件时考虑其结构工艺性。

本课程是高等工科院校的一门技术基础课。是机械设计、机械制造、工业管理等专业的必修课。

制造过程是把设计者的设想变为实际产品的过程。首先必须考虑用什么材料制造。通常由设计者根据零件的工作条件、工作环境、价格等因素做出选择。然后,还要决定用什么方法加工,以便用较高的效率,较低的成本获得符合设计的零件和机械。正确地选择材料及制造方法,可保证机械和零件使用时有效、可靠,制造时高效率、低成本。避免在制造过程中修改材料、设计、工艺,造成不必要的浪费。从事机械制造的工程技术人员,除了专业工作外,对相关其他工艺,也应有足够的了解。因为,大多数零件都要经过不只一种工艺方法的加工才能完成。如切削加工用的毛坯,可能是铸造或锻造生产的,为调整性能还常常需要进行热处理,最后还要进行表面防护处理等。为保证加工质量,提高效率,降低成本,各工艺之间需要相互协调。另外他们还应了解被加工材料的加工性能,加工过程对材料性能、表面和内部质量的影响,以及被加工材料对加工机械、工具(如刀具、模具)等的作用。因此,他们也需要具有材料和制造工艺方面的全面知识。企业管理更是离不开材料和工艺方面的知识。不论是计划、物资、财务、劳动等经营管理,还是技术、生产、质量等具体业务管理工作,都必须对制造全过程有全面的了解,熟悉各种材料的性能、价格,各种工艺方法的效率、生产成本等。这样才能更好地胜任新产品开发、生产组织、计划协调、经济分析等管理工作。

随着科学技术的进步,新材料、新工艺不断出现,材料的性能、生产效率不断提高,生产的总成本逐渐下降。但我国目前的制造水平与发达国家相比还有很大差距,生产的机械产品

落后于发达国家约二十年,劳动生产率只有美国的 $1/35$,日本的 $1/40$ 。除了我国原有工业基础薄弱,投资不足等原因外,新材料、新工艺的应用滞后,也是一个重要原因。因此,我们在学习、掌握传统材料和传统工艺的同时,还要注意学习新材料、新工艺。在工作中注意用新材料代替传统材料,用新工艺代替、改造传统工艺,为提高我国制造业的总体水平起推动作用。