

第2版

机械设计手册

1



机械工业出版社
China Machine Press

本手册是在第1版的基础上,吸收了近年来新的设计方法及最新国家标准,全面、系统地介绍了所有现代设计和常规设计方法,数据、图表丰富,实用性强,查找方便。全书共44篇,分5卷出版。

本书为第1卷,以常用资料、工程材料 and 设计基础为主,包括机械设计总论、常用资料和数学公式、机械工程材料、机械设计力学基础,实验应力分析、机械振动和噪声、造型设计和人机工程、失效分析和故障诊断、电动机和常用低压电器等。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册.1/徐灏主编.——2版.——北京:机械工业出版社,2000.6
ISBN 7-111-01754-4

Ⅰ.机… Ⅱ.徐… Ⅲ.机械设计-手册 N.TH122-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第63086号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:曲彩云 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年6月第2版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·103印张·3插页·3163千字

0 001—5 000册

定价:133.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

再版前言

《机械设计手册》自1990年出版至今已有10年,曾8次印刷,销售10万多套,得到了广大读者的关心、支持和好评,获第七届全国优秀科技图书二等奖,原机械电子工业部科技进步二等奖。

现在,《机械设计手册》(第2版)又与广大读者见面了!

2版修订是在1版的基础上,调整结构、更新内容、完善不足、更新标准、突出实用,让广大机械设计人员更方便快捷地查到所需内容。

一、修订的重点

1. 充实和更新技术内容。在重点反映国内外机械设计领域的新技术、新材料的同时,加强了自动化技术、计算机技术等在设计中的应用。现代设计方法和应用等都增设了新篇章。对于一些有发展前景的新设计方法,也作了相应介绍。2版新增设了电动机和常用低压电器、创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、机电一体化系统设计、现代设计主流软件、零部件设计常用基础标准、传动总论等10篇;重新编写了摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、带传动和链传动、齿轮传动、滚动轴承、滑动轴承、气压传动与控制、液压传动与控制等9篇。其他各篇也作了较大程度的修改或更新。

2. 突出重点,务求实用。在总体结构和内容设置上作了一定调整,精简了基础理论部分内容,注意收集设计实践的经验和数据,使手册结构更趋合理,内容更切实际,更方便查阅。

3. 更换最新标准。根据到2000年6月为止颁发的国家或行业现行标准及技术规范,重新更换了旧的标准,体现了技术内容和数据的可靠性。

二、内容和结构

2版主要包括常用资料和设计基础、现代设计方法及应用、机械零部件设计、机械传动设计、流体传动与控制等部分,共44篇,分为5卷。

1. 常用资料和设计基础 机械设计总论、常用资料和数学公式、机械工程材料、机械设计力学基础、实验应力分析、机械振动和噪声、造型设计和人机工程、失效分析和故障诊断、电动机和常用低压电器。

2. 现代设计方法及应用 创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、可靠性设计、摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、疲劳强度设计、蠕变设计、价值工程、机电一体化系统设计、附录 现代设计主流软件。

3. 机械零部件设计 零部件设计常用基础标准、零件结构工艺性、联接与紧固、弹簧、起重、搬运件、操作件、机架、箱体及导轨、密封件、管路附件。

4. 机械传动设计 传动总论、机构、带传动和链传动、摩擦轮及螺旋传动、齿轮传动、轮系、减速器和变速器、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器与制动器。

5. 流体传动与控制 气压传动与控制、液压传动与控制、液力传动。

为了便于协调,提高质量,加快编写进度,参加编审的人员以东北大学有关院系为主,并组织邀请清华大学、北京理工大学、北京科技大学、上海交通大学、上海大学、天津大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、浙江大学、昆明理工大学、大连理工大学、大连铁道学院、华中理工大学、北京、上海、合肥、天津、沈阳等地的专家学者参加。值此手册出版之际,谨向所有参加本版工作的全体编审人员及有关单位表示诚挚的谢意。由于水平和时间有限,难免有一些不尽人意之处,殷切希望广大读者批评指正,提出宝贵意见,以便在今后的工作中改进。

第 1 版

前 言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务,所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品,设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序,设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计:日本认为,工业发达是企业对产品设计高度重视的结果;美国认为,设计是一本万利的事,对产品设计投资 1 美元,带来的利润却是 1500 美元;英国认为,产品设计是英国工业的命脉,英国工业革新必须以设计为中心,始终应把产品设计作为企业的头等大事,应时常探索研究使产品设计尽善尽美;法国认为,设计是工业的生命,要培养超一流设计大师,要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里,有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展,是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧,只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔,利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力,开始时利用牲畜力,后来利用风力和火力。待到 18 世纪 60 年代发明了蒸汽机,作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车,促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到 19 世纪 60 年代,出现了第一台直流发电机,到 19 世纪 80 年代,研制成功了交流发电机和交流电动机,20 世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用,使机械工业得到了高速的发展。工业的发展,要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法,能适应当时机械工业的形势。到 18~19 世纪,材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等,都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性,还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设,再加上设计人员的经验,逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中,要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等,称之为常规设计或传统设计。

1946 年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展,电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展,使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展,逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为:(1)从静态设计到动态设计;(2)从单项设计指标到综合设计指标;(3)从常规设计到精确设计;(4)从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的,但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年,设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了,虽然如此,常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多,除一些重要的机械产品(如机床等)有专业手册,加上综合性的《机械工程手册》外,编写一部能统贯整个机械设计领域,主要写机械设计共性内容,具有现代

设计水平,实用性强,为机械设计学科领域的机械设计人员、科研和教学工作者查阅使用的《机械设计手册》,实属当务之急。为此,机械工业出版社于1985年冬着手组织全国专家、学者进行《机械设计手册》的编写工作。

本手册是在现代设计方法在我国经历了宣传普及阶段并在设计中初步取得成果、新的设计标准规范陆续制订公布的有利时机完成编写工作的。在制订编写提纲过程中,广泛听取了各方面的意见,将设计作为一个整体来考虑,不仅要考虑强度和润滑等常规设计注意的问题,还要考虑便于制造、技术经济指标合理和美观等方面,贯彻“四性”(实用性、整体性、科学性、先进性)精神,立足于80年代机械设计水平进行编写。手册中的计量单位一律采用国家法定计量单位,原有的数据单位,还没换成法定单位的,我们一律换算成法定单位。标准均为现行标准。

本手册共有42篇,分5卷出版。第1卷共7篇。第1篇机械设计总论,对机械设计的地位、设计遵循原则、设计的内容和设计方法作战略性的描述,使读者对机械设计有整体性理解。后面6篇是机械设计的基础理论和基本数据,各篇尽量用较小的篇幅写出覆盖面广的现代设计所需的实用内容。第2卷共10篇,是现代设计理论和设计方法。其中第8篇机构及机械系统设计,是机械设计的第一步骤,它是方案设计的主要内容。考虑到现代设计中的计算机应用,故以数值解法为主,代替了传统的图解法。第9篇造型设计和人机工程,介绍机械设计中如何考虑机器的形体和色彩,如何考虑操作者的人体尺寸、出力大小和视力范围等。第10篇价值工程,介绍机械设计中技术经济指标的计算以及评价和决策。下面几篇疲劳强度设计、蠕变设计、可靠性设计、优化设计、计算机辅助设计,都是一些现代设计方法。第16篇是计算机辅助设计所用的“数据库”,第15篇是与现代设计密切相关的“失效分析和故障诊断”。这些篇大多是现有手册中没有的,个别篇虽然少数手册中有类似的篇名,但本手册是从现代设计的要求出发进行编写,内容新而且深入。第3卷共8篇,第4卷共11篇,是机械零部件设计部分。虽然其中大部分篇名,在一些机械设计手册中也有,但本手册采用了最新的标准规范,尽量与现代设计相结合,所以各篇中都有一些内容,甚至整篇内容在一般手册中是没有的。一些重要的设计计算,另备有设计软件包。第5卷共6篇,是各种传动、机械自动化和工业机器人。其中工业机器人是机电仪一体化的典型产品,作为本手册的终篇,对贯彻本手册编写意图是有深刻含意的。为与本手册精神相一致,工业机器人也只写其共性部分。

《机械设计手册》是一部千万字的巨著,参加编写人员近200名,组织工作繁重。为了统一编写精神,经多次讨论确定了编写体例,按篇确定主编,由主编提出编写人员,召开编写会,审查各篇的编写提纲,按篇确定2~4位审稿人,初稿完成后送审,审稿意见与编写人见面,共同商量改稿意见,在此基础上,部分篇召开了审稿会。待到条件成熟,按卷召开定稿会。所以,本手册的出版,是在国内大专院校、研究院所和工厂的教授、研究人员和工程师的积极参加下完成的,并得到机械工业出版社、机械电子工业部科技司和东北工学院等单位的大力支持,这是本手册能够在较短的时间内从组织编写到出书的有力保证,在此谨向大家表示诚挚的感谢,并衷心希望广大读者提出批评意见,使本手册在修订时能有所改进。

徐 灏

1988年11月

目 录

第 1 篇 机械设计总论

第 1 章 机械设计

1 机械设计需遵循的原则	1-3
2 产品质量和水平	1-3
3 机械设计的发展	1-4
3.1 新形势	1-4
3.2 从传统设计到现代设计	1-4
3.3 CAD 系统	1-5

第 2 章 机械设计的内容

1 机械设计的基本要素	1-7
2 强度计算	1-7
2.1 机械零件的失效	1-7
2.2 载荷	1-7
2.3 零件的强度计算	1-8
2.3.1 机械零件的静强度	1-8
2.3.2 机械零件的疲劳强度	1-8
2.3.3 机械零件的接触强度	1-8
2.3.4 机械零件在高温下的强度	1-9
3 摩擦学计算	1-9
3.1 机械零件的摩擦	1-9
3.2 机械零件的磨损	1-9
3.3 机械零件的润滑	1-9
4 材料的选用	1-10
4.1 机械工业的材料消耗	1-10
4.1.1 各种材料消耗比重	1-10
4.1.2 材料消耗预测	1-10
4.1.3 产品对材料性能的要求	1-10
4.1.4 钢材利用率	1-10
4.2 材料的选用原则	1-11
4.2.1 使用要求	1-11
4.2.2 经济要求	1-12
5 工艺性	1-12
5.1 工艺性与设计的关系	1-12
5.2 工艺性与材料的关系	1-13
6 标准化	1-14
7 价值工程	1-14
7.1 产品质量和成本	1-14

7.2 产品的技术评价	1-15
7.3 产品的经济评价	1-15
7.4 产品的研制	1-16
7.5 价值工程举例	1-16
8 造型设计和人机工程	1-19
8.1 造型设计	1-19
8.1.1 机械产品的外形	1-20
8.1.2 机械产品的色彩	1-21
8.2 人机工程	1-22
8.2.1 人体尺度	1-23
8.2.2 视野	1-23
8.2.3 作用力	1-23
8.2.4 听觉	1-23
9 环境保护和安全制度	1-25
9.1 环境	1-25
9.1.1 温度	1-25
9.1.2 腐蚀	1-25
9.1.3 振动和冲击	1-25
9.2 环境保护	1-25
9.3 安全制度	1-26
9.4 工作环境安全设计	1-26
9.4.1 工作环境安全设计要求	1-26
9.4.2 控制系统和操纵器	1-26
9.4.3 工作环境	1-27
9.4.4 事故预防	1-27
9.4.5 信号和显示器	1-28
10 安全防爆设计	1-29
10.1 燃烧	1-29
10.2 爆炸	1-30
10.3 防爆	1-31

第 3 章 机械设计的方法

1 机械设计步骤	1-32
1.1 动向预测	1-32
1.2 方案设计	1-32
1.3 技术设计	1-33
1.4 施工设计	1-35
1.5 试生产	1-35

1.6 新产品设计的基本程序	1-35	2.1 工业工程的发展	1-50
2 设计方法学	1-38	2.2 工业工程中的动作设计	1-50
2.1 机械设计流程	1-38	2.3 应用实例	1-52
2.1.1 抽象	1-38	3 并行工程	1-53
2.1.2 系统化	1-38	3.1 并行工程概念	1-53
2.1.3 黑箱法	1-39	3.2 并行工程的目标	1-54
2.1.4 功能分析	1-39	3.3 实现 CE 系统的要求	1-54
2.1.5 物理效应和解法	1-40	3.4 CE 的实施方法	1-54
2.1.6 功能综合	1-40	4 人工智能技术及其应用	1-55
2.1.7 设计原理方案	1-40	4.1 人工智能	1-55
2.1.8 构形	1-41	4.2 人工智能技术	1-55
2.2 评价和决策	1-42	4.3 模糊逻辑及其应用	1-56
3 计算机程序	1-42	4.4 专家系统	1-56
第 4 章 机械设计的新进展		4.4.1 机械设计专家系统	1-56
1 新产品开发方案的制定	1-47	4.4.2 人工神经网络	1-57
1.1 调查	1-47	5 机电一体化及其发展	1-58
1.2 评估	1-47	5.1 机电一体化产品	1-58
1.2.1 用户需求评估	1-47	5.2 数控技术的发展	1-59
1.2.2 技术可行性评估	1-48	5.3 计算机集成制造系统 (CIMS)	1-59
1.3 融合法应用例题	1-48	5.4 人机智能系统	1-60
2 工业工程	1-50	参考文献	1-60

第 2 篇 常用资料和数学公式

第 1 章 常用符号和数据

1 常用符号	2-3
1.1 常用字母	2-3
1.2 国内和国外部分标准代号	2-4
1.3 数学符号	2-5
1.4 常用物理量名称及其符号	2-9
1.5 化学元素符号	2-9
2 常用数据表	2-10
2.1 金属硬度与强度换算	2-10
2.2 常用材料的物理性能	2-20
2.3 常用材料及物体的摩擦系数	2-22
2.4 机械传动效率的概略值	2-24
2.5 常用物理量常数	2-25

第 2 章 计量单位和单位换算

1 国际单位制 (SI) 单位	2-26
2 可与国际单位制单位并用的 我国法定计量单位	2-27

3 常用物理量符号及其法定单位	2-28
4 计量单位换算	2-30

第 3 章 常用数学公式

1 代数	2-32
1.1 二项式公式、多项式公式和因式 分解	2-32
1.1.1 二项式公式	2-32
1.1.2 多项式公式	2-32
1.1.3 因式分解	2-32
1.2 指数和根式	2-32
1.2.1 指数	2-32
1.2.2 根式	2-32
1.3 对数	2-32
1.3.1 运算法则	2-32
1.3.2 常用对数和自然对数	2-33
1.4 不等式	2-33
1.4.1 代数不等式	2-33
1.4.2 三角不等式	2-33

1.4.3 含有指数、对数的不等式	2-33	2.3 双曲函数	2-41
1.5 代数方程	2-33	2.3.1 双曲函数间的关系	2-41
1.5.1 一元方程的解	2-33	2.3.2 反双曲函数的对数表达式	2-42
1.5.2 一次方程组的解	2-34	2.3.3 双曲函数和三角函数的关系	2-42
1.6 级数	2-34	3 微分	2-41
1.6.1 等差级数	2-34	3.1 特殊极限值	2-41
1.6.2 等比级数	2-34	3.2 导数	2-42
1.6.3 一些级数及其部分和	2-34	3.2.1 导数符号	2-42
1.6.4 一些特殊级数的和	2-34	3.2.2 求导法则	2-42
1.6.5 二项级数	2-34	3.2.3 基本导数公式	2-42
1.6.6 指数函数和对数函数的 幂级数展开式	2-35	3.2.4 简单函数的高阶导数公式	2-43
1.6.7 三角函数和反三角函数的 幂级数展开式	2-35	3.3 泰勒公式和马克劳林公式	2-43
1.6.8 双曲函数和反双曲函数的 幂级数展开式	2-35	3.4 曲线性状的导数特征	2-43
1.7 傅立叶级数	2-35	3.5 曲率和曲率中心	2-45
1.8 行列式和矩阵	2-36	3.6 曲线的切线和法线	2-46
1.8.1 行列式	2-36	3.7 常用曲线	2-46
1.8.2 行列式的性质	2-36	4 积分	2-51
1.8.3 矩阵的运算	2-37	4.1 不定积分	2-51
1.8.4 分块矩阵	2-39	4.1.1 不定积分法则	2-51
2 三角函数与双曲函数	2-39	4.1.2 常用换元积分法	2-51
2.1 三角函数	2-39	4.1.3 基本积分公式	2-51
2.1.1 三角函数间的关系	2-39	4.1.4 有理函数的积分	2-51
2.1.2 和差角公式	2-39	4.1.5 无理函数的积分	2-52
2.1.3 和差化积公式	2-39	4.1.6 超越函数的积分	2-54
2.1.4 积化和差公式	2-39	4.2 定积分	2-55
2.1.5 倍角公式	2-40	4.2.1 定积分一般公式	2-55
2.1.6 半角公式	2-40	4.2.2 重要定积分公式	2-56
2.1.7 正弦和余弦的幂	2-40		
2.1.8 三角形	2-40		
2.2 反三角函数间的关系	2-41		
		第4章 常用几何公式及截 面的力学特性公式	
		1 常用几何体公式	2-58
		2 截面几何及力学特性	2-59
		参考文献	2-64

第3篇 机械工程材料

第1章 铸 铁

1 铸铁牌号的表示方法	3-3	2.5 耐热铸铁	3-8
2 铸铁品种	3-3	2.6 高硅耐蚀铸铁	3-9
2.1 灰铸铁	3-3	2.7 耐磨铸铁	3-10
2.2 可锻铸铁	3-6	2.8 专用耐磨铸铁	3-11
2.3 球墨铸铁	3-7	2.8.1 机床导轨用耐磨铸铁	3-11
2.4 蠕墨铸铁	3-8	2.8.2 机床零件用耐磨铸铁	3-12
		2.8.3 汽缸套用耐磨铸铁	3-13
		2.8.4 活塞环用耐磨铸铁	3-14

2.8.5 冷硬铸铁	3-15
3 铸铁件热处理状态、名称及代号	3-15

第2章 钢

1 钢分类及钢产品牌号表示方法	3-16
1.1 钢分类	3-16
1.2 钢产品牌号表示方法	3-17
2 铸钢	3-19
2.1 一般工程用铸造碳钢	3-19
2.2 焊接结构用碳素钢铸件	3-20
2.3 一般工程与结构用低合金铸钢件	3-21
2.4 高锰钢铸件	3-21
2.5 铸造锚链钢	3-22
2.6 大型铸件用低合金铸钢	3-22
2.7 不锈钢耐酸钢铸件	3-24
2.8 工程结构用中、高强度不锈钢铸件	3-27
2.9 大型铸件用不锈钢铸钢	3-27
2.10 耐热钢铸钢件	3-28
2.11 承压钢铸钢	3-30
2.12 轧辊铸钢	3-36
2.13 铸钢件热处理状态名称、代号及定义	3-37
3 变形钢	3-38
3.1 碳素结构钢	3-38
3.2 优质碳素结构钢	3-40
3.3 低合金高强度结构钢	3-71
3.4 非调质机械结构钢	3-74
3.5 锻件用结构钢	3-75
3.6 合金结构钢	3-87
3.7 弹簧钢	3-100
3.8 滚动轴承钢	3-102
3.9 碳素工具钢	3-104
3.10 高速工具钢	3-105
3.11 合金工具钢	3-109
3.12 保证淬透性结构钢	3-113
3.13 低淬透性含钛优质碳素结构钢	3-115
3.14 高耐候性结构钢	3-115
3.15 焊接结构用耐候钢	3-116
3.16 冷镦钢	3-117
3.17 易切削钢	3-119
3.18 耐热钢	3-120
3.19 不锈钢	3-132
3.20 船体用结构钢	3-147
3.21 桥梁用结构钢	3-148
3.22 汽轮机叶片用钢	3-149

4 钢材	3-151
4.1 型材	3-151
4.1.1 热轧圆钢和方钢	3-151
4.1.2 热轧六角钢和八角钢	3-153
4.1.3 热轧角钢	3-154
4.1.4 弹簧钢热轧平面扁钢	3-156
4.1.5 热轧等边角钢	3-157
4.1.6 热轧不等边角钢	3-159
4.1.7 不锈钢热轧等边角钢	3-162
4.1.8 热轧普通工字钢	3-163
4.1.9 热轧普通槽钢	3-165
4.1.10 热轧H型钢和剖分T型钢	3-166
4.1.11 冷拉圆钢、方钢和六角钢	3-171
4.1.12 优质结构钢冷拉钢材	3-174
4.1.13 银亮钢	3-176
4.1.14 不锈钢冷加工钢棒	3-177
4.1.15 优质结构钢冷拉扁钢	3-179
4.1.16 通用冷弯开口型钢	3-179
4.1.17 结构用冷弯空心型钢	3-187
4.1.18 冷拉异型钢	3-191
4.1.19 锻制圆钢和方钢	3-195
4.1.20 锻制扁钢	3-196
4.2 钢板和钢带	3-197
4.2.1 冷轧钢板和钢带	3-197
4.2.2 热轧钢板	3-199
4.2.3 热连轧钢板和钢带品种	3-200
4.2.4 一般结构用热连轧钢板和钢带	3-201
4.2.5 碳素结构钢冷轧钢带	3-202
4.2.6 优质碳素结构钢冷轧薄钢板和钢带	3-203
4.2.7 优质碳素结构钢冷轧钢带	3-204
4.2.8 碳素结构钢和低合金高强度结构钢冷轧薄板和钢带	3-204
4.2.9 低碳钢冷轧钢带	3-205
4.2.10 弹簧钢、工具钢冷轧钢带	3-206
4.2.11 热处理弹簧钢带	3-207
4.2.12 热镀锌合金冷轧碳素薄钢板	3-210
4.2.13 单张热镀锌薄钢板	3-210
4.2.14 连续热镀锌薄钢板和钢带	3-211
4.2.15 电镀锡薄钢板和钢带	3-214
4.2.16 电镀铅锡合金钢带	3-215
4.2.17 合金结构钢薄钢板	3-216
4.2.18 不锈钢冷轧钢板	3-217
4.2.19 弹簧用不锈钢冷轧钢带	3-220

4.2.20	优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带	3-222
4.2.21	合金结构钢热轧厚钢板	3-222
4.2.22	多层压力容器用低合金钢厚钢板	3-223
4.2.23	耐热钢板	3-223
4.2.24	不锈钢热轧钢板	3-225
4.2.25	花纹钢板	3-226
4.2.26	优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带	3-227
4.2.27	优质碳素结构钢热轧钢带	3-227
4.2.28	碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带	3-228
4.2.29	压力容器用钢板	3-229
4.2.30	高强度结构钢热处理和控轧钢板和钢带	3-231
4.2.31	焊接气瓶用钢板	3-231
4.3	钢管	3-232
4.3.1	电焊钢管	3-232
4.3.2	无缝钢管	3-243
4.3.3	金属软管	3-276
4.4	钢丝	3-278
4.4.1	冷拉圆钢丝、方钢丝和六角钢丝	3-278
4.4.2	一般用途低碳钢丝	3-280
4.4.3	重要用途低碳钢丝	3-281
4.4.4	重要用途碳素弹簧钢丝	3-282
4.4.5	非机械弹簧用碳素弹簧钢丝	3-283
4.4.6	碳素弹簧钢丝	3-283
4.4.7	阀门用油淬火——回火碳素弹簧钢丝	3-284
4.4.8	油淬火——回火碳素弹簧钢丝	3-284
4.4.9	油淬火——回火硅锰合金弹簧钢丝	3-285
4.4.10	冷顶锻用碳素钢丝	3-286
4.4.11	六角钢丝	3-286
4.4.12	硅锰弹簧钢丝	3-286
4.4.13	合金结构钢丝	3-287
4.4.14	不锈钢丝	3-288
4.4.15	合金工具钢丝	3-289
5	高温合金材料	3-290
5.1	变形高温合金材料	3-290
5.1.1	变形高温合金牌号及应用	3-290
5.1.2	普通承力件用高温合金热轧和锻制棒材	3-292

5.1.3	转动部件用高温合金热轧棒材	3-293
5.1.4	高温合金冷拉棒材	3-294
5.1.5	高温合金热轧钢板	3-295
5.1.6	高温合金冷轧薄板	3-296
5.1.7	一般用途高温合金管	3-297
5.1.8	高温合金锻制圆饼	3-298
5.1.9	高温合金环件毛坯	3-299
5.1.10	冷墩用高温合金冷拉丝	3-299
5.1.11	变形高温合金抗氧化性能和物理性能数据	3-300
5.2	铸造高温合金材料	3-304
5.2.1	铸造高温合金牌号及应用	3-304
5.2.2	铸造高温合金母合金	3-305
5.2.3	铸造高温合金耐蚀性能和物理性能数据	3-307
6	耐蚀合金材料	3-310
6.1	耐蚀合金牌号及应用	3-310
6.2	耐蚀合金棒	3-312
6.3	耐蚀合金热轧板	3-312
6.4	耐蚀合金冷轧薄板	3-313
6.5	耐蚀合金冷轧带	3-313
6.6	耐蚀合金冷轧无缝管	3-314
6.7	耐蚀合金锻件	3-315

第3章 有色金属材料

1	有色金属及其合金产品牌号表示方法	3-318
2	铜及铜合金	3-319
2.1	加工铜	3-319
2.2	加工黄铜	3-320
2.3	加工青铜	3-322
2.4	加工白铜	3-324
2.5	加工铜及铜合金的力学性能及应用举例	3-325
2.6	铸造铜合金	3-333
3	铝及铝合金	3-340
3.1	变形铝及铝合金	3-340
3.2	铸造铝合金	3-350
4	钛及钛合金	3-359
4.1	变形钛及钛合金	3-360
4.2	铸造钛及钛合金	3-363
5	滑动轴承用铸造合金	3-364
5.1	铸造轴承合金	3-364
5.2	滑动轴承用铸造铜合金	3-367
6	有色金属型材	3-371

6.1 棒材	3-371	形尺寸	3-449
6.1.1 铜及铜合金拉制棒	3-371	6.4.2 纯铜带	3-450
6.1.2 铜及铜合金挤制棒	3-374	6.4.3 黄铜带	3-451
6.1.3 铜及铜合金矩形棒	3-377	6.4.4 铝青铜带	3-452
6.1.4 黄铜磨光棒	3-379	6.4.5 青铜带	3-453
6.1.5 铍青铜棒	3-379	6.4.6 锡青铜带	3-454
6.1.6 铝及铝合金挤压棒材	3-381	6.4.7 白铜带	3-455
6.1.7 钛及钛合金棒材	3-384	6.4.8 铝白铜带	3-456
6.1.8 钛及钛合金饼和环	3-386	6.4.9 铝及铝合金热轧带材	3-457
6.2 管材	3-387	6.4.10 铝及铝合金冷轧带材	3-458
6.2.1 一般用途加工铜及铜合金无缝圆 管尺寸规格	3-387	6.5 箔材	3-463
6.2.2 铜及铜合金拉制管	3-391	6.5.1 纯铜箔	3-463
6.2.3 铜及铜合金挤制管	3-392	6.5.2 黄铜箔	3-464
6.2.4 热交换器用铜合金无缝管	3-392	6.5.3 青铜箔	3-464
6.2.5 铜及铜合金散热扁管	3-393	6.5.4 镍及白铜箔	3-465
6.2.6 压力表用锡青铜管	3-394	6.5.5 锡、铅及其合金箔和锌箔	3-465
6.2.7 黄铜焊接管	3-395	6.5.6 精制铝箔	3-465
6.2.8 铜及铜合金毛细管	3-397	6.5.7 铝合金箔	3-466
6.2.9 铝及铝合金管材外形尺寸及允 许偏差	3-399	6.5.8 电解电容器用铝箔	3-467
6.2.10 铝及铝合金热挤压管	3-408	6.6 线材	3-467
6.2.11 工业用铝及铝合金拉(轧)制 管	3-409	6.6.1 纯铜线	3-467
6.2.12 铝及铝合金焊接管	3-411	6.6.2 铜及铜合金扁线	3-467
6.2.13 钛及钛合金管	3-413	6.6.3 黄铜线	3-468
6.3 板材	3-414	6.6.4 青铜线	3-471
6.3.1 一般用途加工铜及铜合金板材外 形尺寸	3-414	6.6.5 白铜线	3-471
6.3.2 纯铜板	3-416	6.6.6 铍青铜线	3-472
6.3.3 黄铜板	3-417	6.6.7 铅及铅锡合金线	3-473
6.3.4 铝青铜板	3-420	6.6.8 导电用铝线	3-473
6.3.5 锡青铜板	3-420		
6.3.6 锰青铜板	3-422		
6.3.7 硅青铜板	3-422		
6.3.8 普通白铜板	3-423		
6.3.9 铝白铜板	3-424		
6.3.10 锰白铜板	3-425		
6.3.11 锌白铜板	3-426		
6.3.12 铅及铅锡合金板	3-427		
6.3.13 铝及铝合金板带材	3-428		
6.3.14 铝及铝合金轧制板材	3-433		
6.3.15 铝及铝合金花纹板	3-442		
6.3.16 钛及钛合金板材	3-446		
6.4 带材	3-449		
6.4.1 一般用途加工铜及铜合金带材外			

第4章 粉末冶金材料

1 粉末冶金结构材料	3-474
1.1 粉末冶金铁基结构材料	3-474
1.2 热处理状态粉末冶金铁基结构材 料	3-476
1.3 烧结奥氏体不锈钢结构零件材料	3-476
1.4 烧结锡青铜结构材料	3-477
2 粉末冶金摩擦材料	3-477
2.1 铁基干式摩擦材料	3-477
2.2 铜基干式摩擦材料	3-478
2.3 铜基湿式摩擦材料	3-478
3 粉末冶金减摩材料	3-479
4 粉末冶金过滤材料	3-480
4.1 烧结不锈钢过滤元件	3-480
4.2 烧结钛过滤元件及材料	3-484
4.3 烧结镍过滤元件	3-487
4.4 烧结镍铜合金过滤元件	3-490

4.5 烧结锡青铜过滤元件	3-492	2.4.7 酚醛层压纸管	3-535
第5章 非金属材料		3 常用水泥品种	3-537
1 橡胶及橡胶制品	3-493	3.1 硅酸盐水泥	3-537
1.1 常用橡胶的种类及用途	3-493	3.2 掺混合料的硅酸盐水泥	3-538
1.2 橡胶板	3-494	3.3 磷渣硅酸盐水泥	3-539
1.2.1 工业用橡胶板	3-494	3.4 无收缩快硬硅酸盐水泥	3-539
1.2.2 化工设备衬里用未硫化橡胶板	3-495	3.5 低热微膨胀水泥	3-540
1.2.3 电绝缘橡胶板	3-496	3.6 抗硫酸盐硅酸盐水泥	3-540
1.3 橡胶管	3-496	3.7 高铝水泥	3-541
1.3.1 输水通用橡胶软管	3-496	3.8 快硬硫酸盐水泥	3-541
1.3.2 蒸汽胶管	3-497	3.9 特快硬调凝铝酸盐水泥	3-542
1.3.3 压缩空气用橡胶软管	3-497	3.10 膨胀硫铝酸盐水泥	3-542
1.3.4 氧气橡胶软管	3-499	3.11 膨胀铁铝酸盐水泥	3-543
1.3.5 乙炔橡胶软管	3-499	3.12 快硬铁铝酸盐水泥	3-543
1.3.6 织物增强吸水软管	3-499	4 陶瓷	3-544
1.3.7 织物增强输水软管	3-500	4.1 陶瓷分类	3-544
1.3.8 织物增强液压橡胶软管	3-500	4.2 耐酸陶瓷	3-544
1.3.9 钢丝增强液压橡胶软管	3-502	4.2.1 耐酸陶瓷的种类、性能及应用	3-544
1.3.10 钢丝缠绕增强外覆橡胶液压橡胶软管	3-503	4.2.2 耐酸砖	3-545
2 工程塑料及其制品	3-505	4.2.3 化工陶瓷管	3-547
2.1 常用工程塑料性能及应用	3-505	4.3 过滤陶瓷	3-552
2.2 工程塑料棒材	3-511	4.3.1 过滤陶瓷种类、特性及应用	3-552
2.2.1 聚四氟乙烯棒材	3-511	4.3.2 过滤陶瓷性能	3-553
2.2.2 热固性树脂层压棒	3-512	4.3.3 刚玉质过滤陶瓷产品	3-553
2.2.3 尼龙棒材	3-512	4.4 结构陶瓷	3-554
2.3 工程塑料板材及薄膜	3-513	4.4.1 结构陶瓷种类、特性及应用	3-554
2.3.1 聚四氟乙烯板材	3-513	4.4.2 常用结构陶瓷性能	3-555
2.3.2 硬聚氯乙烯板材	3-514	5 铸石制品	3-557
2.3.3 硬质聚氯乙烯层压板材	3-515	5.1 铸石种类、性能及应用	3-557
2.3.4 改性聚丙烯层压板材	3-516	5.2 矩形铸石板	3-558
2.3.5 酚醛层压纸板	3-517	5.3 直角梯形铸石板	3-559
2.3.6 酚醛层压布板	3-519	5.4 扇形铸石板	3-560
2.3.7 浇铸型工业有机玻璃板材	3-520	5.5 圆形铸石板	3-561
2.3.8 聚四氟乙烯薄膜	3-521	5.6 六边形铸石板	3-561
2.3.9 高密度聚乙烯吹塑薄膜	3-525	5.7 弧面铸石板	3-562
2.4 工程塑料管材	3-526	5.8 铸石板材尺寸允许偏差及理化性能	3-563
2.4.1 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材	3-526	5.9 铸石直管	3-564
2.4.2 化工用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材	3-527	6 玻璃制品	3-564
2.4.3 流体输送用软聚氯乙烯管	3-530	6.1 普通平板玻璃	3-564
2.4.4 浇铸型工业有机玻璃管材	3-531	6.2 浮法玻璃	3-565
2.4.5 聚四氟乙烯管材	3-532	6.3 钢化玻璃	3-566
2.4.6 尼龙管材	3-535	7 云母制品	3-566
		7.1 云母制品分类、特点及应用	3-566
		7.2 塑性云母板	3-567

7.3 熔铸合成云母板	3-568
7.4 云母带	3-568
8 木材及其制品	3-569
8.1 常用木材品种及性能	3-569
8.2 针叶树锯材和阔叶树锯材	3-572
8.3 普通胶合板	3-572
8.4 刨花板	3-573
8.5 硬质纤维板	3-574
9 纸制品	3-574
9.1 硬钢纸板	3-574
9.2 软钢纸板	3-575
9.3 瓦楞纸板	3-576
9.4 电绝缘纸板	3-576
9.5 钢纸管	3-579
10 石棉制品	3-580
10.1 常用石棉性能及应用	3-580
10.2 石棉板	3-580
10.3 石棉橡胶板	3-580
10.4 耐酸石棉橡胶板	3-581
10.5 耐油石棉橡胶板	3-582
10.6 工业机械用石棉摩擦片	3-583
10.7 石棉布	3-584
10.8 电绝缘石棉纸	3-585
10.9 石棉绳	3-586
10.10 常用盘根	3-587
11 其他非金属材料制品	3-588
11.1 铬鞣黄牛皮圈革及皮辊革	3-588
11.2 植鞣黄牛皮轮带革	3-588
11.3 皮革带	3-589
11.4 皮碗及衬垫革	3-589
11.5 绝热用硅酸铝棉板和毡	3-589
11.6 工业用毛毡	3-590

11.7 玻璃纤维过滤布	3-594
--------------------	-------

第 6 章 复合材料

1 复合材料分类	3-595
2 塑料基复合材料	3-595
2.1 玻璃纤维增强塑料	3-595
2.1.1 玻璃纤维增强热固性塑料	3-595
2.1.2 玻璃纤维增强热塑性塑料	3-597
2.2 石棉纤维增强塑料	3-601
2.3 碳纤维增强塑料	3-601
2.3.1 碳纤维增强热固性塑料	3-601
2.3.2 碳纤维增强热塑性塑料	3-602
2.4 混杂纤维增强塑料	3-604
3 金属基复合材料	3-605
3.1 层压金属复合材料	3-605
3.1.1 钛-钢复合板	3-605
3.1.2 钛-不锈钢复合板	3-606
3.1.3 铝锡 20 铜-钢双金属板	3-607
3.1.4 铜-钢复合板	3-608
3.1.5 镍-钢复合板	3-608
3.1.6 不锈钢复合钢板和钢带	3-609
3.1.7 不锈钢复合钢冷轧薄钢板和钢带	3-611
3.1.8 热双金属带材	3-613
3.2 纤维增强金属基复合材料	3-616
3.2.1 碳(石墨)纤维增强铝复合材料	3-616
3.2.2 碳纤维增强铝复合材料	3-616
3.2.3 碳纤维增强铜复合材料	3-616
3.2.4 颗粒增强金属复合材料	3-617
4 塑料-金属基多层复合材料	3-617
参考文献	3-618

第 4 篇 机械设计力学基础

第 1 章 静力学、运动学和动力学

1 静力学	4-3
1.1 力的合成与分解	4-3
1.2 力矩和力偶矩的计算公式	4-4
1.3 力的平移与力系简化	4-5
1.4 平衡方程	4-5
2 运动学	4-6
2.1 质点运动的位置、速度和加速度	

计算公式	4-6
2.1.1 质点运动的矢量与坐标表示	4-6
2.1.2 质点运动的几种简单情形	4-8
2.1.3 点的合成运动	4-9
2.2 刚体运动的速度和加速度计算	
公式	4-9
2.2.1 刚体的平面运动	4-9
2.2.2 刚体绕定点运动和自由刚体运动	4-10

2.2.3 刚体运动的合成	4-11
3 动力学	4-12
3.1 质点和质点系动力学基本公式	4-12
3.2 刚体的运动方程和动能	4-13
3.3 转动惯量	4-13

第2章 弹性力学和塑性力学

1 应力分析	4-17
1.1 应力分析表达式	4-17
1.2 平衡方程	4-19
2 应变分析	4-20
2.1 应变分析表达式	4-20
2.2 变形协调方程	4-21
3 应力应变关系	4-22
3.1 广义虎克定律表达式	4-22
3.2 屈服条件和强度理论	4-23
3.3 塑性应力应变关系	4-24
4 弹性力学基本方程及其解法	4-24
4.1 一般问题的基本方程、边界条件及解法	4-24
4.2 平面问题的基本方程	4-25
4.3 能量原理表达式	4-26
5 热应力	4-28
5.1 热弹性方程和热传导方程	4-28
5.2 一些典型热应力解	4-29
6 塑性力学解法及一些典型问题塑性极限载荷	4-30
6.1 塑性力学解法	4-30
6.2 一些典型问题塑性极限载荷	4-31

第3章 典型构件的应力和变形的计算

1 杆	4-32
1.1 直杆的轴向拉伸与压缩	4-32
1.2 直杆的扭转	4-32
1.2.1 圆截面直杆的扭转	4-32
1.2.2 非圆截面直杆的自由扭转	4-33
1.2.3 开口薄壁截面直杆的约束扭转	4-37
1.3 杆的平面弯曲	4-44
1.3.1 平面弯曲的定义与条件	4-44
1.3.2 与梁的平面弯曲有关的截面几何性质	4-44
1.3.3 直梁平面弯曲时的应力和强度条件	4-52
1.3.4 直梁平面弯曲时的变形和刚度条件	4-55

1.3.5 曲梁平面弯曲时的应力与位移	4-71
---------------------------	------

1.3.6 直梁的塑性弯曲——塑性极限弯矩与塑性铰	4-74
---------------------------------	------

1.4 直杆的组合变形	4-74
2 杆结构	4-75
2.1 杆结构的位移计算	4-75
2.2 超静定梁和刚架的内力与位移	4-75
2.3 冲击应力与位移	4-81
3 线弹性范围内薄板的小挠度弯曲	4-81
4 薄壳	4-90
4.1 旋转面薄壳轴对称问题的无矩理论解	4-90
4.2 旋转面薄壳轴对称问题的有矩理论解	4-92
4.3 组合壳体连接处的弯曲内力及壳体应力	4-97
5 厚壳	4-98
5.1 厚壁圆筒	4-98
5.1.1 线弹性范围内厚壁圆筒的应力与位移	4-98
5.1.2 弹塑性范围内受内压作用的厚壁圆筒的应力和极限压力	4-100
5.1.3 受内压作用厚壁圆筒的强度设计	4-102
5.2 厚壁球壳	4-102
5.2.1 线弹性范围内厚壁球壳的应力和位移	4-102
5.2.2 弹塑性范围受内压作用的厚壁球壳	4-103
5.2.3 受内压作用厚壁球壳的强度设计公式	4-104
6 圆盘	4-104
6.1 线弹性范围等厚圆盘的应力和位移	4-104
6.2 等厚旋转圆盘弹塑性变形时的应力和极限角速度	4-105

第4章 接触应力、应力集中与断裂力学

1 接触应力	4-106
1.1 接触表面上的应力与位移	4-106
1.2 接触问题的强度计算	4-111
2 应力集中	4-112
2.1 圆孔的应力集中系数	4-113
2.2 槽与矩形孔的应力集中系数	4-114
2.3 缺口的应力集中系数	4-115

2.4 圆角台肩的应力集中系数	4-117	载荷	4-128
2.5 轴上有径向孔的应力集中系数	4-118	1.1.2 具有弹性支座中心压杆的临	
2.6 键槽的应力集中系数	4-119	界载荷	4-131
2.7 其他零件的应力集中系数	4-120	1.2 中心压杆的稳定性计算	4-132
3 断裂力学	4-120	2 梁	4-134
3.1 裂纹类型	4-120	2.1 线弹性范围内梁整体弯扭失稳的	
3.2 应力强度因子	4-121	临界载荷	4-134
3.3 断裂韧度	4-127	2.2 梁的整体弯扭稳定性的许用应力	
		计算法	4-137
		3 线弹性范围平板的临界载荷	4-138
		4 线弹性范围圆柱壳和球壳的临界载荷	4-143
		参考文献	4-145
第5章 构件的稳定性			
1 中心压杆	4-128		
1.1 中心压杆的临界载荷	4-128		
1.1.1 理想支座中心压杆的临界			

第5篇 实验应力分析

第1章 概 论

第2章 电阻应变计测量技术

1 电阻应变计	5-7	3.3 几种因素对测量结果的影响	5-46
1.1 电阻应变计的工作原理	5-7	3.3.1 长导线的影响	5-46
1.1.1 金属材料的电阻应变效应	5-7	3.3.2 应变计阻值的影响	5-46
1.1.2 半导体应变计的工作原理	5-7	3.3.3 灵敏系数的影响	5-47
1.2 电阻应变计的基本构造及分类	5-7	3.3.4 横向效应的影响	5-47
1.2.1 电阻应变计的基本构造	5-7	3.4 高低温静态应变测量	5-48
1.2.2 电阻应变计的分类	5-8	3.4.1 高低温应变测量的特点及问	
1.3 电阻应变计的工作特性	5-10	题	5-48
1.4 各种应变计的特点和适用范围	5-11	3.4.2 温度效应及其补偿	5-49
1.4.1 金属应变计	5-11	3.4.3 高低温应变测量的其他技术	
1.4.2 半导体应变计	5-23	问题	5-49
1.4.3 其他应变计	5-26	4 动态应变测量	5-51
1.4.4 应变计安装的几个问题	5-26	4.1 动态应变测量的标定	5-51
2 电阻应变仪及应变数据采集分析系统	5-34	4.2 动态应变测量的干扰和抑制方法	5-53
2.1 应变仪	5-34	4.2.1 动态测量的干扰	5-53
2.1.1 交流电桥应变仪	5-34	4.2.2 防止和抑制干扰的方法	5-53
2.1.2 直流电桥应变仪	5-35	4.3 振动信号分析	5-53
2.2 多点应变数据采集与分析系统	5-40	5 旋转件的应变测量	5-54
2.2.1 多点静态应变数据测量系统	5-40	5.1 引电器的分类及主要技术指标	5-54
2.2.2 动态应变数据采集与分析系		5.2 几种典型引电器的结构简介	5-54
统	5-42	5.3 刷环引电器设计中的几个问题	5-57
3 静态应变测量	5-43	6 应变遥测	5-58
3.1 测量电桥特性的应用	5-43	6.1 对遥测系统的技术要求	5-59
3.2 应变-应力换算关系	5-45	6.2 多路传输应变遥测系统	5-61
		6.2.1 频分多路传输遥测系统	5-61
		6.2.2 时分制遥测系统	5-63
		6.2.3 一种脉冲编码遥测系统	5-64
		7 高压液下的应变测量	5-66

7.1	应变计安装后的特殊防护	5-66	4.2	自由边界应力	5-90
7.2	温度与压力效应的补偿	5-67	4.3	应力集中系数	5-91
8	核辐射及磁场条件下的应变测量	5-68	4.4	内部应力	5-91
8.1	核辐射条件下的应变测量	5-68	4.5	应用举例	5-92
8.2	磁场条件下的应变测量	5-69	5	三维光弹性	5-92
9	残余应力测量	5-70	5.1	冻结切片法	5-93
9.1	钻孔法	5-71	5.1.1	冻结应力	5-93
9.2	环芯法测残余应力	5-72	5.1.2	三维应力-光学定律	5-93
9.3	钻孔法测残余应力的几个问题	5-73	5.2	三维模型表面应力的测量	5-93
10	电阻应变计式传感器	5-74	5.3	三维模型内部应力的测量	5-94
10.1	典型应变计式传感器	5-74	5.4	模型与原型应力换算	5-94
10.2	应变计式传感器设计中的几个问题	5-78	5.5	冻结法试验技术	5-94
10.2.1	弹性元件材料的选择	5-78	5.6	应用举例	5-95
10.2.2	应变计选择	5-81	6	其他光弹性实验方法	5-97
10.2.3	传感器电路补偿	5-81	6.1	散光法	5-97
10.2.4	传感器稳定化处理技术	5-83	6.2	贴片法	5-98
10.2.5	防爆技术	5-84	6.3	全息光弹性法	5-98
			6.4	动态光弹性	5-98

第3章 光弹性法

1	光弹性基本原理	5—85
1.1	偏振光和双折射	5—85
1.2	应力-光学定律	5—85
1.3	等差线及等倾线	5—85
1.4	纯等差线的获取	5—86
1.5	等色线	5—87
2	基本数据测定	5—87
2.1	整数级等差线	5—87
2.2	分数级等差线	5—87
2.3	等倾线	5—87
2.4	主应力迹线	5—87
3	材料、模型及仪器	5—87
3.1	材料	5—87
3.1.1	几种常用的光弹性材料	5—87
3.1.2	材料性能及其测定	5—88
3.2	环氧树脂光弹性模型的设计与制 造	5—89
3.2.1	光弹性模型设计	5—89
3.2.2	模型原材料及其配比	5—89
3.2.3	模具	5—89
3.2.4	模型的浇铸和固化工艺	5—89
3.2.5	模型的机械加工及粘接	5—90
3.2.6	模型加载	5—90
3.3	光弹性仪	5—90
4	二维光弹性	5—90
4.1	切应力	5—90

4.2	自由边界应力	5-90
4.3	应力集中系数	5-91
4.4	内部应力	5-91
4.5	应用举例	5-92
5	三维光弹性	5-92
5.1	冻结切片法	5-93
5.1.1	冻结应力	5-93
5.1.2	三维应力-光学定律	5-93
5.2	三维模型表面应力的测量	5-93
5.3	三维模型内部应力的测量	5-94
5.4	模型与原型的应力换算	5-94
5.5	冻结法试验技术	5-94
5.6	应用举例	5-95
6	其他光弹性实验方法	5-97
6.1	散光法	5-97
6.2	贴片法	5-98
6.3	全息光弹性法	5-98
6.4	动态光弹性	5-98
6.5	热光弹性法	5-99
6.6	光塑性法	5-101
7	光弹性实验-数值应力分析杂交法	5-101
8	计算机辅助光弹性方法	5-101

第 4 章 其他光学方法

1	全息干涉法	5-103
1.1	全息照相	5-103
1.2	全息干涉位移测量	5-104
1.2.1	两次曝光法	5-104
1.2.2	即时法(实时法)	5-105
1.2.3	位移场定量分析	5-105
1.3	全息干涉测量振动	5-107
1.3.1	均时法	5-107
1.3.2	频闪法	5-108
2	散斑干涉法	5-108
2.1	双光束散斑干涉法	5-108
2.1.1	离面位移测量	5-108
2.1.2	面内位移测量	5-109
2.2	错位散斑干涉法	5-110
2.3	单光束散斑干涉法	5-111
2.3.1	散斑的记录	5-111
2.3.2	散斑图的分析	5-112
2.4	白光散斑法	5-114
3	云纹法	5-115
3.1	面内云纹法	5-115
3.1.1	云纹条纹的几何分析	5-115
3.1.2	应变分析	5-116

第 6 章 声学检测