

全国普通高等院校
土木工程类
实用创新型系列规划教材

结构力学

(下册)

张延庆 主 编
刘晚成 副主编
包世华 主 审



科学出版社

www.sciencep.com

中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目
全国普通高等院校土木工程类**实用创新型**系列规划教材



结 构 力 学

(下册)

张延庆 主 编
刘晚成 副主编
包世华 主 审

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书分上、下两册。上册主要包括绪论、平面体系的几何构成分析、静定结构内力分析、虚功原理和静定结构位移计算、静定结构的影响线、力法、位移法、渐近法与近似法等；下册主要包括矩阵位移法、结构的动力计算、结构的稳定计算及结构的极限荷载。

本书可作为高等院校土木工程专业教学用书,亦可供相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

结构力学(上、下册)/张延庆主编. —北京:科学出版社,2006
(全国普通高等院校土木工程类实用创新型系列规划教材)
ISBN 7-03-016600-0

I. 结… II. 张… III. 结构力学-高等学校-教材 IV. O342
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 146078 号

责任编辑:童安齐 何舒民 / 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

信海彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006 年 2 月第一次印刷 印张:29

印数:1—3 000 字数:680 000

定价:42.00 元(上、下册)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026(HA03)

全国普通高等院校土木工程类实用创新型
系列规划教材

编 委 会

主 任 霍 达

副主任 (按姓氏笔画排序)

周 云 阎兴华 童安齐

秘书长 张志清

委 员 (按姓氏笔画排序)

白晓红 石振武 刘继明 何淅淅 何舒民

张文福 张延庆 张志清 沈 建 周 云

周亦唐 宗 兰 徐向荣 阎兴华 翁维素

傅传国 程赫明 韩建平 童安齐 雷宏刚

霍 达

前 言

本书作为全国普通高等院校土木工程类实用创新型系列规划教材之一,根据教育部结构力学教学指导委员会 2004 年年会通过的土木工程专业结构力学教学基本要求、实用创新型系列教材的创意和结构力学在土木工程专业中的位置,由东北林业大学、兰州理工大学、内蒙古工业大学、郑州大学和北京工业大学联合编写完成。

本书注意了实用创新型系列教材的基本原则,吸取以往教学经验和有关教材的长处,保持结构力学基本理论的系统性,内容满足土木工程专业中的各个方向的教学要求;注重教材的实用性,便于学生自学,深入浅出,反映作者在工程结构分析中的新成果;注重对学生能力的培养,理论联系实际,教材内容满足课堂教学精讲精练,课后保证一定的作业量;关注现代科技和市场设计技术的发展,教材内容尽量与相关课程和工程实际相联系。

参加本书编写工作的有东北林业大学的刘晚成(第十章、第十一章),兰州理工大学的程选生(第八章、第十二章),内蒙古工业大学的刘曙光、王猛、郝负洪、吴安利(第二章、第六章、第七章),郑州大学的樊友景(第三章、第四章),北京工业大学的陈长安(第五章)、张延庆(第一章、第九章)等。全书由张延庆任主编,樊友景、刘曙光任上册副主编,刘晚成任下册副主编。

担任本书主审的清华大学包世华教授仔细审阅了全书初稿,提出了许多宝贵意见,清华大学龙驭球教授也提出了很好的建议,对此,我们表示衷心感谢。

限于编者水平,书中必定存在缺点错误,希望读者批评指正。

主要符号

A	面积, 振幅
$\mathbf{A}$	振幅向量
c	支座广义位移
C	弯矩传递系数
D	侧移刚度
E	弹性模量
E_P	结构总势能
$\mathbf{F}$	结点荷载向量, 综合结点荷载向量
$\mathbf{F}^E$	等效结点荷载向量
F_{Ax}, F_{Ay}	A 支座沿 x, y 方向的反力
F_{AH}, F_{AV}	A 支座沿水平, 竖直方向的反力
F_{cr}	临界荷载
F_e	弹性力
F_H	拱的水平推力, 悬索张力水平分量
F_I	惯性力
F_N	轴力
F_P	集中荷载
F_R	阻尼力, 支座反力, 力系合力
F_Q	剪力
F_T	悬索张力
F_u	极限荷载
F_V	悬索张力竖直分量
$\bar{\mathbf{F}}^e$	局部坐标系下的单元杆端力向量
$\mathbf{F}^e$	整体坐标系下的单元杆端力向量
$\bar{\mathbf{F}}^{Fe}$	局部坐标系下的单元固端力向量
$\mathbf{F}^{Fe}$	整体坐标系下的单元固端力向量
G	切变模量
i	线刚度
I	截面二次矩(惯性矩), 冲量
$\mathbf{I}$	单位矩阵
k	刚度系数
$\bar{\mathbf{k}}^e$	局部坐标系下的单元刚度矩阵

k^e	整体坐标系下的单元刚度矩阵
K	结构刚度矩阵
m	质量
M	力矩, 力偶矩, 弯矩
M	质量矩阵
M^F	固端弯矩
M_u	极限弯矩
p	均布荷载集度
q	均布荷载集度
r	单位位移引起的广义反力
R	广义反力
S	劲度系数(转动刚度), 截面静矩, 影响线量值
t	时间
T	周期, 动能
T	坐标转换矩阵
u	水平位移
v	竖向位移
V	外力势能
V_e	应变能
W	平面体系自由度, 功, 弯曲截面系数
X	广义未知力
Z	广义未知位移
α	线(膨)胀系数
Δ	广义位移
Δ	结点位移向量
ν	剪力分配系数
δ	单位力引起的广义位移
ζ	阻尼比
θ	干扰力频率
μ	力矩分配系数
σ_b	强度极限
σ_s	屈服应力
σ_u	极限应力
φ	角位移, 初相角
Φ	振型矩阵
ω	角频率

目 录

上 册

前言

主要符号

第一章 绪论	1
1.1 结构力学的研究对象与任务	1
1.2 结构的计算简图	2
1.3 结构力学的学习要求与学习方法	7
第二章 平面体系的几何构成分析	10
2.1 概述.....	10
2.2 几何不变体系构成规律.....	14
2.3 几种几何瞬变体系.....	15
2.4 几何构成分析示例.....	16
2.5 计算自由度.....	19
思考题	21
习题	21
第三章 静定结构内力分析	24
3.1 截面内力计算及内力图特征.....	24
3.2 多跨静定梁.....	31
3.3 静定平面刚架.....	34
* 3.4 静定空间刚架的计算.....	51
3.5 三铰拱的受力分析.....	53
3.6 三铰拱的合理轴线.....	58
3.7 桁架结构的内力计算.....	62
3.8 组合结构的内力计算.....	71
3.9 静定结构的特性.....	73
* 3.10 用零载法分析体系的几何构成性质	75
思考题	77
习题	78
第四章 虚功原理和静定结构位移计算	88
4.1 概述.....	88
4.2 虚功原理.....	89
4.3 单位荷载法——位移计算一般公式.....	95

4.4	荷载作用下的位移计算	96
4.5	图乘法	100
4.6	静定结构由于温度改变引起的位移计算	107
4.7	静定结构由于支座移动引起的位移计算	109
* 4.8	具有弹性支座的结构的位移计算	110
4.9	线弹性体系的互等定理	113
* 4.10	空间刚架的位移计算公式	116
	思考题	117
	习题	118
第五章	静定结构的影响线	123
5.1	影响线的概念	123
5.2	用静力法作静定梁的影响线	124
5.3	间接荷载作用下的影响线	129
5.4	用机动法作影响线	130
5.5	桁架的影响线	133
5.6	利用影响线求量值和最不利荷载位置	136
5.7	铁路和公路的标准荷载制、换算荷载	143
5.8	简支梁的包络图和绝对最大弯矩	148
	思考题	152
	习题	152
第六章	力法	157
6.1	超静定结构及超静定次数的确定	157
6.2	力法的基本概念与力法的典型方程	161
6.3	力法的计算步骤和示例	165
6.4	对称性的利用	175
6.5	超静定结构的位移计算	182
6.6	超静定结构支座移动的内力计算	184
6.7	超静定结构温度变化时的内力计算	189
6.8	内力图的校核	191
6.9	力法计算超静定拱	193
6.10	连续梁的基本体系、三弯矩方程	204
* 6.11	超静定结构的影响线作法概述	207
* 6.12	交叉梁结构的计算	213
6.13	超静定结构的特性	215
	思考题	215
	习题	216
第七章	位移法	222
7.1	概述	222

7.2	单跨超静定梁的杆端力	223
7.3	位移法解题的基本思路	226
7.4	位移法的基本未知量及基本体系	228
7.5	位移法典型方程	229
7.6	连续梁、无侧移的刚架	231
7.7	有侧移的刚架	234
7.8	对称性的利用	238
7.9	支座移动时的计算	239
7.10	温度变化时的计算	241
7.11	直接由平衡条件建立位移法方程	242
	思考题	245
	习题	246
第八章	渐近法与近似法	250
8.1	力矩分配法	250
8.2	无剪力分配法	262
8.3	分层法	267
8.4	反弯点法	270
	思考题	273
	习题	274

下 册

第九章	矩阵位移法	279
9.1	概述	279
9.2	单元分析——局部坐标系	280
9.3	单元分析——整体坐标系	284
9.4	整体分析——刚度矩阵的组集	288
9.5	整体分析——边界条件的处理	293
9.6	等效结点荷载	298
9.7	计算步骤和算例	301
9.8	几点补充说明	310
	思考题	312
	习题	313
第十章	结构的动力计算	317
10.1	概述	317
10.2	动力计算中结构体系的自由度	319
10.3	单自由度体系的自由振动	321
10.4	单自由度结构在简谐荷载下的强迫振动	328
10.5	单自由度结构在任意荷载下的强迫振动	334

10.6	多自由度结构的自由振动	338
* 10.7	多自由度结构在简谐荷载作用下的强迫振动	349
* 10.8	振型分解法	355
10.9	无限自由度体系的自由振动	361
10.10	自振频率和振型的近似计算方法	364
	思考题	373
	习题	374
第十一章	结构的稳定计算	377
11.1	概述	377
11.2	用静力法确定临界荷载	380
11.3	用能量法确定临界荷载	384
* 11.4	几何非线性问题的解析方法	390
11.5	弹性支撑压杆的稳定方程	398
* 11.6	剪力对临界荷载的影响	402
11.7	组合压杆的稳定	404
* 11.8	圆环及拱的稳定	407
* 11.9	窄条梁的稳定	410
	思考题	412
	习题	412
第十二章	结构的极限荷载	415
12.1	概述	415
12.2	极限弯矩和塑性铰·破坏结构·静定梁的计算	416
12.3	单跨超静定梁的极限荷载	418
12.4	比例加载时有关极限荷载的几个定理	421
12.5	计算极限荷载的穷举法和试算法	423
12.6	连续梁的极限荷载	425
12.7	刚架的极限荷载	427
	思考题	434
	习题	434
	参考文献	436

结构力学

- ◆ 建设项目管理
- ◆ 砌体结构
- ◆ 土木工程预算
- ◆ 现代公路测量技术
- ◆ 土木工程建设监理
- ◆ 土木工程专业英语
- ◆ 道路勘测设计
- ◆ 桥梁工程
- ◆ 钢与混凝土组合结构设计原理
- ◆ 混凝土结构设计
- ◆ 钢结构设计
- ◆ 土木工程抗震设计
- ◆ 土木工程材料
- ◆ 土质学与土力学
- ◆ 路基路面工程
- ◆ 土木工程施工
- ◆ 混凝土结构设计基本原理
- ◆ 基础工程设计原理
- ◆ 岩土工程测试技术
- ◆ 钢结构设计基本原理
- ◆ 流体力学
- ◆ 结构力学
- ◆ 土木工程概论
- ◆ 空间结构
- ◆ 工程结构检测与加固
- ◆ 土木工程地质
- ◆ 高层建筑结构设计
- ◆ 土木工程事故处理
- ◆ 地基处理

ISBN 7-03-016600-0



9 787030 166005 >

科学出版社 技术分社

<http://www.abook.cn>

ISBN 7-03-016600-0

定价：42.00 元(上、下册)