



高职高专
模具设计与制造类课程规划教材

模具材料与热处理

新世纪高职高专教材编审委员会组编
主编 吴元徽 赵利群

大连理工大学出版社

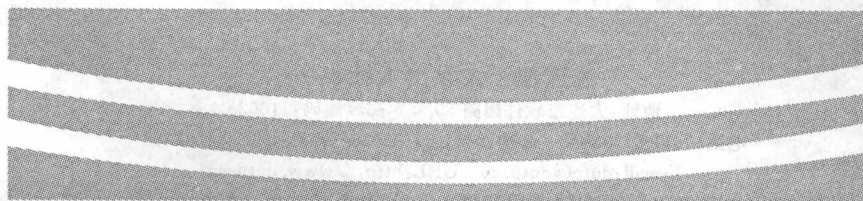


高职高专模具设计与制造类课程规划教材

模具材料与热处理

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 吴元徽 赵利群 副主编 宋海潮 李成清



MOJU CAILIAO YU RECHULI

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

林蔭敗賊野馬类查博已竹發具對寺高厚高



清華

图书在版编目(CIP)数据

模具材料与热处理 / 吴元徽, 赵利群主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2007. 7
高职高专模具设计与制造类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-3708-6

I. 模… II. ①吴…②赵… III. 模具钢—热处理—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG162.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 113559 号

新编李 陈宏宋 编主编 籍林法 编元吴 编主

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

电话: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 15.75 字数: 362 千字

印数: 1~4000

2007 年 7 月第 1 版

2007 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 孔泳滔

责任校对: 李世强

封面设计: 季 强

ISBN 978-7-5611-3708-6

定 价: 26.00 元

总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。

但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表示。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前 言

《模具材料与热处理》是新世纪高职高专教材编审委员会组编的模具设计与制造类课程规划教材之一,是根据模具设计与制造类专业的教学基本要求编写的。

材料是人类生存和发展、征服自然和改造自然的物质基础,也是人类现代文明的基石。模具材料是模具工业的重要技术和物质基础,其品种、规格、性能、质量对模具的性能、寿命、制造周期以及工业产品向高级化、多样化、个性化、高附加值化方向发展具有重要意义。基于上述时代背景和要求,为满足模具设计与制造类专业的教学目标、适应专业教学改革、培养应用型人才的需要,本教材重点强调培养学生合理选用材料、正确加工材料的能力,基础理论以应用为目的、以够用为度,教学内容选择彻底改变了传统课程体系,以培养学生工程设计中合理选材为目的,以零件服役条件—失效方式—性能要求—合理选材为主干组织教学。通过本课程的学习,使学生获得常用模具材料和成型工艺的基本知识,建立材料成分、组织结构、性能和加工使用之间规律的认识,培养学生综合材料和工艺知识进行模具材料选用、热处理工序安排和成型工艺分析的初步能力,更适应培养 21 世纪应用型人才的教学需要。

在本教材的建设过程中,力求突出以下特色:

1. 通识性 具备的工程材料的基础知识。
2. 应用性 在产品设计中合理选用加工件材料;在模具设计中正确选用模具材料;在模具制造工艺中合理应用材料性能;了解模具使用、维护及寿命等方面的知识。
3. 创新性 拓展了模具材料的外延——被加工材料,如塑料的知识、钢板的知识、压铸件材料(锌合金、铝合金、镁合金、铜合金)、锻件材料(结构钢、工具钢、不锈钢和耐热钢)等。
4. 模具专业材料知识结构介于材料专业与机械专业之间,重在选择与应用。



本教材分三篇共十二章,第一篇工程材料基础包括材料的种类与金属材料性能、材料的结构与组织、材料的变形和钢的热处理,第二篇模具材料基础包括模具材料概述、冷作模具材料、热作模具材料和塑料模具钢及其热处理,第三篇模具材料应用包括模具加工材料概述、模具失效、模具材料的标准和模具热处理的缺陷及预防措施。

本教材由南京工业职业技术学院吴元徽、南京工程学院赵利群任主编,由南京工业职业技术学院宋海潮、南京工业职业技术学院李成清任副主编。吴元徽编写绪论、第1章~第4章及第12章,赵利群编写第5章、第8章~第11章,宋海潮编写第6章,李成清编写第7章。全书由吴元徽统稿。编写过程中,编者参阅了国内外出版的有关教材和资料,得到了南京工程学院王章忠教授的大量指导,在此一并表示衷心感谢!

本教材由广西机电职业技术学院陈勇、安徽职业技术学院陈传胜审稿。

恳请使用本教材的广大读者对书中的错误和疏漏之处予以关注,并将意见、建议及时反馈给我们,以便修订时改进。

所有意见、建议请发送至:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707492 84706104

编者

2007年7月

目 录

绪论	1
0.1 模具工业的作用与地位	1
0.2 模具材料应用、发展概况及展望	2
0.3 本课程的性质及要求	4

第一篇 工程材料基础

第1章 材料的种类与金属材料的性能	7
1.1 材料的种类	7
1.2 金属材料的性能	10
第2章 材料的结构与组织	24
2.1 金属材料的结构与组织	24
2.2 高分子材料的结构与性能	33
2.3 陶瓷材料的结构与性能	39
第3章 材料的变形	45
3.1 金属的塑性变形与再结晶	45
3.2 高分子材料的变形特点	51
3.3 陶瓷材料的变形	52
第4章 钢的热处理	55
4.1 铁碳合金相图的分析及应用	55
4.2 钢在加热时的组织转变	64
4.3 钢在冷却时的组织转变	69
4.4 钢的整体热处理工艺	74
4.5 钢的表面热处理和化学热处理	88

第二篇 模具材料基础

第5章 模具材料概述	107
5.1 模具材料的分类	107
5.2 模具材料的性能要求	111

5.3 模具材料的选用原则	118
第6章 冷作模具材料	121
6.1 冷作模具材料的工作条件与性能要求	121
6.2 冷作模具材料的选用	134
6.3 冷作模具的制造工艺路线	135
6.4 冷作模具材料的热处理	136
6.5 冷作模具材料热处理实例	142
第7章 热作模具材料	145
7.1 热作模具的工作条件与性能要求	145
7.2 热作模具材料的选用	147
7.3 热作模具的制造工艺路线	149
7.4 热作模具的热处理	151
7.5 热作模具热处理实例	153
第8章 塑料模具钢及其热处理	161
8.1 塑料模具的工作条件与性能要求	161
8.2 塑料模具材料的选用	164
8.3 塑料模具的热处理及实例	178
第三篇 模具材料应用	
第9章 模具加工件材料概述	185
9.1 常用冲压材料	185
9.2 常用塑件材料及性能	194
第10章 模具失效	198
10.1 失效分析	198
10.2 模具的服役条件与失效形式	203
10.3 模具寿命及其影响因素	211
第11章 模具材料的标准	220
11.1 材料的标准简介	220
11.2 各国金属材料牌号表示方法	220
第12章 模具热处理的缺陷及预防措施	229
12.1 模具热处理的主要缺陷	229
12.2 减小模具热处理变形与控制模具热处理开裂的措施	236
12.3 模具热处理的其他缺陷及预防补救措施	241
参考文献	244

绪论

0.1 模具工业的作用与地位

模具是工业生产的基础工艺装备,在电子、汽车、电机、电器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都依靠模具成型,模具质量的高低决定着产品质量的高低,所有工业产品莫不依赖模具才得以规模生产、快速扩张,因此,模具工业被称为“百业之母”,被欧美等发达国家誉为“磁力工业”。

模具工业还是无与伦比的“效益放大器”,用模具生产的最终产品的价值,往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。用模具加工产品大大提高了生产效率,而且还具有节约原材料、降低能耗和成本、保持产品高一致性等特点。据国外统计资料,模具工业可带动其相关产业的比例大约是1:100。

现代模具行业是技术、资金密集型的行业。它作为重要的生产装备行业在为普通行业服务的同时,也直接为高新技术产业服务。由于模具生产要采用一系列高新技术,如CAD/CAE/CAM/CAPP等技术、计算机网络技术、激光技术、逆向工程和并行工程、快速成型技术及敏捷制造技术、高速加工及超精加工技术等,因此,模具工业已成为高新技术产业的一个重要组成部分,有人说,现代模具工业是高技术背景下的工艺密集型工业。模具技术水平的高低,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。因此模具生产工艺水平的高低,已成为衡量一个国家科技与产品制造水平的重要标志,它在很大程度上决定着产品的质量、效益、新产品的开发能力,决定着一个国家制造业的国际竞争力。

我国模具工业的技术水平近年来也取得了长足的进步。大型、精密、复杂、高效和长寿命模具生产上了一个新台阶。大型复杂冲模以汽车覆盖件模具为代表,已能生产部分新型轿车的覆盖件模具。体现高水平制造技术的多工位级进模的覆盖面,已从电机、电器铁心片模具,扩展到接插件、电子枪零件、空调器散热片等家电零件模具。在大型塑料模具方面,已能生产48 in电视的塑壳模具、6.5 kg大容量洗衣机全套塑料模具以及汽车保险杠、整体仪表板等模具。在精密塑料模具方面,已能生产照相机塑料模具、多型腔小模数齿轮模具及密封模具等。在大型、精密、复杂压铸模方面,已能生产自动扶梯整体踏板压铸模及汽车后桥齿轮箱压铸模。其他类型的模具,例如子午线轮胎活络模具、铝合金和塑料门窗异型材挤出模等,也都达到了较高的水平,并可替代进口模具。2005年我国模具销售额达到610亿元,同比增长约25%。据了解,我国模具产品结构进一步趋向合理,具有高技术含量的大型、精密、复杂、长寿命模具的份额从20%提高到30%。同时,一些模具企业的装备水平不断改善,技术水平不断提高,生产能力不断加强,模具工业呈现出快速发展态势。

0.2 模具材料应用、发展概况及展望

1. 国外模具材料发展现状

近年来,工业生产技术日新月异,各种新材料层出不穷,模具的工作条件要求日益苛刻,对模具材料的性能、质量、品种等方面的要求不断提高,发达国家开发了各种具有不同特性、适应不同要求的新型模具材料,不但增加了品种,而且提高了质量,主要有以下几个特点:

(1) 研制出先进的各种类型的冷、热作模具钢,并有较完整的系列。在冷作模具钢方面,根据冷冲压件向高精度、标准化发展的趋势,早已开发了高性能模具钢,其中有二次硬化钢 OCM, DC53, Vasco 和 Die, 火焰淬火热钢 SX10570L, 空淬微变形钢 A4 等。在热作模具钢方面除了通用型钢种外,还新发展了 YHD3 和 H26 等品种。

(2) 塑料模具钢高速发展并系列化。20 世纪 70 年代随着塑料品种的大量开发,塑料已成为一个重要的工业原料并得到广泛应用。从航天器到舰艇,从建筑材料到农资材料,从家用电器到儿童玩具都离不开塑料制品。而塑料制品大部分采用模压成型,不少发达国家塑料模具的产值已居模具产值之首,塑料模具钢也发展并成为一个专用钢种。目前国外常用的塑料模具钢已形成较完整的系列,如美国塑料模具钢有 7 个钢号,形成完整的 P 系列;日本日立金属公司有 15 个钢号,日本大同特殊钢有 13 个钢号。

(3) 模具钢的品种、规格迅速向多样化、精料化、制品化方向发展。首先是品种、规格多样化。目前发达国家模具制造需要的各种扁钢和厚钢已经标准化、系列化,并制定了详细的技术规范。其次是日趋精料化。由钢厂直供不同要求经过机械加工的高精度、无脱碳层的精料,一些主要的模具钢生产厂的模具钢精料已占 60% 左右。再次是向制品化方向发展。由钢厂供应经过淬、回火和精加工的模板、模块等制品,模具制造厂可以直接采购标准模块,只对模具的型腔或刃部进行精加工即可与标准模架配套组装后交货。模具成型后不需要再进行最终热处理就可以直接使用,这样既保证模具的使用性能,又可避免由于热处理而引起的模具变形、氧化、脱碳和开裂等质量问题。这种制成品适于制造形状复杂、大型、精密、长寿命的塑料模具,应用越来越广泛。

(4) 模具钢性能高级化。目前发达国家为了提高模具的质量和使用寿命,把提高模具钢的质量和性能放在重要位置,应用了一系列先进工艺方法。例如生产高纯净度模具钢,日本有的钢厂已把钢中硫、磷的含量(质量分数)从 0.03% 降到 0.01% 以下,将冲击韧度提高一倍以上;再如生产等向性模具钢,改善钢的横向韧性和塑性,使其与纵向性能接近。由于模具大部分是多向受力,所以这样就可以大幅度提高模具的使用寿命。同时,采用许多新工艺、新技术和新装备,提高了模具钢的各种性能。如采用精炼、大断面无缺陷连铸、高刚度连轧机及高精度轧制等生产工艺。

(5) 研究和开发新型模具材料。模具工业要上水平,材料应用是关键。因选材和用材不当,致使模具过早失效,占失效模具的 45% 以上。因此随着工业技术不断发展,要求模具在更苛刻、更高速的条件下工作,对模具的精度要求越来越高,使用寿命要求越来越长。为

了满足这些要求,发达国家在模具材料的研究和开发上做了巨大的努力,也取得了不少进展,目前模具材料已从单一的钢逐渐扩展到铸铁、硬质合金、钢结硬质合金、低熔点合金、难熔合金以及塑料、橡胶、陶瓷等非金属领域。

2. 我国模具材料生产现状及展望

目前我国已成为世界上净出口模具最多的国家,大型多工位级进模、精密冲压模具、大型多型腔精密注塑模、大型汽车覆盖件模具等虽已能生产,但总体技术水平不高,与国外发达国家相比,仍有很大差距,特别是模具寿命低的问题非常突出。如国外硅钢片冲模总使用寿命为 500 万次以上,而国内一般为 50~60 万次,最高为 150 万次。国外热锻模使用寿命为 50 万次,国内只有 3~5 万次。国外热锻模使用寿命为 12 000 次以上,国内一般为 3 000~5 000 次。影响模具寿命的因素较多,其中模具材料是重要因素,高寿命模具离不开优质模具材料。

近几年来,我国模具工业的迅猛发展带动了国内模具材料的产量、品种、规格及品质水准的提高。我国研制开发和引进了大量模具行业所需要的材料,但国产模具材料无论是在品种还是在质量上仍难以全部满足国内模具市场需要,与发达国家相比还存在着不小差距。

(1) 钢种系列化程度低

国内模具钢品种少、质量差、性能低。虽然国内也研制出许多高性能模具钢,但大多数是 20 世纪 70~80 年代研制的,因种种原因,真正使用的量较少,钢种也不多。每年使用量不足 1 万吨。如用量很大的塑料模具钢在 GB/T 1299—2000 中只纳入了两个钢号,显然不能满足各种不同类型的塑料模具的要求。

(2) 钢种产品结构不合理

我国模具钢市场 80% 左右是黑皮圆棒料,品种单一。扁钢、精料(六面光)、经过预硬化处理的材料和制品以及标准件在市场上极少见,精料化、制品化程度低。模具制造厂一般常常将圆棒料改锻成扁钢或模块,绝大多数采用自由锻,很少采用模锻和三镦三拔的锻造工艺。因此锻件的内在质量较差,外形尺寸偏大,造成加工余量大,所以国内模具钢利用率低(只有 50% 左右),影响模具制造周期。

(3) 模具钢冶金质量低、成材率低

国内大多数冶金厂设备、工艺比较落后,一般质量的模具钢多,高质量的模具钢少。通过真空精炼和电渣重熔生产的模具钢所占的份额很少,仅约为 10%。国产模具钢大多采用电炉冶炼,钢的纯净度差,表面脱碳层深、碳化物级别高、疏松级别超标,模块的纵横向性能相差悬殊。模具钢成材率仅为 70%。因此国内生产高纯净度模具钢、等向性模具钢等方面和国际水平有着较大的差距。

(4) 模具新材料宣传和推广力度不够

许多模具生产企业长期以来只知道常用的几种模具钢,生产工艺落后,技术水平低下,对新钢种了解少,因此应用新钢种的量也很少。目前国内常用的模具钢基本上是从 20 世纪 50 年代初沿用下来的老钢种。

今后我国模具钢技术的发展应注重积极引进、开发高性能钢种,加强系列化、标准化工作,向精料化、高级化方向发展,发展专业化生产,采用先进工艺和设备,增加品种、提高质量、降低成本,使我国模具钢产品迅速达到世界先进水平。

0.3 本课程的性质及要求

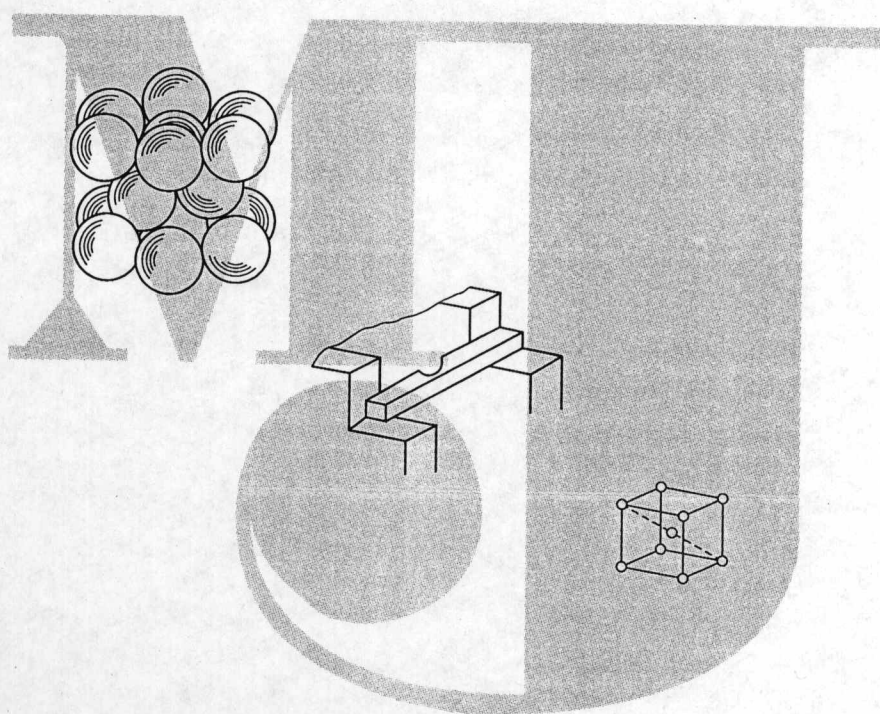
本课程是模具制造专业的主要专业课程。学习本课程的目的是使学生了解现代模具制造业的发展状况和趋势,熟悉模具制造的一般工艺性问题。掌握各类模具材料的分类、特性和强化方法及使用范围。重点掌握模具的质量、寿命、成本与模具钢的选材及热处理之间的关系,学会正确选用模具钢及其热处理方法。

本课程是以物理、化学、机械基础、机械制造工艺为基础的一门学科。学习时应该经常联系有关课程以加深理解。同时本课程又是模具制造专业的重要基础课程,与热加工、冷加工工艺联系紧密,学习过程中要融会贯通、牢固掌握。本课程还是一门实践性很强的课程,与生产实践联系十分密切。因此建议在学习过程中,应该安排学生参观一些模具制造厂家和模具使用厂家,以增加感性知识。

与机床工业相比,模具制造业是一个新兴的行业,我国模具制造业发展的时间不长,专业化生产水平低,与发达国家尚存一定的差距,学生要在学习过程中注意观察、思考,学习先进工艺技术,积累经验,把本课程所讲的内容真正掌握好。

第一篇

工程材料基础



第一冊

工程概論



第 1 章

材料的种类与金属材料的性能

1.1 材料的种类

1.1.1 什么是材料?

什么是材料呢?很简单,向四周看看,你看到了什么?我们穿的衣服是由各种材料制成的,我们的宿舍是由各种材料建成的,窗户上的玻璃,吃饭用的碗、勺子,工厂里的机器,大街上行驶的汽车,天上飞行的飞机等大部分产品都是由多种材料制成以满足一定的需要。

因此,我们说材料是人类用来制作各种产品的物质,是先于人类存在的,是人类生活和生产的物质基础。材料是能为人类制造有用器件的物质。更进一步我们可以给材料下一个定义:材料是能为人类经济地制造有用物品的物质。这就是说物质中只有一部分是材料。材料是物质世界、宇宙万物中的一部分,更具体地说,材料指的是那样一些物质,这些物质的性能使其能用于结构、机器、器件或其他产品。例如,金属、陶瓷、半导体、超导体、聚合物(塑料)、玻璃、介电材料、纤维、木材、沙子、石块、复合材料等都属于材料的范畴。材料的两大特点是既要能为人类使用,也要具备经济性。比如金刚石很硬,这个性能很有用,但由于它的稀有和昂贵就不适于作为材料。由于要使用材料,因此人类必须熟悉并了解材料。

从古到今,材料与人类日常生活密切相关。材料的发展与进步不断改善与提高人类的生活质量。人类社会的发展史表明,生活中使用的材料的性质直接反映人类社会文明的发展水平。材料应用的发展是人类发展的里程碑!实际上历史学家们也是按照在使用中占主导地位的材料来划分历史的:远古时代,人类只能使用天然的石头作为工具,故称之为石器时代;火的发现使人类多了一种改造自然的武器,从此人类对材料的使用由天然材料向人工材料发展,开始了陶器时代;随着制陶技术的发展,又为炼铜准备了必要的条件,紧接着是铜器时代;由青铜器过渡到铁器是生活工具的重大发展,伴随着冶炼技术的提高,人类步入了铁器时代;由于农业、手工业的技术进步和商品经济的发展、新航路的开辟等,促进了世界各大洲间的联系,为资本主义的产生和发展提供了地理方面的便利,人类迎来了资本主义大工业的钢铁时代;20世纪40年代材料科学的技术革命产生了复合材料,目前人类已进入了新材料时代(也称硅器时代)。

总之,材料与食物、居住空间、能源、信息共同组成了人类生活的基本资源。建筑、交通、能源、计算机、通信、多媒体、生物医学工程无一不依赖材料科学与技术的发展来实现和突破。没有钢铁材料,就没有今天的高楼大厦;没有专门为喷气发动机设计的材料,就没有靠

飞机旅行的今天;没有耐高温复合涂层材料,就没有人类探索外空的飞船;没有固体微电子技术材料,就没有计算机。综上所述,材料是所有科技进步的核心。当前,材料有 50 万余种之多,而新材料每年以 5% 左右的速度递增。材料的质量、品种和数量已成为衡量一个国家科技、经济水平和国防力量的重要标志之一。

1.1.2 材料是如何分类的

1. 材料的分类方法

对于材料的分类可以从几个不同的角度考虑,即按不同的分类方法可以将材料分成不同的类别,现在我们介绍五种常见的分类方法。

(1) 根据材料的化学组成 可将材料分为金属材料、非金属材料两大类。非金属材料又可分为高分子材料、陶瓷材料和复合材料三种类型。

(2) 根据材料的特性和用途 可将材料分为结构材料和功能材料两大类。

结构材料:使用时主要考虑材料的各种力学性能,如强度、硬度和韧性等。主要是实现运动、传递动力、承担负荷等,通常作为结构件(梁、轴、齿轮、螺栓等)。例如房屋和桥梁用钢和混凝土,汽车底盘、发动机用材料,飞机机翼和机身用铝材,塑料座椅等。

功能材料:使用时主要考虑材料的电学、磁学、光学和热学等物理和化学性能。利用其电、磁、光、热、声以及功能转换(如压电、光电、声光、热电等变换)等的功能,如电线、磁铁、磁头、光纤、光控(声控)电灯、热电偶等。一般作为信息技术的主体材料,如计算机硬盘的磁记录材料和芯片的硅基片和其上的各种薄膜材料,光缆的光导纤维,人工器官和各种保温材料等。

(3) 根据材料内部原子排列情况 可将材料分为晶体材料与非晶体材料两大类。

(4) 根据材料的热力学状态 可将材料分为稳态材料及亚稳态材料两大类。

(5) 根据材料尺寸 可将材料分为一维(纤维及晶须)材料、二维(薄膜)材料及三维(大块)材料三大类。

2. 材料的结合键

虽然材料可以有不同的分类方法,但比较科学的方法是根据材料的结合键进行分类。各种材料由各种不同的元素组成,由不同的原子、离子或分子结合而成。原子、离子或分子之间的结合力称为结合键。

(1) 金属键

元素周期表中 I, II, III 族元素的原子在满壳层外有一个或几个价电子。原子很容易丢失其价电子而成为正离子。被丢失的价电子不为某个或某两个原子所专有或共有,而是为全体原子所公有。这些公有化的电子叫做自由电子,它们在正离子之间自由运动,形成所谓电子气。正离子在三维空间或电子气中呈高度对称的规则分布。正离子和电子气之间产生强烈的静电吸引力,使全部离子结合起来。这种结合力就叫做金属键(见图 1-1)。

在金属晶体中,价电子弥漫在整个体积内,所有的金属离子皆处于相同的环境之中,全部离子(或原子)均可被看成是具有一定体积的圆球,所以金属键无饱和性和方向性。

金属材料主要以金属键结合,其强韧性好,塑性变形能力强,导电、导热性好,为主要的工程材料。

(2) 分子键

原子状态形成稳定电子层体的稀有气体元素,每个原子的外层电子形成稳定的封闭壳层