

国家级工程训练示范中心“十二五”规划教材

工程训练与创新实践

曾海泉 刘建春 主 编
吴新良 郑运鸿 洪汉池 副主编
傅水根 主 审

清华大学出版社

国家级工程训练示范中心“十二五”规划教材

工程训练与创新实践

曾海泉 刘建春 主编
吴新良 郑运鸿 洪汉池 副主编

清华大学出版社

内 容 简 介

本书共包括 18 章,简要介绍了工程概述、工程教育、工程伦理、工程训练教学等概念性内容,工程材料及量具使用等工程训练基础知识,铸造、锻压、焊接等热加工工艺,钳工、车削、铣削、磨削、镗削及齿轮加工等冷加工工艺,数控车削、数控铣削及柔性制造等数控加工方面的内容,特种加工工艺、电工电子基本工艺、计算机组装与维护及 3D 打印的基本知识;书中最后介绍了大学生方程式赛车的设计制作、无碳小车创新实践等方面的内容。

本书适用于大学工程训练教学、大学生科技创新制作,也可供相关领域工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程训练与创新实践/曾海泉,刘建春主编.--北京:清华大学出版社,2015
国家级工程训练示范中心“十二五”规划教材
ISBN 978-7-302-40392-0

I. ①工… II. ①曾… ②刘… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 23251 号



责任编辑:赵斌 赵从棉
封面设计:常雪影
责任校对:赵丽敏
责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.5 字 数:449 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版 印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:064717-01

国家级工程训练示范中心“十二五”规划教材

编审委员会

顾问

傅水根

主任

梁廷德 孙康宁

委员(以姓氏首字母为序)

陈君若 贾建援 李双寿 刘胜青 刘舜尧

邢忠文 严绍华 杨玉虎 朱华炳 张远明

秘书

庄红权

前言



FOREWORD

实践能力和创新能力,是当今大学生必须具备的两种基本能力,两者均与实践教学密切相关。近年来,随着素质教育理念被广泛接受,各高校都非常重视实践教学。一方面,作为理工科学生最重要实践教学环节的工程训练越来越受到重视,新建实训场所,购置实训设备,扩充师资队伍……另一方面,反映大学生课余创新活动的各类科技竞赛也蓬勃开展,组建创新团队,进行创新制作,参加各类竞赛……然而,相关的教材建设却相对滞后,尤其是在科技创新制作方面,往往还停留在口头传授、手把手教、上下届学生之间相互帮带的层面上,离开老师,离开学长,很多学生就表现出不知所措,无从下手,亟需一本工程训练和创新制作方面的综合指导书。

本书在认真总结多年来在工程训练和大学生科技竞赛经验的基础上,根据精简基础理论,注重实践能力培养,兼顾传统与现代制造工艺的原则,精心选择内容。在编排上,尽量做到深入浅出,循序渐进,便于读者的阅读和自学。在本书的绪论部分,编排了少量工程教育与工程伦理方面的内容,这些内容我们一直用于实习动员,效果很好,呈现出来与大家分享。本书的后两章,介绍了大学生方程式赛车和无碳小车制作方面的内容,毫无保留介绍了我校师生在设计、制作、安装与调试时取得的成功经验和心得。

工程训练和创新制作本来就密不可分,工程训练是创新制作的基础,创新制作某种程度上是工程训练的后续延伸。我们希望本书除了服务大学生的工程训练教学外,还能服务他们后期的科技创新制作,真正实现工程训练四年不断线。同时,本书介绍的工艺知识,也完全可以供相关领域的工程技术人员参考。

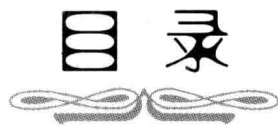
本教材由厦门理工学院现代工程训练中心组织编写,由曾海泉(第1、2、4、7、8、9、10章)、刘建春(第11、12、13、14章)担任主编,由吴新良(第3、5、6、18章)、郑运鸿(第15、16章)、洪汉池(第17章)担任副主编。参加编写的有李全城(第8、9、10、14章)、张猛持(第2、3、4、5章)、张灿育(第2、7、17章)、彭晓雷(第13、16章)、马傲玲(第3章)、江平(第6章)、黄艺铭(第11章)、易吉祥(第12章)、陈胜发(第13章)、李斌(第11章)、张建章(第7章)、郑朝阳(第11章)、洪清心(第15章)、杨玉燕(第15章)、陈顺义(第16章)、陈志军(第17章)、王远森(第17章)及许炳跃(第3章)。全书由曾海泉统稿,傅水根教授担任主审。

在本教材的编写过程中,得到了厦门理工学院有关部门的领导和教师的支持,也得到了厦门理工学院教材建设基金的资助,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年4月



CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 工程概述	1
1.2 工程教育	1
1.3 工程伦理	2
1.4 工程训练	3
第 2 章 工程训练基础	7
2.1 工程材料	7
2.2 金属材料的热处理.....	10
2.3 常用量具及其使用.....	16
作业与思考	23
第 3 章 铸造	24
3.1 概述.....	24
3.2 砂型铸造.....	25
3.3 特种铸造.....	32
3.4 操作训练.....	35
作业与思考	36
第 4 章 锻压	38
4.1 锻造.....	38
4.2 冲压.....	42
4.3 操作训练.....	46
作业与思考	47
第 5 章 焊接	48
5.1 概述.....	48
5.2 手工电弧焊.....	49

5.3	气焊	56
5.4	操作训练	58
	作业与思考	60
第6章	钳工	61
6.1	概述	61
6.2	划线	62
6.3	锯削	66
6.4	锉削	68
6.5	钻孔	73
6.6	螺纹加工	76
6.7	錾削	78
6.8	典型连接件装配	79
6.9	操作训练	82
	作业与思考	85
第7章	车削加工	86
7.1	概述	86
7.2	普通车床	88
7.3	车刀及其安装	90
7.4	车床附件	94
7.5	车削加工的基本工艺	96
7.6	操作训练	101
	作业与思考	105
第8章	铣削加工	107
8.1	概述	107
8.2	铣床	108
8.3	铣刀及其安装	110
8.4	铣床附件及工件装夹	112
8.5	操作训练	115
	作业与思考	118
第9章	磨削加工	119
9.1	概述	119
9.2	砂轮	120
9.3	磨床	122
9.4	操作训练	125
	作业与思考	129

第 10 章 镗削与齿轮加工	130
10.1 概述	130
10.2 卧式镗床	130
10.3 镗削加工基本操作	131
10.4 齿轮加工概述	133
10.5 滚齿机	133
10.6 滚齿加工基本操作	135
作业与思考	137
第 11 章 数控车削加工	138
11.1 概述	138
11.2 数控车削的编程	139
11.3 面板介绍	145
11.4 操作训练	148
作业与思考	154
第 12 章 数控铣削加工	155
12.1 概述	155
12.2 数控铣削的编程	157
12.3 FANUC-0i MC 系统数控操作面板介绍	162
12.4 操作训练	165
作业与思考	171
第 13 章 特种加工	173
13.1 概述	173
13.2 电火花成型加工	173
13.3 数控电火花线切割加工	178
13.4 激光加工	186
作业与思考	191
第 14 章 柔性制造	192
14.1 概述	192
14.2 柔性制造系统组成	194
14.3 柔性制造基本操作	196
作业与思考	204
第 15 章 电工电子技术	205
15.1 安全用电常识	205



15.2	电工常用工具	207
15.3	低压电器	210
15.4	电气控制电路	215
15.5	焊接技术	219
15.6	电子产品的安装实训	224
第 16 章	计算机组装、维护与 3D 打印	229
16.1	微型计算机系统的组成	229
16.2	微型计算机硬件组装	230
16.3	操作系统的安装、备份及还原	231
16.4	微型计算机日常维护与故障排除	234
16.5	3D 打印概述	236
16.6	3D 打印操作	241
第 17 章	大学生方程式赛车的设计制作	246
17.1	赛事简介	246
17.2	车架与车身设计及制造	248
17.3	关键零部件的设计与制造	257
17.4	赛车零部件与总成装配	259
第 18 章	无碳小车项目创新实践	268
18.1	无碳小车项目概述	268
18.2	无碳小车的创新设计	269
18.3	无碳小车制造	277
18.4	无碳小车成本分析报告	279
18.5	无碳小车工程管理报告	281
参考文献	285



绪 论

1.1 工程概述

工程是运用科学原理、技术手段、经管理论、人文艺术、实践经验来改造和利用自然,开发、生产对人类社会有用产品的实践活动的总称,其核心任务是设计和实施尚未存在的目标对象,直接或间接地服务人类社会。工程起源于人类的生存需要,包括最基本的衣食住行的需求,源于人类对器物、工具、居所、环境等日常生活物品的渴望。制作、建造这些有用物品的活动,就是人类的工程活动。这一活动从人类诞生到今天,经历了漫长的历史过程。

随着科技的发展,社会的进步,人类的工程活动范围不断地加大,复杂程度不断地加深,技术含量不断地加大。工程的学科门类也从传统的土木工程、机械工程、材料工程、电气工程等传统范围,发展到现代的通信工程、航天工程、生物工程、核能工程等高科技领域,但是,不管人类的工程活动如何变化,学科门类如何发展,工程具有的基本属性没有改变,即创新、实践、质量、成本、社会、安全等。

1.2 工程教育

人类的发展进步需要大量的工程人才,工程的属性决定了对工程人才的素质要求。一般认为,现代工程师应具有如下素质:具备一定的数学、物理等工程科学基础知识;了解设计-制造流程;具有基本的实践动手能力;具备基本的工程管理知识;具有较高的人际沟通能力;具有较高的道德水准;具有批判的、创新的思维能力;善于独立思考,又能博采众长;具有较强的心理素质和环境适应能力;具有强烈的求知欲和终身学习的愿望与态度;具有团队精神和团队工作能力。由此可见,现代工程对工程人才的用人标准,不仅局限于工程专业知识和技能,而且在身心、思维、管理、协作、道德等各方面提出了全面的要求。

优秀工程人才培养的核心目标应该适应现代企业对工程师们提出的要求,注重学生实践能力的提高和工程技术知识、经验的积累,培养学生的工程意识,锻炼学生健康向上的人格和品性。实践是其中的核心,老一辈工程训练专家傅水根教授指出“实践是内容最丰富的教科书,实践是贯彻素质教育最好的课堂,实践是实现创新最重要的源泉,实践是心理自我调理的一剂良药,实践是完成简单到综合、知识到能力、聪明到智慧转化的催化剂。”但长期

以来,中国的工程教育环境与工程实际相距较远,工程教育实践性的特征难以充分体现,应试教育贯穿始终,工程教育基本上是“学而致考”而不是“学而致用”,这种情况亟待改变。

工程人才的培养,除了根据上述培养目标来制定培养计划、制定教学方案外,想方设法营造与工程环境相一致的教学环境也非常重要。身临其境的真实感受,潜移默化的氛围感染,常常让人茅塞顿开,终身难忘,比单纯空洞无味的说教效果好得多。很多工程师需要的技能、经验在课堂上、在图书馆里是无法获取的,只能从实践中摸索、感悟来得到。在当今完全工厂化的实践教学环境难以实现的条件下,各高校的工程训练中心是不错的选择。在这里,学生亲自动手,学习工艺知识,了解工业过程,体验工程文化,通过“感视、感触、感悟”组成的“三感”过程,获得工程能力的提高。

1.3 工程伦理

工程伦理(学)英语有 engineering ethics 和 ethics in engineering 两种表述,在美国这两个术语之间不存在任何有意义的差别,主要涉及工程技术人员的职业道德。爱因斯坦曾经说过:“只用专业知识教育人是不够的。通过专业教育,他可以成为一种有用的机器,但是不能成为一个和谐发展的人。要使学生对价值有所理解并且获得对美和道德上的辨别力,伦理和道德方面的教育非常必要。否则,他——连同他的专业知识——就更像一只受过很好训练的狗,而不像一个和谐发展的人。”所以,对一个工程师来说,工程伦理与专业技能同等重要。

工程伦理的演变过程也非常曲折。当“工程”一词 18 世纪前在欧洲出现时,是专指军事目的的工作,因此,早期工程师的基本义务都是对权威的忠诚。18 世纪下半叶之后,英美等国出现了运河工程,道路工程,城市上下水系统等土木工程,同时,随着工业化的迅速发展,一些大公司的成立,工程师开始成为受雇于公司的雇员。这阶段,由于工程师相对公司而言处于劣势地位,使得他们仍然把对公司的忠诚看得最为重要。例如,1914 年美国土木工程师学会所提出来的伦理准则,规定工程师的主要义务是做雇用他们的公司的“忠实代理人或受托者”。

魁北克大桥灾难,使得工程伦理受到了极大地重视。

1903 年,魁北克铁路桥梁公司邀请了当时最有名的桥梁建筑师——美国人 Theodore Cooper 来设计建造魁北克大桥。该桥采用了比较新颖的悬臂构造,这样的结构在当时非常流行。但魁北克大桥却存在设计问题,自重过大而桥身无法承担。1907 年 8 月 29 日,魁北克大桥的南悬臂和一些中央钢结构像冰柱融化一样坍塌并掉进了圣劳伦斯河中。发生事故时桥上一共有 86 个工人,死了 75 个。

经过事故原因调查及整改,政府接手了施工工作。1913 年,这座大桥的建设重新开始,新桥主要受压构件的截面积比原设计增加了一倍以上。可是,在 1916 年 9 月 11 日,在吊装预制的桥梁中央段时,大桥再次倒塌,这次事故中死了 11 人。至此,魁北克大桥已经先后断了两次,一共死了 86 人。

1922 年,在魁北克大桥竣工后不久,加拿大的七大工程学院(即后来的“The Corporation of the Seven Wardens”)一起出钱将建桥过程中倒塌的残骸全部买下,并决定把这些亲临过事故的钢材打造成一枚枚戒指,发给每年从工程系毕业的学生。于是,这一枚枚戒指就成为后

来在工程界闻名的工程师之戒(Iron Ring)。这枚戒指要戴在常用手的小指上,作为对每个工程师的一种警示。多年以来,许多国外大学的工程伦理课程都将其作为反面案例分析的最佳教材,让学生们引以为戒。它们时刻提醒工程师们,要具有高度的责任感去设计安全、牢固和有用的结构。

事故发生后,美国土木工程师学会(American Society of Civil Engineers, ASCE)、美国电机工程师学会(American Institute of Electrical Engineers, AIEE)、美国机械工程师学会(American Society of Mechanical Engineers, ASME)等三个职业工程师学会均发展出自己的伦理守则,要求会员发誓坚持伦理行为,并且佩戴象征性戒指来警醒他们承诺保持最高伦理标准与专业态度。

此后,美国国家职业工程师学会(National Society of Professional Engineers)于1946年发表了它的“工程师伦理准则”,又于1957年采用了“专业行为规则”(Rules of Professional Conduct)为附录。1964年正式采用实行至今的伦理守则也是演化自这本文献。1974年,美国职业发展工程理事会(Engineering Council on Professional Development, ECPD)采用了一项新的伦理章程,该章程认为,工程师的最高义务是公众的健康、福祉与安全。现在,几乎所有的章程都把这一观点视为工程师的首要义务,而不是工程师对客户和雇主所承担的义务。现在,美国国家职业工程师学会制定的工程师伦理规范分为基本准则、实施细则和专业职责三部分,其中,基本准则规定工程师在从业过程中应该做到:

(1) 工程师在达成其专业任务时,应将公众安全、健康、福祉放在至高无上的位置,优先考虑,并作为执行任务时牢记在心的准绳。

(2) 应只限于在足以胜任的领域中从事工作。

(3) 应以客观、诚实的态度发表口头或书面意见。

(4) 应在专业工作上扮演雇主、业主的忠实代理人或信托人。

(5) 杜绝一切欺骗行为。

(6) 体面、负责、道德、合法地从事工程专业活动,提高专业的声誉与实效。

随着科学技术的高速发展,科学技术力量日益强大,科学技术对社会的影响日益深远。工程项目日益大型化、复杂化,工程对环境 and 人类未来的影响越来越大,不确定性增加,世界置身于巨大的风险之中,工程伦理问题越来越多地显现出来,如工程质量、公共安全、工程与环境、工程与生态、工程师的科学态度和职业精神等问题,已经成为社会广为关注的伦理问题。

在美国大学中,工程伦理是一门工程专业普遍要开设的课程。一所院校的工程学学科要想通过美国工程技术认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)的认证,它就必须将工程伦理纳入整个工程学教育规划中。在美国职业工程师执照的考试中就包含了工程伦理内容。很遗憾的是,中国工程伦理方面的教育尚未大规模展开。在当今大学生中普遍存在着自由散漫、怕苦怕累、责任缺失、拜金主义等现象的情况下,对他们开展工程伦理的教育很有必要,我们以往的经验也表明,效果非常好。

1.4 工程训练

工程训练是一门重要的实践性的技术基础课,是高等学校各工科专业必修的实践教学环节。针对多年来高等学校重理论、轻实践,培养的学生实践能力不强、不能适应市场需求、

就业率低的状况,2013年4月,国家正式成立了“工程训练”教学指导委员会;同年6月,中国应用技术大学联盟成立;2014年2月,国务院发文,提出五项任务措施加快发展现代职业教育,指出要引导一批普通本科高校向应用技术型高校转型。这一系列组合举措充分反映了国家层面对工程训练的空前重视,同时,也为工程训练教学指明了发展方向,工程训练迎来了巨大的发展机遇。

1.4.1 工程训练的内容

工程训练课程的主要教学内容,除了传统金工实习中的车、铣、刨、磨、钳等冷加工工艺和铸造、锻压、焊接和热处理等热加工工艺之外,还添加了数控加工、特种加工、电工电子、3D打印等新工艺、新技术。本课程将在简要讲授这些制造工艺的基本知识的基础上,重点培养学生针对上述各工艺设备的实际动手操作能力,通过工训作品的制作,让学生掌握一些关键设备的独立操作技能,通过动员、实践、讲授、示范、展示等方式,落实教学内容,达到本教学环节的教学目标。

1.4.2 工程训练的目的

通过工程训练,增加学生对工程技术的感性认知。在训练中,学生将学习一些工业生产的基础工艺,了解一些工业生产的基本设备,感受工业生产的基本过程。通过对各种工艺过程的亲自体验,通过对各类工具、量具和夹具的实际使用,通过对各类机械设备的实际操作,培养学生的工程实践能力。通过接近工厂化的实际体验,帮助学生建立起质量意识、成本意识、安全意识、合作意识、创新意识等基本的工程意识。通过工训作品的亲手实际制作,培养学生的创新能力、分析问题和解决问题的能力,增强学生的工程素养和创新精神。通过集中、统一的工程训练集体教学,培养吃苦耐劳的精神,增强组织纪律性,增强团队意识,增强伦理意识,增强责任意识,培养学生踏实严谨的工作、生活态度。通过训练场馆的实际感受,通过一些陈列、展示,让学生体验工程文化。

1.4.3 工程训练的要求

对工程训练的总体要求是:安全第一,勤于动手,深入实践,掌握技能,感受工程,体验文化,善于思考。具体应达到的教学要求如下:

- (1) 全面了解各工程训练科目的基础知识和工程术语。
- (2) 了解各科目所使用设备的基本结构、工作原理、适用范围及操作方法,熟悉各科目制造工艺、图纸文件和安全技术,能正确使用所涉及的各种工具、量具等。
- (3) 能独立操作主要科目涉及的机器设备,完成简单工训作品的制造过程。
- (4) 感受工业制造过程,初步了解制造过程的组织、管理、协作、质量保证、成本控制、安全防护等基本知识。
- (5) 通过现场感受、陈列、展示,体验工程文化。

1.4.4 工程训练学习方法

老一辈工程训练专家傅水根教授强调:工程训练的核心是动手,是实践,是训练,在动手、实践和训练的过程中获得动手能力。而动手能力,是使创新思维和创新设计得以实现的

核心功底。他认为,学生实践能力或动手能力的培养是通过工程训练中“三感”的逐渐积累来实现的。

(1) 感视。通过人们眼睛的视觉来观察客观存在的各种事物与现象,观察我们在训练中使用的各种设备和工具,观察在不同训练过程中出现的不同物理现象,观察诸现象中出现的细微乃至难以觉察的差异等。

(2) 感触。借助我们双手的触觉,通过直接接触所操作设备中的各种手柄和加工工具,来感知不同加工过程中的振动、力度和温度等。

(3) 感悟。通过人的大脑,对眼睛感视到的信息、双手感触到的信息进行处理,经过分析、推理、归纳,将浅层次的感性认识上升为深层次的理性认识。在实践过程的“三感”中,感悟是极为重要的。

在工程训练中,感视、感触和感悟均很重要。只有做到“三感”结合,多观察,多动手,勤思考,才能使我们的工程实践能力得到真正的提高。

1.4.5 工程训练的教学考核

工程训练的最后成绩将由各科目实训成绩和实训报告质量来确定。

每个工种都会给每个同学一个实训的成绩,各工种的成绩按实习时间的长短作为权重进行累计,得到实习部分的总成绩。各工种的实训主要考虑以下因素:

(1) 平时表现,考核学生的实训态度、出勤情况、组织纪律和实训单元作业的完成情况。

(2) 操作能力,考核学生各工种的独立操作技能水平及作品完成质量。

(3) 理论考试,考核学生一些基本理论知识和安全知识。

每天必须完成实训日记,对当天实训内容的感受、观察、体会进行记录。完成每个实习工种后,根据实习日记分析整理出该工种的实习报告,并在总的实习结束后整理出总的实习报告。实习报告质量在最后成绩中占较大比例。

1.4.6 训练守则及安全注意事项

(1) 训练前必须按时参加训练动员大会,明确训练目的,了解训练内容、时间安排和纪律要求,接受一级安全教育。对未到会者,不论原因,必须补上这一环节,否则,不能参加工程训练。

(2) 遵守实训纪律,不迟到,不早退,不串车间,不随地而坐,不擅离实习岗位,更不能自行到车间外玩耍,严格遵守训练基地的各项具体规定。

(3) 严格执行安全制度。训练时,必须按要求穿着统一工程训练服装,扣好扣子;女生长发要扎紧、盘起,戴好工作帽。禁止穿凉鞋、拖鞋、高跟鞋等参加训练。

(4) 不准携带任何与训练无关的物品进入车间,不准在车间内抽烟,吃零食,随地吐痰,以及高声喧哗,严禁在车间内追逐、打闹。

(5) 必须服从指导教师的管理,严格按照指定工种、指定岗位,使用指定设备、工具和材料进行训练,不许在训练区域之间或训练区域之内来回串岗。

(6) 严格按照安全操作规程进行操作,严禁乱动车间内设备。对机床上面不了解其功能或不会使用的开关、手柄、旋钮、按钮等,必须请示指导教师并经允许后,方能操作;操作

机床时不准戴手套,严禁身体、衣袖等与转动部件接触,时刻注意安全。

(7) 如操作过程中出现意外情况,应立即切断电源,保护好现场,并及时报告指导教师。

(8) 要爱护训练设备及工作服装,妥善保管使用工具、量具,珍惜训练材料,节约水电。

(9) 下班前要关掉电源,维护好机床,收好使用工具,认真打扫卫生,关闭窗户,并经指导教师检查合格后,方可离开。



工程训练基础

2.1 工程材料

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。社会生产和人们的日常生活都离不开材料,材料的品种、数量和质量是衡量一个国家现代化程度的重要标志。材料、能源和信息技术已成为发展现代化社会生产的三大支柱,而材料又是能源和信息技术发展的物质基础。

工程上所使用的材料称为工程材料。工程材料种类繁多,主要分类如图 2-1 所示。其中,金属材料具有力学性能优良、可加工性能好等优点,是目前使用量最大、用途最广的机械工程材料。

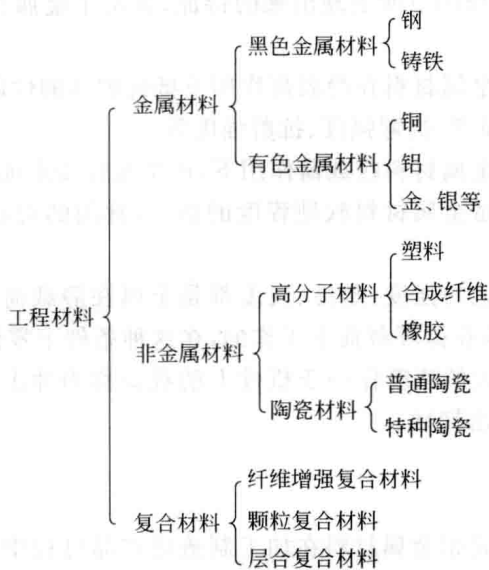


图 2-1 工程材料的分类

2.1.1 金属材料的分类

金属材料是指金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称,包括纯金属、合金、金属间化合物和特种金属材料等。人类文明的发展和社会的进步同金属材料关

系十分密切。继石器时代之后出现的铜器时代、铁器时代,均以金属材料的应用为其时代的显著标志。现代,种类繁多的金属材料已成为人类社会发展的物质基础。

金属材料通常分为黑色金属和有色金属。

1. 黑色金属

黑色金属又称钢铁材料,包括含铁 90% 以上的工业纯铁、含碳 2%~4% 的铸铁、含碳小于 2% 的碳钢,以及各种用途的结构钢、不锈钢、耐热钢、高温合金、精密合金等。广义的黑色金属还包括铬、锰及其合金。

2. 有色金属

有色金属是指除铁、铬、锰以外的所有金属及其合金,通常分为轻金属、重金属、贵金属、半金属、稀有金属和稀土金属等。有色合金的强度和硬度一般比纯金属高,且电阻大、电阻温度系数小。

2.1.2 金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能。

1. 材料的使用性能

衡量金属材料的使用性能的主要指标有强度、塑性、硬度、疲劳、冲击韧性等,这些指标是材料在各种形式的力的作用下所表现出来的特征,显示了金属材料抵抗外加载荷引起的变形和断裂的能力。

(1) 强度。强度是指金属材料在静载荷作用下抵抗破坏的性能。由于载荷的作用形式不同分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。

(2) 塑性。塑性是指金属材料在载荷作用下,产生塑性变形而不破坏的能力。

(3) 硬度。硬度是衡量金属材料软硬程度的指标,常用的有布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度。

(4) 疲劳。前面所讨论的强度、塑性、硬度都是金属在静载荷作用下的机械性能指标,实际上,许多机器零件都是在循环载荷下工作的,在这种条件下零件会产生疲劳。

(5) 冲击韧性。以很大的速度作用于机件上的载荷称为冲击载荷,金属在冲击载荷作用下抵抗破坏的能力叫冲击韧性。

2. 材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指金属材料在加工制造成产品过程中的适应性,即能否或易于加工的性能,一般包括铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削性能和热处理性能等。

(1) 铸造性能。铸造性能好的金属材料具有良好的液态流动性和收缩性等,能够顺利充满铸型型腔,凝固后得到轮廓清晰、尺寸和机械性能合格、变形及缺陷符合要求的铸件。

(2) 锻造性能。锻造性能好的金属材料具有良好的固态金属流动性,变形抗力小,可锻温度范围宽,容易得到高质量的锻件。

(3) 焊接性能。焊接性能好的金属材料焊缝强度高,缺陷少,邻近部位应力及变形小。