

机 械 工 程 师 手 册

上 册

机械工程手册 编辑委员会编
电机工程手册



机 械 工 业 出 版 社

本手册是一部综合性技术工具书。它是在大型成套的《机械工程手册》的基础上，采精搜要、着眼实用，并增补充实新技术而编纂成的。手册的内容系统全面，精练概括，符合生产实际，适应当代科学技术发展的需要。

全书包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺及设备、测量方法与自动控制、机械产品六部分，基本概括了机械工程领域的技术内容。附录中还收集了技术转让、国际贸易法和知识产权法知识。手册共19篇，分上、下两册出版，第1~9篇为上册，第10~19篇及附录为下册。

本手册是一部适合工程技术人员在现场工作中查阅使用的工具书，其他有关人员和大专院校师生也可参考使用。

机械工程师手册

上、下册

机械工程手册
电机工程手册 编辑委员会 编

*

版式设计：霍永明 责任校对：李广孚

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可登记证字第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 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $127 \frac{3}{8}$ · 插页 4 · 字数 3584 千字

1989年10月北京第一版·1989年10月北京第一次印刷

印数 00,001—20,000 · 上、下册定价：59.00元

*

科技新书目：202—001

ISBN 7-111-01024-8/TH · 175

编辑委员会

主任委员 沈 鸿

副主任委员 周建南 汪道涵 张 维 史洪志 李永新

委 员 (按姓氏笔划排列)

兰毓钟 冯子珮 孙 琪 许力以 沈烈初

宋矩之 张 影 张大奇 陈文全 陈元直

寿尔康 李宜春 金实蓬 施泽均 俞宗瑞

胡庆生 姚洪朴 陶亨咸 翁迪民 高庆荣

章洪深 曹维康

总 编 辑 王光大

副 总 编 辑 张斌如

序

《机械工程手册》和《电机工程手册》自 1982 年出版以来，受到国内外的重视和好评，正在我国的四化建设中发挥着越来越重要的作用。这两部大型综合性技术手册篇幅浩瀚（有 25 卷，3400 万字），内容丰富，适于办公室或阅览室查阅使用。现应读者要求，为了适应广大机电工程技术人员在现场工作中查阅使用的需要，在这两部大型手册基础上，我们又采精搜要、着眼实用，编纂了这两部《机械工程师手册》和《电气工程师手册》。

与两部大型手册比较，这是两部小型综合性技术手册。它们的主要特点是：

1. 卷小面广，便携便查。两书各约 300 万字，而其覆盖面与两部大型手册基本相同，有的地方还有所扩展，在编辑方式和检索系统方面也有所改进，既便于携带和查阅，也适合个人购置；

2. 继承精华，注意发展。两书分别以两部大型手册为基础，采辑精华，并结合近期科学技术的发展，作了必要的增补、删并和更新，使内容更趋简练和更加适合实际需要；

3. 注重综合，突出实用。两书分别从机电工程的全局着眼，加强各专业之间的内在联系，综合概括各专业最基本、最常用以及新技术等方面的内容，力求准确可靠，具有较强的针对性和实用性，以扩大工程技术人员知识领域，增强综合处理技术问题的能力。

这两部手册于 1984~1985 年着手筹备。参加编写的人

员主要是两部大手册的作者，对一些新增内容，又增聘了部分专家和学者，总计约有 200 余人。

综合手册是科技工作中必备的工具书，常以完备见长，以简练实用取胜。这两部手册的出版，可与两部大型手册互为依托，相得益彰，是我们计划中纵横结合、多层次、多专业机电工程手册完整体系的重要组成部分，必将对机电工程科学技术的发展发挥其特有的作用。

在此，我们谨向为此作出过贡献的同志及有关单位表示诚挚的谢意。由于此书涉及面广，时间又匆促，谬误之处在所难免，希望读者批评指正，以便再版时改进。

机械工程手册 编辑委员会主任 沈 鸿
电机工程手册

一九八六年六月

编辑说明

(1) 本书是在《机械工程手册》基础上编纂的一部综合手册, 包括基础理论、机械工程材料、机械设计、机械制造工艺及设备、测量方法与自动控制、机械产品六部分, 概括了机械工程领域的基本技术内容。主要供工程技术人员在现场工作中查阅使用, 并借以扩大知识领域, 提高综合处理技术问题的能力。

(2) 本书以“采辑精华、注重发展、卷小面广、实用便查”为编辑方针。力求在有限的篇幅内, 覆盖的专业面要广, 但要突出重点, 强调实用, 着重收集现场经验和数据。同时注意吸取先进技术, 体现时代特点。为便于读者检索查阅, 上、下册均排有全书篇目, 目录编排四层集中于书前, 并按篇、节加排书眉。

(3) 全书采用《中华人民共和国法定计量单位》。鉴于目前处于过渡阶段, 数据、图表多数是从工程单位换算过来的, 从工程需要和简化计算出发, 采用的基本换算关系是: $1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$ 。如需精确计算, 本书第1篇还提供了计量单位之间比较精确的换算。

(4) 全书的名词术语和符号按有关国家标准统一; 无明确规定的参照《机械工程手册》选取。

(5) 书中所引用的标准为现行标准。对于个别标准, 适应过渡时期的需要, 还给出了新老标准的对照。

(6) 附录中收集了有关技术转让、国际贸易法和知识产权法等知识性内容, 以条目形式编排, 主题词附有英文对

8 编辑说明

照，可供学习和参考。

（7）各篇后列有参考文献，以便于读者深入研究有关内容。

（8）各篇的主编、编写人和责任编辑依次按篇署于各篇的前面。其中编写人按章节次序排列。

机械工程手册
电机工程手册

编辑委员会编辑组

一九八七年十二月

目 录

序 编辑说明

上 册

第 1 篇 计量单位和常用数据

1 符号	1-3
1.1 希腊字母	1-3
1.2 汉语拼音字母	1-4
1.3 量的符号及其法定单位	1-5
2 计量单位	1-14
2.1 中华人民共和国法定计量单位	1-14
2.2 常用单位换算	1-17
2.2.1 SI、CGS 制和重力制单位对照	1-17
2.2.2 长度单位换算	1-18
2.2.3 面积单位换算	1-19
2.2.4 体积单位换算	1-20
2.2.5 质量单位换算	1-21
2.2.6 市制单位换算	1-23
2.2.7 密度单位换算	1-23
2.2.8 波美度与密度换算	1-24
2.2.9 平面角单位换算	1-25
2.2.10 速度单位换算	1-26
2.2.11 角速度单位换算	1-27
2.2.12 体积流量单位换算	1-28
2.2.13 力的单位换算	1-29
2.2.14 力矩单位换算	1-30

2·2·15	压力、应力单位换算	1-30
2·2·16	温度换算公式	1-32
2·2·17	功、能和热量单位换算	1-33
2·2·18	功率单位换算	1-34
2·2·19	动力粘度单位换算	1-35
2·2·20	运动粘度单位换算	1-35
2·2·21	比能单位换算	1-36
2·2·22	比热容、比熵单位换算	1-37
2·2·23	传热系数单位换算	1-38
2·2·24	导热系数单位换算	1-38
3	常用数据与资料	1-39
3·1	基本物理常数	1-39
3·2	元素的物理性能	1-40
3·3	我国部分城市海拔高度、计算温度和大气压力	1-46
3·4	我国各地区地震级	1-53
3·5	平面图形计算公式	1-56
3·6	立体图形计算公式	1-61
参考文献		1-69

第 2 篇 数 学

1	代数	2-3
1·1	数的运算律	2-3
1·2	乘法和因式分解公式	2-3
1·3	比例	2-4
1·4	指数和对数	2-4
1·5	数列	2-5
1·6	排列和组合	2-6
1·7	二项式展开	2-7
1·8	矢量代数	2-8

2	三角	2-10
2.1	三角函数的记号和公式	2-10
2.2	基本恒等式	2-12
2.3	反三角函数	2-14
3	几何	2-15
3.1	平面图形	2-15
3.1.1	直线	2-15
3.1.2	二次曲线	2-17
3.1.3	圆的渐开线	2-22
3.1.4	螺线	2-23
3.1.5	摆线	2-24
3.2	空间图形	2-28
3.2.1	空间的直线和平面	2-28
3.2.2	机械工程中常用曲面	2-32
4	线性方程组和高次代数方程式	2-39
4.1	利用行列式解线性方程组	2-39
4.1.1	行列式的定义及其展开	2-39
4.1.2	线性方程组的行列式解法	2-40
4.2	一般线性方程组的解法	2-40
4.2.1	矩阵及矩阵的初等变换	2-40
4.2.2	线性方程组有解的判别法和解法	2-43
4.3	高次代数方程式	2-46
4.3.1	二次、三次、四次方程式	2-46
4.3.2	高次代数方程式根的近似解法	2-48
5	微分和积分	2-52
5.1	导数和微分	2-52
5.1.1	导数和微分的运算律	2-53
5.1.2	导数和微分公式	2-54
5.1.3	矢量函数的导数和积分	2-58
5.1.4	平面曲线的曲率、曲率半径、曲率圆和曲率中心	2-60

5.1.5 空间曲线的曲率、挠率和弗利耐公式	2-61
5.2 不定积分	2-66
5.2.1 不定积分运算律	2-66
5.2.2 不定积分表	2-66
5.3 定积分	2-76
5.3.1 定积分的基本性质	2-76
5.3.2 积分中值公式	2-77
5.3.3 定积分的计算	2-78
5.3.4 定积分表	2-80
5.4 级数	2-86
5.4.1 函数的幂级数展开	2-86
5.4.2 二项级数	2-87
5.4.3 指数函数和对数函数的级数展开	2-87
5.4.4 三角函数和反三角函数的级数展开	2-89
5.4.5 双曲函数和反双曲函数的级数展开	2-89
5.4.6 一些数项级数的和	2-90
5.5 傅里叶级数	2-90
5.5.1 傅里叶级数的定义	2-90
5.5.2 常用函数的傅里叶级数展开式	2-91
6 积分变换	2-94
6.1 拉普拉斯变换	2-94
6.1.1 定义和基本性质	2-94
6.1.2 拉普拉斯变换简表	2-95
6.2 傅里叶变换	2-98
6.2.1 定义和基本性质	2-98
6.2.2 傅里叶变换简表	2-99
7 微分方程	2-101
7.1 一阶常微分方程	2-102
7.1.1 一阶常微分方程可积类型及其通解	2-102

7.1.2 一阶常微分方程的奇解及其求法	2-107
7.2 常系数线性微分方程	2-108
7.2.1 线性微分方程的解的结构	2-108
7.2.2 常系数线性微分方程的特征方程与特征根	2-109
7.2.3 二阶常系数线性微分方程	2-109
7.2.4 高阶常系数线性微分方程	2-111
7.2.5 欧拉方程	2-113
7.3 常系数线性微分方程组	2-114
7.3.1 常系数线性微分方程组的特征根	2-114
7.3.2 线性微分方程组的解的基本结构	2-114
7.4 贝塞尔微分方程和勒让德微分方程	2-116
7.5 一阶偏微分方程	2-117
7.5.1 若干简单类型	2-117
7.5.2 一阶拟线性偏微分方程	2-118
7.5.3 一阶非线性偏微分方程	2-118
7.6 二阶线性偏微分方程	2-118
7.6.1 二阶线性偏微分方程的分类	2-119
7.6.2 典型方程及其解	2-119
8 概率和统计	2-127
8.1 随机事件的概率	2-127
8.1.1 概率的定义及运算	2-127
8.1.2 独立重复试验	2-129
8.2 随机变量	2-130
8.2.1 随机变量及分布	2-130
8.2.2 随机变量的数字特征	2-131
8.2.3 常用概率分布	2-132
8.2.4 大数法则及中心极限定理	2-135
8.3 统计	2-137
8.3.1 总体和样本	2-137
8.3.2 样本的特征数	2-137

8.3.3 总体的参数估计	2-138
8.3.4 假设检验	2-143

第3篇 刚体力学

1 平衡问题	3-3
1.1 平衡问题的分析与计算方法	3-3
1.2 受力分析	3-3
1.2.1 受力图	3-3
1.2.2 载荷的确定	3-9
1.2.3 约束简化和约束力的分析与表示	3-9
1.3 力矩和力偶矩的计算	3-16
1.4 力系的平衡条件和算例剖析	3-17
1.5 摩擦对平衡的影响	3-26
1.5.1 临界平衡	3-26
1.5.2 有摩擦时要特别考虑的问题	3-27
1.6 用虚位移原理分析计算系统的平衡问题	3-35
1.6.1 系统的平衡方程	3-35
1.6.2 广义力的计算	3-35
1.6.3 约束力的计算	3-35
1.6.4 保守系统平衡的稳定性	3-35
2 点和刚体的运动	3-46
2.1 机构运动简图和机构运动的分析方法	3-46
2.1.1 机构运动简图	3-46
2.1.2 运动的分类	3-46
2.1.3 机构运动的分析方法	3-46
2.2 建立点的运动方程以计算其速度和加速度	3-50
2.2.1 运动方程的建立方法及其与速度和加速度的关系	3-50
2.2.2 简单运动情况的计算公式	3-60
2.3 由运动的分解与合成计算点的速度和加速度	3-60

2.3.1	运动的分解方法	3-60
2.3.2	速度和加速度的分解与合成关系	3-61
2.4	平动刚体的运动分析与计算	3-67
2.5	定轴转动刚体的运动分析与计算	3-67
2.6	平面运动刚体的运动分析与计算	3-69
2.6.1	由平面图形的运动方程计算图形上各点的速度和 加速度	3-69
2.6.2	计算速度和加速度的基点法	3-69
2.6.3	计算速度和加速度的瞬心法	3-71
2.7	定点运动刚体的运动分析与计算	3-79
2.7.1	由刚体的运动方程计算体内各点的速度和加速度	3-79
2.7.2	用绕瞬时转动轴转动的方法计算刚体的角速度、 角加速度和体内各点的速度、加速度	3-79
2.8	一般运动刚体的运动分析与计算	3-88
3	动力分析	3-91
3.1	动力学问题的分析方法	3-91
3.2	运动微分方程的建立	3-91
3.2.1	运动微分方程的建立方法	3-91
3.2.2	建立运动微分方程的算例	3-91
3.3	用惯性力法作动力分析与计算	3-101
3.3.1	惯性力和惯性力系的简化	3-101
3.3.2	惯性力法	3-101
3.3.3	动平衡	3-110
3.4	机械能和功	3-110
3.4.1	功的计算	3-110
3.4.2	功率和效率	3-110
3.4.3	动能和位能的计算	3-113
3.4.4	动能定理和机械能守恒定律	3-114
3.5	动量和冲量	3-118

3.5.1	动量和动量矩	3-118
3.5.2	冲量	3-118
3.5.3	动量定理和动量矩定理	3-118
3.6	碰撞	3-128
3.6.1	分析计算碰撞问题时的一些简化	3-128
3.6.2	恢复系数	3-129
3.6.3	碰撞问题的动力学定理和算例	3-131
3.6.4	撞击中心	3-131
3.7	陀螺效应 (回转效应)	3-131
3.7.1	陀螺现象 (回转现象) 的特性	3-131
3.7.2	陀螺力矩和陀螺效应 (回转力矩和回转效应)	3-136
3.8	拉格朗日方程	3-138
3.8.1	完整系统的拉格朗日方程	3-138
3.8.2	拉格朗日方程的初级积分	3-139
4	振动分析基础	3-144
4.1	振动系统的简化和振动的分类	3-144
4.1.1	振动系统的简化	3-144
4.1.2	振动的分类	3-148
4.2	单自由度系统的振动	3-150
4.2.1	自由振动	3-150
4.2.2	受迫振动	3-151
4.2.3	减振	3-159
4.2.4	隔振	3-159
4.3	多自由度系统的振动	3-160
4.3.1	模态分析 (振型分析)	3-160
4.3.2	固有频率和固有振型的分析计算方法	3-161
5	重心和转动惯量	3-167
5.1	重心	3-167
5.1.1	物体重心位置的计算	3-167

5.1.2 简单形状匀质体的重心	3-168
5.1.3 组合体的重心	3-168
5.1.4 物体重心位置的实验测定	3-168
5.2 转动惯量	3-176
5.2.1 转动惯量的计算	3-176
5.2.2 主惯轴和中心主惯轴	3-181
5.2.3 简单形状匀质体的转动惯量	3-181
5.2.4 转动惯量的实验测定	3-181
参考文献	3-184

第4篇 材料力学

1 应力和应变	4-3
1.1 外力和内力	4-3
1.1.1 外力	4-3
1.1.2 内力	4-3
1.2 应力和应力状态	4-4
1.2.1 应力和应力状态概念	4-4
1.2.2 切应力互等定理	4-7
1.2.3 二向应力分析	4-7
1.2.4 应力圆	4-8
1.2.5 三向应力状态	4-9
1.3 应变和应变状态	4-12
1.3.1 变形和应变	4-12
1.3.2 应变状态	4-13
1.4 应力和应变关系	4-14
1.4.1 虎克定律	4-14
1.4.2 广义虎克定律	4-15
1.5 应变能	4-16
1.5.1 构件在基本变形下的变形能公式	4-17