



21世纪高职高专规划教材·机电系列

工程材料及材料成形 技术基础

云建军 主编

孙大千 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

915
7B3-43
198

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

工程材料及材料成形技术基础

云建军 主编
孙大千 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材体现了高职高专教育的特点,强调对学生应用能力和实践能力的培养,充分重视新材料、新工艺、新技术的应用,在对传统的“金属材料及热处理”课程体系进行改造、重组、充实的过程中,根据工程材料和材料成形技术与现代机械制造技术的发展实际,建立现代高职高专教育大材料课程体系的全新概念。

全书共 12 章,其中第 1~2 章讲述工程材料的性能,材料的组成和内部结构特征;第 3~4 章讲述钢的热处理和工程材料的表面处理;第 5~6 章讲述金属材料、非金属材料与新型材料;第 7~11 章讲述铸造、锻压、焊接、钳工和机械加工工艺基础及非金属材料成形;第 12 章讲述材料成形方法的选择及产品质量的控制。在每章后都有可供选择的思考题,全书最后的附录介绍本课程要求的常规实验指导。

本书可作为高职高专院校机电类、机械类及近机类各专业的通用教材,也可供有关工程技术人员参考。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。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及材料成形技术基础/云建军编著.北京:电子工业出版社,2003.1

21 世纪高职高专规划教材.机电系列

ISBN 7-5053-8317-5

I.工... II.云... III.①工程材料-高等学校:技术学校-教材②机械制造工艺-高等学校:技术学校-教材 IV.①TB3②TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 101076 号

责任编辑:朱怀永 特约编辑:徐堃

印 刷:北京人卫印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:23 字数:488.8 千字

版 次:2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:27.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

本教材是依据教育部最新公布的《高职高专教育工程材料与成形工艺基础课程教学基本要求》，在电子工业出版社的支持下，广泛吸收同类院校教学改革的成果，结合参编人员多年的高职高专教学经验而编写的。

本教材以适应工程实践、符合 21 世纪的教改方向为出发点，力求体现高职高专教育的特点，强调对学生应用能力和实践能力的培养，充分体现新材料、新工艺、新技术的应用，在对传统的“金属材料与热处理”课程体系进行改造、重组、充实的过程中，根据工程材料及成形技术与现代机械制造技术的发展实际，建立现代高职高专教育大材料课程体系的全新概念。

全书共 12 章，其中第 1~2 章讲述工程材料的性能、材料的组成和内部结构特征；第 3~4 章讲述钢的热处理和工程材料的表面处理；第 5~6 章讲述金属材料、非金属材料与新型材料；第 7~11 章讲述铸造、锻压、焊接、钳工和机械加工工艺基础及非金属材料成形；第 12 章讲述材料成形方法的选择及产品质量的控制。在每章后都附有思考题，教师可在授课后从中选择、布置给学生，以巩固学生对所讲知识的掌握。全书最后的附录介绍本课程要求的常规实验指导。

本书可作为高职高专院校机电类、机械类及近机类各专业的通用教材，也可供有关工程技术人员参考。

参加本书编写的有：吉林大学云建军（绪论、第 1,2,3 章），唐杰（第 4 章），陈永久（第 5,12 章），闫东清（第 6,9,11 章），刘临江（第 7,8 章），陈军（第 10 章，附录）。本书由云建军任主编，孙大千教授任主审。

在教材的编写过程中，参考了有关文献资料，还得到了许多兄弟院校、企业、研究所同行的大力支持，他们对本教材的课程体系及内容提出了许多宝贵意见，并提供了大量的实际资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请使用本书的师生和广大读者批评指出。

编者
2002 年 7 月

目 录

绪论	(1)
0.1 工程材料及加工技术的历史发展	(1)
0.2 工程材料的分类及主要特征	(2)
0.3 机械制造加工技术及其发展趋势	(3)
第 1 章 工程材料的性能	(6)
1.1 材料的力学性能	(6)
1.1.1 强度和塑性	(6)
1.1.2 硬度	(8)
1.1.3 冲击韧度	(11)
1.1.4 疲劳极限	(11)
1.1.5 断裂韧度	(12)
1.2 材料的理化性能	(13)
1.3 材料的工艺性能	(15)
思考题	(16)
第 2 章 材料的组成和内部结构特征	(17)
2.1 材料的结合方式	(17)
2.1.1 材料的结合键及其特性	(17)
2.1.2 晶体和非晶体	(18)
2.2 金属的晶体结构	(19)
2.2.1 晶体结构的基本知识	(19)
2.2.2 金属的实际晶体结构	(19)
2.2.3 合金的晶体结构	(23)
2.3 金属的结晶	(24)
2.3.1 金属的结晶温度和过冷现象	(24)
2.3.2 金属的结晶过程	(25)
2.3.3 金属铸锭的组织	(27)
2.4 二元合金相图	(28)
2.4.1 二元合金相图的建立	(28)
2.4.2 铁碳合金相图	(30)
2.5 非金属材料的结构特点	(38)
2.5.1 高分子材料的结构特点	(38)
2.5.2 陶瓷材料的结构特点	(39)
思考题	(40)
第 3 章 钢的热处理	(41)
3.1 概述	(41)

3.2 钢在加热时的组织转变	(41)
3.2.1 钢的奥氏体化	(42)
3.2.2 奥氏体晶粒长大及其控制	(43)
3.3 钢在冷却时的组织转变	(44)
3.3.1 过冷奥氏体的等温转变	(44)
3.3.2 过冷奥氏体的连续冷却转变	(47)
3.3.3 等温冷却转变与连续冷却转变的比较	(48)
3.4 钢的普通热处理	(49)
3.4.1 钢的退火	(49)
3.4.2 钢的正火	(50)
3.4.3 钢的淬火	(51)
3.4.4 钢的淬透性	(54)
3.4.5 钢的回火	(55)
3.5 钢的表面热处理和化学热处理	(56)
3.5.1 表面热处理	(56)
3.5.2 化学热处理	(57)
3.6 热处理新技术简介	(59)
3.6.1 真空热处理	(59)
3.6.2 可控气氛热处理	(59)
3.6.3 形变热处理	(59)
3.6.4 激光热处理和电子束表面淬火	(60)
3.7 热处理工艺及应用	(60)
3.7.1 热处理的技术条件	(60)
3.7.2 热处理工序位置的确定	(61)
3.7.3 影响热处理质量的因素	(62)
思考题	(64)
第4章 工程材料的表面处理	(65)
4.1 概述	(65)
4.1.1 表面处理的目的	(65)
4.1.2 表面处理方法	(65)
4.1.3 表面预处理	(66)
4.2 电镀和化学镀	(67)
4.2.1 电镀的基本原理和镀层功用	(67)
4.2.2 电镀金属	(67)
4.2.3 刷镀技术	(69)
4.2.4 化学镀	(71)
4.3 气相沉积	(71)
4.3.1 化学气相沉积(CVD)	(71)
4.3.2 物理气相沉积(PVD)	(72)
4.4 化学转化膜技术	(72)

4.4.1	氧化处理	(72)
4.4.2	钢铁的磷化处理	(73)
4.5	热喷涂技术	(73)
4.5.1	氧乙炔火焰喷涂	(74)
4.5.2	电弧喷涂	(76)
4.5.3	等离子弧喷涂	(77)
	思考题	(78)
第5章	金属材料	(79)
5.1	概述	(79)
5.1.1	金属材料的分类	(79)
5.1.2	常存元素和合金元素对钢性能的影响	(80)
5.2	碳钢	(84)
5.2.1	碳素结构钢	(84)
5.2.2	优质碳素结构钢	(85)
5.2.3	碳素工具钢	(87)
5.2.4	易切削结构钢	(88)
5.2.5	工程用铸造碳钢	(88)
5.3	合金钢	(89)
5.3.1	低合金钢	(89)
5.3.2	合金结构钢	(92)
5.3.3	合金工具钢	(96)
5.3.4	高速工具钢	(100)
5.4	特殊性能钢	(101)
5.4.1	不锈钢	(101)
5.4.2	耐热钢	(104)
5.4.3	耐磨钢	(105)
5.5	铸铁	(106)
5.5.1	铸铁的石墨化	(106)
5.5.2	常用铸铁	(108)
5.5.3	特殊性能铸铁	(112)
5.6	有色金属及粉末冶金材料	(114)
5.6.1	铝及铝合金	(114)
5.6.2	铜及铜合金	(119)
5.6.3	滑动轴承合金	(123)
5.6.4	粉末冶金及硬质合金	(125)
	思考题	(127)
第6章	非金属材料与新型材料	(129)
6.1	高分子材料	(129)
6.1.1	高分子化合物的基础知识	(129)
6.1.2	高聚物的人工合成	(129)

6.1.3	有机高分子材料的组成及性能特点	(130)
6.1.4	工程塑料	(131)
6.1.5	合成橡胶	(134)
6.1.6	胶粘剂	(136)
6.2	陶瓷材料	(139)
6.2.1	陶瓷的分类	(139)
6.2.2	陶瓷材料的性能特点	(140)
6.2.3	常用工程陶瓷的种类、性能和用途	(140)
6.3	复合材料	(143)
6.3.1	复合强化原理	(143)
6.3.2	复合材料的种类	(143)
6.3.3	复合材料的性能特点	(144)
6.3.4	复合材料的应用	(144)
6.4	新型材料	(145)
6.4.1	高温材料	(145)
6.4.2	形状记忆材料	(146)
6.4.3	非晶态材料	(148)
6.4.4	超导材料	(149)
6.4.5	超硬结构材料	(150)
6.4.6	纳米材料	(150)
	思考题	(151)
第7章	铸造	(153)
7.1	铸造的工艺基础	(153)
7.2	砂型铸造	(156)
7.2.1	铸造基本工序及常用工具	(156)
7.2.2	造型材料	(156)
7.2.3	造型方法	(158)
7.2.4	造型芯及合型	(159)
7.2.5	浇注和铸件的落砂及清理	(160)
7.2.6	铸造工艺	(160)
7.3	铸件的结构工艺性	(164)
7.3.1	从铸造性能考虑设计铸件结构	(164)
7.3.2	从工艺性能考虑设计铸件结构	(165)
7.3.3	从不同铸造合金的性能考虑设计铸件结构	(166)
7.4	特种铸造简介	(167)
7.4.1	熔模铸造	(168)
7.4.2	金属型铸造	(169)
7.4.3	压力铸造	(169)
7.4.4	低压铸造	(170)
7.4.5	离心铸造	(170)

7.5 铸造质量控制	(171)
思考题	(172)
第8章 锻压	(173)
8.1 锻压的工艺基础	(173)
8.1.1 锻压的基本生产方法	(173)
8.1.2 金属的锻造性能	(174)
8.1.3 坯料的加热和锻件的冷却	(176)
8.2 自由锻造	(178)
8.2.1 自由锻设备	(178)
8.2.2 自由锻造的基本工序	(178)
8.2.3 自由锻工艺规程的制定	(180)
8.2.4 自由锻锻件结构工艺性	(181)
8.3 模锻	(182)
8.3.1 锤上模锻	(182)
8.3.2 胎模锻	(184)
8.3.3 压力机上的模锻	(185)
8.4 板料冲压	(185)
8.4.1 冲压设备	(186)
8.4.2 冲压模具	(186)
8.4.3 板料冲压的基本工序	(187)
8.4.4 板料冲压件的结构工艺性	(188)
8.5 锻压新工艺简介	(189)
8.5.1 高速高能成型	(189)
8.5.2 精密模锻	(189)
8.5.3 液态成型	(190)
8.5.4 超塑性成型	(190)
思考题	(190)
第9章 焊接	(191)
9.1 焊接工艺基础	(191)
9.1.1 焊接的分类及特点	(191)
9.1.2 熔焊冶金原理	(192)
9.2 常用焊接方法	(195)
9.2.1 焊条电弧焊	(195)
9.2.2 气焊和气割	(199)
9.2.3 埋弧自动焊	(202)
9.2.4 气体保护焊	(204)
9.2.5 电渣焊	(206)
9.2.6 电阻焊	(207)
9.2.7 钎焊	(208)
9.3 常用金属材料的焊接	(209)

9.3.1	金属材料的焊接性	(209)
9.3.2	碳钢的焊接	(210)
9.3.3	低合金结构钢的焊接	(211)
9.3.4	不锈钢的焊接	(212)
9.3.5	铸铁的焊补	(212)
9.3.6	有色金属材料的焊接	(213)
9.4	焊接结构工艺性	(214)
9.4.1	焊接结构材料的选择	(214)
9.4.2	焊缝布置	(214)
9.4.3	焊接接头设计	(216)
9.5	焊接质量保证	(219)
9.5.1	焊接质量检验方法	(219)
9.5.2	焊接工艺缺陷及预防措施	(220)
9.6	焊接新技术简介	(224)
9.6.1	等离子弧焊接和切割	(224)
9.6.2	真空电子束焊接	(225)
9.6.3	激光焊接和切割	(226)
9.6.4	扩散焊接	(227)
9.6.5	摩擦焊	(227)
	思考题	(228)
第 10 章	钳工和机械加工工艺基础	(230)
10.1	钳工	(230)
10.1.1	划线	(230)
10.1.2	錾削	(238)
10.1.3	锯削	(241)
10.1.4	锉削	(243)
10.1.5	钻孔、扩孔、铰孔和绞孔	(244)
10.1.6	攻螺纹和套螺纹	(249)
10.1.7	矫正和弯曲	(253)
10.1.8	铆接	(260)
10.1.9	刮削	(262)
10.1.10	研磨	(265)
10.1.11	装配工艺	(269)
10.2	机械加工工艺基础	(272)
10.2.1	金属切削加工的基础知识	(272)
10.2.2	内、外圆表面加工	(275)
10.2.3	平面加工	(283)
10.2.4	螺纹加工	(288)
10.2.5	齿轮齿形加工	(291)
10.2.6	光整加工	(297)

10.2.7 特种加工	(302)
思考题	(309)
第 11 章 非金属材料成形	(310)
11.1 工程塑料的成型	(310)
11.1.1 挤出成型	(310)
11.1.2 注射成型	(311)
11.1.3 模压成型	(312)
11.1.4 浇铸成型	(313)
11.1.5 吹塑成型	(314)
11.1.6 回转成型	(314)
11.2 橡胶成型	(315)
11.2.1 压延成型	(315)
11.2.2 压出成型	(316)
11.3 陶瓷成型	(316)
11.3.1 干压成型	(317)
11.3.2 注浆成型	(317)
11.3.3 热压成型	(317)
11.3.4 注射成型	(318)
11.4 复合材料成型	(318)
11.4.1 树脂基复合材料成型	(318)
11.4.2 金属基复合材料成型	(320)
11.4.3 陶瓷基复合材料成型	(321)
思考题	(321)
第 12 章 材料的成形方法选择及产品质量控制	(323)
12.1 零件的失效分析	(323)
12.2 材料及成形工艺选择	(324)
12.2.1 材料及成形工艺选择原则	(324)
12.2.2 材料及成形工艺选择方法	(326)
12.3 典型零件的选材实例	(330)
12.3.1 齿轮类零件的选材	(330)
12.3.2 机床主轴的选材	(332)
12.3.3 箱体支承类零件的选材	(334)
12.4 工程材料的质量检验	(335)
12.4.1 材料的成分检验	(335)
12.4.2 材料的组织检验	(338)
12.4.3 材料的无损检验	(339)
思考题	(342)
附录 A 实验指导	(344)
实验一 材料的力学性能实验	(344)
实验二 铁碳合金平衡组织分析实验	(347)

实验三 碳钢的热处理	(349)
实验四 常用金属材料的显微组织观察实验	(351)
实验五 金属材料的质量检验	(353)
参考文献	(355)

绪 论

0.1 工程材料及加工技术的历史发展

材料是人类生产和生活的物质基础,它可以直接反映出人类社会的文明程度,从某种意义上讲,人类的文明史就是材料的发展史。人类社会所经历的石器时代、青铜器时代、铁器时代,以及现代的高分子材料时代等就是按生产活动中起主要作用的工具和材料来划分的。

材料既是一门古老的学科,又是一门不断焕发青春的学科,它既具有 5 000 年的悠久历史,又处于当今科学技术发展中的主导地位。早在远古时代,人类的祖先就以石器作为主要工具,度过了一段极其漫长的历史时期。人类为了生存、抵御猛兽袭击和猎取食物,逐渐学会使用天然的材料,并不断改进它们。在不断改进石器和寻找更加犀利、更加得心应手的工具过程中,人类又逐渐发现了天然的铜块以及铜矿石,并在用火烧制陶器的生产过程中发现了冶铜术,从而在 5 000 年的人类历史上开始了一段成就辉煌的青铜器时代。青铜器发展初期,人类发展在铜中加入部分金属锡,可以使原本较软的铜制品变得非常坚硬,于是最原始的合金——青铜(铜锡合金)由此诞生了。公元前 1200 年左右,炼铁技术和加工技术的发展,又开创了人类文明的新时代。开始使用铸铁和铸造技术,后来又发展了制钢技术。制钢技术成为 18 世纪工业革命的重要内容,它的重要意义是使人类从手工艺时期跃进机器工业时代,开创了工业社会的文明。

在相当一段时间里,金属有着辉煌的地位,直到 20 世纪 50 年代,以钢铁为代表的金属材料在材料家族仍居统治地位。随着无机非金属材料、高分子材料及复合材料的出现,大量的工业产品对材料所企盼的特殊性能的要求,使钢铁材料的地位受到了挑战。一批安全、高效、节能、其经济效益和社会效益十分巨大的新型材料相继问世,材料作为一切科学技术,尤其是高新技术发展的先导和柱石,在人类发展过程中有着不可替代的作用和地位。

中华民族在材料及加工技术方面对人类社会的发展有着辉煌的贡献。我国原始社会后期开始有陶器,早在仰韶文化和龙山文化时期,制陶技术已经十分成熟。陶器作为人类第一个人工制成的合成材料,在我国江西万年县出土的距今 1 万多年前的残陶碎片和被誉为“世界第八大奇迹”的距今 2 000 余年的秦兵马俑就是佐证。我国的青铜冶炼开始于夏代,到了距今 3 000 年前的殷商、西夏时期,其技术已达当时的世界顶峰。先民们还为我们留下了一批精妙绝伦、震撼世界的杰作,具有代表性的有:在河南安阳官村发掘的高 133cm,质量 832.84kg 的商代文丁时期的“司母戊方鼎”;在湖北江陵望山一号楚墓出土的越王勾践宝剑;在陕西临潼秦始皇陵墓陪葬坑出土的铜剑和由 8 马、2 车、2 俑组成的质量达 1 061kg 的铜车马;在湖北随州市曾侯乙墓出土的计 64 件和重达 2 500kg 多的古代乐器——铜编钟等,无一不是制造精美令世人惊叹。更惊奇的是,这些埋于阴暗潮湿地下 2000 多年的宝剑竟寒光闪闪、锋利如初,编钟其音域之宽可与现代乐器媲美。后经现代技术检验,才知越王剑是经过了硫化处理,秦皇陶俑剑是采用了铬盐氧化法的纯化处理。这些方法至今仍是重要的表面防护技术。

进入春秋战国时期,我国开始大量使用铁器。在甘肃灵台的一座春秋早期墓葬中出土了

一把铜柄铁剑；在湖北大冶铜绿山古铜矿遗址一处战国时期矿井内发现了质量达 32kg 的铁斧以及铁锤、铁钻、铁锄等；在河北兴隆发掘出了用于浇铸农具用的铁模子等实例可以认为，我国是较早掌握炼铁术并能进行铁器制作的国家之一。直到明朝之前的 2 000 多年间，我国的冶金技术在很长一段时期内一直处于世界前列。

材料的加工技术伴随着新的材料的问世，也得到了同步发展。建于宋代嘉佑六年(1061 年)的湖北当阳玉泉寺山门外的砖身铁塔，高 17.9m，由质量为 38 300kg 的 44 块铸件组成，其拼装得天衣无缝、浑然一体，铸造技术之高超令人叫绝。在湖南衡阳出土的相当精致的东汉人字齿轮，说明在汉朝就已有了金属机件。明朝宋应星所著《天工开物》是举世公认的世界有关金属加工的最早的科学技术著作之一，书中记载了冶铁、铸造、锻造、淬火等金属加工的方法，其中关于锉刀的制造、翻修和热处理工艺与现代技术相差无几。

当人类社会进入 20 世纪 70 年代，一场新的技术革命展现在人们面前，计算机、生物工程、空间技术、新材料、新能源等，构成了新兴技术的主体，而材料科学在其中发挥着关键性的作用。飞机、火箭、卫星要求飞的更高、更快、更远，微电子产品要求更小、寿命要求更长，汽车要求更安全、更舒适和更美观，建筑要求更坚固、更耐火等，这一切无不依赖于新的材料和新的加工技术的出现和发展。

0.2 工程材料的分类及主要特征

用于制造构件、机器、工具和功能器件的各类材料统称为工程材料。工程材料的分类方法很多，通常是按组成特点或结构特点来划分。工程材料按组成特点可分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和复合材料四大类，其详细分类见图 0.1。

材料也可按使用性能来划分，可分为结构材料和功能材料。材料中，主要利用材料力学性能的称为结构材料；而主要利用材料物理和化学性能的称功能材料。从材料的用途来划分，又可分为航空航天材料、信息材料、电子材料、能源材料、机械工程材料、建筑材料、生物材料、农用材料等。有时也将材料分为传统材料和新型材料。传统材料一般是指需求量大、生产规模大、能耗较高的材料；而新型材料是建立在新思路、新概念、新工艺的基础上，以材料的优异性能为主要特征的材料。严格讲，两者并无严格区别，因为传统材料也在不断提高质量降低成本、扩大品种规格，在工艺及性能方面不断更新。

金属材料具有良好的导电性、导热性、塑性和工艺性能，并且可生产能力巨大、质量稳定和性能价格比具有一定的优势，所以金属材料仍占据着工程材料的主导地位。近年来，传统的钢铁材料在质量、性能、工艺、品种等方面都有了很大提高，出现了炉外精炼、连铸连轧，控制轧制等新工艺，微合金钢、低合金高强度钢、双相钢等新钢种不断涌现。在有色金属及合金方面，出现了高纯高韧铝合金、高温铝合金、高强高韧高温钛合金等性能优良的材料。金属材料中，还出现了许多新型高性能金属材料，如快速冷凝金属、非晶和微晶材料、定向凝固柱晶和单晶合金、形状记忆合金、超导合金等。

无机非金属材料一般具有熔点高、硬度高、化学稳定性高、耐高温、耐腐蚀、耐磨损、绝缘等优点，在现代工业中已得到愈来愈广泛的应用。陶瓷是这类材料的典型代表，近年来出现的高温结构陶瓷、导体和半导体陶瓷、生物陶瓷等都是高新技术产业的基础材料。

高分子材料是以相对分子质量大于 5 000 的高分子化合物为主要组分的材料，其中每个

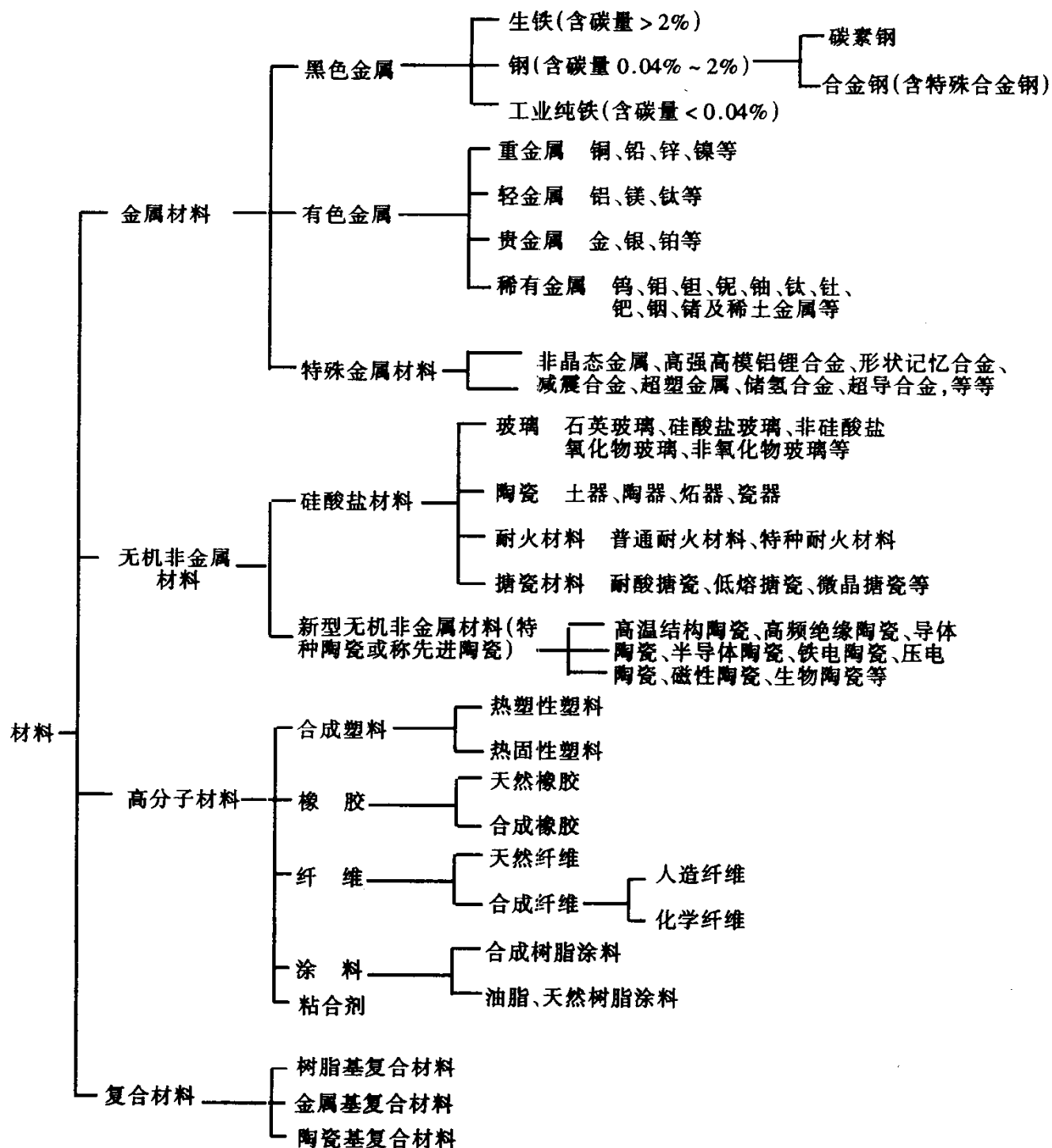


图 0.1 材料的分类

分子可含几千,几万,甚至几十万原子。高分子材料又可分为有机高分子材料和无机高分子材料。有机高分子材料由相对分子质量大于 10 000 的以碳、氢元素为主的有机化合物组成,具有高弹性、耐磨性、绝缘性、抗腐蚀性及重量轻等优点,而且易于成型,原料来源丰富。近年来有机高分子材料发展十分迅速,一批高性能的合成纤维和工程塑料已开始大批量应用。

复合材料是由几类不同材料通过复合工艺组合而成的新型材料,它既能保留组成材料的主要特性,又能通过复合效应获得原组分所不具备的性能,还可以通过材料设计使各组分的性能互相补充并彼此关联,从而使材料具有新的优越性能。

0.3 机械制造加工技术及其发展趋势

1. 机械制造工艺流程

在一般机械制造过程中,对于那些将原材料变为产品的直接有关过程,都可称为工艺过程。如用铸造、锻造、焊接等方法制造毛坯的过程,机械切削加工的过程,热处理及表面处理的过程,产品的装配、检验、包装等过程等。机械制造工艺流程如图 0.2 所示。

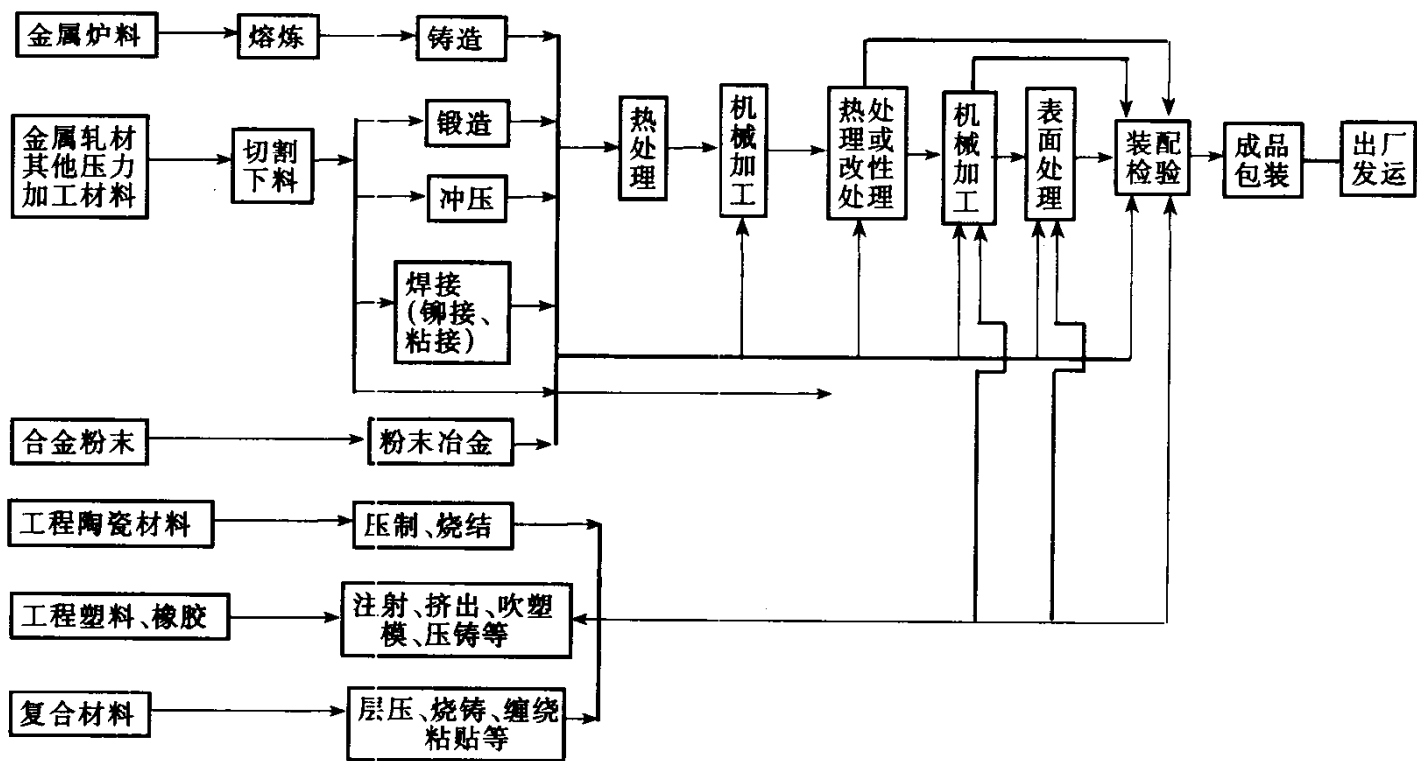


图 0.2 机械制造工艺流程

机械制造所用的原材料主要包括可直接用于机械加工的各种棒、板、管及型材和用于毛坯生产的生铁、废钢、铝锭、电解铜等金属材料。近年来随着工程材料结构的不断调整,各种特种合金、粉末冶金、工程塑料、陶瓷材料和复合材料的使用比例也在不断扩大。

机械制造过程中铸造、锻压、焊接、冲压和轧材下料是常见的金属毛坯成形方法,而其他材料的成形方法则各不相同。

零件的机械加工指采用车削、铣削、刨削、磨削和其他特种加工等方法,逐步改变毛坯的形状、尺寸及表面质量的过程。

金属材料的热处理可分为预备热处理和最终热处理。预备热处理一般在毛坯成形后粗加工前进行,主要目的是软化钢材以利于切削加工及消除内应力等。最终热处理一般在粗加工后精加工前进行,主要目的是提高金属材料的综合机械性能。材料的表面处理一般在精加工后装配前进行,主要目的是根据零件的技术要求,改变其表面的力学性能和物化性能。

2. 机械制造技术发展趋势

机械制造业做为国民经济的支柱产业,近年来随着科学技术的发展,机械产品的更新换代速度加快,产品对机械制造技术提出了更高更新的要求。新能源、新材料、计算机技术、智能化等新技术的不断引入,为机械制造技术提供了更加广阔的发展空间。

首先是新型材料的出现使传统的铸、锻、焊、热、切削加工工艺的技术构成逐渐发生了变化,即一方面要对传统的成形工艺不断改造,另一方面要引用新的工艺设备。通过采用新型的工艺材料,改善工艺条件,优化工艺参数等途径,实现加工工艺的高效化、精密化、强韧化和轻量化,形成优质、高效、低耗、轻污染的先进适用工艺。如使焊接技术从以“焊钢”为中心,发展成同时焊接各种异型材料,使单一的焊接技术发展成为焊接—连接技术,使固态焊接、扩散连接、特种钎焊等焊接技术在工程塑料、工程陶瓷、复合材料的焊接—连接技术上更加体现其优

越性。发展以气体保护自动焊或埋弧自动焊取代手工焊条焊接；以可控气氛热处理和真空热处理取代氧化气氛中的热处理；以无氰电镀取代有氰电镀；以涂层刀具、超硬刀具、机夹刀具代替普通刀具；以数控加工代替普通机床加工等。

新的能源出现，使得“自由成形”成为现实。激光、电子束、离子束、超声波、电磁、射流等技术形成了全新的特种加工技术，使得熔炼、焊接、切割、热处理、表面处理等工艺在生产效率和加工精度等方面得到了大幅度提高。

机械制造技术另一个发展方向就是精密加工和超精密加工，随着微型传动机件、微型机器人、大规模集成电路、光电器件的发展，要求机械加工微细化和超精度化，形成了光刻、刻蚀、沉积、外延生长、扩散、离子注入及封装为主要工艺方法的微机械制造技术。

微电子、计算机、自动化技术与工艺及设备相结合，使机械制造技术发生了革命性变化，形成了从单机到系统，刚性到柔性，简单到复杂的不同档次的多种自动控制加工技术。计算机集成制造系统(CIMS)把计算机辅助设计(CAD)系统、计算机辅助制造(CAM)系统和生产管理信息系统(MIS)综合成一个有机整体，实现了机械制造过程高度自动化，极大地提高了劳动生产效率和经济效益。