

中等专业学校工业与民用建筑专业系列教材

建筑力学

(上册)

梁春光 主编
焦卫 副主编

武汉工业大学出版社



中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

建筑力学

上册

主 编 梁春光
副主编 焦 卫

武汉工业大学出版社

·武 汉·

内 容 简 介

本书系根据中等专业学校工业与民用建筑专业《建筑力学》教学大纲编写的,可作为教学大纲规定为 220 学时~250 学时中等专业学校的教材,亦可供成人中专、中专自学考试和工程技术人员使用。

本书共三篇,分上、下两册。上册为第一篇静力学和第二篇材料力学部分,主要内容有:静力学基础,平面汇交力系,力矩和平面力偶系,平面任意力系,空间力系;材料力学的基本概念,轴向拉伸与压缩,剪切和挤压,扭转,平面图形的几何性质,梁的内力,梁的应力,梁的变形,组合变形的强度计算,压杆稳定,动荷应力等。各章均有习题,书末附有习题答案。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学(上册)/梁春光主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2001.12 重印
中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材
ISBN 7-5629-1191-6

I. 建… II. 梁… III. 建筑力学-专业学校-教材 IV. TU311

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

各地新华书店经销

武汉工业大学出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:450 千字

1997 年 8 月第 1 版 2001 年 12 月第 5 次印刷

印数:18001—19500 册 定价:19.00 元

(本书如有印装质量问题,可向承印厂调换)

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

出版说明

为了适应中等专业学校“工业与民用建筑专业”教学,以及该专业中专层次各种形式办学和培训的需要,武汉工业大学出版社组织了部分建筑材料、建筑工程中等专业学校,邀请熟悉中专教学规律,有丰富教学实践经验和体会的教师,编写了中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材。

这套教材依据建设部普通中等专业学校“工业与民用建筑专业”培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格进行组编。各科内容按照培养方案提出的毕业生应具备的基础知识、专业知识和业务能力的要求进行编写。在编写中,力求做到理论联系实际,结构体系合理,取材恰当,叙述清楚,具有思想性、科学性、实用性、先进性的鲜明特点。在专业技术方面,采用国家颁发的现行规范、标准和规定。教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关国家标准的规定。

这套教材主要用于中等专业学校工业与民用建筑专业和相关专业的课程教学,也可供中专层次的电教函授、自学考试、职工岗位技术培训等参考选用。我们诚恳期望广大读者在使用这套教材的过程中提出宝贵意见和建议,以便今后不断修改和完善。

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材编委会

1997年5月8日

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材 编委会成员名单

顾问: 周功亚

主任: 高鸣涵

副主任: 曹文聪 孙成林 范文昭

委员: 周相玉 吴润华 高远 陈英 朱永祥 毛小玲 余胜光
冯美宇 梁春光 赵爱民 范德均 王学通 范文昭 宫杰
张文祥 吴振旺 喻建华 杨太生 蔡德明 田道全 李梅
黄春 杨学忠

秘书长: 杨学忠

前 言

本书是根据中等专业学校工业与民用建筑专业建筑力学大纲编写的,同时参照现有教材体系,总结多年的教学经验,精选了内容,删减和合并了原教材中一些偏深和次要的内容,尽量使教材满足工程实际的需要。此外,为便于教师讲授和学生自学,本书加强了对基本概念和解题方法的叙述,编写了较多的例题和习题,并在书末附有习题答案。

本书编写分工如下:四川建材工业学校梁春光——绪论、主要字符表、第二篇引言、第六、八、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六章、附录;天津建材工业学校焦卫——第一篇引言、第一、二、三、四、五章;四川建材工业学校李宗信——第七、九章。全书由梁春光统稿。

全书由梁春光担任主编,焦卫担任副主编。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

1997年4月

主要字符表

符号	意义	常用单位
P, F	集中力	N, kN
T	拉力	N, kN
R	合力, 支反力	N, kN
W	重力	N, kN
q	线分布载荷集度	N/m, kN/m
m	外力偶矩	N · m, kN · m
N	功率	kW
N	轴力	N, kN
Q	剪力	N, kN
$M(M_y, M_z)$	弯矩	N · m, kN · m
T	扭矩	N · m, kN · m
P_{cr}	压杆的临界力	N, kN
σ	正应力	MPa
τ	剪应力	MPa
$[\sigma]$	许用正应力	MPa
$[\tau]$	许用剪应力	MPa
σ_{iy}	挤压应力	MPa
$[\sigma_{iy}]$	许用挤压应力	MPa
σ_{cr}	压杆临界应力	MPa
$[\sigma_{cr}]$	稳定许用应力	MPa
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	主应力	MPa
σ_p	比例极限	MPa
σ_e	弹性极限	MPa
σ_s	屈服极限	MPa
$\sigma_{0.2}$	名义屈服极限	MPa

σ_b	强度极限	MPa
σ^0	极限应力	MPa
E	弹性模量	MPa
G	剪切弹性模量	MPa
K	安全系数	无量纲
K_w	稳定安全系数	无量纲
K_d	动荷系数	无量纲
μ	泊松比	无量纲
$\Delta\rho$	轴向伸长(缩短)	mm, m
ε	线应变	无量纲
γ	剪应变	无量纲
θ	梁的转角	rad
θ	单位扭转角	rad/m
$[\theta]$	许用单位扭转角	rad/m
φ	折减系数	无量纲
φ	扭转角	rad
y, f	挠度	mm, m
$[f]$	许用挠度	mm, m
δ	延伸率	无量纲
δ_d	动变形	mm
ψ	截面收缩率	无量纲
A	面积	mm ² , m ²
$A_{\text{压}}$	挤压面积	mm ² , m ²
$S(S_y, S_z)$	静矩	mm ³ , m ³
$I(I_y, I_z)$	惯性矩	mm ⁴ , m ⁴
I_p	极惯性矩	mm ⁴ , m ⁴
$W(W_y, W_z)$	抗弯截面系数	mm ³ , m ³
W_n	抗扭截面系数	mm ³ , m ³
$i(i_y, i_z)$	惯性半径	mm, m

λ	压杆的柔度	无量纲
n	转速	r/min
v	速度	m/s
a	加速度	m/s ²

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 静力学

引言.....	5
---------	---

第一章 静力学基础.....	6
----------------	---

第一节 力的概念.....	6
---------------	---

第二节 刚体的概念.....	7
----------------	---

第三节 静力学公理.....	7
----------------	---

第四节 约束与约束反力	12
-------------------	----

第五节 受力图	16
---------------	----

习题	19
----------	----

第二章 平面汇交力系	22
------------------	----

第一节 平面汇交力系合成的几何法	22
------------------------	----

第二节 平面汇交力系平衡的几何条件	23
-------------------------	----

第三节 平面汇交力系合成的解析法	27
------------------------	----

第四节 平面汇交力系平衡的解析条件	31
-------------------------	----

习题	34
----------	----

第三章 力矩和平面力偶系	38
--------------------	----

第一节 力对点之矩	38
-----------------	----

第二节 合力矩定理	39
-----------------	----

第三节 力偶及其基本性质	41
--------------------	----

第四节 平面力偶系的合成与平衡	44
-----------------------	----

第五节 力的平移定理	47
------------------	----

习题	48
----------	----

第四章 平面任意力系	52
------------------	----

第一节 平面任意力系向任一点简化	53
------------------------	----

第二节 平面任意力系简化结果的讨论	57
-------------------------	----

第三节 平面任意力系的平衡方程	60
-----------------------	----

第四节 平面平行力系的平衡方程	66
-----------------------	----

第五节 物体系统的平衡	70
-------------------	----

第六节 考虑摩擦时物体的平衡	74
----------------------	----

习题	83
----------	----

第五章 空间力系	90
----------------	----

第一节 力沿空间直角坐标轴的投影	90
------------------------	----

第二节	空间汇交力系	92
第三节	力对轴之矩	96
第四节	空间任意力系的平衡方程	98
第五节	重心	103
习题		108

第二篇 材料力学

引言	115
第六章 材料力学的基本概念	116
第一节 变形固体及其基本假设	116
第二节 外力及其分类	117
第三节 内力 截面法 应力	117
第四节 杆件及其变形的基本形式	119
第七章 轴向拉伸和压缩	121
第一节 轴向拉伸和压缩的概念	121
第二节 轴向拉伸和压缩时的内力	121
第三节 轴向拉伸和压缩时横截面上的应力	123
第四节 轴向拉(压)杆斜截面上的应力	125
第五节 轴向拉伸和压缩时的变形 虎克定律	126
第六节 材料在拉伸和压缩时的力学性质	129
第七节 许用应力及安全系数	133
第八节 轴向拉伸和压缩时的强度计算	134
第九节 应力集中的概念	136
习题	137
第八章 剪切和挤压	142
第一节 剪切和挤压的概念	142
第二节 剪切和挤压的实用计算	142
第三节 剪应变 剪切虎克定律	147
习题	148
第九章 扭转	150
第一节 扭转的概念 外力偶矩的计算	150
第二节 圆轴扭转时横截面上的内力	151
第三节 圆轴扭转时横截面上的应力	153
第四节 圆轴扭转时的变形	157
第五节 圆轴扭转时的强度条件和刚度条件	158
习题	160
第十章 平面图形的几何性质	163
第一节 静矩	163
第二节 惯性矩和惯性半径	165

第三节 组合图形的惯性矩·····	167
习题·····	170
第十一章 梁的内力·····	172
第一节 梁弯曲的概念·····	172
第二节 梁的内力——剪力和弯矩·····	173
第三节 剪力图和弯矩图·····	178
第四节 剪力图和弯矩图的规律作图·····	184
第五节 叠加法画弯矩图·····	188
习题·····	190
第十二章 弯曲应力·····	194
第一节 梁弯曲时横截面上的正应力·····	194
第二节 梁的正应力强度计算·····	198
第三节 提高梁抗弯强度的途径·····	203
第四节 梁的剪应力和剪应力强度计算·····	206
第五节 梁的主应力·····	211
习题·····	216
第十三章 弯曲变形·····	220
第一节 弯曲变形的概念·····	220
第二节 用积分法求梁的变形·····	222
第三节 叠加法求梁的变形·····	225
第四节 梁的刚度校核·····	229
第五节 提高梁弯曲刚度的措施·····	229
习题·····	230
第十四章 组合变形的强度计算·····	232
第一节 组合变形的概述·····	232
第二节 斜弯曲·····	233
第三节 偏心压缩(拉伸)·····	236
第四节 截面核心·····	241
习题·····	242
第十五章 压杆稳定·····	245
第一节 压杆稳定的概念·····	245
第二节 临界力和临界应力·····	246
第三节 压杆的稳定计算·····	250
第四节 提高压杆稳定性的措施·····	255
习题·····	255
第十六章 动荷应力·····	257
第一节 动荷载的概念·····	257
第二节 交变应力的概念·····	258
习题·····	259

附录 I 工程常用量的单位换算表..... 260

附录 I 型钢表..... 262

习题答案..... 283

参考文献..... 289

绪 论

我们的祖先,早在 1000 多年以前就会合理利用石材、木材来建造复杂的建筑物。河北赵县赵州桥由隋代工匠李春设计建造,跨度达 37 米,总长 50 多米,桥面宽 9 米,为敞肩平拱石桥,1000 多年来安然无恙,它比世界上相同类型的石拱桥早 1200 多年。西安大雁塔建于唐代,塔身全部采用砖石材料,1000 多年来,历经多次大地震,现仍保存完好。山西应县佛光寺的木塔,建于公元 1056 年,塔身为八角形,共九层,塔高 67 米多,经过几十次大地震,依然完好无损,是我国现存最早的木结构高层建筑。今天,随着生产力的不断发展,新材料、新结构不断出现,建造十几层乃至几十层的高层建筑已并非难事。在这些建筑物中,每一根梁、柱都必须运用建筑力学进行分析设计。

建筑物从开始建造的时候就承受各种力的作用。例如,楼板在施工中除承受自身的重量外,还常常承受人和施工机具的重量;墙承受楼板传来的压力和风的压力;基础则承受墙身的压力等等。在工程中习惯将这些主动作用在房屋上的力叫做荷载。在建筑物中承受荷载并传递荷载而起骨架作用的部分叫结构。组成结构的单个物体叫构件。例如,梁、板、柱、墙、基础等都是构成结构的常见的构件。建筑力学的主要研究对象就是组成结构的构件和构件体系。

承受和传递荷载的建筑结构构件,由于荷载的作用,构件产生变形,并且存在着发生破坏的可能。但是构件本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力,即有一定的承载能力,其大小与构件的材料性质、几何形状和尺寸、受力性质、工作条件以及构造情况等有关。构件所受的荷载与构件本身的承载能力是矛盾的两个方面。在结构设计中,当其他条件一定时,如果把构件的截面设计得过小,构件的承受能力小于所受的荷载,则结构不安全,它会因为发生过大的变形不能正常地进行工作,甚至因为强度不够而迅速地破坏倒塌。如果把构件的截面设计得过大,构件的承载能力过分地大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。由此可见,任何一个结构或构件的设计,既要对荷载进行分析和计算,也要对构件承载能力进行分析和计算,使所设计的构件既安全又经济。建筑力学是研究各种建筑结构或构件在荷载作用下的平衡条件以及承载能力的科学。

建筑力学的内容分为静力学、材料力学、结构力学三个部分。

静力学 主要研究力之间的平衡规律。

材料力学 主要研究构件的强度、刚度和稳定性。

结构力学 主要研究结构的强度、刚度和稳定性。

学习建筑力学要注意理解它的基本原理,掌握它的分析方法,切忌死记硬背。另外,还要多做习题,做习题是学好建筑力学的重要环节。不做一定数量的习题很难掌握力学的概念、原理和方法。但是,不弄清楚概念,不理解原理,盲目地做题或死搬硬套公式是不能达到预期的效果的。

第一篇 静力学

引 言

静力学是研究物体在力作用下的平衡规律的科学。

在一般工程问题中,所谓平衡是指物体相对于地球处于静止或匀速直线运动的状态。例如,房屋相对于地球静止不动,火车在直线轨道上匀速行驶,物体被起重机沿直线匀速起吊等等,都属平衡状态。平衡是物体机械运动的一种特殊形式,它的特点是物体的运动状态不发生变化。

通常,一个物体所受的力不止一个而是若干个。我们把作用于物体上的一群力,称为力系。如果物体在力系作用下处于平衡状态,则该力系称为平衡力系。当物体平衡时,作用于物体上的力系所满足的条件,称为力系的平衡条件。

作用于物体上的力系如果可以用另一个力系来代替而作用效应相同,那么这两个力系互称等效力系。如果一个力与一个力系等效,则该力称为此力系的合力,而力系中的各个力称为其合力的分力。

静力学主要研究两个问题:

(1)力系的简化;

(2)力系的平衡条件及其应用。

在一般情况下,作用于物体上的力系较为复杂,在建立力系的平衡条件时,为了便于分析,往往需要把作用于物体上较复杂的力系,用与其作用效应相同的简单力系来代替,这种对力系作效应相同的代换,称为力系的简化,或称为力系的合成。将一个复杂力系简化后,就比较容易了解它对物体的总的作用效应,进而可以导出力系的平衡条件。

在土建工程中有大量的静力学问题。例如,用起重机起吊重物时,必须根据平衡条件确定起重量不超过多少才不致翻倒。在设计屋架时,必须将其所受的重力、风雪压力等加以简化,再根据平衡条件求出各杆件所受的力,作为确定各杆件截面尺寸的依据。其他如桥梁、水坝、工业烟囱等建筑物,设计时都须进行受力分析,以便得到既安全又经济的设计方案,而静力学理论则是进行受力分析的基础。即使是机械方面的设计,也往往应用静力学理论分析其零、部件的受力情况。可见,静力学理论在工程实际中有着广泛的应用。