

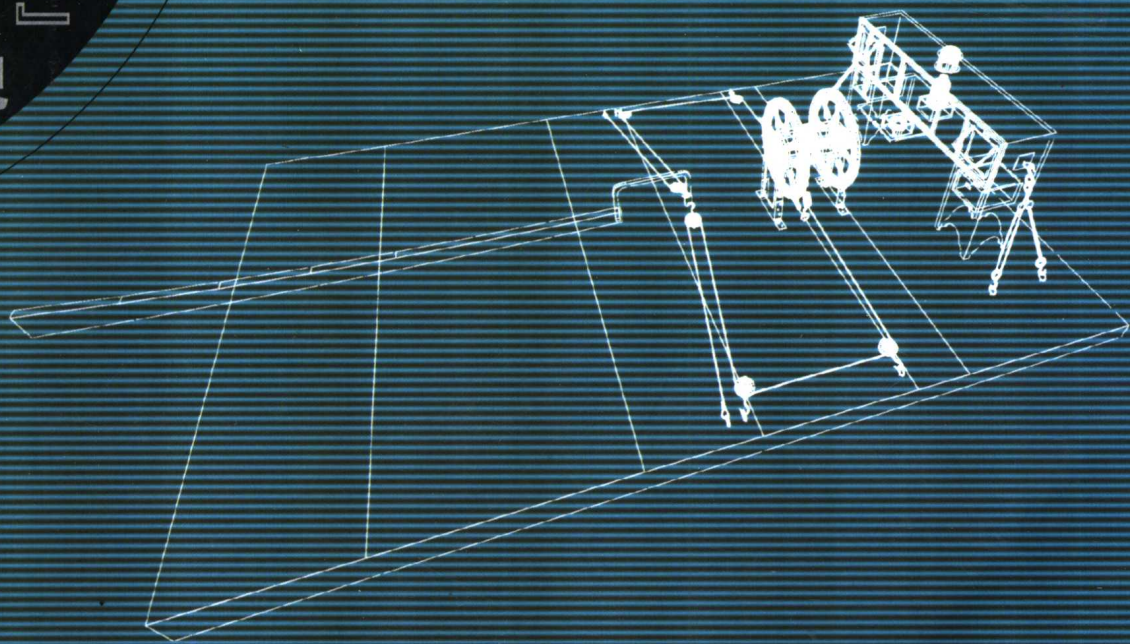
材料科学与工程



国防科工委「十五」规划教材

工程材料的力学行为

● 郑修麟 主编



西北工业大学出版社
北京航空航天大学出版社
哈尔滨工业大学出版社

北京理工大学出版社
哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材·材料科学与工程

工程材料的力学行为

Mechanical Behaviors of Engineering Materials

郑修麟 主编

西北工业大学出版社

北京理工大学出版社 北京航空航天大学出版社
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

内容简介

本书内容共分四部分。第一部分主要论述材料在各种静加载下的力学行为、强度、塑性、变形强化和硬度的定义,以及试验测定方法。第二部分主要论述金属材料变形的微观机理,断裂的类型、过程与微观机理,屈服准则与断裂准则及影响因素。第三部分论述金属材料在载荷与环境复合作用下的力学行为。第四部分论述高分子材料、陶瓷材料和复合材料的力学行为和实用性。本书是材料科学与工程专业本科生教材,也可供有关专业师生和力学性能试验室的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料的力学行为/郑修麟主编. —西安:西北工业大学出版社,2004.10

国防科工委“十五”规划教材. 材料科学与工程

ISBN 7-5612-1821-4

I. 工… II. 郑… III. 工程材料—材料力学—高等学校—教材 IV. TB301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 076131 号

工程材料的力学行为

郑修麟 主编

责任编辑 刘晖

责任校对 季苏平

西北工业大学出版社出版发行

西安市友谊西路 127 号

发行部电话:029-88493844

<http://www.nwpup.com>

陕西向阳印务有限公司印制 各地书店经销

开本:787×960 1/16

印张:21.125 字数:437千字

2004年11月第1版 2004年11月第1次印刷

印数:1~2000册

ISBN 7-5612-1821-4 定价:29.00元



885344

国防科工委“十五”规划教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任：张华祝

副主任：王泽山 陈懋章 屠森林

编委：王 祁 王文生 王泽山 田 蔚 史仪凯
乔少杰 仲顺安 张华祝 张近乐 张耀春
杨志宏 肖锦清 苏秀华 辛玖林 陈光祜
陈国平 陈懋章 庞思勤 武博祎 金鸿章
贺安之 夏人伟 徐德民 聂 宏 贾宝山
郭黎利 屠森林 崔锐捷 黄文良 葛小春



总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就。研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。党的十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济做出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,产生和传播国防科技新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,积极探索,锐意改革,大力



推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影 响。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版 200 种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的 100 多位专家、学者,对经各单位精选的近 550 种教材和专著进行了严格的评审,评选出近 200 种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与工程、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、华北工学院、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入 21 世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业走新型工业化道



路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝



前 言

“工程材料的力学行为”是材料科学与工程专业学生的必修课。这门课的教材,被列入国防科工委“十五”期间重点教材建设计划。根据国防科工委重点教材建设计划的精神和教学要求,我们拟定了《工程材料的力学行为》教材的编写大纲,通过国防科工委组织的专家组的评审后,立项编写。

在编写本书的过程中,编者力求贯彻执行国防科工委重点教材建设计划的精神,努力编写出“质量上乘、特点突出、实用性更强”,能满足本课程的教学要求,反映当代科技先进水平的新教材,为我国的教育事业、人才培养和科技发展做出应有的贡献。

工程材料的力学行为是对在不同形式的外力或外力和环境的复合作用下,工程结构中所使用材料的变形、断裂过程与微观机理的表述;以及评定材料的变形和断裂抗力、变形容量的定量指标和相关的宏观规律与试验测定的原理和方法。这后一部分内容可以狭义地理解为材料的力学性能。材料力学性能的研究和测定,在研制新材料和改善现有材料中,有助于筛选出性能好的材料和工艺;在生产检验中,可据以判别产品质量是否合格;在结构件的设计中,可以提供必需的性能数据和相关的失效准则。所以,这部分内容直接与工程应用相联系,是材料科学通向工程应用的途径。而对材料变形和断裂过程及其微观机理的研究,可为研制新材料和改善现有材料指出研究工作的方向,也为研究材料力学性能的宏观规律和失效准则提供物理依据。由此可见,工程材料的力学行为的微观机理和宏观规律两方面是一个整体,是相互联系、相互依存又相互促进的。

在工程应用中,过量的变形和断裂是材料失效的两种主要形式,其中以断裂最具危害性。材料的失效会影响机械和结构的正常、安全地服役,甚至会引发重大的安全事故。因此,学习材料科学与工程专业的学生,应当学习和研究“工程材料的力学行为”课程,以获得相关的知识,培养分析和解决实际问题的思路和能力。此外,学习结构设计的学生也应具备相关的知识,需要了解在材料的研制、加工和使用过程中,要防止损伤和失效的发生,保证机械和工程结构在设计要求的服役期内(设计寿命期内)安全、可靠地服役。



为使学生能学到工程材料的力学行为的比较系统的基本知识,掌握必要的基本技能,本书共编写十五章,除第一章绪论外,大体上可分成四部分:第一部分包括第二至第四章,第二部分包括第五至第八章,第三部分包括第九至第十二章,第四部分包括第十三至第十五章。第一部分主要论述材料在各种静加载下的力学行为,强度、塑性、变形强化和硬度的定义,以及试验测定方法。这部分内容对于力学性能试验室的工作人员也是有用的。第二部分主要论述金属材料变形的微观机理,断裂的类型、过程与微观机理,屈服准则与断裂准则及影响因素。这里值得一提的是,第八章中关于金属材料切口强度的表达式,可作为结构中常见的切口件的断裂准则加以应用。第三部分论述金属材料在载荷与环境复合作用下的力学行为。如果说本书第二部分是论述与结构件安全性相关的材料的力学行为,则第三部分是论述与结构件寿命相关的材料的力学行为。第四部分论述高分子材料、陶瓷材料和复合材料的力学行为。这些材料已在或将要在国防和高科技产业中应用,故有必要介绍其力学行为。全书各章或多或少地介绍了近年来有关材料的力学行为研究的新成果。

作为一本教材,本书也许难以满足各方面的要求。在教学过程中,任课教师根据教学要求,可精选授课内容。书中带“*”的部分,为复习或自学的内容。有兴趣深入了解相关问题的读者,可查阅书后所附的参考文献。

本书的第十、第十三和第十五章由乔生儒教授编写,第十一章由秦熊浦教授编写,其他各章节由郑修麟编写,习题和思考题部分主要由王泓编写。西安交通大学材料学院邓增杰教授审阅了本书初稿,提出了许多宝贵的修改意见和建议,并与编者做了多次有益的讨论,在此谨表示衷心的感谢。编者也衷心地感谢国防科工委专家组对本书编写的支持。

限于编者的学识,书中的缺失在所难免。敬希使用本书的师生提出批评和修改意见,并及时反馈对本书的修改意见和建议。编者预先在此表示感谢!

编者

2003年9月

目 录

第一章 绪 论

1.1 学习和研究工程材料力学行为的目的和意义	1
1.2 工程材料力学行为的研究内容和研究方法	2
1.3 《工程材料的力学行为》的编写思路和内容	3
1.4 学习要求与学习方法	3
习题	4

第二章 材料在拉伸载荷下的力学行为

2.1 引言	5
2.2 拉伸试验	5
2.3 脆性材料的拉伸力学行为	7
2.4 高塑性材料的拉伸力学行为(Ⅰ)——连续塑性变形强化	9
2.5 高塑性材料的拉伸力学行为(Ⅱ)——不连续塑性变形硬化	14
2.6 弹-塑性变形阶段金属材料的拉伸力学行为	14
2.7 结束语	18
习题	19

第三章 材料在其他静加载下的力学行为

3.1 引言	21
3.2 材料在扭矩作用下的力学行为	21
3.3 材料在弯曲载荷下的力学行为	25
3.4 材料在轴向压缩载荷下的力学行为	26
3.5 材料的抗剪切性能与试验测定方法	28
3.6 结束语	30
习题	30

第四章 材料的硬度

4.1 引言	32
4.2 布氏硬度	32
4.3 洛氏硬度	35
4.4 维氏硬度	37
4.5 显微硬度	38
4.6 肖氏硬度	40



4.7 结束语	41
习题	41
第五章 金属的弹性变形与塑性变形	
5.1 引言	42
5.2 金属的弹性变形与弹性模量	42
5.3 弹性不完善性	47
5.4 金属的塑性变形*	51
5.5 物理屈服与屈服强度	54
5.6 金属材料的屈服判据	59
5.7 形变强化	61
5.8 结束语	62
习题	63
第六章 金属的断裂	
6.1 引言	64
6.2 金属的断裂类型与特征	64
6.3 金属材料的韧性断裂	66
6.4 金属的脆性断裂	69
6.5 金属解理断裂的位错模型*	73
6.6 金属的韧性-脆性转变	75
6.7 结束语	79
习题	79
第七章 金属的断裂韧性	
7.1 引言	80
7.2 裂纹体的脆断强度理论	80
7.3 裂纹尖端的应力场	83
7.4 若干常用的应力强度因子表达式	85
7.5 裂纹扩展的能量释放率	88
7.6 裂纹尖端塑性区*	91
7.7 平面应变断裂韧性的测定	93
7.8 线弹性断裂力学的工程应用举例	95
7.9 金属的韧化*	96
7.10 裂纹尖端张开位移*	99
7.11 结束语	101
习题	102
第八章 金属的切口强度与切口冲击韧性	
8.1 引言	104
8.2 局部应力与局部应变	105



8.3	切口强度的试验测定	108
8.4	切口根部裂纹形成准则	109
8.5	切口强度的估算公式	111
8.6	切口敏感度的评定	113
8.7	切口强度与断裂韧性*	115
8.8	切口冲击韧性	122
8.9	低温脆性	125
8.10	结束语	128
	习题	129
第九章 金属的疲劳		
9.1	引言	130
9.2	金属在对称循环应力下的疲劳	130
9.3	非对称循环应力下的疲劳	134
9.4	疲劳切口敏感度	136
9.5	疲劳失效过程和机制	137
9.6	应变疲劳	142
9.7	疲劳裂纹形成寿命的估算*	147
9.8	疲劳裂纹形成寿命的直接测定与表达式	149
9.9	疲劳裂纹扩展速率及门槛值	151
9.10	延寿技术	156
9.11	低温疲劳*	159
9.12	冲击疲劳*	162
9.13	疲劳短裂纹简介*	164
9.14	结束语	166
	习题	166
第十章 金属材料在高温下的力学行为		
10.1	引言	168
10.2	蠕变、蠕变极限及持久强度	168
10.3	蠕变过程中合金组织的变化、变形和断裂机制	173
10.4	应力松弛	180
10.5	高温疲劳及疲劳与蠕变的交互作用	181
10.6	材料的高温热暴露	186
10.7	结束语	189
	习题	189
第十一章 金属材料在环境介质作用下的力学行为		
11.1	引言	192
11.2	应力腐蚀断裂及其评定指标	192



11.3	应力腐蚀断裂的机理	197
11.4	应力腐蚀断裂的控制	198
11.5	金属腐蚀疲劳的一般规律	200
11.6	金属中的腐蚀疲劳裂纹形成	202
11.7	金属中的腐蚀疲劳裂纹扩展	205
11.8	金属腐蚀疲劳的控制	209
11.9	金属氢脆的行为特性	210
11.10	可逆氢脆及其控制	211
11.11	结束语	214
	习题	214
第十二章 金属的磨损与微动疲劳		
12.1	引言	216
12.2	摩擦及磨损的概念	216
12.3	磨损试验方法	219
12.4	黏着磨损	220
12.5	磨料磨损	223
12.6	腐蚀磨损	226
12.7	微动磨损	227
12.8	微动疲劳	230
12.9	接触疲劳磨损	233
12.10	冲蚀磨损	241
12.11	结束语	243
	习题	244
第十三章 高分子材料的力学行为		
13.1	引言	245
13.2	线性非晶态高分子材料的力学行为	245
13.3	结晶高聚物的变形特点	250
13.4	高聚物的黏弹性	253
13.5	高分子材料的理论强度	257
13.6	高分子材料的疲劳	259
13.7	高分子材料的切口强度与切口敏感性	261
13.8	结束语	264
	习题	264
第十四章 陶瓷材料的力学行为		
14.1	引言	265
14.2	陶瓷材料的弹性模量	265
14.3	陶瓷材料的强度	267



14.4	陶瓷材料的切口强度与切口敏感性	270
14.5	陶瓷材料的疲劳	271
14.6	陶瓷材料的韧性	274
14.7	陶瓷材料的抗热震性	277
14.8	陶瓷涂层的热震寿命表达式	278
14.9	结束语	280
	习题	281
第十五章 复合材料的力学行为		
15.1	引言	282
15.2	研究单向连续纤维增强复合材料力学性能的基本假设	282
15.3	代表性体元	283
15.4	复合材料的纵向力学性能	284
15.5	复合材料的横向力学性能	289
15.6	复合材料的面内剪切弹性模量	290
15.7	短纤维复合材料的力学性能	291
15.8	复合材料的断裂、冲击与疲劳性能特点	297
15.9	结束语	309
	习题	309
	参考文献	311

第一章 绪 论

1.1 学习和研究工程材料力学行为的目的和意义

机械和工程结构的设计,应当达到所要求的性能,在规定的服役期内能安全可靠地运行,同时也要具有经济性,即低的设计、制造与维修费用。然而,各种机械和工程结构零部件的使用条件各不相同,因而要选用不同的材料制成各种零部件。对于结构材料而言,材料的力学行为及其评定指标,是结构设计时选用材料的主要依据,也是评价结构材料质量的主要依据。

材料的力学行为,是对材料在外力作用下发生变形、损伤和断裂过程的表述;对其表述的方法可以是图表,也可以是解析表达式。而材料的力学性能,则是评定材料在变形、损伤和断裂的抗力和容量的定量的指标。这些材料力学行为的定量的评定指标,通常称为材料的力学性能。

材料的基本力学性能主要是指材料的弹性、强度和塑性。弹性是指材料在外力作用下保持固有形状和尺寸的能力,在外力去除后恢复固有形状和尺寸的能力。表征材料弹性的力学性能指标是弹性模量。弹性模量愈高,则在外力作用下材料保持固有尺寸和形状的能力便愈强。因此,弹性模量也是评价材料刚度的指标,是构件设计中不可缺少的力学性能数据。强度是指材料对塑性变形和断裂的抗力。而塑性是指材料在外力作用下发生不可逆的永久变形的能力或容量。在零部件的使用过程中,要求材料具有高的变形和断裂抗力,使零部件在受外力作用时能保持设计时所要求的外形和尺寸,保证在服役期内安全地运行。而在零部件的生产过程中,则要求材料具有优良的加工性能;例如,在金属塑性成形时,要求材料具有优良的塑性和低的塑性变形抗力。对于航空和宇航结构材料,还要求材料具有低的密度,以减轻结构重量,提高结构效率,增加有效商载(payload)。

如果结构设计时,材料的选用不当,或材料的力学性能未能达到零部件使用的要求,可能会使零部件在使用过程中发生失效(failure)。1983年美国商务部和国家标准局完成的研究报告表明^[1],每年由于材料失效而造成的经济损失,按1982年美元值计算,达到1190亿美元,约占美国当年国内年生产总值(GDP)的4%,其中飞机和发动机零部件的失效造成的损失约占总损失的5%。在上述报告中,失效的形式包括结构零部件的过量变形、分层、开裂以至完全断裂,但未包括腐蚀和磨损。在其他发达工业国家,由于材料失效而造成的经济损失,也约占国内年生产总值(GDP)的4%^[2]。这表明,由于材料的失效耗费了大量的资源和人力。上述研究还认为^[1],如果将现有技术更好地应用,可以减少由于材料失效而造成的经济损失的约



1/3;在较长的时间内,通过研究与发展,也就是获取新知识并提出利用新知识的途径,可以减少另一个 1/3;最后一个 1/3,若无重大技术突破,则很难予以消除。

因此,对于学习材料科学和工程类专业的学生,必须具备材料力学行为的知识,以便在研究新材料和改善现有材料的过程中,能根据材料的使用要求,选用合适的力学性能指标评价材料和相关的材料制备工艺。而且学习机械和结构与制造类专业的学生以及工程技术人员,也应具有材料力学行为的基本知识,以便能根据结构设计和材料力学行为的特点,合理地使用现有材料,积极采用新材料。更重要的是,材料力学行为研究的发展,也有助于导正材料的研究方向和提出新的设计思想和规范。例如,20世纪50年代断裂力学的发展以及断裂韧性这一新的力学性能指标的出现和应用,导正了材料研究中单纯追求高强度的倾向,提出了材料强-韧化的研究新思路。同时,也形成了损伤容限设计的新思路和相应的设计规范。

1.2 工程材料力学行为的研究内容和研究方法

大型机器的制造和工程结构的建设耗资巨大。所以,这些机器和工程结构应当有很长的使用寿命。例如,大型铁道桥梁的设计寿命为 100~120 年,民航飞机的设计寿命为十余万飞行小时,折算成日历年为 20 余年。若机器和结构的使用寿命短,则会造成人力和资源的巨大浪费。因此,材料的力学行为及评定指标,除上述的弹性模量、强度与塑性以外,还应当包括“寿命”。所谓寿命,是指材料在外力的长期或重复作用下,或在外力和环境因素的复合作用下,抵抗损伤和失效的能力,使零部件在服役期限内安全、有效地运行。由此可见,材料力学行为的研究内容,是结合机器和结构的服役条件而设定和开展研究的,是与工程应用密切相关的。所以,材料力学性能的一些指标有明确的物理定义,而相当一部分则是按照工程实际的需要定义和测定的。因此,材料力学行为的学习和研究应当贴近实际。

机器和结构的零部件,尽管具有不同的几何形状,承受的应力和服役环境多种多样,但总可以归纳成某些典型情况加以研究。在材料力学行为的研究中,可以采用三种不同形式的试件,即光滑试件、切口试件和带裂纹试件^[1,3~7]。光滑试件主要用于材料基本力学性能的测定和失效机理与判据的研究,如屈服判据和断裂判据以及相关机理^[1,3~5]。结构零部件总含有几何不连续性,因而会引起应力集中,所以用切口试件模拟结构零部件,来研究材料的力学行为,所得的结果在工程中更具实用价值^[7]。

在机械和结构零部件的加工过程中,会造成裂纹或裂纹式的缺陷。在结构件的服役过程中,由于疲劳、蠕变、腐蚀等原因,也会在其中造成裂纹。因此,采用带裂纹试件来研究材料的力学行为,用于评价带裂纹结构件的剩余强度和寿命^[6]。结构件中的裂纹要力图避免或严格地加以限制^[1]。

人的认识总是由简单到复杂,由特殊到一般。在材料力学行为的研究中,主要研究一些典型应力状态下和服役环境中的力学性能,然后再对复杂的应力状态和服役环境中的力学行为



进行研究。至于与结构件的承力状态和服役环境非常近似情况下的力学行为,则应在结构强度学和结构件的模拟试验中进行研究。这些已超出本书内容的范围。

1.3 《工程材料的力学行为》的编写思路和内容

据上所述,材料的力学行为这个材料科学的分支,是为适应现代工业和科技发展而形成和发展的,并为现代工业和科技发展服务的。因此,《工程材料的力学行为》一书应按工程应用的观点和要求编写。它主要论述材料(包括金属材料和非金属材料)在不同形式的外力作用下,或者在外力、环境等因素的共同作用下,发生损伤、变形和断裂的过程、机制和力学模型,评定材料力学性能的各项指标、其物理意义和工程实用意义,以及试验测定的原理和方法,改善力学性能的途径等。

为达到本课程的教学要求,本书共编写了十五章,除第一章绪论外,大体上可分为四部分:第一部分包括第二至第四章,第二部分包括第五至第八章,第三部分包括第九章至第十二章,最后三章为第四部分。第一部分主要是论述材料的基本力学性能,包括材料在拉伸、扭转、弯曲、压缩和剪切载荷下的力学行为,相应的力学性能指标、测定方法及相关的国家标准。这些力学行为和性能指标是采用光滑试件测定的。同时,也介绍了常用的硬度测定方法,以及国外的力学性能测定方法。第二部分阐述金属的形变和断裂过程、机制和基本理论,切口试件和含裂纹的试件在拉伸载荷下的断裂及性能评定。所测定的力学性能指标用于评价零件在服役过程中的抗过载失效能力或安全性。第三部分论述疲劳、蠕变、环境效应和磨损。这是零件常见的四种失效形式。材料对这四种形式失效的抗力将决定零件的寿命。第四部分介绍复合材料、高分子材料和陶瓷材料的力学性能。这些材料正在或即将作为新型结构材料,制造结构的构件或部件,因而有必要掌握这些材料的力学性能特点。这是从工程应用的观点来安排和划分本书各章节的;在学科内容上,各章节都是有着紧密联系的。

此外,还介绍一些根据拉伸性能预测其他一些力学性能指标的理论或经验关系式。因为拉伸性能是材料的基本力学性能,也易于试验测定;而其他一些力学性能,如断裂韧性、疲劳极限和疲劳寿命等的试验测定,在技术上比较复杂或者要耗费大量人力和物力。因而在研究拉伸性能与其他力学性能的定量关系方面做了很多的工作,也取得了相当的成功。这样,在零部件的初步设计阶段,可以根据材料的拉伸性能较全面地评价材料,考虑是否选用或进行进一步的必要的试验研究,以加速设计进程并节约设计费用。

1.4 学习要求与学习方法

我们希望通过“工程材料的力学行为”课程的学习,读者应能理解在外力作用下材料失效的过程、机制和力学模型;应能理解如何评价材料以及用什么样的力学性能指标评价材料;在