

机械设计手册

MACHINE DESIGN
HANDBOOK

机械工业出版社

1

机械设计手册

第 1 卷

主 编 徐 灏

副主编 邱宣怀 蔡春源

汪 恺 余 俊



机械工业出版社

(京) 新登字 054 号

该手册是为了满足广大读者强烈要求我社组织编写出版的。该书内容新、系统、全面。包括了所有现代设计和常规设计方法, 数据、图表丰富, 实用性强。全书共 42 篇, 分 5 卷陆续出版。

本书为第 1 卷, 包括机械设计总论, 常用的资料、数据、单位及数学公式, 机械工程材料, 机械设计的力学基础, 实验应力分析, 机械振动与噪声, 摩擦、磨损、润滑等内容, 主要介绍有关机械工业的基础理论和常用的基本数据及设计资料, 内容比较广泛, 可供广大机械设计人员使用。

机 械 设 计 手 册

第 1 卷

主 编 徐 灏

副 主 编 邱宣怀 蔡春源

汪 恺 余 俊

*

责任编辑: 张继铤 陈国威 李骏带 李书全
仲 曙 曲彩云 朱亚冠 王兴垣

版式设计: 胡金瑛 封面设计: 郭景云

责任校对: 郝凤玲 责任印制: 路 琳

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 104 · 插页 3 · 字数 3228 千字

1991 年 9 月北京第 1 版 · 1993 年 8 月北京第 4 次印刷

印数 71,001—83,000 · 定价: 59.00 元

*

ISBN 7-111-01754-4 / TH · 299

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。

IV 前 言

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 源

1988年11月

目 录

第1篇 机械 设计 总论

第1章 机械 设计

1 机械设计的地位和遵循原则	3
1.1 机械设计是机械产品生产的第一道工序.....	3
1.2 机械设计需遵循的原则.....	3
1.3 机械设计要走自行设计为主要的道路.....	3
2 机械设计的任务和分类	3
2.1 失效分析.....	3
2.2 产品质量和水平.....	4
2.3 机械设计的分类.....	4
3 机械设计的发展	5
3.1 新形势.....	5
3.2 从传统设计到现代设计.....	5
3.3 计算机在现代设计中的地位.....	6
3.3.1 CAD 系统	6
3.3.2 机电仪一体化.....	6

第2章 机械 设计 的内容

1 机械设计的基本要素	8
2 强度计算	8
2.1 机械零件的失效.....	8
2.2 载荷.....	8
2.3 零件的强度计算.....	9
2.3.1 机械零件的静强度.....	9
2.3.2 机械零件的疲劳强度.....	9
2.3.3 机械零件的接触强度	10
2.3.4 机械零件在高温下的强度	10
3 摩擦学计算	10
3.1 机械零件的摩擦	10
3.2 机械零件的磨损	11
3.3 机械零件的润滑	11
4 材料的选用	11
4.1 机械工业的材料消耗	11

4.1.1 各种材料消耗比重	11
4.1.2 材料消耗预测	11
4.1.3 产品对材料性能的要求	12
4.1.4 钢材利用率	13
4.2 材料的选用原则	13
4.2.1 使用要求	13
4.2.2 经济要求	14
5 工艺性	14
6 标准化	15
7 经济性	15
8 造型设计和人机工程	16
8.1 造型设计	16
8.2 人机工程	16
9 环境保护和安全制度	17
9.1 环境保护	17
9.2 安全制度	17
9.3 安全设计	17
9.3.1 控制系统和操纵器	18
9.3.2 工作环境	18
9.3.3 事故预防	18
9.3.4 信号及指示器	19

第3章 机械 设计 的方法

1 机械设计步骤	20
1.1 动向预测	20
1.2 方案设计	20
1.3 技术设计	21
1.4 施工设计	22
1.5 试生产	22
2 设计方法学	22
2.1 机械设计流程	24
2.1.1 抽象	24
2.1.2 系统化	24
2.1.3 黑箱法	25

VI 目 录

2.1.4 功能分析	25
2.1.5 物理效应和解法	25
2.1.6 功能综合	26
2.1.7 设计原理方案	26

2.1.8 构形	26
2.2 评价和决策	27
3 计算机程序	28
参考文献	30

第2篇 常用资料和数学公式

第1章 符号及常用资料

表2.1-1 拉丁字母	3
表2.1-2 希腊字母	3
表2.1-3 汉语拼音字母	3
表2.1-4 部分国际科技组织的名称	4
表2.1-5 国外机械工程部分学会(协会)名称	5
表2.1-6 国外机械工程部分期刊名称	8
表2.1-7 国内机械工程部分期刊、杂志名称	16
表2.1-8 国内外主要检索刊物及检索工具书	19
表2.1-9 数学符号	20

第2章 常用数据表

表2.2-1 钢铁硬度与强度换算值(GB1172—74)	32
表2.2-2 钢铁洛氏与肖氏硬度对照	36
表2.2-3 铜合金硬度与强度换算值(摘自GB3771—83)	38
表2.2-4 铝合金硬度与强度换算值之一(摘自GBn166—82)	44
表2.2-5 铝合金硬度与强度换算值之二(摘自GBn166—82)	46
表2.2-6 常用材料极限强度的近似关系	47
表2.2-7 常用材料弹性模量及泊松比	47
表2.2-8 金属材料的比热容和导热系数	48
表2.2-9 材料线膨[胀]系数 $\alpha_t \times 10^{-6}$ ($1/^\circ\text{C}$)	49

表2.2-10 常用材料的密度	49
表2.2-11 松散物料的堆密度和安息角	50
表2.2-12 机械传动效率的概略数值	50
表2.2-13 常用物理量常数	51

第3章 单位及单位换算

1 几种常见的单位制和我国的法定计量单位	52
1.1 厘米·克·秒(CGS)制	52
1.2 米·千克·秒(MKS)制	52
1.3 米·千克·秒(MKgfS)制	52
1.4 米·千克·秒·安(MKSA)制	52
1.5 国际单位制(SI)	52
1.6 我国的法定计量单位	52
表2.3-1 国际单位制的基本单位	52
表2.3-2 国际单位制的辅助单位	52
表2.3-3 国际单位制中具有专门名称的导出单位	53
表2.3-4 国家选定的非国际单位制单位	53
表2.3-5 用于构成十进倍数和分数单位的词头	54
2 量纲	54
3 单位及单位换算	54
表2.3-6 常用物理量符号及其法定单位	55
表2.3-7 常用计量单位换算表	58

第4章 代 数

1 排列与组合	60
1.1 排列	60
1.2 组合	60
2 二项式公式、多项式公式与因式分	

解	60
2.1 二项式公式	60
2.2 多项式公式	60
2.3 因式分解	60
3 指数与根式	61
4 对数	61
5 矩阵与行列式	61
5.1 矩阵的定义	61
5.2 矩阵的运算	62
5.3 矩阵的转置与逆矩阵	62
5.4 行列式	62
5.5 矩阵的三角分解	63
5.6 矩阵的分块	63
5.7 矩阵的导数与积分	64
5.8 一次方程组	64
6 代数方程	64
6.1 一次方程	64
6.2 二次方程	65
6.3 高次方程	65
7 级数	65
7.1 有限级数	65
7.1.1 等差级数	65
7.1.2 等比级数	65
7.1.3 特殊级数之和	65
7.1.4 特殊无穷级数	66
7.2 幂级数	66
7.2.1 二项级数	66
7.2.2 指数函数及对数函数的幂级数展开	66
7.2.3 三角函数及反三角函数的幂级数展开	67
7.2.4 双曲函数及反双曲函数的幂级数展开	67
7.3 傅里叶级数	67
8 不等式	68

第5章 三角函数与双曲函数

1 三角函数	69
1.1 三角函数间的关系	69
1.2 和差角公式	69
1.3 和差化积公式	69
1.4 积化和差公式	69

1.5 倍角公式	69
1.6 半角公式	70
1.7 正弦与余弦的幂	70
2 三角形	70
2.1 平面三角形	70
2.2 球面三角形	70
3 反三角函数间的关系	71
4 双曲函数	72
4.1 双曲函数间的关系	72
4.2 双曲函数与三角函数的关系	72

第6章 微 分

1 极限与连续	73
1.1 数列的极限	73
1.2 函数的极限	73
1.3 函数的连续性	73
1.4 特殊极限值	73
2 导数与微分	73
2.1 导数、导函数与微分	73
2.2 高阶导数	74
2.3 偏导数	74
2.4 求导公式	74
3 中值定理与泰勒展开	76
3.1 中值定理	76
3.2 泰勒与马克劳林展开	76
3.3 不定式的求值法	77
3.4 极值	77

第7章 积 分

1 不定积分	78
1.1 一般公式	78
1.2 基本积分公式	78
1.3 有理函数的积分	78
1.4 无理函数的积分	80
1.5 超越函数的积分	82
2 定积分	84
2.1 一般公式	84
2.2 重要定积分	85
3 由定积分定义的几个函数	87
3.1 Γ 函数	87
3.2 B 函数	89
3.3 积分指数函数、积分正弦函数、积分	

VIII 目 录

余弦函数、菲涅尔函数	89
3.4 误差函数, 余误差函数	90
3.5 ζ 函数	91
3.6 椭圆积分、椭圆函数	91

第8章 微分方程

1 常微分方程	94
1.1 一阶常微分方程	94
1.1.1 分离变量型方程	94
1.1.2 齐次型方程	94
1.1.3 线性方程	94
1.1.4 伯努利方程	94
1.1.5 全微分方程	94
1.1.6 积分因子	94
1.1.7 克莱罗方程	94
1.1.8 Riccati 微分方程	94
1.2 二阶常微分方程	95
1.2.1 方程中不含 y 的情况	95
1.2.2 方程中不含 x 的情况	95
1.2.3 线性微分方程	95
1.2.4 超几何微分方程	96
1.2.5 贝塞尔微分方程	96
1.2.6 开尔文微分方程	98
1.2.7 勒让德微分方程	99
1.2.8 关联勒让德微分方程	99
1.3 线性常微分方程	100
1.3.1 n 阶常系数线性微分方程	100
1.3.2 二阶常系数线性微分方程	101
1.3.3 欧拉方程	101
1.4 常微分方程组	102
1.4.1 线性方程组	102
1.4.2 关于常系数线性方程组	102
1.4.3 非线性常微分方程组	103
2 偏微分方程	103
2.1 一阶偏微分方程	103
2.2 二阶线性偏微分方程	104
2.2.1 二阶线性偏微分方程的分类	104
2.2.2 分离变量法	104
2.2.3 拉普拉斯微分方程	105
2.2.4 热传导方程	105
2.2.5 波动方程	105
2.2.6 三类方程的定解条件	105

2.2.7 举例	106
2.3 雷诺方程, 纳维-斯托克斯方程	107
2.3.1 雷诺方程	107
2.3.2 纳维-斯托克斯方程	107

第9章 矢量与张量

1 矢量代数	108
1.1 矢量的表示	108
1.2 矢量的和与差	108
1.3 矢量的分量	108
1.4 单位矢量、矢量的分量表达式	108
1.5 数与矢量的积	108
1.6 矢量的标量积	108
1.7 矢量的矢量积	109
1.8 三个矢量的积	109
2 矢量分析	109
2.1 导矢	109
2.2 标量函数的梯度	109
2.3 矢函数的散度	109
2.4 矢函数的旋度	109
2.5 ∇ 算子	109
2.6 微分运算间的关系	110
3 正交曲线坐标下的梯度、散度与旋度	110
3.1 正交曲线坐标	110
3.2 正交曲线坐标下的梯度、散度与旋度	110
4 矢函数的积分	111
4.1 斯托克斯定理	111
4.2 高斯定理	111
4.3 格林定理	111
5 张量	111
5.1 矢量与坐标变换、标量	111
5.2 张量	112
5.3 对称张量的主方向、张量二次曲面	112

第10章 几 何

1 面积与体积	113
1.1 平面图形的面积及有关线段的计算	113
1.1.1 三角形	113
1.1.2 四边形	113
1.1.3 多边形	114

X 目 录

2.2	离散分布	144
2.3	连续分布	145
2.3.1	概率密度	145
2.3.2	数字特性	145
2.3.3	连续分布的例子	145
2.3.4	数表	147
2.3.5	百分位点间的关系	148
2.4	二维分布	150
2.4.1	二维随机变量的分布函数	150
2.4.2	边缘分布	150
2.4.3	协方差与相关系数	151
2.4.4	独立性	151
2.4.5	正态分布	151
2.5	n 个随机变量的情况	151
3	母函数	151
4	大数定律与中心极限定理	152
4.1	大数定律	152
4.2	中心极限定理	152
5	随机过程	153
5.1	马尔可夫过程	153
5.2	普阿松过程	154
5.3	随机过程的数字特征	154
5.4	平稳随机过程	155
5.5	各态历经性	155
6	最小二乘法	156
7	统计	156
7.1	统计推断	156
7.2	点估计	157
7.2.1	估计法	157
7.2.2	估计法的选择	157
7.3	假设检验	158
7.4	区间估计	158
7.5	各种情况的估计与检验公式	158
7.5.1	一个正态分布的情况	158
7.5.2	二个正态分布的情况	159
7.6	回归分析	159
7.6.1	线性回归	159
7.6.2	回归直线的求法	159
7.6.3	回归直线的检验	159
7.6.4	非线性回归	160
7.7	正交试验设计	161

第13章 数值计算

1	计算方法	165
1.1	误差	165
1.2	插值法	165
1.3	差分与等步节点插值公式	165
1.4	三次样条插值	166
1.5	多元函数的插值公式	167
2	数值微分与积分	167
2.1	数值微分	167
2.2	数值积分	168
2.2.1	牛顿-柯特斯公式	168
2.2.2	高斯求积公式	169
3	重积分	170
4	函数逼近	170
4.1	范数	170
4.2	系数的确定	170
4.2.1	带权的正交函数列	170
4.2.2	最佳逼近	171
5	线性代数方程组的数值解法	172
5.1	直接解法	172
5.1.1	高斯消元法	172
5.1.2	平方根法	173
5.1.3	解三对角线性方程组的追赶法	173
5.2	迭代法	174
5.2.1	雅可比法	174
5.2.2	高斯-塞德尔法	174
5.2.3	超松弛法 (SOR法)	174
5.2.4	最速下降法	174
5.2.5	共轭梯度法	175
5.3	矩阵特征值问题的数值解法	175
5.3.1	雅可比法	176
5.3.2	QR法	176
6	高次代数方程的数值解法	176
6.1	代数方程的一般性质	176
6.2	求根的近似值	177
7	非线性方程组的数值解法	178
7.1	迭代法	178
7.2	牛顿迭代法	178
8	常微分方程的数值解法	178
8.1	一阶常微分方程的初值问题	178
8.2	微分方程组与高阶微分方程的数值解	

法.....	179	9.1 拉普拉斯方程的差分法.....	179
8.2.1 一阶常微分方程组.....	179	9.2 热传导方程的差分法.....	180
8.2.2 n 阶常微分方程的初值问题.....	179	9.3 波动方程的差分法.....	181
9 偏微分方程的数值解法.....	179	参考文献.....	181

第3篇 机械工程材料

第1章 概 论

1 机械工程材料的种类	3
2 机械工程材料的主要机械、物理性能 的符号和单位	3
3 国内外常用金属材料牌号对照	3

第2章 铸铁和铸钢

1 铸铁和铸钢牌号表示方法	26
1.1 铸铁牌号表示方法	26
1.2 铸钢牌号表示方法	26
2 铸铁	27
2.1 灰铸铁	27
2.2 可锻铸铁	30
2.3 球墨铸铁	31
2.4 冷硬铸铁	32
2.5 耐磨铸铁	33
2.6 机床零件用耐磨铸铁	34
2.7 汽缸套用耐磨铸铁	35
2.8 活塞环用耐磨铸铁	36
2.9 耐热铸铁	37
3 铸钢	38
3.1 一般工程用铸造碳钢	38
3.2 合金铸钢	39
3.3 耐磨铸钢	41
3.4 耐热铸钢	41
3.5 不锈钢耐酸铸钢	42
3.5.1 不锈钢耐酸钢铸件	42
3.5.2 工程结构用中、高强度不锈钢铸件	45
3.5.3 不锈钢铸钢	45

第3章 钢

1 钢产品牌号的表示方法	47
2 普通碳素结构钢	50
3 普通低合金结构钢	52

4 优质碳素结构钢	55
5 合金结构钢	90
5.1 合金调质钢	90
5.2 合金渗碳钢	90
6 弹簧钢	103
7 滚动轴承钢	105
8 碳素工具钢	108
9 合金工具钢	109
10 保证淬透性结构钢	113
11 低淬透性含钛优质碳素结构钢	115
12 高耐候性结构钢	115
13 焊接结构用耐候钢	116
14 冷锻钢	117
15 矿用钢	119
16 造船用结构钢	119
17 桥梁用结构钢	121
18 易切削钢	122
19 耐热钢	123

第4章 钢铁型材、板材、 管材和线材

1 型材	135
1.1 热轧圆钢和方钢	135
1.2 热轧六角钢和八角钢	137
1.3 热轧扁钢	138
1.4 热轧等边角钢	140
1.5 热轧不等边角钢	144
1.6 热轧普通工字钢	147
1.7 热轧普通槽钢	149
1.8 等边弯曲角钢	151
1.9 等边弯曲槽钢	152
1.10 焊接H型钢	153
1.11 轻型焊接H型钢	156
1.12 冷拉圆钢	157
1.13 冷拉方钢	158

XII 目 录

1·14	冷拉六角钢	160
1·15	不锈钢冷加工钢棒	161
1·16	银亮钢圆钢	163
2	钢板和钢带	165
2·1	热轧钢板	165
2·2	优质碳素结构钢、普通碳素结构钢和 普通低合金结构钢热轧厚钢板	167
2·3	压力容器用碳素钢及普通低合金钢热 轧厚钢板	167
2·4	低温压力容器用低合金钢厚钢板	168
2·5	不锈钢酸及耐热钢厚钢板	169
2·6	桥梁用碳素钢及普通低合金钢钢板	171
2·7	汽车制造用优质碳素结构钢热轧钢 板	172
2·8	冷轧钢板和钢带	173
2·9	优质碳素结构钢薄钢板	174
2·10	普通碳素结构钢和低合金结构钢薄钢 板	176
2·11	弹簧钢热轧薄钢板	176
2·12	合金结构钢薄钢板	176
2·13	热镀锌合金冷轧碳素薄钢板	177
2·14	单张热镀锌薄钢板	178
2·15	不锈钢酸及耐热钢薄钢板	179
2·16	花纹钢板	180
2·17	弹簧钢热轧平面扁钢	181
2·18	热连轧钢板和钢带品种	183
2·19	一般结构用热连轧钢板和钢带	184
2·20	连续热镀锌薄钢板和钢带	184
2·21	压力容器用热轧钢带	187
2·22	普通碳素结构钢热轧钢带	187
2·23	普通碳素结构钢冷轧钢带	187
2·24	优质碳素结构钢冷轧钢带	188
2·25	低碳钢冷轧钢带	189
2·26	弹簧钢、工具钢冷轧钢带	191
2·27	热处理弹簧钢带	192
2·28	冷轧不锈钢耐热钢带	195
3	钢管	196
3·1	无缝钢管	196
3·2	不锈钢无缝钢管	198
3·3	不锈钢小直径钢管	200
3·4	不锈钢酸钢板薄壁无缝钢管	201
3·5	冷拔或冷轧精密无缝钢管	202
3·6	低中压锅炉用无缝钢管	202

3.7	冷拔无缝异型钢管	205
3.8	直径5~152mm电焊钢管	218
3.9	低压流体输送用焊接钢管	220
4	钢丝	221
4.1	冷拉圆钢丝	221
4.2	一般用途低碳钢丝	222
4.3	一般用途热镀锌低碳钢丝	223
4.4	重要用途低碳钢丝	223
4.5	优质碳素结构圆钢丝	224
4.6	冷顶锻用碳素结构钢丝	224
4.7	冷顶锻用合金结构钢丝	225
4.8	碳素弹簧钢丝	226
4.9	油淬火-回火碳素弹簧钢丝	227
4.10	油淬火-回火硅锰合金弹簧钢丝	227
4.11	合金结构钢丝	228
4.12	不锈钢丝	230
4.13	弹簧用不锈钢丝	231
4.14	冷顶锻用不锈钢丝	231
4.15	硅锰弹簧钢丝	233
4.16	铬钒弹簧钢丝	233
4.17	铬硅弹簧钢丝	233

第5章 粉末冶金材料和高温合金材料

1	粉末冶金材料	235
1.1	粉末冶金材料的分类	235
1.2	粉末冶金材料牌号的表示方法	235
1.2.1	牌号的表示方法	235
1.2.2	材料牌号表示方法的举例	236
1.3	热处理状态粉末冶金铁基结构材料	238
1.4	粉末冶金铁基结构材料	239
1.5	粉末冶金过滤用材料	240
2	高温合金材料	241
2.1	高温合金的分类及牌号表示方法	241
2.1.1	分类	241
2.1.2	牌号表示方法	241
2.2	高温合金牌号及化学成分	242
2.3	普通承力件用高温合金热轧和锻制棒材	248
2.4	高温合金冷拉棒材	250
2.5	高温合金热轧钢板	250
2.6	一般用途高温合金管	251
2.7	铸造高温合金母合金	252

第6章 有色金属材料

1 有色金属及其合金产品牌号的表示方法	254
2 铝及铝合金	256
2.1 铝及铝合金加工产品	257
2.2 铸造铝合金	266
3 铜及铜合金	271
3.1 加工铜的化学成分和产品形状	271
3.2 加工黄铜的化学成分和产品形状	272
3.3 加工青铜的化学成分和产品形状	276
3.4 加工白铜的化学成分和产品形状	280
3.5 加工铜及铜合金的机械性能及应用举例	281
3.6 铸造铜合金	288
4 铸造轴承合金	298
5 棒材	299
5.1 铜棒材	299
5.2 铝及铝合金挤压棒材	306
5.3 高强度铝合金挤压棒材	310
6 管材	311
6.1 铜管	311
6.2 黄铜管	313
6.3 挤制铝青铜管	316
6.4 锌白铜管	317
6.5 铝及铝合金管外形尺寸	318
6.6 铝及铝合金热挤压管	321
6.7 工业用铝及铝合金拉(轧)制管	322
7 板材	325
7.1 纯铜板	325
7.2 黄铜板	327
7.3 青铜板	330
7.3.1 铝青铜板	330
7.3.2 锰青铜板	331
7.3.3 硅青铜板	332
7.3.4 锡青铜板	333
7.4 白铜板	336
7.4.1 普通白铜板	336
7.4.2 铝白铜板	337
7.5 铝及铝合金板	338
7.5.1 铝及铝合金板材的尺寸	338
7.5.2 铝及铝合金热轧板	340

7.5.3 铝及铝合金冷轧板	342
7.5.4 铝及铝合金花纹板	345
8 箔材	349
8.1 工业用纯铝箔	349
8.2 铝合金箔	349
8.3 纯铜箔	350
8.4 黄铜箔	351
8.5 青铜箔	352
9 线材	352
9.1 纯铜线	352
9.2 加工黄铜线	353
9.2.1 普通黄铜线	353
9.2.2 锡黄铜线	353
9.2.3 铅黄铜线	354
9.2.4 黄铜扁线	355
9.3 镍铜合金线材	355
9.4 加工青铜线	356
9.4.1 锡青铜线	356
9.4.2 硅青铜线	356
9.4.3 锡青铜线	357
9.5 白铜线	357

第7章 非金属材料

1 橡胶及橡胶制品	359
1.1 常用橡胶的种类及用途	359
1.2 普通全胶管	360
1.3 空气胶管、输水胶管和吸水胶管	361
1.4 氧气胶管	362
1.5 乙炔胶管	362
1.6 输稀酸碱胶管	363
1.7 蒸气胶管	364
1.8 夹布输油胶管	365
1.9 夹布输稀酸(碱)胶管	365
1.10 吸油胶管	366
1.11 水箱胶管	367
1.12 钢丝编织液压胶管	368
1.13 钢丝编织胶管	369
1.14 工业用硫化橡胶板	371
1.15 石棉橡胶板	373
1.16 耐油石棉橡胶板	374
2 工程塑料及其制品	375
2.1 常用工程塑料的性能及应用	375
2.2 化工用硬聚氯乙烯管材	382

XV 目 录

2.3 软聚氯乙烯管	385
2.4 聚四氟乙烯管材	385
2.5 聚四氟乙烯填料板和棒材	386
2.6 聚四氟乙烯棒材	387
2.7 热固性树脂层压棒	387
2.8 聚四氟乙烯板	388
2.9 硬聚氯乙烯板材	388
2.10 酚醛层压板	389
3 胶粘剂	390
3.1 胶粘剂的种类及性能	390
3.2 常用胶粘剂的牌号、性能指标及应 用	394
4 铸石	414

4.1 铸石的种类及其性能	414
4.2 通用普型铸石制品	414
4.3 通用异型铸石制品	419
5 其他非金属材料	424
5.1 有机玻璃制品	424
5.2 普通硅酸铝耐火纤维毡	425
5.3 工业用毛毡	426
5.4 软钢纸板	426
5.5 植鞣黄牛轮带革	426
5.6 木材	426
5.7 水泥	429
参考文献	430

第4篇 机械设计力学基础

第1章 静力学

1 力的合成与分解	3
2 力矩、力偶与力偶矩	4
2.1 力矩	4
2.2 力偶与力偶矩	4
2.3 力的平移与力系的简化	6
3 平衡条件	6
3.1 空间一般力系的平衡条件	6
3.2 其他特殊力系的平衡条件	6
4 静定与超静定问题	7
4.1 约束反力	7
4.2 静定与超静定结构	8
5 静力学图解方法	8
5.1 索多边形	8
5.2 用索多边形确定支座反力	9
5.3 索曲线	9
6 重心	10
6.1 平行力系中心	10
6.2 重心	10
6.3 图形与均质物体的重心	11
7 虚功原理	17
7.1 功	17
7.2 虚位移与虚功	17
7.3 虚功原理	18
7.4 势能	18
7.5 广义坐标下的虚功原理, 平衡的稳定	

性	19
8 桁架内力与节点位移	20
8.1 桁架的静定性	20
8.2 静定平面桁架的内力分析	21
8.3 节点位移	22

第2章 运动学

1 质点运动学	23
1.1 质点运动的矢量表示	23
1.2 质点运动的坐标表示	23
1.3 相对运动	25
1.4 质点运动的简单情形	26
2 刚体运动学	27
2.1 刚体的自由度	27
2.2 刚体的平动与转动	27
2.3 定轴转动	27
2.4 平面运动	27
2.5 定点转动	29
2.6 自由运动	29

第3章 动力学

1 质点动力学	30
1.1 牛顿第二定律与运动方程	30
1.2 动力学单位制	30
1.3 动量矩定理	31
1.4 动量定理	31
1.5 动能定理	31

1.6 对心碰撞	32
1.7 几种简单情形下运动方程的解	32
2 质点系动力学	34
2.1 质点系动量定理	34
2.2 质点系动量矩定理	34
2.3 质点系动能定理	34
3 转动惯量	35
3.1 定义与关系式	35
3.2 平行轴公式与转轴公式	35
3.3 均质物体的转动惯量	36
4 刚体动力学	39
4.1 刚体的动量矩	39
4.2 刚体运动的基本方程与刚体动能	39
4.3 刚体的碰撞	40
4.4 刚体运动的简单情形	41
5 运动方程的其他形式	42
5.1 动力学普遍方程	42
5.2 哈密顿原理	42
5.3 拉格朗日方程	44

第4章 应力和应变

1 应力的概念	45
1.1 应力矢量	45
1.2 一点的应力状态, 应力张量	45
2 平面应力	46
2.1 应力分量的坐标变换	46
2.2 主应力	46
2.3 主切应力	46
2.4 应力圆 (莫尔圆)	46
3 三向应力	47
3.1 应力分量的坐标变换	47
3.2 主应力与应力张量不变量	47
3.3 主切应力	48
3.4 应力球张量与应力偏张量	48
3.5 三向应力圆	48
4 平衡方程	49
5 应变	50
5.1 应变的概念	50
5.2 位移与应变的关系 (变形几何方程)	50
5.3 应变分量的坐标变换	51
6 变形协调条件	52

第5章 弹性力学和塑性力学基本方程

1 应力应变关系	54
1.1 弹性模量	54
1.2 广义虎克定律	55
2 弹性力学基本方程及其解法	56
2.1 弹性力学基本方程	56
2.2 边界条件	56
2.3 按位移求解的弹性力学基本方程	56
2.4 按应力求解的弹性力学基本方程	56
2.5 平面问题的基本方程	57
2.6 基本方程的解法	58
2.7 二维和三维问题常用的应力、位移公式	58
3 能量原理	61
3.1 应变能、应变余能与应变能定理	61
3.2 虚位移原理	61
3.3 最小势能原理	62
3.4 虚力原理	62
3.5 最小余能原理	62
3.6 卡氏定理	62
3.7 互等定理	62
3.8 李兹法	63
4 热应力	65
4.1 热弹性方程	65
4.2 热传导方程与温度场	65
4.3 热应力问题的应用	66
5 塑性力学基本方程	67
5.1 屈服条件	67
5.2 塑性应力应变关系	68
5.3 滑移线场理论	69
5.4 极限分析定理	71
6 粘弹性	72
6.1 粘弹性模型与本构关系	72
6.2 三维线性粘弹性理论的基本方程与对应原理	74

第6章 强度条件

1 构件的失效方式	75
2 拉伸或压缩时材料的静强度	75
3 强度理论	76

XV 目 录

4	许用应力与安全系数	77
5	冲击强度	77
6	疲劳强度	77
7	蠕变强度	77
8	含裂纹材料的断裂条件	77

第7章 杆 的 扭 转

1	圆截面杆的扭转	78
1.1	外力与内力	78
1.2	圆杆扭转切应力与强度条件	78
1.3	圆杆扭转变形与刚度条件	78
1.4	圆杆的非弹性扭转	79
2	非圆截面杆的扭转与薄膜比拟	80
2.1	等直杆扭转时的应力与变形	80
2.2	薄膜比拟	85
2.3	非弹性扭转	85
3	薄壁截面杆的自由扭转	87
3.1	开口截面	87
3.2	闭口截面	88
3.3	多闭室闭口截面	88

第8章 梁

1	直梁的内力、应力与强度计算	90
1.1	切力与弯矩	90
1.2	梁的弯曲正应力及其强度条件	91
1.3	斜弯曲	92
1.4	梁的弯曲切应力及其强度条件	92
1.5	弯曲中心	97
1.6	梁的合理设计	98
2	直梁的位移与刚度计算	99
2.1	求梁位移的积分法	99
2.2	求梁位移的叠加法	101
2.3	求梁位移的能量法	101
2.4	梁由切力引起的位移	104
2.5	梁的刚度条件	104
3	梁截面图形的几何性质	105
3.1	静矩、惯性矩、惯性积、极惯性矩	105
3.2	惯性矩和惯性积的平行移轴公式与转轴公式	105
3.3	惯性矩的近似算法与图解法	106
3.4	常用截面几何性质的计算公式	106
4	直梁的切力、弯矩、挠度与转角的	

计算公式	131
------------	-----

5	求梁弯矩与挠度的图解法	131
5.1	面矩法	131
5.2	图解法	131
6	超静定梁	132
6.1	力法解超静定问题	132
6.2	连续梁与三弯矩方程	134
6.3	超静定梁与刚架的计算图表	137
7	组合梁	145
8	梁的极限承载能力	145
8.1	极限弯矩	145
8.2	极限载荷	146
9	冲击弯曲	148
10	曲梁	150
10.1	曲梁的应力	150
10.2	曲梁的位移	153
11	薄壁杆件的约束扭转	157
11.1	开口薄壁杆件的约束扭转	157
11.2	闭口薄壁杆件的约束扭转	163
12	弹性基础梁	164
12.1	无限长梁	165
12.2	半无限长梁	168
12.3	有限长梁	168

第9章 薄 板

1	概述	173
2	线弹性范围内薄板的小挠度弯曲	173
2.1	基本假定	173
2.2	等厚度薄板的小挠度弯曲	173
2.3	轴对称变厚度薄板的小挠度弯曲	190
3	线弹性范围内等厚度薄板的大挠度弯曲	193
4	薄板的塑性弯曲, 极限载荷	195

第10章 薄 壳

1	概述	198
1.1	薄壳的几何特征与主曲率坐标系	198
1.2	薄壳线性理论的基本假设	198
1.3	壳体的内力、无矩理论与有矩理论	198
2	旋转面壳的无矩理论	199
2.1	几何特性	199